نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷.
صفحات ۱۵ تا ۳۲

تحلیل فضایی آسیب‌پذیری محیطی در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه

ابوالفضل قنبری[1]، دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز، ایران
احسان پاشانژاد سیلاب، کارشناسی ارشد برنامه ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

دریافت مقاله :۹۶/۰۸/۱۵ پذیرش نهایی: ۳۱ /۰۳/ ۹۷

چکیده

محیط زیست، توسعه و پایداری سه مفهوم و نگرانی اصلی جهانی در مدیریت فضای زیست انسان در سطوح مختلف فضایی است. آسیب پذیری محیطی و رویکرد ارزیابی آن، چارچوب ارزیابی جامعی از سیستم‌ها با منابعی است که تحت تاثیر شرایط طبیعی و همچنین در معرض آسیب‌پذیری ناشی از فعالیت‌های انسان قرار گرفته است. بر همین اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر ارایه چارچوبی جامع و بدیع از آسیب‌پذیری محیطی در سطح پژوهش‌های کشور با تلفیق تکنیک‌ها و داده‌های فضایی است. جهت سنجش وضعیت آسیب‌پذیری محیطی منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه(شامل ۸ شهرستان) با توجه به نقش آن در استان به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردید. روش تحقیق پژوهش حاضر تحلیلی-توصیفی و ماهیت هدف آن در نظام برنامه‌ریزی بویژه در زمینه تقلیل اثرات آسیب‌پذیری محیطی و ارتقاء تاب‌آوری جوامع محلی از نوع کاربردی – توسعه‌ای است. در این مطالعه، در مجموع ۱۸ معیار در چهار شاخص یا ۴ گروه آسیب پذیری ناشی از مخاطرات محیطی، آسیب‌های ناشی از شرایط محیطی، آسیب پذیری انسان-منشاء و در نهایت آسیب‌های ناشی از عوامل آب و هوایی تعیین گردید. در ادامه با تلفیق و ادغام شاخص‌های قبلی، شاخص کلی آسیب‌پذیری محیطی(EVI) در منطقه مورد مطالعه ارایه گردید. نتایج بدست آمده از شاخص‌ها در ۶ طبقه آسیب‌پذیری طبقه بندی گردید که طبقه بندی وضعیت نهایی آسیب‌پذیری حاکی از پوشش بیش از ۵۰ درصد مساحت منطقه در طبقات آسیب پذیری زیاد و خیلی زیاد می‌باشد. در نهایت به منظور برنامه‌ریزی و حفاظت محیطی، نتایج بدست آمده در قالب ۴ منطقه آسیب پذیری بحرانی(٪۳۳)، مناطق حاشیه بحرانی(٪۳۱)، مناطق گذر(٪۲۰) و مناطق با رویکرد حفاظت(٪۲۶) شناسایی و منطقه بندی گردید.

واژگان کلیدی: شاخص آسیب پذیری محیطی، برنامه‌ریزی محیطی، سنجش فضایی، منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه.

[1] - نویسنده مسئول: Email: a_ghanbari@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

مقدمه

ارزیابی آسیب پذیری محیطی یکی از مراحل مهم و حیاتی برای مدیریت منابع و محیط زیست می‌باشد. تحول و تکوین رویکردهای نوین در ارزیابی و حفاظت محیط زیست منجر به ارایه مفهومی جدید از آسیب پذیری محیطی را با تمرکز بر تحلیل‌های آسیب پذیری گردیده است (Wang et al, ۲۰۰۸; Weston ۲۰۰٤). به طوری که مفهوم آسیب پذیری در چارچوب سیستم‌های بهم پیوسته محیطی-انسانی به کانون تمرکز گفتمان پژوهش‌های حوزه پایداری تبدیل گشته است(Billie L Turner et al, ۲۰۰۳) علاوه براین، ارزیابی آسیب پذیری محیطی-اکولوژیکی ناشی از اختلال مستمر انسان در فرآیندهای طبیعی و محیطی توجه زیادی را در ادبیات جهان بویژه در زمینه تغییرات آب و هوایی به خود اختصاص داده است (Fraser, et al, ۲۰۱۱; Füssel and Klein ۲۰۰٦; De Lange, et al, ۲۰۱۰). واژه آسیب پذیری در رویکردهای مختلف و رشته‌های گوناگون از علم پزشکی تا فقر و ادبیات توسعه و پایداری طنین انداز شده است. اما در مطالعات اکولوژیکی-محیطی، مفهوم آسیب پذیری اغلب ناشی از رویکرد علوم اجتماعی آن می‌باشد. در این میان هنوز در بین مستندات علمی اتفاق نظر کلی بر چگونگی تعریف رویکرد آسیب پذیری در فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیست ارایه نگردیده است (Kværner, Swensen and Erikstad ۲۰۰٦; Si-Yuan, Jing-Shi and Cun-Jian, ۲۰۰۸). با این حال، مفهوم آسیب پذیری اغلب با واژه تاب‌آوری همراه بوده است، اگرچه تاب آوری بار معنایی مثبت را به همراه داشته اما مفهوم آسیب پذیری بیشتر نمایان حساسیت در برابر تهدید و یا خطری است که یک سیستم در معرض آن قرار گرفته است (W Neil Adger, ۲۰۰٦). بنابراین، آسیب پذیری محیطی بیشتر نشان دهنده خطرات آسیب در محیط زیست طبیعی است. در واقع، آسیب‌هایی که شامل اکوسیستم، جمعیت و فرآیندهای فیزیکی و بیوفیزیکی را ناشی از فعالیت‌های انسانی تحت تاثیر قرار داده‌اند (Kaly, Pratt and Howorth, ۲۰۰۲).

محیط زیست، توسعه و پایداری سه مفهوم و نگرانی اصلی جهانی در مدیریت فضای زیست انسان در سطوح مختلف فضایی است. با توجه به افزایش تقاضا و نیازمندی بیشتر برای استفاده از منابع، محیط زیست زمین بیشتر در معرض خطر قرار گرفته است (Nandy et al, ۲۰۱۵). مفهوم آسیب پذیری را می‌توان با استفاده از واژه‌هایی همانند در معرض خطر قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری از سیستم‌ها عنوان کرد. اما آسیب پذیری محیطی و رویکرد ارزیابی آن، چارچوب ارزیابی جامعی از سیستم‌ها با منابعی است که تحت تاثیر شرایط طبیعی و همچنین در معرض آسیب پذیری ناشی از فعالیت‌های انسان قرار گرفته است (Zhewen et al, ۲۰۰۹).

مرور ادبیات حوزه آسیب پذیری نشان‌دهنده کاربردی طیف وسیعی از پژوهش‌های علمی در قالب ساختاربندی تبیین روابط بین آسیب پذیری افراد و مکان‌ها ناشی از فرآیندهای محیطی و اجتماعی است (W Neil Adger, Kelly, and Ninh ۲۰۱۲; Cutter, Mitchell, and Scott ۲۰۰۰; Billie Lee Turner, et al, ۲۰۰۳). بر همین مبنا، موضوع آسیب‌پذیری مخصوصاً در رویکرد محیطی آن ناشی از فشار نیروهای داخلی و خارجی از یک سیستم و یا آسیب پذیری اکوسیستمی، در حال حاضر به یک رویکرد و موضوع فعال پژوهشی تبدیل گشته است(Nandy, et al, ۲۰۱۵). نتایج اخیر در کاربست رویکرد آسیب پذیری، آن را همانند پدیده‌ای همراه با حلقه‌ای از مخاطرات عنوان می‌کند، بنابراین زمانی که مخاطره‌ای نباشد از این رو آسیب‌پذیری نیز وجود نخواهد داشت (Gallopín, ۲۰۰٦). از آنجایی که توانایی یک سیستم خاص برای مقابله با تنش‌های بالقوه یا فشارهای مورد نیاز برای یک آستانه اکولوژیکی؛ در عبور از یک زمان و فضای مشخص شده

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

به طور دقیق امکان پذیر نیست، لذا ارزیابی آسیب‌پذیری محیطی را از یک اکوسیستم، منطقه یا یک کشور پیچیده می‌نماید (Skondras et al. ۲۰۱۱).

سنجش و ارزیابی آسیب پذیری محیطی-اکولوژیکی با هدف شناسایی آسیب پذیری وضع موجود مناطق با رویکرد کمی و کیفی که در بازیابی اکولوژیکی و مدیریت جامعه یکی از گام‌های ضروری است موجب درک بهتر از وضع موجود و همچنین ارزیابی موثر از سنجه‌های برنامه ریزی شده را فراهم می‌آورد (W N Adger ۲۰۰۰; Tran and Shaw ۲۰۰۷; Wang (et al. ۲۰۰۸. تبیین آسیب پذیری محیطی-اکولوژیکی از منظر و رویکرد تحلیل فضایی در سطحی وسیع و منطقه‌ای یکی از اقدامات اساسی سیاست‌گذاری و تصمیم گیری در تدوین استراتژی‌های مقدم به منظور اجرای حفاظت اکولوژیکی و محیطی است (Kelly and Adger, ۲۰۰۰). مطالعه پیشینه پژوهش در حوزه آسیب پذیری به طور کلی و رویکرد ارزیابی آسیب پذیری محیطی به طور خاص، بنیان‌های نظری را در مطالعات پیشین و در ارتباط با سیستم‌های طبیعی-انسانی در این زمینه را مشخص ساخته(W Neil Adger ۲۰۰۶; Eakin and Luers ۲۰۰۶; Luers ۲۰۰۵; Billie Lee Turner, et al, ۲۰۰۳) و منجر به ارایه نمونه‌های تجربی مختلف با اهداف گوناگون و به تبع آن کاربست روش‌های کمی مختلفی را شده است. به طوری که با طبقه بندی پژوهش‌های صورت گرفته نسبت به روش مورد استفاده در آنها می‌توان به مواردی از این قبیل اشاره نمود: ارزیابی آسیب پذیری با مدلسازی ریاضیاتی (Wilson, Newton, et al. ۲۰۰۵،) ارزیابی آسیب پذیری محیطی در سطح منطقه‌ای توسط (Wang et al. ۲۰۰۸)، آسیب پذیری محیطی با رویکرد برنامه ریزی و حفاظت از محیط زیست در پژوهش‌هایی از جمله(Nguyen et al, ۲۰۱۶; Villa and McLEOD ۲۰۰۲; Wilson, Pressey, et al. ۲۰۰۵،) ارزیابی آسیب پذیری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در پژوهش‌هایی همانند (Liu et al, ۲۰۱۶; Wang et al, ۲۰۰۸) مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. با مرور رهیافت‌های نظری و تجربی انجام شده در میان تحقیقات حوزه آسیب پذیری، و پهنه‌بندی توزیع آسیب پذیری از نقطه نظر مفاهیم اصلی آن همانند حساسیت، در معرض قرار گیری و ظرفیت سازگاری با تغییرات و یا به لحاظ پیامدها و اثرات آن، فرآیند ارزیابی، نمایش، پایش و نظارت بر تغییرات ایجاد شده در سیستم‌های طبیعی-انسانی از منظر آسیب پذیری کانون توجه بسیاری از پژوهشگران جامعه علمی و حتی سیاست‌گذاران حوزه برنامه ریزی حفاظت محیط زیست قرار گرفته است (Eakin and Luers (۲۰۰۶.

رویکرد آسیب پذیری و سنجش آسیب‌های ناشی از عوامل محیطی در ادبیات داخل کشور نیز مورد توجه قرار گرفته است. به طور مثال شریف‌زادگان و فتحی(۱۳۸۴)، در پژوهشی با استفاده از روش سلسله مراتبی آسیب پذیری زیست محیطی را با رویکرد برنامه ریزی منطقه ای در حوزه های سه گانه البرز مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بدست آمده از این پژوهش امکان ارزیابی و سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی منطقه‌ای و استراتژیک را برای به حداقل رساندن آسیب‌پذیری محیطی در اثر انجام طرح‌های توسعه فراهم ساخت و تعادل بین طرح‌های توسعه و محیط زیست در محدوده مطالعاتی تعیین و امکان‌پذیر گردید. شمسی پور و شیخی (۱۳۸۹)، آسیب پذیری را با تلفیق روش طبقه بندی فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی با تاکید بر پهنه بندی مناطق حساس در ناحیه غرب فارس مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بدست آمده در این مطالعه در مرحله نخست نشان‌دهنده بالاترین میزان خطر و آسیب به ترتیب ناشی از زمین لرزه، سیلاب و حرکات دامنه‌ای است. علاوه بر این، نواحی کوهستانی مورد بررسی در این پژوهش نسبت به دشت‌های مسطح و کم عارضه از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند. دهشور و همکاران(۱۳۹۳)، در مقاله‌ای روش‌های نوین تعیین آسیب پذیری و تنش‌هایی که منجر به آسیب پذیری در محیط‌های طبیعی را می‌گردد، مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش بیان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

می‌دارد که در بین منابع حساسیت در قسمت اکولوژیک، معیار بکر بودن(طبیعی بودن) و در قسمت غیر اکولوژیک معیار اقتصادی بیشترین درصد فراوانی را داشته است. صادقی و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی آسیب پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات محیطی به صورت مطالعه موردی در استان خوزستان بررسی کرده‌اند و با استفاده از تلفیق منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، سناریوهای آسیب پذیری در این منطقه را مشخص نمودند. یافته‌های این پژوهش بیانگر این است که استان خوزستان به انجام پژوهش‌های بیشتری در حوزه اولویت بندی آسیب پذیری نیازمند است. نعمت‌الهی و همکاران(۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای دیگر به ارزیابی آسیب پذیری زیست محیطی در مواجه با آشفتگی‌های انسانی و طبیعی(مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده عباس آباد استان اصفهان) پرداخته‌اند. روش پژوهش تلفیق و ترکیبی از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. معیارهای مورد استفاده در این تحقق شامل دو گروه اصلی بیوفیزیک و آشفتگی‌ها بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش ۱۷ درصد از منطقه به شدت آسیب پذیر می‌باشد که در نواحی شمالی و شرقی و ۱۵ درصد از منطقه از آسیب پذیری بسیار پایین برخوردار می‌باشد که در نواحی مرکزی جای گرفته است.

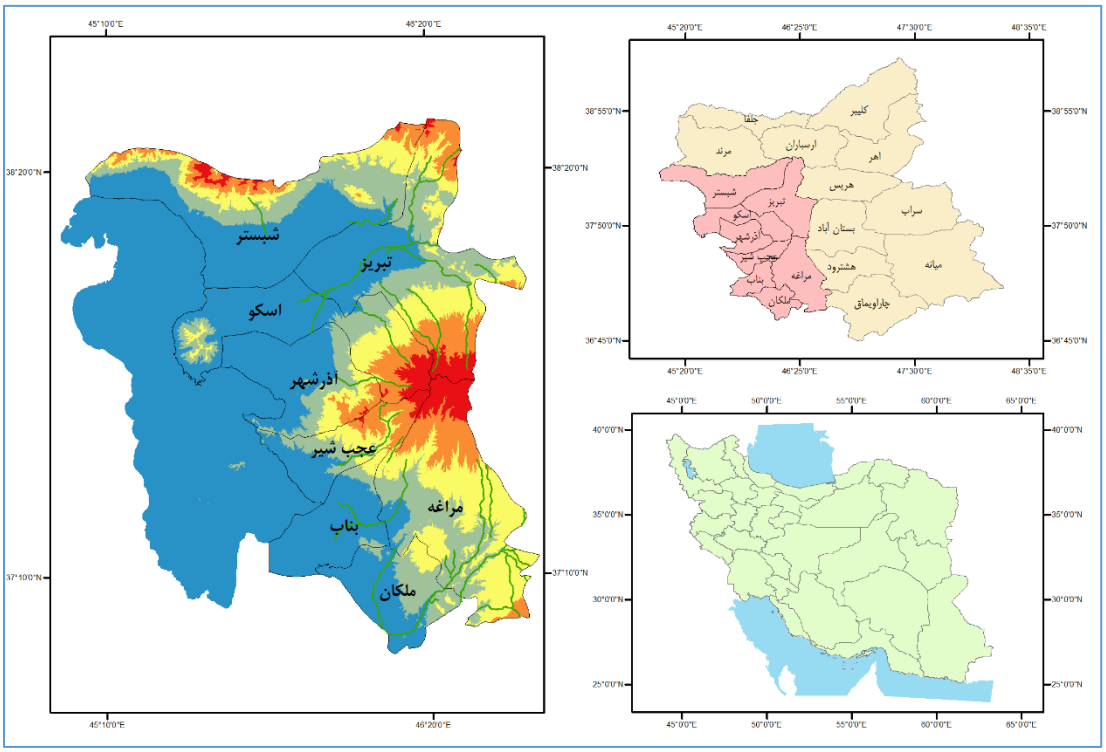
در این مطالعه به منظور بررسی وضعیت آسیب پذیری محیطی، منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه به دلیل تغییرات محیطی ایجاد شده و سایر تهدیدهای تغییرات محیطی که در ادامه مقاله بدان پرداخته می‌شود، به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردید. منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان‌شرقی یکی از محورهای مهم و حیاتی توسعه یافته در سطح استان می‌باشد. اما طی سال‌های اخیر فشارهای حاصل از توسعه فعالیت‌های صنعتی در امتداد محل استقرار شهرهای این ناحیه بویژه در محدوده کلان‌شهر تبریز به سوی شهرستان بناب تا مراغه اثرات مخربی را بر محیط زیست این منطقه داشته است. افزون بر این، وقوع بحران خشک شدن دریاچه ارومیه به طور مستقیم و غیر مستقیم محیط زیست و زندگی گونه‌های مختلف انسانی و حیات وحش این محدوده را تحت الشعاع قرار داده است. لذا، در این پژوهش در گام نخست اقدام به سنجش آسیب پذیری محیطی با کاربست تکنیک‌های تحلیل فضایی گردید و سپس با توجه به نتایج بدست آمده از فرایند ارزیابی آسیب پذیری محیطی و اولویت‌های حفاظت محیط زیست در نظام برنامه ریزی محلی، راهکارهای مناسب جهت برنامه ریزی در سطح منطقه‌ای ارایه شده است. بر همین اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر؛ شناسایی پهنه‌های آسیب پذیری محیطی به منظور برنامه ریزی حفاظت محیط زیست و مدیریت تغییرات ایجاد شده در سطح منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه می‌باشد. لذا، پرسش بنیادین پژوهش بر این اساس است که مهم‌ترین نیروهای ایجاد تغییرات محیطی و به تبع آن آسیب‌پذیری محیطی در منطقه مورد مطالعه کدامند؟ و میزان آسیب پذیری محیطی به چه شکلی می‌باشد؟

داده ها و روش کار

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش شامل ۸ شهرستان آذرشهر، اسکو، بناب، تبریز، شبستر، عجب شیر، ملکان و مراغه در بخش شرقی دریاچه ارومیه می باشد (شکل شماره ۱). طبق منطقه‌بندی مطالعات پایه آمایش سرزمین استان آذربایجان شرقی، منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه به عنوان یکی از مناطق همگن از نظر اقتصادی-اجتماعی و ویژگی-های طبیعی مشخص گردیده است. همچنین این منطقه به عنوان محرک اصلی توسعه در بخش‌های مختلف اقتصادی، صنعتی و کشاورزی در سطح استان می‌باشد و به عنوان پل ارتباطی منطقه شمال غرب کشور با سایر استان‌های همجوار و حتی در سطح بین المللی دارای نقش مهمی می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]



شکل ۱: موقعیت محدوده مطالعاتی در کشور و استان

به طور کلی روش شناسی این پژوهش از نظر روش جز پژوهش‌های توصیفی- تحلیلی و از نظر ماهیتِ نوع تحقیق در گروه پژوهش‌های کاربردی – توسعه‌ای جای می‌گیرد. ارزیابی آسیب پذیری نتیجه فرآیندهای پیچیده‌ای است که شاخص‌ها و فاکتورهای متعددی در آن دخیل هستند. بر همین اساس، با توجه به وضعیت منطقه مورد مطالعه از یک طرف به عنوان یکی از محورهای مهم و حیاتی استان و از طرفی تغییرات محیطی ایجاد شده در طی سال‌های اخیر بویژه؛ خشک شدن دریاچه ارومیه، به طور کلی ارزیابی آسیب پذیری محیطی به منظور تدوین سیاست‌های مقابله با تغییرات و افزایش ظرفیت سازگاری جوامع محلی در برابر شرایط بوقوع آمده یکی از اولویت‌ها و ضرورت‌های نظام برنامه ریزی محلی و به طور ویژه در حوزه حفاظت محیط زیست می‌باشد. جهت سنجش یکپارچه با الگویی جامع از آسیب پذیری در این مطالعه تعداد ۱۸ معیار در چهار شاخص کلی که تبیین کننده نیرو محرکه‌های اصلی ایجاد آسیب پذیری در سطح منطقه مورد مطالعه هستند، انتخاب گردید. شایان ذکر است که نحوه انتخاب معیارها با توجه به ویژگی‌ها و آسیب های محیطی در منطقه مورد مطالعه با رهنمودهای مبانی نظری در زمینه ارزیابی آسیب پذیری و همچنین با توجه در دسترس بودن اطلاعات مربوطه صورت گرفته است. بر همین اساس جهت تولید لایه های اطلاعاتی از طیف وسیعی از منابع اطلاعاتی و داده استفاده شده است که به شرح زیر است:

- داده‌های سنجش از دور: تصاویر ماهواره لندست ۸ در تاریخ‌های هشتم و هفدهم ماه آگوست سال ۲۰۱۵ در سه فریم از سایت زمین شناسی امریکا دانلود گردید(www.earthexplorer.usgs.gov)؛
- لایه های اطلاعاتی و بانک اطلاعاتی سازمان حفاظت محیط زیست استان آذربایجان‌شرقی؛
- گزارش‌ها و اطلاعات حاصل از ستاد احیای دریاچه ارومیه؛
- سالنامه آماری سال ۱۳۹۰ استان آذربایجان شرقی و آبادی‌های کشور.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

مدل تحلیلی پژوهش و فرآیند انجام کار در پژوهش حاضر در قالب شکل شماره ۲ مشاهده می‌گردد. با توجه به کاربرد تصاویر ماهواره در این مطالعه و با عنایت بر ماهیت روش شناسی کاربرد داده‌های سنجش از دور جهت تحلیل تصاویر ماهواره در استخراج شاخص‌ها ابتدا تصحیحات اتمفسریک صورت گرفته است. سپس با استفاده از نرم افزار ENVI شاخص‌های مورد استفاده استخراج گردیده است (جدول شماره ۱ روابط شاخص‌های بخش سنجش از دور را بیان می‌دارد). علاوه بر این همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود یکی از مهم‌ترین معیارهای مربوط به تعیین آسیب پذیری در بخش آب و هوایی، دمای سطح زمین (LST) می‌باشد. بر همین اساس فرایند استخراج این شاخص در زیر عنوان شده است:

دمای سطح زمین (LST): برای محاسبه دمای سطح زمین از باند حرارتی سنجنده TIRS از لندست ۸(باندهای ۱۰ و ۱۱)استفاده شده است. فرایند انجام و استخراج این شاخص متناسب با راهنمای ذکر شده در سایت USGS بوده است. به این ترتیب ابتدا ارزش‌های خام تصاویر به رادیانس تبدیل شده سپس دمای روشنایی برآورد گردیده است. تبدیل ارزش‌های خام به رادیانس مطابق با استفاده از رابطه ۱ بدست آمده است.

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_l$$ رابطه ۱

در رابطه بالا(۱)، L_λ برابر است با رادیانس طیفی در بالای اتمسفر$(watts/m^۲ \times srad \times \mu m)$، M_L ضریب تبدیل ضربی، Q_{cal} ارزش پیکسل در باند ۱۰ و ۱۱ و A_l ضریب تبدیل تجمیع کننده است. ضرایب M_L و A_l مطابق با جدول شماره ۱ می باشد.

جدول ۱: فاکتور تغییر مقیاس برای باندهای ۱۰ و ۱۱ در سنجنده TIRS

ضریب کالیبراسیون	۱۰ باند M_L	۱۰ باند A_l	۱۱ باند M_L	۱۱ باند A_l
	۰/۰۰۰۳۲۴	۰/۱	۰/۰۰۰۳۴۲	۰/۱

در ادامه جهت تبدیل مقادیر رادیانس به دمای روشنایی ماهواره از رابطه ۲ استفاده شده است.

$$T = \frac{K_۲}{\ln\left(\frac{K_۱}{L_\lambda} + ۱\right)}$$ رابطه ۲

در رابطه ۲، T دمای موثر درخشندگی در سنجنده بر حسب کلوین، $K_۲$ ضریب کالیبراسیون ۲ بر حسب کلوین، $K_۱$ ضریب کالیبراسیون ۱ بر حسب $[W/(m^۲\ sr\ \mu m)]$ و L_λ رادیانس طیفی در سنجنده است. ضرایب K۱ و K۲ بر اساس جدول ۲ و با استفاده از فایل متادیتای تصاویر است.

جدول ۲: ضرایب کارلیبراسیون باندهای حرارتی سنجنده TIRS

ضریب سنجنده	K_1 $[W/(m^2\ sr\ \mu m)]$	K کلوین
باند ۱۰	۷۷۴/۸۸۵۳	۱۳۲۱/۰۷۸۹
باند ۱۱	۴۸۰/۸۸۸۳	۱۲۰۱/۱۴۴۲

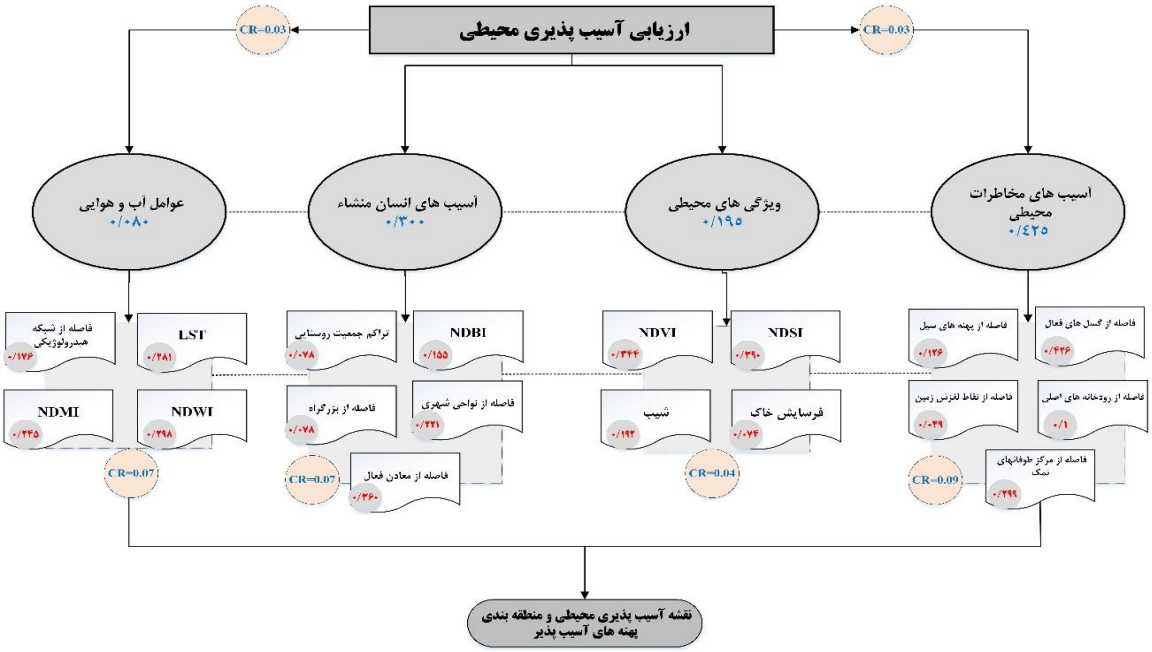
شیوه وزن دهی معیارها

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

همان طور که در بخش پیشین توضیح داده شد نحوه انتخاب شاخص‌های سنجش آسیب پذیری در گام نخست بر مبنای رهنمودهای ادبیات این حوزه و مطالعات تجربی صورت گرفته در طی سالیان اخیر مشخص گردیده است. علاوه براین شایان ذکر است با عنایت بر هدف اصلی پژوهش که در صدد ارائه چارچوبی نوین و جامع به منظور ارزیابی وضعیت آسیب پذیری در محدوده مطالعاتی است و همچنین با توجه به نقش نیروهای اثرگذار در آسیب پذیری محیطی بویژه در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه سعی گردید تا از شاخص‌ها و معیارهایی استفاده شود که بیانگر تاثیرات نیروهای عمده در وضعیت آسیب پذیری منطقه باشند.

جهت وزن دهی به معیارها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) استفاده گردیده است. از این رو، نقش هر یک از عوامل و معیارهای تاثیرگذار در فرایند آسیب پذیری محیطی منطقه کرانه شرقی با توجه به روند وزن دهی معیارها و مقایسه دو به دویی در نرم افزار Expert Choice انجام گردید. روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌هایی است که در فرآیند ارزیابی‌های آسیب پذیری بیشترین کاربرد را داشته است(Hou et al. ۲۰۱۶; Song et al. ۲۰۱۰). شکل شماره ۲ شاخص‌های ارزیابی و به تبع آن معیارهای هر بخش را در قالب ساختار تحلیل سلسله مراتبی همراه با اهمیت نسبی بدست آمده از روش AHP را نشان می‌دهد.



شکل ۲: ساختار سلسله مراتبی پژوهش و اهمیت نسبی شاخص‌ها و معیارها

شاخص ارزیابی آسیب‌پذیری محیطی

مرور رهیافت‌های نظری، رویکردهای تجربی و تعاریف ارایه شده برای آسیب پذیری نشان دهنده نقش عوامل و ترکیبات ساختار داخلی یک سیستم، شرایط بیرونی و اثرات مداخله فعالیت انسان بر شرایط آسیب پذیری است (Zhewen, et al, ۲۰۰۹). جهت ارایه چارچوب و رویکردی جامع در ارزیابی آسیب پذیری محیطی نیاز به کاربست طیف وسیعی از داده و اطلاعات در قالب معیارهای سنجش می‌باشد. بر همین مبنا در این مطالعه ۱۸ معیار در چهار گروه که هر کدام نشان دهنده نقش و تأثیر نیروهای مختلف در وضعیت آسیب پذیری منطقه است، انتخاب گردید. پس از جمع آوری اطلاعات

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

از منابع مختلف و تشکیل بانک اطلاعاتی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ابتدا وضعیت آسیب پذیری در سطح چهار گروه ذکر شده محاسبه گردید و در نهایت با روی هم گذاری لایه‌های آسیب پذیری از طریق رابطه ۳ شاخص کلی آسیب پذیری محیطی بدست آمد.

رابطه ۳: شاخص آسیب پذیری محیطی

$$EVI = \sum_{i=1}^{n} W_i X_i$$

که در آن EVI نشان دهنده وضعیت آسیب پذیری محیطی است که در بازه بین ۰ تا ۱ خواهد بود. بدین ترتیب که هر چه به عدد صفر نزدیک تر باشد میزان آسیب پذیری کم و هر چه به ۱ نزدیکتر باشد میزان آسیب پذیری محیطی افزایش می‌یابد. X_i ارزش نرمال شده معیار i در واحدهای ارزیابی شده می‌باشد و W_i وزن معیارهای بدست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی است و n تعداد معیارها در این شاخص را نشان می‌دهد.

برای امکان مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر، لازم است مقیاس‌ها از طریق روش‌های استاندارد سازی یا بهنجارسازی، قابلیت مقایسه با یکدیگر را پیدا کنند. پور طاهری (۱۳۹۲)، سه نوع روش بهنجارسازی برای معیارها در روش‌های تصمیم گیری چند شاخصه معرفی می‌نماید که شامل بهنجار سازی با استفاده از نورم، بهنجارسازی خطی و بهنجار سازی فازی. در این مطالعه با توجه به ماهیت بحث آسیب پذیری و شاخص‌های مورد استفاده که هم می‌تواند تأثیر مثبت و هم تأثیر منفی در مسأله مورد بررسی داشته باشد، بنابراین مناسب ترین روش جهت استاندارد سازی معیارها روش بهنجارسازی فازی است که از طریق روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij} - a_i^{min}}{a_{ij}^{max} - a_i^{min}}$$

رابطه۴: استاندارد سازی شاخص‌ها با اثرگذاری مثبت در آسیب پذیری

$$n_{ij} = \frac{a_j^{max} - a_{ij}}{a_j^{max} - a_i^{min}}$$

رابطه۵: استاندارد سازی شاخص‌ها با اثرگذاری منفی در آسیب پذیری

همان‌طور که عنوان گردید، جهت وزن دهی به معیارها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردیده است. از این رو، نقش هر یک از عوامل و معیارهای تاثیرگذار در فرایند آسیب پذیری محیطی منطقه کرانه شرقی دریاچه با توجه به روند وزن دهی معیارها و مقایسه دو به دویی در نرم افزار Expert Choice انجام گردید. روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌هایی است که در فرآیند ارزیابی‌های آسیب پذیری بیشترین کاربرد را داشته است (Hou, et al, ۲۰۱۶; Song, et al, ۲۰۱۰).

جدول ۳: شاخص‌های سنجش از دور و نحوه محاسبه آن‌ها

نام شاخص	فرمول محاسبه
شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی	$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$
شاخص نرمال شده محیط ساخته شده	$NDBI = (SWIR - NIR)/(SWIR - NIR)$
شاخص نرمال شده تفاوت شوری زمین	$NDSI = (RED - NIR)/(RED + NIR)$
شاخص نرمال شده تفاوت رطوبت زمین	$NDMI = (NIR - SWIR)/(NIR + SWIR)$
شاخص نرمال شده تفاوت آب	$NDWI = (NIR - G)/(NIR + G)$
RED : باند قرمز، ***NIR***: باند مادون قرمز نزدیک، ***SWIR***: مادون قرمز کوتاه و ***G***: باند سبز	

(Allbed and Kumar 2013; Jin and Sader 2005; Li et al. 2004; Purevdorj et al. 1998; Zha, Gao, and Ni 2003)

شرح و تفسیر نتایج

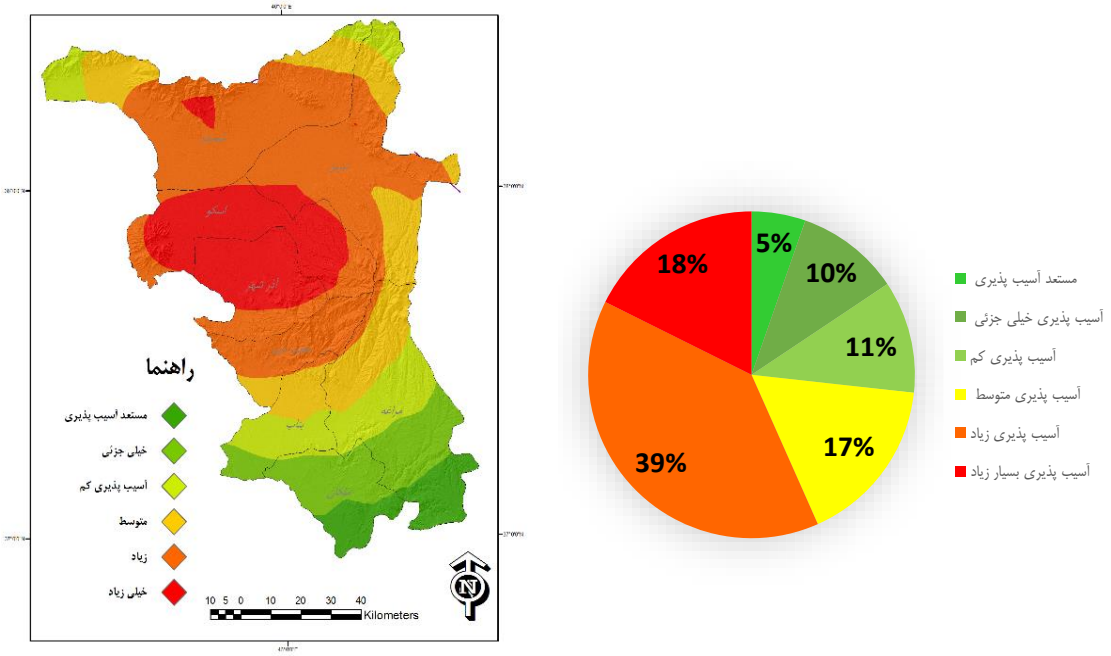
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

با توجه به فرآیند ترسیم شده در بخش روشناسی و چارچوب ارایه شده جهت ارزیابی آسیب پذیری محیطی که شامل ۴ بخش یا لایه جداگانه در وضعیت آسیب پذیری و همچنین نشان‌دهنده اثر عوامل و فاکتورهای تأثیرگذار در آسیب پذیری محیطی است. این چهار شاخص شامل گروه آسیب پذیری ناشی از نیروهای آب و هوایی، آسیب های انسان منشاء، آسیب پذیری ناشی از ویژگی‌های محیطی منطقه و آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات محیطی است. بنابراین، در مرحله اول با عنایت بر روش محاسبه‌ی مشخص شده در بخش روش شناسی، وضعیت آسیب پذیری ناشی از هر گروه برآورد گردیده و در نهایت جهت تحلیل بهتر نتایج، خروجی هر بخش در ۶ کلاس (مستعد آسیب‌پذیری، آسیب پذیری خیلی جزیی، آسیب پذیری اندک، آسیب پذیری متوسط، آسیب پذیری زیاد، آسیب‌پذیری خیلی زیاد) در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از روش طبقه بندی شکست طبیعی طبقه گردید. نتایج هر گروه به طور جداگانه در ادامه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

- **آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات طبیعی**

نتایج این بخش در قالب شکل شماره ۳ همراه با نمودار توزیع طبقات آسیب پذیری نمایان است. مطابق با نتایج بدست آمده در این بخش مشاهده می‌شود که آسیب پذیری در طبقات زیاد و خیلی زیاد در کل ۵۷ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. در واقع توزیع این الگوی فضایی را می‌توان در نقش معیارهای تأثیرگذار این شاخص مانند فاصله از کانون طوفان‌های نمک در دریاچه ارومیه و همچنین فاصله از گسل‌های فعال در منطقه که دارای مقادیر بیشتری در اهمیت نسبی با سایر معیارها بودند، عنوان کرد.

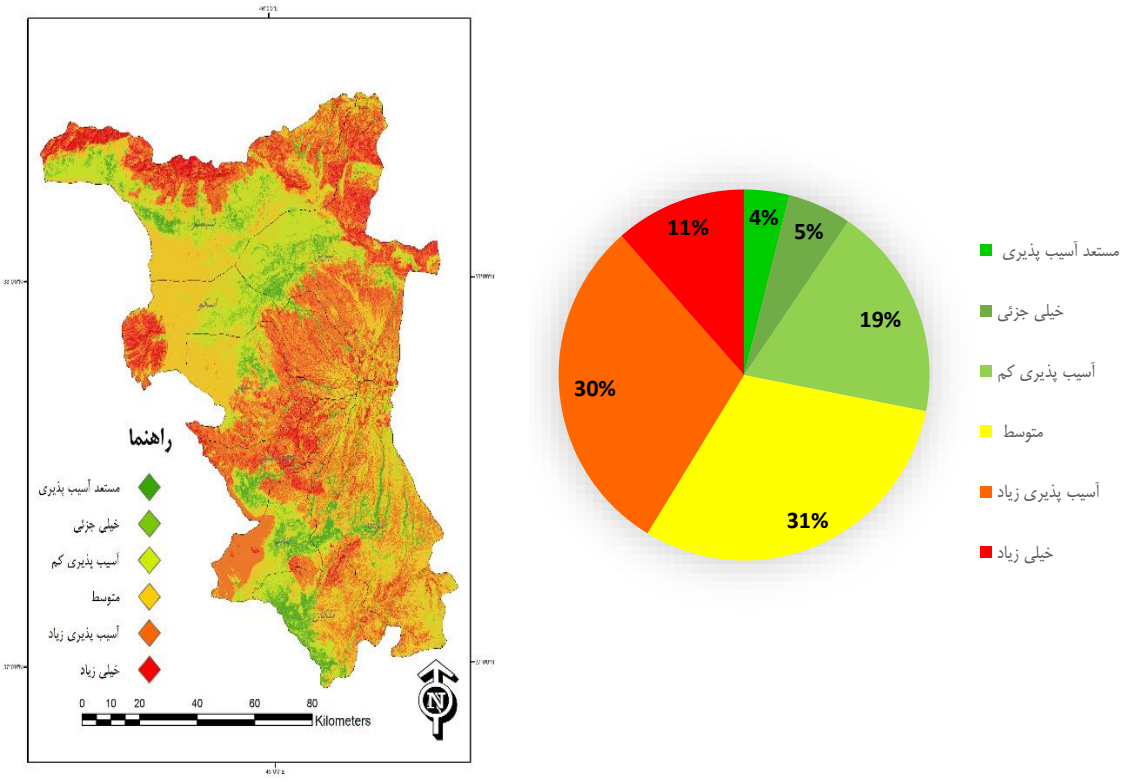


شکل ۳ : شاخص آسیب پذیری مخاطرات محیطی در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه و توزیع نسبت مساحت طبقات آسیب پذیری

- **آسیب پذیری ناشی از ویژگی‌های محیطی**

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

توزیع فضایی وضعیت آسیب پذیری ناشی از شرایط یا به عبارتی ویژگی‌های محیطی منطقه در شکل شماره ۴ مشاهده می‌گردد. نتایج بدست آمده از این بخش توزیع بیش از ۶۰ درصد طبقات در وضعیت آسیب پذیری متوسط و آسیب پذیری زیاد می‌باشد. در صورتی که وضعیت آسیب پذیری خیلی زیاد ۱۱ درصد از مساحت کل منطقه را تحت پوشش قرار داده است. با این حال مشاهده می‌شود که نزدیک به ۴۰ درصد از مساحت کل منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه در آسیب پذیری محیطی ناشی از ویژگی‌های خاص منطقه می‌باشد. همانطور که در بخش روش شناسی نشان داده شد، ۴ معیار پوشش گیاهی، شاخص شوری زمین با توجه به خشک شدن دریاچه ارومیه، شیب و فرسایش از فاکتورهای تاثیرگذار در تعیین پهنه‌های آسیب پذیر بودند.



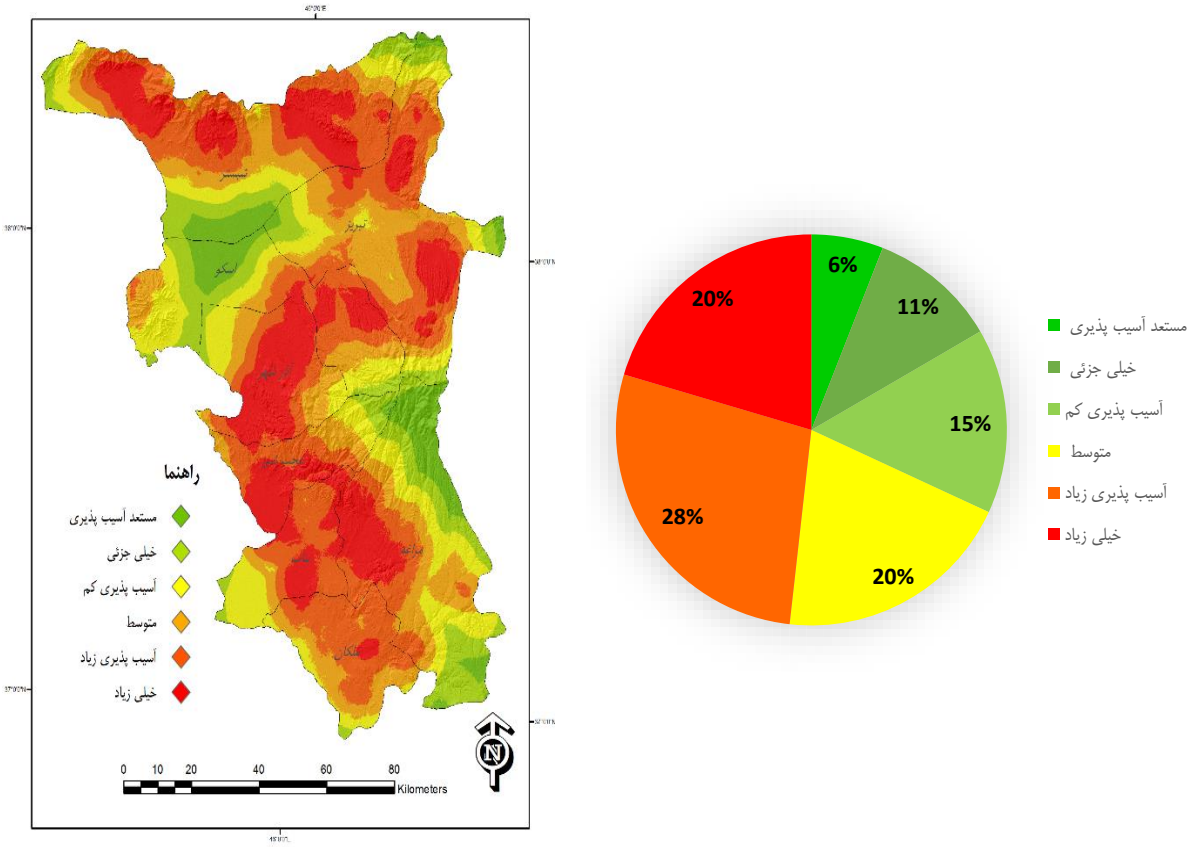
شکل ۴ : شاخص آسیب پذیری ناشی از ویژگی‌های محیطی منطقه و توزیع فراوانی طبقات آسیب پذیری

- **آسیب پذیری انسان منشاء**

معیارهای انتخابی بخش آسیب پذیری ناشی از فعالیت انسان نشان‌دهنده میزان فشار حاصل از توسعه مراکز سکونتگاهی و همچنین بارگذاری فعالیت‌های مختلف صنعتی، اقتصادی و اجتماعی در محدود مورد مطالعه می‌باشد. لذا، برای تحلیل این امر با تلفیق داده‌های سنجش از دور به منظور تعیین تراکم محیط ساخته شده و تراکم جمعیت در نواحی شهری و روستایی و همچنین فشار حاصل از توسعه فعالیت‌های معدنی به عنوان یکی از مراکز تولید و استخراج انواع سنگ‌ها و به تبع آن اثرات محیط زیست آن فاصله از معدن‌های فعال عاملی تأثیرگذار در نظر گرفته شد. از این‌رو، تحلیل نتایج بدست آمده از آسیب پذیری انسان منشاء بر محیط زیست نشان‌دهنده توزیع فضایی آسیب‌پذیری در پیرامون سکونتگاه-های انسانی و فعالیت‌های توسعه صنعتی است. بنابراین، آسیب پذیری در طبقه خیلی زیاد ۲۰ درصد مساحت منطقه و طبقه آسیب پذیری زیاد ۲۸ درصد از مساحت کل منطقه را به خود اختصاص داده است. لذا، مشاهده می‌شود که فعالیت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

انسان در منطقه کرانه شرقی به عنوان یکی از مهم ترین نیروهای تأثیرگذار در آسیب پذیری محیطی این منطقه می‌باشد. از همین روی، با توجه به بروز مشکلات محیط زیستی سال‌های اخیر در وضعیت خشک شدن دریاچه ارومیه مدیریت توسعه فعالیت‌های انسانی با رویکرد پایداری محیط زیست و منابع طبیعی باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

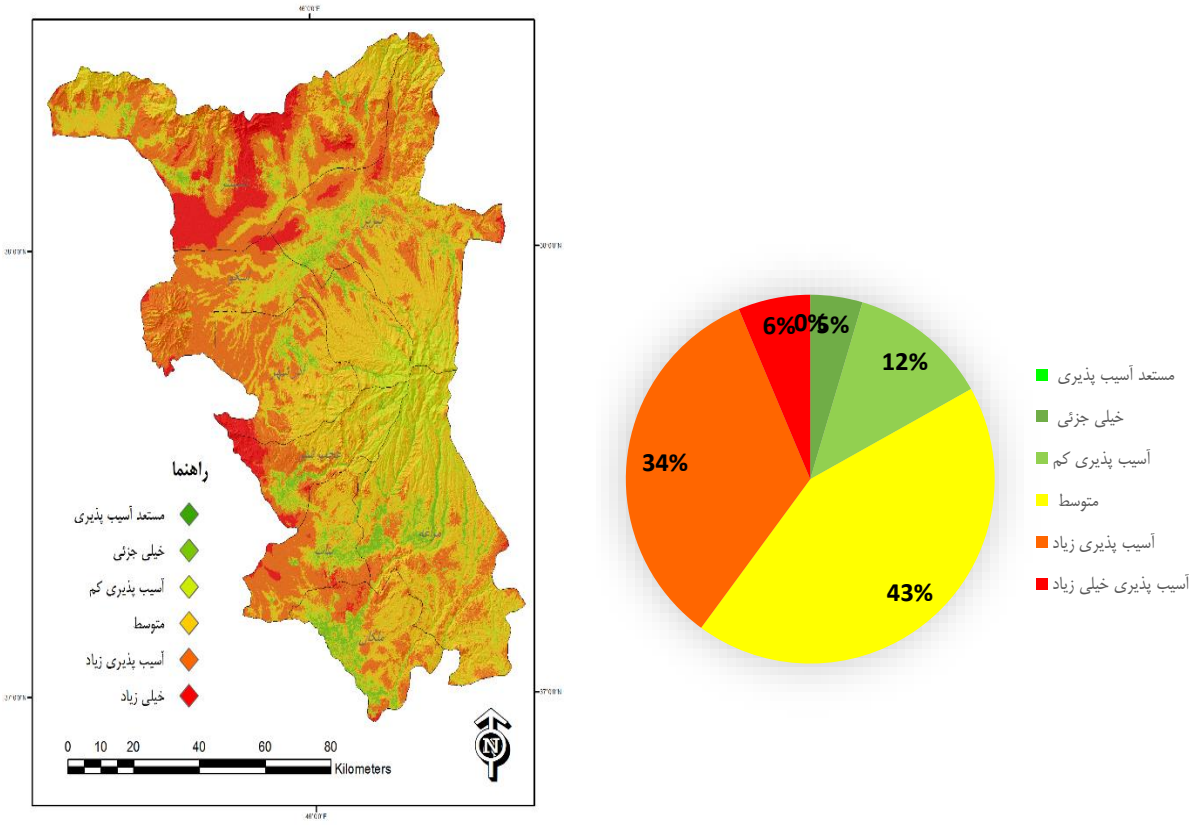


شکل ۵: شاخص آسیب پذیری انسان منشاء در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه

- **آسیب پذیری محیطی ناشی از وضعیت آب و هوایی**

الگوی فضایی اثرات حاصل از وضعیت آب و هوایی منطقه در شکل شماره ۶ نمایان است. همان طور در شکل مشاهده می‌شود، بیشترین میزان توزیع در طبقه متوسط با ۴۳ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه می‌باشد. علاوه بر این الگوی فضایی توزیع طبقات با آسیب پذیری زیاد و خیلی زیاد در مناطق ساحلی دریاچه ارومیه و پهنه‌های پست محدوده نسبت به اراضی مرتفع می‌باشد. تحلیل شاخص مربوط به آسیب پذیری محیطی ناشی از فاکتورهای آب و هوایی با انتخاب ۴ معیار با توجه به در دسترس بودن داده‌های مربوط و امکان فضایی کردن آن با تلفیق تکنیک‌های سنجش از دور حرارتی و شاخص های تعیین میزان آب و رطوبت صورت گرفته است. توزیع فراوانی مساحت منطقه تحت پوشش در طبقه آسیب پذیری خیلی زیاد ۶ درصد از مجموع کل را در برگرفته است اما طبقه آسیب پذیری زیاد ۳۴ درصد از مساحت کل محدوده مطالعه را به خود اختصاص داده است. از این‌رو، چنین الگویی به ویژه در پهنه‌های مجاور دریاچه ارومیه حاکی از نقش و اهمیت فاکتورهای مربوط به تغییرات اقلیمی در تعیین پهنه‌های آسیب پذیری محیطی است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

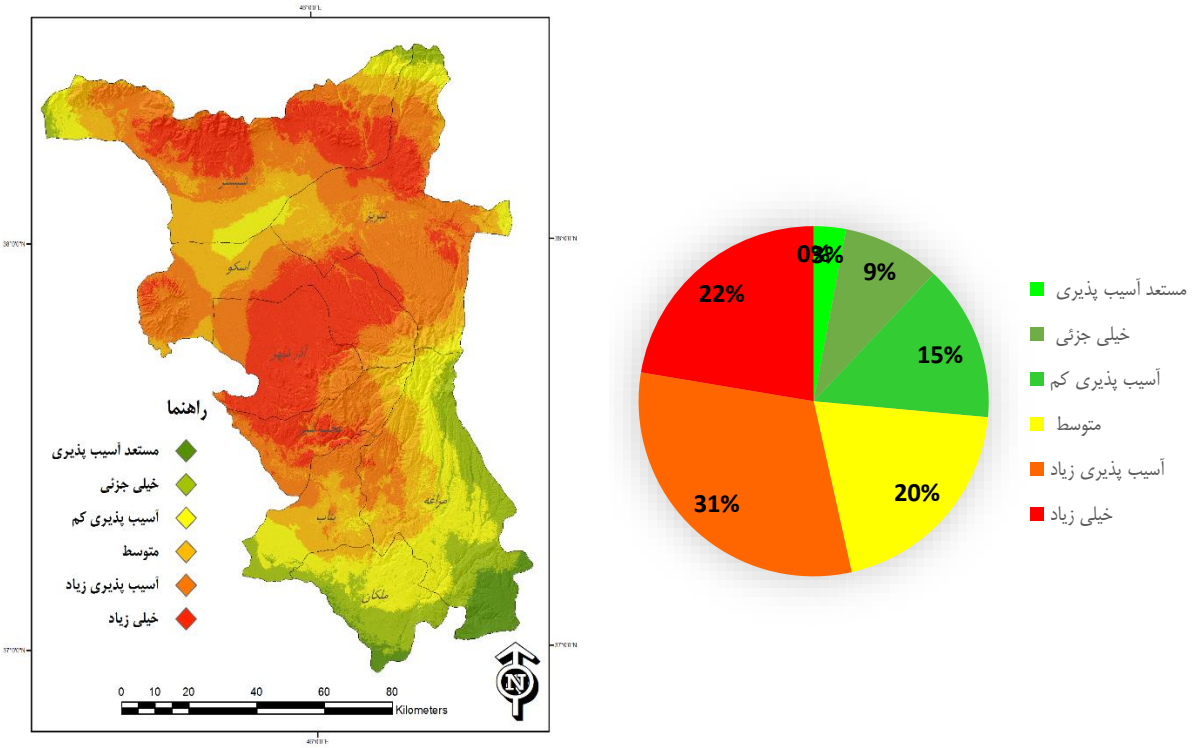


شکل ۶: شاخص آسیب پذیری ناشی از عوامل آب و هوایی و توزیع طبقات آسیب پذیری

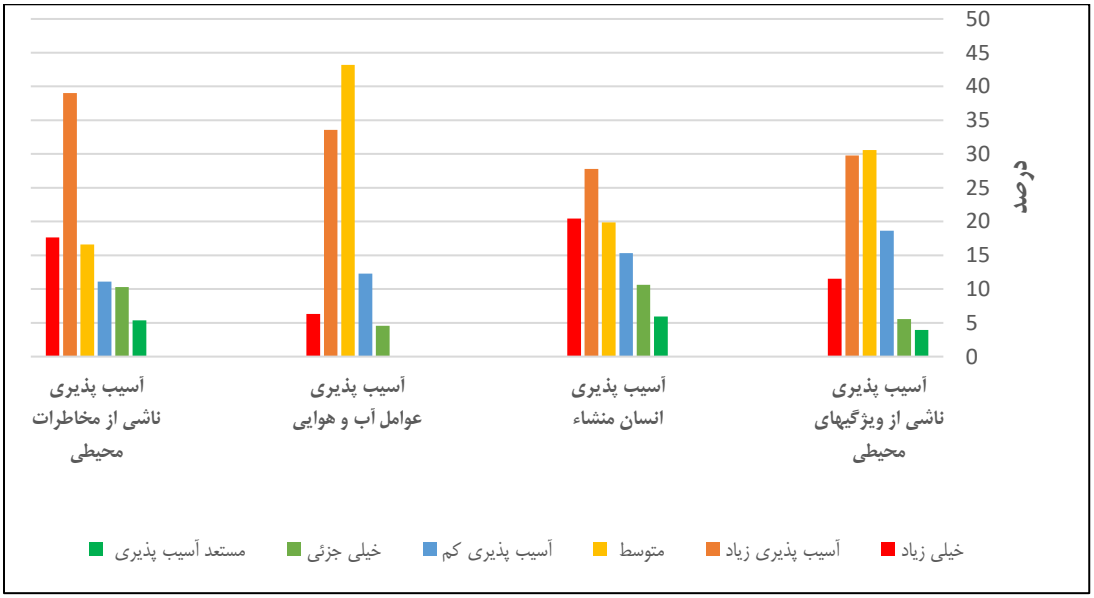
- **شاخص کلی آسیب پذیری محیطی در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه**

همانطور که پیشتر توضیح داده شد، جهت تحلیل و برآورد شاخص کلی آسیب پذیری محیطی، پس از تحلیل و ارزیابی معیارها در ۴ بخش پیشین طبق رابطه ۳ شاخص کلی آسیب پذیری محاسبه گردید. شکل شماره ۷ نتایج نهایی از فرآیند روش شناسی را نمایش می‌دهد. در این مرحله نیز جهت تبیین توزیع فضایی و الگوی حاکم در آسیب پذیری منطقه کرانه شرقی نتایج بدست آمده همانند شاخص‌های قبلی در ۶ کلاس، طبقه بندی شد. با توجه به شاخص کلی آسیب پذیری محیطی بیش از نیمی (٪۵۳) از مساحت محدوده مورد مطالعه در وضعیت آسیب پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. الگوی توزیع فضایی طبقه آسیب پذیری خیلی زیاد را می‌توان در پهنه‌های شمالی منطقه و مناطق مرکزی منطقه در محدوده مرزهای شهرستان آذرشهر و اسکو یافت. جایی که در این مناطق بویژه مناطق مرکز محدوده آسیب پذیری ناشی از مخاطرات محیطی و انسان منشاء نیز در بیشترین مقدار خود بوده‌اند. همانطور که از شکل ۷ نمایان است، پهنه‌های جنوبی استان در شهرستان‌های ملکان و مراغه در کمترین میزان آسیب‌پذیری محیطی قرار گرفته‌اند. لذا، این پهنه‌ها و مناطق با دارا بودن منابع و ارزش‌های طبیعی بویژه در حوزه کشاورزی، باید به عنوان مناطقی که نیازمند اولویت حفاظت از وضع موجود محیط زیست هستند مورد توجه بیشتری قرار گیرند. با تحلیل نتایج آسیب پذیری و همچنین شرایط جغرافیایی منطقه مشاهده می‌شود که در ارتفاعات پهنه‌های شمالی در شهرستان شبستر میزان آسیب پذیری محیطی نیز افزایش یافته است. شکل ۸ توزیع آسیب پذیری در طبقات مختلف در ۴ بخش اصلی را به صورت یکجا نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]



شکل ۷: شاخص کلی آسیب پذیری محیطی در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه



شکل۸: منطقه بندی وضعیت آسیب پذیری در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه برای مقابله با تغییرات

برای تحلیل بهتر نتایج و ارایه رویکردی کاربردی ار نتایج بدست آمده خروجی نهایی مدل ارزیابی آسیب پذیری در قالب نقشه منطقه بندی وضعیت آسیب پذیری در چهار منطقه بحرانی آسیب پذیری محیطی، مناطق حاشیه آسیب پذیری بحرانی، مناطق در معرض گذر به وضعیت آسیب پذیر و در نهایت مناطق با رویکرد حفاظتی تقسیم بندی شد (شکل ۹).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

مناطق با وضعیت آسیب پذیری بحرانی: این پهنه‌ها که در طبقه بندی آسیب پذیری در گروه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار داشته‌اند، شامل پهنه‌های وسیعی از شهرستان آذرشهر، دامنه‌های سهند در شهرستان اسکو و پایه‌های جنوبی رشته کوه‌های میشو در شهرستان شبستر و قسمتی از شهرستان تبریز را احاطه کرده است. مهم ترین محرک‌های تأثیرگذار در تعیین این مناطق به عنوان منطقه بحرانی آسیب پذیری را می‌توان در ویژگی‌های محیطی، فشار حاصل از توسعه فعالیت انسان و تغییرات محیط زیست دریاچه ارومیه در سال‌های اخیر ذکر کرد.

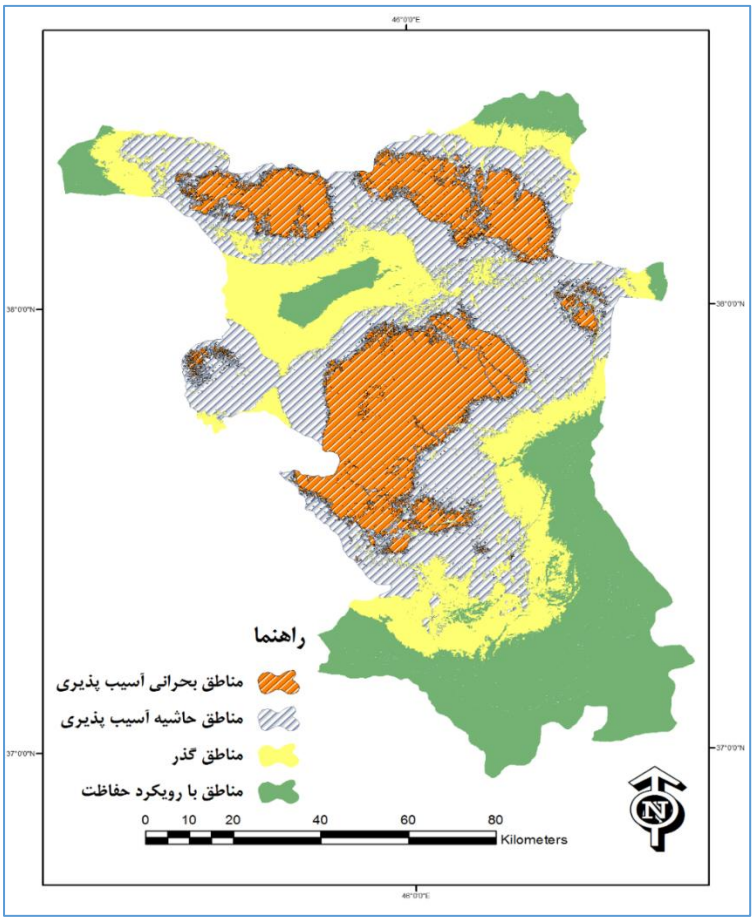
مناطق حاشیه آسیب پذیری محیطی: مطابق با فرآیند ارزیابی آسیب پذیری محیطی مناطق حاشیه آسیب پذیری همانطور که از نام این مناطق مشخص است، پهنه‌هایی هستند که مناطق بحرانی آسیب پذیری را احاطه نموده‌اند. از این رو، با توجه به درجه آسیب پذیری این مناطق که در طبقه بندی وضعیت آسیب پذیری در طبقه آسیب پذیری زیاد جای گرفته‌اند. در جهت برنامه ریزی حفاظت محیط زیست و همچنین ایجاد اقدامات لازم به منظور مقابله با تغییرات محیطی و بهبود ظرفیت تاب آوری سیستم‌های انسانی در برابر مخاطرات طبیعی از اولویت‌های نظام برنامه ریزی محلی است. مساحت این مناطق ۳۱ درصد از مساحت کل منطقه کرانه شرقی (۳۷۶۴ کیلومتر مربع) در برمی‌گیرد.

مناطق گذر به وضعیت آسیب پذیر: این پهنه‌ها که به صورت نواری منطقه حایل میان آسیب پذیری زیاد و مناطق با آسیب پذیری پایین می‌باشد. از ارتفاعات کوه سهند در شهرستان اسکو به نواحی پست حاشیه دریاچه ارومیه کشیده شده است. هر چند در بخش‌های شمالی و جنوبی شهرستان شبستر پهنه‌های از این مناطق گذر به آسیب پذیری را می‌توان یافت. در کل مساحت این مناطق ۲۳۸۳ کیلومتر مربع یعنی ۲۰ درصد از مساحت کل محدوده را به خود اختصاص داده است.

مناطق با رویکرد حفاظتی: الگوی توزیع فضایی این مناطق به شکلی است که بیشتر در قسمت‌های جنوبی منطقه در شهرستان‌های ملکان و مراغه به عنوان دو قطب اصلی کشاورزی در منطقه می‌توان مشاهده نمود. علاوه بر این نواحی غربی شهرستان شبستر که مشرف به مرز آذربایجان غربی است شامل مناطقی از نوع حفاظتی در وضعیت آسیب پذیری محیطی است. در مجموع این مناطق ۲۶ درصد از مساحت کل منطقه یعنی ۳۱۴۷ کیلومتر مربع از مساحت کل محدوده به این مناطق اختصاص یافته است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]



شکل شماره ۸: نقشه منطقه بندی وضعیت آسیب پذیری محیطی در منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه با رویکرد برنامه‌ریزی حفاظت محیطی

نتیجه گیری

تحلیل آسیب پذیری محیطی همان طور که در بخش روش‌شناسی ارایه گردید در ۴ بخش که شامل مجموعه‌ای از معیارهای سنجش و به تبع آن تبیین نیروهای مختلف اثرگذار بر فرآیند سنجش آسیب پذیری محیطی بود، صورت گرفت. بنابراین، در گام نخست چهار شاخص، آسیب پذیری ناشی از مخاطرات محیطی (۵معیار)، آسیب‌های ناشی از شرایط و ویژگی‌های محیطی (۴معیار)، آسیب پذیری انسان منشاء (۵معیار) و آسیب‌های ناشی از عوامل آب و هوایی (۴ معیار) در مجموع با کاربست ۱۸ معیار مورد تحلیل قرار گرفت و متناسب با فرآیند روش‌شناسی پژوهش ۴ شاخص آسیب‌پذیری در سطح منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه ارایه گردید. در تحلیل آسیب‌های ناشی از مخاطرات محیطی پهنه‌هایی از شهرستان‌های آذرشهر و اسکو در طبقه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفتند. ۴۰ درصد از مساحت کل منطقه در تحلیل آسیب پذیری ناشی از شرایط منطقه منعکس کننده وضعیت نامناسب می‌باشد که از مهترین نیروهای تأثیرگذار این شاخص می‌توان به افزایش شوری ناشی از خشک دریاچه ارومیه و پراکنش وضعیت پوشش گیاهی در منطقه به عنوان فاکتوری تأثیرگذار مطرح کرد. علاوه براین تحلیل گروه آسیب پذیری ناشی از عوامل آب و هوایی نشان‌دهنده نقش برجسته تغییرات اقلیمی و تغییرات اکوسیستمی دریاچه ارومیه و به تبع آن تأثیرات آن بر افزایش آسیب پذیری محیطی است. در نهایت آسیب‌های انسان- منشاء حاکی از رابطه معنادار بین توزیع آسیب پذیری با الگوی پراکنش فعالیت‌های انسانی در پهنه منطقه کرانه شرقی دریاچه ارومیه است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

در گام نهایی برآیند حاصل از تحلیل فرآیند آسیب پذیری محیطی در این پژوهش در قالب نقشه منطقه بندی وضعیت آسیب پذیری محیطی ارائه گردید. بنابراین جهت مقابله با تغییرات و همچنین تدوین سیاست‌ها و راهبردهای حفاظت از محیط زیست با رویکرد برنامه‌ریزی محیطی چهار منطقه از وضعیت آسیب پذیری شناسایی گردید که متناسب با ضرورت و اولویت برنامه‌ریزی برای مقابله مناطق به ترتیب بحرانی آسیب پذیری، مناطق حاشیه بحرانی، مناطق گذر و در نهایت مناطق با رویکرد حفاظت عنوان شدند. بر همین اساس با توجه به رویکرد منطقه بندی در این مطالعه پیشنهاد اصلی پژوهش در حوزه برنامه‌ریزی محلی و تدوین سیاست‌های مقابله بر کاهش وضعیت آسیب پذیری در مناطق بحرانی و حاشیه بحرانی است. افزون بر این، راهکارهای ارتقاء تاب آوری جوامع محلی در برابر تغییرات محیطی همانند بحران خشک شدن دریاچه ارومیه باید در اصلی ترین اولویت نظام برنامه‌ریزی قرار گیرد.

منابع

شریف‌زادگان، محمدحسین و فتحی، حمید ۱۳۸۴. ارزیابی آسیب پذیری زیست محیطی برای برنامه ریزی منطقه‌ای در حوزه‌های زیست محیطی البرز به روش سلسله مراتبی، *علوم محیطی*، **۱۰**: ۱-۲۰.

شمسی‌پور، علی‌اکبر و شیخی محمد۱۳۸۹، پهنه‌بندی مناطق حساس و آسیب پذیری محیطی در ناحیه غرب فارس، با روش طبقه بندی فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، **۷۳**:۶۸-۵۳.

پورطاهری، مهدی. ۱۳۹۲. *کاربرد روش‌های تصمیم گیری چندشاخصه در جغرافیا، چاپ سوم*. انتشارات سمت، تهران.

صادقی، حجت‌اله، یعقوب، سیف، صیدایی، اسکندر، صالحی کاخکی، مریم. ۱۳۹۴. بررسی و اولویت بندی آسیب پذیری سکونتگاه‌های روستایی استان خوزستان در برابر مخاطرات طبیعی. *جغرافیا و پایداری محیط*، **۱۷**:۸۷-۱۰۷

نعمت الهی، شکوفه؛ فاخران، سیما؛ سفیانیان، علیرضا، پورمنافی، سعید. ۱۳۹۵. ارزیابی آسیب پذیری زیست محیطی در مواجه با آشفتگی انسانی و طبیعی(مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده عباس آباد-اصفهان)، فصلنامه علمی-پژوهشی محیط زیست جانوری، **۳ (۸)**: ۱-۸.

دهشور، طهورا؛ دانه کار، افشین، منوری، مسعود؛ ریاضی، برهان و خیرخواه زرکش، مسعود. ۱۳۹۳. تحلیلی بر روش‌های سنجش آسیب‌پذیری در محیط زیست ساحلی، انسان و محیط زیست، **۳۹**:۴۱-۶۲

Adger, W N. 2000. “Indicators of Social and Economic Vulnerability to Climate Change in Vietnam (CSERGE Working Paper GEC, 98-02).” *Online verfügbar unter http://www. cserge. ac. uk/sites/default/files/gec_1998_02. pdf.*

Adger, W Neil. 2006. “Vulnerability.” *Global Environmental Change* 16(3): 268–81.

Adger, W Neil, P Mick Kelly, and Nguyen Huu Ninh. 2012. *Living with Environmental Change: Social Vulnerability, Adaptation and Resilience in Vietnam*. Routledge.

Allbed, Amal, and Lalit Kumar. 2013. “Soil Salinity Mapping and Monitoring in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Technology: A Review.” *Advance in Remote Sensing* 2(December): 373–85.

Cutter, Susan L, Jerry T Mitchell, and Michael S Scott. 2000. “Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina.” *Annals of the Association of American Geographers* 90(4): 713–37. http://dx.doi.org/10.1111/0004-5608.00219.

Eakin, H, and A L Luers. 2006. “Assessing the Vulnerability of Social-Environmental Systems.” *Annual Review of Environmental Resources* 31: 365–94.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

Fraser, Evan D G et al. 2011. “Assessing Vulnerability to Climate Change in Dryland Livelihood Systems: Conceptual Challenges and Interdisciplinary Solutions.” *Ecology and Society* 16(3).

Füssel, Hans-Martin, and Richard J T Klein. 2006. “Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking.” *Climatic Change* 75(3): 301–29. http://dx.doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3.

Gallopín, Gilberto C. 2006. “Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity.” *Global environmental change* 16(3): 293–303.

Hou, Kang, Xuxiang Li, Jingjing Wang, and Jing Zhang. 2016. “Evaluating Ecological Vulnerability Using the GIS and Analytic Hierarchy Process (AHP) Method in Yan’an, China.” *Polish Journal of Environmental Studies* 25(2).

Jin, Suming, and Steven A Sader. 2005. “Comparison of Time Series Tasseled Cap Wetness and the Normalized Difference Moisture Index in Detecting Forest Disturbances.” *Remote Sensing of Environment* 94(3): 364–72. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425704003414.

Kaly, Ursula, Craig Pratt, and Russel Howorth. 2002. “Towards Managing Environmental Vulnerability in Small Island Developing States (SIDS).” *SOPAC miscellaneous report* 461(16): 11.

Kelly, P Mick, and W Neil Adger. 2000. “Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change andFacilitating Adaptation.” *Climatic change* 47(4): 325–52.

Kværner, Jens, Grete Swensen, and Lars Erikstad. 2006. “Assessing Environmental Vulnerability in EIA—the Content and Context of the Vulnerability Concept in an Alternative Approach to Standard EIA Procedure.” *Environmental Impact Assessment Review* 26(5): 511–27.

De Lange, H J, S Sala, M Vighi, and J H Faber. 2010. “Ecological Vulnerability in Risk Assessment — A Review and Perspectives.” *Science of The Total Environment* 408(18): 3871–79. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709010985.

Li, Fuqin et al. 2004. “Deriving Land Surface Temperature from Landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX.” *Remote Sensing of Environment* 92(4): 521–34.

Luers, Amy L. 2005. “The Surface of Vulnerability: An Analytical Framework for Examining Environmental Change.” *Global Environmental Change* 15(3): 214–23.

Nandy, S et al. 2015. “Environmental Vulnerability Assessment of Eco-Development Zone of Great Himalayan National Park, Himachal Pradesh, India.” *Ecological Indicators* 57: 182–95. file://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15002022.

Nguyen, Anh Kim, Yuei-An Liou, Ming-Hsu Li, and Tuan Anh Tran. 2016. “Zoning Eco-Environmental Vulnerability for Environmental Management and Protection.” *Ecological Indicators* 69: 100–117. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X16301303.

Purevdorj, T S, R Tateishi, T Ishiyama, and Y Honda. 1998. “Relationships between Percent Vegetation Cover and Vegetation Indices.” *International Journal of Remote Sensing* 19(18): 3519–35. http://dx.doi.org/10.1080/014311698213795.

Si-Yuan, Wang, Liu Jing-Shi, and Yang Cun-Jian. 2008. “Eco-Environmental Vulnerability Evaluation in the Yellow River Basin, China11Project Supported by the National Key Basic Research Support Foundation of China (973 Program)(No. 2005CB422003) and the National Natural Science Foundation of China (No. 4057103.” *Pedosphere* 18(2): 171–82.

Skondras, Nikolaos A et al. 2011. “Application and Assessment of the Environmental Vulnerability Index in Greece.” *Ecological Indicators* 11(6): 1699–1706.

Song, Guoba et al. 2010. “The Ecological Vulnerability Evaluation in Southwestern Mountain Region of China Based on GIS and AHP Method.” *Procedia Environmental Sciences* 2: 465–75.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]

Tran, Phong, and Rajib Shaw. 2007. "Towards an Integrated Approach of Disaster and Environment Management: A Case Study of Thua Thien Hue Province, Central Viet Nam." *Environmental Hazards* 7(4): 271–82. http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1016/j.envhaz.2007.03.001.

Turner, Billie L et al. 2003. "A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(14): 8074–79.

Turner, Billie Lee et al. 2003. "Illustrating the Coupled Human–environment System for Vulnerability Analysis: Three Case Studies." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(14): 8080–85.

Villa, Ferdinando, and HELENA McLEOD. 2002. "Environmental Vulnerability Indicators for Environmental Planning and Decision-Making: Guidelines and Applications." *Environmental management* 29(3): 335–48.

Wang, X D et al. 2008. "Regional Assessment of Environmental Vulnerability in the Tibetan Plateau: Development and Application of a New Method." *Journal of Arid environments* 72(10): 1929–39.

Weston, Joe. 2004. "EIA in a Risk Society." *Journal of environmental planning and management* 47(2): 313–25.

Wilson, Kerrie, Adrian Newton, et al. 2005. "A Vulnerability Analysis of the Temperate Forests of South Central Chile." *Biological Conservation* 122(1): 9–21.

Wilson, Kerrie, Robert L. Pressey, et al. 2005. "Measuring and Incorporating Vulnerability into Conservation Planning." *Environmental Management* 35(5): 527–43.

Zha, Y, J Gao, and S Ni. 2003. "Use of Normalized Difference Built-up Index in Automatically Mapping Urban Areas from TM Imagery." *International Journal of Remote Sensing* 24(3): 583–94. http://dx.doi.org/10.1080/01431160304987.

Zhewen, F, L Musheng, S Wenqing, and L Liansheng. 2009. "GIS-Based Assessment on Eco-Vulnerability of Jiangxi Province." *2009 International Conference on Environmental Science and Information Application Technology* 3: 426–31.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.23]