Vol.12, No.3, Fall 2023, pp.23-39 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

CASE STUDY DOI: 10.22067/geoeh.2022.78382.1274 Open access

# The Impact of Active Tectonics on the Geomorphological Evidence of Alluvial Fans (Case Study: Alluvial Fans between Bardaskan and Kashmar)

**Fateme Najafi[a], Seyed Reza Hosseinzadeh[b*], Shahram Bahrami [c]**

[a] *PhD Candidate in Geomorphology, Department of Geography, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*
[b] *Associate Professor in Geomorphology, Department of Geography, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*
[c] *Associate Professor in Geomorphology, Department of Geography, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

***Received: 23 July 2022*** ***Revised: 10 September 2022*** ***Accepted: 13 October 2022***

## Abstract

This study investigated the impact of active tectonics, specifically the Dorubeh fault and an oblique-slip reverse fault, on the morphology of alluvial fans situated between Kashmar City and Ali Abad Keshmar Village in Bardaskan. The research employed a cartographic-analytical approach, utilizing 1:25,000 topographical maps, 1:100,000 and 1:250,000 geological maps, Landsat satellite images, and Google Earth. Mapping and image processing were conducted using such software as ArcMap, ArcView, Google Earth, and QGIS. The results demonstrated that fault activity plays a crucial role in shaping the predominant geomorphic features within this region, specifically the formation of alluvial fans known as bajada. The oblique-slip reverse fault, specifically, has induced significant modifications in the alluvial fans. It has repositioned the primary channels from central to peripheral and lateral positions, leading to alterations in sediment deposition patterns. Consequently, certain alluvial fans now intersect at three transverse surfaces and two longitudinal and transverse surfaces. The Doruneh fault's activity is characterized by the manifestation of uplifts, pressure ridges, and pressure anticlines occurring at various sections within the alluvial fans, including the upper, lower, and basal regions. This fault caused left-lateral offsets in certain sub-channels on the fan's surface, resulting in the development of single-surface and nested two-surface transverse and longitudinal alluvial fans at the base of the fan and the base of the pressure ridges. Furthermore, it modified the point of intersection of the primary alluvial channels, leading to the formation of segmented fans downstream of Doruneh fault.

**Keywords:** Active Tectonics, Active Fault, Alluvial Fans, Dorubeh, Morphology

[*]. Corresponding author: Seyed Reza Hosseinzadeh E-mail: srhosszadeh@um.ac.ir Tel: + 989153117325

**How to cite this Article:** Najafi, F., Hosseinzadeh, S. R., Bahrami,Sh. (2023). The impact of active tectonics on the geomorphological evidence of alluvial fans (case study: alluvial fans between Bardaskan and Kashmar. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *12*(3), 23-39.
**DOI: 10.22067/geoeh.2022.78382.1274**

Journal of Geography and Environmental Hazards are fully compliant With open access mandates, by publishing its articles under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Geography and Environmental Hazards
**Volume 12, Issue 3 - Number 47, Fall 2023**
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.78382.1274

**جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوازدهم، شمارهٔ چهل و هفتم، پاییز ۱۴۰۲، صص ۳۹-۲۳**

**مطالعهٔ موردی**

# تأثیر تکتونیک فعال بر شواهد ژئومورفولوژیکی مخروط افکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروط افکنه‌های بین بردسکن و کاشمر)

فاطمه نجفی- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.
سید رضا حسین زاده[1] - دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.
شهرام بهرامی - دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۱/۵/۱ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۶/۱۹ **تاریخ تصویب:** ۱۴۰۱/۷/۲۱

## چکیده

در این پژوهش به بررسی تأثیر تکتونیک فعال (گسل درونه و گسل مایع لغز معکوس) بر مورفولوژی مخروط افکنه‌های واقع در بین شهر کاشمر و روستای علی‌آباد کشمر شهرستان بردسکن پرداخته شده است. روش کار توصیفی- تحلیلی و بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰، داده‌های تصاویر ماهواره لندست با سنجنده ETM و Google Earth انجام شده و برای ترسیم نقشه‌ها و تصاویر، نرم‌افزارهای QGIS , Arc map, Arc view, Google Earth مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داده است که تحت تأثیر فعالیت گسل‌ها، مخروط افکنه‌ها به‌صورت باهادا چشم‌انداز غالب ژئومورفیک این منطقه را تشکیل می‌دهند .فعالیت گسل مایع لغز معکوس با عبور از رأس اکثر مخروط افکنه‌ها سبب تغییر موقعیت آبراهه اصلی مخروط افکنه‌ها به قسمت حاشیه‌ای و کناری آن‌ها، تغییر موقعیت رسوب‌گذاری در نتیجه سبب تقطیع بعضی از مخروط افکنه‌ها به‌صورت سه سطحی عرضی و دوسطحی طولی و عرضی شده است. فعالیت گسل درونه با عبور از

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۱۱۷۳۲۵
Email: Srhosseinzadeh@um.ac.ir

**نحوه ارجاع به این مقاله:**

نجفی، فاطمه؛ حسین زاده، سیدرضا؛ بهرامی، شهرام. ۱۴۰۲. تأثیر تکتونیک فعال بر شواهد ژئومورفولوژیکی مخروط افکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروط افکنه‌های بین بردسکن و کاشمر). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*. ۱۲(۳) صص ۳۹-۲۳
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.78382.1274

قسمت فوقانی، تحتانی و قاعده مخروط افکنه‌ها به‌صورت ایجاد بالا آمدگی، پشته‌های فشاری، طاقدیس فشاری مشهود است. از آثار دیگر این گسل می‌توان به جابجایی چپ‌گرد بعضی از آبراهه‌های فرعی سطح مخروط افکنه‌ها و تشکیل مخروط افکنه‌ها تک سطحی، دوسطحی عرضی و طولی (تودرتو) توسط آبراهه‌های فرعی در قاعده مخروط افکنه‌ها و پای طاقدیس‌های فشاری و همچنین تغییر نقطه تقطیع آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌ها و ایجاد مخروط افکنه‌ها تقطیع شده به‌صورت دوسطحی طولی (تودرتو) و عرضی در پایین‌دست گسل درونه اشاره کرد. در اثر فعالیت و ارتباط متقابل هر دو گسل سطوح اکثر مخروط افکنه‌های واقع در بین این دو گسل توسط آبراهه‌های فرعی به‌صورت عمیق و نیمه عمیق حفر شده و به‌شدت فرسایش پیدا کرده‌اند و همچنین آبراهه اصلی اکثر مخروط افکنه‌ها بستر خود را عمیقاً حفر کرده که منجر به ایجاد پادگانه‌های آبرفتی در مسیر خود شده‌اند از دیگر آثار متقابل فعالیت هر دو گسل می‌توان به هم پیوستن آبراهه‌های اصلی و فرعی مخروط افکنه‌ها و به‌تبع آن تشکیل آبراهه‌های واحد و ایجاد مخروط افکنه‌های دو سطحی عرضی و طولی (تودرتو) در پایین‌دست گسل درونه نام برد.

**کلیدواژه‌ها:** تکتونیک فعال، گسل فعال، مخروط افکنه، درونه، مورفولوژی.

**۱- مقدمه**

مخروط افکنه‌ها یکی از متداول‌ترین لندفرم‌ها در جبهه کوهستانی نواحی خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آیند. (رهیزوهمکاران[1]،۱۹۹٦؛ آون وهمکاران[2]، ۲۰۱٤). به اشکال بادبزنی یا مخروطی شکلی که از رسوبات رودخانه‌ای یا جریانات پررسوب ناهمگن در یک تغییر شیب توپوگرافی مثل جبهه کوهستان، پرتگاه یا کنار یک دره تشکیل می‌شوند، مخروط افکنه گفته می‌شود (مقصودی و محمد نژادآروق، ۱۳۹۰). ایجاد و توسعه، فرایندهای رسوب‌گذاری، مورفولوژی و مورفومتری مخروط افکنه‌ها توسط عوامل متعددی از قبیل فعالیت‌های تکتونیکی، آب‌وهوا، لیتولوژی، تغییر سطح اساس و ویژگی‌های مورفومتریک حوضه‌ها کنترل می‌شوند (بهرامی، ۲۰۱۳). حرکات تکتونیکی اغلب در اشکال ژئومورفیک بازتاب داشته به‌طوری‌که این اشکال می‌توانند به کمترین تغییرات واکنش نشان دهند. الگوی شبکه زهکشی و عملکرد آن در سطح مخروط افکنه‌ها به‌طور قابل‌توجهی می‌توانند تحت کنترل فعالیت‌های تکتونیکی باشد (یمانی،۱۳۹۱). موقعیت، تقطیع رسوبات مخروط افکنه‌ها، بافت، مورفولوژی و مورفومتریک مخروط افکنه‌ها تحت تأثیر گسلش و فعالیت تکتونیکی قرار می‌گیرند. (هوک[3] ۱۹۷۲؛ بول[4]، ۱۹۷۷؛ هاروی[5] ،۱۹۸۷؛ کلارک[6]،۱۹۹۸). تغییر مکان آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌ها از بخش میانی به بخش کناری و

1 Reheis et al.
2 Owen et al.
3 Hooke
4 Bull
5 Harvey
6 Clarke

حاشیه‌ای سطح مخروط افکنه موجب تشکیل سطوح فعال و غیرفعال و تقطیع آن‌ها خواهد شد که در این تغییر مکان، سه عامل مؤثر هستند ۱- کج شدگی بلوکی که مخروط افکنه بر روی آن تشکیل شده است ۲- حرکت امتداد لغز جوان گسلی واقع در بین کوه و دشت که موجب جابجایی کوهستان نسبت به مخروط افکنه می‌شود۳- رسوب‌گذاری در مدت‌زمان نسبتاً طولانی و کاهش شیب در بخش میانی سطح مخروط افکنه اتفاق افتاده است (بوربلنک و آندرسون[1] ۲۰۰۱). پژوهش‌های متعددی در جهان و ایران در رابطه با تأثیر تکتونیک بر مخروط افکنه‌ها انجام شده که به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود بول (۱۹٦٤) با بررسی نیمرخ‌های طولی مخروط افکنه‌های فرزنوی کالیفرنیای آمریکا به این نتیجه رسید که فعالیت‌های تکتونیکی در تقطیع آن‌ها نقش داشته است. هوک (۱۹۷۲) نشان داد که تکتونیک در تشکیل مخروط افکنه‌ها تقطیع شده دره کالیفرنیا مؤثر بوده است. لی وهمکاران[2] (۱۹۹۹) با بررسی مخروط افکنه‌های شمال شرق کوین قالی تبت در شمال غرب چین به این نتیجه رسیدند که فعالیت گسل‌ها در تقطیع مخروط افکنه و همچنین در ایجاد مخروط افکنه‌های جدید نقش داشته است. مالیک وهمکاران[3] (۲۰۰۱) با بررسی مخروط افکنه‌های غرب هند مشخص کردند که بالا آمدگی رشته‌کوه کاچچه مهم‌ترین عامل حفر سطح مخروط افکنه‌های این ناحیه محسوب می‌شود. گواسمی و همکاران[4](۲۰۰۹) با تحقیق بر روی مخروط افکنه‌های دشت گنگ در هند نشان دادند که تغییر موقعیت کانال‌ها، حفر سطح مخروط افکنه‌ها و تغییر مکان رسوب‌گذاری و زاویه جاروب آن‌ها تحت تأثیر تکتونیک به‌ویژه فرونشینی منطقه است. سارپ[5] (۲۰۱۵) با بررسی شاخص‌های مورفومتری مخروط افکنه‌ها و حوضه آبریز آن‌ها در حوضه جدایشی- کششی ارزینکن ترکیه نشان داد که مورفولوژی مخروط افکنه‌ها و حوضه آبریز آن‌ها توسط فعالیت‌های مداوم تکتونیکی سیستم گسلی آناتولی شمالی کنترل می‌شود. در ایران روستایی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی مخروط افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ به این نتیجه رسیدند که فعالیت تکتونیکی بر شکل، دسترسی، جایگزینی، وسعت، ضخامت رسوب‌ها و تکه تکه شدن مخروط افکنه‌های تأثیر داشته است. بهرامی وهمکاران (۱۳۹۱) با بررسی نقش تکتونیک در میزان برش مخروط افکنه‌های طاقدیس دنه خشک به این نتیجه رسیدند که برش مخروط افکنه‌های این ناحیه تحت تأثیر وضعیت تکتونیکی یا شیب ساختمانی پهلوهای طاقدیس بوده است. فتوحی(۱۳۹۲) با بررسی تکتونیک فعال بر مخروط افکنه دوقلوی وزیره در جنوب شهر قطرویه در جنوب شهرستان نیریز فارس به این نتیجه رسید که پایین‌افتادگی چاله‌میدان گل تحت تأثیر فعالیت گسل وزیره، موجب افزایش میزان فرایش نسبت به فرسایش شده که در نتیجه در پیدایش مخروط افکنه دوقلوی وزیره تأثیر داشته است.آروق و اصغری (۱۳۹٤) با بررسی آثار و شواهد گسل‌های فعال بر مورفولوژی مخروط

1 Burbank and Anderson
2 Li et al.
3 Malik et al.
4 Goswami et al.
5 Sarp

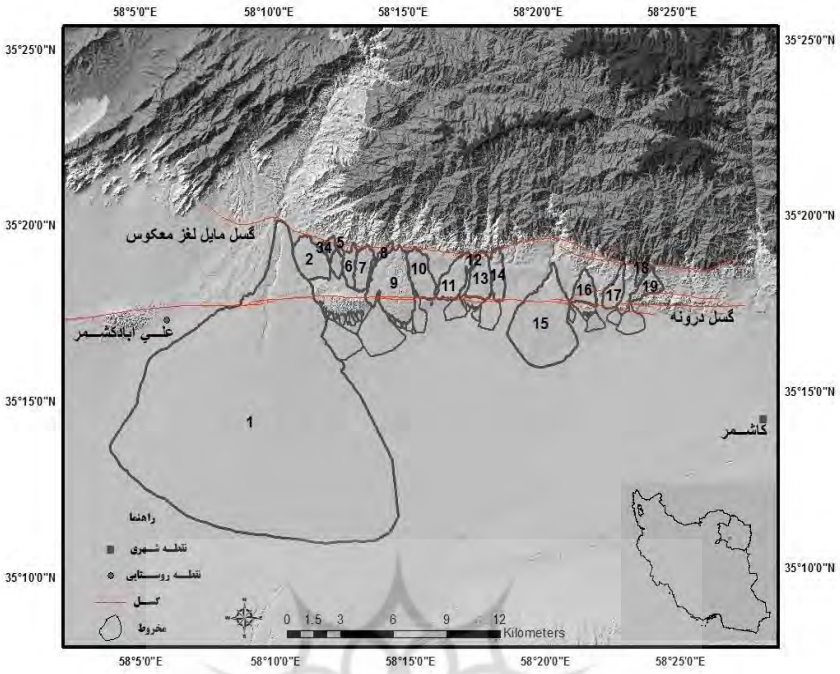
افکنه‌های واقع در بخش شرقی گرمسار نشان دادند که فعالیت گسل‌های گرمسار، کلوت و قربیلک در بالا آمدن رسوب‌های مخروط افکنه ای و رسوبات الیگوسن زیرین، تشکیل سطوح مختلف بالا آمده، متروک شدن سطح مخروط افکنه‌ها، جابجایی افقی شبکه زهکشی سطح مخروط افکنه‌ها، جابجایی نقطه تقطیع آبراهه‌ها و فضای قابل دسترس مخروط افکنه‌ها تأثیر داشته است. گورابی و محمدنژاد (۱۳۹۷) با بررسی آثار تکتونیک فعال در اطراف کویر طبس به این نتیجه رسیدند که سیستم گسلی فعال در این منطقه موجب چین خوردگی رسوبات کواترنر، رشد چین‌ها، جابه‌جایی مسیل، تشکیل پرتگاه، پیدایش دره‌های بسیار عمیق کانیونی، تقطیع و جابجایی مخروط افکنه‌ها از جبهه کوهستان به سمت پلا یای طبس شده است. هدف این پژوهش بررسی نحوه تأثیر فعالیت گسل‌های واقع در بین شهر کاشمر و روستای علی‌آباد کشمر بر شواهد مورفولوژیکی مخروط افکنه‌ها منطقه است.

**۲- مواد و روش‌ها**

در مرحله اول بر اساس پژوهش‌های تکتونیکی انجام شده در منطقه موردمطالعه وضعیت منطقه از نظر تکتونیکی یعنی موقعیت، نوع گسل‌ها، ویژگی و نحوه جابجایی و فعالیت آن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله دوم مقالات مربوط به تأثیر تکتونیک بر مورفولوژی مخروط افکنه‌ها به‌ویژه مخروط افکنه‌های تقطیع شده در ایران و جهان مطالعه شد. در مرحله سوم با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره لندست با سنجنده ETM و google Earth به‌عنوان ابزار اصلی تحقیق، محدوده مخروط افکنه‌ها و حوزه زهکشی آن‌ها ترسیم شد و سپس با استفاده تفاوت الگوی آبراهه‌ها، الگوی منحنی میزان و رنگ مخروط افکنه‌ها سطح‌بندی مخروط افکنه‌ها استخراج گردید. در مرحله چهارم با تلفیق و تطبیق لایه‌های مختلف رقومی از قبیل مخروط افکنه‌ها، آبراهه‌ها و گسل‌ها نقش تکتونیک بر مورفولوژی مخروط افکنه‌ها و آبراهه‌های آن‌ها تجزیه‌وتحلیل شد که در همه این مراحل نرم‌افزارهای مختلف Arc view, Google Earth,QGIS,Arc map مورد استفاده قرار گرفته شد.

**۳- موقعیت و شرایط تکتونیکی منطقه موردمطالعه**

مخروط افکنه‌های مورد بررسی در شمال شرق ایران در جنوب غربی استان خراسان رضوی بین شهر کاشمر و روستای علی‌آباد کشمر شهرستان بردسکن قرار گرفته است. کوه سرخ مهم‌ترین ارتفاع این منطقه را تشکیل می‌دهد بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی و مطالعات تکتونیکی پیشین، دو گسل اصلی در این منطقه وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها گسل درونه است (شکل ۱).




**شکل ۱- موقعیت مخروط افکنه‌های منطقه موردمطالعه**

گسل درونه با طول تقریباً ٦٠٠ کیلومتر، طولانی‌ترین و مهم‌ترین ساختار خطی بعد از گسل زاگرس در ایران محسوب می‌شود (تچالنکو[1]،۱۹۷۳). این گسل ترا گذر مرزی در مرز بین کپه داغ در شمال و بلوک یزد و لوت در جنوب واقع شده است (امینی وهمکاران،۱۳۹۳). گسل درونه با جهت شمال غرب- جنوب شرق از مرز ایران و افغانستان شروع شده و با جهت شرقی - غربی در بخش مرکزی گسل تا نزدیکی مرکز ایران با جهت شمال شرق - جنوب غرب امتداد می‌یابد. (زارع، ۱۳۷۹). این گسل با شکل منحنی یا خمیده بر اساس ژئومتری، جهت و عرض به سه بخش غربی، مرکزی و شرقی تقسیم می‌شود که هر بخش نسبت به بخش‌های دیگر گسل ویژگی‌های ژئومتری، حرکتی، ساختاری و ژئومورفیک متفاوتی دارد. بخش غربی گسل با مکانیسم چپ گرد معکوس با ژئومتری فراگام چپ گرد، بخش مرکزی گسل امتداد لغزچپ گرد با گسل‌های تقریباً موازی و بخش شرقی گسل با گسلش معکوس و چین خوردگی مرتبط با گسل مشخص می‌شوند. بخش مرکزی گسل از منطقه موردمطالعه عبور کرده که با طول تقریبی ۱٤۰ کیلومتر بین طول‌های جغرافیایی ′۵۹°۱۵ تا′۵۷°۳۷ شرقی امتداد یافته است این قسمت از گسل شامل ۹ رشته موازی با طول بین ۵ تا ٤۵ کیلومتریک بخش کم‌عرض با پهنای چند متر تا ٤۰۰ متر را تشکیل می‌دهد. مکانیسم جابجایی یا حرکت در بخش مرکزی گسل امتداد لغز است اما پیچیدگی‌های ساختاری از قبیل پله‌ها و خم‌های آزاد و

1 Tchalenko

گرفتار موجب شیوه‌های متفاوت تغییر شکل در این قسمت از گسل شده در نتیجه قلمروهای بزرگ و متنوعی از کوتاه شدگی کوششی در این بخش از گسل ایجاد شده است. به عبارتی موقعیت و جهت قلمرو محلی کششی و فشارشی و اشکال ژئومورفیک مربوطه، به ژئومتری خم و پله زون امتداد لغز و همچنین به درجه تراکششی و ترافشارشی بستگی دارد (فربد،۲۰۱۱)؛ بنابراین در بخش مرکزی گسل هم فعالیت تراکششی وهم ترا فشارشی اتفاق افتاده به عبارتی بر اثر فعالیت ترا فشارشی بالا آمدگی و چین‌خوردگی‌های متعدد و جوانی شامل پشته‌های فشاری و طاقدیس فشاری در رسوبات آبرفتی پلیوسن – پلیستوسن ایجاد شده است که ازجمله این چین‌خوردگی‌ها می‌توان کاج درخت، شمال خلیل‌آباد، شمال محمدیه، کوه تیغ احمد و غیره نام برد و همچنین در اثر فعالیت تراکششی، حوضه‌های کششی- جدایشی ایجاد شده که می‌توان به حوضه‌های کششی- جدایشی ششطراز و فورشه اشاره کرد (جوادی و همکاران۱۳۸۹، فتاحی و همکاران، ۲۰۰۹). گسل مورب لغز یا مایل لغز معکوس در شمال گسل درونه از دیگر گسل‌های است که با عبور از جبهه کوهستان بر منطقه موردمطالعه تأثیر داشته است (شکل ۱). در اثر وجود و ارتباط متقابل گسل چپ گرد درونه و گسل مایل لغز معکوس بین شهر کاشمر و روستای علی‌آباد کشمر یک گوه انقباضی یا فشارشی کم‌عرضی ایجاد شده که منجر به تشکیل قلمروهای بالا آمده نسبتاً وسیعی شده، به‌تبع آن سطوح مخروط افکنه‌ها بالا آمده و به‌شدت دچار فرسایش شده‌اند (فربد،۲۰۱۱).

## ٤- نتایج و بحث

### ٤-١- تأثیر فعالیت گسل‌ها بر تحول و شواهد مورفولوژی مخروط افکنه‌ها

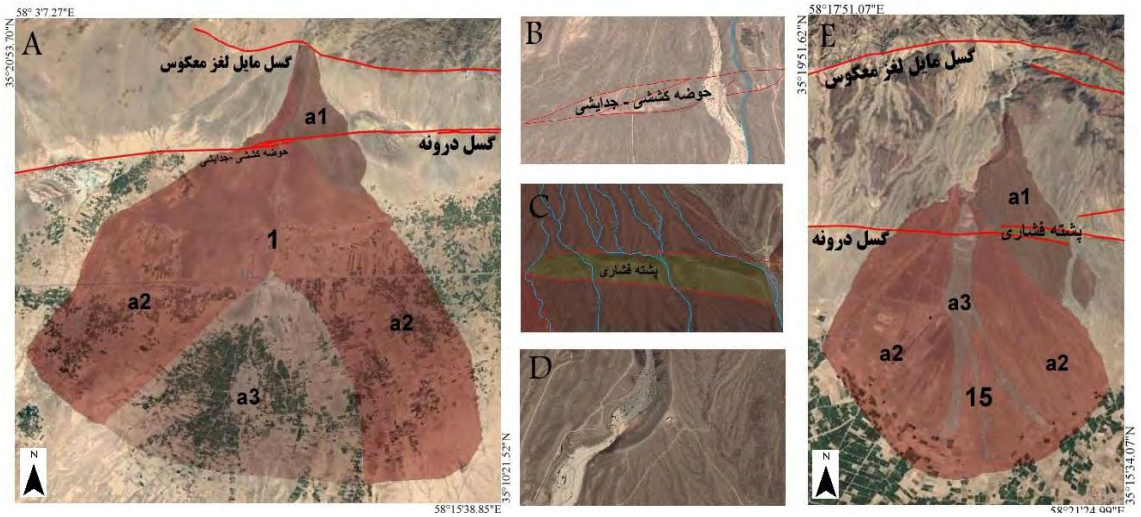
چشم‌انداز مناطق فعال از نظر تکتونیکی با مخروط افکنه‌های زیادی مشخص می‌شوند اما در مناطقی که از نظر تکتونیکی در شرایط پایدار قرار دارند معمولاً دشت سرها مشاهده می‌شوند (بول، ۱۹۷۷). فعالیت‌های تکتونیکی با ایجاد تغییر در شرایط هیدرولوژیک رودها از طریق تغییر در سطح اساس یا شیب طولی رودها می‌توانند موجب تغییر در فرایندهای فرسایشی رودها شوند بنابراین در چنین وضعیتی موقعیت حفر یا رسوب‌گذاری رودها تغییر پیدا می‌کند که نتیجه تغییر در موقعیت حفر و یا رسوب‌گذاری رودها، جابجایی مراکز بیشینه رسوبی به شکل عرضی در دو طرف مخروط افکنه یا به‌صورت طولی به سمت رأس یا قاعده مخروط افکنه و به دنبال آن تشکیل مخروط افکنه جدید، تقطیع شده، فرسایش و تخریب مخروط افکنه‌های موجود است (بول، ۲۰۰۷)؛ بنابراین مورفولوژی مخروط افکنه‌های تقطیع شده می‌تواند شاخصی برای فعالیت‌های تکتونیکی باشد به دلیل اینکه مخروط افکنه‌ها می‌توانند منعکس کننده نرخ‌های متفاوت فرایندهای تکتونیکی از قبیل گسلش، کج شدگی، چین خوردگی و بالاآمدگی در نزدیکی جبهه کوهستان باشند (کلر و پینتر[1] ۲۰۰۲).

1 Keller and Pinter

تحت تأثیر فعالیت گسل‌ها، مخروط افکنه‌ها اشکال غالب در جبهه کوهستان و پایکوه های منطقه، محسوب می‌شوند به‌طوری‌که مخروط افکنه‌ها بزرگ و کوچک در کنار هم به‌صورت باهادا چشم‌انداز اصلی ژئومورفیک این منطقه را تشکیل می‌دهند. در منطقه موردمطالعه گسل ملیل لغز معکوس از رأس اکثر مخروط افکنه‌ها واقع بین روستای علی‌آباد کشمر و شهر کاشمر یعنی مخروط افکنه‌های شماره ۱ تا ۱۹ و گسل درونه در این بخش از منطقه موردمطالعه از قسمت رأس، فوقانی، تحتانی و قاعده مخروط افکنه‌ها عبور می‌کند (شکل ۱). با توجه به موقعیت یا نحوه قرارگیری و فعالیت این گسل‌ها تأثیرات متفاوتی بر مورفولوژی مخروط افکنه داشته‌اند. تحت تأثیر فعالیت گسل‌ها، اکثریت مخروط افکنه‌ها تقطیع شده‌اند یا به بیان دیگر اکثر مخروط افکنه‌های به‌صورت چند سطحی عرضی و طولی یا شعاعی با سطوح رسوب‌گذاری متفاوت شکل گرفته‌اند و توالی مخروط افکنه‌ها هم در این منطقه مشاهده می‌شود که در ادامه بحث به آن پرداخته خواهد شد.

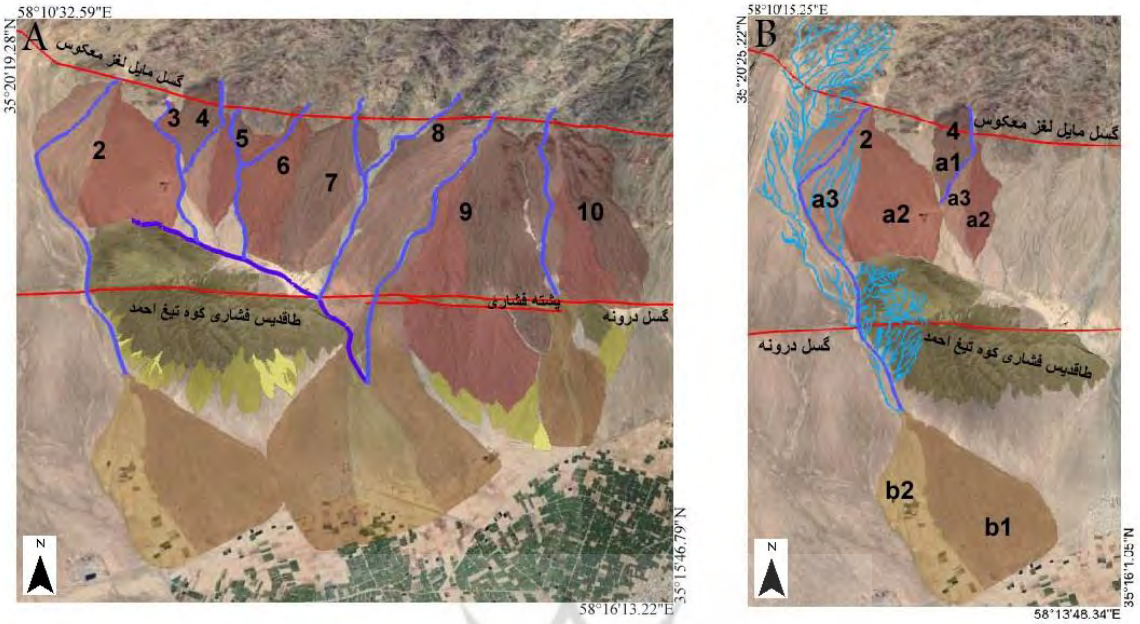
گسل درونه با عبور از قسمت فوقانی مخروط افکنه‌های شماره ۱ و ۱۵ موجب تقطیع آن‌ها شده است به‌طوری‌که این مخروط افکنه‌ها از سه سطح بسیار قدیمی، قدیمی و جدید به‌صورت طولی یا شعاعی تشکیل شده اندکه سطوح قدیمی وجدید این مخروط افکنه‌ها به‌صورت تودرتو شکل گرفته‌اند. در اثر حفر شدید ناشی از فعالیت گسل در مسیر آبراهه اصلی هر دو مخروط افکنه پادگان‌های آبرفتی دیده می‌شود. سطح بسیار قدیمی مخروط افکنه شماره ۱۵ تحت تأثیر فعالیت ترا فشارشی گسل دچار بالا آمدگی شده و در آن پشته‌های فشاری ایجاد شده است و جابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی در سطح بسیار قدیمی آن مشاهده می‌شود. فتاحی و همکاران (۲۰۰۹) به ایجاد یک حوضه کششی- جدایشی کوچک اما با انحنای زیاد بر اثر فعالیت ترا کششی گسل در سطح قدیمی مخروط افکنه شماره ۱ یا مخروط افکنه رود ششطراز و به جابه‌جایی چپ گرد حدود ۲۵ متر در سطح قدیمی مخروط افکنه در امتداد رود ششطراز تحت تاثیرفعالیت گسل اشاره کرده‌اند (شکل ۲).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




**شکل۲-A وE تقطیع مخروط افکنه‌های شماره ۱ (A) و شماره ۱۵ (E) به‌صورت طولی (تودرتو) تحت تاثیر فعالیت گسل درونهa1 سطح بسیار قدیمی a2 سطح قدیمی a3 سطح جدید. (B) حوضه کششی- جدایشی در سطح قدیمی، جابجایی آبراهه به میزان ۲۵ متر در سطح قدیمی و پادگانه آبرفتی در مسیر آبراهه اصلی مخروطه افکنه شماره ۱ تحت تاثیرفعالیت گسل درونه. (C) پشته فشاری ناشی از فعالیت ترا فشارشی گسل درونه وجابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی در سطح بسیار قدیمی مخروط افکنه شماره ۱۵. (D) پادگانه آبرفتی در مسیر آبراهه اصلی مخروط افکنه شماره ۱۵ تحت تاثیرفعالیت گسل درونه.**

گسل مایل لغز معکوس در رأس مخروط افکنه شماره ۲ با تغییر موقعیت آبراهه اصلی آن به سمت غرب سبب ایجاد یک سطح جدید در کنار سطح قدیمی به‌صورت عرضی شده است. فعالیت هر دو گسل مایل لغز معکوس و درونه، موجب به هم پیوستن آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی سطح جدید مخروط افکنه شماره۲ با آبراهه‌های فرعی بین دو مخروط افکنه ۱ و ۲ شده است که بعد از عبور از خط گسل درونه و غرب طاقدیس فشاری کوه تیغ احمد ودریافت آبراهه‌هایش با تشکیل آبراهه واحد، نقطه تقطیع و محل رسوب گذاری آن تغییر یافته و مخروط افکنه جدیدی ایجاد نموده که ادامه فعالیت گسل درونه سبب تغییر موقعیت آبراهه اصلی آن به سمت غرب و به‌تبع آن سبب تشکیل سطح جدیدی به‌صورت عرضی در کنارسطح قدیمی شده است. اثر گسل مایل لغز معکوس درقسمت فوقانی مخروط افکنه شماره ٤ به‌صورت تغییر موقعیت آبراهه اصلی مخروط افکنه و محل رسوب گذاری آن و در نتیجه تشکیل یک مخروط افکنه دو سطحی عرضی در کنار این مخروط افکنه در ارتفاع پایین‌تر و تغییر مکان آبراهه اصلی به قسمت کناری این مخروط افکنه دو سطحی بوده است (شکل ۳).



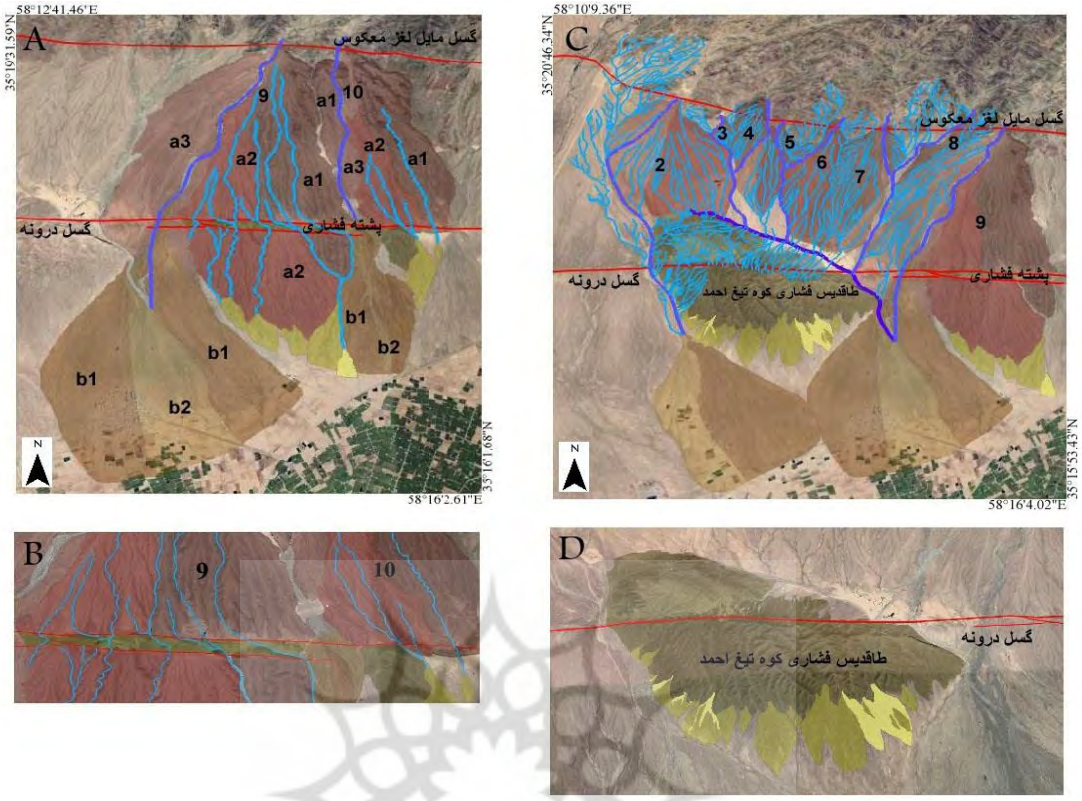

**شکل۳-(A) نمای کلی موقعیت مخروط افکنه‌ها شماره۱۰ تا۲ و تغییر موقعیت آبراهه‌های اصلی آن‌ها.B تقطیع مخروط افکنه شماره ۲ به‌صورت عرضی دو سطحی تحت تأثیر گسل مایل لغز معکوس، به هم پیوستن آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی سطح جدید مخروط افکنه شماره۲ با آبراهه‌های فرعی بین دو مخروط افکنه ۱ و ۲ تحت تاثیرفعالیت گسل مایل لغز معکوس و گسل درونه وتغییر نقطه تقطیع بعد از عبور از گسل درونه و ایجاد مخروط افکنه تقطیع شده عرضی دو سطحی در پایین دست گسل درونه. ایجاد مخروط افکنه جدید دو سطحی عرضی در کنار مخروطه افکنه بسیار قدیمی شماره٤ وتغییر موقعیت آبراهه اصلی به قسمت کناری در مخروطه افکنه دو سطحی تحت تأثیر گسل مایل لغز معکوس. a1 سطح بسیار قدیمی a2 سطح قدیمی a3 سطح جدید و b1 سطح قدیمیb2 سطح جدید.**

فعالیت گسل مایل لغز معکوس در رأس مخروط افکنه شماره ۸،۵،۳ موجب تغییر آبراهه اصلی این مخروط افکنه‌ها به قسمت کناری و مخرو ط افکنه‌ها٦ و۷ شده به قسمت حاشیه‌ای و دو سطحی شدن مخرو ط افکنه شماره ۷ شده است. تحت تاثیر هر دو گسل مایل لغز معکوس و گسل درونه سطح مخرو ط افکنه‌ها توسط آبراهه‌ها فرعی به‌صورت عمیق و نیمه عمیق حفر شده است (شکل ۳).

گسل مایل لغز معکوس در رأس مخروط افکنه‌های شماره ۱۰ و ۹ با تغییر موقعیت آبراهه اصلی مخروط افکنه‌ها به سمت غرب موجب تقطیع مخروط افکنه به سه سطح بسیار قدیمی، قدیمی و جدید به‌صورت عرضی شده است. گسل درونه به ترتیب با عبور از قسمت تحتانی و قاعده مخروط افکنه‌های ۱۰ و۹ این مخروط افکنه‌ها را تحت تأثیر خود قرار داده است. فعالیت ترافشارشی گسل در سطوح بسیار قدیمی و قدیمی، به‌صورت بالا آمدگی و پشته فشاری

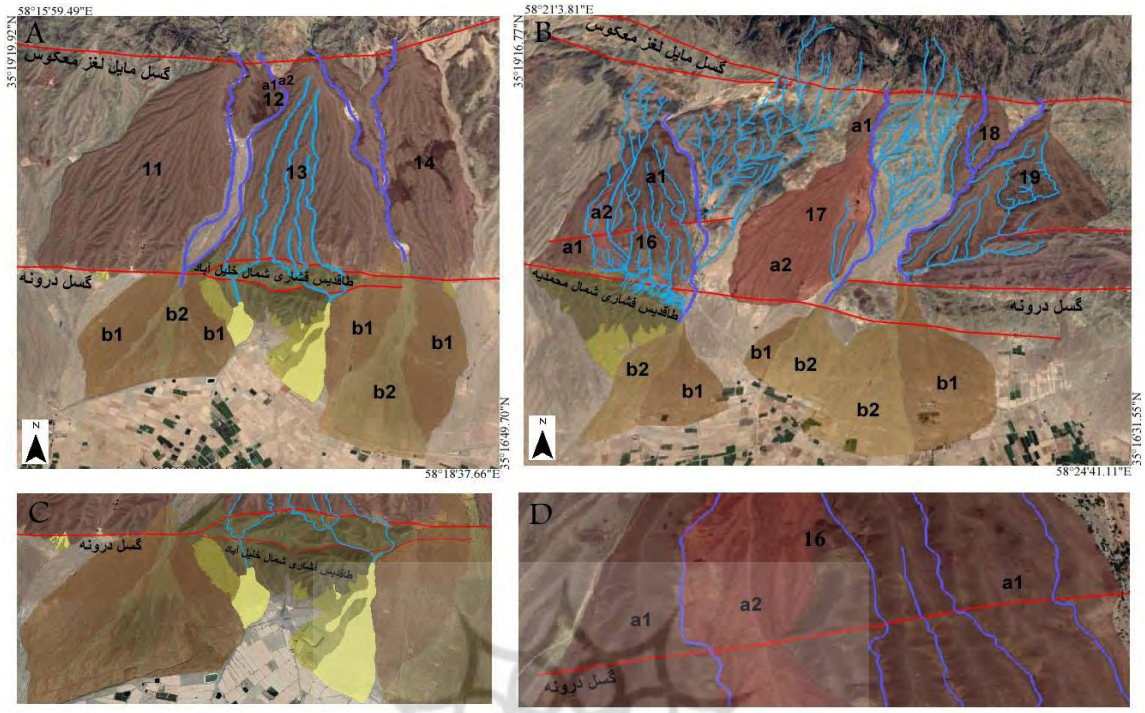
مشهود است و در آبراهه‌های فرعی واقع بر روی این سطوح در محل عبورگسل درونه جابجایی چپ گرد و حفر عمیق صورت گرفته که بعضی ازاین آبراهه‌های فرعی در مخروط افکنه شماره ۹ به‌صورت بی سرمشاهده می‌شود و تعدادی از آبراهه‌های فرعی پس از عبور از گسل درونه و پشته‌های فشاری در قسمت قاعده سطوح بسیار قدیمی و قدیمی مخروط افکنه‌ها، مخروط افکنه‌های تک سطحی تشکیل داده‌اند البته در اثر فعالیت گسل درونه نیز چند آبراهه فرعی به هم پیوسته ودرقاعده مخروط افکنه شماره۹ در کنار مخروط افکنه قدیمی یک مخروط افکنه جدیدتر ایجاد نموده‌اند. تحت تأثیر فعالیت هر دو گسل سطوح بسیار قدیمی و قدیمی مخروط افکنه‌ها به‌شدت حفرو فرسایش پیدا کرده‌اند و آبراهه‌های اصلی هر دو مخروط افکنه با حفر عمیق ناشی از فعالیت هر دو گسل با ایجاد پادگانه آبرفتی در مسیر خود بعد از عبورازگسل درونه و با تغییر نقطه تقطیع و محل رسوب گذاری، مخروط افکنه‌های دو سطحی طولی (تودرتو) در پایین دست خط گسل درونه ایجاد کرده‌اند .علاوه بر این به سطح جدید مخروط افکنه تودرتوی که آبراهه اصلی شماره ۹ در پایین دست گسل درونه ایجاد کرده است جریانی از سمت غرب وارد شده به‌طوریکه بالا آمدگی سطوح مخروط افکنه‌ها تحت تأثیر فعالیت هر دو گسل و طاقدیس فشاری کوه تیغ احمد ناشی از فعالیت ترا فشارشی گسل درونه در جنوب مخروط افکنه‌های شماره ۸،۷،٦،٥،٤،۳،۲ وسطح جدید مخروط افکنه شماره۹ به‌عنوان یک مانع مسدودکننده، موجب به هم پیوستن آبراهه‌های فرعی مخروط افکنه شماره ۲، آبراهه‌های فرعی و اصلی مخروط افکنه‌های شماره۸،۷،٦،٥،٤،۳ و آبراهه‌های یال شمالی طاقدیس فشاری تیغ احمدشده که در نهایت با تشکیل یک آبراهه واحد و پس از عبور از پای یال شمالی طاقدیس فشاری تیغ احمد وارد مخروط افکنه تودرتو شده است. آبراهه‌هایی که از یال شمالی به‌ویژه یال جنوبی طاقدیس فشاری تیغ احمد سرچشمه می‌گیرند در پای آن مخروط افکنه‌های متعددی ایجاد نموده‌اند که ناشی از فعالیت گسل درونه است. از دیگر آثار این گسل می‌توان به دوسطحی شدن عرضی و طولی یا شعاعی و تغییر مسیر آبراهه‌های اصلی به قسمت کناری و حاشیه‌ای بعضی از این مخروطه افکنه‌ها در پای یال جنوبی طاقدیس فشاری تیغ احمد اشاره کرد (شکل ٤).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ٤- (A) تقطیع مخروط افکنه‌های شماره ۱۰ و۹ به‌صورت عرضی سه سطحی به دلیل فعالیت گسل مایل لغز معکوس a1 سطح بسیار قدیمی a2 سطح قدیمی a3 سطح جدید و تغییر نقطه تقطیع تحت تأثیر فعالیت گسل درونه و ایجاد مخروط افکنه دو سطحی طولی (تو در تو) در پایین دست گسل درونه توسط آ براهه های اصلی مخروط افکنه‌های شماره۱۰ و۱۹b سطح قدیمیb2 سطح جدید. پشته فشاری و بالا آمدگی ناشی از فعالیت ترافشارشی گسل درونه در قسمت تحتانی و قاعده مخروطه افکنه‌های شماره ۱۰ و۹ وایجاد مخروط افکنه تک سطحی و تشکیل مخروط افکنه قدیم و جدید در کنار هم در قاعده مخروط افکنه‌های شماره ۱۰ و۹ توسط آبراهه‌های فرعی سطح مخروط افکنه‌ها تحت تأثیر فعالیت گسل درونه. (B) جابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی در سطوح بسیار قدیمی و قدیمی مخروط افکنه‌ها شماره ۱۰ و۹ و آبراهه‌های بی سر مخروط افکنه شماره ۹ تحت تأثیر فعالیت گسل درونه. (C) به هم پیوستن آبراهه‌های فرعی مخروط افکنه‌های شماره ۲ و آبراهه‌های فرعی و اصلی مخروط افکنه شماره ۸،۷،٦،٥،٤،۳ و آبراهه‌های یال شمالی طاقدیس فشاری کوه تیغ احمد تحت تأثیر فعالیت هر دو گسل مایل لغز معکوس و درونه وتشکیل آبراهه واحد و ورود به مخروط افکنه تودر تودر پایین دست گسل درونه. (D) ایجاد مخروطه افکنه‌های تک سطحی، دو سطحی عرضی و طولی (رنگ سدری سطوح قدیمی و رنگ زرد سطوح جدید مخروط افکنه‌ها) در پای طاقدیس فشاری کوه تیغ احمدتحت تأثیر فعالیت گسل درونه.**

گسل مایل لغز معکوس با عبور ازراس وگسل درونه با عبور از قاعده مخروط افکنه‌های شماره ۱۹،۱۸،۱۷،۱٦،۱٤،۱۳،۱۲،۱۱ این مخروط افکنه‌ها تحت تأثیر خود قرار داده‌اند. گسل مایل لغز معکوس موجب تغییر مسیر آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌های شماره۱٤،۱۳،۱۲،۱۱ به قسمت حاشیه‌ای و مخروط افکنه‌های شماره۱۹،۱۷،۱٦ به قسمت کناری مخروط افکنه‌ها شده است. تحت تأثیر فعالیت گسل مایل لغزمعکوس مخروط افکنه‌های شماره ۱۲ به‌صورت دوسطحی عرضی، شماره ۱٦ دوسطحی طولی (تودرتو) و شماره۱۷ دوسطحی طولی شکل گرفته‌اند که سطح قدیمی مخروط افکنه تودرتو شماره ۱٦ نتیجه رسوب‌گذاری آبراهه‌های فرعی است که خارج از مخروط از شمال غرب مخروط افکنه واردسطح بسیار قدیمی شده است. آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌های شماره ۱۱ با۱۲ وشماره۱۳ با۱٤، آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی سطح مخروط افکنه شماره ۱٦ با آبراهه‌های واقع در بین مخروط افکنه‌های شماره ۱٦ و ۱۷، آبراهه اصلی مخروط افکنه شماره ۱۷ و تعداد معدودی از آبراهه‌های فرعی آن با آبراهه‌های چند مخروط افکنه به‌شدت فرسایش و تخریب یافته و آبراهه‌های اصلی و فرعی مخروط افکنه‌های شماره ۱۹،۱۸ تحت تأثیر فعالیت هر دوگسل به هم پیوسته و با تشکیل آبراهه واحد بعد از عبور از گسل درونه و تغییر نقطه تقطیع به ترتیب مخروط افکنه‌های دوسطحی تودرتو، تو درتو، دوسطحی عرضی، عرضی و عرضی در پایین دست خط گسل درونه ایجاد کرده‌اند. تحت تأثیر فعالیت هر دو گسل آبراهه‌های فرعی سطح مخروط افکنه‌های ۱۹،۱۸،۱۷،۱٦،۱٤،۱۳،۱۲،۱۱ را به‌شدت حفر نموده‌اند و در آبراهه‌های فرعی واقع بر روی سطوح مخروط افکنه‌های۱٦ و۱۳ در محل عبورگسل درونه جابجایی چپ گرد رخ داده است. درقاعده اکثر این مخروط افکنه‌ها بر اثر فعالیت ترافشارشی گسل درونه بالا آمدگی و چین خوردگی ایجاد شده که به‌ویژه در مخروط افکنه ۱٦ و ۱۳ با نمود بیشتری مشاهده می‌شود. بعضی از این آبراهه‌های فرعی پس از عبور از بالا آمدگی وطاقدیس فشاری مخروط افکنه‌های را ایجاد کرده‌اند که اکثر این مخروط افکنه‌ها، مانند مخروط افکنه‌های پای طاقدیس فشاری شمال محمدیه درقاعده مخروط افکنه ۱٦ به‌صورت تک سطحی بوده ولی در قاعده مخروط افکنه شماره ۱۱ مخروط افکنه‌های دو سطحی طولی یا شعاعی تشکیل شده و درپای طاقدیس فشاری شمال خلیل آباد درقاعده مخروط افکنه شماره۱۳ مخروط افکنه دو سطحی عرضی ومخروط افکنه جدید در کنار مخروط افکنه قدیمی مشاهده می‌شود شکل (۵).




**شکل۵- (A) و (B) تغییر مسیر آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌های شماره۱۱،۱۳،۱۲، ۱٤ به قسمت حاشیه‌ای و مخروط افکنه‌های شماره ۱٦،۱۷،۱۹ به قسمت کناری مخروط افکنه و تقطیع مخروط افکنه‌های شماره ۱۲ به‌صورت دوسطحی عرضی، شماره۱٦ دوسطحی طولی (تودرتو) وشماره۱۷ دوسطحی طولی یا شعاعی تحت تأثیر گسل مایل لغز معکوس a1 سطح بسیار قدیمی a2 سطح قدیمی. تشکیل آبراهه واحد تحت تأثیر فعالیت گسل‌های مایل لغز معکوس و درونه با به هم پیوستن آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌های شماره ۱۲ با۱۱، شماره۱٤ با۱۳، آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی سطح مخروط افکنه شماره ۱٦ با آبراهه‌های واقع در بین مخروط افکنه‌های شماره ۱٦ و ۱۷، آبراهه اصلی مخروط افکنه شماره ۱۷ و تعداد معدودی از آبراهه‌های فرعی آن با آبراهه‌های چند مخروط افکنه به‌شدت فرسایش و تخریب یافته و آبراهه‌های اصلی و فرعی مخروط افکنه‌های شماره ۱۹ با۱۸، تغییر نقطه تقطیع ایجاد مخروط افکنه‌های دوسطحی تودرتو و عرضی در پایین‌دست گسل درونه b1 سطح قدیمی b2 سطح جدید. (C) جابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی مخروط افکنه شماره۱۳، ایجاد مخروطه افکنه‌های تک سطحی، دو سطحی عرضی و ایجاد مخروط افکنه جدید در کنار مخروط افکنه قدیمی توسط آبراهه‌های فرعی در پای طاقدیس فشاری خلیل آباد در قاعده مخروط افکنه شماره ۱۳ و دو سطحی طولی در قاعده مخروط افکنه شماره مخروط افکنه ۱۱ تحت تأثیر فعالیت گسل درونه. (رنگ سدری سطوح قدیمی و رنگ زرد سطوح جدید مخروط افکنه‌ها) (D) جابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی مخروط افکنه شماره۱٦ تحت تأثیر فعالیت گسل درونه.**

**۵- جمع‌بندی**

شبکه‌های زهکشی، رودها و مخروط افکنه‌ها نسبت به تغییرات تکتونیکی بسیار حساس هستند به همین دلیل مخروط افکنه‌ها یکی از بهترین چشم‌اندازهایی هستند که می‌توان شواهد مورفوتکتونیک را در سطح آن‌ها مورد بررسی قرار داد ( پارسونز و آبراهامز[1]، ۲۰۰۹). گسل مایع لغز معکوس با عبور از رأس اکثر مخروط افکنه‌ها و گسل درونه با مکانیسم چپ گرد باترا فشارش و ترا کشش محلی با عبور از قسمت رأس، فوقانی، تحتانی و قاعده مخروط افکنه‌ها منطقه موردمطالعه، آن‌ها را تحت تأثیر خود قرار داده‌اند البته با توجه به موقعیت، نحوه قرارگیری و نحوه فعالیت این گسل‌ها تأثیرات متفاوتی بر مخروط افکنه‌ها داشتند که به‌طور خلاصه با آن اشاره می‌شود.

۱- گسل مایل لغز معکوس با عبور از رأس اکثر مخروط افکنه‌ها موجب تغییر موقعیت آبراهه اصلی مخروط افکنه‌های شماره ۱۹،۱۷،۱٦،۸،۵،۳ به قسمت کناری و مخروط افکنه‌های شماره ۱٤،۱۳،۱۲،۱۱،۷،٦ به قسمت حاشیه‌ای مخروط افکنه‌ها شده است. همچنین فعالیت این گسل موجب تقطیع و در نتیجه سه سطحی شدن عرضی مخروط افکنه‌های شماره ۹ و ۱۰ دوسطحی شدن عرضی مخروط افکنه شماره ۱۲،۷،۲ و دوسطحی شدن طولی (تودرتو) شماره۱٦ دوسطحی شدن طولی ۱۷ شده است علاوه بر این یک مخروط افکنه دوسطحی عرضی در کنار مخروط افکنه بسیار قدیمی شماره٤ ایجاد نموده است.

۲- گسل درونه با عبور از قسمت فوقانی مخروط افکنه‌های شماره ۱۵ و۱ سبب تقطیع آن‌ها به‌صورت سه سطحی طولی (تودرتو) و فعالیت ترا کششی و ترا فشارشی گسل به ترتیب موجب ایجاد حوضه کششی- جدایشی در مخروط افکنه شماره ۱ و پشته فشاری در مخروط افکنه شماره ۱۵ شده است. همچنین جابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی در سطح هر دو مخروط افکنه در محل عبور گسل رخ داده است. اثر فعالیت ترا فشارشی گسل درونه در قسمت تحتانی و قاعده اکثرمخروط افکنه‌ها به‌صورت ایجاد بالا آمدگی، پشته‌های فشاری و طاقدیس فشاری مشهود است. از دیگر آثار این گسل می‌توان به ایجاد مخروط افکنه‌ها تک سطحی، دوسطحی عرضی و طولی توسط آبراهه‌های فرعی در قاعده اکثرمخروط افکنه‌ها و پای طاقدیس‌های فشاری و جابجایی چپ گرد آبراهه‌های فرعی در سطح مخروط افکنه‌ها شماره ۱٦، ۱۳،۱۰،۹ و همچنین تغییر نقطه تقطیع آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌ها و ایجاد مخروط افکنه‌ها تقطیع شده به‌صورت دوسطحی عرضی و طولی (تودرتو) در پایین‌دست گسل درونه اشاره کرد.

۳- تحت تأثیر فعالیت متقابل هر دو گسل مایل لغز معکوس و گسل درونه گوه انقباضی یا فشارشی کم‌عرض در منطقه ایجاد شده که به‌تبع آن یک قلمرو یا ناحیه بالا آمده نسبتاً وسیعی را در آن تشکیل شده است به همین دلیل سطوح مخروط افکنه‌ها بین این دو گسل بالا آمده در نتیجه سطوح اکثر مخروط افکنه‌ها توسط آبراهه‌های فرعی

1 Parsons and Abrahams

به‌صورت عمیق و نیمه عمیق حفر شده و تحت تأثیر فعالیت هر دو گسل آبراهه اصلی اکثر مخروط افکنه‌ها بستر خود را عمیقاً حفر کرده که منجر به ایجاد پادگانه‌های آبرفتی در مسیر خود شده‌اند همچنین فعالیت هر دو گسل موجب شده آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی سطح جدید مخروط افکنه شماره۲ با آبراهه‌های فرعی بین دو مخروط افکنه ۱ و ۲، آبراهه‌های اصلی مخروط افکنه‌های شماره ۱۲ با۱۱ و شماره۱٤ با۱۳، آبراهه اصلی و آبراهه‌های فرعی سطح مخروط افکنه شماره ١٦ با آبراهه‌های واقع در بین مخروط افکنه‌های شماره ١٦ و ١٧، آبراهه‌های اصلی شماره ١٧ و تعداد معدودی از آبراهه‌های فرعی آن با آبراهه‌های چند مخروط افکنه به‌شدت فرسایش و تخریب یافته و آبراهه‌های اصلی و فرعی مخروط افکنه‌های ١٩ با١٨ به‌هم‌پیوسته و با تشکیل آبراهه واحد با تغییر نقطه تقطیع، تشکیل مخروط افکنه‌های دوسطحی عرضی و طولی (تودرتو) را در پایین‌دست گسل درونه داده‌اند. از دیگر آثار متقابل فعالیت هر دو گسل می‌توان به هم پیوستن آبراهه‌های فرعی سطح قدیمی مخروط افکنه‌های شماره ۲ و آبراهه‌های فرعی و اصلی مخروط افکنه شماره ۸،۷،٦،٥،٤،۳ و آبراهه‌های یال شمالی طاقدیس فشاری کوه تیغ احمد به‌تبع آن تشکیل آبراهه واحد و ورود آن به مخروط افکنه تودرتو در پایین دست گسل درونه اشاره کرد.

## کتابنامه


امینی، حمیده؛ فتاحی، مرتضی؛ قاسمی، محمدرضا؛ ۱۳۹۳. کنکاشی بر جابجایی آبراهه‌ها در بخش‌های از گستره گسل درونه. *فصل نامه علوم زمین*، شماره ۹۲، ۲۱۸-۲۰۹.

https://doi.org/10.22071/gsj.2014.43704

بهرامی، شهرام؛ مقصودی، مهران؛ بهرامی، کاظم؛ ۱۳۹٤. ارزیابی نقش تکتونیک در میزان برش رأس مخروط افکنه‌های واقع در حاشیه طاقدیس دنه خشک. *جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۸، ٤۰-۲۳.

https://gdij.usb.ac.ir/article_319.html

جوادی، حمیدرضا؛ قاسمی، محمدرضا؛ شاه پسند زاده، مجید؛ استرابی آشتیانی، مرضیه؛ چین خوردگی فعال ناشی ازجنبش جوان سامانه گسل درونه، *فصل نامه علوم زمین*، شماره ۷۷، ۱۰۸ - ۹۹.

https://doi.org/10.22071/gsj.2010.55344

روستایی، شهرام؛ رجبی، معصومه؛ زمردیان، محمدجعفر؛ مقامی مقیم، غلامرضا؛ ۱۳۸۸. نقش فعالیت‌های تکتونیکی در شکل گیری و گسترش مخروط افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ. *جغرافیا و توسعه*، شماره۱۳، ۱٥٦-۱۳۷.

https://doi.org/10.22111/gdij.2009.1233

زارع، مهدی؛ ۱۳۷۹. تحلیل لرزه زمین ساختی سیستم گسل درونه وبررسی زلزله‌های زمستان ۱۳۷۸– بهار ۱۳۷۹ کاشمر. *پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله*، شماره ۱، صص٤۰-۳۲.

http://www.iiees.ac.ir/fa/1379-4/8

فتوحی، صمد؛ ۱۳۹۲. تاثیرتکتونیک فعال در شرق حوضه زاگرس در تشکیل مخروط افکنه دوقلوی وزیره. *جغرافیا و توسعه*، شماره ۳۲، صص۱٦۳-۱۷٦.

https://doi.org/10.22111/gdij.2013.1170

گورابی، ابوالقاسم؛ محمدنژاد، وحید؛ ۱۳۹۷. تکامل لندفرم های اواخر کواترنری در پاسخ به تغییرات تکتونیکی فعال سطح اساس در منطقه طبس، ایران مرکزی. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۲، صص ۲۹۱-۲۷۱.
https://doi.org/10.22059/jphgr.2018.236825.1007078

محمد نژادآروق، وحید؛ اصغری، صیاد؛ ۱۳۹٤. واکنش مخروط افکنه‌های شرق گرمسار بر جابجایی‌های عمودی و امتداد گسل‌ها با تاکید بر مخروط افکنه‌های ده نمک. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، شماره۲، صص ۱-۱۷.
https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1394.4.2.1.6

مقصودی، مهران؛ محمد نژاد آروق، وحید؛ ۱۳۹۰. *ژئومورفولوزی مخروط افکنه‌ها*. انتشارات دانشگاه تهران.

یمانی، مجتبی؛ مقصودی، مهران؛ قاسمی، محمد رضا محمد نژاد، وحید؛ ۱۳۹۱. شواهد ژئومورفولوژیکی و مورفومتریکی تأثیر تکتونیک فعال بر مخروط افکنه‌های شمال دامغان. شماره ۲، صص۱۸ -۱.
https://doi.org/10.22059/jphgr.2012.29203

Bahrami, S., 2013. Tectonic controls on the morphometry of alluvial fans around Danehkhoshk anticline, Zagros, Iran. *Geomorphology*, *180*, 217-230. https:// doi.org/ 10.1016/ j.geomorph. 2012.10.012

Bull, W. B., 1964. Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California. US Government Printing Office. https://doi.org/10.3133/pp352E

Bull, W. B., 1977. The alluvial-fan environment. Progress in Physical geography, 1(2), 222-270. https://doi.org/10.1177/030913337700100202

Bull, W.B., 2007. Tectonic Geomorphology of Muontians, Black well. Publishing Ltd., Oxford, 316 p. https://doi.org/10.1002/9780470692318

Burbank, D.W., Anderson, R.S., 2001. Tectonic Geomorphology. Blackwell Science, Oxford. https://www.irsm.cas.cz/ext/ethiopia/materials/papers/tectonic_geomorphology/Tectonic_Geomorphology_Burbank.pdf

Clarke, J., & Noin, D., 1998. Population and environment in arid regions .UNESCO; Pearl River, N.Y.: Parthenon Pub. Group. http://pi.lib.uchicago.edu/1001/cat/bib/3002122

Farbod, Y., Bellier, O., Shabanian, E., & Abbassi, M. R., 2011. Geomorphic and structural variations along the Doruneh Fault System (central Iran. Tectonics, 30(6). https:// doi.org/ 10.1029/2011TC002889

Fattahi, M., Walker, R. T., Khatib, M. M., Dolati, A., & Bahroudi, A., 2007. Slip-rate estimate and past earthquakes on the Doruneh fault, eastern Iran. Geophysical Journal International, 168(2), 691-709. https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2006.03248.x

Goswami, P. K., Pant, C. C., & Pandey, S., 2009. Tectonic controls on the geomorphic evolution of alluvial fans in the Piedmont Zone of Ganga Plain, Uttarakhand, India. Journal of Earth System Science, 118(3), 245-259. https://link.springer.com/article/10.1007/s12040-009-0012-y

Harvey, A. M., 1987. Alluvial fan dissection: relationships between morphology and sedimentation. Geological Society, London, Special Publications, 35(1), 87-103. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1987.035.01.07

Hooke, R. L., 1972. Geomorphic evidence for late-Wisconsin and Holocene tectonic deformation, Death Valley, California. Geological Society of America Bulletin, 83(7), 2073-2098. http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1972)83[2073:GEFLAH]2.0.CO;2

Ke, ller E.A. and Pinter, N., 2002. Active Tectonics, Earthquakes, Uplift and Landscape. 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River. https://searchworks.stanford.edu/view/4764839

Li, Y., Yang, J., Tan, L., & Duan, F., 1999. Impact of tectonics on alluvial landforms in the Hexi Corridor, Northwest China. Geomorphology, 28(3-4), 299-308. https:// doi.org/ 10.1016/ S0169-555X(98)00114-7

Malik, J. N., Sohoni, P. S., Merh, S. S., & Karanth, R. V., 2001. Active tectonic control on alluvial fan architecture along Kachchh mainland Hill Range, Western India. Zeitschrift für Geomorphologie, 81-100. http://dx.doi.org/10.1127/zfg/45/2001/81

Owen, L. A., Clemmens, S. J., Finkel, R. C., & Gray, H., 2014. Late Quaternary alluvial fans at the eastern end of the San Bernardino Mountains, Southern California. Quaternary Science Reviews, 87, 114-134. http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.01.003

Parsons, A. J., & Abrahams, A. D., 2009. Geomorphology of desert environments. In Geomorphology of desert environments (pp. 3-7). Springer, Dordrecht. https:// link. springer. com/ chapter/ 10.1007/978-1-4020-5719-9_1

Reheis, M. C., Slate, J. L., Throckmorton, C. K., McGeehin, J. P., Sarna Wojcicki, A. M., & Dengler, L., 1996. Late Quaternary sedimentation on the Leidy Creek fan, Nevada–California: geomorphic responses to climate change. Basin Research, 8(3), 279-299. https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1996.00205.x

Sarp, G., 2015. Tectonic controls of the North Anatolian Fault System (NAFS) on the geomorphic evolution of the alluvial fans and fan catchments in Erzincan pull-apart basin; Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 98, 116-125. https:// doi.org/ 10.1016/ j.jseaes.2014.11.017

Tchalenko, J. S., Berberian, M., & Behzadi, H., 1973. Geomorph1c and seismic evidence for recent activity on the Doruneh Fault, Iran. Tectonophysics, 19(4), 333-341. https://doi.org/10.1016/0040-1951(73)90027-9

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی