Archive of SID

پهنه‌بندی تحول کارست دراستان کرمانشاه

دکتر امجد ملکی[1*]، داود شوهانی[2]، محمود علایی طالقانی[3]

۱- استادیار جغرافیا، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی وبرنامه ریزی محیطی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- استادیار جغرافیا، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

دریافت: ۸۵/۱۲/۱۶ پذیرش: ۸۷/۶/۱۷

چکیده:

استان کرمانشاه با مساحتی حدود ۲۴۹۵۳/۲۸۶ کیلومتر مربع در میانه ضلع غربی کشور واقع شده است که قسمت عمده آن در داخل زون‌های زاگرس رورانده و چین‌خورده قرار دارد و اغلب ارتفاعات آن از سازندهای سخت (کربناته) تشکیل شده است. پهنه‌های کارستی استان کرمانشاه نقش مهمی در تأمین و تغذیه آبخوانها دارد. به همین دلیل برای شناسایی این پهنه‌ها و میزان تحول آنها در این پژوهش اقدام به پهنه‌بندی تحول کارست و تهیه نقشه آن شده است. به‌منظور دستیابی به اهداف تحقیق ابتدا چاله های بسته سطحی به عنوان شاخص تحول کارست با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای ۵ متر IRS (BW) شناسایی، نقشه آنها تهیه و پس از بررسیهای آماری وتأیید ارتباط نقشه‌ها با موضوع به کمک مربع کای و عملیات میدانی، هفت عامل، ارتفاع، لیتولوژی، ژئومورفولوژی (زمین ساخت)، دما، بارش، تبخیر و شیب به عنوان عوامل مؤثر در تحول کارست انتخاب شده‌اند. پس از رقومی کردن کلیه داده های مربوط به آن برای ارزشگذاری (وزن دهی) طبقات نقشه‌های عامل از روشهای آماری تحلیل سلسله مراتبی (قضاوت کارشناسی)، تراکم سطح، ارزش اطلاعاتی، وزن متغیرها و روش تجربی استفاده شده است، درنهایت در محیط GIS، نقشه‌های عامل هم‌پوشانی و نقشه‌های پهنه‌بندی تحول کارست با ۵ روش مذکور به دست آمده است. در بین روشهای به کار گرفته شده برای پهنه‌بندی، روش ارزش اطلاعاتی بیشترین انطباق را با شاخص انتخاب شده (چاله‌های بسته) در منطقه مطالعه شده دارد.

---

* نویسنده مسؤول مقاله: E-mail: amjad-maleki@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

نقشه‌های پهنه‌بندی به دست آمده علاوه بر تعیین مناطق با درجات مختلف تحول اشکال کارست در استان، محدوده‌های دارای شرایط مساعدتر فعالیت کارست در اقلیم حاضر را نیز نشان می دهد. همچنین در این تحقیق مشخص می‌شود که توده آهکی بیستون نسبت به سایر سازندها در واحد ساختمانی زاگرس رورانده و نسبت به سایر واحدهای ساختمانی (زاگرس چین‌خورده و زون دگرگونی) تحول بیشتر است. با توجه به نتایج به دست آمده درنقشه نهایی می‌توان به این نتیجه رسید که هر جا در استان کرمانشاه تحول کارست بیشتر است، به احتمال زیاد منابع آب زیرزمینی نیز غنی می‌باشد که در برنامه‌ریزیها باید به آن توجه ویژه داشت.

کلید واژه ها: کارست کرمانشاه، پهنه بندی، GIS.

۱- مقدمه

قسمت عمده‌ای از محدوده سیاسی استان کرمانشاه در بخش رورانده و چین‌خورده زاگرس قرار دارد. پیکربندی بخش قابل توجهی از این ارتفاعات از سازندهای سخت (کربناته) تشکیل شده است که تحت فازهای زمین‌ساختی مختلف شکل گرفته‌اند. در این صورت شرایط مناسبی از نظر زمین‌ساختی و سنگ‌شناسی برای توسعه و تکامل فرایند کارست فراهم شده است .

پهنه‌های کارستی نقش مهمی در تأمین و تغذیه آبخوانهای منطقه پیدا کرده‌اند، به طوری که منطقه مطالعه شده بابیش از ۵۵۰ سراب و چشمه‌های کارستی یکی از استانهایی است که عمدهٔ منابع تأمین آب سکونتگاههای آن را همین سراب‌ها، چشمه‌ها و آبخوانهای کارستی تشکیل می‌دهد. این ویژگی ضرورت تحقیق حاضر، یعنی پهنه‌بندی تحول کارست در سطح استان را توجیه می کند.

یکی از اولین طبقه‌بندیهای کارست را سدیجیک (۱۹۲٤– ۱۹۲٦م.) براساس عامل ژئومورفولوژی ارائه کرده است[۱]. کوماتینا، ۱۹۷۰-۱۹۷۱ نواحی کارست بزرگ ناودیسی را از نواحی کارست سکویی مشخص کرد[۲]. م- هراک (۱۹۷۷) طبقه بندیهای کارستی را براساس تکتو- ژنتیک (بین کوهزای و کارست کوهزایی) پیشنهاد و آنها را با تفاوتهای هیدروژئولوژی و ژئومورفولوژی مشخص کرد[۳]. فالک و دیگران (۱۹۷۱) واژه کارست گیاهی را برای اشکال مشخص ناشی از فرسایش بیولوژی سنگهای کربناته معرفی می کند. کومانتیاه (۱۹۷۰– ۱۹۷۱) براساس عناصر ساختمانی چهار نوع کارست را تفکیک می کند[۲، ص ٥٤؛ ٤].

www.SID.ir

Archive of SID

در ایران نیز مطالعات و تحقیقات جامع آب کارستی مهارلو در (استان فارس) به‌وسیله سازمان تحقیقات منابع آب (تماب) وابسته به وزارت نیرو و شرکت استروی اکسپور تراک (چک اسلواکی) انجام گرفت[٥]. ملکی (۱۳۸۰) همچنین بررسی اشکال کارست و نقش آن در تأمین آبهای زیرزمینی ارتفاعات پراو(کرمانشاه) نیز مورد مطالعه قرار گرفته است[٦].

در این پژوهش به بررسی و نقش عوامل مؤثر در پیدایش و تحول اشکال کارست پرداخته و در نهایت نقشهٔ پهنه بندی تحول کارست در استان تهیّه شده است.

در راستای اهداف فوق ابتدا عوامل مؤثردر تحول کارست شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته، سپس با روشهای آماری در محیطGIS (سیستم اطلاعات جغرافیایی) پهنه بندی تحول کارست در منطقهٔ مطالعه شده انجام شده است.

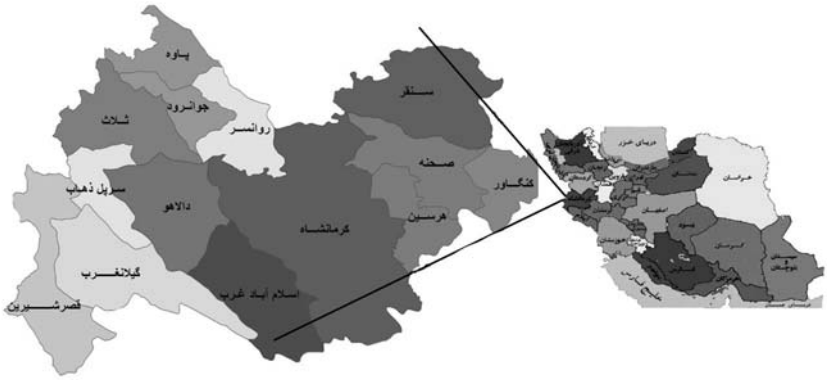
۲- معرفی حوضه مورد تحقیق

استان کرمانشاه با وسعت حدود ۲٤٦۲۲/٦۲۳ کیلومترمربع در میانه ضلع غربی کشور و در محدوده جغرافیایی َ۳٦ °۳۲ تا َ۱٥ °۳٥ عرض شمالی و َ۲٤ °٤٥ تا َ۳۰ °٤۸ طول شرقی واقع شده است. زمینهای استان از نظر ساختمان زمین‌شناسی محدوده دو واحد ساختمانی سنندج – سیرجان و زاگرس را در برمی‌گیرد. بنابراین برحسب جنس سنگ و نوع دخالت تکتونیک از یکسو و نحوه عملکرد دینامیک بیرونی از سوی دیگر عوارض ریخت‌شناسی در آن متنوع است. با این حال زمینهای این استان را از نظر زمین ریخت‌شناسی می‌توان به دو بخش شرقی و غربی تقسیم کرد. بخش شرقی که مرتفعتر وبه طور عمده کوهستانی است شامل سریهای دورانده از سنگهای آذرین و دگرگونی (واحد سنندج- سیرجان)، سنگهای آهکی و رادیولاریتی (زاگرس رورانده) و چینهای بلند آهکی و دولومیتی (زاگرس چین خورده) است. کوههای این بخش اغلب به صورت دیواره‌های مرتفع و ممتد به موازات هم از شمال‌غرب به جنوب شرق کشیده شده اند[۷]. کوههای دالخانی بیستون-پراو، شاهو، کوه سفید و دالاهو و دالاهو از رشته‌های بلند و مهم آن محسوب می‌شوند. دشتهای بین این رشته‌ها مانند دشت کرمانشاه-بیستون، ماهیدشت، حسن‌آباد و اسلام آباد نیز در واقع چاله‌های ناودیسی وسیع هستند که از مواد آبرفتی ناشی از عمل فرسایش کوههای اطراف در دوره کواترنر پرشده‌اند، بخش غربی که زمینهای اطراف قصرشیرین، نفت شهر و سومار را شامل می‌شود، فضایی است که از کوههای فرسایش یافته نئوژن متشکل از رسوبات گچساران، میشان و آغاجاری

www.SID.ir

Archive of SID

و همچنین اراضی به نسبت مسطح و مواج بین آنها تشکیل شده است. این زمینها بخش کوچکی از مساحت استان را در بر می گیرد و شیب آنها نیز به سمت نوار مرزی کشور با عراق بتدریج کاهش پیدا می کند. این ویژگی باعث شده تا مجموعه آبهای سطحی این منطقه نیز به سمت کشور عراق زهکشی شوند. کمترین نقطه ارتفاعی استان نیز در نوار مرزی سومار به ۱۸۰ متر کاهش پیدا می کند(شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت استان در تقسیمات سیاسی کشور

ناهمواریهای استان کرمانشاه بخشی از رشته کوه زاگرس است که در دورانهای مختلف زمین‌شناسی بر اثر حرکت صفحه آفریقا-عربستان به سوی صفحه ایران و در نتیجه ظهور چین‌خوردگی رسوبات دوران دوم و اوایل دوران سوم تشکیل شده است. پس از تشکیل ارتفاعات و چاله‌ها عوامل فرسایشی آنها را تحت تأثیر خود قرار داده است. چاله‌ها یا ناودیسها از مواد آبرفتی ناشی از عمل فرسایش انباشته شده و دشتهای امروز استان را به وجود آورده‌اند[۸]. جنس مواد تشکیل‌دهنده ناهمواریها اغلب رسوبی و از نوع آهک است که نمونه بارز آن کوههای بیستون و پرآو است. در جنوب غربی استان طبقات گچ به صورت گسترده‌ای دیده می‌شود، از جمله در کوههای پیرامون گیلان غرب و قصرشیرین. ناهمواریهای اطراف شهرستان سنقر از نظر چگونگی تشکیل و جنس سنگها با کوههای زاگرس تفاوت دارند، به این معنا که از رشته کوههای زاگرس قدیمی‌ترند و در هنگام چین‌خوردن و شکلگیری، تحت تأثیر فعالیتهای آتش‌فشانی و ماگمایی بوده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

استان کرمانشاه از نظر زمین ریخت‌شناسی از دو قسمت تشکیل شده است: قسمت اول منطقه‌ای کوهستانی و مرتفع با ارتفاعات طاقدیسی و دشتهای ناودیسی که عمده سطح استان را شامل می‌شود و قسمت دوم که قصرشیرین، نفت شهر و سومار را شامل می‌شود، فضایی است که از کوههای فرسایش یافته و اراضی به نسبت مسطح واقع در بین کوهها تشکیل شده است. بلندترین نقطه استان کوه شاهو با ارتفاع ۳۳۹۰ متر بوده و پایینترین نقطه با ارتفاع ۱۸۰ متر در منطقه سومار واقع شده است.

استان کرمانشاه با توجه به نظریات هواشناسان و ثبت آمار و ارقام سالیانه، دارای دو نوع آب و هوا است: ۱- ناحیه کوهستانی مرتفع دارای آب و هوای معتدل و کوهستانی؛ ۲- ناحیه پست و کم ارتفاع که به طور عمده منطبق بر نواحی مرزی از ازگله تا قصر شیرین، سرپل زهاب، گیلان غرب، نفت شهر، سومار دارای آب و هوای گرم و نیمه خشک است.

۳- مواد و روشهای تحقیق

۳-۱- مواد تحقیق

برای تشخیص میزان انحلال‌پذیری سنگهای کربناته و فرایند کارستی‌شدن و انواع آن، همچنین محدوده مطالعه شده و تعیین عوامل مؤثر برتحول کارست (ارتفاع، زمین‌شناسی، لیتولوژی، ژئومورفولوژی، دما، بارش، تبخیر و شیب) مواد زیر برای انجام پروژه مورد استفاده قرار گرفته است:

۱- نقشه سیاسی استان (استانداری کرمانشاه)[۹]؛

۲- نقشه شیب استان به صورت رقومی (طرح تحقیقاتی دانشگاه رازی)[۱۰]؛

۳- نقشه های اقلیمی استان شامل دما، بارش و تبخیر (آبخیزداری استان کرمانشاه)[۱۱]؛

٤- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ؛ برای تهیه این نقشه از موزاییک زمین‌شناسی ۲۵ برگ های کرمانشاه، سنندج، همدان، کوهدشت و همچنین نقشه زمین‌شناسی برگ غرب کشور (با تغییر مقیاس آن) برای نوار مرزی، یعنی قسمتهایی از اورامانات، قصرشیرین و سومار استفاده شده است. برای تهیه نقشه زمین‌شناسی استان قطعات ۱:۲۵۰/۰۰۰کرمانشاه، سنندج، همدان، کوهدشت، تهیه و برای نوار مرزی، یعنی قسمتهایی از اورامانات، قصر شیرین و سومار نقشه ۱:/۱۰۰۰/۰۰۰ زمین‌شناسی تغییر مقیاس داده شده است. در نهایت نیز قطعات به

www.SID.ir

Archive of SID

دست آمده را موزاییک و یک نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ یکپارچه از استان تهیه شده است؛

۵- تهیه نقشه لیتولوژی از روی نقشه زمین‌شناسی با ده طبقه با توجه به هدف کار. بررسی ویژگیهای سازندهای مختلف (از نظر انحلال‌پذیری) از مطالعات میدانی، نقشه‌های ژئوهیدرولوژی (تماب) و تجربیات اساتید متخصص و کارشناسان امور آب منطقه‌ای استفاده شده است؛

٦- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰/۰۰۰ و ۱:۵۰/۰۰۰به صورت تصحیح هندسی (Georefrens) شده با فرمت ECW؛

۷- نقشه سطوح ارتفاعی با استفاده از نقشه‌های رقومی (Vector) ۱:۲۵۰/۰۰۰محدوده سیاسی استان (قطعات کرمانشاه، همدان، سنندج، قصر شیرین، بانه، ایلام، کوهدشت)؛

۸- تصاویر ماهواره‌ای ETM رنگی(RGB) با قدرت تفکیک ۳۰ متر و تصاویر ۵ متر IRS سیاه و سفید(BW)؛

۹- برای تهیّه نقشه ژئومورفولوژی، نقشه‌های رقومی توپوگرافی(سطوح ارتفاعی)و لیتولوژی روی تصاویر ماهواره‌ای همپوشانی(overlay) شده و با استفاده از بررسیهای میدانی و براساس موضوع مطالعه، نقشه ژئومورفولوژی با شش طبقه شامل واحدهای هولوکارست، کارست انتقالی، مروکارست، برونزدهای سنگی غیر کربناته، تپه ماهورها و دشت تهیّه شده است.

۱۰- نقشه پراکنش چاله‌های بسته کارستی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی۱:۵۰/۰۰۰ استان، تصاویر ماهواره‌ای عکسهای هوایی و عملیات میدانی اقدام به تهیّه نقشه پراکنش چاله‌های بسته کارستی شده است تا شاخصی برای ارزشگذاری در فاکتورهای مؤثر در تحول کارست باشد.

۱۱- نرم افزارها: در این تحقیق از نرم‌افزارهای مختلف GIS و غیر GIS استفاده شد که مورد استفاده نرم افزارهای مذکور به شرح ذیل است. از فتوشاپ[1] برای اسکن نقشه‌های کاغذی و تصاویر و اشکال، ایرداس[2] برای تغییر فرمت و خواندن تصاویر ماهواره‌ای ۵ متر (BW)، ژئوماتیک[3] برای موزاییک تصحیح هندسی و رقومی نمودن لایه‌ها، میکرواستیشن[4]

1. Fotoshop
2. Eradus
3. Geomatica
4. Mecrostition

www.SID.ir

Archive of SID

برای جداسازی لایه های رقوی منحنی تراز با فرمتهای سری cad مانند DWC و DGN، آرک اینفو[1] برای ساخت توپولوژی برای لایه‌های پولیگونی، آرک جی آی اس[2] برای تشکیل بانک اطلاعاتی و آنالیز و تجزیه تحلیل و در نهایت پهنه‌بندی نقشه‌ها و از اکسل برای تهیه نمودارها استفاده شد.

۳-۲- روش تحقیق

پس ازجمع‌آوری، تهیه نقشه‌ها و ابزار لازم به روشهای ذیل اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی شده است.

۳-۲-۱- رقومی کردن نقشه ها و تهیه بانک اطلاعاتی

پس از تهیه تمامی داده‌ها براساس نیاز، هدف پروژه وعوامل مؤثر بر ایجاد و تحول اشکال کارست با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف در محیطهای مربوط به آن تمامی اطلاعات به صورت رقومی تهیه و با مدیریت دقیق بر داده‌ها در محیط (Arc Gis) بانک اطلاعاتی تشکیل شد.

۳-۲-۲- انتخاب نقشه‌های مؤثر به روش آزمون مربع کای (کای دو)

در این تحقیق مناسبترین آزمون برای مطالعه، ارتباط نقشه‌های عامل با نقشه‌های وابسته (چاله‌های بسته کارستی)، آزمون مربع کای دو تعیین شده است. آزمون کای دو برای تأیید یا رد فرضیه صفر که بر مبنای عدم تأثیر عوامل روی فرایند کارست در منطقه مطالعه شده می باشد، انجام گرفت.

این آزمون به این ترتیب است که نسبت مساحت هر یک از طبقات عوامل، فراونی مشاهده شده و قابل انتظار مورد آزمون قرار می‌گیرند و در نهایت کای دو محاسبه شده با کای دو جدول مقایسه می‌شود. درصورت بزرگتر بودن کای دو محاسبه شده از کای دو جدول فرضیه صفر رد و نقشه مورد نظر وارد مطالعه برای پهنه‌بندی تحول کارست می‌شود و در صورت عدم احراز شرایط، نقشه مورد نظرکنار گذاشته می‌شود[۱۲].

پس از انجام محاسبات از نقشه‌های تهیه شده ، نقشه هم‌دما با هشت طبقه از دمای کمتر

---

1. Arcinfo
2. (ARC GIS)

www.SID.ir

Archive of SID

از ۷/۵ درجه تا بیشتر از ۲۲/۵ با فاصله ۲/۵ درجه فرضیه، نقشه هم‌بارش با هشت طبقه از بارش۲۰۰–۳۰۰ میلیمتر تا بارش ۹۰۰–۱۰۰۰ میلیمتر با فاصله ۱۰۰ میلیمتر، نقشه هم تبخیر با نه طبقه از ۱۶۰۰–۱۸۰۰ میلیمتر تا تبخیر ۳۲۰۰–۳۴۰۰ میلیمتر با فاصله ۲۰۰ میلیمتر، نقشه سطوح ارتفاعی با هشت طبقه از ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر تا ارتفاع بالاتر از ۳۵۰۰ متر با فاصله ۵۰۰ متر وارد محاسبه شد. نقشه لیتولوژی با ده طبقه بترتیب از آهکهای بیستون در طبقه اول تا رسوبات کواترنری در طبقه آخر فرضیه صفر را رد و وارد پهنه‌بندی شد. نقشه ژئومورفولوژی با شش طبقه از هولوکارست در طبقه اول تا دشتها در طبقه آخر فرضیه صفر را رد و مورد قبول واقع شد . نقشه شیب با ۵ کلاس از شیب ۰–۱۰ درصد در کلاس اول تا شیب بالای ۴۰ ٪ در کلاس آخر با فاصله ۱۰ ٪ فرضیه صفر را رد و مورد قبول قرار گرفت.

نقشه گسل به دلیل خطی[1] بودن فاقد ارزشگذاری بود و در نتیجه کنار گذاشته و از محاسبه خارج شد. نقشه چاله های بسته کارستی نیز به عنوان شاخصی برای ارزشگذاری دیگر نقشه‌ها و طبقات عامل آنها به کار برده شد (جدول ۱).

جدول ۱ نتیجه آزمون مربع کای دو برای نقشه‌های عامل

ردیف	نقشه	کای دومحاسبه شده	کای دوجدول	درجه آزادی	سطح معنا دار بودن	نتیجه
۱	هم دما	۲۴۵۰/۴۷۶	۱۴/۱	۷	٪۵	فرضیه صفر رد
۲	هم بارش	۳۱۹/۵۸۷	۱۴/۱	۷	٪۵	فرضیه صفر رد
۳	هم تبخیر	۴۸۹/۸	۱۵/۷	۸	٪۵	فرضیه صفر رد
۴	ارتفاع	۳۵۱۰/۱۷۷	۱۴/۱	۷	٪۵	فرضیه صفر رد
۵	شیب	۳۲/۸۶۶	۹/۴۹	۴	٪۵	فرضیه صفر رد
۶	لیتولوژی	۸۸۷/۲۸	۱۶/۹	۹	٪۵	فرضیه صفر رد
۷	ژئومورفو لوژی	۸۴۳/۴۵	۱۱/۱	۵	٪۵	فرضیه صفر رد
۸	گسل	وارد پهنه‌بندی نشد				–
۹	چاله های بسته	برای مقایسه با نقشه های دیگر به کارگرفته شده است		–	–	–

1. line

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۲-۳- ارزشگذاری لایه‌های اطلاعاتی به روشهای آماری

پس از انتخاب نقشه‌ها (عوامل مؤثر) برای تعیین نقش هر عامل در تحول کارست اقدام به تهیه نقشه‌های وزنی شد. برای این منظور با استفاده از پراکنش چاله‌های بسته در طبقات نقشه‌های عامل به وسیله پنج روش آماری:۱- تحلیل سلسله مراتبی(قضاوت کارشناسی)؛ ۲- روش تراکم سطح؛ ۳- روش ارزش اطلاعاتی؛ ٤- روش وزن متغیرها و۵- روش تجربی نقشه‌های عامل و طبقات آنها ارزشگذاری شدند که نتایج آن در جدولهای ۲-۸ آمده است.

جدول۲ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه ارتفاع به روشهای آماری

نام طبقه	m۵۰۰<	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۲۵۰۰	۲۵۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۳۵۰۰	m۳۵۰۰>
کارشناسی	۰	۰	۰/۰۰۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۵	۰/۱۵۲۵	۰/٤۸	۰/۵
تراکم سطح	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۱	-۰/۲۸۰٤	۱/۲۸۱٤	۸/۳٤۲	۲۵/۱۸۲	۲۵/۲
اطلاعاتی	۰	۰	۰/۰۰۲۲	۰/۰۲۸	۱۵/۰۱۲	۸۲/۷٤۹	۲٤٤/۳۱۱	۰
وزن متغیر ها	۳٤٦/۲۲۷	۳٤٦/۰۳۸۷	۳٤٤/۹۹۸	۳٤٤/۸۳۷	۳٦۲/۵۹۵	٤۳۰/۹۱۷	۵۹۷/۳۷۱	۰۰
تجربی	۰	۱	۲	٤	٦	۸	۹	۱۰

جدول۳ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه لیتولوژی به روشهای آماری

نام طبقه	آبرفت	آذرین	دگرگون لاوایی	دگرگون مرمری	ژیپس	مارن	ماسه سنگ	آهک مارنی	آهک دولومیتی	آهک بیستون
کارشناسی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۲٦٤	۰/۰٦٦۲۱
تراکم سطح	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۱٤	-۰/۱	-۰/۱۳۹	۲/۱۰۷
اطلاعاتی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱۷۹	۰/۲	۱/۳۷٦	۲۲/۹۳۲
وزن متغیر ها	۲۰/٤٦	۲۱/۵۸۹	۲۱/٦۱۳	۲۱/۵۸	۲۱/۵۵۱	۲۱/۵۳۸	۲۱/۱۵۵	۲۱/۲۱۱	۲۲/۸۱۸	٤۷/۱۳۹
تجربی	۰	۰	۱	۲	۳	٤	۵	۷	۸	۹

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه ژئومورفولوژی به روشهای آماری

نام طبقه	دشت	تپه ماهور	برونزد غیرکربناته	مرو کارست	کارست انتقالی	هولوکارست
کارشناسی	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۲۳٤	۰/۰۸۲۱
تراکم سطح	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-./۱۸۰۵	۱/۹۱۵۲
ارزش اطلاعاتی	۰	۰	۰	۰	۰/۹۸٦٥	۲۱/۰۹۲
وزن متغیر ها	۱۵/۱۸۸	۱۹/۳۵۹	۱۹/۲۲۵	۱۹/۱۰٤۲	۲۰/۱۰٤۸	٤۳/۰۹٤
تجربی	۰	۱	۳	۵	۷	۸

جدول۵ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه بارش به روشهای آماری

نام طبقه	۳۴۰۰-۳۲۰۰	۳۲۰۰-۳۰۰۰	۲۸۰۰-۳۰۰۰	۲۶۰۰-۲۸۰۰	۲۴۰۰-۲۶۰۰	۲۲۰۰-۲۴۰۰	۲۰۰۰-۲۲۰۰	۱۸۰۰-۲۰۰۰	۶۰۰-۱۸۰۰
کارشناسی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۳۰۴	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۵
تراکم سطح	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۰۳۲۳	-۰/۰۰۵۶	۰/۲۳۷۵	۰/۴۵
اطلاعاتی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۴۱۰	۰/۲۶۶۴	۰/۴۹۹۶	۰/۵۵
وزن متغیرها	۷/۳۹۲	۸/۴۵۸	۸/۴۴۲	۷/۴۹۵	۸/۲۴۱	۱۰/۸۱۷	۱۱/۱۱۹	۱۴/۲۶۶	۱۵
تجربی	۰	۰	۰	۰	۱	۲	۳	۴	۵

جدول۶ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه دما به روشهای آماری

نام طبقه	>۲۲/۵	۲۲/۵-۲۰	۲۰-۱۷/۵	۱۷/۵-۱۵	۱۵-۱۲,۵	۱۲,۵-۱۰	۱۰-۷/۵	<۷/۵
کارشناسی	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۱۰۸۳	۰/۰۱٤٦۱	۰/۰۲
تراکم سطح	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۷٤۱	۰/۳۸۳۸	۰/٤۰۷۰	۰/٤۱
اطلاعاتی	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸۸۰۳	٦/٤۰۰۹	٦/٦۲۳۱٤	٦/۷
وزن متغیرها	۱۰/۳۰۷	۱۰/۲۸۷	۱۰/۲۸۳	۹/۹۷۹	۹/۲٤٦	۱۸/۵٤۰	۱۷/٤٤۱	۱۸/۵
تجربی	۰	۰	۱	۲	۳	٤	۵	٦

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه تبخیر به روشهای آماری

نام طبقه	۳۲۰۰-۳۴۰۰	۳۰۰۰-۳۲۰۰	۲۸۰۰-۳۰۰۰	۲۶۰۰-۲۸۰۰	۲۴۰۰-۲۶۰۰	۲۲۰۰-۲۴۰۰	۲۰۰۰-۲۲۰۰	۱۸۰۰-۲۰۰۰	۱۶۰۰-۱۸۰۰
کارشناسی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۳۰۴	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۵
تراکم سطح	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۲۸۳۳	-۰/۰۳۲۳	-۰/۰۰۵۶	۰/۲۳۷۵	۰/۴۵
ارزش اطلاعاتی	۰	۰	۰	۰	۰	/۲۴۱۰	۰/۲۶۶۴	۰/۴۹۹۶	۰/۵۵
وزن متغیر	۷/۳۹۲	۸/۴۵۸	۸/۴۴۲	۷/۴۹۵	۸/۲۴۱	۱۰/۸۱۷	۱۱/۱۱۹	۱۴/۲۶۶	۱۵
تجربی	۰	۰	۰	۰	۱	۲	۳	۴	۵

جدول۸ نتایج ارزشگذاری طبقات نقشه شیب به روشهای آماری

نام طبقه	>٪۴۰	٪۴۰-۳۰	٪۳۰-۲۰	٪۲۰-۱۰	٪۱۰-۰
کارشناسی	۰/۰۰۵۵۴	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۸۷۸	۰/۰۰۹۷
تراکم سطح	۰/۱۷۷۱	-۰/۲۱۳۹	۰/۰۴۵۱	۰/۰۸۰۸	-۰/۰۱۳۷
اطلاعاتی	۴/۴۲	۰/۶۶۲	۳/۱۵۱۶	۳/۴۹۵	۲/۵۸۷
وزن متغیرها	۱۶/۱۵۵	۱۱/۹۸	۱۴/۷۶۳	۱۵/۳۳۲	۱۴/۰۲۸
تجربی	۰	۱	۲	۳	۴

۳-۲-۴- همپو شانی لایه‌ها

بعد از ارزشگذاری (وزن‌دهی) با روشهای ذکر شده، اوزان مربوط به عوامل و طبقات مؤثر در تحول کارست در بانک اطلاعاتی نقشه‌های عامل در محیط Arc GIS به نقشه‌های وزنی تبدیل، سپس لایه‌های ارزشگذاری شده با ۵ روش مذکوربه صورت جداگانه طی عملیاتی همپوشانی[1] نقشه های نهایی استخراج شدند.

1. overlay

www.SID.ir

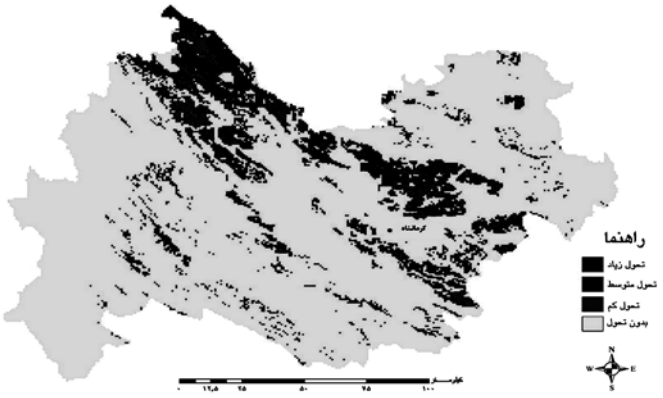
Archive of SID

۴- نتایج

در این تحقیق پنج مدل برای بررسی تحول کارست در ناهمواریهای استان مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از این پنج روش به صورت نقشه‌هایی ارائه شده است.

۴-۱- نقشه پهنه بندی تحول کارست به روش تحلیل سلسه مراتبی

در نقشه حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی شکل ۲ طبقهٔ (تحول زیاد) دارای مساحتی حدود ۱۰۴۸/۰۵ کیلومتر مربع (٤/۲ ٪) می باشد، که بخش عمده این پهنه در زاگرس رورانده منطبق بر آهکهای توده‌ای ارتفاعات بالای شاهو، پراو، بیستون، کوه هجر، کوه قرال، کوه محال، کوه هل هل در روانسر، لکه های در بالای کوه ماکوان در منطقه اورامانات، لکه‌های از ارتفاعات بالای کوه شیرز در منطقه هرسین، رشته‌های باریکی در بالای رو راندگیهای کوه سفید از جنوب هرسین به سمت شمال‌غرب، یعنی منطقهٔ ثلاث است و در منطقهٔ زاگرس پشین‌خورده لکه‌های خیلی پراکنده‌ای در بالای ارتفاعات باریکه در شمال اسلام‌آباد، نوار باریکی در بالای نواکوه و دانه خشک را شامل می‌شود. در منطقهٔ دگرگونی شمال شرق استان در بالای ارتفاعات میان کوه و لکه‌های پراکنده‌ای در ارتفاعات شمال غرب سنقر را شامل می‌شود (شکل۲).



شکل۲ نقشه پهنه‌بندی تحول کارست با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

www.SID.ir

Archive of SID

طبقه تحول متوسط مساحتی حدود ۳۷ / ۸۹۸ کیلومتر مربع (۳/٦ ٪) مساحت استان را در بر می‌گیرد. این طبقه شامل دامنه‌های شاهو، دامنه‌های توده پراو، اطراف کوه هل هل در روانسر، ارتفاعات کوه نهنگ و شفیله، ارتفاعات کوه سفید، لکه‌هایی از کوه شیرز در هرسین، نوار باریکی از نوا کوه و کوه سرکش در منطقهٔ گیلان‌غرب را شامل می‌شود.

منطقهٔ تحول کم با مساحتی حدود ۲۵۷۰/۲۱ کیلومتر مربع حدود ۱۰/۳ ٪ از مساحت استان را در بر می‌گیرد که ارتفاعات پایین شاهو، دامنه کوه بیستون، کوه هجر، ارتفاعات اورامانات، ارتفاعات دالاهو، رشته‌های باریکی از کوه نثار، انارک، سبز عمو، نوار باریکی از ارتفاعات قلاجه، لکه‌هایی از بازی دراز و در منطقه دگرگونی ارتفاعات میان کوه، دالاخانی، کوه سویل، کوه هولان را شامل می‌شود.

طبقه بدون تحول مساحتی حدود ۹ / ۲۰٤۳٦ کیلومتر مربع ۸۱/۹ ٪ از مساحت استان را در بر می‌گیرد که شامل تمام دشتهای پست در نوار مرزی دشتهای استان کرمانشاه ماهیدشت، اسلام‌آباد، حمیل و دشتهای مرتفع استان، یعنی دشت سنقر و کنگاور و مناطق پای کوهی می‌باشد. در این نقشه طبقات دارای تحول از نظر سطوح ارتفاعی منطبق بر ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر و طبقات بدون تحول منطبق بر دشتها و سطوح پست می‌باشد. از نظر لیتولوژی طبقات دارای تحول منطبق بر آهک بیستون، آهک آسماری، آهک مارنی(رادیو لاریت‌های کرمانشاه) می‌باشد و طبقه بدون تحول منطبق بر پهنه‌هایی از آبرفتهای کواترنر، سازند گچساران، مارن می‌باشد.

از نظر ژئومورفولوژی طبقات تحول یافته منطبق بر پهنه‌های هولوکارست در پراو و شاهو و پهنه‌های مروکارست در روراندگی کوه سفید، کوه نثارو اورامانات است. طبقات بدون تحول منطبق بر مناطق دشت و برونزدهای غیر کربناته و تپه ماهورها است. از نظر بارش طبقات دارای تحول منطبق بر بارش بالای ۵۰۰ میلیمتر و طبقهٔ بدون تحول دارای بارش کمتر از ۵۰۰ میلیمتر است. از نظر دما نیز طبقات دارای تحول منطبق بر دمای کمتر از ۱۲/۵ درجه سانتیگراد می‌باشد و از نظر تبخیر طبقات دارای تحول دارای تبخیر کمتر از ۲۲۰۰ میلیمتر می باشد (جدول ۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۹ مساحت و درصد طبقات تحول کارست به روش تحلیل سلسله مراتبی

ردیف	طبقه	مساحت به کیلومتر مربع	درصد
۱	تحول زیاد	۱۰٤۸/۰٤۸	٪ ٤/۲
۲	تحول متوسط	۸۹۸/۳۲٦	٪ ۳/٦
۳	تحول کم	۲٥۷۰/۲۱۳	٪ ۱۰/۳
٤	بدون تحول	۲۰٤۳٦/۹۳۷	٪ ۸۱/۹
٥	جمع	۲٤۹٥۳/٥۲٦	٪ ۱۰۰

۴-۲- نقشه پهنه‌بندی تحول کارست منطقه به روش ارزش اطلاعاتی

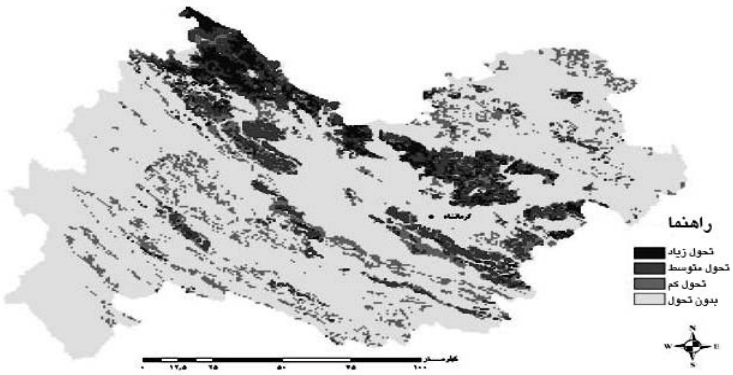
در نقشه حاصل از روش ارزش اطلاعاتی شکل ۳ طبقهٔ تحول زیاد دارای مساحت ۱۰٤۸ /۰٥ کیلومتر مربع (٤/۲ ٪)، طبقهٔ تحول متوسط دارای مساحت ۱۷۹٦/۷ کیلومتر مربع (۷/۲ ٪) طبقهٔ تحول کم دارای مساحت ۳۷۹۲/۹ کیلومتر مربع (۱٥/۲ ٪) و طبقهٔ بدون تحول دارای مساحت ۱۸۳۱٥/۹ کیلومتر مربع (۷۳/٤ ٪) می‌باشد (جدول۱۰). در این نقشه طبقه تحول زیاد به طور دقیق مشابه نقشهٔ قضاوت کارشناسی است (شکل۳). با این تفاوت که پراکندگی آن اندکی بیشتر از نقشهٔ تهیّه شده به روش قضاوت کارشناسی می‌باشد.

جدول ۱۰ مساحت و درصد طبقات تحول کارست به روش ارزش اطلاعاتی

ردیف	طبقه	مساحت کیلومتر مربع	درصد
۱	تحول زیاد	۱۰٤۸/۰٤۸	٪ ٤/۲
۲	تحول متوسط	۸۹۸/۳۲٦	٪ ۳/٦
۳	تحول کم	۲٥۷۰/۲۱۳	٪ ۱۰/۳
٤	بدون تحول	۲۰٤۳٦/۹۳۷	٪ ۸۱/۹
٥	جمع	۲٤۹٥۳,٥۲٦	٪ ۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ نقشهٔ پهنه بندی تحول کارست منطقه به روش ارزش اطلاعاتی

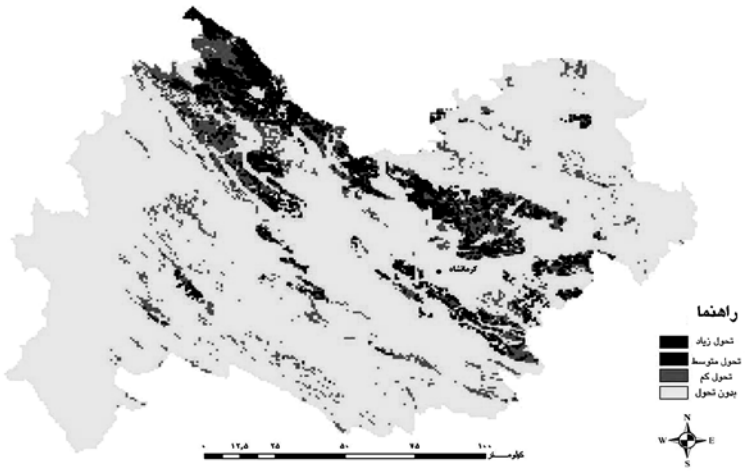
طبقهٔ تحول متوسط دارای مساحتی تقریباً دو برابر روش قبل (قضاوت کارشناسی) می-باشد و پراکندگی آن بیشتر در دامنه‌های پراو، بیستون، شاهو در اورامانات، ارتفاعات بالای کوه سفید، دامنه‌های کوه هجر و کوه شیرز و لکه‌های در منطقهٔ دالاهو و نواکوه می باشد. طبقهٔ تحول کم آشکارا بیشتر از روش قبل می‌باشد و گسترش آن در زاگرس چین‌خورده شامل ارتفاعات دالاهو، دامنه های نوا کوه، دانه خشک، کوه سرکش و سراوان در منطقهٔ گیلان غرب در ارتفاعات قلاجه بیشتر است و در منطقه زون دگرگونی بیشتر در ارتفاعات شمال و شرق و غرب سنقر گسترش دارد. طبقهٔ بدون تحول برعکس روش قبل محدودتر و حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع کمتر می باشد.

۴-۳- نقشهٔ پهنه‌بندی تحول کارست منطقه به روش تراکم سطح

نقشهٔ تهیه شده در این روش(شکل ٤) و با توجه به (جدول ۱۱) تقریباً مشابه نقشه تهیه شده به روش تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد. مساحت طبقات این نقشه تقریباً هم مانند روش اول (شکل۲) می باشد. در این صورت از ذکر توضیحات این نقشه صرف نظر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴ نقشه پهنه بندی تحول کارست منطقه به روش تراکم سطح

جدول۱۱ مساحت و درصد طبقات تحول کارست به روش تراکم سطح

ردیف	طبقه	مساحت کیلومتر مربع	درصد
۱	تحول زیاد	۱۰٤۸/۰٤۸	٪ ٤/۲
۲	تحول متوسط	۸۹۸/۳۲٦	٪ ۳/٦
۳	تحول کم	۲۵۷۰/۲۱۳	٪ ۱۰/۳
٤	بدون تحول	۲۰٤۳٦/۹۳۷	٪ ۸۱/۹
۵	جمع	۲٤۹۵۳,۵۲٦	٪ ۱۰۰

۴-۴- نقشهٔ پهنه بندی تحول کارست منطقه به روش وزن متغیرها

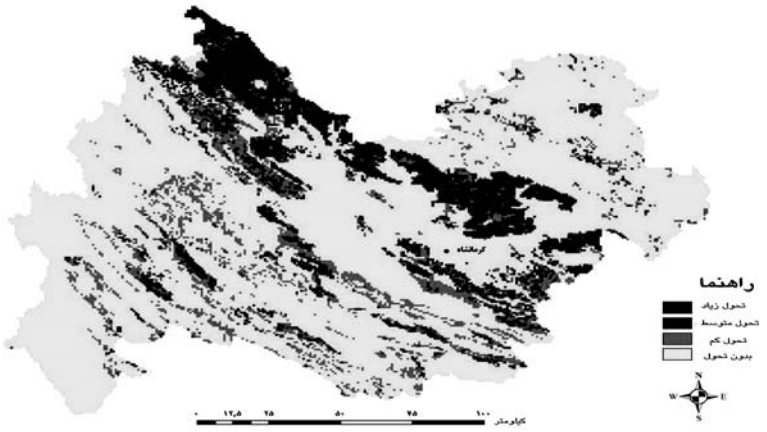
در نقشهٔ حاصل از روش وزن متغیرها (شکل ۵) طبقهٔ تحول زیاد دارای مساحت ۷۷۳/٦ کیلومتر مربع (۳/۱ ٪)، یعنی از تمام روشها کمتر می‌باشد و پراکنش آن به صورت لکه‌هایی در ارتفاعات بالایی شاهو، پراو، بیستون، کوه هجر، کوه شیرز، کوه حمال، کوه ماکوان در زاگرس رورانده و لکه های خیلی پراکنده ای در بالای ارتفاعات کوه سفید، بند گز، نوار

www.SID.ir

Archive of SID

باریکی در بالای کوه خوره تاب، نقاطی در بالای ارتفاعات کوه پلنگ و کوه گچ در زاگرس چین خورده را در بر می‌گیرد. طبقهٔ تحول متوسط دارای مساحت ۲۸۹٤/٦ کیلومتر مربع (۱۱/٦ ٪) بیشترین مساحت را در بین روشها به خود اختصاص داده است و تقریباً تمام ارتفاعات زاگرس رورانده را (کوههای شاهو، پراو) پوشش داده است و به صورت نوار باریکی بالای سفید کوه، کوه باریکه، بند گز، شفیله، سطح بالایی ارتفاعات اورامانات را در بر می‌گیرد. در زاگرس چین‌خورده، رشته خوره تاب، نوا کوه، کوه سرکش، قسمتهایی از دالاهو و لکه‌هایی در ارتفاعات سراوان و کوه گچ را در بر می گیرد.

طبقهٔ تحول کم دارای مساحت ۲۰٤٤/۳ کیلومتر مربع (۱۲/۲ ٪) تقریباً شبیه طبقهٔ تحول کم در روش ارزش اطلاعاتی می‌باشد؛ با این تفاوت که گسترش آن در زاگرس رورانده کمتر و در زاگرس چین‌خورده بیشتر است. طبقهٔ بدون تحول دارای مساحت ۱۸۲٤۱ کیلومتر مربع (۷۳/۱ ٪) می باشد که این طبقه تقریباً مانند طبقهٔ بدون تحول در روش ارزش اطلاعاتی می‌باشد (جدول ۱۲) (شکل۵).



شکل ۵ نقشهٔ پهنه بندی تحول کارست منطقه به روش وزن متغیرها

www.SID.ir

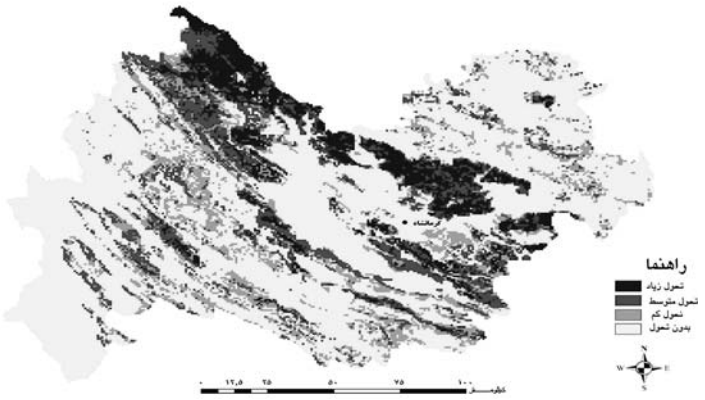
Archive of SID

جدول۱۲ مساحت و درصد طبقات تحول کارست به روش وزن متغیرها

ردیف	طبقه	مساحت به کیلومتر مربع	درصد
۱	تحول زیاد	۷۷۳/۵۵۹	٪ ۳/۱
۲	تحول متوسط	۲۸۹٤/٦۰۹	٪ ۱۱/٦
۳	تحول کم	۲۰٤٤/۳۳۰	٪ ۱۲/۲
٤	بدون تحول	۱۸۲٤۱/۰۲۷	٪ ۷۳/۱
٥	جمع	۲٤۹٥۳/٥۲٦	٪ ۱۰۰

۴-۵- نقشهٔ پهنه‌بندی تحول کارست منطقه با استفاده از روش تجربی

در نقشهٔ حاصل از این روش (شکل ٦) طبقهٔ تحول زیاد دارای مساحت ۲٤۲۰/٥ کیلومتر مربع (۹/۷ ٪) شامل پهنه‌های وسیعی از تودهٔ شاهو، کوه هل هل در روانسر، پراو، کوه هجر کوه شیرز، ارتفاعات اورامانات در زاگرس رو رانده به صورت عمده و نوارهای باریکی در بالای کوه نثار، بند گز، شفیله، دالاهو، نوا کوه، کوه سرکش، کوه خوره تاب در زاگرس چین خورده را در بر می گیرد (جدول۱۳)، (شکل ٦).



شکل ۶ نقشهٔ پهنه‌بندی تحول کارست منطقهٔ به روش تجربی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۳ مساحت و درصد طبقات تحول کارست به روش تجربی

ردیف	طبقه	مساحت به کیلومتر مربع	درصد
۱	تحول زیاد	۲٤۲۰/٤۹۲	٪ ۹/۷
۲	تحول متوسط	۳۰٦۹/۲۸۳	٪ ۱۲/۳
۳	تحول کم	۳۸۱۷/۸۸۹	٪ ۱۵/۳
٤	بدون تحول	۱۵٦٤۵/۸٦۰	٪ ٦۲/۷
۵	جمع	۲٤۹۵۳/۵۲٦	٪ ۱۰۰

طبقهٔ تحول متوسط دارای مساحت ۳۰٦۹/۳ کیلومتر مربع (۱۲/۳ ٪) به صورت نواری دامنه‌های توده بیستون، پراو و شاهو را دربرگرفته و در ارتفاعات کوه سفید، کوه نثار، بند گز، ارتفاعات شفیله، کوه نهنگ در اورامانات، ارتفاعات دالاهو، نواکوه، دانه خشک، کوه خوره تاب و لکه هایی در بالای کوه گچ، بازی دراز و کوه نهنگ را شامل می‌شود.

طبقهٔ تحول کم دارای مساحت ۳۸۱۷/۹ کیلومتر مربع (۱۵/۳٪) بوده که عموماً در دامنه های روراندگی سفیدکوه تا اورامانات گسترش داشته است و در زاگرس چین خورده دامنه های دالاهو، نوا کوه، دانه خشک، قسمتهای عمدهٔ خوره تاب، قلاجه را دربرمی‌گیرد. در منطقهٔ دگرگونی نیز دامنه های دالاخانی، میان کوه و ارتفاعات غرب سنقر را شامل می شود.

طبقهٔ بدون تحول دارای مساحت ۱۵٦٤۵/۹ کیلومتر مربع (٦۲/۷ ٪) می باشد که این طبقه کمترین مقدار رادر بین سایر نقشه‌های پهنه‌بندی به خود اختصاص داده است.

به نظر می‌رسد در میان پنج روش استفاده شده، روش ارزش اطلاعاتی مناسبترین روش برای پهنه‌بندی تحول کارست در استان می‌باشد و بیشترین تناسب را با نقشه‌های عامل و فاکتورهای استفاده شده دارد. در این روش مساحت طبقات تحول بترتیب تحول زیاد ٤/۲ ٪، تحول متوسط ۷/۲ ٪، تحول کم ۱۵/۲ ٪ و بدون تحول ۷۳/٤ ٪ درصد می‌باشد.

مطالعه کارست به عنوان یکی از اشکال و پدیده‌های مهم ژئومورفولوژی از دیدگاه کاربردی دارای اهمیت فراوانی بویژه در ارتباط با منابع آب زیرزمینی است. شناسایی پهنه-های کارستی و برنامه ریزی برای استفاده بهینه از این محیطها نیازمند یک بررسی همه جانبه روی فرایند مطالعه کارست است. پژوهش حاضر برمبنای بازدیدهای میدانی، روشهای

www.SID.ir

Archive of SID

آماری، تجزیه و تحلیلهای کارشناسی و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام گرفته است. هر کدام از مراحل مذکور مکملی برای انجام مناسبتر و دقیقتر پهنه‌بندی تحول کارست در استان کرمانشاه بوده است.

جمع‌آوری داده‌ها و تهیه ۷ نقشه عامل و نیز نقش متغیر وابسته (چاله‌های بسته) با توجه به وابستگی ماهیت تحول کارست به چندین عامل، امکان بررسی گسترده‌تر این پدیده را میسر می‌سازد.استفاده از فراوانی اشکال کارست و مخصوصاً چاله‌های بسته در ناهمواریهای استان و تکیه بر شرایط محلی و گذشته آن از بکارگیری روشهای تجربی جلوگیری به عمل می آورد و امکان بررسی بهتر این پدیده را در حال حاضر و آینده میسر می‌سازد. گذشته کلید حال و آینده است و این یکی از اصول پذیرفته‌شده مباحث علوم زمین به شمار می‌رود. بنابراین با پذیرش این اصل شرایطی که درگذشته موجب تحول کارست بوده‌اند می‌تواند درآینده نیز از جمله عوامل مؤثر باشند.

با توجه به طبقهٔ تحول زیاد در نقشه‌های پهنه‌بندی تحول کارست که به طور عمده منطبق بر زاگرس رورانده می‌باشد، دخالت شدید نیروهای زمین‌ساختی از یکطرف و شکنندگی سنگ آهک در اثر این فشارها از طرف دیگر سبب تراکم بسیار زیاد سیستم درز و شکاف و گسلهای متعدد در جهات مختلف و به طور عمده در جهت گسل اصلی زاگرس شده است و به این ترتیب، شرایط مناسبی برای توسعه کارست فراهم کرده است. عاملی که (ملکی ۱۳۸۱) در مورد تحول کارست در ناهمواری پراو بر آن تأکید دارد[ص ٦، صص ٤٣-٥٠]. همچنین در پژوهشی که قاسمی روی ارتباط گسلها و درز شکافها با جهتگیری اشکال کارست در منطقه داربید (زاگرس رورانده کرمانشاه) انجام داد، به این نتیجه رسید که عوامل زمین ساختی (گسل و درز و شکاف) نقش مهمی در ایجاد و جهتگیری اشکال کارستی بویژه چاله‌های بسته داشته است[۱۳]. نظیر چنین نتایجی در مطالعه موردی غار هرون به وسیله پاول در سال ۱۹۷۷ م. نیز مشاهده می‌شود. در این مکان عامل تشکیل و توسعهٔ غار ،سیستم درز شکاف حاصل از عوامل زمین ساخت ایراد شده است. همچنین میلا نوویچ (۱۹۸۱) تأکید می-کند که چاله‌های بسته کارستی یکی از مهمترین اشکال زمین‌ساختی در نواحی کارستی هستند که شکل چاله‌ها و محل تشکیل آنها در بیشتر موارد به وسیله زمین ساخت تعیین می-شوند[١٤]. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از بررسی رضایی و زمانی (١٣٧٦) در ناحیه اردکان فارس نشان می دهد که عوامل زمین‌ساختی نقش اصلی را در تشکیل و جهتگیری اشکال

www.SID.ir

Archive of SID

کارست بویژه فرو چاله‌ها بر عهده داشته اند.

از دیگر عوامل مؤثر در تحول کارست عامل ارتفاع می‌باشد؛ بطوری که بیش از ۹۹٪ از مساحت چاله‌های بسته در ارتفاع بالاتر از ۲۰۰۰ متر و بیش از ٤۰٪ از مساحت چاله های بسته در ارتفاع بالاتر از ۲۵۰۰ متر قرار دارند. از طرف دیگر عامل ارتفاع بر عناصر اقلیمی نظیر، دما، بارش و تبخیر اثر داشته و به صورت غیرمستقیم تحول کارست را متأثرمی‌سازد.

عامل دیگر مؤثر در تحول کارست عامل لیتولوژی می‌باشد؛ به طوری که نزدیک ۹۳٪ از مساحت چاله‌های بسته در طبقهٔ آهک بیستون و فقط نزدیک ۷٪ از مساحت چاله‌های بسته در طبقهٔ دوم، یعنی آهک دولومیتی قرار دارد و مابقی طبقات ناچیز یا صفر می باشد. این اختلاف معنادار طبقه اول با سایر طبقات نشانهٔ اهمیت لیتولوژی در تحول کارست می‌باشد.

سنگهای آهکی بهترین نمونه از تمام سنگهای کربناته هستند. این سنگها بیشتر از کانی کلسیت(کربنات کلسیم) caco۳ تشکیل شده اند، سنگهای آهکی که تنها از کلسیت خالص تشکیل شده باشند خیلی بندرت یافت می‌شوند. در اکثر موارد سنگهای آهکی دارای درصد معینی رس، مواد قیری، منیزیم، سیلیس، ماسه و ترکیبات جزئی دیگر می‌باشند. در فرایند کارستی‌شدن، انحلال پذیری سنگهای آهکی با درجه خلوص آنها افزایش پیدا می کند[٤، ص ۳۹] در این صورت ضخامت زیاد و خلوص بالای آهک در تودهٔ بیستون شرایط مناسبی از نظر لیتولوژی برای تحول کارست در این منطقه فراهم کرده است.

ژئومورفولوژی نیز از مشخصه‌های دیگر در تعیین تحول کارست می‌باشد. در تهیه نقشه آن(نقشهٔ ژئومورفولوژی) با تأکید بر کارست از روش طبقه‌بندی سویتیک (۱۹۲٤ - ۱۹۲٦) استفاده شده است[۱، ص٦۸]. در این روش سازندهای کربناته به سه دسته هولوکارست، کارست انتقالی و مرو کارست تقسیم شده است. براساس این طبقه‌بندی، آهکهای ضخیم و توده‌ای ژوراسیک و کرتاسه موسوم به آهک بیستون به دلیل درجه خلوص بالای آن به طبقه اول، یعنی هولوکارست تعلق گرفت که حدود ۹۵ ٪ از مساحت چاله‌های بسته در این طبقه قرار دارد. طبقهٔ دوم کارست انتقالی به سازندهای کربناته‌ای تعلق می‌گیرد که به وسیله رسوبهای ناتراوا با قابلیت کم انحلال از هم تفکیک شده است و در واقع آهکهای نازک لایه با میان لایه هایی از رسوبات ناتراوا می‌باشد که در منطقه مطالعه شده منطبق بر سازندهای کربناته الیگومیوسن (سازند آسماری) زاگرس چین خورده می‌باشد و نزدیک به ٦٪ از مساحت چاله‌های بسته را به خود اختصاص داده است.

www.SID.ir

Archive of SID

طبقه سوم مروکارست می‌باشد که سازندهای کربناته قیری، مارنی، سیلیتی، ... را شامل می‌شود. این طبقه منطبق بر آهکهای مارنی (رادیولاریت های کرمانشاه) می‌باشد. در طبقات بعدی نقشه ژئومورفولوژی، برونزدهای غیرکربناته، تپه ماهور ودشت قرار دارند. بنابراین عمدهٔ تحول کارست در طبقه اول و مقداری جزئی در طبقه دوم واقع شده است.

شرایط اقلیمی (آب و هوا) عمده‌ترین اثر را در گسترش سیماهای کارستی به عهده دارد. سویتیک (۱۹۵۸) مدعی است که فرایند انحلال وابسته به شرایط آب و هوایی است. از این رو حل شدن توده‌های سنگی و الگوی گستره کارستی بر پایهٔ آب و هوا تشخیص داده می‌شود .

اشکال کارستی موجود در مناطق کم ارتفاع بیشتر از نوع پالئو کارست می‌باشد؛ یعنی مربوط به دوره‌های اقلیمی گذشته که شرایط تحول کارست وجود داشته است. شرایط اقلیمی مساعد در حال حاضر برای تحول کارست در کل منطقه دیده نمی‌شود. تنها در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر می‌توان آثار تحول کارست را مشاهده کرد. انحلال سنگ آهک در طبیعت بر اثر عمل گاز کربنیک موجود در آب حاصل از نزولات جوی صورت می‌پذیرد. بنابراین میزان نزولات جوی از نظر تأثیر در انحلال مهم می‌باشد.

در منطقهٔ مطالعه شده به علت اختلاف ارتفاع و تأثیر غیرمستقیم آن روی بارش، اختلاف زیادی بین بارش نواحی پست و مرتفع وجود دارد، به طوری که در نواحی مرتفع بارش به بیشتر از ۱۰۰۰ میلیمتر می‌رسد، به نظر می‌رسد این مقدار بارش برای تحول کارست کافی می‌باشد. تقریباً تمامی چاله‌های بسته در بارش بالاتر از ٦۰۰ میلیمتر و حدود ٦٦ ٪ از مساحت چاله‌های بسته در بارش بالاتر از ۷۰۰ میلیمتر قرار دارد.

عنصر اقلیمی دیگری که بر پدیده کارست مؤثر است، دما می باشد. انحلال سنگ آهک در یک لیتر آب با دمای صفر درجه ٤ – ٥ برابر بیشتر از وقتی است که این آب دمای۳۰ درجه سانتیگراد دارد و ٦ برابر هنگامی است که آب با دمای ٤۰ درجه سانتیگراد باش[٤، ص۳۳]. بنابراین تحول کارست در دماهای پایین از رشد و توسعه بیشتری برخوردار است.۰

از طرف دیگر عمل یخبندان و ذوب یخ باعث توسعه درز و شکافها و نفوذ بیشتر آب می شود که عامل مضاعفی برتوسعه و تحول کارست دارد. حدود ۹۹٪ از مساحت چاله‌های بسته در دماهای پایینتر از دمای ۱۰ درجه سانتیگراد و حدود ۲۳٪ از مساحت چاله‌های بسته در دمای کمتر از ۷/٥ درجه سانتیگراد قرار دارد که این نشاندهنده اهمیت دما در تحول کارست در منطقه مطالعه شده می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

از جمله عناصر اقلیمی که تحول کارست را متأثر می‌سازد، نقش تبخیرمی باشد. بیش از ۵۰٪ از مساحت اشکال کارستی به طبقه با تبخیر کمتر از ۲۰۰۰ میلیمتر و بیش از ۸۳٪ از مساحت چاله‌ها بسته به طبقه با تبخیر کمتر از ۲۲۰۰ میلیمتر تعلق دارد.

از دیگر عوامل مؤثر در تحول کارست و نوع اشکال کارستی شیب می باشد. بیش ۵۰٪ از مساحت چاله‌های بسته در شیب کمتر از ۱۰٪ و حدود ۸۰ ٪ از چاله‌های بسته در شیب کمتر از ۲۰٪ قرار دارد. در واقع بسته به اندازه شیب انواع متفاوتی از اشکال کارستی؛ به وجود می‌آید و همچنین عدم تقارن اشکال سطحی کارست به مقدار شیب طبقات بستگی دارد. در دامنه هایی که شیب زیاد می‌شود اشکال کارستی عموماً خطی (لاپیه) می‌شوند. عامل زمین-ساخت، نقش گسله‌ها و درز شکافها در تشکیل و جهتگیری اشکال کارستی هر چند از اهمیت بسیار زیاد برخوردار می‌باشد، در ارزشگذاری نقشه‌های عامل برای پهنه‌بندی به دلیل خطی بودن تراستها و گسلها کنار گذاشته شد.

۵- نتیجه گیری

در تحقیق حاضر براساس اصول مبانی کارست، مشاهدات میدانی و یافته های دیگران، ۱۰ عامل برای‌پهنه‌بندی تحول کارست در استان کرمانشاه انتخاب شد که با استفاده از روشهای آماری مربع کای دو، ۷ عامل از مجموع عوامل در تهیه نقشه پهنه‌بندی تحول کارست دخالت داده شد . در این تحقیق پنج مدل برای تحول کارست در ناهمواریهای استان مورد استفاده قرار گرفت که نتایج حاصل از این پنج روش به صورت نقشه‌هایی با چهار طبقه تحول زیاد، متوسط، کم و بدون تحول ارائه شده است.

با توجه به نقشه‌های به‌دست آمده، مناطق دارای تحول ٤٪ درصد استان، یعنی مساحتی حدود هزارکیلومتر مربع که عمده این مساحت در زاگرس رورانده منطبق بر ارتفاعات بالای شاهو، پراو، بیستون، کوه هجر، کوه قرال، کوه محال، کوه هل هل در روانسر، لکه‌هایی در بالای کوه ماکوان در منطقهٔ اورامانات، لکه‌هایی از ارتفاعات بالای کوه شیرز در منطقهٔ هرسین، رشته‌های باریکی در بالای روراندگیهای کوه سفید از جنوب هرسین به سمت شمال‌غرب، یعنی منطقهٔ ثلاث است و در منطقهٔزاگرس چین‌خورده لکه‌های خیلی پراکنده‌ای در بالای ارتفاعات باریکه در شمال اسلام‌آباد، نوار باریکی در بالای نوا کوه و دانه خشک و در منطقهٔ دگرگونی شمال شرق استان در بالای ارتفاعات میان کوه و لکه‌های پراکنده‌ای در

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاعات شمال غرب سنقر را شامل می‌شود.

مناطق تحول متوسط مساحتی کمتر از ٤ ٪ استان را دربرمی‌گیرد و حلقه‌هایی در دامنه-های شاهو، دامنه‌های توده پراو، اطراف کوه هل هل در روانسر، ارتفاعات کوه نهنگ و شفیله، ارتفاعات کوه سفید، لکه‌هایی از کوه شیرز در هرسین، نوار باریکی از نوا کوه و کوه سرکش در منطقهٔ گیلان‌غرب را شامل می‌شود. منطقهٔ تحول کم حدود۱۰٪ از مساحت استان را در بر می‌گیرد که ارتفاعات پایین شاهو، دامنه کوه بیستون، کوه هجر، ارتفاعات اورامانات، ارتفاعات دالاهو، رشته های باریکی از کوه نثار، انارک، سبز عمو، نوار باریکی از ارتفاعات قلاجه، لکه‌هایی از بازی دراز، و در منطقه دگرگونی ارتفاعات میان کوه، دالاخانی، کوه سویل، کوه هولان را شامل می‌شود. منطقه بدون تحول ۸۰ ٪ از مساحت استان را در بر می‌گیرد که تمام دشتهای پست در نوار مرزی دشتهای استان کرمانشاه، ماهیدشت، اسلام‌آباد، حمیل و دشتهای مرتفع استان شامل سنقر و کنگاور و مناطق پای کوهی را شامل می‌شود.

در نقشه‌های به دست آمده، طبقات دارای تحول از نظر سطوح ارتفاعی منطبق بر ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر و طبقات بدون تحول منطبق بر دشتها و سطوح پست می‌باشد و از نظر لیتولوژی طبقات دارای تحول منطبق بر آهک بیستون، آهک آسماری، آهک مارنی (رادیو لاریت‌های کرمانشاه) می‌باشد و طبقهٔ بدون تحول منطبق بر پهنه‌هایی از آبرفتهای کواترنر، سازند گچساران، مارن می‌باشد و از نظر ژئومورفولوژی طبقات تحول یافته منطبق بر پهنه‌های هولوکارست در پراو، شاهو و پهنه‌های مروکارست در روراندگی کوه سفید، کوه نثار و اورامانات می‌باشد. طبقات بدون تحول منطبق بر مناطق دشت و برونزدهای غیر کربناته و تپه ماهورها است. از نظر اقلیمی نیز طبقات دارای تحول منطبق بر بارش بالای ۵۰۰ میلیمتر و دمای کمتر از ۱۲/۵ درجه سانتیگراد و تبخیر کمتر از ۲۲۰۰ میلیمتر می‌باشد.

با همپوشانی نقشه چاله های بسته با هر کدام از نقشه‌های پهنه‌بندی تحول کارست مشخص شد که مناسبترین نقشه پهنه‌بندی نقشه تهیه شده به روش ارزش اطلاعاتی می باشد و نقشه‌های پهنه‌بندی با روشهای قضاوت کارشناسی و تراکم سطح به طور دقیق مشابه هم می باشد. در مجموع دقت تمامی نقشه‌ها با توجه به همین فرمول و بازدیدهای میدانی بالاست، ضمن اینکه در ارائه و نشان‌دادن پهنه‌های تحول کارست نقشه‌های مزبور بسیار به هم نزدیک می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

۶- منابع

[1] Cvijic, J.; Karst– eografska monografija (Karst– geographical monography Beograd, Yugoslavia, 1985

[2] komatina, M.;Uslovi razvoja karsnog procesa irejonizacija karsta (condition of karst development and zoning of karst terranes); Vesnik Geozavoda X/XI, Beograd, Yugoslavia, 1973.

[3] Herak M.; Tecto-genetic approach to classification of karst terranes, Carsus Iugoslaviae 9/4, Zagreb,Yugoslavia, 1977.

[٤] آغاسی ع، افراسیابیان ا؛ هیدرولوژی کارست؛ چ۱، تهران: مرکز تحقیقات کارست کشور، ۱۳۷۸.

[٥] افراسیابیان، ا.؛ مطالعات هیدرولوژی کارست در حوضه آهکی مهارلو؛ دومین سمینار علمی مطالعات منابع آب، مجموعه مقالات، ۱۳۷۲.

[٦] ملکی، ا.؛ تحول اشکال کارست و نقش آن در منابع آب زیرزمینی (رساله دکتری)، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.

[۷] نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰۰ استان کرمانشاه، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

[۸] علایی طالقانی، م.، ژئومورفولوژی ایران؛ نشر قومس تهران، ۱۳۸۰.

[۹] تصاویر ماهواره‌ای، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

[۱۰] ملکی، ۱، نقشه شیب استان کرمانشاه، طرح تحقیقاتی دانشگاه رازی، ۱۳۸۲.

[۱۱] قیطوری، م.؛ طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور، تپهای مرتعی استان کرمانشاه، چ۱، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع،۱۳۸۲.

[۱۲] جباری، ا.؛ روشهای آماری در علوم محیطی و جغرافیایی؛ انتشارات دانشگاه رازی، ۱۳۸۲.

[۱۳] قاسمی، ا؛ بررسی نقش زمین‌ساخت در ژئومورفولوژی حوضه آبخیز سرابله با تأکید بر اشکال کارستی؛ (پایان نامه کارشناسی‌ارشد) گروه جغرافیا، دانشگاه رازی، ۱۳۸۲.

[١٤] پطر- ت- میلانوویچ؛ هیدرولوژی کارست، ترجمه: عبدالوحید آغاسی؛ ناشر استانداردهای مهندسی آب کشور،۱۹۸۱.

www.SID.ir