

## تکتونیک فعال در رشته کوه بینالود با تکیه بر بررسی‌های مورفوتکتونیکی

الله شفیعی\* – کارشناس ارشد تکتونیک، سازمان نظام مهندسی معدن خراسان رضوی  
سید احمد علوفی – دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی  
نصیر نادری میقان – کارشناسی ارشد تکتونیک، سازمان زمین‌شناسی کشور

پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵ تأیید نهایی: ۱۳۸۸/۹/۴

### چکیده

منطقه مورد مطالعه، بخشی از رشته کوه بینالود است که بین عرض‌های جغرافیایی  $30^{\circ}$  و  $36^{\circ}$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $35^{\circ}$  و  $59^{\circ}$  شرقی واقع شده است. هدف این پژوهش بررسی دقیق نقش تکتونیک فعال در توسعه ساختارها، براساس بررسی‌های مورفوتکتونیکی و مورفومتری است. اولین گام به منظور انجام مطالعات مورفوتکتونیکی در منطقه مورد مطالعه، تهیه اطلاعات لازم و موجود از قبیل نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس  $1/50000$  در این راستا، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس  $1/50000$  تهیه گردید و به وسیله نرم‌افزار ArcGIS دیجیتايز شد. سپس محاسبات مورفومتری به طور دقیق و کامل به وسیله این نرم‌افزار انجام گرفت و نتایج حاصل تفسیر شد. با توجه به اندیس‌های مورفومتری محاسبه شده (نامتقارن بودن حوضه آبریز، سینوسیتی پیشانی کوه، درصد مسطح شدگی پیشانی کوهستان، و نسبت پهنه‌ای کف دره به ارتفاع آن) منطقه مورد مطالعه به طور کلی از نظر تکتونیکی فعال است، ولی با توجه به تقسیم‌بندی انجام شده، فعالیت نسبی در همه جا یکسان نیست. وجود آبراهه‌های گسلی (تأثیر زمین‌ساخت بر ایجاد شبکه آبراهه‌ها) و مخروط‌افکنهای جوان در رأس مخروط‌افکنهای قدیمی، گواه بالاً‌آمدگی شدید در امتداد گسل‌های جوان مجاور داشت است، و این نظر را تحقیم و تقویت می‌کند که بینالود به خاطر موقعیت خاص زمین‌ساختی که دارد ( محل برخورد صفحات ایران و سوران و زمین‌درز پالنوتیس) از لحاظ تکتونیکی فعال و در حال بالاً‌آمدن است.

کلیدواژه‌ها: بینالود، تکتونیک، مورفومتری، آبراهه‌های گسلی، مخروط‌افکنه.

### مقدمه

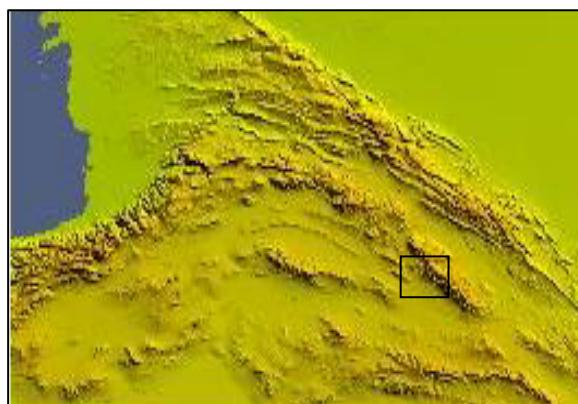
تکتونیک رشته کوه بینالود به عنوان ادامه البرز شرقی و با راستای شمال غرب - جنوب شرق عمده‌اً به وسیله گسل‌های رانده و چین‌های مرتبط با این گسل‌ها کنترل می‌شود. قسمتی از رشته کوه بینالود و دشت نیشابور به عنوان منطقه مطالعاتی در شمال شرق ایران و بین عرض‌های جغرافیایی  $30^{\circ}$  و  $36^{\circ}$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $35^{\circ}$  و  $59^{\circ}$  شرقی است (شکل ۱). کوهستان دارای روند شمال غرب - جنوب شرق است و سطح آن با رودهای متعددی

بریده شده است. دشت نیشابور در جنوب این ارتفاعات قرار گرفته است که این واحد را از مجموعه‌های افیولیتی<sup>۱</sup> تربت خیدریه و سبزوار و زون تکنار جدا می‌سازد (قائمی، ۱۳۷۱).

با توجه به اینکه جز مطالعات ساختاری (علوی، ۱۹۷۹، ۱۹۹۱، ۱۹۹۲، قائمی، ۱۹۹۲ و بدخشان، ۱۹۹۲) تا کنون هیچ‌گونه مطالعه مورفوگلوبولیتیکی در این منطقه صورت نپذیرفته است، در این تحقیق بر آن شدیدم که براساس پارامترهای مورفومتری و مورفوگلوبولیتیک منطقه (بررسی سامانه آبراهه‌ها و مخروط‌افکنه‌ها) پی به فعالیت نسبی منطقه بینالود و مقایسه بخش‌های مختلف آن با هم ببریم.

موریساوا و هک (1985) از مورفوگلوبولیتیک به عنوان مشخص کننده رابطه بین تکنیک و عوارض سطحی یاد کرده‌اند و معتقدند که با داشتن این ارتباط می‌توان حوادث تکنیکی را از طریق مطالعه اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین تفسیر کرد.

اهمیت مطالعه مورفوگلوبولیتیک به منظور دستیابی به نتایج اساسی و مهمی است که معمولاً از طریق مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی حاصل می‌گردد. در طی مطالعات مورفوگلوبولیتیک، شاخص‌هایی برداشت می‌گردد که می‌تواند در مسیر رسیدن به اهداف مورد نظر کمک کند. مورفومتری به صورت اندازه‌گیری کمی چشم‌انداز<sup>۲</sup> تعریف شده است. اندازه‌گیری‌های کمی به ژئومورفولوژیست‌ها اجازه می‌دهد که اشکال مختلف سطح زمین را به‌طور عینی با یکدیگر مقایسه کنند. اندیس‌های ریخت‌شناسی به‌ویژه در مطالعات زمین‌ساختی به کار رفته‌اند، زیرا این اندیس‌ها می‌توانند برای تکامل سریع مناطق بزرگ استفاده شوند و اغلب اطلاعات ضروری نیز به آسانی از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی به دست آمده‌اند (Keller, 1986). نتایج چندین اندیس ممکن است با سایر اطلاعات مانند نرخ بالا‌آمدگی‌ها ترکیب شده باشند تا رده‌های فعالیت زمین‌ساختی را که برآوردهای وسیع اساسی از درجه فعالیت نسبی در یک منطقه به شمار می‌آیند، ایجاد کنند (Bull, 1978).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه SRTM

1. Ophiolit complex  
2. Land Scape

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد تکتونیک پویا در بینالود، علاوه بر بررسی های مورفومتری، تحلیل آبراهه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی نیز انجام شده است. در این زمینه، تحلیل آبراهه‌ها، در دو حیطه تحلیل کمی روابط میان الگوی آبراهه‌های سطحی و روند گسل‌ها و همچنین آنالیز خطوط همپایی<sup>۱</sup> انجام شده است.

اولین گام به منظور انجام مطالعات مورفو تکتونیکی در منطقه مورد مطالعه، تهیه اطلاعات لازم و موجود از قبیل نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تهیه گردید و به وسیله نرم افزار ArcGIS دیجیتایز شد. سپس محاسبات مورفومتری به طور دقیق و کامل به وسیله این نرم افزار انجام گرفت و نتایج حاصل تفسیر شد.

## یافته‌های تحقیق

بررسی های مورفومتری، شامل تعیین شاخص های سینوسیتی پیشانی کوه<sup>۲</sup> ( $Sm_f$ )، درصد مسطح شدگی پیشانی کوه هستان (Facet %)، بی تقارنی حوضه آبریز، نسبت پهنه ای کف دره به ارتفاع دره ( $V_f$ ) و نیز تحلیل آبراهه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی، نشان دهنده فعالیت تکتونیکی بالا و نقش گسل‌ها در توسعه آبراهه‌های است. افزون بر این، مطالعه پنجه‌های آبرفتی، بالا آمدگی فعال تکتونیکی را در منطقه تأیید می کند که متأثر از گسل‌های جوان در محدوده میان کوه و دشت است.

## مورفومتری

ریخت‌سنگی، به عنوان اندازه‌گیری کمی چشم‌انداز تعریف شده است. این شاخص در ارزیابی سریع مناطق گستردگی به کار گرفته می‌شود و اطلاعات ضروری غالباً به سادگی از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای منطقه حاصل می‌گردد. شاخص‌های ریخت‌شناسی که در پژوهش حاضر بررسی شده‌اند، چنین است:

- سینوسیتی پیشانی کوه ( $Sm_f$ ):
- درصد مسطح شدگی پیشانی کوه هستان (%): (Facet%)
- بی تقارنی حوضه آبریز؛ و
- نسبت پهنه ای کف دره به ارتفاع دره ( $V_f$ ).

### سینوسیتی پیشانی کوه ( $Sm_f$ )

سینوسیتی پیشانی کوه به صورت زیر تعریف شده است:

$$Sm_f = Lm_f / L_s \quad (1)$$

$Lm_f$ ، معرف طول پیشانی کوه هستان در طول اتصال کوه هستان با آبرفت، و  $Ls$  طول خط مستقیم پیشانی کوه هستان است (Keller & Pinter, 1996).

با این شاخص، منطقه مورد مطالعه به سه قسمت در راستای رودخانه‌های بوژان، میرآباد و دامنچان تقسیم شده و

1. Iso base line

2. Mountain front sinuosity

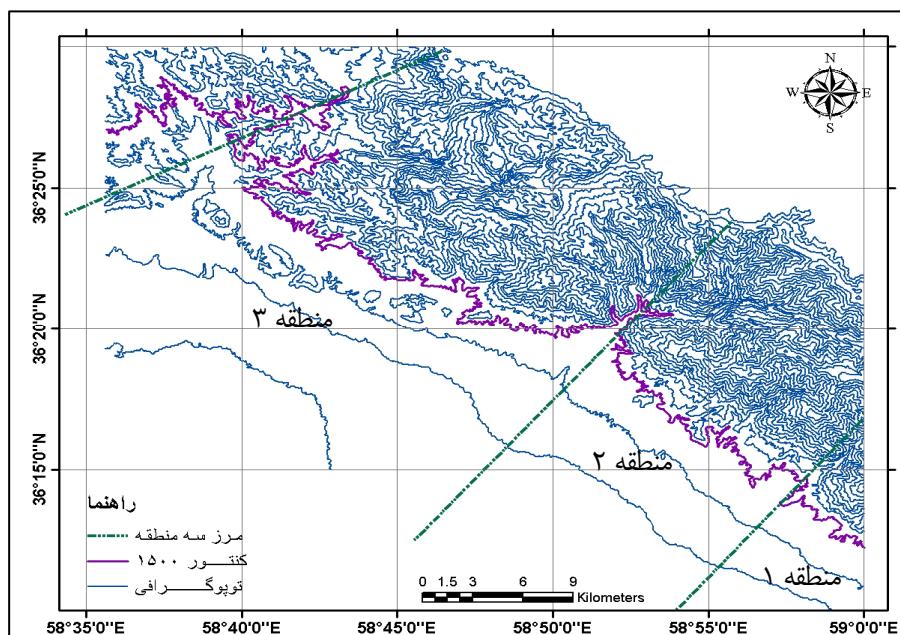
کنتور ۱۵۰۰ به عنوان جبهه کوهستان در نظر گرفته شده است (براساس مقایسه نقشه زمین‌شناسی و نقشه سه‌بعدی منطقه). در قطعه یک، مقدار میانگین شاخص  $Sm_f$ ، ۱/۵۱، در قطعه دو، ۲/۶ و در قطعه سه، ۱/۶۹ است. قطعه یک با وجود قرارگیری در واحدهای فرسایش‌پذیری کواترنری<sup>۱</sup> میزان  $Sm_f$  کمتری را نسبت به دو قطعه دیگر نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌تواند به عنوان نشانه‌ای برای تعیین ساختارهای تکتونیکی یا گسل‌های اصلی یا فرعی به کار رود. همچنین میزان  $Sm_f$  در قطعه دو، نسبت به دو منطقه دیگر بالاتر است، که نشان از کاهش فعالیت این قطعه نسبت به دو قطعه دیگر دارد (شکل ۲).

### درصد مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان ( $Facet \%$ )

درصد مسطح‌شدگی را اولین بار ولز (1988) مطرح کرده، که از رابطه (۲) قابل محاسبه است:

$$Facet\% = (L_f / L_s) \times 100 \quad (2)$$

در این رابطه،  $L_f$  طول سطح در پیشانی کوهستان و  $L_s$  طول خط مستقیم پیشانی کوهستان است. در قطعه یک مقدار میانگین شاخص  $Facet\%$ ، برابر ۸۵ درصد، در قطعه دو، برابر ۶۴ درصد و در قطعه سه، برابر ۷۹ درصد است؛ که نتایج به دست آمده از شاخص  $Sm_f$  را نیز تأیید می‌کند.



شکل ۲. نقشه توپوگرافی و جبهه کوهستان منطقه مورد مطالعه

منبع: اقتباس از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ میرآباد و بزغان

### بی‌تقارنی حوضه آبریز

الف) عامل بی‌تقارنی برای پی بردن به تاب برداشتگی<sup>۲</sup> زمین‌ساختی در مقیاس حوضه آبریز یا نواحی بزرگ‌تر گسترش

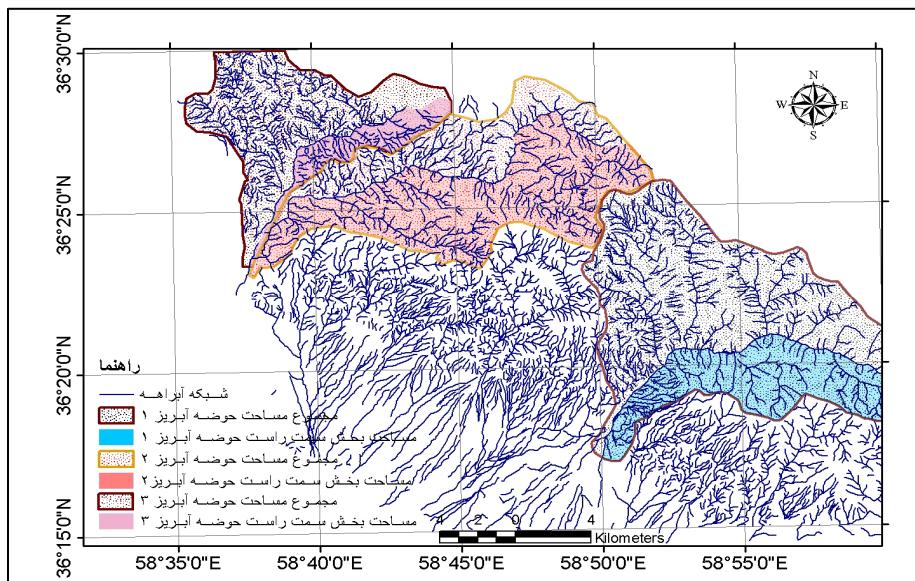
1. Quaternary  
2. Tilting

یافته است (Hare and Gardner, 1985) و به صورت رابطه (۳) تعریف می شود:

$$A_F = 100(A_r / A_t) \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن،  $A_r$  عبارت است از: مساحت حوضه سمت راست کanal رودخانه (پایین دست رودخانه) و  $A_t$  مجموع مساحت حوضه آبریز است. برای شبکه رودخانه ای که در موقعیتی ثابت تشکیل شده است و جریان مداومی دارد،  $A_F$  باید در حدود ۵۰ باشد. مقدار  $A_F$  نسبت به تاب برداشتگی عمود بر روند کanal اصلی رودخانه، حساس است. مقادیر  $A_F$  بیشتر یا کمتر از ۵۰ ممکن است به دلیل تاب برداشتگی باشد (Gardner et al., 1987).

با این شاخص، در منطقه مورد مطالعه سه حوضه آبریز در نظر گرفته شده (شکل ۳) و مقادیر  $A_F$  برای این سه حوضه محاسبه شده است.  $A_F$  برای حوضه آبریز یک، برابر ۲۹ درصد برای حوضه دو، برابر ۶۶ درصد و برای حوضه سه، برابر ۲۰ درصد است. بنابراین حوضه سه، در مقایسه با دو حوضه دیگر، کج شدگی بیشتر و حوضه دو، کج شدگی کمتری را نشان می دهد.



شکل ۳. نقشه شبکه آبراهه ها و حوضه های آبریز تفکیک شده در منطقه مورد مطالعه

ب) عامل تقارن توپوگرافی عرضی (T)، به صورت رابطه (۴) تعریف می شود.

$$T = D_a / D_d \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن،  $D_a$  فاصله خط میانی حوضه آبریز تا خط میانی کمربند ماندری<sup>۱</sup> فعال و  $D_d$  فاصله بین خط میانی حوضه تا خط مستقیم است. در حوضه های کاملاً متقارن، T برابر صفر است و با افزایش عدم تقارن بر مقدار افزوده می شود و به یک نزدیک می گردد (Cox, 1994).

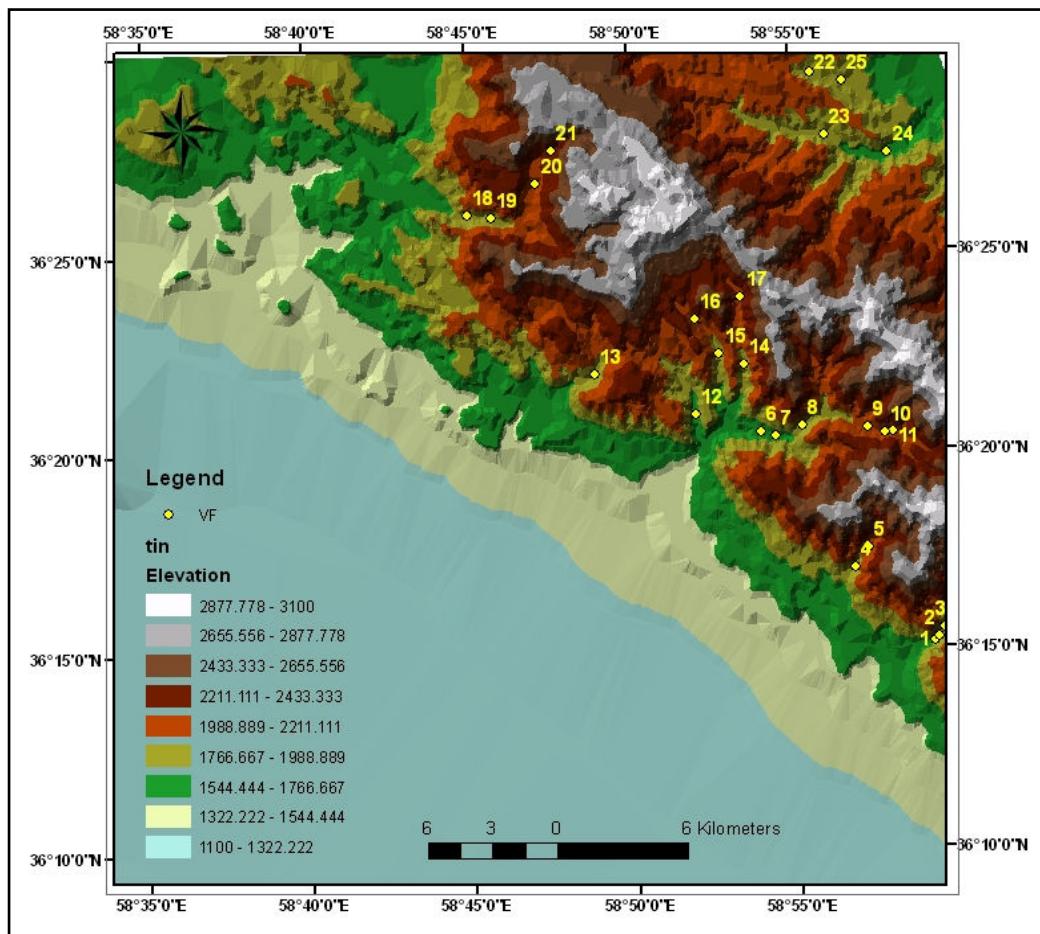
1. Meander

مقدار T برای سه حوضه چنین است: حوضه یک، برابر ۴۶ درصد، حوضه دو، برابر ۴۰ درصد و حوضه سه، برابر ۵۸ درصد است، که نشان از کج شدگی به سمت جنوب حوضه یک و دو و کج شدگی به سمت شمال حوضه سه دارد. حوضه سه، کج شدگی بیشتری در مقایسه با دو حوضه دیگر نشان می‌دهد.

### نسبت پهنه‌ای کف دره به ارتفاع دره ( $V_f$ )

$$V_f = 2Vf_w / ((El_d - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})) \quad (5)$$

که در آن  $V_f$ ، نسبت پهنه‌ای کف دره به ارتفاع،  $Vf_w$  پهنه‌ای کف دره،  $E_{ld}$  و  $E_{rd}$  به ترتیب ارتفاعات خطوط آبریز سمت چپ و راست دره و  $E_{sc}$  ارتفاع کف دره است. این شاخص، کانیون‌های با کف پهن شده را با مقادیر نسبتاً بالایی از  $V_f$  و دره‌هایی به شکل V را با مقادیر نسبتاً پایین از  $V_f$  تفکیک می‌کند، که نشان از نرخ بالاًمدگی بالا دارد ( Keller & Pinter, 1996 ).



شکل ۴. نقشه سه بعدی منطقه به همراه موقعیت های  $V_f$

در این زمینه در منطقه مورد نظر ۲۵ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفته است که ایستگاه های شماره ۲۵، ۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱، ۲۰، ۱۷، ۱۶، ۱۵ در مقایسه با سایر ایستگاه ها بالا آمدگی<sup>۱</sup> کمتری را نشان می دهد (جدول ۱). بنابراین استتباط می شود که هر چه به سمت شمال و قسمت های درونی ارتفاعات بینالود پیش می رویم از بالا آمدگی و فعالیت تکتونیکی کاسته می شود (شکل ۴).

جدول ۱. مقادیر به دست آمده از اندیس  $V_f$  برای ۲۵ ایستگاه موردنظر

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V_f$	0.71	0.61	0.66	0.46	0.62	0.57	0.56	0.53	0.3	0.65	0.71	0.52

No	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$V_f$	0.43	0.58	1	1.05	0.84	0.36	0.68	0.96	1	2.28	1.4	1.22	1.42

## تحلیل آبراهه ها

### تحلیل کمی روابط میان الگوی آبراهه های سطحی و روند گسل ها

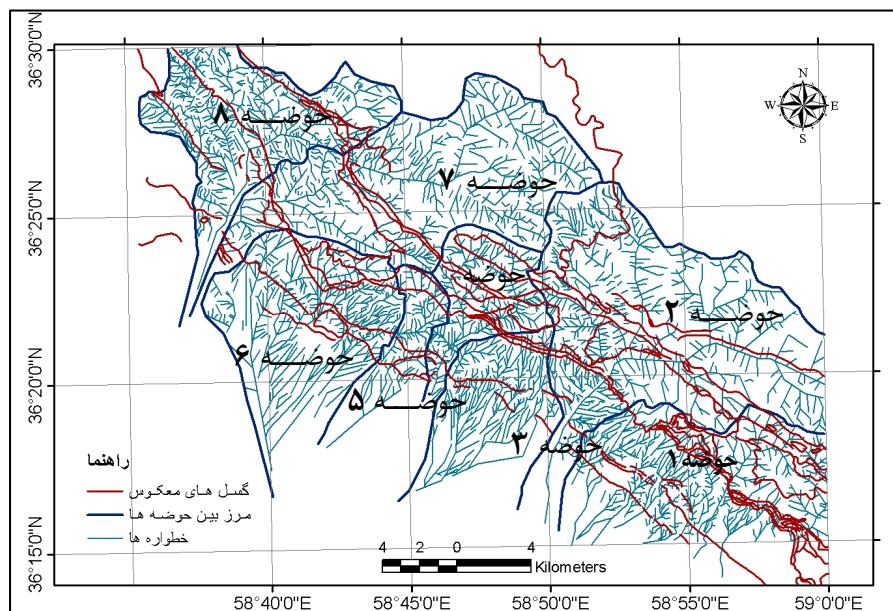
به منظور بررسی تأثیر حرکات تکتونیکی در تحول ریخت زدای منطقه، میزان تأثیر زمین ساخت در ایجاد شبکه های آبراهه ضروری به نظر می رسد. پیدایش دره ها ناشی از حرکات دینامیک درونی و بیرونی است. در این منطقه که به شدت تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی قرار گرفته، اکثر دره ها ناشی از حرکات تکتونیکی و گسل های منطقه است. محل شکستگی هایی که در منطقه به وجود آمده اند، به مرور دچار فرسایش گشته و عریض تر شده و دره هایی هم روند و نیز عمود بر گسل ها به وجود آمده است.

به منظور بررسی دقیق این مسئله، نقشه خطواره های منطقه براساس الگوی آبراهه ها تهیه شد. این نقشه براساس نقشه های با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و پیاده کردن آبراهه هایی با طول بیش از یک کیلومتر است. ترسیم و اندازه گیری طول و امتداد این خطوط به وسیله نرم افزار Arc GIS صورت گرفته است (شکل ۵). برای مقایسه تغییر روند آبراهه ها و تفسیر آنها براساس حوضه های آبریز، منطقه مورد مطالعه به ۸ قسمت تقسیم شده و سپس برای هر قسمت یک نمودار گلسربخی ترسیم شده است (شکل ۶).

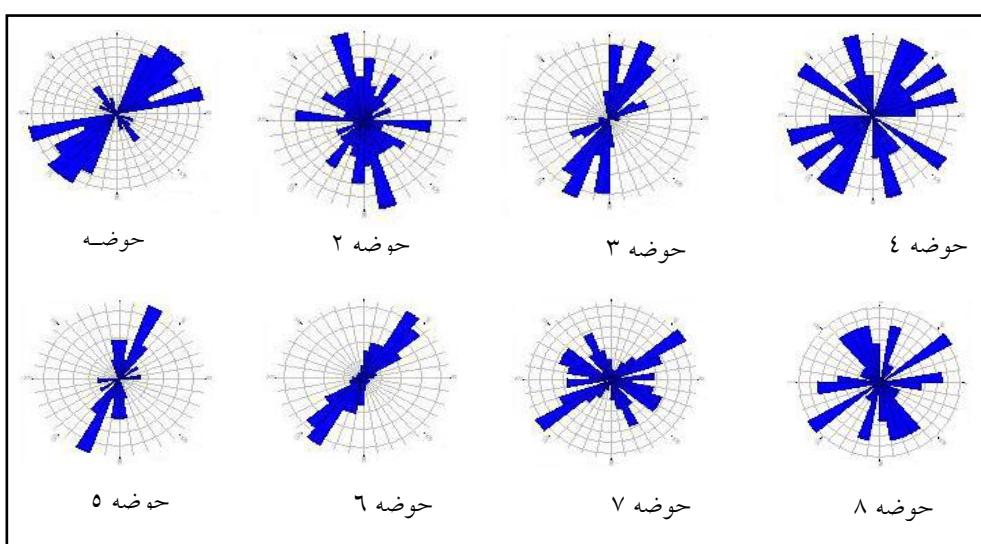
با مقایسه نمودارهای گلسربخی حوضه های ۴، ۵، ۶ و ۷ ملاحظه می شود که روند آبراهه ها به سمت حوضه هشت، چرخش ساعتگردی را نشان می دهد که به دلیل چرخش گسل ها در این جهت است.

در شکل ۶ نمودار گلسربخی آبراهه های منطقه، حاصل از تلفیق نمودارهای ۸ حوضه، ترسیم شده است. روند غالب آبراهه ها در کل منطقه مورد مطالعه، عمود بر جبهه راندگی است که از سویی به دلیل شیب توپوگرافی ناشی از حرکت راندگی ها و بالا آمدگی توپوگرافی و از سوی دیگر به دلیل ساختارهای متقاطع با گسل های شمال غرب جنوب شرق است.

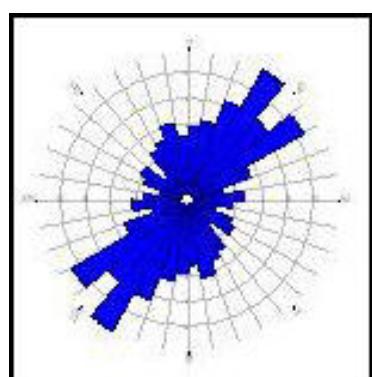
1. Uplift



شکل ۵. نقشه خطواره‌ها و گسل‌های منطقه مورد مطالعه



شکل ۶ - (الف) نمودار گلسرخی فراوانی راستای آبراهه‌ها در هشت حوضه تفکیک شده در منطقه مورد مطالعه



شکل ۶- ب) نمودار گلسرخی آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه

### آنالیز خطوط همپاییه

آنالیز خطوط همپاییه به طور کلی شامل دو مرحله متوالی تعیین مرتبه آبراهه‌ها و تهییه نقشه خطوط همپاییه است.

(الف) تعیین مرتبه آبراهه‌ها: مرتبه آبراهه‌ها، جایگاه نسبی هر آبراهه را در یک شبکه حوضه آبریز فرسایشی تعیین می‌کند. از همه آنها تنها روش هورتون (1945) که بعداً فیلاسوفو (1960) به اصلاح آن پرداخت، سن نسبی را برای رده‌های مختلف جربان تعیین می‌کند. بدین ترتیب که کوچک‌ترین آبراهه‌ها (رده‌ها) به عنوان آبراهه مرتبه یک در نظر گرفته می‌شوند. از اتصال دو آبراهه مرتبه یک، یک آبراهه مرتبه دو تشکیل می‌گردد و الی آخر. در واقع این روش، سن نسبی زمین‌شناسی را با مرتبه آبراهه‌ها مرتبط می‌سازد. بنابراین عوارض مورفولوژیکی به صورت شواهدی به وسیله نقشه‌های همپاییه آورده می‌شود.

(ب) تهییه نقشه خطوط همپاییه: اصطلاح همپاییه برای خطوطی به کار می‌رود که یک سطح فرسایشی را ترسیم می‌کنند. کف آبراهه‌ها سطح اساس فرسایش را نشان می‌دهند. خطوط همپاییه با اتصال آبراهه‌های هم‌مرتبه‌ای که ارتفاع یکسان دارند، به دست می‌آید. بدین منظور ارتفاع خطوط همپاییه از نقشه‌های توپوگرافی ترجیحاً در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ ۱/۵۰۰۰۰ از محل تقاطع از یک کانال رودخانه با خطوط کنتوری توپوگرافی استخراج می‌شود. این اقدام به ترسیم نقشه همپاییه می‌انجامد، که سطوح فرسایشی را برای رده‌های یکسان جربان نشان می‌دهد.

در دوره‌های زمین‌شناسی، سطوح همپاییه مناسب به اشکوب‌های فرسایشی مشابه‌اند و عمدتاً به حوادث فرسایشی - تکتونیکی و به‌ویژه حرکات جوان پوسته اشاره دارند. بنابراین، آنالیز سطوح همپاییه می‌تواند ابزاری مفید برای کشف فرایندهای تکتونیکی جوان باشد.

۱. تغییر جهت ناگهانی خطوط همپاییه می‌تواند ناشی از جابه‌جایی‌های تکتونیکی و یا تغییرات شدید لیتولوژیکی باشد.

۲. فشردگی خطوط همپاییه، نشان‌دهنده وجود لایه‌های شدیداً شیبدار (احتمالاً ناشی از گسلش و یا چین‌خوردگی) است.

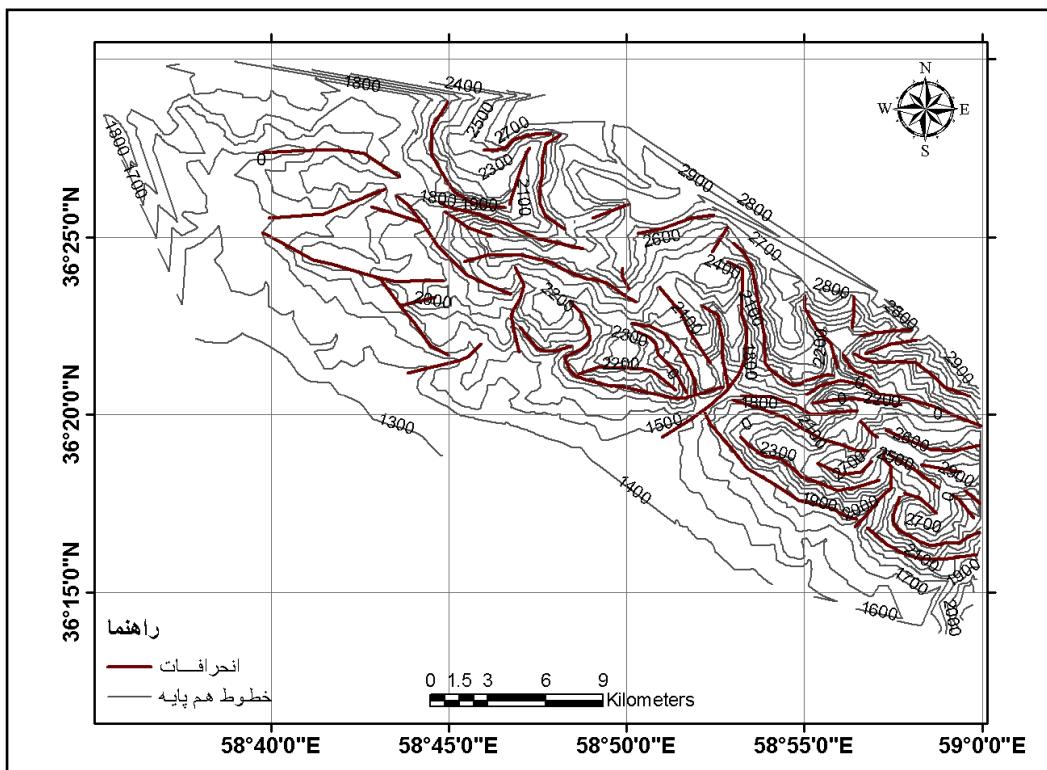
۳. فاصله گرفتن خطوط همپاییه از یکدیگر نشان از گرادیان‌های ملایم و احتمالاً وجود فرورفتگی‌های ساختمانی<sup>۱</sup> دارد.

۴. معمولاً در دره‌ها و یا بستر آبراهه‌ها، خطوط همپاییه به طرف بالای آبراهه تحدب پیدا می‌کنند. تحدب این خطوط به طرف پایین آبراهه می‌تواند نشانگر فرونشست شدید آن قطعه مشخص آبراهه باشد. البته چنین وضعیتی معمولاً با شاخه‌شاخه شدن دره‌ها و تجمع مخروطاً فکنه‌ها همراه می‌گردد (Golts and Rosenthal, 1993).

خطوط همپاییه در نیمة شمال شرقی به صورت خطوطی با فشردگی زیاد دیده می‌شود، در حالی که در جنوب غرب منطقه از فشردگی آن کاسته می‌شود. با توجه به نقشه زمین‌شناسی، ملاحظه می‌شود که قسمت‌های جنوبی منطقه از سازندهای فرسایش‌پذیر کنگلومرای نئوزن و مارن‌های انسن تشکیل شده است.

1. Structural troph

همان گونه که در شکل ۷ نشان داده شده است، تغییر مسیر و تحدب و تقرع غیرعادی خطوط هم‌پایه (انحرافات) در بعضی قسمت‌ها، وجود احتمالی ساختارهای فرعی نظیر شکستگی‌ها یا گسل‌های فرعی را نشان می‌دهد. با ملاحظه شکل ۷ می‌توان نتیجه گرفت که خطوط هم‌پایه در جهت شمال غرب - جنوب شرق به هم نزدیک می‌شوند، که می‌تواند بیانگر خطواره‌های ساختاری جوان منطقه باشد. انحرافات شدیدی عمود بر این روند مشاهده می‌گردد، که بیانگر خطواره‌های جوان‌تری در مقایسه با روند ذکر شده قبلی است، زیرا آنها را قطع کرده‌اند.



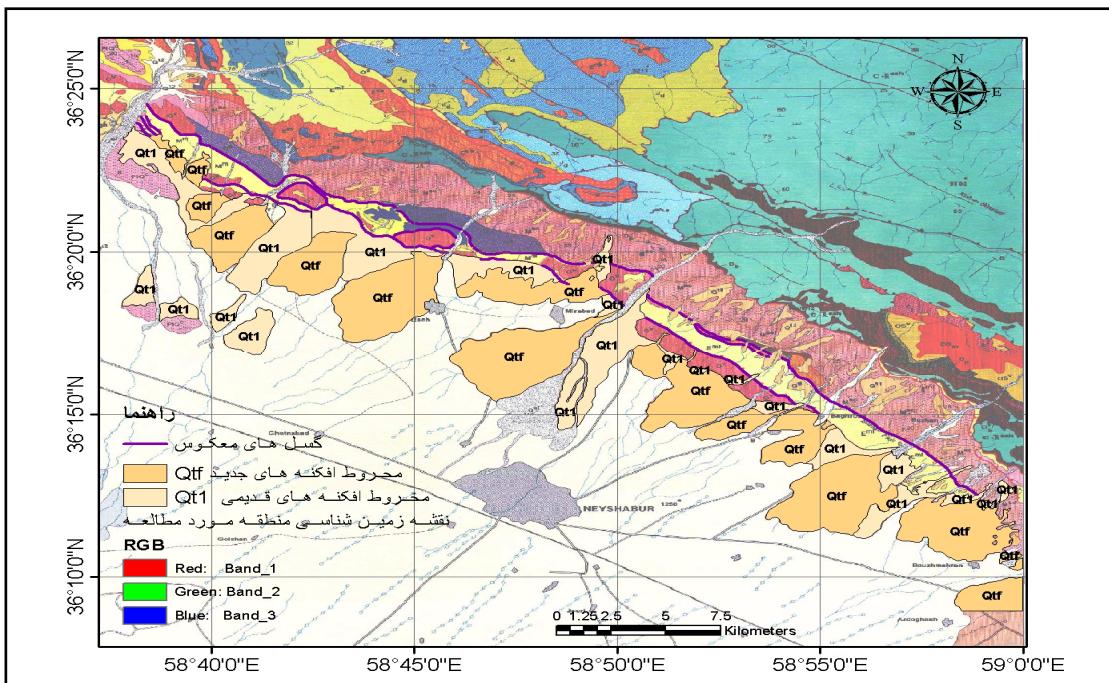
شکل ۷. نقشه خطوط هم‌پایه منطقه مورد مطالعه

محل تقاطع موقعیت آبراهه‌های رده یک - که جوان‌ترین رده در سامانه فرسایشی به شمار می‌آید - با خطوط توپوگرافی تا حدودی بر خطواره‌های ساختاری منطقه منطبق است. بنابراین آشکار می‌گردد که حتی جوان‌ترین آبراهه‌ها (کواترنر) متأثر از حرکات تکتونیکی است و نه فرسایش. یعنی حرکات تکتونیکی و بالاًمدگی منطقه بر فرسایش غلبه دارد.

### بادبزن‌های آبرفتی

جبهه کوهستان در نواحی خشک و نیمه‌خشک، به وسیله مخروط‌افکنه‌ها مشخص می‌گردد. مخروط‌افکنه به عنوان نقطه انتهایی سامانه فرسایشی در نظر گرفته می‌شود، که در آن رسوبات فرسایش یافته از منشاً کوهستانی به جبهه کوهستان منتقل می‌گردد و به صورت توده‌ای مخروطی‌شکل از نهشته‌های آواری یا آبرفتی تشکیل می‌شود. مورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها برای شناسایی مناطق فعال دارای اهمیت است.

با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه و نیز عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای، ملاحظه می شود که در بخش عظیمی از منطقه، مخروط افکنه های جوان در رأس مخروط افکنه های قدیمی تشکیل شده اند، تا جایی که در بعضی نقاط مخروط افکنه های قدیمی شدید در امتداد گسل های جوان مجاور دشت است و نشان از تداوم فعالیت های جوان در منطقه دارد (شکل ۸).



شکل ۸. تشکیل مخروط افکنه های جوان در رأس مخروط افکنه های قدیمی و در مجاورت گسل های حد بین کوه و دشت

منبع: برگرفته از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نیشابور

## نتیجه گیری

با توجه به اندیس های مورفومتری محاسبه شده، منطقه مورد مطالعه در مجموع از نظر تکتونیکی فعال است، ولی تقسیم بندی انجام شده نشان از آن دارد که فعالیت نسبی در همه جا یکسان نیست و قطعه یک، فعالیت نسبی بیشتری را در مقایسه با دو قطعه دیگر، و قطعه دو فعالیت کمتری را نشان می دهد.

با بررسی اندیس  $V_f$ ، هر چه به سمت شمال ارتفاعات بینالود و قسمت های درونی تر پیش می رویم (سازند های قدیمی تر) از میزان بالا آمدگی نسبی و فعالیت تکتونیکی کاسته می شود. در این منطقه - که به شدت تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی قرار گرفته - اکثر دره ها ناشی از حرکات تکتونیکی و گسل های منطقه است. روند غالب آبراهه ها در تمامی منطقه مورد مطالعه، عمود بر جبهه راندگی هاست، که هم به دلیل شیب توپوگرافی ناشی از حرکت راندگی ها و بالا آمدگی توپوگرافی است و هم به دلیل ساختارهای متقطع با گسل های شمال غرب - جنوب شرق.

محل تقاطع موقعیت آبراهه های رده یک - که جوان ترین رده در سامانه فرسایشی به شمار می آید - با خطوط توپوگرافی، بر خطواره های ساختاری منطقه تا حدودی منطبق است. بنابراین، مشاهده می شود که حتی جوان ترین

آبراهه‌ها (کواترنر) متأثر از حرکات تکتونیکی است و نه فرسایش! یعنی حرکات تکتونیکی و بالا آمدگی منطقه بر فرسایش چیره شده است.

در بخش عظیمی از منطقه، مخروطافکنهای جوان در رأس مخروطافکنهای قدیمی تشکیل شده‌اند که در بعضی نقاط، مخروطافکنهای قدیمی را پوشانده‌اند؛ که گواه بالا آمدگی شدید در امتداد گسلهای جوان مجاور دشت است و نشان از تداوم فعالیت‌های جوان در منطقه دارد.

## منابع

- Aghanabati, A., 2004, **Geology of Iran**, Geological Survey of Iran, Tehran, p. 640.
- Alavi, M., 1979, **The Virani Ophiolite Complex and Surrounding Rock**, Geologisch Rundschau, V. 68, No. 1, p. 334-341
- Alavi, M., 1992, **Thrust Tectonic of Binalood Region, NE Iran**, Journal of Structural Geology, V. 11, N. 2, p. 360-370.
- Alavi, M., 1991, **Sedimentary and Structural Characteristics of the Paleo-Tethys Remnants in Northeastern Iran- Geol.Soc.America. Bull**, v. 103, P. 983-992.
- Badakhshan Momtaz, Gh., 1992, **Study Geology and Seismotectonic of NW Neyshabour (Quadrant Bozghan)**, Ms degree thesis, Islamic Azad University (Tehran Shomali Branch).
- Bull, W.B., 1977, **Geomorphic Tectonic Classes of the South Front of the San Gabriel Mountain California U.S**, Geological Survey Contract report 14-08-001-G-394. Office of Earthquakes Volcanoes and Engineering: Menlo park CA.
- Cox, R.T, 1994, **Analysis of Drainage Basin Symmetry as a Rapid Technique to Identify Areas of Possible Quaternary tilt – block Tectonics: An Example from the Mississippi Embayment**, Geological Society of America Bulletin 106, p. 571-581.
- Filosofov, V.P., 1960, **Brief Guide to Morphometric Methods in Search of Tectonic Structures**, Saratov Univ. Publ. House (in Russian ).
- Gardner, T.W., W. Back, T.F. Bullard, P.W. Hare, R.H. Kesel, D.R. Lowe, C.M. Menges, S.C. Mora, F.J. Pazzaglia, I.D. Sasowski, J.W. Troester, and S.G. Wells, 1987, **Geomorphic Systemes of North America, Centennial Special Volume, 2**, Central America and the Caribbean. In W.L. Graf ( ed. ), Geological Society of America: Boulder, CO.
- Geological Survey of Iran, **Geology map of Neyshabour , 1:100000 scale**.
- Ghaemi, F., 1992, **Study Geology and Structur of Mountain of NE Neyshabour – Binalud (Quadrant Baghshangach )**, Ms Degree thesis, Shahid Beheshty University.
- Golts, S. and Rosenthal, E., 1993, **Morphotectonic Map of the Northern Arava in Israel, Derived from Isobase Lines. Geomorphology**, V. 7, P. 305-315.
- Hare, P.W. and Gardner, T.W., 1985, **Geomorphic Indicators of Vertical Neotectonism Along Converging Plate Margins Nicoya Peninsula Costa Rica**, In M. Morisawa and J.T Hack ( eds. ) Tectonic Geomorphology: Proceedings of the 15th Annual Binghamton

- Geomorphology Symposium September 1984, Allen & Unwin: Boston.
- Horton, R.E., 1945, **Erosional Development of Stream and their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology**, Bull. Geol. Soc. Am, V. 56, p. 275-370.
- Keller. E.A., 1986, **Investigation of Active tectonic: Use of Surgical Earth Processes**, In Panel on Active Tectonics, Normal Academy press: Washington/D.C.
- Keller. E.A. and Pinter, N., 1996, **Active Tectonics, Earthquakes, Uplift and Land Scape**, Printce Hall, Inc, p. 338
- Morisawa, M., and Hack, J.T., 1985, **Tectonic Geomorphology**, Boston, Unwin Hyman, p. 390
- National Cartography of Iran, **Topography Map of Mirabad , 1: 50000 scale ( Block 11 of Mashhad)**.
- National Cartography of Iran, **Topography Map of Bozghan , 1: 50000 Scale ( block 11 of Mashhad )**
- Wells, S.G., 1988, **Regional Variation in Tectonic Geomorphology Along a Segmental Convergent Plate Boundary Pacific Coast of Costa Rica**, Geomorphology, V. 1, p. 239-265.