

احیای دریاچه ارومیه با محوریت نقش تنوع زیستی در مدیریت پایدار آن

نگار ولی‌زاده^{۱*}، راهله استادهاشمی^۱، علیرضا میرزایی^۲

۱. بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

۲. گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: n.valizadeh@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۱۰

چکیده

زیست‌بوم دریاچه ارومیه که توسط یونسکو به عنوان منطقه تحت حفاظت به ثبت رسیده است با حداقل نیاز اکولوژیکی در حدود ۳/۱ میلیارد مترمکعب آب در سال، به دلیل تغییرات اقلیمی، کاهش بارش‌ها و بهره‌برداری غیرپایدار از منابع آبی، دچار بحران شده است که این امر تعادل زیست‌بوم را به شدت مختل کرده و تنوع زیستی آن را در معرض خطر قرار داده است. تنوع گیاهی و جانوری خاص منطقه در حاشیه دریاچه ارومیه یکی از عوامل تأثیرگذار در تعادل اکولوژیک دریاچه است، به طوری که نتایج این تحقیق در جزیره اسلامی در سال ۱۴۰۳ نشان داد، وجود توده‌های درختی بنه همراه با سایر گونه‌های درختی و درختچه‌ای و همچنین پوشش علفی کف آن تأثیر بسزایی در بهبود کیفیت خاک، ذخیره آب، حفظ زادآوری گیاهی و جانوری و جلوگیری از فرسایش و جابه‌جایی خاک دارد. در حال حاضر کاهش سطح دریاچه، تخریب زیستگاه‌ها و افزایش شوری آب، برخی گونه‌های زیستی منطقه را در مرز انقراض قرار داده و فشار زیادی بر معیشت و امنیت غذایی جوامع محلی وارد کرده است. علاوه بر این، گسترش آلودگی‌ها و روش‌های ناکارآمد مدیریت منابع، شرایط را برای احیای زیست‌بوم پیچیده‌تر کرده است. اجرای سیاست‌هایی برای مدیریت پایدار منابع آب، مانند اصلاح روش‌های آبیاری و کاهش مصرف محصولات پراکند، توجه به حق‌آبه محیط‌زیستی برای گونه‌های جانوری و گیاهی، توسعه روش‌های کشاورزی پایدار، از جمله استفاده از فناوری‌های کم‌آب‌بر و اصلاح الگوی کشت و ترویج کاشت درختان بومی مقاوم در حاشیه زمین‌های کشاورزی و مناطق خشک‌شده دریاچه، می‌تواند به کاهش فرسایش خاک، تعدیل دما و ذخیره آب کمک کند. مرمت قنات‌ها و آبراهه‌های طبیعی نیز اقدامی مؤثر برای بازگرداندن تعادل آبی منطقه است.

واژگان کلیدی: تعادل اکولوژیک دریاچه ارومیه، تنوع گیاهی و جانوری، حق‌آبه، زیست‌بوم

مقدمه

دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران و دومین دریاچه آب شور دنیا و بزرگ‌ترین آبگیر دائمی آسیای غربی است که با تراز اکولوژیک یک هزار و ۲۷۴ متر و ۱۰ سانتی‌متر در شمال غرب فلات ایران قرار گرفته است. آب دریاچه ارومیه بسیار شور و میزان نمک محلول در آن دو برابر اقیانوس‌هاست، به این دلیل هیچ ماهی و نرم تنی به جز گونه‌هایی از سخت‌پوستان (آرتمی^۱)، دیاتوم‌ها^۲ و فیتوپلانکتون‌ها^۳ در آن زندگی نمی‌کنند و آب آن هیچ‌وقت یخ نمی‌زند. آب این دریاچه بیشتر از رودخانه‌های زرينه‌رود، سیمینه‌رود، تلخه‌رود، گادر، باراندوز، شهرچای، نازلو و زولا تغذیه می‌شود. مساحت متوسط دریاچه در حدود ۵۵۰۰ کیلومتر مربع بوده و عمق متوسط این دریاچه ۴/۵ متر و حداکثر عمق ۱۳ متر در شمال دریاچه و حجم تقریبی آن ۳۱ میلیارد متر مکعب می‌باشد (مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، ۱۳۹۵). این زیست‌بوم به‌صورت بین‌المللی توسط یونسکو به‌عنوان منطقه تحت حفاظت به ثبت رسیده است و سازمان محیط‌زیست ایران اکثر نقاط این دریاچه را به‌عنوان پارک ملی شناسایی نموده است.

آمارها نشان می‌دهد که از سال ۱۳۷۴ تراز آب دریاچه ارومیه سیر نزولی داشته است به‌طوری که در اواخر سال ۱۳۸۸ به سطح ۱۲۷۱/۴ متر از سطح آب‌های آزاد رسیده است که این میزان ۲/۷ متر کمتر از سطح تراز اکولوژیک و ۴/۳ متر کمتر از تراز متوسط درازمدت ۴۰ ساله آن است (Zarghami, 2010). میزان بارش آن نیز از ۲۴۶/۴۶ میلی‌متر (دوره سی ساله) به ۲۰۴/۶۸ میلی‌متر در ۱۳۸۶ رسیده است. میزان غلظت نمک آن نیز از ۱۸۰ گرم بر لیتر به ۲۱۰ گرم بر لیتر در ۲۰ سال گذشته رسیده و در سال ۱۳۸۸ در بحرانی‌ترین

شرایط به ۳۲۰ گرم در لیتر که حد فوق اشباع است، رسید. بازده آبیاری حوضه در حد ۳۲ درصد است که در مقایسه با استاندارد جهانی (۶۳ درصد) بسیار پایین است. طبق نتایج مطالعه صفاری و ضرغامی (۱۳۹۲) حداقل نیاز اکولوژیکی دریاچه در حدود ۳/۱ میلیارد متر مکعب آب در سال است. با وجود اهمیت دریاچه ارومیه به لحاظ زیست‌بومی، اقتصادی و اجتماعی، تحقیقات نشان داده که خطرهای جدی این اکوسیستم را تهدید می‌کند و علائمی مبنی بر کاهش کارکردهای اکولوژیکی در آن مشاهده می‌شود (عباسپور و همکاران، ۱۳۹۴). طبق اطلاعات ثبت شده، آب دریاچه ارومیه در ۲۰ سال اخیر به طور متوسط سالیانه با افت ۴۰ سانتی‌متری مواجه شده است، به‌طوری که طی این سال‌ها در حدود ۳۰ میلیارد متر مکعب از حجم آب دریاچه کاهش یافته است. با توجه به عمق کم دریاچه، این میزان افت تراز منجر به خشکی درصد قابل ملاحظه‌ای از سطح دریاچه شده و از پهنه آن تنها در حدود پنج الی ده درصد باقیمانده است (دهقانی سانج و همکاران، ۱۳۹۹). وقوع چنین تغییراتی، وضعیت دریاچه ارومیه را با تهدید جدی تغییر به سمت شرایط بازگشت ناپذیر مواجه کرده و پیامدهای زیست‌محیطی بسیار نامطلوبی همچون از بین رفتن تنوع زیستی، افزایش گرد و غبار، فرسایش خاک و سایر موارد را به دنبال داشته است (سیاح مفصلی و سادات رحمتی، ۱۳۹۶؛ لیث و همکاران، ۱۴۰۰). بارندگی در تغذیه و افزایش ظرفیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی مؤثر است. تداوم ریزش‌های جوی و وفور آب‌های سطحی و زیرزمینی موجب سرسبزی گیاهان و افزایش جمعیت جانداران می‌شود. همچنین بارندگی بر

1-Artemia

2-Diatom

3-Phytoplankton

تولید روان آب‌های و سیلاب رودخانه‌ها و مسیل‌ها نقش اساسی دارد. بر اساس اطلاعات موجود ضریب جریان روان آب‌های در کل حوضه‌های دریاچه ۱۰ درصد بیان شده است. از عمده‌ترین عوامل محدودکننده جمعیت حیات وحش در جزایر دریاچه ارومیه پوشش گیاهی و آب بوده که خود تأثیرپذیر از میزان بارندگی می‌باشد. قسمت عمده بارندگی در فصول پاییز و زمستان به صورت جریان‌های سطحی به طرف دریاچه جریان یافته و نهایتاً به دریاچه می‌ریزد. بخشی از بارندگی نیز جذب زمین گشته و آب زیرزمینی جزایر و همچنین آب چشمه‌ها را تأمین می‌کند. قسمت عمده آب زیرزمینی جزایر، با توجه به توپوگرافی و وضعیت زمین‌شناسی جزایر به صورت جریان‌های زیرزمینی به دریاچه هدایت می‌گردد. خشکسالی طی سال‌های گذشته باعث کاهش پوشش گیاهی جزایر شده که بالتبع دو گونه پستاندار جزایر اطراف دریاچه را نیز با مشکل کم غذایی مواجه کرده بود. همچنین، خشک شدن دریاچه موجب بلند شدن ذرات نمک و گرد و خاک در زمان وزش باد شده که ذرات خاک و نمک بعد از رسوب بر روی برگ و ساقه گیاهان موجب سخت شدن گیاهان و کاهش کیفیت پوشش گیاهی شده که در نهایت حیات وحش نمی‌تواند از پوشش گیاهی تعلیف نماید.

تنوع زیستی، به عنوان شبکه‌ای پیچیده از موجودات زنده و زیستگاه‌های آن‌ها، نه تنها ضامن بقاء حیات بر روی زمین است بلکه تأمین‌کننده نیازهای اساسی انسان نظیر خوراک، پوشاک و مسکن به شمار می‌رود. این تنوع به حفظ سلامت جامعه انسانی، پایداری محیط‌زیست، توسعه اقتصادی و تحقق اهداف کشاورزی پایدار کمک شایانی می‌کند. با این حال، بی‌توجهی به اصول مدیریت منابع طبیعی و تخریب زیست‌بوم‌ها،

به‌ویژه در مناطقی همچون حوضه دریاچه ارومیه، تعادل زیست‌بوم‌ها را به شدت مختل کرده و تنوع زیستی را در معرض خطر قرار داده است. دریاچه ارومیه، به عنوان یکی از مهم‌ترین زیست‌بوم‌های آبی ایران، در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات اقلیمی، کاهش بارش‌ها و بهره‌برداری غیرپایدار از منابع آبی، دچار بحران شده است. کاهش سطح دریاچه و تنوع زیستی آن، نه تنها زیستگاه گونه‌های مهم جانوری و گیاهی را تهدید می‌کند، بلکه فشار قابل توجهی بر زندگی و معیشت جوامع محلی وارد آورده است. عوامل انسانی همچون حفر چاه‌های غیرمجاز، تغییر کاربری اراضی و استفاده بی‌رویه از منابع آب نیز از دلایل مهم این بحران محسوب می‌شوند (ریحانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ فنی، ۱۳۹۶) (شکل ۱). در این بین، احیای دریاچه ارومیه، که به عنوان یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های شور جهان شناخته می‌شود، اهمیت فوق‌العاده‌ای برای حفظ تنوع زیستی و پایداری محیط‌زیستی منطقه دارد. این دریاچه زیستگاه بیش از ۲۱۰ گونه پرنده، از جمله فلامینگوها و پلیکان‌ها و گونه‌های متعدد گیاهی و جانوری بوده است. خشک شدن دریاچه نه تنها زیستگاه‌های حیاتی را از بین می‌برد، بلکه با طوفان‌های نمکی، به سلامت انسان و تولیدات کشاورزی نیز آسیب جدی وارد می‌کند (Vafa, 2023; UNDP, 2023).

افزایش استفاده از چاه‌های غیرمجاز و تغییر الگوی کشت به سمت محصولات پرمصرف آبی، مانند چغندر قند و هندوانه، منابع آب منطقه را تحت فشار قرار داده و کاهش سطح آب دریاچه را تشدید کرده است (Kamali & Akbari, 2022; Vafa, 2023). بنابراین کشاورزی پایدار، که بر حفاظت از منابع طبیعی و کاهش تأثیرات محیط‌زیستی تأکید دارد، می‌تواند به عنوان راهکاری کارآمد برای احیای دریاچه ارومیه و حفاظت از تنوع زیستی در



شکل ۱- توده طبیعی بنه و پوشش گیاهی کف آن در مجاورت دریاچه ارومیه (جزیره اسلامی)

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد بررسی

در سال ۱۳۴۶ دریاچه ارومیه و کلیه جزایر (به جز جزیره اسلامی) به عنوان منطقه حفاظت شده اعلام شد. پس از آن طی مصوبه شماره ۶۳ شورای عالی محیط زیست، این مناطق با وسعت ۵۴۰۸۸۵ هکتار به عنوان پارک ملی دریاچه ارومیه ارتقا یافت و جزء تالاب‌های بین‌المللی در سایت رامسر نیز معرفی شد (www.earthwatchers.org). جزایر استان آذربایجان شرقی محدود به دریاچه ارومیه و رودخانه ارس است که شامل جزیره اسلامی (شاهی)، جزیره قویون داغی (کبودان)، جزیره اشک، جزیره آرزو و جزیره اسپر است. جزیره اسلامی در شرق دریاچه ارومیه قرار دارد و به علت خشک شدن قسمت زیادی از دریاچه، به صورت شبه جزیره شده است و بزرگ‌ترین جزیره در دریاچه به شمار می‌آید. این منطقه دارای زمستان‌های سرد تا ملایم (دمای آن تا ۱۵- درجه سانتی‌گراد می‌رسد) و دمای تابستان‌های گرم و خشک آن تا حداکثر به ۴۰+ درجه سانتی‌گراد

نظر گرفته شود. استفاده از روش‌های کشاورزی کم‌آبر، اصلاح الگوهای کشت و ترویج فناوری‌های دوستدار محیط زیست، نه تنها از فشار بر منابع آبی می‌کاهد بلکه موجب تقویت پایداری زیست‌بوم‌ها و افزایش بهره‌وری کشاورزی می‌شود. به این ترتیب، حفظ تنوع زیستی و مدیریت صحیح منابع آبی می‌تواند نقشی کلیدی در بازسازی این زیست‌بوم ارزشمند و تأمین امنیت غذایی آینده ایفا کند (نیکویخت و همکاران، ۱۳۹۲؛ بلوردی، ۱۳۹۸). توجه به این اصول، نیازمند همکاری همه‌جانبه از سوی دولت، جوامع محلی و سازمان‌های بین‌المللی است. احیای دریاچه ارومیه و حفظ تنوع زیستی، نه فقط یک ضرورت زیست‌محیطی بلکه اقدامی حیاتی برای پایداری اجتماعی و اقتصادی منطقه به شمار می‌رود. به همین منظور مقاله حاضر با تمرکز بر تنوع زیستی زیست‌بوم دریاچه ارومیه، از طرفی به بررسی عوامل مؤثر بر حفظ تنوع زیستی و از طرف دیگر به عوامل مؤثر در کاهش تنوع زیستی با استفاده از نتایج طرح تحقیقاتی و همچنین گردآوری نتایج تحقیقات گذشته پرداخته است.

می‌رسد (شکل ۱). نتایج علمی این مقاله از سایت یک هکتاری توده بنه (*Pistacia atlantica*) در جزیره اسلامی و در مجاورت دریاچه ارومیه به‌دست آمده است. بنه از معدود گونه‌هایی است که در شرایط سخت اکولوژیکی و محیطی مستقر و در مناطق وسیعی از ایران حضور دارد و در اقلیم‌های خشک، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب پراکنش دارد که می‌تواند با گونه‌های دیگر مانند بادام، بلوط، افرا یا ارس تشکیل تیپ دهد یا به صورت خالص باشد (فتاحی، ۱۳۷۴). این گونه نورپسند و خشکی‌پسند و متحمل به خشکی، شوری و سرما است. این گونه اهمیت زیادی در حفاظت از آب و خاک دارد و برای کاشت در مناطق خشک مناسب است. این گونه بیشترین زنده‌مانی و رشد را در مقایسه با دیگر درختان در مناطق نیمه‌خشک دارد (برزگر قاضی و عبدی قاضی جهانی، ۱۳۸۰).

- روش مطالعه

در این مقاله علاوه بر برداشت داده‌های درختی، درختچه‌ای و پوشش علفی در توده بنه که به صورت اندازه‌گیری متغیرهای کمی تمام گیاهان سایت بود، از خاک سایت در زیر تاج پوشش درختان و خارج از تاج درختان نیز نمونه‌برداری شد و آزمایش‌های زیستی و شیمیایی آن انجام شد. همچنین از نتایج تحقیقات گذشته در حاشیه دریاچه ارومیه نیز استفاده گردید تا بتوان با استفاده از داده‌های به‌دست آمده و گردآوری شده به نتایج جامع‌تری دست یافت.

نتایج

۱- عوامل مؤثر در حفظ تنوع زیستی منطقه

- قنات‌ها حافظان تعادل طبیعی در کشاورزی

در گذشته، سامانه سنتی قنات‌ها به صورت زنجیره‌ای عمل می‌کرد و ضمن تأمین آب مورد نیاز کشاورزی، به تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی

و تعدیل دمای منطقه کمک می‌کرد. متأسفانه، با خشک شدن قنات‌ها و افزایش برداشت از چاه‌ها، این تعادل طبیعی برهم خورده و به بحران آب در منطقه دامن زده است. آب جاری در طبیعت، به‌ویژه در مناطق روستایی، نقش مؤثری در تعدیل دمای محیط و حفظ رطوبت خاک ایفا می‌کرده است. چشمه‌ها، قنات‌ها، آبراهه‌ها، نهرها، برکه‌ها و استخرها مانند کولرهای طبیعی عمل کرده و هوای منطقه را خنک می‌کردند. در مسیر انتقال آب، فرآورده‌های طبیعی نظیر ته‌نشینی مواد سمی و هوادهی آب به صورت طبیعی انجام می‌شد. همچنین، احداث استخرهای ذخیره آب باعث تصفیه بیشتر آب می‌شد. علاوه بر این، لایروبی منظم این منابع آبی توسط بهره‌برداران، به حفظ کیفیت آب کمک می‌کرد (عبدی قاضی جهانی، ۱۳۹۵).

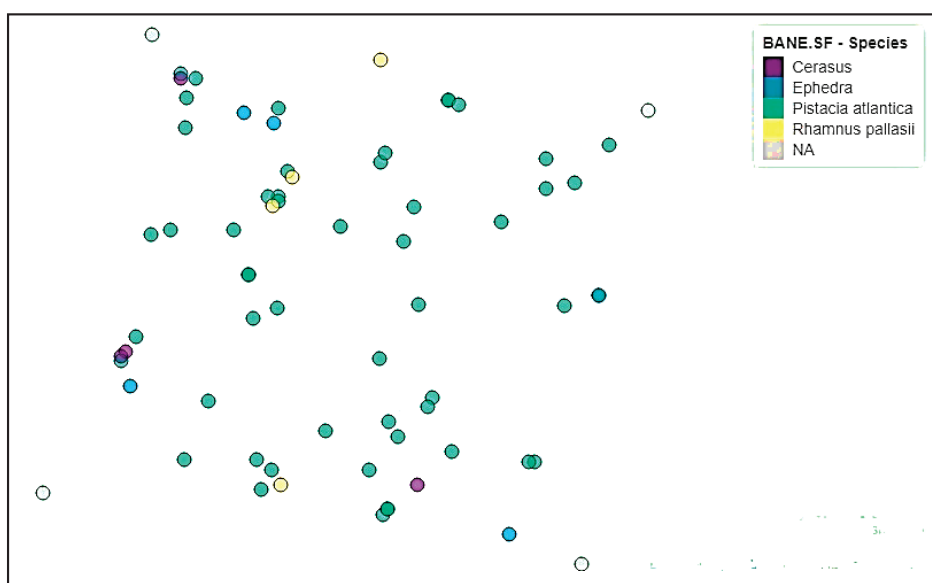
- تنوع پوشش گیاهی برای حفظ آب و حاصلخیزی

خاک

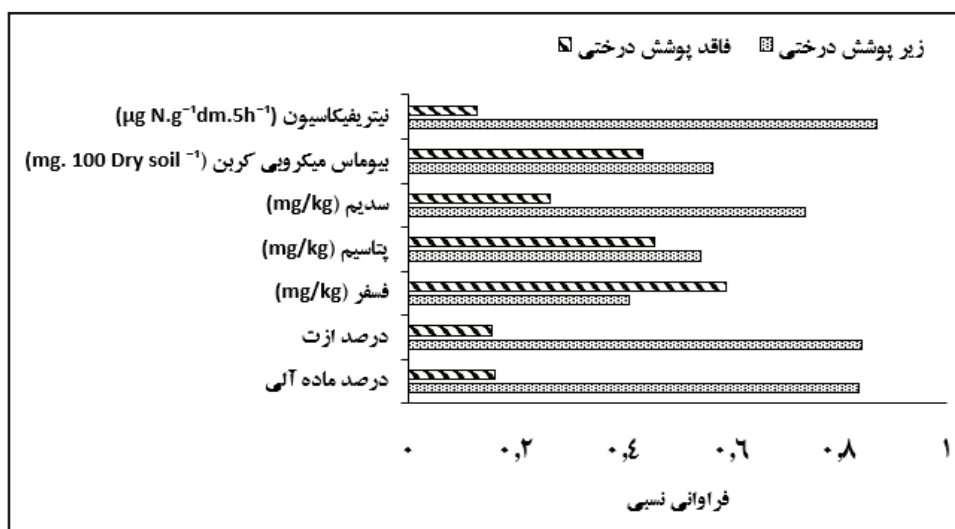
در گذشته، اطراف منابع آبی، درختانی همچون صنوبر، بید، چنار و غیره کاشته می‌شد که علاوه بر تأمین سایه و کاهش تبخیر، به‌عنوان بادشکن عمل کرده و از نفوذ بادهای گرم به باغات و مزارع جلوگیری می‌کردند. درختان غیرمثمري که در حاشیه منابع آبی کاشته می‌شدند نیز نقش مهمی در حفظ زیست‌بوم داشتند. این درختان از فرسایش خاک جلوگیری کرده، اثرات مخرب سیلاب‌ها را کاهش داده و به‌عنوان پناهگاه برای حیات‌وحش عمل می‌کردند. همچنین، وجود این درختان نیاز به استفاده از سموم شیمیایی را کاهش داده و به پایداری زیست‌بوم‌های کشاورزی کمک می‌کرد. با برداشت چوب از این درختان، علاوه بر تأمین بخشی از نیاز جامعه به چوب، درآمد کشاورزان نیز افزایش می‌یافت. این چرخه طبیعی و پایدار، به لطف وجود تنوع زیستی و تعاملات

اگرچه به دلیل شرایط اقلیمی و اداپیکه سخت در منطقه، این توده‌ها تراکم بالایی ندارند اما تأثیرات معنی‌دار مثبتی در حاصلخیزی و حفظ خاک، ایجاد فضای مناسب برای رشد بذور مختلف، ذخیره رطوبت، جذب آفات، ایفای نقش پرستار برای نهال‌های نارس، فراهم کردن زیستگاه مناسب برای حیات وحش و تغذیه آن‌ها از میوه و برگ درختان و تعدیل آب و هوا دارند. چیدمان مکانی این درختان در منطقه حالت کپه‌ای دارد که این

بین موجودات زنده، به مدت طولانی در بسیاری از مناطق کشاورزی برقرار بود. علاوه بر کاشت درختان در اطراف زمین‌های کشاورزی، وجود پوشش گیاهی طبیعی اعم از درختی، درختچه‌ای و علفی در هر منطقه تأثیر بسزایی در حاصلخیزی و ذخیره آب دارد و می‌تواند به توسعه کشاورزی پایدار کمک کند. در جزیره اسلامی واقع در حاشیه دریاچه ارومیه گونه‌های درختی و درختچه‌ای مانند بنه، افدر، سیاه تنگرس و راناس وجود دارد.



شکل ۲- پراکنش مکانی کپه‌ای توده بنه در جزیره اسلامی (استادهاشمی و همکاران، ۱۴۰۳)



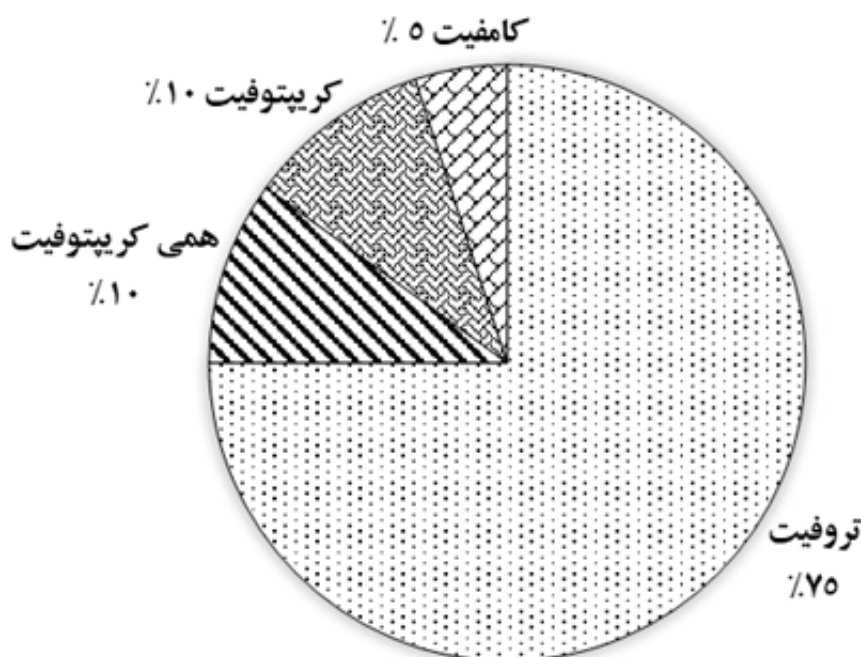
شکل ۳- مقایسه ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک در زیر پوشش درختی بنه و خارج از آن

بسیار مقاوم با ریشه‌های گسترده هستند که همین امر عامل مهمی در حفظ و حاصلخیزی خاک منطقه است.

شکل زیستی گیاهان در هر منطقه نیز شاخصی سریع برای بررسی وضعیت اقلیمی و سلامت آن زیست‌بوم محسوب می‌شود (نداف و همکاران، ۱۳۹۶). غنای پوشش گیاهی علفی در حاشیه دریاچه ارومیه با حضور ۴۱ گونه نشان داده که بیشترین شکل زیستی مربوط به گیاهان یک‌ساله (تروفیت‌ها) با ۷۵ درصد بوده (شکل ۴) و بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی پوشش کف نیز شامل تیره گندمیان^۱، تیره مرکبان^۲ و تیره شب‌بو^۳ می‌باشد. از آنجا که زیست‌بوم‌های طبیعی مانند رویشگاه‌های گیاهی در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک شکننده‌تر و آسیب‌پذیرتر هستند و همچنین زیست‌بوم‌های طبیعی به‌صورت

امر نتیجه عکس‌العمل درختان در مقابله با شرایط محیطی سخت است و با ایجاد چنین حالتی باعث حفظ و حمایت از زادآوری و در دسترس بودن مواد غذایی در خاک و ذخیره آب می‌شوند (شکل ۲) (استادهاشمی و همکاران، ۱۴۰۳).

همچنین درختان با خزان و ریزش برگ بر سطح خاک (لاشبرگ) باعث افزایش حاصلخیزی خاک شده، تخلخل خاک را افزایش داده و در نتیجه توان جذب و نگهداری آب در خاک نیز افزایش می‌یابد. خاک در زیر پوشش درختی، مواد آلی، مواد مغذی و ویژگی‌های زیستی بیشتر و معنی‌داری نسبت به مناطق بدون پوشش گیاهی دارد (شکل ۳) که به دلیل عناصر غذایی حاصل از لاشبرگ و ریشه گسترده درختان است (استادهاشمی و همکاران، ۱۴۰۳). درختان موجود در مناطق با شرایط سخت محیطی عموماً گونه‌های



شکل ۴- شکل زیستی گونه‌های پوشش کف در سایت جزیره اسلامی

1- Poaceae
2- Asteraceae
3- Brassicaceae

پیچیده‌ای به هم مرتبط می‌باشند، هرگونه تغییر و تخریب در هر زیست‌بومی اثرات زیادی بر دیگر زیست‌بوم‌های طبیعی و در نتیجه بر کشاورزی منطقه می‌گذارد. خشک شدن دریاچه ارومیه و تغییرات مشخصه‌های اقلیمی منطقه نشان داده که تراکم گیاهی و تنوع گونه‌ای علفی روند کاهشی پیدا کرده است. با وجود خاک کم‌عمق، صخره‌ای بودن منطقه و بارش کم، پوشش گیاهی طبیعی منطقه می‌تواند کمک بزرگی در حفظ آب و حاصلخیزی خاک باشد (استادهاشمی و همکاران، ۱۴۰۳).

- پرندگان و نقش آن‌ها در تنوع زیستی

درختان با ایجاد زیستگاهی مناسب، نقش مهمی در حمایت از انواع پرندگان، به‌ویژه گونه‌های حشره‌خوار ایفا می‌کنند. پرندگانی مانند دارکوب، سار و قرقی با لانه‌سازی در میان شاخ و برگ این درختان، از حشرات تغذیه کرده و در کنترل جمعیت آفات و حفظ تعادل زیست‌بوم مؤثر هستند. اما تغییرات در روش‌های آبیاری و کاهش منابع آبی، به تخریب این زیستگاه‌ها انجامیده است؛ پیامدی که به افزایش دما، کاهش رطوبت خاک و نابودی زیستگاه‌های جانوری منجر شده است. این شرایط، اثرات مخربی نه تنها بر کشاورزی، بلکه بر کل محیط زیست منطقه به‌جا گذاشته است (محبوب، ۱۳۹۴؛ بهروزی‌راد، ۱۳۹۲). پرندگان علاوه بر تغذیه از حشرات و کاهش آفات، در حفظ تنوع زیستی، تعدیل شرایط آب‌وهوایی و ایجاد میکرو اقلیم‌ها نیز نقش مهمی دارند. همچنین زیستگاه‌های طبیعی درختان، میزبان گونه‌های دیگری از جانوران، شامل دوزیستان، خزندگان، جوندگان، ماهی‌ها و حشرات خاکزی هستند که در پایداری زیست‌بوم سهم بسزایی دارند. در همین راستا، اگرچه لوله‌گذاری و انتقال آب در مناطق شهری برای کاهش هدر رفت آب

ضروری است، اما این اقدام در محیط‌های طبیعی، مانند نهرهای حاشیه باغات، قنات‌ها، چشمه‌ها و آبراهه‌ها، می‌تواند به زیستگاه‌های حیاتی آسیب برساند (Allan, 2004). به‌جای لوله‌گذاری، می‌توان با مرمت و اصلاح کانال‌ها و مسیرهای طبیعی انتقال آب، ضمن بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، حق‌آبه حیات وحش را حفظ کرده و به پایداری زیست‌بوم کمک کرد (عبدی قاضی‌جهانی، ۱۳۹۶). از جمله پیامدهای نادیده گرفتن حق‌آبه حیات وحش و حذف زیستگاه‌های آبی، می‌توان به رفتارهایی نظیر سوراخ کردن لوله‌ها و تیپ‌های نواری آبیاری قطره‌ای توسط پرندگان اشاره کرد. این رفتار ناشی از کمبود منابع آبی طبیعی است که پرندگان را ناچار به استفاده از منابع مصنوعی کرده است (Ghazali & Nordin, 2010).

دریاچه ارومیه، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های فوق‌اشباع از نمک در جهان، میزبان تنوع زیستی غنی و منحصر به فردی است که پرندگان آبی و خشکی نقش قابل توجهی در آن ایفا می‌کنند. این دریاچه که به‌عنوان یکی از ذخیره‌گاه‌های زیست کره توسط یونسکو به رسمیت شناخته شده است، زیستگاه گونه‌هایی مانند فلامینگو، پلیکان سفید و انواع اردک‌ها است. این پرندگان نه تنها شاخص‌های زیستی مهمی برای سلامت زیست‌بوم هستند، بلکه از طریق مهاجرت‌های فصلی به تبادل ژنتیکی میان جمعیت‌ها کمک می‌کنند و چرخه‌های غذایی زیست‌بوم را تقویت می‌نمایند (Djamali et al., 2014). پرندگان آبی، به‌ویژه فلامینگوها، در زیست‌بوم دریاچه ارومیه با تغذیه از آرتمیا اورمیاننا، سخت‌پوستی که در شرایط شوری بالا زنده می‌ماند، نقش کلیدی در تنظیم جمعیت این سخت‌پوست و حفظ تعادل زنجیره غذایی دریاچه ایفا می‌کنند. این پرندگان با کنترل جمعیت آرتمیا به تعادل زیستی دریاچه کمک

می‌کنند. علاوه بر این، پرندگان مهاجر از این دریاچه به عنوان زیستگاهی برای استراحت و تغذیه در مسیر مهاجرت خود استفاده می‌کنند که بر حفظ تنوع ژنتیکی و پایداری جمعیت آن‌ها مؤثر است (Cambridge Core, 2014). با این حال، کاهش سطح آب دریاچه ارومیه به دلیل تغییرات اقلیمی و مداخلات انسانی نظیر ساخت سدها و کاهش ورودی آب، تأثیر منفی بر زیستگاه‌های پرندگان داشته است. این شرایط منجر به کاهش جمعیت گونه‌های وابسته به دریاچه و تغییر در الگوهای مهاجرت آن‌ها شده است. همچنین، خشکی‌های گسترده باعث افزایش گردوغبار نمکی شده که بر سلامت پرندگان و دیگر گونه‌های زیستی تأثیر می‌گذارد (MDPI, 2020).

۲- عوامل تأثیرگذار در کاهش تنوع زیستی

کاهش تنوع زیستی در دریاچه ارومیه نتیجه عوامل متعددی است که ترکیبی از عوامل انسانی و محیطی را شامل می‌شود. Hassanzadeh و همکاران (۲۰۱۲) عوامل مؤثر در کاهش ارتفاع آب ورودی به دریاچه را استفاده بیش از حد از آب‌های جاری و تغییرات اقلیمی حدود ۶۵ درصد، ساخت سد در حوضه حدود ۲۵ درصد و کاهش بارندگی بر سطح دریاچه حدود ۱۰ درصد عنوان کردند، که در نتیجه کاهش تنوع زیستی را نیز به همراه دارد. در ادامه به برخی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در کاهش تنوع زیستی دریاچه اشاره شده است.

- خشکسالی و تغییرات اقلیمی

خشکسالی و تغییرات اقلیمی نقش کلیدی در بحران زیست محیطی حوضه دریاچه ارومیه ایفا کرده‌اند. این منطقه به دلیل موقعیت جغرافیایی خود به تغییرات اقلیمی حساس است و طی چند دهه اخیر، الگوهای بارش تغییر کرده‌اند. کاهش بارندگی‌های سالانه و افزایش دمای هوا باعث

کاهش روان آب‌های سطحی و جریان رودخانه‌های ورودی به دریاچه شده است. این تغییرات نه تنها حجم آب دریاچه را کاهش داده، بلکه شوری آب را نیز افزایش داده‌اند، شرایطی که بسیاری از گونه‌های زیستی قادر به تحمل آن نیستند. به عنوان مثال، آرتمیا، یک گونه کلیدی در چرخه زیستی دریاچه، به دلیل وابستگی به شوری خاص، با کاهش شدید جمعیت مواجه شده است. این مسئله بر زنجیره غذایی و پرندگان مهاجری که به این گونه متکی هستند، تأثیر منفی گذاشته است (نوابی و کرباسی، ۱۴۰۳). علاوه بر این، تغییرات اقلیمی اثرات غیرمستقیم دیگری نیز دارد. این تغییرات الگوی بادهای را نیز دگرگون کرده و باعث ایجاد طوفان‌های نمکی در اطراف دریاچه شده‌اند. طوفان‌های نمکی باعث تخریب اراضی کشاورزی و تهدید سلامت ساکنین منطقه می‌شوند، که در نهایت فشار بر زیست‌بوم‌های طبیعی را افزایش داده است (فرج‌نیا، ۱۴۰۳).

- مدیریت نادرست منابع آب

مدیریت ناکارآمد منابع آبی یکی از مهم‌ترین عوامل انسانی تأثیرگذار در کاهش تنوع زیستی حوضه دریاچه ارومیه است. طی دهه‌های اخیر، برداشت بی‌رویه آب از رودخانه‌های ورودی به دریاچه برای مصارف کشاورزی و صنعتی افزایش یافته است. استفاده از روش‌های سنتی و ناکارآمد آبیاری باعث هدر رفت بخش عمده‌ای از آب شده و جریان‌های ورودی به دریاچه را محدود کرده است. علاوه بر این، حفر هزاران چاه غیرمجاز در حوضه آبریز، فشار اضافی بر منابع زیرزمینی وارد کرده است، که خود منجر به خشک شدن قنات‌ها و کاهش دسترسی به آب در بسیاری از نقاط منطقه شده است (عقلمند و عباسی، ۱۳۹۶). این برداشت‌های بی‌رویه، تغییرات گسترده‌ای را در زیست‌بوم دریاچه ایجاد کرده است. خشک

منطقه برای ادامه حیات به شرایط خاص دریاچه وابسته‌اند. با از بین رفتن این زیستگاه‌ها، گونه‌های گیاهی و جانوری متحمل فشارهای جدی شده و برخی از آنها حتی به مرز انقراض نزدیک شده‌اند. به عنوان مثال، پرندگان مهاجر که در مسیر کوچ خود به دریاچه ارومیه اتکا می‌کردند، اکنون با کاهش شدید منابع غذایی و زیستگاه‌های امن روبه‌رو هستند (فرج‌نیا، ۱۴۰۳). همچنین، نمک‌های باقی‌مانده در بستر خشک‌شده دریاچه با باد به مناطق اطراف منتقل شده و به پوشش گیاهی و خاک‌های کشاورزی آسیب رسانده است. این مسئله فشار بر منابع طبیعی منطقه را افزایش داده و باعث شده که مناطق بیشتری از زیست‌بوم طبیعی حوضه به تدریج تخریب شوند (عقلمند و عباسی، ۱۳۹۶؛ نوابی و کرباسی، ۱۴۰۳).

- آفات و بیماری‌های گیاهی

در قرن بیستم، با توسعه صنعت و فناوری کشاورزی به منظور تأمین غذای جمعیت در حال رشد، تولیدات کشاورزی افزایش یافت، اما این گسترش چالش‌هایی نظیر طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی را به همراه داشت. کشاورزان برای مقابله با این تهدیدات به استفاده از روش‌های شیمیایی روی آوردند، اما مصرف بی‌رویه سموم به افزایش مقاومت آفات انجامید که کنترل آن‌ها را در سال‌های اخیر دشوارتر کرده است (کیانیان و کیانیان، ۱۳۹۲). این مسئله به مشکلات زیست‌محیطی، بهداشتی و اقتصادی منجر شد که نیاز به توسعه مدیریت تلفیقی آفات (IPM)^۱ را برجسته ساخت. این رویکرد، با ترکیب روش‌های زراعی، مکانیکی، فیزیکی، ژنتیکی و زیست‌شناسی، مصرف سموم شیمیایی را کاهش داده و به حفظ تعادل اکولوژیکی و تولید محصولات سالم کمک می‌کند. به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی یعنی استفاده از روش‌های سازگار برای نگهداری

شدن بخش‌هایی از دریاچه باعث از بین رفتن زیستگاه‌های آبی گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی شده است. پرندگان مهاجری که به این زیستگاه‌ها برای تغذیه و استراحت نیاز دارند، در معرض تهدید قرار گرفته‌اند. به طور خاص، کاهش سطح آب و افزایش شوری، زیستگاه‌های طبیعی گونه‌های حساس را تخریب کرده و بسیاری از جمعیت‌های محلی جانوری را به خطر انقراض نزدیک کرده است (فرج‌نیا، ۱۴۰۳؛ نوابی و کرباسی، ۱۴۰۳).

- آلودگی‌های محیطی

ورود پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به حوضه دریاچه یکی دیگر از عوامل تخریب زیست‌بوم‌های طبیعی است. مواد شیمیایی موجود در این پساب‌ها، مانند نترات‌ها و فسفات‌ها، باعث ایجاد پدیده‌هایی مانند غنی‌شدگی آب (یوتروفیکاسیون) شده‌اند. این فرآیند رشد جلبک‌ها را تسریع کرده و به کاهش سطح اکسیژن محلول در آب منجر می‌شود. نتیجه این تغییرات، کاهش زیست‌پذیری دریاچه برای بسیاری از موجودات آبی است. این آلودگی‌ها همچنین کیفیت آب را برای استفاده انسان‌ها و سایر موجودات زنده کاهش داده است (عقلمند و عباسی، ۱۳۹۶). از سوی دیگر، فعالیت‌های صنعتی در اطراف دریاچه، مانند استخراج معادن و تخلیه زباله‌های صنعتی، منبع دیگری برای آلودگی آب محسوب می‌شوند. تجمع فلزات سنگین و مواد سمی دیگر نه تنها زیستگاه‌های طبیعی را تخریب کرده، بلکه سلامت موجودات وابسته به این زیست‌بوم‌ها را نیز به خطر انداخته است. این مشکلات زیست‌محیطی نیازمند نظارت و مدیریت دقیق‌تر هستند (نوابی و کرباسی، ۱۴۰۳).

- از بین رفتن زیستگاه‌ها

خشک شدن بخش‌های وسیعی از دریاچه به طور مستقیم باعث از بین رفتن زیستگاه‌های آبی شده است. بسیاری از گونه‌های بومی این

1-Integrated Pest Management

2-Cirsium

جمعیت آفات در سطوحی زیر سطح آستانه اقتصادی که آسیبی به محیط زیست وارد نسازد (رضایی و ایزدی نجف آبادی، ۱۳۸۸). اجرای موفق مدیریت تلفیقی آفات نیازمند نظارت بر جمعیت آفات، انتخاب ارقام مقاوم و بهره گیری از دشمنان طبیعی است. هرچند این رویکرد به بهبود کیفیت محیط زیست و کاهش هزینه ها کمک می کند، اما چالش هایی نظیر کمبود دانش فنی کشاورزان و مقاومت آن ها در برابر تغییر روش های سنتی را نیز به همراه دارد که با آموزش و حمایت های مالی و فنی قابل رفع است. همکاری دولت، مراکز تحقیقاتی و بخش خصوصی در این زمینه بسیار حائز اهمیت است. تغییرات اقلیمی نیز به افزایش آفات و بیماری ها دامن زده و عواملی چون گرمایش زمین، تغییر کاربری اراضی و استفاده بی رویه از سموم، تعادل زیست بوم ها را مختل کرده است (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۰). برای بهبود شرایط، حفظ تنوع زیستی، احیای زیست بوم ها و استفاده از روش های پایدار، ضروری است. روش هایی چون کاشت درختان بومی، مدیریت صحیح منابع آب و کاهش مصرف سموم شیمیایی به تقویت زیست بوم های مقاوم کمک می کند و آموزش کشاورزان در زمینه اهمیت حفظ محیط زیست نیز در این مسیر مؤثر است. فشار چرای بی رویه و کاهش پوشش گیاهی سبب افزایش فرسایش و رشد گونه های مهاجم مانند سرسیوم^۲ شده و افزایش ضریب آلبدو (متغیری در مطالعات بازتاب سطحی نور) به تشدید اثرات گلخانه ای و افزایش تبخیر آب و تعرق گیاهان منجر می شود (شهبانی و فضلعلی، ۱۴۰۰). این تحولات علاوه بر اثرات منفی بر زیست بوم های طبیعی، به کاهش تولیدات کشاورزی و آسیب به معیشت جوامع محلی نیز می انجامد.

- توسعه صنعتی بی رویه در حوضه دریاچه ارومیه

توسعه صنعتی بی رویه و احداث صنایع آب بر

و آلاینده در حاشیه دریاچه ارومیه، به ویژه در مناطق کشاورزی مانند بناب، آذرشهر و اسکوه، تأثیرات منفی جدی بر تنوع زیستی این منطقه داشته است. صنایع آلاینده مانند پالایشگاه ها، پتروشیمی ها و کارخانه های فولاد و شیشه منجر به انتشار آلاینده های مختلفی نظیر گرد و غبار، گازهای سمی و پساب های صنعتی شده اند. این آلودگی ها علاوه بر تأثیر بر کیفیت هوا و آب، به تخریب خاک، کاهش پوشش گیاهی و از بین رفتن زیستگاه های طبیعی گونه های مختلف جانوری و گیاهی منجر شده است. از دست رفتن دریاچه ارومیه به عنوان بزرگ ترین دریاچه داخلی ایران، نه تنها بر زیست بوم و تنوع زیستی بلکه بر اقلیم و اقتصاد منطقه نیز تأثیرات مخربی داشته است. در دهه های اخیر، توسعه بی رویه شهرها و روستاها و افزایش جمعیت باعث افزایش مصرف منابع طبیعی و فشار بیشتر بر زیست بوم ها شده است. تغییر کاربری اراضی، تبدیل مراتع و باغات به زمین های کشاورزی یا مناطق مسکونی و توسعه بی رویه کشاورزی نیز به کاهش تنوع زیستی و تخریب محیط زیست کمک کرده است. آلودگی ناشی از ورود فاضلاب های شهری و صنعتی به منابع آبی، استفاده نادرست از روش های کشاورزی و عدم بهره گیری از فناوری های نوین آبیاری، مشکلات زیست محیطی منطقه را تشدید کرده است. برای مقابله با این بحران، برنامه ریزی جامع و دقیق برای توسعه صنعتی پایدار، مدیریت بهینه منابع آب و حفاظت از محیط زیست ضروری است (Azimi et al., 2025).

توصیه های آموزشی و ترویجی

بحران زیست محیطی در حوضه دریاچه ارومیه به وضوح نشان دهنده تأثیرات ترکیبی فعالیت های انسانی و تغییرات اقلیمی بر زیست بوم های طبیعی است. تنوع زیستی، که به عنوان نیروی محرک پایداری زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی

عمل می‌کند، اکنون در معرض تهدیدهای جدی قرار گرفته است. کاهش سطح دریاچه، تخریب زیستگاه‌ها و افزایش شوری آب، گونه‌های زیستی منطقه را در مرز انقراض قرار داده و فشار زیادی بر معیشت و امنیت غذایی جوامع محلی وارد کرده است. علاوه بر این، گسترش آلودگی‌ها و روش‌های ناکارآمد مدیریت منابع، شرایط را برای احیای زیست‌بوم پیچیده‌تر کرده است. احیای دریاچه ارومیه و حفاظت از تنوع زیستی نیازمند یک رویکرد جامع و هماهنگ میان دولت، جوامع محلی و نهادهای بین‌المللی است. به منظور دستیابی به مدیریت پایدار زیست‌بوم دریاچه ارومیه و تقویت پوشش تنوع زیستی آن، توصیه‌های زیر برای استفاده کارشناسان، تصمیم‌گیران و جوامع بومی منطقه ارائه می‌گردد:

✓ اجرای سیاست‌هایی برای مدیریت پایدار منابع آب، مانند اصلاح روش‌های آبیاری و کاهش مصرف محصولات پرآب‌بر، می‌تواند نقش مهمی در کاهش فشار بر دریاچه داشته باشد.

✓ در عین حال، توجه به حق‌آبه محیط‌زیستی برای گونه‌های جانوری و گیاهی ضروری است، زیرا این حق‌آبه تضمین‌کننده بقای زیستگاه‌های طبیعی و حفظ تعادل زیست‌بوم است.

✓ پیشنهاد می‌شود توسعه روش‌های کشاورزی پایدار، از جمله استفاده از فناوری‌های کم‌آب‌بر

و اصلاح الگوی کشت، به صورت گسترده مورد توجه قرار گیرد.

✓ همچنین، ترویج کاشت گونه‌های گیاهی بومی مقاوم در حاشیه زمین‌های کشاورزی و مناطق خشک‌شده دریاچه، می‌تواند به کاهش فرسایش خاک، تعدیل دما و ذخیره آب کمک کند.

✓ مرمت قنات‌ها و آبراهه‌های طبیعی نیز اقدامی مؤثر برای بازگرداندن تعادل آبی منطقه است. این اقدامات، در کنار لایروبی منظم و بهبود کیفیت منابع آبی، شرایطی را فراهم می‌کند که تنوع زیستی نه تنها حفظ شود، بلکه بازسازی شود. ✓ به عنوان گامی کلیدی برای موفقیت این تلاش‌ها، باید آگاهی‌بخشی به جوامع محلی درباره اهمیت حفظ تنوع زیستی افزایش یابد و مشارکت فعال آن‌ها در اجرای طرح‌های حفاظت از دریاچه و محیط‌زیست تضمین شود.

✓ برنامه‌های آموزشی و حمایتی، از جمله تشویق کشاورزان به استفاده از مدیریت تلفیقی آفات و کاهش مصرف سموم شیمیایی، می‌تواند به تقویت پایداری زیست‌بوم‌های طبیعی و افزایش بهره‌وری کشاورزی منجر شوند.

در نهایت، احیای دریاچه ارومیه نه تنها به نفع محیط‌زیست محلی است، بلکه پیامدهای مثبتی برای سلامت عمومی و توسعه پایدار منطقه خواهد داشت.

فهرست منابع

۱. استادهاشمی، ر.، فخر رنجبری، ح.، شیخ زاده، ج.، عبدی قاضی جهانی، ا.، چاخارلو، س.، حکیمی، م. و محمدی، م. (۱۴۰۳). گزارش نهایی جامع سنجش و پایش پوشش گیاهی، خاک و ساختار توده‌های جنگلی ایران و تورانی در استان آذربایجان شرقی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران، شماره فروست ۶۹۰۶۳، مورخ ۱۴۰۴/۱۲/۱۷.
۲. برزگر قاضی، ا. و عبدی قاضی جهانی، ا. (۱۳۸۰). بنه یک گونه سازگار در مناطق نیمه خشک تبریز. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بنه. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان فارس.
۳. بلوردی، س. (۱۳۹۸). ایجاد تعادل بین حفظ تنوع زیستی و رفاه انسان. نخستین کنفرانس ملی محیط‌زیست سالم و توسعه پایدار در پرتو حقوق شهروندی، چالش‌ها و راهبردها. شیراز. <https://civilica.com/doc/1147359>.
۴. بهروزی‌راد، ب. (۱۳۹۲). مقایسه تغییرات تعداد گونه و جمعیت پرندگان جوجه‌آور دریاچه ارومیه در دو سال ۱۳۶۰ و ۱۳۹۰. نشریه علمی پژوهش‌های محیط زیست، ۴(۸): ۱۹۵-۲۰۴.

۵. دهقانی سانج، ح.، میرلطفی، م.، و طایفه رضائی، ح. (۱۳۹۹). شناسایی تکنیک های مؤثر بر کاهش آب ورودی به مزرعه و بهره‌وری آب کشاورزی (در حوضه آبریز دریاچه ارومیه). تهران، انتشارات دفتر طرح حفاظت از تالابهای ایران.
۶. رضایی، و. و ایزدی نجف آبادی. (۱۳۸۸). اصول قرنطینه و بهداشت، تهران. پیک ادبیات، ۳۵۲ صفحه.
۷. ریحانی، م.، سلطانی، ع.، اسلامیان، س. و ریحانی، ا. (۱۳۹۳). سهم تأثیر تغییر اقلیم و عوامل انسانی در خشک شدن دریاچه ارومیه. چهارمین کنفرانس بین‌المللی چالش‌های زیست‌محیطی و گاهشناسی درختی. ساری. <https://civilica.com/doc/788402>.
۸. سیاح مفصلی، ا. و سادات رحمتی، ف. (۱۳۹۶). الگوسازی مشارکت جوامع محلی در احیای دریاچه ارومیه از طریق استقرار کشاورزی پایدار. انتشارات مهرصادق، تهران.
۹. شهبانی، ز. و فضلعلی، س. (۱۴۰۰). تغییر اقلیم و تأثیر آن بر جوامع گیاهی. چهارمین همایش ملی راهکارهای پیش روی بحران آب در ایران و خاورمیانه. تهران. <https://civilica.com/doc/1467420>.
۱۰. صفاری، ن. و ضرغامی، م. (۱۳۹۲). تخصیص بهینه منابع آب سطحی حوضه دریاچه ارومیه به استانهای ذینفع با روش‌های تصمیم‌گیری فاصله محور. نشریه دانش آب و خاک، ۲۳ (۱): ۱۴۹-۱۳۵.
۱۱. عباسپور، م.، عابدی، ز.، وفایی نژاد، ع.، طباطبایی یزدی، ر. و شریعتمداری، آ. (۱۳۹۴). بررسی مدل DPSIR بر اکوسیستم دریاچه ارومیه. مجموعه مقالات دومین همایش یافته‌های نوین در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی، تهران، ۱۰-۱۱.
۱۲. عبدی قاضی جهانی، ا. (۱۳۹۵). حفظ و تقویت تنوع میزبان‌های طبیعی (کشت بید، زبان گنجشک، چنار، افرا، نارون و صنوبر) بهترین روش کنترل بیولوژیکی کرم خراط. مجله ترویجی یاشیللیق، ۸ (۲): ۱۱-۱۰.
۱۳. عبدی قاضی جهانی، ا. (۱۳۹۶). نگرشی نو بر حفظ، تقویت و ترویج تنوع زیستی ضامن بقای کشاورزی و زیست‌بوم‌های پایدار. تالار ترویج کشاورزی.
۱۴. عقلمند، ر. و عباسی، ع. (۱۳۹۶). دریاچه ارومیه: چالش‌های زیست محیطی و راهکارهای کاهش اثرات آن. چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران.
۱۵. فناحی، م. (۱۳۷۴). اکولوژی پسته وحشی، مجموعه مقالات اولین سمینار ملی بنه. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان ایلام، وزارت جهاد سازندگی، معاونت آموزش و تحقیقات. ۴۰-۳۲.
۱۶. فرج‌نیا، ر. (۱۴۰۳). چالش‌های زیست محیطی ناشی از کاهش سطح آب دریاچه ارومیه و راهکارهای احیاء مجدد. اولین همایش ملی توسعه پایدار حوضه آبریز دریاچه ارومیه، تبریز.
۱۷. فنی، ز. (۱۳۹۶). بررسی اثرات خشکی دریاچه ارومیه بر آسیب‌پذیری محیط زیست طبیعی و انسانی ناحیه پیرامون. مجله علمی محیط زیست و توسعه فرا بخشی، ۲ (۵۸): ۱۶-۱.
۱۸. قاسمی، ن.، راحلی، ح.، کوهستانی، ح. و کاظمیه، ف. (۱۴۰۰). دلیل تغییر کاربری غیرمجاز اراضی کشاورزی در استان آذربایجان شرقی با استفاده از تئوری داده بنیاد. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲ (۳۱): ۳۳۸-۳۱۷.
۱۹. کیانیان، ه. و کیانیان، م. (۱۳۹۲). کشاورزی و عناصر سنگین عاملی برای آلودگی خاک. مجموعه مقالات همایش ملی آلاینده‌های کشاورزی و سلامت غذایی، چالش‌ها و راهکارها. انتشارات دانشگاه رامین خوزستان.
۲۰. لیث، ن.، رستمی، ف. و علی بیگی، ا. ح. (۱۴۰۰). تحلیل ادراک کشاورزان حوضه آبریز دریاچه ارومیه از خشکسالی و اثرات آن (مورد مطالعه: شهرستان میاندوآب). مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۳ (۳): ۹۷۶-۹۵۷.
۲۱. محجوب، س. م. (۱۳۹۴). پرندگان مهم زیان‌آور در کشاورزی و دستورالعمل فنی اجرایی مبارزه با آنها. نشریه مدیریت

هماهنگی ترویج کشاورزی کرمانشاه.

۲۲. مرکز تحقیقات آرتمیای کشور. (۱۳۹۵). وضعیت آبی و زیستی دریاچه ارومیه.
۲۳. نداف، م.، اجتهادی، ح.، مصداقی، م. و فرزام، محمد. (۱۳۹۶). معرفی فلور، شکل زیستی و پراکندگی جغرافیایی گونه‌های گیاهی منطقه جوزک - چمن‌بید، استان خراسان شمالی، ایران. علوم زیستی گیاهی، ۹(۲): ۸۸-۶۹.
۲۴. نوایی، آ. و کرباسی، ف. (۱۴۰۳). بحران آب و تنوع زیستی دریاچه ارومیه. ششمین همایش ملی تنوع زیستی و محیط زیست، ارومیه.
۲۵. نیکوبخت، ش.، آذرآفزا، م.، مختاری، م. و مهرنهاد، ح. (۱۳۹۲). اثرات مخرب خشک شدن دریاچه ارومیه بر تنوع زیستی و ارائه راهکارهای حفاظتی. اولین همایش حفاظت از تالاب‌ها و زیست‌بوم‌های آبی. همدان. <https://civilica.com/doc/207610>.
26. Allan, J.D. (2004). Streams, rivers, and wetlands. In: Levene, M.A., Scott, J.M., and Parrish, J.T. (Eds.), *Saving Nature's Legacy. Protecting and Restoring Biodiversity*. Island Press.
27. Azimi, M., Saberi-Pirooz, R., Piri, K., Abdoli, A., & Ahmadzadeh, F. (2025). Urban parks affect soil macroinvertebrate communities: The case of Tehran, Iran. *Journal of Environmental Management*, 373, 123871.
28. Cambridge Core. (2014). The drying of Lake Urmia and its consequences for waterbird assemblages. Bird Conservation International.
29. Djamali, M., De los Rios, P., & Wink, M. (2014). Biodiversity of the hypersaline Urmia Lake National Park (NW Iran). *Diversity*, 6(1): 102-132.
30. Ghazali, N.A., & Nordin, A. (2010). Human impacts on water resources and its effects on wetland bird diversity in Peninsular Malaysia. *Wetlands Ecology and Management*, 18(3): 237-246.
31. Hassanzadeh, E., Zarghami, M., & Hassanzadeh, Y. (2012). Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management*, 26(1): 129-145.
32. Kamali, S., & Akbari, M. (2022). The role of biodiversity in sustainable agriculture in the Urmia basin. *Iranian Journal of Environmental Studies*, 45(3): 245-259.
33. MDPI. (2020). Environmental impacts on Lake Urmia biodiversity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
34. United Nations Development Programme (UNDP). (2023). Community-based approaches for Lake Urmia restoration. Retrieved from <https://www.ir.undp.org>.
35. Vafa, S. (2023). The crisis of drought in Lake Urmia: An environmental disaster. Peace-Mark Foundation. Retrieved from, <https://www.peace-mark.org>.
36. Zarghami, M. (2010). Urban water management using fuzzy-probabilistic multi-objective programming with dynamic efficiency. *Water Resources Management*, 24(15): 4491-4504.
37. www.earthwatchers.org