



## ژئومورفوتوریسم کوهستان کلات: بررسی همبستگی میان چشمه‌ها و سازندهای

### زمین شناسی

ابوالفضل بهنیاافر: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

عادل سپهر: استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران\*

محمدرضا منصوری: دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۳/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۲۰، صص ۷۹-۹۰

#### چکیده

اساس ژئومورفوتوریسم را پتانسیل‌های زمین شناسی و چشم اندازه‌های ژئومورفولوژی در هر منطقه‌ای برای جذب گردشگر تشکیل داده است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی پراکنش چشمه‌ها در سطح شهرستان کلات به عنوان جاذبه‌های نقطه‌ای واجد ارزش ژئومورفوتوریسم در واحد ارضی هر کدام از سازندهای زمین شناسی است. شهرستان کلات در دامنه‌های شمالی زون کوهستانی کپه داغ قرار دارد که پوشیده از سازندهای آهکی چین خورده دوره ژوراسیک است. در این مطالعه از روش زمین مختصات جاذبه‌های زمین شناختی و ژئومورفولوژی استفاده شده است. در ابتدا نقاط مورد نظر توسط GPS شناسایی و نمونه برداری شدند و سپس با کمک تحلیل‌های فضایی و منطقه‌بندی در ArcGIS، همبستگی میان تمرکز جاذبه‌ها در واحدهای ارضی هر سازند زمین شناسی ارزشیابی گردید. همبستگی بین پراکنش چشمه‌ها و مجموع آبدهی سالانه آنها در واحد ارضی هر کدام از سازندها طبق آزمون پیرسون نشان دهنده همبستگی قوی در بازه معناداری ۹۵٪ بود ( $R^2=0.8$ ). منطقه‌بندی فضایی چشمه‌ها در GIS هم نشان داد که ظهور چشمه‌ها بیشترین تمرکز را در سازندهای شوربچه، سنگانه، تیرگان و مزدوران داشته‌اند و همین طور بیشترین آبدهی سالانه چشمه‌ها به ترتیب در سازندهای تیرگان، مزدوران، شوربچه و آبدراز به وقوع پیوسته است. مقایسه نتایج با مشاهدات میدانی هم مشخص کرد که چشمه‌ها و سایر مظاهر ژئومورفوتوریستی در منطقه عموماً بر روی سازندهای آهکی ضخیم لایه همچون سازند مزدوران و تیرگان نمود بیشتری داشته است. چشمه‌ها و آبشارهای واقع در این قلمروها نیز سایت‌های گردشگری مهمی چون قوه‌سو، اورتاکند، زاوین و سینی را به وجود آورده است. در پایان می‌توان گفت که سازندهای آهکی پتانسیل بالاتری را از نظر برخورداری از پدیده‌های ژئومورفوتوریستی همچون چشمه‌ها دارند.

واژه‌های کلیدی: ژئومورفوتوریسم، تحلیل پراکنش فضایی، چشمه، سازندهای زمین شناسی، شهرستان کلات.

#### ۱- مقدمه

ژئومورفوتوریسم، شاخه‌ای از گردشگری طبیعی و اکوتوریسم به شمار می‌رود که پس از موضوع ژئوپارک‌ها از سال ۲۰۰۰ مورد توجه یونسکو قرار گرفته است (احراری و شاه‌رخی، ۱۳۸۷). در واقع ژئومورفوتوریسم و همچنین ژئوتوریسم یکی از

در دهه‌های اخیر، اهمیت گردشگری در سطح بین‌المللی هم از لحاظ تعداد گردشگران و هم از لحاظ درآمد ارزی همواره و به طور بی سابقه‌ای در حال افزایش بوده است (Thomas et al, 2005). در این بین

منطقه‌بندی محدوده‌های مطالعاتی اقدام می‌شود (کامیابی، ۱۳۸۷). یکی از روش‌های مؤثر در زمینه تشریح مظاهر ژئومورفوتوریسم و منطقه بندی آن، ژئورفرنس جاذبه‌ها با GPS، تحلیل فضایی و منطقه بندی آن در GIS و ارزیابی همبستگی تمرکز جاذبه‌ها در واحد ارضی سازندها است. در رابطه با ارزیابی توان سازندهای زمین شناسی برای ژئومورفوتوریسم اساساً توصیف‌های میدانی و کیفی از الگوهای موجود مورد توجه بوده است، ولی در این مقاله برای تشریح مظاهر ژئومورفوتوریسم و منطقه بندی آن، نیاز به شاخصی جهت تعیین میزان همبستگی قابلیت سازندهای زمین شناسی با پدیده‌های ژئومورفوتوریستی منطقه قابل تفسیر بوده است. رویکرد این مقاله استفاده از روش بررسی همبستگی بین مظاهر ژئومورفوتوریستی با سازندهای زمین شناسی است که از طریق آن بسترهای با توان بالا برای برنامه ریزی توسعه گردشگری مشخص شود. هدف اصلی در این مقاله، شناسایی چشمه‌های پر آبد به عنوان یک جاذبه ژئومورفوتوریستی و نیز ارتباط آنها با سازندهای زمین شناسی بوده است. در نهایت، نقشه منطقه‌بندی تولید شده، می‌تواند مبنایی برای شناسایی جاذبه‌های موجود و محدوده‌های دارای قابلیت‌های ژئومورفوتوریستی کمتر شناخته شده باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

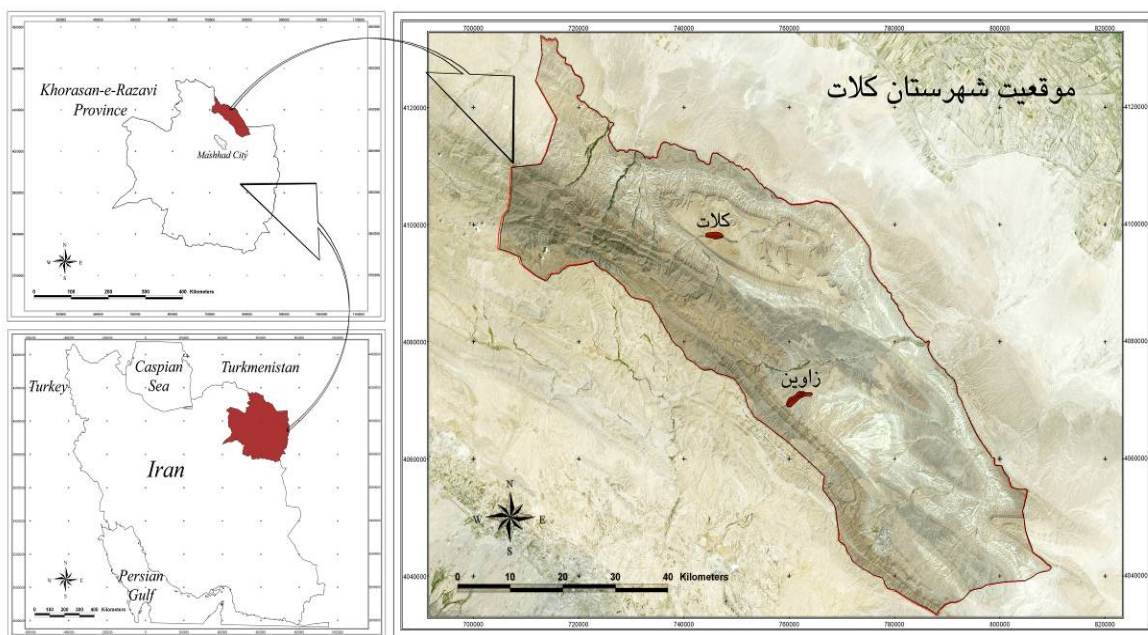
### ۲-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی تحقیق را شهرستان کلات با وسعتی بالغ بر ۳۵۰۰ کیلومترمربع، از استان خراسان رضوی واقع در شمال شرق ایران تشکیل می‌دهد (شکل ۱). این محدوده در  $25^{\circ} 36'$  تا  $19^{\circ} 37'$  عرض شمالی و  $18^{\circ} 59'$  تا  $29^{\circ} 60'$  طول شرقی قرار دارد و مشتمل بر جمعیتی در حدود ۳۹۵۶۰ نفر است

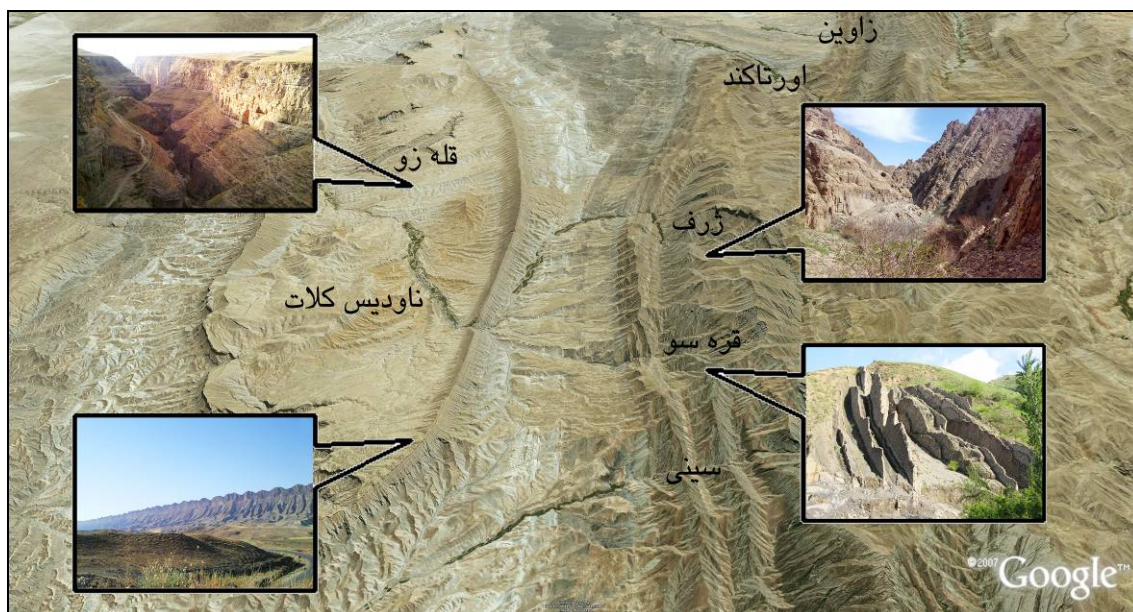
روش‌های نو در ارائه جاذبه‌های گردشگری هستند (ثروتی و کزازی)، که همچون اکوتوریسم، صنعتی نوین بر پایه جاذبه‌های طبیعی به شمار می‌روند (Han and Beckmann, 2003) و می‌توانند به عنوان مکانیسمی برای حفاظت از محیط زیست تلقی شود (رضوانی، ۱۳۸۱). به همین دلیل جاذبه‌های ژئومورفوتوریسم و ژئوتوریسم ممکن است با واحدهای ارضی یک چشم انداز یا فعالیت‌های ژئومورفولوژیک و زمین شناسی مشخص شود (Newsome and Dowling) و یا متکی بر جاذبه‌هایی همچون رودها، چشمه‌ها و آبشارها باشد (خدیوی، ۱۳۸۵). به هر حال می‌توان گفت که پدیده‌های زمین شناسی و ژئومورفیک نقش قاطعی در توسعه گردشگری دارند (شمشاد، ۱۳۸۷). البته در این زمینه تعاریفی کلی هم وجود دارد که برای مثال ژئوتوریسم را در برگیرنده مجموعه‌ای از تمام جاذبه‌های طبیعی، تاریخی و فرهنگی می‌داند (ثروتی و قاسمی، ۱۳۸۷). اینجاست که ضرورت پیدا می‌کند تا واژه ژئومورفوتوریسم برای تبیین جاذبه‌های ژئومورفیک و چشم اندازهای اکولوژیک مورد استفاده قرار گیرد. چارچوب اهداف توسعه پایدار و برنامه‌ریزی چشم اندازهای اکولوژیک حکم می‌کند که در راستای توسعه بهینه سرزمین و کاهش فشار محیطی بر نواحی ویژه به بررسی علمی و شناسایی محدوده‌های دارای توان بالای محیطی اقدام شود (میکائیلی، ۱۳۷۹). همچنین در مطالعات مشابه دیده می‌شود که با تحقیق در تحول ژئومورفولوژیکی مناطق از طریق بازدیدهای میدانی و تفسیر نقشه‌های ژئومورفولوژی و زمین شناسی قابلیت ژئومورفوتوریستی آنها تعیین می‌شود (کریمی، ۱۳۸۵) و یا با تحلیل فضایی اشکال ژئومورفوتوریستی موجود به تعریف ژئوپارک و

(Differential) و کانیون (Canyon) است (شکل ۲). این موضوع بر جریان هیدرولوژی و ظهور رودخانه‌ها و چشمه‌ها به عنوان مظاهر جاذبه ژئومورفوتوریستی کمک شایانی کرده است.

(نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۸۵). این شهرستان از نظر سیمای طبیعی به دلیل قرارگیری در دامنه‌های شمالی واحد چین خورده کوهستانی کپه داغ برخوردار از پدیده‌های ناودیس - تاقدیسی (Syncline-Anticline) و اشکال ژئومورفولوژیک متأثر از آنها از قبیل لندفرم‌های فرسایشی دیفرانسیل



شکل ۱- جایگاه محدوده مورد مطالعه شهرستان کلات



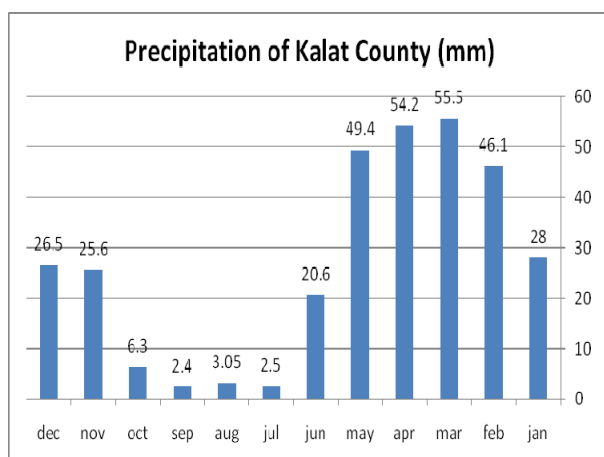
شکل ۲- پدیده‌ها و لندفرم فرسایشی در منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر Google-Earth

مرتفع‌ترین بخش شهرستان کلات با ۲۹۷۰ متر در غرب آن و پست‌ترین قسمت آن با ارتفاع ۵۰۰ متر در شرق شهرستان واقع شده است. بیش از ۳۰ درصد منطقه بالاتر از کد ارتفاعی ۱۵۰۰ متر قرار دارد (شکل ۳). حدود ۲۰ درصد حوضه را هم دامنه‌های با شیب بیشتر از ۱۵ درصد تشکیل می‌دهد (شکل ۴). از نظر اقلیمی نیز منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک و سرد با میانگین حداقل دمای سالانه ۵ درجه سانتیگراد و میانگین حداکثر دمای سالانه ۲۴ درجه سانتیگراد است (آمار ایستگاه سینوپتیک مشهد، ۲۰۰۶-۱۹۹۷). بارندگی سالانه حدود ۳۲۰ میلیمتر است (آمار ایستگاه‌های بارانسنجی امیرآباد و لائین نو، ۲۰۰۶-۱۹۹۷)، که از صعود اوروگرافیک (Oro-graphic) جریان‌های هوایی تأثیر زیادی می‌پذیرد، به طوری که افزایش بارندگی را تا ۵۵/۵ میلیمتر در ماه مارس موجب می‌شود (نمودار ۲).

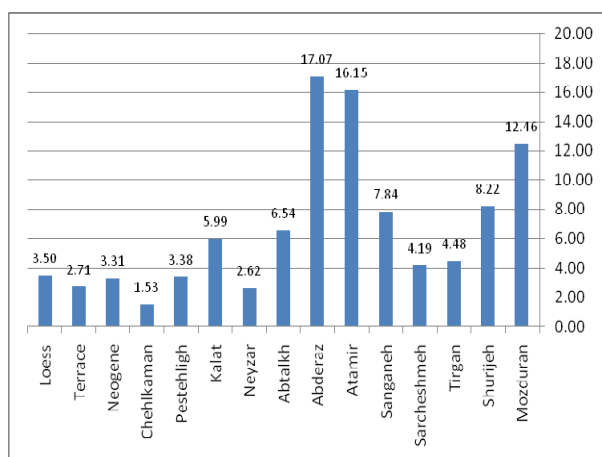
تأثیرپذیری محدوده از چین خوردگی کپه داغ و شکل‌گیری ناودیس- تاقدیس‌ها، تفاوت‌های محسوسی را در توپوگرافی محدوده مطالعات نیز به وجود آورده است، به طوری که جهت شیب اراضی، جریان‌های رودخانه‌ای و حتی بادهای محلی را هم تحت تأثیر قرار داده است. از نظر زمین‌شناسی در تیپ کوهستانی بالاتر از ۱۵۰۰ متر، تشکیلات ژوراسیک به ویژه سازند صخره‌ای آهکی و دولومیتی مزدوران گسترش یافته است، اما در تیپ پایکوهی و پایین تر از تراز ۱۵۰۰ متری، سازندهای شیل، ژئپس، ماسه سنگ و اعضای آهکی کرتاسه (Cretaceous) و پس از آن رسوبات پالئوژن (Paleogene)، غالباً متشکل از کنگلومرا و به طور پراکنده گس مشاهده می‌شود. در جدول و نمودار ۱، درصد و مساحت گسترش سازندهای زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی آورده شده است.

جدول ۱- مساحت و درصد گسترش سازندهای زمین‌شناسی در شهرستان کلات

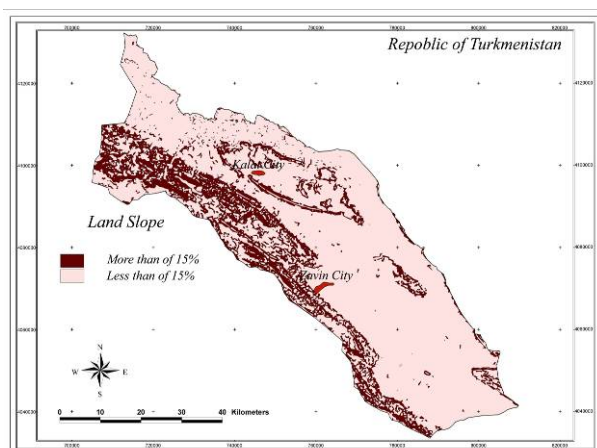
دوره	نام سازند/لیتولوژی	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
Quaternary	Terrace-Loess	۲۱۷/۵۳	۶/۲۱
Neocene	Conglomerate-Red beds	۱۱۵/۹۴	۳/۳۱
Paleocene	Pestehligh	۱۱۸/۴۴	۳/۳۸
	Chehlkaman	۵۳/۶۵	۱/۵۳
Cretaceous	Shurijeh	۲۸۸/۰۶	۸/۲۲
	Tirgan	۱۵۶/۸۴	۴/۴۸
	Sarcheshmeh	۱۴۶/۹۱	۴/۱۹
	Sanganeh	۲۷۴/۷۴	۷/۸۴
	Atamir	۵۶۵/۶۷	۱۶/۱۵
	Abderaz	۵۹۷/۹۲	۱۷/۰۷
	Abtalkh	۲۲۸/۹۷	۶/۵۴
	Neyzar	۹۱/۹۳	۲/۶۲
	Kalat	۲۰۹/۷۲	۵/۹۹
Jurassic	Mozduran	۴۳۶/۵۷	۱۲/۴۶



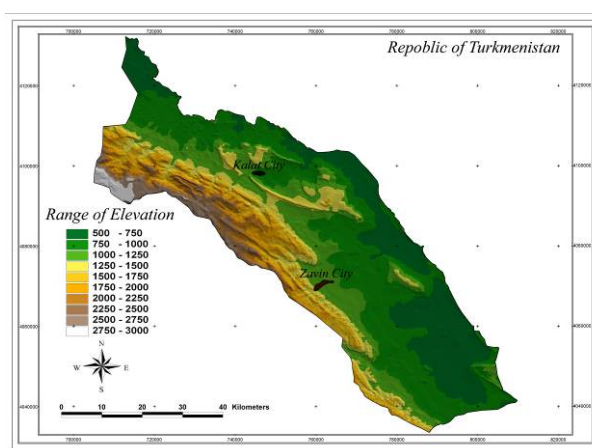
نمودار ۲- بارش ماهانه شهرستان کلات در دوره آماری (۱۹۹۶-۲۰۰۷)



نمودار ۱- درصد گسترش سازندهای زمین شناسی در شهرستان کلات



شکل ۴- طبقات شیب زمین در منطقه مطالعه شده



شکل ۳- طبقات ارتفاعی منطقه مطالعاتی

ژئومورفوتوریستی، انجام گیرد. جاذبه‌های نقطه‌ای واجد ارزش ژئومورفوتوریسم در این مقاله مجموعه چشمه‌های پراکنده در شهرستان تعریف شدند. روش پژوهش در این مقاله، شامل مراحل تحلیل ژئومورفوتوریستی سازندهای زمین شناسی شهرستان کلات است که در نمودار (۳) تشریح شده است. همانگونه که در چارت فرآیندی تحقیق نشان داده شده، این پژوهش در ۳ مرحله اصلی انجام شده است که مرحله اول مربوط به جمع‌آوری و تهیه نقشه‌های عامل چشمه‌ها و زمین شناسی به همراه برداشت‌های

## ۲-۲- روش کار

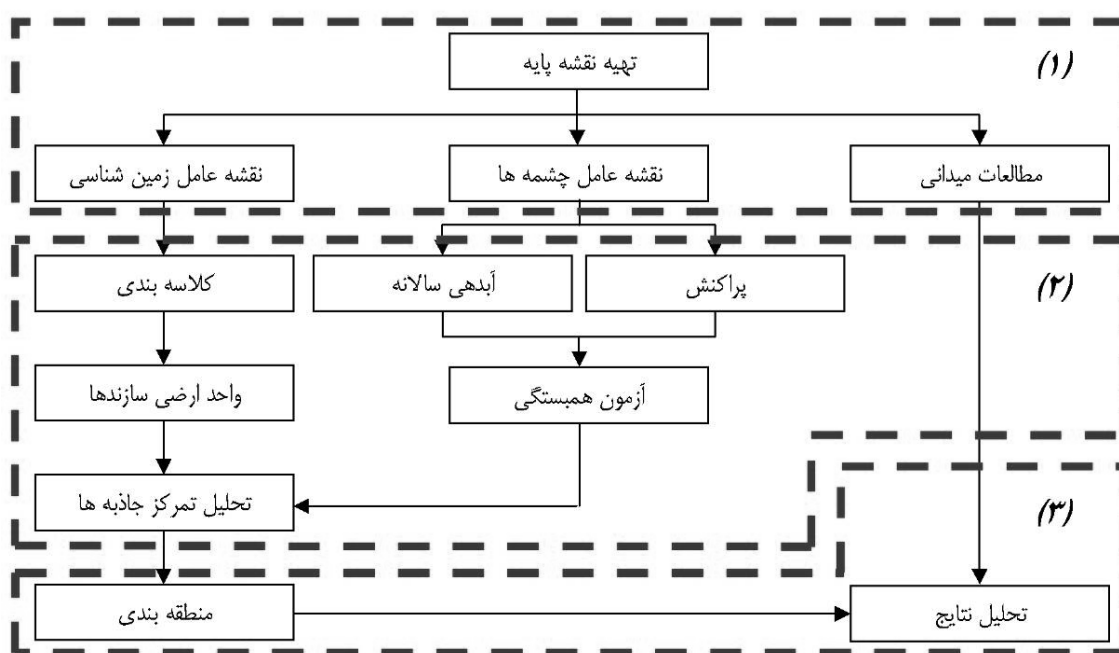
با توجه به اینکه شهرستان کلات در دامنه‌های شمالی زون کپه داغ<sup>۱</sup>- هزار مسجد قرار گرفته و سازندهای آهکی دوران مزوزوئیک<sup>۲</sup> در آن گسترش یافته است، در این پژوهش تلاش شده است تا پس از محاسبه درجه تمرکز تعداد و آبدهی چشمه‌ها در لندفرم سازندهای زمین شناسی، منطقه‌بندی این سازندها در GIS، از نظر توان بر خورداری از مظاهر

1- Kopet-dagh  
2- Mesozoic

پراکندگی چشمه‌ها از منطقه تهیه و سپس با انجام عملیات صحرایی، با کمک GPS موقعیت آنها مشخص گردید. سپس به وسیله نقشه‌های پایه از جمله نقشه توپوگرافی مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (برگه‌های ۱۳-۱۳۴۱، ۱۶-۱۳۴۰، ۱۲-۱۳۴۰)، محدود شده مورد مطالعه در محیط GIS ترسیم شد. پس از آن نقشه‌های زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ (برگه‌های مشهد، سرخس، درگز)، و ۱/۱۰۰۰۰۰ (برگه‌های ۷۸۶۳، ۷۸۶۴، ۷۹۶۳، ۷۹۶۴، ۸۰۶۳، ۸۰۶۴) بر روی نقشه پایه، وارد و با مطالعات صحرایی و عکس‌های هوایی کنترل گردید (شکل ۵). نقشه عامل چشمه‌های منطقه نیز به منظور تحلیل پراکنش فضایی و میزان آبدهی آنها، بر روی نقشه پایه توپوگرافی تعیین موقعیت شده و با استفاده از GPS ژئورفرنس شدند (شکل ۶).

میدانی، مرحله دوم مربوط به تشکیل واحدهای ارضی سازندهای زمین شناسی و تحلیل بر روی داده‌های آماری چشمه‌ها و مرحله سوم شامل منطقه بندی محدوده مطالعات در GIS و ارائه نتایج بوده است. جهت جمع آوری اطلاعات پایه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های عامل زمین شناسی و چشمه‌ها و جهت تفکیک واحدها و سازندهای اصلی از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۵۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای گوگل استفاده شده است. برداشت نقاط ظهور چشمه‌ها با GPS، اطلاعات و آمار دبی چشمه، اطلاعات و آمار مشاهده ای و میدانی و در نهایت نقشه‌های ژئورفرنس شده و تولید شده در محیط GIS را مراحل منطقه‌بندی محدوده مطالعاتی تشکیل دادند.

برای تعیین مکان جاذبه‌های ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها در سازندهای زمین شناسی کلات، نقشه

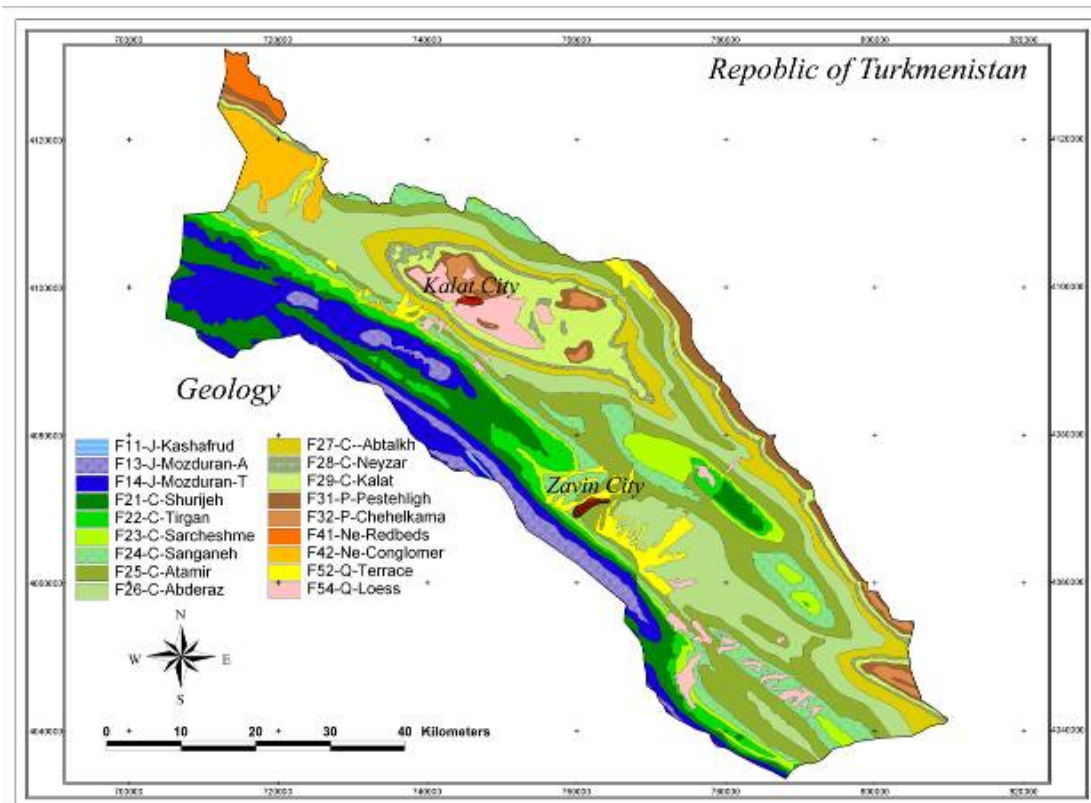


نمودار ۳- فرآیند انجام تحقیق

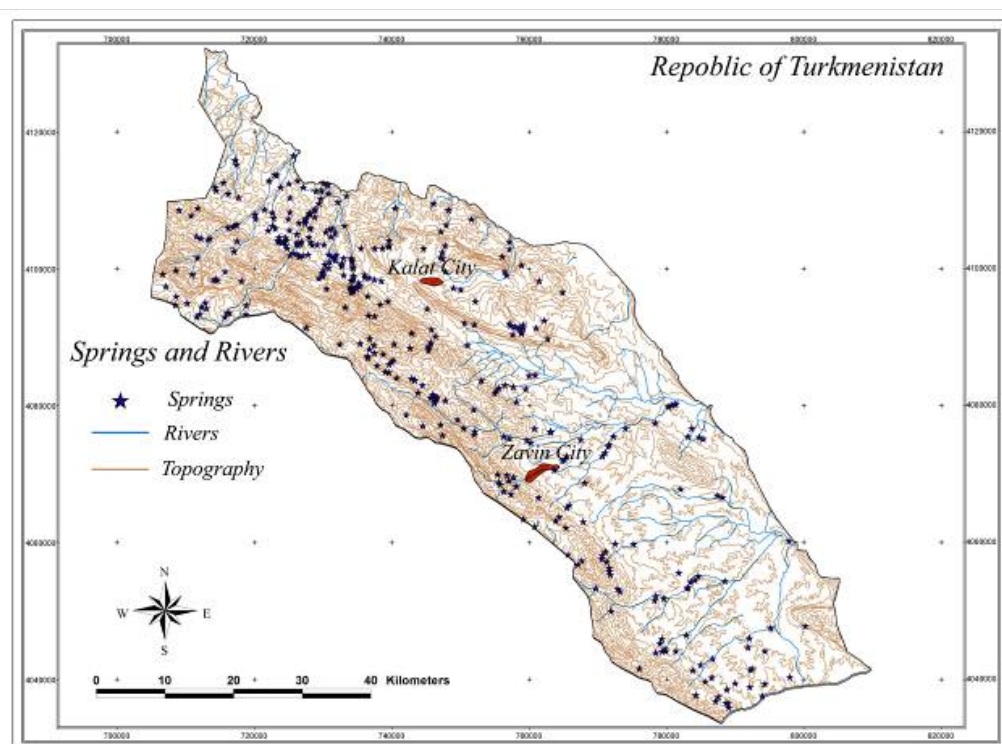
واحدهای ارضی سازندها باهم تلفیق شدند. برای این منظور واحد ارضی سازندهای زمین‌شناسی برای هر دو فیلد تمرکز تعداد چشمه‌ها و تمرکز آبدهی سالانه، از فرمت برداری به فرمت شبکه تبدیل شدند. آنگاه در برنامه GIS، با تابع خطی میانگین همپوشانی داده شدند. در نهایت، نقشه منطقه بندی محدوده مطالعاتی تهیه شد که نشان دهنده درجه بندی توان سازندها در برخورداری از قابلیت جاذبه‌های ژئومورفوتوریستی پراکنش و آبدهی چشمه‌ها است (شکل ۷).

نقشه زمین‌شناسی منطقه بر اساس سازندهای شناسایی شده کلاسه بندی گردید و لندفرم‌های همگن تحقیق حاضر تعیین شدند. سپس پراکنش نقطه‌ای چشمه‌ها و میزان آبدهی آنها مورد بررسی و تست همبستگی قرار گرفت.

همچنین نتایج مدل سازی این مرحله پس از استانداردسازی به شکل فیلدهای جدید به نقشه پایه اضافه شدند. سپس نتایج همبستگی و درجه تمرکز تعداد چشمه‌ها و پتانسیل آبدهی چشمه‌ها در



شکل ۵- نقشه زمین‌شناسی منطقه کلات

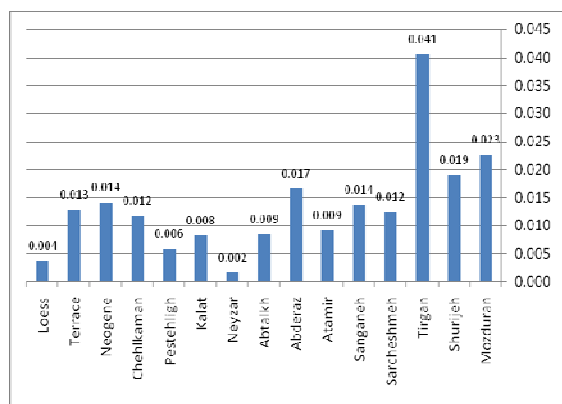


شکل ۶- نقشه پراکنش چشمه‌ها و رودخانه‌ها منطقه کلات

### ۳- نتایج و بحث

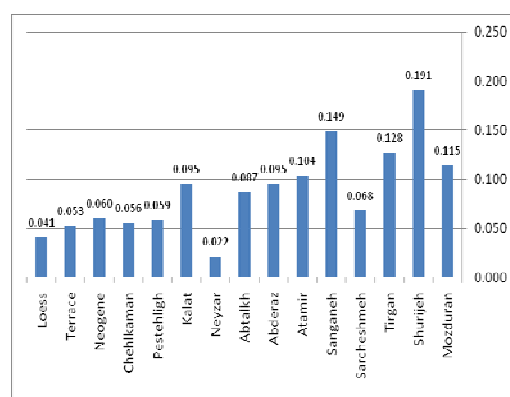
همبستگی مربوطه در هر یک از سازندهای زمین شناسی در آزمون همبستگی پیرسون، در بازه اطمینان ۰/۹۵، وجود رابطه قوی و معنادار ( $R^2=0.8$ ) را ثابت کرد. سپس با استفاده از برنامه تحلیل فضایی در GIS، تمرکز تعداد چشمه‌ها و مجموع تخلیه سالانه چشمه‌ها

در واحد سازندها محاسبه شد. نتایج این تحلیل نشان داد که به نسبت وسعت، بیشترین تراکم تعداد چشمه‌ها در شهرستان به ترتیب در سازندهای شورجه، سنگانه، تیرگان و مزدوران (نمودار ۴)، و بیشترین تمرکز تخلیه نیز در سازندهای تیرگان، مزدوران، شورجه و آبدراز است (نمودار ۵).



نمودار ۵- پتانسیل آبدهی سالانه چشمه‌ها به تفکیک

سازندهای زمین شناسی در شهرستان کلات



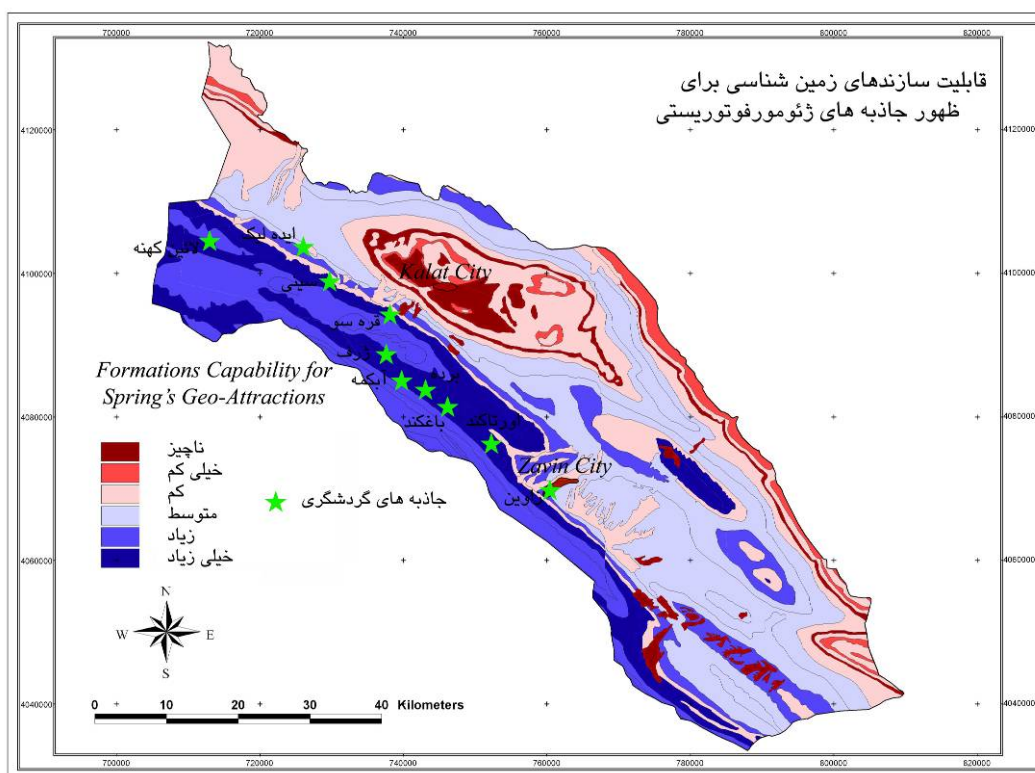
نمودار ۴- تمرکز تعداد چشمه‌ها به تفکیک سازندهای

زمین شناسی در شهرستان کلات



قرمز (شیب کم‌تر از ۱۵٪)، قابلیت کمتری در ظهور پدیده‌های ژئومورفوتوریستی داشته و تنها ۳۴٪ از مساحت شهرستان را در بر می‌گیرند (جدول ۲) و (نمودار ۷). به طور کلی، بر اساس نتایج جدول ۲ و نمودار ۷، بیشترین درجه کیفی پتانسیل مناطق در ظهور پدیده‌های ژئومورفوتوریستی، مربوط به درجه کیفی متوسط است که بیش از ۳۰٪ منطقه مطالعاتی را در بر گرفته است.

نتایج به دست آمده از نقشه توان سازندها در ظهور جاذبه‌های ژئومورف (شکل ۷)، نشان می‌دهد که قلمروهای با طیف رنگ آبی، بیشترین قابلیت برای ظهور مظاهر ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها را دارند. به عبارت دیگر مناطق با شیب بالاتر از ۱۵٪، پتانسیل بالاتری در ظهور جاذبه‌های ژئومورف دارند. این محدوده‌ها ۶۶٪ درصد سطح شهرستان کلات را پوشانده و عمدتاً در جنوب و جنوب غرب شهرستان واقع شده‌اند. در حالی که محدوده‌های با طیف رنگی



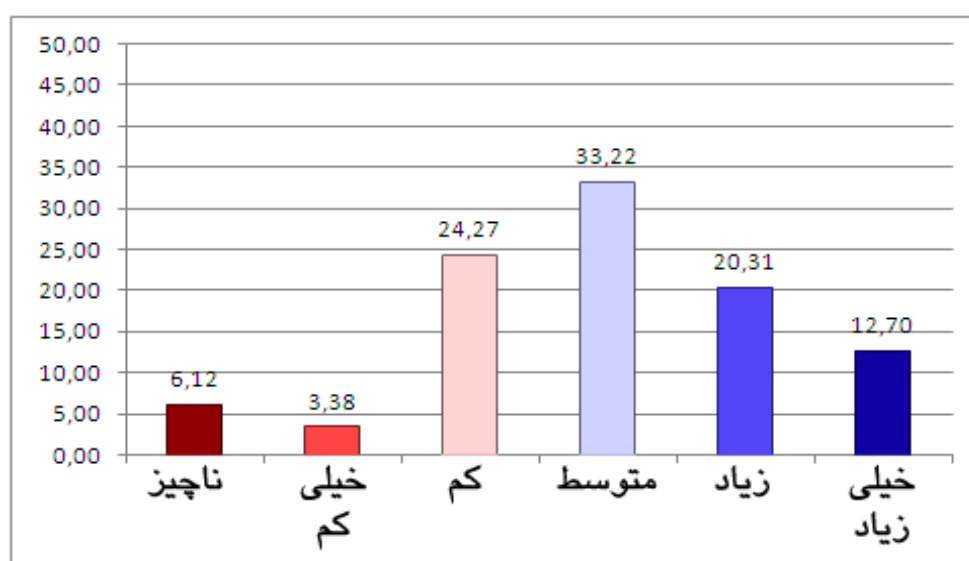
شکل ۷- قابلیت سازندهای زمین‌شناسی برای ظهور جاذبه‌های ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها در شهرستان کلات

در تیپ تپه قرار دارند، پتانسیل بالاتری در تمرکز و ظهور پدیده‌ها و جاذبه‌های ژئومورف دارند.

بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان استنتاج کرد که مناطق جنوبی کوهستان کلات که عمدتاً در تیپ کوه واقع شده‌اند در قیاس با مناطق شمالی که عمدتاً

جدول ۲- مساحت و درصد سطوح شهرستان کلات برای تعیین قابلیت ظهور جاذبه‌های ژئومورفوتوریستی

درصد (%)	مساحت (کیلومتر مربع)	درجه	طبقه بندی کیفی
۶/۱۲	۲۱۴/۴	۱	ناچیز
۳/۳۸	۱۱۸/۴	۲	خیلی کم
۲۴/۲۷	۸۵۰/۲	۳	کم
۳۳/۲۲	۱۱۶۳/۶	۴	متوسط
۲۰/۳۱	۷۱۱/۳	۵	زیاد
۱۲/۷۰	۴۴۴/۹	۶	خیلی زیاد



نمودار ۷- درصد سطوح شهرستان کلات برای تعیین قابلیت ظهور جاذبه‌های ژئومورفوتوریستی

ای منطقه را تشکیل می دهد. به طور کلی، مناظر و پدیده‌های کارستی به وجود آمده در سازندهای کربناته و منابع آبی مربوطه از نظر توریستی اهمیت زیادی دارند (بهنیافر و همکاران، ۱۳۸۸). به هر حال انطباق بررسی‌های میدانی در زمینه زمین شناسی و چشمه‌های منطقه نیز آشکار کرد که سازندهایی چون سازندهای مزدوران و تیرگان در سنگ‌های آهکی ضخیم و کارستی از سطح هیدرواستاتیک<sup>۱</sup> بالایی برخوردارند. برای مثال در دامنه‌های شمال قره داغ به

انطباق نتایج به دست آمده با نقشه زمین شناسی منطقه در محیط GIS، نشان داد که عمدتاً سازندهای آهکی و دولومیتی مزدوران به ویژه اعضای ضخیم لایه آن به همراه سازند تیرگان، قلمروهای برخوردار از بیشترین قابلیت مظاهر ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها را می پوشانند. سازند آهکی مزدوران مربوط به دوره ژوراسیک و سازند تیرگان مربوط به کرتاسه پایینی می باشند. از نظر اشکال فرسایش، در سازند مقاوم مزدوران به دلیل حساسیت به انحلال آبی، آثار کارست دیده می شود. اما سازند مقاوم تیرگان متشکل از آهک‌های ضخیم لایه و توده ای، ارتفاعات صخره

1- Hydrostatic

ترتیب برنامه ریزی گردشگری در شهرستان کلات می تواند با ارزیابی مجدد پتانسیل ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها در شهرستان و بر روی سازندهای دارای قابلیت بالای ژئومورفوتوریسم، علاوه بر امکان بازشناسی جاذبه‌های موجود، به شناسایی جاذبه‌های جدید ژئومورفوتوریستی هم منجر شود و شکلی پایدارتر از گردشگری ارائه کند. روشن است که با وارد کردن شاخص‌های دیگر، می توان نقشه جامع توان ژئومورفوتوریستی محدوده مطالعات برای برنامه‌ریزان تهیه کرد.

#### منابع

احمدی، ح؛ فیض نیا، س (۱۳۷۸). سازندهای دوره کواترنر (مبانی نظری و کاربردهای آن در منابع طبیعی)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۱: ۹۴

احراری، م؛ شاه‌رخی، ژ (۱۳۸۷). زمین گردشگری در چابهار، نشریه پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، سال ۱۷، شماره ۶۷: ۵۳-۶۶

بهنیافر، الف (۱۳۸۸). ویژگی‌های ژئومورفیک توده کارستی اخلمد در دامنه‌های شمالی ارتفاعات بینالود، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۴: ۱۴۰-۱۲۱

ثروتی، م؛ قاسمی، الف (۱۳۸۷). راهبردهای ژئوتوریسم در استان فارس، مجله فضای جغرافیایی، شماره ۲۴: ۵۰-۲۳

ثروتی، م؛ کزازی، الف (۱۳۸۵). ژئوتوریسم و فرصت‌های برنامه ریزی آن در استان همدان، مجله فضای جغرافیایی، شماره ۱۶: ۳۷-۱

خدیبوی، ش (۱۳۸۵). اطلس ژئوتوریسم استان اردبیل، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، ص ۶۱

لحاظ گسترش فرآیند کارستی و درز و شکاف، چشمه‌های متعددی از جمله چشمه جنوب غرب اورتکند، سررود، چشمه برده، چشمه آبکمه و چشمه‌های کوچک و بزرگ ژرف، قره سو و سینی با دبی بیشتر از ۱۰۰ لیتر بر ثانیه دیده می شود که همگی بیانگر پتانسیل بالای آب زیرزمینی این آهک‌هاست. این نتایج با مطالعات خاص انجام شده بر روی فرآیندهای کارستی زون کپه داغ- هزارمسجد که نشان داده است که سازندهای کربناته و کربناته- دولومیتی ضخیم لایه مثل سازند مزدوران بیشترین آثار کارست و انحلال آبی را داشته (عشقی و ثروتی، ۱۳۸۳) و از آبخوان‌های عمده ای برخوردارند (عشقی و ثروتی، ۱۳۸۲)، هماهنگی داشت.

#### ۴- جمع‌بندی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اکثر قلمروهای دارای قابلیت بالا در مظاهر ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها، بر روی سازندهای ضخیم لایه آهکی و کارستی و غالباً بر محدوده جاذبه‌های گردشگری و ژئومورفوتوریستی موجود در منطقه از قبیل چشمه‌ها و آبشارهای قره سو، اورتاکنند و زاوین منطبق است. طبق نتایج به دست آمده، سازندهای آهکی و دولومیتی مزدوران به ویژه اعضای ضخیم لایه آن به همراه سازند تیرگان، قلمروهای برخوردار از بیشترین قابلیت مظاهر ژئومورفوتوریستی چشمه‌ها را می پوشانند که عمدتاً در جنوب و جنوب غرب شهرستان واقع شده اند. انطباق چشمه‌های با دبی بالا در آهک‌های ضخیم لایه، صرفاً خاص زون کوهستانی کپه داغ نیست، چرا که در مطالعات مشابه در زون کوهستانی بینالود هم چشمه‌ها و آبشارهای منطقه گردشگری اخلمد بر روی این آهک‌ها شناسایی شده است (کدیور و سقایی، ۱۳۸۵؛ بهنیافر، ۱۳۸۸). به این

کارده (شرق زون کپه داغ)، مجله پژوهش‌های

جغرافیایی، شماره ۴۸: ۱۵-۱

عشقی، الف؛ ثروتی، م (۱۳۸۲). عوامل بالقوه آلاینده‌گی

منابع آب کارست در حوزه کارده (شمال

شهرستان مشهد)، مجله جغرافیا و توسعه، شماره

۲: ۱۷۰-۱۴۹

کامیابی، س (۱۳۸۷). ارزیابی طبیعی و ژئوتوریستی

جاذبه‌ها در پارک ملی کویر در استان سمنان،

چهارمین همایش زمین‌شناسی و محیط زیست

کرمی، ف (۱۳۸۶). توانمندی‌های ژئوتوریسم در

توسعه روستای کندوان، مجله فضای جغرافیایی،

شماره ۲۰: ۱۲۹-۱۱۵

کدیور، ع؛ سقایی، م (۱۳۸۵). ساماندهی گردشگری

در تفرجگاه‌های پیرامون شهری دره اخلمد،

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۳: ۱۳۴-

۱۱۱

مرکز ملی آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس

و مسکن (۱۳۸۵)

میکائیلی، ع (۱۳۷۹). برنامه ریزی توریستی بر اساس

اصول اکولوژیکی، مجله پژوهش‌های جغرافیایی،

شماره ۳۹: ۲۸-۲۱

Han, B. Beckmann, M (2003). The entrepreneurship factor in sustainable tourism development, Maya Lordkipanidze, Vol.14: 102-125

Newsome, D. Dowling, R (2006). Geo-tourism; sustainability, impacts and management, Oxford, Great Britain, Pp: 260

Thomas, R. Pigozzi, B. and Sambrook, R (2005). Tourist Carrying Capacity Measures: Crowding Syndrome in the Caribbean, The Professional Geographer, Vol.57, No.1: 13-20

رضوانی، ع (۱۳۸۱). نقش اکوتوریسم در حفاظت

محیط زیست، مجله محیط‌شناسی، شماره ۳۱:

۱۲۲-۱۱۵

زمردیان، م.ج (۱۳۸۲). نگرشی بر چشمه‌ها و

دریاچه‌های پیرامونی مشهد از دیدگاه اکوتوریسم،

مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲: ۹۴-۷۳

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور، نقشه

توپوگرافی مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، برگه‌های-NJ40-

12, NJ40-16, NJ41-13

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه

زمین‌شناسی مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، برگه‌های مشهد،

سرخس، درگز

سازمان نقشه برداری کشور، عکس‌های هوایی بلوک

مشهد، مقیاس ۱/۴۰۰۰۰، باندهای ۸-۱ (۱۳۷۳)

سازمان نقشه برداری کشور، نقشه زمین‌شناسی

مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، برگه‌های ۷۸۶۳، ۷۸۶۴،

۷۹۶۳، ۷۹۶۴، ۸۰۶۳، ۸۰۶۴

سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان

خراسان رضوی، آمار هواشناسی ایستگاه

سینوپتیک مشهد، (۲۰۰۶-۱۹۹۷)

سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان

خراسان رضوی، آمار بارش ایستگاه‌های

بارانسنجی امیرآباد و لائین نو (۲۰۰۶-۱۹۹۷)

شمشاد، م (۱۳۸۷). نقش پدیده‌های زمین‌شناسی در

توسعه اکوتوریسم، چهارمین همایش زمین

شناسی و محیط زیست

عشقی، الف؛ ثروتی، م (۱۳۸۳). ویژگی‌های

ژئومورفولوژیکی مناظر کارستی در حوضه آبریز



## Geomorphotourism of Kalat Mountain: investigating the correlation between springs and geologic formations

A. Behniafar, A. Sepehr, MR. Mansoori

Received: June 4, 2011/ Accepted: April 8, 2012, 21-24 P

### Extended abstract

#### 1- Introduction

Geomorphotourism has become an increasingly important and widely discussed sub-sector of the global tourism industry, and despite debate over its definition, it is now broadly accepted that geotourism entails three main criteria. Firstly, geotourism should involve a nature-based element in which its attractions are primarily based in the natural environment and geomorphic features. Secondly, there should be an element of education, learning or appreciation between the geotourist and the attraction. Finally, geotourism should appear to be Environmentally and socio-culturally sustainable, in a way which 'enhances

the natural and cultural resource base of the destination and promotes the viability of the operation'.

Geomorphotourism considering the geomorphic landforms of region causes sustainable development in the region.

In this research based on geomorphic landforms and springs of Kalat Mountain have been investigated the correlation between these features to analysis geomorphotourism potential of studied area.

#### 2- Methodology

##### 2-1- Study Area

The studied area located in Khorasan Razavi, with 3500 km<sup>2</sup> area. According to the location of this area in the folded mountain of Kopeh-dagh unit, natural features and geomorphologic landforms of this region including erosional phenomena, karst features have been caused the high geotourism potential for the

---

#### Author(s)

---

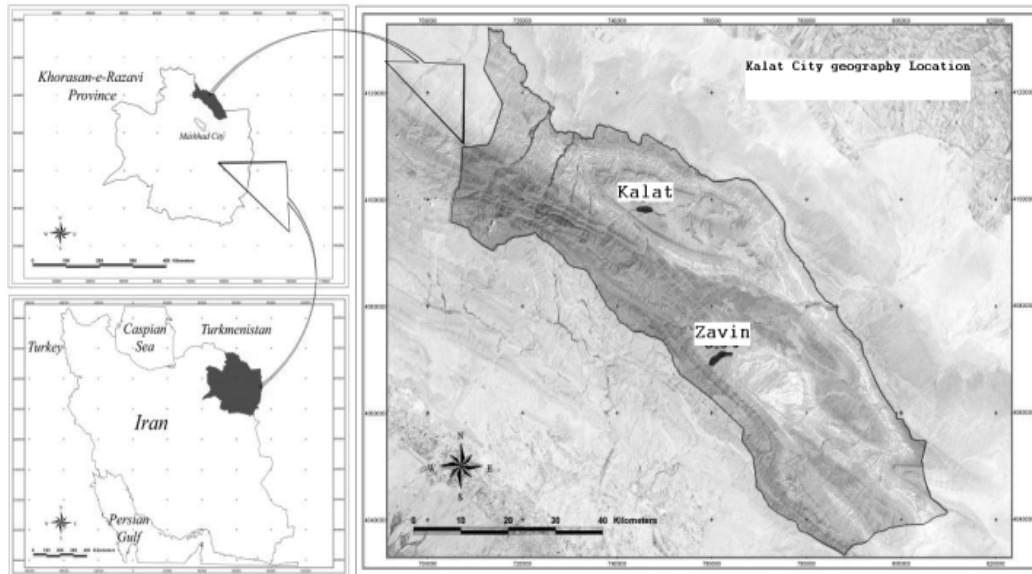
**A. Behniafar**  
Assistant Professor of Geomorphology at the Islamic Azad University, Mashhad Branch

**A. Sepehr** (✉)  
Assistant Professor at the Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran  
e-mail: adelsepehr@um.ac.ir

**MR. Mansoori**  
Ph.D candidate of Climatology at Sistan and Balouchestan University, Iran

studied area. The studied region located in 36 25 to 37 19 latitudes and

59 18 to 60 29 longitudes. Figure 1 shows the location of studied area.



**Fig. 1: the studied areas location**

From geology view, in higher than 1500 m, the Jurassic formation of limestone and dolomite are raised. In levels of lower than 1500 m, have been formed the Paleogene sediments, sandstone, shale and gypsum.

## 2-2- Methodology

This research has been done in three steps including geology and springs mapping, land units map preparing, classification and analyzing. To reach the purposes, geology and topography maps, aerial photos, multi-spectral imagery and RS/GIS software were used. To determine geomorphotourism locations, GPS and field operation were applied. The statistical analysis has been done for correlation and regression testing.

## 3- Results and Discussion

The correlation of each geological formation by Pearson test showed that

there is a strong and significant correlation ( $R^2=0.8$ ). The analysis indicated that spring density of Shorijeh, Sanganeh, Tirgan and Mozdooran is high. Also the highest discharge concentration is in relation to Tirgan and Mozdooran geology units.

Areas with slopes greater than 15% have high potential to emergence geomorphic attractions which cover 66% of south and south west of Kalat region. Based on the findings, southern regions of Kalat Mountain have high potential of geomorphotourism comparison to north regions which located hill geomorphic type. Limestone and dolomite facies of Mozdorran geologic unit include most geomorphic attractions which back to sensitivity degree of this unit to erosion process. Karst and lime stone

features have high geomorphotourism potential in the studied area.

Ecotourism planning in the study area can be a suitable way to reach sustainable development goals in the region which improve social-economic conditions of the settlements.

## References

- Ahmadi, H., Feiznia, S. (1999). Quaternary Formations (Principles and applications), University of Tehran Press, first edition
- Ahrari, M., Shahrokhi, Zh. (2008). Geotourism in Chabahar, Magazine of Iran geology data, 17 (67): 46-53
- Behniafar, A. (2009). Geomorphic Properties of Akhlamad Karst in northern Binaloud Mountains, J. of Geography and Development, 14: 121-140
- Eshghi, A., Servati, M.R. (2003). Potential Parameters of Water Pollutions in Kardeh Basin, J. of Geography and Development, 2: 149-170
- Eshghi, A., Servati, M.R. (2004). Geomorphological Properties of Kars Landscape of Kardeh Basin, J. of Geographical Research, 48: 1-15
- Han, B. Beckmann, M (2003). The entrepreneurship factor in sustainable tourism development, Maya Lordkipanidze, Vol.14: 102-125
- Kadivar, A, Saghaei, M. (2006). Tourism Management in Akhlamad Tourism Places, J. of Geographical Research, 83: 111-134
- Kamyabi, S. (2008). Assessment of Geotourism Attractions in National Park of Kavir, Semnan, 4th Conf of Geology and Environment
- Karami, F. (2007). Geotourism Potentials in Kandovan Development, J. of Geographical Space, 20: 115-129
- Khadivi, Sh. (2006). Geotourism Atlas of Ardabil Province, Iran Geological Data Network, pp. 61
- Mikaeili. A. (2000). Tourism Planning Based on Ecological Concepts, J. of Geographical Researches (Tehran), 39: 21-28
- Newsome, D. Dowling, R (2006). Geotourism; sustainability, impacts and management, Oxford, Great Britain, Pp: 260
- NGO (National Geographical Organization), Topography Map 1:250000, Sheets of NJ40-16, NJ40-12, NJ41-13
- Rezvani, A. (2002). Role of Ecotourism in Environment Conservation, J. of Environment Studies, 31: 115-122
- Servati, M, Ghasemi, A. (2008). Geotourism Strategies in Fars Province, J. of Geographical Space, 24: 23-50
- Servati. M, Kazzazi, A. (2006). Geotourism and Planning Opportunities in Hamadan Province, J. of Geographical Space, 16: 1-37
- Shemshad, M. (2008). Role of Geological Features in Ecotourism Development, 4th Conf of Geology and Environment, Tehran.

Thomas, R. Pigozzi, B. and Sambrook, R (2005). Tourist Carrying Capacity Measures: Crowding Syndrome in the Caribbean, *The Professional Geographer*, Vol.57, No.1: 13-20

Zomorrodian, M.J. (2003). An Approach to Springs and Lakes of Mashhad Considering Ecotourism, *J. of Geography and Development*, 2: 73-94