

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

الهه شفیع\* - کارشناس ارشد تکتونیک، سازمان نظام مهندسی معدن خراسان رضوی  
سید احمد علوی - دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی  
نصیر نادری میقان - کارشناس 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  $36^{\circ} 30'$  و  $36^{\circ} 11'$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $58^{\circ} 35'$  و  $59^{\circ}$  شرقی واقع شده است. هدف این پژوهش بررسی دقیق نقش تکتونیک فعال در توسعه ساختارها، براساس بررسی‌های مورفوتکتونیک و مورفومتری است. اولین گام به منظور انجام مطالعات مورفوتکتونیک در منطقه مورد مطالعه، تهیه اطلاعات لازم و موجود از قبیل نقشه‌هاست. در این راستا، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس  $1/50000$  تهیه گردید و به وسیله نرم‌افزار ArcGIS دیجیتایز 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 مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان، و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن) منطقه مورد مطالعه به طور کلی از نظر تکتونیک 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 مخروط‌افکنه‌های جوان در رأس مخروط‌افکنه‌های قدیمی، گواه بالآمدگی شدید در امتداد گسل‌های جوان مجاور دشت است، و این نظر را تحکیم و تقویت می‌کند که بینالود به خاطر موقعیت خاص زمین‌ساختی که دارد (محل برخورد صفحات ایران و توران و زمین‌درز پالنوتیس) از لحاظ تکتونیک فعال و در حال بالا آمدن 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 عمدتاً 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  $36^{\circ} 11'$  و  $36^{\circ} 30'$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $58^{\circ} 35'$  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 حیدریه 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 مورفوتکتونیک در این منطقه صورت نپذیرفته است، در این تحقیق بر آن شدیم که براساس پارامترهای مورفومتری و مورفوتکتونیک 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 مورفوتکتونیک به‌عنوان مشخص‌کننده رابطه بین تکتونیک و عوارض سطحی یاد کرده‌اند و معتقدند که با داشتن این ارتباط می‌توان حوادث تکتونیک را از طریق مطالعه اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین تفسیر کرد.

اهمیت مطالعه مورفوتکتونیک به‌منظور دستیابی به نتایج اساسی و مهمی است که معمولاً از طریق مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی حاصل می‌گردد. در طی مطالعات مورفوتکتونیک، شاخص‌هایی برداشت می‌گردد که می‌تواند در مسیر رسیدن به اهداف مورد نظر کمک کند. مورفومتری به‌صورت 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 به‌کار 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 به‌دست آمده‌اند (Keller, 1986). نتایج چندین اندیس ممکن است با سایر اطلاعات مانند نرخ بال‌آمدگی‌ها ترکیب شده باشند تا رده‌های فعالیت زمین‌ساختی را که برآوردهای وسیع اساسی از درجه فعالیت نسبی در یک منطقه به‌شمار می‌آیند، ایجاد کنند (Bull, 1978).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه SRTM

1. Ophiolit complex  
2. Land Scape

## مواد و روش ها

به منظور بررسی عملکرد تکتونیک پویا در بینالود، علاوه بر بررسی های مورفومتری، تحلیل آبراهه ها و پادگانه های آبرفتی نیز انجام شده است. در این زمینه، تحلیل آبراهه ها، در دو حیطة تحلیل کمی روابط میان الگوی آبراهه های سطحی و روند گسل ها و همچنین آنالیز خطوط هم پایه انجام شده است.

اولین گام به منظور انجام مطالعات مورفوتکتونیک در منطقه مورد مطالعه، تهیه اطلاعات لازم و موجود از قبیل نقشه هاست. در این زمینه نقشه های 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.

## یافته های تحقیق

بررسی های مورفومتری، شامل تعیین شاخص های سینوسیتی پیشانی کوه  $(Sm_f)^2$ ، درصد مسطح شدگی پیشانی کوهستان (Facet %)، بی تقارنی حوضه آبریز، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره  $(V_f)$  و نیز تحلیل آبراهه ها و پادگانه های آبرفتی، نشان دهنده فعالیت تکتونیک بالا و نقش گسل ها در توسعه آبراهه هاست. افزون بر این، مطالعه پنجه های آبرفتی، بالا آمدگی فعال تکتونیک را در منطقه تأیید می کند که متأثر از گسل های جوان در محدوده میان کوه و دشت است.

## مورفومتری

ریخت سنجی، به عنوان اندازه گیری کمی چشم انداز تعریف شده است. این شاخص در ارزیابی سریع مناطق گسترده به کار گرفته می شود و اطلاعات ضروری غالباً به سادگی از نقشه های توپوگرافی و عکس های هوایی و ماهواره ای منطقه حاصل می گردد. شاخص های ریخت شناسی که در پژوهش حاضر بررسی شده اند، چنین است:

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

## سینوسیتی پیشانی کوه $(Sm_f)$

سینوسیتی پیشانی کوه به صورت زیر تعریف شده است:

$$Sm_f = Lm_f / L_s \quad \text{رابطه (۱)}$$

$Lm_f$ ، معرف طول پیشانی کوهستان در طول اتصال کوهستان با آبرفت، و  $L_s$  طول خط مستقیم پیشانی کوهستان

است (Keller & Pinter, 1996).

با این شاخص، منطقه مورد مطالعه به سه قسمت در راستای رودخانه های بوژان، میرآباد و دامنجان تقسیم شده و

1. Iso base line

2. Mountain front sinuosity

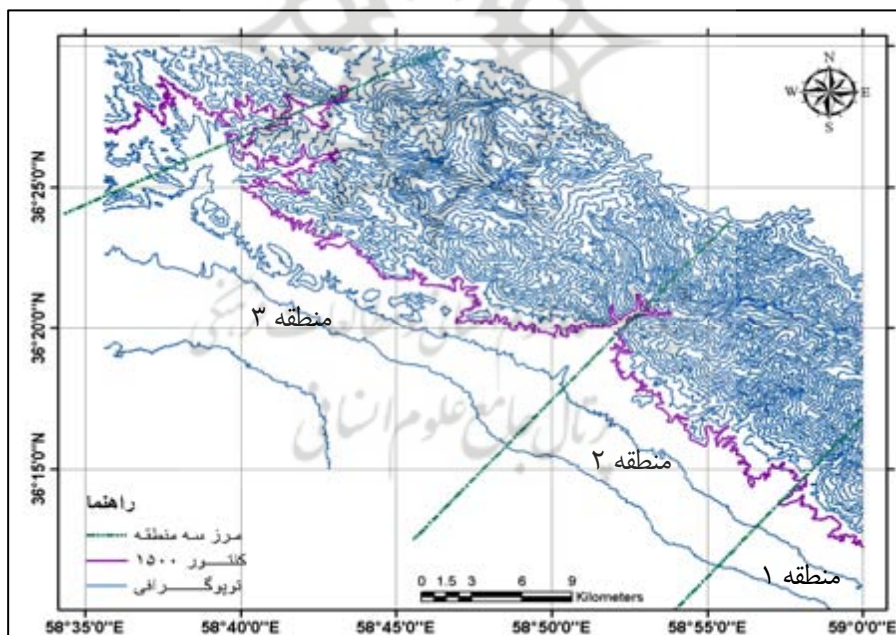
کنتور ۱۵۰۰ به‌عنوان جبهه کوهستان در نظر گرفته شده است (براساس مقایسه نقشه زمین‌شناسی و نقشه سه‌بعدی منطقه). در قطعه یک، مقدار میانگین شاخص  $Sm_f$ ،  $1/51$ ، در قطعه دو،  $2/6$  و در قطعه سه،  $1/69$  است. قطعه یک با وجود قرارگیری در واحدهای فرسایش‌پذیری کواترنری<sup>۱</sup> میزان  $Sm_f$  کمتری را نسبت به دو قطعه دیگر نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌تواند به‌عنوان نشانه‌ای برای تعیین ساختارهای تکتونیکی یا گسل‌های اصلی یا فرعی به‌کار 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:

$$\text{Facet\%} = (L_f / L_s) \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

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 به‌دست 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 تاب‌برداشتگی<sup>۲</sup> زمین‌ساختی در مقیاس حوضه آبریز یا نواحی بزرگ‌تر گسترش

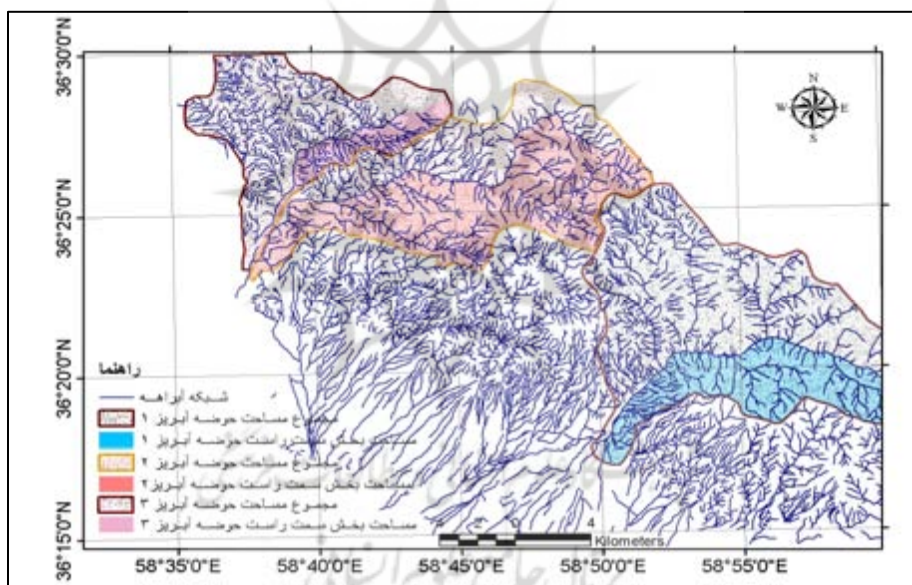
1. Quaternary
2. Tilting

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 کانال 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 برداشتی عمود بر روند کانال اصلی رودخانه، حساس است. مقادیر  $A_F$  بیشتر یا کمتر از ۵۰ ممکن است به دلیل تاب برداشتی 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.

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

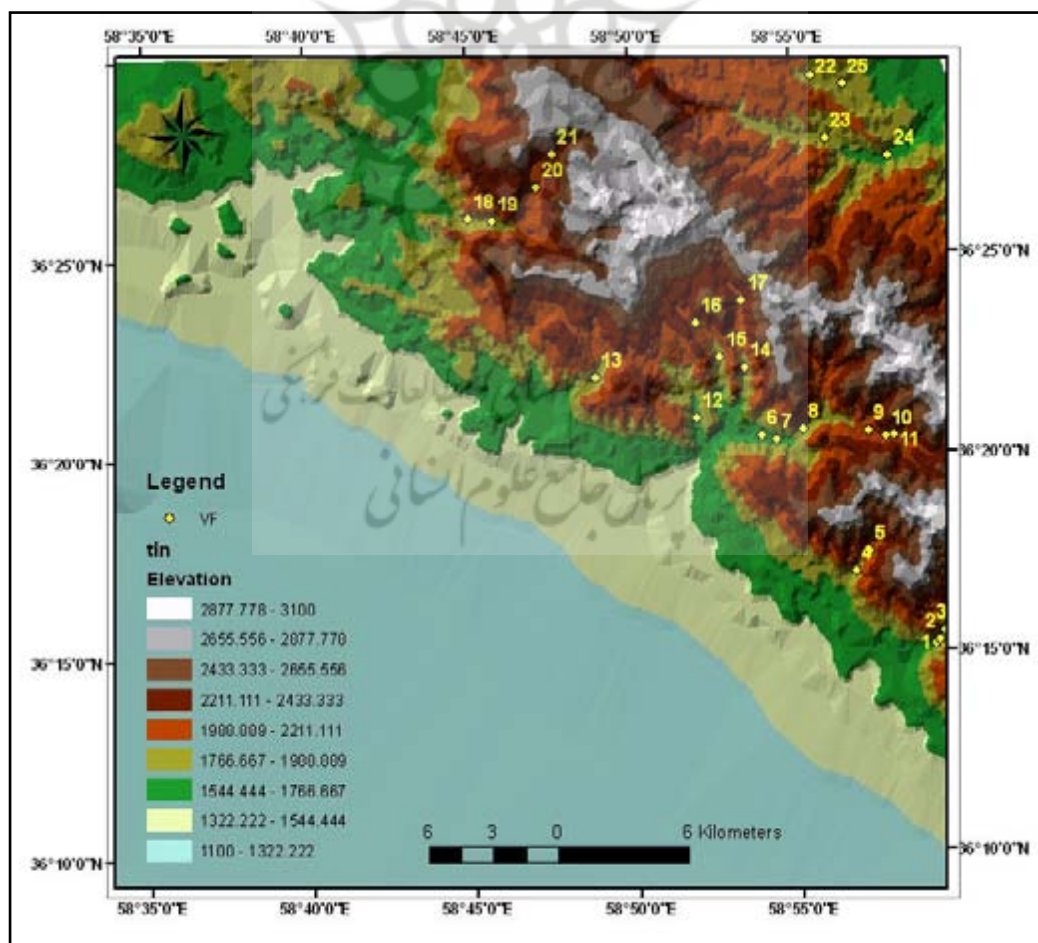
که در آن،  $D_a$  فاصله خط میانی حوضه آبریز تا خط میانی کمربند مئاندری<sup>۱</sup> فعال و  $D_d$  فاصله بین خط میانی حوضه تا خط مستقیم است. در حوضه های کاملاً متقارن،  $T$  برابر صفر است و با افزایش عدم تقارن بر مقدار افزوده می شود و به یک نزدیک می گردد (Cox, 1994).

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

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

$$V_f = 2Vf_w / ((E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})) \quad (۵)$$

که در آن  $V_f$ ، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع،  $Vf_w$  پهنای 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 بالآمدگی بالا دارد (Keller & Pinter, 1996).



شکل ۴. نقشهٔ سه‌بعدی منطقه به همراه موقعیت‌های  $V_f$

در این زمینه در منطقه مورد نظر ۲۵ ایستگاه مورد بررسی قرار گرفته است که ایستگاه‌های شماره ۲۵، ۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱، ۲۰، ۱۷، ۱۶، ۱۵ در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها بالآمدگی<sup>۱</sup> کمتری را نشان می‌دهد (جدول ۱). بنابراین استنباط می‌شود که هر چه به سمت شمال و قسمت‌های درونی ارتفاعات بینالود پیش می‌رویم از بالآمدگی و فعالیت تکتونیکی کاسته می‌شود (شکل ۴).

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

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 آبراهه‌ها

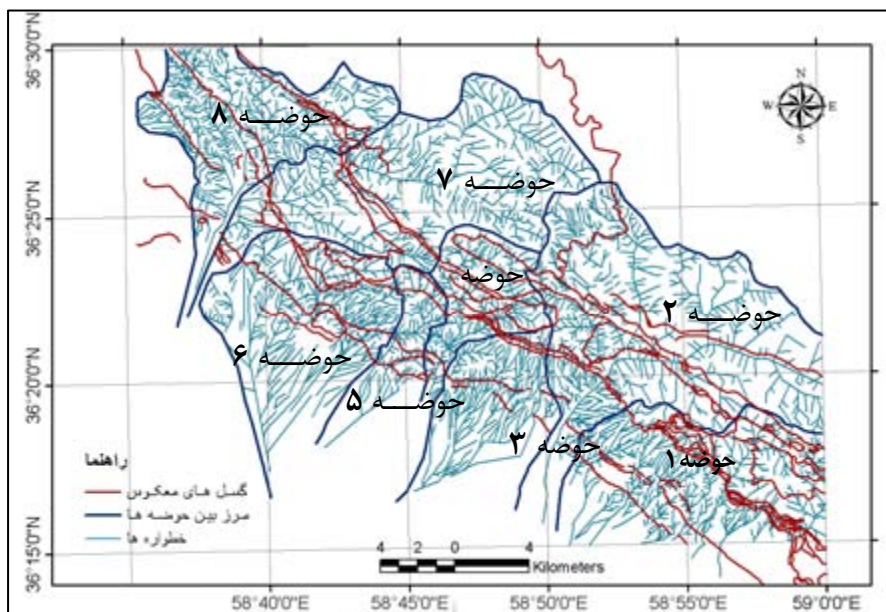
### تحلیل کمی روابط میان الگوی آبراهه‌های سطحی و روند گسل‌ها

به منظور بررسی تأثیر حرکات تکتونیکی در تحول ریخت‌زادی منطقه، میزان تأثیر زمین‌ساخت در ایجاد شبکه‌های آبراهه ضروری به نظر می‌رسد. پیدایش دره‌ها، ناشی از حرکات دینامیک درونی و بیرونی است. در این منطقه که به شدت تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی قرار گرفته، اکثر دره‌ها ناشی از حرکات تکتونیکی و گسل‌های منطقه است. محل شکستگی‌هایی که در منطقه به وجود آمده‌اند، به مرور دچار فرسایش گشته و عریض‌تر شده و دره‌هایی هم‌روند و نیز عمود بر گسل‌ها به وجود آمده است.

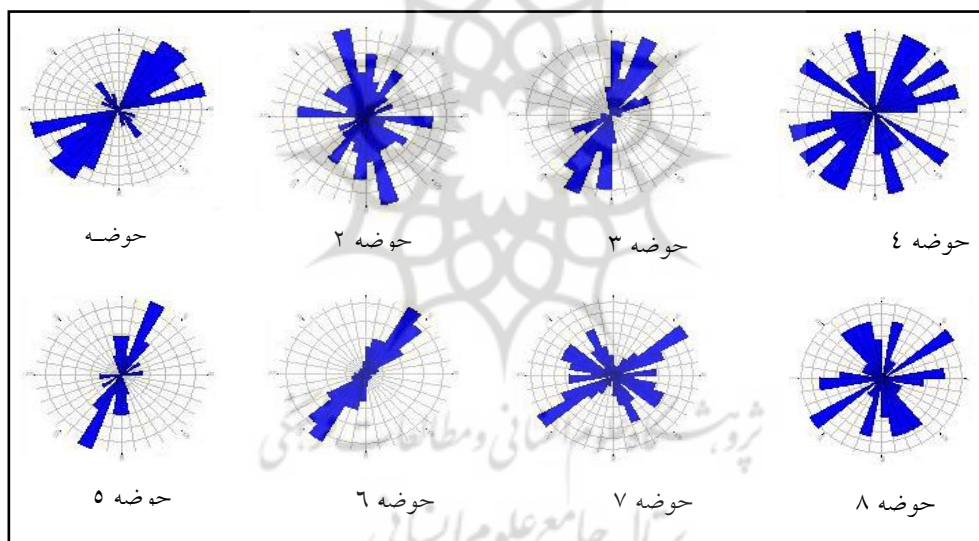
به منظور بررسی دقیق این مسئله، نقشه خطواره‌های منطقه براساس الگوی آبراهه‌ها تهیه شد. این نقشه براساس نقشه‌ای با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و پیاده کردن آبراهه‌هایی با طول بیش از یک کیلومتر است. ترسیم و اندازه‌گیری طول و امتداد این خطوط به وسیله نرم‌افزار Arc GIS صورت گرفته است (شکل ۵). برای مقایسه تغییر روند آبراهه‌ها و تفسیر آنها براساس حوضه‌های آبریز، منطقه مورد مطالعه به ۸ قسمت تقسیم شده و سپس برای هر قسمت یک نمودار گلسرخی ترسیم شده است (شکل ۶).

با مقایسه نمودارهای گلسرخی حوضه‌های ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ ملاحظه می‌شود که روند آبراهه‌ها به سمت حوضه هشت، چرخش ساعتگردی را نشان می‌دهد که به دلیل چرخش گسل‌ها در این جهت است.

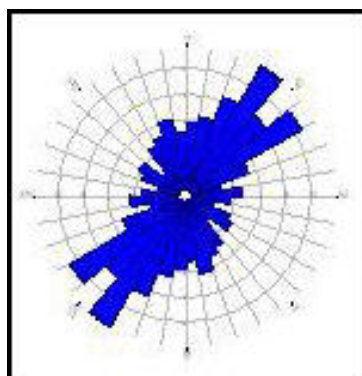
در شکل ۶ نمودار گلسرخی آبراهه‌های منطقه، حاصل از تلفیق نمودارهای ۸ حوضه، ترسیم شده است. روند غالب آبراهه‌ها در کل منطقه مورد مطالعه، عمود بر جبهه راندگی است که از سویی به دلیل شیب توپوگرافی ناشی از حرکت راندگی‌ها و بالآمدگی توپوگرافی و از سوی دیگر به دلیل ساختارهای متقاطع با گسل‌های شمال غرب - جنوب شرق است.



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 هم پایه

آنالیز خطوط هم پایه به طور کلی شامل دو مرحله متوالی تعیین مرتبه آبراهه ها و تهیه نقشه خطوط هم پایه است. الف) تعیین مرتبه آبراهه ها: مرتبه آبراهه ها، جایگاه نسبی هر آبراهه را در یک شبکه حوضه آبریز فرسایشی تعیین می کند. از همه آنها تنها روش هورتون (1945) که بعداً فیلاسوفو (1960) به اصلاح آن پرداخت، سن نسبی را برای رده های مختلف جریان تعیین می کند. بدین ترتیب که کوچک ترین آبراهه ها (رده ها) به عنوان آبراهه مرتبه یک در نظر گرفته می شوند. از اتصال دو آبراهه مرتبه یک، یک آبراهه مرتبه دو تشکیل می گردد و الی آخر. در واقع این روش، سن نسبی زمین شناسی را با مرتبه آبراهه ها مرتبط می سازد. بنابراین عوارض مورفولوژیکی به صورت شواهدی به وسیله نقشه های هم پایه آورده می شود.

ب) تهیه نقشه خطوط هم پایه: اصطلاح هم پایه برای خطوطی به کار می رود که یک سطح فرسایشی را ترسیم می کنند. کف آبراهه ها سطح اساس فرسایش را نشان می دهند. خطوط هم پایه با اتصال آبراهه های هم مرتبه ای که ارتفاع یکسان دارند، به دست می آید. بدین منظور ارتفاع خطوط هم پایه از نقشه های توپوگرافی ترجیحاً در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰۰ از محل تقاطع از یک کانال رودخانه با خطوط کنئوری توپوگرافی استخراج می شود. این اقدام به ترسیم نقشه هم پایه می انجامد، که سطوح فرسایشی را برای رده های یکسان جریان نشان می دهد.

در دوره های زمین شناسی، سطوح هم پایه متناسب به اشکوب های فرسایشی مشابه اند و عمدتاً به حوادث فرسایشی - تکتونیکی و به ویژه حرکات جوان پوسته اشاره دارند. بنابراین، آنالیز سطوح هم پایه می تواند ابزاری مفید برای کشف فرایندهای تکتونیکی جوان باشد.

۱. تغییر جهت ناگهانی خطوط هم پایه می تواند ناشی از جابه جایی های تکتونیکی و یا تغییرات شدید لیتولوژیکی باشد.

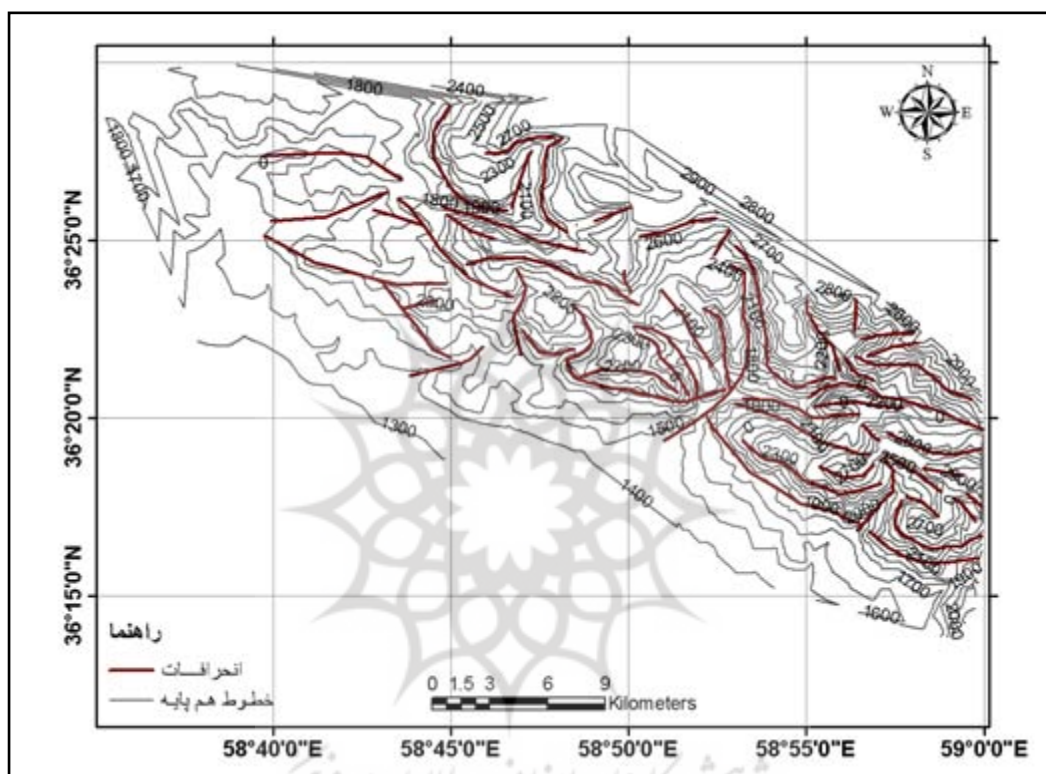
۲. فشردگی خطوط هم پایه، نشان دهنده وجود لایه های شدیداً شیب دار (احتمالاً ناشی از گسلش و یا چین خوردگی) است.

۳. فاصله گرفتن خطوط هم پایه از یکدیگر نشان از گرادیان های ملایم و احتمالاً وجود فرورفتگی های ساختمانی<sup>۱</sup> دارد.

۴. معمولاً در دره ها و یا بستر آبراهه ها، خطوط هم پایه به طرف بالای آبراهه تحذب پیدا می کنند. تحذب این خطوط به طرف پایین آبراهه می تواند نشانگر فرونشست شدید آن قطعه مشخص آبراهه باشد. البته چنین وضعیتی معمولاً با شاخه شاخه شدن دره ها و تجمع مخروط افکنه ها همراه می گردد (Golts and Rosenthal, 1993).

خطوط هم پایه در نیمه شمال شرقی به صورت خطوطی با فشردگی زیاد دیده می شود، در حالی که در جنوب غرب منطقه از فشردگی آن کاسته می شود. با توجه به نقشه زمین شناسی، ملاحظه می شود که قسمت های جنوبی منطقه از سازندهای فرسایش پذیر کنگلومرای نئوژن و مارن های ائوسن تشکیل شده است.

همان گونه که در شکل ۷ نشان داده شده است، تغییر مسیر و تحدب و تقعر 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.



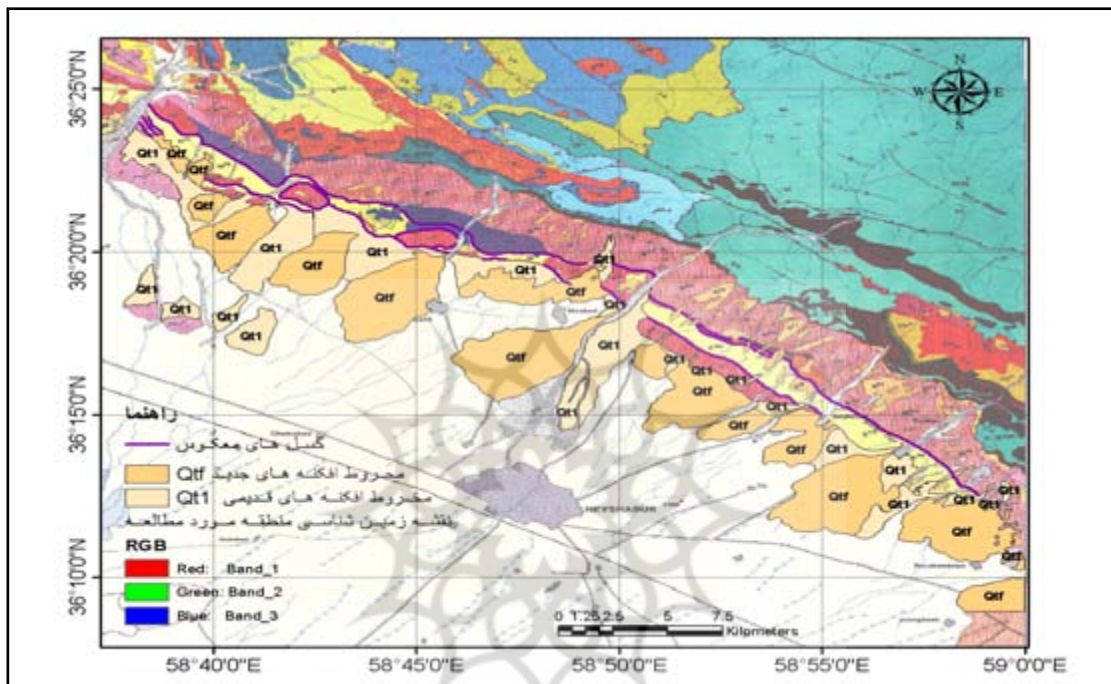
شکل ۷. نقشه خطوط هم‌پایه منطقه مورد مطالعه

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

### بادبزن‌های ابرفتی

جبهه کوهستان در نواحی خشک و نیمه‌خشک، به‌وسیله مخروط‌افکنه‌ها مشخص می‌گردد. مخروط‌افکنه به‌عنوان نقطه انتهایی سامانه فرسایشی در نظر گرفته می‌شود، که در آن رسوبات فرسایش یافته از منشأ کوهستانی به جبهه کوهستان منتقل می‌گردد و به‌صورت توده‌ای مخروطی‌شکل از نهشته‌های آواری یا ابرفتی 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 را پوشانده اند - که گواه بالآمدگی شدید در امتداد گسله 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 (سازندهای قدیمی تر) از میزان بالآمدگی 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 بالآمدگی توپوگرافی است و هم به دلیل ساختارهای متقاطع 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 (کوآترنر) متأثر از حرکات تکتونیکی است و نه فرسایش! یعنی حرکات تکتونیکی و بالآمدگی منطقه بر فرسایش چیره شده است.

در بخش عظیمی از منطقه، مخروط‌افکنه‌های جوان در رأس مخروط‌افکنه‌های قدیمی تشکیل شده‌اند که در بعضی نقاط، مخروط‌افکنه‌های قدیمی را پوشانده‌اند؛ که گواه بالآمدگی شدید در امتداد گسله‌های 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 Binalud 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 Shomal 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 Indentify 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 Sterams 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.

