

حساسیت و آسیب پذیری

فاطمه ملکی^۱، افشین دانه کار^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، گروه محیط زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- استاد، گروه محیط زیست طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
رایانامه نویسنده مسئول: danehkar@ut.ac.ir

مقدمه

داشتن درک عمیق در مورد مفاهیم "حساسیت" و "آسیب پذیری" به عنوان مؤلفه های کلیدی در تحلیل سیستم های طبیعی و انسانی، نقش مهمی در مطالعات محیط زیستی و ارزیابی تاب آوری اکولوژیک ایفا می کند. این دو مفهوم گاهی به صورت هم معنا به کار برده می شوند، اما از منظر مفهومی، کاربردی و تحلیلی تفاوت هایی بنیادین با یکدیگر دارند. در این نوشتار، با استفاده از تعاریف و دیدگاه های مختلف به مقایسه ی این دو مفهوم پرداخته شده است تا مرزهای مفهومی آن ها روشن تر شده و امکان استفاده دقیق تر از آن ها فراهم گردد.

حساسیت (Sensitivity)

مورد سنجش قرار گیرد. در سنجش حساسیت های اکولوژیک اغلب یک اکوسیستم یا سیستم حیات بخش طبیعی مورد ارزیابی واقع می شود.

بسیاری از سامانه های بوم شناختی و سیستم های حیات بخش، در فرایند تکامل طبیعی به قدرت خودتنظیمی و خودپایداری رسیده اند و به همین سبب، سیستم های اکولوژیک و اکوسیستم ها در حالت طبیعی خود مناطق حساس اکولوژیک (ESAs^۱) تلقی می شوند (World Bank, 1993). این به آن معنا است که در سیستم های

حساسیت دامنه تاب آوری نسبت به تغییر و تنش است، به همین سبب Adger (۲۰۰۶)، حساسیت را درجه ای از تغییر یک سیستم تحت تأثیر اغتشاشات بیرونی تعریف می کند. لذا اغلب حساسیت نسبت به یک عامل بیرونی سنجیده یا آشکار می شود اما دلیل درونی (شکستگی ساختار و فرایندها) دارد. از این رو حساسیت به یک عامل یا رخداد آشفته کننده بیشتر مورد توجه است. حساسیت می تواند از منظر محیط زیستی (سیستم اجتماعی-اکولوژیک)، یا انسانی (سیستم انسانی) یا بوم شناختی (سیستم اکولوژیک)

¹ Ecologically Sensitive Areas

طبیعی هیچ شرایط غیرحساسی وجود ندارد، بلکه درجه حساسیت‌ها با یکدیگر متفاوت است. زیست‌بوم‌های طبیعی می‌توانند برخوردار از ویژگی‌های منحصربه‌فرد باشند، فرآیندهای طبیعی کلیدی را حفظ کنند، از گیاهان یا جانوران کمیاب و زیستگاه آن‌ها حمایت کنند، یا مناطق مهمی برای پرورش حیات وحش فراهم آورند (World Bank, 1993). مناطق حساس اکولوژیک مکان‌هایی هستند که دارای ویژگی‌های محیطی ویژه‌ای هستند که ارزش نگهداری یا مراقبت ویژه دارند. این مناطق برای نگهداری از جمعیت‌های مولد و متنوع گیاهی و حیات وحش حیاتی هستند (Polster & Cullington, 2004).

مناطق حساس از نظر اکولوژیک عموماً به عوامل و موجوداتی اطلاق می‌شود که نقش تعیین‌کننده‌ای در شرایط و پایداری محیطی یک منطقه ایفا می‌کنند (Hong et al., 2017). حساسیت اکولوژیک نشان می‌دهد که چگونه یک اکوسیستم می‌تواند با تغییرات درونی محیط طبیعی خود و اختلالات برون‌زا ناشی از فعالیت‌های انسانی سازگار شود. این حساسیت نشان‌دهنده میزان و احتمال ناپایداری سیستم اکولوژیک و همچنین بروز مسائل بوم‌شناختی است (Kong et al., 2024). Feng و همکاران (۲۰۲۳) حساسیت اکولوژیک را یکی از شاخص‌های مهم شکندگی بوم‌شناختی عنوان کرده‌اند که می‌تواند نشان‌دهنده ناپایداری اکوسیستم‌ها نسبت به شرایط محیط طبیعی و اختلالات ناشی از فعالیت انسانی باشد. Chen و همکاران (۲۰۲۳) تقریباً همین گونه اظهار داشته‌اند، این پژوهشگران، حساسیت اکولوژیک را به میزان پاسخگویی یک اکوسیستم نسبت به تغییرات اجتماعی یا محیطی توصیف کرده‌اند.

همان گونه که بیان شد، در برخی تعاریف، حساسیت در واکنش به تنش بیرونی توصیف شده‌است، هرچند که مداخله حساسیت با تنش به ایجاد مفهوم آسیب‌پذیری منجر شده‌است، اما برخی پژوهشگران بر چرایی حساسیت

تأکید داشته‌اند؛ زیرا یک سیستم طبیعی می‌تواند نسبت به یک تنش محیطی حساس و نسبت به تنش محیطی دیگر مقاوم باشد، لذا نمی‌توان به سادگی در خصوص حساسیت یک سیستم بدون دلیل آن ارزیابی انجام داد. Yilmaz و همکاران (۲۰۲۰) به این سبب حساسیت اکولوژیک را واکنش اکوسیستم به تغییرات محیطی ناشی از عوامل داخلی و خارجی تعریف کرده‌اند. همچنین تأکید داشته‌اند که درجه حساسیت اکولوژیک در بعد فضایی بستگی به ویژگی‌های طبیعی و فرهنگی دارد. بنابراین حساسیت اکولوژیک به این معناست که وقتی محیط بوم‌شناختی توسط انسان یا فرآیندهای طبیعی مختل می‌شود، مشکلات اکولوژیک به راحتی در این محیط آشکار می‌شوند (Chen & Wu, 2020).

از همین دیدگاه Hiscock و Tyler-Walters (۲۰۰۶)، زیستگاه یا گونه بسیار حساس را زیستگاه یا گونه‌ای توصیف کرده‌اند که به راحتی تحت تأثیر عوامل خارجی ناشی از فعالیت‌های انسانی با تخریب و کاهش یا توقف عملکرد مواجه شود و پس از این شرایط، ممکن است در یک دوره بسیار طولانی بهبود یابد یا اصلاً بهبود نیابد. اما زیستگاه یا گونه حساس زیستگاه یا گونه‌ای است که تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار می‌گیرد و انتظار می‌رود که در یک دوره طولانی بهبود یابد.

مناطق حساس می‌توانند صرفاً از منظر اکولوژیک که بر منابع زنده و غیر زنده طبیعی تمرکز دارد، مورد توجه قرار گیرند و یا به عنوان مناطق حساس محیط‌زیستی که محیط اکولوژیک را در پیوند با حضور انسان و فعالیت‌های انسانی، سامان داده است (سیستم‌های اکولوژیک- اجتماعی) مورد تعریف و سنجش قرار گیرند.

Ndubisi و همکاران (۱۹۹۵) مناطق حساس محیط‌زیستی (ESA)^۱ را زمین سیمایا یا مکان‌هایی تعریف کرده‌اند که

¹ Environmental Sensitive Area

برای نگهداری طولانی‌مدت تنوع زیستی، خاک، آب یا سایر منابع طبیعی هم در یک مکان و هم در یک بافت منطقه‌ای اهمیت دارند و دربرگیرنده زیستگاه‌های حیات وحش، شیب‌های تند، تالاب‌ها و زمین‌های کشاورزی مرغوب هستند.

مناطق حساس ساحلی - دریایی که می‌توانند درسواحل آب‌های داخلی، آب‌های سرزمینی، منطقه‌ای انحصاری و اقتصادی و آب‌های آزاد، شناسایی و انتخاب گردند، نواحی هستند که واجد منابع حساس ساحلی - دریایی و وابسته به دریا بوده و این حساسیت به واسطه تنوع زیستی، غنای جانداران، وجود گونه‌های در معرض خطر، آسیب پذیر و کمیاب و واقع شدن اجتماعات حیاتی در آستانه‌ی تحمل بوم‌شناختی است (دانه کار، ۱۳۷۷). حساسیت درجه‌ای است که ویژگی‌های طبیعی به تنش‌ها پاسخ می‌دهند. به طور خاص، حساسیت با استفاده از یک یا چند شاخص (از گونه‌ها، جوامع و زیستگاه‌ها) اندازه‌گیری می‌شود که به یک یا چند عامل تنش‌زای طبیعی یا انسانی پاسخ می‌دهند (Zacharias & Gregr, 2005).

از دیدگاه سازمان حفاظت محیط زیست ایران، یک منطقه حساس دریایی، گستره‌ای از پهنه دریا یا خط ساحلی است که به دلیل اهمیت اکولوژیک، اقتصادی-اجتماعی و آموزشی و یا دلایل علمی در مقابل شرایط طبیعی یا اقدامات انسانی به خصوص فعالیت‌های دریانوردی آسیب‌پذیر است و نیاز به حمایت ویژه دارد (یعقوب‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰). سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO^۱) منطقه به‌ویژه حساس دریایی (PSSA^۲) را محدوده‌ای تعریف کرده است که به دلایل بوم‌شناختی، اجتماعی-اقتصادی یا علمی اهمیت دارد و ممکن است در معرض آسیب‌های ناشی از فعالیت‌های دریانوردی بین‌المللی قرار گیرد (IMO, 2006). مناطق حساس به بیابان‌زایی به

مناطق اطلاق می‌شود که به دلیل اثرات ترکیبی شکل‌های زمین، خاک، آب و هوا، پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی محتمل است به بیابان‌زایی دچار شود (Shao et al., 2023). مناطق حساس محیط زیست شهری، عناصر یا واحدهای بوم شناختی در داخل و اطراف شهر هستند که برای سلامت و زیست‌پذیری محیط شهری اهمیت دارند و اگر به نحوی با گسترش شهر و فعالیت‌های شهرنشینی آسیب ببینند، قابلیت بازیابی ضعیفی دارند (Niu et al., 2018). امروزه حساسیت محیط زیستی، یکی از رویکردهای طبقه‌بندی‌های مدیریت محیط زیستی محسوب می‌شود و حساسیت محیط‌های طبیعی (مانند زیستگاه‌ها، پیکره‌های آبی) را در برابر تغییرات آب‌وهوایی و انسانی توصیف می‌کند. سازگاری محیط زیستی در مقابل فشار روندهای تحمیل شده بر محیط با فرض یا سناریوهای عدم کاهش یا کاهش کیفیت محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرند (Wei et al., 2020).

آسیب‌پذیری (Vulnerability)

آسیب‌پذیری به درجه‌ای گفته می‌شود که یک سیستم، زیرسیستم یا جزئی از سیستم به دلیل قرار گرفتن در معرض یک یا مجموعه‌ای از عوامل اغتشاش‌کننده یا استرس‌زا یا مخاطره‌آمیز، ممکن است خسارت ببیند (Turner et al., 2003)؛ حیدری مستعلی و همکاران، ۱۳۹۳). آسیب‌پذیری یک پدیده بسیار پیچیده است که هم دارای عوامل بیوفیزیکی و هم عوامل اجتماعی-اقتصادی است که مرتبط با شرایط در معرض قرار گرفتن (مدت، بزرگی، نرخ تغییر) و حساسیت محیط پذیرنده است (Abson et al., 2012).

آسیب‌پذیری معمولاً به عنوان ترکیبی از سه مؤلفه اصلی تعریف می‌شود که در آن در معرض قرار گرفتن به میزان استرس متحمل شده توسط یک سیستم مربوط می‌شود؛ حساسیت به میزان تأثیر استرس بر سیستم اشاره دارد و ظرفیت سازشی توانایی سیستم برای پاسخگویی به استرس

¹ International Maritime Organization

² Particularly Sea Sensitive Area

است (Bourgoin et al., 2020). به این ترتیب آسیب‌پذیری معمولاً به عنوان نتیجه ترکیبی از در معرض قرار گرفتن و حساسیت یک سیستم مفهوم‌سازی می‌شود (Yoshikawa et al., 2023). بنابراین آسیب‌پذیری تابعی از قرار گرفتن در معرض یک عامل استرس‌زا، اثر (که حساسیت یا تأثیر بالقوه نیز نامیده می‌شود) و پتانسیل بازیابی (انعطاف‌پذیری یا ظرفیت سازگاری نامیده می‌شود) در نظر گرفته می‌شود (De Lange et al., 2010). بنابراین آسیب‌پذیری بیان‌کننده احتمال قرار گرفتن یک محیط در معرض عوامل استرس‌زایی است که به آن حساس است (Zacharias & Gregor, 2005). در تحقیقات پایداری، آسیب‌پذیری به عنوان درجه آسیبی که یک سیستم با قرار گرفتن در معرض تغییرات محیطی تجربه می‌کند، تعریف می‌شود (Yoshikawa et al., 2023).

ایده اصلی تعریف IPCC که اغلب مورد استناد قرار می‌گیرد این است که آسیب‌پذیری درجه‌ای است که یک سیستم نسبت به آن حساس است و قادر به مقابله با اثرات نامطلوب آن نیست (Adger, 2006). از این رو آسیب‌پذیری به عنوان پتانسیل از دست دادن نیز تعریف می‌شود (Weißhuhn et al., 2018). آسیب‌پذیری اکولوژیک در سنجش تاب‌آوری و پاسخ اکوسیستم‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد و به توانایی یک اکوسیستم برای انطباق پاسخ‌های خود به عوامل استرس‌زا در حوزه‌های زمانی و مکانی خاص اشاره دارد (Darabi et al., 2018).

Ippolito و همکاران (۲۰۱۰) آسیب‌پذیری اکوسیستم‌ها را مجموعه‌ای از ویژگی‌های یک اکوسیستم بیان کرده‌اند که پتانسیل آن را برای آسیب دیدن توسط یک عامل استرس‌زا مشخص می‌کند. Chen و همکاران (۲۰۲۳) آسیب‌پذیری اکوسیستم را پاسخ اکولوژیک محیط به تنش‌ها و آشفتگی‌های بیرونی تعریف کرده‌اند. Hou و همکاران (۲۰۲۲) نیز آسیب‌پذیری اکولوژیک را میزان

اختلال اکوسیستم، آسیب سیستم و توانایی بازسازی سیستم توصیف کرده‌اند. آسیب‌پذیری اکولوژیک (EV^1) مرتبط به ویژگی ذاتی اکوسیستم است (که به شکل درجه حساسیت بیان می‌شود) و اطلاعات مهمی را در زمینه پیشینه تاریخی و بوم‌شناختی آن فراهم می‌کند. همه پدیده‌های طبیعی و فعالیت‌های انسانی در اکوسیستم بر آسیب‌پذیری اکولوژیک تأثیر می‌گذارند، که با فرآیند پیچیده تغییر رابطه بین انسان و طبیعت مقابله می‌کند و با آن سازگار می‌شود (Guo et al., 2023). بنابراین آسیب‌پذیری اکولوژیک نتیجه تعامل بین محیط طبیعی و انسان است و مناطق مختلف ویژگی‌های آسیب‌پذیری متفاوتی دارند (Ma et al., 2023).

آسیب‌پذیری درجه‌ای است که یک اکوسیستم در برابر اثرات نامطلوب تأثیرات ناشی از انسان حساس است یا قادر به مقابله با آن نیست (Bourgoin et al., 2020). Hou و همکاران (۲۰۲۲) معتقدند آسیب‌پذیری اکولوژیک تخمینی از ناتوانی یک اکوسیستم در تحمل استرس است و به عنوان یک ویژگی خاص یک اکوسیستم، پتانسیل یک اکوسیستم را برای تنظیم پاسخ خود به عوامل استرس‌زا نشان می‌دهد. آسیب‌پذیری اکولوژیک به حساسیت محیط طبیعی به اختلالات خارجی (از جمله اختلالات طبیعی و انسانی) و ظرفیت آن برای بازیابی خود به خود در یک زمان و مکان خاص اشاره دارد. این اختلالات ناشی از تأثیر مشترک رفتار اجتماعی-اقتصادی انسان و شرایط طبیعی است (Wang et al., 2022).

امروزه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی معیار اندازه‌گیری محاسبه تحمل اکوسیستم در برابر عوامل طبیعی و بوم‌شناختی است. این شاخص تابعی از ویژگی‌های طبیعی اکوسیستم و شرایط محیطی است و کاربرد مؤثری در ارزیابی و پایش کیفیت محیط و شناسایی مناطق حساس و آسیب‌پذیر دارد (حسن‌زاده و رحیم‌پور، ۱۳۹۹). درجهٔ آسیب‌پذیری

¹ Ecologic Vulnerability

آن کالا حساسیت بالایی دارد (M.M.A.S.E.I.G., 2024).

۲. قابلیت جایگزینی: اگر یک سیستم یا فرد به راحتی نتواند منابع، سیستم‌ها یا روش‌های جایگزین برای آنچه به آن وابسته است پیدا کند، حساسیت آن بیشتر خواهد بود. برای مثال، یک بیمار که به یک داروی خاص برای زنده ماندن نیاز دارد و جایگزینی برای آن وجود ندارد، حساسیت بالایی به قطع دسترسی به آن دارو دارد.

۳. سرعت و شدت واکنش: حساسیت می‌تواند با سرعت و شدت واکنشی که یک سیستم یا فرد در برابر یک عامل نشان می‌دهد، اندازه‌گیری شود. واکنش سریع و شدید نشان‌دهنده حساسیت بالا است. برای مثال، واکنش سریع بازار سهام به اخبار اقتصادی نشان‌دهنده حساسیت آن است.

۴. آستانه تحمل: سیستم‌ها یا افرادی که آستانه تحمل پایین‌تری نسبت به تغییرات دارند، حساس‌تر محسوب می‌شوند. تغییرات کوچک‌تر در محیط می‌توانند تأثیرات بزرگ‌تری بر آن‌ها بگذارند.

آسیب‌پذیری (Vulnerability)

آسیب‌پذیری به "میزان ضعف" یک سیستم یا فرد در برابر تأثیرات منفی یک عامل خطرناک (Hazard) اشاره دارد. این مفهوم نه تنها شامل میزان قرار گرفتن در معرض خطر (Exposure) و حساسیت به آن (Sensitivity) می‌شود، بلکه توانایی مقابله و سازگاری با آن (Adaptive Capacity) را نیز در بر می‌گیرد. به‌طور کلی:

شاخص‌های آسیب‌پذیری:

۱. در معرض قرار گرفتن (Exposure): میزان و ماهیت تماس یک سیستم یا فرد با یک عامل خطرناک. برای مثال، سکونت در مناطق سیل‌خیز، قرار گرفتن در

اکولوژیک مقیاس سنجشی است که یک اکوسیستم یا اجزای آن بر اثر قرار گرفتن در برابر عامل‌های محرک (آشفتگی یا فشار) در عمل خسارت می‌بینند (اقتصاد و همکاران، ۱۳۹۱).

جمع‌بندی

مقایسه‌ی "حساسیت" و "آسیب‌پذیری" نشان می‌دهد هرچند این دو واژه در برخی موارد هم‌پوشانی دارند، اما از نظر مفهوم و کاربرد متمایز هستند. حساسیت، بیشتر بر ویژگی‌های ذاتی سیستم در برابر یک عامل تنش‌زا تمرکز دارد، در حالی که آسیب‌پذیری، مفهومی ترکیبی و چندبعدی است که علاوه بر حساسیت، میزان در معرض قرار گرفتن و ظرفیت سازگاری سیستم را نیز در بر می‌گیرد. درک این تفاوت، نه تنها موجب بهبود کیفیت تحلیل‌ها در برنامه‌ریزی محیط‌زیستی می‌شود، بلکه مسیر تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر در حوزه تاب‌آوری و کاهش ریسک‌های اکولوژیک را هموار می‌سازد. در ادامه چند ویژگی اصلی حساسیت و آسیب‌پذیری ارائه شده و جدول ۱ مقایسه حساسیت و آسیب‌پذیر را در چند شاخص اصلی نشان می‌دهد.

حساسیت (Sensitivity)

حساسیت به درجه‌ای اشاره دارد که یک سیستم یا فرد تحت تأثیر یک عامل خاص (مثلاً یک شوک، تغییر، یا استرس) قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، نشان می‌دهد که یک سیستم چقدر به یک محرک واکنش نشان می‌دهد.

شاخص‌های حساسیت:

۱. میزان وابستگی: هرچه یک سیستم یا فرد به یک منبع، سیستم دیگر یا شرایط خاص وابسته‌تر باشد، حساسیت آن به تغییرات در آن منبع، سیستم یا شرایط بیشتر است. برای مثال، یک اقتصاد که به شدت به صادرات یک نوع کالا وابسته است، به نوسانات قیمت

پس از تجربه یک شوک یا استرس است. تاب‌آوری پایین، آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهد.

معرض خطر سیل را افزایش می‌دهد (Falcony, 2024).

۵. عدم دسترسی به منابع: محدودیت در دسترسی به منابع اساسی مانند غذا، آب، مسکن، بهداشت و آموزش می‌تواند آسیب‌پذیری افراد و جوامع را افزایش دهد.

۲. حساسیت (Sensitivity): همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، درجه‌ای که یک سیستم یا فرد تحت تأثیر یک عامل خطرناک قرار می‌گیرد.

۶. نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی: عواملی مانند فقر، تبعیض، و عدم دسترسی به فرصت‌ها می‌توانند آسیب‌پذیری گروه‌های خاصی از جامعه را در برابر خطرات مختلف تشدید کنند (ATSDR, 2025).

۳. ظرفیت سازگاری (Adaptive Capacity): توانایی یک سیستم یا فرد برای تنظیم، تغییر و مقابله با اثرات منفی یک عامل خطرناک. این شامل منابع مالی، فناوری، دانش، ساختارهای اجتماعی و نهادی است (Falcony, 2024). ظرفیت سازگاری بالاتر، آسیب‌پذیری را کاهش می‌دهد.

۴. تاب‌آوری (Resilience): توانایی یک سیستم یا فرد برای بازگشت به وضعیت اولیه یا یک وضعیت مطلوب

جدول ۱- مقایسه حساسیت و آسیب‌پذیری در چند شاخص اصلی (Falcony, 2024; ATSDR, 2025)

شاخص	حساسیت (Sensitivity)	آسیب‌پذیری (Vulnerability)
تمرکز اصلی	میزان واکنش به یک عامل یا تغییر	میزان ضعف در برابر تأثیرات منفی یک عامل خطرناک
عوامل مؤثر	وابستگی، قابلیت جایگزینی، سرعت و شدت واکنش، آستانه تحمل	قرار گرفتن در معرض خطر، حساسیت، ظرفیت سازگاری، تاب‌آوری، دسترسی به منابع، نابرابری‌ها
ماهیت	یک جزء از آسیب‌پذیری	یک مفهوم جامع‌تر که حساسیت را نیز در بر می‌گیرد
سوال کلیدی	سیستم چقدر به این تغییر واکنش نشان می‌دهد؟	سیستم چقدر در معرض آسیب ناشی از این خطر قرار دارد و چقدر می‌تواند با آن مقابله کند؟
مثال	یک گیاه حساس به کمبود آب به سرعت پژمرده می‌شود.	یک جامعه فقیرنشین در یک منطقه ساحلی، به دلیل قرار گرفتن در معرض سیل و نداشتن منابع برای مقابله، آسیب‌پذیر است.

منابع

توسعه‌یافته و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان کرمان). پژوهش‌های محیط زیست، سال ۱۱، شماره ۲۱، ص ۲۷-۴۲.

اقتصاد، م.، فقهی، ج.، مخدوم، م. و جباریان امیری، ب. (۱۳۹۴). تعیین مناطق حساس و آسیب‌پذیر به چرای دام در جنگل (مطالعه موردی: بخش پاتم جنگل خیرود). پژوهش‌های محیط زیست، سال ۶، شماره ۱۱، ص ۱۵-۲۶.

حیدری مستعلی، س.، جباریان امیری، ب. و علیزاده شعبانی، ا. (۱۳۹۴). تعیین آسیب‌پذیری اکولوژیکی شهرستان طرقله شاندیز با استفاده از روش عینی آسیب‌پذیری. نشریه محیط زیست طبیعی، دوره ۶۸، شماره ۲، ص ۲۱۳-۲۲۳.

حسن‌زاده، ر. و رحیم‌پور، ن. (۱۳۹۹). ارزیابی آسیب‌پذیری بوم‌شناختی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

De Lange, H. J., Sala, S., Vighi, M., & Faber, J. H. (2010). Ecological vulnerability in risk assessment—A review and perspectives. *Science of the total environment*, 408(18), 3871-3879.

Falcony. (2024). Differences and Similarities of Risks, Vulnerability and Reliability - Blog | Falcony. Retrieved from <https://blog.falcony.io/en/differences-and-similarities-of-risks-vulnerability-and-reliability>.

Feng, H., Zhang, X., Nan, Y., Zhang, D., & Sun, Y. (2023). Ecological sensitivity assessment and spatial pattern analysis of land resources in Tumen River Basin, China. *Applied Sciences*, 13(7), 4197.

Guo, B., Xu, M., Zhang, R., & Luo, W. (2024). A new monitoring index for ecological vulnerability and its application in the Yellow River Basin, China from 2000 to 2022. *Journal of Arid Land*, 16(9), 1163-1182.

Hiscock, K., & Tyler-Walters, H. (2006). Assessing the sensitivity of seabed species and biotopes—the Marine Life Information Network (MarLIN). *Hydrobiologia*, 555, 309-320.

Hong, W., Guo, R., Su, M., Tang, H., Chen, L., & Hu, W. (2017). Sensitivity evaluation and land-use control of urban ecological corridors: A case study of Shenzhen, China. *Land Use Policy*, 62, 316-325.

Hou, K., Tao, W., He, D., & Li, X. (2022). A new perspective on ecological vulnerability and its transformation mechanisms. *Ecosystem Health and Sustainability*, 8(1), 2115403.

IMO. (2006). Revised guidelines for the identification and designation of Particularly Sensitive Sea Areas.

Ippolito, A., Sala, S., Faber, J. H., & Vighi, M. (2010). Ecological vulnerability analysis: A river basin case study. *Science of the total Environment*, 408(18), 3880-3890.

Kong, X., Han, M., Li, Y., Kong, F., Sun, J., Zhu, W., & Wei, F. (2024). Spatial differentiation and formation mechanism of ecological sensitivity in large river basins: A case study of the Yellow River Basin, China. *Ecological Indicators*, 158, 111571.

دانه‌کار، ا. (۱۳۷۷). مناطق حساس دریایی ایران. فصلنامه محیط زیست، شماره ۲۴، پائیز: ۲۸-۳۸.

یعقوب‌زاده، م.، دانه‌کار، ا.، حقیقت، م.، مشهدی رفیعی، م. و لطفی‌خواه، س. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی سواحل سیستان و بلوچستان براساس حساسیت‌سنجی محیط‌زیستی. نشریه محیط زیست طبیعی، دوره ۷۵، شماره ۱، ص ۴۹-۶۳.

Abson, D. J., Dougill, A. J., & Stringer, L. C. (2012). Using Principal Component Analysis for information-rich socio-ecological vulnerability mapping in Southern Africa. *Applied Geography*, 35(1-2), 515-524. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.08.004>.

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2025). Social Vulnerability Index | Place and Health - Geospatial Research, Analysis, and Services Program (GRASP). Retrieved from <https://www.atsdr.cdc.gov/place-health/php/svi/index.html>.

Bourgoin, C., Oszwald, J., Bourgoin, J., Gond, V., Blanc, L., Dessard, H., ... & Reymondin, L. (2020). Assessing the ecological vulnerability of forest landscape to agricultural frontier expansion in the Central Highlands of Vietnam. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 84, 101958.

Chen, J., & Wu, C. (2020, December). Evaluation of ecological sensitivity in Erhai Lake Basin, southwest China. In IOP conference series: earth and environmental science (Vol. 612, No. 1, p. 012072). IOP Publishing.

Chen, Y., Zhang, T., Zhou, X., Li, J., Yi, G., Bie, X., ... & Wen, B. (2024). Ecological sensitivity and its driving factors in the area along the Sichuan-Tibet Railway. *Environment, Development and Sustainability*, 26(8), 20189-20208.

Darabi, H., Hamed, R., Ehsani, A., & Kafi, M. (2018). Rapid Vulnerability Assessment of Lavizan Urban Forest Park. *Pollution*, 4(3), 417-428.

River Basin (Henan Section). Sustainability, 14(21), 14262. <https://doi.org/10.3390/su142114262>.

Wei, W., Li, Z., Xie, B., Zhou, J., & Guo, Z. (2020). Spatial distance-based integrated evaluation of environmentally sensitivity for ecological management in northwest China. Ecological Indicators, 118, 106753.

Weißhuhn, P., Müller, F., & Wiggering, H. (2018). Ecosystem vulnerability review: proposal of an interdisciplinary ecosystem assessment approach. Environmental management, 61, 904-915.

World Bank (1993). Ecologically Sensitive Sites in Africa. Volume VI: Southern Africa. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre for The World Bank, Washington, DC, USA.

Yilmaz, F. C., Zengin, M., & Tekin Cure, C. (2020). Determination of ecologically sensitive areas in Denizli province using geographic information systems (GIS) and analytical hierarchy process (AHP). Environmental Monitoring and Assessment, 192(9), 589.

Yoshikawa, T., Koide, D., Yokomizo, H., Kim, J. Y., & Kadoya, T. (2023). Assessing ecosystem vulnerability under severe uncertainty of global climate change. Scientific Reports, 13(1), 5932.

Zacharias, M. A., & Gregr, E. J. (2005). Sensitivity and vulnerability in marine environments: an approach to identifying vulnerable marine areas. Conservation Biology, 19(1), 86-97.

Ma, Y., Wang, Z., Xiong, Y., Yuan, W., Wang, Y., Tang, H., ... & Liu, Z. (2023). A critical application of different methods for the vulnerability assessment of shallow aquifers in Zhengzhou City. Environmental Science and Pollution Research, 30(43), 97078-97091.

Meig Master of Advanced Studies European and International Governance (M.M.A.S.E.I.G). (2024). Highlight 8/2024 - Navigating Interdependence: Exploring the Vulnerability and Sensitivity of Sino-EU Economic Relations. Retrieved from <https://www.meig.ch/highlight-8-2024-navigating-interdependence-exploring-the-vulnerability-and-sensitivity-of-sino-eu-economic-relations/>.

Ndubisi, F., DeMeo, T., & Ditto, N. D. (1995). Environmentally sensitive areas: a template for developing greenway corridors. Landscape and Urban Planning, 33(1-3), 159-177.

Niu, Q., Yu, L., Jie, Q., & Li, X. (2020). An urban eco-environmental sensitive areas assessment method based on variable weights combination. Environment, Development and Sustainability, 22, 2069-2085.

Polster, D., & Cullington, J. (2004). Environmental best management practices for urban and rural land development in British Columbia. Biodiversity Branch, Ecosystem Standards and Planning, British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection, Victoria, BC Canada.

Shao, W., Wang, Q., Guan, Q., Zhang, J., Yang, X., & Liu, Z. (2023). Environmental sensitivity assessment of land desertification in the Hexi Corridor, China. Catena, 220, 106728.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., ... & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proceedings of the national academy of sciences, 100(14), 8074-8079.

Wang, S., Bai, Z., Si, J., & Zhao, C. (2022). Evaluation of Ecological Vulnerability and Analysis of Its Spatiotemporal Evolution Based on the Fuzzy Comprehensive Evaluation/Catastrophe Progression Method: A Case Study of the Danjiang

Sensitivity and vulnerability

Fatemeh Maleki¹, Afshin Danekar^{2*}

1-Master's student in Environmental 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: danekar@ut.ac.ir

Introduction

Having a deep understanding of the concepts of "sensitivity" and "vulnerability" as key components in the analysis of natural and human systems plays an important role in environmental studies and the assessment of ecological resilience. These two concepts are sometimes used interchangeably, but from a conceptual, practical, and analytical perspective, they have fundamental differences. In this article, using various definitions and viewpoints, these two concepts are compared in order to clarify their conceptual boundaries and enable more precise application of them.



Blossom, August 2019, Photographer: Erik Mclean