پژوهش های جغرافیایی ـ شماره ۵۵، بهار۱۳۸۵
صص ۸۹-۷۳

بررسی نقش عوامل مؤثّر در گسترش وتکامل مخروط افکنه های ارتفاعات درّه دیز- دیوان داغی با استفاده از روش ها و تکنیک های جدید

موسی عابدینی* ـ عضو هئیت علمی دانشگاه محقق اردبیلی
دکتر عبدالحمید رجایی ـ عضو هئیت علمی دانشگاه تبریز
پذیرش مقاله : ۸۲/۱۲/۹
تأیید نهایی: ۸۳/۱۰/۲۸

چکیده

منطقهٔ مورد بررسی با وسعت ۲۸۳ کیلومتر مربّع درمحدودهٔ عرض شمالی ´۴۲ °۳۸ تا ´۵۲ °۳۸ و طول شرقی ´۲۳ °۴۵ تا ´۴۰ °۴۵ در فاصلهٔ ۹۵ کیلومتری شمالشرق شهر تبریز واقع شده است. در پیدایش و تکامل مخروط افکنه های متعدّد و بسیار شاخص منطقه، عوامل مختلفی نظیر آب و هوا، وسعت حوضهٔ آبریز، لیتولوژی، وضعیّت تکتونیک، ضریب ناهمواری، پوشش گیاهی و... به طور سیستماتیک مؤثّر است. مناطق خرد شدهٔ تکتونیکی (تقریباً ۹۰ ٪ محدودهٔ کوهستان) در ارتباط با حسّاسیّت لیتولوژیکی سازندها و...، زمینهٔ تدارک مقادیر رسوب زیاد را برای مخروط افکنه ها (به عنوان نمونه ۹۹۳۳/۹ تن در سال برای مخروط افکنهٔ درّه دیز) فراهم می کند. تغییرات اقلیمی در پالئوکلیما و حاکم بودن سیستم فرسایش پری گلاسیر در شرایط اقلیمی گذشته و حال نقش بسزائی در میزان فرسایش و ماهیّت نهشته گذاری در مخروط افکنه داشته و دارد.وجود تغییرات شیب و شیب های بیش از ۵٪ در نیمرخ طولی مخروط افکنه ها نشانگر فازهای مختلف نهشته گذاری است و به ویژه در ارتباط با فعّالیّت های تکتونیکی می باشد.

نتایج بررسی های میدانی، مرفومتریک و نتیجهٔ ضرائب و شاخص ها و همچنین روابط آماری موجود در بین آنها نشان می دهد که فرضیّات تحقیق در مورد نقش عوامل مؤثّر در پیدایش و تکامل مخروط افکنه های منطقه صحیح می باشند. برای مثال بین مساحت حوضهٔ آبریز و مساحت مخروط افکنه ها وجود میزان همبستگی بالا (۹۷٪) در سطح اطمینان ۹۹٪ و نیز میزان همبستگی بالا ۹۳۶٪ بین مقدار رسوب دریافتی و وسعت مخروط افکنه ها نشانگر رابطهٔ معنی داری قوی بین آنهاست. مقادیر عددی زیاد شاخص مخروط گرائی در مخروط افکنه های شمارهٔ (۱۰،۳،۲،۱) نشانگر محصور شدگی آنها توسّط موانع طبیعی (ساختمانی) است و در مخروط افکنه های شمارهٔ (۴و۵) برعکس است. نقش ضریب ناهمواری زیر حوضه ها نه تنها در گسترش وتکامل مخروط افکنه بسیار اساسی می باشد، بلکه در برخی از مخروط افکنه ها (مانند قلعه ریز...) بیش از عامل وسعت حوضهٔ آبریز آنها مؤثّر بوده است.

واژگان کلیدی: مخروط افکنه، نئوتکتونیک، حوضهٔ آبریز، ناپایداری، نهشته گذاری، لیتولوژی، دیوان داغی، درّه دیز.

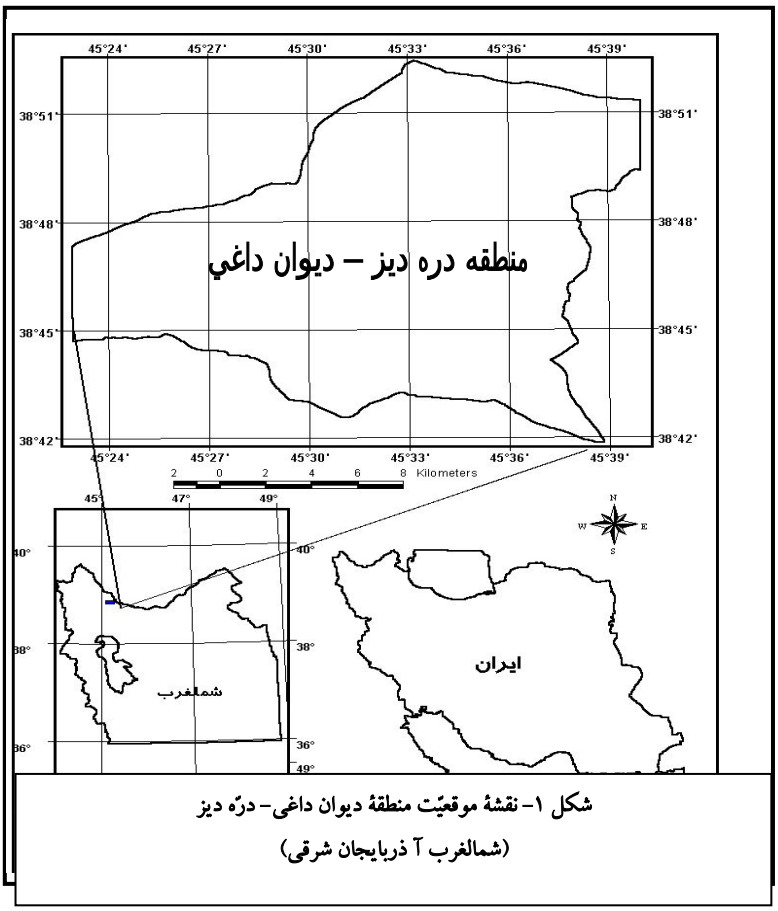
مقدّمه

مخروط افکنه ها غالباً اشکال آبرفتی مثلّثی شکل دوران چهارم هستندکه در محلّ ورود آبراهه و یا رودخانه ها به داخل سطوح تقریباً هموار دشت ها شکل می گیرند (هاگت[1] ۲۰۰۳، ص۱۹۶). مطالعهٔ آنها اطّلاعات جالبی را از روند تغییرات

* E.mail: abedini@yahoo.com
1-Huggett

اقلیمی وعملکرد نئوتکتونیک در طول دوران چهارم بدست می دهد (عباس نژاد ۱۳۷۶، ص۳۸). از طرفی این نواحی همیشه به واسطهٔ فرایندهای خطرناک ژئومرفیک نظیر سیلاب،لغزش، جریانات خرده دار، تغییر مداوم بستر آبراهه ها به صورت جدّی تهدید می شوند. تمام سطوح مخروط افکنه ای منطقهٔ مورد بررسی به مزارع کشاورزی، باغات، اماکن روستائی و شبکهٔ ارتباطی اختصاص یافته و هر چند سالی وقوع سیلاب های شدید کم وبیش موجب تخریب مزارع، شبکهٔ ارتباطی و اماکن می شود و گاهی با تلفات دامی و انسانی نیز همراه می باشد. لذا اهمّیّت مطالعهٔ پیدایش وتکوین مخروط افکنه های منطقه به دلیل تداخل با فعالیّت های بشری بیشتر آشکار می شود. منطقهٔ مورد بررسی با وسعت ۲۸۳ کیلومتر مربّع در محدودهٔ عرض شمالی ´۴۲ ˚۳۸ تا ´۵۲ ˚۳۸ و طول شرقی ´۲۳ ˚۴۵ تا ´۴۰ ˚۴۵ در فاصلهٔ ۹۵ کیلومتری شمالشرق شهر تبریز واقع شده و از جمهوری آذر بایجان ۸/۵ کیلومتر فاصله دارد (شکل شمارهٔ۱). موقعیّت منطقهٔ مورد تحقیق در شمالغرب کشور ایران به صورت نقشهٔ برجسته نشان داده شده است. ساختار زمین شناسی منطقه عمدتاً از انواع سنگ آهک، دولومیت، شیل، مارن و کنگلومراها است که نسبت به عوامل فرسایش حال و گذشته بسیار حسّاس می باشد.

شکل ۱- نقشهٔ موقعیّت منطقهٔ دیوان داغی- درّه دیز (شمالغرب آ ذربایجان شرقی)



شکل ۱- نقشهٔ موقعیّت منطقهٔ دیوان داغی- درّه دیز
(شمالغرب آ ذربایجان شرقی)

موادّ و روش ها

با توجّه به پیچیدگی عوامل و مکانیسم های دخیل در پیدایش و تکامل مخروط افکنه های منطقه، به طور کلّی شیوهٔ مطالعهٔ تحقیق حاضر به صورت اسنادی، مشاهدات و کارهای میدانی، آزمایشگاهی و تجربی با بهره مندی از فرمول ها و مدل های مختلف مناسب کمّی بوده است.

ابتداء جهت انجام تحقیق حاضر تعداد ده مخروط افکنهٔ شاخص منطقه انتخاب و محدودهٔ آنها روی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ و نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ و عکس های هوائی ۱:۵۵,۰۰۰ و ۱:۲۰,۰۰۰ مشخّص گردیده و سپس پارامترهای لازم مرفومتری وبررسی شده اند.کارهای مرفومتریک با بهره مندی از نتایج سوندژهای ژئوفیزیکی (شرکت صحراکاو ۱۳۸۰) و همچنین با مشاهدات و نمونه برداری ، اندازه گیری های میدانی تکمیل شدند. در مرحلهٔ بعدی با استفاده از فرمول ها و مدل های مختلف جدید، تعیین برخی ضرائب و شاخص های لازم برای مخروط افکنه های منطقه صورت گرفت. در نهایت بعد از جمع آوری، پردازش و تعیین ضرائب و شاخص های لازم، اقدام به بررسی میزان تأثیرگذاری آنها بر همدیگر ونقش آنها در گسترش مخروط افکنه ها با استفاده از نرم افزارهای ArcView، R2V ، Excel و Spss گردید و روابط آماری مورد نظر تعیین وگراف ها و نقشه های لازم ترسیم شد.

بررسی مکانیسم ها و نحوهٔ عملکرد عوامل مؤثّر در تکوین وتحوّل مخروط افکنه ها

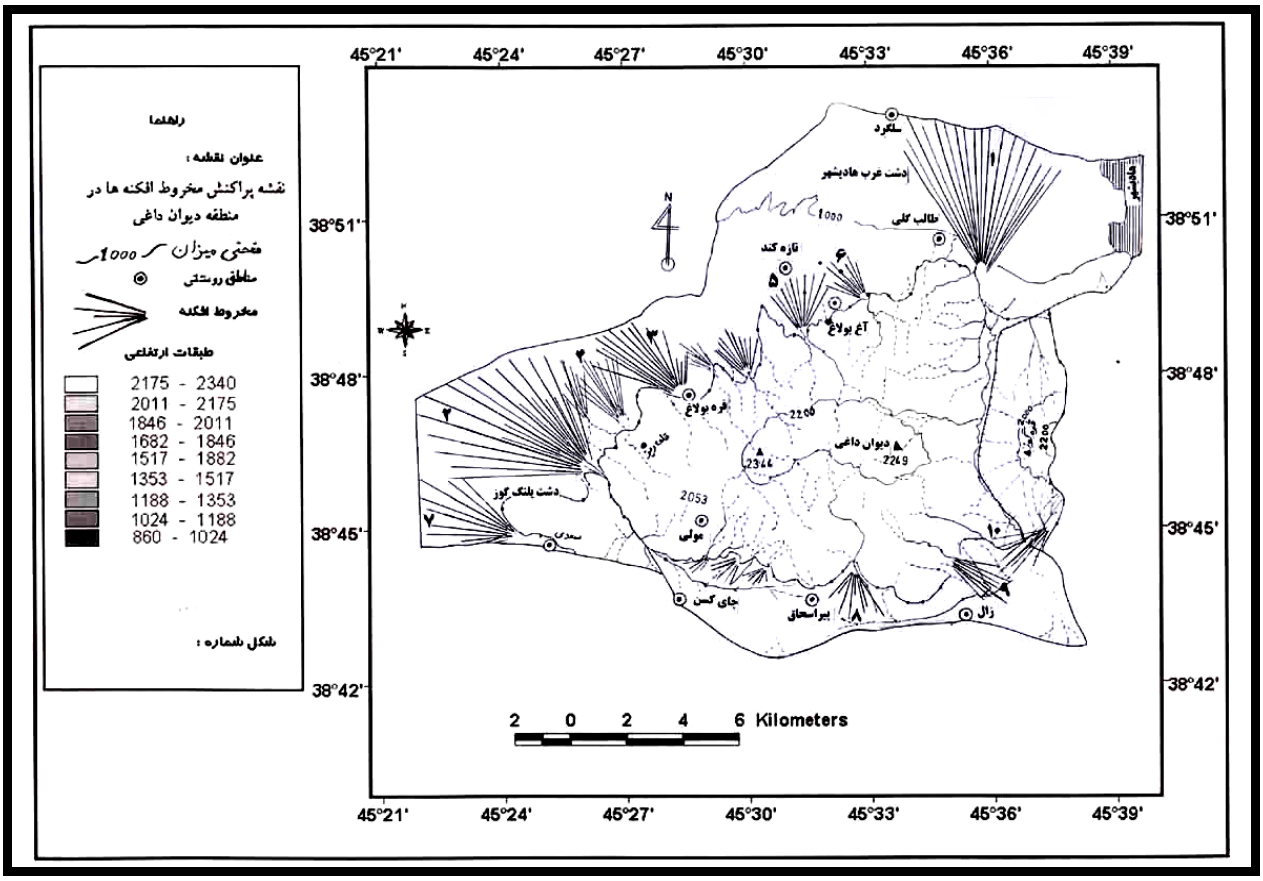
۱- نقش تغییرات اقلیمی:

با توجّه به جدول شمارهٔ (۱) و شکل های شمارهٔ (۲و۳)، مخروط افکنه های شمارهٔ (۱،۴، ۵ ،۶) درپای دامنه های شمالی دیوان داغی و مخروط افکنه های شمارهٔ (۲، ۳، ۷) در پای دامنه های غربی و مخروط افکنه های شمارهٔ (۸،۹، ۱۰) در بخش جنوبی وتمام آنها در محدودهٔ ارتفاعی ۹۰۰ الی ۱۴۰۰ متر بوجود آمده اند. کوچک ترین آنها شامل مخروط افکنهٔ شرق روستای آق بلاغ با مساحت ۱/۵ کیلومتر مربّع و بزرگ ترین آنها مخروط افکنهٔ درّه دیز با مساحت ۱۵ کیلومترمربّع و متوسّط مساحت تمام مخروط افکنه ها نیز ۴/۹۳ (تقریباً ۵ کیلومترمربّع) می باشد که بخش وسیعی از مساحت دشت هادیشهر و دشت پلنگ گور را به خود اختصاص داده اند. درشکل شمارهٔ (۲) نقشهٔ پراکنش و شکل شمارهٔ (۳) به صورت نقشهٔ برجسته با سطوح ارتفاعی مشخّص و موقعیّت و محلّ پراکنش آنها در منطقه نشان داده شده است. معمولاً موادّ آبرفتی مخروط افکنه های درّه دیز و قره گوز و زال با تناوبی از لایه های کم ضخامت ماسه، رس و سیلت با میان لایه های ضخیم(حدود دو متر) اغلب با ترکیبی ازگراول، قلوه سنگ و قطعه سنگ های بزرگ (به قطر سی سانتی متر تا یک متر) است که عموماً اندازهٔ مواد از قسمت رأس مخروط افکنه ها به سمت انتهای آنها به تدریج ریزتر ودر نهایت تبدیل به پهنه های رسی وسیلتی می شود (مطابق بررسی های میدانی ونتایج داده های صحرا کاو ۱۳۸۰). بنابر این وجود مخروط افکنه های شاخص با ضخامت (متوسّط حدود ۸۰ متر) و حجم عظیمی از موادّ نهشته شده در ابعاد و اندازه های متفاوت (سنگ های به ابعاد بیش از یک متری در بین آبرفت ها) هیچ گونه انطباقی با شرایط اقلیم نیمه خشک کنونی منطقه ندارد.

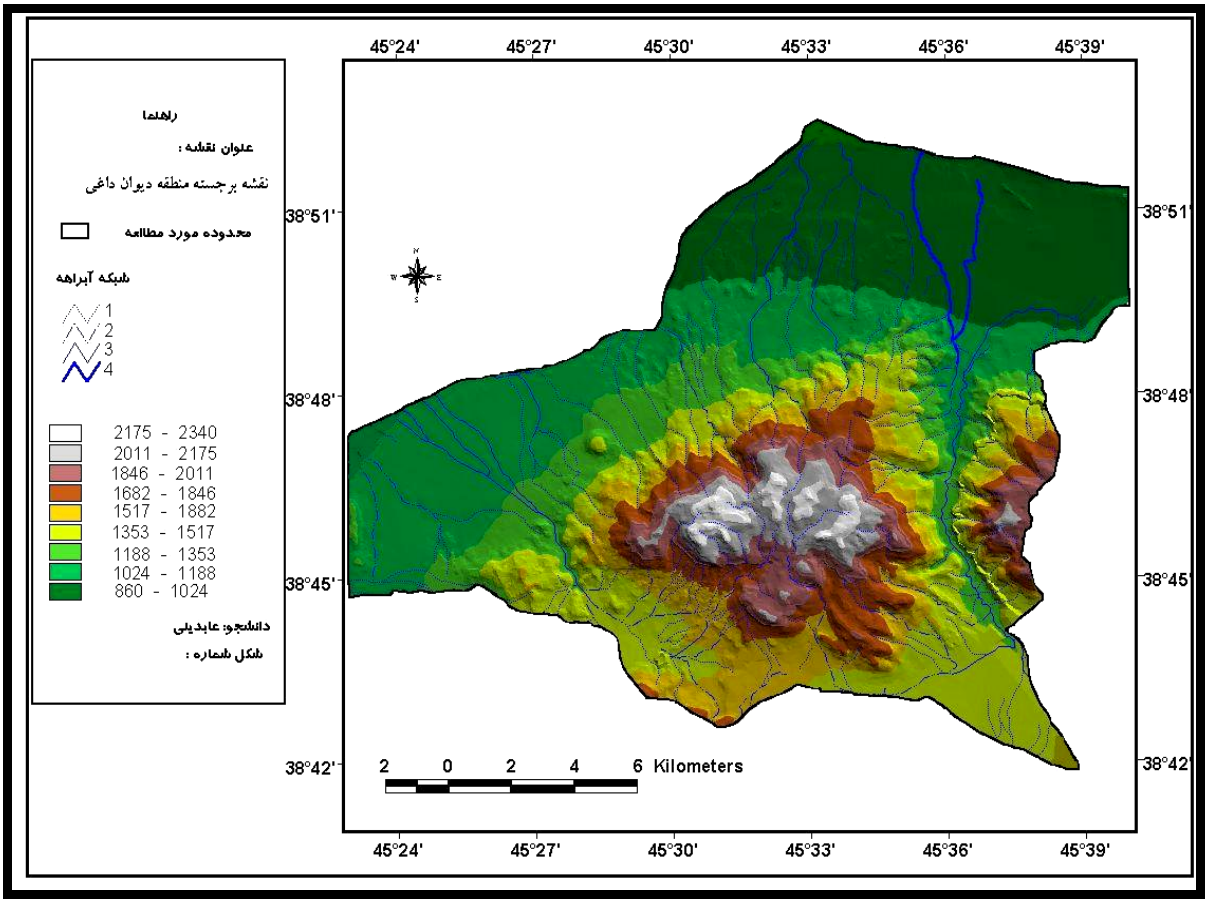
نتایج تحقیقات محقّقین ذیل نشان داده که از زمان کواترنر آغازین (حدود دو میلیون سال پیش) تا اواخر پلئوستیسن فوقانی تغییرات شدید اقلیمی به صورت دوره های یخچالی و بین یخچالی بوده که در اثر حاکمیّت سرما بر این عرض های متوسّط (منطقهٔ مورد تحقیق)، مصادف با حدّاکثر پیشروی یخچال ها متوسّط دمای این عرض ها ۳ الی ۴ درجه پائین

تر از میانگین دمای فعلی بوده است (خیام ۱۳۷۶، صص۳۵ – ۳۰ به نقل از کرینسلی ۱۹۹۶، صص۲۵۹-۲۳۱ و معتمد به نقل از ملانکویچ ۱۳۷۸، صص ۳۸۵-۳۸۳).

شکل۲- پراکنش مخروط افکنه های منطقه



شکل۳- نقش برجسته پراکنش مخروط افکنه ها ی منطقه



شکل شمارهٔ (۳) پراکنش مخروط افکنه ها در روی نقشهٔ برجسته با شروع هولوسن[۲] (حدود دوازده هزار سال پیش) و افزایش نسبی دما و پسروی یخچال ها (معتمد ۱۳۷۸) وبه احتمال قوی وقوع بارندگی های شدید منجر به فاز نهشته گذاری ضخیم لایه و با مواد غالباً درشت دانه[۳] در حجم زیاد در منطقه شده است. از زمان هولوسن تا به حال، دما به تدریج بالا رفته و امروزه شرایط اقلیمی نیمه خشک بر منطقه حاکم گردیده است. امروزه سیستم فرسایش پری گلاسیر (حداقل چهار الی پنج ماه در سال) به همراه فرسایش خطّی شدید، به ویژه در مسیر خطوط گسل ها و درّه های عمیق و باریک کارستیک موجب تخریب شدید و ناپایداری چشمگیر دامنه ها می شود. شدّت تخریب فیزیکو – شیمیائی بسیار شدید تحت اقلیم نیمه خشک کنونی سالانه حجم انبوهی از موادّ تخریبی را در اختیار آبراهه ها قرار می دهد و به تدریج در اثر سیلاب های حاصل از بارندگی های ناگهانی به سطوح آبرفتی مخروط افکنه ای می رسند. چنان که در جدول شمارهٔ (۱) مشخّص است، به عنوان نمونه میزان رسوب دریافتی مخروط افکنه درّه دیز ۹۹۳۳/۹ تن در سال می باشد(طبق مدل دوّم فورنیه) که از حوضهٔ آبریزی به مساحت ۳۰ کیلومتر مربّع حاصل و موجب پیدایش بزرگ ترین مخروط افکنه (به وسعت ۱۵کیلومتر مربّع) در منطقه شده است.

1. Holocene

۲- وجود سنگهایی به ابعاد بیش از یک متر در داخل لایه های رسوبی تقریباً به ضخامت دو متر

۲- نقش فعالیّت های تکتونیکی:

امروزه محقّقین زیادی نقش تکتونیک را به عنوان مهم ترین شاخص در پیدایش و نحوهٔ تحوّل اشکال آبرفتی و به ویژه اشکال آبرفتی مخروط افکنه ای می دانند (بول وهاروی[1] ۱۹۸۹ـ جی فیلد۲۰۰۱[2] - ابرام۲۰۰۰[3] - گاسکو[4] ۲۰۰۳ - نوآ[5] ۲۰۰۳) و از آنجاکه پیکرهٔ اصلی ارتفاعات منطقه از تشکیلات رسوبی چین خورده عمدتاً شامل انواع سنگ آهک، دولومیت و شیل ها ... است، لذا این سازند ها (به دلیل سخت و شکننده بودن) در اثر نیروهای تکتونیک در حین چین خوردگی نامنظّم به شدّت گسل خورده و با تراکم گسلی ۱/۷۰ کیلومتر مربّع (در سنگ آهک ها ودولومیت ها) و میکرو گسل ها، به صورت زون تکتونیکی کاملاً خرد شده در آمده است .نتایج بررسی حاضر نشانگر فعّالیّت نسبتاً شدید نئوتکتونیک در منطقه و اثرات شدید آن، میزان ناپایداری دامنه ها و در گسترش و تکامل مخروط افکنه ها به صورت زیر می باشد:

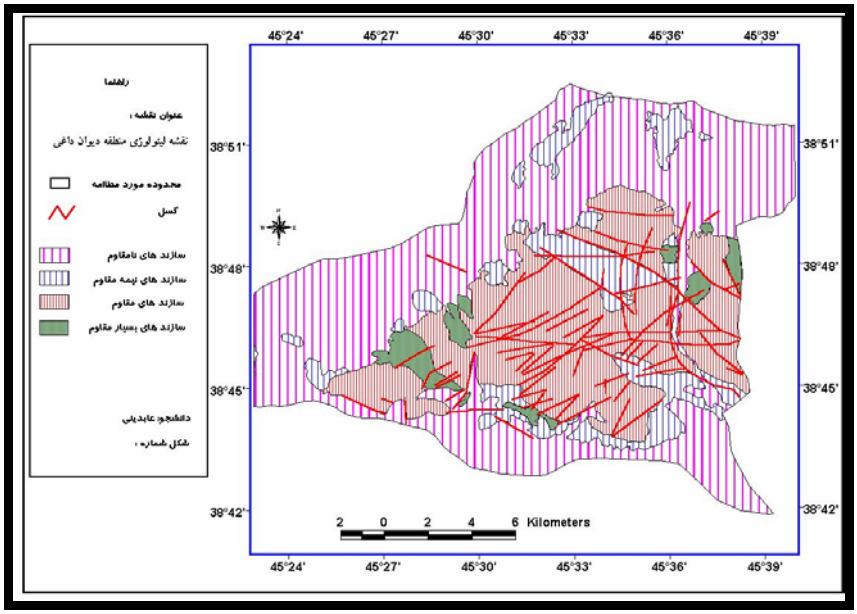
الف- نتایج تمام شاخص های ژئومرفیک محاسبه شده برای نقاط مختلف کوهستانی ارتفاعات دیوان داغی بیانگر فعّالیّت نئوتکتونیک به صورت فراز شدگی (به ویژه در خطّ گسل درّه دیز) نسبت به چاله های تکتونیکی (دشت ها) در حال سوبسیدانس می باشد(عابدینی۱۳۸۳). به همین دلیل اخیراً نهشته گذاری ضخیم و درشت دانه عمدتاً در قسمت بالا دست مخروط افکنه ها صورت می گیرد. به نظر بول (۱۹۸۴، صص ۳۱۵-۳۱۰ و سورین و همکاران ۲۰۰۳، صص۳۴۸-۳۲۷) این حالت بیانگر میزان بالا آمدگی سریع و مداوم بخش کوهستان نسبت به میزان حفر پائین دست آبراهه های اصلی است که موجب ایجاد بخش بریدگی عمیق در قسمت رأس مخروط افکنه می شود.

ب- از لحاظ توپوگرافی، فرم هندسی افکنه های منطقه کاملاً حالت عدسی یا تحدّب دارند. بدین مفهوم که بیشترین ضخامت آنها در بخش میانی است و به طرف ابتداء و انتهای مخروط افکنه، ضخامت آبرفت ها به تدریج کم می شود. (موسوی حرمی۱۳۸۱، ص۲۲۵) به نقل از نیلسن و گلوپن- عباس نژاد۱۳۷۶، صص۴۶- ۳۸). این حالت را بیانگر فعالیت تکتونیکی از هنگام پیدایش مخروط افکنه و تداوم آن می دانند.

ج- در حال حاضر اکثر گسل های منطقه فعّال می باشند و اسکارپ آنها در برخی نقاط علیرغم فقدان جریان آب قوی در امتداد خطوط فرو افتاده یا دیپرسیون گسل ها، توسّط موادّ تخریبی مدفون نمی شوند. به نظر گاسیو (۲۰۰۲)، جان زونجی (۲۰۰۳) و سیزنکراک[6](۲۰۰۴) این نوع گسل ها ویژگی های خود را کاملاً در ارتباط با نئوتکتونیک کسب می کنند. به عنوان نمونه می توان به اسکارپ گسل درّه دکل در غرب درّه دیز با ارتفاع ۳۰۰ متر به صورت کاملاً ممتد به طول دو کیلومتر با ریزش های سنگی جدید واسکارپ گسل نرمال درّه دیز و تقریباً ممتد درّه دیز به طول ۵/۵ کیلومتر با ارتفاع متوسّط (۶۰۰ متر با بریدگی های آبراهه ای) به صورت کورنیش و با ریزش های شدید سنگی و جریانات واریزه ای اشاره نمود.

1- Bull and Harvey 1989
2- John fiehd 2001
3- Abrahm 2000
4- Giaccio,B.2003
5- Noah 2003
6- Szynkaruk

شکل۴- نقشه لیتولوژی ، تراکم و جهت گیری گسل های منطقه در ارتباط با مقاومت لیتولوژی سازندهای مختلف



شکل شمارهٔ (۴) نقشهٔ لیتولوژی، تراکم وجهت گیری گسل های منطقه را در ارتباط با مقاومت لیتولوژیک سازندهای مختلف نشان می دهد. اغلب سازندهای مقاوم و بسیارمقاوم نسبت به بقیّهٔ سازندها به دلیل سخت وشکننده بودن (نظیر آهک، دولومیت، ریوداسیت ها..) با تراکم بالای گسلش مشخّص هستند.

د- در محلّ کنتاکت دشت با کوهستان، تمام اشکال پایکوهی منطقه غالباً از نوع مخروط افکنه ای هستند و هیچ گونه آثاری از تبدیل شدن به پدیمنت[1] که نشانگر آرامش و پایداری تکتونیکی است در منطقه مشاهده نمی شود (بول[2] ۱۹۸۷ـ جان زونجی۲۰۰۳[3]) این حالت را ناشی از تکتونیک فعّال می دانند.

به دلیل نهشته گذاری آبراهه های اصلی در قسمت بالا دست مخروط افکنه ها (در اثر بالا آئی تکتونیکی)، غالباً بخش بریدگی عمیق مخروط افکنه ها در رأس و به داخل محدودهٔ کوهستان در حال انتقال است. از طرفی شکل گیری تراس های تیپیک، مانند تراس آبرفتی درّه دیز به ارتفاع متوسط ده متر در داخل محدوده کوهستان به علاوهٔ کج شدگی آبرفت های قدیمی در پیشانی کوهستان و حالت واگرائی آنها در برخی نقاط به واسطهٔ بالا آئی متفاوت زیر چینه در اثر عملکرد نئوتکتونیک می باشد .به عقیده گاسکو و همکاران۲۰۰۳ -نواآ[4] و همکاران ۲۰۰۳- فورمنت[5] و همکاران،۲۰۰۳ وجود ویژگی های مذکور در آبرفت های دوران چهارم ناشی از فعالیت های نئو تکتونیکی است.

۲-۱- اثرات فعّالیّت های تکتونیکی برمیزان رسوبدهی و شیب مخروط افکنه ها

عبور بخشی از آبراهه های تغذیه کنندهٔ تمام مخروط افکنه ها و به ویژه آبراههٔ اصلی درّه دیز و شرق آق بلاغ. . .) از امتداد بخش دیپرسیون خطوط گسل ها و از مناطق خرد شدهٔ تکتونیکی (تقریباً۹۰٪ محدوده کوهستان) و در ارتباط

1-Pediment
2-Buii 1987
3-Junzhongi2003
4-Noah&etal2003
5- Formento&etal2003

با حسّاسیّت لیتولوژیکی سازندها، زمینهٔ تدارک مقادیر رسوب زیاد را برای مخروط افکنه ها فراهم نموده است. در جدول شمارهٔ (۱) میزان رسوب ویژه در هر کیلومتر مربّع و نیز میزان رسوب دریافتی سالانه برحسب تن به همراه انجام کارهای مرفومتریک لازم برای هر مخروط افکنه محاسبه شده است.برای مثال به دلیل قرار گرفتن حوضه های تغذیه کنندهٔ مخروط افکنه های قلعه ریز و زال در مناطق تکتونیکی به شدّت خرد شده به ترتیب با میزان رسوب ۸۷۱ و۶۳۱ تن در هکتار در طول سال و در مقایسه با حوضهٔ تغذیه کنندهٔ مخروط افکنهٔ پلنگ گور(با تراکم گسلی بسیار پائین) با میزان رسوبدهی ۲۵۱/۱۸ تن در هکتار با لیتولوژی تقریباً همسان، نشانگر تأثیر وضعیّت تکتونیک بر میزان رسوبدهی است. بیشتر مخروط افکنه های منطقه دارای متوسّط شیب بیش از ۵ ٪ می باشند. به عقیدهٔ هوک و روهرر[1] (۱۹۷۹،صص۱۶۶- ۱۴۶) و سورین ورینالدی[2] (۲۰۰۳، صص۳۴۸-۳۲۷) اغلب مخروط افکنه های تند شیب با مقدار دبی سالانه کم و با ترکیبی از موادّ تخریبی عمدتاً درشت دانه در بالادست، ویژگی خود را در ارتباط با تکتونیک فعّال کسب می کنند.

مطابق تقسیم بندی مختاری به نقل از بلیسباخ(۱۳۸۱، صص۵۴-۴۴) مخروط افکنه دارای شیب بیش از ۵ ٪ پرشیب، بین ۲ الی۵ ٪ ملایم و کمتراز۲ ٪ هموار محسوب می شود. بنابراین با عنایت به نتایج محاسبات در جدول شمارهٔ (۱) اغلب مخروط افکنه های منطقه با داشتن شیب بیش از ۵٪ کاملاً پر شیب[8] محسوب می شوند. بنابراین تغییرات شیب و وجود شیب های بیش از ۵٪ در نیمرخ طولی مخروط افکنه ها نشانگر فازهای مختلف نهشته گذاری است و غالباً در ارتباط با فعّالیّت های تکتونیکی می باشد. در جدول شمارهٔ (۱) چنان که ملاحظه می شود، مخروط افکنه های بزرگ مانند درّه دیز با طول ۷کیلومتر و پلنگ گور با طول ۶کیلومتر به ترتیب دارای شیب ۴/۵٪ و ۳/۷٪ در مقایسه با مخروط افکنه های کوچک غرب آق بلاغ به طول ۲کیلومتر وشیب ۸٪ وپیر اسحق به طول ۱/۵کیلومتر با شیب ۹/۲ ٪، دارای شیب بسیار کمتری هستند. دیاگرام شمارهٔ (۶) نیز رابطهٔ مساحت حوضهٔ آبریز را با مساحت مخروط افکنه ومیزان رسوب دریافتی سالانه نشان می دهد.

1. HooR and Roherer 1979
2. Surian &Reinaldi2003

جدول ۱-

۲-۲- اثرات تکتونیک بر شکل مخروط افکنه ها

اکثر مخروط افکنه های منطقه از لحاظ مرفولوژی (وضعیّت کاوش و تراکم ، ماهیّت و اندازهٔ نهشته ها، بخش های فعّال و غیر فعّال، و...) و از نظر توپوگرافی دارای تغییرات شیب در بعد طولی و حالت چند بخشی هستند. از آنجا که اخیراً نهشته گذاری حجیم موادّ غالباً درشت دانه مانند (قطعه سنگ، قلوه سنگ، گراول، ماسه) در قسمت بالائی بخش نسبتاً قدیمی اغلب در رأس مخروط افکنه ها انجام می گیرد، به عقیدهٔ بال(۱۹۸۴) و سورین(۲۰۰۳) این حالت نشانگر مداومت تکتونیک فعّال است و مخروط جدید در جائی که میزان بالا آمدگی بیشتر از میزان حفر پائین دست رودخانه باشد، توسعه می یابد. بنابراین از لحاظ شکل وتوپوگرافی، مخروط افکنه های منطقه به سه گروه عمده به صورت ذیل تقسیم بندی شده اند. در جدول شمارهٔ (۲) ده مخروط افکنهٔ مورد تحقیق از لحاظ موقعیّت، وضعیّت تکتونیکی، فرم مخروط افکنه از لحاظ نهشته گذاری، و وضعیّت آبراهه ها به طور مجزّا مشخّص شده است.

الف- مخروط افکنه های تک قطعه ای[1]

این مخروط افکنه ها با حوضهٔ آبریز تغذیه کنندهٔ کوچک در میان مخروط افکنه های بزرگ منطقه جای گرفته اند و غالباً ساده ترین فرم مخروط افکنه هستند که با مساحت متوسّط کمتر از یک کیلومترمربّع، مورد تحقیق قرار نگرفته اند. این مخروط افکنه باقرار گرفتن در بین مخروط افکنه های بزرگ موجب بهم پیوستن چندین مخروط افکنه در سطح دشت هادیشهر و در دشت پلنگ گور به صورت سطوح مخروط افکنه ای بهم پیوسته شده اند که اصطلاحاً به آنها سطوح باجادا[2] یا باهادا می گویند.

ب- مخروط افکنه های چند قطعه ای یا چند بخشی[3]

در منطقهٔ مورد تحقیق، مخروط افکنه های چند بخشی با قرار گرفتن بخش های جدید و قدیم در امتداد همدیگر شامل دو دستهٔ مشخّص چند بخشی شعاعی و چند بخشی جانبی هستند . برخی مخروط افکنه های منطقه نیز هم از لحاظ شعاعی و هم از لحاظ جانبی دارای نهشته گذاری متفاوت می باشند. این نوع مخروط افکنه ها به چند بخشی شعاعی ـ جانبی معروف اند.

ج - مخروط افکنه های تو در تو

در طرفین آبراههٔ اصلی مخروط افکنهٔ پیراسحاق نهشته های نیمه متراکم[1] وجود دارند که در اثر فاز زمین ساختی هستند که موادّ آبرفتی جدید در داخل آنها پائین تر از بخش میانی نهشته می شوند. این نوع مخروط افکنه ها که با جابی گیری نهشته های جدید در داخل نهشته های قدیمی و با توسعه شعاعی به سمت پائین مشخص اند، به مخروط افکنه های تودرتو معروف اند.

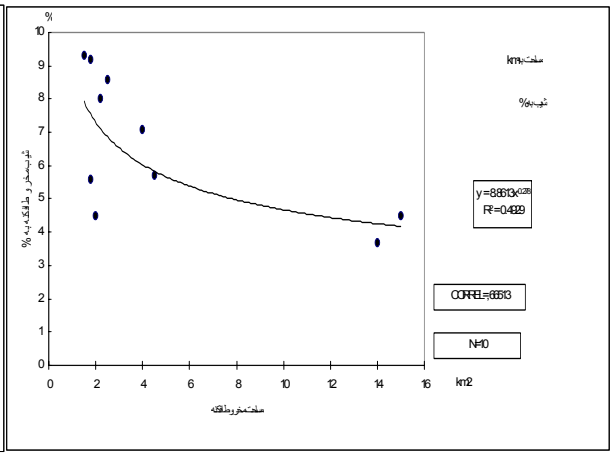
1. Mono Segmnent Fans
2. Bajada
3. poly segment fans۳

جدول ۲- وضعیّت مرفولوژی مخروط افکنه های منطقه

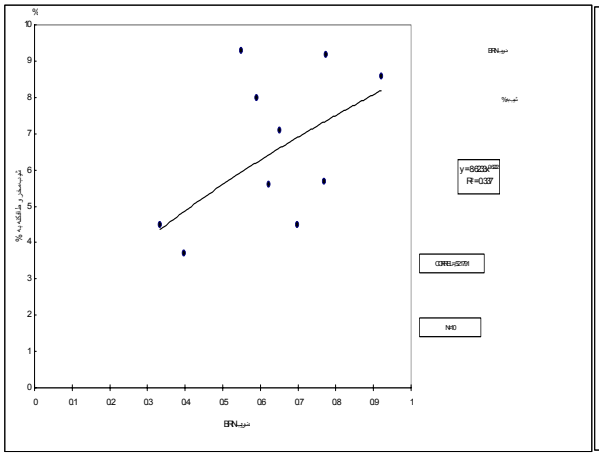
شماره	نام مخروط افکنه و موقعیّت آن	وضعیّت تکتونیکی	فرم مخروط افکنه	وضعیّت آبراهه ها
۱	دره دیز– دردشت هادیشهر	بسیار فعال	چند بخشی شعاعی	بریدگی عمیق در بالا دست تا بخش میانی
۲	پلنگ گور- درغرب ارتفاعات دیوان داغی	بسیار فعّال	چند بخشی شعاعی جانبی	بریدگی شدید به طور متوسّط ۸ متر در مسیر آبراهه های مهم و پدیده اسارت
۳	قره بلاغ – در شمالغرب ارتفاعات دیوان داغی	فعّال	چند بخشی شعاعی	بریدگی واضح در بالا دست – فرسایش خندقی شدید در پائین دست .
۴	قلعه زور- در شمالغرب دشت هادیشهر	فعّال	چند بخشی شعاعی	بریدگی شدید در رأس – کاوش های خندقی شدید در پائین دست
۵	غرب آق بلاغ- در دشت هادیشهر	فعّال	چند بخشی جانبی	بریدگی غالب در رأس مخروط
۶	شرق آق بلاغ- در دشت هادیشهر	فعّال	چند بخشی شعاعی جانبی	بریدگی غالب در رأس مخروط
۷	سعدی – در جنوبغرب ارتفاعات دیوان داغی	نسبتاً فعّال	چند بخشی شعاعی	بریدگی بسیار مشخّص در طول آبراهۀ اصلی – با تراس تیپیک در قسمت رأس مخروط
۸	پیر اسحاق – در جنوب دیوان داغی	فعّال	چند بخشی تو در تو	بدون بریدگی مشخص
۹	زال- درحنوبشرق دیوان داغی	فعّال	چند بخشی تو در تو	بریدگی در طول آبراهه بسیار ضعیف
۱۰	قره گوز	فعّال	چند بخشی جانبی	بریدگی شدید در طول آبراهۀ اصلی به ویژه شکل گیری تراس تیپیک در رأس

شکل۵- نمودارهای متفاوت برای تعیین روابط آماری بین پارامترهای مختلف مخروط افکنه ها

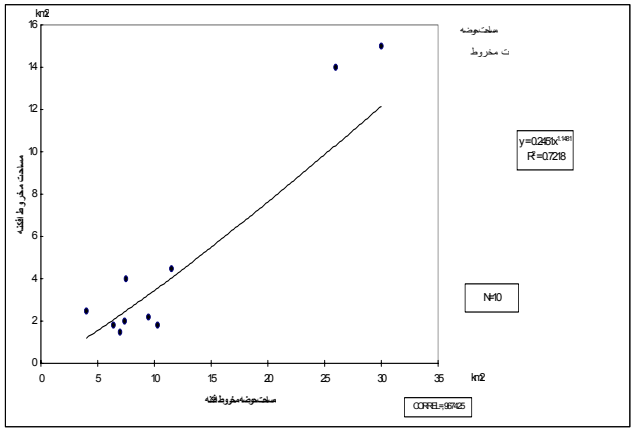
دیاگرام ۱- رابطه مساحت وشیب سطح مخروط افکنه ها



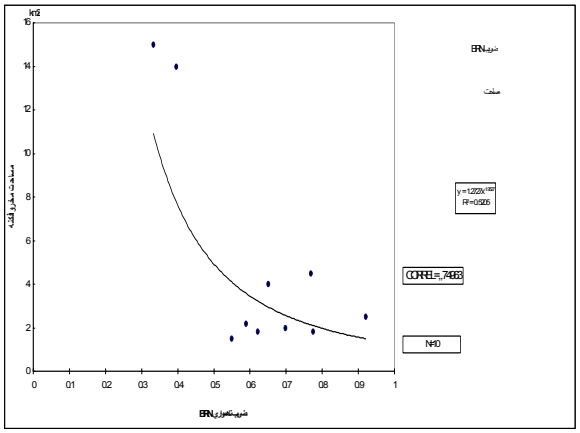
دیاگرام ۲- رابطه ضریب (BRN)وشیب مخروط افکنه ها



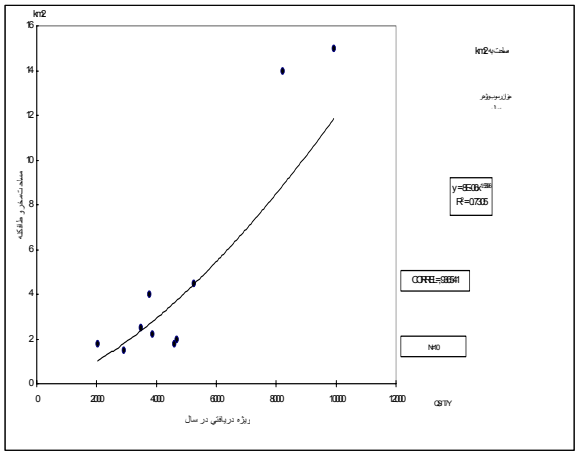
دیاگرام۳- رابطه مساحت حوضه آبریز و مخروط افکنه ها



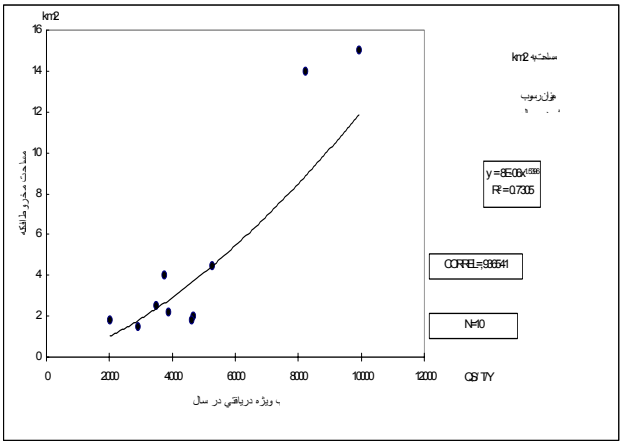
دیاگرام ۴- رابطه ضریب(BRN)ومساحت مخروط افکنه ها



دیاگرام۵- رابطه میزان رسوب ویژه ومساحت حوضه آبریز و مخروط افکنه ها



دیاگرام ۶- رابطه مساحت حوضه با مساحت مخروط و رسوب



تحلیل برخی از شاخص ها و ضرایب

در اغلب مخروط افکنه های منطقه، بین مقدار عددی شاخص وسعت حوضه با میزان رسوب رسیدهٔ سالانه و نیز مساحت مخروط افکنه رابطهٔ کاملاً مثبت وجود دارد (جدول شمارهٔ۱). با این وجود در برخی از مخروط افکنه ها این حالت متفاوت می باشد. به عنوان نمونه حوضهٔ آبریز مخروط افکنهٔ قلعه ریز با مساحت ۴ کیلومتر مربّع (با شاخص وسعت ۷/۱۶) مخروط افکنه ای به مساحت ۲/۵ کیلومتر را بوجود آورده است. در حالی که حوضهٔ آبریز شرق آق بلاغ با مساحت ۷کیلومتر مربّع (با شاخص وسعت ۹/۷۴) مخروط افکنه ای به مساحت ۱/۵ کیلومتر مربّع را ایجاد کرده است. با توجّه به این که هر دو حوضه از لحاظ وضعیّت لیتولوژیکی، تکتونیکی، پوشش گیاهی و ... تقریباً مشابه اند؛ ولی در مقایسهٔ با هم، حوضهٔ آبریز کوچک «قلعه ریز» مخروط افکنهٔ بزرگتری را نسبت به حوضهٔ آبریز بزرگ شرق روستای آق بلاغ بوجود آورده است. بررسی حاضر نشان داد که عامل اصلی مقدار ضریب ناهمواری ملتون (BRN)[1] در حوضهٔ آبریز قلعه ریز ۰/۹۲۱ می باشد که نسبت به ضریب ناهمواری حوضهٔ آق بلاغ (۰/۵۴۹) کاملاً بیشتر است. بنابراین عامل ضریب ناهمواری به عنوان فاکتور اساسی بسیار مؤثّر در گسترش مخروط بوده و عامل وسعت حوضهٔ آبریز را در این مخروط افکنه کاملاً تحت الشعاع قرار داده است. با عنایت به داده های جدول شمارهٔ (۱) مقدار عددی بالای شاخص مخروط گرائی (FCI) در مخروط افکنه های شمارهٔ (۱ و ۲ و ۳ و۱۰) نشانگر نامحصور بودن و گسترش فرم شعاعی آنها بدون برخورد با موانع طبیعی (ساختمانی) است؛ در حالی که مقدار پائین (FCI[2]) در مخروط افکنه های شمارهٔ (۴ و۵) بیانگر محصور شدگی توسّط موانع طبیعی و گسترش طولی آنها است.

رابطهٔ بین شیب مخروط افکنه ها با مساحت آنها :

رابطهٔ موجود بین شیب سطح مخروط افکنه ها (Sf) و مساحت حوضهٔ آبریز (Ad) و(C و n ضرایب ثابت) به صورت معادلهٔ زیر می باشد.

معادله (۲): $$Sf = CA_d^n$$

با توجّه به معادله و روابط آماری دیاگرام شمارهٔ (۱) از شکل شمارهٔ (۵) رابطهٔ این دو متغیّر با میزان همبستگی ٪۶۷ =R در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی دار می باشد. بنابراین رابطهٔ معکوس و معنی دار نسبتاً بالائی بین شیب مخروط افکنه ها با وسعت آنها وجود دارد؛ بدین مفهوم که هر قدر وسعت مخروط افکنه ها زیاد شود (مانند مخروط افکنهٔ درّ ه دیز و پلنگ گور با شیب ۴/۵و ۳/۷ ٪) شیب آنها به طور محسوس کاهش می یابد. در حالی که مخروط افکنه های کوچک قلعه ریز و شرق آق بلاغ به ترتیب با شیب ۸/۶ و ۹/۳ ٪ بیشترین شیب را دارند. به علاوه مقدار ضریب تبین ٪۴۹ = R^2 بیانگر اثرگذاری مستقیم و شدید وسعت مخروط افکنه ها بر شیب مخروط افکنه ها در کنار عامل وسعت می باشد.

۱– ضریب ناهمواری ملتون از تقسیم ناهمواری حوضه به کیلومتر بر جذر مساحت حوضه به کیلومترمربّع بدست می آید.

2- Fan Conducty Index

رابطهٔ شیب مخروط افکنه و ضریب ناهمواری نسبی حوضه (BRN):

به عقیدهٔ کوک و همکاران (۱۹۹۳) و جان زونجی (۲۰۰۲) بین شیب سطح مخروط افکنه ها (***Sf*** ***٪Sf***) و ناهمواری نسبی حوضه $Hb/\sqrt{Ad}$ رابطهٔ مثبت و مستقیم وجود دارد و این رابطه از طریق معادلهٔ زیر قابل بررسی است .

معادلهٔ (۱): $$S_f = C(Hb/\sqrt{Ad})^b$$

در معادلهٔ فوق Hb مقدار عددی ناهمواری حوضه به کیلومتر و Ab جذر مساحت حوضه به کیلومتر مرّبع و b و c ضرایبی هستند که مقادیر آنها از طریق معادلهٔ توانی برای مخروط افکنه های منطقه محاسبه شده است. با عنایت به نتایج حاصله در دیاگرام شمارهٔ (۲) از شکل شمارهٔ (۵) مقدار ضریب همبستگی دو متغیّر برابر ٪۵۲ =R می باشد که در سطح اطمینان ۹۵٪ همبستگی بوده و رابطهٔ معنی دار خوبی را ندارند و مقدار ضریب تبین ٪۳۴ = R^2 نشانگر تأثیرضعیف ضریب ناهمواری(BRN) بر میزان شیب مخروط افکنه هاست و بیانگر این مفهوم است که ۶۷٪ نقش عواملی دیگر مانند تکتونیک، لیتولوژی، وسعت حوضه، پوشش گیاهی ... در تعیین میزان شیب مخروط افکنه های منطقه دخالت دارند.

رابطهٔ بین مساحت مخروط افکنه با میزان رسوب دریافتی:

رابطهٔ موجود بین QS میزان رسوب رسیده و Ad مساحت حوضه از طریق معادله ای که برون در سال ۱۹۴۸ پیشنهاد کرده قابل بررسی است.

معادلهٔ (۴) : $$Qs = aAd^{j}$$

که در آن j عدد ثابت برای مناطق نیمه خشک بین ۰/۸ تا ۱/۵ در نوسان است و مقدار عددی آن برای مخروط افکنه های منطقه ۱/۱ = j می باشد که از لحاظ آماری و ریاضی توجیه کنندهٔ این موضوع است که با توجّه به افزایش مساحت حوضهٔ آبریز، مساحت مخروط افکنه ها نیز به طور محسوس افزایش می یابد. با توجه به دیاگرام شمارهٔ (۳) وجود همبستگی بسیار قوی ۹۳۶ ٪= R در سطح معنی داری ۱٪ و با حدود اطمینان ۹۹٪ نشانگر رابطهٔ معنی داری بسیار بالا بین دو پارامتر و برازنده بودن کامل خطّ رگرسیون برای داده هاست. از طرفی ضریب تبین ٪۷۲ =R^2 بیانگر این مفهوم است که در گسترش و تکامل وسعت مخروط افکنه های منطقه میزان رسوب رسیده (QS) ٪۷۲ مؤثّر می باشد و لذا ٪۲۷ نیز سایر عوامل مانند موانع ساختاری و میزان فرونشست یا کج شدگی بلوک زیرین مخروط افکنه مؤثّرند. این موضوع از طریق مقایسهٔ سه پارامترمساحت حوضه، مساحت مخروط ومیزان رسوب دریافتی سالیانه از طریق دیاگرام شمارهٔ (۶) به سهولت قابل استنباط است.

مساحت مخروط افکنه و ضریب ناهمواری نسبی حوضه (BRN):

رابطهٔ بین مساحت مخروط افکنهAf و ضریب ناهمواری نسبی حوضه $Hb/\sqrt{Ad}^{n}$ از طریق معادلهٔ زیر محاسبه می شود:

معادلهٔ (۵) : $$(Af = CHb/\sqrt{Ad})^{-n}$$

با ملاحظهٔ دیاگرام شمارهٔ (۴) مشاهده می شود که مقدار ضریب همبستگی ۷۴۹ ٪ =R و با ضریب تبین ٪۵۲ = R^2 در سطح اطمینان ۹۵٪ رابطهٔ معنی داری خوب بین آنها وجود دارد و خط رگرسیون نیز تا حدود زیادی برآزندهٔ داده هاست.

رابطهٔ مساحت مخروط افکنه و مساحت حوضهٔ آبریز:

بول (۱۹۶۴) رابطهٔ موجود بین مساحت مخروط افکنه ها را با مساحت حوضهٔ آبریزشان به صورت معادلهٔ زیر عنوان نموده است:

معادلهٔ (۳) : $Af = CAd^n$

که در آن A مساحت مخروط افکنه و Ad مساحت حوضهٔ آبریز و n و C ضرایب ثابت اند که مقادیر آنها از طریق معادله بدست آمده است. مقدار C= ۰/۲۴ برای منطقه با مقادیر محاسبه شده برای مناطق خشک و نیمه خشک توسّط هوک(۱۹۶۸)، دنی(۱۹۶۵)، میلز(۱۹۸۲) و مختاری(۱۳۸۱) همخوانی کامل دارد و مقدار n=۱/۱ برای مخروط افکنه های منطقه بیانگر گسترش زیاد لیتولوژی نا مقاوم و نسبتاً مقاوم در حوضه های آنهاست (مختاری ۱۳۸۱ به نقل از لک). چنان که در دیاگرام شمارهٔ (۵) مشاهده می شود، ضریب همبستگی بسیار بالای این دو متغیّر R= ٪۹۷ در سطح اطمینان ۹۹ ٪ بیانگر رابطهٔ معنی داری شدید این دو پارامتر است. به علاوه مقدار ضریب تبین R^2= ٪ ۷۲ بدین مفهوم است که مساحت مخروط افکنه ها کاملاً (۷۲٪) از مساحت حوضه ها تبعیت می کنند.

نتایج

از بررسی و تجزیه و تحلیل سیستمی مسائل ژئومرفیک مخروط افکنه ها نتایج زیر حاصل شد:

۱- مخروط افکنه های منطقه دارای بخش های متفاوت قدیمی، جوان، جوان تر از لحاظ ماهیّت موادّ رسوبی و از لحاظ مرفولوژی ظاهری به سه دستهٔ تک بخشی ساده، چند بخشی (شامل چند بخشی جانبی، شعاعی یا ترکیبی از این دو) و چند بخشی تودرتو هستند؛

۲- نهشته گذاری شدید در بالا دست و جابجائی بخش بریدگی عمیق به محدودهٔ داخل کوهستان و فرم عدسی آبرفت های مخروط افکنه در سطح دشت ها نشانگر فعّالیّت های نئوتکتونیکی است و نقش تکتونیک فعّال به همراه حسّاسیّت لیتولوژیکی سازندها به عوامل فرسایشی، موجب تشدید میزان ناپایداری و افزایش رسوبدهی در زیرحوضه های منطقه شده است؛

۳- رابطهٔ مساحت مخروط افکنه ها با حوضهٔ آبریز آنها مطابق ضریب همبستگی پیرسون: R= ٪۹۶۷ و ضریب تبین ٪۷۲ در سطح اطمینان ۹۹٪ رابطهٔ معنی داری بسیار قوی ای را نشان می دهد. به عبارتی، در افزایش یا کاهش مساحت مخروط افکنه های منطقه ۷۲٪ عامل وسعت حوضه ها مؤثّر بوده است؛

۴- مخروط افکنه های درّه دیز، پلنگ گور، قره گوز با شاخص مخروط گرائی (FcI) بالا و بدون محصورشدگی می باشند و به طور آزاد آبرفت ها درسطح دشت نهشته شده اند، درحالی که مخروط افکنهٔ قلعه ریز و غرب آق بلاغ با شاخص FcI) پائین توسّط پدیده های طبیعی(تپه های آهکی و دولومیتی) محصور شده اند؛

۵- بین مساحت مخروط افکنه ها و ضریب ناهمواری نسبی حوضه (BRN) میزان همبستگی R= ٪۷۴۹ قوی و معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد و میزان همبستگی قوی R=٪۹۳۶ با ضریب تبین بسیار مناسب R^2 =٪۷۲ نشانگر تأثیرگذاری شدید میزان رسوب رسیده بر وسعت مخروط افکنه هاست و از طرفی رابطهٔ معکوس بین افزایش وسعت مخروط افکنه ها با میزان شیب سطح آنها وجود دارد؛

۶- مخروط افکنه های قلعه ریز و قره بلاغ هر چند که نسبت به مخروط افکنه های غرب و شرق آق بلاغ و قره گوز از حوضهٔ آبریز کوچکتری برخوردارند، ولی به دلیل داشتن ضریب ناهمواری نسبی (BRN) بالا نسبت به آنها، مخروط افکنه های بزرگتری را بوجود آورده اند.

منابع و مآخذ:

۱- خیام، مقصود(۱۳۷۶)، جزوه مدون ژئومورفولوژی ایران، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

۲- رجائی، عبدالحمید(۱۳۷۳)،کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، نشرقومس.

۳- عباس نژاد، احمد(۱۳۷۶)، بررسی نوزمین ساختی مخروط افکنه های ناحیه کرمان، علوم زمین، شماره ۲۵-۲۶.

۴- شرکت صحراکاو(۱۳۸۰)، مطالعات ژئوالکتریک دشت هادیشهر. سازمان منابع آب استان آذربایجانشرقی و اردبیل.

۵- عابدینی، موسی(۱۳۸۳)، پژوهشی در نقش عوامل نوزمین ساخت در تحول مورفولوژی منطقه دره دیز - دیوان داغی، نشریه شماره۱۵ دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

۶- مختاری، داود(۱۳۸۱)، عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط افکنه های کواترنری در دامنه شمالی میشو داغ و ارزیابی توانهای محیطی آن دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، رساله کتری.

۷- موسوی حرمی، رضا(۱۳۸۱)، رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی.

۸- معتمد، احمد(۱۳۷۹)، زمین شناسی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران.

9- Abraham.Z. (2000). Drainge evolution in a rifted basin, Corinth graben, Greece, Geomorphology.V.35. (69 – 85).

10. farraj.A.A. Harvey, A.H. (2000). Desert Pavemet character istics on Wadi terrace and alluvial fan surfaces: wadi AL – BihU.A.E Geomorphology.35. (279 – 297).

11- Bull, B.W. (1984) Tectonic geomorpholgy journal of geologiecal education.V.32,

12- Field, J. (2001). Ghannel avulsion fans in southen arizona. Geomorphology.V.37..

13-Formento, M.L –, Douglas, T. W, Burbank,. (2003). River respons to an active fold thrust belt in a convergent margin setting, North Island. New zealand. geomorphology. V 49..

14-Harvy.A.M. (1997). The role of alluvial fan in arid zone fluvial systems. In Thomas.D.S. Arid zone geomorphology wiley, chichester, P (231 – 259).

15-Hook, R. L., and Rohrer,W.L,.(1979). Geometry of alluviall fans. Earth surface processe, V4.P146-166.

16-Huggett, R.J.2003. Fundamental of geomorphology. Routledge.

17-Giaccio.B, and etl.(2003).The environmental significnce of the remobilistion of ancient mass movment in the North Ethiopia. Geomorphology.V,49.

18- Noah. P, Snyder. K whipplex, Tucke. E. (2003). Ghannell responese to teatonic forcing. Nortern Gallifornia DePartment Of Earth. USA . Vol. 35.

19- Surian,N, and Rinialdi,M.(2003).Morphological response to river engineering and management in allvial channels in Italy. Elsevier. Geomorphology.Vol.50.Issue, 4.

.20-Szynkaruk,E & et al.(2004).Active fault systems and tectono- topographic configuration of the central Trans-Mexican Volcanic Belt. Geomorphology, vol,61.