Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.11, Issue 32, Summer 2022

Analysis of environmental instability using geomorphological indices (case study: alluvial fans Aleh Igneous mass in Qom)

Abdolmajid, Ahmadi[1*], Abolfazl, Faraji Monfared[2]

1. *Corresponding Author*, Assistant Prof., Dept of Geography, University of Bozorgmehr Ghaenat, Iran
2. PhD Student of Geomorphology, University of Tabriz, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 27 November 2020
Revised: 05 January 2022
Accepted: 22 January 2022

Keywords:
environmental instability;
Igneous mass,
alluvial fan,
geomorphological.

ABSTRACT

Geomorphological forms each at different stages of the process of environmental change and evolution, stable conditions and instabilities under the influence of external and internal processes. One of these forms is igneous masses, which take on a distinct shape and change due to tectonic movements and fault movements. This change can be shown using geomorphological evidence and indicators. The igneous massif is located beyond the Sanandaj-Sirjan metamorphic belt in the western part of Qom province. By examining different patterns such as drainage patterns, color tone, slope, circular rings, and geomorphological indices, mass growth was revealed in this area. The pattern index completely indicates the instability of this mass. Most of the surfaces of the alley mass slopes are composed of triangular shapes, the formation of which is the result of the performance of active internal processes against external processes. The color tone of this cone is light and indicates that it is active. The circular rings of the mass indicate the expansion of the eastern slopes. The slope of this mass is between 5-10.5 which is justified by tectonic action and all the alluvial fans of the surface morphology are in the form of ducts and small ridges 2 cases of erosion were observed in the southeastern part of the intrusive mass, which is advancing towards the top of the alluvial fan. Captivity and diversion of waterways in the region is another piece of evidence that is influenced by active tectonics. Due to the instability of the slopes and alluvial fans, no human activity (except in special cases) has been formed in the area. In general, the indicators and evidence of instability and active tectonic movements in different parts of the intrusive rock of diorite and the lack of news of the day. Due to the active tectonics and instability of this environment is fully approved.

Cite this article: Ahmadi, A., Faraji Monfared, A. (2022). Analysis of environmental instability using geomorphological indices (case study: alluvial fans Aleh Igneous mass in Qom). Journal of Natural Environmental Hazards, 11(32), 57-72. DOI: 10.22111/jneh.2022.36643.1731

© Abdolmajid, Ahmadi. Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2022.36643.1731

* Corresponding Author Email: Majid.ahmadi@buqaen.ac.ir

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۱، شماره ۳۲، تابستان ۱۴۰۱

تحلیل ناپایداری محیط با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی (مطالعه موردی: توده نفوذی آله در قم)

عبدالمجید احمدی[1*]، ابوالفضل فرجی منفرد[2]

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه بزرگمهر قاینات (نویسنده مسئول)
۲. دانشجوی دکتری مخاطرات ژئومورفولوژیک-دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۱/۰۲

واژه‌های کلیدی:
توده آذرین آله،
شاخص‌های ژئومورفولوژی،
مخروط‌افکنه،
ناپایداری محیط.

چکیده

اشکال ژئومورفولوژیکی هرکدام در مراحل مختلفی از روند تغییرات محیطی و تکامل خود، شرایط پایداری و ناپایداری‌هایی را تحت تأثیر فرآیندهای بیرونی و درونی متحمل می‌شوند. یکی از این فرم‌ها، توده‌های آذرین هستند که در اثر حرکات زمین‌ساختی و جنبش گسل‌ها، شکل متمایزی به خود گرفته و تغییر می‌یابند. این تغییر را با استفاده از شواهد و شاخص‌های ژئومورفولوژیکی می‌توان نشان داد. توده آذرین آله در ورای کمربند دگرگونی سنندج -سیرجان در قسمت غربی استان قم واقع شده است. با بررسی الگوهای مختلف از قبیل الگوی زهکشی، تن رنگ، شیب، حلقه‌های مدور و شاخص‌های ژئومورفولوژی، رشد توده در این منطقه آشکار شد. شاخص الگوی کاملاً حکایت از ناپایداری این توده را دارد. اکثر سطوح دامنه‌های توده آله متشکل از اشکال مثلثی شکل است که تشکیل این سطوح حاصل عملکرد فرآیندهای درونی فعال در مقابل فرآیندهای بیرونی می‌باشد. تن رنگ سطوح مخروط‌افکنه‌ها روشن است که نشان از فعال‌بودن زمین‌ساخت است. حلقه‌های دایره‌ای شکل‌گرفته در توده حکایت از گسترش دامنه‌های شرقی دارد. شیب مخروط‌افکنه‌های این توده بین ۵- ۱۰،۵ است که با عملکرد تکتونیک توجیه می‌شود و فرآیند مورفولوژی سطوح مخروط‌افکنه‌ها به‌صورت مجرا و پشته‌های کوچک است و ۲ مورد از حالت فرسایش در قسمت جنوب شرقی توده نفوذی مشاهده شد که به سمت رأس مخروط‌افکنه در حال پیشروی است. اسارت و انحراف آبراهه‌ها در منطقه، از شواهدی دیگری است که متأثر از تکتونیک فعال است. به‌دلیل ناپایداری دامنه‌ها و مخروط‌افکنه‌ها هیچ‌گونه فعالیت انسانی (به جزء مواردی خاص) در منطقه شکل نگرفته است. به‌طورکلی این شاخص‌ها و شواهد، از ناپایداری و فعال‌بودن جنبش‌های زمین‌ساختی در توده دیوریتی و هم‌شکل‌نبودن قسمت‌های مختلف توده آذرین خبر می‌دهند. بنابراین فعال‌بودن تکتونیک و ناپایداری این محیط کاملاً مورد تأیید است.

استناد: احمدی، عبدالمجید، فرجی منفرد، ابوالفضل. (۱۴۰۱). تحلیل ناپایداری محیط با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی(مطالعه موردی: توده نفوذی آله در قم). مخاطرات محیط طبیعی، ۱۱(۳۲)، ۷۲-۵۷. DOI: 10.22111/jneh.2022.36643.1731

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© عبدالمجید احمدی*، ابوالفضل فرجی منفرد.

*- عبدالمجید احمدی (نویسنده مسئول) Email: Majid.ahmadi@buqaen.ac.ir

مقدمه

امروزه دستیابی به پایداری و شناخت عوامل ناپایدارکننده محیط، از مباحث عمده مطالعاتی در جهان به‌شمار می‌رود. محیط، مهم‌ترین مؤلفه زندگی انسان‌ها محسوب می‌شود و بدون وجود چنین بستری، اهداف حاصل نمی‌شود. سرزمین ایران در کمربند چین‌خورده آلپ - هیمالیا و در یک ناحیه فشاری ناشی از همگرایی دو صفحه عربی و اوراسیا قرار دارد. همگرایی این دو صفحه باعث دگرشکلی ناحیه‌ای پوسته قاره‌ای به مساحت تقریبی ۳,۰۰۰,۰۰۰کیلومتر مربع شده است. با این شرایط ایران به یکی از بزرگترین نواحی دگرشکل‌یافته ناشی از همگرایی در زمین تبدیل گردیده است. با شروع بازشدگی دریای سرخ و خلیج عدن و بسته‌شدن اقیانوس تتیس جوان در سمت جنوب باختری از ژوراسیک پسین، پهنه سنندج - سیرجان تحت تأثیر قرار گرفته و نهشته‌های موجود در این پهنه با راستای چیره شمال غربی– جنوب شرقی در امتداد گسل اصلی زاگراس تحت تأثیر حرکات کوه‌زایی (فاز کوه‌زایی آلپ پایانی)، دستخوش فشردگی می‌شوند (پورکرمانی۱۳۹۱). این حرکت و جابه‌جایی باعث اعمال نیرویی در جهت یادشده در تمامی پهنه‌های ساختاری ایران شده است. این وضعیت در طول زمین‌ساخت برخوردی و دگرشکلی مداوم پیشرونده در ورای پهنه سنندج - سیرجان، به پهنه آتشفشانی ارومیه - دختر و ایران مرکزی نیز منتقل می‌شود. در نتیجه، سامانه‌های پیچیده‌ای از گسل‌های معکوس و امتداد لغز تشکیل شده که توانایی ایجاد زمین لرزه‌های بزرگ را داشته و نقش عمده‌ای در دگرشکلی پوسته قاره‌ای دارند. عملکرد گسل‌ها در امتداد خود، نقاط ضعیفی در پوسته زمین ایجاد می‌کنند و بدین ترتیب، شرایط لازم برای ماگماتیسم، دیاپیریسم نمکی، چشمه‌های آبگرم، چشمه‌های آهکی، گل‌فشان‌ها و غیره را به‌وجود می‌آورند. گسل‌ها همچنین می‌توانند در ایجاد بعضی مئاندرها، تندآب‌ها، انحراف، اسارت آبراهه‌ها و نیز تشکیل دریاچه‌ها و تالاب‌ها دخالت داشته باشند (رجبی:۱۳۸۸). توده‌های نفوذی زمین نیز نتیجه همین همگرایی و انجماد ماگما در درون پوسته زمین است که به واسطه فعالیت تکتونیکی در سطح زمین نمایان شده است.

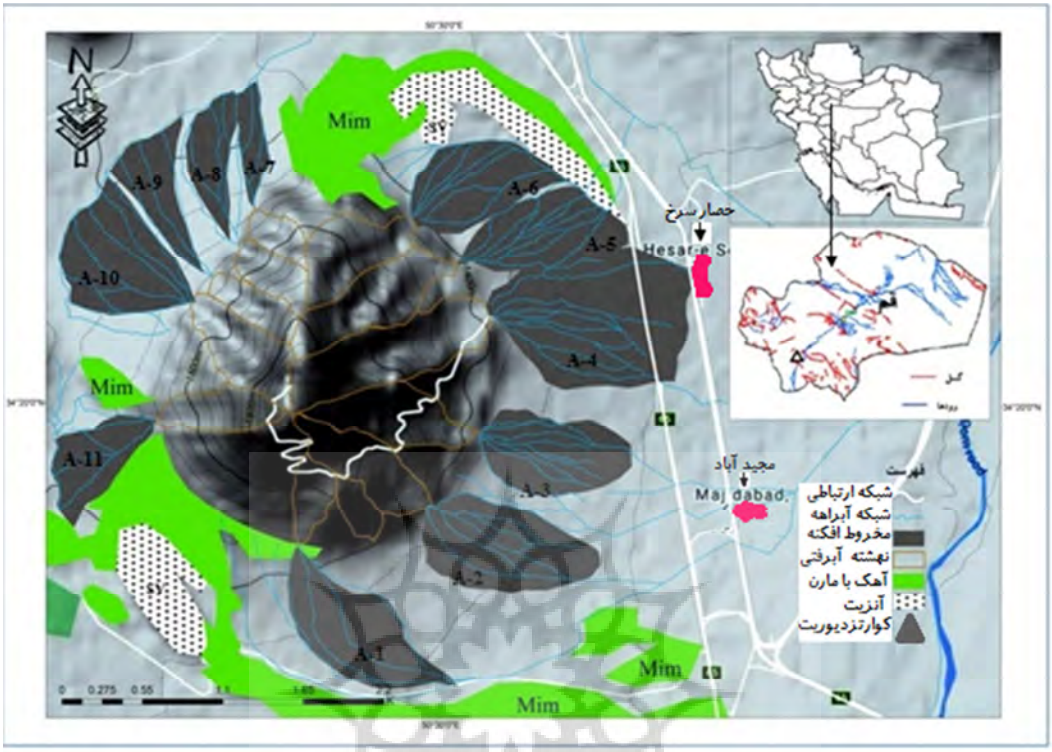
یکی از ویژگی‌های زمین‌شناسی استان قم فراوانی نسبی سنگ‌های نفوذی است که به‌طور عمده در نوار آتشفشانی ارومیه - بزمان برونزد دارند. توده نفوذی آله نمونه‌ای از این توده‌هاست که از کوارتز دیوریت گرانوار تشکیل شده است که جزء سنگ‌های آندزیتی و آذرین درونی درشت بلور و تا اندازه‌ای شبیه گرانیت‌های خاکستری رنگ است. جایگزینی توده‌های نفوذی گاه بستگی آشکار با شکستگی‌ها و و یا زون‌های خردشده دارد. جنبش‌های تکتونیکی سبب فشاری در جهت شمال و شمال شرقی منطقه شده و ساختار امروزی استان قم را شکل می‌دهد (تقی‌زاده فرهمند: ۱۳۸۷).

بررسی فعالیت تکتونیکی در توده آله می‌تواند شرایط ناپایداری منطقه را بیان کند. در این خصوص شواهد و شاخص‌هایی وجود دارند که اطلاعات ارزشمندی به ما می‌دهند. برای این منظور بررسی‌ها و مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته که به برخی از این موارد اشاره می‌شود: حمزه‌ای و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی جایگاه تکتونیکی توده نفوذی نصرند، جنوب شرق اردستان نشان دادند که شکل‌گیری این توده در یک محیط مرتبط با فرورانش در حاشیه فعال قاره است. پرتابیان و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی نقش تکتونیک در تکامل آتشفشان تفتان، با آنالیز ساختاری، مدل‌سازی تجربی و داده‌های میدانی نشان دادند که آتشفشان‌ها می‌توانند در محیط‌های تکتونیکی فشارشی وابسته به گسل‌های تراستی شکل بگیرند و فوران بعدی آتشفشان را در قسمت جنوب شرقی دهانه فعال فعلی پیشنهاد

دادند. بدرزاده (۱۳۹۳) در بررسی ژئوشیمی و جایگاه زمین‌ساخت توده‌ها نفوذی جنوب غرب جیرفت؛ نشان داد که این توده‌ها در یک حوضه کششی پشت کمانی درون قاره‌ای در زون سنندج - سیرجان جنوبی جایگزین شده‌اند. شفیعی (۱۳۸۸) با بررسی تکتونیک فعال در رشته کوه بینالود با تکیه بر بررسی‌های مورفوتکتونیکی، وجود آبراهه‌های گسلی (تأثیر زمین‌ساخت بر ایجاد شبکه آبراهه‌ها) و مخروط‌افکنه‌های جوان در رأس مخروط‌افکنه‌های قدیمی، گواه بالاآمدگی شدید در امتداد گسل‌های جوان مجاور دشت است و این نظر را تحکیم و تقویت می‌کند که بینالود به خاطر موقعیت خاص زمین‌ساختی که دارد (محل برخورد صفحات ایران و توران و زمین‌درز پالئوتتیس) از لحاظ تکتونیکی فعال و در حال بالا آمدن است. ارزیابی مورفوتکتونیک به‌عنوان مشخص‌کننده رابطه‌ی بین تکتونیک و عوارض سطحی است که با داشتن این ارتباط می‌توان حوادث تکتونیکی را از طریق مطالعه‌ی اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین تفسیر کرد (موریساوا و هک[1]:۱۹۸۵). ثروتی و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی فعالیت نوزمین‌ساختی غرب کبیرکوه، با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک به تحلیل وضعیت تکتونیک در بخش‌هایی از کبیرکوه پرداختند. مقصودی (۱۳۹۹) با بررسی زمین‌ساخت فعال و تأثیر آن بر مورفولوژی طاقدیس‌های جزیره قشم نشان داد که تعدد و فاصله گسل در مورفولوژی منطقه اثر گذار است. البته افرادی دیگر مثل؛ کلر و همکاران[2] (۲۰۰۲)، چن و همکاران[3] (۲۰۰۳)، دیکایلو و همکاران[4] (۲۰۰۶)، مالیک و همکاران[5] (۲۰۰۶)، همدونی و همکاران[6] (۲۰۰۷) کارهای ارزشمندی در خصوص ناپایداری محیط ارائه کرده اند.

با گستردگی و فراوانی سنگ‌های نفوذی در استان قم، اهمیت و ضرورت دارد تا آثار فعالیت این توده‌ها در ناپایداری محیط موردارزیابی قرار گیرد و در برنامه‌ریزی منطقه‌ای با درنظرگرفتن نتایج حاصل از این نوع پژوهش‌ها و سایر پژوهش‌ها، برنامه‌ریزی مدوّنی صورت پذیرد. توده نفوذی آله در جنوب غربی استان قم در بین طول‌های جغرافیایی'۵۰:۳۱ تا '۵۰:۲۸ طول شرقی و'۳۴:۲۲ تا '۳۴:۱۸ شمالی قرار گرفته است. زهکشی رودهای محدوده بلافاصله بعد از خروج از محدوده وارد رودخانه بزرگ قم‌رود می‌شود. در سطح مخروط‌افکنه‌ها تقریباً به جز در قسمت انتهایی مخروط‌افکنه‌های جنوبی که دو روستای کوچک به نام‌های حصارسرخ و مجیدآباد و جاده مواصلاتی قم - دلیجان قرارگرفته، هیچ‌گونه آثاری از سکونتگاه‌های انسانی وجود ندارد. ارتفاع خط الرأس ۱۹۶۵متر و خط القعر آن ۱۲۴۰ متر (رودخانه قمرود) می‌باشد (شکل۱).

1 - Morisawa and Hack
2 - Keller et al,
3 -Chn et al
4 - Dlkilo et al,
5 - Malik et al
6 -Hamdovni et al

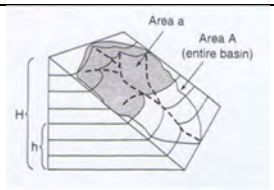
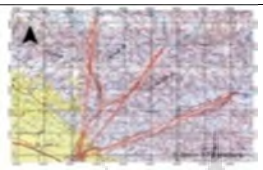
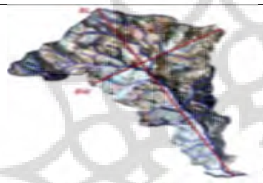


شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی و موقعیت توده نفوذی آله (کوارتز –دیوریت) و (Min؛ تناوب مارن و آهک ماسه‌ای)، (SV؛ پیروکسین آنزیت آمفیل‌دار *(منبع: نگارنده)*

روش پژوهش

این پژوهش تلفیقی از نوع بنیادی – کاربردی بوده که با استفاده از روش‌های تحلیلی و بهره‌گیری از بررسی میدانی انجام شده است. در مرحله اول باتوجه به هدف کار اطلاعات توصیفی و داده‌های پایه‌ای همچون زمین‌شناسی، توپوگرافی، ویژگی‌های حوضه آبخیز، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و ... گردآوری شد. سپس با استفاده از همین داده‌ها و اطلاعات واحدهای توپوگرافی و روند گسل‌ها و گسترش سازندها شناسایی شد. عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای مطالعات تکمیلی ارائه داده و با بهره‌گیری از فن‌ها و نرم‌افزارهای تخصصی مشاهده عوارض، ترسیم نقشه‌ها و نمودارها تهیه شدند. اصول کار در این پژوهش استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژی بوده که ناپایداری منطقه موردنظر را موردارزیابی قرار داد. این شاخص‌ها با مطالعه و بررسی از بین مقالات مختلف انتخاب و موردبررسی قرار گرفتند.

جدول ۱: خلاصه‌ای از شاخص‌های مورداستفاده برای سنجش زمین‌ساخت فعال در حوضه‌های مورد مطالعه

شاخص‌های کمّی در ارزیابی حرکات تکتونیکی فعال	روش اندازه‌گیری	معنی‌داری
شاخص انتگرال هیپسومتری **Hi** $Hi = \frac{(Hmean-Hmin)}{(Hmax-Hmin)}$ (۱) این منحنی با درنظرگرفتن ارتفاع نسبی در مقابل مساحت نسبی ترسیم می‌گردد. ارتفاع کمینه حوض **(Hmin)**، ارتفاع متوسط حوضه**Hmean** ، ارتفاع بیشینه حوضه **(Hmax)**است.		این اندیس به۳رده ازلحاظ تکتونیکی تقسیم شده: فعال **Hi>0.5**، نیمه فعال **Hi>0.4<**، غیرفعال۰,۴ **Hi<** نجف‌آبادی و همکاران،۱۳۸۹).
شاخص پیچ و خم رودخانه اصلی $s = \frac{c}{v}$ (۲) طول رودخانه**(C)** طول دره به خط مستقیم**(V)**		هر چه میزان شاخص **S** کمتر باشد نشان‌دهنده فعال‌بودن تکتونیک در منطقه است. (یمانی به نقل از رجایی۱۳۸۳).
نسبت کشیدگی حوضه **Bs** (۳) $Bs = \frac{BL}{BW}$ شاخص شکل حوضه **(Bs)**، اندازه طول حوضه از انتهایی‌ترین مقسم آب تا خروجی حوضه **(BL)** پهنای حوضه در پهنترین قسمت **(BW)**		حوضه‌های با **Bs** بالای ۲ ازنظر تکتونیکی فعال و پایین‌تر از ۲ دارای آرامش تکتونیکی هستند (کرمی:۱۳۸۸).

بحث و یافته‌ها

توده منطقه موردنظر از کوارتز دیوریت گرانوار تشکیل شده است که جزء سنگ‌های آندزیتی و آذرین درونی درشت بلور و تا اندازه‌ای شبیه گرانیت‌های خاکستری رنگ است؛ امّا چون بلورهای کوارتز آن قابل رؤیت نیست، از گرانیت قابل تشخیص است. دیوریت در اثر ذوب قسمتی سنگ‌های مافیک در بالای زون فرورانش به‌وجود می‌آید. این سنگ معمولاً در مناطق آتش‌فشانی و یا به‌صورت باتولیت‌ها به‌وجود می‌آید. دیوریت به‌صورت توده‌های نفوذی بزرگ مثل باتولیت‌ها و یا در حاشیه آنها دیده می‌شوند و همچنین در حاشیه توده‌های گرانیتی و یا بالاخره به‌صورت دایک و سیل و استوک ظاهر می‌شوند. باتوجه به موارد بالا، توده منطقه از نوع کوارتز – دیوریت است (شکل۲).

همچنین گسل‌های موجود در منطقه عموماً فعال و متشکل از سامانه‌های پیچیده‌ای از گسل‌های معکوس و امتدادلغز می‌باشند و زمین‌ساخت جنبای استان قم را تحت تأثیر قرار داده‌اند (پورکرمانی و همکاران:۱۳۹۱). فعالیت و سازوکار این گسل نقش عمده‌ای در فرآیندها و فرم‌های شکل‌دهنده پدیده‌های موجود در منطقه دارند.

در شکل‌گیری فرم‌های ژئومورفولوژی یک سری متغیرها نقش دارند. متغیرهای تکتونیک، اقلیم، لیتولوژی ازجمله مهم‌ترین متغیرها در شکل‌گیری و گسترش این فرم‌های انباشته هستند. در بیشتر بررسی‌ها تکتونیک به‌عنوان عامل اصلی در فرآیند شکل‌دهی این فرم‌ها شناخته می‌شوند. شکل، حجم، وسعت فرم‌های انباشته در واقع بیانگر چگونگی اثرگذاری تکتونیک را بیان می‌کند. در واقع فرم‌های انباشته، آینه‌ای از وضعیت موجود بر عوامل به‌وجودآورنده خود را منعکس می‌کنند. در واقع ما با مطالعه فرم‌ها، از وضعیت موجود در فرآیندهای شکل‌دهنده مطلع می‌شویم و با

بررسی فرآیندها می‌توانیم نحوه شکل‌گیری و گسترش فرم‌ها را ارزیابی کنیم. در ادامه برای درک ناپایداری توده نفوذی آله با استفاده شاخص‌های ژئومورفولوژی به ارزیابی فرم‌ها و فرآیندهای موجود در محدوده می‌پردازیم.

شکل ۲: توده نفوذی آله *(منبع نگارنده:۱۳۹۵)*

تأثیر متغیر تکتونیک در تکوین مخروط‌افکنه‌ها

هدف از مطالعه این قسمت، بررسی میزان تأثیر نیروهای تکتونیکی بر شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌ها است. این بررسی‌ها با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیک صورت می‌گیرد و نتایج حاصل از شاخص‌های ژئومورفولوژیک توسط شواهد ژئومورفولوژیکی منطقه موردبررسی قرار خواهد گرفت. تکتونیک به‌عنوان یکی از عوامل درونی در شکل‌گیری این پدیده نقش اساسی داشته است. فعالیت‌های تکتونیکی با تأثیرگذاری در محل استقرار، افزایش رسوب‌دهی، افزایش شیب و در نتیجه افزایش توان حمل و رسوب رودخانه، نقش خود را در تحول و تکامل امروزی آن ایفا کرده است. برای پی‌بردن به اثر تکتونیک از روش‌های کمی و شواهد ژئومورفولوژیکی استفاده شد. بر اساس مطالعات نگارندگان باید گفت تنها یک شاخص نمی‌تواند فعالیت محیطی را به خوبی نشان بدهد و استفاده از یک مدل اغلب با شک و تردید همراه است. به‌همین دلیل برای بررسی فعالیت زمین‌ساخت محدوده از شاخص‌های مختلف ژئومورفولوژی استفاده می‌شود و برای صحت این شاخص‌ها، شواهد ژئومورفولوژی موردبررسی قرار می‌گیرد که در ادامه به این شاخص‌ها می‌پردازیم.

شاخص انتگرال هیپسومتری Hi

منحنی‌های هیپسومتریک، توزیع سطوح ارتفاعی یک منطقه از زمین، یک حوضه آبخیز تا تمام سطح کره زمین را می‌تواند ارزیابی و توصیف کنند (علیزاده،۱۳۸۰). با داشتن لایه ارتفاعی منطقه می‌توان به راحتی شاخص انتگرال هیپسومتری را به‌دست آورد. حداقل و حداکثر نقاط را می‌توان از روی نقشه ارتفاعی و ارتفاع متوسط این نقاط را با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌دست آورد. مقادیر عددی بزرگ برای انتگرال هیپسومتری بیانگر توپوگرافی جوان (پستی و بلندی‌های فراوان به‌همراه فرآیند حفر قائم در دره رودخانه‌ها) و مقادیر عددی متوسط و

کم به‌ترتیب بیانگر توپوگرافی بالغ و پیر است. این اندیس به ۳ رده از لحاظ تکتونیکی رده‌بندی گردید: فعال Hi>0.5، نیمه فعال >Hi>0.4، غیرفعال۰,۴ >Hi کلر و پینتر[1]، ۱۹۹۶، به نقل از نجف‌آبادی و همکاران،۱۳۸۹). باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده از جدول (۲) حوضه‌های منطقه دارای مقادیر فعالیت بالا هستند که این در ارتباط با فعالیت تکتونیکی است. در مجموع حوضه‌ها ازنظر تکتونیکی در مرحله فعال و خیلی فعال قرار دارد.

نسبت کشیدگی حوضه Bs:

نسبت شکل حوضه زهکشی نیز شاخصی است که در ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی به‌کار می‌رود. معمولاً شکل حوضه‌هایی که ازنظر زمین‌ساخت فعال هستند، کشیده است. بر اساس بررسی‌ها حوضه‌های با Bs بالای ۲ ازنظر تکتونیکی فعال و پایین‌تر از ۲ دارای آرامش تکتونیکی هستند (رجبی وشیرازی،۱۳۸۸) بررسی نسبت طول به عرض حوضه‌های منطقه نشان از فعالیت تکتونیک در این حوضه‌ها است که بیشتر حوضه‌ها کشیده هستند (جدول۲).

شاخص پیچ‌وخم رودخانه اصلی S:

شاخص پیچ‌وخم رودخانه اصلی برای بررسی فعالیت تکتونیک مورداستفاده قرار می‌گیرد، با استفاده از نقشه توپوگرافی به بررسی این موضوع پرداختیم. هر چه میزان شاخص S بیشتر باشد، نشان‌دهنده نزدیک‌شدن رودخانه به حالت تعادل است و هرچه مقدار شاخص به‌دست‌آمده کمتر باشد، ناپایداری در منطقه را بیان می‌کند. شاخص S نشان می‌دهد که الگوهای زهکشی منطقه هنوز به تعادل نرسیده و نیروهای تکتونیکی در حال حاضر در تحول مورفولوژی منطقه عامل اصلی است و حوضه‌های موردنظر دارای حرکات نئوتکتونیکی فعال و پیچ‌وخم کم و حالت خطی دارند (جدول۲).

جدول ۲: بررسی شاخص‌های ژئومورفولوژی

شاخص‌ها	S	نوع فعالیت	BS	نوع فعالیت	HI	نوع فعالیت
A-۷	۱,۰۵۴	فعال	۲,۲۱	فعال	۰,۵	خیلی فعال
A-۸	۱,۰۷۷	فعال	۲,۲۹	فعال	۰,۵	خیلی فعال
A-۹	۱,۰۳۲	فعال	۲,۸۶	فعال	۰,۵	خیلی فعال
A-۱۰	۱,۰۲۶	فعال	۲,۶۰	فعال	۰,۴۸۷	فعال
A-۱۱	۱,۰۱۵	فعال	۲,۷۵	فعال	۰,۴۹۸	فعال
A-۱	۱,۰۶۹	فعال	۲,۰۴	فعال	۰,۴۱۲	فعال
A-۲	۱,۰۸۷	فعال	۳,۳۱	خیلی فعال	۰,۵	خیلی فعال
A-۳	۱,۰۳۳	فعال	۲,۷۸	فعال	۰,۴۹۹	فعال
A-۴	۱,۱	فعال	۳,۶۰	خیلی فعال	۴۹۹.	فعال
A-۵	۱,۱۷	فعال	۲,۹۸	فعال	۰,۴۹۸	فعال
A-۶	۱,۱۴	فعال	۲,۳۲	فعال	۰,۵۰۸	خیلی فعال

1 – Keller and Pinter

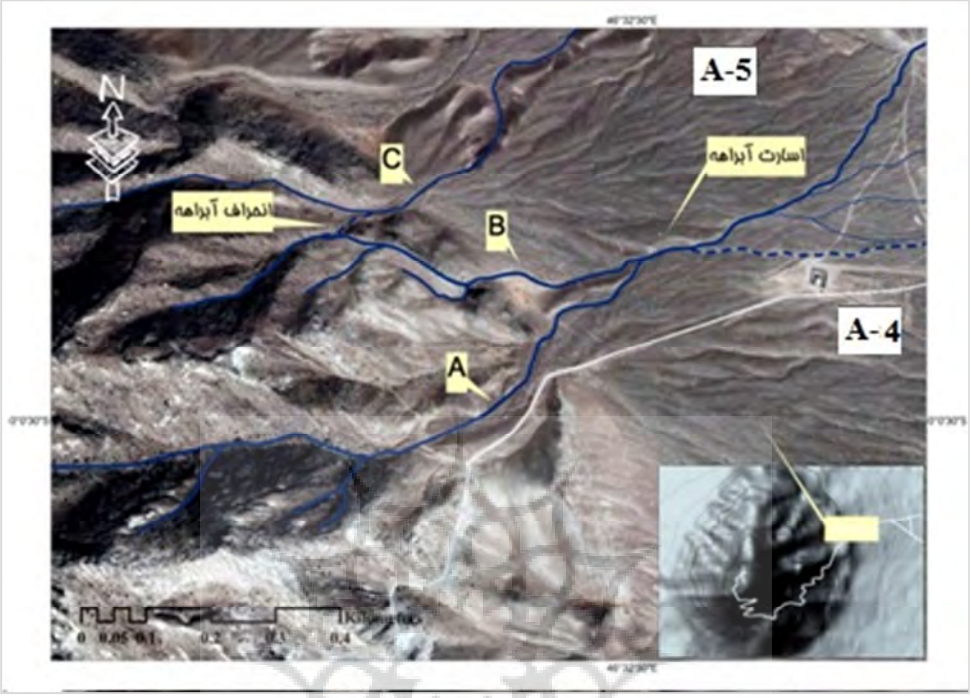
ارزیابی تأثیرات شواهد تکتونیک بر سطح مخروط‌افکنه

مخروط‌افکنه‌های منطقه متشکل از ۱۱ مخروط‌افکنه است که در دامنه‌های شمالی و جنوبی توده نفوذی آله قرار گرفته‌اند. پارامترها و شاخص‌هایی در ارتباط با تفکیک فعال‌بودن و نبودن مخروط‌افکنه وجود دارد که می‌توانند تأثیر عامل تکتونیک را بر مورفولوژی سطح مخروط‌افکنه موردبررسی قرار دهد که به اختصار در جدول زیر آمده است.

جدول ۳: شاخص‌های ژئومورفولوژی *(منبع: بهرامی،۱۳۹۰).*

نوع مخروط‌افکنه / مشخصه	فعال(جدید)	غیرفعال(قدیمی)
الگوی زهکشی	توزیعی، متقاطع، شاخه شاخه	همگرا، شاخه درختی، موازی
مورفولوژی سطح	مجرا، پشته	دره، رشته
عمق برش	کمتر از یک متر	بیش از یک متر
تن رنگ تصاویر ماهواره‌ای یا عکس هوایی	روشن	متمایل به تیره
پوشش گیاهی	همسان و بیشتر جوامع گیاهان یکساله	جوامع گیاهی متغیر و بالغ (چندساله)

به‌طورکلی در مخروط‌افکنه‌های جدید، الگوی زهکشی توزیعی یا شاخه شاخه و در مواردی متقاطع است، شاخص تن رنگ نیز مناطق حساس و فعال را از مناطق غیرپایدار تفکیک می‌کند. به‌طوری‌که مناطق فعال که کمتر فرصت قرارگیری در معرض هوازدگی شیمیایی قرار دارند، دارای تن روشن و مناطق که دوره‌هایی متمادی در معرض هوازدگی قرار دارند، دارای رنگ متمایل به تیره دارند. از مطالعه و بررسی مخروط‌افکنه‌ها کمتر مناطقی یافت می‌شود که رنگ سطوح مخروط‌افکنه‌ها به رنگ متمایل به تیره باشد و تمامی و بخش اعظم سطوح به رنگ روشن است که فعال‌بودن مخروط‌افکنه‌ها را نشان می‌دهد. تضاریس و مورفولوژی سطح از دیگر شاخص‌های برای ارزیابی و تفکیک فعال و غیرفعال‌بودن مخروط‌افکنه است. بخش‌های غیرفعال به‌علت توسعه بدلندها و کانال‌ها به‌صورت دره و پشته‌هایی ظاهر می‌شود. هرچه قدر مخروط‌افکنه‌ها قدیمی و تکامل‌تر باشد، تکامل بدلندها بیشتر بوده و مورفولوژی سطح به‌صورت پشته و دره ظاهر می‌شود، درحالی‌که مورفولوژی مخروط جدید هموارتر و شامل پشته و مجراهای کوچکی است. این موضوع در مخروط‌افکنه‌های توده نفوذی نیز مصداق دارد. در تمامی مخروط‌افکنه‌ها مورفولوژی سطح به‌صورت مجرا و پشته‌های کوچک است و ۲ مورد (مخروط‌افکنه‌های۱- A و ۲- A) از حالت فرسایش در قسمت جنوب شرقی توده نفوذی مشاهده می‌شود که به‌صورت پیشروی به سمت رأس مخروط‌افکنه مشاهده می‌شود (شکل۴)؛ این حالت را می‌توان در ارتباط با افزایش شیب و انباشت نهشته‌ها در حاشیه جبهه توده که سیستم رودخانه‌ای به‌صورت پیشرونده به مثال گالی عمل کرده و مخروط‌افکنه را دستخوش تغییرات کرده است.



شکل ۳: الگوی زهکشی توزیعی و متقاطع و شکل‌گیری پدیده انحراف و اسارت *(منبع: نگارنده)*

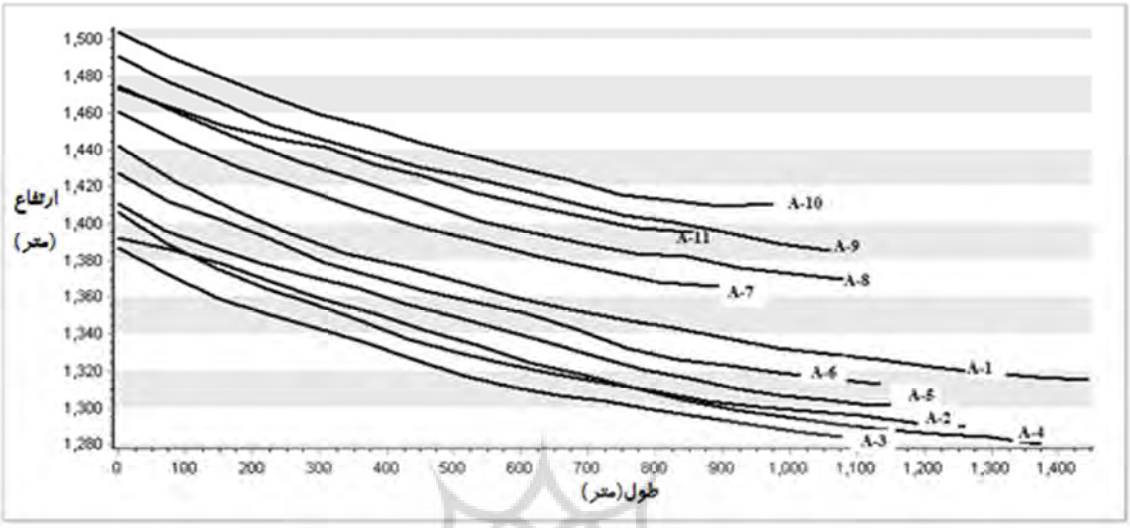
فعالیت‌های تکتونیک در منطقه با افزایش شیب و مرتفع‌شدن توده همراه است. این وضعیت سبب تغییر در فرآیندهای شکل‌زایی اشکال ژئومورفولوژی می‌شود. انحراف و اسارت نمونه‌ای از فرآیندها هستند که تکتونیک می‌تواند عامل ایجاد آن باشد. تغییر شیب به‌وجودآمده زمینه ایجاد تغییر در مسیر آبراهه است. در شکل (۳) زمانی‌که آبراهه B از حوضه آبخیز خارج می‌شود در اثر تغییر به‌وجودآمده در شیب و همچنین فرسایش قهقرایی، مسیری جدیدی را دنبال می‌کند و ارتباط خود را از آبراهه C قطع و به طرف مخروط‌افکنه A-۴ جریان پیدا می‌کند و در ادامه تحت اسارت آبراهه A در می‌آید. اسارت رودخانه زمانی اتفاق می‌افتد که یک سیستم رودخانه‌ای با قدرت حفر زیاد خود، سیستم رودخانه‌ای با قدرت حفر کم را از مسیر خود منحرف سازد (سالا[1]:۲۰۰۴).

1 - Sala

شکل ۴: شکل اشکالی شبیه گالی در مخروط افکنه*(منبع: نگارنده).*

شیب مخروط افکنه‌ها:

یکی از ویژگی‌های مهم مخروط‌افکنه‌ها، شیب سطح مخروط آنهاست. نظریه‌های بسیاری در طبقه‌بندی شیب مخروط‌افکنه‌ها وجود دارد. در پاره‌ای مطالعات، شیب مخروط‌افکنه‌ها ۵ درجه گزارش شده و معتقدند که شیب مخروط‌افکنه‌ها در بازه ۱ تا ۲۵ درجه تغییر می‌کند و تأییدشده شیب مخروط‌افکنه‌ها به ندرت از ۱۰ درجه تجاوز می‌کند (موسوی‌حرمی به نقل از رامشت ۱۳۸۸). بر اساس نظر چورلی و شوم، مخروط‌افکنه‌های کوچک بیشتر شیب ۳ تا ۶ درجه یا کمتر دارند (چورلی و همکاران:۱۹۸۵). احمدی (۱۳۷۷) نیز معتقد است میانگین شیب مخروط‌افکنه‌ها ۵ درجه است. رامشت (۱۳۸۸) با مطالعه بر روی مخروط‌افکنه‌های ایران، شیب را بین ۰٫۶ تا ۶٫۱۲ درجه در تغییر می‌داند. مقدار شیب به عواملی همچون تکتونیک، وسعت حوضه آبخیز، لیتولوژی سازند زمین‌شناسی و سایر عوامل بستگی دارد. بررسی‌های سطح مخروط‌افکنه‌های توده آذرین آله مشخص شد که شیب این سطوح بین ۵ تا ۱۰٫۵ در نوسان است (شکل۵). توجیه نتایج به‌دست‌آمده را می‌توان با عامل تکتونیک در ارتباط دانست، چرا که افزایش شیب با افزایش و فرایش جبهه توده در ارتباط است.



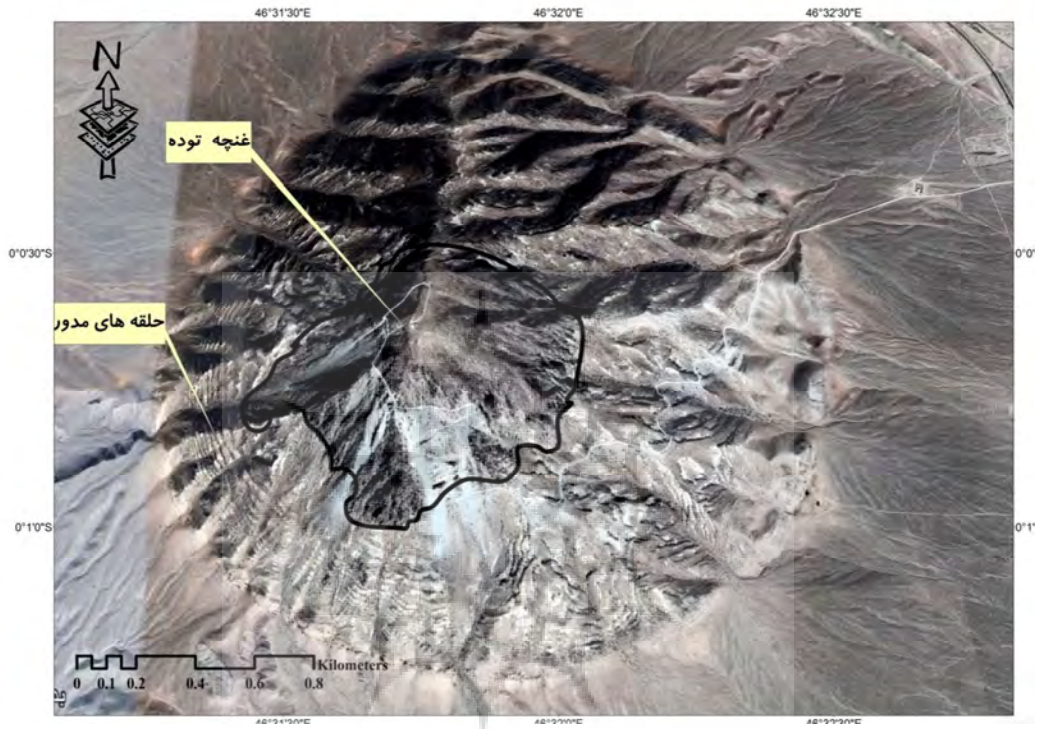
شکل ۵: نیم‌رخ مخروط‌افکنه‌های توده نفوذی آله *(منبع: نگارنده).*

حلقه‌های دایره‌ای

گسل قم-زفره با طولی حدود ۲۲۰ کیلومتر، پهنه آتشفشانی ارومیه-دختر را در بخش‌های میانی بریده است. بر اساس روند و سازوکار، این گسل را می‌توان به سه تکه شمال باختری، میانی و جنوب خاوری تقسیم کرد. تحلیل هندسه ساختارهای مرتبط با گسل قم-زفره و سیستماتیک آنها (همچون قطعه گسل نطنز) نشانگر حرکات چیره امتداد لغز راستگرد با مؤلفه کم معکوس (در پاره‌هایی از گسل قم-زفره) است. روند گسل‌های معکوس و راندگی در ارتباط با گسل قم-زفره ، به‌همراه موقعیت هندسی چین‌های گسترش‌یافته با این گسل‌ها، نشانگر تأثیر حرکات امتداد لغز گسل قم-زفره در زایش و تکوین فشاری است. این حرکات، باعث به‌وجودآمدن پشته‌های فشاری در منطقه شده است. پشته‌های فشاری عارضه‌ای است که در امتداد گسل راست لغز است که در اثر پدیده فراپیچش (تابیدگی رو به بالا) در محل خمیدگی‌های فشاری یا در حد فاصل دو خط گسلی شکل می‌گیرد (کلر و پینتر۱: ۲۰۰۲). توپوگرافی مرتفع، فشردگی سنگ‌ها، چین‌خوردگی و گسلش معکوس ویژگی‌های اصلی پشته‌های فشاری هستند (آل باتیا۲: ۲۰۰۵). این گسل به‌عنوان یکی از گسل‌های پی‌سنگی با روند کلی شمال- شمال باختر ارزیابی می‌شود که با رویداد زمین‌ساختی بسته‌شدن اقیانوس تتیس جوان فعال شده است (محجل۱۳۸۴). شواهد و بررسی‌ها در توده نفوذی نشان داد که تکتونیک در مرحله فعالیت بالا قرار دارد. با مشاهده عملکرد توده نفوذی با یک شکل منحصربه‌فرد مواجه شدیم که تا به حال کمتر از این اشکال مشاهده شده است. دامنه‌های توده نفوذی به شکل حلقه‌های مدوری در آمده که به سمت میانه‌های دامنه گسترش‌یافته و در ادامه به یک عارضه فیزیوگرافی خشنی منتهی می‌شود. به‌نظر می‌رسد که توده نفوذی در حال رشد بوده و هر دوره‌ای که از رشد توده می‌گذرد حلقه‌ای مثل حلقه‌های رشد تنه درختان در دامنه توده باقی می‌ماند. باتوجه به‌اینکه صفحه عربستان به زیر ایران فرو می‌رود با این فرورانش باعث بالاآمدن توده‌های نفوذی در قسمت خاوری فرورانش می‌شود. این حلقه‌های شکل‌گرفته در توده و شواهد بررسی‌شده

1 - Keller& pinter
2 - Al-Bataina

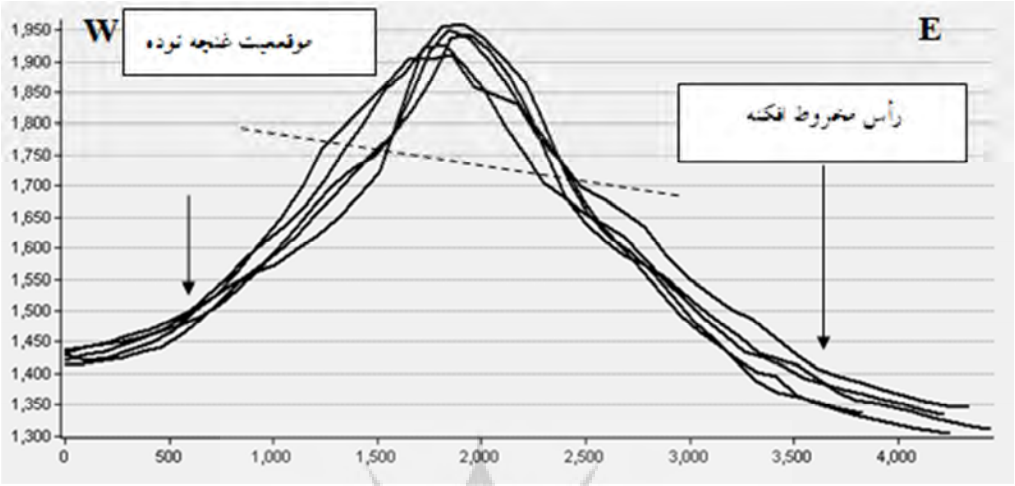
این فرضیه را قوت می‌بخشد که توده نفوذی با سرعت بالایی در حال رشد بوده و فیزیوگرافی خشنی را در رأس قله به‌وجود آورده است. شکل به‌وجودآمده شبیه غنچه در حال بازشدن است که از این واژه مختاری (۱۳۸۶) در ارتباط با پشته‌های فشاری در امتداد گسل شمالی میشو، مطالعه و موردبررسی قرار داده است (شکل۶).



شکل ۶: حلقه‌های شکل‌گرفته در توده نفوذی آله *(منبع: نگارنده).*

پشته‌های فشاری در امتداد گسل راست‌لغز، نتیجه توسعه زمین‌ساختی-ریخت‌شناختی دراز مدت به‌ویژه در کواترنری هستند و توسعه آنها در حال حاضر نیز ادامه دارد که نشانگر وجود و ادامه حرکات نوزمین‌ساخت در منطقه است. باتوجه به‌اینکه هیچ گسلی بر روی توده نفوذی شکل نگرفته و تنها یک گسل معمولی با امتداد شمال غربی و جنوبی شرقی در قسمت غربی توده شکل و گسل‌های دیگر محیط توده است و امتداد این گسل‌ها بیشتر شمال غربی-جنوب شرقی و در امتداد گسل قم - زفره قرار گرفته‌اند. عمده این گسل‌ها امتدادلغز راست‌گرد هستند که مهم‌ترین آنها گسل قم - زفره که با فعالیت خود توده نفوذی آله را متأثر ساخته است (شکل۱).

حلقه‌های شکل‌گرفته در دامنه‌های جنوب شرقی و شمال غربی همسان نیستند، به‌طوری‌که حلقه‌ها در دامنه‌های غربی واضح‌تر است، در مقابل دامنه‌های شرقی و جنوبی دستخوش تغییراتی شده‌اند. این حالت در ارتباط با قرارگیری در برابر زاویه خورشید قابل‌تفسیر است که دو شرایط متفاوت هوازدگی را به سبب خاک‌زایی در دو سوی دامنه به‌وجود آورده است. باتوجه به شکل (۷)، دامنه‌های شرقی هم از لحاظ گسترش دامنه‌ها و هم از لحاظ وسعت و گسترش مخروط‌افکنه‌ها از دامنه غربی بیشتر است که این چشم‌انداز در ارتباط با شرایط بیرونی (اقلیم) تفسیر می‌گردد.



شکل۷: نیم‌رخ غربی – شرقی توده نفوذی آله-اختلاف ارتفاع رأس مخروط‌افکنه و موقعیت غنچه توده در دو سوی توده با محورها مشخص شده *(منبع: نگارنده)*

سطوح مثلثی‌شکل

از شاخص‌های ژئومورفولوژیک مهم متأثر از عوامل تکتونیکی، سطوح مثلثی شکل هستند که در جبهه کوهستان‌های متأثر از گسل و فشارهای تکتونیکی تشکیل می‌شوند. سطوح مثلثی در جبهه کوهستان بین دو آبراهه شکل می‌گیرند که دارای شکل مثلثی و در مواردی چندضلعی است. جبهه‌های کوهستانی با تکتونیک شدیدتر، دارای سطوح مثلثی بزرگ‌تر و پرشیب‌تر و دارای قاعده طولانی‌تری هستند، درحالی‌که جبهه‌های کوهستانی با تکتونیک ضعیف‌تر، به‌علت تأثیر فرسایش بیشتر آبراهه‌ها، دارای سطوح مثلثی کمتر و با قاعده‌های کوچک‌تر هستند (بهرامی و همکاران،۱۳۹۲). وجود سطوح فرسایش در جبهه کوهستان نشانه عدم زمان کافی برای فرسایش دامنه‌ها است و احتمال دارد که این نوع مورفولوژی منعکس‌کننده تاریخچه فرسایشی و تحول منطقه بوده و بیانگر شدت فعالیت‌های مورفوتکتونیکی منطقه و جابه‌جایی شدید مواد و انباشت آن در مکان‌هایی دیگری است (خیام،۱۳۸۲). بررسی‌ها و مشاهدات نشان می‌دهد که اکثر سطوح دامنه‌های توده آله متشکل از اشکال مثلثی شکل است (شکل ۴و ۲). تشکیل این سطوح حاصل عملکرد فرآیندهای درونی در مقابل فرآیندهای بیرونی است. این چشم‌انداز، بالابودن سرعت عملکرد فعالیت درونی در برابر عملکرد فرآیند بیرونی را بیان می‌کند.

آثار فعالیت توده نفوذی بر فعالیت‌های انسانی

بررسی‌ها نشان می‌دهد که فرآیندهای ژئومورفولوژیکی در دامنه‌ها و مخروط‌افکنه‌ها تحت تأثیر فعالیت تکتونیکی توده نفوذی است؛ ولی نباید فراموش کرد که عوامل دیگری به مانند اقلیم، لیتولوژی نیز در فرم‌دهی مخروط‌افکنه‌ها دخیل هستند. رشد توده نفوذی سبب شده شیب افزایش یابد و پدیده‌هایی مانند انحراف و اسارت در شبکه آبراهه‌ای نقش مؤثری داشته باشند، در نتیجه سطح مخروط‌افکنه‌ها بیشتر دچار ناپایداری می‌شوند. ناپایداری حاصل‌شده بر فعالیت‌های انسانی نیز اثرگذار است، به‌طوری‌که محدوده موردنظر کمتر دستخوش تغییرات انسانی واقع شده است.

به‌همین خاطر توسعه مناطق انسانی به بخش‌های انتهایی مخروط‌افکنه انتقال پیدا کرده، به‌طوری‌که تنها دو روستای کوچک حصارسرخ و مجیدآباد و جاده مواصلاتی قم - دلیجان در قسمت شرقی توده آله و در بخش‌های انتهایی و خارج از محدوده خطر توسعه پیدا کرده است (شکل۱).

نتیجه‌گیری

پایداری یا ناپایداری محیط همواره یکی از مطالعات اساسی و بخشی از برنامه‌ریزی‌های انسان بوده است تا بدین‌وسیله بتواند محیطی مناسب‌تر برای فعالیت‌های خود داشته باشد. توجه به پایداری محیط و دوری از ناپایداری‌ها کمک شایانی به انسان می‌نماید. مطالعات و بررسی‌ها نشان داده که حرکات پوسته عربستان به سمت ایران سبب به-وجودآمدن توده‌های نفوذی در بخش‌های از ایران به‌ویژه استان قم شده است. شواهد موردبررسی در این پژوهش نشان می‌دهد که این توده با سرعت بالایی در حال رشد است. فرم به‌وجودآمده این توده در منطقه قم به شکل پشته‌های فشاری است. البته این حرکت در اثر مکانیسم گسل‌ها راست‌لغز شکل گرفته که در اطراف محیط توده دیوریتی هستند. شواهدی نیز در منطقه وجود دارد که این حرکات را توجیه می‌کند و باید گفت شواهد موجود و اشکال توجیه‌کننده، مخروط‌افکنه‌ها و وضعیت فیزیوگرافی توده نفوذی هستند. با بررسی الگوهای مختلف از قبیل الگوی زهکشی، تن رنگ، شیب، حلقه‌های مدور توده و شاخص‌های کمّی ژئومورفولوژی، رشد توده دیوریتی در این منطقه محرز و آشکار شد. همان‌طورکه در بررسی‌های قبلی ارائه گردید، شاخص الگوی زهکشی (انتگرال هیپسومتری فعال منطقه؛ کشیده‌بودن نسبت کشیدگی حوضه و پیچ‌وخم کم یا حالت خطی رودخانه آن) کاملا حکایت از ناپایداری این توده را دارد. اکثر سطوح دامنه‌های توده آله متشکل از اشکال مثلثی شکل است که تشکیل این سطوح حاصل عملکرد فرآیندهای درونی فعال در مقابل فرآیندهای بیرونی است. تن رنگ این مخروط‌ها روشن است و نشان‌دهنده فعال‌بودن تکتونیک است. حلقه‌های دایره‌ای شکل‌گرفته در توده، حکایت از گسترش دامنه‌های شرقی دارد. شیب مخروط‌افکنه‌های این توده بین از ۵- ۱۰,۵ است که با عملکرد تکتونیک توجیه می‌شود و تمامی مخروط‌افکنه مورفولوژی سطح به‌صورت مجرا و پشته‌های کوچک است و ۲ مورد از حالت فرسایش در قسمت جنوب شرقی توده نفوذی مشاهده شد که به‌صورت پیشروی به سمت رأس مخروط‌افکنه است. اسارت و انحراف آبراهه‌ها در منطقه، از شواهدی است که متأثر از تکتونیک فعال است. نتیجه‌گیری می‌شود تمامی این شاخص‌ها و شواهد از ناپایداری و فعال‌بودن جنبش‌های زمین‌ساختی در توده دیوریتی و هم شکل‌نبودن قسمت‌های مختلف توده آذرین خبر می‌دهند و شکل و فرم مخروط‌افکنه‌ها این وضعیت را آشکار می‌سازد. وضعیت موجود در سطح مخروط‌افکنه‌ها، توسعه مناطق مسکونی را با چالش مواجه ساخته و به غیر دو روستای کوچک و جاده مواصلاتی که در بخش‌های انتهایی مخروط‌افکنه‌ها شکل گرفته، تقریباً هیچ‌گونه آثاری از فعالیت‌های انسانی دیده نمی‌شود. بنابراین فعال‌بودن تکتونیک و ناپایداری این محیط کاملاً موردتأیید است.

منابع

احمدی، حسن.(۱۳۷۷). ژئومورفولوژی کاربردی؛ بیابان- فرسایش بادی، جلد ۲، انتشارات دانشگاه تهران، ص۴۸.

بدرزاده، زهرا. آقا زاده، معراج. (۱۳۹۳). ژئوشیم جایگاه زمین‌ساخت توده‌های نفوذی جنوب غرب جیرفت، مجله ژئوشیمی، ۳(۲)، ۹۳-۱۰۲
بهرامی، شهرام ، یمانی، مجتبی؛ علوی‌پناه، سید کاظم(۱۳۸۷) تحلیل مورفومتری و مورفولوژی شبکه زهکشی در مخروط آتشفشانی تفتان، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی،- ۴۰(۲)،۶۱-۷۲
بهرامی، شهرام، شایان، سیاوش. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر تکتونیک در ویژگی‌های مورفومتریک شبکه زهکشی و سطوح مثلثی شکل تاقدیس دنه‌خشک، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۸۲(۳)،۱۹۷-۲۱۰.
پرتابیان، عبدالرضا؛ فتاحی مقدم، مهدیه؛ مریدی فریمانی، علی اصغر؛ بیابانگرد، حبیب (۱۳۹۹) نقش تکتونیک در تکامل آتشفشان تفتان، جنوب شرق ایران، ۹(۲۳)، ۱۷۳-۱۸۶.
پورکرمانی، محسن؛ محجل، محمد؛ سلگی، علی؛ آرینه، مهران و ندری، روح اله (۱۳۹۱). زمین‌ساخت جنبای جنوب قم تهدیدی برای مناطق جدید شهری، ۸(۳)، ۲۰۳-۲۱۳.
تقی‌زاده فرهمند، فتانه. اسکندری، معصومه. افسری، نرگس. قیطانچی، محمدرضا. (۱۳۸۷). بررسی زمین‌ساخت و لرزه‌خیزی استان قم، مجله جهاد دانشگاهی، ۳(۳)، ۵۹-۷۰.
ثروتی، محمدرضا. پاینده، زینب. شفیعی، فاطمه(۱۳۹۵)ارزیابی فعالیت نوزمین‌ساختی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک غرب کبیرکوه، نشریه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۴(۴)، ۱۰۴-۱۱۸.
حمزه‌ای، زهرا؛ کنعانیان ، علی؛ سرجوقیان ، فاطمه؛ احمدیان، جمشید (۱۳۹۱) بررسی جایگاه تکتونیکی توده نفوذی نصرند، جنوب شرق اردستان، سی‌ویکمین همایش علوم‌زمین، تهران، صص ۱۰۳-۱۱۸.چورلی ریچارد، جی، شوم استانلی ای، سودن دیوید ای (۱۹۸۵). ترجمه معتمد، احمد (۱۳۷۹). ژئومورفولوژی، فرایندهای دامنه‌ای، آبراهه‌ای، ساحلی و بادی، جلد۳، انتشارات سمت، صص ۵۵۰- ۳۴۰.
رامشت، محمد حسین؛ عباسی، علیرضا؛ معیری، مسعود. (۱۳۸۸). تحلیل فضایی و ژنتیکی مخروط‌افکنه‌ای ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۳(۱)، ۹۷-۱۱۶..
رجایی، عبدالحمید؛ مددی، عقیل؛ رضایی مقدم، محمد حسین. (۱۳۸۳). تحلیل فعالیت‌های نئوتکتونیک با استفاده از روش‌های ژئومورفولوژی در دامنه‌های شمال غربی تالش، پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۶(۴۸)، ۱۲۳-۱۳۸.
رجبی،معصومه؛ شیرازی طرزم. (۱۳۸۸). نئوتکتونیک آثار ژئومورفولوژیکی گسل اصلی تبریز و گسل‌های فرعی با آن، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۴(۳)، ۶۷-۹۶.
شفیعی، الهه. علوی، سید احمد (۱۳۸۸). تکتونیک فعال در رشته کوه بینالود با تکیه بر بررسی‌های مورفوتکتونیکی، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی،۴۱(۷۰)، ۷۹-۹۱.
علیزاده، امین. (۱۳۸۰). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ص ۴۴۸-۴۴۶
محجل، محمد؛ پروهان، ندا. (۱۳۸۴). هندسه و سینماتیک سامانه گسل قم- زفره و اهمیت آن در زمین‌ساخت ترافشارشی، سال چهاردهم، ۱۴(۵۶)، ۷۲-۸۳..
مختاری، داوود. (۱۳۸۶). تحلیل‌های زمین‌ساخت رسوبی چاله تکتونیکی و درحال گسترش مرند، پژوهش‌های جغرافیایی ، ۳۹(۶۰)، ۱۲۹-۱۴۶.
مقصودی، مهران. گورابی، قاسم، رسولی، عادل (۱۳۹۹). زمین‌ساخت فعال و تأثیر آن بر مورفولوژی طاقدیس‌های جزیره قشم، نشریه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۹(۲)، ۹۸-۱۱۵.یمانی، مجتبی؛ مقصودی، مهران. (۱۳۸۲). نقش تکتونیک و تغییرات اقلیمی در تحول مخروط‌افکنه‌ها اطراف چاله سیرجان، مجله بیابان، ۸(۱)، ۱۳۷-۱۵۱.
Al-Bataina, B. A., Al-Taj, M. M., & Atallah, M. Y. (2005). Relation between radon concentrations and morphotectonics of the Dead Sea transform in Wadi Araba, Jordan. Radiation Measurements, 40(2-6), 539-543
Chen, Y.C.et al. (2003). Along–Strike variation of morphotectonic features in the Western Foothills of Taiwan: tectonic implication based on Stream-gradient and hypsometric analysis. Geomorphology, 56, (1–2), 109-137
El Hamdouni,R.,Irigaray,C.,Fernandez,T.,Chacon,J.,Keller, E.A.,(2007).Assessment of relative tectonics, southwest border of Sierra Nevada(southern Spain) Geomorphology, 96(1–2), 150-173.
Malik, J.Mahanty. c. (2007). Active tectonic influence on the evolution of drainage and Landscape: Geomorphic signatures From Fronal and hinterl and areas along the Northwestern Himalaya, Indi. Journal fasin, 29, (5–6), 604-618

Keller, E.A. and Pinter, N.(2002). Active Tectonics. Earthquakes, Uplift, and Landscape, New Jersey, Prentice-Hall.p355-518. ttps://searchworks.stanford.edu/view/4764839

Morisawa, M., and Hack, J.T.(1985). Tectonic Geomorphology, Boston, Unwin Hyman, p390.

https://doi.org/10.1002/esp.3290120410

Sala, M.,(2004), River Capture" In: A.S. Goudie (Ed.). Encyclopedia of Geomorphology, Routledge. .P639-1127. https://scholar.google.com.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

University of Sistan and Baluchestan
Journal of Natural Environment Hazards
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

References

References (in Persian)

Ahmadi, H.(1999). Applied Geomorphology, Desert-Wind Erosion, Volume 2, University of Tehran publication, p.48. [In Persian]
Alizadeh, A. (2002). Principles of Applied Hydrology, Astan Quds Razavi Publications, pp. 448-446. [In Persian]
Bahrami, S, Shayan, S. (2014). Investigation of Tectonic Effect on Morphometric Properties of Drainage Network and Triangular Surfaces of Dene Khoshk Anticline, Geographical Research Quarterly, 82(3), 197-210. [In Persian]
Badrzadeh, Z. Aghazadeh, M.(2014). Geochemistry of tectonic position of intrusive mass southwest of Jiroft, Jornal of Geochemistry,3(2), 93-102.
Bahrami, S, Yamani, M; Alavi Panah, S.K (2008) Morphometric analysis and morphology of drainage network in Taftan volcanic cone, Natural Geography Research,40(2), 61-72 [In Persian]
Chorley R, Jay, S. Stanley, E.S., David E. (1985). Translated by Motamed, Ahmad (2001). Geomorphology, Slope, waterway, coastal and wind processes, Volume 3, Samt Publications, pp. 550-340. [In Persian]
Hamzaei, Z; Cananian, A; Sarjuqian, F; Ahmadian, J. (2012) Investigation of the tectonic position of Nasrand intrusive massif, southeast of Ardestan, 31st Earth Sciences Conference, Tehran, p. 103-118. [In Persian]
Yamani, M; Maghsoudi, M. (2004). The role of tectonics and climate change in the evolution of alluvial fans around the Sirjan hole, Desert Magazine, ,8(1), 137-151 [In Persian]
Maghsoudi, M. Gorabi, G, Rasouli, A. (2020). Active tectonics and its effect on the morphology of Qeshm Island anticlines, Journal of Quantitative Geomorphological Research, 9(2), 98-115. [In Persian]
Mojal, M, Parhan, N. (2006). Geometry and kinematics of Qom-Zafra fault system and its importance in high-pressure tectonics, 14(56), 72-83. [In Persian]
Mokhtari, D. (2008). Sedimentary tectonic analyzes of tectonic and expanding craters in Marand, Geographical Research, 39(60), 129-146. [In Persian]
Partabian, A: Fattahi Moghadam, M; Muridi Farimani, Ali Asghar; Biabangard, Habib (2020) The role of tectonics in the evolution of Taftan volcano, southeastern Iran, 9(23), 173-186 [In Persian]
Pourkermani, Mohsen، Mojal, Mohammad, Solgi, Ali; Arian, Mehran and Naderi, Ruhollah (2013). Construction of the south side of Qom is a threat to new urban areas,8(3), 203-213. [In Persian]
Rajabi, M., Shirazi, T. (2010). Neotectonics Geomorphological effects of the main fault of Tabriz and its sub-faults, Geographical Research Quarterly, 24(3)67-96. [In Persian]
Rajaee, A. H., Madadi, A., Rezaei Moghadam, M.H. (2005). Analysis of neotectonic activities using geomorphological methods in the northwestern slopes of Talesh, Geographical Research,36(48), 123-138. [In Persian]
Ramesht, M.H., Abbasi, A., Moaiyri, M. (2010). Spatial and genetic analysis of Iranian alluvial fans, Geographical Research Quarterly, 23(1), 97-116. [In Persian]
Servati, M. R., Payende, Z., Shafiei, F.(2016) Evaluation of New Tectonic Activity Using Geomorphic Indices West of Kabirkuh, Journal of Quantitative Geomorphological Research,4(4), 104-118. [In Persian]
Shafiei, Elahe. Alavi, Seyyed Ahmad (2009). Active tectonics in the Binalood mountain range based on morphotectonic studies, Journal of Natural Geography Research,41(70), 79-91. [In Persian]
Taghizadeh Farahmand, F., Eskandari, M., Afsari, N., Gheitanchi, M.R. (2008). Investigation of tectonics and seismicity of Qom province, Journal of University Jahad, third year, 3(3), 59-70. [In Persian].

References (in English)

Al-Bataina, B. A., Al-Taj, M. M., & Atallah, M. Y. (2005). Relation between radon concentrations and morphotectonics of the Dead Sea transform in Wadi Araba, Jordan. Radiation Measurements, 40(2-6), 539-543.
Chen, Y.C.et al. (2003). Along–Strike variation of morphotectonic features in the Western Foothills of Taiwan: tectonic implication based on Stream-gradient and hypsometric analysis. Geomorphology, 56, (1–2), 109-137.
El Hamdouni,R.,Irigaray,C.,Fernandez,T.,Chacon,J., Keller, E.A.,(2007).Assessment of relative tectonics, southwest border of Sierra Nevada(southern Spain) Geomorphology, 96(1–2), 150-173.
Malik, J.Mahanty. c. (2007). Active tectonic influence on the evolution of drainage and Landscape: Geomorphic signatures From Fronal and hinterl and areas along the Northwestern Himalaya, Indi.Journal fasin, 29, (5–6), 604-618.
Keller, E.A. and Pinter, N.(2002). Active Tectonics. Earthquakes, Uplift, and Landscape, New Jersey, Prentice-Hall. p355-518. ttps://searchworks.stanford.edu/view/4764839.
Morisawa, M., and Hack, J.T.(1985). Tectonic Geomorphology, Boston, Unwin Hyman, p390. https://doi.org/10.1002/esp.3290120410
Sala, M.,(2004), River Capture" In: A.S. Goudie (Ed.). Encyclopedia of Geomorphology, Routledge. .P639-1127. https://scholar.google.com.