

برآورد جنبایی قائم گسل‌های استان مرکزی به روش زمین ریخت سنجی

هادی طبسی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی آشتیان

۱- چکیده

شناسایی و اندازه‌گیری زمین‌ریختها به آگاهی از نحوه جنبایی گستره کمک خواهد کرد. استان مرکزی بر روی پهنه‌های زمین‌ساختی سنندج سیرجان و ایران مرکزی واقع شده و دارای گسل‌های مهم و لرزه‌خیزی با راستای عمومی شمال باختری- جنوب خاوری است.

در این بررسی به پرسشهایی در زمینه جنبایی قائم گستره استان مرکزی در قالب حوضه‌های آبریز پرداخته شده است. بررسی شاخص‌های زمین ریخت‌سنجی SL ، v_f و هیپسو-متری مبین جنبایی قائم گسل‌های جای گرفته در پهنه‌های شمال تفرش و آشتیان و گستره رازقان در شمال استان مرکزی است. از آنجایی که شاخص‌ها مبین حرکت‌های قائم هستند، امکان جابه‌جایی افقی (حرکت امتدادی) در سایر پهنه‌هایی که جنبایی نشان نمی‌دهد، وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: استان مرکزی، زمین ریخت‌سنجی، جنبایی، گسل فعال

کمک روش‌های مختلف کمی و کیفی تفسیر شده‌اند. در کنار بررسی ناحیه‌ای گستره، تعدادی از زمین‌شناسان داخلی و خارجی نگاهی به وضعیت زمین‌شناسی استان مرکزی داشته‌اند.

هوپر [۱] زمین‌شناسی ناحیه‌ای واحدهای میوسن، سازنده‌های قرمز، سنگ‌های آذرین ائوسن و... را بررسی و تفکیک کرده است.

بزرگ‌نیا در سال ۱۹۶۴ [۲] فسیلهای ائوسن گستره را بررسی کرده و محافظ و مشتاقیان در سال ۱۹۶۵ [۳] مطالعات زمین‌شناسی در مناطق تفرش و آشتیان داشته‌اند.

حاجیان [۴]، بررسی‌های صورت گرفته در گستره تفرش را تحت عنوان کتابی با نام زمین‌شناسی تفرش، چاپ نموده است. در این مطالعه، توجه زیادی به وضعیت ساختمانی گستره، رخداد زمین‌لرزه و زمین‌ساخت جنبی نشده است.

۳- زمین شناسی ساختاری استان مرکزی

استان مرکزی در دو زون ساختاری بزرگ ایران قرار گرفته است.

۳-۱- سنندج - سیرجان

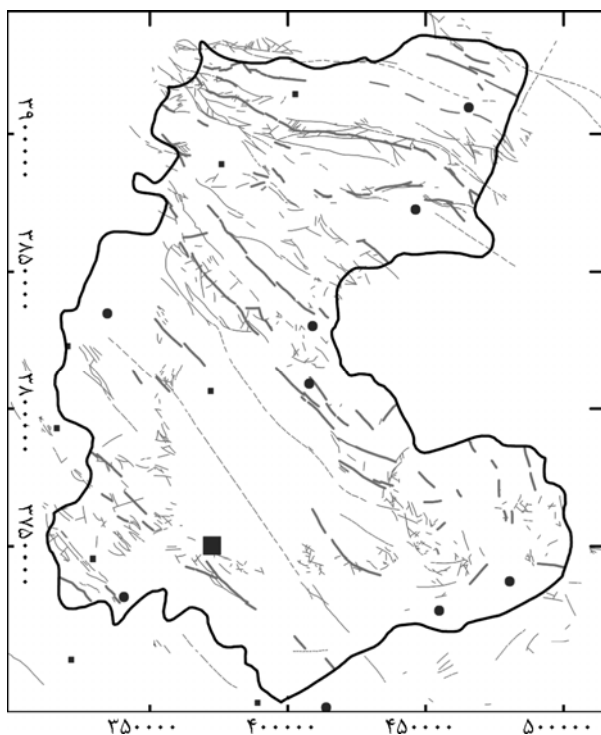
پهنه سنندج- سیرجان باریکه‌ای از جنوب باختری استان مرکزی را پوشش می‌دهد که در بلافصل شمال خاوری راندگی اصلی زاگرس قرار دارد.

بر خلاف مرز جنوب باختری، که با راندگی اصلی زاگرس مشخص می‌شود، ارتباط شمال خاوری سنندج- سیرجان با مناطق دیگر ایران مرکزی، به دلیل پوشش گسترده سنگ‌های ترشیری و کواترنر، تغییرات جانبی رخساره‌ها و نیز دگرشکلی‌ها، به خوبی مشخص نیست.

۲- مقدمه

زمین در طول میلیون‌ها سال شاهد حوادث گوناگونی بوده که آثار آن به شکلهای گوناگون نمود یافته است. شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی از آن جهت که در آینده منجر به آگاهی از نحوه جنبایی گستره خواهد شد؛ اهمیت دارد. از آنجایی که کشور ایران پهنه زمین لرزه‌خیزی است، از چند دهه گذشته شناسایی آثار جنبایی از پدیده‌های ریخت زمین‌ساختی مورد توجه محققین این علم بوده است. در این بررسی، به پرسشهای گوناگونی در زمینه ریخت زمین ساختها، جنبایی گستره و ارتباط ساختارها پاسخ داده شده است.

در این پژوهش، داده‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای به همراه نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی گستره به



شکل (۱): موقعیت مکانی شهرهای استان و گسل‌های مهم گستره.

۴-۱- گرادیان نشیب رود (SL)

شاخص گرادیان رودخانه را به سادگی در پهنه‌های مختلف گستره با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی کوچک مقیاس، می‌توان محاسبه نمود. این شاخص برابر است با $SL = (\Delta H / \Delta L)L$ که در آن ΔH ، اختلاف فراز میان دو نقطه گزینش شده در مسیر رود، ΔL ، فاصله میان آن دو نقطه در دنباله کانال رودخانه و L ، درازای کانال رودخانه از نقطه وسط نقاط برگزیده شده تا بلندترین نقطه کانال، در بالادست رود است، شکل (۲).

نتایج حاصل از تغییرات این شاخص در طول یک رودخانه مهم است:

- ۱- در حوضه‌هایی که مقدار عددی شاخص SL از بالا دست به سوی پایین دست کاسته شده، آهنگ بالآمدگی پایین است.
- ۲- در حوضه‌هایی که مقدار عددی شاخص SL از بالادست به سوی پایین دست افزایش یافته، آهنگ بالآمدگی زیاد است.
- ۳- در حوضه‌هایی که تغییرات عددی شاخص SL از بالادست به سوی پایین دست شیب یکنواخت داشته، آهنگ بالآمدگی متوسط است.

همخوانی روند ساختاری، یکسانی الگوی ساختاری، چیرگی راندگی‌ها، بویژه پذیرش الگوی استاندارد مناطق کوهزادی در زون برخوردی، سبب شده است تا زمین‌شناسی مانند فالکن [۵]، علوی [۶] و هاینس و مک جولیان [۷] پهنه سندانج- سیرجان را زیر زونی از کوهزاد زاگرس بدانند.

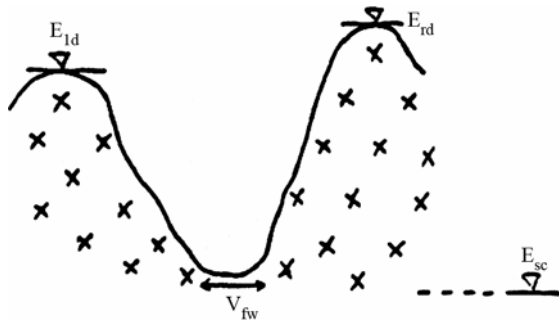
۳-۲- تبریز- بزمان

این پهنه که نواحی مرکزی و شمال خاوری استان مرکزی را تحت پوشش دارد، بخشی از کمان ماگمایی تبریز- بزمان است که به دلیل داشتن فعالیت آتشفشانی شدید در ترشیر متمایز است. علاوه بر آن پلوتونیسیم ترشیر نیز در این گستره اهمیت بالایی دارد.

تمامی این مناطق تحت تأثیر عملکرد گسله‌هایی با راستای شمال باختری- جنوب خاوری هستند که می‌توان به گسله‌های تلخاب، تفرش و ایندس اشاره کرد. از مهمترین گسله‌های این گستره، گسله‌های تفرش، ایندس و نقره‌کمر می‌باشند، شکل (۱).

۴- زمین ریخت سنجی

رویدادهای نوزمین ساختی، پیوند تنگاتنگی با شکل‌گیری و سرگذشت توپوگرافی امروزی دارد. این رویدادها در قالب جنبشهای آرام و ناگهانی (زمین‌لرزه‌ای) پدیدار می‌شوند. جنبشهای نوزمین ساختی را می‌توان در جنبایی ساختارها و لرزه‌خیزی جستجو کرد. جنبشهای لرزه‌زای امروزی با روشهای دستگاهی قابل بررسی هستند، اما بررسی جنبشهای آرام و زمین‌لرزه‌های گذشته، به گونه‌ای متفاوت انجام می‌گیرد. یکی از ابزارهای شناسایی این جنبشها ریخت‌شناسی زمین‌ساختی (Tectonic Geomorphology) است. بر پایه تعریف، کاربرد اصول زمین ریخت‌شناسی برای حل مسایل زمین‌ساختی است که در آن، زمین ریخت- شناسی به عنوان ابزاری برای ارزیابی تاریخیچه، بزرگا و آهنگ فرآیندهای زمین‌ساختی به کار می‌رود. شاخص‌هایی که در این پژوهش به کار گرفته شده‌اند، شامل شاخص گرادیان بستر رود، نسبت پهنای به ژرفای رودخانه و نمودارهای هیپسومتری حوضه‌های زهکشی است.

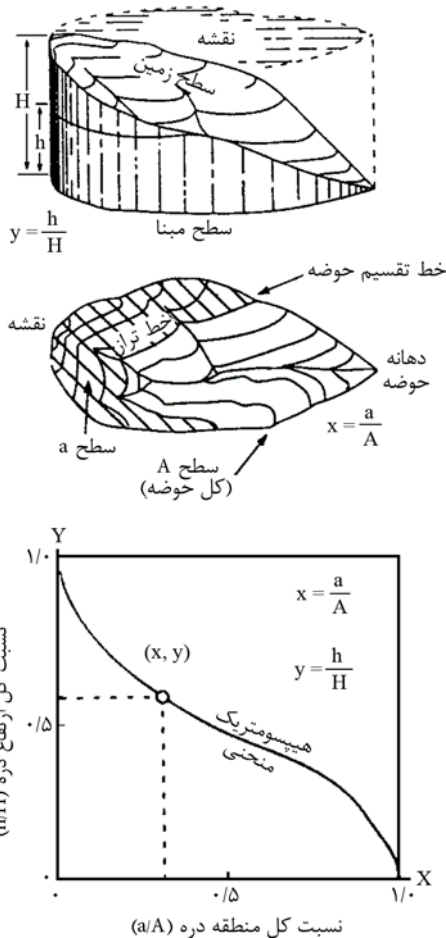


شکل (۳): برشی از دره و موارد قابل اندازه‌گیری در شاخص v_f .

۴-۳- منحنی‌های هیپسومتری

این منحنی‌ها از اختلاف در اندازه حوضه‌ها و اختلاف توپوگرافی آنها مستقل بوده و مقیاس نقشه توپوگرافی، نقشی در کیفیت نتایج ندارد.

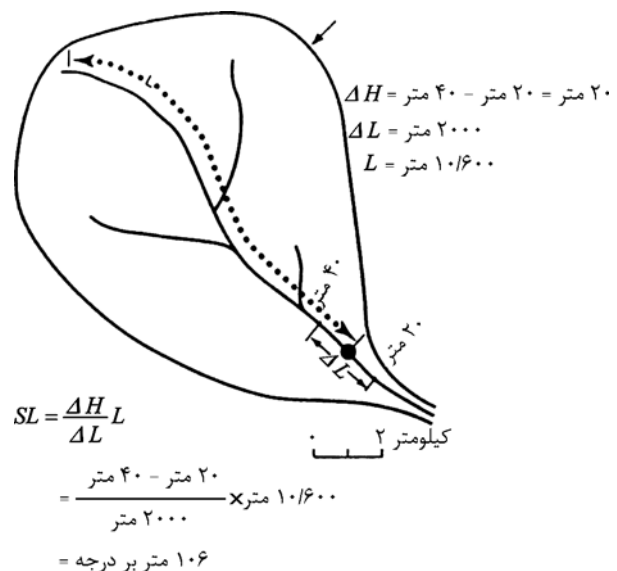
شکل (۴) چگونگی اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز را نشان می‌دهد. برای کشیدن هر منحنی، کافی است نسبت بلندی کل حوضه (h/H) در برابر نسبت مساحت کل حوضه (a/A) در یک محور مختصاتی پیاده شود. در این جا، A



شکل (۴): چگونگی اندازه‌گیری پارامترهای هیپسومتری.

۴- در حوضه‌هایی که مقدار عددی SL در نوسان بوده و کم و زیاد شده، آهنگ بالآمدگی متوسط نتیجه‌گیری شده است [۸].

بدین ترتیب، این شاخص در دسته‌بندی پهنه‌های گسترده از دیدگاه بزرگای نسبی بالا آمدگی (جنمایی عمودی) مهم و کارا است.



شکل (۵): مواردی که باید در بررسی شاخص گرادیان رود اندازه‌گیری شود.

۴-۲- نسبت پهنای دره به ژرفای آن (v_f)

این شاخص نخستین بار توسط بال در سال ۱۹۷۸ [۹] پیشنهاد شده است:

$$v_f = 2v_{fv} / [(ELd - Esc) + (ERd - Esc)]$$

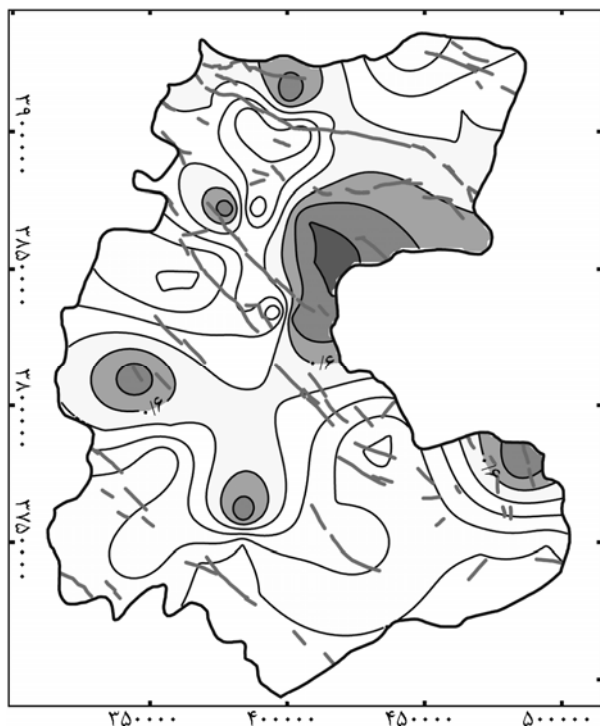
که در آن v_{fv} پهنای کف دره؛ Esc بلندی بستر دره؛ ELd بلندی دیواره دست چپ و ERd بلندی دیواره دست راست دره است، شکل (۳).

دره‌هایی با بستر پهن، دارای شاخص v_f بالا و دره‌های ژرف و شکل v_f پایین‌تری هستند. گسترش و فرگشت حوضه‌های آبگیر به طور معمول به گونه‌ای است که دره در بخش‌های پایانی حوضه Y شکل خواهد بود. از اینرو حوضه‌هایی که در فرودست، v_f شکل هستند و v_f کوچکتری دارند، در رده پهنه‌های زمین‌ساختی جنبا قرار می‌گیرند.

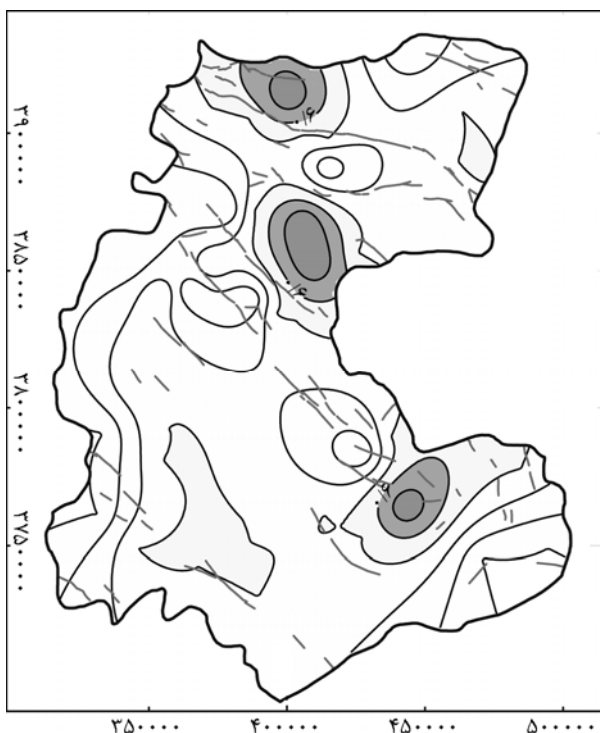
در هر حوضه سه نقطه در بالا دست، میانه و پایین دست

آن گزینش شده و شاخص v_f اندازه‌گیری می‌شود.

میان و پایین دست آن گزینش گردیده و شاخص vf در آن اندازه گیری شده است. نتیجه نهایی این اندازه گیریها به صورت نقشه در شکل (۶) نشان داده شده است. انطباق پهنه های جنب با پهنه های شاخص SL جالب است.



شکل (۵): نقشه وضعیت شاخص SL در استان مرکزی.



شکل (۶): نقشه وضعیت شاخص vf در استان مرکزی.

مساحت کل حوضه و برابر با جمع مساحت های میان هر دو خط تراز مجاور و a ، مساحت سطح درون حوضه در بالای هر خط تراز مورد نظر (h) است. اندازه مساحت نسبی (a/A) همیشه از عدد یک در پایین ترین نقطه حوضه (جایی که $h/H = 1$) تا عدد صفر در بلندترین نقطه حوضه (صفر $h/H =$) تغییر می کند.

برای ویژگی بخشیدن به شکل منحنی های هیپسومتری در هر حوضه، از مجموع سطح زیر منحنی آن بهره می گیرند. یک راه ساده برای رسیدن به این سطح، اندازه گیری بیشترین و کمترین بلندی در حوضه و گزینش دست کم ۵۰ نقطه درون حوضه و میانگین گیری از آنها به منظور دستیابی به بلندی میانگین حوضه است.

می توان گفت که ارزیابی هیپسومتری ابزار توانمند برای جداسازی گستره های فعال از غیرفعال زمین ساختی است و به همین منظور این شیوه در استان مرکزی به کار گرفته شده است.

۵- زمین ریخت سنجی استان مرکزی

در بررسی های ریخت زمین ساختی، افزون بر بکارگیری سیمای زمین ریختی در توضیح جنبش های زمین ساختی، با اندازه گیری یا نسبت تغییر هندسه آنها، می توان به مقدارهای عددی دست یافت که با مقایسه این نسبتها در یک پهنه گسترده، آهنگ نسبی جنبش های زمین ساختی قابل بررسی است.

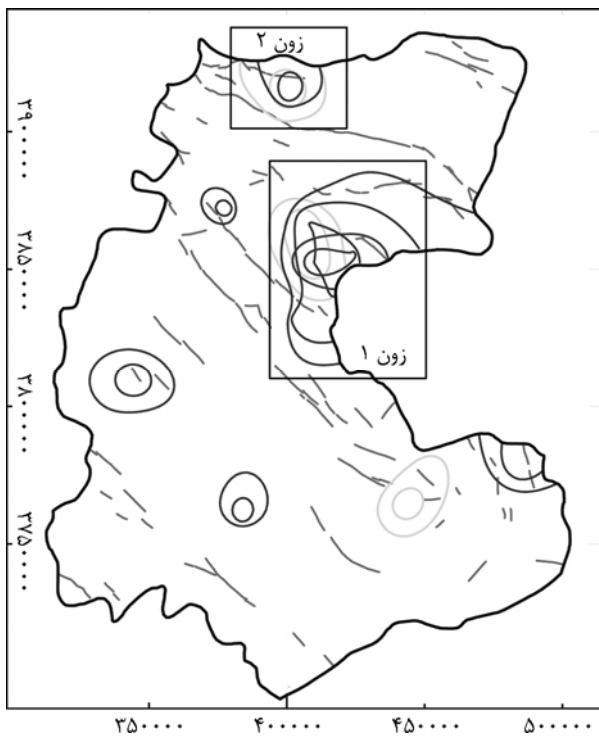
شاخص SL در بخشهای مختلف استان مرکزی در قالب حوزه زهکشی اندازه گیری شده است. وجود رودخانه های اصلی و درازی که سراسر پهنه را بریده اند، اهمیت فراوانی به این شاخص بخشیده است، چرا که با اندازه گیری آن در فواصل حساب شده ای نسبت به پهنه های گسلی اصلی، جنبایی ساختارهای اصلی گستره را در پهنه و درازای منطقه می توان مقایسه کرد.

مقادیر محاسبه شده SL در پهنه استان مرکزی، در شکل (۵) به همراه گسلها به شکل نقشه آورده شده است. پهنه های پررنگ نشانگر مناطق دارای جنبایی بالاست.

حوضه های جدا شده برای بررسی شاخص vf همان ۴۰ حوزه قبلی هستند که در هر حوضه سه نقطه در بالا دست،

ساختارهای گستره می‌توان عنوان کرد که:

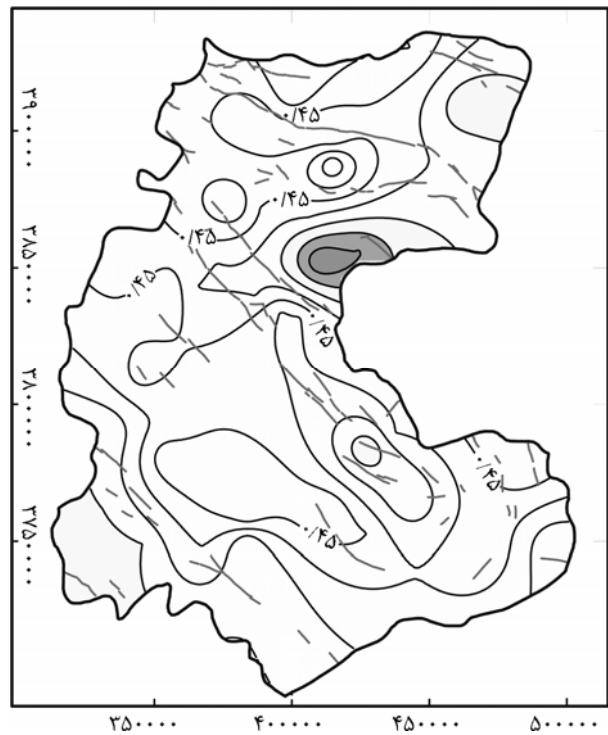
- وجود گسله‌های فراوان که برخی از آنها کوتاه‌تر و جوان هستند، حاکی از بالا بودن توان لرزه‌زایی آنها و جنبایی گستره است.
- بر اساس بررسی شاخص‌های نسبت پهنای دره به عمق v/f و SL و همچنین شاخص هیپسومتری، شکل (۸) منطقه شمال تفرش و آشتیان در شرق استان (زون ۱) از جنبایی بالایی برخوردار است. همچنین منطقه رازقان (زون ۲) در شمال استان وضعیت مشابهی را نشان می‌دهد.



شکل (۸): نقشه وضعیت شاخص‌های مختلف.

- جنبایی‌های دیگری نیز به صورت پراکنده در بخش‌های مختلف استان منطبق بر گسله‌های مهم شناسایی شده که درجه اهمیت کمتری دارند.
- پهنه‌هایی مشاهده می‌گردد که گسله‌های مهمی گزارش شده، اما شاخص‌ها جنبایی نشان نمی‌دهند. این امر ناشی از غالب بودن حرکت راست‌الغز گسلها است. به عبارت دیگر، با وجود این که این شاخص‌ها وضعیت بالا آمدگی و فرسایش را می‌سنجند، اما جنبایی امتدادلغز گسلها را نشان نمی‌دهند.

وضعیت شاخص هیپسومتری نیز به همین منظور در گستره استان مرکزی بررسی شده است. از آنجایی که فهرست کردن شماره‌های بدست آمده از این روش چندان پر معنی نیست، برای گویاتر شدن نتایج، از درصد سطح زیر منحنی‌های هیپسومتری بهره گرفته شده و به شکل نقشه در شکل (۷) نمایش داده شده است.



شکل (۷): نقشه شاخص هیپسومتری در استان مرکزی.

۶- نتیجه‌گیری

فلات ایران در محل تلاقی صفحه‌های عربستان، هند و اوراسیا واقع شده است. تلاقی این صفحه‌ها باعث شده تا پوسته فلات ایران تغییر شکل پیدا کرده و توسط چین-خوردگی‌ها و رشته کوههایی چون زاگرس در غرب و جنوب غرب، البرز و کپه داغ در شمال و شمال شرق و کوه‌های شرق و جنوب شرق (مکران) احاطه شود، که اکثراً جنبایی لرزه‌ای بالایی دارند.

نبود پیشینه لرزه‌خیزی در استان مرکزی می‌تواند نشانگر دوره بازگشت طولانی آنها باشد. مشابه این وضعیت در منطقه طبس و بزم وجود داشته و رخداد زمین‌لرزه با خسارتهای فراوان همراه بوده است.

با توجه به بررسی‌های مورفومتری و نقشه وضعیت

- the Zagros mountains of south-west Iran, *Q. J. Geol. Soc. London*, **117**(468), 367-376.
6. Alavi, M. (1994). Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations, *Tectonophysics*, **229**(3-4), 211-238.
 7. Haynes, S.J. and McQuillan, H. (1974). Evolution of the Zagros suture zone, southern Iran, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **85**(5), 739-744.
 8. Keller, E.A. (1986). Investigation of active tectonics: use of surficial earth processes, In Panel on Active Tectonics, National Academy Press, Washington, D.C.
 9. Bull, W.B. (1978). Geomorphic tectonic classes of the south front of the San Gabriel mountains, California, *U.S. Geological Survey Contract [Report]*, 394.

۷- مراجع

1. Huber, H. (1953). Geological report on the upper qarachai area between Saveh and Hamadan, *N.I.O.C. Geological [Report]*, 103.
2. Bozorgnia, F. (1964). Microfacies and microorganisms of paleozoic through tertiary sediments of some part of Iran, *N.I.O.C., Geological [Report]*, 80.
3. Mohafez, S. and Moshtaghian, A. (1965). Geology and oil possibilities of Khur-Jandagh-Biabanak Area, *N.I.O.C., Geological [Report]*, 250.
۴. حاجیان، جواد (۱۳۸۰). زمین‌شناسی تفرش [گزارش]. سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره ۸۲.
5. Falcon, N.L. (1961). Major earth-flexuring in