Archive of SID

پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال ششم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹٦
صص. ۷۳-٦۰

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

تاثیر فعالیت‌های تکتونیکی بر مورفولوژی مخروط افکنه‌های شمال بیرجند

سید مرتضی موسوی* – استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه بیرجند.
محمد مهدی خطیب – استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه بیرجند.
مهدی یوسفی – دانشجوی دکتری زمین شناسی، دانشگاه بیرجند.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۸ تائید نهایی: ۱۳۹۶/۰۸/۱۴

چکیده

زمین‌ساخت منطقه شمال بیرجند عمدتا تحت تاثیر عملکرد پهنه گسلی شکرآب قرار دارد. راندگی شکرآب، دارای روند باختری- خاوری با شیب ٦۰ درجه شمالی، در فاصله ٤ کیلومتری از شمال شهر بیرجند قرار دارد که یک چشمه لرزه‌ای برای شهر بیرجند است. بدلیل اینکه گسل شکرآب از قطعات مختلف تشکیل شده است، شاخص‌های مرفومتریکی مخروطه افکنه‌ها جهت تعیین پویایی زمینساختی در سه بخش شرقی، مرکزی و غربی محاسبه گردید. مقادیر بدست آمده از شاخص خمیدگی مخروطه افکنه (β) در سراسر پهنه گسلی نشان می‌دهد که تمامی مخروطه افکنه‌های مورد مطالعه، بیضی شکل هستند و فعالیت بالای تکتونیکی را نشان می‌دهند. میانگین درصد مخروط گرایی در مخروطه افکنه‌های بخش غربی، مرکزی و شرقی گسل شکرآب به ترتیب برابر با ۸٦ ٪ ، ۹۲ ٪ و ۹۰ ٪ و همچنین میانگین ضریب کشیدگی(BS) به ترتیب برابر با ۳,۲ ، ۲,۳۳ و ۲,۹۲ است. شیب سطحی مخروطه افکنه‌ها اکثرا بیشتر از ۵ درجه است و نیمرخ ارتفاعی مخروط افکنه‌ها در اکثر قریب به اتفاق آنها، مقعر است که گویای فعالیت کواترنری ناشی از عملکرد سیستم گسلی شکرآب است. شواهد مربوط به تاثیر گسل بر مخروطه افکنه‌ها از جمله بریدگی و جابجایی در مخروطه افکنه‌ها، خندق‌های فرسایشی، مخروطه افکنه‌های نامتقارن و خمیده، موقعیت مخروطه افکنه‌های جدید نسبت به پیشانی کوهستان، حاکی از فعالیت زمین ساختی بالا در منطقه و نیز بیشتر بودن فعالیت در بخش های غربی و شرقی نسبت به بخش مرکزی است. هم چنین در بخش‌های غربی و شرقی گسل شکرآب که طول قطعات گسلی فعال بیشتر از بخش مرکزی می‌باشد، وسعت مخروطه افکنه ایجاد شده بیشترمی‌باشند.

واژگان کلیدی: شمال بیرجند، شاخص مورفومتریکی، مخروطه افکنه، تکتونیک فعال.

* نویسنده مسئول: E-mail: mmoussavi@birjand.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

مقدمه

مخروط افکنه‌ها ا شکال تراکمی مربوط به دوره کواترنر و عهد حا ضر ه ستند که برر سی آنها میتواند اطلاعات ب سیار مفیدی از فعالیت‌های نئوتکتونیکی منطقه‌ای را که در آن شـکل گرفته‌اند، در اختیار محققان قرار دهد(مقصـودی و همکاران،۸۰،۱۳۹۱). در این بین، مورفولوژی مخروط افکنه‌ها خود می تواند اطلاعات ب سیار ارز شمندی را در مورد جریان تکاملی آنها در اختیار بگذارد. از دیدگاه مورفولوژیکی، مخروط افکنه‌ها ا شکالی مخروطی ه ستند که مواد ت شکیل دهندهٔ آنها عمدتاً در شت دانه اند، لکن مورفولوژی سطح هر کدام از این مخروط افکنه‌ها ویژگی‌های مخصوص به خود را دارند. کوهپایه‌ها و جبهه های کوهستانی ایجاد شده در اثر فعالیت‌های تکتونیکی مثل گسلش، در کنارمعلومات ما در مورد نحوه تکامل دامنه‌ها و فرایندهای فعال در آنها، ا ساس تحلیل های آثار متقابل تکتونیک و فر سایش را در ایجاد ا شکال خاص ت شکیل می دهند(ساریسو والوا، ۱۹۹۳، ۲۳) [1]. شاخص‌های ژئومورفیکی در ارزیابی فعالیتهای تکتونیکی ابزاری ه ستند زیرا از روی آنها می‌توان نواحی را که در گذ شته فعالیت‌های سریع و یا حتی کند تکتونیکی را پشت سر گذا شته‌اند، به راحتی شناسایی نمود(رامیرز و هررا، ۱۹۹۸، ۳۲۰) [2]. حرکات تکتونیکی، سطح اساس فرسایشی را تغییر داده و فرآیندهای فعال در سطح مخروط‌افکنه‌ها و تکامل آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بر این اساس میتوان سطوح مخروط افکنه‌ای را برای برر سی تاریخ و حرکات به کار گرفت(یانگ، ۱۹۸۵، ۲۰۶) [3]. به طور کلی می‌توان گفت که نیروهای زمین ساختی نقش ا صلی و اولیه را در ت شکیل مخروط افکنه‌ها دارند و در سیر تحول و تکامل آنها نیز سهم به سزایی را بر عهده دارند. در مناطق دارای فعالیت‌های تکتونیکی، اشـکال زمین حاصـل ترکیب پیچیده‌ای از تأثیرات حرکات عمودی و افقی مربوط به بلوکهای پو سته و فر سایش یا ر سوبگذاری تو سط فرایندهای سطحی ا ست. تکتونیک با تغییر سطح ا ساس موجب تغییر فرایندهای فعال در سطح مخروط افکنه‌ها شده و روند تکاملی مخروط افکنه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد(اوانیس، ۲۰۰۶، ۲۲۴)[4]. وقوع رویدادهای تکتونیکی، گ سلش، چین خوردگی و فرون شینی یا بالاآمدگی، واکنش مخروط افکنه را در پی دا شته؛ به گونه‌ای که این واکنش می‌تواند در نوع، اندازه، شکل ر سوب و مورفولوژی مخروط افکنه ثبت گردد. برخی از این واکنشها به صورت تقطیع مخروط افکنه، جابه جایی مرکز بیشینه ر سوبی و کانون‌های واگرای شـبکه هیدروگرافی روی مخروط‌ها ظاهر می‌شـود. همچنین فعالیت های تکتونیکی نقش بارزی را در تغییر مخروطه افکنه ها دارند و در واقع اثر شرایط دیگر را تحت تاثیر قرار دهند. بدون وجود فعالیت تکتونیکی دائمی، مخروطه افکنه ها به اشـکال کوچک و با عمرکوتاه تبدیل می‌شـوند بطوری که بالا آمدگی بخش کوهسـتان سـبب فراهمی مواد ر سوبی جدید به سطح مخروطه افکنه ها می‌شود(پارسونز، ۲۰۰۶، ۱۴۵)[5]. همچنین متغیر های تکتونیکی بافت و موقعیت مخروط ها را تحت تاثیر قرار می دهند(بال، ۲۰۰۹، ۱۸۴)[6]. شیب سطح مخروطه افکنه نیزتاحد زیادی به وسیله تکتونیک کنترل می شـود و بنابراین ویژگی مورفولوژیکی و هندسـی سـطوح مخروطه افکنه‌ها می‌تواند به عنوان شـاهد فعالیت تکتونیکی به شمار روند(یمانی و همکاران،۱۳۹۱:۴).

موقعیت زمین ساختی منطقه

این نو شتار مورفومتری مخروطه افکنه‌های واقع در شمال شهر بیرجند و ارتباط مقادیر شاخص های هند سی مخروطه افکنه ها با میزان فعالیت نوزمین ساختی سیستم گسلی شکرآب را بررسی می‌نماید. منطقه مورد مطالعه در استان خراسان جنوبی و در شمال شهر بیرجند در بین طول‌های جغرافیایی ´۵۵ °۵۸ تا ´۱۸ °۵۹ شرقی و عرض‌های جغرافیایی °۳۲

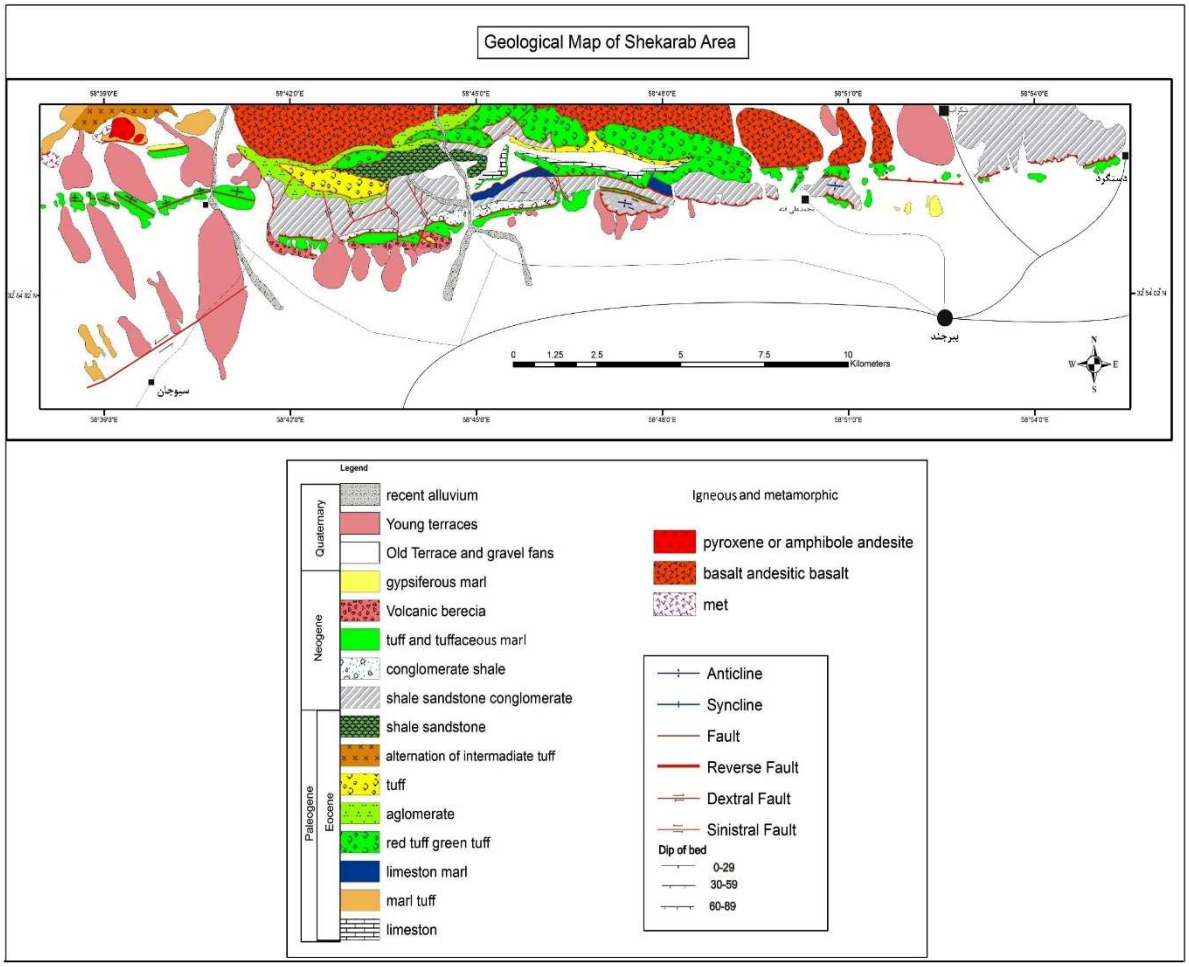
1- Sorriso-Valvo et al
2 -Ramirez and Herrera
3 -Yang, 1985
4- Ioannis
5- Parsons
6- Bull

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

تا ´´ ۳۰ ´ ۵۶ °۳۲ شمالی قرار دارد(شکل۱). ارتفاع بلندترین قله منطقه حدود۱۸۱۱ متر ا ست. پهنه گ سلی شکرآب از سمت شرق به روستای دستگرد واز غرب تا نزدیکی شمای شهر خوسف محدود می باشد. حد شمالی این پهنه گسلی که از چندین قطعه تشکیل شده است،روستای شکرآب می با شد. جنوبی ترین قطعه گسلی این سیستم در شمال روستای سیوجان قرار دارد. (شکل۱). پهنه گسلی شکرآب شامل چند سری گسل موازی هم و از سری گسل‌های شرقی غربی مربوط به پایانه گسل نهبندان می‌باشد که دارای مولفه تراستی با شیب به سمت شمال است. بررسی زمین لرزه‌های تاریخی و دستگاهی ثبت شده در منطقه شکرآب، نشان از فعالیت مخرب با مکانیزم راندگی و چپگرد دارد(یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶). با وجود نقش انکار ناپذیر گسل شکرآب در دگریختی کلی منطقه، اثر سطحی این گسل به دلیل پوشیده شدن با آبرفت‌های عهد حاضر در اکثر نقاط قابل دیدن نمی‌باشد



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی پهنه گسلی شکرآب در شمال شهر بیرجند.

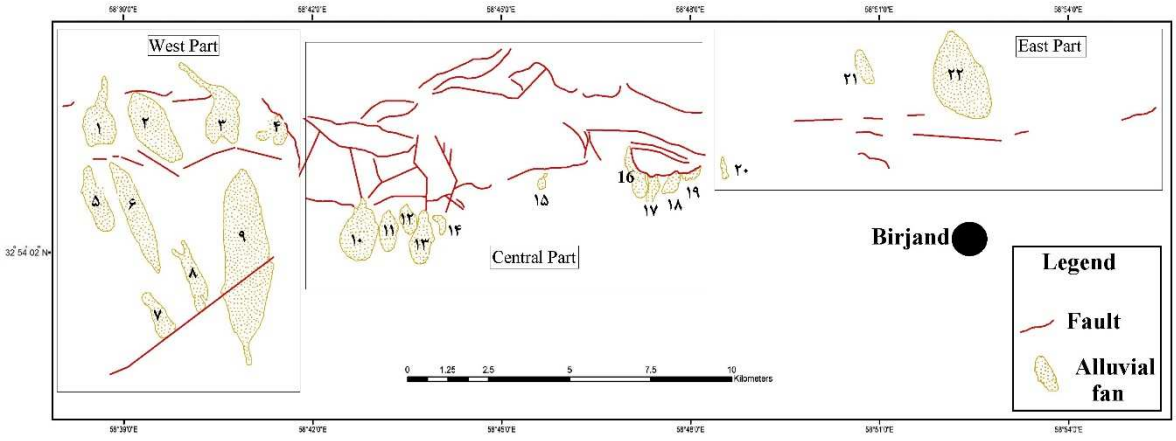
روش تحقیق

مخروط افکنه شمال شهر بیرجند در ارتباط با قطعات گسل شکرآب می‌باشند(شکل۲). محدوده این مخروط افکنه‌ها بااستفاده از تصاویر ماهواره ای و نرم افزارهای ER Maper و Google Earth مشخص شد و در محیط نرم افزار ARC GIS 10.3 رقومی گردیدند. مقادیر کمی مانند مساحت، شیب، طول، عرض، ارتفاع متوسط و نیمرخ‌های طولی مخروط افکنه ها از نقشه‌های توپوگرافی و داده های رقومی DEM در نرم افزار ER Maper محاسبه شد. علاوه بر این بررسی‌های میدانی جهت ترسیم نقشه گسل‌های منطقه و تشخیص سازوکار آنها که عمدتا معکوس و دارای مولفه چپ

www.SID.ir

Archive of SID

گرد هستند، انجام گرفت. شاخص‌های مورفومتری مخروطه افکنه‌ای از جمله ضریب خمیدگی مخروط افکنه(β)، ضریب مخروط گرایی، ضریب کشیدگی، تغییرات ارتفاعی و نیمرخ طولی مخروط افکنه‌ها در این پژوهش محاسبه و تحلیل می‌گردند.



شکل ۲: موقعیت مخروطه افکنه ها و قطعات مختلف گسلی شکرآب.(اعداد شماره های مخروطه افکنه ها را نشان می دهند).

بحث اصلی

محاسبه شاخص‌های مورفومتریکی مخروطه افکنه‌ها در شمال بیرجند

ویژگی‌های تکتونیکی یک منطقه مانند وقوع بالاآمدگی و پایین رفتگی قطعات گسلی و جابجایی امتدادی آنها می‌تواند شکل کلی مخروطه افکنه و توسعه ی آن را تحت تاثیر قرار دهد(بلیر و مک پرسون، ۱۹۹۴، ۱۳۲) [1]. در چنین شرایطی ویژگی های مورفولوژیکی و مورفومتریکی مخروطه افکنه‌ها می‌تواند به عنوان نشانگرهای فعالیت‌های نوزمینساختی به شمارروند. بدین منظور باتوجه به ویژگی های هندسی و ناپیوستگی های ساختاری مثل نحوه تمرکز و قرارگیری قطعات گسل، منطقه مورد مطالعه به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی تقسیم گردید و شاخص‌های مورفومتری مخروطه افکنه‌ها در این بخش‌ها محاسبه، مقایسه و تحلیل می‌شوند (شکل۲).

شاخص خمیدگی مخروطه افکنه‌ها (β)

به طور کلی از روی شکل مخروطه افکنه می‌توان به میزان تغییراتی که در فعالیت‌های تکتونیکی از قبیل ایجادگسل، بالاآمدگی، خمیدگی و چین خوردگی درامتداد جبهه کوهستان اتفاق می‌افتد پی برد. در مخروطه افکنه‌هایی که منحنی‌های میزان آن بخشی از دایره راتشکیل می‌دهند و مرکزدایره منطبق با جبهه کوهستانی باشد، بیانگر تاثیر کمتر تکتونیک است و در حالت عکس، در مخروطه افکنه‌های غیرساده که تحت تاثیر تکتونیک بوده اند، منحنی های میزان سطح مخروطه افکنه به جای دایره، بخشی از یک بیضی را تشکیل می‌دهند و در فاصله دور ازکوهستان شکل می‌گیرند(کلر و پینتر، ۱۹۹۶، ۹۴)[2]. هرچه خمیدگی مخروطه‌افکنه‌ها در اثر فعالیت تکتونیکی زیاد باشد ضریب خمیدگی مخروطه‌افکنه(β) عدد کوچکی را نشان میدهد. این شاخص با فرمول زیر محاسبه می گردد(شکل۳)

$$\beta = \arccos\left((b/a)^2 \sin^2\alpha + \cos^2\alpha\right)^{0.5}$$

که در آن β: ضریب خمیدگی مخروطافکنه، a: طول قطر بزرگ، b: طول قطر کوچک، α: شیب مخروطه افکنه می باشند.

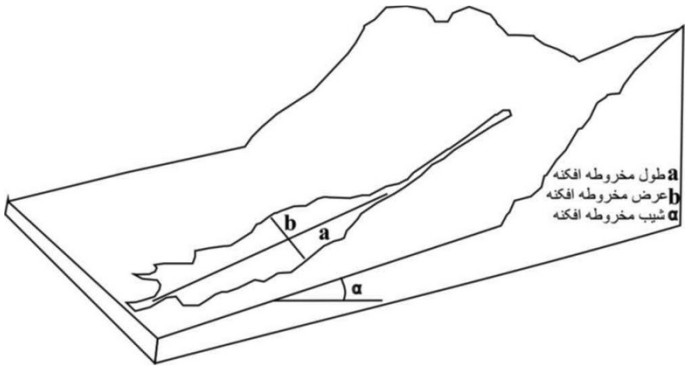
[1] -Blair and Mcpherson
[2] - Keller and Pinter

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018



شکل ۳: پارامترهای موردنیاز جهت محاسبه شاخص حمیدگی مخروطه افکنه.

برای محاسبه شاخص فوق در مخروطه افکنه‌های واقع در ۳ بخش شرقی، مرکزی و غربی سیستم گسلی شکرآب واقع در شمال بیرجند، از نرم افزار DEM جهت برآورد شیب استفاده شد و بعد از رقومی کردن مخروطه افکنه ها در محیط ARC GIS 10.3 طول و عرض و نهایتا شاخص مذکور محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. با استفاده از نتایج حاصل از تطبیق منحنی‌های میزان سطح مخروطه افکنه‌های منطقه با دایره و بیضی و محاسبه ضریب (β)، می‌توان دریافت که تمامی مخروطه افکنه‌های مورد مطالعه بیضی شکل هستند که فعالیت بالای تکتونیکی را گواهی می‌دهند.

ضریب مخروط گرایی

ضریب مخروط گرایی از دیگر شاخص‌ها در بررسی‌های تکتونیک جوان می‌باشد. ازآنجایی که شکل یک مخروطه افکنه ساده شبیه یک مخروط است، فاصله گرفتن از این حالت و کشیده شدن آن نشان تغییرات محیطی و مخصوصاً تکتونیک منطقه می‌باشد. این شاخص از تقسیم مساحت مخروطه افکنه موجود بر مساحت مخروط افکنه ایدآل که شکل مخروط کامل دارد بدست می آید. بر اساس این رابطه، مخروط افکنه‌ای که شکل آن به مخروط ایده آل نزدیک تر باشد، ضریب مخروطی بالاتری دارد. مخروط افکنه‌ای که شبیه مخروط ایده آل نباشد یا به صورت کشیده باشد و به طور کامل گسترش نیافته باشد، به طور معمول شاخص مخروطی پایینی دارد. شاخص مخروطی عاملی است که چگونگی گسترش مخروط را مشخص می سازد؛ بنابراین، چنانچه شرایط آب وهوایی، سنگ شناسی، مساحت حوضهٔ آبریز و فضای قابل دسترس برای رشد مخروط مساعد باشد، مخروط افکنه به شکل مخروطی ایده آل در خواهد آمد و ضریب مخروطی بالایی نیز خواهد داشت. ضریب مخروط گرایی برای یک مخروطه افکنه ساده برابر با ۱ است به عبارتی این مخروطه افکنه کمتر تحت تأثیر عوامل تکتونیکی قرارگرفته است و هرچه این میزان کمتر شود نشان دهنده افزایش میزان تأثیر فرآیند فرسایش بر مخروطه افکنه است که این امر خود در ارتباط با تکتونیک منطقه است. در زمانی که منطقه از نظر تکتونیکی آرام باشد، مخروطه‌افکنه به صورت متقارن گسترش می‌یابد و عدم تقارن آنها در صورت مساعد بودن شرایط دیگر، میتواند به دلیل فعالیت‌های تکتونیکی باشد. برای محاسبه این شاخص با استفاده از نسبت مساحت مخروطه افکنه-های موجود به مخروطه افکنه اید آل در بخش های مختلف سیستم گسلی شکرآب، از نرم افزار ARC GIS 10.3 استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود میانگین درصد مخروط گرایی در مخروطه افکنه‌های بخش غربی و مرکزی و شرقی گسل شکرآب به ترتیب برابر با ۸۶ ٪ ، ۹۲ ٪ و ۹۰ ٪ است. مقایسه اعداد نشان می‌دهند که کمتر بودن این ضریب در بخش شرقی و غربی نسبت به بخش مرکزی به دلیل فعالیت تکتونیکی بیشتر در این بخش‌ها می باشد.

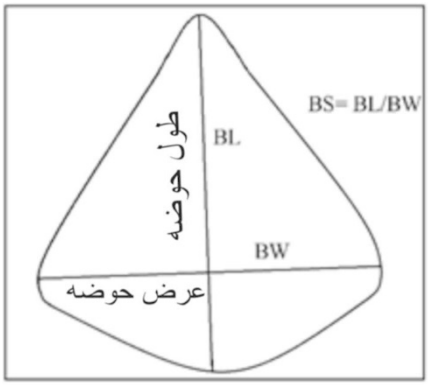
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

ضریب کشیدگی مخروطه افکنه (BS)

حوضه‌های فعال تکتونیکی شکل کشیده‌ای دارند. شکل حوضه در طول زمان با توقف میزان بالاآمدگی، به تدریج دایره‌ای می‌شود(باربنک واندرسون، ۲۰۰۱، ۲۰۹)[3]. به بیانی دیگر، می‌توان چنین برداشت کرد که شکل کشیده از ویژگی‌های حوضه‌هایی است که در مناطق کوهستانی با فعالیت‌های زمینساختی زیاد واقع شده اند و با دور شدن از زمان بالاآمدگی منطقه، شکل حوضه به دایره نزدیک می شود، در مناطق فعال زمین ساختی عرض حوضه‌های آبریز باریک‌تر است؛ زیرا در چنین مناطقی نیروی رودخانه ، صرف ژرف کردن بستر خود می شود؛ در حالی که پایداری زمین ساختی سبب می‌شود، رودخانه فرصت تعریض بستر خود را داشته باشد. حوضه‌هایی که با مقادیر زیاد Bs یعنی بیشتر از ۳ مشخص می‌شوند، از نظر تکتونیکی فعال هستند. زمانی که Bs بین ۲تا ۳ باشد از نظر فعالیت زمینساختی در کلاس ۲یا متوسط قرار دارند و مقادیر کمتر از ۲، حوضه‌های دایره‌ای شکل را نشان می‌دهند که از نظر فعالیت غیرفعال اند. این شاخص با رابطه BS=BL/BWبه دست می‌آید که در آن BL طول حوضه، فاصله پایین ترین ارتفاع حوضه تا دورترین نقطه از آن و BW عرض حوضه، در عریض ترین بخش آن می باشد (شکل ۴)(همدونی و همکارانش، ۲۰۰۸، ۱۵۶) [4].



شکل٤: طریقه محاسبه شاخص کشیدگی مخروطه افکنه ها. مآخذ: (همدونی و همکارانش، ۲۰۰۸)

نتایج محاسبه این شاخص در مخروطه افکنه های واقع در بخش های‌مختلف سیستم گسل شکرآب واقع در شمال بیرجند که با استفاده از رقومی سازی در محیط ARC GIS 10.3 بدست آمد در جدول ۱ نشان داده شده است. با تو جه به جدول۱ میانگین ضریب کشیدگی در مخروطه افکنه‌ها در بخش‌های غربی و مرکزی و شرقی به ترتیب برابر با ۳,۲ ، ۲,۳۳ و ۲,۹۲ می باشد. همانگونه که مشاهده می شود باتوجه به میانگین این اعداد، بخش‌های غربی و شرقی به عنوان بخش فعال و بخش مرکزی به عنوان منطقه ای با فعالیت تکتونیکی متوسط در نظر گرفته می‌شود.

[3] - Barbank and Anderson
[4] - Hamdouni etal

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

جدول ۱: شاخص های محاسبه شده در مخروطه افکنه های شمال بیرجند

شماره مخروطه افکنه	موقعیت در پهنه گسلی	BL(km) (طول)	BW(km) (عرض)	BS	شیب متوسط	β	مساحت (km^2)	ضریب مخروط گرایی ٪
۱	غرب	۲,۴۳	۱,۱۰	۲,۶۳	۱۲	۱۱,۵	۱,۵۱	۰,۸۳
۲	غرب	۲,۷۸	۱,۳	۲,۱۳	۹	۸,۱	۲,۴۹	۰,۸۷
۳	غرب	۳,۳۲	۱,۵۴	۲,۱۵	۱۰	۸,۸	۱,۹۶	۰,۸۴
۴	غرب	۱,۱۱	۰,۷۱۵	۱,۵۵	۸	۶,۱	۰,۵۶	۰,۹۳
۵	غرب	۲,۳۳	۰,۶۴۴	۳,۶۱	۱۲	۱۱,۵	۱,۲۱	۰,۸۸
۶	غرب	۴,۱۳	۰,۷۲	۵,۷۶	۱۰	۹,۱	۲,۲۵	۰,۷۸
۷	غرب	۱,۶۶	۰,۶۸	۲,۴۴	۹	۸,۲	۰,۷۷	۰,۹
۸	غرب	۲,۴۵	۰,۵۸	۴,۲	۱۲	۱۱,۶	۱,۰۱	۰,۸۹
۹	غرب	۶,۷۴	۱,۶۸	۴	۱۱	۱۰,۶	۷,۴۳	۰,۸۱
۱۰	مرکز	۲,۱۷	۱,۲۳	۱,۷۶	۸	۶,۶	۱,۸۳	۰,۹۲
۱۱	مرکز	۱,۴۲	۰,۶۴۸	۲,۲	۸	۷,۱	۰,۶۵	۰,۹
۱۲	مرکز	۰,۸۴	۰,۵۹	۱,۴۲	۱۰	۷,۱	۰,۳۵	۰,۸۹
۱۳	مرکز	۱,۸۷	۰,۸	۲,۳۳	۷	۶,۳	۰,۹۹	۰,۹۱
۱۴	مرکز	۰,۶۸	۰,۳۲	۲,۱۲	۱۱	۹,۷	۰,۱۷	۰,۹۳
۱۵	مرکز	۰,۵۹	۰,۲۶	۲,۲۷	۶	۵,۴	۰,۱	۰,۹۳
۱۶	مرکز	۱,۸۱	۰,۴۵۸	۳,۹۵	۵	۴,۸	۰,۶۲	۰,۹۴
۱۷	مرکز	۱,۰۲	۰,۳۸	۲,۶۸	۸	۷,۴۲	۰,۳	۰,۹۰
۱۸	مرکز	۰,۹۱	۰,۴۵	۲	۹	۷,۸	۰,۳۱	۰,۸۹
۱۹	مرکز	۰,۷۶	۰,۲۹	۲,۶۲	۶	۵,۵۴	۰,۱۶	۰,۹۵
۲۰	شرق	۰,۷۹	۰,۱۸۳	۴,۳	۱۱	۱۰,۷	۰,۱۱	۰,۸۹
۲۱	شرق	۱,۲۶	۰,۴۷	۲,۶۸	۱۲	۱۱,۱	۰,۴۶	۰,۹۰
۲۲	شرق	۳,۲	۱,۸	۱,۷۷	۹	۷,۴	۴,۰۳	۰,۹۲

تغییرات ارتفاعی و نیمرخ طولی مخروطه افکنه ها

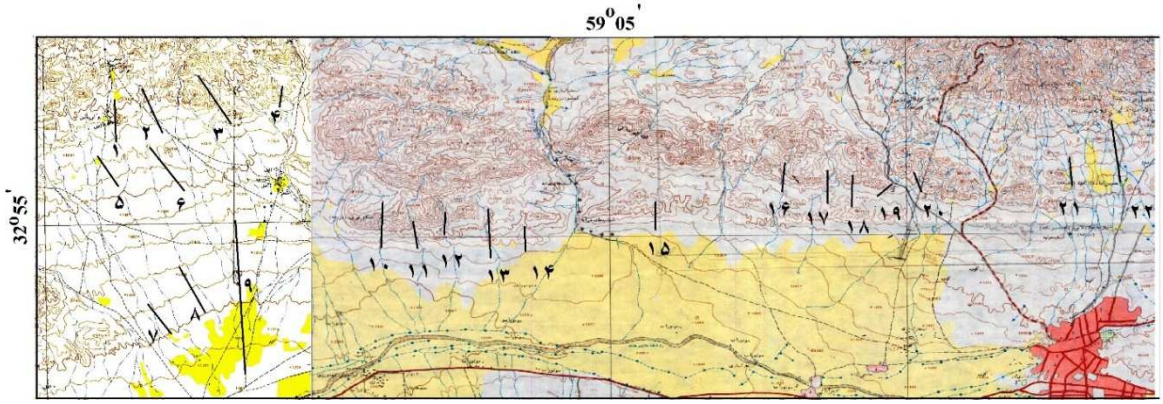
بلیر و مک پرسون(۱۹۹۴، ۱۶۲)[5] شیب سطح مخروطه افکنه‌ها را تابع عوامل مختلفی همچون نوع فرایند تشکیل دهنده، اندازه رسوبات و میزان تاثیر تکتونیک می‌داند. بر پایه مطالعات(بلیسن باخ، ۱۹۵۴، ۱۸۰)[6] مخروطه افکنه‌ها ازنظر شیب به سه دسته پرشیب (<۵°)، شیب ملایم (۲° الی ۵°) و مسطح (<۲°) تقسیم می‌شوند. شیب مخروطه افکنه‌ها بطور معمول نسبت عکس با مساحت و شعاع مخروطه افکنه‌ها دارد. در مناطق فعال ازنظر تکتونیکی به علت بالاآمدگی ناشی از حرکات تکتونیکی، مخروطه افکنه‌ها نیز تحت تأثیر فعالیت قرار می‌گیرند و دچار بالاآمدگی می‌شوند. تغییرات نرخ بالاآمدگی در مخروطه افکنه‌ها می‌تواند نشان‌دهنده میزان تغییرات فعالیت تکتونیکی در منطقه باشد. بدین منظور نیمرخ-هایی بر روی نقشه های توپوگرافی(شکل۵) بیرجند و خوسف به موازات محور کشیدگی مخروطه‌افکنه‌ها منطقه ترسیم گردید(شکل ۶ الف،ب و ج). بر اساس نیمرخ طولی می‌توان مشاهده کرد که مخروطه‌افکنه‌ها در نزدیک پیشانی کوهستان

[5] -Blair and Mcpherson
[6] -Blissenbach

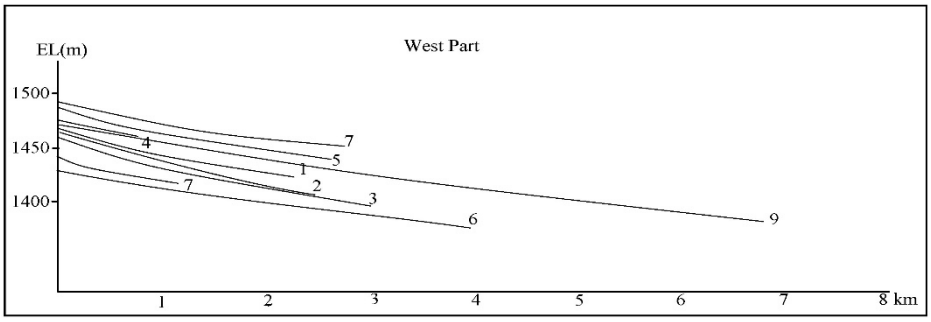
www.SID.ir

Archive of SID

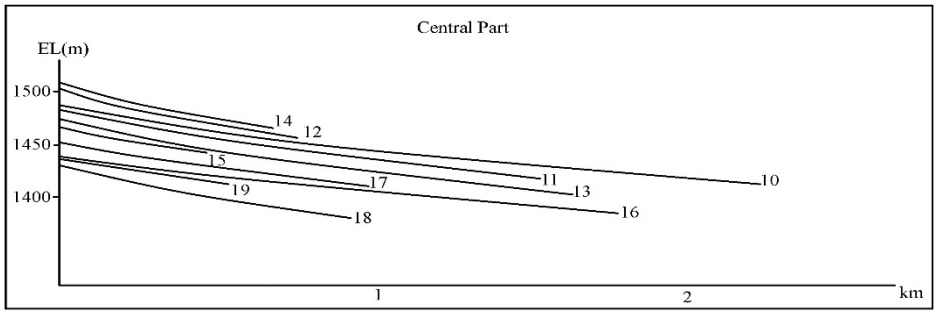
به علت افزایش فعالیت تکتونیکی ناشی از گسل شکرآب دارای بالاآمدگی بیشتری هستند. نگاره ۶ نیمرخ‌های طولی مخروط افکنه های منطقه را نشان می‌دهد که در امتداد شعاعی بخش فعال مخروط افکنه‌ها تهیه شده‌اند. همان طور که مشاهده می‌شود نیمرخ سطح مخروط افکنه‌ها در اکثر قریب به اتفاق آنها، مقعر است. (مقعر بودن نیمرخ مخروطه‌افکنه گویای فعالیت کواترنری ناشی از عملکرد گسل شکرآب است). بسیاری از عواملی که شیب رودخانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند، شیب مخروطه افکنه‌ها را نیز متأثر می سازند. بدین سبب تغییر شیب رودخانه بر نواحی کوهستانی در اثر حوادث و حرکات تکتونیکی در شیب مخروطه افکنه‌ها مؤثر است. عامل تکتونیک از طریق تأثیرگذاری در محل استقرار مخروط افکنه‌ها، تأثیر در شیب حوضه آبریز، انحراف و افزایش رسوبدهی رودخانه نقش خود را در شکل گیری وگسترش مخروط افکنه‌ها ایفا می‌کند. طبق تقسیم بندی بلییسن باخ مخروطه افکنه‌های بخش‌های شرقی و میانی و غربی در دسته فعال زمینساختی قرار می‌گیرند.



شکل۵: نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ شمال بیرجند وموقعیت نیمرخ‌های ارتفاعی واقع بر آن. اعداد شماره نیم رخ های ارتفاعی را نشان میدهد.



شکل٦ الف : نیمرخ ارتفاعی مخروطه افکنه ها در بخش غربی منطقه.

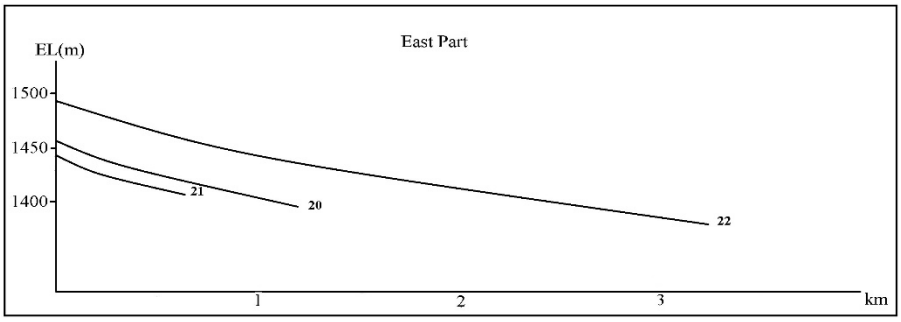


شکل ٦ ب : نیمرخ ارتفاعی مخروطه افکنه ها در بخش مرکزی منطقه.

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir

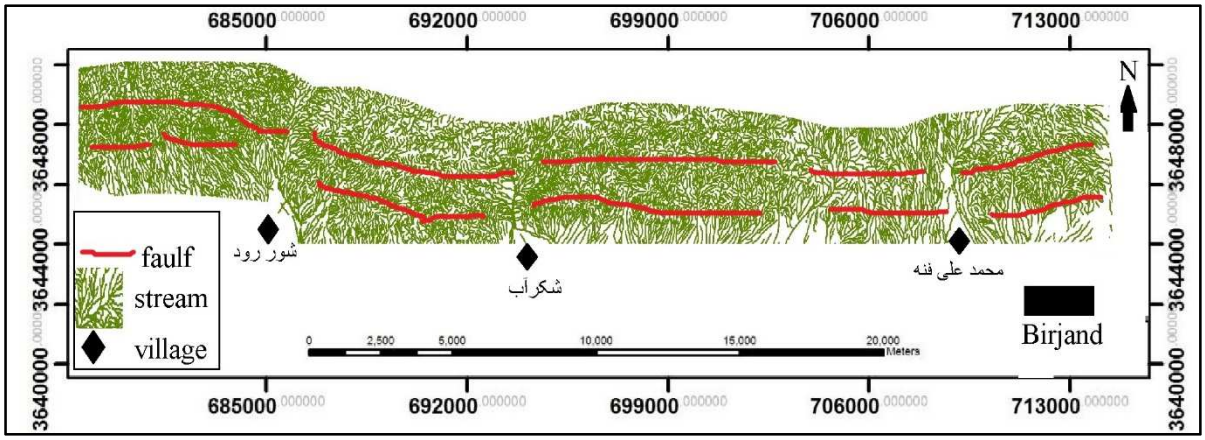
Archive of SID



شکل ٦ ج : نیمرخ ارتفاعی مخروطه افکنه ها در بخش شرقی منطقه.

بررسی ابعاد فرکتالی شبکه زهکشی آبراهه‌ها جهت مقایسه فعالیت تکتونیکی گسل شکرآب

مخروطه افکنه‌های پیشانی کوهستان‌های فعال، بخشی عمده ای ازگسترش شبکه زهکشی آبراهه‌ها را به خوداختصاص می‌دهند. به دلیل اینکه گسل شکرآب از قطعات مختلف تشکیل شده است(یوسفی وهمکاران، ۱۳۹۶)(شکل ۷)، ابعاد فرکتالی آبراهه‌ها در سه بخش شرقی، غربی و مرکزی محاسبه شد. همچنین، به‌علت رخداد مهاجرت عرضی شمالی–جنوبی در این گسل، ابعاد فرکتالی آبراهه‌ها در دو بخش شمالی و جنوبی منطقه محاسبه شدند. هرچه بُعد فرکتالی آبراهه به عدد ۱ نزدیک تر باشد به معنای تراکم و گسترش سطحی کمتر و درنتیجه برخاستگی و پویایی بیشتر تکتونیکی است که در این حالت به آبراهه‌ها فرصت پخش و ماندری شدن نمی‌دهد. میانگین ابعاد فرکتالی آبراهه‌ها به‌منظور مقایسهٔ پویایی تکتونیکی در این پهنهٔ گسلی، در بخش شمالی و بخش جنوبی به میزان ۱/۱۱ و ۱/۰۶ است(یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶)؛ به‌دلیل تراکم خطی آبراهه‌ها و دانسیته سطحی کمتر در بخش جنوبی، این اعداد فعالیت تکتونیکی بیشتر در بخش جنوبی نسبت به بخش شمالی گسل را نشان می‌دهند. در تقسیم‌بندی طولی گسل به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی و با توجه به کمتر بودن بُعد فرکتالی آبراهه‌ها در بخش‌های شرقی و غربی به‌ترتیب به میزان ۱/۳۲۰ و ۱/۳۹۳ نسبت به بخش مرکزی به میزان ۱/۴۳۶، فعالیت تکتونیکی بیشتر در بخش‌های شرقی و غربی گسل نسبت به بخش مرکزی بیشتر است. بنابراین می‌توان همهٔ بخش‌های گسل شکرآب را به‌دلیل دارا بودن مقادیر پایین ابعاد فرکتالی آبراهه‌ای، مناطق فعال تکتونیکی معرفی کرد(یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۷ : شبکه زهکش آبراهه‌های منطقه شکرآب و نمایش گسل‌ها جهت بررسی ابعاد فرکتالی.

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

www.SID.ir

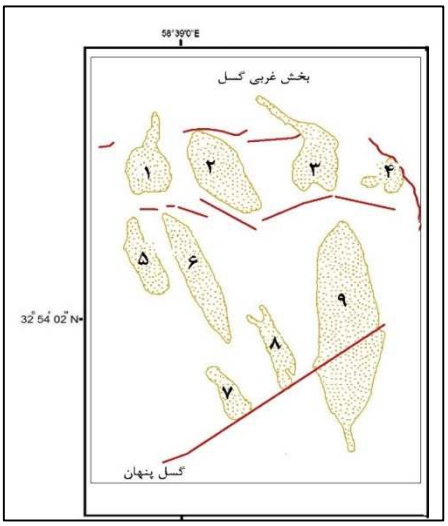
Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

شواهد فعالیت گسل شکرآب در سطح مخروطه افکنه ها

جابجایی و بریدگی در مخروطه افکنه

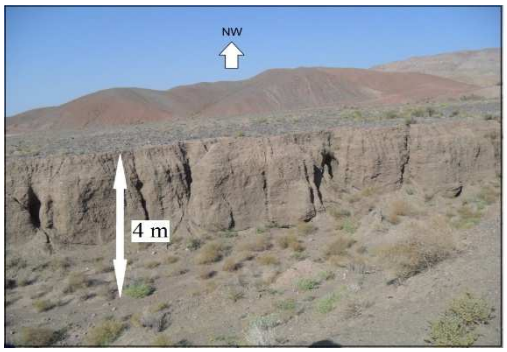
گسل شکرآب از نوع راندگی با شیب به سمت شمال است(یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶). باتوجه به شواهد مورفومتریکی و جابجایی‌ها می‌توان بیان کرد که این گسل دارای حرکت امتدادلغز چپ گرد نیزمی باشد. در بخش غربی گسل شکرآب شاهد جابجایی و بریدگی واضح در مخروطه افکنه بزرگ(شماره ۹) به شکل چپگرد و تقطیع ناگهانی مخروطه افکنه ها(شماره ۷و۸) هستیم که در تصاویر ماهواره ای به خوبی نمایش داده می شود. می‌توان آن را گسلی پنهان (Hidden fault) در فرو دیواره گسل اصلی شکرآب نسبت داد که اثر فعالیت و حرکت، خود را بصورت جابجایی و برش چپگرد واضح در مخروطه افکنه‌های جوان نشان می‌دهد(شکل۸).



شکل ۸: جابجایی و تقطیع مخروطه افکنه ها در غرب گسل شکرآب. شیب قطعات گسل بطرف شمال است.

حفر بستر دیواره رودخانه ها

یکی دیگر از عناصر ریخت‌زمین‌ساختی ایجاد شده در امتداد گسل شکرآب، طرح‌های مئاندری در حال حفر بستر می‌باشد که یکی از مهمترین نشانه‌های تکتونیک فعال می‌باشد؛ زیرا رودخانه با طرح مئاندری نشانگر محلی است که رودخانه با سطح اساس خود نزدیک شده است، سپس بر اثر وقوع یک و یا چند جابجایی قائم، چه به صورت پیوسته و چه به صورت ناگهانی، همان منطقه بالا آمده و رودخانه در پاسخ به این تغییر ارتفاع و در نتیجه تغییر گرادیان، مجددا شروع به حفر بستر خود نموده و ما رودخانه‌ای با طرح مئاندری ولی دارای دیوارهای جانبی مرتفع و در حال حفر بستر را مشاهده می‌نماییم. نمونه ای از حفر بستر قایم در اثر فعالیت گسل شکرآب را در شکل۹ مشاهده نشان داده شده است.



شکل۹: حفر بستر دیواره رودخانه ها نشان دهنده تکتونیک فعال در شمال بیرجند، دید به سمت شمال غرب (32°56´36´´ N, 58°58´05´´E).

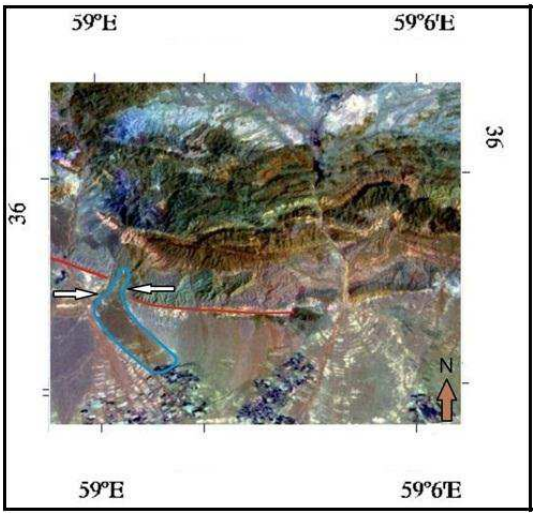
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

تاثیرتکتونیک فعال در ایجاد مخروطه افکنه های نامتقارن و خمیده یا تشکیل پشته های مسدود کننده

یکی از اثرات فعالیت های گسل‌های دارای مولفه راستالغزی روی مخروط افکنه‌ها، ایجاد مخروطه افکنه‌های نامتقارن و خمیده نسبت به محور طولی کانال اصلی رودخانه است(سلیمانی،۱۳۷۷:۶۲). از شکل مخروطه افکنه در بخش غربی منطقه، می توان برای گسل شکرآب عملکرد چپ بر قائل شد. در اینجا یک پشته مسدودکننده وجود دارد که باعث خمش مخروطه افکنه شده است. این پشته در اثر عملکرد گسل و بدلیل فرازگیری واحد سنگی مارن توفی به وجود آمده است که جلوی حرکت مستقیم مخروطه افکنه و آبراهه را گرفته و باعث چرخش آن شده است(شکل۱۰).



شکل۱۰: موقعیت پشته مسدود کننده و حرکت چپگرد در غرب گسل شکرآب.

اثر تکتونیک فعال بر موقعیت مخروطه افکنه ها نسبت به گسل‌های منطقه

وقتی میزان بالاآمدگی پیشانی کوه‌ها نسبت به میزان حفرشدگی به سمت پایین رود و رسوبگذاری مخروط زیاد باشد، رسوبگذاری در رأس مخروط صورت گرفته و جوانترین بخش‌های مخروط در نزدیکی رأس آن ایجاد می‌شوند. اما اگر میزان بالاآمدگی پیشانی کوه‌ها کمتر یا برابر میزان حفرشدگی به سمت پایین‌رود در کوهستان باشد، رأس مخروط به وسیله رود حفر شده و رسوبگذاری به بخش‌های پایین‌تر منتقل گشته و بخش‌های جوانتر در فواصل بیشتری از پیشانی کوه دیده می‌شوند(کلر و پینتر، ۱۹۹۶، ۱۵۶) [۷]. در جنوب پهنه گسلی شکرآب و در مرز کوه ودشت، مخروطه افکنه‌های جوانتر(Qf1) در راس مخروطه افکنه قدیمی (Qt2) و نزدیک پیشانی کوهستان تشکیل شده‌اند(شکل۲). که این امر نشان می دهد نرخ بالاآمدگی در طول گسل زیاد است.

ایجاد پرتگاه گسلی در مخروطه‌افکنه‌های منطقه شکرآب

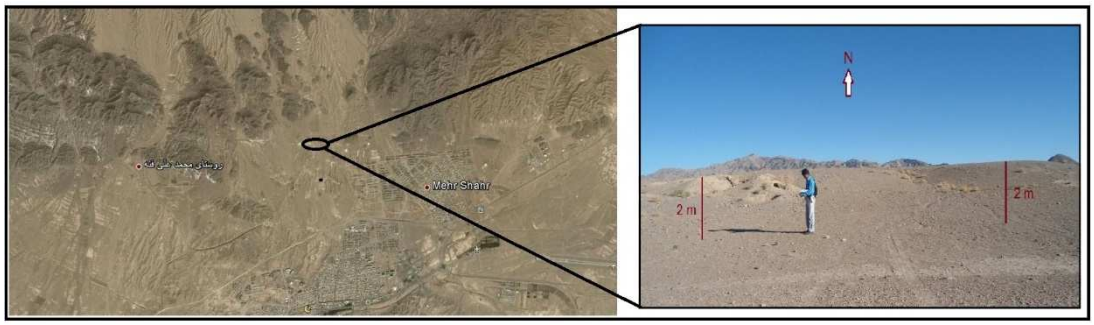
در اثر فعالیت زیاد تکتونیکی در یک منطقه، آثار گسلش پنهان به شکل بریدگی یا ایجاد اختلاف ارتفاع در قالب پرتگاه گسل در نهشته‌های عهد حاضر و مخروطه‌افکنه‌های پیشانی کوهستان دیده می‌شوند. در بخش شرقی منطقه شکرآب پرتگاه گسلی به ارتفاع ۲ متر نشانه حرکت معکوس وبرخاستگی در مخروطه افکنه در اثر فعالیت تکتونیکی گسل شکرآب می باشد(شکل۱۲).

[7] - Keller and Pinter

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018



شکل ۱۲: تصویر ماهواره ای و میدانی از موقعیت پرتگاه گسلی در منطقه با ۲ متر ارتفاع قائم (32°55´09´´ N, 59°13´27´´E).

کج شدگی رسوبات در مخروطه افکنه‌ها

ازدیگر شواهد نوزمینساختی در راستای ارزیابی ارتباط بین فعالیت تکتونیکی و مخروطه‌افکنه‌ها درپهنه گسلی شکرآب، می‌توان به ایجاد کج شدگی (tilting) در مخروطه‌افکنه‌های منطقه نام برد. در اثر فعالیت گسل شکرآب و برخاستگی، چین خوردگی در مخروطه افکنه بخش مرکزی منطقه مشاهده می شود. در این حالت رسوبات گراولی شیبی حدود ۸ درجه به سمت جنوب پیدا کرده اند.(شکل ۱۳).(واکر و خطیب، ۲۰۰۶، ۸)[8].

شکل۱۳: وجود کج شدگی در مخروطه افکنه در بخش مرکزی منطقه شکرآب(دید به سمت شرق). 32°55´10´´ N, 59°06´09.7´´E

ارتباط بین طول قطعات گسل شکرآب و وسعت مخروطه افکنه‌ها

طبق نظرات بلیر و مک پرسون(۱۹۹۴) [9] و باربنک و اندرسون (۲۰۰۱) [10] در مخروطه افکنه‌هایی که تحت تاثیر تکتونیک فعال هستند، ارتباط مستقیمی بین وسعت مخروطه افکنه‌ها و طول گسل‌های فعال وجود دارد. محاسبات شاخص‌های مورفومتری و شواهد ذکر شده در بالا نشان می‌دهد گسترش مخروطه افکنه‌های شمال بیرجند در ارتباط با عملکرد سیستم گسلی فعال شکرآب می‌باشند به نحوی بخش‌های غربی و شرقی گسل فعال تر از بخش مرکزی می‌باشند. لذا بدین منظور نمودار دو بعدی بین میانگین وسعت مخروطه افکنه‌ها و میانگین طول قطعات گسلی فعال شکرآب در سه بخش غربی، مرکزی و شرقی ترسیم گردید(شکل۱۴). تحلیل نمودار نشان می‌دهد در بخش‌های غربی و شرقی گسل شکرآب، که طول قطعات گسلی فعال بیشتر از بخش مرکزی است، وسعت مخروطه افکنه ایجاد شده در راس پیشانی کوهستان نیز بیشتر

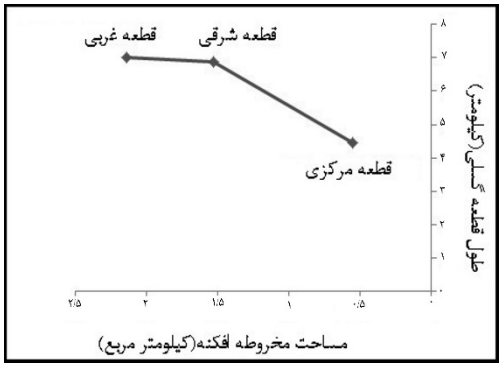
[8] - Walker and khatib
[9] -Blair and Mcpherson
[10] -Barbank and Anderson

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

است. همچنین در مباحث قبلی مشخص شد بخش‌های غربی و شرقی گسل از بخش مرکزی فعال تر هستند؛ لذا نتیجه می‌گیریم ارتباط خطی و مستقیم بین طول گسل فعال و وسعت مخروطه افکنه ایجاد شده وجود دارد که این مورد ارتباط بین فعالیت بیشتر تکتونیکی و وسعت مخروطه افکنه را نیز تائید می‌کند.



شکل۱٤: نمودار خطی بین طول گسلش مسبب مخروطه افکنه و وسعت مخروطه افکنه ایجاد شده.

نتیجه گیری

بدلیل اینکه گسل شکرآب از قطعات مختلف تشکیل شده است(یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶)، شاخص‌های مورفومتریکی مخروطه افکنه‌ها جهت تعیین پویایی زمینساختی در سه بخش شرقی، مرکزی و غربی محاسبه گردید. براساس نتایج به‌دست آمده از محاسبهٔ شاخص‌های مخروطه افکنه‌ای و با تلفیق آن‌ها با هم، و همچنین مقایسه با نتایج مطالعات پیشین(بلیر،۱۹۹۴)[11]، (همدونی، ۲۰۰۸)[12]، (اوانیس، ۲۰۰۶)[13]، یمانی (۱۳۹۱) و مقصودی (۱۳۹۱) که به بیان مورفولوژیکی و تحلیل هندسه مخروطه افکنه ها پرداخته‌اند، می‌توان ارتباط بین مورفولوژی مخروطه افکنه‌های منطقه شکرآب با فعالیت تکتونیکی را تبیین کرد. مقادیر بدست آمده از شاخص خمیدگی مخروطه افکنه (β) در سراسر پهنه گسلی نشان می‌دهد که تمامی مخروطه افکنه‌های مورد مطالعه، بیضی شکل هستند و فعالیت بالای تکتونیکی را نشان می‌دهند. میانگین درصد مخروط گرایی در مخروطه افکنه‌های بخش غربی، مرکزی و شرقی گسل شکرآب به ترتیب برابر با ۸۶ ٪ ، ۹۲ ٪ و ۹۰ ٪ و همچنین میانگین ضریب کشیدگی(BS) به ترتیب برابر با ۳,۲ ، ۲,۳۳ و ۲,۹۲ است. شیب سطحی مخروطه افکنه‌ها اکثرا بیشتر از ۵ درجه است و نیمرخ ارتفاعی مخروط افکنه‌ها در اکثر قریب به اتفاق آنها، مقعر است که گویای فعالیت کواترنری ناشی از عملکرد سیستم گسلی شکرآب است(جدول۱). شواهد مربوط به تاثیر گسل بر مخروطه افکنه‌ها از جمله بریدگی و جابجایی در مخروطه افکنه‌ها، خندق‌های فرسایشی، مخروطه افکنه‌های نامتقارن و خمیده، موقعیت مخروطه افکنه‌های جدید نسبت به پیشانی کوهستان، وجود پرتگاه گسلی در مخروطه افکنه‌ها، کج شدگی در مخروط افکنه‌ها و افزایش اندازه رسوبات به سمت بالا در مقاطع مخروطه افکنه‌ها، حاکی از فعالیت زمین ساختی بالا در منطقه و نیز بیشتر بودن فعالیت تکتونیکی در بخش های غربی و شرقی نسبت به بخش مرکزی است. همچنین تحلیل نمودار طول گسل- وسعت مخروطه‌افکنه نشان می‌دهد در بخش‌های غربی و شرقی گسل شکرآب، که طول قطعات گسلی فعال بیشتر از بخش مرکزی است، وسعت مخروطه افکنه ایجاد شده در راس پیشانی کوهستان بیشتر است(شکل۱۴). همچنین با مقایسه ابعاد فرکتالی آبراهه‌ها مشخص شد بخش‌های غربی و شرقی گسل از بخش مرکزی فعال تر هستند؛ لذا نتیجه می‌گیریم ارتباط خطی و مستقیم بین طول گسل فعال و وسعت مخروطه افکنه ایجاد شده وجود دارد که این مورد ارتباط بین فعالیت بیشتر تکتونیکی و وسعت مخروطه افکنه را نیز تائید می‌کند.

[11] - Blair
[12] - Ioannis
[13] - Hamdouni

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:11 +0430 on Monday June 25th 2018

منابع

- حیدری آقاگل، مسعود، محمد مهدی خطیب، سید مرتضی موسوی و رضوانه حمیدی، ۱۳۹۵، برآورد تکتونیک فعال نسبی مخروطه افکنه‌های دامنه شرقی زیرکوه، شرق ایران، مجله یافته‌های نوین زمین شناسی کاربردی، دوره ۱۰، شماره ۱۹، صص ۱- ۱۵.
- سلیمانی، شهریار، ۱۳۷۷، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان با نگرشی بر مقدمات دیرینه شناسی، چاپ اول، انتشارات موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- مقصودی، مهران، نرگس ابراهیم خانی و مجتبی یمانی، ۱۳۹۱، تأثیر نئوتکتونیک بر مخروطه افکنه رود حاجی عرب (دشت قزوین) با بررسی داده‌های مورفومتری و رسوب شناسی، انجمن جغرافیای ایران، شماره ۳۳، ص ۱۰۶.
- نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ بیرجند.۱۳۵۶. برگ ۷۸۵۵ *IV*، سری۷۵۳ *K*، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ خوسف.۱۳۵۶. برگ ۷۷۵۵ *I*، سری*K*۷۵۳، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح
- یمانی، مجتبی، مهران مقصودی، محمدرضا قاسمی و محمدنژاد، وحید، ۱۳۹۱، شواهد مورفولوژیکی و مورفومتریکی تأثیر تکتونیک فعال بر مخروطه‌افکنه‌های شمال دامغان، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴ ، شماره ۲/ پیاپی ۸۰)، صص۱-۱۸.
- یوسفی، مهدی، محمد مهدی خطیب و ابراهیم غلامی، ۱۳۹۶، مقایسه پویایی بخش‌های مختلف گسل شکرآب (شمال بیرجند) بر مبنای ابعاد فرکتالی آبراهه‌ها با استفاده از *GIS*، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری منطقه ای، شماره ۲۲، صص ۱۴۵-۱۴۸.
- *Barbank, D.W. and Anderson, R.S. 2001. Tectonic Geomorphology. Blackwell science.*
- *Blair, T.C. and Mcpherson. J.G., 1994. Alluvial fan processes and forms, Geomorphology of desert environment, Chapman & Hall, London.*
- *Blissenbach, E., 1954. Geology of Alluvial Fans in Semiarid Regions. The Geological Society of America, 65, pp.175-190.*
- *Bull, W.B. 2009. Tectonically Active Landscape, John Wiley & Sons Publication, New York.*
- *Hamdouni, R.E., Irigaray, C., Fernandaz, T., Chacon, T. and Keller, E.A., 2008. Assessment of Relative Active Tectonic, South West Border of the Sierra Nevada (Southern Spain). Geomorphology, 96, pp.150-173.*
- *Ioannis, M.T., Ioannis, K.k. and Pavlides, S. 2006. Tectonic geomorphology of the easternmost extension of the Gulf of Corinth (Beotia ,centeral Greece). tectonophysis, 453, pp.211-232.*
- *Keller, E.A., and Pinter, N. 1996. Active tectonics, earthquake, uplift and landscape, Prentice Hall Publication, London.*
- *Parsons, A., 2009. Geomorphology of Desert Environments, Springer Science, London.*
- *Pelletier, J., 2007. Desert Pavement Dynamics: Numerical Modeling and Field-based Calibration. Earth Surface Processes and Landforms, 32, pp.1913-1927.*
- *Ramirez-Herrera, M.T., 1998. Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay graben, Mexican Volcanic belt. Earth surface processes and land forms. 23, pp.317-322.*
- *Sorriso-Valvo, M. and Sylvester, A.G., 1993. The relationship between geology and landforms along a coastal mountain front, northern Calabria, Italy. Earth Surface processes and landforms.*
- *Yang, J.C., 1985. Geomorphology (in Chinese), High Education press. Beijing.*
- *Walker, R.T., and Khatib, M.M. 2006. Active faulting in the Birjand region of eastern Iran. Tectonics, 25, pp.1-17.*

www.SID.ir