پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، شماره‌ی ۲، پاییز ۱۳۹۱
صص. ۷۲-۵۳

تجزیه و تحلیل مورفوژنز و تفاوت‌های کمّی و کیفی مخروط‌افکنه‌های رشته‌کوه بینالود با رویکرد هیدرومورفوتکتونیکی

محمّد جعفر زمرّدیان* ـ دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد
ریحانه برومند ـ کارشناس ارشد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۹/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۰۳/۲۰

چکیده

رشته‌کوه بینالود یک سیستم چین‌خورده‌ی تراستی است که در شمال‌شرق ایران واقع شده و افزون‌بر فرایندهای آغازین و حرکات دامنه‌ای، فرایندهای جریانی و رودخانه‌ای آن را دگرگون‌کرده و لندفرم‌های آبی گوناگون و متعدّدی را، چه در پیکره‌ی کوهستان و چه در نقاط پایکوهی و دشت‌های مجاورش خلق کرده است. یکی از بارزترین و مهم‌ترین لندفرم‌های بیان‌شده، شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌های متنوّع در پایکوه‌های شمالی و جنوبی بینالود است که از دیدگاه منشأ و ژنز، شکل و ابعاد کمّی (تعداد، وسعت، و...) تفاوت‌های بارز و آشکاری را از خود نشان می‌دهند. این تفاوت‌های ژئومورفولوژیکی مخروط‌افکنه‌های شمالی و جنوبی بینالود، معلول دخالت عوامل و عناصر هیدرومورفوتکتونیکی بوده و در پتانسیل‌ها و تنگناهای محیطی، پیدایش و تعدّد سکونتگاه‌های شهری و روستایی و نیز، فعّالیّت‌های وابسته به آنها تأثیرگذار بوده است. ازجمله اینکه مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی شمالی، از نظر کشاورزی دارای منابع آب و خاک فراوان و مطلوب بوده، درحالی‌که مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی جنوبی دچار تقطیع شده و این قطعه‌قطعه‌شدن و کوچکتر بودن مخروط‌های مذکور، مانع هرگونه فعّالیّت می‌شود. بنابراین شناخت مخروط‌افکنه‌های منطقه، هم از دیدگاه پژوهش‌های بنیادی و هم از دیدگاه برنامه‌ریزی محیطی، امری ضروری و مهم به‌شمار می‌آید. از این رو، پژوهش پیش رو برپایه‌ی روش تاریخی و به‌ویژه، روش تجربی بوده و بر اساس آن به واکاوی مسأله پرداخته است. در راستای انجام این پژوهش و رسیدن به اهداف آن، هم‌زمان با انجام عملیّات میدانی و آزمایشگاهی و کارگاهی (مانند تفسیر اسناد جغرافیایی و گرانولومتری) از مدل‌های ژئومورفولوژیکی (استرالر) و نرم‌افزارهای GIS، ArcGIS هم استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که عوامل گوناگونی در بروز تفاوت‌های ژئومورفولوژیکی مخروط‌افکنه‌های شمالی و جنوبی بینالود تأثیرگذار بوده و در این میان عوامل تکتونیکی (چین خوردگی‌های تراستی بینالود) و عوامل هیدرومورفوتکتونیکی بیشترین نقش را داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: مخروط‌افکنه، بینالود، مورفوژنز، هیدرومورفوتکتونیک.

---

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۲۵۵۱۱۹ E-mail: zomorodian@gmail.com

مقدمه

فرایندهای جریانی و رودخانه‌ای یکی از عوامل اگزوژن[1] (برون‌زا) در پیدایش و تحوّل برخی ناهمواری‌ها بوده و در تمام مناطق سیّاره‌ی زمین، حتّی در بیابان‌ها و مناطق خشک، به‌عنوان مهم‌ترین عامل در تغییر و تحوّل ناهمواری‌های پوسته‌ی زمین به‌شمار می‌آیند. این فرایندها در چارچوب سه عمل حفر، حمل و رسوب مواد، اشکال و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک گوناگون و بسیاری را می‌آفرینند. دشت‌های تراکمی آبرفتی، جلگه‌ها، دشت‌های سیلابی و مخروط‌افکنه‌ها، از مهم‌ترین اشکال و لندفرم‌های فرسایشی ـ تراکمی فرایندهای جریانی بوده و مناسب‌ترین شرایط و پتانسیل‌ها (همانند همواریِ نسبی و کم‌عارضه‌بودن، وجود خاک‌های حاصلخیز، آبهای سطحی و زیرزمینی غنی و مطلوب و...) را برای استقرار سکونتگاه‌ها و ایجاد تمدّن‌های کهن ارائه کرده و می‌کند. اما در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دشت‌ها بیشتر زیر سلطه‌ی بیابان‌ها، ماسه‌زارها، کویرها و پلایا هستند، مخروط‌افکنه‌ها به‌عنوان بهترین و مطلوب‌ترین لندفرم‌های ژئومورفیک در مکان‌گزینی سکونتگاه‌های شهری و روستایی به‌ایفای نقش پرداخته‌اند. این لندفرم‌ها به‌دلیل حضورشان در مناطق پایکوهی، افزون‌بر دارا بودن آب فراوان و خاک حاصلخیز، یک‌سری مخاطرات ژئومورفیک همانند زلزله‌خیزی، سیل‌گیری و تنگناهایی مانند تقطیع زمین، توسّط الگوهای زهکشی گیسویی و غیره را در مسیر زندگی بشر قرار می‌دهند. بنا به همین دلایل، بررسی و شناخت دقیق و همه‌جانبه‌ی مخروط‌افکنه‌ها، هم از دیدگاه ژنتیک و هم از دیدگاه کاربردی و کاربری اراضی در برنامه‌ریزی‌های محیطی، امری ضروری و گریزناپذیر است. از سویی نداشتن شناخت کافی در مورد بخش‌های مخاطره‌آمیز مخروط‌افکنه‌ها، میلیون‌ها دلار خسارت مالی و جانی به جوامع انسانی وارد می‌کند (فیلد، ۱۹۹۷: ۲۷). در کشور ایران که بسیاری از سکونتگاه‌های شهری و روستایی و فعّالیّت‌های مربوطه در سطوح مخروط‌افکنه‌ای استقرار یافته‌اند، این ضرورت بیشتر احساس می‌شود. به‌ویژه، در دامنه‌ها و پایکوه‌های شمالی و جنوبی بینالود که مخروط‌افکنه‌های گوناگون، متعدّد و متفاوت وجود دارد، اهمّیّت و ارزش این‌گونه بررسی‌ها و پژوهش‌ها آشکارتر می‌شود. از این رو، در این پژوهش تلاش شده است که مخروط‌افکنه‌های بینالود، هم از دیدگاه ژنز و منشأ و هم از دیدگاه تفاوت‌های آشکاری که در آنها به چشم می‌خورد، مورد بررسی قرار گیرد و نتایج آن از سوی مسئوّلان، برنامه‌ریزان، طرّاحان و برنامه‌گزاران، در راستای برنامه‌ریزی محیطی و نیل به توسعه‌ی پایدار، مورد استفاده قرار گیرد. درواقع، جریان‌های سطحی که به‌شکل رودخانه‌ها و راوین‌ها در منطقه حضور دارند، به‌عنوان عامل اصلی تحوّلات مورفولوژیک بینالود، وارد عمل شده و افزون‌بر پیکره‌ی بینالود، دامنه‌ها و بخش‌های پایکوهی را تحت تأثیر فرایندهای رودخانه‌ای قرار داده و لندفرم‌های آبی گوناگون و متعدّدی را خلق کرده‌اند. ازجمله می‌توان به تراس‌های و پادگانه‌های آبرفتی، دشت‌های سیلابی و مخروط‌افکنه‌ها اشاره کرد. مخروط‌افکنه‌های پایکوهی که در جبهه‌ی شمالی و جنوبی بینالود، به‌عنوان بارزترین و مهم‌ترین لندفرم‌های آبی تشکیل شده‌اند، جُستار اصلی این گفتمان را تشکیل می‌دهند؛ زیرا این مخروط‌ها، نخست از دیدگاه منشأ و ژنز، مورفولوژی و شکل، ابعاد کمّی (تعداد، وسعت و...) و مانند آن، تفاوت‌های آشکاری را در دو دامنه‌ی شمالی و جنوبی بینالود از خود نشان می‌دهند. دوم، این تفاوت‌ها در میزان پتانسیل‌های

1. Exogene

محیطی، شکل‌گیری و تعدّد سکونتگاه‌های شهری و روستایی و نیز، فعّالیّت‌های مربوطه تأثیرگذار بوده است. بنابراین، شناخت مخروط‌افکنه‌های این ناحیه و بررسی علل تفاوت‌های موجود بین آنها، هم از دیدگاه پژوهش‌های بنیادی و هم از دیدگاه برنامه‌ریزی محیطی، امری ضروری و بسیار مهم است. از این رو، پژوهش پیش رو در راستای نیل به این انگیزه‌ها انجام گرفته است. در این خصوص دو پرسش عمده طرح می‌شود.

۱. چرا مخروط‌افکنه‌ها در هر دو سوی بینالود (دامنه‌های شمالی و جنوبی بینالود) از نظر ابعاد مورفومتریک به‌طور کامل متفاوت هستند و چه عواملی در این تفاوت‌ها نقش مهم‌تری داشته‌اند؟

۲. تفاوت‌های مورفولوژیکی بین مخروط‌افکنه‌های شمالی و جنوبی بینالود از دیدگاه برنامه‌ریزی‌های محیطی، چه تأثیری در میزان پتانسیل‌ها و تنگناهای ژئومورفولوژیکی این مناطق دارند؟

برای پاسخ به پرسش‌های فوق فرضیه‌های زیر ارائه می‌شود:

۱. چه بسا ساختمان ناهمواری و تکتونیک (به‌ویژه هیدرومورفوتکتونیک) مهم‌ترین عامل در شکل‌گیری و ایجاد تفاوت‌های مورفولوژیکی بین مخروط‌افکنه‌های شمالی و جنوبی بینالود هستند.

۲. گمان می‌رود، مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های شمالی با ابعاد مورفومتریک چشمگیرتر، پتانسیل‌های بیشتری نسبت به مخروط‌افکنه‌های جنوبی دارند، برعکس، مخروط‌افکنه‌های جنوبی تنگناهای ژئومورفولوژیکی بیشتری دارند.

حال با آگاهی از مطالب فوق برای روشن‌تر شدن و درک بهتر موضوع و دستیابی به نتایج مطلوب‌تر، به گزیده‌ای از پژوهش‌های انجام گرفته اشاره می‌کنیم.

همان‌گونه که پیش از این عنوان شد، مخروط‌افکنه‌ها از اشکال ژئومورفولوژیکی فرسایشی تراکمی هستند که در محلّ خروج رود از کوهستان و ورود به دشت، به‌شکل بادبزن یا مخروط تشکیل می‌شوند (ان.آر. سی، ۱۹۹۶ : ۱؛ بول، ۱۹۷۷: ۲۲۲). آنها از مهم‌ترین پدیده‌های ژئومورفیک برای جذب جمعیّت و استقرار سکونتگاه‌ها، به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آیند. این ویژگی که ناشی از پتانسیل‌های مخروط‌افکنه‌هاست و برخی مخاطرات و تنگناهای مربوط به این لندفرم‌ها، سبب‌شده که پژوهش‌های به‌نسبت زیادی در زمینه‌های مختلف مربوط به این پدیده انجام گیرد که در این‌جا به برخی از آنها اشاره خواهد شد.

در زمینه‌ی نقش فعّالیّت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌ها، پژوهشگرانی چون بول و مک‌فادن[1] (۱۹۷۷: ۱۲, ۶)، هوک[2] (۱۹۷۲: ۸۳)، مک‌فرسن[3] (۱۹۷۲: ۱۶۱) مطالعات گسترده‌ای انجام داده‌اند و به نتایج ارزشمندی دست یافتند (رامشت، ۱۳۷۸: ۳). شیوم و همکاران (۱۹۹۷) نیز در زمینه‌ی مخروط‌افکنه‌ها مطالعاتی انجام داده‌اند. براتون و آندرسون (۱۹۹۸: ۴۵ ,۲۳) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای حرارتی به‌همراه روش‌های ژئومورفولوژی، به‌تفکیک مخروط‌افکنه‌های جدید و قدیمی در کوه‌های سوئرن ویپل[4] در کالیفرنیا پرداخته‌اند. همچنین ریتر و همکاران (۱۹۹۳و۲۰۰۰)، برخی عوامل محیطی ازجمله، رژیم‌های آب‌وهوایی، وضعیّت تکتونیک و لیتولوژی حوضه‌های بالادست

1. Bull & McFadden
2. Hooke
3. McFerson
4. Sueren Viple

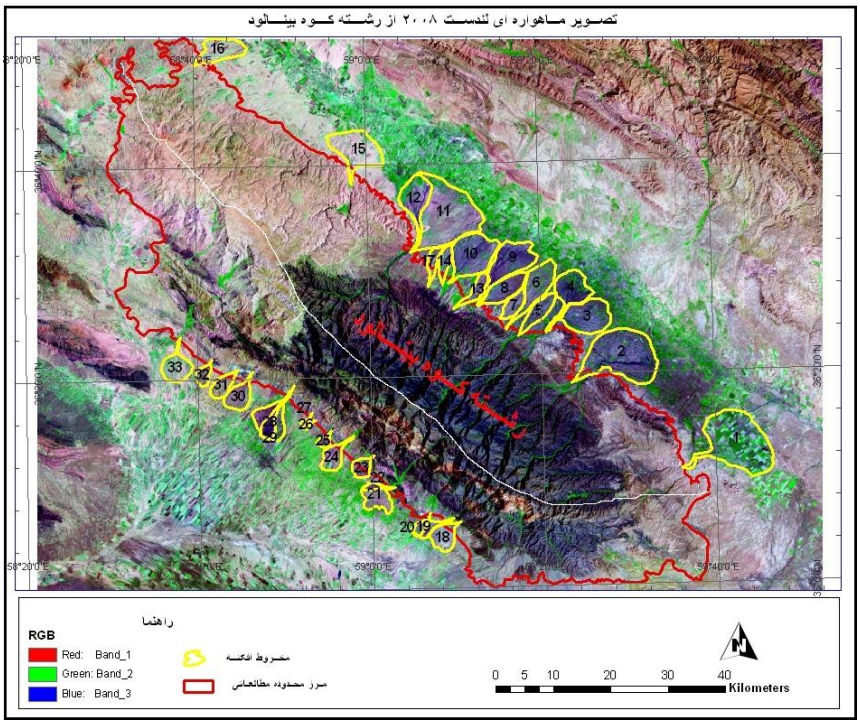
را مهم‌ترین عامل در شکل‌گیری و مورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها دانسته‌اند. به باور لی و همکاران (۱۹۹۹) نیز، مخروط‌افکنه‌ها ازجمله اشکال ژئومورفیکی هستند که فعّالیّت‌های تکتونیکی و تغییرات آب‌وهوایی، مهم‌ترین عامل کنترل آنها است. هاروی و همکاران هم در پژوهشی (۲۰۰۳) که مخروط‌افکنه‌های جنوب اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند، آنها را نتیجه‌ی عملکرد هم‌زمان فعّالیّت‌های تکتونیکی و اقلیمی دانستند. اهنرت، بیلر و مک‌پیرسون نیز تولید رسوب زیاد در بالادست مخروط‌افکنه‌ها را هم‌زمان با دوره‌های پُرباران یخچالی و تولید رسوب به‌مراتب کمتر را، هم‌زمان با دوره‌های خشک‌تر بین‌یخچالی دانسته‌اند (اهنرت، ۱۹۹۸: ۱۹۳؛ بلیر و مک‌پیرسون، ۲۰۰۹ : ۴۴۴). همچنین گامز و گارسیا[1] در سال ۲۰۰۰ در مورد سطوح فعّال و غیرفعّال مخروط‌افکنه‌ها و تأثیر کاربری‌های مختلف، در کاهش حدود سطوح فعّال اشاره کرده‌اند. در پژوهشی ویسراس و همکاران (۲۰۰۳: ۱۸۱) نیز، تأثیر بالاآمدگی و فرونشینی بر تحوّل مخروط‌افکنه‌ها را مورد تحلیل قرار داده‌اند. هاروی (۲۰۰۲: ۶۷) در پژوهشی، نقش تغییرات اقلیمی سطح اساس را در تقطیع مخروط‌افکنه‌ها مورد توجّه قرار داده و بریده‌شدن قائده‌ی مخروط‌افکنه‌ها را ناشی از پایین رفتن سطح اساس ذکر می‌کند. اسکالی و اوونز[2] در سال ۲۰۰۵، در پژوهشی پیرامون فرآیند رسوب‌گذاری جریان، رسوب‌های ناهمگن را منشأ اصلی ایجاد رسوبات سطحی مخروط‌افکنه‌ها می‌دانند (مقصودی، ۱۳۸۷: ۷۵-۷۴). پژوهشگران برجسته‌ی دیگری همچون دیویس[3] (۱۹۰۵)، بتی[4] (۱۹۶۳)، دنی[5] (۱۹۶۵)، هوک (۱۹۶۸)، کلارک[6] (۱۹۸۹)، ویلسن[7] (۱۹۶۵)، ایراساوا[8] (۱۹۹۱)، جکسن[9] (۱۹۸۷) و ویل فرد[10] (۲۰۰۴) نیز، در زمینه‌ی مخروط‌افکنه‌ها پژوهش‌های ارزشمندی انجام داده‌اند. در در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. زمرّدیان (۱۳۷۳) پژوهشی در مورد مخروط‌افکنه‌های غرب لوت انجام داده و در سال (۱۳۷۸) نیز در طرح پژوهشی "بررسی دینامیک‌های دامنه‌ای در شمال بینالود و بازتاب آن در برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های روستایی" نقش فعّالیّت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌های ناحیه را تشریح کرد. خیّام و مختاری (۱۳۸۲) نیز به ارزیابی عملکرد فعّالیّت‌های تکتونیکی براساس مورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها اشاره کرده‌اند. در ارتباط با برنامه‌ریزی محیطی نیز، مقاله‌ها و طرح‌های پژوهشی دیگری انجام گرفته است. ازجمله حسین‌زاده (۱۳۸۲) پایداری و ناپایداری سطوح مخروط‌افکنه‌ای در بیابان‌های داخلی ایران (طبس) را مورد بحث قرار داده است. کاری دیگر از مقدم، رجبی، زمرّدیان و مقامی (۱۳۸۴) با عنوان "عوامل مؤثّر در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه رودخانه‌ی خروین در دامنه‌ی جنوبی آلاداغ در شمال‌شرق ایران" ارائه شده است. همچنین اشکال مختلف مخروط‌افکنه‌ای در اطراف توده‌ی کوهستانی میشوداغ با تأکید بر نقش فعّالیّت‌های تکتونیکی مؤثّر بر ایجاد آنها، از سوی

1. Gamez & Garsia
2. Scally & owens
3. Davis
4. Beaty
5. Deny
6. Kelarck
7. Wilson
8. Irasava
9. Jackson
10. Wilford

مختاری، کرمی و خطیبی (۱۳۸۶) مورد بررسی قرار گرفته است. افزون‌بر این، چندین پایان‌نامه در خصوص مخروط‌افکنه‌های شمال خراسان با راهنمایی زمرّدیان (۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹) و دیگران تهیّه و گردآوری شده است.

موقعیّت جغرافیایی منطقه

رشته‌کوه بینالود در شمال‌شرق ایران (شمال خراسان رضوی) و در میان دو مدار جغرافیایی '۵۷ و °۳۵ تا '۵۲ و °۳۶ شمالی و دو نصف‌النهار '۲۹ و °۵۸ تا '۴۴ و °۵۹ شرقی واقع شده است. این کوهستان به بام خراسان مشهور است؛ زیرا بلندترین قلّه‌ی خراسان به نام گودزرد با ارتفاع ۳۲۴۹ متر در این بلندی‌ها قرار دارد. این رشته‌کوه دارای روند شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی و طول ۱۴۳/۷۵ کیلومتر بوده و از جنوب‌شرق شهر قوچان تا شرق ـ شمال‌شرق نیشابور امتداد یافته است. از غرب و شمال‌غرب با کوه‌های کم‌ارتفاع‌تر کوزه‌ای و شاه‌جهان و از شرق و جنوب‌شرق به کوه‌های به‌مراتب پست‌تر کته شمشیر محدود می‌شود. اگرچه مرز بینالود با ارتفاعات غربی و شرقی‌اش تا حدّی آشکار است، امّا در جبهه‌ی شمال ـ شمال‌شرقی، فرورفتگی کشف‌رود و گسل مشهد، این واحد را به‌وضوح از رشته‌کوه کپه‌داغ ـ هزار مسجد جدا می‌کند. حدّ جنوبی بینالود نیز به گسل‌های نیشابور و میامی و رود کال‌شور و دشت نیشابور منتهی می‌شود. به این ترتیب، تمام زهکش‌ها و آبریزهای شمالی رشته‌کوه بینالود به تراف کشف‌رود و زهکش‌های دامنه‌ی جنوبی آن به کال‌شور و دشت نیشابور ملحق می‌شوند. شکل شماره‌ی ۱، موقعیّت منطقه‌ی مورد مطالعه و ویژگی‌های ظاهری و تفاوت‌های موجود بین مخروط‌افکنه‌های بیان‌شده را نشان می‌دهد.



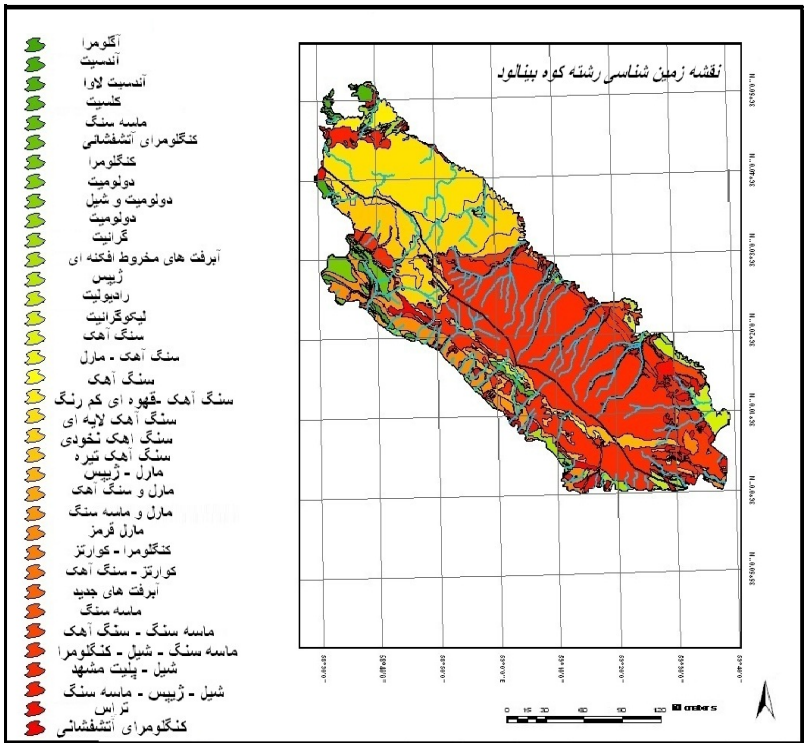
شکل ۱. موقعیّت منطقه‌ی مورد مطالعه و مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های شمالی و جنوبی بینالود

منبع: ماهواره لندست، ۲۰۰۸

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از روش تجربی و تا اندازه‌ای دیدگاه تاریخی استفاده شده است. اگرچه روش‌های توصیفی و تحلیلی برپایه‌ی روش استقرایی و برخی مدل‌های ژئومورفولوژیکی، مانند استرالر و عملیّات گرانولومتری و مورفوسکپی نیز، برای تجزیه و تحلیل‌های کمّی و کیفی مورد استفاده واقع شده است. موادّ به‌کار گرفته شده طیِّ بررسی‌های میدانی، آزمایشگاهی و کارگاهی و همچنین مطالعات کتابخانه‌ای عبارت بوده‌اند از: نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای. همچنین از نرم‌افزارهای Excel، GIS و ArcGIS برای تحلیل‌های آماری و تهیّه‌ی برخی نقشه‌ها و تصاویر کمک گرفته شده است. در راستای نیل به این اهداف از داده‌های محیطی سایر علوم زمین هم بهره برده گرفته است.

از دیدگاه زمین‌شناسی، شرق رشته‌کوه بینالود، به‌ویژه دامنه‌های شمالی ـ شرقی آن، بیشتر از سازند معروف به فیلیت مشهد، تشکیل شده است؛ ولی در بخش‌های غربی و شمال‌غربی آن، آهک‌های توده‌ای (اخلومد) و لایه‌ای نخودی‌رنگ حضور چشمگیر دارند. اگرچه، در بخش فیلیت مشهد به سمت دامنه‌های جنوبی بینالود، شاهد دخالت سازندهای آهکی (سازند بهرام) و سازندهای نئوژن نیز هستیم. به‌هرحال، بخش عمده‌ی بینالود، شامل سازند فیلیت (اسلیت، شیست، کوارتزیت، مرمر و مانند آن) و آهک‌های توده‌ای و لایه‌ای است و توده‌های آذرین (گرانیت که با ساختمان باتولیت در میان رسوب‌های پالئوزوئیک سربرآورده)، سنگ‌های اولترا بازیک (افیولیت‌ها) سرپانتینیت، ماسه‌سنگ، کنگلومرا، سازندها و آبرفت‌های کواترنر (در دامنه‌های اسکری، کف درّه‌رودها) و غیره نیز، به‌شکل پراکنده در ساختار لیتولوژیک بینالود به چشم می‌خورد (شکل شماره‌ی ۲).



شکل ۲. نقشه‌ی زمین‌شناسی رشته‌کوه بینالود

از دیدگاه اقلیمی، نتایج حاصل از به‌کارگیری روش دومارتن نشان می‌دهد که رشته‌کوه بینالود و محدوده‌ی مورد مطالعه، آب‌وهوای سرد و نیمه‌خشک دارند (اعظمی، ۱۳۸۸: ۵۶). میانگین دمای سالانه ۱۳ درجه‌ی سانتی‌گراد، حداکثر و حداقل دمای منطقه نیز به‌ترتیب، ۳۴/۴ و ۷/۷- درجه‌ی سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالانه‌ی محدوده‌ی مورد مطالعه هم برابر ۳۲۰ میلی‌متر است.

در خصوص وضعیّت هیدرولوژیکی و منابع آب در محدوده‌ی رشته‌کوه بینالود، می‌توان به وجود آبهای سطحی (در قالب رواناب‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌های طبیعی و مصنوعی) و آبهای زیرزمینی (به‌شکل چاه، چشمه، قنات و منابع کارست زیرزمینی) اشاره کرد. به این ترتیب که در دامنه‌های شمالی بینالود، ۶۹ حوضه‌ی آبریز کوچک و بزرگ با رودخانه‌ها و جریان‌های سطحی دائمی وجود دارند و بزرگترین و بیشترین جریان‌های رودخانه‌ای در این بخش شکل گرفته‌اند (زمرّدیان، ۱۳۷۸: ۱۴)، در حالی‌که در دامنه‌های جنوبی، حوضه‌ها و رودخانه‌های محدودتر (۴۷ حوضه‌ی آبریز) و کوچکتر خودنمایی می‌کنند. تمرکز و تعداد چشمه‌ها در یال جنوبی نسبت به یال شمالی بینالود بیشتر است. حال آنکه تعداد قنوات و چاه‌ها در دامنه‌ی شمالی به‌مراتب بیشتر است.

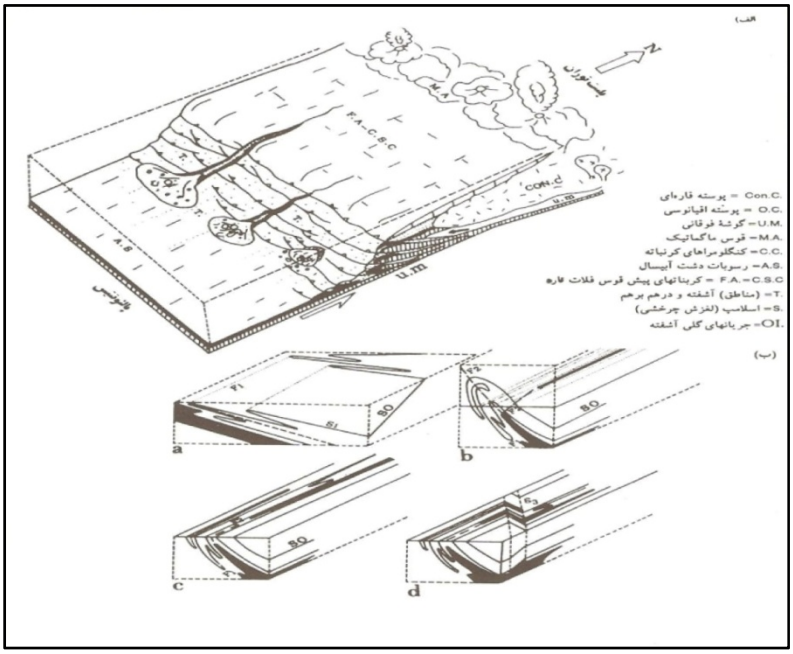
وضعیّت خاک و پوشش گیاهی منطقه نیز حاکی از آن است که خاک‌های منطقه دارای رخنمون کم، عمق کم، حالت سنگلاخی و از رده‌ی لیتوسل‌ها، به‌ویژه روی سازند فیلیتی هستند. البتّه میزان شیب و جهت دامنه‌ها در خاک‌ها، سبب تفاوت‌های محلّی شده است. وجود خاک‌های کم‌وسعت و ناقص، موجب ضعف پوشش گیاهی در منطقه شده و در دامنه‌ها و ارتفاعات، گیاهان مرتعی، بوته‌ای، استپی و جنگل‌های ارس به‌شکل نقطه‌چین و پراکنده وجود دارند.

یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که پیش از این عنوان شد، مخروط‌افکنه‌های پایکوه‌های شمالی و جنوبی رشته‌کوه بینالود، از دیدگاه منشأ و ژنز، مورفولوژی، شکل و ابعاد کمّی و غیره با یکدیگر کاملاً متفاوت بوده و کشف عوامل و علل این تفاوت‌ها، انگیزه‌ی این پژوهش و پاسخی برای پرسش‌های تحقیق است. پُرواضح است که عوامل گوناگون محیطی، مانند حرکات تکتونیکی (زمین‌ساختی)، ویژگی‌های لیتولوژیک، خصیصه‌های توپوگرافیک و ژئومورفیک، شرایط اقلیمی، هیدرولوژیک و مانند آن، در پیدایش مخروط‌افکنه‌ها و تحوّلات آنها مشارکت دارند. در خصوص پیدایش مخروط‌افکنه‌های بینالود و وجوه تفاوت و تشابه آنها نیز، همین عوامل تأثیرگذار بوده و هستند، اما گمان می‌رود که در این میان، عوامل هیدرومورفوتکتونیکی بیشترین نقش را در زایش این مخروط‌افکنه‌ها و به‌ویژه، تفاوت‌های موجود میان آنها ایفا کرده‌اند؛ چراکه عوامل مشارکت‌کننده‌ی دیگر، خود معلول و حاصل فرایندهای هیدرومورفوتکتونیکی منطقه هستند. درواقع بی‌قرینگی دودامنه‌ی شمالی و جنوبی رشته‌کوه بینالود که خود معلول شرایط تکتونیکی حاکم بر منطقه است، دلیل اصلی بی‌قرینگی‌های دیگر، ازجمله بی‌قرینگی در ویژگی‌های اقلیمی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناختی، ژئومورفولوژیکی و درنهایت، تفاوت‌های مورفولوژیک و مورفومتریک مخروط‌افکنه‌های شمال و جنوب بینالود است. دلایل و موارد تحلیلی زیر که برپایه‌ی ویژگی‌های اساسی طبیعی بینالود هستند، مؤیّد و گواه بر این ادّعا هستند.

۱- عوامل تکتونیکی

رشته‌کوه بینالود به‌دلیل موقعیّت زمین‌ساختی از شمال و شمال‌شرق با پلیت اورازیا و پلاتفرم مستحکم توران و از جنوب و جنوب‌غرب با خرده قارّه‌ی ایران مرکزی همجوار بوده و زیر فشارهای این توده‌ها قرار گرفته است. به همین دلیل، رشته‌کوه بینالود یک نوار چین‌خورده و گسلیده از نوع نازک پوسته‌ای است که به‌دنبال تصادم میان قطعات لیتوسفری ایران مرکزی و توران تشکیل شده است. در اثر این تصادم، ایران مرکزی به زیرقطعه‌ی لیتوسفری توران فرورانش داشته است (علوی، ۱۹۹۲). بر این اساس، تکتونیک‌های ناحیه‌ی بینالود بیشتر توسّط گسل‌های تراستی[1] (راندگی‌ها) رخ داده و به‌شکل زمین‌ساخت‌های پوسته‌ای نازک[2] نمایان شده است. نتیجه‌ی نهایی این حرکات آن بوده است که در ناحیه‌ی بینالود، چندین واحد ساختمانی دارای پوشش مشترک، به‌صورت صفحه‌های رونده‌ی ساده و تک[3] یا به‌صورت دوپلکس[4] دوپلکس[4] پدید آمده است. شیب ملایم و گسترده‌ی این صفحه‌ها به سوی شمال ـ شمال‌شرق (درّه‌ی کشف‌رود) بوده و شیب تند (پیشانی یا جبهه‌ی) روراندگی‌ها نیز، به سوی جنوب ـ جنوب‌غرب (دشت نیشابور) تمایل یافته است. به این ترتیب، دامنه‌ی کم‌شیب و پُروسعت رشته‌کوه بینالود متوجّه دشت مشهد (کشف‌رود) و دامنه‌ی پُرشیب و کم‌وسعت آن به سوی دشت نیشابور است (زمرّدیان، ۱۳۸۱: ۲۰۶؛ علوی، ۱۹۹۲). همان‌گونه که عنوان شد، این بی‌قرینگی سبب بی‌قرینگی‌ها و تفاوت‌های شرایط طبیعی در دو سوی رشته‌کوه بینالود شده است (شکل شماره‌ی ۳).



شکل ۳. چین‌های تراستی و تراست تکتونیک و مدل فرورانش در منطقه‌ی بینالود

منبع: زمرّدیان، ۱۳۸۱: ۲۰۶؛ علوی، ۱۹۹۲

1. Thrust fault
2. Thin – Skinned Tectonic
3. Single thrast sheet
4. Duplex

این فرایند، نخستین و مهم‌ترین تأثیری که از نظر ژئومورفولوژیکی در رشته‌کوه بینالود گذاشته، مورفولوژی نامتقارن در دو جبهه‌ی شمالی و جنوبی آن است. همین عدم تقارن، یکی از مهم‌ترین علل بی‌قرینگی و تفاوت‌های موجود در مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه است. افزون‌بر این، ابعاد هندسی و مورفومتریک (ارتفاع، شیب، وسعت، و طول دامنه‌های بینالود)، تراکم و روند گسل‌ها، تفاوت‌های لیتولوژیکی و روند مورفوتکتونیکی بینالود و... که خود متأثّر از چین‌خوردگی تراستی در این منطقه هستند، هر یک در مورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها و تفاوت‌های موجود بین آنها نیز، نقش مهم و اساسی داشته‌اند.

الف ـ ابعاد هندسی و مورفومتریک بینالود

رشته‌کوه بینالود به‌دلیل تعلّق به آخرین فعّالیّت‌های کوه‌زایی سیّاره‌ی زمین (آلپی) و چین‌خوردگی تراستی (روراندگی) از نظر مورفولوژی جوان بوده و ارتفاع و شیب قابل ملاحظه‌ای دارد، به‌گونه‌ای که بلندترین قلّه‌ها و سدِّ کوهستانی را در استان خراسان پدید آورده و به‌نسبت از چهره‌ی خشنی برخوردار است. این ویژگی‌ها که متأثّر از شرایط تکتونیکی منطقه بوده، موجب دینامیسم فعّال و نوعی بی‌تعادلی ایزوستاتیک در محل‌شده و درنتیجه، فرایندهای درونی و بیرونی را به تغییرات و تحوّلات ژئومورفیک بینالود واداشته است. یکی از پیامدهای این تغییرات، زایش و پیدایش مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه است. البتّه افزون‌بر دینامیسم فعّال بیان‌شده، ابعاد هندسی و مورفومتریک بینالود هم در پیدایش و تفاوت‌های مخروط‌افکنه‌های مذکور، نقش قابل توجّهی داشته‌اند. این ابعاد هندسی عبارتند: از ارتفاع، شیب، طول و وسعت دامنه‌ها.

– از نظر ارتفاع، بیش از هفت قلّه (به‌ویژه در بخش‌های میانی بینالود) دارای فرازای بیش از ۳۰۰۰ متر و افزون‌بر ۲۰ قلّه‌ی آن نیز، میان ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ارتفاع دارند. بخش بزرگ این رشته‌کوه مرتفع‌تر از ۲۰۰۰ متر بوده، اما ارتفاع آن به سوی شمال‌غرب و به‌ویژه، جنوب‌شرق، کاهش یافته و بلندترین قلّه‌ی جنوب‌شرقی آن تا ۱۷۳۴ متر افت کرده است. خطِّ تراز پایکوه‌های غربی بینالود به منحنی میزان ۱۵۰۰ متر و در محدوده‌ی شرقی آن به ۱۰۰۰ متر ختم می‌شود. نقطه‌ی کنیک و مرز پایکوهی دامنه‌های شمالی و جنوبی آن نیز، بین دو منحنی فوق در نوسان است. به این ترتیب، حداکثر دامنه‌ی ارتفاعی بین بلندترین قلّه و مناطق پایکوهی بینالود، کمابیش ۲۲۵۰ متر بوده و این اختلاف ارتفاع، حاکی از جوان بودن، دینامیک و شیب زیاد دامنه‌ها و درنتیجه، انرژی زیاد فرایندهای رودخانه‌ای منطقه برای حفر، حمل و رسوب مواد (شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌ها) است.

ـ در مورد ابعاد طولی و وسعت دامنه‌ها نیز باید به این نکته اشاره کرد که چین‌های تراستی و راندگی‌ها، سبب‌شده که طول و وسعت دامنه‌ها از خطّ‌الرأس تا نقاط پایکوهی بینالود، در دو جبهه‌ی بینالود کاملاً متفاوت باشد. به این‌گونه که در جبهه‌ی شمال ـ شمال‌شرقی دامنه‌ها منطبق با خود لایه‌های رورانده بوده و بنابراین دارای طول بیشتر، وسعت بیشتر و شیب ملایم‌تر هستند، در حالی‌که در جبهه‌ی جنوب ـ جنوب‌غربی، دامنه‌ها منطبق بر جبهه و پیشانی لایه‌های رورانده و در امتداد کورنیش‌ها و پرتگاه‌های راندگی‌ها بوده و درنتیجه دارای طول کوتاه‌تر، وسعت کمتر و شیب تندتر هستند. برای نمونه، طول دامنه‌های شمال ـ شمال‌شرقی بینالود به سمت مشهد ۳۲/۵ کیلومتر، و به سوی چناران (جنوب‌غرب

چناران) نیز ۲۶ کیلومتر است. حال آنکه طول این دامنه‌ها در همان راستا و در جبهه‌ی مقابل به ترتیب برابر ۱۹/۲ و ۱۷/۷ کیلومتر است. این ارقام بیانگر آن است که طول و وسعت دامنه‌ی شمال‌شرقی بینالود در حدود دوسوم از کلّ مساحت بینالود (۴۳۶۰ کیلومترمربّع) را دربرگرفته و وسعت آن ۲۷۲۰ کیلومترمربّع است، اما وسعت دامنه‌ی جنوب‌غربی ۱۶۴۰ کیلومترمربّع است. این گستردگی چشمگیر در دامنه‌ی شمالی، چه از جنبه‌ی طول و چه از نظر مساحت، در شبکه‌ی هیدروگرافی، وسعت حوضه‌ها، حجم رواناب سطحی و زیرزمینی، الگوی زهکشی و درنتیجه تعداد و وسعت مخروط‌افکنه‌ها، تأثیر مثبت و قابل توجّهی گذاشته است.

– شیب دامنه‌ی شمال ـ شمال‌شرقی بینالود به‌دلیل راندگی‌ها، به‌طور قابل توجّهی کمتر از شیب دامنه‌های جنوب ـ جنوب‌غربی آن است. برای نمونه، شیب بین بلندترین قلّه‌ی بینالود و خطّ تراز پایکوهی در شمال‌شرقی به خطّ مستقیم برابر ۸/۲۳ درصد است، در حالی‌که در همان امتداد و در نقطه مقابل، یعنی تا منحنی میزان پایکوهی در جنوب‌غرب، شیب دامنه ۱۷/۴۹ درصد (بیش از دو برابر دامنه‌ی شمالی) است. این اختلاف شیب موجب شده است که شبکه‌ی هیدروگرافی، الگوهای زهکشی و هیدرومورفودینامیک‌ها در دو دامنه‌ی مذکور کاملاً متفاوت از یکدیگر باشند. برای نمونه، شبکه‌ی هیدروگرافی و تراکم زهکشی در دامنه‌ی شمالی، گسترده‌تر و دارای الگوی زهکشی دندرتیک (درختی) است و همین عامل باعث شده تعداد حوضه‌های آبریز و تعداد و وسعت مخروط‌افکنه‌ها در این جبهه بیشتر باشد. حال آنکه دامنه‌ی جنوب ـ جنوب‌غربی بینالود، به‌دلیل شیب بیشتر، فاقد حوضه‌های آبریز گسترده و متعدّد بوده و الگوی زهکشی آن بیشتر حالت موازی را نمایش می‌دهد. به‌گفته‌ی دیگر در دامنه‌ی شمال ـ شمال‌شرقی، به‌دلیل شیب کمتر و ملایم‌تر، رودخانه‌ها و جریان‌های آبی درازتر، پرپیچ وخم‌تر و دارای انشعاب‌های بیشتر (تراکم زهکشی بالاتر) بوده و در دامنه‌ی جنوب ـ جنوب‌غربی وجود شیب تندتر، مجال تشکیل رودخانه‌های طویل و متعدّد را فراهم نیاورده و بنابراین رودخانه‌های اصلی آن کم‌شمارتر، کوتاه‌تر، مستقیم‌تر، دارای بستر عمیق‌تر با شیب تندتر و شاخابه‌ها و تراکم زهکشی کمتر هستند. به همین دلیل تعداد و وسعت مخروط‌افکنه‌ها در این جبهه به‌مراتب محدودتر است. جدول شماره‌ی ۱ وضعیّت شیب دو دامنه‌ی بیان‌شده را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. میزان و وضعیّت شیب (به درصد) در جبهه‌ی شمالی و جنوبی بینالود

میزان شیب در دامنه‌ی شمالی ٪	۱/۵۳	۴/۹۶	۶/۲۳	۵/۳	۵/۶	۵.۵	۷/۰۷	۶/۴	۶/۰۸	۸/۲۳
میزان شیب در دامنه‌ی جنوبی ٪	۲/۴۶	۸/۸	۱۰/۳۷	۷/۲	۱۱/۵۶	۸/۸	۱۰/۲۴	۹/۵	۷/۸	۱۷/۴۹

ب- تراکم و روند گسل‌ها

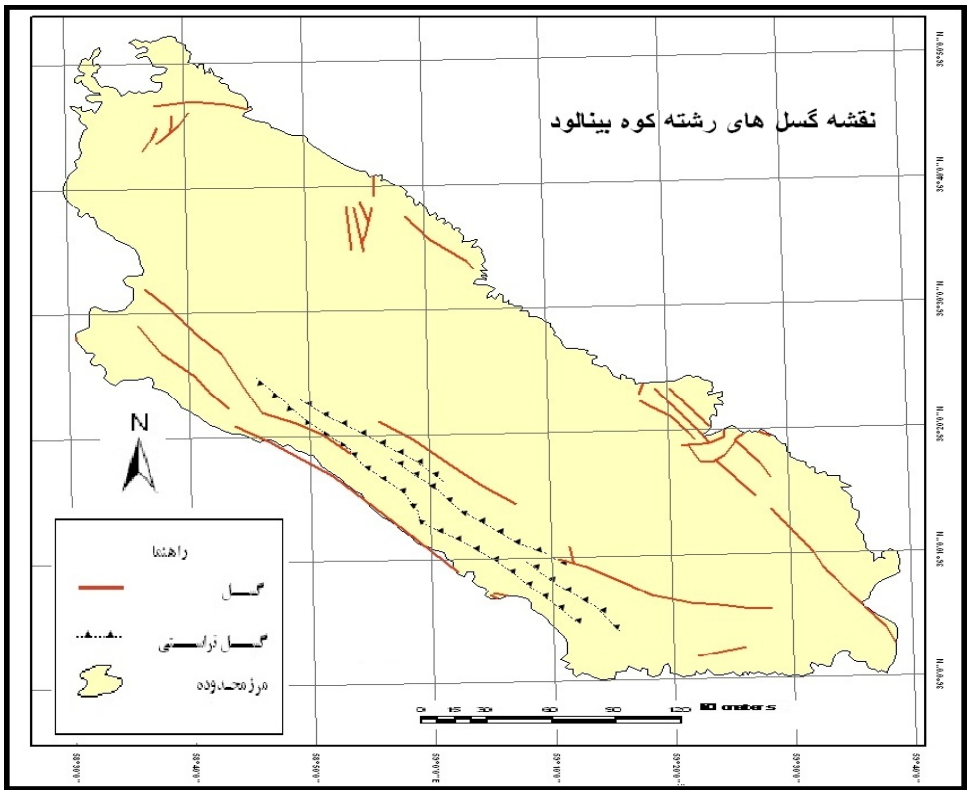
بر اثر چین خوردگی تراستی بینالود، یک‌سری گسل‌های تراستی و رورانده با روند شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی، به موازات و در امتداد رشته‌کوه بینالود شکل گرفته و یک‌سری گسل نیز با روند شمال‌شرقی ـ جنوب‌غربی و عمود بر ساختار اصلی بینالود و گسل‌های رورانده حضور یافته‌اند. این گسل‌ها از یک‌سو در تکتونیزه‌شدن و خرد شدن سنگ‌ها و سازندها، تشدید هوازدگی مکانیکی و ایجاد واریزه‌ها در دامنه‌های اسکری، تأثیرگذار بوده و آنها را در اختیار جریان‌های سطحی و

رودخانه‌ای قرار داده و موجب ایجاد و تغذیه مخروط‌افکنه‌ها شده‌اند. گسل‌های مذکور، از دیگر سو در اسارت جریان‌های سطحی، افزایش تراکم زهکشی و انشعاب‌ها و درنتیجه، در گسترش فرسایش رودخانه‌ای دخالت نموده و مخروط‌افکنه‌ها را تقویت کرده‌اند. از سویی گسل‌های پایکوهی، به‌ویژه گسل سنگ بست ـ شاندیز در پایکوه شمال ـ شمال‌شرقی با ایجاد کنیک، در شکل‌گیری، تکامل و تحوّل مخروط‌افکنه‌ها نقش مهم و اساسی را ایفا کرده‌اند. جدول شماره‌ی ۲ و شکل شماره‌ی ۴، ویژگی‌ها و ابعاد گسل‌های منطقه را نمایش می‌دهند.

جدول ۲. ویژگی‌های اساسی گسل‌های مهم ناحیه‌ی بینالود و پیرامون

ردیف	نام گسل و انشعاب‌ها	موقعیّت گسل	نوع گسل تراستی ـ امتداد لغزی	انشعاب‌ها و سیستم گسلی	طول تقریبی km	روند مورفوتکتونیکی (روند کلّی)
۱	سیستم گسلی گوچگی Guchgi-f	جنوب کپه‌داغ	امتداد لغز راستگرد	۱۶ شاخه‌ی فرعی با روند غالب شمال‌غربی	اصلی ۶۵ درجمع ۳۷۵	NW-SE
۲	گسل امرودک AmrudakF	جنوب گسل گوچگی	امتداد لغز راستگرد	دارای دو شاخه‌ی فرعی به طول ۲۵ کیلومتر	اصلی ۶۵ درجمع ۹۰	NW-SE
۳	گسل سُرخده Sorkhdeh F	در ادامه‌ی گسل امرودک و پیوسته به آن	تراستی	دارای دو شاخه‌ی فرعی به طول ۲۵ کیلومتر	اصلی ۶۰ درجمع ۸۵	NW-SE
۴	گسل بوژان شمالی North Buzhan F	در بینالود و جنوب سنگ بست شاندیز	تراستی	در جنوب‌شرق به سیستم سنگ‌بست شاندیز می‌پیوندد	اصلی ۷۵	NW-SE
۵	گسل بوژان Buzhan F	در بینالود و جنوب گسل بوژان شمالی، به‌صورت یک سیستم گسلی	تراستی	در جنوب‌شرق به بوژان شمالی می‌پیوندد و دو شاخه‌ی فرعی با روند شرقی غربی نیز دارد (به طول ۲۰کیلومتر)	اصلی ۷۰ درجمع ۹۰	NW-SE
۶	گسل برف‌ریز شمال North Barfris F	در بینالود و جنوب گسل بوژان	تراستی	در جنوب‌شرق به گسل بینالود می‌پیوندد	اصلی ۵۰	NW-SE
۷	سیستم گسلی بینالود* Binalud F	در امتداد خطّ‌الرأس بینالود	تراستی	دارای چند شاخه‌ی فرعی به طول ۸۷	اصلی ۱۱۰ درجمع ۱۹۸	NW-SE
۸	گسل مانیسک Manisk F	در امتداد گسل بینالود با انحراف به سمت شمال	تراستی	ــ	اصلی ۳۵	NW-SE
۹	گسل شمالی نیشابور North Neyshabur F	در پایکوه جنوبی بینالود و شمال شهر نیشابور	تراستی	دارای چند شاخه‌ی فرعی به طول ۳۶ کیلومتر	اصلی ۸۰ درجمع ۱۱۶	NW-SE
۱۰	گسل موشان Mushan F	در امتداد گسل شمالی نیشابور	تراستی	ــ	حدود ۶۰	NW-SE
۱۱	گسل کال شور Kal - E - Shur F	در جنوب‌شرق شهر نیشابور که به گسل موشان می‌پیوندد	تراستی	ــ	حدود ۳۵	کمابیش شرقی با قوس اندک به سوی جنوب

منبع: زمرّدیان، ۱۳۸۷



شکل ٤. نمایش گسل‌های بینالود

منبع: نقشه‌ی زمین شناسی۱:۲۵۰۰۰۰ مشهد

ج) تنوّع و تفاوت‌های لیتولوژیکی

در رشته‌کوه بینالود انواع سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی رخنمون دارند، اما سازند فیلیت مشهد و آهک‌های توده‌ای و لایه‌ای نخودی، بیشترین گسترش را داشته و در ظاهر به‌شکل سازند یکدست خودنمایی می‌کنند. این یکدستی و یکنواختی در دامنه‌های شمالی بینالود، نمود بیشتری دارد و بیشتر از شیست، اسلیت و شیل خاکستری (و رگه‌هایی از ماسه‌سنگ و کنگلومرا) تشکیل شده است. در حالی‌که در دامنه‌های جنوبی، به‌دلیل وجود تراست‌ها (گسل‌های رورانده)، نظم لایه‌ها بهم خورده و افزون‌بر سازند فیلیت، سازند بهرام (آهک‌های دولومیت تبلوریافته)، سازند نیور (شامل آهک مارنی) و سازند لالو (ماسه‌سنگ کوارتزی، کوارتزیت و سنگ آهک تبلور یافته) نیز وجود دارند. این تفاوت‌های لیتولوژیک نیز در شکل‌گیری و تنوّع مخروط‌افکنه‌های دو سوی بینالود تأثیرگذارند؛ زیرا فیلیت که در دامنه‌ی شمالی بینالود گسترش بیشتری دارد، سازند سست و فرسایش‌پذیری است و به‌دلیل شیستوزیته‌ی فراوان، هوازدگی مکانیکی را تسریع و تشدید کرده و موادّ فرسایشی قابل توجّهی را در اختیار جریان‌های سطحی قرار داده و در نتیجه، در شکل‌گیری و تغذیه‌ی مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی شمالی بینالود نقش مهمّی را ایفا کرده است. در حالی‌که وجود سازندهای سخت آهکی، ماسه‌سنگی و کوارتزیتی در جبهه‌ی جنوبی بینالود، تعداد و تراکم جریان‌های سطحی را تضعیف کرده و جریان‌های عمقی را بیشتر تقویت می‌کند. وانگهی وجود کورنیش و شیب‌های تند در پیشانی لایه‌های رورانده، این سختی و مقاومت را بیشتر می‌کند. این ویژگی نیز موجب کاهش تعداد و وسعت مخروط‌افکنه‌ها در این جبهه شده است. نکته‌ی دیگر آنکه

این تفاوت‌های لیتولوژیکی در دو دامنه‌ی شمالی و جنوبی بینالود، در گرانولومتری (دانه‌سنجی)[1] و مورفوسکپی دانه‌های رسوبی مخروط‌افکنه‌های منطقه، تباین ایجاد کرده است. برای نمونه، نتایج حاصل از انجام علمیّات گرانولومتری روی نمونه‌های برداشت‌شده از مخروط‌افکنه‌ی حوضه‌ی آبریز فریزی در جبهه‌ی شمالی بینالود و مخروط‌افکنه‌ی حوضه‌ی آبریز بوژان در جبهه‌ی جنوبی بینالود و ترسیم نمودار لگاریتمی آنها، بیانگر این است که آبرفت‌ها و رسوب‌های حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی فریزی دارای دانه‌بندی متجانس‌تر (هومتریک)[2] و در مجموع ریزتر است؛ زیرا به‌دلیل طول دامنه‌ی بیشتر و حوضه‌ی آبریز وسیع‌تر، دانه‌ها مسافت بیشتری را پیموده و ریزتر و متجانس‌تر شده‌اند. وانگهی جنس سازند در این جبهه یکنواخت‌تر و سست‌تر است (فیلیت). در حالی‌که آبرفت‌های مخروط‌افکنه بوژان نامتجانس‌تر (هترومتریک) و درشت‌تر بوده و این امر ناشی از پیمودن مسافت کوتاه‌تر و سازندهای سخت‌تر در این جبهه است. جداول شماره‌ی ۳ و ۴ و شکل‌های شماره ۵ و ۶ بیانگر و مؤیّد این گفته هستند.

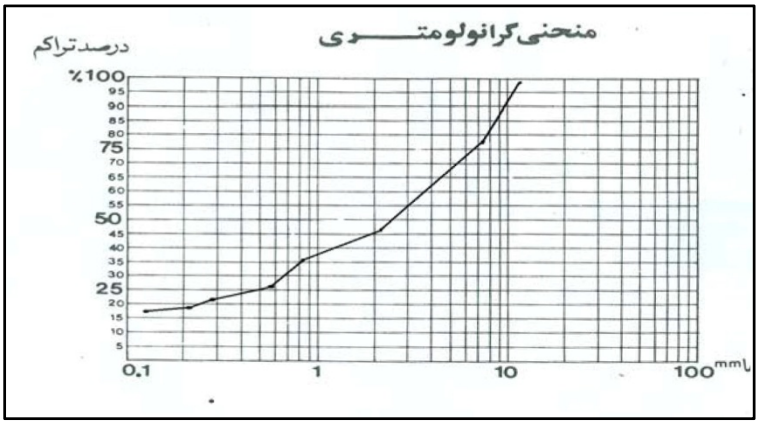
جدول ۳. گرانولومتری رسوبات مخروط‌افکنه حوضه‌ی آبریز فریزی(شمال بینالود)

نام ذرّات	قطر ذرّات	وزن به گرم	درصد ذرّات	درصد تجمّعی
ماسه‌ی خیلی ریزو سیلت	۱۴۹ میکرون	۷۷/۶	۱۵/۵	۱۵/۵
ماسه‌ی نرم (ریز)	۲۱۰ میکرون	۱۲/۴	۲/۴	۱۷/۹
ماسه‌ی متوسّط	۲۹۷ میکرون	۲۵/۲	۵/۰۵	۲۲/۹
ماسه‌ی درشت	۵۹۵ میکرون	۱۸/۶	۳/۷	۲۶/۶۵
ماسه‌ی خیلی درشت	۸۴۱ میکرون	۴۵/۶	۹/۱	۳۵/۷۵
شن ریز	۲/۳ میلی‌متر	۵۲	۱۰/۰۴	۴۵/۷۹
شن درشت	۷/۶ میلی‌متر	۱۵۵/۴	۳۱/۱	۷۶/۸۹
ریگ ریز	۱۲/۱ میلی‌متر	۱۱۱/۴	۲۲/۳۶	۹۹/۲۶
ریگ درشت	۲۵/۴میلی‌متر	–	–	
قلوه‌سنگ	۵۰/۸ میلی‌متر	– مجموع=۴۹۸/۲	–	

جدول ٤. گرانولومتری رسوبات مخروط‌افکنه حوضه‌ی آبریز بوژان(جنوب بینالود)

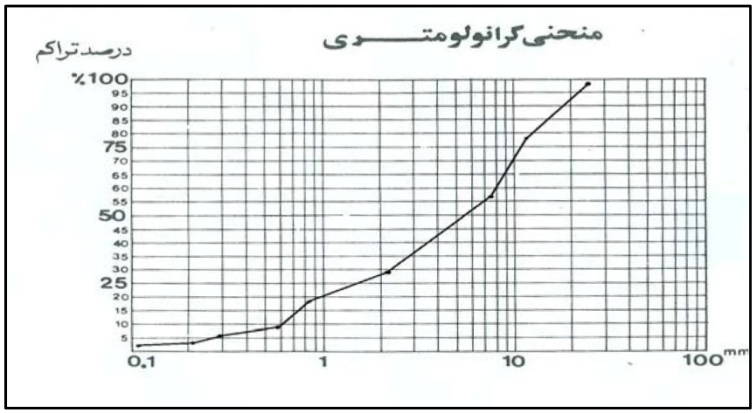
نام ذرّات	قطر ذرّات	وزن به گرم	درصد ذرّات	درصد تجمّعی
ماسه‌ی خیلی ریزو سیلت	۱۴۹ میکرون	۱۲/۴	۲/۴	۲/۴
ماسه‌ی نرم (ریز)	۲۱۰ میکرون	۵/۶	۱/۱	۳/۵
ماسه‌ی متوسّط	۲۹۷ میکرون	۱۲/۹	۲/۵	۶
ماسه‌ی درشت	۵۹۵ میکرون	۱۰/۶	۲/۱	۸/۱
ماسه‌ی خیلی درشت	۸۴۱ میکرون	۵۱/۲	۱۰/۲	۱۸/۳
شن ریز	۲/۳ میلی‌متر	۵۵/۳	۱۱/۰۸	۲۹/۳۹
شن درشت	۷/۶ میلی‌متر	۱۴۲/۸	۲۸/۶۹	۵۸/۰۷
ریگ ریز	۱۲/۱ میلی‌متر	–	–	–
ریگ درشت	۲۵/۴ میلی‌متر	۱۰۲/۴	۲۰/۵	۷۸/۵۷
قلوه سنگ	۵۰/۸ میلی‌متر	۱۰۵/۷ مجموع=۴۹۸/۹	۲۱/۱	۹۹/۶۷

1. Granolometry
2. Homometric



شکل ۵. نمودار گرانولومتری مخروط‌افکنه حوضه‌ی آبریز فریزی ـ شمالی

منبع: مبانی ژئومورفولوژی



شکل ٦. نمودار گرانولومتری مخروط‌افکنه حوضه‌ی آبریز بوژان ـ جنوبی

منبع: مبانی ژئومورفولوژی

با توجّه به شکل‌های ۵ و ۶ ملاحظه می‌شود، ابعاد دانه‌های رسوبی در مخروط‌افکنه‌ی بوژان بزرگتر بوده و تا ۲۵ میلی‌متر هم رسیده است. در حالی‌که ابعاد دانه‌های مخروط‌افکنه‌ی فریزی، کوچکتر بوده و حداکثر به ۱۲ میلی‌متر رسیده است.

د) روند مورفوتکتونیکی بینالود

شکل، امتداد و محور رشته‌کوه بینالود دارای روند شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی بوده و این روند نیز ناشی از برآیند نیروهای تکتونیکی و فشارهای پلاتفرم توران و خرده قارّه‌ی ایران مرکزی در راستای شمال‌شرقی ـ جنوب‌غربی است. زاویه‌ی واگرای این روند در آفتاب‌گیری (زاویه‌ی تابش خورشید) یا سایه‌دار بودن دامنه‌ها، برخورد توده‌های هوا و ابرهای باران‌زا، و مقدار و فرم بارندگی (ضریب برف و باران)، میزان پوشش گیاهی و درنهایت، هیدرومورفودینامیک‌های متفاوت در دو جبهه‌ی شمالی و جنوبی بینالود، نقش مهمّی داشته و در تباین‌های موجود بین مخروط‌افکنه‌های دو جبهه‌ی مذکور نیز تأثیرگذار بوده‌اند.

۲- نقش هیدرومورفودینامیک‌ها

در زایش، پیدایش و تحوّل مخروط‌افکنه‌ها، افزون‌بر نیروها و فرایندهای درونی گفته شده، عوامل اگـزوژن و نیـروهـای بیرونی مانند فرایندهای آغازین (هوازدگی)، فرایندهای یخچـالی و جنـب یخچـالی، فراینـدهـای جریـانی و رودخانـه‌ای، حرکات دامنه‌ای و فرایندهای بادی و مانند آن نیز، نقش غالب را ایفا می‌کنند. اکثر این فرایندهای بیرونی بـا دخالـت آب به حالات گوناگون (بخـار، مـایع و جامـد و...) وارد عمـل مـی‌شـوند و بیشـتر بـه پدیـدار شـدن اشـکال و لنـدفرم‌هـای هیدرومورفودینامیسم منجر می‌شوند. البتّه در این پژوهش فرایندهای آغازین (مثل هوازدگی مکانیکی)، حرکات دامنـه‌ای (مثل زمین‌لغزه) و به‌ویژه فرایندهای رودخانه‌ای مورد توجّه خاص قرار می‌گیرند. این فرایندها هم که بـه نـوعی متـأثّر و مرتبط با تکتونیک منطقه بوده، در دامنه‌های شمالی و جنوبی بینالود، به‌طور متفاوت عمـل کـرده و درنتیجـه، در تنـوّع و تفاوت‌های موجود بین مخروط‌افکنه‌های این دو جبهه نقش مهم و قابل توجّهی را ایفا کرده و می‌کند.

الف) فرایندهای آغازین: این فرایندها که بیشتر در قالب هوازدگی وارد عمل می‌شوند، خـود متـأثّر از عناصـر جـوّی و اقلیمی، به‌ویژه نوسان‌های درجه‌حرارت و رطوبت هستند. با توجّه به روند مورفوتکتونیکی بینالود، میزان تأثیرگـذاری ایـن عناصر جوّی در دو سوی بینالود، متفاوت بوده و همین تفاوت‌ها نیز در شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌ها و تبـاین‌هـای موجـود بین آنها نقش‌پردازی می‌کنند. بدین‌گونه که نخست اینکه دامنه‌ی جنوبی بینالود آفتاب‌گیرتر بـوده و از سـویی، بـه‌دلیـل داشتن شیب تندتر (نزدیک به ۹۰ درجه و کمابیش قائم) زاویه‌ی تابش در این دامنه‌ها عمودتر و افزایش دما به‌طور نسبی بیشتر است و دوم، اگرچه جبهه‌ی جنوب ـ جنوب‌غربی بینالود ـ که در معرض توده‌های غربی است ـ رطوبت و بارنـدگی بیشتری را دریافت می‌کند، اما ضریب برف و ماندگاری برف در جبهه‌ی شمال و شمال‌شرقی آن ـ بـه‌دلیـل تـأثیر فرابـار سیبری ـ افزون‌تر است. درنتیجه، جبهه‌ی جنوبی بینالود بیشتر تحت تأثیر هوازدگی شیمیایی از نـوع انحـلال ـ بـه‌دلیـل میزان رطوبت بیشتر و سازندهای آهکی ـ است. حال آنکه جبهه‌ی شمالی نیز، اگرچه متأثّر از هوازدگی شیمیایی است، اما هوازدگی مکانیکی از نوع ترموکلاستی[1] و کرایوکلاستی[2] به‌عنوان یک فرایند غالب، سبب خردشدن و تخریـب مکـانیکی سازندها در این دامنه می‌شود. وجود فیلیت و شیستوزیته فراوان در این جبهه نیز، این فرایند را تسریع و تشدید مـی‌کنـد. شایان ذکر است، طیّ کواترنر که در فرایندهای جنب یخچالیِ بینالود تسـلّط داشـته، مـوادّ هـوازده‌ی بیشـتری بـه‌شـکل اسـکری، بـه‌ویـژه در اختیـار جریـان‌هـای سـطحی و رودخانـه‌هـای شـمالی ایـن کوهسـتان قـرار گرفتـه و درنهایـت، مخروط‌افکنه‌های بیشتر و وسیع‌تری در پایکوه‌های شمالی شکل گرفته‌اند.

ب) حرکات دامنه‌ای: در دامنه‌ی شمال ـ شمال‌شرقی بینالود، به‌دلیل شرایط تکتونیکی و لیتولوژیکی حاکم برآن، میزان شیب در اکثر سطوح دامنه‌ای، ازجمله در جداره‌ی درّه‌های V شکل، ملایم‌تر از دامنه‌ی جنوب ـ جنوب‌غربـی آن بـوده و این ویژگی به‌همراه دیگر ویژگی‌های ژئومورفیک و توپوگرافیک، سبب‌شده حرکات لغزشـی نسـبت بـه جبهـه‌ی جنـوبی بینالود بیشتر باشد و بار رسوبی فراوان‌تری را در اختیار رودخانه‌ها و جریان‌های سطحی قرار دهند و زمینه‌ی تغذیه و رشد

1. Thermoclastie
2. Cryoclastie

مخروط‌افکنه‌ها را بیشتر فراهم می‌کنند. در حالی‌که در دامنه‌های جنوبی بینالود، خلاف این قضیه رخ داده و حرکات ریزشی، غلبه‌ی بیشتری دارند و مخروط واریزه‌ها نسبت به مخروط‌افکنه‌ها بیشتر تغذیه می‌شوند.

ج) فرایندهای رودخانه‌ای: با توجّه به مواردی که تاکنون عنوان شد و بنا به‌دلایل زیر، فرایندهای جریانی و رودخانه‌ای در جبهه‌ی شمالی بینالود گسترده‌تر، قوی‌تر و غنی‌تر از جبهه‌ی جنوبی آن بوده و درنتیجه، به‌عنوان عامل اصلی و ملموس در زایش، پیدایش و تغذیه‌ی بیشتر مخروط‌افکنه‌های این بخش، به‌ایفای نقش پرداخته‌اند. همان‌گونه که مطرح شد، چین‌خوردگی‌های تراستی بینالود، نوعی بی‌قرینگی در ساختمان و مورفولوژیِ دامنه‌های شمالی و جنوبی این رشته‌کوه ایجاد کرده و این بی‌قرینگی، افزون‌بر ایجاد تفاوت‌های لیتولوژیک در این دو دامنه، موجب‌شده که در جبهه‌ی شمالی، شیب دامنه‌ها ملایم‌تر، طول و وسعت آنها بیشتر و درنتیجه، رودخانه‌ها و جریان‌های سطحی آن طویل‌تر، متراکم‌تر و پُرپیچ و خم‌تر، مساحت حوضه‌های آبریز آن، بزرگتر و درنتیجه، فرسایش سطحی و بار رسوبی رودخانه‌ها بیشتر از جبهه‌ی جنوبی بوده و بنابراین تعداد و وسعت مخروط‌افکنه‌های آن افزون‌تر است. وانگهی این شرایط در ابعاد هندسی، مورفومتری، و ویژگی‌های فیزیوگرافیک حوضه‌های آبریز دو سوی بینالود، تفاوت‌هایی را ایجاد کرده و این تفاوت‌های کمّی نیز، در تباین‌های موجود بین مخروط‌افکنه‌های شمالی و جنوبی تأثیرگذار است. جدول‌های شماره‌ی ۵ و ۶ میانگین ویژگی‌های فیزیوگرافیک حوضه‌های آبریز بینالود را نشان می‌دهد و تحلیل ابعاد کمّی و مورفومتریک این جداول مباحث فوق را تأیید می‌کند.

جدول ۵. مشخّصات میانگین فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز دامنه‌های شمالی و جنوبی رشته‌کوه بینالود

میانگین‌ها	مساحت حوضه km^2	طول حوضه km	ضریب گراویلیوس	مجموع طول آبراهه	شیب متوسّط p%	متوسّط رسوب m^3/km^2	تراکم زهکشی
دامنه‌ی شمالی	۹۳/۲۶	۱۷/۲۹	۱/۶۱	۱۴۱/۵۱	۵/۱۳	۴۸۳۷۰/۲۲	۳/۷۸
دامنه‌ی جنوبی	۵۷/۸۴	۱۶/۷۲	۱/۳	۱۳۸/۰۲	۱۷/۴۷	۱۶۴۶۱/۹۱	۳/۲۷

– در خصوص مساحت حوضه‌ها، می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که در دامنه‌ی شمالی بینالود، بیش از هفت حوضه‌ی آبریز مساحتی بالغ بر ۱۰۰ کیلومترمربّع دارند، در حالی‌که در دامنه‌ی جنوبی، تنها دو حوضه‌ی آبریز مساحتی بالاتر از ۱۰۰ کیلومترمربّع دارد. بزرگترین حوضه‌ی آبریز دامنه‌ی شمالی، حوضه‌ی آبریز فریزی با مساحت ۳۵۵/۳ کیلومترمربّع و در دامنه‌ی جنوبی، حوضه‌ی آبریز فاروب رومان با مساحت ۲۲۳/۸ کیلومترمربّع است. در حالی‌که کوچکترین حوضه‌ی آبریز شمالی بینالود، حوضه‌ی آبریز شماره‌ی ۵، دارای مساحتی برابر با ۱۰/۵۶ کیلومترمربّع و در دامنه‌ی جنوبی، حوضه‌ی آبریز ابرش دارای مساحت ۱۱/۳۱ کیلومترمربّع هستند. در ارتباط با طول حوضه‌ها نیز، بیشترین طول متعلّق به حوضه‌ی آبریز طرق و برابر با ۲۸/۶ کیلومتر است و کمترین آن برابر با ۹/۱ کیلومتر و مربوط به حوضه‌ی چهارسوق است. در دامنه‌ی جنوبی بینالود نیز، بیشترین طول حوضه متعلّق به حوضه‌ی آبریز بوژان (۲۳/۷۵ کیلومتر) است و کمترین آن برابر با ۸/۸۲ کیلومتر و مربوط به حوضه‌ی آبریز پیوه‌ژن است.

ویژگی‌ها و عوامل تکتونیکی و هیدرومورفوتکتونیکی که تا کنون مورد بحث قرار گرفت، سبب‌شده است که مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی شمالی و جنوبی بینالود از نظر تعداد، وسعت و سایر ویژگی‌ها، کاملاً با یکدیگر متفاوت باشند. این تفاوت‌ها در جداول شماره‌ی ۶ و۷ به خوبی مشهود است.

جدول ٦. مشخّصات ابعاد هندسی مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی شمالی بینالود

شماره‌ی ویژگی	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
محیط km	۴۹/۱	۴۲/۵۳	۳۰/۱۱	۳۲	۲۱/۱۹	۳۱/۹۰	۱۵/۷۰	۲۲/۵۹
مساحت km^2	۹۶/۶۶	۸۸/۶۰	۳۹/۸۳	۲۹/۸۴	۱۶/۵۱	۳۰/۷۱	۱۱/۵۳	۲۳/۱۱
طول و شعاع km	۱۵/۰	۱۴/۱	۸/۹	۱۱/۵	۹/۱	۱۳/۷	۶/۳	۹/۷

شماره‌ی ویژگی	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧
محیط km	۳۵/۲۵	۲۹/۴۹	۴۷/۰۹	۳۲/۱۳	۱۸/۹۵	۱۵/۴۹	۳۲/۲۳	۲۳/۵۱	۱۶/۱۳
مساحت km^2	۴۰/۱۷	۴۶/۹۴	۱۲۴/۶۰	۳۱/۱۲	۱۰/۳۶	۹/۲۹	۴۳/۸۵	۲۵/۷۰	۷/۷۳
طول و شعاع km	۱۲/۹	۹/۷	۱۳/۷	۱۲/۹	۷/۶	۷/۵	۹/۱	۸/۷	۷/۲

جدول ۷. مشخّصات هندسی مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی جنوبی بینالود

شماره‌ی ویژگی	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥
محیط km	۱۷/۴۱	۱۷/۳۱	۱۱/۴۱	۲۲/۳۳	۱۰/۵۰	۱۲/۹۵	۱۹/۰۸	۸/۷۷
مساحت km^2	۱۶/۳۱	۹/۵۵	۴/۸۲	۱۹/۲۳	۳/۳۸	۸/۹۴	۱۳/۷۰	۳/۵۲
طول و شعاع km	۵/۶	۶/۵	۴/۰۲	۵/۶	۵/۱	۴/۸	۸/۱	۳/۱

شماره‌ی ویژگی	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣
محیط km	۵/۸۰	۶/۵۹	۲۷/۵۴	۲۰/۳۶	۱۹/۰۵	۱۴/۹۱	۱۲/۰۵	۲۱/۱۹
مساحت km^2	۱/۰۴	۰/۹۵	۲۸/۲۴	۸/۷۹	۱۷/۰۵	۱۱/۴۸	۶/۹۴	۱۹/۵۸
طول و شعاع km	۱/۹	۲/۱	۹/۵	۴/۶	۶/۵	۵/۵	۳/۹	۶/۸

بحث و نتیجه‌گیری

با نگاهی گذرا و آنی به نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و به‌ویژه، تصاویر ماهواره‌ای منطقه‌ی بینالود، می‌توان مخروط‌افکنه‌های متعدّد و بسیار وسیع‌تر را در پایکوه‌های شمال ـ شمال‌شرقی بینالود و مخروط‌افکنه‌های کم‌شمار و به‌مراتب کوچکتر را در پایکوه‌های جنوب ـ جنوب‌غربی آن مشاهده کرد. این تفاوت‌ها بسیار بارز است و به‌سادگی قابل

تشخیص بوده و خود پرسش برانگیز است. آنچه مسلّم است شرایط محیطی و طبیعی (ویژگی‌های کلیماتولوژیک، هیدرولوژیک، ژئوبتانیک، لیتولوژیک، تکتونیک و...) در زایش این مخروط‌افکنه‌ها و تفاوت‌های موجود بین آنها نقش داشته، ولی در این مورد، شرایط هیدرومورفوتکتونیکی (عوامل تکتونیک و هیدروژئومورفیک) بینالود نسبت به موارد دیگر، از نقش، اهمّیّت و جایگاه مهم‌تری برخوردار بوده است؛ زیرا این شرایط هم به‌طور مستقیم روی شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌ها و تفاوت‌های بین آنها تأثیرگذار بوده و هم به‌طور غیرمستقیم سایر شرایط محیطی و طبیعی ذکر شده را تحت تأثیر قرار داده‌اند. افزون‌بر این، تفاوت‌های ظاهری و آشکار در مخروط‌افکنه‌های منطقه، تفاوت‌های جزئی نیز در آنها وجود دارد. برای نمونه، بنا بر دلایل و استدلال‌های فوق نخست اینکه، ضخامت و عمق آبرفت‌ها و رسوب‌های موجود در مخروط‌افکنه‌های شمالی بینالود بیشتر است. دوم، از دیدگاه گرانولومتری (دانه‌سنجی) نیز تفاوت‌های آشکاری بین آنها وجود دارد، به این صورت که دانه‌بندی رسوب‌های متشکّله‌ی مخروط‌افکنه‌های شمالی، ریزتر و همگن‌تر است؛ زیرا این دانه‌ها، به‌دلیل پیمودن مسافت بیشتر توسّط رودخانه‌های طویل‌تر و وجود سازندهای سست‌تر، ریزتر و ساییده‌تر شده‌اند. سوم، از نظر مورفوسکپی دانه‌ها باید گفت که بنا بر دلایل اخیر، ضریب گردشدگی در رسوب‌های مخروط‌افکنه‌های شمالی بیشتر است. هرچند به‌دلیل وجود لایه‌های شیستی در این جبهه، برخی دانه‌ها تخت و مدور هستند، نه گرد و مدور. نتیجه‌ی نهایی آنکه مخروط‌افکنه‌های شمالی بینالود، به‌دلیل تعداد و وسعت بیشتر و ضخامت و عمق افزون‌تر و دانه‌بندی ریزتر، دارای خاک‌های حاصلخیز و مستعدتر کشاورزی بوده و منابع آب سطحی و زیرزمینی این مخروط‌ها نیز غنی‌ترند. به‌همین دلیل سکونتگاه‌های شهری و روستایی مهم‌تری در پایکوه‌های این بخش تولّد یافته و زمین‌های کشت گسترده‌تری رونق یافته است. از این رو به مسئولان، برنامه‌ریزان، برنامه‌گزاران و طرّاحان محیطی پیشنهاد می‌شود، برای حفظ و تقویت این پتانسیل‌ها، گام‌های صحیح و استواری بردارند. از نظر تنگناها و مخاطرات ژئومورفیک، مخروط‌افکنه‌های جنوبی بینالود، نخست، به‌دلیل تعداد و وسعت کم و درشت‌بافت بودن نسبی دانه‌های رسوبی، شرایط را برای فعّالیّت‌های کشاورزی محدودتر ساخته‌اند. دوم، به‌دلیل نزدیکی و همجواری گسل‌های منطقه با این مخروط‌ها، تقطیع مخروط‌افکنه‌ها و احتمال لرزه‌خیزی در این سطوح، بیشتر از مخروط‌افکنه‌های دامنه‌ی شمالی بینالود است.

منابع

Ahnert, F., 1998, **Introduction to Geomorphology**, Arnold, London.

Arzani, N., 2005, **The Fluvial Megafan of Abarkoh Basin (Central Iran); An Example of Flash – Flood Sedimentation in Arid Lands,** In: Harvey, A.M., Mather, A.E. & Stocks, M. (eds), Alluvial Fans: Geomorphology, Sedimentology, Dynamics, Geological Society, Special Publications, London.

Azami, H., 2009, **Study the Drainage Patterns in Relation Morphotectonic Binaloud and Rough Mountain Region**, MS Thesis, Supervisor: Dr. Mohammad Jafar Zomordyan, University of Ferdowsi, Mashhad.

Behneiafar, A., 2005, **and Unstable Land on the Southern Slopes Binaloud Fans**, Geography and Regional Development, No. 4, PP. 45-56.

Beratan, K.K., Anderson, R., 1998, **The Use of Landsat Thematic Mapper Data for Mapping and Correlation of Quaternary Geomorphic Surfaces in the Southern Whipple Mountains, California,** International Journal of Remote Sensing, Vol. 19, No. 12, PP.2345-2359.

Blair, T.C., and McPherson, J.G., 2009, **Alluvial Fan Processes and Forms,** In: Abrahams, A. D. and Parsons, A. J. (eds), Geomorphology of Desert Environments, Part V, PP.413-467.

Bull, W. B., 1977, **The Alluvial – Fan Environment,** Progress in Physical Geography, Vol. 1, PP. 222-270.

Department of Natural Resources and Watershed Khorasan Razavi, 2007, **Catchment Physiographic Studies Kalshvar,** General Studies.

Field, J. J., 1994, **Surficial Processes, Channel Change, and Geological Methods of Flood – Hazard Assessment on Fluvially Dominated Alluvial Fans in Arizona,** Ph.D. Thesis, the University of Arizona.

House, P. K., 2005, **Using Geology to Improve Flood Hazard Management on Alluvial Fans – An Example from Laughlin, Nevada,** Journal of American Water Resources Association, Vol. 41, PP. 1431-1447.

Kashky Mokhtari, D., Khayyam, M., 2003, **The Position of Quaternary Alluvial Fans North Slope Myshvdagh River Systems**, Geographical Research Quarterly, No. 1. PP. 73-88.

Taleghani Alaei, M., 2005, **Geomorphology of Iran**, Publications Qums, Tehran.

Ramsht Moayeri, M., 2008, Spatial and Genetic Analysis of Alluvial Fans in Iran, Journal of Geographical Research, No. 23, PP. 55-67.

Rezaei Moghaddam, M.H., 1995, **Research in the Foothills and Plains of the Southern Slopes of Cumulative Myshvdagh,** Ph.D. Thesis, School of Humanities and Social Sciences University, Tabriz.

Zomorodiyan, M.J., 1999, **Dynamic Evaluation Final Report Research Project in Northern Hilly Binalood and its Reflection in the Planning of Rural Settlements,** Faculty of Literature and Humanities Research Council of doctor Ali Shariati, Ferdowsi University of Mashhad.

Zomorodiyan, M. J., 2002, **Geomorphology Construction Process and the Dynamics within Iran,** Vol. 1, University of Mashhad.

Zomorodiyan, M. J., 2002, **Geomorphology and Climate Dynamics of the External Processes Outside of Iran,** Vol. 2, University of Mashhad.

Zomorodiyan, M. J., 2008, **Spring Grove Phenomenon Hydrogeomorphology with Exceptional Products Geomorphology,** Geography and Regional Development, No. 10, PP. 25-38.

Maghsoodi, M., 2008, **Arid Geomorphology of the Variables Affecting the Evolution of Alluvial Fans Pits Sirjan,** Ph.D. Thesis, Tehran University.

McFadden, L.D., Ritter, J.B, Wells, S.G., 1989, **Use of Multiparameter Relative Age Methods for Age Estimation and Correlation of Alluvial Fan Surfaces on a Desert Piedmont, Eastern Mojave Desert, California,** Quaternary Research, Vol. 32, PP. 276-290.

Viseras, C., Calvache, M. L., Sorial, J. M., Fernandes J., 2003, **Differential Features of Alluvial Fans Controalled by Tectonic or Eustatic Accommodation Space, Examples from the Betic Cordillera, Spain,** Geomorphology, Vol. 50, PP. 181-202.