



unesco
Chair

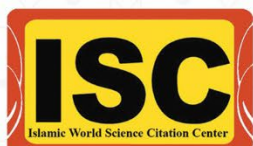


دانشگاه پیام نور
پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار



دانشگاه پیام نور
کرسی یونسکو در آموزش محیط زیست

مقاله ها



پایگاه استنادی علوم جهان اسلام
کد: ۰۳۲۴۱-۷۶۵۲۹





مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی آموزش محیط زیست



عنوان: مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی آموزش محیط زیست

دبیر همایش: دکتر سید محمد شبیری

گردآورندگان: دکتر مهدیه رضائی، دکتر سیده زهرا شمسی پاکباده.

طراح جلد و صفحه آرا: دکتر سید میلاد رامین آزاد

مشخصات ظاهری:

برگزارکنندگان: کرسی یونسکو در آموزش محیط زیست دانشگاه پیام نور و پژوهشکده محیط زیست

و توسعه پایدار دانشگاه پیام نور

اعضای کمیته علمی

- | | |
|---|---|
| دکتر سید محمد شبیری - استاد دانشگاه پیام نور و دبیر همایش | دکتر منصور شاه ولی - استاد دانشگاه شیراز |
| دکتر غلام عباس اکبری - دانشیار دانشگاه تهران | دکتر اسماعیل صالحی - دانشیار دانشگاه تهران |
| دکتر بابک امیدوار - دانشیار دانشگاه تهران | دکتر صادق صالحی - دانشیار دانشگاه مازندران |
| دکتر فاطمه پرسته - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی | دکتر مصطفی طالشی - استاد دانشگاه پیام نور |
| دکتر فهیمه السادات حقیقی - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی | دکتر ابراهیم طلایی - استاد دانشگاه تربیت مدرس |
| دکتر علی محمد خورشید دوست - استاد دانشگاه تبریز | دکتر کوروش فتحی واجارگاه - استاد دانشگاه شهید بهشتی |
| دکتر کوروس خوشبخت - دانشیار دانشگاه شهید بهشتی | دکتر مهران فرج الهی - استاد دانشگاه پیام نور |
| دکتر حسن دارابی - استادیار دانشگاه تهران | دکتر جابر قاسمی - استادیار دانشگاه پیام نور |
| دکتر مهدیه رضایی - دانشیار دانشگاه پیام نور | دکتر مریم لاریجانی - دانشیار دانشگاه پیام نور |
| دکتر مجید رمضانی مهربان - استادیار پژوهشگاه تحقیق و توسعه علوم انسانی | دکتر عبدالله معتمدی - استاد دانشگاه علامه طباطبائی |
| دکتر بهمن زندی - استاد دانشگاه پیام نور | دکتر حمید ملکی - دانشیار دانشگاه پیام نور |
| دکتر محمدرضا سرمدی - استاد دانشگاه پیام نور | دکتر محمد یزدی - استاد دانشگاه شهید بهشتی |



فهرست مقالات

- ۱..... مدیریت پسماند: چالش‌ها و راهکارهای حفاظت از محیط زیست
- ۶..... مروری بر کاربرد زبان انگلیسی در مدیریت پسماند
- ۱۲..... آموزش محیط زیست و تنوع زیستی با تمرکز بر تنوع گیاهی
- ۱۸..... آموزش محیط زیست و نقش آن در حفظ تنوع زیستی: چالش‌ها و راهکارها
- ۲۴..... مخاطرات محیط زیستی و استراتژی‌های پیشگیری: نقش آموزش محیط زیست در مقابله با تهدیدات جهانی
- ۳۵..... توسعه پایدار و انرژی‌های تجدیدپذیر: فرصت‌ها و تهدیدهای زیست‌محیطی
- ۴۵..... آموزش محیط زیست: کلید مقابله با خطرات ناشی از قطع درختان و تخریب فضاهای سبز و جنگل‌ها
- ۴۹..... مروری بر کاربرد هوش مصنوعی در خودرو جهت بهبود عملکرد و آلودگی آن
- ۵۷..... مروری بر حذف رنگ آلی متیل ویولت از پساب با استفاده از عملکرد فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت‌ها
- ۶۲..... مروری بر حذف فوتوکاتالیستی رنگ مالاشیت گرین از پساب با استفاده از نانوکامپوزیت‌ها
- ۶۶..... ارزیابی پتانسیل گیاه وشا در پالایش زیستی روی از خاک‌های آلوده به فلزات سنگین
- ۶۹..... مروری بر روش‌های نوین کنترل آلاینده‌های شهری با بهره‌گیری از هوش مصنوعی
- ۷۷..... تاثیر آموزش دستورالعمل‌های محیط‌زیست مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر رفتارهای محیط‌زیستی قنادان (مورد مطالعه: شهر مشهد)
- ۹۶..... مروری بر مباحث مرتبط با تنوع زیستی و کشاورزی: چالش‌ها و راهکارها
- ۱۰۲..... بررسی منابع مختلف انرژی تجدیدپذیر و فناوری‌های بهره‌مندی از این انرژی‌ها
- ۱۱۱..... به سوی آینده ای سبزتر: مروری بر تاثیر هوش مصنوعی (AI) در کشاورزی پایدار، افزایش کارایی و کاهش تأثیرات زیست‌محیطی
- ۱۲۰..... بررسی رابطه بین سواد زیست‌محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان
- ۱۳۹..... تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی
- ۱۵۶..... مدیریت منابع انسانی سبز رویکردی نوین در توسعه پایدار
- ۱۶۵..... نقش هنر در ارتقای آگاهی زیست محیطی
- ۱۸۱..... کنوانسیون حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب؛ نوآوری‌ها و کاستی‌ها
- ۱۹۷..... تحلیل جامعه‌شناختی آموزش محیط‌زیست
- ۱۹۷..... رویکردی برای دستیابی به توسعه پایدار
- ۲۰۹..... اصفهان ظرفیتی برای زمین‌گردشگری و زمین‌شناسی زیست‌محیط
- ۲۱۴..... شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران با استفاده از ANP و DEMATEL
- ۲۲۶..... تحلیلی بر چالش‌های زیست‌محیطی در کلانشهر تهران



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مدیریت پسماند: چالش‌ها و راهکارهای حفاظت از محیط زیست

لیدا مومنی^{۱*}، صفورا بزی

۱. دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: Lida.momeni@pnu.ac.ir

۲. استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

موضوع زباله به یکی از چالش‌های اصلی جوامع جهانی تبدیل شده است. آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA) زباله‌های زیست‌محیطی را به عنوان استفاده غیرضروری از منابع یا انتشار مواد مضر در آب، خاک و هوا تعریف می‌کند که سلامت انسان و محیط زیست را تهدید می‌کنند. مدیریت پسماندهای زیست‌محیطی شامل فرآیند دفع ایمن و کاهش تأثیرات منفی آن‌ها است. دولت، صنعت و جامعه نقش‌های کلیدی در این فرآیند دارند. با استفاده از چارچوب‌های پایدار و نوآورانه، می‌توان به پایداری اقتصادی و کاهش تهدیدات ناشی از زباله‌ها دست یافت. کاهش تولید مواد زیان‌بار در مراحل تولید و مصرف کالاها یکی از راهبردهای اصلی است. این مقاله با روش مروری به بررسی سازوکارهای پیش‌بینی‌شده در ایران برای پیشگیری از تولید پسماند و حفاظت از محیط زیست می‌پردازد. چالش‌های موجود در این زمینه نیز بررسی می‌شود. تدوین قوانین جامع، افزایش آگاهی عمومی و مشارکت جامعه در کاهش زباله و تفکیک آن از مبدأ، از جمله راه‌حل‌های مؤثر برای حل این معضل هستند. **واژه‌های کلیدی:** زباله، مدیریت، محیط زیست، دفع، بازیافت، چالش، راه حل.

مقدمه

پلاستیکی و شیمیایی نیز حیات وحش را تهدید می‌کنند، به‌طور مثال، پلاستیک‌های بلعیده‌شده توسط حیوانات دریایی مانند لاک‌پشت‌ها خطرات جدی ایجاد می‌کنند. حفاظت از سلامت عمومی: نفوذ زباله‌های سمی مانند آفت‌کش‌ها یا فلزات سنگین به آب‌های زیرزمینی می‌تواند آب آشامیدنی را آلوده کرده و باعث بیماری‌های جدی مانند مسمومیت با سرب یا جیوه شود. ارتقای ایمنی: زباله‌های ساختمانی مانند شیشه یا فلزات تیز می‌توانند باعث آسیب‌های فیزیکی شوند. همچنین، وسایل دورریخته‌شده ممکن است برای کودکان خطرناک باشند. هدف اصلی مدیریت پسماند، کاهش اثرات منفی زباله‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست است. با افزایش شهرنشینی و صنعتی‌شدن، این چالش‌ها تشدید شده‌اند. قانون R-4^۱ کاهش، استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی در مدیریت پسماند به کار گرفته می‌شود. روش‌های رایج دفع زباله شامل سوزاندن، دفن، کمپوست‌سازی و گازسازی است (جدول ۱). با این حال، مدیریت نادرست زباله‌ها، مانند انباشت زباله در جاده‌ها یا مسدود شدن کانال‌های آب، همچنان تهدیدی برای جوامع شهری محسوب می‌شود (Saikat M., 2019, NEST, 1991).

روش کار

^۱ قانون R-4 یک استراتژی مدیریت زباله است که از نظر زیست محیطی پایدار است. این یک جریان زباله را به بخش‌های افزایشی تقسیم می‌کند.



این مطالعه مدیریت زباله و حفاظت از محیط زیست را هدف قرار می دهد. اطلاعات از چندین مقاله معتبر جمع آوری شده است. چالش های تولید و تجمع زباله و موارد تهدید برای محیط زیست و بشریت را بررسی می کند. راهکارهایی برای کاهش تولید و مدیریت پسماند پیشنهاد می دهد.

حفاظت از محیط زیست

حفاظت از منابع طبیعی و اطمینان از پایداری آن ها از طریق روش هایی مانند کاهش مصرف، استفاده مجدد و بازیافت محصولات امکان پذیر است. مدیران محیط زیست معمولاً با برنامه ریزی دقیق، پروژه هایی را برای کاهش پسماند اجرا می کنند. یکی از چالش های اصلی حفاظت از محیط زیست، تخریب کیفیت زیستگاه های خشکی و آبی است که اغلب منجر به نابودی پوشش گیاهی، حیات وحش و اختلال در اکوسیستم ها می شود (Prabuddh K. 2021).

طبقه بندی ضایعات

ضایعات را می توان بر اساس معیارهای زیر دسته بندی کرد:

۱. منبع: خانگی، الکترونیکی، پزشکی، صنعتی، رادیواکتیو و هسته ای.
 ۲. ماده: جامدات، مایعات و انتشارات هوا.
 ۳. ویژگی های تخریب پذیری: زیست تخریب پذیر و غیر قابل تجزیه.
 ۴. اثرات زیست محیطی: خطرناک و غیر خطرناک.
- این طبقه بندی به مدیریت بهتر و دفع ایمن زباله ها کمک می کند (Amosu C. O., 2023).

مشارکت جامعه در حفاظت از محیط زیست

مشارکت جامعه شامل درگیر کردن مردم، متخصصان و شرکت ها در برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار است. این مشارکت به شناسایی و حفاظت از مؤلفه های کلیدی محیط زیست و اجرای سیاست ها و قوانین مرتبط کمک می کند (Ozo, A.O., 1988).

چالش های مدیریت زباله

چالش های اصلی شامل شهرسازی کنترل نشده و بدون ساختار، جابجایی و دفع نامناسب زباله، جمعیت غیر قابل کنترل و سیستم های ناکارآمد مدیریت پسماند، کمبود امکانات جمع آوری و دفع زباله، آگاهی ناکافی از محیط زیست و ساخت وسازهای بی رویه و شلوغ است (Amosu C. O., 2023, Ikelegbe, O.O, 2003).

راه حل ها

۱. تأمین مالی کافی برای مدیریت پسماند.
۲. مشارکت متخصصان در تدوین سیاست ها.
۳. افزایش امکانات دفع زباله و آموزش عمومی.
۴. کاهش مهاجرت روستایی و مشارکت جامعه.
۵. استفاده از رسانه ها برای اطلاع رسانی اثرات دفع نامناسب زباله.
۶. اجرای ارزیابی اثرات محیط زیستی.
۷. معرفی مجدد برنامه های بهداشت محیطی (Amosu C. O., 2023, Plesea D.A., 2010).



چشم انداز مدیریت زباله

مدیریت پسماند فرصت‌های شغلی در حوزه‌های محیط‌زیست، پزشکی، مهندسی و تولید ایجاد می‌کند.

عواقب ماندگاری زباله

۱. تخریب زیبایی‌شناسی محیط.
۲. رشد حشرات و جوندگان مضر.
۳. آلودگی آب‌ها و از بین رفتن آبزیان.
۴. انتشار گازهای سمی و بیماری‌های قلبی.

استفاده سودمند از زباله

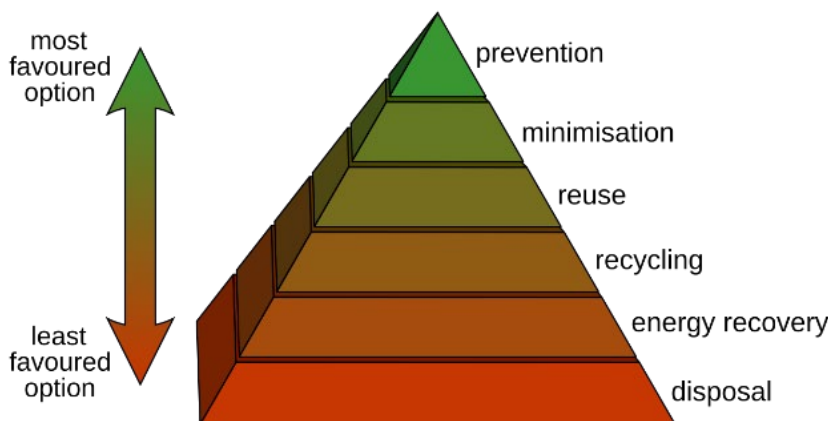
۱. تبدیل زباله‌های گیاهی و حیوانی به بیوپلاست برای بهبود خاک.
۲. تولید سوخت زیستی و بیوگاز از ضایعات کشاورزی (Lagerberg R. 2022).

کاهش و استفاده مجدد از زباله

طبق هرم مدیریت پسماند مطلوب‌ترین روش، جلوگیری از تولید زباله، کاهش زباله و استفاده مجدد آنهاست. با کاهش ضایعات کاغذ و ساده‌سازی طراحی محصول، استفاده مجدد از مواد مانند جعبه‌های مقوایی و مبلمان اداری و اهدا یا تعویض مواد قدیمی با سازمان‌های دیگر می‌توان تولید زباله را کاهش داد. شهرداری‌ها هر سال برای دفع بهداشتی زباله‌ها هزینه گزافی صرف می‌کند و احداث نیروگاه‌های زباله سوز تولید کننده برق هم میلیاردها تومان هزینه دارد.

چالش جهانی مدیریت پسماندهای جامد

مدیریت پسماندهای جامد یک چالش جهانی است که هم کشورهای توسعه‌یافته و هم در حال توسعه با آن مواجه هستند. این مشکل از آغاز انقلاب صنعتی در قرن ۱۸ مشاهده شده و در آفریقا به شکل حادتری خود را نشان می‌دهد. در کشورهایی مانند اوگاندا، زباله‌های دورریخته‌شده به‌طور بی‌احتیاطی، زه‌کشی‌ها را مسدود کرده و باعث تخریب زیبایی‌شناسی محیط و مشکلات بهداشتی می‌شوند. در سومالی نیز دفع نامناسب زباله و فاضلاب در فضاهای باز، سلامت عمومی و محیط زیست را به خطر می‌اندازد (Afangideh A.I., 2012, Hoornweg, D., 2012, Okot-Okumu, J., 2012, WHO, 2011).



شکل ۱. مدیریت پسماند و روش‌های آن



جدول ۱. سلسله مراتب مدیریت پسماند جامد

ردیف	مدیریت پسماند	اطلاعات اضافی
۱	پیشگیری	پیشگیری از تولید زباله با خرید هوشمندانه و کاهش مصرف آغاز می شود. به جای خرید مواد جدید، می توان برخی اقلام را قرض یا اجاره کرد. این روش ساده ترین راه برای کاهش زباله است (Lagerberg R., 2022)
۲	کاهش	کاهش منبع، مهم ترین مرحله در مدیریت پسماند است، زیرا از تولید مواد خام، انرژی و زباله جلوگیری می کند. این روش شامل تغییر در فرآیندهای خرید، طراحی تولید و استانداردهای عملیاتی است.
۳	استفاده مجدد	استفاده مجدد از مواد زائد، چه در محل تولید و چه خارج از آن، بدون نیاز به تغییرات عمده، یکی از روش های مؤثر است. اقلامی که دیگر مورد استفاده نیستند، می توانند به دیگران اهدا یا فروخته شوند (Lagerberg R., 2022).
۴	بازیافت	بازیافت شامل تبدیل مواد قابل بازیافت مانند پلاستیک، کاغذ، فلز و شیشه به محصولات جدید است. این روش نه تنها حجم زباله های دفع شده را کاهش می دهد، بلکه فشار بر منابع طبیعی را نیز کم می کند. بازیافت مواد پلاستیکی، از به خطر افتادن حیات موجودات زنده جلوگیری می کند، از نفت کمتری استفاده می شود و کربن دی اکسید کمتری وارد جو می شود (Vandana B., 2017).
۵	بازیابی	بازیابی انرژی از زباله ها، مانند تولید بیوگاز، بیوجار یا گرما، یکی از روش های نوین مدیریت پسماند است که به کاهش وابستگی به منابع انرژی فسیلی کمک می کند (Lagerberg R., 2022).
۶	کمپوست	کمپوست سازی فرآیند تجزیه زباله های آلی توسط میکروارگانیسم ها و تبدیل آن به هوموس است که برای حاصلخیزی خاک مفید است. ایجاد مراکز کمپوست، روشی مؤثر برای مدیریت زباله های آلی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی است (Onipede A.I.M., 2004).
۷	سوزاندن	سوزاندن کنترل شده زباله ها، حجم آن ها را تا ۹۰ درصد کاهش می دهد و حتی زباله های سمی را به خاکسترهای کم خطر تبدیل می کند. این روش برای زباله های جامد، مایع و گازی مناسب است (Vandana B., 2017).
۸	لندفیل	دفن بهداشتی زباله های غیر آلی در محل های مشخص، همراه با پوشش خاک، خطرات ناشی از بو، آتش سوزی، آلودگی آب های سطحی و عفونت را کاهش می دهد. این روش برای زباله هایی که قابلیت بازیافت یا سوزاندن ندارند، استفاده می شود (Onipede A.I.M., 2004).

نتیجه گیری و توصیه ها

زباله یک مسئله ملی است که به عنوان مانعی برای معیشت سالم و محیط زیست، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، شناخته می شود. برای دستیابی به توسعه پایدار، جوامع باید رویه های مدیریت پسماند را در سطوح محلی، ایالتی و ملی ادغام کنند. با توجه به نرخ بالای تولید زباله در مناطق شهری، ایجاد زیرساخت ها و سیاست های حمایتی برای مدیریت پایدار پسماند ضروری است.

روش های پردازش زباله مانند قانون ۴- R (کاهش، استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی) باید تقویت شوند. افزایش برنامه های محلی برای پردازش و تصفیه زباله ها نه تنها محیط زیست را حفظ می کند، بلکه به توسعه پایدار نیز کمک می کند. اقدامات فوری و هدفمند برای مدیریت پسماند باید در اولویت قرار گیرد تا از تهدیدات زیست محیطی و بهداشتی جلوگیری شود.

در خانه، تفکیک زباله را با دقت و جدیت انجام دهید. می توانید یک جعبه مقوایی در گوشه ای از خانه قرار دهید تا کاغذهای کوچک مانند بلیت اتوبوس، رسید عابر بانک و موارد مشابه را در آن بریزید. برای بطری های شیشه ای، پلاستیکی و قوطی های آلومینیومی مانند قوطی رب گوجه و کنسرو، ظروف پلاستیکی شیر، ماست و پنیر، از یک کیسه بزرگ استفاده کنید. دقت کنید که زباله های خشک و جامد را با پسماندهای تر مخلوط نکنید. اعضای خانواده را به همکاری تشویق کنید و برای آن ها اهمیت جداسازی زباله و فواید بازیافت را توضیح دهید.



قبل از ریختن بطری‌ها و ظروف قابل بازیافت در کیسه، آن‌ها را آب بکشید تا آلوده نباشند. قوطی‌های آلومینیومی را مجاله کنید تا فضای کمتری اشغال کنند. روزنامه‌ها و کاغذها را نیز دسته‌بندی کنید. مراکز بازیافت یا خرید زباله‌های قابل بازیافت را شناسایی کنید و با آن‌ها در تماس باشید.

در مجتمع‌های آپارتمانی، با قرار دادن سطل‌های بزرگ در فضای مشترک، از ساکنان بخواهید زباله‌های قابل بازیافت خود را به صورت تفکیک‌شده در این سطل‌ها بریزند. این کار می‌تواند بخشی از هزینه‌های شارژ ساختمان را از طریق فروش زباله‌های بازیافتی تأمین کند. همچنین، عادت به جداسازی زباله و اهمیت بازیافت را در میان دوستان و آشنایان تبلیغ کنید و آن‌ها را از فواید این کار آگاه سازید.

در سطح ملی، حل مشکل زباله نیازمند برنامه‌ریزی و طراحی مناسب است. مسئولان باید در برنامه‌ریزی‌های خود به مواردی مانند تفکیک زباله از مبدأ، کمک به خانواده‌ها برای جداسازی زباله، نظارت بر دفن اصولی و بهداشتی زباله، ایجاد ایستگاه‌هایی برای تحویل زباله‌های خطرناک، حمایت از کارخانه‌های بازیافت، برخورد قانونی با افرادی که زباله‌ها را در محیط رها می‌کنند، نظارت بر دفع صحیح زباله‌های بهداشتی، تشویق به استفاده از بسته‌بندی‌های سازگار با محیط زیست و ترویج فرهنگ کاهش زباله و بازیافت توجه ویژه داشته باشند.

منابع

- Afangideh A.I., Joseph K.U. and Atu J. E. (2012): Attitude of Urban Dwellers to Waste Disposal and Management in Calabar, Nigeria.; European Journal of Sustainable Development; Vol 1, No. 1.
- Amosu C. O., Morakinyo K.O. (2023): Waste Management and Environmental Conservation: An Overview, Indian Journal of Environment Engineering. (IJEE), Vol. 3 Issue-1.
- Hoornweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012): A Global review of solid waste management. <http://documents.worldbank.org>.
- Ikelegbe, O.O and Ogeah, F.N. (2003): Perception and response to the challenge of Environmental Sanitation problems in Benin City and its Environment. Benin Journal of Social Sciences., Vol 12(2): 148-161.
- Lagerberg R. (2022): Re-Waste, how Sweden is Rethinking Resources; Swedish Institute.
- NEST (1991): Nigeria's threatened Environment – National Profile, Intec Printed Limited, Ibadan, pp. 124 – 131.
- Ogbonna D.N., Igwe F. and Ekweozor I.K. (2002): waste Management – A Tool for Environmental Protection, Ambio, Vol.31, No.1, 55 – 57.
- Okot-Okumu, J. (2012): Solid waste management in African cities- East Africa: <http://www.intechopen.com>., DOI: 10.5772/50241
- Onipede A.I.M. and Bolaji B.O. (2004): Management and Disposal of Industrial Waste in Nigeria; Mechanical Engineering, Environmental science, Vol. 2, No.1.
- Ozo, A.O. (1988): Perception of Industrial Pollution: Study from Benin City in Sada P.O and Odemero F.O (eds) Environment issues and Management. Evens (Nig) Ltd, Pp 139.
- Plesea D.A. and Visan S. (2010): Good practices regarding solid waste management recycling. Amfiteatru Economic Recommends, 11, 228-241
- Prabuddh K. (2021): Environmental Conservation and Management; University of Delhi, Environmental Geography, IGNOU, Unit 12, 185-196.
- Saikat M. and Debnath P. (2019): Effective Role of Microorganism in Waste Management and Environmental Sustainability, Researchgate, DOI: 10.1007/978-981-13-6830-1_14.
- Vandana B., Jaspal S., Singh A.P. (2017): A Review on Solid Waste Management Methods and Practices in India, Trends in Biosciences 10(21). 4065 –4067.
- World Health Organization (WHO) (2011): Environmental health situation analysis in Somalia., https://applications.emro.who.int/dsaf/emropub_2011_en_735.pdf



نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

مروری بر کاربرد زبان انگلیسی در مدیریت پسماند

لیلا غیرتی آرانی^۱، فاطمه تکللو^۲*

۱. استادیار، گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. استادیار، گروه زبان و ادبیات فارسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: f_takallou@pnu.ac.ir

چکیده

نقش زبان انگلیسی به عنوان یک زبان مشترک جهانی در بخش مدیریت پسماند طی دهه گذشته به طور فزاینده‌ای حیاتی شده است. این مقاله ادبیات پژوهشی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ را مرور کرده و بر سه جنبه کلیدی تمرکز دارد: کاهش سوء تفاهمات، افزایش بهره‌وری و بهبود ایمنی. با استفاده از مثال‌های واقعی و تحقیقات علمی، این مرور به استراتژی‌ها و چالش‌های استفاده از زبان انگلیسی برای ارتباطات مؤثر در زمینه مدیریت پسماند پرداخته است. یافته‌ها بر ضرورت شفافیت زبانی، آموزش و رویکردهای حساس فرهنگی برای دستیابی به شیوه‌های پایدار مدیریت پسماند تأکید دارند. **واژه‌های کلیدی:** زبان انگلیسی، مدیریت پسماند، سوء تفاهم، بهره‌وری، ایمنی.

مقدمه

سیستم‌های مدیریت پسماند جهانی به تیم‌های متنوعی متکی هستند که اغلب به زبان انگلیسی، به عنوان زبان کاری غالب جهانی، ارتباط برقرار می‌کنند. ارتباط مؤثر در این حوزه باعث اجرای دقیق فرآیندها، افزایش کارایی و کاهش خطرات ایمنی می‌شود. این مرور به بررسی نقش محوری زبان انگلیسی در پرداختن به سه مسئله اصلی در مدیریت پسماند می‌پردازد: کاهش سوء تفاهم‌ها، افزایش بهره‌وری و بهبود ایمنی. این مقاله یافته‌های مقالات علمی، گزارش‌های صنایع و مطالعات موردی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ را گردآوری کرده و بینش‌هایی را در مورد تعامل بین زبان، عملیات و نتایج ارائه می‌دهد.

صنعت مدیریت پسماند با تکیه بر تیم‌های چندزبانه و چندفرهنگی شناخته می‌شود. با این حال، نبود یک چارچوب زبانی مشترک اغلب منجر به چالش‌های قابل توجهی از جمله سوء تفاهم، ناکارآمدی عملیاتی و خطرات ایمنی می‌شود. با وجود پذیرش گسترده زبان انگلیسی به عنوان زبان کاری جهانی، اجرای مؤثر آن در زمینه‌های مدیریت پسماند کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. سوء تفاهم‌هایی که از موانع زبانی ناشی می‌شوند می‌توانند به مدیریت نادرست پسماند، آسیب‌های زیست‌محیطی و استانداردهای ایمنی پایین‌تر منجر شوند. پرداختن به این مسائل برای بهبود اثربخشی عملیاتی و دستیابی به اهداف پایداری جهانی ضروری است.

این مطالعه با توجه به پیچیدگی فزاینده سیستم‌های مدیریت پسماند و تنوع روزافزون نیروی کار آن‌ها انگیزه گرفته است. زبان انگلیسی به عنوان یک زبان میانجی و مشترک فرصتی منحصر به فرد برای استانداردسازی ارتباطات در میان تیم‌های چندفرهنگی ارائه می‌دهد. با مرور ادبیات تحقیق از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴، این مطالعه به شناسایی بهترین رویه‌ها و چالش‌های مرتبط با استفاده از زبان انگلیسی در مدیریت پسماند می‌پردازد. درک این موضوع که چگونه زبان انگلیسی



می‌تواند سوء تفاهم‌ها را کاهش دهد، بهره‌وری را افزایش دهد و ایمنی را تضمین کند، برای توسعه برنامه‌های آموزشی مؤثر، راهبردهای ارتباطی و چارچوب‌های سیاست‌گذاری بسیار حائز اهمیت است. یافته‌های این مطالعه برای دینفعان مختلف در بخش مدیریت پسماند اهمیت دارد. بینش‌های حاصل از این بررسی می‌توانند در تدوین سیاست‌های زبانی و برنامه‌های آموزشی متناسب با نیازهای نیروی کار چندزبانه راهگشا باشند. شرکت‌های مدیریت پسماند می‌توانند با استفاده از توصیه‌های این مطالعه، کارایی عملیاتی را بهبود بخشند، خطاها را کاهش دهند و از استانداردهای ایمنی پیروی کنند. این مطالعه به گسترش دانش در مورد استفاده از زبان در زمینه‌های صنعتی کمک می‌کند و پایه‌ای برای تحقیقات آینده درباره راهبردهای ارتباطی در مدیریت پسماند فراهم می‌آورد. بهبود ارتباطات در مدیریت پسماند می‌تواند منجر به نتایج بهتر زیست‌محیطی و روش‌های ایمن‌تر شود که به طور مستقیم به نفع جوامع محلی خواهد بود.

مروری بر ادبیات

کاهش سوء تفاهم

سوء تفاهم در مدیریت پسماند می‌تواند به خطرات زیست‌محیطی، ناکارآمدی‌های عملیاتی و خسارات مالی منجر شود. مطالعات متعددی به بررسی نقش زبان انگلیسی در کاهش چنین ریسک‌هایی پرداخته‌اند. استپین و بیالکا (۲۰۱۵) بر اهمیت تطبیق پیام‌ها با توانایی‌های زبانی مخاطبان تأکید کرده‌اند و بیان می‌کنند که کانال‌های ارتباطی نامشخص اغلب منجر به شکست‌های عملیاتی در سیستم‌های مدیریت پسماند می‌شوند. آکونگو و همکاران (۲۰۲۱) بر اهمیت استفاده از اصطلاحات ثابت، وسایل بصری و روش‌های دو زبانه در ارتباطات مبتنی بر زبان انگلیسی تأکید می‌کنند و بیان می‌دارند که این رویکردها به ویژه در تیم‌های چندفرهنگی، موجب بهبود درک و فهم می‌شوند.

افزایش بهره‌وری

ارتباط مؤثر به طور مستقیم بر بهره‌وری عملیات مدیریت پسماند تأثیر می‌گذارد. مطالعات نشان داده‌اند که ارتباط شفاف به زبان انگلیسی تأثیر دگرگون کننده‌ای در ساده‌سازی فرآیندها دارد. رینک (۲۰۲۴) در یک نظرسنجی از صنایع گزارش داد که ۴۹٪ از پاسخ‌دهندگان، ارتباط ضعیف را به عنوان یک مانع عمده برای بهره‌وری شناسایی کردند. در مدیریت پسماند، این موانع اغلب به تأخیر در تصمیم‌گیری‌ها و تخصیص نادرست منابع منجر می‌شوند. مطالعات موردی از ایتالیا (۲۰۲۳-۲۰۱۹) نشان می‌دهند که آموزش زبان انگلیسی برای کارکنان، به همراه پروتکل‌های استاندارد شده، کارایی جمع‌آوری پسماند در این شهر را ۳۰٪ افزایش داده است (موسلا و همکاران، ۲۰۱۹؛ گاستالدی و همکاران، ۲۰۲۰؛ لومباردی و همکاران، ۲۰۲۱؛ دارایو و همکاران، ۲۰۲۳). ویجیانته و همکاران (۲۰۲۴) به نقش دستورالعمل‌های فنی به زبان انگلیسی و کارگاه‌ها در ارتقاء صلاحیت کارکنان اشاره کرده و بیان داشتند که این اقدامات منجر به افزایش قابل توجهی در بهره‌وری در کارخانه‌های بازیافت پسماند شده است.

بهبود ایمنی

ایمنیت همچنان یکی از نگرانی‌های اساسی در صنعت مدیریت پسماند است. سوء تفاهم‌ها به دلیل موانع زبانی می‌تواند منجر به حوادث و صدمات شود. ارتباطات به زبان انگلیسی نقش مهمی در ترویج ایمنی ایفا می‌کند: رینک (۲۰۲۴) اشاره می‌کند که سیستم‌های گزارش‌دهی خطر به زبان انگلیسی در زمان واقعی به مدیریت سریع حوادث کمک می‌کنند و از بروز صدمات و توقفات عملیاتی جلوگیری می‌کنند.



تحقیقات میزرا و پندی (۲۰۰۵) نشان داد که استفاده از علائم ایمنی چندزبانه، که زبان انگلیسی را نیز شامل می شود، موجب کاهش ۲۵ درصدی نرخ حوادث در تأسیسات مدیریت پسماند در جنوب شرق آسیا شد. عارف و همکاران (۲۰۲۱) برنامه های آموزشی را که در آن از زبان انگلیسی به عنوان وسیله تدریس استفاده شده بود، بررسی کردند و نشان دادند که ارتباط مثبت بین تسلط بر زبان و رعایت پروتکل های ایمنی وجود دارد.

مطالعات موردی و کاربردهای دنیای واقعی

سنگاپور با بهره گیری از زبان انگلیسی به عنوان زبان اصلی برای کمپین های آگاهی عمومی، توانست نرخ رعایت مقررات بازیافت خانگی را به بیش از ۹۰٪ برساند (بای و سوتانتو، ۲۰۰۲). آموزش جامع به زبان انگلیسی برای حرفه ای های مدیریت پسماند باعث بهبود همکاری های بین مرزی و کارایی عملیاتی شد (گاستالدی و همکاران، ۲۰۲۰).

روش شناسی

این مطالعه از رویکرد کیفی برای بررسی ادبیات موجود از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ استفاده می کند که بر روی استفاده از زبان انگلیسی در مدیریت پسماند تمرکز دارد. روند انجام مطالعه به شرح زیر است:

جمع آوری داده ها

مقالات علمی، گزارش های صنعتی، مطالعات موردی و انتشارات دولتی از پایگاه های داده مانند Scopus، PubMed و Google Scholar جمع آوری شدند. تنها منابعی که مستقیماً به نقش زبان انگلیسی در مدیریت پسماند و تمرکز بر سوء تفاهم، بهره وری و ایمنی پرداخته اند، شامل شدند. مطالعات بر اساس ارتباط، کیفیت انتشار و جدید بودن اولویت بندی شدند.

تحلیل داده ها

برای تحلیل داده ها از تحلیل موضوعی استفاده شد تا یافته ها به سه موضوع اصلی تقسیم شوند: کاهش سوء تفاهم، افزایش بهره وری و بهبود ایمنی. نکات کلیدی برای شناسایی الگوها و اختلافات مشترک یادداشت شد. داده های جمع آوری شده تحت کدگذاری قرار گرفتند تا الگوها و تم های تکراری شناسایی شوند. از نرم افزار NVivo برای سازماندهی داده های کیفی در گره های موضوعی استفاده شد که اطمینان حاصل شود دسته بندی به طور کامل انجام می شود.

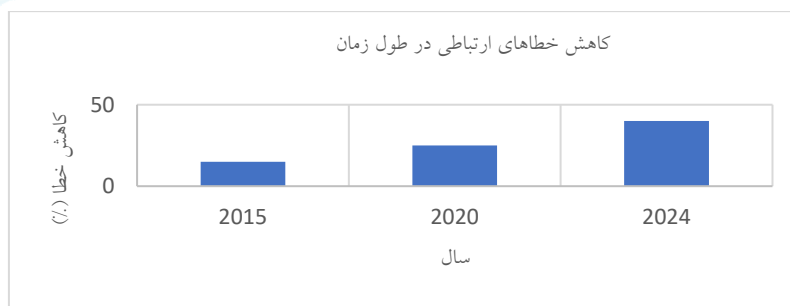
موضوع های شناسایی شده به بینش های عملی ترکیب شدند و بر استراتژی هایی تأکید شد که بهبود اثربخشی ارتباطات در مدیریت پسماند را تسهیل می کنند. تحلیل مقایسه ای برای تعیین همبستگی ها بین استفاده از زبان و نتایج کلیدی مانند بهره وری و ایمنی انجام شد. جداول و نمودارهای تصویری برای نمایش این روابط ایجاد شدند تا خلاصه ای بصری از یافته ها فراهم کنند. به منظور اعتبارسنجی داده ها، مطالعات موردی با یافته های ادبیات مرجع بررسی شده تا از همخوانی و دقت اطمینان حاصل شود.

نتایج

تحلیل داده ها روندها و نتایج قابل توجهی را نشان داد:

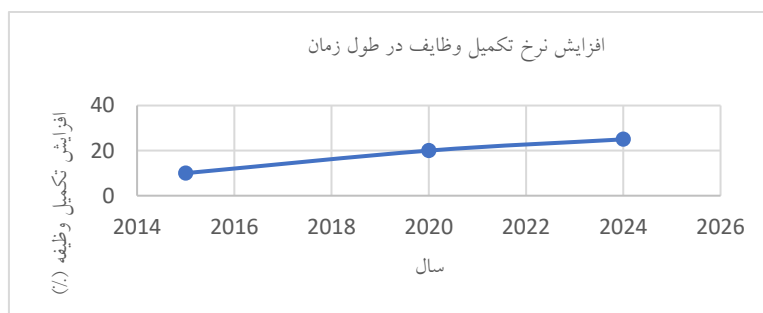


نمودار ۱ به وضوح بهبود نرخ خطاهای ارتباطی را با استراتژی‌های مختلف نشان می‌دهد. این نمودار میله‌ای نشان می‌دهد که چگونه استراتژی‌هایی مانند تابلوهای دوزبانه، برنامه‌های آموزش زبان انگلیسی و ابزارهای دیجیتال با ترجمه به‌طور قابل توجهی خطاهای ارتباطی را از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ کاهش داده‌اند. این یافته‌ها اهمیت استفاده از زبان مشترک و استراتژی‌های زبانی را در کاهش سوء تفاهات و بهبود اثربخشی ارتباطات در مدیریت پسماند تأکید می‌کنند.



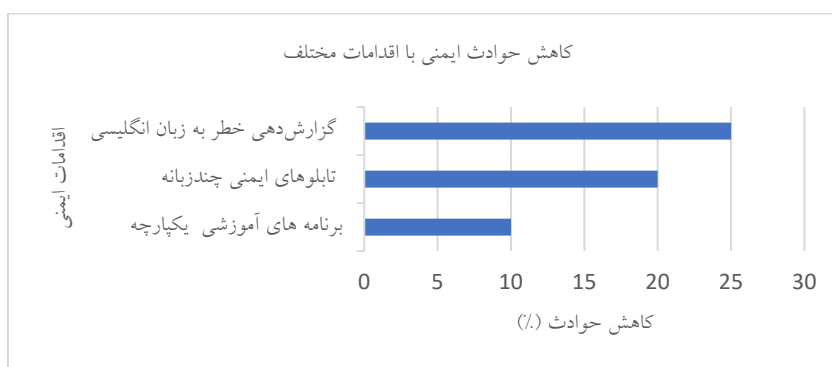
نمودار ۱. کاهش خطاهای ارتباطی در طول زمان

نمودار خطی بعدی (نمودار ۲) به بهبود نرخ تکمیل وظایف اشاره دارد که با افزایش تسلط به زبان انگلیسی در میان کارکنان ارتباط دارد.



نمودار ۲. افزایش نرخ تکمیل وظایف در طول زمان

نمودار ۳ اثربخشی تدابیر ایمنی مبتنی بر زبان انگلیسی، علائم ایمنی چندزبانه و برنامه‌های آموزشی یکپارچه را نشان می‌دهد. این نمودار میله‌ای افقی تأثیر تدابیر ایمنی خاص، مانند گزارش‌دهی خطرات به زبان انگلیسی، علائم ایمنی چندزبانه و برنامه‌های آموزشی یکپارچه را به نمایش می‌گذارد.



نمودار ۳. کاهش حوادث ایمنی با اقدامات مختلف



جدول ۱. کاهش خطاهای ارتباطی

سال	استراتژی	کاهش خطا (%)
۲۰۱۵	تابلوهای ایمنی چندزبانه	٪۱۵
۲۰۲۰	برنامه های آموزشی انگلیسی	٪۲۵
۲۰۲۴	ابزارهای دیجیتال با ترجمه	٪۴۰

جدول ۲. افزایش تکمیل وظایف

سال	میزان تسلط	افزایش تکمیل وظایف (%)
۲۰۱۵	مقدماتی	٪۱۰
۲۰۲۰	متوسط	٪۲۰
۲۰۲۴	پیشرفته	٪۲۵

جدول ۳. کاهش حوادث ایمنی

سال	اقدامات ایمنی	کاهش حوادث (%)
۲۰۱۵	گزارش دهی خطر به زبان انگلیسی	٪۱۰
۲۰۲۰	تابلوهای ایمنی چندزبانه	٪۲۰
۲۰۲۴	برنامه های آموزشی یکپارچه	٪۲۵

کاهش سوء تفاهم ها

تیم های آموزش دیده به زبان انگلیسی گزارش داده اند که خطاهای ارتباطی آنها ۴۰ درصد کاهش یافته است (جدول ۱، شکل ۱). استفاده از علائم دوزبانه، انطباق با دستورالعمل های تفکیک پسماند را ۳۰ درصد بهبود بخشیده است.

افزایش بهره وری

کارکنان مسلط به زبان انگلیسی ۲۵ درصد افزایش در نرخ اتمام وظایفشان نشان دادند (جدول ۲). مطالعات موردی از ایتالیا و سنگاپور، بهبود بهره وری مرتبط با برنامه های آموزشی مبتنی بر زبان انگلیسی را برجسته کرده اند.

بهبود ایمنی

سیستم های گزارش دهی خطر به زبان انگلیسی، حوادث محیط کار را ۱۵ درصد کاهش دادند (شکل ۲). علائم ایمنی چندزبانه، با زبان انگلیسی به عنوان زبان اصلی، حوادث را ۲۵ درصد کاهش دادند.

نتیجه گیری

این مرور نشان می دهد که زبان انگلیسی نقش محوری در بهبود ارتباطات، بهره وری و ایمنی در مدیریت پسماند از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ ایفا کرده است. رفع موانع زبانی از طریق آموزش های استراتژیک، توسعه منابع و پذیرش فناوری می تواند به طور قابل توجهی نتایج این بخش را بهبود بخشد. تحقیقات آینده باید مدل های نوآورانه ارتباطی و کاربرد آنها در زمینه های چندزبانه را بررسی کنند تا به بهینه سازی بیشتر شیوه های مدیریت پسماند کمک کنند.

چالش ها و محدودیت ها

با وجود مزایای آن، پیاده سازی زبان انگلیسی در مدیریت پسماند با چالش هایی روبه رو است:



تنوع فرهنگی و زبانی: سخنگویان غیر بومی انگلیسی اغلب با اصطلاحات فنی مشکل دارند که می‌تواند منجر به درک ناقص و ایجاد خطا شود (استفان و بیالکا، ۲۰۱۵).

محدودیت‌های منابع: توسعه منابع چندزبانه که شامل انگلیسی می‌شود، می‌تواند پرهزینه و زمان‌بر باشد (آکونگ و همکاران، ۲۰۲۱).

مقاومت در برابر تغییر: کارکنانی که به زبان‌های محلی عادت کرده‌اند ممکن است در پذیرش انگلیسی به عنوان زبان اصلی ارتباطی مقاومت نشان دهند (میزرا و پندی، ۲۰۰۵).

پیشنهادهای

برای غلبه بر این چالش‌ها، استراتژی‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

برنامه‌های آموزشی دوزبانه: گنجاندن زبان انگلیسی در کنار زبان‌های محلی برای تضمین فراگیر بودن.

مواد آموزشی ساده‌شده انگلیسی: استفاده از زبان ساده برای مستندات فنی و تابلوها.

حساسیت فرهنگی: تنظیم رویکردهای ارتباطی به‌طور خاص با هنجارهای فرهنگی محلی.

یکپارچه‌سازی فناوری: استفاده از ابزارهای دیجیتال با ویژگی‌های ترجمه داخلی برای پر کردن شکاف‌های زبانی.

منابع

- Akong'o, M., Agalo, P., & Abila, D. J. (2021). Assessment of strategic messages communicated for sustainable solid waste management: A study of Migori county, Kenya.
- Arif, M., Nasir, A. R., Thaheem, M. J., & Khan, K. I. A. (2021). ConSafe4All: A framework for language friendly safety training modules. *Safety science*, 141, 105329.
- Bai, R., & Sutanto, M. (2002). The practice and challenges of solid waste management in Singapore. *Waste management*, 22(5), 557-567.
- Daraio, C., Di Leo, S., & Simar, L. (2023). *Efficiency of Italian Municipalities and Waste Regulatory Target* (No. 2023018). Université catholique de Louvain, Institute of Statistics, Biostatistics and Actuarial Sciences (ISBA).
- Gastaldi, M., Lombardi, G. V., Rapposelli, A., & Romano, G. (2020). The efficiency of waste sector in Italy: An application by data envelopment analysis. *Rigas Tehniskas Universitates Zinatniskie Raksti*, 24(3), 225-238.
- Lombardi, G. V., Gastaldi, M., Rapposelli, A., & Romano, G. (2021). Assessing efficiency of urban waste services and the role of tariff in a circular economy perspective: An empirical application for Italian municipalities. *Journal of Cleaner Production*, 323, 129097.
- Misra, V., & Pandey, S. D. (2005). Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. *Environment international*, 31(3), 417-431.
- Musella, G., Agovino, M., Casaccia, M., & Crociata, A. (2019). Evaluating waste collection management: the case of macro-areas and municipalities in Italy. *Environment, Development and Sustainability*, 21, 2857-2889.
- Rink, I. (2024). Communication barriers. In *Handbook of accessible communication* (pp. 33-68). Frank & Timme, Berlin.
- Stępień, M., & Białecka, B. (2015). The essence of communication process in waste management system. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, (1 (10)), 98-108.
- Wijayanti, W., Darmanto, E. P., Astuti, T. P., Beacon, A. H., Widy, S., & Rasono, F. A. N. (2024). Developing a strategic plan for efficient management of industrial waste in the machinery sector at united tractors company. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, (10).

آموزش محیط زیست و تنوع زیستی با تمرکز بر تنوع گیاهی

صفورا بزی^{۱*}، لیدا مومنی^۲

۱. استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: safura.bazzi@yahoo.com

۲. دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

تنوع زیستی، به ویژه تنوع گیاهی، به عنوان بنیان سلامت اکوسیستم‌ها و جوامع انسانی، نقش حیاتی در پایداری حیات بر روی زمین ایفا می‌کند. این مقاله به بررسی ابعاد مختلف اهمیت تنوع گیاهی می‌پردازد. همچنین به تهدیدهای پیش روی این تنوع پرداخته شده است. این بررسی نشان می‌دهد که علی‌رغم اهمیت گیاهان، تلاش‌های حفاظتی در این زمینه غالباً مورد بی‌توجهی واقع شده است. همچنین اثر تخریبی کمبود تنوع گیاهی بر روی اکوسیستم‌های طبیعی و زنجیره غذایی مورد بحث قرار گرفته است. علاوه بر این، این مقاله به نقش آموزش محیط زیست در ارتقاء آگاهی عمومی و ترویج اقدامات حفاظتی می‌پردازد و رویکردهای مختلفی مانند باغ‌های گیاه‌شناسی، کارگاه‌ها و سمینارها، استفاده از فناوری‌های نوین و دانش بومی و داستان‌سرایی را برای انتقال مفاهیم حفاظت از تنوع گیاهی به ویژه برای افراد کم سن و سال مانند دانش آموزان ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، آموزش محیط زیست، تنوع گیاهی.

مقدمه

تنوع زیستی به گوناگونی و تغییرپذیری اشکال حیات در یک اکوسیستم، منطقه یا کل سیاره اشاره دارد. این مفهوم شامل سه جزء اصلی است: تنوع گونه‌ای که شامل تعداد گونه‌های مختلف و فراوانی نسبی آنهاست؛ تنوع ژنتیکی که به تغییرات ژنتیکی درون گونه‌ها مربوط می‌شود؛ و تنوع اکوسیستمی که شامل تنوع اکوسیستم‌ها در یک منطقه خاص است. این مفهوم برای حفظ تعادل اکولوژیکی و تاب‌آوری بسیار مهم است، زیرا اکوسیستم‌ها را قادر می‌سازد تا با تغییرات و اختلالات سازگار شوند. تنوع زیستی نه تنها برای سلامت اکولوژیکی حیاتی است، بلکه نقش مهمی در جنبه‌های فرهنگی و اقتصادی جوامع انسانی نیز ایفا می‌کند، به طور خلاصه، تنوع زیستی یک مفهوم چندوجهی است که برای حفظ حیات روی زمین ضروری است. حفظ آن نیازمند تلاش مشترک در بین رشته‌ها برای کاهش اثرات فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌های طبیعی است (Holmes G., 2022).

روش کار

هدف این پژوهش شناساندن تنوع زیستی و اهمیت آن، همچنین عوامل مختلف موثر در حفظ محیط زیست و نیز چالش‌ها و موارد تهدید کننده تنوع زیستی به ویژه تنوع گیاهان است. ضمن اینکه به راهکارهایی در آموزش مسائل محیط زیستی می‌پردازد. اطلاعات این پژوهش از چندین مقاله معتبر علمی نوشته شده در سالهای اخیر جمع آوری شده است.



اهمیت تنوع گیاهی

تنوع گیاهی از چنین جهت اهمیت دارد. تنوع گیاهی برای امنیت غذایی، منابع دارویی و حفاظت از محیط زیست ضروری است. سیستم غذایی جهانی به تعداد کمی از گیاهان وابسته است، در حالی که تنوع زیادی از گیاهان مغذی و مفید نادیده گرفته می‌شوند. این امر پیامدهای منفی بر تغذیه و امنیت غذایی دارد. طیف متنوعی از گیاهان به یک رژیم غذایی متعادل کمک می‌کند و مواد مغذی و پروتئین‌های لازم را فراهم می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش تنوع گیاهی در رژیم‌های غذایی می‌تواند نتایج تغذیه‌ای را بهبود بخشد، که به ویژه در میان جمعیت‌های آسیب پذیر بیشتر اهمیت پیدا می‌کند. گیاهان کمتر استفاده شده، با ارزش غذایی بالا و مزایای سلامتی، پتانسیل زیادی برای بهبود این وضعیت دارند. ترویج، اهلی سازی و تجاری سازی این گیاهان می‌تواند به افزایش امنیت غذایی، تنوع غذایی، کاهش سوء تغذیه و بهبود سلامت انسان کمک کند. همچنین، استفاده از این گیاهان به حفظ تنوع زیستی، توسعه اقتصاد محلی و ارتقای رفاه عمومی کمک خواهد کرد. موانعی برای استفاده مجدد این گیاهان وجود دارد، که برنامه ریزی صحیح می‌تواند آنها را برطرف کند و گیاهان فراموش شده را مجدداً وارد سیستم غذایی جهانی نماید (Knez, M., 2024).

اثر تنوع گیاهی بر اکوسیستم

تنوع گیاهی می‌تواند بر زنجیره‌های غذایی و تعادل اکوسیستم اثر بگذارد. اکوسیستم‌ها زمانی عملکرد بهتری دارند که گونه‌های بیشتری را در خود جای دهند. با توجه به اینکه اکوسیستم‌ها خدماتی را ارائه می‌کنند که برای انسان‌ها ارزشمند هستند، این به ناچار نشان می‌دهد که از دست دادن گونه‌ها از اکوسیستم‌های طبیعی می‌تواند ارزش آن‌ها را کاهش دهد (Turnbull, L. A., 2016).

نقش تنوع گیاهی در تغییرات اقلیمی

تغییرات اقلیمی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، به ویژه فعالیت‌های انسانی، منجر به گرمایش جهانی شده و پیامدهای مخربی مانند بلایای طبیعی، خسارات اقتصادی و آسیب‌پذیری بخش‌های حیاتی همچون غذا، آب و سلامت را به دنبال دارد. در میان روش‌های مختلفی که برای محدود کردن افزایش دما وجود دارد، تکنیک‌های زیستی جذب کربن به نسبت پیشرفته تر بوده و قابلیت استفاده فوری را دارند. جذب کربن توسط گیاهان از راه فتوسنتز یک راهکار ساده و موثر است که باید در یک چارچوب تکنولوژیکی مناسب به کار گرفته شود. اما این موضوع چالش‌هایی نیز دارد زیرا قیمت‌گذاری کربن در بازارهای فعلی به شکلی نیست که انگیزه لازم برای انجام این پروژه‌ها را ایجاد کند. لذا، لازم است سیاست‌گذاران با ایجاد سازوکارهای قیمت‌گذاری مناسب و پشتیبانی مالی، از پروژه‌های حذف کربن بر پایه گیاهان حمایت کنند و همچنین منابع مالی برای تحقیقات و توسعه این فناوری‌ها را فراهم آورند. این رویکرد نه تنها به مقابله با تغییرات آب و هوا کمک می‌کند، بلکه پتانسیل خوبی برای بهره‌گیری فوری از راهکارهای مبتنی بر گیاهان فراهم می‌سازد (Fawzy, S., 2020).

استفاده از تنوع گیاهی به عنوان منابع طبیعی

از طریق تحقیقات گسترده، انسان‌ها دریافته‌اند که بهترین راه برای دستیابی به سلامت مطلوب، ارتباط مجدد با طبیعت است. گیاهانی که ما را احاطه کرده‌اند، نه تنها نیازهای جسمی ما را به غذا و دارو برآورده می‌کنند، بلکه نیازهای معنوی ما را نیز برآورده می‌سازند. زندگی در هماهنگی با طبیعت به ما این امکان را می‌دهد تا از زیبایی‌های آن قدردانی کنیم، از جمله گل‌های شگفت انگیز، درختان و جنگل‌هایی که روح ما را سرشار از نشاط می‌کنند (Azizi, A., 2023).



استفاده از تنوع گیاهی به عنوان منابع دارویی

درمان با گیاهان دارویی یک روش درمانی قدیمی به قدمت خود بشر است. ارتباط بین انسان و جستجوی دارو در طبیعت به گذشته های دور برمی گردد که شواهد بسیار زیادی از منابع مختلف (اسناد مکتوب، بناهای تاریخی حفظ شده و حتی داروهای گیاهی اولیه) برای آن وجود دارد. آگاهی از کاربرد گیاهان دارویی نتیجه سال ها مبارزه با بیماری ها است و انسان آموخت که دارو را در پوست، دانه، میوه و سایر قسمت های گیاهان جستجو کند. علم معاصر، کنش های فعال داروهای با منشأ گیاهی را که تمدن های باستانی می شناختند و در طول هزاره ها از آنها استفاده می شد، در فارماکوتراپی مدرن به رسمیت شناخته و مورد توجه قرار داده است. دانش توسعه ایده های مرتبط با استفاده از گیاهان دارویی با آگاهی، توانایی داروسازان و پزشکان را برای پاسخگویی به چالش هایی که با گسترش خدمات حرفه ای در تسهیل زندگی انسان پدیدار شده اند، افزایش داده است (Srivastava, A. K. 2018).

موارد تهدیدکننده تنوع گیاهی

شهرنشینی به از بین رفتن تنوع زیستی جهان و همگن شدن زیست بوم آن کمک می کند. با این حال، مطالعات مقایسه ای در مورد تنوع زیستی شهری که به تعمیم های قوی در مورد وضعیت و عوامل محرک تنوع زیستی در شهرها در مقیاس جهانی منجر شود، وجود ندارد. اما در یک پژوهش مجموعه بسیار بزرگی از دو تاکسون متنوع در شهرها جمع آوری شد که شامل پرندگان ۵۴ شهر و گیاهان ۱۱۰ شهر جهان بود. در این پژوهش مشخص شد که اکثریت گونه های پرندگان و گیاهان شهری در شهرهای جهان بومی هستند. تعداد کمی از گیاهان و پرندگان جهان وطنی هستند که رایج ترین آنها کبوتر چاهی (*Columba livia*) و گونه ای چمن (*Poa annua*) هستند. تعداد گونه های پرندگان و گیاهان در هر کیلومتر مربع به طور قابل توجهی کاهش یافته است. کاهش تراکم گونه ها بیشتر مربوط به ویژگی های انسان زاد مانند پوشش زمین و قدمت شهر است تا عوامل غیر انسان زاد مانند جغرافیا، آب و هوا و توپوگرافی. با ادامه گسترش شهرنشینی، تلاش هایی که برای حفاظت از پوشش گیاهی دست نخورده در چشم اندازهای شهری انجام می شود، می تواند از تعداد بالاتری از گونه های پرندگان و گیاهان حمایت کند. علی رغم کاهش در تراکم گونه ها، شهرها هنوز گونه های بومی را حفظ می کنند، بنابراین فرصت هایی را برای حفاظت از تنوع زیستی منطقه ای و جهانی، بازسازی و آموزش فراهم می کنند (Aronson, M. F., 2014).

انقراض گونه های گیاهی

حفاظت از گیاهان، برخلاف حفاظت از حیوانات، آن حس فوریت یا تأمین مالی را که محرک اقدامات حفاظتی است، ایجاد نکرده است، در حالی که گیاهان برای ما بسیار مهم تر هستند. تخمین زده می شود که ۵۰۰۰۰۰ گونه گیاه خشکی (گلداران، بازدانگان، سرخس ها، لیکوفیت ها و بروفیت ها) وجود داشته باشد که تنوع آنها به شدت در مناطق مرطوب گرمسیری متمرکز شده است. بسیاری از گونه ها هنوز برای علم ناشناخته هستند. شاید یک سوم از کل گیاهان خشکی در معرض خطر انقراض باشند، از جمله بسیاری که هنوز شناخته نشده اند، یا داده های کافی در مورد آنها وجود ندارد. تاکنون انقراض های جهانی شناخته شده کمی رخ داده است، اما بسیاری از گونه ها نیز ممکن است منقرض شده باشند اما ثبت نشده اند. اگرچه تنها تعداد کمی از گونه های گیاهی کاربرد انسانی خاصی دارند، بسیاری دیگر نقش های مهمی در اکوسیستم های طبیعی ایفا می کنند و گونه های کمیاب به احتمال زیاد دارای ویژگی های غیرمعمولی هستند که می تواند در آینده مفید باشد. تهدیدهای عمده برای تنوع گیاهی شامل از دست دادن زیستگاه، قطعه قطعه شدن و تخریب، بهره برداری بیش از حد، گونه های مهاجم، آلودگی و تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت های انسان است. حفاظت از تنوع گیاهی اگر به صورت جهانی دیده شود یک کار بزرگ است، اما ترکیب یک سیستم مناطق حفاظت شده با



طراحی مناسب و مدیریت خوب باید در هر جایی کارساز باشد. ضروری ترین نیازها تکمیل فهرست گیاهی جهانی و ارزیابی وضعیت حفاظتی گونه های گیاهی است که هنوز ارزیابی نشده اند (Corlett, R. T. 2016).

آموزش محیط زیست و تنوع گیاهی

آموزش زیست محیطی مؤثر چیزی فراتر از انتقال یک طرفه اطلاعات است بلکه مجموعه ای از ابزارها، نگرش ها، ارزش ها و دانش زیست محیطی را شامل می شود و همچنین مهارت هایی را ایجاد می کند که افراد و جوامع را برای انجام فعالیت های مشترک زیست محیطی آماده می کند. آموزش محیط زیست همچنین ارتباط بین یافته های تحقیقات کاربردی و اقدامات عملی را تسهیل می کند و فضاهای هم افزایی ایجاد می کند که در آن ذینفعان برای رسیدگی به مسائل پویای محیط زیستی در طول زمان همکاری می کنند. به دلیل تعهد به کاربرد و تکرار، آموزش محیط زیست می تواند منجر به منافع مستقیم برای محیط زیست شود و به مسائل حفاظت از محیط زیست به طور ملموس بپردازد (Ardoyn, N. M., 2020).

کم توجهی و عدم آگاهی کافی نسبت به گیاهان یک مانع مهم برای فهمیدن اهمیت آنها در جهان و در نتیجه، در درک بسیاری از مشکلات زیست محیطی از جمله تغییرات آب و هوایی است. لذا آموزش و افزایش آگاهی از اهمیت گیاهان برای محصلان از جمله دانشجویان و دانش آموزان، یک مسئله ضروری است (Pany, P., 2024). بیشتر مطالعات انجام شده، عموماً نشان می دهد که آموزش های مرتبط با تغییر اقلیم بر افزایش آگاهی و دانش تاکید داشته اند، در حالی که اهداف بالاتری مانند توانمندسازی برای عمل و یا پرداختن به ابعاد مختلف موضوع با نگاه چند رشته ای مورد کم توجهی قرار گرفته اند. نیاز است برنامه های آموزشی جدید بر اساس این نگرش توسعه پیدا کنند که هدف از آموزش، تغییر اقلیم به شکل یک نیروی عمل گرا، در جهت رسیدن به آینده بهتر باشد (Monroe, M. C., 2019). علاوه بر این، در پروژه های حفاظت از تنوع زیستی، رویکردهای آموزشی بیشتر مبتنی بر آموزش یک طرفه اطلاعات به جمعیت انبوه و متمرکز بر دانش آموزان و معلمان است و به رویکردهای مشارکت محور کمتر توجه شده است (Jiménez, A., 2015).

روش های آموزش

باغ های گیاه شناسی

با تکیه بر قرن ها توسعه تاریخی، باغ های گیاه شناسی اکنون به مؤسسات پیشرو در زمینه های حفاظت، تحقیق، آموزش و تفریح در مقیاس جهانی تبدیل شده اند. باغ های گیاه شناسی به طور فزاینده ای در ارائه یک مبنای علمی در جهت استفاده پایدار و حفاظت از تنوع گیاهی نقش دارند. به دلیل افزایش آگاهی عمومی در مورد تنوع زیستی، آنها به پنجره های مهمی به روی عموم تبدیل می شوند (Borsch, T., 2014).

کارگاه ها و سمینارها

طبق گزارشی از یک مطالعه در مورد سطح آگاهی افراد نسبت به تغییرات اقلیمی و عوامل مؤثر بر این آگاهی، رسانه های جمعی و خانواده و آموزش ها و سمینارها، می توانند سطح آگاهی محصلین مقاطع مختلف را نسبت به تغییرات آب و هوایی بالا ببرند (Barreda, A. B., 2018).

استفاده از فناوری

همزمان با تشدید تقاضاها از محیط زیست، اقدام پایدار، مسئولانه و محترمانه برای حفاظت و احیای محیط ها به طور فزاینده ای ضروری می شود. فناوری های دیجیتال، از جمله ویدئو کنفرانس، برنامه های تلفن همراه و ویدئوهای مجازی و واقعیت افزوده (augmented realities)، می توانند راه های جدیدی برای درگیر کردن دانش آموزان در حفاظت از محیط



زیست فراهم کنند. این فناوری‌ها می‌توانند علاقه دانش‌آموزان را برانگیزند و در عین حال، آن‌ها را قادر سازند تا تجربه‌های محیط‌های محلی و دوردست را ثبت کنند، داده‌ها را جمع‌آوری کرده و یافته‌های خود را با مخاطبان گسترده‌تری به اشتراک بگذارند (Buchanan, J., 2018).

داستان سرایی بومی

چندین ابزار سیاست‌گذاری بین دولتی، از جمله کنوانسیون میراث جهانی یونسکو و کنوانسیون تنوع زیستی، پیشنهاد کرده‌اند استراتژی‌های یکپارچه برای ایجاد پل بین برنامه‌های تنوع زیستی و فرهنگی تدوین شود. برای موفقیت در این تلاش، پیوند دادن احیای فرهنگی-زیستی با عملکرد حفاظت، بسیار مهم است. توجه به داستان سرایی بومی به عنوان گزینه ای ارزشمند برای افزودن به مجموعه ابزارهای فعالان حفاظت است که اهداف زیر را دنبال می‌کنند: (۱) پیوند دادن اقدامات حفاظتی با دیدگاه‌های جهانی بومیان؛ (۲) تقویت ارتباط بین مردم بومی و مناظر و چشم اندازهای طبیعی‌شان؛ (۳) تسهیل انتقال بین نسلی دانش بومی؛ (۴) حمایت از گفت و گو بر سر حفاظت؛ و (۵) ترویج مشارکت محلی در حفاظت. از آنجایی که داستان های بومی مملو از حکمت، خاطره و خرد و به دور از روابط قدرت نامتعادل بین متخصصان و جوامع محلی هستند، می‌توانند در هدایت تلاش های آتی در عملکرد حفاظت فرهنگی-زیستی بسیار مهم باشند. بررسی عمیق‌تر و ترویج داستان سرایی بومی می‌تواند منجر به درک بیشتر ارزش‌ها و برداشت های گوناگون در مورد تنوع زیستی شود، ضمن اینکه یک رویکرد سازنده برای مشارکت بیشتر مردم بومی در تلاش های حفاظت ارائه می‌دهد (Fernández-Llamazares, Á., 2018).

نتیجه‌گیری و بحث

تنوع زیستی، به ویژه تنوع گیاهی، بنیاد سلامت اکوسیستم‌ها و جوامع بشری است، با این حال با تهدیدات فزاینده‌ای مواجه است. گیاهان نقش حیاتی در تامین امنیت غذایی، منابع دارویی، حفظ تعادل اکولوژیکی و تعدیل تغییرات اقلیمی دارند. برای حفاظت از این گنجینه ارزشمند، لازم است آگاهی عمومی در مورد اهمیت تنوع گیاهی افزایش یابد. روش های آموزش تنوع زیستی با تکیه بر محیط‌های طبیعی همچون باغ‌های گیاه‌شناسی، کارگاه ها، فناوری‌های دیجیتال و دانش بومی می‌تواند موثر واقع شود. با در نظر گرفتن تهدیدهای متعدد، تلاش های هماهنگ بین المللی و درگیر کردن جوامع محلی با آموزش، برنامه ریزی و ارائه سیاست ها، کلید اصلی حفاظت از تنوع گیاهی است تا از این راه حیات سیاره و رفاه انسان تامین گردد.

منابع

- Ardoyn, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological conservation*, 241, 108224
- Aronson, M. F., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., ... & Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 281(1780), 20133330.
- Azizi, A., Mahboob, M., Monib, A. W., Hassand, M. H., Sediqi, S., & Niazi, P. (2023). The Role of Plants in Human Health. *British Journal of Biology Studies*, 3(1), 08-12.
- Barreda, A. B. (2018). Assessing the level of awareness on climate change and sustainable development among students of Partido State University, Camarines Sur, Philippines. *Journal of sustainability education*, 17, 1-17.
- Borsch, T., & Löhne, C. (2014). Botanic gardens for the future: integrating research, conservation, environmental education and public recreation. *Ethiopian Journal of Biological Sciences*, 13(supp), 115-133.



- Buchanan, J., Pressick-Kilborn, K., & Maher, D. (2018). Promoting environmental education for primary school-aged students using digital technologies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), em1661.
- Corlett, R. T. (2016). Plant diversity in a changing world: status, trends, and conservation needs. *Plant diversity*, 38(1), 10-16.
- Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., & Rooney, D. W. (2020). Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, 2069-2094.
- Fernández-Llamazares, Á., & Cabeza, M. (2018). Rediscovering the potential of indigenous storytelling for conservation practice. *Conservation Letters*, 11(3), e12398.
- Holmes G, Carruthers-Jones J, Huggan G, de Smalen ER, Ritson K, Šimková P. Mainstreaming the humanities in conservation. *Conservation Biology*. 2022 Jun 1;36(3).
- Jiménez, A., Díaz, M. J., Monroe, M. C., & Benayas, J. (2015). Analysis of the variety of education and outreach interventions in biodiversity conservation projects in Spain. *Journal for Nature Conservation*, 23, 61-72.
- Knez, M., Ranić, M., & Gurinović, M. (2024). Underutilized plants increase biodiversity, improve food and nutrition security, reduce malnutrition, and enhance human health and well-being. Let's put them back on the plate!. *Nutrition Reviews*, 82(8), 1111-1124.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812.
- Pany, P., Meier, F. D., Dünser, B., Yanagida, T., Kiehn, M., & Möller, A. (2024). Measuring students' plant awareness: A prerequisite for effective botany education. *Journal of Biological Education*, 58(5), 1103-1116.
- Srivastava, A. K. (2018). Significance of medicinal plants in human life. In *Synthesis of Medicinal Agents from Plants* (pp. 1-24). Elsevier.
- Turnbull, L. A., Isbell, F., Purves, D. W., Loreau, M., & Hector, A. (2016). Understanding the value of plant diversity for ecosystem functioning through niche theory. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1844), 20160536.

نوع پذیرش مقاله: پوستر

آموزش محیط زیست و نقش آن در حفظ تنوع زیستی: چالش‌ها و راهکارها

کبری مهدویان

دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: k.mahdavian@pnu.ac.ir

چکیده

آموزش محیط زیست یکی از مهم‌ترین ابزارهای حفاظت از تنوع زیستی به شمار می‌آید. درک عمیق از تعامل بین انسان و طبیعت، می‌تواند به بهبود رفتارهای زیست‌محیطی و کاهش تهدیدات علیه اکوسیستم‌ها منجر شود. این مقاله به بررسی نقش آموزش محیط زیست در حفظ تنوع زیستی، روش‌های نوین آموزشی، چالش‌های پیش روی این آموزش و راهکارهای پیشنهادی برای بهبود آن می‌پردازد. با توجه به افزایش فشارهای انسانی بر محیط زیست، اهمیت برنامه‌های آموزشی در مدارس، دانشگاه‌ها، و جوامع محلی بیشتر از گذشته احساس می‌شود. آموزش محیط زیست نه تنها به درک علمی کمک می‌کند، بلکه باعث تقویت ارزش‌های اخلاقی مرتبط با حفظ طبیعت نیز می‌شود. برنامه‌های موفق آموزش محیط زیست در کشورهای مختلف نشان داده‌اند که این آموزش‌ها تأثیر قابل توجهی بر تغییر نگرش افراد و جامعه دارند. توسعه این آموزش‌ها نیازمند همکاری میان دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی، و نهادهای آموزشی است. همچنین، برنامه‌های جامع آموزشی باید به گونه‌ای طراحی شوند که هم آگاهی علمی و هم مسئولیت‌پذیری اجتماعی را افزایش دهند. توجه به آموزش زیست‌محیطی از سنین کودکی، استفاده از ابزارهای دیجیتال، و به‌کارگیری شیوه‌های نوین یادگیری می‌تواند به افزایش تأثیرگذاری این آموزش‌ها کمک کند. این مقاله همچنین به بررسی نمونه‌های موفق آموزش محیط زیست در کشورهایی که توانسته‌اند تأثیرات مثبتی بر کاهش تخریب زیست‌محیطی بگذارند، می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: آموزش محیط زیست، تنوع زیستی، رفتارهای زیست‌محیطی، چالش‌های آموزشی.

مقدمه

تنوع زیستی، به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان پایداری محیط زیست، نقش کلیدی در تعادل اکولوژیکی دارد. اکوسیستم‌های سالم به تنظیم آب و هوا، تولید اکسیژن، حفظ چرخه‌های مواد مغذی و تأمین منابع غذایی کمک می‌کنند (Cardinale et al., 2012). با این حال، فعالیت‌های انسانی همچون تغییر کاربری زمین، آلودگی، و تغییرات اقلیمی، تهدیدی جدی برای آن محسوب می‌شوند. روند تخریب تنوع زیستی با کاهش جمعیت گونه‌ها، از بین رفتن زیستگاه‌ها، و نابودی گونه‌های گیاهی و جانوری همراه است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که بیش از ۶۰٪ از اکوسیستم‌های طبیعی در دهه‌های اخیر تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته‌اند (Stern et al., 2014).

آموزش محیط زیست می‌تواند در ارتقای آگاهی عمومی و تغییر نگرش افراد نسبت به حفاظت از تنوع زیستی موثر باشد (Jacobson et al., 2015). درک صحیح از اهمیت تنوع زیستی نه تنها منجر به تغییر رفتارهای فردی می‌شود، بلکه در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاست‌گذاری‌های کلان نیز تأثیرگذار خواهد بود. برای مثال، کشورهایی که آموزش



محیط زیست را در برنامه‌های درسی مدارس خود گنجانده‌اند، شاهد بهبود رفتارهای زیست‌محیطی در نسل‌های جوان بوده‌اند (Ballantyne & Packer, 2009).

از طرفی، آموزش محیط زیست نباید تنها به مدارس و دانشگاه‌ها محدود شود، بلکه باید در سطوح مختلف جامعه گسترش یابد. برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای کشاورزان، صنایع، و ساکنان مناطق حفاظت‌شده می‌تواند به کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی کمک کند. همچنین، استفاده از فناوری‌های دیجیتال، مانند بازی‌های آموزشی و مستندهای تعاملی، رویکردی مؤثر در جلب توجه و آموزش گروه‌های مختلف سنی به شمار می‌رود. (Gee, 2007) تحقیقات نشان داده‌اند که برنامه‌های آموزشی که به صورت عملی و مشارکتی طراحی شده‌اند، تأثیر بیشتری بر تغییر نگرش‌های زیست‌محیطی افراد دارند. (Monroe et al., 2017)

در مجموع، توسعه برنامه‌های آموزشی کارآمد و نوآورانه، همراه با استفاده از روش‌های علمی و تکنولوژی‌های نوین، می‌تواند گام مؤثری در جهت حفاظت از تنوع زیستی و پایداری محیط زیست باشد (UNESCO, 2020) این مقاله به بررسی روندهای جدید آموزش محیط زیست، تأثیر آن بر رفتارهای فردی و اجتماعی، و نقش آن در سیاست‌های محیط زیستی می‌پردازد.

نقش آموزش محیط زیست در حفظ تنوع زیستی

آموزش محیط زیست به افراد امکان می‌دهد تا تأثیر فعالیت‌های خود بر محیط زیست را درک کرده و اقدامات مسئولانه‌تری اتخاذ کنند. روش‌های مختلف آموزشی، از جمله آموزش رسمی در مدارس و دانشگاه‌ها، برنامه‌های آموزشی غیررسمی مانند فعالیت‌های میدانی، و آموزش از طریق رسانه‌ها، می‌توانند به افزایش آگاهی عمومی کمک کنند (Jacobson et al., 2015) برای مثال، برنامه‌های آموزشی در جوامع محلی تأثیر بسزایی در حفاظت از زیستگاه‌های بومی داشته است. همچنین، آموزش محیط زیست می‌تواند موجب تقویت نگرش‌های مثبت نسبت به استفاده پایدار از منابع طبیعی شود. آگاهی بیشتر در مورد ارتباط میان فعالیت‌های انسانی و تأثیر آن بر گونه‌های زیستی، منجر به تغییرات رفتارهای مصرفی و حمایت از سیاست‌های محیط زیستی خواهد شد.

روش‌های نوین در آموزش محیط زیست

- آموزش مشارکتی و تجربی: استفاده از روش‌هایی مانند یادگیری مبتنی بر پروژه و مشارکت در تحقیقات زیست‌محیطی. این روش‌ها به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا از طریق تجربه مستقیم، درک بهتری از محیط زیست داشته باشند. (Monroe et al., 2017) آموزش تجربی می‌تواند از طریق فعالیت‌های عملی مانند جنگل‌داری پایدار، بازیافت مواد، و پروژه‌های حفاظت از تنوع زیستی اجرا شود.

- فناوری‌های دیجیتال: بهره‌گیری از برنامه‌های آموزشی آنلاین، بازی‌های آموزشی و واقعیت مجازی برای افزایش جذابیت یادگیری. مطالعات نشان داده‌اند که بازی‌های آموزشی می‌توانند باعث افزایش دانش و مشارکت دانش‌آموزان در موضوعات زیست‌محیطی شوند (Gee, 2007) واقعیت افزوده و شبیه‌سازی‌های تعاملی می‌توانند درک بهتری از اکوسیستم‌ها و تأثیرات فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست ارائه دهند.

- آموزش بین‌رشته‌ای: ترکیب موضوعات محیط زیست با علوم اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی برای ایجاد درک جامع‌تر از مسائل زیست‌محیطی. برای مثال، برنامه‌های آموزشی که تأثیرات اقتصادی از بین رفتن تنوع زیستی را بررسی می‌کنند، می‌توانند در تغییر نگرش افراد نقش مهمی داشته باشند (Tilbury, 2011) این روش می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های محیط زیستی نیز نقش مؤثری داشته باشد.



چالش‌های آموزش محیط زیست

آموزش محیط زیست یکی از مؤلفه‌های اساسی در توسعه پایدار است که می‌تواند نقش بسزایی در ارتقای آگاهی عمومی و تغییر نگرش‌ها نسبت به حفاظت از منابع طبیعی ایفا کند. با این حال، اجرای مؤثر برنامه‌های آموزشی در این حوزه با چالش‌های متعددی مواجه است که در ادامه بررسی می‌شود.

۱. کمبود منابع و بودجه

یکی از موانع اصلی در اجرای برنامه‌های آموزش محیط زیست، کمبود منابع مالی و بودجه کافی است. بسیاری از کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه، بودجه محدودی را به برنامه‌های آموزشی محیط زیست اختصاص می‌دهند. این مسئله موجب کاهش کیفیت مواد آموزشی، کمبود تجهیزات لازم و محدودیت در برگزاری دوره‌های آموزشی می‌شود (Smith, 2020). علاوه بر این، عدم حمایت مالی از سوی بخش خصوصی و دولت‌ها، توسعه و اجرای طرح‌های آموزشی را با مشکل مواجه کرده است.

۲. مقاومت فرهنگی و اجتماعی

در برخی جوامع، نبود آگاهی عمومی درباره اهمیت محیط زیست و باورهای نادرست در مورد مسائل زیست‌محیطی، چالش‌های قابل توجهی را در مسیر آموزش ایجاد می‌کند. به عنوان مثال، در مناطقی که وابستگی بالایی به منابع طبیعی وجود دارد، تغییر نگرش افراد نسبت به شیوه‌های سنتی بهره‌برداری از محیط زیست دشوار است (Jones & Taylor, 2018). علاوه بر این، در برخی فرهنگ‌ها، مسائل زیست‌محیطی اولوی‌تری پایین‌تر از نیازهای اقتصادی و اجتماعی تلقی می‌شود که باعث کاهش مشارکت عمومی در برنامه‌های آموزشی می‌گردد.

۳. کمبود نیروی انسانی متخصص

آموزش محیط زیست نیازمند حضور مربیان متخصص و آگاه است که دانش و مهارت‌های لازم را برای انتقال مفاهیم زیست‌محیطی به مخاطبان مختلف داشته باشند. در بسیاری از کشورها، کمبود نیروی انسانی متخصص در این حوزه به عنوان یک مانع اساسی شناخته می‌شود (Miller, 2019). علاوه بر این، بسیاری از معلمان و مربیان آموزشی فاقد آموزش‌های تخصصی در زمینه محیط زیست هستند و این مسئله بر کیفیت آموزش تأثیر منفی می‌گذارد.

۴. عدم هماهنگی بین سازمان‌ها

همکاری بین سازمان‌های دولتی، غیردولتی و نهادهای آموزشی نقش مهمی در توسعه و اجرای برنامه‌های آموزش محیط زیست دارد. اما در بسیاری از موارد، نبود هماهنگی بین این نهادها موجب هدررفت منابع و کاهش کارایی برنامه‌های آموزشی می‌شود. برای مثال، در برخی کشورها، چندین سازمان مختلف به‌طور مستقل برنامه‌های آموزش محیط زیست را اجرا می‌کنند، اما به دلیل عدم هماهنگی، از ظرفیت‌های یکدیگر بهره‌برداری مناسبی نمی‌شود (Anderson, 2021). ایجاد ساختارهای هماهنگ و شبکه‌های ارتباطی بین نهادهای مرتبط می‌تواند به بهبود اثربخشی این برنامه‌ها کمک کند.

راهکارهای بهبود آموزش محیط زیست

آموزش محیط زیست یکی از اساسی‌ترین ابزارهای ایجاد آگاهی و تغییر رفتار در جهت حفظ و بهبود محیط زیست است. با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی که جهان با آن مواجه است، تدوین و اجرای راهکارهای مؤثر برای ارتقای آموزش



محیط زیست ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله، برخی از راهکارهای کلیدی برای بهبود آموزش محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱. افزایش سرمایه‌گذاری و تأمین مالی

یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای ارتقای آموزش محیط زیست، تأمین منابع مالی کافی است. دولت‌ها، نهادهای بین‌المللی و بخش خصوصی باید سرمایه‌گذاری بیشتری در توسعه برنامه‌های آموزشی مرتبط با محیط زیست انجام دهند. ایجاد صندوق‌های حمایتی ویژه برای آموزش محیط زیست و تخصیص یارانه‌ها به برنامه‌های آموزشی در مدارس و دانشگاه‌ها می‌تواند نقش موثری در افزایش سطح آگاهی جامعه داشته باشد (UNESCO, 2021). علاوه بر این، حمایت از پروژه‌های تحقیقاتی در حوزه آموزش محیط زیست و تخصیص اعتبارات لازم به این بخش، می‌تواند موجب بهبود کیفیت آموزش‌های زیست‌محیطی شود. (World Bank, 2020)

۲. گسترش آموزش از طریق فناوری

فناوری‌های نوین ابزارهای قدرتمندی برای ارتقای آموزش محیط زیست محسوب می‌شوند. استفاده از یادگیری دیجیتال، واقعیت مجازی، و بازی‌های آموزشی می‌تواند موجب افزایش تعامل و جذابیت آموزش‌های زیست‌محیطی شود (Richardson et al., 2019). برای مثال، برنامه‌های آموزشی آنلاین و اپلیکیشن‌های تعاملی می‌توانند اطلاعات زیست‌محیطی را به صورت جذاب و قابل فهم به دانش‌آموزان و عموم مردم ارائه دهند. همچنین، فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا (IoT) می‌توانند در تحلیل داده‌های زیست‌محیطی و ارائه راهکارهای هوشمند برای آموزش مورد استفاده قرار گیرند. (Smith & Brown, 2022)

۳. توسعه مشارکت‌های بین‌سازمانی

همکاری میان نهادهای آموزشی، سازمان‌های مردم‌نهاد، شرکت‌های خصوصی و دولت‌ها می‌تواند تأثیر قابل توجهی در بهبود آموزش محیط زیست داشته باشد. ایجاد برنامه‌های مشترک میان مدارس و دانشگاه‌ها با سازمان‌های محیط زیستی، تبادل دانش و تجربه و اجرای پروژه‌های عملی در حوزه محیط زیست می‌تواند آگاهی و مشارکت عمومی را افزایش دهد (Jones et al., 2021). علاوه بر این، همکاری میان بخش خصوصی و نهادهای آموزشی می‌تواند منجر به طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی نوآورانه شود که درک بهتری از چالش‌های زیست‌محیطی ایجاد کند.

۴. افزایش آگاهی عمومی

برنامه‌های آگاهی‌بخشی عمومی از طریق رسانه‌ها، شبکه‌های اجتماعی و کمپین‌های آموزشی، می‌توانند نقش مهمی در ارتقای سواد زیست‌محیطی جامعه داشته باشند. تولید مستندهای آموزشی، راه‌اندازی کمپین‌های دیجیتال و استفاده از اینفلوئنسرهای فضای مجازی برای ترویج پیام‌های زیست‌محیطی، از جمله روش‌های مؤثر در این زمینه هستند (Anderson & White, 2020). همچنین، برگزاری رویدادهای محلی مانند کارگاه‌های آموزشی، نمایشگاه‌های محیط زیستی و جشنواره‌های سبز می‌تواند موجب افزایش تعامل و مشارکت شهروندان در فعالیت‌های زیست‌محیطی شود.

نتیجه‌گیری

آموزش محیط زیست ابزاری اساسی برای حفظ تنوع زیستی و پایداری محیط زیست است. توسعه روش‌های نوین آموزشی، حمایت از برنامه‌های آموزشی و افزایش همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند به بهبود وضعیت تنوع زیستی در سطح جهانی کمک کند. اتخاذ رویکردهای آموزشی نوین و مشارکتی، کلید موفقیت در حفاظت از محیط زیست و ایجاد



آینده‌ای پایدارتر برای نسل‌های آینده است. چالش‌های آموزش محیط زیست، از کمبود منابع مالی و انسانی گرفته تا موانع فرهنگی و عدم هماهنگی بین سازمان‌ها، نیازمند راهکارهای جامع و مؤثر هستند. افزایش سرمایه‌گذاری در این حوزه، ترویج فرهنگ زیست‌محیطی، آموزش نیروی انسانی متخصص و تقویت همکاری بین سازمان‌ها می‌تواند به بهبود وضعیت آموزش محیط زیست کمک کند. آموزش محیط زیست نه تنها به آگاهی‌بخشی عمومی منجر می‌شود، بلکه در درازمدت می‌تواند تأثیرات مثبتی بر حفاظت از منابع طبیعی و توسعه پایدار داشته باشد. بهبود آموزش محیط زیست نیازمند رویکردی جامع و چندجانبه است که در آن سرمایه‌گذاری مالی، بهره‌گیری از فناوری، همکاری بین‌سازمانی و افزایش آگاهی عمومی نقش کلیدی ایفا می‌کنند. با اجرای این راهکارها، می‌توان جامعه‌ای آگاه‌تر و مسئول‌تر در قبال محیط زیست ایجاد کرد و به حفاظت از منابع طبیعی برای نسل‌های آینده کمک نمود.

سپاسگزاری

نگارنده از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه پیام نور به دلیل حمایت مالی از پژوهش حاضر، صمیمانه سپاسگزاری مینماید.

منابع

- Anderson, J. (2021). *Environmental education: Challenges and solutions*. Green Press.
- Anderson, R., & White, S. (2020). *Social media and public awareness on environmental issues*.
- Ardoin, N. M., Clark, C., & Kelsey, E. (2018). An exploration of future trends in environmental education research. *Environmental Education Research*, 24(4), 433–461.
- Ballantyne, R., & Packer, J. (2009). Future directions for research in free-choice environmental learning. *Environmental Education Research*, 15(2), 111–115. <https://doi.org/10.1080/13504620902769962>
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67.
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Jacobson, S. K., McDuff, M. D., & Monroe, M. C. (2015). *Conservation education and outreach techniques*. Oxford University Press.
- Jickling, B., & Wals, A. E. J. (2008). Globalization and environmental education: Looking beyond sustainable development. *Journal of Curriculum Studies*, 40(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/00220270701684667>
- Jones, M., & Taylor, K. (2018). *Cultural barriers to environmental awareness*. Eco Studies.
- Jones, P., Davies, M., & Wyatt, K. (2021). *Collaborative approaches to environmental education*.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Miller, L. (2019). The need for specialized environmental educators. *Journal of Environmental Studies*.
- Monroe, M. C., Andrews, E., & Biedenweg, K. (2017). A framework for environmental education strategies. *Applied Environmental Education & Communication*, 16(1), 27–41.
- Richardson, M., Passmore, H., Barbett, L., & Lumber, R. (2019). *Using technology for environmental learning*.
- Smith, J., & Brown, K. (2022). *AI and IoT in environmental education*.
- Smith, R. (2020). *Funding issues in environmental education*. Sustainability Journal.
- Stern, P. C., Powell, R. B., & Hill, D. (2014). Environmental education research: What recent studies tell us. *Journal of Environmental Education*, 45(3), 209–223.



- Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development: An expert review of processes and learning*. UNESCO.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNESCO. (2021). *Environmental education and sustainability*.
- Wilson, E. O. (2019). *Half-Earth: Our planet's fight for life*. Liveright Publishing.
- World Bank. (2020). *Financing green education*.



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مخاطرات محیط زیستی و استراتژی‌های پیشگیری: نقش آموزش محیط زیست در مقابله با تهدیدات جهانی

کبری مهدویان

دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: k.mahdavian@pnu.ac.ir

چکیده

در دنیای امروز، زمین با تهدیدات محیطی گسترده‌ای روبه‌روست که به طور مستقیم سلامت انسان‌ها، اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی را تهدید می‌کند. تغییرات اقلیمی، آلودگی محیط زیست و تخریب منابع طبیعی، چالش‌های پیچیده‌ای هستند که نیازمند اقدامات فوری و مؤثر می‌باشند. در این راستا، آموزش محیط زیست به عنوان ابزاری کلیدی برای مقابله با این بحران‌ها شناخته می‌شود. این مقاله به بررسی نقش آموزش محیط زیست در آگاهی‌رسانی و تغییر رفتارهای افراد برای مقابله با تهدیدات زیست‌محیطی و تقویت شیوه‌های زندگی پایدار می‌پردازد. از طریق ارائه اطلاعات دقیق و علمی، آموزش محیط زیست می‌تواند افراد را قادر سازد تا درک عمیق‌تری از مشکلات محیطی پیدا کنند و مسئولیت‌های فردی و جمعی خود را در برابر حفظ منابع طبیعی و کاهش آلودگی‌ها درک کنند. در نهایت، این مقاله به بررسی استراتژی‌های پیشگیری از مخاطرات زیست‌محیطی و اهمیت گنجاندن آموزش محیط زیست در تمامی سطوح جامعه و مقاطع تحصیلی مختلف پرداخته و به تحلیل روش‌های مؤثر در کاهش تهدیدات زیست‌محیطی می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات اقلیمی، آلودگی محیطی، تخریب منابع طبیعی، پیشگیری از مخاطرات.

مقدمه

آموزش محیط زیست به عنوان ابزاری کلیدی در برابر تهدیدات فزاینده‌ای که سیاره‌مان را تهدید می‌کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. (Dillon & Herman, 2023) جهان امروز با مشکلات زیست‌محیطی جدی و پیچیده‌ای مواجه است که نه تنها بر سلامت انسان‌ها تأثیر می‌گذارد، بلکه تهدیدات زیادی برای اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی ایجاد کرده است. (González-García et al, 2022) تهدیداتی نظیر تغییرات اقلیمی، آلودگی‌های محیطی، تخریب منابع طبیعی، و فرسایش خاک، همگی به گونه‌ای در هم تنیده‌اند که تنها از طریق آگاهی‌رسانی و آموزش به جوامع مختلف می‌توان به مقابله با آن‌ها پرداخت. (McKinney & Schoch, 2003) تغییرات اقلیمی، یکی از بزرگترین چالش‌های محیط زیستی قرن حاضر است که موجب افزایش دمای جهانی، ذوب یخ‌ها، تغییرات الگوهای بارش، و بروز بلایای طبیعی مانند سیل و خشکسالی شده است. (Change, 2007) این تغییرات نه تنها بر محیط زیست تأثیر منفی دارند، بلکه موجب بروز تهدیداتی جدی برای امنیت غذایی و بهداشتی انسان‌ها می‌شوند. (Ali Mekouar, 2017) به طور مشابه، آلودگی‌های مختلف از جمله آلودگی هوا، آب و خاک، به شدت سلامت انسان‌ها و سایر موجودات زنده را تهدید می‌کند. (WHO, 2021) این آلودگی‌ها نه تنها به بیماری‌های مختلف در انسان‌ها منجر می‌شوند، بلکه تهدیدی برای اکوسیستم‌ها و حیوانات نیز محسوب می‌شوند. (Wear et al, 2021)



بنابراین، ضرورت آموزش محیط زیست در جوامع مختلف به شدت احساس می‌شود تا افراد قادر به شناسایی این تهدیدات و پی بردن به اثرات آن‌ها باشند. (González-Gaudiano & Meira-Cardesa, 2019)

تخریب منابع طبیعی، که ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند جنگل‌زدایی، استخراج معادن و استفاده غیر مسئولانه از منابع آب و خاک است، یکی دیگر از مشکلات اساسی است که منجر به کاهش تنوع زیستی و نابودی زیستگاه‌های طبیعی می‌شود. این تخریب‌ها می‌توانند در آینده پیامدهای منفی‌ای برای اکوسیستم‌ها و سلامت انسان‌ها ایجاد کنند (Change, 2013). از این رو، آگاهی دادن به مردم در خصوص اهمیت حفاظت از منابع طبیعی و راه‌های استفاده پایدار از آن‌ها می‌تواند به کاهش این تهدیدات کمک کند. (Ehnert & Ehnert, 2009)

در این میان، آموزش محیط زیست نقش اساسی در آگاهی بخشی و تغییر رفتارها دارد. (SauvÃ, 1996) آموزش می‌تواند افراد را به اتخاذ شیوه‌های زندگی پایدار ترغیب کرده و آن‌ها را نسبت به تهدیدات زیست‌محیطی حساس کند. از طریق آموزش، افراد یاد می‌گیرند که چگونه با تغییرات محیطی مقابله کنند، چگونه به حفاظت از منابع طبیعی بپردازند و چگونه از آلوده کردن محیط زیست خودداری کنند. (Egana del Sol, 2020) آموزش محیط زیست نه تنها در مدارس و دانشگاه‌ها بلکه در سطح عمومی، رسانه‌ها، و کارگاه‌ها می‌تواند تأثیرگذار باشد (Ehnert & Ehnert, 2009).

بنابراین، لزوم آگاهی‌رسانی عمومی و آموزش محیط زیست برای کاهش خطرات محیط زیستی غیر قابل انکار است. این فرآیند باید از سنین کودکی آغاز شود و به صورت مستمر در طول زندگی افراد ادامه یابد (Cutter-Mackenzie, 2014). هرچه افراد بیشتر از تهدیدات زیست‌محیطی آگاه شوند و اقدامات لازم را برای کاهش اثرات آن‌ها انجام دهند، می‌توان امیدوار بود که گام‌های مؤثری در جهت حفظ محیط زیست و بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها برداشته شود (Dillon & Herman, 2023).

تعریف آموزش محیط زیست

آموزش محیط زیست به فرایند یادگیری و آگاهی‌بخشی درباره مسائل زیست‌محیطی و چگونگی اثرات آن‌ها بر انسان‌ها و کره زمین اطلاق می‌شود. این آموزش به فرد یا جامعه این امکان را می‌دهد که آگاهی بیشتری از وضعیت محیط زیست خود پیدا کرده و مسئولیت‌های فردی و جمعی خود را در قبال حفاظت از آن شناسایی کند. در واقع، هدف اصلی آموزش محیط زیست تغییر رفتار افراد به سمت اتخاذ شیوه‌های زندگی پایدارتر و مسئولانه‌تر است که به حفاظت از منابع طبیعی و کاهش آلودگی‌های محیطی کمک کند. (Tilbury, 1995)

آگاهی‌سازی یکی از مفاهیم کلیدی در آموزش محیط زیست است. این فرایند شامل ارائه اطلاعات دقیق و علمی در مورد مسائل زیست‌محیطی به افراد است تا آن‌ها قادر به درک پیچیدگی‌های مشکلات زیست‌محیطی و اثرات آن‌ها بر زندگی خود و سایر موجودات زنده باشند. از این طریق، افراد به درک بهتری از روابط متقابل انسان و محیط زیست دست می‌یابند و توانمندی‌های لازم برای مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی را پیدا می‌کنند (Hungerford & Volk, 1990).

علاوه بر آگاهی‌سازی، آموزش محیط زیست به تقویت رفتارهای پایدار نیز توجه ویژه‌ای دارد. این شامل ترویج شیوه‌های زندگی است که به حفظ منابع طبیعی و کاهش آلودگی‌ها کمک می‌کند. رفتارهای پایدار ممکن است شامل استفاده بهینه از منابع آب و انرژی، کاهش مصرف مواد پلاستیکی، بازیافت و حفاظت از اکوسیستم‌ها باشد. چنین رفتارهایی در نهایت می‌توانند به کاهش تهدیدات محیط زیستی کمک کرده و زندگی بر روی زمین را برای نسل‌های آینده تضمین کنند. (Tilbury, 1995)

در کنار این، تقویت مسئولیت‌های فردی و جمعی برای حفظ محیط زیست نیز یکی از اهداف آموزش محیط زیست است. این آموزش‌ها می‌تواند افراد را تشویق کند تا اقدامات کوچک و مؤثر در زندگی روزمره خود انجام دهند و از آن‌ها به عنوان الگوهای مثبت برای دیگران استفاده کنند. همچنین، این آموزش‌ها می‌توانند به افراد و جوامع کمک کنند تا



مسئولیت‌های بزرگ‌تری را به دوش بگیرند، مانند حمایت از سیاست‌های محیط زیستی در سطح ملی و جهانی و مشارکت در فعالیت‌های مدنی برای بهبود وضعیت محیط زیست. (Hungerford & Volk, 1990)

آموزش محیط زیست باید در مقاطع مختلف تحصیلی و برای گروه‌های سنی مختلف ارائه شود. برای مثال، در مقاطع ابتدایی و متوسطه، آموزش باید به شکلی ساده و قابل درک باشد که دانش‌آموزان مفاهیم پایه‌ای مانند آلودگی، تغییرات اقلیمی و اهمیت حفاظت از منابع طبیعی را بیاموزند. در مقاطع بالاتر، این آموزش‌ها می‌تواند عمیق‌تر و تخصصی‌تر شود و به دانش‌آموزان و دانشجویان اطلاعات دقیق‌تری در مورد حل مشکلات زیست‌محیطی و توسعه پایدار ارائه دهد. همچنین، این آموزش‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که برای تمام گروه‌های سنی، از کودکان گرفته تا بزرگسالان، جذاب و کارآمد باشند. (Tilbury, 1995)

آموزش محیط زیست به ویژه در جوامع مدرن که با بحران‌های زیست‌محیطی دست و پنجه نرم می‌کنند، نقشی کلیدی در تغییر رفتار و شکل‌دهی به سیاست‌ها و اقدامات مؤثر ایفا می‌کند. در نتیجه، تقویت این نوع آموزش در تمام سطوح، از خانواده‌ها گرفته تا سیاست‌گذاران، برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی ضروری است (Hungerford & Volk, 1990).

مخاطرات محیط زیستی و اثرات آنها

مخاطرات محیط زیستی به مجموعه‌ای از مشکلات و تهدیدات اطلاق می‌شود که به دلیل فعالیت‌های انسانی یا تغییرات طبیعی، به سلامت انسان‌ها، اکوسیستم‌ها و اقتصاد جهانی آسیب می‌رسانند. این مخاطرات می‌توانند اثرات جبران‌ناپذیری به همراه داشته باشند و تأثیرات منفی آن‌ها به‌ویژه بر روی سلامت عمومی، کشاورزی، اقتصاد و رفاه اجتماعی غیرقابل انکار است. در این بخش، به بررسی مهم‌ترین مخاطرات محیط زیستی و اثرات آن‌ها خواهیم پرداخت.

– تغییرات اقلیمی

تغییرات اقلیمی یکی از جدی‌ترین تهدیدات محیط زیستی است که به دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو، منجر به گرم شدن کره زمین و تغییرات در الگوهای اقلیمی می‌شود. این تغییرات به‌ویژه از طریق تغییر در دما، بارش و شدت بلاهای طبیعی، تأثیرات عمیقی بر سلامت انسان‌ها دارند. افزایش دما و تغییرات در الگوهای بارش می‌تواند منجر به بروز بیماری‌های مرتبط با گرما، مانند سکته‌های حرارتی و بیماری‌های تنفسی شود. (Allan et al, 2023)

تغییرات اقلیمی تأثیرات منفی بر کشاورزی دارد؛ زیرا تغییرات در میزان بارش، دمای هوا و الگوهای فصلی، منجر به کاهش تولید محصولات کشاورزی، تهدید منابع آبی و در نهایت افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود.

در سطح اقتصاد، تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به خسارت‌های مالی سنگین به بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی، صنعت و زیرساخت‌ها شود. این موضوع به نوبه خود بر رفاه اجتماعی تأثیر می‌گذارد؛ زیرا جوامع آسیب‌پذیرتر که وابسته به کشاورزی یا منابع طبیعی هستند، بیشترین آسیب را خواهند دید.

– آلودگی هوا

آلودگی هوا یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات زیست‌محیطی است که نه تنها بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارد، بلکه بر سلامت انسان‌ها نیز اثرات منفی دارد. آلودگی هوا با انتشار ذرات معلق، گازهای سمی مانند دی‌اکسید نیتروژن و دی‌اکسید گوگرد، و ترکیبات آلی فرار به شدت به بیماری‌های تنفسی و قلبی منجر می‌شود. این بیماری‌ها شامل آسم، برونشیت، بیماری‌های قلبی، و حتی سرطان‌های ریه است. آلودگی هوا همچنین می‌تواند تأثیرات منفی بر کشاورزی داشته باشد؛ زیرا ذرات آلاینده می‌توانند بر رشد گیاهان اثر بگذارند و کیفیت محصولات کشاورزی را کاهش دهند (Allan et al, 2023).



اقتصاد نیز از آلودگی هوا آسیب می‌بیند، زیرا هزینه‌های درمانی برای مقابله با بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا افزایش می‌یابد و بسیاری از صنایع با مشکلاتی نظیر کاهش کارایی و آسیب به محصولات خود مواجه می‌شوند. علاوه بر این، رفاه اجتماعی تحت تأثیر افزایش بیماری‌ها و هزینه‌های درمانی قرار می‌گیرد.

– آلودگی آب

آلودگی آب ناشی از فاضلاب‌ها، مواد شیمیایی صنعتی و آلودگی‌های کشاورزی (مانند سموم و کودهای شیمیایی) یکی دیگر از مخاطرات جدی محیط زیستی است. آلودگی آب می‌تواند منجر به شیوع بیماری‌های گوارشی، اسهال، هپاتیت و دیگر بیماری‌های آبرزی شود که بر سلامت عمومی تأثیر منفی می‌گذارد. این مشکلات به ویژه در مناطق کم‌درآمد که دسترسی به آب سالم و بهداشتی محدود است، مشهودتر است. (Allan et al, 2023)

در بخش کشاورزی، آلودگی آب می‌تواند تأثیرات منفی بر تولیدات کشاورزی داشته باشد، زیرا آبیاری با آب آلوده می‌تواند باعث کاهش کیفیت محصولات و در نهایت از بین رفتن زمین‌های زراعی شود. همچنین، آلودگی آب می‌تواند به‌طور مستقیم بر اقتصاد تأثیر بگذارد، چرا که صنایع وابسته به منابع آبی، از جمله ماهیگیری و تولید انرژی هیدروالکتریک، با مشکلات جدی مواجه می‌شوند.

– کاهش تنوع زیستی

کاهش تنوع زیستی، ناشی از تخریب زیستگاه‌ها، شکار بی‌رویه و آلودگی‌ها، یکی از مهم‌ترین تهدیدات برای اکوسیستم‌ها و سلامت انسان‌ها است. از دست دادن گونه‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی می‌تواند تأثیرات عمیقی بر سلامت عمومی داشته باشد؛ زیرا بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری به عنوان منابع دارویی، غذایی و اکولوژیکی برای انسان‌ها و سایر موجودات زنده عمل می‌کنند. (Myers et al., 2000)

کاهش تنوع زیستی همچنین بر کشاورزی اثر منفی دارد، زیرا تنوع گیاهی و جانوری برای گرده‌افشانی و حفظ توازن اکولوژیکی ضروری است. از نظر اقتصادی، کاهش تنوع زیستی می‌تواند بر بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی، گردشگری و شیلات تأثیر بگذارد. این تهدیدات می‌تواند به کاهش درآمدها و رفاه اجتماعی منجر شود، به ویژه در مناطقی که به منابع طبیعی وابسته هستند.

– جنگل‌زدایی

جنگل‌زدایی به عنوان یکی از اصلی‌ترین دلایل تخریب اکوسیستم‌ها و کاهش تنوع زیستی شناخته می‌شود. تخریب جنگل‌ها باعث از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی برای بسیاری از گونه‌ها و کاهش ظرفیت کره زمین برای جذب دی‌اکسید کربن می‌شود. این موضوع به تغییرات اقلیمی دامن می‌زند و موجب آسیب به کشاورزی، به ویژه در مناطق جنگلی و حاشیه‌ای می‌شود.

آثار اقتصادی جنگل‌زدایی به‌ویژه در بخش‌های کشاورزی و گردشگری نمایان می‌شود، زیرا منابع طبیعی جنگل‌ها به عنوان منبع مواد اولیه و گردشگری درآمدزا عمل می‌کنند. همچنین، جنگل‌زدایی می‌تواند رفاه اجتماعی را تحت تأثیر قرار دهد، زیرا بسیاری از جوامع محلی به‌طور مستقیم از منابع جنگلی برای تأمین نیازهای روزمره خود استفاده می‌کنند. (Myers et al., 2000)

– آلودگی صوتی

آلودگی صوتی یکی از مخاطرات محیط زیستی است که در جوامع شهری به شدت افزایش یافته است. این نوع آلودگی نه تنها به کاهش کیفیت زندگی انسان‌ها منجر می‌شود، بلکه باعث بروز مشکلات بهداشتی همچون اضطراب، اختلالات خواب، کاهش شنوایی و بیماری‌های قلبی می‌شود. در کشاورزی، آلودگی صوتی می‌تواند بر سلامت دام‌ها و حیوانات تأثیر بگذارد و بهره‌وری کشاورزی را کاهش دهد. از نظر اقتصادی، آلودگی صوتی می‌تواند هزینه‌های درمانی را افزایش دهد و تأثیرات منفی بر گردشگری داشته باشد. (Allan et al, 2023)



استراتژی‌های پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی

برای مقابله با مخاطرات محیط زیستی و کاهش آثار آن‌ها، نیاز به استراتژی‌های جامع و چندجانبه است. این استراتژی‌ها باید شامل رویکردهای مختلف از جمله سیاست‌گذاری‌های دولتی، تکنولوژی‌های سبز، مشارکت عمومی، قوانین و مقررات زیست‌محیطی و برنامه‌های آموزشی باشند. در این بخش به تفصیل به هر یک از این استراتژی‌ها پرداخته خواهد شد.

■ سیاست‌گذاری‌های دولتی

سیاست‌گذاری‌های دولتی نقش اساسی در پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی دارند. دولت‌ها می‌توانند از طریق تعیین قوانین و مقررات زیست‌محیطی مناسب، تصمیمات اقتصادی و اجتماعی را به‌گونه‌ای اتخاذ کنند که به حفظ محیط زیست و کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی کمک کند. این سیاست‌ها می‌توانند شامل تعرفه‌ها و مالیات‌های محیط زیستی، تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، محدودیت‌های صنعتی و الزامات کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باشند. (Yadav et al, 2022)

■ تکنولوژی‌های سبز

استفاده از تکنولوژی‌های سبز می‌تواند راه‌حلی مؤثر برای کاهش آثار منفی صنعتی بر محیط زیست باشد. تکنولوژی‌های سبز شامل نوآوری‌های فناوری است که هدف آن‌ها کاهش مصرف منابع طبیعی، کاهش آلودگی و بهره‌وری بیشتر در مصرف انرژی است. این تکنولوژی‌ها می‌توانند در زمینه‌های مختلفی همچون انرژی‌های تجدیدپذیر، حمل‌ونقل پاک، کشاورزی پایدار و بازیافت مواد مورد استفاده قرار گیرند. (Therivel & Paridario, 2013) به‌عنوان مثال، استفاده از انرژی خورشیدی و بادی به‌جای سوخت‌های فسیلی می‌تواند تأثیرات منفی بر محیط زیست را کاهش دهد.

■ مشارکت عمومی

مشارکت عمومی یکی از ارکان اساسی در پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی است. جوامع محلی و عموم مردم باید از خطرات زیست‌محیطی آگاه شوند و نقش فعالی در حفاظت از محیط زیست ایفا کنند. برای این منظور، افزایش آگاهی عمومی در زمینه‌های مختلف مانند مصرف پایدار، کاهش ضایعات، و بازیافت مواد اهمیت زیادی دارد. دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی می‌توانند با برگزاری کارگاه‌ها و برنامه‌های آموزشی، مردم را ترغیب کنند که در فعالیتهای حفاظتی شرکت کنند و رفتارهای محیط‌زیستی خود را تغییر دهند. (Yadav et al, 2022)

■ قوانین و مقررات زیست‌محیطی

ایجاد و اجرای قوانین و مقررات زیست‌محیطی از اهمیت بالایی برخوردار است. این قوانین می‌توانند بر فعالیتهای صنعتی، کشاورزی، شهری و حمل‌ونقل نظارت کنند تا اطمینان حاصل شود که این فعالیت‌ها مطابق با استانداردهای زیست‌محیطی انجام می‌شوند. برای مثال، قوانین محدودکننده برای کاهش آلودگی هوا و آب، حفاظت از تنوع زیستی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌تواند تأثیر زیادی در کاهش مخاطرات محیط زیستی داشته باشد. همچنین، نظارت مستمر و جریمه‌های قابل توجه برای تخلفات زیست‌محیطی می‌تواند ابزار مؤثری برای اجرای این قوانین باشد. (Therivel & Paridario, 2013).

■ برنامه‌های آموزشی گسترده

برنامه‌های آموزشی در سطوح مختلف، از مدارس و دانشگاه‌ها تا جوامع محلی و سازمان‌های غیر دولتی، یکی از استراتژی‌های مهم در پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی است. آموزش محیط زیست به افراد کمک می‌کند تا اهمیت حفاظت از محیط زیست و نقش خود در این فرآیند را درک کنند. این آموزش‌ها می‌توانند بر تغییر رفتارهای فردی و جمعی تأثیر بگذارند و به‌طور مستقیم در کاهش مشکلات زیست‌محیطی مانند مصرف بی‌رویه منابع، آلودگی‌ها و تخریب زیستگاه‌ها مؤثر باشند. (Yadav et al, 2022) این برنامه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که بر نیازها و ویژگی‌های خاص هر گروه سنی و اجتماعی تمرکز داشته باشند.



چالش‌ها و موانع در آموزش محیط زیست

آموزش محیط زیست، علی‌رغم اهمیت زیادی که در ترویج آگاهی و رفتارهای پایدار دارد، با چالش‌ها و موانع متعددی مواجه است که می‌تواند تأثیر آن را در جوامع مختلف کاهش دهد. در این بخش، به بررسی برخی از چالش‌ها و موانع موجود در زمینه آموزش محیط زیست پرداخته و راه‌حل‌هایی برای غلبه بر آن‌ها پیشنهاد خواهیم کرد.

✓ کمبود منابع

یکی از بزرگ‌ترین موانع در آموزش محیط زیست، کمبود منابع مالی، فنی و انسانی است. در بسیاری از کشورها، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه، محدودیت‌های مالی مانع از تخصیص منابع کافی برای برنامه‌های آموزشی محیط زیست می‌شود. این کمبود منابع می‌تواند به‌ویژه در مدارس و دانشگاه‌ها مشاهده شود، جایی که عدم دسترسی به مواد آموزشی به‌روز و مناسب یا عدم توانایی در اجرای برنامه‌های آموزشی عملی، موجب کاهش اثرگذاری آموزش‌های محیط زیستی می‌شود (Fien, 2000). برای مقابله با این چالش، دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی باید به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، منابع مالی و فنی لازم را برای اجرای برنامه‌های آموزشی فراهم کنند. به‌علاوه، استفاده از منابع آنلاین و همکاری با سازمان‌های بین‌المللی می‌تواند به کاهش این مشکل کمک کند.

✓ فقدان حمایت‌های دولتی

در بسیاری از موارد، آموزش محیط زیست در اولویت‌های پایین‌تری در سیاست‌گذاری‌های دولتی قرار دارد. فقدان حمایت‌های دولتی، به‌ویژه در زمینه تخصیص بودجه و تدوین سیاست‌های آموزشی، باعث می‌شود که برنامه‌های محیط زیستی نتوانند به‌طور مؤثر اجرا شوند. برای مثال، در برخی از کشورها، حتی اگر برنامه‌های آموزشی محیط زیست در مدارس گنجانده شده باشد، عدم تخصیص منابع برای آموزش معلمان یا ارزیابی مؤثر این برنامه‌ها باعث می‌شود که اهداف آموزشی تحقق نیابند (O'Riordan, 2014). برای مقابله با این چالش، نیاز به حمایت‌های دولتی بیشتر و جلب همکاری نهادهای مختلف، از جمله وزارتخانه‌های آموزش و پرورش و محیط زیست، ضروری است. این همکاری می‌تواند باعث ایجاد سیاست‌هایی شود که آموزش محیط زیست را به یکی از اولویت‌های اصلی نظام آموزشی تبدیل کند.

✓ مشکلات فرهنگی

یکی دیگر از چالش‌های مهم در آموزش محیط زیست، مشکلات فرهنگی و اجتماعی است. در بسیاری از جوامع، آگاهی عمومی در مورد اهمیت محیط زیست و نیاز به حفاظت از آن هنوز به سطح مطلوب نرسیده است. این مشکلات فرهنگی می‌تواند ناشی از فقدان درک صحیح از تغییرات اقلیمی، آلودگی و دیگر تهدیدات محیط زیستی باشد. علاوه بر این، نگرش‌های سنتی و باورهای فرهنگی که بر اساس مصرف منابع طبیعی بدون توجه به پیامدهای بلندمدت آن‌ها شکل گرفته است، می‌تواند مانع از پذیرش مفاهیم محیط زیستی در سطح جامعه شود (Fien, 2000). برای غلبه بر این مشکل، باید آموزش‌های محیط زیستی به‌صورت هدفمند در راستای تغییر نگرش‌ها و رفتارها طراحی شود. این آموزش‌ها باید با استفاده از ابزارهای فرهنگی و زبان‌های محلی به‌گونه‌ای ارائه شود که برای مردم قابل فهم و جذاب باشد.

✓ کمبود آگاهی در بین معلمان و مربیان

کمبود آگاهی و آموزش‌های تخصصی در میان معلمان و مربیان نیز یکی از موانع مهم در آموزش محیط زیست است. در بسیاری از کشورها، معلمان آموزش‌های کافی در زمینه محیط زیست دریافت نکرده‌اند و نمی‌توانند به‌طور مؤثر مفاهیم محیط زیستی را به دانش‌آموزان منتقل کنند (O'Riordan, 2014). برای حل این مشکل، برنامه‌های آموزشی تخصصی برای معلمان باید طراحی شود تا آن‌ها توانایی انتقال مفاهیم پیچیده محیط زیست را به‌طور ساده و قابل فهم داشته باشند. همچنین، استفاده از روش‌های آموزشی نوین و تکنولوژی‌های دیجیتال می‌تواند به بهبود فرآیند آموزش کمک کند.



✓ نبود تعامل و همکاری میان نهادها

در برخی از کشورها، نبود تعامل و همکاری میان نهادهای مختلف مانند وزارت آموزش و پرورش، وزارت محیط زیست، سازمان‌های غیردولتی و دانشگاه‌ها، یکی دیگر از چالش‌های مهم در حوزه آموزش محیط زیست است. این عدم همکاری باعث ایجاد جداسازی در تلاش‌ها و اهداف می‌شود و اجرای موفق برنامه‌های آموزشی را دشوار می‌کند. برای حل این چالش، همکاری بین‌بخشی و تشکیل کمیته‌های مشترک می‌تواند به اجرای مؤثرتر برنامه‌های محیط زیستی کمک کند. این کمیته‌ها می‌توانند در برنامه‌ریزی، نظارت و ارزیابی برنامه‌ها مشارکت کنند. (Fien, 2000)

راه حل‌ها

برای غلبه بر این موانع، نیاز به همکاری گسترده بین دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی و جوامع محلی است. به‌ویژه، می‌توان از تجارب موفق کشورهای دیگر بهره برد و برنامه‌های آموزشی محیط زیستی را با استفاده از تکنولوژی‌های جدید و به‌روزرسانی منابع آموزشی، به‌طور مؤثری اجرا کرد. علاوه بر این، ترویج فرهنگ محیط زیستی از طریق رسانه‌ها و فعالیت‌های مردمی می‌تواند به تغییر نگرش‌ها و رفتارها در سطح جامعه کمک کند.

نقش نهادهای غیر دولتی و جامعه مدنی

نهادهای غیر دولتی (NGOs) و انجمن‌های محیط زیستی نقش بسیار مهمی در آموزش محیط زیست و پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی دارند. این نهادها به‌ویژه در زمینه‌هایی که دولت‌ها به تنهایی نمی‌توانند به‌طور مؤثر عمل کنند، به عنوان نیروهای محرکه و پیشرو عمل می‌کنند. در این بخش، به تأثیر این نهادها بر آموزش محیط زیست و نقش آن‌ها در افزایش آگاهی و تغییر رفتار در جوامع مختلف پرداخته خواهد شد.

➤ برنامه‌های آموزشی نهادهای غیر دولتی

NGOs به‌ویژه در جوامع محلی و مناطق دورافتاده می‌توانند برنامه‌های آموزشی مؤثری در زمینه محیط زیست برگزار کنند. این برنامه‌ها می‌توانند به ترویج آگاهی در مورد مسائل محیط زیستی، از جمله تغییرات اقلیمی، آلودگی، کاهش تنوع زیستی، و اهمیت حفاظت از منابع طبیعی کمک کنند. این نهادها با استفاده از روش‌های آموزشی متنوع، از جمله کارگاه‌ها، سمینارها، و کمپین‌های تبلیغاتی، می‌توانند اطلاعات مهم و مفید را در اختیار عموم قرار دهند و مردم را به تغییر رفتارهای محیط‌زیستی ترغیب کنند. علاوه بر این، انجمن‌های محیط زیستی می‌توانند نقش آموزش‌دهنده و مشاوره‌دهنده را ایفا کنند، به‌ویژه برای جوامع محلی که ممکن است دسترسی کمتری به منابع آموزشی رسمی داشته باشند. (Doherty & Clayton, 2011)

➤ تأثیرات نهادهای غیر دولتی بر جامعه

نهادهای غیر دولتی نه تنها در سطح آموزش، بلکه در تغییرات اجتماعی نیز تأثیرگذار هستند. این نهادها با اجرای پروژه‌های محیط زیستی و مشارکت در حل مسائل مختلف، می‌توانند بر نگرش‌ها و رفتارهای اجتماعی تأثیر بگذارند. برای مثال، NGOs در زمینه ترویج کشاورزی پایدار، بازیافت، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، و حفاظت از منابع طبیعی می‌توانند جوامع محلی را به‌طور مستقیم درگیر کنند و مشارکت مردم را در تصمیم‌گیری‌های زیست‌محیطی تقویت کنند. این نهادها همچنین از طریق کمپین‌های رسانه‌ای و ایجاد هم‌افزایی میان گروه‌های مختلف اجتماعی می‌توانند تأثیرات مثبتی بر نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی جامعه داشته باشند. (Doherty & Clayton, 2011)

➤ نقش NGOs در پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی

NGOs به‌عنوان نهادهایی مستقل از دولت‌ها، در زمینه پیشگیری از مخاطرات محیط زیستی می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند. این نهادها می‌توانند به‌ویژه در زمینه نظارت بر اجرای قوانین زیست‌محیطی، تشویق به استفاده از انرژی‌های پاک،



و ترویج سیاست‌های سبز مشارکت داشته باشند. به عنوان مثال، انجمن‌های محیط زیستی می‌توانند در پیگیری و بررسی تخلفات زیست‌محیطی و جلب توجه افکار عمومی به مشکلات زیست‌محیطی نقش اساسی داشته باشند. علاوه بر این، نهادهای غیر دولتی می‌توانند با همکاری با دیگر سازمان‌ها و دولت‌ها، در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های حفاظتی مشارکت کنند. (Doherty & Clayton, 2011)

➤ چالش‌ها و محدودیت‌های نهادهای غیر دولتی

با وجود اثرات مثبت نهادهای غیر دولتی، این نهادها با چالش‌هایی نیز روبه‌رو هستند. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها، محدودیت منابع مالی و انسانی است که ممکن است تأثیرگذاری آن‌ها را محدود کند. همچنین، عدم هماهنگی میان نهادهای مختلف و عدم حمایت‌های دولتی می‌تواند بر فعالیت‌های این نهادها تأثیر منفی بگذارد. با این حال، می‌توان از طریق تقویت همکاری‌های بین‌المللی و جلب حمایت‌های دولتی و خصوصی، این چالش‌ها را کاهش داد و به بهره‌وری بیشتر از این نهادها رسید.

مثال‌های موفق از آموزش محیط زیست

آموزش محیط زیست به‌ویژه در سطح جهانی، می‌تواند نقش بسیار مؤثری در تغییر رفتارهای عمومی و کاهش مخاطرات محیط زیستی ایفا کند. بسیاری از کشورها و سازمان‌های بین‌المللی برنامه‌های موفق را در این زمینه اجرا کرده‌اند که نه تنها به افزایش آگاهی عمومی کمک کرده‌اند، بلکه تأثیرات مثبت و قابل توجهی در کاهش آلودگی‌ها، حفاظت از منابع طبیعی، و ترویج رفتارهای پایدار داشته‌اند. در این بخش، به برخی از این مثال‌های موفق پرداخته می‌شود.

- برنامه‌های آموزش برای توسعه پایدار در ژاپن

ژاپن یکی از کشورهایی است که در زمینه آموزش محیط زیست اقدامات گسترده‌ای انجام داده است. در این کشور، برنامه‌های آموزشی محیط زیست از دوران ابتدایی در مدارس آغاز می‌شود و در همه مقاطع تحصیلی ادامه دارد. دولت ژاپن با ارائه محتوای آموزشی در خصوص کاهش مصرف انرژی، حفظ منابع طبیعی، و مقابله با آلودگی، توانسته است آگاهی عمومی را در خصوص مسائل محیط زیستی افزایش دهد. یکی از موفق‌ترین برنامه‌ها در این زمینه، آموزش مفاهیم توسعه پایدار به کودکان و نوجوانان است. این برنامه‌ها نه تنها در مدارس، بلکه در جوامع محلی نیز برگزار می‌شود تا مردم بتوانند به‌طور عملی در حفظ محیط زیست مشارکت کنند. (Kopnina, 2020)

- کمپین‌های محیط زیستی در کشورهای اسکاندیناوی

کشورهای اسکاندیناوی مانند سوئد، دانمارک و نروژ نیز نمونه‌های موفق از برنامه‌های آموزشی محیط زیستی دارند. در این کشورها، آموزش محیط زیست به‌ویژه در قالب برنامه‌های اجتماعی و رسانه‌ای اجرا می‌شود. به عنوان مثال، در سوئد، برنامه‌ای به نام "Håll Sverige Rent" سوئد تمیز نگه دارید (راه‌اندازی شده است که هدف آن آموزش و ترویج رفتارهای مسئولانه در زمینه مصرف منابع و کاهش زباله‌ها است. این برنامه توانسته است بر رفتارهای مردم تأثیرگذار باشد و مشارکت عمومی را در جمع‌آوری زباله‌ها و بازیافت افزایش دهد. همچنین، در این کشورها، آموزش‌های محیط زیست در سطح مدارس و دانشگاه‌ها به‌طور مستمر گنجانده شده و به‌ویژه بر استفاده از منابع تجدیدپذیر تأکید دارد. (Gough, 1997).

- برنامه‌های محیط زیستی در مدارس هند

در هند، برنامه‌های آموزشی محیط زیستی از طریق سازمان‌هایی مانند "Centre for Environment Education" (CEE) پیگیری می‌شود. این سازمان برنامه‌های آموزشی مختلفی را برای مدارس ابتدایی و متوسطه طراحی کرده است که بر اهمیت حفظ تنوع زیستی و کاهش آلودگی تمرکز دارد. یکی از موفق‌ترین پروژه‌ها، "Eco-Schools" است که در آن مدارس به‌طور فعال در بهبود وضعیت محیط زیست مشارکت می‌کنند. این برنامه موجب شده است که



دانش آموزان، معلمان، و والدین به طور همزمان در تلاش‌های محیط زیستی مشارکت داشته باشند. به طور خاص، مدارس شرکت کننده در این برنامه توانسته‌اند با کاهش مصرف انرژی، بهبود مدیریت زباله و ترویج کشاورزی پایدار، به نتایج مثبت محیط زیستی دست یابند. (Kopnina, 2020)

– برنامه‌های آموزشی در کشور کلمبیا

کلمبیا نیز در زمینه آموزش محیط زیست اقدامات موفقی انجام داده است. در این کشور، برنامه‌های محیط زیستی به‌ویژه در مناطق روستایی و دورافتاده، به طور گسترده‌ای اجرا می‌شود. یکی از پروژه‌های مهم، برنامه "Escuelas Verdes" است که در آن مدارس به عنوان هسته‌های آموزشی محیط زیست فعالیت می‌کنند. این برنامه بر حفظ منابع طبیعی، مدیریت منابع آب و جلوگیری از تخریب جنگل‌ها تأکید دارد. نتایج این برنامه نشان می‌دهد که آموزش‌های محیط زیستی می‌تواند به طور مؤثر رفتارهای زیست‌محیطی را در جوامع محلی تغییر دهد و موجب کاهش تخریب محیط زیست شود. (Gough, 1997)

– تأثیرات مثبت آموزش محیط زیست بر کاهش مخاطرات محیط زیستی

برنامه‌های آموزشی محیط زیستی در سراسر جهان به‌ویژه در زمینه کاهش مخاطرات محیط زیستی تأثیرات مثبتی داشته‌اند. برای مثال، در کشورهای توسعه‌یافته، افزایش آگاهی مردم در خصوص تغییرات اقلیمی، استفاده بهینه از منابع، و مدیریت صحیح انرژی منجر به کاهش قابل توجهی در مصرف انرژی، کاهش گازهای گلخانه‌ای و حفظ منابع طبیعی شده است. همچنین، در کشورهای در حال توسعه، برنامه‌های آموزشی در زمینه حفاظت از منابع آبی و تنوع زیستی تأثیرات مثبتی در پیشگیری از بحران‌های زیست‌محیطی مانند خشکسالی‌ها و آلودگی‌ها داشته‌اند. (Kopnina, 2020)

نتیجه‌گیری

آموزش محیط زیست به‌عنوان یکی از ابزارهای کلیدی برای مقابله با مخاطرات محیط زیستی و بحران‌های زیست‌محیطی، نقشی اساسی در تغییر نگرش‌ها و رفتارهای عمومی ایفا می‌کند. با گسترش آموزش‌های محیط زیستی و تقویت آگاهی عمومی، می‌توان امیدوار بود که افراد و جوامع به طور فعال در حفاظت از محیط زیست و مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی مشارکت کنند. این آموزش‌ها نه تنها موجب بهبود فهم مردم از مشکلات زیست‌محیطی می‌شود، بلکه به تغییر رفتارهای نادرست و ترویج شیوه‌های پایدار زندگی کمک می‌کند. در دنیای امروز که تهدیدات محیط زیستی مانند تغییرات اقلیمی، آلودگی‌ها، کاهش تنوع زیستی، و تخریب منابع طبیعی به‌طور فزاینده‌ای جدی‌تر می‌شوند، گسترش و تقویت آموزش‌های محیط زیستی بیش از پیش ضروری است. این آموزش‌ها باید در تمام سطوح اجتماعی و در مقاطع مختلف تحصیلی آغاز شود و علاوه بر نهادهای آموزشی، نهادهای غیر دولتی و جامعه مدنی نیز می‌بایست در راستای افزایش آگاهی و ایجاد رفتارهای مسئولانه در قبال محیط زیست فعال‌تر عمل کنند.

در نهایت، برای کاهش آسیب‌های ناشی از بحران‌های زیست‌محیطی و دستیابی به توسعه پایدار، لازم است که آموزش محیط زیست به‌طور مستمر و فراگیر در تمامی جوامع پیگیری شود. تنها از طریق ارتقاء آگاهی و تقویت مشارکت عمومی می‌توان به کاهش تهدیدات زیست‌محیطی و حفاظت از منابع طبیعی رسید و آینده‌ای بهتر و پایدارتر برای نسل‌های آینده فراهم ساخت.

سپاسگزاری

نگارنده از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه پیام نور به دلیل حمایت مالی از پژوهش حاضر، صمیمانه سپاسگزاری مینماید.



منابع

- Ali Mekouar, M. (2017). 15. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). *Yearbook of International Environmental Law*, 28, 506-520.
- Allan, R. P., Arias, P. A., Berger, S., Canadell, J. G., Cassou, C., Chen, D., ... & Zickfeld, K. (2023). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for Policymakers. In *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 3-32). Cambridge University Press.
- Change, G. E. (2013). Global environmental change and human health.
- Change, I. P. O. C. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. *Agenda*, 6(07), 333.
- Cutter-Mackenzie, A., Edwards, S., Moore, D., & Boyd, W. (2014). *Young children's play and environmental education in early childhood education*. Springer Science & Business Media.
- Dillon, J., & Herman, B. (2023). Environmental education. In *Handbook of research on science education* (pp. 717-748). Routledge.
- Dillon, J., & Herman, B. (2023). Environmental education. In *Handbook of research on science education* (pp. 717-748). Routledge.
- Doherty, T. J., & Clayton, S. (2011). The psychological impacts of global climate change. *American Psychologist*, 66(4), 265.
- Egana del Sol, P. A. (2020). Education for sustainable development: Strategies and key issues. In *Quality education* (pp. 258-272). Cham: Springer International Publishing.
- Ehnert, I., & Ehnert, I. (2009). Sustainable human resource management. *Physica-Verlag*.-2009.
- Fien, J. (2000). 'Education for the Environment: A critique'—an analysis. *Environmental Education Research*, 6(2), 179-192.
- González-García, A., Palomo, I., González, J. A., García-Díez, V., García-Llorente, M., & Montes, C. (2022). Biodiversity and ecosystem services mapping: Can it reconcile urban and protected area planning?. *Science of The Total Environment*, 803, 150048.
- González-Gaudiano, E. J., & Meira-Carteá, P. Á. (2019). Environmental education under siege: Climate radicality. *The Journal of Environmental Education*, 50(4-6), 386-402.
- Gough, A. (1997). Education and the Environment. *Policy, Trends and the Problems of Marginalisation*.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The journal of environmental education*, 21(3), 8-21.
- Kopnina, H. (2020). Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals. *The Journal of Environmental Education*, 51(4), 280-291.
- McKinney, M. L., & Schoch, R. M. (2003). *Environmental science: systems and solutions*. Jones & Bartlett Learning.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.
- O'riordan, T. (2014). *Environmental science for environmental management*. Routledge.
- SauvÃ, L. (1996). Environmental education and sustainable development: A further appraisal. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 7-34.
- Therivel, R., & Paridario, M. R. (2013). *The practice of strategic environmental assessment*. Routledge.
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental education research*, 1(2), 195-212.
- Wear, S. L., Acuña, V., McDonald, R., & Font, C. (2021). Sewage pollution, declining ecosystem health, and cross-sector collaboration. *Biological Conservation*, 255, 109010.
- World Health Organization. (2021). *Human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons as ambient air pollutants: report of the Working Group on Polycyclic Aromatic*



Hydrocarbons of the Joint Task Force on the Health Aspects of Air Pollution. World Health Organization. Regional Office for Europe.

Yadav, S. K., Banerjee, A., Jhariya, M. K., Meena, R. S., Raj, A., Khan, N., ... & Sheoran, S. (2022). Environmental education for sustainable development. In *Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability* (pp. 415-431). Elsevier.

نوع پذیرش مقاله: پوستر

توسعه پایدار و انرژی‌های تجدیدپذیر: فرصت‌ها و تهدیدهای زیست‌محیطی

لیدا مومنی

۱. دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: Lida.momeni@pnu.ac.ir

چکیده

توسعه پایدار در مواجهه با تغییرات آب‌وهوایی و تخریب محیط‌زیست، باعث افزایش توجه به منابع انرژی تجدیدپذیر شده است. این منابع، از جمله انرژی باد، خورشید، آبی و زیست‌توده، نقش کلیدی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و تقویت پایداری بلندمدت دارند. این بررسی مزایا و چالش‌های این منابع را تحلیل کرده و فناوری‌های نوآورانه مانند پنجره‌های خورشیدی، ساختمان‌های کم‌مصرف و شبکه‌های هوشمند را برجسته می‌کند. با این حال، موانعی مانند کمبود حمایت مالی دولتی و شرکتی وجود دارد. این مقاله به تحلیل تولید انرژی تجدیدپذیر، تأثیرات اقتصادی، فناوری‌های نوظهور و چشم‌اندازهای آینده می‌پردازد و عوامل مؤثر در افزایش انرژی پایدار را بررسی می‌کند. در نهایت، این مطالعه بینش‌هایی درباره پیشرفت‌های اخیر و پیامدهای آنها برای آینده‌ای پایدارتر ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های تجدیدپذیر، چشم‌اندازهای آینده، معایب، سیاست‌های انرژی، تغییرات آب و هوا.

مقدمه

توسعه پایدار نیازمند کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و حرکت به سمت منابع انرژی پاک‌تر است. انرژی‌های تجدیدپذیر، مانند خورشیدی، بادی، آبی و زیست‌توده، نقش کلیدی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آسیب‌های زیست‌محیطی دارند. با افزایش جمعیت جهانی، که سالانه حدود ۰/۸۴ درصد رشد می‌کند، تقاضا برای انرژی به‌طور مداوم در حال افزایش است (Vo and Vo 2021). این چالش نیازمند رویکردی چندوجهی شامل نوآوری‌های فناورانه، توسعه زیرساخت‌ها، حکمرانی مؤثر و همکاری بین‌المللی است. منابع انرژی متعارف، مانند گاز طبیعی و زغال‌سنگ، اگرچه در دسترس هستند، اما آلاینده‌های زیادی منتشر می‌کنند که به اکوسیستم‌ها آسیب می‌رسانند. برای مثال، تولید سیمان و فولاد مقادیر قابل‌توجهی دی‌اکسید کربن (CO_2) آزاد می‌کند. علاوه بر فعالیت‌های انسانی، فرآیندهای طبیعی مانند تبادل اقیانوس-اتمسفر و تنفس گیاهان نیز در انتشار CO_2 نقش دارند (Ba-Shammak et al. 2008, Iannuzzi and Frankel 2022).

انتقال به انرژی‌های تجدیدپذیر با موانعی مانند کمبود زیرساخت‌ها، محدودیت‌های مالی و چالش‌های فنی مواجه است. برای موفقیت در این مسیر، برنامه‌ریزی دقیق، پیشرفت‌های فناورانه و شیوه‌های پایدار ضروری است. معاهدات بین‌المللی مانند COP 27^۱ و قوانین مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در این زمینه اهمیت دارند (Logan et al. 2020). در نهایت، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها به کاهش تغییرات آب‌وهوایی کمک می‌کند، بلکه آینده‌ای پایدار و پاک‌تر

¹ The Conference of the Parties—27



را برای نسل‌های آینده تضمین می‌کند. این بررسی با جمع‌آوری اطلاعات پراکنده، دسترسی محققان و ذینفعان را تسهیل کرده و راه‌حل‌هایی برای بهینه‌سازی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه می‌دهد.

مروری بر گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر

انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی به‌عنوان در دسترس‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر شناخته می‌شود. خورشید انرژی را با سرعت $\frac{3}{8} \times 10^{23}$ کیلووات تابش می‌کند که حدود $\frac{1}{8} \times 10^{14}$ کیلووات از آن به زمین می‌رسد (Panwar et al. 2011). این انرژی از طریق نور و گرما دریافت می‌شود، اما بخشی از آن در اثر جذب، بازتاب و پراکندگی ابرها از بین می‌رود. انرژی خورشیدی به‌عنوان منبعی بی‌پایان و فراوان، قادر است نیازهای انرژی جهان را تأمین کند و به دلیل راندمان فزاینده، گزینه‌ای پایدار و قابل اعتماد در مقایسه با سایر منابع انرژی است (Roy and Botte 2018). عملکرد سیستم‌های فتوولتائیک (PV) به عواملی مانند پراکندگی و شدت تابش خورشیدی بستگی دارد که در مناطق مختلف جهان متفاوت است. کشورهای آسیایی به‌ویژه مناطق گرمسیری، بیشترین تابش خورشیدی را دریافت می‌کنند، اما بخش قابل توجهی از این انرژی هدر می‌رود (Datta et al. 2023).

تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریسیته از طریق سلول‌های فتوولتائیک انجام می‌شود که از نیمه‌هادی‌هایی مانند سیلیکون مونوکریستال، پلی کریستال و تلورید کادمیوم استفاده می‌کنند. این سلول‌ها با جذب نور، الکترون‌ها را به سطح انرژی بالاتری منتقل کرده و جریان الکتریکی تولید می‌کنند. فناوری‌های دیگری مانند انرژی حرارتی خورشیدی متمرکز (CSP) و فتوولتائیک متمرکز (CVT) نیز برای تبدیل انرژی خورشیدی به کار می‌روند (Weinstein et al. 2015). سیستم‌های فتوولتائیک متصل به شبکه حدود ۹۰ درصد از تولید انرژی خورشیدی را تشکیل می‌دهند و می‌توانند روی سقف‌ها یا زمین نصب شوند. انرژی خورشیدی کاربردهای گسترده‌ای از جمله تولید برق، آبیاری، گرمایش و سرمایش، گلخانه‌ها و حتی کاربردهای فضایی دارد.

با این حال، انرژی خورشیدی با چالش‌هایی نیز مواجه است. تولید و نصب سیستم‌های فتوولتائیک هزینه‌بر و فنی است (Ciarreta et al. 2014). شرایط محیطی مانند میزان نور خورشید، پوشش ابر و سرعت باد بر عملکرد پنل‌ها تأثیر می‌گذارد (Hernandez et al. 2014). همچنین، کمبود آگاهی در مناطق روستایی و رقابت با سایر منابع انرژی، توسعه این فناوری را کند کرده است. علاوه بر این، تولید انرژی خورشیدی ثابت نیست و نیاز به ترکیب با سایر منابع انرژی برای تأمین پایدار دارد. برخی از اثرات نامطلوب زیست‌محیطی نیز وجود دارد، مانند آسیب به حیوانات و آلودگی آب در اثر استفاده از مبدل‌های حرارتی. با این حال، تحقیقات گسترده‌ای برای بهبود راندمان، کاهش هزینه‌ها و کاهش اثرات منفی در حال انجام است تا انرژی خورشیدی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر در آینده نقش پررنگ‌تری ایفا کند.

انرژی باد

انرژی باد، به‌ویژه از طریق تأسیسات خشکی، به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر شناخته می‌شود. این انتخاب به دلیل بلوغ فنی پیشرفته‌تر آن نسبت به سایر منابع تجدیدپذیر و همچنین دسترسی گسترده به منابع بادی است. این عوامل به طور قاطعانه از توسعه سریع انرژی باد حمایت می‌کنند. علاوه بر این، این رویکرد با تعهدات پروتکل کیوتو در اروپا همسو است که بر مسئولیت کشورهای صنعتی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد (Poulopoulos 2016). فناوری توربین‌های بادی با طراحی‌های خاص و الزامات فنی منحصر به فرد، پتانسیل نظری بین ۲۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ تراوات‌ساعت در سال را دارد که بسیار بیشتر از مصرف جهانی برق فعلی (حدود ۱۵۰۰۰ تراوات‌ساعت در سال) است (Henderson et al. 2002).



رشد انرژی باد در مقایسه با سایر منابع تجدیدپذیر و غیرقابل تجدید، به جز انرژی آبی، بسیار سریع تر است. این رشد به دلیل تفاوت در روش های تحقیق و توسعه و همچنین دسترسی گسترده به منابع بادی است. برآوردها نشان می دهند که پتانسیل انرژی بادی دریایی در سراسر جهان حدود ۳۷۰۰۰ تراوات ساعت است. انرژی باد از نظر مقرون به صرفه بودن و بلوغ فنی نسبت به سایر فناوری های سبز مانند انرژی خورشیدی، موجی و جریانی برتری دارد. این فناوری از دیرباز در فعالیت هایی مانند قایقرانی، آبیاری و آسیاب ها استفاده می شده است (Breeze 2007). همچنین، هزینه تولید انرژی بادی خشکی و دریایی به طور قابل توجهی کمتر از سایر منابع انرژی است و انتظار می رود با پیشرفت فناوری، این هزینه ها کاهش بیشتری یابد.

با این حال، انرژی باد چالش هایی نیز دارد. در گذشته، برخورد پرندگان با پره های توربین ها یک مشکل زیست محیطی بود، اما با پیشرفت فناوری و روش های نظارتی، این برخوردها به طور چشمگیری کاهش یافته است. همچنین، اگرچه انرژی باد به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای کمک می کند، اما تولید سیمان و فولاد برای ساخت پایه های توربین ها همچنان مقداری گاز گلخانه ای منتشر می کند (Wang and Wang 2015). با این وجود، انرژی باد به عنوان یکی از پاک ترین اشکال انرژی تجدیدپذیر شناخته می شود و با رعایت قوانین و مقررات، می تواند نقش مهمی در کاهش تغییرات آب و هوایی ایفا کند.

انرژی آبی

از دوران امپراتوری روم، آب به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. انرژی آبی در مخازن و مناطقی تولید می شود که آب از ارتفاع یا در امتداد خطوط ساحلی با نوسانات جزر و مدی قابل توجه جریان می یابد. این مخازن که قادر به ذخیره حدود ۶۰۰۰ کیلومتر مکعب آب هستند، نزدیک به ۵۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع از سطح زمین را پوشش می دهند. توزیع آب شیرین در این مخازن تغییرات کوچک اما قابل توجهی در سراسر جهان ایجاد کرده است. با ظرفیت نصب شده ۶۴۰۰۰۰ مگاوات (معادل ۲۶ درصد از پتانسیل نظری)، انرژی آبی حدود ۲۰ درصد از برق جهان را تأمین می کند و سالانه نزدیک به ۲۳۸۰ تراوات ساعت انرژی تولید می کند (Demirbas 2005). به عنوان مثال، در نروژ بیش از ۹۹ درصد و در نیوزلند ۷۵ درصد از برق از این منبع تأمین می شود. انرژی آبی بیش از ۹۷ درصد از برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر را تشکیل می دهد، در حالی که کمتر از ۳ درصد از منابعی مانند خورشید، زمین گرمایی، زیست توده و باد تأمین می شود (Bakis 2007).

مزایای اصلی انرژی آبی شامل پاک بودن آن (بدون نیاز به سوخت سوزی)، استفاده از آب بدون آلودگی و پایداری آن به دلیل پرشدن مخازن توسط باران است (Bakis 2007). در مقابل، نیروگاه های مبتنی بر سوخت های فسیلی معایب قابل توجهی دارند: مصرف منابع طبیعی گران بها، تولید آلودگی زیاد، نیاز به حفاری و استخراج زغال سنگ، نفت و گاز، و همچنین چالش های دفع زباله های هسته ای. این عوامل باعث شده اند انرژی آبی به عنوان یکی از مهم ترین و پایدارترین منابع انرژی تجدیدپذیر در جهان شناخته شود (Perera 2017).

انرژی زمین گرمایی

انرژی زمین گرمایی به عنوان انرژی ذخیره شده در قالب گرما در اعماق زمین شناخته می شود که منشأ آن به ساختار داخلی سیاره ما بازمی گردد. با این حال، این انرژی به صورت نابرابر توزیع شده، به ندرت متمرکز است و اغلب در اعماق زمین یافت می شود که این موضوع استفاده صنعتی از آن را با محدودیت مواجه می کند. گرا دیان زمین گرمایی، که به طور میانگین ۳۰ درجه سانتیگراد به ازای هر کیلومتر عمق افزایش می یابد، نشان دهنده این است که هر چه به اعماق زمین نزدیک تر شویم، دما بالاتر می رود. پوسته زمین حاوی مقادیر قابل توجهی گرما تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد (۱۳۰۰ درجه فارنهایت) است که توسط انرژی زمین گرمایی زیر سطح ذخیره شده است. کلید بهره برداری از این گرما، انتقال آن



توسط یک حامل به سطوح قابل دسترس زیرزمینی است. این فرایندها اساس تشکیل بیشتر میدان‌های زمین‌گرمایی را تشکیل می‌دهند (Barbier 2002).

با توجه به شرایط هیدروژئولوژیکی، می‌توان بخار فوق‌داغ، بخار مخلوط با آب، یا آب گرم را برای مصارف صنعتی تولید کرد. ژئوترمو مترها برای اندازه‌گیری دمای چاه‌های زمین‌گرمایی استفاده می‌شوند. فرآیند اکتشاف و بررسی شامل روش‌های مختلفی مانند بررسی‌های لرزه‌ای، گرانشی، مغناطیسی، مقاومت الکتریکی، الکترومغناطیسی و اندازه‌گیری حرارتی است. چاه‌های اکتشاف‌شده بر اساس دمای مایع موجود در آن‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: چاه‌های با دمای بالا (بیش از ۱۵۰ درجه سانتیگراد) و چاه‌های با دمای پایین (کمتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد) (Barbier 2002). انرژی زمین‌گرمایی علاوه بر تولید مستقیم برق، در کاربردهای متنوع دیگری نیز استفاده می‌شود. برخی از این کاربردها شامل پمپ‌های حرارتی زمین‌گرمایی، گرمایش فضا، گرمایش گلخانه‌ها، گرمایش حوضچه‌های آبی‌پروری، خشک‌کردن محصولات کشاورزی، مصارف صنعتی، حمام و شنا، ذوب برف و سرمايش، و برخی اهداف متفرقه دیگر است (Lund and Toth 2021).

در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشید، باد و انرژی آبی، انرژی زمین‌گرمایی مزایا و معایب خاص خود را دارد. یکی از مهم‌ترین مزایای آن، قابلیت اطمینان بالا است. همچنین، راندمان انرژی زمین‌گرمایی در مقایسه با انرژی خورشیدی و بادی بیشتر است. مطالعات نشان می‌دهند که نیروگاه‌های زمین‌گرمایی دارای ضریب ظرفیت ۷۰ تا ۸۰ درصد هستند، در حالی که این رقم برای نیروگاه‌های بادی و خورشیدی بین ۱۶ تا ۳۰ درصد است (Kulasekara and Seynulabdeen 2019). با این حال، یکی از معایب اصلی انرژی زمین‌گرمایی، محدودیت جغرافیایی برای احداث چاه‌های زمین‌گرمایی است. علاوه بر این، بهره‌برداری از این انرژی هزینه‌بر بوده و احداث چاه‌ها و نیروگاه‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجهی است. همچنین، حفاری چاه‌های زمین‌گرمایی ممکن است باعث جابجایی صفحات تکتونیکی و در نتیجه ناپایداری سطح زمین شود (Lund and Toth 2021).

انرژی زیست توده (بیوماس)

کاهش منابع طبیعی و تخریب محیط‌زیست، وابستگی تمدن‌های مدرن به سوخت‌های فسیلی را با چالش‌های جدی مواجه کرده است (Rawindran et al. 2022). در این شرایط، انرژی زیست‌توده می‌تواند به عنوان یک منبع جایگزین برای سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته شود. این موضوع در جامعه انرژی‌های تجدیدپذیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است. انرژی زیست‌توده از منابع مختلفی مانند ضایعات جامد، فاضلاب انسانی، پسماندهای فرآوری مواد غذایی، محصولات انرژی‌زا، بقایای جنگل‌ها، الوار و محصولات زراعی به دست می‌آید (Dogan and Inglesi-Lotz 2017). سوخت‌های زیستی به سه نسل مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند: نسل اول، نسل دوم و نسل سوم (Datta et al. 2019). لجن فاضلاب یکی از مشکلات بزرگ زیست‌محیطی است که جامعه با آن مواجه است. با افزایش شهرنشینی و رشد سریع جمعیت، حجم لجن فاضلاب تولیدی هر سال به طور چشمگیری در حال افزایش است (Liew et al. 2023). به عنوان مثال، تنها ۵۰ درصد از لجن تولیدی در ۵۴۷۶ تأسیسات تصفیه فاضلاب چین، که سالانه حدود ۳۹/۰۴ میلیون تن لجن تولید می‌کنند، تصفیه می‌شود (Wei et al. 2020). برای مقابله با این چالش، در سال‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای انجام شده و روش‌های مختلفی برای مدیریت لجن فاضلاب ارائه شده است. به عنوان مثال، C.S. Liew و همکاران (۲۰۲۳) یک فرآیند نوآورانه را معرفی کرده‌اند که در آن لجن فاضلاب پیش‌تصفیه‌شده حرارتی در دمای پایین، به عنوان غذای لاروهای مگس سرباز سیاه (*Hermetia illucens*) استفاده می‌شود تا بیودیزل و سوخت‌های زیستی تولید شود. علاوه بر این، آنها از تخمیر قارچی هسته خرما با کمک مگس سرباز سیاه برای تولید پروتئین و بیودیزل استفاده کرده‌اند. این تحقیقات پیشگامانه و نوآورانه در حوزه انرژی زیست‌توده، استفاده از این منبع انرژی را به عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی توجیه‌پذیر می‌کند.



چالش ها و تاثیرات انرژی های تجدیدپذیر

انرژی: آب و هوا و محیط زیست

تغییر آب و هوا

دستیابی به آینده ای کم کربن مستلزم توسعه گسترده انرژی های تجدیدپذیر است. برای محدود کردن افزایش دمای زمین به ۲ درجه سانتیگراد، سهم این انرژی ها باید تا سال ۲۰۵۰ در مصرف نهایی از ۱۹٪ به ۶۵٪ و در تولید برق از ۲۵٪ به بیش از ۸۵٪ افزایش یابد (IRENA 2019). با این حال، تغییرات اقلیمی می توانند بر قابلیت اطمینان و عملکرد منابع تجدیدپذیر تأثیر منفی بگذارند (Cronin et al. 2018). در حالی که در گذشته تأثیرات اقلیم بر تقاضای انرژی بررسی می شد، امروزه تحقیقات بیشتری بر عرضه انرژی و زیرساخت هایی مانند خطوط انتقال متمرکز شده اند. از آنجاکه منابع تجدیدپذیر وابسته به عوامل اقلیمی هستند، تغییرات آب و هوایی می توانند بر تولید برق، به ویژه در نیروگاه های برق آبی و سیستم های وابسته به آب، اثرگذار باشند (Byers et al. 2016).

اثرات زیست محیطی

انرژی های تجدیدپذیر به رغم مزایای زیست محیطی، همچنان اثرات منفی دارند. انرژی خورشیدی با سهم بالای ۹۸ گیگاوات در سال ۲۰۱۷، چالش هایی مانند مصرف بالای آب، آلودگی هوا، تغییرات زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه ای دارد. نیروگاه های خورشیدی CSP به مقدار زیادی آب نیاز دارند و اثرات منفی بر خاک، پوشش گیاهی و حیات وحش می گذارند. انرژی باد با اثرات زیست محیطی کمتر، مشکلاتی نظیر آلودگی صوتی، تأثیرات بصری، تداخل الکترومغناطیسی و خطر برای پرندگان و خفاش ها دارد (Sayed et al. 2021). چرخش توربین ها صدای ناخوشایندی تولید کرده و بر سیگنال های رادیویی تأثیر می گذارد. انرژی آبی باعث تغییر مسیر رودخانه ها، جابجایی انسان ها و حیوانات، کاهش کیفیت آب و افزایش تنش های سیاسی بر سر منابع مشترک می شود. سدسازی موجب نابودی جنگل ها و اختلال در اکوسیستم های آبی و خاکی شده و در برخی موارد به منازعات بین المللی منجر می شود (Osman et al. 2022). انرژی زمین گرمایی اثراتی نظیر نیاز بالا به آب، زباله های جامد، آلودگی صوتی و بوی بد دارد. استخراج این انرژی منجر به شکستگی سنگ ها، نشت مواد شیمیایی و آسیب به محیط زیست می شود (Rabaia et al. 2021). در حوزه انرژی زیستی، افزایش تولید سوخت های زیستی ممکن است منجر به تخریب زمین های زراعی، کاهش منابع آبی و افزایش انتشار CO₂ شود. تغییر از محصولات زراعی به بیوانرژی، بسته به نوع محصول و شیوه کشت، می تواند اثرات متفاوتی بر انتشار گازهای گلخانه ای داشته باشد (Adedeji et al. 2023).

تاثیر انرژی های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی

رابطه بین انرژی های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی پیچیده بوده و به شرایط کشور، سیاست گذاری و مرحله توسعه بستگی دارد. در حالی که این انرژی ها می توانند رشد اقتصادی را تقویت کنند، میزان تأثیر آن ها متغیر است. بسیاری از کشورها به دلیل انتشار کم گازهای گلخانه ای، به توسعه این منابع روی آورده اند. حمایت های دولتی مانند کمک های مالی و تخفیف های مالیاتی، محرک اصلی رشد انرژی های تجدیدپذیر بوده اند (Bhattacharya et al. 2016). بر اساس گزارش REN21، چین بیشترین سرمایه گذاری را در این حوزه دارد و پس از آن آمریکا، ژاپن، بریتانیا و آلمان قرار دارند. رتبه بندی سرانه تولید انرژی های تجدیدپذیر به شرح زیر است:

- انرژی آبی: چین، برزیل، کانادا، آمریکا، روسیه
- خورشیدی (PV): آلمان، ایتالیا، بلژیک، یونان، جمهوری چک
- بادی: دانمارک، سوئد، آلمان، اسپانیا، ایرلند



• زمین گرمایی: ایسلند، نیوزیلند، مجارستان، ترکیه، ژاپن.

تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی در کشورهایی مانند هند، چین، روسیه و آلمان متفاوت است و به سیاست‌ها، ترکیب انرژی و ساختار اقتصادی آن‌ها بستگی دارد. در مجموع، این انرژی‌ها با کاهش انتشار کربن، افزایش امنیت انرژی و ایجاد اشتغال در بخش انرژی سبز، به توسعه پایدار کمک می‌کنند، اما تأثیر آن در هر کشور متفاوت است.

پیشرفت‌های اخیر

انرژی‌های تجدیدپذیر طیف وسیعی از فناوری‌های نوآورانه را شامل می‌شوند که می‌توانند اقتصاد را متحول کنند:

- **نیروگاه‌های خورشیدی شناور:** این فناوری در دریاچه‌ها و مخازن مستقر شده و به‌ویژه برای کشورهایی مانند هند که منابع آبی گسترده دارند، سودمند است. اولین نیروگاه هند در ۲۰۱۴ ساخته شد و به کاهش مصرف آب و انتشار دی‌اکسید کربن کمک می‌کند (Mittal et al. 2017).

- **پنجره‌های خورشیدی:** این فناوری فتوولتائیک (BIPV) با تولید برق از نور خورشید، نیاز به پنل‌های خورشیدی جداگانه را کاهش داده و امکان عبور نور طبیعی را فراهم می‌کند (Ravula and Bollapragada 2020).

- **توربین‌های بادی فراساحلی:** این توربین‌ها در کف اقیانوس مستقر شده و برق بیشتری نسبت به توربین‌های خشکی تولید می‌کنند. پروژه‌هایی مانند Hornsea Two در بریتانیا، ظرفیت ۱,۳ گیگاواتی دارند (Khare et al. 2020).

- **ساختمان‌های کم‌مصرف:** ترکیب انرژی‌های تجدیدپذیر مانند پنل‌های خورشیدی و پمپ‌های حرارتی با طراحی کارآمد، مصرف انرژی را به حداقل می‌رساند. در هند، ساختمان‌ها دومین مصرف‌کننده انرژی پس از صنعت هستند (Gupta and Chakraborty 2021).

- **شبکه‌های هوشمند:** این سیستم‌ها با ادغام انرژی‌های تجدیدپذیر، ذخیره‌سازی و کنترل هوشمند، مصرف برق را بهینه کرده و قابلیت اطمینان شبکه را افزایش می‌دهند (Moslehi and Kumar 2010). این پیشرفت‌ها مسیر توسعه پایدار را هموار کرده، اما نیازمند سرمایه‌گذاری و تحقیقات بیشتر برای ادغام مؤثر در سیستم‌های انرژی جهانی هستند.

فرصت‌ها و چشم‌اندازها

انرژی‌های تجدیدپذیر فرصت‌های مهمی برای کاهش آلودگی و مقابله با تغییرات اقلیمی ارائه می‌دهند. فناوری‌های نوظهوری مانند فتوولتائیک خورشیدی متمرکز (CSP)، انرژی زمین‌گرمایی پیشرفته (EGE)، باد و آب در این مسیر نقش اساسی دارند.

خورشیدی: فناوری‌هایی مانند DSSC و CSP بازده بالاتری داشته و هزینه تولید را کاهش داده‌اند CSP. با پیشرفت‌های اخیر، به یکی از مقرون‌به‌صرفه‌ترین منابع انرژی خورشیدی تبدیل شده است.

بادی: توربین‌های بادی مدرن با ظرفیت ۳ مگاوات و فناوری‌های جدید ژنراتورها، بهره‌وری بیشتری ایجاد کرده و مستقیماً به شبکه برق متصل می‌شوند.

آبی: نیروگاه‌های آبی با استفاده از فشار آب، انرژی تولید کرده و می‌توانند به کاهش آلودگی کمک کنند. روش‌های جدید مانند سیستم‌های ذخیره انرژی هوای فشرده بهینه‌ترین گزینه‌ها برای ذخیره انرژی هستند.



زمین گرمایی: بهبود فناوری‌های حفاری و سیستم‌های هیبریدی خورشیدی-زمین گرمایی می‌تواند بهره‌وری این منبع را افزایش دهد. توسعه ابزارهای نظارت و کاهش هزینه‌های تولید، نقش کلیدی در گسترش این فناوری دارد. تحقق کامل این فرصت‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری، توسعه زیرساخت‌ها و همکاری‌های بین‌المللی است تا انرژی‌های تجدیدپذیر به راهکاری پایدار برای آینده تبدیل شوند.

نتیجه گیری

منابع انرژی تجدیدپذیر به بخش مهمی از تلاش‌های جهانی برای توسعه پایدار تبدیل شده‌اند. این مطالعه به بررسی اثرات زیست‌محیطی فناوری‌های مختلف انرژی تجدیدپذیر پرداخته و نقش آن‌ها را در ایجاد آینده‌ای پایدارتر تحلیل می‌کند. در این راستا، مزایا و چالش‌های این منابع ارزیابی شده و نقش آن‌ها در کاهش تغییرات اقلیمی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین، پیشنهاد‌های سیاستی و اولویت‌های تحقیقاتی برای بهینه‌سازی اثرات زیست‌محیطی این فناوری‌ها ارائه می‌شود.

گذار جهانی به انرژی‌های تجدیدپذیر برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و دستیابی به توسعه پایدار ضروری است. این بررسی، تأثیرات زیست‌محیطی فناوری‌های انرژی بادی، خورشیدی، آبی، زمین گرمایی و زیست‌توده را مورد مطالعه قرار داده و پتانسیل آن‌ها را برای آینده‌ای پایدار ارزیابی می‌کند. انرژی بادی با رشد سریع و انتشار کم، یکی از مهم‌ترین منابع انرژی پاک است، اما نگرانی‌هایی مانند اشغال زمین، سر و صدا و تأثیر بر حیات وحش دارد که می‌توان با پیشرفت فناوری و انتخاب بهینه محل نصب، آن‌ها را کاهش داد. انرژی خورشیدی، با وجود مزایای گسترده، نیازمند فرآیندهای تولید پرمصرف و مدیریت مناسب پسماند پنل‌های فتوولتائیک است که توسعه روش‌های بازیافت و تولید پایدار می‌تواند این چالش‌ها را برطرف کند. انرژی آبی، اگرچه یکی از منابع پایدار است، اما احداث سدها می‌تواند اکوسیستم‌ها را دگرگون کرده و منابع آبی را تحت تأثیر قرار دهد. برنامه‌ریزی دقیق، نردبان‌های ماهی و بازسازی زیستگاه‌ها از جمله اقداماتی هستند که به کاهش این اثرات کمک می‌کنند. استفاده از پروژه‌های کوچک برق آبی نیز می‌تواند راهکاری کم‌تأثیرتر برای محیط زیست باشد. در مقایسه با سایر انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی زمین گرمایی اثرات زیست‌محیطی کمتری دارد، اما حفاری چاه‌ها و مدیریت گازهای حاصل از آن چالش‌هایی را به همراه دارد که با بهبود فناوری‌های حفاری و مدیریت مناسب گاز، می‌توان آن‌ها را کنترل کرد. انرژی زیست‌توده می‌تواند به عنوان منبعی کربن خنثی در نظر گرفته شود، اما پایداری آن وابسته به انتخاب مناسب منابع اولیه و مدیریت مسئولانه زمین است. نابودی جنگل‌ها برای تولید سوخت زیستی، تهدیدی جدی برای تنوع زیستی محسوب می‌شود و توسعه فناوری‌های تبدیل کارآمد و پایدار ضروری است.

فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، بهبود کیفیت هوا و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، نقش کلیدی در حفظ محیط زیست دارند. با این حال، چالش‌هایی مانند متناوب بودن منابع، نیاز به ذخیره‌سازی انرژی و محدودیت‌های زیرساختی، نیازمند نوآوری‌های فناورانه و سیاست‌گذاری‌های مؤثر هستند. برای دستیابی به تعادلی مناسب بین حفاظت از محیط زیست و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، سیاست‌گذاری هوشمندانه و مقررات دقیق ضروری است. دولت‌ها باید با حمایت از تحقیقات، توسعه فناوری و تشویق همکاری‌های دولتی و خصوصی، استفاده پایدار از این منابع را تضمین کنند. برای حرکت به سوی آینده‌ای پایدار، بهبود روش‌های ذخیره‌سازی انرژی، انتخاب مکان‌های مناسب برای پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر و توسعه سیاست‌های حمایتی اهمیت ویژه‌ای دارد. قیمت‌گذاری کربن و تعیین اهداف مشخص برای گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله راهکارهایی است که می‌تواند به موفقیت این گذار کمک کند. در نهایت، نوآوری‌های مستمر، همکاری‌های بین‌المللی و اقدامات مسئولانه، کلید بهینه‌سازی عملکرد زیست‌محیطی انرژی‌های تجدیدپذیر و دستیابی به آینده‌ای پایدارتر خواهند بود.



منابع

- Adedeji I, Deveci G, Salman H, Abiola I (2023) The benefits of solar energy on the provision of sustainable affordable housing in Nigeria. *J Power Energy Eng* 11:1–15. <https://doi.org/10.4236/jpee.2023.116001>
- Bakis R (2007) The current status and future opportunities of hydroelectricity. *Energy Sour Part B* 2:259–266. <https://doi.org/10.1080/15567240500402958>
- Barbier E (2002) Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renew Sustain Energy Rev* 6(1–2):3–65. [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00002-3](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00002-3)
- Ba-Shammak M, Caruso H, Elkamel A, Croiset E, Douglas PL (2008) Analysis and optimization of carbon dioxide emission mitigation options in the cement industry. *Am J Environ Sci* 4:482–490
- Bhattacharya M, Paramati SR, Ozturk I, Bhattacharya S (2016) The effect of renewable energy consumption on economic growth: evidence from top 38 countries. *Appl Energy* 162:733–741. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>
- Breeze P (2007) The future of clean coal. The impact of new technologies and legislation on the economics of coal-fired power generation, UK
- Byers EA, Hall JW, Amezcaga JM, O'Donnell GM, Leathard A (2016) Water and climate risks to power generation with carbon capture and storage. *Environ Res Lett* 11:024011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/2/024011>
- Ciarreta A, Espinosa MP, Pizarro-Irizar C (2014) Is green energy expensive? Empirical evidence from the Spanish electricity market. *Energy Policy* 69:205–215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.02.025>
- Cronin J, Anandarajah G, Dessens O (2018) Climate change impacts on the energy system: a review of trends and gaps. *Clim Change* 151:79–93. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2265-4>
- Datta A, Hossain A, Roy S (2019) An overview on biofuels and their advantages and disadvantages. *Asian J Chem* 31:1851–1858. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2019.22098>
- Datta S, Mitra M, Roy S (2023) Morphological tuning and defectfree lead halide perovskite by surface passivation for solar cell fabrication. *Ionics*
- Demirbas A (2005) Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion-related environmental issues. *Prog Energy Combust Sci* 31:171–192. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2005.02.002>
- Dogan E, Inglesi-Lotz R (2017) Analyzing the effects of real income and biomass energy consumption on carbon dioxide (CO₂) emissions: empirical evidence from the panel of biomass-consuming countries. *Energy* 138:721–727. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2017.07.136>
- Gupta J, Chakraborty M (2021) Energy efficiency in buildings. In: *Sustainable fuel technologies handbook*. Elsevier, San Diego, CA, pp 457–480
- Henderson AR, Leutz R, Fujii T (2002) Potential for Floating Offshore Wind Energy in Japanese Waters. In: *Proceedings of the twelfth international offshore and polar engineering conference: Kitakyushu, Japan, 2002, May 26–31*, pp 505–512
- Hernandez RR, Easter SB, Murphy-Mariscal ML, Maestre FT, Tavassoli M, Allen EB et al (2014) "Environmental impacts of utility- scale solar energy. *Renew Sustain Energy Rev* 29:766–779. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.041>
- Iannuzzi M, Frankel GS (2022) "The carbon footprint of steel corrosion. *Npj Mater Degrad* 6:101



- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2022) Renewable capacity statistics 2022. IRENA. [https:// www. irena. org/ public catio ns/ 2022/ Apr/ Renew able- Capac ity- Stati stics- 2022](https://www.irena.org/publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022)
- Khare V, Nema S, Baredar P (2020) Fundamental and principles of the ocean energy system. In: Ocean energy modeling and simulation with big data. Elsevier, Oxford, pp 1–48
- Kulasekara H, Seynulabdeen V (2019) A review of geothermal energy for future power generation. In: 2019 5th international conference on advances in electrical engineering (ICAEE). IEEE, pp 223–228
- Liew CS, Mong GR, Lim JW, Raksasat R, Rawindran H, Hassan MA, Lam MK, Khoo KS, Zango ZU (2023) Low-temperature thermal pre-treated sewage sludge for feeding of black soldier fly (*Hermetia illucens*) Larvae: protein, lipid, and biodiesel profile and characterization. *Renew Sustain Energy Rev* 178:113241. [https://doi. org/ 10. 1016/j. rser. 2023. 113241](https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113241)
- Logan BE, Rossi R, Baek G, Shi L, O'Connor J, Peng W (2020) Energy use for electricity generation requires an assessment more directly relevant to climate change. *ACS Energy Lett* 5:3514–3517
- Lund JW, Toth AN (2021) Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review. *Geothermics* 90:101915. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. geoth ermics. 2020. 101915](https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101915)
- Mittal D, Saxena BK, Rao KVS (2017) Floating solar photovoltaic systems: an overview and their feasibility at Kota in Rajasthan. In: 2017 international conference on circuit, power and computing technologies (ICCPCT). [https:// doi. org/ 10. 1109/ iccpct. 2017. 80741 82](https://doi.org/10.1109/iccpct.2017.8074182)
- Moslehi K, Kumar R (2010) A reliability perspective of the smart grid. *IEEE Trans Smart Grid* 1:57–64. [https:// doi. org/ 10. 1109/tsg. 2010. 20463 46](https://doi.org/10.1109/tsg.2010.2046346)
- Osman AI, Mehta N, Elgarahy AM, Hefny M, Al-Hinai A, Al-Muhtaseb AH, Rooney DW (2022) Hydrogen production, storage, utilisation and environmental impacts: a review. *Environ Chem Lett* 20:2213–2213
- Panwar NL, Kaushik SC, Kothari S (2011) Role of renewable energy sources in environmental protection: a review. *Renew Sustain Energy Rev* 15:1513–1524
- Perera F (2017) Pollution from fossil-fuel combustion is the leading environmental threat to global pediatric health and equity: solutions exist. *Int J Environ Res Public Health* 15:16. [https://doi. org/ 10. 3390/ ijerp h1501 0016](https://doi.org/10.3390/ijerph15010016)
- Pouloupoulos SG (2016) Atmospheric environment. *Environment and development*, pp 45–136
- Rabaia MKH, Abdelkareem MA, Sayed ET, Elsaid K, Chae K-J, Wilberforce T, Olabi AG (2021) Environmental impacts of solar energy systems: a review. *Sci Total Environ* 754:141989. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. scito tenv. 2020. 141989](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141989)
- Ravula H, Bollapragada S (2020) Solar window as an energy source: a patent study. In: 2020 IEEE international power and renewable energy conference. IEEE
- Rawindran H, Lim JW, Raksasat R, Liew CS, Sahrin NT, Leong WH, Kiatkittipong W, Abdelfattah EA, Lam MK, Goh PS et al (2022) pH spurring microalgal cells to subsist onto palm kernel expeller for growing into biodiesel feedstock. *Sustain Energy Technol Assess* 53:102672. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. seta. 2022. 102672](https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102672)
- Sayed ET, Wilberforce T, Elsaid K, Rabaia MKH, Abdelkareem MA, Chae K-J, Olabi AG (2021) A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal. *Sci Total Environ* 766:144505. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. scito tenv. 2020. 144505](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144505)
- Vo DH, Vo AT (2021) Renewable energy and population growth for sustainable development in the Southeast Asian countries. *Energy Sustain Soc* 11:1–15
- Wang S, Wang S (2015) Impacts of wind energy on environment: a review. *Renew Sustain Energy Rev* 49(2015):437–443. [https://doi. org/ 10. 1016/j. rser. 2015. 04. 137](https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.137)



- Wei L, Zhu F, Li Q, Xue C, Xia X, Yu H, Zhao Q, Jiang J, Bai S (2020) Development, current state and future trends of sludge management in china: based on exploratory data and CO2-equivalent emissions analysis. Environ Int 144:106093. [https:// doi. org/ 10. 1016/J. ENVINT. 2020. 106093](https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2020.106093)
- Weinstein LA, Loomis J, Bhatia B, Bierman DM, Wang EN, Chen G (2015) Concentrating solar power. Chem Rev 115:12797– 12838. [https:// doi. org/ 10. 1021/ acs. chemr ev. 5b003 97](https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00397)



نوع پذیرش مقاله: پوستر

آموزش محیط زیست: کلید مقابله با خطرات ناشی از قطع درختان و تخریب فضاهای سبز و جنگل‌ها

صفورا بزی

استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: safura.bazzi@yahoo.com

چکیده

اکوسیستم‌های جنگلی و فضاهای سبز برای تعادل اکولوژیکی و رفاه بشر ضروری‌اند و خدماتی ارزشمند ارائه می‌کنند. متأسفانه، فعالیت‌های انسانی منجر به جنگل‌زدایی و آسیب به تنوع زیستی، امنیت غذایی و اقلیم شده است. این پژوهش بر اهمیت آموزش محیط زیست در مقابله با این خطرات تمرکز دارد. با بررسی بسترهای مختلف آموزش محیط زیست شامل پلتفرم‌های دیجیتال و آموزش‌های STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)، بر نقش کلیدی آن در افزایش آگاهی زیست‌محیطی، پرورش شهروندان مسئول و اتخاذ رویه‌های پایدار جهت حفظ سلامت زمین تأکید می‌گردد. هدف، توانمندسازی برای تصمیم‌گیری‌های آگاهانه به نفع محیط زیست است.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم‌های جنگلی، جنگل‌زدایی، بسترهای آموزش محیط زیست.

مقدمه

اکوسیستم‌های جنگلی و فضاهای سبز برای حفظ تعادل اکولوژیکی و پشتیبانی از زندگی انسان حیاتی هستند. آنها خدمات ضروری مانند ترسیب کربن را فراهم می‌کنند که با جذب گازهای گلخانه‌ای، اثرات تغییرات آب و هوایی را کاهش می‌دهد. جنگل‌ها همچنین نقش مهمی در تنظیم چرخه آب، جلوگیری از فرسایش خاک و حفظ حاصلخیزی خاک دارند که برای کشاورزی و تولید غذا ضروری است. علاوه بر این، این اکوسیستم‌ها طیف گسترده‌ای از تنوع زیستی را در خود جای داده‌اند و زیستگاه بسیاری از گونه‌ها هستند که بسیاری از آنها بومی بوده و به تاب‌آوری اکوسیستم‌ها در برابر اختلالات کمک می‌کنند. ارزش اقتصادی به دست آمده از جنگل‌ها شامل منابعی مانند چوب، گیاهان دارویی و فرصت‌های تفریحی است که همگی رفاه انسان را افزایش داده و به اقتصادهای محلی کمک می‌کنند (Dananjaya, 2017, Agele, S, 2010, Kuma, T, 2023). هدف اصلی این مقاله بررسی نقش و اهمیت آموزش محیط زیست در پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از قطع درختان و تخریب فضاهای سبز و جنگل‌هاست.

روش کار

هدف این پژوهش بررسی نقش و اهمیت آموزش محیط زیست در کاهش خطرات ناشی از تخریب فضاهای سبز و جنگل‌هاست. ضمن اینکه به معرفی بسترهای آموزش مسائل مختلف محیط زیستی می‌پردازد. اطلاعات این پژوهش از چندین مقاله معتبر علمی نوشته شده در سالهای اخیر جمع‌آوری شده است.



جنگل زدایی و تخریب جنگل ها و فضاها سبز

جنگل زدایی چالش مهم جهانی است که عمدتاً توسط فعالیت های انسانی مانند توسعه کشاورزی، توسعه شهری و صنعتی سازی ایجاد می شود. این تخریب گسترده جنگل ها نه تنها تنوع زیستی را تهدید می کند، بلکه با رهاسازی کربن ذخیره شده در جو، تغییرات آب و هوایی را تشدید می کند. از بین رفتن پوشش جنگلی منجر به قطعه قطعه شدن زیستگاه ها می شود که می تواند به انقراض گونه های آسیب پذیر منجر شده و فرایندهای اکولوژیکی را مختل کند. علاوه بر این، جنگل زدایی با از بین رفتن ریشه های درختان که خاک را تثبیت می کنند، به تخریب خاک و افزایش سیل کمک می کند. فوریت پرداختن به جنگل زدایی با پیامدهای عمیق آن بر امنیت غذایی تاکید می شود، زیرا ظرفیت زمین را برای تولید غذا کاهش می دهد و معیشت پایدار را ضعیف می کند (Albert, J. S., 2023, Bas, T. G2024).

پیامدهای تخریب اکوسیستم های جنگلی

تخریب اکوسیستم های جنگلی پیامدهای گسترده ای دارد که فراتر از تأثیرات فوری زیست محیطی است. تغییرات آب و هوایی با جنگل زدایی تشدید می شود، زیرا جنگل ها به عنوان مخازن کربن عمل می کنند؛ تخریب آنها منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه ای می شود. از بین رفتن تنوع زیستی یکی دیگر از پیامدهای بحرانی است و گونه هایی را که برای بقا به زیستگاه های جنگلی وابسته هستند، در معرض خطر قرار می دهد. تخریب همچنین به دلیل افزایش ذرات معلق و از دست دادن پوشش گیاهی، منجر به آلودگی هوا می شود. علاوه بر این، بدون پوشش درختی، فرسایش خاک بیشتر می شود که منجر به کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش رسوب در آبراه ها می گردد. این فرسایش می تواند وقوع سیل را تشدید کند و به زیرساخت ها و اکوسیستم ها آسیب برساند. در نهایت، تخریب اکوسیستم های جنگلی تهدیدهای جدی برای امنیت غذایی ایجاد می کند، زیرا تولید کشاورزی و سلامت جوامع محلی را تضعیف می کند (Cochard, R, 2011, John, I. G 2024).

معرفی آموزش محیط زیست به عنوان ابزاری حیاتی برای ایجاد تغییرات پایدار در رفتار افراد

آموزش محیط زیست راهبردی اساسی برای پرورش رفتار و نگرش پایدار نسبت به منابع طبیعی است. با بالا بردن آگاهی در مورد اهمیت تنوع زیستی و تأثیر فعالیت های انسانی بر اکوسیستم ها، ابتکارات آموزشی می توانند افراد را برای تصمیم گیری های آگاهانه به نفع محیط زیست توانمند کنند. برنامه های آموزش محیط زیست مؤثر می توانند شیوه های حفاظتی را ترویج کنند، مدیریت پایدار منابع را تشویق کنند و الهام بخش مشارکت جامعه در حفاظت از اکوسیستم های محلی باشند. این رویکرد آموزشی نه تنها درک از اصول اکولوژیکی را بهبود می بخشد، بلکه حس مسئولیت پذیری را در بین افراد تقویت می کند و منجر به سبک های زندگی پایدارتر می شود که سلامت سیاره زمین را در اولویت قرار می دهد. (Oyediji, O. T., 2022).

بسترهای آموزش محیط زیست

پلتفرم های دیجیتال

پلتفرم های دیجیتال، به عنوان ابزارهای قدرتمندی در گسترش دسترسی به آموزش محیط زیست ظهور کرده اند. یک مطالعه کیفی که به بررسی ۲۸۳ ویدیو در یکی از این پلتفرم ها پرداخت، نشان داد که این منابع به طور موثری از آموزش الکترونیکی در بین دانشجویان دانشگاه پشتیبانی می کنند. یافته ها نشان می دهد که این پلتفرم ها نه تنها نیازهای متنوع نهادی را برآورده می کنند، بلکه دسترسی به محتوای آموزشی را نیز همه گیر می کنند، اگرچه همچنان نیاز مبرمی به بهبود دسترسی دیجیتال برای افراد دارای معلولیت وجود دارد (Brandão, E. K. S., 2021).



محیط‌های یادگیری نوآورانه

یک پژوهش نشان می‌دهد که چگونه محیط‌های یادگیری آنلاین می‌توانند با جوامع خاص، مانند مدارس روستایی و منطقه‌ای، متناسب شوند. در این ابتکار، دانشجومعلمان با مربیان باتجربه همکاری کردند تا فعالیت‌های آموزشی متمرکز بر تنوع زیستی محلی، از جمله شناسایی پرندگان و باغبانی مدرسه را توسعه و به اشتراک بگذارند. این رویکرد مبتنی بر مکان، خلاقیت را تقویت می‌کند و هم مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و هم سواد علمی را در بین شرکت کنندگان افزایش می‌دهد (Hickey, R., 2010).

داستان‌سرایی دیجیتال به عنوان یک ابزار آموزشی

استفاده از داستان‌سرایی دیجیتال به عنوان یک ابزار آموزشی موثر در افزایش آگاهی زیست محیطی و سواد علمی در بین دانش‌آموزان دبیرستانی شناسایی شده است. مطالعه‌ای با مشارکت ۱۵۳ دانش‌آموز که در فعالیت‌های داستان‌سرایی دیجیتال مرتبط با زباله‌های دریایی شرکت داشتند، نشان داد که چگونه یادگیری تجربی می‌تواند منجر به درک بهتر مسائل زیست محیطی شود. این روش نه تنها دستیابی به دانش را تسهیل می‌کند، بلکه نگرش‌های پایداری را نسبت به نگرانی‌های زیست‌محیطی فوری ترویج می‌کند. (Andriopoulou, A., 2022).

برقراری ارتباط بین علم شهروندی و آموزش محیط زیست

ادغام علم شهروندی با آموزش محیط زیست یک راه نوآورانه دیگر برای مشارکت دانش‌آموزان و جوامع ارائه می‌دهد. تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم‌های نظارت مبتنی بر جامعه می‌توانند با مشارکت دادن دانش‌آموزان در نظارت زیست محیطی دنیای واقعی، شیوه‌های آموزشی را بهبود بخشند. مربیان می‌توانند با طراحی مشترک سناریوهای آموزشی که علم شهروندی را در خود جای می‌دهند، سواد زیست محیطی، علمی و دیجیتالی را در بین دانش‌آموزان پرورش دهند و از این طریق به چالش‌های مهم پایداری رسیدگی کنند. (Daskolia, M., 2022).

یادگیری مسئله محور در آموزش STEM

نشان داده شده است که تمرکز بر یادگیری مسئله محور^۱ (PBL) در آموزش STEM، سواد زیست محیطی را در بین دانش‌آموزان ابتدایی بهبود می‌بخشد. دانش‌آموزان با ادغام PBL با برنامه‌های درسی STEM، در شناسایی مشکلات زیست محیطی، تولید راه حل‌ها و ایجاد محصولات ملموس شرکت می‌کنند. این رویکرد عملی نه تنها درک دانش‌آموزان از مسائل زیست محیطی را افزایش می‌دهد، بلکه نگرش‌های فعالانه‌ای نسبت به پایداری را نیز تقویت می‌کند. (Widowati, C., 2021).

نتیجه‌گیری و بحث

این پژوهش بر اهمیت آموزش محیط زیست در پیشگیری از تخریب جنگل‌ها و فضاهای سبز تاکید دارد. نتایج نشان می‌دهد که با بهره‌گیری از بسترهای متنوع آموزشی، از جمله ابزارهای دیجیتال و رویکردهای STEM، می‌توان سطح آگاهی عمومی را ارتقا داده و نسلی مسئولیت‌پذیر در قبال محیط زیست تربیت نمود. در نهایت، ترویج شیوه‌های پایدار و توانمندسازی افراد برای تصمیم‌گیری آگاهانه، نقش حیاتی در حفاظت از اکوسیستم‌های ارزشمند ما ایفا می‌کند. به طور

¹ Problem-Based Learning



خلاصه، ادغام پلتفرم ها و روش های آموزشی متنوع برای پیشبرد سواد زیست محیطی و پرورش نسلی مجهز برای مقابله با چالش های این عصر ضروری است.

منابع

- Agele, S. (2011). Biotic and abiotic constraints to revegetation and establishment of functional ecosystem in degraded lands in a tropical environment. *International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE)*, 1(1), 5-10.
- Albert, J. S., Carnaval, A. C., Flantua, S. G., Lohmann, L. G., Ribas, C. C., Riff, D., ... & Nobre, C. A. (2023). Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science*, 379(6630), eabo5003.
- Andriopoulou, A., Giakoumi, S., Kouvarda, T., Tsabaris, C., Pavlatou, E., & Scoullou, M. (2022). Digital storytelling as an educational tool for scientific, environmental and sustainable development literacy on marine litter in informal education environments (Case study: Hellenic Center for Marine Research). *Mediterranean Marine Science*, 23(2), 327-337.
- Bas, T. G., Sáez, M. L., & Sáez, N. (2024). Sustainable Development versus Extractivist Deforestation in Tropical, Subtropical, and Boreal Forest Ecosystems: Repercussions and Controversies about the Mother Tree and the Mycorrhizal Network Hypothesis. *Plants*, 13(9), 1231.
- Brandão, E. K. S., & de Souza, M. C. M. R. (2021). Environmental education and COVID-19: Learning, digital technology, and the use of YouTube as a teaching platform in pandemic. *International Journal Semiarid*, 4(4).
- Cochard, R. (2011). Consequences of deforestation and climate change on biodiversity. In *Land use, climate change and biodiversity modeling: perspectives and applications* (pp. 24-51). IGI Global.
- Dananjaya, K. A. J. (2017). Climate change impacts on biodiversity and ecosystems in Sri Lanka: a review. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*, 2(3), 2-22.. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.042>
- Daskolia M., Piera, J., & Soacha, K. (2022). Engaging teachers in the co-design of educational scenarios aiming to integrate citizen observatories technologies into school-based environmental education. In *EDULEARN22 Proceedings* (pp. 10008-10016). IATED.
- Hickey, R., & Whitehouse, H. (2010). Multiple literacies and environmental science education: information communication technologies in formal and informal learning environments. In *Multiple Literacy and Science Education: ICTs in Formal and Informal Learning Environments* (pp. 123-141). IGI Global.
- John, I. G., Chigbu, G., Osazuwa, O. M. C., & Oghogho, M. Y. (2024). LOSS OF BIODIVERSITY AND FOOD SECURITY IN NIGERIA. *The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research*, 6(09), 20-36.
- Kuma, T. (2023). Avifauna Loss Driven by Habitat Degradation in Ethiopia. In *International Journal of Zoology and Animal Biology* (Vol. 6, Issue 1, pp. 1-5). Medwin Publishers. <https://doi.org/10.23880/izab-16000435>
- Oyediji, O. T., & Adenika, O. A. (2022). Forest Degradation and Deforestation in Nigeria; Poverty Link. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 5(10), 2837-2844.
- Widowati, C., Purwanto, A., & Akbar, Z. (2021). Problem-based learning integration in STEM education to improve environmental literacy. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 8(7), 374-381.



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مروری بر کاربرد هوش مصنوعی در خودرو جهت بهبود عملکرد و آلودگی آن

محمدرضا آقاحسینی^۱، مهدی نیا جلیلی^{۲*}، سجاد کاس پور گردپشته^۳

۱. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

۲. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

Email: mniajalili@tvu.ac.ir

۳. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

چکیده

پیشرفت هوش مصنوعی توانسته است توسعه و استقرار وسایل نقلیه خودران در صنعت حمل و نقل را به سوی پیشرفت سوق دهد. در این راستا استفاده از هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی می تواند در کنترل مصرف سوخت و آلودگی نیز تاثیر گذار باشد. برای دستیابی به این مهم، دانستن عملکرد هوش مصنوعی در کنترل خودروهای خودران، بسیار حائز اهمیت است. تحقیقات موجود تلاش زیادی در بررسی جنبه های مختلف استفاده از هوش مصنوعی در توسعه خودروهای خودران انجام داده است. در این تحقیق با مروری بر پژوهش های جدید در خودرو، روندهای نوآوری خودرو مبتنی بر هوش مصنوعی را پیش بینی کرده و چالش های تکنولوژیکی و جهت گیری های تحقیقاتی را مورد بحث قرار می دهد. این بینش در مورد یافته های کلیدی، پیامدهای آینده صنعت خودرو، بهینه سازی مصرف انرژی خودروهای الکتریکی با هوش مصنوعی، افزایش ایمنی و غیره برای صنعت خودرو را ارائه می دهد. در حالت کلی می توان گفت با توسعه استفاده از هوش مصنوعی، کنترل خودروها بهتر انجام شده و می توان مصرف سوخت و آلودگی آن ها را بهتر کنترل نمود.

واژه های کلیدی: هوش مصنوعی، صنعت خودرو، مصرف انرژی، آلودگی.

مقدمه

تأثیرات پیاده سازی فناوری های مبتنی بر هوش مصنوعی بر مهارت های مورد نیاز در صنعت خودرو تأثیر قابل توجهی بر اتوماسیون فرآیندهای کسب و کار مرتبط با صنعت خودرو دارد و مستقیماً بر مهارت ها و وظایف کاری کارکنان تأثیر می گذارد (Crețu et al., 2024). در این پژوهش پیامدهای آینده صنعت خودرو، بهینه سازی مصرف انرژی خودروهای الکتریکی با هوش مصنوعی، استفاده از فناوری های مبتنی بر هوش مصنوعی و تأثیرات آن بر ایمنی سازی خودرو مورد بررسی قرار گرفته است. توجه به افزایش تدریجی پیچیدگی های طراحی، صنعت خودرو در معرض روندهای دائمی در حال تحول است که از معرفی محصولات تا به کارگیری پیشرفت های تکنولوژیکی در فرآیندهای توسعه و مهندسی متفاوت است. محصولات خودروی پایدار و همچنین به کارگیری پیشرفت های فناوری، ادغام رویکردهای هوش مصنوعی در ترکیب با محصولات مجازی در فرآیندهای توسعه و مهندسی خودرو از اهمیت بالایی برخوردار است. در فرآیندهای مبتنی بر دانش مهندسی به کمک کامپیوتر، ادغام رویکردهای هوش مصنوعی پتانسیل بسیار زیادی را برای بهبود فرآیندهای توسعه خودرو ارائه می دهند (Kreis & Hirz, 2024).

کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت خودرو فقط به تولید یا خط مونتاژ محدود نمی شود. کار طراحی، خدمات مختلف پس از فروش و خود خودرو پتانسیل بالایی برای به کارگیری هوش مصنوعی دارند. ایلان ماسک، کارآفرین مشهور و مدیرعامل تسلا، در حال حاضر به مراحل میانی توسعه یک خودروی کاملاً بدون راننده رسیده است که قادر است در



خیابان ها بدون وابستگی به یک راننده انسانی برای کنترل آن حرکت کند. نمونه ای از خودروهای نیمه هوشمند یکی از مدل های تسلا است که در صورت احساس نیاز به تعویض قطعات آسیب دیده یا فرسوده می تواند قطعات یدکی را سفارش دهد (Hopkins & Lazonick, 2024). با توجه به تلاش های زیاد دانشمندان، بدیهی است که سیستم های هوش مصنوعی بتوانند در طی چند دهه آینده به طور کامل توسعه یابند. اما برای پیاده سازی این فناوری های مدرن باید خودروهای بادوام، مقاوم، ایمن و با کارایی بالا وجود داشته باشد. این موضوع عامل شناسایی مواد جدید و پیشرفته ای بوده که می توان از آنها برای ساخت قطعات مختلف خودرو استفاده کرد که کارآمدتر و قابل اعتمادتر از مواردی هستند که در حال حاضر استفاده می شوند. به عنوان مثال، اکثر تولید کنندگان پیشرو خودروهای اسپرت اکنون از فیبر کربن به جای فلزاتی مانند فولاد یا آلومینیوم برای ساخت بدنه خودروها استفاده می کنند. این به این دلیل است که چگالی نسبتا کم فیبر کربن باعث می شود خودرو سبک وزن شود و در نتیجه نسبت قدرت به وزن بهبود یابد. همچنین کامپوزیت های مختلف فیبر کربن نسبت به فلزات معمولی استحکام بیشتری دارند (Liu et al., 2024). تانگ و همکاران (Tong et al., 2019) به کمک الگوریتم های هوش مصنوعی مرتبط به کار گرفته شده در پارادایم Vehicle-to-Everything به لطف فناوری V2X، MEC و VEC، بار محاسباتی هوش مصنوعی را به سرورهای محاسباتی در زیرساخت کنار جاده منتقل کردند که در نوع خود نسبت به کارهای مشابه بسیار نوآورانه بود. وارون منون و همکاران (Menon et al., 2022) سیستم پیشنهادی چندین دستگاه تعبیه شده را در خودروها ادغام کردند که جنبه های مختلف مانند سرعت، مسافت، اقدامات ایمنی مانند کمربند ایمنی، قفل درها، کیسه هوا، ترمز دستی و غیره را کنترل میکند. موقعیت ها از داده های قبلی جمع آوری شده است. همچنین، با استفاده از Google Assistant، کاربر می تواند قفل و باز کند، شروع و متوقف کند، هشدار دهد و کارهای خودکار مختلفی مانند باقیمانده سوخت کم، باقیمانده بیمه و غیره را انجام دهد. شرایط مختلف علاوه بر این، با احراز هویت ورودی بدون کلید RFID، وسیله نقلیه از همیشه امن است. این سیستم پیشنهادی نسبت به سیستم های موجود بسیار کارآمد است و تاثیر مثبت زیادی در صنعت خودرو و جامعه خواهد داشت. ماگازنی و همکاران (Magazzeni et al., 2017) یک مطالعه پیشگام برای صنعت ساخت خودرو در جنبه های مختلف را انجام دادند. مانیموتو و همکاران (Manimuthu et al., 2022) شواهدی را ارائه دادند که نشان می دهد فرآیندهای جمع آوری، پردازش و کنترل پیشرفته داده ها به مدیریت کارآمد داده های تولید شده برای رویه های تولید کمک می کنند. محمد و همکاران (Mohamed et al., 2023) استفاده از فناوری بلاک چین در ترکیب با هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین (ML) برای امنیت اطلاعات EV را بررسی کردند که حدود ۷۵٪ از مطالعات در این زمینه بر روی تشخیص نفوذ، ۲۰٪ بر روی احراز هویت و ۵٪ بر روی پیشگیری از حمله متمرکز شده بود. اکثر مطالعات (۷۰٪) بر اساس استفاده از یادگیری عمیق، ۱۵٪ از آنها از شبکه های عصبی و بقیه مطالعات از الگوریتم های دیگر استفاده می کنند.

خودروسازان تقریباً در هر جنبه ای از فرآیند ساخت خودرو از هوش مصنوعی استفاده می کنند. نمونه هایی از هوش مصنوعی در صنعت خودروسازی شامل ربات های صنعتی که یک وسیله نقلیه می سازند و خودروهای خودمختار که ترافیک را با یادگیری ماشینی و بینایی هدایت می کنند، می شود. در این مقاله مروری بر کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت خودرو، ادغام هوش مصنوعی برای خودروهای خودران، استراتژی هایی برای به حداکثر رساندن استفاده از پردازشگرهای عصبی هوش مصنوعی و بهینه سازی سوخت و اهداف اصلی ارزیابی الگوریتم های هوش مصنوعی پرداخته شده است.

هوش مصنوعی و صنعت جهانی خودرو

پایداری آینده صنعت خودروسازی جهانی به شدت تحت تاثیر انقلاب صنعتی چهارم و تکامل هوش مصنوعی قرار خواهد گرفت (Selim & Gad-El-Rab, 2024). هوش مصنوعی و یادگیری عمیق به عنوان فناوری های تحول آفرین در



صنعت تولید انقلابی در فرآیندهای سنتی و بهبود عملیاتی بهره‌وری کاربرد در این مطالعه بررسی شده است. هنگام ارزیابی اثرات تحولات فعلی و مشکلات در اجرای هوش مصنوعی و یادگیری عمیق ضروری است. در تحقیقات صورت گرفته پیاده‌سازی هوش مصنوعی و یادگیری عمیق در تولید بدون شک باعث شده است تغییرات متحول‌کننده، نویدبخش در افزایش کارایی و بهبود انجام شود. نتایج یک مطالعه نشان داده است که یادگیری عمیق و مصنوعی کاربرد بسیار گسترده‌ای در تولید صنایع خودرو در زمینه‌هایی مانند طراحی فرآیند، واحدهای کنترل مبتنی بر بخش، پلت فرم فناوری، فناوری عملیات و غیره دارد (Porwal et al., 2024). صنعت خودروسازی همچنان از این شیوه‌ها برای مقابله با اختلالات رانندگی خودکار، باتری‌های کارآمد خود ترمیم شونده، رباتیک، ارزیابی ریسک بیمه و تجربیات استثنایی مشتریان استفاده می‌کند (Gupta et al., 2021). هوش مصنوعی در حال حاضر موضوعی است که در کاربردهای مختلف مانند صنایع و شرکت‌های خودروسازی مورد استفاده قرار گرفته است (Verma et al., 2024).

ادغام یادگیری ماشینی برای خودروهای رباتیک نسل بعدی

صنعت خودرو در آستانه یک عصر تحول قرار دارد که با پیشرفت در هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی و فناوری‌های هوش مصنوعی هدایت می‌شود. در پژوهشی به بررسی این موضوع پرداخته است که چگونه این فناوری‌های پیشرفته در حال تغییر شکل ساخت خودرو هستند و بر ادغام آن‌ها در طراحی، تولید و بهره‌برداری نسل بعدی خودروهای خودران (رباتیک) تمرکز می‌کنند. هوش مصنوعی با فعال کردن تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌کننده، افزایش کنترل کیفیت و بهینه‌سازی زنجیره‌های تامین از طریق بینش‌های مبتنی بر داده، انقلابی در تولید خودرو ایجاد می‌کنند. هوش مصنوعی مولد، به‌ویژه، مرزهای نوآوری طراحی را پیش می‌برد و امکان ایجاد طرح‌ها و ویژگی‌های جدید خودرو را فراهم می‌کند که قبلاً غیرقابل تصور بودند. همگرایی این فناوری‌ها نه تنها به ساده‌سازی فرآیندهای تولید، بلکه همچنین سرعت بخشیدن به توسعه وسایل نقلیه خودران و ایمن‌تر، کارآمدتر و سازگارتر با نیازهای مصرف‌کننده را نوید می‌دهد. در این بررسی کاربردهای فعلی و پتانسیل‌های آینده، تأثیر قابل توجه هوش مصنوعی بر بهبود کارایی عملیاتی و ایجاد نوآوری در طراحی و تولید خودرو را نشان می‌دهد (Madhavaram et al., 2024).

این ادغام فرصت‌های جدیدی را برای شرکت‌های تولیدی ایجاد می‌کند تا کارایی عملیاتی و رقابتی خود را از طریق استفاده از یادگیری ماشین و برنامه‌های هوش مصنوعی (AI) بهبود بخشند. صنعت خودرو همواره صنعت پیشرو در بکارگیری متدولوژی‌های جدید و نتایج تحقیق و توسعه در تمامی مراحل زنجیره ارزش خود بوده است. با توجه به تنوع و نوع شناسی داده‌های موجود از طریق این مراحل مختلف، معماری‌های پردازش داده جدید باید به منظور توانمندسازی برنامه‌های کاربردی تجزیه و تحلیل داده‌های جدید اعمال شود (Fernández-López et al., 2022).

آزادسازی پتانسیل هوش مصنوعی فراتر از سیستم کمک راننده پیشرفته

کلان داده، هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، عصری دگرگون‌کننده را در پردازش و کاربردهای کامپیوتری آغاز کرده‌اند. ظرفیت هوش مصنوعی برای تقلید از شناخت انسان، طیفی از صنایع، از وظایف ابتدایی گرفته تا فرآیندهای تصمیم‌گیری پیچیده را در بر می‌گیرد. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که در یک بازه زمانی کوتاه، فناوری هوش مصنوعی به رایانه‌ها قابلیت‌هایی شبیه انسان می‌دهد و آن را ضروری می‌سازد. این پیشرفت به طور قابل توجهی استقلال صنعت را تقویت کرده و امنیت و ایمنی را از طریق ادغام الکترونیک، اتصال به اینترنت، الگوریتم‌های پیشرفته و تراشه‌های پردازشی پیشرفته تقویت کرده است. در این زمینه، وسایل نقلیه هدایت‌شونده خودکار (AGVs) از سیستم‌ها و حسگرهای مجهز به هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی عملکرد و خنثی‌سازی پیشگیرانه خرابی‌های احتمالی استفاده می‌کنند. فراتر از سیستم‌های کمک راننده پیشرفته (ADAS) این بررسی طیف گسترده‌تری از برنامه‌های هوش مصنوعی را مورد بررسی



قرار می‌دهد. به طور خاص، مطالعات مربوطه را ترکیب می‌کند که شامل تأثیر هوش مصنوعی بر انتشار خودرو، تعمیر و نگهداری پیش بینی شده، امنیت و قلمرو وسایل نقلیه متصل می‌شود. در حالی که AGV ها می‌توانند از الگوریتم های هوش مصنوعی برای ترسیم مسیرهای کم آلاینده و مهندسی وسایل نقلیه محافظه کارانه انرژی استفاده کنند، هوش مصنوعی از طریق الگوریتم های متنوع، به خوبی خرابی قطعات را پیش بینی می‌کند و به طور قابل توجهی مقرون به صرفه بودن تعمیر و نگهداری پیش بینی شده را افزایش می‌دهد و قابلیت اطمینان خودرو را تقویت می‌کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی ادغام شده با فناوری حسگر از وسایل نقلیه در برابر طیفی از تهدیدات محافظت می‌کند. شبکه‌های عصبی و یادگیری ماشینی، اقدامات امنیتی را هم برای محموله و هم برای مسافران خودکار می‌کنند. همزمان، هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، کنترل ترافیک را تقویت می‌کنند و ارتباطات خودرو را در چارچوب‌های خودروی متصل تقویت می‌کنند، هرچند که مستلزم تقویت امنیت داده‌ها، رمزگذاری و کارایی سیستم است. به طور جامع گستره کاربردهای هوش مصنوعی خودرو و یادگیری ماشین را پوشش می‌دهد که فراتر از ADAS است. این امر تأکید می‌کند که چشم انداز تحرک در حال تحول مستلزم ارزیابی کامل معماری شبکه، اتصال و معیارهای عملکرد است که شامل فناوری AGV، پروتکل های شبکه و پویایی ازدحام می‌شود (Rana & Khatri, 2024).

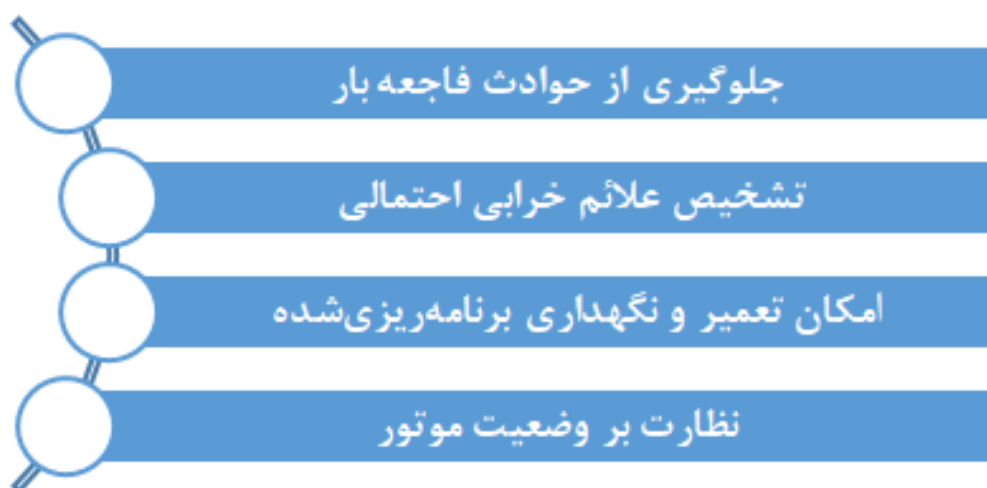
بهینه سازی مصرف انرژی خودروهای الکتریکی با هوش مصنوعی

بهینه سازی مصرف انرژی در وسایل نقلیه الکتریکی (EVs) با استفاده از هوش مصنوعی (AI) برای افزایش عملکرد خودرو مورد بررسی محققین قرار گرفته است. در یکی از تحقیقات الگوریتم های پیشرفته هوش مصنوعی برای کنترل و تخصیص پویا منابع انرژی در سیستم های EV مورد بررسی قرار گرفته است که قابلیت عملی راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در خودروهای برقی را برجسته می‌کند. بررسی ها حاکی از این است که مدیریت هوشمند انرژی به نقش هوش مصنوعی در تقویت عملیات خودروهای الکتریکی (EV) کارآمدتر، پایدارتر و کاربر محور کمک می‌کند. افزایش بهره وری EV و صنعت خودروسازی پایدارتر راه را برای این کار هموار می‌کند (Rajalingam et al., 2024). در پژوهشی دیگر با پرداختن به چالش‌های جمع‌آوری مجموعه داده‌های متنوع و با کیفیت بالا، ما اثربخشی داده‌های مصنوعی را در آموزش مدل‌های یادگیری عمیق برای تشخیص نقص و بازرسی کیفیت نشان می‌دهد. با اعمال نفوذ تصادفی‌سازی‌های کنترل‌شده در طول تولید مجموعه داده‌های تصویر، شکاف دامنه بین داده‌های مصنوعی و دنیای واقعی را کاهش می‌یابد و عملکرد و تعمیم مدل را افزایش می‌دهد. رویکرد ما که در چندین کاربرد صنعتی تایید شده است، چرخه توسعه را به طور قابل توجهی سرعت می‌بخشد و دقت سیستم های بازرسی مبتنی بر هوش مصنوعی را بهبود می‌بخشد. این مطالعه پتانسیل داده های مصنوعی را برای غلبه بر کمبود داده و بهبود کارایی و اثربخشی کنترل کیفیت مبتنی بر هوش مصنوعی در تولید خودرو مورد بررسی قرار می‌دهد (Werda et al., 2024).

در مقاله ارزیابی ریسک امنیتی هوش مصنوعی کیفی با بررسی بیش از ۱۷۰ مورد، به طور سیستماتیک خطرات امنیتی مرتبط با اجزای هوش مصنوعی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با توجه به اتکای فزاینده به هوش مصنوعی برای عملکردهای مختلف AV، از ادراک گرفته تا کنترل، پتانسیل نقص های امنیتی یک چالش قابل توجه است. یافته‌هایشان نیاز حیاتی به ارزیابی‌های امنیتی واقعی‌تر و تمرکز متعادل بر حسگرهای مختلف، الگوهای یادگیری را بررسی می‌کند. همچنین با تشریح مفاهیم برای صنعت خودرو و سیاست گذاران، نه تنها درک خطرات امنیتی هوش مصنوعی در AV را ارتقا می‌دهند. بلکه به توسعه فناوری های رانندگی خودکار ایمن تر و قابل اطمینان تر کمک می‌کنند (Grosse & Alahi, 2024). امروزه برجسته ترین کاربرد فناوری هوش مصنوعی در حوزه خودرو در حوزه درک محیط است. تنوع محیط ترافیک و پیچیدگی خوانش حسگرها، تعیین و پیاده سازی عملکرد ادراک به صورت دستی را غیرممکن می‌کند. از طرف دیگر، فناوری یادگیری عمیق ثابت کرده است که می‌تواند کار را به خوبی اجرا کند. با این حال، توجه به این



نکته مهم است که اثربخشی به تنهایی یک راه حل جامع را تضمین نمی کند و موضوع اعتبار سنجی در حال حاضر به طور رضایت بخش حل نشده است. این مسیر دیدگاه‌های متفاوتی را در مورد چالش‌های مربوط به استفاده از فناوری AI/ML در عملکردهای رانندگی بسیار خودکار ارائه می‌کند، از جمله ملاحظات مربوط به تأیید ایمنی و تکنیک‌های اعتبارسنجی برای وسایل نقلیه خودران مبتنی بر هوش مصنوعی، روش‌های رسمی و کاربرد آنها در تضمین ایمنی هوش مصنوعی است. استحکام و انعطاف‌پذیری سیستم‌های مستقل مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی در محیط‌های نامشخص و باز، معماری‌های سیستم برای خودمختار مبتنی بر هوش مصنوعی وسایل نقلیه، رویکردهای داده محور برای تضمین ایمنی و تجزیه و تحلیل ریسک در رانندگی خودران، استانداردهای ایمنی، مقررات و فرآیندهای صدور گواهینامه برای وسایل نقلیه خودران مبتنی بر هوش مصنوعی، و همچنین روش‌های آزمایش، شبیه‌سازی و اعتبارسنجی برای سیستم‌های خودروی خودران هستند (Howar & Hungar, 2023). شکل ۱ مزایای کاربرد هوش مصنوعی در صنعت خودرو را نشان می‌دهد.

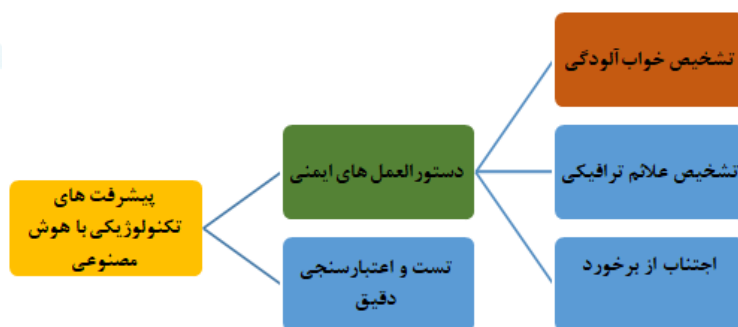


شکل ۱. مزایای کاربرد هوش مصنوعی در صنعت خودرو

مدل‌ها و روش‌های هوش مصنوعی در ساخت خودرو

صنعت خودرو شاهد پیشرفت‌های قابل توجهی در تله‌ماتیک و تجزیه و تحلیل داده‌ها بوده است که ناشی از تکامل سریع فناوری‌های محاسبات است. در پژوهشی بررسی جامعی از چگونگی تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق سیستم‌های تله‌ماتیک پیشرفته برای نگهداری پیش‌بینی‌کننده خودرو و بهینه‌سازی عملکرد ارائه شده است. سیستم‌های تله‌ماتیک در وسایل نقلیه مدرن مجهز به مجموعه‌ای از حسگرها هستند که مقادیر زیادی از داده‌های بی‌درنگ از جمله معیارهای عملکرد موتور، خوانش فشار تایر، نرخ مصرف سوخت و شرایط محیطی را تولید می‌کنند. به طور سنتی، این داده‌ها برای تجزیه و تحلیل به سیستم‌های مبتنی بر فضای ابری متمرکز منتقل می‌شد که تاخیر و تنگناهای بالقوه را در فرآیند تصمیم‌گیری معرفی می‌کنند. ادغام محاسبات با سیستم‌های تله‌ماتیک نیز عملکرد خودرو را با امکان تنظیمات بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها بهینه می‌کند. برای مثال، سیستم‌های مبتنی بر لبه می‌توانند داده‌های حسگرهای مربوط به عملکرد موتور و رفتار رانندگی را برای بهینه‌سازی رانندمان سوخت و کاهش آلایندگی تجزیه و تحلیل کنند. علاوه بر این، محاسبات لبه از سیستم‌های پیشرفته کمک راننده با پردازش داده‌های دوربین‌ها و سنسورهای رادار در زمان واقعی پشتیبانی می‌کند و ایمنی را بهبود می‌بخشد و تجربه رانندگی را افزایش می‌دهد. چندین مطالعه موردی را محققان بررسی کردند که اجرای عملی محاسبات در تله‌ماتیک خودرو را نشان می‌دهد. این مطالعات موردی مزایای ملموس

کاهش تاخیر، بهبود دقت تشخیصی و افزایش کارایی عملیاتی را نشان می‌دهد. تمرکز اصلی محققین، مقایسه بین تجزیه و تحلیل مبتنی بر محاسبات لبه از نظر عملکرد، مقیاس‌پذیری و قابلیت اطمینان است (Selvaraj et al., 2023). شکل ۲ پیشرفت‌های تکنولوژیکی با هوش مصنوعی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. پیشرفت‌های تکنولوژیکی با هوش مصنوعی

کنترل سوخت و آلاینده‌گی در وسایل نقلیه خودمختار از طریق تصمیم‌گیری پیشرفته مبتنی بر هوش مصنوعی

تصادفات، جاده‌های شلوغ، مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای ممکن است با افزایش خودروهای خودران به میزان قابل توجهی کاهش یابد و پاسخی امیدوارکننده به مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی ارائه دهد. در مطالعه‌ای، محققان روشی را بررسی می‌کنند که ادغام سیستم‌های تصمیم‌گیری و ادراک مبتنی بر هوش مصنوعی نوآورانه در AVها بر ایمنی تأثیر می‌گذارد. AVها پتانسیل تغییر حمل و نقل را با کاهش تصادفات ناشی از خطای انسانی دارند. آنها ممکن است به تنهایی یا در ارتباط با رانندگان انسانی عمل کنند. هدف اصلی بررسی و افزایش ایمنی AV با ایجاد ادراک بسیار پیچیده و فن‌آوری‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر یادگیری ماشین است.

نتایج این پژوهش نشان داد که پیشرفت وسایل نقلیه خودران به طور قابل توجهی به ایجاد حسگرهای مبتنی بر هوش مصنوعی بستگی دارد. در حالی که سیستم‌های دوربین یکپارچه با سنسورهای صوتی و حرارتی، ظرفیت‌های سنجش را بهبود می‌بخشند. تکنیک‌های یادگیری عمیق، به ویژه شبکه‌های عصبی کانولوشن (CNN) و شبکه‌های کاملاً کانولوشنال (FCN)، تشخیص دقیق و تقسیم‌بندی اشیاء را تسهیل می‌کنند. توانایی وسایل نقلیه برای مدیریت شرایط سخت جاده با ارزیابی ریسک بلادرنگ و برنامه‌ریزی مسیر بر اساس مدل‌سازی رفتاری انسان‌مانند، بیشتر بهبود می‌یابد (Alahmed et al., 2024). در پژوهشی دیگر ادغام نوآورانه‌ای از سیستم‌های پیشرفته کمک راننده (ADAS) را با هدف افزایش ایمنی جاده ارائه می‌کند. آنها یک رویکرد جامع برای کاهش خطرات رانندگی و تقویت ارتباط بهتر بین وسایل نقلیه دادند. از طریق ادغام دوربین‌های داخلی و خارجی، حسگرها و ارتباطات V2X، سیستم‌شان چالش‌های کلیدی مانند تشخیص خواب‌آلودگی، اجتناب از برخورد، تشخیص علائم ترافیکی و هشدارهای خروج از خط را برطرف می‌کرد. در موارد خواب‌آلودگی راننده، سیستم از یک سیستم هشدار برای اعلان خطر به راننده استفاده می‌کرد و در صورت لزوم خودرو کنترل‌شده را متوقف می‌کند، در حالی که به طور همزمان از طریق شبکه V2X به خودروهای مجاور اطلاع می‌دهد. به طور مشابه، در صورت برخورد احتمالی، پیام‌های اضطراری به سرعت به مخاطبین از پیش تعریف‌شده ارسال می‌شوند و تلاش‌های واکنش سریع اضطراری را تسهیل می‌کنند. علاوه بر این، سیستم‌شان از دوربین‌های بیرونی برای تشخیص دقیق علائم راهنمایی و رانندگی استفاده می‌کند و هشدارهای بی‌درنگ به رانندگان در مورد خروج از خط را ارائه می‌کند. با ادغام یکپارچه این قابلیت‌ها، راه حل پیشنهادی یک رویکرد چند وجهی به ایمنی جاده ارائه می‌دهد، به طور موثر خطاهای انسانی را کاهش می‌دهد و آگاهی کلی از موقعیت را افزایش می‌دهد. در نهایت این تحقیق



امکان سنجی و اثربخشی ترکیب ویژگی های ADAS با فناوری V2X را نشان می دهد که به یک محیط رانندگی ایمن تر برای همه کاربران جاده کمک می کند (Raslan et al., 2024).

نتیجه گیری و جمع بندی

پیشرفت های زیادی در صنعت خودرو وجود دارد که وسایل نقلیه مختلف را محبوب کرده است. عملکردهای خودکار و فرمان صوتی از نکات برجسته چنین خودروهایی است. عملکردهای کاملاً خودکار عمدتاً در خودروهای سطح بالا وجود دارند که به راحتی برای همه مقرون به صرفه نیستند. ناوبری دقیق تر و کارآمدتر باعث کاهش تصادفات و بهبود ایمنی رانندگی شده است. با وجود این پیشرفت ها محدودیت های زیادی باقی مانده است. غیرشفاف بودن مدل های هوش مصنوعی، درک و اعتماد تصمیم گیری سیستم مستقل را سخت می کند. حملات سایبری به سیستم های شبکه ای امنیت و حریم خصوصی کاربران را تهدید می کند و بر نیاز به امنیت سایبری تاکید می کند. پیاده سازی وسایل نقلیه خودران به دلیل هزینه های بالای تحقیقات و محدودیت های تکنولوژیکی مانع می شود. پرداختن به این محدودیت ها نیازمند رویکردهای زیادی است. استقرار ایمن خودروهای خودران نیاز به چارچوب های نظارتی محکمی دارد. ایمنی، امنیت سایبری و حریم خصوصی داده ها باید اولویت های دولتی باشد. تحقیق و توسعه، به ویژه هوش مصنوعی قابل توضیح، و کاهش هزینه برای حل چالش ها مورد نیاز است. لذا در حالت کلی می توان گفت پیشرفت و توسعه کاربرد هوش مصنوعی در صنعت خودرو نه تنها می تواند میزان مصرف سوخت های فسیلی را کاهش دهد بلکه عامل کاهش میزان آلاینده های محیط زیست نیز می تواند باشد.

منابع

- Alahmed, Y., Abadla, R., & Al Ansari, M. J. (2024). Enhancing Safety in Autonomous Vehicles through Advanced AI-Driven Perception and Decision-Making Systems. 2024 Fifth International Conference on Intelligent Data Science Technologies and Applications (IDSTA),
- Crețu, R. F., Țuțui, D., Banta, V.-C., Șerban, E. C., Barna, L.-E.-L., & Crețu, R.-C. (2024). Effects of artificial intelligence-based technologies implementation on the skills needed in the automotive industry a bibliometric analysis. *Amfiteatru Economic*, 26(67), 801-816.
- Fernández-López, A., Fernández-Castro, B., & García-Coego, D. (2022). ML & ai application for the automotive industry. In *Machine Learning and Artificial Intelligence with Industrial Applications: From Big Data to Small Data* (pp. 79-102). Springer.
- Grosse, K., & Alahi, A. (2024). A qualitative AI security risk assessment of autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 169, 104797.
- Gupta, S., Amaba, B., McMahon, M., & Gupta, K. (2021). The evolution of artificial intelligence in the automotive industry. 2021 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS),
- Hopkins, M., & Lazonick, W. (2024). Tesla as a Global Competitor: Strategic Control in the EV Transition. *Institute for New Economic Thinking Working Paper Series*(225).
- Howar, F., & Hungar, H. (2023). Safe AI in Autonomous Vehicles: Track at AISoLA 2023. International Conference on Bridging the Gap between AI and Reality,
- Kreis, A., & Hirz, M. (2024). Artificial Intelligence Supporting Early Automotive Engineering Processes. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,
- Liu, Z., Xiang, G., & Zhang, S. (2024). Carbon Fibers. *Carbon Catalysis: Preparation, Characterization and Application*, 302.



- Madhavaram, C. R., Sunkara, J. R., Kuraku, C., Galla, E. P., & Gollangi, H. K. (2024). The Future of Automotive Manufacturing: Integrating AI, ML, and Generative AI for Next-Gen Automatic Cars. *International Multidisciplinary Research Journal Reviews-IMRJR*, 1.
- Magazzeni, D., McBurney, P., & Nash, W. (2017). Validation and verification of smart contracts: A research agenda. *Computer*, 50(9), 50-57.
- Manimuthu, A., Venkatesh, V., Shi, Y., Sreedharan, V. R., & Koh, S. L. (2022). Design and development of automobile assembly model using federated artificial intelligence with smart contract. *International Journal of Production Research*, 60(1), 111-135.
- Menon, V. G., Jacob, S., Joseph, S., Sehdev, P., Khosravi, M. R., & Al-Turjman, F. (2022). An IoT-enabled intelligent automobile system for smart cities. *Internet of Things*, 18, 100213.
- Mohamed, N., Almazrouei, S. K., Oubelaid, A., Bajaj, M., Jurado, F., & Kamel, S. (2023). Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML)-based Information security in electric vehicles: A review. 2023 5th Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM),
- Porwal, S., Majid, M., Desai, S. C., Vaishnav, J., & Alam, S. (2024). Recent advances, challenges in applying artificial intelligence and deep learning in the manufacturing industry. *Pacific Business Review International*, 16(7).
- Rajalingam, S., Kanagamalliga, S., & Karthik, R. (2024). Optimizing Electric Vehicle Energy Consumption with Artificial Intelligence. 2024 Second International Conference on Intelligent Cyber Physical Systems and Internet of Things (ICoICI),
- Rana, K., & Khatri, N. (2024). Automotive intelligence: Unleashing the potential of AI beyond advance driver assisting system, a comprehensive review. *Computers and Electrical Engineering*, 117, 109237.
- Raslan, W., El Sherbiny, Z. A., saad Mohamed, M., Eid, N. E. N. S., Elmasry, M. A. Y., Mawla, A. E. A., Shabana, A. M., Soliman, E. H., ELshamy, H. A., & Hassan, K. M. (2024). Smart Vehicle Safety: AI-Driven Driver Assistance and V2X Communications. 2024 International Telecommunications Conference (ITC-Egypt),
- Selim, T. H., & Gad-El-Rab, M. (2024). Artificial Intelligence and the Global Automotive Industry. In *Artificial Intelligence for Sustainability: Innovations in Business and Financial Services* (pp. 31-53). Springer.
- Selvaraj, A., Venkatachalam, D., & Singh, J. T. S. (2023). Advanced Telematics and Real-Time Data Analytics in the Automotive Industry: Leveraging Edge Computing for Predictive Vehicle Maintenance and Performance Optimization. *Journal of Artificial Intelligence Research and Applications*, 3(1), 581-622.
- Tong, W., Hussain, A., Bo, W. X., & Maharjan, S. (2019). Artificial intelligence for vehicle-to-everything: A survey. *IEEE Access*, 7, 10823-10843.
- Verma, J. K., Kanday, R., & Gupta, S. (2024). Role of Artificial Intelligence in Revolutionizing the Automotive Industry: A Review. *E3S Web of Conferences*,



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مروری بر حذف رنگ آلی متیل ویولت از پساب با استفاده از عملکرد فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت ها

سمیه خمرنیا

استادیار، گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۹۳۹۵-۴۶۹۷
Email: somayekhammarnia@pnu.ac.ir

چکیده

افزایش جمعیت جهانی و توسعه فعالیت‌های انسانی توسط صنایع مختلف و فرآیندهای تولیدی باعث آلودگی آب می‌شوند، زیرا در طی این فعالیت‌ها، فاضلاب حاوی آلاینده‌های مختلف با تقریباً هیچ کنترلی آزاد می‌شود. در میان آلاینده‌های موجود در این پساب‌ها، رنگ‌های شیمیایی و یون‌های فلزی منابعی از سمیت در زنجیره غذایی هستند. یکی از این رنگ‌ها متیل ویولت است که به طور گسترده‌ای در کاربردهای زیستی استفاده می‌شود و به عنوان عاملی که مشکلات کلیوی، اختلالات سیستم تنفسی و آسیب قرنیه ایجاد می‌کند شناخته شده است. روش‌های کاتالیستی مختلفی برای تجزیه رنگ‌ها از فاضلاب صنعتی با استفاده از نانوکامپوزیت‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. **واژه‌های کلیدی:** نانوکامپوزیت، متیل ویولت، فوتوکاتالیست، پساب.

مقدمه

فاضلاب‌های صنعتی می‌توانند آب را با آلاینده‌های آلی آلوده کرده و منبع بزرگی از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی باشند. علاوه بر این، آنها می‌توانند باعث ایجاد بیماری‌های سرطان‌زا و تخریب اکوسیستم‌ها شوند. رنگ‌های نساجی مختلف به دلیل پایداری و قابلیت تجزیه‌پذیری پایین آنها مشکلات جدی ایجاد می‌کنند (El-Hafed, Miyah, 2024, 1097-1109). Benjelloun, Souhassou, Nahali, Boualam, Kherbeche, Zerrouq, Bouslamt, Agunaou, 2024, 1097-1109).

نگرانی ویژه‌ای در مورد رنگ‌های سنتزی وجود دارد که ترکیبات آروماتیک پیچیده‌ای هستند و به خاطر پایداری و مقاومت‌شان در برابر پالایش زیستی شناخته شده‌اند. پایداری آنها چالش‌های قابل توجهی برای فرآیندهای تجزیه معمولی ایجاد می‌کند و نیاز به رویکردهای جدید برای پالایش موفقیت‌آمیز دارد (Pandey, Mohan pathak, 2024, e32339). (Navneet, Rajput, 2024, e32339).

در میان رنگ‌های کاتیونی، متیلن بلو و متیل ویولت به‌طور گسترده استفاده می‌شوند و به‌عنوان متداول‌ترین و خطرناک‌ترین رنگ‌ها شناخته می‌شوند. این رنگ‌ها به‌طور گسترده‌ای در صنایع رنگرزی و نساجی برای رنگ‌آمیزی استفاده می‌شوند (Alsuhybani, Aleid, Alzidan, Bin Bander, Alrehaili, 2024, e36731).

روش‌های متداول برای حذف رنگ‌ها در پساب‌ها شامل فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شوند. در حال حاضر، از فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی مختلف مانند حذف از طریق جذب بر روی کربن فعال، انعقاد توسط عوامل شیمیایی، اکسیداسیون توسط اوزون یا هیپوکلریت، روش‌های الکتروشیمیایی استفاده می‌کنیم. اخیراً تمایل به استفاده از ضایعات جامد به‌عنوان جذب‌کننده‌های کم هزینه داریم. این روش‌ها به‌طور کامل رنگ‌ها را حذف نمی‌کنند، گاهی اوقات پر



هزینه هستند و معمولاً محصولات زائد دیگر به عنوان محصولات ثانویه ایجاد می کنند. بنابراین، تصفیه تخلیه آب های رنگی برای بسیاری از صنایع مشکل ساز است و توسعه فناوری های جدید برای تصفیه این آب ها ضروری است. فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته روش های جدیدی برای تصفیه آب هستند. آنها به طور گسترده در مورد مواد مقاوم به فرآیندهای معمولی استفاده می شوند. این فرآیندهای اکسیداسیون رادیکال های آزاد هیدروکسیل تولید می کنند که در تجزیه آلاینده های آلی به دلیل قدرت اکسیدان بالای خود بسیار مؤثر هستند (Bouasla, El-Hadi Samar, . Ismail, 2010, 35-41).

گزارش شده است که تکنیک فتوکاتالیستی برای تصفیه فاضلاب بسیار امیدوارکننده است زیرا نسبت به تکنیک های سنتی مزایایی مانند اکسیداسیون سریع، عدم تشکیل محصولات پلی سیکلی و اکسیداسیون آلاینده ها تا سطح قسمت در میلیارد دارد. (Saeed, Khan, Gul, Sadiq, 2017, 3841-3848).

حذف متیل وایولت از پساب

بر اساس گزارش انجام شده، رنگ های موجود در فاضلاب نساجی به عنوان منبع اصلی آلودگی در نظر گرفته می شوند. این ترکیبات معمولاً دارای ساختار مولکولی پیچیده ای هستند و به تجزیه بیولوژیکی مقاوم هستند. دفع مستقیم آنها در محیط های آبی بی احتیاطی است زیرا حتی در غلظت های بسیار پایین، نفوذ نور را کاهش می دهند و به همین دلیل فعالیت فتوسنتزی را کاهش می دهند (Felipe Melo Lima Gomes, Araujo, do Nascimento, Silva Santos, Freire, 2023).

کریستال ویولت و متیل اورنج دو رنگ سنتزی هستند که دارای کاربردهای گسترده ای از جمله رنگرزی کاغذ، رنگ موقت، و رنگرزی پنبه و پشم هستند. این رنگ ها ممکن است مسئول افزایش ضریب قلب، استفراغ، سیانوز، زردی در انسان ها باشند بنابراین، لازم است که این تخلیه ها قبل از ورود به محیط پذیرنده تصفیه شوند. کریستال ویولت، که با نام های متیل ویولت، هگزامتیل پاراروزانیلین کلرید یا جنتیان ویولت نیز شناخته می شود، یک رنگ مشتق شده از آنیلین است که به طور گسترده ای به عنوان ضد عفونی کننده، لکه بردار زیست پزشکی، در صنعت نساجی به عنوان رنگ استفاده می شود. با وجود کاربردهای کریستال ویولت، این رنگ به عنوان یک سم میتوتیک، یک ماده سرطان زای قوی و یک عامل قوی که باعث رشد تومور در برخی گونه های ماهی می شود، تأثیرات منفی و مضر بر محیط زیست و سلامت انسان دارد. به عنوان مثال، کریستال ویولت دارای سطح سمیت خوراکی است. برای انسان ها، کریستال ویولت می تواند باعث تحریک پوست، تحریک دستگاه گوارش و در موارد شدید، نارسایی تنفسی و کلیوی شود. با توجه به کاربردهای گسترده کریستال ویولت در زندگی روزمره و استفاده صنعتی، این رنگ را نمی توان به سادگی جایگزین کرد. با توجه به رفتار سمی آن، لازم است که کریستال ویولت تحت فرآیندهای تجزیه قرار گیرد تا به ترکیبات کم ضرتری مانند دی اکسید کربن و آب و تبدیل شود، قبل از اینکه دفع شود (Sifat, Shin, Schevon, Ramos, Pophali, Jung, Halada, Meng, Olynik, Sprouster, Kim, 2024).

نانوکامپوزیت ها

نانوکامپوزیت ها مواد چند فازی هستند که در آنها حداقل یکی از فازها ابعادی در محدوده نانو (۱۰۰-۱۰ نانومتر) نشان می دهد (Naseem, Waseem, 2022, 2221-2246).

فناوری نانو یکی از رایج ترین حوزه ها برای تحقیقات فعلی و در حال رشد در همه زمینه های مطالعاتی است. نانوکامپوزیت ها جامدات چند فازی هستند که حداقل یکی از فازها بین 10^{-9} تا 10^{-6} متر (۰٫۰۰۱ تا ۱۰۰۰ نانومتر) یا ساختارهای دارای فواصل تکراری نانو مقیاس بین فازهای مختلف تشکیل دهنده مواد هستند. مواد نانوکامپوزیتی به



عنوان یک جایگزین مناسب برای غلبه بر محدودیت میکروکامپوزیتها ظاهر می شوند، در حالیکه نشاندهنده چالشهای آماده سازی مربوط به کنترل ترکی عناصر و استوکیومتری در سطح نانو خوشه هستند. آنها به عنوان مواد قرن بیست و یکم در نظر گرفته میشوند و ترکیبات مخصوص و منحصر به فردی هستند که در کامپوزیتهای معمولی یافت نمیشوند (سمیه خمرنیا، ژیلا صفاری، مهری السادات اکرامی کاخکی، ۲۵۵، ۱۴۰۲-۲۴۵) امروزه مواد نانوکامپوزیت به عنوان جایگزین های مناسبی برای غلبه بر محدودیت های مواد مهندسی مختلف ظاهر شده اند. مواد نانوکامپوزیت را می توان بر اساس ماتریس پراکنده و مواد فاز پراکنده طبقه بندی کرد (Pandey, Shukla, Singh 2017, 47-66).

اخیراً توسعه نانوکامپوزیت ها به عنوان نانوجاذب به دلیل افزایش سطح و پایداری فیزیکوشیمیایی آنها موضوع تحقیقات متنوعی بوده است علاوه بر این، نانوکامپوزیت های مغناطیسی به عنوان جایگزین مناسبی برای بهبود پایداری، خواص بافتی و استفاده مجدد از نانوجاذب ها مورد استفاده قرار گرفته اند. امکانات جداسازی مواد از محیط آبی و افزایش قابل توجهی استفاده مجدد از آنها در نتیجه در ظرفیت جذب بالا. علاوه بر این، رفتار مشابهی برای نانوکامپوزیت های مغناطیسی به عنوان نانوکاتالیست مشاهده می شود استفاده از نانوکاتالیست های مغناطیسی امکان استفاده مجدد از مواد، افزایش مقرون به صرفه بودن و اجتناب از مراحل بعدی مانند فیلتراسیون و سانتریفیوژ را فراهم می کند (Bruckmann, Schnorr, Oviedo, Knani, Silva, Silva, Dotto, Bohn Rhoden, 2022).

فوتوکاتالیست و کاربرد آن در حذف آلاینده های آلی

کاتالیست ماده ای است که سرعت واکنش شیمیایی را تغییر می دهد بدون آنکه در محصول نهایی وجود داشته باشد تعداد زیادی فلز، اکسید فلز و سولفید وجود داشته است و به عنوان کاتالیزور برای تصفیه آب و فاضلاب هم در حضور و هم در غیاب نور استفاده می شود (۱۰) فرصت ها و چالش های جدید در تصفیه آب، منجر به توسعه تکنولوژی اکسیداسیون فوتوکاتالیستی شده است که پتانسیل اکسیداسیون کامل ترکیبات آلی به دی اکسید کربن و آب، و سایر مواد معدنی را دارد. تکنولوژی اکسیداسیون فوتوکاتالیستی با استفاده از مواد نیمه رسانا مانند دی اکسید تیتانیوم، دی اکسید آهن، و تری اکسید تیتانیوم استرانسیم به عنوان کاتالیزور به طور گسترده ای توسط نویسندگان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجایی که تقریباً ۵ درصد از انرژی خورشیدی که به سطح زمین می رسد در منطقه نور ماوراءبنفش قرار دارد، استفاده از نور طبیعی به طور موثر برای هدایت اکسیداسیون فوتوکاتالیستی رنگ های آلی ضروری است (Yang, Xu, Huang, Zhou, Yang, Wang, 2013).

فوتوکاتالیست همگن و ناهمگن به دلیل اثربخشی، سازگاری با محیط زیست و قابلیت کنترل آلودگی آلاینده های زیستی بسیار محبوب هستند. روش همگن شامل استفاده از یک ترکیب مولکولی یا معدنی به عنوان کاتالیزور است که در محلول رنگ حل شده است. از آنجا که کاتالیزور به طور یکنواخت پراکنده شده است، تعداد برخوردهای بین واکنش دهنده ها و کاتالیزور به حداکثر می رسد که منجر به واکنش سریع می شود و تبدیل خوبی برای هر مولکول کاتالیزور فراهم می کند. بزرگترین مشکل در کاتالیز همگن جداسازی کاتالیزور است که نیاز به یک فرآیند پرزحمت و پرهزینه دارد. این مشکل می تواند با استفاده از روش کاتالیز ناهمگن که شامل استفاده از کاتالیزور و واکنش دهنده در فازهای مختلف (به عنوان مثال، فاز مایع جامد) است، برطرف شود و واکنش دهنده بر روی سطح فعال کاتالیزور جذب می شود. مزایای کاتالیز ناهمگن شامل قابلیت بازیافت کاتالیزورها با حداقل از دست دادن و سمیت کم کاتالیزورها است. برخلاف سایر تکنیک های تصفیه آب، مانند ضد عفونی، فیلتراسیون و رسوب گذاری، فوتوکاتالیستی ناهمگن آلاینده ها را کاملاً از بین می برد به جای اینکه آنها را از یک فاز به فاز دیگر تبدیل کند. در گذشته نزدیک، انواع مختلفی از اکسیدهای فلزی به عنوان فوتوکاتالیزورهای ناهمگن با هزینه مؤثر به دلیل قابلیت بازیافت و کاربرد گسترده آنها ظهور



کرده‌اند. مطالعات قبلی که اکسیدهای فلزی را شامل می‌شدند بر روی دوپینگ و میان‌لایه‌ای آنها با مواد دیگر مانند گرافیت برای بهبود توانایی فوتوکاتالیستی آنها در تجزیه رنگ‌های آلی تمرکز داشتند. استفاده از اکسیدهای فلزی به تنهایی، به طور گسترده‌ای برای فوتوکاتالیستی مورد بررسی قرار نگرفته است، به ویژه با انواع مختلف اکسیدهای فلزی. این روش یک روش کاتالیستی ناهمگن مؤثر برای تجزیه مواد شیمیایی رنگی، از جمله کریستال ویولت است (Sifat, Shin, Schevon, Ramos, Pophali, Jung, Halada, Meng, Olynik, Sprouster, Kim, 2024).

نتیجه گیری و بحث

تخلیه رنگ های آلی در پساب باعث ایجاد آلودگی های زیادی شده است و مشکلات بیشماری به همراه دارد و حذف این آلاینده ها ضروری می باشد بررسی نانو کامپوزیتها در حذف آلاینده های آلی مورد توجه بسیاری قرار گرفته است در این مقاله مروری بر حذف آلاینده های آلی انجام شده است.

منابع

- سمیه خمرنیا، ژیلا صفاری، مهریالسادات اکرامی کاخکی (۱۴۰۲). سنتز نانوکامپوزیت $\text{La}_2\text{CoFe}_2\text{O}_7$ و کاربرد کاتالیزوری نوری آن برای حذف رنگهای آلی، نشریه علمی علوم و فناوری رنگ / ۱۷، ۳، ۲۴۵-۲۵۵
- Alsuhaybani, . Mohammed. Aleid, Musaad. Alzidan, Reema, Bin Bander, Khaled. Alrehaili, Ayman. (2024). High removal of methylene blue and methyl violet dyes from aqueous solutions using efficient biomaterial byproduct, Heliyon. 10, e36731.
- Bouasla, Chafia. El-Hadi Samar, Mohamed. Ismail, Fadhel. (2010). Degradation of methyl violet 6B dye by the Fenton process, Desalination. 254, 35-41
- Brener Felipe Melo Lima Gomes, Caroline Maria Bezerra de Araujo, Bruna Figueiredo do Nascimento, Ronald Keverson da Silva Santos, Eleonora Maria Pereira de Luna Freire, Mauricio Alves Da Motta Sobrinho & Marilda Nascimento Carvalho, (2023). Adsorption of Cd (II) ions and methyl violet dye by using an agar-graphene oxide nano-biocomposite, Environmental Technology, Volume 45, - Issue 15
- Bruckmann, Franciele S. Schnorr, Carlo. Oviedo, Leandro R. Knani, Salah. Silva, Luis F. O. Silva, William L. Dotto, Guilherme L. Bohn Rhoden, Cristiano R. (2022) Adsorption and Photocatalytic Degradation of Pesticides into Nanocomposites: A Review, Molecules. 27, 6261
- El-Hafed Salma, Miyah, Youssef. Benjelloun, Mohammed. Souhassou, Hanane. Nahali, Loubna. Boualam, Omar. Kherbeche, Abdelhak. Zerrouq, Farid. Bouslamt, Rabia. Agunaou, Mahfoud. (2024). Optimization of CWPO for the Crystal violet and Methyl orange dyes degradation in the presence of copper- impregnated Moroccan clay catalysts, Mor.J.Chem. Volume 12, Issue 3, 1097-1109.
- Naseem, T., Waseem, M., (2022). A comprehensive review on the role of some important nanocomposites for antimicrobial and wastewater applications, International Journal of Environmental Science and Technology, 19, 2221-2246.
- Pandey, Akanksha . Mohan Pathak , Vinay. Navneet. Rajput, Minakshi. (2024). A feasible approach for azo-dye (methyl orange) degradation by textile effluent isolate *Serratia marcescens* ED1 strain for water sustainability: AST identification, degradation optimization and pathway hypothesis, Heliyon. 10, e32339.
- Pandey, Neeta, Shukla, S. K. Singh, N. B. 2017 . Water purification by polymer nanocomposites: an overview. Nanocomposites, VOL. 3(2): 47-66.
- Saeed, Khalid. Khan, Idrees. Gul, Tamanna. Sadiq, Mohammad. (2017). Efficient photodegradation of methyl violet dye using TiO_2/Pt and TiO_2/Pd photocatalysts, Appl Water Sci, 7, 3841-3848



- Sifat, Mohammed. Shin, Eugene. Schevon, Anthony. Ramos, Hugo. Pophali, Amol, Jung, Hye-Jung. Halada, Gary. Meng, Yizhi. Olynik, Nicholas. Sprouster, David.J. Kim, Taejin. (2024). Photocatalytic Degradation of Crystal Violet (CV) Dye over Metal Oxide (MOx) Catalysts, Catalysts. 14, 377.
- Yang, Shuijin. Xu, Yulin. Huang, Yongkui. Zhou, Guohui. Yang, Zhiyuan. Yang, Yun Wang, Guohong. (2013). Photocatalytic Degradation of Methyl Violet with TiSiW 12O40/TiO2, International Journal of Photoenergy.



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مروری بر حذف فوتوکاتالیستی رنگ مالاشیت گرین از پساب با استفاده از نانوکامپوزیت ها

سمیه خمرنیا

استادیار، گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۹۳۹۵-۴۶۹۷
Email: somayekhammarnia@pnu.ac.ir

چکیده

آلاینده‌های آلی در آب‌های صنعتی و پساب‌ها به عنوان یک مشکل جدی برای مردم در سراسر جهان محسوب می‌شوند. صنایع نساجی و پساب‌های حاوی رنگ‌ها یکی از منابع اصلی آلاینده‌ها هستند که گاهی مستقیماً به عنوان فاضلاب به محیط تخلیه می‌شوند. مالاشیت گرین، یک رنگ کاتیونی با ساختار تری‌آریل‌متان است. این ترکیب خطرناک می‌تواند موجب سرطان‌زایی، جهش‌زایی و سمیت شود. در حال حاضر، چندین فرآیند شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی برای تصفیه پساب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، مانند انعقاد، اولترافیلتراسیون، جذب، ازن‌زنی و کلرزنی. این روش‌ها به دلیل خروجی‌های زائد جامد، مؤثر نیستند و مشکلات زیست‌محیطی دیگری ایجاد می‌کنند که نیاز به تصفیه‌ی بیشتر دارند یکی از روش‌های تصفیه‌ی پساب‌های حاوی رنگ‌ها، تجزیه‌ی فوتوکاتالیستی آنها است.

واژه‌های کلیدی: نانوکامپوزیت، مالاشیت گرین، فوتوکاتالیست، پساب.

مقدمه

آلودگی محیط زیست، به خصوص آلودگی آب، در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است، زیرا مشکلات جدی برای انسان‌ها و سایر موجودات زنده ایجاد کرده است. علاوه بر تلاش‌ها برای کاهش تخلیه آلاینده‌ها، توسعه روش‌های موثر برای حذف آلاینده‌های موجود، مانند رنگ‌های آلی و فلزات سنگین از آب آلوده ضروری است تا تأمین آب پاک تضمین شود هم رنگ‌های آلی و هم فلزات سنگین معمولاً در پساب‌ها وجود دارند و مشکلات متعددی برای حذف همزمان آنها ایجاد می‌کنند. بنابراین، مطلوب است که مواد مورد استفاده برای تصفیه بتوانند هم رنگ‌ها و هم فلزات سنگین را از پساب حذف کنند قبل از اینکه به محیط زیست تخلیه شوند (Shia, Xua, Guana, Lia, Fana, Wang, Liua, Mengc, Zhang, 2017). آلودگی آب توسط مالاشیت گرین، یک رنگ کاتیونی معمولاً استفاده شده، در حال جلب توجه بیشتر است (Tang, Xiaoxiu., Zhang, Fan. Huang, Yuxiong, Keller. Arturo A. Lan, Jing 2019, 442-451).

از آنجا که رنگ‌ها مولکول‌های غیرقابل تجزیه هستند، تصفیه‌ی پساب‌های رنگی دشوار است. به همین دلیل، تکنیک‌های مختلفی از جمله انعقاد، اکسیداسیون پیشرفته، رسوب‌گذاری، ازن‌زنی، جذب، تصفیه غشایی، فیلتراسیون غشایی، تبادل یونی و تجزیه نوری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تکنیک‌ها دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند. اما امروزه پژوهشگران به‌طور فزاینده‌ای از روش‌های کارآمد استفاده می‌کنند که تکنولوژی‌های پایدار اقتصادی برای تصفیه‌ی پساب‌های رنگی هستند. امروزه، فرآیند فوتوکاتالیست به عنوان یک روش ساده و کارآمد برای حذف آلاینده‌های آلی و



رنگ‌ها از فاضلاب‌های صنعتی استفاده می‌شود و نشان داده شده است که نقش مهمی در کنترل زیست‌محیطی با تجزیه‌ی آلاینده‌های آلی ایفا می‌کند (Amiri-Hosseini, Hashempour, 2021, 295-302).

حذف مالاشیت گرین از پساب

با توسعه سریع صنعتی شدن، مقادیر زیادی از یون‌های فلزات سنگین و رنگ‌های آلی به سیستم‌های آبی وارد شده‌اند این آلاینده‌ها بسیار سمی هستند و تهدید جدی برای حیات آبریزان و انسان‌ها ایجاد می‌کنند (Tang, Xiaoxiu., Zhang, Fan. Huang, Yuxiong, Keller. Arturo A. Lan, Jing 2019, 442-451).

مالاشیت گرین یک رنگ پایه است که به طور گسترده‌ای در صنایع نساجی و رنگ‌سازی استفاده می‌شود. آلودگی در آب مشکلات جدی برای سلامت انسان و حیوانات ایجاد می‌کند به دلیل اثرات سمی، سرطان‌زا، جهش‌زا یا تنفسی آن که در غلظت‌های بالا در آب یافت می‌شود (Shia, Xua, Guana, Lia, Fana, Wang, Liua, Mengc, Zhang, 2017). مالاشیت گرین، یک رنگ N-متیله دی‌آمینوتری‌فنیل‌متان است که به کلاس تری‌فنیل‌متان تعلق دارد و یک جامد کریستالی سبز است. با وجود اینکه مالاشیت گرین برای رنگ‌آمیزی ابریشم، چرم و پنبه مفید است و نقش فعالی در ضد عفونی‌کننده‌های پزشکی دارد، دارای چندین اثر سمی است و خطرات مختلفی برای مصرف‌کنندگان نهایی ایجاد می‌کند همچنین دارای ویژگی‌های جهش‌زا، سرطان‌زا است هنگامی که مالاشیت گرین به جویبارها تخلیه می‌شود، زندگی آبریزان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اثرات زیانباری در کبد، کلیه، روده ایجاد می‌کند. مالاشیت گرین می‌تواند میتوکندری‌ها را تخریب کرده و تغییرات هسته‌ای ایجاد کند. خطرات قابل توجهی برای انسان‌هایی که ماهیان پرورشی در آب‌های آلوده به رنگ‌های مالاشیت گرین را مصرف می‌کنند وجود دارد مصرف مالاشیت گرین موجب تحریک دستگاه گوارش شده و برای آبریزان بسیار سمی است. بنابراین، لازم است روش کارآمدی برای حذف این رنگ سمی از آب و محلول‌ها توسعه یابد (Joseph, Agrawal, Rawtani, 2013, 99-111).

روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و فیزیکوشیمیایی مانند فرآیندهای جداسازی غشایی، جذب، رسوب شیمیایی، رسوب الکتروشیمیایی، سونواکسیداسیون و فوتوکاتالیز برای تصفیه پساب‌های صنعتی حاوی رنگ وجود دارند (Arsalani, Bazazi, Abuali, Jodeyri, 2020, 112207).

فوتوکاتالیز

برای کاهش آسیب‌های ناشی از آلودگی رنگ‌های آلی به محیط زیست و انسان‌ها، استفاده از فوتوکاتالیزها برای تجزیه ترکیبات آلی در هوای آلوده یا آب یا تبدیل آن‌ها به مواد شیمیایی بی‌ضرر به طور گسترده‌ای مطالعه شده است (Eskizeybek, Sarı, Gülce, Gülce, Avci, 2012, 197-206).

فوتوکاتالیز توسط نیمه‌هادی‌ها توجه دانشمندان را برای حل مشکلات زیست محیطی مانند حذف آلاینده‌ها از پساب‌ها. به خود جلب کرده است فوتوکاتالیز پدیده‌ای است که در آن الکترون‌ها در باند ظرفیت نیمه‌هادی‌ها با نور ماوراء بنفش یا مرئی تحریک شده و به باند هدایت منتقل می‌شوند. این منجر به ایجاد جفت‌های الکترون-حفره می‌شود که رادیکال‌های آزادی تولید می‌کنند که قادر به شرکت در واکنش‌های اکسیداسیون-کاهش هستند. برای اینکه یک نیمه‌هادی به طور فوتوکاتالیزی کارآمد باشد، سرعت بازترکیب جفت‌های الکترون-حفره تولید شده باید به اندازه کافی پایین باشد تا بتوانند در واکنش‌های اکسیداسیون-کاهش شرکت کنند. همچنین، اگر شکاف انرژی بین باند ظرفیت و باند هدایت نیمه‌هادی کم باشد، جفت‌های الکترون-حفره به راحتی تشکیل می‌شوند و فوتوکاتالیز مطلوب‌تری خواهد بود (Arsalani, Bazazi, Abuali, Jodeyri, 2020, 112207).

فوتوکاتالیست تکنیکی برتر از تکنیک‌های تصفیه سنتی است. ویژگی‌های آن شامل پایداری، هزینه‌موثر، فوتواکتیو بالا، اکسیداسیون سریع، اکسیداسیون آلاینده‌ها حتی در غلظت‌های پایین، عدم تشکیل محصولات پلی‌سیکلیک و غیره است. این فرآیند رادیکال‌های آزاد مانند رادیکال‌های هیدروکسیل تولید می‌کند که یک اکسیدانت بسیار کارآمد برای آلاینده‌های آلی است. فرآیند فوتوکاتالیستی با نانوکامپوزیت‌ها به عنوان روش‌هایی برای حذف رنگ‌های آلی از فاضلاب‌های صنعتی به پژوهشگران کمک کرده است تا ذرات نانوکامپوزیت جدیدی با نمونه‌های ترکیبی مختلف مانند بیوپلیمرهای آلی و نمک‌های معدنی تولید کنند. (Amiri-Hosseini, Hashempour, 2021, 295-302)

نانوکامپوزیت‌ها و کاربرد آنها در حذف پساب

در سال‌های اخیر، نانومواد به دلیل سطح ویژه زیاد برای تصفیه پساب توجه زیادی به خود جلب کرده‌اند. از بین آنها، نانوذرات اکسید فلزی مانند اکسید روی، تری‌اکسید تنگستن، اکسید مس، اکسید طلا، اکسید آهن، اکسید منیزیم، اکسید تیتانیوم، اکسید قلع، اکسید نقره، اکسید پلاتین، اکسید کبالت و اکسید پالادیم به دلیل گروه‌های عملکردی سطحی برتر، سطح بالا، اثربخشی بالای جذب، پایداری شیمیایی و حرارتی برای تصفیه پساب توجه زیادی به خود جلب کرده‌اند (Abubakar, Tijani, Abdulkareem, Egbosiuba, Abdullahi, Mustapha, Ajiboye, 2023). نانوکامپوزیت‌ها ترکیبی از نانومواد هستند که برای بهره‌برداری بیشتر از مزایای مواد فردی طراحی شده‌اند. این‌ها توجه زیادی از محققان را در دهه‌های اخیر جلب کرده‌اند و کاربردهای آن‌ها در پزشکی زیستی، سلول‌های خورشیدی و فوتوکاتالیز به طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. (Imtiaz1, Shah, Ullah, Iftikhar, Shah, Shah, 2022).

مواد نانوکامپوزیتی اغلب در زمینه فوتوکاتالیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. به دلیل داشتن عرض و موقعیت‌های باند گپ متفاوت، جفت‌های الکترون و حفره تشکیل شده دارای پتانسیل‌های اکسایش و کاهش مختلفی هستند (Ahmed, Shalan, Afifi, El-Desoky, Lanceros-Méndez, 2021).

نانوفناوری و نانومواد قابلیت تأمین پایداری در زمینه تصفیه پساب‌های صنعتی را دارند از طریق ارائه تکنولوژی‌های نوآورانه به دلیل توانایی کنترل عملکرد و خواص مواد به طور مناسب با تقاضای خاص. تکنیک‌های مختلفی بر اساس نانوفناوری برای بهسازی پساب‌ها گزارش شده است که می‌توان آنها را به چهار دسته عمده شامل روش‌های بیولوژیکی، شیمیایی، فیزیکوشیمیایی و فیزیکی تقسیم کرد. (Elkady, Hassan, 2021).

نتیجه گیری و بحث

به دلیل افزایش آلودگی پساب توسط رنگ‌های آلی و خسارت‌های زیادی که به همراه دارد حذف این آلاینده‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است در این مقاله به بررسی استفاده از نانوکامپوزیت‌ها در جهت حذف رنگ‌های آلی به عنوان آلاینده از پساب پرداخته شد.

منابع

- Abubakar, Hassana Ladio. Tijani, Jimoh Oladejo. Abdulkareem, Ambali Saka. Egbosiuba, Titus Chinedu. Abdullahi, Mann. Mustapha, Saheed. Ajiboye, Emmanuel Ayorinde. (2023). Effective removal of malachite green from local dyeing wastewater using zinc-tungstate based materials, Heliyon. 9 (2023) e19167
- Ahmed, Mohamed K. Shalan, Ahmed Esmail. Afifi, Mohamed. El-Desoky, Mohamed M. Lanceros-Méndez, Senentxu. (2021). Silver- Doped Cadmium Selenide/Graphene Oxide-



- Filled Cellulose Acetate Nanocomposites for Photocatalytic Degradation of Malachite Green toward Wastewater Treatment ACS Omega. 6, 23129-23138
- Amiri-Hosseini, Soheila. Hashempour, Yalda. 2021. Photocatalytic removal of Malachite green dye from aqueous solutions by nano-composites containing titanium dioxide: Asystematic review, Environmental Health Engineering and Management Journal. 8(4), 295-302
- Arsalani, Nasser. Bazazi, Sina. Abuali, Maryam. Jodeyri, Saeedeh (2020). A new method for preparing ZnO/CNT nanocomposites with enhance photocatalytic degradation of malachite green under visible light, Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry. 389, 112207
- Elkady, Marwa F, Hassan, Hassan Shokry. (2021). Photocatalytic Degradation of Malachite Green Dye from Aqueous Solution Using Environmentally Compatible Ag/ZnO Polymeric Nanofibers, Polymers. 13, 2033
- Eskizeybek, Volkan. Sarı, Fahriye. Gülce, Handan. Gülce, Ahmet. Avcı, Ahmet. (2012). Preparation of the new polyaniline/ZnO nanocomposite and its photocatalytic activity for degradation of methylene blue and malachite green dyes under UV and natural sun lights irradiations, Applied Catalysis B: Environmental. 119–120 (2012) 197–206
- Imtiaz1, Tooba. Shah, Afzal. Ullah, Naimat. Iftikhar, Faiza Jan. Shah, Iltaf. Shah, Syed Mujtaba. Shah, Syed Sakhawat. (2022). Electrochemical nanosensor for ultrasensitivedetection of malachite green and monitoring of its photocatalytic degradation, Clean Water. 5:69
- Joseph, Franklin. Agrawal, Y.K. Rawtani, Deepak. (2013). Behavior of malachite green with different adsorption matrices, Frontiers in Life Science. Vol. 7, Nos. 3–4, 99–111
- Shia, Zhennan. Xua, Chen. Guana, Han. Lia, Ling. Fana, Lu. Wanga, Yingxi. Liua, Li. Mengc, Qingtao. Zhang, Run. (2017). Magnetic Metal Organic Frameworks (MOFs) Composite for Removal of Lead and Malachite Green in Wastewater, Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.
- Tang, Xiaoxiu. Zhang, Fan. Huang, Yuxiong, Keller. Arturo A. Lan, Jing. (2019). Competitive removal of Pb²⁺ and malachite green from water by magnetic phosphate nanocomposites, Water Research. 150, 442-451



نوع پذیرش مقاله: پوستر

ارزیابی پتانسیل گیاه وشا در پالایش زیستی روی از خاک‌های آلوده به فلزات سنگین

کبری مهدویان

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: k.mahdavian@pnu.ac.ir

چکیده

فلزات سنگین از مهمترین ترکیبات غیرآلی آلوده کننده محیط زیست محسوب می‌شوند. فعالیت‌های معدن‌کاوی و استخراج فلزات از عوامل عمده در آلودگی خاک‌ها هستند و عموماً خاک‌های سطحی در اطراف معادن حاوی مقادیر بالایی از این فلزات هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بعضی گونه‌های گیاهی بومی رشد کرده بر روی محل آلوده شده ممکن است توانایی برای گیاه پالایی داشته باشند. هدف از انجام این تحقیق بررسی گیاه وشا جهت اهداف گیاه پالایی روی می‌باشد. پس از شناسایی نمونه‌های گیاهی جمع آوری شده، نمونه‌ها جهت انجام آنالیزهای مربوطه آماده گردید. سپس مقدار عنصر روی، هدایت الکتریکی، PH اندازه‌گیری شد و توانایی نمونه‌های گیاهی برای جذب و تجمع روی به وسیله محاسبه فاکتور تغلیظ زیستی (BCF) و فاکتور جابجایی (TF) بررسی گردید. بر اساس نتایج حاصله مقدار کل روی در منطقه معدنی از ۳۴۵ تا ۳۳۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می‌باشد. همچنین مشاهده می‌شود مقدار قابل تبادل عناصر روی در خاک ۲۴ تا ۲۳۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می‌باشد. همچنین در این تحقیق مقدار روی در گیاه وشا محدوده‌ای از ۱۴۳ تا ۱۷۲ میلی گرم بر کیلوگرم در ریشه‌ها و ۱۱۲ تا ۱۵۴ میلی گرم بر کیلوگرم در اندام‌های هوایی و ۳۰۲۳ تا ۳۳۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم در خاک وجود دارد. بررسی‌ها نشان داد که فاکتور تغلیظ زیستی در گیاه وشا ۰/۲ و فاکتور جابجایی ۰/۸ می‌باشد. لذا گیاه وشا، مناسب برای تجمع روی است.

واژه‌های کلیدی: روی، منطقه معدنی، گیاه وشا.

مقدمه

از دیدگاه علم زیست شناسی و به ویژه فیزیولوژی گیاهی، فلزات سنگین، عناصری فلزی و یا شبه فلزی می‌باشند که اثرات سمی بر رشد گیاهان دارند و شامل عناصری مانند مس، روی، آرسنیک، نیکل، منگنز، آهن، کبالت، کادمیوم، سرب و... می‌باشند (Auburn, 2000). میزان روی در خاک در حدود ۸۰-۱۲۰ میکروگرم بر گرم می‌باشد و مقادیر بالاتر از این حد نشان دهنده آلودگی خاک با روی است (Pendias-Kabata, 2011). فلزات سنگین در اثر آلودگی‌های صنعتی نظیر معدن‌کاوی در خاک افزایش می‌یابند (Shen et al, 2002). در مورد روی نیز با افزایش pH خاک کمتر جذب گیاه می‌شوند (Marschner, 1998). گیاهانی که فلزات را در غلظتهای بال در اندامهای هوایی نسبت به ریشه خود و بدون بروز هر گونه عاظم سمیت تجمع می‌دهند، گیاهان بیش تجمع دهنده نامیده می‌شوند (Baker, 1981). هدف از انجام این تحقیق بررسی گیاه بومادران جهت اهداف گیاه پالایی روی در منطقه معدنی یزد می‌باشد.



مواد و روش ها

نمونه های گیاهی پس از جمع آوری خشک گردید و مورد شناسایی قرار گرفت. پس از شناسایی نمونه های گیاهی جمع آوری شده، نمونه ها جهت انجام آنالیزهای مربوطه آماده گردید. برای اندازه گیری مقدار عناصر در خاک از روش Reeves و همکاران (۱۹۹۹) استفاده شد (Reeves et al, 1999). مقدار عنصر روی توسط دستگاه طیف سنج جذب اتمی آنالیز گردید. روش مورد استفاده برای تعیین مقادیر قابل تبادل عناصر بر گرفته از روش Faucon و همکاران (۲۰۰۷) می باشد (Faucon et al, 2007). مقادیر عنصر روی در این محلول ها توسط طیف سنج جذب اتمی آنالیز گردید. PH خاک توسط PH متر اندازه گیری شد. سپس هدایت الکتریکی را به وسیله دستگاهی به نام هدایت سنج (EC) متر اندازه گیری شد. میزان عنصر روی موجود در نمونه های گیاهی بر اساس روش اندازه گیری شد (Reeves et al, 1999). مقدار عنصر روی موجود در نمونه ها توسط دستگاه طیف سنج جذب اتمی مورد اندازه گیری قرار گرفت. توانایی نمونه های گیاهی برای جذب و تجمع روی به وسیله محاسبه فاکتور تغلیظ زیستی و فاکتور جابجایی بررسی می گردد. گیاهانی با فاکتور تغلیظ زیستی (BCF) بیشتر از یک و فاکتور جابجایی (TF) کمتر از یک برای تثبیت گیاهی مناسب هستند.

نتایج

بر اساس نتایج حاصله مقدار کل روی در منطقه معدنی یزد به ترتیب از ۳۴۵ تا ۳۳۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می باشد. مقدار قابل تبادل عناصر روی در خاک به ترتیب ۲۴ تا ۲۳۷ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می باشد. میانگین PH نمونه های خاک محدودهای از ۶/۸ تا ۷/۸ تعیین شد. همچنین در این تحقیق مقدار روی در گیاه وشا محدودهای از ۱۴۳ تا ۱۷۲ میلی گرم بر کیلوگرم در ریشه ها و ۱۱۲ تا ۱۵۴ میلی گرم بر کیلوگرم در اندام های هوایی و ۳۰۲۳ تا ۳۳۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم در خاک وجود دارد. بررسی ها نشان داد که فاکتور تغلیظ زیستی در گیاه وشا ۰/۲ و فاکتور انتقال ۰/۸ می باشد. ذای گیاه وشا (Dorema .D ammoniacum)، گونه مناسبی برای تجمع خاک های آلوده شده با روی است.

بحث

گزارش های مختلفی دلالت بر آلودگی خاکهای سطحی در اطراف معادن دارند (Wenzel and Jockwer, 1999). - Kabata- Pendias (۲۰۱۱) گزارش کرد که ۶ تا ۱۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم روی در گیاهان رشد کرده بر روی خاک های غیرآلوده وجود دارد. روی یک عنصر ضروری برای گیاهان است و بطور معمول در غلظت هایی از ۱۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وجود دارد (Ghaderian and Ghotbi Ravandi, 2012). گیاه وشا، گونه مناسبی برای تجمع خاکهای آلوده شده با روی است. تحقیقات نشان داده اند که Cynodon dactylon و Sesbania rostrata مناسب برای گیاه پالایی یک معدن سرب و روی هستند (Won, 2003) از دیدگاه کاربردی نیز این گیاهان دارای دو کاربرد عمده می باشند که یکی از آنها پاکسازی خاکهای آلوده از فلزات سنگین با استفاده از گیاهان بیش تجمع دهنده است. در این روش گیاهان با جذب مقادیر بالایی از فلزات سنگین موجب کاهش غلظت فلز در خاک می گردند. بنابراین بر طبق نتایج به دست آمده گیاه وشا مناسب جهت تجمع روی می باشد.

سپاسگزاری

نگارنده از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه پیام نور به دلیل حمایت مالی از پژوهش حاضر، صمیمانه سپاسگزاری می نماید.



منابع

- Auburn, A. (2000) Heavy metal soil contamination. Urban Technical Note 3: 1-7.
- Baker, A. J. M. (1981) Accumulators and excluders - strategies in the response of plants to heavy metals. *Journal of Plant Nutrition* 3: 643-654.
- Faucon, M.P., Shutsha, M. N. and Meerts, P. (2007) Revisiting copper and cobalt concentrations in supposed hyperaccumulators from SC Africa: influence of washing and metal concentrations in soil. *Plant and Soil* 301: 29-36.
- Ghaderian, S. M. and Ghotbi Ravandi, A. A. (2012) Accumulation of copper and other heavy metals by plants growing on Sarcheshmeh copper mining area Iran. *Journal of Geochemical Exploration* 123: 25-32
- Kabata-Pendias A. (2011) *Trace Elements in Soils and Plants*. fourth ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Marschner, H. (1988) *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London, pp. 674.
- Reeves, R.D., Baker, A. J. M., Borhidi, A., and Berazain, R. (1999) Nickel hyperaccumulation in the serpentine flora of Cuba. *Annals of Botany* 83: 29- 38.
- Shen, Z. G., Li, X. D., Wang, C. C., Chen, H. M. and Chua, H. (2002) Lead phytoextraction from contaminated soil with high-biomass plant species. *Journal of Environmental Quality* 31: 1893-1900.
- Wenzel, W.W. and Jockwer, F. (1999) Accumulation of heavy metals in plants grown on mineralized soils of the Austrian Alps. *Environmental pollution* 104: 145-155
- Wong, M. H. (2003) Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere* 50:775-780.



نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

مروری بر روش‌های نوین کنترل آلاینده‌های شهری با بهره‌گیری از هوش مصنوعی

مرتضی مطوریان^۱، مهدی نیا جلیلی^{۲*}، مصطفی شعاعی پشته^۳، عباس حیدری پاشاکی^۴

۱. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

۲. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

Email: mniajalili@tvu.ac.ir

۳. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

۴. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

چکیده

آلودگی هوا یکی از چالش‌های جدی در شهرهای بزرگ است که تأثیرات منفی بر سلامت عمومی و محیط زیست دارد. این پژوهش به بررسی روش‌های نوین پیش‌بینی و کنترل آلاینده‌های شهری با استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌پردازد از جمله آلاینده‌های اصلی موجود در هوا می‌توان به ازن، ذرات معلق، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و منواکسید کربن اشاره نمود. روش تحقیق به صورت کتابخانه‌ای بوده که شامل جمع‌آوری و تحلیل منابع معتبر علمی و مقالات پژوهشی مرتبط با پیش‌بینی و کنترل آلاینده‌های شهری با استفاده از هوش مصنوعی است. این فرآیند شامل مرور سیستماتیک ادبیات موجود، استخراج داده‌ها و نتایج کلیدی از مطالعات پیشین و ارزیابی روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف هوش مصنوعی به کاررفته در این حوزه می‌باشد. در نهایت، نتایج به دست آمده برای ارائه پیشنهادات و راهکارهای عملی در مدیریت آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا، ابتدا به تحلیل داده‌های مربوط به آلاینده‌ها و عوامل مؤثر بر آن‌ها پرداخته می‌شود. سپس، الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند رگرسیون و شبکه‌های عصبی به منظور پیش‌بینی سطح آلاینده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، این پژوهش به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت و کنترل آلاینده‌ها، از جمله بهینه‌سازی ترافیک، سیستم‌های هشداردهنده و توسعه سیاست‌های زیست‌محیطی می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهند که استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود دقت پیش‌بینی‌ها و کارایی کنترل آلاینده‌ها کمک کند.

واژه‌های کلیدی: آلاینده‌های شهری، کنترل آلودگی، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین.

مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در قرن بیست و یکم به شمار می‌رود و تأثیرات منفی آن بر سلامت انسان‌ها و اکوسیستم‌ها به وضوح قابل مشاهده است. با رشد سریع شهرنشینی و افزایش جمعیت، سطح آلاینده‌ها در مناطق شهری به طور چشمگیری افزایش یافته و این امر نیاز به روش‌های مؤثر برای پیش‌بینی و کنترل این آلاینده‌ها را ضروری می‌سازد. در این راستا، فناوری‌های نوین و به‌ویژه هوش مصنوعی به عنوان ابزارهای قدرتمند در تحلیل و مدیریت داده‌های پیچیده محیطی مطرح شده‌اند (Alimissis et al. 2018).

این پژوهش به بررسی روش‌های نوین پیش‌بینی و کنترل آلاینده‌های شهری با بهره‌گیری از تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌پردازد. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و تحلیل الگوریتم‌ها و مدل‌های هوش مصنوعی است که می‌توانند به بهبود دقت پیش‌بینی‌ها و کارایی کنترل آلودگی کمک کنند. با توجه به تنوع و پیچیدگی عوامل مؤثر بر آلودگی هوا، استفاده از



روش‌های پیشرفته مانند یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی می‌تواند به مدیریت بهتر کیفیت هوا و کاهش تأثیرات منفی آن بر سلامت عمومی منجر شود. بررسی تأثیر هوش مصنوعی در کنترل آلودگی‌ها می‌تواند به عنوان مبنایی برای توسعه راهکارهای نوین در مدیریت آلاینده‌های شهری و ارتقای کیفیت زندگی در جوامع شهری مورد استفاده قرار گیرد (Arhami et al., 2010).

پیش‌بینی رفتار فرآیندهای پویا، از مهمترین اجزای مدیریت و کنترل این فرآیندها در علوم مختلف می‌باشد. مدلهایی که در مطالعات آلودگی هوا از آنها استفاده می‌شود به دو گروه روش‌های کلاسیک و روش‌های هوشمند تقسیم می‌شوند. اگرچه در زمینه مدلسازی آلودگی هوا، با روشهای خطی و غیرخطی مطالعات زیادی صورت گرفته است، اما به دلیل پیچیدگی ساختار آلاینده‌های هوا و رسیدن به مدل‌های دقیق‌تر و انتخاب پارامترهای مناسب برای تخمین آلاینده‌ها، مطالعات بیشتری باید انجام پذیرد.

ضرورت پژوهش در کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت و کنترل آلاینده‌ها به دلیل افزایش سریع آلودگی هوا و تأثیرات منفی آن بر سلامت عمومی و محیط زیست است. هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های پیچیده و شناسایی الگوهای مخفی، دقت پیش‌بینی‌ها را افزایش دهد و به تصمیم‌گیری‌های بهینه در مدیریت کیفیت هوا کمک کند. همچنین، این فناوری قابلیت توسعه سیستم‌های هوشمند برای کنترل و کاهش آلاینده‌ها در زمان واقعی را فراهم می‌آورد، که به بهبود کیفیت زندگی در جوامع شهری منجر می‌شود.

بیان مسئله

آلودگی هوا به عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در جوامع شهری، تهدیدی جدی برای سلامت انسان‌ها و اکوسیستم‌ها به شمار می‌رود. افزایش جمعیت، رشد صنعتی و ترافیک سنگین در شهرها منجر به انتشار مقادیر زیادی از آلاینده‌ها مانند ذرات معلق، گازهای گلخانه‌ای و مواد شیمیایی مضر شده است. این وضعیت نه تنها بر کیفیت زندگی شهروندان تأثیر می‌گذارد، بلکه به بروز بیماری‌های تنفسی و قلبی نیز منجر می‌شود (Atkinson et al., 2010). در این راستا، روش‌های سنتی پیش‌بینی و کنترل آلودگی معمولاً به دلیل پیچیدگی و عدم دقت کافی در تحلیل داده‌های بزرگ و متنوع محیطی ناکافی هستند. بنابراین، نیاز به روش‌های نوین و کارآمدتر برای پیش‌بینی و کنترل آلاینده‌ها احساس می‌شود. هوش مصنوعی، به ویژه تکنیک‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های کلان، پتانسیل بالایی در بهبود دقت پیش‌بینی‌ها و توسعه راهکارهای هوشمند برای مدیریت آلودگی دارد.

هدف این پژوهش ارائه راهکارهای عملی و علمی برای بهبود کیفیت هوا و ارتقای سلامت عمومی در جوامع شهری است. روش‌های نوین پیش‌بینی و کنترل آلاینده‌های شهری با بهره‌گیری از هوش مصنوعی از اهمیت بالایی برخوردارند که می‌توان به چند مورد کلیدی اشاره کرد (Bell, 2012):

دقت و کارایی بالا: هوش مصنوعی با توانایی تحلیل داده‌های کلان و شناسایی الگوهای پیچیده، می‌تواند دقت پیش‌بینی‌ها را به طور قابل توجهی افزایش دهد. این دقت به تصمیم‌گیری‌های مؤثر در زمینه مدیریت آلودگی کمک می‌کند.

پیش‌بینی زمان واقعی: استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی امکان پیش‌بینی وضعیت آلودگی در زمان واقعی را فراهم می‌آورد. این امر به مسئولین اجازه می‌دهد تا به سرعت به تغییرات شرایط محیطی واکنش نشان دهند و اقدامات کنترلی لازم را انجام دهند.

مدیریت منابع بهینه: با تحلیل داده‌ها و شناسایی منابع آلاینده، می‌توان برنامه‌های کنترلی بهینه‌تری طراحی کرد که به کاهش هزینه‌ها و استفاده بهینه از منابع منجر شود.



شناسایی و تحلیل الگوهای آلودگی: هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی الگوهای زمانی و مکانی آلودگی کمک کند و به این ترتیب، سیاست‌گذاران را در تدوین استراتژی‌های مؤثر برای کنترل آلودگی یاری دهد. توسعه سیستم‌های هوشمند: با بهره‌گیری از فناوری‌های هوش مصنوعی، می‌توان سیستم‌های هوشمند برای کنترل ترافیک، مدیریت منابع انرژی و بهینه‌سازی فعالیت‌های صنعتی طراحی کرد که به کاهش آلاینده‌ها کمک می‌کند. به طور کلی، روش‌های نوین پیش‌بینی و کنترل آلاینده‌های شهری با بهره‌گیری از هوش مصنوعی می‌توانند به بهبود سلامت عمومی، ارتقای کیفیت زندگی و حفظ محیط زیست کمک شایانی کنند.

مبانی پژوهش

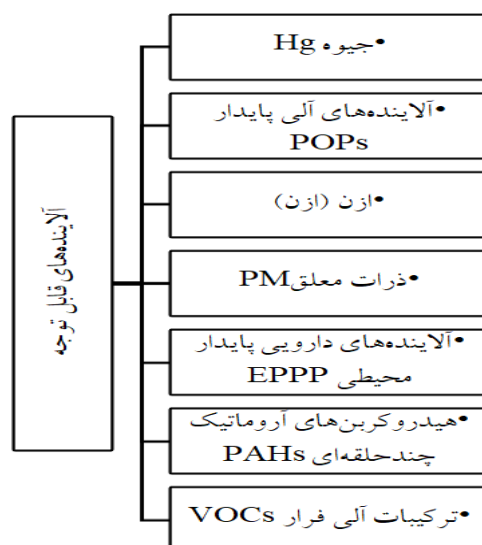
به ورود آلاینده‌ها به یک محیط که باعث ناپایداری، اختلال، آسیب یا ناراحتی برای موجودات زنده شود گفته می‌شود. آلودگی می‌تواند به شکل مواد شیمیایی یا انرژی از قبیل صدا، گرما یا نور باشد. مواد آلوده‌کننده‌ای که در پی رویدادهای طبیعی پدید می‌آیند زمانی به عنوان آلاینده شناخته می‌شوند که میزان آن‌ها از حدّ طبیعی بگذرد. در سال ۲۰۱۵ آلودگی باعث مرگ ۹ میلیون انسان شده‌است (Hassanvand et al., 2014).

سوزاندن زغال و چوب، و وجود دستگاه‌های فراوان در یک منطقه به صورت متراکم باعث شده شهرها منبع اصلی آلودگی گردند. انقلاب صنعتی باعث ریختن مواد شیمیایی تصفیه نشده و زباله‌ها به جریان‌های آب محلی که منبع آب مصرفی بود، گردید. هم‌چنین انقلاب صنعتی باعث شکل‌گیری این آلودگی زیست‌محیطی که ما امروز می‌شناسیم شد (Kelly and Fussell, 2012). آلودگی هزینه دارد. فعالیت‌های تولیدی و کارخانه‌هایی که باعث آلودگی می‌شوند بر روی تمام جامعه هزینه‌های بهداشتی و تمیزکاری تحمیل می‌کنند. برای مثال فعالیتی که باعث آلودگی هوا می‌شود مثالی از اثرات جانبی منفی تولید می‌باشد. یک اثر جانبی منفی زمانی اتفاق می‌افتد که تولید یک کارخانه سلامت افرادی را که در آن فعالیت دخیل نیستند را به خطر می‌اندازد (Darrow et al., 2009).

در این قسمت به بررسی و تحلیل مفاهیم و نظریه‌های مرتبط با پیش‌بینی و کنترل آلودگی هوا و همچنین کاربردهای هوش مصنوعی در این زمینه می‌پردازد. این مبانی شامل موارد زیر است:

- تعریف و مفهوم آلاینده‌های شهری
- نظریه‌های پیش‌بینی و مدل‌سازی آلودگی
- مفاهیم هوش مصنوعی و یادگیری ماشین
- تحلیل داده‌های کلان
- مدیریت کیفیت هوا و سیاست‌های زیست‌محیطی
- مطالعات موردی و تجربیات جهانی

یک آلاینده ممکن است با تغییر سرعت رشد گونه‌های گیاهی یا جانوری، یا با تداخل در امکانات رفاهی، آسایش، سلامتی یا ارزش‌های دارایی، آسیب‌های بلندمدت یا کوتاه‌مدت ایجاد کند. برخی از آلاینده‌ها زیست‌تخریب‌پذیر هستند و بنابراین در درازمدت در محیط زیست باقی نمی‌مانند. با این حال، محصولات تخریبی برخی از آلاینده‌ها از تجزیه خود آلاینده به وجود می‌آیند. شکل ۱ برخی آلاینده‌های قابل توجه را نشان داده است.



شکل ۱: آلاینده‌های قابل توجه (Hassanvand et al., 2014)

کاربرد هوش مصنوعی در کنترل آلودگی

هوش مصنوعی (Artificial intelligence) هوشی است که توسط ماشین‌ها ظهور یافته است که در مقابل هوش طبیعی جانوران نمود یافته است. برخی از منابع شناخته شده از اصطلاح «هوش مصنوعی» جهت توصیف ماشینی استفاده می‌کنند که عملکردهای «شناختی» را از روی ذهن انسان‌ها تقلید می‌کنند، همچون «یادگیری» و «حل مسئله»، با این حال این تعریف توسط محققان اصلی در زمینه هوش مصنوعی رد شده است (Kodavanti et al., 2005). کاربردهای هوش مصنوعی شامل موتورهای جستجو، خودروهای خودران، هوش مصنوعی خلاق و غیره را می‌توان نام برد. هوش مصنوعی به‌ویژه با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین و داده‌کاوی، ابزارهای قدرتمندی برای شناسایی و تحلیل الگوهای آلودگی در محیط‌های شهری فراهم می‌آورد. در ادامه به برخی از کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در این زمینه پرداخته می‌شود:

• پیش‌بینی کیفیت هوا

هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های تاریخی و واقعی، کیفیت هوا را در مناطق مختلف پیش‌بینی کند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند الگوهای پیچیده را شناسایی کنند و با استفاده از داده‌های مربوط به شرایط جوی، ترافیک و منابع آلوده، پیش‌بینی دقیقی از کیفیت هوا ارائه دهند. این اطلاعات به مسئولین شهری کمک می‌کند تا اقدامات پیشگیرانه‌ای را در زمان مناسب اتخاذ کنند. علاوه بر این، پیش‌بینی کیفیت هوا می‌تواند به شهروندان نیز اطلاع‌رسانی کند تا در روزهای آلوده‌تر، فعالیت‌های بیرونی خود را محدود کنند. این نوع پیش‌بینی‌ها می‌تواند به بهبود سلامت عمومی و کاهش بیماری‌های تنفسی ناشی از آلودگی هوا کمک کند (Loomis et al., 2013).

• مدیریت ترافیک

هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی جریان ترافیک در شهرها کمک کند. با استفاده از داده‌های ترافیکی در زمان واقعی و الگوریتم‌های یادگیری عمیق، می‌توان الگوهای ترافیکی را شناسایی کرده و زمان‌های اوج ترافیک را پیش‌بینی کرد. این اطلاعات می‌تواند به کنترل ترافیک و کاهش ترافیک در مناطق آلوده کمک کند. علاوه بر این، با بهبود مدیریت ترافیک، می‌توان از انتشار آلاینده‌ها ناشی از خودروها جلوگیری کرد. به عنوان مثال، سیستم‌های هوشمند می‌توانند چراغ‌های راهنمایی را به گونه‌ای تنظیم کنند که ترافیک بهینه‌تری ایجاد شود و زمان انتظار در تقاطع‌ها کاهش یابد.

• شناسایی منابع آلوده



هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی و ردیابی منابع آلاینده در شهرها کمک کند. با استفاده از تکنیک‌های بینایی کامپیوتری و داده‌های سنسور، می‌توان منابع آلاینده مانند کارخانه‌ها، خودروها و سایر فعالیت‌های صنعتی را شناسایی کرد. این اطلاعات می‌تواند به مسئولین کمک کند تا اقدامات لازم را برای کاهش آلاینده‌ها انجام دهند (Maynard et al., 2007). علاوه بر این، شناسایی منابع آلاینده می‌تواند به بهبود شفافیت و پاسخگویی در مدیریت محیط زیست کمک کند. با داشتن اطلاعات دقیق‌تر در مورد منابع آلاینده، می‌توان برنامه‌های کنترلی مؤثرتری را طراحی و اجرا کرد.

• بهینه‌سازی مصرف انرژی

هوش مصنوعی می‌تواند در بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها و صنایع نقش مؤثری ایفا کند. با تحلیل داده‌های مربوط به مصرف انرژی، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند الگوهای مصرف را شناسایی کرده و راهکارهایی برای کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش آلاینده‌ها ارائه دهند. این بهینه‌سازی می‌تواند شامل استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریت انرژی باشد که به طور خودکار مصرف انرژی را کنترل می‌کنند. این امر نه تنها به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند بلکه به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز منجر می‌شود (Arhami et al., 2010).

• مدل‌سازی و شبیه‌سازی آلاینده‌ها

مدل‌سازی و شبیه‌سازی آلاینده‌ها با استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به درک بهتر رفتار آلاینده‌ها در محیط‌های شهری کمک کند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند با شبیه‌سازی شرایط مختلف جوی و ترافیکی، تأثیرات آلاینده‌ها را بر کیفیت هوا پیش‌بینی کنند. این مدل‌ها می‌توانند به مسئولین شهری کمک کنند تا استراتژی‌های مؤثری برای کاهش آلاینده‌ها طراحی کنند. به عنوان مثال، با شبیه‌سازی تأثیرات مختلف بر روی کیفیت هوا، می‌توان بهترین راهکارها را برای مدیریت منابع آلاینده شناسایی کرد.

• سیستم‌های هشداردهنده

هوش مصنوعی می‌تواند در ایجاد سیستم‌های هشداردهنده برای آلودگی هوا و دیگر آلاینده‌ها مؤثر باشد. این سیستم‌ها با تحلیل داده‌های محیطی و پیش‌بینی وقوع آلودگی، می‌توانند به سرعت به مسئولین و شهروندان هشدار دهند (Bell, 2012). این هشدارها می‌توانند به شهروندان کمک کنند تا اقدامات لازم را در زمان مناسب انجام دهند، مانند محدود کردن فعالیت‌های بیرونی یا استفاده از ماسک. همچنین، این سیستم‌ها می‌توانند به مسئولین شهری در برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات کنترلی کمک کنند.

• بهبود حمل و نقل عمومی

استفاده از هوش مصنوعی در بهبود حمل و نقل عمومی می‌تواند به کاهش آلاینده‌ها کمک کند. با بهینه‌سازی مسیرها و زمان‌بندی‌های حمل و نقل عمومی، می‌توان تعداد خودروهای شخصی در خیابان‌ها را کاهش داد و در نتیجه آلودگی هوا را کاهش داد (Arhami et al., 2010). علاوه بر این، سیستم‌های هوشمند حمل و نقل می‌توانند به مسافران اطلاعات دقیقی درباره زمان‌های رسیدن و تغییر مسیرها ارائه دهند، که این امر می‌تواند به افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی منجر شود.

• طراحی شهری هوشمند

هوش مصنوعی می‌تواند در طراحی شهری هوشمند به کاهش آلاینده‌ها کمک کند. با استفاده از داده‌های مربوط به ترافیک، کیفیت هوا و الگوهای مصرف انرژی، می‌توان طراحی‌های شهری را به گونه‌ای انجام داد که تأثیرات منفی بر محیط زیست کاهش یابد. این طراحی‌ها می‌توانند شامل ایجاد فضاهای سبز بیشتر، بهینه‌سازی ساختارهای ساختمانی و افزایش دسترسی به حمل و نقل عمومی باشند. این تغییرات می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و کاهش آلاینده‌ها کمک کنند.

• آموزش و آگاهی‌رسانی



هوش مصنوعی می‌تواند در برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌رسانی درباره آلودگی هوا و تأثیرات آن بر سلامت عمومی مؤثر باشد. با استفاده از پلتفرم‌های هوشمند، می‌توان اطلاعات دقیقی درباره کیفیت هوا و راهکارهای کاهش آلودگی ارائه داد. این آموزش‌ها می‌توانند به افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت حفاظت از محیط زیست و کاهش آلودگی کمک کنند. با افزایش آگاهی، شهروندان می‌توانند نقش فعالی در بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی‌ها ایفا کنند. به‌طور کلی، هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کلیدی در شناسایی، تحلیل و مدیریت چالش‌های زیست‌محیطی به کار گرفته شود و به بهبود کیفیت زندگی و حفظ محیط زیست کمک کند.

بهینه‌سازی سیاست‌های کنترل آلودگی

هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی سیاست‌های کنترل آلودگی از طریق چندین روش و تکنیک مختلف کمک کند. در ادامه، به تشریح چگونگی این فرآیند پرداخته می‌شود:

۱. تحلیل داده‌های کلان

هوش مصنوعی قادر است حجم بالایی از داده‌های مربوط به آلودگی هوا، ترافیک، فعالیت‌های صنعتی، شرایط جوی و دیگر عوامل مؤثر را جمع‌آوری و تحلیل کند. این داده‌ها می‌توانند شامل اطلاعات تاریخی و واقعی باشند.

۲. مدل‌سازی پیش‌بینی

با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌توان سطوح آلودگی در آینده را پیش‌بینی کرد. این پیش‌بینی‌ها به مسئولین کمک می‌کند تا اقدامات پیشگیرانه و کنترلی را قبل از وقوع بحران‌ها انجام دهند.

۳. تحلیل اثرات سیاست‌ها

هوش مصنوعی می‌تواند به تحلیل اثرات سیاست‌های کنونی بر کیفیت هوا و سطوح آلودگی کمک کند. این تحلیل‌ها می‌توانند شامل ارزیابی هزینه-فایده و تأثیرات اجتماعی-اقتصادی باشند. این در حالی است که هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی بهترین شیوه‌ها و راهکارها برای کاهش آلودگی بر اساس داده‌های تاریخی و نتایج سیاست‌های قبلی کمک شایانی نماید.

۴. مدیریت منابع و تخصیص بهینه

تخصیص منابع: هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی تخصیص منابع (مانند بودجه، نیروی انسانی و تجهیزات) برای برنامه‌های کنترل آلودگی کمک کند. این بهینه‌سازی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی منجر شود.

۵. سیستم‌های هوشمند هشداردهنده

با استفاده از الگوریتم‌های پیش‌بینی، هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی زمان‌ها و مکان‌هایی که احتمال وقوع بحران‌های آلودگی بیشتر است، کمک کند. این اطلاعات می‌تواند به مسئولین کمک کند تا اقدامات فوری انجام دهند. همچنین سیستم‌های هوشمند می‌توانند به اطلاع‌رسانی به عموم درباره وضعیت کیفیت هوا و اقدامات لازم برای کاهش آلودگی کمک نمایند.

۶. مدل‌سازی و شبیه‌سازی اکوسیستم‌ها

هوش مصنوعی می‌تواند به مدل‌سازی تأثیرات زیست‌محیطی بر اکوسیستم‌ها کمک کند و به این ترتیب، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تری را تسهیل کند. هوش مصنوعی با توانایی‌های خود در تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی و مدل‌سازی، می‌تواند به بهینه‌سازی سیاست‌های کنترل آلودگی کمک کند. این بهینه‌سازی نه تنها به کاهش سطوح آلودگی و بهبود کیفیت هوا کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و سلامت عمومی نیز منجر شود. با توجه به پیچیدگی و تنوع چالش‌های زیست‌محیطی، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به ارائه راهکارهای نوآورانه و مؤثر در این زمینه منجر شود.



نتیجه گیری

آلودگی هوا به عنوان یکی از چالش‌های جدی زیست‌محیطی در جوامع شهری شناخته می‌شود. با توجه به افزایش جمعیت و توسعه صنعتی، نیاز به راهکارهای مؤثر برای کنترل و کاهش آلودگی‌های هوا بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا، هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار نوآورانه و کارآمد در پیش‌بینی و کنترل آلودگی‌های شهری مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش به بررسی روش‌ها و تکنیک‌های مختلف هوش مصنوعی در این زمینه پرداخته و نتایج حاصل از آن را تحلیل کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که مدل‌های هوش مصنوعی، به ویژه الگوریتم‌های یادگیری ماشین، در پیش‌بینی سطوح آلودگی هوا دقت بالایی دارند. این دقت بالا به مسئولین کمک می‌کند تا به موقع و به شکل مؤثری به بحران‌های آلودگی پاسخ دهند. تحلیل داده‌های کلان با استفاده از هوش مصنوعی، به شناسایی منابع اصلی آلاینده‌ها کمک کرده است. این شناسایی به مسئولین این امکان را می‌دهد که اقدامات کنترلی را بر اساس داده‌های واقعی و دقیق انجام دهند و در نتیجه، اثربخشی سیاست‌های کنترل آلودگی افزایش یابد.

مدل‌های هوش مصنوعی به ارزیابی و تحلیل سیاست‌های موجود کمک کرده و بهترین شیوه‌ها را شناسایی کرده‌اند. این امر به مسئولین اجازه می‌دهد تا با استفاده از داده‌های تاریخی و نتایج سیاست‌های قبلی، تصمیمات بهتری اتخاذ کنند و منابع را بهینه تخصیص دهند. البته در این زمینه چالش‌هایی همچون عدم دسترسی به داده‌های کافینیز وجود دارد. لذا در حالت کلی می‌توان گفت با توسعه تکنولوژی هوش مصنوعی می‌توان آلودگی‌های محیط زیست را کاهش داده و موجبات ایجاد هوای پاک تری را ایجاد کرد.

منابع

- Alimissis, A., Philippopoulos, K., Tzanis, C. G., & Deligiorgi, D. (2018). Spatial estimation of urban air pollution with the use of artificial neural network models. *Atmospheric Environment*, 191, 205-213.
- Arhami, M., Minguillón, M. C., Polidori, A., Schauer, J. J., Delfino, R. J., & Sioutas, C. (2010). Organic compound characterization and source apportionment of indoor and outdoor quasi-ultrafine particulate matter in retirement homes of the Los Angeles Basin. *Indoor Air*, 20(1).
- Arhami, M., Sillanpää, M., Hu, S., Olson, M. R., Schauer, J. J., & Sioutas, C. (2009). Size-segregated inorganic and organic components of PM in the communities of the Los Angeles Harbor. *Aerosol Science and Technology*, 43(2).
- Atkinson, R. W., Fuller, G. W., Anderson, H. R., Harrison, R. M., & Armstrong, B. (2010). Urban ambient particle metrics and health: a time-series analysis. *Epidemiology*, 501-511.
- Bell, M. L. (2012). Assessment of the health impacts of particulate matter characteristics. *Research Report (Health Effects Institute)*, (161), 5-38.
- Darrow, L. A., Klein, M., Flanders, W. D., Waller, L. A., Correa, A., Marcus, M., & Tolbert, P. E. (2009). Ambient air pollution and preterm birth: a time-series analysis. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 20(5), 689.
- Hassanvand, M. S., Naddafi, K., Faridi, S., Arhami, M., Nabizadeh, R., Sowlat, M. H. & Yunesian, M. (2014). Indoor/outdoor relationships of PM₁₀, PM_{2.5}, and PM₁ mass concentrations and their water-soluble ions in a retirement home and a school dormitory. *Atmospheric Environment*, 82, 375-382.
- Kelly, F. J., & Fussell, J. C. (2012). Size, source and chemical composition as determinants of toxicity attributable to ambient particulate matter. *Atmospheric Environment*, 60, 504-526.
- Kodavanti, U. P., Schladweiler, M. C., Ledbetter, A. D., McGee, J. K., Walsh, L., Gilmour, P. S. & Costa, D. L. (2005). Consistent pulmonary and systemic responses from inhalation of fine



concentrated ambient particles: roles of rat strains used and physicochemical properties. Environmental Health Perspectives, 113(11), 1561-1568.

Loomis, D., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L. & Straif, K. (2013). The carcinogenicity of outdoor air pollution. Lancet Oncology, 14(13), 1262.

Maynard, D., Coull, B. A., Gryparis, A., & Schwartz, J. (2007). Mortality risk associated with short-term exposure to traffic particles and sulfates. Environmental Health Perspectives, 115(5), 751-755.



نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

تاثیر آموزش دستورالعمل‌های محیط‌زیست مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر رفتارهای محیط‌زیستی قنادان (مورد مطالعه: شهر مشهد)

مریم لاریجانی^۱، راضیه نورائی^{۲*}

۱. دانشیار، گروه علوم تربیتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: m.larjani@pnu.ac.ir

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته آموزش محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: noraeirl@mums.ac.ir

چکیده

هدف اصلی پژوهش تعیین "تاثیر آموزش دستورالعمل‌های محیط‌زیستی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر رفتارهای محیط‌زیستی قنادان شهر مشهد" بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه مدیران و کارکنان قنادان شهر مشهد در نیمه اول سال ۱۴۰۳ بوده است که حجم نمونه ۶۰ نفر از مدیران و کارکنان قنادان شهر مشهد که بصورت روش تصادفی - خوشه ای انتخاب و در دو گروه (۳۰ نفر در گروه آزمایش و ۳۰ نفر گروه کنترل) انتخاب شدند. ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات در پژوهش، شامل پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک، پرسشنامه محقق ساخته شامل ۶۳ سوال که ۱۱ سوال در زمینه دانش محیط‌زیستی، ۱۰ سوال در زمینه نگرش، ۸ سوال در زمینه هنجارهای ذهنی، ۱۰ سوال در زمینه قصد به عمل، ۱۱ سوال در زمینه کنترل رفتاری درک شده و ۱۲ سوال در زمینه رفتار که روایی آن توسط متخصصان مورد تایید و پایایی آن با آلفای کرونباخ، ۰/۹۴ بدست آمد. همچنین آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده در قالب کلاس آموزشی در ۵ جلسه شناور از ۱۵ دقیقه تا ۴۰ دقیقه در مرکز بهداشت شهر مشهد برای قنادان اجرا شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS24 با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد، آموزش دستورالعمل‌های محیط‌زیستی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر دانش، نگرش، هنجارهای ذهنی، کنترل رفتاری درک شده، قصد به عمل و رفتار محیط‌زیستی قنادان تاثیر مثبت داشته است. **واژه‌های کلیدی:** دستورالعمل محیط‌زیستی، دانش، هنجار ذهنی، نگرش، کنترل رفتاری درک شده، قصد عمل، قنادان.

مقدمه

رفتارهای محیط‌زیستی به مجموعه اقداماتی اشاره دارد که افراد و جوامع به منظور حفاظت و بهبود محیط‌زیست انجام می‌دهند. عواملی مانند تغییرات اقلیمی، آلودگی، کاهش تنوع زیستی و نابودی منابع طبیعی، ضرورت توجه به این رفتارها را بیش از پیش نمایان کرده است. این رفتارها می‌توانند شامل استفاده بهینه از منابع، کاهش زباله، بازیافت، و انتخاب گزینه‌های پایدار در مصرف انرژی و مواد باشد. توجه به رفتارهای محیط‌زیستی نه تنها به نفع طبیعت است، بلکه تأثیرات مثبت زیادی بر سلامت انسان‌ها و کیفیت زندگی آنها دارد. ایجاد آگاهی در میان مردم و تشویق آنها به اتخاذ تصمیمات سبز، می‌تواند به تغییرات مثبت در سطح جامعه منجر شود. در نهایت، رفتارهای محیط‌زیستی می‌تواند به بهبود شرایط زیست‌محیطی و ایجاد آینده‌ای پایدارتر کمک کند (هانوشک^۱، ۲۰۱۳).

¹ Hanushek



این تحقیق نیز مانند تعدادی از تحقیقات پیشین، بر پایه تئوری رفتار برنامه ریزی انجام شده است. با توجه به اهمیت رفتارهای محیط زیستی صنف قنادان در مقابل معضلات محیط زیستی مربوط به این گروه، پژوهش حاضر به تعیین تاثیر آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر رفتارهای محیط زیستی قنادان پرداخته است. در واقع رفتارهای محیط زیستی در جامعه مدرن بیش از پیش به عنوان یک ضرورت اجتنابناپذیر مطرح شده است. اهمیت این موضوع در حفظ منابع طبیعی و اطمینان از پایداری محیط زیست برای نسل‌های آینده نقشی کلیدی ایفا می‌کند. بهره‌برداری معقولانه از منابع، کاهش ضایعات، استفاده از فناوری‌های پاک و ترویج فرهنگ مسئولیت‌پذیری فردی و اجتماعی در قبال محیط زیست، از جمله روش‌های مؤثری است که می‌تواند به حفظ و بهبود شرایط محیط زیست کمک کند. علاوه بر این، توجه به آموزش و آگاهی‌بخشی عمومی در رابطه با اهمیت مسائل زیست محیطی، می‌تواند به تحکیم تعهدات اخلاقی و اجتماعی در این زمینه بیانجامد. هدف نه تنها حفظ محیط زیست موجود، بلکه بهبود کیفیت زندگی و حفاظت از تنوع زیستی است که به صورت مستقیم بر سلامت و رفاه انسان‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. رفتار یک شخص بستگی به نگرش وی به یک رفتار خاص و چگونگی نظر سایر افراد نسبت به آن رفتار دارد (دیدگاه سایر افراد مهم جامعه). هر دوی اینها عواملی هستند که قصد رفتاری یک شخص را و اینکه آیا فرد رفتاری را انجام بدهد یا انجام ندهد، تعیین می‌کند. البته مدلها و تئوری‌هایی وجود دارند که علاوه بر مولفه‌های ذکر شده، مولفه‌های دیگری را نیز جهت تغییر رفتار افراد در حوزه محیط زیست معرفی می‌کنند. یکی از این تئوری‌ها تئوری رفتار برنامه ریزی درک شده توسط آجزن است. در این تئوری، علاوه بر مولفه‌های تاثیر گذار بر رفتار در تئوری‌های قبلی همچون دانش، نگرش و هنجار ذهنی، کنترل رفتاری درک شده نیز به عنوان عامل مؤثری در تغییر رفتار در نظر گرفته شده است. (رائو^۱ و همکاران، ۲۰۲۲).

بیان مسئله

توجه به مسائل محیط زیست در بحث توسعه پایدار بسیار مهم است، به این دلیل که از یک طرف در سال‌های اخیر، کیفیت محیط زیست در نتیجه فعالیت‌های انسانی کاهش پیدا کرده و از طرف دیگر، مقابله با تخریب محیط زیست و کاهش منابع طبیعی تنها با به کارگیری بلندمدت سیاست‌های محیط‌زیستی محقق می‌شود (الکسا و همکاران، ۲۰۲۰)؛ توسعه پایدار آن‌گونه توسعه‌ای است که نیازهای زمان حال را فراهم می‌کند بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده را در تامین نیازهایشان به خطر اندازد (مولانچ و گرین، ۲۰۱۸). توسعه پایدار باید بر اهمیت مسائلی مانند منابع طبیعی، انرژی، کشاورزی و تنوع زیستی و غیره تاکید کرده و به افراد بیاموزد که چرخه زیستی انسان‌ها به اکوسیستم وابسته است (هانوشک، ۲۰۱۳).

از مولفه‌های اثرگذار بر بهبود محیط زیست، ایجاد زمینه برای آگاهی، نگرش و رفتار محیط زیستی در شهروندان است. رفتار زیست محیطی نیز رفتاری است که فرد در برخورد با محیط زیست از خود بروز می‌دهد (خاتمی سروری، ۱۳۹۵). افراد هر اجتماعی بر حسب شرایط و مقتضیات خاص اجتماعی، فرهنگی و شخصیتی خود برخورد متفاوتی نسبت به محیط زیست دارند. این رفتارها ممکن است کاملاً مثبت، محیط‌گرایانه و مسئولانه باشد؛ یا برعکس، کاملاً منفی و مخالف محیط زیست (لی، ۲۰۱۹). منظور از رفتار زیست محیطی رفتاری است که آگاهانه به دنبال کاهش اثر منفی کنش فرد بروی جهان طبیعی و ساخته شده بدست انسان باشد. رفتارهای زیست محیطی مسئولانه مجموعه‌ای از

¹ Rau

² Alexa, Maier, Serban

³ Mullenbach, Green

⁴ Hanushek

⁵ Li



کنش‌های افراد جامعه نسبت به محیط زیست است که در یک طیف وسیع از احساسات، تمایلات و آمادگی‌های خاص برای رفتار نسبت به محیط زیست را شامل می‌شود (بار^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). یکی از راه‌های تغییر رفتار استفاده از ابزاری مانند آموزش است. در این زمینه، روش‌های آموزشی مختلفی وجود دارند که هر کدام از اصول و رویکردهای خاصی تبعیت میکنند. یکی از این روش‌ها آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی درک شده است. نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده در سال ۱۸۸۵ مطرح و در سال ۱۹۹۱ توسط آجزن و فیش‌بین توسعه داده شد (مارتینگو^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). این تئوری اشاره می‌کند که سه عامل روی قصد رفتار اثر دارد که عبارتند از: نگرش نسبت به رفتار، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک شده. منظور از "نگرش نسبت به رفتار" یعنی اینکه رفتار مورد نظر تا چه حد نزد فرد مطلوب، خوشایند، مفید یا لذت بخش است؛ که به قضاوت فرد در مورد اثرات و پیامدهای رفتار بستگی دارد (آجزن^۳، ۱۹۹۱). منظور از "هنجارهای ذهنی" مقدار فشار اجتماعی درک شده توسط فرد برای انجام رفتار و به عبارتی بازتاب تاثیر و نفوذ اجتماعی بر فرد است (آجزن، ۲۰۰۲). "کنترل رفتاری درک شده" درجه‌ای از احساس فرد است که تا چه حد در مورد انجام یا عدم انجام یک رفتار درک شده هم به صورت مستقیم و هم بصورت غیرمستقیم از طریق قصد ممکن است بر رفتار تاثیر بگذارد (آجزن، ۱۹۹۸). اعتقاد فرد به نتایج رفتار و ارزشیابی او منجر به شکل‌گیری نگرش می‌گردد. هنجارهای ذهنی تحت تاثیر باورهای فرد در مورد انتظارات دیگران و نیز انگیزه او برای برآوردن این انتظارات می‌باشند (رائو^۴ و همکاران، ۲۰۲۲).

با توجه به معضلات محیط زیستی در صنف قنادان که می‌توان به روغن‌های سوخته موجود در فاضلاب قنادیها اشاره کرد که بدون عمل پیش تصفیه (چربی گیر) وارد فاضلاب شهری شده و در نهایت در فرآیند تصفیه فاضلاب، اختلال ایجاد کرده و نیز سبب آسیب به محیط زیست می‌گردد و از دیگر معضلات، استفاده از مواد رنگی مصنوعی در شیرینی‌ها و کیک‌ها و بعضا بسیار چرب و ورود آنها به فاضلاب و نیز استفاده از بسته‌بندی‌های پلاستیکی به جای جعبه‌های سلولزی و گیاهی برای بسته بندی مواد خوراکی و شیرینی‌ها می باشد و همچنین عدم مدیریت پسماندهای تر و خشک در کارگاه آشپزی و عدم مدیریت صحیح مصرف انرژیها مانند برق، گاز و آب می باشد و با توجه به نقش محوری رفتار کارکنان این صنف در حفاظت از محیط زیست، اهمیت طراحی و اجرای مداخلات آموزشی تئوری محور در راستای بهبود رفتارهای محیط زیستی، مطالعه حاضر به تاثیر آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر رفتارهای محیط زیستی قنادان پرداخته شد تا مشخص سازد آیا آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده بر رفتارهای محیط زیستی قنادان اثرگذار است؟

اهمیت و ضرورت پژوهش

منظور از بهداشت، برقراری و یا ایجاد دگرگونی در بینش و رفتار افراد و گروه هاست به طوری که زندگی سالمتری را ایجاد نماید. همچنین رعایت اصول و موازین بهداشتی بخصوص در محصولات غذایی سبب کاهش آسیب به محیط زیست شده و در حفاظت از آن سهم بسزایی را ایفا می‌نماید. قوانینی در جهت حفاظت از محیط زیست شهری وجود دارد که ضرورت و اهمیت آن را اثبات و مورد توجه ویژه قرار می‌دهد. مانند بند "د" ماده ۱۰۴ قانون برنامه سوم توسعه را باید برگرفته از تبصره ۸۲ (قسمت ب) قانون برنامه دوم توسعه دانست که به منظور کاهش شرایط بحرانی زیست محیطی به خصوص در شهرهای بزرگ (تهران، مشهد، تبریز، اهواز، ارك، شیراز و اصفهان) ارائه شده است. بند "و" ماده

¹ Barr

² Martinengo

³ Ajze

⁴ Rau



۱۰۴ قانون برنامه چهارم و پنجم توسعه از جمله قوانینی است که به منظور کاهش شرایط بحرانی در محیط زیست شهری توسط منابع ثابت آلاینده پیش‌بینی شده است.

لذا با توجه به اهمیت محیط زیست و قوانین موجود در زمینه حفاظت از آن، می‌توان گفت کلیه کسب و کارها می‌توانند اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیمی بر حفاظت از محیط زیست داشته باشند. همانطور که در قسمت بیان مسئله ذکر شد، یکی از نمونه‌های بسیار مهم، صنف قنادان می‌باشند. آگاهی از اصول مرتبط با محیط زیست، پیش نیاز تولید غذای سالم و ایمن و حفاظت از محیط زیست است. همچنین بر طبق اسنادی مانند نظارت ارگانهای قضائی مانند اداره تعزیرات حکومتی (کمیسیون ماده ۱۱) بر قنادی‌های سطح شهر که درخواست کاهش ارجاع پرونده های بهداشتی و زیست محیطی به اداره تعزیرات در خصوص عملکرد کارگاههای قنادی را پیشنهاد داده است، معاونت بهداشت وزارت بهداشت استان خراسان که آموزش قنادان را جهت کاهش تخلفات و کاهش شکایات مردمی پیشنهاد نموده و نیز با توجه به شکایات مردمی نسبت به قنادی‌های سطح شهر مشهود، لذا اجرای این پژوهش دارای اهمیت و ضرورت است، زیرا با اجرای این پژوهش می‌توان هم آسیب‌شناسی نمود و هم در جهت کاهش آسیب‌ها به محیط زیست و جهت دهی به رفتارهای محیط زیستی قنادان و کارکنان آن‌ها گام‌های موثر برداشت.

پیشینه‌های داخلی و خارجی پژوهشی

ابراهیمی، محمدی و محمدی (۱۴۰۳) به "بررسی اثربخشی مداخله آموزشی مبتنی بر تئوری رفتار برنامه ریزی شده توسعه یافته بر رفتارهای حامی محیط زیست در ساکنان شهر قزوین" پرداختند. نتایج نشان داد، اجرای مداخلات آموزشی مبتنی بر تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده توسعه یافته می‌تواند بواسطه بهبود پیش‌آیندهای روانشناختی موجب ترغیب رفتارهای حامی زیست محیطی در شهروندان شود.

نگاهداری و همکاران (۱۴۰۲) این پژوهش با هدف "کاربرد نظریه رفتار برنامه ریزی شده در تبیین رفتار زیست محیطی روستاییان استان ایلام در حفاظت از جنگل‌های بلوط حوزه زاگرس جنوبی" انجام شده است. نتایج حاصل از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری، حاکی از آن است که متغیرهای نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک شده‌ی روستاییان استان ایلام تأثیر مثبت و معناداری بر نیت آنان برای انجام رفتار زیست محیطی حفاظت از جنگل‌های مزبور، دارد. درمجموع با استناد به یافته‌ها می‌توان دریافت که نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده با واسطه متغیر نیت روستاییان استان ایلام برای انجام رفتار زیست محیطی حفاظت از جنگل‌های بلوط می‌تواند به ترتیب ۵۲ و ۶۱ درصد از تغییرات متغیرهای نیت و رفتار خانوارهای روستایی را نسبت به حفاظت از جنگل‌های بلوط حوزه زاگرس جنوبی پیش‌بینی کند. جعفرزاده، حیدرپور و رخسانی (۱۴۰۲) به "بررسی تاثیر مداخله آموزشی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر روی رفتار تفکیک زباله های خانگی خانم های خانه دار در شهرستان نوشهر" پرداختند. نتایج نشان داد، آزمون تی مستقل اختلاف معنی داری قبل از مداخله آموزشی بین گروه مداخله و کنترل نشان نداد ولی سه ماه بعد از مداخله آموزشی، میانگین سازه های نظریه رفتار برنامه ریزی شده دو گروه به غیر از سازه هنجارهای ذهنی با هم تفاوت معنادار داشتند. در کل، اجرای برنامه آموزشی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر بهبود رفتار تفکیک زباله در خانم های خانه دار موثر است.

ایمانی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش خود به "بررسی تمایل و رفتار سیب‌زمینی کاران نسبت به کارگیری مدیریت تلفیقی آفات با استفاده از مدل رفتار برنامه‌ریزی شده" نشان دادند متغیرهای نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتار درک شده ۸۲ درصد از تغییرات در متغیر رفتار کشاورزان مورد مطالعه را پیش‌بینی می‌کند.

مقیم و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به "بررسی نقش میانجی نیت در تحلیل عوامل موثر بر رفتار محیط زیستی پایدار کشاورزی" پرداختند. نتایج مدل ساختاری مستقیم نشان داد بین متغیرهای هنجارهای ذهنی، کنترل رفتار درک شده و



نگرش محیط زیستی با متغیر وابسته رفتار محیط زیستی پایدار در کشاورزی رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد؛ همچنین، بر اساس نتایج مدل ساختاری میانجی مشخص شد که متغیر نیت محیط زیستی در رابطه بین متغیرهای مستقل با رفتار محیط زیستی پایدار در کشاورزی دارای نقش میانجی می‌باشد و این متغیرها ۳۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند.

باقری و پیرمودن (۱۳۹۹) در پژوهشی به "بررسی نیت و کاربست استفاده از برچسب‌ها و آفتکش‌ها در میان کشاورزان مورد مطالعه با بهره‌گیری از نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده" پرداختند. مطابق یافته‌ها، پاسخگویان دارای نگرش نسبتاً مثبت، هنجارهای ذهنی و نیت استفاده قوی برای استفاده از برچسب و پیکتوگرام‌های آفتکش‌ها بودند ولی رفتار استفاده از آن‌ها نسبتاً ضعیف بود. متغیرهای نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک شده، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر نیت استفاده نشان دادند. کنترل رفتاری درک شده تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رفتار استفاده داشته است ولی تأثیر نیت استفاده بر رفتار معنی‌دار نبود. نهایتاً، سازه‌های نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری توانستند ۵۸ درصد از تغییرات نیت استفاده از برچسب و پیکتوگرام‌ها را تبیین نمایند و سازه‌های کنترل رفتاری و نیت استفاده نیز ۶۳ درصد از تغییرات رفتار استفاده از برچسب و پیکتوگرام‌ها را تبیین نمودند.

محمدیان سقین سرا (۱۳۹۸) به "بررسی عوامل موثر بر رفتار زیست محیطی بر اساس مدل‌های رفتار برنامه‌ریزی شده و فعال‌سازی هنجارها" پرداخته است. جامعه آماری این پژوهش ۴۰ تحقیق انجام گرفته تا سال ۹۷ بود که در نشریه‌های مختلف منتشر شده است. نتایج نشان داد، آگاهی، قصد و مسئولیت‌پذیری از عوامل موثر بر رفتار زیست محیطی بودند. بنابراین بایستی، زمینه‌های لازم برای افزایش سطح آگاهی در جامعه جهت تغییر رفتار فراهم شود.

نعیمی، مهنی‌رفتار، سبحانی (۱۳۹۷) به "بررسی رفتار زیست محیطی زنان روستایی حوضه آبخیز هلیل‌رود شهرستان جیرفت با استفاده از نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده" پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که بین متغیرهای زمینه‌ای تحقیق (نگرش زیست محیطی، هنجار ذهنی و کنترل رفتاری درک شده) و متغیر میانجی (نیت زیست محیطی) رابطه مثبت و معنی‌دار در سطح خطای یک درصد وجود دارد؛ همچنین، رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار بین نیت و رفتار زیست محیطی زنان روستایی مورد مطالعه در سطح خطای یک درصد وجود دارد.

حمایت خواه جمهری، ارشاد، دانش و قربانی (۱۳۹۶) به "واکاوی رفتارهای محیط زیستی براساس مدل تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده" پرداختند. در این پژوهش با استفاده از تکنیک پیمایش و روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای ۴۰۰ نفر از دانشجویان دانشگاه تهران به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. نتایج پژوهش روابط میان متغیرهای مدل رفتار برنامه‌ریزی شده برای سنجش رفتارهای زیست محیطی را تأیید کرد. الگوسازی معادلات ساختاری نیز نشان داد برازش کلی مدل در حد قابل قبولی قرار دارد (۰/۸۱) و انطباق مناسبی میان مدل ساختاری و مدل تجربی فراهم است و دو متغیر تمایل به رفتار زیست محیطی و کنترل رفتار درک شده پیش‌بینی‌کننده‌های بهتری برای انجام رفتارهای مسئولانه‌ی زیست محیطی هستند.

امپیدی و امانگ^۲ (۲۰۲۴) در پژوهش خود به "بررسی رفتار مشارکتی مردم محلی در برنامه‌های حفاظتی مناطق جنگلی با استفاده از نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده در مالزی" پرداختند. نتایج نشان داد نگرش به طور قابل توجهی بر قصد رفتاری مردم تأثیرگذار بوده است.

وانگ^۱ و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود به "بررسی رفتار محیط زیستی پایدار روستائیان چین براساس نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده" پرداختند و نشان دادند نگرش، هنجار ذهنی و کنترل رفتار درک شده اثر مثبت و معنی‌داری بر نیت محیط زیستی آن‌ها دارد.

¹ Theory of Planned Behavior

² Empidi & Emang



مارتیننگو^۲ و همکاران (۲۰۲۲). به "تأثیر آموزش مبتنی بر تئوری رفتار برنامه ریزی شده بر بی خطر سازی پسماند های عفونی در بین کارکنان سلامت شاغل در مراکز جامع سلامت در کشور برزیل" پرداختند. میانگین نمرات دو گروه (آزمایش و کنترل) از نظر سطح آگاهی، نگرش، عملکرد، قصد رفتاری، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک شده قبل از مطالعه تفاوت معنی داری نداشتند. پس از مداخله، میانگین نمرات تمام ابعاد پرسشنامه در گروه آزمایش بطور معنی داری افزایش یافت، ولی میانگین نمرات گروه کنترل تفاوت معنی داری نداشتند.

رائو^۳ و همکاران (۲۰۲۲). به بررسی "نقش میانجی نیت در تحلیل عوامل مؤثر بر رفتار محیط زیستی با کاربرد تئوری رفتار برنامه ریزی شده در کشاورزان استرالیایی" پرداختند. نتایج مدل ساختاری مستقیم نشان داد بین متغیرهای هنجار ذهنی، کنترل رفتار درک شده و نگرش محیط زیستی با متغیر وابسته رفتار محیط زیستی پایدار رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد؛ همچنین، بر اساس نتایج مدل ساختاری میانجی مشخص شد که متغیر نیت محیط زیستی در رابطه بین متغیرهای مستقل با رفتار محیط زیستی پایدار دارای نقش میانجی می باشد و این متغیرها ۳۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می کنند.

لاریره^۴ و همکاران (۲۰۲۰) به "بررسی تأثیر مداخله آموزشی مبتنی بر تئوری رفتار برنامه ریزی شده در بهبود عملکرد ایمن کارگران صنایع چینی" پرداختند. نتایج تحقیق نشان می دهد که مداخله آموزشی بر مبنای سازه های تئوری رفتار برنامه ریزی شده قادر است آگاهی، نگرش، هنجار انتزاعی و کنترل رفتاری درک شده کارگران را درباره رفتارهای نایمن تغییر دهد و موجب بهبود عملکرد ایمنی آنها شود.

پوپا^۵ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به منظور "بررسی وضعیت مشارکت افراد در انجام رفتارهای حفاظتی در جنگل های رومانی از نظریه رفتار برنامه ریزی شده" استفاده کردند. نتایج نشان داد رفتارهای حفاظتی افراد در قبال جنگل توسط متغیرهایی چون نگرش، هنجار ذهنی و کنترل رفتاری درک شده پیش بینی می شود.

بر اساس تحقیقات پیشین، تأثیر آموزش مبتنی بر تئوری (نظریه) رفتار برنامه ریزی شده بر بهبود رفتارهای حامی محیط زیست تأثیر مثبت و معناداری داشته است حال با توجه به اثرات این آموزش و با دقت بر این امر که پژوهش حاضر بروی قنادان برگزار شده است سعی بر این است تا مشخص شود آیا آموزش مبتنی بر تئوری (نظریه) رفتار برنامه ریزی شده بر رفتار محیط زیستی قنادان که مولفه هایی از محیط زیست را تحت تأثیر قرار می دهند نیز اثرگذار است؟ لذا این پژوهش در صدد رفع این محدودیت است.

روش پژوهش

نوع پژوهش به لحاظ هدف، کاربردی و بر اساس روش اجرا به روش نیمه آزمایشی در قالب پیش آزمون - پس آزمون در دو گروه آزمایشی (۶۰ نفر در دو گروه آزمایش و کنترل) انجام شد.

جامعه آماری

جامعه آماری عبارت است از مجموعه ای از افراد یا واحدها که دارای یک صفت مشترک باشند. به عبارت دیگر جامعه آماری عبارت است از افراد یا اشیایی که دارای ویژگی های همگون و قابل اندازه گیری باشند. جامعه آماری این پژوهش را

¹ Wang

² Martinengo

³ Rau

⁴ Lareyre

⁵ Popa



کلیه کارکنان قنادان شهر مشهد در نیمه اول سال ۱۴۰۳ که براساس آمار گرفته شده از اتحادیه شیرینی فروشان و قنادان شهر مشهد تشکیل دادند. (N=890).

حجم نمونه و نمونه گیری

حجم نمونه ۶۰ نفر از کارکنان قنادان شهر مشهد که بصورت روش تصادفی- خوشه ای انتخاب و در دو گروه (۳۰ نفر در گروه آزمایش و ۳۰ نفر گروه کنترل) قرار گرفتند.

روش گردآوری داده‌ها

در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به ادبیات و مبانی نظری، تدوین فرضیه‌ها و ارائه الگوی اولیه موضوع از روش اسنادی (مطالعه مقالات و مجلات پژوهشی در سایت‌های نورمگز، مگیران، علم نت و گوگل اسکولار) استفاده شده است. ابزار اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق در این پژوهش به روش میدانی و از طریق پرسشنامه بوده است.

ابزار گردآوری داده‌ها

پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک

پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک و زمینه‌ای شامل اطلاعاتی همچون سن، جنس، میزان تحصیلات، سنوات خدمت و واحد کاری.

پرسشنامه محقق ساخته رفتار محیط زیستی

جهت سنجش رفتار محیط زیستی از پرسشنامه محقق ساخته شامل ۶۳ سوال که ۱۱ سوال در زمینه دانش محیط زیستی با طیف لیکرت (خیلی زیاد=۴ تا خیلی کم=۱)، ۱۰ سوال در زمینه نگرش با طیف لیکرت (کاملاً مخالفم=۱ تا کاملاً موافقم=۵)؛ ۸ سوال در زمینه هنجارهای ذهنی با طیف لیکرت (خیلی زیاد=۴ تا خیلی کم=۱)، ۱۰ سوال در زمینه قصد عمل با طیف لیکرت (خیلی زیاد=۴ تا خیلی کم=۱)، ۱۱ سوال در زمینه کنترل رفتاری درک شده با طیف لیکرت (هیچوقت=۱ تا همیشه=۵) و ۱۲ سوال در زمینه رفتار با طیف لیکرت (هیچوقت=۱ تا همیشه=۵) استفاده شد. روایی پرسشنامه با استفاده از روایی محتوایی و تحت نظر ۲۰ نفر از صاحب نظران شامل اساتید رشته محیط زیست و علوم تربیتی دانشگاه‌ها، کارشناسان و فعالان حوزه محیط زیست شهر مشهد و مدیران مراکز بهداشت منطقه ۴، ۹ و ۱۳ شهر مشهد مورد تأیید واقع شد. پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از آلفای کرونباخ برای هر بعد مورد بررسی قرار گرفت.

ردیف	ابعاد	آلفای کرونباخ
۱	دانش محیط زیستی	۰/۸۸
۲	نگرش محیط زیستی	۰/۷۹
۳	هنجارهای ذهنی	۰/۸۲
۴	قصد عمل محیط زیستی	۰/۷۶
۵	کنترل رفتاری درک شده	۰/۷۵
۶	رفتار محیط زیستی	۰/۷۸

آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده

در پژوهش حاضر، اطلاعات از طریق کلاس های آموزشی با روش (سخنرانی، بحث و گفتگو و پرسش و پاسخ) در ۵ جلسه در مرکز بهداشت واقع در منطقه ۹ شهر مشهد به قنادان انتقال داده شد. بدین صورت که هر جلسه بصورت شناور از ۱۵ دقیقه تا ۴۰ دقیقه بود.

روش تجزیه و تحلیل داده ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها در این تحقیق از روش های آماری زیر استفاده شده است :

روش های آماری توصیفی (محاسبه فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار)

روش های آمار استنباطی شامل آزمون تحلیل کوواریانس و آزمونهای پیش فرض

جهت تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

یافته های پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر آموزش مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر رفتارهای محیط زیستی قنادان (مورد مطالعه: شهر مشهد)، انجام گرفته است. در این فصل به تجزیه و تحلیل داده های حاصل از ابزارهای اندازه گیری پرداخته شده است. یافته های پژوهش براساس فرضیه های پژوهش ارائه شده است. جهت تجزیه و تحلیل داده ها علاوه بر استفاده از شاخص های آماری همچون فراوانی، درصد فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد از روش آماری تحلیل کوواریانس استفاده شد.

بررسی ویژگی های جمعیت شناختی گروه نمونه

در این قسمت به بررسی ویژگی جمعیت شناختی گروه نمونه پرداخته شده است.

جدول ۱. توزیع فراوانی متغیر جنسیت

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
خانم	۱۲	۲۰
آقا	۴۸	۸۰

در مطالعه حاضر، ۶۰ نفر از مدیران و کارکنان قنادان شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفتند. ۲۰ درصد افراد حاضر در پژوهش خانم و ۸۰ درصد آقا بودند.

جدول ۲. توزیع فراوانی متغیر سن

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
۱۵ تا ۲۵ سال	۴	۶/۷
۲۵ تا ۳۵ سال	۲۲	۳۶/۷
۳۵ تا ۴۵ سال	۲۰	۳۳/۳
۴۵ سال به بالا	۱۴	۲۳/۳

مطابق جدول فوق، سن ۶/۷ درصد افراد ۱۵ تا ۲۵ سال، ۳۶/۷ درصد ۲۵ تا ۳۵ سال، ۳۳/۳ درصد ۳۵ تا ۴۵ سال و ۲۳/۳ درصد بالاتر از ۴۵ سال بود.



جدول ۳. توزیع فراوانی متغیر سنوات خدمت

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
تازه استخدام	۵	۸/۳
۲ تا ۵ سال	۱۲	۲۰
۵ تا ۱۰ سال	۲۲	۳۶/۷
۱۰ تا ۱۵ سال	۹	۱۵
۱۵ سال به بالا	۱۲	۲۰

مطابق جدول فوق، ۸/۳ درصد افراد تازه استخدام بودند. همینطور سنوات خدمت ۲۰ درصد افراد ۲ تا ۵ سال، ۳۷/۶ درصد ۵ تا ۱۰ سال، ۱۵ درصد ۱۰ تا ۱۵ سال و ۲۰ درصد ۱۵ سال به بالا بود.

جدول ۴. توزیع فراوانی متغیر نوع شغل

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
مسئول خرید	۱۷	۲۸/۳
مسئول انبار	۸	۱۳/۳
خط تولید	۲۳	۳۸/۳
قسمت فروش	۱۲	۲۰

مطابق جدول فوق، ۲۸/۳ درصد در قسمت خرید، ۱۳/۳ درصد افراد مسئول انبار، ۳۸/۳ درصد در خط تولید و ۲۰ درصد در قسمت فروش مشغول به کار بودند.

جدول ۵. توزیع فراوانی متغیر تحصیلات

متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
ششم ابتدایی	۹	۱۵
دیپلم	۲۱	۳۵
لیسانس	۲۰	۳۳/۳
لیسانس به بالا	۱۰	۱۶/۷

مطابق جدول فوق، تحصیلات ۱۵ درصد افراد ششم ابتدایی، ۳۵ درصد دیپلم، ۳۳/۳ درصد لیسانس و ۱۶/۷ درصد لیسانس به بالا بود.

یافته های توصیفی پژوهش

در این قسمت یافته های توصیفی، میانگین و انحراف معیار نمرات پیش آزمون و پس آزمون نمرات دانش، نگرش، سنجش هنجارهای ذهنی، قصد به عمل، کنترل رفتاری درک شده و رفتار در گروه آزمایش و کنترل ارائه شده است.

جدول ۶. میانگین و انحراف معیار نمرات پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای پژوهش در گروه های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	آزمایش		کنترل	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
دانش	پیش آزمون	۳۰	۶/۳۱	۳۶/۲۶	۴/۴۱
	پس آزمون	۳۷/۵۶	۶/۵۹	۳۵/۵	۴/۱۱



۵/۲۵	۳۱/۵۰	۴/۲۸	۲۵/۷۶	پیش آزمون	نگرش
۵/۳۵	۲۹/۲۰	۵/۷۲	۳۲/۲۰	پس آزمون	
۵/۳۵	۲۲/۹۰	۴/۴۰	۲۰/۹۳	پیش آزمون	سنجش هنجارهای ذهنی
۶/۱۰	۲۴/۳۶	۵/۳۷	۲۴/۶۰	پس آزمون	
۳/۵۴	۲۸/۲۶	۳/۶۸	۲۸/۸۶	پیش آزمون	قصد به عمل
۳/۵۳	۳۱/۵۳	۳/۱۵	۳۵/۲۶	پس آزمون	
۴/۴۰	۲۹/۳۰	۳/۳۵	۳۱/۱۳	پیش آزمون	کنترل رفتاری درک شده
۴/۵۵	۲۹/۷۰	۴/۹۸	۳۶/۴۳	پس آزمون	
۷/۹۴	۳۱/۷۳	۶/۱۶	۲۹/۹۶	پیش آزمون	رفتار
۸/۲۸	۳۲/۵۶	۹/۴۴	۳۹/۳۶	پس آزمون	

نتایج جدول ۶ نشان می دهد نمرات مقیاس های دانش، نگرش، سنجش هنجارهای ذهنی، قصد به عمل، کنترل رفتاری درک شده و رفتار در گروه آزمایش در مرحله پس آزمون مقدار قابل توجهی نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است.

یافته های استنباطی پژوهش

در این قسمت، یافته های استنباطی با توجه به فرضیه های پژوهش ارائه شده است.

مفروضه ۱: در ابتدا فرض نرمال بودن توزیع جامعه ی آماری به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از بررسی پیش فرض نرمال بودن آن است که نرمال بودن توزیع نمرات همسان با جامعه را مورد بررسی قرار دهد. این پیش فرض حاکی از آن است که تفاوت مشاهده شده بین توزیع نمرات گروه نمونه و توزیع نرمال در جامعه برابر با صفر است.

جدول ۷. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در فرض نرمال بودن توزیع جامعه آماری

متغیر	گروه	آزمایش		کنترل	
		آماره	سطح معنی داری	آماره	سطح معنی داری
دانش	پیش آزمون	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۲۰
	پس آزمون	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۸
نگرش	پیش آزمون	۰/۱۵	۰/۰۵۷	۰/۱۴	۰/۰۸
	پس آزمون	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۶
سنجش هنجارهای ذهنی	پیش آزمون	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۸
	پس آزمون	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۰
قصد به عمل	پیش آزمون	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۴
	پس آزمون	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۲
کنترل رفتاری درک شده	پیش آزمون	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۰
	پس آزمون	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۲۰
رفتار	پیش آزمون	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۲۰
	پس آزمون	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۲۰

همان طور که در جدول ۷ مشاهده می شود، با توجه به اینکه مقدار آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در پیش آزمون و پس آزمون در گروه کنترل و آزمایش بین ۱/۹۶+ و ۱/۹۶- قرار دارد و آماره معنادار نبوده بنابراین، با ضریب ۰/۹۵ اطمینان می توان فرض نرمال بودن توزیع جامعه آماری را پذیرفت.



مفروضه ۲: لازم به ذکر است که یکی از مفروضه های استفاده از آزمون آماری تحلیل کواریانس، فرض همگنی واریانس هاست. برای بررسی این مفروضه از آزمون لوین استفاده می شود. اگر این آزمون از لحاظ آماری معنی دار نباشد فرض همگنی واریانس ها محقق شده است. نتایج این آزمون برای مفروضه ۲ در جدول ۸ درج شده است.

جدول ۸. نتایج آزمون لوین، فرض همگنی واریانس متغیرهای پژوهش

متغیر	مقدار F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معناداری
دانش	۲/۸۹	۱	۵۸	۰/۰۹۴
نگرش	۲/۹۸	۱	۵۸	۰/۰۸۹
سنگش هنجارهای ذهنی	۰/۳۰	۱	۵۸	۰/۵۸
قصد به عمل	۰/۸۴	۱	۵۸	۰/۳۶
کنترل رفتاری درک شده	۰/۳۵	۱	۵۸	۰/۵۵
رفتار	۰/۶۸	۱	۵۸	۰/۴۱

با توجه به یافته های جدول ۸ و با توجه به میزان F بدست آمده از آزمون لوین تفاوت معناداری در سطح $\alpha = 0.05$ بین واریانس ها مشاهده نمی شود، بنابراین فرض صفر یعنی فرض همگنی واریانس ها پذیرفته می شود. با توجه به تایید پیش فرض های لازم برای استفاده از آزمون تحلیل کواریانس، در این بخش جداول و نتایج بدست آمده برای فرضیات پژوهش ارائه خواهد شد.

فرضیه اول:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر دانش محیط زیستی قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۹. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نمرات دانش محیط زیستی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
گروه	دانش محیط زیستی	۱۵۳/۹۰	۱	۱۵۳/۹۰	۳۰/۵۳	۰/۰۰۱	۰/۳۴

با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۹، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس دانش محیط زیستی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر دانش محیط زیستی با مقدار اتای ۰/۳۴ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه اول پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

فرضیه دوم:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر نگرش محیط زیستی قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۱۰. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نمرات نگرش محیط زیستی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
گروه	نگرش محیط زیستی	۱۰۷/۳۶	۱۰۷/۱۳۶	۲۳/۷۹	۲۳/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۲۹



با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۱۰، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس نگرش محیط زیستی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود، بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر نگرش محیط زیستی با مقدار اتای ۰/۲۹ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه دوم پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

فرضیه سوم:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر سنجش هنجارهای ذهنی قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۱۱. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نمرات سنجش هنجارهای ذهنی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
گروه	سنجش هنجارهای ذهنی	۸۳/۱۳	۱	۸۳/۱۳	۲۱/۲۲	۰/۰۰۱	۰/۲۷

با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۱۱، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس سنجش هنجارهای ذهنی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود، بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر هنجارهای ذهنی با مقدار اتای ۰/۲۷ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه سوم پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

فرضیه چهارم:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر قصد عمل محیط زیستی قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۱۲. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نمرات قصد عمل محیط زیستی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
گروه	قصد عمل محیط زیستی	۱۶۳/۸۴	۱	۱۶۳/۸۴	۳۲/۸۵	۰/۰۰۱	۰/۳۶

با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۱۲، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس قصد عمل محیط زیستی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود، بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر قصد عمل محیط زیستی با مقدار اتای ۰/۳۶ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه چهارم پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

فرضیه پنجم:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر کنترل رفتاری درک شده قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۱۳. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نمرات کنترل رفتاری درک شده

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
گروه	کنترل رفتاری درک شده	۶۱۵/۸۱	۱	۶۱۵/۸۱	۲۶/۶۳	۰/۰۰۱	۰/۳۱

با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۱۳، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس کنترل رفتاری درک شده بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود، بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر کنترل رفتاری درک شده با مقدار اتای ۰/۳۱ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه پنجم پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

فرضیه ششم:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر رفتار محیط زیستی قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۱۴. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نمرات رفتار محیط زیستی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار اتا
گروه	رفتار محیط زیستی	۱۰۳۰/۶۵	۱	۱۰۳۰/۶۵	۲۲/۵۰	۰/۰۰۱	۰/۳۰

با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۱۴، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس رفتار محیط زیستی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود، بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر رفتار محیط زیستی با مقدار اتای ۰/۳۰ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه ششم پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

فرضیه اصلی:

آموزش دستورالعمل های محیط زیستی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر رفتارهای محیط زیستی قنادان شهر مشهد تاثیر دارد.

جدول ۱۵. نتایج آزمون M باکس رفتارهای محیط زیستی

متغیر	مقدار F	درجه آزادی	مقدار باکس	سطح معناداری
گروه	۱/۹۶	۲۱	۴۶/۵۱	۰/۵۰



با توجه به جدول ۱۵ ملاحظه می شود که آزمون M باکس برای متغیر گروه معنی دار نمی باشد. بنابراین شرط همگنی ماتریس-کواریانس برای این مفروضه به درستی رعایت شده است. بنابراین می توان از آزمون تحلیل کواریانس برای اثبات فرضیه اصلی پژوهش استفاده کرد.

جدول ۱۶. آزمون تحلیل اثرات متغیر گروه

اثر	ارزش	مقدار F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	معناداری	مجذور ایتا
اثر پیلایی	۰/۶۶	۱۵/۲۱	۶	۴۷	۰/۰۰۱	۰/۶۶
لامبدای ویلکز	۰/۳۴	۱۵/۲۱	۶	۴۷	۰/۰۰۱	۰/۶۶
اثر هوتلینگ	۱/۹۴	۱۵/۲۱	۶	۴۷	۰/۰۰۱	۰/۶۶
اثر بزرگترین ریشه روی	۱/۹۴	۱۵/۲۱	۶	۴۷	۰/۰۰۱	۰/۶۶

با توجه به داده های جدول شماره ۱۶ مقدار لامبدای ویلکز متغیر گروه اثر معناداری بر متغیر وابسته داشته است.

جدول ۱۷. نتایج تحلیل کواریانس چند متغیره نمرات رفتارهای محیط زیستی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	مقدار ایتا
گروه	دانش	۱۰۵/۴۹	۱	۱۰۵/۴۹	۲۰/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۳۴
	نگرش	۹۱/۰۷	۱	۹۱/۰۷	۲۲/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۲۹
	سنگش هنجارهای	۶۹/۶۸	۱	۶۹/۶۸	۲۰/۱۰	۰/۰۰۱	۰/۲۷
	ذهنی	۷۴/۲۳	۱	۷۴/۲۳	۱۴/۲۸	۰/۰۰۱	۰/۳۶
	قصد به عمل	۵۰۰	۱	۵۰۰	۲۳/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۳۱
	کنترل رفتاری درک شده	۷۹۳/۱۰	۱	۷۹۳/۱۰	۱۹/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۳۰
	رفتار						

با توجه به نتایج ذکر شده و با توجه به میزان F به دست آمده در جدول ۱۷، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس آزمون مقیاس های رفتارهای محیط زیستی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس ها بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده می شود، از این رو فرضیه اصلی پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

بدین صورت که آموزش دستورالعمل های محیط زیستی بر دانش محیط زیستی ۰/۳۴؛ نگرش ۰/۲۹؛ هنجارهای ذهنی ۰/۲۷؛ قصد به عمل ۰/۳۶؛ کنترل رفتاری درک شده ۰/۳۱ و رفتار محیط زیستی ۰/۳۰ با سطح معنی داری ۰/۰۰۱ تاثیر داشته است، از این رو فرضیه اصلی پژوهش مورد تایید قرار می گیرد.

نتیجه گیری



نتایج نشان داد، تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس از آزمون مقیاس های رفتارهای محیط زیستی بین گروه آزمایش و کنترل در مرحله پس از آزمون وجود دارد. بنابراین در این مقیاس ها بین گروه های آزمایشی که تحت آموزش دستورالعمل های محیط زیستی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده قرار گرفته اند با گروه کنترل که تحت هیچ مداخله ای قرار نداشتند، در مرحله پس از آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد و در گروه آزمایش عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. نتایج بدست آمده با نتایج پژوهش های جعفرزاده، حیدرپور و رخشانی (۱۴۰۲)، نگاهداری و همکاران (۱۴۰۲) و محمدیان سقین سرا (۱۳۹۸) همسو است.

پیشنهادهای کاربردی پژوهش

در دنیای امروز، آموزش دستورالعمل های محیط زیستی به ویژه برای قنادان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. قنادان به عنوان تولیدکنندگان محصولات خوراکی نقش مهمی در حفظ و ارتقای محیط زیست دارند. بنابراین، پیشنهاد می شود که آموزش هایی به صورت کارگاه های عملی و نظری طراحی شود که به قنادان کمک کند تا از بهترین شیوه های محیط زیستی در تولیدات خود بهره برداری کنند.

یکی از نقاط کلیدی در این آموزش ها، آشنایی قنادان با مواد اولیه سازگار با محیط زیست است. استفاده از موادی که از منابع پایدار استخراج شده اند، می تواند به کاهش اثرات منفی بر محیط زیست کمک کند. همچنین، آموزش در زمینه مدیریت پسماندها و بازیافت مواد می تواند به حفظ منابع طبیعی و کاهش آلاینده ها منجر شود.

علاوه بر این، آگاهی دهی در خصوص مصرف بهینه انرژی مانند گاز، برق و آب می تواند تأثیر چشمگیری در عملکرد قنادان داشته باشد. با استفاده از تکنولوژی های نوین و تجهیزات کارآمد، قنادان می توانند به کاهش هدررفت منابع کمک کنند و در عین حال کیفیت محصولات خود را حفظ نمایند.

در نهایت، ایجاد یک شبکه ارتباطی بین قنادان و متخصصان محیط زیست می تواند به تبادل اطلاعات و تجربیات کمک کند و راهکارهای نوآورانه ای را در عرصه محیط زیست معرفی نماید. بنابراین، اهمیت این آموزش ها در شکل گیری یک صنعت قنادی پایدار و مسئولیت پذیر غیرقابل انکار است.

از جمله پیشنهادهای کاربردی در این زمینه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- برگزاری کارگاه های آموزشی: برگزاری کارگاه های عملی و نظری می تواند به قنادان کمک کند تا با مفاهیم و دستورالعمل های محیط زیستی آشنا شوند و اهمیت رعایت این دستورالعمل ها را درک کنند.
- توسعه بسته های آموزشی: ایجاد بسته های آموزشی شامل بروشور، کتابچه و ویدیوهای آموزشی که به صورت واضح و ساده به

- ایجاد سیستم های ارزیابی و بازخورد: طراحی سیستم هایی که میزان پایبندی قنادان به دستورالعمل های محیط زیستی را ارزیابی و بازخوردهای لازم را ارائه دهند، می تواند به بهبود مستمر این روند کمک کند.

- استفاده از ابزارهای سنجش: طراحی و استفاده از پرسشنامه ها و ابزارهای سنجش هنجارهای ذهنی قنادان به منظور ارزیابی آگاهی و نگرش آنها نسبت به مسائل محیط زیستی می تواند اطلاعات ارزشمندی را فراهم کند. این اطلاعات می تواند به تدوین برنامه های آموزشی موثرتر کمک نماید.

- تشویق به رفتارهای پایدار: ایجاد انگیزه برای قنادان به منظور تغییر رفتارهای غیرپایدار می تواند از طریق ارائه مشوق های مالی و اجتماعی صورت گیرد. به عنوان مثال، اعطای جوایز به قنادانی که در رعایت اصول محیط زیستی پیشقدم می شوند، می تواند مؤثر باشد.



-همکاری با سازمان‌های محیط زیستی: همکاری با نهادها و سازمان‌های محیط زیستی می‌تواند الگوهای موفق را به قنادان معرفی کرده و تبادل تجارب راهگشا باشد.

-برگزاری دوره‌های آموزشی: برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای دوره‌ای برای قنادان با محوریت اهمیت حفظ محیط زیست و مبانی دستورالعمل‌های محیط زیستی می‌تواند انگیزه و اشتیاق آن‌ها را برای بهبود عملکرد خود افزایش دهد.

-ارائه منابع آموزشی: فراهم کردن کتابچه‌ها، ویدئوها و محتوای دیجیتال آموزشی به قنادان می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا به روش‌های پایدارتر در تولید و ارائه محصولات خود نزدیک‌تر شوند.

ترویج استفاده از مواد اولیه پایدار: قنادان باید تشویق شوند تا به جای استفاده از مواد اولیه غیرقابل تجزیه، از منابع پایدار و دوستدار محیط زیست بهره ببرند. آموزش در این زمینه می‌تواند به کاهش اثرات منفی بر محیط زیست کمک کند.

-تشویق به بازیافت: برقراری سیستم‌های مؤثر برای بازیافت بسته‌بندی و مواد زائد

-تشکیل شبکه‌های همکاری: ایجاد شبکه‌ای از قنادان برای تبادل تجربیات و بهترین شیوه‌ها در زمینه رعایت محیط زیست. این شبکه می‌تواند به قنادان کمک کند تا از تجربیات یکدیگر بهره‌برداری کنند و به ایجاد حس مسئولیت جمعی در زمینه حفاظت از محیط زیست منجر شود.

-ارزیابی و نظارت مستمر: طراحی نظام‌های ارزیابی و نظارتی برای اطمینان از پیاده‌سازی دستورالعمل‌ها. این نظام‌ها باید به قنادان کمک کنند تا نقاط قوت و ضعف خود را شناسایی کرده و به بهبود مستمر عملکرد خود بپردازند.

با اتخاذ این رویکردها، می‌توان شاهد بهبود قابل توجهی در رفتارهای زیست محیطی قنادان بود که به نوبه خود به حفظ منابع طبیعی و بهبود کیفیت محیط زیست کمک خواهد کرد.

منابع

- ابراهیمی مهناز، محمدی زیدی عیسی، محمدی زیدی بنفشه، ملکی محمدرضا. (۱۴۰۳). اثربخشی مداخله آموزشی مبتنی بر تئوری رفتار برنامه ریزی شده توسعه یافته بر رفتارهای حامی محیط زیست. آموزش بهداشت و ارتقای سلامت. ۱۲(۱): ۶۲-۴۷.
- ایمانی، بهرام؛ بندری، ابوالمحمد؛ نوروزی، عباس؛ کاظمیه، فاطمه (۱۴۰۱). بررسی تمایل و رفتار سیب‌زمینی کاران نسبت به کارگیری مدیریت تلفیقی آفات با استفاده از مدل رفتار برنامه‌ریزی شده. دانش کشاورزی و توسعه پایدار، ۳۲(۲): ۳۳۳-۳۴۸.
- باقری، اصغر؛ پیرمژن، سحر (۱۳۹۹). بررسی نیت و کاربست استفاده از برچسب‌ها و آفتکش‌ها در میان کشاورزان مورد مطالعه با بهره‌گیری از نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، ۱۶(۲): ۱۰۹-۱۲۳.
- بغدادی، طیه (۱۳۹۹). بررسی تاثیر مداخله آموزشی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر روی رفتار تفکیک زباله های خانگی خانم های خانه دار در شهرستان نوشهر، آموزش بهداشت و ارتقای سلامت. ۱۱(۲)، ۱۷۹-۱۹۱.
- جعفرزاده معصومه، حیدرپور پیغام، رخشانی طیه (۱۴۰۲). بررسی تاثیر مداخله آموزشی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده بر روی رفتار تفکیک زباله های خانگی خانم های خانه دار در شهرستان نوشهر. آموزش بهداشت و ارتقای سلامت. ۱۱(۲): ۱۷۹-۱۹۱.
- حسینی، میرزاحسن و نوروزی اجیرلو، محمدرضا (۱۳۹۹). تأثیر تئوری های ارزش های مصرف بر رفتار خرید سبز با تأکید بر نقش میانجی نگرانی زیست محیطی (مورد مطالعه: مصرف کنندگان محصولات سبز رستوران های شهر تهران. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۲)، ۱۴۰-۱۲۷.
- حمایت خواه جمهری، مجتبی؛ ارشاد، فرهنگ؛ دانش، پروانه و قربانی، مهدی (۱۳۹۶). واکاوی رفتارهای محیط زیستی براساس مدل تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده. توسعه اجتماعی، ۱۱(۳۳): ۳۱-۶۶.
- حمیدی، امیر نظری، مینا (۱۴۰۰). تاثیر مداخله آموزشی مبتنی بر نظریه رفتار برنامه ریزی شده در ارتقای رفتارهای سبک زندگی سالم دانش آموزان. مجله آموزش و سلامت جامعه. ۷(۴)، ۱۴-۲۸.
- خاتمی سروری، خدیجه (۱۳۹۵). مطالعه تطبیقی سبک زندگی سلامت محور دانشجویان دانشگاه یزد و طلاب شهر یزد (پایان نامه کارشناسی ارشد جامعه‌شناسی دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه یزد).



- رجوعی، مرتضی؛ حدادیان، علیرضا و اربابی یزدی، نگار (۱۳۹۸). تأثیر نوجویی مصرف‌کننده بر رفتار مصرف سبز، کاوش های مدیریت بازرگانی، ۱۱(۲۲)، ۵۵-۸۰.
- شیرینی، سیدمحمد؛ شمسی پاپکیاده، سیده زهرا (۱۳۹۳). ارزیابی عوامل موثر بر پیاده سازی یادگیری سیار در برنامه آموزش محیط زیست با استفاده از مدل رفتار برنامه ریزی شده، فصلنامه فناوری آموزش، ۱۱(۲)، ۱۳۵-۱۴۵.
- صالحی عمران، ابراهیم؛ پرهیزکار، لیلا و حاتمی فر، خدیجه (۱۳۹۵). بررسی جایگاه مولفه های اصلی آموزش محیط زیست در کتاب های درسی، مجله آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۵(۲)، ۸۹-۹۹.
- طالبی، شیده؛ جمشیدی، هما و اکبری، نعمت اله. (۱۳۹۹). تحلیل تطبیقی زیست پذیری فرهنگی محیط زیستی مدارس ایران مطالعه موردی: تهران، اصفهان و مشهد، جامعه شناسی کاربردی، ۳۱(۲)، ۱۸-۲۹.
- فرمینی فراهانی، محسن (۱۳۹۸). تربیت شهروندی. نشر آبیژ، تهران.
- کاویانی، حسن؛ نصر، شیرین (۱۳۹۷). عوامل موثر بر اثربخشی آموزش محیط زیست در ایران؛ سنتز پژوهی یافته ها، مطالعات میان رشته ای در علوم انسانی، ۱۰(۴)، ۱۴۱-۱۰۹.
- کرمی، رویا؛ حجازی، سید یوسف و رضایی، عبدالمطلب (۱۳۹۸). نقش رسانه و مولفه های آموزش محیط زیست بر رفتار محیط زیستی اعضای سازمان های مردم نهاد محیط زیستی استان تهران، فصلنامه علوم محیطی، ۱۷(۱)، ۲۱۰-۱۹۵.
- لاریجانی، مریم. (۱۳۹۹). اصول و مفاهیم آموزش محیط زیست. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.
- محمدیان سقین سرا، ویدا (۱۳۹۸). بررسی عوامل موثر بر رفتار زیست محیطی بر اساس مدل های رفتار برنامه ریزی شده و فعال سازی هنجارها. پنجمین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی زنجان.
- مقیم، متین؛ بادسار، مهدی و قاسمی، مهدی (۱۴۰۰). بررسی نقش میانجی نیت در تحلیل عوامل موثر بر رفتار محیط زیستی پایدار کشاورزی. آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۳(۱۱): ۲۲-۹.
- نعیمی، امیر؛ مهنی رفتار، رضوان؛ سبحانی، سیدمحمد جواد (۱۳۹۷). بررسی رفتار زیست محیطی زنان روستایی حوضه آبخیز هلیل رود شهرستان جیرفت با استفاده از نظریه رفتار برنامه ریزی شده. روستا و توسعه، ۳(۱۱): ۹۷-۱۲۱.
- نگاهداری، داود؛ پورسعید، علیرضا؛ اشراقی، لیلا (۱۴۰۲). کاربرد نظریه رفتار برنامه ریزی شده در تبیین رفتار زیست محیطی روستاییان استان ایلام در حفاظت از جنگل های بلوط حوزه زاگرس جنوبی. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۵۴(۴): ۸۳۱-۸۰۹.
- Ajzen I. (1998). Attitudes, Personality and Behavior. Chicago, Illinois. The Dorsey Press. 19.
- Ajzen I. (1991). The theory of planned behavior. Organizational behavior and human decision processes. 50(2): 179-211.
- Ajzen I. (2002). Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior. Journal of applied social psychology. 32(4): 665-83.
- Ajzen I. (2020). The theory of planned behavior: Frequently asked questions. Hum Behav Emerg Tech. 9(4): 1-11.
- Alexa, L., Maier, V., Serban, A. (2020). Engineers Changing the World: Education for Sustainability in Romanian Technical Universities. An Empirical Web-Based Sustainability, 12 (5), 19-83.
- Artl, D., Hoppe, I. and Wolling, J. (2011). Climate change and media usage: Effects on problem awareness and behavioral intentions, *International Communication Gazette*, 73: 45.
- Balsas, C.J.L., (2017). Measuring the livability of an urban center. An exploratory study of key performance indicators planning, practice and research, v. 19(1), p. 101-110
- Barker, L. (2010). Exploring the relationship between general and specific environmental attitudes and environmentally responsible behavioral intention: A survey of OHV and ATV Riders in the Adirondacks (dissertation). Retrieved from ProQuest Dissertations and Theses database.
- Barr, S., Ford, N. J., & Gilg, A. W. (2016). Attitudes towards recycling household waste in Exeter, Devon: quantitative and qualitative approaches. *Local Environment*, 8(4), 407-421.
- Bennett, T. (2021) Differing Diversities: Transversal Study on the Theme of Cultural Policy and
- Cheng, E. S. Hampson, W. (2018). Gap analysis of green hotel marketing. *International Journal of Contemporary Hospital Management*, 25(7), 1017-1048. doi:10.1108/IJCHM-09-2012-0156.
- Cultural Diversity. Council of Europe.



- Davis, N.I., & Don, J.U (2024). Impact of environmental education on the knowledge and attitude of students towards the environment. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(12), 5367-5375.
- Dubin, L. E. (2022). Can environmental education increase student-onmental Environmental Education Research, 24 (3), 427-444.
- Dunlap, R. E., & Cooper, K. D. (2019). The “new environmental paradigm”. *The journal of environmental education*, 9(4), 10-19.
- Empidi, M. Emang, P.K (2024). Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India. *Waste management*, 27(4), 490-496.
- Garg, A. (2015). Green marketing for sustainable development: An industry perspective. *Sustainable Development*, 23, 301-316.
- Gordon, A. (2000). Creativity research: past, present and future. In S. Isaken (Ed.), *frontiers of creativity research*. Buffalo, N. Y.: Bearly Ltd.
- Hanushek, A.E. (2013), “Economic Growth in Developing Countries: The Role of Human Capital”. Academic Article for Stanford University..1-30.
- Hardin, G. (1968). *Filters Against Folly: How to Survive Despite Economists, Ecologists, and the Merely Eloquent*. Viking Penguin, Inc. p. 59. [ISBN 0-670-80410](https://doi.org/10.1080/00141801.1968.9964700).
- Hohmann LA, Garza KB.(2022). The Moderating Power of Impulsivity: A Systematic Literature Review Examining the Theory of Planned Behavior. *Pharmacy (Basel)*. 10(4):85.
- Kamel Boulos M. N., Maramba I., Wheeler, S.(2016). Wikis, blogs and podcasts: A new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education. *BMC Medical Education*. 6(41):1-8.
- Ladhari, R., Brun, I., & Morales, M. (2008). Determinants of dining satisfaction and post-dining behavioral intentions. *International Journal of Hospitality Management*, 27 (4), 563-573.
- Lareyre O, Gourlan M, Stoeber-Delbarre A, Cousson- Gélie F.(2022). Characteristics and impact of theory of planned behavior interventions on smoking behavior: A systematic review of the literature. *Prev Med*.63(9):66-80.
- Li, D. S.(2019). Environmental Attitudes, Knowledge, Intentions and Behaviors Among College Students. *The Journal of Social Psychology*,152(3), 308–326.
- Lin, J. C. (2008). Service quality of the ocean sports clubs and its impact on customer satisfaction and customer loyalty: ProQuest.
- Liu, Y., & Jang, S. S. (2009). Perceptions of Chinese restaurants in the US: what affects customer satisfaction and behavioral intentions? *International Journal of Hospitality Management*, 28 (3), 338-348.
- Martinengo L, Jabir ai, goh wwt, lo nyw, ho mr, Kowatsch T, et al.(2022). Conversational Agents in Health Care: Scoping Review of Their Behavior Change Techniques and Underpinning Theory. *J Med Internet Res*. 2022; 24(10):e39243. doi:10.2196/39243.
- Martinengo, P. & Sharma, P. McGarr, O. (2022). Green marketing: Challenges and opportunities for business. *BVIMR Management Edge*, 7(1), 78-86.
- Metcalf, A. Y. (2012). Green culture: The impact of employee environmental culture. *Southeast Decision Sciences Institute Conference*, Hilton Columbia Center Columbia, South Carolina, February 29 - March 2, 40-52.
- Mullenbach, L. E. & Green, G. T. (2018). Can environmental education increase student-onmental Environmental Education Research, 24 (3), 427-444.
- Nazzal, D., Zabinski, J., Hugar, A.,(2015). Reinhart,Sustainability Concepts into Industrial Engineering Education: a Modular Advances in Engineering Education 4(4)1-32.
- Popa, H. Nodehi, R. N. Mahvi, A. H. Yaghmaeian, K. & Charrahi, Z. (2019). Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. *MethodsX*, 6, 1454-1466.
- Rao, P.K. (2006), *Sustainable Development Economics and Policy*. Tehran: Unversity of Tehran Press.
- Rau H, Nicolai S, Stoll-Kleemann S.(2022). A systematic review to assess the evidence-based effectiveness, content, and success factors of behavior change interventions for enhancing pro-environmental behavior in individuals.*Front Psychol*. 2022;13:901927.
- Schultz, P. W. (2000). "Empathizing with nature: The effects of perspectivetaking: On concern for environmental issues". *Journal of Social Issues*. 34,496- 526.



- Schultz, P. W. (2000). "Empathizing with nature: The effects of perspectivetaking: On concern for environmental issues". *Journal of Social Issues*. 34,496- 526.
- Sener b. (2004). Landfill site selection by using geographic informationsystem. Mcs, thesis, School of naturaland applied science of Middle East technical.
- Sharma, A. & Iyer, G. R. (2022). Resource-constrained product development: Implications for green marketing and green supply chains. *Industrial Marketing Management*, 41, 599-608.
- Solomon, M., R, Greg, W., Marshall, and Elnora, W. (2021). *Marketing Real People Real Choices* 7th Edition. Prentice Hall.
- Thompson, S. C; Barton, M. A.(1994). "Ecocentric and anthropocentric attitudes. *Journal of Environmental Psychology*. 14, 149- 157.
- [Wang, J.](#) and [Liu, F.](#) Polónia, D. (2023). "Examining the link between integrated management systems and firm performance: do the integration strategies matter?", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.
- Wong, J., (2012). Investigations of Important and Effective Effects of Green Practices in Restaurants. *Social and Behavioral Sciences*, 40,94-98.
- Zin, S., Mahmood, N., Ezlin, N., Barsi, A., Barsi. H., Wan, H., Jaafar, O., Suja, F.,Taha, M. & Mokhtar, W. (2015). *Engineering Scinse and Tecnology*, Special Issue on UKM Teaching and Learning Congress, 23-32.



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مروری بر مباحث مرتبط با تنوع زیستی و کشاورزی: چالش‌ها و راه‌کارها

فاطمه فاطمی نیک

عضو هیأت علمی گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: ffateminick@pnu.ac.ir

چکیده

تنوع زیستی به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی سلامت اکوسیستم‌ها، نقش حیاتی در پایداری محیط زیست و کشاورزی ایفا می‌کند. با این حال، فعالیت‌های کشاورزی به عنوان یکی از عوامل اصلی تغییرات محیطی، تأثیرات گسترده‌ای بر تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها دارند. کشاورزی همچنین از طریق روش‌هایی مانند آتش‌سوزی برای پاک‌سازی زمین، به‌ویژه در مناطق گرمسیری، تأثیرات قابل توجهی بر اقلیم جهانی می‌گذارد. آتش‌سوزی‌های گسترده نه تنها باعث انتشار مقادیر زیادی CO₂ می‌شوند، بلکه با افزایش ذرات ریز (آئروسول‌ها) در اتمسفر، بر الگوهای آب‌وهوایی و کیفیت هوا تأثیر منفی می‌گذارند. کشاورزی به عنوان یکی از منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای، به افزایش غلظت CO₂ در اتمسفر و تشدید تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. این موضوع نه تنها بر اقلیم جهانی تأثیر می‌گذارد، بلکه تنوع زیستی را نیز تحت فشار قرار می‌دهد. این مقاله به بررسی چالش‌های ناشی از کشاورزی بر تنوع زیستی و ارائه راهکارهای حفاظتی برای کاهش این اثرات می‌پردازد. در این راستا، تأثیرات کشاورزی بر تغییرات اقلیمی، تخریب زیستگاه‌ها، کاهش گونه‌های گیاهی و جانوری، و همچنین راهکارهای مدیریت پایدار برای حفظ تنوع زیستی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، عملیات کشاورزی، اکوسیستم، گونه‌ها.

مقدمه

تنوع زیستی به عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های اکوسیستم‌های طبیعی، نقش اساسی در حفظ تعادل اکولوژیکی و پایداری محیط زیست ایفا می‌کند. با این حال، فعالیت‌های کشاورزی به عنوان یکی از عوامل اصلی تغییرات محیطی، تأثیرات قابل توجهی بر تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها دارند. با وجود اهمیت حیاتی تنوع زیستی برای تمام موجودات روی کره زمین، این تنوع با سرعت بی‌سابقه‌ای در حال از بین رفتن است. ارزیابی بوم‌نظام طی هزار سال که حاصل بررسی ۱۳۶۶۰ متخصص از سراسر دنیا است، بیان‌گر آن است که به دلیل فعالیت‌های بشر، تغییرات تمام بوم‌نظام‌ها چشم‌گیر است. با نگاهی به تعداد و جرم حیوانات اهلی شده در مقایسه با حیوانات وحشی در می‌یابیم انسان نیازهای خود را در راس هرم خلقت می‌بیند و شاهد برهم زدن تعادل طبیعت به دست انسان هستیم (زند و همکاران، ۱۴۰۰). تنوع زیستی کشاورزی به تنوع و تغییرپذیری موجود در گیاهان، جانوران و ریزجانداران مرتبط با تولید غذا و محصولات کشاورزی در سطوح ژنتیکی، گونه‌ای و اکوسیستمی اشاره دارد. این مفهوم همچنین شامل گوناگونی‌های اجتماعی و فرهنگی است که بر منابع طبیعی و سیستم‌های کشاورزی تأثیر می‌گذارند. اجزای مختلف تنوع زیستی کشاورزی، از طریق برهم‌کنش‌های پیچیده با یکدیگر، سبب پایداری عملکردها، ساختارها و فرآیندهای بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌شوند. این تنوع نه تنها به حفظ تعادل اکولوژیکی کمک می‌کند، بلکه نقش حیاتی در افزایش مقاومت سیستم‌های کشاورزی در برابر تغییرات محیطی و تنش‌های طبیعی ایفا می‌کند. بنابراین، حفظ و تقویت تنوع زیستی کشاورزی به عنوان یک راهبرد کلیدی



برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار و حفظ سلامت اکوسیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شود (Baidu-Forson et al., 2012).

این مقاله به بررسی چالش‌های ناشی از کشاورزی بر تنوع زیستی و ارائه راهکارهای حفاظتی برای کاهش این اثرات می‌پردازد.

الگوهای تنوع زیستی و عوامل تعیین کننده آن

تنوع زیستی در سراسر کره زمین به صورت نابرابر توزیع شده است. این تنوع از مناطق استوایی مرطوب با غنای گونه‌ای بالا تا بیابان‌های قطبی که تقریباً فاقد حیات هستند، متغیر است. بیوم‌های اصلی زمین، مانند جنگل‌های بارانی استوایی، بیابان‌ها، توندراهای قطبی، مراتع و اکوسیستم‌های آبی، هر کدام الگوهای خاصی از تنوع زیستی را نشان می‌دهند. درک این الگوها و عوامل تعیین کننده آنها برای حفظ تعادل اکولوژیکی و مدیریت پایدار منابع طبیعی ضروری است (Davies et al., 2004). یکی از الگوهای شناخته شده در اکولوژی، کاهش تدریجی غنای گونه‌ای از مناطق استوایی به سمت قطب‌ها است. این الگو برای طیف وسیعی از گونه‌ها از جمله گیاهان چوبی، پرندگان، پروانه‌ها، ماهیان دریایی و بی‌مهرگان ثبت شده است. با این حال، این الگو جهانی نیست و استثناهایی نیز دارد. به عنوان مثال، برخی مطالعات نشان داده‌اند که این روند در نیم کره جنوبی کمتر مشهود است و در برخی موارد، الگوهای معکوس نیز مشاهده شده‌اند. علل احتمالی این الگوها شامل فرضیه انرژی، فرضیه پایداری محیطی و فرضیه تاریخ تکاملی است. درک این الگوها برای تلاش‌های حفاظتی ضروری است، زیرا مناطق با غنای گونه‌ای بالا، مانند جنگل‌های بارانی استوایی، به عنوان نقاط داغ تنوع زیستی (biodiversity hotspots) شناخته می‌شوند و اولویت بالایی برای حفاظت دارند (Davies et al., 2004). از آنجایی که ممکن است ردیابی تنوع زیستی کل رده‌ها از DNA تا زیست کره سخت باشد. تنوع زیستی در سه سطح از سطوح حیات بیشتر مورد توجه است، که البته به تازگی به چهار سطح گسترش یافته است. این سه سطح شامل تنوع ژن، تنوع گونه و تنوع اکوسیستم است. به تازگی اطلاعات توالی دیجیتال یا دی اس آی نیز به عنوان یکی از سطوح حیات مورد توجه قرار گرفته است (بخشی خانیکی، ۱۳۸۵). جلوگیری از کاهش تنوع زیستی در چشم‌اندازهای کشاورزی مستلزم طراحی و توسعه رهیافت‌های مدیریت پایدار است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳). این امر از آن جهت حائز اهمیت است که عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی به شدت وابسته به تنوع زیستی است، و نابودی تنوع زیستی تهدیدی جدی برای پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی و در نهایت امنیت غذایی جهانی محسوب می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳). ارزیابی دقیق وضعیت تنوع زیستی در یک منطقه بدون اندازه‌گیری آن امکان پذیر نیست. اکولوژیست‌های گیاهی تنوع زیستی را در قالب تنوع مکانی و زمانی اندازه‌گیری می‌کنند. تنوع مکانی، که شناخته شده ترین شکل تنوع زیستی در مطالعات اکولوژیک است، معیاری از تنوع در توزیع سطح زیر کشت بین گونه‌ها یا واریته‌های مختلف گیاهان زراعی محسوب می‌شود. این تنوع با استفاده از شاخص‌هایی مانند غنای گونه‌ای، شاخص غنای مارگالف و شاخص تنوع شانون مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در نتیجه، برای حفظ و بهبود تنوع زیستی در چشم‌اندازهای کشاورزی، ضروری است که از رهیافت‌های علمی و دقیق برای مدیریت پایدار استفاده شود و شاخص‌های تنوع زیستی به طور منظم مورد ارزیابی قرار گیرند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳). افزایش یا کاهش تنوع زیستی می‌تواند به دو شکل اصلی رخ دهد: از طریق تغییر در تعداد گونه‌ها (غنای گونه‌ای): این شکل از تغییر تنوع زیستی به افزایش یا کاهش تعداد گونه‌های موجود در یک منطقه اشاره دارد. افزایش غنای گونه‌ای معمولاً نشان دهنده بهبود شرایط اکولوژیک و مدیریتی است، در حالی که کاهش آن می‌تواند ناشی از عوامل تهدیدکننده مانند تخریب زیستگاه، تغییرات اقلیمی، یا فعالیت‌های کشاورزی ناپایدار باشد. از طریق تغییر در یکنواختی توزیع سطح زیر کشت بین گونه‌های زراعی: این شکل از تغییر تنوع زیستی به نحوه توزیع نسبی سطح زیر کشت بین گونه‌های مختلف گیاهی مربوط می‌شود. افزایش یکنواختی نشان دهنده



توزیع متعادلتر سطح زیر کشت بین گونه‌هاست، در حالی که کاهش یکنواختی ممکن است نشان‌دهنده تسلط یک یا چند گونه خاص (مانند تک‌کشتی) و کاهش تنوع زیستی باشد. (غناى گونه‌ای و یکنواختی توزیع) به طور مستقیم بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های کشاورزی تأثیر می‌گذارند و از شاخص‌های کلیدی در ارزیابی تنوع زیستی محسوب می‌شوند. برای مثال، شاخص‌های اکولوژیکی مانند شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی پیلو، ابزارهایی هستند که برای سنجش این جنبه‌ها استفاده می‌شوند. حفظ تعادل بین این دو جنبه برای دستیابی به سیستم‌های کشاورزی پایدار و مقاوم در برابر تغییرات محیطی ضروری است (بصیری و عالی محمودی سراب، ۱۳۹۲).

تأثیرات کشاورزی بر تنوع زیستی

عملیات کشاورزی با تغییر پوشش زمین، موجب تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سطح زمین می‌شود. از جمله این تغییرات می‌توان به کاهش انعکاس نور (آلبیدو)، تغییر در میزان تبخیر آب، تغییر ناهمواری‌های سطح زمین و اختلال در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی مانند مبادله مواد شیمیایی نظیر دی‌اکسید کربن (CO_2) اشاره کرد. کشاورزی همچنین از طریق روش‌هایی مانند آتش‌سوزی برای پاک‌سازی زمین، به‌ویژه در مناطق گرمسیری، تأثیرات قابل توجهی بر اقلیم جهانی می‌گذارد. آتش‌سوزی‌های گسترده نه تنها باعث انتشار مقادیر زیادی CO_2 می‌شوند، بلکه با افزایش ذرات ریز (آئروسول‌ها) در اتمسفر، بر الگوهای آب‌وهوایی و کیفیت هوا تأثیر منفی می‌گذارند (بخشی خانیکی، ۱۳۸۷). یکی دیگر از اثرات جهانی کشاورزی، تولید و استفاده گسترده از کودهای شیمیایی حاوی ترکیبات نیتروژنه است. این ترکیبات می‌توانند چرخه‌های بیولوژیکی و شیمیایی جهانی، به‌ویژه چرخه نیتروژن، را به‌طور قابل توجهی تغییر دهند. ورود نیتروژن اضافی به اکوسیستم‌های آبی و خاکی می‌تواند منجر به پدیده‌هایی مانند اوتریفیکاسیون (غنی‌سازی مواد مغذی) و ایجاد مناطق مرده (Dead Zones) در آب‌های ساحلی شود که حیات آبریان را به خطر می‌اندازد (بخشی خانیکی، ۱۳۸۵).

از جنبه تنوع زیستی، کشاورزی با تبدیل زیستگاه‌های طبیعی به زمین‌های زراعی، کاهش اکوسیستم‌های رقیب و تخریب زیستگاه‌های گونه‌های بومی، تنوع زیستی را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. این فعالیت‌ها گونه‌های کمیاب و در معرض خطر را با تهدیدات جدی مواجه می‌سازند و باعث کاهش تعداد و تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری می‌شوند. علاوه بر این، کشاورزی به‌عنوان یکی از منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای، به افزایش غلظت CO_2 در اتمسفر و تشدید تغییرات اقلیمی کمک می‌کند. این موضوع نه تنها بر اقلیم جهانی تأثیر می‌گذارد، بلکه تنوع زیستی را نیز تحت فشار قرار می‌دهد، زیرا بسیاری از گونه‌ها قادر به سازگاری سریع با تغییرات سریع محیطی نیستند (بخشی خانیکی، ۱۳۸۵).

۷ گونه اولیه کشاورزی شامل سه گونه غلات جو، گندم و یولاف، چهار گونه حبوبات، نخود، عدس، ماشک، نخودفرنگی و کتان که برای اولین بار به‌وسیله بشر اهلی شدند و بسیاری از دیگر گیاهان زراعی مانند کنجد، چاودار، یونجه و شبدر و بسیاری از گیاهان باغی از جمله پسته، انار، انجیر، بادام، گلابی، به، هویج، خربزه و صیفی‌جاتی مانند خیار، کاهو، تره، جعفری، تربچه و اسفناج می‌شوند. ایران همچنین دارای تنوع جانوری فراوانی است و در حال حاضر حداقل ۶ توده گاو بومی، ۳ تیپ گاومیش، ۲۸ نژاد گوسفند، ۱۲ نژاد بز، ۱۰ نژاد اسب، ۱۷ نژاد مرغ بومی و ۶ نژاد شتر در ایران شناسایی شده است. ایران مهد تنوع ژنتیکی بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری در دنیا است و در کنار کشورهای با تنوع زیستی بالا (مگادایورس) و در گروه کشورهای هم‌فکر دارای تنوع زیستی بالا طبقه‌بندی شده است. مراتع بیش از نیمی از مساحت کشور را به خود اختصاص داده‌اند و به سه گروه متراکم (تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰٪)، نیمه متراکم (تراکم تاج پوشش بین ۲۵ تا ۵۰٪) و کم تراکم (تراکم تاج پوشش بین ۵ تا ۲۵٪) تقسیم می‌شوند که به ترتیب مساحت هر یک از این گروه‌ها ۵/۴۱، ۲۰/۹۱ و ۵۶/۹۸ میلیون هکتار است. بر این اساس، مراتع کشور از نظر پوشش گیاهی که در آنها می‌رویند به سه گروه مراتع درجه یک یا علفی یا ییلاقی (با

متوسط تولید ۲۹۰ کیلوگرم علوفه در هکتار)، مراتع درجه دو بوته‌ای و قشلاقی (با متوسط تولید ۹۲ کیلوگرم علوفه در هکتار) و مراتع درجه سه یا کویری (با متوسط تولید ۲۵ کیلوگرم در هکتار) تقسیم می‌شوند. مراتع کشور با سرعت فزاینده‌ای در حال زوال هستند و در حدفاصل سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۹، مساحت آنها ۱/۷۷٪ کاهش یافته است. بخش‌هایی از شمال، غرب و جنوب غربی ایران در محدوده نقاط داغ تنوع زیستی جهان قرار می‌گیرد نقطه داغ تنوع زیستی، مناطق جغرافیای زیستی هستند که دارای بیشترین تراکم گونه‌های بومی و بیشترین تخریب زیستگاهی هستند. این نقاط داغ، ۳۵ منطقه غنی از نظر زیستی با وسعتی برابر با ۲/۳ درصد سطح کره زمین را شامل می‌شوند. همین سطح کوچک نیمی از گونه‌های بومی گیاهی و تقریباً ۴۳ درصد گونه‌های بومی پرندگان، پستانداران، خزندگان و دوزیستان را در خود جای داده است یک منطقه به‌عنوان نقطه داغ، باید الزاماً دارای حداقل ۱۵۰۰ گونه گیاه آوندی بومی و ۳۰ درصد یا کمتر از پوشش طبیعی اولیه باشد (زند و همکاران، ۱۴۰۰).

با وجود اهمیت حیاتی تنوع زیستی برای تمام موجودات روی کره زمین، این تنوع با سرعت بی‌سابقه‌ای در حال از بین رفتن است. ارزیابی بوم‌نظام طی هزار سال که حاصل بررسی ۱۳۶۶۰ متخصص از سراسر دنیا است، بیان گر آن است که به دلیل فعالیت‌های بشر، تغییرات تمام بوم‌نظامها چشم‌گیر است. با نگاهی به تعداد و جرم حیوانات اهلی شده در مقایسه با حیوانات وحشی در می‌یابیم انسان نیازهای خود را در راس هرم خلقت می‌بیند و شاهد برهم زدن تعادل طبیعت به دست انسان هستیم (زند و همکاران، ۱۴۰۰).

جدول ۱. وضعیت مناطق چهارگانه حفاظت شده تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست (زند و همکاران، ۱۴۰۰)

عنوان	تعداد	وسعت به هکتار
پارک ملی	۳۲	۲۰۸۰۴۰۹
اثر طبیعی ملی	۴۰	۴۱۰۲۲
پناهگاه حیات وحش	۵۴	۶۵۳۷۴۴۲
منطقه حفاظت شده	۱۸۳	۱۰۴۵۰۸۳۰
جمع کل	۳۰۹	۱۹۱۰۹۷۰۳
درصد (از کل سطح کشور)		۱۱/۸۶

جدول ۲. سطح بوم‌نظام‌های اصلی کشور (زند و همکاران، ۱۴۰۰)

شاخص	وضع موجود در سال ۱۳۸۳ (هکتار)	وضع موجود در سال ۱۳۹۹ (هکتار)
سطح جنگل‌های با تراکم پوشش بیش از ۵۰٪ (جنگل انبوه)	۱۷۸۰۲۹۰	۲۱۹۳۵۵۲
سطح جنگل‌های با تراکم پوشش بین ۲۵٪ تا ۵۰٪ (جنگل نیمه انبوه)	۳۴۶۸۳۱۲	۱۸۲۲۴۵۴
سطح جنگل‌های با تراکم پوشش ۵٪ تا ۲۵٪ (جنگل‌های تنک)	۸۱۰۰۸۴۲	۷۶۵۵۸۲۴
درختچه‌زارها با تراکم تاج پوشش بیش از ۱۰٪	۲۶۶۵۰۵۳	۲۵۸۵۲۶
جنگل‌های دست کاشت	۹۴۳۸۵۸	۱۴۵۶۸۶۱
جنگل‌های محدوده جذر و مد سواحل جنوب کشور	۲۵۷۶۰	۲۶۴۲۶
سطح جنگل‌های با تراکم پوشش ۱٪ تا ۵٪ (اراضی جنگلی)	---	۱۹۱۰۷۳۱



۱۷۶۵۰۸۷۵

۱۶۹۸۴۱۱۶

سطح کل جنگلهای ایران

جدول ۳. سطح بوم‌نظام‌های اصلی کشور (زند و همکاران، ۱۴۰۰)

شاخص	وضع موجود در سال ۱۳۸۳ (هکتار)	وضع موجود در سال ۱۳۹۹ (هکتار)
مراتع با تراکم تاج پوشش بیش از ۵۰٪ (مراتع متراکم)	۷۱۸۱۲۵۰	۵۴۱۱۸۷۳
مراتع با تراکم تاج پوشش بین ۲۵٪ تا ۵۰٪ (مراتع نیمه متراکم)	۲۱۴۱۹۱۵۱	۲۰۹۱۲۷۴۵
مراتع با تراکم تاج پوشش بین ۵٪ تا ۲۵٪ (مراتع کم تراکم)	۵۶۲۱۴۵۹۰	۵۶۹۸۳۹۴۹
جمع کل مراتع	۸۴۸۱۴۹۹۱	۸۳۳۰۸۵۶۷

جدول ۴. سطح بوم‌نظام‌های اصلی کشور (زند و همکاران، ۱۴۰۰)

شاخص	وضع موجود در سال ۱۳۸۳ (هکتار)	وضع موجود در سال ۱۳۹۹ (هکتار)
اراضی پست بیابانی بدون پوشش گیاهی و عموماً دارای املاح بسیار زیاد (کویر)	۵۸۳۸۳۷۵	۷۰۸۴۰۸۵
اشکال مختلف اراضی ماسه‌ای (تپه‌ای ماسه‌ای)	۱۷۶۲۱۳۶	۱۵۴۳۱۲۹
اراضی ماسه‌ای مسطح (پهنه‌های ماسه‌ای)	۶۱۵۰۴۲	۷۵۸۰۰۳
سطوح صاف و صیقلی رسی در منطقه کویر (دق‌های رسی)	۴۳۵۸۰۳	۲۵۸۳۹۳
اراضی با سطوح نمکی (اراضی شور و نمک‌زار)	۶۵۵۸۲۸۱	۳۰۹۴۵۵۸
اراضی با تراکم تاج پوشش گیاهی کمتر از ۵٪ و بیرون‌زدگی سنگی	۱۷۳۶۶۸۵۵	۱۶۳۲۶۳۵۶
جمع پدیده‌های بیابانی	۳۲۵۷۶۴۹۲	۲۹۰۶۴۵۱۹

جدول ۵. سطح بوم‌نظام‌های اصلی کشور (زند و همکاران، ۱۴۰۰)

شاخص	وضع موجود در سال ۱۳۸۳ (هکتار)	وضع موجود در سال ۱۳۹۹ (هکتار)
اراضی زراعی و باغی	-----	۱۵۵۴۴۰۱۳
اراضی دیم	-----	۱۲۸۲۸۲۷۸
مجموع اراضی زراعی و باغی	۲۴۶۹۳۸۱۱	۲۸۳۷۲۲۹۲

راه کارهای حفاظتی

برای حفظ تنوع زیستی گیاهان زراعی و دارویی در ایران، اقدامات زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. حفاظت از زیستگاه‌ها: ایجاد مناطق حفاظت‌شده و ذخایر ژنتیکی برای گونه‌های در معرض خطر.
۲. کشت پایدار: تشویق به کشت پایدار گیاهان دارویی و زراعی با استفاده از روش‌های نوین کشاورزی.
۳. تحقیقات علمی: انجام تحقیقات گسترده برای شناسایی و ثبت گونه‌های گیاهی و خواص دارویی آن‌ها.
۴. آموزش و آگاهی‌بخشی: افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت تنوع زیستی و روش‌های حفاظت از آن.



با وجود تنوع زیستی بالا، گیاهان زراعی و دارویی ایران با تهدیداتی مواجه هستند. تغییرات اقلیمی، تخریب زیستگاه‌ها، بهره‌برداری بی‌رویه و عدم مدیریت صحیح منابع طبیعی از جمله این چالش‌ها هستند. برای مثال، برداشت غیراصولی گیاهان دارویی از طبیعت منجر به کاهش جمعیت برخی گونه‌های ارزشمند شده است.

نتیجه‌گیری

کشاورزی به عنوان یکی از عوامل اصلی تغییرات محیطی و کاهش تنوع زیستی، نیازمند مدیریت پایدار و استفاده از روش‌های سازگار با محیط زیست است تا اثرات منفی آن بر اکوسیستم‌های طبیعی و اقلیم جهانی به حداقل برسد. حفظ تنوع زیستی کشاورزی نه تنها به حفظ تعادل اکولوژیکی کمک می‌کند، بلکه نقش حیاتی در افزایش مقاومت سیستم‌های کشاورزی در برابر تغییرات محیطی و تنش‌های طبیعی ایفا می‌کند. بنابراین، اجرای راهکارهای حفاظتی و مدیریت پایدار منابع طبیعی ضروری است.

منابع

- بخشی خانیکی، غ.ر. ۱۳۸۵. (تدوین و ویرایش). گروه مؤلفان. تنوع زیستی. تهران. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۲۲۷ ص.
- بصیری، ر. و عالی محمودی سراب، س. ۱۳۹۲. بررسی ارتباط بین برخی عوامل محیطی و گروه‌های اکولوژیک گیاهی در منطقه گلزار ایزده. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۶(۴): ۳۸۷-۳۹۶.
- زند، ا.، صوفی‌زاده، س. و سیدرئوفی، ر. ۱۴۰۰. تنوع زیستی ایران در یک نگاه. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی. ۴۱ ص.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و نجفی، ف. ۱۳۸۳ a. تنوع زیستی گیاهان دارویی و معطر در بوم‌نظام‌های زراعی ایران. پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۲۰۸-۲۱۶.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، اصغری‌پور، م.ر. و خداشناس، ع.ر. ۱۳۸۳ b. مطالعه تنوع زیستی محصولات باغی، سبزی و صیفی ایران. پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۷۹-۸۷.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، جهان‌بین، غ.ج. و زارع فیض‌آبادی، ا. ۱۳۸۳ c. تنوع واریته‌های گیاهان زراعی در ایران. بیابان، ۹: ۴۹-۶۸.

Baidu-Forson, J.J., Hodgkin, T. and Jones, M. 2012. Introduction to special issue on agricultural biodiversity, ecosystems and environment linkages in Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment, 157: 1-4.

Davies, J., Barraclough, T.G., Savolainen, V., and Chase, M.W. 2004. Environmental causes for plant biodiversity gradients. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 359: 1645-1656. doi:10.1098/rstb.2004.1524.

نوع پذیرش مقاله: پوستر

بررسی منابع مختلف انرژی تجدیدپذیر و فناوری‌های بهره‌مندی از این انرژی‌ها

سروین محمدی مقدم

دانشیار گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: Sarvin.s108@pnu.ac.ir

چکیده

امروزه با توجه به شیب تند استفاده از منابع انرژی تجدیدناپذیر (فسیلی)، مانند نفت و گاز و مشکلاتی که استفاده از این انرژی‌ها بوجود آورده است مانند تغییرات اقلیم، آلودگی هوا و تخریب محیط زیست و افزایش میزان گازهای گلخانه‌ای که باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند استفاده از انواع انرژی تجدیدپذیر ضروری می‌باشد. اخیراً افزایش هزینه‌های سوخت‌های فسیلی و نگرانی‌ها درباره تأثیرات زیست‌محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای باعث شده است توجه تازه‌ای به توسعه منابع انرژی جایگزین جلب شود. انرژی‌های تجدیدپذیر در حال حاضر به عنوان منبع سوختی مطلوب‌تر نسبت به انرژی هسته‌ای در نظر گرفته می‌شوند، زیرا خطرات ایمنی و احتمال وقوع فاجعه در آن‌ها وجود ندارد. با توجه به اینکه دی‌اکسید کربن اصلی‌ترین جزء گازهای گلخانه‌ای است، نگرانی جهانی درباره کاهش انتشار کربن برای مقابله با مسئله تغییرات اقلیمی وجود دارد. راهبردهای مختلفی می‌توانند برای کاهش انتشار کربن به کار گرفته شوند، از جمله ترویج استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و تقویت پیشرفت‌های فنی. **واژه‌های کلیدی:** سوخت‌های فسیلی، پیامدهای زیست‌محیطی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، منابع انرژی جایگزین.

مقدمه

مصرف انرژی از دهه ۱۹۵۰ به سرعت افزایش یافته است. مصرف انرژی تحت تأثیر عواملی مانند رشد اقتصادی، افزایش جمعیت و پیشرفت‌های فناوری قرار دارد (طریق و همکاران، ۲۰۲۲). احتراق سوخت‌های فسیلی منجر به انتشار مقادیر قابل توجهی دی‌اکسید کربن، که یک گاز گلخانه‌ای قوی است، به جو می‌شود (گووورر، ۲۰۲۲). گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن و متان توانایی حفظ گرما در جو زمین را دارند که به پدیده‌ای به نام گرمایش جهانی منجر می‌شود (کوکو و همکاران، ۲۰۱۸). نگرانی جهانی در مورد کاهش انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد (راو و همکاران، ۲۰۱۸). برای کاهش انتشار کربن، می‌توان از چندین استراتژی استفاده کرد، از جمله ترویج استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و تقویت پیشرفت‌های فنی. علاوه بر این، دولت‌ها از اقدامات مختلفی مانند الزامات پرتفوی تجدیدپذیر، سیاست‌های مالیاتی و تعرفه‌های خرید تضمینی برای ترویج توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر و افزایش بهره‌وری انرژی به منظور صرفه‌جویی در انرژی استفاده می‌کنند (هارتوی، پرایس و وو، ۱۹۹۹، پوجیاننو، رمزی و استر باک، ۲۰۰۷، کینی و همکاران، ۲۰۰۹، فروندل و همکاران، ۲۰۱۰، ابوزر و احمد، ۲۰۲۱). پنج منبع اصلی انرژی تجدیدپذیر به شرح زیر هستند: نیروی برق‌آبی، انرژی باد، انرژی خورشیدی از انرژی زمین گرمایی خورشید، انرژی زمین گرمایی، زیست‌انرژی، انرژی زمین گرمایی از گرمای درون زمین.

انواع منابع انرژی



سوخت های فسیلی

سوخت فسیلی چیست؟

سوخت فسیلی منبع اصلی انرژی در تمدن مدرن انسانی است. رسوبات کربنی که طی میلیون ها سال حفظ شده اند، به ساختار شیمیایی کربن و هیدروژن به نام سوخت فسیلی تبدیل شده اند. انواع مختلف سوخت های فسیلی بر اساس تعداد اتم های کربن در ساختارشان دسته بندی می شوند که کاربردهای متنوعی دارند. بخش قابل توجهی از موتورهای سوخت فسیلی برای حمل و نقل و تولید برق برای نیازهای انسانی استفاده می شوند. با توجه به نیاز فزاینده به ذخایر سوخت فسیلی با گسترش صنایع و جمعیت، این منابع با سرعت بیشتری نسبت به بازسازی کاهش می یابند. قرن بیستم شاهد افزایش سریع بیست برابری در استفاده از سوخت های فسیلی بود. بین سال های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶، نرخ رشد سالانه جهانی ۲ درصد بود. بر اساس برآورد اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده در سال ۲۰۰۶، مصرف کل تخمینی ۴۷۱٫۸ اگزاژول ($471.8 \times 10^{18} \text{ J}$) در سال ۲۰۰۴ به این صورت تقسیم شده بود که سوخت های فسیلی ۸۶ درصد از انرژی جهان را تأمین می کردند. زغال سنگ سوخت اصلی.

انقلاب صنعتی در قرن های هجدهم و نوزدهم بود. با ظهور خودرو، هواپیما و گسترش استفاده از برق، نفت در قرن بیستم به سوخت غالب تبدیل شد. رشد نفت به عنوان بزرگ ترین سوخت فسیلی با کاهش مداوم قیمت ها از سال ۱۹۲۰ تا ۱۹۷۳ بیشتر شد. پس از شوک های نفتی سال های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۹، زمانی که قیمت نفت از ۵ به ۴۵ دلار آمریکا برای هر بشکه افزایش یافت، تغییراتی در استفاده از نفت به وجود آمد. زغال سنگ، گاز طبیعی و انرژی هسته ای به سوخت های اصلی برای تولید برق تبدیل شدند و اقدامات صرفه جویی در مصرف انرژی، بهره وری انرژی را افزایش داد. از سال ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۸، استفاده از سوخت های فسیلی همچنان رشد کرد و سهم آن ها در تأمین انرژی افزایش یافت. از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸، زغال سنگ که یکی از آلوده ترین منابع انرژی است، سریع ترین رشد را در میان سوخت های فسیلی داشت (برووسکی و همکاران، ۲۰۲۳).

بهره برداری و استفاده از سوخت های فسیلی در جهان

در طول قرن گذشته، سوخت های فسیلی - مایعات نفتی، گاز طبیعی و زغال سنگ، منبع اصلی تولید انرژی در جهان بوده اند. از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۵، سوخت های فسیلی ۸۵ تا ۹۳ درصد از کل تولید انرژی را تأمین کرده اند. تمامی سوخت های فسیلی در این دوره به طور قابل توجهی رشد کردند و رشد ترکیبی آن ها از افزایش جمعیت جهان پیشی گرفت. این رشد، با این حال، نامنظم بود و تولید سرانه به سرعت از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰ افزایش یافت، از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ ثابت ماند و پس از سال ۲۰۰۰ دوباره افزایش یافت. در طول نیم قرن گذشته، رشد تولید سوخت های فسیلی اساساً به تقاضای انرژی محدود شده بود. سطوح منابع اولیه انرژی، ذخایر موجود در زمین هستند. جریان ها، تولید را نشان می دهند. مهم ترین منبع اولیه انرژی، انرژی فسیلی مبتنی بر کربن است (بالا و همکاران، ۲۰۰۷).

سطوح ذخایر

- نفت: ۱،۰۵۰،۶۹۱ تا ۱،۲۷۷،۷۰۲ میلیارد بشکه (۱۶۷ تا ۲۰۳ کیلومتر مکعب) در سال های ۲۰۰۳-۲۰۰۵
- گاز: ۶،۰۴۰،۲۰۸ تا ۶،۸۰۵،۸۳۰ میلیارد فوت مکعب (۱۷۱،۰۴۰ تا ۱۹۲،۷۲۰ کیلومتر مکعب)
- زغال سنگ: ۱،۰۸۱،۲۷۹ میلیون تن
- جریان ها (تولید روزانه) در سال ۲۰۰۲:
- نفت: (۲۳۰،۱۰۳۴۹*۰،۳۴۹/۷،۹*۷۷) میلیون بشکه در روز (MBD)
- گاز: (۲۳۰،۱۰۳۴۹*۰،۲۱۲/۷،۹*۴۷) میلیون بشکه معادل نفت در روز (MBOED)
- زغال سنگ: (۲۳۰،۱۰۳۴۵*۰،۲۳۵/۷،۹*۵۲) میلیون بشکه معادل نفت در روز (MBOED)



انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان

در سال ۲۰۰۸، انرژی‌های تجدیدپذیر حدود ۱۹ درصد از مصرف انرژی جهان را تأمین کردند. بخش انرژی‌های تجدیدپذیر از اواخر قرن بیستم به طور قابل توجهی رشد کرده است و در سال ۲۰۰۹، سرمایه‌گذاری جدید کل در این بخش حدود ۱۵۰ میلیارد دلار آمریکا تخمین زده شد. این سرمایه‌گذاری منجر به اضافه شدن ۸۰ واحد ظرفیت در طول سال شد (فرونل و همکاران، ۲۰۱۰).

انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر از منابع طبیعی مانند نور خورشید، باد، باران، جزر و مد و گرمای زمین تأمین می‌شوند که همگی تجدیدپذیر هستند. در سال ۲۰۰۸، حدود ۱۹ درصد از مصرف نهایی انرژی جهانی از منابع تجدیدپذیر تأمین شد که ۱۳ درصد آن از زیست‌توده سنتی (عمدتاً برای گرمایش) و ۳٫۲ درصد از برق‌آبی بود. انرژی‌های تجدیدپذیر جدید (مانند برق‌آبی کوچک، زیست‌توده مدرن، باد، خورشید، زمین‌گرمایی و سوخت‌های زیستی) ۲٫۷ درصد دیگر را تشکیل می‌دهند و به سرعت در حال رشد هستند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق حدود ۱۸ درصد است که ۱۵ درصد از برق جهانی از برق‌آبی و ۳ درصد از انرژی‌های تجدیدپذیر جدید تأمین می‌شود (سولهو و همکاران، ۲۰۱۴).

انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی واقعیتی است که تمام زندگی به آن وابسته است و از خورشید سرچشمه می‌گیرد. تولید اکسیژن و غذا بدون انرژی خورشیدی غیرممکن خواهد بود. کشاورزان به ارزش یک زمین بزرگ با نور آفتاب فراوان آگاه هستند و اکنون افراد در سراسر جهان این منبع بی‌پایان از انرژی پراکنده را جدی‌تر می‌گیرند، زیرا ذخایر محدود سوخت‌های فسیلی رو به کاهش است. امروزه کمتر از ۰٫۱٪ از انرژی گرمایشی، حمل‌ونقل و برق ما از نور مستقیم خورشید تأمین می‌شود، هرچند اکنون امکان تأمین تمام نیازهای انرژی ما با این منبع ساده و تجدیدپذیر وجود دارد. زمین در لایه‌های بالایی جو خود ۱۷۴ پتاوات (PW) تابش ورودی (تابش خورشیدی) دریافت می‌کند. حدود ۳۰٪ این تابش به فضا بازتاب می‌شود، در حالی که ابرها، اقیانوس‌ها و خشکی‌ها باقی‌مانده را جذب می‌کنند. طیف نور خورشیدی در سطح زمین عمدتاً در محدوده‌های مرئی و نزدیک به مادون قرمز پخش می‌شود، با بخش کوچکی در محدوده نزدیک به فرابنفش. کل انرژی خورشیدی جذب‌شده توسط جو، اقیانوس‌ها و خشکی‌های زمین تقریباً ۳٫۸۵۰٫۰۰۰ اگزاژول (EJ) در سال است. در سال ۲۰۰۲، این مقدار انرژی در یک ساعت بیشتر از انرژی مصرفی جهان در یک سال بود. فتوسنتز تقریباً ۳۰۰۰ اگزاژول در سال در زیست‌توده ذخیره می‌کند. مقدار انرژی خورشیدی که به سطح سیاره می‌رسد به قدری عظیم است که در یک سال حدود دو برابر کل انرژی‌ای است که می‌توان از تمام منابع غیرتجدیدپذیر زمین شامل زغال‌سنگ، نفت، گاز طبیعی و اورانیوم استخراج‌شده به دست آورد (هارت وی و همکاران، ۱۹۹۹).

نیروی آب یا نیروی هیدروپاور

نیروی هیدروپاور، نیروی هیدرولیک یا نیروی آب، نیرویی است که از انرژی یا قدرت آب در حال حرکت به دست می‌آید و می‌تواند برای اهداف مفید مورد استفاده قرار گیرد. پیش از دسترسی گسترده به نیروی برق تجاری، نیروی هیدروپاور برای آبیاری و راه‌اندازی ماشین‌های مختلف مانند آسیاب‌های آبی، ماشین‌های نساجی، اره‌خانه‌ها، جرثقیل‌های بندری و آسانسورهای خانگی استفاده می‌شد. در علم هیدرولوژی، نیروی هیدروپاور در نیروی آب بر بستر و کناره‌های رودخانه نمایان می‌شود. این نیرو به‌ویژه زمانی که رودخانه در حالت سیلاب است، بسیار قوی است. نیروی آب باعث جابجایی

رسوبات و مواد دیگر از بستر و کناره‌های رودخانه می‌شود و فرسایش و تغییرات دیگری را به وجود می‌آورد. اکنون در ویتنام، نیروگاه‌های برق آبی بسیاری وجود دارند که منابع اصلی برق کشور ما هستند. نمونه‌هایی از نیروگاه‌های برق آبی شامل هوا بین، سون لا، تاک باک و... می‌باشند (پودجیان‌تو و همکاران، ۲۰۰۷).

انرژی موج، جزر و مد یا اقیانوس

نیروی جزر و مد به‌طور سنتی شامل ساخت یک سد در دهانه یک حوضه جزر و مدی است. این سد شامل یک دریچه است که باز می‌شود تا جزر و مد به حوضه وارد شود؛ سپس دریچه بسته می‌شود و با کاهش سطح دریا، از فناوری‌های سنتی نیروی هیدروپاور برای تولید برق از آب مرتفع در حوضه استفاده می‌شود. برخی پژوهشگران نیز در تلاش هستند تا انرژی را مستقیماً از جریان‌های جزر و مدی استخراج کنند. سیستم‌های انرژی جزر و مد می‌توانند تأثیرات زیست‌محیطی بر حوضه‌های جزر و مدی داشته باشند، از جمله کاهش جریان جزر و مد و تجمع رسوبات. سه روش اساسی برای بهره‌برداری از انرژی اقیانوس وجود دارد. ما می‌توانیم از امواج اقیانوس استفاده کنیم، می‌توانیم از جزر و مدهای بالا و پایین اقیانوس بهره ببریم، یا می‌توانیم از تفاوت‌های دمایی در آب استفاده کنیم (رائو و همکاران، ۲۰۲۴).

الف. انرژی موج

انرژی جنبشی (حرکت) در امواج متحرک اقیانوس وجود دارد. این انرژی می‌تواند برای به حرکت درآوردن یک توربین استفاده شود. در این مثال ساده (که در سمت راست تصویر نشان داده شده است)، موج به داخل یک محفظه بالا می‌آید. آب در حال بالا آمدن، هوا را از محفظه بیرون می‌راند. هوای در حال حرکت، یک توربین را می‌چرخاند که می‌تواند یک ژنراتور را به حرکت درآورد. وقتی موج پایین می‌رود، هوا از طریق توربین به داخل محفظه بازمی‌گردد و از دره‌ایی که معمولاً بسته هستند عبور می‌کند. این تنها یک نوع از سیستم‌های انرژی موج است. برخی دیگر از حرکت بالا و پایین موج برای به حرکت درآوردن یک پیستون که در داخل یک سیلندر بالا و پایین می‌رود، استفاده می‌کنند. آن پیستون نیز می‌تواند یک ژنراتور را به حرکت درآورد. بیشتر سیستم‌های انرژی موج بسیار کوچک هستند. اما می‌توانند برای تأمین انرژی یک بویه هشدار یا یک فانوس دریایی کوچک استفاده شوند.

ب. انرژی جزر و مد

شکل دیگری از انرژی اقیانوس، انرژی جزر و مد نامیده می‌شود. جزر و مدها می‌توانند هنگام رسیدن به ساحل در مخازنی پشت سدها به دام بیفتند. سپس، وقتی جزر و مد پایین می‌آید، آب پشت سد می‌تواند مانند یک نیروگاه برق آبی معمولی آزاد شود. برای اینکه این سیستم به خوبی کار کند، نیاز به افزایش‌های بزرگ در جزر و مد دارید. افزایش حداقل ۱۶ فوتی بین جزر و مد بالا لازم است. تنها چند مکان در سراسر زمین وجود دارد که این تغییر جزر و مد در آنجا اتفاق می‌افتد. برخی از نیروگاه‌ها در حال حاضر با استفاده از این ایده در حال فعالیت هستند. یک نیروگاه در فرانسه به اندازه‌ای انرژی از جزر و مد تولید می‌کند که می‌تواند ۲۴۰,۰۰۰ خانه را تأمین کند.

ج. انرژی حرارتی اقیانوس

آخرین ایده انرژی اقیانوس از تفاوت‌های دما در اقیانوس استفاده می‌کند. اگر هرگز به شنا در اقیانوس رفته‌اید و به عمق زیر سطح آب رفته‌اید، متوجه شده‌اید که آب هر چه عمیق‌تر می‌روید، سردتر می‌شود. در سطح آب گرم‌تر است زیرا نور خورشید آب را گرم می‌کند. اما زیر سطح، اقیانوس بسیار سرد می‌شود. به همین دلیل غواصان با لباس‌های غواصی به عمق می‌روند. لباس‌های غواصی گرمای بدن آن‌ها را حفظ می‌کند تا گرم بمانند. نیروگاه‌هایی می‌توانند ساخته شوند که از این تفاوت دما برای تولید انرژی استفاده کنند. برای این کار نیاز به تفاوت حداقل ۳۸ درجه فارنهایت بین آب گرم سطحی و آب سرد عمیق اقیانوس است. استفاده از این نوع منبع انرژی به نام تبدیل انرژی حرارتی اقیانوس یا OTEC



شناخته می‌شود. این فناوری در برخی پروژه‌های نمایشی در ژاپن و هاوایی در حال استفاده است (تریق و همکاران، ۲۰۲۲).

انرژی باد

انرژی بادی تبدیل انرژی باد به یک شکل مفید از انرژی است، مانند استفاده از توربین‌های بادی برای تولید برق، آسیاب‌های بادی برای قدرت مکانیکی، پمپ‌های بادی برای پمپاژ آب یا زهکشی، یا بادبان‌ها برای حرکت کشتی‌ها. در پایان سال ۲۰۰۹، ظرفیت نامی جهانی ژنراتورهای بادی ۱۵۹٫۲ گیگاوات (GW) بود. تولید انرژی ۳۴۰ ترابایت ساعت (TWh) بود که حدود ۲٪ از مصرف برق جهانی را تشکیل می‌دهد و در سه سال گذشته دو برابر شده است. چندین کشور به سطوح نسبتاً بالایی از نفوذ انرژی بادی دست یافته‌اند (با یارانه‌های دولتی بزرگ)، مانند ۲۰٪ از تولید برق ثابت در دانمارک، ۱۴٪ در ایرلند و پرتغال، ۱۱٪ در اسپانیا و ۸٪ در آلمان در سال ۲۰۰۹. تا ماه مه ۲۰۰۹، ۸۰ کشور در سراسر جهان از انرژی بادی به‌طور تجاری استفاده می‌کنند.

بیوانرژی

تا پایان قرن نوزدهم، بیومس سوخت غالب بود؛ اما امروزه، سهم آن در تأمین انرژی کلی تنها اندک است. تولید برق از منابع بیومس در سال ۲۰۰۵ به ۴۴ گیگاوات تخمین زده شد. تولید برق از بیومس در آلمان، مجارستان، هلند، لهستان و اسپانیا بیش از ۱۰۰٪ افزایش یافت. ۲۲۰ گیگاوات دیگر نیز برای گرمایش (در سال ۲۰۰۴) استفاده شد که مجموع انرژی مصرفی از بیومس را به حدود ۲۶۴ گیگاوات رساند. استفاده از آتش بیومس برای پخت و پز مستثنی است. تولید جهانی بیواتانول در سال ۲۰۰۵ به میزان ۸٪ افزایش یافت و به ۳۳ میلیارد لیتر (۸٫۷۲ میلیارد گالن آمریکا) رسید، که بیشتر افزایش در ایالات متحده بود و آن را به سطح مصرف در برزیل رساند. تولید بیودیزل ۸۵٪ افزایش یافت و به ۳٫۹ میلیارد لیتر (۱۰٫۳ میلیارد گالن آمریکا) رسید که آن را به سریع‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر در سال ۲۰۰۵ تبدیل کرد. بیش از ۵۰٪ آن در آلمان تولید می‌شود (بورائوسکی و همکاران، ۲۰۲۳).

انرژی‌های تجدیدپذیر

برای مثال ویتنام دارای مزایای زیادی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است زیرا کشاورزی بسیار پیشرفته‌ای دارد. منابع اصلی انرژی‌های تجدیدپذیر در ویتنام شامل نیروگاه‌های کوچک آبی، زیست‌توده، باد، خورشیدی و زمین‌گرمایی است. این جدول تولید کل برق از انرژی‌های تجدیدپذیر در ویتنام را نشان می‌دهد (شکل ۱).

منبع توان	ظرفیت (مگاوات)	(%) سهم
سنتی	۱۱٫۳۶۰	۹۷٫۶۵
نیروگاه زغال‌سنگ سوز	۱٫۴۲۷	۱۲٫۲۸
نیروگاه نفت سوز	۵۷۳	۴٫۹۳
توربین گازی	۴٫۴۵۰	۳۸٫۲۵
دیزل	۶۱۵	۵٫۲۹
نیروگاه برق آبی بزرگ	۴٫۲۲۷	۳۶٫۳۴
تجدیدپذیر	۲۷۳٫۲	۲٫۳۵
برق بادی	۱٫۲	۰٫۰۱
نیروگاه برق آبی کوچک	۱۲۱٫۰	۱٫۰۴
برق خورشیدی	۱٫۰	۰٫۰۰۹
برق زیست‌توده	۱۵۰	۱٫۲۹
جمع	۱۱٫۶۳۳٫۲	۱۰۰٫۰۰۰

شکل ۱. سهم برق تجدیدپذیر در کل تولید برق در ویتنام

انرژی خورشیدی: با توجه به اندازه گیری ایستگاههای اندازه گیری خورشیدی، متوسط تابش خورشیدی ۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز است. متوسط تعداد ساعات آفتابی حدود ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ ساعت در سال است. انرژی بادی: چگالی انرژی بادی: ۸۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال در جزایر، ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال در مناطق ساحلی و کوهستانی - سایر مناطق: کمتر از ۵۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال.

انرژی زیست توده: ضایعات کشاورزی بیش از ۶۰ میلیون تن (معادل بیش از ۱۰ میلیون تن نفت) است. انواع زیست توده که می توان به صورت صنعتی بهره برداری کرد: پوست برنج، برگ ها، سر نیشکر و باگاس، پوست قهوه و ضایعات چوب. ارزیابی پتانسیل انرژی های تجدید پذیر مؤسسه انرژی انرژی بیوگاز: منابع بیوگاز: محل های دفن زباله، فضولات دامی، ضایعات کشاورزی، پتانسیل بیوگاز حدود ده میلیارد متر مکعب در سال است.

انرژی هیدرو الکتریک کوچک: پتانسیل فنی بیشتر از ۴۰۰۰ مگاوات انرژی زمین گرمایی و سایر انواع (جزر و مد، امواج دریا...)، پتانسیل منابع انرژی زمین گرمایی: ۲۰۰ تا ۳۴۰ مگاوات. انواع انرژی تجدید پذیر مانند جزر و مد و امواج دریا در مرحله ارزیابی پتانسیل هستند.

بیو سوخت، راه حل آینده

بیو سوخت ها سوخت هایی هستند که از مواد آلی که زمانی زنده بوده اند، ساخته می شوند. بیو سوخت ها معمولاً به عنوان سوخت های مایع و اجزای ترکیبی تولید شده از مواد زیستی (گیاهان) شناخته می شوند که عمدتاً برای حمل و نقل استفاده می شوند. به عبارت دیگر، این سوخت ها می توانند از مواد آلی تولید شوند و توسط بیودیزل و اتانول تولید شوند. هنگامی که بنزین یا دیزل سوخته می شود، اتم های کربن با اکسیژن (O_2) ترکیب می شوند تا دی اکسید کربن (CO_2) تشکیل دهند (که به گرم شدن جهانی و اثر گلخانه ای کمک می کند) و هیدروژن با اکسیژن ترکیب می شود تا آب (H_2O) تشکیل دهد. این فرآیندها انرژی تولید می کنند، همان بخشی که باعث حرکت خودرو، کامیون یا هواپیما می شود. از سوی دیگر، بیو سوخت ها از محصولات جانبی کشاورزی ساخته می شوند. به عنوان مثال، استفاده از ضایعات نیشکر، ذرت گندم یا از روغن های گیاهی (ضایعات) بیوماس.

مزایای بیودیزل

مزایای زیادی در استفاده از بیودیزل وجود دارد:

- افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی داخلی.
- این سوخت سبز است، به بار کربن دی اکسید (CO_2) کمک نمی کند و انتشار آلاینده های موتور را به طور چشمگیری کاهش می دهد. غیرسمی و زیست تجزیه پذیر است.
- بیودیزل به عنوان یک روان کننده بسیار بهتر از دیزل نفتی عمل می کند و استفاده از آن می تواند عمر موتور را افزایش دهد.
- تجدید پذیر: بیودیزل از روغن گیاهی به دست می آید که اساساً از منابع داخلی است. این یک منبع پایدار است که تمام نمی شود. هرچه نیاز بیشتری داشته باشیم، بیشتر می کاریم. دیزل نفتی از نفت خام به دست می آید که محدود است و در نهایت تمام خواهد شد.



- خنثی بودن کربن: استفاده از بیودیزل منجر به تغییر کلی در مقدار CO₂ موجود در جو نمی‌شود. گیاهانی که روغن از آن‌ها استخراج شده، CO₂ را از جو برای رشد خود جذب می‌کنند. وقتی بیودیزل سوزانده می‌شود، CO₂ دوباره به جو آزاد می‌شود و تنها زمانی که ما بیشتر می‌کاریم، دوباره جذب می‌شود.
- کمتر مضر و غیرسمی - بیودیزل فاقد بوی ناخوشایند دیزل نفتی است و بوی گازهای خروجی مانند بوی کباب است. کاربران می‌توانند انتظار کاهش نزدیک به ۱۰۰٪ در دی‌اکسید گوگرد (SO₂)، کاهش ۴۰-۶۰٪ در دوده و ذرات معلق، و کاهش ۱۰-۵۰٪ در مونوکسید کربن (CO) را داشته باشند.
- بر خلاف دیزل نفتی، بیودیزل قابل تجزیه زیستی است. نشت نفت خام در اقیانوس یا زمین می‌تواند یک فاجعه زیست‌محیطی باشد و این اتفاق بسیار بیشتر از آنچه که اکثر مردم می‌دانند، رخ می‌دهد. بین سال‌های ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۴، ۹۲۶۶ مورد گزارش شده از نشت‌ها وجود داشت. نزدیک به ۱۵۰۰ مورد از آن‌ها بزرگ‌تر از ۷ تن (حدود ۷۰۰۰ لیتر) بودند. سیصد و چهل مورد از آن‌ها بزرگ‌تر از ۷۰۰ تن بودند که مجموعاً بیش از ۵٫۵ میلیون تن (۵٫۵ میلیارد لیتر) نفت نشت کرده است. برای درک بهتر این موضوع، نشت نفت اکسون والدر در سال ۱۹۸۹ تنها ۳۷۰۰۰ تن بود و همه ما می‌دانیم که آن چه فاجعه‌ای بود. هزینه پاکسازی این نشت به تنهایی حدود ۲٫۵ میلیارد دلار آمریکا بود. • بیودیزل ساده است و می‌توان آن را از روغن‌های حیوانی یا گیاهی زائد (روغن‌های پخت و پز) تولید کرد.
- به عنوان غیر خطرناک طبقه‌بندی شده است زیرا غیرسمی بوده و نقطه اشتعال بالایی دارد.
- نسبت به دیزل نفتی به طور مؤثرتری می‌سوزد.
- می‌توان آن را به‌طور مستقیم در موتورهای دیزلی بدون تغییر استفاده کرد، چه به‌صورت خالص و چه به‌صورت مخلوط در هر نسبتی با دیزل نفتی. به عبارت دیگر، اگر بیودیزل در دسترس نباشد، می‌توان به هر دلیلی از دیزل نفتی معمولی استفاده کرد.
- کربن خنثی - استفاده از بیودیزل منجر به تغییر کلی در مقدار CO₂ در جو نمی‌شود. گیاهانی که از آن‌ها روغن استخراج شده، CO₂ را از جو جذب کرده و اجازه می‌دهند رشد کنند. وقتی بیودیزل سوزانده می‌شود، CO₂ دوباره به جو آزاد می‌شود و تنها برای جذب مجدد در زمان رشد بیشتر ما در دسترس قرار می‌گیرد.
- مثال: اگر ۱۷٫۵ میلیارد لیتر دیزل استفاده شود، این مقدار ۵۲ میلیون تن CO₂ تولید می‌کند. اگر به جای آن از بیودیزل استفاده شود، سالانه ۵۲٫۰۰۰٫۰۰۰ تن CO₂ صرفه‌جویی خواهیم کرد (ابوذردا و همکاران، ۲۰۲۱).

مروری بر سوخت‌های زیستی

در جهان با افزایش نگرانی‌ها در مورد امنیت انرژی و محیط زیست، دولت‌ها به شدت تولید سوخت‌های زیستی را تشویق کرده‌اند. فناوری‌های کنونی سوخت‌های زیستی از مواد اولیه کشاورزی مانند غلات و شکر برای تولید اتانول، و از دانه‌های روغنی و روغن نخل برای تولید بیودیزل استفاده می‌کنند. برزیل مصرف سوخت‌های زیستی را الزامی کرده و حدود نیمی از نیشکر خود را برای تولید اتانول استفاده می‌کند. ایالات متحده مشوق‌های مالیاتی، یارانه‌ها و الزامات مصرف برای تولید سوخت‌های زیستی دارد. با سرعت کنونی سرمایه‌گذاری، ایالات متحده قصد دارد تا سال ۲۰۱۰، ۱۵ میلیارد گالن سوخت زیستی تولید کند. این به معنای استفاده از یک‌چهارم و نیم از محصول ذرت کنونی ایالات متحده به عنوان ماده اولیه است. آلمان، فرانسه، کانادا، استرالیا، ژاپن، چین، اندونزی، مالزی، فیلیپین، تایلند و بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه نیز برنامه‌هایی برای گسترش تولید اتانول و بیودیزل دارند. برزیل دومین تولیدکننده بزرگ سوخت اتانول در جهان و بزرگترین صادرکننده آن است. برزیل و ایالات متحده پیش‌تاز تولید صنعتی سوخت اتانول بودند و در سال ۲۰۰۹، ۸۹٪ از تولید جهانی را به خود اختصاص دادند (کوهلو و گارداباسی



۲۰۱۴). اتحادیه اروپا بزرگترین تولیدکننده سوخت بیودیزل در جهان است و این سوخت در فرانسه و آلمان از اهمیت بالایی برخوردار است (بالات ۲۰۰۷، بوراوسکی، هولدن و بلدیچکا-بوراوسکا ۲۰۲۳).

نتیجه گیری

نگرانی‌ها در مورد تغییرات اقلیمی اهمیت منابع انرژی تجدیدپذیر را در چشم‌انداز انرژی جهانی افزایش داده است. با توجه به عواقب منفی و غیرقابل برگشتی که به استخراج و مصرف انرژی‌های سنتی مرتبط است، ضروری است که از استفاده و پیشرفت انرژی‌های تجدیدپذیر حمایت کنیم. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) پیش‌بینی می‌کند که پیشرفت‌های مثبتی در منابع انرژی تجدیدپذیر صورت خواهد گرفت، زیرا این منابع به عنوان جایگزین‌هایی برای سوخت‌های فسیلی عمل کرده و به کاهش انتشار گازها کمک می‌کنند. در کوتاه‌مدت، برخی از فناوری‌های تجدیدپذیر ممکن است از نظر هزینه‌های تولید و انتقال با سوخت‌های متعارف قابل مقایسه نباشند. با این حال، زمانی که اثرات مثبت خارجی آن‌ها، مانند تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی‌شان، در نظر گرفته شود، می‌توانند قابل مقایسه شوند.

منابع

- Abuzreda, A., & Ahmad, I. (2021). Kinetics and Mechanism of Cleaner Production of Epichlorohydrin. The Libyan Conference on Chemistry and Its Applications (LCCA 2021) Benghazi, Libya, 136(LCCA 1:2 (2022) 36138.
- Hartway, R., Price, S., & Woo, C. K. (1999). Smart meter, customer choice and profitable time-of-use rate option. *Energy*, 24(10), 895-903.
- Balat, M. (2007). An overview of biofuels and policies in the European Union. *Energy Sources, Part B*, 2(2), 167-181.
- Bórawski, P., Holden, L., & Bełdycka-Bórawska, A. (2023). Perspectives of photovoltaic energy market development in the european union. *Energy*, 270, 126804.
- Coelho, S. T., & Guardabassi, P. (2014). Brazil: ethanol. Sustainable development of biofuels in Latin America and the Caribbean, 71-101.
- Fronzel, M., Ritter, N., Schmidt, C. M., & Vance, C. (2010). Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. *Energy Policy*, 38(8), 4048-4056.
- Gür, T. M. (2022). Carbon dioxide emissions, capture, storage and utilization: Review of materials, processes and technologies. *Progress in Energy and Combustion Science*, 89, 100965.
- Hartway, R., Price, S., & Woo, C. K. (1999). Smart meter, customer choice and profitable time-of-use rate option. *Energy*, 24(10), 895-903.
- Kieny, C., Berseneff, B., Hadjsaid, N., Besanger, Y., & Maire, J. (2009, July). On the concept and the interest of virtual power plant: Some results from the European project Fenix. In 2009 IEEE Power & Energy Society General Meeting (pp.1-6). IEEE.
- Kweku, D. W., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K. A., Danso, K. B., Oti-Mensah, E. A., ...& Adormaa, B. B. (2018). Greenhouse effect: greenhouse gases and their impact on global warming. *Journal of Scientific research and reports*, 17(6), 1-9.
- Pudjianto, D., Ramsay, C., & Strbac, G. (2007). Virtual power plant and system integration of distributed energy resources. *IET Renewable power generation*, 1(1), 10-16.
- Rao, A., Sharma, G. D., Radulescu, M., Usman, M., & Balsalobre-Lorente, D. (2024). Environmental apprehension under COP26 agreement: Examining the influence of environmental-related technologies and energy consumption on ecological footprint *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-14.



Tariq, G., Sun, H., Ali, I., Pasha, A. A., Khan, M. S., Rahman, M. M., ... & Shah, Q. (2022). Influence of green technology, green energy consumption, energy efficiency, trade, economic development and FDI on climate change in South Asia. Scientific Reports, 12(1), 16376.

نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

به سوی آینده ای سبزتر: مروری بر تاثیر هوش مصنوعی (AI) در کشاورزی پایدار، افزایش کارایی و کاهش تأثیرات زیست محیطی

سروین محمدی مقدم

دانشیار گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: Sarvin.s108@pnu.ac.ir

چکیده

یک استراتژی انقلابی برای مقابله با مشکلات پایداری محیط زیست و امنیت غذایی جهانی، به کارگیری هوش مصنوعی (AI) در کشاورزی است. فناوری های هوش مصنوعی که شیوه های کشاورزی را بهینه سازی کرده، مصرف منابع را کاهش داده و تأثیرات زیست محیطی را به حداقل می رسانند، شامل یادگیری ماشین، بینایی کامپیوتری و تحلیل های پیش بینی هستند. این مطالعه به بررسی کاربردهای متعدد هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار می پردازد، از جمله مدیریت منابع، کنترل آفات و بیماری ها، نظارت بر محصولات و کشاورزی دقیق. گفتگو بر روی مزایا و چالش های پیاده سازی هوش مصنوعی در کشاورزی متمرکز است و به این نکته اشاره می کند که چگونه می تواند بهره وری و پایداری در این حوزه را بهبود بخشد.

واژه های کلیدی: هوش مصنوعی، کشاورزی پایدار، پایش محصولات

مقدمه

در عصری که با نگرانی های فزاینده زیست محیطی تعریف می شود، نقش فناوری در مقابله با این چالش ها به طور فزاینده ای حیاتی شده است. هوش مصنوعی (AI) در خط مقدم این انقلاب فناوری قرار دارد و راه حل های نوآورانه ای را برای ترویج پایداری زیست محیطی و هموار کردن مسیر برای آینده ای سبزتر ارائه می دهد. با بهره گیری از قدرت هوش مصنوعی، می توانیم استفاده از منابع را بهینه سازی کنیم، تغییرات زیست محیطی را پیش بینی کنیم و استراتژی های کارآمدتری برای حفاظت توسعه دهیم. در این مقاله، به بررسی کاربردهای متنوع هوش مصنوعی که در حال شکل دهی به یک جهان پایدار هستند، می پردازیم. یکی از عوامل اصلی تخریب محیط زیست، وابستگی گسترده به سوخت های فسیلی برای تولید انرژی است. راه حل های مبتنی بر هوش مصنوعی می توانند به تسریع پذیرش منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و برق آبی کمک کنند. الگوریتم های یادگیری ماشین می توانند تقاضای انرژی را پیش بینی کنند، توزیع برق را بهینه سازی کنند و کارایی سیستم های انرژی تجدیدپذیر را افزایش دهند. شبکه های هوشمند، که توسط هوش مصنوعی فعال شده اند، می توانند به طور هوشمندانه عرضه و تقاضای انرژی را مدیریت کنند و از هدررفت جلوگیری کرده و انتشار کربن را کاهش دهند. توانایی هوش مصنوعی در پردازش حجم وسیعی از داده ها، آن را به ابزاری ارزشمند برای ردیابی و پیش بینی روندهای تغییرات اقلیمی تبدیل می کند. با تحلیل داده های اقلیمی تاریخی، الگوریتم های هوش مصنوعی می توانند الگوها را شناسایی کنند، سناریوهای آینده ممکن را مدل سازی کنند و درک ما از دینامیک های اقلیمی را بهبود بخشند. فناوری های سنسور از دور به همراه هوش مصنوعی می توانند تغییرات در اکوسیستم ها، سطح دریاها و شرایط جوی را نظارت کنند و هشدارهای زودهنگام برای بلایای طبیعی ارائه دهند و به



دولت‌ها و سازمان‌ها کمک کنند تا به طور پیشگیرانه پاسخ دهند. مدیریت کارآمد منابع طبیعی برای توسعه پایدار حیاتی است. هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه تکنیک‌های کشاورزی دقیق، صنایع مانند کشاورزی را متحول کند. پهناده‌ها و حسگرهای مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند سلامت محصول، کیفیت خاک و مصرف آب را نظارت کنند و کشاورزان را قادر سازند تا شیوه‌های خود را بهینه کرده و ضایعات را کاهش دهند. به طور مشابه، مدیریت جنگلداری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند به جلوگیری از قطع غیرقانونی درختان، پیش‌بینی آتش‌سوزی‌های جنگلی و ترویج استفاده مسئولانه از زمین کمک کند. قابلیت‌های تشخیص تصویر و مرتب‌سازی هوش مصنوعی کاربرد ارزشمندی در مدیریت پسماند و بازیافت پیدا کرده است. سیستم‌های مرتب‌سازی هوشمند می‌توانند انواع مختلف مواد قابل بازیافت را شناسایی کرده و به طور دقیق مرتب کنند و کارایی بازیافت را افزایش دهند. علاوه بر این، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مسیرهای جمع‌آوری زباله را بهینه کرده و مصرف سوخت و آلاینده‌ها را کاهش دهند. با به حداقل رساندن میزان زباله ارسالی به محل‌های دفن زباله، هوش مصنوعی به محیطی پاک‌تر کمک می‌کند (وی سان و همکاران، ۲۰۲۳). به عنوان مثال، تله‌های دوربین همراه با الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حیوانات را شناسایی و ردیابی کنند و به حفظان محیط زیست در تلاش‌هایشان کمک کنند. علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند مقادیر زیادی از داده‌های حاصل از بررسی‌های اکولوژیکی را تجزیه و تحلیل کند تا مناطقی را که نیاز به حفاظت دارند شناسایی کرده و استراتژی‌هایی را برای احیای زیستگاه پیشنهاد دهد. کمبود آب یک نگرانی جدی در بسیاری از نقاط جهان است. هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل داده‌های حسگرهای قرار داده شده در منابع آبی، پیش‌بینی میزان دسترسی به آب و بهینه‌سازی سیستم‌های توزیع آب، به مدیریت منابع آب کمک کند. سیستم‌های تشخیص نشت مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند نشت‌ها را در زیرساخت‌های آب به سرعت شناسایی و تعمیر کنند، اتلاف آب را کاهش داده و از استفاده کارآمد از آب اطمینان حاصل کنند. کیفیت پایین هوا خطرات جدی برای سلامتی ایجاد می‌کند و به تخریب محیط زیست کمک می‌کند. حسگرهای مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند به طور مداوم آلاینده‌های هوا را در زمان واقعی نظارت کرده و ارزیابی‌های دقیقی از کیفیت هوا ارائه دهند. این اطلاعات می‌تواند توسط دولت‌ها و جوامع برای اجرای اقدامات هدفمند جهت بهبود کیفیت هوا، مانند تنظیم جریان ترافیک یا عملیات صنعتی در دوره‌های اوج آلودگی، مورد استفاده قرار گیرد. هوش مصنوعی می‌تواند در طراحی و برنامه‌ریزی محیط‌های شهری پایدار کمک کند. با تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تراکم جمعیت، سیستم‌های حمل و نقل و مصرف انرژی، هوش مصنوعی می‌تواند در ایجاد شهرهایی با حمل و نقل عمومی کارآمد، فضاهای سبز و مصرف بهینه انرژی کمک کند. این امر به کاهش ردپای کربن مناطق شهری و بهبود کیفیت کلی زندگی برای ساکنان کمک می‌کند. هوش مصنوعی به شدت به داده‌ها متکی است. برای اطمینان از نتایج دقیق و قابل اعتماد، مجموعه‌های داده با کیفیت بالا و متنوع مورد نیاز است. با این حال، در برخی موارد، داده‌های زیست محیطی ممکن است کمیاب، قدیمی یا غیرقابل دسترس باشند که اثربخشی مدل‌های هوش مصنوعی را محدود می‌کند. از قضا، قدرت محاسباتی مورد نیاز برای الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌تواند به مصرف انرژی و انتشار کربن کمک کند. با افزایش استفاده از هوش مصنوعی، نیاز به توسعه الگوریتم‌های کم مصرف و مراکز داده‌ای که با منابع انرژی تجدیدپذیر تغذیه می‌شوند، برای کاهش این نگرانی وجود دارد. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند ناخواسته تعصبات موجود در داده‌هایی که بر اساس آنها آموزش داده شده‌اند را تداوم بخشند. هنگام پرداختن به مسائل زیست محیطی، توجه به تعصبات احتمالی که ممکن است بر فرآیندهای تصمیم‌گیری تأثیر بگذارند، ضروری است تا اطمینان حاصل شود که راه حل‌ها منصفانه و عادلانه هستند (کورنیاوا و همکاران، ۲۰۲۰). در حالی که هوش مصنوعی می‌تواند داده‌ها را به طور کارآمد پردازش و تجزیه و تحلیل کند، تخصص انسانی همچنان در تفسیر نتایج، تصمیم‌گیری آگاهانه و اجرای استراتژی‌ها ضروری است. همکاری موثر بین سیستم‌های هوش مصنوعی و متخصصان انسانی برای دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز بسیار مهم است. توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های هوش مصنوعی می‌تواند پرهزینه باشد. اطمینان از اینکه

این فناوری‌ها برای جوامع و مناطقی با منابع محدود در دسترس هستند، برای دستیابی به مزایای زیست‌محیطی گسترده ضروری است. با ادغام بیشتر هوش مصنوعی در مدیریت محیط زیست، مقررات و دستورالعمل‌های اخلاقی باید برای اطمینان از استفاده مسئولانه و شفاف توسعه یابند. این شامل ملاحظات برای حفظ حریم خصوصی داده‌ها، پاسخگویی و امنیت است. ادغام هوش مصنوعی در پایداری محیط زیست یک تلاش انفرادی نیست. همکاری بین دولت‌ها، موسسات تحقیقاتی، شرکت‌های فناوری، سازمان‌های غیردولتی و جوامع محلی برای به حداکثر رساندن تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر محیط زیست حیاتی است. تشویق به اشتراک‌گذاری داده‌های زیست‌محیطی بین محققان، سازمان‌ها و دولت‌ها می‌تواند دقت و اثربخشی مدل‌های هوش مصنوعی را افزایش دهد. ابتکارات داده باز می‌تواند این فرآیند را تسهیل کند. چالش‌های زیست‌محیطی پیچیده و چندوجهی هستند. همکاری بین متخصصان حوزه‌های مختلف مانند بوم‌شناسی، علم داده، علوم اجتماعی و سیاست‌گذاری می‌تواند منجر به راه‌حل‌های جامع شود. سرمایه‌گذاری در برنامه‌های آموزشی و تربیتی که به افراد چگونگی توسعه، پیاده‌سازی و مدیریت راه‌حل‌های هوش مصنوعی برای پایداری محیط زیست را آموزش می‌دهند می‌تواند مجموعه‌ای از متخصصان ماهر را ایجاد کند. افزایش آگاهی و مشارکت دادن جوامع محلی در پروژه‌های زیست‌محیطی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند حس مالکیت و مسئولیت‌پذیری را تقویت کند. ابتکارات علم شهروندی می‌تواند افراد را برای مشارکت در جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها توانمند سازد. اجرای پروژه‌های آزمایشی کوچک می‌تواند امکان‌پذیری و مزایای کاربردهای هوش مصنوعی را در زمینه‌های خاص نشان دهد و مشوق پذیرش گسترده‌تر باشد (گوستاف و همکاران، ۲۰۲۱).

در عصر دیجیتال معاصر، بشر توانایی‌های شناختی خود را به سطوح بی‌سابقه‌ای ارتقا داده است که منجر به توسعه اشکال متعددی از هوش مصنوعی (AI) شده است که به طور چشمگیری کارایی عملیاتی هر سیستمی را افزایش می‌دهد. هوش مصنوعی در بسیاری از بخش‌ها، از جمله ربات‌ها، کشاورزی، مراقبت‌های بهداشتی و آموزش، بسیار مهم است. کشاورزی برای پیشرفت اقتصادی هر کشوری ضروری است. با توجه به اینکه پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۱۰ میلیارد نفر برسد، مدرن‌سازی روش‌های کشاورزی سنتی برای بهینه‌سازی بهره‌وری و کاهش مصرف منابع ضروری است. ادغام هوش مصنوعی در ابتکارات مدرن‌سازی برای رسیدگی به این الزامات و تضمین تولید غذای کارآمد و موفق بسیار مهم است (بنت و همکاران، ۲۰۲۴). انقلاب صنعتی قرن نوزدهم منجر به پیشرفت‌های قابل توجهی در بهره‌وری انسان از طریق مکانیزاسیون شد. به همین ترتیب، قرن بیستم شاهد ظهور رایانه‌ها و هوش مصنوعی بود که منجر به دیجیتالی شدن مکانیزاسیون شد. در حال حاضر، هوش مصنوعی به عنوان یک اقدام حفاظتی اساسی برای بخش کشاورزی عمل می‌کند و به مسائلی مانند افزایش جمعیت، تغییرات آب و هوایی، کمبود نیروی کار و نگرانی‌های ایمنی مواد غذایی می‌پردازد. کشاورزی تا حدی به دلیل ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی، به پیشرفت‌های بی‌سابقه‌ای در عصر معاصر دست یافته است. پایداری هر اقتصادی تا حدی به طور اساسی به کشاورزی وابسته است. در حالی که در هر کشوری متفاوت است، برای گسترش اقتصادی پایدار و تحول ساختاری بسیار مهم است. از نظر تاریخی، کشاورزی صرفاً برای کشت محصولات و تولید مواد غذایی به کار می‌رفت. در طول دو دهه گذشته، تکامل یافته است تا تولید، توزیع، بازاریابی و فرآوری بعدی محصولات کشاورزی و دامی را در مقیاس صنعتی قابل توجهی در بر گیرد. در حال حاضر، کشاورزی به عنوان منبع اصلی معیشت عمل می‌کند، تولید ناخالص داخلی را افزایش می‌دهد، تجارت ملی را ترویج می‌کند، بیکاری را کاهش می‌دهد، مواد اولیه برای سایر بخش‌ها فراهم می‌کند و پیشرفت کلی اقتصادی را به پیش می‌برد. با توجه به رشد سریع جمعیت جهان، تکنیک‌های کشاورزی باید ارزیابی شوند تا راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای حفظ و بهبود بهره‌وری کشاورزی ارائه دهند. هوش مصنوعی ممکن است به سرعت از طریق روش‌های مختلف کشاورزی در کشاورزی ادغام شود. محاسبات شناختی، مترادف با هوش مصنوعی، به تقلید از فرآیندهای شناختی انسان از طریق مدل‌های کامپیوتری اشاره دارد. این امر منجر به اتوماسیون قابل توجهی در کشاورزی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌شود



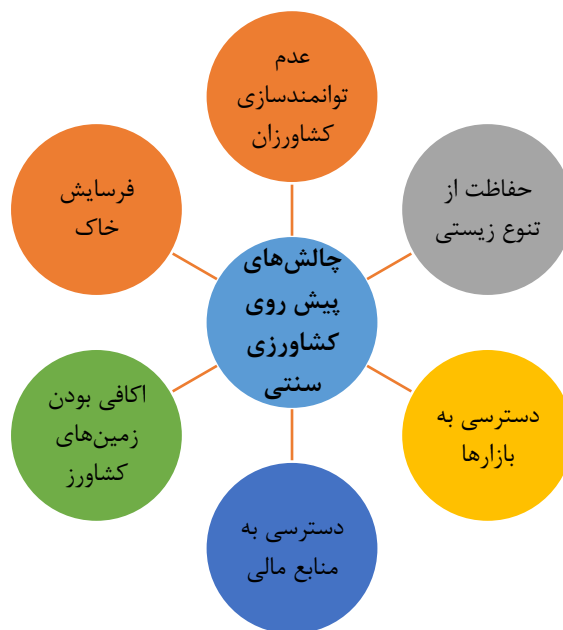
و تجزیه و تحلیل موقعیت، جمع‌آوری داده‌ها و اقدامات واکنشی را برای افزایش کارایی سیستم کشاورزی تسهیل می‌کند. پیشرفت‌های اخیر در بخش کشاورزی، کشاورزان را قادر می‌سازد تا با استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال مانند چت‌بات‌ها برای پرسش‌ها، مزایای تکمیلی کسب کنند. شرکت مایکروسافت در حال حاضر یک برنامه سیستماتیک را در ایالت آندرا پرادش هند اجرا می‌کند، جایی که ۱۷۵ کشاورز خدمات و راه‌حلهایی را برای کل فرآیند کشاورزی ارائه می‌دهند. تمام جنبه‌های کشاورزی در مقایسه با روش‌های سنتی، ۳۰ درصد افزایش در عملکرد کشاورزی در هر هکتار نشان داده است. در دهه‌های اخیر، تغییرات آب و هوایی، افزایش هزینه‌های تولید، کاهش منابع آبیاری و کاهش نیروی کار کشاورزی، همگی به طور جمعی چالش‌های اساسی را برای سیستم‌های تولید کشاورزی ایجاد کرده‌اند. این چالش‌ها پایداری محیط زیست و سیستم‌های تامین غذای حال و آینده را به خطر می‌اندازند. آگاه ماندن از تغییرات مداوم آب و هوایی مستلزم نوآوری‌های اساسی است. دغدغه اصلی این است که چگونه غذای کافی برای تامین نیاز جمعیت رو به رشد جهان تهیه شود. متخصصان تحقیق به طور مداوم از دانش پیشرفته استفاده می‌کنند و مفاهیم نوآورانه‌ای را برای ادغام در سیستم کشاورزی ارائه می‌دهند. بنابراین، هدف این مقاله بررسی حوزه‌های متعددی است که در آن مهارت هوش مصنوعی می‌تواند کشاورزی را بهبود بخشد. این مقاله در درجه اول بر روش‌های مهم هوش مصنوعی که برای مقابله با مسائل کشاورزی به کار می‌روند، تمرکز دارد. سه روش اصلی هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم‌های خبره و سیستم‌های فازی) به عنوان حوزه‌های اصلی تمرکز شناسایی شده‌اند. این مطالعه پیاده‌سازی فناوری‌های هوش مصنوعی را در چندین کاربرد کشاورزی برای نظارت بر پیشرفت اندازه‌گیری شده سیستم‌های هوشمند کشاورزی بررسی می‌کند (سامرین و همکاران، ۲۰۲۱).

چالش‌های کشاورزی سنتی

پیش از بررسی هوش مصنوعی و کاربردهای آن در کشاورزی، درک چالش‌هایی که کشاورزان با استفاده از روش‌های سنتی کشاورزی با آن روبرو هستند، ضروری است. این چالش‌ها شامل تعدادی از مسائل (شکل ۱) می‌شود. کشاورزی به طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، از جمله رطوبت، دما و بارش قرار دارد. با این وجود، اثرات فزاینده تغییرات آب و هوایی ممکن است منجر به تغییرات ناگهانی در جنگل زدایی و سطوح آلودگی شود و توانایی کشاورزان را برای تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد کاشت، شخم زدن، برداشت و سایر فعالیت‌های ضروری کشاورزی پیچیده کند. این وضعیت پیچیده، ارزیابی دقیق جنبه‌های زیست محیطی را برای تضمین سلامت و بهره‌وری محصولات و همچنین پایداری عملیات کشاورزی ضروری می‌سازد. برای داشتن محصولی سالم و حداکثر بهره‌وری، داشتن خاک حاصلخیز که شامل تمام مواد مغذی مورد نیاز برای رشد گیاه باشد، مهم است. نیتروژن، فسفر و پتاسیم عناصر حیاتی هستند که به طور قابل توجهی در رشد و نمو محصول نقش دارند. سطوح ناکافی مواد مغذی ضروری در خاک ممکن است منجر به کاهش کیفیت محصول و علائم کمبود، از جمله کلروز برگ، رشد متوقف شده و عملکرد نامطلوب میوه یا سبزیجات شود. مشابه کشاورزی مرسوم، درک نیازهای مواد مغذی خاک برای توسعه موفقیت آمیز محصول در هر سیستم کشاورزی ضروری است. کمبود فزاینده آب یک مشکل مهم ناشی از استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی و سطحی است. تقریباً ۷۰ درصد از منابع آب شیرین ما در عملیات کشاورزی سنتی به کار گرفته می‌شود. استفاده از کودهای غنی از نیتروژن و آفت‌کش‌ها منجر به نفوذ این مواد شیمیایی مضر به خاک شده و متعاقباً رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، آب‌های زیرزمینی و دریاها را آلوده کرده است. وقوع شکوفه‌های جلبکی سمی، مرگ و میر ماهی‌ها و آلودگی آب آشامیدنی برای مردم افزایش یافته است که خطری جدی برای یکپارچگی محیط زیست و سلامت انسان به شمار می‌رود. این شرایط مستلزم اقدامات فوری و کارآمد برای تضمین مدیریت مسئولانه و پایدار منابع آب ما است. بخش کشاورزی یک شبکه پیچیده است که نیازمند توجه و مدیریت دقیق است. یک عنصر حیاتی در این رویکرد، مدیریت علف‌های هرز است. اگر



علف‌های هرز کنترل نشوند، می‌توانند به سرعت تکثیر شده و بر یک مزرعه غالب شوند که منجر به کاهش بهره‌وری و افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. علاوه بر این، علف‌های هرز مواد مغذی ضروری را از خاک استخراج می‌کنند و به طور بالقوه باعث کمبود مواد مغذی خاک و در نهایت منجر به تغذیه ناکافی گیاه می‌شوند. رویکردهای مرسوم برای شناسایی و حذف علف‌های هرز ناکافی بوده است و نیاز به بررسی راه‌حل‌های جایگزین برای رفع این مشکل را ضروری می‌سازد (مانونگا و همکاران، ۲۰۲۱).



شکل ۱. چالش‌ها در شیوه‌های سنتی کشاورزی

بررسی متون

مفهوم توسعه پایدار

توسعه پایدار رویکردی توسعه‌ای است که نیازهای حال حاضر را برآورده می‌کند بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده را برای برآوردن نیازهای خود به خطر اندازد. این مفهوم شامل سه رکن اصلی است: زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی. در بخش کشاورزی، توسعه پایدار با هدف افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی به روش‌هایی است که به محیط زیست آسیب نرساند، مانند استفاده از کودهای آلی، مدیریت کارآمد آب و شیوه‌های کشاورزی سازگار با محیط زیست.

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی (AI) شاخه‌ای از علوم کامپیوتر است که بر ایجاد سیستم‌هایی تمرکز دارد که می‌توانند وظایفی را انجام دهند که به طور معمول به هوش انسانی نیاز دارند. این شامل فناوری‌های مختلفی مانند یادگیری ماشین، پردازش زبان طبیعی و شبکه‌های عصبی مصنوعی است. هوش مصنوعی پتانسیل زیادی در کاربردهای مختلف، از پیش‌بینی آب و هوا تا تشخیص پزشکی دارد. در کشاورزی، هوش مصنوعی برای پیش‌بینی عملکرد محصول، تشخیص بیماری‌های گیاهی و بهینه‌سازی استفاده از منابع استفاده می‌شود. در مدیریت پسماند، هوش مصنوعی می‌تواند برای خودکارسازی فرآیندهای بازیافت، بهینه‌سازی زنجیره‌های تامین پسماند و به حداقل رساندن پسماند تولید شده استفاده شود.

کشاورزی پایدار

کشاورزی پایدار یک روش کشاورزی است که به دنبال برآوردن نیازهای غذایی و نساجی امروز بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود است. این شیوه‌ها شامل تناوب زراعی، استفاده از کودهای طبیعی و مدیریت کارآمد آب است. چالش‌های کلیدی در کشاورزی پایدار شامل تغییرات آب و هوایی، تخریب زمین و نیاز به افزایش بهره‌وری زمین بدون آسیب رساندن به محیط زیست است.

مدیریت پسماند

مدیریت پسماند فرآیند جمع‌آوری، حمل و نقل، پردازش و دفع پسماند است. تکنیک‌های مؤثر مدیریت پسماند می‌توانند به کاهش اثرات منفی بر محیط زیست و سلامت عمومی کمک کنند. مدیریت پسماند شامل روش‌های مختلفی مانند بازیافت، کمپوست سازی و پردازش پسماند مایع است. چالش‌های اصلی در مدیریت پسماند، کمبود زیرساخت‌های مناسب، محدودیت‌های فناوری و مقاومت اجتماعی در برابر تغییرات سیاست‌های پسماند است (یاکسین و همکاران، ۲۰۲۲).

ادغام هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار و مدیریت پسماند

هوش مصنوعی راه حل‌های نوآورانه‌ای برای غلبه بر چالش‌های کشاورزی پایدار و مدیریت پسماند ارائه می‌دهد. در کشاورزی، هوش مصنوعی می‌تواند برای نظارت بر شرایط خاک و محصول در زمان واقعی، پیش‌بینی عملکرد محصول و بهینه‌سازی مصرف آب و کود استفاده شود. این فناوری به کشاورزان کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری بگیرند و راندمان تولید را بهبود بخشند. در مدیریت پسماند، هوش مصنوعی می‌تواند برای خودکارسازی فرآیندهای بازیافت، پیش‌بینی حجم پسماند و بهینه‌سازی مسیرهای حمل و نقل پسماند استفاده شود. ادغام هوش مصنوعی در این سیستم‌ها می‌تواند کارایی را افزایش دهد، هزینه‌ها را کاهش دهد و اثرات زیست محیطی را کم کند. شکل ۲ چند کاربرد قابل توجه هوش مصنوعی در فعالیت‌های کشاورزی را نشان می‌دهد (سولیوان و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۲. کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی

کشاورزی دقیق

هدف اصلی کشاورزی دقیق، "شناسایی محصول مناسب، در زمان بهینه و در مکان صحیح" است. جنبه‌های پرزحمت کشاورزی ممکن است با روشی بسیار منظم‌تر و دقیق‌تر به نام کشاورزی دقیق جایگزین شوند. شناسایی سطوح استرس گیاه، نمونه‌ای از کشاورزی دقیق است. تصاویر با وضوح بالا و داده‌های اضافی از حسگرهای گیاه ممکن است برای این منظور استفاده شوند؛ متعاقباً، یک مدل یادگیری ماشین با استفاده از داده‌های حسگر برای تشخیص استرس توسعه می‌یابد. ربات‌های متحرک خودکار به عنوان ابزارهایی در کشاورزی دقیق برای چندین کار خاص به کار گرفته می‌شوند. کشاورزی رویکردی دائماً در حال تغییر است و ربات‌های خودکار سازگار و با قابلیت یادگیری ضروری هستند. اکثر ربات‌های خودکار دارای حسگرهایی هستند که واحدهای کنترل را قادر می‌سازند تا اطلاعات را تجزیه و تحلیل کنند. منطق فازی ممکن است زیربنای سیستم کنترل رباتیک باشد. ربات‌های مجهز به گیره‌های یکپارچه و سیستم‌های چشم-دست می‌توانند برای بازرسی و درمان کارخانه مورد استفاده قرار گیرند. کاربردهای رایج دیگر ربات‌ها شامل مدیریت رباتیک علف‌های هرز است. این امر عمدتاً سودمند به نظر می‌رسد، زیرا کنترل دستی علف‌های هرز یک کار پرزحمت و فوق‌العاده یکنواخت است. علاوه بر این، ربات‌ها در تحقیقات فنوتیپی کشاورزی برای ارزیابی سلامت گیاه استفاده می‌شوند. ربات‌هایی که در ردیف‌های گیاهان حرکت می‌کنند، اغلب توسط ترکیبی از GPS و یک لپ‌تاپ که توسط انسان کار می‌کند هدایت می‌شوند؛ با این حال، ربات‌های مختلف از الگوریتم‌های ناوبری متفاوتی استفاده می‌کنند. تجزیه و تحلیل تصویربرداری ابرطیفی می‌تواند تجمع نیتروژن برگ، گونه‌های علف هرز مهاجم و آفات مضر مانند زنجره برگ را شناسایی کند (یگیت خانلر و همکاران، ۲۰۲۱).

هوش مصنوعی برای مدیریت بازدهی و حفظ منابع

فناوری‌های معاصر مانند یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، تصاویر ماهواره‌ای و تجزیه و تحلیل پیشرفته، ایجاد اکوسیستمی را تقویت می‌کنند که کشاورزی هوشمند، کارآمد و پایدار را فراهم خواهد کرد. با ادغام این فناوری‌ها، کشاورزان ممکن است میانگین بازدهی خود در هر هکتار را افزایش داده و نفوذ بیشتری بر قیمت غلات اعمال کنند، در نتیجه سودآوری خود را تضمین می‌کنند. شرکت مایکروسافت از مجموعه هوش کورتانا استفاده می‌کند که یادگیری ماشین را با Power BI ادغام می‌کند تا داده‌ها را به اقدامات هوشمند تبدیل کند، تا با کشاورزان در آندرا پرادش، هند، برای ارائه خدمات ترویجی برای کشاورزی تعامل داشته باشد. میانگین بازدهی در هر هکتار به دلیل اجرای یک برنامه کاشت مبتنی بر هوش مصنوعی در این پروژه آزمایشی، که به کشاورزان پیشنهاداتی برای تاریخ کاشت، آماده سازی زمین، نیازهای کود دامی، تیمار بذر و عمق کاشت بهینه، پیش بینی بارش، همراه با توصیه‌هایی برای زمان‌های بهینه کاشت برای کشاورزان ارائه می‌دهد، ۳۰ درصد افزایش یافته است. آب یک منبع حیاتی است که به طور پیوسته در حال کاهش است. تغییرات آب و هوایی چالش‌های مربوط به منابع آب در کشاورزی را تشدید می‌کند. این تغییرات الگوهای بارش را دگرگون کرده و منجر به بارندگی‌های نامنظم و غیرقابل پیش‌بینی می‌شود که کمبود آب را وخیم‌تر می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که تغییرات آب و هوایی با ایجاد تغییرات زمانی و جغرافیایی در دسترسی به آب، هم بر کمیت و هم بر کیفیت منابع آب تأثیر بگذارد. برای تضمین پایداری، تغییرات نیازمند راهبردهای سازگار برای مدیریت آب در کشاورزی است. برای کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی بر کشاورزی، اتخاذ شیوه‌های کشاورزی مقاوم در برابر تغییرات آب و هوایی، از جمله تغییر زمان کاشت، اجرای روش‌های آبیاری با راندمان بالا و استفاده از فناوری‌های کشاورزی هوشمند اقلیمی ضروری است. ادغام حسگرها با اینترنت اشیا در مدیریت آب، نشان دهنده پیشرفت قابل توجهی در روش‌های کشاورزی دقیق است. کشاورزان می‌توانند با استفاده از داده‌های لحظه‌ای رطوبت خاک، دما و سطوح مواد مغذی به دست آمده از حسگرها، تصمیمات آگاهانه‌ای در مورد کوددهی و آبیاری بگیرند (بنزیدیا و همکاران، ۲۰۲۱).



پیامدهای مورد انتظار هوش مصنوعی

حداکثرسازی سود

هوش مصنوعی با تحلیل سود ناخالص و هزینه‌ها، محصولات زراعی بهینه برای کشت را تعیین می‌کند، به طور استراتژیک آنها را بازاریابی می‌کند و بازگشت سرمایه را پیش‌بینی می‌کند. فناوری کشاورزی دقیق مبتنی بر هوش مصنوعی، کشاورزان را قادر می‌سازد تا با کاهش هزینه‌های مالی و منابع، محصول بیشتری کشت کنند. هوش مصنوعی بینش‌های بلندرنگ را در اختیار کشاورزان قرار می‌دهد و آنها را قادر می‌سازد تا در تمام مراحل کشاورزی انتخاب‌های بهتری داشته باشند. این تصمیم‌گیری سنجیده منجر به کاهش ضایعات محصول و مواد شیمیایی، همراه با استفاده کارآمد از زمان و منابع خواهد شد. علاوه بر این، به کشاورزان اجازه می‌دهد تا مناطق خاصی را که نیاز به سمپاشی، کوددهی و آبیاری دارند، شناسایی کنند، در نتیجه سوء استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی را کاهش می‌دهد. در مجموع، این عناصر منجر به کاهش استفاده از علف‌کش‌ها، بهبود کیفیت محصول و مزایای مالی قابل توجه با کاهش هزینه‌های منابع می‌شود.

کارایی

به کارگیری یک الگوریتم دقیق، بهره‌برداری سریع و مقرون به صرفه از فرصت‌های برتر کشاورزی را امکان‌پذیر می‌سازد. این امر استفاده از منابع را به طور معمول کارآمد می‌کند. تاب‌آوری هر فصل، فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی و زیست‌محیطی بهبود یافته، پیشرفت در تمام معیارهای عملکرد را تضمین می‌کند.

چالش‌های هوش مصنوعی در کشاورزی

گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی بر تمام بخش‌های جامعه تأثیر می‌گذارد و تضمین پایداری محیط زیست و امنیت غذایی را دشوار می‌سازد. با توجه به مزایای هوش مصنوعی برای کشاورزی پایدار، به نظر می‌رسد پذیرش این فناوری تصمیم مناسبی برای همه کشاورزان باشد. با این حال، به طور گسترده‌ای اذعان شده است که برخی مشکلات اساسی هنوز باقی مانده است. در بسیاری از مناطق جهان، افراد با وجود مزایای گوناگونی که هوش مصنوعی برای بخش کشاورزی ارائه می‌دهد، در استفاده از هوش مصنوعی و راه حل‌ها و دستگاه‌های یکپارچه با هوش مصنوعی احساس ناراحتی می‌کنند. شرکت‌های هوش مصنوعی باید در ابتدا تجهیزات اولیه را در اختیار کشاورزان قرار دهند تا قبل از پیشرفت به سمت ماشین‌آلات پیچیده‌تر برای مقابله با چالش‌ها، زمینه سازگاری آنها را فراهم کنند. پیاده‌سازی هوش مصنوعی و فناوری‌های خلاقانه در کشاورزی ممکن است برای کشورهای در حال توسعه چالش‌هایی ایجاد کند. بازاریابی چنین فناوری‌هایی در مناطقی که فاقد پیشرفت‌های کشاورزی هستند، چالش‌های قابل توجهی را به همراه خواهد داشت. کشاورزان در این مناطق به حمایت برای استفاده از این فناوری‌ها نیاز دارند. علاوه بر این، استفاده از هوش مصنوعی ممکن است به دلیل ابهام موجود در مقررات و قوانین، مشکلات حقوقی متعددی را برانگیزد. همچنین، افراد ممکن است به دلیل استفاده از نرم‌افزار به همراه اینترنت، با مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیت مانند نقض داده‌ها و حملات سایبری مواجه شوند. برای کشاورزان یا صاحبان املاک کشاورزی، هر یک از این موقعیت‌ها می‌تواند بسیار مشکل‌ساز باشد (هابیلا و همکاران، ۲۰۲۳).

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی در حال ایجاد انقلابی در نحوه برخورد ما با پایداری محیط زیست است. با فراهم کردن ابزارهایی برای مدیریت کارآمد منابع، پیش‌بینی آب و هوا، کاهش پسماند و موارد دیگر، هوش مصنوعی به آینده‌ای سبزتر کمک



می‌کند. پایش داده‌ها در زمان واقعی، کارایی هوش مصنوعی را نشان داده است. از این فناوری برای تنظیم تولید، آفات، علف‌های هرز و گیاهان استفاده شده است. ربات‌ها برای تعیین بهترین محصول برای برداشت به همراه بازاریابی، با یکدیگر گفتگو می‌کنند. کشاورزان می‌توانند با روش‌های اساسی، از محصولات سالم‌تر و مدیریت مؤثر مزرعه اطمینان حاصل کنند. هوش مصنوعی اطلاعات فوری را از طریق کانال‌های مناسب ارائه می‌دهد و به کاربران در افزایش تاب‌آوری خود کمک می‌کند. این مقاله کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار را نشان می‌دهد. هدف این مقاله، ارائه اطلاعات جامع در مورد روش‌های متنوع هوش مصنوعی مورد استفاده در شیوه‌های کشاورزی پایدار است. با استفاده از هوش مصنوعی، کشاورزان تصمیم‌گیری در مزرعه را بهبود می‌بخشند و به هدف محصولی قوی‌تر دست می‌یابند. از پتانسیل داده‌ها می‌توان به طور نوآورانه‌تری برای پیش‌بینی خطرات، تجزیه و تحلیل پیامدهای احتمالی و اقدام قبل از تبدیل شدن گرسنگی به یک بحران انسانی استفاده کرد. از آنجایی که غذا یک نیاز اساسی انسانی است، می‌تواند به طور قابل توجهی توسعه پایدار جهانی را ارتقا دهد. با این حال، توجه به این نکته مهم است که در حالی که هوش مصنوعی پتانسیل عظیمی دارد، پیاده‌سازی اخلاقی آن و در نظر گرفتن سوگیری‌های احتمالی برای اطمینان از توزیع عادلانه مزایا بسیار مهم است. همانطور که به بهره‌برداری از قابلیت‌های هوش مصنوعی ادامه می‌دهیم، همکاری بین متخصصان فناوری، فعالان محیط زیست و سیاست‌گذاران برای ایجاد جهانی پایدار برای نسل‌های آینده کلیدی خواهد بود.

منابع

- Bennet, D., Anjani, S. A., Daelli, O. P., D. Martono, and C. S. Bangun, "Predictive analysis of startup Benzidia, Smail, Naouel Makaoui and Omar Bentahar. "The impact of big data analytics and artificial intelligence on green supply chain process integration and hospital environmental performance." *Technol Forecast Soc Change* 165 (2021): 120557.
- ecosystems: Integration of technology acceptance models with random forest techniques," *CORISINTA*, vol. 1, no. 1, pp. 70–79, 2024.
- Fang, Yuxin, Hongjun Cao and Jihui Sun. "Impact of artificial intelligence on regional green development under China's environmental decentralization system based on spatial durbin model and threshold effect." *Int J Environ Res Public Health* 19 (2022): 14776.
- Guustaaf, E., Rahardja, U., Aini, Q., Maharani, H. W., and Santoso, N. A., "Blockchain-based education project," *Aptisi Transactions on Management*, vol. 5, no. 1, pp. 46–61, 2021.
- Habila, Mohamed Abdelaty, Mohamed Ouladsmane and Zeid Abdullah Allothman. "Role of artificial intelligence in environmental sustainability." In *Visualization Techniques for Climate Change with Machine Learning and Artificial Intelligence* (2023): 449-469.
- Kurniawan, D. A., and Santoso, A. Z., "Pengelolaan sampah di daerah sepetan kabupaten tangerang," *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 31–36, 2020.
- Manongga, D., Rahardja, U., Sembiring, Lutfiani, I. N., and Yadila, A. B., "Dampak kecerdasan buatan bagi pendidikan," *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 3, no. 2, pp. 110–124, 2022.
- O'Sullivan, Shane, Nathalie Nevejans, Colin Allen and Andrew Blyth, et al. "Legal, regulatory and ethical frameworks for development of standards in Artificial Intelligence (AI) and autonomous robotic surgery." *Int J Med Robot* 15 (2019): e1968.
- Thamrin, R. M., Harahap, E. P., Khoirunisa, A., Faturahman, A., and Zelina, K., "Blockchain-based land certificate management in indonesia," *ADI journal on recent innovation*, vol. 2, no. 2, pp. 232–252, 2021.
- Wuisan, D. S., and Handra, T., "Maximizing online marketing strategy with digital advertising," *Startuppreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 2, no. 1, pp. 22–30, 2023.
- Yigitcanlar, Tan, Rashid Mehmood and Juan M. Corchado. "Green artificial intelligence: Towards an efficient, sustainable and equitable technology for smart cities and futures." *Sustain Sci* 13 (2021): 8952.

نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

بررسی رابطه بین سواد زیست محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان

پروانه مهرجو^۱، معصومه رشیدی^{۲*}

۱. استادیار، گروه علوم تربیتی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم تربیتی، تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: Rashidi76m@gmail.com

چکیده

پژوهش حاضر باهدف بررسی رابطه بین سواد زیست محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان انجام پذیرفت. این پژوهش از نوع پژوهش‌های کاربردی است و روش انجام پژوهش به صورت همبستگی و ابزار مورد استفاده در این پژوهش پرسشنامه‌های استاندارد نگرش زیست محیطی (Imam Qoli, 2011)، پرسشنامه سواد رسانه‌ای تامن-فلسفی (۱۹۹۵) و پرسشنامه هوش فرهنگی (Ang & Van Dyne, 2008) بود. جامعه آماری پژوهش کلیه دانشجویان کارشناسی ارشد رشته تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش مرکز همدان به تعداد ۶۰ نفر بودند. به دلیل محدود بودن تعداد افراد جامعه از روش تمام شمار استفاده شد لذا نمونه برابر با جامعه در نظر گرفته شد و از نمونه گیری صرف نظر گردید. سؤال اصلی پژوهش از طریق روش پیرسون و رگرسیون با استفاده از نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد؛ با توجه به ضرایب رگرسیون، مقدار سطح معناداری برای متغیرهای سواد رسانه‌ای و هوش فرهنگی کمتر از ۰,۰۵ است بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد سواد زیست محیطی بر این دو متغیر تاثیر گذار است ($B \neq 0$) که این نتیجه نشان دهنده تایید فرضیه اصلی پژوهش است. سواد زیست محیطی مؤلفه‌ای دوسویه است که با سواد رسانه‌ای و هوش فرهنگی ارتباط دارد. به میزانی که افراد دارای سواد زیست محیطی بالاتری باشند، می‌توانند با استفاده از سواد رسانه‌ای و بهره‌مندی از فناوری‌های نوین در حفاظت از منابع زیست محیطی بکوشند. همچنین افرادی که دارای سواد زیست محیطی مطلوب هستند، دارای هوش فرهنگی بالاتری می‌باشند و با بهره‌مندی از این هوش در حفاظت از منابع ارزشمند فرهنگی و منابع طبیعی اهتمام بیشتری خواهند ورزید. نتایج پژوهش نشان داد؛ سواد زیست محیطی بر هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد رشته تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش مرکز همدان تأثیر مثبت و معنادار دارد.

واژه‌های کلیدی: سواد زیست محیطی، سواد رسانه‌ای، هوش فرهنگی، دانشگاه.

مقدمه

به نقش محیط زیست^۱ سالم در کیفیت زندگی انسان‌ها و تمامی موجودات، می‌توان دریافت که محیط زیست و حفاظت از آن برای نسل‌های امروز و فردا، یک مقوله و وظیفه عمومی است. حفظ، نگهداری و اجرای الزامات بهبود شرایط نیازمند داشتن آگاهی و به روز بودن علم است. سواد زیست محیطی^۲ به عنوان نخستین گام در جهت ساختن جامعه

^۱ The Environment

^۲ Ecoliteracy- ecological literacy



پایدار (Seraji, 2015, p.10). فراتر از سواد اولیه است و شامل دانش زیست محیطی، نگرش‌ها و رفتارها در ارتباط با پایداری محیط زیست می‌باشد (Korani, 1401, p. 11). احادیث و روایات این مسئولیت را یک حکم شرعی معرفی کرده و همچنین مطابق با ماده ۵۰ قانون اساسی ایران، حفاظت محیط زیست با هدف امکان حیات اجتماعی رو به رشد یک وظیفه همگانی می‌باشد. اهداف سواد زیست محیطی تنها به باور و رفتارهای فردی منتهی نشده بلکه افراد باید نسبت به تمامی فعالیت‌ها و کنش‌های اشخاص حقیقی و حقوقی حساس بوده و با دیدگاه انتقادی حامی و حافظ محیط زیست باشند. از جمله راهکارهای دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی در حفظ محیط زیست، ایجاد تمهیدات و شرایطی برای آموزش اصولی و منطقی سواد زیست محیطی متناسب با گروه‌های متفاوت انسانی است. دانشگاه‌ها و کتابخانه‌های دانشگاهی به‌عنوان یکی از مکان‌های اصلی برای توسعه دانش زیست محیطی (Siarni, 2023, p. 6) می‌توانند نقش مهمی در اجرا و پیشبرد این هدف باشند. برای آنکه دانشجویان در زندگی شخصی به‌عنوان یک شهروند نقش مؤثر و مثبتی در برخورد با محیط زیست داشته باشند و همچنین به‌صورت دغدغه‌مند، در عرصه مطالبه‌گری صیانت از محیط زیست به‌صورت فعال و چشم‌گیر حضور یابند؛ لازم است تا از دوران کودکی در مهدکودک‌ها و مدارس به‌صورت مبنایی این امر مهم آموخته شود تا در دوران دانشجویی با اتکا به پژوهش و آموزش‌های تکمیلی سواد زیست محیطی رخ دهد؛ تا نیازهای زیست محیطی خود را با دانش، مهارت و انگیزه برطرف کنند (Namdar, 2017, p. 10). فرت جوف کاپرا^۱ (۱۹۵۵) سواد بوم‌شناختی را توانایی یک شخص در فهم اصول نظام عالم طبیعت و استفاده از آن اصول برای ایجاد جوامع پایدار انسانی بیان می‌کند که موجب کاهش آلودگی‌های محیط زیستی می‌شود (Rahmati, 2019). وولک و مکبث^۲ (۱۹۹۷) سواد محیط زیستی را شامل ۶ مؤلفه: دانش محیط زیستی، دانش سیاسی - اجتماعی، دانش چالش - محیط زیستی، مهارت‌های احساسی، توانایی‌های شناختی و برخورد مسئولانه محیط زیستی تشکیل شده است (Mohammadjani, 2016, p.5). به‌اختصار می‌توان مفهوم سواد محیط زیست را در سه حیطه به‌صورت زیر ارائه نمود:

- الف- مفهوم سواد محیط زیستی در حیطه شناختی: این حیطه دانش فرد، توانایی‌های ذهنی را شامل می‌شود. اهداف در حوزه سواد زیست محیطی به فعالیت‌های ذهنی و فکری اشاره دارد.
- ب- مفهوم سواد محیط زیستی در حیطه نگرشی: در این حیطه به مسائلی چون علاقه، انگیزش، نگرش یا قدردانی و ارزش‌گذاری اشاره شده است و طبیعت جزئی از باورها و احساسات فرد تلقی می‌شود.
- ج- مفهوم سواد محیط زیستی در حیطه روانی - حرکتی (رفتاری): حیطه روانی - حرکتی (رفتاری) به زمینه مهارت‌های حرکتی یا فعالیت‌های بدنی و رفتاری ارتباط دارد. در حیطه روانی - حرکتی (مهارتی)، مؤلفه‌های سواد محیط زیست عبارت از به‌کارگیری تمامی قوانین و مقررات محیط زیست در فعالیت‌های اداری، اولویت قراردادن ملاحظات محیط زیستی در فعالیت‌های کاری، به‌کارگیری روش‌های تقلیل آثار سوء محیط زیست در طرح‌ها و پروژه‌ها و سایر موارد می‌باشد (Rezaei and Shobiri, 2013, p.8). مجموعه‌ای از کنش‌های افراد جامعه نسبت به محیط زیست است که در یک طیف وسیع از احساسات، تمایلات و آمادگی خاص برای رفتار نسبت به محیط زیست را شامل می‌شود (Mohavadi, 2017, p. 11). یکی از بنیادی‌ترین راهبردها در حفظ و نگاه داشت محیط زیست را می‌توان آموزش، بیان کرد. با آموختن و ارائه مطالب و بیان نحوه فعالیت‌ها و اجرای ساختاری در زمینه ارتقای آگاهی‌های زیست محیطی هر فرد جامعه، خود را موظف به احترام به طبیعت می‌داند و در قبال آن مسئول می‌باشد. همچنین (EPA) آژانس حفاظت از محیط زیست ایالت متحده^۲ آموزش و سواد زیست محیطی را کارآمدترین راهبرد در حفاظت از

¹ Fritjof Capra

² United States Environmental Protection Agency



محیط زیست بیان کرده است؛ شخص پس از آموزش شناخت کافی از ارزش های زیست محیطی دارد و در صیانت از آن همت گمارده و با تعمق در فرایندهای زیستی به حمایت از آن می پردازد. (۱۳۹۷) ازجمله راهبردهای ارتقای سواد زیست محیطی را؛ افزایش تخصص و مهارت در امور محیط زیست، پیوند تفکر پایدار با مفاهیم سواد اطلاعاتی و آموزش آن، برگزاری جلسات آموزشی و توجیهی، دایر کردن کارگاه ها و نشست ها، آموزش سواد اطلاعاتی در راستای سواد زیست محیطی، آسان سازی بهره گیری از اطلاعات، انتخاب منابع معتبر و مرتبط نام می برد. با جهش علم و تکنولوژی، آموزش نیز دگرگون شده به طوری که می توان اذعان داشت بخش بزرگی از آموزش از طریق فناوری های روز دنیا صورت می گیرد و فرصت های بسیاری، در زیست بوم جدید (Ghorbani, 2021, p. 10) را برای یادگیری ممکن می سازد. اهداف، برنامه ها، محتوا، اصول، راهبردها و روش های آموزش در سیر رشد اجتماعی محکوم به تحول هستند و امکان ثبت آسان اطلاعات به صورت چاپی و غیر چاپی و نشر گسترده آن ها و دستیابی آسان همگان به محتواهای گوناگون ازجمله ویژگی های عصر حاضر می باشد. آموزش مطلوب در این برهه، باید به مهارت هایی چون توانایی حل مسئله، برقراری ارتباط مؤثر، کار تیمی و تفکر انتقادی که ترکیب و تفسیر انبوهی از اطلاعات را ایجاب می کند بپردازد (Rezaei and Shobiri, 2013, p. 2). آموزش از طریق رسانه به زبانی جدید و با بهره گیری از قابلیت های ارتباطی آن نقش بسزایی در فرهنگ پذیری و اصلاح رفتارهای اجتماعی در برخورد با محیط زیست و مسائل مربوط به آن ایفا خواهد کرد (Rezaei and Zandi, 2022, p. 6) نقش بی بدیل رسانه در آموزش های عصر حاضر را هیچ کس منکر نیست چراکه با گسترش ابزارها و امکانات گوناگون می توان اذعان کرد که در هر فرد در سرتاسر این گیتی با رسانه ها در تعامل می باشد؛ رسانه ها بر اجتماع و پدیده های اجتماعی در زندگی واقعی تأثیر می گذارند و از سویی شرایطی را ایجاب می کنند که در آن امر اجتماعی و پدیده های اجتماعی شکل می گیرند (Sheikh Ansari, 2021, p. 4). آشنایی با ساختار و اساس رسانه ها، نحوه بهره گیری از آن ها و چگونگی تعامل و بهره بردن از آن در آموزش نسل جدید، بر آینده افراد، خانواده ها و جوامع تأثیرات بسیاری خواهد داشت. سواد رسانه ای^۱ به میزان کارآمدی و توان دسترسی، بررسی، سنجش و نشر اطلاعات و پیام های رسانه ای که در چارچوب های چاپی همانند کتاب و غیر چاپی همانند محتوای گرافیکی الکترونیکی عرضه نمود گفته می شود (ویکی پدیا فارسی، سواد رسانه ای، بی تا). سواد رسانه ای مفهومی عام است که به مطالعات رسانه ای، فرهنگی، اجتماعی، تاریخی، سیاسی و تکنولوژیکی وابسته است و یاری به جامعه است برای آن که توانایی عادت پرسشگری، تحقیق، پژوهش و توانایی و مهارت های بیانی خود را تقویت کرده و مهارت های لازم جهت برقراری ارتباطی متفکرانه و آگاهانه با رسانه و درعین حال به وجود آوردن نگاهی دقیق، نقادانه و تحلیلی به پیام های رسانه ای را فراهم آورد (Nasiri, 2013, p. 4). رسانه با ایجاد فضای تعاملی مجازی و حذف حضور فیزیکی برای ایجاد ارتباط و همچنین دسترسی آسان، سریع و همه گیر به پیام ها و محتواهای گوناگون، گام مهمی در افزایش تقابل، تعامل و خلط فرهنگ های زنده دنیا را سبب شده است. در کنار مزایای بسیار رسانه، نباید از این موضوع غافل شد که ممکن است، اشخاصی خواهان سوءاستفاده از قدرت جمعی بودن و تأثیرگذار رسانه باشند. تولیدات رسانه ای ممکن است حامی اهداف مغرضانه و منافع شخصی افراد و مغایر با منافع عمومی در حیطه های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی باشند و با انتشار پیام ها و اخبار دروغین جمع کثیری از مردم را اغفال کرده و موجبات صدمات جبران ناپذیری شوند. فضای رسانه ها، فضایی است که تهدیدها و آسیب هایش کمتر از مزایای آن نیست و نیاز به توجه فراوان، بررسی دقیق و آسیب شناسانه و ارائه راهکارهایی برای پیشگیری از آسیب های جدی و ویرانگر دارد (Ghorbani, 2021, p. 5). جهان امروز به گونه ای بی سابقه، شاهد حرکتی شتابان به سوی نوعی همگرایی و تصویرگر نقش آفرینی انسان ها برای مشارکت در مدیریت مشترک جهانی است

¹ Media Literacy

(Mohammad Khani, 2011, p.8). حرکت به سمت دهکده جهانی ۱ شهروند جهانی را می‌طلبد. شهروندانی که عین حفظ فرهنگ و رسوم اصیل خود، درکنش و تعامل با دیگر فرهنگ‌ها توانایی سازگاری مداوم با سایر فرهنگ‌ها و مهارت کنترل و مدیریت کنش‌های بین فرهنگی را واجد باشند. توانایی که کریستوفر ارلی و سون انگ^۲ از آن با نام هوش فرهنگی^۳ نام بردند (Earley, 2004). هوش فرهنگی به توانایی اشاره دارد که یک شخص در یک محیط متفاوت از زمینه‌های فرهنگی که در آن رشد کرده است بتواند رشد کند و در آن خود را سازگار کند بدون آنکه هویت فرهنگی خود را کنار بگذارد. همچنین هریس^۴ هوش فرهنگی را توانایی شخص برای رشد شخصی از طریق یادگیری و شناخت بهتر میراث‌های فرهنگی، آداب و رسوم و ارزش‌های گوناگون و رفتار مؤثر با افرادی با پیشینه فرهنگی و ادراک متفاوت معرفی می‌کند. با توجه به آنچه گذشت، برای صیانت از محیط‌زیست نیازمند شهروندانی مسئول، آگاه و دغدغه‌مند می‌باشیم، شهروندانی که با شناخت کافی از اصول و مبانی هم‌زیستی با سایر گونه‌های موجودات امکان صیانت فردی و اجتماعی را رغم می‌زنند. رسانه با قابلیت همگانی و تعاملی بودن در جهت انتقال اندیشه و معنا و تهیج احساسی - عاطفی مردم یکی از مهم‌ترین ابزارهای کارآمد در فرهنگ‌سازی و ایجاد سواد زیست‌محیطی می‌باشد. رسانه به‌عنوان ابزار بسیار مؤثری برای گسترش و ایجاد آگاهی، نگرش و رفتار در سبک زندگی و رفتارهای نسبت به مسائل محیط زیستی شناخته‌شده است (Kerami, 2018, p. 6). همچنین رسانه می‌تواند موجب کاهش جرائم علیه محیط‌زیست شود (Farhamand, 2017, p. 6). کثرت و گوناگونی اطلاعات در کنار اخبار و پیام‌های جعلی و مغرضانه، نیاز به دانش یا توانایی درک، ارزیابی و غربالگری اطلاعات را الزامی کرده است. در واقع لازمه بهره‌گیری مخاطب از رسانه‌ها داشتن سواد رسانه‌ای می‌باشد. سواد رسانه‌ای به‌عنوان نقطه همگرایی رویکردهای انتقادی در آموزش و ارتباطات به امکان دسترسی، تجزیه و تفهیم، سنجش و نشر اطلاعات و پیام‌های رسانه‌ای گفته می‌شود. مسائل زیست‌محیطی در دنیای امروز رابطه تنگاتنگ با مفاهیم اجتماعی دارند و به‌طوری‌که مسائل زیست‌محیطی ریشه فرهنگی دارند و به‌منظور پذیرش یافته‌ای فرهنگی یک جامعه بایستی به‌صورت ساختاری با موضوع برخورد نمود (Mohavad, 2017, p. 4). ادهمی (۱۳۹۰) معتقد است که چالش‌های محیط زیستی و برخوردهای نابهنجار در ارتباط با محیط‌زیست از ناآشنایی مردم با فرهنگ شهرنشینی و شهروند و به علت عدم درک درست از وضعیت زیست‌محیطی حاکم بر جامعه و وضعیت اعتقادات فرهنگی مردم می‌باشد چراکه تا مادامی‌که مردم فرهنگ استفاده از منابع طبیعی و امکانات زیست‌محیطی و فرهنگ زیستن همراه با هم‌زیستی با طبیعت را نیاموخته باشند و یا آن را به‌عنوان ارزش نپذیرفته باشند این مسائل و چالش‌های زیست‌محیطی استمرار دارند. هوش فرهنگی اشاره به مهارت و دانش فرد در تشخیص و سازگاری با تفاوت‌های فرهنگی نقش و عامل مهمی در پذیرش فرهنگ‌سازی در حفظ محیط‌زیست خواهد داشت. ذکر این نکته حائز اهمیت است که اختلافات فرهنگی می‌تواند شامل تفاوت‌های ملیتی، قومیتی، تفاوت‌های سنی و نسلی، ارجاعات و فرضیات و نگرش‌ها یا باورها باشد و که این تفاوت فرهنگی را حتی می‌توان به جوامع محدود همچون کارکنان یک اداره نیز تعمیم داد. این بدان معناست که شهروندان باید توانایی‌هایشان را برای درک و کار کردن در طیف گسترده‌ای از فرهنگ‌های مختلف بهبود دهند. از طرف دیگر نقش حساس حفظ محیط‌زیست بر کیفیت زندگی انسان‌ها و چه‌بسا برای استمرار و تداوم حیات بر همگان مبرم است. هر فرد به فراخور اشتغال و فعالیت‌های خود به‌تدریج و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر محیط‌زیست تأثیری را خواهد داشت و میدانیم که هر فرد در هر منصبی از گروه‌های تأثیرگذار جامعه بوده و می‌توانند در آینده زیست‌محیطی یک کشور تأثیرگذار باشد (Akbari Helm, 1395, p. 6).

¹ Global Village

² Earley&Ang

³ Cultural intelligence

⁴ Harris

امروز وضعیت نامناسب محیط زیست، به یک دغدغه مهم ملی و بین المللی مبدل شده و اندیشمندان حوزه های سلامت و محیط زیست مهم ترین حافظ محیط زیست را مردم می دانند چراکه شیوه های زیستن انسان ها و دست آوردهای آن ها مهم ترین عامل در آثار سو بر محیط زیست می باشد. رسانه به عنوان قدرتمندترین ابزار تأثیرگذار جمعی می تواند با قابلیت تعاملی و همگانی بودن نقشی سترگ در فرهنگ سازی صیانت و ایجاد و گسترش سواد زیست محیطی داشته باشد (Mohammadjani, 2016, p.3).

لزوم بهره مندی مناسب از رسانه، سواد رسانه ای بعد دیگر این اهمیت می باشد. چراکه ممکن است تولیدات رسانه ای باهدف و مقاصدی علیه منافع عمومی و زیستی و در جهت مقاصد مغرضانه و شخصی تولید و نشر یابند. تاجی (۱۴۰۱) بیان می کند: سواد رسانه ای به قدری اهمیت داشته اکثر کشورها آن را به منزله یک ماده درسی در میان مواد درسی دوره های تحصیلی راهنمایی تا مقطع دیپلم به رسمیت شناخته اند و حتی آن را برای سنین بزرگسال و دوره های تحصیلی بالاتر نیز طراحی کرده اند. در سیر تحولات مداوم دنیای اطلاعات و ارتباطات و ظهور پلتفرم و نرم افزارهای گوناگون که فضای مجازی را در کنار فضای حقیقی، به رقیبی بی بدیل برای پر کردن اوقات افراد تبدیل کرده است (Shujaei, 2018, p. 4). رسانه ها یکی از نیروهای قابل توجه و قدرتمند در جامعه هستند و این نیازمند آموزش سواد رسانه در اشکال منسجم و منظم در بین شهروندان است (Mizbani, 2019, p. 12). لزوم توانایی شناختی و مهارتی برای استفاده بهینه از این امکان بیش از پیش ملموس است. امری که مسئولیت نهادهای آموزشی و فرهنگی هر جامعه ای را مضاعف کرده است، چراکه علاوه بر مهیا نمودن شرایط و زمینه های لازم برای اجرای طرح و برنامه های تعلیم و تربیتی خود، حال لازم است تا برای حرکت ناگزیر در سیر دهکده جهانی، رشد هم راستا و رقابت های شدید دول مختلف در عرصه های گوناگون اقتصادی، علمی، نظامی و ... برای مقابله با تهاجم فرهنگی نسل جوان و آینده را مجهز به توانایی هایی لازم نماید (Ebrahimi, 2019, p.6). توسعه روزافزون فناوری های ارتباطی و ظهور شبکه های اجتماعی موجب افزایش تعاملات و به تبع کثرت، تقابل و خلط فرهنگی می شود. تقابل و تعامل فرهنگی از یکسو موجب همگونی و از جهاتی کثرت فرهنگی را موجب می شوند. هوش فرهنگی به عنوان توانایی و قابلیت یادگیری الگوهای جدید به وسیله واکاوی شباهت و تفاوت های فرهنگی در تعاملات فرهنگی و ارائه پاسخ های رفتاری صحیح به الگوها در محیط هایی با فرهنگ های متفاوت است (Ebrahimi, 2019). رفتارهای نابهنجار در کنش با محیط زیست ناشی از عدم درک درست از وضعیت زیست محیطی حاکم بر جامعه و وضعیت هویت فرهنگی غالب جامعه می باشد زیرا مردم فرهنگ استفاده از منابع طبیعی و امکانات زیست محیطی و فرهنگ زیستن همراه با همزیستی با طبیعت را نیاموخته اند و یا به درستی آن را درونی نکرده اند. هر فرد متناسب با شرایط خاصی که در آن می زیستد، برخورد به نسبت معینی در مورد محیط زیست از خویش بروز می دهد که می توان با بررسی این قبیل کنش ها به منظور برنامه ریزی و سیاست گذاری برای حفظ محیط زیست بهره گرفت (Shujaei, 2018, p.9). با توجه به اهمیت حمایت و صیانت از محیط زیست لازم است تا نهادها و سازمان های دولتی و بین المللی محتوایی در جهت آگاهی شهروندان به سواد رسانه ای و سواد زیست محیطی تولید کنند تا حفاظت از محیط زیست در جامعه فرهنگ سازی شود (Ghafari, 2018, p.6). مرور در ادبیات پژوهش نشان می دهد سراجی (۲۰۱۶) در تعیین سطح سواد زیست محیطی دانشجویان دانشگاه بوعلی سینا، سه مؤلفه عاطفی، معلومات و عملکرد را بیان می کند که میانگین نمرات دانشجویان در رشته های مختلف متفاوت است. همچنین بیشترین نمره را دانشجویان رشته کشاورزی، شیمی و مهندسی کسب کردند. همچنین نتایج پژوهش اکبری حلم (۲۰۱۶) نشان داد که بین مؤلفه های هوش فرهنگی و سواد رسانه ای رابطه مستقیم وجود دارد. یافته های پژوهش نظیف کار (۲۰۱۶) نشان داد که بین هوش معنوی و هوش فرهنگی با رفتار شهروندی سازمانی کارمندان رابطه معناداری وجود دارد. محمدجانی (۲۰۱۷) بیان می کند که بهره گیری از فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب افزایش سواد زیست محیطی در سه حیطه دانش و آگاهی، نگرش و عملکرد زیست محیطی شده است.

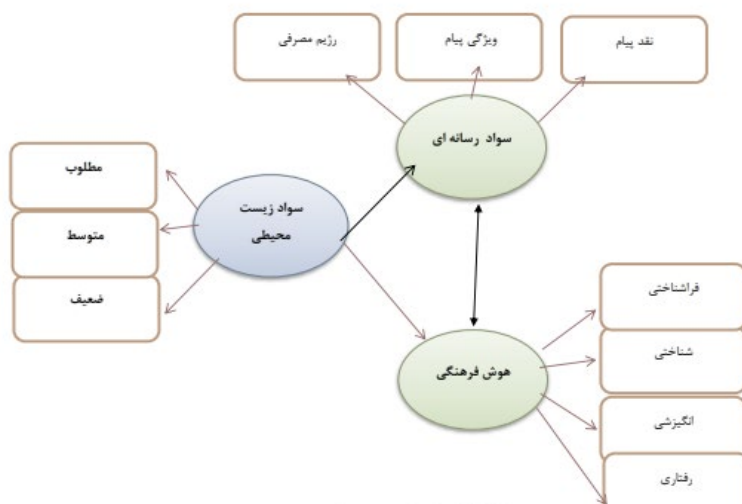
عربی (۲۰۱۸) به این نتیجه رسید که بین متغیرهای سواد سلامت با سبک زندگی ارتقادهنده سلامت و رفتار زیست محیطی رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد و سواد سلامت تأثیر بسزایی بر رفتارهای محیط زیستی افراد خواهد داشت. پژوهش موحد (۲۰۱۸) نشان داد که از بین ابعاد هوش فرهنگی با مؤلفه‌های فراشناختی، شناختی، انگیزشی و رفتاری با رفتارهای زیست محیطی رابطه مثبت و معنی دار وجود دارد و بین بعد رفتاری با رفتارهای زیست محیطی رابطه معنی داری وجود ندارد. نتایج پژوهش جنیدی جعفری (۲۰۱۹) نشان داد که برنامه آموزش سواد زیست محیطی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده بر میزان دانش، نگرش و رفتار زیست محیطی دانش آموزان دوره متوسطه تأثیر مثبتی داشته است و می‌تواند به عنوان ابزاری مفید در آموزش مورد استفاده قرار گیرد. شجاعی (۲۰۱۹) در پژوهشی که به بررسی تأثیر سواد رسانه‌ای بر سرمایه فرهنگی خانواده‌ها انجام داد بیان می‌کند که سواد رسانه‌ای با مؤلفه‌های دسترسی به رسانه، استفاده از رسانه، تولید محتوای رسانه‌ای و تفکر انتقادی از رسانه بر سرمایه فرهنگی فراگیران مؤسسات فرهنگی قرآنی اصفهان تأثیر دارد و در کاهش صدمات و آسیب‌های فضای مجازی نقش بسزایی دارد. عظیم خانی (۲۰۲۱) دریافته‌ی پژوهش خود بیان می‌کند که بین ابعاد سواد رسانه‌ای (استفاده از رسانه، درک رسانه‌ای و کمک رسانه‌ای) با رفتارهای زیست محیطی رابطه مستقیم دارد. کری کمبل (۲۰۲۱) در پژوهشی که برای ارائه یک رویکرد منسجم از بیوسمیوتیک (نشانه شناختی) در رسانه‌های فعال در حیطه محیط زیست پرداخته است. بیان می‌کند که بهره‌گیری از نمادها به جای متن با توجه به سواد انتقادی موجب افزایش سواد رسانه‌ای در مخاطبان خواهد شد. به این ترتیب، یادگیری دیجیتال و چندرسانه‌ای مبتنی بر توانایی‌های محیطی و تجسم یافته از طریق مفاهیم منابع نشانه شناختی و امکانات موجب افزایش سواد زیست محیطی خواهد شد. رضایی (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان کارکرد انیمیشن به عنوان رسانه در آموزش مسائل زیست محیطی، رسانه انیمیشن را به دلیل شیوه بیانی منحصر به فرد خود نسبت به سایر رسانه‌ها نقش بسزا و به مراتب موثرتری نسبت به دیگر رسانه‌ها دارد و می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر در تغییر سبک زندگی و فرهنگ پذیری مردم ایفای نقش کند. سواد اجتماعی و تشویق و ایجاد انگیزه در مخاطبان، جهت اصلاح رفتارهای غلط محیط زیستی و استفاده بهینه از منابع طبیعی را ممکن سازد. نوری (۲۰۲۲) در پژوهشی که به بررسی رابطه سواد رسانه‌ای با رفتارهای زیست محیطی و رضایت شغلی معلمان شهرستان شوشتر انجام داد که بین ابعاد سواد رسانه‌ای و رفتارهای زیست محیطی رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد. بای (۲۰۲۳) در پژوهشی که به بررسی رابطه بین سواد رسانه‌ای با هوش فرهنگی و سرمایه فکری معلمان مقطع ابتدایی شهرستان رامیان انجام شد نتایج نشان داد رابطه سواد رسانه‌ای با هوش فرهنگی و سرمایه فکری معلمان مستقیم و مثبت می‌باشد. پژوهش سالدار و شهبازی (۲۰۲۴)، با عنوان مدل سازی معادلات ساختاری رابطه سواد رسانه‌ای و هوش هیجانی با سواد سلامت (مطالعه موردی: دانشجویان دانشگاه شهید مدنی آذربایجان) انجام شد. نتایج نشان داد که بین هوش هیجانی و سواد سلامت دانشجویان رابطه معناداری وجود دارد. بر اساس یافته‌ها، بین هوش هیجانی با سواد رسانه‌ای و سواد سلامت رابطه معناداری وجود دارد. مسی کو (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان «سواد زیست محیطی والدین: از دانش تا رفتار طرفدار محیط زیست» گفت: تقویت سواد زیست محیطی والدین ضروری است زیرا آن‌ها نقش فعالی در الگوسازی رفتار فرزندان خود از جمله رفتار و آگاهی طرفدار محیط زیست دارند. این مطالعه نشان داد که رفتار طرفدار محیط زیست تحت تأثیر دانش محیطی با واسطه‌گری تأثیرات محیطی و ES-e است. مسیر آن این است که دانش محیطی بر تأثیرات محیطی و ES-e تأثیر می‌گذارد و سپس پیامدهایی برای رفتار طرفدار محیط زیست دارد. پیامدهای عملی: اثرات مستقیم و غیرمستقیم معنی دار تأیید شد، بنابراین مدل جدیدی از تأثیر دانش زیست محیطی بر رفتار طرفدار محیط زیست با واسطه تأثیرات محیطی و ES-e پیدا شد. این مدل می‌تواند پویایی سواد محیطی والدین را توضیح دهد: از دانش محیطی تا رفتار طرفدار محیط زیست از طریق مکانیسم میانجی تأثیرات محیطی و ES-e. بنابراین، پژوهشگران، دانشگاهیان و محققان می‌توانند این یافته‌ها را برای توسعه حامی محیط زیست در آینده مورد بحث، تطبیق یا اتخاذ کنند. وزارت آموزش و پرورش و فرهنگ در خصوص سواد



رسانه‌ای و آموزش در فنلاند (۲۰۲۴)، بیان کرد؛ رسانه‌ها درک ما از جهان را شکل می‌دهند. روزنامه‌ها، خصوصی و دولتی، کانال‌های تلویزیونی و همچنین وبسایت‌ها، برنامه‌ها و پورتال‌های رسانه‌های اجتماعی مختلف همه روی دید ما تأثیر بگذارد حتی مطالب طنز که ما آگاهانه متوجه می‌شویم؛ منبع قابل‌اعتمادی از اطلاعات نیستیم، می‌تواند بر رفتار و عملکرد ما تأثیر بگذارند.

با گسترش روزافزون استفاده از فضای مجازی و بهره‌گیری تمام اقشار جامعه از فناوری‌های متنوع کسب آگاهی و دانش برای استفاده صحیح از این امکانات امری ضروری است. بهره‌مندی از سواد رسانه‌ای برای تشخیص اخبار، اطلاعات و پیام‌های جعلی از راستین اهمیت فراوانی دارد. از مهم‌ترین شاخصه‌های اثرگذار بر آگاهی صحیح از اخبار و شنیده‌ها می‌توان به محیط فرهنگی و داشتن هوش فرهنگی افراد اشاره نمود. به میزانی که شخص قدرت تشخیص صحیح داشته باشد کمتر در معرض خرافات و پیام‌های جعلی قرار می‌گیرد. لذا این پژوهش درصدد یافتن پاسخی مناسب برای سؤال زیر است؛ چه رابطه‌ای بین سواد زیست‌محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان وجود دارد؟ از آنجایی که پژوهشی که به بررسی ارتباط متغیرهای مذکور یعنی سواد زیست‌محیطی با سواد رسانه‌ای و هوش فرهنگی که به حمایت از محیط‌زیست بپردازد، یافت نشد و خلأ پژوهشی در این زمینه احساس می‌شود. لذا پژوهش حاضر باهدف بررسی رابطه سواد زیست‌محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان انجام گردید. مهم‌ترین سئوالات پژوهش عبارتند از:

- آیا سواد زیست‌محیطی با سواد رسانه‌ای رابطه دارد؟
- آیا سواد زیست‌محیطی با هوش فرهنگی رابطه دارد؟
- آیا سواد زیست‌محیطی با سواد رسانه‌ای و هوش فرهنگی رابطه دارد؟



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

روش پژوهش

پژوهش حاضر، از لحاظ هدف، کاربردی و از نوع همبستگی می‌باشد. و روش گردآوری اطلاعات به دو صورت اسنادی و میدانی ویژه مباحث نظریه‌های متغیر و استفاده از پرسشنامه‌ها برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات جامعه آماری در خصوص متغیرهای پژوهش و ارتباط میان آن‌هاست. جامعه آماری در این پژوهش شامل همه دانشجویان کارشناسی ارشد رشته تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش دانشگاه پیام نور مرکز همدان در نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳

است که تعداد آن‌ها بر اساس آخرین اطلاعات واحد امور دانشجویی دانشگاه برابر با ۶۰ نفر می‌باشد. به دلیل محدود بودن تعداد افراد جامعه از روش تمام شمار استفاده شد لذا نمونه برابر با جامعه در نظر گرفته شد و از نمونه گیری صرف نظر گردید. ابزار اندازه‌گیری عبارت‌اند از: الف) پرسشنامه نگرش زیست‌محیطی (امام‌قلی، ۱۳۹۰) مشکل از ۱۴ سؤال در طیف لیکرت ۵ و با مقدار روایی ۰.۸۳ ب) پرسشنامه سواد رسانه‌ای تامن - فلسفی (۱۹۹۵) جهت سنجش سواد رسانه‌ای دانشجویان با ۵۹ سؤال در سه قسمت (رژیم مصرفی، ویژگی‌های پیام و نقد پیام) با طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت (خیلی کم (۱)، کم (۲)، تا حدودی (۳)، زیاد (۴)، خیلی زیاد (۵) و با مقدار روایی ۰.۸۹ و ج) پرسشنامه هوش فرهنگی (انگ و واندا، ۲۰۰۴) که از قیاس اندازه‌گیری بیست آیتمی، چهار عاملی ابعاد فراشناختی، شناختی، انگیزشی و رفتاری را اندازه‌گیری و سنجش کردند. پرسشنامه هوش فرهنگی ۲۰ سوالی و شامل چهار عامل‌اند که آلفای کرونباخ برای هر عامل آن راهبردی یا فراشناختی (۰/۷۶)، دانشی یا شناخت (۰/۸۴)، انگیزشی (۰/۷۶) و رفتاری (۰/۸۳) اعلام گردیده است.

جهت سنجش سواد زیست محیطی از پرسشنامه محقق ساخته (امام‌قلی، ۱۳۹۰) مشکل از ۱۴ سؤال در طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای استفاده خواهد شد.

پایایی ابزارهای جمع آوری داده‌ها

قابلیت اعتماد یا پایایی یک ابزار عبارت است از درجه ثبات آن در اندازه‌گیری هر آنچه اندازه می‌گیرد یعنی اینکه ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد (سرمد و همکاران، ۱۳۹۰). در پژوهش امام‌قلی (۱۳۹۰)، برای سنجش پایایی پژوهش حاضر، از آزمون آلفای کرونباخ^۱ استفاده شده است. دامنه تغییرات آلفا بین ۰ تا ۱ است که هر چه مقدار آلفا بیشتر باشد پایایی مقیاس بیشتر خواهد بود. برای انجام این آزمون ابتدا تعداد ۱۰ پرسشنامه در بین دانشجویان مورد مطالعه توزیع شد که مقدار ضریب این آزمون در جدول زیر آمده است.

جدول ۱. ضریب آلفای کرونباخ برای پرسشنامه نگرش زیست محیطی

مفهوم	تعداد سوالات	مقدار آزمون آلفا
نگرش زیست محیطی	۱۴ سؤال	۸۳٪

ضریب پایایی پرسشنامه‌ها از طریق فرمول زیر به وسیله نرم‌افزار SPSS محاسبه شده است.

$$ra = \frac{J}{J-1} \left(1 - \frac{\sum Sj^2}{s^2} \right)$$

ra = ضریب آلفای کرونباخ

J = تعداد سوالات آزمون

Sj^۲ = واریانس سوالات آزمون

s^۲ = واریانس کل آزمون

در تحقیق عزیزی (۱۳۹۳) برای تعیین پایایی ابعاد سواد رسانه‌ای، پیش آزمونی در بین ۳۰ نفر از کارکنان شاغل در روابط عمومی ادارت مختلف شهر کرمانشاه که عضو جامعه آماری بودند، به طور تصادفی اجرا می‌شود. در استفاده از روایی، میزان هماهنگی و همبستگی هر گویه با مجموع گویه‌ها تعیین و سپس گویه‌های نامناسب حذف می‌شوند. در این

^۱ Cronbach's Alpha

پژوهش، نیز برای سنجش میزان روایی از روش همبستگی درونی گویه‌ها و همچنین آلفای کرونباخ که مبتنی بر ماتریس همبستگی گویه‌ای است و ضریب پایایی کل طیف را مشخص می‌کند، استفاده شده است. برنامه SPSS علاوه بر محاسبه ضریب آلفا یا پایایی کل طیف، موقعیت تک تک گویه‌ها را از لحاظ نقش آنها در کاهش یا افزایش کلی مشخص می‌کند و بدین ترتیب، گویه‌های نامناسب که حذف آنها باعث افزایش ضریب پایایی کل طیف می‌شود تعیین می‌گردد. جدول (۲) ضریب آلفای طیف‌های مورد استفاده در این تحقیق که به روش مقیاس لیکرت با پنج گزینه طراحی شده اند، نشان می‌دهد.

جدول ۲. ضریب آلفای کرونباخ برای تخمین پایایی طیف‌ها

ابعاد	تعداد گویه	آلفای کرونباخ	آلفای کل
رژیم مصرفی	۱۸	۰/۸۶	۰/۸۹
ویژگی‌های پیام	۲۳	۰/۹۲	
نقد پیام	۱۸	۰/۸۹	

برای تعیین اعتبار محتوایی پرسشنامه سواد رسانه ای پرسشنامه مذکور به برخی از صاحب نظران و اساتید خبره داده شد و بر این اساس نظرخواهی صورت گرفت و روایی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت. برای سنجش هوش فرهنگی دانشجویان از پرسشنامه هوش فرهنگی (انگ و وانداین، ۲۰۰۴) استفاده خواهد شد. این پرسشنامه برای اندازه گیری هوش فرهنگی از مقیاس اندازه گیری بیست آیتمی، چهار عاملی ابعاد فراشناختی، شناختی، انگیزشی و رفتاری را مورد سنجش و اندازه گیری قرار می‌دهد. پرسشنامه هوش فرهنگی ۲۰ سوالی که توسط انگ و همکاران در سال ۲۰۰۴ طراحی شده است. دارای چهار عامل است که آلفای کرونباخ برای هر عامل عبارت است از: راهبردی یا فراشناختی (۰/۷۶)، دانشی یا شناخت (۰/۸۴)، انگیزشی (۰/۷۶) و رفتاری (۰/۸۳). این پرسشنامه روی ۱۴۰ نفر از دانشجویان ترکمن در حال تحصیل در دانشگاه پیام نور مرکز بهشهر در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. هدف اصلی این تحقیق تعیین رابطه بین صفات شخصیتی و هوش فرهنگی دانشجویان بوده است. در ادامه برخی ویژگی‌های روان سنجی پرسشنامه هوش فرهنگی ارایه می‌شود: در این تحقیق آلفای کرونباخ برای ۲۰ عبارت پرسشنامه ۰/۸۵ بدست آمده است. مقدار آلفا برای چهار عامل نیز به تفکیک محاسبه شده است که عبارتند از:

۱. عامل راهبردی هوش فرهنگی (۴ عبارت): ۰/۶۸
۲. عامل دانشی هوش فرهنگی (۶ عبارت): ۰/۸۶
۳. عامل انگیزشی هوش هیجانی (۵ عبارت): ۰/۷۶
۴. عامل رفتاری هوش هیجانی (۵ عبارت): ۰/۷۰

نتایج حاصل از بازآزمایی به فاصله ۱۵ روز بیانگر همبستگی ۰/۷۹ است. نتایج حاصل از تحلیل عاملی با چرخش/واریماکس نیز چهار عامل مجزا با تعداد عبارات ذکر شده در بالا را تایید کرد. روایی محتوایی پرسشنامه توسط کاظمی (۱۳۸۷)، ودادی و عباسعلی زاده (۱۳۸۸)، تسلیمی و همکاران (۱۳۸۸) و قدم پور و همکاران (۱۳۹۰) مورد تایید است. در پژوهشی قدم پور و همکاران (۱۳۹۰) ضریب آلفای کرونباخ این پرسشنامه را ۰/۸۵ گزارش کرده‌اند.

یافته‌های پژوهش

بر اساس داده‌های حاصل از پرسشنامه نگرش زیست‌محیطی امام‌قلی (۱۳۹۰)، بازه نمرات پرسشنامه در قالب جدول ۳ ارائه گردید.

جدول ۳. بازه نمرات حاصل از پرسشنامه نگرش زیست محیطی امامقلی (۲۰۱۱)

بازه نمرات	لیکرت نمره دهی	بعد
(۱۴-۲۳)	(۵-۱)	نگرش زیست محیطی ضعیف
(۲۳-۴۶)		نگرش زیست محیطی متوسط
(۴۶-۷۰)		نگرش زیست محیطی بالا
(۷۰-۱۴)		حیطه نمرات

بر اساس سؤالات پرسشنامه نگرش زیست محیطی امامقلی (۱۳۹۰) ابعاد نگرش زیست محیطی در سه بعد نگرش زیست محیطی ضعیف، متوسط و بالا رده بندی می شوند. مقدار مینیمم این پرسشنامه ۱۴ و حداکثر نتیجه حاصل از پاسخگویی به تمام سؤالات پرسشنامه ۷۰ می باشد. نتایج حاصل از پرسشنامه بر اساس تعداد فراوانی دانشجویان هر رده، در جدول ۴ ثبت گردید.

جدول ۴. آمارهای توصیفی بر اساس پرسشنامه نگرش زیست محیطی

ابعاد نگرش زیست محیطی	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	درصد
نگرش زیست محیطی بالا (نمره ۴۶-۷۰)	۲۲	۶۳/۵	۳۱/۲۵	0.36
نگرش زیست محیطی متوسط (۲۳-۴۶)	۲۶	۴۲/۳	۲۱/۸	0.43
نگرش زیست محیطی ضعیف (۱۴-۲۳)	۱۲	۱۸/۹	۹/۷	0.21
مجموع	۶۰	۱۳۷/۷	۶۳/۵	100

طبق نتایج حاصل از جداول شماره (۴) از مجموع دانشجویان مشارکت کننده در پژوهش ۲۲ نفر که مجموعاً ۳۶٪ جامعه آماری را تشکیل می دهند دارای نگرش زیست محیطی بالا، ۲۶ نفر که ۴۳٪ نمونه آماری را تشکیل می دهند دارای نگرش زیست محیطی متوسط و ۱۲ نفر دارای نگرش زیست محیطی ضعیف می باشند.

جدول ۵. خرده مقیاس های پرسشنامه سواد رسانه ای تامن - فلسفی (۱۹۹۵)

خرده مقیاس ها	بازه سؤالات	بازه نمرات
رژیم مصرفی	(۱-۱۸)	(۹۰-۱۸)
ویژگی های پیام	(۱-۲۳)	(۲۳-۱۱۵)
نقد پیام	(۱-۱۸)	(۹۰-۱۸)
مجموع	۵۹	(۵۹-۲۹۵)

جدول ۶. آماره توصیفی سواد رسانه ای

بازه سواد رسانه ای	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	درصد
ضعیف (کمتر از ۱۸)	۶	۱۷/۵	۸/۸۲	۱۰٪
متوسط (۱۸-۵۴)	۳۰	۵۱/۶	۲۶/۲	۵۰٪
مطلوب (۵۴ به بالا)	۲۴	۵۸/۲	۲۷/۳	۴۰٪
مجموع	۶۰			۱۰۰

بر اساس داده‌های حاصل از پرسش‌نامه سواد رسانه‌ای و نمره بندی مؤلفه‌های سواد رسانه‌ای تعداد فراوانی، میانگین، انحراف معیار و درصد هر گروه از مؤلفه‌ها تفکیک گردید. ۶ طبقه داده‌های حاصل نفر در رده سواد رسانه‌ای ضعیف، ۳۰ نفر دارای سواد رسانه‌ای متوسط و ۲۴ نفر نیز در رده افرادی که دارای سواد رسانه‌ای بالا هستند. مقدار میانگین و انحراف معیار برای گروه اول به ترتیب برابر ۱۷/۵ و ۸/۸۲ و برای گروه متوسط ۵۱/۶ و ۲۶/۲ در دو گروه ۵۱/۶ و ۲۶/۲ و برای گروه سوم برابر ۵۸/۲ و ۲۷/۳ حاصل گردید.

جدول ۷. بازه سوالات پرسشنامه هوش فرهنگی (انگ و وانداین، ۲۰۰۴)

ابعاد هوش فرهنگی	بازه سوالات	بازه نمرات
۱ فراشناختی	(۴-۱)	(۴-۲۸)
۲ شناختی	(۵-۱۰)	(۵-۴۲)
۳ انگیزشی	(۱۱-۱۵)	(۵-۳۵)
۴ رفتاری	(۱۶-۲۰)	(۵-۳۵)
مجموع	۲۰	(۲۰-۱۴۰)

بر اساس پرسشنامه هوش فرهنگی (انگ و وانداین، ۲۰۰۴)، اندازه‌گیری هوش فرهنگی از مقایسه اندازه‌گیری بیست آیتمی، چهار عاملی ابعاد فراشناختی، شناختی، انگیزشی و رفتاری را موردسنجش و اندازه‌گیری قرار گرفت. تعداد سوالات و بازه نمرات در جدول (۷) مدون گردید.

جدول ۸. آماره توصیفی هوش فرهنگی

ابعاد هوش فرهنگی	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	درصد
فراشناختی	۱۲	۲۴/۷	۱۱/۶	۰,۲۰
شناختی	۱۵	۳۲/۴	۱۶/۱	۰,۲۵
انگیزشی	۲۰	۳۵/۳	۱۷/۸	۰,۳۳
رفتاری	۱۳	۳۰/۴	۱۵/۳	۰,۲۱
مجموع	۶۰	۱۲۲/۸	۶۰/۸	۱۰۰

طبق یافته‌های حاصل و مدون در جدول (۸) ابعاد هوش فرهنگی به ترتیب در بعد انگیزشی با فراوانی ۲۰، شناختی با مقدار فراوانی ۱۵، رفتاری ۱۳ و فراشناختی با مقدار ۱۲ دارای بیشترین تعداد دانشجو در ابعاد هوش فرهنگی هستند. بیشترین فراوانی بعد فرهنگی مربوط به مؤلفه انگیزشی با مقدار میانگین و انحراف معیار ۲۴/۷ و ۱۱/۶ و کمترین مقدار به مؤلفه فراشناختی با میانگین و انحراف معیار ۳۵/۳ و ۱۷/۸ اختصاص یافت.

بعد از بیان آمار توصیفی از متغیرهای وابسته پژوهش و اطلاعات حاصل از پرسشنامه‌ها در قالب جداول به تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS پرداخته شد. ابتدا پیش‌فرض‌های داده‌ها را از لحاظ صحت و سقم مورد بررسی قرار گرفتند و در انتها به بررسی فرضیات پرداخته گردید.

نرمال بودن داده‌ها

نرمال بودن مقادیر و داده‌ها را می‌توان از آزمون کلموگراف-اسمیرنوف (نا پارامتریک) استفاده کرد.

جدول ۹. نتیجه آزمون (K-S) کلموگراف- اسمیرونف متغیرهای سواد رسانه‌ای و هوش فرهنگی

مقیاس‌ها	n	k-s sig
سواد رسانه‌ای	۶۰	۰/۱۳۲
هوش فرهنگی	۶۰	۰/۱۱۲

با توجه به نتیجه مقدار (K-S) و (sig) مشخص گردید که دو متغیر سواد رسانه‌ای و هوش فرهنگی دارای مقادیر طبیعی داده هستند و می‌توان از روش تحلیل کوواریانس برای بررسی فرضیه‌ها استفاده نمود.

بررسی همگنی رگرسیون

جدول ۱۰. شیب همگنی رگرسیون

مؤلفه‌ها	Df	F	Sig
سواد زیست‌محیطی	۱	۰/۱۹۳	۰/۵۳۶
هوش فرهنگی	۱	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰
کل	۱	۰/۳۲۱	۰/۴۶۵

مقدار $F = ۰/۳۲۱$ است که بیشتر از میزان $۰/۰۵$ است، لذا سطح معنی‌داری مشخص و شرط شیب همگنی رگرسیون برقرار می‌باشد.

بررسی همسانی در واریانس

از آزمون لون جهت بررسی شرط‌های برابری در واریانس‌ها استفاده می‌شود.

جدول ۱۱. بررسی واریانس متغیرها با استفاده از روش لون

متغیرهای وابسته	F	Df1	Df2	sig
سواد رسانه‌ای	۱/۰۳	۱	۵۹	۰/۱۸۶
هوش فرهنگی	۰/۷۲۳	۱	۵۹	۰/۲۴۷

طبق داده‌های جدول ۸، مقادیر F و sig برای هر دو متغیر مشخص گردید آزمون لون سطح معنی‌داری را برای متغیر سواد رسانه‌ای ($F = ۱/۰۳$ و $sig = ۰/۱۸۶$)، و در متغیر هوش فرهنگی ($F = ۰/۷۲۳$ و $sig = ۰/۲۴۷$) به دست آورد که از مقدار $۰/۰۵$ بزرگتر می‌باشد. لذا شرط همسانی واریانس برای متغیرها با استفاده از آزمون لون برقرار است.

آزمون فرضیه‌ها

فرضیه ۱: بین سواد زیست‌محیطی با سواد رسانه‌ای ارتباط قرار دارد.

مورد بررسی این فرضیه پژوهشی از همبستگی پیرسون استفاده شده است. پیش‌فرض‌های این روش با روش رگرسیون یکسان می‌باشد.

جدول ۱۲. ضریب همبستگی پیرسون سواد زیست محیطی و سواد رسانه‌ای

متغیر	تعداد	ضریب همبستگی (r)	سطح معناداری (sig)
سواد زیست محیطی و سواد رسانه‌ای	۶۰	۰/۵۳	۰/۰۰۱

نتایج جدول (۱۰) با مقدار همبستگی ۰/۵۳ و سطح معناداری ۰/۰۰۱ نشان می‌دهد که بین سواد زیست محیطی و سواد رسانه‌ای رابطه مثبت و معناداری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. لذا فرضیه پژوهش مبنی بر ارتباط بین سواد زیست محیطی و سواد رسانه‌ای در به صورت مثبت و معنادار تأیید می‌شود.

فرضیه ۲: بین سواد زیست محیطی با هوش فرهنگی ارتباط وجود دارد.

جهت بررسی این فرضیه پژوهشی نیز از همبستگی پیرسون استفاده می‌شود. پیش فرض‌های این روش با روش رگرسیون یکسان است.

جدول ۱۳. ضریب همبستگی پیرسون سواد زیست محیطی و هوش فرهنگی

متغیر	تعداد	ضریب همبستگی (r)	سطح معناداری (sig)
سواد زیست محیطی و هوش فرهنگی	۶۰	۰/۶۵	۰/۰۰۱

ضریب همبستگی با مقدار ۰/۶۵ و سطح معناداری با مقدار ۰/۱۰۰ در نتایج جدول (۱۳) نشان می‌دهد که بین سواد زیست محیطی و هوش فرهنگی رابطه مثبت و معناداری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه پژوهش مورد تأیید است.

فرضیه ۳: بین سواد زیست محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان رابطه وجود دارد.

جدول ۱۴. خلاصه نتیجه تحلیل رگرسیون فرضیه اصلی پژوهش

Model	Unstandardized Coefficients		Standard coefficients	t	sig
	B	Std. Error	Beta		
contend	90.3	3.8		23.869	0.00
سواد رسانه ای	0.271	0.421	0.468	6.24	0.001
هوش فرهنگی	0.221	0.68	0.265	3.21	0.001

با توجه به جدول و ضرایب رگرسیون حاصل، مقدار سطح معناداری برای متغیرهای سواد رسانه ای و هوش فرهنگی کمتر از ۰/۰۵ است بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد سواد زیست محیطی بر این دو متغیر تاثیر گذار است ($B \neq 0$) که این نتیجه نشان دهنده تایید فرضیه اصلی پژوهش است.

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر باهدف مورد بررسی قرار دادن رابطه بین سواد زیست محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه‌ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان صورت گرفت. پژوهش حاضر، بر اساس هدف، کاربردی و بر اساس معیار گردآوری داده‌ها،



توصیفی، پیمایشی می‌باشد. و روش گردآوری اطلاعات به دو صورت اسنادی و میدانی و با استفاده از پرسشنامه‌های نگرش زیست‌محیطی (Imam Qoli, 2011)، پرسشنامه سواد رسانه‌ای تامن - فلسفی (۱۹۹۵)، پرسشنامه هوش فرهنگی (Ang & Van Dyne 2004) بود. جامعه آماری پژوهش کلیه دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد مرکز همدان به تعداد ۶۰ نفر بود که در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ مشغول به تحصیل بودند به دلیل محدود بودن تعداد افراد جامعه از روش تمام شمار استفاده شد لذا نمونه برابر با جامعه در نظر گرفته شد و از نمونه گیری صرف نظر گردید. بعد از تکمیل پرسشنامه‌ها در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی با مورداستفاده قرار گرفتن از ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل کوواریانس به بررسی فرضیات پرداخته شد.

سواد زیست‌محیطی و سواد رسانه‌ای بیشترین فراوانی را در حیطه متوسط داشتند و در ابعاد هوش فرهنگی بیشترین مقدار مربوط به بعد انگیزشی هوش فرهنگی بود. بعد از ترسیم نمودارهای فراوانی برای هر پرسشنامه، به بررسی فرضیات پرداخته و نتایج به صورت خلاصه وار در ذیل اعلام می‌شود.

فرضیه اول: بین سواد زیست‌محیطی و سواد رسانه‌ای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد مرکز همدان ارتباط وجود دارد. با توجه به اطلاعات حاصل از تکمیل پرسشنامه‌ها و جدول شماره ۱۱ مقدار $r=0.53$ و $sig=0.001$ اعلام شد که بین سواد زیست‌محیطی با سواد رسانه‌ای ارتباط مثبت و معناداری در سطح 0.05 وجود دارد و فرضیه پژوهش تأیید گردید.

نتیجه این فرضیه با مطالعات صورت گرفته توسط Bashiri (1392), Seraji (1395), Mohammadjani (1396), Arabi (1397), Joaidi Jafari (1397), Karami (1398), Ghafari Kati Sari (1398), Ebrahimi Timorloui (1399), Javaheri (1399), Alikhani (1400), Azim Khani (1400), Majdi Yazdi (1400), Rezaei (1401), Noorozi (1401), Atshian (1402), Sultan Parviz et al. (1402), Dastmard et al. (1402), Anthony Lopez (2013), Jeff (2018), Pearce (2020), Strandvad (2021), Kerry Campbell (2021), Veronikajlin (2020), Arichie (2023), Messi Ko (2024), Finnish Ministry of Education and Culture (2024) همسو می‌باشد.

در تبیین این فرضیه می‌توان بیان نمود که استفاده از فضای مجازی امری است که در سال‌های اخیر در همه جوامع و اقشار گسترش یافته و امری غیرقابل اغماض است، از سوی دیگر داشتن سواد رسانه‌ای و بهره‌مندی از این دانش به علت کاهش تردهات، کاهش مصرف کاغذ و ... تأثیرات زیادی بر محیط‌زیست گذاشته است. هر چه سواد زیست‌محیطی در شخص ارتقا یابد، میزان حفاظت و نگهداری از محیط، منابع طبیعی نیز بهبود خواهد یافت. با توجه به مطالعات پیشین صورت گرفته می‌توان به نقش دوسویه سواد زیست‌محیطی و سواد رسانه‌ای بر یکدیگر اشاره نمود افرادی که دارای سواد زیست‌محیطی بیشتری هستند، از مهم‌ترین حافظان منابع و محیط‌زیست نیز به شمار می‌روند و متقابلاً بهره‌مندی از سواد رسانه‌ای به علت آگاهی از پیام‌ها، درک صحیح اطلاعات نیز می‌تواند نقش مؤثری در حفاظت از منابع طبیعی در شخص را به همراه داشته باشد.

فرضیه دوم: بین سواد زیست‌محیطی با هوش فرهنگی ارتباط وجود دارد.

طبق نتایج، تحلیل داده‌ها و اطلاعات مندرج در جدول ۱۲، مقدار $r=0.65$ و مقدار $sig=0.001$ نشان داد که بین سواد زیست‌محیطی و هوش فرهنگی رابطه مثبت و معناداری در سطح 0.05 وجود دارد و فرضیه پژوهش مورد تأیید می‌باشد.

نتیجه این فرضیه با مطالعات صورت گرفته توسط Qayyumi (2011), Khojaste and Abbaszadeh (2011), Akbari Helm (2015), Nazeef Kar (2015), Mowahed (2017), Shojaei (2018), Ghafari Keti Seri (2018), Javaheri (2019), Yarahamdi and others (2019), Momeni and Pourzmani (1401), Bai (2018), Arichi (2023) همسو و به نوعی تکمیل‌کننده مطالعات است.

در تبیین یافته‌های پژوهش می‌توان گفت، از مهم‌ترین عواملی که بر دانش زیست‌محیطی تأثیرگذار است، هوش فرهنگی است. این نوع هوش به علت آگاهی و دانشی که به شخص می‌دهد او را در قبال محیط زندگی، آثار فرهنگی و ... مسئول می‌داند. هرچقدر شخص از لحاظ هوش فرهنگی غنی باشد در حفاظت از محیط منابع طبیعی کوشا تر خواهد بود. از سوی



دیگر به میزانی که شخص دارای دانش زیست محیطی باشد، می تواند از لحاظ فرهنگی نیز ارتقا یابد که این امر نگهداری صحیح از آثار فرهنگی، منابع زیست محیطی را به همراه خواهد داشت. ارتقای سواد زیست محیطی و هوش فرهنگی در قشر فراگیر و دانشجوی سطح کشور از مهم ترین اقدامات در حفظ منابع طبیعی خواهد بود. فرضیه اصلی پژوهش: بین سواد زیست محیطی با هوش فرهنگی و سواد رسانه ای دانشجویان دانشگاه پیام نور همدان رابطه وجود دارد.

بر اساس یافته های حاصل از جدول ۱۴، با توجه به جدول و ضرایب رگرسیون حاصل، مقدار سطح معناداری برای متغیرهای سواد رسانه ای و هوش فرهنگی کمتر از ۰/۰۵ است بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد سواد زیست محیطی بر این دو متغیر تاثیر گذار است ($B \neq 0$) که این نتیجه نشان دهنده تایید فرضیه اصلی پژوهش است.

نتیجه این فرضیه تکمیل کننده مطالعات صورت گرفته Hamidi et al. (2013), Qayyumi (2011), Khojaste and Abbaszadeh (2011), Bashiri (2012), Saraji (2015), Akbari Halam (2015), Nazif Kar (2015), Mohammadjani (2016), Arabi (2017), Mowahed (2017), Junidi Jafari (2018), Shujaee (2018), Karami (2018), Ghafari Kati Seri (2018), Ebrahimi Timorloui (2019), Javaheri (2019), Yara Ahmadi et al. (2019), Alikhani (2014). Azim Khani (1400), Majdi Yazdi (1400), Rezaei (1401), Momeni and Pourzmani (1401), Nowrozi (1401), Bai (1402), Ghazi (1402), Atshian (1402), Sultan Parviz and others. 1402), Dastmard et al. Ariichi (2023), South Korea Environment Workshop (2024), Mesi Ku (2024), Finnish Ministry of Education (2024) است.

در تبیین یافته های این فرضیه می توان به نقش مهم و دوسویه سواد زیست محیطی بر هوش فرهنگی و سواد رسانه ای اشاره نمود. بهره مندی از سواد زیست محیطی به علت آگاهی بخشی به افراد می تواند استفاده صحیح از فضای مجازی و ارتقای سواد رسانه ای را برای حفاظت از محیط زیست به همراه داشته باشد. همچنین سواد زیست محیطی با دانش، علاقه و رفتاری که در شخص برای حفاظت از منابع طبیعی ایجاد می کند می تواند با ایجاد جرقه های دوستی با طبیعت، وجدان افراد را برای حفظ آثار باستانی، منابع زیست محیطی و... بیدار نماید تا حدی که فرد خود را در قبال این امر مهم مسئول بداند. با فراهم نمودن زمینه های مناسب برای ارتقای دانش زیست محیطی، افراد به مرور از لحاظ هوش فرهنگی نیز پیشرفت خواهند نمود که این مسئله داشتن محیط زیستی سالم و سبز را به ارمغان خواهد داشت که میراثی برای نسل های بعد خواهد بود. تاثیر سواد زیست محیطی بر مؤلفه های دیگر سؤال اصلی پژوهش یعنی هوش فرهنگی و سواد رسانه ای با کسب نتیجه P کمتر از ۰/۰۵ نشان دهنده ارتباط بین متغیرهاست. سواد زیست محیطی افراد در کنار بهره مندی از سواد رسانه ای می تواند عامل مهمی در حفاظت از منابع زیستی به شمار رود. افرادی که دارای سواد زیست محیطی هستند چنانچه سواد رسانه ای مطلوبی داشته باشند می توانند از فناوری های به روز و بر خط استفاده کنند و با این امر میزان آلودگی هوا، کاهش مصرف کاغذ و ... در حفاظت طبیعت و محیط زیست ایفای نقش نمایند. همچنین افراد بهره مند از هوش فرهنگی مطلوب چون نسبت به محیط، آداب رسوم، فرهنگ حفاظت از منابع تاریخی و بومی خود را مسئول می دانند همانند اشخاص بهره مند از سواد زیست محیطی به علت علاقه و دانشی که نسبت به محیط زیست و ارزش های آن دارند در حفظ منابع طبیعی و زیستی اهتمام بیشتری دارند. نتیجه پژوهش حاضر نیز به تاثیر سواد زیست محیطی بر مؤلفه های هوش فرهنگی و سواد رسانه ای به عنوان متغیرهای دوسویه دست یافت. از جمله پیشنهاد های پژوهشی می توان به توجه به مباحث دانش زیست محیطی، در برنامه های درسی به صورت پرننگ تر، برگزاری برنامه ها و اردوها (مانند کوه نوردی، جمع آوری زباله ها و ...) با افراد سرشناس و بزرگان حیطه آموزشی جهت آموزش عملی حفاظت از محیط زیست با ارتباطات مؤثر، احترام متقابل و تعاملات سالم به دانشجویان؛ توسعه برنامه های آموزشی برای تقویت سواد رسانه ای و هوش فرهنگی در قالب برنامه های انیمیشن و جذاب با مشارکت و تولید محتوا توسط دانشجویان؛ ترویج فضایی مناسب برای مشارکت فعال دانشجویان در فعالیت های گروهی و تیمی به منظور اقدامات بشردوستانه در خصوص حفاظت محیط زیست؛ برگزاری دوره ها و کارگاه های آموزشی ارتقای سواد رسانه ای و سواد



زیست محیطی برای والدین، دانشجویان به عنوان نقش الگویی ایشان در خانواده و جامعه اشاره نمود. پژوهش حاضر با محدودیت جامعه دانشجویان رشته فلسفه تعلیم و تربیت دانشگاه پیام نور مرکز همدان و ابزار پژوهش استفاده از پرسشنامه و روش پژوهش استفاده از روش همبستگی مواجه بوده است. پیشنهاد می شود پژوهش های کیفی یا ترکیبی در حوزه موضوع پژوهش و در دیگر مراکز دانشگاه پیام نور کشور صورت گیرد.

منابع

- Adhami, Abdolreza and Akbarzadeh, Ilham. (2010). Survey of cultural factors affecting the preservation of the environment in Tehran (case study: areas 5 and 18 of Tehran). Cognitive society studies of young people. Course, 1 issue, 1.3. [In Persian]
- Akbari Helm, Asieh and Ahmadi, Seyyed Abdul Hamid. (2015). The relationship between cultural intelligence and media literacy among the managers of the Ministry of Sports and Youth. Master's thesis. Tehran University of Science and Culture. [In Persian]
- Alikhani, Mohammad Hossein and Fani, Hojjatullah. (2021). the relationship between information and communication technology and environmental literacy of secondary school students. Master's thesis. Department of Educational Sciences. Islamic Azad University, Maroodasht Branch, Faculty of Educational Sciences and Psychology. [In Persian]
- Antonio R. López. (2013). Greening the Media Literacy Ecosystem: Situating Media Literacy for Green Cultural Citizen.
- Arabi, Hakimeh, and Suleiman Pourimran, Mehbooba. (2017). the relationship between health literacy and health-promoting lifestyle and environmental behavior. Socio-Cultural Development Studies, 6(4), 191-216. [In Persian]
- Arici Faruk. (2024). Investigating the Effectiveness of Augmented Reality Technology in Science Education in Terms of Environmental Literacy, Self-Regulation, and Motivation to Learn Science. International Journal of Human-Computer Interaction.
- Atshan, Daniyal and Khakzad, Mohammad Reza and Atshan, Pouria and Zohra Vand, Mohammad Mehdi and Rahimi, Amirreza. (2023). Media literacy and children's learning in the context of films and media, the 4th International Conference on Educational Sciences, Psychology, Counseling Education. [In Persian]
- Bai, Mina and Safari, Maryam (2023). Investigating the relationship between media literacy, cultural intelligence and intellectual capital of primary school teachers in Ramyan city. Studies in psychology and educational sciences (Nagareh Institute of Higher Education) winter 1402 - number 64. [In Persian]
- Campbell, C., Lacković, N., & Olteanu, A. (2021). A “strong” approach to sustainability literacy: Embodied ecology and media. *Philosophies*, 6(1), 14.
- Earley, P. Christopher (2002). "Redefining interactions across cultures and organizations: moving forward with cultural intelligence". In B. M. Staw (ed.). *Research in Organizational Behavior*. Vol. 24. R. M. Kramer. Oxford: Elsevier. pp. 271-99
- Ebrahimi Timorlou, Nahida and Khalili, Leila and Hedayati Khoshmehr, Aziz. (2019). Investigation between health literacy and environmental literacy among secondary school teachers in Azar Shahr. Master's thesis. Shahid Madani University of Azerbaijan, Faculty of Educational Sciences and Psychology. [In Persian]
- Elston, Carol. 2008. Using ICT in the primary school. *British Journal of Educational Technology*, 39: 191. doi: 10.1111/j.1467 8535,2007,00792_18.x
- Farahmand, Mojtaba and Bahman, Mehran. (2017). The role of media literacy in the prevention of environmental crimes with the focus on community-oriented prevention, National Conference on Green Education, Environmental Protection and Promotion of Social Capital, Isfahan. [In Persian]



- Farsi Wikipedia. (Beta) The meaning and concept of media literacy.
<https://fa.wikipedia.org/wiki/>. [In Persian]
- Fritjof Capra. (1995). *the Web of Life*, Harper Collins
- Ghafari Kati Seri, Zahra and Amin Bidakhti, Ali Akbar and Jafari, Sakineh. (2018). Prediction of pro-environmental behavior based on environmental awareness with the mediating role of environmental knowledge, attitude and motivation. Master's thesis. Semnan University, Faculty of Psychology and Educational Sciences. [In Persian]
- Ghazi, Akbar and Abdullahi, Majid and Rezaei, Mahdia. (2023). the effectiveness of e-learning on the promotion of health-oriented environmental literacy of health ambassador students in the first year of high school. Master's thesis in the field of curriculum planning. Khomein University. [In Persian]
- Ghorbani, Samaneh. (2021). Injuries and threats of the new environment and the necessity of media literacy education, National Conference on Education in the New Environment, Tehran.. [In Persian]
- Hoghazi, Farideh. (2019). Media Literacy Position in the Education System. *News Sciences*. Year 9. Number 36. [In Persian]
- Imamqoli, Luqman (2010). Investigating the impact of social capital on environmental behaviors (case study: Kurdistan province). Master's thesis. University of Mazandaran. Faculty of Humanities and Social Sciences. [In Persian]
- Javaheri, Fatemeh, Madahi, Javad, and Siarkhalaj, Hamed. (2019). Media and environmental literacy based on a selected sample of Tehran residents. *Cultural Studies and Communication*, 16(58), 35-55. [In Persian].
- Joseph Turow (2018). *Media Today: Mass Communication in a Converging World*. Taylor & Francis. ISBN: 9781317401032
- Junidi Jafari, Fatemeh and Aliabadi, Khadijah and Pourrostaei, Saeed. (2018). The effect of the environmental literacy education program based on augmented reality technology on the level of environmental knowledge, attitude and behavior of high school students. Master's thesis. Allameh Tabatabai University, Faculty of Psychology and Educational Sciences. [In Persian]
- Karani, Zahra. (1401). The importance of environmental literacy in protecting the environment as a precious heritage for future generations, the first national conference on environmental challenges: green industry and mining, Tehran. [In Persian]
- Kerami, Roya and Hijazi, Seyyed Yusuf and Rezaei, Abdul Mutalib. (2018). The role of media and components of environmental education on the environmental behavior of members of environmental non-governmental organizations in Tehran province. *Environmental Science Quarterly*. 1. (17). [In Persian]
- Mohammadjani, Ebrahim and Safar Navadeh, Maryam and Hashemi, Heshmatullah and Quaidi, Mehdi (2016). The effect of information technology and communication ICT on the environmental literacy of primary school students. *The scientific-research quarterly of a new approach in educational management*, ninth year, number 1. [In Persian]
- Mohammadkhani, Kamran and Timuri, Vali. (2018).. Cultural intelligence and global leadership. *Strategic Studies of Public Policy*, 2(2), 93-110. [In Persian]
- Mohed, Ahmad and Abbasi, Zohra and Abedi, Motahara and Ahmadi, Farzaneh. (2017). The role of cultural and social intelligence dimensions in predicting environmental behaviors in cultured people. *Journal of Environmental Law*, 3(1), 60-69. [In Persian]
- Momeni, Sohail, and Pourzmani, Zahra. (2022). assessing the relationship between cultural intelligence and auditors' social responsibility: a psychological model using structural equations. *Financial and behavioral researches in accounting*, 2(3 (sequential 6), 38-68. [In Persian]

- Najafi, Aylar, Gholamzadeh, Fatemeh and Aghaei, Zahra. (2023). "Effect of learning environment on the culture of environmental literacy among sixth grade female students of Baharestan city in 2023-2024. [In Persian]
- Namdar, Razia and Haghighi, Zahra. (2017). Explaining the role of environmental literacy in achieving sustainable development. 7th National Congress of Extension Sciences and Education of Agriculture, Natural Resources and Sustainable Environment. Bo Ali Sina University. [In Persian]
- Nasiri, Bahareh and Bakshi, Bahareh and Hashemi, Mahmoud. (2012). The importance of teaching media literacy in the 21st century. Media studies. Seventh year. Number 18. [In Persian]
- Nowrozi, Azam. (2022). Investigating the relationship between media literacy and environmental behaviors and job satisfaction of teachers in Shushtar city, Khuzestan province, the fifth national conference of modern technologies in education, psychology and counseling in Iran, Tehran. [In Persian]
- Qayyumi, Abbas-Ali and Mohammad Khani, Kamran and Semnani, Majid Mohammad. (2011). Examining the cultural factors effective in preserving the environment from the perspective of the citizens of Tehran (case study of Region 4 of Tehran Municipality, Cultural Management, Volume 2, 6 (series 16), p. 3. [In Persian]
- Rahmati, Alireza. (2019). The role of environmental literacy in reducing environmental pollution, the fourth international conference on modern researches in agricultural engineering, environment and natural resources, Karaj. [In Persian].
- Rezaei, Mahdie and Shabiri, Seyed Mohammad. (2013). The relationship between the use of information and communication technology (with an emphasis on the Internet) and the environmental literacy of human and environment students. Number 31
- Rezaei, Mahdieh and Shobiri, Mohammad and Sarmadi, Mohammadreza and Al-Rijani, Maryam. (2015). Investigating the environmental literacy of Payam Noor University students in Central Province with an emphasis on gender and comparing it from the perspective of Islam and Ecofeminism. Human and Environment Quarterly. Number 4. [In Persian].
- Rezaei, Vahid and Zanzi, Kiaresh. (1401). The function of animation as a media in teaching environmental issues. Master's thesis. Sourah University. Faculty of Arts. [In Persian]
- Saeed Rumani, Rizvan Yarahamdi, Hadith Sabzevarinejad, and Fatemeh Hashemi. 1399 "Investigation of the relationship between cultural intelligence and belief in superstitions of Farhangian University of Khorram Abad. [In Persian]
- Sara Malou Strandvad, Tracy C. Davis & Megan Dunn. (2021) Skills and strategies of activist mermaids: from pretty to powerful pictures. *Text and Performance Quarterly* 41:3-4, pages 262-282.
- Saraji, Farhad and Qamari Wafa, Kobri. (2015). Environmental literacy of students as an important cultural category in today's era. Conference of the Iranian Curriculum Studies Association.
- Sarmad, Venus; Hijazi, Elaha and Abbas Bazargan (2012) Research Methodology in Behavioral Sciences, Tehran: Age Publications. [In Persian]
- Share, J. (2020). Critical media literacy and environmental justice. In *Media literacy in a disruptive media environment* (pp. 283-295
- Sharqi, Maryam and Jafari, Ali. (2024). The relationship between media literacy and the amount of use of virtual space and the acceptance of media news among female students of the second year of high school. *Communication Research*, 31(117), 105-135. doi: 10.22082/cr.2023.561781.2413. [In Persian]
- Sheikh Ansari, Mahin. (2021). Iranian society and virtual space, secondary analysis of social science research in the field of virtual space. *Iranian Journal of Sociology*, 22(4), 3-32. [In Persian]

- Shobiri, Mohammad and Faraj Elahi, Mehran and Kokohi Kakah, Ilham and Maibodi, Hossein. (2012). The relationship between the amount of mass media use (with an emphasis on television) and the improvement of the level of environmental literacy of teachers. Information and communication technology in the fourth year of educational sciences. Number 1 (13 in a row). [In Persian]
- Taji, Hamid Reza and Dibai Saber, Mohsen. (1402). Identifying the components of media literacy education and analyzing its position in the upstream documents of education and upbringing. Educational innovations, year 22, number 85. [In Persian]
- Veronica J. Lin & Nicole M. Ardoin. (2023) Connecting technologies and nature: Impact and opportunities for digital media use in the context of at-home family environmental learning. *The Journal of Environmental Education* 54:1, pages 72-83.
- Volk, Trudi L. Hungerford, H R. Tomera, Audrey N (1984)"A National Survey of Curriculum Needs as Perceived by Professional Environment Education", *The Journal Of Environmental Education*, 16: 1, 10-1

نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی

سید محسن مدینه^{۱*}، ایمان زارع^۲، فاطمه مومنی^۳

۱. استادیار گروه حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: madineh1361@pnu.ac.ir

۲. استادیار گروه حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳. دانشجوی دکتری حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

چکیده

حرکت به سمت جوامع مدرن و صنعتی و تعامل مداوم صاحبان کسب و کار با طبیعت و منابع زیستی باعث ایجاد چالش‌ها و مشکلات فراوانی در حوزه زیست محیطی شده است. از سوی دیگر اندیشه بقا در بازار رقابتی و دستیابی به توسعه پایدار، شناخت و مدیریت هزینه‌های زیست محیطی را به یک ضرورت غیر قابل انکار تبدیل کرده است. حسابداری سبز ابزاری برای شناخت موارد تأثیرگذار بر محیط زیست بوده و می‌تواند برای دستیابی به این مهم، سودمند باشد. بر این اساس در این پژوهش تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفت. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت جزء پژوهش‌های توصیفی همبستگی می‌باشد. نمونه آماری شامل ۴۲۲ شرکت فعال در بورس که با روش حذف سیستماتیک از بین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شدند. از آماره‌های توصیفی جهت توصیف داده‌ها استفاده شد و برای انجام تحلیل‌های استنباطی و بررسی فرضیه‌های پژوهش از مدل‌های رگرسیونی داده‌های ترکیبی یا تلفیقی استفاده گردید. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که حسابداری سبز بر هزینه‌های داخلی، هزینه‌های ناشی از زبان‌های وارده به محیط زیست و هزینه‌های پنهان تأثیر منفی و معنادار دارد. بکارگیری حسابداری سبز ابزاری مهم برای آگاهی از هزینه‌های مربوط به محیط زیست و همچنین عاملی برای کاهش و اجتناب از این هزینه‌ها محسوب شده و در نهایت باعث هماهنگی هرچه بیشتر اهداف سازمانی و اهداف زیست محیطی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: حسابداری سبز، هزینه‌های پنهان، هزینه‌های داخلی، هزینه‌های زیست محیطی.

مقدمه

بشر از ابتدای ورود به کره خاکی با محیط زیست خود تعامل مداوم و پایداری داشته است، اما رشد جمعیت، دستیابی به اختراعات و اکتشافات جدید علمی و حرکت به سمت جامعه مدرن و صنعتی سبب شده تا انسان امروز در جهان بحران‌زده زندگی کند. در دهه‌های اخیر علاوه بر بحران‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و ارزشی، که تهدیدات جدی محسوب می‌شوند، باید مشکلات و بحران‌های زیست محیطی را نیز به فهرست بحران‌های جهانی اضافه کرد (سرمدی و معصومی فرد، ۱۳۹۵، ۴۰). مدیریت بحران‌های زیست محیطی، آگاهی بخشی در این خصوص، ایجاد و افزایش آموزش‌های زیست محیطی و بطور کلی مدیریت کردن مسایل و مشکلات حوزه محیط زیست مستلزم صرف هزینه‌هایی از سوی واحدهای اقتصادی بوده و می‌تواند عملکرد آنها را تحت تأثیر خود قرار دهد (نمازی و خرم دل ماسوله، ۱۴۰۱، ۱۲). یکی از حوزه‌هایی که از دهه ۷۰ میلادی به دلیل گسترش نگرانی و آسیب پذیری‌های ناشی از عدم آگاهی، ضعف ارزش‌ها و مهارت‌های تجربی به صورت فردی و گروهی مورد توجه جهان قرار گرفت، آموزش زیست محیطی بود که همه کشورها را

به سمت یک برنامه همگانی زیستی محیطی منسجم هدایت نمود و ارائه آموزش‌های زیست محیطی را به یک ضرورت عمومی و همگانی تبدیل نمود و باعث ایجاد هزینه‌هایی در این خصوص گردید (ارشادی و علی‌عسگری و افکاری، ۱۴۰۲، ۱۰۸؛ شمسی و شبیری، ۱۳۹۶، ۵۰). در این بین حسابداری سبز به عنوان یک سیستم حسابداری جامع، نه تنها به ثبت و گزارش‌دهی اطلاعات مالی می‌پردازد، بلکه اثرات زیست محیطی فعالیت‌های سازمانی را نیز اندازه گیری و گزارش می‌کند. عملکرد مهم حسابداری سبز آن است که هزینه‌های زیست محیطی را به اطلاع سهامداران شرکت‌ها برساند، زیرا در این حالت شرکت‌ها به شناسایی راه‌های کاهش و حذف این هزینه‌ها تشویق می‌شوند و این امر به نوبه خود حفاظت از محیط زیست را به دنبال خواهد داشت. ارائه اطلاعات زیست محیطی در صورت‌های مالی و یادداشت‌های پیوست صورت‌های مالی، به تصمیم‌گیری کارآمدتر تجاری، زیست محیطی و اقتصادی مدیران کمک می‌نماید (کمجانی و دانش، ۱۴۰۲، ۱).

امروزه به واسطه رشد و پیشرفت‌های صنعتی و تکنولوژیکی، تأثیرات جوامع انسانی بر محیط زیست افزایش یافته است. این امر لزوم تدوین روش‌ها و مدل‌های مختلف، با هدف بررسی و مطالعه این آثار و همچنین تبیین روابط متقابل بین انسان و محیط زیست را ضروری می‌نماید (سپاسی و اسماعیلی، ۱۳۹۴، ۱۰). تجربه جهانی ثابت کرده است که بهبود سطح زندگی در محیط زیست و عملکرد زیست محیطی، بدون همکاری بخش صنعت امکان‌پذیر نیست. از این رو، شرکت‌ها و صنایع که فعالیت‌های آنها دارای آثار گسترده محیطی، اجتماعی و اقتصادی است، با چالش جدی در زمینه انتشار اطلاعات فعالیت‌های زیست محیطی خود، روبه رو هستند (اکبری و پورزمانی، ۱۳۹۷، ۱۳۷). هر سازمان برای انجام فعالیت‌های خود، نیازمند استفاده از سه عامل مهم منابع انسانی، منابع مالی و منابع طبیعی است. با توجه به اهمیت هزینه‌های زیست محیطی می‌توان آنها را به عنوان بخشی از بهای تمام شده محصولات یا خدمات واحدهای تجاری قلمداد نمود. عدم گزارش این‌گونه هزینه‌ها در صورت‌های مالی موجب می‌شود که اولاً هزینه‌های زیست محیطی از دید مدیریت پنهان مانده و اقدامات لازم برای کنترل آنها صورت نگیرد، ثانیاً عدم گزارشگری صحیح و شفاف هزینه‌های زیست محیطی بعنوان بخشی از بهای تمام شده، باعث مخدوش شدن مهم‌ترین ویژگی کیفی اطلاعات حسابداری، یعنی قابل اتکا بودن آنها می‌گردد (نظری پور و امیدوار، ۱۳۹۳، ۱۷). به دلیل حساسیت مسایل زیست محیطی، به عنوان یک الزام برون سازمانی و یا درون سازمانی، حسابداری سبز با هدف هزینه‌یابی فعالیت‌های زیست محیطی پیوند خورده و موضوع هزینه به سبب تأثیری که بر عملکرد اقتصادی دارد و در نهایت نکات مثبتی که در عملکرد آتی بنگاه انتفاعی می‌گذارد، بسیار حائز اهمیت است. لذا با توجه به این ضرورت، در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست محیطی پرداخته می‌شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

رشد اقتصادی به همراه رشد روزافزون جمعیت باعث تشدید استفاده از منابع طبیعی و در نتیجه وارد آمدن خسارات فراوان به کره زمین گردیده است. کاهش خسارات وارده به محیط زیست که عمدتاً می‌تواند از طریق مدیریت کارآمد هزینه‌های عملیاتی صورت گیرد، یکی از دغدغه‌های اصلی سازمان‌های امروزی به حساب می‌آید و با کمک حسابداری سبز^۱، که هدف اصلی آن توسعه پایدار است، شرکت‌ها می‌توانند به یک مزیت رقابتی پایدار دست یابند (رحیمی نژاد، ۱۴۰۳، ۲). با افزایش قوانین و مقررات دولتی و بالا رفتن سطح آگاهی عمومی نسبت به اهمیت مسائل محافظت از محیط زیست، توجه به حسابداری سبز بیش از گذشته مورد توجه شرکت‌ها، به خصوص شرکت‌هایی در سطح بازار که درگیر رقابت با سایر شرکت‌ها می‌باشد، مورد توجه قرار گرفت، چراکه حسابداری سبز می‌تواند بواسطه تعدیل هزینه‌ها

¹ Green accounting

شرکت‌ها، باعث افزایش مزیت رقابتی شرکت‌ها گردد (میرابی و دلشاد، ۱۳۹۸، ۳۸۱). به دلیل بروز چالش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی که در دهه اخیر سازمان‌ها را تهدید می‌نمود، رو یکرد مشتری‌گرایی و تمرکز بر خواسته‌های آنان و طراحی راهبرد سازمان در ایجاد رضایت مشتریان، قابلیت خود را برای ایجاد مزیت رقابتی از دست داده‌اند، بنابراین شرکت‌ها بقای خود را در مسئولیت‌پذیری در سه حوزه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی یافته‌اند. سبز کردن حسابداری، فرایند در نظر گرفتن معیارها یا ملاحظات زیست محیطی در سراسر عملکردهای مالی است، نقطه اتصال این رویکرد را می‌توان در رویکردهای زیست‌محیطی حسابداری شرکت‌ها در افشای عملکردهایی همچون آلاینده‌گی‌ها، ضایعات، استهلاک‌ها و... یافت (دیانتی دیلمی و خداکرمی، ۱۳۹۶، ۱۹۳).

سرآغاز سبزگرایی در حرفه حسابداری، در سال ۱۹۹۰ توسط هیئت تدوین استانداردهای حسابداری در نشریه شماره ۸۰/۹ تحت عنوان سرمایه‌ای کردن هزینه‌های آلودگی محیط زیست، بود که تلاش نمود تا فقدان یک کارکرد ویژه در حرفه حسابداری را به عنوان عاملی برای افزایش آلاینده‌گی‌های زیست محیطی را به اطلاع همگان برساند. بنابراین در سال ۱۹۹۵ استاندارد ایزو ۱۴۰۰۰ برای تشویق و تغییر رفتارهای زیست محیطی شرکت‌ها جهت رعایت سیاست‌های حسابداری محیط زیست که بعدها به سبز شهرت یافت، به وجود آمد (مولایی بیرگانی و همکاران، ۱۴۰۴، ۹۰).

حسابداری سبز که در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان رشته حسابداری و طرفداران محیط زیست را به خود جلب کرده است، با مدیریت بهینه هزینه‌های زیست‌محیطی^۱، باعث اجرای بهتر سیستم مدیریت محیط زیست شده و فواید مهمی را برای سلامت جامعه و موفقیت واحد تجاری در بازار رقابت به همراه دارد. اینکه مخارج صرف شده برای محیط زیست از سوی شرکت چگونه در حساب‌ها منعکس شود یا نحوه افشای آنها چگونه باشد، مسائلی هستند که حسابداری سبز با پرداختن به آنها اطلاعات مناسبی به مدیریت ارائه می‌نماید و بدین وسیله نقش بسزایی در کمک به حفاظت از محیط زیست ایفا می‌کند. اجرای حسابداری سبز یکی از عوامل مهم موفقیت واحد تجاری در بازار رقابتی است (تقی‌زاده، ۱۴۰۰، ۲). حسابداری سبز یا حسابداری محیط زیست به مجموعه قوانین و قواعدی گفته می‌شود که باعث می‌شود سیستم حسابداری بتواند آثار ناشی از تخریب و آلودگی محیط زیست را شناسایی، ثبت، گزارش و افشا کند (آهنی و حجتی، ۱۴۰۲، ۱). اسکو (۱۳۹۲) حسابداری سبز را شاخه‌ای از حسابداری تعریف نموده که به جمع‌آوری اطلاعات هزینه‌های مربوط به محیط زیست و بکارگیری اطلاعات در انجام محاسبات مربوط به قیمت تمام شده کالاها و خدمات می‌پردازد. حسابداری سبز به عنوان ابزاری موثر در دستیابی به اهداف پایداری مالی و زیست‌محیطی عمل می‌کند. در واقع حسابداری سبز چرخه‌ای مبتنی بر فعالیت‌های زیست‌محیطی شرکت‌هاست، چراکه باعث می‌شود از طریق ایجاد فرآیندی یکپارچه در گزارشگری شرکت نسبت به افشای عملکردهای زیست محیطی، چرخه پویاتری از حسابداری سبز برای شرکت‌ها براساس فرآیندهای استراتژیک ایجاد شود (دیانتی دیلمی و خداکرمی، ۱۳۹۶، ۱۹۵).

کمبود دانش و مهارت‌های لازم در زمینه حسابداری سبز، نبود استانداردهای حسابداری زیست‌محیطی و مقاومت در برابر تغییر، از جمله موانع اصلی در این زمینه هستند. برای غلبه بر این چالش‌ها، نیاز به آموزش‌های تخصصی، توسعه استانداردهای حسابداری زیست‌محیطی و حمایت از سوی نهادهای دولتی و بین‌المللی می‌باشد (اسلامی محمودآبادی، ۱۴۰۳، ۳). حسابداری سبز، به شرکت‌ها کمک می‌کند تا با متناسب سازی ساختارهای شرکت از نظر اندازه با استراتژی‌های تدوین شده، موانع کاهنده تأثیرگذاری حسابداری سبز تقلیل یافته و شرکت در مسیر منسجم‌تری از پایداری تلاش نماید (مولایی بیرگانی و همکاران، ۱۴۰۴، ۹۵). هراتی اصلی (۱۴۰۲) بیان می‌کند که حسابداری سبز با ارائه چارچوبی برای ارزیابی و محاسبه هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی مرتبط با اقدامات کنترل آلودگی، نقش مهمی در مدیریت هزینه و حذف آلاینده‌ها ایفا می‌کند. این امر به سازمان‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌ها و مزایای واقعی

¹ Environmental costs

اقدامات مربوط به حذف آلاینده‌ها را درک کنند و همچنین آنها را قادر می‌سازد تا منابع را به طور مؤثری تخصیص داده و تصمیمات آگاهانه اتخاذ نمایند. محمدی نافچی (۱۳۹۹) نیز تأکید می‌کند که حسابداری سبز می‌تواند در امر ارزیابی عملکرد، کنترل، نظارت و تصمیم‌گیری به مدیران کمک نموده و در صورت استقرار نظام مطلوب حسابداری و حسابرسی زیست‌محیطی در کشور، حسابداران می‌توانند بازوی قدرتمندی برای دولت در ارتباط با کنترل‌های اقتصادی و مالی باشند. حسابداری سبز بخشی از این تغییرات را در سازمان و بخش وسیع‌تر آن را در جامعه ارائه می‌کند و با شناخت اساسی بیشتر و مشارکت در فعالیتهای کاری روزانه به تعیین هدف توسعه پایدار به عنوان رویکردی خاص کمک می‌کند. در خصوص اهمیت و ضرورت بکارگیری حسابداری سبز اندیانا و همکاران (۲۰۲۰) معتقدند با استفاده از حسابداری سبز، کسب و کارها می‌توانند عملکرد مالی و زیست‌محیطی خود را بهبود بخشند. رحمدانی و همکاران (۲۰۲۱) نیز اشاره کردند که عملکرد مالی یک شرکت زمانی بهبود می‌یابد که از حسابداری سبز استفاده می‌کند، چرا که بکارگیری حسابداری سبز، فروش و نهایتاً سود بیشتری ایجاد می‌کند. لستری و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که چگونه استفاده از حسابداری سبز عملکرد زیست‌محیطی کسب‌وکارها را افزایش می‌دهد. با این حال، نتایج همه پژوهش‌ها مؤید این موضوع نیست، مانند پژوهش پوسپیتاساری و کاهیان (۲۰۲۳) که نشان داد عملکرد مالی تحت تأثیر حسابداری سبز قرار نمی‌گیرد. شرکت‌ها در راستای ایفای تعهدات خود نسبت به محیط زیست و ذینفعان، مقرراتی را تدوین می‌کنند که استفاده از حسابداری سبز را برای افزایش عملکرد زیست‌محیطی شرکت تشویق می‌کند. تدوین و اجرای قوانین و ملاحظات زیست‌محیطی در شرکت‌ها، علیرغم ایجاد هزینه‌های متعدد می‌تواند کارایی عملیاتی را بهبود بخشد و اعتماد سرمایه‌گذاران و ذینفعان را افزایش دهد (دوی و افندی، ۲۰۲۴، ۳۹۸). کسب‌وکارهای مختلف می‌توانند اثربخشی استفاده خود را از حسابداری سبز برای ارزیابی هزینه‌های زیست‌محیطی و اثرات مدیریت زیست‌محیطی افزایش دهند، بنابراین اندازه‌گیری هزینه‌های زیست‌محیطی باید برای رفع مسائل زیست‌محیطی موجود انجام شود. عملکرد شرکت‌ها، به ویژه آنهایی که اثرات زیست‌محیطی دارند، می‌توانند با گزارش هزینه‌های زیست‌محیطی ارزیابی شوند (لوزیانا و همکاران، ۲۰۲۱، ۵۶۲۲). هزینه‌های تحمل‌شده توسط شرکت‌ها به دلیل فرآیندهای تولید که به محیط زیست آسیب می‌زند، هزینه‌های زیست‌محیطی نامیده می‌شود (کاحیان و پوسپیتاساری، ۲۰۲۳، ۹). هزینه‌های زیست‌محیطی در واقع الزام شرکت به حفاظت از محیط زیست می‌باشد، اما این یک سرمایه‌گذاری بلندمدت است که شهرت شرکت را افزایش می‌دهد و باعث جلب اعتماد عمومی می‌شود (پریجایانتی و هاک، ۲۰۲۳، ۶۶۵). سپاسی و رضانی (۱۳۹۹) در تشریح هزینه‌های زیست‌محیطی اشاره کردند که این هزینه‌ها شامل هزینه‌های برون‌سازمانی و درون‌سازمانی می‌شود و مربوط به همه هزینه‌های تحمیل شده در خصوص حفاظت از محیط زیست یا آسیب رساندن به آن می‌باشد. هزینه‌های حفاظت از محیط زیست شامل هزینه‌هایی است که برای پیشگیری از آسیب رساندن به محیط زیست به شرکت وارد می‌شود و هزینه‌هایی همچون جرایم ناشی از عدم رعایت مسایل زیست‌محیطی و یا تخریب آن که زاینده قانون بوده و توسط ارگان‌های ذیربط مطالبه می‌شود، بعنوان هزینه‌های برون‌سازمانی قابل طبقه‌بندی است. سپاسی و رضانی (۱۳۹۹) اضافه می‌کنند که مخارج زیست‌محیطی شرکت شامل مخارج حفاظت از محیط زیست، مخارج مربوط به دفع ضایعات و تصفیه آلاینده‌ها، مدیریت زیست‌محیطی و هزینه‌های جلوگیری از آلودگی می‌باشد. سجادی و جلیلی (۱۳۸۶) نیز اشاره می‌کنند که هزینه‌های زیست‌محیطی، هزینه‌هایی هستند که به دلیل رعایت قوانین و مقررات زیست‌محیطی به شرکت تحمیل می‌شوند. هزینه‌هایی همچون هزینه‌های شرکت برای اصلاح و بهبود کیفیت محیط زیست، هزینه‌های مرتبط با تجهیزات کنترل آلودگی محیط زیست، جرایم و مجازات‌های عدم رعایت قوانین و مقررات زیست‌محیطی و حفاظت از محیط زیست نیز به طور مسلم هزینه زیست‌محیطی محسوب می‌شوند، حتی اگر این هزینه‌ها توسط قانون الزامی نشده باشند. نظری پور و امیدوار (۱۳۹۳) در تبیین و تشریح هزینه‌های زیست‌محیطی هزینه داخلی را آن دسته از هزینه‌هایی زیست‌محیطی می‌دانند که در واحد تجاری روی می‌دهند و می‌توان واحد تجاری را

مسئول آنها دانست. هزینه‌های داخلی به طور مستقیم بر سود و زیان شرکت تأثیر می‌گذارند. آنها هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست را نیز هزینه‌هایی می‌دانند که یک شرکت به واسطه زیان‌های وارده به محیط زیست - که اغلب ناشی از رویدادهای گذشته است - مانند جرایم مرتبط با نقض قراردادهای زیست‌محیطی متحمل می‌گردد. دسته‌ای دیگر از هزینه‌های زیست‌محیطی در قالب هزینه‌های پنهان^۱ قابل طبقه‌بندی است. هزینه‌های پنهان محیط زیست جزء هزینه‌های سربار محسوب می‌شود. این هزینه‌ها شامل مکان‌یابی، طراحی محصولات سازگار با محیط زیست، انتخاب گروه‌های صلاحیت‌دار ارائه دهنده کالا و خدمات و ارزیابی تجهیزات کنترل آلودگی محیط زیست می‌باشد (خوش طینت، ۱۳۸۵، ۲؛ شاه ویسی و سلیمانیان، ۱۳۸۶، ۳؛ سجادی، ۱۳۸۶، ۲). هزینه‌های زیست‌محیطی یکی از چندین نوع هزینه‌ای است که شرکت‌ها برای تولید کالا و خدمات خود متحمل می‌شوند و به دنبال آن عملکرد زیست‌محیطی در دنیای امروز یکی از ملاک‌های مهم اندازه‌گیری موفقیت تجاری می‌باشد. اکثر فعالیتهای جوامع بشری به ویژه فعالیتهای تولیدی دارای اثرات زیان‌بار فراوانی بر محیط زیست پیرامون خود می‌باشند (احمدی و گرجی، ۱۴۰۱، ۵).

بی، دیوی و کین (۲۰۱۱) معتقدند که فرضیه اساسی که مبنای حسابداری سبز قرار دارد، این است که سازمان‌ها باید هزینه‌های زیست‌محیطی را درونی کنند، بدین معنی که به جای پرداخت جرایم زیست‌محیطی به دولت، اقدامات مربوط به پیشگیری را انجام دهند. در حال حاضر این هزینه‌ها خارجی هستند، بدین معنا که شرکت‌ها فعالیتهای خود را بدون توجه به آثار آلودگی آن انجام می‌دهند، سپس از محل جرایم پرداختی بابت آلودگی آنها دولت نسبت به ترمیم منابع طبیعی اقدام می‌کند و توجیه شرکت‌ها برای این کار این است که هزینه‌های زیست‌محیطی، «هزینه عمومی» هستند (مورتی و یاکوب، ۲۰۱۳، ۵). نتایج پژوهش زینب و برهانی (۲۰۲۰) نشان داد که تأثیرگذاری بر هزینه‌های زیست‌محیطی یک رویکرد بسیار مؤثر برای تأثیرگذاری بر عملکرد مالی و زیست‌محیطی است. یافته‌های پژوهش دوی و افندی (۲۰۲۴) نیز حاکی از تأثیر قابل توجه هزینه‌های زیست‌محیطی بر عملکرد مالی شرکت‌هاست. آنها توضیح می‌دهند که هزینه‌های زیست‌محیطی در مجموع عملکرد مالی را افزایش می‌دهد، حتی اگر تا حدودی بر عملکرد مالی تأثیر منفی نیز بگذارد. علاوه بر این دریافتند که هزینه‌های زیست‌محیطی یک محرک خوب و قوی برای عملکرد زیست‌محیطی نیز می‌باشد. در ادامه تعدادی از پژوهش‌های داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش ارائه می‌شود:

ملکیان و سلمانی (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «حسابداری محیط زیست از منظر اسلام» دریافتند که در اصول اسلامی، مفاهیم پیشنهادی متنوعی در خصوص حسابداری محیط زیست بیان شده است. در سیستم حسابداری سنتی، به دلیل تکیه بر دیدگاه‌های مالی، ارائه اطلاعات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت بنگاه‌های تجاری امکان‌پذیر نیست و در اسلام به اهمیت محیط زیست توجه زیادی شده است، آنچنان که حفاظت از محیط زیست عملی عبادی محسوب می‌شود.

عالمشاه (۱۳۹۳) در پژوهشی عوامل مؤثر در اتخاذ روش‌های حسابداری مدیریت زیست‌محیطی را بررسی کرد و دریافت که اولویت پایین حسابداری هزینه‌های زیست‌محیطی، مقاومت در برابر تغییر روش‌های سنتی، کارایی یا ملاحظات مخارج و منافع، محدودیت منابع و نیروی متخصص، دشواری جمع‌آوری و تخصیص هزینه‌های زیست‌محیطی و فشار خارجی عواملی هستند که بر فرآیند تصمیم‌گیری در مورد اتخاذ یا عدم اتخاذ روش‌های حسابداری مدیریت زیست‌محیطی تأثیر گذارند.

قرنی و حیدرپور (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان «تأثیر حسابداری زیست‌محیطی بر شاخص‌های مالی و عملیاتی شرکت‌های تولیدی» تصریح کردند که به موازات رشد اقتصادی، فشار بر سیستم‌های طبیعی و منابع کره زمین شدت

¹ Hidden costs

می‌گیرد. واقعیت تأسفبار این است که اقتصاد به رشد خود ادامه می‌دهد، اما محیط زیست که اقتصاد به آن وابسته است رشد نمی‌کند. نتایج این پژوهش نشان دهنده تأثیر حسابداری زیست‌محیطی بر شاخص‌های مالی و عملیاتی شرکت‌ها است.

احمدی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود دریافتند که گزارشگری مالی زیست‌محیطی از ابعاد اصلی کیفیت گزارشگری مالی بوده و چنانچه اطلاعات کامل و عاری از اشتباه و تمایلات جانبدارانه باشد، عاملی مؤثر در بهبود کیفیت گزارشگری مالی است. همچنین وجود گروه‌های درون‌سازمانی و برون‌سازمانی در قالب مدافعان محیط زیست، که مورد حمایت مدیران بخش‌های مختلف به ویژه هیأت مدیره باشد، به عنوان عاملی اساسی در گزارشگری غیرمالی زیست‌محیطی است.

سپاسی و رمضانی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «کاربرد حسابداری مدیریت زیست‌محیطی در شناسایی هزینه‌های زیست‌محیطی» به تبیین نقش حسابداری زیست‌محیطی در شناسایی و مدیریت هزینه‌ها پرداخته و تأکید نمودند، افشا داوطلبانه اطلاعات و هزینه‌های مربوط به محیط زیست به عنوان ابزاری برای کاهش عدم تقارن اطلاعاتی بین مدیران و ذینفعان بوده و بنابراین شرکت‌ها برای کاهش این عدم تقارن و همچنین برای کسب مشروعیت، بهتر است اقدام به افشای داوطلبانه اطلاعات زیست‌محیطی نمایند.

آهنی و حجتی (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان «مروری بر حسابداری سبز، افشای مسئولیت اجتماعی، عملکرد مالی و ارزش شرکت» نشان دادند که مسئولیت اجتماعی شرکت به طور قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد مالی و ارزش شرکت اثرگذار بوده و علاوه بر این تأثیر مثبت حسابداری سبز بر افزایش سود شرکت‌ها نیز در پژوهش آنها مورد تأیید قرار گرفت.

رضایی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهش خود دریافتند که بین افشای اطلاعات زیست‌محیطی و هزینه‌های تحقیق و توسعه شرکت‌ها رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. بر این اساس شرکت‌هایی که توجه بیشتر به افشای اطلاعات زیست‌محیطی دارند، با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه، تمایل بیشتری به تولید محصولات جدید با حداقل آلاینده‌گی دارند.

اسلامی محمودآبادی (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی نقش حسابداری سبز در پایداری مالی و محیط زیستی شهرداری‌ها» نشان داد که حسابداری سبز پتانسیل بالایی برای بهبود پایداری مالی و زیست‌محیطی دارد.

مولایی بیرگانی و همکاران (۱۴۰۴) در پژوهش خود با موضوع الگوی تفسیری ارزش‌های رقابتی حسابداری سبز، دریافتند که پیاده‌سازی حسابداری سبز باعث ایجاد ارزش‌های درون‌سازمانی و برون‌سازمانی می‌شود و این ارزش‌ها شامل چهار مؤلفه اصلی مزیت اطلاعاتی؛ مزیت هزینه‌ای؛ مزیت رقابتی و مزیت اکولوژیکی می‌باشد.

کریستین (۲۰۰۲) در پژوهشی تحت عنوان «استفاده از حسابداری مدیریت محیط زیست برای شناخت و اندازه‌گیری هزینه‌های زیست‌محیطی» الگوهایی در جهت برآوردهای هزینه‌های محیط زیست برای شرکت‌ها به وسیله حسابداری مدیریت زیست‌محیطی پیشنهاد داد. در این پژوهش بر لزوم شفاف نمودن هزینه‌های زیست‌محیطی و خارج کردن این هزینه‌ها از سر فصل اقلام سربار برای استفاده از این الگوها تأکید شده است.

هومان (۲۰۰۹) در پژوهشی در کشور انگلستان با عنوان «مناظره متفاوت در حسابداری زیست‌محیطی» حسابداری کربن را مورد بررسی قرار داده و نشان داد که باید نحوه تجزیه و تحلیل هزینه - منفعت و دیگر تکنیک‌های حسابداری کربن را با توجه به الزامات پروتکل کیوتو و اتحادیه اروپا و با دقت و بررسی بیشتری انجام داد.

بنت و مابتنس (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان «کاهش بهای تمام شده به وسیله حسابداری مدیریت محیط زیست» ضمن ترکیب نظرات مراجع مختلف در حوزه‌های حسابداری و زیست‌محیطی از جمله کمیته حسابداری رسمی، انجمن حسابداران مدیریت، دفتر نمایندگی محیط زیست و شبکه حسابداری مدیریت محیط زیست، بر تأثیر حسابداری محیط زیست بر بهای تمام شده محصولات و کاهش آن تأکید نمود.

السايد و زهير (۲۰۱۰) طی مطالعاتشان در مصر، مبنی بر بررسی فاکتورهای زیست محیطی بین المللی و افشای داوطلبانه اطلاعات، به این نتیجه رسیدند که فاکتورهای زیست محیطی بین المللی ممکن است هم از نظر نوع و هم از نظر سطح افشا از سوی سازمان ها و مؤسسه ها تحت تأثیر قرار گیرند.

فریدمن و گونگ (۲۰۱۱) در پژوهشی با عنوان «شرکت های دولتی و عملکرد زیست محیطی و افشا» در کشور آمریکا نشان دادند که بین عملکرد صحیح حکومت و افشای آلودگی های زیست محیطی ارتباط مستقیم وجود دارد.

ناما کوزی و اینانگا (۲۰۱۴)، حسابداری مدیریت زیست محیطی و مدیریت محیط زیست در صنایع تولیدی در آگاندا را آزمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که بیشترین رقابت این شرکت ها با شناسایی، توزیع، طبقه بندی، اندازه گیری و کنترل هزینه های محافظت از محیط زیست شدت می یابد. همچنین اشاره کردند که عدم دسترسی به تکنیک های مدیریت محیطی، از ناآگاهی، آموزش ناکافی و کمبود قوانین سرچشمه می گیرد.

لیو و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی تحت عنوان «حسابداری سبز: ارتباط بین افشای اطلاعات اجتماعی با عملکردهای زیست محیطی» انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد، افشای اطلاعات مسئولیت اجتماعی شرکت ها به پویایی بیشتر عملکردهای زیست محیطی در راستای توسعه پایدار حسابداری زیست محیطی منجر خواهد شد.

دب و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی تأثیر حسابداری مدیریت زیست محیطی بر عملکرد مالی و محیطی شرکت های تولیدی بنگلادش پرداختند. نتایج نشان می دهد که حسابداری مدیریت زیست محیطی رابطه مثبت و معناداری با عملکرد مالی و عملکرد محیطی شرکت دارد.

دوی و افندی (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان «عوامل تعیین کننده حسابداری سبز، عملکرد زیست محیطی و هزینه های زیست محیطی بر عملکرد مالی در اندونزی» نشان دادند که هزینه های زیست محیطی اثر قابل توجهی بر عملکرد مالی شرکت ها دارد، اما حسابداری سبز و عملکرد زیست محیطی تأثیر محسوسی بر عملکرد مالی شرکت ها ندارد.

فرضیه های پژوهش

با توجه به مبانی نظری مطرح شده در بخش قبل و نیز سوابق و پژوهش های انجام شده در حوزه حسابداری سبز و عملکرد زیست محیطی و توسعه پایدار، فرضیه های پژوهش به شرح زیر قابل تبیین خواهند بود:

فرضیه اصلی

حسابداری سبز بر هزینه های زیست محیطی تأثیر دارد.

فرضیه های فرعی

۱. حسابداری سبز بر هزینه های داخلی تأثیر دارد.
۲. حسابداری سبز بر هزینه های ناشی از زیان های وارده به محیط زیست تأثیر دارد.
۳. حسابداری سبز بر هزینه های پنهان تأثیر دارد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش گردآوری داده ها از نوع توصیفی - همبستگی می باشد. قلمرو زمانی پژوهش سال های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ است. برای جمع آوری اطلاعات مربوط به مبانی نظری و پیشینه پژوهش از روش کتابخانه ای، محتوای سایت ها و مقالات استفاده شده است. قبل از آزمون فرضیه های پژوهش، نرمال بودن توزیع متغیرها، پایایی متغیرها، همبستگی بین متغیرها و هم خطی بین آنها بررسی می شود. جهت انجام تحلیل های استنباطی و بررسی فرضیه های پژوهش از مدل های رگرسیونی داده های ترکیبی یا تلفیقی و نرم افزار ایویوز نسخه ۹ استفاده می شود. جامعه آماری پژوهش شامل شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در قلمرو زمانی بین سال های ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۲

می‌باشد. در پژوهش حاضر برای تعیین نمونه آماری از روش حذف سیستماتیک استفاده می‌شود، با این توضیح که شرکت‌های واجد شرایط زیر، انتخاب و در غیر اینصورت حذف می‌شوند:

۱. سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند باشد.
۲. در قلمرو زمانی پژوهش، سال مالی خود را تغییر نداده باشد.
۳. اطلاعات مورد نیاز پژوهش را داشته باشند.
۴. جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بانک‌ها و شرکت‌های بیمه نباشند.

با در نظر گرفتن شرایط فوق تعداد ۴۲۲ شرکت به عنوان نمونه پژوهش انتخاب گردید.

متغیرهای پژوهش

متغیرهای پژوهش در سه دسته متغیرهای مستقل، وابسته و کنترلی قابل طبقه‌بندی هستند. هزینه‌های زیست‌محیطی با زیر مجموعه‌های هزینه‌های داخلی، هزینه‌های پنهان و هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست، متغیرهای وابسته پژوهش را تشکیل می‌دهند. متغیرهای اندازه شرکت و عمر شرکت بعنوان متغیرهای کنترلی بوده و تنها متغیر مستقل پژوهش، حسابداری سبز می‌باشد.

متغیرهای وابسته

هزینه‌های زیست‌محیطی (EC)، برابر است با مجموع هزینه‌های داخلی؛ هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست و هزینه‌های پنهان. هزینه داخلی (IC) عبارتند از حاصل جمع هزینه مستقیم (هزینه‌های عوامل تولید) و هزینه‌های غیر مستقیم (هزینه‌های زیست‌محیطی و سلامت). هزینه داخلی شامل آن دسته از هزینه‌هایی زیست‌محیطی است که در واحد تجاری رخ داده و می‌توان واحد تجاری را مسئول آنها دانست. اگر شرکتی این موارد را رعایت کرده، هزینه‌های داخلی داشته و مؤلفه مربوط به هزینه داخلی معادل یک خواهد بود و در غیر این صورت مؤلفه هزینه داخلی صفر در نظر گرفته می‌شود. هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست (CED) هزینه‌هایی است که یک شرکت به واسطه زیان‌های وارده به محیط زیست - که اغلب ناشی از رویداد های گذشته همچون جرایم مرتبط با نقض قراردادهای زیست‌محیطی است - متحمل می‌گردد. اگر شرکتی این موارد را رعایت کرده به عبارتی هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست را داشته باشد CED آن معادل یک و در غیر این صورت CED برابر صفر می‌باشد. هزینه‌های پنهان (HCE) شامل مکان‌یابی، طراحی محصولات سازگار با محیط زیست، انتخاب گروه‌های صلاحیت‌دار ارائه دهنده کالا و خدمات و ارزیابی تجهیزات کنترل آلودگی محیط زیست می‌باشد. این اطلاعات در هزینه‌های سربار افشا می‌شود. در صورت وجود هزینه پنهان در شرکت نمونه، از عدد یک و در غیر این صورت از عدد صفر استفاده می‌شود.

متغیر مستقل

حسابداری سبز (Ga): در این پژوهش برای سنجش حسابداری سبز از معیار استاندارد ایزو ۱۴۰۰۰ استفاده می‌شود. ایزو ۱۴۰۰۰ شامل استاندارد های بین المللی در رابطه با سیستم های زیست‌محیطی می باشد. این استاندارد در سال ۱۹۹۶ میلادی توسط کمیته فنی ۲۰۷ سازمان استاندارد جهانی به وجود آمد. یک سیستم مدیریت زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان بخشی از سیستم جامع مدیریت به حساب آید. این سیستم شامل ساختار سازمانی، فعالیت‌های طرح‌ریزی، تعریف مسئولیت‌ها، تعیین روش‌ها و فرآیندها و همچنین در اختیارگیری منابع لازم برای تهیه، اجرا، بازنگری و حفظ خط‌مشی زیست‌محیطی سازمان است. در این پژوهش در صورتیکه شرکت دارای گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۰ باشد، عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر به آن اختصاص داده می‌شود.

متغیرهای کنترلی

متغیرهای کنترلی شامل اندازه شرکت و عمر شرکت می‌باشد؛ در این پژوهش اندازه شرکت به پیروی از ملانظری و همکاران (۱۳۹۱) برابر است با لگاریتم طبیعی کل دارایی شرکت و عمر شرکت برابر است با تعداد سال‌های پذیرش شرکت در بورس اوراق بهادار تهران (صراف و ناصری نسب، ۱۴۰۱).

مدل‌های پژوهش

به منظور آزمون فرضیه‌های اول تا چهارم پژوهش از مدل‌های (۱) تا (۴) زیر استفاده می‌شود:

$$\text{مدل (۱): } EC_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 gai_{i,t} + \beta_2 size_{i,t} + \beta_3 age_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$\text{مدل (۲): } IC_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 gai_{i,t} + \beta_2 size_{i,t} + \beta_3 age_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$\text{مدل (۳): } CEDI_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 gai_{i,t} + \beta_2 size_{i,t} + \beta_3 age_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

$$\text{مدل (۴): } HCE_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 gai_{i,t} + \beta_2 size_{i,t} + \beta_3 age_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

اطلاعات و داده‌ها

آماره‌های توصیفی

نتایج آمار توصیفی شرکت‌ها که شامل اطلاعات مربوط به انواع متغیرهای پژوهش می‌باشد، به صورت خلاصه در جدول شماره (۱) ارائه شده است:

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها و نرمال بودن داده‌ها

کشیدگی	چولگی	انحراف معیار	مینیمم	ماکسیمم	میانگین	
۰/۶۱۲	۱/۱۵۶	۰/۳۰۷	۱	۵	۳/۵۴۲	هزینه‌های داخلی
۰/۷۳۱	۱/۵۸۲	۰/۲۸۷	۱	۵	۳/۶۲۷	هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست
۰/۴۷۵	۰/۸۷۵	۰/۴۰۲	۱	۵	۳/۴۲۱	هزینه‌های پنهان
۰/۹۸۶	۰/۹۲۴	۰/۶۱۶	۱	۵	۳/۶۱۸	هزینه‌های زیست‌محیطی
۰/۳۳۴	۰/۸۰۵	۰/۴۹۷	۱	۵	۳/۳۳۱	حسابداری سبز
۱/۳۸۱	۱/۰۱۲	۰/۵۳۶	۱	۵	۳/۷۴۱	اندازه شرکت
-۰/۶۴۳	-۰/۹۷۱	۰/۱۷۴	۱	۵	۳/۲۳۹	عمر شرکت

اطلاعات موجود در جدول شماره (۱) حاکی از این است که متغیرهای پژوهش میانگین بالاتری نسبت به میانگین دامنه دارند. همچنین با توجه به انحراف معیار کمتر از یک در متغیرها، می‌توان گفت که همه متغیرها، نزدیک به میانگین بوده و از توزیع مناسبی برخوردارند. با بررسی میزان کشیدگی و چولگی متغیرها نیز، که در بازه قابل قبول (۲، -۲) قرار دارند، می‌توان اظهار داشت که همه متغیرها دارای توزیع متقارن و نرمال می‌باشند.

آمار استنباطی داده‌ها

مانایی (پایایی ایستایی) یکی از مهم‌ترین مفاهیم در تحلیل سری‌های زمانی است که به ویژگی‌های ثابت داده‌ها در طول زمان اشاره دارد. در بسیاری از مدل‌های سری زمانی، فرض بر این است که سری‌های زمانی پایا هستند. پایایی به معنای آن است که توزیع داده‌ها در طول زمان تغییر نکند، به عبارت دیگر، میانگین و واریانس سری زمانی در طول زمان ثابت

باقی بماند. یکی از چالش‌های مهم در تحلیل سری‌های زمانی، بررسی وجود ریشه واحد^۱ است که می‌تواند به ناپایداری سری‌ها منجر شود. در جدول شماره (۲) نتایج آزمون ایستایی لوین، لین و چو^۲ آمده است:

جدول ۲. نتایج آزمون ایستایی لوین، لین و چو

متغیر	آماره‌ی آزمون لوین، لین و چو	سطح معناداری	نتیجه
هزینه‌های داخلی	-۴/۳۴۲۵۷	۰/۰۰۰۰	پایا
هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست	-۳/۸۱۹۸۹	۰/۰۰۰۰	پایا
هزینه‌های پنهان	-۲/۷۶۰۲۶	۰/۰۰۲۹	پایا
هزینه‌های زیست‌محیطی	-۲/۷۵۹۱۷	۰/۰۰۴۴	پایا
حسابداری سبز	-۳/۰۷۵۹۴	۰/۰۰۲۹	پایا
اندازه شرکت	-۴/۳۱۶۱۷	۰/۰۰۰۱	پایا
عمر شرکت	-۳/۸۱۷۲۶	۰/۰۰۰۰	پایا

همان‌طور که ملاحظه می‌شود سطح معناداری آزمون ریشه واحد در همه متغیرها کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد و این بدین معنی است که میانگین و واریانس متغیرها در طول زمان و کوواریانس متغیرها بین سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ ثابت بوده است و نشان دهنده پایایی متغیرها می‌باشد.

آزمون همبستگی

آزمون همبستگی پیرسون^۳، آزمونی پارامتریک است که شدت و جهت رابطه دو متغیر را نشان می‌دهد. این آزمون به دلیل اینکه مبتنی بر روش کوواریانس است، به عنوان بهترین روش برای بررسی رابطه بین متغیرها شناخته می‌شود. جدول شماره (۳) خلاصه نتایج این آزمون را نشان می‌دهد. عدد اول در خانه‌های ماتریس یا ضرایب همبستگی محاسبه شده، تأثیرات خطی متقابل متغیرهای مستقل بر یکدیگر را بر مبنای مقایسه دوجه‌دو آن‌ها اندازه‌گیری نموده است. با توجه به بازه تغییر ضریب همبستگی در فاصله (۱ و -۱)، ضرایب نزدیک به صفر برای متغیرهای پژوهش، دلالت بر عدم وجود همبستگی و استقلال خطی متغیرها از یکدیگر دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون همبستگی

AGE	SIZE	GA	EC	Correlation
			۱	هزینه‌های زیست‌محیطی
		۱	۰/۱۸۷	حسابداری سبز
	۱	۰/۲۸۱	۰/۲۷۵	اندازه شرکت
۱	۰/۱۰۷	۰/۰۷۴	۰/۱۵۳	عمر شرکت

¹ Unit Root

² Levin, Lin & Chui

³ Pearson correlation

در ادامه و بعد از انجام آزمون‌های مانایی و همبستگی، آزمون فرضیه‌های اصلی و فرعی انجام شد که نتایج آن در جداول (۴) تا (۷) آمده است:

جدول ۴. خلاصه نتایج آزمون فرضیه اول پژوهش

نتیجه	سطح معناداری	آماره t	خطای استاندارد	ضرایب	متغیرها	
تأثیر منفی و معنادار	۰/۰۰۰۰	۷/۵۱۰۳۸۴-	۰/۸۲۱۶۲۶	۶/۱۷۰۷۲۷-	Ga	حسابداری سبز
تأثیر مثبت و معنادار	۰/۰۰۰۰	۶/۴۱۷۱۷۳	۰/۸۷۲۴۵۷	۵/۵۹۸۷۰۸	Size	اندازه شرکت
تأثیر مثبت و معنادار	۰/۰۰۰۰	۱۰/۹۲۰۶۱	۰/۹۶۱۰۶۵	۱۰/۴۹۵۴۲	AGE	عمر شرکت
۰/۵۷۲۵۱۶					R2	ضریب تعیین
۸۰/۰۴۳۲۰					LR	ضریب آزمون درست نمایی
۰/۰۰۰۰۰					Sig	سطح معناداری

نتایج گزارش شده بیانگر این است که ضریب حسابداری سبز برابر با ۶/۱۷۰۷۲۷- است. بنابراین تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی منفی است. سطح معناداری این متغیر نیز برابر با ۰/۰۰۰۰ بوده و کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توان بیان نمود که حسابداری سبز تأثیر منفی و معناداری بر هزینه‌های زیست‌محیطی داشته است و بر این اساس فرضیه اول پژوهش تأیید می‌شود. ضریب مک فادن نیز معادل ۰/۵۷۲۵۱۶ گزارش شده است، بنابراین متغیرهای استفاده شده در مدل توانسته‌اند ۵۷/۲۵ درصد از تغییرات هزینه‌های زیست‌محیطی را پیش‌بینی نمایند. علاوه بر این معناداری کل مدل نیز قابل قبول است، زیرا ضریب راست نمایی ۸۰/۰۴۳۲۰ و سطح معناداری آن ۰/۰۰۰۰ است که کمتر از ۰/۰۵ است.

جدول ۵. خلاصه نتایج آزمون فرضیه دوم پژوهش

نتیجه	سطح معناداری	آماره t	خطای استاندارد	ضرایب	نماد متغیر توضیحی	متغیر توضیحی
تأثیر منفی و معنادار	۰/۰۲۱۹	-۲/۲۹۱۴۷	۰/۲۶۴۸۷۳	-۰/۶۰۶۹۵۰	Ga	حسابداری سبز
بی‌معنی	۰/۱۵۹۷	۱/۴۰۶۰۸۵	۰/۰۷۸۱۶۶	۰/۱۰۹۹۰۸	Size	اندازه شرکت
تأثیر مثبت و معنادار	۰/۰۵۴۷	۱/۹۲۱۶۳۵	۰/۷۹۶۵۹۳	۱/۵۳۰۷۶۱	AGE	عمر شرکت
۰/۴۳۱۶۳۳					R2	ضریب تعیین
۰/۰۷۰۲					HL	آزمون هاسمر لمشو
۱۴/۵۶۱۴۶					LR	ضریب آزمون درست نمایی
۰/۰۰۲۲۳۲					Sig	سطح معناداری

محتویات جدول شماره (۵) نشان می‌دهد که ضریب حسابداری سبز برابر با ۰/۶۰۶۹۵۰- است. بنابراین تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های داخلی منفی است. سطح معناداری این متغیر نیز برابر با ۰/۰۲۱۹ بوده و کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توان بیان نمود که حسابداری سبز تأثیر منفی و معناداری بر هزینه‌های داخلی داشته است و بر این اساس فرضیه دوم پژوهش تأیید می‌شود. ضریب مک فادن نیز نشان می‌دهد که متغیرهای استفاده شده در مدل دوم پژوهش توانسته‌اند ۴۳/۱۶ درصد از تغییرات هزینه‌های داخلی را پیش‌بینی نموده‌اند. علاوه بر این معناداری کل مدل نیز قابل قبول است، زیرا ضریب آزمون درست نمایی ۱۴/۵۶۱۴۶ و سطح معناداری آن ۰/۰۰۲۲۳۲ است که کمتر از ۰/۰۵ است

جدول ۶. خلاصه نتایج آزمون فرضیه سوم پژوهش

متغیر توضیحی	نماد متغیر توضیحی	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معناداری	نتیجه
حسابداری سبز	Ga	۰/۵۸۱۴-	۰/۲۹۱۶۴۴	۱/۹۹۳۵۲۶-	۰/۰۴۶۲	تأثیر منفی و معنادار
اندازه شرکت	Size	۰/۲۲۱۸۰۲	۰/۰۸۳۲۵۳	۲/۶۶۴۱۹۲	۰/۰۰۷۷	تأثیر مثبت و معنادار
عمر شرکت	AGE	۰/۴۰۱۸۶۷	۰/۸۱۵۵۷۸	۰/۴۹۲۷۳۹	۰/۶۲۲۲	بی‌معنی
ضریب تعیین	R2	۰/۵۲۱۶۵۹				
آزمون هاسمر لمشو	HL	۰/۳۰۰۲				
ضریب آزمون درست نمایی	LR	۹/۰۰۸۲۲۹				
سطح معناداری	Sig	۰/۰۲۹۱۸۲				

تحلیل نتایج گزارش شده حاکی از این است که ضریب حسابداری سبز برابر با ۰/۵۸۱۴- است. بنابراین تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست منفی است. سطح معناداری این متغیر نیز برابر با ۰/۰۴۶۲ بوده و کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توان بیان نمود که حسابداری سبز تأثیر منفی و معناداری بر هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست داشته است و بر این اساس سومین فرضیه پژوهش تأیید می‌شود. ضریب مک فادن نیز معادل ۰/۵۲۱۶۵۹ گزارش شده است، بنابراین متغیرهای استفاده شده در مدل توانسته‌اند ۵۲/۱۶ درصد از تغییرات هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست را پیش‌بینی نمایند. علاوه بر این معناداری کل مدل نیز قابل قبول است، زیرا ضریب آزمون درست نمایی ۹/۰۰۸۲۲۹ و سطح معناداری آن ۰/۰۲۹۱۸۲ است که کمتر از ۰/۰۵ است.

جدول ۷. خلاصه نتایج آزمون فرضیه چهارم پژوهش

متغیر توضیحی	نماد متغیر توضیحی	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معناداری	نتیجه
حسابداری سبز	Ga	۰/۹۴۱۶۳۳-	۰/۲۱۲۴۷۵	۴/۴۳۱۷۳۵-	۰/۰۰۰۰	تأثیر منفی و معنادار
اندازه شرکت	Size	۰/۳۵۷۱۵۴	۰/۰۶۴۷۷۲	۵/۵۱۴۰۱۸	۰/۰۰۰۰	تأثیر مثبت و معنادار

متغیر توضیحی	نماد متغیر توضیحی	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معناداری	نتیجه
عمر شرکت	AGE	۲/۳۱۲۹۱۸	۰/۶۴۸۵۴۲	۳/۵۶۶۳۳۳	۰/۰۰۰۴	تأثیر مثبت و معنادار
ضریب تعیین	R2			۰/۵۲۲۴۷۲		
آزمون هاسمر لمشو	HL			۰/۲۳۹۹		
ضریب آزمون درست نمایی	LR			۸۴/۵۷۹۹۸		
سطح معناداری	Sig			۰/۰۰۰۰		

نتایج بررسی چهارمین مدل که مربوط به آخرین فرضیه پژوهش است نشان می‌دهد که ضریب حسابداری سبز برابر با ۰/۹۴۱۶۳۳- است. بنابراین تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های پنهان منفی است. سطح معناداری این متغیر نیز برابر با ۰/۰۰۰۰ بوده و کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توان بیان نمود که حسابداری سبز تأثیر منفی و معناداری بر هزینه‌های پنهان داشته است و بر این اساس آخرین فرضیه پژوهش تأیید می‌شود. ضریب مک فادن نیز معادل ۰/۵۲۲۴۷۲ گزارش شده است، بنابراین متغیرهای استفاده شده در مدل توانسته‌اند ۵۲/۲۴ درصد از تغییرات هزینه‌های پنهان را پیش‌بینی نمایند. علاوه بر این معناداری کل مدل نیز قابل قبول است، زیرا ضریب آزمون درست نمایی ۸۴/۵۷۹۹۸ و سطح معناداری آن نیز معادل صفر و کمتر از ۰/۰۵ است.

جدول ۸. خلاصه یافته‌های حاصل از بررسی فرضیه‌های پژوهش

فرضیه شماره	آزمون روابط بین متغیرها	ضریب تأثیر	ضریب تأثیر	آماره t	سطح معناداری	نتیجه
فرضیه شماره ۱	حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی تأثیر دارد.	۰/۵۷	-۰/۴۳۷	-۲/۵۴۸	۰/۰۱۰	تأیید فرضیه
فرضیه شماره ۲	حسابداری سبز بر هزینه‌های داخلی تأثیر دارد.	۰/۴۳	-۰/۶۰۶	-۲/۲۹۱	۰/۰۲۱	تأیید فرضیه
فرضیه شماره ۳	حسابداری سبز بر هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارد به محیط زیست تأثیر دارد.	۰/۴۲	-۰/۵۸۱	-۱/۹۹۳	۰/۰۴۶	تأیید فرضیه
فرضیه شماره ۴	حسابداری سبز بر هزینه‌های پنهان تأثیر دارد.	۰/۵۲	-۰/۹۴۱	-۴/۴۳۱	۰/۰۰۰	تأیید فرضیه

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به دنبال یافتن تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی شرکت بود. با توجه به خروجی‌ها نرم‌افزار و تحلیل مدل رگرسیون کلیه فرضیه‌های پژوهش مبنی بر تأثیر حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی و زیرمجموعه‌های آن مورد تأیید قرار گرفت. در تشریح فرضیه‌های تأیید شده باید گفت که حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی شامل هزینه‌های داخلی، هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارد به محیط زیست و هزینه‌های پنهان شرکت

تأثیر معنادار دارد و با توجه به ضرایب منفی متغیر حسابداری سبز، وجود تأثیر معکوس حسابداری سبز بر هزینه‌های زیست‌محیطی شرکت مورد تأیید قرار می‌گیرد که این نتایج همسو با نتایج پژوهش‌های بنت و مابس (۲۰۱۰)، میرابی و دلشاد (۱۳۹۸) و مولایی بیرگانی (۱۴۰۴) می‌باشد. بنابراین حسابداری سبز ابزاری مهم برای شناخت موارد تأثیرگذار بر محیط زیست و هزینه‌های زیست‌محیطی است که از بعد اقتصادی می‌تواند برای تعیین و شناخت هزینه‌های مربوط به محیط زیست و همچنین برای کاهش و اجتناب از چنین هزینه‌هایی سودمند باشد.

همچنین نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان داد که حسابداری سبز بر هزینه‌های داخلی، هزینه‌های ناشی از زیان‌های وارده به محیط زیست و نیز هزینه‌های پنهان تأثیر معنادار دارد و با توجه به ضرایب منفی متغیر حسابداری سبز، وجود تأثیر معکوس حسابداری سبز بر این هزینه‌ها قابل درک می‌باشد. ارائه اطلاعات صحیح و شفاف از طریق سیستم اطلاعاتی حسابداری سبز می‌تواند باعث بهبود تصمیمات مدیریتی و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولیدی گردد؛ لذا نظارت ویژه بر هزینه‌های زیست‌محیطی می‌تواند در محاسبه صحیح بهای تمام شده و سپس قیمت گذاری محصولات و خدمات به سازمانها کمک نماید. نتایج پژوهش حاضر از بعد ایجاد تأثیر تعدیلی و کاهنده بر هزینه‌ها و بهبود عملکرد مالی و اقتصادی همسو با نتایج پژوهش‌های تقی زاده (۱۳۹۶)، نمازی و خرم دل ماسوله (۱۴۰۱)، رحمدانی و همکاران (۲۰۲۰)، اندیانا و همکاران (۲۰۲۳) و بر خلاف نتایج پژوهش‌های یوستیساری و کاهیان (۲۰۲۳) و دوی و افندی (۲۰۲۴) می‌باشد.

از طرفی بکارگیری استراتژی‌های حسابداری سبز باعث خواهد شد تا شرکت‌ها نسبت به رقبای خود که استراتژی‌هایی در زمینه حسابداری سبز ندارند، جلوتر باشند و فرصت‌ها و تهدیدهای زیست‌محیطی را در یک بازار رقابتی بهتر مورد ارزیابی قرار دهند (مولایی بیرگانی و همکاران، ۱۴۰۴).

مولایی بیرگانی و همکاران (۱۴۰۴) تصریح می‌کنند که دومین الگوی تفسیری برون‌داد ارزش‌های حسابداری سبز، الگوی تفسیری ارزش‌های سود حسابداری است. این الگو بر هزینه‌های زیست‌محیطی به عنوان یک عامل کاهنده سود حسابداری، متمرکز است و به دنبال ایجاد کاهش هزینه‌های مرتبط با حوزه حسابداری سبز جهت دستیابی به سودآوری بالاتری برای ذینفعان می‌باشد. در این رویکرد، شرکت با اتکاء به روش‌هایی همچون هزینه یابی فعالیت، سعی در کاهش هزینه‌های سربار به طور مستقیم و هزینه‌های اجتماعی فعالیت شرکت در یک بازار رقابتی دارد.

اندیشه نوین جهانی حرکت به سمت توسعه پایدار را برای همه کشورها مد نظر دارد و از سوی دیگر در راستای پاسخگویی به این حرکت در حسابداری نیز مفهوم گزارشگری پایداری که متشکل از ابعاد مالی و غیر مالی (زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی) است در حال حاضر در کشور ما به صورت داوطلبانه انجام می‌شود. با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها و واحدهای اقتصادی اقدامات لازم در خصوص پیاده سازی حسابداری سبز را فراهم نمایند. همچنین از آنجا که بحث آموزش و ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی برای حسابداران و سایر کارکنان واحدهای تجاری امری ضروری و اجتناب ناپذیر بوده و البته رسیدن به هدف توسعه پایدار مستلزم تعامل همه‌جانبه دست‌اندرکاران این واحدها می‌باشد؛ با توجه به اهمیت و فراگیر شدن علاقه‌مندی به مسایل زیست‌محیطی، پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها برای آشنایی کارکنان به مسایل زیست‌محیطی و اهمیت آن بر تداوم فعالیت شرکت‌ها، در فرایند بودجه بندی خود مبالغی را بابت هزینه آموزش‌های زیست‌محیطی تخصیص داده و با تبدیل به فرهنگ نمودن علاقه‌مندی به محیط زیست، مدیریت نیازهای فعلی و در نظر داشتن نیازهای نسل بعدی گامی مهم در فرایند توسعه پایدار بردارند. البته اشاره به این مهم نیز ضروری است که اگرچه ایجاد زیرساخت‌ها و بسترها در حوزه آموزش زیست‌محیطی، کاهش آلاینده‌ها و بازیافت ضایعات مستلزم تحمل هزینه‌های قابل توجهی می‌باشد که این موضوع در پژوهش‌های ارشادی و علی عسکری (۱۴۰۲)، شبیری و شمسی (۱۳۹۶) و دوی و افندی (۲۰۲۴) نیز مورد تأکید قرار گرفته، اما باید دانست که در آینده می‌تواند منشأ ایجاد منافع قابل ملاحظه برای شرکت‌ها شده و از طریق بهبود کارایی عملیاتی، افزایش رضایت و



اعتماد ذینفعان و ایجاد مزیت رقابتی مسیر آنها را در رسیدن به هدف توسعه پایدار هموار نماید و اثر کاهنده حسابداری سبز بر هزینه های زیست محیطی بر سرعت حرکت در این مسیر خواهد افزود.

سپاسگزاری

از کلیه اشخاصی که در مراحل مختلف ایجاد این اثر یاریگر ما بودند، سپاسگزاریم.

منابع

- احمدی، محسن؛ ولی پور، هاشم؛ زراعت، کیش، یعقوب. (۱۳۹۸). مجله حسابداری سلامت، ۸(۲۱)، ۱-۲۲.
- احمدی، سیدمحسن و گرجی، محبوبه. (۱۴۰۱)، حسابداری و حسابرسی محیط زیست انواع، مزایا و سودمندی آن، معانی متفاوت حسابداری سبز و کاربردها، استانداردهای بین المللی آن، نهمین کنفرانس بین المللی پژوهشات بین رشته‌ای در مدیریت، حسابداری و اقتصاد در ایران، تهران.
- ارشادی، مجید؛ علی عسگری، مجید؛ افکاری، فرشته. (۱۴۰۲). فراتحلیل مطالعات آموزش محیط زیست در ایران از سال ۱۳۹۹-۱۳۹۵، آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۳۸، ۱۰۴-۱۲۸.
- اسکو، وحید. (۱۳۹۲). حسابداری محیط زیست. همایش ملی مدیریت منابع طبیعی.
- اسلامی محمودآبادی، محمد، ۱۴۰۳، ارزیابی نقش حسابداری سبز در پایداری مالی و محیط زیستی شهرداریها، اولین همایش علوم انسانی با رویکرد نوین، آستارا.
- اسناد، فاطمه و قیامی، سیده زکیه. (۱۴۰۰). بررسی مسیر تحقیقات گذشته در افشای اطلاعات زیست محیطی و تأثیر آن بر عملکرد شرکت در ایران و جهان. مجله تحلیل مالی، ۸(۲۵)، ۱-۲۵.
- اکبری، احمد و پورزمانی، زهرا. (۱۳۹۷). ساختار مدیریت شرکت، حسابرسی زیست محیطی و کیفیت گزارشگری مالی. دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۷(۲۶)، ۱۴۴-۱۳۳.
- آهنی، سامان و حجتی، ویدا، ۱۴۰۲، مروری بر حسابداری سبز، افشای مسئولیت اجتماعی، عملکرد مالی و ارزش شرکت، دومین کنفرانس ملی تحولات نوین در مطالعات مالی، اقتصادی و حسابداری، مراغه.
- بنی مهد، بهمن؛ طالب نیا، قدرت اله و ازوجی، حسین. (۱۳۸۸). بررسی رابطه بین عملکرد زیست محیطی و عملکرد مالی. پروهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی.
- بهارلو، روح اله؛ معین الدین، محمود و حیرانی، فروغ. (۱۳۹۹). تبیین مصادیق زیست محیطی در شرکت ها با رویکرد پدیدار شناسی (مطالعه موردی: صنایع سیمان، آهک و گچ). حسابداری مدیریت، ۱۳(۴۵)، ۴۱-۴۳.
- تقی زاده، شیماء، ۱۴۰۰، حسابداری سبز؛ تلاشی نو برای بقاء زمین، هفتمین کنفرانس بین المللی علوم مدیریت و حسابداری، تهران.
- تقی زاده، نرگس. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر حسابداری زیست محیطی بر اقتصاد و هزینه شرکت ها. اولین همایش حسابداری مدیریت و اقتصادی با رویکرد پویای اقتصاد ملی.
- حجازی، رضوان و اسلامی، کیمیا. (۱۳۹۵). حسابداری محیط زیست با تأکید بر مدیریت پسماندهای خشک شهری. فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت، ۹(۳۰)، ۳۸-۲۱.
- خوش طینت، محسن. (۱۳۸۵). حسابداری زیست محیطی: ابزاری جدید برای فرهنگی پایدار، حسابداری، ۱۷۲.
- دیانتی دیلمی، زهرا و خداکرمی، الهام. (۱۳۹۶). تأثیر انتشار اخبار زیست محیطی روی قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. دانش سرمایه گذاری، ۸(۲۳)، ۲۱۲-۱۸۹.
- رحیمی نژاد، سیامک. (۱۴۰۳). بررسی و راهکارهای نوین در حسابداری سبز، تامین مالی سبز و ابزارهای مالی مورد نیاز جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار، هفتمین کنفرانس ملی مدیریت، اقتصاد و علوم اسلامی، تهران.
- رضائی، زینب؛ تامرادی، علی و سپهری، ابراهیم. (۱۴۰۲). بررسی رابطه بین افشای اطلاعات زیست محیطی و هزینه های تحقیق و توسعه با تأکید بر نقش تعدیلی ارتباطات سیاسی هیات مدیره. مطالعات حسابداری و حسابرسی، ۱۲(۴۷)، ۹۱-۱۱۲.



- سپاسی، سحر و اسماعیلی کجانی، محمد. (۱۳۹۴). حسابداری سبز ارائه الگویی برای افشاء زیست محیطی. فصلنامه حسابداری سلامت، ۱، ۱۹-۱.
- سجادی، سید حسین و جلیلی، امیر. (۱۳۸۶). حسابداری زیست محیطی. مجله حسابداری، ۱۸۶.
- سرمدی، محمدرضا و معصومی فرد، مرجان. (۱۳۹۴). مطالعه نقش آموزش مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات در کاهش چالش های زیست محیطی (با تأکید بر محیط زیست شهری). فصلنامه علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار ۴(۲)، ۳۸-۵۰.
- شاه ویسی، فرهاد و سلیمانیان، محمد. (۱۳۸۶). حسابداری محیط زیست هزینه ها و کاربردها در تصمیم گیری. مجله حسابداری شمسی پاپکیاده، سیده زهرا و شبیری، سید محمد. (۱۳۹۲). توسعه سواد آموزی ریاضی از طریق مواد برنامه جامع درسی آموزش محیط زیست. فصلنامه علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۱(۳)، ۶۵-۵۵.
- صراف، فاطمه و ناصری نسب، سارا. (۱۴۰۱). تأثیر نقدینگی، نسبت بدهی، اندازه و سن شرکت بر تأخیر گزارش حسابرسی چشم انداز حسابداری و مدیریت، ۵(۷۴)، ۱۴۷-۱۳۶.
- عالمشاه، سید امین. (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر در اتخاذ روش های حسابداری مدیریت زیست محیطی. فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت، ۲۲، ۸۹-۱۰۸.
- قرنی، محمد و حیدرپور، فرزانه. (۱۳۹۴). تأثیر حسابداری زیست محیطی بر شاخص های مالی و عملیاتی شرکت های تولیدی. فصلنامه پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی، ۲۶، ۵۰-۳۹.
- کمجانی، فریبا و دانش، نسیم. (۱۴۰۲). حسابداری زیست محیطی و حسابداری سبز. نهمین کنگره ملی تازه یافته در مدیریت و مهندسی صنایع با تأکید بر توانمندی و هوش رقابت، تهران، ۳۸، ۱۲۸-۱۰۴.
- محمدی، فرهاد و عباسی، ابراهیم. (۱۳۹۱). بررسی گزارشگری مالی عملکرد زیست محیطی شرکت های آلاینده ی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه حسابداری سلامت، ۱(۱)، ۴۶-۳۳.
- محمدی نافچی. (۱۳۹۹). حسابداری سبز. مدیریت، حسابداری و اقتصاد ۱۳(۴)، ۲۵-۱۲.
- ملانظری، مهناز، نوری فرد، بداله، و قشقایی عبدی، شقایق. (۱۳۹۱). اثرات متفاوت اندازه شرکت و نوع صنعت بر سودآوری. پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی (پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی)، ۴(۱۶)، ۱۸۲-۱۵۷.
- ملکیان، اسفندیار و سلمانی، رسول. (۱۳۹۲). حسابداری محیط زیست از منظر اسلام. فصلنامه ی پژوهش حسابداری، ۳، ۱۲۳-۱۳۴.
- میرابی، محمد و دلشاد، زهرا. (۱۳۹۸). مدل سازی ساختاری تفسیری برای ارزیابی محرک های شناسایی شده در اجرا ی مدیریت زنجیره تأمین سبز. فصلنامه مدیریت توسعه و تحول، ۱۸(۲)، ۳۸۴-۳۷۷.
- نظری پور، محمد؛ امیدوار، سید جمال و امیدوار، محمد حسین. (۱۳۹۳). هزینه های زیست محیطی و سیستم های حسابداری. مجله دانش و پژوهش حسابداری، ۳۷، ۲۰-۱۴.
- نمازی، محمد و خرم دل ماسوله، زهرا. (۱۴۰۱). تأثیر نوآوری سبز و حسابداری مدیریت زیست محیطی بر عملکرد مالی، زیست محیطی و اقتصادی شرکت. مطالعات تجربی حسابداری مالی، ۱۹(۷۴)، ۴۰-۱.
- هراتی اصلی، احدعلی، (۱۴۰۲)، حسابداری سبز و مدیریت هزینه در حذف آلاینده های میکروبی، دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی نوین در حسابداری، دامغان، <https://civilica.com/doc/1964530>.
- Amran, A and Devis, S. 2008. The Impact of Government and Foreign Affiliate Influence on Corporate Social Reporting. The Case of Malaysia Managerial Auditing Journal. 23: 386-404.
- Cahyani, & Puspitasari. 2023. Pengaruh Kinerja Lingkungan, Biaya Lingkungan,
- Christine, Jasch. 2002. The Use of Environmental Management Accounting for Identifying Environmental Cost: 1- 10.
- Deb, B.C.; Rahman, M.M. and Rahman, M.S. 2022. The impact of environmental management accounting on environmental and financial performance: empirical evidence from Bangladesh. Journal of Accounting & Organizational Change, Vol. ahead-of-print No. ahead-ofprint. <https://doi.org/10.1108/JAOC-11-2021-0157>.



- Devi, H., & Effendy, L. (2024). Determinants of Green Accounting, Environmental Performance and Environmental Costs on Financial Performance in Indonesia. *Asian Journal of Management, Entrepreneurship and Social Science*, 4(03), 396-409.
- Elsayed, M.O & Zahir, H. 2010. Perceived International Environmental Factors and Corporate Voluntary Disclosure Practices. An Empirical Study Queensland Australia The British Accounting Review. 42: 17- 35.
- Endiana, dicriyani ,adiyadnya, & putra. 2020. The Effect of Green Accounting on Corporate Sustainability and Financial Performance. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(12): 731–738.
- Freedman, M & Cong, Yu. 2011. Corporate Governance and Environmental Performance and Disclosures Advances in Accounting. 27:223- 232
- Hestiana Devi, & Effendy, L. 2024. Determinants of Green Accounting, Environmental Performance and Environmental Costs on Financial Performance in Indonesia . *Asian Journal of Management, Entrepreneurship and Social Science*, 4(03): 396-409.
- Hmann, L. 2009. Toward a Different Debate in Environmental Accounting, The Cases of Carbon and Cost- Benefit Dorset Uk Accounting Organization and Society. 34.
- Kepemilikan Saham Publik, Green Accounting, Dan Struktur Modal Terhadap Kinerja Keuangan. *Jurnal Akuntansi Trisakti*, 10(2): 189–208.
- Liu, G.; Yin, X.; Pengue, W.; Benetto, E.; Huisinigh, D.; Schnitzer, H.; Wang, Y. and Casazza, M. 2018. Environmental accounting: in between raw data and information use for management practices. *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.194
- Lusiana, M., Haat, M. H. C., Saputra, J., Yusliza, M. Y., Muhammad, Z., & Bon, A. T. (2021, March). A review of green accounting, corporate social responsibility disclosure, financial performance and firm value literature. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp: 5622-5640).
- Martin Bennett and Mabbetts. 2010. Reduce Your Costs whit Environmental Management Accounting:15- 20.
- Molaiebirgani, F. , Salehi, A. K. , basirat, M. and kaab omeir, A. 2025. Presenting an interpretative model of competitive values of green accounting in Tehran Stock Exchange - an analysis based on Q method. *Journal of Management Accounting and Auditing Knowledge*, 14(54), 89-110.
- Moorthy, K., & Yacob, P. (2013). Green accounting: Cost measures. *Open Journal of Accounting*, 2(1), 4-7.
- Namakonzi, Ruth & Inanga, Eno. 2014. Environmental Management in Manufacturing Industries in Uganda Maastricht School of Management.
- Prijayanti, & Haq. 2023. Pengaruh Green Accounting, Good Corporate Governance Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Kinerja Keuangan. *Jurnal Ekonomi Trisakti*, 3(1): 663–676.
- Rahmadhani, I., Suhartini, D., & Widoretno, A. 2021. Pengaruh Green Accounting Dan Kepemilikan Saham Publik Terhadap Kinerja Keuangan Dengan Pengungkapan Csr Sebagai Variabel Intervening Pada Perusahaan Sektor Industri Dasar Dan Kimia Yang Terdaftar Di Bei Tahun 2015-2019. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 4(Spesial Issue 1): 132-146.
- Wangi, W. R., & Lestari, R. 2020. Pengaruh Penerapan Green Accounting Terhadap Tingkat Profitabilitas Perusahaan. *Prosiding Akuntansi*: 489-493.
- Zainab, & Burhany. 2020. Biaya Lingkungan, Kinerja Lingkungan, dan Kinerja Keuangan pada Perusahaan Manufaktur: 26–37.



نوع پذیرش مقاله: پوستر

مدیریت منابع انسانی سبز رویکردی نوین در توسعه پایدار

محبوبه راحت دهمرده

گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت اقتصاد و حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: dahmardeh.m@pnu.ac.ir

چکیده

مدیریت منابع انسانی سبز (GHRM) به عنوان یک پارادایم نوظهور در حوزه مدیریت منابع انسانی، با هدف تلفیق اصول پایداری زیست‌محیطی با فرآیندهای مدیریت منابع انسانی، توجه بسیاری از محققان و سازمان‌ها را به خود جلب کرده است. هدف این رویکرد کاهش تأثیرات زیست‌محیطی فعالیت‌های سازمانی و ارتقاء مسئولیت‌پذیری اجتماعی سازمان‌ها می‌باشد. این مقاله با رویکردی پژوهشی و تحلیلی، به بررسی مفاهیم، ابعاد و تأثیرات مدیریت منابع انسانی سبز در دستیابی به توسعه پایدار سازمانی می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که مدیریت منابع انسانی سبز نه تنها به کاهش ردپای اکولوژیکی سازمان‌ها کمک می‌کند، بلکه موجب ارتقاء عملکرد و بهبود بهره‌وری، رضایت شغلی، تعهد سازمانی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی کارکنان و ایجاد مزیت رقابتی پایدار می‌شود. در نهایت، این پژوهش به بررسی برخی چالش‌های پیاده‌سازی مدیریت منابع انسانی سبز و ارائه پیشنهاداتی جهت اجرای مؤثرتر آن پرداخته است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت منابع انسانی سبز، توسعه پایدار، سازمان.

مقدمه

تغییرات اقلیمی و تخریب محیط زیست یکی از چالش‌های اصلی جهان می‌باشد به گونه‌ای که در عصر حاضر، مسائل زیست‌محیطی به یکی از دغدغه‌های اصلی جوامع و سازمان‌ها تبدیل شده است. سازمان‌ها به عنوان بازیگران اصلی در عرصه اقتصادی و اجتماعی، نقش مهمی در کاهش تأثیرات منفی فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست ایفا می‌کنند. طرفداری و حفاظت از محیط زیست از اوایل قرن بیستم شروع شد. گیفورد پینکوت برجسته‌ترین مدافع عملکرد پایدار بوده است، طرفداری او از محیط زیست در جهت حفظ منابع طبیعی بود، زیرا تخریب منابع طبیعی را به منزله نابودی جنگل‌ها تعبیر می‌کرد. صاحب‌نظران معتقدند تخریب زیست‌محیطی سبز بر فقیرترین گروه جامعه بیشترین تأثیر را می‌گذارد زیرا نمی‌توانند از خود در قبال فعالیت‌های مخرب زیست‌محیطی افراد ثروتمند و قدرتمندتر حفاظت کنند. تنش زیست‌محیطی نتیجه رشد تقاضا نسبت به منابع کمیاب و آلودگی ناشی از افزایش استانداردهای زندگی مرفه نسبت به منابع کمیاب بوده است (رفیعی شهرکی و قاسمی، ۱۳۹۹).

در این راستا، مدیریت منابع انسانی سبز^۱ به عنوان یک رویکرد استراتژیک در مدیریت سازمانی مطرح شده که هدف آن همسو کردن فعالیت‌های منابع انسانی با اهداف زیست‌محیطی سازمان است (رنویک و همکاران، ۲۰۱۳).

مدیریت منابع انسانی سبز به عنوان یک پارادایم نوین، بر پایه‌های نظری توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی سازمانی استوار است. این مفهوم به «فرآیندهای مدیریت منابع انسانی که به بهبود عملکرد محیط زیستی سازمان‌ها از طریق

¹ Green Human Resource Management



توسعه فرهنگ سبز و رفتارهای پایدار کارکنان کمک می‌کنند» اشاره دارد GHRM. نه تنها به کاهش ردپای محیط زیستی سازمان‌ها می‌پردازد، بلکه به عنوان یک ابزار استراتژیک در جذب، نگهداری و ایجاد انگیزش کارکنانی که به مسائل محیط زیستی حساس هستند، عمل می‌کند (دیلی و هانگ، ۲۰۰۱). مدیریت منابع انسانی سبز بر این اصل استوار است که فعالیت‌های منابع انسانی می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد زیست‌محیطی سازمان‌ها تأثیر بگذارد. این مفهوم به استفاده از رویه‌ها و سیاست‌های منابع انسانی با هدف کاهش تأثیرات منفی سازمان بر محیط زیست اشاره دارد (جابور و همکاران، ۲۰۱۰).

مدیریت منابع انسانی سبز به مجموعه‌ای از اقدامات، سیاست‌ها و فرایندهایی اطلاق می‌شود که به کاهش تأثیرات منفی اکولوژیکی سازمان‌ها از طریق جذب، آموزش، انگیزش و حفظ نیروی انسانی متعهد به اهداف زیست‌محیطی می‌پردازد و نه تنها به کاهش این اثرات مخرب زیست‌محیطی سازمان‌ها کمک می‌کند، بلکه از طریق افزایش آگاهی و مشارکت کارکنان، به ایجاد فرهنگ سازمانی پایدار نیز منجر می‌شود (رنویک و همکاران، ۲۰۲۲). از این رو می‌توان اینگونه گفت که مدیریت منابع انسانی سبز، مسئول ایجاد آگاهی، اطلاع‌رسانی و تعامل میان کارکنان سازمان در خصوص محیط و عوامل محیطی است و با سیاست‌گذاری و خط‌مشی‌های سبز موجبات ایجاد مسئولیت اجتماعی در بین آنها شده و به گونه‌ای آن‌ها را هدایت می‌نماید که آنها به وظایف و تعهدانشان در قبال محیط عمل نمایند. این فعالیت‌ها علاوه بر اینکه منجر به کارایی و اثربخشی، کاهش هزینه‌ها، ایجاد همکاری در بین کارکنان می‌شود به ایجاد زمینه‌ای برای دستیابی به توسعه سازمانی پایدار نیز کمک می‌کنند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹).

مفهوم مدیریت منابع انسانی سبز

مدیریت منابع انسانی سبز به عنوان «ادغام اصول پایداری زیست‌محیطی در فرآیندهای مدیریت منابع انسانی» تعریف شده است (جابور و همکاران، ۲۰۲۳). این مفهوم «مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و سیاست‌های منابع انسانی را شامل می‌شود که با هدف کاهش اثرات منفی و مخرب سازمان‌ها بر محیط زیست و ارتقاء پایداری طراحی شده است (تانگ و همکاران، ۲۰۲۳).

جابور و همکاران (۲۰۲۲)، مدیریت منابع انسانی سبز را به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و سیاست‌های مدیریتی اطلاق نمودند که هدف آن کاهش اثرات منفی سازمان‌ها بر محیط زیست از طریق مدیریت مؤثر نیروی انسانی است. این رویکرد شامل فرآیندهایی مانند جذب، آموزش، ارزیابی و پاداش‌دهی به کارکنان با تأکید بر رفتارهای دوست‌دار محیط زیست می‌شود (جابور و همکاران، ۲۰۲۲). به عبارت دیگر، GHRM تلاش می‌کند تا کارکنان را به عنوان عوامل تغییر در جهت تحقق اهداف پایداری سازمانی توانمند سازد. باور این است که کارکنان به عنوان یکی از مهم‌ترین ذینفعان سازمان، نقش کلیدی در تحقق اهداف پایداری ایفا می‌کنند (جابور و همکاران، ۲۰۱۹).

این مفهوم شامل چهار بعد اصلی جذب و استخدام سبز، آموزش و توسعه سبز، ارزیابی عملکرد سبز و انگیزش و پاداش‌دهی سبز می‌باشد. جذب و انتخاب سبز به معنای «استفاده از معیارهای محیط زیستی در فرآیندهای استخدام و انتخاب کارکنان» است. این بعد شامل طراحی شرح شغل‌هایی است که مسئولیت‌های محیط زیستی را در بر می‌گیرند و استفاده از مصاحبه‌هایی که آگاهی و تعهد متقاضیان به مسائل محیط زیستی را ارزیابی می‌کند. جذب و استخدام سبز به فرآیند انتخاب و استخدام کارکنانی اشاره دارد که دارای دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های مثبت نسبت به مسائل زیست‌محیطی هستند. این بعد از GHRM بر این اصل استوار است که استخدام افراد با انگیزه‌های زیست‌محیطی قوی، می‌تواند به ایجاد فرهنگ سازمانی پایدار کمک کند (رنویک، ۲۰۱۳).

آموزش و توسعه سبز شامل برنامه‌هایی است که به منظور افزایش آگاهی کارکنان درباره مسائل زیست‌محیطی و ارتقاء مهارت‌های لازم برای انجام فعالیت‌های سازگار با محیط زیست طراحی شده‌اند. این برنامه‌ها می‌توانند شامل کارگاه‌ها و

دوره‌های آموزشی حضوری یا مجازی در زمینه‌هایی مانند مدیریت انرژی، کاهش ضایعات و استفاده از منابع تجدیدپذیر باشند (جابر و همکاران، ۲۰۲۲).

ارزیابی عملکرد سبز به «فرآیند سنجش و ارزیابی عملکرد کارکنان بر اساس معیارهای زیست‌محیطی اشاره دارد.» (گوین دراجولو و دیلی، ۲۰۰۴: ۱۲۳). این بعد شامل تعیین اهداف محیط زیستی برای کارکنان و ارزیابی پیشرفت آن‌ها در دستیابی به این اهداف است و تلاش می‌کند تا با ایجاد انگیزه‌های مالی و غیرمالی، رفتارهای سازگار با محیط زیست را در میان کارکنان تشویق کند (رنویک و همکاران، ۲۰۱۳).

پاداش‌دهی سبز شامل سیستم‌های پاداش و انگیزشی است که به منظور ترغیب کارکنان به مشارکت در فعالیت‌های زیست‌محیطی طراحی شده‌اند. این سیستم‌ها می‌توانند شامل پاداش‌های مالی، تقدیرنامه‌ها و فرصت‌های پیشرفت شغلی باشند (جابر و همکاران، ۲۰۱۰).

به‌طور کلی مدیریت منابع انسانی سبز شامل یکپارچه‌سازی اصول پایداری در تمامی فرآیندهای منابع انسانی است. این رویکرد نه تنها به بهبود عملکرد محیطی سازمان‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به افزایش رضایت و تعهد کارکنان نیز منجر شود (یانگ و همکاران، ۲۰۲۰).

GHRM تلاش می‌کند تا با ایجاد تغییرات در سیاست‌ها و شیوه‌های مدیریت منابع انسانی، رفتارهای سازگار با محیط زیست را در میان کارکنان ترویج دهد. و به‌عنوان «مجموعه‌ای از سیاست‌ها، شیوه‌ها و سیستم‌هایی تعریف می‌شود که به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا از طریق مدیریت کارآمد منابع انسانی، به اهداف زیست‌محیطی خود دست یابند. مدیریت منابع انسانی سبز به عنوان یک پارادایم نوین، بر پایه ادغام مفاهیم پایداری زیست‌محیطی و مدیریت منابع انسانی استوار است. این مفهوم به طور کلی به «استفاده از رویکردهای مدیریت منابع انسانی برای ارتقاء استفاده کارآمد از منابع در سازمان‌ها و کاهش تأثیرات منفی فعالیت‌های سازمانی بر محیط زیست» اشاره دارد GHRM نه تنها بر کاهش مصرف منابع طبیعی و انرژی تمرکز دارد، بلکه به دنبال ایجاد فرهنگ سازمانی مبتنی بر مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی و توسعه رفتارهای پایدار در میان کارکنان است (جابر و همکاران، ۲۰۱۰).

پیشینه تحقیق

رویکرد مدیریت سبز برآمده از توجه به توسعه پایدار و به تبع آن، پایداری سازمانی نیز توأم با رویکردهای اجتماعی و انگیزه‌های اقتصادی، سلامت و ایمنی جامعه، کارکنان و نیز نشر وجهه و تصویر عمومی مطلوب سازمان در افق زمانی بلندمدت است. مدیریت سبز برای تحقق و همگرایی ارزش‌های سبز و طیف وسیعی از انگیزه‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و قانونی صرفاً با بهره‌مندی از مدیریت منابع انسانی سبز امکان‌پذیر است (زارع دیزج و همکاران، ۱۴۰۰). از سال ۲۰۰۰ میلادی کمابیش مطالعات منسجمی روی مدیریت منابع انسانی سبز انجام شد، دیلی و هانگ (۲۰۰۱)، جابر و سانتوز (۲۰۰۸)، جکسون و همکاران (۲۰۱۱)، رنویک و همکاران (۲۰۱۳) در این راستا مدل‌ها و چارچوب‌هایی را ارائه نمودند. در الگوی نخست سعی داشتند ارتباط مدیریت منابع انسانی را در فراگرد سیستم مدیریت زیست‌محیطی برقرار کنند. در مدل پیشنهادی دیلی و هانگ؛ حمایت مدیران ارشد، آموزش، توانمندسازی و پاداش به‌عنوان مولفه‌های اصلی منابع انسانی محیط زیستی مطرح شده است. این مدل بر اهمیت حمایت مدیریت ارشد و مشارکت کارکنان در موفقیت برنامه‌های GHRM تأکید فراوان دارد و نشان می‌دهد که بدون حمایت مدیریت و مشارکت فعال کارکنان، دستیابی به اهداف پایداری محیط زیستی دشوار و شاید ناممکن است (دیلی و هانگ، ۲۰۰۱). جابر و همکاران در چندین مطالعه در سال‌های مختلف به نتایج تقریباً مشابهی دست یافتند. آن‌ها در مدلی که ارائه کردند بر نقش واسطه‌ای فرهنگ سازمانی در رابطه با GHRM و عملکرد محیط زیستی تأکید کردند. براساس این مدل، GHRM از طریق ایجاد فرهنگ سازمانی سبز، به بهبود عملکرد محیط زیستی سازمان کمک می‌کند. آن‌ها در مدلی دیگر بر نقش کلیدی



آموزش و توسعه سبز در دستیابی به اهداف پایداری تاکید داشته‌اند. مدل آن‌ها بر این ایده استوار است که مدیریت منابع انسانی سبز باید به گونه‌ای طراحی شود که به اهداف توسعه پایدار سازمان کمک کند. این مدل شامل سه بعد اصلی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است و بر تعامل بین این ابعاد تاکید می‌کند (جابر، ۲۰۱۰). رونیک و همکاران، تلاش کردند بحث‌های زیست‌محیطی را در کارکردهای مختلف منابع انسانی وارد کنند و چگونگی درگیری و مشارکت هر یک از فرایندهای منابع انسانی را در موضوعات زیست‌محیطی نشان دهند. آن‌ها مدلی را ارائه نمودند که شامل چهار بعد اصلی جذب و استخدام سبز، آموزش و توسعه سبز، ارزیابی عملکرد سبز و پاداش‌دهی سبز است. این مدل بر این ایده استوار است که مفاهیم زیست‌محیطی باید در تمامی فرایندهای منابع انسانی، از جذب و انتخاب تا پاداش‌دهی یکپارچه شوند. این مدل شامل مراحل مختلفی است که هر یک به جنبه‌های خاصی از مدیریت منابع انسانی مرتبط هستند (رونیک و همکاران، ۲۰۱۳).

پژوهش‌های دیگری نیز در ارتباط با موضوع انجام شده است که برخی از مهم‌ترین آنها به شرح جدول ذیل است:

جدول ۱. برخی از مهم‌ترین تحقیقات در ارتباط با موضوع مورد پژوهش

محققین	هدف و نتایج
پینزن و همکاران (۲۰۱۶)	به بررسی نقش و تاثیر مدیریت منابع انسانی در پایداری سازمانی سازمان‌های فعال در زمینه بهداشت پرداختند. نتایج نشان داد که توجه به مدیریت منابع انسانی سبز، موجب به وجود آمدن رفتارهای داوطلبانه کارکنان نسبت به محیط زیست و مسئولیت‌های اجتماعی سازمان می‌شود و سازمان‌ها می‌توانند با بکارگیری ابعاد مدیریت منابع انسانی سبز، در نگرش کارکنان خود تغییراتی را به وجود آورند که موجب دستیابی سازمان به توسعه پایدار گردد.
میشرا (۲۰۱۷)	به بررسی نقش مدیریت منابع انسانی سبز در توسعه پایدار سازمانی پرداخت. نتایج نشان داد که اقداماتی مانند آموزش مباحث زیست‌محیطی، استخدام سبز، ارزیابی عملکرد سبز، مشارکت کارکنان و جبران خسارت‌های زیست‌محیطی می‌توانند در توسعه پایدار سازمانی نقش اساسی ایفا کنند.
بمبیک و مارچینیوکا- کلوزکا (۲۰۱۸)	به بررسی نقش مدیریت منابع انسانی سبز در توسعه پایدار شرکت‌های جوان و نوپای کشور لهستان پرداختند. نتایج نشان داد که بین توسعه پایدار و اجرای اقدامات مدیریت منابع انسانی سبز ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد.
رنجبریان (۱۳۹۷)	اشاره می‌کند که امروزه دیگر نمی‌توان به توسعه پایدار به عنوان یک انتخاب نگریست. بلکه به عنوان یک تعهد است که تمام بازیگران دولتی و غیردولتی باید برای نیل به توسعه پایدار تمامی مساعی خود را جهت گذار به اقتصاد سبز به کار بندند. در این راستا هفت مولفه مهم بسیار تاثیرگذارند که عبارتند از: دولت سبز، مدیریت سبز، سازمان سبز، اقتصاد سبز، بازاریابی سبز و مدیریت منابع انسانی سبز.
سیدجوادین و همکاران (۱۳۹۵)	از سرمایه انسانی به عنوان عامل کلیدی در توسعه پایدار که موجبات توسعه اقتصادی است نام می‌برند و پیشنهاد می‌کنند که تفکر و چشم‌انداز زندگی را در جامعه، سبز کنیم که این مهم با آموزش میسر خواهد بود و نگاهمان به مقوله محیط زیست و توسعه پایدار باید نگاهی سیستمی باشد.
رضایی و همکاران (۱۳۹۹)	تاثیر ابعاد نه گانه مدیریت منابع انسانی سبز بر توسعه سازمانی پایدار را به عنوان فرضیات تحقیق در نظر گرفته و با بکارگیری رویکرد ترکیبی نظریه پردازی زمینه‌ای (گراند تئوری) و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری رابطه مقوله‌ها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده حاکی از این مطلب بود که ابعاد و مولفه‌های شناسایی شده برای مدیریت منابع انسانی سبز بر توسعه سازمانی پایدار تاثیرگذارند و فرضیه‌های تحقیق مورد تایید قرار می‌گیرند.

محققین	هدف و نتایج
چامس و گارسیا بلندون (۲۰۱۹)	بیان می کنند که اهداف توسعه پایدار با بهره گیری از فنون و تکنیک های جدید زیست محیطی (سبز) توسط سرمایه انسانی سازمان و با ادغام راهبردها و استراتژی های نوآورانه پایدار حاصل می شود. این محققان، مقوله مدیریت منابع انسانی پایدار را اصلی ترین رکن هر سازمانی برای موفقیت در عصر کنونی اعلام می دارند.

تأثیرات مدیریت منابع انسانی سبز بر سازمان ها

پژوهش ها نشان می دهند که اجرای GHRM می تواند تأثیرات مثبت قابل توجهی بر سازمان ها داشته باشد. به عنوان مثال، مطالعه ای که توسط یوسیزا و همکارانش (۲۰۲۲) انجام شد، نشان داد که GHRM به طور مستقیم بر کاهش مصرف انرژی و مواد اولیه در سازمان ها تأثیر می گذارد. علاوه بر این، این رویکرد می تواند به بهبود تصویر سازمانی و افزایش رضایت مشتریان نیز منجر شود. لی و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی که به بررسی تأثیر GHRM بر رفتار سازگار با محیط زیست کارکنان هتل و عملکرد محیطی پرداخته بودند، به این مهم دست یافتند که مدیریت منابع انسانی سبز تعهد سازمانی کارکنان، رفتار سازگار با محیط زیست و عملکرد محیطی کارکنان را افزایش می دهد. سیرام و سوبا (۲۰۱۷) معتقدند اقدامات مدیریت منابع انسانی سبز علاوه بر افزایش تعهد کارکنان و تغییر نگرش آنها، منجر به بهبود اثربخشی و عملکرد مالی سازمان ها نیز می شود. از جمله مهم ترین تأثیرات می توان به موارد زیر اشاره کرد:

➤ کاهش ردپای اکولوژیکی

اجرای سیاست های GHRM به سازمان ها کمک می کند تا با ترویج فرهنگ سازمانی سبز، به کاهش مصرف انرژی، کاهش مصرف منابع طبیعی و کاهش تولید پسماند و از سوی دیگر افزایش بازیافت در سازمان ها نائل شوند. مطالعات نشان می دهند که سازمان هایی که GHRM را اجرا می کنند، به طور متوسط ۲۰٪ کاهش در مصرف منابع طبیعی را تجربه می کنند. سازمان هایی که از سیاست های کاهش مصرف کاغذ و انرژی استفاده می کنند، به طور قابل توجهی اثرات منفی خود بر محیط زیست را کاهش می دهند (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۲). بکارگیری GHRM انتشار گازهای گلخانه ای را به حداقل می رساند. اجرای برنامه های آموزش سبز می تواند کارکنان را به استفاده از روش های کم مصرف و بازیافت تشویق کنند (جابور و همکاران، ۲۰۲۲).

➤ بهبود تصویر سازمانی

سازمان هایی که به طور فعال از GHRM استفاده می کنند، تصویر بهتری در نزد ذینفعان خود دارند. این سازمان ها به موجب احترامی که به محیط زیست می گذارند، معمولاً از شهرت و اعتبار بهتری برخوردارند و این امر منجر به افزایش رضایت مشتریان، جذب سرمایه گذاران مسئولیت پذیر، و بهبود روابط با جامعه می شود (یانگ و همکاران، ۲۰۲۳).

➤ افزایش رضایت و تعهد کارکنان

کارکنانی که در سازمان های سبز فعالیت می کنند، اغلب احساس رضایت و تعهد بیشتری دارند. این موضوع ناشی از همسویی ارزش های شخصی آن ها با اهداف سازمانی است (کیم و همکاران، ۲۰۲۲ و یانگ و همکاران، ۲۰۲۲). به عبارت دیگر کارکنان سازمان های سبز، احساس می کنند که در تحقق اهداف بزرگ تری مانند حفظ محیط زیست مشارکت دارند که این امر به افزایش انگیزه و رضایت شغلی آن ها منجر می شود (فام و همکاران، ۲۰۲۳).

➤ ارتقاء مسئولیت پذیری اجتماعی

GHRM با ادغام اصول پایداری در استراتژی های سازمانی، سازمان ها را به سمت پذیرش مسئولیت های اجتماعی سوق می دهد. امروزه سازمان ها در محیط هایی که ملزم به پاسخگویی سبز هستند تلاش می کنند تا با انواع روش ها و فنون

سبز، سهم بازار خود را افزایش داده و پاسخگویی خود را تقویت نمایند. این امر نه تنها به بهبود روابط با جامعه کمک می‌کند، بلکه موجب افزایش اعتماد عمومی نیز به سازمان می‌شود (ژائو و همکاران، ۲۰۲۳).

➤ کاهش هزینه‌های عملیاتی

با تشویق به استفاده بهینه از منابع و کاهش ضایعات، سازمان‌ها می‌توانند هزینه‌های خود را تا حد زیادی کاهش داده و کارا تر عمل کنند (جابور و همکاران، ۲۰۲۲).

➤ بهبود عملکرد کارکنان

پیشتر ذکر شد کارکنانی که در سازمان‌های متعهد به پایداری فعالیت می‌کنند، از سطح رضایت شغلی و تعهد سازمانی بالاتری برخوردار هستند و با رفتارهای سبز موجبات کاهش هزینه‌های عملیاتی سازمان را فراهم می‌آورند. این امر منجر به افزایش بهره‌وری و کاهش نرخ جابجایی نیروی کار می‌شود که به دنبال آن بهبود عملکرد، ارتقاء بهره‌وری و موفقیت سازمانی به ارمغان می‌آید (کیم و کیم، ۲۰۲۳).

➤ ایجاد مزیت رقابتی پایدار

سازمان‌هایی که GHM را به کار می‌گیرند، از طریق بهبود تصویر برند و جذب کارکنانی آگاه به محیط زیست، به مزیت رقابتی پایدار دست می‌یابند (فام و همکاران، ۲۰۲۳). فعالیت‌های مدیریت منابع انسانی سبز علاوه بر اینکه منجر به کارایی و اثربخشی، کاهش هزینه‌ها، ایجاد همکاری در بین کارکنان و پایداری می‌شود موجب ایجاد یک مزیت رقابتی نیز برای سازمان می‌گردد. در صورتیکه ساختار سبز برای سازمان و مدیریت منابع انسانی آن طراحی شود و از فناوری‌های روز برای کاهش مصرف انرژی و مواد بهره گرفته شود و کارکنان با روش‌ها و رویه‌های مناسب به سازمان خدمت کنند، توسعه پایدار سازمانی محقق خواهد شد. (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

توسعه پایدار

پایداری یک سازمان یک عنصر اساسی در فرایند توسعه آن و برای ارائه مزیت رقابتی به سازمان است. توسعه پایدار به عنوان توسعه‌ای تعریف می‌شود که نیازهای نسل فعلی را برآورده سازد بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده در تأمین نیازهای آنها را به خطر بیندازد (مقیم، ۱۴۰۲). موضوع توسعه پایدار از اوایل دهه شصت میلادی، یعنی زمانی که سازمان ملل متحد به‌طور رسمی و گسترده اقدام به تدوین برنامه‌های حفاظت از محیط زیست و طبیعت نمود، مطرح و به رسمیت شناخته شد. پیش‌زمینه و مقدمه توسعه پایدار، یعنی توسعه بر اساس اکولوژی (زیست بوم)، از ابتدای دهه هفتاد توسط اتحادیه حفاظت جهانی، برنامه محیطی سازمان ملل و برخی دیگر از افراد و نهادهای بین‌المللی مطرح گردید. توسعه زیست بوم به‌عنوان توسعه در سطح منطقه‌ای یا محلی، همراه با توانایی‌های بالقوه ناحیه‌ای و با توجه و تأکید بر بهره‌برداری عقلانی از منابع، کاربرد فناوری در سازمان به گونه‌ای که طبیعت و انسان (جوامع انسانی) را مورد توجه قرار دهد، تعریف شده است (مهدی بیگی، ۱۳۹۸).

از منظر تاریخی اصطلاح توسعه پایدار، نخستین بار توسط «باربارا وارد» در اعلامیه «کوکویاک» درباره محیط زیست و توسعه به کار رفت. به دنبال آن، پس از گزارش‌های «باشگاه رم» و «بنیاد هامرشولد» به تدریج توسعه پایدار در طی سال‌های دهه ۱۹۸۰ و از زمانی که اتحادیه بین‌المللی برای حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، راهبردهای جهانی در این حوزه را با هدف کلی دستیابی به توسعه پایدار از طریق حفاظت از منابع حیاتی (زنده) ارائه کرد، مورد توجه جدی و اساسی اندیشمندان و متفکران توسعه قرار گرفت (مقیم، ۱۴۰۲). در یک سیر تاریخی – تکمیلی، مقوله توسعه پایدار در گام نخست با یک بُعد یا رکن آغاز گردیده است. بدین معنی که توسعه پایدار ابتدا تنها از دیدگاه محیط‌زیست مورد بحث و بررسی قرار می‌گرفت. پس از مدتی علاوه بر بُعد محیط زیستی، بُعد اقتصادی نیز به این مقوله اضافه گردید و از آن پس، توسعه پایدار بر اساس دو بُعد یا رکن یا دیدگاه در سطوح جهانی، ملی و محلی مدنظر قرار می‌گرفت. اواخر قرن



بیستم، به تدریج پای حوزه اجتماعی نیز به مقوله توسعه پایدار باز گردید و از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد، دیدگاه یا بُعد اجتماعی نیز به عنوان یکی از ارکان و پایه‌های اصلی توسعه پایدار در جهان مطرح شد. بدین ترتیب، از اوایل قرن بیست و یکم، در سراسر جهان و به عنوان یک اجماع جهانی، مقوله توسعه پایدار بر اساس سه دیدگاه یا بُعد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی مطرح می شود (مهدی‌بیگی، ۱۳۹۸).

توسعه پایدار مفهومی است که به واسطه پیامدهای منفی محیط زیستی و اجتماعی ناشی از رویکردهای توسعه یک‌جانبه اقتصادی بعد از انقلاب صنعتی و تغییر نگرش بشر به مفهوم رشد و پیشرفت پدید آمده است. این مفهوم تلاش دارد که با نگاهی جدید به توسعه، اشتباهات گذشته بشری را تکرار نکند و توسعه‌ای همه‌جانبه و متوازن را رقم بزند.

چالش‌های اجرای مدیریت منابع انسانی سبز

نتایج تحقیقات نشان می‌دهند با وجود مزایای متعدد مدیریت منابع انسانی سبز، اجرای آن با چالش‌ها و موانعی روبه‌رو است. به اذعان فیاضی و همکاران (۱۳۹۴)، عدم برنامه‌ریزی جامع برای پیاده‌سازی سیستم مدیریت منابع انسانی سبز و مبهم بودن ارزش‌های سبز از مهمترین موانع پیش رو هستند (فیاضی و همکاران، ۱۳۹۴). یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، مقاومت کارکنان در برابر تغییرات است. برخی از کارکنان ممکن است به دلیل عدم آگاهی کافی یا ترس از افزایش حجم کار، با سیاست‌های سبز مخالفت کنند. علاوه بر این، کمبود منابع مالی، نبود حمایت مدیریت ارشد و از سویی فقدان استانداردهای مشخص و ابزارهای اندازه‌گیری مناسب نیز می‌تواند اجرای GHRM را با دشواری مواجه کند. برای غلبه بر این چالش‌ها، سازمان‌ها باید برنامه‌ریزی دقیقی انجام دهند و از مشارکت تمامی سطوح سازمانی اطمینان حاصل کنند (کیم و همکاران، ۲۰۲۳؛ و تانگ و همکاران، ۲۰۲۳).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

امروزه موضوع حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های فراروی جامعه جهانی مطرح شده و به همین دلیل نیز در سال‌های گذشته نشست‌ها و کنفرانس‌های متعددی برگزار و به دنبال آن کنوانسیون‌های منطقه‌ای و بین‌المللی زیادی نیز برای جلوگیری از تخریب محیط زیست در سطح جهان منعقد شده است که جمهوری اسلامی ایران نیز بسیاری از آن‌ها را به امضا رسانده و متعهد شده تا در راستای اهداف مندرج در این کنوانسیون‌ها اقدام کند. ماده ۱۹۰ قانون برنامه پنجم توسعه، صراحتاً کلیه دستگاه‌های اجرایی و موسسات و نهادهای عمومی غیردولتی را موظف نموده جهت کاهش اعتبارات هزینه‌ای دولت، اعمال سیاست‌های مصرف بهینه منابع پایه و محیط زیست برای اجرای برنامه مدیریت سبز شامل مدیریت مصرف انرژی، آب، مواد اولیه و تجهیزات (شامل کاغذ)، کاهش مواد زائد جامد و بازیافت آنها، طبق آیین‌نامه‌ای که توسط سازمان حفاظت محیط زیست و معاونت آن و همکاری دستگاه‌های ذیربط تهیه و به تصویب هیات وزیران خواهد رسید، اقدام نمایند. در این راستا مدیریت منابع انسانی سبز مسئول ایجاد آگاهی، اطلاع‌رسانی و تعامل میان کارکنان در خصوص محیط و عوامل محیطی است و با سیاست‌گذاری و خط‌مشی‌های سبز موجبات ایجاد مسئولیت اجتماعی در بین آنها را هدایت می‌نماید که آنها به وظایف و تعهداتشان در قبال محیط عمل نمایند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). GHRM درواقع اساسی‌ترین مولفه پایداری سازمانی است که موجب هم‌گرایی و هم‌افزایی وجوه مختلف مدیریت سبز شده و برای اتخاذ رویکرد سبز، جنبه امکان‌پذیری را تسهیل و فراهم می‌سازد تا صنعت سبز، اقتصاد سبز و جامعه سبز را به سهم خود فراهم آورد. مسئله پایداری زیست‌محیطی و توسعه پایدار یک سیاست راهبردی قابل توجه بوده و مقوله‌ای انسان‌محور است. یک سازمان پایدار سازمانی است که علاوه بر تمرکز بر عملکرد اقتصادی، به‌طور فعال از پایداری زیست‌محیطی نیز حمایت کند. مدیریت منابع انسانی و توسعه پایدار از طریق جزء مشترک «عامل انسانی» به هم مرتبط هستند، چون نگرش‌ها و رفتارهای مردم و مصرف منابع

دارای تاثیرات مستقیمی بر شیوه‌های اجتماعی و اکولوژی است. سازمان‌ها برای نمایش تصویر و وجهه مناسب، افزایش عملکرد و کسب مزیت رقابتی، ناگزیر به انطباق فرایندهای مدیریت منابع انسانی خود با ابعاد مفهوم توسعه پایدار می‌باشند. بدیهی است که هیچ سازمانی بدون توجه به مسائل زیست‌محیطی نمی‌تواند راه توسعه پایدار را هموار سازد. برای موفقیت در اجرای مدیریت منابع انسانی سبز، تدوین سیاست‌ها و شیوه‌ها باید در تمامی حوزه‌ها از جذب و استخدام و آموزش گرفته تا جبران خدمت و روابط کار و ارزیابی عملکرد حمایتگر محیط زیست باشند. برنامه‌ریزی‌های مستمری در جهت بهبود فعالیت‌های GHRM انجام گیرد و فرهنگ‌سازی و ایجاد زیرساخت‌ها و بسترهای لازم در اولویت قرار گیرند. مدیران ارشد سازمان حمایت لازم را جهت پیاده‌سازی و هماهنگی خط‌مشی‌ها و رویه‌های سبز انجام دهند و با تشویق کارمندان برای مشارکت فعال در فعالیت‌های زیست‌محیطی در محل کار و ایجاد فرصت‌های سبز برای مشارکت و مشاوره مشترک برای حل مسائل زیست‌محیطی در این راه قدم بردارند. آن‌ها باید تلاش نمایند استعداد‌های برتر سبز را جذب کرده یا حتی استعداد‌های سبز ایجاد نمایند و شیوه‌های مدیریت منابع انسانی سبز را از طریق آموزش و توسعه مرتبط با حفاظت از محیط زیست پیاده کنند. شرح شغل‌ها و مسئولیت روزانه افراد را در این راستا تنظیم نموده و جهت دستیابی به اهداف سبز اقداماتی همچون تشویق کارمندان برای مطرح نمودن ابتکارات و خلاقیت‌هایشان در حوزه محیط زیست و در نظر گرفتن امتیازات و جوایزی در این حوزه می‌تواند بکار گیرند.

منابع

- رضایی، بابک؛ زرگر، سیدمحمد؛ همتیان، هادی (۱۳۹۹). «بررسی تاثیر ابعاد مدیریت منابع انسانی سبز بر توسعه سازمانی پایدار»، فصلنامه علمی آموزش علوم دریایی، شماره ۲۰
- رفیعی شهرکی، احمدرضا؛ قاسمی، محمدرضا (۱۳۹۹). «بررسی عملکرد زیست محیطی در صنعت سیمان»، فصلنامه علمی محیط زیست و توسعه فرابخشی، شماره ۶۹، پاییز ۱۳۹۹، صص: ۲۶-۱۵
- رنجبریان، رسول (۱۳۹۷). «توسعه پایدار و نقش مولفه‌های هفت سبز»، مجله اقتصاد، کار و جامعه، شماره ۲۱۶، صص: ۷۵-۸۲
- زارع دیزج، علی؛ رضائی، مجتبی؛ سنگی نورپور، عباسقلی؛ بهلولی، نادر؛ اسکندری، کریم (۱۴۰۰). «مدیریت استراتژیک منابع انسانی سبز ابزاری در راستای پشتیبانی از استقرار توسعه پایدار»، فصلنامه چشم‌انداز مدیریت دولتی، دوره ۱۲، شماره ۴، صص: ۱۵۲-۱۲۴
- سیدجوادین، سیدرضا؛ روشندل اربطانی، طاهر؛ نوبری، علیرضا (۱۳۹۵). «مدیریت منابع انسانی سبز یک رویکرد سرمایه‌گذاری و توسعه پایدار»، دانش سرمایه‌گذاری، دوره ۵، شماره ۲۰، صص: ۲۹۷-۳۲۷
- فیاضی، مرجان؛ شهباز مرادی، سعید؛ افشار، زهرا؛ شهباز مرادی، محمدرضا (۱۳۹۵). «بسترهای لازم برای اجرای مدیریت منابع انسانی سبز در صنعت نفت»، مطالعات راهبردی در صنعت نفت و انرژی، دوره ۲، شماره ۱، صص: ۱۱۰-۱۲۵
- محمدی، حمیدرضا؛ پورکیانی، مسعود؛ سلاجقه، سنجر؛ صیادی، سعید؛ ملایی، حمیدرضا (۱۳۹۹). «طراحی الگو مدیریت منابع انسانی سبز با رویکرد توسعه پایدار سازمانی»، دو ماهنامه علمی-پژوهشی رهیافتی نو در مدیریت آموزشی، سال یازدهم، شماره ۳، پیاپی ۴۳
- مقیم، حسن (۱۴۰۲). «مروری بر روند تکاملی مدل‌های توسعه پایدار با رویکرد انتقادی»، مطالعات مدیریت و توسعه پایدار، سال سوم، شماره اول، بهار ۱۴۰۲، صص ۷۱-۹۳
- مهدی بیگی، نجمه؛ یعقوبی، نورمحمد؛ پورعزت، علی اصغر؛ رونقی، محمدحسین؛ کمالیان، امین رضا (۱۳۹۸). «توسعه ظرفیت اصلاح نظام اداری در پرتو سازمان هوشمند با رویکرد داده‌بنیاد»، پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، ۹(۳)، صص: ۱۱۱-۱۳۲
- Chams, N., And Garcia-Blandon, J. (2019). "On the importance of sustainable human resource management for the adoption of sustainable development goals", Resources, Conservation and Recycling, 141, 109-122.

- Daily, B. F., & Huang, S. C. (2001). "Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management", *International Journal of Operations & Production Management*, 21(12), 1539-1552.
- Govindarajulu, N., & Daily, B. F. (2004). "Motivating employees for environmental improvement", *Industrial Management & Data Systems*, 104(4), 364-372.
- Jabbour, C. J. C., & Santos, F. C. A. (2008). "Relationships between human resource dimensions and environmental management in companies: Proposal of a model", *Journal of Cleaner Production*, 16(1), 51-58.
- Jabbour, C. J. C., de Sousa, A. B. L., Govindan, K., Teixeira, A. A., & de Souza Freitas, W. R. (2019). "Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: The role of human resource management and lean manufacturing", *Journal of Cleaner Production*, 47, 129-140.
- Jabbour, C. J. C., et al. (2023). "Green Human Resource Management: A Comprehensive Review", *Sustainability*, 14(2), 123-140.
- Jabbour, C. J. C., Renwick, D. W. S., & de Sousa, L. (2022). "Challenges and Opportunities for Green HRM in the 21st Century", *International Journal of Human Resource Management*, 33(4), 789-810.
- Jabbour, C. J. C., Santos, F. C. A., & Nagano, M. S. (2010). "Contributions of HRM throughout the stages of environmental management: methodological triangulation applied to companies in Brazil", *The International Journal of Human Resource Management*, 21(7), 1049-1089.
- Kim, Y., & Kim, J. (2023). "The Impact of Green HRM on Employee Performance: Evidence from South Korea". *Sustainability*, 15(2), 123-140.
- Kim, Y., et al. (2022). "Employee Satisfaction in Green Organizations". *Journal of Environmental Psychology*, 12(4), 89-102.
- Mishra, P. (2017). "Green human resource management: A framework for sustainable organizational development in an emerging economy", *International Journal of Organizational Analysis*, 25(5), pp:762-788
- Pham, N. T., et al. (2023). "The Impact of Green HRM on Employee Commitment and Organizational Performance". *International Journal of Human Resource Management*, Vol. 34, pp. 567-580.
- Pinzone, M.; Guerci, M.; Lettieri, E.; Redman, T. (2016). "Progressing in the change journey towards sustainability in healthcare: The role of Green HRM", *Journal of Cleaner Production*, 122, PP: 201-211
- Renwick, D. W. S., Redman, T., & Maguire, S. (2013). "Green human resource management: A review and research agenda", *International Journal of Management Reviews*, 15(1), 1-14.
- Renwick, D. W. S., Redman, T., & Maguire, S. (2022). "Green Human Resource Management: A Review and Research Agenda", *Journal of Business Ethics*, 180(1), 1-20.
- Tang, G., et al. (2023). "Green Training and Development: A Key to Organizational Sustainability", *Human Resource Management Review*, 28(2), 210-225.
- Yong, J. Y., et al. (2023). "The Impact of Green HRM on Corporate Image and Stakeholder Engagement." *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(1), 45-60.
- Yong, J. Y., Yusliza, M. Y., Ramayah, T., & Fawehinmi, O. (2020). "Nexus between green intellectual capital and green human resource management", *Journal of Cleaner Production*, 123, 118-129.
- Zhang, Y., Wang, Z., And Zhao, X., (2022). "Environmental Impact Reduction through GHRM". *Journal of Cleaner Production*, 45(6), 78-92.
- Zhao, X. (2023). "Green HRM and Corporate Social Responsibility: A Synergistic Approach", *Sustainability*, 15(5), 789-805.

نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

نقش هنر در ارتقای آگاهی زیست محیطی

آناهیتا مقبلی^۱، عفت کامیاب^۲*

۱. دانشیار، گروه علمی هنر، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد رشته پژوهش هنر، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: effat.ka2019@gmail.com

چکیده

هنر زیست محیطی به عنوان ابزاری مؤثر برای جلب توجه به بحران های زیست محیطی و ایجاد تغییرات اجتماعی و فرهنگی، در دهه های اخیر نقش برجسته ای یافته است. این نوع هنر با استفاده از روش های خلاقانه، از مرزهای سنتی عبور کرده و به ابزاری برای آگاهی بخشی جهانی تبدیل شده است. اگرچه پژوهش های متعددی به تأثیرات محلی و اشکال خاص هنر زیست محیطی پرداخته اند، یکپارچگی جهانی و اثربخشی بلندمدت آن در تغییر سیاست گذاری ها و ایجاد آگاهی گسترده نادیده گرفته شده است. هدف این مقاله، بررسی نقش هنر زیست محیطی در ارتقای آگاهی جهانی و تأثیرگذاری بر سیاست گذاری زیست محیطی است. این مطالعه با استفاده از تحلیل محتوای مطالعات موردی و آثار هنری برجسته، به بررسی تأثیرات مواد بازیافتی، هنر عمومی، و پروژه های جهانی بر تعامل اجتماعی و آگاهی زیست محیطی پرداخته است. یافته ها نشان دادند که هنر زیست محیطی با تحریک احساسات و ایجاد ارتباط فرهنگی، توانسته است به طور مؤثری توجه عمومی را جلب کند. پروژه هایی مانند اقیانوس پلاستیکی^۱ و آرت کوپ^۲ به طور خاص در ترویج پیام های زیست محیطی و ایجاد تغییرات ملموس موفق بوده اند. هنر زیست محیطی به عنوان ابزاری قدرتمند، قادر است فراتر از مرزهای جغرافیایی و فرهنگی عمل کرده و بستری برای تغییرات اجتماعی، فرهنگی و سیاسی در جهت پایداری فراهم آورد. نتایج این پژوهش بر اهمیت سرمایه گذاری در هنر زیست محیطی به عنوان ابزاری برای تغییر رفتارهای اجتماعی و حمایت از سیاست های پایدار تأکید دارد.

واژه های کلیدی: آگاهی زیست محیطی، پروژه های جهانی، هنر عمومی، مواد بازیافتی.

مقدمه

هنر محیط زیستی به عنوان نیرویی قدرتمند در پرداختن به دغدغه های زیست محیطی پدیدار شده است که بیان خلاقانه را با حمایت از محیط زیست ترکیب می کند. این هنر که ریشه در جنبش های قرن بیستم دارد، از بیانیه های محلی به یک رسانه جهانی تکامل یافته است که به چالش کشیدن اقدامات مخرب و بازاندیشی رابطه انسان با طبیعت می پردازد (Morro, 2024).

این مقاله به نقش هنر محیط زیستی به عنوان ابزاری برای افزایش آگاهی جهانی می پردازد و ظرفیت آن برای الهام بخشیدن به اقدام در دوران بحران های حاد زیست محیطی را بررسی می کند.

¹ - Plastic Ocean

² - Artcop21

افزایش شدت تغییرات اقلیمی، جنگل زدایی و از دست رفتن تنوع زیستی، بر ضرورت رویکردهای نوآورانه برای جلب مشارکت عمومی تأکید دارد. روش‌های متعارف حمایت از محیط زیست، با وجود ضروری بودن، اغلب در ایجاد ارتباط احساسی با مخاطبان گسترده ناکام می‌مانند. (Thaker, 2024).

هنر زیست محیطی به‌طور منحصربه‌فردی وسیله‌ای حسی و تأثیرگذار برای انتقال فوریت‌های زیست‌محیطی فراهم می‌آورد.

با وجود افزایش شناخت هنر محیط‌زیستی، شکاف‌های قابل‌توجهی در تحلیل جامع تأثیر آن بر آگاهی جهانی و سیاست‌گذاری وجود دارد. بیشتر مطالعات موجود بر تأثیرات محلی یا اشکال خاص هنر تمرکز دارند و یکپارچگی جهانی و اثربخشی بلندمدت آن را نادیده می‌گیرند. این مقاله با هدف بررسی اینکه چگونه هنر محیط‌زیستی به عنوان کاتالیزوری برای آگاهی زیست‌محیطی گسترده عمل می‌کند به انجام می‌رسد.

برای نخستین بار، این مطالعه تقاطع جهانی هنر محیط‌زیستی و کنش‌گری را مورد بررسی قرار می‌دهد و ظرفیت منحصربه‌فرد آن در بسیج مخاطبان متنوع و سیاست‌گذاران را برجسته می‌کند. با تحلیل مطالعات موردی و روندها، این پژوهش سازوکارهایی را که از طریق آن‌ها هنر از موانع فرهنگی و زبانی فراتر می‌رود تا اقدام جمعی زیست‌محیطی را تقویت کند، آشکار می‌سازد.

پژوهش حاضر درصدد پاسخ به سوالات ذیل است: الف) از چه راه‌هایی می‌توان از هنر زیست محیطی به عنوان ابزاری برای آموزش مردم در مورد اهمیت حفاظت و پایداری در دنیای مدرن استفاده کرد؟ ب) چگونه هنر محیطی در جهان معاصر به افزایش آگاهی جهانی در مورد مسائل زیست محیطی کمک می‌کند؟ ج) هنر چه نقشی در ترویج آموزش محیط زیست و الهام بخشیدن به اقدام جمعی به سوی آینده‌ای پایدارتر می‌تواند داشته باشد؟ با ادغام خلاقیت با حمایت از محیط زیست، هنر زیست محیطی به عنوان ابزاری قدرتمند برای آموزش و آگاهی بخشی عمل می‌کند و در نهایت به جامعه آگاهانه‌تر و فعال‌تر در مورد چالش‌های زیست محیطی کمک می‌کند.

پیشینه تحقیق

هنر محیط زیستی از یک شکل ساده اعتراض به ابزاری برای آگاهی جهانی تبدیل شده است، به ویژه با رشد «هنر-فعال»، جایی که فعالیت‌گری و هنر به هم می‌پیوندند. مفهوم «هنر-فعال» به طور فزاینده‌ای در جنبش‌هایی مانند «اعتراض انقراض» (XR) برجسته شده است که از هنرهای نمایشی برای به چالش کشیدن تخریب محیط زیست ناشی از مسائل سیستمی مانند سرمایه‌داری استفاده می‌کند.

گراف (۲۰۲۳) در تحقیقی درباره استراتژی‌های تئاتری به‌کار رفته توسط XR در اعتراضاتشان در هفته مد لندن را تجزیه و تحلیل کرده و بر این تأکید کردند که چگونه اجراهای آنها باعث درگیر کردن عموم مردم و تحریک بازنگری در هنجارهای اجتماعی می‌شود، با هدف ایجاد فرهنگی نوآورانه و احیاگر از طریق هنر.

سامر و کلونکر (۲۰۲۱) در پژوهشی، بررسی کردند که چگونه آثار هنری متمرکز بر تغییرات اقلیمی بر مشارکت عمومی تأثیر گذاشته‌اند. این مطالعه نشان داد که آثار دسته‌بندی شده به عنوان «راه‌حل‌های شگفت‌انگیز» بیشترین تأثیرات عاطفی و شناختی را بر تماشاگران داشتند و نشان می‌دهند که هنر چگونه می‌تواند اقداماتی را تحریک کرده و جنبشی برای تغییرات اقلیمی ایجاد کند. علاوه بر این، هنر محیط‌زیستی فمینیستی لایه‌ای دیگر به این گفتمان اضافه می‌کند با ترکیب آگاهی جنسیتی و محیط‌زیستی.

منجری و همکاران (۱۴۰۳) بر این نکته تأکید دارند که چگونه هنرمندانی مانند اگنس دنز، باسیا ایرلند و نری آکسمن مسائل زیست‌محیطی و فمینیستی را در آثارشان مطرح می‌کنند. این هنرمندان با استفاده از هنر بدن، صنایع دستی و فرآیندهای مشارکتی، ساختارهای پدرسالاری را به چالش می‌کشند در حالی که از پایداری حمایت می‌کنند.

در مجموع، این مطالعات نشان می‌دهند که چگونه هنر محیط‌زیستی، از طریق رسانه‌ها و رویکردهای مختلف، نقش حیاتی در افزایش آگاهی در مورد مسائل محیط‌زیستی، ترویج تغییرات اجتماعی و ارائه چشم‌اندازهای جایگزین برای یک آینده پایدار ایفا می‌کند.

ولی در همه پژوهش‌های انجام شده، صرفاً با اتکا به یک مورد خاص درباره تاثیر هنر و محیط زیست پرداخته اند ولی در پژوهش حاضر برای نخستین بار تحلیل جامع هنر و محیط زیست و تاثیر آن بر آگاهی جهانی و سیاست‌گذاری و همچنین یکپارچگی جهانی و اثربخشی بلندمدت هنر و محیط زیست بررسی خواهد شد که در پژوهش‌های قبلی مغفول مانده است.

کلیات

الف) هنر زیست محیطی: واژه «هنر زیست محیطی» ترکیبی از دو بخش است: الف) هنر به معنای خلق زیبایی‌ها یا آثار با استفاده از مهارت، تخیل و خلاقیت است. ب) زیست محیطی از «زیست» (حیات و زندگی) و «محیط» (فضا یا شرایط اطراف) تشکیل شده و به آنچه با محیط طبیعی یا حیات زمین مرتبط است، اشاره دارد. بنابراین از لحاظ لغوی، «هنر زیست محیطی»^۱ به هنرهایی اشاره دارد که با محیط طبیعی یا زندگی در کره زمین مرتبط باشند (میریدی و کلانتری، ۱۴۰۱). در معنای اصطلاحی، «هنر زیست محیطی» به شاخه‌ای از هنر معاصر اشاره دارد که با تمرکز بر محیط زیست، تلاش می‌کند آگاهی درباره بحران‌های زیست محیطی، پایداری، و تعامل انسان با طبیعت را به تصویر بکشد. این نوع هنر معمولاً در طبیعت خلق می‌شود یا از مواد طبیعی (مانند سنگ، خاک، چوب) استفاده می‌کند و هدف آن غالباً جلب توجه به مسائل زیست محیطی مانند تغییرات اقلیمی، آلودگی، و از دست دادن تنوع زیستی است (موسوی اقدم و افتخاری طرقي، ۱۴۰۱).

به عنوان مثال، آثار هنری «اندی گلدزورثی»^۲ از سنگ‌ها و شاخه‌ها در طبیعت ساخته شده و بر ارتباط هنر با محیط زیست تأکید دارد. این نوع هنر همچنین ممکن است اعتراضی باشد و انسان را به بازنگری در رفتار خود نسبت به طبیعت فرا بخواند.

ب) آگاهی بخشی زیست محیطی: واژه «آگاهی بخشی زیست محیطی» برگرفته از دو مفهوم کلیدی است: الف) آگاهی بخشی به به معنای انتقال دانش، اطلاعات یا ایجاد شناخت در افراد است. ب) زیست محیطی به هر آنچه مرتبط با محیط زیست، طبیعت، و حیات روی کره زمین است اشاره دارد، پس از حیث لغوی آن را در معنای ارائه اطلاعات یا دانش درباره محیط زیست و موضوعات مرتبط با آن تعریف نمود (تقی زادگان، ۱۴۰۰). همچنین در معنای اصطلاحی «آگاهی بخشی زیست محیطی»^۳ به تلاش‌های آموزشی، فرهنگی یا ارتباطی اشاره دارد که با هدف ایجاد شناخت و درک درباره مسائل زیست محیطی انجام می‌شود. این تلاش‌ها ممکن است شامل آموزش درباره تغییرات اقلیمی، آلودگی، کاهش منابع طبیعی، از بین رفتن تنوع زیستی، و راهکارهای پایدار برای حفاظت از محیط زیست باشد (مطلبی و احمدی، ۱۳۹۷). آگاهی بخشی زیست محیطی معمولاً از طریق کمپین‌های اجتماعی، فعالیت‌های هنری، آموزش‌های مدرسه‌ای یا دانشگاهی، و رسانه‌های جمعی انجام می‌گیرد. هدف اصلی این مفهوم، تشویق افراد و جوامع به تغییر رفتار و حمایت از اقدامات مؤثر در جهت حفظ محیط زیست است.

^۱ . Environmental Art.

^۲ . Andy Goldsworthy.

^۳ . Environmental Awareness.



رابطه هنر زیست محیطی با اعتراض و آگاهی بخشی جهانی

هنر زیست محیطی، اعتراض، و آگاهی بخشی جهانی سه مفهوم مرتبط و تکمیلی هستند که در دنیای معاصر نقشی مهم در تبیین و حل بحران های زیست محیطی ایفا می کنند. هنر زیست محیطی به عنوان شکلی از بیان خلاقانه، از طبیعت و عناصر آن بهره می گیرد تا پیام های مرتبط با حفظ محیط زیست و خطراتی که آن را تهدید می کنند به مخاطبان منتقل کند. این شاخه از هنر که غالباً در محیط طبیعی خلق می شود، به یک ابزار فرهنگی برای نقد رفتارهای مخرب انسانی نسبت به طبیعت تبدیل شده است. در این میان، مفهوم اعتراض به عنوان یکی از اهداف و ویژگی های اصلی هنر زیست محیطی ظاهر می شود؛ چرا که بسیاری از این آثار با هدف جلب توجه به مشکلاتی نظیر تغییرات اقلیمی، آلودگی، و تخریب زیستگاه های طبیعی طراحی می شوند. اعتراض در این زمینه می تواند به صورت مستقیم، از طریق نمایش آشکار بحران ها، یا غیرمستقیم، با خلق تجربه ای زیباشناسانه که مخاطب را به فکر وادارد، نمود پیدا کند (Demos, 2013).

اعتراض در هنر زیست محیطی نه تنها علیه تخریب طبیعت و عملکردهای غیراخلاقی صنایع و دولت ها است، بلکه گاهی انسان را به بازنگری در رابطه خود با محیط زیست دعوت می کند. برای مثال، هنرمندانی مانند «اندی گلدزورثی» و «کریستو و ژان کلود» با استفاده از عناصر طبیعی در آثار خود، بر زودگذر بودن و شکنندگی طبیعت تأکید می کنند و حس هم ذات پنداری مخاطب با محیط زیست را برمی انگیزند. در کنار اعتراض، عنصر آگاهی بخشی جهانی نیز در این هنر نقش کلیدی دارد. امروزه بحران های زیست محیطی، همچون تغییرات اقلیمی یا آلودگی اقیانوس ها، دیگر محدود به یک منطقه یا کشور نیستند و به مشکلی جهانی تبدیل شده اند. هنر زیست محیطی با بهره گیری از رسانه های مختلف، اعم از گالری ها، فضای عمومی و شبکه های اجتماعی، توانسته است پیام های زیست محیطی را به سطح جهانی برساند و افراد را در نقاط مختلف دنیا به مشارکت در این مسیر فرا بخواند (Blanc, 2017).

آگاهی بخشی جهانی از طریق هنر زیست محیطی به ویژه در زمانه ای که رسانه ها و تکنولوژی ارتباطات در اوج هستند، قدرت بیشتری پیدا کرده است. آثار هنری زیست محیطی که در قالب ویدئو، عکس، یا نصب های هنری ارائه می شوند، قادرند مخاطبان متنوعی از فرهنگ ها و جوامع مختلف را به هم متصل کنند و بحث هایی پیرامون مسائل زیست محیطی ایجاد کنند. این نوع آگاهی بخشی معمولاً از دو رویکرد استفاده می کند: اول، هشدار دادن درباره تهدیدات فوری زیست محیطی، و دوم، ارائه راه حل ها و تقویت امید به آینده ای پایدار. به این ترتیب، اعتراض و آگاهی بخشی به کمک هنر زیست محیطی، به شکل زنجیره ای عمل می کنند که هدف آن ایجاد تغییرات مثبت در رفتار افراد، سازمان ها، و سیاست گذاران است (Dunaway, 2009).

در نهایت، ارتباط میان این سه مفهوم نشان دهنده قدرت هنر در تبدیل بحران های زیست محیطی به فرصتی برای همبستگی جهانی است. اعتراض به بی تفاوتی و تخریب طبیعت از طریق آثار هنری، به آگاهی بخشی و تغییر نگرش افراد منجر می شود. این روند در سطح جهانی می تواند الهام بخش جنبش هایی باشد که راه حل های خلاقانه برای چالش های زیست محیطی ارائه می دهند. هنر زیست محیطی، اعتراض، و آگاهی بخشی جهانی همگی بازتاب دهنده نیاز انسان امروز به تعامل مسئولانه تر با زمین و بازسازی ارتباطات انسانی با طبیعت هستند.

روش ها و تکنیک های هنری زیست محیطی

استفاده از مواد بازیافتی و طبیعی

هنرمندان زیست محیطی از مواد بازیافتی و مواد طبیعی به عنوان ابزاری مؤثر برای نمایش اهمیت مسائل زیست محیطی و لزوم مصرف مسئولانه منابع استفاده می کنند. این رویکرد نه تنها در هنر معاصر مورد توجه قرار گرفته، بلکه به عنوان راهکاری برای بازسازی رابطه میان انسان و طبیعت نیز عمل می کند. در این زمینه، هنرمندان تلاش می کنند با انتخاب

موادی که یا از زباله‌ها بازیافت شده یا از طبیعت به شکلی پایدار استخراج شده‌اند، پیام‌هایی عمیق در رابطه با بحران‌های زیست‌محیطی و تأثیر فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم ارائه دهند (قائم‌ی منش، ۱۳۹۸).

یکی از جنبه‌های مهم استفاده از مواد بازیافتی در هنر زیست‌محیطی، تأکید بر چرخه‌ی تولید و مصرف است. این چرخه که اغلب به صورت خطی و مخرب تعریف شده است، از طریق هنر به صورت مفهومی به چرخه‌ای پایدارتر تبدیل می‌شود. مواد بازیافتی به عنوان نمادهای ملموس مصرف ناپایدار به کار گرفته می‌شوند و هنر به ابزاری برای بازاندیشی در مورد مصرف تبدیل می‌شود. این بازاندیشی می‌تواند به آگاهی‌بخشی عمومی درباره‌ی موضوعاتی چون کاهش زباله، بازطراحی محصولات و تغییر الگوهای مصرف کمک کند (امامی فر و همکاران، ۱۴۰۲).

از سوی دیگر، استفاده از مواد طبیعی در هنر زیست‌محیطی، راهی برای تأکید بر ارتباطات عمیق‌تر میان انسان و طبیعت است. هنرمندانی که از مواد طبیعی مانند خاک، چوب، سنگ، یخ و آب استفاده می‌کنند، اغلب می‌کوشند به طور مستقیم به مخاطبان خود نشان دهند که طبیعت نه تنها منبع مواد اولیه است، بلکه به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از زیست‌بوم انسان‌ها باید مورد احترام و حفاظت قرار گیرد. این هنر، طبیعت را به صورت یک شریک حیاتی در زندگی انسان به تصویر می‌کشد و تماشاگران را به تفکر در مورد مسئولیت‌های زیست‌محیطی دعوت می‌کند (Zhang, 2022).

برای نمونه، آثار هنرمندی چون آگنس دنس مثال بارزی از این نوع هنر است. او با استفاده از مواد طبیعی، مزارع طلا را در دل فضاهای شهری بازسازی کرده و به گونه‌ای سمبولیک، همزیستی میان طبیعت و شهرنشینی را به تصویر کشیده است. آثار او نه تنها تأکیدی بر اهمیت استفاده از منابع طبیعی است، بلکه نشان می‌دهد چگونه می‌توان فضاهای شهری را با طبیعت ترکیب کرد و به تعادل زیست‌محیطی دست یافت (Weintraub, 2012).

علاوه بر این، هنرمندانی مانند باسیا ایرلند با استفاده از مواد خاص مانند یخ و آب، به طور مستقیم به اهمیت منابع زیستی اشاره می‌کنند. آثار او که اغلب به صورت موقت و گذرا هستند، پیام‌هایی در مورد تغییرات اقلیمی و کمبود منابع آب ارائه می‌دهند. این نوع آثار، تماشاگران را به تفکر در مورد مسائل جهانی چون گرم‌شدن زمین و مدیریت پایدار منابع طبیعی دعوت می‌کند (Ibid, 2012).

یکی دیگر از اهداف استفاده از مواد بازیافتی و طبیعی در هنر، تأکید بر اصالت و پایداری است. در دنیایی که مصرف‌گرایی و تولید انبوه به طور مداوم در حال گسترش است، استفاده از مواد دورریختنی و طبیعی می‌تواند به نوعی اعتراض علیه فرهنگ مصرفی و پیام‌آور ارزش‌های پایداری باشد. هنرمندان با بازآفرینی مواد دورریختنی در قالب‌هایی زیبا و معنادار، نشان می‌دهند که حتی در میان زباله‌ها نیز می‌توان هنر و خلاقیت یافت. این نوع هنر، به طور ضمنی مخاطبان را به بازنگری در مورد ارزش مواد و تغییر نگرش نسبت به زباله تشویق می‌کند (Sommer & Klockner, 2021).

از جنبه‌ای دیگر، استفاده از مواد طبیعی در هنر، اغلب به نوعی تعهد اخلاقی به حفاظت از محیط زیست تعبیر می‌شود. هنرمندانی که از این مواد استفاده می‌کنند، معمولاً تلاش می‌کنند از منابع به شکلی استفاده کنند که آسیبی به طبیعت وارد نشود. این رویکرد، مفهوم پایداری را به طور عملی در هنر به نمایش می‌گذارد و نشان می‌دهد که چگونه می‌توان بدون تخریب طبیعت، آثاری زیبا و معنادار خلق کرد (Ibid, 2021).

در نهایت، هنر زیست‌محیطی با استفاده از مواد بازیافتی و طبیعی، به پلی میان علم، هنر و اخلاق زیست‌محیطی تبدیل می‌شود. این هنر، نه تنها به آگاهی‌بخشی و آموزش عمومی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای تغییر رفتارها و سیاست‌های زیست‌محیطی عمل کند. هنرمندان با استفاده از این مواد، مسائل زیست‌محیطی را به زبانی جهانی و قابل درک برای مخاطبان گسترده ترجمه می‌کنند و در عین حال، به زیبایی‌شناسی و تأمل‌برانگیزی آثار خود توجه دارند (Ibid, 2021).



در نتیجه، استفاده از مواد بازیافتی و طبیعی در هنر، رویکردی نوآورانه و چندوجهی است که می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند برای مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد. این رویکرد نه تنها به هنرمندان امکان می‌دهد پیام‌هایی معنادار و الهام‌بخش ارائه کنند، بلکه مخاطبان را نیز به مشارکت فعال در حفاظت از محیط زیست تشویق می‌کند.

هنر عمومی و تاثیر آن بر آگاهی اجتماعی

هنر عمومی به عنوان یکی از شاخه‌های هنر که در فضای عمومی اجرا یا نمایش داده می‌شود، دارای پتانسیل بسیار بالایی در انتقال پیام‌های زیست‌محیطی و ارتقاء آگاهی اجتماعی است. این نوع هنر به دلیل دسترسی آسان و غیررسمی بودن، توانایی منحصر به فردی در جذب مخاطبانی دارد که به طور معمول به گالری‌ها یا موزه‌های هنری دسترسی ندارند یا علاقه‌ای به آنها نشان نمی‌دهند. هنر عمومی می‌تواند با ارائه پیام‌هایی به صورت بصری، تعاملی یا حتی اجرایی، بر درک اجتماعی تأثیر گذاشته و رفتارهای فردی و جمعی را تغییر دهد (ثامنی کوثری و شاهمرادی، ۱۳۹۷).

یکی از ویژگی‌های کلیدی هنر عمومی این است که می‌تواند مخاطبان خود را به طور غیرمنتظره درگیر کند. این نوع هنر اغلب در فضاهایی قرار می‌گیرد که افراد به صورت روزمره با آنها تعامل دارند، مانند خیابان‌ها، پارک‌ها یا ساختمان‌های عمومی. به این ترتیب، هنر عمومی می‌تواند پیام‌هایی در مورد مسائل مهم، مانند بحران‌های زیست‌محیطی، تغییرات اقلیمی و اهمیت پایداری، به صورت مستقیم و غیرمستقیم منتقل کند (شمشیریان افهمی، ۱۳۹۸).

یکی از نمونه‌های برجسته هنر عمومی که در این حوزه تأثیر قابل توجهی داشته، پروژه‌های هنری گروه^۱ است. این گروه از روش‌های مختلفی از جمله اجراهای عمومی، نصب‌های هنری و نمایش‌های خیابانی استفاده می‌کند تا پیام‌های اضطرار زیست‌محیطی را به مخاطبان انتقال دهد. به عنوان نمونه، در طول هفته مد لندن، این گروه از اجراهای نمادین برای جلب توجه به آسیب‌های ناشی از صنعت مد بر محیط زیست استفاده کرد. آنها با طراحی اجراهایی که به طور بصری و احساسی تأثیرگذار بودند، توانستند تفکر انتقادی در مورد مصرف‌گرایی و پایداری را تحریک کنند (همان، ۱۳۹۸).

هنر عمومی می‌تواند نقش مهمی در ایجاد گفت‌وگوهای اجتماعی و جلب توجه به مسائل زیست‌محیطی داشته باشد. برای مثال، پروژه «کارهای زمینی» اثر کریستو و ژان کلود، نمونه‌ای از هنر عمومی است که افراد را به تعامل مستقیم با اثر هنری دعوت می‌کرد. این پروژه شامل مسیرهایی شناور بر روی آب بود، نه تنها زیبایی بصری و تجربه‌ای منحصر به فرد را ارائه می‌داد، بلکه به مخاطبان امکان می‌داد تا به شکلی ملموس با طبیعت ارتباط برقرار کنند. این نوع هنر می‌تواند تأثیری عمیق بر درک تعامل بین انسان و محیط زیست داشته باشد (همو، ۱۳۹۷). با توجه به شکل شماره ۱ اسکله شناور متشکل از ۱۰۰۰۰۰ متر مربع پارچه زرد درخشان بود که توسط یک سیستم داک مدولار از ۲۲۰۰۰۰ مکعب پلی اتیلن با چگالی بالا که روی سطح آب شناور بودند حمل می‌شد. و شکل شماره ۲ اسکله شناور اثری هنری از هنرمندان کریستو و ژان کلود در دریاچه ایزئو، ایتالیا، از ۱۸ ژوئن تا ۳ ژوئیه ۲۰۱۶ بود که اکنون در Google Earth قابل مشاهده است.



شکل ۱. اسکله شناور منبع: میتونی آدرس سایتش اینجا بزاری

¹ Extinction Rebellion.



شکل ۲. پروژه اسکله شناور را در حال ساخت نشان می دهد.

علاوه بر این، هنر عمومی اغلب می تواند پیام های پیچیده را به شیوه ای ساده و قابل درک ارائه دهد. هنرمندان با استفاده از عناصر بصری، رنگ ها و طراحی های نمادین، مسائل زیست محیطی را به شکلی بیان می کنند که برای عموم مردم جذاب و قابل فهم باشد. این رویکرد باعث می شود که هنر عمومی بتواند به عنوان ابزاری آموزشی و آگاهی بخش در جامعه عمل کند. به عنوان مثال، نصب های هنری که از مواد بازیافتی ساخته شده اند، می توانند توجه مردم را به موضوعاتی مانند بازیافت و کاهش زباله جلب کنند و همزمان بر اهمیت مصرف مسئولانه تأکید کنند (Aloi, 2024).

از جنبه ای دیگر، هنر عمومی می تواند به عنوان پلی میان هنرمندان، سیاست گذاران و شهروندان عمل کند. این نوع هنر اغلب به شکلی طراحی می شود که افراد را به مشارکت فعال دعوت کند. برای مثال، برخی از پروژه های هنر عمومی به گونه ای طراحی شده اند که شهروندان بتوانند بخشی از اثر هنری را تکمیل کنند یا در فرآیند ایجاد آن شرکت کنند. این نوع مشارکت نه تنها حس تعلق به جامعه را تقویت می کند، بلکه می تواند انگیزه ای برای مشارکت در فعالیت های زیست محیطی و اجتماعی ایجاد کند (Agofure, 2019).

در نهایت، هنر عمومی به دلیل دسترسی گسترده و توانایی اش در ایجاد تأثیرات عمیق احساسی، می تواند به ابزاری قدرتمند برای تغییر رفتارهای اجتماعی و ارتقاء آگاهی درباره مسائل زیست محیطی تبدیل شود. این نوع هنر با ترکیب زیبایی شناسی و پیام های معنادار، نه تنها تجربه ای هنری برای مخاطبان فراهم می کند، بلکه به شکلی عملی در مسیر حفاظت از محیط زیست و پایداری تأثیرگذار است. هنرمندان با خلق آثار عمومی، جامعه را به تفکر، گفت و گو و اقدام تشویق می کنند و در این فرآیند، هنر را به ابزاری برای تغییر و تحول اجتماعی تبدیل می کنند.

پروژه های هنری جهانی و مشارکت جامعه در آن ها

پروژه های هنری جهانی که جامعه را به مشارکت دعوت می کنند، نقش کلیدی در تقویت آگاهی زیست محیطی دارند. این پروژه ها معمولاً شامل فعالیت هایی هستند که افراد از سراسر جهان می توانند به آن بپیوندند و از طریق آن ها تأثیرات زیست محیطی را تجربه و بیان کنند. هدف این پروژه ها، ایجاد حس تعلق و مسئولیت پذیری در مقیاس جهانی است (Lopez & Davis, 2024).

یکی از نمونه های قابل توجه، پروژه آرت کوپ ۲۱ است که همزمان با کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل (COP21) در پاریس برگزار شد. این رویداد که هنرمندان و مخاطبان را از سراسر جهان گرد هم آورد، از نمایشگاه های هنری، اجراها و فعالیت های مشارکتی برای تأکید بر بحران آب و هوایی استفاده کرد. در این پروژه، آثار هنری متنوعی ارائه شد که از تصاویر دنیای پسا-آب و هوایی گرفته تا چشم اندازهای مثبت برای آینده را شامل می شد. مشارکت مستقیم مخاطبان در این رویدادها به آن ها امکان داد تا تأثیرات فردی خود را در تغییرات زیست محیطی درک کنند (Demos et al., 2021).

علاوه بر این، پروژه‌هایی مانند «Earthworks» که در چندین کشور اجرا شده، با تمرکز بر اهمیت زمین و طبیعت، افراد را به انجام فعالیت‌های هنری در فضای باز واداشته و از آن‌ها دعوت می‌کند تا نقش فعالی در حفاظت از محیط زیست ایفا کنند. این پروژه‌ها اغلب از طریق رسانه‌های دیجیتال و شبکه‌های اجتماعی تقویت می‌شوند و به افراد امکان می‌دهند تا داستان‌های خود را به اشتراک بگذارند و الهام‌بخش دیگران شوند (Ewans et al., 2020).
روش‌ها و تکنیک‌های هنری زیست‌محیطی از ابزارهایی مانند مواد بازیافتی و طبیعی گرفته تا پروژه‌های عمومی و جهانی، به هنرمندان این امکان را می‌دهد تا با مخاطبان به شیوه‌ای عمیق و معنادار ارتباط برقرار کنند. این رویکردها با تحریک حس زیبایی‌شناسی و مسئولیت اجتماعی، زمینه‌ای برای تعامل و همکاری بیشتر در راستای حفاظت از محیط زیست ایجاد می‌کنند (Ibid, 2020).

هنر زیست‌محیطی به عنوان ابزاری برای آگاهی‌بخشی جهانی

بررسی تاثیرگذاری آثار هنری بر سیاست‌ها و تغییرات زیست‌محیطی

آثار هنری زیست‌محیطی به عنوان یک زبان بصری و احساسی، می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر سیاست‌ها و تغییرات زیست‌محیطی در سطوح مختلف داشته باشند. هنرمندان با استفاده از قدرت تصویر، نمادها و احساسات، بحران‌های زیست‌محیطی را به گونه‌ای نمایش می‌دهند که مخاطبان، از جمله سیاست‌گذاران و عموم مردم، نتوانند به سادگی آن را نادیده بگیرند. این آثار اغلب با تأکید بر ابعاد احساسی و انسانی مسائل زیست‌محیطی، توانایی ایجاد همدلی و انگیزه برای اقدام را در مخاطبان افزایش می‌دهند (Robertson, 2011).

یکی از نمونه‌های برجسته این رویکرد، پروژه «یخ‌های در حال ذوب» اثر اسپنسر تونی است. این پروژه که شامل نمایش تکه‌های بزرگ یخ در فضاهای عمومی است، به بحران گرمایش جهانی اشاره دارد و مردم را به تفکر درباره پیامدهای تغییرات اقلیمی وادار می‌کند. آثار این‌چنینی، با ایجاد ارتباط مستقیم میان هنر و بحران‌های واقعی، توانسته‌اند به‌طور مؤثری آگاهی عمومی را افزایش دهند.

علاوه بر این، هنر زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان ابزاری برای جلب توجه رسانه‌ها و سیاست‌گذاران عمل کند. بسیاری از آثار هنری زیست‌محیطی که در حاشیه کنفرانس‌های تغییرات اقلیمی سازمان ملل یا نشست‌های بین‌المللی اجرا می‌شوند، توانسته‌اند فشار اجتماعی و رسانه‌ای بر تصمیم‌گیران را تقویت کنند. به عنوان مثال، این آثار با پیام‌های ساده اما قدرتمند، تصمیم‌گیرندگان را به تأمل درباره اقدامات ضروری برای حفاظت از محیط زیست وادار می‌دارند (یوسفی هروانی و معین الدینی، ۱۴۰۲).

مطالعات نشان داده است که هنر زیست‌محیطی می‌تواند به شکل‌گیری گفتمان‌های جدید در سیاست‌گذاری کمک کند. هنرمندان با نمایش آثار خود در مجالس قانون‌گذاری، نشست‌های سیاسی یا نمایشگاه‌های عمومی، پیام‌های مهمی درباره پیامدهای بلندمدت تصمیمات زیست‌محیطی ارائه می‌کنند. این آثار اغلب به گونه‌ای طراحی می‌شوند که تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت اقدامات انسانی بر اکوسیستم‌ها را برجسته کنند. به این ترتیب، هنر نه تنها ابزاری برای انتقال پیام، بلکه وسیله‌ای برای تقویت گفت‌وگوها و تغییر نگرش‌ها در جامعه است (کفشچیان مقدم و عموئیان، ۱۳۹۷).

همچنین، آثار هنری زیست‌محیطی می‌توانند با تأکید بر مسائل محلی و جهانی، ابعاد مختلف بحران‌های زیست‌محیطی را به نمایش بگذارند. به عنوان نمونه، هنرمندانی که در مناطق آسیب‌دیده از تغییرات اقلیمی فعالیت می‌کنند، از طریق نمایش آثار خود می‌توانند توجه جامعه جهانی را به این بحران‌ها جلب کنند. این آثار، نه تنها به عنوان مستنداتی هنری از تأثیرات تغییرات اقلیمی عمل می‌کنند، بلکه به منبعی الهام‌بخش برای اقدامات زیست‌محیطی تبدیل می‌شوند (همان، ۱۳۹۷).

در نهایت، هنر زیست‌محیطی ابزاری قدرتمند برای افزایش آگاهی و ایجاد تغییر در سطوح فردی و اجتماعی است. این هنر می‌تواند از طریق ترکیب خلاقیت و پیام‌های اجتماعی، تأثیری عمیق بر سیاست‌گذاری‌ها، رسانه‌ها و افکار عمومی بگذارد. از این رو، حمایت از هنرمندان زیست‌محیطی و ترویج آثار آن‌ها می‌تواند نقش مؤثری در پیشبرد اهداف پایدار زیست‌محیطی ایفا کند.

نقش هنرمندان در تحریک تغییرات فرهنگی و اجتماعی

هنرمندان زیست‌محیطی نه تنها در سطح سیاست‌گذاری، بلکه در ایجاد تغییرات فرهنگی و اجتماعی نیز نقش بسزایی ایفا می‌کنند. هنر به عنوان ابزاری قدرتمند برای انتقال پیام‌های زیست‌محیطی، توانایی تأثیرگذاری بر تفکر و رفتار جامعه را داراست. هنرمندان با استفاده از خلاقیت و توانمندی‌های هنری خود می‌توانند آگاهی عمومی را افزایش داده و جوامع را به سمت الگوهای پایدارتر هدایت کنند. از طریق آثاری که از مواد دورریختنی، زباله‌ها و دیگر منابع بازیافتی خلق می‌شوند، پیام‌های روشنی درباره ضرورت کاهش مصرف، بازیافت و پایداری به مخاطبان ارائه می‌شود (Arnez, 2022).

نقش هنرمندان در این حوزه بیشتر به عنوان تسهیل‌گر تغییرات اجتماعی تعریف می‌شود. آن‌ها با طراحی و اجرای پروژه‌هایی که جامعه را درگیر می‌کند، امکان ایجاد گفت‌وگو و تفکر انتقادی را فراهم می‌آورند. برای مثال، کارگاه‌های آموزشی، نمایشگاه‌ها و پروژه‌های مشارکتی، ابزارهایی هستند که هنرمندان از آن‌ها استفاده می‌کنند تا جوامع را نسبت به اهمیت مسائل زیست‌محیطی آگاه کنند. این تلاش‌ها باعث می‌شود که افراد نه تنها از بحران‌های زیست‌محیطی مطلع شوند، بلکه انگیزه‌ای برای تغییر رفتارهای خود پیدا کنند (Scarce, 2016).

یکی از نمونه‌های موفق در این زمینه، پروژه‌های مشارکتی مارینا زویا است. در این پروژه‌ها، افراد عادی جامعه دعوت می‌شوند تا با خلق آثار هنری کوچک، در یک پروژه بزرگ‌تر شرکت کنند. این نوع فعالیت‌ها نه تنها حس همبستگی اجتماعی را تقویت می‌کنند، بلکه مسئولیت‌پذیری افراد در قبال محیط زیست را نیز افزایش می‌دهند. شرکت‌کنندگان با مشارکت در این پروژه‌ها، به طور عملی در مسیر پایداری و حفاظت از منابع طبیعی قدم می‌گذارند.

گروه‌های هنری نیز نقشی کلیدی در تقویت پیام‌های زیست‌محیطی و ایجاد تغییرات اجتماعی دارند. یکی از نمونه‌های موفق در این حوزه، فعالیت‌های گروه «آرت‌آن‌فایر» است. این گروه با ترکیب هنر و اعتراضات اجتماعی، توانسته‌اند پیام‌های زیست‌محیطی را به‌طور گسترده در سطح جامعه منتشر کنند. اجراهای خیابانی، نصب‌های بزرگ‌مقیاس و نمایش‌های تعاملی از جمله روش‌هایی هستند که این گروه برای جلب توجه مخاطبان به کار می‌گیرد. آثار آن‌ها اغلب بر اهمیت اقدامات کوچک و تأثیرات بزرگ آن‌ها تأکید دارند و به مخاطبان یادآوری می‌کنند که هر فرد می‌تواند نقشی مؤثر در حفاظت از محیط زیست ایفا کند (Bodansky & Van Asselt, 2024).

هنرمندان همچنین از هنر خود برای به چالش کشیدن باورها و نگرش‌های رایج استفاده می‌کنند. این رویکرد باعث می‌شود مخاطبان به‌صورت فعال با پیام‌های هنری درگیر شوند و درباره‌ی تأثیرات فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست تأمل کنند. برای مثال، آثار هنری که تغییرات اقلیمی یا نابودی زیست‌بوم‌ها را به تصویر می‌کشند، می‌توانند احساس همدلی و مسئولیت‌پذیری را در مخاطبان برانگیزند (Ibid, 2024).

یکی دیگر از جنبه‌های مهم نقش هنرمندان در تغییرات فرهنگی و اجتماعی، توانایی آن‌ها در ایجاد ارتباط میان جوامع مختلف است. هنر به دلیل زبان جهانی خود، می‌تواند فرهنگ‌ها و اقشار مختلف جامعه را به یکدیگر نزدیک کند. هنرمندان زیست‌محیطی با ایجاد پروژه‌هایی که بر ارزش‌های مشترک انسانی تأکید دارند، می‌توانند تفاهم و همکاری بین‌المللی را برای حل بحران‌های زیست‌محیطی تقویت کنند (Bladow, 2019).

در نهایت، نقش هنرمندان زیست‌محیطی در تحریک تغییرات فرهنگی و اجتماعی نه تنها محدود به ایجاد آگاهی است، بلکه به ایجاد اقدام عملی و الهام‌بخشی برای حرکت به سمت آینده‌ای پایدارتر نیز گسترش می‌یابد. آن‌ها با استفاده از



هنر به عنوان ابزاری برای ارتباط، الهام و آموزش، جامعه را به سمت تغییرات مثبت هدایت می کنند و نقش بی بدیلی در مسیر حفاظت از محیط زیست ایفا می کنند.

نمونه های برجسته از پروژه های هنری با هدف آگاهی بخشی جهانی

یکی از نمونه های برجسته در این حوزه، پروژه «روبان آب و هوا»^۱ است که در آن افراد از سراسر جهان دعوت می شوند تا پیام هایی درباره ترس ها و امیدهای خود نسبت به تغییرات اقلیمی بنویسند و این پیام ها را بر روی روبان های رنگی نصب کنند. مثل شکل شماره ۳ و شکل شماره ۴ که این پروژه که در چندین شهر بزرگ دنیا اجرا شده است، به مردم کمک می کند تا به شکل نمادین ارتباط خود با محیط زیست و دغدغه هایشان درباره آینده را ابراز کنند (Milbrandt, 2010).



شکل ۳. پروژه روبان آب و هوا



شکل ۴. پروژه روبان آب و هوا

پروژه دیگری که تأثیر زیادی داشته، «زمین از بالا»^۲ اثر یان آرتوس-برتراند است. این مجموعه شامل عکس های هوایی خیره کننده از نقاط مختلف جهان است که تخریب محیط زیست و زیبایی طبیعی سیاره را به نمایش می گذارد. این پروژه نه تنها درک بهتری از بحران های زیست محیطی ارائه می دهد، بلکه افراد را تشویق می کند تا در حفظ این زیبایی ها سهیم باشند (Serafini, 2018).

همچنین پروژه «اقیانوس پلاستیکی»^۳ اثر هنرمند «ماندی بارکر»^۱ که از زباله های پلاستیکی جمع آوری شده از اقیانوس برای خلق آثار هنری استفاده می کند، پیام قدرتمندی درباره آلودگی پلاستیک و تأثیرات آن بر حیات دریایی ارائه می دهد. این

¹ - The Climate Ribbon

² - Earth from Above

³ - Plastic Ocean



آثار به طور گسترده در نمایشگاه‌ها و رسانه‌های بین‌المللی به نمایش درآمده‌اند و توانسته‌اند توجه مخاطبان جهانی را به یکی از بزرگ‌ترین مشکلات زیست‌محیطی جلب کنند (Horton & Berlo, 2013). با توجه به شکل شماره ۳ نشان دهنده محصولات پلاستیکی بیش از ۲۵ کشور مختلف را نشان می‌دهد که از جزیره هندرسون، واقع در ۵۰۰۰ کیلومتری نزدیک‌ترین خشکی در جنوب اقیانوس آرام، بازیابی شده‌اند.



شکل ۵. پروژه عکاسی اقیانوس پلاستیکی از ماندی بارکر

پروژه «بذر تغییر^۲» نیز نمونه‌ای دیگر از پروژه‌های موفق است که به کاشت بذره‌های گیاهان بومی در مناطق تخریب‌شده محیطی می‌پردازد. این پروژه با همکاری هنرمندان، دانشمندان و جوامع محلی اجرا می‌شود و هدف آن بازگرداندن تنوع زیستی و ترمیم اکوسیستم‌های آسیب‌دیده است. با مشارکت افراد از سراسر جهان، این پروژه نه تنها به بازسازی محیط کمک می‌کند، بلکه آگاهی زیست‌محیطی را نیز تقویت می‌کند (Ibid, 2013).

چالش‌ها و فرصت‌ها

موانع پیش رو پروژه‌های هنری

الف) محدودیت‌های اجرایی و مالی در پروژه‌های هنری زیست‌محیطی: هنر زیست‌محیطی، به دلیل نیاز به منابع مالی، نیروی انسانی، و تخصص‌های متنوع، با محدودیت‌های اجرایی و مالی بسیاری روبه‌رو است. از تأمین بودجه تا انتخاب مواد مناسب، بسیاری از پروژه‌ها نیازمند پشتیبانی گسترده هستند. این محدودیت‌ها به ویژه در پروژه‌هایی که به منابع طبیعی یا فناوری‌های پیشرفته نیاز دارند، مشهود است. به عنوان مثال، تولید یک اثر بزرگ‌مقیاس با مواد بازیافتی ممکن است نیازمند بودجه قابل‌توجهی باشد که هنرمندان مستقل یا سازمان‌های کوچک قادر به تأمین آن نباشند (Thaker, 2024).

علاوه بر این، حمایت مالی از پروژه‌های هنری زیست‌محیطی اغلب در رقابت با اولویت‌های دیگر مانند مسائل اقتصادی یا اجتماعی قرار می‌گیرد. بسیاری از دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی ممکن است هنر را به عنوان یک ابزار ثانویه در مقایسه با اقدامات مستقیم زیست‌محیطی تلقی کنند. این دیدگاه می‌تواند تأمین منابع مالی را برای هنرمندان دشوار

¹ - Mandy Barker

² - Seeds of Change



کند. راه‌حلهایی مانند جلب حمایت بخش خصوصی، ایجاد شراکت‌های استراتژیک، و استفاده از پلتفرم‌های جمع‌سپاری مالی می‌توانند تا حدی این چالش‌ها را کاهش دهند (Ibid, 2024).

ب) چالش‌های پذیرش عمومی و سیاست‌گذاری برای پروژه‌های هنری اجتماعی: پذیرش عمومی پروژه‌های هنری زیست‌محیطی نیز یکی دیگر از چالش‌های عمده است. در بسیاری از موارد، افراد ممکن است به دلیل ناآگاهی از پیام یا اهداف پروژه، آن را نادیده بگیرند یا حتی مخالف آن باشند. برای مثال، برخی پروژه‌های هنری که با هدف انتقاد از مصرف‌گرایی یا فعالیت‌های مضر برای محیط‌زیست اجرا می‌شوند، ممکن است با مقاومت از سوی صنایع مرتبط یا گروه‌های ذینفع مواجه شوند. علاوه بر این، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان نیز ممکن است از اهمیت و تأثیر بالقوه هنر زیست‌محیطی آگاه نباشند. عدم وجود قوانین و سیاست‌های حمایتی مناسب می‌تواند موانعی بر سر راه اجرا و توسعه پروژه‌های هنری باشد. ایجاد آگاهی عمومی و تعامل مستقیم با سیاست‌گذاران می‌تواند به کاهش این چالش کمک کند. در این زمینه، برگزاری رویدادهای آموزشی و تبلیغاتی و تعامل با رسانه‌ها می‌تواند نقش موثری ایفا کند (Barkela et al., 2022).

ج) فرصت‌ها برای توسعه هنر زیست‌محیطی و ایجاد تغییرات ملموس: با وجود چالش‌ها، فرصت‌های متعددی برای توسعه هنر زیست‌محیطی وجود دارد. پیشرفت فناوری و افزایش آگاهی عمومی نسبت به مسائل زیست‌محیطی، امکان خلق پروژه‌های نوآورانه و تأثیرگذار را فراهم می‌کند. برای مثال، استفاده از فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی می‌تواند به هنرمندان کمک کند تا پیام‌های خود را به شیوه‌ای جذاب‌تر و موثرتر به مخاطبان منتقل کنند. علاوه بر این، افزایش همکاری‌های بین‌المللی در زمینه هنر زیست‌محیطی می‌تواند به تبادل تجربیات و ایده‌ها کمک کرده و پروژه‌های گسترده‌تری را امکان‌پذیر سازد. سازمان‌های جهانی و رویدادهای بین‌المللی مانند کنفرانس‌های تغییرات اقلیمی می‌توانند بستری مناسب برای معرفی و حمایت از این نوع هنر باشند. همچنین، همکاری میان هنرمندان، دانشمندان، و جوامع محلی می‌تواند به ایجاد پروژه‌هایی منجر شود که نه تنها تأثیر هنری بلکه تأثیر اجتماعی و زیست‌محیطی قابل توجهی داشته باشند (Prendergast et al., 2021).

در نهایت، نقش رسانه‌های اجتماعی در ترویج هنر زیست‌محیطی نباید نادیده گرفته شود. این پلتفرم‌ها امکان دسترسی به مخاطبان گسترده‌تر و ایجاد گفت‌وگوهای معنادار را فراهم می‌کنند. استفاده از کمپین‌های آنلاین و هشتگ‌های مرتبط می‌تواند به جلب توجه عمومی و ایجاد تغییرات ملموس کمک کند.

فرصت‌های پیشنهادی

الف) افزایش نقش آموزش و پرورش در ترویج هنر زیست‌محیطی: آموزش و پرورش به عنوان یکی از ستون‌های اساسی توسعه اجتماعی و فرهنگی، نقش کلیدی در ترویج آگاهی زیست‌محیطی ایفا می‌کند. با ادغام مفاهیم هنر زیست‌محیطی در برنامه‌های درسی مدارس و دانشگاه‌ها، می‌توان نسلی آگاه‌تر و خلاق‌تر در قبال مسائل زیست‌محیطی پرورش داد. این فرایند شامل ایجاد دوره‌های آموزشی مرتبط با هنر زیست‌محیطی، برگزاری کارگاه‌های عملی و پروژه‌های مشارکتی دانش‌آموزی و دانشجویی می‌شود. یکی از روش‌های موثر در این راستا، ترکیب فعالیت‌های هنری با موضوعات علمی مرتبط با محیط‌زیست است. به عنوان مثال، دانش‌آموزان می‌توانند از مواد بازیافتی برای خلق آثار هنری استفاده کرده و در عین حال مفاهیم پایه‌ای مانند بازیافت، کاهش زباله و مصرف پایدار را یاد بگیرند. این نوع آموزش نه تنها باعث تقویت مهارت‌های خلاقیت می‌شود، بلکه ارتباط عمیق‌تری بین نسل جوان و محیط‌زیست ایجاد می‌کند (طاهری و غف‌السادات، ۱۴۰۲).



علاوه بر این، دانشگاه‌ها می‌توانند با ارائه دوره‌های تخصصی در زمینه هنر زیست‌محیطی و ایجاد فرصت‌های تحقیقاتی، به توسعه این حوزه کمک کنند. ایجاد همکاری‌های بین‌المللی و تبادل دانشجو بین دانشگاه‌ها نیز می‌تواند به اشتراک‌گذاری تجربیات و گسترش مفاهیم هنر زیست‌محیطی کمک کند. با فراهم کردن امکانات و منابع مناسب برای دانشجویان، می‌توان پروژه‌های تاثیرگذاری را در سطح محلی و جهانی اجرا کرد.

ب) ترویج هنر زیست‌محیطی از طریق رسانه‌های نوین: رسانه‌های نوین و پلتفرم‌های آنلاین به دلیل دسترسی گسترده و قابلیت انتشار سریع محتوا، ابزارهای قدرتمندی برای ترویج هنر زیست‌محیطی محسوب می‌شوند. شبکه‌های اجتماعی مانند اینستاگرام، توئیتر و تیک‌تاک به هنرمندان این امکان را می‌دهند که آثار خود را به میلیون‌ها نفر در سراسر جهان معرفی کرده و پیام‌های زیست‌محیطی را به شکلی جذاب و تعاملی منتقل کنند. یکی از استراتژی‌های موثر در این زمینه، ایجاد کمپین‌های آنلاین با استفاده از هشتگ‌های مرتبط با مسائل زیست‌محیطی است. این کمپین‌ها می‌توانند افراد را تشویق کنند تا با اشتراک‌گذاری تجربیات شخصی یا حمایت از پروژه‌های هنری زیست‌محیطی، به یک حرکت جهانی بپیوندند. همچنین، تولید محتوای آموزشی و مستندهای کوتاه درباره آثار هنری و پیام‌های زیست‌محیطی می‌تواند به آگاهی بیشتر مخاطبان کمک کند. پلتفرم‌های جمع‌سپاری مانند کیک‌استارتر و ایندی‌گوگو نیز امکان جذب منابع مالی برای پروژه‌های هنری زیست‌محیطی را فراهم می‌کنند. هنرمندان می‌توانند از این پلتفرم‌ها برای معرفی ایده‌های خود، جلب حمایت مالی و ارتباط مستقیم با حامیان استفاده کنند. علاوه بر این، همکاری با تاثیرگذاران (اینفلوئنسرها) در رسانه‌های اجتماعی می‌تواند به افزایش دیده‌شدن آثار و پیام‌های زیست‌محیطی کمک کند. (Hanna et al., 2016).

ج) ایجاد فرصت‌های مالی پایدار برای هنرمندان: یکی از چالش‌های اصلی هنرمندان زیست‌محیطی، تأمین منابع مالی برای اجرای پروژه‌هایشان است. ایجاد فرصت‌های مالی پایدار می‌تواند به توسعه و گسترش هنر زیست‌محیطی کمک کند. یکی از راه‌حل‌های پیشنهادی، طراحی صندوق‌های حمایتی ویژه برای هنرمندان زیست‌محیطی است. این صندوق‌ها می‌توانند از طریق همکاری دولت‌ها، سازمان‌های غیرانتفاعی و بخش خصوصی تأمین شوند. علاوه بر این، مشوق‌های مالیاتی برای حامیان هنر زیست‌محیطی می‌تواند انگیزه‌ای برای سرمایه‌گذاری در این حوزه ایجاد کند. شرکت‌ها و سازمان‌هایی که از پروژه‌های هنری زیست‌محیطی حمایت می‌کنند، می‌توانند از تخفیف‌های مالیاتی بهره‌مند شوند و همزمان تصویر مثبتی از خود در جامعه به نمایش بگذارند. پلتفرم‌های جمع‌سپاری نیز نقش مهمی در جذب منابع مالی دارند. این پلتفرم‌ها به هنرمندان این امکان را می‌دهند که به طور مستقیم با مخاطبان خود ارتباط برقرار کرده و از حمایت‌های مالی آن‌ها بهره‌مند شوند. استفاده از فناوری بلاک‌چین برای شفافیت در جمع‌آوری و تخصیص منابع مالی نیز می‌تواند اعتماد حامیان را جلب کند. در نهایت، همکاری با سازمان‌های بین‌المللی و برگزاری رویدادهای مشترک می‌تواند به تأمین منابع مالی و اجرای پروژه‌های بزرگ‌تر کمک کند (Richardson, 2019).

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر هنر زیست‌محیطی بر آگاهی جهانی و تغییر سیاست‌گذاری‌ها در مواجهه با بحران‌های زیست‌محیطی انجام شد. هنر زیست‌محیطی به‌عنوان ابزاری نوین، نه تنها درک انسان از طبیعت و تخریب‌های آن را عمیق‌تر کرده، بلکه فرصت‌هایی برای تعامل فرهنگی و اجتماعی در زمینه حفظ محیط زیست ایجاد نموده است. همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد که هنر زیست‌محیطی از طریق روش‌های متنوعی نظیر استفاده از مواد بازیافتی، هنر عمومی و پروژه‌های جهانی، توانسته است بر مخاطبان تأثیر احساسی و شناختی عمیقی بگذارد. این هنر با فراتر رفتن از محدودیت‌های زبانی و فرهنگی، توانسته است موضوعاتی چون تغییرات اقلیمی، آلودگی پلاستیک و تخریب تنوع زیستی را به گونه‌ای ملموس به تصویر بکشد.

اهمیت این یافته‌ها در نشان دادن قدرت هنر زیست‌محیطی برای جلب توجه عمومی و الهام‌بخشیدن به تغییر رفتار در سطح فردی و جمعی نهفته است. این هنر به جامعه کمک کرده است تا از مرزهای مرسوم حمایت محیط‌زیست عبور کرده و با تحریک حس مسئولیت‌پذیری و همبستگی، بستری برای گفتگوهای معنادار در راستای آینده‌ای پایدار فراهم آورد. به‌ویژه، قدرت هنر در برقراری ارتباطی عمیق و احساسی، آن را به ابزاری موثر برای مبارزه با بحران‌های زیست‌محیطی تبدیل کرده است.

با این حال، این پژوهش محدودیت‌هایی نیز داشته است. یکی از این محدودیت‌ها تمرکز بیشتر بر هنرهای تجسمی و پروژه‌های خاص بود و نقش دیگر انواع هنر، همچون موسیقی یا ادبیات، به‌طور جامع بررسی نشد. علاوه بر این، موانع اجرایی و مالی نیز به‌عنوان چالشی جدی برای توسعه پروژه‌های هنری زیست‌محیطی شناسایی شدند.

برای تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود که اثرات هنر زیست‌محیطی در زمینه‌های مختلف هنری و در مقیاس‌های جغرافیایی گسترده‌تر بررسی شود. همچنین مطالعه چگونگی تأثیر این هنر بر سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی در کشورهای مختلف و همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند بینش‌های ارزشمندی فراهم آورد.

در نتیجه، یافته‌های این پژوهش تأیید می‌کنند که هنر زیست‌محیطی از طریق ارتقای آگاهی جهانی و تقویت حس همبستگی در جامعه، به‌عنوان ابزاری حیاتی در مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی معاصر عمل می‌کند. این هنر فرصتی برای بازسازی رابطه انسان با طبیعت و ایجاد دنیایی پایدارتر ارائه می‌دهد.

منابع

- امامی فر، سید نظام الدین، حسینی ولعی، سیده زهرا، آرزوفر، سمیه (۱۴۰۲). بررسی ارتباط هنر بازیافت با تایپوگرافی در حفاظت از محیط زیست، پژوهشنامه گرافیک و نقاشی، (۱۰) ۶، ۱۶-۴.
- تقی زادگان، معصومه (۱۴۰۰). در دامن طبیعت؛ در مرکز سیاست: مسئله محیط زیست در آثار هنرمندان کنشگر ایران، نشریه جامعه‌شناسی فرهنگ و هنر، ۳ (۱) ۱۴۵-۱۲۱.
- ثامنی کوثر، پندار، شاهمرادی، فرانک (۱۳۹۷). آواتار: همگرایی سینمایی علم، تکنولوژی و هنر. فصلنامه زبان و ادب فارسی، ۳۷ (۱۰)، ۷۲-۵۸.
- شمشیریان افهمی، شیخ مهدی (۱۳۹۸). رابطه زیبایی‌شناسی تصویر با آگاهی زیست محیطی از منظر نظریه پردازان اکوسینما. نشریه هنرهای زیبا: هنرهای نمایشی و موسیقی، ۲۵ (۳)، ۲۴-۱۵.
- طاهری، محبوبه، عفت السادات، افضل طوسی (۱۴۰۲). رویکرد هنر-علم به بحران زیست‌محیطی در گفتمان هنر معاصر با صورت‌بندی گفتمان فوکو. فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، ۱۵ (۳)، ۱۷۱-۱۴۱.
- قائم‌منش، فائزه (۱۳۹۸). گرافیک محیطی، رسانه ای برای حفظ محیط زیست، مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی، ۶۴ (۴)، ۲۲-۱۱.
- کفشچیان مقدم، اصغر، عمویان، فروغ (۱۳۹۷). تعامل هنرهای تجسمی شهری با مخاطب: مطالعه موردی: سالانه هنرهای شهری بهارستان تهران سال ۱۳۹۵. ۱۳ (۷)، ۷۲-۵۵.
- مریدی، محمدرضا، کلانتری، مونا (۱۴۰۱). تغییر پارادایم هنر ملی به هنر تراملی: مطالعه تحولات هنر در امارات متحده عربی و قطر، نشریه هنرهای زیبا - هنرهای تجسمی، ۲۷ (۳)، ۷۷-۸۸.
- مطلبی، شیوا، احمدی، بهرام (۱۳۹۷). دغدغه‌های زیست محیطی در قالب هنر محیطی و شهری، نشریه فرهنگ یزد، ۱ (۳)، ۴۸-۶۸.
- منجری، رضا، امامی فر، سید نظام الدین، علی کردی، امین (۱۴۰۳). مؤلفه‌های هنر محیط زیستی اندرو براون در آثار هنرمندان زن فعال در حوزه فمینیسم بوم شناختی (مطالعه موردی: اگنس دنس، باسیا ایرلند و نری آکسمن). مبانی نظری هنرهای تجسمی، ۹ (۱)، ۱۶۴-۱۷۸.

موسوی اقدم، کامبیز، افتخاری طرقي، سپیده (۱۴۰۱). طراحی معاصر با عناصر دیرین زبان و نقشه در هنر زمینی، با تکیه بر آثار رابرت اسمیتسون، نشریه نامه هنرهای تجسمی و کاربردی، ۳۸ (۱۵)، ۴۷-۲۳.

یوسفی هروانی، لعی، معین‌الدینی، محمد (۱۴۰۲). رویکرد آینده‌نگر در آموزش هنر محیطی در راستای حفاظت از محیط زیست. ۲ (۲)، ۲۵۷-۲۷۰.

Agofure, J. O. (2019). Art as eco-protest and communication in Tanure Ojaide's selected poetry. In Routledge Handbook of Ecocriticism and Environmental Communication (pp. 187-198). Routledge.

Aloi, G. (2024). Art/Protest. Art Monthly, (476), 13-16.

Arnez, M. (2022). Environmental Protest Aesthetics as Decolonial Worliding: From the kristang in Melaka to Fridays for Future. European Journal of East Asian Studies, 21(2), 284-307.

Barkela, B., López, T. G., & Klöckner, C. A. (2022). A license to disrupt? Artistic activism in environmental public dissent and protest. In Disruptive environmental communication (pp. 57-74). Cham: Springer International Publishing.

Bladow, K. (2019). "Never Shut Up My Native": Indigenous Feminist Protest Art in Sápmi. Feminist Studies, 45(2), 312-332.

Blanc, N., & Benish, B. L. (2017). Form, Art and the Environment. Engaging in sustainability. London & New York: Routledge.

Bodansky, D., & van Asselt, H. (2024). The art and craft of international environmental law. Oxford University Press.

contemporary art, visual culture, and climate change. New York: Routledge.

Demos, T. J. (2013). Contemporary art and the politics of ecology: An introduction. Third Text, 27(1), 1-9.

Demos, T. J., Scott, E. E., & Banerjee, S. (Eds.). (2021). The Routledge companion to

Dunaway, F. (2009). Seeing global warming: Contemporary art and the fate of the planet. Environmental History, 14(1), 9-31.

Evans, E. M., Schofer, E., & Hironaka, A. (2020). Globally visible environmental protest: A cross-national analysis, 1970–2010. Sociological Perspectives, 63(5), 786-808.

Graaf, B. D. (2023). Art in Activism: Extinction Rebellion's performance in and as protest (Master's thesis).

Hanna, P., Vanclay, F., Langdon, E. J., & Arts, J. (2016). Conceptualizing social protest and the significance of protest actions to large projects. The Extractive Industries and Society, 3(1), 217-239.

López, A. A., & Davis, C. J. (2024). On Art and the Limits of Dissent: Climate Activism at Museums and Galleries. Protest, 4(2), 143-176.

Milbrandt, M. K. (2010). Understanding the role of art in social movements and transformation. Journal of Art for Life, 1(1).

Morroi, L. (2024). Exploring the Impact of Ecofeminist Theory on Contemporary Art: A focus on National Participations at the 59th Venice Art Biennale (2022).

Prendergast, K., Hayward, B., Aoyagi, M., Burningham, K., Hasan, M. M., Jackson, T., ... & Yoshida, A. (2021). Youth attitudes and participation in climate protest: An international cities comparison frontiers in political science special issue: Youth activism in environmental politics. Frontiers in Political Science, 3, 696105.

Richardson, B. J. (2019). The art of environmental law: Governing with aesthetics. Bloomsbury Publishing.

Robertson, K. (2011). Capitalist cocktails and Moscow mules: The art world and alter-globalization protest. Globalizations, 8(4), 473-486.

Scarce, R. (2016). Eco-warriors: Understanding the radical environmental movement. Routledge.

Serafini, P. (2018). Performance action: The politics of art activism. Routledge.

shape1: <https://www.theclimateribbon.org/stories/?offset=1482433738704> / (2025/01/30)

- shape2 : <https://www.gearthblog.com/blog/archives/2017/01/floating-piers-google-earth.html> / (2025/01/30)
- shape3/4: <https://debbyluzia.com/experiencing-christo-and-his-floating-piers/> (2025/01/30)
- shape5 : <https://www.canon.ge/pro/stories/mandy-barker-plastic-art/> (2025/01/30)
- Thaker, J. (2024). Cross-country analysis of the Association between Media Coverage and exposure to Climate News with awareness, risk perceptions, and Protest Participation Intention in 110 countries. *Environmental Communication*, 18(3), 233-249.
- Weintraub, L. (2012). To life!: Eco art in pursuit of a sustainable planet. UNIV of caLIfoRNia pReSS.
- Zhang, S. (2022). Painting Protests: The (Dis) Harmonious Relationship between Nature and Humans in My Art.



نوع پذیرش مقاله: ارائه شفاهی

کنوانسیون حفاظت از میراث فرهنگی زیر آب؛ نوآوری ها و کاستی ها

ناز آفرین ناظمی

استادیار، گروه حقوق بین الملل، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، شیراز، ایران

Email: Dr.n.nazemi@gmail.com

چکیده

با پیشرفت فناوری و افزایش امکان دسترسی به اعماق دریاها گنجینه‌های فرهنگی پنهان شده در این مناطق کشف شد. این اشیاء علاوه بر خطرات طبیعی در معرض مخاطرات ناشی از فعالیت‌های غیرقانونی انسان‌ها نیز است که مانع بهره‌مندی کل بشریت از منافع فرهنگی این اشیاء می‌شود. کنوانسیون بین‌المللی یونسکو برای حفاظت از میراث فرهنگی زیر آب با هدف محافظت از این میراث در سال ۲۰۰۱ تصویب گردید. هدف اصلی این مقاله بررسی قواعد و نحوه عملکرد این کنوانسیون در مرحله اجرا است. مقاله حاضر که مبتنی بر روش توصیفی-تحلیلی است بر آن است که ضمن بیان مهمترین قواعد موجود کنوانسیون و تحلیل حقوقی آن ها به این سوال پاسخ دهد که مقررات این سند به‌عنوان اولین سند الزام‌آور بین‌المللی در حفاظت از میراث فرهنگی زیر دریا حاوی چه ظرفیت ها و خلاءهایی است؟ پژوهش مبتنی بر این فرضیه است که اگرچه کنوانسیون در تا حد زیادی در محافظت از میراث فرهنگی زیر دریا موثر بوده اما کاستی‌هایی نیز دارد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که اگرچه این سند در نوع خود بدیع و حاوی قواعد ارزشمندی در جهت محافظت از میراث فرهنگی زیر دریا است اما برخی کمبودها در این کنوانسیون موجب تضعیف اثرگذاری آن گردیده که نشان‌دهنده نیاز به بازنگری در آن است.

واژه‌های کلیدی: میراث فرهنگی زیر آب، کنوانسیون ۲۰۰۱، یونسکو، حقوق دریاها، کنوانسیون نجات.

مقدمه

تاریخ بشر گواهی می‌دهد که بخش عظیمی از پیشرفت‌های بشری مدیون راه‌های آبی است اما پیمودن این مسیرها متضمن خطرات بی‌شماری اعم از طبیعی و غیرطبیعی بوده است. محققان معتقدند که بیش از سه میلیون کشتی غرق شده در بستر اقیانوس‌ها آرمیده‌اند و تاکنون تنها در مورد یک درصد آن‌ها کاوش صورت گرفته است (Juvelier, 2017). طی سالیان متمادی علاوه بر کشتی‌ها، هواپیماها، شهرها، بندرها و اشیاء مختلفی زیرآب‌های دریا آرام‌گرفته‌اند که بخشی از میراث فرهنگی به حساب می‌آیند. شاید در گذشته دسترسی به این گنجینه‌های فرهنگی سخت می‌نمود اما امروزه این امر با توجه به پیشرفت فناوری ممکن گردیده و لذا راه را برای سودجویانی که بعضاً با انگیزه اقتصادی به دنبال کشف این میراث هستند هموار کرده است. بنابراین وجود یک نظام حقوقی مناسب جهت محافظت از میراث فرهنگی زیر آب ضروری است. کنوانسیون حفاظت از میراث زیر دریا در سال ۲۰۰۱ به منظور بالا بردن ظرفیت کشورها برای محافظت از این میراث تصویب شد. در این کنوانسیون تلاش شد با در نظر گرفتن استانداردهای مناسب حمایتی از غارت و نابودی میراث ارزشمند زیر دریا جلوگیری شود. اما عوامل متعددی موجب شد که این سند نتواند به طور کامل به اهداف خود دست یابد. در این مقاله پس از نگاهی به پیشینه تلاش‌های بین‌المللی در جهت محافظت از میراث

فرهنگی زیرآب به بررسی دو سند شامل کنوانسیون بین‌المللی حقوق دریاها (۱۹۸۲) و کنوانسیون بین‌المللی نجات (۱۹۸۹) که ارتباط مستقیمی با میراث فرهنگی زیرآب دارند می‌پردازیم و سپس ضمن مقایسه آن‌ها با کنوانسیون یونسکو، ابعاد مختلف سند اخیرالذکر را بررسی می‌کنیم. هدف اصلی مقاله بیان نوآوری‌ها و ظرفیت‌های کنوانسیون در رابطه با میراث فرهنگی زیر آب و در عین حال کاستی‌هایی است که موجب شده این سند ارزشمند از رسیدن به اهداف متعالی خود باز بماند و کشورهای اندکی به عضویت آن درآیند.

پیشینه اقدامات بین‌المللی برای حفاظت از میراث فرهنگی زیر آب

حفاظت از میراث فرهنگی به‌طور جدی پس از تأسیس سازمان ملل متحد و توسط اسناد مختلف بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته است. در رابطه با میراث فرهنگی زیرآب اولین بار کنوانسیون حقوق دریاها (۱۹۸۲) به‌طور کلی و بدون اشاره به جزئیات به این مسئله پرداخت. باین حال چنین به نظر می‌رسد که تدوین‌کنندگان این سند امیدوار بودند که به‌زودی سندی جامع پیرامون این موضوع به تصویب برسد زیرا در این سند به میراث فرهنگی زیرآب بسیار کم پرداخته شده است. در کنوانسیون بین‌المللی نجات (۱۹۸۹) نیز که به دنبال تنظیم قوانینی بود که از گذشته‌های دور در حقوق داخلی بسیاری از کشورها پذیرفته شده بود تا حدودی تلاش شد که از غارت میراث فرهنگی زیرآب پیشگیری شود. سازمان یونسکو تلاش خود را برای حمایت از میراث و اموال فرهنگی با پیش‌نویس سه سند آغاز کرد که عبارت بودند از کنوانسیون حفاظت از اموال فرهنگی در درگیری‌های مسلحانه (۱۹۵۴)^۱، کنوانسیون اتخاذ تدابیر لازم برای ممنوع کردن و جلوگیری از صدور، ورود و انتقال غیرقانونی مالکیت اموال فرهنگی (۱۹۷۰)^۲ و کنوانسیون حفاظت از میراث جهانی فرهنگی و طبیعی (۱۹۷۲)^۳. باین حال در هیچ‌کدام از این اسناد اشاره‌ای به اموال فرهنگی زیرآب نشده بود. حتی در توصیه‌نامه یونسکو در مورد اصول بین‌المللی قابل اجرا در حفاری‌های باستان‌شناسی^۴ نیز این سازمان صراحتاً اشاره‌ای به موقعیت میراث فرهنگی زیرآب ننمود.

نهایتاً این موضوع برای اولین بار توسط شورای بین‌المللی ابنیه و محوطه‌ها در منشور حفاظت و نظارت بر میراث فرهنگی زیرآب (۱۹۶۶) صراحتاً مورد اشاره قرار گرفت که متأسفانه قدرت حقوقی نداشت و صرفاً کشورها را به حفاظت از این میراث ارزشمند تشویق می‌کرد. (Bomin, 2015) در نهایت یونسکو کنوانسیون حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب (زین پس کنوانسیون یونسکو) را در سال ۲۰۰۱ به تصویب رساند که از ژانویه ۲۰۰۹ لازم‌الاجرا گردید و تا امروز ۷۶ عضو دارد.^۵

میراث فرهنگی زیرآب پیش از کنوانسیون یونسکو

قبل از تصویب کنوانسیون یونسکو ۲۰۰۱ اسناد متعددی در رابطه با میراث فرهنگی به تصویب رسیده بود اما تنها دو سند به‌طور خاص به میراث فرهنگی زیرآب اشاره کرده بودند که هرکدام به طریقی در رابطه با این میراث اهمیت پیدا می‌کنند. نخست کنوانسیون بین‌المللی حقوق دریاها (۱۹۸۲) و دیگری کنوانسیون بین‌المللی نجات (۱۹۸۹). بررسی این دو سند نشان می‌دهد که چرا وجود سندی همچون کنوانسیون یونسکو ضروری بوده است.

کنوانسیون بین‌المللی در زمینه حقوق دریاها (۱۹۸۲)

^۱ Convention for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict (1954)

^۲ Convention on the Means of Prohibiting and Preventing the Illicit Import, Export and Transfer of Ownership of Cultural Property (1970)

^۳ Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage (1972)

^۴ UNESCO Recommendation on International Principles Applicable to Archaeological Excavations

^۵ این آمار طبق وبسایت یونسکو تا تاریخ ۲۵ ژوئن ۲۰۲۴ است.

این کنوانسیون یک سند بی‌همتای بین‌المللی در رابطه با حقوق دریاهاست و قواعد آن در کل حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب را نیز شامل می‌شود. طبق بند اول ماده ۳۰۳ دولت‌ها موظف به حفاظت از اشیاء یافته شده در منطقه مجاور خود هستند و باید در این زمینه با یکدیگر همکاری کنند. بند دوم اظهار می‌دارد کشورهای ساحلی می‌توانند بنابر صلاحیت خود در مورد خارج کردن این اشیاء از منطقه مجاور تصمیم بگیرند و در صورتی که این کشور خارج کردن اشیاء با ماهیت باستان‌شناسی و تاریخی را مغایر با قوانین این منطقه بداند می‌تواند چنین عملیاتی را ممنوع کند. این ماده صرفاً به خارج کردن اشیاء اشاره می‌کند و شامل عملیات دیگر نمی‌شود. از طرف دیگر مشخص نمی‌کند که اگر ارتباطی میان فعالیت‌های قابل کنترل توسط دولت ساحلی در منطقه مجاور و خارج کردن اشیاء نباشد تکلیف چیست (O'Keefe, 2020). بعلاوه بند ۳ این ماده مقرر می‌دارد که این ماده مانع اجرای قاعده نجات نخواهد شد. خارج کردن بی‌ضابطه اموال فرهنگی طبق قاعده نجات که از گذشته‌های دور در حقوق داخلی کشورها امری پذیرفته شده بوده، می‌تواند منجر به از دست رفتن بخشی از این گنجینه‌ها گردد؛ بنابراین اعمال قاعده نجات به این اشیاء قطعاً در حفاظت از این منابع فرهنگی خلل ایجاد خواهد کرد.

طبق ماده ۱۴۹ این کنوانسیون تمامی اشیائی که دارای ماهیت باستان‌شناسی و تاریخی هستند و در منطقه مجاور یافت می‌شوند باید برای منافع بشریت در کل محافظت‌شده و مورد استفاده قرار گیرند. در این کنوانسیون مستقیماً به میراث فرهنگی زیرآب اشاره‌ای نشده و سند تعریف دقیقی نیز از این عبارت ارائه نداده است. حتی در دو ماده مذکور نیز با عبارت «اشیاء دارای ماهیت باستان‌شناسی و تاریخی» مواجه می‌شویم که برای همین عبارت نیز توضیحی ارائه نشده تا دقیقاً مشخص کند چه چیزی یک شیء دارای ماهیت باستان‌شناسی و تاریخی تلقی می‌شود. وظایفی که در این دو ماده مورد اشاره قرار گرفته نیز بسیار کلی و مبهم هستند. (Bomin, 2015) بعلاوه «باستان‌شناسی» در حقیقت یک فرآیند است نه یک توصیف و اشیاء نمی‌توانند ماهیت باستان‌شناسی داشته باشند. (O'Keefe, 2020) در این ماده، حقوقی ترجیحی برای کشورهایی که مبدأ، منشأ فرهنگی، تاریخی یا باستان‌شناسی میراث مذکور هستند در نظر گرفته شده اما محتوای این حقوق نامشخص است و راهکاری برای ایجاد تعادل میان منافع و حل اختلاف احتمالی میان این کشورها ارائه نشده است. بعلاوه این سند مقرراتی در رابطه با اشیائی که بعد از محدوده ۲۴ مایلی واقع شده‌اند ندارد. در نهایت با توجه به عدم کفایت کنوانسیون در زمینه حفاظت از میراث فرهنگی، بند ۴ ماده ۳۰۳ بر انجام توافقات بین‌المللی در آینده برای تعیین رژیم حقوقی میراث فرهنگی زیردریا تأکید می‌کند.

کنوانسیون بین‌المللی نجات (۱۹۸۹)

قاعده نجات همیشه بخشی از حقوق داخلی کشورها و حقوق بین‌الملل عرفی بوده است و بر این مبنا پایه‌گذاری شده که ناجی خدمتی عمومی و ارزشمند را انجام می‌دهد که زمان‌بر و بعضاً خطرناک است لذا مستحق دریافت پاداش خواهد بود. (Dromgoole, 2013) این قاعده زمانی اعمال می‌شود که مالی در دریا باشد، مالک آن مشخص باشد، نیاز به بازیابی آن وجود داشته باشد و مالک برای این عمل پاداشی پرداخت کند. به منظور نظم دهی به این قاعده، کنوانسیون بین‌المللی نجات ۱۹۸۹ در لندن و تحت نظارت سازمان ملل و سازمان بین‌المللی دریایی تصویب شد و از ۱۹۹۶ لازم‌الاجرا گردید.^۱ طبق بند الف ماده ۱ کنوانسیون نجات، عمل نجات هر عمل یا فعالیتی است که برای کمک به یک کشتی با هر مال دیگری که در آب‌های قابل کشتی‌رانی در خطر است انجام می‌شود. از نظر این کنوانسیون منظور از «کشتی» هر سازه‌ای است که قابلیت کشتی‌رانی دارد و منظور از «مال» درواقع هر چیزی است که دائماً و عموماً به خط ساحلی متصل نشده باشد مثل بار کشتی که در خطر است. (حبیبی مجنده و عبدالمالکی، ۱۳۹۲)

^۱ جایگزین کنوانسیون قبلی در رابطه با نجات شد که در سال ۱۹۱۰ در بروکسل تصویب شده بود.

در کنوانسیون اشاره‌ای به ارتباط میان قانون نجات و میراث فرهنگی زیرآب نشده است. تنها جایی که در این سند به میراث اشاره شده به شکل حق شرط است. بند ۱ ماده ۳۰ به کشورهای عضو اجازه می‌دهد در صورتی که مال موردنظر یک مال فرهنگی دارای ماهیت ماقبل تاریخی، باستان‌شناسی و تاریخی باشد و در بستر دریا قرار داشته باشد، آن را از دایره اعمال قاعده نجات مستثنا کنند. طبق ماده ۴، کنوانسیون نجات لندن شامل کشتی‌های جنگی و غیرتجاری نمی‌شود مگر اینکه کشور عضو، سازمان بین‌المللی دریایی را نسبت به رضایت خود برای اعمال قاعده نجات در رابطه با این نوع کشتی‌ها مطلع کرده باشد.

لازم به ذکر است در کنار قاعده نجات قاعده قدیمی دیگری به نام کشفیات وجود دارد. بر اساس این قاعده یابنده اموال در صورت اعراض آن مال از سوی مالک یا در صورتی که نتوان مالک آن را پیدا کرد، جانشین مالک حقیقی خواهد بود. (رضوی راد و بلک، ۱۳۹۸) برخلاف قوانین نجات، قوانین کشفیات ناظر به مواردی است که یابنده به دنبال مالکیت شیء موردنظر است نه پاداش خدمت برای یافتن آن مال. (Browne, 2022) برای اعمال قانون کشفیات وجود سه عنصر لازم است: (۱) قصد تصرف، (۲) تصرف حقیقی و (۳) اعراض. معمولاً دو عامل اول به‌سادگی قابل تشخیص است؛ اما عنصر سوم یعنی اعراض همان موردی است که معمولاً تفاوت میان نجات و کشف را مشخص می‌کند و باید صریح و مبتنی بر شواهد قانع‌کننده باشد که معمولاً یا از طریق اعلام صریح مالک محقق می‌شود یا با عدم وجود مدعی (Curfman, 2008).

قواعد نجات، بازیابی و خارج کردن این اشیاء را تشویق می‌کنند و این امر با این قاعده باستان‌شناسی که حفظ در محل بهترین گزینه در رابطه با این اشیاء است تضاد دارد. قاعده کشفیات حتی از قاعده نجات نیز نامناسب‌تر است زیرا نتیجه اعمال آن تملک یابنده است که موجب ایجاد انگیزه برای جستجوگران گنج خواهد شد. امروزه قاعده نجات در بعضی موارد در رابطه با میراث فرهنگی قابل اعمال است اما ممکن است ناجی صرفاً برای خارج کردن اموالی اقدام کند که ارزش مادی دارد و بقایای که برای باستان‌شناسان ارزشمند تلقی می‌شود خارج نشوند.

کنوانسیون حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب (۲۰۰۱)

کنوانسیون حفاظت از میراث فرهنگی زیر آب به سه دلیل عمده به تصویب رسید: نخست افزایش آگاهی نسبت به این امر که غارت میراث تاریخی و فرهنگی محدود به اشیاء واقع‌شده در خشکی نیست و توسعه فناوری موجب دسترسی بی‌سابقه غارتگران به این میراث در پهنه دریاها شده است. دوم آنکه به‌واسطه ماهیت ویژه و محل قرارگیری این اشیاء وضع قوانین داخلی به‌تنهایی کافی نیست و نیاز به قواعد بین‌المللی در این زمینه است. سوم آنکه به علت خلأهای موجود در کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاها وجود سندی جامع در زمینه حفاظت از میراث فرهنگی زیر دریا احساس شد (Chechi, 2014). طبق بند ۳ ماده ۲ کنوانسیون هدف این سند تضمین و تقویت حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب برای منافع بشریت است و اعضا مکلف‌اند برای تحقق این هدف با یکدیگر همکاری کنند و اقدامات لازم و مناسب بدین منظور انجام دهند. کنوانسیون مبتنی بر چهار اصل است: تعهد به حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب، سیاست حفظ در محل و قواعد علمی برای جستجو و بازیابی، عدم بهره‌برداری اقتصادی از این میراث و همکاری میان کشورها برای حفاظت از این میراث خصوصاً به‌منظور آموزش، پرورش و توسعه. (Varmer, 2014)

این کنوانسیون مشتمل بر ۳۵ ماده و یک ضمیمه با ۳۶ قاعده است. ضمیمه برگرفته از منشور حفاظت و نظارت بر میراث فرهنگی زیرآب است و پاسخی مستقیم به ضرورت وجود مجموعه‌ای از استانداردهای حرفه‌ای برای اداره امور مربوط به میراث فرهنگی زیرآب است. این قواعد اصول کلی برای حفاظت مانند حفظ در محل و ممنوعیت استفاده تجاری از میراث به همراه قواعدی فنی همانند استانداردهای طراحی پروژه‌ها و حوزه فعالیت، بودجه و مدت‌زمان فعالیت‌ها، اقدامات محیط زیستی، گزارش‌دهی و انتقال اطلاعات را تعیین می‌کنند. (Strati, 2006)

ویژگی‌های برتر کنوانسیون یونسکو

در کنوانسیون یونسکو به عنوان اولین سند در رابطه با حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب تلاش شد با توجه به نیازهای روز و خطراتی که این میراث ارزشمند را تهدید می کند قواعدی طراحی شود تا به کشورها برای ارائه عملکردی بهتر یاری رساند. به برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های این کنوانسیون در ادامه پرداخته می‌شود.

ارائه یک تعریف دقیق از میراث فرهنگی زیرآب

برخلاف اسناد قبلی، کنوانسیون یونسکو تعریفی نسبتاً دقیق را در رابطه با اشیائی که در زمره میراث فرهنگی زیرآب تلقی می‌شوند ارائه داده است. ماده ۱ این کنوانسیون مقرر می‌دارد: «میراث فرهنگی زیرآب به معنای تمامی نشانه‌های زیست انسانی است که دارای ماهیت فرهنگی، تاریخی یا باستان‌شناسی است که کل یا جزئی از آن به‌طور دوره‌ای یا مستمر برای حداقل صدسال زیرآب بوده است مانند:

- ۱: مکان‌ها، سازه‌ها، ساختمان‌ها، مصنوعات و بقایای انسانی به همراه محیط باستان‌شناسی و طبیعی پیرامون آن‌ها
- ۲: کشتی‌ها، هواپیماها و وسایل نقلیه دیگر یا هر بخش وابسته به آن، محموله دریایی یا بخش‌های دیگر با محیط باستان‌شناسی و طبیعی پیرامون آن‌ها
- ۳: اشیاء با ماهیت ماقبل تاریخی.

تعریف ابتدا به «تمامی نشانه‌های زیست انسانی»^۱ اشاره دارد که دربرگیرنده تمامی اشیائی است که اثری از مداخله انسانی در آن‌ها مشاهده می‌شود. کنوانسیون دو معیار دیگر نیز در رابطه با میراث فرهنگی در نظر گرفته است: نخست آنکه حداقل صدسال زیرآب بوده باشد و دوم ماهیتی فرهنگی، تاریخی یا باستان‌شناسی داشته باشد. با توجه به استفاده از عبارات «کل یا جزئی از آن» می‌توان دریافت که تعریف ارائه‌شده در کنوانسیون تضمین می‌کند که اشیاء مذکور حتی اگر در شرایط بین جذر و مد قرار گیرند و تمام یا بخشی از آن‌ها دائماً زیرآب نباشد، مشروط به اینکه صدسال از قدمت آن‌ها بگذرد جزء میراث فرهنگی زیرآب تلقی خواهند شد. نکته مهم دیگر در این تعریف آن است که برای اولین بار هواپیماهای غرق شده صریحاً مورد اشاره قرار گرفتند که به‌واسطه اشخاصی که با آن‌ها سفر می‌کرده‌اند و یا نوع خاص هواپیما مورد توجه قرار می‌گیرند. نوع دیگری از بقایا که در ماده ۱ مورد اشاره قرار گرفته اشیاء دارای ماهیت ماقبل تاریخ هستند که باید صفت «بقایای زیست انسانی» را با خود داشته باشند بنابراین منابع معدنی و مواردی مانند فسیل‌ها و رسوب‌ها شامل میراث فرهنگی نمی‌شوند (Dromgoole, 2013)

پاراگراف (ب) و (ج) از بند ۱ ماده ۱ دو استثنا را در مورد اعمال کنوانسیون مطرح می‌کند. این دو عبارت‌اند از لوله‌ها، کابل‌ها و تأسیسات. لوله‌ها و کابل‌ها در هر صورت از دایره شمول کنوانسیون خارج هستند؛ اما در مورد تأسیسات دیگر در صورتی که هنوز استفاده می‌شوند مستثنا هستند. مفهوم مخالف آن است که اگر این تأسیسات دیگر استفاده نمی‌شوند مشمول قواعد کنوانسیون یونسکو خواهند شد. (Dromgoole, 2013) این تأسیسات ممکن است با اهداف مختلفی از جمله اهداف نظامی، اکتشاف و بهره‌برداری از منابع طبیعی و همچنین تحقیقات علمی دریایی مورد استفاده قرار گرفته باشند. (رضوی راد، ۱۳۹۹)

اعمال سیاست حفظ در محل به‌عنوان گزینه ترجیحی

طبق کنوانسیون ۲۰۰۱ اولین گزینه ترجیحی در مسیر حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب «حفظ در محل»^۲ است. طبق بند ۲ ماده ۵ حفاظت در محل باید به‌عنوان اولین گزینه پیش از اجازه دادن یا دست زدن به هر فعالیتی مربوط به میراث باشد. ضمیمه کنوانسیون ۵ اصل را در رابطه با فعالیت‌های مرتبط با میراث مشخص می‌کند:

¹ All human traces

² preservation in situ

الف: فعالیت‌ها باید به گونه‌ای باشند که منطبق با حفاظت از میراث باشند و منوط به لازمه‌هایی باشد که هدف آن کمک به حفاظت، آگاهی یا بهبود وضعیت میراث باشد.^۱

ب: این فعالیت‌ها نباید اثر نامطلوبی بیش از آنچه برای اهداف پروژه ضروری است داشته باشند.^۲

ج: فعالیت‌ها باید ترجیحاً متمرکز بر روش‌های غیر مخرب برای خارج کردن میراث باشند.^۳

د: در صورتی که برای تحقیقات علمی یا حفاظت از میراث خارج کردن آن ضروری باشد، این عمل باید با روش‌های غیر مخرب و با هدف حفظ بقایا صورت گیرد.^۴

ه: فعالیت‌ها نباید موجب تعرض به بقایای انسانی یا مکان‌های مورد احترام گردد.^۵ اگرچه با توجه به قدمت صدساله احتمال وجود بقایای فیزیکی انسانی بسیار کم است اما در مورد مکان‌های مورد احترام این قاعده اهمیت پیدا می‌کند. (Aznar, 2018)

خارج کردن این اشیاء اغلب می‌تواند اثر منفی بر آن‌ها داشته باشد که مغایر با محافظت از آن‌ها است. برخی معتقدند که این اشیاء با شرایط محیط زیرآب هماهنگ شده‌اند و به یک وضعیت باثبات رسیده‌اند بنابراین هرگونه مداخله‌ای با این تعادل و هماهنگی تزاخم دارد. (O'Keefe, 2002) از دیگر دلایلی که موجب مزیت یافتن این شیوه می‌شود اثرات مثبتی است که بر حفظ محیط زیست، زادوولد آبزیان و ایجاد جاذبه‌های توریستی دارد که به نوبه خود می‌تواند علاوه بر بهبود وضعیت اقتصادی و توسعه منطقه مورد نظر، سبب افزایش همکاری میان کشورهای که سهمی در میراث یافت شده دارند نیز می‌گردد (Lukman, 2023) بسیاری از این اشیاء به خصوص اگر از جنس فلز باشند بعد از خارج شدن از آب به دلیل فرسوده شدن و زنگ زدگی از بین می‌روند. یونسکو در «راهنمای فعالیت‌های مربوط به میراث فرهنگی زیرآب»^۶ یادآور می‌شود حفاری می‌تواند انسجام میراث را از بین ببرد. با وجود اینکه این حفاری‌ها میراث را قابل دسترس‌تر می‌کند اما برای اعتبار میراث و کیفیتی که یک تجربه لذت بخش در مورد میراث در محل اصلی خود به وجود می‌آورد مضر است. (Aznar, 2018)

حفظ در محل در رابطه با میراث فرهنگی زیرآب عملیاتی پیچیده است و نیازمند متخصصان از حوزه‌های باستان‌شناسی، تاریخ، ژئوماتیک، مهندسی و شیمی برای تکمیل اطلاعات و به کارگیری فناوری‌های جدید برای تحقیق و مستندسازی است. با این حال این موضوع به معنای مشارکت این متخصصین به صورت مجزا نیست بلکه همکاری تنگاتنگ میان این افراد ضرورت دارد. (Calantropio, 2023) در صورتی که حفظ در محل به عنوان بهترین گزینه امکان پذیر نباشد کنوانسیون قواعدی را در رابطه با میراث وضع می‌کند که در ضمیمه این سند آمده است و باید به دقت در نظر گرفته شوند. این دستورالعمل‌ها دربرگیرنده جزئیات طراحی پروژه‌ای هستند که برای استخراج قرار است اجرا شود.

محدود کردن اعمال قاعده نجات

در حقیقت میان قوانین نجات و حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب تزاخم وجود دارد. هدف قوانین نجات اساساً بهره‌برداری اقتصادی از اشیاء یافته شده است در حالی که پاراگراف ۷ از ماده ۲ کنوانسیون صراحتاً مقرر می‌دارد که میراث فرهنگی زیرآب نباید مورد بهره‌برداری تجاری قرار گیرد. قاعده دوم از ضمیمه کنوانسیون به تشریح «بهره‌برداری تجاری» می‌پردازد و بیان می‌کند میراث فرهنگی زیرآب نباید به عنوان یک کالای تجاری خرید و فروش شده یا مورد مبادله قرار

^۱ قاعده ۱

^۲ قاعده ۳

^۳ قاعده ۴

^۴ قاعده ۴

^۵ قاعده ۵

^۶ Manual for Activities directed at Underwater Cultural Heritage

گیرد. علاوه بر این در بسیاری موارد اعمال قاعده نجات سبب می‌شود که عملیات خارج کردن اشیاء طبق استانداردها و ضوابط لازم صورت نگیرد و موجب صدمه به آن‌ها گردد.

همان‌گونه که اشاره شد حفظ در محل در تمامی موارد اولین گزینه تلقی می‌شود اما حتی در مواردی که حفظ در محل امکان‌پذیر نباشد کنوانسیون در اکثر موارد اعمال قاعده نجات را رد می‌کند و در این مسئله نسبت به کنوانسیون حقوق دریاها مزیت دارد زیرا کنوانسیون حقوق دریاها امکان اعمال قاعده نجات را منتفی نمی‌داند. ماده ۴ کنوانسیون یونسکو اعمال قاعده نجات را صرفاً در صورت وجود شرایط خاصی امکان‌پذیر می‌داند و صراحتاً مقرر می‌دارد که فعالیت‌های مرتبط با میراث مشترک بشریت نباید مشمول قاعده نجات و کشفیات شود مگر اینکه توسط مقامات صالح مجاز دانسته شده باشد، با قواعد این کنوانسیون منطبق باشد و اطمینان حاصل شود که خارج کردن میراث فرهنگی زیرآب با حداکثر حفاظت انجام خواهد شد. باوجود این سه شرط عملاً موارد اعمال قاعده نجات در موارد مرتبط با میراث فرهنگی بسیار محدود خواهد بود. عملیات نجات باید منطبق با ضمیمه نیز باشد که شامل گزارش دهی و انتشار نتایج و محافظت کافی می‌شود. البته این امکان نیز وجود دارد که کشورها طبق قوانین داخلی خود اساساً اعمال قاعده نجات را در ارتباط با میراث فرهنگی زیرآب ممنوع اعلام کنند. در حقیقت ماده ۴ تلاشی در جهت ایجاد تعادل میان سیستم حقوقی جاری در کشورهای کامن لا و رومی ژرمنی بوده است. کشورهای دارای نظام حقوقی رومی ژرمنی با قانون نجات مخالف هستند درحالی‌که کشورهای کامن لا سال‌ها است آن را بخشی از سیستم حقوقی خود تلقی می‌کنند (JUVELIER, 2018).

ارائه رژیم حفاظتی خاص برای کشتی‌ها و هواپیماهای دولتی

بند ۸ ماده ۱ کشتی‌ها و هواپیماهای دولتی را بدین شکل تعریف می‌نماید: کشتی‌های جنگی و کشتی‌های دیگر و هواپیماهایی که در زمان غرق شدن متعلق به دولت باشند یا توسط دولت اداره می‌شوند و برای اهداف دولتی غیرتجاری استفاده می‌شوند. البته واضح است که برای اینکه چنین کشتی‌ها یا هواپیماهایی مشمول کنوانسیون باشند باید شرط قدمت بیش از صدسال را دارا باشند. موقعیت این کشتی‌ها و هواپیماها تا حدی بستگی به منطقه‌ای دارد که در آن قرار دارند. بر اساس بند ۱ ماده ۷ کنوانسیون حمایت از میراث فرهنگی زیرآب، کشورهای عضو در آب‌های داخلی، مجمع‌الجزایری و سرزمینی خود در اعمال حاکمیت برای تجویز و تنظیم فعالیت‌های مرتبط با این میراث حق انحصاری خواهند داشت. این حق، ناشی از مقررات حقوق بین‌الملل در خصوص صلاحیت انحصاری دولت‌های ساحلی بر این مناطق است. (حبیبی مجنده و عبدالمالکی، ۱۳۹۲) در این مناطق و در منطقه مجاور کشورهای ساحلی ضمن اینکه مناسب‌ترین روش را برای حفظ این کشتی‌ها و هواپیماها در نظر می‌گیرند موظف هستند که وضعیت را به کشور صاحب‌پرچم اطلاع دهند.^۱ البته این امر به معنای کسب رضایت نیست و به نظر می‌رسد که این اطلاع دهی صرفاً از جهت همکاری لحاظ شده است. بند ۳ ماده ۷ کنوانسیون از کشورهای ساحلی می‌خواهد که در صورت یافتن کشتی‌ها و هواپیماهای دولتی، کشورهایی را که پیوند واقعی با آن دارند مطلع سازند اما در مورد کسب موافقت ایشان برای بازگرداندن لاشه به سطح آب سخنی به میان نیآورده است. البته رویه عملی کشورها نشان‌دهنده آن است که در عمل چنین موافقتی کسب می‌شود و این مسئله با انعقاد موافقت‌نامه میان کشور ساحلی و کشورهای دارای پیوند واقعی حل‌وفصل می‌شود. بند ۱ ماده ۶ کنوانسیون نیز بر انعقاد چنین موافقت‌نامه‌هایی تصریح دارد.

در مورد منطقه انحصاری اقتصادی و فلات قاره بند ۷ ماده ۱۲ مقرر می‌دارد که هیچ فعالیتی نباید در رابطه با کشتی و هواپیمای دولتی صورت گیرد مگر آنکه توافق میان کشور هماهنگ‌کننده (که در اینجا غالباً کشور ساحلی است) و کشور صاحب‌پرچم صورت گرفته باشد. در مورد مناطق خارج از صلاحیت ملی و بستر بین‌المللی دریاها بند ۷ ماده ۱۲ مقرر

^۱ بند ۳ ماده ۷



می‌دارد که هیچ‌یک از کشورهای عضو نباید در رابطه با کشتی‌ها و هواپیماهای دولتی بدون رضایت دولت صاحب‌پرچم فعالیت انجام دهند یا اجازه انجام چنین فعالیتی را بدهند. با این حال مصونیت کشتی‌های دولتی و جنگی قابل اعراض است (حبیبی مجنده و عبدالملکی، ۱۳۹۲)

نکته مهم دیگر در مورد کشتی‌های جنگی و دولتی در ماده ۱۳ مورد اشاره قرار گرفته است. در این ماده بیان شده که کشتی‌های جنگی و دولتی در صورتی که انجام فعالیت‌های عادی آن‌ها منجر به کشف میراث فرهنگی گردید وظیفه‌ای برای گزارش‌دهی ندارند. احتمالاً علت این امر آن است که امکان دارد برخی از فعالیت‌های آن‌ها محرمانه باشد و اعلام کشف میراث می‌تواند موجب افشای مأموریت مورد نظر شود. (O'Keefe, 2020)

تعیین رژیم صلاحیتی در رابطه با میراث فرهنگی زیر آب برای تمامی مناطق دریایی

با وجود اینکه کنوانسیون یونسکو بر تعیین وضعیت مناطق فراتر از صلاحیت ملی تمرکز کرده است اما در رابطه با مناطق تحت صلاحیت دولت‌ها نیز سکوت نکرده است. بند ۱ ماده ۷ مقرر می‌دارد که کشورهای عضو حق انحصاری برای تنظیم و صدور مجوز فعالیت در آب‌های داخلی، مجمع‌الجزایر و دریای سرزمینی با رعایت قواعد کنوانسیون حقوق دریاهای و سایر قواعد بین‌المللی دارند و بند ۲ همین ماده کشورها را مکلف به رعایت قواعد ضمیمه کنوانسیون در آب‌های فوق‌الذکر می‌کند. علاوه بر آن وظیفه کشور ساحلی در قبال کشور ثالث دارای یک پیوند منطقی با اشیاء کشف‌شده، اطلاع‌رسانی در رابطه با اکتشاف است. این مقررات نشان می‌دهد که کنوانسیون در صدد برقراری تعادل میان منافع کشور ساحلی و سایر کشورهای ذینفع است. نکته دیگر بکار بردن کلمه «انحصاری» در تعریف فوق است که سبب ایجاد این تفکر می‌شود که اختیارات کشور ساحلی بدون قید و شرط است؛ اما چنین برداشتی مغایر با بند ۳ ماده ۲ و بند ۳ ماده ۴۹ کنوانسیون حقوق دریاهای است که حاکمیت کشور ساحلی در این مناطق را منوط به رعایت حقوق اعطایی به سایر کشورها طبق این سند می‌داند. (Dromgoole, 2013)

ماده ۸ کنوانسیون مقرر می‌دارد که با در نظر گرفتن مواد ۹ و ۱۰ کنوانسیون یونسکو و پاراگراف دوم از ماده ۳۰۳ از کنوانسیون حقوق دریاهای و همچنین با توجه به قواعد ضمیمه کنوانسیون یونسکو کشورهای ساحلی می‌توانند فعالیت‌های مربوط به میراث فرهنگی زیر آب در منطقه مجاور را مدیریت کنند. با نگاهی به مجموعه قواعد ذکر شده این نتیجه حاصل می‌شود که در صورت عدم صدور مجوز لازم توسط کشور ساحلی، چنین فعالیت‌هایی ممکن است از جانب این کشور نقض قوانین گمرکی، انتظامی، مهاجرتی یا بهداشتی تلقی گردد.

در مورد منطقه انحصاری اقتصادی و فلات قاره بند ۱ ماده ۹ به‌طور کلی بیان می‌کند که کشورهای عضو موظف‌اند از میراث فرهنگی زیر آب در مناطق انحصاری اقتصادی و فلات قاره مطابق با کنوانسیون یونسکو حفاظت کنند، دقیقاً به همان شکلی که در بند ۱ ماده ۳۰۳ اشاره شده است؛ اما پاراگراف بعدی ماده ۹ توضیحات بیشتری در این باره می‌دهد و تکلیف اطلاع‌رسانی درباره کشف و انجام عملیات در رابطه با میراث کشف‌شده در این مناطق را بر عهده کشور ساحلی می‌گذارد. بعلاوه این کشور باید با وضع قوانین مناسب از اتباع خود و کشتی‌هایی که پرچم آن کشور را دارند بخواهد که کشف و انجام هر اقدامی در مناطق انحصاری اقتصادی و فلات قاره کشور ساحلی یا ثالث را گزارش دهند و این گزارش‌ها در نهایت باید به مدیر کل یونسکو تحویل شود. کنوانسیون در پاراگراف ۳ و ۵ ماده ۹ مقرر می‌دارد که هر کشوری مشروط به اینکه پیوندی منطقی با میراث داشته باشد می‌تواند اعلام کند که در این رابطه مورد مشورت قرار گیرد.

از طرفی پاراگراف ۲ ماده ۱۰ به کشور ساحلی اجازه می‌دهد که هرگونه فعالیتی مرتبط با میراث فرهنگی زیر آب در مناطق انحصاری اقتصادی و فلات قاره خود را ممنوع یا مجاز اعلام کند و کشور مذکور با در نظر حقوق و صلاحیت‌های خود تصمیم مقتضی را اتخاذ می‌کند. این حقوق و صلاحیت‌ها در واقع همان مواردی است که در کنوانسیون حقوق دریاهای برای کشور ساحلی در این دو منطقه در نظر گرفته شده است که عمدتاً مربوط به منابع طبیعی و تأسیسات و سازه‌های مرتبط با آن‌ها است. با توجه به اینکه این حق در کنوانسیون ۱۹۸۲ صراحتاً در نظر گرفته نشده است وجود چنین



قاعده‌ای در کنوانسیون یونسکو موجب بسط حقوق کشور ساحلی می‌شود. با این حال این حق به فعالیت‌هایی که با حقوق حاکمیتی و صلاحیت‌های دولت ساحلی تزامم دارد محدود شده است لذا می‌تواند به گونه‌ای تفسیر شود که در نهایت شامل صلاحیت‌های مربوط به تحقیقات دریایی، حفاظت از محیط‌زیست دریایی و فعالیت‌های مربوط به حفاری و اکتشاف منابع طبیعی در این دو منطقه را در برگیرد. (Bautista, 2005)

کنوانسیون در پاراگراف‌های ۳ تا ۶ ماده ۱۰ وضعیتی را در نظر می‌گیرد که کشورهای دیگری دارای یک پیوند منطقی با مورد کشف‌شده هستند و تمایل دارند که طرف مشورت واقع شوند. در چنین وضعیتی ابتدا یک کشور به عنوان کشور هماهنگ‌کننده انتخاب می‌شود که در واقع نماینده کشورهای مرتبط با موضوع است و از جانب خود تصمیمی اتخاذ نمی‌کند. یکی از مهم‌ترین وظایف چنین کشوری اعمال هرگونه اقدام حفاظتی و صدور مجوزهای لازم است و همچنین می‌تواند تحقیقات اولیه لازم را انجام دهد و نتایج این تحقیقات را به مدیرکل یونسکو تقدیم می‌کند و او نیز گزارش‌ها را به اطلاع سایر کشورهای عضو می‌رساند. بند ۴ ماده ۱۰ به کشور هماهنگ‌کننده اجازه می‌دهد که در صورت وجود خطر فوری از قبیل غارت یا خطرات طبیعی اقداماتی را پیش از مشورت با سایر کشورها انجام دهد که ممکن است شامل اقدامات عملی یا صدور مجوزهای لازم باشد. در رابطه با کشور هماهنگ‌کننده باید متذکر شد که اگرچه این سمت به مقتضای وضعیت جغرافیایی برتر مناسب وضع دولت ساحلی است اما این دولت می‌تواند از این سمت رسماً کناره‌گیری کند. در این صورت کشورهایی که پیوند فرهنگی، تاریخی یا باستانی با میراث برخوردارند فراخوانده می‌شوند تا کشور هماهنگ‌کننده را از میان خود انتخاب کنند. (ممتاز، ۱۳۸۴)

اگرچه کنوانسیون حقوق دریاها یک بخش را به بستر بین‌المللی دریاها اختصاص داده است اما در رابطه با میراث فرهنگی در این منطقه مشخص نکرده که چه مقامی و چگونه مسئول حفاظت از این میراث است. برای حل این مشکل کنوانسیون یونسکو ماده ۱۱ و ۱۲ را به این مورد اختصاص داده است. طبق بند ۱ از ماده ۱۱ کشورهای عضو مکلف به حفاظت از میراث در منطقه بستر بین‌المللی دریاها مطابق شرایط کنوانسیون و ماده ۱۴۹ کنوانسیون حقوق دریاها هستند. ماده ۱۱ برخلاف کنوانسیون ۱۹۸۲ اصل را بر حفظ در محل قرار داده است. در این ماده نیز همانند مناطق انحصاری اقتصادی و فلات قاره کشورهای عضو مکلف هستند که از اتباع و کشتی‌هایی که پرچم آن‌ها را حمل می‌کنند بخواهند که یافتن و انجام هر فعالیتی در رابطه با میراث در منطقه را گزارش دهند و این گزارش‌ها باید توسط کشور مذکور علاوه بر مدیرکل یونسکو، برای مقام بین‌المللی دریاها نیز ارسال گردد تا به سرعت در اختیار سایر کشورهای عضو قرار گیرد و کشورهایی که پیوندی منطقی با میراث یافته شده دارند می‌توانند درخواست دهند تا برای تضمین حفاظت مؤثر مورد مشورت واقع شوند و این وظیفه مدیرکل یونسکو است که کشورهایی که اعلام تمایل کرده‌اند را دعوت کرده و یک کشور را به عنوان هماهنگ‌کننده برای اجرای اقدامات توافقی منصوب نماید. البته مقام بین‌المللی دریاها نیز باید برای مشورت دعوت شود. نکته قابل ذکر دیگر این است که بند ۳ ماده ۱۲ مقرر می‌دارد که در رابطه با بررسی‌های مقدماتی پیرامون میراث و اعلام آن به دبیر کل یونسکو تنها دولت هماهنگ‌کننده است که باید به انجام این امور بپردازد و امکان انتساب دولتی دیگر در این مورد خاص وجود ندارد. (ممتاز، ۱۳۸۴)

در مورد بستر بین‌المللی دریاها نه تنها کشور هماهنگ‌کننده بلکه تمامی کشورهای دارای پیوند منطقی با میراث می‌توانند اقدامات عملی لازم را حتی پیش از انجام مشورت در صورت وجود خطر فوری از ناحیه اقدامات انسانی و یا هر حادثه دیگر مانند غارت انجام دهند.^۱ در هر حال هر فعالیتی در این منطقه باید منطبق با منافع بشریت در کل باشد^۲ که این امر منطبق با ماده ۱۴۹ کنوانسیون حقوق دریاها نیز است. در رابطه با میراث فرهنگی نقش مقام بین‌المللی دریاها

^۱ بند ۳ ماده ۱۲

^۲ بند ۶ ماده ۱۲



عامداً کمرنگ شده و این مدیرکل یونسکو است که نقش اصلی را ایفا می‌کند. این امر شاید بدین علت باشد که از آنجا که فعالیت‌های مرتبط با بستر بین‌المللی دریاها توسط مقام یا با مجوز آن صورت می‌گیرد اکتشاف میراث ممکن است منافع ناشی از استخراج را تحت تأثیر قرار دهد و امکان بی‌توجهی به میراث کشف‌شده به دلیل منافع اقتصادی وجود دارد لذا لازم است که مقام دیگری در این رابطه در نظر گرفته شود.

تعیین قواعد مناسب برای اجرای دقیق کنوانسیون

در جهت اجرای کنوانسیون کشورهای عضو موظف هستند که مقامات صالحی را در نظر بگیرند و اسامی آن‌ها را به اطلاع مدیرکل یونسکو برسانند.^۱ بعضاً کشورها مؤسساتی جهت حفاظت از میراث فرهنگی دارند که طبق ماده ۲۲ می‌توانند همان مؤسسات و مقامات را به‌عنوان مسئول در حوزه میراث فرهنگی زیرآب معرفی کنند. کشورها با کمک این مؤسسات باید وظایف متعددی را که کنوانسیون بر عهده آن‌ها گذاشته به انجام برسانند که شامل محافظت در برابر هرگونه تهدید، تحقیقات، مستندسازی، نگهداری، حفاری، افزایش آگاهی عمومی و آموزش می‌شود. بند ۲ ماده ۴ صراحتاً بیان می‌کند که کشورها باید تمامی اقدامات مناسب و لازم را با بهترین شیوه‌های عملی که در اختیار آن‌ها است و بر اساس ظرفیت‌های خود انجام دهند. بند ۲ به همکاری کشورهای عضو در به انجام رساندن اهداف کنوانسیون اشاره دارد و این همکاری در مواد متعددی مورد اشاره قرار گرفته است. چنین همکاری‌هایی نه تنها موجب بهبود در مدیریت میراث فرهنگی زیرآب به‌خصوص برای کشورهای با ظرفیت‌های محدود می‌گردد بلکه به تدریج موجب می‌شود که بهترین عملکردها در رابطه با این میراث به اشتراک گذاشته شود و زمینه حفاظت بهتر از آن‌ها فراهم شود. بعلاوه این ماده از کشورهای عضو می‌خواهد که ضمن آموزش در ارتباط با میراث فرهنگی زیرآب، در مورد انتقال فناوری و اطلاعات با یکدیگر همکاری کنند و آگاهی عمومی در مورد اهمیت این اموال را بهبود بخشند.

ماده ۱۴ کنوانسیون کشورهای عضو را مکلف می‌نماید که اقداماتی را در جهت پیشگیری از معامله و تملک میراث فرهنگی زیرآب که به‌صورت غیرقانونی وارد مرزهای آن‌ها شده و یا در داخل مرزها در مغایرت با کنوانسیون کشف‌شده انجام دهند. از طرفی ماده ۱۵ از کشورهای عضو می‌خواهد که اجازه ندهند بندرها، جزایر مصنوعی، تأسیسات و سازه‌های تحت صلاحیت یا کنترل آن‌ها برای فعالیت‌هایی مربوط به میراث فرهنگی زیرآب و در مغایرت با کنوانسیون مورد استفاده قرار گیرد. درنهایت ماده ۱۶ کشورهای عضو را موظف می‌کند که تمام اقدامات عملی لازم را برای تضمین عدم ارتکاب فعالیت‌های مغایر با کنوانسیون توسط اتباع و کشتی‌های حامل پرچم آن‌ها انجام دهد. مجموع این سه ماده کشورهای عضو را مکلف به نظارت بر فعالیت‌هایی می‌نماید که کنوانسیون را نقض می‌کنند.

لازم به ذکر است که ماده ۳۰ کنوانسیون مقرر می‌دارد که به‌جز ماده ۲۹ در هیچ‌یک از مواد دیگری امکان اعمال حق شرط وجود ندارد. ماده ۲۹ به کشورهای دارای سیستم فدرال اجازه می‌دهد که در زمان تصویب کنوانسیون اعلامیه‌ای صادر کنند مبنی بر اینکه کنوانسیون در برخی از بخش‌های قلمرو ایشان اعم از آب‌های داخلی، مجمع‌الجزایر یا دریای سرزمینی تا زمانی که شرایط لازم برای اعمال کنوانسیون فراهم نشود اعمال نمی‌شود. البته این کشورها باید هر چه سریع‌تر جهت بهبود شرایط برای اعمال کنوانسیون در مناطق مذکور تلاش کنند. علاوه بر کنوانسیون یونسکو و ضمیمه آن، «رهنمود عملیاتی برای کنوانسیون حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب»^۲ که در سال ۲۰۱۳ در اجلاس کشورهای عضو به تصویب رسید سندی فرعی است که هدف آن طبق خود سند تسهیل اجرایی کنوانسیون با ارائه رهنمودهای عملی است.

^۱ پاراگراف ۱ و ۲ ماده ۲۲

^۲ Operational Guidelines for the Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage

ضمانت اجرا و بازدارندگی

پاراگراف ۷ از ماده ۲ کنوانسیون صراحتاً مقرر می‌دارد که میراث فرهنگی زیرآب نباید مورد بهره‌برداری تجاری قرار گیرد و در ماده ۱۷ از کشورهای عضو می‌خواهد که ضمانت اجراهای مناسب برای نقض کنوانسیون در نظر بگیرند و در این زمینه با سایر کشورها همکاری داشته باشد. بند دو این ماده مقرر می‌دارد این ضمانت اجراها باید از شدت کافی برخوردار باشند و در صورت نقض کنوانسیون توسط اعضاء این ضمانت‌ها باید به گونه‌ای باشند که مرتکب را از منافع ناشی از فعالیت غیرقانونی‌اش محروم سازند. البته توقیف میراث قطعاً بخشی از این ضمانت اجراها خواهد بود^۱ و کشور توقیف کننده باید مراتب را به مدیرکل یونسکو و کشورهای دارای پیوند منطقی اطلاع‌رسانی کند.

در صورت بروز اختلاف میان کشورها در ارتباط با مسائل مرتبط با کنوانسیون، کشورها موظف هستند که اختلاف را از طریق مذاکره یا هر روش مسالمت‌آمیز دیگری با حسن نیت حل و فصل کنند.^۲ اگر از طریق مذاکره نتوانستند اختلاف را حل کنند می‌توانند مورد را به یونسکو ارجاع دهند تا از طریق میانجیگری حل شود. البته این گزینه اختیاری است.^۳ سومین گزینه مربوط به زمانی است که مدت‌زمان معقولی برای مذاکره صرف شده و اختلاف حل نشده و طرفین تمایلی به استفاده از روش میانجیگری ندارد و یا میانجیگری انجام گرفته اما اختلاف همچنان باقی است. در چنین حالتی اختلاف باید از روش مشخص شده در بخش ۱۵ کنوانسیون حقوق دریاها حل و فصل گردد.^۴

خلاهای کنوانسیون میراث فرهنگی زیرآب

با وجود اینکه کنوانسیون میراث فرهنگی زیرآب در نوع خود سندی بی‌نظیر است اما برخی ایرادات در آن مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده نیاز جدی به بازنگری در این سند است. مهم‌ترین اشکالات این کنوانسیون عبارت‌اند از:

اشکال در تعریف میراث فرهنگی زیرآب

تعریف ارائه شده توسط کنوانسیون یونسکو دقیق‌تر از تعریف کنوانسیون حقوق دریاها است اما اشکالی که بر آن وارد است این است که دوره زمانی صدساله نمی‌تواند استاندارد درستی را ارائه دهد. محدوده زمانی صدسال با دو انگیزه مرتبط به هم بوده، نخست برای کنار گذاشتن بقایای انسانی جدید در زیرآب و دوم جلوگیری از مشکلات حقوقی مربوط به وسایل نقلیه‌ای که به تازگی غرق شده‌اند. (ICOMOS, 2022) اما امکان دارد برخی اشیاء که کمتر از صدسال زیرآب بوده‌اند از ارزش فرهنگی بسیار زیادی برخوردار باشند مانند کشتی‌های جنگ جهانی دوم که تا سال‌ها تحت حمایت کنوانسیون نخواهند بود در حالی که ارزش فرهنگی و تاریخی زیادی دارند. فقدان حمایت کنوانسیون موجب می‌شود که این گنجینه‌های ارزشمند مورد غارت و بهره‌برداری تجاری توسط قاچاقچیان قرار گیرد و متأسفانه این امر تنها در حد یک نگرانی نظری نیست بلکه برخی از دولت‌ها صراحتاً به شرکت‌های نجات اجازه خارج کردن کشتی‌های مربوط به جنگ جهانی دوم را به منظور استفاده دوباره از فلزات آن داده‌اند. (Sarid, 2017) بعلاوه این تعریف موجب ایجاد تعهد به محافظت از میلیون‌ها شیء قرار گرفته در زیرآب می‌شود که مستلزم یک رژیم حقوقی برای محافظت از تمام آثار زیست انسانی است که برای برخی کشورها اعمال چنین حفاظت کلی مشکل است.

اگرچه کنوانسیون کشورها را از وضع قوانین داخلی در مناطق تحت صلاحیت و حاکمیت خود برای حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب که کمتر از صدسال قدمت دارند منع نمی‌کند اما این امر کاملاً بستگی به صلاحدید کشور ساحلی دارد؛

^۱ بند ۱ ماده ۱۸

^۲ بند ۱ ماده ۲۵

^۳ بند ۲ ماده ۲۵

^۴ بند ۳ ماده ۲۵



بنابراین در چنین شرایطی اگر کشورها منافع اقتصادی خود را بر حفاظت از میراث فرهنگی ترجیح دهند کنوانسیون یونسکو مانعی بر سر راه ایشان نخواهد بود.

ایراد دیگر در ارتباط با تعریف آن است که کنوانسیون با در نظر گرفتن مفهوم میراث فرهنگی از دیدگاه غرب صرفاً میراث فرهنگی ملموس را در نظر گرفته است که شامل سازه‌ها، تأسیسات، کشتی‌ها و هواپیماها می‌شود درحالی‌که برخی از میراث فرهنگی ناملموس نیز وجود دارند که در برخی جوامع غیرغربی برای سالیان طولانی ارزش فرهنگی داشته‌اند و یا اهمیت معنوی یک بخش از میراث فرهنگی برای مردم، گروه‌ها یا اجتماعات خاص به گونه‌ای که می‌توان آن‌ها را میراث فرهنگی تلقی کرد مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌های مقدس اما کنوانسیون در شمول آن‌ها در دایره حمایتی خود قصور کرده است. (Sarid, 2017) پس نباید از نظر دور داشت که مفهوم میراث فرهنگی مفهومی پویا است و با گذر زمان موارد تازه‌ای به این حوزه اضافه می‌شود که در تعریف ارائه‌شده در کنوانسیون نمی‌گنجد؛ بنابراین تعریف باید به گونه‌ای اصلاح شود که دربرگیرنده موارد این‌چنینی نیز باشد. (Mullen, 2020)

ایراد سیاست حفظ در محل

کنوانسیون یونسکو وضعیت حفاظت در محل را به‌طور شفاف به‌عنوان اولین گزینه پیش از سایر فعالیت‌ها در رابطه میراث معرفی کرده است. این گزینه همیشه بهترین راه‌حل نیست بلکه اولین و از نظر فنی مطلوب‌ترین گزینه در شرایطی است که از نظر باستان‌شناسی، قانونی یا سیاسی نگهداری در محل مناسب باشد. (COMOS, 2022) اما این وضعیت در برخی موارد منجر به سوءاستفاده می‌شود و سیاستمداران و حتی باستان‌شناسان ممکن است در مورد میراث فرهنگی زیرآب منفعلانه عمل کنند با برعکس حفاظت افراطی را بدون توجه به وضعیت خاص هر مورد در پیش گیرند. در برخی موارد خارج کردن کشتی‌ها ممکن است بهترین گزینه تلقی شود مانند بقایایی که برای کشتی‌رانی مشکل ایجاد می‌کنند و این مربوط به اشیائی است که به سطح آب نزدیک باشند و برای کشتی‌ها و زیردریایی‌ها یک خطر جدی به حساب می‌آیند. بعلاوه حفظ برخی کشتی‌ها در محل به واسطه محموله آن‌ها یا جنس خاص آن‌ها ممکن است مخاطره‌آمیز باشد. البته خارج کردن اشیاء از زیرآب مشروط به رعایت شرایط استاندارد باستان‌شناسی موردپذیرش جامعه علمی بین‌المللی گزینه بعدی خواهد بود. با این حال کنوانسیون دستورالعمل مشخصی را برای مواردی که میراث یافت شده می‌تواند به هر دلیل خطرآفرین باشد ندارد و این امر می‌تواند منجر به مشکلات حقوقی و سیاسی گردد. به‌طور مثال آیا خارج کردن کشتی موجب تضییع حقوق کشور صاحب‌پرچم می‌شود یا خیر؟ کدام کشور مسئول خارج کردن است؟ اگر اصول باستان‌شناسی حفظ در محل را مناسب تشخیص دهند و خطر ایجادشده خارج کردن میراث را توصیه کند چه باید کرد؟ سؤالاتی از این قبیل حاصل عدم وجود قواعد متناسب در کنوانسیون است که ممکن است منجر به عدم هماهنگی در نگهداری اشیاء زیرآب توسط کشورهای مختلف گردد. (Sarid, 2017)

ابهام ارتباط میان کنوانسیون یونسکو و کنوانسیون حقوق دریاها

یکی دیگر از مشکلات، ارتباط میان کنوانسیون یونسکو و کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاها است. برخی کنوانسیون یونسکو را سندی تبعی بر کنوانسیون ۱۹۸۲ می‌دانند و در نتیجه معتقدند که این سند معاهده‌ای مربوط به حقوق دریاها است نه میراث فرهنگی. مقدمه هر دو سند اشاره به «لزوم تدوین و توسعه تدریجی» قواعد بین‌المللی دارد و کنوانسیون یونسکو این امر را مرتبط با حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب مطابق با حقوق و عرف بین‌المللی از جمله کنوانسیون حقوق دریاها ۱۹۸۲ نموده است. بعلاوه ماده ۳ صراحتاً مقرر داشته که این کنوانسیون نباید مخل حقوق، صلاحیت‌ها و تعهدات مندرج در کنوانسیون ۱۹۸۲ باشد و باید به گونه‌ای تفسیر شود که منطبق با این کنوانسیون باشد.

از طرف دیگر در برخی موارد این دو سند با یکدیگر هماهنگی ندارند. عدم توازن میان دو سند بیشتر ناظر به قواعد مربوط به منطقه انحصاری اقتصادی و فلات قاره است که در مواد ۹ و ۱۰ آمده است. بند ۲ ماده ۱۰ مقرر می‌دارد که کشورهای عضو که در مناطق انحصاری اقتصادی یا فلات قاره آن‌ها میراث فرهنگی وجود دارد می‌توانند هر فعالیتی



مرتبط با این میراث را که محل اعمال حق حاکمیتی یا صلاحیت ایشان مطابق با کنوانسیون ۱۹۸۲ باشد ممنوع یا مجاز اعلام کنند. بند ۶ همین ماده تصریح می‌کند که هر تصمیم یا اقدامی توسط کشور هماهنگ‌کننده نمی‌تواند منجر به ادعای حقوق ترجیحی یا صلاحیتی باشد که توسط حقوق بین‌الملل از جمله کنوانسیون ۱۹۸۲ مقرر نشده باشد. با این حال مقررات مربوط به همکاری کشور ساحلی با کشورهای صاحب پرچم و کشورهای دارای پیوند منطقی با اشیاء کشف‌شده با صلاحیت‌های مندرج در کنوانسیون حقوق دریاها همخوانی ندارد. همین امر از عواملی بوده که برخی کشورها را از عضویت در کنوانسیون یونسکو بازداشته است. از دیدگاه برخی کشورها رژیم حاکم بر همکاری تعیین‌شده در کنوانسیون یونسکو بیش‌از اندازه لازم و مغایر با کنوانسیون حقوق دریاها است و از نظر برخی کمتر از حد لزوم است. تلاش یونسکو برای ایجاد سازش میان این دو دیدگاه منجر به تصویب ماده ۹ به‌گونه‌ای شد که می‌توان «ابهام سازنده» نامید؛ اما این ماده نظر هیچ‌یک از دو گروه فوق را تأمین نکرد و در نهایت تعداد اندکی از کشورها این سند را تصویب کردند لذا امیدی نیست که مقررات مرتبط با همکاری میان کشورها در آینده نزدیک تبدیل به عرف بین‌المللی گردد. (Risvas, 2013)

ابهام و تعارض میان مواد کنوانسیون

برخی از مواد کنوانسیون در مرحله اجرا با مشکل مواجه می‌شوند. همان‌گونه که پیش‌از این اشاره شد بند ۴ ماده ۱۰ در رابطه با اشیاء یافت شده در منطقه انحصاری اقتصادی و فلات قاره به کشور هماهنگ‌کننده اجازه می‌دهد که در صورت وجود خطر قریب‌الوقوع، اقداماتی را پیش از مشورت با سایر کشورها انجام دهد. به نظر می‌رسد این بخش از ماده ۱۰ با بخش‌های قبلی که کشور هماهنگ‌کننده را صرفاً نماینده سایر کشورها می‌داند مغایرت داشته باشد زیرا در چنین وضعیتی وظیفه کشور هماهنگ‌کننده چیزی بیش از صرف نمایندگی است. در مورد نقش کشور هماهنگ‌کننده نکات دیگری نیز قابل توجه است اول اینکه الزامی وجود ندارد که کشور هماهنگ‌کننده، کشور ساحلی باشد که این امر در مورد مناطق انحصاری اقتصادی و فلات قاره چالش برانگیز است. دیگر آنکه فعالیت‌هایی که توسط کشور هماهنگ‌کننده صورت می‌گیرد و بعضاً امکان دارد در شرایط وجود خطر فوری پیش از انجام مشورت باشد، دقیقاً مشخص نشده و در واقع طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها را دربرمی‌گیرد که امکان سوءاستفاده را فراهم می‌آورد. در رابطه با فرآیند مشورت در کنوانسیون نیز ابهامات بسیاری وجود دارد. از دیدگاه عملی وجود این فرآیند زمان‌بر و بی‌اثر است زیرا به واسطه تعارض منافع کشورها اغلب اختلاف ایجاد می‌شود. حضور تمامی کشورهای دارای پیوند منطقی در مشورت‌ها موجب اطاله بی‌دلیل مذاکرات خواهد شد.

اشکال دیگری نیز در رابطه با دو عبارت بکار رفته در کنوانسیون با عناوین «کشور مبدأ» و کشور دارای «پیوند منطقی» وجود دارد. در کنوانسیون مشخص نشده که منظور از کشور مبدأ کدام کشور است و با توجه به اینکه در جملات بعدی به کشورهای منشأ فرهنگی تاریخی و باستان‌شناسی اشاره شده، مشخص نیست منظور از به کار بردن این عبارت چیست. از طرفی در کنوانسیون تصریح نشده که کدام کشور را می‌توان دارای پیوند منطقی با میراث کشف‌شده تلقی کرد. برخی معتقدند که منظور از کشور مبدأ کشوری است که کشتی در آنجا ساخته شده است و برخی معتقدند منظور کشوری است که برای آخرین بار از آن کشتی استفاده کرده است (Francioni, 2013) عدم وجود شفافیت در این رابطه می‌تواند منجر به ایجاد اختلاف میان کشورهای عضو شود.

نکته دیگر در مورد روند اطلاع‌رسانی است که یابنده را ملزم به اطلاع‌رسانی به کشور ساحلی یا کشور صاحب پرچم خود می‌نماید و کشور مذکور ملزم به اطلاع‌رسانی به سایر کشورهای عضو است. این در حالی است که این الزام شامل کشورهای غیر عضو نمی‌شود (ICOMOS, 2022) بنابراین در صورتی که کشوری عضو کنوانسیون نباشد حتی با وجود یک پیوند منطقی با اشیاء کشف‌شده امکان دارد که از فعالیت‌های در حال انجام در رابطه با آن‌ها مطلع نشود و این امر خلاف عدالت است.

در بحث اجرای کنوانسیون ماده ۱۶ کنوانسیون قدرت جدیدی را برای کشورها ایجاد نمی کند و صرفاً از آن ها می خواهد از قدرتی که دارند استفاده مناسب را بنمایند البته مشروط به اینکه آن اقدامات بر اساس وضعیت خاص آن کشور عملی باشد. عدم شفافیت تکالیف دولت ها در این رابطه منجر به تضعیف عملکرد کنوانسیون شده است. در کنار تمامی این موارد بوروکراسی زیادی در فرآیند اجرای کنوانسیون دیده می شود. اطلاعات باید از یک سازمان به سازمانی دیگر و از کشوری به کشوری دیگر انتقال داده شود. ارزیابی این اطلاعات در هر مورد زمان بر است و اگر افرادی که درگیر انجام این امور هستند به اندازه کافی سریع نباشند امکان اطاله در سیستم بسیار زیاد است. (O'Keefe, 2020)

مسائل مربوط به مستثنا کردن کشتی ها و هواپیماهای دولتی

اگرچه یکی از نقاط قوت کنوانسیون مستثنا کردن کشتی ها و هواپیماهای دولتی است با این حال این امر خالی از اشکال نیست. اساساً برخی بر این باورند که کشتی ها و هواپیماهای غرق شده دیگر کشتی و هواپیما نیستند و بنابراین از حوزه صلاحیت کشور صاحب پرچم خود خارج شده اند (Forrest, 2003) لذا باید آن ها را بخشی از میراث فرهنگی به حساب آورد و خارج کردن آن ها از دایره شمول خلاف اهداف کنوانسیون در جهت حفاظت از چنین اشیائی است. علاوه بر این مسئله، مالکیت کشتی و هواپیما نیز امری چالش برانگیز است. کنوانسیون یونسکو در رابطه با مالکیت هیچ ضابطه ای را مقرر نکرده است لذا حقوق مالکیت تابع قواعد کلی خواهد بود مگر اینکه قوانین ملی قاعده دیگری را در این رابطه وضع کرده باشند. این بدان معنا است که مقامات قانون گذاری و در نهایت دادگاه های ملی باید در مورد شمول اشیاء در دایره اعمال کنوانسیون تصمیم بگیرند (Dromgoole, 2013) با این اوصاف تعیین مالک کشتی به خصوص در مورد کشتی هایی که بسیار قدیمی باشند به دلایلی بسیار مشکل است. از جمله این دلایل می توان به موارد زیر اشاره کرد: ممکن است کشتی پیش از ایجاد مفهوم کشور در معنای امروز وجود داشته است، کشور موردنظر دیگر اساساً وجود نداشته باشد، در رابطه با کشور موردنظر جانشینی رخ داده باشد و دچار ادغام یا جداسازی شده باشد. (Bautista, 2005) بدین ترتیب حتی پیش از حل مسئله مصونیت، باید مشکل مالکیت کشتی و هواپیما مرتفع گردد که کنوانسیون در این رابطه ساکت است.

نکته قابل توجه دیگر آن است که کنوانسیون تکلیف مشخصی را در رابطه با اطلاع رسانی در رابطه با کشف کشتی یا هواپیمای دولتی به کشور مبدأ یا دارای ارتباط منطقی تعیین نکرده و به عبارت «با توجه به استفاده از بهترین شیوه های همکاری برای حفاظت از کشتی ها و هواپیماهای خارجی...» در ماده ۷ بسنده کرده است. این عبارت به این دلیل بکار رفته که در زمان مذاکرات کشورها نتوانستند در رابطه با ضمانت اجرای مناسب در صورت عدم همکاری در این رابطه به اجماع برسند (Risvas, 2013) و قطعاً این امر بر اجرای کنوانسیون در این حوزه تأثیر گذار خواهد بود.

نتیجه گیری

میراث فرهنگی زیرآب، گنجینه بسیار ارزشمندی است که نیاز به شناسایی و محافظت دقیق دارد تا بتوان منافع آن را به نسل های آینده بشر منتقل کرد. تصویب کنوانسیون یونسکو را می توان دستاوردی بزرگ در حوزه حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب دانست. این سند موجب شد که یک رژیم حقوقی جامع برای حفاظت از این میراث فراهم شود و بسیاری از خلأهای موجود در رابطه با این گنجینه های بالارزش مرتفع گردد و قواعد آن مانع خارج ساختن بی ضابطه این میراث از زیرآب شد که غالباً با مقاصد اقتصادی و بعضاً تحت عنوان قاعده نجات انجام می گرفت و موجب ایراد صدماتی جبران ناپذیر به این بخش از میراث فرهنگی می شد. محدود کردن اعمال قاعده نجات را می توان از مهم ترین دستاوردهای این سند دانست. به علاوه وجود این کنوانسیون موجب افزایش آگاهی در رابطه با اهمیت این میراث ارزشمند حتی برای کشورهای غیر عضو گردید. از آنجاکه این سند صرفاً حداقل استاندارد را مشخص کرده است، افزایش آگاهی نسبت به ارزش بقایای زیست انسانی موجب می شود که دولت ها به صورت داوطلبانه سطح این استانداردها را بالاتر ببرند. به علاوه



کشورها تشویق شده‌اند که با انعقاد توافقنامه برای حفاظت بهتر از میراث فرهنگی زیرآب تلاش کنند و این امر می‌تواند منجر به افزایش همکاری‌های بین‌المللی در این زمینه گردد.

با این حال همان‌گونه که اشاره شد برخی خلأها در این سند مشاهده می‌شود و به نظر می‌رسد با وجود اینکه چندین سال از لازم‌الاجرا شدن این سند می‌گذرد بسیاری از کشورها همچنان تمایلی به عضویت در این کنوانسیون ندارند. عدم تمایل این کشورها غالباً به واسطه ابهامات و خلأهای موجود در آن است که موجب شده این سند در رسیدن به اهداف خود و تقویت همکاری میان کشورها برای حفاظت از میراث فرهنگی چندان موفق نباشد. تلاش برای اتخاذ رویکردی سازشکارانه با کنوانسیون حقوق دریاها و عدم کاهش صلاحیت کشورها باعث تضعیف کنوانسیون یونسکو گردیده است.

برای آنکه این سند موفق به دستیابی به اهداف خود گردد نیاز به اصلاحاتی دارد. تعریف کنوانسیون از میراث فرهنگی زیرآب نیاز به تغییر دارد. در نظر گرفتن قدمت صدساله برای اشیاء زیرآب می‌تواند موجب شود بسیاری از این اشیاء که دارای اهمیت زیاد تاریخی و فرهنگی هستند از دایره حفاظت کنوانسیون خارج شود. نقش کشورهای اعم از کشورهای هماهنگ‌کننده، کشورهای دارای پیوند منطقی و کشور مبدأ که در بخش‌های مختلفی از کنوانسیون به آن‌ها اشاره شده باید شفاف‌سازی شود و تعاریف دقیق در ارتباط با این کشورها ارائه شود. بعلاوه برای تحقق اهداف کنوانسیون نیاز به همکاری بین‌المللی و تشویق تمامی کشورها به تصویب این سند و وضع قوانین متناسب در حقوق داخلی آن‌هاست. این قوانین باید دارای ضمانت اجرای مناسب باشند تا از غارت و قاچاق این گنجینه‌ها پیشگیری کرده و ارتکاب این اعمال را جرم تلقی کنند. علاوه بر این افزایش آگاهی‌های عمومی و ظرفیت‌سازی در جهت اعمال قواعد کنوانسیون ضروری است. غارت این اموال و حفاری‌های غیرمجاز که همچنان به‌طور گسترده اتفاق می‌افتد نشان‌دهنده عدم کفایت ضمانت اجرای این کنوانسیون است. از آنجاکه بیشتر این اموال در مناطق خارج از صلاحیت ملی قرار دارند وجود قانون‌گذاری‌های داخلی به‌تنهایی نمی‌تواند این مشکل را حل کند و نیاز به بازنگری در کنوانسیون یونسکو به‌شدت احساس می‌شود.

منابع

- حبیبی مجنده، محمد و عبدالمالکی، مهدی، (۱۳۹۲) وضعیت حقوقی کشتی‌های دولتی و جنگی غرق‌شده با نگاهی به کنوانسیون حمایت از میراث فرهنگی زیرآب، فصلنامه‌ی پژوهش حقوق عمومی، سال پانزدهم، شماره ۴۱.
- رضوی راد محمد (۱۳۹۹)، نگاهی به مؤلفه‌های تعریف میراث فرهنگی زیرآب در اسناد بین‌المللی با تأکید بر رویکرد کنوانسیون ۲۰۰۱ یونسکو، فصلنامه علمی اثر (۱) ۵۲-۴۱
- رضوی راد، محمد و دیگران، (۱۳۹۸) چالش‌های حقوقی حفاظت از میراث فرهنگی زیرآب در پرتو قوانین نجات و کشفیات، فصلنامه مطالعات حقوق عمومی، دوره ۴۹، شماره ۱، ۲۱-۱.
- ممتاز، جمشید و صوراسرافیل، محمود، (۱۳۸۴) تأملی بر کنوانسیون حفاظت میراث فرهنگی زیرآب، مجله حقوقی، نشریه مرکز امور حقوقی بین‌المللی معاونت حقوقی و امور مجلس ریاست جمهوری، شماره سی و سوم، ۱۵۹-۱۸۸
- Aznar, M.J.,(2018),InSitu Preservation of Underwater Cultural Heritage as an International Legal Principle,J Mari Arch 13,67-81 <https://doi.org/10.1007/s11457-018-9192-4>
- Bautista Lowell B,(2005)[Gaps, Issues, and Prospects: International Law and the Protection of Underwater Cultural Heritage](#), Dalhousie J. Legal Stud.,Volume,14, pp 57-89
- Bimin Nie,(2015),On the International Legal Protection of Underwater Cultural Heritage, China Oceans Law Review, Vol No. 2.
- Calantropio, Alessio, and Filiberto Chiabrande,(2023),The Evolution of the Concept of Underwater Cultural Heritage in Europe: A Review of International Law, Policy, and Practice, *Heritage* 6, no.12:7660-7673. <https://doi.org/10.3390/heritage6120403>
- Chechi,Alessandro,(2014),The Settlement of International Cultural Heritage Disputes, United Kingdom,Oxford Univesity Press.

- Curfman, David,(2008),Thar Be Treasure Here:Rights to Ancient Shipwrecks in International Waters-A New Policy Regime, United States, Washington University Law Review,Volume 86,Issue 1, pp180-207.
- Dromgoole, Sarah,(2013) Underwater cultural Heritage and international law, Cambridge, Cambridge University Press.
- FORREST, C.(2003).An International Perspective on Sunken State Vessels as Underwater Cultural Heritage. *Ocean Development & International Law*, 34(1), 41–57
- Francioni,Francesco & Gordley,James(ed),(2013),Enforcing International Cultural Heritage Law, United Kingdom,Oxford University Press.
- ICOMOS,(2022), Heritage Under Water at Risk: Challenges, threats and solutions, Paris ICOMOS
- Juvelier, Ben.,(2018),"Salvaging" History: Underwater Cultural Heritage And Commercial Salvage, Washington American University International Law Review;Vol.32, Iss.5:1023-1045.
- Kim Browne&Murray Raff,(2022) International Law of Underwater Cultural Heritage Understanding the Challenges, Switzerland,Springer.
- Lukman, Alqiz, (2023),[Between In-Situ Preservation and Commercial Salvage: The Future of Underwater Cultural Heritage in Indonesia](#), International Conference on Multidisciplinary Studies (ICoMSi), 458-473
- Mullen A,(2020),International cultural heritage law: the link between cultural nationalism, internationalism, and the concept of cultural genocide, United States, Cornell Law Review.
- O'Keefe Patrick J.,(2020),Underwater Cultural Heritage In:Francioni Francesco & Filipa Vrdoljak Ana,The Oxford Handbook of International cultural heritage law,295-317,United Kingdom, Oxford University Press.
- O'Keefe, Patrick J.(2002),Shipwrecked Heritage:A Commentary on the UNESCO Convention on Underwater Cultural Heritage, Leicester: Institute of Art and Law.
- Risvas Michail,(2013),The Duty to Cooperate and the Protection of Underwater Cultural Heritage, Cambridge Journal of International and Comparative Law (2)3:562–590,pp 562-590.
- Sarid, Eden (2017), International Underwater Cultural Heritage Governance: Past Doubts and Current Challenges, 35 Berkeley J. Int'l L. 219,219-261.
- Strati, Anastasia,(2006),Protection of the underwater cultural heritage: From the shortcomings of the UN Convention on the Law of the Sea to the compromises of the UNESCO Convention, in: Strati, Anastasia, Gavouneli, Maria, & Skourtos, Nikolas, Unresolved Issues and New Challenges to the Law of the Sea, Time Before and Time After,United States, Martinus Nijhoff Publishers.
- Varmer,Ole,(2014),Underwater Cultural Heritage Law Study.U.S.Dept.of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management,Headquarters,Herndon,VA.OCS Study BOEM 2014-005.
- www.icomos.org
- www.un.org
- www.unesco.org

نوع پذیرش مقاله: پوستر

تحلیل جامعه‌شناختی آموزش محیط‌زیست: رویکردی برای دستیابی به توسعه پایدار

اعظم علیزاده

استادیار جامعه‌شناسی، گروه علوم اجتماعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: a-alizadeh@pnu.ac.ir

چکیده

بحران‌های زیست محیطی در ایران، افزون بر جنبه‌های طبیعی و تکنولوژیک، ریشه در ساختارهای اجتماعی، فرهنگی و آموزشی دارند. این مقاله با رویکردی جامعه‌شناختی و انتقادی، به تحلیل شکل‌گیری نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی در ارتباط با نظام‌های آموزش رسمی و غیررسمی می‌پردازد و در پی پاسخ به این پرسش است که چگونه نهادهای اجتماعی و سرمایه‌های فرهنگی و اجتماعی در بازتولید یا دگرگونی کنش‌های محیط‌زیستی نقش ایفا می‌کنند. چارچوب نظری پژوهش بر مفاهیم بورديو درباره سرمایه فرهنگی و نظریه عدالت محور، نظریه کنش متقابل نمادین و تحلیل‌های تعامل‌گرایانه از نقش آموزش در جامعه و همچنین نظریه گیدنز استوار است. مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه مطالعات متعددی به بررسی عوامل رفتاری، روان‌شناختی و آموزشی در زمینه محیط‌زیست پرداخته‌اند، اما عمده‌تأ فاقد نگاه ساختاری و انتقادی نسبت به پیوند میان کنش و ساختار در این زمینه بوده‌اند. یافته‌های مقاله بیانگر آن است که آموزش محیط‌زیستی در ایران با ضعف‌های جدی در طراحی، انسجام محتوایی و درونی‌سازی ارزشی مواجه است. در همین راستا، سرمایه فرهنگی خانواده، مشارکت اجتماعی و ساختارهای حمایتی رسمی و غیررسمی، نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری نگرش‌ها و رفتارهای پایدار زیست‌محیطی دارند. همچنین تسری نگرش‌ها و کنش‌های زیست محیطی از طریق نهاد آموزش و خانواده، نه صرفاً به‌صورت خطی، بلکه در چارچوبی شبکه‌ای و زمینه‌مند رخ می‌دهد. این مقاله نشان می‌دهد که گذار به آموزش مؤثر محیط‌زیستی مستلزم بازنگری در سیاست‌گذاری‌های فرهنگی و آموزشی، توجه به نابرابری‌های ساختاری و تقویت ظرفیت‌های نهادی برای حمایت از تربیت زیست محیطی است.

واژه‌های کلیدی: جامعه‌شناسی محیط‌زیست، آموزش محیط‌زیستی، ساختار، سرمایه فرهنگی، کنش متقابل، رفتار زیست‌محیطی، آموزش رسمی و غیررسمی.

مقدمه

در قرن بیست‌ویکم، بحران‌های زیست‌محیطی نظیر تغییرات اقلیمی، کاهش تنوع زیستی، آلودگی آب و هوا و تخریب منابع طبیعی به چالش‌های اساسی جهانی تبدیل شده‌اند که نه تنها سلامت و رفاه انسان‌ها را تهدید می‌کنند، بلکه توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. (UNESCO, 2024) بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، آلودگی هوا سالانه منجر به مرگ زودرس حدود ۷ میلیون نفر در سراسر جهان می‌شود و تقریباً ۹۹٪ جمعیت جهان هوایی با سطح آلودگی بالاتر از حد مجاز تنفس می‌کنند. تغییرات اقلیمی نیز با افزایش میانگین دمای جهانی به میزان ۱٫۱ درجه سلسیوس از دوران پیشاصنعتی، منجر به افزایش شدت و فراوانی بلایای طبیعی مانند سیل‌ها،

خشکسالی‌ها و طوفان‌ها شده است. (IPCC, 2021) در سال ۲۰۲۰، بیش از ۵۵ میلیون نفر در اثر بلایای طبیعی و درگیری‌ها جابه‌جا شدند که بخش قابل توجهی از این جابه‌جایی‌ها به تغییرات اقلیمی مرتبط بوده است (WHO, 2024). در ایران نیز، بحران‌های زیست‌محیطی وضعیت نگران‌کننده‌ای دارند. طبق گزارش مرکز آمار ایران (۱۳۹۹)، آلودگی هوا در برخی از شهرهای بزرگ مانند تهران به بحران جدی تبدیل شده است. این آلودگی‌ها سالانه موجب مرگ حدود ۳۰ هزار نفر در کشور می‌شود و مشکلاتی از جمله بیماری‌های تنفسی و قلبی را برای مردم به همراه دارد. خشکسالی یکی دیگر از چالش‌های مهم ایران است. بر اساس گزارش‌های سازمان هواشناسی ایران (۱۴۰۰)، حدود ۹۷ درصد از اراضی کشور در معرض خشکسالی قرار دارند و سطح ذخایر آب‌های زیرزمینی ایران به شدت کاهش یافته است. این وضعیت می‌تواند به بحران‌های اجتماعی و اقتصادی در آینده منجر شود، زیرا بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی کشور مانند کشاورزی وابسته به منابع آبی است. نابودی منابع طبیعی نیز در ایران روند نگران‌کننده‌ای دارد. طبق گزارش وزارت جهاد کشاورزی ایران (۱۴۰۰)، سالانه بیش از ۳۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی ایران به دلیل فرسایش خاک، آلودگی آب و دیگر عوامل زیست‌محیطی از بین می‌روند.

این بحران‌ها نه تنها بر اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی تأثیر می‌گذارند، بلکه باعث تغییرات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی گسترده‌ای نیز می‌شوند. بحران‌هایی مانند تغییرات اقلیمی و آلودگی محیطی می‌توانند به افزایش فقر، مهاجرت‌های اجباری، کاهش کیفیت زندگی و به خطر افتادن سلامت عمومی منجر شوند. (Bennett et al., 2016) به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، با عواملی چون فقر، نابرابری‌های اجتماعی و الگوهای ناپایدار مصرف، تشدید می‌شوند. لذا بحران‌های زیست‌محیطی نظیر آلودگی هوا، خشکسالی و کاهش منابع آبی، چالش‌های جدی برای توسعه پایدار در ایران ایجاد کرده‌اند. در این راستا، آموزش محیط‌زیست با هدف ارتقای آگاهی، نگرش و رفتارهای زیست‌محیطی افراد، نقش کلیدی در ترویج فرهنگ پایدار زیست‌محیطی ایفا می‌کند. (Serpa & Sá, 2024) در جهت نهادینه کردن تفکر حفاظت از محیط‌زیست باید به آموزش تمامی رده‌های مختلف سنی از دبستان تا دانشگاه، عموم مردم، متخصصان و مدیران توجه وافر داشت. نقش آموزش محیط زیست از حیث ایجاد باور زیست‌محیطی و بسترسازی فرهنگی در راستای تحقق اصل پیشگیری، حائز اهمیت فراوانی است. ایجاد آگاهی در میان توده‌های مردم باعث تغییر نگاه ایشان به محیط زیست می‌گردد و بی‌شک آشنا ساختن افراد از سطوح مختلف اجتماعی با اصول حفاظت از محیط زیست و ایجاد رغبت و انگیزه‌های داوطلبانه می‌تواند به کاهش تخریب محیط زیست کمک کند.

مطالعات نیز نشان داده‌اند که آموزش محیط‌زیست می‌تواند به‌طور قابل توجهی دانش، نگرش و رفتارهای زیست‌محیطی را در کودکان و نوجوانان بهبود بخشد. (Howe et al., 2022) گرچه نتایج برخی تحقیقات نشان داد که افراد نگرش مثبت نسبت به محیط‌زیست دارند، اما سطح دانش آن‌ها در این زمینه پایین تا متوسط است. (زارعی و نبوی، ۱۳۹۷). آموزش محیط زیست می‌تواند نقش مؤثری در تغییر رفتارهای زیست‌محیطی و بهبود نگرش‌ها نسبت به مسائل زیست‌محیطی ایفا کند. لذا این یافته‌ها نشان‌دهنده نیاز به تقویت آموزش‌های محیط‌زیستی با در نظر گرفتن زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی است، به‌خصوص در جوامعی که به دلیل مشکلات اجتماعی و اقتصادی مانند فقر و نابرابری‌ها کمتر به مسائل زیست‌محیطی توجه می‌شود، این آموزش‌ها می‌توانند موجب تغییرات مهمی شوند.

از سوی دیگر، لازم است که تحلیل‌های جامعه‌شناختی به‌منظور شناسایی عواملی که باعث تشدید این بحران‌ها می‌شوند، در دستور کار قرار گیرند. در این زمینه، جامعه‌شناسی محیط‌زیست به‌عنوان شاخه‌ای از جامعه‌شناسی، به بررسی تعاملات میان جوامع انسانی و محیط‌زیست می‌پردازد و نقش ساختارهای اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی را در ایجاد و تشدید مسائل زیست‌محیطی تحلیل می‌کند. (UNESCO, 2024)

جامعه‌شناسی محیط زیست و آموزش محیط زیست به‌عنوان دو حوزه مهم برای تحلیل و ارتقای رفتارهای زیست‌محیطی انسان‌ها شناخته می‌شوند. جامعه‌شناسی محیط زیست به بررسی تعاملات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی افراد با محیط

زیست می‌پردازد، در حالی که آموزش محیط زیست به ارتقای آگاهی و تغییر رفتار انسان‌ها در راستای حفاظت از محیط زیست توجه می‌کند. لذا پیوند میان جامعه‌شناسی محیط زیست و آموزش محیط‌زیست می‌تواند به طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی مؤثری منجر شود که با درک عمیق‌تری از زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی، به تغییر رفتارهای فردی و جمعی در راستای حفاظت از محیط‌زیست کمک کنند (Serpa & Sá, 2024) و همچنین به کاهش تأثیرات منفی بحران‌های زیست‌محیطی و ارتقای پایداری محیط زیست منجر شوند. در واقع جامعه‌شناسی محیط زیست با تحلیل ساختارهای اجتماعی (مانند طبقات اجتماعی و نهادها)، درک ارزش‌ها و نگرش‌های فرهنگی جوامع هدف و جلب مشارکت فعال جامعه در فرآیند آموزش، نقش بسزایی در طراحی برنامه‌های آموزشی مؤثر ایفا می‌کند. شناخت این عوامل به طراحان کمک می‌کند تا برنامه‌هایی متناسب با زمینه‌های اجتماعی و فرهنگی طراحی کرده و اثربخشی و پایداری آن‌ها را افزایش دهند (رمضانی قوام آبادی، ۱۳۹۱). در نتیجه، هدف این است که به بررسی پیوند این دو حوزه و تحلیل چگونگی استفاده از جامعه‌شناسی محیط زیست در طراحی برنامه‌های آموزشی زیست‌محیطی بپردازیم تا بتوان با ارائه راهکارهایی، به توسعه پایدار رسید.

پیشینه تحقیق

نگرش‌های انسانی را می‌توان نظام‌هایی ذهنی، پیچیده و انتزاعی دانست که افراد را برای کنش‌ها و واکنش‌های رفتاری در موقعیت‌های گوناگون آماده می‌سازند و به‌طور گسترده‌ای بر ابعاد مختلف رفتار انسان تأثیر می‌گذارند (محمدی و امامقلی، ۱۴۰۳). به تعبیر کولتner (Koltner, 1980)، تمامی انسان‌ها نگرشی نسبت به خود، دیگران و محیط پیرامون خود دارند و این نگرش‌ها، پایه و اساس رفتارهایی هستند که در بستر اجتماعی شکل گرفته‌اند. نگرش، به‌طور کلی، نحوه نگاه فرد به یک پدیده است و نحوه پاسخ‌دهی رفتاری او به آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (محمدی و امامقلی، ۱۴۰۳). در همین راستا، نگرش‌های محیط‌زیستی یا جهان‌بینی‌های زیست‌محیطی به‌عنوان نظامی از ارزش‌ها و باورها عمل می‌کنند که رفتار انسان نسبت به محیط طبیعی را تعیین می‌کنند. این نگرش‌ها هنگام تعامل انسان با طبیعت، چارچوب‌های فکری و ارزشی را شکل می‌دهند که میزان ارزش‌گذاری انسان نسبت به محیط‌زیست را مشخص کرده و به تبع آن، رفتارهای زیست‌محیطی را جهت‌دهی می‌کنند (عابدی و همکاران، ۲۰۰۷).

بر این اساس، غفوریان و حساری (۲۰۱۷) در پژوهش خود تأکید دارند که حس‌تعلق به مکان، می‌تواند بر افزایش رضایت ساکنان تأثیر گذارد، در نتیجه رضایت و تعلق به محیط زیست پیرامون هم می‌تواند محرکی برای رفتارهای مسئولانه محیط‌زیستی باشد. رشید و محمد (۲۰۱۲) نیز معتقدند که رفتارهای محیط‌زیستی به‌صورت جداگانه شکل نمی‌گیرند، بلکه مجموعه‌ای از کنش‌های مرتبط هستند که تحت تأثیر عوامل روان‌شناختی، اجتماعی، فرهنگی و بازخوردهای محیطی قرار دارند. این پژوهش بر مفهوم "تسری رفتارهای محیط‌زیستی" تمرکز دارد؛ به‌گونه‌ای که ارتباط میان رفتارهای مختلف محیط‌زیستی به‌شکلی است که انجام یک رفتار مثبت می‌تواند به صورت مثبت بر رفتارهای دیگر نیز تأثیر بگذارد (تسری مثبت)، یا گاهی باعث کاهش انگیزه برای رفتارهای بعدی شود (تسری منفی). فهم این تسری‌ها به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا برنامه‌های مؤثرتری برای ترویج رفتارهای پایدار محیط‌زیستی طراحی کنند.

در همین چارچوب، پژوهش‌های جامعه‌شناسی محیط‌زیست بر نقش مؤثر متغیرهای اجتماعی-فرهنگی نظیر ارزش‌های جمعی، سبک زندگی مصرف‌گرا و هنجارهای فرهنگی محیط زیستی در شکل‌گیری نگرش‌ها و رفتارهای محیط‌زیستی تأیید کرده‌اند (میرزایی، ۱۳۹۴) و توجه به آنها می‌تواند راهگشای توسعه سیاست‌های مؤثر در حوزه محیط زیست باشد.

بر اساس تحقیقات استرن (Stern, 2000)، عوامل مؤثر بر رفتارهای زیست‌محیطی شامل دانش، مهارت‌ها، متغیرهای جمعیت‌شناختی، هنجارها، ارزش‌ها و عادات رفتاری هستند (Zsóka et al., 2013). در این بستر، نقش سرمایه‌های اجتماعی و فرهنگی نیز بسیار حائز اهمیت است. برای مثال، نبوی و مختاری (۱۳۹۷) رابطه معنادار و مثبتی میان

شاخص‌های سرمایه فرهنگی خانواده‌ها—به‌ویژه فرهنگ مادی مانند سطح دسترسی به منابع فرهنگی، کتاب، رسانه‌ها و سبک زندگی—و رفتارهای زیست‌محیطی اعضای خانواده یافته‌اند و به‌طور خاص، خانواده‌هایی که از سطح بالاتری از سرمایه فرهنگی برخوردار بودند، گرایش بیشتری به رفتارهای مسئولانه زیست‌محیطی نشان دادند. کریمی و همکاران (۱۴۰۲) نیز نشان دادند که اجزای مختلف سرمایه اجتماعی مانند اعتماد، مشارکت اجتماعی رسمی و غیر رسمی و هنجارهای اجتماعی متقابل همگی با رفتارهای مسئولانه زیست‌محیطی رابطه‌ای معنادار دارند و نشان می‌دهد که ساختارهای اجتماعی قوی‌تر می‌توانند زمینه را برای پذیرش مسئولیت‌های فردی و جمعی در حفاظت از منابع طبیعی فراهم آورند. صالحی و همکاران (۱۴۰۲) نیز سرمایه اجتماعی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی را از جمله متغیرهای پیش‌بینی‌کننده مهم در رفتارهای زیست‌محیطی معرفی کرده‌اند و نشان دادند تفاوت‌های فرهنگی میان دو شهر مورد بررسی نیز در تبیین این رفتارها نقش داشته است.

در حوزه آموزش نیز کاستی‌های فراوانی دیده می‌شود. پژوهش توسلی و همکاران (۱۴۰۰) از نبود انسجام راهبردی و الزامی در آموزش‌های محیط‌زیستی دانشگاهی حکایت دارد. نادری و حسینی (۲۰۲۳) نیز با تحلیل نقش دانشگاه‌ها، تأکید دارند که دانشگاه‌ها می‌توانند در ارتقای فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست نقش مؤثری داشته باشند، اما با موانعی نظیر کمبود انسجام، نبود چارچوب مشخص و ضعف اجرای برنامه‌های پایداری مواجه‌اند. در سطح آموزش عمومی، پژوهش هاشمی و همکاران (۱۴۰۱) و همچنین اکبری و مرادی (۱۳۹۹) نشان می‌دهند که آموزش محیط‌زیست در کتاب‌های درسی دوره ابتدایی بسیار محدود و سطحی است. عابدینی بالتُرک و صفار حیدری (۱۴۰۱) نیز تأیید کرده‌اند که شاخص بهره‌برداری از منابع غیرقابل تجدید، کمترین توجه را در محتوای درسی به خود اختصاص داده و ضعف ساختاری در ادغام آموزش‌های محیط‌زیستی در برنامه درسی مدارس به چشم می‌خورد. شریفی و همکاران (۱۴۰۲) نیز با تحلیل محتوای کتاب‌های درسی ابتدایی به نتایجی مشابه دست یافته‌اند و تأکید دارند که کمبود آموزش مفاهیم زیست‌محیطی مانعی بر سر راه پرورش رفتارهای مسئولانه دانش‌آموزان است. پژوهش صالحی و صادقی‌اصل (۱۳۹۹) بیان می‌کند که حتی سطح نسبتاً بالای آگاهی زیست‌محیطی در دانش‌آموزان لزوماً منجر به رفتارهای عملی نمی‌شود و این مسئله نیازمند بازنگری در شیوه‌های آموزش است. در پژوهشی با تمرکز بر دانش‌آموزان دوره متوسطه، جهانبخش و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند که نگرش زیست‌محیطی مثبت—به ویژه ارزش‌گذاری محیط‌زیست و احساس مسئولیت فردی—نقش مؤثرتری در پیش‌بینی رفتارهای حفاظتی دارد تا صرفاً داشتن دانش نظری درباره مسائل محیط‌زیستی. یافته‌ها بیانگر آن است که تقویت مؤلفه‌های ارزشی و نگرشی در آموزش می‌تواند زمینه‌ساز کنش‌های پایدار محیط‌زیستی در نوجوانان شود. در حوزه آموزش خردسالان، پژوهش حسینی و کریمی (۱۴۰۲) نشان داده است که بازی، داستان‌گویی و مشارکت خانواده از مؤثرترین روش‌های آموزش زیست‌محیطی برای کودکان زیر چهار سال هستند. در این راستا، کمبودها در محتوای آموزشی می‌تواند به ضعف در شکل‌گیری نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی مؤثر منجر شود و نیاز به بازنگری و تقویت آموزش محیط‌زیست در دوره‌های مختلف تحصیلی را آشکار می‌سازد همچنین ا نشان‌دهنده کم‌توجهی به آموزش محیط‌زیست در برنامه درسی است که با توجه به مشکلات زیست‌محیطی کنونی، نگران‌کننده است. .. این و موضوع بیانگر ضعف ساختاری در ادغام آموزش‌های محیط‌زیستی در برنامه درسی رسمی مدارس و دانشگاه‌هاست.

برومند و امیری (۱۴۰۳) در پژوهشی، به واکاوی تجارب زیسته والدین در زمینه تربیت محیط‌زیستی فرزندانشان پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق، نشان می‌دهد که تربیت محیط‌زیستی در خانواده‌ها بیشتر بر شیوه‌های غیررسمی، تجربه‌محور و الگوسازی والدین استوار است. همچنین، موانعی چون نبود حمایت نهادی، کمبود منابع آموزشی و تضاد میان ارزش‌های خانوادگی و فرهنگی رایج از جمله چالش‌های اصلی در این فرآیند معرفی شده‌اند. در مطالعات کلان‌تر، پژوهش کلانتری و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر متغیرهایی چون تحصیلات، درآمد، سن، جنسیت و دانش کاربردی را بر

نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی در شهر تهران مورد بررسی قرار داده و تأکید کرده‌اند که فشار روانی ناشی از آلودگی و مسائل محیطی می‌تواند محرکی برای مشارکت فعال‌تر شهروندان باشد.

میرزایی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان «جامعه‌شناسی محیط زیست»، با رویکردی نظری، تحلیل بحران‌های زیست‌محیطی در ایران را بررسی کرده است و با بهره‌گیری از رویکردهای نظری جامعه‌شناسی کلان (مانند نظریه‌های نظام‌های جهانی، مارکسیستی و کارکردگرایی) و خرد (نظیر تعامل‌گرایی نمادین و نظریه کنش عقلانی) به تحلیل مسائل و بحران‌های محیط زیستی در ایران پرداخته است. مقاله تأکید دارد که شناخت ریشه‌های اجتماعی این مسائل برای تدوین سیاست‌های کارآمد محیط‌زیستی ضروری است. منظور عوامل و ساختارهای اجتماعی‌ای مانند سبک زندگی مصرف‌گرایانه، توزیع ناعادلانه منابع، ضعف نهادهای اجتماعی و حکمرانی محیط‌زیستی، فقدان آگاهی و نگرش محیط‌زیستی در جامعه، فرهنگ بهره‌برداری و تسلط بر طبیعت، توسعه ناپایدار شهری و روستایی است که به شکل‌گیری، تشدید یا تداوم مشکلات زیست محیطی منجر می‌شوند از نگاه وی، مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی مستلزم بازنگری عمیق در ساختارهای اجتماعی و فرهنگی جامعه است این عوامل نشان می‌دهند که حل بحران‌های محیط‌زیستی صرفاً با راهکارهای در سطح فردی ممکن نیست، بلکه نیاز به تحول در ساختارهای اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی دارد.

جمع‌بندی و تحلیل پیشنهادها

مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌ها بر تبیین عوامل تأثیرگذار بر نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی متمرکز بوده‌اند و متغیرهایی چون سرمایه اجتماعی و فرهنگی، آموزش رسمی و غیررسمی و ساختارهای اجتماعی را به عنوان مؤلفه‌های اثرگذار معرفی کرده‌اند. با این حال، در اغلب این مطالعات، پیوند میان نظام اجتماعی آموزش، نگرش‌های محیط‌زیستی و تربیت پایدار شهروندی به صورت یکپارچه و در چارچوبی جامعه‌شناختی تحلیل نشده است. همچنین، بیشتر پژوهش‌ها به توصیف سطحی یا تقلیل‌گرایانه بسنده کرده‌اند و از تحلیل ساختاری-انتقادی نظام آموزشی و تربیتی، به‌ویژه در بافت فرهنگی و نهادی ایران، غفلت کرده‌اند. از این‌رو، پژوهش حاضر با رویکردی جامعه‌شناختی و انتقادی در پی آن است تا با تلفیق مفاهیم سرمایه فرهنگی، مسئولیت‌پذیری اجتماعی و آموزش زیست‌محیطی، به تبیین نقش آموزش و ساختارهای اجتماعی در شکل‌گیری و تسری نگرش‌ها و رفتارهای پایدار محیط‌زیستی بپردازد و از این رهگذر، زمینه‌هایی را برای بازاندیشی در سیاست‌گذاری‌های آموزشی و فرهنگی فراهم آورد.

لذا از تلفیق یافته‌های پیشین می‌توان چنین استنتاج کرد که آموزش محیط‌زیست یک پدیده میان‌رشته‌ای با بنیانی عمیقاً جامعه‌شناختی است. درک نقش طبقه اجتماعی، نهاد خانواده، سرمایه فرهنگی و کارکرد نهادی آموزش، کلید تحلیل کارآمدتر از موانع و ظرفیت‌های آموزش محیط‌زیستی است. در این میان، نگاه جامعه‌شناسی می‌تواند با شناسایی متغیرهای زمینه‌ای و میانجیگر، به طراحی الگوهای آموزشی مؤثرتر و زمینه‌مندتر کمک کند. از این‌رو، پیوند میان جامعه‌شناسی و آموزش محیط‌زیست نه تنها یک ضرورت نظری، بلکه ضرورتی عملی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی آموزشی در جهت تحقق توسعه پایدار است.

چارچوب نظری

چارچوب نظری این پژوهش بر مبنای تلفیقی از رویکردهای جامعه‌شناسی کلان و خرد در حوزه محیط زیست شکل گرفته است.

- رویکردهای کلان: گیدنز، بک، بوردیو، نظریه تضاد
- رویکردهای میان‌رشته‌ای و فرهنگی: عدالت زیست‌محیطی، برساخت‌گرایی

— رویکردهای خرد: کنش متقابل نمادین، نظریه رفتار برنامه ریزی شده، هنجارهای اجتماعی

بر اساس دیدگاه‌های کلان نگر مانند نظریه ساخت‌یابی آنتونی گیدنز (۱۳۸۵) بر دوسویه بودن رابطه‌ی عاملیت و ساختار تأکید دارد. آموزش‌های محیط زیست نه تنها بر رفتار فردی بلکه بایستی بر اصلاح ساختارهای اجتماعی مانند سیاست‌های نهادی، سیستم‌های آموزشی و رسانه‌های جمعی متمرکز شوند. از این‌رو، مداخلات آموزشی باید در راستای بازسازی ساختاری نیز طراحی گردند و به بازسازی اجتماعی، فرهنگی و نهادی بپردازند تا ماندگار و اثربخش باشند. در واقع این رویکرد بر ساختارهای کلان اجتماعی و اقتصادی، نظیر الگوهای توسعه ناپایدار و نظام‌های تولید و مصرف گسترده، به عنوان عوامل اصلی تخریب محیط زیست تمرکز می‌کنند. تغییرات سیستمی در سطح اقتصاد و اجتماع به عنوان ضرورتی برای مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی مطرح می‌شود. همچنین، نظریه جامعه‌شناسی ریسک بک (۱۳۸۶) با تأکید بر افزایش آگاهی عمومی نسبت به مخاطرات مدرن زیست‌محیطی و اینکه مخاطرات ناشی از تکنولوژی و توسعه (مثل آلودگی، تغییرات اقلیمی، و ...) بر زندگی بشر سایه انداخته است به نقش اطلاع‌رسانی و تقویت آگاهی انتقادی در آموزش محیط زیست توجه دارد و معتقد است باید مردم را نسبت به مخاطرات زیست‌محیطی آگاه ساخت و توانمندی تحلیل و واکنش به این مخاطرات را در آن‌ها تقویت نمود. در همین راستا نظریه عدالت زیست‌محیطی شلوزبرگ (۱۳۹۵) بر نابرابری در دسترسی به منابع و آسیب‌پذیری اقشار مختلف تأکید دارد و آموزش را ابزاری برای توانمندسازی گروه‌های آسیب‌پذیر و افزایش آگاهی از نابرابری‌های زیست‌محیطی می‌داند و ضرورت آموزش‌های فراگیر و عادلانه را مطرح می‌کند به کارگیری این دیدگاه مستلزم طراحی آموزش‌هایی مبتنی بر نیازها، اولویت‌ها و ظرفیت‌های محلی است تا بتواند موجب برابری در دستیابی به محیط سالم شود. نظریه بازتولید فرهنگی بورديو (۱۳۹۲) نیز هشدار می‌دهد که آموزش می‌تواند نابرابری‌های فرهنگی و طبقاتی را بازتولید کند. بنابراین، در طراحی آموزش‌های محیط زیستی، باید به سرمایه فرهنگی، سبک زندگی و دسترسی نابرابر اقشار مختلف توجه شود. بر این اساس، مشارکت اقشار کم‌برخوردار در فرآیند یادگیری باید تسهیل گردد تا عدالت آموزشی برقرار شود. همچنین نظریه کنش متقابل نمادین (مید، بلومر) اهمیت تعاملات اجتماعی در خلق معنا را برجسته می‌سازد. در آموزش محیط زیست نیز، معنا و اهمیت مفاهیمی مانند "مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی" یا "مصرف پایدار" تنها از طریق تجربه‌های اجتماعی و مشارکت در گفت‌وگوها شکل می‌گیرد. به کارگیری این نظریه در طراحی برنامه‌های تعاملی موجب می‌شود که افراد مفاهیم را در بستر تجربه‌های اجتماعی درونی کنند همچنین، نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده آژن (Ajzen, 1991) به عنوان الگویی تلفیقی از روان‌شناسی اجتماعی، می‌تواند در تقویت هنجارهای اجتماعی مثبت، تغییر نگرش و ارتقای کنترل ادراک شده نقش ایفا کند. به این معنا که برنامه‌های آموزشی نه تنها باید آگاهی ایجاد کنند، بلکه باید احساس کارآمدی رفتاری (self-efficacy) در افراد را نیز تقویت کنند. همچنین آیزن و فیشباين در نظریه رفتار برنامه ریزی شده به مسئله شکاف بین دانش و رفتار پرداختند. آنها خاطر نشان می‌سازند که برای یافتن یک همبستگی بالا میان نگرش و رفتار، محقق می‌بایست نگرش نسبت به رفتار خاص را اندازه گیری نماید. اندازه گیری محدود و هدفمندتر نگرش باعث همبستگی بیشتر می‌شود. همچنین، نظریه رفتار برنامه ریزی شده نیت شخص را از انجام دادن و یا ندادن یک کنش به عنوان بعد مهم و ضروری رفتار، نشان می‌دهد. بر اساس این نظریه، نگرشها علاوه بر ارزیابی پیامدهای خاص (عمل)، برآوردی از احتمال این پیامدها (نیت) را نیز شامل می‌شوند. علاوه بر این، در این دیدگاه داشتن آگاهی و شناخت واقعی، از پیش شرطهای ضروری برای هر نگرش است صالحی و همکاران (۱۴۰۱) به نقل از Kairser, F. G. Wolfing, (1999) (S & Fuhrer, U.)

از طرف دیگر، هنجارهای اجتماعی به عنوان قواعد نانوشته‌ای که رفتار اعضای جامعه را هدایت و محدود می‌کنند، نقش اساسی در شکل‌گیری نگرش‌ها و رفتارها دارند (روشه، ۱۳۸۶). آموزش محیط زیست، که فرایندی آموزشی و فرهنگی است، با انتقال دانش، ارزش‌ها و مهارت‌های لازم، به درونی‌سازی هنجارهای زیست‌محیطی در میان اعضای جامعه کمک

می کند (استرلینگ، ۱۳۹۴). از منظر کارکردگرایی، هنجارها به حفظ نظم و پایداری اجتماعی کمک می کنند، زیرا نبود آن ها می تواند منجر به هرج و مرج و آسیب شود (دورکیم، ۱۳۸۷) در نتیجه آموزش محیط زیست با تثبیت هنجارهای زیست محیطی نقش کلیدی در تضمین رفتارهای سازگار با محیط زیست ایفا می کند.

از دیدگاه کنش متقابل نمادین، آموزش محیط زیست محیطی را فراهم می کند که در آن افراد به تبادل نظر و بازتعریف هنجارها می پردازند و در نتیجه، این هنجارها در تعاملات روزمره تغییر می یابند و سازگار می شوند (گافمن، ۱۳۸۵). بدین ترتیب، آموزش محیط زیست یک فرایند پویا و تعاملی است که به بازتولید و اصلاح هنجارهای زیست محیطی می انجامد. نظریه تضاد نیز بر این نکته تأکید دارد که هنجارهای غالب ممکن است بازتاب منافع گروه های قدرتمند باشند که در حفظ وضعیت موجود اقتصادی و مصرف گرایی پایدار هستند (بورديو، ۱۳۹۰). آموزش محیط زیست می تواند به آگاه سازی و نقد این هنجارهای نابرابر کمک کند و زمینه را برای تغییرات ساختاری و ایجاد هنجارهای زیست محیطی پایدارتر فراهم آورد.

همچنین، هنجارهای اجتماعی محیط زیستی در واکنش به تحولات فرهنگی، فناوری و اقتصادی تغییر می کنند و آموزش محیط زیست به عنوان عامل تسهیل گر این تغییرات، پذیرش فناوری های سبز و رفتارهای پایدار را ارتقا می دهد (اسکات، ۱۳۹۴). بنابراین، آموزش محیط زیست از طریق شکل دهی، تثبیت و تغییر هنجارهای اجتماعی، نقش محوری در ارتقای رفتارهای مسئولانه نسبت به محیط زیست دارد و می تواند به تحولات ساختاری در جامعه منجر شود. از سوی دیگر، رابطه بین هنجارهای اجتماعی و آموزش محیط زیست دوطرفه و تعاملی است؛ یعنی نه فقط هنجارها بر آموزش محیط زیست تأثیر می گذارند، بلکه آموزش محیط زیست نیز بر هنجارها اثر می گذارد. هر جامعه ای با مجموعه ای از هنجارها، ارزش ها و باورهای زیست محیطی شکل می گیرد. این هنجارها تعیین می کنند که چه مفاهیم، رفتارها و مهارت هایی در آموزش محیط زیست پررنگ شوند. مثلاً اگر در جامعه ای هنجارهای محیط زیستی ضعیف باشد یا بی توجهی به محیط زیست رایج باشد، آموزش محیط زیست نیز با چالش مواجه می شود و ممکن است بازخورد کمتری داشته باشد. از جنبه دیگر که گفته شد، آموزش محیط زیست با افزایش آگاهی، تغییر نگرش ها و مهارت های محیط دوستانه، هنجارهای موجود را تثبیت یا بازتعریف می کند و ممکن است به ایجاد هنجارهای جدید و پایدارتر منجر شود. پس می توان گفت: رابطه بین هنجارهای اجتماعی و آموزش محیط زیست یک چرخه تعاملی و دوسویه است؛ هنجارها زمینه و چارچوب آموزش محیط زیست را شکل می دهند و آموزش محیط زیست نیز با درونی سازی و تغییر هنجارها، موجب تحول اجتماعی می شود.

این نظریات همگی بر آن اند که بحران های زیست محیطی تنها با مداخله ساختاری، بازتوزیع منابع و ارتقای مشارکت اجتماعی قابل مدیریت هستند. این دیدگاه ها با یافته های حسینی (۱۳۹۸) هم راستا هستند؛ جایی که وی تأکید می کند آموزش محیط زیست باید در قالب فرایندی تعاملی و مشارکتی طراحی شود که در آن مخاطبان، نه گیرندگان منفعل اطلاعات، بلکه کنشگران فعال اجتماعی در ساخت معانی زیست محیطی باشند. به علاوه، وی بر این باور است که آموزش محیط زیست زمانی پایدار و اثربخش است که با درک دقیق تفاوت های فرهنگی و اجتماعی طراحی شود، از ابزارهای تعاملی مانند کارگاه ها و شبکه های اجتماعی بهره گیرد و در بستر سیاست های اجتماعی حامی تغییر پیاده سازی گردد.

جدول ۱. ارجوب های نظری جامعه شناسی و پیوند آن ها با آموزش محیط زیست

نظریه / رویکرد جامعه شناختی	مضمون اصلی	نحوه پیوند با آموزش محیط زیست
کنش متقابل نمادین (Blumer)	معناهای اجتماعی از طریق تعامل ساخته می شوند	اهمیت مشارکت دانش آموزان، معلمان و خانواده ها در فرایند آموزش تعاملی محیط زیست

نظریه / رویکرد جامعه‌شناختی	مضمون اصلی	نحوه پیوند با آموزش محیط زیست
ساخت‌یابی (Giddens)	رابطه دوسویه بین عامل و ساختار	طراحی آموزش‌هایی که ضمن احترام به عوامل فردی، ساختارهای آموزشی و اجتماعی را نیز متحول کنند
عدالت زیست‌محیطی (Schlosberg)	تأکید بر توزیع عادلانه منابع و اثرات زیست‌محیطی	توجه به آموزش محیط زیست برای گروه‌های محروم و مناطق کم برخوردار
جامعه مخاطره‌آمیز (Risk Society – Ulrich Beck)	ریسک‌های جهانی، نامرئی و غیرقابل کنترل که توسط علم و فناوری مدرن تولید می‌شوند	آموزش با رویکرد تحلیل ریسک و تفکر انتقادی؛ آشنا کردن دانش‌آموزان با مفاهیم ریسک، عدم قطعیت، مسئولیت اخلاقی، و کنش جمعی.
بازتولید فرهنگی (Bourdieu)	انتقال سرمایه فرهنگی از نسلی به نسل دیگر	تأثیر طبقه اجتماعی و سرمایه فرهنگی خانواده‌ها بر آموزش محیط زیست
برساخت‌گرایی (Constructivism)	معناهای اجتماعی از طریق زبان، رسانه و تعامل ساخته می‌شوند	طراحی آموزش‌هایی که بر مشارکت در تولید معنا، یادگیری انتقادی، و تحلیل فرهنگی تمرکز دارند؛ استفاده از روایت‌های محلی و گفت‌وگو در کلاس برای درونی‌سازی مفاهیم محیط‌زیستی.
نظریه هنجارهای اجتماعی	رفتار افراد تحت تأثر هنجارهای پذیرفته‌شده است	ایجاد هنجارهای محیط‌زیستی از طریق آموزش رسمی و غیررسمی آموزش محیط زیست به درونی‌سازی هنجارهای زیست‌محیطی کمک می‌کند و باعث می‌شود رفتارهای محیط دوستانه به‌عنوان هنجارهای اجتماعی پذیرفته شوند و تثبیت شوند (از منظر کارکردگرایی)
		آموزش محیط زیست محیطی برای تعامل و بازتعریف هنجارها فراهم می‌کند، یعنی در بستر آموزش افراد هنجارها را بازتولید و تغییر می‌دهند (دیدگاه کنش متقابل)
		آموزش محیط زیست می‌تواند به چالش کشیدن هنجارهای زیان‌بخش و نابرابر کمک کند و زمینه‌ساز تغییرات ساختاری در هنجارهای غالب شود (از دیدگاه نظریه تضاد)

در مجموع، تلفیق این نظریه‌ها نشان می‌دهد که آموزش محیط‌زیست، نه تنها ابزاری شناختی برای ارتقای دانش، بلکه فرایندی اجتماعی، فرهنگی و نهادی است که در آن ساختارها و عاملیت در تعامل دائمی هستند. از این‌رو، طراحی آموزش محیط‌زیستی کارآمد، مستلزم نگاهی چندلایه به نهادها، ارزش‌ها، سرمایه فرهنگی و هنجارهای اجتماعی است.

بحث و نتیجه‌گیری

آموزش محیط زیست، به‌مثابه ابزاری کلیدی در دستیابی به توسعه پایدار، نیازمند رویکردی فراتر از انتقال صرف دانش علمی است. این آموزش، نه صرفاً یک مسئله زیست‌محیطی یا آموزشی، بلکه پدیده‌ای پیچیده در بستر تعاملات اجتماعی، فرهنگی و نهادی است. به همین دلیل، درک ابعاد اجتماعی، فرهنگی و ساختاری رفتارهای زیست‌محیطی، برای طراحی آموزش‌هایی اثربخش و کارآمد ضرورت دارد.

جامعه‌شناسی محیط زیست با تحلیل زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی جوامع مختلف، قادر است موانع پنهان فرهنگی، طبقاتی و ساختاری را شناسایی کرده و به طراحان برنامه‌های آموزشی کمک کند تا الگوهای منعطف، قابل‌فهم و متناسب با بافت اجتماعی ارائه دهند. از دیدگاه جامعه‌شناسی، آموزش محیط زیست فقط افزایش آگاهی فردی نیست، بلکه سازوکاری برای تغییر نگرش‌ها، بازتعریف هنجارها و شکل‌دهی رفتارهای جمعی است.

نظریه‌های جامعه‌شناسی مانند:

کنش متقابل نمادین (مید و بلومر): بر مشارکت، معنا سازی اجتماعی، تجربه محوری و یادگیری مشارکتی در فرآیند آموزش تأکید دارد. مفاهیمی چون «مسئولیت پذیری» یا «مصرف پایدار» باید در قالب تجربیات اجتماعی معنادار منتقل شوند.

ساخت یابی (گیدنز): بر رابطه دوسویه عاملیت و ساختار تأکید دارد. آموزش باید هم بر تغییر رفتار فردی تمرکز کند و هم در راستای اصلاح ساختارهای اجتماعی، سیاستی و نهادی گام بردارد. مثال آن می تواند طراحی سیاست های «مدرسه سبز» یا برنامه های حمایتی محلی باشد.

بازتولید فرهنگی (بورديو): آموزش رسمی ممکن است نابرابری های طبقاتی و فرهنگی را بازتولید کند. بنابراین، آموزش محیط زیست باید به سرمایه فرهنگی خانواده ها، زبان، دسترسی نابرابر به منابع و مشارکت فعال اقشار کم برخوردار توجه کند تا در انحصار طبقات خاص نباشد.

عدالت زیست محیطی (شلزبرگ): تأکید بر طراحی آموزش های عدالت محور متناسب با نیاز و آسیب پذیری اقشار مختلف جامعه دارد. آموزش باید ابزاری برای توانمندسازی اجتماعی باشد و آگاهی درباره نابرابری های زیست محیطی را افزایش دهد.

رفتار برنامه ریزی شده (آژن): آموزش محیط زیست باید نگرش ها را تغییر دهد، هنجارهای مثبت را تقویت کند و حس توانایی و کنترل رفتاری را در افراد پرورش دهد. این نظریه بر سه مؤلفه اساسی نگرش، هنجار اجتماعی و کنترل ادراک شده تمرکز دارد.

بر این اساس، جامعه شناسی محیط زیست با تکیه بر نظریه های متعدد همچون کنش متقابل نمادین، ساخت یابی، بازتولید فرهنگی، عدالت زیست محیطی و رفتار برنامه ریزی شده، چارچوبی برای فهم بهتر ابعاد اجتماعی و فرهنگی آموزش محیط زیست ارائه می دهد. تحلیل های انجام شده نشان می دهد که: آموزش محیط زیست اگر صرفاً بر دانش فردی متمرکز باشد، نمی تواند منجر به تغییرات رفتاری پایدار شود. بلکه باید عاملیت فردی در تعامل با ساختارهای اجتماعی و نهادی مورد توجه قرار گیرد. همچنین موانع فرهنگی، طبقاتی و نهادی، از جمله نابرابری در دسترسی به منابع آموزشی، مانع جدی در تحقق اهداف آموزش محیط زیست محسوب می شوند. آموزش هایی که با مشارکت فعال جوامع محلی طراحی شوند و به تفاوت های فرهنگی و سرمایه های اجتماعی حساس باشند، اثربخشی بیشتری دارند. از طرف دیگر، نقش رسانه ها، نهادهای دولتی و اجتماعی و ساختارهای حمایتی در تسهیل یا ممانعت از تغییرات رفتاری محیطی بسیار تعیین کننده است. عدم انسجام نهادی و ضعف در منابع آموزشی و تخصصی، چالش های مهم در حوزه آموزش محیط زیست در ایران هستند که نیازمند راهبردهای جامع و هماهنگ است. در این راستا، آموزش محیط زیست باید عدالت محور باشد و ضمن توجه به آسیب پذیری گروه های مختلف، زمینه توانمندسازی اجتماعی آنان را فراهم آورد. بنابراین، جامعه شناسی محیط زیست نه تنها به شناسایی موانع و عوامل موثر در رفتارهای زیست محیطی کمک می کند، بلکه بستر مناسبی برای طراحی برنامه های آموزشی تعاملی، مشارکتی و عدالت محور فراهم می آورد که می توانند تغییرات رفتاری و نگرشی پایدار ایجاد کنند. گرچه بررسی وضعیت آموزش محیط زیست در ایران حاکی از چالش هایی چون ضعف محتوای آموزشی و فقدان رویکرد میان رشته ای، نبود انسجام و هماهنگی بین نهادهای آموزشی و زیست محیطی، کمبود منابع مالی، انسانی و زیر ساخت های مناسب، غفلت از ابعاد اجتماعی و فرهنگی آموزش محیط زیست و محدود ماندن آموزش ها به فضاهای رسمی، همچنین، مقاومت های فرهنگی و اجتماعی در برابر رفتارهای پایدار، مانعی جدی در مسیر تحقق اهداف آموزشی به شمار می رود. با توجه به این چالش ها و موانع آموزش محیط زیست باید: بر مبنای مشارکت اجتماعی، تجربه زیسته و یادگیری تعاملی طراحی شود، به تفاوت های فرهنگی، سرمایه اجتماعی و سطح دسترسی گروه های مختلف حساس باشد، به نقش عاملیت فرد و همچنین ساختارهای اجتماعی توجه کند، ابزاری برای توانمندسازی اجتماعی و تحقق عدالت زیست محیطی باشد، همچنین بر نگرش ها، هنجارها و احساس توانایی

رفتاری افراد تمرکز کند تا به تغییر پایدار منجر شود. در این راستا، جامعه‌شناسی محیط زیست ابزارهایی در اختیار آموزش محیط زیست قرار می‌دهد که شامل موارد زیر است:

- شناسایی موانع اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در برابر رفتارهای پایدار؛
- بومی‌سازی آموزش‌ها با توجه به تفاوت‌های فرهنگی و اجتماعی؛
- ارتقای هنجارهای اجتماعی مثبت و فراهم آوردن زمینه‌های اجتماعی برای حمایت از تغییرات رفتاری؛
- بهره‌گیری از شبکه‌های اجتماعی و ساختارهای تعاملی برای گسترش آموزش‌ها.

بنابراین، آموزش محیط زیست باید به‌عنوان فرآیندی اجتماعی و میان‌رشته‌ای، فراتر از انتقال دانش، به دنبال تغییر نگرش‌ها، ارزش‌ها و ساختارهای اجتماعی و فرهنگی مسلط باشد. در طراحی این آموزش‌ها باید از ابزارهایی چون تعامل و مشارکت محلی استفاده کند. کاربرد نظریات جامعه‌شناسی در آموزش محیط زیست، باعث می‌شود این آموزش‌ها از سطح آگاهی صرف فراتر رفته و به تغییرات پایدار رفتاری و اجتماعی منجر شوند. تحلیل جامعه‌شناختی، امکان شناخت موانع فرهنگی، طبقاتی و ساختاری را فراهم می‌آورد و منجر به طراحی آموزش‌هایی متناسب با زمینه‌های اجتماعی می‌شود. در این رویکرد، رفتار زیست‌محیطی نه فقط یک انتخاب فردی، بلکه پدیده‌ای اجتماعی درک می‌شود. در نتیجه، پیوند میان جامعه‌شناسی و آموزش محیط زیست، ظرفیت این حوزه را برای مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی و تحقق عدالت و پایداری در جوامع انسانی افزایش می‌دهد. با تلفیق دانش علمی و توجه به انگیزه‌ها، ارزش‌ها و ساختارهای فرهنگی و اجتماعی، می‌توان آموزش‌هایی مؤثر، عادلانه و ماندگار طراحی کرد.

راهکارهای پیشنهادی برای ارتقاء اثربخشی آموزش محیط زیست:

۱. توسعه محتوای آموزشی کاربردی و بومی‌شده؛
۲. تدوین راهبرد جامع و هماهنگ در سطح ملی با مشارکت نهادهای مختلف؛
۳. تخصیص منابع مالی کافی و تربیت نیروی انسانی متخصص؛
۴. طراحی برنامه‌هایی مبتنی بر فرهنگ‌سازی و تغییر نگرش‌های اجتماعی؛
۵. گسترش آموزش‌های غیررسمی با استفاده از رسانه‌ها، خانواده‌ها و سازمان‌های مردم‌نهاد؛
۶. ایجاد مشارکت فعال مردم در برنامه‌های زیست‌محیطی؛
۷. پایش و ارزیابی مستمر برنامه‌ها؛
۸. تقویت همکاری بین‌سازمانی و هم‌افزایی نهادی؛
۹. استفاده از روش‌های آموزشی فعال، تعاملی و حل مسئله؛
۱۰. تلفیق آموزش محیط زیست با برنامه‌های توسعه اجتماعی و اقتصادی؛
۱۱. بهره‌گیری از ظرفیت‌های فرهنگی و رسانه‌ای برای آگاهی‌رسانی عمومی.

منابع

- استرلینگ، استیفن (۱۳۹۴). آموزش پایدار: بازنگری یادگیری و تغییر، مترجم: زهرا احمدی، تهران: پژوهشکده فرهنگ و مطالعات اجتماعی.
- اسکات، جان. (۱۳۹۴). مفاهیم کلیدی در جامعه‌شناسی مترجم: حسن چاوشیان، تهران: نشر نی.
- اکبری، علی، و مرادی، زهرا (۱۳۹۹). آموزش محیط‌زیست در دوره ابتدایی: چالش‌ها و راهکارها. مجله برنامه‌ریزی درسی، ۲۷ (۲)، ۶۵-۵۰.
- برومند، علی، و امیری، زهرا. (۱۴۰۳). تجارب زیسته والدین در تربیت محیط‌زیستی فرزندان. مجله جامعه‌شناسی خانواده، ۱۲ (۲)، ۷۰-۵۵.

- بوردیو، پیر (۱۳۹۰). تمایز: نقد اجتماعی حکم سلیقه (مترجم: علی اکبر میرزایی). تهران: نشر علمی.
- توسلی، نرگس، احمدی، سارا، و محمدی، علی (۱۴۰۰). بررسی آموزش‌های محیط‌زیستی در دانشگاه‌ها. مجله آموزش عالی، ۴۰ (۳)، ۹۰-۱۰۵.
- جهانبخش، فاطمه، رضایی، نسرين، و کریمی، مهدی (۱۴۰۱). نگرش زیست‌محیطی و رفتارهای حفاظتی دانش‌آموزان متوسطه. مجله مطالعات نوجوانان، ۱۵ (۲)، ۷۵-۹۰.
- حسینی، مهدی، و کریمی، نسرين (۱۴۰۲). آموزش محیط‌زیست به کودکان زیر چهار سال: روش‌ها و چالش‌ها. مجله آموزش کودکان، ۱۰ (۱)، ۳۰-۴۵.
- دورکیم، امیل (۱۳۸۷). تقسیم کار اجتماعی، مترجم: عبدالعلی بازرگان. تهران: نشر نی.
- رشید، احمد، و محمد، فاطمه (۱۳۹۱). عوامل روان‌شناختی مؤثر بر رفتارهای محیط‌زیستی. فصلنامه روان‌شناسی اجتماعی، ۲۵ (۳)، ۴۵-۶۰.
- رضانی قوام‌آبادی، محمدحسین (۱۳۹۱). بررسی راهبردی آموزش حفاظت از محیط زیست در ایران: تنگناها و ضرورت. راهبرد، ۲۱ (۶۵)، ۲۳۳.
- روشه، ژان (۱۳۸۶). ظریه‌های جامعه‌شناسی مترجم: محسن ثلاثی. تهران: نشر علمی.
- زارعی، منصور، و نوابی، نسرين (۱۳۹۷). بررسی رابطه بین دانش و نگرش زیست‌محیطی دانش‌آموزان مقطع متوسطه. فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۹ (۲)، ۱۱۵-۱۳۴.
- سازمان جهاد کشاورزی ایران (۱۴۰۰). گزارش سالانه تخریب اراضی کشاورزی. تهران: وزارت جهاد کشاورزی.
- سازمان مرکز آمار ایران. (۱۳۹۹). گزارش آلودگی هوای کلانشهرهای ایران. تهران: مرکز آمار ایران.
- سازمان هواشناسی کشور (۱۴۰۰). بررسی وضعیت خشکسالی در ایران. تهران: مرکز اقلیم و خشکسالی.
- شریفی، زهرا، احمدی، سارا، و محمدی، علی (۱۴۰۲). تحلیل محتوای کتاب‌های درسی ابتدایی از منظر آموزش محیط‌زیست. مجله آموزش و پرورش، ۳۹ (۱)، ۶۵-۸۰.
- صالحی، محمد، قایمی‌اصل، علی، و رضایی، فاطمه (۱۴۰۲). تفاوت‌های فرهنگی و رفتارهای زیست‌محیطی در دو شهر ایران. مجله مطالعات فرهنگی، ۳۵ (۲)، ۶۰-۷۸.
- صالحی، محمد، و صادقی‌اصل، علی (۱۳۹۹). آگاهی زیست‌محیطی و رفتارهای عملی دانش‌آموزان. مجله روان‌شناسی تربیتی، ۲۳ (۳)، ۹۰-۱۰۵.
- عابدی، رضا، حسینی، مهدی، و کریمی، نسرين (۱۳۸۶). نگرش‌های محیط‌زیستی و رفتارهای مرتبط با آن. مجله علوم اجتماعی، ۳۲ (۴)، ۵۵-۷۲.
- عابدینی بالترک، مهدی، و صفار حیدری، نسرين (۱۴۰۱). شاخص‌های بهره‌برداری از منابع طبیعی در محتوای درسی. مجله محیط زیست و توسعه، ۳۳ (۱)، ۴۰-۵۵.
- غفوریان، لیلان، و حساری، محمد (۱۳۹۶). حس تعلق به مکان و تأثیر آن بر رفتارهای محیط‌زیستی. مجله پژوهش‌های محیط‌زیستی، ۴۵ (۲)، ۸۹-۱۰۵.
- کریمی، نسرين، حسینی، مهدی، و احمدی، سارا (۱۴۰۲). سرمایه اجتماعی و رفتارهای مسئولانه زیست‌محیطی. مجله پژوهش‌های اجتماعی، ۵۰ (۱)، ۱۲۰-۱۳۵.
- کلانتری، رضا، حسینی، مهدی، و کریمی، نسرين (۱۳۸۶). تأثیر متغیرهای جمعیت‌شناختی بر نگرش‌ها و رفتارهای زیست‌محیطی در تهران. مجله پژوهش‌های شهری، ۲۲ (۳)، ۸۰-۹۵.
- گافمن، اروینگ (۱۳۸۶). ارائه خود در زندگی روزمره مترجم: حمید هامون. تهران: نشر علمی.
- محمدی، علی، و امامقلی، سارا (۱۴۰۳). نگرش‌های انسانی و تأثیر آن بر رفتارهای اجتماعی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- میرزایی، حمیدرضا (۱۳۹۱). جامعه‌شناسی محیط زیست. تهران: نشر نی.
- نبوی، زهرا، و مختاری، امیر (۱۳۹۷). سرمایه فرهنگی خانواده و رفتارهای زیست‌محیطی. مجله جامعه‌شناسی ایران، ۲۹ (۱)، ۷۵-۹۲.

- هاشمی، فاطمه، رضایی، نسرين، و کریمی، مهدی (۱۳۹۷). تحلیل محتوای کتاب‌های درسی ابتدایی از منظر آموزش محیط‌زیست. *مجله آموزش و پرورش*، ۳۸(۴)، ۷۰-۸۵.
- Bennett, N. J., Dearden, P., Murray, G., & Kadfak, A. (2014). The capacity to adapt?: Communities in a changing climate, environment, and economy on the northern Andaman coast of Thailand. *Ecology and Society*, 19(2), 5.
- Ecological empathy. (n.d.). In *Encyclopedia of Environmental Education*. Retrieved May 2025, from <https://example.org/ecological-empathy>
- Howe, C., Suprenant, D., & Logue, K. (2022). Environmental education and youth: Impacts on knowledge and behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 101819. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101819>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Serpa, S., & Sá, M. J. (2024). The relevance of environmental education and sociology of the environment. *Education Sciences*, 14(1), 25–35. <https://doi.org/10.3390/educsci14010025>
- Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407–424. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00175>
- UNESCO. (2024). *Environmental challenges and education for sustainable development*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://www.unesco.org>
- World Health Organization. (2024). *Air pollution*. <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>
- Zsóka, Á., Szerényi, Z. M., Széchy, A., & Kocsis, T. (2013). Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 126–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>

نوع پذیرش مقاله: پوستر

اصفهان ظرفیتی برای زمین گردشگری و زمین شناسی زیست محیط

مهناز السادات امیرشاه کرمی

دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: amirshahkarami@pnu.ac.ir

چکیده

استان اصفهان علاوه بر بناهای تاریخی و آثار باستانی از جاذبه های طبیعی و زمین گردشگری متنوعی برخوردار است. از این جهت اصفهان از پتانسیل بالایی برای جذب گردشگری و نیز تربیت زمین شناسان در سطح بین المللی برخوردار است. به بیان دیگر می توان از استان اصفهان به عنوان موزه بزرگ زمین شناسی یاد کرد. در این موزه طبیعی شواهد و پدیده های متنوعی از دوران های مختلف زمین شناسی رخنمون دارد که علاوه بر ارزش علمی بستری مناسب جهت اشتغال زایی و درآمدزایی فراهم آورده است.

واژه های کلیدی: اصفهان، زمین شناسی، گردشگری طبیعی، اشتغال.

مقدمه

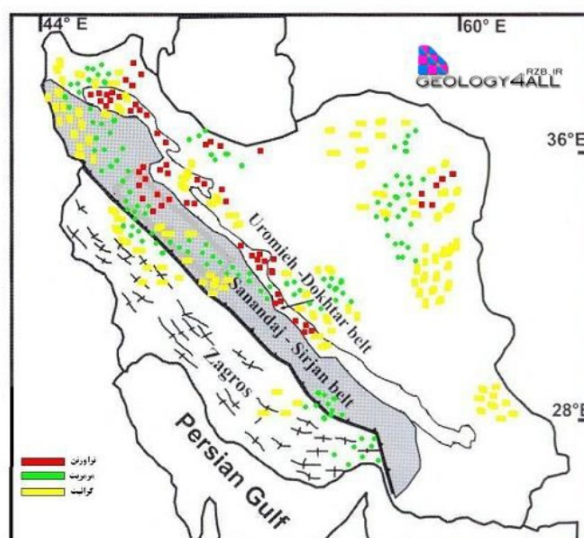
"ژئوتوریسم" یا همان "گردشگری زمین شناسی" بازدید و بهره برداری از جاذبه های جغرافیایی بدون لطمه زدن به طبیعت، دامنه وسیعی را در بر می گیرد (مدنیون، ۱۳۹۴) زمین گردشگری علاوه بر ایجاد ارتباط فرهنگی و گسترش تعاملات اجتماعی در زمینه پزشکی و سلامت، روان درمانی با طبیعت، گسترش علوم بین رشته ای، ایجاد تفریحات سالم و فرهنگ سازی سبک زندگی ایرانی اسلامی نقش بسزایی دارد. شکل گیری تمدن و تاریخ و هویت ایرانی در دامن طبیعت آن گرفته است بنابراین بدون شک جغرافیا و ریخت شناسی اصفهان در شکل گیری مناسبات اجتماعی سیاسی اقتصادی و فرهنگی آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. باتوجه به ویژگی های خاص و موقعیت زمین شناسی استان اصفهان، ژئوتوریسم و زمین گردشگری می تواند یکی از شاخه های گردشگری در این منطقه به شمار آید. همیافتی بناهای تاریخی و جاذبه های طبیعی از جمله در شهر اصفهان نمای چشمگیری به جایگاه گردشگری طبیعی در این شهر داده است. تجمیع آثار باستانی و بناهای تاریخی با جاذبه های طبیعی مانند پل های تاریخی احداث شده بر روی زاینده رود و بناها و قلعه های باستانی که در ارتفاعات حاشیه شهر مانند کوه صفه، کوه آتشفشان نمونه ای از این قرابت می باشد.

شرح و بحث

۱. زمین شناسی و توان معدنی استان اصفهان

یکی از شاخه های اصلی و مهم در علوم زمین که بنیان اقتصادی هر مملکت ر تشکیل می دهد. زمین شناسی اقتصادی است که در آن به شناخت منابع و ذخایر معدنی می پردازند (شکل ۱). جایگاه و ویژگی های زمین شناسی استان

اصفهان یکی از گسترده ترین استانهای کشور است که در بخش مرکزی فلات ایران قرار دارد. ویژگیها خصوصیات هریک از این واحدها باعث شده اند، از نظر فعالیتهای زمین ساختی و آتشفشانی و فرایندهای بعدی، در این استان ذخایر متنوع معدنی اعم از فلزی و غیر فلزی که طی سالهای متمادی مورد بهره برداری قرار گرفته اند، به وجود آیند. طیف وسیعی از سنگ های تزئینی و نیمه قیمتی در معادن استان وجود دارد (آقائباتی، ۱۳۸۹) برطبق اظهار نظر اسرافیل احمدیه، رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت استان اصفهان درباره معادن این استان در گزارشی در پایگاه خبری و تحلیلی معادن و صنایع معدنی در فروردین ۱۴۰۰، استان اصفهان ۹۰۰ معدن دارد که از نظر تعداد، به طور تقریبی در رتبه نخست کشور قرار گرفته است. میزان استخراج مواد معدنی این استان نیز رقمی افزون بر ۴۰ میلیون تن در سال بوده و در این بخش نیز در رتبه سوم ایران جای گرفته است. بیشترین معادن استان اصفهان سنگهای تزئینی هستند و در کنار آن حدود ۲ هزار واحد سنگبری یعنی بیش از یک سوم سنگبریهای کشور در این استان واقع شده است. دیگر ذخایر معدنی استان اصفهان شامل فلزی مانند طلا، سرب و روی و مصالح ساختمانی است. همچنین از نظر سنگهای قیمتی و نیمه قیمتی ذخایری با تنوع بالا در اصفهان موجود است و به قولی اصفهان رنگین کمانی از مواد معدنی است. لازم به یادآوری است که عمده معادن این استان در دست بخش خصوصی بوده و تنها یک یا ۲ معدن در اختیار دولت است. بخش مهمی از محور سرب و روی ایران در اصفهان قرار گرفته و «ملایر-اصفهان» نام دارد که بیش از ۱۶۰ اندیس، کانسار و ذخیره معدنی در آن جای گرفته است. معدن سرب و روی ایران کوه در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر اصفهان یکی از بزرگترین ذخایر سرب و روی (نقره) ایران در دوره کرتاسه در کمربند ملایر-اصفهان است (ناکینی، محجل، راستاد، بویری ۱۳۹۴) معادن سنگ لاشتر در منطقه کلاه قاضی در جنوب اصفهان که سنگهای استخراج شده از آن با کاربری تزئینی در بناهای تاریخی اصفهان هم به چشم می خورد (امیرشاه کرمی، ۱۳۷۷) با وجود تنوع بالای سنگهای قیمتی و نیمه قیمتی هم اکنون جوانان زیادی به صنعت گوهتراشی در اصفهان مشغولند و البته با حمایت بیشتر سازمان گردشگری و شهرداری و اتاق بازرگانی می توان از این ظرفیت در جهت رونق تجارت و صادرات بین المللی استفاده نمود.



شکل ۱. موقعیت کمربند ارومیه دختر و پراکندگی ذخایر سنگهای معدنی تراورتن، مرمریت، گرانیت () <https://>

(<http://geology4all.rzb.ir/post/158>)

۲. جاذبه های زمین گردشگری اصفهان

بازدید از جاذبه های جغرافیایی و پدیده های زمین شناسی امروزه سهم بزرگی در صنعت گردشگری دارند . غار خاصه تراش، کویر برخوار، تالاب گاوخونی، منطقه حفاظت شده کلاه قاضی و و ارتفاعات لاشتر، برش رسوبی معروف امام زاده علی اکبر، کوه صفه، کوه آتشگاه، کوه دنبه (ابوالهول اصفهان)، کوه سید محمد ، ارتفاعات زفره و ارتفاعات مارشان تنها تعدادی از برش های مطالعاتی معروف در زمین شناسی هستند که اصفهان را در جایگاه ویژه ای در مطالعات زمین شناسی اعم از تکتونیک صفحه ای، فعالیت های آذرینی تاریخ گذشته زمین مانند کمرندهای آتشفشانی ارومیه دختر در ائوسن (شکل ۱) شواهد پوسته اقیانوسی دریای تتیس در افیولیت های کرتاسه نائین (شکل ۲) و چینه- شناسی پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک قرار داده است. گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان که در سال ۱۳۴۴ با پذیرش ۱۲ نفر دانشجو در مقطع کارشناسی آغاز نمود و که به همت اساتید سخت کوش و دانشجویان فعال آن یکی از قطبهای مهم تربیت متخصص در مقاطع مختلف آموزشی در دانشگاه های ایران است. در یک نگاه با وجود این قابلیت ها اصفهان از ظرفیت بالایی برای تربیت نیروی متخصص زمین شناسی در سطح بین المللی برخوردار می باشد که البته نیاز به برنامه ریزی منسجم و همکاری های علمی بین المللی دارد.



شکل ۲. تصویری از بازالت های بالشی در افیولیت ها/ [https:// mining-eng.ir](https://mining-eng.ir)

۳. گردشگری کویری

گردشگری مناطق بیابانی و کویری شاخه نسبتاً جدیدی از اکوتوریسم می باشد .وجود جاذبه های بیابانی و کویری، بوم شناسی گیاهی و جانوری، پدیده های زمین ریخت شناسی، نوع ویژه ای از گردشگری را به وجود آورده که « گردشگری کویر » نامیده می شود. مطالعه وضعیت جغرافیایی استان اصفهان نشان می دهد منطقه شرقی استان نزدیکه ۶۶ درصد کل مساحت استان را به خود اختصاص داده اند؛ این منطقه خشک و نیمه خشک با حداقل ارتفاع ۵۹۶ متر، شیب بسیار پایین، خصایص خاص اقلیمی همراه با ویژگی ها و عوارض منحصر به فرد کویری، می تواند زمینه توسعه اکوتوریسم و گردشگری کویری را در این بخش از استان فراهم نماید (نوروزی و مرادی، ۱۳۹۸). از جمله شهرستان هایی با قابلیت

گردشگری کویری نائین، اردستان، آران و بیدگل، خوروبیابانک، اصفهان و نطنز می باشد. برخانهای و تلماسه های بادی، پلایا و پلیگونهاى نمکی از زیبا ترین چشم اندازهای طبیعی بیابانها می باشد (شکل ۳)



شکل ۳. عکسی از پلیگونهاى نمکی (https://:shishdong.com)

نتایج

استان اصفهان به لحاظ ویژگیهای منحصر به فردش در زمین شناسی در بخش مرکزی فلات ایران از جایگاه ویژه ای در مطالعات زمین شناسی، معادن و زمین گردش گری برخوردار است. وجود این ظرفیت در تجمیع بناهای تاریخی متعددی که از موقعیت طبیعی و جغرافیایی و زمین شناسی الهام گرفته می تواند اصفهان را به قطب زمین گردشگری در دنیا تبدیل نماید. نتایج این امر در توسعه روابط فرهنگی در غالب نشر فرهنگ غنی ایرانی اسلامی، رونق اقتصادی و فقر زدایی، اشتغال، توسعه علمی و پزشکی و مناسبات سیاسی به طور چشمگیر قابل بهره برداری می باشد. البته تحقق این اهداف همیاری و هم فکری مجموعه های مختلف از جمله دانشگاه، صنعت و بازرگانی، شهرداری، فرهنگ و هنر و حوزه سلامت و پزشکی را می طلبد

منابع

- آقائباتی، ع.، (۱۳۸۹). زمین شناسی و توان معدنی استان اصفهان، رشد آموزش علوم زمین، شماره ۶۱، ۱۶-۲۱.
- امیرشاه کرمی، مهناز، (۱۳۷۷). بیواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی کرتاسه (آلبین - تورونین) در منطقه کلاه قاضی در جنوب - جنوب شرق اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان.
- پایگاه خبری و تحلیلی معادن و صنایع معدنی، (۱۴۰۰). اصفهان معدنی را بهتر بشناسیم، <http://www.minews.ir/fa/doc/news/29217> گروه معادن شنبه ۱۴ فروردین ۱۴۰۰

مدنیون، ف. (۱۳۹۴). اصفهان موزه ای طبیعی برای ژئوتوریست ها، سایت خبرگزاری جمهوری اسلامی استان اصفهان ۱۳ فروردین.

ناکینی، ع، محجل، م، راستاد، ا، بویری، م، (۱۳۹۴). چین خوردگی و گسلش در گستره معدنی ایرانکوه، جنوب اصفهان، علوم زمین خوارزمی. جلد ۱، شماره ۲، صفحات ۲۳۵-۲۵۵.

نوروزی، ا، مرادی، ن، (۱۳۹۸). ارزیابی توانمندی های زمین برای توسعه گردشگری در مناطق بیابانی (مطالعه موردی: مناطق شرقی استان اصفهان)، نشریه پژوهش و برنامه ریزی روستایی، دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۷۷-۹۶.

نوع پذیرش مقاله: شفاهی

شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهینه سازی روش های مدیریت و باز یافت پسماندهای شهر تهران با استفاده از ANP و DEMATEL

سحر طبیبیان^۱، فرید اجلالی^۲، مهناز رنجبر^۳، مهسا اسدالهی فرد^۴

۱. دانشیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: dr.tabibian.s@gmail.com

۲. دانشیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳. هیأت علمی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۴. دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

با توجه به افزایش سریع جمعیت و توسعه شهرنشینی، مواد زائد جامد نیز روز به روز افزایش یافته است که با سوء مدیریت، باعث ایجاد بحران جدی برای محیط زیست شده است. در این پژوهش با استفاده از تکنیک DEMATEL و روش چندمعیاری فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) به شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهینه سازی روش های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران پرداخته شد. بدین منظور ابتدا اقدام به شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر بهینه سازی روش های مدیریت و بازیافت پسماند شد. با بررسی سوابق تحقیق مختلف سه معیار مؤثر شامل ۱- فنی، ۲- مدیریتی و ۳- فرهنگی مشتمل بر ۱۵ زیرمعیار تعریف شد. سپس پایایی و روایی عوامل به منظور اعتبار کاربردی آنها به ترتیب با آزمون های آلفای کرونباخ و شاخص نسبت روایی بررسی شد. در بخش مدلسازی، اقدام به تهیه پرسشنامه زوجی و تکمیل آن توسط خبرگان گردید. نتایج مدل ANP نشان داد در معیار محیط فنی، تفکیک زباله در مبدا با ۰/۳۰۱، در معیار مدیریتی، اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای با ۰/۳۴۰ و در معیار فرهنگی، برگزاری جلسات و نشست های مسئولین با خانوارها با ۰/۳۷۵ بیشترین وزن را دارند. همچنین نتایج مدل DEMATEL نشان داد تفکیک زباله در مبدا، اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای و برگزاری جلسات و نشست های مسئولین با خانوارها به ترتیب در معیارهای فنی، مدیریتی و فرهنگی بیشترین اهمیت را دارند. بنابراین می توان چنین استنباط کرد که سه معیار فوق الذکر در هر دو روش سه عنصر اصلی بهینه سازی روش های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران هستند.

واژه های کلیدی: مدیریت پسماند، بازیافت، مدل های تصمیم گیری، ANP، DEMATEL.

مقدمه

با توسعه مستمر اقتصاد و جامعه، در تمامی کشورهای دنیا سرعت شهرنشینی افزایش یافته است (Zhang et al., 2021). بالغ بر ۵۵ درصد از جمعیت دنیا در مناطق شهری زندگی می کنند. امروزه توسعه شهرنشینی یک مشکل اساسی در کل دنیا محسوب می شود (Shrestha et al., 2021). توجه به امر بهداشت و سلامت جامعه شهری و رعایت جنبه های پیش گیری قبل از درمان بدون توجه به اصلاح و افزایش بهره وری سیستم های جمع آوری و دفع مواد زائد جامد که یکی از عوامل اصلی ایجاد آلودگی در مراکز سکونتگاهی کشور است، امکان پذیر نخواهد بود. امر جمع آوری، بازیافت و دفع پسماندهای شهری در ایران با توجه به نوع و کیفیت زباله های تولیدی تفاوت قابل توجهی با سایر

کشورهای جهان داشته است. از این رو به کارگیری هر گونه تکنولوژی غیر بومی در این زمینه بدون شناخت فرایندها و اطمینان از سازگاری عوامل محلی با تکنولوژی‌های مورد نظر، کار ارزنده ای نخواهد بود (الهامی، ۱۴۰۰). با توجه به اهمیت بحث مدیریت اصولی و بهداشتی پسماند در جهت نیل به اهداف کلان حفاظت از محیط زیست و مدیریت منابع، اصلاح ساختارهای موجود از جمله چالش‌های پیش روی مسئولان شهری و متخصصان زیست محیطی به شمار می‌رود (بزرگمهر و همکاران، ۱۳۹۳).

افزایش سریع جمعیت، توسعه شهرنشینی، ظهور تکنولوژی جدید و پیشرفت فناوری روز، تغییرات حاصل شده در عادات و الگوی مصرف و در نتیجه ازدیاد مواد زائد باعث ایجاد بحران جدی در جوامع بشری شده است (انصاری نسب و بیدمال، ۱۴۰۱). ورود حجم عظیم مواد زائد شهری همراه با هزاران تن مواد زائد سمی خطرناک و مواد زائد بیمارستانی و صنعتی به محیط زیست، مسائل فراوانی را به وجود می‌آورد که اثرات منفی و زیانبار آن در ارتباط با سایر نظام‌های موجود شهری و از جمله نظام زیست محیطی مورد بررسی قرار می‌گیرد (اقصایی، ۱۳۹۱). کاهش تولید در مبدأ، بازیافت، استفاده دوباره و دفن پسماندها از جمله راهکارهایی هستند که در مدیریت پسماندها به کار می‌روند. همواره اعمال مدیریت مواد زائد جامد با هدف به حداقل رساندن اثرات سوء ناشی از دفع غیر بهداشتی زباله‌ها به ویژه انواع خطرناک انجام می‌شود و این کار از طریق کنترل روتین و مرتب زباله‌ها و با هدف به حداقل رساندن زمان نگهداری، جمع‌آوری و حمل و نقل و دفع بهداشتی و اصلاح و بهینه کردن روش‌ها و وضعیت موجود و آینده نسبت به قبل، با یک برنامه‌ریزی صحیح به منظور کاهش هزینه‌های کلان مربوط به مدیریت زباله می‌باشد تا آنچه به عنوان دفع نهایی می‌شود، تهدید کننده سلامت و محیط زیست و مردم نباشد (معتمدی، ۱۳۹۲).

در این پژوهش ضمن شناسایی عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران، به اولویت‌بندی عوامل نیز با استفاده از روش‌های علمی پرداخته می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توانند در اولویت‌بندی عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر کارا باشند که از جمله آنها می‌توان به مدل‌های ANP و DEMATEL اشاره کرد که در این پژوهش استفاده خواهند شد.

ضرورت انجام پژوهش

با توجه به معضلات ذکر شده در مدیریت پسماند شهر تهران، در این پژوهش، مهمترین عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران به عنوان ضرورت تحقیق بررسی گردید. از طرفی کارایی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ANP و DEMATEL در اولویت‌بندی عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران بررسی شد (Saaty, 2005). در نهایت برای بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران راهکارهای مناسب با بهره‌گیری از تلفیق مدل‌های ارتباط دهی و تحلیل شبکه (ANP- DEMATEL) ارائه گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند به صورت اجرایی در سازمان مدیریت پسماند کاربرد داشته باشد.

اهداف تحقیق

هدف اصلی تحقیق عبارتست از: شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران. اهداف فرعی تحقیق عبارتند از: ۱- بررسی نحوه ارتباط و شناسایی عوامل اثرگذار و اثرپذیر در بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران ۲- بررسی کارایی مدل‌های ANP و DEMATEL در اولویت‌بندی عوامل موثر بر بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران ۳- ارائه راهکارهای مناسب برای بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران



پیشینه تحقیق

طبق تحقیق ززولی و همکاران بهترین گزینه برای پسماند دانشگاه، کمپوست کردن آن می باشد. طبق تحقیق حاجی علی زاده و مختاری (۱۴۰۰) جلب مشارکت مردم در اجرای برنامه های مدیریت پسماند خصوصاً امر تفکیک در مبدا و بازیافت، و فرهنگ سازی توسط شهرداری ها، برای ساماندهی مدیریت پسماندهای شهری الزامی و جزو راهکارهای اساسی است. طبق تحقیق هاشمی (۱۴۰۰) ایجاد اشتغال و کارآفرینی مرتبط با حوزه تفکیک و بازیافت پسماند، به روزرسانی ناوگان حمل پسماند و تسهیل ضوابط و مقررات دولتی در زمینه کمک به سرمایه گذاران بخش خصوصی از جمله تاثیرات و پیامدهای مطلوب این رویکرد هستند. طبق تحقیق انصاری نسب و بیدمال (۱۴۰۱) تفاوت آشکاری در زباله های خشک جمع آوری شده مناطق مختلف تهران وجود دارد. طبق تحقیق کاظمی و همکاران (۱۴۰۲) فرهنگ سازی برای مشارکت شهروندان در کاهش و تفکیک پسماند و نیز مشارکت بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در بازیافت پسماند توصیه می شود.

Bergeron (۲۰۱۶) در تحقیقی نشان داد اثربخشی ابزارهای مشوق در تشویق شهرداری ها برای اجرا و بهبود زیرساخت های مدیریت زباله ها بود. علاوه بر این، ترکیبی از زیرساخت ها و آگاهی دهنده به منظور افزایش شیوه های جداسازی زباله های خانوار در شرایط خاصی موثر است. Lim-Wavde و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد، آگاهی خانوارها به منظور بازیافت زباله، تحت تأثیر آموزش عمومی و اطلاعات کیفی محیط زیست می باشد. Liu و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی نشان داد: (۱) دولت باید وظیفه بهبود قوانین و مقررات خاص را با تمرکز بر استانداردهای خاص اولویت بندی کند. (۲) واحدهای تولیدی زباله های ساختمانی بهبود آگاهی زیست محیطی را برای واحدهای بازیافت در دستور کار خود قرار دهند. (۳) واحدهای بازیافت زباله های ساختمانی باید موضوع فروش محصولات بازسازی شده را در اولویت قرار دهند. Zikali و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی نشان داد که حداقل ۷۰ درصد از ساکنان نسبت به بازچرخانی و بازیافت زباله آشنایی ندارند. Singh و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی نشان داد: مشارکت فناوری، اقدامات های سبز، برنامه های زیست محیطی، صدور گواهینامه و مجوز، اخلاق عمومی و آگاهی ذینفعان در مورد اقتصاد چرخشی برای سیاست جمع آوری زباله های الکترونیکی در هند تاثیرگذار هستند. Wang و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی نشان داد که فقدان حمایت اقتصادی از سوی دولت، قوانین و مقررات ناقص، آموزش پایین ساکنان و عدم اطلاع رسانی دانش بازیافت زباله، از موانع اصلی مدیریت زباله های شهری در پکن هستند.

مطابق با نتایج سوابق تحقیق، بررسی عوامل اثرگذار در مدیریت و بازیافت پسماندهای شهری بصورت چندبعدی و چندمعیاره کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقی در این خصوص و بر مبنای مدل های ANP و DEMATEL انجام نشده است، این تحقیق می تواند جنبه نوآوری داشته باشد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع توصیفی- استنباطی با هدف کاربردی است. پس از مطالعات کتابخانه ای و بررسی سوابق و نیز نظر تجربیات کارشناسان، اطلاعات پایه ای پژوهش گرد آوری، سپس تعیین معیارهای اولیه و طراحی پرسشنامه دلفی، تحلیل بازخوردها و تعیین معیارهای نهایی با استفاده از روش دلفی انجام و در مرحله آخر نیز، ضمن تهیه پرسشنامه ANP و DEMATEL و امتیازدهی و تکمیل پرسشنامه، تحلیل نرم افزاری انجام گرفته و نتایج و جمع بندی ارائه گردید. جامعه آماری این تحقیق شامل کارشناسان شهرداری، دانشگاهیان، خانوار و سایرین می باشد. حجم نمونه از این بین انتخاب خواهد شد که به منظور نرمال بودن داده ها بایستی حداقل ۳۰ نفر باشند. در این پژوهش برای تعیین پایداری از روش آلفای کرونباخ در نرم افزار SPSS 20.0 که یک نرم افزار آماری برای تجزیه و تحلیل داده های پرسشنامه ای

است، استفاده شد. برای پایا قلمداد کردن یک ابزار، حداقل مقدار $0/7$ برای ضریب آلفا لازم است. به منظور بررسی روایی پرسشنامه از شاخص نسبت روایی محتوایی استفاده شد.

مدلسازی ANP

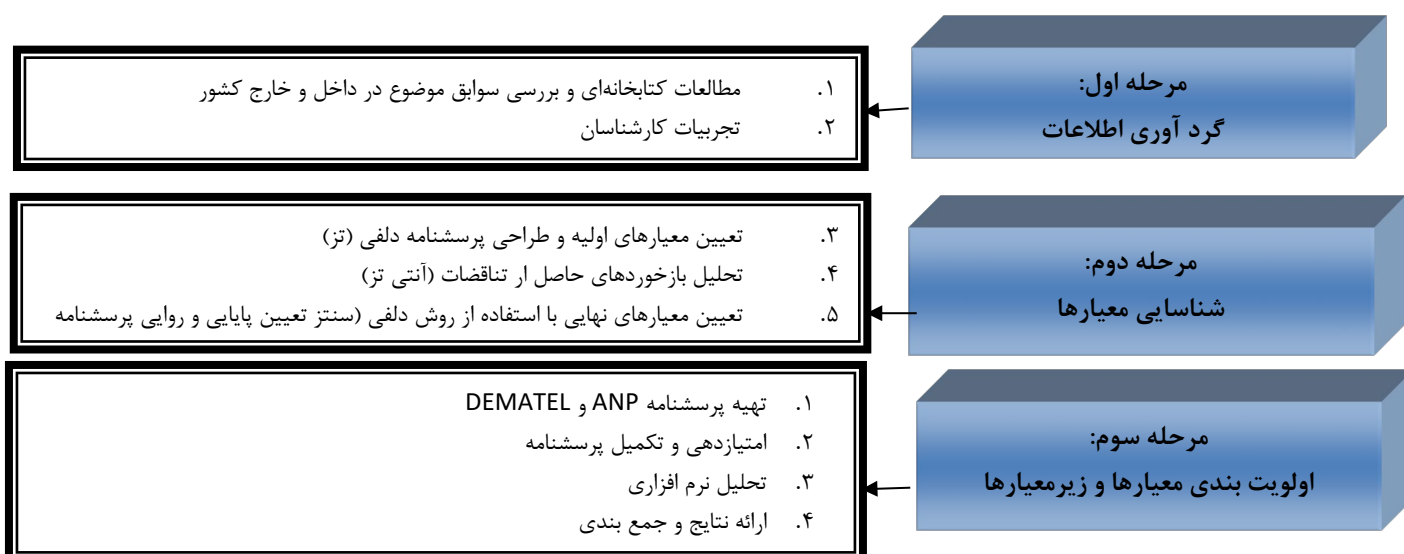
نرم افزار مورد استفاده نرم افزار SUPER DECISION است که عوامل با توجه به نظرات خبرگان در آن وزن دهی می شوند و استراتژی هایی که از نظر خبرگان کارا تر و دارای الویت می باشند تعیین می شود. در ANP اندازه گیری مقادیر اهمیت نسبی به مانند AHP با مقایسات زوجی و به کمک طیف ۱ تا ۹ انجام می شود. عدد ۱ در شکل اهمیت یکسان بین دو عامل و عدد ۹ نشان دهنده اهمیت شدید یک عامل نسبت به عامل دیگر است. مدل تحلیل شبکه ای در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثر گذارند و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف، تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می دهد. در ادامه مراحل کاری مدل ANP بیان می شود. نرخ سازگاری محاسبه شده باید ۱۰ درصد و یا کمتر باشد.

مدلسازی DEMATEL

مراحل کار کردن با تکنیک DEMATEL عبارتند از :

- تعیین عوامل موجود در مسئله
- تهیه و تکمیل پرسشنامه
- ایجاد ماتریس روابط مستقیم
- نرمال سازی ماتریس
- محاسبه ماتریس روابط کل
- رسم نمودار علی - معلولی
- مشخص نمودن سلسله مراتب یا ساختار ممکن معیارها
- رسم نقشه روابط شبکه

در شکل ۱، مراحل پژوهش به صورت شماتیک بیان شده است



شکل ۱. شمای مفهومی پژوهش حاضر

نتایج تحقیق

مشخصه‌های جامعه آماری

۷۲ درصد از پرسش شونده‌گان بین ۳۰ تا ۴۵ سال سن دارند؛ ۴۶ درصد از پرسش شونده‌گان کارشناسان شهرداری هستند؛ ۶۶ درصد از پرسش شونده‌گان دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد هستند و ۷۸ درصد از پرسش شونده‌گان بیشتر از ۱۰ سال سابقه کار دارند.

نتایج آزمون روایی و پایایی

نتایج آزمون پایایی که بر اساس نظرات ۱۰ نفر از کارشناسان خبره در پروژه‌های محیط زیستی از شهرداری مرکز تهران به دست آمده است. با توجه به نتایج، ضریب آلفای کرونباخ به دست آمده برای معیارها، ۰/۷ می‌باشد. بنابراین نتایج حاکی از اعتبار پرسشنامه طراحی شده است

جدول ۱. نتایج آزمون پایایی برای عوامل مدیریت پسماند

ردیف	معیار	زیرمعیار	انحراف معیار	آلفای کرونباخ
۱	فنی	تفکیک زباله در مبدا	۰/۲۶۸	۰/۸۶۱
۲		استفاده از ظروف مناسب نگهداری زباله در منازل	۰/۳۵۲	
۳		استفاده از تکنولوژی‌های به روز برای تفکیک زباله	۰/۴۶۲	
۴		تبدیل زباله به کمپوست	۰/۱۱۱	
۵		توسعه صنایع بازیافت زباله	۰/۴۲۱	
۶		بکارگیری ماشین آلات به روز و مناسب جمع آوری زباله	۰/۷۶۲	
۷	مدیریتی	تغییر الگوهای مصرف و کاهش حجم زایدات	۰/۸۵۱	۰/۸۱۱
۸		رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل	۰/۳۸۹	
۹		اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای	۰/۷۴۶	
۱۰		اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها	۰/۱۵۹	
۱۱		مکان گزینی گره های جمع آوری زایدات به منظور فروش آنها	۰/۶۵۳	
۱۲		افزایش آگاهی درون خانواری برای مدیریت تولید زباله‌های خانگی	۰/۷۵۹	
۱۳	فرهنگی	افزایش آگاهی پاکبانان و ماموران شهرداری در جهت تفکیک زباله	۰/۵۵۵	۰/۷۹۹
۱۴		تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات	۰/۴۸۹	
۱۵		برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله	۰/۲۱۲	

در مطالعه حاضر برای سنجش اعتبار محتوا نیز از ۱۰ پرسش شونده در مرحله قبل استفاده شد که نتایج در جدول ۲ آمده است. بدین ترتیب برای هر معیار یک عدد CVR بدست آمد.

جدول ۲. مقادیر CVR برای عوامل مدیریت پسماند

شماره زیرمعیار	گویه ضرورتی ندارد	گویه مفید است، ولی ضروری نیست	گویه ضروری است	CVR
۱	۰	۰	۱۰	۱
۲	۲	۰	۸	۰٫۸
۳	۱	۲	۷	۰٫۷
۴	۰	۰	۱۰	۰٫۱
۵	۱	۲	۷	۰٫۷
۶	۲	۲	۶	۰٫۶
۷	۱	۱	۸	۰٫۸
۸	۰	۲	۸	۰٫۸
۹	۰	۱	۹	۰٫۹
۱۰	۲	۲	۶	۰٫۶
۱۱	۲	۱	۷	۰٫۷
۱۲	۲	۰	۸	۰٫۸
۱۳	۱	۲	۷	۰٫۷
۱۴	۰	۱	۹	۰٫۸
۱۵	۱	۱	۸	۰٫۸
میانگین CVR				
				۰٫۸

بر اساس تعداد متخصصینی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده اند مقدار CVR نهایی برای معیارهای پروژه ۰/۸ بدست آمد که بر اساس شاخص استاندارد CVR این مقادیر بیشتر از ۰/۶۲ می باشد و روایی معیارها را تأیید می کند.

نتایج وزن دهی به معیارها و زیرمعیارها با مدل ANP

در این تحقیق ماتریس های تصمیم با فرض وجود و با استفاده از نظرات خبرگان و صاحب نظران که شامل ۳۳ نفر (کارشناسان شهرداری، اساتید دانشگاهی و خانوارها) وابستگی میان عوامل تشکیل گردید.

با توجه به نتایج، در معیار محیط فنی، زیرمعیار تفکیک زباله در مبدا با ۰/۳۰۱ بیشترین وزن را دارد و پس از آن، تبدیل زباله به کمپوست با ۰/۲۱۴ در اولویت دوم است. همچنین نرخ ناسازگاری مدل ۰/۰۵۸ می باشد و کمتر از ۰/۱ است که کارایی مدل را تأیید می کند. در معیار مدیریتی، زیرمعیار اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای با ۰/۳۴۰ بیشترین وزن را دارد و پس از آن، اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها با ۰/۲۲۱ در اولویت دوم است. همچنین نرخ ناسازگاری مدل ۰/۰۲۲ می باشد و کمتر از ۰/۱ است که کارایی مدل را تأیید می کند. در معیار فرهنگی، زیرمعیار برگزاری جلسات و نشست های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ سازی کاهش و تفکیک زباله با ۰/۳۷۵ بیشترین وزن را دارد و پس از آن، تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات با ۰/۲۹۲ در اولویت دوم است. همچنین نرخ ناسازگاری مدل ۰/۰۹ می باشد و کمتر از ۰/۱ است که کارایی مدل را تأیید می کند. نتایج تحقیق در جداول ۳ تا ۵ بیان شده است.

جدول ۳. وزن و نرخ ناسازگاری زیرمعیارهای فنی

نرخ ناسازگاری	وزن	زیرمعیار
	۰/۳۰۱	تفکیک زباله در مبدا
	۰/۰۸۵	استفاده از ظروف مناسب نگهداری زباله در منازل
۰/۰۵۸	۰/۱۷۲	استفاده از تکنولوژی‌های به روز برای تفکیک زباله
	۰/۲۱۴	تبدیل زباله به کمپوست
	۰/۰۹۹	توسعه صنایع بازیافت زباله
	۰/۱۲۹	بکارگیری ماشین آلات به روز و مناسب جمع آوری زباله

جدول ۴. وزن و نرخ ناسازگاری زیرمعیارهای مدیریتی

نرخ ناسازگاری	وزن	زیرمعیار
	۰/۱۹۴	تغییر الگوهای مصرف و کاهش حجم زایدات
	۰/۱۹۲	رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل
۰/۰۲۲	۰/۳۴۰	اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای
	۰/۲۲۱	اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها
	۰/۰۵۳	مکان‌گزینی گره‌های جمع‌آوری زایدات به منظور فروش آنها

جدول ۵. وزن و نرخ ناسازگاری زیرمعیارهای فرهنگی

نرخ ناسازگاری	وزن	زیرمعیار
	۰/۱۷۵	افزایش آگاهی درون خانواری برای مدیریت تولید زباله‌های خانگی
	۰/۱۵۸	افزایش آگاهی پاکبانان و ماموران شهرداری در جهت تفکیک زباله
۰/۰۹۹	۰/۲۹۲	تبلیغات رسانه‌ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات
	۰/۳۷۵	برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله

نتایج تکنیک DEMATEL

- ماتریس ارتباط مستقیم بدین منظور از نظرات ۳۳ نفر از خبرگان استفاده شد
- ماتریس نرمال این ماتریس بر اساس ضرب میانگین امتیاز در ضریب آلفا بدست آمده است
- ماتریس روابط کل

این مرحله محاسبه ماتریس شدت نسبی از روابط مستقیم و غیر مستقیم (روابط کل) است

• محاسبه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری روابط

پس از محاسبه ماتریس روابط کل، مجموع سطر و ستون‌های ماتریس $(R+J)$ و $R-J$ نیز محاسبه می‌شود که در صورت مثبت بودن بعنوان عامل تأثیرگذار و در صورت منفی بودن بعنوان عامل تأثیرپذیر تلقی می‌شود. مشاهده می‌شود:

- در معیار فنی، زیرمعیارهای تبدیل زباله به کمپوست و توسعه صنایع بازیافت زباله، بعنوان عوامل تأثیرگذار هستند و زیرمعیارهای تفکیک زباله در مبدأ، استفاده از تکنولوژی‌های به روز برای تفکیک زباله، بکارگیری ماشین آلات به روز و مناسب جمع آوری زباله و استفاده از ظروف مناسب نگهداری زباله در منازل، بعنوان عوامل تأثیرپذیر می‌باشند.

- در معیار مدیریتی، زیرمعیارهای اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای، اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها و مکان گزینی گره های جمع آوری زایدات به منظور فروش آنها، بعنوان عوامل تأثیرگذار هستند و زیرمعیارهای تغییر الگوهای مصرف و کاهش حجم زایدات و رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل، بعنوان عوامل تأثیرپذیر می‌باشند.

- در معیار فرهنگی، زیرمعیارهای تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات و افزایش آگاهی پاکبانان و ماموران شهرداری در جهت تفکیک زباله، بعنوان عوامل تأثیرگذار هستند و زیرمعیارهای برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ سازی کاهش و تفکیک زباله و افزایش آگاهی درون خانواری برای مدیریت تولید زباله‌های خانگی، بعنوان عوامل تأثیرپذیر می‌باشند.

طبق نتایج در معیار فنی بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار تفکیک زباله در مبدأ است. در معیار مدیریتی بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای است. در معیار فرهنگی بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ سازی کاهش و تفکیک زباله است. نتایج نشان می‌دهد:

- در معیار فنی، بیشترین اثرگذاری مربوط به زیرمعیار تبدیل زباله به کمپوست می‌باشد و زیرمعیار بکارگیری ماشین آلات به روز و مناسب جمع آوری زباله، بیشترین اثرپذیری را دارد.

- در معیار مدیریتی، بیشترین اثرگذاری مربوط به زیرمعیار مکان گزینی گره های جمع آوری زایدات به منظور فروش آنها می‌باشد و زیرمعیار تغییر الگوهای مصرف و کاهش حجم زایدات، بیشترین اثرپذیری را دارد.

- در معیار فرهنگی، بیشترین اثرگذاری مربوط به زیرمعیار تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات می‌باشد و زیرمعیار افزایش آگاهی درون خانواری برای مدیریت تولید زباله‌های خانگی، بیشترین اثرپذیری را دارد

جدول ۶. نتیجه روابط پایانی معیار فنی

نتیجه	R	J	R+J	R-J
تبدیل زباله به کمپوست	4.3228	3.2546	7.5774	1.0682
تفکیک زباله در مبدأ	3.9765	4.1545	8.131	-0.1779
استفاده از تکنولوژی‌های به روز برای تفکیک زباله	3.8012	4.1634	7.9647	-0.3622
توسعه صنایع بازیافت زباله	3.1553	3.0402	6.1955	0.1151
بکارگیری ماشین آلات به روز و مناسب جمع آوری زباله	3.0833	3.499	6.5823	-0.4158
استفاده از ظروف مناسب نگهداری زباله در منازل	2.5977	2.8251	5.4228	-0.2274

جدول ۷. نتیجه روابط پایانی معیار مدیریتی

نتیجه	R	J	R+J	R-J
اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای	2.7412	2.6033	5.3445	0.1379
اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها	2.0873	1.9409	4.0281	0.1464
تغییر الگوهای مصرف و کاهش حجم زایدات	1.6481	1.9611	3.6092	-0.313
مکان گزینی گره های جمع آوری زایدات به منظور فروش آنها	1.62	1.4421	3.0621	0.1778
رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل	1.6096	1.7588	3.3684	-0.1492

جدول ۸. نتیجه روابط پایانی معیار فرهنگی

نتیجه	R	J	R+J	R-J
تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات	3.6935	1.9174	5.6109	1.7762
برگزاری جلسات و نشست های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ سازی کاهش و تفکیک زباله	3.3236	3.382	6.7057	-0.0584
افزایش آگاهی پاکبانان و ماموران شهرداری در جهت تفکیک زباله	2.8384	2.8159	5.6543	0.0225
افزایش آگاهی درون خانواری برای مدیریت تولید زباله های خانگی	1.9548	3.695	5.6498	-1.7402

طبق نتایج:

در معیار فنی زیرمعیارهای تفکیک زباله در مبدا بیشترین ارتباط را با سایر زیرمعیارها دارد.
در معیار مدیریتی زیرمعیار اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای، بیشترین ارتباط را با سایر زیرمعیارها دارد.
در معیار فرهنگی زیرمعیار برگزاری جلسات و نشست های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ سازی کاهش و تفکیک زباله بیشترین ارتباط را با سایر زیرمعیارها دارد.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از تکنیک DEMATEL و روش (ANP) به شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر بهینه سازی روش های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران پرداخته شد ابتدا اقدام به شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر بهینه سازی روش های مدیریت و بازیافت پسماند پرداخته شد. با بررسی سوابق تحقیق مختلف سه معیار مؤثر شامل ۱- فنی، ۲- مدیریتی و ۳- فرهنگی تعریف شد. سپس بر اساس روش دلفی بر مبنای نظر ۱۰ نفر خبره، زیرمعیارهای هر معیار دسته بندی شدند. همچنین بر اساس ضریب آلفای کرونباخ و شاخص نسبت روایی، پایایی و روایی عوامل مؤثر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ضریب آلفای کرونباخ برای معیار فنی برابر ۰/۸۶۱، برای معیار مدیریتی برابر ۰/۸۱۱ و برای معیار فرهنگی برابر ۰/۷۹۹ می باشد. همچنین شاخص نسبت روایی با مقدار ۰/۸ بیشتر از استاندارد جدول بود. بنابراین اعتبار معیارها و زیرمعیارهای پرسشنامه مورد تأیید است.
در بخش مدلسازی به روش ANP، اقدام به تهیه پرسشنامه زوجی شد. این پرسشنامه نیز در اختیار ۳۳ نفر از کارشناسان خبره قرار گرفت تا نظر خود را در خصوص ارجحیت زیرمعیارهای زوجی بیان کنند. سپس داده ها وارد نرم افزار SUPER DECISION شد و تحلیل نتایج انجام گرفت.

در معیار محیط فنی، زیرمعیار تفکیک زباله در مبدا با ۰/۳۰۱ بیشترین وزن را داشت و پس از آن، تبدیل زباله به کمپوست با ۰/۲۱۴ در اولویت دوم بود.



در معیار مدیریتی، زیرمعیار اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای با ۰/۳۴۰ بیشترین وزن را داشت و پس از آن، اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها با ۰/۲۲۱ در اولویت دوم بود.

در معیار فرهنگی، زیرمعیار برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله با ۰/۳۷۵ بیشترین وزن را داشت و پس از آن، تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات با ۰/۲۹۲ در اولویت دوم بود.

در بخش مدل‌سازی، تکنیک DEMATEL برای سه معیار اجرا شد. مبنای ورود داده‌ها نیز نظرات ۳۳ نفر از کارشناسان خبره بود. طبق نتایج در معیار فنی بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار تفکیک زباله در مبدا است. در معیار مدیریتی بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای است. در معیار فرهنگی بیشترین وزن مربوط به زیرمعیار برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله است.

نتایج تکنیک DEMATEL نشان داد در معیار فنی، زیرمعیارهای تبدیل زباله به کمپوست و توسعه صنایع بازیافت زباله، بعنوان عوامل تأثیرگذار هستند و زیرمعیارهای تفکیک زباله در مبدا، استفاده از تکنولوژی‌های به روز برای تفکیک زباله، بکارگیری ماشین آلات به روز و مناسب جمع آوری زباله و استفاده از ظروف مناسب نگهداری زباله در منازل، بعنوان عوامل تأثیرپذیر می‌باشند.

طبق نتایج تکنیک DEMATEL در معیار مدیریتی، زیرمعیارهای اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای، اعمال قوانین و مقررات محیط زیستی برای تولید زباله نامتعارف خانوارها و مکان‌گزینی گره‌های جمع آوری زایدات به منظور فروش آنها، بعنوان عوامل تأثیرگذار هستند و زیرمعیارهای تغییر الگوهای مصرف و کاهش حجم زایدات و رعایت زمانبندی جهت خروج زباله از منازل، بعنوان عوامل تأثیرپذیر می‌باشند. طبق ماتریس نقشه روابط، اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای، بیشترین ارتباط را با سایر زیرمعیارها دارد.

تکنیک DEMATEL نشان داد در معیار فرهنگی، زیرمعیارهای تبلیغات رسانه ای در جهت تفکیک و کاهش زایدات و افزایش آگاهی پاکبانان و ماموران شهرداری در جهت تفکیک زباله، بعنوان عوامل تأثیرگذار هستند و زیرمعیارهای برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله و افزایش آگاهی درون خانواری برای مدیریت تولید زباله‌های خانگی، بعنوان عوامل تأثیرپذیر می‌باشند. طبق ماتریس نقشه روابط، زیرمعیار برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله، بیشترین ارتباط را با سایر زیرمعیارها دارد.

طبق نتایجی که حاصل گردید مشخص شد که روش ANP و DEMATEL توانسته‌اند با دقت قابل قبولی زیرمعیارهای ارجح و تأثیرگذار و تأثیرپذیر در مدیریت پسماند شهر تهران را شناسایی طبق نتایج، تفکیک زباله در مبدا از بعد فنی بیشترین اثر را در مدیریت پسماند شهر تهران دارد. از بعد مدیریتی، اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای بیشترین وزن را در مدیریت پسماند شهر تهران داشت. همچنین برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها در سراهای محله برای فرهنگ‌سازی کاهش و تفکیک زباله از بعد فرهنگی بیشترین وزن را داشتند. با توجه به نتایج تحقیق می‌توان چنین گفت که تفکیک زباله در مبدا، اجرای طرح پاکیزگی اماکن محله ای و برگزاری جلسات و نشست‌های مسئولین با خانوارها سه عنصر اصلی بهینه‌سازی روش‌های مدیریت و بازیافت پسماندهای شهر تهران هستند.

پیشنهادهای

- پیشنهاد می‌شود با توجه به روند افزایش جمعیت، از مدلی استفاده شود که بتواند تغییرات مکانی و زمانی زباله‌های تولیدی شهر تهران را پایش کند. پیشنهاد می‌شود با روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی از جمله



مدل‌های یادگیری ماشین، نقشه پتانسیل مناطق مستعد دفن پسماند شهر تهران برای سناریوهای مختلف اجتماعی-اقتصادی-محیط زیستی آینده تهیه و کاربردی شود. پیشنهاد می‌شود برنامه‌های مدیریت مشارکتی در مقیاس سراهای محله برای افزایش آگاهی و دانش خانوارها نسبت به تفکیک و بازیافت زباله‌های شهری پیگیری و اجرایی شود. پیشنهاد می‌شود قوانین و مقررات و دستورالعمل استاندارد مدیریت و بازیافت زباله‌های شهری برای کلانشهرها از جمله تهران، بازنگری شود.

منابع

- اشرفی فرد، آذر، عالی قدری، مرتضی، و رحمانی، کوروش. (۱۳۹۷). بررسی استراتژی‌های بهینه ی فرآیند بازیافت و بازیابی پسماند شهری اردبیل با آنالیز SWOT و ماتریس QSPM. مهندسی بهداشت محیط. بی نا، ۱۳۹۷. ۲، ۶. ۱۶۵-۱۷۴.
- اقتصادی، هرن. (۱۳۹۱). مکانیابی محل دفن پسماندهای زائد جامد شهر سمنان با استفاده از مدل منطق فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس». پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کردستان، دانشکده منابع طبیعی.
- انصاری نسب، مسلم، بیدمال، نجمه. (۱۴۰۱). «تهران، شهر سبز: کنکاشی در مدیریت پسماند و بازیافت مناطق ۲۲ گانه شهر تهران». همایش بین المللی فرصت‌های سرمایه‌گذاری شهر تهران (برج میلاد تهران و ۱۴۰۱، ۴، ۱۵). [کنفرانس حضوری].
- بحرانی، سارا، کلانتری، حسن باقر. (۱۴۰۰). «ارائه الگوی مدیریت پسماند شهری با تأکید بر تفکیک از مبدا و بازیافت با استفاده از ظرفیت صنایع موجود در سایت‌های صنعتی منطقه آزاد اروند». پنجمین کنگره بین المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران (آذربایجان شرقی-تبریز ۱۴۰۰، ۵، ۱۹). [کنفرانس حضوری و On Line].
- بزرگمهر، کیا، حکیم دوست، سید یاسر، محمد پور زیدی، علی، صیدی، زهرا. (۱۳۹۳). مکانیابی بهینه محل دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان تنکابن)، فصلنامه علمی و پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، بی نا. پاییز ۹۳. ۲۳، ۹۱. ۸۸-۸۱.
- حاجی علی زاده، جواد، مختاری ملک آبادی، رضا. (۱۴۰۰). بررسی وضعیت میزان تولید و ترکیب پسماندهای شهری در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران. بی نا. ۲۰، ۶۳. ۴۵-۶۰.
- زوزولی، محمدعلی، طیبیان، محمدرضا، بلارک، داوود. (۱۳۹۲). ارزیابی کمیت پسماند تولیدی در دانشگاه علوم پزشکی مازندران و بررسی قابلیت بازیافت آن. بهداشت و توسعه. بی نا. ۱۳۹۲. ۲، ۲. ۸۳-۹۳.
- ضرابی، ا.، محمدی، ج. و آهنگری، ش. (۱۳۹۰). تحلیل مدیریت مواد زائد جامد شهری، با تأکید بر بازیافت زباله (مطالعه موردی: شهر بوکان). مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳(۴): ۱۰۸-۹۱.
- کاظمی پیرسرا، سیدفرزاد، فراهانی، مریم، مطهری، سعید، آزادبخت، بیتا. (۱۴۰۲). تبیین الگوی زیست‌پذیری شهری با تأکید بر مدیریت پسماند جامد شهری (مطالعه موردی اسلامشهر). مطالعات ساختار و کارکرد شهری. بی نا. ۱۴۱۰، ۳۵. ۱۶۵-۱۴۱.
- معتمدی، محمد، قلی نژاد میر عباسی، آرزو، ثابت کوشکی نیان، مجتبی. (۱۳۹۳). بررسی جغرافیایی پیرامون مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری، مطالعه موردی: شهر فاروج. مجله سپهر. بی نا. ۱۳۹۳. ۲۳، ۹۰. ۱۱۲-۱۰۶.
- هاشمی، سید یوسف. (۱۴۰۰). ارزیابی وضعیت و ارائه راهکار اجرای قانون مدیریت پسماند (مطالعه موردی: شهرستان رامسر). فصلنامه علمی کارافن. بی نا. ۱۴۰۰. ۱۸، ۴. ۴۲۷-۴۱۱.
- الهامی طالشمیکائیل، پژمان. (۱۴۰۰). «مدیریت فاضلاب و پسماند حاصل از فرآیندهای بازیافت». اولین همایش ملی مدیریت سبز در هزاره سوم، تجارب، چالش‌ها و راهکارها (دانشگاه بیرجند و ۱۴۰۰، ۱۲، ۱۵). [کنفرانس حضوری].
- هوشیار، حسن. (۱۳۹۶). مکانیابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهر بوکان). فصلنامه علمی و پژوهشی فضای جغرافیایی. دانشگاه آزاد واحد اهر، سال ۱۳۹۶. ۵۷. ۲۵۵-۲۷۲.
- Bergeron, F.C. (2016). Multi-method assessment of household waste management in Geneva regarding sorting and recycling. Resources, Conservation and Recycling. 115. pp.50-62.

- Lim-Wavde, K, Kauffman, R.J, Dawson, G.S. (2017). Household informedness and policy analytics for the collection and recycling of household hazardous waste in California. Resources, Conservation and Recycling. 120. pp.88-107.
- Liu, H, Long, H, and Li, X. (2020). Identification of critical factors in construction and demolition waste recycling by the grey-DEMATEL approach: A Chinese perspective. Environmental Science and Pollution Research. 27. pp.8507-8525.
- Saaty, T. L. (2005). Theory and applications of the ANP: Decision making with benefits, opportunities, costs, and risks. RWS Publications. 352 p.
- Shrestha, S, Cui, S, Xu, L, Wang, L, Manandhar, B, Ding, S. (2021). Impact of Land Use Change Due to Urbanisation on Surface Runoff Using GIS-Based SCS-CN Method: A Case Study of Xiamen City, China. Land. 10,8. p.839.
- Singh, S, Dasgupta, M.S, Routroy, S. (2022). Analysis of critical success factors to design e-waste collection policy in India: A fuzzy DEMATEL approach. Environmental Science and Pollution Research. 29,7. pp.10585-10604.
- Wang, C, Sun, Y, Lim, M,K, Ghadimi, P, Azadnia, A.H. (2022). An analysis of barriers for municipal solid waste management: an integrated DEMATEL-MMDE-ISM approach. Industrial Management and Data Systems.
- Zhang, J, Yu, X. (2021). Analysis of land use change and its influence on runoff in the Puhe River Basin. Environmental Science and Pollution Research, 28,30. pp.40116-40125.
- Zikali, N.M, Chingoto, R.M, Utete, B, Kunedzimwe, F. (2022). Household solid waste handling practices and recycling value for integrated solid waste management in a developing city in Zimbabwe. Scientific African. 16. p.e01150

نوع پذیرش مقاله: شفاهی

تحلیلی بر چالش‌های زیست‌محیطی در کلانشهر تهران

امیرحسین مالمیر^۱، نفیسه مرصوصی^۲

۱. دانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: malmir.amirhosseinn@gmail.com

۲. استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

محیط زیست شامل تمام اجزای طبیعی و مصنوعی محیط پیرامون ما است که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر زندگی موجودات زنده تأثیر می‌گذارد. امروزه، حفاظت از محیط زیست یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های جوامع بشری است، زیرا فعالیت‌های انسانی موجب آلودگی هوا، آب و خاک، تخریب منابع طبیعی و زیستگاه‌های حیوانات و گیاهان شده است. هدف از مقاله تحلیل چالش‌های پیش روی کلانشهر تهران از دیدگاه محیط زیست مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق توصیفی-تحلیلی و از نوع کاربردی است. برای تجزیه و تحلیل یافته از روش ویکور استفاده شد. یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که چالش‌های پیش روی کلانشهر تهران با توجه به موقعیت سیاسی و به عنوان پایتخت کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به طوری که آلودگی هوا، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده و ترافیک جز مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی کلانشهر تهران شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: چالش‌های زیست‌محیطی، کلانشهر تهران.

مقدمه

شهرها سیستم‌های بسیار پیچیده و پویایی هستند که کنترل و هدایت برنامه ریزی شده آنها با دشواری بسیاری روبرو است (Angel & Lopez, 2010: 119). جمعیت جهان در سال ۲۰۲۰ بالغ بر هفت میلیارد و نهصد میلیون نفر بوده که نیمی از این جمعیت در شهرها زندگی می‌کنند (UN, 2020: 66) که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰ این رقم به ۶۰ درصد افزایش یابد (نصیری هنده خاله، ۱۴۰۰: ۱۳۰). افزایش روزافزون جمعیت و رشد شهرنشینی در دهه‌های اخیر، پیامدهای زیانباری برای کلان‌شهرها در پی داشته (Hernandez, 2016: 158; Mueller et al., 2018: 181) و آنها را با چالش‌ها و بحران‌هایی در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و بخصوص زیست‌محیطی مواجه کرده است (Geng et al., 2019: 2). در طی قرن گذشته شهرنشینی در کشورهای توسعه‌یافته هم‌تراز با توسعه، رشد کرده و درواقع در همه زمینه‌ها نشانه توسعه بوده است. به‌موازات توسعه کشورها و رشد شهرنشینی، مسائل و مشکلات زیست‌محیطی نیز گریبان گیر کشورها به‌ویژه شهرها گردید و هرچه وسعت و اندازه جمعیت شهر بزرگ‌تر بوده، پیامدهای منفی و زیان‌آور آن نیز شدیدتر است. گسترش شهرها به‌ویژه در افق و مازاد بر ظرفیت محیط موجب نابودی اراضی کشاورزی، تنوع زیستی و کاهش راندمان بهره‌برداری از منابع طبیعی گردیده است (مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری تهران، ۱۳۹۳: ۲۰).

در دنیای امروز مشکلات زیست محیطی یکی از اساسی ترین مسائل شهرهای بزرگ و کلان شهرها و حاصل تعارض و تقابل آن ها با محیط طبیعی است. چراکه توسعه شهری، ضرورتاً با تسلط ساختمان ها، صنایع و حمل و نقل و فعالیت های اقتصادی بر فضاهای طبیعی همراه است و این تسلط به مرور زمان به شکل چیرگی شهر بر طبیعت تغییر یافته است و زمینه ساز آلودگی های گسترده شهری می شود. نتیجه این روند عدم تعادل و ناسازگاری میان انسان و طبیعت و به هم خوردن روابط اکوسیستم خواهد بود. با گسترش شهرها، مظاهر و ارزش های محیط طبیعی در معرض نابودی و فرسایش بیشتر قرار گرفته است و شهرنشینان از جاذبه های طبیعی محروم شده اند و مشکلات روانی و اجتماعی نمود یافته است و اقداماتی که در سطوح مختلف در عرصه شهرسازی و برنامه ریزی ساخت محیط جهت رفع و کاهش این مشکلات صورت می گیرد، پیوسته بر حفظ و بهره برداری پایدار از طبیعت و تداوم حیات و ارتقای زندگی نسل های حاضر و آینده تأکید دارد (زبردست، ۱۳۸۳: ۱۵۳).

با شناخت دقیق ظرفیت ها، قوت ها و تنگناها، ضعف ها و عوامل ایجاد کننده ناتوازی ها، می توان سیاست ها و برنامه هایی را برای رفع مشکلات محیط زیستی شهری و در نهایت، ابعاد و اصول توسعه پایدار شهری را تدوین کرد. ارزیابی همه جانبه محیط زیستی شامل فرایند تعیین، تحلیل و ارزیابی همه فرایندهای طبیعی و انسانی است که در وضعیت حال و آینده محیط زیست مؤثر است و می توان با استفاده از نتایج آن، راهبردهای کارآمدی برای مدیریت محیط زیستی ارائه کرد. در این نوع ارزیابی، علاوه بر توصیف وضعیت اجزای مختلف محیط زیست، شرایط و علت های منجر شده به آن شرایط، وضعیت ها، تأثیرات و نتایج حاصل از آن ها نیز بررسی خواهند شد؛ بنابراین، این رویکرد، امکان بررسی محیط پیچیده شهری را که علل مختلفی ممکن است، در بروز یک شرایط خاص نقش داشته باشند و به تأثیرات ناخواسته بر سلامت انسان و اکوسیستم شهری منجر شود، فراهم می آورد. مشکلات محیط زیستی، یکی از اساسی ترین مسائل شهرهای امروزی و حاصل تعارض و تقابل آن ها با محیط طبیعی در شهرهای کشور به ویژه تهران است. نتیجه این روند عدم تعادل و ناسازگاری میان انسان و طبیعت و به هم خوردن روابط اکوسیستم خواهد بود. رشد و توسعه فضایی کلان شهر تهران با مرکزیت اداری - سیاسی و خدماتی، مهاجرت از تمام نقاط کشور، افزایش بیکاری، رشد بی قواره شهر، افزایش بی رویه ساخت و سازها، حاشیه نشینی، زشتی منظر شهری، افزایش ناهنجاری های اجتماعی و افزایش جمعیت بدون زیرساخت های شهری، محیط زیست و سلامت شهروندان را به مخاطره می اندازد. استفاده بی رویه از منابع و امکانات موجب شده است که زندگی نسل اکنون و نسل های آینده را نیز دچار کمبود و نارسایی کند.

مبانی نظری

توسعه پایدار واژه جدیدی است که برای چالش سازگاری شکل و ساخت جامعه انسانی معاصر در چهارچوب پیشرفت آینده (توسعه) از طریق حمایت محیطی تعریف شده است. واژه توسعه پایدار در دهه ۱۹۸۰ تولد یافت که در آن مفهوم سازگاری واقعی اقدامات جوامع انسانی، کنشهای متقابل محیطی و ماهیت ساخت محیطی که مردم در آن زندگی می کنند نهفته است (الیوت، ۱۳۷۸: ۳). چالش های دهه ۱۹۸۰ که به شکل گیری سیاست های عملی میان توسعه و محیط زیست انجامید منجر به تدوین استراتژی حفاظت جهانی (WCS) توسط سازمان ملل برای حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی (IUCN) و برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP) انجامید. در این رویکردهای جدید بر توسعه پایدار، حفاظت محیط زیست به بهای از بین رفتن رشد اقتصادی یا کاهش رفاه اجتماعی پذیرفته نیست و بر توسعه همه جانبه اقتصادی و اجتماعی در راستای بهبود زیست محیطی و رفاه شهروندی، همگام با ترمیم و بازسازی محیط زیست برای نسل های آینده تأکید می ورزد (حمزوی، ۱۳۹۴). به تبع اجرای این برنامه در سطح جهان نیز اجلاس های مهمی برای رسیدن به مفهوم توسعه پایدار تشکیل شد (جدول ۱).

جدول ۱. کنفرانس های توسعه پایدار (منبع: حمیدی محمدی و دیگران، ۱۳۹۴)

کنفرانس	سال و محل برگزاری	اهداف
کنفرانس جهانی محیط زیست انسانی (استکهلم ۱۹۷۲)	حدود ۳۸ سال پیش یعنی در ۱۶ خرداد ۱۳۵۱ اولین کنفرانس زیست محیطی در سطح سران جهان در استکهلم با عنوان روز جهان در استکهلم سوئد	مسائلی مانند فقر و گرسنگی، بحران های زیست محیطی و الودگی های ناشی از آن، آلودگی هوا، تغییرات گسترده جوی، تخریب محیط لایه اوزون، افزایش گازهای گلخانه ای
اجلاس جهانی محیط زیست (ریو دوژانیرو، ۱۹۹۲)	حدود ۲۲ سال بعد از کنفرانس استکهلم، کنفرانس دیگری تحت عنوان محیط زیست و توسعه در سطح سران در شهر ریودوژانیرو برزیل	بالا رفتن دمای زمین، تولید گازهای گلخانه ای، آلودگی دریاها و اقیانوس ها، نابودی و تخریب جنگل ها، به خطر افتادن تنوع زیستی گونه های گیاهی و جانوری، فقر و گرسنگی و توسعه نیافتگی کشورها
اجلاس جهانی ژوهانسبورگ (۲۰۰۲)	این اجلاس معروف به "سران ۲۶ آگوست" در ۴ سپتامبر ۲۰۰۲ در مرکز شهر ژوهانسبورگ آفریقای جنوبی	در خصوص بازبینی تعهداتی که در اجلاس ریو مطرح شده مورد بررسی واقع شده بود
تشکیل کمیسیون توسعه پایدار ملل متحد (UNCED)	در دسامبر سال ۱۹۹۲ میلادی متعاقب اجلاس جهانی محیط زیست و توسعه (ریو، ۱۹۹۲) کمیسیون توسعه پایدار ملل متحد برای پیگیری مفاد توافقات اجلاس مذکور در سطوح محلی، منطقه ای، ملی و بین المللی به وجود آمد	گزارش ملی کشورها و برنامه کاری سال های آتی، انتقال تکنولوژی سالم زیست محیطی و یکپارچه سازی توسعه پایدار در سازمان ملل متحد، بهداشت، منابع آبی به ویژه آب شیرین، اسکان پایدار، مواد شیمیایی سمی، ضایعات خطرناک، مبارزه با جنگل زدایی، مبارزه با بیابان زدایی و خشکسالی، توسعه پایدار کوهها، ترویج کشاورزی پایدار، حفظ تنوع زیستی، مشارکت گروه های عمده اجتماعی، آگاه سازی عمومی، مبارزه با فقر، تغییر الگوی مصرف، توسعه صنعتی پایدار اقیانوس ها و دریاها، جهانگردی پایدار، مدیریت زمین و تجارت، اتمسفر، بررسی اطلاعات انرژی برای تصمیم سازی، دستور کار ۲۱ بود
نشست دوازدهم کمیسیون توسعه پایدار ملل متحد (UNCSD12)	نشست دوازدهم کمیسیون توسعه پایدار ملل متحد از تاریخ ۱۹ تا ۳۰ آوریل سال ۲۰۰۴ میلادی در نیویورک مقر اصلی سازمان ملل برگزاری گردید	آب، بهداشت-درمان و آموزش پزشکی، مسکن و شهرسازی و جهاد کشاورزی

می توان گفت که اهداف همه این کنفرانس ها بهبود زندگی انسان بدون تخریب محیط زیست می باشد توسعه پایدار یک روند است که در این روند نه تنها وضعیت جهان امروز در نظر گرفته می شود بلکه از حقوق آیندگان نیز دفاع می شود. پایداری در توسعه را می توان بر اساس یک سری شاخص ها بدست آورد. یک سری شاخص های یکپارچه که می تواند تعداد زیادی از داده ها را به دیگر اطلاعات قابل استفاده برای تصمیم گیرندگان تبدیل کنند دسترسی به منابع داده ها زمان و هزینه برای رسیدن به اهداف توسعه پایدار ضروری و حیاتی می باشد (Ingshu, 2005: 5).

بحران زیست محیطی در کلانشهرها

به دنبال صنعتی شدن جوامع که به نیت رفع مشکلات و سهولت در زندگی انسانها ایجاد شده بود که به نظر می رسد بتواند نیازهای انسان عصر جدید را برآورده سازد و توأمان با افزایش جمعیت در جهان مشکلات جدیدی رفته رفته شکل گرفت که می توان آن را بحران زیست محیطی نامید. بسیاری از افراد زمانی که میخواهند ریشه های مطرح شدن بحران



زیست محیطی را مطرح سازند از انتشار کتاب بهار خاموش خانم راشل کارسون که در سال ۱۹۶۲ انتشار یافت نام می برند. انتشار این کتاب را می توان آغاز جنبش زیست محیطی مدرن دانست اما قبل از خانم کارسون نیز افرادی مانند مالتوس (۱۷۶۶-۱۸۳۴) و نیز ویلیام استانلی جیوانس (۱۸۳۵-۱۸۸۲) در رابطه با کمبود منابع و تحلیل رفتن آنها در مواجهه شدن با افزایش جمعیت (مالتوس) و نیز کاهش منابع انرژی، مانند زغال سنگ (جیوانس) خطراتی را داده بودند (Baker, 2006: 18).

آلدو لئوپولد (۱۸۸۷-۱۹۴۸) از جمله افراد دیگری بود که بیش از نیم قرن پس از مرگش، به عنوان یکی از افراد اصلی در ایجاد جنبش محیط زیست گرایی مدرن مطرح گردید. وی در مقاله ای با عنوان اخلاق زمین با صراحت امکان انجام فعالیتهای زیست محیطی از طریق مسائل صرفاً اقتصادی را رد کرد و عقیده داشت که تنها ابزارهای ممکن برای انجام این فرآیند، رشد اجتماعی و اخلاقی است (لئوپولد، ۱۳۸۴، ۲۲).

رشد روزافزون جمعیت جهان، با شهری شدن آن همراه بوده و به پیدایش و رشد کلان شهرها و ابرشهرها انجامیده است. در این جریان، طبق چارچوب نظری اقتصاد نئوکلاسیک و نظریات رشد اقتصادی، محیط زیست مورد سوء استفاده و سوء مدیریت قرار گرفته است، به گونه ای که جبران خسارات وارد آمده به آن، با هیچ هزینه و جرمیهای امکان پذیر نیست. در این دیدگاه، بشر فراتر از ظرفیت تحمل از منابع انرژی برداشت کرده و همراه با آن الگوهای نامناسب تولید، توزیع و مصرف را نیز که تخریب و افت محیط زیست را به ویژه در شهرها و کلان شهرها در پی داشته، به کار گرفته است. انباشت گازهای سمی و بروز پدیده گلخانه ای جو و تشکیل جزایر گرمایی، تباهی و نابودی گونه های گیاهی و جانوری، آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی، آلودگی خاک ها، آلودگی سیمای بصری شهرها، انباشت پسماند در فضاهای شهری، و حریق از جمله تهدیدهای زیست محیطی در اکثر شهرهای بزرگ به ویژه در کشورهای توسعه نیافته بر شمرده می شود. دسترسی آزادانه و بدون برنامه به منابع انرژی و استفاده سودجویانه از فناوری های صنعتی، بدون توجه به هزینه های اجتماعی، اقتصادی و بوم شناختی ناشی از گسترش فرهنگ مصرفی صورت گرفته و زمینه های لازم را برای بهبود الگوهای تولید و توزیع و مصرف فراهم نکرده است (محمدی و بوچانی، ۱۳۸۶).

در جهان امروز کشورها ناچار به رویارویی و پاسخگویی به چالش ها و معضلاتی هستند که پیش از این در ادبیات امنیت از جایگاهی برخوردار نبوده اند. تهدیدات زیست محیطی یکی از حوزه های اصلی این چالش ها و تهدیدات غیر سنتی محسوب می شوند. بحران های زیست محیطی را نمی توان صرفاً به کشورهایی که با این بحران درگیر هستند، تقلیل داد و قرار گرفتن نظام بین الملل در چرخه بسیار پیچیده و وابسته سبب شده است که تغییر کوچک در یک بخش موجب تحولاتی عظیم در سایر بخش ها شود. مشکلات زیست محیطی همچون دومینو بر هم تاثیر می گذارند و یک چرخه پیچیده از بلایای طبیعی را ایجاد می کنند. این چرخه پیچیده نیز بر زندگی افراد به صورت چندجانبه تاثیر می گذارد. مشکلات زیست محیطی می توانند سبب به خطر افتادن امنیت جهانی شوند. بحران های زیست محیطی صرف نظر از اینکه در کدام کشور رخ می دهند بحرانی جهانی محسوب می شوند (موسوی نیا و دمرچیلو، ۱۴۰۲).

بنابراین ناپایداری زیست محیطی شهرها و برگشت ناپذیری صدمات ناشی از فعالیت های گذر از زندگی سنتی به زندگی مدرن و خارج از توان پذیرش محیط رخ داده است. مسائل و مشکلات زیست محیطی شهرها، از جمله آلودگی نواحی پیرامون شهرها، از بین رفتن مناظر طبیعی و گونه های زیستی، آلودگی سواحل و آب های سطحی و زیرزمینی، آلودگی هوا و سیمای شهری از مهم ترین این مسائل به شمار می آید که به چالشی بزرگ برای مدیران و برنامه ریزان شهری تبدیل شده است. در اذهان عمومی و سیاست گذاری های شهری، تلقی از محیط زیست شهری صرفاً به معنای "طبیعت" منجر به ارائه راهکارهای نادرستی گردیده که محیط زیست فرهنگی، اجتماعی و "محیط زیست کلی" را به حاشیه برده است. در سطح جهانی، نگرانی از عواقب سوء تخریب و افت زیست محیطی ناشی از فعالیت های ضد محیط زیست، به ویژه در شهرها به رویدادهای مهمی منجر شده است که از جمله می توان به اینها اشاره کرد: کنفرانس انسان



و محیط زیست در سال ۱۹۷۲ در شهر استکهلم، کنفرانس جهانی محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۸۳، گردهمایی زمین در شهر ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲، و کنفرانس هابیتات در سال ۱۹۹۶ در شهر استانبول. با توجه به اهمیت مسئله محیط زیست، به ویژه در پیوند با شهرنشینی و فعالیت های صنعتی و خدماتی در کشور مطابق با اصل ۵۰ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، موضوع محیط زیست در فصل جداگانه ای از قانون برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴-۸۸) مورد توجه قرار گرفته است (محمدی و بوچانی، ۱۳۸۶).

پیشینه پژوهش

شاه محمدی و رستمی (۱۴۰۲) در پژوهشی نشان دادند که شاخص «آلودگی هوا» در بالاترین سطح قرار گرفت. لذا با توجه به تاریخچه نسبتاً طولانی وضع قوانین و مقررات مرتبط با آلودگی هوا در ایران، بقای این معضل می تواند شاهی بر عدم توفیق مراجع قضایی ایران در این زمینه باشد. این در حالی است که با ابزارهای قضایی موجود می توان مانع تخلف از قوانین و مقررات مرتبط با آلودگی هوا شد یا عاملان تخلف از این قوانین و مقررات را مجازات و آنها را ملزم به جبران خسارت های وارده نمود.

کاتب و دیگران (۱۴۰۲) در پژوهشی به پایش وضعیت شاخص های انرژی در سه حوزه اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی پرداخته اند و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که: وضعیت شاخص های دسترسی به انرژی الکتریکی و سهم پرداختی از درآمد خانوارها برای انرژی الکتریکی مطلوب است. همچنین وضعیت شاخص های نسبت ذخایر به تولید، مناطقی که اسیدیته آن بیش از حد بحرانی است و نسبت پسماند جامد رادیواکتیو به واحد انرژی تولید شده نسبتاً مطلوب می باشد. وضعیت سایر شاخص ها، شامل: مصرف سرانه انرژی، نسبت منابع به تولید، شدت مصرف انرژی در صنعت، کشاورزی، خدمات، خانوارها و حمل و نقل، سهم سوخت در انرژی و الکتریسیته، سهم انرژی بدون کربن در انرژی و الکتریسیته، سهم انرژی های تجدیدپذیر در انرژی و غلظت آلودگی هوا در مناطق شهری نامطلوب می باشد.

ویسی ناب و دیگران (۱۴۰۲) در پژوهشی به وضعیت زیست پذیری شهری با تاکید بر شاخص های محیط زیست در کلانشهر تبریز پرداخته اند و یافته های پژوهش بیانگر آن است که به لحاظ بعد ذهنی ۸۰ درصد مناطق در وضعیت بسیار نامناسب و بحرانی قرار دارند و تنها دو منطقه ۲ و ۵ در وضعیت زیست پذیری محیط زیستی مناسب قرار دارند. در بعد عینی هیچ کدام از مناطق در وضعیت زیست پذیری مناسب قرار ندارند و ۱۰ منطقه مورد مطالعه در وضعیت نامطلوب و غیرقابل قبول قرار دارند. در نهایت در بعد ترکیبی (هر دو بعد عینی و ذهنی) منطقه ۲ با کسب نمره مورس ۷۱/۲۳ در وضعیت زیست پذیری محیط زیستی قابل تحمل، منطقه ۵ در وضعیت متوسط و سایر ۸ منطقه کلانشهر تبریز در وضعیت نامناسب و بحرانی قرار دارند. در ادامه پیشنهاد های برای بهبود وضعیت زیست پذیری محیط زیستی کلانشهر تبریز ارائه شده است.

مینویی و همکارانش (۱۴۰۲) در پژوهشی به ارزیابی میزان مشارکت مردم در کاهش آلودگی هوا و عوامل اقتصادی و اجتماعی موثر بر آن را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که میزان آگاهی شهروندان از پیامدهای آلودگی هوا به طور معنی داری بیشتر از حد متوسط است. میزان مشارکت شهروندان در کاهش آلودگی هوا به طور معنی داری بیشتر از حد متوسط بوده و بیشترین همکاری در زمینه جداسازی بازیافت و خرید از محل با فراوانی ۹/۳۳ درصد بود. همچنین بین عوامل مورد ارزیابی فقط دو شاخص آگاهی از پیامدهای آلودگی هوا و میزان تحصیلات بیشترین تأثیر را بر میزان تمایل به مشارکت در کاهش آلودگی هوا داشتند. بین سایر عوامل جمعیت شناختی مثل سن، جنسیت، وضعیت تأهل، درآمد ماهیانه و تعداد اعضای خانوار با میزان تمایل به مشارکت در کاهش آلودگی هوا رابطه معنی داری وجود نداشت. یافته ها نشان می دهد که مشارکت شهروندان در کاهش آلودگی هوا نیازمند آموزش همگانی، تأمین زیر ساخت ها و سیاست گذاری های صحیح می باشد.

اسماعیل زاده (۱۴۰۲) در پژوهشی به پیامدهای محیط زیست در اطراف ایستگاه متروی میدان ولیعصر تهران پرداخته اند و یافته‌ها نشان داد که بیشترین ابعاد متأثر از اجرای طرح مربوط به بعد اقتصادی (با میانگین ۰/۴/۶۵) و کمترین آن مربوط به بعد نهادی-حقوقی (با میانگین ۰/۸/۵۳) است. برآوردها نشان می‌دهد که پیامدهای مثبت اجرای طرح در آینده، براساس مقیاس طیف لیکرت، در حد زیاد خواهد بود. نتایج تحلیل واریانس (ANOVA)، نشان می‌دهد که سطح معنی‌داری آزمون لوین بیشتر از ۰/۵/۰ است. در نتیجه فرض برابری واریانس‌ها در ابعاد مختلف تأیید می‌شود. همچنین براساس نتایج آزمون گاما، سطح معنی‌داری بالای ۰/۵/۰ بوده است، در نتیجه، هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر اعتقاد شهروندان به مؤثر بودن اجرای طرح در محدوده مورد مطالعه وجود ندارد.

بابائی و همکارانش (۱۴۰۱)، به ارزیابی مدیریت پایدار حمل و نقل درون شهری با رویکرد پایدار محیط زیست در منطقه ۱۲ کلانشهر تهران پرداخته اند و نتایج در بخش استنباطی بیانگر آن است که مدیریت پایدار حمل‌ونقل درون‌شهری در مؤلفه‌های اقتصادی و کالبدی-عملکردی در راستای پایداری محیط‌زیست شهری و در مؤلفه‌های اجتماعی و محیطی-بوم‌شناختی در راستای پایداری محیط‌زیست شهری نیست. مدیریت پایدار حمل‌ونقل در منطقه ۱۲ کلان‌شهر تهران در راستای پایداری محیط‌زیست شهری نیست.

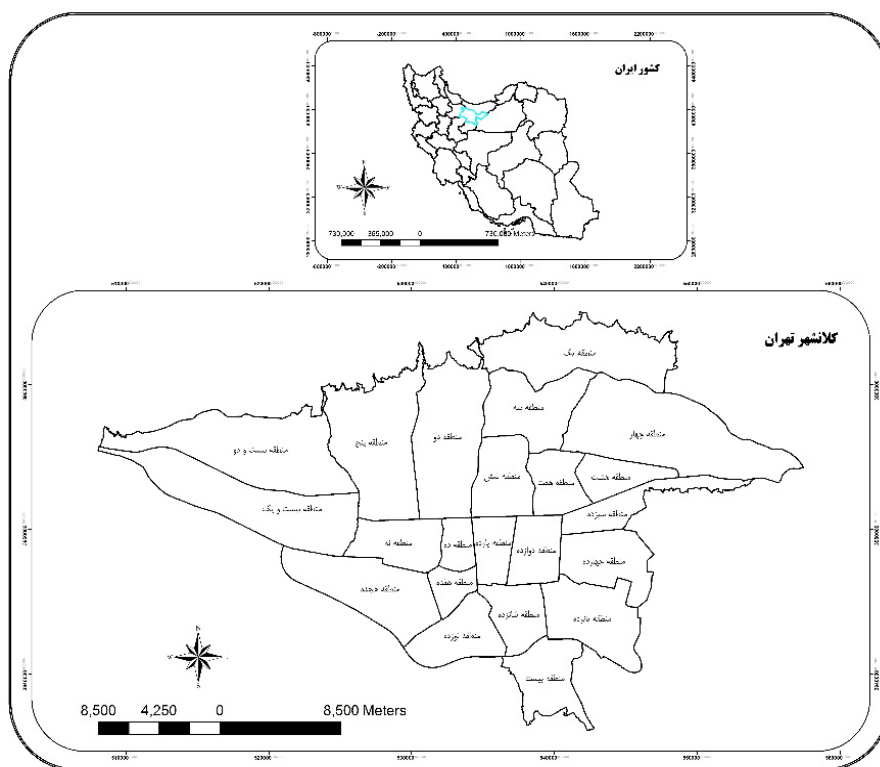
شناخت محدوده

کلان‌شهر تهران از نظر جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). بر پایه سرشماری‌های انجام گرفته در شهر تهران، جمعیت خالص افزوده شده به تهران در دهه‌های گذشته بیش از پنج میلیون نفر بوده است. این رشد جمعیتی گسترده، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی قابل توجهی به همراه داشته است. جمعیت تهران از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵ حدود پنج برابر شده است. این رشد جمعیت در شهرهای اطراف تهران حتی بیشتر از خود شهر تهران بوده است. در سال‌های اخیر، روند رشد جمعیت تهران تدریجاً کاهش یافته است. علت اصلی این کاهش، سکونت بخشی از جمعیت وابسته به تهران در شهرهای پیرامونی بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۳۵-۱۳۹۵).

جدول ۲. سیر تحول جمعیت شهر تهران

سال سرشماری	جمعیت شهر تهران
۱۳۳۵	۱'۵۶۰'۹۳۴
۱۳۴۵	۲'۷۱۹'۷۳۰
۱۳۵۵	۴'۵۳۰'۲۲۳
۱۳۶۵	۶'۰۵۸'۲۰۷
۱۳۷۰	۶'۴۹۷'۲۳۸
۱۳۷۵	۶'۷۵۸'۸۴۵
۱۳۸۵	۷'۷۱۱'۲۳۰
۱۳۹۵	۸'۷۳۷'۵۱۰

جدول ۲ نشان می‌دهد که تهران به عنوان یک کلانشهر با چالش‌های جمعیتی گسترده مواجه بوده و همچنان بخشی از این جمعیت به شهرهای اطراف منتقل می‌شوند. این موضوع نیازمند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مناسب در سطوح ملی و محلی است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کلانشهر تهران در ایران

روش تحقیق

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش توصیفی-تحلیلی است. در این پژوهش، اطلاعات و داده‌های مورد نیاز در قالب یک پرسشنامه پنج گزینه‌ای (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم) مورد بررسی قرار گرفته است. این پرسشنامه توسط افراد متخصص و کارشناسان خبره در این زمینه مورد استفاده قرار گرفته و در نهایت، ۵۰ نفر از این خبرگان به صورت تصادفی ساده انتخاب شده‌اند. در جدول ۱ مهمترین چالش‌های زیست محیطی (۲۶ مورد) شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت و برای تجزیه و تحلیل آن از مدل ویکور استفاده شد. روش ویکور به معنای راه حل توافقی و بهینه سازی چند معیاره معادل عبارت انگلیسی (Multi-criteria optimization and compromise solution) می باشد که اولین بار توسط Opricovic و Tzeng ارائه شد. روش ویکور یک تصمیم گیری چند معیاره برای حل یک مساله تصمیم گیری با معیارهای نامناسب و واحدهای اندازه گیری مختلف و متعارض است. روش VIKOR بر تمرکز بر رتبه بندی و انتخاب از بین یک مجموعه راه کار در مساله ای با داشتن معیارهای مخالف هدف گذاری شده است.

جدول ۲. شاخص‌ها و چالش‌های زیست محیطی در کلانشهر تهران

۱- آلودگی نوری	۱۴- مصرف بی‌رویه منابع طبیعی و محیط زیستی
۲- انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده	۱۵- ترافیک
۳- آلودگی هوا	۱۶- آلودگی صوتی
۴- بحران آب	۱۷- فرسایش خاک
۵- مشکلات فیزیکی و کالبدی	۱۸- عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست
۶- فاضلاب و پسماندها	۱۹- گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت‌های فسیلی
۷- مصرف بالای آب	۲۰- پایین بودن سرانه فضای سبز

۸- آسیب های اجتماعی و روانی	۲۱- گرمایش جهانی اقلیم
۹- نابودی جنگل و مراتع	۲۲- کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری
۱۰- توسعه ناپایدار شهری و صنعتی	۲۳- تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر
۱۱- حاشیه نشینی و بافت فرسوده	۲۴- پسماندهای حاصل از فعالیتهای عظیم ساختمانی
۱۲- عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر	۲۵- تغییر کاربری
۱۳- گسترش صنایع در پیرامون شهر	۲۶- تراکم بالای جمعیت

ماخذ: موسوی نیا، سیدرضا و دمرچیلو، فاطمه (۱۴۰۲)، اسماعیل زاده، حسن (۱۴۰۲)، جعفری و حبیب پور (۱۳۸۷)، احمدی مسعود و دیگران (۱۳۹۲)، حقیقت نایینی و ربیعی فر (۱۳۹۴)، موبدپور و دیگران (۱۳۹۶)، ریاحی و فتحی زاده (۱۳۹۸)، خوارزمی و دیگران (۱۴۰۱)، اربابی سبزواری و هاشمی نسب (۱۴۰۰)، اجزاء شکوهی و دیگران (۱۳۹۹)

یافته های پژوهش

در این قسمت برای تجزیه و تحلیل یافته ها از روش ویکور استفاده شده است. در جدول ۲ ماتریس اولیه پاسخگویان ارائه گردید و به طوریکه با جمع بندی نظرات خبرگان و بدست آوردن میانگین آن در جدول ۲ و سپس بدست اوزان نهایی با استفاده از روش انتروپی و اقدام به نرمالسازی داده های اولیه (جدول ۳) گردید و سپس با محاسبات ماتریس نرمال شده وزندار (جدول ۵)، f_{ij}^+ و f_{ij}^- جدول (۶)، محاسبه f^+ و f^- بر اساس اوزان نهایی و در نهایت به دست آوردن رتبه نهایی اقدام گردید (جدول ۷ و ۸).

جدول ۴. ماتریس اولیه پاسخگویان

ماتریس اولیه	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
آلودگی نوری	۳،۰۰	۲،۷۰	۲،۹۰	۲،۵۰	۳،۲۰
انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده	۲،۸۰	۳،۱۰	۲،۸۰	۳،۲۰	۳،۲۰
آلودگی هوا	۲،۷۰	۳،۲۰	۳،۵۰	۳،۶۰	۳،۸۰
بحران آب	۳،۸۰	۲،۸۰	۳،۴۰	۲،۸۰	۲،۷۰
مشکلات فیزیکی و کالبدی	۲،۶۰	۳،۵۰	۲،۲۰	۲،۷۰	۲،۸۰
فاضلاب و پسماندها	۳،۳۰	۲،۱۰	۳،۰۰	۳،۶۰	۲،۹۰
مصرف بالای آب	۲،۸۰	۲،۸۰	۲،۷۰	۲،۱۰	۲،۵۰
آسیب های اجتماعی و روانی	۲،۹۰	۲،۶۰	۲،۳۰	۳،۷۰	۲،۸۰
نابودی جنگل و مراتع	۳،۱۰	۲،۵۰	۲،۶۰	۲،۵۰	۲،۴۰
توسعه ناپایدار شهری و صنعتی	۲،۷۰	۲،۷۰	۲،۵۰	۲،۶۰	۲،۸۰
حاشیه نشینی و بافت فرسوده	۲،۵۰	۲،۷۰	۳،۲۰	۲،۸۰	۲،۳۰
عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر	۲،۷۰	۳،۲۰	۳،۲۰	۲،۷۰	۳،۰۰
گسترش صنایع در پیرامون شهر	۳،۲۰	۳،۲۰	۲،۳۰	۳،۱۰	۲،۶۰
مصرف بی رویه منابع طبیعی و محیط زیستی	۲،۹۰	۲،۶۰	۳،۰۰	۲،۲۰	۳،۰۰
ترافیک	۲،۵۰	۲،۸۰	۲،۹۰	۳،۰۰	۳،۰۰
آلودگی صوتی	۲،۴۰	۲،۶۰	۲،۵۰	۲،۲۰	۲،۷۰
فرسایش خاک	۲،۴۰	۳،۰۰	۲،۲۰	۳،۴۰	۳،۱۰
عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست	۲،۷۰	۲،۷۰	۲،۷۰	۲،۶۰	۳،۳۰
گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت های فسیلی	۲،۹۰	۲،۴۰	۲،۷۰	۲،۸۰	۳،۳۰
پایین بودن سرانه فضای سبز	۳،۰۰	۳،۳۰	۲،۹۰	۲،۴۰	۳،۳۰



۲,۳۰	۳,۶۰	۳,۱۰	۲,۹۰	۲,۸۰	گرمایش جهانی اقلیم
۲,۷۰	۲,۵۰	۲,۸۰	۱,۹۰	۲,۷۰	کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری
۳,۱۰	۲,۵۰	۳,۱۰	۲,۷۰	۲,۹۰	تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر
۲,۲۰	۲,۶۰	۲,۸۰	۳,۱۰	۲,۵۰	پسماندهای حاصل از فعالیتهای عظیم ساختمانی
۲,۲۰	۲,۵۰	۳,۳۰	۲,۹۰	۲,۹۰	تغییر کاربری
۲,۹۰	۳,۲۰	۲,۲۰	۳,۰۰	۲,۹۰	تراکم بالای جمعیت
۰,۲۰۶۷۲	۰,۲۹۳۱۵	۰,۱۹۷۶۱	۰,۱۸۲۳۶	۰,۱۲۰۱۷	وزن معیارها حاصل از انترپوی
۲۱۵,۰۵	۲۱۲,۷۰	۲۰۷,۳۸	۲۰۸,۱۸	۲۱۰,۶۴	جمع مربعات
۱۴,۶۶	۱۴,۵۸	۱۴,۴۰	۱۴,۴۳	۱۴,۵۱	جذر جمع مربعات

جدول ۵. نرمال سازی ماتریس اولیه

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	ماتریس نرمال شده
۰,۲۱۸۲	۰,۱۷۱۴	۰,۲۰۱۴	۰,۱۸۷۱	۰,۲۰۶۷	آلودگی نوری
۰,۲۱۸۲	۰,۲۱۹۴	۰,۱۹۴۴	۰,۲۱۴۹	۰,۱۹۲۹	انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده
۰,۲۵۹۱	۰,۲۴۶۸	۰,۲۴۳۰	۰,۲۲۱۸	۰,۱۸۶۰	آلودگی هوا
۰,۱۸۴۱	۰,۱۹۲۰	۰,۲۳۶۱	۰,۱۹۴۱	۰,۲۶۱۸	بحران آب
۰,۱۹۰۹	۰,۱۸۵۱	۰,۱۵۲۸	۰,۲۴۲۶	۰,۱۷۹۱	مشکلات فیزیکی و کالبدی
۰,۱۹۷۸	۰,۲۴۶۸	۰,۲۰۸۳	۰,۱۴۵۵	۰,۲۲۷۴	فاضلاب و پسماندها
۰,۱۷۰۵	۰,۱۴۴۰	۰,۱۸۷۵	۰,۱۹۴۱	۰,۱۹۲۹	مصرف بالای آب
۰,۱۹۰۹	۰,۲۵۳۷	۰,۱۵۹۷	۰,۱۸۰۲	۰,۱۹۹۸	آسیب های اجتماعی و روانی
۰,۱۶۳۷	۰,۱۷۱۴	۰,۱۸۰۵	۰,۱۷۳۳	۰,۲۱۳۶	نابودی جنگل و مراتع
۰,۱۹۰۹	۰,۱۷۸۳	۰,۱۷۳۶	۰,۱۸۷۱	۰,۱۸۶۰	توسعه ناپایدار شهری و صنعتی
۰,۱۵۶۸	۰,۱۹۲۰	۰,۲۲۲۲	۰,۱۸۷۱	۰,۱۷۲۳	حاشیه نشینی و بافت فرسوده
۰,۲۰۴۶	۰,۱۸۵۱	۰,۲۲۲۲	۰,۲۲۱۸	۰,۱۸۶۰	عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر
۰,۱۷۷۳	۰,۲۱۲۶	۰,۱۵۹۷	۰,۲۲۱۸	۰,۲۲۰۵	گسترش صنایع در پیرامون شهر
۰,۲۰۴۶	۰,۱۵۰۸	۰,۲۰۸۳	۰,۱۸۰۲	۰,۱۹۹۸	مصرف بی رویه منابع طبیعی و محیط زیستی
۰,۲۰۴۶	۰,۲۰۵۷	۰,۲۰۱۴	۰,۱۹۴۱	۰,۱۷۲۳	ترافیک
۰,۱۸۴۱	۰,۱۵۰۸	۰,۱۷۳۶	۰,۱۸۰۲	۰,۱۶۵۴	آلودگی صوتی
۰,۲۱۱۴	۰,۲۳۳۱	۰,۱۵۲۸	۰,۲۰۷۹	۰,۱۶۵۴	فرسایش خاک
۰,۲۲۵۰	۰,۱۷۸۳	۰,۱۸۷۵	۰,۱۸۷۱	۰,۱۸۶۰	عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست
۰,۲۲۵۰	۰,۱۹۲۰	۰,۱۸۷۵	۰,۱۶۶۳	۰,۱۹۹۸	گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت های فسیلی
۰,۲۲۵۰	۰,۱۶۴۶	۰,۲۰۱۴	۰,۲۲۸۷	۰,۲۰۶۷	پایین بودن سرانه فضای سبز
۰,۱۵۶۸	۰,۲۴۶۸	۰,۲۱۵۳	۰,۲۰۱۰	۰,۱۹۲۹	گرمایش جهانی اقلیم
۰,۱۸۴۱	۰,۱۷۱۴	۰,۱۹۴۴	۰,۱۳۱۷	۰,۱۸۶۰	کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری
۰,۲۱۱۴	۰,۱۷۱۴	۰,۲۱۵۳	۰,۱۸۷۱	۰,۱۹۹۸	تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر
۰,۱۵۰۰	۰,۱۷۸۳	۰,۱۹۴۴	۰,۲۱۴۹	۰,۱۷۲۳	پسماندهای حاصل از فعالیتهای عظیم ساختمانی



ماتریس نرمال شده	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
تغییر کاربری	۰,۱۹۹۸	۰,۲۰۱۰	۰,۲۲۹۲	۰,۱۷۱۴	۰,۱۵۰۰
تراکم بالای جمعیت	۰,۱۹۹۸	۰,۲۰۷۹	۰,۱۵۲۸	۰,۲۱۹۴	۰,۱۹۷۸

جدول ۶. ماتریس نرمال شده اوزان

ماتریس نرمال شده وزندار	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
آلودگی نوری	۰,۲۴۸	۰,۳۴۱	۰,۳۹۸	۰,۵۰۳	۰,۴۵۱
انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده	۰,۲۳۲	۰,۳۹۲	۰,۳۸۴	۰,۵۶۳	۰,۴۵۱
آلودگی هوا	۰,۲۲۴	۰,۴۰۴	۰,۴۸۰	۰,۷۲۴	۰,۵۳۶
بحران آب	۰,۳۱۵	۰,۳۵۴	۰,۴۶۷	۰,۵۶۳	۰,۳۸۱
مشکلات فیزیکی و کالبدی	۰,۲۱۵	۰,۴۴۲	۰,۳۰۲	۰,۵۴۳	۰,۳۹۵
فاضلاب و پسماندها	۰,۲۷۳	۰,۲۶۵	۰,۴۱۲	۰,۷۲۴	۰,۴۰۹
مصرف بالای آب	۰,۲۳۲	۰,۳۵۴	۰,۳۷۰	۰,۴۲۲	۰,۳۵۲
آسیب های اجتماعی و روانی	۰,۲۴۰	۰,۳۲۹	۰,۳۱۶	۰,۷۴۴	۰,۳۹۵
نابودی جنگل و مراتع	۰,۲۵۷	۰,۳۱۶	۰,۳۵۷	۰,۵۰۳	۰,۳۳۸
توسعه ناپایدار شهری و صنعتی	۰,۲۲۴	۰,۳۴۱	۰,۳۴۳	۰,۵۲۳	۰,۳۹۵
حاشیه نشینی و بافت فرسوده	۰,۲۰۷	۰,۳۴۱	۰,۴۳۹	۰,۵۶۳	۰,۳۲۴
عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر	۰,۲۲۴	۰,۴۰۴	۰,۴۳۹	۰,۵۴۳	۰,۴۲۳
گسترش صنایع در پیرامون شهر	۰,۲۶۵	۰,۴۰۴	۰,۳۱۶	۰,۶۲۳	۰,۳۶۷
مصرف بی رویه منابع طبیعی و محیط زیستی	۰,۲۴۰	۰,۳۲۹	۰,۴۱۲	۰,۴۴۲	۰,۴۲۳
ترافیک	۰,۲۰۷	۰,۳۵۴	۰,۳۹۸	۰,۶۰۳	۰,۴۲۳
آلودگی صوتی	۰,۱۹۹	۰,۳۲۹	۰,۳۴۳	۰,۴۴۲	۰,۳۸۱
فرسایش خاک	۰,۱۹۹	۰,۳۷۹	۰,۳۰۲	۰,۶۸۳	۰,۴۳۷
عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست	۰,۲۲۴	۰,۳۴۱	۰,۳۷۰	۰,۵۲۳	۰,۴۶۵
گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت های فسیلی	۰,۲۴۰	۰,۳۰۳	۰,۳۷۰	۰,۵۶۳	۰,۴۶۵
پایین بودن سرانه فضای سبز	۰,۲۴۸	۰,۴۱۷	۰,۳۹۸	۰,۴۸۲	۰,۴۶۵
گرمایش جهانی اقلیم	۰,۲۳۲	۰,۳۶۷	۰,۴۲۵	۰,۷۲۴	۰,۳۲۴
کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری	۰,۲۲۴	۰,۲۴۰	۰,۳۸۴	۰,۵۰۳	۰,۳۸۱
تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر	۰,۲۴۰	۰,۳۴۱	۰,۴۲۵	۰,۵۰۳	۰,۴۳۷
پسماندهای حاصل از فعالیت های عظیم ساختمانی	۰,۲۰۷	۰,۳۹۲	۰,۳۸۴	۰,۵۲۳	۰,۳۱۰
تغییر کاربری	۰,۲۴۰	۰,۳۶۷	۰,۴۵۳	۰,۵۰۳	۰,۳۱۰
تراکم بالای جمعیت	۰,۲۴۰	۰,۳۷۹	۰,۳۰۲	۰,۶۴۳	۰,۴۰۹
MIN	۰,۱۹۹	۰,۲۴۰	۰,۳۰۲	۰,۴۲۲	۰,۳۱۰
MAX	۰,۳۱۵	۰,۴۴۲	۰,۴۸۰	۰,۷۴۴	۰,۵۳۶
f+	۰,۳۱۵	۰,۴۴۲	۰,۴۸۰	۰,۷۴۴	۰,۵۳۶



ماتریس نرمال شده وزندار	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
f-	۰,۰۱۹۹	۰,۰۲۴۰	۰,۰۳۰۲	۰,۰۴۲۲	۰,۰۳۱۰
(f+)-(f-)	۰,۰۱۱۶	۰,۰۲۰۲	۰,۰۱۷۸	۰,۰۳۲۲	۰,۰۲۲۶

جدول ۷. محاسبه f+)-fj (f+)

(f+)-fj	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
آلودگی نوری	۰,۰۰۶۶	۰,۰۱۰۱	۰,۰۰۸۲	۰,۰۲۴۱	۰,۰۰۸۵
انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده	۰,۰۰۸۳	۰,۰۰۵۱	۰,۰۰۹۶	۰,۰۱۰۱	۰,۰۰۸۵
آلودگی هوا	۰,۰۰۹۱	۰,۰۰۳۸	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۰۰
بحران آب	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۸۸	۰,۰۰۱۴	۰,۰۱۸۱	۰,۰۱۵۵
مشکلات فیزیکی و کالبدی	۰,۰۰۹۹	۰,۰۰۰۰	۰,۰۱۷۸	۰,۰۲۰۱	۰,۰۱۴۱
فاضلاب و پسماندها	۰,۰۰۴۱	۰,۰۱۷۷	۰,۰۰۶۹	۰,۰۰۲۰	۰,۰۱۲۷
مصرف بالای آب	۰,۰۰۸۳	۰,۰۰۸۸	۰,۰۱۱۰	۰,۰۳۲۲	۰,۰۱۸۳
آسیب های اجتماعی و روانی	۰,۰۰۷۵	۰,۰۱۱۴	۰,۰۱۶۵	۰,۰۰۰۰	۰,۰۱۴۱
نابودی جنگل و مراتع	۰,۰۰۵۸	۰,۰۱۲۶	۰,۰۱۲۳	۰,۰۲۴۱	۰,۰۱۹۷
توسعه ناپایدار شهری و صنعتی	۰,۰۰۹۱	۰,۰۱۰۱	۰,۰۱۳۷	۰,۰۲۲۱	۰,۰۱۴۱
حاشیه نشینی و بافت فرسوده	۰,۰۱۰۸	۰,۰۱۰۱	۰,۰۰۴۱	۰,۰۱۸۱	۰,۰۲۱۱
عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر	۰,۰۰۹۱	۰,۰۰۳۸	۰,۰۰۴۱	۰,۰۲۰۱	۰,۰۱۱۳
گسترش صنایع در پیرامون شهر	۰,۰۰۵۰	۰,۰۰۳۸	۰,۰۱۶۵	۰,۰۱۲۱	۰,۰۱۶۹
مصرف بی رویه منابع طبیعی و محیط زیستی	۰,۰۰۷۵	۰,۰۱۱۴	۰,۰۰۶۹	۰,۰۳۰۲	۰,۰۱۱۳
ترافیک	۰,۰۱۰۸	۰,۰۰۸۸	۰,۰۰۸۲	۰,۰۱۴۱	۰,۰۱۱۳
آلودگی صوتی	۰,۰۱۱۶	۰,۰۱۱۴	۰,۰۱۳۷	۰,۰۳۰۲	۰,۰۱۵۵
فرسایش خاک	۰,۰۱۱۶	۰,۰۰۶۳	۰,۰۱۷۸	۰,۰۰۶۰	۰,۰۰۹۹
عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست	۰,۰۰۹۱	۰,۰۱۰۱	۰,۰۱۱۰	۰,۰۲۲۱	۰,۰۰۷۰
گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت های فسیلی	۰,۰۰۷۵	۰,۰۱۳۹	۰,۰۱۱۰	۰,۰۱۸۱	۰,۰۰۷۰
پایین بودن سرانه فضای سبز	۰,۰۰۶۶	۰,۰۰۲۵	۰,۰۰۸۲	۰,۰۲۶۱	۰,۰۰۷۰
گرمایش جهانی اقلیم	۰,۰۰۸۳	۰,۰۰۷۶	۰,۰۰۵۵	۰,۰۰۲۰	۰,۰۲۱۱
کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری	۰,۰۰۹۱	۰,۰۲۰۲	۰,۰۰۹۶	۰,۰۲۴۱	۰,۰۱۵۵
تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر	۰,۰۰۷۵	۰,۰۱۰۱	۰,۰۰۵۵	۰,۰۲۴۱	۰,۰۰۹۹
پسماندهای حاصل از فعالیت های عظیم ساختمانی	۰,۰۱۰۸	۰,۰۰۵۱	۰,۰۰۹۶	۰,۰۲۲۱	۰,۰۲۲۶
تغییر کاربری	۰,۰۰۷۵	۰,۰۰۷۶	۰,۰۰۲۷	۰,۰۲۴۱	۰,۰۲۲۶
تراکم بالای جمعیت	۰,۰۰۷۵	۰,۰۰۶۳	۰,۰۱۷۸	۰,۰۱۰۱	۰,۰۱۲۷

جدول ۸. محاسبه (f+)-(f-) بر اساس وزن معیار

وزن معیارها	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
w*((f+)-fj)/(f+)-(f-))	۰,۱۲۰۱۷	۰,۱۸۲۳۶	۰,۱۹۷۶۱	۰,۲۹۳۱۵	۰,۲۰۶۷۲
آلودگی نوری	۰,۰۶۸۷	۰,۰۹۱۲	۰,۰۹۱۲	۰,۲۱۹۹	۰,۰۷۷۵
انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده	۰,۰۸۵۸	۰,۰۴۵۶	۰,۱۰۶۴	۰,۰۹۱۶	۰,۰۷۷۵
آلودگی هوا	۰,۰۹۴۴	۰,۰۳۴۲	۰,۰۰۰۰	۰,۰۱۸۳	۰,۰۰۰۰
بحران آب	۰,۰۰۰۰	۰,۰۷۹۸	۰,۰۱۵۲	۰,۱۶۴۹	۰,۱۴۲۱
مشکلات فیزیکی و کالبدی	۰,۱۰۳۰	۰,۰۰۰۰	۰,۱۹۷۶	۰,۱۸۳۲	۰,۱۲۹۲

وزن معیارها	۰,۱۲۰۱۷	۰,۱۸۲۳۶	۰,۱۹۷۶۱	۰,۲۹۳۱۵	۰,۲۰۶۷۲
$w*((f+)-(f_{ij}))/((f+)-(f-))$	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
فاضلاب و پسماندها	۰,۰۴۲۹	۰,۱۵۹۶	۰,۰۷۶۰	۰,۰۱۸۳	۰,۱۱۶۳
مصرف بالای آب	۰,۰۸۵۸	۰,۰۷۹۸	۰,۱۲۱۶	۰,۲۹۳۱	۰,۱۶۸۰
آسیب های اجتماعی و روانی	۰,۰۷۷۳	۰,۱۰۲۶	۰,۱۸۲۴	۰,۰۰۰۰	۰,۱۲۹۲
نابودی جنگل و مراتع	۰,۰۶۰۱	۰,۱۱۴۰	۰,۱۳۶۸	۰,۲۱۹۹	۰,۱۸۰۹
توسعه ناپایدار شهری و صنعتی	۰,۰۹۴۴	۰,۰۹۱۲	۰,۱۵۲۰	۰,۲۰۱۵	۰,۱۲۹۲
حاشیه نشینی و بافت فرسوده	۰,۱۱۱۶	۰,۰۹۱۲	۰,۰۴۵۶	۰,۱۶۴۹	۰,۱۹۳۸
عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر	۰,۰۹۴۴	۰,۰۳۴۲	۰,۰۴۵۶	۰,۱۸۳۲	۰,۱۰۳۴
گسترش صنایع در پیرامون شهر	۰,۰۵۱۵	۰,۰۳۴۲	۰,۱۸۲۴	۰,۱۰۹۹	۰,۱۵۵۰
مصرف بی رویه منابع طبیعی و محیط زیستی	۰,۰۷۷۳	۰,۱۰۲۶	۰,۰۷۶۰	۰,۲۷۴۸	۰,۱۰۳۴
ترافیک	۰,۱۱۱۶	۰,۰۷۹۸	۰,۰۹۱۲	۰,۱۲۸۳	۰,۱۰۳۴
آلودگی صوتی	۰,۱۲۰۲	۰,۱۰۲۶	۰,۱۵۲۰	۰,۲۷۴۸	۰,۱۴۲۱
فرسایش خاک	۰,۱۲۰۲	۰,۰۵۷۰	۰,۱۹۷۶	۰,۰۵۵۰	۰,۰۹۰۴
عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست	۰,۰۹۴۴	۰,۰۹۱۲	۰,۱۲۱۶	۰,۲۰۱۵	۰,۰۶۴۶
گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت های فسیلی	۰,۰۷۷۳	۰,۱۲۵۴	۰,۱۲۱۶	۰,۱۶۴۹	۰,۰۶۴۶
پایین بودن سرانه فضای سبز	۰,۰۶۸۷	۰,۰۲۲۸	۰,۰۹۱۲	۰,۲۳۸۲	۰,۰۶۴۶
گرمایش جهانی اقلیم	۰,۰۸۵۸	۰,۰۶۸۴	۰,۰۶۰۸	۰,۰۱۸۳	۰,۱۹۳۸
کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری	۰,۰۹۴۴	۰,۱۸۲۴	۰,۱۰۶۴	۰,۲۱۹۹	۰,۱۴۲۱
تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر	۰,۰۷۷۳	۰,۰۹۱۲	۰,۰۶۰۸	۰,۲۱۹۹	۰,۰۹۰۴
پسماندهای حاصل از فعالیت های عظیم ساختمانی	۰,۱۱۱۶	۰,۰۴۵۶	۰,۱۰۶۴	۰,۲۰۱۵	۰,۲۰۶۷
تغییر کاربری	۰,۰۷۷۳	۰,۰۶۸۴	۰,۰۳۰۴	۰,۲۱۹۹	۰,۲۰۶۷
تراکم بالای جمعیت	۰,۰۷۷۳	۰,۰۵۷۰	۰,۱۹۷۶	۰,۰۹۱۶	۰,۱۱۶۳

جدول ۹. رتبه نهایی شاخص ها

شاخص ها	Si	Ri	Qi	رتبه نهایی
آلودگی نوری	۰,۵۴۸۴	۰,۲۱۹۹	۰,۶۲۷۰	۱۸
انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده	۰,۴۰۷۰	۰,۱۰۶۴	۰,۲۳۱۸	۲
آلودگی هوا	۰,۱۴۶۹	۰,۰۹۴۴	۰,۰۰۰۰	۱
بحران آب	۰,۴۰۲۰	۰,۱۶۴۹	۰,۳۷۵۱	۵
مشکلات فیزیکی و کالبدی	۰,۶۱۳۰	۰,۱۹۷۶	۰,۶۲۱۱	۱۶
فاضلاب و پسماندها	۰,۴۱۳۱	۰,۱۵۹۶	۰,۳۷۰۳	۴
مصرف بالای آب	۰,۷۴۸۳	۰,۲۹۳۱	۰,۹۶۶۴	۲۶
آسیب های اجتماعی و روانی	۰,۴۹۱۴	۰,۱۸۲۴	۰,۴۸۸۵	۸
نابودی جنگل و مراتع	۰,۷۱۱۶	۰,۲۱۹۹	۰,۷۵۳۵	۲۲
توسعه ناپایدار شهری و صنعتی	۰,۶۶۸۳	۰,۲۰۱۵	۰,۶۷۳۹	۲۰
حاشیه نشینی و بافت فرسوده	۰,۶۰۷۱	۰,۱۹۳۸	۰,۶۰۶۹	۱۴
عدم مکانیابی مناسب صنایع و کارخانه ها در اطراف شهر	۰,۴۶۰۸	۰,۱۸۳۲	۰,۴۶۶۸	۶
گسترش صنایع در پیرامون شهر	۰,۵۳۳۱	۰,۱۸۲۴	۰,۵۲۰۸	۱۰
مصرف بی رویه منابع طبیعی و محیط زیستی	۰,۶۳۴۰	۰,۲۷۴۸	۰,۸۳۱۶	۲۴



شاخص ها	Si	Ri	Qi	رتبه نهایی
ترافیک	۰,۵۱۴۲	۰,۱۲۸۳	۰,۳۶۹۹	۳
آلودگی صوتی	۰,۷۹۱۷	۰,۲۷۴۸	۰,۹۵۳۹	۲۵
فرسایش خاک	۰,۵۲۰۲	۰,۱۹۷۶	۰,۵۴۹۱	۱۱
عدم حفظ اکوسیستم و تنوع محیط زیست	۰,۵۷۳۳	۰,۲۰۱۵	۰,۶۰۰۲	۱۳
گازهای حاصل از فرایند احتراق سوخت های فسیلی	۰,۵۵۳۷	۰,۱۶۴۹	۰,۴۹۲۸	۹
پایین بودن سرانه فضای سبز	۰,۴۸۵۴	۰,۲۳۸۲	۰,۶۲۴۲	۱۷
گرمایش جهانی اقلیم	۰,۴۲۷۱	۰,۱۹۳۸	۰,۴۶۷۳	۷
کاهش کیفیت مناظر و چشم اندازهای شهری	۰,۷۴۵۲	۰,۲۱۹۹	۰,۷۷۹۵	۲۳
تخریب اراضی کشاورزی و زراعی پیرامون شهر	۰,۵۳۹۵	۰,۲۱۹۹	۰,۶۲۰۱	۱۵
پسماندهای حاصل از فعالیت های عظیم ساختمانی	۰,۶۷۱۸	۰,۲۰۶۷	۰,۶۸۹۶	۲۱
تغییر کاربری	۰,۶۰۲۶	۰,۲۱۹۹	۰,۶۶۹۰	۱۹
تراکم بالای جمعیت	۰,۵۳۹۷	۰,۱۹۷۶	۰,۵۶۴۲	۱۲

آلودگی های گوناگون در کلان شهر تهران یکی از چالش های اساسی کشور است. توسعه تک بعدی و صرفاً اقتصادی جوامع، موجب خدشه دار شدن پایداری و تاب آوری شهر تهران شده است. در همین راستا نتایج نشان می دهد که آلودگی هوا در کلانشهر تهران با کسب امتیاز نخست به یکی از مهمترین چالش های زیست محیطی این منطقه تبدیل شده است. با توجه به رشد روزافزون جمعیت، افزایش تعداد وسایط نقلیه و گسترش فعالیت های صنعتی در اطراف شهر تهران، آلودگی هوا به شدت افزایش یافته و نتایج نامطلوبی را به همراه داشته است. عوامل متعددی در تشدید این مشکل زیست محیطی دخیل هستند. افزایش جمعیت و تراکم بالای آن در شهر و حومه، رشد بی رویه تعداد وسایل نقلیه و ترافیک سنگین در سطح شهر، و همچنین توسعه فعالیت های صنعتی و تولیدی در مناطق اطراف تهران از جمله این عوامل هستند. همچنین نبود زیرساخت های کافی برای کنترل و مدیریت آلودگی هوا نیز بر شدت این معضل افزوده است و مشکلات زیادی برای سلامت شهروندان و کیفیت زندگی آنها فراهم ساخته است. شاخص انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده با امتیاز ۰,۲۳۱ به عنوان دومین عامل مهم در افزایش معضلات زیست محیطی تهران بسیار قابل توجه است و به عنوان یک عامل کلیدی در تشدید بحران آلودگی هوای تهران شناخته شده است. یکی دیگر از معضلات زیست محیطی کلانشهر تهران بحث ترافیک است که به طور جدی بر محیط زیست و سلامت و نشاط شهروندان را تحت تاثیر قرار داده است. از دیگر مشکلات زیست محیطی می توان به فاضلاب و پسماندها در کلانشهر تهران اشاره کرد که به دلیل نبود شبکه جامع فاضلاب شهری، با مسائلی جدی در دفع و تصفیه فاضلاب مواجه است. آب های آلوده ناشی از فاضلاب، به آبخوان ها و منابع آبی نفوذ کرده و موجب آلودگی آن ها می شود. همچنین دفع غیر اصولی فاضلاب ها در کانال ها و زهکش ها باعث بروز مشکلاتی مانند آلودگی هوا، آب های سطحی و خاک می گردد. کلیه عوامل مذکور در جدول فوق عوامل و چالش های زیست محیطی در کلانشهر تهران فراوان هستند و ارتباط تنگاتنگی باهم دارند و بر یکدیگر تاثیر می گذارند. بنابراین برای مقابله با این چالش های زیست محیطی، نیاز به اقدامات جامع و هماهنگ در زمینه های مختلف از جمله مدیریت ترافیک، توسعه زیرساخت های زیست محیطی، کنترل انتشار آلاینده ها و مدیریت پسماند و فاضلاب و سایر عوامل است.

نتیجه گیری



مسائل زیست محیطی به عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات پیش روی بشریت در قرن حاضر مطرح هستند و دغدغه اصلی اندیشمندان و سیاست گذاران شهری است. رشد سریع جمعیت جهان در سطح شهرها و کلانشهرها، توسعه صنعتی و تکنولوژیکی، و همچنین الگوهای نادرست تولید و مصرف، به طور فزاینده ای به محیط زیست فشار وارد می‌کنند و چالش‌های جدی را بر سر راه حفاظت از آن ایجاد نموده‌اند. چالش‌های زیست محیطی در سطح جهانی شامل موارد متعددی از جمله آلودگی هوا، آب و خاک، تخریب زیستگاه‌های طبیعی، کاهش تنوع زیستی، تغییرات اقلیمی، کمبود منابع طبیعی و مسائل مربوط به مدیریت پسماندها می‌باشد. این چالش‌ها نه تنها به طور مستقیم سلامت انسان‌ها را تهدید می‌کنند، بلکه پایداری محیط زیست و سیستم‌های طبیعی را نیز به خطر می‌اندازند. هدف از این مقاله تحلیلی بر چالش‌های زیست محیطی در کلانشهر تهران می‌باشد. برای بررسی این مقاله از مدل ویکور استفاده شده است. در همین راستا کلانشهر تهران به عنوان یکی از پرجمعیت‌ترین شهرهای ایران با جمعیتی بیش از ۸ میلیون نفر، با چالش‌های زیست محیطی گسترده‌ای روبرو است. این شهر با مشکلات آلودگی هوا، آب و خاک مواجه است که تهدیدی جدی برای سلامت شهروندان و محیط زیست محسوب می‌شود. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که آلودگی هوای تهران به دلیل انتشار گازهای آلاینده ناشی از تردد خودروهای شخصی و صنایع، یکی از اصلی‌ترین مسائل زیست محیطی است. این آلودگی، سلامت شهروندان را به خطر انداخته و موجب افزایش بیماری‌های تنفسی و قلبی-عروقی شده است. همچنین، تخلیه فاضلاب صنعتی و شهری بدون تصفیه، موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی در تهران گشته است. این مسئله علاوه بر تهدید سلامت عمومی، پیامدهای جدی برای محیط زیست بر جای گذاشته است. افزون بر این، دفن بی‌رویه زباله‌ها و پسماندهای شهری و صنعتی در تهران، مشکلات زیادی را برای خاک و زیست‌بوم‌های منطقه ایجاد کرده است. این آلودگی خاکی، موجب تخریب گیاهان و نابودی حیات وحش شده است. بنابراین، مدیریت نامناسب منابع طبیعی و صنعتی در کلانشهر تهران، به یک معضل زیست محیطی گسترده تبدیل شده است که نیازمند توجه و اقدام جدی مسئولان و شهروندان است.

منابع

- اجزاء شکوهی، محمد؛ خادمی، امیرحسین و زمانی پور، مسعود (۱۳۹۹)، بررسی چالش‌های آتی توسعه پایدار محیط زیست در کلانشهرهای ایران، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۱۰، شماره ۳۷، صص ۱۰۷-۱۲۲.
- احمدی مسعود، نسترن، صمدی خادم، شهرام و درگاهی، عبدالله (۱۳۹۲)، بررسی اهمیت فضای سبز در کنترل و کاهش آلودگی هوای شهری، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.
- اربابی سبزواری، آزاده و هاشمی نسب، سید حسین (۱۴۰۰)، تاثیر مهاجرت و حاشیه نشینی بر محیط زیست شهر تهران، فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری، سال ۵، شماره ۷۸، صص ۱۷-۲۴.
- اسماعیل زاده، حسن (۱۴۰۲) ارزیابی پیامدهای توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی (TOD) در اطراف ایستگاه متروی میدان ولیعصر تهران، با تأکید بر پیامدهای محیط زیستی، نشریه محیط زیست طبیعی، دوره ۷۶، شماره ۴، صص ۷۱۴-۷۰۱.
- بابائی، زینب، الملوک لاهیجانیان، اکرم و شجاعی، معصومه (۱۴۰۱)، ارزیابی مدیریت پایدار حمل و نقل درون‌شهری با رویکرد پایداری محیط زیست، مورد پژوهش: منطقه ۱۲ کلانشهر تهران، نشریه محیط زیست طبیعی، دوره ۷۵، شماره ۳، صص ۴۸۶-۴۷۷.
- جعفری، علی و حبیب پور، علی اصغر (۱۳۸۷)، ارزیابی اثرات توسعه شهرهای جدید بر محیط زیست (مطالعه موردی: شهر جدید پردیس تهران)، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۲۱، صص ۴۵-۵۸.
- حقیقت نایینی، غلامرضا و ربیعی فر، ولی الله (۱۳۹۴)، بررسی تطبیقی چالش‌های زیست محیطی در مناطق مرکزی، میانی و پیرامونی شهرها (مطالعه موردی: مناطق ۲، ۱۱ و ۲۲ تهران)، محیط شناسی، دوره ۴۱، صص ۲۵۶-۲۳۳.

- حمزوی، حسین (۱۳۹۴)، اثربخشی مدیریت شهری در ایجاد فضای سبز و محیط زیست شهری در راستای توسعه پایدار، کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در عمران، معماری و شهرسازی، تهران، مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما.
- خوارزمی، امیدعلی؛ غفوریان، مهسا؛ صبوری، مرضیه و سردار، سیما (۱۴۰۱)، چالش های محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد با استفاده از مدل DPSIR، مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال ۹، شماره ۲
- ریاحی، وحید و فتحی زاده، فرح (۱۳۹۸)، تحلیل آلودگیهای زیست محیطی روستاهای الحاقی به کلانشهرها (مطالعه موردی: شهر مشهد)، فصلنامه راهبردهای توسعه روستایی، شماره ۱، صص ۳۷-۴۹.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۳)، اندازه شهر، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری.
- شاه محمدی، محمد و رستمی، ولی (۱۴۰۲)، شناسایی و اولویت بندی خسارات وارده به محیط زیست در نظام حقوقی ایران با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری، نشریه علمی پژوهش های محیط زیست، دوره ۱۴، شماره ۲۵، صص ۹۷-۱۱۷.
- کاتب، بابک؛ عباسپور، مجید و عابدی، زهرا (۱۴۰۲)، پایش و ارزیابی وضعیت شاخص های انرژی برای توسعه پایدار در ایران در سه حوزه اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی، نشریه علمی پژوهش های محیط زیست، دوره ۱۴، شماره ۲۷، صص ۱۱۵-۱۳۸.
- لثوپولد، آلدو (۱۳۸۴) اخلاق زمین، در نوشتارهایی در باره توسعه پایدار شهری گردآوری شده توسط اس:ام. ویلر وتی بیتلی (کیانوش ذاکر حقیقی، مترجم)، تهران: وزارت مسکن و شهرسازی - مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- محمدی حمیدی، سمیه و امیری، حکمت و سبحانی، نوبخت و بیرانوندزاده، مریم (۱۳۹۴)، ابعاد زیست محیطی توسعه پایدار در ایران، کنفرانس بین المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط زیست؛ افق های آینده، نگاه به گذشته، تهران.
- محمدی، علیرضا و بوچانی، محمدحسین (۱۳۸۶)، شوراها و مسائل زیست محیطی، ماهنامه اطلاع رسانی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۱۰.
- مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهری (۱۳۹۳)، رویکردهای کنترل رشد افقی شهرها نمونه مورد مطالعه: تهران، گزارش شماره ۲۸۵.
- موبدپور، مه یار؛ اسکندری، علیرضا و پورموسوی، سیدموسی (۱۳۹۶)، مطالعه مشکلات و چالش های زیست محیطی آلودگی هوای شهر تهران، هشتمین کنفرانس بین المللی حسابداری و مدیریت و پنجمین کنفرانس کارآفرینی و نوآوری های باز.
- موسوی نیا، سیدرضا و دمرچیلو، فاطمه (۱۴۰۲)، تاثیر چالش های زیست محیطی بر محیط امنیتی ایران و همسایگان غربی (۲۰۲۲-۲۰۱۰)، فصلنامه غرب آسیا، سال اول، شماره دوم.
- مینویی، مینا؛ کریمی، آزاده و زبردست، لعبت (۱۴۰۲)، ارزیابی میزان مشارکت مردمی در کاهش آلودگی هوا و عوامل اقتصادی- اجتماعی مؤثر بر آن (مطالعه منطقه یک شهر مشهد)، نشریه محیط زیست طبیعی، دوره ۷۶، شماره ۴، صص ۶۱۷-۶۰۵.
- نصیری هنده خاله، اسماعیل، امیر انتخابی، شهرام، تاج، سروش. ۱۴۰۰. پایش زیست پذیری سکونتگاههای ناکارآمد پیراشهری کلانشهر رشت مورد: محله عینک. مجله توسعه فضاهای پیراشهری، سال سوم، شماره دوم. زمستان.
- ویسی ناب، برهان، رحمانی، علیرضا، دلوچی، پریسا و امیریان، سهراب (۱۴۰۲)، ارزیابی وضعیت زیست پذیری شهری با تاکید بر شاخص های محیط زیستی (مطالعه موردی: کلان شهر تبریز)، نشریه علمی پژوهش های محیط زیست، دوره ۱۴، شماره ۲۷، صص ۱۹۷-۱۷۹.
- یوسفی، زاهد (۱۳۸۷) توسعه پایدار شهری و چالش های فرارودر تحقق پذیری آن، مجموعه مقالات اولین همایش علمی سراسری دانشجویی جغرافیا، سازمان جغرافیای نیروهای مسلح.
- Angel, M and Lopez, G (2010). Population Suburbanization in Barcelona-2010: Is its spetial structure changing? Journal of Housing Economics, Vol 19, No 2, PP. 119-132 .
- Baker, Susan (2006). Sustainable Development, Routledge, London and New York.
- Geng, Y., Fujita, T., Bleischwitz, R., Chiu, A., & Sarkis, J. (2019). Accelerating the Transition to Equitable, Sustainable, and Livable Cities: Toward Post-Fossil Carbon Societies. Journal of Cleaner Production, 239, 1-9.
- Hernandez, S., & Monzon, A. (2016). Key Factors for Defining an Efficient Urban Transport Interchange: Users' Perceptions. Cities, 50, 158-167.

- Meine Pieter van Dijk and Zhang Mingshun (2005), Sustainability indices as a tool for urban managers, evidence from four medium-sized Chinese cities, Mingshun / Environmental Impact Assessment Review 25 (2005) 667–688.
- Mueller, J., Lu, H., Chirkin, A., Klein, B., & Schmitt, G. (2018). Citizen Design Science: A strategy for crowd-creative urban design. Cities, 72, 181-188.
- UN.2020. Indicators of sustainable Development: Guideliness and methodologies, United Nations, New York, Thired Edition, Octobr. 97.



eeconference.ir
cfee@pnu.ac.ir