

## تحلیل آسیب‌پذیری ژئوسایت‌های شمال منطقه گرمسار و آرادان

مهراں مقصودی<sup>۱</sup>؛ استاد جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.  
الهام حیدری؛ کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۹/۲۷

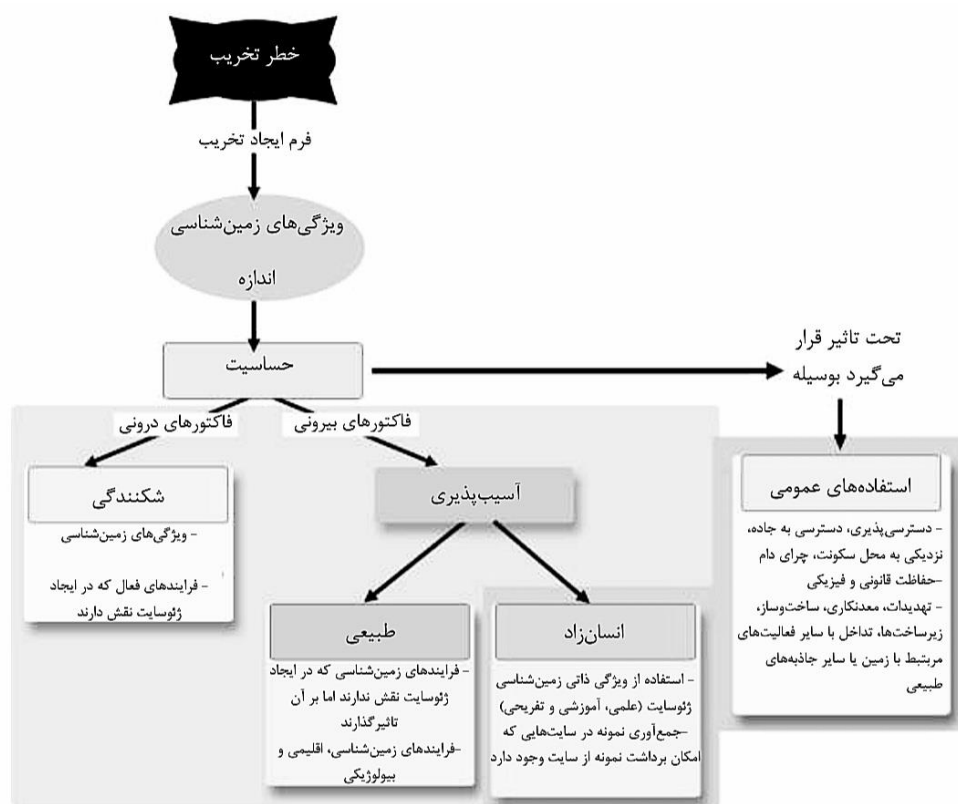
### چکیده

تنوع زمین‌شناختی شاخه‌ای جدید از گردشگری به نام ژئو توریسم را رقم زده است که در آن به بررسی مکان‌هایی پرداخته می‌شود که قابلیت جذب گردشگر را دارد و می‌تواند به توان جامعه محلی برای توسعه اقتصادی کمک کند. ژئوسایت‌ها همواره تحت تأثیر تهدیدها و آسیب‌های انسانی و طبیعی هستند که بررسی آن‌ها برای توسعه پایدار و حفاظت امری ضروری است. با توجه به قابلیت‌های زمین‌شناسی شمال محدوده ژئوسایت‌های گرمسار و آرادان از نظر آسیب و تهدید مورد بررسی قرار گرفتند. به دلیل گسترش ژئو توریسم، تنوع زمین‌شناختی منطقه تحت تأثیر قرار گرفته است و ژئوسایت‌هایی که در معرض خطر هستند در مدیریت و حفاظت در اولویت‌اند. در این پژوهش ۲۰ ژئوسایت مورد شناسایی قرار گرفتند و عوامل تهدیدکننده طبیعی و انسانی از طریق بازدیدهای میدانی برداشت شده است. داده‌های مورداستفاده در این بخش، عوامل تهدیدهای انسانی و طبیعی به دست آمده در بازدیدهای میدانی است که با کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی وزن‌دهی و در مرحله بعد توسط روش فازی با یکدیگر تلفیق شده‌اند. در نهایت مناطق آسیب‌پذیر در محدوده مطالعاتی گرمسار و آرادان تعیین و پهنه‌بندی شده است. با توجه به نتایج پژوهش، بیشترین میزان حساسیت مربوط به معادن نمک درخشان، سالار، توکل و قائم است همین‌طور رودخانه نمکی و کوه‌های رنگی کمترین میزان حساسیت را در بین ژئوسایت‌ها به خود اختصاص داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: ژئو توریسم، ژئوسایت، تهدیدها، حساسیت، آسیب‌پذیری.

## مقدمه

زمین همواره با تهدیداتی از جانب طبیعت و انسان روبه‌رو بوده است که منجر به آسیب آن شده است. تهدیدهایی که متوجه میراث‌های زمین است می‌تواند طبیعی یا انسانی و همین‌طور درونی و یا بیرونی باشد. به بیان دیگر می‌تواند ناشی از عوامل و فرایندهای بیرونی و یا فرایندهای درونی که مربوط به تشکیل سایت‌ها هستند، باشد (شکل ۱) از آن جایی که سرعت و کیفیت تأثیرات انسانی روی محیط بیشتر از عوامل طبیعی است اقدامات بیشتری باید متوجه این جنبه از آسیب‌ها (انسانی) باشد با توجه به این که کنترل این بخش نیز سهل‌تر است. شناخت کامل محیط و همین‌طور واکنش‌های خاصی که هر منطقه در رابطه با عوامل و فرایندهای مختلف دارد می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های مناسب در جهت حفاظت از زمین کمک کند (Gutiérrez, et. Al, ۲۰۱۵).



شکل ۱: نمودار پارامترهای دخیل در تخریب میراث‌های زمین‌شناسی. اصلاح شده از گوتیرز و همکاران (Gutiérrez, et. al, ۲۰۱۵)

بسیاری از پدیده‌هایی که مورد بازدید قرار می‌گیرند و در فرایند توسعه قرار می‌گیرند تحت‌تأثیر توسعه بی‌رویه در معرض آسیب و تهدید قرار می‌گیرند و حتی ممکن است فرایندهای طبیعی که در روند آسیب به ژئوسایت تأثیرگذارند را نیز سرعت ببخشد (García-Ortiz et al, ۲۰۱۴). در تمام فرمول‌بندی‌ها پارامترهای کلیدی آسیب‌پذیری، دسترسی است که یک سیستم در معرض آن قرار می‌گیرد. آسیب‌پذیری اغلب به‌عنوان مولفه‌ای که شامل قرار گرفتن در معرض و حساسیت<sup>۱</sup> به آشفتگی‌ها یا تنش‌های خارجی است به وجود می‌آید و ویژگی این تنش‌ها شامل بزرگی، فراوانی، مدت و گستره منطقه خطر است (Gray, ۲۰۰۴; Adger, ۲۰۰۶). کشور ایران از جمله مناطقی است که دارای ژئو توریسم غنی

۱. Sensitivity

و متنوعی می‌باشد به دلیل تأثیرات عوامل طبیعی و عوامل انسانی همواره در معرض تهدید هستند و بسیاری از مناطق دچار آسیب شده‌اند. ژئو توریسم در کشور به دلایل عدم اطلاعات علمی و شناخت کافی و نیز فقدان برنامه‌های مدیریتی برای زیرساخت‌های متناسب، با مشکل روبرو است (لشکری و ریاضی، ۱۳۹۵). اگرچه مطالعاتی در ارتباط با ارزیابی ژئوسایت‌های محدوده مورد مطالعه و ارزیابی سایر مناطق ایران صورت گرفته است (لشکری، ۱۳۹۵)، (عرب‌عامری و همکاران، ۱۳۹۷)، (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۸) و (مختاری و احمدی، ۱۳۹۵) اما مطالعه مشخص و بارزی در رابطه با مطالعه تهدیدها و آسیب‌های منطقه مورد مطالعه صورت نگرفته و کمتر به آن توجه شده است. منطقه گرمسار به لحاظ وجود گنبد‌های نمکی و عارضه‌های مختلف از قبیل چین خوردگی‌ها، مناطق نمکی، آبشار نمکی، دریاچه‌های نمکی و... از منظر ژئو توریسم دارای اهمیت و اعتبار است. با وجود مناطق ژئومورفیک متنوع نمکی در این منطقه در زمینه ارزیابی و همین‌طور بررسی آسیب‌ها و خطرات، اقدامات لازم صورت نگرفته است. در بررسی‌های اندکی که صورت گرفته است روشن شده است ژئوسایت‌های منطقه از منظر علمی دارای درجه مطلوب هستند؛ ولی از لحاظ مدیریتی در شرایط خوبی به سر نمی‌برند. (عرب‌عامری و همکاران، ۱۳۹۷). برای تفهیم بهتر اهمیت موضوع، بررسی پیشینه ضروری می‌باشد:

در مطالعات مختلف داخلی و بین‌المللی نویسندگان متعددی به موضوع ژئو توریسم و حفاظت از آن اشاره داشته‌اند. یکی از مطالعاتی که بر روی حفاظت و ارزیابی آسیب‌ها تمرکز دارد مربوط به پژوهش ژئو میراث و انعطاف‌پذیری دالول و شمال داناکیل در ایتویپی است (Viktor Verb, et al. ۲۰۲۰). در این پژوهش یک مطالعه از آسیب‌های جغرافیایی و میراث زمین بر روی منطقه مورد نظر در سطح جهانی انجام شده است. با توجه به مشاهدات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و اعتبارسنجی کار میدانی فهرست‌برداری‌های صورت گرفته، هر واحد زمین‌شناسی با مقدار مشخصی خطر همراه بوده است. تأثیرات ناشی از گرمایش جهانی و همچنین ارزیابی سایت‌ها با کمک روش رینارد و بریل‌ها صورت گرفت. در نتیجه این مقاله ارزش‌های فعلی گردشگری به دلیل کمبود زیرساخت اختصاصی و فقدان استراتژی مدیریت جامع محدود است و برای محافظت و کاهش آسیب‌ها و تهدیدهای منطقه باید به این زیرساخت‌ها توجه شود.

در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری محیط‌زیست و منابع طبیعی در منطقه ساحلی ویتنام با استفاده از پردازش‌های نرم‌افزاری به بررسی تغییرات آب‌وهوایی و آسیب‌پذیری منطقه پرداخته شد. در این مقاله سطوح آسیب‌پذیری ساحلی توسط سه مؤلفه مورد ارزیابی قرار گرفت: عوامل آسیب‌پذیری (فرسایش، طوفان، گل‌آلودگی کانال و...)، اشیا آسیب‌پذیر (تالاب و انسان) و تاب‌آوری سیستم‌های طبیعی - اجتماعی امکانات، ارتباطات و حمل‌ونقل. بر اساس یافته‌ها و ماتریس مقایسه زوجی مناطق از نظر آسیب‌پذیری پهنه‌بندی شدند و در نقشه نشان داده شدند. (Nhuan et. al, ۲۰۱۱)

نیوسام<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مقاله‌ای تحت عنوان ماهیت و مدیریت ژئو توریسم به مطالعه دو مقصد توریسمی در تایوان و استرالیا پرداختند. نیوسام و همکارانش چالش‌های مدیریتی ژئوپارک تایوان را رفتار بازدیدکنندگان و ردپای مدیریتی کم‌رنگ عنوان کردند. برخی از سایت‌ها می‌توانند در نتیجه اثرات تجمعی بازدید، تخریب شوند و فقدان دستورالعمل‌های بازدیدکننده یک تأثیر منفی در نظر گرفته می‌شود. ضرورت وجود برنامه‌های

<sup>۱</sup> Newsome

فعال آموزشی برای بازدید، دانش نحوه ارائه اطلاعات در تورهای گردشگری، مدیریت مناسب سایت‌ها و تحقیقات تجربی در مستندسازی آسیب‌های لندفرم‌ها از جمله پیشنهاداتی بود که برای کاهش آسیب‌ها و تهدیدها در این مقاله عنوان شد.

فورتس گوتیرز<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۵ در مقاله‌ای تحت عنوان تهدیدهای انسانی برای میراث زمین‌شناسی با مطالعه موردی در منطقه‌ای از اسپانیا به بررسی انواع تهدیدهای انسانی و طبیعی پرداختند. او در این مقاله حساسیت‌ها را به حساسیت‌های درونی، بیرونی و عمومی دسته‌بندی کرد. وی عنوان کرد تهدیدهای انسانی آن‌هایی هستند که از انسان نشات می‌گیرد و همین‌طور متأثر از استفاده عمومی است و برای حفاظت از سایت‌ها باید به شناسایی آسیب‌های هر منطقه پرداخت و قبل از وقوع آن‌ها شیوه‌های مدیریتی ویژه‌ای را اتخاذ کرد. بهترین روش برای نظارت بر سایت‌ها، تکمیل فهرستی از آسیب‌ها و تهدیدهایی است که متوجه آن است.

وو و وربویز<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۹ در مقاله تحت عنوان پایش زمین‌شناسی در مناطق حفاظت شده عنوان کردند که میراث‌های زمین‌شناسی توسط فرایندهای طبیعی و مصنوعی آسیب می‌بینند و امکان بازسازی برای آن‌ها وجود ندارد؛ بنابراین حفاظت از آن‌ها قبل از آسیب، ضروری است. درک عوامل کنترل‌کننده برای حفظ وضعیت حفاظتی محیط دارای اهمیت است. در این مقاله عنوان شد پایش نظارت مستمر بهترین راه برای حفظ ویژگی‌های میراث‌های زمین‌شناسی است. هدف این مقاله افزایش اهمیت مانیتورینگ جغرافیایی در مناطق حفاظت شده، معرفی چگونگی توسعه شاخص‌های پایش برای حفاظت از میراث‌های زمین‌شناسی است.

در مقاله‌ای با عنوان سیستم شاخص ارزیابی آسیب‌پذیری میراث زمین‌شناسی برای جنگل سنگی مامی در فلات تبت نوشته شد، یوان‌یین<sup>۳</sup> و همکارانش در سال ۲۰۲۰، این منطقه را مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله از روش MCE استفاده شد. با استفاده از این مدل که تحت عنوان مدل ارزیابی چندمعیاره است نتیجه این حاصل شده است که شکنندگی چشم‌انداز عمدتاً توسط عوامل زمین‌شناسی پویای خارجی تعیین می‌شود و روند زمین‌شناسی پویای داخلی هم از اهمیت زیادی برای آسیب‌پذیری چشم‌انداز آن برخوردار است. نقش مثبت گردشگری شامل تهیه کمک‌های مالی برای اقدامات حفاظتی و افزایش مجوز اجتماعی برای حفاظت از چشم‌انداز جنگل سنگی است.

راجر کرفتس در مقاله‌ای با عنوان معرفی رهنمودهای جدید در مورد حفاظت از میراث زمین‌شناسی در سال ۲۰۲۱ به بررسی شیوه‌ها و دستورالعمل‌هایی برای بررسی آسیب‌ها و راه‌های حفاظت از میراث زمین‌شناسی پرداخته است. طبق بررسی‌های وی، حساسیت‌ها به دو نوع انسانی و طبیعی دسته‌بندی می‌شوند و میزان آسیب‌ها از درجه اول (بسیار حساس) تا درجه دهم (بسیار مقاوم) دسته‌بندی می‌شوند و میزان این حساسیت‌ها نسبت به عواملی چون: نزدیکی به گذرگاه‌ها، راه‌های دسترسی، آسیب‌های ناشی از جمع‌آوری علمی، آسیب‌های انسانی و... بررسی می‌شوند.

احمدی و همکاران در سال ۱۳۹۲ مقاله‌ای تحت عنوان ارائه الگوهای توسعه گردشگری پایدار منطقه حفاظت شده آبشار مارگون فارس با تأکید بر اصول و معیارهای طراحی منظر پایدار ارائه کردند. در این مقاله، منطقه حفاظت شده آبشار مارگون با روش پیمایشی و توصیفی - تحلیلی مورد بررسی قرار گرفت. ناسازگاری برخی نیازها و کنش گردشگران در محیط مثل شکار، ماهیگیری، خدمات اقامتی و... باعث دگرگونی سیمای منطقه و نابودی برخی گونه‌های

<sup>۱</sup> Fuertes-Gutiérrez

<sup>۲</sup> Woo and Worboys

<sup>۳</sup> Yuan Yin

زیستی شده است. در این مقاله آسیب‌هایی که متوجه منطقه بود مورد بررسی قرار گرفت. توسعه گردشگری بر مبنای توان محیط، تعیین محدوده‌های مجاز برای شکار، ارتقای پوشش گیاهی، طراحی مسیرهای عبوری منطبق بر عوارض طبیعی از جمله پیشنهادهای بود که در این پژوهش بیان شد.

ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه ژئو توریسم آبشار بیشه با تأکید بر توسعه پایدار عنوان مقاله‌ای است که توسط بهراد و همکاران در سال ۱۳۹۸ نوشته شد. در این پژوهش ظرفیت برد منطقه مورد بررسی قرار گرفت و این بررسی‌ها در این جهت بود که در کنار بهره‌بری از قابلیت‌های منطقه از منظر ژئوتوریسمی، حداقل آسیب‌ها به منطقه وارد شود. ویژگی‌های محلی هر ژئوسایت در محاسبه ظرفیت برد آن مؤثر است. ایجاد زیرساخت‌های منطبق بر اقلیم و طبیعت هر منطقه، آگاه‌سازی جامعه بومی، ایجاد کمپ‌های تخصصی، برگزاری دوره‌های آموزشی از جمله پیشنهادهای بود که برای توسعه پایدار گردشگری در این مقاله بیان شد.

روش‌های ارزیابی تهدیدها و آسیب‌ها می‌توانند به‌گونه‌ای مطرح شوند که کمترین میزان آسیب را به محیط برسانند و با کمترین تماس فیزیکی این ارزیابی صورت بگیرد در مقاله ژئو توریسم هوایی شاخه جدید برای ترویج حفاظت از زمین (مقصودی و همکاران، ۲۰۲۱) تلفیقی از وسایل نقلیه هوایی و گردشگری مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله با کمک روش هوایی چهار منطقه مورد بررسی قرار گرفت که شامل میراث جهانی کویر لوت، مسیر پرواز تهران قشم، آتشفشان دماوند و دشت کویر. ژئو توریسم هوایی می‌تواند آموزش جغرافیایی را ترویج دهد و طیف وسیعی از ذی‌نفعان مانند جوامع محلی مراکز علمی و آموزشی مراکز توریستی را پوشش می‌دهد و البته برای پیشرفت این نوع ژئو توریسم نیاز به سرمایه‌گذاری و آموزش و حفاظت از محیط می‌باشد. علاوه بر ارزیابی و مطالعه تهدیدها و آسیب‌ها با روش‌های مختلف که به شناخت بیشتر محیط و ژئوسایت‌ها می‌پردازد و در امر حفاظت و مدیریت بسیار کمک‌کننده است عوامل اصلی تهدید و آسیب دسته‌بندی می‌شوند و در بسیاری از موارد عوامل انسانی مانند عدم آگاهی، دفع زباله، گسترش کشاورزی با شیوه‌های نادرست و بهره‌برداری نامناسب از خاک از جمله موارد تهدیدکننده به شمار می‌روند (Altoe et al, ۲۰۲۰).

از جمله عوامل تهدیدکننده طبیعی می‌توان به فرسایش‌های طبیعی و زمین‌لغزش اشاره کرد که به طور مثال در مناطقی که دارای لس هستند در چین و اروپا تأثیرات بسزایی گذاشته و برای ژئوسایت‌ها تهدید محسوب می‌شوند. عوامل طبیعی در کنار عوامل انسانی تهدید مهمی برای آسیب به ژئوسایت‌ها به شمار می‌روند که مطالعه آن‌ها امری مهم است (Bollati, ۲۰۲۱). گرمسار به علت موقعیت مکانی در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز و در حاشیه کویر دارای شرایط خاص شکل‌گیری و بهره‌برداری است با نگاه به مورفولوژی مخروط‌افکنه گرمسار اقلیم خشک، گسل‌های موجود و همین‌طور فعالیت‌های انسانی از قبیل بهره‌برداری نامتناسب از اراضی مخروط‌افکنه، تمرکز و تجمع انسان و فعالیت‌های انسانی در چنین عرصه پرمخاطره‌ای فضایی از آسیب‌پذیری را شاهدیم (شایان و زارع، ۱۳۹۲).

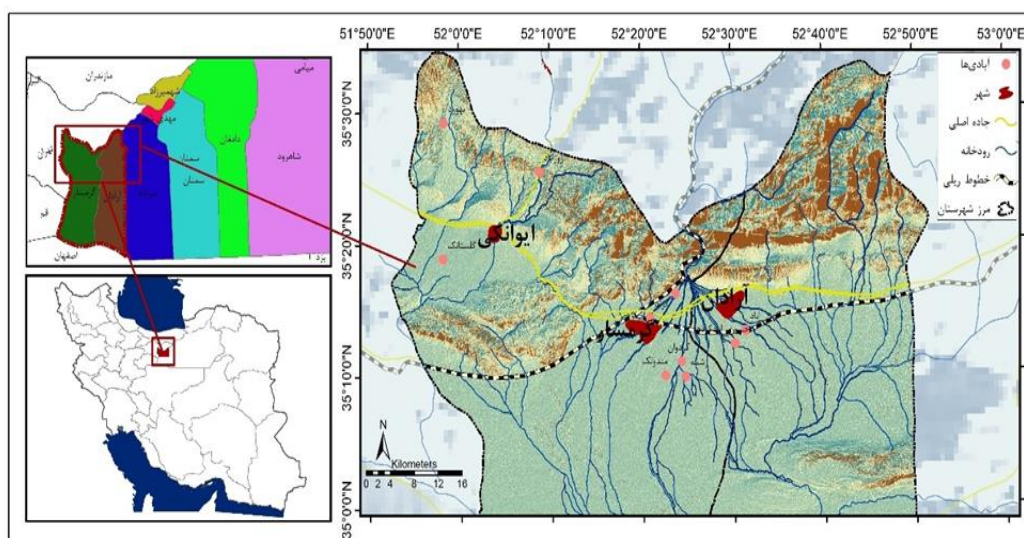
این منطقه با وجود معادن نمک با خلوص بالا و غارهای نمکی و سایر سایت‌ها تحت تأثیر عوامل طبیعی و همین‌طور عوامل انسانی مستعد آسیب‌پذیری است و بررسی میزان این آسیب‌ها به‌منظور مشخص کردن محدوده‌ها با آسیب‌پذیری‌های مشخص مهم است. در بررسی‌های اندکی که صورت گرفته است روشن شده است ژئوسایت‌های منطقه از منظر علمی دارای درجه مطلوبی هستند؛ ولی از لحاظ مدیریتی در شرایط خوبی به سر نمی‌برند. (عرب‌عامری و همکاران، ۱۳۹۷)؛ بنابراین ضرورت ارزیابی سایت‌ها از دید آسیب‌پذیری و تهدیدها امری پوشیده نیست و شناسایی

تهدیدها و آسیب‌پذیری‌های طبیعی و انسانی و همین‌طور ارزیابی ژئوسایت‌های منطقه گرمسار و تعیین میزان آسیب‌پذیری آن‌ها از اهداف تحقیق محسوب می‌شود.

## داده‌ها و روش کار

### • قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

محدوده گرمسار یکی از شهرستان‌های استان سمنان است که از شمال به دماوند، از غرب به ایوانکی، از شرق به آرادان و سمنان و از جنوب به کویر مرکزی منتهی می‌شود (شکل ۲). منطقه گرمسار دارای پتانسیل‌های اکوتوریسمی و ژئوتوریسمی می‌باشد که دارای جاذبه‌های طبیعی و تاریخی بسیاری است (کریم‌پور ریحان، ۱۳۹۸). حداقل طول شرقی جغرافیایی شهرستان گرمسار ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه و حداقل عرض شمالی آن ۳۴ درجه و ۱۸ دقیقه می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا حدود ۸۹۹.۹ متر و مساحت این شهرستان ۵۱۶۲ کیلومترمربع است (رهایی و همکاران، ۱۳۹۸). کوه اژدها در ۱۱ کیلومتری غرب مرکز شهرستان گرمسار است که چین‌خوردگی منحصربه‌فردی را به نمایش گذاشته است و همین‌طور دریاچه‌های نمک، بدلدن‌های کنار جاده، بانه کوه و تعداد زیادی غارهای نمکی با درجه خلوص نسبتاً بالا از زیبایی‌های این منطقه محسوب می‌شود. به طور کلی منطقه گرمسار از نوع دشت آبرفتی پای کوه محسوب می‌شود که از رسوبات رودخانه حبله‌رود تشکیل گردیده است و این رود مواد و رسوبات را از کوه‌های شمالی آورده است و در انتها در ساختمان زمین تغییر کلی حاصل شده و زمین‌های شور و لم‌یزرع کویر آغاز می‌شود (شاپان و زارع، ۱۳۹۲). در سال‌های اخیر توجه بیشتر نسبت به منطقه گرمسار موجب توسعه ژئو توریسم شده است؛ اما با توجه به اینکه هر منطقه از کره زمین دارای حساسیت‌های مختص به خود می‌باشد شناخت حساسیت‌ها و آسیب‌پذیری‌ها حائز اهمیت است. تأثیر گردشگران و معادنی که توسط انسان‌ها به وجود آمده است، غارهای دست کن که استحکام غارهای نمکی را دستخوش تغییر کرده است و همین‌طور نقش عوامل طبیعی، همگی منجر به واکنش محیط شده است (غضبانی، ۱۳۹۳). بررسی نوع تهدیدها و میزان آسیب‌پذیری‌ها می‌تواند به مدیریت بهتر ژئوسایت‌ها کمک شایانی بکند که تلاش بر این است در این تحقیق به این مسائل پرداخته شود.



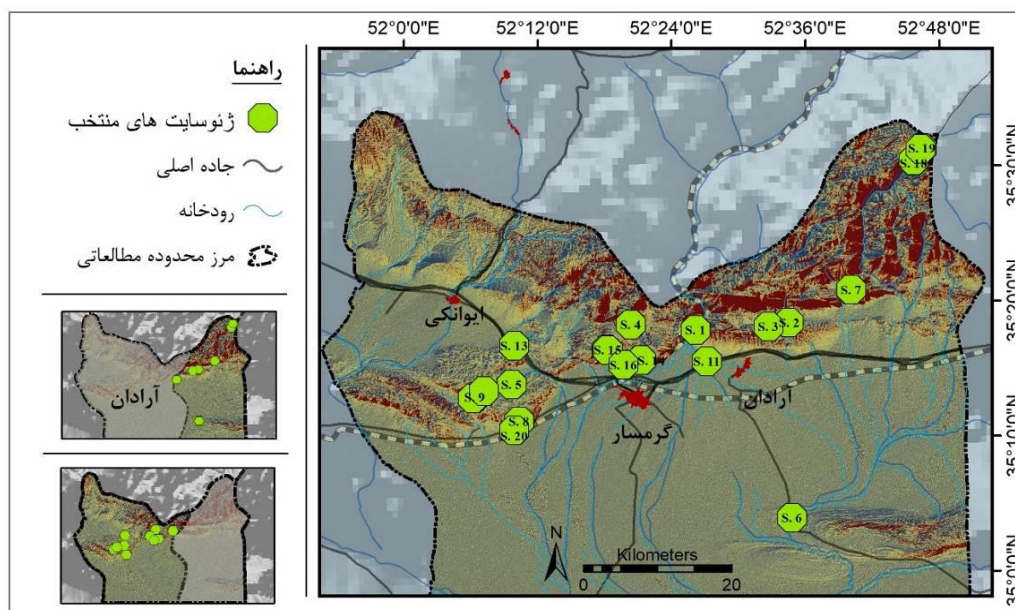
شکل ۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه

## • روش کار

مقاله از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه اجرا توصیفی - تحلیلی است. در این مقاله داده‌ها حاصل جستجوهای کتابخانه‌ای، روش‌های آماری، منابع اطلاعات تصویری و کار میدانی است.

ابزارها به دودسته ابزارهای فیزیکی و مفهومی دسته‌بندی می‌شوند. ابزارهای فیزیکی شامل دوربین برای عکس‌برداری از ژئوسایت‌ها، وسایل ایاب‌وذهاب برای بازدید از ژئوسایت‌ها، نقشه‌ها و GPS برای یافتن ژئوسایت هدف و ثبت نقاط هستند. ابزارهای مفهومی شامل نرم‌افزارهای مورد استفاده در پژوهش است. در این پژوهش قابلیت نرم‌افزارها برای ذخیره‌سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل، ارزش‌گذاری، کدبندی و تلفیق داده‌ها بکار گرفته شده است. نرم‌افزارهای مهم مورد استفاده در این پژوهش شامل Google Earth، ArcGIS برای تجزیه و تحلیل و استخراج اطلاعات رقومی و Microsoft Office برای تجزیه و تحلیل آماری و ارائه اطلاعات استفاده شده است.

بازدیدهای میدانی باهدف شناسایی ویژگی‌های ژئوتوریسمی و همین‌طور تهدیدهای ژئوسایت‌های منطقه انجام شد. برای این منظور در مرحله اول توسط گردآوری اطلاعات موجود، تبلیغات گردشگری و انجام عملیات میدانی بر اساس روش بریل‌ها (۲۰۱۶) ژئوسایت‌ها شناسایی و فهرست‌برداری شده است. روش بریل‌ها روش فهرست‌برداری را ارائه می‌کند که به خوبی ساختار یافته است. باتوجه به اینکه همه حوزه‌ها (علمی، آموزشی و ژئو توریسم/تفریحی) را به خوبی پوشش می‌دهد و اینکه در هر کدام از حوزه‌ها معیارهای واضح و سازگاری را ارائه می‌کند، به راحتی در کارهای علمی و تحقیقاتی قابل استفاده است. با استفاده از این روش فهرست‌برداری، سایت‌های حتی با کمترین ارزش گردشگری نیز شناسایی می‌شوند، همچنین سایت‌هایی که در معرض تخریب قرار دارند نیز قابل شناسایی هستند. نقشه محل ژئوسایت‌ها (شکل ۳ و جدول شماره ۱) و محل تراکم آنها با استفاده از روش تراکم کرنل تهیه گردیده است. پس از آن، باتوجه به اهداف مورد نظر در پژوهش، باتوجه به شرایط محیطی محدوده مطالعاتی، لیست تهدیدهای محتمل برای ژئوسایت‌ها در محدوده مطالعاتی تهیه شده است. شناسایی آسیب‌ها و تهدیدهای ژئوسایت‌ها نیز از جمله اهداف اصلی بازدید میدانی است.



شکل ۳: محل ژئوسایت‌های منتخب

جدول ۱: سایت‌های مورد مطالعه

علامت سایت	نام ژئوسایت	نوع ژئوسایت
S. ۱	بن کوه (حبله‌رود)	رودخانه
S. ۲	دریاچه خشک	دریاچه فصلی
S. ۳	فرسایش خندقی	فرسایش آبی
S. ۴	کوه اژدها	کوه (چین مرکب)
S. ۵	معدن نمک درخشان	گنبد نمکی
S. ۶	رودخانه نمکی	رودخانه
S. ۷	کوه‌های رنگی	چین مرکب
S. ۸	معدن نمک سالار	گنبد نمکی
S. ۹	معدن نمک توکل	گنبد نمکی
S. ۱۰	حوضچه نمکی	دریاچه نمکی
S. ۱۱	تالاب ده سراب	تالاب
S. ۱۲	آبشار نمکی	آبشار نمکی
S. ۱۳	کوه‌های مریخی	بدلند
S. ۱۴	غار پیرزن	غار
S. ۱۵	طاق رسی	غار
S. ۱۶	غار اژدها	غار
S. ۱۷	معدن نمک قائم	گنبد نمکی
S. ۱۸	آبشار لزوره	آبشار
S. ۱۹	دشت لزوره	دشت
S. ۲۰	معدن نمک میلاد	گنبد نمکی

در طی بازدید، موارد تهدید سایت‌ها بررسی و شناسایی شدند. عوامل آسیب‌زا برای ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی در دو گروه فاکتورهای درونی و بیرونی که با عنوان ویژگی‌های ذاتی ژئوسایت و عوامل بیرونی دسته‌بندی می‌شوند، بررسی می‌شود. عوامل بیرونی خود در دو گروه انسان‌زاد و طبیعی قرار می‌گیرند. آسیب‌پذیری انسان‌زاد تهدیدهایی را شامل می‌شود که مستقیماً توسط انسان در محیط ایجاد می‌شود. در مواردی، استفاده عمومی از یک ژئوسایت ممکن است بر شکنندگی و آسیب‌پذیری طبیعی آن نیز تأثیرگذار باشد. عواملی که باعث آسیب‌پذیری طبیعی در ژئوسایت‌ها می‌شوند، از دیدگاه گارسیا اورتیز در جدول ۲ ارائه شده است. در ارتباط با تهدیدهای انسان‌زاد در این پژوهش، از دو نوع تهدید انسان‌زاد شامل تهدیدهای ناشی از آسیب انسان و تهدید ناشی از استفاده عموم مورد بررسی قرار گرفته است (García-Ortiz, ۲۰۱۵).



جدول ۲: عوامل، فرایندها و شاخص‌های تخریب با توصیه‌های کلی برای مدیریت آسیب‌پذیری طبیعی سایت‌ها (اقتباس از

(Gutiérrez, et. al., ۲۰۱۵)

آسیب‌پذیری طبیعی	عوامل	
فرایندها		
حرکات به سمت پایین شیب به هوازدگی مکانیکی کمک می‌کند		جاذبه
هوازدگی شیمیایی (به‌عنوان مثال، کاهش، هیدرولیز، اکسیداسیون، هیدراتاسیون، کربناته شدن، اسیدی شدن)	آب راکد	آب
	آب‌های سطحی	
حمل و نقل هوازدگی مکانیکی (سایش) هوازدگی شیمیایی (به‌عنوان مثال، انحلال، اکسیداسیون، شکافته شدن توسط نمک)	جریان‌های آبی	
هوازدگی مکانیکی (برفک یخبندان)	چرخه‌های انجماد - ذوب	
هوازدگی مکانیکی (پوسته‌شدن، هوازدگی تابشی)		دما
هوازدگی مکانیکی (شکافتن توسط ریشه)	گیاهان	فعالیت‌های بیولوژیکی
هوازدگی شیمیایی (به‌عنوان مثال، اسیدی شدن، انحلال)		
هوازدگی مکانیکی (مثلاً لگدمال کردن، نقب‌زدن)	حیوانات	
هوازدگی شیمیایی (به‌عنوان مثال، مدفوع)		
اشغال کردن فضا (به‌عنوان مثال، لانه)		

در طی بازدیدهای میدانی، مخاطراتی که هرکدام از ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی را تهدید می‌کند شناسایی شدند. در این بخش بر اساس جدول‌های ۳ و ۲ لیست استخراج شده از بریل‌ها و همکاران (۲۰۱۸) هرکدام از این مخاطرات بررسی، دسته‌بندی و میزان آسیب‌پذیری ناشی از آن بررسی شده است.

جدول ۳: عوامل، فرایندها و شاخص‌های تخریب و توصیه‌های کلی برای مدیریت آسیب‌پذیری انسان‌زاد سایت‌ها (اقتباس از Gutiérrez, et. al., ۲۰۱۵)

تهدیدهای انسانی ژئوسایت‌ها				
تأثیر بر ژئوسایت		نوع فعالیت		
منفی	مثبت			
باعث تغییرات بسیار سریع در رخنمون سنگ‌ها (با هوازگی مکانیکی با سرعت بالا) و از دست دادن بخش یا تمام عارضه طبیعی خواهد شد.	ژئوسایت‌ها را آشکار می‌کند.	هر نوع فعالیت معدنی	تأمین منابع	استفاده عمومی
		زیرساخت‌ها و ساخت‌وسازها		
تغییرات کوتاه‌مدت توسط هوازگی مکانیکی (شکافتن سنگ‌ها به وسیله ریشه گیاه) شیمیایی (اسیدی شدن، انحلال) تخریب کامل در هنگام استفاده از ماشین‌آلات سنگین	یافتن احتمالی نمونه‌ها	کشاورزی	سایر کاربری‌ها	
تغییرات کوتاه‌مدت توسط هوازگی مکانیکی (لگدمال کردن، نقب زدن) و شیمیایی (مدفوع)		دامداری		
قصور علمی: هوازگی مکانیکی و شیمیایی، گاهی اوقات منجر به از بین رفتن ارزش ژئوسایت می‌شود.	دانش در مورد یک ژئوسایت، کمک به افزایش آگاهی عمومی	استفاده‌های علمی		
هوازگی مکانیکی (عمدتاً ساییدگی) که منجر به خراب شدن ژئوسایت می‌شود زیرساخت‌ها نیز ممکن است به ژئوسایت آسیب برساند.	حساسیت و آگاهی جامعه را در مورد ژئوسایت افزایش می‌دهد	کاربردهای تفریحی و آموزشی		
اگر کنترل نشود، باعث از بین رفتن المان‌ها و کاهش ارزش ژئوسایت می‌شود	اگر توسط یک متخصص کنترل شود، حفاظت و انتشار را ترویج می‌کند	جمع‌آوری (به‌عنوان مثال جمع‌آوری نمونه‌های کانی و فسیل)		
به وضعیت طبیعی، محتوای علمی یا ارزش زیبایی‌شناختی یک ژئوسایت آسیب می‌رساند		خرابکاری <sup>۱</sup> یا دشمنی با علم		

شناسایی آسیب‌های ژئوسایت‌ها و تهیه لیست آسیب‌های احتمالی در بخش پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر تشریح شده است. برای این منظور با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) در محیط نرم‌افزار GIS کار انجام شده است. داده‌های مورد استفاده در این بخش، عوامل تهدیدهای انسانی و طبیعی به دست آمده در بازدیدهای میدانی

<sup>۱</sup> Vandalism

می‌باشد که با کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۱</sup> وزن‌دهی شده‌اند و در مرحله بعد این داده‌ها توسط روش FAHP با یکدیگر تلفیق شدند و در نهایت مناطق آسیب‌پذیر در محدوده مطالعاتی گرمسار و آرادان تعیین شدند. روش AHP، یکی از پرکاربردترین و مشهورترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ ارائه شد. در این روش، اجزای یک سیستم به صورت سلسله‌مراتبی سازمان‌دهی می‌شود. AHP، روشی بر پایه مقایسات زوجی معیارها توسط افراد خبره، با به کارگیری مقیاس نه‌گانه می‌باشد با به کارگیری خروجی این مرحله، یک یا تعداد بیشتری ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می‌شود که برای وزن‌دهی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Datta, ۲۰۲۰).

در این پژوهش، باتوجه به کاستی‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، برای محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها، تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) به جای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) از جمله روش‌هایی است که برای غلبه بر نقص‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به طور گسترده بکار گرفته می‌شود. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، به کارگیری نظریه مجموعه‌های فازی است که بر پایه استفاده از منطق فازی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است و این معنی را بیان می‌کند که فرد تصمیم‌گیرنده قضاوت را به جای یک ارزش ثابت به صورت یک بازه بیان کند. در این روش، با به کار بردن اعداد فازی مثلثی برای مقایسات زوجی و به کارگیری روش آنالیز اندازه برای ارزش اندازه ترکیبی مقایسات زوجی، بردار وزن مورد نظر تعیین می‌شود (Lee et al, ۲۰۰۸).

### شرح و تفسیر نتایج

برای برآورد خطر تخریب ژئوسایت‌ها، دو گروه از عوامل تأثیرگذار با منشأهای مختلف در نظر گرفته شده است. گروه اول عوامل طبیعی تأثیرگذار است و عوامل انسانی در گروه دوم قرار می‌گیرند که خود به دودسته عوامل مربوط به ویژگی‌های منطقه‌ای و کاربری عمومی ژئوسایت دسته‌بندی می‌شود که از آن به عنوان کاربری عمومی ژئوسایت یاد می‌شود و دسته دیگر عواملی همانند جمع‌آوری نمونه است که مستقیماً زمین‌شناسی ژئوسایت را هدف می‌گیرد (Gray ۲۰۰۴, ۲۰۱۳).

باتوجه به آنچه ذکر شد، دسته‌بندی عوامل تخریب بر مبنای نظر گری (Gray, ۲۰۱۳, ۲۰۰۴) انجام شد و در صورت لزوم تغییرات جزئی متناسب با وضعیت محدوده مطالعاتی در آن اعمال شد. به این ترتیب که باتوجه به بررسی‌های میدانی، عوامل تخریب برای هر کدام از ژئوسایت‌ها شناسایی و در سه گروه فاکتورهای طبیعی، کاربری عمومی و فاکتورهای انسانی دسته‌بندی شدند. باتوجه به آنچه بیان شد، برآورد خطر تخریب یک ژئوسایت باید دو گروه از پارامترها با منشأهای مختلف را در نظر بگیرد (شکل ۳). گروه اول مستقیماً با خصوصیات زمین‌شناسی ژئوسایت مرتبط است و از آن به عنوان حساسیت ژئوسایت یاد می‌شود. گروه دوم مربوط به ویژگی‌های منطقه‌ای و کاربری عمومی ژئوسایت است و از آن به عنوان بافت کاربری عمومی ژئوسایت یاد می‌شود. کار شناسایی سایت‌ها از طریق بازدیدهای میدانی، اطلاعات مردم محلی و تبلیغات گردشگری انجام شد و نقشه تعیین موقعیت آن‌ها ترسیم شد (شکل ۳). سایت‌ها باتوجه به حساسیت‌ها و آسیب‌های طبیعی و انسانی نیز فهرست‌برداری شدند و از آن‌ها تصاویر شد (شکل ۴-۷).

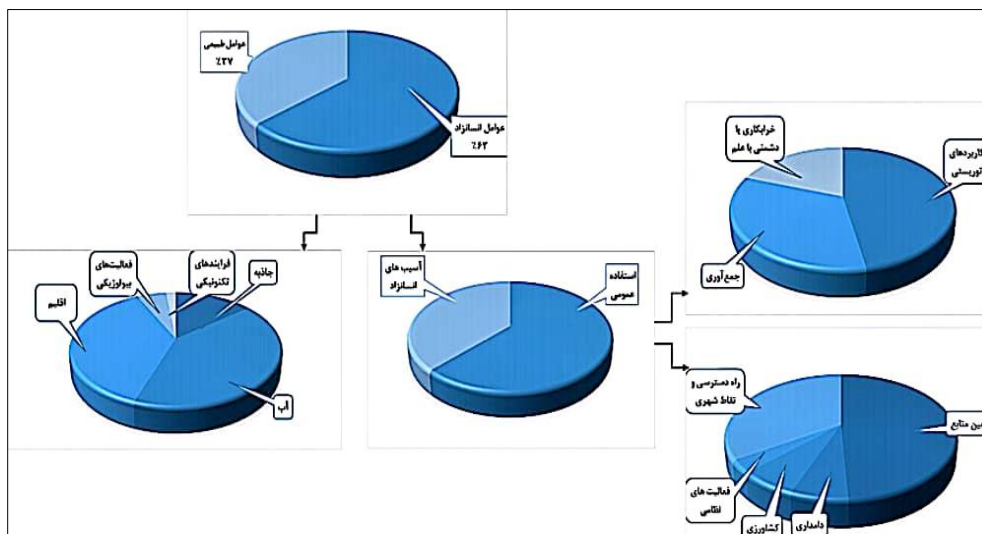
<sup>۱</sup> AHP



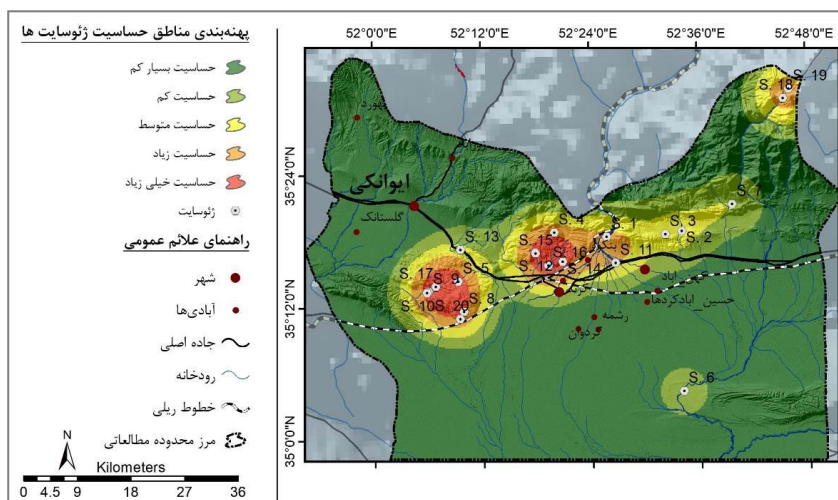
شکل ۴: آبشار نمکی      شکل ۵: رودخانه نمکی      شکل ۶: معدن نمک درخشان      شکل ۷: فرسایش خندقی

مهم‌ترین مخاطرات طبیعی در ناحیه مورد مطالعه ریزش در اثر نیروی جاذبه، سیلاب و فعالیت‌های مرتبط با آب‌های جاری، تکتونیک و تغییرات اقلیم و دما است. مخاطرات ناشی از کاربری عمومی در محدوده مطالعاتی شامل تأمین منابع (فعالیت‌های بی‌جان مرتبط با معدن و دکل‌های برق)، دامداری، کشاورزی، فعالیت‌های نظامی، راه‌های ارتباطی و نزدیکی به مراکز جمعیتی است. کاربردهای تفریحی و آموزشی، جمع‌آوری نمونه، خرابکاری یا دشمنی با علم و معدن‌کاری فعال (به‌عنوان فاکتوری که مستقیماً زمین‌شناسی ژئوسایت را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد) از مهم‌ترین فاکتورهای انسانی مؤثر بر تخریب ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی هستند.

پس از اینکه اطلاعات به‌دست‌آمده از عوامل مؤثر بر تخریب ژئوسایت‌ها بررسی شد، عوامل مؤثر بر تخریب در ۱۳ گروه قرار گرفتند. این عوامل همان‌طور که در شکل ۸ نشان‌داده شده و پیش‌ازاین ذکر شد شامل آب، جاذبه، تکتونیک و تغییرات اقلیم و دما در گروه فاکتورهای طبیعی و تأمین منابع، دامداری، کشاورزی، فعالیت‌های نظامی، راه‌های ارتباطی و نزدیکی به مراکز جمعیتی، کاربردهای تفریحی و آموزشی، جمع‌آوری نمونه، خرابکاری یا دشمنی با علم و معدن‌کاری فعال به‌عنوان عوامل انسانی هستند. با استفاده از این فاکتورها، میزان حساسیت به تخریب برای هرکدام از ژئوسایت‌های منتخب در محدوده مطالعاتی تعیین و نقشه پهنه‌بندی خطر تخریب کلی با استفاده از روش FAHP تهیه شد. ترکیبی از آسیب‌پذیری انسان‌زاد و استفاده عمومی، خطر تخریب یک ژئوسایت در نتیجه تأثیرات انسانی را بیان می‌کند. با اضافه کردن خطر تخریب ناشی از عوامل طبیعی (آسیب‌پذیری طبیعی)، می‌توان خطر کل تخریب یک ژئوسایت را به دست آورد (Ortiz, et. al., ۲۰۱۴). شکل ۹ حساسیت ژئوسایت‌های ناحیه مطالعاتی را نشان می‌دهد. باتوجه‌به نقشه، بیشترین میزان حساسیت مربوط به معادن نمک درخشان، سالار، توکل و قائم است. حوضچه نمکی، طاق رسی، غار پیرزن و غار اژدها نیز در دسته حساس‌ترین ژئوسایت‌ها قرار دارند (S. ۱۰, S. ۹, S. ۸, S. ۵, S. ۱۴-۱۷). حوضچه نمکی و کوه‌های رنگی (S. ۶ و S. ۷) کمترین میزان حساسیت‌پذیری را نشان می‌دهند. رودخانه نمکی، کوه‌های مریخی و فرسایش خندقی (S. ۱۳, S. ۳, S. ۲) میزان حساسیت متوسطی دارند.



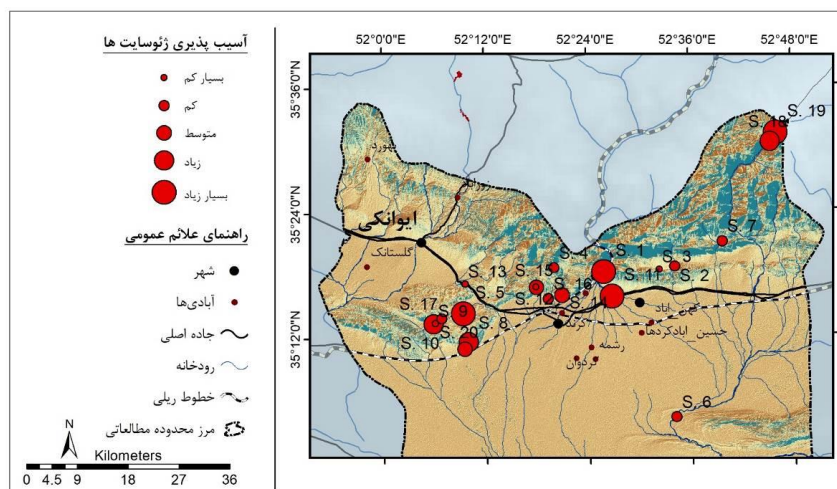
شکل ۸: نقش هر کدام از عوامل طبیعی و انسانی بر تخریب ژئوسایت‌ها



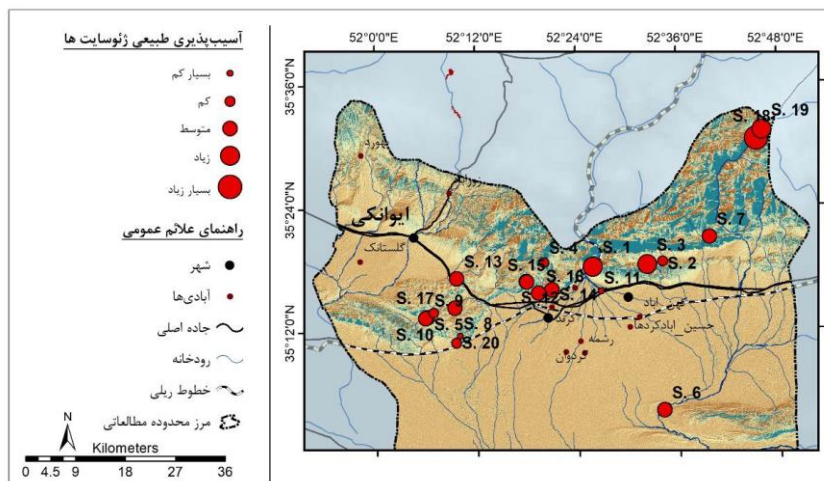
شکل ۹: نقشه پهنه بندی میزان حساسیت پذیری کلی ژئوسایت‌ها محدوده مورد مطالعه

تالاب ده سراب، معدن نمک درخشان و دشت لزوره به دلایل کم‌وبیش مشابهی از جمله آسیب‌پذیرترین سایت‌های محدوده مطالعاتی هستند. آبشار نمکی، کوه‌های مریخی و فرسایش خندقی و معدن نمک توکل کمترین میزان آسیب‌پذیری در بین ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی دارند. (شکل ۱۰) نقشه آسیب‌پذیری انسانی ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد. طبق این نقشه ژئوسایت‌های کوه‌های مریخی، آبشار نمکی و فرسایش خندقی کمترین آسیب‌پذیری و ژئوسایت‌های حبله‌رود، تالاب ده سراب، دشت لزوره و معدن نمک درخشان بیشترین آسیب‌پذیری انسانی را داراست. سایت‌هایی که بیشترین میزان آسیب‌پذیری طبیعی دارند نیز باتوجه‌به برداشت‌های صحرایی مشخص شد (شکل ۱۱). تالاب ده سراب و معدن نمک سالار از نظر درجه آسیب‌پذیری طبیعی، در بهترین شرایط قرار دارند و کمترین میزان آسیب‌پذیری طبیعی را تحمل می‌کنند، اما در مقابل فرسایش خندقی، حبله‌رود، دشت لزوره و آبشار لزوره آسیب‌پذیری طبیعی بیشتری را متحمل می‌شوند. در مورد فرسایش خندقی، در صورتی‌که سایت در معرض فرسایش بیش از حد قرار بگیرد، ژئوسایت موردنظر تخریب شده و از بین می‌رود. از آنجایی‌که یک

عامل درونی مربوط به خود ژئوسایت باعث تخریب ژئوسایت می‌گردد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فرسایش خندقی یک ژئوسایت شکننده است.



شکل ۱۰: نقشه آسیب‌پذیری انسانی ژئوسایت‌های منطقه مورد مطالعه



شکل ۱۱: نقشه آسیب‌پذیری طبیعی ژئوسایت‌های منطقه مورد مطالعه

منطقه آرادان و گرمسار با توجه از نظر گردشگری، گردشگری تاریخی، فرهنگی، تفریحی، کشاورزی، روستایی و ورزشی قابل توجهی است. اما متأسفانه بخش زیادی از سایت‌هایی که مقصد بازدید گردشگران قرار می‌گیرند از حفاظت لازم برخوردار نیستند و در معرض تخریب قرار دارند. موارد این چنین که در بسیاری از سایت‌ها کاملاً مشهود است نقص مدیریت کارآمدی که بتواند در حفظ ژئوسایت‌ها در راستای اهداف توسعه پایدار اقدامات و برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهد کاملاً مشهود است. با توجه به غنای محدوده مطالعاتی از نظر وجود معادنی همچون معدن نمک و سنگ لاشه، معدن کاری از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تخریب عناصر ژئوسایت‌های گستره آرادان و گرمسار است که علاوه بر اینکه باعث آشکارسازی و در معرض قرار گرفتن جاذبه‌های گردشگری ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی شده‌اند، شرایط را برای تخریب ژئوسایت از طریق استخراج ماده معدنی و جاده‌سازی برای حمل‌ونقل و انتقال ماده معدنی فراهم می‌کنند. همچنین، حضور گردشگران و تمنای آنها برای ورود به ژئوسایت‌ها با اهداف علمی، آموزش و بهره‌گیری از

زیبایی مناظر موجود که در بسیاری از موارد برداشت نمونه‌های زیبا از بلورهای نمک بدون کنترل و مدیریت توسط بازدیدکنندگان انجام می‌گیرد، تخریب بسیاری از ژئوسایت‌های محدوده مطالعاتی را تسریع می‌کند.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ضمن فهرست‌برداری و معرفی ژئوسایت‌های محدوده آرادان و گرمسار، آن‌ها از منظر آسیب‌پذیری و حساسیت مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تحقیقات و بررسی‌ها نشان داد که تنوع جغرافیایی در محدوده مورد مطالعه قابل توجه است و نیاز است با تجزیه و تحلیل تهدیدات مؤثر بر هر ژئوسایت قدمی در راستای توسعه برنامه‌های مدیریتی برای حفاظت از این میراث‌های ارزشمند زمین‌شناسی برداشت. با توجه به برداشت‌های صحرائی و کارت‌های شناسایی، عوامل آسیب‌زا برای هر ژئوسایت شناسایی و دسته‌بندی شد. بر این مبنای، پرتکرارترین عوامل آسیب‌زا به‌عنوان مهم‌ترین تهدیدات ژئوسایت‌ها در نظر گرفته شد. مهم‌ترین عوامل آسیب‌زای انسانی در محدوده مطالعاتی شامل موارد: تأمین منابع (شامل فعالیت‌های بی‌جان مرتبط با معدن و دکل‌های برق)، جاده‌سازی غیراصولی و نزدیکی به جمعیت شهری و روستایی، کاربردهای تفریحی و آموزشی می‌شود. عوامل آسیب‌زای طبیعی همانند حضور آب‌های سطحی به‌صورت سیلاب و نیز تغییرات دما و اقلیم که به‌صورت خشکسالی، بارندگی‌های سیل‌آسا و گرمایش جهانی بر ژئوسایت‌ها تأثیر نامطلوب خود را اعمال می‌کنند. ریزش کوه یا نیروی جاذبه نیز در دسته مهم‌ترین عوامل تخریب طبیعی قرار می‌گیرد. با استفاده از فاکتورهای انسانی و طبیعی، میزان حساسیت به تخریب برای هر کدام از ژئوسایت‌های منتخب در محدوده مطالعاتی تعیین و نقشه پهنه‌بندی خطر تخریب کلی با استفاده از روش FAHP تهیه شد. با توجه به نقشه تهیه شده، بیشترین میزان حساسیت مربوط به معادن نمک درخشان، سالار، توکل و قائم است. حوضچه نمکی، طاق رسی، غار پیرزن و غار اژدها نیز در دسته ژئوسایت‌های حساس قرار دارند (-S. ۱۴, S. ۱۲, S. ۱۰, S. ۹, S. ۸, S. ۵, S. ۱۷). رودخانه نمکی و کوه‌های رنگی (S. ۶ و S. ۷) کمترین میزان حساسیت‌پذیری را نشان می‌دهند. دریاچه خشک، کوه‌های مریخی و فرسایش خندقی (S. ۱۳, S. ۳, S. ۲) میزان حساسیت متوسطی دارند.

با توجه به اینکه کاربری‌های عمومی می‌توانند خطر تخریب ناشی از آن آسیب‌پذیری انسانی و یا ایجاد تهدیدات دیگر، آسیب‌پذیری انسانی ژئوسایت را به میزان زیادی افزایش دهند، سایت‌هایی که از حساسیت بیشتری برخوردار هستند نیاز به توجه و حفاظت بیشتری دارند و برای گردشگری مناسب نیستند؛ لذا، حوضچه نمکی و کوه‌های رنگی کمترین که میزان حساسیت‌پذیری را نشان می‌دهند و نیز فرسایش خندقی و معدن نمک توکل در رده بعدی بهترین ژئوسایت‌ها برای گردشگری هستند. در مورد معادن نمک درخشان، سالار، توکل و قائم، حوضچه نمکی، طاق رسی، غار پیرزن و غار اژدها که در دسته ژئوسایت‌های حساس قرار دارند لازم است که تحت حفاظت قرار بگیرند و برای گردشگری و بازدید از آنها محدودیت‌هایی اعمال شود.

### منابع

- بهراد، فرزانه. هادی‌پور، مهرداد. نادری، مرتضی و آزاده کاظمی. ۱۳۹۸. ارزیابی ظرفیت برد گردشگری منطقه ژئوتوریسمی آبشار بیشه با تأکید بر توسعه پایدار. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۱(۱۰): ۸۱-۹۱.
- رهابی، حسن. استعلاجی، علیرضا. رنجبر، محسن و مجید ولی شریعت‌پناهی. ۱۳۹۸. نقش گردشگری کویری در توسعه روستایی (مطالعه موردی گرمسار). فصلنامه علمی - پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱۲(۱): ۱-۲۶.
- شایان، سیاوش و غلامرضا زارع. ۱۳۹۲. تعیین محدوده‌های خطر زمین‌لرزه در مخروط‌افکنه‌های فعال با روش تحلیل فضایی

- بربریان، برنامه‌ریزی و آمایش فضایی، ۱۷(۲): ۹۳-۱۲۱.
- عرب‌عامری، علیرضا. رضایی، خلیل و مجتبی‌یمانی. ۱۳۹۷. ارزیابی توانمندی‌های ژئو توریسم ناهمواری گنبد‌های نمکی برای توسعه پایدار گردشگری (مطالعه موردی جنوب استان سمنان)، نشریه علمی پژوهشی مدیریت بیابان، ۱۱(۱): ۱۴-۱۱.
- کریم‌پور ریحان، مجید. ناصری، حمیدرضا و عابد دانش. ۱۳۹۸. امکان‌سنجی پتانسیل‌های اکوتوریسم و ژئو توریسم و تأثیر آن بر افزایش توان اقتصادی مردم بومی مناطق بیابانی (جنوب گرمسار)، فصلنامه علمی - پژوهشی جغرافیا برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۹(۳): ۸۱-۹۱.
- لشکری، حسن و محمدحسین ریاضی. ۱۳۹۵. بررسی ظرفیت‌های توسعه ژئو توریسم در استان سمنان با مدل SWOT، فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۹(۳۳): ۳۷-۵۰.
- مختاری، داوود و مهدی احمدی. ۱۳۹۵. ارزیابی توان محیطی برای توسعه ژئو توریسم در یک منطقه حفاظت شده (استان ایلام). جغرافیا و توسعه، ۴۸: ۱۱۳-۱۳۳.
- مقصودی، مهران. مقیمی، ابراهیم. یمانی، مجتبی. رضایی، ناصر و انور مرادی. ۱۳۹۸. بررسی ژئو دایورسیتی آتشفشان دماوند و پیرامون آن بر اساس شاخص GMI. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۸(۱): ۵۲-۶۹.
- Azman, N Halim : S. A., Liu, O. P., Saidin, S., and, I., Komoo. ۲۰۱۰. Public education in heritage conservation for geopark community. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, ۷: ۵۰۴-۵۱۱.
- Amrikazemi, A: and A Mehrpooya . ۲۰۰۶. Geotourism resources of Iran. In *Geotourism*: ۷۸-۹۲.
- Altoe Albani,Rafael : Kátia Leite Mansur and Carvalho Wellington Ismar de Souza. ۲۰۲۰. Quantitative evaluation of the geosites and geodiversity sites of João Dourado Municipality (Bahia—Brazil), *Geoheritage*, ۱۲(۲): ۱-۱۵.
- Brilha, J: M Gray, D. I. Pereira, and P Pereira. ۲۰۱۸ . Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science & Policy*, ۸۶(۳): ۱۹-۲۸.
- Crofts,Roger :Dan Tormey and John Gordon . ۲۰۲۱. Introducing New Guidelines on Geoheritage conservation in protected and conserved Areas. *Geogeritage* , ۱۳ (۲): ۱-۱۴.
- Davenport, J. and L Davenport. ۲۰۰۶. The impact of tourism and personal leisure transporting coastal environment: A review Estuarine. *Coastal and shelf science*, ۶۷: ۲۸۰-۲۹۲ .
- Datta, K. ۲۰۲۰, Application of SWOT-TOWS matrix Analytical Hierarchy Process AHP in the Formulation of Geoconservation and Geotourism Development Strategies for Mama Bhagne Pahar: an Important Geomorphosite in West Bengal, India. *Geoheritage* , ۱۲۲: ۱-۱۱.
- Deng, J. B. and B Thomas. ۲۰۰۲. Evaluating, Natural Attraction for tourism. *Annals of tourism research* , ۲۰۲: ۴۲۲-۴۳۸.
- Fuertes-Gutiérrez I and E Fernández-Martínez. ۲۰۱۰. Geosites inventory in the Leon Province Northwestern Spain: a tool to introduce geoheritage into regional environmental , *Geoheritage* , ۲(۱): ۵۷-۷۵.
- García-Ortiz, E: I Fuertes-Gutiérrez and E Fernández-Martínez. ۲۰۱۴. Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study. *Proceedings of the Geologists' Association*, ۱۲۵۴: ۴۶۳-۴۷۹. Gutiérrez , Inés Fuertes, Esperanza García-Ortiz and Esperanza Fernández-Martínez. ۲۰۱۵.
- Anthropic Threats to Geological Heritage: Characterization and Management: A Case Study in the Dinosaur Tracksites of La Rioja (Spain) . *Geoheritage* , ۸(۲): ۱-۱۹.
- Gray M . ۲۰۰۴. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Wiley, Chichester: ۴۳۴
- Gray, M. ۲۰۱۳. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature, ۲nd ed. Wiley-Blackwell, Chichester : ۵۰۸.
- Lee ,A ,H,I :Chen .W, C and Chang ,C,J . ۲۰۰۸ .A fuzzy AHP and bsc approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan ,Expert system with Application , ۳۴: ۹۶-۱۰۷.



- M. Bollati<sup>۱</sup>: Zerboni Irene and Andrea .۲۰۲۱ .The Po Plain Basin (Northern Italy): Scientific Values, Threats and Promotion Opportunities . *Geoheritage*, ۱۳(۳):۱-۲۳.
- Maghsoudi, Mehran : Anvar Moradi and Fatemeh Moradipour .۲۰۲۱ .Aerial Geotourism: New Branch of Geotourism for Promoting Geoconservation (Examples from Iran). *Geoheritage* , ۱۳(۱):۱-۱۷.
- Newsome, D: Dowling, R. and Leung, Y. F. ۲۰۱۲, The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism management perspectives*, ۲: ۱۹-۲۷.
- Reynard, E: P Coratza and C Giusti .۲۰۱۱. *Geomorphosites and geotourism*. *Geoheritage*, ۳۳: ۱۲۹-۱۳۰.
- Vegas, J: G Lozano , A Garcí'a-Cortés , L Carcavilla and E Dí'az-Martí'nez. ۲۰۱۱. Adaptación de la metodología del Inventario español de Lugares de Interés geológico a los inventarios locales de patrimonio geológico: municipio de Enguñados Cuenca. In: Fernández-Martí'nez, E., Castaño de Luis, R. Eds., Avances y retos en la conservación del patrimonio geológico en España, Actas de la IX Reunión nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico Sociedad Geológica de España. Universidad de León: ۲۷۱-۲۷۶.
- Verb, Viktor. ۲۰۲۰. Geoheritage and Resilience of Dallol and the Northern Danakil Depression in Ethiopia. *Geoheritage* : ۱-۳۴.
- Woo.K.S and Worboys.G, ۲۰۱۹ ,Geological monitoring in protected areas, *International Journal of parks* ۷: ۲۱۸-۲۲۵.

