

زیست سپهر



فصلنامه علمی-تخصصی انجمن علمی دانشجویی محیط زیست طبیعی . جلد هفدهم . شماره دوم . زمستان ۱۴۰۳ . دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



تفاوت دو شاخص رفاه اجتماعی و بهزیستی
اجتماعی

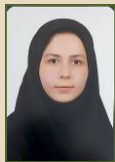
صفحه ۱۰۲

معرفی شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و
محاسبه آن‌ها با نرم‌افزار PAST

صفحه ۲۹

مروری بر جایگاه محیط زیست در برنامه‌های
توسعه پیش و پس از انقلاب اسلامی

صفحه ۵



حانه سادات سادات موسوی



ستاره موصده



احسان محمدحسینی



فرونش عطار صحراگرد



دکتر حسین مرادی



دکتر افشین دانه کار



رقیه گرمائی پور



المیرا میرزایی



پیام فرجی بیرگانی



محمد حامد ژف



فرشته باقری ریزی



مجید رحیمی

زیست سپهر/جلد هفدهم/شماره دوم/زمستان ۱۴۰۳

شماره شاپا الکترونیک: ۳۷۸۳-۳۸۹۵

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

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

سردبیر: حانه سادات سادات موسوی

مدیر مسئول: ستاره موصده

اعضای هیأت تحریریه: احسان محمدحسینی، فرنوش عطار صحراگرد، حسین مرادی، رقیه گرمائی پور،

محمدحامد ژف، المیرا میرزایی

مدیر داخلی: پیام فرجی بیرگانی

استاد مشاور نشریه و انجمن علمی: افشین دانه کار

دبیر انجمن: ستاره موصده

ویراستاران: فرشته باقری ریزی، فرنوش عطار صحراگرد، حانه مولانیا

طراح و صفحه‌آرا: مجید رحیمی

مدیر سامانه: فرنوش عطار صحراگرد

دوران این شماره: افشین دانه کار، امیر علم بیگی، داود مافی غلامی، امیر معمارزاده کیانی، فرنوش عطار

صحراگرد، وحید سیاره، مرجان بدری، زهرا کریمزاده، زینب محمودی

نگاره‌گران این شماره: مهرسا بیگی، محمدیحیی رضایی، فرهاد ورزشکاری مقدم، حانه سادات سادات موسوی،

مجید رحیمی، فرنوش عطار صحراگرد، علیرضا ظهور پرواز، بهروز جعفرنژاد، حسن الماسی، میترا مهر، امید

آرمین، آرش حسینی، رحیم حسینی، وحید معینی جزئی، Nikita, Cassidy Marshall Josh Power

Shuxuan Cao, Frans van Heerden, Karpov

عکس رو و پشت جلد: فرهاد ورزشکاری مقدم

انجمن علمی - دانشجویی محیط زیست طبیعی، دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آدرس: استان البرز، کرج، دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دفتر انجمن علمی -

دانشجویی محیط زیست طبیعی، فصلنامه علمی - تخصصی زیست سپهر

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

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۴۳۱۲



دانشگاه تهران
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
سازمان دانشجویی و فرهنگی



@zistsepehr_mag
@environment_ut



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

پست الکترونیک: biosepehr.ut@gmail.com
آدرس وبگاه نشریه: https://biosepehrs.ut.ac.ir



۴	سخن سردبیر حنانه سادات سادات موسوی
۵	مروری بر جایگاه محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه پیش و پس از انقلاب اسلامی آسا محروقی، افشین دانه‌کار
۲۲	کلید حفاظت از تنوع زیستی: اقتصاد چرخشی مدلی نوین برای حفاظت و توسعه پایدار نیکتا رضوان
۲۹	معرفی شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و محاسبه آن‌ها با نرم‌افزار PAST حنانه سادات سادات موسوی، فرنوش عطار محراگرد
۴۳	مروری بر طرح کهاب - ضرورت های شکل گیری و روند اجرا فاطمه جلیلی علیشاه
۵۲	چالش‌های فراروی خاک‌های کشور محمد برهانی، زهرا رئیسی
۶۴	تاب‌آوری فضایی در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک: کلید سازگاری با چالش‌های معاصر مجید رحیمی
۷۸	بررسی و امکان‌سنجی انتقال آهوی ایرانی (<i>Gazella subguttrosa</i>) از پارک ملی سرخه حصار به پارک ملی خجیر/بخش اول امید کیانی، افشین علیزاده شعبانی
۸۹	مطالعات زمین‌شناسی در جنوبگان با استفاده از داده‌های سنجش از دوری و تصاویر ماهواره‌ای پروانه سبحانی، افشین دانه‌کار
۱۰۲	تفاوت دو شاخص رفاه اجتماعی و بهزیستی اجتماعی رقیه گرمائی پور، امیر علم بیگی

خانه سادات سادات موسوی

دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

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

واقعیت این است که ایران با تنوع اقلیمی و زیستی فوق العاده خود، نیازمند برنامه ریزی دقیق و مدیریت یکپارچه منابع طبیعی است. آمارها نشان می دهند که وضعیت شاخص های پایداری محیط زیست کشور مطلوب نیست و با کسب رتبه ۱۳۲ بین ۱۴۶ کشور، تقریباً در انتهای جدول مربوطه قرار گرفته است. این واقعیت تلخ، ضرورت توجه بیشتر به پژوهش های علمی و کاربردی در حوزه محیط زیست را دوچندان می کند. در این شماره از مجله زیست سپهر، مجموعه ای از مقالات ارزشمند گردآوری شده است که هر یک از منظرهای متفاوت به چالش های محیط زیستی کشور می پردازند. بررسی اسناد فرادست و جایگاه محیط زیست در برنامه های توسعه، مطالعه تاب آوری فضایی در نظام های اجتماعی-کولوژیک و پرداختن به موضوعاتی چون حفاظت از تنوع زیستی گیاهی و چالش های فرآوری خاک های کشور، همگی در راستای شناخت بهتر و ارائه راهکارهای علمی برای این چالش ها هستند.

امید است که این مقالات بتوانند گامی هرچند کوچک در راستای افزایش آگاهی و ارائه راهکارهای عملی برای حل مشکلات محیط زیستی کشورمان بردارند. نشریه زیست سپهر همواره تلاش خواهد کرد تا با انتشار مقالات علمی و تخصصی، به رسالت خود در زمینه حفاظت از محیط زیست عمل نماید. امیدواریم که با همکاری پژوهشگران، دانشجویان و متخصصان بتوانیم به حل بحران های محیط زیستی ایران کمک کنیم.

در جایگاه سردبیر مجله علمی-تخصصی زیست سپهر، مایل هستم در این شماره به مسائل حیاتی محیط زیست کشورمان ایران بپردازم. ایران، این سرزمین باستانی با تمدنی غنی، امروزه با چالش های محیط زیستی گوناگونی روبه رو است که نیازمند توجه و راهکارهای فوری و اساسی است. بحران هایی نظیر آلودگی هوا، کمبود آب، فرسایش خاک، بیابان زایی و تخریب منابع طبیعی، همگی بر کیفیت زندگی مردم، توسعه اقتصادی و امنیت ملی کشور تأثیرات بسیاری گذاشته اند.

امروزه ایران با چالش های متعدد محیط زیستی روبروست که نیازمند توجه جدی و راهکارهای نوآورانه است. گستره این چالش ها از آلودگی هوا در کلان شهرها تا خشک شدن تالاب ها و دریاچه ها، از تخریب منابع خاک تا کاهش تنوع زیستی را در بر می گیرد. این مسائل که ریشه در عوامل مختلفی دارند، نه تنها کیفیت زندگی روزمره و سلامت مردم را تحت تأثیر قرار داده، بلکه تهدیدی جدی برای تنوع زیستی و منابع طبیعی کشور به شمار می روند. آنچه امروز بیش از هر زمان دیگری اهمیت دارد، نگاه سیستمی و یکپارچه به مسائل محیط زیستی است. تجربه نشان داده است که راه حل های تک بعدی و مقطعی نمی توانند پاسخگوی چالش های پیچیده محیط زیستی باشند. در این راستا، اقتصاد چرخشی به عنوان مدلی نوین، رویکردی امیدبخش برای دستیابی به حفاظت بیشتر از منابع تجدیدناپذیر و تحول الگوهای تولید و مصرف ارائه می دهد.



پسته لبق استان بادغیس، افغانستان، ۱۴۰۱، عکاس: محمدیحیی رضایی

مروری بر جایگاه محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه پیش و پس از انقلاب اسلامی

آسا محروقی^۱ و افشین دانه کار^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی، 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: danehkar@ut.ac.ir

چکیده

پیش از انقلاب اسلامی و در دوران حکمرانی پهلوی دوم، به‌منظور رشد و توسعه کشور شش برنامه‌ی عمرانی تنظیم شد که پنج مورد از آن‌ها به اجرا درآمد. در هر یک از این برنامه‌ها بخش‌هایی به حفظ منابع طبیعی-البته با تمرکز بر مقوله‌های محیط‌زیستی و نه خود محیط‌زیست- اختصاص یافت و برای اجرای آن اعتباراتی پیش‌بینی شد. پس از انقلاب اسلامی اولین برنامه‌ی توسعه با وقفه‌ای ۱۱ ساله و در سال ۱۳۶۸ تدوین شد. بعد از انقلاب اسلامی تا کنون هفت برنامه توسعه پنج‌ساله تنظیم شده‌است که درحال حاضر برنامه‌ی هفتم توسعه در کشور در دست اجرا است. روش بررسی این مطالعه، بررسی و تحلیل سیستماتیک اسناد برنامه‌ای بود. بررسی یافته‌ها نشان می‌دهد سهم احکام محیط‌زیستی در برنامه اول توسعه (۱۳۶۸-۱۳۷۲) ۳ درصد، در برنامه دوم توسعه (۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸) ۴ درصد، در برنامه سوم توسعه (۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳) ۷ درصد، در برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸) ۲۲ درصد، در برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴) ۱۳ درصد، در برنامه ششم توسعه (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) ۱۴ درصد و در برنامه هفتم توسعه (۱۴۰۳ تا ۱۴۰۷) ۹ درصد بوده‌است. سهم احکام محیط‌زیستی برنامه‌های توسعه، بازتاب‌دهنده شرایط توسعه‌یافتگی در کشور است و تنها در زمانی که رشد و تعادل نسبی میان جنبه‌های دیگر توسعه وجود داشته، سهم احکام محیط‌زیستی برنامه افزایش یافته‌است. از سوی دیگر ضعف ضمانت اجرایی، بخشی‌نگری و عدم هماهنگی بین‌بخشی از چالش‌های اساسی در اجرای احکام محیط‌زیستی در برنامه‌های توسعه است. هدف اصلی این مطالعه، شناسایی روند تکاملی سیاست‌های محیط‌زیستی و ارزیابی نقاط قوت، ضعف‌ها و چالش‌های موجود در این حوزه است.

کلیدواژه‌ها: حکمرانی محیط‌زیست، تجربه‌نگاری محیط‌زیست، مدیریت محیط‌زیست، برنامه توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی

مقدمه

توسعه‌ای کشور از اولویت‌های اساسی سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی ملی به‌شمار می‌آید. توجه به محیط‌زیست و طبیعت در دوران ما تبدیل به معیار شده‌است؛ معیاری که هر روز بیش از پیش در جهان فراگیر می‌شود. به‌طوری که از اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی که پدیده محیط‌زیست‌گرایی در جهان پدیدار شد و همچنین برگزاری کنفرانس سازمان ملل پیرامون محیط‌زیست انسانی در استکهلم در سال ۱۹۷۱، سرآغاز تلاش دولت‌ها برای پاسخگویی به این نیاز جهانی بوده‌است (نصیری، ۱۳۷۷؛ رحمتی و خدابنده دی‌جی تکیه، ۱۳۹۳). اما درخصوص توجه جدی جهانیان به مسائل بین‌المللی محیط‌زیستی، می‌توان به برگزاری بزرگترین کنفرانس بین‌المللی محیط‌زیست و توسعه در سال ۱۹۹۲، با عنوان «سران زمین» در برزیل اشاره کرد (گلدانی و امامی میبدی، ۱۳۹۴). World Bank (۱۹۹۲) در گزارش توسعه جهان ۱۹۹۲ توسعه و محیط‌زیست، توسعه پایدار را اتخاذ سیاست‌های توسعه‌ای و محیط‌زیستی مبتنی بر مقایسه هزینه-فایده و تحلیل دقیق اقتصادی به‌منظور ارتقای حفاظت از محیط‌زیست و دستیابی به سطح بالاتری از رفاه همه افراد جامعه تعریف نموده‌است. این مفهوم جدید توسعه پایدار، کلی‌نگر بوده و همه ابعاد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و دیگر نیازهای ضروری بشر را شامل می‌شود. این کلی‌نگری مهم‌ترین ویژگی توسعه پایدار محسوب می‌شود.

در ایران پس از تصویب اصل ۵۰ قانون اساسی، قوانین و مقررات محیط‌زیستی همچون سایر قوانین و موضوعات مهم به تبصره‌ها و مواد قانونی برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور اضافه شد. رسمیت یافتن این موضوع در قانون اساسی کشور اگرچه نقطه عطفی در تاریخ محیط‌زیست کشورمان به‌شمار می‌آید، ولی عملکرد مطلوبی را در عرصه اجرا و پیامدهای محیط‌زیستی به دنبال نداشته است (گلدانی و امامی میبدی، ۱۳۹۴). محیط‌زیست به‌عنوان بستر اصلی زندگی انسانی و تمامی موجودات زنده، یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار است. در ایران، چالش‌هایی

واژه توسعه در لغت به معنای خروج از «لفاف» است و این اصطلاح به‌صورت فراگیر پس از جنگ جهانی دوم مطرح شده‌است. در قالب نظریه‌نوسازی، لفاف همان جامعه سنتی و فرهنگ و ارزش‌های مربوط به آن است که جوامع برای متجدد شدن باید از این مرحله سنتی خارج شوند. برای رسیدن به یک جامعه توسعه‌یافته باید با برنامه‌ریزی مناسب و هدفمند؛ راه‌های رسیدن به توسعه را هموار کرد. برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، به مجموعه برنامه‌های میان‌مدتی گفته می‌شود که به‌صورت پنج‌ساله و توسط دولت وقت تنظیم می‌شود و پس از تصویب در مجلس شورای اسلامی لازم‌الاجرا می‌گردد (صیفوری و تقوی، ۱۳۹۷). الگوی نوسازی در ایران با حکمرانی رضاشاه پهلوی (پهلوی اول) پایه‌گذاری و روند توسعه کشور از آن زمان شروع شد و تا امروز در قالب‌ها و برنامه‌های مختلف به اجرا درآمده‌است. ایران یکی از باسابقه‌ترین کشورها در برنامه‌ریزی توسعه است. برنامه‌های مدون در قبل از انقلاب از سال ۱۳۲۷ خورشیدی آغاز شد و تا سال ۱۳۵۶ ادامه داشت. اما نه تنها به هدف‌های مورد نظر توسعه‌ای دست نیافته بلکه همچنان در آغاز راهی پرفرازونشیب است. در سال‌های اولیه‌ی پیروزی انقلاب اسلامی، هیچ‌گونه زمینه‌ای برای تنظیم برنامه‌ی اقتصادی وجود نداشت. بحران‌های سیاسی و پیامدهای جنگ تحمیلی منجر به تداوم الگوهای پوپولیستی در حوزه‌های اقتصاد سیاسی شد (خلجی و همکاران، ۱۳۹۸).

محیط‌زیست به‌عنوان بستر اصلی تمامی فعالیت‌های انسانی و زیربنای توسعه پایدار، نقشی حیاتی در تعیین مسیر پیشرفت کشورها ایفا می‌کند. بی‌توجهی به ظرفیت‌ها و محدودیت‌های محیط‌زیستی نه تنها سبب تخریب منابع طبیعی و کاهش کیفیت زندگی می‌شود، بلکه در بلندمدت توسعه اقتصادی و اجتماعی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. ازاین‌رو، بررسی جایگاه محیط‌زیست در برنامه‌های

جایگاه محیط‌زیست در برنامه های عمرانی پیش از انقلاب اسلامی

برنامه‌ریزی برای پیشرفت و توسعه کشور تا پیش از انقلاب ۱۳۵۷ تحت عنوان «برنامه‌های عمرانی» و در شش برنامه تدوین شد که پنج برنامه آن به اجرا درآمد. در هریک از این برنامه‌ها نیز جهت حفظ منابع طبیعی و حمایت از محیط‌زیست بخش‌هایی در نظر گرفته شده و اعتباراتی جهت انجام طرح‌های عمرانی در این زمینه تخصیص یافته بود (رفعتی پناه، ۱۳۹۵). در اصل فکر تنظیم برنامه برای فعالیت‌های عمرانی کشور از سال ۱۳۱۶ خورشیدی به وجود آمد. در اوایل آن سال «شورای عالی اقتصاد» به منظور تهیه و تنظیم برنامه توسعه اقتصادی کشور تشکیل شد؛ ولی با بروز جنگ جهانی دوم و قطع تجارت بین‌المللی، فعالیت‌های عمرانی کشور نیز متوقف گردید. پس از مدتی و در جریان افزایش ذخیره طلای بانک ملی ایران، دولت «هیئت تهیه نقشه اصلاحی و عمرانی کشور» را تشکیل داد. در سال ۱۳۲۵ این هیئت در گزارشی احتیاج شدید کشور به اصلاحات را متذکر و یادآور شد که در صورت عدم انجام اصلاحات اداری هر نوع فعالیت عمرانی با شکست رو به رو خواهد شد. به این ترتیب «هیئت عالی برنامه» برای رسیدگی به گزارش مزبور و تهیه یک برنامه عمرانی برای کشور تشکیل شد. در نهایت در بهمن ماه ۱۳۲۷ اولین لایحه برنامه هفت‌ساله از تصویب مجلس گذشت.^۱

در یک بررسی اجمالی می‌توان گفت در برنامه های عمرانی اول تا چهارم، مفهومی به نام محیط‌زیست وجود ندارد و آنچه در ارتباط با محیط‌زیست به چشم می‌خورد نه مفهوم، که مقوله‌های محیط‌زیستی است. به این معنا که در این برنامه‌ها عمده‌تاً مسائل محیط‌زیستی با توجه به اکوسیستم-های طبیعت همچون جنگل‌ها، مراتع، آب‌ها، دریاها و آن هم بیشتر در حوزه کشاورزی و آبیاری موردتوجه

همچون تخریب منابع طبیعی، آلودگی هوا و آب، تغییرات اقلیمی و کاهش تنوع‌زیستی، نیاز به توجه جدی به محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه کشور را آشکار می‌کند. ادغام مسائل محیط‌زیستی در برنامه‌های توسعه ملی از چند جنبه ضروری است. نخست، حفظ منابع طبیعی مانند آب، خاک و جنگل‌ها، زیربنای اساسی برای رشد اقتصادی پایدار است. دوم، کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی، تأثیر مستقیمی بر سلامت و امنیت شهروندان دارد. همچنین، تقویت جایگاه محیط‌زیست در سیاست‌گذاری‌های کلان می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی مردم و افزایش اعتماد به نهادهای دولتی منجر شود. بی‌توجهی به محیط‌زیست، هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی سنگینی به دنبال دارد. ازدست‌دادن منابع آبی، افزایش فرسایش خاک و گسترش آلودگی‌ها می‌تواند ظرفیت تولیدی کشور را به شدت کاهش دهد. از این‌رو، توجه به اصول محیط‌زیستی در برنامه‌های توسعه ایران، اقدامی ضروری برای تأمین آینده‌ای پایدار و شکوفا برای نسل‌های کنونی و آینده است.

بررسی پیشینه جایگاه محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه ایران برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد، نقاط قوت و ضعف این برنامه شناسایی شده و از تکرار اشتباهات جلوگیری شود. بسیاری از مشکلات کنونی مانند بحران کم‌آبی، آلودگی هوا و تخریب منابع طبیعی ناشی از بی‌توجهی به اصول محیط‌زیستی در برنامه‌های پیشین و عدم درک و شناخت صحیح این شاخص‌ها در رفاه و زندگی مردم است. تحلیل این برنامه‌ها می‌تواند نشان دهد که چگونه سیاست‌گذاری‌های ناکارآمد به چالش‌های محیط‌زیستی دامن زده و توسعه پایدار را مختل کرده‌است. این ارزیابی به تدوین برنامه‌های آتی کمک می‌کند تا رویکردی جامع‌تر و مبتنی بر حفظ محیط‌زیست اتخاذ شود و پیشرفت اقتصادی با پایداری اکولوژیک همراه گردد.

^۱ - مقدمه برنامه عمرانی سوم ایران، بی‌تا، ص ۲۰۱.

قرار گرفته‌اند و شاید دلیل این امر هم، عدم نفوذ و تأثیر مشخص جنبش و گفتمان‌های محیط‌زیستی در ایران باشد (رفعتی پناه، ۱۳۹۵).

برنامه عمرانی اول که سال‌های ۱۳۲۷ تا ۱۳۳۴ را شامل می‌شد در ۱۵ ماده و شش فصل تهیه و به تصویب رسید. فصل اول این برنامه به کشاورزی اختصاص داشت و در این فصل به جنگل‌ها، مراتع، آبیاری و سدسازی اشاراتی شده بود. در برنامه عمرانی اول، از جمع مبلغ ۲۱ هزار میلیون ریال اعتبار فصول شش‌گانه برنامه، فقط مبلغ ۴۵۰ میلیون ریال به صورت مشخص به حفظ «ثروت‌های ملی» تخصیص یافته بود.^۲ اما مشکل اساسی آن است که منظور دقیق از ثروت‌های ملی مشخص نشده بود. بنابراین، هرچند که اختصاص اعتبار برای بخش حفظ ثروت‌های ملی را نمی‌توان ناشی از تفکر صرفاً محیط‌زیستی به حساب آورد؛ اما این بخش از برنامه توانست تا حدودی زمینه‌ساز توجه به منابع طبیعی در کشور باشد. چنانکه در سال ۱۳۲۸ «بنگاه جنگل» جهت حفظ و حراست از جنگل‌ها تأسیس شد (رفعتی پناه، ۱۳۹۵).

برنامه عمرانی دوم هفت‌ساله کشور (۱۳۳۴-۱۳۴۱) در چهارفصل، ۲۱ ماده و ۱۰ تبصره به تصویب رسید. در این برنامه نیز آنچه را که می‌توان در ارتباط با محیط‌زیست و حفظ آن دانست به مانند برنامه اول در فصل کشاورزی و آبیاری گنجانده شده بود. اما در این برنامه برخلاف برنامه اول که بخشی از فصل کشاورزی به حفظ ثروت‌های ملی اختصاص یافته بود، هیچ بخشی با چنین عنوانی گنجانده نشد. در سال‌های پایانی برنامه دوم، تصویب قانون ملی‌شدن جنگل‌ها و مراتع از اقدامات مهمی بود که به همراه قانون شکار اثرات محیط‌زیستی و حفاظتی مثبتی را در ارتباط با طبیعت و حیات‌حش به جای گذارد. همچنین تشکیل «کانون شکار» اقدام مثبت دیگری بود که در سال

۱۳۳۵ جهت نظارت بر شکار حیوانات صورت گرفت (رفعتی پناه، ۱۳۹۵).

برنامه عمرانی سوم به مدت پنج سال و نیم (۱۳۴۱-۱۳۴۶) مشتمل بر ۱۰ فصل، ۳۷ ماده، هفت تبصره و جدول‌های ضمیمه در شهریور ۱۳۴۱ به تصویب رسید. در این برنامه به مانند دو برنامه اول، حفاظت از محیط‌زیست در سرفصل برنامه و هدف‌های آن قرار نگرفت؛ اما با این حال در فصل کشاورزی و آبیاری، حفظ منابع طبیعی به عنوان یکی از بندها گنجانده شد. در این برنامه از مجموع ۴۹ هزار میلیون ریال اعتبار فصل کشاورزی و آبیاری ۹۰۰ میلیون ریال جهت حفظ منابع طبیعی کشاورزی در نظر گرفته شد. این در حالی است که مبلغ اعتبار در نظر گرفته شده برای برنامه سوم ۲۳۰ میلیارد ریال بود.^۳ در دوران برنامه عمرانی سوم در مورد حفظ منابع طبیعی اقدامات مؤثری صورت گرفت و پس از ملی‌شدن جنگل‌ها و مراتع، برای حفاظت از این منابع گارد مسلح جنگل تشکیل شد و طرح‌هایی به منظور بهره‌برداری اصولی از جنگل تا ظرفیت ۵۴۷ هزار مترمکعب در سال تهیه و اجرا گردید. تأسیس دانشکده جنگلداری، احیاء و حفاظت مراتع و تهیه شناسنامه ۵۰۸ مرتع از دیگر اقدامات دوران برنامه عمرانی سوم بود.^۴ در مجموع برنامه عمرانی سوم به رغم اینکه فصلی در ارتباط با محیط‌زیست را در خود نداشت، اما اقداماتی که در زمینه جنگل‌ها، مراتع، آبریان و مدیریت آب‌های زیرزمینی و سطح‌الارضی انجام گردید، نشان از حرکت رو به تکاملی داشت که در زمینه توجه به محیط‌زیست و منابع طبیعی صورت می‌گرفت (رفعتی پناه، ۱۳۹۵).

برنامه عمرانی چهارم به مدت پنج سال (۱۳۴۶-۱۳۵۱) به اجرا درآمد. در این برنامه نیز به مانند سه برنامه

^۲ - مجموعه قوانین برنامه‌های عمرانی کشور، قانون برنامه عمرانی سوم،

بی‌تا، ص ۳۰.

^۴ - گزارش عملکرد برنامه عمرانی سوم ۱۳۴۶-۱۳۴۱، بی‌تا، ص ۲۹.

^۲ - مقدمه برنامه عمرانی سوم ایران، بی‌تا، ص ۵.

بوده‌است (حفاظت و بهبود محیط‌زیست در برنامه عمرانی ششم، ۱۳۵۶).

برنامه عمرانی پنجم برای سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۵۶ با ۹ ماده و دو تبصره در اسفند ۱۳۵۱ به تصویب رسید. این برنامه نسبت به برنامه‌های قبلی پیچیدگی و جامعیت بیشتری داشت. برای نخستین بار فصل هفتم این برنامه به محیط‌زیست اختصاص داشت. بدین طریق شاید بتوان ایران را اولین کشور در حال توسعه دانست که مسئله حفاظت محیط‌زیست را به‌صورت برنامه‌ای جامع در برنامه‌های عمرانی خود گنجانده (رفعتی پناه، ۱۳۹۵). اقدامات محیط‌زیستی پیش‌بینی‌شده برای برنامه پنجم به قرار زیر بود: ۱- شناخت کامل مناطق خشک و نیمه‌خشک و جلوگیری از تخریب زمین؛ ۲- بررسی و ارائه ضوابط به‌منظور حفظ و حراست اکوسیستم‌ها و بهره‌وری از سرزمین؛ ۳- حفظ و نگهداری شکارگاه‌ها و تدوین مقررات و استانداردهای مرتبط؛ ۴- شناسایی میزان آلودگی دریاها، دریاچه‌ها و جلوگیری از افزایش آلودگی آن‌ها؛ ۵- بررسی و تحقیق لازم در زمینه شناخت منابع آلوده‌کننده، تهیه ضوابط برای سنجش تأثیر مواد آلوده‌کننده بر انسان، حیوان و گیاه و چگونگی تقلیل میزان آلودگی هوا؛ ۶- آموزش افراد کادر اجرایی در سطوح مختلف. فصل حفاظت محیط‌زیست برنامه پنجم از شش طرح تشکیل گردیده بود که شامل: ۱- طرح حفاظت محیط‌زیست، ۲- طرح ایجاد واحد شکاربانی، ۳- طرح ایجاد پارک‌ها و تفرجگاه‌های عمومی، ۴- طرح ایجاد پارک طبیعت، ۵- طرح اداره و حفاظت پارک بین‌المللی ارژن، ۶- طرح ساختمان و تجهیز مراکز آموزش محیط‌زیست بود (سنجش عملکرد برنامه پنجم عمرانی کشور طی سه سال ۲۵۳۲-۲۵۳۴ شاهنشاهی، بی‌تا). بدین ترتیب باید برنامه پنجم عمرانی کشور را کامل‌ترین برنامه‌ای دانست که در دوران قبل از انقلاب در زمینه محیط‌زیست به اجرا درآمد و علاوه‌بر اختصاص فصلی مجزا به محیط‌زیست، به مسئله آلودگی‌های محیطی، آموزش و تلاش در جهت مشارکت عمومی در

قبلی فصلی مجزا برای محیط‌زیست در نظر گرفته نشد و مقولات محیط‌زیستی در قالب فصل کشاورزی مطرح شدند؛ اما فصلی مجزا برای آب و مدیریت منابع آب در نظر گرفته شد. در این برنامه از مجموع ۵۶۸ میلیارد ریال، ۴۸۸۰۰ میلیون ریال به فصل کشاورزی و دامپروری که بخش عمده‌ای از مقولات محیط‌زیستی را در خود داشت اختصاص یافت و همچنین مبلغ ۴۲۷۵۰ میلیون ریال برای فصل آب در نظر گرفته شد.^۵

در زمینه اجرایی در دوران این برنامه فعالیت‌هایی صورت گرفت که آن‌ها را می‌توان به قرار زیر طبقه‌بندی و توصیف نمود: ۱- اجرای قانون شکار و نظارت بر صید و ایجاد واحدهای شکاربانی؛ ۲- جنگلداری و بهره‌برداری صنعتی از جنگل‌های نكء و تأسیس مجتمع صنایع چوب؛ ۳- انجام عملیات جنگلداری و احداث جنگل‌های مصنوعی و دیم و توسعه و عمران جنگل‌های دریای خزر؛ ۴- اجرای روش‌های حفاظت از خاک و آب و تشکیل سمینار در این زمینه به همراه ایجاد پوشش نباتی و تثبیت خاک و ماسه‌های روان و جلوگیری از فرسایش سریع خاک و خطرات ناشی از آن؛ ۵- افزایش ذخایر ماهی از طریق ایجاد کارگاه‌های تکثیر ماهی و مواردی از این دست؛ ۶- آموزش منابع طبیعی و تربیت کادر فنی در این زمینه و نیز تحقیقات منابع طبیعی که شامل چهار دسته از فعالیت‌های (الف) بررسی‌های جنگلداری و جنگلکاری، (ب) بررسی‌های صنوبر، (ج) بررسی‌های حفاظت خاک و تثبیت و نگهداری ماسه‌های روان، (د) بررسی‌های مراتع می‌شد.^۶ در بهمن ماه سال ۱۳۵۰ سازمان حفاظت محیط‌زیست با ادغام وظایف، اختیارات و مسئولیت‌های سازمان شکاربانی و نظارت بر صید سابق در آن به وجود آمد که عهده‌دار وظایف متعدد و گسترده در جهت حفظ و بهبود و احیا محیط‌زیست

^۵- مجموعه قوانین برنامه‌های عمرانی کشور، قانون برنامه عمرانی چهارم، بی‌تا، ص ۳۰.

^۶- گزارش پیشرفت عملیات عمرانی برنامه چهارم تا پایان سه‌ماهه چهارم سال ۱۳۵۱، بی‌تا.

حفظ محیط‌زیست، به پیش‌بینی و اجرای سیاست‌های پیشگیرانه در این زمینه پرداخت و ایران را به‌عنوان یکی از اولین کشورهای در حال توسعه معرفی کرد که توجه جدی به محیط‌زیست در برنامه‌های عمرانی خود داشت (رفعتی پناه، ۱۳۹۵).

برنامه عمرانی ششم برای سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۶۱ برنامه‌ریزی شده بود اما به دلیل انقلاب اسلامی و تقاضای ساختار جدید نظام اجتماعی - اقتصادی با هویتی متفاوت، این برنامه در همان مراحل اولیه رها شد. در این برنامه یک فصل به حفاظت و بهبود محیط‌زیست اختصاص یافته بود (صیفوری و تقوی، ۱۳۹۷).

جایگاه محیط‌زیست در برنامه های توسعه پس از انقلاب اسلامی

بعد از انقلاب، با شروع جنگ ایران و عراق امکان اجرای برنامه‌های توسعه کشور از بین رفت. اگرچه نظام تازه تأسیس جمهوری اسلامی ایران عملاً از سال ۱۳۶۰ به ثبات سیاسی دست یافت، ولی وضعیت اقتصادی تا سال‌های بعد نیز سامان نیافت، زیرا درآمدهای نفتی به علت جنگ کاهش یافته و در مقابل هزینه‌های اداره امور افزایش یافته بود (سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۷).

برنامه‌های توسعه پنج‌ساله میان مدت، توسط دولت وقت تنظیم شد و به تصویب مجلس شورای اسلامی رسید. تدوین اولین برنامه توسعه بعد از پایان جنگ تحمیلی و از سال ۱۳۶۸ با هدف بازسازی اقتصادی پس از جنگ طراحی و اجرا شد (صیفوری و تقوی، ۱۳۹۷).

برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۶۸-۱۳۷۲)

علی‌رغم تخریب بخش وسیعی از مناطق طبیعی جنوب و غرب کشور و همچنین بهره‌برداری از منابع طبیعی، به جهت جنگ تحمیلی، متأسفانه، در این برنامه توسعه محیط

زیست به جایگاه و اهمیت درخوری، دست نیافت. قانون برنامه اول مشتمل بر یک ماده واحد و ۵۲ تبصره قانونی بود، که در این میان، تنها تبصره ۱۳ به‌صورت مستقیم به امر حفاظت از محیط‌زیست می‌پرداخت (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶). سیاست کلان محیط‌زیست در این برنامه شامل حفاظت محیط‌زیست با تأکید بر جلوگیری و کنترل آلودگی ناشی از صنایع آلوده‌کننده، کارخانه‌ها و کارگاه‌ها بود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳).

تبصره ۱۳: به منظور فراهم نمودن امکانات و تجهیزات لازم جهت پیشگیری و جلوگیری از آلودگی ناشی از منابع آلوده‌کننده، کارخانه‌ها و کارگاه‌ها موظف‌اند یک در هزار از فروش تولیدات خود را با تشخیص و تحت نظر سازمان حفاظت محیط‌زیست صرف کنترل آلودگی‌ها و جبران زیان ناشی از آلودگی‌ها و ایجاد فضای سبز نمایند. وجوه هزینه شده از این محل جزء هزینه‌های قابل قبول مؤسسه مربوطه محاسبه خواهد شد (قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۶۸).

تبصره ۱۳ را می‌توان تنها تبصره ای دانست که در برنامه اول، آشکارا به امر حفاظت از محیط‌زیست پرداخته‌است. اگرچه محیط‌زیست در آن برهه از زمان (بعد از جنگ تحمیلی) با وجود مشکلات و مسائل عدیده به جایگاه و نقش محوری خود در برنامه اول توسعه دست نیافت و به‌صورت بسیار محدود جلوه‌گر شد، اما در عین حال چشم‌انداز روشنی برای برنامه‌های بعدی ایجاد نمود (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

در برنامه اول توسعه، همه طرح‌های عمرانی به‌صورت ملی اجرا شد و فاقد هرگونه طرح استانی بود و تنها استثنا در این مورد مربوط به سال ۱۳۷۰ بوده که براساس اعتبارات تعیین شده عمرانی، وضعیت محیط‌زیست استان‌ها برای بررسی روند گذشته، حال و تصویری از آینده در کلیه استان‌ها و همچنین بررسی آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی



از فعالیت‌های معدنی در برخی استان‌ها به اجرا درآمد و مورد استقبال قرار گرفت که این امر باعث ایجاد بسترهای لازم برای اجرای طرح‌های استانی در برنامه دوم شد (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴).

در بخش آموزش محیط‌زیست نیز برای تحقق هدف کلی برنامه اهدافی پیش‌بینی و تعیین شد: ۱- ایجاد و توسعه کتابخانه‌ها و مراکز اسناد و مدارک محیط‌زیستی در سراسر کشور؛ ۲- مشارکت دادن مردم در اجرای برنامه‌های حفظ محیط‌زیست؛ ۳- تهیه، چاپ و انتشار مجلات، کتب و بروشورها و شناسنامه‌های منطقه‌ای و دائرةالمعارف محیط‌زیستی؛ ۴- تهیه، ترجمه، خرید و تولید فیلم‌های آموزشی محیط‌زیست؛ ۵- آموزش نیروی انسانی در مقاطع مختلف تحصیلی و دوره‌های مختلف زمانی (شگیری و همکاران، ۱۳۹۲). می‌توان گفت گنجانده شدن تبصره‌ای به‌منظور کنترل تخریب‌های محیط‌زیستی برای اولین بار در برنامه‌های توسعه کشور از نقاط قوت این برنامه بود. همچنین از نقاط ضعف این برنامه می‌توان به کیفی بودن اهداف محیط‌زیستی (فاقد اهداف کمی) اشاره کرد (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲).

برنامه دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۷۴-۱۳۷۸)

این برنامه مشتمل بر یک ماده واحده و ۱۰۱ تبصره است، که در این میان سه تبصره به صورت مستقیم بر حفاظت محیط‌زیست و منابع طبیعی تأکید داشته است، ضمناً به‌منظور حمایت و احیای منابع طبیعی و جلوگیری از تعدی و ممانعت از معاملات اراضی منابع طبیعی، قانون‌گذار در چند تبصره دولت را مکلف به اجرای اقدامات مناسب در پرتو دیگر فعالیت‌ها از قبیل، لوائح بودجه سالانه، فعالیت‌های اقتصادی، کشاورزی و صنعتی کرده بود (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶). در سه تبصره مذکور مسائل حفاظت از منابع طبیعی با تأکید بر جنگل‌ها و تضمین بهره‌برداری

پایدار از منابع و پیشگیری از آلودگی هوا و آب آورده شد. برنامه دوم توسعه به دلیل تقارن با کنفرانس سران زمین در ریودوژانیرو (۱۹۹۰ میلادی)، در شرایطی متفاوت‌تر از برنامه اول توسعه و با دیدگاه‌های نوینی که در سطح بین‌المللی در رابطه با مقولات محیط‌زیست مطرح بود، تدوین شد (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴). همچنین مفهوم توسعه پایدار برای نخستین بار وارد برنامه‌های توسعه کشور شد (شگیری و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از تفاوت‌های اساسی برنامه دوم توسعه با برنامه اول، گنجانده شدن اهداف کمی در این برنامه بود (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴). سیاست‌های کلان محیط‌زیست در این برنامه شامل رعایت ملاحظات محیط‌زیستی در همه فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، جلوگیری و رفع آلودگی منابع آب، اعمال صرفه‌جویی و مصرف درست انرژی و حفظ محیط‌زیست و استفاده بهینه از منابع طبیعی بود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳).

تبصره ۸۱: به منابع طبیعی اختصاص داده شد و ناظر بر حفظ، احیاء، توسعه و بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی بود و دولت موظف بود به: الف) تأمین سوخت مورد نیاز عشاير در شعاع ۵ کیلومتری با قیمت‌های رسمی کشور؛ ب) الزام بهره‌برداری از منابع ملی نسبت به بازسازی آن؛ ج) ساماندهی خروج دام از جنگل‌ها و تجمع جنگل‌نشینان؛ د) گماردن بخشی از نیروی انتظامی به‌منظور حفاظت از جنگل‌ها و مراتع کشور و آموزش و تجهیز آن‌ها (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

تبصره ۸۲ این برنامه مقرر می‌کرد:

الف) در طول برنامه دوم همه فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی بایستی با رعایت ملاحظات محیط‌زیستی صورت گیرد و به این منظور اجرای موارد زیر الزامی اعلام شد: ۱- طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی و خدماتی باید قبل از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی براساس الگوی مصوب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست

مورد ارزیابی محیط‌زیستی قرار گیرد. ۲- انجام هر گونه فعالیت صنعتی و معدنی باید با در نظر گرفتن اهداف توسعه پایدار در چارچوب ضوابط و استانداردهای محیط‌زیستی باشد. ۳- بهره‌برداری از منابع طبیعی کشور باید براساس توان بالقوه منابع محیط‌زیست و ظرفیت قابل تحمل محیط صورت گیرد، به نحوی که ضمن بهره‌مندی صحیح از منابع طبیعی موجبات حفظ تعادل و تناسب محیط‌زیست فراهم شود. ۴- استفاده از انرژی در کشور باید از طریق تجدیدنظر در الگوی مصرف و کاهش در آلودگی سوخت‌ها صورت گیرد.

ب) دولت مکلف است در طول برنامه دوم نسبت به کاهش میزان آلودگی هوای تهران، مشهد، تبریز، اهواز، اراک، شیراز و اصفهان در حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی اقدام نماید.

تبصره ۸۲ برنامه دوم توسعه را، می‌توان یکی از پیشرفته‌ترین قوانین برنامه‌های کشور، در راستای اصل پنجاهم قانون اساسی، با در نظر گرفتن اصل توسعه پایدار و حفاظت اصولی از محیط‌زیست در مقابل فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی به‌شمار آورد (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

طبق تبصره ۸۳ به منظور جلوگیری و رفع آلودگی منابع آب توسط فاضلاب‌های صنعتی، صنایع و کارخانه‌های واقع در شهرها و شهرک‌های صنعتی موظف بودند، نسبت به ایجاد و بهره‌برداری شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال و تأسیسات تصفیه فاضلاب صنعتی براساس استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست و با مشارکت و یا نظارت شرکت‌های آب و فاضلاب استان‌ها اقدام نمایند (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

گسترش مواد محیط‌زیستی برنامه تحت تأثیر کنفرانس ریو (۱۹۹۲)، گنجانده شدن اهداف کمی محیط‌زیستی در برنامه، توجه گسترده به تفاهات بین‌المللی، استانی شدن

طرح‌های محیط‌زیستی و تشکیل کمیته ملی توسعه پایدار از نقاط قوت برنامه دوم توسعه بودند. جذب پایین بودجه مصوب پیش‌بینی شده برنامه‌های محیط‌زیستی (تخریب شدیدتر ابعاد محیط‌زیستی کشور در مقایسه با شروع دوره) از نقاط ضعف این برنامه بودند (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲).

برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۷۹-۱۳۸۳)

برنامه سوم برخلاف دو برنامه پیشین، به‌جای آنکه به شکل ماده واحده و تعدادی تبصره تنظیم شود، برای اولین بار، به‌صورت مجموعه‌ای از مواد قانونی (۹ ماده و ۵۷ تبصره) تنظیم شد که در قالب فصول مختلف به مهم‌ترین مسائل اداره کشور در پنج برنامه توجه داشت (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶؛ ملکی و سعیدی، ۱۳۹۵). فصل ۱۲ برنامه سوم توسعه تحت‌عنوان «سیاست‌های زیست‌محیطی» شامل دو ماده (۱۰۴ و ۱۰۵) بود که در حوزه فعالیت‌های فرابخشی به مسئله محیط‌زیست می‌پرداخت (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶). در این فصل به موضوعات حفاظت از منابع طبیعی، پیشگیری از آلودگی‌ها به‌ویژه در کلان‌شهرها، وارد کردن ملاحظات محیط‌زیستی در تصمیم‌گیری‌های کشور، مشارکت‌های مردمی در حفظ محیط‌زیست و توانمندسازی سازمان حفاظت محیط‌زیست و ارزیابی محیط‌زیستی پروژه‌های بزرگ توجه شد (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴). سیاست‌های کلان محیط‌زیست در این برنامه شامل حفظ روند رشد و تولیدات در کنار بهره‌برداری پایدار از منابع، کاهش عوامل آلوده‌کننده محیط‌زیست و ارزیابی محیط‌زیستی همه پروژه‌های بزرگ خدماتی و تولیدی پیش از اجرا می‌شد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین ارزیابی محیط‌زیستی تمام طرح‌ها، مشارکت مردمی، مدیریت زیست‌بوم‌های حساس با اولویت دریای خزر، حفاظت از جنگل‌ها، مقابله با پدیده بیابان‌زایی، خود اظهاری صنایع، کاهش میزان آلودگی هوا، مدیریت پسماند

و پساب و جرائم محیط‌زیستی از دیگر موضوعات محیط-زیست برنامه توسعه سوم هستند (احمدی، ۱۳۹۵).

البته رعایت ملاحظات محیط‌زیستی در برنامه سوم توسعه محدود به فصل یاد شده نبوده و در ۷ ماده قانونی مرتبط به شرح مواد ۱۷ (بند الف)، ۶۱ (بند ب قسمت یک)، ۸۵ (بند ج قسمت یک)، ۱۱۴ (بند ب)، ۱۲۱ (بند الف)، ۱۳۴ و ۱۷۳ نیز تصمیم‌گیری‌های مربوط به فعالیت‌های توسعه‌ای تلویحاً موکول به رعایت ملاحظات محیط‌زیستی شده‌است. به این ترتیب جایگاه محیط‌زیست در برنامه سوم توسعه نسبت به برنامه‌های گذشته از وزن بیشتری برخوردار شد و بر ادغام و ملاحظات محیط‌زیستی در فرآیندهای برنامه‌ریزی بیش از پیش تأکید گردید. همچنین روند سیاست‌های محیط‌زیستی که در برنامه‌های گذشته بیشتر به شکل انفعالی و واکنشی دیده می‌شد، در این برنامه با رویکرد فعال و پیشگیرانه اتخاذ گردید (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴؛ دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

در همین راستا در ماده ۱۰۴ بند الف، به منظور تأکید بر حفاظت و حراست از محیط‌زیست و منابع طبیعی و بهره‌برداری پایدار از آن به طرح‌های «تعادل دام و مرتع»، «خروج دام از جنگل» و «تأمین علوفه دام و سوخت جنگل‌نشینان» اشاره شد. در بند ب این ماده توجه به گسترش مشارکت‌های مردمی و اعطای امور به مردم در حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی پیش‌بینی شد. بند ج در راستای توجه به محیط‌زیست انسانی به دلیل پیش‌بینی اقدامات تشویقی و تنبیهی متناسب می‌توان از متعادل‌ترین و دست‌یافتنی‌ترین بندهای این ماده به حساب آورد. بند د به منظور کاهش شرایط بحرانی محیط‌زیستی به خصوص در شهرهای بزرگ (تهران، مشهد، تبریز، اهواز، اراک، شیراز و اصفهان) ارائه شد. بند هـ به منظور حفاظت از محیط‌زیست دریایی به تصویب رسید. بند و به منظور کاهش شرایط بحرانی در محیط‌زیست شهری توسط منابع ثابت آلاینده پیش‌بینی شده بود. براساس بند ز بهبود وضعیت محیط-

زیستی شهر تهران را محور توجه قرار داده بود. همچنین ماده ۱۰۵ این برنامه مقرر می‌داشت، همه طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی و خدماتی باید پیش از اجرا و در مرحله انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی، براساس ضوابط پیشنهادی شورای عالی حفاظت محیط‌زیست و مصوب هیئت وزیران مورد ارزیابی محیط‌زیستی قرار گیرند (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

تشکیل کمیته فرابخشی اجرای برنامه‌های محیط‌زیستی، توجه به نقش مشارکت‌های مردمی و آموزش عمومی در برنامه (افزایش ۱۵۶ تشکل مردم‌نهاد به حدود ۶۰۰ تشکل)، اتخاذ سیاست‌های پیشگیرانه به جای سیاست‌های منفعل در برنامه و اختصاص یک فصل مجزا در برنامه به موضوع محیط‌زیست از نقاط قوت برنامه توسعه سوم می‌باشند. همچنین فقدان سازوکارها و ضمانت‌های اجرایی مناسب جهت تحقق برنامه‌ها از نقاط ضعف این برنامه بود (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲).

برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۸۴-۱۳۸۸)

این برنامه که تا سال ۱۳۸۹ تمدید شد، حاوی ۱۶۱ ماده و ۳۴ تبصره و ۹ ضمیمه بود. برنامه چهارم، دارای ۶ بخش عمده است که بیانگر محورهای اصلی برنامه هستند و ۱۵ فصل ذیل آن‌ها وجود دارد. بخش یا محور دوم آن، تحت عنوان «حفظ محیط‌زیست، آمایش سرزمین و توازن منطقه‌ای» نشانگر اهمیت محیط‌زیست و آمایش سرزمین در برنامه چهارم است. این بخش خود دارای دو فصل حفظ محیط‌زیست (فصل پنجم) و آمایش سرزمین و توازن منطقه‌ای (فصل ششم) است. فصل محیط‌زیست در برگرنده ۱۴ ماده و یک تبصره (از ماده ۵۸ لغایت ۷۱) است و از آنجا که، ماده ۷۱ صرفاً تنفیذ دو ماده از قانون برنامه سوم (ماده ۱۰۵ و بند ج ماده ۱۰۴) است، لذا، تعداد موارد اصلی قانون برنامه چهارم در زمینه حفظ محیط‌زیست

به ۱۵ ماده می‌رسد، ضمن آنکه مواد دیگر نیز در همین قانون به محیط‌زیست ارتباط پیدا می‌کند، که در برخی موارد اهمیت آن‌ها، کمتر از مواد فصل پنجم نیست. تعداد مواد مرتبط نیز بالغ بر ۱۴ ماده است (۳، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۲، ۳۱، ۳۲، ۳۴، ۳۶، ۴۳، ۷۲، ۱۱۷، ۱۳۵ و ۱۴۹) (دبی‌ری و همکاران، ۱۳۸۶). سیاست‌های کلان محیط‌زیستی این برنامه شامل برآورد ارزش اقتصادی منابع طبیعی و هزینه‌های ناشی از تخریب، ارائه برنامه مدیریت پسماندهای کشور، مدیریت سبز و تهیه اصول توسعه پایدار در الگوهای تولید و مصرف و دستورالعمل‌های بهینه‌سازی است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳).

می‌توان گفت محیط‌زیست به جایگاه واقعی خود در این برنامه دست یافت، علاوه‌بر مباحث برنامه سوم، در زمینه‌های آموزش محیط‌زیست، اطلاع‌رسانی محیط‌زیستی در سطح ملی و منطقه ای، جلوگیری از شکار بی‌رویه، ارزش‌گذاری اقتصادی منابع، مدیریت یکپارچه زیست‌بومی و اجرای برنامه عمل تنوع‌زیستی، ارزیابی محیط‌زیستی پروژه‌ها، خوداظهاری، کاهش آلودگی هوا، ساماندهی و جلوگیری از آلودگی و تخریب سواحل، ایجاد صندوق ملی محیط‌زیست، پایش منابع آلاینده، دارای مواد قانونی در فصل محیط‌زیست گردید. برنامه چهارم توسعه چه از نظر جامعیت و چه از منظر تأکید بر اصول و مبانی توسعه پایدار، تکامل یافته‌تر از برنامه سوم بود که بازتاب آن را به‌خوبی می‌توان در اسناد بالادستی از جمله سند چشم‌انداز، سیاست‌های کلی برنامه چهارم توسعه و مواد ۵۸ تا ۷۱ در فصل مجزایی تحت عنوان «حفظ محیط‌زیست» مشاهده کرد. علاوه بر مواد قانونی مذکور در برخی از مواد سایر فصول برنامه چهارم توسعه نیز تلویحاً بر رعایت ملاحظات محیط‌زیستی تأکید شده‌است که این موضوع از توجه بیشتر سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران به حفاظت از محیط‌زیست تأکید دارد (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴).

در ماده ۵۸ قانون برنامه چهارم توسعه، دولت جهت تسریع اجرای برنامه عمل حفاظت و بهره‌برداری از تنوع‌زیستی کشور موظف به ایجاد هماهنگی لازم بین دستگاه‌های مربوطه شد به‌نحوی که تا پایان برنامه چهارم توسعه، بتوان وضعیتی در حد استانداردهای جهانی را در زمینه تنوع-زیستی در کشور شاهد بود. در ماده ۵۹، فصل جدیدی به نام اقتصاد محیط‌زیست، مورد توجه قرار گرفت که پیش از آن در کشور ما مورد توجه نبوده‌است. ماده ۶۰ اشاره بر وظیفه دولت در تنظیم سازوکارهای لازم جهت آموزش‌های عمومی و تخصصی محیط‌زیست، حمایت از سرمایه‌گذاری در بخش محیط‌زیست و منابع طبیعی و ایجاد ساختارهای مناسب جهت فعالیت‌های محیط‌زیستی دارد. در بند «الف» ماده ۶۱ سیاست‌های جدید در زمینه پایش و کنترل منابع آلاینده مورد توجه است که در واقع یک حرکت مشارکتی محسوب شده و طرح خود اظهاری برای پایش منابع آلاینده را در خود جای داده‌است. در ماده ۶۱، دولت و یا در واقع سازمان حفاظت محیط‌زیست مکلف است، طرح خود اظهاری را، برای پایش واحدهای تولیدی، خدماتی و زیربنایی، براساس دستورالعمل سازمان تهیه و مورد اجرا بگذارد. در بند «ب» ماده ۶۲ نیز دولت ملزم به از رده خارج کردن خودروها و موتورسیکلت‌های فرسوده شده‌است. در ماده ۶۳ با دقت و توجه بیشتری موضوع آلودگی و تخریب شدید و فاجعه بار دریای خزر مورد حکم قرار گرفته است. در ماده ۶۴ بند «الف» بحث ارتقاء آگاهی‌های عمومی جهت دستیابی به توسعه پایدار مورد توجه قرار گرفته و در بند «ب» ایجاد نظام اطلاعات محیط‌زیستی کشور جهت پایش، اطلاع‌رسانی و ارزیابی محیط‌زیستی مورد تأکید قرار گرفته‌است. در ماده ۶۵ دولت موظف به تدوین اصول توسعه پایدار بوم‌شناختی، خصوصاً در الگوهای تولید و مصرف و دستورالعمل‌های بهینه‌سازی شده‌است تا منجر به رعایت اصول مذکور توسط دستگاه‌های مربوطه شود. ماده ۶۶ در مورد لزوم تهیه آیین‌نامه‌ای توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست در

خصوص نحوه اجرای برنامه مدیریت سبز در دستگاه‌های اجرایی و موسسات و نهادهای عمومی غیردولتی است. مواد ۶۷، ۶۹ و ۷۰ احکام قابل قبولی در زمینه تنوع‌زیستی از جمله مدیریت زیست‌بومی در زیست‌بوم‌های حساس، محدود کردن پروانه حمل اسلحه شکاری، برنامه حفظ، احیاء، اصلاح توسعه و بهره‌برداری از منابع طبیعی تجدیدشونده، اجرای طرح‌های مرتع‌داری و مدیریت مراتع از طریق عشایر و ارتقاء آگاهی‌های عمومی را شامل می‌شوند. از جمله نکات برجسته فصل محیط‌زیست برنامه چهارم، اجازه تشکیل «صندوق ملی محیط‌زیست» به منظور حمایت و تشویق واحدهای آلاینده و مخرب محیط‌زیست، با رعایت اصول ۷۲ و ۸۵ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و در راستای رفع آلودگی با پشتوانه مالی است که مندرج در بند «ب» ماده ۶۸ قانون برنامه چهارم توسعه است (دبیری و همکاران، ۱۳۸۶).

از نقاط قوت برنامه توسعه چهارم هم‌راستا شدن برنامه با مفاد و اسناد پشتیبان چشم‌انداز بیست‌ساله (افق ۱۴۰۴)، تدوین سند «فرابخش محیط‌زیست» و اختصاص فصل مجزا به محیط‌زیست است (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲).

برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۹۰-۱۳۹۴)

این برنامه که تا سال ۱۳۹۵ تمدید شد حاوی ۲۳۵ ماده و ۱۹۲ تبصره در ۹ فصل بود. فصل ششم آن تحت‌عنوان «توسعه منطقه‌ای» به بحث توسعه پایدار و محیط‌زیست توجه کرده‌است. در ذیل فصل ششم، بخشی تحت‌عنوان محیط‌زیست تعریف شده که با هفت ماده اصلی (مواد ۱۸۷ تا ۱۹۳) به مباحث محیط‌زیستی پرداخته‌است. در این دوره تأکید بیشتر بر اجرای برنامه‌ها به ویژه اجرای برنامه مدیریت یکپارچه زیست‌بومی و دستیابی به توسعه پایدار بود (ملکی و سعیدی، ۱۳۹۵). سیاست‌های کلان محیط‌زیستی در این برنامه شامل تدوین و اجرای برنامه مدیریت

یکپارچه زیست‌بومی و برنامه عملیاتی حفاظت و بهره‌برداری پایدار از تنوع‌زیستی زیست‌بوم‌های حساس و شکننده کشور، اصلاح اساسنامه «صندوق ملی محیط‌زیست»، اجرای برنامه‌های آموزشی از طریق رسانه‌های دولتی، اعمال سیاست‌های مصرف بهینه برای اجرای برنامه مدیریت سبز، کاهش عوامل آلوده‌کننده و مخرب محیط‌زیست، تشکیل سازمان توسعه و عمران دریا و سواحل، ترویج نظام اطلاعات محیط‌زیستی کشور در سطوح منطقه‌ای، ملی و استانی، تدوین استانداردهای محیط‌زیستی مشخص و شفاف با همکاری وزارتخانه‌های صنایع و معادن و جهاد کشاورزی، ضرورت نصب و راه‌اندازی سامانه پایش و کنترل و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، مدیریت پسماندهای شهری و برنامه مدیریت زیست‌بومی در زیست‌بوم‌های حساس است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳).

در این بخش مواد قانونی مربوط به آموزش همگانی و اطلاع‌رسانی محیط‌زیستی در سطح ملی و منطقه‌ای، جلوگیری از شکار بی‌رویه و ارزش‌گذاری اقتصادی منابع طبیعی از برنامه چهارم توسعه، تنفیذ شده‌است. در بخش محیط‌زیست همچنین مواد قانونی دیگری با موضوعاتی مثل مدیریت یکپارچه زیست‌بومی و اجرای برنامه عمل تنوع‌زیستی، حفاظت، ساماندهی و مدیریت یکپارچه سواحل، ارزیابی محیط‌زیستی پروژه‌ها، خوداظهاری، کاهش آلودگی هوا، کاهش حجم پسماندهای ورودی به محل‌های دفن، شناسایی کانون‌های انتشار ریزگردها و مهار آن، کنترل و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، ممنوعیت بهره‌برداری صنعتی و معدنی از تالاب‌های داخلی، مدیریت یکپارچه تالاب‌های کشور آمده‌است. در بخش توسعه منطقه‌ای برای اولین بار نظام ارزیابی محیط‌زیستی و اجرای نظام شاخص‌های پایداری به صورت دو ماده قانونی مهم تصویب شد که در صورت اجرای کامل آن‌ها محیط‌زیست کشور کاملاً از شرایط تهدید خارج خواهد شد و تحولات اساسی در توسعه مبتنی بر حفظ محیط‌زیست رخ

خواهد داد. در سایر بخش‌ها نظیر کشاورزی، حمل‌ونقل، انرژی و صنعت فعالیت‌های توسعه‌ای با لحاظ حفظ محیط-زیست مصوب گردید (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴). همچنین در فصل ششم این برنامه به تدوین شاخص‌های پایداری محیط‌زیستی توجه شده‌است از جمله ماده ۱۸۴ و ۱۸۵ (ملکی و سعیدی، ۱۳۹۵).

در این برنامه نقاط قوت برنامه چهارم توسعه به‌صورت تقریبی حفظ شدند اما کم‌توجهی به محیط‌زیست (به لحاظ تعداد بندها و مفاد کمی) و کلی‌گویی و فقدان سنجش‌پذیری در برخی مفاد محیط‌زیستی برنامه از نقاط ضعف برنامه توسعه پنجم محسوب می‌شدند (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲).

برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۳۹۶-۱۴۰۰)

برنامه ششم نیز تا سال ۱۴۰۲ تمدید شد و دربرگیرنده ۱۲۴ ماده و ۱۲۸ تبصره بود که در این میان بخش نهم این قانون به محیط‌زیست اختصاص یافت. طبق ماده ۲ قانون برنامه ششم توسعه، محیط‌زیست به‌عنوان یکی از موضوعات خاص و راهبردی تعیین شده‌است و این مهم می‌بایست به‌عنوان یکی از اصول و جهت‌گیری‌های بنیادین دولت یازدهم و دوازدهم لحاظ شود و ایجاد بسترهای لازم برای پایداری محیط‌زیست یک اولویت جدی قلمداد شود. در بخش ۹، ذیل ماده ۳۸، اقدام‌هایی برای دولت در بهبود وضعیت کشور تعریف شده که مهم-ترین آن‌ها عبارتند از نظارت بر ارزیابی راهبردی محیط-زیست در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه‌ای و ارزیابی آثار محیط‌زیستی طرح‌های بزرگ؛ احیا و مدیریت و بهره‌برداری مناسب از تالاب‌های کشور با مشارکت سایر دستگاه‌های اجرایی و جوامع محلی به‌ویژه در ارتباط با تالاب‌های ثبت شده؛ تامین اعتبارات ارزی و ریالی مورد نیاز جهت اجرای تعهدات بین‌المللی دولت در حوزه محیط-

زیست؛ احیا توسعه و غنی‌سازی جنگل‌ها در سطح ۸۱۵ هزار هکتار، بیابان‌زدایی و کنترل کانون‌های بحرانی آن حداقل در سطح ۱ میلیون و ۱۴۰ هزار هکتار؛ ارائه برنامه جامع مقابله با ریزگردها حداکثر تا پایان سال اول اجرای قانون برنامه ششم و اجرای عملی و موثر آن از سال دوم اجرای این قانون (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

سیاست‌های کلان محیط‌زیستی مطرح شده در برنامه ششم شامل ارزیابی محیط‌زیستی تمام طرح‌ها، مدیریت زیست‌بوم‌های حساس و توسعه پایدار مناطق ساحلی کشور با اولویت سواحل مکران، مقابله با پدیده بیابان‌زدایی، کاهش میزان آلودگی هوا، مدیریت پسماند و پساب، اختصاص منابع و تسهیلات مالی خارجی به طرح‌های با توجه محیط‌زیستی، توزیع عوارض مالیات بر ارزش افزوده واحدهای آلاینده، دولت سبز، مشارکت‌های مردمی، آلودگی آب، احیا و حفاظت از جنگل‌ها، کنترل و کاهش گازهای گلخانه‌ای و مهار گردوغبار است (احمدی، ۱۳۹۵؛ غلامپوراربابستان و رضایی، ۱۴۰۲).

اختصاص یک بخش (نهم) به محیط‌زیست از نقاط قوت و در نظر نگرفتن شاخص‌های کمی (بی‌توجهی به مباحثی مانند آموزش و اطلاع‌رسانی و عدم ضمانت اجرایی قوانین) از نقاط ضعف برنامه ششم توسعه در حوزه محیط‌زیست محسوب می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲).

برنامه هفتم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (۱۴۰۳-۱۴۰۷)

لایحه برنامه هفتم توسعه در ۲۴ فصل تدوین شده‌است که براساس بررسی صورت گرفته این برنامه فاقد سرفصل مجزایی پیرامون محیط‌زیست است. البته در فصل‌های مختلفی نظیر اصلاح ساختار بودجه، امنیت غذایی و ارتقای تولید محصولات کشاورزی، نظام مدیریت یکپارچه منابع آب، رفع ناترازی انرژی، ترانزیت و اقتصاد دریا محور و سیاست خارجی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به موضوع

محیط‌زیست پرداخته شده‌است. در مجموع ۱۵ ماده مرتبط با موضوع محیط‌زیست در این لایحه وجود دارد که متأسفانه در برخی از احکام این برنامه عقب‌گرد نسبت به برنامه‌های توسعه گذشته اتفاق افتاده‌است. به‌طور مثال سازمان حفاظت محیط‌زیست در مواد ۲۲، ۶۰ و ۶۳ مکلف به انجام اقداماتی شده‌است و در مواد ۳۸، ۴۱ و ۴۵ نیز به عنوان همکار ایفای نقش می‌کند. علاوه بر این در ماده ۳۶ تکلیفی برای سازمان منابع طبیعی در خصوص طرح‌های جنگل‌داری نوین تعیین شده‌است (غلامپوراربابستان و رضایی، ۱۴۰۲).

طبق ماده ۲۲، بند «الف» تمام طرح‌های توسعه‌ای قبل از اجرا باید براساس شاخص‌ها، معیارها و ضوابط محیط‌زیستی که به تصویب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست می‌رسد، توسط کارشناس ذی‌صلاح مورد ارزیابی محیط‌زیستی قرار بگیرد. براساس بند «ب» همان ماده، دستگاه‌های اجرایی مکلفند طرح‌های کلان توسعه‌های خود را مورد ارزیابی راهبردی محیط‌زیستی قرار داده و گزارش آن را برای تأیید به سازمان حفاظت محیط‌زیست ارسال کنند. مطابق بند «پ» سازمان حفاظت محیط‌زیست مجاز است از طریق آزمایشگاه‌های معتمد و همکار بر میزان آلاینده‌گی و ارزیابی خوداظهاری واحدهای آلاینده و واسنجی تجهیزات پایش آلاینده‌های منابع زیستی نظارت و آن را کنترل کند. در ماده ۳۶ بند «الف»، برداشت درختان با شرایط ذکر شده صرفاً توسط سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور و با تأیید رئیس سازمان انجام خواهد شد. در بند «ب»، اجرای واگذاری طرح‌های زراعت چوب از طریق فراخوان و انعقاد قرارداد دوره‌ای به سرمایه‌گذار بخش خصوصی پیش‌بینی شده‌است. ماده ۳۸ بند «پ»، وزارت نیرو را مکلف می‌کند تا پایان سال اول برنامه سازوکارهای اجرایی لازم را برای مدیریت یکپارچه تالاب‌ها و دریاچه‌های کشور با تأکید بر وظایف و اختیارات وزارتخانه‌های جهاد کشاورزی و میراث-فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی و سازمان حفاظت محیط‌زیست و با جلب مشارکت بهره‌برداران در دشت‌های

پیرامون تالاب‌ها و دریاچه‌ها ایجاد کند. ماده ۴۱ در مورد ممنوعیت رهاسازی آب‌های آلوده و آلوده‌کردن منابع آب سطحی و زیرزمینی است. در ادامه در مورد مدیریت پساب و پسماند در واحدهای مختلف و نقش وزارت نیرو و بخش خصوصی در آن و جرائم ناشی از تخلفات بیان شده‌است. در ماده ۴۵ دولت مکلف شده‌است ساز و کارهای مورد نیاز برای ارتقای کیفی فرآورده‌های تولیدی نفتی و کاهش تولید فرآورده‌های سنگین را به نحوی تدوین کند که تا سال پایان برنامه، ترکیب و کیفیت فرآورده‌های نفتی تولید شده در شرکت‌های پالایش نفت از استانداردهای لازم برخوردار باشد. در ماده ۴۶ بند «الف» و بند «پ» به اقداماتی در راستای مدیریت مصرف و کاهش شدت مصرف انرژی اشاره شده‌است. ماده ۴۸ بند «پ» در مورد احداث و توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر (خورشیدی و بادی) است. ماده ۵۶ مربوط به افزایش حجم صید محصولات شیلاتی به ۲/۶ میلیون تن در سال است. بند ۶۰ در راستای آمایش سرزمین و مدیریت یکپارچه سواحل به‌منظور هدایت جمعیت و فعالیت‌های آب‌بر و صادرات به قلمروهای مستعد جنوب کشور است. در بند «ت» سازمان حفاظت محیط‌زیست را مکلف می‌کند نسبت به حفاظت از تنوع‌زیستی، احیا و بازسازی زیستگاه‌های حساس اقدام کند. ماده ۶۳ این برنامه مجدداً درمورد افزایش صید محصولات شیلاتی کشور اقداماتی را مطرح می‌کند. ماده ۱۰۰ بند «الف» وزارت امور خارجه را به کنشگری فعال در دیپلماسی رسمی و عمومی در مسائل مختلف بین‌المللی من جمله مسائل حوزه محیط‌زیست مکلف می‌دارد. در ماده ۱۰۷ اقداماتی را در راستای هوشمندسازی و تحقق دولت الکترونیک بیان می‌دارد. ماده ۱۱۵ نیز قوه قضائیه را مکلف می‌کند تا پایان برنامه، پرونده‌های قضایی را الکترونیکی و جایگزین پرونده‌های کاغذی کند که اقدامی مثبت در راستای کاهش تولید پسماند می‌باشد (غلامپوراربابستان و رضایی، ۱۴۰۲).

به‌طور کلی بررسی کلی محورها و مواد لایحه برنامه هفتم توسعه نشان می‌دهد این برنامه از نظر محتوایی و ساختاری با چالش‌هایی نظیر ۱- فقدان رویکرد مسئله‌محوری در تدوین برنامه؛ ۲- کلی‌گویی و ابهام در بندهای پیشنهادی؛ ۳- عدم لحاظ کلان‌روند تغییر اقلیم در بخش‌های مختلف توسعه‌ای کشور؛ ۴- کم‌توجهی به قوانین دائمی کشور در حوزه محیط‌زیست؛ ۵- بی‌توجهی به توازن و پایداری زیست‌بوم و ۶- فقدان ضمانت اجرایی موجه است (غلامپور اربابستان و رضایی، ۱۴۰۲).

بحث و نتیجه‌گیری

احکام محیط‌زیستی از مصوبات قانونی قدرت می‌گیرد. هرچند اصل ۵۰ قانون اساسی را می‌توان پشتوانه محکمی برای رویکردهای محیط‌زیستی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قلمداد نمود، اما از سال ۱۳۶۸ با تدوین اولین برنامه توسعه پس از اتمام جنگ تحمیلی، توجه به ملاحظات محیط‌زیستی در سیاست‌گذاری‌های توسعه نیز مورد توجه قرار گرفت، به‌رغم آنکه دو برنامه نخست توسعه با رویکردهای بازسازی پس از جنگ و تقویت بنیان‌های امنیت ملی شکل گرفت ولی سهم احکام محیط‌زیستی، رویکردهای توسعه پایدار، ملاحظات برداشت منابع پایه و مدیریت پایدار سرزمین، در برنامه اول توسعه (۱۳۶۸-۱۳۷۲) ۳ درصد و در برنامه دوم توسعه (۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸) ۴ درصد بود. در برنامه دوم توسعه یکی از خط‌مشی‌های اساسی درج شده در برنامه (خط مشی ۱۰) "حفظ محیط-زیست و استفاده بهینه از منابع طبیعی کشور" بود. از برنامه سوم توسعه (۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳)، ساختار برنامه‌نویسی تغییر کرد و در قالب فصل و مواد، محورهای مهم توسعه، سیاست‌گذاری شد. در این برنامه نیز یک فصل از برنامه (فصل دوازدهم) به "سیاست‌های زیست‌محیطی" اختصاص یافت و سهم احکام محیط‌زیستی و موازین توسعه پایدار به ۷ درصد افزایش یافت. پربارترین احکام محیط‌زیستی در برنامه‌های توسعه را می‌توان در برنامه

چهارم توسعه (۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸) شاهد بود که حدود ۲۲ درصد مواد برنامه را شامل می‌شد و بیشتر احکام آن در بخش مستقلی با عنوان "حفظ محیط‌زیست، آمایش سرزمین و توازن منطقه‌ای" و فصل حفظ محیط‌زیست (فصل پنجم) متمرکز شده بود. با این وجود برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴) توانست اقبال بیشتری در توسعه سیاست‌های محیط‌زیستی بیابد و سهم احکام محیط‌زیستی و توسعه پایدار به ۱۳ درصد مواد برنامه کاهش پیدا کرد، اما در این برنامه نیز سرفصل مستقلی برای محیط‌زیست مشاهده می‌شود. برنامه ششم توسعه (۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰) نیز به‌طور مشخص برخوردار از بخش "محیط‌زیست و منابع طبیعی" (بخش ۹) بود و سهم احکام محیط‌زیستی نسبت به برنامه پنجم رشد اندکی داشت و ۱۴ درصد مواد برنامه را به خود اختصاص داد. متأسفانه پس از سه دهه تلاش در ارتقاء ادراک سیاست‌گذاران در ضرورت توسعه سیاست‌های محیط‌زیستی در احکام برنامه‌های توسعه، در برنامه هفتم توسعه سهم احکام محیط‌زیستی، موازین پایداری و ملاحظات مدیریت پایدار سرزمین در برنامه هفتم به ۹ درصد احکام برنامه کاهش یافته‌است و هیچ سرفصلی برای موضوعات محیط‌زیست، منابع طبیعی و آمایش سرزمین در این برنامه مشاهده نمی‌شود. در واقع از نظر تاریخی، ۲ دهه عقب‌گرد در احکام برنامه‌ای در این حوزه مشاهده می‌شود و در شرایط نسبی برنامه سوم توسعه قرار دارد. این درحالی است که ضرورت توجه به موضوعات محیط‌زیستی، به‌ویژه در حوزه حمایت از منابع ژنتیکی و تنوع‌زیستی، امنیت زیستی، امنیت آب، امنیت خاک، توسعه متعادل و متوازن سرزمینی و رعایت ملاحظات توسعه برای صیانت از منابع محدود سرزمینی بیش از سال‌های گذشته شده‌است. سهم احکام محیط‌زیستی برنامه‌های توسعه نشان از شرایط توسعه کشور دارد. سابقه تاریخی در کشورهای مختلف جهان نشان داده‌است، توسعه پایدار زمانی به یک هدف قابل‌برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری تبدیل می‌شود که رشد نسبی در شکل‌های دیگر توسعه، شامل توسعه اقتصادی،

توسعه اجتماعی، توسعه انسانی، توسعه فرهنگی و توسعه سیاسی در کشور صورت گرفته باشد. زمانی که این پنج حوزه توسعه در بستر جامعه در شرایط قابل قبولی قرار داشته باشند، اصول توسعه پایدار ظرفیت جاری شدن خواهند داشت. بنابراین سهم احکام محیط‌زیستی برنامه‌های توسعه، بازتاب‌دهنده شرایط توسعه‌یافتگی در کشور است و تنها در زمانی که رشد و تعادل نسبی میان جنبه‌های دیگر توسعه وجود داشته، سهم احکام محیط‌زیستی برنامه افزایش یافته‌است.

بررسی سیر تطور محیط‌زیست در اسناد برنامه‌های توسعه پنج ساله در کشور بیانگر رشد توجه به این مقوله در برنامه‌های توسعه بوده‌است. بر همین اساس، موضوع محیط‌زیست به ویژه از برنامه چهارم توسعه بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته و وزن و اثرگذاری محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه افزایش یافته و به تدریج دامنه آن به بخش‌های مختلف اثرگذار بر محیط‌زیست گسترش یافته است. می‌توان گفت رویکردهای حفاظت از محیط‌زیست از رویکردهای واکنشی و انفعالی به سوی رویکردهای پیگیرانه و فعال معطوف شده و هر برنامه نسبت به برنامه گذشته روند تکاملی را تجربه کرده‌است اما به رغم تقویت توجه به بخش محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه اخیر به ویژه برنامه ششم، براساس شاخص‌های عملکرد محیط‌زیستی در ایران، وضعیت در برخی شاخص‌ها نامناسب ارزیابی می‌شود (غلامپور و رضایی، ۱۴۰۲). براساس شاخص عملکرد محیط‌زیست در سال ۲۰۰۶، تعداد کشورهایی که مورد ارزیابی قرار گرفتند ۱۳۲ کشور بوده که ایران در رتبه ۵۳ قرار داشته و در سال ۲۰۱۰، رتبه ایران ۷۸ و در سال ۲۰۱۲ نیز رتبه ایران ۱۱۴ گزارش شده‌است (گلدانی و امامی میبدی، ۱۳۹۴). به رغم سیر تکاملی محیط‌زیست در برنامه‌های ادوار پیشین، احقاق اهداف تعیین شده در حوزه محیط‌زیست با موانع و چالش‌های جدی مواجه بوده‌است. بررسی‌ها نشان‌دهنده آن است که با آنکه از دیدگاه برنامه‌ریزان، برنامه سوم توسعه کشور در زمینه محیط-

زیست خوب و برنامه چهارم توسعه بسیار خوب ارزیابی شده‌است، ولی عملکرد در اجرا برنامه سوم کمتر از ۵۰ درصد و اجرای برنامه چهارم بسیار کم ارزیابی شده، این روند در برنامه ششم نیز امتداد داشته‌است (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰؛ سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴). از جمله دلایل عدم احقاق اهداف مندرج در برنامه‌های پیشین توسعه در حوزه محیط‌زیست می‌توان به ۱- فقدان وجود برنامه‌ریزی مطلوب، هماهنگ و بهینه؛ ۲- اهداف کلی و آرمانی؛ ۳- نبود نگاه فرابخشی به محیط‌زیست؛ ۴- تدوین و تصویب برنامه با زمان اجرا در دو مقطع مدیریتی؛ ۵- بخشی‌نگری و عدم ارتباط هماهنگ بین دستگاه‌های اجرایی؛ ۶- عدم تعیین دقیق منابع مورد نیاز و قابل دستیابی؛ ۷- نبود ضمانت اجرایی قوی و محکم برای اجرای قوانین و مقررات محیط‌زیستی؛ ۸- عدم بازدارندگی جرائم در مقابل خسارات وارده بر محیط‌زیست؛ ۹- عدم لحاظ کردن محدودیت‌های اقلیمی و اکولوژیک و آثار و پیامدهای محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌ها اشاره کرد (سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰؛ غلامپور و رضایی، ۱۴۰۲؛ سلیمانی مورچه خورتی، ۱۳۹۴).

منابع

- احمدی، س. (۱۳۹۵). جایگاه محیط‌زیست در برنامه ششم توسعه. نشریه امنیت اقتصادی، ۴(۴).
- حفاظت و بهبود محیط‌زیست در برنامه عمرانی ششم. سازمان حفاظت محیط‌زیست.
- خلجی، ح.، احمدی، ع. و روشنایی، ع. (۱۳۹۸). مروری بر الگوها و رویکردهای نظری حاکم بر فضای برنامه‌ریزی توسعه در ایران. فصلنامه علمی جامعه‌شناسی سیاسی ایران، ۲(۴).
- دبیری، ف.، عباسپور، م.، مکنون، ر. و آزادبخت، ب. (۱۳۸۶). جایگاه محیط‌زیست در قوانین برنامه‌ای پس از انقلاب در ایران. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱(۹).

صیفوری، ب. و تقوی، ر. (۱۳۹۷). آسیب‌شناسی برنامه‌های توسعه ایران قبل و بعد از انقلاب و ارائه راهبردهای محوری. ماهنامه آفاق علوم انسانی، ۲۲.

غلامپوراربابستان، ه. و رضایی، م. (۱۴۰۲). بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه حوزه محیط‌زیست و ارائه احکام پیشنهادی. مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات زیربنایی. (شماره مسلسل ۱۹۰۷۲).

قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۶۸). قابل مشاهده در: [\[https://qavanin.ir\]](https://qavanin.ir)

گزارش پیشرفت عملیات عمرانی برنامه چهارم تا پایان سه‌ماهه چهارم سال ۱۳۵۱. (بی‌تا). تهران: سازمان برنامه.

گزارش عملکرد برنامه عمرانی سوم ۱۳۴۱-۱۳۴۶. (بی‌تا). بی‌جا: سازمان برنامه.

گلدانی، م. و امامی میبدی، ع. (۱۳۹۴). جایگاه محیط‌زیست در برنامه‌های پنج‌ساله توسعه از منظر هفت عنوان منتخب. فصلنامه مجلس و راهبرد، ۲۲(۸۲).

مجموعه قوانین برنامه‌های عمرانی کشور، قانون برنامه عمرانی چهارم. (بی‌تا). بی‌جا: سازمان برنامه.

مجموعه قوانین برنامه‌های عمرانی کشور، قانون برنامه عمرانی سوم. (بی‌تا). بی‌جا: سازمان برنامه.

مقدمه برنامه عمرانی سوم ایران. (بی‌تا). بی‌جا: سازمان برنامه.

ملکی، س. و سعیدی، ج. (۱۳۹۵). بررسی ابعاد زیست‌محیطی و جایگاه محیط‌زیست شهری در برنامه‌های توسعه ایران. فصلنامه مطالعات مدیریت شهری، ۸(۲۷).

نصیری، ح. (۱۳۷۷). توسعه پایدار: چشم‌انداز جهان سوم. اطلاعات سیاسی اقتصادی، (۱۲۷-۱۲۸)، ۱۰۲-۲۰۴.

World Bank. (1992). World Development Report 1992: Development and the Environment. World Bank. Oxford University Press, 324 p.

رحمتی، ع. و خداینده دیزج تکیه، ه. (۱۳۹۳). آسیب‌شناسی فرآیند ارزیابی محیط‌زیستی در ایران. ویژه‌نامه پژوهش‌های محیط‌زیست، ۱(۱)، ۹۱-۹۸.

رضایی، م.، نادری، ف. و حسین‌زاده، م. (۱۴۰۲). ارزیابی برنامه‌های توسعه کشور در حوزه محیط‌زیست و ارائه راهبردهایی برای برنامه هفتم. فصلنامه مجلس و راهبرد، ۳۰(۱۱۵).

رفعتی پناه، م. (۱۳۹۵). بررسی مقایسه‌ای نقش و جایگاه حفاظت محیط‌زیست در برنامه‌های عمرانی پیش از انقلاب ۱۳۵۷. خردنامه، ۱۶.

سازمان برنامه و بودجه. (۱۳۷۷). مستندات برنامه سوم توسعه. انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

سلیمانی مورچه‌خورتی، ا. (۱۳۹۴). گزارش جایگاه محیط‌زیست در برنامه‌های توسعه کشور. مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات زیربنایی. (شماره مسلسل ۱۴۵۵۵).

سلیمانی مورچه‌خورتی، ا. (۱۴۰۰). آسیب‌شناسی بخش محیط‌زیست به‌منظور دستیابی به محورهای برنامه هفتم توسعه. مرکز پژوهش‌های مجلس، دفتر مطالعات زیربنایی. (شماره مسلسل ۱۷۶۳۵).

سنجش عملکرد برنامه پنجم عمرانی کشور طی سه سال ۲۵۳۲-۲۵۳۴ شاهنشاهی. (بی‌تا). تهران: سازمان برنامه.

شیرینی، م.، قائمی، آ. و قائمی، پ. (۱۳۹۲). بررسی روند آموزش محیط‌زیست در برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور و ارائه راهکارهای مناسب جهت اجرای آموزش محیط‌زیست. فصلنامه آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار، ۱(۱).

صالحی، ص.، فیروزجائیان، ع. و غلامرضا زاده، ف. (۱۳۹۳). تحلیل گفتمان زیست‌محیطی برنامه‌های توسعه اقتصادی-اجتماعی جمهوری اسلامی ایران. فصلنامه برنامه‌ریزی رفاه و توسعه اجتماعی، ۲۱.

A Review of the Status of the Environment in Development Programs Before and After the Islamic Revolution of Iran

Asa Mahrooghi¹ and Afshin Danehkar^{2*}

1-Graduate of Bachelor of Science, 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

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

Abstract

Before the Islamic Revolution, during the reign of the second Pahlavi, six development programs were formulated to promote the country's growth and development, five of which were implemented. In each of these programs, sections were dedicated to conserving natural resources—though with a focus on environmental issues rather than the environment itself—and budgets were allocated for their implementation. After the Islamic Revolution, the first development program was formulated after an 11-year delay in 1989. Since the revolution, seven five-year development programs have been drafted, with the seventh program currently being implemented in the country. The methodology of this study involves a systematic review and analysis of program documents. The findings reveal that the share of environmental provisions in the first development program (1989–1993) was 3%, in the second development program (1995–1999) 4%, in the third development program (2000–2004) 7%, in the fourth development program (2005–2009) 22%, in the fifth development program (2011–2015) 13%, in the sixth development program (2017–2021) 14%, and in the seventh development program (2024–2028) 9%. The share of environmental provisions in the development programs reflects the country's developmental conditions, increasing only when there was relative growth and balance among other aspects of development. However, weak enforcement guarantees, partiality, and lack of inter-sectoral coordination are among the fundamental challenges in implementing environmental provisions in development programs. The primary object of this study is to identify the evolutionary trajectory of environmental policies and to assess the strengths, weaknesses, and challenges in this field.

Keywords: Environmental Governance, Environmental Documentation, Environmental Management, Economic, Social, and Cultural Development Program



کلید حفاظت از تنوع زیستی: اقتصاد چرخشی (مدلی نوین برای حفاظت و توسعه پایدار)

نیکتا رضوان

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، گروه برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست و HSE، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
رایانامه نویسنده: nikta.Rezvan@ut.ac.ir

چکیده

افزایش جمعیت جهانی و بهره برداری غیرپایدار از منابع طبیعی، بحران هایی نظیر تغییر اقلیم، زوال تنوع زیستی و طیف آلودگی را ایجاد کرده است. مدل اقتصاد خطی که بر استخراج منابع و تولید ضایعات متمرکز است، به تخریب اکوسیستم ها و نابودی تنوع زیستی دامن می زند. اقتصاد چرخشی به عنوان یک مدل نوین، بر کاهش مصرف منابع طبیعی، بازچرخانی مواد و کاهش حداکثری ضایعات تمرکز دارد و می تواند به حفظ تنوع زیستی کمک کند. با فراتحلیلی از ۱۲ مقاله منتخب، از مطالعات انجام شده در خصوص اثرات اقتصاد چرخشی بر افزایش تاب آوری محیط زیستی و ایجاد فرصت در بهبود و خودترمیمی محیط زیست، این مقاله تأثیرات اقتصاد چرخشی را بر تنوع زیستی بررسی کرده و نشان می دهد که چگونه این مدل می تواند به کاهش تخریب محیط زیستی و تحقق توسعه پایدار کمک کند. با این توضیحات مشخص می گردد با ترکیب سیاست های حفاظتی و اصول اقتصاد چرخشی و بروندهای حاصل از آن می توان تعادل اکولوژیکی را احیا کرده و آینده ای پایدار رقم زد.

کلیدواژه ها: تنوع زیستی، اقتصاد چرخشی، توسعه پایدار، حفاظت، مدل نوین

مقدمه

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، جهان با بحران‌های عظیمی نظیر تغییر اقلیم، نابودی تنوع زیستی و آلودگی مواجه است که چالش‌های بزرگی را برای سلامت، رفاه در نسل‌های حاضر و آینده ایجاد می‌کند. یکی از دلایل اصلی این موضوع، نحوه استفاده از منابع طبیعی امروزه ما است. در نتیجه، باید به کل زنجیره تولید و مصرف و همچنین به کل زنجیره ارزش محصولات و خدمات توجه کرد تا این سطوح غیرپایدار را به حداقل رساند (Günther et al., 2023).

تنوع زیستی با سرعت بی‌سابقه‌ای در حال از بین رفتن است و طبق تعریف بنیاد الن مک آرتور بعد از انقلاب صنعتی اقتصاد خطی پی‌ریزی شد که گاهی به عنوان اقتصاد "دریافت مواد اولیه، تولید و دور انداختن" شناخته می‌شود، سیستمی است که در آن منابع استخراج می‌شوند تا محصولاتی تولید شوند که در نهایت به عنوان غیرقابل بازیافت، دور ریخته می‌شوند؛ یعنی در یک جهت - از ماده خام به ضایعات - حرکت می‌کنند (Ellen MacArthur Foundation, 2023). این یک سیستم آلوده کننده است که به تخریب اکوسیستم‌های طبیعی می‌انجامد و محرک چالش‌های جهانی از جمله نابودی تنوع زیستی است که امروزه بیش از ۹۰ درصد از بین رفتن تنوع زیستی به دلیل استخراج و فراوری منابع طبیعی است. لذا در صورت کاهش تقاضای حریصانه از منابع طبیعی با تاکید بر فلسفه اقتصاد چرخشی از طرفی بهره‌کشی مخرب از طبیعت کاهش می‌یابد و در کنار آن با توجه به ظرفیت اکولوژیکی طبیعت، امکان ترمیم خودکار طبیعت در قبال صدمات انجام شده در صحنه آن میسر می‌گردد. به عبارتی مدلی جدید مثل اقتصاد چرخشی در رفتارهای عمده و برجسته جامعه انسانی می‌تواند والانس اکولوژیکی را ارتقا داده و از طرفی صدمات بر آن را کاهش دهد (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

اقتصاد چرخشی و تنوع زیستی ارتباطی عمیق و دوسویه دارند که هر دو در راستای تحقق پایداری در محیط زیست عمل می‌کنند. براساس تعریف بنیاد مک آرتور، اقتصاد چرخشی به عنوان مدلی جایگزین برای اقتصاد خطی، در قالب ساختاری حلقوی و بسته طراحی شده است. این پارادایم اقتصادی می‌تواند استفاده از مواد و انرژی را به حداقل برساند که هم‌زمان فشار بر محیط زیست را کاهش دهد، از این جهت فرایند فوق چارچوبی برای به‌گردش درآوردن محصولات و مواد است که با حذف پسماند و آلودگی‌ها می‌توان طبیعت را احیا کرد و به تبع آن تنوع زیستی که در رقابت با انسان در بهره‌گیری از طبیعت قرار گرفته نیز می‌تواند رشد کند؛ لذا این رویکرد می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر حفظ و تقویت تنوع زیستی داشته باشد. در واقع، احیای طبیعت مستلزم تحولی بنیادین در الگوهای اقتصادی است؛ تحولی که تنها با تغییر ساختاری در روش‌های تولید، مصرف و مدیریت منابع محقق می‌شود. تجربیات جهانی نشان می‌دهد متوقف کردن و معکوس سازی روند نابودی تنوع زیستی، نیازمند بازتعریف اساسی شیوه‌های بهره‌برداری از منابع طبیعی است. هرچند تلاش‌های حفاظتی و احیای زیست‌بوم‌ها نقشی حیاتی ایفا می‌کنند، اما این اقدامات به تنهایی کافی نیستند. اقتصاد چرخشی به عنوان چارچوبی یکپارچه، پاسخی عملی به این چالش ارائه می‌دهد: تبدیل زنجیره‌های ارزش خطی به سیستم‌های چرخشی نه تنها ضایعات را به منابع جدید تبدیل می‌کند، بلکه با کاهش تخریب زیستگاه‌ها و تعدیل فشار بر گونه‌ها، بستری برای همزیستی پایدار انسان و طبیعت فراهم می‌سازد. بنابراین، تلفیق راهبردهای حفاظتی با تحول اقتصادی مبتنی بر چرخه‌های بسته، کلید دستیابی به تعادل اکولوژیک و تقویت تنوع زیستی در بلندمدت است (Ellen MacArthur Foundation, n.d.).

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از روش فراتحلیل انجام شده است. ابتدا، ۱۲ مقاله علمی مرتبط با موضوع اقتصاد چرخشی و تأثیرات آن بر تنوع‌زیستی از پایگاه‌های معتبر علمی انتخاب شدند. معیارهای انتخاب شامل پوشش موضوعی (ارتباط با تنوع‌زیستی و اقتصاد چرخشی)، سال انتشار (۲۰۱۸ تا ۲۰۲۳) و دسترسی به داده‌های کمی یا کیفی بود. سپس، داده‌ها و یافته‌های این مطالعات به صورت تفسیری، تحلیل شده و سناریوهای پیشنهادی در شکل ۱ براساس گزارش دبیرخانه کنوانسیون تنوع‌زیستی^۱ (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2020) و مقاله Leclère و همکاران (۲۰۲۰) تدوین گردید. ساختار مفهومی ارائه شده در شکل ۲ نیز از تلفیق نتایج این

مطالعات استخراج شده است. تحلیل‌ها با هدف شناسایی راهکارهای عملی اقتصاد چرخشی برای حفاظت از تنوع‌زیستی انجام شد.

نتایج

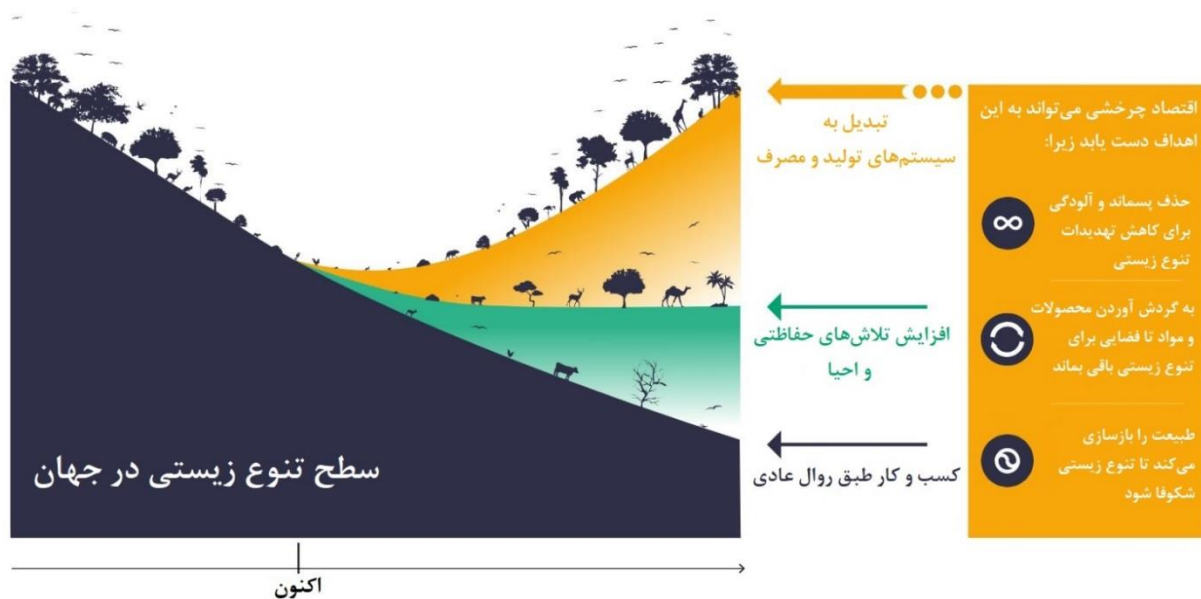
در این مستند تلاش شده است که نشان داده شود که اقتصاد چرخشی چگونه می‌تواند به توقف از دست دادن تنوع‌زیستی کمک کند و آثار مثبت اقدامات اقتصاد چرخشی را بر تنوع‌زیستی در عمل چگونه است.

برای اختصار در بیان جواب به سؤال پژوهش به ساختار اطلاعاتی شکل ۱ توجه می‌شود.



Close-up Photo of Empty Sea Urchins, 2020, Photographer: Cassidy Marshall

¹ Global Biodiversity Outlook 5 (2020)



شکل ۱- چگونه اقتصاد چرخشی می‌تواند نقش اساسی در توقف و معکوس کردن از دست دادن تنوع زیستی ایفا کند. (این تصویر اقتباسی است از گزارش دبیرخانه کنوانسیون تنوع زیستی (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2020) و مقاله Leclère و همکاران (۲۰۲۰) (Biodiversity and the circular economy, n.d.)

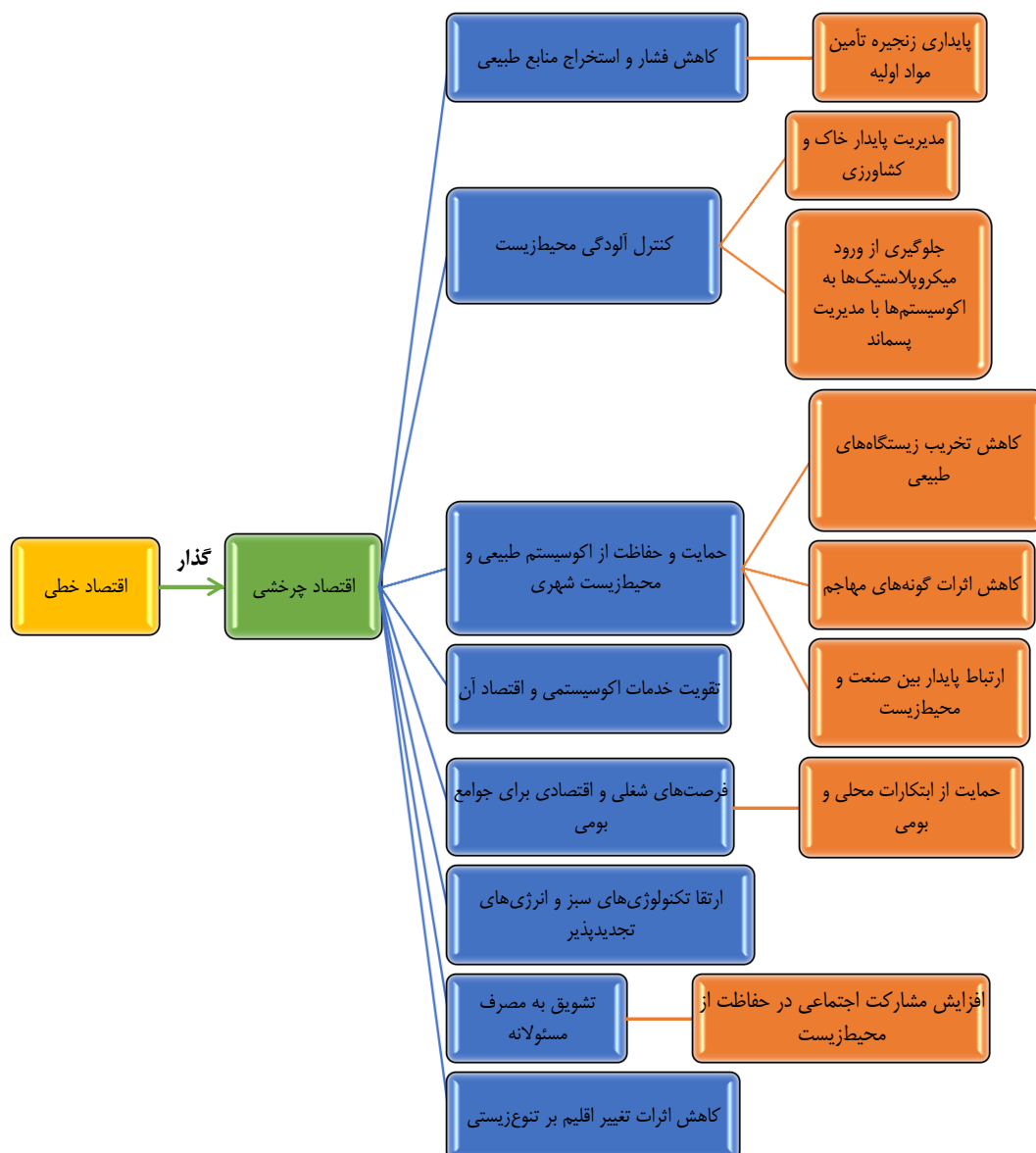
سناریوهای پیش‌بینی شده در شکل ۱ عبارتند از:
الف- استمرار وضع موجود: در این حالت با ادامه وضع موجود و کسب و کار به شکل فعلی، کاهش روزافزون گونه‌های گوناگون اتفاق خواهد افتاد.

ب- افزایش تلاش‌های حفاظتی و احیا: در بسیاری از کشورها این امر در حال پیگیری است؛ ولی این تلاش‌ها در کلیت خود کارایی کافی را ندارد و در بهترین حالت می‌تواند به تثبیت وضع موجود در تنوع زیستی منجر شود.

پ- استقرار اقتصاد چرخشی به معنای اتصال تولید تا مصرف و مجدداً با استفاده از بازیافت به عنوان نهاده تولید، فرایند تولید ادامه می‌یابد و ادامه این چرخه در این حالت ضمن کاهش صدمات به طبیعت، کاهش مصرف منابع جهانی، امکان بازتوانی اکوسیستم و التیام در گونه‌های

یافته‌ها

به منظور ارائه ساختار مفهومی عملکرد مؤلفه‌ها و فرایندهای اقتصادی و حفاظتی محیط زیست، مجموعه مطالعات مختلفی به شکل تفسیری مورد مطالعه قرار گرفت و ساختار مفهومی در شکل ۲ حاصل شد (Bianchi & Cordella, 2023; Centobelli et al., 2021; Mihai et al., 2022; Velasco-Muñoz et al., 2021; Buchmann-Duck & Beazley, 2020; Beamer et al., 2023; Santagata et al., 2020; Padilla-Rivera et al., 2020; Ellen MacArthur Foundation, 2021).



شکل ۲- ساختار مفهومی عملکرد مؤلفه‌ها و فرایندهای اقتصادی و حفاظتی محیط زیست

چالش‌ها

کشورهای کمتر توسعه‌یافته یا مناطق دارای تنوع‌زیستی بالا وجود دارد (Tiippana-Usvasalo et al., 2023; Buchmann-Duck & Beazley, 2020).

با توجه به شرایط نامتجانس اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها در کنار ضرورت اجرای هم‌زمان مجموعه راهبردهای اقتصاد چرخشی در توازن با هم باید توجه داشت که در کنار مزایا، اجرای اقتصاد چرخشی نیازمند بازنگری در سیاست‌ها، آموزش عمومی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های چرخشی، فناوری‌های مناسب و تولید پایدار است. بدون این اقدامات، خطر انتقال بار محیط‌زیستی به

نتیجه‌گیری

اقتصاد چرخشی نه تنها ابزاری برای کاهش فشارهای محیط‌زیستی است، بلکه می‌تواند با ایجاد تعادل در استفاده

Günther, J., Manshoven, S., Paleari, S., Fuchs, G., Carré, A., Fischer-Bogason, R., & Nielsen, T. (2023). Circular economy and biodiversity. In ETC/CE Report 2023/7 Circular Economy and Biodiversity. European Environment Agency. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2023-7-circular-economy-and-biodiversity>

Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M., Butchart, S. H., Chaudhary, A., De Palma, A., ... & Young, L. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*, 585(7826), 551-556.

Mihai, F. C., Gündogdu, S., Markley, L. A., Olivelli, A., Khan, F. R., Gwinnett, C., Gutberlet, J., Reyna-Bensusan, N., Llanquileo-Melgarejo, P., Meidiana, C., Elagroudy, S., Ishchenko, V., Penney, S., Lenkiewicz, Z., & Molinos-Senante, M. (2022). Plastic Pollution, Waste Management Issues, and Circular Economy Opportunities in Rural Communities. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1).

Padilla-Rivera, A., Russo-Garrido, S., & Merveille, N. (2020). Addressing the social aspects of a circular economy: A systematic literature review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 19). MDPI.

Santagata, R., Zucaro, A., Viglia, S., Ripa, M., Tian, X., & Ulgiati, S. (2020). Assessing the sustainability of urban eco-systems through Emergy-based circular economy indicators. *Ecological Indicators*, 109.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2020). Global Biodiversity Outlook 5 – Summary for Policy Makers. Montreal. Retrieved from <https://www.cbd.int/GBO5>

Tiippana-Usvasalo, M., Pajunen, N., & Maria, H. (2023). The role of education in promoting circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 16(1), 92–103.

Velasco-Muñoz, J. F., Mendoza, J. M. F., Aznar-Sánchez, J. A., & Gallego-Schmid, A. (2021). Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 170.

از منابع، به حفظ تنوع زیستی به عنوان یکی از ارکان اصلی حیات روی زمین کمک کند. با ترکیب سیاست‌های حفاظت از تنوع زیستی و اصول اقتصاد چرخشی، می‌توان گام‌های مؤثری برای دستیابی به آینده‌ای پایدار برداشت.

منابع

Beamer, K., Elkington, K., Souza, P., Tuma, A., Thorenz, A., Köhler, S., Kukea-Shultz, K., Kotubetey, K., & Winter, K. B. (2023). Island and Indigenous systems of circularity: how Hawai'i can inform the development of universal circular economy policy goals. *Ecology and Society*, 28(1).

Bianchi, M., & Cordella, M. (2023). Does circular economy mitigate the extraction of natural resources? Empirical evidence based on analysis of 28 European economies over the past decade. *Ecological Economics*, 203.

Biodiversity and the circular economy. (n.d.). <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/biodiversity/overview>

Buchmann-Duck, J., & Beazley, K. F. (2020). An urgent call for circular economy advocates to acknowledge its limitations in conserving biodiversity. *Science of the Total Environment*, 727.

Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., Passaro, R., & Shashi. (2021). Determinants of the transition towards circular economy in SMEs: A sustainable supply chain management perspective. *International Journal of Production Economics*, 242.

Ellen MacArthur Foundation. (2021). The Nature Imperative: How the circular economy tackles biodiversity loss.

Ellen MacArthur Foundation. (2023). What is the linear economy? <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/what-is-the-linear-economy>

Ellen MacArthur Foundation. (n.d.). Circular economy introduction. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>



A pond filled with lots of green water lilies, 2024, Photographer: Nikita Karpov

The Key to Biodiversity Conservation: Circular Economy (as an Innovative Model for Sustainable Protection and Development)

Nikta Rezvan

Master's student in Environmental Management, Department of Environmental Planning, Management and HSE, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
Author's E-mail: nikta.Rezvan@ut.ac.ir

Abstract

Global population growth and unsustainable exploitation of natural resources have created crises such as climate change, biodiversity loss, and a range of pollution. The linear economic model, which focuses on resource extraction and waste generation, contributes to the degradation of ecosystems and the destruction of biodiversity. The circular economy, as a novel model, focuses on reducing the consumption of natural resources, recycling materials, and minimizing waste, and can help conserve biodiversity. Through a meta-analysis of 12 selected articles from studies on the effects of the circular economy on increasing environmental resilience and creating opportunities for environmental improvement and self-repair, this paper examines the impacts of the circular economy on biodiversity and shows how this model can help reduce environmental degradation and achieve sustainable development. With these explanations, it is clear that by combining conservation policies and the principles of the circular economy and its outputs, we can restore ecological balance and create a sustainable future.

Keywords: Biodiversity, Circular Economy, Sustainable Development, Conservation, Innovative Model



پارک ملی لار، اردیبهشت ۱۴۰۰، عکاس: فرهاد ورزکاری مقدم

معرفی شاخص‌های تنوع‌زیستی گیاهی و محاسبه آن‌ها با نرم‌افزار PAST

حنانه سادات موسوی^{*}، فرنوش عطار صحرانگرد^۱

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

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

چکیده

تنوع‌زیستی ترکیبی از تمام گوناگونی‌های زیستی، از جمله تنوع وراثتی درون‌گونه‌ای، تنوع بین گونه‌ها، اجتماعات و مجموعه بوم‌سازگان‌های یک منطقه است و در سطحی گسترده در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی محیط‌زیستی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در تعیین وضعیت بوم‌سازگان و از لحاظ تعیین وضعیت و بررسی نقش مدیریت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از طریق مطالعه و اندازه‌گیری تنوع گیاهی، می‌توان پویایی جامعه گیاهی و توزیع گونه‌ها در محیط را بررسی کرد و با تأکید بر پویایی بوم‌سازگان، توصیه‌های مدیریتی مناسب ارائه نمود. اندازه‌گیری تنوع که یکی از مهم‌ترین مفاهیم در بوم‌شناسی است می‌تواند به روش‌های مختلفی نظیر استفاده از شاخص‌های عددی و پارامتری انجام شود. شاخص‌های عددی با ارائه یک عدد به‌عنوان نتیجه، تنوع را در یک واحد نمونه‌برداری یا یک جامعه نشان می‌دهد. شاخص‌های پارامتری یا غیرعددی برخلاف شاخص‌های عددی منجر به از دست رفتن اطلاعاتی از گونه‌ها می‌شوند، هرچند که این شاخص‌ها از تمامی اطلاعات استفاده کرده و یک بعد جدید را به روش‌های بوم‌شناختی تنوع افزوده است. مقاله حاضر با هدف معرفی شاخص‌های تنوع گیاهی و طریقه‌ی محاسبه‌ی آن‌ها با نرم‌افزار PAST پس از مطالعات کتابخانه‌ای و وب، نگاشته شده است. نرم‌افزار PAST در بسیاری از زمینه‌های علوم زیستی، علوم زمین، مهندسی و اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرد که با استفاده از آن می‌توان شاخص‌های تنوع را به صورت دقیق محاسبه نمود.

کلیدواژه‌ها: تنوع گیاهی، سیمپسون، شانون-وینر، مارگالف، منهینیک

مقدمه

مفهوم سلسله‌مراتبی است که باید در سطوح مختلف مورد بررسی قرار گیرد. عموماً، این مفهوم شامل سه سطح اصلی ژنتیکی، گونه‌ای و بوم‌سازگان است (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Heydari et al., 2020).

تنوع ژنتیکی

تنوع ژنتیکی یا تنوع درون تاکسونی، که توسط van der Maarel و همکاران در سال ۲۰۰۵ مورد بحث قرار گرفته است، در پایین‌ترین سطح سلسله‌مراتب نظام تنوع‌زیستی قرار دارد. این مفهوم به تنوع ژن‌های موجود در یک گونه یا تعداد آلل‌های ژنی در یک جمعیت اشاره دارد. تنوع ژنتیکی و تغییرپذیری ژنتیکی در میان افراد یک گونه مشابه، با تاریخچه و ساختار آن گونه و توانایی سازش‌پذیری آن مرتبط است. کاهش تنوع ژنتیکی می‌تواند خطر انقراض گونه‌ها را افزایش دهد. برای تعیین اولویت حفاظتی گونه‌ها، به‌ویژه گونه‌های زراعی و معادل‌های وحشی هم‌خانواده با آن‌ها، بررسی تنوع و تفاوت ژنتیکی افراد درون یک گونه از اهمیت زیادی برخوردار است و باید مورد توجه خاص قرار گیرد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Gliessman, 2022; Choudhary et al., 2017).

تنوع گونه‌ای

تنوع گونه‌ای یا تنوع تاکسونی^۲ (van der Maarel et al., 2005)، سطح میانه نظام سلسله‌مراتبی تنوع‌زیستی است و بررسی تنوع گونه‌ها اعم از گیاهی یا جانوری در نواحی خاص می‌پردازد و به تفاوت‌های میان گروه‌های تاکسونومیک و در بین نواحی جغرافیایی اشاره دارد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Weigand et al., 2019).

تنوع بوم‌سازگان

تنوع بوم‌سازگان به‌عنوان بالاترین سطح سلسله‌مراتب تنوع‌زیستی شناخته می‌شود و شامل ترکیب، ساختار و

حفاظت از تنوع‌زیستی در حفظ حیات انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بوم‌شناسان تلاش می‌کنند تا دانش خود را در مورد چگونگی، چرایی و چندی تنوع زیستی گسترش دهند و این دانش را در اختیار علاقه‌مندان و پژوهشگران قرار دهند (Lawn, 2011; WHO, 2025). تنوع به محدوده تغییرات یا تفاوت‌های میان گروه‌ها اشاره دارد و برای مشخص کردن پیچیدگی یا میزان گوناگونی موجودات یک جامعه استفاده می‌شود. این مفهوم اولین بار توسط روزن^۱ در سال ۱۹۸۵ میلادی معرفی شد (Wilson, 1988; Hooper et al., 2012; Xu et al., 2020)، اما اغلب به اشتباه به معنای تعداد گونه در یک مکان طبیعی به کار می‌رود (داستانگو، ۱۳۸۳).

تنوع‌زیستی در واقع ترکیبی از تمام گوناگونی‌های زیستی است، از جمله تنوع وراثتی درون گونه‌ای، تنوع بین گونه‌ها، اجتماعات و مجموعه بوم‌سازگان‌های یک منطقه (Hawksworth, 1995; Kaennel, 1998; Heydari et al., 2020). حفظ تنوع گیاهی یکی از اهداف مدیریت بوم‌سازگان است (Yuguang et al., 2001; Li et al., 2024) و در مطالعات پوشش گیاهی و ارزیابی محیط‌زیستی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Goodman, 1975; Li et al., 2024). از طریق مطالعه تنوع گیاهی، می‌توان پویایی جامعه گیاهی را بررسی کرد و با اندازه‌گیری تنوع، توزیع گونه‌ها را در محیط بررسی نمود (van der Maarel, 1988; Vogt et al., 2013; Li et al., 2024).

■ سطوح تنوع‌زیستی

تنوع‌زیستی به‌عنوان گنجینه‌ای از زیست در کره زمین شناخته می‌شود که شامل اشکال متنوع زندگی و فرم‌های رویشی است. محققان بر این باورند که تنوع زیستی یک

². Taxon diversity

1. Rosen

(۱۹۶۵) معرفی شده است، می‌باشد. از طریق تنوع بتا می‌توان به بررسی سرعت تغییرات در تعداد و یکنواختی گونه‌ها بین جوامع مختلف یا در طول شیب‌های محیطی پرداخت (Wilson & Mohler, 1983). این موضوع در تحقیقات اخیر نیز مورد تأکید قرار گرفته است (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Martínez-Roldán et al., 2024).

تنوع گاما (۳)

تنوع گاما یا تنوع منطقه‌ای، به تنوع زیستی در یک واحد بزرگ جغرافیایی یا سیمای سرزمین اشاره دارد. این مفهوم غنای گونه‌ای در یک محدوده جغرافیایی را در بر می‌گیرد که خود از دو جزء اصلی تشکیل شده است: تنوع آلفا و تنوع بتا. به‌طور کلی، تنوع گاما به تنوع کلی یک مجموعه از مناطق با تنوع آلفا یا تنوع کلی بوم‌سازگان‌های مختلف در یک منطقه اشاره دارد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Hunter (2002). (Martínez-Roldán et al., 2024) تنوع گاما را تنوع گونه‌ای در مقیاس جغرافیایی توصیف کرده‌است.

تنوع گونه‌ای و اجزای آن

تنوع گونه‌ای یکی از جنبه‌های مهم یک جامعه زیستی است و به عنوان یکی از سطوح تنوع زیستی شناخته می‌شود. اگرچه تنوع زیستی مفهوم گسترده‌تری دارد، اما تنوع گونه‌ای بخش عمده‌ای از مطالعات تنوع‌زیستی را در بر می‌گیرد. این مفهوم به‌طور کلی از دو جزء تشکیل شده است (Ludwig & Reynolds, 1988; Krebs, 1999; Magurran, 1996; Heydari et al., 2020).

۱- غنای گونه‌ای^۴

واژه غنای گونه‌ای برای اولین بار توسط McIntosh در سال ۱۹۶۷ میلادی به‌کار برده شد. این مفهوم به‌عنوان

عملکرد اکوسیستم‌ها است. این تنوع به برهمکنش‌های بین گونه‌ای و درون گونه‌ای اشاره دارد که در تمایز اکوسیستم‌ها از یکدیگر نقش دارد. مسیر جریان انرژی نیز یکی از عوامل مهم در تفکیک بوم‌سازگان‌ها است. به‌عنوان مثال، صخره‌های مرجانی به دلیل چرخه‌های غذایی پایه و تولید اولیه بالایی که دارند، با جوامع موجود در اعماق دریاها و آب‌های گرم که از شیمیوسنتز استفاده می‌کنند و تولید اولیه کمتری دارند، متفاوت هستند. این تفاوت‌ها در تولید اولیه به دلیل تفاوت در فرآیندهای فتوسنتز و شیمیوسنتز است که در این اکوسیستم‌ها رخ می‌دهد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Maier et al., 2023).

انواع تنوع

Whittaker (۱۹۷۲) سه اصطلاح را برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در مقیاس مکانی بیان کرد؛ بنابراین در یک تقسیم‌بندی کلی، می‌توان تنوع را در مقیاس‌های متفاوت زیر بررسی نمود (Magurran, 1996; Southwood, 1978; Waite, 2000; Martínez-Roldán et al., 2024).

تنوع آلفا (α)^۱

تنوع آلفا به تنوع درون زیستگاهی اشاره دارد و شامل تنوع گونه‌های موجود در یک اجتماع، زیستگاه یا بوم‌سازگان خاص است. این نوع تنوع براساس ترکیبی از تعداد گونه‌ها و فراوانی نسبی آن‌ها تعریف می‌شود (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Martínez-Roldán et al., 2024).

تنوع بتا (β)^۲

تنوع بتا به تغییرات ترکیب گونه‌ای و تنوع بین زیستگاه‌ها اشاره دارد و نشان‌دهنده تفاوت در تنوع گونه‌ای بین جوامع مختلف یا در طول شیب‌های محیطی است. این مفهوم مشابه با تنوع بین زیستگاهی که توسط MacArthur

^۳. Gamma diversity

^۴. Species richness

^۱. Alpha diversity

^۲. Beta diversity = Differentiation diversity

شود. دو دسته اصلی از روش‌های اندازه‌گیری تنوع که در منابع مختلف مورد بحث قرار گرفته‌اند، شامل استفاده از شاخص‌های عددی و شاخص‌های پارامتری یا غیرعددی هستند.

• شاخص‌های عددی تنوع

این گروه از شاخص‌ها با ارائه یک عدد به‌عنوان نتیجه، تنوع را در یک واحد نمونه‌برداری یا یک جامعه نشان می‌دهد. این شاخص‌ها بر اساس اینکه فقط از مؤلفه (فاکتور) غنای گونه‌ای، یا تنها از مؤلفه یکنواختی و یا از هر دو مؤلفه غنا و یکنواختی استفاده نمایند، به ترتیب به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Yan et al., 2023):

I. شاخص‌های غنای گونه‌ای

II. شاخص‌های یکنواختی

III. شاخص‌های هتروژنیته^۴

شاخص‌های غنای گونه‌ای

این شاخص‌ها را براساس تعداد کل گونه‌ها و افراد موجود در نمونه نتیجه‌گیری می‌کنند. این روش ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش اندازه‌گیری تنوع است. در غیر این صورت، باید بین غنای گونه‌ای عددی که به‌صورت تعداد گونه در تعداد ویژه‌ای از افراد یا زی‌توده^۵ تعریف می‌شود (Kempton, 1979) و تراکم گونه‌ای^۶ که تعداد گونه در یک سطح ویژه است (Hurlbert, 1971)، تفاوت قائل شد. تراکم گونه‌ای (به‌عنوان مثال تعداد گونه‌ها در مترمربع) عمومی‌ترین راه اندازه‌گیری غنای گونه‌ای و مورد تأیید گیاه‌شناسان است. از جمله شاخص‌هایی که بر اساس تعداد کل گونه‌ها (S) و تعداد کل افراد در مورد تمام گونه‌ها (N)

قدیمی‌ترین و ساده‌ترین روش برای اندازه‌گیری تنوع زیستی شناخته می‌شود و به تعداد گونه‌ها در یک جامعه یا واحد سطح اشاره دارد. غنای گونه‌ای تأثیر مستقیمی بر تنوع دارد، به این معنی که جامعه‌ای با تعداد بیشتر گونه‌ها، تنوع زیستی بیش‌تری نیز خواهد داشت. در واقع، غنای گونه‌ای یکی از معیارهای اصلی برای ارزیابی تنوع منطقه‌ای است و پایه‌ای برای بسیاری از مدل‌های بوم‌شناختی و استراتژی‌های حفاظت از محیط‌زیست به‌شمار می‌آید. حفظ حداکثر غنای گونه‌ای از اهداف اصلی حفاظت از محیط‌زیست است (Rangel et al., 2018). Boulinier و همکاران (۱۹۹۸) بر اهمیت غنای گونه‌ای تأکید می‌کنند و آن را به‌عنوان یک موضوع اساسی در مطالعات میدانی بوم‌شناسی جوامع و مدیریت تنوع زیستی معرفی می‌کنند.

۲- یکنواختی^۱

اولین بار این واژه را Ghelardi و Lloyd (۱۹۶۴) پیشنهاد کردند. یکنواختی چگونگی توزیع فراوانی افراد^۲ را در بین گونه‌ها نمایش می‌دهد. به عبارت دیگر، یکنواختی بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها است.

اصطلاح هتروژنیته^۳ اولین بار توسط Good (۱۹۵۳) برای این مفهوم به کار رفت و برای بیش‌تر بوم‌شناسان، این مفهوم مترادف تنوع است (Hurlbert, 1971; Krebs, 1999). به جوامعی هتروژن می‌گویند که تعداد افراد در بین گونه‌های آن جامعه به‌صورت یکنواخت توزیع شده باشند (Ben-Hur & Kadmon, 2020).

▪ روش‌های اندازه‌گیری تنوع

اندازه‌گیری تنوع، که یکی از مفاهیم اساسی در بوم‌شناسی به‌شمار می‌رود، می‌تواند از طریق روش‌های گوناگون انجام

^۴ Heterogeneity
^۵ Biomass
^۶ Species density

^۱ Evenness=Equitability
^۲ Individuals
^۳ Heterogeneity

مورد آن داده‌هاست. Margalef (۱۹۵۸) بیان داشت که هدف اصلی تئوری اطلاعات، ارزیابی میزان نظم یا بی‌نظمی موجود در یک سیستم است.

(a) شاخص تنوع شانون - واینر^۶

این شاخص به طور جداگانه توسط Shannon و Winner و مبتنی بر تئوری اطلاعات (Shannon, 1948) مطرح شد و به عنوان شاخص تنوع شانون شناخته شد. این شاخص وضعیت سلامتی جوامع را نشان می‌دهد؛ چرا که مقدار این شاخص بین صفر تا حدود ۴/۵ متغیر است. اگر یک گونه در نمونه حضور داشته باشد و یا جامعه تحت استرس و یا تخریب باشد، این شاخص برابر صفر خواهد بود و تنها زمانی مقدار آن ماکزیمم است که همه گونه‌ها (S)، تعداد افراد یکسانی داشته باشند و یا جامعه دور از آلودگی و استرس باشد. در واقع هرچه شاخص شانون کمتر باشد، گویای شرایط سخت جامعه است. در این شاخص فرض شده است که افراد از یک جامعه بی‌نهایت بزرگ و به صورت تصادفی نمونه‌گیری شده‌اند. این شاخص بر پایه نظریه عدم اطمینان بنا شده است و نشان‌دهنده تخمینی از میانگین درجه عدم اطمینان، در پیشگویی تعلق یک فرد است که به طور تصادفی از مجموعه‌ای با S گونه و N فرد انتخاب شده باشد و از فرمول زیر محاسبه می‌شود (رابطه ۳) (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Konopiński, 2020):

رابطه (۳)

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

در این رابطه، H' : محتوای اطلاعات نمونه که سنجشی از عدم اطمینان است و هرچه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد، عدم اطمینان بیش‌تر است. P_i : سهم افراد در گونه i ام نسبت به کل نمونه که به صورت $P_i = \frac{n_i}{N}$ تعریف می‌شود و S: تعداد گونه‌ها است.

که به اندازه واحد نمونه‌برداری وابسته است، معرفی شده‌اند می‌توان به شاخص تنوع مارگالف^۱ (رابطه ۱) (Clifford & Stephenson, 1975) و شاخص منهینیک^۲ (رابطه ۲) (Whittaker, 1977) اشاره نمود (Magurran, 1996; Mulya et al., 2021).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این روابط، S: تعداد کل گونه‌ها، N: حجم یا اندازه نمونه یا تعداد کل افراد در نمونه و $\ln N$: لگاریتم طبیعی N است. به هنگام استفاده از این شاخص‌ها باید اقدام به جمع‌آوری تمام گونه‌ها در حجم نمونه با اندازه یکسان کرد (در اینجا منظور از حجم یا اندازه نمونه، تعداد کل افراد در نمونه است).

شاخص‌های هتروژنیته

تعدادی از شاخص‌ها بر اساس فراوانی نسبی گونه‌ها عمل می‌کنند. این دسته از شاخص‌ها به نام شاخص‌های هتروژنیته معرفی شده‌اند؛ چرا که اندازه‌گیری یکنواختی و غنای گونه‌ای را با هم در برمی‌گیرند. Southwood (۱۹۷۸) نیز آن‌ها را شاخص‌های ناپارامتری^۳ معرفی کرد. این شاخص‌ها به دو گروه شاخص‌های مبتنی بر تئوری اطلاعات^۴ و شاخص‌های مبتنی بر غالبیت^۵ تقسیم می‌شوند (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Edmonds et al., 2024).

شاخص‌های مبتنی بر تئوری اطلاعات

تئوری اطلاعات بیان میزان عدم اطمینان موجود در پیش‌بینی صحیح داده‌ها با آگاهی از بخشی از اطلاعات در

^۱. Margalef's diversity index
^۲. Menhinick's diversity index
^۳. Non-parametric
^۴. Information theory Indices
^۵. Dominance measures

^۶. Shannon-Weaver Index

(b) شاخص بریلوئین^۱

این شاخص زمانی به کار می‌رود که تضمینی برای تصادفی بودن واحدهای نمونه‌برداری در جامعه مورد اندازه‌گیری وجود نداشته باشد (رابطه ۴) (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Le et al., 2024).

رابطه (۴)

$$\hat{H} = H_B = \frac{1}{N} \log \left(\frac{N!}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right) = \frac{\ln N! - \sum \ln n_i!}{N}$$

که در آن، H_B : شاخص بریلوئین، N : تعداد کل افراد و n_i : تعداد افراد متعلق به گونه i ام است (n_1 : تعداد افراد متعلق به گونه اول، n_2 : متعلق به گونه دوم و نظیر آن).

این شاخص همانند شاخص شانون به گونه‌های نادر حساس بوده و در محاسبه آن از هر پایه لگاریتمی می‌توان استفاده کرد و واحدها نیز بر حسب پایه لگاریتم تغییر خواهد کرد. مقدار عددی آن به‌ندرت از ۴/۵ تجاوز می‌کند.

◀ شاخص‌های مبتنی بر معیارهای غالبیت

گروه بعدی از شاخص‌های هتروژنیته، معیارهای غالبیت هستند. این شاخص‌ها به‌جای تمرکز بر غنای گونه‌ای، بر محاسبه فراوانی گونه‌های غالب متمرکز هستند. از معروف‌ترین این شاخص‌ها می‌توان به شاخص سیمپسون، شاخص مک‌این‌تاش و شاخص برگر-پارکر اشاره کرد (Yeom & Kim, 2011).

(a) شاخص تنوع سیمپسون

شاخص تنوع سیمپسون یکی از شناخته‌شده‌ترین شاخص‌های هتروژنیته و اولین شاخص ناپارامتری تنوع است. این شاخص گاهی اوقات به نام شاخص یول نیز شناخته می‌شود. شاخص سیمپسون به‌شدت بر گونه‌های غالب در نمونه متمرکز است (Sharashy, 2022). Simpson در سال ۱۹۴۹ اظهار داشت که تنوع با احتمال

معکوس مرتبط است که دو فرد به‌طور تصادفی انتخاب شده به یک گونه تعلق دارند. برای یک جامعه نامحدود، این شاخص از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود (Simpson, 1949) (رابطه ۵):

رابطه (۵)

$$D = \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

که در آن، D : شاخص سیمپسون، P_i : نسبت افراد در گونه i ام یا نسبت گونه i در جامعه، n_i : تعداد افراد در گونه i ام و N : تعداد کل افراد است.

برای تبدیل این احتمال به شاخص تنوع سیمپسون که بیانگر احتمال جمع‌آوری دو فرد به‌صورت تصادفی است که متعلق به گونه‌های متفاوت باشند، باید معادله بالا یا فرمول اولیه سیمپسون را از عدد یک کم کرد؛ بنابراین خواهیم داشت (رابطه ۶) (Sharashy, 2022):

رابطه (۶)

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

که در آن، $1-D$: شاخص تنوع سیمپسون و P_i : نسبت افراد گونه i ام در جامعه است. در این شاخص فرض بر آن است که کلیه گونه‌های موجود در جامعه، در نمونه‌های جمع‌آوری شده حضور دارند و نمونه‌های جمع‌آوری شده، نماینده خوبی برای جامعه موردنظر محسوب می‌شوند.

(b) شاخص تنوع مک‌این‌تاش^۲

McIntosh (۱۹۶۷) پیشنهاد کرد که یک جامعه می‌تواند به‌عنوان نقطه‌ای در یک فضای چندبعدی در نظر گرفته شود و فاصله اقلیدسی مجموعه از مبدأ می‌تواند به‌عنوان یک اندازه‌گیری از تنوع استفاده شود. این فاصله به صورت

^۲. McIntosh's index of diversity^۱. Brillouin index

◀ شاخص یکنواختی

معمول‌ترین روش برای تعیین یکنواختی این است که نسبت شاخص هتروژنیتی را بر مقدار ماکزیمم خودش به دست آوریم (رابطه ۱۰) (BenHur & Kadmon, 2020):

$$E = D/D_{max} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

که در آن، D : شاخص مشاهده شده از تنوع گونه‌ای و D_{max} : بیش‌ترین مقداری که D می‌تواند داشته باشد (با S گونه و N فرد) است.

▪ معرفی نرم‌افزار Past

این برنامه در ابتدا به‌عنوان یک بسته نرم‌افزاری PALSTAT برای تجزیه و تحلیل داده‌های دیرینه‌شناسی طراحی شد. از طریق توسعه مداوم برای بیش از ۱۵ سال، PAST به یک بسته آماری جامع تبدیل شده است که نه تنها توسط دیرینه‌شناسان، بلکه در بسیاری از زمینه‌های علوم زیستی، علوم زمین، مهندسی و اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hammer et al., 2016).

صفحه شطرنجی و منوی ویرایش نرم‌افزار

PAST یک صفحه گسترده؛ مانند رابط کاربری دارد. داده‌ها به صورت آرایه‌ای از سلول‌ها وارد می‌شوند که در ردیف‌ها (افقی) و ستون‌ها (عمودی) سازماندهی شده‌اند.

وارد کردن داده‌ها

برای وارد کردن داده‌ها در یک سلول، با نشانگر ماوس روی سلول کلیک و داده‌ها را تایپ کنید. همچنین سلول‌ها را می‌توان با استفاده از کلیدهای جهت‌دار پیمایش کرد. هر متنی را می‌توان در سلول‌ها وارد کرد، اما اکثر توابع انتظار اعداد دارند. هر دو کاما (,) و اعشار (.) به‌عنوان جداکننده اعشار پذیرفته می‌شوند. داده‌های حضور/عدم‌حضور به ترتیب ۱ یا ۰ کدگذاری می‌شوند. هر عدد مثبت دیگری به‌عنوان حضور تعبیر خواهد شد. قرارداد PAST این است

U شناخته شده و از طریق معادله زیر محاسبه می‌گردد (رابطه ۷):

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^s n_i^2} \quad \text{رابطه (۷)}$$

در این رابطه، U : شکل عمومی شاخص مک‌اینتاش، S : تعداد گونه و n : تعداد افراد گونه i ام است.

این شاخص به‌تنهایی یک شاخص غالبیت نیست ولی می‌توان با استفاده از فراوانی کل (N) یک شاخص تنوع یا غالبیت به شکل زیر تعریف کرد (رابطه ۸) (Rodriguez et al., 2022):

$$D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}} \quad \text{رابطه (۸)}$$

(c) شاخص تنوع برگر - پارکر^۱

این شاخص درک ساده‌ای از غالبیت را فراهم نموده است و به‌سهولت محاسبه می‌شود. شاخص برگر - پارکر مبتنی بر فراوانی نسبی غالب‌ترین گونه‌ها بوده و به شکل زیر محاسبه می‌شود (رابطه ۹) (Sudhakaran & Shifana, 2023):

$$d = N_{max}/N \quad \text{رابطه (۹)}$$

در این رابطه، N_{max} : تعداد افراد غالب‌ترین گونه در نمونه و N : تعداد کل افراد نمونه است.

در مورد شاخص برگر - پارکر، همانند شاخص سیمپسون، حالت عکس آن پذیرفته شده است ($1/d$) چرا که افزایش در مقدار این شاخص بیانگر افزایش تنوع و کاهش در غالبیت است. این شاخص مستقل از تعداد کل گونه‌ها (S) بوده؛ ولی تحت تأثیر اندازه نمونه قرار می‌گیرد (اجتهادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Sudhakaran & Shifana, 2023).

¹. Berger-Parker diversity index

که آیت‌ها، سطرها و متغیرها، ستون‌ها را اشغال می‌کنند؛ بنابراین، سه فرد ممکن است ردیف‌های ۱، ۲ و ۳ را در ستون‌های A و B اشغال کنند. برای تجزیه و تحلیل، نمونه‌ها (سایت‌ها) باید در ردیف‌ها وارد شوند، درحالی‌که گونه‌ها در ستون‌ها هستند. همچنین ردیف‌ها و ستون‌ها به راحتی با استفاده از عملیات Transpose قابل تعویض هستند.

انتخاب ناحیه‌های مختلف در نرم‌افزار

اکثر عملیات در PAST فقط در ناحیه‌ای از آرایه‌ای که شما انتخاب کرده‌اید (علامت‌گذاری شده) انجام می‌شود. اگر بخواهید تابعی را اجرا کنید که انتظار داده دارد و هیچ ناحیه‌ای انتخاب نشده است، یک پیام خطا دریافت خواهید کرد.

✓ یک ردیف با کلیک روی برچسب ردیف (اولین ستون از سمت چپ) انتخاب می‌شود.

✓ یک ستون با کلیک روی برچسب ستون (ردیف بالا) انتخاب می‌شود.

✓ سطرهای متعدد با انتخاب اولین برچسب سطر، سپس با کلیک کردن روی برچسب‌های سطر اضافی (با کلیک کردن با دکمه Shift و دکمه پایین) انتخاب می‌شوند.

✓ چندین ستون به طور مشابه با کلیک و نگه داشتن دکمه Shift روی برچسب‌های ستون اضافی مشخص می‌شوند.

✓ همچنین می‌توانید ردیف‌ها یا ستون‌های جدا شده را با کلیک کردن و نگه داشتن دکمه ctrl انتخاب کنید.

✓ کل آرایه‌ها را می‌توان با کلیک روی گوشه سمت چپ بالای آرایه (سلول خاکستری خالی) یا با انتخاب "Select all" در منوی ویرایش/ Edit انتخاب کرد.

✓ مناطق کوچک‌تر در آرایه را می‌توان با کلیک کردن و نگه داشتن دکمه Shift انتخاب کرد.



منطقه حفاظت‌شده البرز جنوبی، استان البرز، تابستان ۱۴۰۰، عکاس: فریوش عطار صحراگرد

وارد کردن داده‌ها از اکسل

✓ فایل اکسل را در PAST باز کنید.

به‌عنوان متن جدا شده با دکمه Tab در اکسل ذخیره کنید.
فایل متنی به‌دست‌آمده را می‌توان در PAST باز کرد.

راه‌های مختلفی برای دریافت داده‌ها از اکسل به PAST وجود دارد.

✓ از اکسل کپی کنید و در PAST قرار دهید.
مطمئن شوید که روی سلول بالا سمت چپ کلیک کنید (انتخاب کنید).

biodiversity.dat

	plot 1	plot 2	plot 3	plot 4	plot 5	plot 6	plot 7	plot 8
Anchusa strigosa	•	0	0	0	0	0	0	0
Taeniatherum crinitum	• 21	0	0	0	0	0	0	0
Lactuca orientalis	• 7	0	0	0	0	0	0	0
Hordeum bulbosum	• 0	0	0	16	0	0	0	0
Colutea arborescens	• 0	3	0	0	0	0	0	0
Alcea ficifolia	• 0	1	0	0	0	0	0	0
Erodium oxyrrhynchum	• 0	0	4	0	0	0	0	0
Eryngium bungei	• 0	0	0	0	0	1	0	0

شکل ۱- واردسازی داده‌ها در نرم‌افزار Past

• منوی تنوع (Diversity)

شاخص‌های تنوع (Diversity indices)

این آمار برای داده‌های ارتباطی اعمال می‌شود، جایی که تعداد افراد در ردیف‌ها (گونه‌ها) و احتمالاً چندین ستون (نمونه‌ها) جدول‌بندی شده‌اند.

Close-up Photo of Empty Sea Urchins, 2020, Photographer: Cassidy Marshall

Untitled

	A	B	C	D
1	•			
2	•			
3	•			
4	•			
5	•			
6	•			
7	•			
8	•			
9	•			
10	•			
...				

شکل ۲- نمایش منوی تنوع و شاخص‌های تنوع در نرم‌افزار Past

	Marsh	Lower	Upper	Bay	Lower
Taxa_S	7	7	7	15	14
Individuals	29	29	29	69	69
Dominance_D	0.2081	0.1463	0.2699	0.1023	0.0798
Simpson_1-D	0.7919	0.7301	0.8537	0.8977	0.875
Shannon_H	1.711	1.539	1.883	2.437	2.297
Evenness_e^H/S	0.7906	0.6607	0.9205	0.7622	0.6728
Brillouin	1.433	1.281	1.586	2.143	2.022
Menhinick	1.3	1.3	1.3	1.806	0.8058
Margalef	1.782	1.782	1.782	3.306	2.306
Equitability_J	0.8792	0.7916	0.9669	0.8997	0.8546
Fisher_alpha	2.931	2.931	2.931	5.904	5.32
Berger-Parker	0.3103	0.2069	0.4138	0.1449	0.0942
Chao-1	8	6.5	9.5	18	12.5

شکل ۳- نمایش خروجی منوی شاخص‌های تنوع در نرم‌افزار Past

تعریف می‌شود که در آن S تعداد گونه‌ها، n تعداد افراد و a فیشر آلفا است.

✓ Chao1: برآوردی از غنای کل گونه است.

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع زیستی یکی از مهم‌ترین مفاهیم در بوم‌شناسی بوده و در زمینه‌های مختلفی از جمله مدیریت تنوع زیستی کاربرد دارد. به‌طوری‌که با ارزیابی تغییرات شاخص‌های تنوع در یک منطقه در طول زمان، امکان ارزیابی مدیریت اعمال شده وجود دارد. روش‌های مختلف اندازه‌گیری تنوع و گوناگونی شاخص‌ها سبب شده است تا بررسی توزیع گونه‌های مختلف گیاهی و پویایی جامعه گیاهی تسهیل گردد و با تأکید بر پویایی بوم‌سازگان، توصیه‌های مدیریتی مناسب ارائه شود. در این راستا یکی از آسان‌ترین راه‌ها جهت محاسبه و اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع زیستی استفاده از نرم‌افزارهای آماری نظیر نرم‌افزار PAST است که سبب تسهیل محاسبه تنوع، جلوگیری از ایجاد خطا در محاسبات و صرفه‌جویی در زمان می‌شود.

آمار موجود برای هر نمونه به شرح زیر است (Hammer et al., 2016):

- ✓ تعداد گونه‌ها (S)
- ✓ تعداد کل افراد (n)
- ✓ Dominance: ۱ منهای شاخص سیمپسون که از ۰ تا ۱ متغیر است.
- ✓ Simpson: یکنواختی جامعه را از ۰ تا ۱ اندازه‌گیری می‌کند.
- ✓ Shannon: شاخص شانون یا آنترپی یک شاخص تنوع، با در نظر گرفتن تعداد افراد و همچنین تعداد گونه‌ها از ۰ برای جوامعی که فقط یک تاکسون دارند تا مقادیر بالا برای جوامعی که تاکسون‌های زیادی دارند و هر کدام افراد کمی دارند، متغیر است.
- ✓ به شاخص‌های بریلوئین، منهینیک، یکنواختی، برگر - پارکر و مارگالف قبلاً اشاره شده است.
- ✓ Equitability: تقسیم تنوع شانون بر لگاریتم تعداد گونه‌ها. این شاخص تقسیم افراد در میان گونه‌های حاضر را اندازه‌گیری می‌کند.
- ✓ Fisher's alpha: یک شاخص تنوع است که به طور ضمنی با فرمول $S = a * \ln(1 + n / a)$

منابع

- Hawksworth, D. L. (Ed.). (1995). Biodiversity: measurement and estimation (Vol. 345). Springer Science & Business Media.
- Heydari, M., Omidipour, R., & Greenlee, J. (2020). Biodiversity, a review of the concept, measurement, opportunities, and challenges. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 4(4), 26–39.
- Hooper, D. U., Adair, E. C., Cardinale, B. J., Byrnes, J. E., Hungate, B. A., Matulich, K. L., ... & O'Connor, M. I. (2012). A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature*, 486(7401), 105-108.
- Hunter, M. (2002). *Fundamentals of conservation biology*. Black-well Science.
- Hurlbert, S. H. (1971). The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52(4), 577-586.
- Kaennel, M. (1998, November). Biodiversity: A Diversity in Definition: Terminological utopia and scientific reality. In *Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning: Proceedings of the Conference on Assessment of Biodiversity for Improved Planning*, 7–11 October 1996, Held in Monte Verità, Switzerland (pp. 71-81). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Kempton, R. A. (1979). The structure of species abundance and measurement of diversity. *Biometrics*, 307-321.
- Konopiński, M. K. (2020). Shannon diversity index: a call to replace the original Shannon's formula with unbiased estimator in the population genetics studies. *PeerJ*, 8, e9391.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology*, 2nd edn. NY.
- Lawn, P. (2011). Biodiversity and the Human Factor. *The Importance of Biological Interactions in the Study of Biodiversity*, 339.
- Le, T., Li, J., Wei, H., & Li, Y. (2024). Speed of sound measurement and mapping in transparent materials by impulsive stimulated Brillouin microscopy. *Journal of Physics: Photonics*, 6(3), 035004.
- Li, Y., Schuldt, A., Ebeling, A., Eisenhauer, N., Huang, Y., Albert, G., ... & Liu, X. (2024). Plant
- اجتهادی ح.، سپهری ع. و عکافی ح.ر. (۱۳۹۲). روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۲۶ ص.
- داستانگو، د. (۱۳۸۳). مقایسه روش‌های برآورد شاخص‌های تنوع زیستی درختان جنگلی (طرح جنگلداری نکا - ظالمرو). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۹۰ ص.
- BenHur, E., & Kadmon, R. (2020). Heterogeneity–diversity relationships in sessile organisms: a unified framework. *Ecology letters*, 23(1), 193-207.
- Boulinier, T., Nichols, J. D., Sauer, J. R., Hines, J. E., & Pollock, K. H. (1998). Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology*, 79(3), 1018-1028.
- Choudhary, M., Singh, V., Muthusamy, V., & Wani, S. H. (2017). Harnessing crop wild relatives for crop improvement. 73-85.
- Clifford, H. T. & Stephenson W. (1975). *An introduction to numerical classification*. Academic Press, London.
- Edmonds, M. V., Bufford, J. L., & Godsoe, W. (2024). A mismatch between community assembly and abundance-based diversity indices. *Ecography*, 2024(4), e06987.
- Gliessman, S. (2022). Preserving the wildness of crop wild relatives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 46(1), 1-2.
- Good, I. J. (1953). The population frequencies of species and the estimation of population parameters. *Biometrika*, 40(3-4), 237-264.
- Goodman, D. (1975). The theory of diversity-stability relationships in ecology. *The Quarterly Review of Biology*, 50(3), 237-266.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2016). *Paleontological Statistics*. Version 3.12. Natural History Museum, University of Oslo, Oslo.

- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell system technical journal, 27(3), 379-423.
- Sharashy, O. (2022). Application of Shannon and Simpson Diversity Index to Study Plant biodiversity on Coastal Rocky Ridges Habitats with Reference to Census Data in the Ras El-Hekma and Omayed Area on the Western Coastal Region of Egypt. Journal of Pure & Applied Sciences, 21(1), 41-45.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. nature, 163(4148), 688-688.
- Southwood, T. R. E. (1978). Ecological methods. Chapman and Hall, London.
- Sudhakaran, B. V., & Shifana, B. (2023). The Impact of the 2018 Kerala Floods on Butterfly Diversity and Abundance in the Kollam District of India. UTTAR PRADESH JOURNAL OF ZOOLOGY, 44(4), 9-18.
- van der Maarel, E. D. D. Y. (1988). Species diversity in plant communities in relation to structure and dynamics. Diversity and pattern in plant communities, 1-14.
- Van der Maarel, E., Franklin, J., & Wiley, J. (Eds.). (2005). Vegetation ecology. Blackwell Pub.
- Vogt, K., Gordon, J., Wargo, J., Vogt, D., Asbjornsen, H., Palmiotto, P. A., ... & Witten, E. (2013). Ecosystems: balancing science with management. Springer Science & Business Media.
- Waite, S. (2000). Statistical ecology in practice: a guide to analysing environmental and ecological field data. (No Title).
- Weigand, H., Beermann, A. J., Čiampor, F., Costa, F. O., Csabai, Z., Duarte, S., ... & Ekrem, T. (2019). DNA barcode reference libraries for the monitoring of aquatic biota in Europe: Gap-analysis and recommendations for future work. Science of the Total Environment, 678, 499-524.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21(2-3), 213-251.
- diversity enhances ecosystem multifunctionality via multitrophic diversity. Nature Ecology & Evolution, 8(11), 2037-2047.
- Lloyd, M., & Ghelardi, R. J. (1964). A table for calculating theequitability'component of species diversity. The Journal of Animal Ecology, 217-225.
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). Statistical ecology: a primer in methods and computing (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- MacArthur, R. H. (1965). Patterns of species diversity. Biological reviews, 40(4), 510-533.
- Magurran, A. E. (1996). Ecological diversity and its measurement. Princeton university press.
- Maier, S. R., Brooke, S., De Clippele, L. H., de Froe, E., van der Kaaden, A. S., Kutti, T., ... & van Oevelen, D. (2023). On the paradox of thriving cold-water coral reefs in the food-limited deep sea. Biological Reviews, 98(5), 1768-1795.
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. General Systematics 3, 36-71.
- Martínez-Roldán, H., Pérez-Crespo, M. J., & Lara, C. (2024). Unraveling habitat-driven shifts in alpha, beta, and gamma diversity of hummingbirds and their floral resource. PeerJ, 12, e17713.
- McIntosh, R. P. (1967). An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology, 48(3), 392-404.
- Mulya, H., Santosa, Y., & Hilwan, I. (2021). Comparison of four species diversity indices in mangrove community. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 22(9).
- Rangel, T. F., Edwards, N. R., Holden, P. B., Diniz-Filho, J. A. F., Gosling, W. D., Coelho, M. T. P., ... & Colwell, R. K. (2018). Modeling the ecology and evolution of biodiversity: Biogeographical cradles, museums, and graves. Science, 361(6399), eaar5452.
- Rodriguez, J., Dukes, A., & Keith, J. A. (2022, January). A Diversity Index to assess college engineering team performance. In 2022 ASEE-North Central Section Conference.

Yan, H., Li, F., & Liu, G. (2023). Diminishing influence of negative relationship between species richness and evenness on the modeling of grassland α -diversity metrics. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1108739.

Yeom, D. J., & Kim, J. H. (2011). Comparative evaluation of species diversity indices in the natural deciduous forest of Mt. Jeombong. *Forest Science and Technology*, 7(2), 68-74.

Yuguang, B., Abouguendia, Z., & Redmann, R. E. (2001). Relationship between plant species diversity and grassland condition. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 54(2), 177-183.

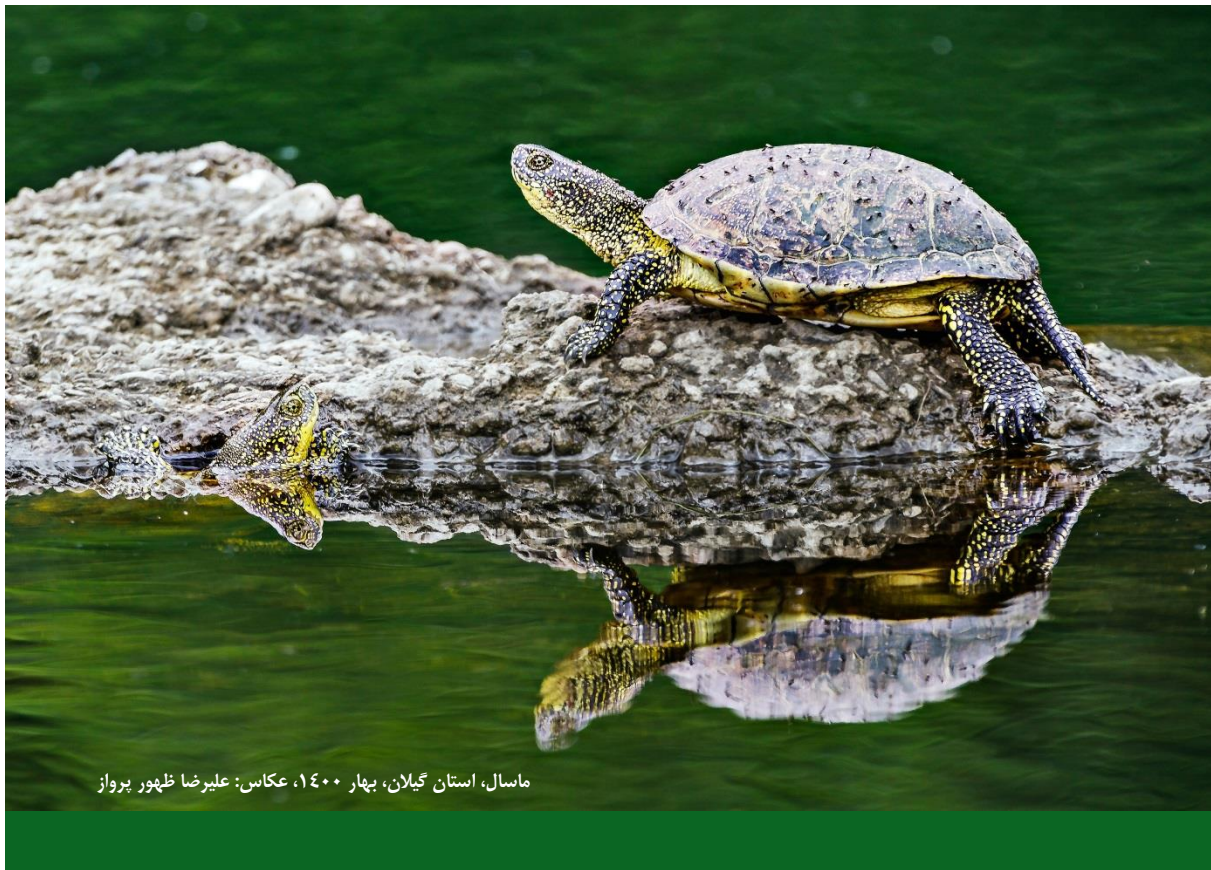
Whittaker, R. H. (1977). Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary biology*, 10, 1-67.

WHO. (2025). Biodiversity. Available at: [https://www.ipcc.ch/]. Accessed: 10.01.2025.

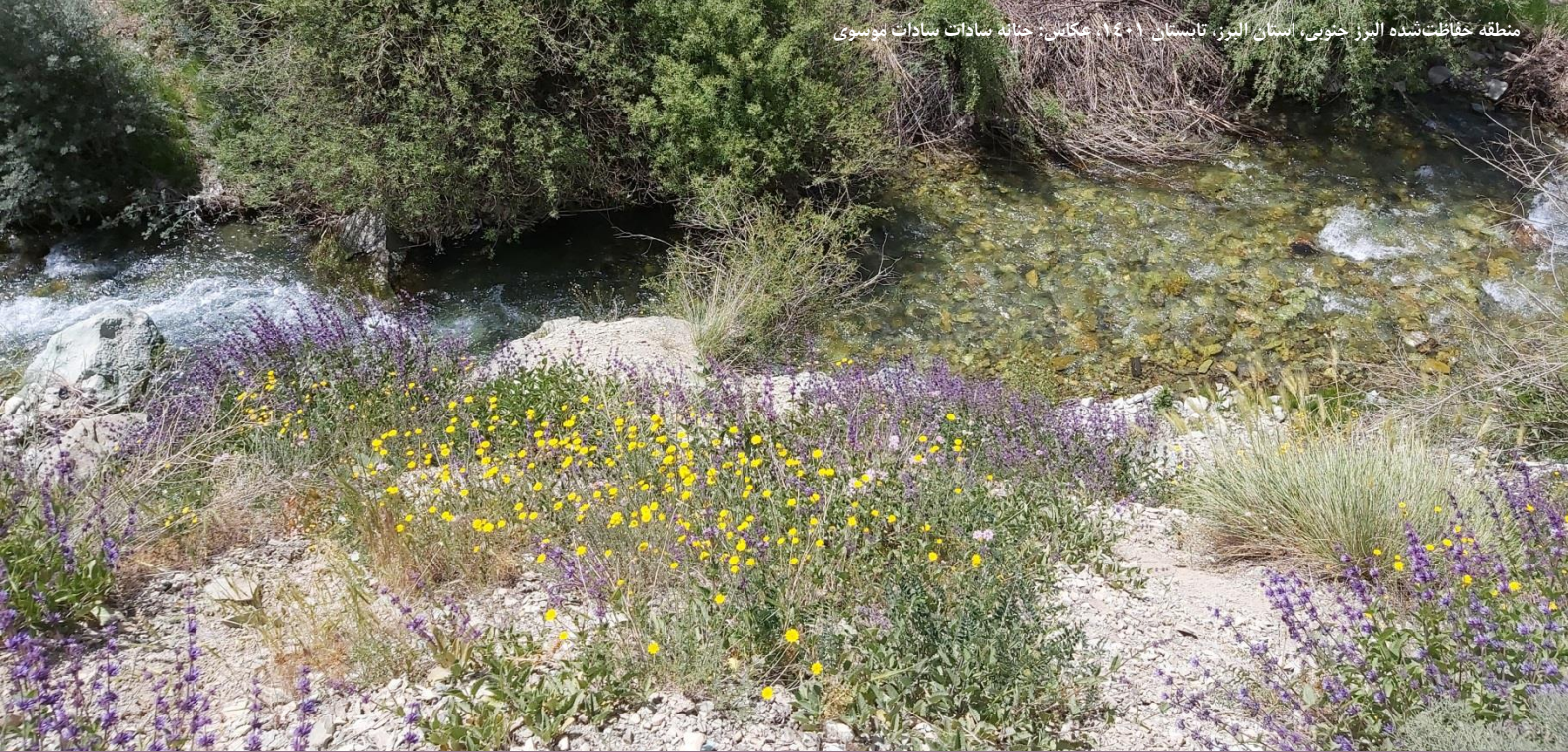
Wilson, E. O. (1988). The current state of biological diversity. *Biodiversity*, 521(1), 3-18.

Wilson, M. V., & Mohler, C. L. (1983). Measuring compositional change along gradients. *Vegetatio*, 54, 129-141.

Xu, S., Böttcher, L., & Chou, T. (2020). Diversity in biology: definitions, quantification and models. *Physical Biology*, 17(3), 031001.



ماسال، استان گیلان، بهار ۱۴۰۰، عکاس: علیرضا ظهور پرواز



Introduction of Plant Biodiversity Indicators and Calculating Them with PAST software

Hannaneh Sadat Sadat Mousavi^{1*}, Farnoush Attar Sahragard¹

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

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

Abstract

Biodiversity is a combination of all biological diversity, including intra-species genetic diversity, diversity between species, communities and the set of ecosystems in a region and on a wide level in vegetation studies and environmental assessment as one of the important indicators in determining the status of ecosystems and in terms of Determining the situation and reviewing the role of management can be used. Through the study and measurement of plant diversity, it is possible to examine the dynamics of the plant community and the distribution of species in the environment, and by emphasizing the dynamics of ecosystems, appropriate management recommendations can be provided. Measuring diversity, which is one of the most important concepts in ecology, can be done in various ways, such as using numerical and parametric indicators. Numerical indicators show variation in a sampling unit or a population by providing a number as a result. Unlike numerical indices, parametric or non-numerical indices result in loss of information about species, although these indices use all the information and add a new dimension to diversity ecological methods. The present article was written with the purpose of introducing plant diversity indicators and their calculation method with Past software after library and web studies. Past software is used in many fields of biological sciences, earth sciences, engineering, and economics, which can be used to accurately calculate diversity indices.

Keywords: Margalef, Menhinick, Plant diversity, Shannon-Weiner, Simpson



برج میلاد، تهران، تابستان ۱۳۹۸، عکاس: مهروز جعفرنژاد

مروری بر طرح کهاب - ضرورت‌های شکل‌گیری و روند اجرا

فاطمه جلیلی علিশاه

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی، دانشگاه تهران

رایانامه نویسنده: j.fatemeh823@gmail.com

چکیده

آلودگی هوا همواره یکی از اصلی‌ترین معضلات بشر بعد از انقلاب صنعتی تا به امروز بوده است و انسان‌ها نیز همواره بدن‌بال راهکارهایی برای حل این معضل، روش‌های مختلفی را ابداع و امتحان کرده‌اند. در دهه‌های اخیر خودروهایی با سوخت فسیلی به‌ویژه بنزین با انتشار بخارات باعث تشدید آلودگی هوا شده‌اند و سلامت انسان را بیش از پیش در معرض تهدید قرار داده‌اند. براساس پیمان کیوتو کشورها موظف به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خود شده‌اند و طرح کهاب (کنترل، هدایت، انتقال و بازیافت بخارات بنزین) به‌عنوان یک راهکار در جهت کاهش این آلودگی، متولد شده از این وظیفه بود. در این طرح جلوگیری از انتشار و بازیافت بخارات بنزین هدف و مبنا قرار می‌گیرد. در این مقاله سعی بر این بود که با بررسی علل و ضرورت‌های شکل‌گیری طرح کهاب، روند، روش‌ها و مکانیسم اجرا و اقدامات انجام گرفته آن مورد بررسی قرار داده شود. به همین منظور، عملکرد سیستم‌های بازیافت بخارات بنزین، روش‌های بازیافت مرحله اول و دوم و همچنین سیاست‌گذاری‌های مرتبط با این موضوع بررسی شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، جایگاه‌های سوخت، بخارات بنزین، پیمان کیوتو، VOC

مقدمه

قرارگیری در معرض پرتو فرابنفش، باعث ایجاد آلاینده‌های فتوشیمیایی و آئروسول‌های اسیدی و در نتیجه ایجاد مه‌دودهای فتوشیمیایی می‌شوند. VOCها عمدتاً ناشی از دو منبع انسان‌ساخت و طبیعی هستند که منابع طبیعی انتشار آن‌ها شامل آتش‌سوزی جنگل‌ها و آتشفشان‌ها و همچنین منابع مصنوعی انتشار نیز شامل استفاده از حلال‌هایی مانند تینر رنگ، وسایل نقلیه موتوری و صنعت نفت هستند، که در خصوص انتشار این دسته آلاینده‌ها در صنعت نفت، مخازن نگهداری سوخت سهم مهمی را دارا هستند که علاوه بر آلودگی محیط‌زیست و ایجاد مشکلات بهداشتی، سالیانه هزینه اقتصادی قابل‌توجهی را به شرکت‌ها و پایانه‌های نگهداری مواد نفتی تحمیل می‌کنند (Ciccioli, 1993).

بنزین

طبق مطالعات انجام شده در تهران روزانه نزدیک به ۱۰۰۰۰ مترمکعب بنزین مصرف می‌شود که از این مقدار براساس محاسبات میزان اتلاف بنزین در هریک از جایگاه‌های سوخت‌رسانی شهر تهران در حدود ۴۱۶ لیتر تخمین زده می‌شود که می‌توان این میزان اتلاف را در کل شهر تهران روزانه ۵۲۰۰ لیتر تخمین زد (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳). بنزین یک ترکیب پیچیده است که به طور متوسط از ۵۰ هیدروکربن مختلف تشکیل شده‌است (Brown, 1951). بنابراین اتلاف بنزین در جایگاه‌ها به‌همراه احتراق بنزین در وسایل نقلیه باعث انتشار مجموعه گسترده‌ای از ترکیبات آلی فرار به اتمسفر می‌شود (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳). برخی از ترکیبات بنزین به شرح زیر است:

بنزن یکی از ترکیبات موجود در بنزین است که برای بالا بردن عدد اکتان بنزین به آن اضافه می‌شود. بنزن یک ماده بی‌رنگ، با بویی مطبوع و فرار است (Runion, 1975) که مهم‌ترین منشا انتشار آن در اتمسفر ناشی از هدر رفت بنزین در حین ذخیره‌سازی، جابه‌جایی و انتقال -

آلودگی هوا همواره یکی از اصلی‌ترین معضلات جامعه بشری در سه دهه گذشته بوده که آغاز این نگرانی همزمان با رخداد انقلاب صنعتی بوده‌است (احمدی آسور و اله آبادی، ۱۳۹۰). آلودگی هوا را می‌توان به معنای هرگونه تغییر در ترکیب هوای موجود با کاهش یا افزایش کمیت ترکیبات طبیعی یا اضافه شدن برخی ترکیبات غیر طبیعی مانند دود، دوده‌ها، گازها، بخارات و بوها تعریف کرد (Bai et al., 2018). در طول تاریخ آلودگی هوا، راهکارهای فراوانی برای آلودگی‌های موجود و همچنین جلوگیری از ورود آلاینده‌های بیشتر به هوا صورت گرفته‌است که هرکدام دارای نقاط قوت و ضعفی بودند. در دنیای امروز به‌ویژه در شهرها، خودروها و وانت‌هایی که با سوخت فسیلی کار می‌کنند، از مهم‌ترین منابع آلوده‌کننده هوا محسوب می‌شوند (Brand & Hunt, 2018). بنابراین کنترل آلودگی ناشی از این وسایل نقلیه می‌تواند یک راهکار کاربردی در جهت کنترل آلودگی هوا به‌ویژه در شهرهای بزرگ محسوب شود (Colviel et al., 2001). اصلی‌ترین آلاینده‌های هوا شامل اکسیدهای نیتروژن (NO_x^1)، اکسیدهای گوگرد (SO_x^2)، منوکسید کربن، ترکیبات آلی فرار ($VOCs^3$)، ذرات معلق، دود و دوده‌ها، مه‌دودهای فتوشیمیایی و ... هستند (Bouble et al., 2013).

ترکیبات آلی فرار (VOCs)

VOCها یا همان ترکیبات آلی فرار یکی از اصلی‌ترین آلاینده‌های هوا محسوب می‌شوند که علاوه بر اینکه اثرات نامطلوبی همچون سرطان، جهش ژنتیکی، تحریک چشم، مخاط بینی و گلو، سرگیجه و سردرد و فراموشی کوتاه‌مدت بر بدن انسان دارند، در جوار اکسیدهای نیتروژن و

¹ Nitrogen Oxides² Sulfur Oxides³ Volatile Organic Compounds

آن به باک خودروهاست (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳). میزان بنزن موجود در بنزین‌های اروپا ۱ تا ۵ درصد و در ایالات متحده این میزان ۱ تا ۲ درصد بیان شده‌است، در حالی که این میزان بنابر گفته مسئولان در ایران به حدود ۶ تا ۷ درصد می‌رسد. بنزن ماده‌ای سمی و سرطان‌زاست که با تاثیر بر مغز استخوان و کاهش گلبول‌های قرمز خون و در نتیجه قرارگیری زیاد در معرض آن منجر به سرطان خون می‌شود (عبدالحسینی و ذوالقدری، ۱۴۰۰).

تولئون و زایلین نیز از دیگر اجزا تشکیل دهنده بنزین هستند. تولئون ماده‌ای شفاف و قابل اشتعال است که از طریق ریه جذب خون شده و در صورت اشباع شدن در بافت چربی توانایی باقی ماندن در بدن تا مدت زمان طولانی در بدن را داراست. زایلین نیز دارای بویی شیرین و قابل اشتعال است که قرارگیری در معرض آن در درازمدت می‌تواند حتی در موارد شدید منجر به بیهوشی و مرگ می‌شود (عبدالحسینی و ذوالقدری، ۱۴۰۰).

جایگاه‌های سوخت

جایگاه‌های سوخت یکی از اصلی‌ترین منابع انتشار مواد آلی فرار هستند (Jia et al., 2022). براساس سیاهه انتشار، حدود ۲۱ درصد از VOCهای موجود در اتمسفر در تهران از جایگاه‌های سوخت ناشی می‌شوند. تحقیق‌ها نشان داده‌است که حد بنزن موجود در هوا در محوطه جایگاه‌ها ۸ تا ۱۶ برابر میزان حد آستانه کاری و ۲۵۰ تا ۵۰۰ برابر میزان حد مجاز تنفسی است. بیشترین تأثیری که جایگاه‌ها می‌توانند در انتشار VOCs داشته باشند، تا فاصله ۳۰ متری آن‌هاست. البته دمای هوا نیز روی این میزان انتشار تاثیرگذار است، به‌طوری که این ترکیبات در دماهای پایین، قابلیت انتشار خیلی کمتری دارند و می‌توان با رساندن دما به صفر تا ۶- درجه، بخارات بنزین را تا حدود ۵۰ درصد

بازیابی کرد (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین شیرازی و همکاران (۱۳۸۳) در تحقیق خود، دو جایگاه سوخت-رسانی در دو منطقه شهر تهران را مورد بررسی قرار دادند. یکی از جایگاه‌ها، جایگاه ۱۰۲ واقع در خیابان خاوران و دیگری جایگاه ۲۴ واقع در خیابان شهید بهشتی تهران بود. دلیل انتخاب این دو منطقه الگوی ترافیکی کاملاً متفاوت و در عین حال میزان یکسان فروش بنزین در یک روز بوده‌است. این نمونه‌برداری‌ها هم در فصل سرد و هم در فصل گرم سال تکرار شدند تا تاثیر دما نیز در این پژوهش مورد بررسی قرار گیرد. جداول ۱ و ۲ حاصل نمونه‌برداری از این دو جایگاه است.

✓ بررسی اعداد حاصله نشان می‌دهد که میزان انتشار ترکیبات بنزین در جایگاه خاوران تقریباً دو برابر جایگاه بهشتی است و این در حالی رخ می‌دهد که میزان فروش بنزین در هر دو جایگاه تقریباً یکسان بوده‌است. در بررسی‌های به‌عمل آمده برای علت‌یابی این موضوع، نتیجه‌گیری شد که به‌دلیل کمبود تعداد پمپ‌های بنزین در جایگاه خاوران، باعث ایجاد صف‌های طولانی‌تر و در نتیجه اتلاف بنزین بیشتر می‌شود. همچنین مشخص گردید که نوع ماشین‌هایی که در جایگاه اقدام به سوخت‌گیری می‌کنند شامل ماشین‌های سنگین و وانت بارهای بیشتری بوده و همچنین تعداد ماشین‌های فرسوده در این جایگاه بیشتر از جایگاه بهشتی بوده‌است. بنابر این نوع ماشین‌ها نیز می‌توانند در میزان انتشار بخارات بنزین اثرگذار باشند (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳).

جدول ۱- مقادیر BTEX در نمونه‌های برداشتی از محوطه جایگاه خاوران طی ماه‌های خرداد و تیر (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳)

شماره نمونه	بنزن	تولئون	اتیل بنزن	زایلین
۱	۱/۴۹	۲/۷۸	۰/۴۷	۲/۲۷
۲	۰/۷۲	۱/۰۴	۰/۲۴	۰/۸۷
۳	۱/۴۸	۱/۶۵	۰/۱۸	۰/۹۹
۴	۱/۴۶	۰/۹۲	۰/۳۲	۰/۴۷
۵	۳/۴۵	۳/۱۴	۰/۳۴	۱/۳۷
۶	۱/۹۹	۱/۷۱	۰/۲۴	۰/۷۸

جدول ۲- مقادیر BTEX در نمونه‌های برداشتی از جایگاه بهشتی طی ماه‌های خرداد و تیر (شیرازی و همکاران، ۱۳۸۳)

شماره نمونه	بنزن	تولئون	اتیل بنزن	زایلین
۱	۰/۸۱	۱/۱۳	۰/۲۸	۰/۹۷
۲	۰/۶۷	۱/۰۱	۰/۱۱	۰/۶۴
۳	۰/۹۳	۱/۳۴	۰/۳۱	۱/۲۷
۴	۰/۷۱	۰/۵۳	۰/۰۹	۰/۲۶
۵	۱/۰۲	۱/۰۷	۰/۵۰	۰/۵۳

پیمان کیوتو

این پیمان برای اولین بار در سال ۱۹۹۷ بین کشورها امضا شد و هدف آن جلوگیری از انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای و کمک به کاهش روند گرمایش جهانی بود. مطابق این پیمان، کشورهای صنعتی موظف شدند ظرف مدت ۱۰ سال، ۵ درصد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای داشته باشند و همچنین از دیگر وظایف این کشورها، کمک به کشورهای در حال توسعه در راستای بهره‌وری و ارتقا استفاده از انرژی‌های پاک بود (Fletcher, 1999). بنابراین، طبق این توافق‌نامه کشورهای در حال توسعه مانند ایران می‌توانند از طریق مکانیسم توسعه پاک؛ کمک مالی و سرمایه‌گذار خارجی جذب کرده تا بتوانند همگام با کشورهای پیشرفته از منافع محیط‌زیستی این موافقت‌نامه برخوردار شوند (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰). در ایران نیز در سال ۱۳۸۸ هیئت وزیران به درخواست سازمان حفاظت محیط‌زیست آیین‌نامه پروژه‌های سازوکار توسعه پاک در چهارچوب موافقت‌نامه کیوتو را به تصویب رساندند. با پیگیری سازمان حفاظت محیط‌زیست، پیش-

همان‌طور که اشاره شد، جایگاه‌های سوخت نقشی اساسی در آلوده کردن هوا به‌ویژه در کلان شهرهایی همچون تهران دارند و باید برای این مشکل آن‌ها چاره‌اندیشی شود. در کشور ایران پخش نفت و بنزین در انحصار شرکت ملی نفت است و در ازای فروش هر لیتر به جایگاه‌داران سهمی تشویقی تعلق می‌گیرد (حنفی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). به نظر می‌رسد که در حال حاضر با توجه به شرایط اقتصادی، صرفه‌جویی و جلوگیری از هدر رفت سوخت مسئله‌ای حیاتی برای پتروشیمی کشور است تا بتواند خود را بدین‌وسیله از نظر اقتصادی نجات دهد و جایگاه خود را در جهان نیز تثبیت کند، ولی با این حال همچنان هنگام ارزیابی کیفیت جایگاه‌های سوخت بیشترین مسائلی که مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند تنها محدود به ارزیابی ساختمان، محوطه و زیباسازی و امکانات رفاهی و ... است و مسائل مرتبط با محیط‌زیست و آلودگی هوا نقش بسیار کم‌رنگی در این ارزیابی‌ها ایفا می‌کنند (حنفی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

بنزین حاصله اندازه‌گیری شود ولی با این حال معایبی همچون پایین بودن کیفیت مایع حاصل و نیاز به مصرف برق زیاد را نیز داراست (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

در روش بازیافت غشایی، با افزایش فشار مخلوط بنزین و هوا در برج اسکرابر، اقدام به بازیابی بخارات بنزین می‌شود. درحین این عملیات مقداری از بخارات بنزین جذب غشا شده و به همین علت نیاز است این غشا حدود هر ۵ سال تعویض شود، بنابراین مجزا از راحتی این روش، صرفه اقتصادی ندارد (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

در روش کربن فعال، از دو مخزن حاوی کربن فعال استفاده می‌کنند. این کربن‌ها مولکول‌های بنزین را جذب کرده و بعد از اشباع شدن، دو مخزن در خلاف جهت یکدیگر شروع به حرکت می‌کنند. در این مرحله، بنزین مایع به‌صورت پاششی به مخازن تزریق می‌شود و این بنزین مایع، مولکول‌های بنزین جذب شده توسط کربن‌ها را جذب به خود کرده و دوباره به چرخه باز می‌گردانند. این مخازن کربن فعال امکان استفاده تا ۱۵ سال را نیز دارا هستند؛ بنابراین نیاز به تعویض زود هنگام مخازن نیست. همچنین این دستگاه‌ها نیاز به متصدی نیز ندارند و تنها مورد قابل توجه در این روش، ممانعت از ورود بخارات سایر فراورده‌ها به‌خصوص پارافین به داخل مخازن است. زیرا این مواد قادر به کاهش طول عمر کربن‌های فعال هستند. هنگام تخلیه بنزین از نفت‌کش‌ها در جایگاه سوخت، به همان میزانی که بنزین مایع وارد مخازن می‌شود، بخار بنزین نیز وارد اتمسفر می‌شود. بنابراین باید برای جلوگیری از این میزان هدر رفت و آلودگی، بازوهای انتقال بنزین را عایق‌بندی کرده و با طراحی صحیح باعث بازگشت بخارات بنزین به تانکر شد. با این روش از یک مرحله از انتشار بخارات جلوگیری می‌شود. بخارات حاصل از سوخت‌گیری خودروها را نیز می‌توان با طراحی خاص روی شلنگ‌ها و نازل‌های انتقال سوخت، مجدد به مخازن زیرزمینی و روند

نویس این طرح تحت عنوان (به‌حداقل رساندن تبخیر بنزین در جایگاه‌های سوخت و کاهش آلودگی‌های ناشی از بخارات آن) در تیرماه سال ۱۳۸۷ تصویب شده بود. براساس این مصوبه، سازمان حفاظت محیط‌زیست به استناد اصل ۱۳۸ قانون اساسی مفادی را به شرح زیر ارائه داد:

۱. وزارت نفت باید با همکاری جایگاه‌داران حسگرهایی را برای اندازه‌گیری و کنترل بخارات بنزین روی نازل‌های هر جایگاه قرار دهد.

۲. وزارت نفت مکلف شد که جایگاه‌هایی را که بعد از سال ۱۳۸۸ ساخته و بهره‌برداری می‌شوند را با دستگاه‌های جمع‌آوری بخارات بنزین مجهز کند.

۳. وزارت نفت مکلف است که انبارهای بنزین و مخازن نفتکش‌ها را عایق‌بندی کند.

همچنین در ماده‌هایی از این مصوبه بیان شد که این اقدامات باید تا سال ۱۳۹۳ به مرحله اجرایی برسند و همچنین اولویت با شهرهایی همچون تهران گذاشته شد (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

طرح کهاب

طبق بررسی‌ها بیشترین میزان انتشار بخارات بنزین هنگام انتقال بنزین از محل تولید تا انبار، از انبار تا تانکرهای حمل سوخت، از تانکرها به پمپ‌های بنزین و از پمپ‌های بنزین به ماشین‌ها است. طرح کهاب به معنی کنترل، هدایت، انتقال و بازیافت بخارات بنزین است. درخصوص بازیافت بخارات بنزین به‌طور کلی ۳ روش مهم وجود دارد: روش تبریدی، غشایی و روش کربن فعال (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

در روش تبریدی با سرد کردن بخار بنزین، مجدد آن به شکل مایع بازگردانی می‌شود. این روش ایمنی و راندمان بالا و قابل‌قبولی دارد و این امکان را می‌دهد که میزان

بازیافت بنزین منتقل کرد. جمع‌آوری و بازیافت بخارات بنزین شامل دو مرحله stage1 و stage2 است (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

Stage1 شامل مرحله جلوگیری از ورود بخارات بنزین به هوا و برگرداندن آن‌ها به مخازن است. در این مرحله براساس قوانین دینامیک عمل کرده و از سیستم تعادل طبیعی بنزین کمک گرفته می‌شود. به این صورت که هنگام انتقال بنزین از تانکرها به مخازن، به‌صورت طبیعی فشار تانکر منفی و فشار مخزن مثبت می‌شود. در این شرایط بخار بنزین به‌صورت طبیعی تمایل دارد که به تعادل برسد، بنابراین از جایی که فشار در آنجا مثبت است به سمت تانکر با فشار منفی حرکت می‌کند و به دلیل بیشتر بودن فشار منفی داخل تانکر نسبت به فشار منفی اتمسفر، می‌توان با طراحی صحیح لوله‌ها، از این فرصت سود برده و بیشتر بخارات بنزین را بدون مصرف انرژی به تانکر بازگرداند. برای این کار نیز از ۳ روش رایج سیستم تعادلی دو نقطه‌ای، سیستم تعادلی هم‌محور و سیستم تعادلی چندگانه‌ی تک نقطه‌ای استفاده می‌شود (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

Stage2 شامل جمع‌آوری و بازگردانی بخارات بنزین هنگام سوخت‌گیری خودروها از نازل‌هاست که برای این منظور روی نازل سوخت یک خط برگشت نصب می‌شود تا بخارات بنزین از طریق آن به مخازن زیرزمینی بازگردند. برای این مرحله نیز از ۳ روش تعادلی، روش پمپ خلا مرکزی و روش پمپ خلا غیرفعال استفاده می‌شود (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).

اجرای طرح

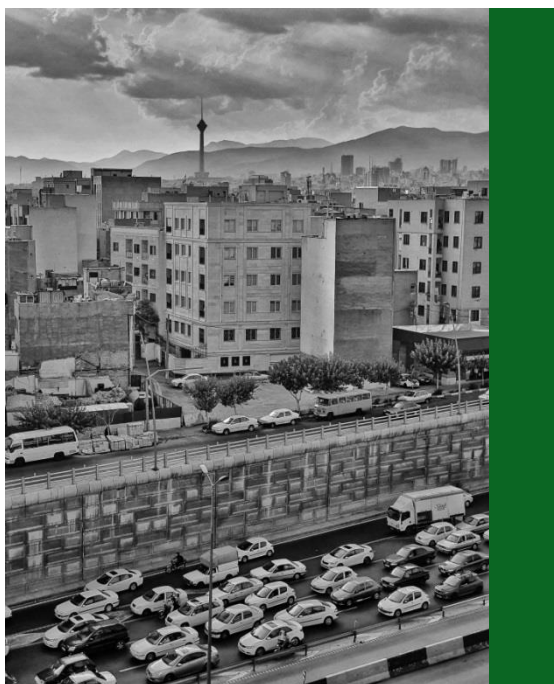
صحبت‌های اولیه راجع به طرح کهاب در ایران از سال ۱۳۸۵ آغاز شد و در مورد این طرح قانون‌گذاری‌هایی نیز انجام شد. طبق جدول ۳، اولین مصوبه‌ی طرح کهاب

مربوط به سال ۱۳۸۷ است که به دستگاه‌های اجرایی تا سال ۱۳۹۳ زمان داده شده بود تا این طرح را اجرایی کنند ولی به دلیل عدم اجرای هدف‌ها در سال ۱۳۹۳، این فرصت تا سال ۱۳۹۵ و سپس ۱۳۹۷ تمدید شد ولی همچنان دسترسی به اهداف طرح کهاب حاصل نشد. نرسیدن به اهداف مشخص شده درخصوص طرح کهاب ولی به معنای عدم اقدام نبود. پیشرفت‌ها و اقدامات انجام گرفته درخصوص این طرح عبارتند از:

۱- راه‌اندازی سیستم بازیابی یا VRU برخی از انبارهای نفت مانند انبار نفت شمال تهران (روش تبریدی)، انبار نفت البرز (روش غشایی) و انبار نفت هرمزگان (روش کربن فعال)؛

۲- تجهیز و عایق‌بندی ۴۲۳۰ نفت‌کش از ۱۲۰۰۰ نفت-کش موجود و ساخت نفت‌کش‌های جدید مطابق با استانداردها؛

۳- تجهیز نزدیک به ۹۷ درصد جایگاه‌های سوخت کلان‌شهرها به stage1 (stage2 به صورت طرح آزمایشی در حال انجام است) (اشجعی و سلیمانی مورچه خورتی، ۱۴۰۰).



تهران، بهار ۱۳۹۹، عکاس: حسن الماسی

جدول ۳- زمان‌بندی قوانین از تصویب تا اجرا

آخرین مهلت اجرا	زمان تصویب الزام قانونی
۱۳۹۳/۱۲/۲۹	۱۳۸۷/۰۴/۰۹
۱۳۹۵/۰۲/۱۰	۱۳۹۳/۰۹/۱۰
۱۳۹۶/۰۵/۰۲	۱۳۹۵/۰۴/۰۹
۱۳۹۸/۱۲/۲۹	۱۳۹۷/۷/۳۰

نتیجه‌گیری

منابع

احمدی آسور، ا. و اله آبادی، ا. (۱۳۹۰). سنجش میزان آلاینده‌های هوا در شهر سبزوار. دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، ۱۸(۲) (مسلسل ۶۰)، ۱۴۰-۱۴۷.

حنفی‌زاده، پ.، موسوی، س. ح. و نایی، م. ا. (۱۳۸۸). ارائه مدلی برای ارزیابی و رتبه‌بندی جایگاه‌های عرضه سوخت با رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). مدیریت توسعه و تحول، ۱(۲)، ۳۵-۵۶.

شیرازی، ک. ه.، هالک، ف. و میرمحمدی، م. (۱۳۸۳). تعیین اتلاف بنزین از جایگاه‌های سوخت‌رسانی در شهر تهران و روش‌های کنترل و بازیافت آن. محیط شناسی، ۳۰(۳۶).

عبدالحسینی، ن. و ذوالقدری، ش. (۱۴۰۰). مروری بر پدیده آلودگی هوا در ایران. علت‌ها، تأثیرات و راهکارهای قانونی. نشریه دانشجویی زیست سپهر، ۱۴(۲)، ۴۶-۵۶.

اشجعی، ب. و سلیمانی مورچه خورتی، ا. (۱۴۰۰). آسیب شناسی اجرای طرح کهاب- عملکرد و توجیه اقتصادی. تهران، ایران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

معضل آلودگی هوا امروزه تبدیل به یکی از چالش‌برانگیزترین مشکلات محیط‌زیستی شده‌است و با توجه به مطالب عنوان شده در این مقاله، به نظر می‌رسد که طرح کهاب یک اقدام تاثیرگذار در جهت بهبود اوضاع باشد. البته شایان ذکر است که اجرای این طرح، به‌ویژه در ابعاد وسیع، نیازمند سرمایه‌های فراوانی است که جایگاه‌داران باید از آن در جهت ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز استفاده کنند. کمک‌هزینه‌های دولتی در قالب وام بانکی می‌تواند در این راستا بسیار کمک‌کننده باشند. از طرفی دیگر، تکنولوژی مورد نیاز برای این طرح وارداتی بوده و این موضوع، کار اجرای طرح کهاب را پیچیده‌تر می‌کند. پیشنهاد می‌شود که با بومی‌سازی این تکنولوژی‌ها، به این روند سرعت بخشیده شود.

همچنین بررسی‌ها بر عدم اجرای صحیح طرح کهاب دلالت دارند، بنابراین بهتر است با نظارت صحیح بر اجرای قوانین وضع شده از این گونه مسائل و سهل‌انگاری‌ها جلوگیری به عمل آمده و با توجه به ضرورت‌ها، روند عملیاتی‌سازی طرح کهاب را تسریع نمود. امید است که با همکاری و مشارکت تمامی دستگاه‌ها، نهادها و در کل تمامی ذی‌نفعان، بر این طرح و قانون جامه عمل پوشانده شود و قدمی مثبت در راستای رسیدن به هوایی پاک و زندگی‌ای مطلوب برداشته شود.

Bai, L., Wang, J., Ma, X., & Lu, H. (2018). Air pollution forecasts: An overview. International journal of environmental research and public health, 15(4), 780.

Brand, C., & Hunt, A. (2018). The health costs of air pollution from cars and vans. University of Oxford, UK Energy Research Centre, 1-21.

Boubel, R. W., Vallero, D., Fox, D. L., Turner, B., & Stern, A. C. (2013). Fundamentals of air pollution. Elsevier.

Brown, R. (1951). Compound types in gasoline by mass spectrometer analysis. Analytical Chemistry, 23(3), 430-437.

Yan, H., Li, F., & Liu, G. (2023). Diminishing influence of negative relationship between species richness and evenness on the modeling of grassland α -diversity metrics. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1108739.

Yeom, D. J., & Kim, J. H. (2011). Comparative evaluation of species diversity indices in the natural deciduous forest of Mt. Jeombong. *Forest Science and Technology*, 7(2), 68-74.

Yuguang, B., Abouguendia, Z., & Redmann, R. E. (2001). Relationship between plant species diversity and grassland condition. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 54(2), 177-183.

Colville, R. N., Hutchinson, E. J., Mindell, J. S., & Warren, R. F. (2001). The transport sector as a source of air pollution. *Atmospheric environment*, 35(9), 1537-1565.

Ciccioli, P. (1993). VOCs and air pollution. In *Chemistry and analysis of volatile organic compounds in the environment* (pp. 92-174). Dordrecht: Springer Netherlands.

Fletcher, S. R. (1999). Global climate change treaty: the Kyoto protocol. Congressional Research Service, Library of Congress.

Jia, C., Fu, X., Chauhan, B., Xue, Z., Kedia, R. J., & Mishra, C. S. (2022). Exposure to volatile organic compounds (VOCs) at gas stations: a probabilistic analysis. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-13.

Runion, H. E. (1975). Benzene in gasoline. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 36(5), 338-350.



خیابان چهار تهران، پاییز ۱۴۰۰. عکاس: مهتر مهر



An Overview of the Kahab Project - the Necessity of Its Formation and the Implementation Process

Fatemeh Jalili Alishah

Master's student in the integrated coastal zone management (ICZM), University of Tehran

Autor's Email: j.fatemeh823@gmail.com

Abstract

Air pollution has always been one of the main problems of mankind after the industrial revolution until today, and humans have always sought solutions to solve this problem, inventing and trying different methods. In recent decades, cars with fossil fuels, especially gasoline, have aggravated air pollution by emitting vapors and have threatened human health more than ever. According to the Kyoto agreement, countries are obliged to reduce their greenhouse gas emissions, and the Kahab plan (which means control, guidance, transfer and recycling of gasoline vapors), as a solution to reduce this pollution, was born from this duty. This plan aims to prevent the emission and recovery of gasoline vapors. This article attempted to examine the causes and necessities of the formation of the Kahab Plan, as well as the process, methods, and mechanisms of its implementation and the actions taken. For this purpose, the performance of gasoline vapor recovery systems, types of stage 1 and stage 2 recovery methods, also policies related to this issue have been examined.

Keywords: Air pollution, Fuel station, Gasoline vapors, Kyoto agreement, VOC





استان هرمزگان، جزیره هرمز، بهمن ۱۳۹۵، عکاس: فرهاد ورزکاری مقدم

چالش‌های فراوری خاک‌های کشور

محمد برهانی^{۱*}، زهرا رئیسی^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران

*رایانامه نویسنده مسئول: borhani.mohammad@ut.ac.ir

چکیده

ایران به‌عنوان کشوری با اقلیم خشک و نیمه‌خشک، با چالش‌های جدی در مدیریت منابع خاک مواجه است. این مطالعه به بررسی چالش‌ها و راهکارهای مدیریت پایدار منابع خاک در ایران می‌پردازد. خاک به‌عنوان یک منبع غیرقابل‌تجدید، نقش حیاتی در تأمین نیازهای انسان و حفظ تعادل اکوسیستم دارد. با این حال، فرسایش، آلودگی و تغییر کاربری اراضی به‌عنوان تهدیدات جدی برای کیفیت خاک و امنیت غذایی کشور شناخته می‌شوند. در سطح جهانی، بیش از ۵۰ درصد از زمین‌های زراعی با مشکلات شوری مواجه‌اند که بر رشد گیاهان تأثیر منفی می‌گذارد. این تحقیق با استفاده از مقالات و پژوهش‌های مرتبط، به شناسایی چالش‌های عمده‌ای مانند تأثیرات تغییرات اقلیمی، آلودگی ناشی از میکروپلاستیک‌ها و سموم کشاورزی و کاهش کیفیت خاک پرداخته‌است. نتایج نشان می‌دهد که مدیریت نادرست منابع خاک و افزایش جمعیت، مشکلات جدی را ایجاد کرده‌اند. برای مقابله با این چالش‌ها، توسعه روش‌های کشاورزی پایدار، آموزش کشاورزان و حفاظت از پوشش گیاهی پیشنهاد می‌شود. این اقدامات می‌تواند به حفظ امنیت غذایی و بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک کند. توجه به مدیریت پایدار منابع خاک به‌عنوان یک ضرورت برای توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی کشور، امری اجتناب‌ناپذیر است.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، فرسایش خاک، تغییر اقلیم، مدیریت خاک

مقدمه

بخش‌هایی از شمال و جنوب آفریقا، منطقه خاورمیانه و شمال و جنوب آمریکا و استرالیا گسترده شده‌اند و از این میان، بیش از ۹۵ درصد از خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک در آفریقا و منطقه خاورمیانه واقع شده‌اند (عظیم‌زاده، ۱۴۰۲).

کشور ایران با قرارگرفتن در محدوده خشک و نیمه‌خشک جهان و با توجه به شرایط زمین‌شناسی و پستی و بلندی، دارای محدودیت‌های متنوعی در منابع خاک است. بهره‌برداری غیراصولی موجب ایجاد چالش‌های فراوانی برای این منابع پایه شده‌است (اسدی و همکاران، ۱۴۰۱). در گذشته، کشور ما با داشتن زمین‌های حاصل‌خیز فراوان و بهره‌گیری مناسب از مدیریت بهینه خاک، همزیستی همگام با محیط‌زیست را تجربه کرده و سال‌ها آن را به‌عنوان موتور محرکه اقتصاد کشور محافظت نموده‌است. اما اکنون ایران جزو کشورهایی است که فرسایش خاک به شدت در آن روی می‌دهد (بیات و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به وابستگی کشور به کشاورزی، بررسی وضعیت خاک برای حفظ منابع غذایی و اکوسیستم ضروری است. همچنین، با توجه به تغییرات اقلیمی و تأثیرات منفی آن بر خاک، انجام این تحقیق می‌تواند به شناسایی چالش‌های موجود برای مدیریت پایدار منابع خاک کمک کند.

مواد و روش‌ها

در این مقاله، اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از طریق جستجوی مقالات و پژوهش‌های مرتبط گردآوری شده‌اند. پس از جمع‌آوری این منابع، مقالات به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گرفته و مهم‌ترین چالش‌های خاک‌های کشور استخراج شدند. اطلاعات به‌دست‌آمده سپس براساس موضوعات مختلف سازماندهی و طبقه‌بندی گردیدند.

خاک به‌عنوان یک منبع غیرقابل‌تجدید و یک سیستم اجتماعی هماهنگ، با ساختاری مناسب و وضعیت عملکردی بهینه، به‌گونه‌ای تعریف می‌شود که دارای ظرفیت حائل (بافر) مؤثری برای حفظ تعادل دینامیک میان تمامی عوامل تولیدی خود باشد (Decorato et al., 2024). خاک مهم‌ترین مؤلفه اکوسیستم جهانی است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی انسان‌ها تأثیر می‌گذارد. این منبع نیازهایی از جمله غذا، آب، انرژی، پوشاک و مسکن را تأمین می‌کند (El-ramady et al., 2024a).

خاک‌ها به‌دلیل ویژگی‌های پویای خود، به‌عنوان یک سیستم زیستی و اکولوژیکی در نظر گرفته می‌شوند. این سیستم نه‌تنها شامل اجزای فیزیکی و غیرزیستی مانند مواد معدنی و آلی است، بلکه به‌واسطه تعاملات پیچیده‌ای که با موجودات زنده، از جمله میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و جانوران دارد، به یک موجود زنده مشابه شبیه می‌شود، که آن را به یک منبع با ارزش و محدود تبدیل می‌کند. بنابراین، درک تأثیر فعالیت‌های انسانی بر کیفیت خاک بسیار مهم است (Majumdar et al., 2024).

در سطح جهانی، بیش از ۵۰ درصد از زمین‌های زراعی آبی با مشکلات شوری خاک مواجه هستند که باعث کاهش رشد، نمو و بقای گیاه می‌شود. بنابراین، شوری خاک می‌تواند یکی از عوامل تهدیدکننده امنیت غذایی جهانی باشد (El-ramady et al., 2024b). از دیرباز، ارتباط بین سلامت خاک، دام و انسان به‌واسطه تأثیرات آن بر کیفیت و سلامت گیاهان شناخته شده‌است. سلامت خاک به‌عنوان ظرفیت پیوسته آن برای عمل به‌عنوان یک سیستم زنده و حیاتی در کاربری‌های مختلف اراضی و زیست‌بوم‌ها تعریف می‌شود. این ظرفیت به پایداری باروری بیولوژیکی، حفظ کیفیت هوا و آب و ارتقاء سلامت گیاهان، حیوانات و انسان کمک می‌کند (رضایی و همکاران، ۱۴۰۱).

بیش از ۴۰ درصد از کل اراضی دنیا را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد. این مناطق بیشتر در

▪ چالش‌های مهم مدیریت خاک‌ها در قرن

حاضر

سال ۲۰۱۵ میلادی به‌عنوان "سال جهانی خاک" توسط سازمان ملل متحد نام‌گذاری شد. این تصمیم به دلیل وجود شش چالش بزرگ محیط‌زیستی جهانی که بر توسعه پایدار تأثیر دارند، اتخاذ گردید (FAO, 2015). این چالش‌ها به طور مختصر به شرح زیر است.

• مدیریت خاک و امنیت غذایی

مدیریت صحیح خاک به ارتقاء سلامت و کیفیت آن کمک می‌کند و در نتیجه امنیت غذایی را تأمین می‌نماید. تخریب خاک می‌تواند به از بین رفتن امنیت غذایی منجر شود. اکثر شاخص‌های موجود برای سنجش امنیت غذایی در ایران، بیشتر بر جنبه‌های اجتماعی و سیاسی تمرکز دارند و به محدودیت‌های منابع تولیدکننده توجهی نمی‌کنند (صفری، ۱۴۰۲).

• مدیریت خاک و امنیت آب

خاک نقش حیاتی در چرخه آب دارد و برای عبور از بحران آب، ابتدا باید از بحران خاک عبور کرد. خاک می‌تواند آب را پالایش کند یا به آلودگی آن دامن بزند. علی‌رغم وجود منابع آب، ۹۶/۵ درصد آن شور و متعلق به اقیانوس‌ها است (حسین‌زاد و همکاران، ۱۳۹۲).

• مدیریت خاک و امنیت انرژی

یکی از پیامدهای عمده تخریب منابع خاکی در ایران، رسوب‌گذاری به میزان ۲۴۰ میلیون مترمکعب در حوزه سدهای کشور است. این موضوع از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا پایداری و امنیت تأمین انرژی به‌شدت وابسته به سرعت پرشدن ظرفیت مخازن سدها به واسطه رسوبات ناشی از تخریب خاک است. همچنین، با توجه به تغییرات اقلیمی جاری، نگرانی‌های قابل‌توجهی در زمینه امنیت آب و غذا در ایران به وجود آمده‌است (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۹).

• مدیریت خاک و مصرف

سوخت‌های زیستی

تا کنون، جامعه علمی بر این باور بوده‌است که مصرف سوخت‌های زیستی نسبت به سوخت‌های فسیلی عوارض منفی کمتری به همراه دارد. به دلیل مصرف بیش‌ازحد سوخت‌های فسیلی در سطح جهانی، ایده تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه سوخت‌های زیستی، توجه زیادی را جلب کرده است. به‌علاوه، تولید اتانول با منبع زیستی به‌عنوان یکی از فناوری‌های بالقوه برای کاهش پایدار دی‌اکسید کربن در جو تا سال ۲۰۵۴ مطرح شده‌است (سپاس‌خواه، ۱۳۹۶). در همین راستا، افزایش تقاضا برای اتانول و همچنین افزایش ناگهانی تقاضا برای ذرت به‌منظور تولید این نوع سوخت، منجر به افزایش شدید قیمت موادغذایی در برخی کشورها گردیده‌است. علاوه‌بر این، تبدیل جنگل‌ها و علفزارها به مزارع کشت گیاهان مولد سوخت زیستی، به‌طور قابل‌توجهی میزان دی‌اکسید کربن موجود در جو را افزایش می‌دهد. شایان ذکر است که غلظت دی‌اکسید کربن در خاک و گیاهان تقریباً سه برابر غلظت آن در جو است (غفوری و همکاران، ۱۳۹۶).

• مدیریت خاک و تنوع‌زیستی

تنوع‌زیستی موجودات خاک، منبعی اساسی برای ارائه خدمات قابل‌توجهی در حفظ و گسترش تنوع‌زیستی در سطح زمین و سلامت محیط‌زیست به‌شمار می‌رود. این موجودات نقش کلیدی در حفظ خصوصیات فیزیکی خاک ایفا کرده و به تنظیم اقلیم از طریق افزایش مواد آلی خاک و نگهداشت دی‌اکسید کربن در آن کمک می‌کنند. تنظیم اقلیم یکی دیگر از خدماتی است که توسط اکوسیستم خاک ارائه می‌شود. دانه‌بندی خاک و تسریع در تشکیل هوموس از مهم‌ترین سازوکارهایی هستند که بر تنظیم اقلیم تأثیرگذارند. تسریع در تشکیل هوموس، که توسط موجودات خاک‌زی انجام می‌شود، موجب تبدیل مقادیر زیادی کربن به اشکالی می‌گردد که مقاومت بیشتری در

برابر تجزیه دارد و بنابراین باعث کندتر شدن آزادسازی گازهای گلخانه‌ای می‌شوند (غفوری و همکاران، ۱۳۹۶).

• مدیریت خاک و گرمایش جهانی

رها شدن بخشی از کربن موجود در خاک به دلیل سوءمدیریت خاک و تغییر کاربری اراضی می‌تواند تا حدود ۳۰ درصد در گرمایش جهانی نقش داشته باشد. از سوی دیگر، تمامی راه‌های ممکن برای کاهش دی‌اکسید کربن، تا کنون تنها راه عملی و اقتصادی، ترسیب و ذخیره کربن در خاک بوده‌است (نوروزی و همکاران، ۱۴۰۳). به علاوه، خاک‌ها به عنوان سومین منبع جهانی کربن شناخته می‌شوند و اهمیت حفظ کربن در خاک از جنبه محیط-زیستی شامل جلوگیری از گرمایش زیست کره، کاهش غلظت گاز کربنیک در جو و ذخیره سازی درازمدت آن در خاک است (غفوری و همکاران، ۱۳۹۶). این چالش‌ها نیازمند توجه جدی و راهکارهای مؤثر برای مدیریت پایدار منابع خاک هستند تا بتوان به توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی دست یافت.

■ چالش‌های محیط‌زیستی خاک-

های کشور

چالش‌های محیط‌زیستی خاک‌ها در ایران، به عنوان یک موضوع حیاتی و پیچیده، را می‌توان به چندین طبقه اصلی تقسیم کرد. این چالش‌ها نه تنها بر کیفیت خاک تأثیر می‌گذارند، بلکه به طور مستقیم بر تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی نیز تأثیر دارند. در زیر به بررسی بیشتر این چالش‌ها پرداخته می‌شود.

• اثرات آلودگی پلاستیک‌ها و

میکروپلاستیک‌ها در منابع خاک

میکروپلاستیک‌های ناشی از پسماندهای پلاستیکی که در خاک‌های سطحی ایجاد می‌شوند، می‌توانند عملکرد کشاورزی را به شدت کاهش دهند. نگرانی‌های جدی وجود دارد که این میکروپلاستیک‌ها در زنجیره غذایی تأثیر منفی بر سلامت انسان داشته باشند و به عنوان یک مشکل پایدار،

سلامت خاک را در بسیاری از نقاط جهان تهدید کنند. همچنین، میکروپلاستیک‌ها ممکن است با تجزیه، گازهای گلخانه‌ای را در خاک آزاد کنند و باکتری‌هایی که روی این میکروپلاستیک‌ها رشد می‌کنند، می‌توانند به افزایش دی‌اکسید کربن آزاد شده کمک کنند. بنابراین، آلودگی پلاستیکی یکی از چالش‌های بزرگ پیش روی منابع خاک‌های کشور و جهان به شمار می‌آید (ولایت‌زاده، ۱۴۰۳).

Abbasi و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی میکروپلاستیک‌ها در خاک‌های کویر لوت پرداخته‌اند. در این تحقیق، تعداد میکروپلاستیک‌ها در نمونه‌های ۳۰۰ گرمی از صفر تا ۲۵ ذره متغیر بوده‌است. نتایج نشان داد که اکثریت میکروپلاستیک‌ها از نوع الیافی بوده و عمدتاً شامل پلی اتیلن ترفتالات و نایلون هستند. همچنین Shariati و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای دیگر به بررسی وقوع و غلظت استرهای اسیدفتالی در ۲۷ نمونه رسوب از تالاب انزلی پرداخته‌اند. یافته‌های این تحقیق حاکی از آن است که غلظت دی‌فتالات به ۲۰/۷۱ میلی گرم در کیلوگرم رسیده‌است که این مقدار به طور قابل توجهی بالاتر از استانداردهای محیط‌زیستی تعیین شده‌است.

• مصرف سموم کشاورزی و آلودگی

منابع خاک

سموم کشاورزی به طور گسترده‌ای برای کنترل آفات مختلف از جمله حشرات، پاتوژن‌ها و علف‌های هرز استفاده می‌شوند. اگرچه این سموم برای تولید محصولات زراعی ضروری هستند، اما استفاده بی‌رویه از آن‌ها به دلیل تجمع زیستی و پایداری می‌تواند عواقب جدی به همراه داشته باشد. آفت‌کش‌ها می‌توانند به طور مستقیم یا غیرمستقیم، هوا، آب و خاک را آلوده کرده و خطرات جدی برای سلامت موجودات زنده ایجاد کنند (مسافری و همکاران، ۱۴۰۱).

• کاهش کیفیت خاک

از بین رفتن خاک به‌عنوان یکی از تهدیدات اصلی برای حاصل‌خیزی، به کاهش توان تولیدی خاک منجر می‌شود. این پدیده می‌تواند به صورت طبیعی یا غیرطبیعی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و همچنین در نواحی سیلاب‌زده رخ دهد. از دست دادن خاک تأثیرات جدی بر کمیت و کیفیت خدمات اکوسیستم خاک دارد، از جمله کاهش تراکم، تخریب ساختار خاک و کاهش مواد مغذی (بدری، ۱۴۰۳). این مشکل در ایران، که بخش وسیعی از آن را کویرها در برگرفته و پوشش گیاهی مناسبی ندارد، به وضوح قابل‌مشاهده است. ایران با مساحتی معادل ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع، با چالش‌های جدی در زمینه فرسایش خاک مواجه است؛ به‌طوری که نزدیک به ۱۲۵ میلیون هکتار از ۱۶۵ میلیون هکتار اراضی کشور در معرض فرسایش قرار دارد (ایرانمنش، ۱۴۰۳).

یکی از دلایل عمده فرسایش شدید خاک‌ها در ایران، از بین رفتن پوشش گیاهی است. خاک‌های ایران از نظر مواد نیتروژنی فقیر بوده و اکثراً با کمبود فسفر مواجه‌اند. به همین دلیل، مصرف کودهای شیمیایی در کشور به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته‌است. اگرچه استفاده بی‌رویه از این کودها در کوتاه‌مدت می‌تواند مواد مغذی مورد نیاز اراضی کشاورزی را تأمین کند، اما در بلندمدت منجر به کاهش کیفیت خاک و افت حاصل‌خیزی می‌شود. همچنین، عوامل غیرمستقیم مانند اقلیم، رشد جمعیت و عوامل اقتصادی نیز در تخریب زمین مؤثرند. تأثیرات اقلیم در بخش‌های مختلف کشور متفاوت است؛ به‌عنوان مثال، خاک‌های استان‌های حاشیه دریای خزر بیشتر در معرض فرسایش ناشی از آب قرار دارد، در حالی که در نواحی بیابانی، فرسایش عمدتاً ناشی از باد است (ایرانمنش، ۱۴۰۳).

• تغییر کاربری اراضی

مهاجرت روستاییان به شهرها، افزایش جمعیت در مناطق شهری و روستایی، تبدیل روستاها به شهرها و احداث جاده‌ها از جمله عوامل مؤثر در تخریب زمین و خاک هستند. ساخت‌وساز در حاشیه شهرها و استقرار صنایع نیز به فشردگی و متراکم شدن خاک منجر می‌شود که فعالیت‌های بیولوژیک خاک را در این مناطق مختل می‌کند (ایرانمنش، ۱۴۰۳). همچنین، شهرنشینی عامل اصلی بروز پیامدهای منفی محیط‌زیستی از جمله آلودگی خاک به فلزهای سنگین و متالوئیدها است. آلودگی فلزهای سنگین به دلیل سمیت بالقوه و اثرات منفی آن بر موجودات زنده، یکی از مهم‌ترین مشکلات محیط‌زیستی به‌شمار می‌رود. مهم‌ترین فلزات سنگین شامل کادمیوم، آرسنیک، جیوه، مس و سرب هستند که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های شهری و صنعتی انسان می‌باشند (نقیبی و همکاران، ۱۴۰۲).



تالاب گاوخونی، استان اصفهان، تابستان ۱۴۰۱، عکاس: آرشد حسینی

• شور و قلیایی شدن خاک

شور شدن تدریجی اراضی یکی از مشکلات ناشی از مدیریت نادرست حوزه‌ها است. افزایش شوری آب‌های سطحی و زیرزمینی ناشی از فشار بی‌رویه، از بین رفتن پوشش گیاهی و تخریب جنگل‌ها و مراتع هستند. شوری تهدیدی برای بهداشت و توان تولیدی خاک و جوامع روستایی و شهری است. کاهش محصولات زراعی اولین و مهم‌ترین تأثیر منفی شور شدن خاک است که می‌تواند به قلیایی شدن خاک و گسترش بیابان منجر شود (زرین و همکاران، ۱۳۸۷). فلات ایران به دلیل داشتن اراضی وسیع در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بیشتر در معرض این آسیب قرار دارد. کشور ایران به دلیل وابستگی به کشاورزی فاریاب، به شدت در معرض شور شدن اراضی است و حدود ۹۰ درصد از محصولات زراعی روی اراضی آبی تولید می‌شوند، که ۶/۸ میلیون هکتار از ۸ میلیون هکتار اراضی آبی کشور، مبتلا به درجات مختلف شوری هستند (رحمانی سیالرز و کشاورزی، ۱۴۰۲).

• تأثیر آب شور و نوع آبیاری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

با توجه به محدودیت تأمین آب شیرین برای مصارف کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک، استفاده از آب شور به‌طور گسترده‌ای برای آبیاری محصولات زراعی رواج یافته‌است، استفاده از آب شور با غلظت بالای نمک، به‌ویژه نمک سدیم، می‌تواند به کاهش بازده تولید و تخریب ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منجر شود. بنابراین، لازم است از الگوهای آبیاری مناسبی استفاده شود تا علاوه بر افزایش عملکرد محصول، از تخریب و فرسایش خاک نیز جلوگیری گردد آبیاری سفالی یکی از روش‌هایی است که عملکرد بهتری نسبت به سایر روش‌های آبیاری دارد و در مناطق خشک که با بحران آب مواجه‌اند، ممکن است مناسب‌تر باشد (جهان تیغ و جهان تیغ، ۱۴۰۱).

▪ تأثیر تغییر اقلیم بر چالش‌های

پیش روی خاک‌های کشور

اصطلاح اقلیم به متوسط بلندمدت آب‌وهوایی یک منطقه اطلاق می‌شود، آب‌وهوا می‌تواند گرم‌تر یا سردتر از حد نرمال شود یا میانگین هر یک از اجزای آن با گذشت زمان افزایش یا کاهش می‌یابد، اما دگرگونی اقلیم یک تغییر برگشت‌ناپذیر در میانگین شرایط آب‌وهوایی است که در یک منطقه اتفاق می‌افتد. تغییرپذیری اقلیم شامل هرگونه دگرگونی در آب‌وهوا است که طولانی‌تر از رخدادهای منفرد آب‌وهوایی است و ممکن است به مدت چند دهه یا طولانی‌تر باقی بماند. اقلیم در نتیجه عواملی همچون فرایندهای دینامیکی زمین یا عوامل بیرونی همچون تغییرات در شدت تابش آفتاب یا فعالیت‌های انسانی رخ می‌دهد (صیاد و همکاران، ۱۴۰۲).

۱. تأثیر تغییر اقلیم بر ویژگی‌های فیزیکی و

شیمیایی خاک‌ها

رابطه‌ای عمیق میان سلامت خاک و اقلیم جهانی وجود دارد که عمدتاً به ذخیره و انتشار ترکیبات کربن‌دار، نیتروژن‌دار و دیگر ترکیبات آلی و غیرآلی مربوط می‌شود. در ارزیابی سلامت خاک، ضروری است که به تأثیر عوامل مؤثر بر تغییر اقلیم نظیر افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در جو، افزایش دما، تغییر در الگوهای بارش و بالا آمدن سطح آب دریاها بر کارکردهای شیمیایی و فیزیکی خاک توجه شود. شناخت اثرات ناشی از پدیده تغییر اقلیم بر ویژگی‌ها و عملکردهای خاک می‌تواند بشر را در مواجهه با چالش‌های احتمالی این تغییرات در زمینه کشاورزی و امنیت غذایی یاری رساند. این موضوع به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، با توجه به شرایط جغرافیایی خاص آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بخش وسیعی از مساحت ایران و تأثیرپذیری قابل توجه این مناطق از عناصر اقلیمی و پدیده تغییر اقلیم، ضرورت بررسی اثرات این تغییرات بر ویژگی‌های خاک‌های کشاورزی را به‌ویژه در این نواحی دوچندان می‌کند (ایران‌مش، ۱۴۰۳).

۲. اثرات تغییر اقلیم بر ساختار خاک

وقوع خشک‌سالی‌ها و آتش‌سوزی‌ها، خاک را در معرض فرآیندهایی قرار می‌دهد که منجر به تخریب ساختار آن می‌گردد، براساس پیش‌بینی‌ها، انتظار می‌رود این خاک‌ها در بلندمدت با خشکی مواجه شوند. همچنین، وقوع بارش‌های ناگهانی و سیل‌آسا در مناطق گرم و خشک، می‌تواند به تخریب ساختار خاک به‌واسطه فرآیندهای فروپاشی و پخش‌شدن ذرات منجر شود. علاوه بر این، تغییرات ناشی از تغییر اقلیم ممکن است به انجام عملیات خاک‌ورزی در شرایط رطوبت نامطلوب منجر شود که این امر می‌تواند به فشردگی بیش از حد یا پودر شدن خاک منجر گردد. در این راستا، جایگزینی سیستم‌های کشاورزی سنتی با روش‌های کشاورزی حفاظتی می‌تواند از پیامدهای منفی ناشی از تغییر اقلیم بر ثبات خاک‌دانه‌ها جلوگیری کند (ایران‌مش، ۱۴۰۳).

تغییر اقلیم می‌تواند به‌طور غیرمستقیم با تأثیرگذاری بر ویژگی‌های زیستی خاک، بر ساختار آن تأثیر بگذارد. موجودات زنده خاک، نظیر کرم‌های خاکی و مورانه‌ها، نقش مهمی در ساختار خاک و ویژگی‌های فیزیکی مرتبط با آن، از جمله هدایت هیدرولیکی خاک ایفا می‌کنند. این موجودات با بلعیدن ذرات معدنی و آلی و دفع آن‌ها به‌صورت ذرات ریز، فرآیندهای هضمی را ایجاد می‌کنند که بر خاصیت کلوئیدی مواد آلی تأثیر می‌گذارد و منافذ و مسیرهای پایدار را در خاک ایجاد می‌کنند. در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک که بارندگی تنها منبع اصلی تأمین رطوبت است، وقوع خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت ناشی از تغییر اقلیم می‌تواند بر قابلیت زنده‌مانی و طول عمر این موجودات تأثیر منفی بگذارد (محمدزاده، ۱۴۰۲).

▪ مهمترین مسائل مدیریت منابع

خاک ایران

مدیریت پایدار منابع خاک عامل کلیدی در تحقق توسعه پایدار کشور شناخته می‌شود (صادقی مزیدی و وصالی، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه خاک سطحی‌ترین لایه کره زمین و تأمین‌کننده رژیم غذایی پایدار برای کشور و جهان هست مهم‌ترین مسائل مدیریتی به تفکیک و مختصر به شرح زیر می‌توان طبقه‌بندی نمود.

۱. موقعیت طبیعی قرارگیری کشور

در بسیاری از نواحی کشور ریزش‌های جوی اغلب نامنظم و به شکل رگباری هستند، به همین جهت باران‌های رگباری می‌تواند به ایجاد سیل کمک کرده و با جریان سیل از روی دامنه‌ها و زمین‌های زراعی، مقدار زیادی از خاک را با خود حمل کنند. همچنین میانگین بارش سالانه ایران از میزان آن در جهان، آسیا و حتی برخی از کشورهای همسایه کمتر است و در حدود ۲۶۰ میلی‌متر است. این شرایط به کاهش حجم رطوبت خاک می‌انجامد و زمینه را برای افزایش شدت فرسایش بادی و آبی فراهم می‌سازد (عبیات و همکاران، ۱۴۰۱).

مناطق پرجمعیت ایران عمدتاً از غرب، شمال‌غرب تا شمال‌شرق دارای کوهستان‌های فراوان هست و اغلب سکونتگاه‌های روستایی و زمین‌های کشاورزی در دامنه‌های شیب‌دار کوهستانی قرار دارد. این امر به آب‌های ناشی از باران کمک می‌کند تا با سرعت بیشتری خاک‌ها را حمل کند و به روند کاهش کیفیت خاک سرعت بخشند، پوشش‌های گیاهی در اغلب نواحی کشور فقیر است. وجود پوشش گیاهی مناسب، مانند چتری دانه‌های خاک را در برابر ضربات مستقیم بارش و رگبار حفظ می‌کند، به‌طوری که با افزایش میزان پوشش گیاهی از شدت فرسایش نیز کاسته می‌شود (عبیات و همکاران، ۱۴۰۱).

۲. مسائل مدیریت منابع خاک ناشی از فعالیت‌های

انسانی در ایران

فقر مواد آلی و مغذی را به دنبال دارد و زمینه را برای تخریب خاک از طریق آیشویی و سایر فرآیندها فراهم می‌سازد (عسگری و همکاران، ۱۳۸۷).

• روش‌های سنتی آبیاری و عدم

توسعه روش‌های بهینه و نوین

در بسیاری از نواحی ایران، استفاده از روش‌های نادرست مانند آبیاری شیاری منجر به شستشوی خاک و فرسایش آن می‌شود. در حالی که استفاده از روش‌های نوین و علمی نظیر آبیاری قطره‌ای و بارانی، نه تنها در بهینه‌سازی مصرف منابع آب نقش مؤثری دارد، بلکه از افت کیفیت خاک نیز جلوگیری می‌کند (اسماعیل پور و همکاران، ۱۴۰۲).

• روش‌های شخم نامناسب به‌ویژه

در زمین‌های شیب‌دار

افزایش شیب زمین به‌طور مستقیم بر میزان کاهش منابع خاکی تأثیرگذار است. در حال حاضر، شرایط جغرافیایی و انتخاب مکان برای سکونتگاه‌های روستایی، به‌ویژه در نواحی کوهستانی و کوهپایه‌ای، منجر به کشت و شخم‌زنی زمین‌هایی با شیب ۱۰ تا ۱۲ درصد شده است (بیات و همکاران، ۱۳۹۰). مناطق پرجمعیت ایران، به‌ویژه در نواحی غربی، شمال‌غربی و شمال‌شرقی، دارای کوهستان‌های متعددی هستند. در دهه‌های اخیر، تشدید فعالیت‌های انسانی در این مناطق کوهستانی موجب بروز اختلالات عمده در سطوح شیب‌دار و تسریع در فرآیندهای طبیعی شده و به‌شدت بر فرسایش خاک افزوده‌است. کاربری غیراصولی در سطوح شیب‌دار و تجاوز به حریم رودخانه‌ها، تغییرات قابل‌توجهی در ویژگی‌های مکانیسم‌های مختلف، به‌ویژه سیستم‌های زهکشی، ایجاد کرده و در نتیجه موجب کاهش ثبات شیب‌ها شده‌است (بیاتی، ۱۳۸۴). این چالش‌های مدیریتی نیازمند توجه و اقدامات مؤثر برای حفظ کیفیت خاک و بهبود روش‌های کشاورزی هستند.

مدیریت منابع خاک در ایران تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد که شامل، رشد جمعیت، شیوه‌های نامناسب کشت، روش‌های سنتی آبیاری و روش‌های نامناسب شخم است. این مسائل منجر به تخریب خاک، کاهش حاصل‌خیزی و افزایش فرسایش می‌شود که در نهایت به تهدید امنیت غذایی و پایداری محیط‌زیست کشور منجر خواهد شد، که به‌طور خلاصه به شرح زیر است.

• تأثیرات رشد جمعیت و مدیریت

نادرست بر تخریب خاک

سرعت رشد جمعیت جهانی با نرخ ۱/۸ درصد در سال، به همراه ناآگاهی و عدم مدیریت مناسب در زمینه توزیع نامتادل منابع خاک در کره زمین، تلاش‌های انسانی برای دستیابی به انواع مواد غذایی و محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است. محدودیت‌های موجود در منابع خاک و سرانه زمین، این تخریب و هدررفت را تشدید می‌کند. آلودگی خاک ناشی از دفن زباله‌های شهری و صنعتی، شخم‌های نامناسب زراعی، از دست‌دادن جنگل‌ها و پوشش‌های گیاهی، و نامناسب بودن سیستم‌های آبیاری، از جمله عوامل عمده تخریب خاک به‌شمار می‌روند. مدیریت خاک و مسائل مرتبط با آن، توجه متخصصان و فعالان محیط‌زیست را به خود جلب کرده است. ارتباط مستقیم و غیرمستقیم انسان با خاک از طریق کشاورزی و منابع آب، اهمیت آن را در برنامه‌ریزی‌های کلان افزایش می‌دهد (عبیات و همکاران، ۱۴۰۱).

• شیوه‌های نادرست زراعت و کشت

در اراضی کشاورزی

یکی از مسائل کلیدی در این زمینه، بهره‌برداری بی‌رویه از زمین‌های کشاورزی است. فقر روستایی، کمبود سرانه زمین و پایین بودن راندمان کشت در واحد سطح، از جمله عواملی هستند که موجب می‌شوند بخش زیادی از زمین‌های کشاورزی هر ساله زیر کشت انواع محصولات قرار گیرند. این شرایط، بهره‌کشی بیش از حد از خاک و

نتیجه‌گیری

مدیریت پایدار منابع خاک در ایران به‌عنوان یک چالش اساسی در راستای حفظ امنیت غذایی، آب و انرژی و همچنین حفظ تنوع‌زیستی و کیفیت محیط‌زیست مطرح است. با توجه به وضعیت کنونی خاک‌ها و چالش‌های متعددی که از جمله فرسایش، آلودگی و تغییر کاربری اراضی با آن مواجه هستند، ضروری است که اقدامات مؤثری برای بهبود وضعیت خاک‌ها انجام شود. تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت و مدیریت نادرست منابع طبیعی، تهدیدات جدی برای کیفیت و بهره‌وری خاک‌ها به شمار می‌روند. در این راستا، نیاز به بررسی دقیق و جامع چالش‌های موجود و ارائه راهکارهای عملی و علمی برای مدیریت پایدار منابع خاک احساس می‌شود که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

راهکارهای عملی

۱. توسعه روش‌های کشاورزی پایدار: ترویج کشاورزی حفاظتی و استفاده از تکنیک‌های نوین مانند آبیاری قطره‌ای و بارانی برای کاهش مصرف آب و حفظ رطوبت خاک، تشویق کشاورزان به استفاده از کودهای ارگانیک و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی برای حفظ و بهبود کیفیت خاک.

۲. آموزش و آگاهی‌بخشی: برگزاری دوره‌های آموزشی برای کشاورزان و جوامع محلی در زمینه مدیریت پایدار خاک و آب، افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت حفظ خاک و تأثیرات فعالیت‌های انسانی بر آن.

۳. حفاظت از پوشش گیاهی: اجرای برنامه‌های احیای پوشش گیاهی در مناطق آسیب‌دیده به‌منظور کاهش فرسایش و بهبود کیفیت خاک. تشویق به استفاده از گیاهان بومی و مقاوم به خشکی برای حفظ تنوع‌زیستی و بهبود شرایط خاک.

۴. پایش و نظارت مستمر: ایجاد سیستم‌های پایش و نظارت بر وضعیت خاک و آب به‌منظور شناسایی زودهنگام مشکلات و اتخاذ تدابیر لازم. استفاده از فناوری‌های نوین

مانند سنجش از دور و GIS برای ارزیابی و مدیریت منابع خاک.

✓ این راهکارها می‌توانند به‌عنوان بخشی از استراتژی‌های کلان کشور برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و بهبود وضعیت خاک در ایران مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

اسدی، ح.، بشارتی، ح. و گرجی، م. (۱۴۰۱). چالش‌ها و محدودیت‌های منابع خاک و اراضی در ایران. <https://civilica.com/doc/1586079>

اسماعیل‌پور، ی.، عابدی‌نژاد، ج.، غلامی، ع. و صادقی لاری، ع. (۱۴۰۲). تأثیر نوع کشت، روش آبیاری و نوسانات آب زیرزمینی بر تغییرات برخی ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: داراب فارس). فصلنامه علمی مهندسی منابع آب، ۱۶ (۵۸)، ۳۰-۲۱.

ایرانمنش، م. (۱۴۰۳). تحلیل و بررسی جغرافیایی عوامل فرسایش خاک و راه‌های جلوگیری از آن. ششمین همایش ملی پژوهش‌های حرفه‌ای در روانشناسی و مشاوره با رویکرد از نگاه معلم، میناب، <https://civilica.com/doc/2082505>

بدری، م. (۱۴۰۳). مروری بر روند فرسایش و تخریب خاک و راهکارهای حفاظت از آن در ایران. پنجمین کنفرانس ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک در جامعه، تهران، <https://civilica.com/doc/1987833>

بیات، ن.، رستگار، ا. و عزیزی، ف. (۱۳۹۰). حفاظت محیط‌زیست و مدیریت منابع خاک روستایی در ایران. فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱ (۲)، ۶۳-۷۸.

بیاتی، م. (۱۳۸۴). بررسی نقش تشدید فعالیت‌های انسانی در دره‌های کوهستان‌های نیمه‌خشک بر فرسایش خاک. همایش ملی فرسایش و رسوب، SID. <https://sid.ir/paper/813825/fa>

طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری، تهران،
<https://civilica.com/doc/1557449>

عسگری، ش.، ثروتی، م. و جعفری، م. (۱۳۸۷). برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضه سد ایلام با استفاده از مدل MPSIAC. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، (۶۳)، ۳۵-۲۹.

عظیم‌زاده، ی. (۱۴۰۲). نقش بیوپار در حاصلخیزی خاک و بهره‌وری محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک: چالش‌ها و فرصت‌ها. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۴ (۹)، ۱۳۳۷-۱۳۶۲.

غفوری، س.، براتی، ع. و هاشمی، س. (۱۳۹۶). مدیریت پایدار منابع خاک و مهمترین چالش‌های پیش‌روی آن در قرن ۲۱. کنفرانس بین‌المللی مدیریت منابع طبیعی در کشورهای در حال توسعه، کرج، <https://civilica.com/doc/780505>

گودرزی، م.، پیریانی، ر. و موسوی، م. (۱۳۹۹). درک پیوند آب-غذا-انرژی و مدیریت برای بهره‌وری از منابع آب موجود. آب و خاک، ۳۴ (۲)، ۲۶۸-۲۵۵.

محمدزاده، ا. و عظیم‌زاده، ی. (۱۴۰۲). اثر تغییر اقلیم بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک. حفاظت منابع آب و خاک، ۱۲ (۳)، ۱۵۲-۱۳۹.

مسافری، م.، یحیی‌زاده، ج.، محمدیان، ی. و مشتاقی، ف. (۱۴۰۱). چالش مصرف سموم کشاورزی با نگاهی به وضعیت موجود در شمال غرب ایران و آلودگی منابع آب و خاک. چهارمین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران، قم،
<https://civilica.com/doc/1630807>

نقیبی، س.، باقرنژاد، م.، ابطحی، س.، موسوی، س. و زارعی، م. (۱۴۰۲). ارزیابی اثر کاربری زمین و ویژگی‌های خاک بر اندازه‌ی سرب خاک آبخیز شهری شیراز با استفاده از زمین‌آمار و نقشه برداری رقومی خاک. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۶ (۴)، ۸۰-۶۲.

نوروزی، م.، برلیان، پ. و اسکندری خوشگو، م. (۱۴۰۳). رویکرد حقوق بین‌الملل در خصوص تعهدات دولت‌ها در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای برای نیل به اهداف مبارزه با تغییر اقلیم جهانی. پژوهش حقوق عمومی، ۲۶ (۸۳)، ۱۳۷-۱۷۴.

جهان تیغ، م. و جهان تیغ، م. (۱۴۰۱). تأثیر آب شور و نوع آبیاری بر رطوبت و ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲ (۴)، ۶۷-۷۸.

حسین زاد، ج.، کاظمیه، ف.، جوادی، ا. و غفوری، ه. (۱۳۹۲). زمینه‌ها و سازوکارهای مدیریت آب کشاورزی در دشت تبریز. دانش آب و خاک، ۲۳ (۲)، ۸۵-۹۸.

رحمانی سیالرز، ش. و کشاورزی، ع. (۱۴۰۲). مروری بر چالش‌های انتخاب شاخص‌های مناسب دورسنجی در مطالعات شوری خاک. مدیریت اراضی، ۱۱ (۱)، ۹۹-۱۱۹.

رضایی، ح.، شهبازی، ک.، سعادت، س. و بازرگان، ک. (۱۴۰۱). بررسی وضعیت آلودگی خاک و محصولات کشاورزی در ایران. مدیریت اراضی، ۱۰ (۱)، ۶۱-۹۳.

زرین، ه.، شامحمدی، ز. و محمدی، ج. (۱۳۸۷). ضرورت مدیریت جامع منابع آب و خاک در حوزه‌های آبخیز کشور. کنفرانس بین‌المللی بحران آب، SID.
<https://sid.ir/paper/814426/fa>

سپاس‌خواه، ع. (۱۳۹۶). تولید پایدار اتانول زیستی در ارتباط با منابع آب و خاک در ایران. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲ (۱)، ۲۹-۴۴.

صادقی مزیدی، ص. و وصالی، س. ع. (۱۳۸۷). کشاورزی پایدار با مدیریت منابع خاک. همایش منطقه ای کشاورزی، محور رشد و توسعه، <https://sid.ir/paper/813970/fa>. SID.

صفری، ی. (۱۴۰۲). مروری بر شاخص‌های اندازه‌گیری امنیت غذایی در کشور و نقش گم‌شده خاک. مدیریت اراضی، ۱۱ (۱)، ۱۵-۲۹.

صیاد، و. فخری، م. و تقی‌زاده، س. (۱۴۰۲). تحلیل مطالعات اثر تغییر اقلیم در آینده جهان و راهکارهای کاهش اثرات مخرب آن. فصلنامه آماد و فناوری دفاعی، ۶ (۳)، ۱۲۷-۱۵۲.

عبیات، م.، عبیات، م. و عبیات، م. (۱۴۰۱). تحلیل عوامل موثر در مدیریت پایدار منابع خاک در حوضه آبخیز رامهرمز. هفتمین کنگره ملی سالانه یافته‌های نوین در علوم کشاورزی و منابع



ولایت زاده، م. (۱۴۰۳). اثرات آلودگی پلاستیک‌ها و میکروپلاستیک‌ها در منابع خاک‌های سطحی و کشاورزی. ششمین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت محیط‌زیست، اهواز، <https://civilica.com/doc/2058943>

Abbasi, S., Turner, A., Hoseini, M., & Amiri, H. (2021). Microplastics in the Lut and Kavir deserts, Iran. *Environmental Science & Technology*, 55(9), 5993-6000.

De Corato, U., Viola, E., Keswani, C., & Minkina, T. (2024). Impact of the sustainable agricultural practices for governing soil health from the perspective of a rising agri-based circular bioeconomy. *Applied Soil Ecology*, 194, 105199.

El-Ramady, H., Brevik, E. C., Abowaly, M., Ali, R., Saad Moghanm, F., Gharib, M. S., & Prokisch, J. (2024a). Soil degradation under a changing climate: management from traditional to nano-approaches. *Egyptian Journal of Soil Science*, 64(1).

El-Ramady, H., Prokisch, J., Mansour, H., Bayoumi, Y. A., Shalaby, T. A., Veres, S., & Brevik, E. C. (2024b). Review of crop response to soil salinity stress: Possible approaches from leaching to nano-management. *Soil Systems*, 8(1), 11.

FAO. (2015). 2015 the International Year of Soils: healthy soil for a healthy life. Retrieved from Rome Italy: <http://www.fao.org/soils-2015/about/en/>

Majumdar, A., Moulick, D., & Srivastava, S. (2024). 'Save Soil'by managing soil nutrient losses, agronomic practices and crop-microbial interaction: World Soil Day 2022. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1360937.

Shariati, S., Pourbabaee, A. A., Alikhani, H. A., & Rezaei, K. A. (2019). Assessment of phthalic acid esters pollution in Anzali wetland, north of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 7025-7036.



Challenges Facing the Iran's Soils

Mohammad Borhani^{1*}, Zahra Raeisi²

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

2- Bachelor's student in Geology, Faculty of Basic Sciences, Velayat University, Iranshahr, Iran.

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

Abstract

Iran, as a country with a dry and semi-arid climate, faces significant challenges in soil resource management. This study examines the challenges and solutions for sustainable soil resource management in Iran. Soil, as a non-renewable resource, plays a vital role in meeting human needs and maintaining ecosystem balance. However, erosion, pollution, and land-use changes are recognized as serious threats to soil quality and food security in Iran. Globally, more than 50% of agricultural land faces salinity issues, which negatively affects plant growth. This research utilizes relevant articles and studies to identify major challenges such as the impacts of climate changes, pollution from microplastics and agricultural chemicals, and the decline in soil quality. The results indicate that improper management of soil resources and population growth have created serious problems. To deal with these challenges, the development of sustainable agricultural methods, farmers education, and the protection of vegetation cover are recommended. These measures can help maintain food security and improve the quality of the environment quality improvement. It is inevitable to pay attention to the sustainable management of soil resources as a necessity for the sustainable development and preservation of the country's natural resources.

Keywords: Sustainable development, Soil erosion, Climate change, Soil management

تاب‌آوری فضایی در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک: کلید سازگاری با چالش‌های معاصر

مجید رحیمی

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

رایانامه نویسنده: rahimi74@ut.ac.ir

چکیده

تاب‌آوری فضایی مفهوم نوظهوری است که به بررسی تأثیرات تنوع فضایی، ارتباطات و پراکندگی بر نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی می‌پردازد. این مفهوم به شناسایی چالش‌های معاصر مانند تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و از دست رفتن تنوع زیستی کمک می‌کند و نقش اساسی در تحلیل و پژوهش‌های مربوط به سازگاری و ایستادگی این سیستم‌ها دارد. تاب‌آوری فضایی به ما نشان می‌دهد که چگونه ویژگی‌های فیزیکی و اکولوژیکی یک منطقه می‌تواند منجر به تقویت یا تضعیف ظرفیت سیستم‌ها در برابر اختلالات شود. در این پژوهش، ارتباط میان تنوع زیستی، پراکندگی و ارتباطات فضایی در ابعاد تاب‌آوری فضایی بررسی شده است. تأکید بر این است که ارتباطات مؤثر می‌توانند تاب‌آوری را افزایش دهند، در حالی که ارتباطات ناکارآمد ممکن است آسیب‌پذیری‌ها را تشدید کنند. هدف اصلی ارائه یک مرور جامع از تاب‌آوری فضایی و کاربردهای آن در برنامه‌ریزی شهری، حفاظت از محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی است. از این رو، مثال‌های مختلف از پروژه‌های موفق در این زمینه بررسی گردیده تا نشان دهد که چگونه طراحی و مدیریت مؤثر می‌تواند به ایجاد سیستم‌های مقاوم و پایدار منجر شود. در نهایت، این پژوهش بر اهمیت توجه به ابعاد فضایی در تحقیقات مربوط به تاب‌آوری تأکید کرده و به عنوان یک ابزار کلیدی در مواجهه با چالش‌های پیچیده دنیای امروز مطرح می‌شود. پژوهش‌های بیش‌تر در این زمینه می‌توانند به بهبود استراتژی‌ها و همچنین توانمندسازی جوامع برای سازگاری با بحران‌های آینده کمک کنند.

کلیدواژه‌ها: ارتباطات فضایی، پایداری، تنوع زیستی، تنوع فضایی، همبستگی اجتماعی

مقدمه

پیامدهای عملی و ارتباط آن با کاربردهای واقعی پردازد. با بررسی تعامل بین تنوع فضایی و تاب‌آوری، می‌توانیم درک بهتری از چگونگی طراحی و مدیریت سیستم‌هایی که مقاوم، سازگار و پایدار هستند، پیدا کنیم. این پژوهش از مثال‌هایی در زمینه‌های مختلف، از جمله برنامه‌ریزی شهری، حفاظت و مدیریت منابع، برای نشان دادن کاربردهای متنوع تاب‌آوری فضایی استفاده می‌نماید.

تعریف تاب‌آوری فضایی

به‌طور کلی، تاب‌آوری فضایی به توانایی یک سیستم برای حفظ عملکردها و ساختارهای اساسی خود در برابر اختلالات، تحت تأثیر ویژگی‌های فضایی آن اشاره دارد (Dastjerdi et al., 2021). این تعریف شامل چندین مؤلفه کلیدی است:

تنوع فضایی: تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های فیزیکی و اکولوژیکی در یک چشم‌انداز که می‌تواند شامل توپوگرافی، اقلیم، استفاده از زمین و نوع زیستگاه‌ها باشد (Wang et al., 2023). این تنوع‌ها نقش حیاتی در تعیین نحوه پاسخ سیستم‌ها به اختلالات ایفا می‌کنند. به‌عنوان مثال، یک چشم‌انداز با تنوع بالای زیستگاهی ممکن است در برابر تأثیرات آتش‌سوزی مقاوم‌تر از یک چشم‌انداز همگن باشد؛ زیرا تنوع به گونه‌ها فرصت بیش‌تری برای یافتن پناهگاه و بازگشت پس از اختلال می‌دهد.

ارتباطات: درجه‌ای که بخش‌های مختلف یک سیستم به هم متصل هستند و حرکت گونه‌ها، منابع و اطلاعات را تسهیل می‌کند (Liang et al., 2023). ارتباطات بالا می‌تواند تاب‌آوری را افزایش دهد، زیرا اجازه می‌دهد گونه‌های مفید پراکنده شوند و منابع در زمان‌های استرس به اشتراک گذاشته شوند. باین‌حال، ارتباطات بیش‌ازحد یا

تاب‌آوری فضایی^۱ یک مفهوم نوظهور است که ابعاد مختلف تنوع فضایی را -مانند مکان، زمینه، ارتباطات و پراکندگی- در مطالعه نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی^۲ ادغام می‌کند (Cumming, 2011; Liu et al., 2024). این مفهوم بر این تأکید دارد که چگونه این عوامل فضایی بر تاب‌آوری سیستم‌های پیچیده تأثیر می‌گذارند و چگونه تاب‌آوری به نوبه خود پویایی‌های فضایی را شکل می‌دهد (Cumming, 2011). درک تاب‌آوری فضایی برای مقابله با چالش‌های معاصر مانند تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و از دست رفتن تنوع زیستی ضروری است (یداله‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰)؛ زیرا این مفهوم بینش‌هایی را در مورد چگونگی سازگاری و شکوفایی سیستم‌ها در مواجهه با اختلالات ارائه می‌دهد (آل کجباب و همکاران، ۱۳۹۸؛ Brunetta et al., 2020).

مفهوم تاب‌آوری فضایی در سال‌های اخیر به‌عنوان رویکردی برای پل زدن شکاف بین نظریه تاب‌آوری و واقعیت‌های برنامه‌ریزی و مدیریت فضایی موردتوجه قرار گرفته است (Cumming et al., 2020). با در نظر گرفتن ابعاد فضایی نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی، پژوهشگران و کارشناسان می‌توانند استراتژی‌های دقیق‌تر و مؤثرتری برای افزایش تاب‌آوری توسعه دهند (Talubo et al., 2022). این رویکرد به ما یادآوری می‌کند که سیستم‌ها موجودات تک‌بخته‌ای^۳ نیستند، بلکه در شبکه‌های فضایی پیچیده‌ای قرار دارند که آسیب‌پذیری‌ها، ظرفیت‌ها و مسیرهای تغییر آن‌ها را شکل می‌دهند (Amaral, 2022).

این پژوهش به دنبال آن است تا یک مرور جامع از تاب‌آوری فضایی ارائه دهد و به بررسی مبانی نظری،

¹ Spatial Resilience

² Social-Ecological Systems

³ Isolated creatures

زمینه: شرایط گسترده‌تری که بر نحوه عملکرد یک سیستم تأثیر می‌گذارد، از جمله عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی. عوامل زمینه‌ای می‌توانند آسیب‌پذیری‌ها و ظرفیت‌های سیستم‌ها را در برابر اختلالات شکل دهند (Kurlavičius et al., 2024). به عنوان مثال، تاب‌آوری یک جامعه در برابر بلایای طبیعی ممکن است تحت تأثیر وضعیت اقتصادی-اجتماعی، دسترسی به منابع و قدرت شبکه‌های اجتماعی آن قرار گیرد.

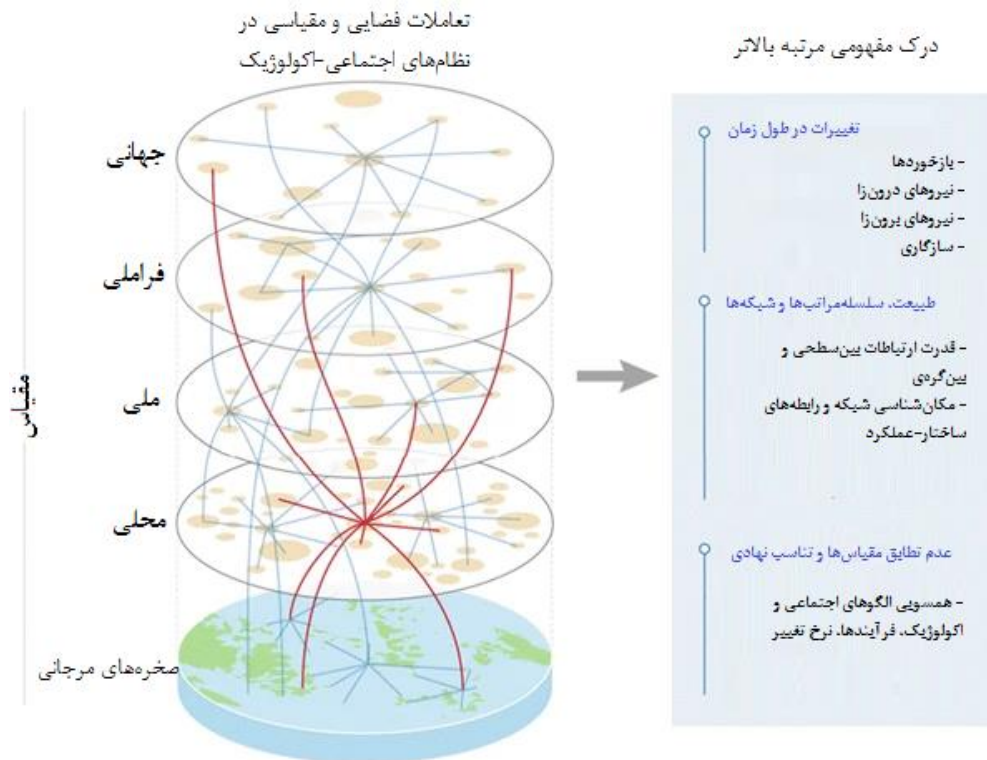
نامناسب نیز می‌تواند عواقب منفی داشته باشد، مانند گسترش گونه‌های مهاجم یا پاتوژن‌ها. مدیریت مؤثر ارتباطات شامل ایجاد تعادل بین حفظ ارتباطات مفید و جلوگیری از ارتباطات مضر است.

پراکندگی: حرکت ارگانیسم‌ها در سراسر فضا که برای حفظ تنوع ژنتیکی و توانایی جمعیت‌ها در سازگاری با شرایط در حال تغییر ضروری است (Alzate et al., 2024). فرآیندهای پراکندگی می‌توانند تحت تأثیر چیدمان فضایی و تکه‌تکه شدن زیستگاه‌ها قرار بگیرند. به عنوان مثال، وجود گذرگاه‌های^۱ زیستی یا زیستگاه‌های پشتیبان می‌تواند پراکندگی را تسهیل کرده و تاب‌آوری فراجمعیت‌ها^۲ را در برابر تغییرات محیطی افزایش دهد.

احداث پل روی دریاچه ارومیه با ایجاد مانع فیزیکی، ارتباطات و پراکندگی گونه‌های جانوری و گیاهی را مختل کرده و بر اکوسیستم آبی این دریاچه تأثیر منفی گذاشته است. این تغییرات، تاب‌آوری فضایی منطقه را کاهش داده و چالشی برای تعادل زیستی دریاچه ایجاد کرده است.



¹. Corridors
². Metapopulation



شکل ۱- مروری بر موضوع کانونی تاب‌آوری فضایی. عناصر سیستم، مانند صخره‌ها، ذخایر ماهی یا نهادهای (لکه‌های سبز و نارنجی)، در مکان و زمان قرار دارند و در مقیاس معینی وجود دارند. در این مثال فرضی، تعاملات بین عناصر سیستم (گره‌ها) در مقیاس‌های یکسان و در مقیاس‌های مختلف با خطوط آبی نشان داده شده است. یک سازمان محلی واحد، مانند اداره پارک دریایی مرجانی بزرگ، ممکن است به چندین شبکه محلی تعلق داشته باشد و در طیف وسیعی از مقیاس‌های مختلف (که با خطوط قرمز مشخص می‌شود) تعامل داشته باشد. مطالعه تاب‌آوری فضایی از توصیف ساده تعاملات فضایی به درک مفهومی مرتبه بالاتر، مانند حلقه‌های بازخورد پویا، ویژگی‌های متقابل و ارتباط معماری سیستم برای فرآیند و عملکرد، حرکت کرده است (Cumming et al., 2017)

اهمیت تاب‌آوری فضایی

تاب‌آوری فضایی برای چندین دلیل حیاتی است:

سازگاری با تغییرات: با تغییر شرایط محیطی به دلیل تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و سایر عوامل، سیستم‌هایی که تاب‌آوری فضایی بالایی دارند، بهتر می‌توانند سازگار شوند. آن‌ها می‌توانند اجزای خود را دوباره سازمان‌دهی و بازپیکربندی کنند تا عملکرد خود را حفظ کنند (Liu et al., 2023). به عنوان مثال، یک شهر که در زیرساخت‌های سبز، مانند جنگل‌های شهری و تالاب‌ها سرمایه‌گذاری کرده است، ممکن است در برابر تأثیرات موج‌های گرما و

درک تاب‌آوری فضایی نیازمند رویکردی چندوجهی است که این ابعاد و تعاملات آن‌ها را در نظر بگیرد (شکل ۱). همچنین نیاز به پذیرش این واقعیت دارد که نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک به ندرت ایستا هستند؛ آن‌ها پویا و به طور مداوم در پاسخ به فشارهای داخلی و خارجی در حال تحول هستند (Dahdouh-Guebas et al., 2021). تاب‌آوری درباره حفظ یک وضعیت ثابت نیست، بلکه درباره توانایی سازگاری و تحول در برابر تغییر است.

سیلاب‌ها تاب‌آورتر از یک شهر باشد که تنها به زیرساخت‌های خاکستری متکی است.

حفاظت از تنوع‌زیستی: حفظ تاب‌آوری فضایی

می‌تواند به حفاظت از تنوع‌زیستی کمک کند؛ زیرا اطمینان می‌دهد که اکوسیستم‌ها می‌توانند از گونه‌ها و زیستگاه‌های متنوعی پشتیبانی کنند (Anderson et al., 2023). این تنوع به سلامت و ثبات کلی اکوسیستم‌ها کمک می‌کند و یک سپر در برابر اختلالات فراهم می‌آورد و به سیستم‌ها اجازه می‌دهد که سریع‌تر پس از یک شوک به حالت عادی برگردند (هندی و همکاران، ۱۳۹۹). اکوسیستم‌های تاب‌آور فضایی احتمال بیش‌تری دارند که عملکردها و خدمات اساسی خود را حفظ کنند، مانند گرده افشانی، تصفیه آب و ذخیره کربن (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱).

مدیریت پایدار منابع: درک تاب‌آوری فضایی امکان

مدیریت مؤثرتر منابع طبیعی را فراهم می‌کند (Sgroi, 2020). با شناسایی اینکه عوامل فضایی چگونه بر دسترسی و استفاده از منابع تأثیر می‌گذارند، مدیران می‌توانند استراتژی‌هایی توسعه دهند که پایداری را ترویج کنند. به عنوان مثال، در مدیریت شیلات، در نظر گرفتن پویایی‌های فضایی جمعیت‌های ماهی و زیستگاه‌های آن‌ها می‌تواند به جلوگیری از صید بیش از حد و اطمینان از پایداری بلندمدت منبع کمک کند.

کاهش خطرات: تاب‌آوری فضایی می‌تواند خطرات

مرتبط با بلایای طبیعی و سایر شوک‌ها را کاهش دهد (Bănică et al., 2020). سیستم‌هایی که به‌خوبی متصل و متنوع هستند، معمولاً قادر به جذب اختلالات بدون شکست فاجعه‌بار هستند. یک چشم‌انداز تاب‌آور فضایی ممکن است دارای چندین مسیر برای جریان آب و پراکندگی انرژی باشد که خطر سیلاب و فرسایش را در هنگام وقوع رویدادهای جوی شدید کاهش می‌دهد.

عدالت اجتماعی: در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی،

تاب‌آوری فضایی می‌تواند به عدالت اجتماعی کمک کند و اطمینان حاصل کند که تمام جوامع به منابع و فرصت‌های سازگاری دسترسی دارند (Pineda-Pinto et al., 2021). این موضوع به‌ویژه در زمینه تغییرات اقلیمی که جمعیت‌های آسیب‌پذیر غالباً بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، اهمیت دارد. با ترویج تاب‌آوری فضایی، می‌توانیم به کاهش نابرابری‌ها کمک کنیم و اطمینان حاصل کنیم که مزایا و بارهای تلاش‌های تاب‌آوری به‌طور عادلانه توزیع شود.

مبانی نظری تاب‌آوری فضایی

مفهوم تاب‌آوری فضایی از چندین چارچوب نظری نشئت می‌گیرد، از جمله:

نظریه تاب‌آوری: این نظریه بیان می‌کند که سیستم‌ها

ظرفیت جذب اختلالات را دارند، درحالی‌که عملکردها و ساختارهای اساسی خود را حفظ می‌کنند (Gunderson, 2000; Shi et al., 2021). این نظریه بر اهمیت ظرفیت سازگاری و توانایی یادگیری از تجربیات تأکید دارد. نظریه تاب‌آوری پایه‌ای برای درک چگونگی سازگاری سیستم‌ها با تغییر و حفظ هویت اصلی آن‌ها فراهم می‌کند.

اکولوژی منظر: این حوزه بر الگوها و فرایندهای فضایی

که اکوسیستم‌ها را شکل می‌دهند، تمرکز دارد (Turner, 1989; Tappeiner et al., 2021). این حوزه بینش‌هایی را در مورد نحوه تأثیرگذاری چیدمان فضایی بر پویایی‌های اکولوژیکی و تاب‌آوری ارائه می‌دهد. مفاهیم اکولوژی منظر، مانند پویایی‌های قطعه زمین^۱، اثرات لبه و نظریه فراجمعیت، به توضیح چگونگی تأثیر چیدمان فضایی زیستگاه‌ها بر تاب‌آوری اکوسیستم‌ها کمک می‌کنند.

¹. Patch

تاب‌آوری فضایی در عمل

کاربرد در برنامه‌ریزی شهری

تاب‌آوری فضایی در برنامه‌ریزی شهری به‌طور فزاینده‌ای مرتبط شده است، جایی که چالش‌های ناشی از شهرنشینی سریع و تغییرات اقلیمی نیاز به رویکردهای سازگار دارد. کاربردهای کلیدی شامل:

زیرساخت‌های سبز: ادغام سیستم‌های طبیعی در محیط‌های شهری می‌تواند تاب‌آوری را با بهبود ارتباطات، کاهش خطر سیلاب و فراهم کردن زیستگاه برای تنوع زیستی افزایش دهد (Junqueira et al., 2021). زیرساخت‌های سبز، مانند جنگل‌های شهری، تالاب‌ها و بام‌های سبز، می‌توانند به تنظیم دما، تصفیه هوا و آب و فراهم کردن فرصت‌های تفریحی برای ساکنان کمک کنند.

برنامه‌ریزی استفاده از زمین: برنامه‌ریزی استراتژیک استفاده از زمین که تنوع فضایی را در نظر می‌گیرد، می‌تواند به کاهش تأثیرات شهرنشینی و ترویج توسعه پایدار کمک کند (Kalfas et al., 2023). با هدایت رشد به دور از مناطق با خطر بالا، مانند دشت‌های سیلابی و شیب‌های تند و حفظ فضاها برای کشاورزی، برنامه‌ریزان می‌توانند تاب‌آوری سیستم‌های شهری را افزایش دهند. قوانین ناحیه‌بندی^۱ و مشوق‌ها می‌توانند توسعه محله‌های فشرده و چندمنظوره را تشویق کنند که وابستگی به خودرو را کاهش داده و پیاده روی را ترویج می‌کند.

آمادگی در برابر بلایا: درک تاب‌آوری فضایی می‌تواند به استراتژی‌های آمادگی و پاسخ به بلایا کمک کند و اطمینان حاصل کند که مناطق شهری بهتر می‌توانند با شوک‌ها مقابله کنند (Parsons et al., 2021).

سیستم‌های پیچیده و سازگار: این چارچوب

نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی را به‌عنوان موجودات پیچیده و به‌هم‌پیوسته که ویژگی‌های نوظهور دارند، می‌بیند (Folke, 2006; Biggs et al., 2021). این نظریه بر اهمیت تعاملات و حلقه‌های بازخورد در شکل‌دهی به تاب‌آوری تأکید دارد. نظریه سیستم‌های پیچیده به ما یادآوری می‌کند که سیستم‌ها خطی یا قابل پیش‌بینی نیستند، بلکه پویایی‌های غیرخطی و رفتار خودسازمان‌دهنده‌ای را نشان می‌دهند.

نظریه سیستم‌ها: این نظریه بر وابستگی متقابل اجزای یک سیستم و اهمیت درک روابط بین آن‌ها تأکید می‌کند (Wright and Meadows, 2008; Zhang et al., 2020). این نظریه یک دیدگاه جامع در مورد تاب‌آوری فضایی ارائه می‌دهد و به ما یادآوری می‌کند که سیستم‌ها بیش‌تر از مجموع اجزای خود هستند. نظریه سیستم‌ها به ما این امکان را می‌دهد که بر تعاملات و بازخوردهایی که در مقیاس‌ها و سطوح مختلف سازمان اتفاق می‌افتد، تمرکز کنیم.

این چارچوب‌های نظری پایه‌ای برای درک تاب‌آوری فضایی فراهم می‌کنند، اما همچنین دارای محدودیت‌هایی هستند. آن‌ها ممکن است به‌طور کامل پیچیدگی‌های نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی، به‌ویژه نقش عامل انسانی، پویایی‌های قدرت و ارزش‌های فرهنگی را دربر نگیرند. ادغام بینش‌های دیگر حوزه‌ها، مانند اکولوژی سیاسی، جامعه‌شناسی محیطی و جغرافیای انسانی، می‌تواند به پر کردن این شکاف‌ها کمک کند و درک جامع‌تری از تاب‌آوری فضایی ارائه دهد.

¹. Zonning

نقشه‌برداری از زیرساخت‌های حیاتی، شناسایی جمعیت‌های آسیب‌پذیر و توسعه برنامه‌های تخلیه می‌تواند به شهرها کمک کند تا بلایای طبیعی را پیش‌بینی و به آن‌ها پاسخ دهند. سرمایه‌گذاری در سیستم‌های اضافی، مانند شبکه‌های انرژی و آب غیرمتمرکز، می‌تواند تاب‌آوری خدمات شهری را افزایش دهد.

درگیر کردن جامعه: درگیر کردن جوامع محلی در تلاش‌های افزایش تاب‌آوری برای اطمینان از اینکه استراتژی‌ها مرتبط، مؤثر و عادلانه هستند، ضروری است (Rashidfarokhi, 2024). با درگیر کردن ساکنان در فرآیندهای برنامه‌ریزی و گنجاندن دانش و ارزش‌های آن‌ها، برنامه‌ریزان می‌توانند راه‌حل‌هایی توسعه دهند که به زمینه‌های محلی و نیازهای جامعه پاسخگو باشند.

کاربرد در حفاظت

در حفاظت، تاب‌آوری فضایی می‌تواند به راهنمایی تلاش‌ها برای حفاظت و بازسازی اکوسیستم‌ها کمک کند (مانند شکل ۲). استراتژی‌های کلیدی شامل:

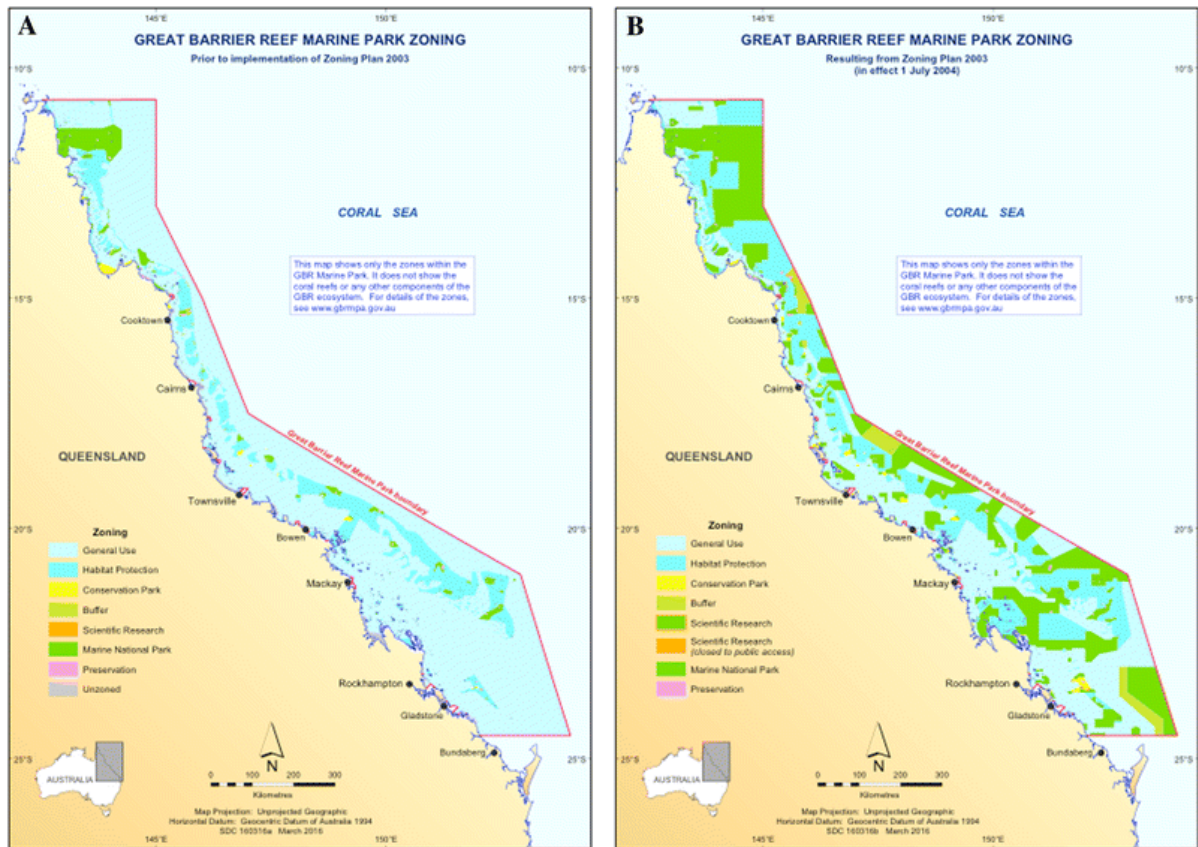
شبکه‌های مناطق حفاظت‌شده: طراحی شبکه‌هایی از مناطق حفاظت‌شده که به‌طور فضایی متصل هستند، می‌تواند تاب‌آوری اکوسیستم‌ها را با تسهیل حرکت گونه‌ها و تبادل ژنتیکی افزایش دهد (Roberts et al., 2021). با اطمینان از اینکه زیستگاه‌ها از طریق گذرگاه‌های طبیعی و قطعه‌های پشتیبان به هم متصل هستند، تلاش‌های حفاظتی می‌توانند به گونه‌ها اجازه دهند تا با شرایط در حال تغییر سازگار شوند و جمعیت‌های پایدار را حفظ کنند.

اکولوژی بازسازی: به‌کارگیری اصول تاب‌آوری فضایی در پروژه‌های بازسازی می‌تواند موفقیت تلاش‌ها برای

احیای اکوسیستم‌های تخریب‌شده را بهبود بخشد (Lester et al., 2020). با در نظر گرفتن عواملی مانند زمینه چشم‌انداز، ارتباطات و مکانیزم‌های پراکندگی، مجریان بازسازی می‌توانند مداخلاتی طراحی کنند که احتمال موفقیت و پایداری آن‌ها در طول زمان بیش‌تر باشد. به‌عنوان مثال، بازسازی حریم‌های ساحلی در کنار جویبارها می‌تواند تاب‌آوری اکوسیستم‌های آبی را با تنظیم دماهای آب، فراهم کردن زیستگاه برای ماهی‌ها و حیات‌وحش و تثبیت سواحل افزایش دهد.

مدیریت سازگار: اجرای شیوه‌های مدیریت سازگار که تنوع فضایی را در نظر می‌گیرد می‌تواند تاب‌آوری استراتژی‌های حفاظتی را افزایش دهد (Woods et al., 2022). با نظارت مداوم بر شرایط اکوسیستم، ارزیابی اثربخشی مداخلات و تنظیم رویکردهای مدیریتی بر اساس نیاز، مجریان می‌توانند به شرایط در حال تغییر پاسخ دهند و از تجربیات یاد بگیرند. مدیریت سازگار به ما یادآوری می‌کند که حفاظت یک فرآیند مداوم از آزمایش و یادگیری است، نه یک مجموعه ثابت از اقدامات.

خدمات اکوسیستمی: در نظر گرفتن ابعاد فضایی خدمات اکوسیستمی می‌تواند به اولویت‌بندی تلاش‌های حفاظتی و اطمینان از توزیع عادلانه مزایای اکوسیستم‌های سالم کمک کند (Van der Biest et al., 2020). با نقشه‌برداری از جریان خدمات، مانند تصفیه آب، تنظیم سیلاب و گرده‌افشانی در سراسر چشم‌اندازها، مجریان می‌توانند مناطق حیاتی که خدمات مهمی ارائه می‌دهند را شناسایی کرده و آن‌ها را برای حفاظت و بازسازی هدف قرار دهند.



شکل ۲- نقشه‌هایی که معیارهای مدیریتی (قوانین در حال استفاده) را برای مناطق مختلف در پارک دریایی مرجانی بزرگ، (A) قبل و (B) بعد از یک تمرین منطقه‌بندی مجدد چالش‌برانگیز سیاسی نشان می‌دهد. افزایش در مناطق ممنوعه از آن زمان نشان داده شده است که تأثیر مثبتی بر جمعیت گونه‌های اصلی ماهی مانند قزل‌آلای مرجانی دارد (Cumming, 2011)

محدودیت‌های داده: اغلب کمبود داده‌های فضایی

لازم برای ارزیابی دقیق تاب‌آوری وجود دارد، به ویژه در مناطق در حال توسعه (Sarker et al., 2020). جمع‌آوری و تحلیل داده‌های باکیفیت بالا در مورد شرایط اکوسیستم، تغییرات استفاده از زمین و عوامل اقتصادی اجتماعی می‌تواند زمان‌بر و نیازمند منابع باشد. رویکردهای نوآورانه، مانند علم شهروندی و سنجش از دور، می‌توانند به حل این محدودیت‌ها کمک کنند، اما آن‌ها نیز چالش‌های خاص خود را دارند.

ادغام رشته‌ها: پژوهش در زمینه تاب‌آوری فضایی

نیازمند همکاری بین رشته‌های مختلف، از جمله اکولوژی، جامعه‌شناسی، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری است

چالش‌ها در درک تاب‌آوری فضایی

باوجود اهمیت آن، چندین چالش در مطالعه تاب‌آوری فضایی وجود دارد:

پیچیدگی تعاملات: تعاملات بین عوامل فضایی و

تاب‌آوری غالباً پیچیده و دشوار به مدل‌سازی هستند و نیاز به ابزارها و رویکردهای تحلیلی پیشرفته دارند (Yabe et al., 2022). به تصویر کشیدن پویایی‌های غیرخطی، بازخوردها و ویژگی‌های نوظهور نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی یک چالش بزرگ برای پژوهشگران و مجریان است.

با اختلالات ارائه دهد. با نظارت بر شرایط اکوسیستم، تغییرات استفاده از زمین و عوامل اقتصادی - اجتماعی طی دهه‌ها یا حتی قرن‌ها، پژوهشگران می‌توانند الگوها، روندها و آستانه‌هایی را که مسیرهای تاب‌آوری را شکل می‌دهند، شناسایی کنند. این مطالعات می‌توانند به توسعه سیستم‌های هشدار اولیه و استراتژی‌های مدیریت سازگار کمک کنند.

همکاری بین‌رشته‌ای: تشویق همکاری بین پژوهشگران از رشته‌های مختلف می‌تواند استحکام پژوهش تاب‌آوری فضایی را افزایش دهد. با ادغام بینش‌های حوزه‌هایی مانند اکولوژی، جامعه‌شناسی، اقتصاد و علوم سیاسی، پژوهشگران می‌توانند درک جامع‌تر و دقیق‌تری از عوامل شکل‌دهنده به تاب‌آوری فضایی توسعه دهند. پژوهش همکارانه همچنین می‌تواند شکاف بین نظریه و عمل را پر کند و اطمینان حاصل کند که پژوهش مرتبط و قابل‌اجرا در چالش‌های واقعی جهان است.

نوآوری‌های فناورانه: بهره‌گیری از پیشرفت‌های سنجش‌ازدور، GIS و مدل‌سازی می‌تواند ارزیابی و پایش تاب‌آوری فضایی را بهبود بخشد. تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا، پهنابرها و شبکه‌های حسگر می‌توانند داده‌های تفصیلی و آنی در مورد شرایط اکوسیستم، تغییرات استفاده از زمین و فعالیت‌های انسانی فراهم کنند. در کنار پیشرفت‌های قدرت محاسباتی و یادگیری ماشین، این فناوری‌ها می‌توانند تحلیل‌های پیشرفته فضایی و برنامه‌ریزی سناریوها را ممکن سازند. با این حال، مهم است محدودیت‌های این فناوری‌ها را به رسمیت بشناسیم و آن‌ها را با سایر اشکال دانش، مانند دانش بومی و نقشه‌برداری مشارکتی، ادغام کنیم.

درگیر کردن جامعه: درگیر کردن جوامع محلی در تلاش‌های افزایش تاب‌آوری می‌تواند مرتبط بودن و اثربخشی استراتژی‌ها را افزایش دهد. با گنجاندن دانش،

(Pascariu et al., 2023). پل زدن بین این حوزه‌ها می‌تواند چالش برانگیز باشد، اما برای درک جامع ضروری است. تفاوت‌ها در اصطلاحات، روش‌ها و جهان‌بینی‌ها می‌تواند موانع همکاری مؤثر ایجاد کند که نیاز به صبر، انعطاف‌پذیری و تمایل به یادگیری از دیگران دارد.

ماهیت پویای سیستم‌ها: نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی به‌طور مداوم در حال تغییر هستند که تعیین خط مبنای پایدار برای ارزیابی تاب‌آوری را دشوار می‌کند (Vázquez-González et al., 2021). اختلالات می‌توانند ساختار و عملکرد سیستم‌ها را تغییر دهند و پیکربندی‌های جدیدی ایجاد کنند که مقایسه با شرایط تاریخی را دشوار می‌سازد. ارزیابی‌های تاب‌آوری باید این تغییرات را در نظر بگیرند و بر توانایی سیستم‌ها برای سازگاری و تحول در برابر تغییرات مداوم تمرکز کنند.

چالش‌های حکمرانی: افزایش تاب‌آوری فضایی اغلب نیازمند اقدام هماهنگ در سطوح و بخش‌های مختلف است که در برابر ساختارهای حکمرانی تکه پاره و منافع رقابتی می‌تواند چالش برانگیز باشد (Broadhurst et al., 2022). توسعه سیستم‌های حکمرانی چندمرکزی که شامل ذی‌نفعان و تصمیم‌گیرندگان متعدد است، می‌تواند به حل این چالش‌ها کمک کند، اما همچنین نیازمند غلبه بر موانع مربوط به پویایی‌های قدرت، اعتماد و ارتباطات است.

جهت‌گیری‌های آینده در پژوهش تاب‌آوری فضایی

برای پیش‌برد درک تاب‌آوری فضایی، چندین جهت‌گیری آینده پژوهشی می‌تواند دنبال شود:

مطالعات طولی: انجام مطالعات بلندمدت که تغییرات تاب‌آوری فضایی را در طول زمان رصد می‌کنند، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی در مورد چگونگی سازگاری سیستم‌ها

ارزش‌ها و اولویت‌های محلی در ارزیابی‌ها و مداخلات تاب‌آوری، پژوهشگران و مجریان می‌توانند راه‌حل‌هایی توسعه دهند که به زمینه‌های خاص پاسخگو و به نیازهای جامعه حساس باشند. درگیر کردن جامعه همچنین می‌تواند به ایجاد اعتماد، تقویت انسجام اجتماعی و توانمندسازی گروه‌های حاشیه‌ای برای مشارکت در فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک کند (مرادی و همکاران، ۱۴۰۱).

ادغام سیاست‌ها: ادغام مفاهیم تاب‌آوری فضایی در چارچوب‌های سیاستی می‌تواند به اطمینان حاصل کردن از اینکه تاب‌آوری در فرآیندهای تصمیم‌گیری اولویت پیدا می‌کند، کمک کند. با توسعه دستورالعمل‌ها، استانداردها و مشوق‌هایی که تاب‌آوری فضایی را ترویج می‌کنند، سیاست‌گذاران می‌توانند محیطی فراهم کنند که تلاش‌های افزایش تاب‌آوری را تسهیل کند. با این حال، ادغام سیاست نیازمند غلبه بر موانعی مانند لختی نهادی، منافع رقابتی و تفکر کوتاه مدت است. ادغام مؤثر سیاست همچنین نیازمند پایش، ارزیابی و سازگاری مداوم است تا اطمینان حاصل شود که سیاست‌ها در برابر شرایط در حال تغییر مرتبط و مؤثر باقی می‌مانند.

نتیجه‌گیری

تاب‌آوری فضایی مفهوم حیاتی برای درک و مدیریت نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک در دنیای فزاینده پیچیده و پویا است. با شناسایی اهمیت تنوع فضایی، ارتباطات و زمینه، می‌توانیم استراتژی‌های مؤثرتری برای ترویج تاب‌آوری در برابر اختلالات توسعه دهیم. همان‌طور که به کاوش ظرافت‌های تاب‌آوری فضایی ادامه می‌دهیم، ضروری است که همکاری‌های بین‌رشته‌ای را ترویج کنیم، پیشرفت‌های فناورانه را بپذیریم و جوامع را در تلاش‌های افزایش تاب‌آوری درگیر کنیم. از طریق این رویکردها، می‌توانیم سیستم‌های سازگارتر، پایدارتر و عادلانه‌تری

ایجاد کنیم که برای مقابله با چالش‌های آینده مجهزتر باشند.

با این حال، مهم است که بپذیریم تاب‌آوری فضایی درمان همه بیماری‌ها برای چالش‌های پیش روی نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک نیست. این یکی از ابزارها و رویکردهای متعددی است که می‌توان برای افزایش تاب‌آوری به کار برد، اما باید در کنار سایر استراتژی‌ها مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، احیای اکوسیستم‌های تخریب شده و ترویج عدالت و برابری اجتماعی و اقتصادی اعمال شود. تاب‌آوری فضایی همچنین یک مفهوم ثابت یا جهانی نیست؛ باید به زمینه‌های خاص تطبیق داده شده و با شرایط در حال تغییر سازگار شود.

در نتیجه، تاب‌آوری فضایی چارچوب قدرتمندی را برای درک و مدیریت تعاملات پیچیده بین تنوع فضایی و تاب‌آوری در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک ارائه می‌دهد. با ادغام این مفهوم در پژوهش، عمل و سیاست، می‌توانیم به آینده‌ای پایدارتر و عادلانه‌تر برای همه دست یابیم. با این حال، تحقق این پتانسیل نیازمند همکاری، نوآوری و تعهد مداوم به یادگیری و سازگاری است. این وظیفه چالش‌برانگیز اما ضروری برای هرکسی است که به سلامت و تاب‌آوری سیاره و ساکنان آن اهمیت می‌دهد.

منابع

آل کجاف، ج.، خدیمی، م.، جلالیان، ع.، ارشدی، م. (۱۳۹۸). نقش آموزش محیط زیست در تاب‌آوری اقلیمی افراد در معرض پناهندگی زیست محیطی از دیدگاه حقوق بین الملل. آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۷(۴)، ۴۵-۶۸.

مرادی، ح.، رحیمی، م.، شمشیری، س. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر اجرای طرح ترسیب کربن بر اصل گسترش مشارکت در راستای ایجاد تاب‌آوری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک (مورد مطالعه:



Brunetta, G., & Caldarice, O. (2020). Spatial resilience in planning: meanings, challenges, and perspectives for urban transition. *Sustainable Cities and Communities*, 628-640.

Cumming, G. S. (2011). Spatial resilience in social-ecological systems. *Springer Science & Business Media*.

Cumming, G. S., Epstein, G., Anderies, J. M., Apetrei, C. I., Baggio, J., Bodin, Ö., ... & Weible, C. M. (2020). Advancing understanding of natural resource governance: a post-Ostrom research agenda. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 44, 26-34.

Cumming, G. S., Morrison, T. H., & Hughes, T. P. (2017). New directions for understanding the spatial resilience of social-ecological systems. *Ecosystems*, 20, 649-664.

Dahdouh-Guebas, F., Hugé, J., Abuchahla, G. M., Cannicci, S., Jayatissa, L. P., Kairo, J. G., ... & Wodehouse, D. (2021). Reconciling nature, people and policy in the mangrove social-ecological system through the adaptive cycle heuristic. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 248, 106942.

Dastjerdi, M. S., Lak, A., Ghaffari, A., & Sharifi, A. (2021). A conceptual framework for resilient place assessment based on spatial resilience approach: An integrative review. *Urban Climate*, 36, 100794.

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16(3), 253-267.

Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience—in theory and application. *Annual review of ecology and systematics*, 31(1), 425-439.

Junqueira, J. R., Serrao-Neumann, S., & White, I. (2021). Managing urban climate change risks: Prospects for using green infrastructure to increase urban resilience to floods. In *The impacts of climate change* (pp. 379-396). Elsevier.

Kalfas, D., Kalogiannidis, S., Chatzitheodoridis, F., & Toska, E. (2023). Urbanization and land use planning for achieving the sustainable development goals (SDGs): A case study of Greece. *Urban Science*, 7(2), 43.

شهرستان‌های خاتم، جاجرم و گالیکش). پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۵(۱)، ۳۲-۴۹.

موسوی پور، ف.، کاظمی، آ.، هادی پور، م.، هدایتی آقمشهدی، ا. (۱۴۰۱). نقش آلاینده‌ها بر سلامت و محیط‌زیست با تأکید بر تاب‌آوری اجتماعی (مطالعه بر اساس آلاینده‌ها در شهر اراک). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۲): ۷۵-۹۳.

هندی، ه.، اقبالی، ن.، سرور، ر.، و پیشگاهی فرد، ز. (۱۳۹۹). سنجش تاب‌آوری زیست‌محیطی در سطح محلات منطقه چهارده شهر تهران. آمایش محیط، ۱۳(۴۸)، ۱-۱۹.

یداله‌نیا، ه.، رجایی، س. ع.، پوراحمد، ا.، و خراسانی، م. (۱۴۰۰). اثرات گسترش فیزیکی بر تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر بابل. جغرافیا، ۱۹(۶۹)، ۱۳۱-۱۵۰.

Alzate, A., & Hagen, O. (2024). Dispersal-diversity feedbacks and their consequences for macroecological patterns. *Philosophical Transactions B*, 379, 20230131.

Amaral, I. (2022). Complex networks. In *Encyclopedia of Big Data* (pp. 198-201). Cham: Springer International Publishing.

Anderson, M. G., Clark, M., Olivero, A. P., Barnett, A. R., Hall, K. R., Cornett, M. W., ... & Cameron, D. R. (2023). A resilient and connected network of sites to sustain biodiversity under a changing climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(7), e2204434119.

Bănică, A., Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2020). Natural disasters as a development opportunity: A spatial economic resilience interpretation. *Review of Regional Research*, 40(2), 223-249.

Biggs, R., Clements, H., de Vos, A., Folke, C., Manyani, A., Maciejewski, K., ... & Schlüter, M. (2021). What are social-ecological systems and social-ecological systems research?. In *The Routledge handbook of research methods for social-ecological systems* (pp. 3-26). Routledge.

Broadhurst, K., & Gray, N. (2022). Understanding resilient places: Multi-level governance in times of crisis. *Local Economy*, 37(1-2), 84-103.

- Roberts, K. E., Cook, C. N., Beher, J., & Treml, E. A. (2021). Assessing the current state of ecological connectivity in a large marine protected area system. *Conservation Biology*, 35(2), 699-710.
- Sarker, M. N. I., Peng, Y., Yiran, C., & Shouse, R. C. (2020). Disaster resilience through big data: Way to environmental sustainability. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101769.
- Sgroi, F. (2020). Forest resources and sustainable tourism, a combination for the resilience of the landscape and development of mountain areas. *Science of the Total environment*, 736, 139539.
- Shi, Y., Zhai, G., Xu, L., Zhou, S., Lu, Y., Liu, H., & Huang, W. (2021). Assessment methods of urban system resilience: From the perspective of complex adaptive system theory. *Cities*, 112, 103141.
- Talubo, J. P., Morse, S., & Saroj, D. (2022). Whose resilience matters? A socio-ecological systems approach to defining and assessing disaster resilience for small islands. *Environmental Challenges*, 7, 100511.
- Tappeiner, U., Leitinger, G., Zariņa, A., & Bürgi, M. (2021). How to consider history in landscape ecology: patterns, processes, and pathways. *Landscape Ecology*, 36, 2317-2328.
- Turner, M. G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual review of ecology and systematics*, 171-197.
- Van der Biest, K., Meire, P., Schellekens, T., D'hondt, B., Bonte, D., Vanagt, T., & Ysebaert, T. (2020). Aligning biodiversity conservation and ecosystem services in spatial planning: Focus on ecosystem processes. *Science of the Total Environment*, 712, 136350.
- Vázquez-González, C., Ávila-Foucat, V. S., Ortiz-Lozano, L., Moreno-Casasola, P., & Granados-Barba, A. (2021). Analytical framework for assessing the social-ecological system trajectory considering the resilience-vulnerability dynamic interaction in the context of disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 59, 102232.
- Wang, B., & Cheng, W. (2023). Geomorphic influences on land use/cover diversity and pattern. *Catena*, 230, 107245.
- Kurlavičius, A., Žukovskis, J., Gozdowski, D., & Wójcik-Gront, E. (2024). Economic, social, and environmental factors impacting resilience and disturbances of lithuanian family farms. *Agriculture*, 14(7), 1088.
- Lester, S. E., Dubel, A. K., Hernán, G., McHenry, J., & Rassweiler, A. (2020). Spatial planning principles for marine ecosystem restoration. *Frontiers in Marine Science*, 7, 328.
- Liang, G., Niu, H., & Li, Y. (2023). A multi-species approach for protected areas ecological network construction based on landscape connectivity. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02569.
- Liu, Y., Bu, S., Zhang, S., & Xu, C. (2024). Research on the Socio-Spatial Resilience Evaluation and Evolution of the Central Area of Beijing in Transitional China. *Sustainability*, 16(16), 7098.
- Liu, Z., Fang, C., Liao, X., Fan, R., Sun, B., & Mu, X. (2023). Adaptation and adaptability: Deciphering urban resilience from the evolutionary perspective. *Environmental Impact Assessment Review*, 103, 107266.
- Parsons, M., Reeve, I., McGregor, J., Hastings, P., Marshall, G. R., McNeill, J., ... & Glavac, S. (2021). Disaster resilience in Australia: A geographic assessment using an index of coping and adaptive capacity. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102422.
- Pascariu, G. C., Banica, A., & Nijkamp, P. (2023). A meta-overview and bibliometric analysis of resilience in spatial planning—the relevance of place-based approaches. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 16(3), 1097-1127.
- Pineda-Pinto, M., Herreros-Cantis, P., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Wang, J., & Zhou, W. (2021). Examining ecological justice within the social-ecological-technological system of New York City, USA. *Landscape and urban planning*, 215, 104228.
- Rashidfarokhi, A. (2024). Resilience by Whom and for Whom? Empowering Local Communities for Community-led Resilience-building. *Real Estate and Sustainable Crisis Management in Urban Environments*, 39.

Woods, P. J., Macdonald, J. I., Bárðarson, H., Bonanomi, S., Boonstra, W. J., Cornell, G., ... & Yletyinen, J. (2022). A review of adaptation options in fisheries management to support resilience and transition under socio-ecological change. *ICES Journal of Marine Science*, 79(2), 463-479.

Wright, D., & Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems*. Earthscan.

Yabe, T., Rao, P. S. C., Ukkusuri, S. V., & Cutter, S. L. (2022). Toward data-driven, dynamical complex systems approaches to disaster resilience. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(8), e2111997119.

Zhang, B. H., & Ahmed, S. A. (2020). Systems thinking—ludwig von bertalanffy, peter senge, and donella meadows. *Science education in theory and practice: an introductory guide to learning theory*, 419-436.



Spatial Resilience in Social-Ecological Systems: The Key to Adapting to Contemporary Challenges

Majid Rahimi

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

Author's E-mail: rahimi74@ut.ac.ir

Abstract

Spatial resilience is an emerging concept that examines the impacts of spatial diversity, connectivity, and dispersion on social-ecological systems. This concept aids in identifying contemporary challenges such as climate change, urbanization, and biodiversity loss, playing a crucial role in the analysis and research related to the adaptability and resilience of these systems. Spatial resilience reveals how the physical and ecological characteristics of an area can either enhance or weaken the capacity of systems to withstand disturbances. In this study, the relationship between biodiversity, spatial distribution, and spatial connections in the context of spatial resilience is examined. It emphasizes that effective connections can enhance resilience, while ineffective connections may exacerbate vulnerabilities. The main objective is to provide a comprehensive overview of spatial resilience and its applications in urban planning, environmental protection, and natural resource management. Consequently, various successful project examples are analyzed to demonstrate how effective design and management can lead to the creation of resilient and sustainable systems. Ultimately, this research underscores the importance of considering spatial dimensions in resilience-related studies, presenting it as a key tool in addressing the complex challenges of today's world. Further research in this area could enhance strategies and empower communities to adapt to future crises.

Keywords: Biodiversity, Social Cohesion, Spatial Connectivity, Spatial Diversity, Sustainability



بررسی و امکان‌سنجی انتقال آهوی ایرانی (*Gazella subguttrosa*) از پارک ملی سرخه حصار به پارک ملی خجیر

امید کیانی^{۱*}، افشین علیزاده شعبانی^۲

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

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

* رایانامه نویسنده مسئول: omid.kiani@ut.ac.ir

چکیده

در مطالعه پیش‌رو به بررسی ویژگی‌های بوم‌شناختی و رفتارشناسی آهوی ایرانی در مجموعه تحت حفاظت جاجرود^۱ و بررسی ویژگی‌ها و شرایط زیستگاه‌های فعلی (مبدأ) و پیشنهادی با هدف امکان‌سنجی و توجیه اجرای طرح انتقال بخشی از جمعیت آهوان به کافرومند واقع در پارک ملی خجیر به منظور احیای زیستگاه آهو در پارک ملی خجیر پرداخته شده است. به طور کلی در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه برای گونه هدف توجه به پارامترهای زیستی و بوم‌شناختی مورد نیاز گونه حائز اهمیت است. فاصله از متغیرهای جاده، چشمه و آبشخور و مناطق نظامی در فصل پاییز و متغیرهای ارتفاع، فاصله از مناطق حضور عشایر و تیپ پوشش گیاهی در فصل زمستان بیش‌ترین تأثیر را بر پراکنش گونه داشته و متغیرهای ارتفاع، دما و تیپ پوشش گیاهی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش آهو در مقیاس کلان به شمار می‌روند. نتایج حاصل از مطالعات اولیه بیان‌کننده این نکته است که شرایط و خصوصیات محدوده‌های زیستگاهی هدف و مبدأ مشابهت دارند. روند کاهشی هرچند با شیب ملایم جمعیت آهوان کفی قصر فیروزه در چند سال اخیر و گسترش سطح مراکز و فعالیت‌های نظامی، هشداردهنده است. مطابق بررسی اولیه و با برآیند مشورت و نظرات محیط‌بانان و کارشناسان پارک‌های ملی خجیر و سرخه حصار، انتقال بخشی از جمعیت آهوان از کفی قصر فیروزه به کافرومند مشروط بر توجه به ملاحظات بیان‌شده در این مطالعه می‌تواند در حفظ، ثبات و افزایش جمعیت این گونه با ارزش حفاظتی و افزایش سطح زیستگاه‌های مورد توجه و مراقبت در مجموعه تحت حفاظت جاجرود مؤثر باشد. از ملاحظات مهم مدنظر سازمان حفاظت محیط‌زیست در تصمیم‌گیری‌ها بایستی توجه به رویکرد کاهش تعارضات با سایر ذی‌نفعان مناطق تحت حفاظت در راستای کاهش چالش‌های پیش‌روی سازمان باشد که اجرای طرح پیشنهادی مورد مطالعه در راستای این هدف نیز است.

کلیدواژه‌ها: آهوی ایرانی، پارک ملی خجیر، پارک ملی سرخه حصار، حفاظت، زیستگاه

^۱ به مجموع پارک‌های ملی سرخه حصار و خجیر و همچنین منطقه حفاظت‌شده جاجرود، مجموعه تحت حفاظت جاجرود اطلاق می‌شود؛ بنابراین، اصطلاحات منطقه حفاظت‌شده و مجموعه تحت حفاظت، بیانگر مفاهیم متفاوتی هستند.

مقدمه

آهوی ایرانی با نام علمی *Gazella subgutturosa* جثه متوسطی دارد. نرها (شکل ۱) شاخ‌های نسبتاً بلندی داشته که در محل اتصال به سر به هم نزدیک می‌شوند، سپس به طرف بالا از هم فاصله گرفته و انحنا پیدا می‌کنند. نوک شاخ‌ها قدری به سمت داخل پیچیده‌اند. ماده‌ها (شکل ۲) معمولاً فاقد شاخ هستند. در فصل تابستان موها کوتاه و شنی رنگ بوده و در زمستان موها بلندتر و مایل به قهوه‌ای رنگ است. زیر بدن و کفل‌ها سفیدرنگ هستند و موهای دم نسبتاً بلند و سیاه‌رنگ است (ضیایی، ۱۳۸۷). آهوی ایرانی یکی از گونه‌های راسته زوج‌سمان و خانواده گاوسانان بوده و جثه متوسطی دارد. دیگر گونه‌های خانواده گاوسانان در ایران شامل جیبر، پازن و قوچ‌ومیش است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). مشخصه بارز این خانواده گیاه‌خوار و نشخوارکننده، داشتن شاخ بدون شاخک‌های جانبی و غیر خزان‌کننده است که در جنس نر بزرگ‌تر از جنس ماده بوده و در برخی گونه‌ها ماده‌ها فاقد شاخ هستند (قاسم پورنیاری و همکاران، ۱۴۰۲).

تاکنون سه گونه آهو از ایران گزارش شده است؛ آهوی ایرانی، آهوی هندی (جیبر) و آهوی کوهی. آهوی ایرانی با نام علمی *Gazella subgutturosa* از خانواده Bovidae در ردیف نشخوارکنندگان با معده چهارقسمتی قرار دارد که از علف‌خواران شاخص کشور محسوب می‌شود و در بیشتر دشت‌ها، جلگه‌ها و تپه ماهورهای ایران به غیر از مناطق خیلی خشک و کویری و قسمت‌هایی از سواحل جنوبی کشور پراکنش دارد. آهوها معمولاً در مناطق استپی و نیمه بیابانی دشت‌های ایران زندگی می‌کنند، اما جمعیت آن‌ها در حال حاضر به شدت کم شده است (معماریان، ۱۳۹۶)؛ در حال حاضر بیش‌ترین جمعیت آهو در کشور به ترتیب در استان‌های اصفهان، خراسان شمالی، بوشهر، خراسان رضوی و زنجان وجود دارد (قاسم پورنیاری و همکاران، ۱۴۰۲). آهو سومین پستاندار بزرگ جثه‌ای است که

زیستگاه آن در مجموعه حفاظت شده جاجرود در حال حاضر منحصر به محدوده کفی قصرفیروزه می‌شود؛ در طول دوره بررسی جمعیت این حیوان نسبتاً ثابت بود. به علت زندگی در دشت امکان تخریب زیستگاه برای آهو بسیار زیاد است و باید به شدت از آن جلوگیری کرد.

طبق آخرین ارزیابی فهرست قرمز اتحادیه جهانی حفاظت^۱ (IUCN) از وضعیت حفاظتی گونه‌های حیات‌وحش، آهوی ایرانی یک گونه آسیب پذیر^۲ (Vu) است که روند فعلی جمعیت آن در حال کاهش است؛ مطابق گزارش گروه تخصصی SSC Antelope IUCN، این گونه در ۱۱ کشور وجود دارد که همه آن‌ها در قاره آسیا هستند (مروتی و همکاران، ۱۴۰۲). تغییرات جمعیتی این گونه در کشور روندی کاهشی داشته است (Mallon, D.P., 2008)؛ البته آغاز مسیر سیر قهقرایی و کاهش محسوس در جمعیت آهوان ایران به اوایل دهه ۱۳۳۰ (زمان پیدایش وسایل تندروی صحرایی، سلاح و ادوات پیشرفته شکار و صید) بازمی‌گردد (همامی، ۱۳۸۳). در ایران، مهم‌ترین تهدیدات آن شامل شکار غیرمجاز، توسعه کشاورزی، دامپروری و چرای بی‌رویه (Nowzari, 2007)، فعالیت‌های نظامی، تخریب زیستگاه و بهره‌برداری از معادن ذکر شده است (Zachos, F.E., 2009). کاهش جمعیت آهوان در کشور به نوبه خود باعث در معرض انقراض قرارگرفتن گوشت‌خوارانی چون یوزپلنگ آسیایی و پلنگ ایرانی شده است (Farhadinia, 2010)؛ آهوی ایرانی به لحاظ وضعیت حفاظتی، در طبقه آسیب‌پذیر قرار دارد (IUCN, 2003). مطابق نتایج اغلب مطالعات، یکی از گونه‌های گیاهی خوش‌خوراک مطلوب برای آهو، درمنه (*Artemisia siberi*) است؛ به‌طوری که تپه ماهورها و دشت‌های پوشیده از درمنه را به عنوان زیستگاه ترجیح می‌دهد.

¹ International Union for Conservation of Nature

² Vulnerable



شکل ۲- آهوئی ماده (معماریان، ۱۳۹۶)



شکل ۱- آهوئی نر (معماریان، ۱۳۹۶)

روش‌شناسی و شرح مطالعه

مطالعه حاضر به منظور بررسی و امکان‌سنجی انتقال بخشی از جمعیت آهو از پارک ملی سرخه حصار به پارک ملی خجیر است. در این مطالعه به بررسی و مقایسه وضعیت محدوده مربوط به زیستگاه مبدأ و مقصد، چالش‌ها و امتیازات انتقال گونه مد نظر، اعتبارات مورد نیاز و ... پرداخته شده است. مطالعات محیط‌زیستی چنین پروژه‌هایی دربرگیرنده بررسی زیستگاه‌ها می‌باشد که در این بررسی، مشخصات فیزیکی زیستگاه‌ها از قبیل اقلیم، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، شیب، ارتفاع، ... و مشخصات بیولوژیک زیستگاه‌ها از جمله فون و فلور موجود و تأثیر متقابل فون و فلور بر روی یکدیگر و همچنین توسعه محیطی منطقه مورد تحقیق قرار می‌گیرد. بازدیدهای میدانی و مطالعات مربوط به پژوهش حاضر، در بهار ۱۴۰۳ صورت گرفته است. مدیریت و حفاظت مؤثر از جمعیت‌های حیات‌وحش به درک و پیش‌بینی انسان در مورد روابط بین جمعیت حیات‌وحش و زیستگاه وابسته است (عبدلهی و سلمان ماهینی، ۱۳۹۴). باید در نظر داشت که هرگونه اقدام برای مدیریت جمعیت و زیستگاه‌های حیات‌وحش مطابق آگاهی دقیق از جنبه‌ها و مسائل زیست‌شناختی و بوم‌شناختی گونه باشد. به همین منظور، جمع‌آوری اطلاعات کافی پیرو تغذیه، رفتار، عادت‌ها، تولیدمثل، زیستگاه، جمعیت و

پارامترهای زیستی و غیرزیستی ضروری است (اکبری، ۱۳۹۷).

در بسیاری از موارد به دلیل فعالیت‌های مخرب انسانی رویکرد حفاظت در محل، کارایی لازم را ندارد و مانع انقراض گونه‌ها نمی‌شود و در صورتی که جمعیت‌های باقی‌مانده خیلی کوچک باشند، حفظ زیستگاه به تنهایی کافی نیست؛ بنابراین معرفی مجدد گونه‌ها با هدف حفظ گونه برای مدت زمان طولانی‌تر، ثبات اکوسیستم‌ها و تلاش در جهت حفظ خدماتی که گونه‌ها و اکوسیستم‌ها برای انسان به ارمغان می‌آورند، صورت می‌گیرد؛ به همین دلیل احیای زیستگاه‌های مناسب جمعیت‌های حیات‌وحش از ضروریات در بحث مدیریت و حفاظت حیات‌وحش به شمار می‌رود (ملکیان و همای، ۱۳۹۱). فاصله از متغیرهای جاده، چشمه و آبشخور و مناطق نظامی در فصل پاییز و متغیرهای ارتفاع، فاصله از مناطق حضور عشایر و تیپ پوشش گیاهی در فصل زمستان بیش‌ترین تأثیر را بر پراکنش گونه داشته و متغیرهای ارتفاع، دما و تیپ پوشش گیاهی، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه در مقیاس کلان هستند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵).

اهداف پژوهش

از جمله اهداف اصلی پژوهش می‌توان به ارتقای حفاظت از یکی از مهم‌ترین گونه‌های حیات‌وحش مجموعه تحت

حفاظت جاجرو، افزایش جمعیت آهوان مجموعه تحت حفاظت جاجرو، گسترش سطح زیستگاه‌های مورد توجه و حفاظت پارک ملی خجیر با ایجاد چند لکهٔ جمعیتی، کاهش تعارضات با فعالیت‌ها و مراکز نظامی پارک ملی سرخه حصار و تعیین تکلیف (آزاد سازی) بخشی از مستثنیات پارک ملی خجیر اشاره نمود.

منطقه مورد مطالعه

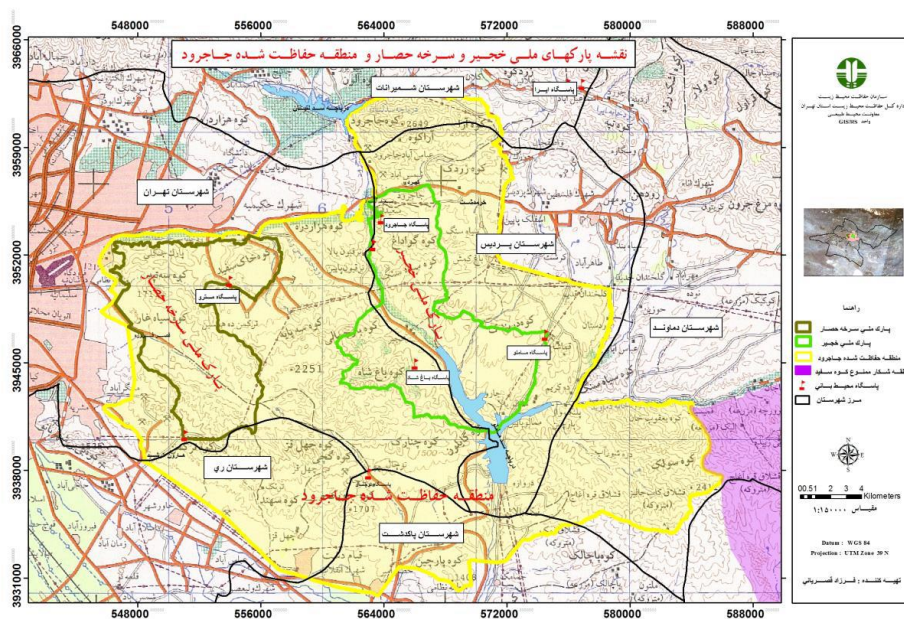
پارک ملی سرخه حصار

موقعیت جغرافیایی پارک ملی سرخه حصار 30° و $44'$ و 35° الی $00'$ و $36'$ عرض شمالی و $30'$ و 51° الی $00'$ و $38'$ طول شرقی است. پارک ملی سرخه حصار منطقه‌ای نیمه‌کوهستانی و تپه‌ماهوری با دامنه ارتفاعی 1200 تا 1800 متر در اقلیم نیمه‌خشک

معتدل است که کمینه و بیشینهٔ مطلق دما در آن $30-$ و 40 درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانهٔ آن 200 تا 700 میلی‌متر می‌باشد.

پارک ملی خجیر

موقعیت جغرافیایی پارک ملی خجیر $00'$ و $45'$ و 35° الی $30'$ و $36'$ عرض شمالی و $20'$ و $40'$ و 51° الی $00'$ و $49'$ طول شرقی است. پارک ملی خجیر منطقه‌ای با کوه‌های کم ارتفاع و تپه‌ماهوری با دامنه ارتفاعی 1300 تا 2100 متر است که رود جاجرو در آن جریان دارد و دمای متوسط آن 11 درجه سانتی‌گراد و بارندگی متوسط آن 300 میلی‌متر است. اقلیم نیمه‌خشک معتدل و تنوع زیستی بسیار زیاد پارک، از ویژگی‌های اصلی منطقه به‌شمار می‌رود.



شکل ۳- نقشه معرفی مجموعه تحت حفاظت جاجرو (پورتال اداره کل محیط‌زیست استان تهران)

شرح وضعیت فعلی آهوی ایرانی در زیستگاه کفی قصر فیروزه

آهوان ایرانی مجموعه تحت حفاظت جاجرو در حال حاضر تنها در کفه قصر فیروزه (شکل ۴) و تپه ماهورهای پیرامون

آن زندگی می‌کند. این حیوان از جیبر بزرگ‌تر بوده و میانگین وزن نرها حدود 50 کیلوگرم است. ماده‌ها جثه‌ای کوچک‌تر نسبت به نرها دارند. نرها شاخی چنگ‌مانند داشته و ماده‌ها معمولاً بدون شاخ‌اند اما برخی از آهوه‌ای

یابد در آینده نزدیک، نزدیک‌ترین گله آهوان به شهر تهران نیز در معرض نابودی قرار خواهد گرفت.

مشاهدات گسترده‌ای در مورد چگونگی رفتار آهوان در اوج فصل آمیزش؛ یعنی میانه دی ماه صورت گرفته است. رفتار نخست‌ی که به طور مکرر در این زمان دیده می‌شود، دویدن یک آهو به دنبال یک آهوی دیگر است. این رفتار در بوم‌شناسی و رفتارشناسی حیات‌وحش با عنوان تعقیب^۱ شناخته می‌شود. رفتار دیگری که بین دو آهوی نر مشاهده گردید، عبارت بود از حرکت دو آهو به موازات یکدیگر در حالی که سرها به گونه‌ای غیرعادی و پایین‌تر از شانۀ گرفته شده و شاخ‌ها قدری از وضعیت عمودی به جلو خم گردیده بود. پس از طی فاصله حدود ۱۵۰ متر، دو آهو به یکباره شاخ به شاخ شده و سعی در عقب راندن یکدیگر می‌کردند. گاهی از یکدیگر جدا و مجدداً درگیر می‌شدند. جدا شدن و سرشاخ شدن مجدد پیش از آن‌که حیوانات از میدان دید خارج گردند، پنج بار تکرار گردید. این رفتار به نام نمایش متوسط شاخ‌ها^۲ خوانده می‌شود. این رفتار به عقیده بوم‌شناسان و رفتارشناسان، در رابطه بسیار تنگاتنگ با رفتار درگیری^۳ است؛ زیرا افراد به سرعت می‌توانند روبه‌روی یکدیگر قرار گرفته و سرشاخ شوند. برخلاف کوتاه بودن این رفتار در آهوی کوهی، این رفتار مدت پنج دقیقه دوام داشت. علاوه بر رفتارهای مذکور، گاهی دیده می‌شود که آهوی نر به آرامی از پشت، کنار یا روبه‌رو به آهوی ماده نزدیک گردیده و به نظر می‌رسد که در تلاش برای آمیزش با وی است. در موارد مشاهده شده، آهوی ماده از نر دوری می‌جست. پس از انصراف آهوی نر از تعقیب وی، آهوی نر به هنگام بازگشت با دست‌های خود زمین را خراشیده، نخست ادرار و سپس سرگین دفع می‌کند. این رفتار اشاره شده را بوم‌شناسان حیات‌وحش، دفع سرگین و ادرار هم‌زمان^۴ می‌خوانند. این مشاهدات

ماده پارک سرخه حصار دارای شاخ‌های نازک و کوچک هستند. حیوان چابکی بوده و برای حفظ جان خود، حتی دیده شده است که با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت نیز می‌دود. فشار وارده بر زیستگاه، سگ‌های بلاصاحب و گرگاس از تهدیدات اصلی آهوی ایرانی در زیستگاه فعلی می‌باشد. به‌طور کلی روزها و بعضی اوقات شب‌ها فعال است. به صورت اجتماعی در گله‌های کوچک و بزرگ دیده می‌شود. مطابق بررسی‌ها دوره آمیزش به‌طور غالب در سرتاسر دی ماه است. در این دوره آهوان نر در هیجان بسیار به سر برده و بسیار در برابر شکار آسیب‌پذیرند. میزان زادآوری آهوان پایین است. در هشت گروه مشاهده شده از آهوان ماده به همراه بره‌هایشان، نسبت بره به آهوان ماده ۱۵ به ۴۸ است؛ یعنی به‌طور متوسط در برابر ۱۰۰ آهوی ماده، ۳۱ بره وجود داشته است. درحال حاضر، آهو سومین پستاندار بزرگ‌جثه‌ای است که زیستگاه آن در مجموعه تحت حفاظت جاجرود منحصر به محدوده کفه قصرفیروزه می‌شود. در طول دوره بررسی جمعیت این حیوان نسبتاً ثابت بود. به علت زندگی در دشت امکان تخریب زیستگاه برای آهو بسیار زیاد است و باید به شدت از آن جلوگیری کرد. با توجه به بررسی سابقه زیست آهو در کفی قصرفیروزه می‌توان به ثبات و رشد جمعیت آهو در صورت حضور حداقل جمعیت به اندازه ۴۰ رأس پی برد. اگرچه در گذشته مهاجرت و گذار آهوان به مناطق گرمسیری ورامین و اطراف آن صورت می‌گرفته است، اما به علت گسترش جاده‌ها، مناطق مسکونی، کشاورزی و صنعتی در مسیر مهاجرت پیشین این حیوانات، این پدیده در طول دوره بررسی مشاهده نگردید. این حیوان به علت زندگی در دشتی که مجاور شهر تهران است و گسترش عملیات نظامی در محل زندگی‌اش، همواره در اضطراب و تنش بسیار به سر می‌برد و به‌طور مکرر به مناطقی پناه می‌برد که بسیار پرشیب بوده و لذا در برابر طعمه‌خوارانی مانند پلنگ کاملاً بی‌دفاع خواهد شد. چنانچه روند تخریب و اشغال زیستگاه‌های کفه قصرفیروزه با آهنگ کنونی ادامه

¹ Chasing

² Medium presentation of horns

³ Fighting behavior

⁴ Linked urination and defecation

رفتارهای موجود را دریافت. تهیه عکس و فیلم برای تفسیر بعدی این رفتارها کاملاً ضروری است.

ارزش‌های علمی فراوان آهوان موجود در پارک ملی سرخه حصار را نشان می‌دهد. تنها با بررسی و مقایسه چنین رفتارهایی در میان سم‌داران، می‌توان به چگونگی سازش حیوانات با محیط پی برده و علل پیدایش تکامل و اختلاف



شکل ۴- بررسی آهوان کفی قصر فیروزه به منظور مطالعه رفتار (منبع: نگارنده (بازدید میدانی اردیبهشت ۱۴۰۳))

پروژه‌های مشابه

جدید آهو به جمعیت قبلی موجب بهبود تنوع ژنتیکی شده و احتمال بقای طولانی مدت گونه را تضمین خواهد کرد. براساس برنامه‌های پیش‌بینی شده و با انجام برنامه‌های مدون کنترلی و حفاظتی گونه و با استفاده از امکانات و تجربیات موجود، عوامل محدودکننده جمعیت گونه آهو تعیین و در راستای حفظ بقای گونه راهکارهای حفاظتی در نظر گرفته شده است (قاسم پور نیاری و همکاران، ۱۴۰۲). از دیگر نمونه‌ها به پروژه احیا و تکثیر آهو در منطقه دیمه شهرستان رامهرمز، زنده‌گیری و انتقال بخشی از جمعیت آهو از پناهگاه حیات وحش شیراحمد به منطقه حفاظت شده شاسکوه اشاره نمود.

این روش در بسیاری از کشورهای دنیا معمول بوده و یکی از بهترین روش‌ها برای احیا و حفاظت نسل گونه‌های جانوری محسوب می‌شود. به عنوان یک نمونه موفق به روز می‌توان به احیای آهوی مغان (شکل ۵) اشاره نمود؛ پروژه احیای آهوی مغان در سال ۱۳۸۹ در گام اول با انتقال ۱۲ رأس آهو از دشت سهرین زنجان به سایت محصور شده احیای آهو در منطقه علملو آغاز شد. در گام دوم پروژه و در سال ۱۴۰۱ تمامی ۱۹ رأس آهو در زیستگاه طبیعی گونه در منطقه حفاظت‌شده مغان رهاسازی شد و اخیراً در پاییز ۱۴۰۲ تعداد ۲۰ رأس آهوی دیگر از سایت بیچار کردستان به جمعیت رهاسازی شده آهوان مغان اضافه شد. نتایج بررسی‌های میدانی انجام شده حاکی از موفقیت بقای گونه در زیستگاه طبیعی دارد، به طوری که در بهار ۱۴۰۲ تعداد ۵ رأس نوزادان متولد شده در بین گله‌ها مشاهده شد. اگرچه به دلیل وجود درون آمیزی، اختلال ژنتیکی و همچنین شیوع بیماری در بین جمعیت آهوان در مقطعی موجب کاهش و تهدید جمعیت آهوان در سایت شد. لذا اضافه شدن جمعیت



شکل ۶- سیمای طبیعی کفی قصر فیروزه (منبع: نگارنده (بازدید میدانی ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۳))



شکل ۵- سایت احیاء و تکثیر آهوی دشت مغان (صفوی، ۱۴۰۲)

اقلیم

این منطقه در فصول گرم تحت تأثیر سیستم فشار زیاد جنب حاره قرار می‌گیرد. بدین سبب میزان بارندگی آن کم و عمدتاً ناشی از عبور گاه به گاه سیستم‌های کم‌فشار دینامیکی سرد از روی شیب‌های شمالی رشته کوه البرز است. در زمستان‌ها نیز تحت تأثیر سیستم‌های شمالی، شمال غربی و جنوب غربی است که به فلات ایران وارد می‌شود. زیستگاه مبدأ در اقلیم نیمه خشک معتدل که کمینه و بیشینه مطلق دما در آن ۳۰- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های اسفند و تیر و بارندگی سالیانه آن ۲۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر می‌باشد که بیش‌ترین و کم‌ترین بارش متوسط سالانه معادل ۷۳۱ و ۱۹۸ میلی‌متر گزارش شده است.

نتایج و بحث

بررسی وضعیت زیستگاه مبدأ

محدوده زیستگاه مبدأ آهو، واقع در پارک ملی سرخه حصار (منطقه کفی قصر فیروزه (شکل ۶) و تپه‌ماهورهای پیرامون آن (شکل ۷)) به مساحت و محیط تقریبی ۲۴۱۱ هکتار و ۲۱/۲ کیلومتر است و همانگونه که در شکل ۸ مشخص شده است، مرز آن از شمال به تخت بادامی، گردنه بیدک و نی‌دره، از شرق به دامنه‌هایی از کوه سپاه، از جنوب تا گردنه جنگی و گردنه قره چشمه و از غرب تا انتهای محدوده کفی قصر فیروزه - حاجی باشی می‌رسد.



شکل ۷- نمایی از پارک ملی سرخه حصار (منبع: نگارنده (بازدید میدانی ۲۰ اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۳))

منابع آبی

چشمه چناری، چشمه نسام، چشمه غسل سیاه، چشمه بیدک، چشمه گلی و چشمه محمدخانی از جمله منابع آبی زیستگاه هستند که دو مورد اول به لحاظ در دسترس بودن موقعیت بهتری دارند.

وضعیت توپوگرافی

زیستگاه فعلی آهو در پارک ملی سرخه حصار، منطقه‌ای نیمه‌کوهستانی و تپه‌ماهوری با دامنه‌ی ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر است.

تعارضات و تهدیدات منطقه

آهوی ایرانی به علت زندگی در مناطق دشتی که مجاور شهر تهران است و گسترش عملیات نظامی و افزایش سطح پادگان‌ها در محل زندگی‌اش، همواره در اضطراب و تنش بسیار به سر می‌برد و به‌طور مکرر به مناطقی پناه می‌برد که بسیار پرشیب بوده و لذا در برابر طعمه‌خوارانی مانند پلنگ کاملاً بی‌دفاع خواهد شد. چنانچه روند تخریب و اشغال زیستگاه‌های کفه قصرفیروزه با آهنگ کنونی ادامه یابد، در آینده نزدیک، نزدیک‌ترین گله‌ی آهوان به شهر تهران نیز در معرض نابودی قرار خواهد گرفت که به‌جهت جلوگیری از انقراض جمعیت گونه و کاهش تعارض با دیگر ذی‌نفعان منطقه، در نظر گرفتن زیستگاه ثانویه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. بخشی از محدوده‌ی تخت بادامی در پارک ملی سرخه حصار که گستره‌ی زیستگاهی آهو به شمار می‌رود، در قلمرو فعالیت‌های نظامی هوافضا قرار دارد که بدیهی است اثرات کاربری نظامی تا شعاع معینی از محدوده‌ی اطراف را دربرمی‌گیرد.

افزایش جمعیت سگ‌های ولگرد متعاقب غذارسانی و در دسترس بودن پسماند و غذا و عدم جدی گرفتن حذف جمعیت این حیوان که به گونه‌ی مهاجم در پارک ملی سرخه حصار تبدیل گشته است، یکی از تهدیدات جدی جمعیت

آهو در زیستگاه فعلی‌اش به‌خصوص در فصل زادآوری و بزرگ کردن بره‌ها با توجه به قدرت بالای سگ‌ها در شکار است. با اینکه گزارش شکار آهو در کفی قصرفیروزه، البته با تلاش و مراقبت‌های محیط‌بانان زحمتکش پاسگاه‌های محیط‌بانی قصرفیروزه و کلخانی قابل توجه نیست، ولی سابقه داشته است و در هر صورت محدوده‌های مستثنیات نزدیک زیستگاه (قره چشمه و دهک) به‌علاوه امکان چرای دام در بخش‌هایی از منطقه تحت حفاظت جابرجود در مجاورت پارک ملی سرخه حصار (حوالی چشمه غسل سیاه) می‌توانند بستر مناسبی برای تعارض و یا ورود شکارچی به منطقه باشند.

وضعیت حفاظتی منطقه

بخش عمده‌ی منطقه‌ی کفی قصرفیروزه، مطابق بررسی طرح جامع مدیریت پارک در زون‌های طبیعت محدوده شده و زون حفاظت و در نزدیکی پاسگاه قصرفیروزه قرار دارد و محدوده امن محسوب می‌شود، منتها قسمت‌هایی از محدوده‌ی متناسب به تخت بادامی در اختیار اداره و نظارت محیط‌زیست نبوده و از قلمرو فعالیت‌های نظامی به‌شمار می‌رود.

برآورد جمعیت فعلی آهوان منطقه

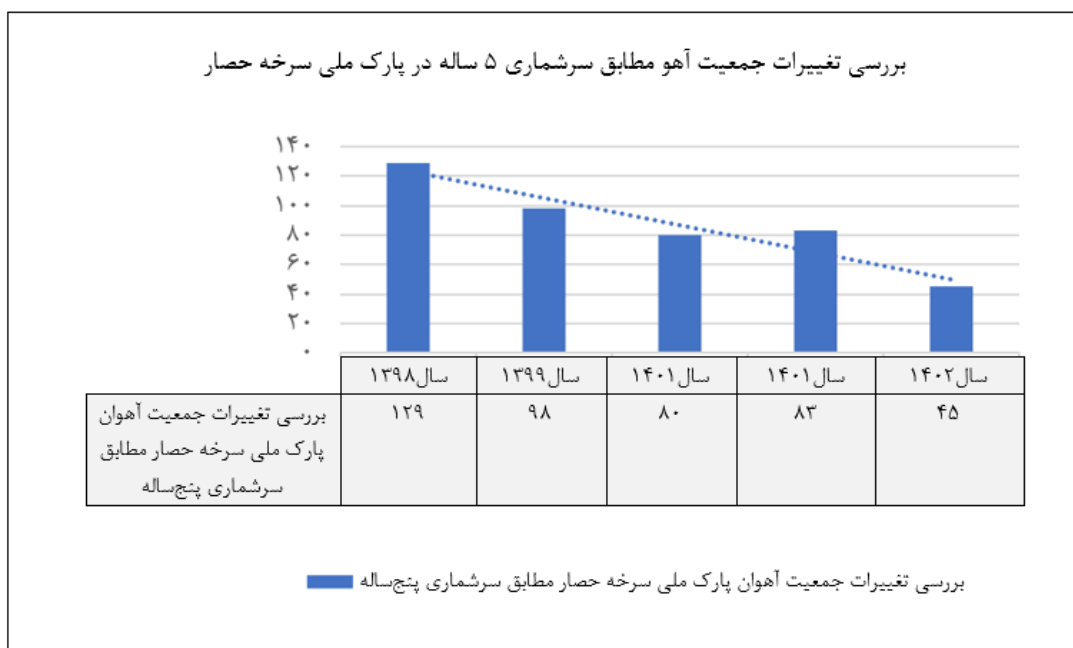
بررسی آمار مربوط به گزارش سرشماری ۵ سال اخیر جمعیت آهوان منطقه کفی قصرفیروزه (نمودارهای ۱ و ۲) نشان از روند هر چند کند کاهشی جمعیت این گونه در زیستگاه فعلی خود دارد که می‌توان از مهم‌ترین علل آن به افزایش سطح تعارضات بر اثر کاربری‌های نظامی و متعاقباً تحت فشار قرارگیری زیستگاه و جمعیت گونه اشاره نمود.

تفاوت بالای آمار جمعیت گونه مربوط به گزارش سرشماری صورت گرفته در سال ۱۴۰۲ با سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۰ می‌تواند دال بر این نکته باشد که در سرشماری، دقت لازم اعمال نشده است؛ بازه‌های زمانی مناسب برای

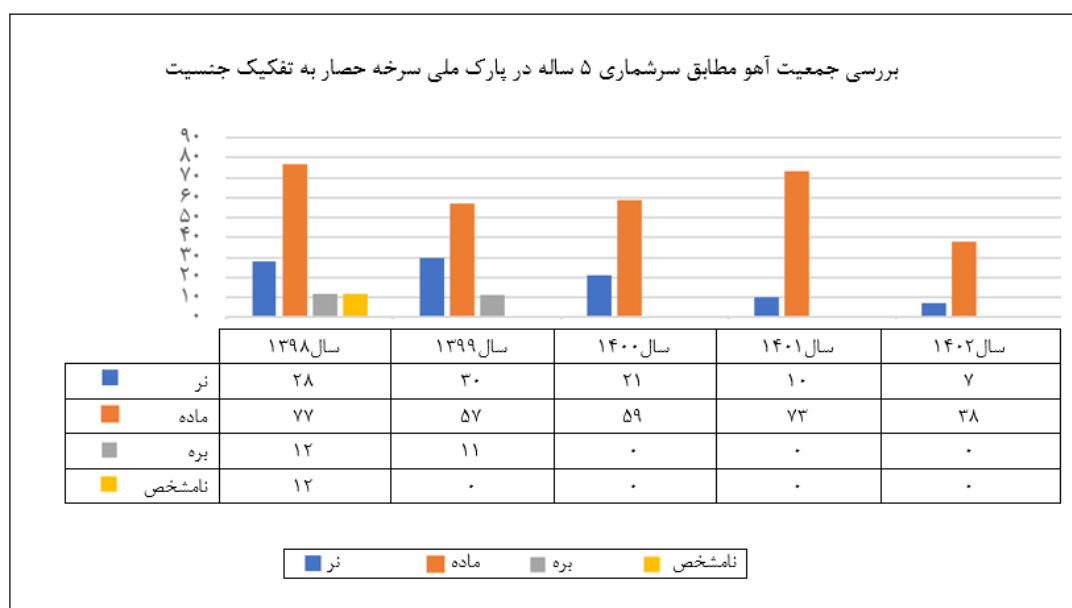


مطابق نمودار ۲، بررسی جمعیت آهوان کفی قصر فیروزه در پارک ملی سرخه حصار نشان از نسبت جمعیتی حداقل ۷۰ درصدی به نفع جنس ماده دارد که این موضوع معمول و مناسب است.

انجام سرشماری، دقت در سرشماری و دسترسی به نقاط و راه‌های مختلف محدوده زیستگاهی گونه از نکات مهم برای برآورد دقیق از آمار جمعیت گونه است. تکرار سرشماری جمعیت به منظور برآورد نسبتاً دقیق از جمعیت آهوان کفی قصر فیروزه قبل از تنظیم برنامه اجرایی مرحله انتقال، ضروری است تا اندازه جمعیت انتقالی تعیین شود.



نمودار ۱- بررسی تغییرات جمعیت آهو مطابق سرشماری ۵ ساله در پارک ملی سرخه حصار



نمودار ۲- بررسی جمعیت آهو مطابق سرشماری ۵ ساله در پارک ملی سرخه حصار به تفکیک جنسیت



شکل ۸- محدوده کفی قصر فیروزه در پارک ملی سرخه حصار (مرز منطقه مبدأ در گوگل ارث بسته شده است) (منبع: نگارنده)



شکل ۹- محدوده کافروموند در پارک ملی خجیر (مرز منطقه در گوگل ارث بسته شده است) (منبع: نگارنده)

ادامه این مقاله در شماره بعد (پاییز ۱۴۰۳) به چاپ خواهد رسید.



Investigation and Feasibility of Transferring Persian gazelle (Goitered gazelle) from Sorkheh Hesar National Park to Khojir National Park

Omid kiani^{1*}, Afshin Alizadeh Shabani²

1- Bachelor's student, Department of Natural Environment, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Associate 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: omid.kiani@ut.ac.ir

Abstract

In this study, the ecological and behaviorology characteristics of Persian gazelle in Jajrood Protected area and the feature and conditions of Its habitats have been investigated. Also with the aim of feasibility and justification of implementation plan to transfer a part of their population to Kafir-Houmand located in Khojir National Park in order to Habitat restoration of them in Khojir National Park, the feature and conditions of this proposed habitats (Khojir National Park) have been investigated. In general, paying attention to required biological and ecological parameters of the target species is important to assessing of its habitat suitability. Distance from the variables of roads, springs, water fountains and military areas in the autumn season along with variables of height, distance from nomadic areas and vegetation type in winter season has the greatest effect on the distribution of the species. Also altitude, temperature and vegetation type are the most important factors affecting the distribution of Persian gazelle at the macro scale. The results of the preliminary studies indicate that the conditions and characteristics of the target and source habitats are similar. The decreasing trend, albeit with a slight slope in the population of Qasr-e Firouzeh gazelles in the last few years and the expansion of the level of military centers and activities, is alarming. According to the initial survey and the result of the consultation and opinions of the rangers and experts of Khojir and Sorkhe Hesar national parks The transfer of a part of the gazelles population from Qasr-e Firouzeh to Kafir-Houmand, subject to the considerations expressed in this study, can be effective in maintaining, stabilizing, and increasing the population of this species with conservation value and increasing area of attentioned and cared habitats of Jajrood protected area. One of the important considerations in decision-making intended by the Organization of Environmental Protection should be to pay attention to the approach of reducing conflicts with other stakeholders of protected areas in order to reduce the challenges facing the organization which the implementation of the proposed plan under study is also in line with this goal.

Keywords: Conservation, Habitat, Khojir National Park, Persian gazelle, Sorkhe Hesar national park



مطالعات زمین‌شناسی در جنوبگان با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدوری و تصاویر ماهواره‌ای

پروانه سبحانی^{۱*}، افشین دانه کار^۲

۱- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه لرستان، دانشکده منابع طبیعی، خرم‌آباد، ایران

۲- استاده، گروه محیط‌زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: sobhani.pa@lu.ac.ir

چکیده

اطلاعات زمین‌شناسی دقیقی از قطب جنوب به‌دلیل پوشش یخی گسترده، دسترسی دشوار و سنگ‌شناسی ضعیف، در اختیار نیست. بنابراین، مطالعات علوم زمین‌شناسی با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای در این منطقه امری ضروری است. براین‌اساس هدف از این مطالعه، ارزیابی کاربرد داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی Landsat-8 و رادیومتر تابش و انعکاس حرارتی پیشرفته فضایی (ASTER) برای نقشه‌برداری زمین‌شناسی در مناطق غیرقابل دسترسی قطب جنوب است. مطابق نتایج به‌دست آمده، داده‌های ASTER مقادیر بالاتری از $R=0.89$ را نسبت به داده‌های Landsat-8 به‌ویژه در ارتباط با کانی‌های Al-OH-MI نشان می‌دهند که این نتایج به‌دلیل مقادیر طیفی بالای SWIR در ماهواره ASTER می‌باشد. به‌طور کلی در تمایز بین مجموعه‌های معدنی آلتراسیون آرژیلیک (آلوانیت کائولینیت)، سرسیتیک (مسکوویت) و پروپیلیتیک (اپیدوت-کلریت-کلسیت) ماهواره ASTER از دقت بیشتری برخوردار است. نتایج این بررسی نشان داد که رویکرد سنجش از دور مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند برای شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی و واحدهای سنگ‌شناسی مرتبط با مناطق بزرگ و غیرقابل دسترسی هم‌چون قطب جنوب که امکان مطالعات میدانی در منطقه محدود است، از کارایی بالایی برخوردار باشد. از طرفی دیگر، تهیه نقشه‌های دقیق زمین‌شناسی به تفکیک واحدهای اصلی سنگ‌شناسی در منطقه هدف نیز امکان‌پذیر است.

کلیدواژه‌ها: علوم زمین‌شناسی، تکنیک‌های سنجش‌ازدور ماهواره‌ای، قطب جنوب

مقدمه

زمین‌شناسی در قطب جنوب را فراهم می‌سازند و ظهور سنجش‌ازدور انقلاب عظیمی در سنگ‌شناسی و اکتشافات معدنی در قطب جنوب محسوب می‌شود. از این‌رو، زمین‌شناسان از داده‌های سنجش‌ازدور برای ارزیابی خطرات زمین‌شناسی، پایش لرزه‌ای، بهره‌برداری از مواد معدنی، پایش یخچال‌های طبیعی و استخراج اطلاعات معدنی در مطالعات زمین‌شناسی استفاده می‌کنند (Wu et al., 2020).

تصاویر ماهواره‌ای نوری و راداری پیشرفته، کاربردی‌ترین ابزار برای نقشه‌برداری و شناسایی مناطق غیرقابل دسترسی در قطب جنوب و نقشه‌برداری میدانی زمین‌شناسی از این منطقه هستند (Xu et al., 2022). مطابق با مطالعات صورت گرفته، تصاویر SAR² برای پایش مکانیسم‌های لرزه‌ای، فعالیت‌های آتشفشانی، تغییر شکل توپوگرافی و تجزیه و تحلیل گسل کاربرد دارند. در حالی که، داده‌های سنجش‌ازدور نوری در مطالعات معادن، فعالیت‌های زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و آتشفشانی استفاده می‌شوند و این تصاویر در مطالعات زلزله، یخبندان و گسل‌شناسی از کاربرد کمتری برخوردارند (Chen et al., 2017; Li et al., 2014; Asadzadeh & de Souza Filho, 2016).

در سال‌های اخیر، فناوری ماهواره‌ای سنجش‌ازدور نوری به سرعت توسعه یافته است و کاربرد فزاینده و تصویربردارهای متنوع آن به وضوح قابل مشاهده است، به‌طور مثال داده‌های SPOT-5/6/7 نقش مهمی در مطالعات زمین‌شناسی دارند و برخی از کاربردهای کلیدی این ماهواره شامل سنگ‌شناسی، مدل‌های توپوگرافی زمین، مخاطرات زمین‌شناسی و بوم‌شناسی معدن می‌باشد (Sonbul et al., 2016; Han et al., 2018). ماهواره‌های WorldView نیز دارای دقت موقعیت‌یابی جغرافیایی مدرن و قابلیت واکنش عالی می‌باشند و همچنین با توجه به مزایای این ماهواره در ویژگی‌های

قطب جنوب به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین مناطق یخی و پوشیده از برف، به دلیل موقعیت جغرافیایی منحصر به فرد، شرایط طبیعی خاص و تغییرات پیچیده زمین‌شناسی، مورد توجه بسیاری از پژوهش‌گران در سراسر جهان قرار گرفته است (Stokes et al., 2022; An et al., 2023). این منطقه از نظر گرمایش جهانی، پایداری منابع و حفظ تنوع زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، تحقیقات و مطالعات زمین‌شناسی در قطب جنوب به دلیل پوشیده شدن ۹۹/۶۶ درصد از این منطقه در یخ و برف، با چالش‌های زیادی مواجه است. به‌طور کلی در این منطقه به دلیل پوشش یخی گسترده، دسترسی دشوار و سنگ‌شناسی ضعیف، اطلاعات زمین‌شناسی دقیقی در دسترس نمی‌باشد (Zhang et al., 2023). از این‌رو، تصاویر ماهواره‌ای سنجش‌ازدور به‌عنوان راه‌حلی برای غلبه بر مشکلات و محدودیت‌های میدانی و اکتشافات معدنی در این منطقه، از کاربرد بالایی برخوردار هستند. همچنین داده‌های چندطیفی رادیومتر پیشرفته فضا برد بازتابی و همچنین گسیل گرمایی (ASTER)¹ در تهیه نقشه‌های سنگ‌شناسی و بهبود در جمع‌آوری اطلاعات زمین‌شناسی قطب جنوب دارای اهمیت فراوانی می‌باشند (Tovar-Sánchez et al., 2021; Baumhoer et al., 2018; Amer et al., 2016; Eldosouky et al., 2017).

امروزه فناوری استفاده از هوا و فضا برای جمع‌آوری اطلاعات زمین‌شناسی و شناسایی واحدهای سنگ‌شناسی، به‌عنوان تکنولوژی سنجش‌ازدور، به صورت گسترده مورد استفاده کشورهای مختلف قرار گرفته است و در زمان کوتاهی حجم قابل ملاحظه‌ای از اطلاعات زمینی و نقشه‌های زمین‌شناسی را در اختیار محققان قرار می‌دهد (Gabarró et al., 2023; Spasova, & Avetisyan, 2023). از طرفی نقشه‌ها و منابع تهیه شده اساس مطالعات

¹ - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

² - Synthetic Aperture Radar (SAR)

دارای وضوح بالاتر و اطلاعات تصویر بصری بیشتری نسبت به داده‌های SAR می‌باشند که تفسیر و شناسایی اطلاعات زمین‌شناسی را ساده‌تر می‌کند (جدول ۱). همچنین در مطالعات زمین‌شناسی قطب جنوب، ادغام تصاویر نوری و SAR نیز می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی با ترکیب مزایای هر دو روش، دقت تشخیص را با توجه به هدف پژوهش بهبود بخشد (Asadzadeh et al., 2016; Wu et al., 2020). براین‌اساس، داده‌های سنجش‌ازدوری می‌تواند برای بهبود در وضعیت مطالعات زمین‌شناسی قطب جنوب و استخراج انواع کانی‌ها، سنگ‌شناسی و اکتشافات معدنی مورد استفاده قرار گیرد (Cox et al., 2023).

جدول ۱- مقایسه کارایی داده‌های نوری و راداری در مطالعات زمین‌شناسی قطب جنوب (Wu et al., 2020)

کاربرد زمین‌شناسی	داده‌های نوری	داده‌های راداری
مخاطرات زمین‌شناسی	بالا	متوسط به بالا
زمین‌لرزه	متوسط به بالا	بالا
اکتشاف معادن	بالا	متوسط به بالا
یخچال‌های طبیعی	متوسط به پایین	بالا
توپوگرافی	پایین	متوسط به پایین
گسل‌شناسی	پایین	بالا
سنگ‌شناسی	بالا	پایین
فعالیت‌های آتشفشانی	متوسط به بالا	متوسط به پایین

باتوجه به اهمیت علوم زمین‌شناسی در قطب جنوب و محدودیت‌های موجود در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و فقدان اطلاعات کافی از این منطقه، منجر شده‌است که بسیاری از محققان به مطالعه این موضوع با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدوری بپردازند. در این راستا، می‌توان به مطالعه An و همکاران (۲۰۲۳)، در بررسی اکتشافات زمین‌فیزیکی ورقه‌های یخی قطب جنوب اشاره کرد. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که تحقیق روی ورقه یخی قطب جنوب با چالش‌های عظیمی روبه‌رو است و

طیفی و فضایی مناسب، داده‌های آن به‌طور گسترده در کانی‌شناسی و نقشه‌برداری سنگ‌شناسی، تهیه نقشه‌های توپوگرافی، تشخیص تغییرات ناشی از نشت گاز، یخبندان و شناسایی سنگ‌های آتشفشانی استفاده می‌شوند. داده‌های این ماهواره در مقایسه با داده‌های TM و ASTER، دارای وضوح فضایی، طیفی و شعشی بالاتر و پتانسیل بیشتری برای کاربردهای سنجش از دور مرتبط با استخراج اطلاعات زمین‌شناسی می‌باشند. بنابراین، می‌توان از داده‌های WorldView برای مطالعات و پایش سنگ‌شناسی، تکتونیک، و منابع زمین‌شناسی استفاده نمود (Ye et al., 2017; Fieber et al., 2018). علاوه‌براین، ماهواره Sentinel-2 برای استخراج کانی‌های زمین‌شناسی به‌کار گرفته می‌شوند. از آنجایی که باندهای Sentinel-2، ۵۹ درصد از باندهای فراطیفی و اهداف چندطیفی را پوشش می‌دهند، می‌توانند نقش کلیدی در افزایش داده‌های فراطیفی ایفا نمایند و کاربردهای بالقوه‌ای را در تفکیک‌پذیری‌های مکانی، زمانی و طیفی از خود نشان دهند. همچنین این ماهواره‌ها در پایش زباله‌های معدنی نیز کاربرد فراوانی دارد (Transon et al., 2018; Paul et al., 2016).

داده‌های سنجش از دور SAR نیز اطلاعات زمین‌شناسی و معدنی متعددی مانند ساختار زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی، به‌ویژه مربوط به رسوبات آتشفشانی، برخورد شهاب سنگ‌ها و گسل‌های بزرگ را ارائه می‌دهند. در سال‌های اخیر استفاده از SAR برای نظارت بر تغییر شکل سطح زمین و مخاطرات زمین‌شناسی به یک موضوع کلیدی تبدیل شده‌است. این تکنیک که برای تغییر شکل زمین در مقیاس بزرگ مناسب است، به‌طور گسترده در فعالیت‌های معدنی و پایش وضعیت زمین‌شناسی کاربرد دارد (Wu et al., 2020).

براساس بررسی‌های صورت گرفته، داده‌های ماهواره‌ای سنجش‌ازدور نوری در مطالعات زمین‌شناسی قطب جنوب

پرداختن به این موضوع امری ضروری می‌باشد و می‌تواند به ترویج بیشتر تحقیقات زمین‌شناسی در قطب جنوب کمک نماید. در مطالعه‌ای دیگر، Zhang و همکاران (۲۰۲۳)، به تحلیل مطالعات زمین‌شناسی در قطب جنوب پرداختند. همان‌طور که نتایج نشان داد بررسی‌های زمین‌شناسی نقش مهمی در افزایش درک ساختار بنیادی قطب جنوب ایفا می‌کند و همچنین نتایج ارزشمندی را به‌عنوان فرصت‌های تحقیقاتی در قطب جنوب، در اختیار قرار می‌دهد. همچنین Wu و همکاران (۲۰۲۰)، به مرور کاربرد داده‌های سنجش‌ازدور با وضوح مکانی بالا در مطالعات زمین‌شناسی قطب جنوب پرداختند. مطابق نتایج به‌دست آمده، تحقیقات سنجش‌ازدور زمین‌شناسی باید چندرشته‌ای یا بین‌رشته‌ای باشد و از بررسی‌های دقیق‌تر و کارآمدتری برخوردار باشد تا بتواند از طریق کاربرد فناوری یادگیری عمیق قابلیت‌های پردازش خودکار و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها را بهبود بخشد. Beiranvand Pour و همکاران (۲۰۱۸)، نیز مطالعات زمین‌شناسی در قطب جنوب را با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور مورد سنجش و تحلیل قرار دادند. آن‌ها بیان کردند که تصاویر ماهواره‌ای نوری و راداری پیشرفته، کاربردی‌ترین ابزار برای نقشه‌برداری و شناسایی مناطق غیرقابل دسترسی در قطب جنوب است و نتایج این مطالعه می‌تواند به بازنگری و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی با دقتی بالا در این منطقه کمک نماید.

مطابق پژوهش‌های صورت گرفته، علی‌رغم اهمیت بالایی علوم زمین‌شناسی در قطب جنوب، این منطقه با محدودیت‌ها و چالش‌های فراوانی در زمینه جمع‌آوری اطلاعات و تهیه نقشه‌های دقیق زمین‌شناسی روبه‌رو است و بسیاری از بخش‌های آن در مقیاس زمین‌شناسی منطقه‌ای و ساختاری ناشناخته باقی مانده‌است. بنابراین، مطالعات علوم زمین‌شناسی با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای در قطب جنوب امری ضروری است تا از این طریق کمبود اطلاعات موجود از

این دانش تکمیل و جبران گردد. براین‌اساس، هدف از این تحقیق ارزیابی کاربرد داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی Landsat-8 و رادیومتر تابش و انعکاس حرارتی پیشرفته فضایی (ASTER) برای نقشه‌برداری زمین‌شناسی در مناطق غیرقابل دسترسی قطب جنوب است. در این راستا مطالعه حاضر، یک رویکرد سنجش‌ازدوری مبتنی بر کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در نقشه‌برداری زمین‌شناسی قطب جنوب را ارائه می‌دهد. همچنین شاخص‌های نسبت طیفی باندهای بررسی شده در این مطالعه، می‌تواند در زمینه تحقیقات دانش زمین‌شناسی در قطب جنوب مفید باشد و به تهیه نقشه‌های دقیقی از این مناطق، کمک نماید.

مواد و روش‌ها

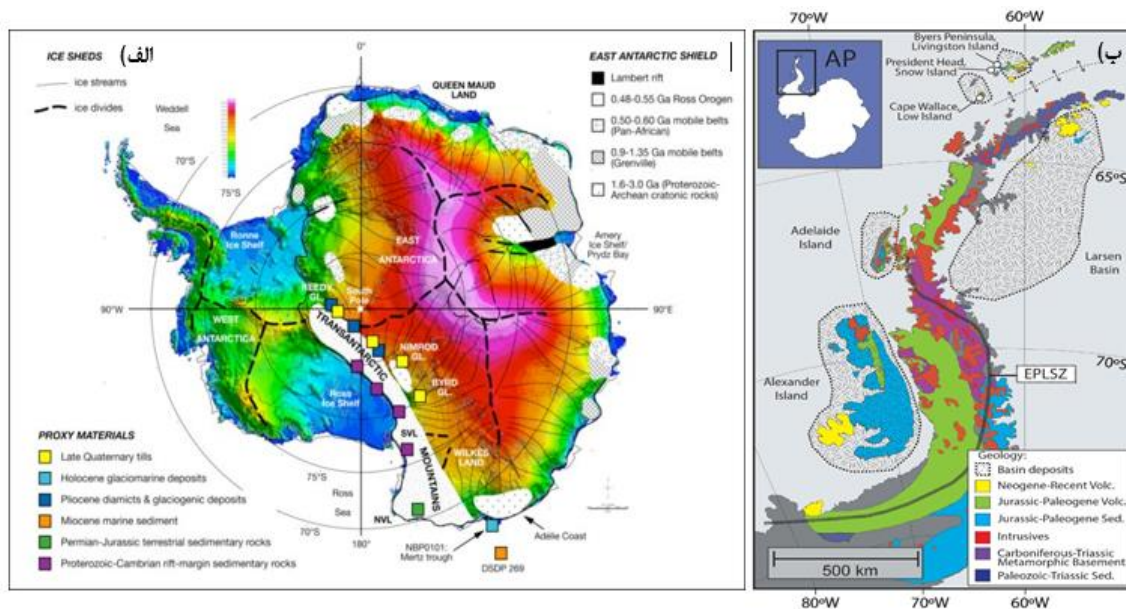
محدوده مطالعاتی

از نظر زمین‌شناسی قطب جنوب از سه منطقه تکتونیکی اصلی شامل قطب جنوب شرقی، قطب جنوب غربی و کوه‌های فراقطب جنوبی تشکیل شده است (Beiranvand Pour et al., 2018; Talarico & Kleinschmidt, 2008). بدین ترتیب شرق قطب جنوب دارای لیتوسفر قاره‌ای پرکامبرین با ضخامت ۳۵ تا ۴۵ کیلومتر می‌باشد که از نظر موقعیت مرکزی در ابرقاره پالئوزوئیک گندوانا با طبقات توپوگرافی بالا قرار گرفته‌است. همچنین قطب جنوب ترکیبی از ورقه‌های پوسته‌ای کم‌ارتفاع با ضخامت ۲۰ تا ۳۵ کیلومتر است که در غرب با قله‌هایی با بیش از ۴ کیلومتر ارتفاع از سطح دریا قرار گرفته‌اند (Ji et al., 2018). شبه‌جزیره قطب جنوب (AP)^۱ در دسترس‌ترین منطقه در غرب قطب جنوب است که در امتداد حاشیه جنوب شرقی اقیانوس آرام واقع شده‌است. این شبه‌جزیره شامل تعدادی حوزه بزرگ می‌باشد که بزرگ‌ترین بلوک تکتونیکی آن در غرب قطب جنوب واقع شده‌است. مطابق مطالعات جغرافیایی-فیزیکی و زمین‌شناسی صورت گرفته، شبه‌جزیره قطب جنوب متشکل از یک کمان ماگمایی

^۱ - Antarctic Peninsula

توزیع واحدهای اصلی زمین‌شناسی در شبه‌جزیره قطب جنوب نمایش داده شده‌است.

مرکب با دو یا سه لایه مجزا می‌باشد که در امتداد حاشیه گندوانا در اواسط کرتاسه ایجاد شده است (Cui et al., 2020). در شکل ۱، نقشه زمین‌شناسی قطب جنوب و



شکل ۱- الف) نقشه زمین‌شناسی قطب جنوب، ب) واحدهای اصلی زمین‌شناسی شبه‌جزیره قطب جنوب (Lythe & Vaughan, 2001; Burton-Johnson & Riley, 2015)

پردازش تصاویر

در این مطالعه، چندین شاخص نسبت طیفی برای باندهای تصاویر Landsat-8 و ASTER در نقشه‌برداری از واحدهای سنگ‌شناسی و با بازتاب نوری ضعیف، به‌ویژه در مکان‌های غیرقابل دسترسی مورد استفاده قرار گرفت (Inzana et al., 2003; Rockwell & Hofstra, 2011; Mars & Rowan, 2008). بدین ترتیب شاخص‌های نقشه‌برداری طیفی حذف پیوسته (CR)^۴ و تجزیه و تحلیل اجزای مستقل (ICA)^۵ بر تصاویر Landsat-8 (باندهای VNIR+SWIR+TIR) اعمال شد. علاوه بر این، از شاخص‌های نشانه‌های طیفی برف/یخ، کانی‌های اکسید آهن/هیدروکسید، عناصر Al-OH، Fe و Mg-O-H

داده‌های سنجش از دور

در این مطالعه برای بررسی وضعیت واحدهای زمین‌شناسی شبه‌جزیره قطب جنوب از تصاویر ماهواره‌ای Landsat-8 و رادیومتر تابش و انعکاس حرارتی پیشرفته فضایی (ASTER)، استفاده گردید. تصاویر مورد مطالعه در طی ماه‌های دسامبر تا فوریه (در طول فصل تابستان) با پوشش ابر کم و وضوح بیشتر سنگ‌ها و عناصر معدنی، تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. همچنین پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ENVI و نقشه‌سازی تصاویر نیز در محیط Arc GIS نسخه 10.8 انجام شد.

^۴ - Continuum Removal (CR)

^۵ - Independent Components Analysis (ICA)

منابع معدنی CO_3 و سنگ‌های فلسیک غنی از کوارتز، مافیک و اولترامافیک نیز استفاده گردید.

شدت انعکاس طیفی تابش خورشید از سطوح طبیعی تحت تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی مواد می‌باشد. در این راستا، برف و یخ بازتاب بالایی را در طول موج‌های مرئی (0.4 میکرومتر تا 0.75 میکرومتر)، بازتاب متوسطی در طول موج‌های مادون قرمز نزدیک (0.78 میکرومتر تا 0.90 میکرومتر) و بازتاب کمی را در محدوده طیفی SWIR (0.78 میکرومتر تا 0.9 میکرومتر) نشان می‌دهند (Keshri et al., 2009). از آنجایی که سنگ‌ها از کانی‌های مختلفی تشکیل شده‌اند، فراوانی نسبی ترکیبات معدنی آن‌ها عامل اصلی کنترل‌کننده بازتاب طیفی و نوردهی آن‌ها می‌باشد. سنگ‌ها در محدوده طیفی VNIR دارای جذب بالا و بازتاب بسیار محدودی می‌باشند. در مطالعه حاضر، برای شناسایی اثرات بازتاب برف/یخ، از شاخص طیفی تفاوت نرمال شده برف (NDSI)^۶ روی تصاویر Landsat-8 و ASTER به‌ترتیب مطابق رابطه‌های ۱ و ۲ استفاده شد.

$$\text{NDSI} = (\text{band3} - \text{band6}) / (\text{band3} + \text{band6}) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{NDSI} = (\text{band1} - \text{band4}) / (\text{band1} + \text{band4}) \quad \text{رابطه ۲}$$

مقادیر NDSI برای سطوح برفی حدود 0.4 و برای سطوح سنگی مقادیر منفی یا بسیار کوچک می‌باشد زیرا سنگ‌ها معمولاً بازتاب کمی در ناحیه VNIR از خود نشان می‌دهند. براین اساس در قطب جنوب، NDSI از پتانسیل بالایی برای تمایز برف/یخ از سطوح سنگی برخوردار است (Haselwimmer et al., 2010; Zhu & Woodcock, 2014). همچنین برای نقشه‌سازی فراوانی گروه‌های معدنی اکسید آهن/هیدروکسید موجود در سطوح سنگی، دو نسبت نواری براساس طیف آزمایشگاهی کانی‌ها روی باندهای

Landsat-8 و ASTER ایجاد شد (Clark et al., 1993, Clark and Swayze, 1995). هماتیت، ژاروسیت، گوتیت و لیمونیت تمایل بالا به جذب طول موج VNIR ($0.4 - 1.0$ میکرومتر) در باندهای ۲، ۳، ۴ و ۵ در Landsat-8 و ۱، ۲ و ۳ از ASTER، نشان می‌دهند، در حالی که بازتاب بالایی در طول موج SWIR (1.56 میکرومتر تا 1.70 میکرومتر) دارند. از این‌رو برای محاسبه شاخص Fe-minerals (Fe-MI) می‌توان از باندهای ۳، ۴، ۵ و ۶ ماهواره Landsat-8 و باندهای ۱، ۲، ۳ و ۴ ماهواره ASTER استفاده نمود (رابطه‌های ۳ و ۴).

رابطه ۳

$$\text{Fe-MI for Landsat-8} = (\text{band6} / \text{band5}) \times (\text{band6} / \text{band5})$$

رابطه ۴

$$\text{Fe-MI for ASTER} = (\text{band4} / \text{band3}) \times (\text{band2} / \text{band1})$$

در این مطالعه از باندهای SWIR ماهواره Landsat-8 و ASTER برای شناسایی گروه‌های معدنی هیدروکسیل دار (Al-OH و Mg-OH و Fe) و CO_3 استفاده شد. کانی‌های خاک رس و کربناته دارای ویژگی‌های جذب طیفی در دامنه 2.1 تا 2.4 میکرومتر و بازتاب 1.55 تا 1.75 میکرومتری می‌باشند که به‌ترتیب با باند ۷ (2.11 تا 2.29 میکرومتر) و باند ۶ (1.57 تا 1.65 میکرومتر) Landsat-8 منطبق هستند. بنابراین در تشخیص این کانی‌ها، باندهای ۶ و ۷ باید با یکدیگر ترکیب شوند. همچنین برای تمایز بیشتر مواد معدنی خاک رس و کربناته، نقشه‌های حاصل از تصاویر Landsat-8 در باند ۷ (باند جذب) ضرب شد و بدین ترتیب شاخص کانی‌های آلتراسیون حاوی (Al-OH (Al-OH-MI مطابق رابطه ۵ محاسبه شد (Amer et al., 2016; Modabberi et al., 2017; Safari et al., 2018). در مورد تصاویر ASTER نیز از باندهای ۵، ۶ و ۷ برای محاسبه شاخص دگرسانی کانی‌های Al-OH (Al-OH-MI استفاده شد (رابطه ۶).

^۶ - Normalized Difference Snow Index (NDSI)

نتایج و بحث

مطابق شکل ۲، نقشه بصری از ویژگی جذب و انتشار حرارتی منطقه، با استفاده از یک تصویر رنگی کاذب و باندهای ۵، ۷ و ۱۰ در Landsat-8 قابل مشاهده است. این تصویر نشان‌دهنده واحدهای سنگی و کانی‌هایی با نوردهی ضعیف براساس شناسایی ویژگی‌های جذب کانی Al-OH در طول موج ۲/۲ میکرومتر، ویژگی جذب "Fe"، "Mg-O-H" و "CO₃" در دامنه طیفی ۲/۳۳-۲/۳۱ میکرومتر (باند ۷ Landsat-8)، ویژگی‌های جذب Fe₃+ در دامنه ۰/۸۳-۰/۹۷ میکرومتر (باند ۵ Landsat-8) و ویژگی‌های حداقل انتشار باند SiO در طول موج‌های ۱۱/۷۰-۱۰/۳۰ میکرومتر (باند ۱۰ Landsat-8) می‌باشد. بدین ترتیب، از باند ۷ Landsat-8 برای شناسایی مسکویت و کائولینیت و همچنین "Mg-O-H" و "CO₃" (جذب آهن، اپیدوت، کلسیت و کلریت) استفاده شد. علاوه بر این، برای نمایش بهتر جزئیات سنگ‌شناسی منطقه، در شکل ۳ به نمایش یک زیرساخت فضایی از سنگ‌های منطقه پرداخته شد. رنگ قهوه‌ای نمایش داده شده در تصویر، نشان‌دهنده مقادیر بالایی از مسکویت/کلریت و کوارتز است که شامل واحدهای سنگ‌شناسی غنی از کوارتز و فلسیک می‌باشند. همچنین مناطق نارنجی/زرد حاکی از سنگ‌های غنی از کوارتز با محتوای هماتیت/گوتیت یا فیلسیلیکات‌های مافیک (Fe، Mg-O-H و CO₃) و پیروکسن هستند.

در ادامه به منظور تمایز مجموعه‌های معدنی دگرسانی و واحدهای سنگ‌شناسی منطقه، ICA روی تصاویر Landsat-8 (باندهای VNIR+SWIR+TIR) اعمال شد. مطابق شکل ۴، تصویر رنگ کاذب (FCC)^۷ از زیرمجموعه فضایی انتخاب شده Landsat-8 نمایش داده شده است که به ترتیب از ترکیب رنگ IC5 RGB (باند ۶ Landsat-8

رابطه ۵)

$$Al - OH - MlforLandsat - 8 = (band6 / band7) \times (band7)$$

رابطه ۶)

$$Al - OH - MlforASTER = (band5 \times band7) \times (band6 \times band6)$$

برای تشخیص گروه‌های معدنی Fe، Mg-OH، CO₃، از باندهای ۷، ۸ و ۹ ASTER استفاده شد (مطابق رابطه ۷)، زیرا ویژگی‌های جذب بالای این گروه در موقعیت تعریف شده توسط باندهای ۸ و ۹ و ویژگی‌های جذب پایین در باند ۷ قابل مشاهده است (Mars & Rowan, 2011).

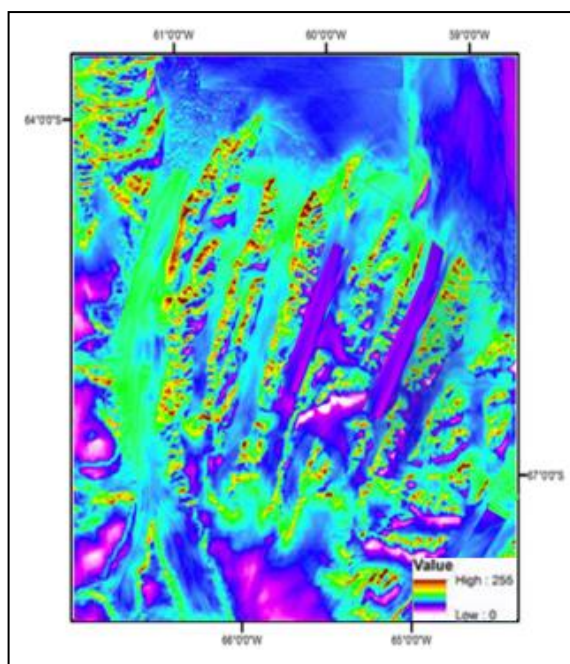
رابطه ۷)

$$Fe, Mg - OH - MlforASTER = (band7 \times band9) / (band8 \times band8)$$

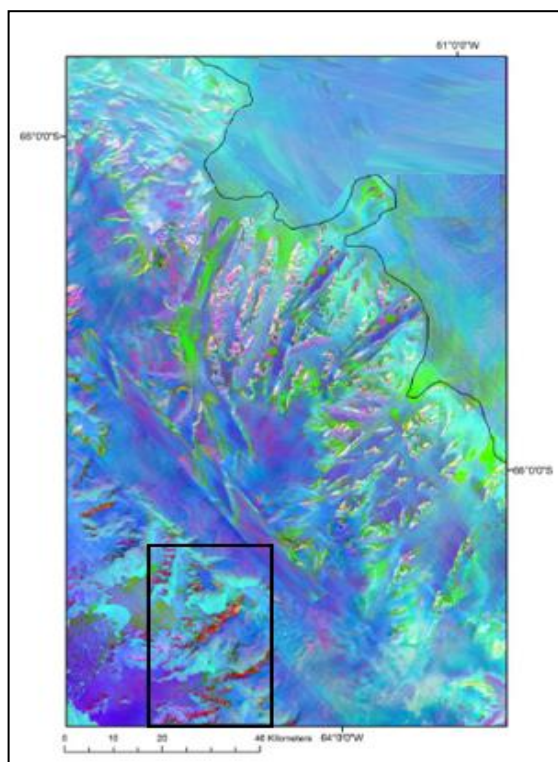
باندهای ۱۰ و ۱۱ Landsat-8 برای اندازه‌گیری ویژگی‌های انتشار طیفی کانی‌های سیلیکات مناسب است. بنابراین، باندهای TIR لندست-۸ را می‌توان برای تشخیص سنگ‌هایی با تابش بالا از سنگ‌هایی با گسیل متوسط و کم استفاده کرد. در ماهواره ASTER نیز باندهای ۱۳ و ۱۴ دارای انتشار بالایی در محدوده طیفی ۱۰-۱۲ میکرومتری می‌باشند و از آنجایی که کانی‌های فلدسپات قلیایی از همزیستی بالایی با کوارتز برخوردارند، حداقل انتشار را در باند ۱۱ نشان می‌دهند. به‌طور کلی در قطب جنوب، باندهای TIR دارای قابلیت بالایی برای شناسایی واحدهای سنگ‌شناسی براساس اطلاعات گسیل طیفی و دمای سطح محیط هستند و تابش TIR به‌عنوان تابعی از دما و بازتاب نور بیان می‌شود که با توجه به مقادیر تابش حرارتی بالای سنگ‌ها به‌خوبی قابل تشخیص است (Yajima & Yamaguchi, 2013).

در مطالعه حاضر، ارزیابی دقت نیز از طریق تجزیه و تحلیل ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای ۲۰۰ نقطه پیکسل نقشه برداری شده با تغییرات حاصل از تصاویر و مقایسه نتایج با منابع و اطلاعات در دسترس از منطقه انجام شد.

⁷ - False Color Composite (FCC)



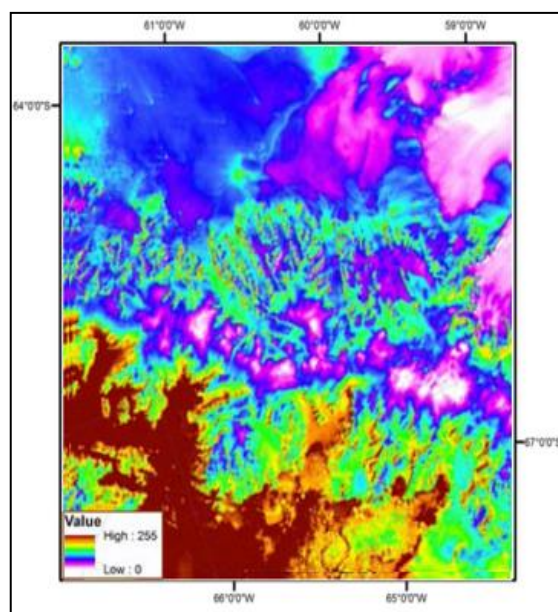
شکل ۳- تصویری از زیرساخت فضایی سنگ‌شناختی منطقه



شکل ۴- تصویری FCC از زیرمجموعه فضایی انتخاب شده
(Landsat-8 IC6, IC5 و IC7 در باندهای VNIR+SWIR+TIR)

8)، IC6 (باند ۷ Landsat-8) و IC7 (باند ۱۰ Landsat-8) تشکیل شده است.

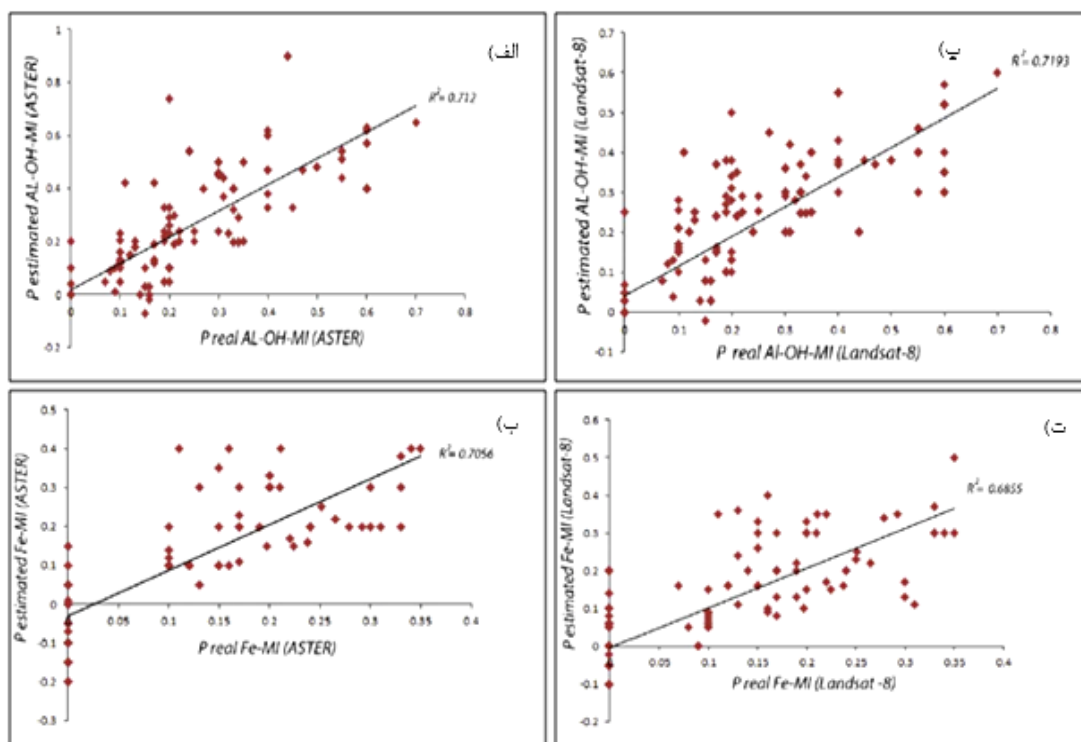
باندهای IC به دلیل وجود پیکسل‌های ناهمگن و غیرنرمال در تصاویر لندست-۸، برای تشخیص کانی‌های رسی و سنگ‌های سیلیکاتی از توان بالایی برخوردار می‌باشند (Crispini et al., 2014). به‌طوری که کانی‌های رسی و کربناتی دارای ویژگی‌های بازتابی ۱/۷۵۰-۱/۵۵۰ میکرومتر معادل باند ۶ در Landsat-8 و ویژگی‌های جذبی ۲/۴۰۰-۲/۱۰ میکرومتر معادل باند ۷ در Landsat-8 هستند. همچنین در مورد کانی‌های سیلیکاتی نیز تغییرات قابل توجهی از ۸/۵۰ تا ۱۱/۷۰ میکرومتر در بخش TIR معادل باند ۱۰ در Landsat-8 را نشان می‌دهند.



شکل ۵- تصویر رنگ کاذب باندهای ۵، ۷ و ۱۰ Landsat-8

داده‌های Landsat-8، سازگاری منطقی از تجزیه و تحلیل XRD را نشان می‌دهد. به‌طور کلی در تمایز بین مجموعه‌های معدنی آلتراسیون آرژیلیک (آلونیت کائولینیت)، سرسپتیک (مسکوویت) و پروپیلیتیک (اپیدوت-کلریت-کلسیت) باندهای SWIR در ماهواره ASTER از دقت بیشتری برخوردار است. براین اساس در این مطالعه، نتایج به دست آمده از شاخص‌های نسبت باند طیفی در مقایسه با نقشه‌های زمین‌شناسی و منابع موجود از محدوده مورد مطالعه از دقت بالایی برخوردار بوده و مورد تأیید است.

مقایسه نتایج RMSE حاصل از تصاویر ماهواره‌ای Landsat-8 و ASTER حاکی از آن است که داده‌های ASTER مقادیر بالاتری از $R (=0.89)$ را نسبت به داده‌های Landsat-8 به‌ویژه در ارتباط با کانی‌های Al-OH-MI نشان می‌دهند (شکل ۵). این نتایج به دلیل مقادیر طیفی بالای SWIR در ماهواره ASTER می‌باشد ($1/60$ تا $2/43$ میکرومتر). علاوه بر این، در مورد کانی‌های "Mg-OH-MI, Fe" نیز به قابلیت بالای باندهای SWIR در این ماهواره اشاره دارد. با این حال، نتایج به دست آمده از کانی‌های Fe-MI و Al-OH-MI در



شکل ۵- نتایج RMSE برای کانی‌های Al-OH-MI و Fe-MI در تصاویر ASTER (الف و ب) و Landsat-8 (پ و ت)

مطالعات میدانی در منطقه محدود است، از کارایی بالایی برخوردار باشد. همچنین در این مطالعه از چندین شاخص نسبت باندهای طیفی بر داده‌های Landsat-8 و ASTER استفاده شد که نتایج به دست آمده حاکی از تمایز دقیق سطوح برف/یخ از واحدهای سنگ‌شناسی (با بازتاب ضعیف) می‌باشد. بدین ترتیب ویژگی‌های ساختار

نتیجه‌گیری

همان‌طور که نتایج نشان داد رویکرد سنجش از دور مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند برای شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی و واحدهای سنگ‌شناسی مرتبط با مناطق بزرگ و غیرقابل دسترسی همچون قطب جنوب که امکان

Clark, R. N., & Swayze, G. A. (1995). Mapping minerals, amorphous materials, environmental materials, vegetation, water, ice and snow, and other materials: the USGS Tricorder algorithm. In JPL, Summaries of the Fifth Annual JPL Airborne Earth Science Workshop. Volume 1: AVIRIS Workshop.

Clark, R. N., Swayze, G. A., Gallagher, A. J., King, T. V. V., & Calvin, W. M. (1993). The US Geological Survey Digital Spectral Library: Version 1: 0.2 to 3.0 microns US Geological Survey Open File Report 93-592. In RN Clark, GA Swayze, AJ Gallagher, TVV King, WM Calvin. (p. 1340).

Cox, S. C., Smith Lyttle, B., Elkind, S., Smith Siddoway, C., Morin, P., Capponi, G., & Wilson, G. (2023). A continent-wide detailed geological map dataset of Antarctica. *Scientific Data*, 10(1), 250.

Crispini, L., Federico, L., & Capponi, G. (2014). Structure of the Millen Schist Belt (Antarctica): Clues for the tectonics of northern Victoria Land along the paleo-Pacific margin of Gondwana. *Tectonics*, 33(4), 420-440.

Cui, X., Jeofry, H., Greenbaum, J. S., Guo, J., Li, L., Lindzey, L. E., & Siegert, M. J. (2020). Bed topography of princess Elizabeth land in east Antarctica. *Earth System Science Data*, 12(4), 2765-2774.

Eldosouky, A. M., Abdelkareem, M., & Elkhateeb, S. O. (2017). Integration of remote sensing and aeromagnetic data for mapping structural features and hydrothermal alteration zones in Wadi Allaqi area, South Eastern Desert of Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 130, 28-37.

Fieber, K. D., Mills, J. P., Miller, P. E., Clarke, L., Ireland, L., & Fox, A. J. (2018). Rigorous 3D change determination in Antarctic Peninsula glaciers from stereo WorldView-2 and archival aerial imagery. *Remote Sensing of Environment*, 205, 18-31.

Gabarró, C., Hughes, N., Wilkinson, J., Bertino, L., Bracher, A., Diehl, T., & Wagner, P. M. (2023). Improving satellite-based monitoring of the polar regions: Identification of research and capacity gaps. *Frontiers in Remote Sensing*, 4, 952091.

زمین‌شناسی و نقشه‌های سنگ‌شناسی از منطقه به تفکیک کانی‌های موجود (اکسید آهن / هیدروکسید، "Al-OH" و "Mg-O-H، Fe"، مناطق معدنی CO₃، فلسیک غنی از کوارتز، مافیک و اولترامافیک) حاصل شد. براین اساس، نتایج نشان می‌دهد که اطلاعات زمین‌شناسی به تفکیک واحدهای اصلی سنگ‌شناسی، می‌تواند در منطقه هدف با دقتی مطلوب حاصل شود.

منابع

Amer, R., El Mezayen, A., & Hasanein, M. (2016). ASTER spectral analysis for alteration minerals associated with gold mineralization. *Ore Geology Reviews*, 75, 239-251.

An, J., Huang, S., Chen, X., Xu, T., & Bai, Z. (2023). Research progress in geophysical exploration of the Antarctic ice sheet. *Earthquake Research Advances*, 3(3), 100203.

Asadzadeh, S., & de Souza Filho, C. R. (2016). A review on spectral processing methods for geological remote sensing. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 47, 69-90.

Baumhoer, C. A., Dietz, A., Dech, S., & Kuenzer, C. (2018). Remote Sensing of Antarctic Glacier and Ice-Shelf Front Dynamics – A Review, *Remote Sens.*, 10, 1445.

Beiranvand Pour, A., Park, Y., Park, T. Y. S., Hong, J. K., Hashim, M., Woo, J., & Ayoobi, I. (2018). Regional geology mapping using satellite-based remote sensing approach in Northern Victoria Land, Antarctica. *Polar Science*, 16, 23-46.

Burton-Johnson, A., & Riley, T.R. (2015). Autochthonous v. accreted terrane development of continental margins: a revised in situ tectonic history of the Antarctic Peninsula: *Journal of the Geological Society of London*.

Chen, W., Li, X., He, H., & Wang, L. (2017). A Review of Fine-Scale Land Use and Land Cover Classification in Open-Pit Mining Areas by Remote Sensing Techniques. *Remote Sensing*, 10(1), 15.

- Paul, F., Winsvold, S. H., Kääb, A., Nagler, T., & Schwaizer, G. (2016). Glacier remote sensing using Sentinel-2. Part II: Mapping glacier extents and surface facies, and comparison to Landsat 8. *Remote Sensing*, 8(7), 575.
- Rockwell, B. W., & Hofstra, A. H. (2008). Identification of quartz and carbonate minerals across northern Nevada using ASTER thermal infrared emissivity data—Implications for geologic mapping and mineral resource investigations in well-studied and frontier areas. *Geosphere*, 4(1), 218-246.
- Safari, M., Maghsoudi, A., & Pour, A. B. (2018). Application of Landsat-8 and ASTER satellite remote sensing data for porphyry copper exploration: a case study from Shahr-e-Babak, Kerman, south of Iran. *Geocarto international*, 33(11), 1186-1201.
- Sonbul, A. R., El-Shafei, M. K., & Bishta, A. Z. (2016). Using remote sensing techniques and field-based structural analysis to explore new gold and associated mineral sites around Al-Hajar mine, Asir terrane, Arabian Shield. *Journal of African Earth Sciences*, 117, 285-302.
- Spasova, T., & Avetisyan, D. (2023). A synchronized remote sensing monitoring approach in the Livingstone island region of Antarctica. In *Ninth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2023)*, 12786, 681-700.
- Stokes, C. R., Abram, N. J., Bentley, M. J., Edwards, T. L., England, M. H., Foppert, A., & Whitehouse, P. L. (2022). Response of the East Antarctic Ice Sheet to past and future climate change. *Nature*, 608(7922), 275-286.
- Talarico, F. M., & Kleinschmidt, G. (2008). The Antarctic continent in Gondwanaland: A tectonic review and potential research targets for future investigations. *Developments in Earth and Environmental Sciences*, 8, 257-308.
- Tovar-Sánchez, A., Román, A., Roque-Atienza, D., & Navarro, G. (2021). Applications of unmanned aerial vehicles in Antarctic environmental research. *Scientific Reports*, 11(1), 21717.
- Transon, J., d'Andrimont, R., Maignard, A., & Defourny, P. (2018). Survey of hyperspectral earth
- Han, L., Zhao, B., Wu, J. J., Zhang, S. Y., Pilz, J., & Yang, F. (2018). An integrated approach for extraction of lithology information using the SPOT 6 imagery in a heavily Quaternary-covered region—North Baoji District of China. *Geological Journal*, 53, 352-363.
- Haselwimmer, C. E., Riley, T. R., & Liu, J. G. (2010). Assessing the potential of multispectral remote sensing for lithological mapping on the Antarctic Peninsula: Case study from eastern Adelaide Island, Graham Land. *Antarctic Science*, 22(3), 299-318.
- Inzana, J., Kusky, T., Higgs, G., & Tucker, R. (2003). Supervised classifications of Landsat TM band ratio images and Landsat TM band ratio image with radar for geological interpretations of central Madagascar. *Journal of African Earth Sciences*, 37(1-2), 59-72.
- Ji, F., Li, F., Gao, J. Y., Zhang, Q., & Hao, W. F. (2018). 3-D density structure of the Ross Sea basins, West Antarctica from constrained gravity inversion and their tectonic implications. *Geophysical Journal International*, 215(2), 1241-1256.
- Keshri, A. K., Shukla, A., & Gupta, R. P. (2009). ASTER ratio indices for supraglacial terrain mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 30(2), 519-524.
- Li, Z., Yang, R., Dang, F., Du, P., & Zhang, X. (2014). A review on the geological applications of hyperspectral remote sensing technology. *Hyperspectral Image & Signal Processing*.
- Lythe, M. B., & Vaughan, D. G. (2001). BEDMAP: A new ice thickness and subglacial topographic model of Antarctica. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 106(B6), 11335-11351.
- Mars, J. C., & Rowan, L. C. (2011). ASTER spectral analysis and lithologic mapping of the Khanneshin carbonatite volcano, Afghanistan. *Geosphere*, 7(1), 276-289.
- Modabberi, S., Ahmadi, A., & Tangestani, M. H. (2017). Sub-pixel mapping of alunite and jarosite using ASTER data; a case study from north of Semnan, north central Iran. *Ore Geology Reviews*, 80, 429-436.

observation applications from space in the sentinel-2 context. Remote Sensing, 10(2), 157.

Wu, C., Li, X., Chen, W., & Li, X. (2020). A review of geological applications of high-spatial-resolution remote sensing data. Journal of Circuits, Systems and Computers, 29(06), 2030006.

Xu, T., Wang, F., Yi, Q., Xie, L., & Yao, X. (2022). A Bibliometric and Visualized Analysis of Research Progress and Trends in Rice Remote Sensing over the Past 42 Years (1980–2021). Remote Sensing, 14(15), 3607.

Yajima, T., & Yamaguchi, Y. (2013). Geological mapping of the Francistown area in northeastern Botswana by surface temperature and spectral emissivity information derived from Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) thermal infrared data. Ore Geology Reviews, 53, 134-144.

Ye, B., Tian, S., Ge, J., & Sun, Y. (2017). Assessment of WorldView-3 data for lithological mapping. Remote Sensing, 9(11), 1132.

Zhang, Y., Zou, C., Peng, C., Lan, X., & Zhang, H. (2023). Geophysics in Antarctic Research: A Bibliometric Analysis. Remote Sensing, 15(16), 3928.

Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2012). Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery. Remote sensing of environment, 118, 83-94.

Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2014). Automated cloud, cloud shadow, and snow detection in multitemporal Landsat data: An algorithm designed specifically for monitoring land cover change. Remote Sensing of Environment, 152, 217-234.



Antarctica, Underwater Photo of Little Blue Penguin, 2019, Photographer: Shuxuan Cao

Geological Studies in Antarctica Using Remote Sensing Data and Satellite Imagery

Parvaneh Sobhani^{1*}, Afshin Daneshkar²

1- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Natural Resources Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran

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

*Corresponding Author's E-mail: sobhani.pa@lu.ac.ir

Abstract

Precise geological information from Antarctica is not available due to extensive ice cover, difficult access, and poor lithology. Therefore, geological studies using remote sensing techniques and satellite images in this region are essential. Accordingly, the aim of this study is to assessment the application of multispectral satellite data from Landsat-8 and Advanced Spaceborne Thermal Radiation and Reflectance Radiometer (ASTER) for geological mapping in inaccessible areas of Antarctica. According to the results obtained, ASTER data show higher values of R ($R=0.89$) than Landsat-8 data, especially in relation to Al-OH-MI minerals, which is due to the high spectral values of SWIR in ASTER satellite. In general, ASTER satellite is more accurate in distinguishing between argillic (Alunite-Kaolinite), sericitic (Muscovite), and propylitic (Epidote-Chlorite-Calcite) alteration mineral assemblages. The results of this study showed that the remote sensing approach based on satellite images can be highly efficient for identifying geological structures and lithological units associated with large and inaccessible areas such as Antarctica, where field studies are limited. In addition, it is also possible to prepare accurate geological maps separated by the main lithological units in the target area.

Keywords: Geological sciences, Satellite remote sensing techniques, Antarctica

تفاوت دو شاخص رفاه اجتماعی و بهزیستی اجتماعی

رقیه گرمائی پور^۱ و امیر علم بیگی^{۲*}

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

۲- دانشیار، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

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

چکیده

رفاه اجتماعی و بهزیستی اجتماعی دو مفهوم کلیدی در حوزه خدمات اجتماعی هستند. رفاه اجتماعی به تأمین نیازهای اولیه و اساسی زندگی اشاره دارد، مانند درآمد کافی، خدمات بهداشتی، مسکن، آموزش و امنیت اجتماعی. این سیستم به‌عنوان یک شبکه ایمنی عمل می‌کند و با ابزارهایی مانند بیمه بیکاری و سازمان‌های حمایتی ارائه می‌شود. از آنجا که رفاه اجتماعی قابل اندازه‌گیری است، می‌توان آمارهای مرتبط با آن را به آسانی بررسی کرد. از سوی دیگر، بهزیستی اجتماعی بر تجربه و کیفیت زندگی تمرکز دارد و به عواملی مانند سلامت روانی، روابط اجتماعی، مشارکت مدنی و فرصت‌های رشد شخصی می‌پردازد. هدف این مفهوم ایجاد یک جامعه سالم و پویاست، جایی که افراد نه تنها زنده بمانند، بلکه شکوفا شوند و از زندگی لذت ببرند. بهزیستی اجتماعی به عواملی بستگی دارد که فراتر از خدمات دولتی است و اندازه‌گیری آن به چالش‌های بیشتری نیاز دارد. به‌طور خلاصه، رفاه اجتماعی بر تأمین نیازهای اولیه و حفظ شرایط پایه‌ای تمرکز دارد، درحالی‌که بهزیستی اجتماعی به کیفیت و رضایت از زندگی توجه می‌کند.

کلیدواژه‌ها: تجربه، خدمات دولتی، رضایت از زندگی، کیفیت زندگی

در اقتصاد هنجاری، بهزیستی اجتماعی و رفاه اجتماعی معمولاً مترادف یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند. هر دو مفهومی ذهنی را نشان می‌دهند که به شرایط شادی و احساس خوب اشاره دارد. این ارتباط قوی بین این دو مفهوم باعث شده‌است که بسیاری آن‌ها را به صورت قابل تعویض به کار ببرند. باین‌حال، این برداشت که یک زندگی خوب صرفاً براساس احساس ذهنی تعریف می‌شود، همان چیزی است که در این مطالعه به چالش کشیده می‌شود. پیش از آنکه این دو مفهوم به صورت هم معنا در نظر گرفته شود، لازم است تمایز میان آن‌ها روشن شود.

این تفاوت را می‌توان در رویکرد "بیشتر، بهتر است" مشاهده کرد. بسیاری از اقتصاددانان، چه در گذشته و چه در زمان حال، بعد مالی را مهم‌ترین مؤلفه یک زندگی خوب می‌دانند. این نگاه در چارچوب فلسفی اقتصاد کلاسیک کاملاً منطقی است. در نظریه رضایت از خواسته‌ها (Annas, 2011)، پول به عنوان نماد دسترسی نامحدود به امکانات و ابزاری برای برآوردن انواع نیازها در نظر گرفته می‌شود. در این چارچوب، افراد مجموعه‌ای از خواسته‌ها دارند و می‌کوشند تا آنجا که ممکن است، آن‌ها را برآورده کنند. از این رو، پول در این سیستم به عنوان مسیر واقعی به سوی خوشبختی تلقی می‌شود. در جامعه‌ای که بازار پولی گسترده‌ای دارد، پول می‌تواند نیازهای بسیاری را تأمین کند. بنابراین، جای تعجب نیست که اقتصاد کلاسیک رشد اقتصادی را با افزایش خوشبختی و کیفیت زندگی یکی می‌داند. در این دیدگاه، اصل «بیشتر، بهتر است» را می‌توان معادل با «رفاه اجتماعی»^۱ دانست (Maximo, 1987).

باین‌حال، این برداشت سنتی از بهزیستی، تحت تأثیر داده‌های تجربی و انتقادات روان‌شناختی، به چالش کشیده شده‌است. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که افزایش درآمد، به‌ویژه در سطح کلان، همیشه به افزایش

خوشبختی منجر نمی‌شود. این مسئله در قالب «پارادوکس ایسترلین»^۲ مطرح شده‌است که نشان می‌دهد رابطه مستقیمی بین رشد اقتصادی و خوشبختی وجود ندارد. اینکه این یافته به عنوان «پارادوکس» توصیف شده، بیانگر این است که اقتصاددانان تا چه حد به تفسیر اولیه خود از نقش درآمد در خوشبختی متکی بودند. در نتیجه، تلاش‌ها برای شناسایی جنبه‌های دیگری که در تحقق خوشبختی نقش دارند، شدت گرفت (Sage, 2018).

این رویکرد جدید، که در چارچوب «اقتصاد خوشبختی» جای می‌گیرد، نشان می‌دهد که عوامل مختلفی بر کیفیت زندگی انسان تأثیر می‌گذارند که لزوماً با درآمد ارتباطی ندارند. برخی از این عوامل عبارتند از ازدواج، مشارکت سیاسی، دوستی، تعاملات اجتماعی و غیره. این دغدغه‌ها در مفهوم «بهزیستی اجتماعی»^۳ جای گرفته‌اند. تلاش برای گنجاندن این ابعاد در اقتصاد، اغلب در قالب عبارت «از رفاه به بهزیستی»^۴ بیان می‌شود (Sage, 2018).

محققان متعددی درباره رابطه میان رفاه اجتماعی و بهزیستی اجتماعی بحث کرده‌اند. برای مثال، Jordan (۲۰۰۸) استدلال می‌کند که بهزیستی به ما امکان می‌دهد «ارزش اجتماعی» را مدنظر قرار دهیم، درحالی‌که رفاه بیشتر براساس سودمندی اقتصادی تعریف شده‌است. او بر نقش روابط شخصی، اعتماد و مشارکت تأکید می‌کند و ایجاد و تبادل ارزش اجتماعی در بستر فرهنگی را مهم‌تر از ارزش اقتصادی مبتنی بر قرارداد می‌داند (Taylor et al., 2011). از سوی دیگر، Searle (۲۰۰۸) رفاه و بهزیستی را از دیدگاه‌های مختلف بررسی کرده و نتیجه گرفته است که تمرکز اصلی سیاست باید بر ترویج «رضایت‌مندی» باشد. گروه بهزیستی و توسعه (WeD^۵) در دانشگاه بث^۶ نیز دیدگاهی مشابه ارائه می‌دهد. به باور آن‌ها، بهزیستی

^۲ Easterlin paradox

^۳ Social wellbeing

^۴ From welfare to wellbeing

^۵ Wellbeing and Development

^۶ University of Bath

^۱ Social welfare

مفهومی فراتر از رفاه است و نه تنها یک نتیجه، بلکه یک فرایند نیز محسوب می‌شود (Gough et al., 2007). این رویکرد مبتنی بر نظریه‌های جهانی نیازهای انسانی است که توسط Doyal و Gough (۱۹۸۴ و ۱۹۹۱) توسعه یافته و از کارهای آمارتیا سن و مارتا نوسبام در زمینه قابلیت‌ها الهام گرفته‌است. آن‌ها سه چارچوب را برای تحلیل بهزیستی معرفی کرده‌اند: نمایه‌های^۱ منابع، نیازهای انسانی و کیفیت زندگی (Taylor et al., 2011; Sage, 2018).

از منظر توسعه، وود و نیومن پیشنهاد می‌کنند که بهزیستی باید جایگزین رفاه به عنوان دغدغه اصلی توسعه اجتماعی و سیاست اجتماعی شود. آن‌ها معتقدند که توانمندسازی از حمایت اجتماعی مهم‌تر است و پیشنهاد می‌کنند که به جای «نظام‌های رفاه اجتماعی»، از «نظام‌های بهزیستی اجتماعی» به عنوان چارچوب تحلیلی استفاده شود (Taylor et al., 2011). Dean (۲۰۱۰) نیز در مطالعات خود تأکید می‌کند که مزیت مفهوم بهزیستی این است که به جای تمرکز بر مشکلات اجتماعی، توجه را به جنبه‌های مثبت سیاست اجتماعی معطوف می‌کند.

یکی از ابعاد مهم محیط اجتماعی که بر بهزیستی تأثیر می‌گذارد و می‌تواند تحت تأثیر سیاست‌های بهزیستی باشد، نابرابری است. Diener و همکاران (۱۹۹۹) استدلال می‌کنند که مقیاس و ماهیت مقایسه‌های اجتماعی تأثیر مستقیمی بر بهزیستی افراد دارد. افراد اغلب هنگام ارزیابی رضایت از زندگی خود، خود را با دیگران مقایسه می‌کنند. Wilkinson و Pickett (۲۰۱۰) نیز نشان داده‌اند که مقایسه وضعیت اجتماعی در جوامعی که نابرابری درآمدی بالایی دارند، شدیدتر و تأثیرگذارتر است. بنابراین، کاهش نابرابری ممکن است با کاهش شدت رقابت اجتماعی، بهزیستی ذهنی افراد را بهبود بخشد (Sage, 2018).

همچنین، ایده «تردمیل لذت‌گرا»^۲ نشان می‌دهد که افراد به رویدادهای مثبت و منفی زندگی تطبیق می‌یابند و سطح بهزیستی آن‌ها معمولاً ثابت می‌ماند. اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد برخی از رویدادهای منفی مانند ناتوانی طولانی‌مدت (Lucas, 2007)، بیکاری (Lucas et al., 2004)، فقر (Clark et al., 2016) و بیوه‌شدن (Lucas et al., 2003) ممکن است باعث کاهش دائمی بهزیستی شوند. در چنین مواردی، دولت‌های رفاه می‌توانند با مداخلات مناسب، از افراد حمایت کنند.

علاوه بر این، سیاست‌های اجتماعی می‌توانند بر برخی عوامل دیگر که با بهزیستی اجتماعی مرتبط هستند، تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، تحقیقات نشان داده‌اند که دین می‌تواند نقش مثبتی در بهزیستی افراد داشته باشد (Witter et al., 1985)، اما این تأثیر عمدتاً به حمایت اجتماعی، شبکه‌های اجتماعی و حس تعلق جمعی مربوط می‌شود (Diener et al., 1999). بنابراین، سیاست‌هایی که به توسعه فرصت‌های اجتماعی و شبکه‌های حمایتی کمک می‌کنند، ممکن است اثرات مثبتی بر بهزیستی داشته باشند.

در نهایت، یکی از یافته‌های شناخته‌شده در تحقیقات بهزیستی اجتماعی، الگوی "U-شکل" در طول زندگی است (Blanchflower & Oswald, 2008). این الگو نشان می‌دهد که بهزیستی در جوانی نسبتاً بالا است، در میان‌سالی کاهش می‌یابد و سپس در دوران سالمندی دوباره افزایش پیدا می‌کند. این روند، پرسشی درباره نقش سیاست‌های بهزیستی در بهبود کیفیت زندگی افراد میان سال مطرح می‌کند، به ویژه با توجه به چالش‌هایی مانند فشارهای مالی، مسئولیت‌های خانوادگی و اشتغال. در مجموع، دولت‌های رفاه می‌توانند با مداخلات مناسب در زمینه تحرک اجتماعی (Dolan & Lordan, 2013)، تحصیلات (Powdthavee et al., 2013)، اشتغال پایدار

² hedonic treadmill

¹ Profile

(Scherer, 2009) و مشارکت اجتماعی (Binder & Freytag, 2013)، نقشی کلیدی در بهبود بهزیستی عمومی ایفا کنند (Greve, 2017). در جدول ۱ به تفاوت-های اصلی و کلی دو مفهوم رفاه و بهزیستی پرداخته شده است.

جمع بندی

- رفاه اجتماعی: تمرکز روی حداقل‌های لازم برای زندگی شرافتمندانه (ایمنی اجتماعی، نیازهای اساسی، قابل اندازه‌گیری تر).
- بهزیستی اجتماعی: تمرکز روی کیفیت زندگی و تجربه خوشبختی و رضایت در جامعه (جامعه سالم و شکوفا، ابعاد گسترده‌تر، اندازه‌گیری چالش‌برانگیزتر).

هر دو مفهوم برای ساختن یه جامعه خوب و عادلانه مهم هستند. یک جامعه ایده‌آل، هم باید سیستم رفاه اجتماعی قوی داشته باشد که هیچ‌کس از حداقل‌های زندگی محروم نشود، هم باید شرایطی را فراهم کند که همه افراد بتوانند به بالاترین سطح بهزیستی اجتماعی برسند و از زندگی‌شان لذت ببرند.

تفاوت‌های دو شاخص رفاه و بهزیستی به این شرح است:

حوزه تمرکز^۱:

- رفاه اجتماعی: تمرکز اصلی روی نیازهای اساسی و ضروری برای بقا و زندگی شرافتمندانه است. یعنی چیزهایی که نبودشان باعث رنج و سختی شدید و حتی تهدید بقا می‌شود. مثل:

- فقر مطلق: نداشتن درآمد کافی برای تامین نیازهای اولیه مثل غذا، مسکن، پوشاک.

- بیماری‌های واگیردار و مرگ‌ومیر: عدم دسترسی به خدمات بهداشتی و درمانی اولیه و پیشگیری.

- بی‌سوادی گسترده: عدم دسترسی به آموزش ابتدایی و مهارت‌های پایه.

- بی‌خانمانی و مسکن نامناسب: نداشتن سرپناه امن و بهداشتی.

- ناامنی غذایی حاد: گرسنگی و سوءتغذیه شدید.

- بهزیستی اجتماعی: تمرکز اصلی روی کیفیت زندگی، رضایت، خوشبختی و شکوفایی انسان است. یعنی چیزهایی که وجودشان زندگی را پربارتر، لذت‌بخش‌تر و معنادارتر می‌کند، حتی اگر نیازهای اولیه تأمین شده باشد. به‌عنوان مثال:

- رضایت از زندگی: احساس کلی مثبت از زندگی و مسیرش.

- سلامت روان: داشتن آرامش، اعتماد به نفس، روابط سالم، و توانایی مقابله با استرس.

- روابط اجتماعی قوی: شبکه حمایت اجتماعی، حس تعلق به جامعه، روابط خانوادگی و دوستانه خوب.

- مشارکت مدنی و اجتماعی: فعال بودن در جامعه، کمک به دیگران، عضویت در سازمان‌ها و گروه‌ها.

- فرصت‌های رشد و پیشرفت: دسترسی به آموزش عالی، فرصت‌های شغلی مناسب، امکانات فرهنگی و هنری.

¹ Focus Area

نوع نیازها^۱:

- شاخص‌های سلامت: امید به زندگی، مرگ‌ومیر نوزادان، دسترسی به پزشک و بیمارستان.

رفاه اجتماعی: بیشتر به نیازهای عینی و ملموس پاسخ می‌دهد. نیازهایی که قابل اندازه‌گیری هستند و به راحتی می‌توان کمبود آن‌ها را تشخیص داد. مثل درآمد، غذا، مسکن، خدمات بهداشتی، آموزش.

- نرخ باسوادی: درصد جمعیت باسواد.

بهریستی اجتماعی: بیشتر به نیازهای ذهنی، کیفی و احساسی پاسخ می‌دهد. نیازهایی که به تجربه درونی افراد مربوط می‌شود و اندازه‌گیری آن‌ها سخت‌تر است. مثل شادی، رضایت، احساس امنیت، حس تعلق، اعتماد به نفس، معنای زندگی.

- شاخص‌های مسکن: تعداد بی‌خانمان‌ها، درصد جمعیت دارای مسکن مناسب.

- نرخ بیکاری: درصد جمعیت بیکار.

سطح مداخله^۲:

- بهیستی اجتماعی: شاخص‌های اندازه‌گیری معمولاً کیفی و مبتنی بر نظرسنجی و ادراک افراد هستند. مانند:

رفاه اجتماعی: معمولاً مداخله‌ها با هدف جبران کمبودها و رفع محرومیت‌های اساسی در سطح فردی و خانوادگی هستند. مثلاً پرداخت مستمری به افراد کم‌درآمد، ارائه خدمات بهداشتی به افراد نیازمند، تامین مسکن برای بی‌خانمان‌ها.

- شاخص‌های خوشبختی^۴: میزان رضایت افراد از زندگی.

- شاخص‌های کیفیت زندگی^۵: ارزیابی جنبه‌های مختلف زندگی مثل سلامت، اقتصاد، آموزش، محیط‌زیست، فرهنگ و تفریح.

بهریستی اجتماعی: مداخله‌ها معمولاً، با هدف ارتقای کیفیت زندگی برای همه افراد و ایجاد شرایطی که بهیستی رو تقویت کند در سطح جامعه و اجتماع هستند. مثلاً ایجاد فضاهای سبز شهری، تقویت سازمان‌های مردم‌نهاد، ترویج فرهنگ مشارکت اجتماعی، بهبود کیفیت آموزش و پرورش، ایجاد فرصت‌های شغلی مناسب.

- شاخص‌های سرمایه اجتماعی^۶: میزان اعتماد اجتماعی، مشارکت مدنی و شبکه‌های اجتماعی.

- شاخص‌های تاب‌آوری اجتماعی^۷: توانایی جامعه در مقابله با بحران‌ها و مشکلات و بازگشت به وضعیت عادی.

نوع شاخص‌های اندازه‌گیری^۳:

- رفاه اجتماعی: شاخص‌های اندازه‌گیری معمولاً کمی و قابل شمارش هستند. مثل:

- نرخ فقر: درصد جمعیتی که زیر خط فقر زندگی می‌کنند.

⁴ Happiness Index

⁵ Quality of Life Index

⁶ Social Capital Index

⁷ Social Resilience Index

¹ Type of Needs Addressed

² Level of Intervention

³ Type of Measurement Indicators

جدول ۱- تفاوت‌های مفهوم رفاه و بهزیستی

شاخص	بهزیستی اجتماعی	رفاه اجتماعی
رویکرد	فرآیند (توسعه تدریجی و چندبعدی)	نتیجه (دستیابی به استانداردهای معین)
هدف اصلی	بهبود کیفیت زندگی در همه ابعاد (روانی، اجتماعی، فرهنگی، محیط‌زیستی)	رفع نیازهای اساسی و کاهش مشکلات اجتماعی-اقتصادی
نوع حمایت	حمایت از توسعه توانایی‌ها و پتانسیل‌های انسانی	حمایت مستقیم اقتصادی و اجتماعی برای کاهش نابرابری
حوزه تمرکز	کیفیت زندگی، رضایت، خوشبختی، شکوفایی	نیازهای اساسی، بقا، حداقل زندگی شرافتمندانه
نوع نیازها	ذهنی، کیفی، احساسی	عینی، ملموس، قابل اندازه‌گیری
سطح مداخله	جامعه، اجتماع، ارتقای کیفیت زندگی	فردی، خانوادگی، جبران کمبودها
شاخص‌های اندازه‌گیری	کیفی، نظرسنجی، ادراکی (شاخص خوشبختی، کیفیت زندگی، سرمایه اجتماعی)	کمی، قابل شمارش (نرخ فقر، مرگ‌ومیر، باسوادی و...)
نوع سیاست‌گذاری	توسعه‌ای، پیشگیرانه، ارتقای کیفیت زندگی و شکوفایی جامعه	حمایتی، ترمیمی، جلوگیری از آسیب‌های اجتماعی و فقر

منابع

Dolan, P., & Lordan, G. (2013). Moving up and sliding down: An empirical assessment of the effect of social mobility on subjective wellbeing.

Doyal, L., & Gough, I. (1984). A theory of human needs. Critical social policy, 4(10), 6-38.

Doyal, L. & Gough, I. (1991), A Theory of Human Need, London: Macmillan.

Gough, I., McGregor, J. A., & Camfield, L. (2007). Theorising wellbeing in international development. In Wellbeing in developing countries: From theory to research (pp. 1-44). Cambridge University Press.

Greve, B. (2017). How to measure social progress?. Social Policy & Administration, 51(7), 1002-1022.

Jordan, B. (2008). Welfare and well-being: Social value in public policy. Policy Press.

Lucas, R. E. (2007). Long-term disability is associated with lasting changes in subjective well-being: evidence from two nationally representative longitudinal studies. Journal of personality and social psychology, 92(4), 717.

Annas, J. (2011). Intelligent virtue. Oxford University Press.

Binder, M., & Freytag, A. (2013). Volunteering, subjective well-being and public policy. Journal of economic psychology, 34, 97-119.

Blanchflower, D. G., & Oswald, A. J. (2008). Is well-being U-shaped over the life cycle?. Social science & medicine, 66(8), 1733-1749.

Clark, A. E., d'Ambrosio, C., & Ghislandi, S. (2016). Adaptation to poverty in long-run panel data. Review of Economics and Statistics, 98(3), 591-600.

Dean, H. (2010). Understanding human need. Policy Press.

Diener, E., Suh, E. M., Lucas, R. E., & Smith, H. L. (1999). Subjective well-being: Three decades of progress. Psychological bulletin, 125(2), 276.



Lucas, R. E., Clark, A. E., Georgellis, Y., & Diener, E. (2003). Reexamining adaptation and the set point model of happiness: reactions to changes in marital status. *Journal of personality and social psychology*, 84(3), 527.

Lucas, R. E., Clark, A. E., Georgellis, Y., & Diener, E. (2004). Unemployment alters the set point for life satisfaction. *Psychological science*, 15(1), 8-13.

Maximo, M. (1987). The difference between welfare and wellbeing and how objective the concept of a good life can be. In *International Conference Economic Philosophy*.

Powdthavee, N., Lekfuangfu, W. N., & Wooden, M. (2013). The marginal income effect of education on happiness: Estimating the direct and indirect effects of compulsory schooling on well-being in Australia (No. 7365). *IZA Discussion Papers*.

Sage, D. (2018). Well-being and the welfare state. In *Routledge Handbook of the Welfare State* (pp. 101-112). Routledge.

Scherer, S. (2009). The social consequences of insecure jobs. *Social Indicators Research*, 93, 527-547.

Searle, B. (2008). *Well-being*. Bristol: Policy Press.

Taylor, D. (2011). Wellbeing and welfare: A psychosocial analysis of being well and doing well enough. *Journal of Social Policy*, 40(4), 777-794.

Wilkinson, R., & Pickett, K. (2010). *The spirit level: Why equality is better for everyone*. Penguin UK.

Witter, R. A., Stock, W. A., Okun, M. A., & Haring, M. J. (1985). Religion and subjective well-being in adulthood: A quantitative synthesis. *Review of religious research*, 332-342.

The Difference between Two Indicators of Social Welfare and Social Well-being

Roghayeh Garmaeepour¹, Amir Alam Baigi^{2*}

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

2- Associate professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

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

Abstract

Social welfare and social well-being are two key concepts in the field of social services. Social welfare refers to the provision of basic and essential needs for life, such as adequate income, healthcare services, housing, education, and social security. This system acts as a safety net and is provided through tools like unemployment insurance and support organizations. Since social welfare is measurable, it is easy to analyze related statistics. Furthermore, social well-being focuses on the experiences and quality of life, addressing factors such as mental health, social relationships, civic participation, and opportunities for personal growth. The goal of this concept is to create a healthy and dynamic community where individuals not only survive but also thrive and enjoy life. Social well-being depends on factors that go beyond government services, and measuring it presents greater challenges. In summary, social welfare concentrates on meeting basic needs and maintaining essential conditions, while social well-being emphasizes quality and satisfaction in life.

Keywords: Experience, Government services, Life satisfaction, Quality of life



ZIST SEPEHR

Vol.17 . No.2 . Winter 2025 . Specialized scientific quarterly journal of the Student Scientific Association of Natural Environment



University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

A Review of the Status of the Environment in Development Programs Before and After the Islamic Revolution of Iran

Page 5

Introduction of Plant Biodiversity Indicators and Calculating Them with PAST software

Page 29

The Difference between Two Indicators of Social Welfare and Social Well-being

Page 102