

## بر آورد فرسایش کناره ای در رودخانه قرانقوچای هشتروند با استفاده از مدل راسگن

<sup>۱</sup> محمد مهدی حسین زاده، <sup>۲</sup> سمیه خالقی، <sup>۳</sup> فراز واحدی فر، <sup>۴</sup> میلاد رستمی  
<sup>۱</sup> دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، [sbu.ac.ir@hoseinzadeh](mailto:sbu.ac.ir@hoseinzadeh)  
<sup>۲</sup> استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، [s\\_khaleghi@sbu.ac.ir](mailto:s_khaleghi@sbu.ac.ir)  
<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، [farazvahedifar@gmail.com](mailto:farazvahedifar@gmail.com)  
<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، [rostamimilad1370@gmail.com](mailto:rostamimilad1370@gmail.com)

## مقدمه

فرسایش کناره رودخانه‌ها، عامل ناپایداری، جابجایی و انتقال ذرات یا توده‌های خاک کناره می‌باشد. اگر چه فرسایش در رودخانه‌ها به صورت فرسایش کف و کناره‌ها توأم دیده می‌شود ولی رخداد فرسایش در کناره‌ها به صورت عمومی‌تر و رایج‌تر موجب بروز مشکلات بیشتری نسبت به فرسایش کف می‌گردد. فرسایش کناره‌ها موجب بروز مشکلات زیادی در رودخانه‌های آبرفتی می‌شود. تعریض بستر رودخانه‌ها، تخریب آراضی کشاورزی، تخریب راه‌های مجاور ساحل رودخانه‌ها، افزایش شدید غلظت رسوب و آلودگی آب رودخانه‌ها و تهدید پایداری سازه‌های احداث شده بخشی از مشکلات ناشی از فرسایش کناری است. برای پیش‌بینی میزان فرسایش کناره رودخانه روش‌های بسیاری پیشنهاد شده است. که در این پژوهش از طبقه بندی رودخانه با استفاده از مدل راسگن (سطح I) استفاده گردید همچنین از روش ارزیابی کرانه برای پیامد منبع غیر نقطه‌ای رسوب ارائه شده توسط راسگن (راسگن، ۱۵:۲۰۰۱)<sup>۵۳</sup> استفاده شد که برای محاسبه آن، دو روش تخمین فرسایش‌پذیری کرانه (سطح III طبقه بندی راسگن) استفاده می‌شود: ۱- شاخص خطر فرسایش کرانه (BEHI)<sup>۵۴</sup> ۲- تنش برشی نزدیک کرانه (NBS)<sup>۵۵</sup>. ارزیابی فشار برشی نزدیک کرانه در پیش‌بینی فرسایش بسیار با اهمیت است به طوری که نشان دهنده توزیع انرژی جریان در مقطع عرضی مجرا بویژه کرانه مجرا می‌باشد و این توزیع نامتناسب انرژی جریان می‌تواند منجر به فرسایش کرانه شود، که در این مطالعه از این روش استفاده شده است. تا کنون تحقیقات زیادی توسط محققان داخلی و خارجی در زمینه ناپایداری و فرسایش کرانه رودخانه انجام گرفته است از جمله: خالقی و ملکانی (۱۳۹۴) در پژوهشی برآورد فرسایش کرانه رودخانه ليقوان چای با استفاده از شاخص تنش برشی نزدیک کرانه راسگن پرداخته اند که نتایج نشان داد که در روش  $(R_c/W_{BFI})$ ، میزان فرسایش‌پذیری کرانه در اکثر مقاطع به جز مقطع ۱۰، کم تا خیلی کم بوده و در روش  $(d_{nb}/d_{BFI})$  در اکثر مقاطع فرسایش‌پذیری کرانه‌ها در حد کم تا متوسط است. طبق طبقه‌بندی راسگن، اکثر بازه‌ها در گروه C و E هستند. نهایتاً، در رودخانه ليقوان چای، نتایج  $(d_{nb}/d_{BFI})$  برای بررسی میزان فرسایش‌پذیری کرانه (NBS) مناسب‌تر از روش  $(R_c/W_{BFI})$  است. کوان و سوانسن<sup>۵۶</sup> (۲۰۱۴) به پیش‌بینی فرسایش سالانه کرانه رودخانه با استفاده از شاخص خطر فرسایش کرانه (BEHI) و روش تنش برشی نزدیک کرانه (NBS) برای جنگل ملی سکواوا در کالیفرنیا پرداختند. NBS توزیع انرژی در سواحل را بر اساس اندازه‌گیری نسبت حداکثر عمق نزدیک کرانه به متوسط عمق دبی لبالی ارزیابی می‌کند. در نهایت نتایج BEHI و NBS با فرسایش واقعی کرانه در سال-های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ مقایسه شد.

هدف این مطالعه، بررسی میزان خطر فرسایش کرانه ای در رودخانه قرانقوچای هشتروند می باشد بنابراین ابتدا پارامترهای موثر در فرسایش پذیری کرانه رودخانه قرانقو بر اساس مدل تنش برشی نزدیک کرانه و طبقه بندی سطح یک راسگن استخراج و سپس میزان انطباق مقادیر اندازه گیری شده با مشاهدات میدانی بررسی می گردد.

53 - Rosgen

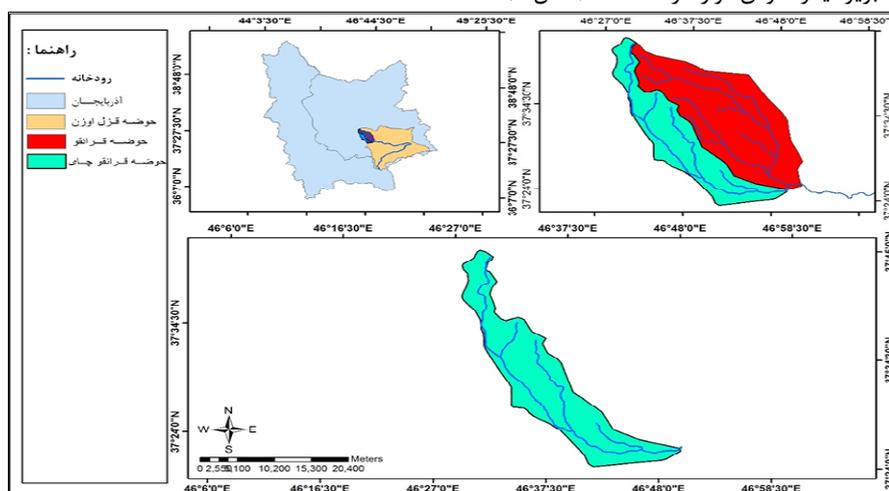
54 - Bank Erosion Hazard Index (BEHI)

55 - Near Bank Stress (NBS)

56 - Kwan and Swanson

## مواد و روشها

۱-۲- منطقه مورد مطالعه حوضه آبریز قرانقو چای در (بالادست سد سهند) در جنوب غربی شهرستان هشترود با مجموع ۲۷۵/۴۰ کیلومتر مربع جزئی از حوضه آبریز قرانقو به وسعت ۸۰۷ کیلومتر مربع، یکی از زیر حوضه های آبریز منطقه ای شماره یک ایران (منطقه خزر و در جنوب این سیستم) می باشد. این حوضه از لحاظ تقسیمات کشوری جزو استان آذربایجان شرقی است و در سمت شمال، مجاور حوضه آبریز شهرچای و در سمت جنوب، مجاور حوضه آبریز آیدوغموش قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

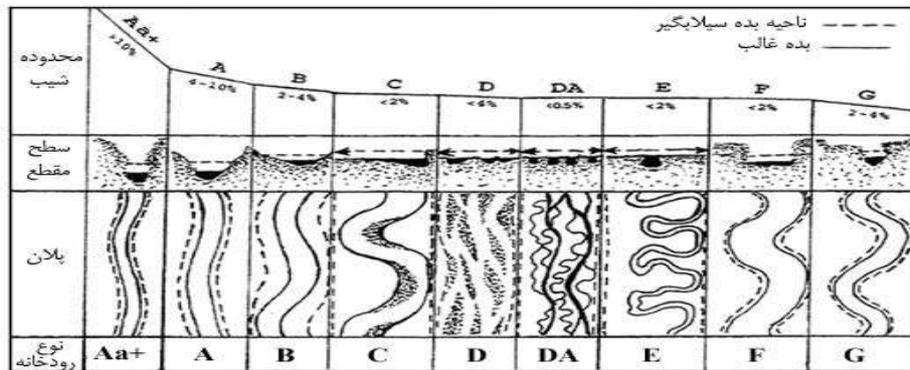
۲-۲- مواد و روشها در این پژوهش پس از جمع آوری داده ها و اطلاعات و اندازه گیری ها و نمونه گیری های اولیه، اطلاعات و ارقام بدست آمده در چارچوب یک سری جداول برای تمامی مقاطع و بازه های اندازه گیری شده تدوین و طبقه بندی می گردد. سپس از مدل NBS که برای پیش بینی فرسایش کناره ای در رودخانه کاربرد دارد استفاده شده است. در ابتدا نوع و الگوی رودخانه در سطح یک راسگن مشخص شد، سپس برای پیش بینی میزان فرسایش کناره رودخانه از روش ارزیابی کناره برای پیامد منبع غیر نقطه ای رسوب (BANCS) استفاده می شود که توسط راسگن (۲۰۰۱) ارائه شده و برای محاسبه آن از روش تخمین میزان فرسایش پذیری کناره (تنش برشی نزدیک کناره NBS) استفاده شده است:

۲-۲-۱- طبقه بندی رودخانه ها در سطح ۱ راسگن در طبقه بندی رودخانه ها در سطح ۱ راسگن با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از نیمرخ رودخانه، عوارض دره، شکل سطح مقطع و الگوی پلان به دست می آید که این الگوی پلان شامل بازه مستقیم، پیچانوردی با نسبت شدت پیچش های متفاوت و شریانی پایدار و ناپایدار مشخص می شود. نتیجه طبقه بندی رودخانه ها در شکل ۲ نشان داده شده است. در این شکل با تعیین محدوده شیب رودخانه با استفاده از نیمرخ طولی آن، نوع رودخانه از نوع A تا نوع G همراه با خصوصیات کلی، شکل سطح مقطع و الگوی شکل سطح جریان مشخص می گردد.

## ۲-۲-۲- مدل تنش برشی نزدیک کناره (NBS)

در روش (NBS) تخمین تنش برشی کناره در ارتباط با جریان دبی لبالبی است که در آن می توان از هفت روش استفاده نمود. در اینجا باید روش مناسب را انتخاب نمود که نشان دهنده شرایط منطقه باشد و میانگینی از کلیه روش ها توصیه نمی شود.

با توجه به ویژگی های کناره جریان رودخانه قرانقو در این تحقیق دو روش یعنی نسبت شعاع انحناء به عرض دبی لبالبی  $(R_c/W_{bkf})$  و نسبت حداکثر عمق نزدیک کناره به متوسط عمق دبی لبالبی  $(d_{nb}/d_{bkf})$  انتخاب شد. سپس با استفاده از داده ها و اطلاعات جمع آوری شده بر طبق این روش ها میزان فرسایش پذیری کناره رودخانه قرانقو چای در سطوح مختلف از خیلی کم تا شدید تعیین می گردد (جدول ۱).



شکل ۲: نمایی از شکل پلان، نیمرخ طولی مقاطع عرضی الگوهای رودخانه در طبقه بندی سطح ۱ راسگن

جدول ۱: حدود تغییرات شاخص های موثر در میزان فرسایش کناره (راسگن، ۲۰۱۱)

میزان فرسایش پذیری کرانه (NBS)	نسبت حداکثر عمق نزدیک کرانه به متوسط عمق مقطع پر $\left(\frac{d_{nb}}{d_{bkt}}\right)$	نسبت شعاع انحنا به عرض مقطع پر $\left(\frac{R_c}{W_{bkt}}\right)$
خیلی کم	کمتر از ۱	بیشتر از ۳
کم	۱-۱/۵	۲/۲۱-۳
متوسط	۱/۵۱-۱/۸۰	۲/۰۲-۲/۲۰
زیاد	۱/۸۱-۲/۵۰	۱/۸۱-۲
خیلی زیاد	۲/۵۱-۳	۱/۵۰-۱/۸۰
شدید	بیشتر از ۳	کمتر از ۱/۵۰

### ۳- بحث و نتایج و یافته ها

#### ۳-۱- نتایج طبقه بندی ۱ راسگن

رودخانه قرائقو در محدوده مورد مطالعه با توجه به شیب های بدست آمده از مقاطع مختلف در مطالعات میدانی و با ملاحظه طبقه بندی رودخانه ها بر اساس شیب های مختلف در شکل بالا در طبقه بندی اولیه و سطح ۱ راسگن در نوع B تا C این طبقه بندی قرار می گیرد که در مقاطع بالا الگوی رودخانه از نوع B و در مقاطع پایین دست از نوع C می باشد.

#### ۳-۲- نتایج مدل NBS

پس از مشخص شدن پارامترها شامل نسبت شعاع انحنا به عرض دبی لبالی و نسبت حداکثر عمق نزدیک کناره به متوسط عمق دبی لبالی، میزان فرسایش پذیری رودخانه قرائقو چای بر اساس شاخص (NBS) یا تنش برشی نزدیک کناره محاسبه گردید و نتایج به دست آمده طبق حدود تغییرات شاخص های موثر در فرسایش کناره ای در روش (NBS) به شرح زیر است:

با توجه به داده های جمع آوری شده و نتایج به دست آمده از نسبت شعاع انحنا به عرض دبی لبالی، میزان فرسایش پذیری کناره رودخانه قرائقو چای در بازه مورد مطالعه، تمامی شدت های فرسایش از میزان شدید تا خیلی کم را نشان می دهد و میزان فرسایش از مقاطع بالادست به سمت مقاطع پایین دست کاهش تدریجی را نشان می دهد.

بر اساس شاخص نسبت حداکثر عمق نزدیک کناره به متوسط عمق دبی لبالی، میزان فرسایش پذیری کناره در سمت راست رودخانه با شدت و وضعی کم و بیش متفاوت با روند فرسایشی بدست آمده از شاخص اول (نسبت شعاع انحنا به عرض دبی لبالی) هم خوانی دارد ولی درکناره سمت چپ این شاخص میزان فرسایش پذیری خیلی کم تا کم را نشان می دهد (جدول ۲).

جدول ۲: میزان فرسایش پذیری کناره رودخانه قرانقو چای بر اساس شاخص NBS

NBS	نسبت حداکثر عمق نزدیک کناره چپ به متوسط عمق مقطع پر	NBS	نسبت حداکثر عمق نزدیک کناره راست به متوسط عمق مقطع پر	NBS	نسبت شعاع انحنا عرض مقطع پر	مقطع عرضی
زیاد	۲.۱۲	خیلی کم	۰.۵۷	شدید	۱.۳۵	۱
خیلی کم	۰.۲۳	شدید	۳.۰۲	شدید	۱.۱۹	۲
کم	۱.۴۶	متوسط	۱.۵۵	خیلی زیاد	۱.۶۵	۳
کم	۱.۱۰	کم	۱/۳۱	متوسط	۲.۰۹	۴
کم	۱.۳۷	کم	۱.۲۱	کم	۲.۳۵	۵
کم	۱.۰۹	متوسط	۱.۵۳	خیلی کم	۹/۰۲	۶
کم	۱.۰۶۴	متوسط	۱/۸۰	کم	۲.۸۹	۷
خیلی کم	۰.۷۹	کم	۱.۵۱	متوسط	۲.۱۱	۸
متوسط	۱.۷۶	متوسط	۱.۲۱	متوسط	۱.۶۶	۹

با توجه به داده ها و اطلاعات جمع آوری شده و اندازه گیری ها و نمونه گیری های انجام شده، مشخص شد فرسایش کناره ای از پدیده های غالب و فعال این بازه از رودخانه قرانقو محسوب می شود، که در مقاطع مختلف آثار و پیامدهای گوناگونی چون تغییر الگوی رودخانه، گسترش شعاع انحنا در قوس های رودخانه و گسترش عرض رودخانه در مسیرهای مستقیم داشته است که به تبع این پدیده ها در ایجاد خسارات به زمین ها و تأسیسات اطراف رودخانه نقش داشته و موجب ایجاد تغییرات متعدد در الگوی رودخانه، تولید رسوب و انتقال آن به مخزن سد سهند می باشند.

#### ۴-مراجع

خالقی، س؛ ملکانی، ل؛ ۱۳۹۳؛ برآورد فرسایش کرانه رودخانه ليقوان چای با استفاده از شاخص تنش برشی نزدیک کرانه راسگن؛

Rosgen, D.L, 2001, A Strem Channel Stability Assessment Methodology, Proceedings of the Seventh Federal Interagency Sedimentation Conference.

Rosgen, D.L. 2011. Watershed assessment of river stability and sediment supply (WARSSS). Wildland Hydrology, Fort Collins, Colorado.

Kwan, Hilda, Swanson, Sherman, 2014, Prediction of Annual Streambank Erosion for Sequoia National Forest, California, JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 50(6).

## آمایش برنامه های توسعه با شناسایی مناطق مستعد سیل در حوضه خطیر کوه استان مازندران بر اساس داده های سیل شهریور ۱۳۹۵ با استفاده از توابع فازی در GIS

<sup>۱</sup> مجتبی یمانی، <sup>۲</sup> ابوالقاسم گورابی، <sup>۳</sup> مهران مقصودی، <sup>۴</sup> شیرین محمدخان، <sup>۵</sup> محمدعلی نظام محله

<sup>۱</sup> استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [myamani@ut.ac.ir](mailto:myamani@ut.ac.ir)

<sup>۲</sup> استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [goorabi@ut.ac.ir](mailto:goorabi@ut.ac.ir)

<sup>۳</sup> دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [Maghsoud@ut.ac.ir](mailto:Maghsoud@ut.ac.ir)

<sup>۴</sup> استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [Mohammadkhan@ut.ac.ir](mailto:Mohammadkhan@ut.ac.ir)

<sup>۵</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [mnezammahalleh@ut.ac.ir](mailto:mnezammahalleh@ut.ac.ir)

### مقدمه

دو عامل تغییرات اقلیمی و شهرنشینی دو فرایند پیشرونده موازی هستند که چالش های زیادی از جمله ایجاد سیلاب را موجب می شوند (Krellenberg et al., 2014). در سال های اخیر شدت بارندگی در نتیجه نوسانات اقلیمی افزایش یافته است (Sperotto et al., 2016). با توجه به عدم سازگاری کانال های رودخانه ها با دبی های جدید (Surian et al., 2016) و نیز گسترش سکونتگاه ها به سمت محدوده های سیل گیر که عمدتاً در نتیجه افزایش جمعیت و گسترش سطح زیرکشت کشاورزی می باشد، موجب افزایش میزان آسیب پذیری سکونتگاه ها و زیرساختها در برابر مخاطرات طبیعی مانند سیل شود (Ettinger et al., 2015). افزایش مخاطرات در سکونتگاه های انسانی در نتیجه افزایش جمعیت و سرمایه، تخلیه منابع، و فعالیت های در حال تغییر محیطی و انسانی می باشد (Chen, 2012). ایران نیز همواره با مسایل و مشکلات سیلاب های خسارت بار روبرو بوده و هزینه هایی را برای جبران خسارات سیل صرف نموده است (Ghahroudi and Nezammahalleh, 2012). سیل شهریورماه سال ۱۳۹۵ در استان مازندران خسارات قابل توجهی را برجای گذاشته است. در جریان سیل اخیر ۱۰۴ میلیارد تومان به تاسیسات زیربنایی، ۱۶ میلیارد تومان به واحدهای مسکونی و تجاری، یک میلیارد و ۹۰۰ میلیون تومان به بخش معیشتی، یک میلیارد و ۲۰۰ میلیون تومان به وسایل نقلیه و ۲۴ میلیارد تومان به حوزه کشاورزی خسارت وارد شده است (سایت استانداری مازندران). مطابق با گزارشات هواشناسی استان مازندران شدت بارش بطور میانگین در ایستگاه های مختلف در طول مدت ۶ ساعت حدود ۲۱۷ میلیمتر بوده است.

با توجه به خسارات هنگفت مطالعه شرایط محیطی وقوع این گونه مخاطرات ضرورتی اجتناب ناپذیر است. این گونه مخاطرات علاوه بر ایجاد خسارات معنوی و اجتماعی اقتصادی و همچنین آسیب به بخش های خصوصی از جمله سازمان های بیمه، می تواند با ایجاد هزینه های جدید مالی و زمانی موجب کند شدن دولت در رسیدن به اهداف برنامه های توسعه و نیز کاهش عملکرد مدیران در اجرای برنامه ها شود. مطالعه این مخاطرات می تواند با کاهش هزینه های بودجه در پیشبرد برنامه های توسعه مفید باشد. مطالعه حاضر می تواند گامی کوچک در جهت شناسایی این مشکل و ارائه راهکار هایی برای این منظور باشد.

منطقه مورد مطالعه این پژوهش حوضه خطیر کوه یکی از زیر حوضه های رودخانه تالار در استان مازندران می باشد. دبی خروجی این حوضه که مساحت حدود ۱۰۶۱ کیلومتر مربع دارد، وارد شهر سوادکوه و در پایین درست از داخل قائم شهر عبور می کند و به دریای خزر می ریزد. ارتفاع متوسط از حدود ۵۰۰ متر تا ۳۷۰۰ متر متغیر است. تعداد ۱۵۰ روستای کوچک و بزرگ در داخل این حوضه قرار دارد.

### مواد و روشها

در این مطالعه ابتدا ۱۴ نقطه از منطقه خطیر کوه، حوضه آبریزی که شهرستان سوادکوه و بخش های این شهرستان در آن واقع شده اند، با استفاده از GPS نمونه گیری شد. سپس نقاط برداشت شده وارد نرم افزار GIS شده و اطلاعات ارتفاع، شیب، و فاصله تا رودخانه برای هر یک از این ۱۴

نقطه استخراج شد. بنابراین، میانگین ارزش این سه پارامتر در نقاطی که سیل اخیر را تجربه کرده اند بدست آمد. با داشتن این ارزش های میانگین سایر پهنه های کل حوضه آبریز خطیر کوه که به مساحت ۱۰۶۱ کیلومتر مربع می باشد مورد پهنه بندی قرار گرفت. (جدول ۱)

جدول ۱: میانگین ارزش عوامل ارتفاع، شیب، و فاصله تا رودخانه در حوضه مورد مطالعه

۱	ارتفاع	۸۱۱
۲	شیب	۹.۴
۳	فاصله تا رودخانه	۷۷

پس از بدست آوردن ارزش های مورد نظر، لایه های اطلاعات با استفاده از تابع گوسین عضویت دریافت کردند. معادله اقلیدسی: در این معادله که براساس توزیع نرمال می باشد با مشخص شدن یک نقطه وسط (با عضویت ۱) در مجموعه ارزش های نمونه ها (ارزش پیکسل های رستری) ارزش ها در خروجی جدید با یک پراکنش تعریف شده به سمت صفر حرکت می کنند. معادله فازی اقلیدسی:

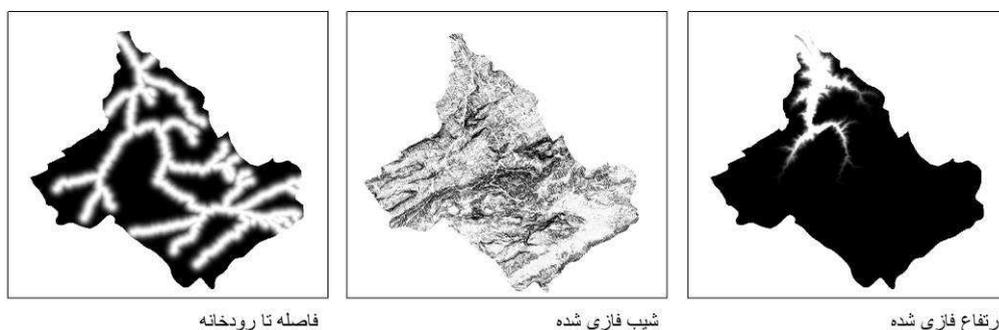
$$\mu(x) = e^{-f1+(x-f2)^2}$$

که در این معادله پارامترهای  $f1$  مقدار پراکنش و  $f2$  ارزش پیکسلی وسط یا نقطه وسط است. این تابع زمانی کاربرد دارد که عضویت نزدیک یک ارزش ویژه باشد.

روی هم گذاری با تلفیق فازی از پنج عملگر عمده استفاده می کند که عبارتند از: عملگر اشتراک (AND): حداقل عضویت های فازی از بین ارزش های پیکسلی لایه های رستری روی هم گذاری شده در یک نقطه معین انتخاب می شود. عملگر اجتماع (OR): حداکثر عضویت های فازی از بین ارزش های پیکسلی لایه های رستری روی هم گذاری شده در یک نقطه معین انتخاب می شود. عملگر حاصلضرب فازی (PRODUCT): تابع حاصلضرب یک تابع کاهش یافته است که حاصلضرب ارزش های پیکسلی لایه های مختلف در یک نقطه مشخص را بدست می دهد بطوری که ارزش این حاصلضرب کوچکتر از ارزش پیکسلی هر یک از لایه ها در آن نقطه خواهد بود. عملگر حاصلجمع فازی (SUM): تابع حاصلضرب یک تابع افزایش یافته است که حاصلجمع ارزش های پیکسلی لایه های مختلف در یک نقطه مشخص را بدست می دهد بطوری که ارزش این حاصلجمع بزرگتر از ارزش پیکسلی هر یک از لایه ها در آن نقطه خواهد بود. عملگر گامای فازی (GAMMA): این عملگر زمانی است که حاصلضرب دو عملگر قبلی یعنی حاصلضرب فازی و حاصلجمع فازی به توان ضریب مشخصی از گاما برسد.

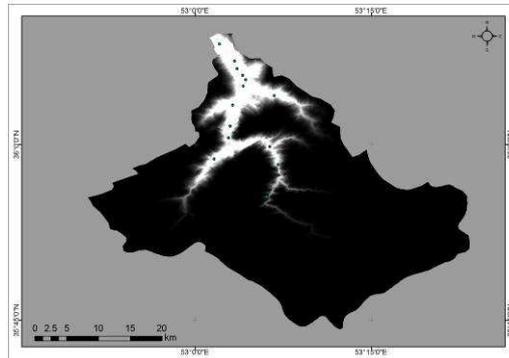
### بحث و نتایج و یافته ها

نتایج لایه های اطلاعاتی با استفاده از تابع گوسین با نقطه میانی ۸۱۱، ۹.۵، و ۷۷ به ترتیب برای ارتفاع از سطح دریا به متر، درجه شیب، و فاصله تا رودخانه به متر انجام شده است. رویهم گذاری نقشه های رستری فازی شده با استفاده از عملگر گامای ۰.۵ انجام شده است. (شکل ۱)



شکل ۱: لایه های ارتفاع از سطح دریا، درجه شیب، و فاصله تا رودخانه فازی شده برای حوضه خطیر کوه

نتیجه روی هم گذاری سه لایه با گامای فازی پهنه های مستعد وقوع سیل را بر اساس داده های برداشت شده میدانی برای کل منطقه نشان می دهد. (شکل ۲)



شکل ۲: ترکیب لایه های اطلاعاتی با گامای فازی

### نتیجه گیری

نتایج نشان داده است که محدوده های نزدیک رودخانه بیشتر مستعد وقوع سیلاب هستند که البته این امر بدیهی به نظر می رسد و همچنین با مطالعات زیادی همخوانی دارد (Surian et al., 2016; Krellenberg et al., 2014). می توان نتیجه گیری نمود که شناسایی محدوده های مستعد سیل می تواند به درک بهتر توانایی ها و ضعف های محدوده های روستایی کمک نماید. همچنین، از آنجایی که مردمی کردن اقتصاد از اهداف دولت در برنامه پنج ساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران است لازم است که دولت از شرکت های خصوصی از جمله بیمه ها و پروژه های عمرانی اشخاص حقوقی در بخش خصوصی حمایت نماید. این حمایت می تواند به ایجاد زیر ساخت هایی از جمله انجام مطالعات پایه ای در زمینه شناسایی محدوده های پرمخاطره و پیشنهادات اجرایی باشد. نتایج این مطالعه در مقیاسی محدود می تواند پیشنهاد هایی به شرکت هایی بیمه ای برای سود بیشتر باشد در جهتی که این سوددهی بیشتر ساختاری را برای مردم محلی فراهم کند که در محل هایی ساکن شوند که خسارت کمتری آنها را تهدید می کند.

بنابراین در محدوده مورد مطالعه که دارای ۵۴۸۹ نفر جمعیت روستایی در ۱۲۶۵ خانوار می باشند، رخداد سیل هایی مشابه سیل شهریور ماه ۱۳۹۵ می تواند آسیب انسانی قابل توجهی به جمعیت روستایی این منطقه و نیز به فعالیت های اقتصادی آنها وارد نماید. این گونه آسیب ها می تواند موجب کند شدن فعالیت های اجرایی دولت در دستیابی به اهداف سند چشم انداز توسعه جمهوری اسلامی ایران باشد. لازم است در بخش اجرایی به آمایش سرزمین و برنامه ریزی بر مبنای نیاز ها و توان های هر منطقه توجه ویژه ای شود. این نوع بررسی ها می تواند برای تمام زیرحوضه های کشور انجام شود و یافته های این گونه تحقیقات می بایست در بودجه ریزی کشور برای دستیابی به اهداف برنامه های توسعه بکار گرفته شود.

### مراجع

- Chen S. Albert; Evans Barry; Djordjevic Slobodan; Savic, A. Dragan; (2012) multi-layered coarse grid modeling in 2D urban flood simulations, journal of hydrology 470-471, 1-11
- Ettinger, Susanne, Mounaud, Loïc, Christina Magill, Anne-Françoise Yao-Lafourcade, Jean-Claude Thouret, Vern Manville, Caterina Negulescu, Giulio Zuccaro, Daniela De Gregorio, Stefano Nardone, Juan Alexis Luque Uchuchoque, Anita Arguedas, Luisa Macedo, Nérida Manrique Llerena; 2015, Building vulnerability to hydro-geomorphic hazards: Estimating damage probability from qualitative vulnerability assessment using logistic regression, Journal of Hydrology
- Ghahroudi Tali, Manijeh; Nezammahalleh Mohammad Ali; 2012; Urban flooding management using the natural drainage system case study: Tehran, capital of Iran; Floods: From Risk to Opportunity, IAHS 357, 174-180
- <http://ostan-mz.ir/>
- Krellenberg, Kerstin; Müller, Annemarie; Anke Schwarz, René Höfer, Juliane Welz; 2013, flood and heat hazards in the Metropolitan Region of Santiago de Chile and the socio-economics of exposure, Applied Geography 38, 86-95
- Sperotto, A.; Torresan, S.; Gallina, V.; Coppola, E.; Critto, A.; Marcomini, A.; 2016, A multi-disciplinary approach to evaluate pluvial floods risk under changing climate: The case study of the municipality of Venice (Italy), Science of The Total Environment 562, 1031-1043

## شناسایی پهنه های مستعد سیل به منظور آمایش شهری در محدوده شهر کرج با استفاده از توابع فازی در GIS

<sup>۱</sup> محمدعلی نظام محله ، <sup>۲</sup> مجتبی یمانی، <sup>۳</sup> عبدالمطلب رستگار، <sup>۴</sup> حمید منصوری

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [mnezammahalleh@ut.ac.ir](mailto:mnezammahalleh@ut.ac.ir)

<sup>۲</sup> استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران [myamani@ut.ac.ir](mailto:myamani@ut.ac.ir)

<sup>۳</sup> دانشکده مهندسی و فناوری، دانشگاه گلستان، علی آباد کتول، ایران [amrastegara@gmail.com](mailto:amrastegara@gmail.com)

<sup>۴</sup> مدیریت حفاظت و بهره برداری از منابع آب، استان البرز، کارشناسی ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی [h.mansouri@gmail.com](mailto:h.mansouri@gmail.com)

### مقدمه

در سال های اخیر شدت بارندگی در نتیجه نوسانات اقلیمی افزایش یافته و این امر بصورت شرایط بیشینه رخداد های آب و هوایی از جمله بارش های رگباری شدید در مدت زمان کوتاه نمایان می شود (Sperotto et al, 2016). در نتیجه این بارش های رگباری، ظرفیت کانال رودخانه ها که در طی مدت زمان طولانی با شرایط معینی از دبی و بارندگی وفق یافته بود در پاسخ به جریان های با دبی بالاتر توانایی انتقال را نداشته و موجب سیلاب های تند می شود (Surian et al., 2016). از طرف دیگر، گسترش سکونتگاه ها در محدوده های مستعد سیل که عمدتاً در نتیجه افزایش جمعیت و گسترش سطح فعالیت های جوامع انسانی می باشد، موجب افزایش میزان آسیب پذیری سکونتگاه ها و زیرساختها در برابر مخاطره سیل می شود (Ettinger et al., 2015). بنابراین، دو عامل تغییرات اقلیمی و شهرنشینی دو فرایند پیشرونده موازی هستند که چالش های زیادی از جمله ایجاد سیلاب و خسارات را موجب می شوند (Krellenberg et al., 2014). مروری کلی از مقالات چاپ شده نشان دهنده توجه بیشتر مقامات علمی و اجرایی به مساله سیل و خسارات جانی و مالی آن می باشد. کشور ایران، نیز همیشه با مسایل و مشکلات سیلاب های خسارت بار روبرو بوده و هزینه هایی را برای جلوگیری از خسارات و نیز کمک رسانی بعد از رخداد این بالابای طبیعی صرف نموده است. هدف مطالعه حاضر شناسایی پهنه های سیل گیر در شهرستان کرج می باشد. شبکه زهکشی شهری در شهر کرج به گونه ای می باشد که انطباق چندانی با شبکه زهکشی طبیعی ندارد این مساله می تواند موجب ایجاد سیلاب های با خسارت بالا در این محدوده شهری شود.

### مواد و روش ها

شهر کرج در قسمت جنوب شرقی استان البرز در غرب تهران بر روی دامنه های جنوبی رشته کوه های البرز واقع شده است. مساحت تقریبی شهر با ۱۲ منطقه شهرداری حدود ۱۷۵ کیلومتر مربع است. گاهی اوقات برخورد دو توده هوای گرم جنوبی و نسبتاً سرد و مرطوب شمالی که در سطوح فوقانی ناحیه البرز صورت می گیرد، موجب می گردد که ابرهای جوششی بسیار فعال در منطقه پدید آمده و ریزشهای رگباری شدیدی را بوجود آورد که غالباً همراه با سیل است. میانگین بارندگی سالیانه کرج حدود ۲۵۱ میلیمتر است.

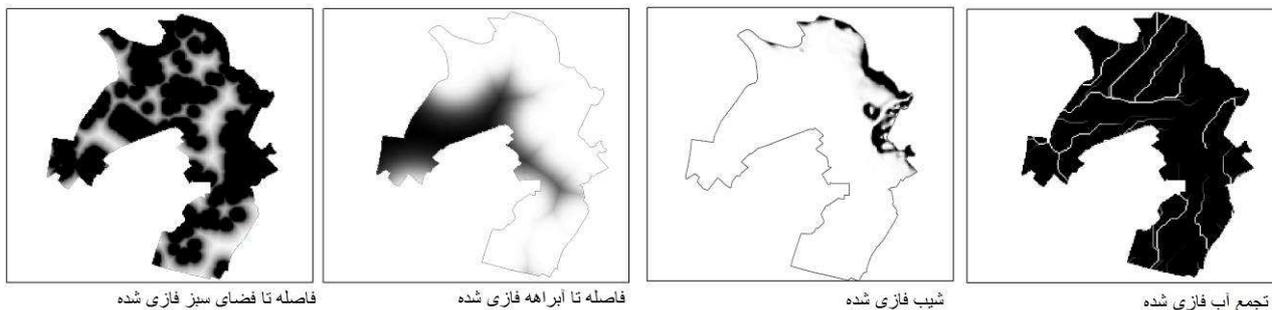
در نظریه مجموعه فازی، عضویت می تواند هر مقداری را بین ۰ و ۱ داشته باشد که نشان دهنده درجه اطمینان عضویت است. توابع فازی می توانند در محیط نرم افزار ArcGIS مورد استفاده قرار گیرند که عمده این توابع عباراتند از معادله اقلیدسی: در این معادله که براساس توزیع نرمال می باشد با مشخص شدن یک نقطه وسط (با عضویت ۱) در مجموعه ارزش های نمونه ها (ارزش پیکسل های رستری) ارزش ها در خروجی جدید با یک پراکنش تعریف شده به سمت صفر حرکت می کنند. معادله فازی بزرگ: این رابطه یک تابع عضویت فازی است که ارزش های پیکسلی بالاتر عضویت بیشتر داشته و نزدیک تر به یک هستند. معادله فازی کوچک: تابعی است که ارزش های پیکسلی کوچکتر عضویت بیشتری دارند و نزدیک تر به یک هستند. معادله فازی خطی: در این تابع عضویت ارزش ها از یک حداقل ارزش پیکسلی تعریف شده بعنوان کمترین عضویت به سمت صفر حداکثر ارزش پیکسلی تعریف شده به عنوان عضویت یک حرکت میکنند. معادله فازی میانگین انحراف معیار بزرگ: تابعی است که براساس میانگین و انحراف معیار ارزش های پیکسلی عمل میکند. در این تابع ارزش های بزرگتر عضویت نزدیک به یک یعنی عضویت بالاتری دارند. معادله فازی میانگین انحراف معیار کوچک: در این تابع نیز براساس میانگین و انحراف معیار ارزش های پیکسلی بوده ولی ارزش های کوچکتر عضویت بالاتری دارند و نزدیک تر به یک هستند. در این دومعادله که از ضرایب میانگین انحراف معیار استفاده می شود احتمال اینکه چه مقدار ارزش های بزرگتر

عضویت بیشتری یا کمتری در یکی از دو معادله داشته باشند حالت احتمالی است. که ضریب آن میتواند از یک معادله همبستگی بدست بیاید. برای رویهم گذاری لایه ها از عملگر گامای فازی (GAMMA) استفاده می شود. عملگر گامای فازی: این عملگر زمانی است که حاصلضرب دو عملگر حاصلضرب فازی و حاصلجمع فازی به توان ضریب مشخصی از گاما برسد.

### بحث و نتایج و یافته ها

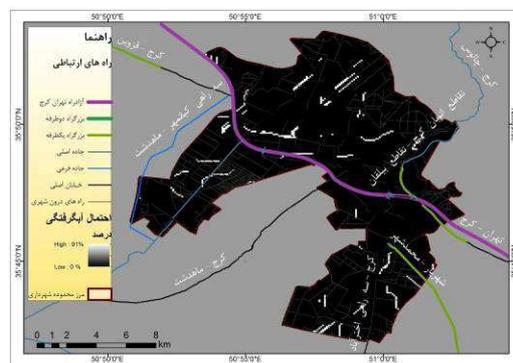
نتایج اعمال عضویت فازی نشان می دهد که هر یک از لایه ها در محدوده های مختلف شهری عضویت های متفاوتی دریافت می دارند. معیارهای چهارگانه هر یک تاثیر متفاوتی در آبرگفتگی معابر می توانند داشته باشند. به عبارت دیگر هر معیار ممکن است در آبرگفتگی موثر بوده و یا مانع آن شود. برای این منظور، برای هر یک از معیارها توابع متفاوتی استفاده شده است.

شیب فازی: از آنجایی که هر چه شیب کمتر باشد احتمال آبرگفتگی بیشتر است. بنابراین طبق تابع کوچک که ارزش های پیکسلی کوچکتر عضویت بیشتری دارند و نزدیک تر به یک هستند، برای دادن عضویت به این لایه از تابع کوچک فازی استفاده شده است. تجمع آب: از آنجایی که گودی ها و نقاتی که پست تر هستند و بصورت کانال عمل می کنند احتمال آبرگفتگی بیشتری دارند، برای دادن عضویت به این معیار از تابع فازی میانگین انحراف معیار بزرگ استفاده شده است. چرا که این تابع براساس میانگین و انحراف معیار ارزش های پیکسلی عمل میکند. در این تابع ارزش های بزرگتر عضویت نزدیک به یک یعنی عضویت بالاتری دارند. فاصله تا فضای سبز: از آنجایی که فضاهای سبز و پارک ها بانفوذ آب به سفره های زیرزمینی مانع آبرگفتگی می شوند، هر چه نقاط شهری در محدوده شهر کرج به این محل های نزدیک تر باشد احتمال آبرگفتگی آن محل ها کمتر است. بنابراین، از تابع فازی بزرگ برای وزن دادن به این لایه استفاده شده است. فاصله تا آبراهه ها: آبراهه ها به عنوان منشأ آب ورودی به مناطق شهری، اهمیت زیادی در آبرگفتگی خیابانها دارند. بنابراین هر چه نقاط به این آبراهه ها نزدیکتر باشند احتمال آبرگفتگی در آنها بیشتر است. به همین منظور از تابع فازی کوچک برای عضویت دادن به این معیار استفاده نموده ایم. (شکل ۱)



شکل ۱: لایه های اطلاعاتی بعد از اعمال توابع فازی

از عملگر گامای ۰.۹ برای رویهم گذاری لایه های اطلاعاتی استفاده شده است. این عملگر در محیط نرم افزار ArcGIS با ترکیب لایه های رستری فازی شده در ضریب ۰.۹ پهنه های مستعد سیل را مشخص نموده است. (شکل ۲)



شکل ۲: نقشه گامای فازی با رویهم گذاری چهار لایه فازی شده

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج ارائه شده می توان بیان داشت در بخش های غربی اتوبان تهران کرج و همچنین در محدوده های شمال غرب شهر کرج احتمال وقوع سیل بیشتر مشاهده می شود. همچنین می توان اظهار داشت که محدوده های سیل گیر عمدتاً در نزدیکی زهکش های طبیعی قرار گرفته اند. ناهمخوانی در زهکش کانال های شهری با زهکش طبیعی می تواند موجب افزایش اثر سیلاب ها شود. از طرفی، گسترش شهر به سمت محدوده های محتمل رخداد سیل می تواند خسارات ناشی از این مخاطره را افزایش دهد. بنابراین، بهتر است از گسترش شهر به سمت این محدوده ها جلوگیری شود. همچنین با توجه به ماده ۱۰ قانون برنامه ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران برای احیای آب های زیر زمینی می توان سیلاب ها را به سمت محدوده های ذخیره سیل هدایت و یا این پهنه ها را برای این محل های ذخیره سیل ایجاد نمود. به عبارتی، نتایج این مطالعه می تواند محل های مناسب برای ذخیره سیلاب را پیشنهاد نماید.

### مراجع

- Ettinger, Susanne, Mounaud, Loïc, Christina Magill, Anne-Françoise Yao-Lafourcade, Jean-Claude Thouret, Vern Manville, Caterina Negulescu, Giulio Zuccaro, Daniela De Gregorio, Stefano Nardone, Juan Alexis Luque Uchuchoque, Anita Arguedas, Luisa Macedo, Nérida Manrique Llerena; 2015, Building vulnerability to hydro-geomorphic hazards: Estimating damage probability from qualitative vulnerability assessment using logistic regression, *Journal of Hydrology*
- Ghahroudi Tali, Manijeh; Nezammahalleh Mohammad Ali; 2012; Urban flooding management using the natural drainage system case study: Tehran, capital of Iran; *Floods: From Risk to Opportunity, IAHS 357*, 174-180
- Krellenberg, Kerstin; Müller, Annemarie; Anke Schwarz, René Höfer, Juliane Welz; 2013, flood and heat hazards in the Metropolitan Region of Santiago de Chile and the socio-economics of exposure, *Applied Geography* 38, 86-95
- Sperotto, A.; Torresan, S.; Gallina, V.; Coppola, E.; Critto, A.; Marcomini, A.; 2016, A multi-disciplinary approach to evaluate pluvial floods risk under changing climate: The case study of the municipality of Venice (Italy), *Science of The Total Environment* 562, 1031-1043
- Surian, Nicola, Righini, Margherita, Ana Lucía, Laura Nardi, William Amponsah, Marco Benvenuti, Marco Borga, Marco Cavalli, Francesco Comiti, Lorenzo Marchi, Massimo Rinaldi, Alessia Viero; 2016, channel response to extreme floods: Insights on controlling factors from six mountain rivers in northern Apennines, Italy, *Geomorphology* 272, 78-91

## جایگاه ژئوتوریسم در مدیریت مناطق بیابانی و آمایش سرزمین (مطالعه موردی: بیابان لوت)

<sup>۱</sup> مهران مقصودی، <sup>۲</sup> انور مرادی، <sup>۳</sup> فاطمه مرادی پور

<sup>۱</sup> دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، [Maghsoud@ut.ac.ir](mailto:Maghsoud@ut.ac.ir)

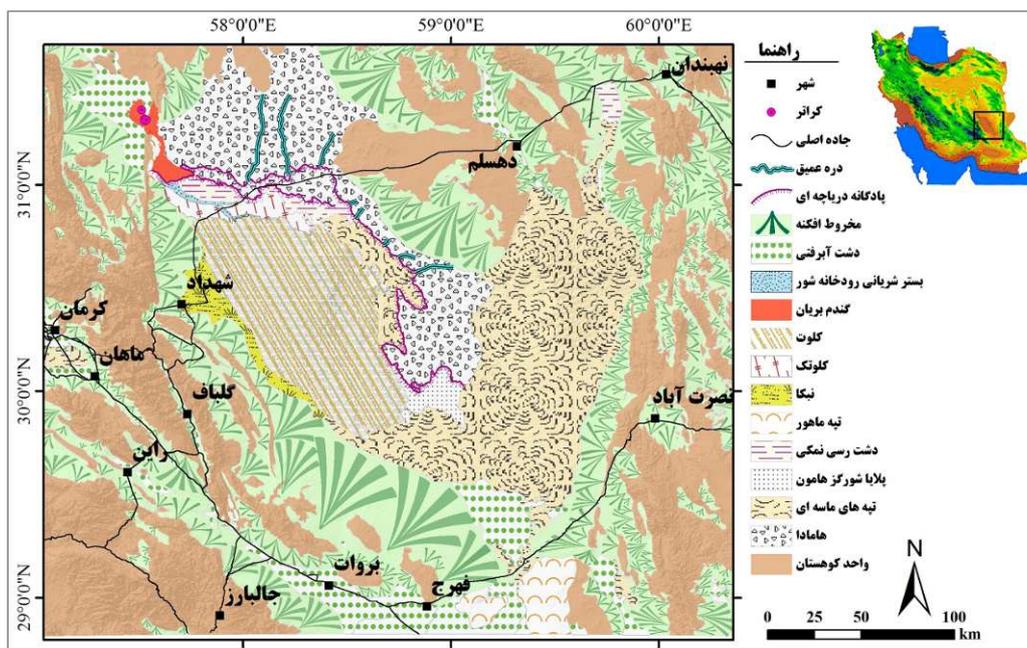
<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، [Anvar.moradi@ut.ac.ir](mailto:Anvar.moradi@ut.ac.ir)

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، [Fatemehmoradipour@yahoo.com](mailto:Fatemehmoradipour@yahoo.com)

### مقدمه

در یک مفهوم وسیع، ژئوتوریسم توسط به عنوان مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، زیرساخت‌ها و خدمات که به بهبود ارزش میراث زمین‌شناختی از طریق گردشگری می‌انجامد، تعریف شده است (Reynard, 2005). ژئوتوریسم به عنوان یک گزینه جدید نه تنها بر روی همه ویژگی‌های انسانی و طبیعی تأکید دارد بلکه به عملکرد هر یک از مکانها نیز توجه دارد. این شکل گردشگری می‌تواند به وسیله برنامه‌ریزی مبتنی بر شناخت فرصت‌ها و محدودیت‌های ژئوتوریسم، نقش مهمی در توسعه ملی و تنوع بخشیدن به اقتصاد منطقه ایفا کند (Beigi & Pakzad, 2010: 169). مفهوم آمایش سرزمین، ایجاد تعادل بین سه عنصر انسان، فضا و فعالیت تعریف شده است که در ارتباط با انسان مقوله «مدیریت» مطرح است و در رابطه با فضا بحث «اقلیمی» مطرح است و در رابطه با فعالیت مقوله «برنامه و برنامه‌ریزی» برجسته می‌شود یعنی، مفهوم آمایش تلفیقی از سه علم مدیریت و اقتصاد، جغرافیا و جامعه‌شناسی است (وحیدی، ۱۳۷۳). آمایش سرزمین، ارزیابی نظام‌مند عوامل طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و... به منظور یافتن راهی برای تشویق و کمک به جامعه بهره‌برداران در انتخاب گزینه‌هایی مناسب برای افزایش و پایداری توان سرزمینی در جهت برآورد نیازهای جامعه است (فائو، ۱۹۹۳). هدف اساسی از مدیریت و برنامه‌ریزی آمایش سرزمین توزیع فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و ظرفیت‌های آشکار و پنهان با توجه به تحولات و دگرگونی‌های زمان و نیازهاست که عمدتاً با دید درازمدت و به منظور بهره‌برداری بهینه از امکانات آن و هم‌چنین هویدا کردن نقش و مسؤولیت خاص هر منطقه براساس توانمندی‌ها و قابلیت‌های آن به طور هماهنگ با دیگر مناطق است (خنیفر، ۱۳۸۹). مطالعات ژئوتوریسم پایدار نقش و جایگاه ویژه‌ای در توسعه مناطق جغرافیایی دارد. هنگامی که ابعاد و زمینه‌های مرتبط با ژئوتوریسم به خوبی شناخته گردد، بطور یقین در جهت توسعه واقعی مناطق جغرافیایی گام‌های علمی و اجرایی مطلوب‌تری طی خواهد شد. این وضعیت زمانی نمود بیشتر و عینیت‌تری پیدا می‌نماید، که منطقه‌ای دارای پتانسیل‌های گردشگری متنوع و منحصر به فرد باشد، و از طرفی این وضعیت بتواند، در محرومیت‌زدایی منطقه مؤثر واقع گردد. در واقع برای دست‌یابی به اهداف توسعه پایدار در مناطق خشک و بیابانی با توجه به ابعاد زیست محیطی و فرهنگی، توجه به مسائل فرهنگی در کنار معرفی و شناخت قابلیت‌های ژئوتوریسم منطقه ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. بیابان لوت در جنوب شرق ایران با وسعتی حدود ۵۱۸۰۰ کیلومتر مربع در بین بخشی‌هایی از استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی قرار دارد. مساحت حوضه آبخیز آن نیز حدود ۱۷۵۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. دشت لوت به عنوان یک از بزرگترین و خشک‌ترین بیابان‌های ایران و بلکه جهان، چاله‌ای ساختمانی و نامتقارن است (شکل ۱). کویرها و بیابان‌های ایران و به خصوص دشت و بیابان لوت دارای جاذبه‌ها و توانمندی‌های بسیاری است. یکی از مهم‌ترین جاذبه‌های طبیعی دشت و بیابان لوت را می‌توان پدیده‌های ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناختی آن دانست که در جهان کم‌نظیر یا بی‌نظیر است (مقصودی و عمادالدین، ۱۳۸۶). از طرفی در نواحی مجاور لوت هرجا شرایط محیطی سازگار بوده جوامع محلی به وجود آمده که هر کدام فرهنگ خاص خود را دارند و هنوز فرهنگ خود را حفظ کرده‌اند بنابراین بیابان لوت با پتانسیل‌های ژئوتوریسم متنوع و منحصر به فرد خود می‌تواند در محرومیت‌زدایی منطقه مؤثر واقع گردد. پژوهش حاضر یک رویکرد

یکپارچه توسعه ژئوتوریسم با شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعه ژئوتوریسم و تبیین جایگاه آن در مدیریت یکپارچه نواحی بیابانی و آمایش سرزمین مطابق با ویژگی‌های منطقه است.



شکل ۱: موقعیت و ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

## مواد و روشها

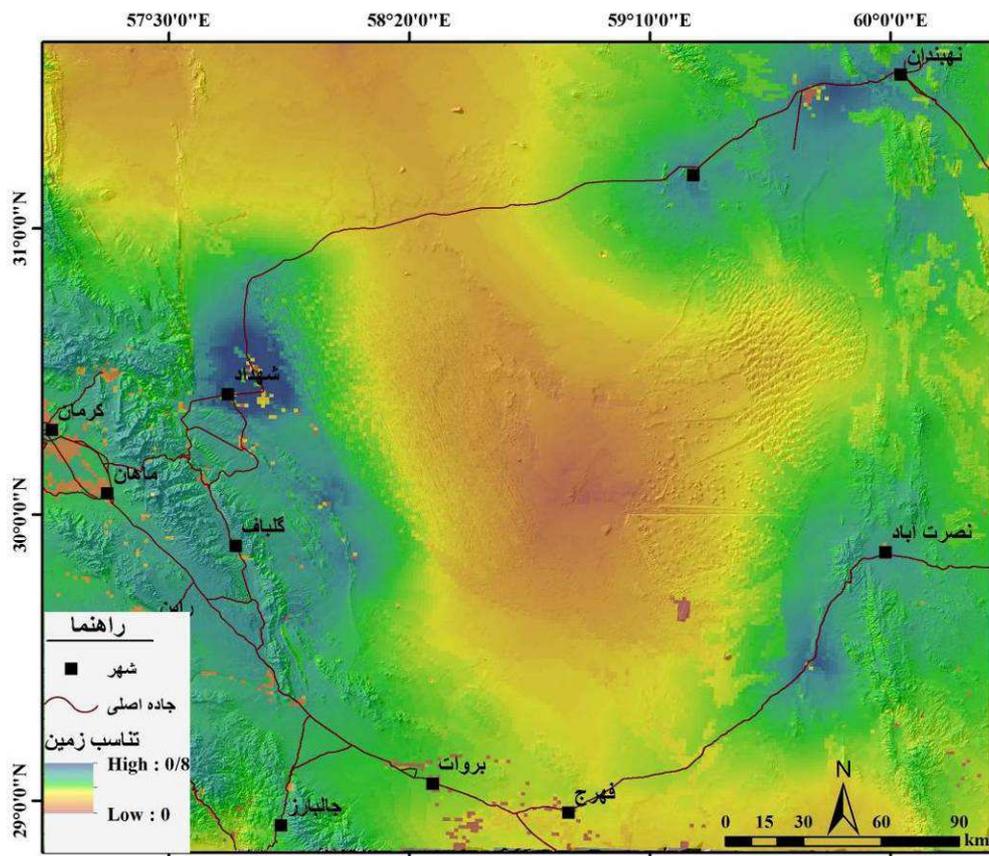
مراحل پژوهش شامل: ۱- در اولین گام با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی میانی موضوع بررسی گردید. ۲- در مرحله بعد با پیمایش میدانی، استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و ... ژئوسایت‌های بیابان لوت شناسایی، فهرست برداری و موقعیت آنها ثبت گردید. ۳- سپس جهت پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعه ژئوتوریسم از روش دلفی برای برآورد وزن نسبی معیارها و زیر معیارها بهره گرفته شد. ۴- سپس بر اساس روش  $FuzzyAHP^{57}$  مناطق مستعد توسعه ژئوتوریسم تعیین گردیدند. ۵- در نهایت جایگاه ژئوتوریسم در مدیریت مناطق بیابانی و آمایش سرزمین مورد بررسی و تبیین قرار گرفت. در این پژوهش برای انجام محاسبات تحلیل سلسله مراتبی از نرم افزار  $Expert Choice 11$  و برای مدل سازی و تحلیل فضایی از نرم افزار  $ARC GIS 10.2$  استفاده شده است.

## بحث و نتایج

بیابان لوت در منطقه جنوب شرقی ایران در سال ۲۰۰۵ با دمای  $70/73$  درجه‌ی سانتی‌گراد، رکورد گرم‌ترین دما در سطح زمین را ثبت کرد (میلدرکسلر، ۲۰۱۱). با این وجود رودخانه شور که در آن جریان دارد در تمام سال دارای آب است. به دنبال شبکه آبراهه‌هایی که از کوه‌های شرقی و غربی لوت منشأ گرفته است، مخروط‌افکنه‌های وسیعی در بخش شرقی و غربی لوت تشکیل شده که قاعده آن‌ها در شرق به ریگ یلان و در غرب به کلوت‌ها ختم می‌شود. بخش زیادی از بیابان لوت را کلوت‌ها، تپه‌های ماسه‌ای و دشت ریگی (هامادا) در بر گرفته‌اند (شکل ۱). از جمله ژئوسایت‌های این منطقه می‌توان به ریگ یلان (شامل اشکال مختلف تراکمی ماسه)، کلوت‌ها، کلوتک‌ها، کلوت‌های تخم مرغی شکل، هامادا، رودخانه شور، کوه‌های مریخی، کفه‌ها و پولیگون‌های نمکی، دهانه‌های آتشفشانی و پدیده‌های ناشی از آن مانند دشت بازالتی گندم بریان، شهر خیالی لوت و سایر اشکال کاوشی تراکمی ماسه اشاره نمود. از آنجا که سطح‌بندی یا تعیین اولویت منابع و جاذبه‌های گردشگری این منطقه، امکان تصمیم‌گیری

<sup>57</sup> - Fuzzy analytic hierarchy process

صحیح و مناسب را در ارتباط با توسعه ژئوتوریسم فراهم می‌کند، در این پژوهش تلاش شده است تا در منطقه مورد مطالعه، عوامل اصلی و اثرگذار شناسایی شوند و با استفاده از مدل FuzzyAHP مستعدترین مناطق برای توسعه ژئوتوریسم تعیین شوند. در این تحقیق با توجه به مطالعات قبلی، شرایط حاکم بر محیط و مصاحبه با متخصصین امر ۵ معیار و ۱۰ زیرمعیار اثر گذار بر توسعه ژئوتوریسم تعیین گردید (جدول ۶). در مرحله بعد نقشه GIS هر کدام از زیرمعیارها تهیه و فازی سازی گردیدند (شکل ۷). داده‌ها در این نقشه‌ها به ۴ کلاس مناسب با توجه به چهارچوب فائو برای ارزیابی زمین طبقه‌بندی شدند. یعنی، بسیار مناسب (۰.۸-۱)، نسبتاً مناسب (۰.۴-۰.۸)، کمی مناسب (۰.۲-۰.۴) و مناسب نیست (۰-۰.۲). سپس معیارها توسط متخصصین بر اساس مقیاس درجه ارجحیت برای مقایسه زوجی در روش FuzzyAHP وزن دهی شده و وزن‌های تعمیم یافته به هر معیار به نرم افزار Expert Choice 11 معرفی و وزن نهایی هر معیار محاسبه گردید (جدول ۵). بنا بر پیشنهاد ساعتی (۱۹۸۰) شاخص نسبت سازگاری<sup>۵۸</sup> وزن‌ها باید کمتر از ۰/۱ باشد. در این تحقیق شاخص نسبت سازگاری برابر ۰/۰۶ محاسبه شد. در نهایت، وزن نسبی هر یک از معیارهای مشخص شده در هر کدام از لایه‌های فازی در محیط نرم افزار ARC GIS 10.2 تأثیر داده شده و اجرای نهایی مدل فازی بر اساس گامای ۰/۹ انجام شد. بر اساس نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد توسعه ژئوتوریسم در بیابان لوت (شکل ۲)، مناطق غربی، شمال شرقی و جنوب شرقی دارای شرایط مناسب‌تری هستند. در شکل مذکور، پررنگ‌ترین نقاط (رنگ آبی)، پرتوان بودن آن منطقه را نشان می‌دهد، به این معنی که بالاترین پتانسیل را برای جذب توریسم و توسعه ژئوتوریسم دارند. بنابر نتایج به دست آمده، مناطق نزدیک به شهداد، دهسلم، نهبندان و نصرت آباد و راه‌های ارتباطی که به این مناطق ختم می‌شود مناسب‌ترین راه بازدید از منطقه و توسعه ژئوتوریسم است.



شکل ۲: نقشه مناطق مستعد توسعه ژئوتوریسم در بیابان لوت

<sup>58</sup> - consistency ratio index

### یافته ها

بیابان لوت با ژئوسایت‌های بی نظیر در سطح ملی و کم نظیر در سطح بین المللی دارای پتانسیل بسیار بالایی جهت توسعه ژئوتوریسم می باشد. از این رو این موضوع نقش مهمی در پیاده سازی طرح های مدیریت مناطق بیابانی فراهم می کند زیرا توجه به ابعاد محیطی بویژه ژئوتوریسم از نظر آمایش سرزمین و توسعه پایدار، زمینه را برای گسترش توجه به این موضوع افزایش می دهد. بنابراین ژئوتوریسم مناطق بیابانی جایگاه عمده ای را در مدیریت یکپارچه مناطق بیابانی و آمایش سرزمین عرضه می نماید. به طوری که توجه به فرصت هایی از قبیل برنامه ریزی های گردشگری و ژئوتوریسم، سیمای مورفولوژیک در کنار برنامه ریزی های راهبردی و استراتژیک نواحی بیابانی بر اهمیت موضوع می افزاید. با توجه به ویژگی های ژئوتوریسمی بیابان لوت و ضرورت حفظ محیط زیست، بایستی در سند آمایش مناطق بیابانی اصول توسعه پایدار مدنظر قرار گیرد و این مهم جز با توجه به ژئومورفولوژی و به طور خاص ژئوتوریسم محقق نخواهد شد. وجود لندفرم های ویژه ژئومورفولوژیکی ویژه که برخی از آنها در زمره بی نظیرترین در سطح زمین می باشند، غنای بالای ژئوتوریسمی بیابان ها به ویژه بیابان لوت در ایران را نشان می دهد. جهت حفظ این قابلیت ها و ایجاد فرصت، بایستی ژئوتوریسم رویکرد اصلی آمایش مناطق بیابانی قرار گیرد که علاوه بر حفظ محیط زیست در جهت پیشرفت اقتصادی و اجتماعی و محرومیت زدایی جوامع محلی بسیار موثر خواهد بود. در مجموع می توان گفت ترویج و توسعه ژئوتوریسم پایدار برای مناطق بیابانی گامی اساسی برای حفاظت بیابان با قابلیت های فراوان به عنوان یک فرصت و با افزایش بهره وری و حفظ پایداری اکولوژیک منطقه و در نتیجه بهبود اقتصادی برای جوامع محلی در راستای اهداف آمایش سرزمین خواهد بود.

### مراجع

- وحیدی، پردخت، آمایش سرزمین: راهنمایی برای برنامه ریزی آموزش عالی، تهران: فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی در آموزش عالی، سال دوم، شماره ۷، ۱۳۷۳.
- مقصودی، مهران، عمادالدین، سمیه، ارزیابی ویژگی های ژئوتوریسمی لندفرم های بیابانی با تاکید بر دشت لوت، فصلنامه مطالعات جهانگردی، شماره ۶، ۱۳۸۶.
  - خنیفر، حسین، درآمدی بر مفهوم آمایش سرزمین و کاربردهای آن در ایران، مجله آمایش سرزمین دانشگاه تهران، تابستان و پاییز ۱۳۸۹.
  - Beigi, h., Pakzad p. (2010), Investigating geotourism capabilities of the Gavkhoni Wetland according to the SWOT model, Journal of Sustainable Tourism IV, pp. 169-179
  - FAO, guidelines for land use, 1993
  - Reynard. E, G. Fontana, L. Kozlik, C. Scapozza. (2007). A Method for Assessing Scientific and Additional Values of geomorpho Sites, Geographica Helvetica Jg. 62 (3), PP: 148- 158

## شناخت عوامل محیطی مؤثر بر سیلخیزی حوضه آبخیز حاجی بختیار

<sup>۱</sup> محمد مهدی حسین زاده\*، <sup>۲</sup> سپیده ایمنی، <sup>۳</sup> آرش طالاری

<sup>۱</sup> دانشیار دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، تهران M\_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری رشته ژئومورفولوژی - گرایش مخاطرات زمینی دانشگاه شهید بهشتی، تهران S\_imeni@sbu.ac.ir

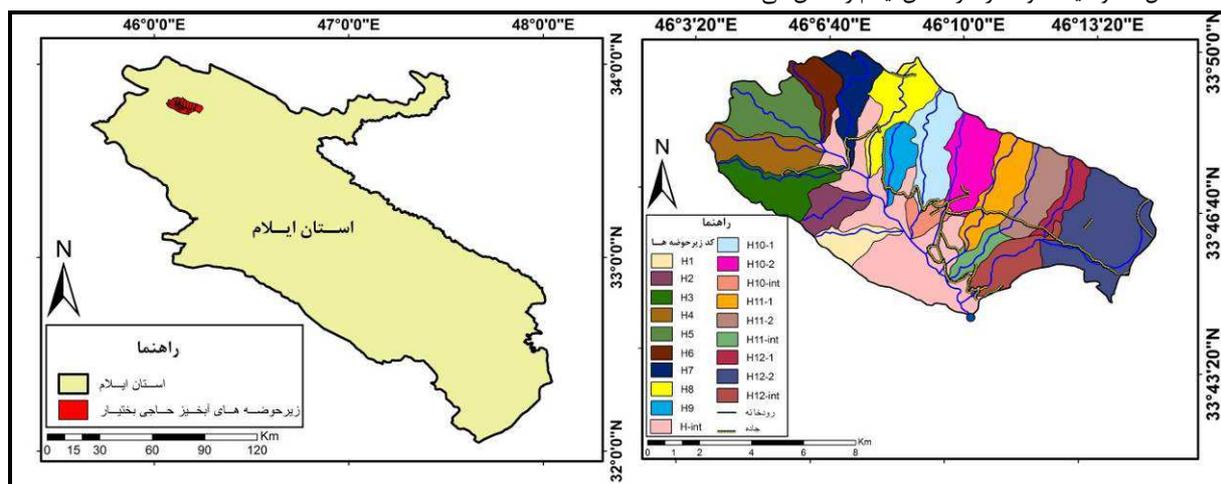
<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری رشته ژئومورفولوژی - گرایش مخاطرات زمینی دانشگاه شهید بهشتی، تهران Arash.Talari@ut.ac.ir

## مقدمه

کنترل و کاهش تأثیرات مخرب سیل، با تکیه بر شناسایی عوامل دخیل در بروز و تشدید آن و با هدف کاهش شدت و بزرگی دبی‌های سیلابی از اصول مهم مدیریت منابع آب و خاک است (نجفی و نصری، ۱۳۸۸). رخداد سیل در هر منطقه‌ای بستگی به عوامل متعدد داشته، که برجسته‌ترین آنها بدین شرح است: عوامل حوضه‌ای، شامل: عوامل فیزیکی ( نظیر مساحت، شیب، تراکم زهکشی و غیره)، عوامل زمین‌شناسی و خاک‌شناسی، ویژگی‌های پوشش گیاهی، عوامل اقلیمی، عدم اعمال مدیریت صحیح حوضه، عوامل مربوطه به ویژگی‌های رودخانه و مصالح رودخانه‌ای، رسوب‌گذاری بستر رودها و بالا آمدن کف آنها، کاربری‌اراضی حاشیه رودخانه، تخریب سواحل رودخانه‌ها و خاکریزها و عدم رعایت حریم رودخانه است (تلوری، ۱۳۷۵). یکی از روش‌های مهمی که در تحلیل عوامل مؤثر در سیلخیزی حوضه‌ها بکار می‌رود استفاده از روش‌های آماری مانند تحلیل عاملی<sup>۵۹</sup> و تجزیه مولفه‌های اصلی<sup>۶۰</sup> است. با این تحلیل پارامترهای مؤثر بر سیلخیزی را به طور جداگانه طبقه بندی نموده و میزان تشابه آنها با یکدیگر نشان داده می‌شود. در این پژوهش از روش آماری تحلیل عاملی جهت شناخت عوامل مؤثر بر دبی سیلابی و بررسی پتانسیل سیلخیزی هر کدام از زیرحوضه‌ها، استفاده شده است. تحلیل عاملی نیز، روش آماری چند متغیره‌ای است که هدف آن شناخت سازوکارهای مؤثر، با ساده کردن مجموعه‌های پیچیده و مختلفی است که بین متغیرهای مشاهده‌ای وجود دارد (Gonzalez Vazquez و همکاران، ۲۰۰۵).

## موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز حاجی بختیار در ۲۶ کیلومتری شمال غرب شهرستان ایلام در موقعیت جغرافیایی بین  $32^{\circ}43'32''$  تا  $33^{\circ}00'00''$  عرض شمالی واقع شده است. وسعت این حوضه  $99/8$  کیلومتر مربع است که حداکثر ارتفاع قله محدود به  $2000$  متر و حداقل ارتفاع، در خروجی برابر  $873$  متر است. جاده آسفالتی ایلام- ایوان- زرنه با امتداد جنوب شرقی- شمال غربی در خارج حوضه و در قسمت شمالی آن کشیده شده است. از نظر هیدرولوژیکی با توجه به وضعیت توپوگرافی و شبکه آبراهه‌های موجود در منطقه و نیز تأمین اهداف مورد مطالعه، حوضه آبخیز مذکور به  $19$  زیر حوضه تقسیم‌بندی شده است. شکل ۱ موقعیت حوضه را در استان ایلام را نشان می‌دهند.



شکل ۱: موقعیت زیرحوضه‌های آبخیز حاجی بختیار در استان ایلام

<sup>59</sup> Factor Analysis (FA)

<sup>60</sup> Principal Component Analysis (PCA)

## مواد و روش

### ۱-۳ داده ها و اطلاعات پژوهش

حدود حوضه آبخیز حاجی بختیار با استفاده از نقشه توپوگرافی ایلام با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح) استخراج گردید. به منظور تعیین نفوذپذیری هر یک از سازندهای موجود در حوضه از نقشه زمین‌شناسی ایلام با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، استفاده گردید و سپس مساحت هر یک از سازندها مشخص شد. همچنین با استفاده از داده‌های سازمان جنگل‌ها و مراتع استان ایلام محدوده اولیه کاربری‌های موجود در حوضه مشخص گردید. برای تعیین متوسط بارش ماهانه و دبی ماهانه زیرحوضه‌ها، از داده‌های بارش و دبی ایستگاه‌های موجود در حوضه آبخیز (ایستگاه‌های سیاه کل، سرجوی و سلیمان آباد) استفاده شده است. سپس عوامل محیطی نظیر ۴ پارامتر زمین‌شناسی (درصد مساحت سازندهایی با نفوذپذیری کم، درصد مساحت سازندهایی با نفوذپذیری متوسط، درصد مساحت سازندهایی با نفوذپذیری زیاد و خیلی زیاد) اقلیم و بارندگی منطقه، ۴ پارامتر کاربری اراضی (درصد مساحت کاربری جنگل، درصد مساحت کاربری اراضی دیم، درصد مساحت توده‌های سنگی و درصد مساحت کاربری مرتع) و ۱۲ پارامتر فیزیوگرافی (مساحت حوضه، طول آبراهه، تراکم زهکشی، طول مستطیل معادل، عرض مستطیل معادل، ضریب هورتون، ضریب گراویلیوس، حداکثر ارتفاع، حداقل ارتفاع، شیب حوضه، زمان تمرکز) برای هر زیرحوضه تعیین شد.

### ۲-۳ شناخت عوامل مؤثر بر سیل خیزی

تجزیه مؤلفه‌های اصلی می‌تواند به عنوان روشی در کاهش داده‌های مورد استفاده قرار گیرد تا مجموعه داده‌هایی که شامل تعداد زیادی متغیر است به تعداد مناسب و معقول کاهش یابد (نصرتی، ۱۳۹۲). همچنین این روش یک شیوه چند متغیره است که برای توصیف روابط درونی برخی از متغیرهای هم بسته از نظر برخی فاکتورهای مهم استفاده می‌شود (Wichern & Johnson, ۱۹۹۲). در این پژوهش ۲۱ متغیر مرتبط با ویژگی‌های اقلیم، کاربری‌اراضی، زمین‌شناسی و فیزیوگرافی به همراه دبی مشاهداتی ایستگاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه استفاده گردید. به طوری که فرض شد دبی تحت کنترل ویژگی‌های محیطی بوده و تحلیل آماری تجزیه مؤلفه‌های اصلی می‌تواند عوامل کنترل کننده سیلاب را مشخص نماید. با توجه به اینکه در این تحقیق از تکنیک آماری چند متغیره تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده گردید، لذا پیش از انجام هر یک از آن‌ها ابتدا فرض‌های مرتبط با نوع آزمون برای تمام داده‌های مورد استفاده انجام شد. به منظور بررسی تناسب و کیفیت داده‌ها برای PCA از آماره‌های KMO و بارتلت استفاده شد. KMO معیاری از کفایت نمونه برداری است که صلاحیت کاهش داده‌ها به گروه‌های کوچکتر را تعیین می‌کند. آماره کرویت بارتلت نشان می‌دهد که آیا ماتریس همبستگی، یک ماتریس همسان و واحد است؛ که غیر وابستگی متغیرها را نشان می‌دهد. مقادیر بسیار کوچک (کمتر از ۰/۰۵) بیانگر این است که روابط معنی داری بین متغیرها وجود دارد. به منظور اجتناب از اثر مقیاس‌های گوناگون متغیرها، داده‌ها استاندارد شدند در این صورت میانگین برابر با صفر و انحراف معیار برابر با یک خواهد شد (میر داودی، ۱۳۸۵).

### ۵- یافته‌های تحقیق

از آنجایی که تعداد ۲۱ متغیر در ۱۹ زیرحوضه جهت بررسی انتخاب شدند، برای تعیین میزان کفایت داده از آماره KMO استفاده شد. با در نظر گرفتن ۰/۷۹  $KMO =$  و ضریب بارتلت کم تر از ۰/۰۱ برای دبی سیلاب، میزان کفایت داده مورد تأیید قرار گرفت. در طی تحلیل ۲۱ متغیر در ۱۹ زیرحوضه مورد بررسی مشخص شد که داده‌ها حول ۶ مؤلفه با مقادیر ویژه بیش از یک خلاصه شدند. در داخل هر مؤلفه انتخاب شده که مقدار ویژه بیش از یک داشتند، وزن فاکتورهای محیطی در آن مؤلفه‌ها بررسی و خصوصیات آن که دارای وزن بیشتری برای آن مؤلفه‌ها بودند به عنوان شاخص آن مؤلفه انتخاب گردید (کیاشمشکی، ۱۳۹۳) و مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در تولید و افزایش دبی سیلاب حوضه تعیین شدند.

جدول ۱: مقادیر ویژه و واریانس توجیه شده پارامترهای منتخب شده زیرحوضه‌های آبخیز حاجی بختیار

عامل	مقادیر اولیه		مقادیر تجمعی واریانس
	کل	مقادیر تجمعی	
۱	۶/۴۹	۳۰/۶۶	۳۷/۲۵
۲	۳/۹۴	۴۹/۴۵	۴۳/۰۱
۳	۲/۶۴	۶۲/۰۶	۵۶/۱
۴	۲/۲۹	۷۳	۶۸/۸۳
۵	۱/۸۲	۸۱/۷	۷۸/۰۱
۶	۱/۱۳	۸۷/۰۸	۸۷/۰۸

براساس نتایج جدول ۱، درصد توجیه واریانس هریک از مؤلفه‌ها به ترتیب عبارتند از ۲۵/۳۷، ۱۷/۶۳، ۱۳/۰۸، ۱۲/۷۳، ۹/۱۸ و ۹/۰۷ می‌باشند. بار مؤلفه‌ها را می‌توان به صورت قوی، متوسط و ضعیف به ترتیب براساس مقادیر عددی بیش از ۰/۷۵، ۰/۵ و ۰/۳ طبقه‌بندی نمود. براساس نتایج بر اساس داده دبی ماهانه و سایر متغیرها، عامل دوم ۱۷/۶۳ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند (جدول ۱). بار عامل پارامترهای طول مستطیل معادل، تراکم زهکشی و ضریب گراویلیوس در عامل دوم، بار مثبت قوی دارند، پارامتر مساحت دارای بار عاملی مثبت و بیش از ۰/۵ می‌باشد، همچنین پارامتر طول آبراهه دارای بار عاملی منفی قوی است و پارامترهای زمان تمرکز، سازندهایی با نفوذپذیری زیاد و نفوذپذیری خیلی زیاد دارای بار عاملی منفی و بیش از ۰/۵ می‌باشند (جدول ۲). با توجه به جدول ۲، متغیرهای طول مستطیل معادل، تراکم زهکشی و ضریب گراویلیوس با بار وزنی به ترتیب ۰/۹۰۱، ۰/۸۳۳ و ۰/۸۶۵ با دبی ماهانه که بار وزنی آن ۰/۸۵۳ می‌باشد، بار عاملی بالای ۰/۷۵ داشته و در تولید و افزایش دبی سیلاب حوضه آبخیز حاجی‌بختیار تأثیرگذار هستند و این متغیرها مربوط به مؤلفه دوم می‌باشند. با توجه به اینکه بیشتر متغیرها مربوط به خصوصیات فیزیکی حوضه هستند، لذا مؤلفه دوم به عنوان عامل فیزیوگرافی نامیده می‌شود. در حالی که در تحلیل عاملی زیرحوضه‌ها، هیچ کدام یک از معیارهای کاربری‌اراضی، نفوذپذیری و بارش متوسط ماهانه بار عاملی بالایی را از خود نشان نداده‌اند و در سیلخیزی حوضه تأثیر کمتری داشته‌اند.

جدول ۲- ماتریس دورانی واریانس پارامترهای منتخب حوضه آبخیز حاجی بختیار

بار عامل ها						پارامترهای استاندارد شده
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۲۱۳	۰/۰۴۵	-۰/۰۴۰	-۰/۱۰۰	۰/۸۵۳	-۰/۰۸۸	دبی ماهانه (M <sup>3</sup> /s)
-۰/۱۳۰	-۰/۱۹۱	۰/۴۱۲	-۰/۱۱۰	۰/۵۸۰	۰/۶۳۱	مساحت (Km <sup>2</sup> )
۰/۰۶۲	۰/۱۴۴	۰/۰۰۸	۰/۰۴۵	-۰/۸۶۶	۰/۹۵۲	طول آبراهه (Km)
-۰/۲۰۷	-۰/۰۷۵	۰/۱۹۳	۰/۰۷۳	۰/۹۰۱	۰/۰۹۲	طول مستطیل معادل (Km)
۰/۱۴۰	-۰/۱۱۰	۰/۴۴۳	-۰/۰۷۰	-۰/۰۲۱	۰/۸۳۰	عرض مستطیل معادل (Km)
۰/۱۱۶	۰/۹۴۳	۰/۰۵۵	۰/۱۷۷	۰/۸۳۳	۰/۱۲۹	تراکم زهکشی (Km/Km <sup>2</sup> )
۰/۴۷۱	-۰/۰۳۹	۰/۶۸۰	۰/۰۷۳	-۰/۲۵۵	۰/۲۹۴	ضریب هورتون (%)
-۰/۲۲۱	-۰/۰۵۶	-۰/۰۴۵	-۰/۰۴۵	۰/۸۶۵	-۰/۳۲۶	ضریب گراویلیوس (%)
۰/۴۳۳	-۰/۰۰۳	-۰/۱۵۸	۰/۱۲۱	۰/۰۹۹	۰/۸۴۴	حداکثر ارتفاع (M)
۰/۸۷۷	۰/۱۹۳	-۰/۱۲۳	-۰/۱۹۸	-۰/۱۵۱	۰/۱۵۵	حداقل ارتفاع (M)
۰/۲۵۲	۰/۳۸۹	-۰/۳۵۰	۰/۴۲۳	-۰/۲۵۹	۰/۵۱۸	شیب حوضه (%)
-۰/۰۴۹	۰/۲۵۱	۰/۰۲۳	-۰/۰۴۷	-۰/۷۰۵	۰/۹۱۴	زمان تمرکز (hr)
۰/۴۸۱	۰	-۰/۳۵۸	۰/۱۴۸	-۰/۰۶۵	۰/۷۵۶	بارش ماهانه (Mm)
۰/۲۴۰	-۰/۱۳۳	-۰/۸۳۲	-۰/۰۴۴	-۰/۲۴۴	-۰/۰۱۷	درصد مساحت جنگل
۰/۰۳۵	۰/۶۱۰	۰/۱۶۵	-۰/۶۶۸	-۰/۲۴۰	-۰/۳۸۰	درصد مساحت مراتع
۰/۲۹۲	۰/۳۱۸	-۰/۱۰۶	۰/۶۹۶	-۰/۰۲۳	-۰/۰۴۸	درصد مساحت توده های سنگی
-۰/۱۲۳	-۰/۴۳۱	۰/۴۴۰	۰/۴۶۵	-۰/۳۷۹	-۰/۲۷۷	درصد مساحت اراضی کشاورزی
۰/۱۰۳	۰/۰۰۹	-۰/۷۰۴	۰/۳۸۸	-۰/۱۲۰	۰/۱۴۸	درصد مساحت سازندها با نفوذ کم
۰/۰۱۸	۰/۰۰۹	۰/۰۵۲	-۰/۷۷۰	-۰/۰۹۲	-۰/۵۷۰	درصد مساحت سازندها با نفوذ متوسط
۰/۱۱۰	۰/۰۴۲	۰/۰۱۸	۰/۶۹۰	-۰/۵۲۱	-۰/۱۳۹	درصد مساحت سازندها با نفوذ زیاد
-۰/۲۳۵	۰/۱۶۵	۰/۲۹۶	۰/۲۱۴	۰/۶۱۵	-۰/۵۰۰	درصد مساحت سازندها با نفوذ خیلی زیاد

## ۶- بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای ۲۱ متغیر محیطی و دبی مشاهده‌ای، انجام شد. براساس نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی، عامل دوم به عنوان عامل فیزیوگرافی دارای بار عاملی قوی تا متوسط می باشد. در واقع شش پارامتر فیزیوگرافی (طول مستطیل معادل، تراکم زهکشی، ضریب گراویلیوس، مساحت حوضه، طول آبراهه و زمان تمرکز) در پتانسیل سیلخیزی زیرحوضه‌ها مؤثر می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت که تعیین زیرحوضه‌ها با ویژگی‌های ژئومورفولوژیک مشابه و دسته‌بندی آنها برای اجرای هماهنگ عملیات کنترل سیلاب، به عنوان روشی برای مدیریت سیلاب در حوضه‌های آبخیز پیشنهاد می‌شود. همچنین نظر به تأثیر فراوان شناخت صحیح عوامل دخیل در تولید و افزایش دبی در حوضه‌های آبخیز کشور از جهت تأثیرگذاری بر شیوه‌های مدیریتی حوضه، اختصاص منابع مالی در امر مبارزه با تولید رواناب و سیلاب، دستیابی مدل‌های مطلوب در این بخش و افزایش بازدهی طرح‌های حفاظت آب و خاک، پیشنهاد می‌شود مطالعات جامعی در مناطق مختلف کشور با هدف شناسایی علمی و دقیق عوامل مؤثر بر تولید سیلاب حوضه‌های آبخیز انجام شود. نتایج فوق با نتایج پژوهشی که توسط نصرتی و همکاران در حوضه آبخیز دره شهر انجام شد، نشان داد که در زیرحوضه‌ها ۲ پارامتر فیزیوگرافی (مساحت و تراکم زهکشی) و در مناطق همگن هیدرولوژیک ۶ پارامتر فیزیوگرافی (مساحت، طول آبراهه اصلی، جمع کل آبراهه‌ها، تراکم شبکه زهکشی، نسبت انشعاب و زمان تمرکز) در پتانسیل سیلخیزی حوضه مؤثر می‌باشند (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱۹).

## ۷- منابع و مأخذ

- [۱] تلوری، عبدالرسول، واسنجی و مقایسه کاربرد برخی روش‌های تجربی برای برآورد دبی حداکثر لحظه‌ای در حوضه آبخیز کرخه، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۵۱ صفحه، ۱۳۸۲.
- [۲] شعبانلو، سعید، صدقی، حسین، ثقفیان، بهرام، و موسوی جهرمی، حبیب، پهنه بندی سیلاب در شبکه رودخانه‌های استان گلستان با استفاده از GIS، پژوهش آب ایران، سال دوم، شماره سوم، صص ۲۲-۱۱، ۱۳۸۷.
- [۳] کیاشمشکی، سارا، نقش عوامل مؤثر بر رخداد بهمن و پهنه بندی آن در محور میگون - شمشک، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهیدبهشتی، دانشکده علوم زمین، ۱۵۶ صفحه، ۱۳۹۳.
- [۴] میر داودی، حمیدرضا، زاهدی، حجت‌الله، شکویی، مسعود و ترکان، جواد، شناخت عوامل اکولوژیکی مؤثر بر پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تجزیه تحلیل‌های چند متغیره (مطالعه موردی: جنوب استان مرکزی)، فصلنامه علمی- پژوهشی، جلد ۱۲، شماره ۳، صص ۲۱۱-۲۰۱، ۱۳۸۵.
- [۵] نجفی، علی و نصری، مسعود، عوامل مؤثر در سیلاب حوضه آبخیز اصفهان - سیرجان به روش تحلیل عاملی، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، صص ۱۱۸-۱۰۱، ۱۳۸۱.
- [۶] نصرتی، کاظم، احمدی، محمود، ثروتی، محمدرضا و مزبانی، مهدی، تعیین عوامل مؤثر بر پتانسیل سیل خیزی حوضه آبخیز دره شهر براساس مناطق همگن هیدرولوژیک، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره مسلسل هشتم، صص ۱۳۶-۱۱۹، ۱۳۹۲.
- [۷] نصرتی، کاظم، روش‌های کاربردی در پژوهش علمی، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد شهیدبهشتی، ۲۰۴ صفحه، ۱۳۹۲.

[8] Gonzalez V., J.C., et al., 2005. Nitrate accumulation and other components of the groundwater in relation to cropping system in and aquifer in southwestern Spain, *J. of Water Resources Management*, 19:1-22.

[9] Johnson, R.A., Wichern, D.W., 1992. Applied multivariate statistical analysis Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ, p. 184- 188.

## ارزیابی کمی فعالیت تکتونیکی در حوضه کندوله در استان کرمانشاه بر اساس شاخص‌های مورفومتریکی

<sup>۱</sup> زهرا سربازی، <sup>۲</sup> سمیرا چزغه، <sup>۳</sup> زهرا عادل

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی، [zsarbazi@ymail.com](mailto:zsarbazi@ymail.com)

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی، [schezghe@yahoo.com](mailto:schezghe@yahoo.com)

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی، [za.adeli@gmail.com](mailto:za.adeli@gmail.com)

### ۱- مقدمه

این مقاله به ارزیابی کمی فعالیت تکتونیکی در یک واحد رورانه بر اساس شاخص‌های مورفومتریکی حوضه کندوله در استان کرمانشاه می‌پردازد. بررسی مسائل زمین شناختی بویژه زمین ساختی یک ناحیه از طریق بررسی پدیده‌های ژئومورفیک متأثر از تکتونیک، موضوعی است که توجه محققین زیادی را به خود جلب نموده است. به عقیده این محققین و براساس یافته‌های آنها، وضعیت زمین ساخت و چگونگی عملکرد آن در یک ناحیه را می‌توان از طریق بررسی آنومالی حاصل در شکل پدیده‌های ژئومورفولوژیک مانند شکل دره‌ها و مخروط افکنه‌ها، جهت‌گیری آبراهه‌ها و نظایر آنها را بازیافت (پورکرمانی، حسنی و حاجی علی بیگی، ۱۳۸۰). زیرا تحول شکل این پدیده‌ها در یک محیط فعال تکتونیکی به گونه‌ای است که آنها را به نحو بارزی نسبت به هم‌تایشان که در محیط‌های پایدار شکل گرفته باشند متمایز می‌سازد. به همین دلیل هرگاه در بررسی‌های ژئومورفولوژیکی از یک محیط بتوان به این موضوع پی برد، می‌توان از آن طریق نسبت به ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی آن محیط اقدام نمود. این موضوع باعث شده است تا محققین مختلف در کنار بررسی مسائل ژئومورفولوژیکی کیفی، سعی در کمی نمودن رفتار حرکات تکتونیکی داشته که نتیجه آن ارائه شاخص‌های متعدد تحت عنوان شاخص‌های مورفوتکتونیک بوده است (مقصودی و کامرانی دلیر، ۱۳۸۷، ص ۴۷). شاخص‌های مورفوتکتونیک نتیجه دخالت تکتونیک در دوره کواترنری می‌باشد و از این رو به شاخص‌های نئوتکتونیک نیز معروف شده‌اند. امروزه با استفاده از این شاخص‌ها، فعالیت‌های تکتونیکی در مناطق مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که مقاله حاضر نمونه دیگری از آن و به عنوان هدف این مقاله محسوب می‌شود.

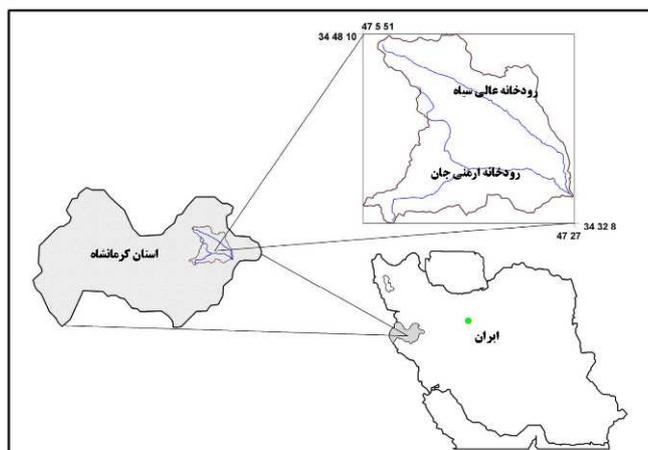
### ۲- مواد و روش‌ها

بنا به تعریف موضوع، در این مقاله و به منظور ارزیابی کمی از فعالیت‌های تکتونیکی در منطقه مورد مطالعه، داده‌های مورفومتری از آبراهه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. به این منظور پس از تعیین محدوده حوضه کندوله و تقسیم آن به دو زیر حوضه شمالی و جنوبی از روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، ابتدا از طریق همین نقشه و نیز نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ پیمایش زمینی، پدیده‌های ژئومورفولوژی و ساخت‌های تکتونیکی در محدوده مورد نظر شناسایی و اندازه‌گیری‌های لازم بر روی آنها انجام شده است و سپس با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS جهت ترسیم نقشه‌ها، نرم‌افزار SPSS جهت تجزیه تحلیل داده‌ها و بازسازی آمارها و همچنین نرم‌افزار EXCEL برای رسم نمودارها اقدام گردیده است. همانطور که اشاره شده است در این مقاله از شاخص‌های مورفومتری مربوط به آبراهه‌ها استفاده شده است. شاخص‌های آبراهه‌ای که در این مقاله از آنها تجزیه و تحلیل به عمل آمده عبارت هستند از: شاخص عدم تقارن حوضه زهکش، شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن، شاخص گرادیان طولی رودخانه، شاخص سینوزیته جبهه کوهستان و در نهایت شاخص ارزیابی نسبی فعالیت تکتونیکی. در مرحله دوم این مقاله به بررسی تاثیر عوامل زمین ساخت (گسل‌ها) منطقه بر روی شبکه‌ی آبراهه‌ها پرداخته شده است. از آنجایی که وقوع حرکات زمین ساختی در یک منطقه روند آبراهه‌ها را تحت الشعاع قرار می‌دهد (ثروتی، صدوق و غلامی، ۱۳۸۷) بعد از تهیه نقشه آبراهه‌ها و گسل‌ها در منطقه مورد مطالعه آنها را بصورت خطوط مستقیم در نظر گرفته و راستای آبراهه‌ها و گسل‌ها اندازه‌گیری شد و سپس نمودار گلسرخ‌ی آنها با استفاده از نرم‌افزار استریونت رسم گردید و با توجه به نمودارهای رسم شده و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بدست آمده رابطه‌ی بین آبراهه و گسل‌ها بررسی شد.

### ۳- منطقه مورد مطالعه

حوضه کندوله به عنوان یکی از شعبه‌های رودخانه گاماسیاب، آبهای سطحی حدود ۵۱۰/۷۵ کیلومتر مربع از زمین‌های واحد سنج- سیرجان واقع در شمال کرمانشاه را به سوی این رودخانه زهکشی می‌کند. حوضه رودخانه کندوله در شمال کوه بیستون قرار گرفته است و زمین‌های آن تا

حوضه رودخانه‌های جامیشان و قشلاق گسترده شده است. بنابر این حوضه کندوله از دیدگاه ساختار زمین شناختی، ویژگی‌های کمربند رو رانده سنندج- سیرجان در برخورد با واحد زاگرس مرتفع در ایران را به نمایش گذاشته است. حوضه کندوله از دو زیر حوضه شمالی و جنوبی تشکیل شده است. زهکش اصلی زیر حوضه شمالی رودخانه عالی سیاه نام دارد و طول آن ۳۵/۸۲ کیلومتر است. زهکش اصلی زیر حوضه جنوبی نیز رودخانه ارمنی جان می‌باشد که ۳۲/۵۸ کیلومتر طول دارد. این دو رودخانه در نزدیکی روستای خدر آباد به رودخانه دینور می‌پیوندند و از آن طریق آب‌های جاری خود را به گاماسیاب می‌رسانند. تمامی وسعت زیر حوضه شمالی (عالی سیاه) در محدوده زون سنندج- سیرجان گسترده شده است در حالی که اراضی زیر حوضه جنوبی درست در مرز برخورد زون سنندج- سیرجان با واحد زاگرس مرتفع قرار گرفته است. به این دلیل ساخت‌های رو رانده متشکل از سنگ‌های آذرین و دگرگونی زیر حوضه شمالی وقتی به زیر حوضه جنوبی می‌رسد تبدیل به ساخت‌های رو رانده‌ای می‌شود که از آهک‌های بیستون و همچنین توده‌های افیولیتی و رادیولاریتی ساخته شده‌اند.



شکل (۱) نقشه موقعیت حوضه کندوله

#### ۴- بحث و نتایج

الف: نتایج حاصل از شاخص‌های مورفومتری:

۴-۱- شاخص عدم تقارن حوضه زهکش (AF) که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$AF = 100(Ar / At) \quad (1)$$

که در آن  $Ar$  مساحت قسمت راست حوضه (در جهت پایین رود) نسبت به آبراهه‌ی اصلی (کیلومتر مربع) و  $At$  مساحت کل حوضه زهکش می‌باشد. بنا به اظهار محققین هرگاه تقارن در شکل حوضه‌های زهکش وجود نداشته باشد، مقدار عددی شاخص آن بیشتر یا کمتر از ۵۰ خواهد شد. با توجه به اینکه عدم تقارن در شکل حوضه‌های زهکش در اثر کج شدگی آنها بخاطر دخالت تکتونیک ایجاد می‌شود، بنابراین با مقایسه عدد به دست آمده نسبت به ۵۰ می‌توان شدت دخالت تکتونیک در حوضه مورد نظر را تخمین زد. نتیجه بررسی این شاخص در حوضه کندوله در جدول (۱) دیده می‌شود. بر اساس داده‌های این جدول، زیر حوضه شمالی با ضریب ۴۱/۴۶ در طبقه (کلاس) دو یعنی با فعالیت زمین ساختی فعال و زیر حوضه جنوبی با مقدار ۶۴ در کلاس یک یعنی با فعالیت زمین ساختی خیلی فعال قرار می‌گیرند. که این خود حاکی از بالا آمدگی در سمت راست رودخانه اصلی حوضه‌ی جنوبی و بالا آمدگی در سمت چپ رودخانه اصلی حوضه شمالی به علت فعالیت راندگی گسل‌های منطقه می‌باشد.

جدول (۱) مقادیر شاخص Af در منطقه مورد مطالعه

نام حوضه	شاخص Af	(Af-۵۰)	کلاس
حوضه شمالی	۴۱/۴۶	۸/۲۴	۲
حوضه جنوبی	۶۴	۱۴	۱

## ۴-۲- شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf):

این شاخص از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Vf = \frac{2vfw}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)} \quad (2)$$

در این رابطه Vf پهنای کف دره به ارتفاع آن بر حسب متر،

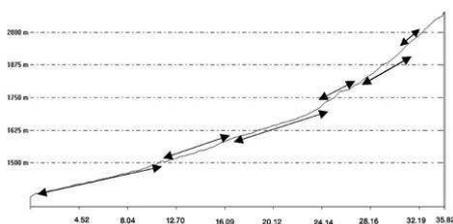
vfw ارتفاع سمت چپ دره بر حسب متر، Erd ارتفاع سمت راست دره بر حسب متر، Esc ارتفاع کف دره بر حسب متر می‌باشد. مقدار عددی معمولاً در دره‌های V شکل عمیق کم و در دره‌های U شکل زیاد می‌باشد (سلیمانی ۱۳۷۷، ص ۵۷). با توجه به اینکه دره‌های V شکل و عمیق از خصوصیات کوه‌های جوان و در حال بالا آمدن است بنابراین با اندازه‌گیری این شاخص می‌توان به فعال بودن منطقه مورد نظر از نظر تکتونیک پی برد. برای دستیابی به این هدف، شاخص Vf در فاصله معینی از جبهه کوهستان (معمولاً یک کیلومتر از جبهه کوهستان به طرف بالا دست رودخانه (بال و مک فادن<sup>۶۱</sup>، ۱۹۷۷، ص ۱۲۶)) برای ده نقطه در زیر حوضه شمالی و یازده نقطه در زیر حوضه جنوبی اندازه‌گیری شده است که نتیجه آن، با توجه به طبقه بندی (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸، ص ۱۶۰) و ضرایب مربوط به این شاخص نشان می‌دهد که حوضه مورد مطالعه از نظر تکتونیک، منطقه فعال محسوب می‌شود. در این میان زیر حوضه جنوبی با ضریب کمتر (0.315) فعال‌تر از زیر حوضه شمالی (0.43) می‌باشد.

## ۴-۳- شاخص گرادیان طولی رودخانه (SL):

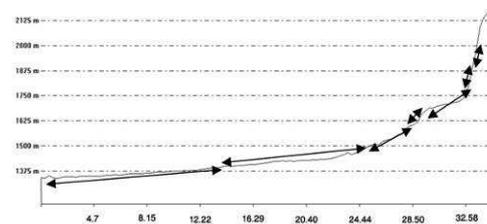
این شاخص از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$SL = \left( \frac{\Delta H}{\Delta L} \right) \times L \quad (3)$$

در این رابطه SL شاخص گرادیان رودخانه،  $\Delta H$  اختلاف ارتفاع در مقطع خاصی از رودخانه،  $\Delta L$  فاصله افقی همان محل بر حسب متر و L طول رودخانه از نقطه مرکزی مقطع اندازه‌گیری شده تا سرچشمه رودخانه بر حسب متر می‌باشد. برای اندازه‌گیری این شاخص در منطقه مورد مطالعه ابتدا نیمرخ طولی زهکش‌های اصلی هر دو زیر حوضه شمالی و جنوبی از طریق نقشه DEM تهیه شد (شکل‌های ۲ و ۳) و سپس مقادیر در فواصل ۱۰۰ متری به دست آمد. داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان گرادیان طولی رودخانه در زیر حوضه جنوبی در بخش بالادست یعنی در سطوح ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر و بیشترین میزان گرادیان طولی در زیر حوضه شمالی در بخش پایین دست و در سطوح ارتفاعی ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر اتفاق افتاده است. این موضوع در نیمرخ طولی این رودخانه‌ها در شکل‌های ۲ و ۳ نیز به خوبی انعکاس یافته است. افزایش گرادیان طولی در بخش بالا دست زیر حوضه جنوبی به دلیل رواندگی آهک بیستون در امتداد گسل‌های فرعی است که بالا آمدگی کوه‌ها در بالا دست آن را سبب شده است. در زیر حوضه شمالی نیز با آن که بستر زهکش اصلی در میان سنگ‌های سست شیستی و مارنی ابقا شده است ولی انطباق آن در امتداد یک خط گسل باعث افزایش گرادیان طولی آن در بخش پایین دست شده است.



شکل (۳) پروفیل طولی رودخانه اصلی حوضه شمالی



شکل (۲) پروفیل طولی رودخانه اصلی حوضه جنوبی

## ۴-۴- شاخص سینوزیته جبهه کوهستان (smf):

این شاخص از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls} \quad (4)$$

<sup>61</sup> -Bull and McFadden

هر گاه در کوهستانی فعالیت‌های فرسایشی بر بالا آمدگی آن غلبه داشته باشد، جبهه آن در مرز برخورد با دشت منجر به تضاریس زیاد می‌شود و بر عکس. به این دلیل در کوه‌های جوان در حال بالا آمدن، خط تقسیم بین کوه با دشت به شکل خط نسبتاً مستقیم و یا با پیچ و خم کم در می‌آید. محققین با توجه به این موضوع مبادرت به ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی می‌کنند و به این ترتیب از شاخصی به نام شاخص سینوزیته جبهه کوهستان استفاده می‌کنند. این شاخص با  $Smf$  نشان داده می‌شود و از نسبت بین  $Lmf$  (طول اندازه‌گیری شده جبهه کوهستان به صورت پیچ و خم دار بین دو نقطه) به  $LS$  (طول جبهه کوهستان بین همان دو نقطه در حالت مستقیم) بر حسب کیلومتر به دست می‌آید. این شاخص برای مناطق بسیار فعال تکتونیکی  $Smf < 1.1$  و برای مناطق با فعالیت متوسط بین  $Smf = 1.1 - 1.5$  و برای جبهه‌های کوهستانی غیر فعال تکتونیکی  $Smf > 1.5$  می‌باشد (همدونی<sup>۶۲</sup>، ۲۰۰۸، ص ۱۷۸). این شاخص در دو زیر حوضه شمالی 1.19 و جنوبی 1.39 می‌باشد و بنابراین منطقه کندوله از فعالیت تکتونیکی متوسط برخوردار است.

#### ۴-۵- شاخص فعالیت نسبی تکتونیک

پس از برآورد شاخص‌های ژئومورفیک منطقه‌ی مورد مطالعه و تعیین کلاس آنها، ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی منطقه از شاخص  $Iat$  طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$Iat = \frac{S}{n} \quad (5)$$

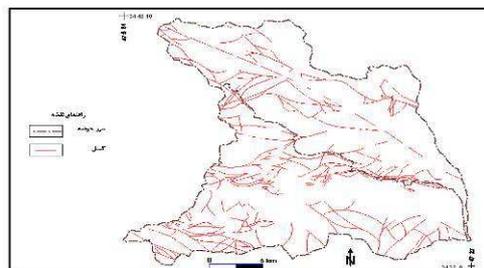
در این رابطه  $Iat$  شاخص فعالیت نسبی تکتونیک،  $S$  مجموعه کلاس‌های شاخص‌های ژئومورفیک محاسبه شده و  $n$  تعداد شاخص‌های محاسبه شده می‌باشد. طبقه‌های مختلف شاخص  $Iat$  به صورت زیر است.

$Iat = 1 - 1/5$  فعالیت‌های تکتونیکی شدید،  $2 > Iat < 1/5$  فعالیت‌های تکتونیک زیاد،  $2/5 > Iat < 2$  فعالیت‌های تکتونیکی متوسط و  $Iat > 2/5$  فعالیت‌های کم و ناچیز (همدونی، ۲۰۰۸، ص ۱۷۱). بر اساس این داده‌ها، در زیر حوضه شمالی با ضریب ۲، فعالیت تکتونیکی متوسط و در زیر حوضه جنوبی با ضریب ۱، فعالیت تکتونیکی زیاد حاکم است.

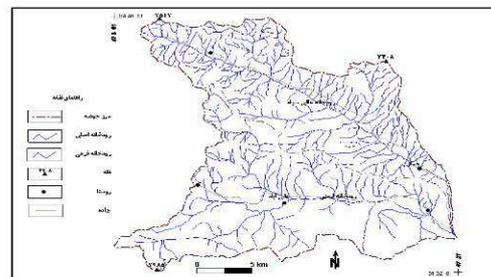
#### ب- بررسی رابطه بین گسل‌ها و آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه

با توجه به واقع شدن حوضه مورد مطالعه در بین دو زون ساختاری مهم ایران، یعنی زون زاگرس شکسته و سهندج- سیرجان و تاثیر فشارهای جانبی در طرفین گسل‌های رورانده موجب بهم ریختگی منطقه شده است، با توجه به اینکه آبراهه‌ها به عنوان یکی از حساسترین لندفرم‌های متأثر از حرکات تکتونیکی می‌باشند در این تحقیق رابطه‌ی بین آبراهه‌ها و گسل‌های منطقه مورد بررسی قرار گرفته است.

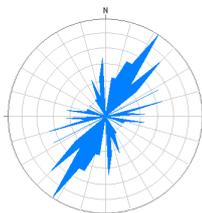
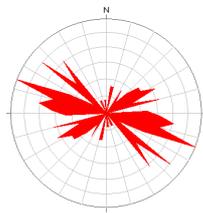
توجه به نمودارهای گل سرخی آبراهه‌ها و گسل‌ها در حوضه‌ی جنوبی نشان می‌دهد که این دو تقریباً بر هم منطبق هستند و تکامل آبراهه‌ها در راستای گسل‌های منطقه صورت گرفته است. بیشترین فراوانی راستای آبراهه‌ها در این حوضه جهت NW 25- 85 و NE37-68 و بیشترین فراوانی راستای گسل‌ها در این قسمت در جهت NW25-85 و NE33-64 می‌باشد بنابراین تراکم شبکه‌ی آبراهه‌ها در محدوده شمال غربی- جنوب شرقی مبین فعالیت گسل‌های امتداد لغز، تغییر روند نیروهای تکتونیکی است و همچنین نشان می‌دهد جهت‌گیری آبراهه‌ها در این راستاها پایدار بوده و مسیر خود را با راستای گسل‌های حوضه حفظ کرده‌اند بدین جهت می‌توان نتیجه گرفت که شبکه‌ی آبراهه‌ها موازی و یا سعی در منطبق شدن با راستای گسل‌ها دارند.



شکل (۵) نقشه گسل حوضه کندوله

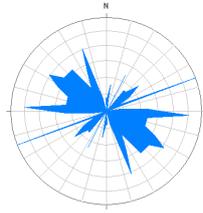
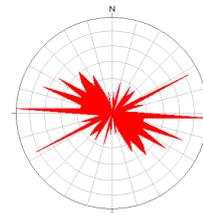


شکل (۴) نقشه آبراهه حوضه کندوله



شکل (۸) نمودار گلسرخی آبراهه‌های حوضه‌ی شمالی

شکل (۹) نمودار گلسرخی کسل‌های حوضه‌ی شمالی



شکل (۶) نمودار گلسرخی آبراهه‌های حوضه‌ی جنوبی

شکل (۷) نمودار گلسرخی کسل‌های حوضه‌ی جنوبی

در مرحله بعد با استفاده از آزمون آماری t (جباری، ۱۳۸۵، ص ۱۴۴) داده‌های برداشت شده مطابق جدول (۲) مورد سنجش قرار گرفته است که:

جدول (۲) آزمون t برای رابطه بین گسل‌ها و آبراهه‌های حوضه‌ی جنوبی

Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
.186	.667	.881	202	.379	5.4226	6.15538	-10.58374	21.42898
		.877	175.631	.382	5.4226	6.18555	-10.68525	21.53049

نتیجه این آزمون آماری در سطح اطمینان ۹۹٪ نشان می‌دهد که بین میانگین راستای گسل‌ها و آبراهه‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و هر دو از یک جامعه آماری هستند. و با توجه به جدول (۲) می‌توان مشاهده نمود که  $t = 0/881$  در سطح معنی‌دار ۱٪ تفاوت معنی‌داری بین آزمون آبراهه‌ها و گسل‌ها نشان نمی‌دهد در نتیجه در حوضه‌ی جنوبی روند کلی آبراهه‌ها از گسل‌ها تبعیت می‌کنند. بیشترین فراوانی راستای آبراهه‌ها در حوضه شمالی در جهت NE 7- 50 و NW2-28 و بیشترین فراوانی راستای گسل‌ها در این قسمت در جهت NW37-85 و NE30-75 می‌باشد بنابراین تراکم شبکه‌ی آبراهه‌ها در محدوده شمال شرقی - جنوب غربی می‌باشد که اختلاف آشکاری با روند گسل‌های منطقه دارند که این اختلاف بیانگر تاثیر شیب توپوگرافی در روند آبراهه‌های حوضه شمالی که این امر به علت بالا آمدگی تکتونیکی می‌باشد. با توجه به جدول زیر از آزمون آماری t داده‌های برداشت شده مطابق جدول (۲) مورد سنجش قرار گرفته است که:

جدول (۳) آزمون t برای رابطه بین گسل‌ها و آبراهه‌های حوضه‌ی شمالی

Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
8.671	.004	2.054	115	.042	17.8708	8.70036	-4.91766	40.65930

		1.927	77.135	.058	17.8708	9.27246	-6.61848	42.36012
--	--	-------	--------	------	---------	---------	----------	----------

نتیجه این آزمون آماری در سطح اطمینان ۹۹٪ نشان می‌دهد که بین میانگین راستای گسل‌ها و آبراهه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و با توجه به جدول (۳) می‌توان مشاهده نمود که  $t = 2/054$  در سطح معنی‌دار ۱٪ تفاوت معنی‌داری بین آزیموت آبراهه‌ها و گسل‌ها نشان می‌دهد در نتیجه در حوضه‌ی شمالی روند کلی آبراهه‌ها از گسل‌ها تبعیت نمی‌کنند.

## ۵- بحث و نتیجه گیری

حوضه کندوله از زیر حوضه‌های رودخانه دینور است که آبهای سطحی حدود ۵۱۰/۷۵ کیلومتر مربع از اراضی شمال کرمانشاه را از طریق این رودخانه به رودخانه گاماسیاب می‌رساند. این حوضه به دو زیر حوضه شمالی و جنوبی تقسیم می‌گردد. هر دو زیر حوضه در واحد ساختاری سنندج - سیرجان توسعه یافته‌اند. با این توضیح که بخشی از زمین‌های زیر حوضه جنوبی به واحد زاگرس مرتفع نیز کشیده شده است.

روند ناهمواری‌ها به تبع از روند ساختارها در حوضه کندوله همانند واحد سنندج - سیرجان شمال غربی - جنوب شرقی است. این جهت‌گیری به دلیل بردار نیرویی است که از شمال شرق به ناهمواری‌ها در این واحد وارد شده است. در اثر این فشار، ناهمواری‌های حوضه مورد مطالعه در امتداد یک سری گسل راندگی‌ها از جمله گسل دینور و گسل صحنه (از شاخه‌های گسل زاگرس) به طرف جنوب غرب رانده شده‌اند. به همین دلیل ساخت‌های هم شیب یا هاگ بگ از خصوصیات ژئومورفولوژیکی بارز ناهمواری‌های در حوضه کندوله شده است. چون جهت جابجایی‌ها از شمال شرق به سمت جنوب غرب صورت گرفته است در نتیجه پرتگاه جبهه راندگی در دامنه‌های جنوب غربی این ساخت‌ها نمایان شده است. بررسی شاخص‌های موفوتکتونیک نمایانگر فعال بودن تکتونیک در منطقه مورد مطالعه است. همین داده‌ها نشان می‌دهد که میزان فعالیت از شمال شرق به جنوب غرب بیشتر می‌شود، این موضوع در شاخص VF نیز به خوبی انعکاس یافته است، شاخص VF در زیر حوضه جنوبی بیشتر از ۵۰ شده است که نشانگر بالا آمدگی حوضه در ساحل راست زهکش اصلی زیر حوضه جنوبی است، در مقابل، شاخص VF در زیر حوضه شمالی حدود ۴۱ به دست آمده است که دلیل آن بالا آمدگی حوضه در ساحل چپ زیر حوضه شمالی بوده است.

بررسی اشکال ژئومورفولوژی در منطقه نشان می‌دهد که تکتونیک یکی از موثرترین عوامل در شکل‌گیری آنها بوده است. نیروهای زمین‌ساختی با توجه به روند تنش‌های حاکم در منطقه موجب به وجود آمدن گسل‌ها، شکستگی‌ها و درزه‌ها در جهات مختلف و الگوهای خاص شده‌اند. بدین نحو بخش‌های تحت تاثیر این نیروها محل‌های مناسبی برای نفوذ و گسترش فرسایش بوده‌اند، یکی از آثار عملکرد نیروهای تکتونیک انطباق الگوی آبراهه‌ها با الگوی جهت یافتگی گسل‌ها است که در نمودار گلسرخی آنها به خوبی مشاهده می‌شود. در بررسی تاثیر عوامل زمین‌ساخت (گسل) بر شبکه آبراهه‌ها روش‌های آماری و ترسیم نمودار گلسرخی بیانگر این مطلب است که در حوضه جنوبی راستای آبراهه‌ها در جهت NW 25- 85 و NE37-68 و بیشترین فراوانی راستای گسل‌ها در این قسمت در جهت NW25-85 و NE33-64 هیچ اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪ بین این دو متغیر وجود ندارد که این امر به علت نزدیکی حوضه جنوبی به زاگرس مرتفع که نفوتکتونیک در آن شدیدتر است اما در حوضه شمالی راستای آبراهه‌ها در جهت NE 7-50 و NW2-28 و بیشترین فراوانی راستای گسل‌ها در این قسمت در جهت NW37-85 و NE30-75 می‌باشد که با توجه به نمودار گلسرخی و بررسی‌های به‌عمل آمده، مشخص می‌شود که آبراهه‌ها از گسل‌ها تبعیت نمی‌کنند که این اختلاف بیانگر تاثیر شیب توپوگرافی در روند آبراهه‌های حوضه شمالی می‌باشد.

## ۶- منابع

- پورکرمانی، محسن، علی ارومیه‌ای، مسعود حسنی و حسین حاجی علی بیگی، ۱۳۸۰، مورفوتکتونیک حوضه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- ثروتی، محمد رضا، سید حسن صدوق و حکیمه غلامی، ۱۳۸۷، ژئومورفولوژی و مورفوتکتونیک طاق‌دیس گچ، مجله پژوهش‌های علوم زمین، سال اول، شماره ۱، صص ۵۴ - ۷۰.
- جباری، ایرج، ۱۳۸۵، روش‌های آماری در علوم محیطی و جغرافیایی، انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه.
- سلیمانی، شهریار، ۱۳۷۸، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیک فعال و جوان، انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، چاپ اول.

- کرمی، فریبا، ۱۳۸۸، ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی با استفاده از تحلیل‌های شکل سنجی (حوضه او جان چای شمال شرقی کوهستان سهند)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی.
- مددی، عقیل، محمد حسین رضایی مقدم و عبدالحمیدرجایی، ۱۳۸۳، تحلیل فعالیت‌های نئوتکتونیکی با استفاده از روش‌های ژئومورفولوژیکی، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۸، صص ۱۲۳-۱۳۸.
- مقصودی، مهران و حمیدکامرانی دلیر، ۱۳۸۷، ارزیابی نقش تکتونیک فعال در تنظیم کانال رودخانه‌ها مطالعه موردی: رودخانه تجن، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶، صص ۳۱-۵۵.
- 8. Bull, William. B. 1984; **Tectonic Geomorphology**, Journal of Geological Education; p\_310\_324.
- 9. Bull, W.B. and McFadden, L., 1977. **Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault**, California. In: Dohring, D.O, (ed.), **Geomorphology in arid regions** publ. In geomorphology, state university of New York, pp.115- 138
- 10. Burnett, A.W. and Schumm, S.A., 1983, **Active tectonic and river response in Louisiana and Mississippi**. Science 222, 49-50.
- 11. Buonasorte, G., Ciccacci, S., De Rita, D., Fredi, p., Lupia plamien, E., 1995; **some relations between morphological characteristic and geological structure in the valsini volcanic complex (Northern Latium, Italy)**. **Geomorphology**. V (16) 127-137.
- 12. Hamdouni, R.E, Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J., Keller E.A, 2008; **Assessment of relative active tectonic, south west border of the sierra novada. (Southern Spain)**. **Geomorphology**. 96: 150- 173.
- 13. Harvey, A.M. 1997; **the role of alluvial fan in arid zone fluvial system**. In Thomas. D.S. Ariz zone geomorphology Wiley, chi Chester, p 231- 259.
- 14. Hook, R.L., and Rohrer, W.L, 1976. **Geometry of alluvial fans**. **Earth surface process**, v4. p146- 166.
- 15. Keller E.A and Pinter N.: **Active Tectonics: Earthquake, Uplift and Landscape**, prentice Hall publication, London-1996.
- 16. Li, Y. Yang. J., 1997; **Response of river Terraces to Holocene climatic changes in Hexi corridor**, China, **Geogr. Sci**. 248- 252.
- 17. Ramirez- Herrera. M.T. 1998- **Geomorphic assessment of active tectonic in the Acamby Graben, Mexica volcanic belt**. **Earth surface processes and landform**, vol23. .

## ارزیابی ژئومورفوسایتهای غرب خراسان به روش بریلها

علی اکبر شایان یگانه\*<sup>۱</sup>، محمد علی زنگنه اسدی<sup>۲</sup>، ابوالقاسم امیر احمدی<sup>۳</sup>

۱دکترای ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری aasy1358@gmail.com

۲ دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری maz1asadi@yahoo.com

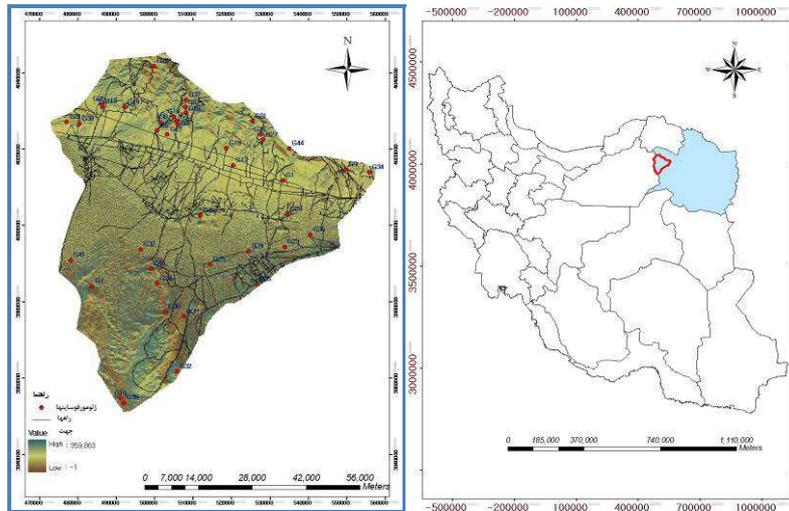
۳ دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری amirahmadi1388@gmail.com

### مقدمه:

ژئوتوریسم، توریسم را به ژئوسایتهای و حفاظت ژئودایورسیتی و یک فهم از علوم زمین سوق می دهد (نیوسام و داوولینگ، ۲۰۱۰: ۳). مکانهایی که موقعیت های کلیدی برای آشکار سازی و فهم تاریخ زمین - عموماً میراث زمین شناسی مد نظر است - دارند به علت فعالیتهای انسانی از ریسک بالایی برای تخریب جزئی و کلی برخوردارند. فهرست برداری و ارزیابی کمی رخدادهای ژئودایورسیتی، گامهای اساسی در هر استراتژی حفاظت است و اولویتهای را در مدیریت سایت مشخص می کند (ژوزه بریلها، ۲۰۱۵: ۴). بر طبق نتایج ارزیابی سایتهای ژئودایورسیتی و ژئوهیستریج و ارزیابی عددی مربوطه، مدیران یک ژئوپارک قادر به طرح فعالیت ژئوکانزرویشن کافی برای مدیریت سایتهای ژئودایورسیتی و ژئوسایتهای هستند، کدام یک از آنها به عنوان منابع توریستی و آموزشی استفاده خواهند شد، چه نوع زیر ساختی مورد نیاز است و ... ایران دارای گستره وسیعی از پدیده های زمین شناختی و ژئومورفولوژیکی است که ژئوتوریسم به تازگی در آن پا گرفته و مراحل اولیه توسعه را طی می کند. فلات ایران به دلیل جایگاه ویژه و پیچیده خود پدیده های مورفولوژیکی شگفت انگیزی همچون غارهای متعدد، خورها و خلیج ها، چشمه های آب معدنی و کارستیک، گل فشان ها، چشمه های نفتی، گازفشان ها، تالاب ها، کویرها و ماسه زارها را ایجاد کرده است (قنواتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۶).

زند مقدم (۱۳۸۸: ۲۰-۱) به بررسی توانمندی های دشت کویر به عنوان ژئوپارک بزرگ ایران مرکزی و نقش آن در توسعه پایدار استان سمنان پرداخته است. شایان و همکاران (۱۳۸۹: ۹۱-۷۳) در پژوهشی به ارزیابی توانمندی ژئومورفوتوریسمی لندفرمها بر اساس روش پرالونگ در شهرستان داراب پرداختند و در پایان به این نتیجه رسیدند که لندفرم گنبد نمکی دارابگرد به علت ارزش باستان شناسی، سابقه تاریخی و چشم اندازهای طبیعی بالاترین امتیاز رتبه بندی را دارا و با اهمیت ترین لندفرم ژئومورفوتوریسمی منطقه می باشد. یمانی و همکاران (۱۳۹۱: ۸۸-۶۹) به بررسی قابلیت های ژئوتوریسمی ژئومورفوسایت های منطقه سیمره با استفاده از روش پرالونگ پرداختند و نتیجه گرفتند که لندفرمهای منطقه به دلیل توان بالا در زمینه آموزش علوم زمین و ویژگی هایی همچون زیبایی، وجود جاذبه های تاریخی، باستانی، فرهنگی و ورزشی، توانمندی های بالایی در زمینه گردشگری دارند. زنگنه اسدی و همکاران در مقاله ای (۱۳۹۴: ۴۲-۵۲) با روش فاسولاس برخی ژئومورفوسایتهای را در ژئوپارک پیشنهادی غرب خراسان رضوی بررسی نمودند.

محدوده ی مورد مطالعه در غرب خراسان رضوی واقع است که می تواند قسمتهایی از شهرستانهای سبزواری، داورزن را دربرگیرد. نوار افیولیتی واقع در شمال منطقه از سری افیولیتی کرتاسه و سنگهای رسوبی همراه، سنگهای آتشفشانی - رسوبی ائوسن زیرین تا بالایی، سنگهای رسوبی میوسن و پلیوسن، نهشته های عهد حاضر (هولوسن کواترنری) و نیز توده های نفوذی دیوریت، گابرویی، گرانیتی و نیمه ژرف داسیتی رخنمون دارند. قدیمی ترین سازندهای منطقه هارزبونیک است که به پیش از کرتاسه پسین بر می گردد. تنوع رنگ در برنزدهای این رشته کوه در کشور منحصر به فرد است. این منطقه چیدمانی از فرایندهای ساختمانی، آبی و بادی است و از تنوع لندفرمهای بادی برخوردار است. از کهن ترین فعالیت های بشری در اینجا یافت می شود و خیلی از پدیده های این منطقه در کشور تیپیک و بکر است و قابلیت ژئوتوریستی دارد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه و ژئومورفوسایتهای واقع در آن

### مواد و روشها

برای ارزیابی کمی ژئوسایتهای و ژئومورفوسایتهای روشی را پیشنهاد می کند که بر اساس آن ژئوسایتهای با ۴ معیار اصلی علمی، پتانسیل آموزشی، پتانسیل توریستی و مخاطره کاهش رتبه نمره گذاری می شوند. نمره ها ابعاد مختلف محاسباتی و بصری دارد که بایستی از مشاهدات مستقیم، کارهای میدانی، نرم افزارها (GIS, ENVI, EXCEL, GOOGLE EARTH)، تصاویر زمینی، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره ای مدد جسته شود. بر طبق اصول فهرست برداری بریلها، تعداد ۴۴ ژئومورفوسایت که بر اساس ارزش علمی و آموزشی و یا توریستی به نظر می رسد ارزش بالاتری دارند انتخاب شده و با شاخص ها و معیارهای ذکر شده محاسبه می گردند. مجموع ارزشها اگر تا عدد ۲۰۰ باشند ارزش پایینی دارند. اگر بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ باشند ارزش متوسط داشته و اگر بیش از ۳۰۰ باشند ارزش بالایی برای ژئوسایت یا ژئومورفوسایت شدن دارند (بریلها، ۲۰۱۵).

### بحث و نتایج و یافته ها:

با ارزش گذاری ۴۴ ژئومورفوسایت منتخب در منطقه و محاسبه ارزشهای علمی، آموزشی، توریستی و خطر تنزل رتبه ی ژئومورفوسایتهای، نتایج جدول (۱) بدست می آید.

جدول ۱: ژئومورفوسایتهای ژئوپارک پیشنهادی به همراه توضیحات و نمره های علمی، آموزشی، توریستی و خطر تنزل رتبه

ردیف G	نام ژئومورفوسایت	توضیح ژئوسایت	نمره علمی	نمره آموزشی	نمره توریستی	نمره ریسک تنزل	مجموع
۱	مخروطه افکنه ربوند	مخروطه افکنه ربوند بر اثر فرایندهای تکتونیکی و فرسایشی سه بار مسیر مخروط عوض شده است.	۲۷۰	۲۸۵	۲۶۰	۲۰۰	۱۰۱۵
۲	نایبوستگی	نایبوستگی بنگو یک سطح فرسایش است که در روی آن طبقات جوان تر قرار گرفته اند.	۲۲۵	۲۲۰	۱۹۰	۲۸۰	۹۱۵
۳	بلورهای نمکی	بلورهای نمکی جاذبه طبیعی است که در کنار بستر کال شور در ژئوپارک ایجاد شده است.	۲۱۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۲۰	۹۷۰
۴	لایه های عمود	در کلاته مهدیان نوعی لایه های عمود وجود دارد که بر اثر فعالیتهای تکتونیکی به وجود آمده است	۲۱۰	۲۴۰	۲۱۰	۱۷۵	۸۲۵
۵	بدلند	این عارضه بیشتر در سازندهای سست از قبیل رس ها و مارنهای قابل مشاهده است.	۲۲۰	۲۴۵	۲۰۰	۲۱۰	۸۷۵
۶	برخان	یکی از مشخص ترین چهره تراکم ماسه است که در ایران پیکرا نامیده می شوند.	۲۱۰	۲۴۰	۲۱۵	۱۹۵	۸۶۰
۷	سیف	یکی از اشکال فرسایش تراکمی در ژئوپارک است که به شکل تپه های ماسه ای طولی است.	۲۰۰	۲۲۰	۲۱۵	۱۹۵	۸۳۰
۸	افیولیت ملاتژ	منطقه افیولیتی ژئوپارک یکی از عمده ترین مناطق افیولیتی ایران است که در کنار گسل درونه و در حدود ۲۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد.	۲۲۵	۲۷۰	۲۶۰	۱۸۵	۹۴۰
۹	قنات شیخ السلامی	قنات شیخ الاسلامی واقع در ژئوپارک با قدمت ۲۰۰۰ ساله، آب را به سطح زمین می رساند.	۲۴۵	۲۹۰	۲۸۰	۲۶۰	۱۰۷۵
۱۰	هرمهای ماسه ای	هرمهای ماسه ای ژئوپارک پهنه های ماسه ای وسیعی هستند که در جنوب منطقه فراوانند.	۱۹۰	۲۲۰	۲۲۰	۱۶۰	۷۹۰
۱۱	نیکا	در ژئوپارک پیشنهادی گونه گز (Tamarix) از عمده ترین گونه های میزبان نیکاهای است	۱۹۰	۲۰۵	۱۹۵	۱۶۰	۷۵۰
۱۲	لایه ای شیلی	در غرب ژئوپارک پیشنهادی مارنهای رنگین با لایه های متناوب قرمز و سفید دیده می شود.	۲۱۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۶۰	۸۰۰
۱۳	توفیتهای نهاردان	توفیتهای نهاردان رسوبات تخریبی آواری یا کربناته حاوی خاکستر آتشفشانی هستند.	۲۳۰	۲۵۰	۲۳۰	۲۰۵	۹۱۵
۱۴	سیل و دره گسلی	در دره گسلی واقع در ژئوپارک سیلها و گسل های زیادی مشاهده می شود.	۲۲۰	۲۴۵	۲۱۰	۱۷۵	۸۵۰

۱۰۲۵	۱۶۵	۲۶۰	۳۰۰	۳۰۰	بزرگترین رودخانه ای است که از شمال شرق کشور با شیب متوسط ۱/۲ درصد از کوههای پلنگان فریمان سرچشمه گرفته و پس از طی ۲۵۰ کیلومتر به دشت کویر منتهی می گردد.	رودخانه کال شور	۱۵
۸۰۵	۱۷۵	۱۹۵	۲۲۵	۲۱۰	چین خوردگی مذکور بر اثر دخالت سیل افتاده است.	میکرو چین	۱۶
۹۱۵	۲۲۰	۲۳۵	۲۴۵	۲۱۵	بندسار، از فنون کهنی است که برای مهار و بهره برداری از سیلاب و جریانات سطحی، از دیرباز توسط ایرانیان مورد استفاده قرار گرفته است.	بندسارها	۱۷
۱۰۰۵	۲۲۵	۲۵۰	۲۷۰	۲۶۰	گل آلوده کردن آب یک روش سنتی و بومی، ارزان و ساده است که مانع هدر رفت آب و موجب افزایش بهره وری از منابع آب و خاک می شود.	آبرنگ کردن	۱۸
۹۰۰	۱۹۵	۱۸۰	۲۱۰	۳۱۵	اشکال قارچی بر اثر فرسایش تفریقی به وجود آمده است و نمای زیبایی دارد.	اشکال قارچی	۱۹
۸۸۰	۱۷۵	۲۱۵	۲۴۵	۲۴۵	ژئوپارک پیشنهادی از لحاظ کیفیت برخی مواد معدنی، در استان بی نظیر و از لحاظ کمیت هم رتبه بالایی دارد.	معدن	۲۰
۷۶۵	۱۶۰	۱۹۵	۲۲۵	۱۸۵	دایک نهالندان یک دایک بسیار طولی و زیبایی است که حدود ۲ کیلومتر طول دارد.	دایک نهالندان	۲۱
۸۰۵	۱۵۵	۱۹۰	۲۳۵	۲۲۵	این غار آهکی در ۷ کیلومتری جنوب غربی روستای پروند در ارتفاع ۱۴۰۰ متری دامنه غربی کوه پروند قرار دارد، این غار راهروی افقی ندارد و آثار انحلال آهک به صورت استالاکتیت و استالاکتیت خود نمایی می کند.	غار پروند	۲۲
۷۳۰	۱۶۰	۱۸۵	۲۰۵	۱۸۰	دشت ریگی ژئوپارک، رخساره بیابانی است که در اثر عمل مشترک آب و باد پدید آمده است.	دشت ریگی	۲۳
۷۳۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۱۰	۱۸۰	دق یا چاله سبزوآر شامل قسمتی از دامنه های جنوبی ارتفاعات جغتای است که در ژئوپارک وجود دارد	دق سبزوآر	۲۴
۸۵۰	۲۰۵	۱۹۰	۲۱۰	۲۴۵	شکاف عمیقی در دشت روداب در سالهای اخیر در اثر افت شدید آبهای زیر زمینی ایجاد شده است .	نشست روداب	۲۵
۸۴۵	۱۷۰	۱۹۵	۲۲۵	۲۵۵	بازالت های منشوری در اثر انجماد پوسته خارجی گدازه بوجود می آید.	گدازه منشوری	۲۶
۸۴۰	۱۷۰	۱۹۵	۲۲۰	۲۵۵	این اشکال در روستای ساروق واقع در ژئوپارک بر اثر فرسایش بادی و آبی ایجاد شده است.	اشکال ستونی ساروق	۲۷
۹۴۰	۱۸۵	۲۵۰	۲۶۰	۲۴۵	مخروطهای آتشفشانی ژئوپارک از گدازه یا مواد آذرآواری و یا از هر دو تشکیل شده اند.	کوههای مخروطی	۲۸
۸۴۰	۱۶۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۲۰	پناهگاه حیات وحش شیر احمد با مساحت تقریبی ۲۲۶۲۹ هکتار در قسمتی از ژئوپارک پیشنهادی می باشد.	پناهگاه حیات وحش	۲۹
۸۴۰	۱۶۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۲۰	این محدوده با وسعت ۱۶۹۰۰ هکتار در جنوب غربی روستای پروند در ژئوپارک واقع است.	منطقه شکار ممنوع	۳۰
۹۲۵	۱۳۵	۲۲۵	۲۷۰	۲۹۵	بلندترین آبشار شرق ایران است که ارتفاع آن ۹۸ متر می باشد. دره آبشاری بفره حدود ۶۰ آبشار دومتری و ۳ آبشار ۴۰ متری است. این رود از چشمه ای واقع در کوه پلنگ سرچشمه می گیرد.	آبشار بفره	۳۱
۹۱۰	۱۷۵	۲۲۰	۲۷۵	۲۴۰	پهنه ای است که لایه نازکی از نمک سراسر سطح آن را پوشانیده و شبیه برفی است که روی زمین نشست است. شاید بتوان این نوع کویر را معادل کفه نمک در نظر گرفت.	کویر نمک	۳۲
۸۳۰	۱۶۰	۲۲۰	۲۴۰	۲۱۰	در ژئوپارک پیشنهادی نمونه های تپیبیک و زیبایی از گسل وجود دارد که نشان از تکنونیک فعال منطقه دارد.	گسل	۳۳
۱۰۱۵	۲۲۰	۲۳۰	۲۵۵	۳۱۰	سیستم فرسایش رودخانه ای است که شبیه طرح شاخه های درخت است و (تارپوک و لاتجن، ۲۰۰۶)	گالی فرمهای درختی	۳۴
۷۵۵	۱۶۰	۲۰۵	۲۱۵	۱۷۵	از فراوان ترین اشکال بادی، چین و شکن های سطحی به صورت امواجی موازی است (محمودی، ۱۳۸۳: ۲۶۶).	ریپل مارک	۳۵
۷۹۰	۱۶۰	۲۱۰	۲۴۰	۱۸۰	در ژئوپارک پیشنهادی هم در رودخانه کال شور و هم رودهای بفره و استیر مماندرهای زیبایی به چشم می خورد.	مماندر	۳۶
۸۳۰	۱۶۰	۲۳۰	۲۶۰	۱۸۰	چشمه های از نمونه های خوب برای جذب گردشگر در ژئوپارک پیشنهادی غرب خراسان رضوی است.	چشمه	۳۷
۹۳۰	۱۹۵	۲۵۵	۲۸۵	۱۹۵	احداث سد کمیز در سال ۱۳۶۴ بوده و تقریباً درآمد مردم روستای کمیز واقع در ژئوپارک پیشنهادی بستگی به وجود این سد دارد.	سد کمیز	۳۸
۹۱۰	۲۱۰	۲۲۵	۲۳۵	۲۴۰	تلاقی پوشش گیاهی و فرایندهای بادی اشکال زیبایی را در هرمهای ماسه ای جنوب ژئوپارک ایجاد کرده است که چشم هر کسی را به حیرت وا می دارد.	اشکال ترسیمی کویر	۳۹
۸۹۵	۱۸۵	۲۳۰	۲۵۵	۲۲۵	از یک خط گسلی در امتداد غربی - شرقی مواد آذرین برونزد داشته و نمای زیبایی را خلق کرده است. این سنگهای آتشفشانی در شرق ژئوپارک پیشنهادی قرار دارد.	آتشفشان گسلی مقیسه	۴۰
۷۹۰	۱۶۰	۲۱۰	۲۴۰	۱۸۰	کویرهایی تیره رنگ با حفره های فراوان شبیه به رد پای چهارپایان هستند (قزایی، ۱۳۹۰).	کویرهای پفکی	۴۱
۷۹۰	۱۶۰	۲۱۰	۲۴۰	۱۸۰	جوشهای نمکی کویر واقع در ژئوپارک پیشنهادی به شکل تخم مرغ می باشد.	جوش های نمکی	۴۲
۷۵۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۱۵	۱۸۰	ساده ترین شکل تراکم ماسه است که به صورت مثلث کشیده ای در جهت پشت به باد بونه ها تشکیل می شود.	پیکانهای ماسه ای	۴۳
۹۳۵	۲۲۰	۲۲۰	۲۵۵	۲۴۰	در پایکوههای کوههای آذرین ژئوپارک واریزه های جالبی ایجاد شده است که چشم نواز است.	واریزه	۴۴

اگر ژئومورفوسایتها را به چند دسته تکتونیکی، ولکانیکی، هیدرولوژی و بادی دسته بندی نماییم، دسته هیدرولوژی در این ژئوپارک از ارزش علمی بالایی برخوردار هستند. اشکال قارچی، گالی فرمهای درختی و رودخانه کال شور به ترتیب با مجمع ارزش ۳۱۵، ۳۱۰ و ۳۰۰ بیشترین نمره ها را به خود اختصاص داده اند. آبشار بفره و مخروط افکنه ریوند با ۲۹۵ و ۲۷۰ در رتبه های بعدی قرار می گیرند که اینها نیز در دسته ی هیدرولوژی قرار می گیرند. ۲۷ ژئومورفوسایت در لیست ارزش متوسط قرار دارند و ۱۴ ژئومورفوسایت در طبقه با ارزش علمی کم قرار دارند. از دلایلی که آبشار زیبای بفره نتوانسته است نمره بالایی داشته باشد و در طبقه متوسط قرار دارد، عدم نمایش تنوع زمین شناسی و قرار نگرفتن به عنوان مکان کلیدی است، که نقش مهمی در ارزش گذاری ژئومورفوسایتها دارند. ریپل مارک، پیکانهای ماسه ای و کویرهای پفکی نیز به ترتیب با ارزشهای ۱۷۵، ۱۸۰ و ۱۸۰ کمترین نمره ها را کسب کرده اند. شاید بتوان گفت اشکال بادی در این تحقیق کمترین نمره های معیار علمی را دارند. فراوانی این اشکال، ناشناخته بودن از عوامل اصلی کم بودن نمره این ژئومورفوسایتها می باشد.

در ارتباط با ارزش آموزشی با استفاده از مدل بریلها، تنها رودخانه کال شور نتوانسته است با ارزش ۳۰۰ در طبقه بالای ارزشی قرار بگیرد. در رده های بعدی بلورهای نمکی و قنات شیخ الاسلامی هر کدام با ۲۹۰ امتیاز و سد کمیز و مخروطه افکنه ریوند هر کدام با ۲۸۵ امتیاز در ردیف متوسط آموزشی قرار دارند. نکته

قابل توجه این است که ژئومورفوسایتهای مرتبط با هیدرولوژی در این قسمت نیز بیشترین امتیازها را در بخش آموزشی به خود گرفته است. دشت ریگی، نبکا، اشکال قارچی و نشست روداب به ترتیب با ۲۰۵، ۲۱۰، ۲۱۰ و ۲۱۰ امتیاز کمترین نمره های ارزش آموزشی را داشته اند. نکته قابل توجه این است که اشکال قارچی در قسمت علمی بیشترین نمره را کسب ولی در قسمت آموزشی نمره پایینی را کسب کرده است. در این راستا می توان به دلایلی همچون عدم لجستیک خوب، دور از منابع توریستی و خدماتی و ... اشاره نمود. نکته جالب توجه دیگر این است که در قسمت آموزشی هیچ ژئومورفوسایتی در طبقه پایین ارزشی قرار نگرفته است و اغلب در طبقه متوسط قرار می گیرند.

در معیار توریستی، قنات شیخ الاسلامی، افیولیت ملانژها، مخروط افکنه ریوند و سد کمیز با ارزش ۲۸۰، ۲۶۰، ۲۶۰ و ۲۵۵ بیشترین امتیازها را کسب نموده اند. در این معیار هیچ کدام از ژئومورفوسایتهای نتوانسته اند نمره لازم برای قرار گرفتن در طبقه بالای توریستی را کسب کنند. دق سبزوار، اشکال قارچی، دشت ریگی و غار پروند هر کدام با ۱۸۰، ۱۸۰، ۱۸۵ و ۱۹۰ کمترین نمره ها را گرفته اند. ۸ ژئومورفوسایت در طبقه پایین و ۳۶ ژئومورفوسایت در طبقه متوسط قرار گرفته اند. اشکال تکتونیک و ماگمایی در طبقات پایین این ارزش قرار گرفته اند. از دلایل کم بودن نمره ها در این ارزش نیز می توان به دور بودن از کالچرال سایتها و مراکز تفریحی و زیرساختهای توریستی از جمله جاده ها اشاره کرد. در ارزش تنزل رتبه ناپیوستگی، قنات شیخ الاسلامی و آبرنگ کردن با نمره های ۲۸۰، ۲۶۰ و ۲۲۵ بیشترین ارزش را به خود اختصاص داده اند. در این معیار اغلب ژئومورفوسایتهای (۳۰ ژئومورفوسایت) در طبقه پایین قرار گرفته اند. این امر حکایت از عدم دخالت انسان در نزدیکی ژئومورفوسایتهای دوری از مراکز جمعیتی و مراکز تفریحی دارد. آبشار بفره و غار پروند با نمره های ۱۳۵ و ۱۵۵ کمترین نمره ها را به خود اختصاص داده اند که عدم دسترسی انسان به این ژئومورفوسایتهای از عوامل اصلی برای این کاهش نمره می باشد. مدیران و برنامه ریزان گردشگری باید ژئومورفوسایتهای و ژئوسایتهایی که بیشترین امتیاز را گرفته اند برای ژئوکانزرویشن در اولویت قرار بدهند. برخی از ژئومورفوسایتهای به خاطر ارزش علمی و برخی به خاطر جنبه آموزشی و یا توریستی در اولویت حفاظت قرار می گیرند.

#### منابع و مواخذ

- زنگنه اسدی، محمد علی؛ امیراحمدی، ابوالقاسم؛ شایان یگانه، علی اکبر (۱۳۹۴). ارزیابی کمی ژئومورفوسایتهای در ژئوپارک غرب خراسان رضوی به روش فاسولاس و همکاران، اولین کنفرانس بین المللی هنر صنایع دستی و گردشگری، موسسه عالی و فناوری خوارزمی شیراز، صص ۴۷-۵۲
- زند مقدم، محمد رضا (۱۳۸۸). بررسی توانمندی های دشت کویر به عنوان ژئوپارک بزرگ ایران مرکزی در توسعه پایدار استان سمنان، فصلنامه ی جغرافیایی آمایش، شماره ۶، صص ۲۰-۱.
- شایان، سیاوش؛ شریفی کیا، محمد و زارع، غلامرضا (۱۳۸۹). ارزیابی توانمندی های ژئومورفوتوریستی لندفرم ها بر اساس روش پراولنگ، مطالعه موردی: شهرستان داراب، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال اول، شماره ۲، صص ۹۱-۷۳.
- قرایی، هادی (۱۳۹۰). پهنه بندی عوارض ژئومورفولوژیکی مؤثر بر اکوتوریسم کویر مزیان سبزوار با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.
- قنواتی، عزت ا...؛ کرم، امیر و فخاری، سعیده (۱۳۹۱). مروری بر روند تحولات ژئوتوریسم و مدل های مورد استفاده آن در ایران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۳۴، صص ۷۵-۹۱.
- یمانی، مجتبی؛ عظیمی نژاد، صمد و باقری سید شکر، سجاد (۱۳۹۱). بررسی قابلیت های ژئوتوریسمی ژئومورفوسایت های منطقه ی سیمره با استفاده از روش پراولنگ، جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۲، بهار ۱۳۹۱، صص ۸۸-۶۹.
- Brilha J (2015) Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review Geoheritage, The European Association for Conservation of the Geological Heritage 2015, p 16.
- Newsome, D., & Dowling, R. K. (Eds.). (2010). *Geotourism: The tourism of Geology and Landscape*. Oxford: Good fellow Publishers Ltd, pp 2-12.
- Tarbouk, E.J. & F.K. Lutgens, (2006), *EARTH, 8th edition, Pearson Education International*

## بررسی فرسایش بارانی و خندقی در حوضه آبخیز کر- چمریز و تاثیرپذیری آن از تغییرات اقلیمی

غلامرضا روشن<sup>۱</sup>، سعید نگهبان<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گلستان

۲- استادیار بخش جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شیراز

### مقدمه

فرسایش خاک بوسیله آب یکی از مهمترین علت‌های تخریب زمین در دامنه وسیعی از محیط توصیف شده است (یونپ<sup>۶۳</sup>، ۱۹۹۴؛ ولنتین<sup>۶۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵، ۱۳۲؛ زوکا<sup>۶۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶، ۸۷؛ بوخیر<sup>۶۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۷، ۱۷۷۰). پدیده فرسایش خندقی به صورت فرایندی متداول در هدر رفت منابع خاک به شمار می‌رود (چانگ<sup>۶۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۶، ۱۸۴) و به صورت فرسایشی تشدید شونده به عنوان یکی از مهمترین فرایندهای تخریب زمین، باعث محدودیت در بهره برداری از زمین و گسترش بدلندها و اراضی بایر و افزایش رسوبگذاری در مخازن آب سدها می‌شود (بوچناک<sup>۶۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۹، ۱۷۰). با فرسایش بستر و رأس خندق و فرو ریختن دیواره‌های خندق این نوع فرسایش رشد و توسعه می‌یابد (کیرکبای و همکاران، ۲۰۰۹، ۱۸۴) و تمام مواد فرسایش یافته می‌تواند به سیستم رودخانه وارد شود و تاثیرات خسارات برون منطقه‌ای فرسایش آبی را تشدید می‌کند (پوزن و همکاران، ۲۰۰۳، ۹۱). عوامل متعددی در تشکیل و گسترش خندق‌ها نقش دارند. احمدی (۱۳۷۸) و تامسون (۱۹۶۴) عواملی چون شیب بالادست آبکند، میزان املاح موجود در سازند، افزایش بارندگی بیش از ۱۳ میلیمتر در ۲۴ ساعت، مواد ریزدانه، وضعیت زهکشی در قسمت بالادست خندق و قابلیت انحلال پذیری سازند را در گسترش و توسعه آبکندها موثر دانسته است. زاخار<sup>۶۹</sup> (۱۹۸۲، ۵۸۴) بیان می‌کند که بیش‌تر خندق‌ها در کشور چکسلواکی در شیب ۱۰ درجه و در حدود ۹۰ درصد آن بین ۲ تا ۱۵ درجه تشکیل شده است. گابریس<sup>۷۰</sup> و همکاران (۲۰۰۳، ۱۵۱) گزارش نموده‌اند بعد از جنگل‌زدایی از اراضی فرسایش خندقی به شدت افزایش یافت. مطالعات کیرکبای و بل (۲۰۰۰، ۱۲۶) نشان داده است که عوامل موثر در رخداد فرسایش خندقی از منطقه‌ای به منطقه‌ای دیگر متفاوت است. خندق‌ها به عنوان اشکال ژئومورفولوژیکی، با گسترش خود از بخش سر و فروریزی مواد از کناره‌ها، مواد دامنه‌ای و در واقع تنها خاک قابل کشت کوهستان‌ها را وارد دره‌ها می‌سازند و به این ترتیب، انبوهی از خاک‌های دامنه‌ای را بسوی آب‌های جاری سرازیر می‌کنند (وایت‌فورد و همکاران، ۲۰۱۰، ۷۲) و با افزایش عمق خندق‌ها در پایین، دامنه‌ها شدیداً آشفته می‌شوند و رسوبات قابل ملاحظه‌ای را در اختیار آب‌های جاری قرار می‌دهند (گابت و بوکتر<sup>۷۳</sup>، ۲۰۰۸، ص ۳۰۲ و کاسالی<sup>۷۴</sup>، ۲۰۰۶، ص ۱۲۸). بوچنگ و همکاران<sup>۷۵</sup> با مطالعه ۸ حوضه مستعد به فرسایش آبی در تونس، حجم رسوبات ایجاد شده توسط پیشانی عمودی و دیواره‌ها - کف خندق‌ها را توسط پردازش ۵ دوره از عکس‌های هوایی مربوط به سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۲ محاسبه کردند.

### معرفی حوضه مورد مطالعه

حوضه آبخیز کر- چمریز در نیمه جنوبی کشور ایران و در محدوده شمالی استان فارس واقع شده است. موقعیت نسبی این حوضه در طول رودخانه کر از محل روستای خانیمین تا پایین دست تلاقی رودخانه شور و شیرین می‌باشد. این حوضه با ۱۵۴ کیلومتر فاصله از شهر شیراز در شهرستان‌های مرودشت، سعادتشهر، صفاشهر و اقلید قرار گرفته و از آبخیزهای رودخانه کر محسوب می‌گردد. این حوضه در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۰۱ دقیقه و ۴۶ ثانیه تا ۵۲ درجه ۱۴ دقیقه و ۳۱ ثانیه طول شرقی و ۳۰ درجه ۲۵ دقیقه ۰۲ ثانیه تا ۳۰ درجه ۳۶ دقیقه ۵۷ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است. مساحت این حوضه حدود ۷۳۸ کیلومتر مربع است که اکثریت این مساحت را کوه‌ها و تپه‌ها تشکیل می‌دهند (شکل شماره ۱).

63-United Nations EnviromentalProgramme

64-Valentin

65- Zucca

66- BouKheir

67- Cheng

68- Bouchank

69- Zachar

70- Gabris

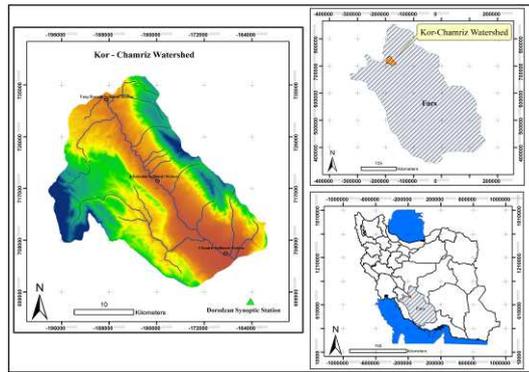
71- Kirkby and Bull

72- Whitford et al.,

73- Gabet and Booktev

74- kasali et al,

5 Bouchnak et al



شکل (۱): موقعیت حوضه کر - چمریز

### ۳. مواد و روشها

بطور کلی تحقیق حاضر به ارزیابی تاثیر تغییر اقلیم بر پتانسیل فرسایش زایی بارانی و خندقی حوضه آبریز کر-چمریز برای دو دوره زمانی پایه (گذشته تا حال) و دهه آینده می پردازد. بنابراین داده های دوره پایه مشاهداتی و برای دهه های آینده شبیه سازی شده می باشند. همچنین داده های مورد استفاده شامل دو گروه داده های اقلیم شناسی دما و بارش برای دوره مطالعاتی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۰ بوده که مربوط به ایستگاه سد درودزن در حوضه آبریز مورد مطالعه بوده که از سازمان هواشناسی ایران تهیه گردیده و دیگری داده های مشاهداتی رسوب سنجی برای دوره مطالعاتی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ است که این داده ها از مرکز تحقیقات آبخیزداری استان فارس تهیه گردیده است. جهت تکمیل مطالب بالا شایان ذکر می باشد که داده های مشاهداتی رسوب سنجی از ۳ ایستگاه چمریز، خامین و تنگ براق استخراج گردیده که به خوبی این ایستگاهها در سطح حوضه پراکنده شده اند.

### ۴. یافته های تحقیق

#### ۴.۱. اعتبار سنجی خروجیهای شبیه سازی شده توسط مولد هواشناسی

نتایج ارزیابی داده های شبیه سازی شده توسط مدل و داده های واقعی دوره پایه (۱۹۸۸ تا ۲۰۱۰) در جدول (۱) نشان داده شده است. مقدار ضریب تبیین در مورد همه متغیرها بالا به دست آمد ( $R^2=0.99$ ). شاخص های خطاسنجی از جمله میانگین خطای مطلق، میانگین انحراف خطا و میانگین مربعات خطا نیز کوچک بودند. مقدار این متغیرها همیشه بین صفر و ۱ قرار دارد که مقادیر کوچک تر آن ها بیانگر وجود اختلاف های کم تر (اختلاف بین مقادیر مشاهده شده و مدل نیز در t-test پیش بینی شده در طول دوره آماری) در تولید داده توسط مدل است (جدول ۱). نتایج آزمون پیش بینی همه متغیرها در ۱۲ ماه سال بیانگر نبود اختلاف معنی دار مقادیر مشاهده شده با مقادیر پیش بینی شده در سطح احتمال ۵ درصد است (جدول ۲). با توجه به این که اختلاف معنی داری بین مقادیر پیش بینی شده و مشاهده شده برای دوره ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۰ ملاحظه نمی گردد، از این رو توانایی مدل در شبیه سازی شرایط اقلیمی آینده مورد تایید قرار می گیرد.

جدول (۱): ارزیابی مدل بر مبنای دوره پایه ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۰ بر اساس آزمونهای آماری

Statistical test	max-T	min-T	Radiation	Rain
$R^2$	0.99	0.99	0.99	0.99
RMSE	0.3888	0.5155	0.6322	0.836
MBE	0.1573	0.0041	-0.0202	0.0335
MAE	0.3888	0.5155	0.9255	0.8382

جدول (۲): مقادیر T-test محاسباتی توسط مدل برای صحت سنجی در سطح احتمال ۵ درصد

Months	Max-Tem	Min-Tem	Radiation	Rain
JAN	0.519	0.208	0.797	0.366
FEB	0.272	0.089	0.753	0.127
MAR	0.09	0.805	0.808	0.135
APR	0.081	0.666	0.378	0.181
MAY	0.666	0.555	0.108	0.562
JUN	0.026	0.951	0.071	0.448
JUL	0.166	0.404	0.55	0.477

AUG	0.652	0.871	0.578	0.675
SEP	0.989	0.47	0.107	0.227
OCT	0.756	0.304	0.561	0.267
NOV	0.971	0.223	0.64	0.838
DEC	0.018	0.176	0.845	0.366

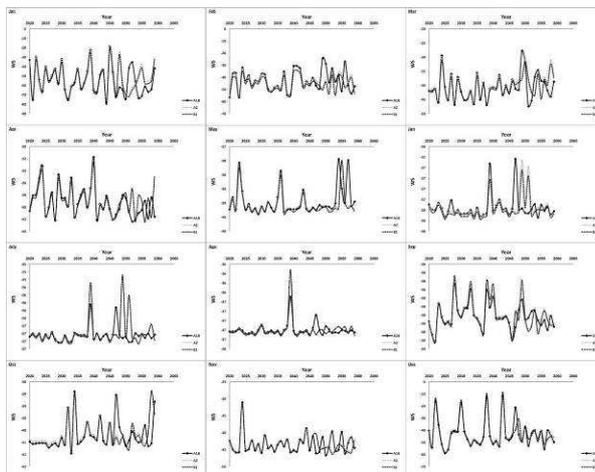
#### ۲.۴. شبیه سازی تغییرات دما و بارش برای دهه های آتی

در ابتدا نتایج شبیه سازی بارش مربوط به دوره آماری ۲۰۲۰ تا ۲۰۶۰ با مقادیر این مولفه برای دوره پایه ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۰ مورد مقایسه قرار گرفت. آنچه که از شکل (۲)، قابل مشاهده می باشد، اینکه هیچ دگرگونی عمده ای در رژیم سالانه بارش رخ نخواهد داد. بگونه ای که کمینه بارش از اواسط بهار آغاز و تا پایان تابستان ادامه دارد. اما از ابتدای پاییز تا اوایل بهار بیشینه بارشهای حوضه آبخیز مطالعاتی تمرکز یافته است. که این وضعیت هم برای دوره پایه و هم برای سه سناریو که تغییرات بارش دهه های آتی را شبیه سازی نموده اند تفاوتی مشاهده نمی شود. بهرحال بر اساس شکل (۲) مشاهده می شود که هیچ تغییر قابل توجهی برای میانگین ماهانه درازمدت می تا دسامبر دوره شبیه سازی شده در مقایسه با دوره پایه ملاحظه نمی گردد اما برای چهار ماه اول سال تفاوتی بین دوره شبیه سازی شده و پایه ملاحظه می گردد. این تفاوتها غالباً در قالب مقادیر افزایشی بارش برای دهه های آینده در مقایسه با دوره پایه می باشد.

#### ۴.۳. واکاوی تغییرات شاخص WS در بستر زمان

همانگونه که پیش تر بیان گردید، ماههایی که دارای نوسان رطوبتی منفی می باشند برای فرسایش خطی به ویژه فرسایش خندقی مستعد می باشند. بنابراین شاخص نوسان رطوبت خاک می تواند بعنوان شاخصی مناسب برای ارزیابی استعداد مناطق و یا حوضه ها به فرسایش خطی روانابها مورد استفاده قرار می گیرد. همانطور که نتایج نشان می دهد میانگین درازمدت شاخص WS چه برای دوره پایه و چه برای دهه های آتی نشان می دهد که در تمام ماهها مقادیر منفی می باشد. اما آنچه خروجیها برای دوره پایه نشان می دهد گویای این موضوع بوده که ماههای سرد سال بالاخص ژانویه و فوریه بیشترین پتانسیل رخداد فرسایش خندقی را دارند. از طرف دیگر این پتانسیل برای ماههای گرم سال نظیر جولای، آگوست، ژوئن و سپتامبر در مقایسه با سایر ماههای دیگر سال از پایین ترین مقدار برخوردار می باشد. تقریباً مشابه همین نتیجه نیز برای دهه های آتی مشاهده می گردد بطوری که در ماههای سرد سال بیشینه و در ماههای گرم کمینه پتانسیل فرسایش خندقی برای حوضه کر- چمریز دیده می شود. حال با توجه به مقایسه بین میانگین درازمدت پایه و سناریوهای مختلف تغییر اقلیم دیده می شود که اختلاف قابل ملاحظه ای بین داده های می تا نوامبر وجود ندارد. اما در تمام این ماهها پتانسیل رخداد فرسایش خندقی برای دوره پایه در مقایسه با خروجیهای دهه های آینده سه سناریوی مورد مطالعه اندکی بیشتر می باشد. همین شرایط برای ماههای آوریل، مارس، دسامبر و حتی فوریه نیز وجود دارد، اگر چه اختلاف بین این دو دوره کمی افزایش نشان می دهد. در ادامه یکی از خروجیهای جالب توجه افزایش پتانسیل رخداد فرسایش خندقی برای ماه ژانویه در مقایسه با دوره پایه و سایر ماههای سال است. هر سه سناریوی مورد مطالعه، بالاخص A1B به افزایش پتانسیل رخداد فرسایش خندقی برای دهه های آینده نسبت به دوره پایه اشاره دارد. کاهش میزان WS عمدتاً در فصول گرم و خشک، موجب پیدایش ترک هایی در سازندهای ریزدانه می شود.

در ادامه معناداری این تغییرات افزایشی و کاهش بوسیله ضریب همبستگی پیرسون مورد واکاوی قرار گرفته است. در دوره پایه برای هیچکدام یک از ماههای مطالعاتی تغییرات روند معنادار نمی باشد. اما اگر به نتایج سناریوی A1B توجه گردد این نکته استخراج می شود که تنها در آگوست با  $r = -0.48$  روند کاهش معنادار است. بنابراین انتظار می رود در دهه های آینده پتانسیل رخداد فرسایش خندقی در این ماه و بر مبنای سناریوی فوق الذکر افزایش یابد. در سناریوی A2، برای ماههای ژانویه، سپتامبر و نوامبر روند معنادار و افزایشی (مثبت) شاخص WS گویای کاهش پتانسیل رخداد فرسایش خندقی و برای ماه جولای روند کاهش (منفی) و معنادار مویب افزایش پتانسیل رخداد فرسایش خندقی است. در نهایت با توجه به سناریوی B1، سه ماه ژانویه، سپتامبر و نوامبر دارای روند افزایشی و معنادار و دو ماه ژوئن و جولای دارای روند کاهش معنادار می باشند.



شکل (۲): تغییرات ماهانه شاخص WS برای دوره مطالعاتی ۲۰۲۰ تا ۲۰۶۰ بر اساس سه سناریوی مطالعاتی

### پایش و شبیه سازی فرسایش زایی باران در حوضه آبخیز مورد مطالعه

همانگونه که مقادیر واقعی میزان رسوب حوضه نشان می دهد، میزان رسوب دهی از حوضه عدد تقریباً بالایی را می باشد که البته این موارد با بررسی اجمالی خندقها و اتلاف خاکها زراعی حوضه توسط رواناب را نشان داد. در منطقه مورد نظر به دلیل سفت و سخت بودن سنگها تخریب نیاز به زمانهای طولانی دارد و فرآیند تخریب شامل فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی نظیر یخبندان و ذوب یخ و رشد و گسترش ریشه گیاهان می باشد. به طوری که در این منطقه فرآیند تخریب فیزیکی از اهمیت بیشتری نسبت به فرآیند تخریب شیمیایی برخوردار است. یعنی اینکه در اثر شکافهای جزئی و فعالیت های تکتونیک درز و شکافهایی در منطقه پدید آمده، سپس قطعات بزرگ سنگی به قطعات کوچکتر تبدیل شده و از محل درز و شکافهای تکتونیک تخریب شیمیایی صورت می گیرد. در منطقه مورد نظر رگولیت یا سنگ بستر هوا دیده مشاهده می شود که ترکیبی از مواد تخریبی شامل سنگ، قلوه سنگ و در نهایت خاک سطحی می باشد در برخی نقاط سنگهای مادر به صورت موضعی تخریب گشته است علت این می باشد که اولاً شیب کم می باشد (کمتر از ۲۵ درصد) و از طرف دیگر پوشش گیاهی مناسب شامل گونه گیاهی گون می باشد که مانع فرسایش شده و خاک به طور موضعی تشکیل شده است. در بیشتر نقاط این پوشش به علت استفاده نادرست در حال تخریب است و لخت شدن سطح حوضه باعث از بین رفتن خاکهای حاصلخیز در منطقه می گردد.

### نتیجه گیری

در این تحقیق اثر دگرگونیهای آب و هوایی بر پتانسیل فرسایش خندقی و بارانی حوضه آبخیز کر-چمریز برای دهه های ۲۰۲۰ تا ۲۰۶۰ مورد واکاوی قرار گرفت. در ابتدا نتایج از مدل سازی مولفه های آب و هوایی دما و بارش نشان می دهد که علی رغم اینکه هیچ تغییر بارزی در جابجایی الگوهای دمایی و بارش ماهانه برای دهه های آینده در مقایسه با دوره پایه رخ نخواهد داد، اما میزان دمای سالانه برای دوره شبیه سازی نسبت به دوره پایه بین ۰.۳۲ تا ۰.۵۱ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت. از طرف دیگر برای دو سناریوی A1B و A2 تغییرات بارش سالانه نسبت به دوره پایه به ترتیب به میزان ۱۸ و ۲۴.۵ میلیمتر افزایش خواهد یافت. اگرچه تغییرات ماهانه بارش برای غالب ماهها از روند معناداری نمی باشد، ولی تغییرات روند برای آوریل کاهشی و برای مارس افزایشی و معنادار می باشد. در این تحقیق جهت واسنجی پتانسیل فرسایش خندقی از مدل رطوبت خاک استفاده گردید. یافته های این قسمت نشان می دهد که برای دهه های آینده همانند دوره پایه بیشترین پتانسیل فرسایش پذیری خندقی در ماههای سرد سال تمرکز یافته است اما برای دهه های آینده در غالب ماهها پتانسیل فرسایش پذیری خندقی نسبت به دوره پایه کاهش می یابد ولی این وضعیت در ماه ژانویه بگونه ای می باشد که پتانسیل فرسایش پذیری خندقی برای دهه های آینده تشدید خواهد شد. همچنین در این تحقیق برای ارزیابی تغییرات فرسایش زایی باران از دو فرمول آرنولدس و سپاسخواه استفاده گردید. اما جهت واسنجی دو مدل تجربی پیشنهادی، نتایج آنها برای دوره پایه با داده های واقعی اندازه گیری شده رسوب از سطح حوضه مورد سنجش قرار گرفت که یافته ها موید ارتباط معنادار بین روش تجربی با داده های واقعی می باشد. نکته جالب توجه اینکه بر مبنای میانگین درازمدت دوره پایه روش آرنولدس، سهم فرسایش زایی باران به داده های واقعی ۱۹ درصد بوده که این رقم برای روش سپاسخواه ۳ درصد محاسبه گردیده است. بنابراین با توجه به روند کاهشی فرسایش پذیری بارانی بر اساس سه سناریوی پیشنهادی انتظار می رود سهم این نوع فرسایش نسبت به فرسایش کلی حوضه کاهش یابد. اما نباید فراموش نمود که فرسایش

پذیری بارانی فقط مسبب رخداد بخش کوچکی از فرسایش کلی حوضه می باشد. در پایان ذکر این نکته حائز اهمیت می باشد که هدف از انجام تحقیق حاضر ارزیابی نقش تغییرات اقلیم بر میزان فرسایش بارن زاوی بوده لذا جهت دست یابی به یک دورنمای جامع از وضعیت فرسایش پذیری حوضه پیشنهاد می شود تا با پیش بینی دهه های آتی برخی دیگر از مولفه های تاثیرگذار بر فرسایش و رسوب دهی حوضه نظیر تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی، تغییرپذیری فرسایش از سطح حوضه مدلسازی گردد تا بتوان چارچوب مدیریتی و راهکارهای مناسب تری جهت مقابله با فرسایش پذیری حوضه کر- چمریز اتخاذ نمود.

#### منابع

- احمدی، حسن. ۱۳۷۸. ژئومورفولوژی کاربردی، چاپ سوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، ص ۶۶۸
- Archibold, O.W and Levesque .2003. *Gully retreat in a semi-urban catchment's in saskatoon, Saskatchewan. Applied geography. Vol, 23.*
- Arnoldus H.M.J., 1980 - *An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. In: De Boodt and Gabriels:*
- Assessment of erosion. *FAO Land and Water Deveopment Division, Wiley & Sons, England: 127-132.*
- Bouchank H.,felfoul M S.,Rached ,. Boussema M.,HabibSnane M., (2009):*Slope and Rainfall Effects on The Volume of sediment Yield by Gully Erosion in The SouarLithologic Formation (Tunisia). catena78:pp170-177*
- BouKheir R., Wilson J., Deng Y.,2007. *use of terrain variables for mapping gully erosion susceptibility in Lebanon .Earth Surf. Landforms 32 .1770-1782*
- Cheng H.WuY.Zou X Si H., Zhao Y., Lin D.,Yue X., 2006. *Study of Ephemeral Gully Erosion in a small Upland Catachment on The Inner – Mongolian Plateau . Soil & Tillage Research. 90 . pp.184-193*
- Gabet,Emmanuel J. Andy Bookter .2008. *A morphometric analysis of gullies scoured by post-fire progressively bulked debris flows in southwest Montana, USA. Geomorphology, Volume 96, Issues 3–4, Pages 298-309.*
- Gabris, Gy., Kertesz, A., Zambo, L., (2003). *Land use change and gully formation over the last 200 years in a hilly catchment. Catena 50, 151– 164*
- GabrisGy.,Kertesz A., Zambo L.2003. *Land use change and gully formation over the Last 200 years in a hilly catchment . CATENA. 50(2).151-64*
- Gaudia ZuccaT .2006. *Annalisa Canu and Raniero Della pertua. effects of lands use and landscape on spatial distribution. And morphological. Features of gullies in an agropastoral area in Sardini(Italy).Catena.68:86-95.*
- Kasali ,Mio.( 2006).*Channel processes following land use changes in a degrading steep, headwater stream in North Isla( nd, New Zealand, Geomorphology 81 (2006) 421–439.*
- Kirkby M. J.,L . J. Bull., 2000. *Some factors controlling gully growth in fine – grained sediments : A model applied in Southeast Spain . Elsevier .Catena . 40(2000)pp.126-146*
- KirkbyM.j.,BrackenL.j., 2009. *Gully processes and gully dynamic . Earth Surf. Process. Landform 1851,1841-1851*
- Lucà, F., Conforti, M., Robustelli, G., (2011). *Comparison of GIS-based gullying susceptibility mapping using bivariate and multivariate statistics: Northern Calabria, South Italy. Geomorphology 134, 297–308.*
- Oostwoud Wijdenes, D. J. and R. Bryan. 2001.*Gully-head erosion processes on a semi-arid valley floor in Kenya: a case study into temporal variation and sediment budgeting. Earth Surface Processes and Landforms. Volume 26, Issue 9, pages 911–933.*
- Posesen j.,Nachtorgale j.,Verstrac G.,2003. *Gully Erosion and Environmental chang: Importance and Research Needs. Cantana.50,pp.91-133*
- Roshan GR ,Grab SW: *Regional climate change scenarios and their impacts on water requirements for wheat production in Iran. Int J Plant Production 2012, 6:239–266.*
- UNEP.1994. *United Nations Convention to Combat Desertification .United Nations EnviromentalProgramme .Geneva.*
- Valentin C., PoesenJ.,Li Y., 2005. *Gully erosion. Impacts factors and control. Catena 63.132–153.*
- Valentin, C., Poesen, J., Li, Y., (2005). *Gully erosion: impacts, factors and control. Catena 63, 132–153.*
- Vanwalleghe, T., Van Den Eeckhaut, M., Poesen, J., Govers, G., Deckers, J., (2008). *Spatial analysis of factors controlling the presence of closed depressions and gullies under forest: Application of rare event logistic regression. Geomorphology 95, 504–517*
- Whitford,J.A., L.T.H. Newham , O. Vigiak , A.R. Melland, A.M. Roberts.(2010 ).*Rapid assessment of gully sidewall erosion rates in data-poor catchments: A case study in Australia, Geomorphology 118 (2010) 330–338.*
- Zachar D.,1982. *Soil erosion .Elsvier scientific publishing company .584p*
- Zucca C., Canu A., Della Peruta R., 2006. *Effects of land use and landscape on spatial distribution and morphological features of gullies in an agropastoral area in Sardinia(Italy). Catena 68, 87–95.*

## بررسی تکامل زبانه ماسه ای گمیشان (۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴)

قاسم لرستانی ۱، رضا اسماعیلی ۲، سمیه عمادالدین ۳، علی رستمعلی ۴

۱- استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه مازندران، gh.lorestani@umz.ac.ir

۲- استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه مازندران، r. Esmaili @umz.ac.ir

۳- استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه گلستان، S.emadodin@gu.ac.ir

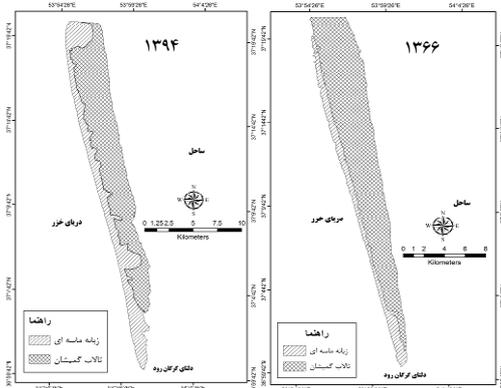
۴- کارشناسی ارشد رشته هیدروژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی دانشگاه مازندران Ali\_Rostamali@yahoo.com

### مقدمه

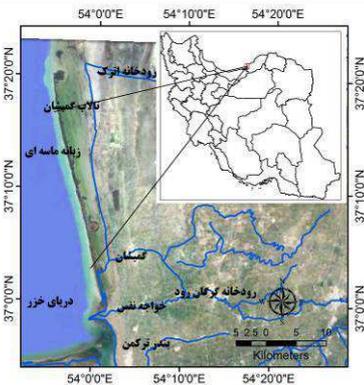
منطقه ساحلی به عرصه و گستره‌هایی اطلاق می‌شود که نیروهای خشکی و دریایی در آن تعامل و تاثیر متقابل دارند. منطقه ساحلی تحت تاثیر فعالیت های زمین شناسی، هیدرودینامیکی، اقلیمی، انسانی و نوسانات کوتاه و درازمدت تراز آب دریا، دستخوش تغییرات کوتاه و درازمدت می شود. تغییرات حاصله به صورت دگرشکلی و جایگزینی واحدهای رسوبی و ژئومورفولوژیک، فرسایش و رسوبگذاری و پیدایش واحدهای جدید رخ می دهند. دیویس (۱۹۵۷) با مطالعه زبانه ماسه ای خلیج کیپ کد در ایالت ماساچوست آمریکا، فرایندهای دریایی را عامل اصلی تشکیل زبانه ماسه ای تشخیص داد. اریک برد (۱۹۸۵) با بررسی زبانه ماسه ای دانگ نس در ساحل ایالت وانگشنتن آمریکا، معتقد به تاثیر امواج محلی و نوسان آب در ایجاد زبانه ماسه ای بوده است. دولان (۱۹۹۲) به بررسی تشکیل زبانه ماسه ای در ساحل بودغ آد در شمال اسکاتلند پرداخت و به این نتیجه رسید ماسه های حمل شده توسط رودخانه فیند هورن در اثر امواج شمالی و شرقی حرکت کرده و زبانه ماسه ای را ایجاد کرده است. نارفایدا (۲۰۱۵) به بررسی تاثیرات هیدرولوژی و ژئومورفولوژی و امواج طولانی مدت بر زبانه ماسه ای در دهانه رودخانه تنریو در ژاپن با استفاده از تصاویر ماهواره ای و بازدید های میدانی، نوسان خط ساحلی و انتقال رسوب را در تشکیل و توسعه زبانه ی ماسه ای به عنوان مهمترین عوامل قلمداد می کند. در ایران نیز یمانی (۱۳۸۷) به بررسی اثر حرکات آب دریای عمان در تشکیل و تکامل تالاب های جزر و مدی پرداخت و به این نتیجه رسید که رسوبات وارد شده توسط رودخانه ها به خط ساحلی تحت تاثیر حرکات آب دریا با راستای جنوب شرقی، در امتداد خط ساحلی و به سوی مغرب جریان می یابد و تراکم آن ها در قاعده دلتاها موجب تشکیل سدها و زبانه ماسه ای می شود و این سد ها و زبانه ها در نهایت موجب تشکیل تالاب می شود. قدرتی و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی پیشروی آب دریای خزر در تغییرات ژئومورفولوژی سواحل گیلان پرداختند و به این نتیجه رسیدند حمل رسوب از خشکی، رسوبگذاری دریایی، امواج و جریانهای دریایی در تشکیل تالاب و زبانه و سدهای ماسه ای موثرند. عمادالدین (۱۳۹۲) در بررسی واکنش زبانه ماسه ای به تغییرات آب دریای خزر در طول ۱۲۰ سال اخیر در میانکاله در استان گلستان پرداخت و به این نتیجه رسید که از سال ۱۹۲۹ تا ۱۹۷۷ با افت سطح آب دریا، نوار ماسه ای عریض تر و اندازه سد ماسه ای به سمت شرق کاهش داشته است و از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ با افزایش سطح آب دریا، مجدداً وسعت سد ماسه ای در بخش شرقی کاهش یافته است.

### محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه زبانه ماسه ای گمیشان در مختصات جغرافیایی ۵۳.۵ تا ۵۴.۵ طول شرقی و ۳۶.۵ تا ۳۷.۵ عرض شمالی قرار دارد. شهر های مهم در این منطقه بندر ترکمن، گمیشان و خواجه نفس می باشد (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه از لحاظ اقلیمی تابستان گرم و خشک تا مرطوب با زمستان های سرد را تجربه می کند و بارندگی سالانه آن ۳۵۰ میلی متر می باشد و اترک و گرگان رود رودخانه های مهم این منطقه می باشد.



شکل ۲- تاثیر تراز آب دریا بر مساحت تالاب و زبانه در سال های مورد مطالعه



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

### مواد و روشها

داده های مورد استفاده در این تحقیق، منابع و اسناد تاریخی، تصاویر سنجنده MMS، TM، ETM ماهواره لندست، داده های تراز آب دریای خزر بین سال های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ به همراه داده های موج نگاری ایستگاه امیر آباد بوده است. طی بازدید میدانی از مناطق مختلف ساحلی نمونه رسوب نیز برداشت شده است. در ادامه از نرم افزار های ENVI برای انجام تصحیحات هندسی، بارسازی و پردازش تصاویر ماهواره ای به همراه نرم افزار ARC MAP برای رقومی سازی، استخراج و تحلیل اطلاعات استفاده شده است. برای آنالیز نمونه های رسوب نیز از برنامه Gradistat4.0 تحت اکسل بهره گرفته شده است.

### بحث و نتایج

از سال ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۸۴ سطح دریای خزر به طور ناگهانی افزایش پیدا کرد و به میزان ۲۶.۱۸- متر رسید. بر اثر این افزایش تقریباً ۴۳۲ کیلومتر از زمین های ازاد شده ناشی از پسروی قبل از ۱۳۵۶ به زیر آب رفت. این بار بخش گسترده ای از شمال گمیشان تحت سیطره آب دریا قرار گرفتند (کارودی، ۱۳۹۲). از اثرات ژئومورفولوژی پیشروی آب دریا منطقه گمیشان احیای دوباره تالاب و زبانه ماسه ای گمیشان است. با توجه به تصاویر لندست، اولین نشانه های تشکیل تالاب و زبانه گمیشان به سال ۱۳۶۶ بر میگردد. در سال ۱۳۶۶ که تالاب شروع به آگیری کرد مساحت آن به ۹۹ کیلومتر مربع و زبانه آن ۱۹ کیلومتر مربع بود. در ادامه با توجه به تصویر سال ۱۳۸۰، مساحت تالاب به ۱۷۲ و مساحت زبانه به ۲۴ کیلومتر مربع رسید. علت بیشتر شدن مساحت تالاب و زبانه، واکنش این دو عارضه به تراز آب دریا و همچنین افزایش بار رسوب در طی این ۱۳ سال بود. تراز آب دریا در سال از ۲۶.۸۶- در یال ۱۳۶۶ به ۲۶.۲۳- در سال ۱۳۸۰ رسید. در سال ۱۳۸۴ مساحت تالاب به ۱۴۰ و مساحت زبانه به ۱۰ کیلومتر مربع کاهش یافته است. علت کم شدن مساحت زبانه بالا آمدن تراز آب دریا و به زیر آب رفتن زبانه می باشد. تراز آب در این سال ۲۶.۰۳- به ثبت رسیده است. پایین آمدن تراز آب از سال ۱۳۸۶ باعث بیرون ماندن زبانه از آب و توسعه زبانه شده بود. از این رو مساحت زبانه در سال ۱۳۸۸ نسبت به ۱۳۸۴ بیشتر شد و به ۱۴ کیلومتر مربع و مساحت تالاب به ۱۴۰ کیلومتر مربع بالغ شد. در سال ۱۳۹۱ تراز آب دریای خزر عدد ۲۶.۴۳- متر را نشان می داد. مساحت زبانه در این سال به ۲۵ کیلومتر مربع و مساحت تالاب گمیشان به ۹۵ کیلومتر مربع رسید. تغییرات مساحت در این دوره با کاهش ۳۲ درصدی تالاب و افزایش ۱۱ درصدی مساحت زبانه همراه بوده است. از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۴ سطح تراز آب دریای خزر با کاهش شدیدی رو به رو شده است به طوری که با کاهش شدید تراز آب دریا، مساحت تالاب کاهش و مساحت زبانه افزایش را نشان می دهد به نحوی که ۲۱ درصد کاهش مساحت تالاب و ۷۸ درصد افزایش مساحت زبانه را شاهد بودیم (شکل ۲).

برای بررسی تاثیر رسوب بر روند تشکیل و توسعه زبانه، آن را به دو قسمت مساوی جنوبی و شمالی تقسیم کردیم. نتایج نشان می دهد که قسمت جنوبی در همه سال ها مساحت بیشتری دارد که علت مهم آن به نزدیکی این بخش از رودخانه گرگانود و تغذیه کافی از گرگان رود برمی گردد (جدول ۱). همچنین جهت امواج با راستای جنوبی و شرقی می تواند سبب انباشت رسوبات در قسمت جنوبی زبانه شود. با توجه به آزمایش گرانولومتری صورت گرفته، رسوبات بر روی دلتا نشان داد که ۹۰ درصد ذرات بین ۶۳ تا ۱۲۵ میکرون هست که با توجه به ریزدانه بودن با رسوبات

رودخانه ای منطقه همسان بوده و منشاء رودخانه‌ای دارد. گرانولومتری انجام شده بر روی سایر نقاط حکایت از آن دارد که به دلیل فاصله گرفتن از رودخانه و تاثیرگذاری بیشتر امواج بر روی زبانه، رسوبات درشت تری به سمت زبانه حمل می شوند.

جدول ۱- تغییرات قسمت جنوبی و شمالی زبانه گمیشان در ساله های مورد مطالعه

سال مورد مطالعه	دبی رسوب	تراز آب دریا	مساحت قسمت جنوبی	مساحت قسمت شمالی
۱۳۶۶	۴۲۵۲۲۴۱	-۲۶.۸۶	۹	۱۰
۱۳۸۰	۳۱۹۴۶۱	-۲۶.۲۳	۱۲	۱۱
۱۳۸۴	۸۷۴۰۱۰.۷	-۲۶.۰۳	۵	۵
۱۳۸۸	-	-۲۶.۱۸	۹	۵
۱۳۹۱	-	-۲۶.۴۳	۱۷	۹
۱۳۹۴	-	-۲۷.۴۱	۲۲	۱۹

### نتیجه گیری

زبانه ماسه ای گمیشان که از زمان تشکیل آن زمان زیادی نمی گذرد به طور میانگین طولی در حدود ۴۰ کیلومتر و عرضی ۲ تا ۴ کیلومتری دارد. به دلیل تاثیرپذیری زبانه از رودخانه گرگانود، اندازه زبانه در نزدیکی دلتای گرگان رود عریض تر و هر چه دور تر می شود باریکتر است. اما احداث سد گلستان در سال ۱۳۸۰ مقدار زیادی از رسوبات وارده به دریای خزر را کاهش داده است. البته نباید از ایفای نقش امواج و جهت حرکت آنها به سمت زبانه در طول سال هم غافل بود. در کنار این عوامل نقش اصلی تغییرا زبانه در ارتباط با نوسان آب دریای خزر می باشد. از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ با افزایش سطح آب دریا لزوما بایستی شاهد افزایش مساحت زبانه باشیم اما آورد رسوب زیاد از جانب گرگان رود در تعدیل نقش بالا آمدن سطح آب دریا بسیار موثر بوده است. نمونه برداری انجام شده از ۸ نقطه بر روی زبانه مورد مطالعه، به طور میانگین ۹۰ درصد ذرات رسوبات را بین ۱۲۵-۶۳ میکرون نشان می دهد که به دلیل ریز دانه بودن متاثر از رسوبات رودخانه گرگان رود می باشد اما بقیه نمونه ها بر روی زبانه، از رسوبات درشت دانه تر تشکیل شده اند که دلالت بر تاثیر پذیری این محدوده از امواج دریا دارد. البته به دلیل کم بودن تعداد نمونه های مورد بررسی، پیشنهاد می شود تعداد نمونه ها از کل زبانه ماسه ای برداشت و بررسی شوند.

### مراجع

- عمادالدین، سمیه (۱۳۹۲)، بررسی تغییر سطح اساس نکارود تحت تأثیر نوسانات سطح آب دریای خزر و زمین ساخت البرز، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره ۱۰، صص ۶۳-۷۹.
- قدرتی، علیرضا، داداشی، محمد علی، غریب رضا محمد رضا، (۱۳۸۴)، پیشروی آب دریای خزر در تغییرات ژئومورفولوژی سواحل گیلان، ششمین همایش علوم و فنون دریایی، صص ۶۰-۵۰.
- یمانی، مجتبی (۱۳۸۷)، اثر حرکت آب دریای عمان در تشکیل و تکامل تالاب های جزر و مدی، پژوهش های جغرافیایی - شماره ۳۷-اسفند ۱۳۸۷ صص ۳۴-۱۹.
- Bird, Eric, (1985). Coastal Geomorphology, University of Melbourne, Australia.-
- Davies, J.L. (1957) The importance of cut and fill in the development of sand beach ridges. Australian Journal of Science, 20: 105-111.
- Dolan, R. and Davis, R.E. (1992) An intensity scale for Atlantic coast northeast storms. Journal of Coastal Research, 8: 840-853.
- Nurfaida; Wakhidatik' Sato. Shinji' (2015). A Study on Hydrodynamic Characteristics and Resulting Morphological Formation of Sand Spit around the Tenryu River Mouth based on Image Analysis. Nurfaida- Procedia Engineering 116 ( 2015 ) 141 – 148

## ارزیابی نقش رودخانه قره‌سو در توسعه گردشگری شهر کرمانشاه با استفاده از مدل SWOT

<sup>۱</sup> محمد شریفی پیچون، <sup>۲</sup> فاطمه پرنون

<sup>۱</sup> استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، Email: msharifi@yazd.ac.ir

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد ژئومورفولوژی - هیدروژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه یزد، Email: f.parnoon12@gmail.com

### مقدمه

با توجه به اهمیت صنعت گردشگری، علاوه بر عوامل فرهنگی، اجتماعی و سیاسی، عوامل محیط طبیعی نیز نقش مهمی را در توسعه گردشگری و همچنین جذب گردشگر ایفا می‌کنند (رنجبر، ۱۳۸۸). رودخانه‌ها به دلیل وجود آب، خاک مناسب و پوشش گیاهی غنی از جمله اکوسیستم‌های طبیعی پایدار به شمار می‌آیند. تفریح تفرج در حاشیه آنها از قدیم الایام یکی از تمایلات بشر بوده است. (سیف‌الدینی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۷-۶۷) در پژوهشی به بررسی سنجش کیفیت و ظرفیت گردشگری شهری بر اساس الگوی رفتاری گردشگران و جامعه میزبان (نمونه موردی: شهر اصفهان) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به دلیل حجم ورودی گردشگران بیش از ظرفیت پذیرش کالبدی این مقصد گردشگری جامعه میزبان نیز تاثیرات نامطلوب و منفی گردشگری را در ابعاد مختلف اقتصادی محیطی کالبدی احساس نموده‌اند. (ابراهیم زاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۸-۳۳) در پژوهشی بررسی برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بهینه تسهیلات و زیر ساخت‌های گردشگری شهری با استفاده از GIS شهر سمنان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ضعف، مدیریت منابع، تسهیلات، امکانات زیر بنایی و خدمات گردشگری و توزیع نامناسب آنها، تبلیغات بسیار کم و نوعی نا آگاهی عمومی در مورد جاذبه‌ها و پتانسیل‌های گردشگری، نشان از عدم برنامه‌ریزی صحیح و مناسب برای جذب توریسم به شهر سمنان دارد ( موحد و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۷-۳۶) در پژوهشی به بررسی بازاریابی گردشگری شهری بر اساس برند یابی با مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مطالعه موردی کرمانشاه پرداختند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که طاقبستان با توجه معیارهای در نظر گرفته شده با ۰/۴۳۵ درصد و بیستون با درصد مکان‌های مناسب جهت برند گذاری و بازاریابی انتخاب شده‌اند. (عطار روشن، ۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی پتانسیل‌های موثر اکولوژی رودخانه کارون در توسعه گردشگری پایدار شهر اهواز با استفاده از مدل SWOT پرداختند و نتایج حاصل از تحقیق ارائه پیشنهاداتی مبتنی بر ایجاد توسعه گردشگری پایدار رودخانه کارون می‌باشد. (چقاجردی، ۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی نقش توانمندی‌های رودخانه‌ها در توسعه گردشگری شهری سمیرم با استفاده از مدل SWOT پرداختند و نتایج نشان داد که عدم وجود متخصصان گردشگری، عدم وجود بودجه مهمترین عواملی می‌باشند که در ضعف گردشگری سمیرم نقش دارند. (کامنسکو و همکاران، ۲۰۱۰) به تحلیل ارزش ژئومورفوسایت‌ها در کوهستان بوگی با تحلیل آماری پرداختند و مشخص کردند این مکان دارای: ارزش‌های علمی، فرهنگی، اقتصادی، اکولوژیکی و زیبایی شناختی است. (واسیلجوی، ۲۰۱۱) ضمن ارزیابی و معرفی روش‌های حفاظتی و افزایش تاب آوری رسوبات لسی در منطقه‌ی وجوادینا در شمال صربیا (یوگسلاوی کنونی)، از لس‌های منطقه به عنوان ژئوسایتی که حاوی آرشو دیرینه محیطی و دیرینه اقلیم می‌باشد، نام برده است. (نوسم و همکاران، ۲۰۱۲) به اهمیت مدیریت گردشگری در ژئوپارک یوهیلو در تایوان و بیابان پیناکلز در استرالیا و تاثیر آن در ژئوتوریسم پرداختند. کرمانشاه به عنوان شهری که دارای پتانسیل‌های بالقوه طبیعی، تاریخی، فرهنگی است از منظر توجه و توسعه گردشگری، از شهرهای مستعد محسوب می‌گردد. وجود رودخانه قره سو در شهر کرمانشاه یکی از پتانسیل‌های اکولوژی این شهر است و دارای توان‌های بالقوه‌ای است که توجه به آنها می‌تواند در رشد و توسعه گردشگری و ایجاد فضاهای شهری پایدار موثر باشد. بر این اساس، انجام مطالعات مناسب برای رشد و توسعه و گردشگری پایدار آن، اهمیت می‌یابد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع توصیفی تحلیلی است برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از منابع کتابخانه‌ای و سایت‌های معتبر به موضوع تحقیق استفاده شده است برای تحلیل یافته‌ها از مدل SWOT استفاده شده است. SWOT یک ابزار برنامه‌ریزی استراتژیک است (هورن، ۲۰۰۶). واژه SWOT مخفف چهار واژه‌ی قوت‌ها، ضعف‌ها (عوامل داخلی منطقه)، فرصت‌ها و تهدیدها (عوامل محیط خارجی) می‌باشد. با توجه به اطلاعات به دست آمده، راهبردها و استراتژی‌های مناسب برای رشد و توسعه گردشگری در محدوده قره سو به عنوان یکی از مکان‌هایی که دارای پتانسیل بالقوه می‌باشد پرداخته شود.

## محدوده مورد مطالعه

شهر کرمانشاه شهر کرمانشاه در ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شمالی نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این شهر به لحاظ قرار گرفتن در جلگه وسیع و حاصلخیز ماهیدشت و در کنار رود قره‌سو که با یک شیب آرام از داخل شهر کرمانشاه عبور کرده و در این محدوده دو رودخانه چم‌بشیر و آبشوران نیز بدان می‌ریزند، در موقعیت جغرافیایی خاصی قرار گرفته که زمین‌های کشاورزی پر بارده آن بر اهمیت فوق‌العاده آن می‌افزاید. شهرستان کرمانشاه با وسعت تقریبی ۸۵۴۷ کیلومتر مربع به عنوان شهرستان مرکز استان دارای اهمیت استراتژیک می‌باشد به صورتی که بعد خسروی (کشور عراق) تا مرکز استان کردستان، تا مرکز استان همدان مسافت از این شهر تا مرز خسروی (کشور عراق) تا مرکز استان کردستان، تا مرکز استان همدان و تا مرکز استان لرستان (از طریق شهرستان هرسین و نورآباد) با اندکی تفاوت به یک اندازه است. این شهرستان دارای چهار بخش، سیزده دهستان و ۸۱۵ روستا و جمعیتی بالغ ۱۰۳۰۹۷۸ نفر است.



شکل (۱) منطقه مورد مطالعه

## بحث و نتایج و یافته‌ها

رودخانه قره‌سو مهمترین رودخانه دائمی شهرستان کرمانشاه می‌باشد که از سراب روانسر سرچشمه می‌گیرد و در مسیر خود آب مورد نیاز هزاران هکتار اراضی کشاورزی را تامین می‌کند. کاهش آبدهی رودخانه در طی مسیر خود در اثر برداشتهای روزافزون و سال‌های کم آبی متوالی از یک سو و در عین حال تخلیه پساب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به رودخانه از سوی دیگر وضعیت کیفی آب رودخانه در وضع موجود را به مخاطره افکنده است و بیش از ۵۰ درصد فاضلاب شهر کرمانشاه بدون تصفیه شدن به داخل رودخانه قره‌سو می‌ریزد. رودخانه در گذشته‌های نه‌چندان دور دارای بیش از پانزده نوع ماهی بوده و شغل برخی از بومیان از راه ماهی‌گیری تامین می‌شده که با ورود پساب‌ها دیگر نه اثری از آن آب سالم وجود دارد و نه اثری از آبزیان در آن دیده می‌شود و اگر پساب‌های وارد شده به داخل رودخانه مدیریت صحیحی داشته باشند مثل فاضلاب پالایشگاه نفت کرمانشاه که در کنترل فاضلاب‌های خروجی خود دقت بالایی دارند به نحوی که آب خروجی از سیستم تصفیه فاضلاب برای پرورش ماهی استفاده می‌شود. همچنین عدم رعایت دقت در مکان‌گزینی تاسیسات انسانی و نیز کاربری کشاورزی فشرده در حواشی بلافصل رودخانه نیز از جمله عوامل منفی است که عمل حیات این رودخانه را با خطر رو به رو ساخته است. رودخانه قره‌سو با وجود اینکه از سراب‌های پاکیزه سرچشمه می‌گیرد به محلی برای وجود زباله‌ها و جانوران موذی تبدیل شده است. که در حال حاضر با اجرای طرح‌های ساماندهی در حاشیه رودخانه قره‌سو که برای استفاده تفریحی شهروندان و گردشگران مهیا شده است. با اجرای سه فاز که فاز اول از کمربندی غربی تا پالایشگاه نفت، فاز دوم از پالایشگاه تا کمربندی شرقی و فاز سوم نیز از پل تا سد لاستیکی و پل کهنه را شامل می‌شود و همچنین امکانات بهداشتی مناسب جهت رفاه آنان در نظر گرفته شده است.

در راستای شناسایی نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای محدوده مورد بررسی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

جدول (۱) عوامل داخلی و خارجی اکولوژی رودخانه قره‌سو در توسعه گردشگری شهر کرمانشاه

نقاط قوت (strengths)	نقاط ضعف (weakness)	عوامل تاثیر گذار درونی
۱- وجود مناظر طبیعی در حاشیه رودخانه ۲- وجود پوشش گیاهی طبیعی و انسان ساز ۳- وجود آب کافی رودخانه در بیشتر فصول سال جهت توسعه فضای سبز ۴- وجود رودخانه و آب برای ایجاد فضاهای سرگرم کننده و جذاب	۱- انباشت زباله در حاشیه رودخانه و کاهش ارزش بصری ۲- فقدان مسیر پیاده پیوسته در حاشیه رودخانه ۳- افزایش آلودگی آب رودخانه و کاهش حجم آن، تیرگی و گلاکود شدن آب و کاهش ارزش بصری و بوی نامطبوع	
فرصت‌ها (Opportunities)	تهدیدات (Threats)	عوامل تاثیر گذار بیرونی
۱- وجود مصالح بومی و طبیعی جهت کاربرد در توسعه فضاهای باز و نماسازی ۲- پتانسیل مناسب جهت ایجاد فضاهای تفریحی ۳- وجود گونه‌های مختلف گیاهی در جهت اکوپارک	۱- دفع فاضلاب شهری و زباله در رودخانه ۲- توسعه ساخت و سازهای تالیه رودخانه ۳- دیوار سازی و بسترسازی ناهماهنگ با منظر طبیعی و تخریب حاشیه طبیعی رودخانه	

به منظور ارائه راهکارها و سیاست‌های توسعه پایدار شهری از طریق گسترش گردشگری پایدار رودخانه قره‌سو، پس از بررسی و شناسایی قوت‌ها و فرصت‌ها، ضعف‌ها و تهدیدها، شناخت عوامل چهارگانه در جهت رفع ضعف‌ها، تهدیدها و بهبود قوت‌ها و فرصت‌ها امری اجتناب ناپذیر تلقی می‌گردد. بر این اساس در جهت توسعه گردشگری رودخانه قره‌سو، مهمترین نقاط قوت و فرصت‌ها به منظور راهبردهای تهاجمی مبتنی بر استفاده از نقاط قوت برای بهره‌وری از فرصت‌ها، تبیین مهمترین فرصت‌ها پیش‌رو به منظور رفع نقاط ضعف درونی از طریق راهبردهای انطباقی، بهره‌گیری از نقاط قوت به منظور رفع و کاهش تهدیدهای بیرونی به عنوان راهبردهای اقتضایی و غلبه بر نقاط ضعف درونی تاثیر گذار بر رودخانه قره‌سو و پرهیز از تهدیدات ناشی از محیط خارجی از طریق راهبردهای تدافعی، پیشنهاد می‌گردد. جدول شماره (۲)

جدول (۲) تحلیل سوات

راهبردهای تهاجمی (SO)	راهبردهای انطباقی (WO)
۱- استفاده از عناصر، مواد و گیاهان بومی در طراحی منظر جهت هماهنگی با طبیعت بکر محدوده ۲- ایجاد فضاهای سرگرم کننده و جذاب ۳- توسعه فضاهای سبز و ایجاد اکوپارک‌ها به عنوان محیطی تفریحی همگام با شناسایی و آموزش چگونگی برخورد با مسائل زیست محیطی	۱- تبدیل حاشیه رودخانه به کریدور سبز و ایجاد محیطی امن و آرام و مطلوب و حذف آلودگی صوتی بوسیله پوشش گیاهی و عناصر معماری و ایجاد مانع برای تردد وسیله نقلیه به کنار رودخانه ۲- جلوگیری از ساخت و ساز در حاشیه رودخانه و حفظ حریم رودخانه ۳- جلوگیری از تخلیه و پساب به درون رودخانه در حاشیه آن ۴- ایجاد حریم‌های مناسب در مسیر پیاده و سواره از طریق مرزبندی و تغییر بافت و مصالح و سطح
استراتژی اقتضایی (ST)	استراتژی تدافعی (WT)
۱- حفظ مناظر طبیعی رودخانه و احیای رودخانه و احیای نواحی تخریب شده ۲- نفوذ دادن طبیعت به داخل بخش‌های مسکونی ۳- احیای سنت‌های محلی توسط تشکل‌های مردمی و نشر تالیفات مرتبط ۴- زنده و پویا کردن جداره‌های رودخانه از طریق ایجاد مکان‌های در کنار رودخانه جهت تامین اوقات فراغت کوتاه مدت افراد ۵- ایجاد تنوع و بوجود آوردن محیطی شاد از طریق ایجاد نوارهای سبز در	۱- فعالیت در زمینه تبلیغاتی، اطلاع رسانی، ایجاد مراکز اطلاع توریسم و تهیه بروشور و نقشه راهنما گردشگران همراه با تصاویر از جاذبه‌های توریستی ۲- ایجاد امکان آموزش همگانی در چگونگی برخورد با مسائل زیست محیطی در جهت ارتقاء فرهنگ حفظ محیط زیست ۳- فراهم کردن سونیت‌های اقامتی موقت برای گردشگران

### نتیجه گیری

صنعت گردشگری، توسعه اقتصادی و به دنبال آن، تعاملات انسانی را به همراه دارد. ساختارهای طبیعی موجود در کالبد شهر، در بهبود کیفیت شهرها، ارتقای ارزش‌های زیبایی شناختی، اکولوژیکی، و اجتماعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و بستری برای فعالیت‌های تفریحی و گردشگری ساکنان شهرها به شمار می‌روند، حاشیه و اطراف رودخانه‌ها از جمله فضاهای سبز شهرها هستند که به عنوان مکان‌های تفرجی از زمان‌های دور مورد توجه شهروندان و گردشگران بوده‌اند. در این میان، کرمانشاه به عنوان شهری که دارای پتانسیل‌های بالقوه طبیعی، تاریخی، فرهنگی و ... است از منظر توجه و توسعه گردشگری، از شهرهای مستعد محسوب می‌گردد. وجود رودخانه قره سو در شهر کرمانشاه یکی از پتانسیل‌های اکولوژی این شهر است و دارای توان‌های بالقوه‌ای از جمله وجود مناظر طبیعی در حاشیه رودخانه، وجود پوشش گیاهی طبیعی و انسان‌ساز، وجود رودخانه و آب برای ایجاد فضاهای سرگرم کننده و جذاب است که توجه به آنها می‌تواند در رشد و توسعه گردشگری موثر باشد و می‌تواند سالیانه پذیرای جمع کثیری از گردشگران باشد. با بررسی نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای موثر بر رودخانه قره سو می‌توان با راهبردهایی زمینه‌های برای رشد و توسعه گردشگری در محدوده رودخانه قره سو را ایجاد نمود. با بهره‌گیری از این پتانسیل‌ها و با رعایت اصول اکولوژی در برنامه‌ریزی و طراحی، ضمن حفظ و احیای اکوسیستم‌های طبیعی می‌توان از آنها در جهت رفع نیازهای روحی، جسمی، فرهنگی و اجتماعی و ... انسان و نیز در جهت ایجاد توسعه گردشگری پایدار بهره برد.

### مراجع

- ابراهیم‌زاده، عیسی، حافظ، رضازاده، دارایی، برنامه‌ریزی و مکان‌یابی بهینه تسهیلات و زیرساخت‌های گردشگری شهری با استفاده از GIS موردشناسی: شهر سمنان، جغرافیا و توسعه، صص ۴۸-۳۳، ۱۳۹۱.
- ایمان، چقاجردی، بررسی نقش توانمندیهای رودخانه‌ها در توسعه گردشگری شهری سمیرم با استفاده از مدل SWOT، اولین همایش ملی گردشگری، در آمدو فرصت، ۱۳۹۳.
- رنجبر، فیروز، ارزیابی شرایط اقلیمی برای توسعه صنعت گردشگری به روش TCI مطالعه موردی استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، ۱۳۸۸.
- سیف‌الدینی، فرانک، شعبانی‌فر، محمد، حسینی، علی، رشیدی، مصطفی، سنجش کیفیت و ظرفیت گردشگری شهری بر اساس الگوی رفتاری گردشگران و جامعه میزبان، نمونه موردی: شهر اصفهان، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۱، صص ۸۷-۶۷، ۱۳۸۹.
- عطار روشن، سارا، بررسی پتانسیل‌های موثر اکولوژی رودخانه کارون در توسعه گردشگری پایدار شهر اهواز، اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار، ۱۳۹۳.
- موحد، علی، امان‌پور، سعید، نادری، کاوه، بازیابی گردشگری شهری بر اساس برندیابی با مدل فرایند تحلیل سلسه مراتبی (AHP) مطالعه موردی کرمانشاه، مجله علمی تخصصی برنامه ریزی فضایی، صص ۱۷-۳۶، ۱۳۹۱. وان مقاله، نام مجله یا کنفرانس، شماره دوره یا مجله، شماره صفحه‌ها، محل چاپ مجله یا برگزاری کنفرانس، تاریخ انتشار.
- Comanescu. L., A. Nedelea, *Analysis of some representative geomorphosites in the Bucegi Mountains* between scientific evaluation and tourist perception, *Journal of Area*, 406-416, 2010.
- Horn Haacke. L., using swot for project team planning, sessions, pn.5 John Connell, Medical tourism: Sea, sun, sand and surgery, *Tourism Management, School of Geosciences, University of Sydney, Australia* 271093-1100, 2006.
- Newsome, David. Dowling, Ross. Leung, Yu-Fai, The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives* 2-3 .19-27, 2012.
- Vujčić, M. D., Vasiljević, D. A., Marković, S. B., Hose, T. A., Lukić, T., Hadžić, O., & Janičević, S, *PRELIMINARY GEOSITE ASSESSMENT MODEL (GAM) AND ITS APPLICATION ON FRUŠKA GORA MOUNTAIN, POTENTIAL GEOTOURISM DESTINATION OF SERBIA. Geografski Zbornik/Acta Geographica Slovenica*, 51(2), 2011.

## نقش ژئومورفولوژی رودخانه ای در مدیریت یکپارچه رودخانه ها (مطالعه موردی رودخانه کارون)

<sup>۱</sup> مریم رشیدی، <sup>۲</sup> اسید رضا حسین زاده

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد رشته جغرافیای طبیعی دانشگاه فردوسی مشهد، ([www.maryam.rashidi66@yahoo.com](mailto:www.maryam.rashidi66@yahoo.com))

<sup>۲</sup> دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه فردوسی مشهد، ([www.srhosszadeh@um.ac.ir](mailto:www.srhosszadeh@um.ac.ir))

## ۱- مقدمه

مدیریت رودخانه ها بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل فراهم کردن اکوسیستم مناسب برای زندگی و مطالعه اثرات فعالیت های انسانی بر ژئومورفولوژی کانال رودخانه از ارزش بالایی برخوردار است. اولین مفهوم صریح و روشن از مدیریت یکپارچه منابع آب و استفاده از آن در برنامه ریزی ها با اهداف اجتماعی، زیستی و اقتصادی در سال ۱۹۷۰ بیان شد. رودخانه ها و مدیریت حوضه رودخانه به عنوان مشکلات جدی منابع طبیعی در سرتاسر جهان به رسمیت شناخته شده است هرچند که در مناطق توسعه یافته و در حال توسعه متفاوت است (گرگوری<sup>۶</sup> و همکاران: ۲۰۰۸). در حال حاضر مفهوم مدیریت یکپارچه به طور گسترده ای در بسیاری از کشورها سازمان مدیریت یکپارچه رودخانه ها یا در حال تاسیس است و یا وجود دارد. توسعه مدیریت یکپارچه رودخانه ها و حوضه نشان دهنده افزایش ناشی از فشاری است که انسان ها به رودخانه ها وارد می کنند. پیشرفت در ژئومورفولوژی رودخانه ای دارای کاربرد های بالقوه و مهم است. (برایان مایلر و مارتین دوپلی<sup>۷</sup>: ۲۰۱۴). دشت های سیلابی و آبرفت های رودخانه ها یکی از جذاب ترین مکان ها بر روی زمین برای زندگی انسان و فعالیت های کشاورزی در طول تاریخ بوده است. انسان به طور غیرمستقیم مانند استفاده از زمین و تغییر پوشش زمین بر روی مورفولوژی رودخانه اثر گذار است. فعالیت و دخالت انسان مانند تغییر کاربری اراضی در سواحل فرسایش را در امتداد رودخانه تشدید می کند (صفوی و همکاران: ۲۰۱۶). تأثیر متقابل مسائل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در محیط رودخانه ای در زمان های متعدد و مقیاس های گوناگون به کارگیری علوم و روش های متعدد برای درک ارتباط و حل مسائل را می طلبد که ژئومورفولوژی یکی از آن ها است که کاربرد آن از سال ۱۹۸۰ در مسائل رودخانه ای افزایش یافته است. افزایش ناگهانی در کاربرد ژئومورفولوژی ناشی از تشخیص ارزش اقتصادی و محیطی مطالعات این علم، پنهان بودن سیستم فرایندهای طبیعی و ساختارها در مدیریتی، اهمیت پیدا کردن مطالعه فرایندهای معاصر، ارزیابی منابع زمین با پایان یافتن دوره استعمار، تغییر در متدها ژئومورفولوژی و تحول در دیگر علوم از جمله زمین شناسی، شیمی، فیزیک و آمار و ریاضیات می باشد (نیری: ۱۳۹۳). مهمترین محدودیت ها برای استفاده پایدار و مدیریت موثر حوضه در چهارچوب نهادی نهفته است و این محدودیت ها عبارتند از: تقسیم شدن مسئولیت در وزارت خانه های مختلف، عدم برنامه ریزی بین بخشی، هماهنگی ضعیف بین حوزه های مختلف دولت، ساختارهای نهادی محلی ضعیف و فقدان مهارت های مدیریت منابع در کشورها (جکی کینگ و ابنزر چانگوکا<sup>۸</sup>: ۲۰۱۶). مدیریت منابع آب و منابع زیستی به طور کلی مستلزم طیف گسترده ای از برنامه ریزی توسط سازمان ها و واحد های سیاسی و دولتی می باشد (ایان کمپل<sup>۹</sup>: ۲۰۱۶). رودخانه کارون با مسیری حدود هزار کیلومتر از مهمترین منابع آبهای جاری استان خوزستان و کشور بوده و از نظر ملی و استانی دارای اهمیت بسزایی می باشد. حوضه های آبریز آن در استان های خوزستان، لرستان، چهارمحال و بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد واقع شده است. این رودخانه با ورود به شهر اهواز، شهر را به دو بخش شرقی و غربی تقسیم نموده و جلوه زیبایی به شهر داده است. محدوده مورد مطالعه در این تحقیق به طول تقریبی ۱۱۰ کیلومتر از رودخانه کارون بوده که منطقه ملاتانی تا فارسیات را در برمی گیرد و شامل ایستگاه های هیدرومتری ملاتانی، اهواز و فارسیات می باشد

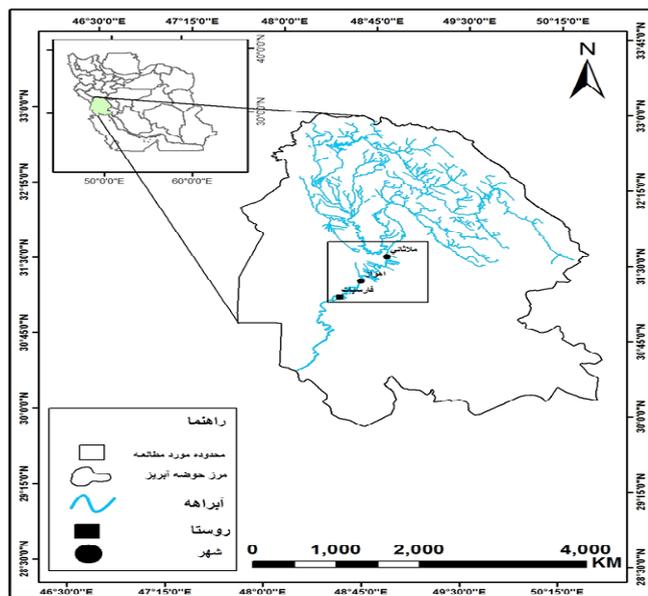
76- K.J. Gregory

2-Brian W. Miller and Martin W. Doyle

3-Jackie King and Ebenizario Chonguica

4-Ian C. Campbell

(شکل ۱). این محدوده یکی از بازه های بسیار مهم کارون می باشد. امروزه سر شاخه های پر آب رود کارون جهت مصارف شرب، کشاورزی و صنعت و محیط زیست، چهره ی اقتصادی، صنعتی و کشاورزی منطقه را نسبت به سایر مناطق متمایز نموده و بزرگترین سرمایه گذاری کشور طی صد سال اخیر در منطقه مورد مطالعه جهت کنترل و تامین آب صورت گرفته است. (سازمان آب و برق خوزستان: ۱۳۹۳)



شکل ۱- نقشه محدوده مورد مطالعه

## ۲- داده ها و روش تحقیق

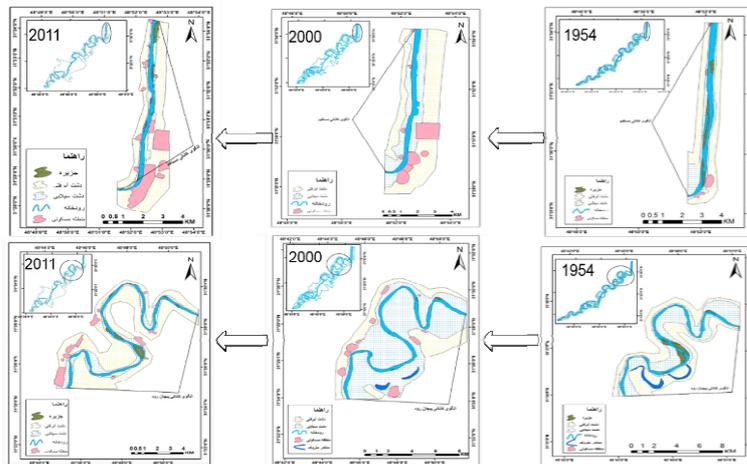
مطالعه مقدماتی شامل تشریح اولیه عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای که برای بررسی تغییرات هیدروژئومورفولوژی رودخانه انجام شد. عکس های هوایی شامل عکس های ۵۵۰۰۰:۱ سازمان جغرافیایی کشور، سال ۱۳۳۴ و تصاویر ماهواره ای شامل تصاویر لندست ۷ سال ۲۰۰۰، تصاویر IRS سال ۲۰۱۱ و تصاویر دریافتی از نرم افزار گوگل ارث<sup>۸۰</sup> بود. تهیه نقشه های پایه، بدین ترتیب که ابتدا مرز حوضه آبریز بر اساس تصاویر گوگل ارث مشخص گردید؛ سپس با استفاده از مرز تهیه شده تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی منطقه از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح دریافت و در محیط ArcGIS رقومی شدند و بر اساس آن سایر نقشه های جدید مثل نقشه های ژئومورفولوژی تهیه گردید. ابتدای امر جهت آشنایی با ژئومورفولوژی رودخانه، مسیر رودخانه کارون به صورت باز دیده های میدانی مورد بررسی قرار گرفته و سپس با استفاده از عکس های هوایی (۵۵۰۰۰:۱ سازمان جغرافیایی کشور: ۱۳۳۴)، تصاویر ماهواره ای (ماهواره لندست ۷، سال ۲۰۰۰، ماهواره IRS، سال ۲۰۱۱) در سه بازه زمانی نقشه ژئومورفولوژی رودخانه کارون در محدوده مورد نظر که به چهار قطعه تقسیم شده بود، تهیه و سپس با استفاده از این نقشه ها بررسی و تفسیر تغییرات ایجاد شده در رودخانه انجام گرفت. بازه اول از شهر ملاتانی تا ویس، بازه دوم از شهر ویس تا روستای سید عامر، بازه سوم از روستای سید عامر تا پل ششم اهواز و در نهایت بازه چهارم از پل ششم اهواز تا روستای موران می باشد.

## ۳- بحث و نتیجه گیری

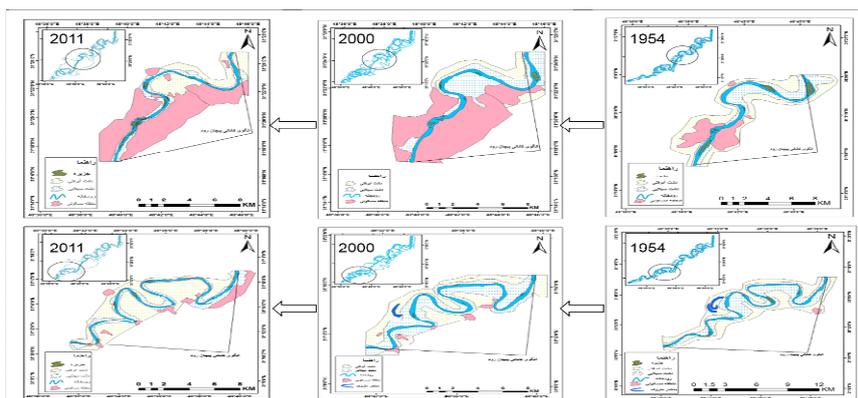
با توجه به بررسی های انجام شده در محدوده مورد نظر رودخانه کارون از نظر ژئومورفولوژی دستخوش تغییرات زیادی شده است. تغییرات بوجود آمده طی بازه زمانی مورد مطالعه شامل تغییرات طولی، عرضی و همچنین تغییرات در ژئومورفولوژی بستر رودخانه می باشد. از مهمترین تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه کارون جزایر رسوبی بوجود آمده در بستر رودخانه می باشد. بیشترین تعداد این

<sup>80</sup> - Google Earth

جزایر در محدوده شهر اهواز تشکیل شده است. روند تغییرات این جزایر از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۳۹۱ از روی نقشه‌های ژئومورفولوژی تهیه شده واضح و آشکار می‌باشد (اشکال ۲ و ۳).



شکل ۲: نقشه ژئومورفولوژی بازه اول و دوم محدوده مورد مطالعه



شکل ۳: نقشه ژئومورفولوژی بازه سوم و چهارم محدوده مورد مطالعه

عوامل متعددی در تغییرات ژئومورفولوژی رودخانه دخالت دارند از جمله: تغییرات دبی بر اثر خشکسالی و سدسازی های بالادست، زمین شناسی و شیب رودخانه و دخالت های انسان. در رودخانه کارون از دخالت های انسان می‌توان به ساخت سدهای متعدد در بالادست منطقه مورد مطالعه اشاره کرد که تأثیر زیادی بر کاهش دبی و ایجاد تغییرات مورفولوژیکی رودخانه داشته است همچنین احداث پل های متعدد با پایه های بسیار زیاد به ویژه در محدوده شهر اهواز باعث رسوب گذاری شدید در مقطع اصلی رودخانه شده است. پل های ساخته شده، مشابه یک سد یا بند عمل کرده و سبب پس زدگی آب شده و باعث رسوب گذاری در بالادست شده اند. تقریباً بالادست و پایین دست تمامی پل های موجود، جزایر رسوبی رشد و توسعه یافته اند. این جزایر باعث افزایش رقوم بستر رودخانه شده و ظرفیت آب گذاری رودخانه را به شدت کاهش می‌دهد. در شکل ۴ مسیر عبور رودخانه کارون از میان جزایر رسوبی در محدوده شهر اهواز و پل های موجود بر روی این رودخانه نشان داده شده است. یکی دیگر از دخالت های انسان تغییرات کاربری اراضی اطراف رودخانه و ساخت وسازهای شهری می‌باشد. به طور مثال ساحل سازی های انجام شده در محدوده مورد مطالعه، ساخت پارک های ساحلی و غیره که به صورت عاملی برای تغییرات عرض رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی رودخانه می‌باشند (رشیدی: ۱۳۹۵).



شکل ۴- تصاویری از نقش عوامل مختلف بر تغییرات بستر رودخانه

با توجه به اینکه مهمترین و اصلی ترین علت تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه کارون دخالت های انسانی است. نیاز به مدیریت یکپارچه رودخانه ضروری می باشد. ژئومورفولوژی در مواردی همچون ارزیابی طرح های گذشته می تواند، مفید واقع شود اما مواردی همچون آگاهی نداشتن از اصول این علم در بین مدیران و برنامه ریزان و عدم وجود تخصص لازم برای بکارگیری این علم و نبود نظریه در رشته ژئومورفولوژی به ویژه در ایران مانع دخالت ژئومورفولوژیست ها در مدیریت رودخانه ای شده است. به نظر می رسد ژئومورفولوژیست ها به وسیله ارتباط مؤثر با مدیران به ویژه جلب توجه آنان به تحقیقات و قابلیت های علم ژئومورفولوژی در کاهش مخاطرات محیطی، کاهش هزینه ها، حفظ ایمنی مردم و شناسایی و کنترل مکان های مخاطره آمیز و نظارت بر آن ها و دخالت به موقع به ویژه در دو مرحله برنامه ریزی و اجرا در مدیریت رودخانه ای می توانند، دخالت نمایند.

#### ۴- مراجع

- [۱] سازمان آب و برق خوزستان، بی تا، اطلس منابع آب حوضه های آبریز کارون بزرگ و هندیجان و جراحی، ۱۳۹۳.
- [۲] نیری، هادی، جایگاه ژئومورفولوژی در مدیریت رودخانه ها، دانشگاه کردستان، ۱۳۹۳.
- [۳] رشیدی، مریم. به راهنمایی: حسین زاده، سیدرضا. سپهر، عادل. زارعی، حیدر. بررسی علل و توسعه جزایر رودخانه کارون (محدوده شهر اهواز)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۹۹-۹۶. ۱۳۹۴

[4] K.J. Gregory a , G. Benito b, P.W. Downs, Applying fluvial geomorphology to river channel management:

Background for progress towards a palaeohydrology protocol, *Geomorphology* 98 (2008) 153-172

[5] Jackie King a , Ebenizario Chonguica, Integrated management of the Cubango-Okavango River Basin, *Ecohydrology & Hydrobiology* xxx (2016) 1-9

[6] Saleh Yousefi, Hamid Reza Pourghasemi, Janet Hooke, Oldrich Navartil, Anna Kidová, Changes in morphometric meander parameters identified on the Karoon River, Iran, using remote sensing data, *Geomorphology* (2016) 1-49.

[7] Ian C. Campbell, Integrated management of large rivers and their basins, *Ecohydrology & Hydrobiology* 117 (2016) 1-12.

[8] Hamid R. Safavi a , Mohammad H. Golmohammadi a, Samuel Sandoval-Solis, Scenario analysis for integrated water resources planning and management under uncertainty in the Zayandehrud river basin, *Journal of Hydrology* 539 (2016) 625-639.

## ارزیابی تغییرات مورفولوژیک تالاب ها در مناطق نیمه خشک با استفاده از سنجش از دور

( مطالعه موردی : تالاب هورالعظیم )

نعمت مال امیری<sup>۱</sup>، سید رضا حسین زاده<sup>۲</sup>، رویا خسرو شاه آبادی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، nemat.malamiri@stu.um.ac.ir

۲- دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، rshosszadeh@ferdowsi.um.ac.ir

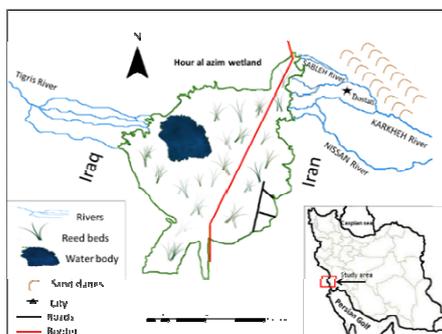
۳- کارشناسی ارشد دانشگاه اصفهان ، shahabadi90@yahoo.com

### ۱-مقدمه

تالاب ها از جمله منابع با ارزش زمین محسوب می شوند که شرایط را برای زیست گیاهان ، حیوانات و انسان و همچنین به وجود آمدن تمدن فراهم می کنند. (Barbier et al., 2011; Costanza et al., 2008; Walters et al., 2008, Tian et al 2015) تالاب ها در مناطق خشک و نیمه خشک نسبت به دیگر مناطق اهمیت افزون تری دارند به این دلیل که باعث کاهش میزان فرسایش بادی در مناطق می گردند. متأسفانه در طول چند دهه گذشته در سراسر جهان چهره تالاب ها دگرگون شده است به عبارت دیگر علاوه بر تغییرات طبیعی در تالاب ها ، تغییرات ناشی از انسان به دلیل منفعت طلبی و ثروت اندوزی بیشتر باعث به وجود آمدن تغییرات مورفولوژیک در آنها شده است. (Dudgeon et al., 2006; Gibbs, 2000; Houlihan et al., 2006; Mitsch & Gosselink, 2000; Nicholls et al., 1999; Zedler & Kercher, 2004, Dronova 2011 مدیریت بهتر و ارائه درک صحیحی از تغییرات با روش های مختلف مطالعه کرده اند. یکی از روش های معمول و دقیق استفاده از تصاویر ماهواره و تکنیک های سنجش از دوری است. تصاویر ماهواره لندست با توجه به در دسترس بودن و پوشش مناسب از سطح زمین دارای اهمیت فراوانی برای مطالعه تغییرات مورفولوژیک حادث شده در تالابها دارند. (Gibbs, 2000; Gong et al. 2010. Han, 2014. Lopez- Merino et al 2011, Lambin et al., 2001) تغییرات مورفولوژیک و تخریب تالاب ها آثار مضر فراوانی از جمله افزایش روند شوری خاک و تبدیل پهنه تالاب به پلایا و همچنین افزایش توان فرسایشی باد و به وجود آمدن گردوغبار ها و در پی این مسائل کاهش تعداد گونه های جانوری و از دست رفتن مشاغل را در پی دارد (Sharifikia 2012). تالاب هورالعظیم به عنوان بزرگترین تالاب ها در مرز ایران و ایران واقع شده است که در یونسکو به عنوان یک میراث طبیعی بین المللی ثبت شده است. با توجه به اهمیت این تالاب ، تغییرات به وجود آمده در آن دارای اثرات اقتصادی - اجتماعی بسیاری می باشد. بنابراین در این مقاله سعی داریم با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه لندست این تغییرات را ارزیابی و اثرات را آن را در استان خوزستان مورد توجه قرار دهیم .

### ۲- محدوده مورد مطالعه

تالاب هورالعظیم در استان خوزستان و با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۴۷ درجه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۶ دقیقه طول شمالی واقع شده است. این تالاب به عنوان مرز مشترک بین ایران و عراق در نظر گرفته شده است به طوریکه هور النسف در شمال تالاب ، رودخانه دجله در جنوب و شهر بستان ایران در شرق آن قرار دارند. مساحت این تالاب در زمان های مختلف متفاوت می باشد ولی در کل بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر مربع را دربرمی گیرد. رودخانه های کرخه و دوئیرج در ایران ، و دجله و فرات در عراق ، به عنوان تامین کننده اصلی آب این تالاب می باشند. ارتفاع تالاب از سطح آب های آزاد حدود ۴ متر و شیبی کمتر از ۱ درصد را دارد. شهرستان آزادگان با جمعیتی بالغ بر ۱۲۰ هزار نفر نزدیک ترین منطقه مسکونی به تالاب می باشد. (شکل ۱). دمای هوا در این منطقه در تابستان به بیشتر از ۵۰ درجه سانتی گراد نیز می رسد. (Mirzaei et al 2010، Eydzadeh et al 2014 , Mashal et al 2012)



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه

### ۳- روش تحقیق

در این تحقیق برای استخراج تغییرات مورفولوژیک تالاب هورالعظیم از داده های به شرح زیر استفاده گردید:

- تصاویر ماهواره ای لندست مربوط به سری زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۰ (۳۶ سال) برگرفته از (<http://earthexplorer.usgs.gov>)

- داده های اقلیمی برگرفته از سازمان هواشناسی کل کشور و سازمان هواشناسی خوزستان

- داده های اقتصادی - اجتماعی برگرفته از مرکز آمار ایران و سازمان مدیریت و برنامه ریزی

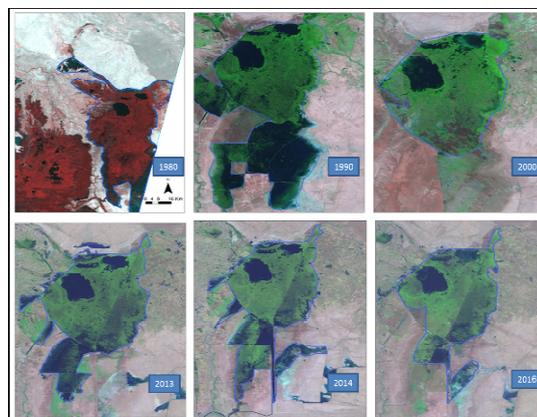
- داده های میدانی با استفاده از GPS در بهار ۱۳۹۵

بعد از گردآوری داده های مورد نیاز ، در مرحله اول بر روی تصاویر ماهواره ای لندست تصحیحات هندسی با استفاده از نقاط برداشت شده با GPS ، در نرم افزار ERDAS9.3 صورت گرفت . در مرحله بعد تصحیحات اتمسفری در نرم افزار ENVI4.6 صورت پذیرفت. سپس با استفاده از زیرساخت داده ای تهیه شده ، شش لایه وکتوری در سری زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۰ از تصاویر ماهواره ای استخراج گردید. سپس به منظور ارزیابی تغییرات به وجود آمده در تالاب و طبقه بندی آنها با استفاده از شناخت ما از منطقه مورد مطالعه ROI (Rigon of Interest) استخراج گردید. در مرحله بعد با استفاده از تکنیک طبقه بندی نظارت شده میزان تغییرات تعیین گردید. تجزیه و تحلیل این تغییرات با استفاده از نرم افزار GIS10.2 صورت پذیرفت و در مرحله آخر نتایج این ارزیابی ها به صورت نقشه و جداول موضوعی ارائه گردیده است . همچنین بعد از پایش تغییرات مورفولوژیک ، اثرات اجتماعی - اقتصادی این تغییرات با استفاده از داده هایی که شرح آنها در بالا گفته مورد بررسی قرار گرفت.

### ۴- بحث و نتایج

#### ۱.۴ استخراج تغییرات مورفولوژیک تالاب

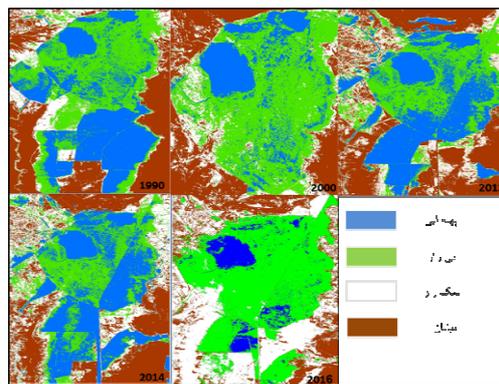
در این پژوهش تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که تغییرات مورفولوژیک زیادی در تالاب حادث شده است. مساحت تالاب در سال ۱۹۸۰ که سال مبدا در این مقاله می باشد ، حدود ۳۴۳۴ کیلومتر مربع می باشد اما در ۱۰ سال بعد (۱۹۹۰) که تقریباً همزمان با اتمام جنگ بین ایران و عراق می باشد وسعت تالاب ۱۹۵۱ کیلومتر مربع می باشد. عامل تاثیرگذار در این تغییر محسوس وسعت تالاب را می توان به جنگ بین دو کشور مربوط دانست به این دلیل که تالاب هورالعظیم یکی از مناطق اصلی جنگ به شمار می آمد و هردو کشور سعی بر تسلط بر آن را داشتند بنابراین کشور عراق مانع از ورود آب دجله به تالاب و کشور ایران نیز خاکریزهای متعدد در بستر آن ایجاد کرده بود. بعد از جنگ ، وقوع خشکسالیهای پی در پی ، ساخت سد بروی رودخانه کرخه، و جلوگیری از ورود آب به تالاب باعث شد که در دوره بین ۲۰۰۰-۱۹۹۰ وسعت تالاب به حدود ۹۱۱ کیلومتر مربع کاهش پیدا کند. در دوره بعد (۲۰۱۳-۲۰۰۰) ، با توجه به افزایش میزان بارش و همچنین تغییرات سیاسی در کشور عراق ، وسعت تالاب به بیش از ۱۳۲۷ کیلومتر مربع گسترش یافت اما متأسفانه این دوره همراه با ارائه مجوز به شرکت ملی نفت ایران برای استخراج نفت از بستر تالاب بود. که این امر باعث گردید که شرکت نفت برای کاهش هزینه استخراج نفت ، آن را با احداث خاکریزهایی به چندیدن بخش مجزا از هم تقسیم و جاده های فراوانی در بستر تالاب احداث کرد و در عمل باعث جلوگیری از ورود آب به تالاب و خشک شدن تالاب گردید. همچنین با توجه به شیب تالاب از شرق به غرب ( ایران به سمت عراق) ، برای جلوگیری از خروج آب باقی مانده در تالاب و تامین امنیت در منطقه خاکریز و جاده مرزی به طول ۱۰۰ کیلومتر در تالاب احداث گردید. این مانع باعث جدایی تالاب بین بخش ایرانی و عراقی تالاب شد . این اقدامات تا سال ۲۰۱۵ تشدید گردید به طوری که در سال ۲۰۱۵ وسعت تالاب ۱۶۳۸ کیلومتر و در سال ۲۰۱۶ ۱۱۹۷ کیلومتر مربع کاهش یافته است.



شکل ۲: تغییرات تالاب در سری زمانی مورد مطالعه

## ۲.۴ طبقه بندی تغییرات مورفولوژیک تالاب

در این مطالعه، برای تعیین تغییرات چهار کلاس، پهنه آبی، نی زار، شوره زار، بیابان در نظر گرفته شد (شکل ۳). نتایج روشن ساخت که تالاب به سمت شوره زار و کویری در حال تغییر می باشد به طوری که به دلیل خشک کردن و کمبود آب در تالاب، بیش از ۲۰ درصد از وسعت تالاب در سال ۲۰۱۶ را شوره زار و بیابان تشکیل می دهد. در حالی که در ۳۶ سال پیش میزان نمکزار حدود ۱۰ درصد از کل وسعت تالاب را دربر می گرفت. این امر تأکیدی بر این واقعیت است که این منطقه به شدت در حال تخریب و به دنبال آن نابودی زندگی است.



شکل ۳: نقشه طبقه بندی مورفولوژیک تالاب

جدول ۱: میزان تغییرات پهنه ها در سالهای مختلف

کلاس	1990	2000	2013	2014	2016	تغییرات به (Km <sup>2</sup> )		
						1990-2000	1990-2013	1990-2016
پهنه آبی	9,673	2,337	8,292	10,478	1,636	-7,3	-1,3	-8
نی زار	10,110	6,109	6,705	8,063	10,542	-4	-3,4	+0,432
نمکزار	3,964	1,837	4,544	6,971	8,951	-2,1	+0,580	+4,9
بیابان	9,106	3,371	9,048	2,375	1,218	-5,735	-0,58	-7,8

## ۵- اثرات تغییرات مورفولوژیک در تالاب هورالعظیم

تغییرات و نابودی تالاب ها می تواند پیامدها و آسیب های فراوانی داشته باشد. از جمله مهمترین آسیب های در استان خوزستان و حتی مناطق همجوار (استان ایلام) تشدید گردوغبارها و افزایش آلودگی هوا می باشد به طوری که نتایج نشان می دهد میزان غلظت گردوغبار در مناطق همجوار با تالاب به بالاتر از ۱۰۰۰۰ میکروگرم در متر مکعب می رسد و همچنین تعداد روزهای وقوع این پدیده در سال ۱۳۷۹ حدود ۹۷ روز ولی در سال ۱۳۹۳ بیش از ۱۲۱ روز باشد. این پدیده باعث به مخاطره انداختن سلامت انسان ها نیز شده است به طوری که در روز وقوع این پدیده به طور میانگین بیش از ۱۰۰۰ نفر به دلیل مشکلات تنفسی به مراکز درمانی مراجع می کنند. همچنین به دلیل تعطیلی واحدهای صنعتی، خدماتی و آموزشی روزانه به طور میانگین ۱۲۰ میلیون دلار ضرر مالی به اقتصاد وارد می شود. تمام این شرایط باعث شده است که استان خوزستان به عنوان مهاجرپرست ترین استان کشور تبدیل شود بدین صورت که بین سالهای ۱۳۸۴-۱۳۹۰، حدود ۵۴ هزار نفر از استان مهاجرت کنند.

## ۶- نتیجه گیری

تالاب هورالعظیم یکی از با ارزش ترین تالاب ها در کشور می باشد که به دلایل طبیعی از جمله خشکسالی های پی در پی و دلایل انسانی مثل خشک کردن تالاب برای استخراج نفت تغییر کرده است. این تغییرات باعث نابودی و تغییر مورفولوژیک تالاب به پهنه

کویبری شده است. این تغییرات موجب بروز آسیب های فراوان اقتصادی، اجتماعی و همچنین سلامت و در کل تهدیدی برای حیات در منطقه شده است.

#### ۷-منابع

- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecol. Monogr.* 81 (2), 169–193. ۲۰۱۱
- Costanza, R., Perez, M.O., Martinez, M.L., Sutton, P., Anderson, S.J., Mulder, K. The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Ambio: J. Hum. Environ.* 37, 241–248. ۲۰۰۸
- Costanza, R., Perez, M., O., Martinez, M., L., Sutton, P., Anderson, S., J., & Mulder, K.. The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Hum. Environ.* 37, 241–248. ۲۰۰۸
- Dronova, I., Gong, P., & Wang, L.. Object-based analysis and change detection of major wetland cover types and their classification uncertainty during the low water period at Poyang Lake, China. *Remote Sensing of Environment*, 115, 3220–3236. doi:10.1016/j.rse.2011.07.006. 2011
- Dudgeon, D., Arthington, A., H., Gessner, M., O., Kawabata, Z., I., Knowler, D., J., & Leveque, C.. Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81, 163–182. 2006
- Eydizadeh, A., Eskandary, G., R., & Hashemi, S., A.R.. Some biological aspect of *carasobarbus luteus* in hoor al-azim wetland. *Scientific Journal of Biological Sciences*, 3(3) 29-36. doi:10.14196/sjbs.v3i3.1133. 2014
- Gibbs, J., P. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 14, 314–317. 2000
- Gong, P., Niu, Z., Cheng, X., Zhao, K., Zhou, D., & Guo, J. China's wetland change (1990–2000) determined by remote sensing. *Science China Earth Sciences*, 53, 1036–1042. 2010
- Han, X., Chen, X., & Feng, L. Four decades of winter wetland changes in Poyang Lake based on Landsat observations between 1973 and 2013. *Remote Sensing of Environment*, 156, 426–437. doi:10.1016/j.rse.2014.10.003. 2014
- Houlahan, J., E., Keddy, P., A., Makkay, K., & Findlay, C., S. The effects of adjacent land use on wetland species richness and community composition. *Wetlands*, 26, 79–96. 2006
- Lambin, E., F., Turner, B., L., Geist, H., J., Agbola, S., B., Angelsen, A., & Bruce, J., W. The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11, 261–269. 2001
- Lopez-Merino, L., Martinez Cortizas, A., & Lopez-Saez, J., A. Human-induced changes on wetlands: a study case from NW Iberia. *Quaternary Science Reviews*, 30, 2745-2754. 2011
- Mashal, M., Rahmati Kamal, S., Seyedi Sahebari, S., Derakhshani Fard, M., Moradi, A., Khouchin, S., & Abbasi, S. Investigation of Hour Alazim Wetland Geotourism Capabilities. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(7), 226-230. 2012
- Mirzaei, R., Conroy, J., & Yoxon, P. Others in Hawralazim wetland, Iran. *Hystrix It. J. Mamm.* 21(1) 83-88. 2010

## پتانسیل یابی عناصر تپه‌های ماسه‌ی فسیل و روان از دیدگاه آمایش سرزمینی (شرق اهواز)

مهران مقصودی<sup>۱</sup> امیر احمدی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی نظری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

## مقدمه

بطور کلی حدود ۴۰٪ از سطح زمین را مناطق خشک در بر گرفته است (AAAS<sup>۱</sup>, 2013). مناطق بیابانی ایران بیش از یک سوم مساحت کشور را شامل می‌شوند (عیوضی، ۱۳۷۷) که بیش از ۳۵ هزار کیلومتر مربع از این مناطق را ریگزارها پوشانده‌اند که در مجموع ۲۰۱٪ از مساحت ایران را پوشش می‌دهند که بیشترین پراکندگی آنها در بخش مرکزی و شرقی ایران می‌باشد (محمودی، ۱۳۸۱). به غیر از بخش‌های نامبرده، ریگزارها و پهنه‌های ماسه‌ای در بخش‌های از جنوب باختری ایران بویژه در جلگه خوزستان وجود دارد که اهمیت آنها به دلیل شناسایی کانی‌ها و اجزا بوجود آورنده شناخت و فرایندهای بوجود آورنده آنها مهم می‌باشند. تپه‌های ماسه‌ای از دیدگاه رسوبی دارای اهمیت زیادی می‌باشند (فورمن<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴؛ لانکستر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۵؛ کالینکا - نارتیسا<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۵؛ همدان<sup>۵</sup> و رفت، ۲۰۱۵). تپه‌های ماسه‌ای از فرایندهای هوازدهی شیمیایی نیز بشدت متأثر می‌شوند که این عامل سبب تغییر درصد کانی‌های موجود و همچنین کانی‌های حساس به هوازدهی شیمیایی می‌باشد در مناطق خشک هوازدهی شیمیایی یا با حضور آب‌های سطحی و زیرزمینی و یا با اقلیم تحت تاثیر قرار می‌گیرند. ویژگی‌های رسوبی که از تغییر اقلیم متأثر می‌شوند شامل نوع و مقدار سیمان، انحلال، اکسیده شدن و هوازدهی شیمیایی که منجر به تجزیه کانی‌ها در آب و هوای مرطوب می‌باشد (لرمن و می بک<sup>۶</sup>، ۱۹۸۵؛ فایر بریج<sup>۷</sup>، ۱۹۷۰؛ درور<sup>۸</sup>، ۱۹۹۴). برای نمونه هوازدهی شیمیایی در درصد ترکیب رسوبات نقش شایانی بازی می‌کند (گارزنتی<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۵) و سبب تولید کانی‌های، آلومنیوم، اکسید آهن، منیزیوم، سدیم، پتاس، کربنات کلسیم و سیلیس می‌گردد (لرمن و می بک، ۱۹۸۵). همچنین در مناطق با بارندگی کافی، در رسوبات سست و گسسته مانند ماسه‌های بادی سبب شستشوی کربنات کلسیم از سطح زمین به لایه‌های پایینی می‌گردد (ماش و بتیس<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۰) هدف از این پژوهش، شناسایی و پتانسیل یابی کانی‌ها و عناصر تپه‌های ماسه‌ای فسیل و روان در بخش خاوری اهواز می‌باشد.

## منطقه مورد مطالعه

تپه‌های ماسه مورد مطالعه در این پژوهش، در بخش خاوری اهواز که دارای مختصات جغرافیایی (عرض ۳۱° تا ۳۱°۲۰' و طول جغرافیایی ۴۸°۵۴' تا ۴۹°۳۰') می‌باشد (شکل ۱). وسعت منطقه مورد مطالعه حدود ۳۶۷۷ کیلومتر مربع می‌باشد. همچنین از نظر جغرافیایی از سمت جنوب باختری و جنوب خاوری به ترتیب به اهواز و رامشیر و از خاور و شمال خاوری به ترتیب به رودخانه جراحی و شهرستان رامهرمز و از سمت باختر به شهرک ملائانی محدود می‌باشد. از دیدگاه اقلیمی، میانگین دما و بارش منطقه مورد مطالعه در ایستگاه سینوپتیکی اهواز، طی بازه زمانی ۵۳ ساله (-۲۰۱۰ تا ۱۹۵۷)، به ترتیب: ۲۵.۴ درجه سانتی گراد و ۲۰۹ میلیمتر می‌باشد (سایت سازمان هواشناسی کشور).

<sup>81</sup> - American Association for the Advancement of Science

<sup>82</sup> - S. L. Forman

<sup>83</sup> - Lancaster

<sup>84</sup> - E. Kalinska-Nartisa

<sup>85</sup> - Refaat and Hamdan

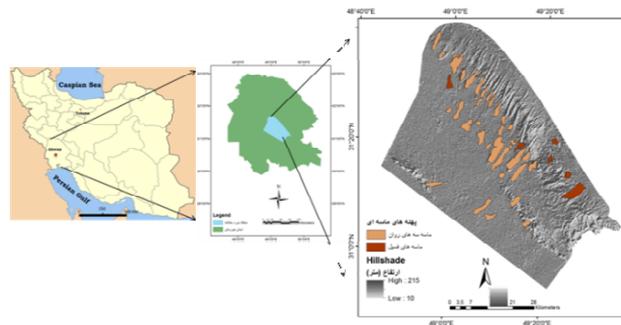
<sup>86</sup> - A. Lerman and M. Meybeck

<sup>87</sup> - R. W. Fairbridge

<sup>88</sup> - Derver

<sup>89</sup> - E. Garzanti

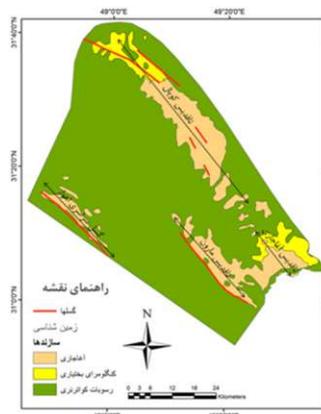
<sup>90</sup> - Mush and Bettis



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه و تپه‌های ماسه‌ای آن.

### ۱-۲- زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه از دیدگاه زمین شناسی در بخش خاوری فرو افتادگی دزفول می‌باشد که در آن سازندهای پایینی گروه فارس شامل کنگلو مرای بختیاری و سازند ماسه سنگی آجاجاری برونزد دارند (آورجانی و همکاران، ۱۳۹۰) (شکل ۲). از نظر سنگ شناسی سازند آجاجاری متشکل از لایه-های ماسه سنگی و میان لایه های مارنی (احمدی و همکاران، ۲۰۱۵) و با سن میوسن میانی تا پلیوسن می‌باشد و سازند کنگلومرای بختیاری شامل مواد آواری حاصل از سازندهای زاگرس با سیمان آهکی در پلیوسن رسوبگذاری شده‌اند (مطیعی، ۱۳۷۲، احمدی، ۱۳۹۱، هوک و همکاران، ۲۰۰۴). از دیدگاه زمین شناسی این منطقه در رده نخستین چین‌های جوان زاگرس در حال حاضر بحساب می‌آید که در آن تاقدیس‌ها در ابتدای مراحل شکل گیری می‌باشند (آقاناتی، ۱۳۸۳، درویش زاده، ۱۳۸۵، مطیعی، ۱۳۷۲).



شکل (۲) موقعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.

### ۳. مواد و روش‌ها

در این پژوهش نخست با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی منطقه مورد مطالعه شناسایی و نقشه‌های زمین شناسی و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی استخراج گردید. نخست تپه‌های ماسه‌ای به دو دسته شامل: (۱) تپه‌های ماسه‌ای فسیل (۲) تپه‌های ماسه‌ای روان دسته بندی شد که از هر کدام ۳ نمونه و جمعاً ۶ نمونه در راستای طولی منطقه مورد مطالعه از بخش باختری به بخش خاوری گردآوری شد (شکل ۲) تمامی نمونه‌ها از رسوبات سطحی گرفته شدند. در ادامه جهت تعیین عناصر بوجود آورنده نمونه‌ها از دستگاه ایکس آر اف (XRF<sup>۹۱</sup>) در دانشگاه تربیت مدرس بهره برده شد. از دستگاه کلسیمتری برنارد<sup>۹۲</sup> بخاطر دقت بالای در بدست آوردن مقدار کربنات کلسیم استفاده شد.

<sup>۹۱</sup> - X-Ray Fluorescence

<sup>۹۲</sup> - Bernard calcimeter

روش کار دستگاه کلسیمتری برنارد براساس واکنش اسید هیدروکلریدریک رقیق<sup>۹۳</sup> با کربنات‌های موجود در نمونه‌ها می‌باشد که در نتیجه این واکنش گاز Co2 آزاد می‌شود (پانسو و گوتیرو<sup>۹۴</sup>، ۲۰۰۶؛ الفکی<sup>۹۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۶).



مقدار درصد کربنات کلسیم نمونه‌ها از فرمول (۱) بدست می‌آید:

(۱)

$$\text{CaCO}_3 = \frac{V \times 1.79 + 2.28 \times 100}{1000 \times P}$$

CaCO3 = درصد کربنات کلسیم

V = حجم گاز Co2 تولید شده از نمونه

۱.۷۹ = ضریب بدست آمده از جدول پانسو و گاتیرو (۲۰۰۶) می‌باشد (۱.۷۹ یعنی دمای ۲۰ درجه و میانگین فشار ۱۰۱۷ هکتو پاسگال محیط آزمایشگاه)

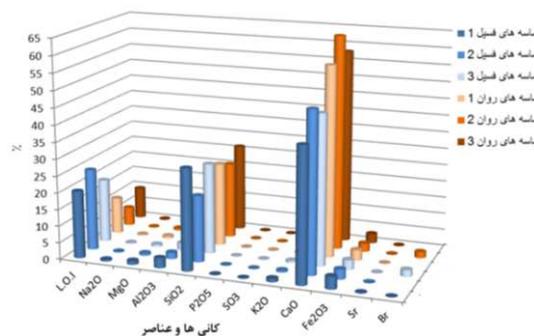
۲.۲۸ = عدد پایدار

P = وزن نمونه

از اینرو جهت بدست آوردن کربنات کلسیم، شمار ۶ نمونه از رسوبات برداشت شده با این دستگاه محاسبه گردید.

#### ۴. بحث و نتایج یافته‌ها

داده‌های رسوبی ۱۱ عنصر را شامل: Na2O, MgO, AL2O3, SiO2, P2O5, SO3, K2O, CaO, Fe2O3, Sr و Br در همه نمونه‌ها نشان می‌دهد. دو عنصر شامل کربنات‌ها و سیلیس‌ها در نمونه‌های گرفته شده دارای بیشترین مقدار از نظر فراوانی هم در تپه‌های ماسه‌ای فسیل و هم در تپه‌ها ماسه‌ای روان می‌باشند.



شکل شماره (۳) نمودار سه بعدی درصد فراوانی کانی‌ها و عناصر تپه‌های ماسه‌ای فسیل و روان.

در مجموع از بازده کانی مورد مطالعه در نمونه‌های ماسه‌های فسیل و روان، ده عنصر دارای تغییر می‌باشند و میانگین CaO در ماسه‌های فسیل تقریباً ۲۰٪ کمتر از ماسه‌های روان می‌باشد. بطوریکه مقدار کربنات‌ها در تپه‌های ماسه‌ای فسیل ۴۰٪ و در تپه‌های ماسه‌ای روان ۶۰٪ می‌باشد. مقدار سیلیس‌ها که بیشتر شامل کانی کوآرنز می‌باشد در تپه‌های ماسه‌ای فسیل اندکی بیشتر از تپه‌های ماسه‌ای روان می‌باشد (جدول ۱). از اینرو نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پتانسیل تپه‌های ماسه‌ای روان در تولید و ارائه کانی‌های کربناته بیشتر از تپه‌های ماسه‌ای فسیل می‌باشد و برای کانه‌های سیلیس دار و اکسیدهای آهن و آلومینیوم برای تپه‌های ماسه‌ای فسیل از پتانسیل بالاتری نسبت به تپه‌های ماسه‌ای روان دارند. از این رو در برنامه‌های آمایش سرزمین، این قابلیت ماسه‌های بادی استان خوزستان را در تولید و استفاده از عناصر و کانی‌های کربناته و همچنین بهره بردای از

<sup>93</sup> - Dilute Hydrochloric Acid

<sup>94</sup> - M. Pansu and J. Gautheryou

<sup>95</sup> - J. T. Elfaki

آنها را باید مد نظر قرار داد. بطوریکه اگر هدف ماسه‌های کربناته باشد، ماسه‌های روان و اگر هدف از بهره برداری کانی‌های سیلیس دار و اکسید آهن و آلومنیوم باشد، ماسه‌های فسیل مناسب تر می‌باشند.

جدول شماره (۱) میانگین درصد عناصر و کانی‌های تپه‌های ماسه‌ای فسیل و روان همراه با نسبت آنها.

میانگین همبر	L.O.I	Ni2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	K2O	CaO	Fe2O3	%r	%r
نسبت عناصر ماسه‌های فسیل به ماسه‌های روان (%)	21.48	0.33	0.83	2.29	25.8	0.05	0.06	0.73	40	3.16	0.1	0.66
نسبت عناصر ماسه‌های روان به ماسه‌های فسیل (%)	8.65	0.23	0.66	1.88	24.65	0.01	0.047	0.516	59.6	2.8	0.1	0.6
نسبت عناصر ماسه‌های فسیل به ماسه‌های روان (%)	59.8	30	20.5	18	4.5	20	21.7	25.2	-32.8	12	0	0.1

## منابع

- آقا نباتی، سیدعلی، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. تهران. چاپ دوم.
- اورجانی، شهرام، محبوبی، اسدالله و رضا موسوی حریمی، ۱۳۹۰، ریز رخساره محیط‌های رسوبی و چینه نگاری سکانسی رسوبات الیگو - میوسن (سازند آسماری) در میدان نفتی کوپال، فروافتادگی دزفول مرکزی. فصلنامه زمین شناسی ایران، سال پنجم، شماره نوزدهم، صفحات ۴۵ - ۶۰.
- احمدی، امیر، ۱۳۹۱، مکانیسم شکل‌زای کواترنری بر روی ماسه سنگ آغاچاری در شمالغرب مسجد سلیمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، سال.
- درویش‌زاده، علی، ۱۳۸۵، زمین‌شناسی ایران. انتشارات امیرکبیر، تهران. چاپ دوم.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۵، نقشه مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، برگ اهواز.
- محمودی، فرج الله، ۱۳۸۱، پراکندگی جغرافیایی ریگزارهای مهم ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، چاپ نخست، صص ۱۶۹.
- مطیعی، همایون، ۱۳۷۲، زمین شناسی ایران: چینه شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، چاپ نخست.
- American Association for the Advancement of Science, 2013, **AAAS Atlas of Population and the Environment**. <http://atlas.aaas.org/> (accessed 02.11.13).
- Drever, J.I., 1994, **the effect of land plants on weathering rates of silicate minerals**. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Volume 58, Issue 10, May 1994, Pages 2325-2332.
- Eduardo Garzanti, Sergio Ando, Marta Padoan, Giovanni Vezzoli, Ahmed El Kammar, 2015, **The modern Nile sediment system: Processes and products**. *Quaternary Science Reviews* 130. Pages 9-56.
- Steven L. Forman, Alfonsina Tripaldi, Patricia L. Ciccioli, 2014, **Eolian sand sheet deposition in the San Luis paleodune field, western Argentina as an indicator of a semi-arid environment through the Holocene**. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 411. Pp., 122-135.
- R. W. Fairbridge, 1970, **Rock weathering**. Plenum Press, New York.
- M.A. Hamdan, A.A. Refaat, E. Abu Anwar, N.A., 2015, **Shallaly Source of the aeolian dune sand of Toshka area, southeastern Western Desert, Egypt**. *Aeolian Research* 17 Pp., 275-289.
- Muhs, D.R., and Bettis, E.A., 2000, **Geochemical Variations in Peoria Loess of Western Iowa Indicate Paleowinds of Midcontinental North America during Last Glaciation**. *Quaternary Research*, Vol. 53, Pp., 49 - 61.
- M. Pansu and J. Gautheryou, 2006, **Soil of analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods**, published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
- Lerman and M. Meybeck, 1985, **Physical and Chemical Weathering in Geochemical Cycles**. Vol. 251. Press by, Kluwer Academic Publishers.
- N. Lancaster, S. Baker, S. Bacon, G. McCarley-Holder, 2015, **Owens Lake dune fields: Composition, sources of sand, and transport pathways**. *CATENA*, Volume 134, November 2015, Pages 41-49.
- J. T. Elfaki1, M. A. Gafei, M. M. Sulieman, M. E. Ali, 2016, **Assessment of Calcimetric and Titrimetric Methods for Calcium Carbonate Estimation of Five Soil Types in Central Sudan**. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, Pp., 120-127.
- Homke, S., Verges, J., Garces, B., Emami, H., Karpuz, R., 2004, **Magnetostratigraphy of Miocene-Pliocene Zagros foreland deposits in the front of the Push-e Kush Arc (Lurestan Province, Iran)**. *Earth and Planetary Science Letters*. 225, 397-410.

## بررسی ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژیکی حوضه آبریز قره‌سو

### با اهداف برنامه‌ریزی‌های محیطی

<sup>۱</sup> دکتر مجتبی یمانی ، <sup>۲</sup> خبات امانی

<sup>۱</sup> استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، [myamani@ut.ac.ir](mailto:myamani@ut.ac.ir)

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، [khabat.amani@ut.ac.ir](mailto:khabat.amani@ut.ac.ir)

#### مقدمه

رودخانه‌ها، از مهم‌ترین شریان‌های حیاتی شهرها و به عنوان هسته تجمع و استقرار بشر به شمار می‌روند. شناخت استعدادها و پتانسیل‌های رودخانه‌ها از جمله مهم‌ترین مواردی است که در حیطه دانش ژئومورفولوژی قرار می‌گیرد. مورفولوژی رودخانه علم شناخت سیستم رودخانه از نظر شکل و فرم کلی، ابعاد و هندسه هیدرولیکی، راستا و پروفیل طولی بستر و نیز روند و مکانیسم تغییرات آن می‌باشد. دانه‌بندی مواد بستر و کناره‌ها نوع رژیم جریان، ویژگی‌های حمل مواد رسوبی و مشخصه‌های هیدرولیکی جریان از جمله عوامل مؤثر در عملکرد مورفولوژیک رودخانه‌ها تلقی می‌شوند (بهادری خسروشاهی، ۱۳۷۵). امروزه ژئومورفولوژی رودخانه‌ای به عرصه جدیدی وارد شده و به عنوان پایه‌ای برای مطالعه تغییرات محیطی درآمده که برای مدیریت مجراهای رودخانه‌ای به کار می‌رود (گرگوری و همکاران، ۲۰۰۷). به تناسب سرعت تمرکز آب‌ها و کوچک شدن سطح آستانه تمرکز، رودخانه‌ها حالت طغیانی به خود گرفته و منجر به وارد شدن خسارت به سازه‌های انسانی می‌شود. لذا باید برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران شهری در اجرای پروژه‌های عمرانی و توسعه کلیه موارد را به ویژه در میحط سیستم حرکت آب‌های سطحی مد نظر قرار دهند (نصری، ۱۳۸۸).

توسعه و عمران در مناطق مختلف شهری، روستایی و صنعتی که در بستر محیط طبیعی قرار دارند همواره نیازمند مطالعه دقیق در ویژگی‌های طبیعی آنهاست (ثروتی و همکاران، ۱۳۸۸). تغییر در خصوصیات هندسی و هیدرولیکی مقاطع رودخانه که بر اثر کاربری‌های مختلف انسانی در حاشیه و بستر رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد، غالباً عواقب زیان‌باری از قبیل افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی و تهاجم آب شور (مارستونا و همکاران، ۲۰۰۳) و همچنین تخریب طولی و عرضی کانال رودخانه و سازه‌های احداثی در آن‌ها را بدنبال دارد (خالدی درویشان و همکاران، ۱۳۹۰).

مطالعات ژئومورفولوژیکی در مورد بسیاری از حوضه‌های بزرگ دنیا انجام شده است. که در ادامه بصورت اجمالی به تعدادی از آن‌ها پرداخته می‌شود: شیدر و همکاران (۲۰۰۲) با مطالعه در سه حوضه واقع در ایالات متحده، تأثیر گسترش کاربری شهری را در واکنش هیدرولوژیکی حوضه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با توسعه اراضی شهری، واکنش حوضه به وقوع بارندگی و زمان تأخیر کاهش و دبی اوج افزایش می‌یابد. بران و باند (۲۰۰۲) اثر تغییر کاربری و توسعه مناطق شهری را بر رفتار هیدرولوژیک حوضه گیانزفالز در ایالات متحده بررسی کرده و دریافتند که تغییر کاربری باعث کاهش حدود ۲۰ درصدی دبی پایه حوضه شده است.

نصری (۱۳۸۸) به بررسی تأثیر سیلاب‌ها و شبکه‌های مسیل بر برنامه‌ریزی شهری در شهر زواره پرداخت و شهر و زیرحوضه‌های بالادست آن را به واحدهای هیدرولوژیکی کوچکتری تقسیم کرد تا بر مبنای آن برنامه توسعه و ایمن‌سازی و اجرای طرح‌های مختلف هیدرولوژیکی ارائه گردد. گورابی و یمانی (۱۳۹۱) در مطالعه ارتباط کمی ویژگی‌های ژئومورفولوژیک حوضه‌های زهکشی و مخروط‌افکنه‌های آن‌ها در ایران مرکزی دریافتند که بین برخی از پارامترهای ژئومورفیک حوضه و مخروط‌افکنه همبستگی معناداری وجود ندارد. همچنین با توجه به طبقه‌بندی اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، ضرایب رابطه‌های اختصاص یافته به پارامترهای مورد بررسی تفاوت چشم‌گیری را نشان دادند.

نیری و همکاران (۱۳۹۵) شاخص‌های هیدروژئومورفولوژی و هیدرولوژیکی حوضه تروال را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که تحت تأثیر عواملی مانند بارندگی اندک، شیب کم، رسوبات ریز و منفصل میزان نفوذ آب افزایش یافته و به تبع آن فرسایش‌پذیری خاک کاهش می‌یابد. پژوهش حاضر به بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی حوضه آبریز قره‌سو جهت انجام برنامه‌ریزی‌های محیطی پرداخته و ضمن محاسبه ضرایب مختلف مربوط به حوضه‌های آبریز، نتایج را در قالب جدول، نقشه‌ها و نمودارهایی ارائه کرده است. نتایج این پژوهش می‌تواند در مطالعات مربوط به آمایش سرزمین در استان کرمانشاه به عنوان یکی از منابع پایه مورد استفاده قرار گیرد.

### منطقه مورد مطالعه

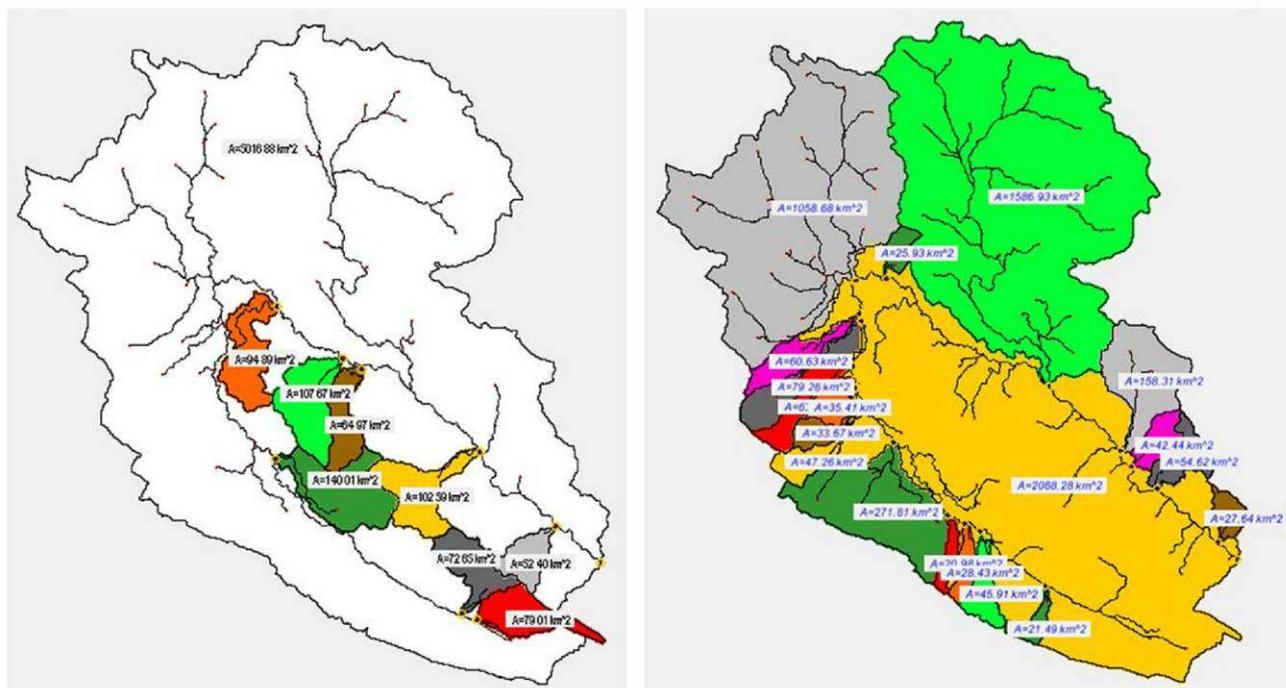
حوضه آبریز قره سو در محدوده طول جغرافیایی  $46^{\circ}22'$  تا  $47^{\circ}00'$  و بین عرض جغرافیایی  $34^{\circ}00'$  تا  $34^{\circ}55'$  قرار گرفته است. این رودخانه از شاخه‌های مهم و اولیه رودخانه سیمره بوده و جریان آب قسمت‌هایی از استان‌های کرمانشاه و کردستان را جمع‌آوری کرده و به رودخانه سیمره هدایت می‌کند. سرچشمه اصلی این رودخانه سراب روانسر واقع در  $50$  کیلومتری شمال غرب کرمانشاه می‌باشد. این رودخانه با یک شیب آرام از داخل شهر کرمانشاه عبور کرده و در نزدیکی فرامان به رودخانه گاماسیاب می‌پیوندد.

### مواد و روشها

در این پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای، تجربی و توصیفی - تحلیلی استفاده شده است. نرم افزارهای مورد نیاز، Arc Gis, WMS, Google Earth, Excel هستند. همچنین آمارهای هیدرومتری، هیدرولوژی و هواشناسی حوضه از مادر تخصصی منابع آب ایران و سایت هواشناسی استان کرمانشاه گردآوری گردیده و سپس در محیط نرم افزار Excel وارد شده و تفسیر و تشریح شده‌اند. جهت نیل به اهداف تحقیق ابتدا نقشه‌ها و داده‌های مورد نظر با استفاده از برنامه سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج و تجزیه و تحلیل شدند. سپس اطلاعات مربوط به مشخصه‌های اصلی حوضه با استفاده از روش‌ها و فرمول‌های مرسوم و موجود در منابع معتبر علمی استخراج شد. سرانجام با مطالعه‌ی منابع کتابخانه‌ای و تحلیل آمارهای اقلیمی و هیدرولوژیکی حوضه، تفسیر و تبیین هیدروژئومورفولوژی حوضه صورت گرفته است.

### بحث و یافته‌ها

غالباً طرفین رودخانه‌ها از نظر مساحت و محل اتصال سرشاخه‌ها متقارن نمی‌باشد و باتوجه به شرایط توپوگرافی حوضه ممکن است مساحت زیرحوضه‌ها در یک طرف بیشتر از ساحل روبه‌رو باشد. شکل ۱ مساحت زیرحوضه‌های سواحل راست و چپ رودخانه قره‌سو را نشان می‌دهد و همان‌طور که مشاهده می‌شود مساحت ساحل راست رودخانه  $3708$  کیلومترمربع می‌باشد اما مساحت زیرحوضه‌های ساحل چپ رودخانه  $668/5$  کیلومتر مربع است و حدود  $5/5$  برابر بیشتر می‌باشد.



شکل ۱: مساحت زیرحوضه‌های سواحل راست و چپ رودخانه

جدول ۱: مساحت زیر حوضه‌های سواحل راست و چپ رودخانه

شماره زیر حوضه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	جمع
مساحت $km^2$	۲۷/۶۴	۵۴/۶۲	۴۲/۴۴	۱۵۸/۳	۱۵۸۶/۹	۲۵/۹۳	۱۰۵۸/۷	۶۰/۶۳	۷۹/۲۶	۷۹/۲۶
شماره زیر حوضه	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	جمع
مساحت $km^2$	۶۳/۲۰	۳۵/۴۱	۳۳/۷	۴۷/۲۶	۲۷۱/۸	۲۱	۲۸/۴	۹۱/۴۵	۲۱/۴۹	۳۷۰/۸
شماره زیر حوضه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	جمع	
مساحت $km^2$	۵۲/۴	۱۰۲/۹	۶۵	۱۰۷/۶	۴۸/۹	۱۴۰	۷۲/۶۵	۷۹	۶۶۸/۵	

جدول ۲ اطلاعات و محاسبات مختلفی را در مورد حوضه آبریز قره‌سو نشان می‌دهد. تراکم شبکه زهکشی که نسبت طول آبراهه‌ها به مساحت حوضه است در مورد حوضه قره‌سو مقدار بالایی را به دست داده است و حاکی از متراکم بودن آبراهه‌ها در حوضه است. نسبت انشعاب حوضه عدد ۲/۹ را نشان می‌دهد که با توجه به اینکه کمتر از مقدار معمول حوضه‌ها است می‌توان نتیجه گرفت که منحنی تغییرات دبی سیل حوضه قره‌سو در مقایسه با حوضه‌های دیگر دارای نقطه اوج ملایم‌تری است. با توجه به مقدار به دست آمده برای ضریب گراویلیوس می‌توان پی برد که حوضه قره‌سو کشیده است و در مقابل خطر سیل آسیب‌پذیری کمتری دارد چون سرشاخه‌های مختلف با فاصله زمانی به رودخانه اصلی می‌ریزند. با دقت در نتایج حاصل از محاسبات نسبت دایره‌ای، کشیدگی و طول و عرض مستطیل معادل می‌توان به کشیده بودن شکل حوضه و مصونیت آن در برابر خطر سیل پی برد. ارتفاع متوسط بالای حوضه حاکی از موقعیت اقلیمی مرطوب حوضه و متفاوت بودن آن از نظر هیدرولوژیکی است.

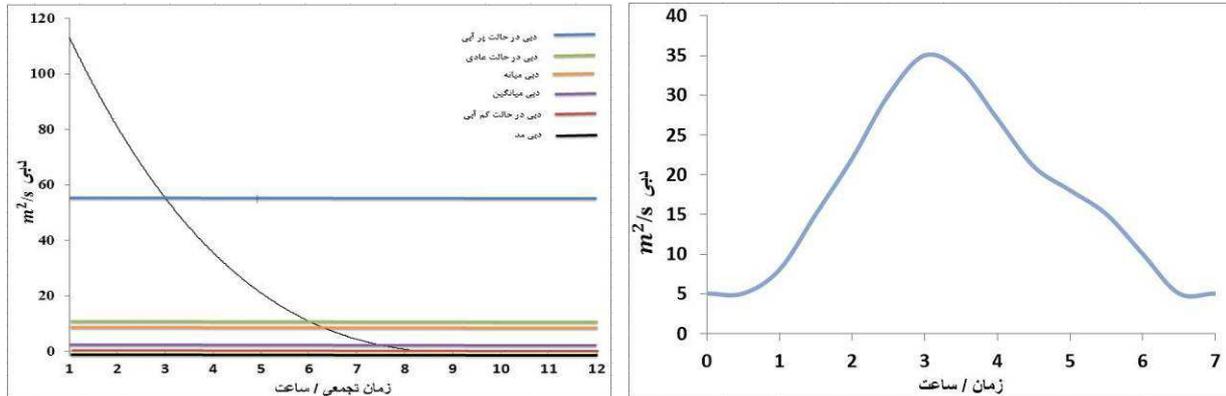
جدول ۲: محاسبات عددی مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و هندسی حوضه

ارتفاع متوسط حوضه ( $m$ )	عرض مستطیل معادل	طول مستطیل معادل	نسبت کشیدگی	نسبت دایره ای	(ضریب گراویلیوس)	نسبت انشعاب	متوسط طولی جریان سطحی ( $km$ )	تراکم شبکه زهکشی ( $km/km^2$ )
$\bar{H} = \frac{\Sigma(\alpha \times H)}{A}$	$L = \frac{C\sqrt{A} - \sqrt{C^2A - 1.2544A}}{1.12}$	$L = \frac{C\sqrt{A} + \sqrt{C^2A - 1.2544A}}{1.12}$	$R_c = \frac{2}{L_m} \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0.5} = \frac{1}{(0.786)} L_m$	$R_c = \frac{A}{A^2} = 12.57 \frac{p_2}{p_1}$	$C = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$	$BR = \frac{1}{\left(\frac{n_1}{n_2} + \frac{n_2}{n_3} + \frac{n_3}{n_4} + \dots + \frac{n_{i-1}}{n_i}\right) i - 1}$	$L_0 = \frac{1}{2(4.02883)}$	$\frac{\Sigma L_j}{A}$ $H = \frac{\Sigma L_j}{A}$
۱۶۳۴/۹	۲۲/۵۳	۲۵۴/۱۶	۰/۴۲	۰/۰۱۸	۲/۰۴۷	۲/۹۳۴	۰/۱۲۴	۴/۰۲۸

**هیدروگراف:** نموداری است که تغییرات دبی را نسبت به بارش نشان می‌دهد (علیزاده، ۱۳۸۹). شکل ۲ (راست) وضعیت دبی حوضه را در یک بارندگی با تداوم ۷ ساعته نشان می‌دهد. دبی رودخانه از ۵ متر مکعب بر ثانیه در حالت عادی شروع می‌شود و کم‌کم اوج می‌گیرد. در بیشترین شدت بارندگی به ۳۵ متر مکعب می‌رسد و کم‌کم نزول کرده تا دوباره به ۵ متر مکعب برسد. در این شکل چون هیدروگراف بلافاصله پس از رسیدن به اوج نزول کرده می‌توان پی برد که زمان تمرکز در حوضه برابر با تداوم بارندگی بوده است.

**دبی کلاسه:** شکل ۲ (چپ) دبی کلاسه حوضه را نشان می‌دهد که از رسم دبی رودخانه نسبت به زمان تجمعی به دست می‌آید. منحنی دبی نرمال در حالت پربابی معادل مقدار جریانی است که در ۹۱ روز از سال دبی مساوی یا بیشتر از آن باشد. دبی نرمال در حالت کم آبی، جریانی است که در

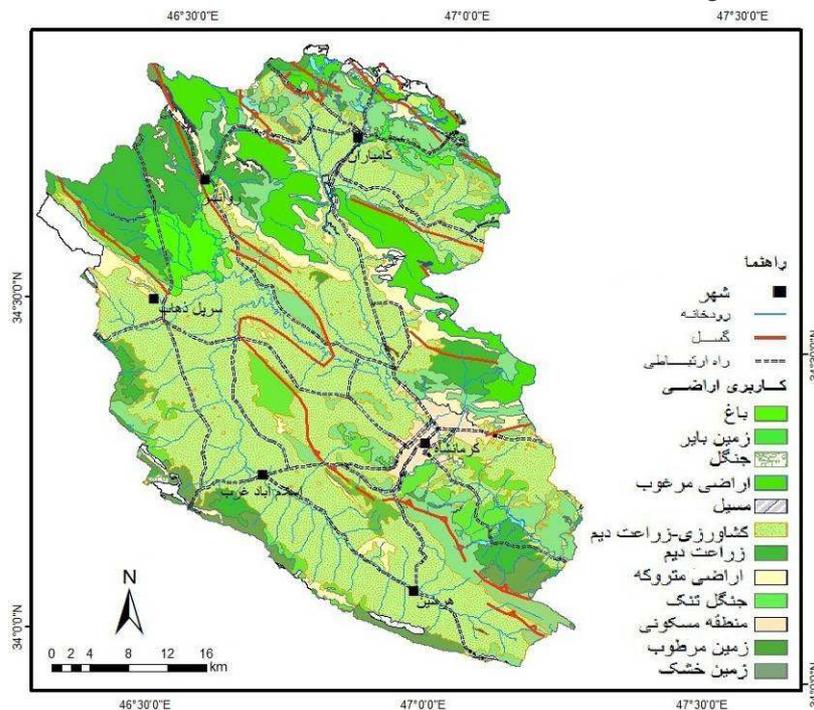
۲۷۴ روز از سال دبی مساوی یا بالاتر از آن است. ملاحظه می‌شود دبی در حالت پربابی بسیار بیش‌تر از سایر نمودارها بوده و نشان از توزیع نسبتاً ناهمگون بارش در فصل سرد سال دارد و این امر از اقلیم منطقه پیروی می‌کند اما بین سایر نمودارهای ارائه شده اختلاف بسیاری دیده نمی‌شود.



شکل ۲: نمودار هیدروگراف حوضه (راست)، نمودار دبی کلاسه حوضه (چپ)

### کاربری اراضی

غالب کاربری‌ها در حوضه قره‌سو مربوط به جنگل، اراضی زراعی، کشاورزی و در مجموع پوشش گیاهی می‌باشد. دلیل آن علاوه بر شیب مناسب و سطح بالای آب‌های زیرزمینی، اقلیم مرطوب منطقه می‌باشد. به دلیل قابلیت‌های فراوان حوضه، فقط حواشی آن در قسمت‌های شرقی و شمال-شرقی بایر یا متروکه بوده و سایر بخش‌ها برای بسیاری از کاربری‌ها مناسب ارزیابی می‌شوند. عمده‌ترین مساحت حوضه را دشت ماهیدشت در بر گرفته است که در طول رودخانه اصلی گسترده شده و کاربری آن زراعت آبی و دیم می‌باشد. مهم‌ترین کاربری مسکونی حوضه نیز کلان شهر کرمانشاه است که تقریباً در بخش انتهایی رودخانه اصلی استقرار یافته و شیب کناره‌های بستر پس از آن افزایش می‌یابد و عمدتاً کاربری آن به دلیل شیب زیاد بایر و متروکه است (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی حوضه آبریز قره‌سو

### نتایج

شکل و فرم حوضه آبریز قره‌سو بسیار متمایز از حوضه‌های عادی است. طول رودخانه اصلی در حوضه بسیار زیاد بوده و ضرایب مربوط به کشیدگی، گراویلیوس، دایره‌ای، انشعاب و غیره نشان‌دهنده آن است که حوضه در برابر بارش‌های شدید و سیل انعطاف بالایی دارد. چون هرکدام از شاخه‌ها در هنگام وقوع سیل با اختلاف زمانی نسبتاً بالایی به رودخانه اصلی می‌ریزند. در نتیجه غالب آب ناشی از بارندگی بصورت همزمان در رودخانه اصلی جاری نمی‌شود. لذا در برنامه‌ریزی‌های مربوط به آمایش سرزمین در حوضه آبریز باید توجه داشت که استقرار کاربری‌هایی که تراکم بالای جمعیت انسانی را نمی‌طلبد در محدوده‌های نزدیک بستر رودخانه بلامانع است. با بررسی کاربری اراضی حوضه قره‌سو این نتیجه حاصل شد که به دلیل شرایط مناسب محیطی غالب مساحت حوضه را پوشش گیاهی فرا گرفته است و یکی از بزرگترین دشت‌های آبرفتی کشور یعنی ماهیدشت در این حوضه قرار دارد که با برنامه‌ریزی‌های دقیق می‌توان جایگاه این منطقه را در تولیدات کشاورزی ارتقا بخشید.

### مراجع

- [۱] بهادری خسروشاهی، فیروز، بررسی عوامل مؤثر در مهار فرسایش و تثبیت سواحل و بستر رودخانه‌های کوهستانی، سمینار مهندسی رودخانه، ۱۳۷۵.
- [۲] ثروتی، محمدرضا، خضری، سعید، رحمانی، توفیق، بررسی تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۷، ۱۳۸۷.
- [۳] خالدی درویشان، عبدالواحد، صادقی، سیدحمیدرضا، غلامی، لیل، اثر حساسیت به فرسایش و کاربری اراضی بر خصوصیات مورفومتری رسوب بستر (مطالعه موردی: رودخانه وازرود)، نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۱، شماره ۴، ۱۳۹۰.
- [۴] علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ سی و سوم، ۱۳۹۰.
- [۵] گورابی، ابوالقاسم، یمانی، مجتبی، ارتباط کمی ویژگی‌های مورفولوژیک حوضه‌های زهکشی و مخروط‌افکنه‌های آن‌ها در ایران مرکزی، پژوهش‌های کمی، شماره ۲، ۱۳۹۱.
- [۶] نصری، محمود، بررسی سیلاب‌ها و شبکه مسیل‌های تأثیرگذار بر شهر زواره و توجه به آن در برنامه‌ریزی شهری، فصل‌نامه جغرافیایی چشم انداز زاگرس، سال اول، شماره ۲، ۱۳۸۸.
- [۷] نیری، هادی، امانی، خبات، گنجائیان، حمید، بررسی شاخص‌های هیدروژئومورفولوژی و هیدرولوژی حوضه آبریز تروال، هیدروژئومورفولوژی، شماره ۷، ۱۳۹۵.
- [8] Brun, S.E., and Band, L. E. (2002). **Simulating runoff behaviour in an urbanizing watershed**. *Computrs. Environment and Urban Systems*, 24(1), 5-22.
- [9] Gregory, K.J., Benito, G., Downs, P. W. (2007), **Applying fluvial geomorphology to rive channel management: Background for progress towards a palaeo-hydrology protocol**, ELSEVIER, *Journal of Geomorphology*.
- [10] Marstona RnA, Bravard JP and Greenc T, (2003). **Impacts of reforestation and gravel mining on the Malnant River, Haute-Savoie, French Alps**. *Geomorphology* 55: 65-74
- [11] Sheeder, S.A., Ross, J.D., and Carlson, T.N. (2002). **Dual urban and rural hydrograph in three small watersheds**. *J. Water Resources Association*, 38(4), 1027-1040.

## مخاطره سیلاب و آمایش شهر کابل

خدیجه محمدی<sup>۱\*</sup>، دکتر ابراهیم مقیمی<sup>۲</sup>، منصور جعفر بیگلوی<sup>۳</sup>

دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، [kh\\_mohammadi\\_92@ut.ac.ir](mailto:kh_mohammadi_92@ut.ac.ir)

استاد ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، [emoghimi@ut.ac.ir](mailto:emoghimi@ut.ac.ir)

دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، [mjbeglou@ut.ac.ir](mailto:mjbeglou@ut.ac.ir)

### مقدمه

ژئومورفولوژی در برخی موارد، بستر مناسبی برای توسعه فیزیکی شهرها فراهم می‌سازد. گاهی نیز با وجود مساعدت ژئومورفولوژی، توسعه فیزیکی شهرها به سمتی است که نتیجه آن برخورد شهر با فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژیکی نامناسب و پرمخاطره خواهد بود. بدون تردید سیل به عنوان یکی از مهمترین خطرات طبیعی شناخته شده است. همچنین در عمل سیلاب هم از نظر تلفات جانی و هم از نظر خسارات مالی درخور توجه می‌باشد (حسینی، شماره ۱۶). بنابراین، در برنامه‌ریزی توسعه فیزیکی شهرها توجه به ژئومورفولوژی منطقه ضروری است. جمعیت یکی از عناصر بنیادی در برنامه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی محسوب می‌شود. بر این اساس، آگاهی از چند و چون جمعیت و شناخت ساختار، ابعاد و گستردگی فضایی آن از ابزارهای مهم تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی به شمار می‌رود. (مهدوی، ۱۳۷۷: ۶۱). جمعیت یکی از اجزای مهم سازمان فضایی است که ساختار فضایی مشخصی برای خود دارد. به عبارتی، ساختار فضایی از آرایش و سازمان یابی پدیده‌ها که نتیجه فرایندهای طبیعی، اجتماعی و اقتصادی است به وجود می‌آید. گفتنی است که در میان فرایند فضایی و ساختار فضایی تفاوت‌هایی دیده می‌شود. به این شکل که فرایند فضایی یک نو تحرک و پویایی را در سطح زمین نشان می‌دهد، در حالی که ساختار فضایی نتیجه آرایش پدیده‌ها در سطح زمین است (پوراحمد، ۱۳۸۹: ۷۲).

### مواد و روشها

تحقیق حاضر بر اساس روش کتابخانه ای گردآوری شده است.

### تحولات جمعیت شهری کابل

جمعیت کابل در سال ۱۹۲۵ حدود ۹۰۰۰۰ بود. ساختار ابتدائی شهر کابل در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ بنا نهاده شد که در آن وقت توسعه مسکونی به طور فعال انجام شد، جاده اصلی جاده میوند و دانشگاه کابل، بیمارستان‌ها و بازارها متعاقباً ساخته شد. توسعه سیستم جاده ای و مسکونی بعد از دهه ۱۹۵۰ ادامه یافت و کابل به عنوان بزرگترین شهر افغانستان با جمعیتی در حدود ۳۸۰۰۰۰ نفر در سال ۱۹۶۲ به وجود آمد. اولین طرح جامع شهر توسط متخصصین افغان و روس در طول سال‌های ۱۹۶۲-۱۹۶۴ با جمعیت طرح شده ۸۰۰۰۰۰ هزار نفر تهیه شد. کابل در دهه سال ۱۹۷۰ درگیر یک سری آشفتگی‌های سیاسی شد، کودتای بدون خون ریزی سال ۱۹۷۳ برای تأسیس دولت جمهوری خواه، کودتای نظامی در ۱۹۷۸ تا تهاجم نیروهای شوروی در سال ۱۹۷۹ و اشغال نیروهای شوروی یا جنگ داخلی به دنبال اشغال روس، بسیاری از مهاجران به شهر کابل هجوم آوردند و جمعیت به ۵.۱ میلیون نفر در سال ۱۹۹۲ رسید. در طول جنگ داخلی به ویژه بعد از سقوط رژیم کمونیست در سال ۱۹۹۲ کابل نه تنها از زیربنای شهری بلکه از سیستم اجتماعی برای تعلیم و تربیت، دارو و درمان و دیگر خدمات محروم شد. آسیب‌های بشری بعد از ۱۹۹۲ موجب از بین رفتن ۵۰۰۰۰ هزار زندگی در کابل و مهاجرت صدها هزار نفر در حومه کابل شد و در سال ۱۹۹۷ در حدود ۵۰۰۰۰ هزار بیوه فقط در کابل گزارش شد. بیشتر مهاجران بعد از روی کار آمدن رژیم طالبان به کابل برگشتند. بر اساس آمارگیری سازمان ملل در سال ۱۹۹۹-۲۰۰۰ جمعیت کابل در سال ۱۹۹۹، ۷۸ میلیون بود. (دفتر همکاری منطقوی ملل متحد پروژه آمارگیری جمعیت، کابل جنوری ۲۰۰۱) رشد جمعیت در طول این مدت در جدول (۱-۱) به طور اختصار ارائه شده است.

### جدول (۱-۱) رشد و تحولات جمعیتی شهر کابل در دوران‌های مختلف

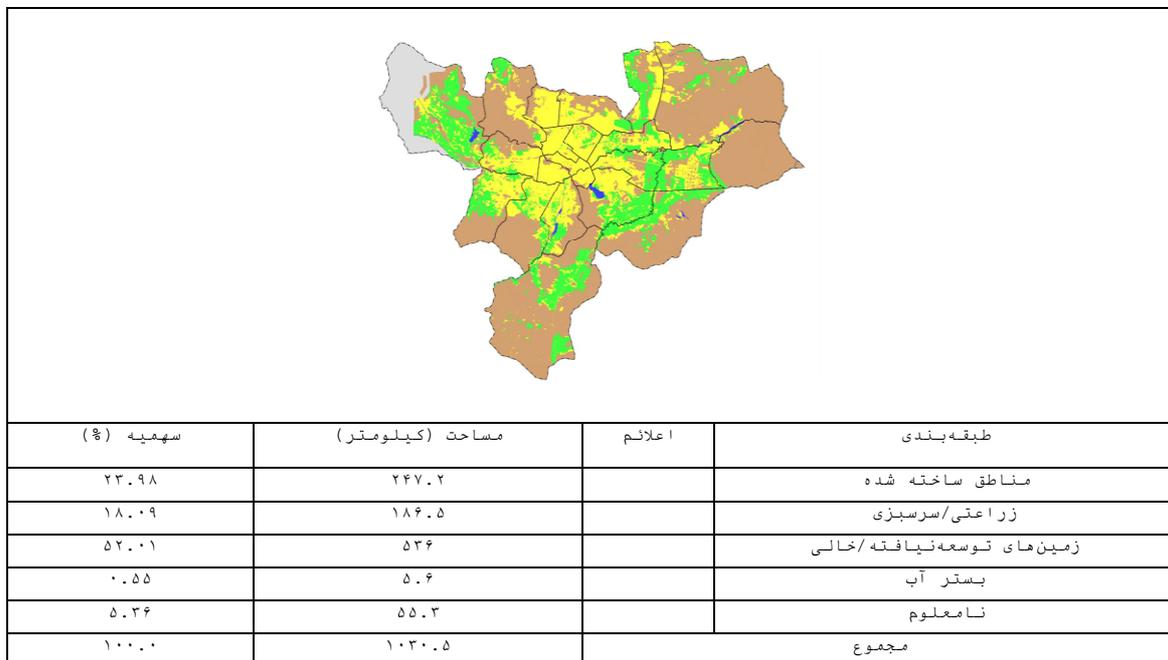
سال	جمعیت	درصد رشد	مساحت	مراحل توسعه
۱۷۰۰	۱۰۰۰۰	.....	.....	کابل پایتخت افغانستان شد (۱۷۷۵)
۱۸۷۸	۷۰۰۰۰	.....	۱۸۰	به عنوان یک شهر بازاری توسعه یافت
۱۹۱۶	۶۵۰۰۰	.....	۴۰۰	صنایع بافندگی و چرم توسعه یافت
۱۹۲۵	۹۰۰۰۰	۲.۳	۴۵۰	استقلال (۱۹۱۹)
۱۹۴۰	۱۲۰۰۰۰	۹.۱	۵۰۰	بازسازی خانه‌ها (۱۹۳۰)

ساخت زیر بناهای اصلی شهر، تبدیل شدن به بزرگترین شهر افغانستان	۶۸۴۰	۴.۵	۳۸.۰۰۰	۱۹۶۰
تجاوز شوروی، تأسیس شورای استانی	۱۶۸۳۰	۷.۴	۱۵۰۰.۰۰۰	۱۹۹۲
جنگ داخلی، دولت طالبان (۱۹۹۴)	۲۵.۰۰۰	۳.۲	۱.۰۷۸۰.۰۰۰	۱۹۹۹
دولت انتقالی (۲۰۰۱)	۴۰.۰۰۰	۵.۴	۲.۰۰۰.۰۰۰	۲۰۰۰

### کاربری اراضی

ویژگی‌های کاربری اراضی شهر کابل که در نقشه شماره (۱-۱) نشان داده شده است که مناطق ساخته شده ۲۴۷.۲ کیلومترمربع را اشغال نموده و شامل ۲۴٪ مساحت شهری به حساب می‌آید زمین‌های زراعتی و سبز ۱۸.۱٪ و زمین‌های بایر و خالی ۵۲٪ را اشغال نموده‌اند. JICA: Sector Report9, 2009,22)

شکل (۱-۱) نقشه کاربری فعلی اراضی در شهر کابل

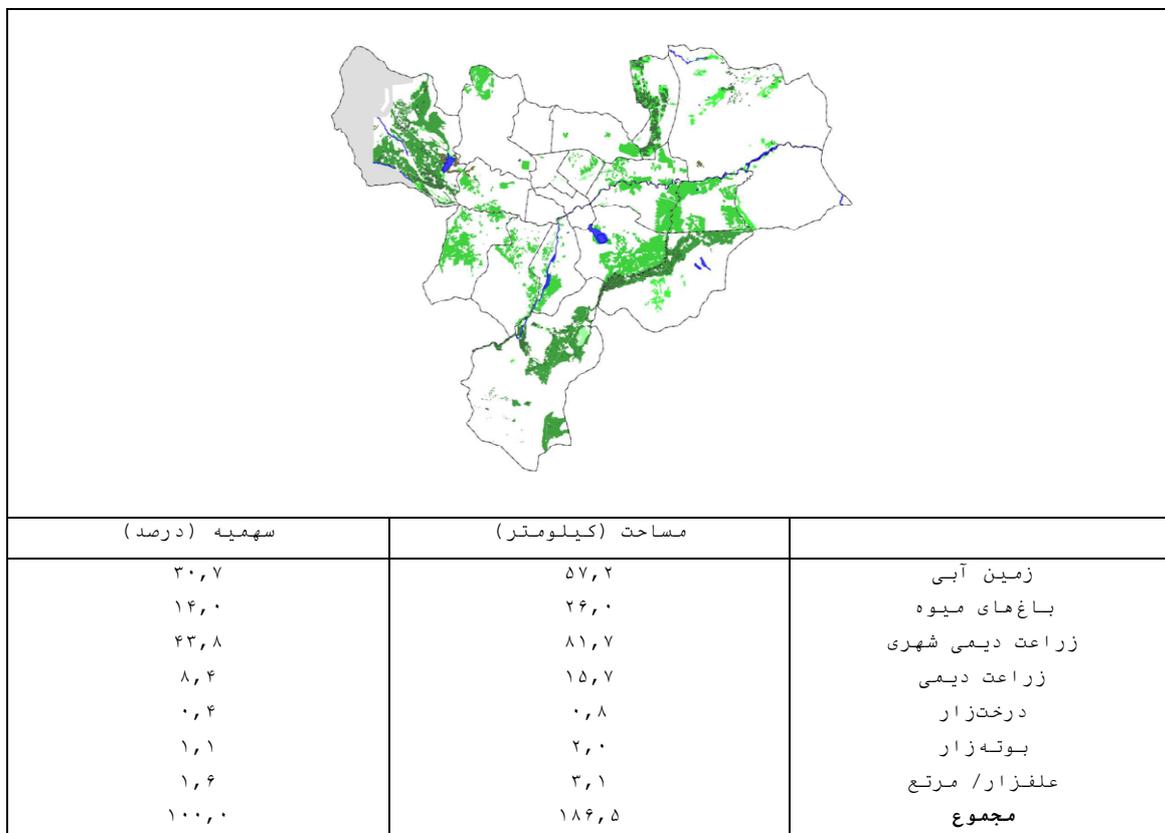


(JICA, Sector Report9)

### کاربری فضای سبز

کاربری زمین‌های زراعتی و سرسبزی در شکل (۱-۲) خلاصه گردیده است. طوری که از جدول معلوم می‌شود زمین کشاورزی مشتمل بر زراعت دیمی در مناطق شهری که ۸۱،۷ کیلومترمربع و یا ۴۳،۸ درصد مجموعی زمین زراعتی و سرسبزی را اشغال نموده، اراضی آبی ۵۷،۲ کیلومترمربع و یا ۳۰،۷ درصد، باغستان ۲۶ کیلومترمربع یا ۱۴ درصد و دیگر زراعت دیمی ۱۵،۷ کیلومترمربع یا ۸،۴ درصد می‌باشد. (JICA: Sector Report9, 2009,22)

شکل (۱-۲) نقشه توزیع مناطق زراعتی و دیگر مناطق سبز



(JICA, Sector Report 9: p24)

### وضعیت فعلی مسکن در نواحی شهری کابل

معلومات در رابطه وضعیت خانه سازی در شهر کابل بسیار محدود است، اگر چه بسیاری از خانه‌های موجود در طول جنگ‌های داخلی آسیب دیده یا تخریب شده اند، کمبود شدید خانه کافی در شهر به روشنی قابل مشاهده است. وزارت توسعه شهری بعضی از جوانب وضعیت مسکن را در شهر کابل به شرح ذیل شرح می دهد: (وزارت توسعه شهری، پروژه سند ساخت ۱۰۰۰۰ واحد خانه کم مصرف، ۲۰۰۵). در طول ۲۳ سال جنگ، تخمین زده می‌شود حدود ۷۵۰۰۰ خانوار خانه‌هایشان را در کابل از دست داده اند. بازگشت بیش از انتظار مهاجران که به نسبت زیادی به کابل آمده اند، فشارهای زیادی را بر زیر بناهای شهری و مسکن سازی ایجاد کرده است. در حال حاضر بیش از ۱.۵۰۰ خانوار از خودشان جایی ندارند و ساختمان‌های عمومی و فضاهای آزاد را اشغال کرده اند. انتظار می‌رود بزودی تعدادی بیشتری به ردیفشان می‌پیوندند. ۱۲. ۷۵۰ خانوار فقیر و آسیب پذیر تخمین زده شد. که از خود خانه ای ندارند، خانه‌هایشان را با دیگران سهیم می‌شوند. افزایش جمعیت، به عنوان یک مشکل جدی که موجب خطرات بهداشتی و اجتماعی به وجود آمده است تخمین زده می‌شود که ۲۰۷ خانوار در یک واحد خانه وجود دارد. در هر خانه وجود سه خانوار که در خانوار متشکل از ۷ تا ۱۰ عضو و دارای سه اتاق مشترک است. معلومات پراکنده ای از وضعیت خانه‌ها در بعضی نواحی شهر کابل قابل دسترس است شاخصه‌هایی برای تشریح وضعیت خانه‌ها برای نواحی مختلف برای مقایسه کردن یا ترسیم تصویر کلی مشکلات متفاوت است. معلومات مربوط به نواحی که قبل از توسعه شهر کابل در جنوری ۲۰۰۵، شهر کابل را تشکیل می‌دادند. در جدول ۳-۱۷ به طور اختصاری ارائه شده است (JICA, 2006). وضعیت مسکن در شهر کابل در بین نواحی به طور متنوع است. از ۱۱ ناحیه که از آنها معلوماتی نسبتاً دقیقی موجود است ۶ ناحیه از کمبود شدید مسکن نسبت تعداد خانوار به تعداد واحدهای مسکونی از ۱۰۵ تا ۲۰۴ رنج می‌برند. در بین این نواحی موجودیت مسکن در ناحیه‌های ۱۵ و ۲ غیر قانونی است. خانه‌های غیر قانونی همچنین در نواحی ۶ و ۱۰ دیده می‌شود.

### رواناب کابل

گسترش شهرنشینی و بازگشت مهاجرین طی این چند سال گذشته در کشور افغانستان تغییرات سریعی در روند توسعه و میزان جمعیت شهرها رقم زده است رشد زیاد و سریع جمعیت شهری توسعه شهری را با مشکلات زیادی به خصوص در شهر کابل روبرو ساخته است. از جمله افزایش سطوح نفوذناپذیر نسبت به سطوح با

نمود پذیرد طبیعی که بخش اعظم بارندگی‌ها به رواناب تبدیل می‌شود و از طرفی با رها شدن فاضلاب‌های خانگی در سطح معابر شهر کابل و نبود سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری این منابع آبی با حمل آلاینده‌ها از سطوح شهری، مشکلات متعددی در مناطق شهری ایجاد می‌کند با این حال تاکنون مدیریت صحیحی بر آن‌ها اعمال نشده است.

## وضعیت رواناب و فاضلاب کابل

شهر کابل دارای اقلیمی نسبتاً خشک است و مجموع بارش سالانه آن کمتر از میزان تبخیر آن است. ولی هر سال با شروع فصل بهار و خزان میزان بارندگی‌ها افزایش پیدا کرده و به دلیل نبودن مدیریت درست آب‌های سطحی، پس از بارندگی بیشتر پیاده‌روها، خیابان‌های اصلی و کانال‌ها سرریز از آب باران می‌شود. گویی در گوشه‌کنار شهر دریاچه‌هایی تشکیل شده است. پس از ختم بارندگی نیز با خشک شدن گل‌ولای چرخه تولید گردو خاک آلوده شروع می‌شود. (اعتمادی، ۱۳۹۴). همچنین در اکثر نقاط شهر کابل، ساختمان‌ها و خانه‌ها خیلی قدیمی است. به صورت عموم خدمات آبرسانی خیلی ضعیف است و خدمات سیستم جمع‌آوری فاضلاب وجود ندارد. در ۱۲ سال اخیر چاه‌های غیر اصولی برای مواد دفعی انسان (آب‌سیاه) در اکثر شهرهای افغانستان مخصوصاً کابل افزایش یافته و آب خاکستری ناشی از فاضلاب خانگی به خیابان‌ها و کوچه‌ها سرازیر و جاری می‌شود در نتیجه آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی افزایش یافته است که باعث مبتلا شدن مردم به بیماری‌های کولرا، پیچش و غیره می‌شود و مرگ‌ومیرهای بسیاری را به دنبال دارد. (خبرگزاری آوا، ۱۳۹۴). بنابراین در نبود امکانات زیر بنایی از جمله سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری در بیشتر نقاط از شهر فاضلاب در کوچه و خیابان‌ها رها می‌شود. چنین وضعیتی نه تنها باعث افزایش رواناب‌ها و مشکلات بسیاری در جریان کارهای روزمره ساکنان شهر کابل شده بلکه با آلوده کردن آب‌های زیرزمینی باعث گسترش سریع‌تر انواع آلودگی‌ها و بیماری‌ها می‌شود. به طوری که سالانه ده‌ها نفر به علت امراض مختلف جان‌هایشان را از دست می‌دهند. افغانستان در حال حاضر به لحاظ میزان مرگ‌ومیر کودکان رتبه ۱۶ در جهان را دارا است. که میزان مرگ کودکان زیر پنج سال حدود ۹۷ مرگ از هر ۱۰۰۰ تولد هست و تنها حدود ۶۴ درصد مردم به آب آشامیدنی سالم دسترسی دارند (UNICEF, 2015).

## بحث و نتایج و یافته‌ها

در شهر کابل به دلیل وجود خطرات ژئومورفیکی و هیدروژئومورفیک از جمله سیلابی بودن نواحی مرکزی، جمعیت زیاد و بازگشت مهاجرین به افغانستان و تمایل به پایتخت نشینی، نبود برنامه شهری مناسب، ساخت و سازهای نامقاوم و بدون استاندارد شهری و نبود سیستم‌های متمرکز جمع‌آوری رواناب و فاضلاب شهری حجم عظیمی از این آب‌ها به خیابان‌ها، آبروهای شهری و رودخانه کابل تخلیه می‌شود و سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در بخش‌های خاص و محدودی از شهر وجود دارد اصلی‌ترین زیرساخت موجود در شهر کابل برای کنترل و هدایت آب‌های سطحی مانند آب باران و فاضلاب‌های شهری، کانال‌های ساخته شده در دو طرف خیابان‌هاست عدم طراحی مناسب، ساخت نادرست و همچنان ناکافی بودن این کانال‌ها و سایر تمهیدات لازم برای مدیریت آب‌های سطحی مشکلات زیادی را در شهر کابل و به‌ویژه بعد از بارندگی‌ها به وجود می‌آورد (خدیجه محمدی، ۱۳۹۵). هرگونه برنامه ریزی شهری، روستایی و آمایش سرزمین، مدیریت محیط و استفاده از توان‌های محیطی، زمانی نتایج مطلوب را به دنبال خواهد داشت که مطالعات ژئومورفولوژی را مبنای مطالعات خود قرار دهد. مهم‌ترین هدف برنامه ریزان شهری، تامین رفاه شهرنشینان به وسیله ایجاد محیطی بهتر، سالم تر و مساعدتر است. شایسته است قبل از ایجاد، تکامل و توسعه شهرها یا پروژه‌هایی که به سرمایه کلان و شرایط ایمنی بیشتری نیاز دارند، علاوه بر مطالعات دیگر، به پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی نیز توجه خاص شود. زیرا اغلب فرآیندهای ژئومورفولوژیکی در شرایط عادی خود را بروز نمی‌دهند و به صورت مخفی باقی می‌مانند. ولی در شرایط مناسب باعث بروز حوادث ناگوار می‌گردند. ایجاد و توسعه شهرها در گذشته اغلب دیدگاه‌های خاصی را مورد توجه قرار می‌داد و نقطه نظرهای مخصوصی را طلب می‌کرد. در شکل‌گیری و تکامل شهرها، بیشتر به مطالعات انسانی و اجتماعی اکتفا می‌شد، ولی امروزه غفلت از مطالعات ژئومورفولوژیکی، خسارات هنگفتی را برای شهرها در پی خواهد داشت. لازم به ذکر است که آثار و پیامدهای زیست محیطی و خسارات جانی و مالی وارد شده به خاطر عدم توجه به دانش و اطلاعات ژئومورفولوژیکی در برنامه ریزی شهری نه تنها زیان بار است، بلکه بی توجهی آشکار به علم ژئومورفولوژی، می‌تواند وضعیت شهر را وخیم و فاجعه بار نماید. در نهایت می‌توان گفت نواحی مرکزی کابل به دلیل پست و باتلاقی بودن، سیل بیشتری را تجربه می‌کند در نتیجه در نواحی مرکزی پارک و فضای سبز جهت بهبود شرایط پیشنهاد می‌شود.

## مراجع

۱. اعتمادی، حسین، مدیریت آب‌های سطحی در شهر کابل. روزنامه‌ی جامعه باز، سال سوم، شماره ۵۸۸، ۱۵، ۱۳۹۴.
۲. پوراحمد، احمد، قلمرو و فلسفه جغرافیا، انتشارات مؤسسه دانشگاه تهران، چاپ چهارم، تهران، ۱۳۸۹.

۳. صادقی، مهناز، امکان‌سنجی بهره‌گیری از رواناب و فاضلاب شهری جهت توسعه بام‌های سبز شهر کابل، کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافی، ص ۹۲، ۱۳۹۵.
۴. محمدی، خدیجه، شناسایی و پهنه بندی مخاطرات طبیعی شهر کابل، کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، ص ۱۰۹، ۱۳۹۵.
۵. مؤمنی، مهدی، درآمدی به اصول و روش های برنامه ریزی ناحیه ای، اصفهان، انتشارات گویا. ۱۳۷۷
۶. حسینی، مهرداد، مطالعه و بررسی مدیریت سیل و راهکارهای کاهش خسارات ناشی از سیل، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، دوره شانزده، شماره ۶۳، ص ۳۵.
1. Japan International Cooperation Agency (JICA), Sector Report11: natural environment and social considerations. (2009). the study for the master plan for the Kabul metropolitan area.p6-10.
  2. Japan International Cooperation Agency(JICA), Sector Report9:Land use planning and geographic information systems.(2009).The study for the master plan for the Kabul metropolitan area.p1-2-22-23
  3. UNICEF. (2015). Statistical Tables: Economic and social statistics on the countries and areas of the world, with particular reference to children's well-being.
  4. Japan International Cooperation Agency (JICA), Min Report.(2009). The study for the master plan for the Kabul metropolitan area.pp1-2,1-11
  5. Japan International Cooperation Agency (JICA). (2009)Final report: The study for the master plan for the Kabul metropolitan area.p1.
  6. Japan International Cooperation Agency (JICA). (2009). Sector Report 5: water supply and sewerage, the study for the master plan for the Kabul metropolitan area.pp10-12.

۱. سایت خبرگزاری صدای افغان آوا (۱۳۹۴). چاه‌های فاضلاب غیرمعیاری، عامل شیوع بیماری کولرا. ۲۶ بهمن، ۱۳۹۴.  
<http://avapress.com/vdcgn79u.ak9xn4prra.html>

## رویکرد کمی به مفهوم کیفی دشت

اصمد عظیمی راد،<sup>۱</sup> مهدی مزبانی  
<sup>۱</sup> دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز  
<sup>۲</sup> دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز

### ۱- مقدمه

در میان علوم زمین ژئومورفولوژی است که یک تعریف روشن از واژه دشت ارائه می‌دهد (Jelena Čalić, 2012). فرهنگ لغت جغرافیایی (Moore, 1967) دشت را یک منطقه پهناور از سطوح صاف یا زمین‌های موج‌دار نسبتاً هموار که معمولاً دارای ارتفاع پایین هستند تعریف می‌کند. تعریف دائرةالمعارف الکترونیک کلمبیا از دشت "مناطق گسترده‌ای از زمین هموار و تقریباً صاف" است (The Columbia encyclopedia, 2000). در دائرةالمعارف بریتانیکا به "مناطق هموار سطح زمین که شیب‌های ملایم و ناهمواری محلی کمی را دارا می‌باشند" دشت می‌گویند (Encyclopaedia Britannica, 2006). در خیلی از منابع اشکال سطح دشتی مورد مطالعه قرار گرفته و بدون تعریف دقیق دشت یک مفهوم کلی در نظر گرفته شده است (Guzzetti et al., 1997; Panin et al., 1999). برخی محققین تعریفی گسترده از دشت ارائه و جدا از زمین‌های پست و انواع مورفوفیک دشت، یک دشت شامل تپه‌ها و اشکال کوهستانی در داخل آن نیز می‌شود (Bognar, 1987; cf Jelena Čalić, 2012). یکی از تلاش‌های ژئومورفولوژیست‌ها به منظور تعریف کمی دشت از پارامترهایی ناهمواری، شیب، الگو و مواد سطحی استفاده می‌کند (Hammond, 1954). علاوه بر فرایندهای آبی، فرایندهای بادی و یخچالی در شکل‌دهی به مورفولوژی دشت‌ها نقش عمده‌ای دارند (Jelena Čalić, 2012. p242). در این پژوهش جدایی از ویژگی‌های کیفی دشت‌ها و عوامل مؤثر در تشکیل و تکامل آن‌ها سعی در تعیین این سطوح و تفکیک آن‌ها از مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای بر اساس شاخص‌های کمی توپوگرافی (شیب و ناهمواری نسبی) داریم.

### ۲- مواد و روش‌ها

در انجام این پژوهش کسب اطلاع از مبانی نظری تحقیق نیاز به گردآوری اطلاعات از مراجع مکتوب (مانند کتاب‌ها، مقاله‌ها و...) است. نقشه‌های توپوگرافی مقیاس-های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰، مدل رقمی ارتفاع Aster-Dem سی متر ابزارهای اصلی پژوهش را تشکیل داده‌اند. این داده‌ها و ابزارها به منظور ایجاد لایه‌های کمی ویژگی‌های دشت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اصول تعیین دشت‌ها در این پژوهش بر اساس اصول جبری نقشه است که عناصر و عواملی که ویژگی‌های کمی یک دشت را شکل می‌دهد با هم ترکیب می‌کند. این امر به طور ویژه در محیط نرم‌افزار مایکرودم<sup>۹۶</sup> و تکنیک‌های هم‌پوشانی لایه‌های مختلف اطلاعاتی انجام می‌شود. در تجزیه و تحلیل از لایه‌های مختلف به منظور تعیین سطوح دشت استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا لایه‌های شیب و ناهمواری نسبی منطقه تولید شده و با هم-پوشانی این لایه‌ها و بر اساس پیش‌شرط‌ها سطوح دشت در منطقه تعیین شده است.

### جدول ۱: شاخص‌های تعیین سطوح دشت و مقادیر آن‌ها

معیار طبقه‌بندی	مقادیر	الگوریتم
شیب	۸ درصد (۴/۶ درجه) و کمتر	اندازه‌گیری در ابعاد ۳*۳ پیکسل همسایه (Three neighbors)
ناهمواری سطح <sup>۹۷</sup>	۱۰ متر و کمتر از ده متر	اندازه‌گیری در ابعاد ۳*۳ پیکسل همسایه (Three neighbors)

### ۳- بحث و نتایج

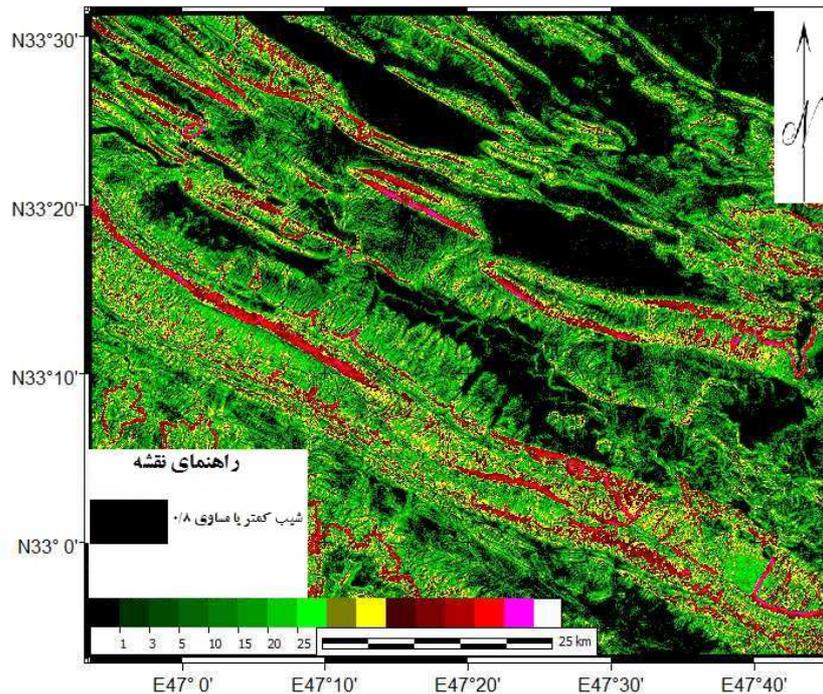
طبقه‌بندی دشت به صورت کمی بسیار مشکل است و توسعه انواع ابزارها و داده‌های رقمی با دقت زیاد امکان تعیین حدود آن‌ها به صورت کمی را فراهم آورده است. اکثر طبقه‌بندی‌های محیط‌ها و واحدهای ژئومورفولوژیک از شکل توپوگرافی منطقه استفاده می‌کنند. به منظور تعیین سطوح هموار دشت دو شاخص اصلی شیب و ناهمواری نسبی مورد استفاده قرار گرفته است:

### ۳-۱ شاخص شیب

اولین و اساسی‌ترین ویژگی دشت به عنوان یک لندفرم ژئومورفیک مقادیر نسبی شیب کم سطح زمین است. در این پژوهش مقادیر شیب کمتر از ۸ درصد (۴.۶ درجه) به منظور جدایی سطوح نسبتاً هموار دشت استفاده شده است. این مقادیر بر اساس مطالعات گسترده متون علمی انتخاب شده و از طریق مقایسه آن با دشت-های داخلی کشور کالیبره شده است (شکل ۱).

96 Microdem

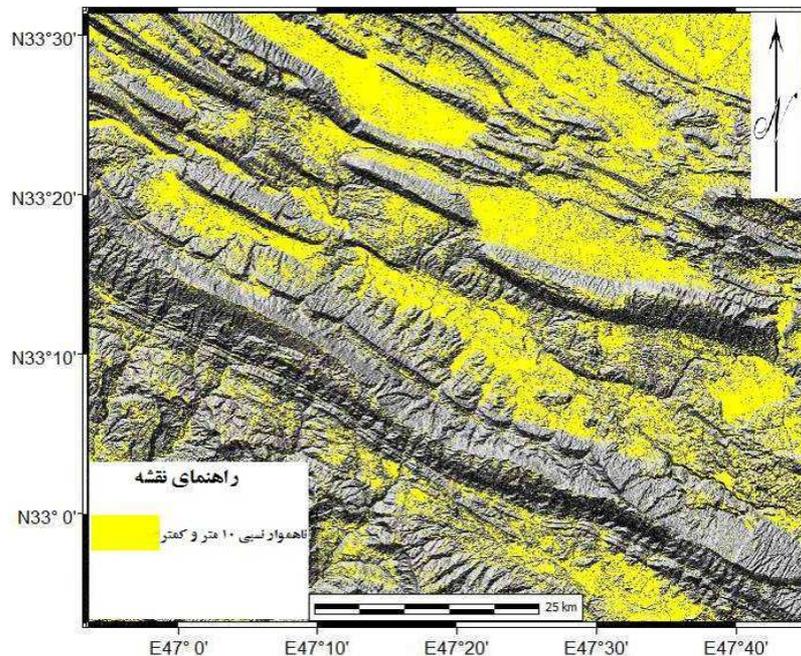
97 Surface Roughness



شکل ۹: نقشه شیب و سطوح دارای شیب کمتر یا مساوی ۸ درصد (۴/۶ درجه)

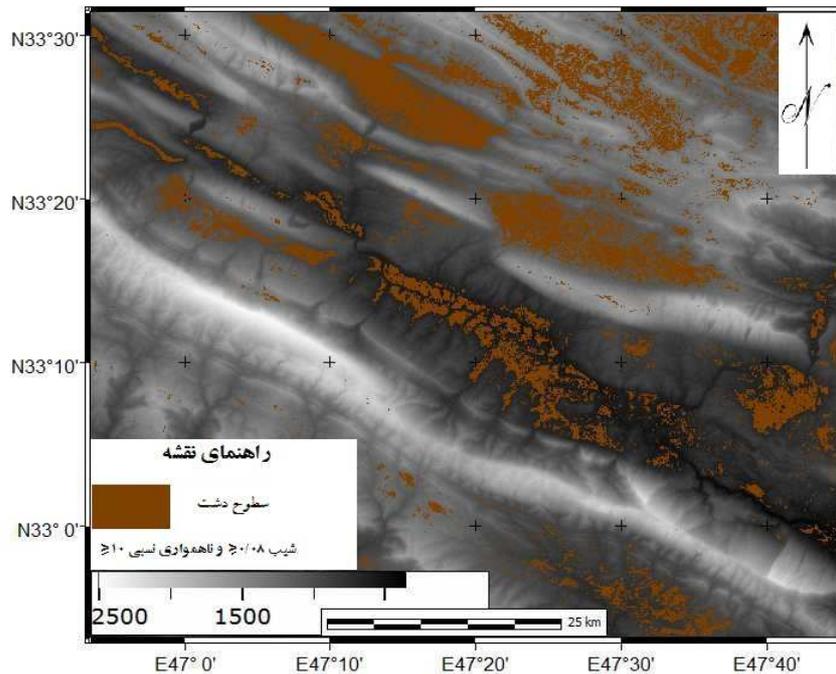
### ۲-۳ شاخص ناهمواری نسبی

دشت‌ها با وجود صاف بودن معمولاً دارای ناهمواری نسبی بوده و چه بسا دربرگیرنده تپه‌ها و چاله‌هایی در سطح خود باشند. این شاخص اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین‌ترین ارتفاع در یک محدوده مشخص است. به این ویژگی ناهمواری سطح می‌گویند. میزان این شاخص در سطح دشت‌ها از ده متر کمتر است. بنابراین برای تعیین سطوح دشت میزان شاخص ناهمواری نسبی کمتر یا مساوی ۱۰ متر در نظر گرفته شده است که بیشترین انطباق را با سطوح دشتی در ایران دارد (شکل ۲).



شکل ۱۰: نقشه ناهمواری نسبی و سطوح دارای ناهمواری نسبی ۱۰ متر و کمتر.

لایه نهایی سطوح دشت از طریق لایه‌های شیب  $\geq 8\%$  درصد و ناهمواری نسبی  $\geq 10$  متر با تکنیک هم‌پوشانی آن‌ها ایجاد می‌شود. در این نقشه سطوحی که حداقل دارای ۰/۸۰ شرایط موردنظر جدول ۱ باشد به‌عنوان سطح هموار دشت شناخته می‌شوند (شکل ۳).



شکل ۱۱: نقشه سطوح هموار دشت بر اساس شاخص‌های شیب و ناهمواری نسبی

### نتیجه‌گیری

تعیین سطوح دشت‌ها بر اساس شاخص کمی یکی از مهم‌ترین نیازمندی‌ها برای توسعه فضایی سرزمینی هست. این امر از نظر برنامه‌ریزی‌های هیدرولوژیک، خاک-شناسی، مورفولوژی، مسائل نظامی و امنیتی به‌طور کلی استفاده انسان از فضای سرزمینی بسیار مهم است. با کمی شدن مفهوم دشت امکان انواع تجزیه و تحلیل‌های دقیق در زمینه این لندفرم ژئومورفیک فراهم آورده می‌شود. از این پس می‌توانیم سطوحی که دارای شیب  $\geq 8\%$  درصد و ناهمواری نسبی  $\geq 10\%$  متر باشند را دشت بنامیم. این سطوح باید حداقل ۸۰ درصد این شاخص‌های کمی را داشته باشند تا به‌عنوان یک دشت شناخته شوند. با اضافه نمودن انواع خصوصیات لیتولوژی، اقلیمی، هیدرولوژی و ... به این ویژگی‌های کمی دشت می‌توان تجزیه و تحلیل‌های گوناگونی را ارائه نمود.

### مراجع

- Encyclopaedia Britannica (2006) Britannica concise encyclopedia. Chicago: Encyclopaedia Britannica.
- Guzzetti F, Marchetti M and Reichenbach P (1997) Large alluvial fans in the north-central Po Plain (Northern Italy). *Geomorphology* 18(2): 119–136.
- Hammond EH (1954) Small-Scale Continental Landform Maps. *Annals of the Association of American Geographers* 44(1): 33: doi:10.2307/2561113.
- Jelena Čalić TG (2012) GEOMORPHOMETRICAL METHOD FOR DELINEATION OF PLAINS -CASE STUDY OF THE SOUTH-EASTERN (SERBIAN) SEGMENT OF THE PANNONIAN PLAIN. *Carpathian journal of earth and environmental sciences* 7(2): 239–248.
- Moore WG (1967) *A Dictionary of Geography: Definitions and Explanations of Terms Used in Physical Geography*. Penguin Books.
- Panin AV, Sidorchuk AY and Chernov AV (1999) Historical background to floodplain morphology: examples from the East European Plain. *Geological Society, London, Special Publications* 163(1): 217–229.
- The Columbia encyclopedia (2000) *The Columbia encyclopedia*. New York; [Detroit]: Columbia University Press ; Sold and distributed by Gale Group.

## کارایی مدل KARSTLOP در مدل سازی مکانی تغذیه آبخوان کارستی پراو - بیستون

شهرام بهرامی<sup>۱</sup>، محمد علی زنگنه اسدی<sup>۲</sup> و علی جهان فر<sup>۳</sup>

۱ - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران، سبزوار shbahrami@sttu.ac.ir

دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران، سبزوار Asadi@hfu.ir

۳ - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، ایران، سبزوار aalijahanfar54@yahoo.com

### مقدمه:

کارست حوضه ای با هیدرولوژی و ژئومورفولوژی خاص است که در اثر انحلال زیاد سنگ و توسعه بالای تخلخل ثانویه به وجود آمده است (فورد و ویلیامز، ۲۰۰۷). بخش عمده ای از منابع مصرفی آب را در کشورهای مختلف آبخوان های زیر زمینی تشکیل می دهند، ۲۰ درصد از منابع مصرفی آب در دنیا، آب کارست محسوب می شوند. پیچیدگی و مسائل متعدد این آبخوانها و اهمیت زیاد این منابع در مناطق بویژه کم آب لزوم پرداختن به جوانب متعدد شکل گیری، عوامل تاثیر گذار در تشکیل این منابع، تغذیه و تخلیه این منابع را آشکار می سازد. هر آبخوان کارستی دارای سه منطقه تغذیه، انتقال و تخلیه تشکیل شده است. تمام شرایط هیدرو دینامیکی و هیدرو شیمیایی آب در آبخوان کارستی متأثر از ویژگیهای منطقه تغذیه آبخوان است. در سالهای اخیر تلاش های زیادی در جهت شناخت صحیح ویژگیهای تغذیه و عوامل تغذیه آبخوان کارستی در قالب ارائه مدل صورت گرفته است از جمله می توان به مدل های (KARSTLOP، APLIS، FEFLOW و KARSTMOD) اشاره کرد. در این تحقیق با توجه به شرایط آبخوان کارستی پراو - بیستون از مدل KARSTLOP، به منظور تهیه نقشه تغذیه آبخوان و همچنین شناسایی مهمترین عوامل موثر در تغذیه آبخوان استفاده شده است.

### مواد و روشها:

مدل KARSTLOP مخفف حروف ابتدایی، K: KARST فرایند کارست زایی، A: شرایط اتمسفری، R: رواناب، S: شیب، T: تکتونیک، L: سنگ شناسی، O: لایه پوشاننده و P: پوشش گیاهی می باشد شکل (۱). از مزیت های مدل KARSTLOP، قابلیت اجرای این مدل در محیط نرم افزار ARC GIS است.

محاسبه شاخص (K): برای تهیه لایه K به عنوان مهمترین لایه در مدل، نیازمند ترسیم نقشه ژئومورفولوژی کارست سطحی، محاسبات هیدرولوژیکی و نمایه اشباع  $SI_c$  می باشد. در مدل KARSTLOP، نقشه کارستیفیکاسیون از دو پارامتر کارست سطحی  $k_{sf}$  و کارست زیر سطحی  $k_{ss}$  به دست می آید. برای تهیه لایه کارستیفیکاسیون سطحی ویژگیهای کارست در محدوده مورد مطالعه و فرم های کارستی به دو زیر فاکتور  $k_{sf1}$  (کارن و درزه های سطحی) و  $k_{sf2}$  (چاله های کارستی اعم از دولین، اووالا و پولیه) تقسیم می شود. وجود کارن نمایانگر مناطق کمتر توسعه یافته کارست سطحی است. تشکیل چاله های سطحی کارست و گسترش آنها همواره نیازمند مساعدت تکتونیک در بستر سنگهای کارستی و همچنین همراهی عامل بارش و وجود آب به عنوان عامل انحلال است. در تهیه نقشه کارستیفیکاسیون سطحی، از معیار تراکم در واحد سطح استفاده می شود. با ادغام دو نقشه بالا، لایه کارستیفیکاسیون سطحی ( $k_{fs}$ ) به دست می آید. برای تهیه لایه کارستیفیکاسیون زیر سطحی مراحل به شکل زیر است: ابتدا به منظور برآورد ( $k_{ss1}$ )، دامنه نوسانات آبدی چشمه های کارستی در محدوده مورد مطالعه با کمک معادله  $Q_{max}/Q_{min}$  تجزیه و تحلیل می شود. مقادیر ( $k_{ss2}$ ) با محاسبه سرعت متوسط جریان برحسب سانتی متر بر ثانیه محاسبه می شود. مقادیر سرعت متوسط جریان در محدوده پراو - بیستون محاسبه شد. مقادیر  $SI_c$  برای محدوده نیز با توجه به طول متوسط مسیر آب زیر زمینی ۷ کیلومتر برای محدوده مورد مطالعه محاسبه شد. با توجه به نتایج حاصل از شاخص اشباع کلسیت ( $SI_c$ ) جریان در آبخوان پراو - بیستون منفی است و جریان ماندگاری بسیار کمی دارد. مقادیر شاخص ( $k_{ss}$ ) بر مبنای میانگین  $k_{ss1}+k_{ss2}+k_{ss3}/3$  محاسبه می شود. برای ترسیم لایه کارست زیر سطحی از بافر ۲۰۰ متری پیرامون چاله های بسته و غارها استفاده شد. برای محدوده مورد مطالعه نقشه نهایی کارستیفیکاسیون با روی هم قرار دادن لایه های سطحی کارست و لایه های کارست زیر سطحی مانند محاسبه شد. در نقشه نهایی کارستیفیکاسیون در محدوده مورد مطالعه عامل K به ۵ طبقه تقسیم شد.

شاخص شرایط اقلیمی (A): این شاخص، به برآورد میزان تغذیه از طریق محاسبه متغیرهای دما و بارش و همچنین تبخیر و تعرق کمک می‌کند. دو عامل ارتفاع و جهت دامنه (زاویه تابش) عوامل تعیین‌کننده شرایط اقلیمی در هر منطقه‌ای هستند. برای محاسبه این شاخص از رابطه ۱ کمک گرفته شده است.

$$A = \frac{A1+A2}{2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

محاسبه شاخص (R): در محاسبه شاخص رواناب عامل مورد توجه میزان تداوم جریان است، بدون در نظر گرفتن نفوذ پذیری. شاخص شیب (S): اهمیت شاخص شیب در شکل‌گیری رواناب سطحی، اهمیت زیادی دارد. در نواحی که شیب کمتر است آب فرصت تأثیرگذاری بر سنگ‌های کربناته و در نتیجه افزایش میزان انحلال را در سنگ پیدا می‌کند. همانطور که در شکل (۱) دیده می‌شود شاخص شیب به ۵ طبقه تقسیم می‌شود.

شاخص تکتونیک (T): در روش KARSTLOP، شاخص تکتونیک، شامل دو زیرعامل می‌شود (۱) تراکم گسل (طول گسل،  $K/K^2$ ) که با Tf نمایش داده شده و زاویه شیب که با Td مشخص شده است. عامل تکتونیک عامل کلیدی توسعه کارست است. نواحی کربناته با درجه شکستگی پایین به یقین توسعه یافتگی ضعیفی دارند. مقدار تغذیه در آبخوان کارستی به درجه شکستگی و گسل خوردگی سنگ بستگی دارد. هرچه شکستگی بیشتر باشد ضریب نفوذ نیز افزایش می‌یابد. برای تهیه لایه تکتونیک علاوه بر نقشه زمین‌شناسی از اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. برای تهیه‌ی لایه نهایی شاخص T، از رابطه (۲) کمک گرفته شد.

$$T = \frac{Tf+Td}{2} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در توده پراو- بیستون به واسطه تأثیر پذیری طولانی از تکتونیک، ساختمانی شکسته با تراکم بالای درزه و شکاف دارد.

سنگ‌شناسی (L): برای محاسبه شاخص لیتولوژی در مدل، نوع سنگ کربناته a، لایه زیرین سنگ کربناته b و ترکیب سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی سنگ کربناته c، در مدل KARSTLOP برای محاسبه زیرعامل‌های سه‌گانه ضرایب خاص در نظر گرفته شده است، به عنوان مثال ارزش نسبی سنگ آهک به دلیل نفوذپذیری بیشتر و استعداد بیشتر کارستی شدن ۱ و این ضریب برای دولومیت معادل ۰.۷ در نظر گرفته شده است. در محاسبه ضریب زیرعامل b، وجود شکستگی و ضخامت زیر لایه اصلی مهمترین دلیل برای تخصیص امتیاز هستند. زیرعامل b، به شکل غیر مستقیم اهمیت عامل تکتونیک و شکستگی را در نفوذپذیری آبخوان کارستی نشان می‌دهد. هرچه میزان خلوص سنگ کربناته کمتر باشد نفوذپذیری سنگ کمتر می‌شود، در واقع زیرعامل c، در محاسبه شاخص سنگ‌شناسی با توجه به خلوص سنگ کربناته تعیین می‌شود. در هنگام تشکیل لایه‌های آهک ممکن است، کانی‌های دیگر به عنوان سیمان در فرایند، سنگ‌شدگی وارد ترکیب سنگ آهک شده باشند. برای محاسبه این شاخص از نقشه زمین‌شناسی و آنالیز XRF مهمترین سازندها در محدوده استفاده شد. به دلیل خلوص بالایی که سنگ آهک بیستون دارد، بالاترین ضریب زیرعامل c به این سازند و در طبقات پایین تر سازندهای آهکی قم، آهک کرمانشاه و سازند دولومیتی قرار دارند. عامل سنگ‌شناسی L از رابطه زیر محاسبه شد.

$$L = a \cdot b \cdot c \quad \text{رابطه (۳)}$$

لایه پوشاننده O: برای تهیه لایه پوشاننده در مدل، از نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه خاک دو محدوده مورد مطالعه استفاده شد. اهمیت لایه پوشاننده به دلیل ایجاد لایه محدودکننده نفوذ در آبخوان کارستی است. لایه پوشاننده O از دو زیرعامل O<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> تشکیل می‌شود. زیرعامل O<sub>1</sub> شامل لایه‌ای نازک از خاک در منطقه اپی کارست می‌شود. وجود این لایه در کاهش نفوذپذیری نقش موثری دارد. هرچه ضخامت این لایه بیشتر

باشد علاوه بر کاهش نفوذ پذیری میزان تبخیر و تعرق خاک نیز افزایش می یابد. زیر عامل  $O_2$  شامل رسوباتی که مستقیم روی سازند کربناته قرار گرفته است و از نقشه زمین شناسی و نقشه ژئومورفولوژی اخذ می شود. به منظور محاسبه این شاخص از رابطه (۴) کمک گرفته شد.

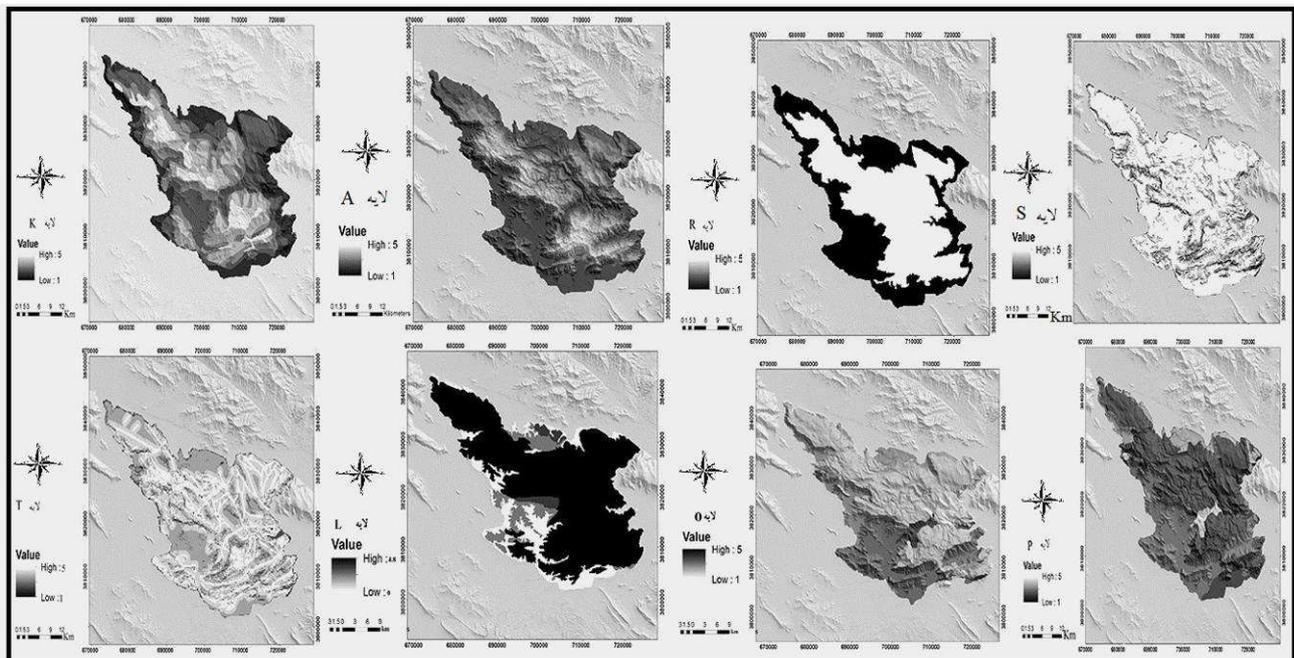
$$O = \frac{O1+O2}{2} \quad \text{رابطه (۴)}$$

پوشش گیاهی P: از جمله عواملی که در تغذیه آبخوان های کارستی نقش موثری دارد وجود پوشش گیاهی است. برخی از ویژگی های پوشش گیاهی مانند توسعه سیستم ریشه در میزان نفوذ پذیری موثر هستند. نوع پوشش گیاهی در این شاخص به ۵ طبقه تقسیم می شود. پس از محاسبه تمام شاخص های مورد سنجش در مدل KARSTLOP، نسبت به تهیه نقشه نهایی تغذیه آبخوان در محدوده مورد مطالعه اقدام شد شکل (۲ و ۱). برای تهیه نقشه نهایی تغذیه آبخوان و به صورت درصد بیان می شود. رابطه نهایی محاسبه تغذیه در آبخوان کارستی به شکل زیر است.

$$R_{ch} = 4 \times K + 4 \times A + 4 \times R + 2 \times S + T + 4 \times L + 3 \times O + P \quad \text{رابطه (۵)}$$

### بحث و نتایج

نکته قابل توجه در ارتباط با مدل KARSTLOP، این است که به رغم ضریب پایین عامل تکتونیک در تهیه لایه نهایی، تاثیر عامل تکتونیک در سه لایه K (کارستیفیکاسیون)، L (سنگ شناسی) و R (رواناب) که بالاترین ضرایب را دارند، مستتر است. در لایه K، زیر عامل های  $ksf_1$  (کارن و درزه های سطحی) و  $ksf_2$  (چاله های سطحی) ناشی از عملکرد تکتونیک هستند. در لایه L (سنگ شناسی) زیر عامل b، وجود شکستگی و ضخامت زیر لایه اصلی تاثیر گذاری تکتونیک را در سنگ شناسی نشان می دهد. در لایه R (نیز حریم ۲۰۰ متری از درزه و شکاف ها، چاله ها و حفره های بلعندهی جریان سطحی عامل تخصیص امتیاز هستند که در کنترل شرایط تکتونیک در محدوده مورد مطالعه می باشد.

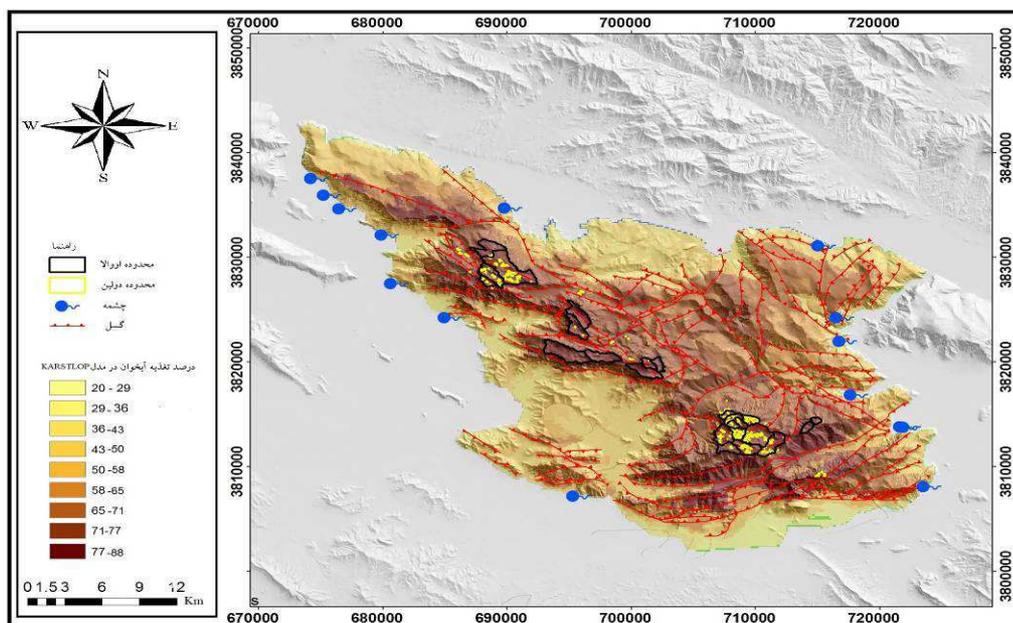


شکل (۲) محاسبه ۸ شاخص موثر در تغذیه آبخوان کارستی پراو - بیستون و تهیه لایه رستری جهت تهیه نقشه نهایی تغذیه آبخوان کارستی

در مناطقی که بیشترین چگالی شکستگی شامل گسل های اصلی و راندگی وجود دارد، تغذیه آبخوان بالای ۵۰ درصد است شکل (۱). از جمله نتایج کاربرد مدل مکانی KARSTLOP، در آبخوان مورد مطالعه تعیین محدوده اشکال کارستی و چاله های بسته به منظور محاسبه عامل K از عوامل مهم در تغذیه آبخوان کارست است.

#### یافته ها:

رشد جمعیت در سالهای اخیر و افزایش مصرف آب نیاز به منابع آب را به چالش اصلی در بسیاری از استانهای ایران تبدیل کرده است. آبخوان کارستی پراو- بیستون با تغذیه چشمه های متعدد، بخش مهمی از آب مصرفی شهر کرمانشاه و دیگر جوامع شهری و روستایی اطراف این آبخوان را تامین می کند. شرایط مطلوب کارست زایی، یعنی وجود سازند آهکی بیستون، عملکرد وسیع تکتونیک، مساعدت اقلیم و ژئومورفولوژی خاص توده پراو - بیستون، بستر مناسبی برای تغذیه این آبخوان کارستی فراهم آورده است. همانطور که در شکل (۲) دیده می شود، در ۷۰ درصد مساحت آبخوان میزان تغذیه بیش از ۵۰ درصد بارش در محدوده آبخوان است. تطبیق نقشه نهایی در مدل و چاله های بسته مانند دولین ها و اووالاها نمایان گر تاثیر به سزای این لندفرم ها در تغذیه آبخوان است. به طوریکه مناطق با نفوذ بالای ۷۰ درصد به صورت کامل در محدوده ای این اشکال کارستی قرار دارند شکل (۲). همچنین شکل (۲) نشان می دهد که ژئومورفولوژی نقش اصلی را در تغذیه آبخوان کارستی در محدوده پراو - بیستون دارد.



شکل (۲) نقشه نهایی تغذیه آبخوان کارستی پراو - بیستون بر اساس مدل KARSTLOP، توزیع و پراکنش شکستگی ها، دولین ها و اووالا

#### مراجع:

- انتظاری، مژگان، یمانی، مجتبی و جعفری اقدم، مریم (۱۳۹۴). مدل سازی مکانی مناطق تغذیه آبخوان های کارستی با استفاده از مدل KARSTLOP (مطالعه موردی: آبخوان کارستی خورین). پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال چهارم، شماره ۲، صص ۱۳۷-۱۲۱.
- Ford, D., Williams, P. (2007). karst Hydrogeology and Geomorphology, John Wiley & Sons, Ltd
- Radulovic, MM. (2009). KARSTLOP method—Multiparameter analysis of karstic terrains potential for effective infiltration (in Serbian): Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Belgrade.
- Radulovic, M., and Stevanovic, Z., and Radulovic, M. (2012). A new pproach in assessing recharge of highly karstified terrains—Montenegro case studies: Environ Earth Sci, v. 65, p.2221–2230.

## بررسی کارایی تصویر ماهواره ای Sentinel-2 در شناسایی عوارض ژئومورفولوژی یخچالی

علی نعیمی<sup>۱</sup>، منیژه قهرودی تالی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه Ali\_Naeimi@iau-saveh.ac.ir

۲- استاد دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی Ghahroudi@sbu.ac.ir

### مقدمه

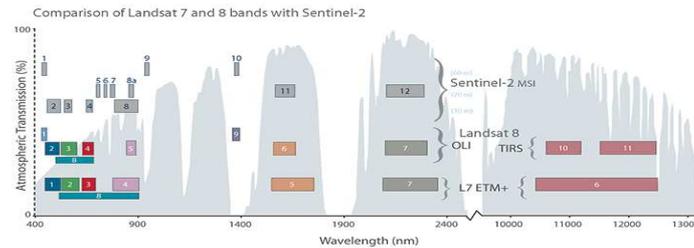
Sentinel-2 ماهواره ای است که در اواخر سال ۲۰۱۵ توسط آژانس فضایی اروپا به فضا ارسال گردید. این ماهواره اطلاعات طیفی و راداری بسیار فراوانی را در حین چرخش به دور زمین جمع آوری می کند که استفاده بسیار بالایی در زمینه مطالعات جغرافیایی دارا است. سوال اصلی تحقیق شناسایی نحوه چگونگی کارکرد داده های Sentinel-2 در شناسایی خط برفمرز نسبت به تصویر لندست ۸ است. خط برفمرز به امتداد خطی بین برف و یخ اطلاق می گردد. خط برفمرز می تواند در طول سال بخصوص در فصلهای مرطوب و خشک تغییر موقعیت بدهد. تعیین خط تعادل ارتفاعی (ELA<sup>۹۸</sup>) بر مبنای ارتفاع و مساحت یخچالها در جاهایی که تراکم برابری از پایه یخ دارند در طول یک دوره یک ساله تعیین می گردد (Singh, & Haritashya, 2011). برفمرز می تواند تقریب خوبی از خط تعادل ارتفاعی بخصوص فصل خشک هنگامی که میزان بارندگی در حداقل ممکن است باشد. بنابراین یک یخچال می تواند پیشروی و پسروی داشته باشد که این مهم به موقعیت جغرافیایی قرارگیری یخچالها نیز وابسته است. منطقه تجمع یخچالها غالباً در ارتفاع بالایی از منطقه ای که درجه حرارت زیر صفر دارد واقع است. (National Research Council, 2012). در متدهای سنجش از راه دور بدون دستیابی مستقیم به یک منطقه بخش مهمی از مشخصات عمومی آن محل استخراج می گردد. متدهای بسیار زیادی در زمینه شناسایی خط برفمرز با استفاده از سنجش از راه دور وجود دارد ولی تمرکز اصلی این تحقیق بر روی کار با تصویر ماهواره ای Sentinel-2 است که طیفی از دادههای بازتابی و جذبی انرژی الکترومغناطیسی را دارا است. هر نوعی از پوشش زمین بازتاب مخصوص به خود را دارا است این بدان معنا است که نسبت بازتاب و جذب انرژی الکترومغناطیس در بین عوارض با همدیگر متفاوت است. تصویر Sentinel-2 دارای ۱۳ باند است که بخش بسیار زیادی از داده های یک منطقه را در خود جمع آوری نموده است. تفکیک بالای باندهای این سری از تصاویر ماهواره ای امکان جداسازی بسیار آسان سنگ، پوشش گیاهی، آب، یخ و ... را دارا است (ESA, 2016). در مطالعات برفمرز که منطبق بر فصل سرد است، ابرها به عنوان بخشی از مشکلات در پردازش تصاویر هستند که باند SWIR<sup>۹۹</sup> می تواند به منظور تفکیک برف از سایر پدیده های مشابه کمک نماید. علی رغم مشکل ابرناکی در زمان مورد مطالعه، وجود نور مناسب روز نیز برای شناسایی مناسب تر برف ضروری است که این مهم با تلفیق امواج کوتاه و بلند حرارتی مادون قرمز ر تلفیق با اطلاعات باندهای طیف مرئی می تواند مورد استفاده باشند. (WMO CHy-14, 2012). چندین فاکتوری که می توانند در فرایند مطالعات خط برفمرز خلل ایجاد نمایند شامل ابر، پوشش جنگلی، سایه و بازتاب سنگها است که تلفیق باندهای متنوع تصاویر Sentinel-2 می تواند اختلالات موجود در فرایند مطالعات را کاهش دهد. (Eumetrain, 2016). تصویر Sentinel-2 در ۱۳ باند با طول موجهای متفاوت از سطح زمین داده اخذ می نماید. بررسی نمودار طیفی داده های تصویر Sentinel-2 با لندست ۸ مشخص کننده بالاتر بودن داده های مذکور در تعیین مشخصه های پدیدههای یخچالی نسبت به داده های لندست ۸ است. (ESA, 2016). در جدول و شکل شماره یک نمایی از وضعیت باندها و نمودار طیفی تصویر Sentinel-1 مشخص است.

جدول شماره یک: مشخصات باندهای ۱۳ گانه تصویر Sentinel-2. (ESA 2016)

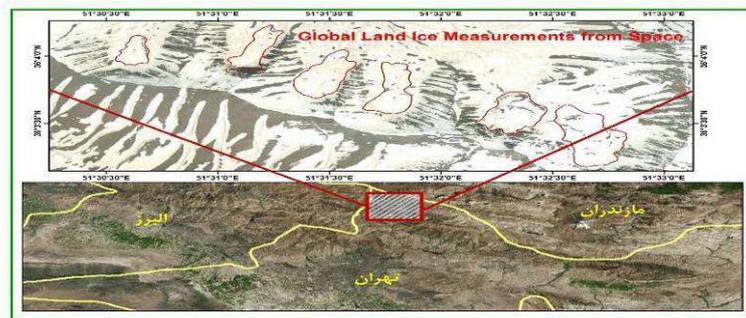
Band Number	Resolution (m)	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Part of spectrum	Description
1	60	443	20	Visible/VNIR	Coastal aerosol
2	10	490	65	Visible/VNIR	Blue
3	10	560	35	Visible/VNIR	Green
4	10	665	35	Visible/VNIR	Red
5	20	705	15	VNIR	Vegetation (red edge)
6	20	740	15	VNIR	Vegetation (red edge)
7	20	783	20	VNIR	Vegetation (red edge)
8	10	842	115	VNIR	NIR
8a	20	865	20	VNIR	Vegetation (red edge)
9	60	945	20	VNIR/SWIR	Water vapour
10	60	1375	30	SWIR	Cirrus
11	20	1610	90	SWIR	SWIR
12	20	2190	180	SWIR	SWIR

<sup>98</sup>Equilibrium-Line Altitude

<sup>99</sup>Shortwave Infrared



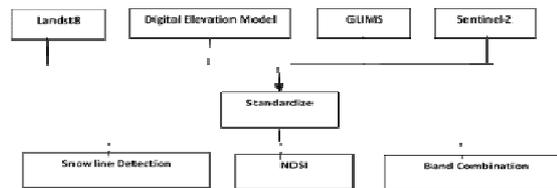
تصویر شماره یک: مقایسه باندهای لندست ۷-۸ با Sentinel-2 (NASA 2016)



شکل شماره ۲: نمایی از موقعیت عمومی منطقه به همراه با محدوده داده های یخچالی GLIMS

**منطقه مطالعاتی:** منطقه مطالعاتی در شمال استان تهران در دامنه‌های جنوبی رشته کوه البرز میانی واقع گردیده است. علت انتخاب این منطقه به عنوان پهنه مطالعاتی موجود بودن داده‌ها و اطلاعات مربوط به GLIMS و همچنین سایر داده‌های فضایی مربوط به یخچال‌های موجود در این منطقه است. در شکل شماره ۲ نمایی از موقعیت عمومی منطقه مشخص است. علت انتخاب این منطقه به دلیل وجود داده‌های GLIMS بوده است.

**روش تحقیق:** به منظور شناسایی درست خط برف‌مرز از سه متد Band Combination, NDSI, Snowline Detection استفاده شده است. بر اساس نتایج حاصل از این سه متد قضاوت در خصوص کاربرد بالای تصاویر Sentinel-2 بسیار واضح می‌گردد. بر این مبنای داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای تحقیق شامل تصویر ماهواره ای Sentinel-2, Landsat8 داده‌های GLIMS و نقشه سطوح ارتفاعی منطقه است. در فلوجارت روش تحقیق که در شکل شماره ۲ نمایان است، فرایند تحقیق مشخص شده است.



شکل شماره ۲- نمایی از فرایند اجرایی تحقیق

متد **Snowline Detection** به عنوان متداول در شناسایی برف‌مرز مورد استفاده بوده است. زمانی که تصویر ماهواره ای بسیار واضح و شفاف باشد به سادگی امکان شناسایی و تعیین خط مرز بین برف و یخ بدون نیاز به سخت افزار و نرم افزار خاصی وجود دارد. به منظور شناسایی خط برف‌مرز بر اساس این متد از نقشه سطوح ارتفاعی منطقه و فیلتر GLIMS استفاده شده است. نتیجه حاصل از این متد در شکل شماره ۳، بخش اول مشخص است.

متد **Normalised-Difference Snow Index** به عنوان متد دوم جهت شناسایی برف‌مرز بر روی تصاویر Sentinel-2 استفاده شده است. برف بالاترین بازتاب انرژی الکترومغناطیسی را در طیف مرئی و بالاترین میزان جذب را در باندهای NIR/SWIR دارد (شکل شماره ۱). در داده‌های Sentinel-2، متد NDSI بر اساس فرمول شماره یک و در داده‌های لندست ۸ بر اساس فرمول شماره دو انجام می‌پذیرد. به طور کلی NDSI به فرمت  $(Green\ band - SWIR\ band) / (Green\ band + SWIR\ band)$  اجرا می‌گردد. شکل شماره ۳، بخش دوم نمایانگر اجرای این متد بر روی تصاویر لندست ۸ و Sentinel-2 است.

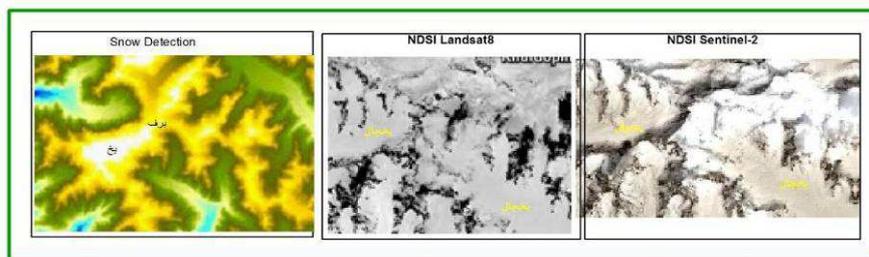
$$\text{Equation 1: } \text{NDSI (Sentinel-2)} = \frac{(B3 - B11)}{(B3 + B11)} - 2$$

$$\text{Equation 2: } \text{NDSI (Landsat 8)} = \frac{(B3 - B6)}{(B3 + B6)}$$

متد **Band Combination** به عنوان سومین متد مورد استفاده جهت شناسایی خط برفمرز مورد استفاده است. هر نوعی از پوشش زمین دارای بازتاب مخصوص به خود در قالب باندها است. با بارز ردن اختلاف بین باندها در یک تصویر RGB برف و یخ به سادگی قابل تشخیص می باشند. در تصاویر لندست TM این مهم بوسیله تلفیق باندهای ۴ و ۵ و ۷ در حالت نمایش RGB قایل رویت است. (Parece et al., 2015). با تغییر ساختار به Sentinel-2 به ترتیب باندهای ۸a، ۱۱ و ۱۲ برای داده های لندست ۸، باندهای ۵، ۶ و ۷ ابرها و برف و یخ به صورت رنگ قرمز مشخص می شوند. در یک تحقیق مشابه، تلفیق باندهای ۵-۴-۳ برای داده های لندست ۸ مورد استفاده قرار گرفت که بر این مبنا تلفیق باندهای ۱۱-۸a و ۴ در حالت RGB امکان تشخیص مناسب برف و یخ را دارا است. (Portengen et al., 2015). تلفیق باند دیگری که بوسیله NASA به منظور تفکیک برف از یخ پیشنهاد شده است، تلفیق باندهای ۵-۴-۲ به صورت RGB بر روی داده های لندست ۷ است که در صورت تبدیل ساختار طیفی به داده های Sentinel-2، تلفیق باند به صورت ۱۱-۸a و ۳ نمایان می گردد. در جدول شماره ۲ تلفیق باندها بر اساس این سه مدل به تفصیل نمایان است.

Method	Landsat TM	Landsat 7 ETM+	Landsat 8	Sentinel-2
Parece et al.	4,5,7	4,5,7	5,6,7	8A,11,12
Portengen	5,4,3	5,4,3	6,5,4	11,8A,4
NASA	5,4,2	5,4,2	6,5,3	11,8A,3

جدول شماره ۲- تلفیق باندها برای تشخیص برف از یخ در حالت نمایش RGB



در شکل شماره ۳، نمایی از کل نتایج حاصل از شناسایی برفمرز با استفاده از دو متد Snow Detection و NDSI مشخص است

شکل شماره ۳- نمایی از اجرای متدهای Snow Detection و NDSI بر روی داده ها

### نتیجه گیری :

در حین بررسی داده های لندست ۸ و Sentinel-2 از یک منطقه، هر تصویری یک نوعی از رنگ بندی را برای یخچالها نمایش می دهد. این موضوع به اختلاف در باندهای داده های تصاویر (طول موج مرکزی و عرض باند) وابسته است. داده های Sentinel-2 از حیف اعوجاجات Top Of Atmosphere و Bottom Of Atmosphere اصلاح گردیده اند. در حالی که داده های لندست ۸ با ساختار Dark Object Subtraction اصلاح گردیده اند که الگوریتم ضعیفتری را نسبت به Sentinel-2 دارا است. تعداد بسیار زیادی از عوارض یخچالی به صورت بسیار بارزی بر روی تصاویر Sentinel-2 قابل مشاهده بوده و داده های این تصویر از قدرت تفکیک مکانی بسیار بالاتری نسبت به لندست ۸ دارا است که می تواند مبنایی در زمینه مطالعات جزئیات بیشتری از یخچالها باشد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تلفیق نتایج آنالیزهای تصاویر لندست و Sentinel-2 بهترین امکان را در زمینه بررسی جزئیات بسیار دقیق تری از ژئومورفولوژی یخچالی فراهم آورد.

### منابع :

- 14th Session of the WMO Commission for Hydrology, CHy-14. (2012). Review on remote sensing of the snow cover and on methods of mapping snow. Retrieved from [http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/chy/chy14/documents/ms/remote\\_sensing\\_snow\\_cover\\_methods\\_mapping\\_snow.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/chy/chy14/documents/ms/remote_sensing_snow_cover_methods_mapping_snow.pdf)
- Benn, D. I., & Evans, D. J. A. (1998). *Glaciers & glaciation*. London; New York: Arnold; Wiley.
- EarthExplorer, USGS. (2016). Retrieved from <http://earthexplorer.usgs.gov>
- ESA. (2016). Sentinel-2 MSI user guide. Retrieved from <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/>
- Hooke, R. L. (2005). *Principles of glacier mechanics (2nd ed.)*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- NASA. (2016). Landsat 8 bands. Retrieved from [http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page\\_id=5377](http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=5377)

## نقش ژئومورفولوژی در شناسایی ویژگی‌های سرزمینی با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی مطالعه موردی: بخش سراجوی شهرستان مراغه

<sup>۱</sup> لیلا منتصری، <sup>۲</sup> زنگنه اسدی، محمدعلی

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، L.montaseri@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، خراسان رضوی، maz1asadi@yahoo.com

### ۱. مقدمه

تفکیک سیستم‌های ارضی از دیرباز مورد توجه بسیاری از دانشمندان و متخصصان علوم زمین و به‌خصوص ژئومورفولوژیست‌ها بوده است. کاربری ارضی از طریق این تفکیک‌ها مشخص می‌کند که هر قسمت از زمین به چه کاربری اختصاص پیدا کند. در این روش هم‌چنین می‌توان به ارزیابی محدودیت‌های آمایش سرزمین در یک ناحیه دست یافت. موضوعی که به طور قطع در فرآیند برنامه‌ریزی، به اندازه قابلیت‌های یک ناحیه بستگی دارد و می‌تواند در بهره‌برداری بهینه از محیط باری دهنده باشد. در این روش مشابهت‌های فرمی اساس طبقه‌بندی قرار می‌گیرد و ویژگی‌های ارضی ناشی از فرم در برابر موضوعی ارزیابی و به صورت قابلیت و محدودیت معرفی می‌شود (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۵۵ و ۱۵۴). کار در روش سیستم‌های ارضی به تکنیک‌های ترسیم متکی است. مجموعه اطلاعات این دانش در نهایت به صورت نقشه‌ای تدوین و تألیف می‌شود و استفاده کنندگان به بهره‌مندی از اطلاعات حاشیه‌ای نقشه قادرند ضمن آشنایی با ویژگی‌های سطوح ارضی با قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر یک از واحدها آشنا شوند (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۵۶). هدف این مطالعه، استفاده از دانش ژئومورفولوژی و روش سیستم‌های ارضی در تحلیل قابلیت‌ها و محدودیت‌های مناطق است که در مطالعات آمایش سرزمین می‌توان از آن بهره جست که به صورت موردی در یک بخش کوچک نشان داده شده است. در این مطالعه نقش دانش ژئومورفولوژی در شناسایی ویژگی‌های سرزمینی با استفاده از روش تحلیل سیستم‌های ارضی در بخش سراجوی شهرستان مراغه استان آذربایجان شرقی بررسی می‌شود.

تاریخچه ارزیابی ارضی در ایران به سال ۱۳۳۳ برمی‌گردد، یعنی زمانی که نیاز به ارزیابی ارضی پایاب سدهای احداث شده برای کشاورزی آبی بوجود آمد (رامشت و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۹). (نوروزپور و همکار، ۱۳۹۱) در بررسی پتانسیل‌های ژئواکتوریزم دره جونقان با استفاده از روش تحلیل سیستم ارضی، مکان‌های متفاوت را بررسی و با استفاده از نرم‌افزار GIS مورد تفکیک قرار داده است. (افشاری و همکار، ۱۳۹۲) در بررسی پتانسیل‌های ژئواکتوریزم شهرستان سمیرم با استفاده از روش تحلیل سیستم ارضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پدیده‌های جاذب گردشگری را شناسایی و مناطق مستعد گردشگری را نیز مکان‌یابی نموده‌اند. (رامشت و همکاران، ۱۳۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل ساختاری سیستم‌های ارضی ژئومورفیک در حوضه میدان گل با استفاده از روش میدانی، واحدهای ارضی از لحاظ شکل و جنس ارضی و کاربری بهینه از جمله کشاورزی، بررسی و تقسیم‌بندی گردید و نهایتاً نتیجه‌گیری شد که کاربری صحیح از زمین‌های مختلف میدان گل با توجه به جنس آن‌هاست. (کپورتوتی و همکاران، ۲۰۱۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان طبقه‌بندی محیط زیست زمین و حفاظت از تنوع زیستی در سطح ملی در ایتالیا نشان دادند که چگونه واحدهای ارضی می‌تواند به عنوان چارچوبی قابل اعتماد برای تجزیه و تحلیل محیط زیست در مقیاس درشت استفاده شود و نیز می‌تواند برای پیاده سازی استراتژی حفاظت ملی مفید واقع شود.

### ۲. مواد و روش‌ها

روش تحلیل سیستم‌های ارضی<sup>۱۰۰</sup>، یک طبقه‌بندی علمی بر مبنای فرم ارضی و با ساختاری سلسله مراتبی است و بر رابطه زمین (لندفرم) با قابلیت‌ها و محدودیت‌های ارضی تأکید دارد. در این روش به دنبال تحدید حدود منطقه مطالعاتی بر روی نقشه توپوگرافی میان مقیاس و با توجه به اطلاعات اولیه به دست آمده در مورد ویژگی‌های فرمی و فیزیوگرافی شاخص منطقه، نسبت به تقسیم‌بندی مناطق به محدوده‌هایی که ویژگی‌های فیزیکی مشابه دارند، مبادرت می‌شود، به نحوی که هر ناحیه به واسطه یک تجانس خاص از ناحیه دیگر متایز می‌گردد. اگرچه تفکیک سیستم‌ها بیشتر بواسطه تشابه یا تفاوت در فرم صورت می‌گیرد، اما بسیاری از فرآیندهای دیگر حاکم در هر سیستم مانند فرآیندهای فرسایشی یا تراکمی، نحوه نفوذ آب، نوع خاک و ... نیز از این ویژگی فرمی تبعیت می‌کند (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۷۰). بعد از تفکیک سیستم‌های موجود در یک منطقه، کار بررسی و ارزیابی هر سیستم برای تجزیه به واحدهای ارضی آغاز می‌شود (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۷۳). به‌طور کلی چهارچوب تقسیم‌بندی سیستم‌های

<sup>100</sup> terrain analysis or land system approach

ارضی بر اساس ارزیابی فرم، ناهمواری‌ها، مواد و جنس و مرحله تکوین انجام می‌گیرد و به‌عنوان معیاری مسلم در مدیریت محیطی مطرح است. شالوده این تقسیم‌بندی در سه طیف سیستم ارضی، واحد ارضی و اجزاء واحد خلاصه می‌شود. به‌عبارتی یک منطقه می‌تواند شامل یک یا چند سیستم ارضی و هر سیستم ارضی خود شامل چند واحد ارضی شود (رامشت، ۱۳۸۸: ۱۶۷).

### ۳. بحث و نتایج

محدوده مورد مطالعه با مساحت ۱۳۰/۴۸ کیلومتر مربع بخشی از شهرستان مراغه واقع در استان آذربایجان شرقی است. قسمت اعظم محدوده مورد مطالعه در شهرستان مراغه و بخش کوچکی از آن در شهرستان ملکان قرار دارد. مختصات آن از  $39^{\circ} 28' 46''$  تا  $37^{\circ} 08' 59''$  شرقی و  $46^{\circ} 18' 53''$  تا  $46^{\circ} 28' 39''$  طول شرقی و  $59^{\circ} 08' 59''$  تا  $37^{\circ} 20' 07''$  عرض شمالی است. حوضه آبخیز انتخابی یکی از شعبات رودخانه لیلان چای آذربایجان شرقی است که از کوه‌های سهند سرچشمه می‌گیرد و پس از مشروب کردن اراضی ملکان به دریاچه ارومیه می‌ریزد<sup>۱۰۱</sup>. حوضه آبخیز مورد مطالعه در بخش سراجوی شهرستان مراغه (جنوب مراغه) واقع شده است. بخش جنوبی شهرستان مراغه به صورت دشت و جلگه می‌باشد و یکی از رودخانه‌های مهم آن لیلان چای است که تأمین کننده آب کشاورزی شهرستان می‌باشد<sup>۱۰۲</sup>. جریان آب این رودخانه اکثراً در زمستان یخ می‌بندد. آب و هوای شهرستان مراغه معتدل متمایل به سرد و نسبتاً مرطوب است. هوای قسمت‌های جلگه و کنار دریاچه گرمسیر و در قسمت‌های کوهستانی معتدل می‌باشد<sup>۱۰۳</sup>. پس از بررسی نقشه‌های توپوگرافی و رسم مرز حوضه، اقدام به تهیه مدل رقومی ارتفاعی و نقشه شیب شد. سپس نقشه زمین‌شناسی، کاربری اراضی و خاک حوضه تهیه شد و در تکمیل کار سطوح ارضی بر اساس ویژگی‌های منحصر به فرد هر منطقه با توجه به شیب، ارتفاع و... تفکیک و قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر سطح بررسی و پیشنهاداتی نیز ارائه گردید.

طبق نقشه مدل رقومی ارتفاعی، بیشترین ارتفاع حوضه در شمال غرب حوضه و کمترین در محل خروجی در جنوب حوضه می‌باشد. به این ترتیب شیب توپوگرافی حوضه آبخیز از شمال غرب به جنوب جنوب شرق می‌باشد. همچنین در شمال شرق حوضه ارتفاعات تقریباً مرتفعی وجود دارد که از آنجا نیز آبراهه‌هایی به سمت خروجی در جریانند. با این وجود از سمت شمال شرق نیز می‌توان یک شیب به سمت خروجی در نظر گرفت. به طور متوسط حوضه آبخیز مورد مطالعه، ارتفاع غالبی در حدود ۱۶۰۰-۱۸۰۰ متر از سطح دریا دارد و آن را می‌توان یک حوضه مرتفع در نظر گرفت. با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی، نقشه شیب بر حسب درجه نیز تهیه گردید. طبق این نقشه، شیب غالب حوضه ۰-۴ درجه است. بخش شمال شرقی حوضه شیب کم و بخش جنوب غربی آن شیب بالایی دارد، به طوری که پرشیب‌ترین بخش حوضه، خروجی حوضه است. در کل به غیر از ناحیه خروجی، حوضه آبخیز مورد مطالعه، از نظر توپوگرافی یک حوضه کم‌شیب است و از آنجایی که مرتفع است، شاید بتوان آن را یک فلات محسوب کرد. از نظر تقسیمات زمین‌شناسی اشتهکلین، حوضه آبخیز مورد مطالعه جزء ایران مرکزی و از نظر ژئومورفولوژی جزء زون البرز-آذربایجان محسوب می‌شود. این محدوده در نزدیکی توده آتشفشانی سهند قرار دارد. اکثر سنگ‌های این منطقه، سنگ‌های آتشفشانی ترشیری از ژوراسیک تا کواترنری است. به همین دلیل، این منطقه کم‌ترسین فرسایش را دارد، آب زیرزمینی آن بهترین کیفیت را باید داشته باشد. آب و خاک آن به دلیل وجود سیلیس و گوگرد باید حالت اسیدی و ترش داشته باشد (احتمال وفور کائولینیت در این منطقه زیاد است). بیشترین بخش از محدوده مورد مطالعه را توف و سنگ رس سخت شده تشکیل می‌دهد. از آنجایی که توف یک سنگ آذرآواری متخلخل است و نفوذپذیری آن بالاست، لذا جهت نگهداشت آب زیرزمینی مناسب است. کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه از دو منظر کلی و صرفاً کشاورزی بررسی می‌شود. از دیدگاه کلی بیشترین کاربری به دیمکاری ترکیبی و کمترین به منطقه شهری اختصاص می‌یابد و از دیدگاه کشاورزی، سهم کشاورزی دیم بیشتر است. با بررسی نقشه خاک محدوده مورد مطالعه، مشخص شد که خاک آن جزء خاک‌های قهوه‌ای (۷) فلات<sup>۱۰۴</sup> محسوب می‌شود و به صورت جزئی‌تر در رده (۷-۱۵) خاک‌های قهوه‌ای همراه با لیتوسل<sup>۱۰۵</sup> قرار می‌گیرد. خاک‌های قهوه‌ای به دلیل غنی بودن از مواد آلی و رنگ تیره آن، جزء خاک‌های حاصلخیز به شمار می‌رود. از لحاظ پوشش گیاهی، با وجود آن که استان آذربایجان شرقی منطقه‌ای مرطوب بوده و از نظر میزان بارندگی در سطح کشور بعد از نواحی خزری قرار می‌گیرد، اما به علت سرمای شدید و برف زیاد در زمستان، جنگل‌های این استان مانند جنگل شمال، انبوه و وسیع نیست. مراتع استان نیز به طور عمده در ارتفاعاتی نظیر سهند و در سرزمین‌های هموار و پایکوهی و دشت‌ها و جلگه‌های پراکنده وجود دارد. پس از تلفیق تمام ویژگی‌های فوق به صورت کلی می‌توان این محدوده را به‌عنوان محدوده‌ای تقریباً کمی مرتفع (۱۶۰۰-۱۸۰۰ متر)، کم‌شیب (۰-۴)

<sup>101</sup>. [www.malekan.blogfa.com/profile/](http://www.malekan.blogfa.com/profile/)

<sup>102</sup>. [www.ostan-as.gov.ir](http://www.ostan-as.gov.ir)

<sup>103</sup>. [www.notary10.blogfa.com/posts](http://www.notary10.blogfa.com/posts)

<sup>104</sup>. Soil of the Plateaus

<sup>105</sup>. Brown Soils-Lithosoils

درجه (فلات) با سنگ‌های توف و متخلل و خاک قهوه‌ای و حاصلخیز و کشاورزی دیم که به نظر می‌رسد با تمام این اوصاف در زمینه‌های هیدروژئولوژی، هیدروژئولوژی، خاک‌شناسی و کشاورزی قابلیت‌های بالایی خواهد داشت، معرفی کرد. بعد از تهیه تمام نقشه‌های فوق‌الذکر، با توجه به تمام ویژگی‌های منطقه اقدام به تفکیک سیستم‌های ارضی از جمله: کوهستان، تپه‌ماهور و دشت شد. سپس این سیستم‌ها را به واحدهای کوچکتر و بعد از آن به جزء واحدهای کوچکتر تفکیک کردیم و نهایتاً برای هر بخش مساحت جداگانه محاسبه شد و ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر بخش ذکر شد. در جدول شماره (۱) مشخصات آن‌ها ارائه شده است.

#### ۴. یافته‌ها

دانش ژئومورفولوژی نقش بسزایی در شناخت قابلیت‌ها و محدودیت‌های محیطی پیرامون ما دارد که در این میان می‌توان روش تحلیل سیستم ارضی را نام برد. با استفاده از این روش و با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات طبیعی نواحی، می‌توان بر قابلیت و توانایی‌ها و هم‌چنین محدودیت‌های مناطق اشراف داشت. این اطلاعات ما را قادر می‌سازد که مکان‌های مناسب با اهداف اجرای طرح‌های توسعه را شناسایی و استقرار مکانی پروژه‌ها و قابلیت‌ها را معین و مشخص کنیم. با تعیین سیستم‌ها و واحدهای ارضی حوضه آبخیز مورد مطالعه مشخص شد که این محدوده یک منطقه مرتفع و کوهستانی با اقلیم سردسیری است. خطر آب‌گرفتگی و سیلاب و ریزش و سقوط بهمین در آن وجود دارد؛ با این وجود به دلیل وجود خاک حاصلخیز، کشاورزی سودمندی در مناطق کم‌شیب و قابل دسترس وجود خواهد داشت.

#### ۵. منابع

- ۱- افشاری، جیده و افشاری، جلیله؛ مکان‌یابی و بررسی پتانسیل‌های ژئوآکوتوریسم شهرستان سمیرم با استفاده از روش تحلیل سیستم اراضی (LSA)، دومین همایش ملی گردشگری و طبیعت‌گردی ایران، همدان، تیر ۱۳۹۲.
  - ۲- جداری عیوضی، جمشید؛ ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چ ششم، ۱۳۸۱.
  - ۳- رامشت، محمدحسین؛ نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، تهران، انتشارات سمت، چ سوم، ۱۳۸۸.
  - ۴- رامشت، محمدحسین؛ خوشرو، عبدالله و امینی، مهدی؛ تجزیه و تحلیل ساختاری سیستم‌های ارضی ژئومورفیک در حوضه میدان گل، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال هفتم، ش ۲۵، صص ۲۷-۴۲، ۱۳۹۳.
  - ۵- نوروپور، نوشین و رامشت، محمدحسین؛ بررسی پتانسیل‌های ژئوآکوتوریسم دره جونقان با استفاده از روش تحلیل سیستم ارضی، نخستین همایش میراث زمین‌شناختی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، بهمن ۱۳۹۱.
  - ۶- نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ ارومیه، برگ شماره NJ38-11، سازمان نقشه‌برداری کشور.
  - ۷- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ارومیه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
  - ۸- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مراغه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- 9- Capotorti. G., Guida. D., Siervo. V., Smiraglia. D. and Blasi. C. , Ecological classification of land and conservation of biodiversity at the national level: The case of Italy. Biological Conservation, V. 147, Iss. 1, Pp. 174-183, 2012.

جدول شماره (۱) خصوصیات سیستم‌ها و واحدهای ارضی حوضه آبخیز مورد مطالعه

پیشنهادات	قابلیت‌ها	محدودیت‌ها و خطرات	مشخصات خاک	شیب (درجه)	مساحت (m <sup>2</sup> )	مشخصات واحد ارضی	شیب (درجه)	مساحت (m <sup>2</sup> )	واحد ارضی	شیب (درجه)	نوع شیب	مساحت (m <sup>2</sup> )	تپ ارضی
ایمن‌سازی مسیر به دلیل وقوع بهمن	مکان مناسب برای ورزش‌های زمستانی	احتمال سقوط بهمین، عدم کشت سودمند به دلیل شیب و ارتفاع زیاد	خاک قهوه‌ای	-	-	-	۱۰-۳۰	۱/۲۹	کوهستان مرتفع	۴-۳۰	محدب	۱۵۷۹	کوهستان
ایمن‌سازی	مکان مناسب برای ورزش‌های کوهستانی	احتمال ریزش و لغزش	خاک قهوه‌ای	۱۰-۳۰	۰/۲۹	قله منفرد	۴-۲۰	۱۲/۷۳	کوهستان کم ارتفاع	۴-۳۰	محدب	۱۵۷۹	کوهستان
کنترل سیلاب	قابلیت مسکونی و کشاورزی	خطر آب‌گرفتگی و سیلاب	خاک قهوه‌ای	۰-۴	۰/۱۸	دشت با کاربری منطقه شهری	۴-۲۰	۱۳/۹۹	دشت کمی مرتفع	۰-۴	مستوی	۴۲/۵۷	دشت
کنترل سیلاب	قابلیت مسکونی و کشاورزی	خطر آب‌گرفتگی و سیلاب	خاک قهوه‌ای	۰-۴	۴/۷۴	دشت با کاربری کشاورزی (باغ)	۴-۲۰	۱۳/۹۹	دشت کمی مرتفع	۰-۴	مستوی	۴۲/۵۷	دشت

حفظ آب و خاک این ناحیه	-	فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک	خاک قهوه ای	-	-	-	۰-۱۰	۷/۸۹	تپه ماهورهای مرتفع
حفظ آب و خاک این ناحیه	-	فرسایش آبی توسط رواناب بالادست و ضخامت کم خاک	خاک قهوه ای	-	-	-	۰-۳۰	۴/۱۸۳	تپه ماهورهای متوسط ارتفاع
کنترل سیلاب	-	خطر آب گرفتگی و سیلاب	خاک قهوه ای	۰-۳۰	۳۹/۸۸	تپه ماهورهای کم ارتفاع با کاربری کشاورزی دیبکاری	۰-۱۰	۴/۸۱	تپه ماهورهای کم ارتفاع
کنترل سیلاب	-	خطر آب گرفتگی و سیلاب	خاک قهوه ای	۰-۱۰	۲/۶۵	تپه ماهورهای کم ارتفاع با کاربری کشاورزی باغ	۰-۱۰	۴/۸۱	
حفظ آب و خاک این ناحیه	-	فرسایش و احتمال سقوط به دلیل وجود پرتگاه	خاک قهوه ای	۰-۴	۰/۶۳	دره فرسایشی	۰-۱۰	۷/۱۷	تپه ماهورهای ارضی کشاورزی آبی
حفظ آب و خاک این ناحیه	کشاورزی سودمند با توجه به شیب و ارتفاع مناسب	-	خاک قهوه ای	-	-	-	۰-۱۰	۷/۱۷	تپه ماهورهای ارضی کشاورزی آبی
حفظ آب و خاک این ناحیه	کشاورزی سودمند با توجه به شیب و ارتفاع مناسب	-	خاک قهوه ای	-	-	-	۰-۱۰	۸/۴	تپه ماهورهای ارضی کشاورزی دیم
۴-۶۵									
مقیاس									
۷۰/۱۰									
تپه ماهور									

## تحلیل وضعیت ژئوتوریسم در منطقه کاشان و آران و بیدگل با تاکید بر عوامل محیطی

مهدی حسام

استادیار دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه گیلان، mhesam@guilan.ac.ir

## مقدمه

حال حاضر گردشگری جایگاه خاصی در اقتصاد کشورها پیدا کرده و نقش فعال و مؤثری در ارتقاء ساختار اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بخصوص در کشورهای رو به توسعه ایفا می کند (دادورخانی و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۲). گسترش شهرنشینی و فعالیتهای مختلف انسانی که موجب افزایش فشار بر محیط های طبیعی و اکوسیستمها شد، موجب مطرح شدن توسعه پایدار و توجه بیشتر بر محیطها و چشم اندازهای طبیعی و اکوتوریسم شده است. تبلیغ منابع طبیعی نه تنها آگاهی گردشگران از ارزش و اهمیت آنها را افزایش خواهد داد بلکه موجب توجه بیشتر و حفاظت از آنها نیز خواهد شد (Vujicrt al; 2011, 364). ژئوتوریسم یا زمین گردشگری به عنوان یکی از زیرمجموعه های صنعت گردشگری در سال های اخیر با شتاب زیادی گسترش یافته و علاقه مندان زیادی را به سوی خود کشیده و نسبت به دیگر رشته های گردشگری رشد و توسعه بیشتری داشته است. در ژئوتوریسم همیشه کیفیت محیط بسیار مهم است، کیفیت محیطی وابسته به همکاری فاکتورهای جغرافیایی، زمین شناسی و انسانی است (Tablonska. J, Jimcak. G, Pixova, 2009, 213). در واقع ژئوتوریسم یکی از روش های نوین در ارائه جاذبه های گردشگری است. جاذبه ژئوتوریستی ممکن است با واحدهای ارضی یک چشم انداز یا فعالیتهای ژئومورفومیک و زمین شناسی مشخص شود. در واقع ژئوتوریسم یکی از روش های نو در ارائه جاذبه های گردشگری است (بهنیافر و همکاران؛ ۱۳۸۶: ۹۱). عرضه هایی که در ژئوتوریسم برای گردشگران صورت می گیرد در دو قسمت عرضه اولیه و ثانویه یا مشتق شده از عرضه اولیه قرار می گیرد. عرضه اولیه شامل هر مکان یا پدیده ای هست که باعث جذب گردشگر می شود مثل سایتها و میراث زمین. عرضه ثانویه شامل خدمات، تسهیلات، زیرساختها و کالاهای مورد نیاز برای گردشگران هست (Reynard; 2008, 226). منطقه کاشان و آران و بیدگل به عنوان یکی از مناطق دارای جاذبه های فراوان تاریخی، فرهنگی و طبیعی گردشگری در فلات مرکزی ایران قرار دارد. ویژگی بیابانی این منطقه، به همراه جاذبه ها و چشم اندازهای فرهنگی و تاریخی، در کنار پتانسیل های ژئومورفولوژیکی، موجب شده است که این ناحیه، به عنوان یکی از مناطق مستعد توسعه ژئوتوریسم شناخته شود. با توجه به اهمیت روزافزون گردشگری به ویژه ژئومورفوتوریسم در حفاظت از زمین شناسی، ژئومورفولوژی و میراث اکولوژیکی و همچنین رونق و بهبود اقتصاد جامعه بومی، بررسی علمی و جامع در مورد ژئوتوریسم منطقه ضرورتی اجتناب ناپذیر به نظر می رسد. بنابراین اهداف تحقیق شامل موارد زیر است:

- بررسی نقاط قوت و ضعف و فرصتها و تهدیدهای ژئوتوریسم منطقه با تاکید بر عوامل محیطی؛
- ارائه راهبردهایی برای توسعه ژئوتوریسم منطقه.

## مواد و روشها

مطالعه حاضر از نوع توصیفی- تحلیلی است که به روش پیمایشی انجام گرفته است. تحقیق دارای دو قسمت اسنادی و کمی می باشد که در قسمت اسنادی از طریق مطالعه کتابخانه ای به جمع آوری ادبیات تحقیق پرداخته شد. در قسمت کمی که شامل پیمایش میدانی است ابزار گردآوری داده ها، پرسشنامه می باشد. مرحله بعدی پژوهش، جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه راهبرد توسعه ژئوتوریسم در منطقه مورد مطالعه از روش تحلیلی SWOT استفاده شد. در ادامه با بررسی های به عمل آمده بر روی محیط داخلی و خارجی موثر در منطقه، فهرستی از نقاط قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدها مورد شناسایی قرار گرفت. در ادامه راهبردهایی به منظور توسعه ژئوتوریسم منطقه کاشان و آران و بیدگل ارائه گردید.

## یافته ها

با استفاده از ماتریس اولویت عوامل از نظر پاسخگویان، ماتریس ارزیابی عوامل اولویت دار داخلی و ماتریس ارزیابی عوامل اولویت دار خارجی مجموع میانگین نظرات به عنوان ضریب اهمیت یا وزن هر یک از مولفه ها است (ضریب اهمیت نسبی به گونه ای بایستی تخصیص داده شود که حاصل جمع ضرایب کلیه عوامل بیش از یک نشود) و رتبه ای به هر کدام از آنها اختصاص داده می شود. نقاط قوت، ضعف، تهدید و فرصت و نتایج محاسبات آنها در جدول شماره ۱ و ۲ مشاهده می شود.

جدول ۱- (IEF) ماتریس بررسی عوامل داخلی محیطی

نمره	رتبه	ضریب اهمیت (وزن)	عوامل
			نقاط قوت:
۰.۱۶	۴	۰.۰۳۹	S1. واقع شدن در مرکز ایران از نظر جغرافیایی
۰.۱۳	۴	۰.۰۳۲	S2. نزدیکی به پایتخت
۰.۱۲	۴	۰.۰۳۰	S3. ایجاد ارتباط حلقه ای در گردشگری با توجه به وجود کویر ملی، دریاچه نمک و کویر مرنجاب در یک پهنه مشترک
۰.۰۳	۳	۰.۰۰۹	S4. وجود شرایط اقلیمی مناسب برای گردشگران در نیمی از سال در کاشان و مرنجاب
۰.۰۳	۳	۰.۰۱۰	S5. قرار گرفتن منطقه در یکی از استان های مهم کشور (استان اصفهان)
۰.۰۴	۴	۰.۰۱۱	S6. وجود کوه سفیدآب، یخاب و جزیره سرگردان به عنوان ارتفاعات بارز منطقه
۰.۰۸	۴	۰.۰۲۰	S7. وجود تپه های شنی به نام بند ریگ و اشکال دیدنی ایجاد شده در آن
۰.۰۲	۳	۰.۰۰۸	S8. هموار بودن منطقه
۰.۱۰	۴	۰.۰۲۴	S9. وجود انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع تجدید شدنی در تمام فصول سال
۰.۰۴	۴	۰.۰۱۰	S10. گستردگی سازندهای دوران چهارم در بخش های وسیعی از منطقه
۰.۱۰	۴	۰.۰۲۴	S11. وجود تعداد زیاد حلقه های چاه عمیق و نیمه عمیق در منطقه
۰.۰۹	۴	۰.۰۲۲	S12. وجود ۳۹۸ رشته قنات در کاشان
۰.۰۱	۳	۰.۰۰۴	S13. وجود برخی مسیل ها در منطقه
۰.۰۲	۳	۰.۰۰۸	S14. پایین بودن خطر زلزله در منطقه
۰.۱۲	۴	۰.۰۲۹	S15. وجود گونه های خاص و متنوع گیاهی و جانوری در منطقه
۰.۰۷	۴	۰.۰۱۷	S16. بالا بودن سطح آب زیر زمینی در منطقه
۰.۰۸	۴	۰.۰۲۱	S17. عدم آلودگی نوری نسبت به مناطق اطراف در چاه کنجه و موقعیت مناسب برای نجوم و رصد ستارگان
۰.۰۶	۴	۰.۰۱۴	S18. نزدیکی به منطقه پارک ملی کویر
۰.۱۲	۴	۰.۰۲۹	S19. وجود مناطق زیست محیطی طبیعی متنوع در منطقه
۰.۰۵	۳	۰.۰۱۷	S20. کویر مرنجاب کانون اتصال سه استان اصفهان، قم و سمنان
۰.۰۷	۴	۰.۰۱۸	S21. وجود منطقه حفاظت شده یخاب
۰.۰۳	۳	۰.۰۱۰	S22. منطقه ای کوهستانی در دل بیابان در منطقه یخاب
۰.۰۲	۳	۰.۰۰۸	S23. وجود چشمه آب سرد در منطقه یخاب
۰.۰۹	۴	۰.۰۲۳	S24. وجود تپه های رنگارنگ با تنوع رنگی قرمز، سبز، زرد و نارنجی در دامنه جنوبی یخاب
۰.۰۸	۴	۰.۰۲۱	S25. وجود محوطه ای بسیار غنی با فسیل های ارزشمند مربوط به دوره میوسن در منطقه یخاب
۰.۰۷	۴	۰.۰۱۸	S26. وجود ساخت های رسوبی در منطقه کوشکوه
۰.۰۶	۳	۰.۰۱۹	S27. وجود رودخانه های هنجن، قهرود، قمصر و .. جهت تامین آب مورد نیاز منطقه
۰.۰۵	۴	۰.۰۱۲	S28. امکان استفاده حداکثری توریسم از زمان به دلیل بالا بودن ساعات آفتابی در منطقه

۰.۱۳	۴	۰.۰۳۳	S29. وجود پوشش گیاهی در حاشیه منطقه (باغات گل محمدی) در منطقه قمصر و نیاسر
۰.۰۳	۳	۰.۰۱۱	S30. شرایط مناسب آب و هوایی در مناطق کوهستانی و کوهپایه ای
۰.۱۰	۴	۰.۰۲۵	S31. دسترسی آسان به منطقه
۰.۰۳	۳	۰.۰۱۰	S32. برخورداری از چشم انداز متنوع کوه و دشت
۰.۰۵	۳	۰.۰۱۷	S33. وجود منابع آب شیرین با کیفیت
۰.۰۳	۳	۰.۰۰۹	S34. وجود روستای زیبا و سرسبز دره در دامان کوهستانی سازند قم
۰.۰۷	۴	۰.۰۱۸	S35. وجود چشم انداز زیبای زمین شناسی از سازند قم در منطقه
۰.۰۵	۳	۰.۰۱۶	S36. وجود معدن باریت در منطقه
۰.۰۵	۳	۰.۰۱۸	S37. وجود معدن نمک در منطقه
			نقاط ضعف:
۰.۰۳	۱	۰.۰۳۲	W1. تخریب و تاراج نمونه های سنگ، سنگواره و کانی در منطقه یخاب
۰.۰۱	۲	۰.۰۰۷	W2. کمبود ارتفاعات و عدم وجود آب کافی بخصوص برای حیات گیاهی و جانوری منطقه
۰.۰۲	۱	۰.۰۱۵	W3. قرار داشتن منطقه زیر نفوذ بادهای گرم و خشک شمال شرقی در تابستان
۰.۰۲	۲	۰.۰۱۰	W4. ذخیره کم آب زیر زمینی به علت نوع سنگ های تشکیل دهنده منطقه بخصوص در کاشان و مرنجاب
۰.۰۱	۲	۰.۰۰۵	W5. کمبود آب و فقدان رودهای بزرگ در منطقه
۰.۰۱	۱	۰.۰۰۵	W6. شوری اکثر رودها در منطقه
۰.۰۱	۱	۰.۰۰۹	W7. کیفیت و کمیت نامطلوب آب های زیر زمینی
۰.۰۱	۲	۰.۰۰۵	W8. عدم وجود جریانات آب سطحی و سختی استفاده از آن در منطقه
۰.۰۳	۱	۰.۰۲۹	W9. کم شدن گونه های جانوری به علت شکار بی رویه و از بین رفتن زیستگاه ها
۰.۰۴	۱	۰.۰۴۲	W10. پایین بودن سطح آگاهی عمومی در رابطه با حفاظت حیات گونه های جانوری و گیاهی
۰.۰۲	۱	۰.۰۲۱	W11. ناآگاهی محیط بانان، تعداد کم نیروهای حفاظتی و ضعف امکانات پاسگاه محیط بانی
۰.۰۴	۱	۰.۰۳۵	W12. تخریب منابع بر اثر برهم خوردن تعادل در اکوسیستم ها با بهره برداری نامعقول
۰.۰۳	۱	۰.۰۳۴	W13. ضعف و نارسایی حفاظت و نگهداری جاذبه های دیدنی منطقه
۰.۰۲	۱	۰.۰۲۲	W14. خشک شدن برخی قنات ها و چشمه ها در سال های اخیر
۰.۰۲	۱	۰.۰۱۸	W15. فصلی بودن فعالیت گردشگری
۰.۰۳	۱	۰.۰۳۴	W16. کیفیت پایین برخی از مراکز اقامتی و خدماتی
۰.۰۲	۱	۰.۰۱۷	W17. وجود واحدهای تولیدی در حاشیه جنوب شرقی منطقه
۲.۸۵		۱.۰۰۰	جمع

خیلی ضعیف (ضعف اساسی) = ۱ قوی (قوت معمولی) = ۳

ضعیف (ضعف معمولی) = ۲ خیلی قوی (قوت اساسی) = ۴

جدول ۲- (EFE) ماتریس بررسی عوامل خارجی محیطی

نمره	رتبه	ضریب اهمیت (وزن)	عوامل
			فرصت‌ها:

۰.۰۵	۳	۰.۰۱۸	01. امکان آموزش در رابطه با مسائل مربوط به زمین شناسی در مجموعه کوچکی از زیبایی های کویر
۰.۱۱	۳	۰.۰۳۶	02. امکان گسترش فعالیت های اکوتوریستی در شرایط اقلیمی مساعد (اوایل بهار، اواخر پاییز و زمستان)
۰.۰۳	۳	۰.۰۰۹	03. جلوگیری از فرسایش و تخریب محیط به علت دور از دسترس بودن عارضه ها
۰.۰۵	۳	۰.۰۱۵	04. امکان جمع آوری آب های سطحی به دلیل شیب ملایم منطقه
۰.۰۶	۳	۰.۰۲۰	05. امکان بهره گیری از بادهای به عنوان انرژی جایگزین
۰.۱۵	۴	۰.۰۳۷	06. امکان بهره برداری انرژی خورشیدی در منطقه
۰.۰۷	۳	۰.۰۲۴	07. امکان بهره برداری درست و با برنامه از معادن منطقه
۰.۱۲	۳	۰.۰۳۹	08. آگاهی مردم و مسئولین در مورد اهمیت آب و موفولوژی منطقه
۰.۱۳	۴	۰.۰۳۳	09. کاشت گیاهان شورپسند در منطقه و تقویت پوشش گیاهی
۰.۰۶	۳	۰.۰۲۱	010. امکان اجرای طرح های کنترل سیلاب و تغذیه آب های زیر زمینی
۰.۰۵	۳	۰.۰۱۷	011. مدیریت بهینه آب جهت فعالیت های توریستی و اکوتوریستی
۰.۰۷	۳	۰.۰۲۳	012. امکان جلب همکاری های بین المللی در جهت احیا و حفاظت زیستگاه ها و ذخیره گاه ها
۰.۰۶	۳	۰.۰۲۰	013. هماهنگ کردن کاربری های پیشنهادی با اقلیم از نظر زمانی و مکانی در جهت توسعه گردشگری منطقه
۰.۰۶	۳	۰.۰۲۱	014. حداکثر استفاده از ساعات آفتابی در طی فصول بهار و تابستان برای فعالیت های گردشگری
۰.۰۴	۳	۰.۰۱۳	015. امکان گسترش گردشگر جهت آب درمانی در منطقه نیاسر و قمصر
۰.۰۹	۴	۰.۰۲۳	016. امکان جذب گردشگر بخاطر شرایط اقلیمی مناسب بخصوص در مناطق کوهستانی و کوهپایه ای
۰.۱۰	۴	۰.۰۲۴	017. امکان توسعه باغات گل محمدی
۰.۱۱	۴	۰.۰۲۸	018. احداث جاده جدید کاشان به گرمسار
			تهدید:
۰.۰۴	۱	۰.۰۳۵	T1. برداشت غیر مسئولانه فسیل ها توسط بازدیدکننده ها و فروشندگان در منطقه یخاب
۰.۰۳	۱	۰.۰۳۴	T2. انقراض برخی از گونه های گیاهی و جانوری در پی استفاده نادرست از طبیعت و شکار بی رویه
۰.۰۳	۱	۰.۰۲۶	T3. تخریب پوشش گیاهی منطقه
۰.۰۵	۲	۰.۰۲۴	T4. از بین رفتن چشم اندازها با ایجاد زیرساخت ها و تاسیسات بی برنامه و نامناسب
۰.۰۳	۲	۰.۰۱۵	T5. آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی در اثر استقرار تاسیسات
۰.۰۴	۲	۰.۰۱۹	T6. امکان آلوده شدن منابع آب در اثر عدم مدیریت نسبت به گردشگران منطقه در زمان گلاب گیری
۰.۰۴	۱	۰.۰۴۱	T7. آلودگی محیط طبیعی در اثر عدم رعایت مسائل زیست محیطی از سوی گردشگران
۰.۰۴	۱	۰.۰۴۲	T8. وجود قطب پرجاذبه ای به نام اصفهان و فراموش شدن این منطقه
۰.۰۲	۲	۰.۰۱۰	T9. استفاده بی رویه دام از پوشش گیاهی منطقه
۰.۰۳	۱	۰.۰۳۴	T10. وجود مشکلات زیست محیطی در رابطه با استخراج معادن
۰.۰۲	۲	۰.۰۱۱	T11. وجود پدیده نشست در منطقه ابوزیدآباد
۰.۰۴	۲	۰.۰۲۰	T12. افزایش چاه های عمیق و نیمه عمیق طی چند سال گذشته پایین رفتن سطح ایستابی
۰.۰۵	۲	۰.۰۲۴	T13. کاهش سفره منابع آب زیرزمینی
۰.۰۲	۱	۰.۰۲۴	T14. وجود پدیده پیشروی آب شور به آبخوان های آب شیرین طی چند سال گذشته

۰.۰۳	۲	۰.۰۱۶	T15. وجود دوره های خشک طولانی در منطقه (حدود ۸ ماه)
۰.۰۲	۱	۰.۰۲۴	T16. تهدید منابع آب و حیات طبیعی منطقه بر اثر خشکسالی
۰.۰۴	۱	۰.۰۳۵	T17. روند تخریب برخی از جاذبه های طبیعی منطقه
۰.۰۲	۱	۰.۰۲۴	T18. بهره برداری بیش از توان محیط طبیعی در برخی مناطق
۰.۰۴	۱	۰.۰۳۷	T19. تخریب جاذبه های طبیعی با استخراج بیش از حد معادن شن
۰.۰۴	۱	۰.۰۴۳	T20. عدم وجود تأییدیه ارزیابی آثار زیست محیطی برای پروژه های صنعتی و عمرانی و غیر مجاز بودن آنها
۰.۰۴	۱	۰.۰۴۴	T21. داشتن حالت بن بستی در شهرستان آران و بیدگل
۲.۱۳		۱.۰۰۰	جمع

رتبه:

خیلی ضعیف (ضعف اساسی) = ۱

قوی (قوت معمولی) = ۳

ضعیف (ضعف معمولی) = ۲

خیلی قوی (قوت اساسی) = ۴

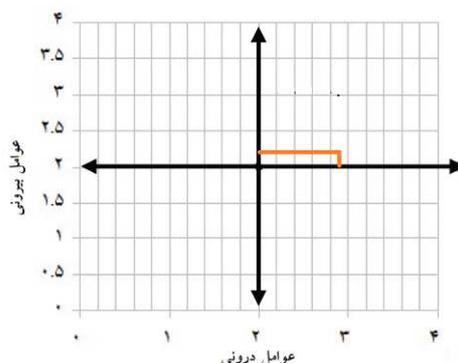
مرحله سوم - مرحله تطبیق با مقایسه ۱۰۶

با توجه به هدف تحقیق ابزارهایی که در این مرحله مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

ماتریس ۱۰۷SWOT: با ارزیابی داخلی (قوتها و ضعفها) و ارزیابی خارجی (فرصتها و تهدیدها) راهبردهای "ST"، و با ترکیب نقاط ضعف (W) و تهدیدها (T) راهبردهای "WT" تدوین و ارائه می شوند. ماتریس داخلی و خارجی IIE ۱۰۸: با توجه به ماتریس ارزیابی عوامل اولویت دار داخلی و خارجی و نمرات حاصل از آن در ابعاد افقی و عمودی یک ماتریس چهارخانه ای و یک طیف دویخی قوی (۲ الی ۴) وضعیف (۱ الی ۲) قرار می گیرد. با توجه به نمره نهایی ماتریس ارزیابی داخلی و خارجی موقعیت نقطه ای راهبردهای اصلی در شکل شماره ۱ آورده شده است.

$$2/85 = EFE$$

$$2/13 = IFE$$



شکل شماره ۱- نوع راهبرد ارائه شده

در ادامه راهبردهای حاصل از تحقیق در جدول شماره ۴ مشاهده می شود.

جدول ۴- راهبردهای توسعه ژئوتوریسم در بعد محیطی

موضوعات تحلیل	استراتژیها	موضوعات تحلیل	استراتژیها
راهبردهای نقاط	SO1- آموزش مردم محلی درباره اهمیت محیط	استراتژی های	WO1- جلوگیری از برداشت و تراج فسیلها و سنگواره

### 1. Matching stage

### 2. Strength, Weakness, Opportunity and Threat (SWOT) matrix

### 3. Internal – External (IE) Matrix

<p>ها با تصویب قوانین و آموزش و اطلاع رسانی          WO2- حمایت از گردشگری کشاورزی و کاشت گیاهان          و محصولات کشاورزی مقاوم به شوری و کم آبی جهت          کسب درآمد و جلوگیری از تخریب مزارع و پوشش          گیاهی          WO3- افزایش محیط بانان و ایجاد مراکز اطلاع رسانی          درباره محیط زیست در منطقه</p>	<p>به حداقل          رساندن نقاط          ضعف          WO</p>	<p>زیست و جنگل های مصنوعی و آب جهت جلوگیری          از تخریب و هدر رفت آن          SO2- التزام واحدهای صنعتی و تجاری به اخذ          تاییدیه زیست و محیطی          SO3- ممنوعیت کامل شکار و صید جانوران و          آموزش و اطلاع رسانی به مردم و گردشگران درباره          اهمیت آنها          SO4- جلوگیری از فعالیتهای مخرب صنعتی و          تولیدی در منطقه و انتقال واحدها به نقاط دیگر</p>	<p>قوت SO</p>
<p>WT1- جلوگیری از حفر چاه آب و جلوگیری از          برداشت چاههای غیر مجاز          WT2- برخورد قانونی با تخریب جنگلهای مصنوعی          WT3- زمینه سازی و تشویق مردم جهت حفظ محیط          زیست و جلوگیری از آلودگی آن</p>	<p>استراتژی های          پرهیز از تهدیدها          WT</p>	<p>ST1- جمع آوری برنامه ریزی شده زباله و آموزش و          اطلاع رسانی در این باره به گردشگران و مردم محلی          ST2- تبلیغات و بازاریابی وسیع جهت تبدیل شدن          به مقصد گردشگری          ST3- جلوگیری از بهره برداری بیش از حد          واحدهای معدنی</p>	<p>راهبرد های          استفاده از فرصت-          ها          ST</p>

### بحث و نتایج و یافته ها

امروزه در بین رشته ها و انواع گردشگری که به مسئولانه بودن فعالیتهای گردشگری تاکید می کنند، ژئوتوریسم جایگاه ویژه ای دارد. ژئوتوریسم که در مقام مقایسه با طبیعت جاندار کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است، به این امر تاکید می کند که استفاده از اشکال و توانمندی های زمین شناختی و ژئومورفولوژیکی باید با محوریت حفاظت از این اشکال و عوارض و استفاده پایدار از آنها باشد. ارزش یک ژئومورفوسایت به دلیل توجه آن به حفاظت برای آینده و تجمع سرمایه های گردشگری، بسیار زیاد است. تخریب محیط زیست و منابع طبیعی و همچنین افزایش فشار صنعتی و اقتصادی بر زندگی انسان، بر انگیزه بشر برای زندگی در میان طبیعت و عوارض طبیعی تاثیر به سزایی گذاشته و تقاضا را برای گردشگری محیط های طبیعی و زمین شناختی افزایش داده است. وقوع فرایندهای تاریخی و متعدد زمین شناسی و شرایط اقلیم شناختی، مجموعه متنوعی از اشکال و فرایندهای زمین شناختی را به جا گذاشته است که در این میان شهرستان کاشان و آران و بیدگل، به عنوان یکی از مستعدترین مناطق زمین شناختی و ژئومورفولوژیکی در کشور شناخته می شود. با داشتن چنین پتانسیلی، شاید هیچ نوعی از گردشگری به اندازه ژئوتوریسم برای منطقه، مفید و بررسی آن ضرورت نداشته باشد. با توجه به گستردگی مطالعات ژئوتوریستی در سطح بین المللی، به ویژه در کشورهای اروپایی که بیشتر در سطح مناطق حفاظت شده صورت گرفته، این پژوهش با هدف بررسی نقاط قوت و ضعف و فرصت و تهدیدهای این بخش انجام شده است.

### مراجع

- دادورخانی، فضیله؛ ابوطالب قاسمی و علی قنبری نسب (۱۳۸۸)، بررسی اثرات گردشگری ساحلی با تکیه بر نظرسنجی از خانوارهای روستایی؛ مطالعه موردی: روستای چمخاله، شهرستان لنگرود، پژوهش های جغرافیای انسانی، سال ۱، شماره ۴، صص. ۶۴-۵۱.
- بهنافر ابوالفضل، منصورى دانشور محمدرضا، کنگان خسروی سارا (۱۳۸۶)؛ نقش جاذبه های ژئوتوریستی چشمه ها و همبستگی آن ها با سازندهای زمین شناسی در محیط GIS (نمونه موردی: شهرستان کلات، شمال خراسان رضوی)؛ مجله علوم جغرافیایی، شماره ۵ و ۶، صص ۸۹-۱۰۶
- Jablonska. J., Jimcak. G., Pixova. I (2009), Geotourism and water quality of river Hornad (E-Slovakia), Acta Montanistica Slovaca Rocnik 14, cisl03, 213-220.
- Reynard Emmanuel; (2008); Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage; Geogr. Fis. Dinam. Quat. 31 (2008), 225-230, 2
- Vujjic Miroslav D, Djordjije A. Vasiljevic., Markovic Slobodan B., Hose Thomas A, Lukic Tin, Hadzic Olga, Janievic Sava; (2011); preliminary geosites assessment model (GAM) and its application on Fruska gora mountain, potential geotourism detination of Serbia; Acta geographica Slovenica, 51-2, 2011, 361-377.