زیست سپهر

فصلنامه علمی-ترویجی انجمن علمی دانشجویی محیط زیست طبیعی . جلد هجدهم . شماره سوم . پاییز ۱۴۰۴ . دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

نظریه‌های اجتماعی سبز

صفحه ۲۸

بررسی توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بار: چالش‌ها و راهکارها در ایران

صفحه ۴۸

چارچوبی برای پایداری: بررسی مرزهای ایمن و عادلانه سیستم زمین

صفحه ۱۲۰

شناسنامه نشریه

زیست سپهر/جلد هجدهم/شماره سوم/پاییز ۱۴۰۴

شماره شاپا الکترونیک: ۳۸۹۵-۲۷۸۳

شماره و تاریخ مجوز: ۱۳۹۹/۱۱/۱۹|۱۳۲/۲۶۰۶۲۳

صاحب امتیاز: انجمن علمی- دانشجویی محیطزیست طبیعی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

سردبیر: حنانه سادات سادات موسوی

مدیر مسئول: ستاره موصده

اعضای هیأت تحریریه: فرنوش عطار صحراگرد، احسان محمدحسنی، حسین مرادی، محمدحامد ژف، المیرا میرزایی، رقیه گرمائی پور

مدیر داخلی: کوثر علی‌بیگی بنی

استاد مشاور نشریه و انجمن علمی: افشین دانه‌کار

دبیر انجمن: ستاره موصده

ویراستاران: فرشته باقری ریزی، فرنوش عطار صحراگرد

طراح و صفحه‌آرا: مجید رحیمی

مدیر سامانه: فرنوش عطار صحراگرد

داوران این شماره: دانیال نیری، افشین دانه‌کار، مهدی قربانی، حنانه سادات موسوی موسوی، فرنوش عطار صحراگرد

نگاره‌گران این شماره: امین خادمیان، سینا مروت، ابراهیم معماریان، Shannon Potter، شیما عابدین‌زاده، Dieny Portinanni، ابوالفضل بابایی، Seb Creativo، آرش رمضان‌پور، Quỳnh Lê Mạnh، راضیه پوری، Lucian Dachman، حسن الماسی، Alicia Christin Gerald، فراز آهنین، Karl Callwood، متین حسینی، Nick Fewings، مقصود مرادی، Justin Wilkens

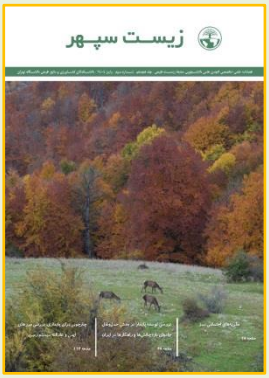
عکس روی جلد: اسحاق ساداتی؛ عکس پشت جلد: فرنوش عطار صحراگرد

انجمن علمی- دانشجویی محیطزیست طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آدرس: استان البرز، کرج، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دفتر انجمن علمی- دانشجویی محیطزیست طبیعی، فصلنامه علمی- ترویجی زیست سپهر

نسخه الکترونیک این شماره با حمایت شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران منتشر شده است.

صندوق پستی: ۴۳۱۲-۳۱۵۸۵



بنیاد حامیان دانشگاه تهران

@zistsepehr_mag
@environment_ut

https://t.me/Zistsepehr_mag
https://t.me/ESSUTI

پست الکترونیکی: biosepehr.ut@gmail.com

آدرس وبگاه نشریه: https://biosepehrsj.ut.ac.ir

اعضای هیأت تحریریه

ستاره موصده

حنانه سادات سادات موسوی

فرنوش عطار صحراگرد

احسان محمدحسنی

دکتر افشین دانه‌کار

دکتر حسین مرادی

المیرا میرزایی

رقیه گرمائی پور

محمد حامد ژف

کوثر علی‌بیگی بنی

مجید رحیمی

فرشته باقری ریزی

دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، پاییز ۱۴۰۲، عکاس: زهرا مرادی پور

۴ **سخن سردبیر**

(COP30 در بلم : دستاوردها و چالش‌های جهانی)

حنانه سادات سادات موسوی

۶ **جایگاه محیطزیست در سند راهبردی توسعه گردشگری**

فرنوش عطار صحراگرد، افشین دانه‌کار

۱۸ **مروری بر وضعیت حفاظتی، بوم‌شناسی و تهدیدات زیستگاه گونه‌ی اندمیک ماهی‌کور غار لرستان**

زهرا مرادی پور

۲۸ **نظریه‌های اجتماعی سبز**

فرحناز سعیدی ستا، افشین دانه‌کار

۳۹ **مروری بر مشاهدات مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران**

کیانا محمدی، سروش سراج

۴۸ **بررسی توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بار: چالش‌ها و راهکارها در ایران**

احسان محمدحسنی

۵۷ **دیباچه‌ای بر سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیک: چارچوب‌ها و مفاهیم کلیدی**

غزاله هنرجو، افشین دانه‌کار، داود مافی غلامی

۷۳ **مدل‌سازی تغییرات پوشش _ کاربری اراضی و تأثیرات آن بر ذخیره‌سازی کربن در کلان‌شهر تهران**

نیکی آقاپور

۸۸ **رده های خاک و توسعه کاربری های سرزمین**

مهشید اسکندری

۱۰۳ **ساختار و عملکرد کولاب‌های ساحلی با معرفی آن‌ها در کشور**

افشین دانه‌کار، بهاره صمدی کوچکسرائی

۱۲۰ **چارچوبی برای پایداری: بررسی مرزهای ایمن و عادلانه سیستم زمین**

حنانه سادات سادات موسوی، مجید رحیمی، مهدی قربانی

۱۲۸ **پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ**

معصومه حیدری، افشین دانه‌کار، داود مافی غلامی

سخن سردبیر

حنانه سادات سادات موسوی

دانشجوی دکتری، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

رایانامه نویسنده: h.sadatmousavi@ut.ac.ir

COP30 در بلم: دستاوردها و چالش‌های جهانی

کنفرانس سی‌اُم تغییرات اقلیمی سازمان ملل متحد (COP30) که در نوامبر ۲۰۲۵ در شهر بلم[1] در حوضه آمازون برگزار شد، نقطه‌ای تعیین‌کننده در روند مذاکرات اقلیمی بود؛ به‌ویژه از آن‌رو که این منطقه یکی از مهم‌ترین مخازن کربن و کانون تنوع زیستی جهان به شمار می‌رود (UNFCCC, 2025). از منظر علمی و عملی، انتظار می‌رفت که میزبانی این کنفرانس در قلب جنگل‌های بارانی، به اتخاذ تصمیماتی قاطع‌تر برای حفاظت از اکوسیستم‌های حیاتی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر شود؛ اما بررسی نتایج نهایی نشان می‌دهد که علی‌رغم طرح ابتکارات جدید و پیشرفت محدود در برخی حوزه‌ها، بخش عمده‌ای از اهداف کلیدی همچنان برآورده نشد و شکاف میان علم و سیاست پابرجا باقی مانده است.

یکی از اصلی‌ترین محورهای مورد انتظار در این نشست، توافق بر یک برنامه‌ی الزام‌آور برای کاهش و سپس حذف تدریجی سوخت‌های فسیلی بود. براساس ارزیابی‌های علمی IPCC[2]، محدودسازی گرمایش جهانی به کمتر از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بدون کاهش ساختاری مصرف زغال‌سنگ، نفت و گاز امکان‌پذیر نیست. با وجود حمایت چندین کشور از چنین تعهدی، متن نهایی کنفرانس فاقد هرگونه بند مشخص درخصوص «فازاوت[3]» سوخت‌های فسیلی است و تنها عباراتی کلی درباره تسریع گذار انرژی در آن گنجانده شد (India Today, 2025; Wikipedia, 2025). این نتیجه، به‌طور مستقیم منعکس‌کننده دشواری‌های سیاسی، منافع اقتصادی و نفوذ صنایع فسیلی در فرایند تصمیم‌گیری است و یکی از مهم‌ترین موارد اختلاف بین ضرورت‌های علمی و خروجی مذاکرات را نشان می‌دهد.

در حوزه جنگل‌ها و طبیعت نیز COP30 کمتر از انتظارات ظاهر شد. با وجود حمایت بیش از نود کشور از گنجاندن تعهد توقف جنگل‌زدایی تا سال ۲۰۳۰، این بند در مرحله نهایی مذاکرات حذف شد و تنها بر اهمیت کلی حفاظت از جنگل‌ها تأکید شد (WEF, 2025; thinklandscape, 2025). این عقب‌نشینی سیاستی در شرایطی رخ داد که استمرار جنگل‌زدایی در مناطق گرمسیری خطر تبدیل آمازون از «مخزن کربن[4]» به «منبع انتشار[5]» را افزایش می‌دهد و پیامدهای جهانی بر چرخه کربن دارد.

در مقابل، بخش سازگاری با تغییرات اقلیمی یکی از معدود زمینه‌هایی بود که پیشرفت معناداری در آن حاصل شد. کشورها بر سه‌برابر کردن منابع مالی سازگاری تا سال ۲۰۳۵ توافق کردند، اقدامی که می‌تواند نقش مهمی در تقویت تاب‌آوری کشورهای کم‌درآمد و آسیب‌پذیر ایفا کند (GCA, 2025). با این حال، چالش‌هایی مانند نبود سازوکار شفاف برای تأمین مالی، تعیین شاخص‌های

[1] Belém
[2] Intergovernmental Panel on Climate Change
[3] Phase-out: این اصطلاح در زمینه تغییرات اقلیمی و انرژی، معمولاً به کاهش تدریجی و برنامه‌ریزی‌شده مصرف سوخت‌های فسیلی (مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز) اشاره دارد.
[4] Carbon Sink
[5] Carbon Source

سادات موسوی، ح. س. (۱۴۰۴). سخن سردبیر. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۴-۵.

ارزیابی و ضمانت اجرایی، موجب شده است این دستاورد به‌عنوان «پیشرفتی اولیه» و نه «تحول ساختاری» ارزیابی شود (DW, 2025).

از دیگر تحولات مهم این کنفرانس معرفی سازوکارهای نوین مالی برای تسریع گذار اقلیمی بود؛ از جمله ابزارهایی مبتنی بر هوش مصنوعی برای تسهیل سرمایه‌گذاری خصوصی در پروژه‌های جنگل، تنوع زیستی و جوامع محلی، مانند پلتفرم Rio Changemakers که توسط Global Landscapes Forum معرفی شد (GLF, 2025). این نوع نوآوری می‌تواند در کاهش شکاف مالی اقلیم نقشی اثربخش داشته باشد، اما اعتبار و کارآمدی آن وابسته به نظارت، شفافیت و تخصیص منصفانه منابع خواهد بود.

یکی از ابعاد اجتماعی مهم COP30 حضور پررنگ جوامع بومی، به‌ویژه جوامع آمازونی بود. مشارکت ساختاری این گروه‌ها، همراه با تصویب نخستین طرح اقدام جنسیتی در چهارچوب مذاکرات رسمی، نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری اقلیمی به‌تدریج در حال پذیرش این واقعیت است که عدالت اجتماعی، حقوق بومی و برابری جنسیتی عناصر جدایی‌ناپذیر حکمرانی اقلیمی هستند (thinklandscape, 2025). با این حال، اجرای عملی این اصول، همچنان چالشی جدی در سطح کشورها و نهادها باقی خواهد ماند.

ارزیابی نهایی COP30 نشان می‌دهد که جهان همچنان در مسیری قرار دارد که براساس مدل‌های علمی، به‌سمت افزایش دمایی بیش از ۲/۳ تا ۲/۶ درجه تا پایان قرن میلادی منتهی می‌شود. از این رو، نتایج COP30 نه‌تنها تغییر محسوس و فوری در این مسیر ایجاد نکرد، بلکه بار دیگر محدودیت‌های ساختار بین‌المللی را در تولید تعهدات الزام‌آور آشکار ساخت. در نتیجه، این نشست بیش از آن‌که نقطه‌ای برای تحول در سیاست اقلیمی باشد، یادآور این واقعیت است که بدون اراده سیاسی قاطع، تقویت سازوکارهای الزام‌آور و هم‌سویی سیاست‌ها با شواهد علمی، جهان از عبور از آستانه‌های بحرانی اقلیمی مصون نخواهد ماند.

منابع

DW. (2025, November 22). COP30 climate talks end with more fizzle than bang. https://amp.dw.com/en/cop30-no-fossil-fuel-deal-after-protests-chaos-and-compromise/a-74843443

Global Center on Adaptation. (2025, November 24). GCA statement on COP30. https://gca.org/news/gca-statement-on-cop30/

Global Landscapes Forum. (2025, November). What happened at COP30? https://thinklandscape.globallandscapesforum.org/100433/what-happened-at-cop30/

India Today. (2025, November). COP30 ends with an unstable deal. https://www.indiatoday.in/amp/environment/story/cop30-united-states-belem-brazil-climate-change-adaptation-deforestation-fossil-fuel-phase-out-climate-talks-2825013-2025-11-24

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2025). COP30 official information. https://unfccc.int/cop30

Wikipedia. (2025). 2025 United Nations Climate Change Conference. https://en.wikipedia.org/wiki/2025_United_Nations_Climate_Change_Conference

World Economic Forum. (2025). COP30 ushers a new era of forest restoration and resilience. https://www.weforum.org/stories/2025/11/cop30-new-era-of-forest-restoration-and-resilience/

اسناد فرادست

جایگاه محیطزیست در سند راهبردی توسعه گردشگری

فرنوش عطار صحراگرد[1*]، افشین دانه‌کار[2]

۱- دانشجوی دکتری، گروه محیطزیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استاد، گروه محیطزیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*رایانامه نویسنده مسئول: attar.farnoush@ut.ac.ir

چکیده

با توجه به وابستگی مستقیم صنعت گردشگری به منابع طبیعی، سرزمین و کیفیت محیط زیست، میزان توجه اسناد فرادست گردشگری به ملاحظات محیطزیستی از اهمیت زیادی برخوردار است. غفلت از اصول پایداری محیطزیستی در این اسناد می‌تواند ضمن کاهش تاب‌آوری اکوسیستم‌ها و سرزمین، در بلندمدت توسعه گردشگری را با چالش مواجه سازد. سند راهبردی توسعه گردشگری در پاسخ به ضرورت وجود چارچوبی هدایت‌گر و منسجم برای سامان‌دهی و جهت‌دهی به فرایند توسعه گردشگری کشور و با اتکا به اسناد بالادستی و سیاست‌های کلان این حوزه، تدوین و ابلاغ شده است. هیئت وزیران در تیرماه ۱۳۹۹ به پیشنهاد وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی و به استناد بند الف ماده ۱۰۰ قانون پنجساله ششم توسعه، سند راهبردی توسعه گردشگری را تصویب نمود. این سند در ۱۰ بخش تدوین شده که در ۱۱۴ بند و گزاره آن به موضوعات محیط زیستی پرداخته شده است، اهم موضوعات مورد بررسی در این سند عبارت‌اند از گردشگری و طبیعت‌گردی، انسجام سازمانی و هماهنگی بین‌بخشی، کسب‌وکارهای طبیعت‌محور، مدیریت مشارکتی و مشارکت جوامع محلی، حفاظت سیمای فرهنگی سرزمین (خدمات فرهنگی، توسعه زیست‌فرهنگی)، اقتصاد سبز (صنعت کم‌کربن، تجارت کربن) و برنامه‌ریزی راهبردی سرزمین.

کلیدواژه‌ها: اسناد فرادست، سند گردشگری، سند محیطزیستی، اکورتوریسم، طبیعت‌گردی

عطار صحراگرد، ف.، دانه کار، ا. (۱۴۰۴). جایگاه محیطزیست در سند راهبردی توسعه گردشگری. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۲)، ۶-۱۷.

مقدمه

هیئت وزیران در جلسه ۱۳۹۹/۰۴/۲۹ به پیشنهاد مورخ ۱۳۹۶/۱۳/۲۸ وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی و به استناد بند الف ماده ۱۰۰ قانون پنجساله ششم توسعه، سند راهبردی توسعه گردشگری را تصویب نمود. سند مذکور به‌ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۹/۰۶/۱۶ و ۱۳۹۹/۰۷/۰۱ ابلاغ و اجرا شد. سند راهبردی توسعه گردشگری با توجه به نیاز مبرم گردشگری کشور به وجود نقشه راهی به‌عنوان تعیین‌کننده خط‌مشی اصلی توسعه گردشگری براساس اسناد بالادستی حوزه گردشگری تهیه و تدوین شده است. این سند در ۹ بخش اصلی شامل ۱) مقدمه؛ ۲) اصطلاحات؛ ۳) چشم‌انداز سند؛ ۴) بیانیه مأموریت؛ ۵) ارزش‌ها؛ ۶) اهداف کلان؛ ۷) حوزه همکاری دستگاه‌های مرتبط با گردشگری؛ ۸) الزامات تحقق و پیاده‌سازی سند و ۹) راهبردهای کلان و سیاست‌های توسعه گردشگری برای حل چالش‌های مربوط به صنعت گردشگری و یک بخش اقدامات اساسی تنظیم شده است. این سند به‌سبب ماهیت فرابخشی گردشگری، نیازمند همکاری نهادهای مختلف جهت اجرا و پیاده‌سازی است. از این‌رو در بخش ۷ که به حوزه‌های همکاری دستگاه‌های مرتبط با گردشگری و زمینه‌های همکاری بین دستگاهی پرداخته است، ۱۹ دستگاه همکار اصلی مشخص و برای هر یک ازدستگاه‌های مذکور، تعدادی حوزه همکاری و احکام تعیین شده است. این دستگاه‌ها عبارت‌اند از (هیئت وزیران، ۱۳۹۹):

- وزارت امور خارجه
- وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
- وزارت راه و شهرسازی
- وزارت اطلاعات
- وزارت کشور
- نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران
- مرکز آمار ایران
- وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
- وزارت صنعت، معدن و تجارت
- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
- وزارت آموزش و پرورش
- وزارت امور اقتصادی و دارایی
- وزارت جهاد کشاورزی
- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
- سازمان صدا و سیما
- سازمان حفاظت محیط‌زیست
- بنیاد شهید و امور ایثارگران
- وزارت نیرو
- معاونت علمی و فناوری رئیس جمهور

همزمان با اهمیت یافتن صنعت گردشگری طی دهه‌های اخیر که به یکی از صنایع با اهمیت جهان و محرکی برای پیشرفت اجتماعی- اقتصادی تبدیل شده، پیامدهای محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و سیاسی آن نیز بیش از قبل مورد توجه قرار گرفته است (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۵). وابستگی صنعت گردشگری به منابع طبیعی، سرزمین و کیفیت محیط‌زیست بر همه آشکار است. از این‌رو بازنمایی و میزان توجه به ملاحظات محیط‌زیستی در اسناد فرادست حوزه گردشگری از اهمیت بنیادین برخوردار است. غفلت از اصول پایداری محیط‌زیستی در این اسناد نه‌تنها می‌تواند منجر به تخریب سرمایه‌های طبیعی و کاهش تاب‌آوری اکوسیستم‌ها و سرزمین شود، بلکه می‌تواند در بلندمدت نیز توسعه گردشگری را با چالش‌های جدی مواجه سازد. از این‌رو با توجه به اهمیت سند مذکور به‌عنوان یکی از اسناد بالادستی در زمینه گردشگری و پیامدهای نامطلوب گردشگری ناپایدار و اثرات آن بر محیط‌زیست، در مطالعه حاضر به بررسی موضوعات محیط‌زیستی اشاره شده و مورد بحث در سند راهبردی توسعه گردشگری پرداخته شد.

روش‌کار

در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی موضوعات محیط‌زیستی اشاره شده در سند راهبردی توسعه گردشگری ابتدا استخراج بخش‌ها و بندهای مرتبط با محیط‌زیست و منابع طبیعی، صورت گرفت. سپس به بررسی گزاره‌های مستخرج مذکور در ۹۰ موضوع شناسایی شده در حوزه

محیط‌زیست، کـه دربرگیرنـده ابعـاد گونـاگون ایـن حـوزه هستند، پرداخته شد. ۹۰ موضوع مورد بررسی عبارت‌اند از:

- حکمرانی منابع طبیعی و محیط‌زیست
- انسجام سازمانی/ هماهنگی بین بخشی
- ضوابط محیط‌زیستی
- آینده‌نگری و سناریوسازی
- حفاظت سیمای فرهنگی سرزمین
- بهره‌برداری متعادل، متوازن، سازگار و پایدار
- ظرفیت تحمل محیط‌زیست و تاب‌آوری
- داده‌نگاری و پایگاه‌های اطلاعاتی
- مخاطرات طبیعی
- مناطق تحت‌حفاظت
- حفظ و ارتقا ذخایر ژنتیکی
- حفظ منابع چوبی و سلولزی
- مدیریت کوهستان
- مدیریت تالاب‌ها
- مدیریت بیابان
- گیاهان دارویی
- آبخوان‌داری
- مدیریت سواحل (سواحل مکران)
- مدیریت و برنامه‌ریزی جزایر
- شیلات و آبزیان
- استانداردهای محیط‌زیستی
- آلودگی هوا، نور، صوت، اشعه‌های مخرب
- آلودگی خاک
- آلاینده‌های شهری
- مدیریت پایدار منابع زیربستر و ذخایر معدنی
- مدیریت مصرف/ انرژی
- مدیریت دانش و انتقال فناوری
- آموزش و ترویج محیط‌زیست و منابع طبیعی
- کشاورزی پایدار و امنیت غذایی
- ارزیابی اثرات محیط‌زیست (EIA[2])
- ملاحظات محیط‌زیست
- دیپلماسی محیط‌زیست/ منابع طبیعی/ آب
- جرم‌انگاری محیط‌زیست و منابع طبیعی
- اقتصاد محیط‌زیست
- اقتصاد سبز
- خدمات اکوسیستمی
- توسعه متعادل و متوازن سکونت و جمعیت
- پایش محیط‌زیست و منابع طبیعی
- ارزیابی ریسک
- مدیریت مناطق حساس اکولوژیک
- پایش تنوع‌زیستی
- مدیریت اکوسیستم‌ها
- مدیریت و توسعه پوشش گیاهی
- مدیریت جنگل
- مدیریت شوره‌زارها و شوروزی
- حفاظت آب و خاک
- مدیریت منابع آب/ امنیت آب
- مدیریت پایدار بنادر، سازه‌ها و کارهای دریایی
- آبزی‌پروری
- مدیریت سبز/ توسعه سبز/ توسعه پایدار
- پایش آلاینده‌های محیط‌زیست و طبیعت
- مدیریت پسماندها
- آلودگی آب و فاضلاب/ مدیریت پساب‌ها
- آلاینده‌های کشاورزی
- سوخت‌های فسیلی (نفت و گاز)
- بهینه‌سازی الگوی مصرف
- فناوری‌های نوین و هوشمندسازی
- مدیریت مشارکتی و مشارکت جوامع محلی
- اخلاق محیط‌زیست
- HSE[3]: ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست
- حفاظت از منابع طبیعی و محیط‌زیست
- حقوق محیط‌زیست و منابع طبیعی
- برنامه‌ریزی راهبردی سرزمین
- کسب‌وکارهای طبیعت‌محور
- مدیریت پایدار سرزمین/ آمایش سرزمین
- ارزیابی توان اکولوژیک
- شاخص‌های محیط‌زیستی
- بازسازی و احیا و بهسازی طبیعت/ سرزمین
- گردشگری و طبیعت‌گردی
- مدیریت و حفاظت تنوع‌زیستی
- زیست‌فناوری/ ریزفناوری محیط‌زیست
- اقلیم حیاتی و سازگاری با اقلیم حیاتی
- مدیریت رودخانه‌ها
- جنگلکاری/ زراعت چوب
- مدیریت مراتع
- آبخیزداری و مدیریت منابع آب سطحی
- مدیریت منابع آب‌های نامتعارف و مجازی
- توسعه دریا پایه
- صید و صیادی
- چرخه حیات
- مدیریت آلاینده‌ها و سلامت محیط‌زیست
- آلودگی دریا
- آلاینده‌های صنعتی و معدنی
- آلاینده‌های نوظهور
- انرژی‌های پاک و منابع تجدیدشونده
- حمل‌ونقل سبز
- ایمنی زیستی
- حفاظت مشارکتی
- ارزیابی اثرات استراتژیک (SEA[1])
- کشاورزی و دامداری

[1] Strategic Environmental Assessment
[2] Environmental Impact Assessment
[3] Environment, Health and Safety

نتایج

بررسی‌ها حاکی از آن بود که از بین ۱۰ بخش این سند، در مجموع در ۱۱۴ بند و گزاره به موضوعات محیط‌زیستی پرداخته شده که این بخش‌ها و گزاره‌ها در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- بخش‌ها و بندهای دارای مفاهیم محیط‌زیستی در سند راهبردی توسعه گردشگری

بخش	زیربخش	بند	گزاره
۱ مقدمه	–	–	سند راهبردی توسعه گردشگری با مشخص نمودن خطوط کلان سیاستی براساس حوزه مداخلات اصلی حوزه گردشگری، پایه و مبنای اجرایی شدن برنامه ملی توسعه گردشگری خواهد بود. در این راستا، این سند به‌منظور ایجاد زمینه تدوین برنامه ملی گردشگری و پیاده‌سازی اهداف آن در پویاترین حالت ممکن و منطبق با رویکرد افزایش بهره‌وری و همچنین دستیابی به شاخص‌های توسعه پایدار گردشگری تدوین شده است.
۲ در این سند اصطلاحات زیر در معانی مشروح مربوط به کار می‌روند	ج	–	گردشگری پایدار: نوعی از گردشگری که آثار اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی فعلی و آتی خود را کاملاً مدنظر قرار می‌دهد و در قبال این اثرات مسئول و متعهد است و به تأمین نیازهای بازدیدکنندگان، صنعت گردشگری، محیط‌زیست و جامعه میزبان می‌پردازد.
	چ	–	برنامه ملی: برنامه ملی توسعه گردشگری، به‌عنوان برنامه اجرایی این سند، شامل تنظیم و تدوین چهارچوب توسعه بلندمدت برای گردشگری و یک برنامه اقدام کوتاه‌مدت برای فعالیت‌ها و اقدامات اولویت‌دار می‌شود.
۳ چشم‌انداز	–	–	ایران به‌سبب برخورداری از منابع غنی جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی، با تمرکز بر گردشگری می‌تواند با راهبردها و برنامه‌های منظم و منسجم، وابستگی خود را به منابع نفتی کاهش دهد و به‌عنوان یک منبع پایدار از حوزه گردشگری بهره‌مند شود. بنابراین گردشگری باید به سمت توسعه پایدار (اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیست‌محیطی) حرکت کند و در راستای توسعه ظرفیت‌ها و ارتقای قابلیت‌های موجود در زمینه‌های میراث فرهنگی (ملموس و غیرملموس)، میراث طبیعی، دانش‌ها و هنرهای سنتی، فناوری بومی و صنایع دستی گام بردارد. از سوی دیگر، با در نظر داشتن سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه ابلاغی مقام معظم رهبری و لزوم حرکت کشور به سمت اقتصاد بدون اتکا به نفت، صنعت گردشگری می‌تواند نقش اساسی را در تنوع‌بخشی اقتصادی ایفا کند. جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ براساس ارزش‌های حاکم بر کشور، با اتخاذ رویکرد توسعه پایدار، همه جانبه و متوازن، استفاده منطقی از میراث تاریخی، فرهنگی و طبیعی و استفاده حداکثری از مشارکت بخش خصوصی به‌عنوان یکی از پیشران‌های توسعه کشور از نظر توسعه‌یافتگی صنعت گردشگری جزء کشورهای برتر منطقه خواهد بود.
۵ ارزش‌ها	ب	–	صیانت از ارزش‌های ایرانی–اسلامی، تنوع قومی، میراث فرهنگی و طبیعی و احیا، ترویج و توسعه هنرهای سنتی و صنایع دستی
	پ	–	رعایت منشور (کد) اخلاق گردشگری
	ت	–	تأکید بر الگوی توسعه گردشگری جامعه‌محور
	ث	–	بهره‌مندی و دسترسی عادلانه همگانی به سفر
	ج	–	رعایت اصول توسعه پایدار در گردشگری
۶ اهداف کلان	الف	–	اهتمام به تحکیم هویت فرهنگی، حفظ ارزش‌ها، میراث طبیعی، فرهنگی و صنایع دستی
	ب	–	معرفی کشور به‌عنوان مقصد گردشگری و معرفی آثار میراث فرهنگی و طبیعی ایران به سایر ملل
	پ	–	بهبود فضای کسب‌وکار و افزایش اشتغال کارآمد با تأکید بر جوامع محلی، جوانان و زنان در صنعت گردشگری از طریق فرهنگ‌سازی
	ث	–	تقویت همکاری‌های نهادی و بین بخشی در راستای توسعه صنعت گردشگری
	ج	–	تقویت مشارکت بخش عمومی– خصوصی در راستای افزایش رقابت‌پذیری گردشگری
	چ	–	ارتقا کیفیت تجربه گردشگران
	ح	–	همکاری در توسعه متوازن منطقه‌ای کشور

بخش	زیربخش	بند	گزاره
	خ	–	افزایش سهم خدمات گردشگری از درآمدهای ملی
	د	–	تلاش در راستای تحقق اهداف دیپلماسی عمومی و دیپلماسی فرهنگی کشور با بهبود تصویر ذهنی از ایران در سطح بین‌المللی
۷ حوزه همکاری دستگاه‌های مرتبط با گردشگری	وزارت امور خارجه	الف	تهیه بسته اجرایی دیپلماسی گردشگری
	وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی	الف	شناساندن فرهنگ و هنر ایرانی به جهانیان از طریق فعالیت‌های فرهنگی- تبلیغاتی در داخل و خارج از کشور
		ب	بهره‌گیری از ابزار و امکانات به‌منظور ترویج و معرفی میراث فرهنگی و قابلیت‌های گردشگری کشور در سطح بین‌المللی و داخلی
	وزارت راه و شهرسازی	الف	اثرگذاری بر توسعه گردشگری با تهیه و ارائه پیشنهادهای مؤثر بر گردشگری و طرح‌های توسه شهری و منطقه‌ای به مراجع ذی‌ربط
		ب	توسعه و گسترش زیرساخت‌های حمل‌ونقل گردشگری
	وزارت اطلاعات	ث	تسریع و تسهیل در پاسخ به استعلامات امنیتی متقاضیان تأسیس مؤسسات گردشگری و مراکز اقامتی
	وزارت کشور	الف	فراهم کردن موجبات حفظ امنیت گردشگران
	نیروی انتظامی	الف	تأمین امنیت گردشگران
		پ	نظارت بر اماکن اقامتی و تأسیسات گردشگری
	مرکز آمار ایران	–	احصا و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات صنعت گردشگری و ارائه آن به دستگاه‌های ذی‌ربط در حوزه گردشگری
	وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی	_	توسعه و همگام‌سازی آموزش‌های سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور در حوزه گردشگری با سیاست‌های وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)
	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	ب	برنامه‌ریزی و اجرای دوره‌های آموزشی مرتبط با گردشگری در مقاطع مختلف دانشگاهی
	وزارت آموزش و پرورش	–	آموزش مفاهیم و ارتقای سواد گردشگری در برنامه‌های آموزشی مدارس
	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	الف	توسعه زیرساخت‌های گردشگری سلامت
		ب	توسعه و ترویج گردشگری طب سنتی
		پ	تهیه و ارائه داده و اطلاعات مرتبط با حوزه گردشگری
		ت	نظارت مؤثر بهداشتی برای ارتقای کیفی خدمات گردشگری
	وزارت امور اقتصادی و دارایی	–	تهیه بسته مشوق‌های رونق اقتصاد گردشگری با همکاری دستگاه‌های ذی‌ربط
	وزارت جهاد کشاورزی	–	واگذاری اراضی برای طرح‌های سرمایه‌گذاری گردشگری با در نظر داشتن ملاحظات زیست‌محیطی
	سازمان صدا و سیما	ب	آگاه‌سازی و ترویج فرهنگ سفر و گردشگری
	سازمان حفاظت محیط‌زیست	–	مدیریت فعالیت‌های گردشگری در مناطق تحت‌مدیریت سازمان
	بنیاد شهید و امور ایثارگران	ب	برقراری تعامل با نهادها و مؤسسات مرتبط سایر کشورها در جهت توسعه گردشگری صلح و جنگ
	وزارت نیرو	–	بهره‌گیری از ظرفیت پهنه‌های اطراف سدها و تأسیسات آبی برای توسعه گردشگری
	معاونت علمی و فناوری رییس جمهور	–	همکاری در زمینه توسعه گردشگری در فضای مجازی و گردشگری مجازی
۷ حوزه همکاری دستگاه‌های	وزارت راه و شهرسازی	پ	شورای‌عالی شهرسازی و معماری ایران در بررسی و تصویب طرح‌های توسعه و عمران و مطابق با مطالعات انجام شده، پهنه‌های مناسب استقرار کاربری‌های گردشگری را در نظر بگیرد.
		ت	وزرات راه و شهرسازی سیاست‌های توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل مسافری خود را با لحاظ سیاست‌های توسعه صنعت گردشگری تعیین و اجرا کند.

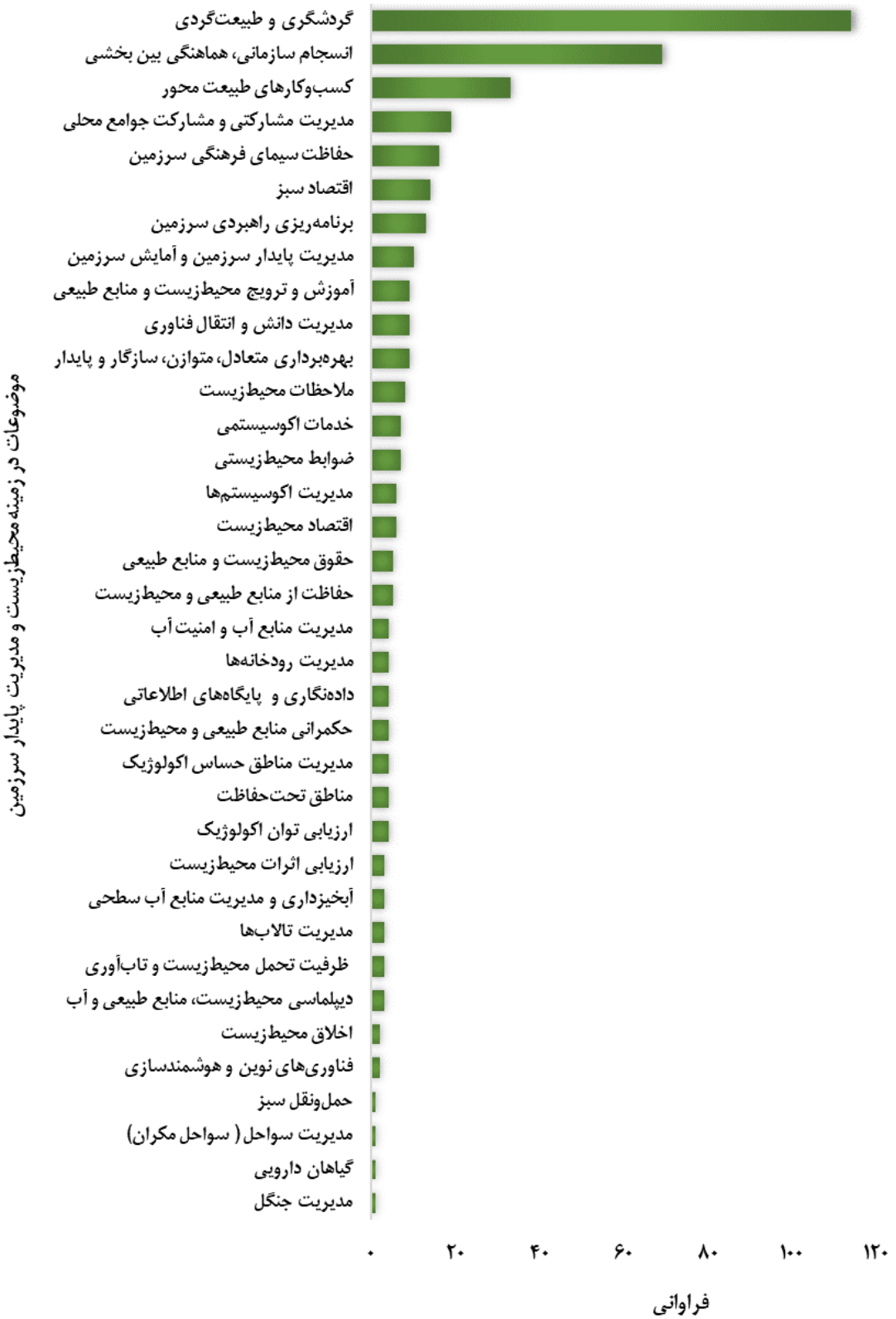
بخش	زیربخش	بند	گزاره
مرتبط با گردشگری **(احکام)**	وزارت کشور	الف	طرح‌های مربوط به احداث و بهره‌برداری از تأسیسات گردشگری در مقیاس استانی، صرفاً در شورای برنامه‌ریزی و توسعه استان طرح، بررسی و تصویب شود.
	نیروی انتظامی	پ	نیروی انتظامی نقاط ناامن و حادثه‌خیز مشخص شده برای گردشگران را به وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) اعلام کند تا نسبت به اطلاع‌رسانی در خصوص آن‌ها اقدام شود.
	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری	الف	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سرفصل‌های مربوط به رشته‌های گردشگری در تمام دانشگاه‌های زیرمجموعه خود را متناسب با نیازهای احصا شده بخش گردشگری کشور، با همکاری وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) بازبینی کند.
	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	الف	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی آمار و اطلاعات مرتبط با گردشگری سلامت را در اختیار دستگاه‌های ذی‌ربط قرار دهد.
		ت	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نظارت‌های بهداشتی خود را با هدف حمایت از صنعت گردشگری اعمال کند.
	وزارت جهاد کشاورزی	–	وزارت جهاد کشاورزی (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری) با همکاری وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)، سازوکارهای مناسب جهت بهره‌برداری مطلوب از عرصه‌های جنگلی دارای ظرفیت اجرای طرح‌های گردشگری را تدوین کند.
	معاونت حقوقی رئیس جمهور	–	معاونت حقوقی رئیس جمهور با همکاری وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)، منشور حقوق گردشگران، ارائه‌کنندگان خدمات و جامعه محلی را همراستا با منشور (کدهای) اخلاق گردشگری تدوین کند و به تصویب برساند.
	سازمان حفاظت محیط‌زیست	الف	سازمان حفاظت محیط‌زیست با مشارکت وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)، دستورالعمل‌ها و ضوابط طبیعت‌گردی در مناطق تحت‌مدیریت را تدوین کند.
		ب	اجرای طرح‌های طبیعت‌گردی در محدوده پهنه‌های تفرجی مناطق تحت‌مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست با اولویت مشارکت جامعه محلی و بخش غیردولتی، پس از طرح و تصویب در کمیته ملی طبیعت‌گردی براساس دستورالعمل مشترک انجام خواهد شد.
		ب تبصره	دستورالعمل‌ها و ضوابط طبیعت‌گردی در مناطق حفاظت‌شده چهارگانه با محوریت کمیته ملی طبیعت‌گردی در صورت لزوم بازبینی و ابلاغ خواهد شد.
		پ	کلیه طرح‌های گردشگری کشور که مشمول انجام مطالعات ارزیابی زیست‌محیطی هستند قبل از صدور مجوز اجرا، مکلف به ارائه گزارش ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و اخذ تأییدیه از سازمان حفاظت محیط‌زیست هستند.
		پ تبصره	سازمان حفاظت محیط‌زیست به‌منظور تسریع فرایندهای سرمایه‌گذاری در بخش گردشگری، حداکثر ظرف دوماه نسبت به بررسی گزارش و پاسخگویی به متقاضی اقدام کند.
	وزارت اطلاعات	ث	وزارت اطلاعات به‌منظور مدیریت مسائل امنیتی مرتبط با گردشگری و ایجاد هم‌افزایی در رسیدگی به موضوعات امنیتی گردشگران، نسبت به تشکیل کارگروه امنیت گردشگری با مشارکت نیروی انتظامی و وزارتخانه‌های امور خارجه و کشور و وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) اقدام کند.
	وزارت ورزش و جوانان	الف	وزارت ورزش و جوانان به‌منظور ارتقای امور گردشگری ورزشی، آموزش و توانمندسازی و مدیریت تسهیل‌گری در این حوزه، ضوابط فنی مراکز و جایگاه (سایت)های ورزشی را تدوین و تعیین کند. صدور مجوز فعالیت‌های گردشگری ورزشی برعهده وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) است.
		پ	وزارت ورزش و جوانان نسبت به معرفی سازمان‌های مردم‌نهاد جوانان علاقه‌مند به فعالیت و همکاری در حوزه گردشگری به وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) و سایر دستگاه‌ها و نهادهای ذی‌ربط اقدام کند.
		ت	وزارت ورزش و جوانان اقدامات لازم برای احیا و توسعه ورزش‌های سنتی و بازی‌های بومی محلی را در راستای توسعه گردشگری ورزشی انجام دهد.

بخش	زیربخش	بند	گزاره
	معاونت توسعه روستایی و مناطق محروم کشور	–	معاونت توسعه روستایی و مناطق محروم کشور با همکاری وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)، بسته حمایتی توسعه اشتغال گردشگری پایدار در مناطق روستایی را تهیه کند.
	وزارت نیرو	الف	وزارت نیرو در راستای استفاده از دریاچه‌ها، سدها و منابع و مجاری آبی برای فعالیت‌های گردشگری نظیر ماهی‌گیری، تفریحی، ورزش‌های آبی و سایر فعالیت‌های گردشگری در چهارچوب قوانین و مقررات همکاری کند.
		ب	وزارت نیرو زمینه استقرار تأسیسات گردشگری در حریم پهنه‌ها، منابع، مجاری و تأسیسات آبی را در چهارچوب قوانین و مقررات فراهم آورد.
		ت	وزارت نیرو در جهت معرفی و واگذاری اراضی همجوار منابع، مجاری و تأسیسات آبی دارای قابلیت گردشگری در چهارچوب قوانین و مقررات همکاری کند.
	وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی	پ	وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) نسبت به تدوین ضوابط و استانداردهای آموزشی حرفه‌ای نیروی انسانی مشاغل مرتبط با حوزه گردشگری و نظارت بر اجرای آن‌ها اقدام کند.
		ث	وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) در راستای توسعه حقوق جامعه میزبان نسبت به مدیریت تأثیرات گردشگری اقدام کند.
		ج	وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) نسبت به تعریف و ایجاد مسیرهای گردشگری شهری روزانه و شبانه اقدام و همه‌ساله به دیگر نهادها اعلام کند تا تأمین امنیت و تقویت زیرساخت‌های مسیرهای فوق به‌عنوان یکی از اهداف مهم در برنامه‌ریزی توسعه‌ای این نهادها مدنظر قرار گیرد.
		خ	وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) با همکاری بنیاد حفظ آثار و نشر ارزش‌های دفاع مقدس و بنیاد شهید و امورایثارگران و به‌منظور ارتقای جایگاه گردشگری صلح و جنگ در صنعت گردشگری کشور، در خصوص ایجاد هم‌افزایی بین زیرساخت‌های گردشگری کشور و آثار و یادمان‌های باقی‌مانده از دفاع مقدس (در موزه‌های دفاع مقدس و مناطق جنگی غرب کشور و موارد مشابه) اقدام لازم را به‌عمل آورد.
۸ الزامات تحقق و پیاده‌سازی	ت	–	ایجاد هماهنگی و هم‌افزایی بین دستگاهی در توسعه گردشگری از طریق تشکیل شورای راهبری و نظارت بر تحقق سند راهبردی توسعه گردشگری با محوریت وزارتخانه (وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی) و با حضور دستگاه‌های ذی‌ربط.
۹ راهبردهای کلان و سیاست‌های توسعه گردشگری و اقدامات اساسی برای حل چالش‌های مربوط به صنعت گردشگری/ سیاست‌های اجرایی	توسعه مدیریت گردشگری	الف	سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری منطقه‌ای به کمک کارگروه‌های منطقه‌ای (چند استانی) بین ذی‌نفعان کلیدی (دولتی، خصوصی و عمومی)
		پ	اتخاذ الگوی مدیریت منطقه‌ای مقصدهای گردشگری
		ت	اتخاذ شیوه مدیریت یکپارچه صنعت گردشگری در سطوح فرابخشی و بین بخشی
		ث	واگذاری امور تصدی‌گری به تشکل‌های حرفه‌ای و تخصصی گردشگری با رویکرد مشارکت عمومی–خصوصی (PPP)
		ج	کاهش تمرکزگرایی در حوزه گردشگری از طریق توان بخش خصوصی و سازمان‌های مردم‌نهاد (NGOها)
		چ	اصلاح ساختار قوانین و مقررات به‌منظور تسهیل فرایندهای بخش گردشگری
		ح	اتخاذ الگوی توسعه گردشگری جامعه‌محور و به‌صورت درون‌زاد با تکیه بر توانمندسازی جوامع محلی
	توسعه سرمایه‌گذاری در بخش گردشگری	ب	تسهیل فرایندهای موجود در محیط کسب‌وکارهای گردشگری و افزایش زمینه‌های مشارکت بخش خصوصی
	توسعه زیرساخت‌های گردشگری	الف	ایجاد امکان دسترسی همگان به منابع و امکانات گردشگری
		ت	اعمال ملاحظات زیست‌محیطی در توسعه زیرساخت‌ها و امکانات گردشگری
		ث	ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز مناطق گردشگری از قبیل راه، خدمات رفاهی و اقامتی با استفاده از سرمایه‌گذاری بخش خصوصی

بخش	زیربخش	بند	گزاره
	توسعه تسهیلات و خدمات گردشگری	الف	بهبود کیفیت محصولات و خدمات گردشگری
		ب	استفاده از فناوری‌های نوین در توسعه تأسیسات، خدمات، بازاریابی، مدیریت و سایر بخش‌های مرتبط با صنعت گردشگری
		پ	استفاده از ظرفیت مشارکت جوامع محلی در ارائه خدمات و تسهیلات به گردشگران
		ت	تنوع‌بخشی به خدمات و تسهیلات گردشگری
	توسعه منابع و جاذبه‌های گردشگری	الف	تنوع‌بخشی به محصولات گردشگری مبتنی بر اهداف، سیاست‌ها، ارزش‌ها و قابلیت‌های مناطق با مشارکت بخش عمومی و خصوصی (PPP)
		ب	تنوع‌بخشی به فعالیت‌های گردشگری در مقصدهای گردشگری و افزایش مدت ماندگاری و هزینه‌کرد آن‌ها
		پ	توسعه فعالیت‌های گردشگری براساس ساختار نظام سلسله مراتبی قطب‌ها، محورها و کانون‌های گردشگری
		ت	توسعه محصول گردشگری برای علایق ویژه با بهره‌برداری از جاذبه‌های منحصر بفرد
		ث	توسعه محورهای گردشگری فرهنگی با تکیه بر منابع تاریخی و فرهنگی منحصر به‌فرد
		چ	توسعه محصولات گردشگری مکمل، سازگار با هویت و ویژگی منابع اصلی
		ح	توسعه گردشگری علمی در سطوح ملی و بین‌المللی با تکیه بر جاذبه‌های طبیعی و تاریخی در حوزه‌های زمین گردشگری (ژئوتوریسم) و موارد مشابه
	توسعه منابع انسانی	ب	ترویج فرهنگ سفر و گردشگری از طریق آموزش‌های اجتماعی و عمومی
	توسعه برنامه‌های بازاریابی	الف	ورود به بازارهای نوظهور و افزایش سهم بازارهای موجود گردشگری
		ت	تطبیق عرضه و تقاضا گردشگری در طراحی محصول و برنامه‌ریزی بازاریابی
		ث	تقویت دیپلماسی گردشگری کشور
		ج	توسعه و ترویج گردشگری داخلی به‌منظور تقویت شناخت، تحکیم همبستگی، توزیع ثروت و نشاط اجتماعی
اقدامات اساسی	۱	–	یکپارچه‌سازی نظام آماری گردشگری
	۲	–	ارزیابی ظرفیت‌های گردشگری مناطق و اجرای طرح‌های توسعه بر مبنای مزیت رقابتی آن‌ها
	۳	–	استفاده از ظرفیت‌های محلی در قالب شرکت‌های خصوصی و تعاونی‌های محلی جهت سرمایه‌گذاری در بخش گردشگری
	۴	–	اعطای مشوق به سرمایه‌گذاران، جهت توسعه زیرساخت‌ها و تسهیلات نوین همساز با محیط‌زیست و مصالح بومی
	۶	–	اولویت‌دهی به سرمایه‌گذاران محلی و منطقه‌ای در طرح‌های توسعه گردشگری
	۸	–	پیشنهاد بازنگری قوانین و مقررات جهت افزایش امکان دسترسی همگان به منابع گردشگری عمومی و جلوگیری از بهره‌برداری خصوصی از منابع مانند سواحل و رودخانه‌ها
	۱۱	–	ارتقای استانداردها و کیفیت شبکه و ناوگان خدمات حمل‌ونقل در مقصدهای گردشگری
	۱۲	–	تنوع‌بخشی به خدمات و تسهیلات گردشگری به‌ویژه در زمینه اقامت و پذیرایی جهت تأمین نیازهای گروه‌های مختلف گردشگران
	۱۳	–	استفاده از روش‌های الکترونیکی و افزایش زمینه‌های مشارکت گردشگران و ذی‌نفعان در ارزیابی و اطلاع‌رسانی کیفیت خدمات گردشگری
	۱۴	–	طراحی و توسعه تسهیلات و خدمات اقامتی و پذیرایی با بهره‌گیری از دانش بومی در سطح منطقه‌ای و محلی
	۱۶	–	یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین خدمات گردشگری در بستر اینترنت به‌منظور مدیریت بهینه عرضه و تقاضا
	۱۸	–	بسترسازی، تسهیل فرایندها و تقویت زمینه فعالیت شرکت‌های نوآفرین (استارت آپ‌ها) در ارائه خدمات

بخش	زیربخش	بند	گزاره
			گردشگری
	۲۰	–	نیازسنجی، طراحی و بازنگری دوره‌های کوتاه مدت آموزش گردشگری با هدف تربیت نیروی انسانی مورد نیاز صنعت گردشگری و بازآموزی شاغلین این صنعت
	۲۳	–	طراحی و اجرای دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی توانمندسازی نیروی انسانی مرتبط با بخش گردشگری، با مشارکت بخش خصوصی
	۲۴	–	افزایش سطح آگاهی عمومی و فرهنگ‌سازی در زمینه سفر و گردشگری، از طریق تعامل با دستگاه‌ها و نهادهای مرتبط از قبیل وزارت آموزش و پرورش، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی و سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران
	۳۰	–	توزیع مطلوب زمانی و مکانی سفرها در مقصدهای گردشگری
	۳۱	–	توسعه انواع فعالیت‌های گردشگری سلامت براساس قابلیت‌ها، مزیت‌ها و بازارهای هدفمند

نتایج حاصل از بررسی ۹۰ موضوع مذکور در گزاره‌های استخراج شده نشان داد به ۳۶ مورد از موضوعات در این سند پرداخته شده است که فراوانی آن‌ها از ۱۱۴ گزاره تا ۱ گزاره متغیر بود (شکل ۱). موضوع گردشگری و طبیعت‌گردی با ۱۱۴ گزاره بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داد. پس از آن انسجام سازمانی و هماهنگی بین‌بخشی، کسب‌وکارهای طبیعت‌محور، مدیریت مشارکتی و مشارکت جوامع محلی، حفاظت سیمای فرهنگی سرزمین (خدمات فرهنگی، توسعه زیست‌فرهنگی)، اقتصاد سبز (صنعت کم‌کربن، تجارت کربن) و برنامه‌ریزی راهبردی سرزمین نیز به‌ترتیب بیشترین گزاره‌ها را شامل می‌شدند. کمترین گزاره‌ها نیز مربوط به موضوعات فناوری‌های نوین و هوشمندسازی، اخلاق محیط‌زیست، مدیریت جنگل، گیاهان دارویی، مدیریت سواحل (سواحل مکران) و حمل‌ونقل سبز بود.



شکل ۱- نمودار فراوانی موضوعات در زمینه محیط‌زیست در گزاره‌ها

نتیجه‌گیری

سند راهبردی توسعه گردشگری به‌عنوان یکی از اسناد بالادستی حوزه سیاست‌گذاری گردشگری کشور، نقش تعیین‌کننده‌ای در جهت‌دهی به الگوی توسعه این بخش و هم‌راستاسازی آن با الزامات توسعه پایدار ایفا می‌کند. از آنجا که گردشگری وابستگی مستقیم به منابع طبیعی و کیفیت محیط‌زیست دارد، بررسی میزان و نحوه توجه سند به ملاحظات محیط‌زیستی، ضرورتی اساسی در ارزیابی کارآمدی آن محسوب می‌شود. نتایج تحلیل محتوای سند نشان داد که ۱۱۴ گزاره به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به موضوعات محیط‌زیستی پرداخته‌اند که این گزاره‌ها در تمام بخش‌های سند شامل مقدمه، اصطلاحات، چشم‌انداز، بیانیه مأموریت، ارزش‌ها، اهداف کلان، حوزه همکاری دستگاه‌های مرتبط با گردشگری، الزامات تحقق و پیاده‌سازی سند، راهبردهای کلان و سیاست‌های اجرایی و اقدامات اساسی توزیع شده‌اند. این یافته بیانگر آن است که محیط‌زیست در سند، جایگاهی فراتر از یک ملاحظه حاشیه‌ای داشته و به‌عنوان یکی از پایه‌های مفهومی توسعه گردشگری مورد توجه قرار گرفته است؛ همچنین حاکی از تلاش سیاست‌گذار برای هم‌راستا ساختن توسعه گردشگری با الزامات حفاظت محیط‌زیست و حرکت به‌سوی الگوی گردشگری پایدار و مسئولانه است.

سند مذکور، با تأکید بر اصول توسعه پایدار و لحاظ ملاحظات محیط‌زیستی، ظرفیتی برای هدایت نظام تصمیم‌گیری و حکمرانی گردشگری کشور در راستای صیانت از منابع طبیعی و پایداری سرزمین فراهم می‌آورد و در صورت تکمیل و تقویت ابعاد اجرایی آن، می‌تواند نقش مهمی در ایجاد تعادل و توازن میان توسعه اقتصادی گردشگری و حفاظت و بهره‌بردای خردمندانه از منابع طبیعی و محیط‌زیست کشور ایفا کند. از سویی دیگر نیز جایگاه محیط‌زیست در این سند می‌تواند نشان‌دهنده گذار تدریجی از نگاه بهره‌بردارانه به نگاه توسعه‌ای- حفاظتی (بهره‌برداری خردمندانه) باشد؛ گذاری که تحقق کامل آن، شرط اساسی پایداری بلندمدت صنعت گردشگری در کشور خواهد بود.

منابع

شفیعی، ز.، فرخیان، ف.، رجایی‌ریزی، م. و موغلی، م. (۱۳۹۵). گردشگری پایدار از تئوری تا تحقق: یک رویکرد انتقادی. جغرافیا، ۱۴(۴۹)، ۱۵۲-۱۷۱.

هیئت وزیران. (۱۳۹۹). تصویب‌نامه در خصوص سند راهبردی توسعه گردشگری. قابل مشاهده در [https://qavanin.ir/].

National Policy Statements

The Environmental Dimension of Strategic Tourism Development Document

Farnoush Attar Sahragard[1*], Afshin Danehkar[2]

1- Ph.D. student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Professor, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

*Corresponding Author's E-mail: attar.farnoush@ut.ac.ir

Abstract

Given the direct dependence of the tourism industry on natural resources, land, and environmental quality, the level of attention paid to environmental considerations in overarching tourism documents is of great importance. Neglecting the principles of environmental sustainability in these documents can reduce the resilience of ecosystems and land and, in the long term, pose challenges to tourism development. The *Strategic Tourism Development Document* was formulated and promulgated in response to the need for a guiding and coherent framework to organize and steer Iran's tourism development process, relying on overarching documents and macro-level policies in this field. In July 2020, the Council of Ministers approved the *Strategic Tourism Development Document*, following a proposal by the Ministry of Cultural Heritage, Tourism, and Handicrafts, and pursuant to paragraph (a) of Article 100 of the Sixth Five-Year Economic, Social and Cultural Development Plan. The document is structured into 10 sections, comprising 114 clauses and statements that address environmental issues. The key themes examined in this document include tourism and nature-based tourism, organizational coherence and intersectoral coordination, nature-based businesses, participatory management and the involvement of local communities in implementation and management, conservation of the cultural landscape (cultural services and biocultural development), green economy (low-carbon industry and carbon trading), and strategic planning of land, environment, and natural resources.

Keywords: Overarching documents; Tourism document; Environmental Document, Ecotourism, Nature-based tourism

Attar Sahragard, F; Danehkar, A. (2025). The Environmental Dimension of Strategic Tourism Development Document. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(2), 6-17.

ایران، فروردین ۱۳۹۹، عکاس: امین خادمیان

مروری بر وضعیت حفاظتی، بوم‌شناسی و تهدیدات زیستگاه گونه‌ی اندمیک ماهی‌کور غار لرستان

زهرا مرادی پور

دانشجوی دکتری، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

رایانامه نویسنده: zahra.moradipour@ut.ac.ir

چکیده

گونه‌های اندمیک، گونه‌هایی هستند که پراکنش جغرافیایی‌شان به یک منطقه یا کشور محدود می‌شود و به دلیل انحصاری بودن، از ارزش حفاظتی بالایی برخوردارند و نقش کلیدی در حفظ تنوع‌زیستی ایفا می‌کنند. ماهی کور غار با نام علمی *Iranocypris typhlops*، یکی از گونه‌های اندمیک و در معرض خطر انقراض ایران است که منحصراً در غار ماهی کور واقع در شهرستان خرم‌آباد، استان لرستان، یافت می‌شود. براساس فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، این گونه در وضعیت آسیب‌پذیر طبقه‌بندی شده است. زیستگاه این گونه، به رغم منحصربه‌فرد بودن، با تهدیدات انسانی (مانند آلودگی، برداشت بیش از حد جمعیت و تغییر در زیستگاه) و طبیعی (مانند تغییرات اقلیمی) مواجه است و نابودی آن، به انقراض کامل این گونه منجر خواهد شد. بنابراین، شناخت عمیق‌تر بوم‌شناسی و وضعیت حفاظتی و تهدیداتی که این گونه با آن مواجه است، برای پیشگیری از انقراض آن ضروری است. این پژوهش با هدف بررسی وضعیت حفاظتی، بوم‌شناسی، تهدیدات و ارائه راهبردهای مدیریتی به‌منظور حفاظت از آن، با استفاده از روش اسنادی و مرور منابع کتابخانه‌ای انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اجرای هم‌زمان سیاست‌های کنترلی سخت‌گیرانه، پژوهش‌های عمیق محیط‌زیستی، جلب مشارکت مؤثر ذی‌نفعان و آموزش جوامع محلی می‌تواند نقش مؤثری در بقای این گونه ایفا کند.

کلیدواژه‌ها: جوامع محلی، آسیب‌پذیر، گونه‌های غارزی، ارزیابی زیستگاه، اکوسیستم‌های کارستی

مرادی پور، ز. (۱۴۰۴). مروری بر وضعیت حفاظتی، بوم‌شناسی و تهدیدات زیستگاه گونه‌ی اندمیک ماهی‌کور غار لرستان. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۱۸-۲۷.

مقدمه

گونه‌های اندمیک گونه‌هایی هستند که زیستگاه آن‌ها محدود به یک کشور است، این گونه‌ها به سبب وسعت انتشار محدود خود، عناصری انحصاری تلقی شده و ارزش حفاظتی بالایی دارند که در حقیقت یکی از کانون‌های اصلی حفاظت از تنوع‌زیستی به‌شمار می‌روند (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳). ماهی کور غار با نام علمی Iranocypris typhlops یکی از گونه‌های اندمیک ایران است که دامنه‌ی پراکنش آن به غار ماهی کور در استان لرستان، شهرستان خرم آباد محدود می‌شود (فراشی و همکاران، ۱۳۹۴). محدودیت شدید پراکنش جغرافیایی این گونه به مناطق کوهستانی و دشواری دسترسی به زیستگاه، همراه با عدم شناخت کافی از آن و اولویت پایین‌تر گونه‌های آبزی در برنامه‌های حفاظت از حیات‌وحش، عواملی بوده‌اند که تاکنون منجر به غفلت مدیریتی قابل توجهی در امر حفاظت و مدیریت این گونه شده‌اند (Brun & Kaiser, 1944). ماهی کور غار گونه‌ای از خانواده کپورماهیان است (ترکی، ۱۳۸۸). این ماهی دارای رنگ صورتی، فاقد چشم، دارای مقطع عرضی گرد و ناحیه رأسی تا حدی تخت، دو جفت سبیلک[1]، دهان نیمه انتهایی، فلس‌های دایره‌ای، خط جانبی نه‌چندان مشخص و دارای دیسک دهانی (در بعضی از افراد) است. برخی ماهیان نیز دارای سلول‌های چشایی در سر و یا سبیلک‌های توسعه یافته در اطراف دهان هستند که از آن‌ها برای چشیدن و لامسه استفاده می‌کنند (Sargeran et al., 2008). این ماهیان برای تهیه غذا و فرار از شکارچیان از خطوط جانبی و شاخک‌های حسی اطراف دهان استفاده می‌کنند (Coad, 1996). این گونه‌ها به‌دلیل اینکه در آب‌های زیرزمینی در تاریکی غار زندگی می‌کنند به ماهی کور غار معروف هستند، این ماهیان به لحاظ شیلاتی فاقد ارزش اقتصادی‌اند اما به‌عنوان ذخیره ژنتیکی گونه‌های با ارزشی هستند، همچنین به‌عنوان ماهی‌های زینتی شگفت‌انگیز و زیبا در موزه‌های حیات‌وحش و آکواریوم‌ها در معرض دید علاقه‌مندان قرار داده می‌شوند. اگر چه مطابق لیست قرمز IUCN[2] این گونه در وضعیت آسیب‌پذیر (VU3) قرار دارد، لیکن با توجه به نتایج مطالعه‌ی زلقی (۱۳۸۹)، به نظر می‌رسد که وضعیت آن بحرانی‌ترین وضعیت اعلام شده است .مطالعاتی که تاکنون در مورد ماهیان کور غار لرستان انجام شده است، شامل بررسی‌های ریخت‌شناسی (Sargeran et al., 2008; Mousavi-Sabet & Eagderi, 2016)، بررسی‌های ژنتیک جمعیت با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره (فراشی و همکاران، ۱۳۹۴) و توالی‌های میتوکندریایی (Segherloo et al., 2012 Hashemzadeh)، بوده است. عوامل انسانی (نظیر برداشت از جمعیت و تغییر در زیستگاه)، وابستگی‌های زیستگاهی خاص و ویژگی‌های منحصربه‌فرد زیست‌شناختی نیز تأثیر بسزایی در افزایش احتمال انقراض گونه‌ها دارند (Reed & Shine, 2002). بوم‌شناسان پیش‌بینی می‌کنند که احتمال انقراض در گونه‌هایی که جمعیت‌های کوچک و یا پراکنش محدود دارند، بسیار بالاست (Manne et al., 1999). بنابراین با توجه به این ویژگی‌های مذکور، هدف از انجام این پژوهش، بررسی وضعیت حفاظتی، بوم‌شناسی و شناخت تهدیدات زیستگاه ماهی کور غار لرستان و ارائه راهکارهای حفاظتی مؤثر به‌منظور تضمین بقای این گونه اندمیک ارزشمند، است.

زیستگاه ماهیان کور در ایران

اولین زیستگاه شناسایی شده ماهیان کور ایران، در منطقه پاپی استان لرستان در مجموعه‌های کارستی[4] سلسله کوه‌های زاگرس در مجاورت رودخانه دز به‌صورت خروجی یک غار قرار دارد (Hashemzade Segherlooh et al., 2012). از دیدگاه زمین‌شناسی این غار در زون زاگرس

[1]. Mustache

[2]. International Union for Conservation of Nature
[3]. Vulnerable
[4]. Karst

چین‌خورده واقع شده است. مهم‌ترین سازندهای محدوده و پیرامون آن شامل سازندهای کربناته سروک و سازند آهکی مارنی است. از این غار جویباری جاری می‌شود که به رودخانه دز و در نهایت به خلیج فارس می‌ریزد (فراشی و همکاران، ۱۳۹۴). سطح آب در این زیستگاه در فصل‌های مختلف تغییرات زیادی دارد، به‌طوری که در فصل‌های بارندگی سطح آب بالا آمده و جویبار کوچکی به نام کایه‌رو را ایجاد می‌کنند. جویبار کایه‌رو پس از عبور از دو آبشار به نهر دیگری به نام آب سیرم تخلیه شده و پس از حدود ۵ کیلومتر به رودخانه سزار می‌ریزد (Hashemzade Segherlooh et al., 2020). از نظر تاریخچه‌ی حفاظتی این غار در سال ۱۳۸۴ توسط سازمان حفاظت محیطزیست، به عنوان اثر طبیعی ملی انتخاب شده است. عمق این غار دقیقاً مشخص نیست اما تا ۲۸ متر از آن توسط غواص‌های محلی شناسایی شده است (فراشی و همکاران، ۱۳۹۴). در جدول ۱، برخی از شاخص‌های این غار آورده شده است.

جدول ۱- شاخص‌های غار ماهی کور (فراشی و همکاران، ۱۳۹٤)

دسته‌بندی	شاخص	واحد	مقدار
پارامترهای فیزیکی	دما	C^o	۱۸/۶۰
	اکسیژن محلول (DO)[1]	ppm	۷/۵۲
	PH	–	۷/۶۰
	هدایت الکتریکی (EC)[2]	us / cm	۴۴۰/۷۰
	کدورت آب	NTU	۰/۶۴
	کل ذرات معلق	ppm	۰/۵۴
	کل ذرات محلول	ppm	۲۳۷/۸۰
فلزات	منیزیم	ppm	۱۹/۳۴
	پتاسیم	ppm	۳/۱۹
	سدیم	ppm	۱۹/۰۲
	کلسیم	ppm	۵۶/۷۰
مواد آلی	اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی	ppm	۰/۰۱
	اکسیژن‌خواهی شیمیایی	ppm	۰/۱۷
مواد معدنی یا غیرآلی	فسفر کل	ppm	۰/۵۸
	فسفات	ppm	۰/۳۵
	نیتروژن کل	ppm	۱/۳۱
	نیترات	ppm	۰/۵۳
	نیتریت	ppm	۰
	کربنات	ppm	۰
	بی‌کربنات	ppm	۱۵۱/۳۳
	سولفور کل	ppm	۸۶/۹۴
	سولفات	ppm	۵۸/۶۳
	کلر	ppm	۲۹/۵۰
تراکم پلانکتونی	–	شمارش با میکروسکوپ اینورت	۱۲۲/۸۷

[1]. Dissolved oxygen
[2]. Electrical conductivity

طبقه‌بندی ماهیان کور در ایران

در ایران ماهیان آب‌های شور و شیرین از جنس‌ها و گونه های فراوان وجود دارد (عباسی و قارزی، ۱۳۸۷). در این بین در دنیا در حدود ۸۵ گونه ماهی فاقد چشم در آب‌های شور و شیرین شناسایی شده که کپورماهیان با ۱۱ گونه دارای بیشترین تعداد و در مرتبه نخست هستند و سگ ماهیان جویباری با ۱۰ گونه در رتبه بعدی قرار دارند. کشور ایران با دارا بودن ۲ گونه منحصربه‌فرد ماهی کور غار و سگ‌ماهی جویباری در زمره کشورهای دارای این گونه های با ارزش قرار دارد (قارزی و همکاران، ۱۳۹۰).

ریخت‌شناسی گونه ماهی کور غار (*Iranocypris typhlops*)

این گونه از خانواده کپورماهیان است. ۴ تا ۵ سانتی‌متر طول دارد دارای دو جفت سبیلک است که یک جفت آن روی لب بالا و جفت دیگر در گوشه دهان قرار دارد. سر این ماهی تا حدودی پهن است و هیچ اثر خارجی از چشم در آن دیده نمی‌شود. رنگ ماهی در حالت زنده صورتی است و تعداد کمی فلس در پشت باله سینه‌ای آن وجود دارد. دندان‌ها حلقی، دو ردیفه و مخروطی شکل هستند (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳). در شکل‌های ۱ و ۲ تصاویری از نمای ظاهری ماهی کور غار ایرانی و زیستگاه آن آورده شده است.

شکل ۱- نمای ظاهری گونه ماهی کور غار ایرانی (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳)

شکل ۲- ماهی کور و غار ماهی کور (Bagheri et al., 2016)

ریخت‌شناسی گونه سگ‌ماهی جویباری (*Paracobitis smithi*)

این گونه از خانواده سگ ماهیان است. این نوع ماهی علاوه بر اینکه از داشتن چشم محروم است، رنگدانه و فلس هم ندارد. سه جفت سبیلک دارد که دومین جفت از آن به خوبی رشد کرده و به انتهای سومین جفت می‌رسد. متوسط طول بدن آن ۴۵ میلیمتر است. بدنش مثل بلور کاملاً بی‌رنگ است. در حدی که رنگ خون و جریان آن، قلب در حال تپیدن، و دستگاه گوارش حیوان که مملو از مواد غذایی هضم شده سیاه رنگ است به خوبی دیده می‌شوند (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳).

تهدیدات گونه

با توجه به اینکه ماهی کور غار تنها در یک زیستگاه در ایران پراکنش دارد، جمعیت آن در برابر تغییرات محیطی بسیار آسیب‌پذیر بوده و با کاهش چشمگیری روبه‌رو شده است. شرایط تغذیه نامناسب، افزایش دمای هوا و آب و نیز عدم تکثیر و بازسازی ذخایر این گونه، در کاهش میزان تولیدمثل و جمعیت آن نقش داشته است (اسکندری و صفری، ۱۴۰۰). علاوه‌بر این، تهدیدات انسانی و طبیعی متعددی زیستگاه این گونه را تهدید می‌کند (جدول ۲). فراشی و همکاران در پژوهشی بیان کرده‌اند که شدت تأثیر تهدیدات انسانی بر زیستگاه این ماهی، از جمله صید و برداشت غیرقانونی و بی‌رویه برای انجام مطالعات تحقیقاتی و نیز ساخت‌وسازهای انسانی را می‌توان با اتخاذ تمهیدات مناسب کاهش داد (فراشی و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۲- تهدیدات انسانی و طبیعی ماهی کور غار (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳)

تهدیدات انسانی	**صید تحقیقاتی**
	صید تزیینی
	تخریب زیستگاه
تهدیدات طبیعی	ناثباتی تشکیلات زمین‌شناسی منطقه
	فروکش نمودن آب غار در اثر خشکسالی و گسل موجود
	بروز سیل
	طعمه‌خواران
	اثرات تغییر اقلیم بر شاخص‌های مطلوبیت زیستگاه

ارزش‌های حفاظتی گونه

ماهی کور غار لرستان (*Iranocypris typhlops*)، یکی از گونه‌های اندمیک و نابینای ساکن غارهای کوهستانی زاگرس در ایران، به‌عنوان یک نماد کلیدی از تنوع‌زیستی زیرزمینی، ارزش‌های حفاظتی منحصربه‌فردی دارد که شامل جنبه‌های بوم‌شناختی (مانند نقش آن در حفظ تعادل اکوسیستم‌های غاری محدود و حساس به تغییرات جریان آب)، ارزش‌های علمی-پژوهشی (به‌عنوان مدلی برای مطالعه تکامل تروگلومورفیک[1] و سازگاری به تاریکی دائمی) و ارزش‌های حفاظتی (حمایت از گونه‌های اندمیک در برابر تهدیدهایی مانند خشکسالی، آلودگی و تخریب زیستگاه، که می‌تواند به انقراض محلی منجر شود) می‌شود (Hashemzade Segherlooh et al., 2022). سایر ارزش‌های حفاظتی این گونه در شکل ۲ آورده شده است.

شکل ۲- ارزش‌های حفاظتی گونه (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳)

وضعیت حفاظتی

ماهیان کور غار در لیست قرمز اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (IUCN) با وضعیت حفاظتی آسیب‌پذیر (VU) قرار دارند (IUCN, 2015). این غار هم‌اینک به‌عنوان تنها اثر طبیعی ملی استان لرستان از تاریخ ۱۳۸۴/۲/۱۴ و طی مصوبه شماره ۲۶۲ در فهرست مناطق تحت‌حفاظت سازمان محیط‌زیست قرار دارد و یک نفر محیط‌بان به‌منظور حفاظت و حراست از این اثر در منطقه مستقر است، به گفته مسئولین محیط‌زیست احداث یک پاسگاه محیط‌بانی با ظرفیت ۸ نفر و همچنین لایروبی و تثبیت دیواره‌های ورودی غار و محصور کردن آن در برنامه حفاظتی این گونه قرار دارند (شرفی زاد و رضوانی، ۱۳۹۳).

[1]. Troglomorphic

نتیجه‌گیری

با توجه به در معرض خطر انقراض بودن ماهی کور غار، که تنها زیستگاه شناخته‌شده‌ی آن در استان لرستان قرار دارد و به‌عنوان یکی از گونه‌های اندمیک و منحصربه‌فرد ایران شناخته می‌شود، این گونه نیازمند توجه، پایش و اقدامات حفاظتی فوری و مؤثر است. ضروری است مدیران و مسئولان حوزه‌ی حفاظت از تنوع‌زیستی با تمرکز بر صیانت از این گونه و زیستگاه حساس آن، برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری مضاعفی در زمینه‌ی مدیریت بوم‌شناختی و احیای زیستگاه طبیعی آن انجام دهند. حفاظت از این گونه، مستلزم اتخاذ رویکردی جامع، چندوجهی و مبتنی‌بر شواهد علمی است. حفاظت موفق از ماهی کور غار لرستان، که نمادی از تنوع‌زیستی منحصربه‌فرد ایران است، منوط به اجرای هم‌زمان سیاست‌های کنترلی سخت‌گیرانه، پژوهش‌های عمیق محیط‌زیستی و جلب مشارکت مؤثر ذی‌نفعان محلی خواهد بود. علاوه‌بر این، آموزش جوامع محلی در مورد اهمیت بوم‌شناختی و اقتصادی این گونه، از طریق کارگاه‌های آموزشی، برنامه‌های آگاهی‌بخشی و همکاری با سازمان‌های غیردولتی (NGO)[1]، می‌تواند مشارکت فعال آن‌ها را در برنامه‌های حفاظتی افزایش دهد؛ برای مثال، تشویق بومیان به نظارت بر زیستگاه و کاهش فعالیت‌های مخرب مانند گردشگری ناپایدار، نه‌تنها انگیزه اقتصادی (مانند توسعه اکوتوریسم) ایجاد می‌کند، بلکه پایداری بلندمدت حفاظت را تضمین می‌نماید.

راهبردهای حفاظتی برای گونه‌ی ماهی کور غار لرستان

۱. پژوهش و چارچوب قانونی

- مطالعات پایه و طبقه‌بندی: انجام مطالعات زیست‌شناختی، بوم‌شناختی و ژنتیکی جامع برای تعیین وضعیت دقیق بقای گونه و طبقه‌بندی آن براساس معیارهای فهرست سرخ IUCN (با تأکید بر گونه‌های در معرض خطر انقراض منطقه‌ای).
- تقویت ضمانت اجرا: تدوین و اجرای مقررات بازدارنده و سخت‌گیرانه جهت جلوگیری از هرگونه برداشت، صید یا جابه‌جایی غیرمجاز گونه.

۲. مدیریت زیستگاه و نظارت میدانی

- توسعه زیرساخت حفاظتی: احداث و تجهیز پایگاه‌های پایش محیط‌بانی در نزدیکی دهانه یا محدوده‌ی غار برای نظارت مستمر بر شرایط زیستگاه و دسترسی‌های غیرمجاز.
- مدیریت بازدید گردشگری: نصب علائم هشداردهنده و آموزنده در مسیرهای دسترسی به غار و تدوین سند مدیریت بازدید برای به حداقل رساندن اثرات مخرب گردشگری.
- برنامه‌ی جامع مدیریت زیستگاه: تدوین برنامه مدون با هدف حفظ کیفیت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب درون غار و جلوگیری از آلودگی‌های سطحی.

۳. مشارکت جامعه و توانمندسازی

- آموزش و آگاهی‌بخشی: اجرای برنامه‌های آموزشی تخصصی برای جوامع محلی و گردشگران با هدف افزایش آگاهی بوم‌شناختی نسبت به ارزش منحصربه‌فرد گونه.
- توسعه پایدار محلی: اجرای پروژه‌هایی جهت بهبود وضعیت اقتصادی جوامع بومی پیرامون منطقه حفاظتی، به گونه‌ای که حفاظت از ماهی کور غار به یک مزیت اقتصادی تبدیل شده و

[1]. Non-governmental organization

مشارکت فعال جوامع محلی در امر حفاظت تضمین شود.

٤. تقویت ظرفیت‌های علمی و مالی

- ایجاد مرکز تخصصی: تأسیس یک مرکز تحقیقاتی وابسته به دانشگاه‌ها یا سازمان‌های متولی جهت انجام مطالعات طولانی‌مدت روی فیزیولوژی و بوم‌شناسی این گونه.

تأمین منابع: تخصیص بودجه‌ی هدفمند و کافی برای اجرای فازهای مختلف برنامه‌های حفاظتی و پروژه‌های تحقیقاتی.

منابع

اسکندری، م. و صفری، ا. (۱۴۰۰). مروری بر ماهیان کور غار لرستان (*Garra lorestanensis* و *Garra thyphlops*). نهمین همایش ملی و اولین همایش بین‌المللی ماهی‌شناسی ایران، دانشگاه گیلان.

ترکی، ف. (۱۳۸۸). تهیه اطلاعات پایه گونه ماهی کور غار. مرکز جهاد دانشگاهی، تهران.

زلقی، ا. (۱۳۸۹). بررسی زیستگاه و جمعیت ماهی غارزی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ۱۰۱ ص.

شرفی زاد، ا. و رضوانی، م. (۱۳۹۳). ماهی کور غار ایرانی: زیستگاه، زیست‌شناسی، تهدیدها و راهکارهای حفاظتی. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیطزیست و گردشگری، تبریز.

عباسی، م. و قارزی، ا. (۱۳۸۷). ریخت‌شناسی دستگاه گوارش ماهی کور غار ایرانی. مجله دامپزشکی ایران، ۱۴ (۲)، ۶۹-۶۰.

فراشی، آ.، کابلی، م.، رحیمیان، ح.، رضایی، ح. ر. و نقوی، م. ر. (۱۳۹۴). انتخاب زیستگاه مناسب برای انتقال ماهی کور ایرانی (*Iranocypris typhlops*). محیطزیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، ۶۸ (۳)، ۴۴۳-۴۵۹.

قارزی، ا.، ابراهیمی باغبانان، ع. و عباسی، م. (۱۳۹۰). مطالعه هیستومورفومتری دستگاه تناسلی در ماهی کور غار ایرانی (*Iranocypris typhlops*). فصلنامه علمی-پژوهشی محیطزیست جانوری، ۳ (۳)، ۴۵- ۵۴.

Bagheri, M., Goudarzi, F., Zalaghi, A. H., & Savabieasfahani, M. (2016). Habitat characteristics and population size of *Iranocypris typhlops*, the Iran cave barb. *Environmental Biology of Fishes, 99(2),* 179-185.

Brun A.F., & Kaiser E.W., (1944*). Iranocypris typhlops* n.g., n.sp., the first true cave fish fromAsia. Danish Scientific Investigations in Iran. Part 4.

Coad, B. W. (1996). Threatened fishes of the world: *Iranocypris typhlops* Bruun & Kaiser, 1944 (Cyprinidae). Environmental Biology of Fishes, 46(4), 374-374.

Hashemzadeh Segherloo I., Bernatchez L., Gaoklzhatriaiarnyp K., Abdoli A., Primmer C R., & Bakhtiary M. (2012). Genetic differentiation betweentwo sympatric morphs of the blind Iran Cave barb *Iranocypris typhlops*. J. Fish Biol. 81, 1747- 1753.

Hashemzadeh Segherloo I., Tabatabaei S N., Ghaedrahmati N., Amiri M., & Bernatchez L. (2020). The analysis of the relationship between Lorestan cave barbs (Garra typhlops and Garra lorestanensis) and Garra gymnothorax populations in Dez and Karkheh River drainages. Nova Biologica Reperta. 7(1), 1-8.

Hashemzadeh Segherloo, I., Tabatabaei, S. N., Abdolahi-Mousavi, E., Hernandez, C., Normandeau, E., Laporte, M., & Bernatchez, L. (2022). eDNA metabarcoding as a means to assess distribution of subterranean fish communities:

Iranian blind cave fishes as a case study. Environmental DNA, 4(2), 402-416.

IUCN. (2015). *Iranocypris typhlops* (Zagros cave garra), Status: Vulnerable D2 ver 2.3. In: *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2015.2. www.iucnredlist.org. 13 July 2015.

Manne, L.L., Brooks, T.M., & Pimm. S.L. (1999). Relative risk of extinction of passerine birds on continents and islands. Nature 399, 258–261.

Mousavi-Sabet, H., & Eagderi, S. (2016). Garra lorestanensis, a new cave fish from the Tigris Riverdrainage with remarks on the subterranean fishes in Iran (Teleostei: Cyprinidae). Fish Taxa 1, 45-54.

Reed, R.N., & Shine, R. (2002). Lying in wait for extinction: ecological correlates of conservation status among Australian elapid snakes. *Conservation Biology* 16, 451 –461.

Sargeran P, Bakhtiyari M, Abdoli A, Coad BW, Sarvi K, Rahmati Lishi M, & Hajimoradloo A. (2008). The endemic Iranian Cave-fish, *Iranocypris typhlops*: two taxa or two forms based on the mental disc? Journal of Zoology in the Middle East 44, 67-74.

غار علی‌صدر، همدان، پاییز ۱۴۰۱، عکاس: سینا مروت

A Review of the Conservation Status, Ecology, and Habitat Threats of the Endemic Lorestan Cave Blindfish Species

Zahra Moradipour
Ph.D. student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
Author's E-mail: zahra.moradipour@ut.ac.ir

Abstract
Endemic species are those whose geographical distribution is limited to a region or country. Due to their restricted distribution, they possess high conservation value and play a key role in preserving biodiversity. The blind cave fish, with the scientific name Iranocypris typhlops, is an endemic and endangered species of Iran that is found exclusively in the Blind Cave Fish Cave located in Khorramabad County, Lorestan Province. According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List, this species is classified as Vulnerable. Despite its uniqueness, the habitat of this species faces human threats (such as pollution, overharvesting, and habitat change) and natural threats (such as climate change). The destruction of its habitat would lead to the complete extinction of this species. Therefore, a deeper understanding of the ecology and conservation status of this species and the threats it faces is essential to prevent its extinction. This research was conducted using documentary methods and library resource reviews to investigate the species' conservation status, ecological characteristics, and threats, and to provide management solutions for its protection. The results of this study show that the simultaneous implementation of strict control policies, in-depth environmental research, effective stakeholder participation, and education of local communities can play an effective role in the survival of this species.

Keywords: Local communities, Vulnerable, Cave species, Habitat assessment, Karst ecosystems

Moradipour, Z. (2025). A Review of the Conservation Status, Ecology, and Habitat Threats of the Endemic Lorestan Cave Blindfish Species. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 18-27.

کردستان، ایران، پاییز ۱۴۰۳، عکاس: ابراهیم معماریان

نظریه‌های اجتماعی سبز

فرحناز سعیدی ستا[۱]، افشین دانه‌کار[۲*]

۱- دانشجو دکتری، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- استاد، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: danehkar@ut.ac.ir

چکیده

امروزه با افزایش مسائل محیط‌زیستی مانند بحران انرژی، اتلاف و تخریب منابع سرزمینی و افزایش مواد زاید ناشی از توسعهٔ شهرنشینی و صنعتی، اثر انسان بر محیط نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است؛ زیرا آن‌ها بسیاری از این معضلات را ناشی از پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم رفتارهای انسان می‌دانند. گسترش تهدیدات محیطی نه‌تنها مسائل زیست‌بومی را که برای سال‌ها توسط نظریه‌های سنتی روابط بین‌الملل نادیده گرفته می‌شد به متن نظریه‌های روابط بین‌الملل آورد، بلکه ماهیت سیال و چندوجهی این مسائل باعث شده است تا نظریه‌های مختلف روابط بین‌الملل جهت‌گیری متفاوتی نسبت به این مسائل و تأثیر آن‌ها بر روابط دولت‌ها و ملت‌ها داشته باشند. این بررسی با اتکا به روش پژوهش تحلیل محتوای توصیفی و گردآوری داده‌ها به‌صورت کتابخانه‌ای، به انجام رسیده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، درحالی که در گذشته و تحت‌تأثیر رویکردهای نظری سنتی روابط بین‌الملل و توسعه مفهوم امنیت دولت‌محور با مسائل محیط‌زیستی به‌عنوان یک کلیت انتزاعی در روابط بین‌الملل رفتار می‌شد، اما تغییرات بنیادین در سیاست جهانی موجب به رسمیت شناختن محیط‌زیست و عواقب غیرقابل پیش‌بینی و شگفت‌انگیز آن به‌عنوان یکی از موضوعات اصلی روابط بین‌الملل شد.

کلیدواژه‌ها: نظریه‌های محیط‌زیستی، نظریه سبز، جنبش‌های اجتماعی

سعیدی ستا، ف.، دانه‌کار، ا. (۱۴۰۴). نظریه‌های اجتماعی سبز. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۲۸-۳۸.

مقدمه

در پنج دهه اخیر انسان‌های بیشتری به جمعیت دنیا اضافه شده‌اند که تعدادشان از میلیون‌ها انسان قبل از خود بیشتر بوده است. در نتیجه افزایش جمعیت جهانی که به‌طور گسترده تداوم داشته، خطر بالقوه‌ای را برای محیط‌زیست ایجاد نموده است (ترابی، ۱۳۸۹). آنچه امروزه از پیکار انسان با طبیعت به جای مانده، همچون کاهش تنوع‌زیستی، آلودگی محیط‌زیست، دخالت‌های انسانی در طبیعت و بهره‌برداری مداوم از منابع سرزمینی، که به تدریج توان جذب و ترمیم زیست سپهر را اشباع کرده است، ریشه در استفاده نادرست انسان از زمین و مدیریت غلط یا روش بهره‌برداری نادرست دارد (مسترشدی، ۱۳۹۵). به‌علاوه تولید صنعتی انبوه، خطر پایان منابع کمیاب مواد خام و انرژی را به دنبال دارد، به موازات آن مسائل مربوط به تخریب سرزمین و کیفیت محیط‌زیست به شکل روزافزونی به یک مسئله فرامرزی بین‌المللی تبدیل شده است (ترابی، ۱۳۸۹).

تخریب محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های انسانی تاریخ طولانی و پیچیده‌ای دارد. بااین‌حال، تا دوره گسترش جهانی اروپا و انقلاب صنعتی، تخریب محیط‌زیست عموماً ناهموار و نسبتاً محلی باقی ماند. «بحران اکولوژیک مدرن» که با افزایش تصاعدی در دامنه، مقیاس و شدت مشکلات محیط‌زیستی در سراسر جهان مشخص شده، در نیمه دوم قرن بیستم ظهور کرده است. به همین ترتیب، دهه ۱۹۶۰ معمولاً به نشانه تولد "جنبش محیط‌زیست مدرن"، به‌عنوان یک جنبش اجتماعی گسترده و پایدار در نظر گرفته می‌شود که از عوارض جانبی محیط‌زیستی که برای تبلیغ جهت رونق اقتصادی پس از جنگ جهانی دوم صورت می‌پذیرفت، انتقاد کرده است. رشد سریع اقتصادی، تکثیر فناوری‌های جدید و افزایش جمعیت در این دوره باعث افزایش مصرف انرژی و منابع، مصرف منابع جدید (و افزایش سطوح آلودگی) و تولید زباله و فرسایش سریع تنوع‌زیستی زمین شد. به‌رغم آنکه تعدادی از شاخص‌های محیط‌زیستی در برخی از کشورها در دهه‌های پایانی قرن بیستم بهبود یافته بودند، ارزیابی کلی محیط‌زیستی جهانی برای قرن بیست و یکم، تیره و تار بوده است. ارزیابی اکوسیستم هزاره برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد، که در مارس ۲۰۰۵ تکمیل شد، نشان داد که تقریباً ۶۰ درصد از خدمات اکوسیستمی که از حیات روی زمین پشتیبانی می‌کنند در حال تخریب یا استفاده ناپایدار هستند (UNEP, 2005).

«بحران محیط‌زیستی» به وضوح توصیف مناسبی از این تحولات است، اگرچه عبارت «مشکلات محیط‌زیستی» احتمالاً به بهترین وجه، چالش‌های متعددی را که سیاست‌گذاران در تمام سطوح حکومت با آن مواجه هستند، نمایندگی می‌کند به صراحت این پیام را می‌دهد که مشکلات سرزمین و کیفیت زیست انسان همچنان پا برجا است (Dyer, 2018).

ظهور نظریه سبز

دیر (۲۰۱۸) در نوشتاری با عنوان «معرفی نظریه‌های سبز در روابط بین‌الملل» به پیشینه مطرح شدن مشکلات محیط‌زیستی در مجامع بین‌الملل اشاره می‌کند که در دهه ۱۹۶۰ در قالب بحران جهانی محیط‌زیست، به رسمیت شناخته شد. در دهه ۱۹۷۰ نخستین نشست سازمان ملل متحد در مورد این موضوع برگزار شد و در دهه ۱۹۸۰ احزاب سیاسی سبز و سیاست‌های عمومی پدیدار شدند (Dyer, 2018). استفاده از اصطلاح سبز، پس از اواسط این دهه در مفهوم مجازیِ سازگاری خط‌مشی با محیط‌زیست، گسترش فراوان یافت و به سرعت در بحث‌ها و گفتگوها متداول گردید (سلیمان پور عمران، ۱۳۹۲). اما تا دهه ۱۹۹۰، روابط بین‌الملل در برابر به رسمیت شناختن دگرگونی‌های محیط‌زیستی به‌عنوان منبع فزاینده تهدیدهای زمین و انسان مقاومت می‌کرد. در دهه ۱۹۹۰ و تحت‌تأثیر سنت انتقادی روابط بین‌الملل، نظریه‌های سبز در

روابط بین‌الملل شکل گرفت. این نظریه در دل خود همواره این سؤال را مطرح می‌کند که مرزهای سیاسی در کجا قرار دارد و برای مشکلات محیطزیستی که بیشتر فرامرزی هستند باید در کدام سطح از جامعه سیاسی، به دنبال راه‌حل بود. درنهایت دیر[1] نتیجه می‌گیرد که نظریه سبز نه‌تنها توصیف تحلیلی از جهان ما، بلکه منطق متفاوتی را نیز برای دریافت و چگونگی تغییر آن ارائه می‌دهد (Dyer, 2017). نتیجه این محیطزیست‌گرایی، پدیدار شدن یک جریان سبز در نظریه‌های روابط بین‌الملل بود که به گفته *کمبل کورت*[2] نه‌تنها مفاهیم و شیوه‌های سیاست‌گذاری محیطزیستی را تحت‌تأثیر قرار داده است بلکه کمک بزرگی به تصور آینده‌ای غیرقابل پیش‌بینی و محتمل کرده است (Campbell, 2009).

نظریه اجتماعی سبز به‌وسیله *پیتر دیکنز* " در سال ۱۹۹۲" مطرح شد. او از صاحب نظران به‌نام حوزه جامعه‌شناسی محیطزیست و مخاطرات محیطی محسوب می‌شود که تئوری خود را بر پایه‌ی واقع‌گرایی انتقادی قرار داده است. دیکنز از شیوه تحلیل دیالکتیکی[3] و ماتریالیسم[4] تاریخی مارکس و انگلس[5] به‌منظور بررسی رابطه جامعه و طبیعت الهام گرفت. از نظر دیکنز طبیعت با بدن انسان پیوسته است و نمی‌توان طبیعت را جدای از انسان‌ها تلقی کرد. در این دیدگاه، بر پایان دوگانگی بین انسان و طبیعت تأکید می‌شود. محیط اجتماعی قلمرو جدا از محیط طبیعی نیست و این دو به‌هم متصل هستند. به بیان دیگر جوامع انسانی بخشی از محیطزیست طبیعی هستند و هر دو باید در کنار هم در نظر گرفته شوند (اروین، ۱۳۹۳).

انسان وقتی تغییری در محیطزیست ایجاد می‌کند، محیطزیست هم به نوبه خود بر انسان و جامعه اثر می‌گذارد. طبیعت را همواره انسان‌ها تغییر می‌دهد و در این فرآیند انسان‌ها نیز تغییر می‌کنند. در واقع «تغییر طبیعت تغییر خود ماست» (صالحی و پازوکی نژاد، ۱۳۹۶). به بیان دیگر خطرات و ریسک‌های محیطی به معنای احتمال وقوع خطرات و قدرت صدمه زدن آن‌ها به‌طور واقعی وجود دارند و می‌توان از یک سو آن‌ها را با بهره‌گیری از علوم طبیعی و روش‌ها و فنونی که عرضه می‌کنند، مورد اثبات و شناسایی تجربی قرار داد و مکانیزم‌ها، ساختارها و علل طبیعی‌شان را روشن کرد و از سوی دیگر در پی کشف ساختارهای عمیق و نهفته جامعه و سازوکارهای علّی اجتماعیِ ایجادکننده خطرات محیطزیستی برآمد (اروین، ۱۳۹۳).

نظریه‌های اجتماعی سبز

محیطزیست از نظر ماهیتی یک دیدگاه میان رشته‌ای، فرابخشی و کل‌نگر است. از این‌رو باید در بستر و زمینه‌ی دیدگاه‌های فلسفی، تاریخی، روانشناسی، اجتماعی، اقتصادی، فناورانه، سیاسی، اخلاقی، زیباشناسی و معنوی مورد مطالعه قرار گیرد (سلیمان پور عمران، ۱۳۹۲). مکاتب و اندیشه‌های سیاسی گوناگونی نسبت به مسائل محیطزیستی در جهان وجود دارد. با این حال ماهیت سیّال و چندوجهی مسائل محیطزیستی یک چالش تئوریک در زمینه پاسخ به مسائل سرزمینی و کیفیت زندگی انسان در روابط بین‌الملل به‌وجود آورده است و اختلاف‌نظر درباره تعاریف عملیاتی محیطزیست‌گرایی باعث شده است تا نظریه‌های مختلف روابط بین‌الملل، جهت‌گیری متفاوتی نسبت به مسائل محیطزیستی داشته باشند. چشم‌اندازهای متفاوت و متعارض نظریه‌های مختلف روابط بین‌الملل از مسائل محیطزیستی در ذیل ارائه شده است. مرور نظریه‌های روابط بین‌الملل نشان می‌دهد دست‌کم هفت سنت نظری این حوزه از جمله لیبرالیسم[6]/نئولیبرالیسم[7]، رئالیسم[8]/ نئورئالیسم[1]، نظریه‌های انتقادی، نظریه‌های

[1] Dyer
[2] Campbell
[3] Dialectical analysis method
[4] materialism
[5] Marx and Engels

[6] liberalism
[7] Neoliberalism
[8] realism

مارکسیستی[2]، نظریه‌های پست مدرنیسم[3]، نظریه‌های فمینیستی[4] و نهایتاً نظریه اقتصاد سیاسی بین‌الملل دارای بینش‌هایی در خصوص مسائل محیطزیستی و امکان همکاری در این حوزه هستند (حریری و همکاران، ۱۴۰۲).

لیبرالیسم:

لیبرالیسم در اصل یک مفهوم و برداشت فردی و مادی‌گرایانه از زندگی است که بسیاری از مفاهیم کلیدی آن از جمله آزادی فردی، جامعه آزاد، اقتصاد بدون محدودیت بازار و دستیابی به مالکیت خصوصی، اساساً با مدیریت مشترک محیطزیست متناقض هستند (Zakaria, 1997). با این حال برخی از متفکران لیبرال حمایت و هم‌دردی جدی خود را با حفاظت از محیطزیست ابراز کرده‌اند. فایده‌گرایی *جرمی بنتام*[5] و *جان استوارت میل*[6] نسبت به گونه‌های غیرانسانی احترام می‌گذارد و *جان استوارت میل* در کتاب خود با عنوان "اصول اقتصاد سیاسی بر مدیریت محیطزیست" از مدارا، گفتگو و جامعه مدنی حمایت می‌کند که کاملاً متفاوت از فرض منافع خودمحور در اغلب مدل‌های اقتصادی رقابتی بازار است. بااین‌حال مهم‌ترین سهم نظریه‌های لیبرالی در مدیریت و حفاظت از محیطزیست از آن اندیشمند معاصر *جان راولز*[7] است که حفاظت از محیطزیست را به‌عنوان بخشی از نظریه عدالت می‌داند. از نظر *جان راولز* ممنوعیت تخریب محیطزیست و پایداری محیطی الزاماً با جامعه شایسته و زندگی خوب مرتبط و پیش‌شرط عدالت اجتماعی است. در جامعه شایسته و منظم *جان راولز*، مردم از برخی حقوق اساسی از جمله حق معاش برخوردار هستند که توسعه اقتصادی نباید باعث مختل شدن این جامعه شود. رویکرد *جان راولز* درباره منابع غیرتجدیدپذیر و لزوم استفاده از آن‌ها به‌منظور تأمین منافع نسل آینده، عقاید وی را به حفاظت از محیطزیست و توسعه پایدار نزدیک کرده است (حریری و همکاران، ۱۴۰۲).

نئولیبرالیسم:

نئولیبرالیسم که به‌عنوان نسخه معاصر لیبرالیسم کلاسیک، بیشترین ایمان را به خرد و خلاقیت انسان دارد، استدلال می‌کند که محدود کردن آزادی فرد به نام قانون حمایت از محیطزیست، مخالف قانون طبیعت خواهد بود بنابراین، مدیریت محیطزیست با حق مالکیت افراد متناقض است. بااین‌حال چه نئولیبرالیسم را به‌عنوان سیاست اقتصادی دولت بفهمیم یا به گفته *میشل فوکو*[8] به‌عنوان عقلانیت حاکمِ بنیادی‌تر و گسترده‌تری که ارزش‌های بازار را در هر حوزه زندگی پخش می‌کند، محیطزیست به راحتی با ایده‌های نئولیبرالی سازگار است (Dyer, 2017). تصور غالب نئولیبرالیست‌ها از بحران‌های محیطزیستی، چالش‌های آن برای تجارت آزاد است. از دیدگاه صاحب‌نظران این سنت نظری، نسخه‌ها و خط‌مشی‌ها برای حل بحران محیطزیست، نه‌تنها کالاهای جدید، بازارها و خواسته‌های جدید ایجاد می‌کند، بلکه باعث تحریک نوآوری در روش‌های تولید، حمل‌ونقل وکالاهای مصرفی می‌شود، که انگیزه اساسی را ایجاد می‌کنند و موتور سرمایه‌داری را به حرکت در می‌آورند (Hajer, 1995). نئولیبرالیست‌ها ملت‌های فقیر را به دلیل شرایط اقتصادی بد، استفاده از فناوری‌های سنتی و آلاینده در حوزه اقتصاد و کشاورزی، قربانی واقعی مسائل محیطزیستی و تغییرات آب‌وهوایی می‌دانند و رشد اقتصادی و تجارت آزاد را تنها راه حفاظت از محیطزیست می‌شناسند، چرا که علاوه‌بر کمک به کشورهای فقیر برای مبارزه با فقر و حفاظت از محیطزیست، باعث می‌شود تا مازاد اقتصادی نیز برای حفاظت از محیطزیست سرمایه‌گذاری شود. از نظر تئوری نئولیبرالیستی، حفاظت از محیطزیست یک کالای لوکس

[1] neorealism
[2] Marxist theories
[3] Theories of postmodernism
[4] Feminist theories
[5] Jeremy Bentham
[6] John Stuart Mill
[7] John Rawls
[8] Michel Foucault

ناشی از رونق اقتصادی و تغییر ارزش‌ها از رشد اقتصاد مادی‌گرایانه به رشد اقتصادی فرامادی‌گرایانه یا پساماتریالیستی[1] در کشورهای توسعه یافته است (حریری و همکاران، ۱۴۰۲). در زمینه همکاری‌های بین‌المللی محیطزیستی نیز نئولیبرال‌ها استدلال می‌کنند که دولت‌ها در پی منافع مطلق خود هستند و همکاری را در صورت دستیابی به منافع مشترک و ایجاد نهادهایی به‌منظور نظارت، ایجاد شفافیت و جلوگیری از سواری مجانی دولت‌ها از توافقات بین‌المللی، امکان پذیر می‌دانند (Taqwadin, 2012).

رئالیسم:

سنت رئالیستی روابط بین‌الملل به‌عنوان دیرپاترین سنت نظری روابط بین‌الملل و به‌عنوان نظریه غالب دوران جنگ جهانی دوم و پس از آن بر این فرض اساسی استوار است که در شرایط آنارشیک نظام بین‌الملل، اصل بر رقابت و خودیاری دولت‌های ملی است و در این شرایط هرج و مرج بین‌المللی که اصل بر رقابت است، همکاری‌های بین دولتی و بین‌المللی یک استثنا است. *رابرت گیلپین* با صراحت اظهار می‌دارد که اولین فرض اساسی که بر تمام تفکرات واقع‌گرایانه سایه افکنده این است که در ماهیت اساساً متناقض امور بین‌الملل، هرج‌ومرج یک قاعده است و نظم، عدالت و اخلاق استثنا هستند (Gilpin, 1984). در دیدگاه واقع‌گرایی، موضوع محیطزیست را نمی‌توان در یک سطح قرارداد؛ مسائل مرتبط با محیطزیست پدیده‌ای جهانی و همه‌گیر است که از زاویه تنگ دولت‌ها به‌راحتی نمی‌توان آن را مورد ارزیابی قرار داد. به‌عبارت دیگر واقع‌گرایی، نظریه دولت‌محوری است که تأکید فراوانی بر حاکمیت دولت و این باور دارد که دولت‌ها بازیگران اصلی امور جهانی هستند. با این وجود، مسائل محیطزیستی اندیشه‌های رایج و دیرینه مربوط به ماهیت و حدود حاکمیت دولت را با مسائل جدی روبه‌رو ساخته است (ترابی، ۱۳۸۹).

نظریه‌های انتقادی:

از نظر واقع‌گرایی انتقادی، مسائل و مخاطرات محیطزیستی مانند تغییرات اقلیمی، آلودگی آب و هوا و ناامنی غذایی کاملاً عینی و واقعی هستند و وظیفه جامعه‌شناسی، تبیین علل اجتماعی بحران‌ها و مخاطرات محیطی است. در واقع‌گرایی انتقادی، جامعه‌شناسی باید به‌دنبال شناسایی ساختارهای جامعه‌شناختی بلندمدت و سازوکارهای علّی درون جامعه و ریشه‌های اجتماعیِ پسِ پشتِ شواهد ظاهری و فنی خطرات محیطی باشد. به بیان دیگر خطرات و ریسک‌های محیطی به معنای احتمال وقوع خطرات و قدرت صدمه زدنشان به‌طور واقعی وجود دارند و می‌توان از یک‌سو آن‌ها را با بهره‌گیری از علوم طبیعی و روش‌ها و فنونی که عرضه می‌کنند، مورد اثبات و شناسایی تجربی قرار داد و مکانیزم‌ها، ساختارها و علل طبیعی‌شان را روشن کرد و از سوی دیگر در پی کشف ساختارهای عمیق و نهفته جامعه و سازوکارهای علّی اجتماعیِ ایجادکننده مخاطرات محیطزیستی برآمد (اروین، ۱۳۹۳). واقع‌گرایی انتقادی یک روش تحقیق علمی است که علوم اجتماعی و علوم طبیعی را از یکدیگر جدا نمی‌بیند و شواهد علمیِ طبیعی و اجتماعی را در کنار هم می‌گذارد. این روش با گذر کردن از لایه‌ی سطحی شواهد عینی به‌سوی لایه‌های هر چه زیرین و عمیق‌تر جامعه و طبیعت، کندوکاو کرده تا به کشف علل و اسباب جامعه‌شناختیِ ایجادکننده مشکلات و خطرات محیطی دست پیدا کند (ساتن، ۱۳۹۳)، علل و اسبابی که برآمد نیروهای طبیعی- اجتماعی‌اند. ازاین‌رو واقع‌گرایی انتقادی از اثبات‌گرایی و تجربه‌گرایی خام گذر کرده و با اتخاذ رهیافت پس‌کاوی و روش دیالکتیکی، در صدد شناخت عوامل و سازوکارهای پنهان و واقعیِ (اجتماعی- طبیعی) موجد مخاطرات و ریسک‌های محیطی بر می‌آید (اروین، ۱۳۹۳).

[1] Postmaterialist

نظریه‌های مارکسیستی:

اکومارکسیست‌ها با این که به رابطه هماهنگ و متعادل بین انسان و طبیعت پا فشاری می‌کنند، اما بر سنت انسان‌گرایانه مارکس پایبند هستند. طبیعت ارزشمند است ولی به خودی خود ارزش ذاتی ندارد، ارزشمندی طبیعت در پرتو انسان‌محوری اهمیت پیدا می‌کند (صادقی و پازوکی نژاد، ۱۳۹۶). به نظر اکومارکسیست‌ها و سوسیالیست‌های محیط‌زیستی تخریب طبیعت با استثمار طبقاتی و نابرابری‌های اجتماعی در پیوند است. مرفه‌ها از منابع مصرف می‌کنند، تا موقعیت ممتاز خود را حفظ کنند و تهی دستان منابع را مصرف می‌کنند تا وضعیت خود را در قبال مرفه‌ها بهبود بخشند. بدین‌ترتیب منابع انرژی، طبیعی و محیطی در معرض نابودی قرار می‌گیرند که به‌دنبال آن جوامع انسانی در معرض نابودی و انقراض قرار خواهند گرفت (حریری و همکاران، ۱۴۰۲). راه‌حلی که اکومارکسیسم و سوسیالیست‌های محیطی پیش‌پای جوامع می‌گذارند، حرکت به‌سوی عاقلانه‌شدن تولید و مصرف از طریق ایجاد یک نظام مالکیت عمومی و برنامه‌ریزی مشارکتی در سطوح محلی، منطقه‌ای و جهانی است. جامعهٔ زیست‌بوم‌گرایی که در آن جامعه با آگاهی و مسئولیت همگانی سازمان‌دهی شده باشد و بین نیازهای انسانی و طبیعت، هماهنگی و توازن برقرار کند و تولید، نه برای کسب سود و ارزش مبادله، بلکه برای بازیافتن ارزش مصرف در پیوند با حفظ محیط‌زیست، صورت گیرد. جامعهٔ زیست‌بوم‌گرا و شیوه تولیدی که براساس رابطه سرمایه و کار صورت نگیرد و کار دستمزدی در آن لغو گردد و تولیدکنندگان با فعالیت مشارکتی خویش به تعادل بین خود و طبیعت واقف باشند و براساس آن تولید و مصرف نمایند (رزاقی و رفیقی نمین، ۱۳۸۶).

نظریه اقتصاد سیاسی:

به‌طور خاص، شیوه‌های سیاسی–اقتصادی تولید، توزیع و مصرف برای برآوردن نیازها و خواسته‌های فوری انسان‌ها در نظر گرفته شده است. بااین‌حال، این شیوه‌ها در اقتصاد بازار جهانی وابسته به رشد منعکس می‌شوند که برای دستیابی به پایداری محیط‌زیستی یا شناخت محدودیت‌های اکولوژیک طراحی نشده‌اند. این اقتصاد به نوعی توسعه مادی را فراهم کرده است، اما با چنان منافع نابرابر و آسیب‌های جانبی گسترده – از جمله به محیط‌زیست – که توسعه انسانی در زمینه اکولوژیک را نادیده گرفته است. از منظر بوم‌شناختی، انتقاد کلی به توسعه و حتی شیوه‌های توسعهِ پایدار ظاهراً مترقی وجود دارد. مدل معروف «تراژدی عوام» (Hardin, 1968)، که در آن "*انتخاب‌های کوتاه‌مدت، فردی و منطقی ما منابع محیطی ما را نابود می‌کند*"، موید این دیدگاه است. این غم‌انگیز است زیرا می‌توان ظهور آن را شاهد بود اما به نظر می‌رسد نمی‌توان یا نمی‌شود کاری در مورد آن انجام داد. این ناتوانی بیش از یک مشکل عملی است. این یک چالش نظری عمیق است. *هاردین* خاطرنشان می‌کند که چنین مسائلی را نمی‌توان با ابزارهای فنی حل کرد، بلکه نیازمند تغییر در ارزش‌های انسانی است (مسترشدی، ۱۳۹۵).

نظریه‌های فمنیستی:

تا دوران مدرن، ایده نابرابری بین زن و مرد و اطاعت زنان از مردان به‌عنوان امری طبیعی و دیدگاهی بدیهی بود. زنان از نظر جسمی (و روانی) ضعیف‌تر از مردان بودند و در جایگاهی پایین‌تر از «مرد» اما بالاتر از «حیوانات» یا طبیعت شمرده می‌شدند. این پیوندهای تاریخی و مفهومی بین زنان و طبیعت است که اتخاذ رویکرد جنسیتی را در بحث نظریه‌های اجتماعی و محیط‌زیست نه‌تنها جالب، بلکه کاملاً ضروری می‌کند. همان‌طور که در بحث بعدی در مورد نظریه اجتماعی اکوفمینیستی روشن خواهد شد،

نظریه‌پردازی اجتماعی در مورد محیطزیست یک مسئله عاری از جنسیت نیست. ارتباط بین جنسیت و محیط در نظریه‌های اجتماعی چیزی است که در چند دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. ردیابی این رابطه از دهه ۱۹۶۰، اگر نگویند همیشه، بخش مرکزی جنبش فمینیستی و نظریه اجتماعی فمینیستی بوده است. با این حال، ارتباط بین جنسیت، محیط و نظریه اجتماعی در اواخر قرن هشتم با کتاب *مری ولستون کرافت*[1] به نام " A Vindication of the Rights of Women" (سال ۱۷۹۲) و واکنش‌ها به آن، ریشه می‌گیرد. *ولستون کرافت* در کتاب اصلی، به گسترش برخی حقوق برابر محدود برای (برخی) زنان، مانند حق داشتن دارایی، سرمایه و آموزش استدلال کرد. با این حال، پیشنهاد او برای «حقوق زنان» واکنشی را برانگیخت که به وضوح دیدگاه غالب زنان در آن زمان را آشکار می‌کند. موضع اصلی پاسخ این بود که اگر قرار است زنان از حقوقی برخوردار باشند، پس چرا حیوانات نیز نباید از آن حقوق برخوردار باشند؟ در اینجا، یک ارتباط صریح بین وضعیت زنان و حیوانات ایجاد شد، شباهتی بین زنان و حیوانات که هم از نظر تاریخی و هم از نظر مفهومی تا زمان‌های اخیر دوام می‌آورد و ایجاد جنبش فمینیستی که چنین فرضیات «جنس‌گرایانه»ای را به چالش می‌کشید. فمینیسم بیش از هر نظریه اجتماعی قرن بیستمی، رابطه بین جامعه انسانی و محیط طبیعی را محور دغدغه‌های خود قرار داده است. اکوفمینیسم، به‌عنوان زیرشاخه‌ای از فمینیسم که به مسائل محیطزیستی توجه دارد، نقش جنسیت را در روابط اجتماعی–محیطی برجسته می‌کند.

رشته‌های مختلف اکوفمینیسم، مانند ذات‌گرایانه/ روحانی، ماتریالیستی و مقاومت، هر کدام تحلیل انتقادی خود را از ارتباط بین ستم بر زنان و تخریب محیطزیست طبیعی، ارائه می‌کنند. بررسی رابطه بین جنسیت و محیطزیست، سهم اصلی نظریه اجتماعی فمینیستی در مطالعه مسائل اجتماعی–محیطی بوده است. نظریه‌پردازی اجتماعی در مورد محیطزیست عاری از جنسیت نیست (مسترشدی، ۱۳۹۵).

اصول اساسی نظریات اکوفمنیستی:

- فرهنگ غربی مبتنی‌بر مجموعه‌ای از دوگانه‌گرایی‌های جنسیتی است، به گونه‌ای که ارزش‌ها، اصول، ویژگی‌ها و فعالیت‌های خاص یا «مرد» یا «زن» هستند؛
- اکوفمینیسم ذاتی یا معنوی بر این ادعا استوار است که زنان به‌طور طبیعی از مردان به طبیعت نزدیک‌تر هستند و اگر علت مشکلات محیطزیستی مردان و فرهنگ مردانه باشد، پس راه‌حل ایجاد یک جامعه زن‌محور است؛
- اکوفمینیسم ذات‌گرا به‌دلیل اشتباه گرفتن جنسیت بیولوژیک (که «داده‌شده») با جنسیت (که از نظر اجتماعی ساخته می‌شود) و بیشتر «زنانه» بودن تا «فمینیستی» مورد انتقاد قرار گرفته است؛
- اکوفمینیسم ماتریالیستی از این مشاهده شروع می‌شود که آنچه زن و طبیعت را به‌هم پیوند می‌دهد این است که هر دو در جامعه مردسالار یا تحت‌سلطه مردان استثمار می‌شوند؛
- بر تجسم بیولوژیک و تعبیه محیطی انسان تأکید می‌کند و توجه را به آسیب‌پذیری، نیاز و وابستگی انسان جلب می‌کند؛
- اقتصاد سیاسی اکوفمینیستی خواستار مفهوم‌سازی مجدد ریشه‌ای از «جریان مردانه» یا نظریه اقتصادی ارتدوکس، به‌ویژه اصطلاحات اقتصادی مرکزی است، درحالی که در عمل خواستار بازسازی بنیادی اقتصاد است؛

[1] Wollstone craft

- اکوفمینیسم مقاومتی جنبش فمینیستی و اکولوژیک را از نظر اهداف سیاسی مشترک، مانند دفاع از حقوق باروری زنان و محافظت از زنان در برابر فقر و محیط‌های تحقیر شده، به‌هم پیوند می‌دهد؛
- اکوفمینیسم مقاومتی همچنین بر این مشاهده استوار است که برخی از مسائل محیطزیستی، به نظر می‌رسد از نظر حمایت اجتماعی واقعی توسط زنان بیشتر از مردان باشد (بری، ۱۳۸۰).

نظریه‌های پست مدرنیسم

نظریه اجتماعی پست مدرن[1] یکی از جدیدترین تحولات در اندیشه اجتماعی غرب است. به گفته دوچرتی[2]، اصطلاح «پسامدرن[3]» به‌طور نامطمئنی بین – از یک سو – معانی بسیار پیچیده و دشوار فلسفی و – از سوی دیگر – میانجی‌گری بسیار ساده‌انگارانه به‌عنوان یک گرایش نیهیلیستی[4] و بدبینانه در فرهنگ معاصر، معلق است (Bauman, 1993). نظریه اجتماعی پست مدرن ریشه‌های بسیاری دارد و رشته‌های بسیاری را دربرمی‌گیرد و منشأ آن را می‌توان در متفکرانی مانند *فردریش نیچه*[5]، *مارتین هایدگر*[6] و *زیگموند فروید*[7] یافت. در نظریه اجتماعی می‌توان به مکتب نظریه انتقادی *فرانکفورت*[8] به‌عنوان منشأ کلیدی اشاره کرد. *آدورنو* و *هورکهایمر*[9] زمینه نظریی را ایجاد کردند که پست مدرنیسم از آن آغاز شد. در واقع، در دیالکتیک روشنگری نیز می‌توان ارتباط بین مدرنیته/ مدرنیزه شدن، پست مدرنیته و دغدغه‌های محیطزیستی را مشاهده کرد. بیش از هر چیز، نظریه اجتماعی پست مدرن رویکردی برساخت‌گرایانه اجتماعی اتخاذ می‌کند، به‌عنوان مثال، «طبیعت» و «محیط» را به‌عنوان مقوله‌های ساخته‌شده اجتماعی می‌بینند که با عملکرد گفتمان‌ها و قدرت به‌وجود آمده‌اند. پست مدرنیسم، همان‌طور که از نامش پیداست، بیشتر به مدرنیته، شیوه‌های مدرن تفکر و عمل در رابطه با محیطزیست، به‌طور کلی انتقاد می‌کند (بری، ۱۳۸۰).

اصول اساسی نظریه‌های اجتماعی سبز

برای شناخت نظریه‌های اجتماعی سبز، ضروری است برخی از اصول اساسی آن مورد بررسی قرار گیرد:

۱- شکاف بین فرهنگ و طبیعت را کنار گذاشته و معتقدند که نوع انسانی مانند سایر موجودات طبیعی، خصلت‌ها، نیازها و زمینه‌های شکوفایی خاص خود را داراست و به‌عبارتی شاملیت زیست‌شناختی انسان را در نظر دارند.

۲- محدودیت‌های طبیعت درونی و بیرونی را می‌پذیرد. به این معنی که محدویت‌های طبیعی درونی، شامل محدودیت‌های مربوط به نیازهای خاص و خصلت‌های آسیب‌پذیر و وابستگی انسان به فطرت است و محدودیت‌های بیرونی، منابع و محدودیت‌های محیطزیست برای جذب فضولات و دوریزهای انسان را نیز می‌پذیرد.

۳- نظریه‌های اجتماعی سبز، برخورد انسان با محیطزیست را نه‌تنها ابزاری و اقتصادی نمی‌داند، بلکه مسئله‌ای اخلاقی قلمداد می‌کند و به ارزش ذاتی تمام موجودات طبیعی توجه دارد. به‌گونه‌ای که حقوق حیوانات را نیز محترم می‌شمارد.

۴- این نظریه‌ها از رشد اقتصادی و الگوی توسعه و پیشرفت جامعه بشری انتقاد دارند و خواهان تجدیدنظر در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و نهادهای موجود هستند که به توسعه‌ای پایدار دست یابند و سعادت نسل‌های آینده را رقم زنند.

[1] Postmodern
[2] Docherty
[3] postmodern
[4] nihilist
[5] Nietzsche
[6] Martin Heidegger
[7] Sigmund Freud
[8] Frankfurt School of Critical Theory
[9] Adorno and Horkheimer

۵-شعار «محلی عمل کنیم، جهانی بیاندیشیم» را در سرلوحه امور خود قرار می‌دهند.

از اصول اساسی نظریه سبز، چنین استنباط می‌شود که نوع انسان در شبکه‌ای از روابط با سایر انواع در نظر گرفته می‌شود و برخلاف دیدگاه سرمایه‌داری و سوسیالیستی، انسان حاکم بر طبیعت نیست.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی مفهوم محیطزیست چه در وجه ایجابی آن یعنی از طریق فراهم آوردن منابع طبیعی استراتژیک و چه در وجه سلبی آن یعنی ایجاد محدودیت‌های ژئوپلتیک برای کشورها، گرچه همیشه بخشی از ساختار امنیتی روابط بین‌الملل بوده است اما همواره در نظریه‌های روابط بین‌الملل به‌عنوان مسئله انتزاعی در مفهوم امنیتی دولت‌محور در نظر گرفته شده است و اغلب نظریه‌های سنتی روابط بین‌الملل، مسئله ناامنی محیطزیستی را به‌عنوان بخشی از گفتمان روابط بین‌الملل نادیده گرفته‌اند؛ اما در سال‌های اخیر مسائل محیطزیستی به‌دلیل تأثیر بر حوزه‌های امنیتی و اقتصادی که بیشترین اهمیت را برای دولت‌ها دارد، جایگاه مهمی در دستور کار سیاسی بین‌المللی به‌دست آورده‌اند (حریری و همکاران، ۱۴۰۲). درحالی که در گذشته و تحت‌تأثیر رویکردهای نظری سنتی روابط بین‌الملل و توسعه مفهوم امنیت دولت‌محور، با مسائل محیطزیستی به‌عنوان یک کلیت انتزاعی در روابط بین‌الملل رفتار می‌شد؛ اما تغییرات بنیادین در سیاست جهانی، موجب به رسمیت شناختن محیطزیست و عواقب غیرقابل پیش‌بینی و شگفت‌انگیز آن به‌عنوان یکی از موضوعات اصلی روابط بین‌الملل شد. نتیجه این محیطزیست‌گرایی پدیدار شدن یک جریان سبز در نظریه‌های روابط بین‌الملل بود که مفاهیم و شیوه‌های سیاست‌گذاری محیطزیستی را تحت‌تأثیر قرار داده است و باعث مفهوم‌پردازی حکمرانی جهانی هم به‌عنوان یک ابزار و چارچوب فهم مسائل نوظهور محیطزیستی و هم یک سازوکار فراگیر برای همکاری میان دولت‌ها جهت مواجهه با این تهدیدات فراگیر شد. نظریه‌های اجتماعی سبز کمک می‌کنند تا رابطه دولت، اقتصاد و محیطزیست را مجدداً بررسی کنیم و فرصت‌هایی برای پیشرفت ارزش‌های مشترک محیطزیستی جهانی فراهم می‌کنند.

منابع

اروین، آ. (۱۳۹۳). جامعه‌شناسی و محیطزیست (صادق صالحی، مترجم). چاپ اول. بابلسر: انتشارات دانشگاه مازندران.

بری، ج. (۱۳۸۰). محیطزیست و نظریه اجتماعی (حسن پوریان و نیره توکلی، مترجمان). چاپ اول. تهران: سازمان حفاظت محیطزیست.

ترابی، ق (۱۳۸۹). محیطزیست از منظر واقع‌گرایی، لیبرالیسم و بوم‌گرایان افراطی (با تأکید بر پروتکل توکیو) .فصلنامه سیاست خارجی، سال ۲۴(شماره ۳)، ۹۵-۱۱۵.

حریری، ر.، سروستانی، ع. و فرامانی، ر. (۱۴۰۲). محیط زیست‌گرایی در نظریه‌های متعارض روابط بین‌الملل .فصلنامه پژوهش‌های روابط بین‌الملل، دوره ۱۳(شماره ۱)، ۱-۲۸.

رزاقی، ح. و رفیقی نمین، ش. (۱۳۸۶). محیط زیست، نظام جهانی و رفاه .در سبک زندگی پایدار: مجموعه مقالات تولید و مصرف پایدار در زندگی شهری (صص ۴۵-۶۶). تهران: موسسه نشر شهر.

ساتن، ف. د. (۱۳۹۳). درآمدی بر جامعه‌شناسی محیط زیست (صادق صالحی، مترجم). چاپ دوم. تهران: انتشارات سمت.

سلیمان‌پور عمران، م.، یارمحمدیان. م. ح.، کشتی آرای، ن.، نادی، م. ع. و رادنژاد، ه. (۱۳۹۲). بررسی رویکردها و

نظریات اخلاقی زیستی در آموزش زیست‌محیطی .مقاله ارائه شده در اولین همایش انجمن علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار ایران، تهران.

صالحی عمران، ا. و آقا محمدی، ع. (۱۳۸۸). بررسی دانش، نگرش و مهارت‌های زیست‌محیطی معلمان آموزش دوره ابتدایی استان مازندران .فصلنامه تعلیم و تربیت، شماره ۹۵، ۱-۱۲.

صالحی، ص. و پازوکی نژاد، ز. (۱۳۹۶). جامعه و تغییر آب و هوا .تهران: پژوهشگاه فرهنگ، هنر و ارتباطات.

مسترشدی، ر. (۱۳۹۵). مدیریت سبز و رفتار زیست محیطی با رویکرد نظریه اجتماعی در سازمان‌های آموزشی . در مجموعه مقالات سومین همایش انرژی، محیط زیست، کشاورزی و توسعه پایدار (صص ۱۷۸-۱۹۰). تهران.

Anthropology and Culture. (n.d.). Retrieved from https://anthropologyandculture.com/

Bauman, Z. (1993). Postmodern ethics. Oxford: Blackwell.

Campbell, K. M. (2009). Climatic cataclysm: The foreign policy and national security implications of climate change. Brookings Institution Press.

Conca, K. (1995). Greening the United Nations: Environmental organisations and the UN system. Third World Quarterly, 16(3), 441-458. https://doi.org/10.1080/01436599550035997

Dickens, P. (1992). Society and nature: Towards a green social theory. Temple University Press.

Dyer, H. (2018). Introducing Green Theory in International Relations. International Relations Theory, 84-90.

Dyer, H. C. (2017). Green Theory.

Franz, W. E. (1997). The development of an international agenda for climate change: Connecting science to policy.

Gilpin, R. G. (1984). The richness of the tradition of political realism. International Organization, 38(2), 287-304.

Hajer, M. A. (1995). The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process.

Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. Science, 162, 1243–1248.

Mohitesabs. (n.d.). Retrieved from https://mohitesabs.blogsky.com/

Schumacher, E. F. (1986). Small is beautiful. Rowohlt.

Sofer, K. (2015). The realist case for climate change cooperation. Center for American Progress, November 30.

Taqwadin, D. A. (2012). Global environmental cooperation on neoliberal institutionalism perspective [Electronic resource]. Retrieved from http://www.academia.edu/3846321/Global_Environmental_Cooperation_on_Neoliberal_Institutionalism_Perspective

UNEP (United Nations Environment Programme). (2005). UNEP annual evaluation report 2005. Retrieved from https://www.unep.org/resources/synthesis-reports/unep-annual-evaluation-report-2005

Zakaria, F. (1997). The rise of illiberal democracy. Foreign Affairs, 76, 22.

Roanoke, Roanoke, United States, September, 2020, Photographer: Shannon Potter

Green Social Theories

Farahnaz Saeedi Seta[1], Afshin Danehkar[2*]
1- Ph.D. student, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Professor, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
*Corresponding Author's E-mail: danehkar@ut.ac.ir

Abstract
Today, with the rise of environmental issues such as the energy crisis, depletion and degradation of territorial resources, and increased waste generated by urbanization and industrial development, human impact on the environment has also become a focus for researchers. This is because many of these problems are seen as direct or indirect consequences of human behavior. The expansion of environmental threats has not only brought ecological issues—long neglected by traditional international relations theories—into the mainstream of international relations discourse, but also the fluid and multidimensional nature of these issues has led different international relations theories to adopt distinct orientations toward them and their impact on relations between states and nations. This study relies on the descriptive content analysis research method, with data collected through documentary (library-based) sources. The findings indicate that, whereas in the past—under the influence of traditional theoretical approaches in international relations and the state-centric development of the concept of security—environmental issues were treated as an abstract whole in international relations, fundamental changes in global politics have led to the recognition of the environment and its unpredictable and profound consequences as one of the core subjects of international relations.

Keywords: Environmental theories, Green theory, Social movements

قم، فروردین ۱۴۰۳، عکاس: شیما عابدین‌زاده

مروری بر مشاهدات مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران

کیانا محمدی[1*]، سروش سراج[2]

۱- دانشجوی کارشناسی رشته علوم و مهندسی محیط‌زیست، گروه منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- پژوهشگر آزاد، تهران، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول: kiana83122@gmail.com

چکیده

ایران با مساحت تقریبی ۱/۶ میلیون کیلومتر مربع، به‌دلیل تنوع زیستگاه‌های متشکل از سه ناحیه زیستی اورینتال، پالئارکتیک و اتیوپین، بستری مناسب برای حضور پرندگان مهاجر فراهم آورده؛ این تنوع‌زیستی، ایران را به کانونی برای شناسایی ۵۵۱ گونه پرنده تا سال ۲۰۱۵ تبدیل کرده است که مگس‌گیر بهشتی هندی *(Terpsiphone paradisi)* یکی از آن‌ها است. این پژوهش با هدف تحلیل مشاهدات گونه مگس‌گیر بهشتی هندی، یکی از پرندگان مهاجر در ایران انجام شد. داده‌ها از پایگاه‌های پرنده‌نگری eBird و کمیته ثبت پرندگان ایران، با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط مانند "مگس‌گیر بهشتی هندی" و "پراکنش"، جمع‌آوری شدند. این داده‌ها براساس سال، فصل، مکان و جنس پرنده مرتب و اطلاعات نادرست یا تکراری حذف شدند. تحلیل‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای ArcGIS (نسخه ۱۰.۸) برای ترسیم نقشه پراکنش و تهیه نمودارهای ستونی و دایره‌ای با Excel (نسخه ۲۰۱۳) انجام گرفت. یافته‌ها نشان داد که این گونه عمدتاً در نواحی جنوبی ایران، به‌ویژه پارک ملت میناب، مشاهده شده و گزارش‌ها در فصول سرد متمرکز است. پیشنهاد می‌شود پایش‌های مستمر برای درک بهتر رفتار مهاجرتی این گونه ادامه یابد.

کلیدواژه‌ها: مگس‌گیر بهشتی هندی، پراکنش، پرنده‌نگری، ایران

محمدی، ک.، سراج، س. (۱۴۰۴). مروری بر مشاهدات مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۳۹-۴۷.

مقدمه

ایران با مساحت تقریبی ۱/۶ میلیون کیلومترمربع، بخش وسیعی از فلات ایران را دربر گرفته است. این کشور از شمال با کوه‌های قفقاز، نواحی طبیعی آسیای مرکزی و دریای خزر هم‌مرز است. از غرب به مناطق آناتولی و میان‌رودان، از شرق به افغانستان و بخش‌هایی از غرب پاکستان و از جنوب به خلیج فارس و دریای عمان محدود می‌شود که این دو از طریق دریای عمان به اقیانوس هند راه دارند (Zehzad et al., 2002). این منطقه از سه ناحیه زیستی اورینتال، پالئارکتیک و اتوپین تشکیل شده که تنوع زیستگاه‌ها را به دنبال داشته و همین ویژگی، ایران را به بستری مناسب برای پذیرش پرندگان مهاجر تبدیل کرده است (Sabeti, 1997). با استناد به کتاب پرندگان ایران تألیف ابوالقاسم خالقی‌زاده، تا سال ۲۰۱۵ تعداد ۵۵۱ گونه و ۵۳۵ زیرگونه در این کشور شناسایی شده‌اند (Khaleghizadeh et al, 2017). یکی از این پرندگان مهاجر، مگس‌گیر بهشتی هندی با نام علمی *Terpsiphone paradisi* است که مورد توجه این پژوهش قرار دارد.

خانواده Monarchidae شامل پرندگان آوازخوان و حشره‌خواری است که منقارهایی چنگالی شکل و صدایی تیز و جیغ‌مانند دارند. مگس‌گیر بهشتی هندی یک گونه از این خانواده است که در تابستان به بنگلادش مهاجرت می‌کند و در جنگل‌های انبوه دیده می‌شود (Bhuiyan, 2009). این پرندگان اغلب همه چیز پسند[1] هستند و در سرشاخه‌ها و ارتفاعات زیست می‌کنند. زیست آن‌ها به ترکیب گونه‌های گیاهی، فراوانی طعمه‌ها و رقابت بین‌گونه‌ای وابسته است (Zala & Raval, 2024). طول بدن پرنده نر به‌طور کلی ۵۰ سانتی‌متر است که متشکل از ۳۰ سانتی‌متر دم و ۲۰ سانتی‌متر طول بدن است. طول پرنده ماده نیز در مجموع ۲۰ سانتی‌متر است. این پرنده که از نظر حفاظتی در وضعیت کمترین نگرانی (LC[2]) قرار دارد، بومی شبه‌قاره هند، آسیای مرکزی و میانمار است و پرنده رسمی ایالت مادیا پرادش محسوب می‌شود و همچنین ۱۶ زیر گونه دارد (IUCN Bangladesh, 2015; Kushwah, 2001; BirdLife International, 2019). مگس‌گیر بهشتی هندی پروازی سریع و موجدار، شبیه پرستو دارد و الگوهای مهاجرتش هنوز به‌طور کامل شناسایی نشده است. با این حال این نکته وجود دارد که این پرنده زمستان را در مناطق گرمسیری آسیا سپری می‌کند (Ali & Ripley1972; Grimmett et al., 1999; Owen, 1963).

در سال اول زندگی، رنگ پر سینه به خاکستری مایل است اما پس از دومین پرریزی پاییزی رنگ پرها تغییر می‌کند. افراد نر جوان پرهای سفید یا سفید همراه با رگه‌های حنایی دارند و رشد دم بلند آن‌ها دو تا سه سال به طول می‌انجامد. در جنس نر دو ریخت[3] رنگی قابل مشاهده است. در ریخت حنایی، بدن حنایی مایل به قهوه‌ای، شکم سفید و شاه‌پرها قهوه‌ای تیره تا سیاه هستند. در ریخت سفید، بدن، سینه و شکم سفید و رنگ شاه‌پرها سیاه رنگ است. ماده‌ها شبیه به نرهای حنایی هستند اما دم کوتاه‌تر و یکنواخت‌تری دارند (Khan, 2008; Owen, 1963). رنگ حنایی در نرها به‌طور کلی رایج‌تر است، درحالی که ریخت سفید در نواحی جنوبی پراکنش غالب‌تر است (Deeds, 2020). در برخی نرها هرگز دم بلند رشد نمی‌کند و می‌توان گفت در یک جمعیت از مگس‌گیر بهشتی هندی، سه نوع جنس نر شامل حنایی دم کوتاه، حنایی دم بلند و سفید دم بلند مشاهده می‌شوند (Ali & Ripley, 1972; Lekagul & Round, 1991; Mizuta & Yamagishi, 1998).

در این پرندگان دو ریختی جنسی دیده می‌شود و می‌توان گفت دم بلند در نرها با انتخاب جنسی رابطه مستقیم دارد درحالی که سیستم جفت‌گیری آن‌ها تک همسری است

[1] Generalist

[2] Least concern
[3] Morph

(Mizuta & Yamagishi, 1998; Bhuiyan, 2009). فصل تولیدمثل از مارس تا اوت (اسفند تا شهریور)، به‌ویژه مه و ژوئن (اردیبهشت تا تیر)، است. لانه فنجانی‌شکل آن‌ها در ارتفاع ۱۵ متری قرار دارد و سه تا چهار تخم صورتی مایل به سفید می‌گذارند (Ngoenjun & Sitasuwan, 2009). تغذیه بین‌گونه‌ای نیز در آن‌ها گزارش شده، به‌طوری که جوجه‌هایشان توسط پرنده چشم‌سفید شرقی تغذیه می‌شوند (Tehsin & Tehsin, 1998). با توجه به این ویژگی‌های زیستی و حضور این پرنده در ایران، تحلیل پراکنش آن در این کشور از اهمیت برخوردار است. ازاین‌رو با توجه به اینکه تعداد پژوهش‌ها در این حوزه بسیار محدود بوده است، پژوهشگر بر آن شد تا به تحلیل پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران بپردازد. در ادامه تصویر مگس گیر بهشتی هندی در شکل ۱ آورده شده است.

شکل ۱- تصویر مگس‌گیر بهشتی هندی[1]

مواد و روش‌ها

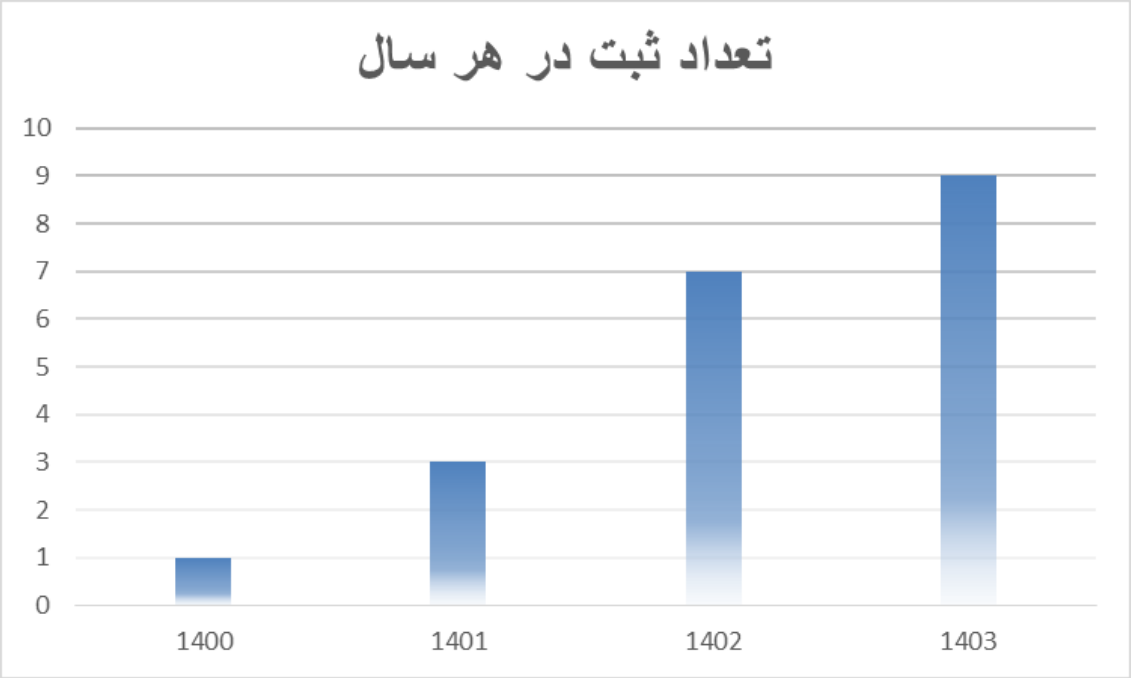
در این پژوهش به گردآوری و بررسی داده‌های پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران پرداخته شده است. برای انجام این کار، با استفاده از کلیدواژه‌های مگس‌گیر بهشتی هندی، پراکنش و پرنده‌نگری از دو منبع اطلاعاتی شامل پایگاه پرنده‌نگری eBird و کمیته ثبت پرندگان ایران، استفاده شده است که مشاهدات براساس سال، فصل و مکان دقیق ثبت شده بودند. پس از جمع‌آوری، این داده‌ها با در نظر گرفتن عواملی چون منبع گزارش، زمان ثبت، هویت مشاهده‌گر، مختصات جغرافیایی و جنس پرنده مرتب شدند. در این مرحله، هرگونه اطلاعات نادرست یا تکراری با دقت کنار گذاشته شد تا نتایج قابل‌اعتمادی به‌دست آید. جنس پرندگان نیز با کمک کلیدهای شناسایی مشخص گردید. از نرم‌افزارهای ArcGIS نسخه 10.8 و Excel 2013 جهت رسم نمودارها بهره گرفته شد؛ به‌گونه‌ای که نمودارهای ستونی و دایره‌ای در Excel تهیه شدند و نقشه پراکنش این گونه در ایران با استفاده از ArcGIS به تصویر کشیده شد.

نتایج

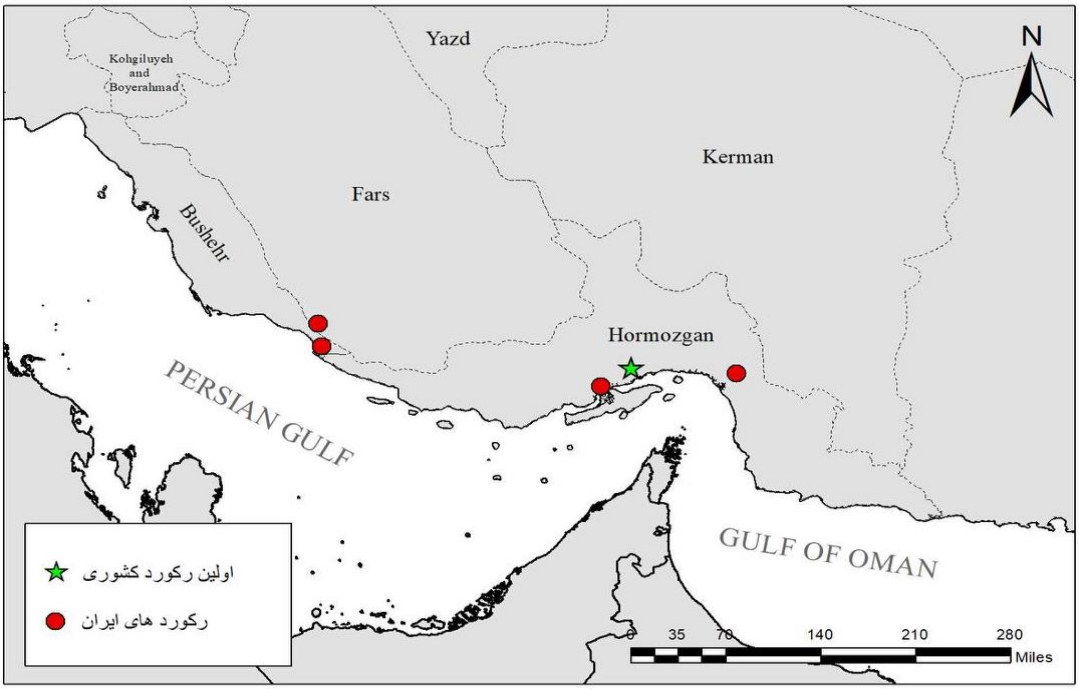
این بخش به ارائه نتایج به‌دست‌آمده از بررسی و تحلیل داده‌های مرتبط با پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران اختصاص دارد. نگاهی به اطلاعات موجود نشان می‌دهد که گزارش‌های ثبت‌شده از حضور این پرنده در ایران سیر صعودی را طی کرده است. برهمین مبنا، نمودارهایی برای به تصویر کشیدن تعداد این گزارش‌ها در سال‌های مختلف آماده شده است.

براساس شکل ۲، گزارش‌های ثبت‌شده در سال‌های مختلف با سرعت‌های متفاوتی رشد کرده‌اند، اما به‌طور میانگین، هر سال افزایشی حدود دو تا سه برابر را نشان داده‌اند. این رشد را شاید بتوان به بالا رفتن آگاهی مردم درباره پرنده‌نگری یا افزایش حضور این پرنده در مسیر مهاجرتش به ایران ربط داد. برای درک بهتر این دلایل داده‌های مربوط به مناطق و فصل‌های گزارش‌شده با دقت بررسی و نمودارها و نقشه‌ای از پراکندگی این گونه آماده شد. نقشه پراکندگی در شکل ۳ آورده شده است.

[1] عکاس: الوند محمدعلی زادگان

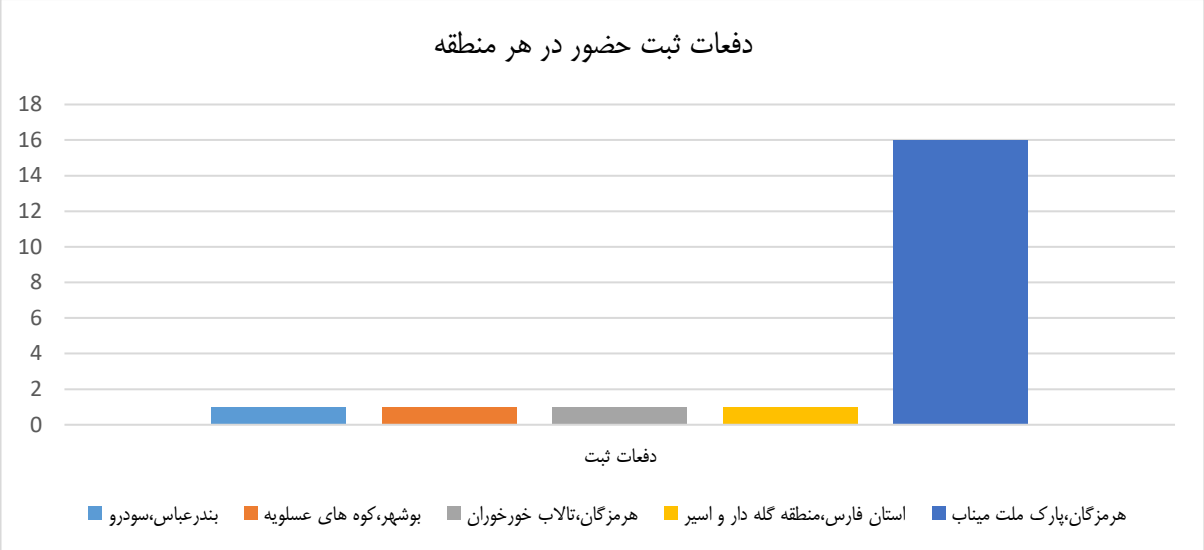


شکل ۲- نمودار تعداد مگس‌گیر بهشتی هندی مشاهده شده در ایران در هر سال



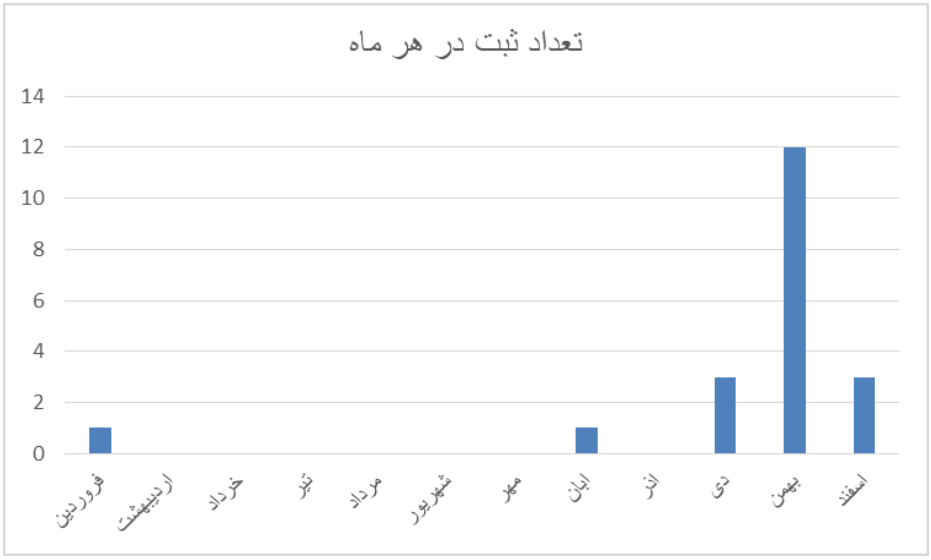
شکل ۳- نقشه پراکنش مگس گیر بهشتی هندی در ایران

به‌طور کلی، در نواحی جنوبی ایران، حضور مگس‌گیر بهشتی هندی در پنج منطقه مختلف ثبت شده است. اولین گزارش کشوری از این گونه در تاریخ ۱۲ آبان ۱۴۰۰ در منطقه سودرو، که در شهر بندرعباس قرار دارد، دیده و ثبت شد. گزارش‌های دیگر به کوه‌های عسلویه در استان بوشهر، تالاب خورخوران و پارک ملت میناب در استان هرمزگان و نیز مناطق گله‌دار و اسیر در استان فارس مربوط است. در شکل ۴ نمودار پراکنش مگس گیر بهشتی هندی براساس مناطق جغرافیایی ایران آورده شده است.



شکل ٤- نمودار پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی براساس مناطق جغرافیایی در ایران

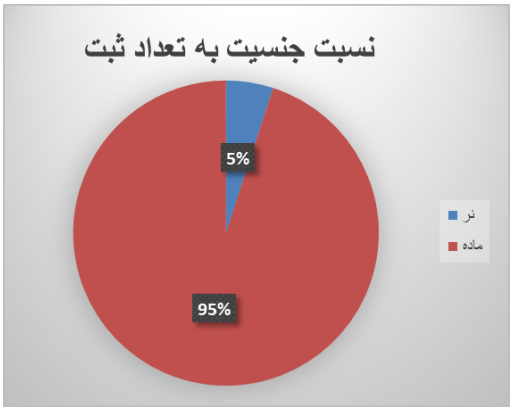
شایان ذکر است که بیشترین گزارش‌ها از حضور این پرنده در استان هرمزگان، به‌خصوص در پارک ملت میناب، ثبت شده، درحالی که دیگر مناطق هر کدام فقط یک گزارش ثبت‌شده دارند. تفاوت مکان‌هایی که این پرنده در آن‌ها دیده شده، نشان‌دهنده پراکندگی جغرافیایی و تنوع حضورش در ایران است. یکی از نکات جالب توجه در داده‌های جمع‌آوری‌شده، فصل ثبت این مشاهدات است.



شکل ٥- نمودار پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی براساس ماه‌های سال در ایران

بیشترین گزارش‌های ثبت‌شده به سه ماه پایانی سال مربوط است. این الگو شاید بتواند به دو عامل اصلی وابسته باشد؛ اولین مورد، زمان مهاجرت مگس‌گیر بهشتی هندی است و دومین عامل، تأثیر شرایط اقلیمی است که سفرهای پرنده‌نگری را به این مناطق کاهش می‌دهد. گرمای شدید نواحی جنوبی کشور در فصل تابستان، فعالیت‌های پرنده‌نگری را در این مناطق به‌طور قابل‌توجهی کم می‌کند. در شکل ۵ نمودار تعداد ثبت شده نمایش داده شده است.

در ادامه، نسبت جنس پرندگان مشاهده‌شده نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

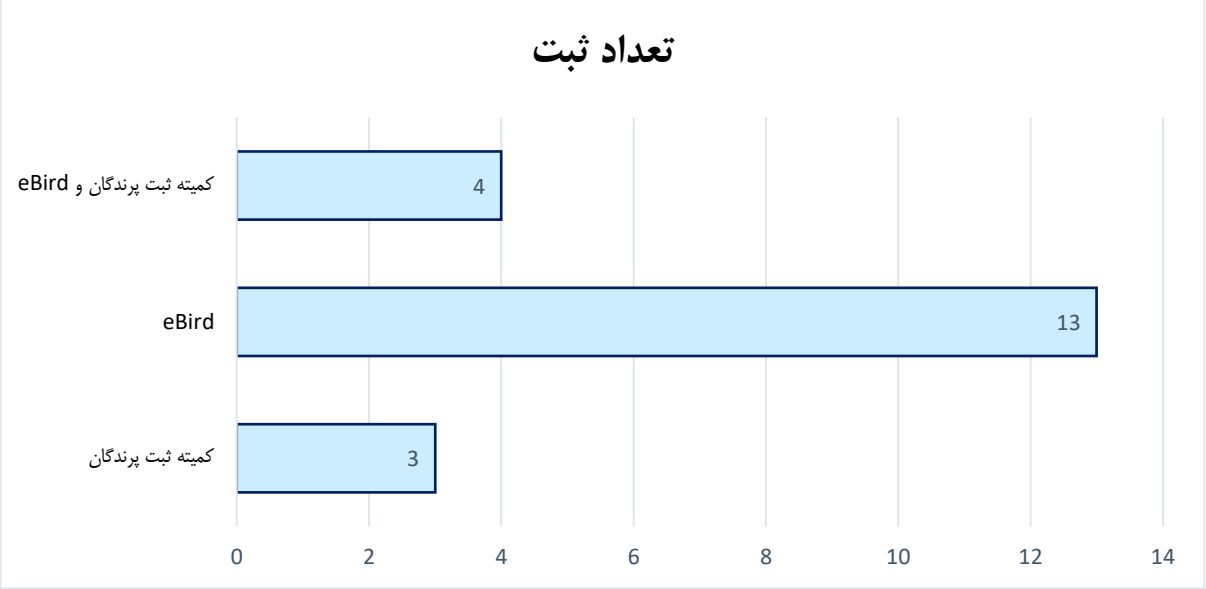


شکل ٦- نمودار پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی براساس جنس در ایران

بر پایه داده‌های موجود، تنها پنج درصد از مگس‌گیرهای بهشتی هندی مشاهده شده را پرندگان نر و ۹۵ درصد دیگر را پرندگان ماده تشکیل داده‌اند. این نسبت ممکن است نشان‌دهنده تفاوت در رفتار مهاجرتی میان نرها و ماده‌های این گونه باشد که بررسی‌های بیشتری را طلب می‌کند. در شکل ۶ نمودار پراکنش بر اساس جنس در مگس گیر بهشتی هندی آورده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایجی که با توجه به اطلاعات موجود تاکنون به‌دست آمد، نشان دهنده میزان پراکنش مگس‌گیر بهشتی هندی در ایران بود. اطلاعات به‌دست آمده از این پژوهش می‌تواند دیدگاهی کلی برای مطالعات آینده فراهم آورد. اما به‌علت کمبود داده‌ها نمی‌توان این نتایج را به تمام رفتارهای مهاجرتی این گونه تعمیم داد. نخستین موضوع قابل‌بحث در این زمینه افزایش تعداد ثبت در سال‌های اخیر از این پرنده بوده است. با توجه به ارتقای سطح آگاهی افراد و بهبود امکانات در حوزه علم پرنده‌نگری، این احتمال وجود دارد یکی از دلایل سیر صعودی ثبت این پرنده این عامل در نظر گرفته شود. با این حال، افزایش تعداد ثبت‌شده را می‌توان به تغییر اقلیم و جابه‌جایی مسیرهای مهاجرتی این گونه نیز مرتبط دانست. برای صحت‌سنجی این فرضیه‌ها نیاز به بررسی‌های بیشتر است. مورد دیگری که در این پژوهش مروری ارزیابی شد، نقاط حضور این پرنده است. تمام گزارش‌ها از نواحی جنوب کشور به‌دست آمده‌اند که خود نمایانگر میزان پراکنش و مسیرهای مهاجرتی این گونه در ایران است. اما باید به این نکته توجه داشت که بیشترین تعداد گزارش از منطقه پارک ملت میناب در استان هرمزگان است. پرسشی که در این زمینه مطرح می‌گردد این است که آیا هر ثبت متعلق به یک مگس‌گیر بهشتی هندی متفاوت بوده است یا تمام گزارش‌ها حاکی از حضور یک فرد ثابت از مگس‌گیر بهشتی هندی در یک موقعیت مکانی ثابت اشاره دارد. برای بررسی این موضوع نیاز به پایش‌های ثابت همراه با علامت‌گذاری و شناسایی فرد است. با بررسی داده‌ها به نظر می‌رسد اکثریت جمعیت گزارش‌شده جنس ماده داشتند که خود می‌تواند نشانه‌ای از تفاوت احتمالی در رفتار مهاجرتی جمعیت ماده‌ها با جمعیت نرها باشد. پیشنهاد می‌شود برای صحت‌سنجی این امر تداوم پایش‌ها در هر چهار فصل سال توسط پژوهشگران این زمینه انجام شود. یکی از موارد قابل‌توجه در این پژوهش، تمرکز داده‌ها در فصول سرد سال بوده است. به‌علت گرمای شدید مناطق جنوبی کشور در فصول گرم، حضور پرنده‌نگرها در این مناطق کاهش و به همان سبب تعداد گزارشات کم می‌شود. پیشنهاد می‌شود برای حفظ تداوم پایش‌ها و صحت‌سنجی تعداد مهاجرت‌ها و بررسی تفاوت رفتارهای مهاجرتی میان مگس‌گیرهای بهشتی هندی نر و ماده از پرنده‌نگران ساکن مناطق جنوبی دعوت به همکاری شود. یکی از جنبه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، تعداد گزارش‌های ثبت شده در هر یک از منابع این مقاله بود.



شکل ۷- تعداد ثبت شده مگس‌گیر بهشتی هندی در مستندات پژوهشی در ایران

براساس نتایج به‌دست‌آمده، آشکار شد که پایگاه پرنده‌نگری eBird در مقایسه با کمیته ثبت پرندگان از شناخته‌شدگی بیشتری برخوردار است. با آموزش شیوه بهره‌گیری و ثبت گونه‌ها در این دو منبع، امکان استفاده از مشاهدات مسافران در فصول دیگر این مناطق فراهم می‌گردد. این اقدام به گردآوری داده‌های گسترده‌تر کمک می‌کند و درک دقیق‌تری از رفتار مهاجرتی این گونه در ایران به دست خواهد داد. در شکل ۷ نمودار تعداد ثبت شده در مستندات پژوهشی آورده شده است.

سپاسگزاری

از خانم دکتر صونا محمدی، آقای الوند محمدعلیزادگان و آقای ماهان سلمانپور به‌دلیل همکاری صمیمانه، راهنمایی‌های ارزشمند و حمایت بی‌وقفه در انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌شود. مشارکت آن‌ها نقش کلیدی در پیشبرد این کار داشته است.

منابع

Ali, S., & Ripley, S. D. (1972). Handbook of the birds of India and Pakistan (Vol. 7). Oxford University Press.

Bhuiyan, A. H. (2009, May 31). Asian paradise-flycatcher, most beautiful bird of Bangladesh. AHB Photography. https://ahbphotography.wordpress.com/2009/05/31/asian-paradise-flycatcher-most-beautiful-bird-of-bangladesh/

BirdLife International. (2019). Terpsiphone paradisi: IUCN Red List of Threatened Species. Doi:10.2305/IUCN.UK-2017-3.RLTF. T103715992A155628184.en

Deeds, T. (2020). Terpsiphone paradisi: Asian paradise-flycatcher. Animal Diversity Web. https://animaldiversity.org/accounts/Terpsiphone_paradisi/

Grimmett, R., Inskipp, C., Inskipp, T., & Byers, C. (1999). Pocket guide to the birds of the Indian subcontinent. (No Title).

IUCN Bangladesh. (2015). Red List of Bangladesh, Volume 3: Birds. International Union for Conservation of Nature, Bangladesh Country Office.

Khaleghizadeh, A., Roselaar, K., Scott, D. A., Tohidifar, M., Blair, M., & Mlíkovský, J. (2017). Birds of Iran: Annotated checklist of the species and subspecies (p. 350). Tehran: Iranshenasi Publishing.

Khan, M. M. H. (2008). Protected areas of Bangladesh: A guide to wildlife. Nishorgo Program, Wildlife Management and Nature Conservation Circle, Bangladesh Forest Department.

Kushwah, R. B. S. (2001). Economics of protected areas and its effect on biodiversity. APH Publishing.

Lekagul, B., & Round, P. D. (1991). A guide to the Birds of Thailand, Saha Karn Bhaet Co. Ltd. 457pp.

Mizuta, T., & Yamagishi, S. (1998). Breeding biology of monogamous Asian Paradise Flycatcher Terpsiphone paradisi (Aves: Monarchinae): a special reference to colour dimorphism and exaggerated long tails in male. Raffles Bulletin of Zoology, 46(1), 101-112.

Ngoenjun, P., & Sitasuwan, N. (2009). Post-hatching growth and development of the Asian Paradise Flycatcher (Terpsiphone paradisi).

Owen, D. F. (1963). The rufous and white forms of an Asiatic paradise flycatcher, Terpsiphone paradisi. Ardea, 51, 230-236.

Sabeti, H. (1976). Forests, trees and shrubs of Iran.

Tehsin, R. H., & Tehsin, H. (1998). White-eye (Zosterops palpebrosa) feeding the chicks of Paradise Flycatcher (Terpsiphone paradisi). J. Bombay Nat. Hist. Soc, 95(2), 348.

Zala, U. J., & Raval, J. V. (2024). Foraging Niche and Food Preference of Selected Insectivorous Birds from Family Monarchidae and Muscicapidae (Passeriformes) in Girnar Wildlife Sanctuary, Gujarat, India. Asian Journal of Biological and Life Sciences, 13(2), 395.

Zehzad, B., Kiabi, B. H., & Madjnoonian, H. (2002). The natural areas and landscape of Iran: an overview. Zoology in the Middle East, 26(1), 7-10.

October, 2020, Photographer: Dieny Portinanni

A Review of Observations of the *Terpsiphone paradise* in Iran

Kiana Mohammadi[1]*, Soroush Seraj[2]
1- Undergraduate student in Environmental Science and Engineering, Department of Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2- Independent researcher, Tehran, Iran.
*Corresponding Author's E-mail: kiana83122@gmail.com

Abstract
Iran, with an area of approximately 1.6 million square kilometers, has provided a suitable environment for the presence of migratory birds due to the diversity of habitats consisting of three bioregions: Oriental, Palearctic, and Ethiopic. This biodiversity has made Iran a focal point for the identification of 551 bird species as of 2015, of which the *Terpsiphone paradise* is one of them. This study aimed to analyze the observations of the *Terpsiphone paradise*, a migratory bird species in Iran. Data were collected from the eBird birdwatching databases and the Iranian Bird Registration Committee, using relevant keywords such as " *Terpsiphone paradise* " and "distribution". The data were sorted by year, season, location, and bird species, and incorrect or duplicate information was removed. The analyses were performed using ArcGIS (version 10.8) software to draw distribution maps and Excel (version 2013) to prepare column and pie charts. The findings showed that this species was mainly observed in the southern regions of Iran, especially Mellat Minab Park, and the reports were concentrated in the cold seasons. It is suggested that continuous monitoring should be continued to better understand the migratory behavior of this species.

Keywords: *Terpsiphone paradise*, Distribution, Birdwatching, Iran

Mohammadi, K; Seraj, S. (2025). A Review of Observations of the *Terpsiphone paradise* in Iran. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 39-47.

فیروزکوه، استان تهران، پاییز ۱۴۰۴، عکاس: ابوالفضل بابایی

بررسی توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بار: چالش‌ها و راهکارها در ایران

احسان محمدحسنی

دانشجوی دکتری، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

رایانامه نویسنده: ehsan.hassani.74@ut.ac.ir

چکیده

حمل‌ونقل جاده‌ای بار نقش محوری در توسعه اقتصادی کشورها ایفا می‌کند، اما فعالیت‌های مرتبط با آن پیامدهای محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی به همراه دارد. افزایش مصرف انرژی، انتشار آلاینده‌های هوا و آلودگی صوتی از جمله چالش‌های محیط‌زیستی این بخش است که می‌تواند با توسعه پایدار هماهنگ نباشد. این مقاله به بررسی چارچوب‌ها و رویکردهای توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بار می‌پردازد و وضعیت فعلی ایران را در مقایسه با استانداردها و تجربیات بین‌المللی تحلیل می‌کند. در این راستا، شاخص‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی مرتبط با حمل‌ونقل بار شناسایی شده و راهکارهای بهبوددهنده عملکرد پایدار ارائه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که اجرای سیاست‌های مدیریتی و فناوری‌های نوین، از جمله بهینه‌سازی مسیرها، استفاده از خودروهای کم‌مصرف و افزایش بهره‌وری لجستیکی، می‌تواند اثرات منفی محیط‌زیستی را کاهش داده و به توسعه پایدار در این بخش کمک کند. این مطالعه چارچوبی برای تصمیم‌گیری‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی عملیاتی در حمل‌ونقل جاده‌ای بار ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، اثرات محیط‌زیستی، بهره‌وری لجستیکی، مدیریت ناوگان، سیاست‌های سبز

محمدحسنی، ا. (۱۴۰۴). بررسی توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بار: چالش‌ها و راهکارها در ایران. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۴۸-۵۶.

مقدمه

حمل‌ونقل جاده‌ای بار به‌عنوان یکی از ارکان اصلی اقتصاد ملی و موتور محرک تجارت داخلی و بین‌المللی، نقش بسیار حیاتی در توسعه زیرساخت‌ها و بهبود دسترسی به بازارها ایفا می‌کند. طبق آمارهای جهانی و ملی، بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بیشترین سهم را در جابه‌جایی کالاهای داخلی در ایران به خود اختصاص داده و در دهه‌های اخیر با رشد قابل توجه حجم حمل‌ونقل، به‌ویژه در حوزه لجستیک و توزیع کالا، مواجه شده است. این رشد سریع، در کنار مزایای اقتصادی، چالش‌های محیط‌زیستی و اجتماعی مهمی را نیز به همراه دارد که اگر به درستی مدیریت نشود، می‌تواند روند توسعه پایدار کشور را تحت تأثیر قرار دهد (حیدرپور و جابری، ۱۴۰۰).

یکی از مهم‌ترین مسائل مرتبط با حمل‌ونقل جاده‌ای، مصرف بالای سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای است. خودروهای سنگین بار به‌طور متوسط میزان قابل توجهی دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید نیتروژن و ذرات معلق تولید می‌کنند که علاوه‌بر اثرات مستقیم بر تغییرات اقلیمی، کیفیت هوا در مناطق شهری و حاشیه‌ای را نیز کاهش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهند که سهم بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در انتشار CO_2 در بسیاری از کشورها بین ۲۰ تا ۳۰ درصد کل انتشار گازهای گلخانه‌ای است و این سهم در ایران با توجه به ساختار ناوگان و شدت ترددها، قابل توجه است (Samimi et al., 2020).

علاوه‌بر اثرات محیط‌زیستی، حمل‌ونقل جاده‌ای بار با چالش‌های اقتصادی و اجتماعی نیز همراه است. ناکارآمدی در مدیریت مسیرها و ناوگان، هزینه‌های بالای سوخت و تعمیرات، ترافیک و تصادفات جاده‌ای، از جمله مسائل مهمی هستند که بهره‌وری اقتصادی و ایمنی اجتماعی این بخش را کاهش می‌دهند. این چالش‌ها باعث شده است که نگاه صرفاً اقتصادی به حمل‌ونقل جای خود را به رویکردی جامع بدهد که هم‌زمان جنبه‌های اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی را در نظر بگیرد؛ مفهومی که با عنوان توسعه پایدار شناخته می‌شود (Mohri & Thompson, 2022).

توسعه پایدار در حمل‌ونقل، به معنای ایجاد تعادل بین تأمین نیازهای فعلی جامعه و حفظ منابع طبیعی و محیط‌زیستی برای نسل‌های آینده است. در این راستا، استفاده از فناوری‌های نوین، بهینه‌سازی لجستیکی و طراحی سیاست‌های مدیریت منابع، از جمله راهکارهای مهم برای کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی و ارتقای کارایی اقتصادی محسوب می‌شوند. برای مثال، به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت ناوگان، کاهش مسیرهای خالی و افزایش بهره‌وری انرژی خودروها، می‌تواند مصرف سوخت را کاهش داده و انتشار آلاینده‌ها را به حداقل برساند (مصطفوی ثابت و محمدپور، ۱۳۹۶).

علاوه‌بر این، ارزیابی و پایش عملکرد بخش حمل‌ونقل از منظر پایداری نیازمند استفاده از شاخص‌های جامع است. ابزارهایی مانند ارزیابی چرخه حیات (LCA)[1]، تحلیل اثرات اقتصادی–اجتماعی، شاخص‌های مصرف انرژی و آلودگی هوا، امکان شناسایی نقاط ضعف و فرصت‌های بهبود را فراهم می‌کنند. مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهند که ادغام این شاخص‌ها در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، منجر به اتخاذ تصمیمات مبتنی‌بر شواهد علمی و کاهش ریسک‌های محیط‌زیستی و اقتصادی می‌شود (علیزاده و همکاران، ۱۴۰۲). در ایران، با وجود اهمیت حمل‌ونقل جاده‌ای، پژوهش‌های جامع در زمینه توسعه پایدار این بخش محدود است و اغلب مطالعات به جنبه‌های اقتصادی یا محیط‌زیستی به‌صورت جداگانه پرداخته‌اند. این شکاف تحقیقاتی، نیاز به بررسی همه‌جانبه و ارائه چارچوب‌های علمی برای دستیابی به توسعه پایدار را برجسته می‌کند. ازاین‌رو، مطالعه حاضر با هدف تحلیل وضعیت موجود حمل‌ونقل جاده‌ای بار در ایران و شناسایی راهکارهای ارتقای پایداری اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی تدوین

[1]. Life Cycle Assessment

شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در ایران مطالعات مرتبط با حمل‌ونقل جاده‌ای بار اغلب به ابعاد منفرد اقتصادی یا محیط‌زیستی محدود شده و رویکردی جامع و یکپارچه که به سه بعد اصلی پایداری پرداخته باشد، کمتر مشاهده می‌شود. به‌ویژه کاربرد ابزارهای تحلیلی نوین مانند LCA و همچنین شاخص‌های کمّی برای سنجش اثرات این بخش بسیار محدود است. همچنین راهکارهای مدیریتی و فناوری‌های نوین نظیر بهینه‌سازی مسیرها و مدیریت هوشمند ناوگان هنوز به شکل سیستماتیک و عملیاتی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. در نتیجه، ضرورت توسعه چارچوب‌های علمی و کاربردی برای ارزیابی و ارتقای پایداری حمل‌ونقل جاده‌ای بار در کشور بیش از پیش احساس می‌شود.

این تحقیق با تمرکز بر سه بعد کلیدی توسعه پایدار شامل ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی، سعی دارد چارچوبی کاربردی و علمی برای تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران فراهم آورد و رویکردهایی برای کاهش اثرات منفی و افزایش کارایی لجستیکی در حمل‌ونقل جاده‌ای بار ارائه کند.

مروری بر ادبیات

حمل‌ونقل جاده‌ای بار به‌عنوان یکی از محورهای اصلی لجستیک و توسعه اقتصادی، در دهه‌های اخیر توجه زیادی از سوی پژوهشگران و سیاست‌گذاران به خود جلب کرده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که توسعه پایدار در این بخش نیازمند توجه هم‌زمان به سه بعد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی است (Gupta et al., 2024).

مطالعات بین‌المللی

در سطح جهانی، پژوهش‌ها بر کاهش اثرات محیط‌زیستی حمل‌ونقل جاده‌ای با استفاده از فناوری‌های نوین و بهینه‌سازی عملیات لجستیک تمرکز کرده‌اند. برای مثال:

- آلایندگی و مصرف انرژی: تحقیقات انجام شده در اروپا و آمریکای شمالی نشان می‌دهند که استفاده از خودروهای با مصرف سوخت بهینه و سیستم‌های مدیریت ناوگان، می‌تواند مصرف انرژی را تا ۲۰–۳۰ درصد کاهش دهد و انتشار CO_2و آلاینده‌های دیگر را به شکل قابل توجهی کاهش دهد (USEPA, 2023).
- مدیریت لجستیک: بهینه‌سازی مسیرها و کاهش مسیرهای خالی، یکی از مهم‌ترین راهکارهای ارتقای بهره‌وری اقتصادی و محیط‌زیستی است. مطالعه‌ای در آلمان نشان داد که به‌کارگیری الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر، می‌تواند هزینه‌های سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌ای را به ترتیب ۱۵ و ۱۸ درصد کاهش دهد (Besselink et al., 2016).
- ارزیابی چرخه حیات (LCA): روش LCA به‌عنوان یک ابزار جامع برای تحلیل اثرات محیط‌زیستی حمل‌ونقل جاده‌ای شناخته شده است. تحقیقات متعدد نشان می‌دهند که LCA می‌تواند نقاط بحرانی مصرف انرژی و آلایندگی را شناسایی کرده و سیاست‌های کاهش اثرات محیط‌زیستی را بهینه کند (Burchart & Przytuła, 2024).

مطالعات داخلی

در ایران، حجم قابل توجه حمل‌ونقل جاده‌ای بار و ناوگان غالباً قدیمی، چالش‌های خاصی را ایجاد کرده است. مطالعات ایرانی اغلب بر تحلیل اثرات محیط‌زیستی، اقتصادی و بهره‌وری سوخت تمرکز داشته‌اند:

- تحلیل اثرات محیط‌زیستی: پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که انتشار دی‌اکسید کربن و ذرات معلق از خودروهای سنگین بار در ایران

بیش از میانگین جهانی است و نیاز به بهینه‌سازی مصرف سوخت و نوسازی ناوگان وجود دارد (علیزاده و همکاران، ۱۴۰۲).

- کاربرد فناوری‌های نوین: برخی مطالعات بر استفاده از سامانه‌های مدیریت ناوگان و ردیابی خودروها برای کاهش مسیرهای خالی و بهینه‌سازی لجستیک تأکید کرده‌اند که باعث کاهش هزینه و آلایندگی می‌شود (عیدی، ۱۳۹۰).
- شاخص‌های توسعه پایدار: بررسی‌ها نشان می‌دهند که در ایران، چارچوب‌های علمی برای ارزیابی پایداری حمل‌ونقل جاده‌ای هنوز کامل توسعه نیافته است و مطالعات موجود بیشتر جنبه‌های اقتصادی یا محیط‌زیستی را به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار داده‌اند (صیدبیگی و همکاران، ۱۴۰۳).

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر مبنای مرور منابع و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. در این راستا، از منابع علمی داخلی و بین‌المللی شامل مقالات پژوهشی و گزارش‌های تخصصی استفاده شده تا تصویری جامع از وضعیت حمل‌ونقل جاده‌ای بار و چالش‌های مرتبط با پایداری آن ارائه شود.

داده‌ها و منابع اطلاعاتی

در این مطالعه، تحلیل وضعیت حمل‌ونقل جاده‌ای بار در ایران براساس داده‌های زیر انجام شده است:

- داده‌های ترافیکی و ناوگان: شامل تعداد خودروهای سنگین بار، میزان جابه‌جایی سالانه کالاها، مسیرهای پرتردد و شاخص‌های بهره‌وری لجستیکی (سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۴۰۲).
- مصرف انرژی و آلاینده‌ها: اطلاعات مربوط به میزان سوخت مصرفی، انتشار CO_2، NO_x و ذرات معلق از پایگاه داده وزارت نفت و سازمان حفاظت محیط‌زیست جمع‌آوری شده است (وزارت نفت، ۱۴۰۱؛ سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۴۰۲).
- سیاست‌ها و مقررات: اسناد قانونی و سیاست‌های ملی مرتبط با حمل‌ونقل و پایداری، شامل برنامه‌های کاهش آلایندگی و بهینه‌سازی لجستیک (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶؛ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۴۰۱).
- مطالعات موردی و تجربیات بین‌المللی: جهت مقایسه و استخراج راهکارهای موفق در کشورهای پیشرفته، مطالعات منتشرشده بین‌المللی مرور شده‌اند.

شاخص‌های ارزیابی توسعه پایدار

در تحلیل توسعه پایدار، سه بعد اصلی شامل محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در ادامه شاخص‌های مرتبط با هر بعد همراه با منابع معتبر ارائه شده است (استادی جعفری و حبیبیان، ۱۳۹۱؛ پیری و همکاران، ۱۳۹۷؛ حیدرپور و جابری، ۱۴۰۰):

۱. بعد محیط‌زیستی

- انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2، CH_4، N_2O): مطالعات نشان می‌دهند که کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای از طریق بهبود فناوری‌های سوختی و افزایش بهره‌وری سوخت امکان‌پذیر است.
- انتشار آلاینده‌های هوا (NO_x، SO_2، ذرات معلق): تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از

سامانه‌های مدیریت ناوگان و ردیابی خودروها می‌تواند به کاهش آلاینده‌های هوا و بهبود کیفیت هوا کمک کند.

- مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی: مطالعات نشان می‌دهند که بهینه‌سازی مصرف سوخت در حمل‌ونقل جاده‌ای می‌تواند به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش اثرات محیط‌زیستی منجر شود.

- شاخص‌های ارزیابی چرخه حیات (LCA): استفاده از روش LCA در ارزیابی سیستم‌های حمل‌ونقل جاده‌ای می‌تواند به شناسایی نقاط بحرانی مصرف انرژی و آلایندگی و بهینه‌سازی سیاست‌های کاهش اثرات محیط‌زیستی کمک کند.

۲. بعد اقتصادی

- هزینه‌های حمل‌ونقل (سوخت، نگهداری و تعمیرات): مطالعات نشان می‌دهند که کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل از طریق بهبود بهره‌وری و کاهش مصرف سوخت می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های اقتصادی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای شود.

- بهره‌وری ناوگان: تحقیقات نشان می‌دهند که افزایش بهره‌وری ناوگان از طریق بهینه‌سازی مسیرها و کاهش مسیرهای خالی می‌تواند به کاهش هزینه‌های اقتصادی و افزایش کارایی سیستم حمل‌ونقل منجر شود.

- زمان تحویل و کارایی لجستیکی: مطالعات نشان می‌دهند که بهبود زمان تحویل و کارایی لجستیکی از طریق استفاده از فناوری‌های نوین و بهینه‌سازی عملیات لجستیک می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان منجر شود.

۳. بعد اجتماعی

- ایمنی جاده‌ها و نرخ تصادفات مرتبط با حمل‌ونقل بار: تحقیقات نشان می‌دهند که بهبود ایمنی جاده‌ها و کاهش نرخ تصادفات از طریق بهبود زیرساخت‌ها و آموزش رانندگان می‌تواند به کاهش خسارات جانی و مالی منجر شود.

- اثرات آلودگی هوا بر سلامت جامعه: مطالعات نشان می‌دهند که کاهش آلودگی هوا از طریق بهبود کیفیت سوخت و کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌تواند به بهبود سلامت جامعه و کاهش هزینه‌های بهداشتی منجر شود.

- ایجاد اشتغال و اثرات اقتصادی بر جوامع محلی: تحقیقات نشان می‌دهند که توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار می‌تواند به ایجاد اشتغال و بهبود وضعیت اقتصادی جوامع محلی منجر شود.

روش تحلیل

روش تحلیل داده‌ها به شرح زیر است (الیاسیان، ۱۴۰۱؛ تقوایی و سجادی، ۱۳۹۵؛ احدی و همکاران، ۱۳۹۳، Taghvaee et al., 2022):

۱. تحلیل کمّی و کیفی داده‌ها: داده‌های خام جمع‌آوری شده مورد پردازش قرار گرفته و شاخص‌های مربوط به هر بعد پایداری محاسبه شده‌اند.

۲. ارزیابی چرخه حیات (LCA):

برای تحلیل اثرات محیط‌زیستی، از روش ارزیابی چرخه حیات مطابق با استانداردهای ISO 14040/44 استفاده شد. مراحل شامل تعیین هدف و دامنه مطالعه، تحلیل موجودی چرخه

حیات، ارزیابی اثرات و تفسیر نتایج بوده است. همچنین سناریوهای مختلف مربوط به نوع ناوگان (دیزلی، LNG[1] و برقی) و مسیرهای حمل‌ونقل مورد مقایسه قرار گرفتند تا الگوهای بهینه از نظر کاهش انتشار آلاینده‌ها شناسایی شوند.

۳. تحلیل بهره‌وری اقتصادی:

شاخص‌های اقتصادی شامل هزینه‌های سوخت، نگهداری و تعمیرات و بهره‌وری لجستیکی (تن-کیلومتر/لیتر سوخت) محاسبه و با استانداردها و مطالعات بین‌المللی مقایسه شد. این تحلیل امکان سنجش کارایی اقتصادی سیستم حمل‌ونقل و شناسایی نقاط بهبود را فراهم می‌کند.

۴. تحلیل اثرات اجتماعی:

داده‌های مربوط به تصادفات جاده‌ای و سلامت جامعه به‌منظور بررسی اثرات اجتماعی حمل‌ونقل بار تحلیل شدند. همچنین شاخص‌هایی نظیر کیفیت زندگی در مناطق مجاور محورهای پرتردد و میزان اشتغال‌زایی ناوگان حمل‌ونقل مورد توجه قرار گرفتند.

۵. ترکیب سه بعد توسعه پایدار:

نتایج به‌دست‌آمده از ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی به‌صورت یکپارچه تحلیل شد. این تلفیق کمک کرد تا نقاط قوت و ضعف سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای بار شناسایی گردد و در نهایت راهکارهای سیاستی و مدیریتی برای ارتقای پایداری و کاهش اثرات منفی ارائه شود.

نتایج و بحث

نتایج محیط‌زیستی

تحلیل منابع بررسی شده نشان می‌دهد که بخش حمل‌ونقل جاده‌ای بار در ایران سهم قابل توجهی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا دارد. براساس برآوردها:

- خودروهای سنگین باری حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد از کل انتشار CO_2 بخش حمل‌ونقل کشور را به خود اختصاص می‌دهند.
- ناوگان فرسوده و ناکارآمد با راندمان پایین، عامل اصلی انتشار ذرات معلق (PM^{2}) و اکسیدهای نیتروژن (NO_x) هستند که اثرات نامطلوبی بر سلامت عمومی و کیفیت هوا دارند.
- محدودیت در استفاده از فناوری‌های نوین کاهش مصرف سوخت (مانند بهینه‌سازی موتور، بازیابی انرژی و سیستم‌های مدیریت هوشمند مسیر) و همچنین ضعف در نوسازی ناوگان، منجر به تشدید اثرات منفی محیط‌زیستی شده است.

مقایسه با کشورهای اروپایی نشان می‌دهد که به‌کارگیری سیستم‌های مدیریت ناوگان، استفاده از خودروهای کم‌مصرف و توسعه سوخت‌های پاک (مانند LNG، بیودیزل و برق) می‌تواند انتشار CO_2 و سایر آلاینده‌ها را حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش دهد. این یافته نشان می‌دهد که اعمال سیاست‌های کارآمد و فناوری‌های نوین قادر است به‌طور چشمگیری اثرات محیط‌زیستی حمل‌ونقل جاده‌ای بار را در ایران کاهش دهد (Taghvaee et al., 2022).

[1] Liquid natural gas

[2] Particulate Matter

نتایج اقتصادی

تحلیل شاخص‌های اقتصادی حمل‌ونقل بار نشان می‌دهد:

- هزینه‌های سوخت و نگهداری خودروهای سنگین سهم عمده‌ای از کل هزینه‌های حمل‌ونقل را تشکیل می‌دهند.
- بهره‌وری ناوگان در مسیرهای پرترافیک پایین بوده و درصد بالایی از سفرها بدون بار انجام می‌شود، که باعث افزایش هزینه‌ها و کاهش کارایی لجستیکی می‌شود.
- بهینه‌سازی مسیرها و افزایش بهره‌وری ناوگان، می‌تواند هزینه‌ها را به‌طور متوسط ۱۰–۱۵ درصد کاهش دهد.

نتایج اقتصادی به وضوح نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و مدیریت هوشمند ناوگان، علاوه‌بر کاهش اثرات محیط‌زیستی، سودآوری اقتصادی بخش را نیز افزایش می‌دهد.

نتایج اجتماعی

- نرخ تصادفات جاده‌ای مرتبط با خودروهای سنگین بار، بالاست و تأثیر مستقیمی بر جان رانندگان و سایر کاربران جاده دارد.
- آلودگی هوا، به‌ویژه در مناطق شهری و حاشیه‌ای، بر سلامت ساکنان تأثیر منفی گذاشته و هزینه‌های درمانی را افزایش می‌دهد.
- اشتغال مرتبط با حمل‌ونقل بار قابل توجه است، اما فقدان آموزش‌های مدیریتی و ایمنی باعث کاهش بهره‌وری و افزایش خطرات اجتماعی می‌شود.

با ترکیب سه بعد توسعه پایدار و تلفیق داده‌های محیط-زیستی، اقتصادی و اجتماعی، می‌توان نقاط بحرانی و فرصت‌های بهبود را شناسایی کرد:

- نقاط بحرانی: ناوگان قدیمی، مسیرهای ناکارآمد، مصرف بالای سوخت، عدم استفاده از فناوری‌های مدیریت هوشمند.
- فرصت‌های بهبود: به‌کارگیری خودروهای کم‌مصرف، مدیریت ناوگان و مسیرها، کاهش سفرهای خالی، آموزش رانندگان و سیاست‌های انگیزشی برای کاهش آلایندگی.

پیشنهادات سیاستی و عملیاتی

براساس تحلیل داده‌ها، پیشنهادات زیر برای ارتقای توسعه پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای بار در ایران ارائه می‌شوند:

۱. نوسازی ناوگان و بهینه‌سازی مصرف سوخت: جایگزینی خودروهای قدیمی با مدل‌های کم‌مصرف و استفاده از سوخت‌های پاک.
۲. مدیریت مسیرها و ناوگان: استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر و کاهش سفرهای بدون بار برای کاهش هزینه و آلایندگی.
۳. پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند لجستیک: بهره‌گیری از فناوری‌های مدیریت ناوگان، ردیابی خودروها و تحلیل داده‌های ترافیکی.
۴. آموزش و ارتقای ایمنی اجتماعی: آموزش رانندگان و مدیران لجستیک برای بهبود ایمنی جاده و کاهش تصادفات.

سیاست‌های انگیزشی و مقررات محیط‌زیستی: وضع مالیات سبز، مشوق‌های کاهش آلایندگی و استانداردسازی خودروها.

منابع

احدی، م.، ضرغامی، س.، آقامحمدی، آ. (۱۳۹۳). بررسی شاخص‌های توسعه پایدار در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل. ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تاکید بر مولفه‌های شهر اسلامی، مشهد.

استادی جعفری، م. و حبیبیان، م. (۱۳۹۱). شناسایی شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار جاده‌ای. نشریه جاده، ۲۰(۲)، ۹۵.

الیاسیان، ا. (۱۴۰۱). طراحی براساس ارزش، ارزیابی چرخه حیات و روش زمان–دوام. نشر دانشگاهی، تهران.

پیری، ا.، عبدی قروچای، ن. و کریمی، آ. (۱۳۹۷). ارزیابی توسعه پایدار منطقه‌ای با تاکید بر شاخص‌های حمل‌ونقل. دومین کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری.

تقوایی، م. و سجادی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان). معماری و شهرسازی پایدار، ۴(۱)، ۱۸–۱.

حیدرپور، ا. و جابری، ر. (۱۴۰۰). حمل ونقل پایدار در ایران؛ اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های مرتبط. اقتصاد شهر. ۴–۲۴۷–۲۶۴.

سازمان برنامه و بودجه کشور. (۱۴۰۱). برنامه توسعه پنج‌ساله کشور. تهران.

سازمان حفاظت محیط‌زیست. (۱۴۰۲). گزارش سالانه کیفیت هوا و انتشار آلاینده‌های جوی. سازمان حفاظت محیط‌زیست.

سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای. (۱۴۰۲). سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای: فصل دوم ـ حمل‌ونقل کالا. تهران: سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای.

صیدبیگی، ص.، مهدوی، ع. ر.، رسولی، س. ح. و جمشیدی شیخی‌آبادی، آ. (۱۴۰۳). سنجش شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار با رویکرد محیط‌زیستی (نمونه مورد مطالعه: شهر ساری). برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱۴(۵۴)، ۱۷۴–۱۶۱.

علیزاده، ت.، عظیمی آملی، ج.، متولی، ص. و سرور، ر. (۱۴۰۲). سیستم‌های حمل ونقل عمومی در مسیر پایداری: ارزیابی موانع و چالش‌ها (مطالعه موردی: کلانشهر تهران). فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۱۸(۲)، ۲۹۴–۲۸۱.

عیدی، ع. ر. (۱۳۹۰)، سیستم پویای مدیریت ناوگان در محیط لجستیک شهری. دهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، تهران.

مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶). قانون هوای پاک. روزنامه رسمی کشور.

مصطفوی ثابت، م. و محمدپور، ص. (۱۳۹۶). مقایسه اثرات زیست محیطی فاز بهره‌برداری حمل‌ونقل ریلی و جاده‌ای با رویکرد حمل ونقل پایدار (نمونه مورد مطالعه: آزادراه و خط راه آهن قزوین–رشت). هفدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

وزارت نفت. (۱۴۰۱). گزارش آمار مصرف فرآورده‌های نفتی کشور. وزارت نفت، تهران.

Besselink, B., Turri, V., Van De Hoef, S. H., Liang, K. Y., Alam, A., Mårtensson, J., & Johansson, K. H. (2016). Cyber–physical control of road freight transport. Proceedings of the IEEE, 104(5), 1128-1141.

Burchart, D., & Przytuła, I. (2024). Sustainability assessment methods for the transport sector considering the life cycle concept—A review. Sustainability, 16(18), 8148.

Gupta, S., Adhikari, S., & Hlali, A. (2024). A Review of Sustainable Practices in Road Freight Transport. arXiv preprint arXiv:2403.19848.

Mohri, S. S., & Thompson, R. (2022). Designing sustainable intermodal freight transportation networks using a controlled rail tariff discounting policy–The Iranian case. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 157, 59-77.

Samimi, A., Rahimi, E., Amini, H., & Jamshidi, H. (2020). Freight modal policies toward a sustainable society. Scientia Iranica, 27(6), 2690-2703.

Taghvaee, V. M., Nodehi, M., Saber, R. M., & Mohebi, M. (2022). Sustainable development goals and transportation modes: Analyzing sustainability pillars of environment, health, and economy. World Development Sustainability, 1, 100018.

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2023). SmartWay Program Highlights for 2023 (EPA-420-F-23-028).

Paso Garibaldi, Ushuaia, Argentina, January, 2017, Photographer: Seb Creativo

Investigating Sustainable Development in the Road Freight Transport Sector: Challenges and Solutions in Iran

Ehsan Mohammad Hassani
Ph.D. student, Department of Natural Environmental, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
Author's E-mail: ehsan.hassani.74@ut.ac.ir

Abstract
Road freight transport plays a pivotal role in the economic development of countries, but its activities have significant environmental, economic, and social consequences. Increased energy consumption, air pollutant emissions, and noise pollution are among the environmental challenges of this sector that may not be in line with sustainable development. This article examines the frameworks and approaches for sustainable development in the road freight transport sector and analyzes the current situation in Iran in comparison with international standards and experiences. In this regard, environmental, economic, and social indicators related to freight transport are identified and solutions for improving sustainable performance are presented. The results show that implementing management policies and new technologies, including route optimization, the use of fuel-efficient vehicles, and increased logistics efficiency, can reduce negative environmental impacts and contribute to sustainable development in this sector. This study provides a framework for policy decisions and operational planning in road freight transport.

Keywords: Sustainable development, Environmental impacts, Logistics efficiency, Fleet management, Green policies

Mohammad Hassani, E. (2025). Investigating Sustainable Development in the Road Freight Transport Sector: Challenges and Solutions in Iran. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 48-56.

تالاب استیل، آستارا، شهریور ۱۴۰۱، عکاس: آرش رمضان‌پور

دیباچه‌ای بر سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیک: چارچوب‌ها و مفاهیم کلیدی

غزاله هنرجو[۱]، افشین دانه‌کار[۲*]، داود مافی غلامی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استاد، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار گروه اندازه‌شناسی، پژوهشکده ارزیابی کیفیت و سامانه‌های مدیریت، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: danehkar@ut.ac.ir

چکیده

سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیک، نشان‌دهنده تعامل پیچیده بین سیستم‌های انسانی و طبیعی هستند. آن‌ها دارای ویژگی‌های متعددی از جمله عدم‌قطعیت، بازخورد غیرخطی، برهم‌کنش فرایندها در مقیاس‌های مختلف، خودسازماندهی و پیدایش هستند. تغییرات براساس رفتار آشوب‌ناک و مدل فاجعه‌آمیز در آن‌ها رخ می‌دهد. ازاین‌رو، درک و شناسایی اجزا و تعاملات این سیستم‌ها برای مدیریت پایدار منابع طبیعی ضروری است. چارچوب‌های مختلفی برای شناسایی و تحلیل سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیک توسعه یافته‌اند. در توصیف سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیک، ساختار سلسله مراتبی و تودرتو هر دو زیرسیستم بسیار اهمیت دارد و ارتباط میان این دو زیرسیستم، از طریق دانش و درک انسان از زیرسیستم اکولوژیک و اقدامات مدیریتی که انجام می‌دهد، شکل می‌گیرد، رویکردهای تشخیصی در این زمینه از طریق شناسایی واحدها و مجموعه‌های انسانی و طبیعی در کنار تعاملات سیستم به درک پیچیدگی سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیک کمک می‌کند و به مدیریت موثر منابع از جمله منابع مشترک منجر می‌شود. در سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیک، متغیرهای کند و سریع و کنترل‌های برون‌زا بر ساختار و پویایی سیستم تأثیرگذارند و همچنین بازخوردهای تثبیت‌کننده و تقویت‌کننده تا حد زیادی نحوه پاسخ یک سیستم به تغییر را کنترل می‌کند، درک پیچیدگی و تعاملات سامانه‌های اجتماعی-اکولوژیک برای مدیریت مؤثر منابع طبیعی و ایجاد تاب‌آوری در برابر اختلالات و شوک‌ها ضروری است.

کلیدواژه‌ها: فرآیندهای اجتماعی-اکولوژیک، منابع مشترک، بازخوردهای تثبیت‌کننده، بازخوردهای تقویت‌کننده، متغیرهای کند و سریع، کنترل‌های برون‌زا

هنرجو، غ.، دانه‌کار، ا.، مافی غلامی، د. (۱۴۰۴). دیباچه‌ای بر سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیک: چارچوب‌ها و مفاهیم کلیدی. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۵۷-۷۰.

مقدمه

سامانه اجتماعی-اکولوژیک (SES)[1] به‌عنوان سیستمی تعریف می‌شود که در آن زیرسیستم‌های اجتماعی (انسانی) و اکولوژیک (بیوفیزیکی) به صورت متقابل در تعامل با یکدیگر عمل می‌کنند (Gallopin, 1991) و اجزای اجتماعی، اقتصادی، بوم‌شناختی، فرهنگی، سیاسی، فناوری و حقوقی به‌شدت به‌هم مرتبط هستند (Petrosillo et al., 2015). چنین سیستمی می‌تواند پیوندهای پیچیده بین سیستم اکولوژیک و سیستم اجتماعی، همچنین نحوه تأثیرگذاری و شکل‌دادن آن‌ها را تعریف کند (Ostrom, 2009). ازاین‌رو، برای بررسی و حل مشکلاتی که به‌طور گسترده در کل جامعه مورد بحث قرار می‌گیرند، مفید هستند (Brown & Rounsevell, 2021). یک سامانه اجتماعی-اکولوژیک تمام فرایندهای درون‌زا و برون‌زای تأثیرگذار بر اکوسیستم‌ها و روابط اجتماعی-اقتصادی را بررسی می‌کند (Gunderson & Holling, 2003) و برای هر مقیاسی از جامعه و محیط اطراف آن می‌تواند در نظر گرفته شود، از محلی تا سیستم جهانی که توسط نوع بشر (آنتروپوسفر) و اکوسفر تشکیل شده‌است (Gallopín, 2006).

پایداری چنین روابطی، به شکل سیاست‌های ساختارمند، حاکمیت نهادی کارآمد و کاربران منابع مشترک، با هدف حفظ و تقویت ظرفیت عملکردی SES بستگی دارد (Holling, 2001). در یک سامانه اجتماعی-اکولوژیک علاوه‌بر اجزا، روابط و تعاملات بین اجزا نیز اهمیت دارند و بر نتیجه نهایی تاثیرگذار است. سیستم‌های پیچیده دارای ویژگی‌های متعددی از جمله عدم‌قطعیت[2]، بازخورد غیرخطی[3]، برهم‌کنش فرآیندهای اجرا شده در مقیاس‌های مختلف، خودسازماندهی[4] و پیدایش[5] هستند. هر دو سیستم اکولوژیک و اجتماعی رفتاری شبیه سیستم‌های پیچیده دارند و این ویژگی در سطح بعدی، یعنی سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک، قابل تشخیص است. دو مدل، پتانسیل تغییر این سیستم‌ها را توصیف می‌کنند: رفتار آشوب‌ناک[6] و مدل فاجعه‌آمیز[7] (Bran, 2010).

ارتباط و پیوستگی اجتناب‌ناپذیر این دو سیستم امکان ارزیابی جداگانه آن‌ها را نمی‌دهد و بر انتخاب شاخص‌ها در پژوهش‌های مرتبط با هرکدام تاثیر می‌گذارد. توجه نکردن به ارتباط بین این دو زیرسیستم عدم‌قطعیت ذاتی سیستم را با یک قطعیت ساختگی جایگزین می‌کند. یک مثال می‌تواند فرسایش آهسته فرآیندهای کنترلی و کلیدی باشد که می‌تواند به‌طور ناگهانی یک SES را به حالت دیگری تبدیل کند که ممکن است غیرقابل‌برگشت باشد؛ مانند از بین رفتن تدریجی گونه‌های مهم برای گرده‌افشانی که می‌تواند باعث رکود اقتصاد مبتنی بر محصولات کشاورزی شود (Petrosillo et al., 2015). کلدینگ[8] و بارتل[9]، بیان می‌کنند در حالی که اکثر دانشمندان ممکن است درک نسبتاً خوبی از آنچه یک سیستم اجتماعی-اکولوژیک شامل می‌شود داشته باشند، اما همچنان ادبیات ما فاقد یک تعریف متحدکننده‌تر و دقیق‌تر برای برقراری ارتباط با مخاطبان چند رشته‌ای است (Colding & Barthel, 2019).

Anderies و همکاران (۲۰۰۴)، یک تعریف نسبتاً جامع از سیستم اجتماعی-اکولوژیک، ارائه می‌دهند: "یک سیستم اکولوژیک پیچیده مرتبط و تحت‌تأثیر یک یا چند سیستم اجتماعی". آن‌ها همچنین اشاره دارند که "یک سیستم اکولوژیک را می‌توان به‌عنوان یک مجموعه وابسته از ارگانیسم‌ها یا واحدهای بیولوژیک تعریف کرد". این پژوهشگران معتقدند واژه "اجتماعی" به سادگی قابل‌تعریف و به معنای "تمایل به تشکیل روابط همکاری

1- Social-Ecological System (SES)
2- Uncertainty
3- Non-linear feedback
4- Self-organization
5- Emergence

6- Chaos behavior
7- Catastrophic model
8- Colding
9- Barthel

و وابستگی متقابل با دیگران از نوع خود است". به‌طور کلی، سیستم‌های اجتماعی را می‌توان به‌عنوان سیستم‌هایی در نظر گرفت که به‌طور متقابل به ارگانیسم‌ها وابسته‌اند. بنابراین، هر دو سیستم اجتماعی و اکولوژیک حاوی واحدهایی هستند که به‌طور متقابل با هم تعامل دارند و هر کدام ممکن است حاوی زیرسیستم‌های تعاملی نیز باشند. اصطلاح "SES" برای اشاره به زیرمجموعه‌ای از سیستم‌های اجتماعی استفاده می‌شود که در آن بخشی از روابط متقابل میان انسان‌ها از طریق تعامل با واحدهای زیستی–فیزیکی و زیستی غیرانسانی برقرار می‌شود. یک مثال ساده زمانی است که فعالیت‌های یک ماهیگیر نتایج فعالیت‌های ماهیگیر دیگری را از طریق واحدهای زیستی غیرانسانی و بیوفیزیکی که ذخایر ماهی پویا و زنده را تشکیل می‌دهند، تغییر می‌دهد، به‌صورتی که برداشت بیش از حد یک ماهیگیر بر میزان برداشت ماهیگیر دیگر اثر می‌گذارد (Anderies et al., 2004).

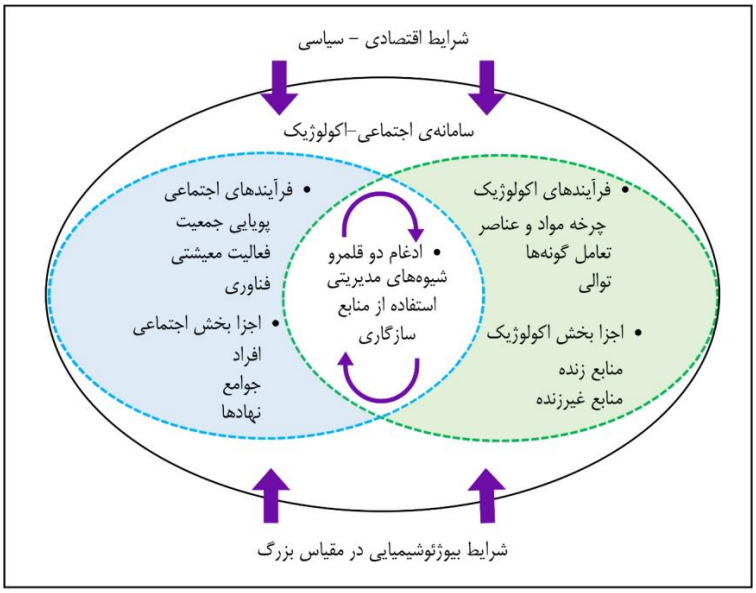
ساختار سیستم‌های اجتماعی–اکولوژیک

SESها به نام‌های مختلف سیستم‌های انسان–محیط[1]، سیستم‌های زوجی انسان–طبیعت[2] (Wang et al., 2018)، سیستم‌های اجتماعی–اکولوژیک پیچیده[3] (Gain et al., 2020) و سیستم‌های تطبیقی پیچیده[4] (Preiser et al., 2018) نیز شناخته می‌شود. برای معادل انگلیسی سیستم اجتماعی–اکولوژیک، بهتر است به جای "socio-ecological" از "social-ecological" استفاده شود، زیرا "socio " به‌عنوان یک پیشوند، برخلاف "social" که یک کلمه و صفت است، نمی‌تواند برابری بخش اجتماعی و اکولوژیک را به‌خوبی نشان دهد، و بخش اجتماعی را کمتر از حالت برابر با بخش اکولوژیک بیان می‌کند (Berkes, 2017). دانش SES روابط بین اجزای انسانی و اکولوژیک را به‌عنوان بخشی از یک سیستم پیچیده با بازخوردها و وابستگی‌های چندمقیاسی قاب‌بندی می‌کند (Berkes et al., 2003; Liu et al., 2007; Walker et al., 2006) و چارچوبی نظری ارائه می‌کند که محیط را به‌عنوان یک سیستم باز متشکل از فرآیندها و اجزای اکولوژیک و اجتماعی، از جمله زیست بوم‌ها، انسان‌ها و حیات جانوری، به تصویر می‌کشد. این فرآیندها از طریق تعاملاتی مانند شیوه‌های مدیریت، سازگاری و استفاده از منابع که در مقیاس‌های متعدد و از طریق چرخه‌ها رخ می‌دهند، ادغام می‌شوند. به‌عنوان یک سیستم باز، فرآیندها و تعاملات SES تحت‌تأثیر نیروهای مقیاس گسترده مانند شرایط سیاسی و اقتصادی و شرایط بیوژئوشیمیایی در مقیاس بزرگ قرار دارند (Chapin et al., 2009). در شکل ۱، سیستم اجتماعی به رنگ آبی و سیستم اکولوژیک به رنگ سبز نشان داده شده‌است.

اجزای سیستم در یک ساختار پویا و شبکه‌ای با هم تعامل دارند که ارتباطات متقابل و بازخوردهای متأثر را از طریق محرک‌های مستقیم و غیرمستقیم در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف تسهیل می‌کند (Berkes et al., 2003; Chapin et al., 2009; Liu et al., 2007; Walker et al., 2006). عوامل اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و قانونی وجود دارد که عمدتاً در کنار یکدیگر به‌عنوان نیروی محرکه فعالیت‌های انسانی عمل می‌کنند. نیروهای محرک مستقیم، مانند فعالیت‌های معدنی یا کشاورزی، به‌راحتی قابل‌تشخیص هستند، زیرا اغلب تأثیرات بلافاصل و قابل‌تشخیص دارند. نیروهای محرک غیرمستقیم کمتر قابل‌شناسایی هستند. بااین‌حال، از آنجایی که بر اعمال افراد تأثیر می‌گذارند، تأثیر آن‌ها بر سیستم‌ها کمتر از نیروهای محرک مستقیم نیست. به‌عنوان مثال، قانون می‌تواند مردم را تشویق کند که به جای کشاورزی در یک منطقه معدنی، از آن سنگ معدن استخراج کنند و بر نحوه استخراج آن‌ها تأثیر بگذارد. این موضوع به درک منابع انسانی از تغییرات اکولوژیک مرتبط است. نیروهای محرکه

[1]- Human–environment systems (HES)
[2]- Coupled human–nature systems (CHANS)
[3]- Complex Social-Ecological Systems
[4]- Complex Adaptive Systems

می‌تواند توانایی اکوسیستم برای ارائه کالاها و خدمات را کاهش دهد (Petrosillo et al., 2015). براساس آن‌چه تاکنون گفته شد، نیاز به شناسایی سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک برای درک تعاملات آن‌ها و برنامه‌ریزی جهت مدیریت مناسب آن‌ها احساس می‌شود، که در ادامه به چند رویکرد برای شناسایی اجزا و پیوندهای آن‌ها اشاره می‌شود.



شکل ۱- مدل گرافیکی یک سامانه اجتماعی-اکولوژیک (Virapongse et al., 2016)

چارچوب‌های شناسایی سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک

چارچوب اصلی

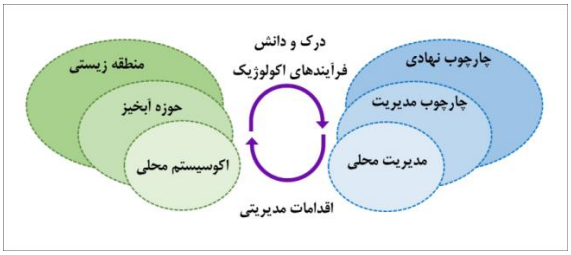
۱۰ سال طول کشید تا Folke و Berkes (۱۹۹۸) مفهوم سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک را به‌عنوان یک چارچوب تحلیلی برای مطالعه ارتباط بین اکوسیستم‌ها و نهادها توسعه دادند (Colding & Barthel, 2019). به‌طور خاص‌تر، آن‌ها از این چارچوب برای گسترش درک چگونگی ایجاد تاب‌آوری در سیستم‌های مدیریت منابع محلی استفاده کردند. آن‌ها معتقدند چالش این است که راه‌هایی برای تطبیق پویایی نهادها با پویایی اکوسیستم‌ها، برای تاب‌آوری متقابل اجتماعی-اکولوژیک و بهبود عملکرد آن‌ها، نیاز است (Folke, & Berkes, 1998). رویکردهای تطبیقی موفق برای مدیریت اکوسیستم در شرایط عدم‌قطعیت نیازمند موارد زیر است: ۱) ایجاد دانش و درک از پویایی منابع و اکوسیستم، ۲) توسعه رویه‌هایی که بازخورد اکولوژیک را تفسیر و به آن پاسخ می‌دهند و ۳) حمایت از نهادها و سازمان‌های انعطاف‌پذیر و فرآیندهای مدیریت سازشی (Olsson et al., 2004).

مطابق شکل ۲، در سمت چپ، سیستم طبیعی قرار دارد که ممکن است شامل اکوسیستم‌های تودرتو باشد، مانند یک اکوسیستم منطقه‌ای که حوضه زهکشی[1] یک رودخانه را تشکیل می‌دهد که به نوبه خود شامل تعدادی اکوسیستم حوزه آبخیز[2] و غیره است. در سمت راست، مجموعه‌ای از شیوه‌های مدیریتی جاری، قرار دارد. این شیوه‌ها در نهادها تعبیه شده‌اند و خود نهادها ممکن است یک مجموعه تودرتو باشند. فولک[3] و برکس[1] اذعان دارند که "نهادها

[1]- Drainage basin
[2]- Watershed
[3]- Folke

ساخته‌ای اجتماعی و برخوردار از ابعاد هنجاری[2] و شناختی[3] و همچنین نظارتی[4] هستند". آن‌ها نهادها را به‌عنوان "محدودیت‌های طراحی شده توسط انسان که تعاملات انسانی را ساختار می‌دهند" تعریف می‌کنند (Folke & Berkes, 2002). محدودیت‌ها به‌صورت رسمی (قوانین و قوانین اساسی)، یا غیررسمی (هنجارهای رفتاری، کنوانسیون‌ها و کدهای رفتاری خود تحمیلی) و ویژگی‌های اجرایی سیستم‌ها دیده می‌شوند (North, 1994; Swanson et al., 2007). تمایز مهمی که در این روش ایجاد شد این بود که پیوند بین اکوسیستم و شیوه‌های مدیریتی، توسط دانش و درک اکولوژیک کاربران منابع از اکوسیستم محلی یا پایگاه منابعی فراهم می‌شد که به آن وابسته بودند. این پیوند دانش، حیاتی تلقی می‌شد؛ زیرا بدون دانش و درک اکولوژیک از پویایی پایگاه منابع، احتمال استفاده پایدار به شدت کاهش می‌یابد (Folke & Berkes, 1998, 2002).

ازاین‌رو به‌طور فزاینده‌ای پیشنهاد می‌شود که تولید دانش اکوسیستم‌ها باید به‌طور صریح با رویه مدیریت ادغام شود و با جنبه‌های نهادی و سازمانی مدیریت تکامل یابد (Olsson et al., 2004) که سیستم‌های مدیریت مشترک سازشی شناخته می‌شود (Berkes et al., 2003). مدیریت مشترک سازشی (تطبیقی) به‌عنوان فرآیندی تعریف می‌شود که در آن ترتیبات نهادی و دانش اکولوژی در یک فرایند پویا، مداوم و خودسازمانده یادگیری از طریق اجرا، آزمایش و بازبینی می‌شوند (Folke et al., 2002). مدیریت مشترک سازشی به همکاری مجموعه‌ای متنوع از ذی‌نفعان متکی است که در سطوح مختلف، از کاربران محلی گرفته تا شهرداری‌ها، تا سازمان‌های منطقه‌ای و ملی و همچنین نهادهای بین‌المللی فعالیت می‌کنند (Olsson et al., 2004). یک SES، تحت تأثیر تعدادی از عوامل، مانند رشد جمعیت، تغییر تکنولوژیکی، تأثیرات بازارهای سرمایه و تجارت، تغییرات سیاسی و فشارهای جهانی‌سازی قرار دارد که دو مورد آخر به‌عنوان تأثیرات عمده بر سیستم در نظر گرفته می‌شوند (Colding & Barthel, 2019). اولسون[5] و همکاران مدیریت مشترک سازشی را با مثال‌هایی از سوئد و کانادا توضیح می‌دهند و به ویژگی‌های اجتماعی برای ایجاد چنین مدیریتی می‌پردازند (Olsson et al., 2004).



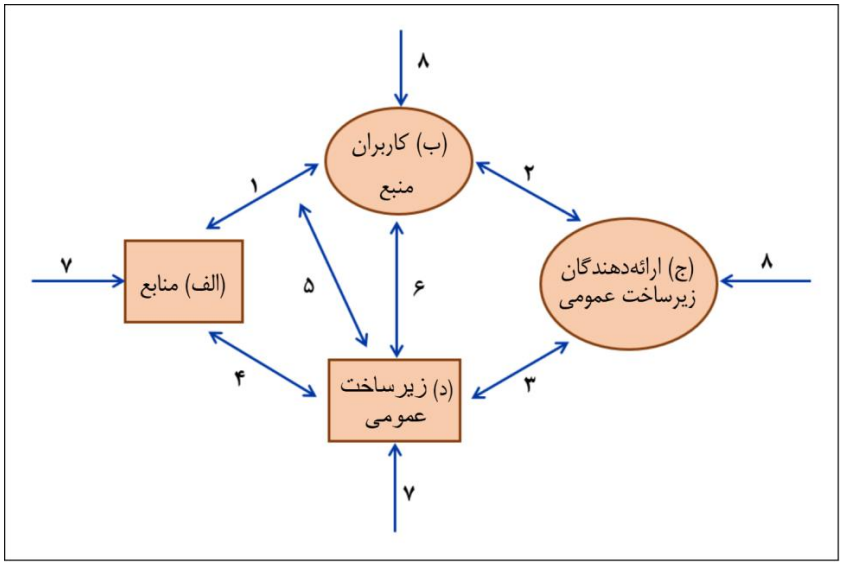
شکل ۲- یک نمایش بصری از مفهوم سیستم اجتماعی-اکولوژیک (Folke & Berkes, 1998, 2002)

چارچوب استحکام

Anderies و همکاران (۲۰۰۴)، همچنین مدلی را برای بررسی استحکام[6] SESها با هدف برجسته کردن تعاملات کلیدی در چنین سیستم‌هایی توس عه دادند. این پژوهشگران نشان می‌دهند چگونه این تعاملات و پیوندها در کنار اجزا سیستم می‌توانند تاب‌آوری را در برابر اختلالات و شوک‌ها افزایش دهند و یا نبود آن‌ها موجب افزایش آسیب‌پذیری شود. ازاین‌رو آن‌ها یک مدل مفهومی از یک SES توسعه دادند که شامل ۴ نهاد و ۸ پیوند است (شکل ۳).

[1]- Berkes
[2]- Normative dimension
[3]- Cognitive dimension
[4]- Regulative dimension

[5]- Olsson
[6]- Robustness



شکل ۳- ویژگی اساسی مدل سیستم اجتماعی-اکولوژیک (Anderies et al., 2004)

مطابق شکل ۳، منابع (الف)، توسط کاربران منبع (ب) و ارائه‌دهندگان زیرساخت عمومی (ج) استفاده می‌شود. بخش انسانی در (ب و ج) دیده می‌شود و ممکن است همپوشانی قابل‌توجهی بین افراد وجود داشته باشد یا ممکن است بسته به ساختار سیستم اجتماعی که SES را اداره و مدیریت می‌کند، افراد کاملاً متفاوتی باشند. زیرساخت‌های عمومی (د) دو شکل از دارایی ساخته شده توسط انسان را ترکیب می‌کند (فیزیکی و اجتماعی). دارایی فیزیکی[1] شامل هر گونه ساختار مهندسی و سازه‌ای مانند سدها، کانال‌های آبیاری باشد. قواعد اجتماعی[2] به معنای ضوابطی است که توسط کسانی که سیستم را اداره، مدیریت و استفاده می‌کنند، به‌کار گرفته می‌شود و عواملی که هزینه‌های معاملاتی مرتبط با نظارت و اجرای این قوانین را کاهش می‌دهند (Ostrom & Ahn, 2003). یک مثال از قانونی که در بسیاری از SESهای خودسازمانده استفاده می‌شود، چرخش نقش نظارت بین بهره‌برداران منابع است. در SES های تحت کنترل مرکزی، ناظران توسط یک سازمان دولتی استخدام و به‌کار گرفته می‌شوند (Anderies et al., 2004). در بررسی استحکام، اختلال خارجی می‌تواند به دو صورت، مورد بررسی قرارگیرد. اختلالات بیوفیزیکی (پیکان ۷) مانند انواع مخاطرات طبیعی (همچون سیل، زلزله، زمین لغزش و تغییرات اقلیمی) و همچنین تغییرات اجتماعی اقتصادی (پیکان ۸)، مانند افزایش جمعیت، تغییرات اقتصادی و سیاسی عمده که بر کاربران منابع (ب) و ارائه دهندگان زیرساخت عمومی (ج) تأثیر می‌گذارد. اختلالات داخلی نیز در این چارچوب بررسی می‌شود و به سازماندهی مجدد سریع سیستم اکولوژیک یا اجتماعی اشاره دارد که توسط زیرسیستم‌های اکولوژیک یا اجتماعی القا می‌شود.

چارچوب توسعه یافته توسط Anderies و همکاران (۲۰۰۴) به نوبه خود الهام‌بخش توسعه مدل استحکام شد. در این روش استحکام از طریق روابط نهادی تحلیل می‌شود. مطابق نظر آنان، استحکام یک سیستم به توانایی آن در سازگاری و پاسخ‌گویی به تغییرات، به‌ویژه در پی شکست یا اختلال در ارتباطات بین این مؤلفه‌ها، بستگی دارد. یک نکته کلیدی که در این مطالعه مطرح شد این است که رابطه بین کاربران منابع و ارائه‌دهندگان زیرساخت‌های عمومی، نقش کلیدی در استحکام سیستم دارد و غفلت از این ارتباط می‌تواند سیستم را آسیب‌پذیر کند. تعاملات بین اجزا در ادامه با شماره پیکان آمده‌است (شکل ۳) (Anderies et al., 2004):

1- Physical capital
2- Social capital

پیکان ۱: بین منبع و کاربران منبع (مثال: در دسترس بودن آب کافی برای کشاورزی، مشکلات بالقوه: بارش سنگین می‌تواند باعث سیل شود یا کمبود آب که می‌تواند باعث خشکسالی شود)؛

پیکان ۲: بین کاربران و ارائه دهندگان زیرساخت عمومی (مثال: کشاورزان ممکن است مبلغی را برای تعمیر کانال‌های آبیاری روستا پرداخت کنند، مشکلات بالقوه: ممکن است برخی کاربران بدون کمک کردن همچنان از مزایای زیرساخت بهره‌مند شوند)؛

پیکان ۳: بین ارائه‌دهندگان زیرساخت و زیرساخت عمومی (مثال: یک شرکت که مسئول ساخت و نگهداری سیستم آب‌رسانی عمومی است، مشکلات بالقوه: ممکن است پس از ساخت توجه کافی و لازم به تعمیر و نظارت بر آن بخش نداشته باشد که منجر به خسارت‌هایی مانند نشت لوله می‌شود)؛

پیکان ۴: بین زیرساخت عمومی و منابع (مثال: ساخت یک سد برای ذخیره آب و تولید برق، مشکلات بالقوه: اگر این سد به‌درستی طراحی نشده باشد، ممکن است، آب در دسترس کشاورزان به‌درستی توزیع نشود یا جریان طبیعی رودخانه را مختل کند و بر کیفیت آب تأثیر بگذارد)؛

پیکان ۵: بین زیرساخت عمومی و پویایی منبع (مثال: ساخت سدهایی که جریان طبیعی رودخانه را تغییر می‌دهند، می‌تواند بر الگوهای تولید مثل ماهی‌های محلی تأثیر بگذارد، مشکلات بالقوه: این تغییرات ممکن است جمعیت ماهی را کاهش دهد و بر معیشت ماهی‌گیران و اکوسیستم رودخانه تأثیر منفی بگذارد)؛

پیکان ۶: بین کاربران منبع و زیرساخت عمومی (مثال: کشاورزی که فکر می‌کند چون منابع آب فعلاً در دسترس است و مشکلی حس نمی‌شود، نیازی به صرف هزینه برای بهبود زیرساخت‌های تصفیه آب نمی‌بیند، مشکلات بالقوه: بدون پرداخت هزینه از آب با کیفیت استفاده می‌کند، اما با گذر زمان زیرساخت‌ها دچار خسارت می‌شوند)؛

پیکان ۷: نیروهای خارجی بر منبع و زیرساخت (مثال: تأثیر طوفان، سیل یا خشکسالی بر منابع آبی یا جاده‌ها و شبکه‌های برق، مشکلات بالقوه: تخریب)؛

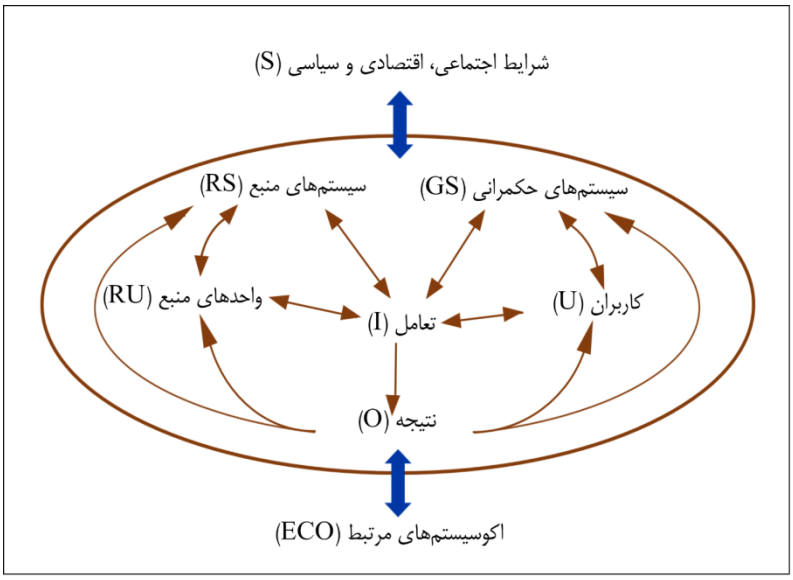
پیکان ۸: نیروهای خارجی بر بازیگ ران اجتماعی (مثال: زلزله می‌تواند باعث رانش زمین و تخریب سیستم‌های تصفیه آب شود، که منابع مالی زیادی برای دولت‌ها دارد. مشکلات بالقوه: افزایش تقاضا برای کالاهای ضروری و مسکن یا افزایش مهاجرت).

باید در نظر گرفته شود که همواره درجاتی از عدم‌قطعیت غیرقابل‌کاهش در مورد چگونگی تکامل پویایی فرآیندهای زوجی اجتماعی و اکولوژیک وجود دارد. این نشان می‌دهد که به جای پرسیدن اینکه چگونه جامعه می‌تواند منابع اکولوژیک را بهتر "مدیریت" کند، باید پرسیده شود: "چه چیزی باعث می‌شود سیستم‌های اجتماعی–اکولوژیک (SESs) مقاوم باشد؟" (Anderies et al., 2004). مقاله Naylor و همکاران، مثالی عملی برای استفاده از مدل استحکام برای شناسایی آسیب‌پذیری‌ها و مدیریت سازشی در سیستم اجتماعی–اکولوژیک ساحلی در کرنوال بریتانیا محسوب می‌شود (Naylor et al., 2019).

چارچوب چندسطحی

الینور آستروم چند سال بعد از مدل استحکام، اظهار داشت، نمی‌توان براساس مدل‌های ساده SES، برای مشکلات پیچیده‌ای چون استفاده بیش از حد یا تخریب منابع، یک راه‌حل جهانی و معجزه‌آسا، استنباط نمود (Ostrom, 2007, 2009; Pritchett & Woolcock, 2004). مشاهدات تجربی نشان می‌دهد که پویایی‌های خطی و کاهش‌گرایانه ساده، نمایش گمراه‌کننده‌ای از نحوه عملکرد SESها ارائه می‌دهند (Levin et al., 2013). درک یک کل پیچیده نیازمند دانش در مورد متغیرهای خاص و نحوه ارتباط اجزای آن است (Levin, 1992). بنابراین، باید تلاش نمود که چگونه پیچیدگی را تشریح و مهار کرد، نه اینکه آن را از چنین سیستم‌هایی حذف نمود (Axelrod &

Cohen, 2008). از این رو، آستروم با بسط روش آندریس، یک چارچوب جدید (شکل۴) برای شناسایی سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک نمود (Ostrom, 2007, 2009).



شکل ٤- زیرسیستم‌های اصلی در چارچوبی برای تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک (Ostrom, 2009)

آستروم به تعدد متغیرهایی اشاره کرد که در طول زمان توسط محققان مختلف مانند آگراوال، شناسایی شده‌است و بر الگوهای تعامل و نتایج در SESهای مورد مطالعه تجربی تأثیر می‌گذارد (Agrawal, 2001). از نظر آستروم در یک سیستم اجتماعی-اکولوژیک پیچیده، زیرسیستم‌هایی مانند یک سیستم منبع (مثلاً یک ماهیگیری ساحلی)، واحدهای منبع (خرچنگ‌های دریایی)، کاربران (ماهیگیران) و سیستم‌های حکمرانی (سازمان‌ها و قوانینی که ماهیگیری در آن ساحل را اداره می‌کنند) نسبتاً قابل‌جداسازی هستند، این اجزا برای تولید نتایج[1] در سطح سیستم زوجی با هم تعامل دارند که به نوبه خود بازخوردها را ایجاد می‌کنند. همچنین، بازخوردها بر زیرسیستم‌ها و اجزای آن‌ها و همچنین سایر SESهای بزرگ‌تر یا کوچک‌تر تأثیر دارند (Ostrom, 2009). شکل ۴ مروری بر چارچوب آستروم ارائه می‌دهد و روابط بین چهار زیرسیستم اصلی در سطح اول یک SES را نشان می‌دهد که بر یکدیگر و همچنین شرایط اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مرتبط و اکوسیستم‌های مرتبط تأثیر می‌گذارند. زیرسیستم‌ها عبارتند از:

۱) سیستم‌های منبع[2]: مانند یک منطقه حفاظت شده مشخص با یک قلمرو معین، حاوی زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های مختلف و فرایندهای بوم‌شناختی جاری در سیستم؛

۲) واحدهای منبع[3]: مانند اجزا ساختاری سیستم مبنع همچون درختان، درختچه‌ها و گیاهان علفی، حیات وحش، منابع آب و اراضی؛

۳) سیستم‌های حکمرانی[4]: مانند سامانه مدیریت منطقه، شامل دولت یا دیگر سازمان‌هایی که منطقه را مدیریت می‌کنند یا در مدیریت آن مشارکت دارند (بخش خصوص و نهادهای مدنی)، قوانین و ضوابط مرتبط با استفاده از منطقه و قواعد بهره‌برداری؛

1- Outcomes

2- Resource systems
3- Resource units
4- Governance systems

۴) کاربران[1]: شامل افرادی که از منطقه به روش‌های مختلف برای آموزش، پژوهش، تفرج، امرار معاش یا دیگر اهداف استفاده می‌کنند.

Ostrom (۲۰۰۷، ۲۰۰۹) از اصطلاح کاربران برای استفاده‌کنندگان از منابع مشترک استفاده کرد، اما McGinnis و Ostrom (۲۰۱۴) آن را به کنشگران[2] تغییر دادند تا گستردگی مفهومی شامل سیاست‌گذاران و سازمان‌ها و جامعه مدنی را نشان دهند. تکامل متغیرهای استفاده شده در این روش را می‌توان در مقالات این پژوهشگر از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۴ مشاهده کرد. هر زیرسیستم اصلی از چندین متغیر سطح دوم (مثلاً اندازه یک سیستم منبع، تحرک یک واحد منبع، سطح حکمرانی، دانش کاربران از سیستم منبع) تشکیل شده‌است که بیشتر از متغیرهای سطح اول عمیق‌تر شده‌اند (Ostrom, 2009). این چارچوب ویژگی‌های دنیای فیزیکی (سیستم‌های منبع و واحدهای منبع) را با ویژگی‌های نهادها (سیستم‌های حاکمیت) که مجموعه‌ای از قوانین را برای کنشگران تعریف می‌کند، مرتبط می‌سازد. همه آن‌ها بر تعامل و نتیجه ناشی از آن تأثیر می‌گذارند و بازخورد ایجاد می‌کنند. این چارچوب اجزای سطح اول را باز می‌کند تا متغیرهای سطح دوم و سوم را در مقیاس‌های قابل‌ارتباط با عرصه‌های تصمیم‌گیری آشکار کند. سیستم‌های حکمرانی، شامل قوانین، هنجارها و استراتژی‌های در حال استفاده است که انگیزه‌ها و رفتار بازیگران را مشخص می‌کنند (Schmitt-Harsh & Mincey, 2020). درک عمیق از این تعاملات می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و قوت سیستم و ارائه راهکارهایی برای بهبود مدیریت منابع و همچنین کاهش آسیب‌پذیری منجر شود.

این چارچوب برای مدیریت منابع مشترک مانند آب، جنگل‌ها و دریاها کاربردی است و به توانایی خودسازماندهی سیستم‌ها به‌خصوص برای جلوگیری از فاجعه منابع مشترک[3] اشاره می‌کند (Ostrom, 2009). همان‌طور که Hardin (۱۹۶۸) بیان نمود، وقتی افراد یا گروه‌ها از یک منبع مشترک بهره‌برداری می‌کنند، هر کدام به‌طور انفرادی به سمت بهره‌برداری حداکثری پیش می‌روند، که این اقدام می‌تواند منجر به فاجعه و بحران شود (Ostrom, 2009). هاردین[4] راه‌حل این مسئله را یک اجبار توافقی به شکل قانون و به صورت محدودیت برداشت از منابع برای افراد م ختلف بیان نمود (Hardin, 1968). همچنین، روش آستروم با ارائه یک مجموعه مشترک از متغیرهای کلیدی می‌تواند بستری برای سازماندهی دانش به دست آمده از مطالعات سیستم‌های متنوع فراهم کند (Ostrom, 2009). این چارچوب تا اکنون توسط بسیاری به‌عنوان ابزاری برای تشخیص پایداری سیستم‌های اجتماعی–اکولوژیک استفاده شده‌است (Leslie et al., 2015; Partelow, 2018) و مجموعه متغیرهای آن برای استفاده در طراحی ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها، انجام کار میدانی و تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها در مورد پایداری SESهای پیچیده مفید است (Ostrom, 2009). در مقابل، پیچیدگی در پیاده‌سازی و جمع‌آوری داده‌های متعدد برای برخی جوامع یا محققان، عدم وجود همکاری بین رشته‌ای و تأثیرات متغیرهای خارجی مانند تغییرات اقلیمی، سیاست‌های دولتی و عوامل اجتماعی و اقتصادی می‌توانند برای موفقیت این چارچوب چالش‌آفرین باشند (Schmitt-Harsh & Mincey, 2020). می‌توان مدیریت منابع آب توسط مردم محلی در نپال را مثال زد، که افراد با تعامل و مذاکره، چارچوب‌های قانونی و سازمانی خود را برای مدیریت منابع آبی طراحی کردند (Lam & Ostrom, 2010; Ostrom, 1990, 2009). چارچوب اصلی به‌عنوان چارچوب توصیفی[5] و چارچوب استحکام[6] و

1- Users
2- Actors

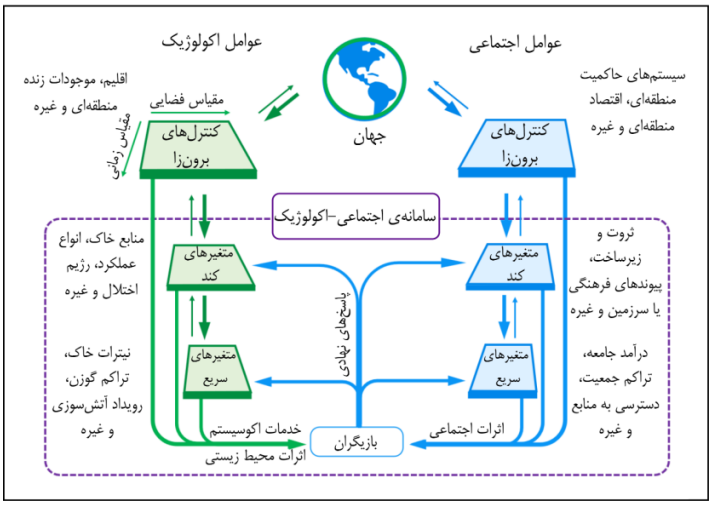
3- A tragedy of the commons
4- Hardin
5- Descriptive framework
6- Robustness frameworks

چارچوب چندسطحی[1] به عنوان چارچوب‌های تشخیصی[2] در نظر گرفته می‌شوند (Colding & Barthel, 2019).

تأثیر کنترل‌ها، متغیرهای کند و سریع بر تغییرات سیستم

مطابق شکل ۵، سیستم‌های اجتماعی و اکولوژیک به طیفی از کنترل‌ها پاسخ می‌دهند که در طیفی از مقیاس‌های زمانی و مکانی عمل می‌کنند و می‌توانند تقریباً به‌عنوان "کنترل‌های برون‌زا[3]" (که در ادبیات بوم‌شناختی عوامل حالت نامیده می‌شوند)، "متغیرهای کند[4]" و "متغیرهای سریع[5]" گروه‌بندی شوند (Amundson & Jenny, 1997; Straussfogel, 1997). در مقیاس منطقه‌ای، کنترل‌های برون‌زا به روندهای جهانی پاسخ می‌دهند و بر متغیرهای کند در مقیاس مدیریت تأثیر می‌گذارند، که به نوبه خود بر متغیرهای سریع که با شتاب بیشتر تغییر می‌کنند، تأثیر گذارند. هنگامی که تغییرات در متغیرهای سریع در بازه‌های زمانی طولانی و مناطق وسیع باقی می‌ماند، این اثرات به‌طور تجمعی به سمت بالا به متغیرهای آهسته، کنترل‌های منطقه‌ای و در نهایت در کل کره زمین منتشر می‌شوند. تغییرات در متغیرهای آهسته و سریع بر اثرات محیط‌زیستی، خدمات اکوسیستم و اثرات اجتماعی تأثیر می‌گذارند، که با هم، عواملی هستند که مستقیماً بر رفاه ذی‌مدخلان انسانی تأثیر می‌گذارند و ذی‌مدخلان انسانی سیستم‌های اکولوژیک و اجتماعی را از طریق نهادهای مختلف تغییر می‌دهند. صرف‌نظر از علل تغییرات، تغییرات جهت‌دار مداوم در کنترل‌های منطقه‌ای وسیع، مانند اقلیم و تنوع‌زیستی، ناگزیر باعث تغییرات جهت‌دار در متغیرهای کند بحرانی و در نتیجه تغییر ساختار و پویایی اکوسیستم‌ها از جمله متغیرهای سریع می‌شود. تغییرات در وضعیت یک سیستم به متغیرهایی بستگی دارد که به آرامی تغییر می‌کنند اما به‌شدت بر پویایی داخلی تأثیر می‌گذارند (Chapin et al., 2009). ازاین‌رو، متغیرهای برون‌زا و کند برای پایداری بلندمدت حیاتی هستند، اگرچه بیشتر مدیریت و توجه عمومی بر متغیرهای سریع تمرکز دارد، زیرا پویایی آن‌ها بیشتر قابل‌مشاهده است. کنترل‌های برون‌زا، متغیرهای آهسته و سریع در دو زیر سیستم اجتماعی و اکولوژیک قابل مشاهده هستند (Straussfogel, 1997; Walker et al., 2012).

1- Multitier frameworks
2- Diagnostic frameworks
3_ Exogenous controls
4_ Slow variables
5_ Fast variables



شکل ۵- نمایش متغیرهای کند و سریع و کنترل در یک سامانه‌ی اجتماعی-اکولوژیک (Chapin et al., 2009)

پاسخ نهادها در شکل ۵ به‌صورت قوانین در جامعه دیده می‌شود. این مفهوم همانند تعریف Folke و Berkes (۲۰۰۲) برای نهادها است. یعنی جامعه از قوانین رسمی و غیررسمی بی‌شماری تشکیل شده‌است که راه‌های تعامل مردم با اکوسیستم‌های اطراف خود را مشخص می‌کنند، آن‌ها به‌صورت نهادهای رسمی و غیررسمی در جامعه دیده می‌شوند. اتحادیه تاب‌آوری[1] در گزارشی نحوه رسیدن به چنین چارچوبی و تعیین متغیرهای سریع، کند و کنترل‌های برون‌زا را شرح داده‌است (Resilience Alliance, 2010). یزدانی و همکاران نیز برای ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک در برابر کاهش آب قابل‌دسترس در روستای هرچگان متغیرهای سریع، کند و کنترل‌های برون‌زا را مشخص کرده‌اند (یزدانی و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین گروهی از محققین برای شناسایی بهتر اجزا و تعاملات سیستم، این روش را با روش آستروم ترکیب نموده‌اند (Dahdouh-Guebas et al., 2021).

فرایند و بازخوردهای سیستم اجتماعی-اکولوژیک

فرایندهای اجتماعی-اکولوژیک[2] پیوندهای بین اجزای یک سیستم هستند. در یک سیستم اجتماعی-اکولوژیک فرآیندها ممکن است عمدتاً اکولوژیک (به‌عنوان مثال، تولید گیاه، تجزیه، مهاجرت حیات‌وحش)، اقتصادی-اجتماعی (تولید کالا، آموزش، تقویت اعتماد بین گروه‌های اجتماعی) یا ترکیبی از فرآیندهای اکولوژیک و اجتماعی (شخم زدن، شکار، آلودگی) باشند. تعاملات بین چندین فرآیند، پویایی سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک را کنترل می‌کند. دو نوع از تعاملات بین اجزا در قالب بازخوردهای تقویت‌کننده و بازخوردهای تثبیت‌کننده، در تعریف پویایی داخلی سیستم بسیار مهم هستند زیرا به محققین امکان پیش‌بینی نتایج را می‌دهند (Chapin III et al., 1996; Chapin et al., 2009; DeAngelis & Post, 1991). قدرت و ماهیت بازخوردها تا حد زیادی نحوه پاسخ یک سیستم به تغییر را کنترل می‌کند (Chapin et al., 2009). یک سیستم بدون بازخوردهای قوی در پاسخ به یک آشفتگی تصادفی، رفتار آشوب‌ناک از خود نشان می‌دهد. یک رفتار آشوب‌ناک[3] غیرقابل‌پیش‌بینی است و کاملاً به ماهیت آشفتگی بستگی دارد (Chapin et al., 2009). یک مثال معروف برای رفتار آشوب‌ناک در سیستم‌های بدون بازخورد، رفتار شکار-شکارچی است. مانند تعاملات فیتوپلانکتون-زئوپلانکتون[4]، به‌صورتی که

1_ The Resilience Alliance

2- Social-ecological processes

3- Chaotic behavior

4- Phytoplankton-zooplankton (PZ)

مستقل از بازخوردهای سیستم، در اثر یک رویداد (مانند افزایش ورودی نیترات و فسفات)، جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و در ادامه زئوپلانکتون‌ها افزایش می‌یابد (Örnólfsdóttir et al., 2004; Wijaya & Elfiansyah, 2022). رفتار آشوب‌ناک می‌تواند بدون اثرگذاری رویدادهای خارجی و براساس تعاملات درون سیستم نیز رخ دهد (Telesh et al., 2019). علاوه‌بر این، وقوع رفتارهای آشوب‌ناک بسیار شایع‌تر از آن چیزی است که معمولاً تصور می‌شود (Rogers et al., 2022). به همین دلیل، ضروری است که در مدیریت سیستم‌ها توجه ویژه‌ای به رفتارهای آشوب‌ناک شود، به‌ویژه در شرایطی که سیستم ممکن است در اثر رویدادهای مختلف دچار تغییرات غیرقابل‌پیش‌بینی شود. برای مثال، در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک مانند جنگل‌های مدیترانه‌ای، خشکسالی و افزایش دما می‌توانند منجر به آتش‌سوزی‌های شدید (شکل ۶) شوند (Cetin et al., 2023)، که علاوه‌بر تخریب اکولوژیک، تأثیرات اجتماعی-اقتصادی نیز بر سیستم دارند. آتش‌سوزی می‌تواند، بخش‌های کشاورزی، جنگل‌داری و گردشگری را مختل کرده و آسیب‌های اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای ایجاد کند. این مسائل، فشار روانی، مهاجرت اجباری و افزایش شکاف‌های اجتماعی-اقتصادی را تشدید می‌کند (Eberle & Higuera Roa, 2022).

شکل ٦ - آسیب شدید روستای کلملر در آنتالیا بر اثر آتش‌سوزی (Middle East Eye, 2021)

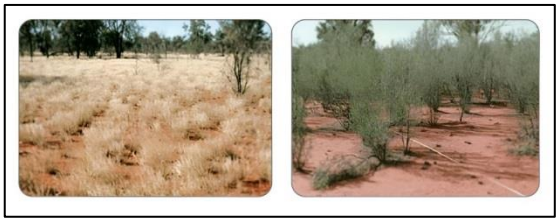
نتیجه‌گیری

انسان درحالی‌که با تخریب منابع می‌تواند باعث تغییرات فاجعه‌بار در سیستم شود، در مقابل می‌تواند با سرمایه‌گذاری در راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت[1]، افزایش آگاهی اجتماعی، مهارت‌های فنی و استفاده از سیاست‌های توسعه پایدار به بازیابی و حفظ منابع محیطی کمک و از تغییرات فاجعه‌بار جلوگیری کند (Ursino, 2019). تاب‌آوری یک SES ظرفیت آن برای جذب شوک‌ها یا آشفتگی‌ها و همچنان حفظ عملکرد، ساختار، هویت و بازخوردهای اساسی خود است که اغلب در نتیجه سازگاری با شرایط متغیر رخ می‌دهد (Chapin III et al., 2006). واژه پایدار در این حوزه به معنای ثابت و بدون‌تغییر نیست؛ به‌طور معمول، در درون یک محدوده نسبتاً پایدار، مقداری نوسان وجود دارد. بنابراین، همچنان می‌توان با اشاره به یک حالت پایدار، از پویایی‌های سیستم صحبت کرد. بسیاری از سیستم‌ها به خاطر ویژگی "چند وضعیتی[2]" می‌توانند در بیش از یک حالت پایدار وجود داشته باشند. برای مثال، ساوانا در استرالیا شمالی (شکل۷)، تحت تأثیر فشار چرا و آتش‌سوزی، دو وضعیت غالب علفزار و بوته‌زار را نشان

[1]- Nature-based Solutions (NBS)

[2]- Multiple states

مـی‌دهـد (Resilience Alliance, 2010). همچنـین، استواری و پویـایی یـک سیسـتم بـه تعـادل بازخوردهـای تقویت‌کننده و تثبیت‌کننده و انواع و دفعات وقوع آشفتگی‌ها بستگی دارد (Chapin et al., 2009). سیستم می‌توانـد از طریق عوامل مختلف مانند مقاومت و یا تاب‌آوری ، خود را در وضـعیت فعلـی یـا مسـیر اصـلی نگـه دارد (Van Meerbeek et al., 2021). چشم‌انداز اسـتواری[1] همیشـه در حال تکامل اسـت و پـیش‌بینـی دقیـق وضـعیت آینـده سیستم غیـرممکن خواهـد بـود. بنـابراین، توجـه بـه درک پویایی‌های تغییر و فرآیندهای انتقال، پایه‌ای برای مدیریت مؤثر سیستم‌ها فراهم می‌کند (Gunderson & Holling, 2002).



شکل ۷ - دو وضعیت غالب علفزار و بوته‌زار ساوانا در استرالیا شمالی تحت تأثیر فشار چرا و آتش‌سوزی (Resilience Alliance, 2010)

کمی کردن تاب‌آوری سیستم‌هـای اجتمـاعی-اکولوژیـک (SES)می‌تواند برای ترسیم استراتژی‌های مدیریت منـابع طبیعـی و کمـک بـه حـل تعارضـات اجتمـاعی-محیطـی ارزشـمند باشـد (Franco-Gaviria et al., 2022). Virapongse و همکـاران بـا ادغـام رویکـرد SES در شیوه‌های مدیریت محیطی، ارتباط بین نظریه‌هـای SES و عمل را به ما نشان داده‌اند (Virapongse et al., 2016).

منابع

یزدانی، م.، مهرابی، ش. و قربانی، م. (۱۴۰۱). ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی-اکولوژیک در برابر کاهش آب قابل دسترس (مطالعه موردی: روستای هرچگان)، مدیریت بحران، ۱۱(۱)، ۶۷-۸۰.

Agrawal, A. (2001). Common property institutions and sustainable governance of resources. World development, 29(10), 1649-1672.

Amundson, R., & Jenny, H. (1997). On a state factor model of ecosystems. BioScience, 47(8), 536-543.

Anderies, J. M., Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2004). A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. Ecology and society, 9(1).

Axelrod, R., & Cohen, M. D. (2008). Harnessing complexity. Basic books.

Berkes, F. (2017). Environmental governance for the anthropocene? Social-ecological systems, resilience, and collaborative learning. Sustainability, 9(7), 1232.

Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge university press.

Bran, F. (2010). Non-linear behavior of social-ecological systems. Aerul si Apa. Componente ale Mediului, 516 .

Brown, C., & Rounsevell, M. (2021). How can social–ecological system models simulate the emergence of social–ecological crises? People and Nature, 3(1), 88-103.

Cetin, M., Isik Pekkan, Ö., Ozenen Kavlak, M., Atmaca, I., Nasery, S., Derakhshandeh, M., & Cabuk, S. N. (2023). GIS-based forest fire risk determination for Milas district, Turkey. Natural Hazards, 119(3), 2299-2320.

Chapin III, F. S., Lovecraft, A. L., Zavaleta, E. S., Nelson, J., Robards, M. D., Kofinas, G. P., Trainor, S. F., Peterson, G. D., Huntington, H. P., & Naylor, R. L. (2006). Policy strategies to address sustainability of Alaskan boreal forests in response to a directionally changing climate. Proceedings of the national Academy of sciences, 103(45), 16637-16643.

Chapin III, F. S., Torn, M. S., & Tateno, M. (1996). Principles of ecosystem sustainability. The American Naturalist, 148(6), 1016-1037.

Chapin, F., Folke, C., & Kofinas, G. (2009). A framework for understanding change. Principles of ecosystem stewardship: resilience-based natural resource management in a changing world, 3-28.

Colding, J., & Barthel, S. (2019). Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. Ecology and Society, 24(1).

Dahdouh-Guebas, F., Hugé, J., Abuchahla, G. M., Cannicci, S., Jayatissa, L. P., Kairo, J. G.,

1- Stability landscape

Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. Ecosystems, 4, 390-405.
Lam, W. F., & Ostrom, E. (2010). Analyzing the dynamic complexity of development interventions: lessons from an irrigation experiment in Nepal. Policy Sciences, 43, 1-25.
Leslie, H. M., Basurto, X., Nenadovic, M., Sievanen, L., Cavanaugh, K. C., Cota-Nieto, J. J., Erisman, B. E., Finkbeiner, E., Hinojosa-Arango, G., & Moreno-Báez, M. (2015). Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. Proceedings of the national Academy of sciences, 112(19), 5979-5984.
Levin, S. A. (1992). The Problem of Pattern and Scale in Ecology: The Robert H. MacA rthur Award Lecture. Ecology, 73(6), 1943-1967.
Levin, S., Xepapadeas, T., Crépin, A.-S., Norberg, J., De Zeeuw, A., Folke, C., Hughes, T., Arrow, K., Barrett, S., & Daily, G. (2013). Social-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications. Environment and development economics, 18(2), 111-132.
Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A. N., Deadman, P., Kratz, T., & Lubchenco, J. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. Science, 317(5844), 1513-1516.
McGinnis, M. D., & Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. Ecology and society, 19(2).
Middle East Eye. (2021). Middle East wildfires: Hundreds flee homes in Turkey as much of south continues to burn. https://www.middleeasteye.net.
Naylor, L. A., Brady, U., Quinn, T., Brown, K., & Anderies, J. M. (2019). A multiscale analysis of social-ecological system robustness and vulnerability in Cornwall, UK. Regional Environmental Change, 19, 1835-1848.
North, D. C. (1994). Economic performance through time. The American economic review, 84(3), 359-368 .
Olsson, P., Folke, C., & Berkes, F. (2004). Adaptive comanagement for building resilience in social–ecological systems. Environmental management, 34, 75-90.
Örnólfsdóttir, E. B., Lumsden, S. E., & Pinckney, J. L. (2004). Phytoplankton community growth-rate response to nutrient pulses in a shallow turbid estuary, Galveston Bay, Texas. Journal of Plankton Research, 26(3), 325-339.
Arachchilage, S. K., Koedam, N., Nijamdeen, T. W. M., & Mukherjee, N. (2021). Reconciling nature, people and policy in the mangrove social-ecological system through the adaptive cycle heuristic. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 248, 106942.
DeAngelis, D., & Post, W. (1991). Positive feedback and ecosystem organization. Theoretical studies of ecosystems: the network perspective. Cambridge (UK): Cambridge University Press. p, 155-178.
Eberle, C., & Higuera Roa, O. (2022). Technical Report: Mediterranean wildfires.
Folke, C., & Berkes, F. (1998). Understanding dynamics of ecosystem-institution linkages for building resilience.
Folke, C., & Berkes, F. (2002). Back to the future: ecosystem dynamics and local knowledge.
Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C. s., & Walker, B. (2002). Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. Ambio, 31, 437-440.
Franco-Gaviria, F., Amador-Jiménez, M., Millner, N., Durden, C., & Urrego, D. H. (2022). Quantifying resilience of socio-ecological systems through dynamic Bayesian networks. Frontiers in Forests and Global Change, 5, 889274.
Gain, A. K., Giupponi, C., Renaud, F. G., & Vafeidis, A. T. (2020). Sustainability of complex social-ecological systems: methods, tools, and approaches. In (Vol. 20, pp. 1-4): Springer.
Gallopin, G. C. (1991). Human dimensions of global change: linking the global and the local processes. International social science journal, 43(129).
Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. Global environmental change, 16(3), 293-303.
Gunderson, L., & Holling, C. (2002). Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. In: Island press.
Gunderson, L., & Holling, C. (2003). Panarchy: Understanding Transformations In Human And Natural Systems. Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press, 114.
Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons: the population problem has no technical solution; it requires a fundamental extension in morality. Science, 162(3859), 1243-1248.

Ursino, N. (2019). Dynamic models of socio-ecological systems predict catastrophic shifts following unsustainable development. Science of The Total Environment, 654, 890-894.

Van Meerbeek, K., Jucker, T., & Svenning, J. C. (2021). Unifying the concepts of stability and resilience in ecology. Journal of Ecology, 109(9), 3114-3132.

Virapongse, A., Brooks, S., Metcalf, E. C., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A., & Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. Journal of Environmental Management, 178, 83-91.

Walker, B. H., Anderies, J. M., Kinzig, A. P., & Ryan, P. (2006). Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: introduction to the special issue. Ecology and society, 11(1).

Walker, B., Carpenter, S., Rockstrom, J., Crépin, A.-S., & Peterson, G. (2012). Drivers, "Slow" Variables, "Fast" Variables, Shocks, and Resilience. Ecology and society, 17.

Wang, S., Fu, B., Zhao, W., Liu, Y., & Wei, F. (2018). Structure, function, and dynamic mechanisms of coupled human–natural systems. Current Opinion in Environmental Sustainability, 33, 87-91.

Wijaya, N. I., & Elfiansyah, M. (2022). The influence of nitrate and phosphate concentration on the abundance of plankton at the estuary of Bengawan Solo, Gresik, East Java. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 15(1), 83-95.

Ostrom, E. (1990). Governing the commons: The evolution of institutions for collective action. Cambridge university press.

Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. Proceedings of the national Academy of sciences, 104(39), 15181-15187.

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science, 325, 419 – 422.

Ostrom, E., & Ahn, T. K. (2003). Foundations of Social Capital. Edward Elgar Publishing. https://EconPapers.repec.org/RePEc:elg:eebook:2537.

Partelow, S. (2018). A review of the social-ecological systems framework. Ecology and Society, 23(4).

Petrosillo, I., Aretano, R., & Zurlini, G. (2015). Socioecological Systems. In (pp. 1-7).

Preiser, R., Biggs, R., De Vos, A., & Folke, C. (2018). Social-ecological systems as complex adaptive systems: Organizing principles for advancing research methods and approaches. Ecology and society, 23.

Pritchett, L., & Woolcock, M. (2004). Solutions when the solution is the problem: Arraying the disarray in development. World development, 32(2), 191-212.

Resilience Alliance. (2010). Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners.

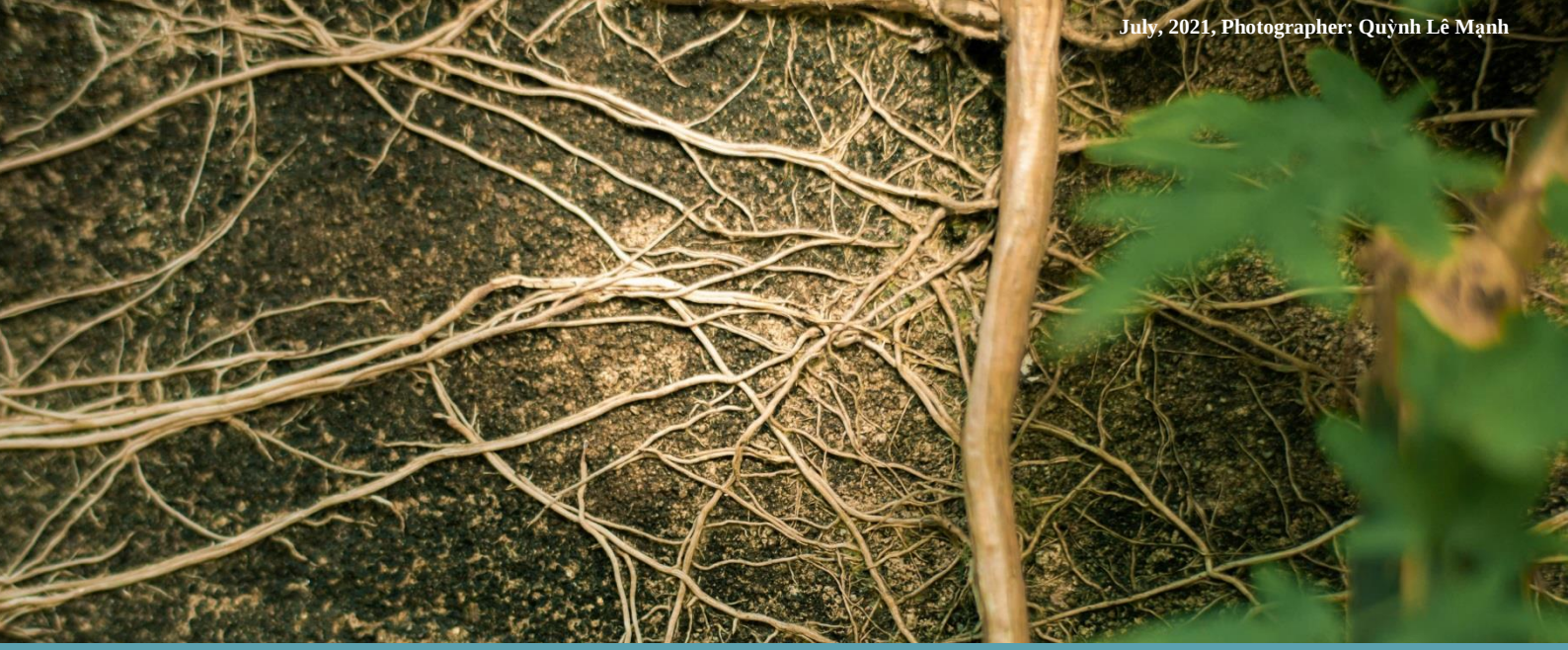
Rogers, T. L., Johnson, B. J., & Munch, S. B. (2022). Chaos is not rare in natural ecosystems. Nature ecology & evolution, 6(8), 1105-1111.

Schmitt-Harsh, M. L., & Mincey, S. K. (2020). Operationalizing the social-ecological system framework to assess residential forest structure: a case study in Bloomington, Indiana. Ecology & Society, 25(2).

Straussfogel, D. (1997). World-systems theory: Toward a heuristic and pedagogic conceptual tool. Economic Geography, 73(1), 118-130.

Swanson, D., Venema, H., Barg, S., Tyler, S., Drexhage, J., Bhandari, P., & Kelkar, U. (2007). Initial conceptual framework and literature review for understanding adaptive policies.

Telesh, I. V., Schubert, H., Joehnk, K. D., Heerkloss, R., Schumann, R., Feike, M., Schoor, A., & Skarlato, S. O. (2019). Chaos theory discloses triggers and drivers of plankton dynamics in stable environment. Scientific Reports, 9(1), 20351.



July, 2021, Photographer: Quỳnh Lê Mạnh

An Introduction to Social-Ecological Systems: Frameworks and Key Concepts

Ghazale Honarjoo[1], Afshin Danehkar[2*], Davood Mafi-Gholami[3]

1- M.Sc. student in environmental science and engineering, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Professor, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Metrology Research Group, Quality Assessment and Management Systems Research Center, Standard Research Institute, Karaj, Iran

* Corresponding Author's E-mail: danehkar@ut.ac.ir

Abstract

Socio-ecological systems (SESs) represent intricate interactions between human and natural systems. Characterized by uncertainty, non-linear feedbacks, cross-scale interactions, self-organization, and emergence. These systems exhibit behavior governed by chaotic and catastrophic models. Consequently, understanding and identifying the components and interactions within SES is crucial for sustainable natural resource management. Various frameworks have been developed to identify and analyz e SESs. When describing SESs, the hierarchical and nested structure of both subsystems is very important. The link between these two subsystems is established through human knowledge and understanding of the ecological subsystem, coupled with the management actions that humans take. Diagnostic approaches in this field, by identifying human and natural units and assemblages alongside system interactions, contribute to comprehending the complexity of SESs. And lead to effective management of resources, including commons. In social-ecological systems, slow and fast variables, and exogenous controls influence the structure and dynamics of the system. Also, stabilizing and reinforcing feedbacks largely control how a system responds to change. Understanding the complexity and interactions of social-ecological systems is essential for effective management of natural resources and building resilience to disturbances and shocks.

Keywords: Social-ecological processes, commons, stabilizing feedbacks, reinforcing feedbacks, slow and fast variables, exogenous controls

Honarjoo, Gh; Danehkar, A; Mafi-Gholami, D. (2025). An Introduction to Social-Ecological Systems: Frameworks and Key Concepts. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 57-72.

زنجان، تابستان ۱۴۰۱، عکاس: راضیه پوری

مدل‌سازی تغییرات پوشش _ کاربری اراضی و تأثیرات آن بر ذخیره‌سازی کربن در کلان‌شهر تهران

نیکی آقاپور

دانشجوی دکتری، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

رایانامه نویسنده: niki_aghapour@modares.ac.ir

چکیده

رشد سریع جمعیت در کلان‌شهر تهران منجر به تغییرات گسترده‌ای در کاربری اراضی، از جمله گسترش مناطق شهری، زمین‌های کشاورزی و اراضی صنعتی شده است. این تغییرات تأثیرات مهمی بر فرآیندهای محیط‌زیستی مانند ذخیره‌سازی کربن داشته‌اند. این مطالعه با هدف بررسی تغییرات کاربری/ پوشش زمین و تحلیل اثرات آن بر ظرفیت ذخیره‌سازی کربن تهران در سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ انجام شد. برای این منظور، تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ استفاده شده و نقشه‌های کاربری اراضی با بهره‌گیری از تصاویر گوگل ارث و شاخص‌های صحت و کاپا اعتبارسنجی شدند. بررسی تغییرات آینده با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، زنجیره مارکوف و مدل تغییرات کاربری اراضی (LCM) انجام گرفت. نتایج نشان داد که از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳، گسترش مناطق مسکونی و شهری همراه با کاهش فضاهای سبز و اراضی کشاورزی رخ داده است. این تغییرات منجر به کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی کربن در بخش‌هایی از کلان‌شهر مذکور شده‌اند. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که روند گسترش مناطق مسکونی، به‌ویژه در بخش‌های غربی، جنوبی و جنوب غربی، هرچند با سرعت کمتری نسبت به دوره قبلی، در سال‌های آینده ادامه خواهد داشت. یافته‌های این پژوهش بر اهمیت برنامه‌ریزی کاربری زمین برای بهبود ذخیره‌سازی کربن در مناطق شهری تأکید دارد.

کلیدواژه‌ها: تغییرات کاربری، مدل LCM، شبکه عصبی مصنوعی، تهران

مقدمه

روند تغییرات طی سال‌های گذشته، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، با افزایش جمعیت و گسترش فعالیت‌های صنعتی شدت یافته و اثرات مثبت و منفی متعددی به‌همراه داشته است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۹). این تغییرات عمدتاً منجر به گسترش فیزیکی شهرها به‌سمت مناطق حاشیه‌ای شده و باعث تغییر در کاربری اراضی پیرامونی گردیده است (Najafzadeh et al., 2021). اراضی گوناگون از جمله کشاورزی، مراتع و اراضی لخت و بدون پوشش، اغلب به مناطق ساخته‌شده (مانند مسکونی، تجاری یا صنعتی) تبدیل شده‌اند که این فرآیند می‌تواند پیامدهای محیطزیستی جدی به‌دنبال داشته باشد (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۲).

یکی از پیامدهای مهم این تغییرات، تأثیر مستقیم بر چرخه کربن است. تخریب اراضی طبیعی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های انسانی، باعث کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی و ترسیب کربن در خاک و زیست‌توده می‌شود و در نتیجه، انتشار گازهای گلخانه‌ای و اثرات تغییرات اقلیمی تشدید می‌گردد. مطالعات نشان داده‌اند که اراضی کشاورزی و مراتع نقش کلیدی در کاهش دی‌اکسید کربن جو از طریق ترسیب کربن دارند (Leta et al., 2021). این موضوع به‌ویژه برای کلان‌شهرهایی مانند تهران، که با تخریب اراضی کشاورزی و مراتع و افزایش آلودگی‌های محیطزیستی روبه‌رو هستند، اهمیت دوچندان می‌یابد.

در این پژوهش، علاوه‌بر بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل (LCM[1]) و ابزارهای پیش‌بینی در نرم‌افزار TerrSet، به ارزیابی اثرات این تغییرات بر ذخیره‌سازی و ترسیب کربن نیز پرداخته شده است. روش مدل‌سازی در ۴ مرحله انجام می‌شود: ۱- بررسی تغییرات کاربری؛ ۲- مدل‌سازی نیروی انتقال؛ ۳- مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و ۴- ارزیابی صحت (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۹).

سوال اصلی تحقیق این است که چگونه تغییرات کاربری اراضی در تهران طی دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ بر ذخیره و ترسیب کربن تأثیر گذاشته است و چه پیش‌بینی‌هایی می‌توان برای آینده انجام داد؟ نتایج این مطالعه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای تدوین سیاست‌های محیطزیستی و برنامه‌ریزی‌های پایدار در کلان‌شهر تهران ارائه دهد. در این راستا، هدف از این مطالعه بررسی تغییرات کاربری اراضی به‌ویژه اراضی شهری، کشاورزی و مراتع کلان‌شهر تهران در دوره ۶ ساله ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ و پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی درسال ۲۰۲۵ بود.

روش‌کار

منطقه مورد مطالعه

تهران دارای اقلیم نیمه‌خشک است. متوسط درجه حرارت سالانه شهر تهران ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی ۲۳۱ میلی‌متر، سرعت متوسط باد ۸ کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۳۹٪ است. مسیر اصلی و جهت باد غالب شهر تهران، شمال غرب به جنوب شرق است (بوکائیان و همکاران، ۱۳۹۹).

داده‌های مورد استفاده

داده‌ها از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ برای سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۲۳ به‌دست آمد. پس از واردسازی این تصاویر به نرم‌افزار Terrset 2020 ، تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در یک دوره شش ساله مورد پایش قرار گرفت. تصاویر از منابع معتبر ماهواره‌ای به‌دست آمده‌اند و پیش‌پردازش‌های مورد نیاز جهت ارتقاء کیفیت و وضوح تصویر انجام شده است.

[1] Land cover change model

برای به‌دست آوردن داده‌های مربوط به پوشش گیاهی از اطلاعات مربوط به نوع گیاهان و کاربری اراضی کشاورزی در تهران و برای داده‌های ذخیره و جذب کربن از ضرایب ذخیره کربن برای هر نوع پوشش گیاهی یا خاک منطقه استفاده شد.

محاسبه ذخیره و جذب کربن

از ابزار InVEST Carbon Storage and Sequestration Model برای محاسبه ذخیره و جذب کربن استفاده شد.

- ذخیره کربن: محاسبه کربن ذخیره‌شده در زیست‌توده بالایی (درختان، گیاهان) و زیست‌توده زیرزمینی (ریشه‌ها).
- جذب کربن: میزان کربن جذب‌شده توسط گیاهان و خاک در سال.
- ضرایب ذخیره کربن برای زمین‌های کشاورزی، مراتع یا جنگل، در منطقه لحاظ شد.

پیش‌بینی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM

در این پژوهش، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM جهت آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات در آینده در نرم‌افزار Terrset 2020انجام شد. این مدل با تلفیق توانایی‌های مدل زنجیره مارکوف، روش شبکه عصبی چند لایه پرسپترون (MLP)[1] با آموزش پس‌انتشار خطا، رگرسیون لجستیک و MOLAاز کارایی خوبی در شبیه‌سازی فرآیندهای پیچیده برخوردار است (غلامعلی فرد و همکاران، ۱۳۹۱). مدل LCMدر این مطالعه برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در تهران به‌ویژه تغییرات اراضی کشاورزی، مسکونی و صنعتی استفاده شد. توانایی مدل در پیش‌بینی دقیق روندهای آینده، نتایج ارزشمندی برای مدیریت پایدار منابع زمین و پیشگیری از تغییرات غیرقابل کنترل ارائه می‌دهد.

مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از LCM، دارای ۴ مرحله است: بررسی و آشکارسازی تغییرات؛ مدل‌سازی نیروی انتقال؛ مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و اعتبارسنجی نقشه مدل‌سازی‌شده (غلامعلی فرد و همکاران، ۱۳۹۱).

۱- بررسی و آشکارسازی تغییرات

برای بررسی و آشکارسازی تغییرات از مدل‌های مختلف ارزیابی تأثیرات استفاده می‌شود که در ادامه به چند مدل اشاره خواهد شد.

مدل‌های ارزیابی تأثیرات

برای ارزیابی دقیق‌تر تأثیرات کاهش زمین‌های کشاورزی در تهران، می‌توان از مدل‌های مختلف مانند مدل‌های اکولوژیک و مدل‌های اقتصادسنجی استفاده کرد. برخی مدل‌ها به ما کمک می‌کند که روابط پیچیده میان تغییرات کاربری زمین، منابع طبیعی و اثرات آن‌ها بر سلامت انسان و اکوسیستم‌ها شبیه‌سازی شود. در ادامه به دو مدل از آن‌ها اشاره می‌شود:

- مدل‌های تغییرات کاربری زمین (LCM): از مدل‌های LCM برای پیش‌بینی و شبیه‌سازی نحوه تغییرات کاربری زمین استفاده می‌شود که در پژوهش حاضر نیز با به‌کارگیری این روش به پیش‌بینی و شبیه‌سازی تغییرات کاربری زمین و بررسی تأثیرات این تغییرات بر کاهش زمین‌های کشاورزی شهر تهران پرداخته شد.

[1] Multi-Layer Perceptron

- مدل‌های پویایی سیستم[1]: برای مدل‌سازی اثرات بلندمدت و پیچیده‌تر مانند تأثیرات کاهش زمین‌های کشاورزی بر امنیت غذایی و افزایش آلودگی می‌توان از این نوع مدل‌ها استفاده کرد. این مدل‌ها به‌ویژه در ارزیابی تغییرات بلندمدت و اثرات آن‌ها بر جوامع انسانی و محیط‌زیستی مفید هستند (Karimzadeh Motlagh et al., 2020).

۲- مدل‌سازی نیروی انتقال

در این بخش از مدل‌سازی نیروی انتقال از یک کاربری (مثل کشاورزی)، به کاربری دیگر (نظیر توسعه مسکونی) با توجه به متغیرهای توضیحی کمکی (مثل شیب، ارتفاع، نزدیکی به جاده و ...)، مدل می‌شود (Karimzadeh Motlagh et al., 2020).

در این مطالعه چند زیرمدل انتقال تغییر کاربری اراضی برای مدل‌سازی نیروی انتقال با استفاده از پرسپترون چند لایهٔ شبکهٔ عصبی مصنوعی مشخص شد. متغیرهای توصیفی به‌کار رفته در این قسمت شامل، فاصله از مناطق مسکونی شهری، فاصله از مرز اراضی کشاورزی، فاصله از مرز جاده‌ها، فاصله از مرز اراضی مرتعی و فاصله از پهنه‌های آبی (رودخانه‌ها و دریاچه) بود.

۳- مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی

خروجی‌های مرحله مدل‌سازی پتانسیل انتقال به‌عنوان ورودی‌های مرحله پیش‌بینی تغییرات به‌کار می‌روند. مقدار تخصیص تغییر به هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف پیش‌بینی شد و نقشه کل تغییرات کاربری اراضی در مدل LCMتهیه گردید.

٤- اعتبارسنجی نقشه مدل‌سازی شده

شاخص کاپا، یکی از معروف‌ترین پارامترهای آماری برای بیان صحت نقشه‌های تولیدی است. شاخص کاپای توافق[2] (KIA) با عنوان کاپای استاندارد شناخته می‌شود و نشان‌دهنده صحت کلی بین دو نقشه مرجع و مقایسه است.

نتایج و بحث

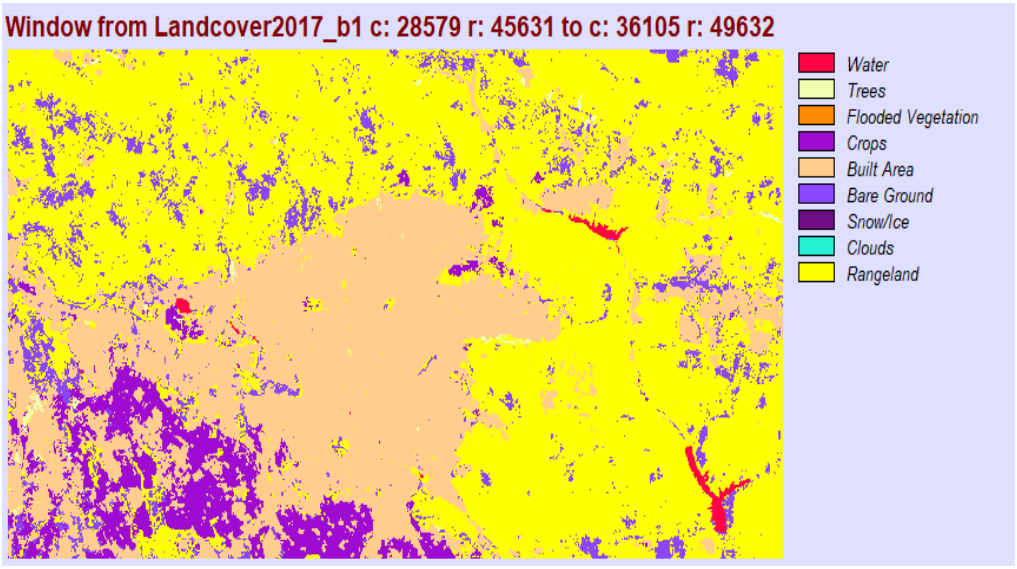
بررسی نقشه‌های کاربری اراضی تهران در سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ نشان‌دهنده تغییرات قابل‌توجه در الگوهای کاربری اراضی است. رشد فزاینده کاربری‌های شهری و مناطق انسان‌ساخت در کنار کاهش قابل‌توجه پوشش گیاهی، به‌ویژه درختزارها، باغ‌ها و پارک‌ها، نشان‌دهنده تغییرات عمده در روند توسعه شهری و اثرات آن بر محیط‌زیست است. این روند به‌ویژه در دوره‌ای که تهران با رشد سریع جمعیت و مهاجرت‌های درون‌شهری مواجه است، قابل تأمل است. در این میان، مساحت اراضی کشاورزی دیم افزایش یافته و در مقابل، عرصه‌های لخت و اراضی کم‌توان کاهش یافته‌اند. به‌طور کلی، بیشترین تغییرات کاربری مربوط به اراضی کم‌توان، اراضی زراعی و مراتع بوده است. گسترش مناطق مسکونی عمدتاً در خاک‌های کم‌توان و لخت و بدون پوشش صورت گرفته است، که این تغییرات می‌تواند تأثیرات بلندمدتی بر اکوسیستم‌ها و محیط‌زیست شهری و پیرامونی داشته باشد.

در تحلیل این تغییرات، می‌توان گفت که روند افزایشی مراتع در این دوره به‌دلیل تبدیل سایر کاربری‌ها به آن‌ها بوده است، اما این مراتع به‌ویژه در مناطق جنوبی تهران از نوع فقیر و کم‌توان هستند. به‌طور خاص، مناطق غنی‌تر، به‌ویژه در جنوب تهران، تحت‌تأثیر گسترش کاربری‌های مسکونی و کشاورزی قرار گرفته‌اند. این امر نشان‌دهنده دستکاری‌های عمده در استفاده از منابع طبیعی و در برخی

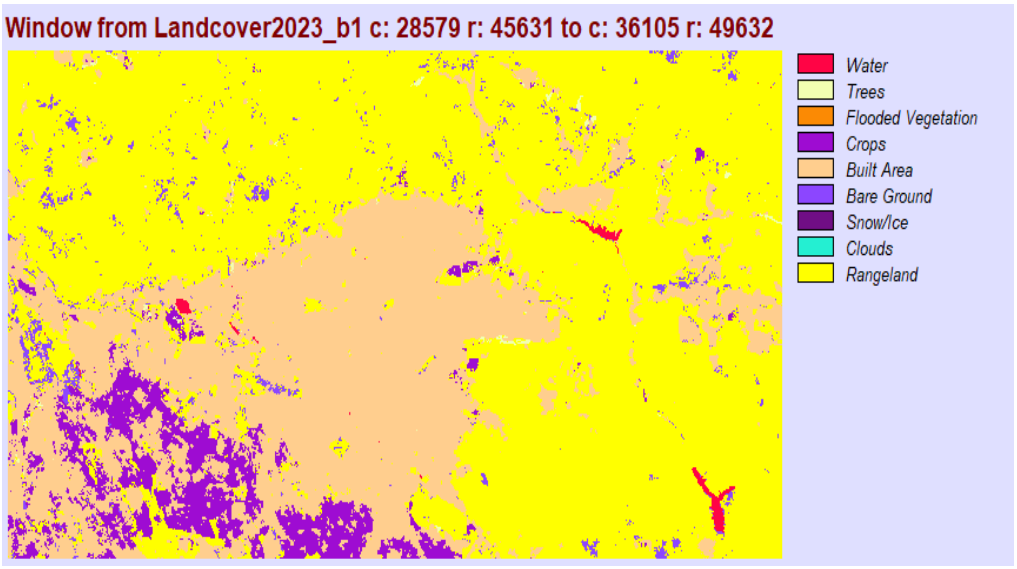
[1] System Dynamics

[2] Kappa Index of Agreement

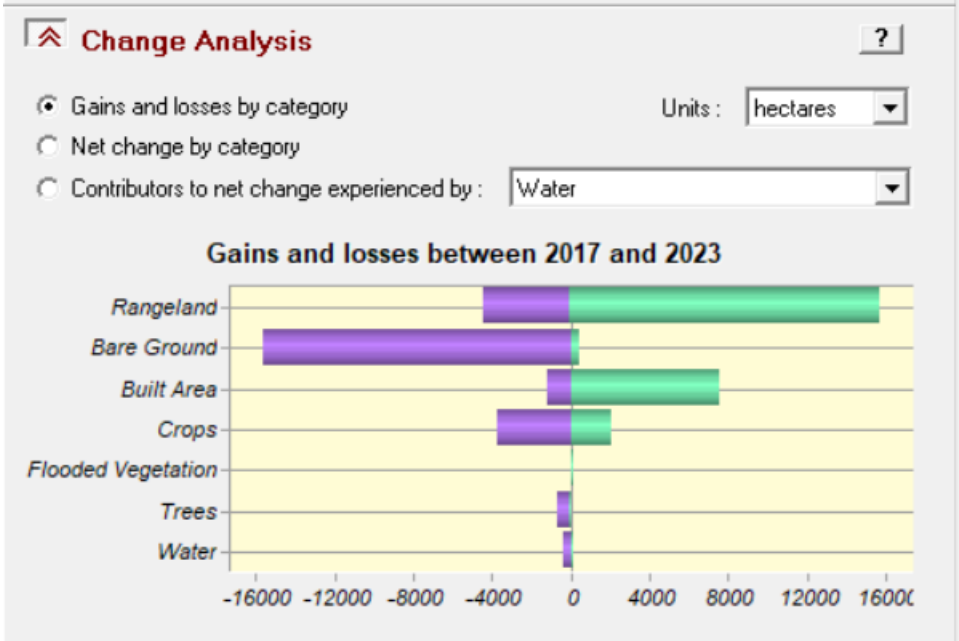
موارد کاهش پایداری اکولوژیکی در مناطق اطراف تهران است. زمین‌ها در مناطق کشاورزی دیم پس از رهاسازی، به‌حدی کم‌توان می‌شوند که دیگر برای رشد پوشش گیاهی مفید مناسب نیستند، که این موضوع می‌تواند به افزایش ریزگردها منجر شود. به‌ویژه در مناطق جنوبی تهران، روند افزایش زمین‌های کشاورزی دیم همچنان مشاهده می‌شود، که نشان‌دهنده چالش‌های محیطزیستی این نواحی است (شکل‌های ۱ تا ۱۱).



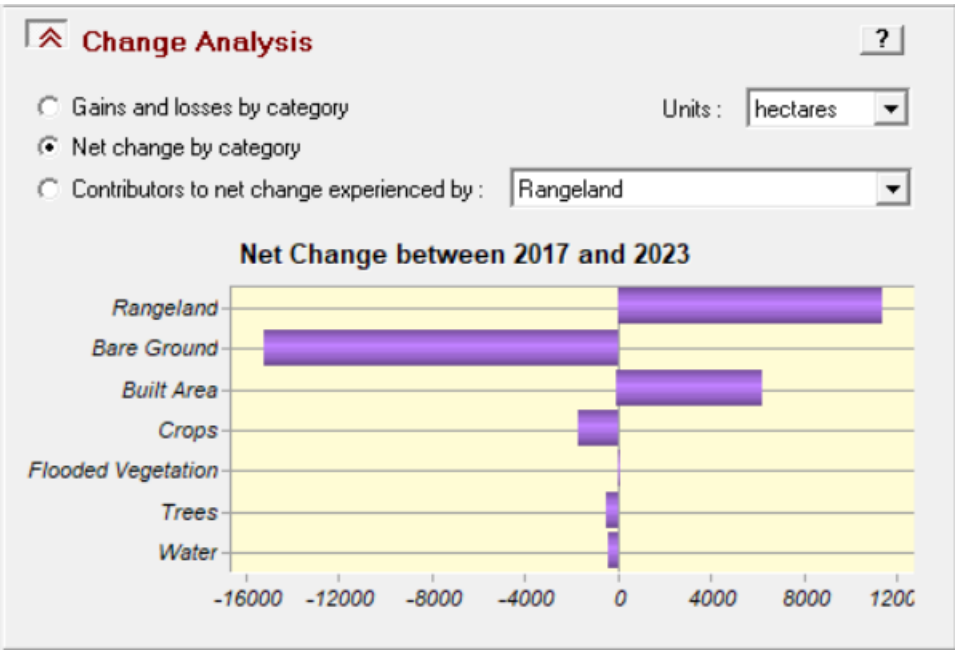
شکل۱- نقشه پوشش و کاربری اراضی ۲۰۱۷ تهران



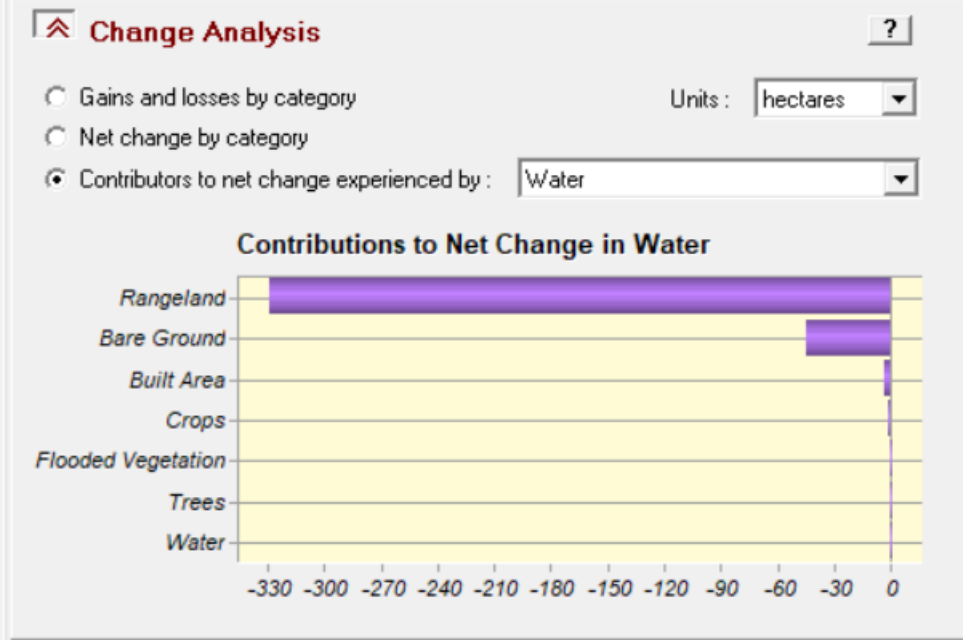
شکل۲- نقشه پوشش و کاربری اراضی ۲۰۲۳ تهران



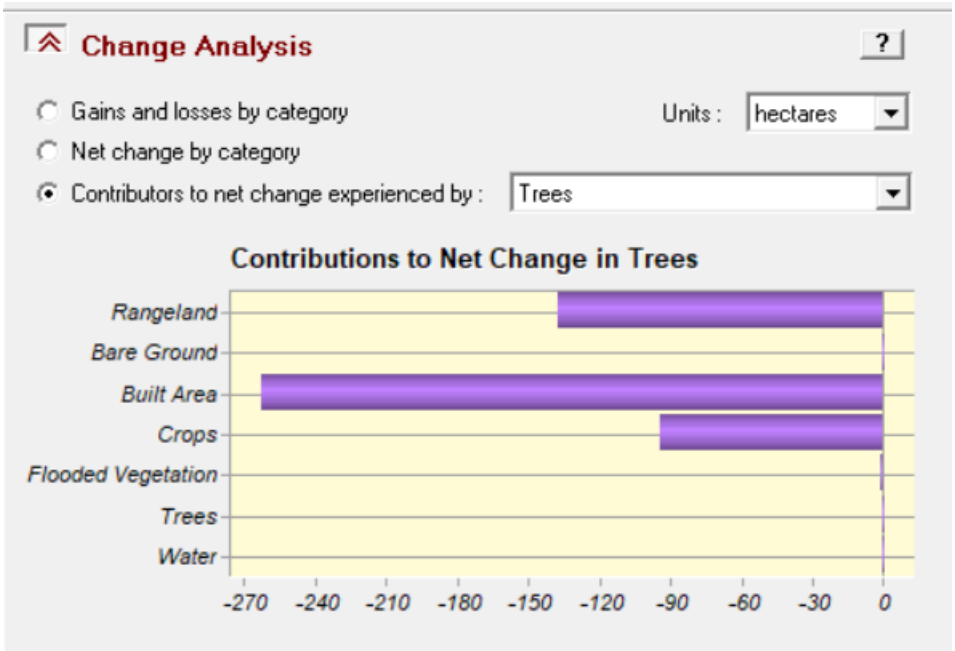
شکل۳- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



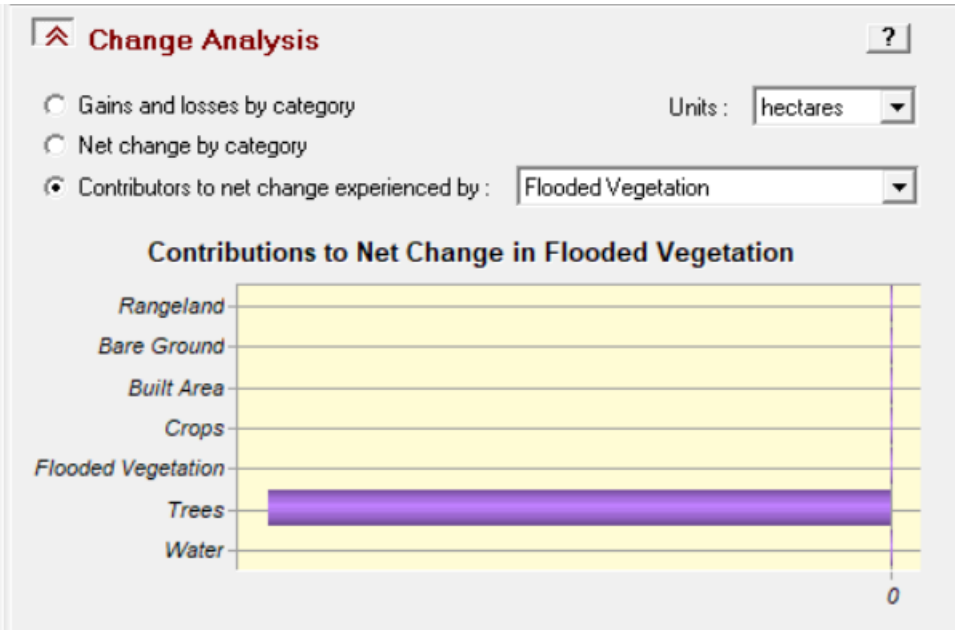
شکل٤- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



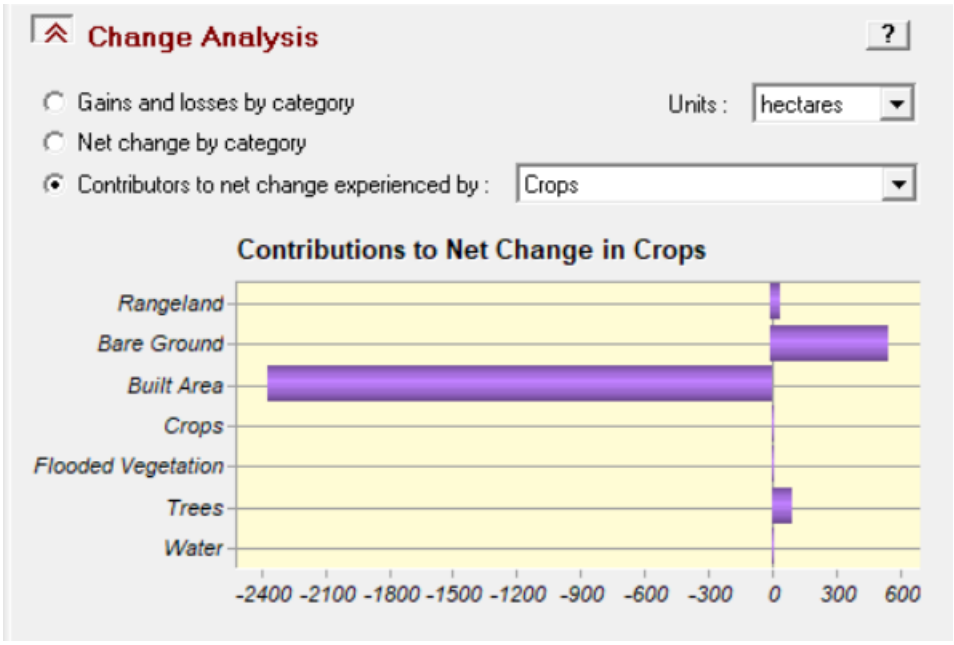
شکل۵- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



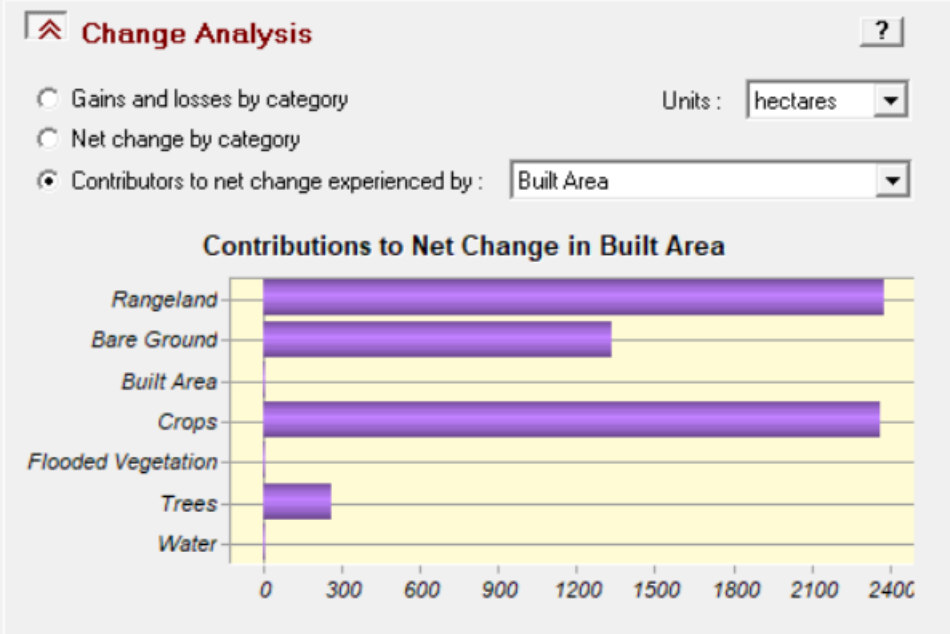
شکل٦- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



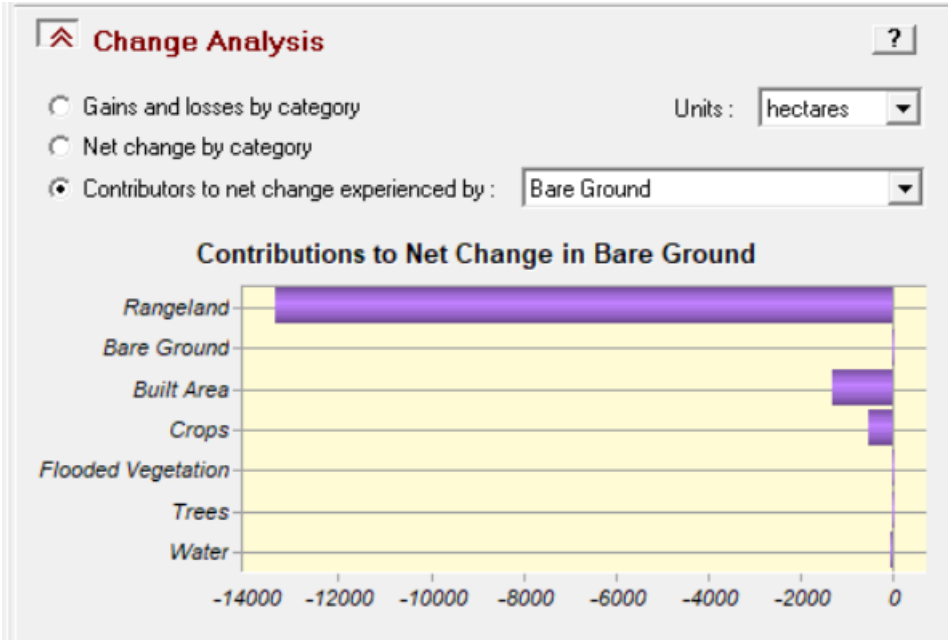
شکل۷- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



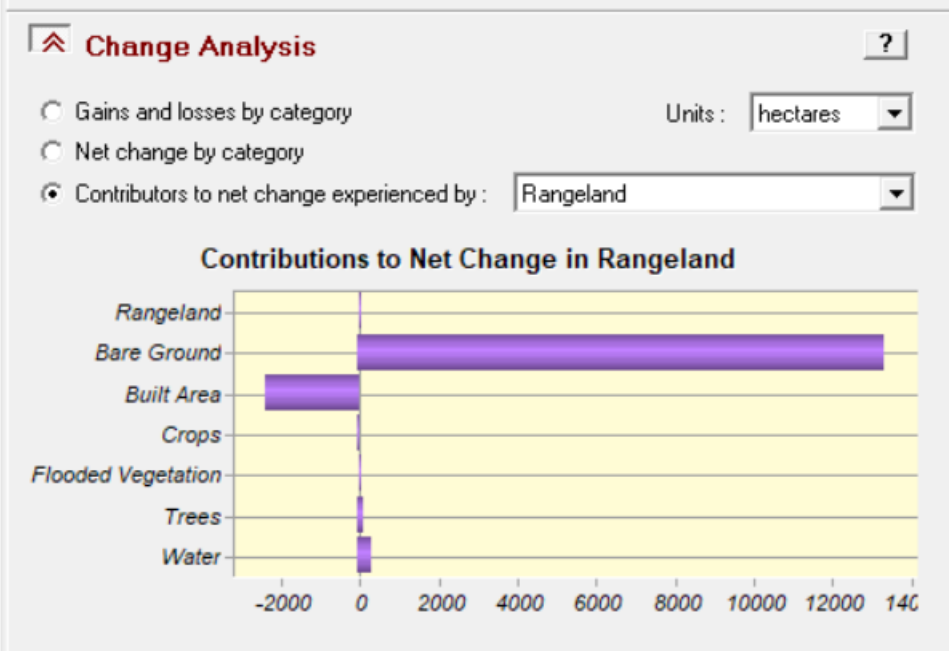
شکل۸- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



شکل۹- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



شکل۱۰- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳



شکل ۱۱- روند تبدیل و جابه‌جایی کاربری‌های مختلف به یکدیگر در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳

این تغییرات می‌تواند نشان‌دهنده فرایندهای طبیعی و انسانی پیچیده‌تری باشد که به‌طور هم‌زمان درحال وقوع هستند. به‌ویژه، روند کاهش پوشش گیاهی و گسترش اراضی شهری به مناطقی که قبلاً به‌عنوان منابع طبیعی و کشاورزی شناخته می‌شدند، نیاز به تحلیل دقیق‌تری دارد. از سوی دیگر، این تغییرات ممکن است به افزایش مخاطرات محیطزیستی مانند ریزگردها و آلودگی هوا دامن بزنند که در آینده نزدیک تأثیرات منفی بیشتری بر کیفیت زندگی شهری خواهند داشت. در این پژوهش شاخص کاپا و ROC[1] به ترتیب، ۰/۹۹ و ۰/۸۶ درصد به‌دست آمد. این مقادیر نشان‌دهنده دقت بالای مدل در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی و توانایی آن در پیش‌بینی صحیح تغییرات آینده است.

مطالعات مشابه در دیگر شهرهای درحال توسعه نیز نشان داده‌اند که رشد سریع جمعیت و توسعه بی‌رویه مناطق مسکونی به کاهش چشمگیر فضای سبز و گسترش آلودگی‌های محیطزیستی منجر شده است (Jiang et al., 2019; Zhang et al., 2020). در این راستا، تحقیقاتی که در زمینه تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر اکوسیستم‌ها و محیطزیست شهری انجام شده است، هم‌راستا با یافته‌های این تحقیق است. اما نکته مهم تحقیق حاضر این است که به‌ویژه در مناطق جنوبی تهران، روند افزایش کشاورزی دیم به‌عنوان یک عامل محیطزیستی جدید درنظر گرفته شده است که در مطالعات پیشین کمتر به آن پرداخته شده بود.

بررسی نقشه‌های وضعیت آینده پوشش اراضی ادامه همان روند ۲۰ سال گذشته را نشان می‌دهد. مطالعه داداش‌پور و همکاران (۱۳۹۸) نیز برای سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۴۵ همانند پیش‌بینی مطالعه حاضر، ادامه روند گذشته را گزارش نموده است. رشد مناطق مسکونی با آهنگ کمتری، (۵/۷۷٪) نسبت به دوره ۲۰ ساله (۱۳۸۰-۱۴۰۰) همراه خواهد بود. این تحلیل‌ها حاکی از افزوده شدن بر ظرفیت و ابعاد شهر دارد. همچنین دلیل دیگر این روند فزاینده رشد شهری واگذاری مراتع برای ساخت‌وساز، تبدیل بیشتر مناطق

[1] Receiver Operating Characteristic

دارای اراضی لخت و بدون پوشش، مناطق کم‌توان و سپس باغ‌ها به فضاهای مسکونی است.

این تحقیق به‌ویژه بر تأثیرات منفی افزایش کشاورزی دیم در اراضی کم‌توان تأکید دارد. این یافته جدید، به‌ویژه در زمینه افزایش ریزگردها و کاهش کیفیت محیط‌زیست شهری، نوآورانه است و می‌تواند به مدیریت بهتر تغییرات کاربری اراضی و حفظ منابع طبیعی در حاشیه شهر تهران کمک کند. به‌ویژه اینکه تغییرات کاربری از نوع کشاورزی به مناطق مسکونی و صنعتی، باعث تغییرات عمده در پایداری اکولوژیکی و تنوع‌زیستی این مناطق خواهد شد. این تغییرات می‌توانند در درازمدت به تهدیدات جدی‌تری برای سلامت محیط‌زیست و انسان‌ها منجر شوند.

با توجه به روند افزایشی تغییرات مشاهده‌شده، پیش‌بینی می‌شود که در بیست سال آینده، کشاورزی دیم به‌طور بیشتری به سمت مراتع فقیر گسترش یابد. این روند، همراه با گسترش بی‌رویه مناطق شهری، می‌تواند تهدیدات بیشتری برای منابع طبیعی و محیط‌زیست شهری به همراه داشته باشد. تغییرات پوشش طبیعی به انسان‌ساخت و تخریب پوشش گیاهی می‌تواند سبب از دست رفتن حلقه‌های طبیعی مهم در اکوسیستم‌های پیرامونی تهران شود. به‌ویژه در مناطق جنوبی و حاشیه‌ای تهران، این روند احتمالاً با افزایش مشکلات محیط‌زیستی مانند ریزگردها، کاهش تنوع‌زیستی و آلودگی هوا همراه خواهد شد.

روند کاهش زمین‌های کشاورزی معمولاً باعث کاهش ذخیره کربن به‌دلیل کاهش پوشش گیاهی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از توسعه شهری می‌شود (Baasansuren et al., 2019). در تهران، کاهش زمین‌های کشاورزی به‌دلیل گسترش مناطق شهری، اثر زیادی بر کاهش ذخیره کربن دارد.

محاسبه ذخیره و جذب کربن

الف) منابع ذخیره کربن

ذخیره کربن شامل چهار بخش اصلی است:

۱. زیست‌توده بالایی[1]: شامل گیاهان، درختان و سایر پوشش‌های گیاهی.

۲. زیست‌توده زیرزمینی[2]: ریشه‌های گیاهان.

۳. خاک: کربن آلی ذخیره‌شده در خاک[3]

۴. چوب‌های مرده و بستر برگ‌ها[4]: بقایای گیاهی و چوب‌های مرده.

ب) ضرایب ذخیره کربن برای زمین‌های کشاورزی

ضرایب زیر براساس پژوهش‌های جهانی و ملی است (سوری و همکاران، ۱۳۹۸):

۱. زیست‌توده بالایی: ۵–۱۰ تن کربن در هکتار بسته به نوع گیاه زراعی.

۲. زیست‌توده زیرزمینی: ۱–۲ تن کربن در هکتار.

۳. کربن آلی خاک: ۲۰–۴۰ تن در هکتار در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک.

جذب کربن سالانه

زمین‌های کشاورزی معمولاً سالانه حدود ۱–۲ تن کربن در هر هکتار جذب می‌کنند (Baasansuren et al., 2019).

نتایج این تحقیق، بر ضرورت مدیریت پایدار اراضی کشاورزی و حفظ منابع طبیعی در تهران تأکید دارد. استفاده از مدل‌های تحلیلی برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و بررسی اثرات آن‌ها می‌تواند در فرآیند تصمیم‌گیری‌های محیط‌زیستی و شهری به‌طور مؤثری کمک کند. بنابراین، اجرای برنامه‌های مناسب برای کنترل

[1] Above-ground biomass
[2] Below-ground biomass
[3] Soil organic carbon
[4] Litter and deadwood

رشد بی‌رویه مناطق مسکونی و حفظ فضای سبز، به‌ویژه در نواحی جنوبی و حاشیه‌ای، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

نتیجه‌گیری

کاهش زمین‌های کشاورزی در شهر تهران می‌تواند تأثیرات عمده‌ای بر محیط‌زیست، اقتصاد و کیفیت زندگی شهروندان داشته باشد. این تغییرات، که عمدتاً ناشی از گسترش مناطق شهری و افزایش جمعیت است، اثرات بلندمدت و چشم‌گیری به دنبال خواهد داشت. همچنین کاهش زمین‌های کشاورزی معمولاً باعث کاهش ذخیره کربن به‌دلیل کاهش پوشش گیاهی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از توسعه شهری می‌شود. در تهران، کاهش زمین‌های کشاورزی به‌دلیل گسترش مناطق شهری، اثر زیادی بر کاهش ذخیره کربن دارد.

در این تحقیق، چندین جنبه کلیدی از این تأثیرات مورد بررسی قرار گرفته است:

۱. تأثیرات محیط‌زیستی:

- کاهش تنوع‌زیستی: تبدیل زمین‌های کشاورزی به اراضی شهری و صنعتی منجر به تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کاهش تنوع‌زیستی در مناطق مختلف تهران می‌شود. این تغییرات باعث از بین رفتن زیستگاه‌های بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری بومی خواهد شد.
- افزایش آلودگی هوا: زمین‌های کشاورزی نقش مهمی در جذب دی‌اکسید کربن و کاهش آلودگی هوا دارند. تبدیل این زمین‌ها به ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها می‌تواند به افزایش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا منجر شود که بر سلامت عمومی شهروندان تأثیر خواهد گذاشت.
- تغییرات در چرخه آب: زمین‌های کشاورزی به‌ویژه در جذب و ذخیره‌سازی آب باران نقش دارند. تبدیل این اراضی به مناطق شهری می‌تواند منجر به کاهش نفوذ آب به خاک و افزایش رواناب‌ها شود که این تغییرات در نهایت می‌تواند به کمبود منابع آب و خطرات ناشی از سیلاب‌های شهری منتهی گردد.
- افزایش دمای شهری (اثر جزیره حرارتی شهری): تبدیل زمین‌های کشاورزی به سازه‌های شهری باعث تغییرات قابل‌توجهی در دمای شهر خواهد شد. زمین‌های کشاورزی به‌طور طبیعی دمای هوا را تعدیل می‌کنند، درحالی که حذف این اراضی منجر به افزایش دما و ایجاد جزایر حرارتی در تهران می‌شود.
- کاهش جذب کربن: کاهش زمین‌های کشاورزی باعث کاهش جذب کربن خواهد شد، درحالی که زمین‌های کشاورزی معمولاً سالانه حدود ۱-۲ تن کربن در هر هکتار جذب می‌کنند.
- کاهش خدمات اکوسیستمی: کاهش زمین‌های کشاورزی موجب کاهش تنظیم آب‌وهوا، افزایش فرسایش خاک و کاهش حاصلخیزی خاک، افزایش

انتشـار گازهـای گلخانـه‌ای و اثـرات محیط‌زیستی می‌شود.

۲. تأثیرات اجتماعی و اقتصادی:

- رشد جمعیت و نیاز به مسکن: کـاهش زمین‌های کشاورزی، عمـدتاً بـه‌دلیـل توسعه شهری و افزایش جمعیت، فشار بیشـتری بـر منـابع مسـکن، خـدمات عمومی و زیرساخت‌هـا وارد مـی‌کنـد. ایـن تغییـرات بـه‌ویـژه در منـاطق حاشیه‌ای شهر مشهود است.
- افزایش هزینه‌هـای معیشـتی: تبـدیل زمین‌های کشاورزی به اراضی شـهری می‌توانـد منجـر بـه کـاهش تولیـدات کشاورزی محلی شـود کـه در نهایـت افزایش قیمت مواد غـذایی و افـزایش هزینه‌های معیشتی برای مـردم را بـه همراه خواهد داشت.
- کاهش امنیت غذایی: از آن‌جـایی کـه زمین‌های کشاورزی منبع اصلی تولیـد محصولات غذایی هستند، کاهش این زمین‌ها می‌تواند باعث کـاهش امنیـت غذایی در شهر شود.

راهکارهای پیشنهادی:

- توسـعه کشـاورزی شـهری: ایجـاد فضـاهای کشـاورزی در داخـل شـهر، مانند کشاورزی عمـودی و اسـتفاده از فضاهای بلااستفاده شهری، مـی‌توانـد بخشی از نیازهای غذایی شهر را تأمین کـرده و در کـاهش وابسـتگی بـه زمین‌های کشـاورزی حاشـیه‌ای مـؤثر باشد.
- حفظ زمین‌هـای کشـاورزی در حومـه شهر: تدوین سیاست‌های مـؤثر بـرای حفاظـت از زمـین‌هـای کشـاورزی و محدود کردن تبدیل آن‌ها بـه اراضـی مسکونی می‌تواند از کـاهش بـی‌رویـه این زمین‌ها جلوگیری کند.
- تقویـت کشـاورزی پایـدار: اسـتفاده از روش‌هـــای کشـــاورزی پایـــدار و کم‌مصرف آب می‌تواند به حفظ منـابع کشـاورزی و کـاهش فشـار بـر منـابع طبیعی در تهران کمک کند.

نتایج این تحقیق نشان‌دهنده اهمیت ویژه‌ای است که بایـد به حفظ فضای سبز، باغ‌ها و ریه‌های تنفسـی شـهری داده شود. این اراضی نه‌تنهـا در کـاهش آلـودگی هـوا و حفـظ تنـوع‌زیسـتی نقـش دارنـد، بلکـه در ایجـاد جاذبـه‌هـای گردشگری و تفریحی نیز تأثیرگذارند. بنابراین، سیاست‌ها و راهبردهای توسعه باید بر حفاظت و بهسـازی ایـن اراضـی تمرکز کنند. علاوه‌بر این، نیاز اسـت تـا نقشـه‌هـای جـامع مبتنی‌بر آمایش سرزمین به‌طور دقیق‌تـر اجـرا شـوند تـا از تجمیع جمعیت در مناطق خاص جلوگیری شده و تغییـرات کاربری اراضی به‌ویژه باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی مدیریت شود.

در نهایـت، بـرای جلـوگیری از تخریـب محـیط‌زیسـت و گسترش فزاینده مناطق ساخته شده، لازم است که مدیران شهری در راستای برنامه‌ریزی و اجرایی کردن راهبردهـای جامع و یکپارچه، اقدامات مؤثری بـرای مـدیریت تغییـرات کاربری اراضی و حفاظت از منابع طبیعی انجام دهند.

منابع

بوکائیان، ف.، شمسی‌پور، ع. و علی‌خواه اصل، م. (۱۳۹۹). پایش تغییرات پوشش–کاربری اراضی با تأکید بر توسعه کالبدی شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله علوم و فناوری محیط زیست،۲۲(۹۲)، ۷۸–۶۱.

حیدریان، پ.، رنگزن، ک.، ملکی، س. و تقی زاده، ا. (۱۳۹۲). پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست (مطالعهٔ موردی: اراضی شهر تهران). نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۴ (۴)، ۱.

داداش‌پور، ه.، پناهی، ح. و شمس الدینی، ع. (۱۳۹۸). تحلیل عوامل محرک و پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین در منطقه کلان شهری تهران با تأکید بر یک مدل منطقه ای یکپارچه. برنامه ریزی منطقه ای، ۹(۳۵)، ۳۹–۵۶.

سوری، م.، فیاض، م.، کمالی، ن.، عشوری، پ. و ناطقی، س. (۱۳۹۸). توان ذخیره کربن گونه *Artemisia sieberi* تحت تأثیر قرق (کلات سادات آباد شهرستان سبزوار). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)(علمی)، ۳۲ (۴)، ۷۹۷–۷۸۸.

غلامعلی فرد، م.، جورابیان شوشتری، ش.، حسینی کهنوج، س. و میرزایی، م. (۱۳۹۱). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان مازندران با استفاده از LCM در محیط GIS. محیط‌شناسی، ۶۴، ۱۰۹–۱۲۴.

یوسفی، م.، پژوهش، م. و هنربخش، ا. (۱۳۹۹). مدل‌سازی روند تغییرات پوشش–کاربری اراضی محلی با استفاده از مدل LCM مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: حوضه آبخیز بهشت‌آباد). پژوهش‌های مدیریت حوضه آبخیز، ۱۱(۲۱)، ۱۴۲–۱۲۹.

Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., & Federici, S. (2019). 2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.

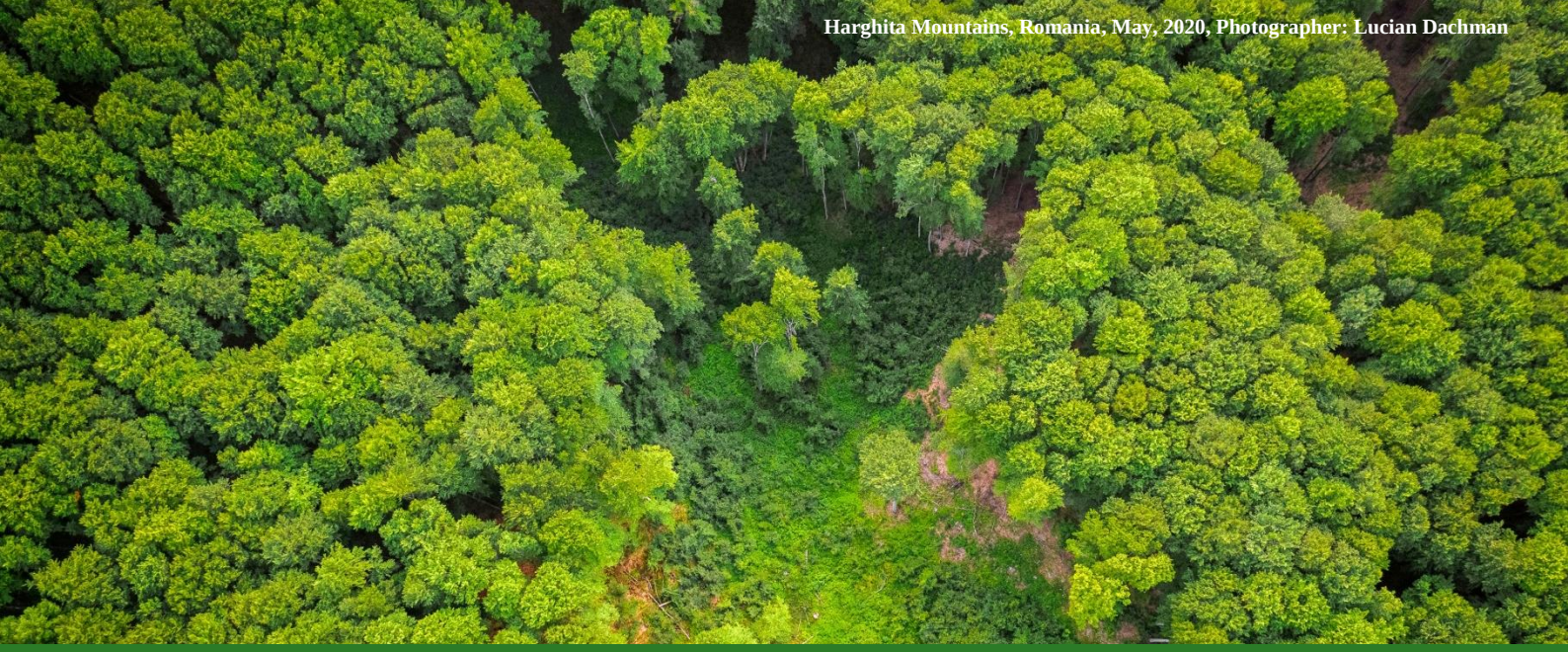
Jiang, B., Liu, J., & Li, X. (2019). The effect of rapid urbanization on green spaces and environmental pollution in developing cities. Urban Ecology Journal, 15(4), 345-358.

Karimzadeh Motlagh, Z.K., Lotfi, A., Pourmanafi, S., Ahmadizadeh, S. & Soffianian, A. (2020). Spatial modeling of land-use change in a rapidly urbanizing landscape in central Iran: Integration of remote sensing, CA-Markov, and landscape metrics. Environmental Monitoring and Assessment, 192(11), 1-19.

Leta, M. K., Demissie, T. A., & Tränckner, J. (2021). Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on land change modeler (Lcm) in nashe watershed, upper blue nile basin, Ethiopia. Sustain., 13(7), 3740.

Najafzadeh, F., Mohammadzadeh, A., Ghorbanian, A., & Jamali, S. (2021). Spatial and temporal analysis of surface urban heat island and thermal comfort using landsat satellite images between 1989 and 2019: A case study in Tehran. Remote Sensing, 13(21), 4469.

Zhang, Y., Zhang, Q., & Chen, X. (2020). Urban sprawl and environmental impact: A case study of the rapid growth of residential areas in developing regions. Environmental Science and Technology, 48(7), 1213-1225.



Harghita Mountains, Romania, May, 2020, Photographer: Lucian Dachman

Modeling Land Use/ Land Cover Changes and Their Impacts on Carbon Storage in Tehran Metropolitan Area

Niki Aghapour
Ph.D. student, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Nour, Mazandaran, Iran
Author's E-mail: niki_aghapour@modares.ac.ir

Abstract
Rapid population growth in Tehran metropolis has led to extensive changes in land use, including the expansion of urban areas, agricultural lands, and industrial lands. These changes have had important impacts on environmental processes such as carbon storage. This study aimed to investigate land use/land cover changes and analyze their effects on Tehran's carbon storage capacity from 2017 to 2023. For this purpose, Sentinel-2 satellite images were used and land use maps were validated using Google Earth images and accuracy and kappa indices. Future changes were predicted using artificial neural network, Markov chain, and land use change models. The results showed that from 2017 to 2023, residential and urban areas expanded along with the reduction of green spaces and agricultural lands. These changes have led to a decrease in carbon storage capacity in parts of this metropolis. Predictions indicate that the trend of residential expansion, particularly in the western, southern and southwestern parts, will continue in the coming years, although at a slower pace than in the previous period. The findings of this study emphasize the importance of land-use planning to improve carbon storage in urban areas.

Keywords: Land use change, LCM model, Artificial Neural Network, Tehran

Aghapour, N. (2025). Modeling Land Use/ Land Cover Changes and Their Impacts on Carbon Storage in Tehran Metropolitan Area. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 73-87.

یاسوج، تابستان ۱۳۹۷، عکاس: حسن الماسی

رده‌های خاک و توسعه کاربری‌های سرزمین

مهشید اسکندری

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

رایانامه نویسنده: mahi.esskandari@ut.ac.ir

چکیده

۱۲ رده اصلی خاک، در جهان وجود دارد که تنها ۷ رده در خاک‌های کشور ایران شناسایی شده است. با توجه به شرایط اقلیمی ایران که بیش از ۷۰ درصد آن را اقلیم نیمه‌خشک و خشک تشکیل می‌دهد و نیز با در نظر گرفتن شرایط شدید توپوگرافی، بخش عمدهٔ سطح کشور –پس از اراضی متفرقه– به سه رده آنتی‌سول، اریدی‌سول و اینسپتی‌سول تعلق دارد. خاک‌های آلفی‌سول و مالی‌سول منحصراً در شیب شمالی رشته‌کوه البرز و دشت‌های ساحلی دریای خزر که دارای اقلیم مرطوب و نیمه‌مرطوب است تشکیل می‌شود و مساحت آن‌ها از ۳ درصد مساحت کشور تجاوز نمی‌کند. خاک‌های آلفی‌سول برای کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری و جنگل‌کاری مناسب است، اما برای آبزی‌پروری گرمابی و سردابی قابلیت اندکی دارد و توان پرورش میگو در آن مشاهده نمی‌شود. رده آلفی‌سول برای توسعهٔ روستایی و شهری توان بالا و برای توسعهٔ صنعتی قابلیت متوسط دارد و برای توسعهٔ گردشگری نیز مناسب است. خاک‌های اریدی‌سول برای دیم‌کاری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری، آبزی‌پروری سردابی و گرمابی و نیز پرورش میگو نامناسب است و برای کشاورزی آبی، توسعهٔ روستایی و مرتع‌داری قابلیت ضعیف تا متوسط نشان می‌دهد. توسعهٔ شهری، روستایی و گردشگری کاربری‌های مناسب این رده محسوب می‌شود. آنتی‌سول‌ها برای توسعهٔ شهری، توسعهٔ صنعتی و گردشگری توان مناسب دارد، اما برای سایر کاربری‌ها فاقد توان است و تنها مرتع‌داری و توسعهٔ روستایی به‌صورت محدود قابل بهره‌برداری است. اینسپتی‌سول‌ها برای کشاورزی و مرتع‌داری توان متوسط تا خوب دارد. این خاک برای جنگل‌داری و جنگل‌کاری توان مناسب نشان می‌دهد، اما برای انواع آبزی‌پروری نامناسب است و برای توسعهٔ شهری و صنعتی ظرفیت پایینی دارد. توان آن برای توسعهٔ روستایی متوسط و برای گردشگری بالا ارزیابی می‌شود. مالی‌سول‌ها برای اکثر کاربری‌ها مناسب است و تنها برای انواع آبزی‌پروری توان نشان نمی‌دهد. ورتی‌سول‌ها برای توسعهٔ روستایی، شهری، صنعتی، جنگل‌داری و جنگل‌کاری نامناسب است، اما حاصلخیزی بالایی برای گسترش کشاورزی آبی، دیم و مرتع‌داری دارد. برای آبزی‌پروری و توسعهٔ گردشگری نیز توان قابل توجهی دیده نمی‌شود. اراضی متفرقه برای هیچ‌یک از کاربری‌ها مناسب نیست، اما به‌دلیل وجود پدیده‌های منحصربه‌فرد می‌تواند برای گردشگری توان داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: آلفی‌سول، اریدی‌سول، آنتی‌سول، اینسپتی‌سول، ورتی‌سول، اراضی متفرقه

اسکندری، م. (۱۴۰۴). رده‌های خاک و توسعه کاربری‌های سرزمین. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۸۸–۱۰۲.

مقدمه

پیشرفت شتابان جهان در تمامی عرصه‌ها، به‌طور هم‌زمان نیازهای بشر را نیز افزایش داده است. این رشد بی‌رویه منجر به بهره‌برداری غیرتاب‌آور از منابع طبیعی و ذخایر محیط‌زیست شده و زمینه‌ساز تخریب گسترده محیط‌زیست بوده است. تخریب خاک و کاهش حاصلخیزی آن، آلودگی سه‌گانهٔ محیطی (آب، هوا و خاک)، ذوب شدن یخچال‌های طبیعی و افزایش سطح آب دریاها در نتیجه گرمایش جهانی، کاهش پوشش گیاهی و جنگل‌زدایی، تنها بخشی از پیامدهای زیان‌بار بهره‌برداری بی‌رویه انسان از طبیعت هستند. این اقدامات نسنجیده، خسارات جبران‌ناپذیری را به محیط‌زیست وارد کرده و تعادل طبیعی را بر هم زده است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸).

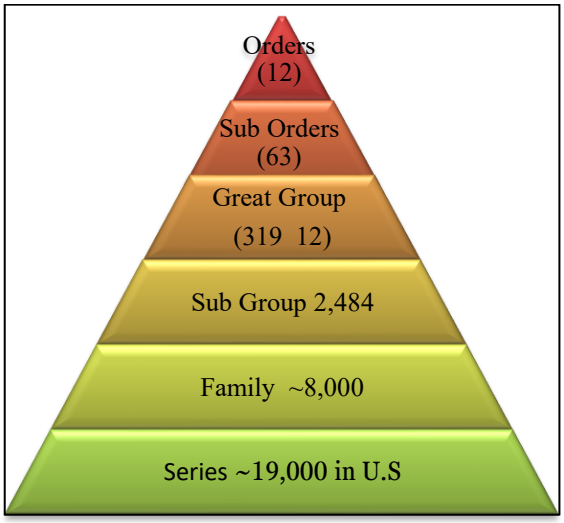
با توجه به اینکه شروع، ادامه و خاتمه حیات تمام موجودات زنده در خاک انجام می‌گیرد. شکوفایی و تکامل تمام تمدن‌ها با آبادانی و برقراری خاک شروع شده است؛ انهدام، انقراض و متلاشی شدن آن نیز با تخریب و فرسایش خاک پایان خواهد یافت. خاک به‌عنوان یک منبع حیاتی، نقشی محوری در حفظ تعادل اکوسیستم‌ها و تأمین نیازهای بشر ایفا می‌کند. این منبع ارزشمند نه‌تنها بستری حاصلخیز برای تولید محصولات کشاورزی و تأمین امنیت غذایی است، بلکه در تنظیم چرخه آب، حفظ تنوع‌زیستی و مقابله با تغییرات اقلیمی نیز نقش کلیدی را ایفا می‌کند. استفاده پایدار از خاک، تضمینی برای بقای نسل امروز و انتقال این میراث به نسل‌های آینده است (زرین کفش، ۱۳۸۶).

بدیهی است که شناخت ظرفیت تولید اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین نوع کاربری از اهمیت خاصی برخوردار است. شناخت منابع اراضی به‌طور ویژه منابع خاک، قابلیت و استعداد آن‌ها، اولین و مهم‌ترین گام در برنامه‌ریزی استفاده بهینه از اراضی است. از طرفی انتخاب نوع استفاده از اراضی یک سرزمین همواره قسمتی از سیر تکاملی جوامع انسانی را تشکیل داده است. برنامه استفاده از اراضی بایستی بر پایهٔ شناخت کامل محیط طبیعی و همچنین انواع استفاده‌های مورد نظر استوار باشد. به بیان دیگر، درک روابط متقابل و تعامل میان انواع مختلف اراضی و مجموعه گسترده‌ای از کاربری‌های مستقر در آن‌ها، برای فراهم‌سازی اطلاعات مورد نیاز برنامه‌ریزان اراضی، ضرورتی انکارناپذیر است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). از ارکان اساسی مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، ارزیابی اراضی است که به‌عنوان پیش‌نیاز بنیادین ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تلقی می‌شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸). ارزیابی اراضی[1] عبارت است از برآورد کارایی اراضی برای استفاده‌هایی که از قبل تعیین شده است. این مفهوم، اساس منطقی تصمیم‌گیری در انتخاب استفاده از زمین بر پایهٔ تجزیه و تحلیل روابط بین استفاده از سرزمین بوده و طی آن برآوردهایی از نهادهای موردنیاز و ستادهای پیش‌بینی شده به‌دست می‌آید. ارزیابی بدواً از تفسیر نقشه‌های خاک و طبقه‌بندی‌های خاک منشأ گرفته‌است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین[2]، تعیین قدرت بالقوه و طبیعی سرزمین برای استقرار کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸).

شناسایی خاک به‌عنوان مهم‌ترین منبع پایه اراضی امری انکارناپذیر است. این فرایند، ویژگی‌های خاک را در یک منطقه مشخص توصیف نموده، خاک‌های مناطق مختلف را براساس یک سیستم استاندارد طبقه‌بندی نموده، مرز خاک‌های مختلف را در نقشه مشخص کرده و اطلاعات ویژگی‌های خاک را در یک پایگاه سازمان‌دهی شده داده‌های مکانی ذخیره می‌کند. براساس این داده‌ها پیش‌بینی‌هایی را پیرامون محدودیت‌های خاک برای کاربردهای چندگانه و نیز پاسخ احتمالی آن‌ها به سیستم مدیریتی مطرح می‌نماید (Soil Survey Staff, 2017). شناخت دقیق خاک‌ها و رده‌بندی آن‌ها در اعمال مدیریت‌های مختلف نقش تعیین‌کننده دارد (حیدری، ۱۴۰۰). تطبیق وضعیت موجود اراضی با کاربری‌های مرتبط به آن تحت‌عنوان قابلیت اراضی[3] بیان می‌گردد که براساس مشخصات کیفی و کمی حاکم بر هر واحد طبقه‌بندی می‌شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸). طبقه‌بندی خاک را براساس ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری و قابل مشاهده آن، رده‌بندی خاک[4] می‌نامند (Soil Survey Staff, 1999).

[1] Land Assessment
[2] Ecological Land Assessment
[3] Land Capability
[4] Soil Taxonomy

به‌طور کلی سیستم‌های طبقه‌بندی مختلفی در دنیا برای خاک‌ها وجود دارد. طبقه‌بندی کمی اراضی، نوعی سیستم طبقه‌بندی است که براساس سه پارامتر آب، اقلیم و پوشش گیاهی توان خاک‌ها را برای کاربری‌هایی چون کشاورزی، باغبانی، مرتع‌داری و جنگل‌داری تعیین می‌کند. نمونه دیگری از طبقه‌بندی، تناسب اراضی[1] با روش FAO[2] است که این رده‌بندی بر مبنای مساعد یا نامساعد بودن اراضی تنها برای طیف وسیعی از کاربری‌ها کشاورزی است (زرین کفش، ۱۳۸۶). نوع دیگری از سیستم رده‌بندی خاک سیستم طبقه‌بندی بر قابلیت اراضی آمریکا[3] است که توسط محققان نقشه‌برداری خاک وزارت کشاورزی ایالات متحده در دهه ۵۰ و ۶۰ میلادی توسعه‌یافته است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). اگرچه طبقه‌بندی‌های ذکرشده تنها سیستم طبقه‌بندی خاک‌ها نیست، اما طبقه‌بندی به روش USDA[4] به‌طور گسترده در سراسر جهان استفاده می‌شود و بسیاری از ویژگی‌های آن در سیستم‌های دیگر نیز به‌کار گرفته شده است. در این طبقه‌بندی در بالاترین سطح طبقه‌بندی، ردهٔ خاک قرار دارد و پس از آن زیررده، گروه بزرگ، زیرگروه، خانواده و سری‌ها قرار دارند (شکل ۱).



شکل ۱- هرم سلسله مراتب اجزای طبقه بندی خاک به روش (Soil Survey Staff, 1975)

[1] Land Suitability
[2] Food and Agriculture Organization of the United Nations
[3] USDA land capability classification
[4] United States Department of Agriculture

هدف اصلی مطالعه پیش‌رو، تحلیل طبقات رده خاک و تعیین کاربری‌های بهینه برای هر یک از این رده‌ها در راستای توسعه پایدار است. طیف گسترده‌ای از کاربری‌های اراضی شامل کشاورزی (آبی و دیم)، مرتع‌داری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری، آبزی‌پروری (سردابی، گرمابی و پرورش میگو)، گردشگری (گسترده و متمرکز)، توسعه روستایی و شهری، توسعه صنعتی و همچنین حفاظت در برابر توسعه در این مطالعه مورد توجه قرار خواهد گرفت. با شناخت دقیق ارتباط بین ویژگی‌های خاک و پتانسیل‌های هر منطقه، می‌توان به برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه کاربری اراضی دست یافت و از این طریق به توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی کمک نمود.

روش بررسی

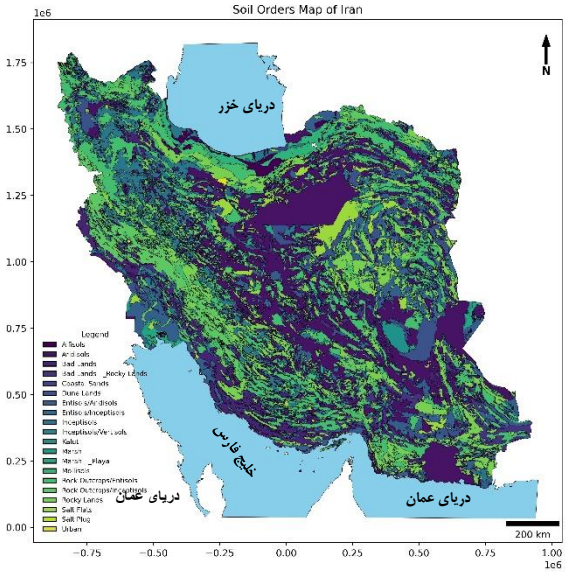
در پژوهش حاضر، با رویکردی توصیفی و به‌منظور شناسایی دقیق نیازهای کاربری‌های مختلف، در گام نخست، مطالعات کتابخانه‌ای گسترده‌ای در خصوص ۱۲ رده خاک صورت پذیرفت. سپس، با بهره‌گیری از روش مرور جامع ادبیات تحقیق و مشورت با متخصصان حوزه‌های مختلف خاکشناسی، محیط‌زیست و جغرافیا نیازهای هر یک از کلان کاربری‌ها به تفصیل استخراج شد. در نهایت، با استعانت از جدول تطبیق نیازهای کاربری‌ها با رده‌های خاک (جدول ۲)، تصمیم‌گیری نهایی در خصوص تطابق بهینه این دو مقوله انجام پذیرفت.

نتایج

مطالعه خاک‌های ایران با تکیه بر سیستم طبقه‌بندی جامع خاک‌ها (Soil survey staff, 1999) و با مقیاس ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰، نقشه کاملی از منابع و پتانسیل‌های خاک در سطح کشور ارائه می‌دهد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). براساس این مطالعه و با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی متنوع ایران، از میان ۱۲ رده اصلی خاک در جهان، تنها ۷ رده در خاک‌های کشور شناسایی شده‌اند. این رده‌ها شامل آلفی‌سول[5]، اریدی‌سول[6]، آنتی‌سول[7]، اینسپتی‌سول[8]، مالی‌سول[9]، ورتی‌سول[10] و اراضی متفرقه[11]

[5] Alfisols
[6] Aridisols
[7] Entisols
[8] Inceptisols

است. اراضی متفرقه به نوبه خود شامل طیف وسیعی از خاک‌ها از جمله خاک‌های مناطق کوهستانی، بیابانی، ساحلی و شوره‌زارها است. شکل ۲ شمایی کلی از پراکنش رده‌های مختلف خاک در ایران است. در ادامه رده‌های موجود در ایران به اختصار معرفی می‌شود.



شکل ۱- نقشه پراکنش رده‌های خاک در ایران

آلفی‌سول

آلفی‌سول‌ها از متکامل‌ترین خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون ایران هستند که مطالعات جنبه‌های مختلف آن در نواحی مختلف صورت گرفته است (نظری و همکاران، ۱۳۹۸). خرمالی و همکاران (۲۰۰۳) حضور این خاک‌ها را در ناحیه فارس به تشکیل افق آرجلیک[1] در دوران گذشته ربط داده‌اند. افق آرجلیک یک افق معدنی خاک است که با تجمع Illuvial که لایه شبکه‌ای از رس‌های سیلیکاته است، مشخص می‌شود. این افق اغلب با حداکثر تبخیر و تعرق موثر عمقی حدود ۱ تا ۲ متر دارد. از ویژگی‌های این رده می‌توان به درجه اشباع بازی بیش‌تر از ۳۵٪ (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴)، رسوب شدید رس افق B، رنگ خاکستری یا قهوه‌ای در سطوح خاک، ذخیره عناصر غذایی بالا و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا اشاره کرد (USDA, 1975). از شاخص‌های بارز شناسایی این رده تشکیل آن در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب با دوره‌های خشک و تر متناوب است (White, 2005).

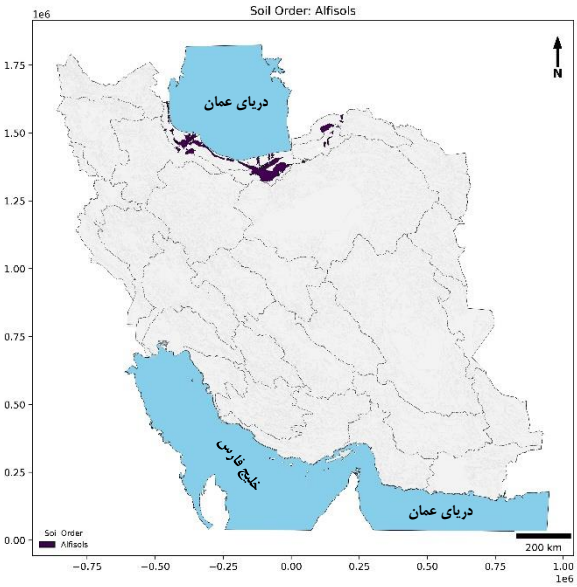
به‌طورکلی حدود ۱/۲ میلیون هکتار از اراضی کشور به این رده تعلق دارد و از نظر وسعت پنجمین رده خاک در ایران است. دو زیر رده اکوالف[2] و یودالف[3] متعلق به رده آلفی‌سول‌ها است که دارای خصوصیات متفاوتی نسبت به یکدیگر هستند. برای مثال زیررده اکوالف به‌دلیل رطوبت بیش از حد و زهکشی ضعیف توانایی زیادی برای تولید محصولات زراعی ندارد و تنها برای کاشت برخی محصولات مانند برنج کاربرد دارد. زیررده یودالف به‌رغم آنکه زهکشی آن مناسب است. بااین‌حال، محدودیت‌های ناشی از توپوگرافی، این زیررده را برای کشت محصولات زراعی نامناسب کرده است. از سوی دیگر، به‌دلیل محیط اسیدی حاکم بر آن، غالباً بستر مناسبی برای بهره‌برداری‌های جنگلی و مرتعی فراهم می‌شود (بنائی و همکارن، ۱۳۸۴).

پراکنش خاک‌های آلفی‌سول در ایران

در ایران، این نوع خاک به‌دلیل شرایط اقلیمی خاص، عمدتاً در مناطق ساحلی دریای خزر، به‌ویژه در استان‌های گیلان و مازندران، مشاهده می‌شوند (شکل ۳). رطوبت زیاد و دائمی در این مناطق، به همراه تأثیر آب‌های زیرزمینی کم عمق، شرایط مناسبی را برای تشکیل آلفی‌سول‌ها فراهم‌کرده است. همچنین، دامنه‌های شمالی کوه‌های البرز نیز از دیگر مناطقی است که در آن آلفی‌سول‌ها شناسایی شده‌اند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

[9] Molisols
[10] Vertisols
[11] Miscellaneous
[1] Argelic

[2] Aqualfs
[3] Udalfs



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده آلفی‌سول در ایران

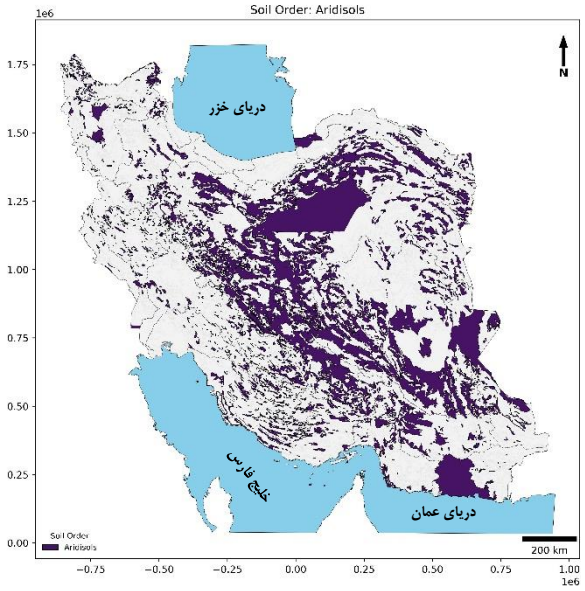
اریدی‌سول‌ها

ردهٔ خاک اریدی‌سول عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل شده و حدود ۳۶ درصد از سطح کشور را پوشش می‌دهند (RAJ-Kumar et al., 2005). این رده دارای رژیم رطوبتی آریدیک بوده و خاک‌های غالب مناطق بیابانی محسوب می‌شوند. در ایران، با وسعتی حدود ۳۰ میلیون هکتار، دومین رده غالب خاک‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. پوشش گیاهی پراکنده و مواد آلی اندک از ویژگی‌های بارز این رده از خاک است. تجمع کربنات کلسیم (افق کلسیک) به‌عنوان یکی از مشخصات متداول در اکثر این خاک‌ها مشاهده می‌شود.

از زیررده‌های اصلی اریدسول می‌توان به کلسید[1]، جیپسید[2] و سالید[3] اشاره کرد. زیررده کلسید با مدیریت صحیح و آبیاری، قابلیت کشت محصولاتی همچون گندم و جو و همچنین تولید علوفه را داراست. در مقابل، زیررده جیپسید به‌دلیل شور بودن و کیفیت پایین، عمدتاً به‌صورت مراتع ضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرد و قابلیت محدودی برای کشاورزی دارد. زیررده سالید نیز با مشکلاتی از جمله شوری، قلیائیت، زهکشی نامناسب و سطح آب زیرزمینی بالا مواجه است که استفاده از آن را برای کشاورزی آبی عملاً غیرممکن می‌سازد. احیای این خاک‌ها نیازمند هزینه‌های بسیار بالایی بوده و بدون اجرای عملیات اصلاحی گسترده، امکان استقرار کاربری‌های کشاورزی در آن‌ها وجود ندارد. با این حال، می‌توان از این خاک‌ها برای شورورزی (کشاورزی شورپسند) یا چراگاه‌های فصلی استفاده نمود (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

پراکنش خاک‌های اریدی‌سول در ایران

قسمت اعظم زیررده کلسید در مناطق شمال شرقی و غربی، رده جیپسید در نواحی فلات ایران، یعنی دشت کویر و لوت واقع در جنوب کویر مرکزی و بخشی از آن در منطقه خراسان متمرکز شده است (شکل ۴). اراضی غیرقابل کشت رده سالید در قسمت مرکزی و جنوبی و جنوب شرقی کشور به‌ویژه در مناطق ساحلی جنوب ایران، زاگرس جنوبی، منطقه جنوب کویر مرکزی در جنوب غربی خوزستان، شمال گرگانرود و همچنین در اطراف دریاچه ارومیه، مناطق شمال کویر مرکزی و در نهایت خراسان قابل مشاهده است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل ٤- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده اریدی‌سول در ایران

آنتی‌سول‌ها

آنتی‌سول‌ها به‌طور معمول فاقد افق‌های ژنتیکی مشخص بوده و اغلب تنها دارای یک افق سطحی (A) هستند. به بیان دیگر، این خاک‌های معدنی هنوز به لایه‌های مشخص و مجزا تفکیک نشده‌اند. آنتی‌سول‌ها عمدتاً بافت شنی دارند و میزان کمی مواد آلی در آن‌ها یافت می‌شود. به‌دلیل این ویژگی‌ها، این نوع خاک‌ها از حاصلخیزی

[1] Calcids
[2] Gypsids
[3] Salids

طبیعی پایینی برخوردارند و ظرفیت اندکی در نگهداری آب دارند (Brady & Weil, 2013). علاوه‌بر این، آنتی‌سول‌ها اغلب فاقد لایه‌های زیرسطحی مشخص یا تشخیصی هستند و زهکشی بسیار خوب تا فوق‌العاده‌ای دارند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). این خاک‌ها معمولاً در مناطقی یافت می‌شوند که در آن‌ها مواد رسوبی تازه (آبرفت) یا مواد مادری مقاوم در برابر هوازدگی، مانند شن، وجود دارد. همچنین در اقلیم‌های بسیار خشک یا سرد، که مانع توسعه پروفیل خاک می‌شود، می‌توان این نوع خاک‌ها را مشاهده کرد (Islam et al., 2021).

این دسته از رده‌های خاک پیش از آنکه فرصت کافی برای تکامل داشته باشند توسط مواد رسوبی دیگر مدفون گردیده و بدین ترتیب خاک جدیدی روی آن‌ها تشکیل می‌شود. از محدودیت‌های این رده می‌توان به توانایی اندک در نگهداری آب، فرسایش شدید بادی و آبی، درسنگلاخی بودن بیش ازحد، حاصلخیزی اندک و در برخی موارد سیل‌گیری اراضی و یا رسوب مواد منتقله اشاره کرد (USDA, 1975). به‌طور کلی این دسته از خاک‌ها استعداد خیلی ضعیفی برای کشاورزی (کشت دیم و کشت آبی) دارد.

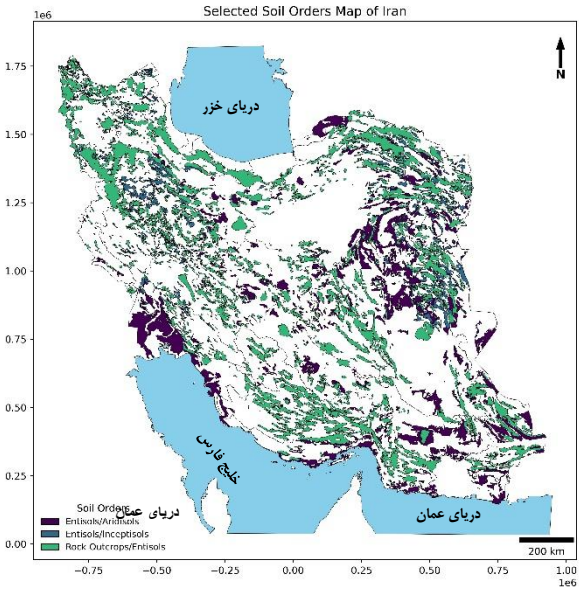
پراکنش خاک‌های آنتی‌سول در ایران

تقریبا ۲۱ درصد از خاک‌های ایران را خاک آنتی‌سول تشکیل می‌دهد که مساحتی حدود ۳۳/۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. این رده در ایران پراکنده و تقریباً در تمام کشور همراه با سایر گروه‌های دیگر دیده می‌شود (شکل ۵). زیررده فلوونت[1] عموماً روی نهشته‌های هولوسن با شیب خیلی ملایم تشکیل شده‌اند که فاقد فرسایش یا زهکشی مناسب است. این زیررده با رژیم رطوبتی اکوئیک در مناطق جنوبی دشت خوزستان، با رژیم رطوبتی توریک (اریدیک) در دشت‌های ساحلی خلیج فارس و دشت‌های آبرفتی فلات مرکزی، با رژیم رطوبتی حدفاصل رژیم رطوبتی توریک (اریدیک) و زریک قابل مشاهده است. در دشت‌های میان‌کوهی استان خراسان، حاشیه شمالی کویر مرکزی و اطراف دریاچه ارومیه، با رژیم رطوبتی زریک اغلب در دشت‌های واقع در قسمت‌های مرتفع فلات مرکزی مانند دشت‌های قزوین، همدان و برخی از دشت‌های آذربایجان و در نهایت با رژیم رطوبتی یوستیک اغلب در دشت‌های میان‌کوهی واقع در زاگرس جنوبی مانند دشت‌های جهرم و سیف آباد پراکنده شده است. این خاک‌ها تا حدودی دارای حاصلخیزی بوده و در صورت اعمال مدیریت صحیح می‌توان از آن برای کشاورزی آبی و تولید محصولات زراعی سالیانه بهره گرفت. در صورت قرارگیری رده در شرایط اقلیمی مناسب از لحاظ بارش می‌توان قسمتی از این خاک‌ها را برای کشت غلات دیم به‌کار برد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیررده دیگری از خاک‌های آنتی سول زیررده اورتنت[2] است که بزرگ‌ترین تفاوت آن با زیررده فلوونت در توپوگرافی مؤثر در تشکیل آن است. به‌طور کلی زیررده اورتنت در مناطق شیب‌دار تشکیل می‌شود. اورتنت‌های با رژیم رطوبتی توریک (اریدیک) و عمق کم در حاشیه کویر مرکزی، خراسان، سیستان و بلوچستان، اورتنت‌های با رژیم رطوبتی حدفاصل توریک (اریدیک) و زریک در کوهستان‌های شمال خراسان، اورتنت‌های با رژیم رطوبتی حدفاصل توریک (اریدیک) و یوستیک در تراس‌های بالائی دشت ساحلی خلیج فارس، اورتنت‌های با رژیم رطوبتی زریک اغلب در مخروط افکنه‌های دشت‌های میان‌کوهی زاگرس، اورتنت‌های با رژیم رطوبتی یوستیک اغلب در مخروط افکنه‌های دشت‌های میان‌کوهی جنوب هامون و جازموریان و در نهایت اورتنت‌های با رژیم رطوبتی یودیک در کوهستان‌های حاشیه البرز جنوبی، پراکنده شده‌اند. به‌طور کلی از این خاک‌ها در نقاط مختلف دنیا استفاده‌های مختلفی می‌شود که می‌توان با مدیریت مناسب مانند احداث سدها، انواع آبگیرها خطر سیلاب را تا حد زیادی کاهش داد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

[1] Fluvents

[2] Orthents



شکل ۵- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده آنتی‌سول در ایران

اینسپتی‌سول‌ها

اینسپتی‌سول‌ها (Soil Survey Staff, 1999) یا کمبی‌سول‌ها[1] (FAO, 1998) طبقه‌ای از خاک‌ها هستند که مواد مادری آن‌ها تحت‌تأثیر فرآیندهای تشکیل خاک دست‌خوش تغیراتی شده‌اند، که برای تشخیص آن‌ها از آنتی‌سول‌ها کافی است اما برای تشکیل افق‌های مشخص که در طبقه‌بندی رده‌های دیگر خاک به‌کار می‌رود مناسب نیست. این خاک‌ها در ارتباط با خاک‌های تقریباً هر رده دیگری یافت می‌شوند و بسته به شرایط محلی و فرآیندهای غالب در منطقه، ممکن است در حال توسعه به روش‌های مختلفی باشند. به‌طور کلی در این رده افق‌هایی چون افق اسپودیک، آرجلیک، کندیک، ناتریک و اکسیک قابل انتظار نبوده و تنها می‌توان افق کمبیک را مشاهده کرد (Khresat, 2005).

اینسپتی‌سول‌ها تقریباً ۹۲۵ میلیون هکتار از سراسر دنیا را می‌پوشانند و به‌عنوان دومین بزرگ‌ترین گروه طبقه‌بندی براساس طبقه‌بندی FAO – Unesco soil map of world شناسایی شده‌اند (FAO,1998). رده اینسپتی‌سول تقریباً تحت همه نوع شرایط اقلیمی به خصوص مناطقی که آب‌شویی همه‌ساله صورت می‌گیرد، یافت می‌شود. اغلب اینسپتی‌سول‌ها دارای قابلیت خوبی برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری هستند. این رده تقریبا ۱۴ درصد از خاک‌های ایران را تشکیل می‌دهد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). از ویژگی‌های منحصربه‌فرد این رده می‌توان به تشکیل آن‌ها روی مواد زمین‌شناسی (جوان یا قدیمی) اشاره کرد. وقوع آن‌ها روی مواد زمین‌شناسی قدیمی ممکن است ناشی از فرآیندهای پدوژنیک آهسته باشد که روی آن‌ها عمل می‌کنند و می‌توانند نتیجه فرسایش فعال یا هوازدگی آهسته باشند (Khresat, 2005).

پراکنش خاک‌های اینسپتی‌سول در ایران

براساس اطلاعات کسب شده از U.S. Soil Taxonomy رده اینسپتی‌سول دارای ۴ زیر رده اکوئپت[2]، زرپت[3]، یودپت[4] و یوستپت[5] است. اینسپتی‌سول‌ها مجموعاً حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی ایران را به خود اختصاص می‌دهند که بعد از آنتی‌سول‌ها (تقریباً۲۱٪) و اریدی‌سول‌ها (تقریبا ۱۹٪)، سومین رده خاک (تقریبا ۱۴٪) ایران را تشکیل می‌دهد (شکل ۶). زیررده اکوئپت دارای رژیم رطوبتی اکوئیک است؛ به‌طوری که مقطع رطوبتی خاک در بیشتر ایام سال اشباع بوده و اگر زهکشی نیز شود بازهم مشخصات خاک‌های اشباع را نشان می‌دهد. به‌طور کلی می‌توان این خاک‌ها را در منطقه ساحلی خزر در استان‌های گیلان و مازندران با سطوح بالا آب زیرزمینی مشاهده کرد که قابل استفاده برای محصولات غرقاب مانند برنج است اما با احداث شبکه زهکشی مناسب برای کشت محصولات دیگر نیز قابل استفاده خواهد بود (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیررده زرپت با رژیم رطوبتی زرپت در تراس‌های مرتفع فلات مرکزی، رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس و آذربایجان پراکنش یافته است که به‌طورکلی کم عمق بوده و می‌تواند با افق کلسیک، افق کمبیک و افق جیپسیک همراه باشد. تمرکز این زیررده در مناطق شمال شرقی، شمال غربی و نواحی غربی است که می توان با استفاده از روش‌های پایدار کشت آبی تولید بالای محصولات زراعی را انتظار داشت. زیررده یودپت دارای رژیم رطوبتی یودیک و زهکشی مناسب است و به‌طور معمول به رنگ‌های قهوه‌ای و مایل به قرمز دیده می‌شود. به‌دلیل محیط اسیدی حاکم بر این زیررده و نیز توپوگرافی شدید آن‌ها برای کشت

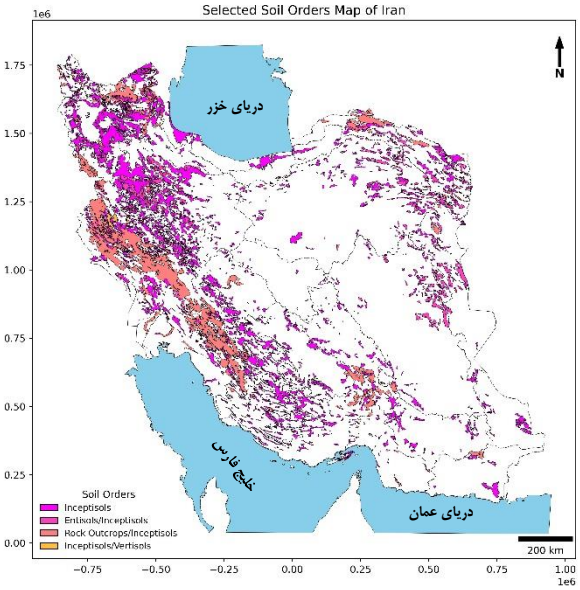
[1] Cambisols

[2] Aquepts
[3] Xeerepts
[4] Udepts
[5] Ustepts

بسیاری از محصولات زراعی مناسب نیستند اما قابلیت بسیار زیادی برای کاربری‌هایی چون جنگل‌داری و جنگل‌کاری دارند و زیستگاه درختان برگ‌ریزی چون راش، ممرز، بلوط ایرانی و درختانی از خانواده کاج هستند. همچنین در شیب‌های ملایم می‌توان به کشت درختان میوه نیز در این مناطق مبادرت ورزید. این زیررده در دامنه شمالی کوه‌های البرز واقع شده‌اند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

زیررده یوستپت با پراکنشی در تراس‌های مرتفع فلات مرکزی، رشته‌کوه‌های زاگرس جنوبی، مناطق جنوب شرقی و جنوب ایران دارای رژیم رطوبتی یوستیک بوده است. افق‌هایی چون افق کلسیک، افق کمبیک و افق جیپسیک در این زیررده اینسپتی‌سول قابل مشاهده است. با اعمال مدیریت صحیح کشت محصولات علوفه‌ای، مرتع‌داری، کشت گندم و جو به‌صورت آبی و دیم و نیز سایر محصولات زراعی برای این زیررده قابل انتظار است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

به‌طورکلی می‌توان انتظار داشت که رده اینسپتی‌سول برای بسیاری از کلان کاربری‌ها مانند کشاورزی آبی و دیم، مرتع‌داری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری و زیست‌گاه‌های حیات‌وحش مناسب باشد.



شکل ٦- موقعیت جغرافیایی خاک‌های ردها اینسپتی‌سول در ایران

مالی‌سول‌ها

مالی‌سول‌ها، خاک‌های معدنی تیره‌رنگ و غنی از باز هستند که اغلب در مناطق استپی یافت می‌شوند. ویژگی بارز این خاک‌ها، وجود اپیپدون مالیک و غنی بودن از مواد آلی است. علاوه‌بر این، افق‌های آرجیلیک، ناتریک یا کلسیک نیز در بسیاری از این خاک‌ها دیده می‌شود. برخی از آن‌ها ممکن است دارای افق‌های آلبیک، دوریپان یا پتروکلسیک نیز باشند. این رده در مناطق وسیعی از جهان، از جمله دشت‌های آمریکای شمالی، اروپا، آسیا و آمریکای جنوبی، در اقلیمی با آب‌وهوای نیمه‌مرطوب تا نیمه‌خشک یافت می‌شوند. این خاک‌ها معمولاً حدفاصل خاک‌های مناطق خشک (اریدی‌سول‌ها) و خاک‌های مناطق مرطوب (اسپودوسول‌ها یا آلفی‌سول‌ها) قرار دارند. اگرچه پراکنش اصلی آن‌ها در عرض‌های میانی است، اما می‌توان آن‌ها را در ارتفاعات بالاتر، عرض‌های جغرافیایی مختلف و حتی در برخی مناطق گرمسیری نیز مشاهده کرد.

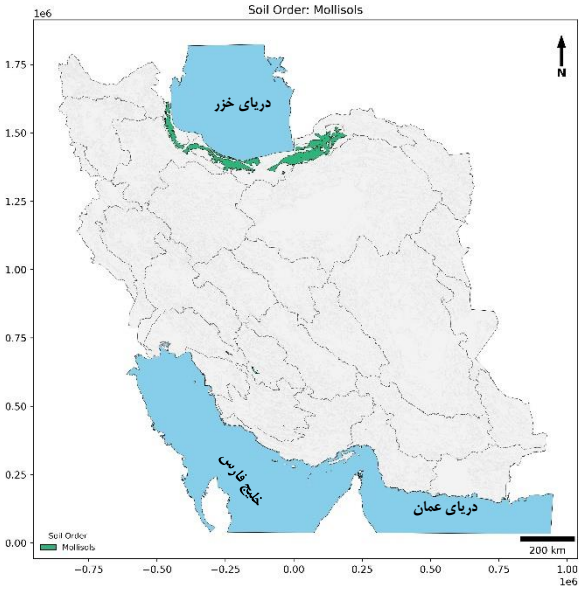
پوشش گیاهی طبیعی مستقر در مالی‌سول‌ها اغلب علفزار است، اما در برخی مناطق، به‌ویژه در خاک‌های کوهستانی یا خاک‌هایی با مواد مادری غنی از کلسیم، پوشش جنگلی نیز مشاهده شده است. آن‌ها می‌توانند در طیف وسیعی از شرایط دمایی وجود داشته باشند، اما فاقد یخ‌دائمی یا گلیسول[1] هستند (خاک‌هایی با اپیپدون مالیک و یخ‌دائمی به‌عنوان گلیسول طبقه‌بندی می‌شوند). این خاک‌ها به رطوبت کافی برای حمایت از رشد علف‌زارهای دائمی نیاز دارند (USDA, 1975).

پراکنش خاک‌های مالی‌سول در ایران

تقریبا ۳ میلیون و ۶۰۰ هزار هکتار از اراضی کشور (حدود ۲ درصد) در این رده طبقه‌بندی می‌شود (شکل ۷). زیررده اکوال[2] در تسلط رژیم رطوبتی اکوئیک است و به‌طور کلی خصوصیات خاک‌های اشباع را حتی درصورت زهکشی از خود نشان می‌دهد که عمدتاً در مناطق ساحلی خزر در استان‌های گیلان و مازندران تحت تأثیر آب‌های زیرزمینی بالا پراکنده شده‌اند. با توجه به حاصلخیزی بالای این خاک‌ها به‌طور کلی برای کشاورزی مناسب هستند اما به‌دلیل زهکشی پایین بیشتر برای محصولاتی مانند برنج

[1] Gelisols
[2] Aquoll

کاربرد دارند. دومین زیررده این خاک زیررده یودال[1] با رژیم رطوبتی یودیک و زهکشی مناسب به رنگ قهوه‌ای و مایل به قرمز قابل مشاهده است. این خاک‌ها در کنار خاک‌های زرال با رژیم رطوبتی زریک[2] در دشت‌های مازندران، گرگان و کوهستان‌های شیب‌دار زاگرس و البرز قابل مشاهده است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴). به‌طور کلی خاک‌های مالی‌سول اگرچه از لحاظ حاصلخیزی در سطح بالایی از عناصر غذایی قرار دارند و آبشویی عناصر اغلب ناچیز بوده است اما به‌دلیل توپوگرافی و زهکشی نامناسب بیشتر برای کاربری‌های جنگل‌کاری، جنگل‌داری، مرتع‌داری و برخی از محصولات کشت دیم مناسب هستند. البته در اراضی مسطح می‌توان به کشاورزی آبی مدیریت شده نیز مبادرت ورزید.



شکل ۷ – موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده مالی‌سول در ایران

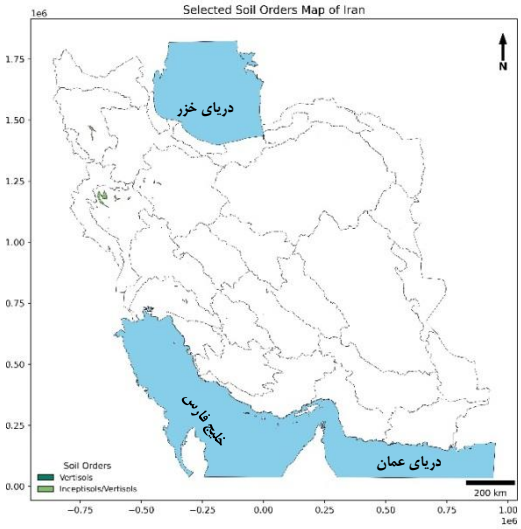
ورتی‌سول‌ها

ورتی‌سول‌ها خاک‌های رسی در مناطق نیمه‌خشک هستند، به همین سبب در طی سال در زمان خشک شدن منقبض و در هنگام مرطوب شدن منبسط می‌شوند که این فرایند باعث درز و ترک‌های عمیقی در عمق کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر در آن‌ها می‌شود. ورتی‌سول‌ها به‌دلیل مقدار و نوع رس موجود در آن‌ها، خاک‌هایی نسبتاً همگن محسوب می‌شوند؛ اما خاکدانه و ساختمان خاک دارای تفاوت‌هایی هستند. با توجه به این که این خاک‌ها در فصل مرطوب چسبناک و در فصل خشک سفت می‌شوند و یا به اصطلاح حرکت می‌کنند برای اغلب کاربری‌ها چون کاربری شهری، روستایی و کشاورزی‌های دیم نامناسب هستند. حرکت این خاک‌ها می‌تواند درختان را کج کند، پایه‌های حصار، تیرهای تلفن و برق را جابه‌جا کند و لوله‌های آب، سطوح جاده‌ها و فونداسیون‌های ساختمانی را بشکند. به‌دلیل دشواری در تعریف رژیم‌های رطوبتی خاک در ورتی‌سول‌ها، مدت باز و بسته شدن ترک‌ها برای تمایز رژیم‌های مختلف رطوبت خاک استفاده می‌شود. این رده معمولاً دارای میزان بالای رس، در حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد، بوده و سهم قابل توجهی از رس بسیار ریز نیز در بخش رس آن مشاهده می‌شود. ورتی‌سول‌ها غالباً در اراضی با شیب ملایم گسترش دارند، هرچند در تعداد محدودی از مناطق شیب‌دار نیز دیده می‌شوند. پوشش گیاهی طبیعی غالباً شامل علفزار، ساوانا، جنگل‌های باز یا بوته‌زارهای بیابانی است. بیشتر ورتی‌سول‌ها برای کشاورزی مکانیزه در صورتی که بارندگی یا آب آبیاری کافی وجود داشته باشد و روش‌های مدیریتی مناسبی دنبال شود، مناسب هستند. با این حال، مناطق بزرگی از ورتی‌سول‌ها در جهان کشت نمی‌شوند زیرا کشت آن‌ها به انرژی زیادی نیاز دارد، به‌ویژه در جایی که روش‌های سنتی با ورودی‌های کم استفاده می‌شود. این محدودیت یک ویژگی محدودکننده بزرگ در استفاده از زمین در این رده است (USDA, 1975).

پراکنش خاک‌های ورتی‌سول در ایران

به‌طورکلی تنها حدود ۲۲۰ هزار هکتار از خاک‌های ایران در رده ورتی‌سول قرار دارد که ۰/۱۳ درصد کل خاک‌های ایران شامل می‌شود (شکل ۸) که قسمت عمده آن در کرمانشاه، لرستان و بخش کوچکی از ایلام واقع شده است (USDA, 1975).

[1] Udolls
[2] Xerolls



شکل ۸- موقعیت جغرافیایی خاک‌های رده ورتی‌سول در ایران

اراضی متفرقه

اراضی متفرقه حدود نیمی از سطح کشور ایران را پوشش می‌دهد که تعریف علمی خاک شامل آن‌ها نمی‌شود. مثال‌هایی از اراضی متفرقه در جدول ۱ نشان داده شده است. اراضی متفرقه می‌توانند سطوحی درنتیجه اثرات فرسایش فعال، شست‌وشو توسط آب، شرایط نامطلوب خاک و یا ناشی از فعالیت‌های انسانی باشند (Soil Survey staff, 2017).

جدول ۱- تعدادی از اراضی متفرقه مورد استفاده به‌عنوان اجزای واحد نقشه خاک (Soil Survey staff, 1975)

نوع اراضی	توصیف اراضی
هزار دره[1]	اراضی شیب‌دار یا بسیار شیب‌دار که با کانال‌های زهکش متناوب در مواد نرم زمین از یکدیگر جداسازی می‌شوند. به‌طور معمول سنگی نبوده و در مناطق نیمه‌خشک و خشک قابل مشاهده است.
سواحل ماسه‌ای[2]	ماسه‌های ساحلی دریای خزر و خلیج‌فارس یا سنگ‌ریزه‌ها یا قلوه‌سنگ‌هایی که توسط امواج، جزرومد و یا طوفان‌های شدید مجدداً شسته شده است.
ماسه‌زار[3]	تل ماسه‌ها، پشته یا توده‌هایی از مواد بادرفتی سست که به‌طور معمول ماسه‌ای بوده و دچار فرسایش بادی شده و عاری از پوشش گیاهی هستند.
کلوت[4]	عوارض طبیعی و جغرافیایی در بیابان لوت که مشخصات هزاردره را دارند و در اثر عبور باد از دشت‌های رسی با حمل دانه‌های ماسه سطح دشت‌ها را شیار داده و باعث تشکیل این رخنمون می‌شود.
اراضی پوشیده از خاکستر[5]	خاکستر نرم و خروجی آتشفشانی را شامل می‌شود که ظرفیت نگهداری آب آن ضعیف است و قابلیت پایداری و ظرفیت بار بسیارکمی دارد.
کولاب‌ها و تالاب‌های گیاه‌پوش[6]	ناحیه آب‌گیر که با آب ساکن یا جریان‌های آبی کند پوشیده شده است و دارای پوشش سبزینه علفی و اغلب همراه با انباشتگی کم پیت است. گاهی به این مناطق علفزارهای تالابی نیز می‌گویند.
پلایا[7]	نواحی فاقد پوشش گیاهی، موقتاً سیلابی در کف حوضه‌های بسته مناطق خشک که در معرض فرسایش بادی قرار داشته و با ته‌نشست‌های ریزبافت پوشیده شده باشد.
اراضی سنگی و صخره‌ای[8]	صخره‌هایی که برهنه و عاری از پوشش گیاهی هستند که در کوهستان‌های کویر مرکزی قابل مشاهده‌اند.
برونزدهای صخره‌ای[9]	قسمت‌های عاری از پوشش گیاهی یا دارای پوشش خاکی کمتر از ۱۰ سانتی‌متر (لیتوسول‌های رده‌بندی قدیم) که در کوهستان‌های البرز و زاگرس متمرکز شده‌اند.
گنبدهای نمکی[10]	تپه‌های نسبتاً مرتفع نمکی در زاگرس جنوبی که مربوط به دوره کامبرین بوده است و از بین تشکیلات فارس برون‌زد دارد.
کفه‌های نمکی[11]	کفه‌های زهکشی نشده مناطق خشک با نهشته‌های سطحی، حاوی نمک‌های ثانویه که روی ته‌نشست‌های لایه‌ای شدیداً شور قرار گرفته‌اند.

[1] Badlands
[2] Costal sands
[3] Dune lands
[4] Kaluts
[5] Ashes covers
[6] Marshlands and lagoons
[7] Playas
[8] Stoney Rocklands
[9] Rock outcrops
[10] Salt Plugs
[11] Salt flats

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده توسط مخدوم (۱۳۹۰) و دانه‌کار و همکاران (۱۳۹۸) و همچنین مشورت با خبرگان حوزه آمایش سرزمین و جغرافیا، نیازهای مرتبط با معیار منابع خاک‌شناسایی و کاربری‌های مناسب هر یک از رده‌های خاک (بدون در نظر گرفتن سایر معیارهای محیطی و اثرات متقابل آن‌ها) در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر ایران که بیش از ۷۰٪ آن را اقلیم نیمه‌خشک و خشک تشکیل می‌دهد و نیز شرایط شدید توپوگرافی حاکم بر آن، اکثریت سطح کشور بعد از اراضی متفرقه، متعلق به سه رده آنتی‌سول، اریدی‌سول و اینسپتی‌سول است. خاک‌های آلفی‌سول و مالی‌سول منحصراً روی شیب شمالی رشته کوه البرز و نیز دشت‌های ساحلی دریای خزر که دارای اقلیم مرطوب و نیمه‌مرطوب است تشکیل شده است و مساحت آن‌ها از ۳ درصد مساحت کشور تجاوز نمی‌کند (بنائی و همکاران، ۱۳۸۴).

مطابق با مطالعات بنائی و همکاران (۱۳۸۴) مساحت خاک‌هایی که برای زراعت آبی اعم از محصولات سالیانه و باغی قابلیت دارند حدوداً ۲۷ میلیون هکتار یا ۱۷٪ از کل اراضی کشور را به خود اختصاص می‌دهند. مساحت خاک‌های مناسب که استعداد لازم برای مرتع‌داری و یا کشاورزی دیم را دارند حدود ۶۰ میلیون هکتار است که ۶۰٪ از کل اراضی را به خود اختصاص داده‌اند. البته طبق این مطالعات از مساحت اختصاص داده‌شده به کاربری مرتع‌داری حدود ۴ میلیون هکتار یا ۲/۵٪ از آن به‌علت شیب بسیار زیاد نیازمند حفاظت در برابر توسعه هستند.

خاک‌های آلفی‌سول به‌واسطه شرایط ویژه آن مانند حاصلخیزی زیاد، زهکشی خوب تا عالی برای کشاورزی آبی به‌خصوص برای محصولات با نیاز آبی متوسط بسیار مناسب هستند. عموماً آلفی‌سول‌ها در مناطقی توسعه یافته‌اند که از میزان بارندگی کافی برخوردارند؛ ازاین‌رو، این خاک‌ها به دلیل حاصلخیزی نسبتاً بالا و زهکشی مناسب، بستر مطلوبی برای توسعه کشاورزی دیم فراهم می‌آورند. برای کاربری مرتع‌داری نیز این رده از خاک می‌تواند قابلیت بالایی داشته باشد اما به‌دلیل محتویات بافت این رده که شامل درصد زیادی رس است می‌تواند از لحاظ فرسایش و فشردگی خاک دارای محدودیت‌هایی باشد.

جنگل‌داری (صنعتی، نیمه‌صنعتی و حفاظتی) و نیز جنگل‌کاری از جمله کاربری‌های پیش‌بینی شده (زرین کفش، ۱۳۸۶) برای این رده از خاک به‌واسطه حاصلخیزی، زهکشی و شرایط اسیدیته آن است. اگرچه این رده دارای قابلیت کمی برای آبزی‌پروری (گرمابی و سردابی) به‌دلیل وضعیت زهکشی در آبزی‌پروی سردابی و شرایط قلیایی حاکم بر آن برای آبزی‌پروی گرمابی است اما با به‌کارگیری شرایط مدیریتی مناسب می‌توان تاحدی برای این کاربری‌ها نیز قابلیت در نظر گرفت. این رده به‌دلیل فقدان شرایط شوری زیاد و بافت غنی از رس، فاقد توانایی برای کاربری پرورش میگو است. براساس پایداری ساختمان بالا و حاصلخیزی مناسب، رده آلفی‌سول برای توسعهٔ روستایی و شهری دارای توان بالایی است اما توسعهٔ شهری با محدودیت فرسایش خاک و از بین رفتن پوشش طبیعی همراه است. توسعهٔ صنعتی نیز در این رده خاک دارای قابلیت متوسطی است اما نیاز به ارزیابی اثرات توسعه جهت ارزیابی پایداری خاک و وضعیت زهکشی متناسب با صنعت احداثی، وجود دارد. با توجه به این که این رده خاک در اقلیم‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب یافت می‌شود برای انواع کاربری گردشگری نیز مناسب است.

رده اریدی‌سول به‌دلیل توسعه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک با بافت شنی، مواد آلی اندک، لایه‌های کربنات کلسیم و نیز شوری برای کاربری دیم‌کاری، جنگل‌داری، جنگل‌کاری، آبزی‌پروری سردابی، آبزی‌پروری گرمابی و پرورش میگو نیز نامناسب است. البته در پرورش میگو اگر به منطقه ساحلی[1] نزدیک باشد دارای قابلیت ضعیفی است. این رده برای کشاورزی آبی و توسعهٔ روستایی و مرتع‌داری با گونه‌های خاصی دارای قابلیت ضعیف تا متوسط است. بزرگ‌ترین محدودیت این رده برای این کاربری‌ها محدودیت آن در تأمین آب است که نیازمند مدیریت مناسب جهت بهره‌برداری است. بهینه‌ترین کاربری برای این رده توسعهٔ شهری و روستایی است که از پایداری مناسبی برخوردار است. همچنین به‌دلیل تشکیل رخنمون‌های ویژه این رده برای کاربری گردشگری نیز دارای توان بالایی است.

آنتی‌سول‌ها خاک‌های جوانی هستند که حاصلخیزی بسیار پایینی داشته و از لحاظ زهکشی و ظرفیت نگهداری آب

[1] Coastal Zone

دارای توانایی بسیار پایینی است اما به‌دلیل ساختمان خاک آن جزو خاک‌های پایدار محسوب می‌شود و از این لحاظ دارای توان مناسبی برای کاربری‌هایی چون کاربری توسعهٔ شهری، توسعهٔ صنعتی و گردشگری محسوب می‌شود اما برای سایر کاربری‌ها فاقد توانایی است. مرتع‌داری و نیز توسعهٔ روستایی مرتبط با مشاغل دام‌داری و دام‌پروری نیز به‌صورت محدود قابل بهره‌برداری است.

اینسپتی‌سول‌ها خاک‌هایی جوان با حداقل توسعه افق‌های ژنتیکی هستند و معمولاً تنها نشانه‌های اولیه تکوین پروفیل را نشان می‌دهند. این رده در طیفی گسترده از اقلیم‌ها و محیط‌های ژئومورفولوژیک پراکنش دارد و از نظر گستره مکانی، یکی از رده‌های رایج خاک در جهان به شمار می‌آید. به دلیل سن ژئومورفولوژیکی جوان، میزان تجمع مواد آلی و عناصر غذایی در این خاک‌ها معمولاً کم تا متوسط است، ازاین‌رو قابلیت بهره‌برداری آن‌ها برای کاربری‌های مختلف متفاوت بوده و به درجه مدیریت و اصلاح خاک وابسته است. اینسپتی‌سول‌ها برای کشاورزی آبی، در صورت مدیریت صحیح آب و تغذیه گیاهی (به‌ویژه افزودن کود و مواد اصلاحی)، می‌توانند توان تولیدی متوسط تا خوبی داشته باشند. بااین‌حال، ضعف نسبی در ساختمان خاک ممکن است موجب محدودیت‌هایی مانند ظرفیت پایین‌تر نگهداشت آب شود. در شرایط دیم نیز این رده می‌تواند قابلیت مناسبی داشته باشد، اما عملکرد آن به‌شدت تابع اقلیم (به‌ویژه بارش) و شیوه‌های مدیریتی ازجمله بهبود حاصلخیزی، افزایش ماده آلی و به‌کارگیری روش‌های حفاظتی است. کاربری مرتع‌داری به‌ویژه در مناطقی که آب‌وهوا و پوشش گیاهی حمایت کننده، وجود دارد نیز در رده اینسپتی‌سول قابل توسعه هستند. با این حال، چرای بیش از حد می‌تواند منجر به فرسایش خاک برای این رده شود. به‌وسیله‌ی اصلاحات مدیریتی مثل بهبود حاصلخیزی می‌توان تولیدات انبوه در کاربری جنگل‌داری و نیز فعالیت‌های جنگل‌کاری را از این رده انتظار داشت و عموماً دارای توان مناسبی برای این دو کاربری است. توسعهٔ این رده در نواحی‌ای که فاقد وضعیت مناسب از لحاظ آب (دما و جریان)، اسیدیته، وضعیت توپوگرافی و عدم شوری است، این رده را از استقرار کاربری‌های مربوط به آبزی‌پروری در هر سه سطح سردابی، گرمابی و پرورش میگو نامناسب تعیین می‌کند.

به‌دلیل محدودیت‌هایی مانند زهکشی نامناسب، فرسایش‌پذیری بالا و پایداری کم، اینسپتی‌سول‌ها ظرفیت پایینی برای توسعه‌های شهری و صنعتی دارند. در مقابل، برای توسعه روستایی توان متوسطی برای این رده در نظر گرفت، البته با این شرط که محدودیت‌هایی همچون زهکشی و خطر فرسایش در برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی مدنظر قرار گیرد. از سوی دیگر، این رده برای کاربری‌های گردشگری و ایجاد پارک‌های طبیعی معمولاً پتانسیل بالایی دارد؛ زیرا نیاز این کاربری‌ها به پایداری سنگین سازه‌ای کمتر است و با مدیریت صحیح می‌توان از مزایای محیطی آن بهره‌برداری کرد. بااین‌حال، فرسایش خاک و فشردگی ناشی از تردد گردشگران از مهم‌ترین محدودیت‌هایی هستند که باید در این کاربری مورد توجه قرار گیرند.

براساس طبقه‌بندی USDA، مالی‌سول‌ها از حاصلخیزترین خاک‌های روی زمین هستند که با لایه‌ی بالایی تیره و ضخیم غنی از مواد آلی از سایر رده‌ها متمایز می‌شوند. حاصلخیزی و ساختمان پایدار این خاک‌ها، این رده را برای اکثر کاربری‌ها مناسب قلمداد می‌کند که بسته به نوع خاص توسعه، برای آن نقاط قوت و محدودیت‌هایی وجود دارد. کشاورزی آبی، کشاورزی دیم و مرتع‌داری از جمله کاربری‌هایی هستند که این رده از خاک برای توسعهٔ آن‌ها دارای توان بسیار بالایی است. مواد مغذی بسیار غنی، افق‌های عمیق خاک، قابلیت زیاد آن برای نگهداری آب در خاک، اسیدیته مناسب و توانایی حمایت از اکوسیستم‌های متنوع از جمله ویژگی‌هایی است که این رده را برای کاربری‌های ذکرشده مناسب کرده است. اگرچه کاربری‌هایی مانند توسعهٔ‌های روستایی، شهری، صنعتی و گردشگری نیز در این رده دارای توانایی بسیار بالایی به دلیل ساختمان پایدار خاک است اما تولیدات بسیار انبوه حاصله از این رده در کاربری کشاورزی بر توسعه‌های یادشده دارای ارجحیت است. اگرچه مالی‌سول‌ها دارای ویژگی‌های بسیار ارزشمندی است اما به دلیل توسعهٔ آن‌ها در نواحی مرتفع، فقدان جریان‌های سرد یا پیکره‌های آبی و دوری از نواحی ساحلی برای فعالیت‌هایی چون آبزی‌پروری سردابی، آبزی‌پروری گرمابی و پرورش میگو فاقد توان است(Brady and Weil, 2013).

ورتی‌سول‌ها جزو پرچالش‌ترین رده‌های خاک محسوب می‌شوند که در دوره‌های خشک و مرطوب مرتباً دچار انقباض و انبساط می‌شوند. همچنین این رده از خاک حاوی مقدار زیادی رس در بافت خود است که از لحاظ ویژگی‌های مختلفی از جمله زهکشی بسیار ضعیف است و برای استقرار بسیاری از کاربری‌ها به‌ویژه کاربری‌های روستایی، شهری و صنعتی و نیز کاربری‌های جنگل‌داری و جنگل‌کاری، ناپایدار قلمداد می‌شوند(USDA,1975) اگرچه ورتی‌سول دارای حاصلخیزی بالایی به‌منظور گسترش فعالیت‌های کشاورزی آبی، کشاورزی دیم و مرتع‌داری است اما به دلیل محتوی زیاد رس‌های منقبض شونده و زهکشی ضعیف، نیازمند مدیریت مناسب با هزینه‌های زیاد و شناسایی دقیق دوره‌های خشکی و رطوبت است. زهکشی نامناسب این رده و نیز عدم توسعه آن در نواحی ساحلی عملاً این رده را برای پرورش میگو فاقد توان می‌کند. این رده توانایی بالایی برای استقرار کاربری گردشگری ندارد و به‌طور معمول برای کاربری گردشگری نیز نامناسب تلقی می‌گردد. با توجه به محدودیت شدید این رده از خاک‌ها، حفاظت از آن‌ها در برابر توسعه و نیز فعالیت‌های احیایی، بهینه‌ترین استفاده از این رده از خاک محسوب می‌شود. اراضی متفرقه به‌طورکلی مناطقی با مواد غیرخاکی، خاک‌های آشفته و یا مناطقی با ویژگی‌های غیرخاکی مانند رخنمون‌های سنگی هستند که برای هیچ‌یک از کاربری‌های ذکرشده مناسب نیستند. اما به‌دلیل وجود پدیده‌های منحصربه‌فرد از لحاظ گردشگری می‌توانند دارای توان باشند اما به سبب حساسیت بسیار شدید این رده، بهره‌برداری از آن حتماً باید زیر نظر متخصصان و کارشناسان مربوطه صورت گیرد.

جدول ۲- انطباق کلان‌کاربری‌ها با رده‌های خاک موجود در ایران (منبع: پژوهش حاضر)

ردیف	نام رده		کاربری و فعالیت‌های قابل توسعه												
			کشاورزی آبی	کشاورزی دیم	مرتع‌داری	جنگل‌داری	جنگل کاری	آبزی‌پروری سردابی	آبزی‌پروری گرمابی	پرورش میگو	توسعه روستایی	توسعه شهری	توسعه صنعتی	گردشگری	حفاظت
۱.	آلفی‌سول	Alfisols	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–
۲.	اریدی‌سول	Aridisols	*	–	*	–	–	–	–	*	*	*	*	*	–
۳.	انتی‌سول	Entisols	–	–	*	–	–	–	–	–	*	*	*	*	–
۴.	اینسپتی‌سول	Inceptisols	*	*	*	*	*	–	–	–	*	–	–	*	–
۵.	مالی‌سول	Molisols	*	*	*	*	*	–	–	–	*	*	*	*	–
۶.	ورتی‌سول	Vertisols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*
۷.	اراضی متفرقه	Miscellaneous	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*

منابع

ایوبی، س.، و جلالیان، ا. (۱۳۸۵). ارزیابی اراضی: کاربردهای کشاورزی و منابع طبیعی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

بنائی، م. ح.، معمنی، ع.، بایبردی، م.، و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۴). خاک ایران: دستاوردهای نوین در شناخت، مدیریت و بهره‌برداری. انتشارات سنا.

حیدری، ا. (۱۴۰۰). عوامل و فرآیندهای تشکیل خاک در اقلیم‌های مختلف ایران: مرور پژوهش‌های دو دهه اخیر در گروه علوم خاک دانشگاه تهران. مجله تحقیقات خاک و آب ایران، ۵۳(۳)، ۶۰۳–۶۳۲.

دانه‌کار، ا.، جعفری، س. ح.، طاهری سرتاش‌نژاد، ف.، صمدی کوچک‌سری، ب.، عزیزی جلیلیان، م.، و مشهدی رفیعی، م. (۱۳۹۸). مطالعات سند ملی آمایش سرزمین: ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین. مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری.

زرین‌کفش، م. (۱۳۸۶). طبقه‌بندی مراتع، حوزه‌های آبخیز و بیابان‌زایی (جلد اول). انتشارات جهانگیر.

مخدوم، م. (۱۳۹۰). شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران.

نظری، پ.، جعفرزاده، ع. ا.، شهبازی، ف.، و رضایی، ح. (۱۳۹۸). ویژگی‌های مورفولوژیک آندوسول‌های جنگل‌های ارسباران. شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2013). The nature and properties of soils (14th ed.). Pearson.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1998). World reference base for soil resources. FAO.

Islam, M. R., Chowdhury, M. S. A., & Amin, M. S. (2021). Studies on the environmental and agroforestry systems of the Entisol order soils of Bangladesh. International Journal of Research and Scientific Innovation, 8(8), 2321–2705.

Khormali, F., Abtahi, A., Mahmoodi, S., & Stoops, G. (2003). Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran. Catena, 53(3), 273–301.

Khresat, S. (2005). Formation and properties of Inceptisols (Cambisols) of major agricultural rainfed areas in Jordan. Archives of Agronomy and Soil Science, 51(1), 15–23.

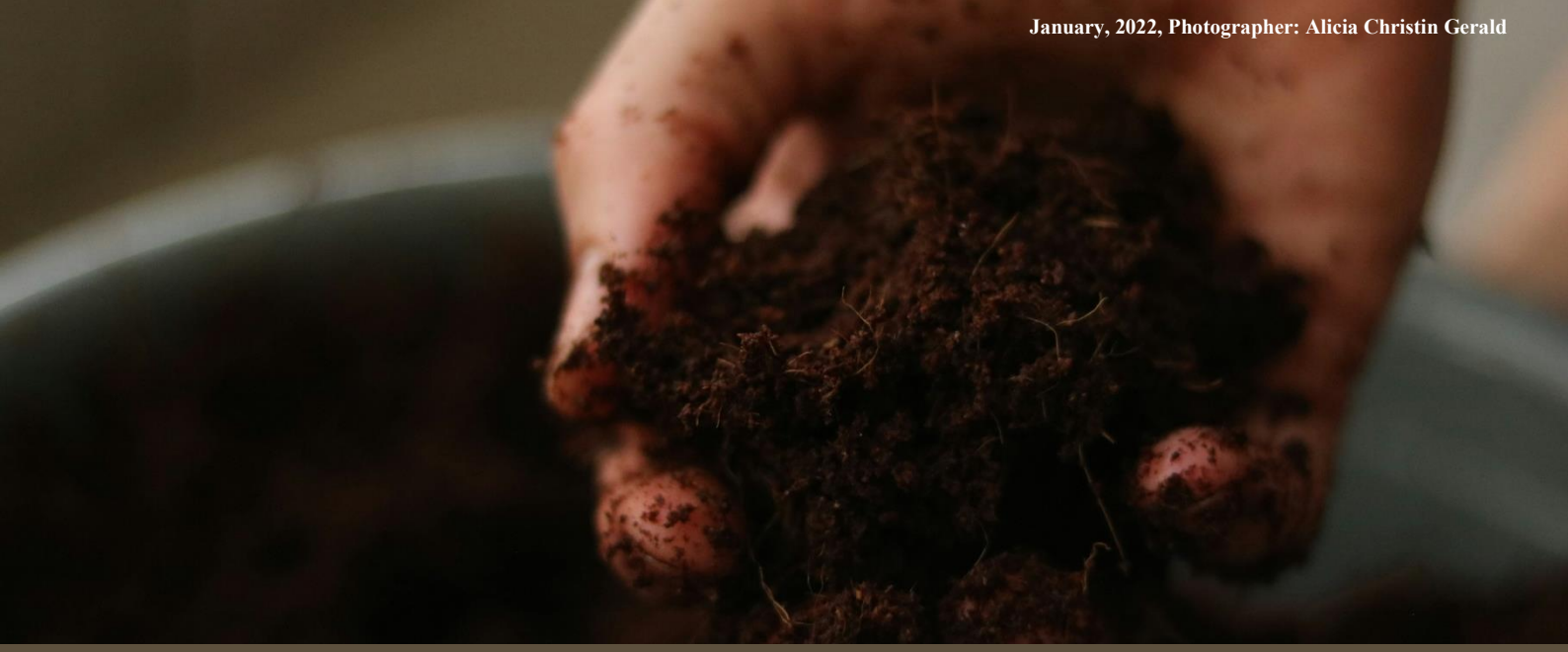
Raj Kumar, B. D., Sharma, P. K., Sidhu, G. S., & Brar, J. S. (2005). Characteristics, classification and management of Aridisols of Punjab. Journal of the Indian Society of Soil Science, 53(1), 21–28.

Soil Survey Staff. (1975). Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.

Soil Survey Staff. (1999). Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (2nd ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Soil Survey Staff. (2017). *Soil survey manual*. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

White, R. E. (2005). Principles and practice of soil science: The soil as a natural resource (4th ed.). Blackwell Publishing.



January, 2022, Photographer: Alicia Christin Gerald

Soil Orders and Land Use Development

Mahshid Eskandari
M.Sc. student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
Author's E-mail: mahi.esskandari@ut.ac.ir

Abstract

There are twelve major soil orders in the world, of which only seven have been identified in Iran. Due to Iran's climatic conditions, more than 70 percent of Iran is characterized by arid and semi-arid climates, and considering its highly varied topography, most of the land area, excluding miscellaneous lands, belongs to three soil orders: Entisols, Aridisols, and Inceptisols. Alfisols and Mollisols occur exclusively on the northern slopes of the Alborz Mountains and within the coastal plains of the Caspian Sea, where humid to sub-humid climates prevail; together, these soils cover less than three percent of the country. Alfisols are well-suited for agriculture, rangeland management, forestry, and afforestation, but they have limited potential for warm-water and cold-water aquaculture and show no capability for shrimp farming. This order has high potential for rural and urban development, moderate suitability for industrial development, and is also favorable for tourism activities. Aridisols are unsuitable for dryland farming, forestry, afforestation, warm-water and cold-water aquaculture, and shrimp production. They show low to moderate potential for irrigated agriculture, rural development, and rangeland use. Urban development, rural expansion, and tourism are considered appropriate land uses for this soil order. Entisols have suitable potential for urban, industrial, and tourism development; however, they lack the capability for most other land uses. Only limited rangeland use and restricted rural development are considered feasible. Inceptisols have moderate to good capability for agriculture and rangeland management. They are also suitable for forestry and afforestation, but are not appropriate for any form of aquaculture. Their potential for urban and industrial development is low, while they offer moderate suitability for rural development and high tourism potential. Mollisols are well suited to most land uses except aquaculture, for which they show little to no capability. Vertisols are unsuitable for rural, urban, and industrial development as well as forestry and afforestation. However, due to their high natural fertility, they offer strong potential for irrigated and dryland farming and for rangeland management. They show little capability for aquaculture or tourism development. Miscellaneous lands are unsuitable for all major land uses but may possess significant potential for tourism due to their unique natural features.

Keywords: Alfisols, Aridisols, Entisols, Inceptisols, Vertisols, Miscellaneous lands

Eskandari, M. (2025). Soil Orders and Land Use Development. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 88-102.

تالاب استیل، آستارا، گیلان، شهریور ۱۴۰۲، عکاس: فراز آهنین

ساختار و عملکرد کولاب‌های ساحلی با معرفی آنها در کشور

افشین دانه‌کار[۱]، بهاره صمدی کوچکسرائی[۲*]

۱- استاد، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- پژوهشگر، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: bahareh.samadi.k@ut.ac.ir

چکیده

کولاب ساحلی- دریایی پهنهٔ آبی کم‌عمقی است که جدا از دریا اما اغلب در مجاورت و مرتبط با آن قرار دارد. با توجه به اهمیت کولاب‌ها که مستعد تولید بالا و ایجاد زیستگاه‌های مناسب هستند، شناسایی و مطالعهٔ آن‌ها حائز اهمیت است. این پهنه‌های آبی به دو گروه آتول و کولاب‌های ساحلی تقسیم می‌شوند. با توجه به نبود کولاب آتول در ایران، موضوع این بررسی، کولاب‌های ساحلی است که تحت‌تأثیر موانع و سدهای ساحلی پدید می‌آیند و شامل کولاب‌های ناحیهٔ ساحلی، کولاب‌های کرانه‌ای و کولاب‌های دهانه‌ای هستند. این تحقیق، ضمن مروری بر رسوب‌شناسی و تولید زیستی کولاب‌ها، به بررسی تأثیرات انسانی آن‌ها پرداخته و به تحلیل موقعیت کولاب‌های ساحلی ایران و تغییرات زمانی آن‌ها می‌پردازد. با استفاده از برنامهٔ Google Earth، خط ساحلی جنوبی دریای خزر شامل مناطق ساحلی سه استان شمالی ایران و خط ساحلی قسمت شمالی خلیج‌فارس و دریای عمان شامل مناطق ساحلی چهار استان جنوبی ایران از نظر وجود کولاب ساحلی، مورد بررسی قرار گرفت. ۲۲ کولاب ساحلی با وسعتی حدود ۲۰ هزار هکتار شناسایی شد که ۱۴ کولاب متعلق به سواحل جنوبی و ۸ کولاب مربوط به سواحل شمالی بودند. این کولاب‌ها شامل انواع کولاب‌های مسدود، محصور، کرانه‌ای و خورکولاب هستند که از این میان، کولاب انزلی، کولاب کیاشهر و کولاب استیل، پیش از این نیز به نام کولاب معرفی شده بودند. مطابق نتایج، ایران دارای کولاب‌های ساحلی، کرانه‌ای و دهانه‌ای بوده و انواع دریایی (آتول) در آن مشاهده نمی‌شود. همچنین تمام کولاب‌های دهانه‌ای از نوع خورکولاب بوده و کولاب مصبی مشاهده نشده است.

کلیدواژه‌ها: کولاب کرانه‌ای، کولاب دهانه‌ای، خورکولاب، کولاب مسدود، کولاب محصور

دانه کار، ا.، صمدی کوچکسرائی، ب. (۱۴۰۴). ساختار و عملکرد کولاب‌های ساحلی با معرفی آنها در کشور. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۱۰۳-۱۱۹.

مقدمه

Lagoon، از لغت ایتالیایی laguna به معنای پهنهٔ آبی کم‌عمق گرفته شده که این کلمه نیز به نوبهٔ خود، مشتق شده از کلمهٔ لاتین lacuna به معنای استخر، حفره یا شکاف است (Miththapala, 2013). کولاب برابر فارسی واژه Lagoon است که گاه در مراجع فارسی به‌صورت لاگون نیز نوشته شده است. واژه لاگون برای پهنه‌های آبی طبیعی و غیرطبیعی متداول شده است. به آب‌های جمع‌شده در یک گودال با سازهٔ طبیعی یا بدون سازهٔ طبیعی به‌منظور هوادهی و انجام فرایندهای تصفیه‌ای نیز لاگون می‌گویند و کمتر معادل فارسی کولاب برای آن به کار گرفته می‌شود. با این وجود، لاگون یا کولاب در طبیعت، فرورفتگی‌های پرشده از آب است. در داخل خشکی‌ها تفاوت کولاب با دریاچه در آن است که دریاچه در پایاب یک حوضهٔ آبریز در پست‌ترین و فروافتاده‌ترین بخش یک دشت شکل می‌گیرد، اما کولاب، فرورفتگی‌هایی در خشکی است که توسط آب سطحی به‌طور طبیعی یا با مداخله انسانی (مانند چاه نیمه‌های سیستان) پر آب شده اما در پایاب یک حوضه آبریز یا آبخیز قرار ندارد بلکه در میانه آن واقع است (Schwartz, 2006). کولاب به سیمای آبی یک تالاب بزرگ که بخش‌های زیادی از آن گیاه‌پوش است نیز گفته می‌شود. کولاب انزلی بخش آبی تالاب انزلی است.

کولاب‌های ساحلی در خشکی هم‌جوار دریا یا دریای هم‌جوار با خشکی شکل می‌گیرند. این نوع کولاب، پهنهٔ آبی کم‌عمقی است که جدا از دریا اما اغلب در مجاورت و مرتبط با آن قرار دارد. کولاب ساحلی، پهنهٔ آبی کم‌عمق شیرین، لب‌شور یا شوری است که توسط عوارض طبیعی محصور شده ولی از طریق مجرا یا مجراهایی به دریا راه دارد. این عوارض طبیعی می‌تواند یک جزیرهٔ سدی، آبسنگ مرجانی یا زبانهٔ ماسه‌ای باشد. اغلب چنین به‌نظر می‌رسد که کولاب به‌واسطهٔ چنین عوارضی از پهنهٔ آبی بزرگ‌تر مجاور خود جدا شده است (Kennish & Paerl, 2010).

کولاب‌های ساحلی گاه به شکل پیکرهٔ آبی توسعه‌یافته در ساحل، هم‌جوار با دریا یا مرتبط با دریا دیده می‌شوند. بنابراین می‌توانند بسته یا نیمه‌بسته باشند، اما اکثر این پهنه‌های آبی، به‌طور متناوب، حداقل به یک یا چند شاخابهٔ مرتبط با دریا یا دریاچه‌های بزرگ اتصال دارند. برخی پژوهشگران مانند Oertel (۲۰۰۵)، سیستم‌های کاملاً بسته یا کوچک‌تر را دریاچهٔ ساحلی[1] یا آبگیر ساحلی[2] نامیده‌اند. با این وجود، پهنه‌هایی که از طریق شاخابه‌ای به آب دریا ارتباط دارند، می‌توانند با خلیج کوچک ساحلی[3] اشتباه شوند (Kennish, 2015). بنابراین لازم است ویژگی‌های ساختاری و عملکردی کولاب‌ها و تشخیص انواع آن به درستی صورت گیرد. اکوسیستم‌های ساحلی، به‌دلیل تولید بالا، منابع زیستی و خدمات اکوسیستمی، نقشی حیاتی در زندگی انسان بازی می‌کنند (UNISDR/UDNP, 2012).

در منطقهٔ ساحلی، تعداد زیادی اکوسیستم ساحلی شامل آبسنگ‌های مرجانی، علفزارهای دریایی، مانگرو، علفزارهای تالابی شور، مناطق جزرومدی، کولاب‌ها و مصب‌ها وجود دارند. هر کدام از این اکوسیستم‌ها، دارای غنای گونه‌ای بوده و خدمات حیاتی به بشر ارائه می‌کنند (Anthony et al., 2009). هر گونه تغییر در یک اکوسیستم، روی اکوسیستم‌های مجاور، بالادست یا پایین‌دست، تأثیرگذار خواهد بود. یک اکوسیستم سالم، تنها فراهم‌کنندهٔ کالا (آب، سرپناه، غذا، سوخت، مواد خام، دارو و مواد ژنتیکی) نیست، بلکه علاوه‌بر این موارد، خدماتی همچون حفاظت از خط ساحلی در برابر مخاطرات آب‌وهوایی، جذب کربن و پالایش آلاینده‌ها را نیز فراهم می‌آورد (Krishnana & Soni, 2011). بنابراین در قدم

[1]. Coastal lake
[2]. Coastal pond
[3]. Coastal bays

اول، شناخت ساختار و شکل اکوسیستم‌ها از نظر فیزیکی، رویکردی برای مدیریت کارآمدتر آن‌ها است.

انواع کولاب‌های منطقهٔ ساحلی

کولاب‌های منطقهٔ ساحلی طیف وسیعی دارند، برخی از آن‌ها در آب‌های ساحلی (دریای هم‌جوار خشکی) و گاه در فاصلهٔ دور از خشکی در دریا شکل می‌گیرند (کولاب‌های دریایی)، برخی در ناحیه کرانه‌ای[۱] (کولاب جزیره سدی)، تعدادی در دهانهٔ شاخابه‌های ساحلی (مانند خورکولاب و کولاب دهانه‌ای) و برخی نیز در ناحیهٔ ساحلی[۲] (خشکی هم‌جوار دریا) شکل می‌گیرند (مانند کولاب‌های بسته، محصور و منفذدار) (Schwartz, 2006) که ویژگی‌های هریک به اختصار معرفی می‌شود.

۱- کولاب دریایی

کولاب آتول[۳]، کولاب دریایی را شکل می‌دهد. ساختمان آن متشکل از یک آبسنگ مرجانی مدور یا رشته‌ای از جزایر مرجانی است (شکل ۱) که یک بخشی از دریا را در برگرفته و از طریق چند مجرا توسط جزرومد آبگیری می‌شود. کولاب‌های آتول از کولاب‌های ساحلی عمیق‌تر بوده و گاه به عمق ۲۰ متر می‌رسند. آتول هووادهو[۴] در مالدیو[۵]، تنها با مساحت ۳۸/۵ کیلومتر مربع، کولاب وسیعی به وسعت حدود ۳۱ هزار کیلومتر مربع را محاصره کرده است (Miththapala, 2013). از آنجا که در ایران کولاب آتول وجود ندارد، کولاب های مورد بحث در این مقاله، صرفاً محدود به کولاب‌های ساحلی[۶] هستند.

۲- کولاب‌های ناحیهٔ ساحلی

کولاب‌هایی که در ناحیهٔ ساحلی (خشکی مجاور دریا) شکل می‌گیرند، می‌توانند جوان یا قدیمی باشند و بر این اساس، شکل و ساختار متفاوتی دارند. کولاب‌های ناحیهٔ ساحلی می‌توانند مرتبط با آب‌های دریایی یا جداافتاده از آب دریا باشند، حالت اخیر در کولاب هایی مشاهده می شود که قدیمی هستند و فرایندهای رسوبی سبب قطع ارتباط آن‌ها با دریا شده است، این دسته از کولاب‌ها، جزء کولاب‌های آب شیرین ساحلی[۷] قرار دارند. برخی از این دسته از کولاب‌ها در دلتاهای بزرگ ساحلی دیده می‌شوند (مانند کولاب‌های دلتای سفید رود در ایران). کولاب‌هایی که در ناحیهٔ ساحلی همچنان با آب‌های دریا مرتبط هستند، اغلب در گروه کولاب‌های لب‌شور ساحلی[۸] قرار می‌گیرند. این دسته از کولاب‌ها در بخش فرورفته و چاله‌مانند خشکی ناحیهٔ ساحلی شکل می‌گیرند و از طریق یک یا چند مجرا به آب دریا یا نظام هیدرولوژیک خشکی مرتبط هستند و با گذشت زمان ارتباط آن‌ها می‌تواند از دریا قطع شود. در این خصوص ۳ نوع کولاب قابل‌تشخیص است (Kennish & Paerl, 2010).

الف) کولاب‌های مسدود شده[۹]

این کولاب‌ها در بخش خشکی منطقهٔ ساحلی قرار دارند و ارتباط آبی آن‌ها با دریا قطع شده و یا به حداقل رسیده است. در مناطقی که انرژی امواج دریا بالا است، می‌توانند تحت‌تأثیر ترشح امواج قرار گیرند، اما ارتباط منظم جزرومد با این کولاب‌ها قطع شده است. این کولاب‌ها یا از روان‌آب‌ها و منابع آب زیرزمینی بخش خشکی تغذیه می‌شوند و یا می‌توانند بی‌ارتباط با نظام هیدرولوژیک خشکی باشند. در حالت اخیر، به سبب تبخیر در شرایط شوری بالا قرار خواهند گرفت و ابتدا یک کولاب شور ساحلی[۱۰] را شکل می‌دهند و در بلندمدت به سبب تبخیر

---

۱. ناحیه کرانه ای از بالاترین حد نفوذ آب در خشکی تا عمق بسته شدن نیمرخ رسوب‌گذاری در آب‌های هم‌جوار خشکی (عمق حدود ۱۰متر) را شامل می‌شود.

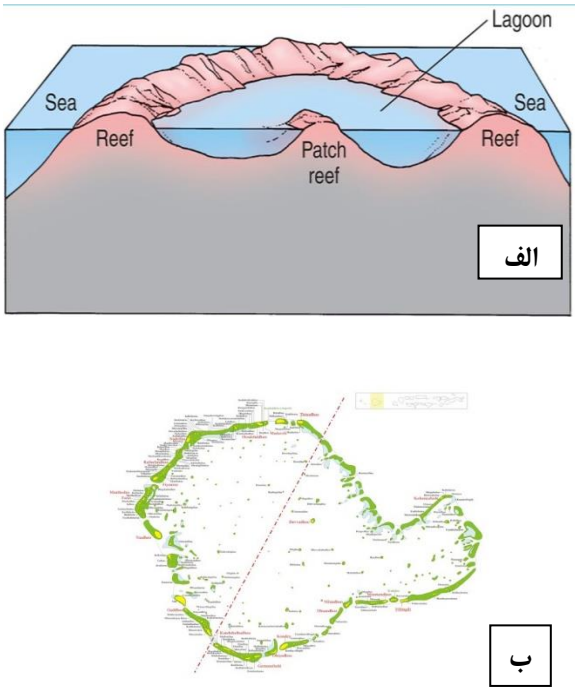
۲. خشکی هم‌جوار با دریا

3. Atoll lagoon
4. Huvadhu
5. Maldives
6. Coastal lagoons

7. Coastal freshwater lagoons
8. Coastal brackish lagoons
9. Choked lagoons
10. Coastal saline lagoons

آب تا شکل‌گیری یک شوره‌زار ساحلی پیش می‌روند. این کولاب‌ها اگر آب جویبارها، رودها یا چشمه‌سارهای خشکی را دریافت کنند، همچون یک آبگیر یا دریاچهٔ کوچک جلب نظر می‌کنند و به‌تدریج مسیر تحول و تکامل دریاچه‌ای را پشت سر می‌گذارند (از یک پیکرهٔ الیگوترفیک[1] به مزوتروفیک[2]، سپس به یوتروفیک[3] و دیستروفیک[4]).

کولاب‌های موندل[5] در سریلانکا، سونگلا[6] در تایلند و لاگوا دوس پاتوس[7] در برزیل (Kennish, 2015)، کولاب استیل عباس‌آباد در آستارا، تالاب انزلی و کولاب کیاشهر نمونه‌هایی از کولاب‌های مسدود شده در کشور با آب شیرین است (شکل ۲). آب کولاب‌های مسدودشده اغلب شیرین و در موارد استثنا با قطع جریان‌های آبی خشکی، شور است.



شکل ۱- نگاره‌ای از کولاب‌های آتول (الف: الگوی یک آتول، ب: آتول هو وادهو در مالدیو) (Huvadhu Atoll, 2007)

1. Oligotrophic
2. Mesotrophic
3. Eutrophic
4. Dystrophic
5. Mundel
6. Songkhla
7. Lagoa dos Patos

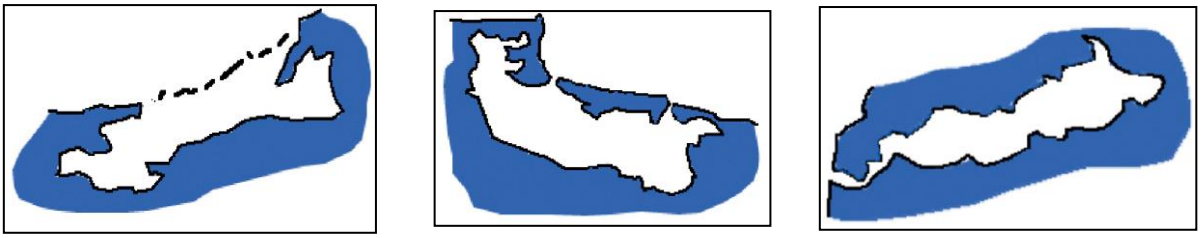
ب) کولاب‌های محصور[8]

این کولاب‌ها، دارای بیش از یک کانال ارتباطی با دریا هستند و تبادل آب آن‌ها با دریا از طریق جزرومد یا تراز عمومی آب دریا برقرار است. با این وجود، این دسته از کولاب‌ها می‌توانند از حوضهٔ آبریز خشکی نیز مشروب شوند. باد نقش مهمی در این کولاب‌ها بازی می‌کند. در اثر وزش باد، جریانات سطحی به‌وجود می‌آیند و سبب اختلاط آب می‌شوند. زمان گردش و چرخش آب در این کولاب‌ها بیشتر و ماندگاری آب بسیار کوتاه‌تر از کولاب‌های بسته است. کولاب‌های اوپار[9] در سریلانکا و لاگونا دترمینوس[10] در مکزیک (Kennish & Paerl, 2010)، نمونه‌هایی از کولاب‌های محصور هستند (شکل ۲). آب این کولاب‌ها اغلب شیرین تا لب‌شور است.

ج) کولاب‌های منفذدار[11]

این کولاب‌ها در بخشی از خشکی هموار مجاور دریا شکل می‌گیرند که از طریق کانال یا مجاری ارتباطی متعددی با آب‌های دریای مجاور مرتبط هستند. تبادل آب و جریانات سریع آب برقرار است (شکل ۲). می‌سی‌سی‌پی ساوند[12] در آمریکا، نمونه‌ای از این نوع کولاب‌ها محسوب می‌شود (Miththapala, 2013). آب این کولاب‌ها اغلب شور تا لب‌شور است.

8. Restricted lagoons
9. Uppar
10. Laguna de Terminos
11. Leaky lagoons
12. Mississippi Sound



شکل ۲- از راست به چپ: کولاب‌های بسته، محصور، منفذدار (Miththapala, 2013)

۳- کولاب‌های کرانه‌ای[1]

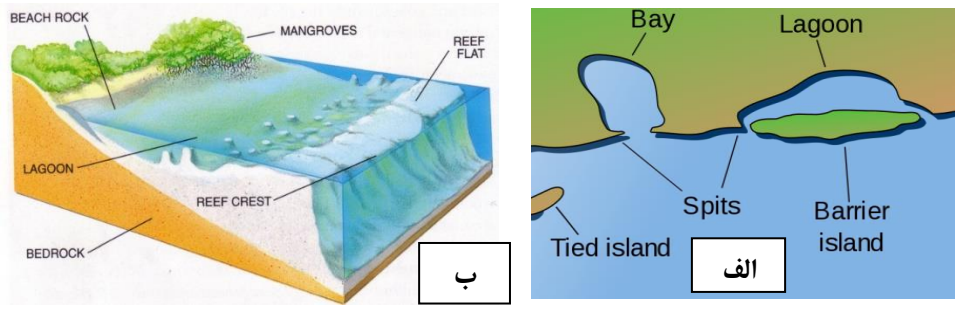
کولاب کرانه‌ای پشت یک جزیرهٔ سدی، شکل می‌گیرد، به همین دلیل به آن کولاب جزیره‌سدی[2] هم گفته می‌شود. جزیرهٔ سدی می‌تواند از رشد یک رشته آبسنگ مرجانی حاشیه‌ای به موازات ساحل و یا توسعهٔ یک بنداب رسوبی شکل بگیرد (شکل ۳). پهنهٔ آبی کولاب متأثر از جریان جزرومد دریا و یا جریان‌های دریاچه‌ای قرار دارد، اما ممکن است از جریان‌های رودخانه‌ای اراضی خشکی پیرامونی نیز مشروب شود، با این وجود هرگز از آب خالی نمی‌شوند. آب این دسته از کولاب‌ها اغلب‌شور تا لب‌شور است (Kennish & Paerl, 2010).

کولاب‌های کرانه‌ای، در آب‌های کرانه‌ای کم‌عمق شکل می‌گیرند. این پهنه‌ها، نسبتاً کمیاب هستند و تنها حدود ۱۲٪ از سواحل جهان را اشغال می‌کنند. قطب جنوب، تنها قارهٔ خالی از کولاب‌های ساحلی است، در حالی‌که بیشترین درصد کولاب‌ها نسبت به خط ساحلی، مربوط به قارهٔ آفریقا است و آمریکای شمالی در رتبهٔ بعدی قرار دارد. در جدول ۱، درصد طول خط ساحلی اشغال شده توسط کولاب‌ها در تمام قاره‌ها نشان داده شده است (Kennish, 2015). مساحت کولاب‌های ساحلی از کمتر از ۱ هکتار تا بیش از ۱۰ هزار کیلومتر مربع متغیر است (Bird, 2008). کولاب‌های ساحلی یا در بخش خشکی ناحیهٔ ساحلی و یا در دهانهٔ شاخابه‌های ساحلی شکل می‌گیرند.

[1]. Shore Area Lagoons
[2]. Barrier-Island Lagoon

جدول ۱- خط ساحلی اشغال‌شده توسط کولاب‌های کرانه‌ای در قاره‌های مختلف (Kennish & Paerl, 2010)

محدودهٔ قاره‌ای	آفریقا	آمریکای شمالی	آسیا	آمریکای جنوبی	استرالیا	اروپا	قطب جنوب
خط ساحلی اشغال‌شده (درصد)	۱۷/۹	۱۷/۶	۱۳/۸	۱۲/۲	۱۱/۴	۵/۳	۰



شکل ۳- الگوی کولاب‌های جزیره سدی: الف) کولاب جزیره‌سدی ماسه‌ای (Surachit, 2007)، ب) کولاب جزیره‌سدی آبسنگ مرجانی (Newman, 2018)

پیدایش کولاب‌ها، تحت‌تأثیر شکل‌گیری موانع ساحلی است که منجر به جداسازی بخشی از دریا از سرزمین اصلی یا تجمع آب در بخش دهانهٔ یک شاخابهٔ ساحلی می‌شود. موانع توسط بنداب‌ها[1]، زبانه‌ها[2] و پشته‌های زیرآبی[3] به‌وجود می‌آیند. شکل‌گیری سدها مربوط به پیش‌روی زبانه‌ها به داخل شاخابه یا دریا[4] است که محیط آبی نیمه‌محصور کم‌عمقی را در پشت آن‌ها تشکیل می‌دهد (Kennish, 2015). انواع رسوبات تشکیل‌شده در این محیط‌ها به شرح زیر است:

- رسوبات آواری: مانند ماسه، سیلت و رس که توسط رودخانه وارد کولاب می‌شود و در آنجا در اثر کاهش سرعت جریان، رسوب‌گذاری صورت می‌گیرد.
- کربنات‌ها: در اثر فعالیت جانوران و گیاهان و در نتیجهٔ متصاعد شدن دی‌اکسید کربن، کربنات‌ها ایجاد می‌شوند.
- رسوبات تبخیری: این دسته از رسوبات، در کولاب‌هایی رسوب می‌کنند که آب شیرین وارده، برای جبران آب تبخیرشده کافی نیست و در نتیجه، شوری آن‌قدر بالا می‌رود که منجر به رسوب‌گذاری املاح می‌شوند.
- رسوبات زیستی: در نتیجهٔ فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی موجود در کولاب، سولفات‌های موجود، احیاء و اسید سولفوریک تولید می‌شود که در مرحلهٔ بعد، ممکن است منجر به رسوب سولفور آهن شود (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۱).

٤- کولاب‌های دهانه‌ای[5]

این دسته از کولاب‌ها، در دهانهٔ شاخابه‌های ساحلی شکل می‌گیرند. در تماس با آب‌های آزاد سه دسته شاخابه شامل مصب، خور و خورمصب قابل‌تشخیص است.

مصب: محل ارتباط یک رودخانه با آب شیرین دائم در تماس با جریان‌های جزرومدی دریا است. گسترهٔ مصب وابسته به گرادیان شوری در ستون شاخابه بر پایهٔ حوزهٔ نفوذ آب دریا به داخل رود و گسترش آب رود در دریا است. بنابراین گرادیان شوری در ستون آب شاخابه، گسترهٔ مصب

[1]. Bars
[2]. Spits
[3]. Shoals
[4]. Progradation of spits: زمانی که تعادل جرمی رسوب در دلتای رودخانه به گونه‌ای است که حجم رسوبات ورودی، بیش از حجم دلتا است، پیشروی رسوبات به داخل دریا رخ می‌دهد.

[5]. Mouthly Lagoons

را تشکیل می‌دهد. مصب‌ها در خط ساحلی اغلب منبع تولید رسوب محسوب می‌شوند و آب شیرین تا لب‌شور دارند.

خور: چنان‌چه شاخابه محصول نفوذ آب دریا به داخل خشکی با قدرت پمپاژ جزرومد باشد، به آن خور گفته می‌شود که با هیچ واحد هیدرولوژیک در خشکی مرتبط نیست، دارای آب شور است و چاهک رسوب در خط ساحلی محسوب می‌شود.

خورمصب: چنان‌چه شاخابه در محل ارتباط یک رود فصلی با دریای دارای جزرومد شکل بگیرد، شرایط حدواسط بین دو شاخه پیش‌گفته را دارد و خورمصب خوانده می‌شود. لازم به ذکر است که در دریاچه‌های خیلی بزرگ مانند دریای خزر، ارتباط رود دائم با پیکرهٔ آبی دریاچه سبب شکل‌گیری دهانه می‌شود. زیرا در این شرایط فرایند جزرومدی وجود ندارد و مصب واقعی شکل نمی‌گیرد و لازم است در تشخیص چنین وضعیتی از کاربرد مصب خودداری نمود. کولاب‌های دهانه‌ای را می‌توان به دو دسته خور کولاب و کولاب مصبی تفکیک نمود (Kennish & Paerl, 2010).

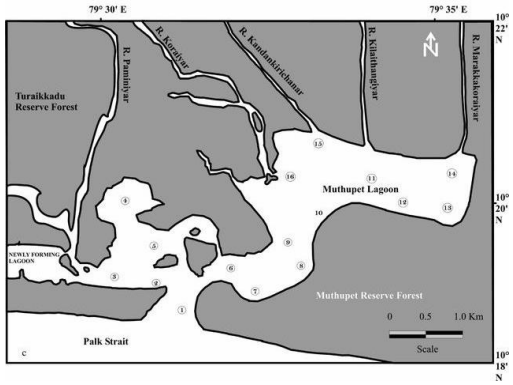
الف) خورکولاب[1]

این کولاب‌ها، در دهانهٔ خورها شکل می‌گیرند. به این صورت که بخشی از ساختار خروجی خور به سمت دریا، به‌دلیل پیش‌روی یکی از لبه‌های دهانه یا رسوبات آن، به‌صورت پهنه‌ای آبی موازی با دریا در می‌آید که از طریق زبانه‌ای ماسه‌ای که همان لبهٔ پیش‌روی‌کرده است، از دریا جدا می‌شود. جریان آب در این کولاب‌ها، وقتی در دهانهٔ خورها تشکیل می‌شود از جریان‌های جزرومدی تأثیر می‌پذیرد و آب آن‌ها شور است (Kennish & Paerl, 2010).

ب) کولاب مصبی[2]

کولاب‌هایی هستند که در محل مصب یا خور مصب شکل می‌گیرند، این کولاب‌ها اغلب وسعت زیادی داشته و در حالت جزر نیز پهنهٔ آبی جدا از دریا دارند (شکل ۴).

همچنین مصب‌های قدیمی که بخشی از دلتای آن‌ها پهنهٔ آبی متصل به دریا یا جدا از دریا دارند، در این دسته قرار می‌گیرند (Bird, 2008). جریان آب در این کولاب‌ها، از جریان جزرومد و ورودی آب رودخانه تأثیر می‌پذیرد و آب آن‌ها شیرین تا لب‌شور است (Kennish & Paerl, 2010).



شکل ٤- نمونه‌ای از یک کولاب مصبی (کولاب موتوپت) در ساحل جنوب‌شرقی هندوستان (Rao et al., 2013)

برخی ویژگی‌های محیطی کولاب‌ها در ساحل

آبشناسی

کولاب‌های ساحلی، اغلب کم‌عمق (۲ تا ۳ متر) هستند، اما اعماق بالاتر از ۳۰ متر نیز در برخی کانال‌های جزرومدی این سیستم‌ها ثبت شده‌است (Oertel, 2005; Anthony et al., 2009; Kennish & Paerl, 2010). این پهنه‌ها، عموماً توسط عملکرد امواج و جریانات آبی به خوبی مخلوط می‌شوند. برخی از کولاب‌های ساحلی، ورودی آب شیرین کمتری دارند، به همین سبب تبادلات جزرومدی در محل اتصالات باریک، نقش مهمی در چرخش آب در این دسته از کولاب‌ها بازی می‌کند. بیشتر کولاب‌های ساحلی، سیستم‌های ریزکشندی[3] محسوب می‌شوند. فرآیندهای فیزیکوشیمیایی که در کولاب‌های ساحلی اتفاق می‌افتند، به عوامل بسیاری به‌ویژه اندازه و پیکربندی[4] ورودی‌های جزرومدی، گستردگی و توسعهٔ حوضه‌های آبریز حاشیه‌ای، مقدار ورودی آب شیرین، سرعت و جهت باد و عمق آب

[1]. Creek Lagoon
[2] Estuarine Lagoon
[3]. Microtidal
[4]. Configuration

بستگی دارد (Anthony et al., 2009; Kennish & Paerl, 2010). طوفان‌ها و افزایش سرعت باد، ویژگی‌های ورودی آب، ساختار سدها، آب‌بندها و موانع انسان‌ساخت، سبب تغییرات هیدرولوژیک در این سیستم‌ها می‌شوند. به‌دلیل بسته بودن بیشتر کولاب‌های ساحلی توسط موانع و تبادل محدود جزرومدی با دریای باز، این سیستم‌های کم‌عمق، آب را به مدت بیشتری در خود نگاه می‌دارند. بنابراین، کولاب‌های ساحلی نسبت به مواد آلایندهٔ حوضه‌های آبریز و آبراهه‌ها حساس هستند. همچنین این پهنه‌ها، نسبت به فرایندهایی که سبب انتقال مقادیر زیادی از رسوبات به آن‌ها می‌گردند، تأثیرپذیری بالایی دارند (Kennish, 2015).

رسوب شناسی

کولاب‌های ساحلی، در ردیف چاهک[1]های رسوبی در منطقه ساحلی قرار دارند. بنابراین حتی اگر در دهانه یک مصب شکل بگیرند، مانند یک تلهٔ رسوب‌گیر از انتقال رسوبات مصب به دریا جلوگیری می‌کنند. خورکولاب‌ها نیز عملکرد خور را در رسوب‌گیری از جریان‌های جزرومدی دریا بیشتر می‌کنند. در شکل‌های دیگر نیز در سواحل رسوبی[2] پدیدار می‌شوند. کولاب‌های ساحلی، مقادیر زیادی از رسوبات را از جریانات دریایی و رودخانه‌ها دریافت می‌کنند. این رسوبات، اغلب شامل سیلت ریزدانه و رس هستند و بیشتر آن‌ها در دهانهٔ سیستم تجمع کرده و رسوب می‌کنند. رسوبات ریزدانه، همچنین در نزدیک مناطق کولابی در مجاورت علفزارهای تالابی شور[3] تجمع می‌کنند که این علفزارها، ته‌نشینی سیلت و رس را تسهیل می‌نمایند (Psuty & Silveira, 2009). رسوبات درشت‌تر معمولاً در مجاورت موانع و ورودی‌های جزرومدی یافت می‌شوند. منشأ این رسوبات، که بهتر از رسوبات نزدیک سرزمین اصلی لایه‌بندی شده‌اند، مربوط به منابع دریایی است که از طریق طوفان‌ها و جریانات جزرومدی وارد کولاب‌ها شده‌اند (Kennish, 2015).

تولید زیستی[4]

کولاب‌ها مرز بین خشکی و دریا بوده و زیستگاه‌های منحصربه‌فردی برای موجودات آبزی محسوب می‌شوند (De Wit, 2011). تنوع بالای زیستگاه‌ها در این پیکره‌های نیمه‌بستهٔ آبی، باعث تنوع بالای گونه‌ها و همچنین پدید آمدن اکوتون‌ها[5] (منطقهٔ گذار بین دو اکوسیستم) می‌شود. از آنجا که اکوتون مرز بین دو زیستگاه است، شامل جانوران و گیاهان هر دو جامعه می‌شود. بنابراین، اکوتون‌ها، واجد غنای گونه‌ای بیشتری نسبت به دو زیستگاه مجاور خود هستند. جمعیت گونه‌ها نیز در این منطقه، بیش از دو زیستگاه مجاور آن است (Kennish & Paerl, 2010). یکی از تفاوت‌های کولاب و مصب، عمق آن‌ها است؛ زیرا کولاب‌ها کم‌عمق‌تر بوده و به همین دلیل، واجد منطقهٔ نوری[6] در تمام ستون آب کولاب است. این امر، به گیاهان کفزی از جمله جلبک‌ها و علف‌های دریایی، امکان توسعه و گسترش بیشتر می‌دهد (Kennish & Paerl, 2010). کولاب‌های ساحلی واجد تولید اولیهٔ بالایی هستند (Anthony et al., 2009). به‌علاوه، پیوندی قوی بین مناطق بنتیک و پلاژیک[7] وجود دارد. در کولاب‌های ساحلی، موادمغذی، قبل از ورود به دریای باز، بارها بازیافت می‌شود و دلیل آن این است که آب به مدت طولانی در کولاب باقی می‌ماند و در نتیجه موجب میزان بالای تولید به ازای هر واحد موادمغذی وارد شده است (Kennish & Paerl, 2010). جانوران ماکروبنتیک[8] در این مناطق، می‌توانند به حدود ۲۰–۲۰۰ گرم وزن خشک در متر مربع در سال برسند (Kennish & Paerl, 2010; Day et al., 2012). کولاب‌های ساحلی، به‌دلیل حفاظت‌شدن توسط برخی موانع (جزایر سدی، آبسنگ‌های مرجانی، رسوبات یا

1. Sink
2. Accreting coasts
3. Saltmarshes
4. Biotic production
5. Ecotones
6. Photic zone
7. Pelagic
8. Macrobenthic

تپه‌های ماسه‌ای)، زیستگاه‌هایی امن محسوب می‌شوند و به همین علت، محل مناسبی برای تغذیه و تولیدمثل آبزیان بوده و نوزادگاه مناسبی برای این موجودات محسوب می‌شوند (De Wit, 2011). به سبب اهمیت زیستی کولاب‌ها، مطابق طبقه‌بندی کنوانسیون رامسر این پیکره‌های نیمه‌بسته تا بستهٔ آبی، از انواع تالاب‌های دریایی–ساحلی محسوب می‌شوند.

تأثیرات انسانی

کولاب‌های ساحلی، برای آبزی‌پروری، تولید انرژی، زیست‌فناوری، حمل‌ونقل، پهلوگیری شناورهای صیادی و بسیاری موارد دیگر مورد استفادهٔ انسان قرار می‌گیرند (Kennish & Paerl, 2010). حوضه‌های آبریز اطراف کولاب‌های ساحلی، معمولاً آلوده است. این آلودگی، بدان علت است که این پهنه‌های آبی، اهمیت زیادی از نظر اقتصادی و گردشگری دارند، خدمات محیط‌زیستی منحصربه‌فردی داشته و قابلیت دسترسی به آب‌های ساحلی و دریا را فراهم می‌آورند. با این حال، تغییر و تبدیل کاربری اراضی و افزایش بدون قاعده جمعیت، به همراه افزایش فعالیت‌های انسانی در کولاب‌های ساحلی، ساختار و عملکرد این پهنه‌ها را تحت‌تأثیر قرار داده و یکپارچگی اکولوژیک آن‌ها را به خطر می‌اندازد (Kennish & Paerl, 2010). از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی، فشردگی خاک به سبب تراکم ساخت‌وساز و توسعهٔ سطوح غیرقابل‌نفوذ، باعث افزایش ورود موادمغذی به کولاب‌ها شده و آن‌ها را در معرض شرایط یوتریفیکاسیون قرار می‌دهد. یوتریفیکاسیون کولاب‌های ساحلی و مصب‌ها در سطح جهانی در حال افزایش است (Kennish et al., 2008; Kennish, 2009; Kennish & Paerl, 2010) و این امر، تهدید مهمی برای یکپارچگی این اکوسیستم‌های ارزشمند محسوب می‌شود (Kennish & de Jonge, 2012)، زیرا سبب کاهش سطح اکسیژن محلول شده و به افزایش خطر بلوم‌های مضر جلبکی، کاهش زیستگاه علف‌های دریایی، کاهش تنوع‌زیستی، کاهش صید و کاهش خدمات اکوسیستم می‌انجامد (Kennish et al., 2008; Kennish & Paerl, 2010). به‌دلیل محیط بسته و چرخش محدود آب در کولاب‌های ساحلی، این پهنه‌ها نسبت به تجمع آلاینده‌های شیمیایی حساسیت بیشتری دارند. عوامل بیماری‌زایی که از طریق رواناب‌ها به این مناطق راه می‌یابند نیز روی کیفیت آب کولاب تأثیرگذارند. نشت نفت و بنزین از تأسیسات ثابت ساحلی، نشت مخازن سوخت و موتورخانهٔ شناورها، تخلیهٔ فاضلاب و فعالیت‌های زهکشی، روی موجودات ساکن کولاب، اثرگذار هستند. فعالیت‌های آبزی‌پروری، منجر به کاهش کیفیت آب می‌شود. در بسیاری از سیستم‌ها، ورود زیاد مواد آلی، باعث افزایش اکسیژن‌خواهی بیولوژیک[1] (BOD) و کاهش اکسیژن شده و منطقه را با اختلال مواجه می‌کند (Kennish, 2015).

روش بررسی

با استفاده از برنامهٔ Google Earth، نوار ساحلی جنوب دریای خزر شامل مناطق ساحلی سه استان شمالی ایران؛ گلستان، مازندران و گیلان و نوار ساحلی قسمت شمالی خلیج‌فارس و دریای عمان شامل مناطق ساحلی چهار استان جنوبی ایران؛ سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان، از نظر وجود کولاب‌های ساحلی، مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۵). این بررسی با بزرگ‌نمایی بالا و دقت فراوان انجام شد تا امکان مشاهدهٔ دقیق منطقهٔ ساحلی به‌همراه عوارض آن به‌خصوص، وجود سدهای ماسه‌ای به‌عنوان علامت وجود کولاب، میسر گردد. همچنین با مطالعات کتابخانه‌ای، پهنه‌های آبی ایران که در منابع به نام Lagoon نام‌گذاری شده بود، با استفاده از Google Earth بررسی شد تا مشخص شود که آیا این پهنه‌ها به‌درستی به این نام خوانده شده‌اند یا لازم است در نام‌گذاری آن‌ها تجدیدنظر شود. همچنین تا حد امکان، مقایسهٔ شکل‌شناسی پهنه‌ها، در زمان‌های مختلف با استفاده از این برنامه انجام پذیرفت تا سیر و سرعت

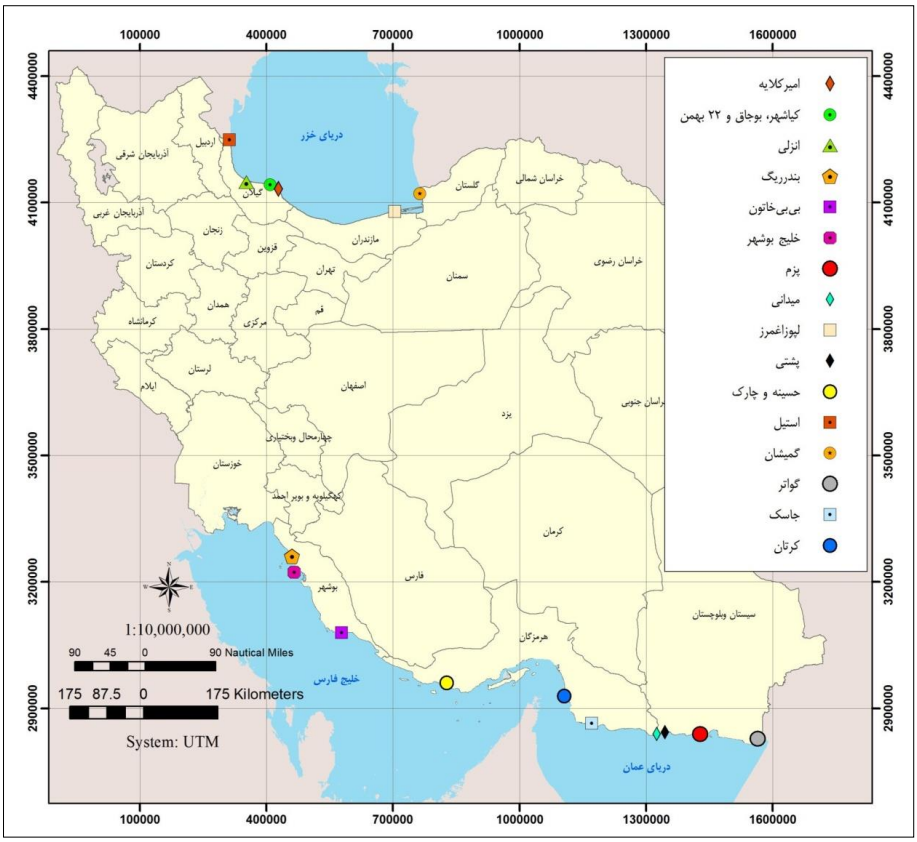
[1]. Biological Oxygen Demand

تغییرات ساحلی مورد شناسایی واقع شود. نام‌گذاری کولاب‌های یافت‌شده، براساس نام معروف پهنهٔ آبی و در صورت بی‌نام بودن، به‌نام نزدیک‌ترین آبادی انجام شد.

نتایج

در این بررسی، ۲۲ کولاب در کشور شناسایی شد که ۱۴ کولاب متعلق به سواحل جنوبی و ۸ کولاب، مربوط به سواحل شمالی ایران است. در شکل ۵، محل قرارگیری کولاب‌های ایران بر روی نقشه مشخص شده است. نام پیشنهادی هر کولاب، به‌همراه مساحت کولاب‌ها و نوع هر یک از نظر ساختاری، به تفکیک استان در جدول ۲ مشخص شده است. در شکل ۶، تعداد کولاب‌های واقع در هر استان، مساحت تمام کولاب‌ها با یکدیگر و مساحت کولاب‌های هر استان با هم مقایسه شده‌اند. مطابق آنچه از جدول ۲ و شکل ۶ به‌دست می‌آید، بیشترین مساحت در بین کولاب‌های کشور، مربوط به کولاب گمیشان در استان گلستان با مساحت تقریبی ۱۱۲ کیلومترمربع است. طبق شکل ۶، استان هرمزگان با ۸ کولاب واجد بیشترین تعداد کولاب بوده و بیشترین مساحت کولاب، مربوط به استان گلستان است. بررسی کولاب‌های تغییرات آبی برخی کولاب‌ها مطابق شکل ۷ تا ۱۱ نشان داد کولاب گواتر، در فاصلهٔ زمانی سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۹، نوسانات اندکی را همراه با کم‌آب و پرآب‌شدن متناوب در این دورهٔ زمانی نشان می‌دهد که در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۹، پرآب‌ترین شکل خود را نشان داده است. کولاب پزم، تغییر چندانی را نشان نداد و کم‌آب‌ترین حالت را در سال ۲۰۱۳ و پرآب‌ترین را در سال ۲۰۱۹ دارا بود. کولاب‌های میدانی، جاسک، حسینه، بی‌بی‌خاتون، پشتی، بندر ریگ، استیل، کیاشهر و لپوزاغمرز تغییر محسوسی را نشان ندادند.

کولاب امیرکلایه، دوره‌هایی از خشک‌شدگی را به‌خصوص در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۰۶ نشان می‌دهد. زبانه‌های ماسه‌ای کولاب کرتان، از سال ۱۹۸۴ تاکنون بی‌تغییر مانده است. اما طبق شکل ۸، تغییرات کولاب شرق چارک محسوس است: نوسانات حجم آب در سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۱۳، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸، با افزایش و کاهش متناوب همراه بود. کم‌ترین حجم آب در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۸ و بیشترین آن در سال ۲۰۱۶ مشاهده شد، وجود حجم بالای رسوبات و بسته‌شدن دهانهٔ کولاب در اثر این پدیده مشاهده می‌شود. همچنین مطابق با شکل ۹، تغییرات ۳ کولاب غرب چارک قابل‌توجه است. در تصاویر مربوط به سال ۲۰۰۶، در این محل کولابی مشاهده نمی‌شود. تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۹، وجود رگه‌هایی از رسوبات موازی ساحل را نشان می‌دهد. در سال‌های بعد از آن تغییر محسوسی مشاهده نشده اما در سال ۲۰۱۸، رسوبات به‌طور کامل تشکیل زبانهٔ ماسه‌ای داده و سه کولاب غرب چارک را شکل داده‌اند. بررسی تغییرات کولاب خلیج بوشهر از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ طبق شکل ۱۰، نشان می‌دهد که بخش کولابی در سال ۱۹۸۴ جزء سرزمین اصلی بوده و تا سال ۲۰۱۶، به‌تدریج از آب پوشیده شده است. بنابراین این کولاب نه در اثر تشکیل زبانهٔ ماسه‌ای در داخل دریا، که در اثر پیش‌روی آب در خشکی پدید آمده‌است. مطابق با شکل ۱۱، کولاب گمیشان، در سال ۱۹۹۳ پرآب بوده و در سال ۲۰۰۲، آغاز پدیدهٔ خشک‌شدگی در آن مشاهده می‌شود. این کولاب در سال ۲۰۱۵، به بدترین وضعیت خود رسید. این روند دربارهٔ کولاب انزلی نیز در فاصلهٔ سال‌های ۱۹۸۴ تاکنون صدق می‌کند.

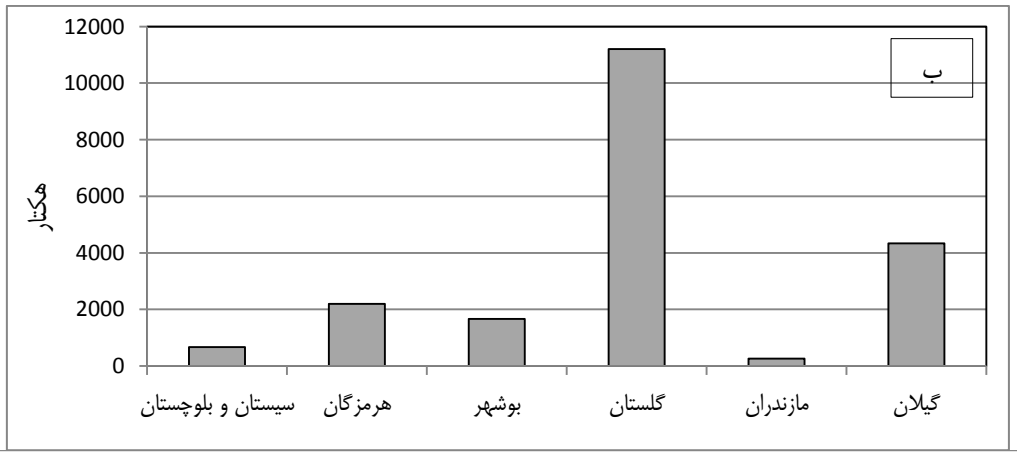


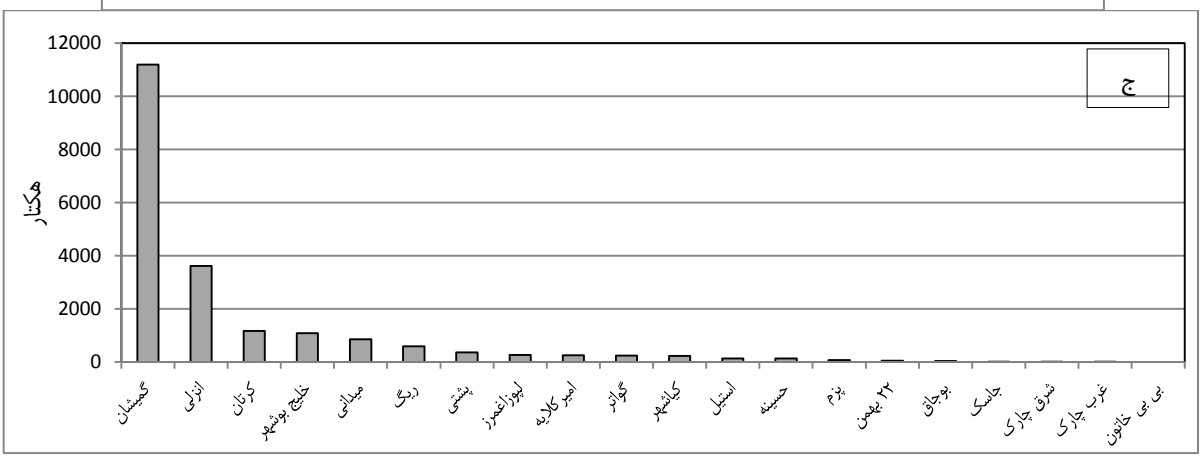
شکل ۵- موقعیت کولاب‌های ساحلی شناسایی‌شده در ایران

جدول ۲- تعداد، مساحت و موقعیت جغرافیایی کولاب‌ها به تفکیک استان به همراه نام پیشنهادی برای هر کولاب

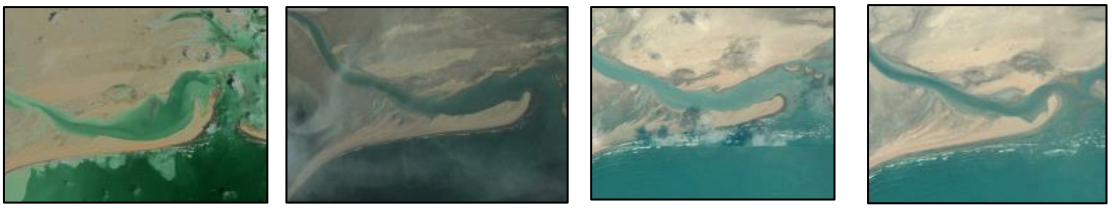
استان	نام پیشنهادی کولاب	کولاب ناحیه ساحلی			کولاب کرانه‌ای	کولاب دهانه‌ای		مساحت تقریبی (هکتار)
		مسدود	محصور	منفذدار		خورکولاب	کولاب مصبی	
سیستان و بلوچستان	گواتر					❋		۲۴۰
	پزم					❋		۶۸
	پشتی					❋		۳۵۷
هرمزگان	میدانی					❋		۸۵۷
	جاسک					❋		۱۷
	کرتان				❋			۱۱۷۰
	حسینه					❋		۱۳۳
	شرق چارک					❋		۱۶
	۳ کولاب غرب چارک				❋❋❋			۰/۰۱
بوشهر	بی‌بی‌خاتون					❋		۰/۰۰۳
	خلیج بوشهر				❋			۱۰۸۰
	ریگ					❋		۵۸۷
گلستان	گمیشان				❋			۱۱۲۰۰
مازندران	لپو زاغمرز	❋						۲۶۰
گیلان	امیرکلایه	❋						۲۵۰

استان	نام پیشنهادی کولاب	کولاب ناحیه ساحلی			کولاب کرانه‌ای	کولاب دهانه‌ای		مساحت تقریبی (هکتار)
		مسدود	محصور	منفذدار		خورکولاب	کولاب مصبی	
	انزلی		*					۳۶۲۰
	استیل	*						۱۳۸
	کیاشهر	*						۲۳۳
	۲۲ بهمن	*						۵۴
	بوجاق	*						۴۲
۷ استان	۲۲ کولاب	۶	۱	۰	۶	۹	۰	۲۰۳۲۲/۰۱۳





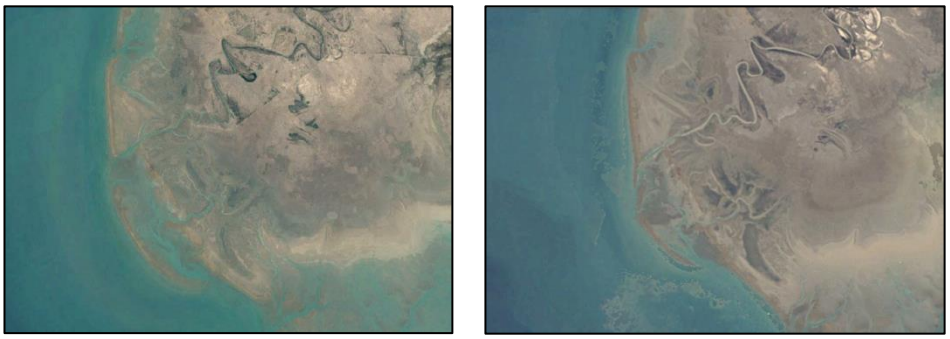
شکل ٦- الف) مقایسهٔ تعداد کولاب‌های واقع در هر استان؛ ب) مقایسهٔ مساحت کولاب‌های هر استان با یکدیگر؛ ج) مقایسهٔ مساحت تمام کولاب‌های ایران با یکدیگر



شکل ۷- بررسی زمانی تغییرات حجم آب و شکل کولاب در کولاب گواتر از راست به چپ سال‌های: ۲۰۰۴، ۲۰۰۹، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۹

شکل ۸- بررسی زمانی تغییرات حجم آب و شکل کولاب در کولاب شرق چارک از راست به چپ سال‌های: ۲۰۰۶، ۲۰۱۳، ۲۰۱۶، ۲۰۱۸

شکل ۹- بررسی زمانی تغییرات حجم آب و شکل کولاب در یکی از سه کولاب شرق چارک از راست به چپ سال‌های: ۲۰۰۶، ۲۰۰۹، ۲۰۱۸



شکل ۱۰- بررسی زمانی تغییرات حجم آب و شکل کولاب در کولاب خلیج بوشهر از راست به چپ سال‌های: ۱۹۸۴، ۲۰۱۶

شکل ۱۱- بررسی زمانی تغییرات حجم آب و شکل کولاب در کولاب گمیشان از راست به چپ سال‌های: ۱۹۹۳، ۲۰۰۲، ۲۰۱۵

بحث

کولاب‌های ساحلی مناطقی پرتولید و نیمه‌بسته هستند که منافع بسیاری برای بشر دارند. این پهنه‌ها، دارای جنبه‌های پیچیدهٔ فیزیوگرافیک بوده و به‌دلیل ورودی اندک آب شیرین، عمق کم، چرخش آب محدود، تبادل کم آب با دریای باز و زمان طولانی ماندگاری آب در آن‌ها، نسبت به

یوتریفیکاسیون و سایر تأثیرات انسانی، حساس هستند. بنابراین، کولاب‌های ساحلی، مستعد آسیب دیدن در اثر کاهش اکسیژن محلول، از بین رفتن و تغییر شرایط زیستگاهی و تغییر ساختار و عملکرد اکوسیستم هستند. کولاب‌های ساحلی، به‌دلیل موقعیت نیمه‌بستهٔ خود، همچنین نسبت به ورود آلاینده‌ها، عوامل بیماری‌زا و ورود کربن آلی آسیب‌پذیر هستند. ساخت‌وسازها و لایروبی رسوبات، باعث تغییر زیستگاه‌های کولابی شده که می‌تواند جوامع زیستی و پایداری آن‌ها را تحت‌تأثیر قرار دهد (Kennish, 2015). کولاب‌ها در جزر از آب خالی نمی‌شوند، ولی خورها در هنگام جزر از آب خالی می‌شوند. برای تشخیص نوع کولاب، لازم است مشخص شود که عارضهٔ تشکیل‌دهنده، زبانه یا جزیرهٔ سدی است. سدها اغلب ماسه‌ای یا مرجانی هستند. پشت زبانه ممکن است خور، کولاب، خورکولاب یا خلیج کوچک تشکیل شود. اگر پشت سد شاخابه وجود نداشته باشد، کاملاً کولاب است، در صورت وجود شاخابهٔ خوری، خورکولاب تشکیل خواهد شد. جزیره سدی از دو سو باز است. بعضی از کولاب‌ها در خشکی و بعضی در آتول‌ها شکل می‌گیرند. کولاب‌های ساحلی می‌توانند دارای آب شیرین و لب‌شور هم باشند (Bird, 2008).

در تحقیق حاضر، تعداد ۲۲ کولاب ساحلی در ۴ استان ساحلی جنوبی و ۳ استان ساحلی شمال ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مورد شناسایی قرار گرفت که مجموع وسعت آن‌ها در کشور بالغ بر ۲۰۳/۲۲ کیلومتر مربع (۲۰۳۲۲ هکتار) است. مقایسهٔ کولاب‌های شناسایی شده با اطلاعات پیشین دربارهٔ این پهنه‌های آبی، نشان می‌دهد که در پایگاه اطلاعاتی FAO (۲۰۱۸)، پهنه‌های آبی انزلی و استیل در استان گیلان، با نام انگلیسی کولاب معرفی شده است (Astara lagoon و Anzali lagoon). همچنین کولاب‌های کیاشهر (BirdLife International, 2025) و گمیشان در استان گلستان با نام صحیح خود مورد استفاده قرار گرفته‌است (Basatinia et al., 2018)، اما نکتهٔ حائز اهمیت این است که بعضی از کولاب‌ها سابقهٔ تاریخی ارتباط با دریا داشته‌اند اما در حال حاضر به دریا راه ندارند و کولاب ساحلی مسدود را تشکیل می‌دهند. اکثر کولاب‌های شمالی، شامل استیل، انزلی، امیرکلایه، کیاشهر و لپو زاغمرز، جزء این دسته هستند. اما کولاب گمیشان، هرچند در حال حاضر به سبب پایین‌رفت آب دریای خزر شبه‌مسدود است، اما کولاب مسدود محسوب نمی‌شود؛ زیرا سابقهٔ تاریخی طولانی در جدایی از دریا نداشته و مرز جداکنندهٔ آن از دریا، زبانهٔ ماسه‌ای بسیار باریکی است که مستعد نشت‌کردن و ورود مجدد آب دریا است. کولاب گمیشان یک کولاب کرانه‌ای است که در پشت یک جزیرهٔ سدی پوشیده از نیزار شکل گرفته است. بررسی خط ساحلی جنوب جهت شناسایی کولاب‌ها، فعال بودن این خط ساحلی را از نظر رسوب‌شناسی نشان داد که شکل‌های ۷ تا ۱۱، تأییدی بر این موضوع هستند. به غیر از کولاب‌های شناسایی شده، به نظر می‌رسد پهنه‌های زیادی در نواحی ساحلی جنوب ایران مستعد تبدیل شدن به کولاب در آینده هستند. زیرا در نواحی نزدیک به ساحل به موازات خط ساحلی، زبانه‌های ماسه‌ای بسیاری در حال تشکیل و پیش‌روی هستند که درصورت تکامل، پتانسیل تشکیل کولاب‌ها را در پشت خود دارند. این زبانه‌های در حال تشکیل، در مناطقی همچون خور موسی در استان خوزستان، خورخان، محدودهٔ جزایر نخیلو و اُم‌الگُرم، سواحل بندر سیراف و پرک در استان بوشهر، حدفاصل بندرعباس و بندر کَرگان، جنوب کَرتان، کوه‌مبارک و سورگَلم در استان هرمزگان، مشاهده می‌شوند. مطابق با شواهد، سرعت تشکیل زبانهٔ ماسه‌ای برای تشکیل کولاب، در سواحل جنوبی سریع است، چنان‌که مطابق با شکل ۹، سه کولاب غرب چارک در بازهٔ زمانی ۹ ساله تشکیل شده‌اند. همچنین مناطقی ممکن است در اثر پیش‌روی آب به داخل خشکی ایجاد پهنه‌های کولابی نمایند که خلیج بوشهر مثال روشنی از این نوع است (شکل ۱۰). همچنین ممکن است مناطقی کولابی همچون گمیشان، دچار کم‌آبی گردند

(شکل ۱۱) که درصورت پیشرفت خشک‌شدگی، ساختار کولابی خود را در آینده به‌طور کامل از دست خواهند داد بنابراین لازم است پایش خط ساحلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، به‌طور مداوم در دستور کار قرار گیرد تا تغییرات آن از نظر رسوب‌شناسی و شکل‌شناسی مغفول نماند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برای نخستین بار کولاب‌های ساحلی ایران با وسعتی بالغ بر ۲۰ هزار هکتار شناسایی و معرفی شد و پهنه‌هایی که تاکنون به‌عنوان کولاب در نظر گرفته شده بودند نیز بررسی شدند. طبق این بررسی، کشور ایران تنها دارای کولاب‌های ناحیه ساحلی، کرانه‌ای و دهانه‌ای بوده و انواع دریایی (آتول) در آن مشاهده نمی‌شود. همچنین تمام کولاب‌های دهانه‌ای از نوع خورکولاب بوده و کولاب مصبی مشاهده نشده است. با توجه به این‌که مطابق با تحقیق حاضر، برخی پهنه‌های آبی شناخته شده تاکنون به‌عنوان کولاب مورد توجه قرار نگرفته‌اند، لازم است بر نحوهٔ مدیریت این پهنه‌ها تجدید نظر به عمل آید، زیرا شرایط، ویژگی‌ها و حساسیت‌های کولاب، با خلیج‌های کوچک، خورها، مصب‌ها و مرداب‌های ساحلی متفاوت بوده و لازم است با در نظر گرفتن نام پهنه، که نشانهٔ ساختار و حساسیت آن است، سیاست‌های مدیریتی حاکم بر آن‌ها نیز اصلاح شود تا حفاظت از این منابع ارزشمند، به‌درستی پایه‌ریزی، اجرا و مدیریت شود.

منابع

دانه‌کار، ا.، نیکوبذل راد، ا. و شریفی‌پور، ر. (۱۳۹۱). گزارش مطالعات ژئومورفولوژی سواحل هرمزگان. اداره کل مهندسی سواحل و بنادر.

Anthony, A., Atwood, J., August, P., Byron, C., Cobb, S., Foster, C., Fry, C., Gold, A., Hagos, K., Heffiner, L., Kellogg, D. Q., Lellis-Dibble, K., Smythe, T., Swift J. & Vinhateiro, N. (2009). Coastal lagoons and climate change: ecological and social ramifications in US Atlantic and Gulf coast ecosystems. Ecology and Society, 14(1).

Basatnia, N., Hossein, S. A., Rodrigo-Comino, J., Khaledian, Y., Brevik, E. C., Aitkenhead-Peterson, J., & Natesan, U. (2018). Assessment of temporal and spatial water quality in international Gomishan Lagoon, Iran, using multivariate analysis. Environmental Monitoring and Assessment, 190(5), 314.

Bird, E. C. (2008). Coastal geomorphology: an introduction. John Wiley & Sons. 438

BirdLife International (2025). Site factsheet: Bandar Kiashar lagoon and mouth of Sefid Rud. Retrived from: https://www.keybiodiversityareas.org/site/factsheet/8079 on 10/02/2025

Day Jr, J. W., Kemp, W. M., Yáñez-Arancibia, A., & Crump, B. C. (Eds.). (2012). Estuarine ecology. John Wiley & Sons.

De Wit, R. (2011). Biodiversity of coastal lagoon ecosystems and their vulnerability to global change. Ecosystems biodiversity, 14.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). Northern Iran (Gilan and Mazandaran provinces) - Caspian Sea basin. Retrived from: http://www.fao.org/docrep/field/003/S6312E/S6312E04.htm

Huvadhu Atoll. (2007). Wikimedia Commons. Retrived from: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Huvadhoo_Atoll.jpg

Kennish, M. J. (2009). Eutrophication of mid-Atlantic coastal bays. Bull. NJ Acad. Sci, 54(3), 1-8.

Kennish, M. J. (2016). Coastal lagoons. In Encyclopedia of Estuaries (pp. 140-143). Springer, Dordrecht.

Kennish, M. J., & De Jonge, V. N. (2012). Chemical introductions to the systems: diffuse and nonpoint source pollution from chemicals (nutrients: eutrophication). In Human-Induced Problems (Uses and Abuses) (pp. 113-148). Elsevier Inc.

Kennish, M. J., & Paerl, H. W. (Eds.). (2010). Coastal lagoons: critical habitats of environmental change. CRC press.

Rao, N. R., Jayaprakash, M., & Velmurugan, P. M. (2013). The ecology of Asterorotalia trispinosa—new insights from Muthupet lagoon, southeast coast of India. The Journal of Foraminiferal Research, 43(1), 14-20.

Schwartz, M. (Ed.). (2006). Encyclopedia of coastal science. Springer Science & Business Media.

Surachit. (2007). Coastal and oceanic landforms. Cuspate foreland, tombolo, spit, bay, lagoon, barrier island. Retrived from: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Accreting_coast_Image6.svg

UNISDR/UNDP. (2012). A Toolkit for Integrating Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation into Ecosystem Management of Coastal and Marine Areas in South Asia. Outcome of the South Asian Consultative Workshop on Integration of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation into Biodiversity and Ecosystem Management of Coastal and Marine Areas in South Asia, held in New Delhi on 6 and 7 March 2012. New Delhi: UNDP. 173 pages.

Kennish, M. J., Livingston, R. J., Raffaelli, D. & Reise, K., (2008). Environmental future of estuaries. In Polunin, N. (Ed.), Aquatic Ecosystems: Trends and global prospects. Cambridge University Press, pp 188-208.

Krishnan, P., & Soni, P. (2011). Ecosystems, disasters and climate change. Working Paper for MSSRF-SDC.

Miththapala, S. (2013). Lagoons and estuaries (Vol. 4). IUCN.

Newman, S. (2018). The two main forms of reef on the GBR are barrier reef and fringing reef. Retrived from: http://www.mrstevennewman.com/geo/GBR/Reefs/Barrier.htm

Oertel, G. F. (2005). Coastal lakes and lagoons. In Encyclopedia of Coastal Science (pp. 263-266). Springer, Dordrecht.

Psuty, N. P., & Silveira, T. M. (2009). Geomorphological evolution of estuaries: The dynamic basis for morpho-sedimentary units in selected estuaries in the northeastern United States. Marine Fisheries Review, 71(3), 34.

Mandahl Bay, St. Thomas, Virgin Islands, USA, July, 2022, Photographer: Karl Callwood

Structure and Function of Coastal lagoons and Their Introduction in Iran

Afshin Danehkar[1], Bahareh Samadi Kuchaksaraei[2*]
1- Professor, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Researcher, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
*Corresponding Author's E-mail: bahareh.samadi.k@ut.ac.ir

Abstract
Coastal-Marine Lagoons are shallow water bodies that are separate from the sea but often located adjacent to and connected with it. Due to the significance of Coastal Lagoons, which are prone to high productivity and create suitable habitats, their identification and study are important. These water bodies are divided into two categories: atolls and coastal lagoons. Given the absence of atoll lagoons in Iran, this study focuses on the coastal lagoons influenced by coastal barriers and dams, which include coastal area lagoons, shore area lagoons, and mouthly lagoons. This research, while reviewing the sedimentology and biological production of lagoons, examines their human impacts and analyzes the location of coastal lagoons in Iran along with their temporal changes. Using Google Earth, the southern coastline of the Caspian Sea, encompassing the coastal regions of three northern provinces of Iran, and the northern coastline of the Persian Gulf and Oman Sea, covering the coastal zones of four southern provinces of Iran, were investigated for the presence of coastal lagoons. A total of 22 coastal lagoons, with an area of approximately 20,000 hectares, were identified, including 14 lagoons from the southern coasts and 8 from the northern coasts. These Lagoons include various types such as Choked, Restricted, shore area, and creek lagoons. Among these, only the Anzali lagoon, Kiashhar lagoon, and Estil lagoon have been previously identified as Lagoons. According to the findings, Iran has coastal area, shore area, and mouthly Lagoons, while marine (atoll) types are not observed. Additionally, all mouthly Lagoons fall into the category of creek lagoons, and no estuarine lagoons were observed.

Keywords: Shore area lagoon, Mouthly lagoon, Creek-lagoon, Choked lagoon, Restricted lagoon

Danehkar, A; Samadi Kuchaksaraei, B. (2025). Structure and Function of Coastal lagoons and Their Introduction in Iran. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 103-119.

بازار بزرگ تهران، شهریور ۱۴۰۱، عکاس: متین حسینی

چارچوبی برای پایداری: بررسی مرزهای ایمن و عادلانــه سیســتم زمین

حنانه سادات سادات موسوی[۱]، مجید رحیمی،[۲] مهدی قربانی[۳*]

۱- دانشجوی دکتری، گروه محیطزیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- پژوهشگر، مؤسسه کسب و کار اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: mehghorbani@ut.ac.ir

چکیده

مفهوم مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه چارچوبی علمی است که پایداری محیطزیست و عدالت اجتماعی را در یک ساختار یکپارچه ادغام می‌کند تا هم ثبات اکولوژیک سیاره را حفظ کند و هم از آسیب به رفاه انسان‌ها و سایر گونه‌ها جلوگیری نماید. این چارچوب در سال ۲۰۲۳ توسط Rockström و همکارانش معرفی شد و بر این ایده استوار است که فعالیت‌های انسانی نباید از محدوده‌هایی فراتر روند که هم سلامت سیستم زمین را تهدید کنند و هم نابرابری‌های اجتماعی را تشدید نمایند. این تحقیق با هدف بررسی اجزای کلیدی و مفهوم مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه و وضعیت کنونی این چارچوب، شامل تحلیل تأثیرات فعالیت‌های انسانی بر مرزهای ایمن و ملاحظات عدالت انجام شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در حال حاضر، اجزای کلیدی نظیر تغییر اقلیم، یکپارچگی زیست‌کره، چرخه‌های آب و مواد مغذی و آلودگی آئروسل‌ها از حدود قابل قبول استانداردها در سطح جهانی فراتر رفته‌اند. چارچوب مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه، پایه‌ای کمی برای حفاظت از مشترکات جهانی فراهم می‌کند، به اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند و پیامدهایی برای سیاست‌گذاری و حکمرانی دارد. در نهایت، این چارچوب رویکردی جامع برای دستیابی به توسعه پایدار با متعادل کردن محدودیت‌های محیطی با نیازهای اجتماعی ارائه می‌کند و بر اهمیت ادغام عدالت در حکمرانی محیطزیستی تأکید می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: برابری، بهزیستی انسان، حکمرانی، عدالت اجتماعی، همکاری بین‌المللی

سادات موسوی، ح.س.، رحیمی، م.، قربانی، م. (۱۴۰۴). چارچوبی برای پایداری: بررسی مرزهای ایمن و عادلانه سیستم زمین. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۱۲۰-۱۲۷.

مقدمه

مفهوم مرزهای سیستم زمین (ESBs[1]) ایمن و عادلانه چارچوبی علمی است که پایداری محیط‌زیست و عدالت اجتماعی را در یک ساختار یکپارچه ادغام می‌کند تا هم ثبات اکولوژیک سیاره را حفظ کند و هم از آسیب به رفاه انسان‌ها و سایر گونه‌ها جلوگیری نماید. این چارچوب در سال ۲۰۲۳ توسط Johan Rockström و همکارانش معرفی شد. این رویکرد مبتنی‌بر این ایده است که فعالیت‌های انسانی نباید از محدوده‌هایی فراتر روند که هم سلامت سیستم زمین را تهدید کنند و هم نابرابری‌های اجتماعی را تشدید نمایند. به‌عبارت دیگر، در چارچوب مرزهای ایمن و عادلانه مفهوم مرزهای سیاره‌ای با پایه‌های اجتماعی تلفیق‌شده تا هم پایداری محیطی و هم رفاه انسان تضمین شود. این چارچوب با هدف تعیین کمیت مرزهای ایمن و عادلانه برای حفظ انعطاف‌پذیری و پایداری سیستم زمین و به حداقل رساندن آسیب به انسان‌ها در اثر تغییر سیستم زمین تشکیل شده است. در این مفهوم، مرزهای سیستم زمین برای اقلیم، زیست‌کره، چرخه‌های آب و مواد مغذی و ذرات معلق در هوا در مقیاس جهانی و منطقه‌ای پیشنهاد می‌شود (Rockström et al., 2023). همکاری بین دانشمندان علوم طبیعی و اجتماعی برای تعریف و عملیاتی کردن عدالت سیستم زمین ضروری است تا اطمینان حاصل شود که مرزها آسیب را کاهش داده و رفاه را افزایش می‌دهند. این چارچوب ممکن است بر «دسترسی عادلانه» به غذا، آب، انرژی و زیرساخت‌ها تأثیر بگذارد و ممکن است برای کاهش آسیب و به چالش کشیدن نابرابری برای تضمین آینده‌ای امن و عادلانه برای مردم، سایر گونه‌ها و سیاره زمین، نیاز به تنظیم مرزها باشد (Gupta et al., 2023). مرزهای سیستم زمین ایمن، مرزهایی هستند که در صورت رعایت آن‌ها، پایداری بیوفیزیکی سیستم زمین را در طول زمان حفظ کرده و افزایش می‌دهند و درنتیجه از عملکرد سیستم زمین و توانایی پشتیبانی از انسان و سایر موجودات زنده محافظت می‌کنند. درصورتی که مرزهای سیستم زمین عادلانه، مرزهایی هستند که در صورت رعایت آن‌ها، وضعیت سیستم زمین تضمین می‌شود که خطر آسیب قابل‌توجهی به نسل‌ها، کشورها و جوامع کنونی و آینده را به حداقل می‌رساند. مرزهای عادلانه را می‌توان برای به حداقل رساندن خطر برای گونه‌ها و اکوسیستم‌ها گسترش داد (Gupta et al., 2024). این تحقیق با هدف بررسی اجزای کلیدی و مفهوم مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه و وضعیت کنونی این چارچوب، شامل تحلیل تأثیرات فعالیت‌های انسانی بر مرزهای ایمن و ملاحظات عدالت انجام شده است.

مروری بر اجزای کلیدی مرزهای ایمن و عادلانه

۱. مرزهای سیستم زمین ایمن

تغییر اقلیم[2]: این مرز بر حفظ شرایط جوی پایدار برای جلوگیری از تغییرات اقلیمی فاجعه‌بار تمرکز می‌کند. ملاحظات عدالت اغلب محدودیت‌های سخت‌تری را نسبت به مرزهای صرفاً متمرکز بر ایمنی اعمال می‌کنند (Rockström et al., 2023, 2024; Steffen et al., 2015).

یکپارچگی زیست‌کره[3]: این مرز شامل حفظ تنوع‌زیستی و عملکردهای اکوسیستم است که برای ثبات سیستم زمین بسیار مهم است. تجاوز از این مرز می‌تواند منجر به تغییرات برگشت‌ناپذیر شود (Steffen et al., 2015; Rockström et al., 2024).

چرخه‌های آب[4] و چرخه‌های مواد مغذی[5]: مدیریت پایدار منابع آب و چرخه‌های مواد مغذی برای حفظ سلامت اکوسیستم و رفاه انسان ضروری است. این مرز به مسائلی

[1] Earth System Boundaries

[2] Climate Change
[3] Biosphere Integrity
[4] Water Cycles
[5] Nutrient Cycles

مانند کمبود آب و آلودگی می‌پردازد (Rockström et al., 2023; Stewart-Koster et al., 2024).

آلودگی آئروسل‌ها[1]: بارگذاری آئروسل اتمسفر بر اقلیم و کیفیت هوا تأثیر می‌گذارد. ملاحظات عدالت در اینجا با هدف کاهش اثرات بهداشتی بر جمعیت‌های آسیب‌پذیر در نظر گرفته می‌شود (Rockström et al., 2023).

مواد نوظهور و دیگر آلاینده‌ها[2]: مواد نوظهور، اشکال جدید مواد موجود و اشکال حیاتی اصلاح‌شده که ازنظر زمین‌شناسی یا تکاملی جدید هستند و می‌توانند تأثیرات بیولوژیک ناخواسته‌ای در مقیاس بزرگ بر زمین داشته باشند. این مواد مانند میکروپلاستیک‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، زباله‌های رادیواکتیو، فلزات سنگین یا سایر آلاینده‌های نوظهور، برای عملکرد سیستم زمین و سلامت انسان و امنیت غذایی خطرناک هستند. اثرات متمایز آلودگی‌های نوظهور که امروزه در بین جمعیت‌های مختلف مشاهده شده است و طول عمر طولانی این مواد، نگرانی‌ها دربارهٔ عدالت بین نسلی را برمی‌انگیزد (Rockström et al., 2023).

۲. مرزهای سیستم زمین عادلانه

بهزیستی انسان[3]: تضمین دسترسی به نیازهای اساسی مانند غذا، آب، انرژی و خدمات بهداشتی (Stewart-Koster et al., 2024; Gupta et al., 2023; Ensor & Hoddy, 2021).

برابری[4]: رسیدگی به نابرابری‌ها و تضمین توزیع عادلانه منابع و فرصت‌ها (Gupta et al., 2023; Ensor & Hoddy, 2021; Røkås & Gómez-Baggethun, 2025).

بنیاد اجتماعی[5]: گنجاندن شاخص‌های اجتماعی مانند درآمد، آموزش و ایمنی در ارزیابی‌های پایداری (Dearing et al., 2014; Hossain & Ifejika Speranza, 2020). این رویکرد بر اهمیت تأمین حقوق بشر و رسیدگی به نابرابری‌های اجتماعی تأکید دارد (Ensor & Hoddy, 2021).

حکمرانی[6]: ساختارهای حکمرانی مؤثر برای پیاده‌سازی و اجرای این مرزها در مقیاس‌های مختلف موردنیاز است (Ensor & Hoddy, 2021; Häyhä et al., 2016; Turner & Wills, 2022).

خلاصه‌ای از اجزای کلیدی مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه در جدول ۱ آورده شده است.

[1] Aerosols Pollution
[2] Novel entities and other pollutants

[3] Human Well-being
[4] Equality
[5] Social Foundation
[6] Governance

جدول ۱- خلاصه‌ای از اجزای کلیدی مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه

جزء کلیدی	متمرکز بر	وضعیت فعلی	ملاحظات عدالت
تغییر اقلیم	شرایط جوی پایدار	فراتر رفته است	محدودیت‌های سخت‌گیرانه‌تر برای محافظت از جمعیت‌های آسیب‌پذیر
یکپارچگی زیست‌کره	تنوع‌زیستی و عملکردهای اکوسیستم	فراتر رفته است	جلوگیری از تغییرات برگشت‌ناپذیر
چرخه‌های آب و چرخه مواد مغذی	مدیریت پایدار آب و مواد مغذی	در بسیاری از مناطق فراتر رفته است	دسترسی عادلانه به آب تمیز و مواد مغذی
آلودگی آئروسل‌ها	بارگذاری آئروسل اتمسفری	فراتر رفته است	کاهش اثرات سلامتی

با ادغام ایمنی و عدالت، مرزهای سیستم زمین با هدف ایجاد یک فضای عملیاتی پایدار و عادلانه برای بشریت، تضمین‌کننده سلامت بلندمدت سیاره و ساکنان آن است.

اهمیت مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه

این چارچوب، مبنای سنجش‌پذیری را برای حفاظت از منافع مشترک جهانی برای نسل‌های کنونی و آینده ارائه می‌دهد. علاوه‌بر آن با پیوند دادن قانون و علم سیستم زمین از طریق چارچوب مرزهای سیاره‌ای، ابعاد قانونی و حاکمیتی این چارچوب را به‌دقت بررسی می‌کند (Rockström et al., 2023). این چارچوب برای تعیین یک محدوده ایمن و عادلانه برای فعالیت‌های بشر، اطلاع‌رسانی به پیشرفت‌های علوم اجتماعی و تسهیل درک و گسترش تفکر پیچیدگی در فرآیندهای حکمرانی و سیاست‌گذاری حیاتی است. همچنین، بهزیستی اجتماعی[12] را در مفهوم اصلی مرزهای سیاره‌ای برای کاربرد در سطوح منطقه‌ای ادغام می‌کند و تأثیر سیاست‌گذاری مفهوم مرزها را افزایش می‌دهد؛ چرا که بیشتر فعالیت‌های حکمرانی در سطوح منطقه‌ای به‌جای سطوح سیاره‌ای انجام می‌شوند (Ensor & Hoddy, 2021).

وضعیت فعلی و پیامدهای فراتر رفتن از مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه

وضعیت فعلی تحقیقات نشان می‌دهد که بسیاری از این مرزها در سطح جهانی از حد استاندارد پیشی گرفته‌اند و خطرات قابل‌توجهی را هم برای محیط‌زیست و هم برای جوامع انسانی ایجاد می‌کنند. به‌عنوان مثال:

هفت ESB از هشت ESB در سطح جهانی در حال حاضر از مرزهای جهانی فراتر رفته است (شکل ۱). افزون بر این، بیش از نیمی از مناطق سکونتی زمین در سطح منطقه‌ای از مرزهای ایمن و عادلانه تجاوز کرده‌اند (Rockström et al., 2023).

فشارهای ناشی از فعالیت‌های انسانی سیستم زمین را به عمق عصر آنتروپوسین سوق داده است و ثبات، انعطاف‌پذیری و عملکرد آن را تهدید می‌کند (Rockström et al., 2023).

در مورد کشور ایران، وضعیت فعلی نشان می‌دهد که این کشور نیز با چالش‌های جدی در زمینه فراتر رفتن از مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه مواجه است. به‌عنوان مثال:

- **تغییر اقلیم:** ایران با افزایش دما، کاهش بارندگی و خشکسالی‌های مکرر مواجه بوده که تأثیرات گسترده‌ای بر منابع آب، کشاورزی و امنیت غذایی داشته است (اکبری و صیاد، ۱۴۰۰). این شرایط نشان می‌دهد که مرزهای ایمن مرتبط با تغییر اقلیم در ایران به شدت تحت فشار قرار دارند.
- **مدیریت منابع آب:** بحران آب در ایران به‌دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و کاهش

[12] Social Well-being

سطح آب‌های زیرزمینی به یک چالش ملی تبدیل شده است (خاتمی و همکاران، ۱۴۰۱). بسیاری از دشت‌های کشور در وضعیت ممنوعه یا بحرانی قرار دارند (خبرگزاری ایرنا، ۱۴۰۳) و این موضوع مرزهای ایمن مرتبط با چرخه‌های آب را تهدید می‌کند.

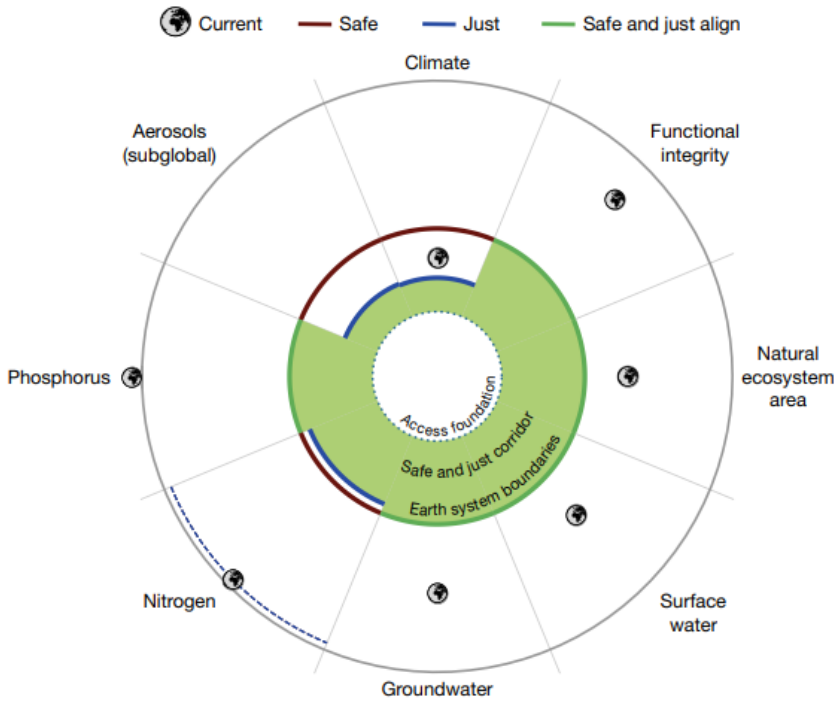
- **تنوع‌زیستی:** تخریب زیستگاه‌های طبیعی، شکار غیرقانونی و تغییر کاربری اراضی باعث کاهش تنوع‌زیستی در ایران شده‌اند (رحمانی و همکاران، ۱۴۰۲). این مسائل نشان می‌دهند که مرزهای ایمن مرتبط با یکپارچگی زیست‌کره در ایران نیز در معرض خطر هستند.
- **عدالت اجتماعی:** نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی در ایران، به ویژه در دسترسی به منابع طبیعی مانند آب و زمین، از جمله چالش‌هایی هستند که تحقق مرزهای عادلانه را دشوار می‌سازند (عاملی و همکاران، ۱۴۰۰). برای مثال، جوامع روستایی و مناطق محروم اغلب با کمبود دسترسی به آب آشامیدنی سالم و خدمات بهداشتی مواجه هستند (باصری، ۱۴۰۲).

این شرایط نشان می‌دهد که ایران نیازمند اقدامات فوری و مؤثر برای بازگشت به مرزهای ایمن و عادلانه است. این اقدامات می‌توانند شامل تقویت حکمرانی محیط‌زیستی، ارتقای همکاری بین‌المللی و توسعه راه‌حل‌های نوآورانه برای مدیریت پایدار منابع طبیعی باشند.

ادغام در سیاست‌گذاری و حکمرانی

چارچوب مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه بر حل چالش‌های مهم در حکمرانی تأکید دارد. ازجمله این چالش‌ها می‌توان به تعریف دقیق موفقیت یا شکست در پیاده‌سازی عدالت اجتماعی در سیستم‌های حکمرانی محیط‌زیستی و حمایت از شکل‌گیری دیدگاه‌های لازم برای ایجاد حکمرانی عادلانه اشاره نمود (Gupta et al., 2024).

همچنین، این چارچوب سبب شده تا تحقیقات جدیدی در مورد دقت مرزهای ایمن انجام شود. این مرزها، که در سطح جهانی مورد توجه کسب‌وکارها و سیاست‌گذاران قرارگرفته‌اند، دیدگاه‌های نوینی را در مورد مسائل اساسی عدالت ایجاد می‌کنند. درنتیجه، چارچوب "مرزهای ایمن و عادلانه برای سیستم زمین" مبنایی کمی برای حفاظت از منابع مشترک جهانی فراهم می‌کند، به تحقق اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند و بر سیاست‌گذاری و حکمرانی اثر می‌گذارد. بااین‌حال، این چارچوب بر فوریت رسیدگی به چالش‌های اساسی حکمرانی و ضرورت جلوگیری از آسیب بیشتر به سیستم زمین نیز تأکید دارد (Ensor & Hoddy, 2021; Turner & Wills, 2022).



شکل ۱- پیشنهادی برای مرزهای سیستم زمین ایمن و عادلانه- تصویرسازی مرزهای ایمن (قرمز تیره)، مرزهای عادلانه (آبی)، مواردی که مرزهای ایمن و عادلانه تطابق دارند (سبز) و حالت‌های فعلی جهانی (نمادهای کرهٔ زمین) (Rockström et al., 2023)

چالش‌ها و فرصت‌ها

۱. فراتر رفتن از مرزها

بسیاری از مناطق و سیستم‌های جهانی قبلاً از ESBهای ایمن و عادلانه فراتر رفته‌اند، که نیاز فوری به تغییرات دگرگون‌کننده را برجسته می‌کند (Rockström et al., 2023, 2024; Stewart-Koster et al., 2024).

۲. عملیاتی‌سازی

تبدیل ESBهای جهانی به سیاست‌های عملی در سطوح ملی و زیرملی پیچیده است اما برای حکمرانی مؤثر ضروری است (Häyhä et al., 2016; Turner & Wills, 2022; Ferretto et al., 2022).

۳. یکپارچه‌سازی مرزها

ترکیب ابعاد بیوفیزیکی و اجتماعی در یک چارچوب منسجم نیاز به همکاری بین‌رشته‌ای و رویکردهای نوآورانه دارد (Gupta et al., 2023; Su et al., 2023; Hossain & Ifejika Speranza, 2020).

نتیجه‌گیری

مرزهای سیستم زمینی ایمن و عادلانه، چارچوبی جامع برای دستیابی به پایداری جهانی با متعادل کردن یکپارچگی اکولوژیک و برابری اجتماعی فراهم می‌کند. این رویکرد مستلزم حکمرانی سخت‌گیرانه، همکاری بین‌المللی و راه‌حل‌های نوآورانه برای تضمین آینده‌ای انعطاف‌پذیر و عادلانه برای همهٔ مردم است. چارچوب سیستم زمین ایمن و عادلانه یک رویکرد جامع برای دستیابی به توسعه پایدار با متعادل کردن محدودیت‌های محیطی با نیازهای اجتماعی ارائه می‌کند. این چارچوب بر اهمیت ادغام عدالت در حکمرانی محیط‌زیستی برای اطمینان از توزیع عادلانه منابع و فرصت‌ها در عین حفظ ثبات سیستم زمین تأکید می‌کند.

منابع

اکبری، م.، و صیاد، و. (۱۴۰۰). تحلیل مطالعات تغییر اقلیم در ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۵۳(۱)، ۳۷-۷۴.

باصری، ب. (۱۴۰۲). ارزیابی وضعیت نابرابری در استان‌های ایران: جهت‌گیری‌ها و دستاوردها. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۸(۹۴)، ۱۷۵-۲۲۴.

خاتمی، س. س.، بوزرجمهری، خ.، زرین، آ.، و فال سلیمان، م. (۱۴۰۱). واکاوی مطالعات مدیریت منابع آب در ایران و جهان. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱(۲)، ۲۵۱-۲۷۱.

خبرگزاری ایرنا. (۱۴۰۳، ۲۴ اردیبهشت). ۴۲۱ دشت کشور در وضعیت ممنوعه و بحرانی قرار دارند. بازیابی‌شده از : https://www.irna.ir/news/85345612

رحمانی، ا.، زند، ا.، و جلیلی، ع. (۱۴۰۲). اهمیت تنوع‌زیستی، تنوع‌زیستی در ایران و جهان و کنوانسیون جهانی تنوع‌زیستی. طبیعت ایران، ۸(۳)، ۷۳-۸۹.

عاملی، س. ر.، بیچرانلو، ع.، و غلامی، ف. (۱۴۰۰). رسانه‌های اجتماعی و ارتباطات زیست‌محیطی؛ تحلیل پیام‌های بحران آب ایران در توییتر فارسی بر مبنای عدالت زیست‌محیطی. مطالعات جامعه شناختی (نامه علوم اجتماعی سابق)، ۲۸(۱)، ۵۹-۸۴.

Dearing, J. A., Wang, R., Zhang, K., Dyke, J. G., Haberl, H., Hossain, M. S., ... & Poppy, G. M. (2014). Safe and just operating spaces for regional social-ecological systems. Global Environmental Change, 28, 227-238.

Ensor, J., & Hoddy, E. (2021). Securing the social foundation: A rights-based approach to planetary boundaries. Earth System Governance, 7, 100086.

Ferretto, A., Matthews, R., Brooker, R., & Smith, P. (2022). Planetary Boundaries and the Doughnut frameworks: A review of their local operability. Anthropocene, 39, 100347.

Gupta, J., Bai, X., Liverman, D. M., Rockström, J., Qin, D., Stewart-Koster, B., ... & Gentile, G. (2024). A just world on a safe planet: a Lancet Planetary Health–Earth Commission report on Earth-system boundaries, translations, and transformations. The Lancet Planetary Health, 8(10), e813-e873.

Gupta, J., Liverman, D., Gifford, L., et al. (2024). Governance architecture for a safe and just world. Earth Commission Report.

Gupta, J., Liverman, D., Prodani, K., Aldunce, P., Bai, X., Broadgate, W., ... & Verburg, P. H. (2023). Earth system justice needed to identify and live within Earth system boundaries. Nature Sustainability, 6(6), 630-638.

Häyhä, T., Lucas, P. L., van Vuuren, D. P., Cornell, S. E., & Hoff, H. (2016). From Planetary Boundaries to national fair shares of the global safe operating space—How can the scales be bridged?. Global Environmental Change, 40, 60-72.

Hossain, M. S., & Ifejika Speranza, C. (2020). Challenges and opportunities for operationalizing the safe and just operating space concept at regional scale. International journal of sustainable development & world ecology, 27(1), 40-54.

Rockström, J., Donges, J. F., Fetzer, I., Martin, M. A., Wang-Erlandsson, L., & Richardson, K. (2024). Planetary Boundaries guide humanity's future on Earth. Nature Reviews Earth & Environment, 5(11), 773-788.

Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., Andersen, L. S., ... & Zhang, X. (2023). Safe and just Earth system boundaries. Nature, 619(7968), 102-111.

Røkås, T., & Gómez-Baggethun, E. (2025). Defining a safe and just operating space for the Norwegian economy. Ecological Economics, 230, 108511.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. science, 347(6223), 1259855.

Stewart-Koster, B., Bunn, S. E., Green, P., Ndehedehe, C., Andersen, L. S., Armstrong McKay, D. I., ... & Zimm, C. (2024). Living within the safe and just Earth system boundaries for blue water. Nature Sustainability, 7(1), 53-63.

Su, Y., Dong, X., Li, Y., Hong, Q., & Flower, R. (2023). Optimizing safe and just operating spaces at sub-watershed scales to guide local environmental management. Journal of Cleaner Production, 398, 136530.

Turner, R. A., & Wills, J. (2022). Downscaling doughnut economics for sustainability governance. Current Opinion in Environmental Sustainability, 56, 101180.

Watergate Bay, Newquay, UK, September, 2019, Photographer: Nick Fewings

A Framework for Sustainability: Investigating Safe and Just Boundaries of the Earth System

Hannaneh Sadat Sadat Mousavi[1], Majid Rahimi[2], Mehdi Ghorbani[3*]

1- Ph.D. student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University college of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2-Researcher, Social Business Institute, University of Tehran, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University college of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

*Corresponding Author's E-mail: mehghorbani@ut.ac.ir

Abstract

The concept of Safe and Just Earth System Boundaries is a scientific framework that integrates environmental sustainability and social justice into a unified structure, aiming both to preserve the ecological stability of the planet and to prevent harm to the welfare of humans and other species. This framework was introduced in 2023 by Rockström and colleagues, and it is based on the idea that human activities must not exceed limits that simultaneously threaten the health of the Earth system and exacerbate social inequalities. This research seeks to examine the key components and the concept of Safe and Just Earth System Boundaries, as well as the current status of this framework, including an analysis of the impacts of human activities on safe boundaries and considerations of justice. Findings indicate that at present, key components such as climate change, biosphere integrity, freshwater cycles, nutrient cycles, and aerosol pollution have already surpassed globally acceptable standards. The Safe and Just Earth System Boundaries framework provides a quantitative basis for conservation global commons, contributes to the achievement of the Sustainable Development Goals, and carries implications for policymaking and governance. Ultimately, this framework offers a comprehensive approach to achieving sustainable development by balancing environmental limits with social needs, and it emphasizes the importance of integrating justice into environmental governance.

Keywords: Equality, Human Well-being, Governance, Social justice, International Cooperation

Sadat Mousavi, H.S; Rahimi, M; Ghorbani, M. (2025). A Framework for Sustainability: Investigating Safe and Just Boundaries of the Earth System. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 120-127.

اردبیل، پاییز ۱۴۰۱، عکاس: مقصود مرادی

ادبیات فنی محیط‌زیست

پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ

معصومه حیدری[۱]، افشین دانه‌کار[۲*]، داوود مافی غلامی[۳]

۱- دکتری، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استاد، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم جنگلی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

* رایانامه نویسنده مسئول: danehkar@ut.ac.ir

چکیده

این پژوهش به تبیین تمایزات مفهومی و کارکردی بین پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک می‌پردازد. پاسخ سازشی به‌عنوان واکنش مشخص و موقت سیستم‌های محیط‌زیستی به محرک‌های بیرونی و درونی تعریف می‌شود، درحالی که ظرفیت پاسخ، ناظر بر توانایی ذاتی و پایدار سیستم برای مقابله با تغییرات محیطی است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که پاسخ سازشی دارای ماهیت گذرا، علیت مشخص و نیازمند اقدامات اجرایی کوتاه‌مدت است. درحالی که ظرفیت پاسخ با ویژگی‌های پایدار، چندعاملی و مستلزم برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت مشخص می‌شود. تحلیل ارتباط متقابل این دو مفهوم حاکی از آن است که ظرفیت پاسخ کافی می‌تواند نیاز به پاسخ‌های سازشی اضطراری را کاهش دهد، درحالی که تکرار پاسخ‌های سازشی می‌تواند به تقویت ظرفیت پاسخ سیستم منجر شود. درک عمیق این تمایزات مفهومی، چارچوب نظری منسجمی برای تدوین راهبردهای مدیریت اکوسیستم، سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی و ارتقای تاب‌آوری سیستم‌های اکولوژیک در برابر تغییرات محیطی فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها: پویایی اکوسیستم، سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیک، مدیریت اکوسیستم

حیدری، م.، دانه‌کار، ا.، مافی غلامی، د. (۱۴۰۴). پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ. *نشریه دانشجویی زیست سپهر*، ۱۸(۳)، ۱۲۸-۱۳۳.

مقدمه

پویایی اکوسیستمی در مواجهه با تغییرات محیطی، از طریق دو مفهوم بنیادین پاسخ سازشی[1] و ظرفیت پاسخ[2] قابل تبیین و تحلیل است. این دو ساختار مفهومی، به‌عنوان پارادایم‌های نظری غالب در سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک، چارچوب‌های تحلیلی متمایزی را برای درک مکانیسم‌های مقاومت و سازگاری سیستم‌های زوجی ارائه می‌دهند (Adger et al., 2011). اهمیت این تمایز مفهومی نه‌تنها در حوزه مباحث نظری علوم محیط‌زیستی بلکه در زمینه کاربردی مدیریت اکوسیستم‌ها و سیاست‌گذاری‌های محیط‌زیستی نیز متجلی است (Smit & Wandel, 2006). تمایز بین پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ نه‌تنها از منظر نظری حائز اهمیت است، بلکه در تدوین راهبردهای مدیریتی و خط‌مشی‌گذاری‌های محیط‌زیستی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند (Folke et al., 2010). هر یک از این مفاهیم، مستلزم رویکردهای خاص در فرایندهای ارزیابی، پیش‌بینی و مدیریت است. درک دقیق این تمایزات می‌تواند به ارتقای کارآمدی اقدامات حفاظتی، راهبردهای سازگاری و برنامه‌های احیای اکوسیستم‌ها منجر شود.

پاسخ سازشی

پاسخ سازشی به‌عنوان یک مفهوم سیستمی، به توانایی گسترده و مشخص سیستم‌های محیط‌زیستی اطلاق می‌گردد که به موجب آن، سیستم قادر به تعدیل ساختار و عملکرد خود در واکنش به محرک‌های بیرونی و درونی است (Armitage et al., 2012). این مفهوم با ویژگی‌های ذاتی خاص هر نوع سیستم زنده ارتباط دارد و قابلیت پویای منشأ یا علیت طبیعی (یا انسانی) دارد. زمانی پاسخ سازشی قابل‌شناسایی است که تأثیرات نسبتاً معنی‌دار آن با امکان ایجاد پیامدهای بلندمدت و همچنین امکان‌پذیری کنترل یا تعدیل آن قابل‌شناسایی باشد. در مبانی نظری اکولوژی، پاسخ سازشی به‌مثابه پویایی با پارامترهای قابل‌سنجش و اندازه‌گیری، تعریف می‌شود که اثرات آن بر سیستم‌های طبیعی قابل کمی‌سازی و مدل‌سازی است (Gallopín, 2006). مصادیق این مفهوم عبارتند از: انعطاف‌پذیری‌های اکوسیستم‌های جنگلی، سازش‌های فیزیولوژیک گیاهان، فعالیت‌های مکانیزم‌های انتخاب طبیعی و انتشار آنزیم‌های تقابلی است. فصل مشترک این پدیده‌ها، نقطه شروع و خاتمه قابل‌شناسایی است. در حوزه مخاطرات محیطی، مخاطرات ناگهانی مانند آتش‌سوزی‌های جنگلی یا سیل‌های منطقه‌ای اغلب موجب شکل‌گیری پاسخ‌های سازشی مشخصی می‌شوند (Holling, 2001). به‌طور کلی می‌توان پاسخ‌های سازشی را در دو دسته کلی؛ پاسخ‌های سازشی با شدت بالا و مدت کوتاه طبقه‌بندی کرد که با اثرات مخرب بر جوامع انسانی و محیط طبیعی همراه هستند (Tompkins & Adger, 2004). نحوه مدیریت و واکنش به پاسخ‌های سازشی سیستم‌های محیط‌زیستی معمولاً شامل رویکردهای مدیریت بحران، اقدامات فوری و راهکارهای کوتاه‌مدت است.

ظرفیت پاسخ

ظرفیت پاسخ، به‌مثابه یک وضعیت سیستمی پایدار در سیستم‌های محیط‌زیستی ناظر بر برخی از حالات تعادل دینامیک در ساختارهای اکولوژیک است که عمدتاً برآیند برهم‌کنش مجموعه‌ای از متغیرهای مختلف و به‌هم‌پیوسته است (Berkes et al., 2003). مشخصه‌های بنیادین این مفهوم عبارتند از: ماهیت چندوجهی و پایدار، سیستم اکولوژیک، برخاسته از تعاملات پیچیده متغیرهای متعدد، استمرار زمانی درازمدت همراه با گستردگی فضایی وسیع و پیچیدگی‌های مدیریتی که مستلزم اتخاذ رویکردهای استراتژیک بلندمدت است. ظرفیت پاسخ به‌عنوان توانایی ذاتی یا اکتسابی سیستم برای واکنش موثر به تغییرات شرایط، مطرح می‌شود (Yohe & Tol, 2002) و معمولاً شامل پارامترهای قابل‌سنجش و معیارهای مشخص است که به‌منظور ارزیابی میزان آمادگی و توانایی سیستم برای مقابله با تغییرات استفاده می‌شوند. این مفهوم دربرگیرنده

[1] Adaptive response
[2] Response capacity

مؤلفه‌های متعددی از جمله منابع اقتصادی، فناورانه[1]، اطلاعات و مهارت‌ها، زیرساخت‌ها، نهادهای کارآمد و عدالت است (Tanner et al., 2015). در حوزه مخاطرات محیطی، ظرفیت پاسخ مرتبط با توانایی سیستم‌های انسانی–اکولوژیک برای پیش‌بینی، آماده‌سازی، پاسخ‌گویی و بهبود تأثیرات مخاطرات است. مواردی مانند سیستم‌های هشدار سیل، برنامه‌های مدیریت مخاطرات و پروتکل‌های واکنش اضطراری نمونه‌هایی از ظرفیت پاسخ در حوزه مخاطرات طبیعی هستند (Brooks et al., 2005).

ارتباط متقابل ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی

نکته مهم در تحلیل ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی در محیط‌زیست، ارتباط متقابل و گاه تبدیل‌پذیری آن‌ها است (Engle, 2011). ظرفیت پاسخ به توانایی ذاتی و پایدار یک سیستم محیط‌زیستی برای مقابله با تغییرات و اختلالات اشاره دارد. این ظرفیت، ماهیتی سیستمی و چندعاملی داشته و معمولاً از طریق برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت تقویت می‌شود. ظرفیت پاسخ در مواجهه با پدیده‌های تدریجی مانند تغییرات اقلیمی، کاهش تنوع‌زیستی و فرونشست زمین، نقش حیاتی ایفا می‌کند. در مقابل، پاسخ سازشی واکنشی مشخص و معمولاً گذرا به محرک‌های بیرونی است که علیت آن قابل‌شناسایی است. پاسخ‌های سازشی اغلب به‌صورت اقدامات اضطراری و در واکنش به رویدادهای ناگهانی مانند سیل، طوفان‌های شدید، آتش‌سوزی‌های جنگلی و نشت مواد آلاینده بروز می‌کنند. در بسیاری موارد، اختلالات مکرر در یک منطقه خاص محیطی، درصورتی‌که فراتر از ظرفیت پایداری طبیعی اکوسیستم باشد، می‌تواند به‌تدریج منجر به ناپایداری در ساختار و عملکرد آن اکوسیستم شود. به همین ترتیب، آشفتگی‌های محیطی می‌توانند به‌صورت پاسخ‌های سازشی شدید ظاهر شوند (جدول ۱). برای مثال، تغییرات اقلیمی به‌عنوان چالشی که نیازمند ظرفیت پاسخ بالا است، می‌تواند موجب وقوع شدید پاسخ‌های سازشی نظیر سیل‌های ویرانگر و آتش‌سوزی‌های وسیع شود. درک این موضوع اهمیت دارد که ظرفیت پاسخ کافی می‌تواند نیاز به پاسخ‌های سازشی اضطراری را کاهش دهد، درحالی‌که تکرار پاسخ‌های سازشی می‌تواند به تقویت ظرفیت پاسخ سیستم منجر شود. در جدول ۱، تمایز کلیدی این دو مفهوم مطرح گردیده است (Biggs et al., 2015; Smit & Pilifosova, 2003).

جدول ۱ - تمایزات کلیدی و اصول عملیاتی ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی

معیار مقایسه	پاسخ سازشی	ظرفیت پاسخ
ماهیت اساسی	واکنش مشخص به محرک‌های بیرونی	*توانایی ذاتی و نهادینه سیستم*
ویژگی زمانی	پویایی موقت و محدود به زمان	*وضعیت پایدار و مستمر*
علت‌شناسی	با علیت مشخص و قابل‌شناسایی	*چندعاملی و سیستمی*
نوع مدیریت	اقدامات اجرایی و کوتاه‌مدت	*برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت*
تغییرات ساختاری	مشخص، هدفمند و موضعی	*تدریجی، عمیق و سیستمی*
مصداق‌ها	سیل، طوفان‌های شدید، آتش‌سوزی‌های جنگلی، آلودگی‌های ناگهانی	*تغییرات اقلیمی، کاهش تنوع‌زیستی، فرسایش خاک*

جمع‌بندی

تبیین تمایزات مفهومی و کارکردی بین پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ، نقش کلیدی در ارتقای دانش اکولوژیک و بهبود راهبردهای مدیریت محیط‌زیست ایفا می‌کند. این دو مفهوم، علی‌رغم تفاوت‌های بنیادی، در یک چارچوب سیستمی منسجم با یکدیگر در تعامل هستند. در واقع، کارآمدی پاسخ‌های سازشی در سیستم‌های اکولوژیک به میزان قابل‌توجهی به ظرفیت پاسخ آن سیستم‌ها وابسته است (Walker et al., 2004). درک عمیق تمایز بین پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ می‌تواند به اتخاذ رویکردهای مدیریتی مؤثرتر و سیاست‌گذاری‌های کارآمدتر در زمینه حفاظت از محیط‌زیست منجر شود. برای مثال، مدیریت جامع حوضه‌های آبریز مستلزم توجه هم‌زمان به ظرفیت پاسخ (مانند برنامه‌های بلندمدت مدیریت پایدار آب) و پاسخ‌های سازشی (مانند اقدامات اضطراری در مواقع سیل

[1] Technological

یا خشکسالی) است (Pahl-Wostl, 2009). هماهنگی و یکپارچگی بین سیاست‌های کلان محیطزیستی (که عمدتاً معطوف به ارتقای ظرفیت پاسخ هستند) و برنامه‌های اجرایی کوتاه‌مدت (که اغلب به مدیریت پاسخ‌های سازشی می‌پردازند) برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار ضروری است (Adger et al., 2005). تحولات اقلیمی جهانی و افزایش فشارهای انسانی بر محیطزیست، چالش‌های جدیدی را پیش روی مدیریت اکوسیستم‌ها قرار داده است. این تغییرات، اغلب با سرعتی بیش از ظرفیت سازشی طبیعی سیستم‌های اکولوژیک روی می‌دهند و موجب بروز اختلالات جدی در عملکرد آن‌ها می‌شوند (Grimm et al., 2013).در این شرایط، رویکردهای نوین مدیریتی مانند "مدیریت سازشی" و "حکمرانی مشارکتی[1]" که بر تلفیق ظرفیت پاسخ و پاسخ سازشی تأکید دارند، می‌توانند راهگشا باشند (Folke et al., 2005). در پایان می‌توان گفت که مفاهیم پاسخ سازشی و ظرفیت پاسخ، علی‌رغم تمایزات مفهومی و کارکردی، در یک طیف پیوسته قرار دارند و درک روابط پیچیده بین آن‌ها برای مدیریت کارآمد سیستم‌های اکولوژیک ضروری است. تاب‌آوری اکوسیستم‌ها در برابر تغییرات و اختلالات محیطی، حاصل برهم‌کنش پویا بین ظرفیت پاسخ و پاسخ‌های سازشی است. بنابراین، رویکردهای مدیریتی و سیاست‌گذاری‌های محیطزیستی باید به گونه‌ای طراحی شوند که هر دو بُعد را به‌طور هم‌زمان مورد توجه قرار دهند. این امر مستلزم همکاری بین‌رشته‌ای متخصصان علوم محیطزیستی، اقتصاددانان، جامعه‌شناسان و سیاست‌گذاران است تا بتوان به راهکارهای جامع و پایدار برای حفاظت از محیطزیست دست یافت.

[1] Collaborative governance

منابع

Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. Global environmental change, 15(2), 77-86.

Adger, W. N., Brown, K., & Nelson, D. R. (2011). Resilience implications of policy responses to climate change. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 2(5), 757-766.

Armitage, D., Berkes, F., & Doubleday, N. (2012). Adaptive co-management: Collaboration, learning, and multi-level governance. UBC Press.

Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press.

Biggs, R., Schlüter, M., & Schoon, M. L. (2015). Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems. Cambridge University Press.

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. Global Environmental Change, 15(2), 151-163.

Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. Global Environmental Change, 21(2), 647-656.

Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society, 15(4).

Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. Annual Review of Environment and Resources, 30, 441-473.

Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. Global Environmental Change, 16(3), 293-303.

Grimm, N. B., Chapin, F. S., Bierwagen, B., Gonzalez, P., Groffman, P. M., Luo, Y., ... & Schimel, J. (2013). The impacts of climate change on ecosystem structure and function. Frontiers in Ecology and the Environment, 11(9), 474-482.

Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. Ecosystems, 4(5), 390-405.

Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. Global Environmental Change, 19(3), 354-365.

Smit, B., & Pilifosova, O. (2003). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. Sustainable Development, 8(9).

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global environmental change, 16(3), 282-292.

Tanner, T., Lewis, D., Wrathall, D., Bronen, R., Cradock-Henry, N., Huq, S., ... & Thomalla, F. (2015). Livelihood resilience in the face of climate change. Nature Climate Change, 5(1), 23-26.

Tompkins, E. L., & Adger, W. N. (2004). Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?. Ecology and society, 9(2).

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and society, 9(2).

Yohe, G., & Tol, R. S. (2002). Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity. Global environmental change, 12(1), 25-40.

Levee Maint Rd, Vicksburg, MS, USA, March, 2019, Photographer: Justin Wilkens

Environmental Technical Literature

Adaptive Response & Response Capacity

Masoumeh Heydari[1], Afshin Danehkar[2*], Davood Mafi-Golami[3]
1- Department of Environmental, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2- Corresponding author: Department of Environmental, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3- Department of Forest Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
*Corresponding Author's E-mail: danehkar@ut.ac.ir

Abstract
This study explores the conceptual and functional distinctions between adaptive response and response capacity in social-ecological systems. Adaptive response is defined as a specific and temporary reaction of environmental systems to external and internal stimuli, while response capacity refers to the inherent and persistent ability of systems to cope with environmental changes. Research findings indicate that adaptive response is characterized by transient nature, identifiable causality, and requires short-term operational interventions, whereas response capacity exhibits persistent, multifactorial characteristics and necessitates long-term strategic planning. Analysis of the reciprocal relationship between these two concepts reveals that adequate response capacity can reduce the need for emergency adaptive responses, while repeated adaptive responses can contribute to strengthening the system's response capacity. A comprehensive understanding of these conceptual distinctions provides a coherent theoretical framework for developing ecosystem management strategies, environmental policy-making, and enhancing the resilience of ecological systems against environmental changes.

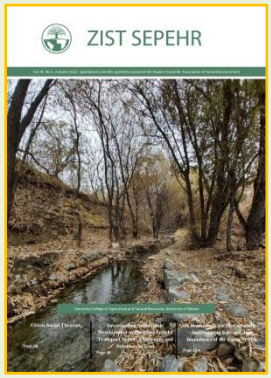
Keywords: Ecosystem dynamics, Social-ecological systems, Ecosystem management

Heydari, M; Danehkar, A; Mafi-Golami, D. (2025). Adaptive Response & Response Capacity. *Zist Sepehr Student Magazine*, 18(3), 128-133.

Publication ID

Zist Sepehr/Volume 18/Issue 3/Autumn 2025
Electronic Shapa Number: 2783-3895
Licensing Number and Date: 260623/132|07/02/2021
Owner of the License: Scientific and Student Association of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
Editor-in-Chief: Hannaneh Sadat Sadat Mousavi
Responsible Director: Setareh Mosedeh
Editorial Board Members: Roghayeh Garmaeepour, Ehsan Mohammad Hassani, Farnoush Attar Sahragard, Hossein Moradi, Mohammad Hamed Zhaf, Elmira Mirzaee
Internal Director: Kosar Alibeigi Beni
Advisor of the Journal and Scientific Association: Afshin Danehkar
Secretary of the Association: Setareh Mosedeh
Editors: Fereshteh Bagheri-Rizi, Farnoush Attar Sahragard, Hannaneh Sadat Sadat Mousavi
Designer and Layout: Majid Rahimi
System Manager: Farnoush Attar Sahragard
Reviewers of this Issue: Danial Nayeri, Afshin Danehkar, Mehdi Ghorbani, Hannaneh Sadat Sadat Mousavi, Farnoush Attar Sahragard
Photographers of this issue: Amin Khademian, Sina Morovvat, Ebrahim Memarian, Shannon Potter, Shima Abedinzadeh, Dieny Portinanni, Abolfazl Babaei, Seb Creativo, Arash Ramezanpour, Quỳnh Lê Mạnh, Razieh Poori, Lucian Dachman, Hassan Almasi, Alicia Christin Gerald, Faraz Ahanin, Karl Callwood, Matin Hosseini, Nick Fewings, Maghsoud Moradi, Justin Wilkens
Front cover photo: Eshagh Sadati; Back cover photo: Farnoush Attar Sahragard

Environmental Student Scientific Association, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran
Address: Alborz Province, Karaj, College of Agriculture & Natural Resources of University of Tehran, Faculty of Natural Resources, Office of the Environmental Student Scientific Association, Zist Sepehr Popular Science Quarterly Journal
The electronic version of this issue has been published with the support of the Iranian Quality and Standard Inspection Company.
P.O. Box: 31585-4312



بنیاد حامیان دانشگاه تهران
@zistsepehr_mag
@environment_ut
https://t.me/Zistsepehr_mag
https://t.me/ESSUTI
E-Mail: biosepehr.ut@gmail.com
Website: https://biosepehrsj.ut.ac.ir

Editorial Board

Hannaneh Sadat Sadat Mousavi

Setareh Mosedeh

Ehsan Mohammad Hassani

Farnoush Attar Sahragard

Dr. Hossein Moradi

Dr. Afshin Danehkar

Roghayeh Garmaeepour

Elmira Mirzaee

Kosar Alibeigi Beni

Mohammad Hamed Zhaf

Fereshteh Bagheri Rizi

Majid Rahimi

Mahruiyeh Forest, Faryab, Autumn 2024, Photographer: Hooman Mohammadhasani

ZIST SEPEHR

Vol.18. No3. Autumn 2025. Popular science quarterly journal of the Student Scientific Association of Natural Environment

University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Green Social Theories

Page 28

Investigating Sustainable Development in the Road Freight Transport Sector: Challenges and Solutions in Iran

Page 48

A Framework for Sustainability: Investigating Safe and Just Boundaries of the Earth System

Page 120