

بررسی نقش مورفوتکتونیک بر ناهنجاری الگوی زهکشی رود، البرز شمالی

رضا اسماعیلی^{1*}

1- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه مازندران

پذیرش مقاله: 1391/7/5

تأیید نهایی مقاله: 1391/11/13

چکیده

رودخانه‌ها نسبت به حرکات تکتونیکی حساس هستند. ارتباط نزدیکی بین لندفرم‌های رودخانه‌ای و حرکات تکتونیکی وجود دارد. این تحقیق اثرات فعالیت‌های تکتونیکی جدید را بر روی شبکه زهکشی در مناطق کوهستانی البرز شمالی (حوضه‌های آبریز واز و لاریج در استان مازندران) مورد بررسی قرار می‌دهد. شاخص‌های ژئومورفیک معیارهایی هستند که قادر به کشف واکنش لندفرم‌ها نسبت به فرایندهای تغییر شکل هستند. این حوضه‌ها از نظر زمین شناسی مشتمل بر توالی رسوبات دریایی و خشکی از مزوزوئیک تا سنوزوئیک هستند. گسل‌های متعددی در منطقه مورد مطالعه مشخص شده‌اند. پارامترهای مورفومتریک محاسبه شده در این تحقیق شاخص‌های ژئومورفیک و پارامترهای سلسله مراتبی شبکه زهکشی هستند. شاخص‌های ژئومورفیک محاسبه شده در این تحقیق، نشان دهنده‌ی فعالیت تکتونیکی منطقه است. با توجه به پارامترهای سلسله مراتبی شبکه هیدروگرافی، عدد آنومالی سلسله مراتبی (Ha) و شاخص آنومالی سلسله مراتبی (Δa)، نقش تکتونیک در سازماندهی شبکه زهکشی حوضه‌های واز و لاریج کم است.

واژه‌های کلیدی: مورفوتکتونیک، شبکه زهکشی، البرز، لاریج، واز، مازندران

مقدمه

گورابی و نوحه‌گر 1386، کرمی 1388، پرزپنا و همکاران 2010، فرراریس و همکاران 2012، گیاکونیا و همکاران 2012 و گئو و همکاران 2013، شاخص‌های ژئومورفیک را برای یک منطقه خاص مورد مطالعه قرار داده و شدت فعالیت تکتونیکی را ارزیابی نمودند. رامشت و همکاران 1388 و بهرامی 2013، شاخص‌های ژئومورفیک تکتونیک را در ارتباط با لندفرم‌های رودخانه‌ای مانند مخروط‌افکنه مورد مطالعه قرار دادند. برخی از تحقیقات اثرات تکتونیک را در شبکه زهکشی رود (ریبولینی و اسپاگنولو 2008، ماروکیان و همکاران 2008، گواری‌نیری و پیروتا 2008، بیاتی خطیبی 1388، یمانی و همکاران 1388، عباسی و علمی‌زاده 1389، بهرامی و همکاران 1390، مقصودی و همکاران 1391) مورد مطالعه قرار داده‌اند.

در این تحقیق که با هدف بررسی اثرات فعالیت‌های تکتونیکی در مورفولوژی و الگوی زهکشی رودخانه‌ها انجام شده است، پارامترهای کمی سلسله‌مراتب زهکشی در ارتباط با شاخص‌های ژئومورفیک تکتونیک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

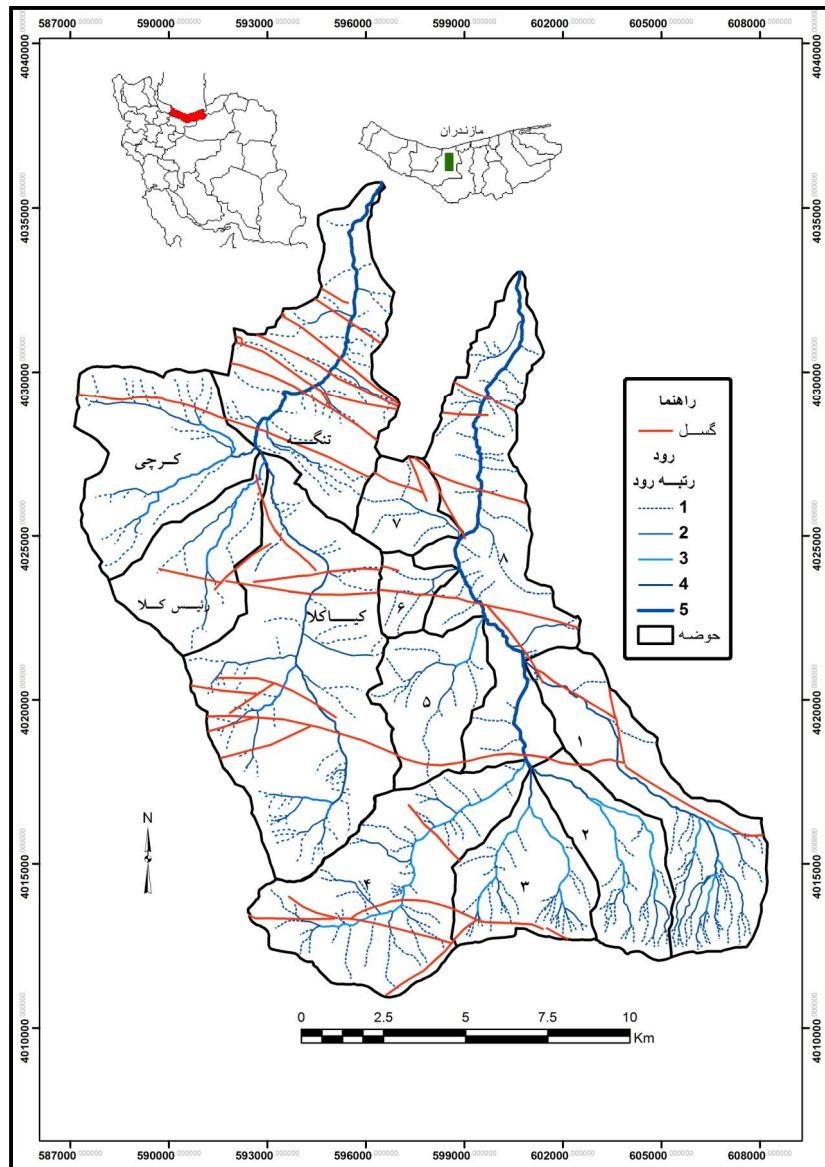
منطقه مورد مطالعه

حوضه‌های آبریز واز و لایویج در دامنه‌های البرز شمالی و در شهرستان نور استان مازندران قرار گرفته‌اند (شکل 1). کوه‌های البرز در شمال ایران و جنوب دریاچه خزر، رشته غربی- شرقی نسبتاً پیچ و خم‌داری را تشکیل می‌دهند. حوضه واز و لایویج‌رود نیز قسمتی از این واحد ناهمواری هستند. آخرین حرکات کوهزایی مهم در البرز در اواخر پلیوسن و اوایل پلیستوسن (فاز پاسادنین) اتفاق افتاده است که پی‌آمد این حرکات،

در ایجاد و گسترش یک شبکه زهکشی ترکیب عوامل مختلفی مانند لیتولوژی، اقلیم و تکتونیک تأثیرگذار می‌باشد. شبکه‌های زهکشی و رودخانه‌ها نسبت به حرکات تکتونیکی (چین‌خوردگی و گسل‌ها) بسیار حساس بوده و رابطه نزدیکی بین لندفرم‌های رودخانه‌ای و حرکات تکتونیکی وجود دارد که در بسیاری از تحقیق‌های گذشته به ثبت رسیده است. نگرش مورفوتکتونیک اغلب به معنی استفاده از لندفرم‌ها یا هر شکل سطحی دیگر مانند الگوهای زهکشی به عنوان کلیدی برای استنباط وجود اشکال تکتونیکی مورد توجه قرار می‌گیرد (جودی و همکاران، 2003). در شبکه‌های زهکشی رودخانه‌ای، بررسی و اندازه‌گیری یک جریان در ارتباط با سلسله مراتب شاخه‌های زهکشی یک رودخانه را رتبه جریان گویند. در بررسی رتبه جریان، الگوی شاخه‌های اجزا شبکه زهکشی تمامی رتبه‌ها در داخل یک حوضه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. محاسبه این پارامترها اجازه می‌دهد تا بتوان اثرات تکتونیک را در تکامل شبکه هیدروگرافی تعیین نمود. مقادیر ضعیف سلسله مراتب زهکشی نشان‌دهنده تأثیرات تکتونیک می‌باشد (گواری‌نیری و پیروتا، 2008).

شاخص‌های ژئومورفیک قادر به کشف واکنش لندفرم‌ها نسبت به تکتونیک هستند از این رو به طور گسترده‌ای در ژئومورفولوژی تکتونیک مورد بررسی قرار می‌گیرند (کلر و پنتر، 2002). هم‌چنین پارامترهای کمی برای مقایسه تفاوت سیستم‌های زهکشی و خصوصاً برای شناسایی واکنش فعالیت‌های تکتونیکی جدید در حوضه‌های زهکشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تاکنون مطالعات متعددی در زمینه شاخص‌های ژئومورفیک در زمینه تکتونیک انجام شده است.

گسل خوردگی‌ها، رورانگی‌های ملایم و مرتفع شدن البرز بوده است (درویش زاده، 1370).



شکل 1: نقشه موقعیت، شبکه زهکشی و گسل‌های منطقه مورد مطالعه

حوضه از سازند الیکا (تریاس) تشکیل شده است و شامل تناوبی از آهک و دولومیت است. در حوضه آبریز واز دولومیت‌های ضخیم لایه سازند الیکا 49/3 درصد از مساحت حوضه را شامل شده و بعد از آن سازند شمشک با 38/8 درصد از مساحت حوضه بیشترین پراکنش را دارا هستند.

چینه شناسی سازندهای حوضه‌های مورد مطالعه کاملاً رسوبی بوده واز دوران پالئوزوئیک (پرمین) تا کواترنر در آن وجود دارد. در حوضه لایچ رود تقریباً 42% مساحت حوضه از سازند شمشک (ژوراسیک) تشکیل شده است که لیتولوژی آن از شیل، ماسه سنگ و رگه‌های زغالی است و 39%

سرخ‌رودها و گسل‌ها با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS تهیه و مورد تفسیر قرار گرفتند.

1- سلسله مراتب زهکشی

پارامترهای مورد استفاده در این تحلیل عبارتند از: رتبه‌بندی استرالر، نسبت تلاقی¹، نسبت تلاقی مستقیم²، شاخص تلاقی³، تعداد ناهنجاری سلسله مراتبی⁴ و شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی⁵

- نسبت تلاقی نسبت تلاقی⁶ که در اصطلاح رایج نسبت انشعاب نامیده می‌شود با استفاده از رابطه 1 محاسبه می‌شود:

$$\text{رابطه 1)} \quad N = N + N$$

که N تعداد رودهای یک رتبه مشخص، N تعداد رودهای رتبه بالاتر می‌باشد.

- نسبت تلاقی مستقیم

این نسبت به صورت رابطه 2 بیان می‌شود:

$$\text{رابطه 2)} \quad = N + N$$

که N نشان دهنده تعداد رتبه‌هایی است که به طور مستقیم به رتبه بالاتر خود متصل شده‌اند. به طور مثال تعداد رتبه‌های 1 که فقط به رتبه 2 متصل می‌شوند، در نظر گرفته می‌شوند و اتصال رودهای رتبه 1 به رتبه‌های 3 یا 4 و... ناهنجاری

روند غالب گسل‌های منطقه مورد مطالعه شمال‌غربی - جنوب شرقی است (شکل 1) که با روند ناهمواریهای حوضه تقریباً تطبیق داشته و نشان دهنده جهت نیروهای وارده به البرز می‌باشد (ثروتی و اسماعیلی، 1380). مقدار بارش سالانه منطقه از 800 میلی‌متر در پایین دست منطقه (قسمت شمال حوضه‌های اصلی) تا 300 میلی‌متر در ارتفاعات جنوبی منطقه متغیر است. میانگین دمای سالانه منطقه تقریباً 10 درجه سانتیگراد می‌باشد.

در این مقاله حوضه آبریز واز به 8 زیرحوضه و حوضه آبریز لایوچ به چهار زیرحوضه کیاکلا، رئیس‌کلا، کرچی و تنگه تقسیم شده است (شکل 1). زیرحوضه 8 واز و زیرحوضه تنگه لایوچ مستقل نبوده و زهکشی سایر زیرحوضه‌ها به آن‌ها منتقل می‌شود. از این رو در بیشتر موارد به صورت یک زیرحوضه مجزا مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

مواد و روش‌ها

ابتدا زیرحوضه‌های محدوده مورد مطالعه به همراه شبکه زهکشی از نقشه توپوگرافی 1:25000 سازمان نقشه‌برداری استخراج گردید و مدل ارتفاعی رقومی (DEM) آنها تهیه گردید. سپس با استفاده نقشه زمین‌شناسی 1:100000 منطقه سازندهای زمین‌شناسی و روند گسل‌ها استخراج شدند. بعد از تهیه نقشه‌های پایه، سلسله مراتب زهکشی رود با شاخص‌های ژئومورفیک مانند فاکتور تقارن حوضه (AF)، شاخص گرادیان طولی رود (SL)، نسبت تطویل حوضه (Re)، فاکتور تقارن توپوگرافی (T) و انتگرال هیپسومتری حوضه‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. این شاخص‌های مورد مطالعه در ادامه تشریح می‌شوند. جهت تحلیل کیفی، نمودار گل

1- Confluence ratio

2 - Direct Confluence ratio

3 - Confluence index

4- Hierarchical anomaly number

5- Hierarchical anomaly index

۶ - اصطلاح نسبت انشعاب اولین بار توسط هورتون (1945) مطرح گردید. اما در این مقاله از اصطلاح نسبت تلاقی که توسط هیرش (Hirsch) در سال 1962 پیشنهاد گردید استفاده گردید. زیرا مطالعه شبکه زهکشی رود از شاخه‌های کوچک به شاخه‌های بزرگ انجام می‌شود (زاویانو، 1985).

این معیار نشان‌دهنده‌ی حداقل تعداد آبراهه‌های رتبه یک مورد نیاز برای تشکیل یک سلسله‌مراتب زهکشی کامل می‌باشد. در سیستم شبکه‌ی زهکشی اگر هر آبراهه رتبه 1 به آبراهه رتبه 2 وارد شود، نظم سلسله مراتبی دارد. اما اگر آبراهه‌های درجه 1 وارد آبراهه‌های درجه 3 و بالاتر شوند، ناهنجاری سلسله مراتبی دارند. بنابراین، به این آبراهه‌های درجه 1 که ناهنجاری دارند، باید به صورت فرضی آبراهه‌هایی اضافه شود، تا نظم سلسله مراتبی داشته باشند (جدول 1). معادله‌ی ریاضی مربوط به محاسبه‌ی تعداد ناهنجاری سلسله مراتبی (Ha) برای مسیرهای زهکشی ناهنجاری (→) توسط بهرامی و همکاران (1390) ارائه شده است.

جدول 1: تعداد آبراهه‌های فرضی برای منظم کردن مسیرهای ناهنجار (بهرامی و همکاران، 1390)

حداقل تعداد آبراهه‌های فرضی رتبه 1 موردنیاز برای منظم کردن آبراهه‌ها	مسیر آبراهه‌هایی که در یک حوضه رتبه 5 ناهنجاری سلسله مراتبی دارند
1	1→3
3	1→4
7	1→5
2	2→4
6	2→5
4	3→5

محسوب می‌شود. این نسبت ناهنجاریهای ساختار هیدروگرافی حوضه را نشان می‌دهد.

- شاخص تلاقی (دوشاخه‌ای)

این شاخص از اختلاف بین نسبت تلاقی و نسبت تلاقی مستقیم بدست می‌آید (رابطه 3).

$$R = R - R \quad (\text{رابطه 3})$$

مقدار این شاخص می‌تواند بیانگر ناهنجاری در شبکه هیدروگرافی حوضه باشد و اطلاعات مفیدی را در مورد فرایندهای فرسایشی فعال و درجه تکامل یک حوضه فراهم نماید.

- ناهنجاری سلسله مراتب زهکشی (Ha)

- شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی

این شاخص با استفاده از رابطه 4 قابل محاسبه است (گواری‌نیری و پیروتا، 2008):

$$\Delta a = \quad / N \quad (\text{رابطه 4})$$

که Δa شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی، Ha شامل مجموع آبراهه‌های رتبه 1 اضافه شده فرضی در تمام مسیرهای ناهنجار، N تعداد آبراهه‌های رتبه یک موجود.

2- فاکتور تقارن حوضه (AF): فاکتور تقارن حوضه برای شناسایی کج شدگی احتمالی ناشی از

تکتونیک در حوضه به کار می‌رود. ضریب تقارن به صورت رابطه 5 تعریف می‌شود (کلر و پینتر، 2002):

$$\text{رابطه 5} \quad (\quad / \quad) = 100 =$$

که مساحت حوضه در سمت راست رود اصلی و مساحت کل حوضه می‌باشد.

3- شاخص تقارن توپوگرافی: این شاخص، تقارن یا عدم حوضه زهکشی را نشان داده و با استفاده از رابطه 6 قابل محاسبه می‌باشد.

$$\text{رابطه 6} \quad = \quad /$$

که شاخص تقارن توپوگرافی، : فاصله خط وسط حوضه تا رودخانه اصلی و فاصله خط میانی حوضه تا مرز حوضه. مقدار T بین صفر تا یک متغیر است که مقدار صفر نشان دهنده‌ی تقارن و مقدار یک نشان دهنده‌ی عدم تقارن می‌باشد (سلیمانی، 1378).

4- نسبت تطویل حوضه: نسبت تطویل حوضه با استفاده از فرمول شوم (رابطه 7) محاسبه گردید (زاویانو، 1985):

$$\text{نسبت تطویل حوضه} = \frac{D_c}{L_b} \quad (\text{رابطه 7})$$

که D_c عبارت است از نسبت قطر دایره همسطح حوضه آبریز و L_b حداکثر طول حوضه در امتداد رود اصلی است. در این رابطه نسبت $1/256$ نشان دهنده‌ی شکل دایره‌ای حوضه و نسبت $1/128$ نشان دهنده‌ی شکل مربعی حوضه می‌باشد (زاویانو، 1985) و نسبت‌های کمتر نشان دهنده‌ی شکل مستطیلی می‌باشد.

5- منحنی هیپسومتری حوضه: محدوده زیر منحنی هیپسومتری به عنوان انتگرال هیپسومتری (HI) شناخته می‌شوند که از 0 تا 1 متغیرند. مقادیر نزدیک به صفر مناطق شدیداً فرسایشی و مقادیر نزدیک به یک مناطق با حداقل فرسایش (بالا آمدگی) هستند (پدرا و همکاران، 2009). این شاخص نشان دهنده‌ی توزیع فضایی ارتفاع ناهمواری بوده و از رابطه 8 قابل محاسبه است (سلیمانی، 1378):

$$\text{نسبت تطویل حوضه} = \frac{HI}{\text{ارتفاع حوضه}} \quad (\text{رابطه 8})$$

H_{mean} : میانگین ارتفاع حوضه، H_{min} : حداقل ارتفاع حوضه و H_{max} : حداکثر ارتفاع حوضه

ناهنجاری الگوی زهکشی رود

آید:

$$\text{نسبت تطویل حوضه} = \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right) \quad (\text{رابطه 9})$$

که ΔH تغییرات ارتفاع بین دو قطعه، ΔL طول قطعه و : طول کانال از نقطه میانی قطعه‌ای

نتایج

شبکه‌های زهکشی زیرحوضه‌های منطقه براساس روش استرالر از 1 تا 5 رتبه‌بندی شدند (جدول 2). دامنه تغییرات نسبت تلاقی رتبه یک، از $2/3$ تا $5/7$ می‌باشد. شاخص تلاقی (R) از 0 تا $2/8$ متغیر می‌باشد (جدول 2).

شاخص ناهنجاری سلسله‌مراتبی شبکه زهکشی (Δa) برای هر یک از زیرحوضه‌های مورد مطالعه به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جداول 3 و 4 نشان داده شده است. مقدار Δa در همه‌ی زیرحوضه‌های مستقل، از یک کمتر بوده است. فقط زیرحوضه 8 واز و زیرحوضه تنگه لایچ (شکل 1) که به عنوان جمع‌کننده آبراهه‌های بالاتر بوده و حوضه مستقلی نمی‌باشند به ترتیب مقدار Δa $4/9$ و $8/8$ دارند. مقدار بالای Δa در این زیرحوضه‌ها، موجب افزایش این مقدار در کل حوضه آبریز واز و لایچ رود شده است. در مجموع حوضه آبریز لایچ رود با شاخص ناهنجاری $1/97$ نسبت به حوضه آبریز واز با شاخص ناهنجاری $1/41$ آنومالی بیشتری را نشان می‌دهد.

مقادیر فاکتور تقارن حوضه‌ها از 28 تا 62 متغیر است (شکل 2). مقادیر این شاخص در زیرحوضه‌های مختلف، عدم تقارن همه‌ی حوضه‌های زهکشی را تأیید می‌کند. روند کلی حوضه واز و زیرحوضه‌های آن به سمت راست (نسبت به شمال) تمایل داشته و حوضه لایچ و

زیرحوضه‌های آن به سمت چپ (نسبت به شمال) تمایل دارند.

جدول 2: ویژگی‌های شبکه‌های زهکشی حوضه‌های مورد مطالعه

حوضه‌ها	A	رتبه	R_e	R_{c1}	R_{cd}	R_c-R_{cd}
واز 1	24/3	4	0/5	3/5	2/6	0/8
واز 2	13/87	4	0/59	3/3	2/5	0/8
واز 3	14/7	4	0/79	5/5	3/5	2
واز 4	30/34	3	0/65	5/1	2/3	2/8
واز 5	12/79	3	0/7	5	4	1
واز 6	3/9	2	0/74	4	4	0
واز 7	6/57	2	0/87	4	4	0
کل حوضه واز	141/5	5	0/57	4/7	2/8	1/9
کیاکلا	49/4	4	0/61	5/7	3/9	1/7
رئیس کلا	14/5	3	0/7	2/3	2	0/3
کرچی	22/8	4	0/93	3/8	3/7	0/1
کل حوضه لایچ	116/2	5	0/566	4/4	3/3	1/1

A: مساحت به کیلومتر مربع، R_e : نسبت تطویل حوضه، R_{c1} : نسبت تلاقی رتبه یک، R_{cd} : نسبت تلاقی مستقیم

جدول 3: ناهنجاری‌های سلسله مراتب زهکشی در حوضه آبریز واز

مسیر	واز 1	واز 2	واز 3	واز 4	واز 5	واز 6	واز 7	واز 8	کل حوضه واز
1→3	3	5	12	23	2	0	0	0	45
1→4	18	0	0	0	0	0	0	0	18
1→5	0	0	0	0	0	0	0	161	161
2→4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2→5	0	0	0	0	0	0	0	30	42
3→5	0	0	0	0	0	0	0	-	8
Ha	21	5	12	23	2	0	0	191	274
	38	20	33	46	10	4	4	39	194
Δa	0/55	0/25	0/36	0/5	0/2	0	0	4/9	1/41

جدول 4: ناهنجاری‌های سلسله مراتب زهکشی حوضه آبریز لایچ

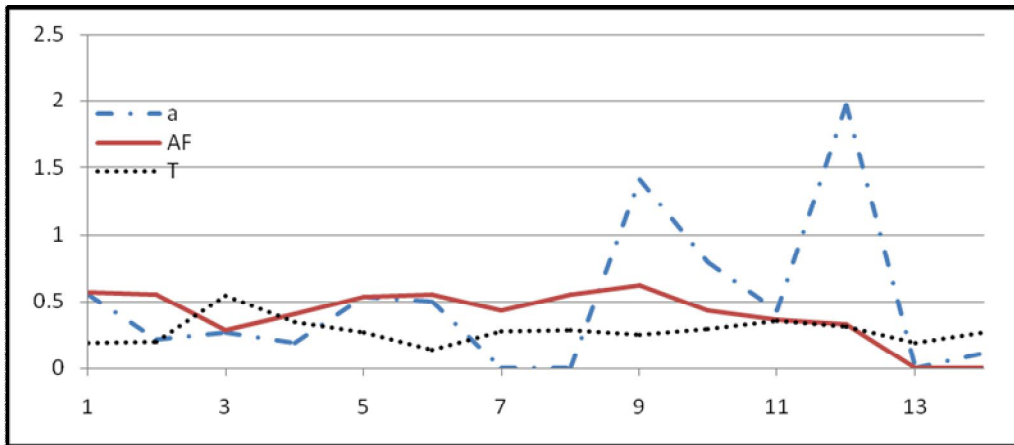
مسیر	کیاکلا	رئیس کلا	کرچی	تنگه	کل حوضه لایچ
1→3	3	3	3	0	9
1→4	51	0	0	0	51
2→5	0	0	0	36	36
3→5	0	0	0	4	4

بررسی نقش مورفوتکتونیک بر ناهنجاری الگوی زهکشی رود

229	159	3	3	54	Ha
116	18	23	7	68	
1/97	8/8	0/13	0/43	0/79	Δa

سایر حوضه‌ها مقدار کمتر از 0/5 داشته‌اند (جدول 5). این شاخص برای حوضه واز و لاویج به ترتیب 0/46 و 0/38 بدست آمده است که نشان‌دهنده‌ی مقدار فرسایش بیشتر حوضه لاویج نسبت به حوضه واز می‌باشد. میانگین مقادیر SL در حوضه‌ها از 397 تا 591 متغیر بوده و مقدار آن برای حوضه واز و لاویج به ترتیب 462 و 430 می‌باشد.

تقارن توپوگرافی حوضه‌ها از 0/143 تا 0/545 متغیر است (شکل 2). این شاخص برای حوضه آبریز واز و لاویج به ترتیب 0/25 و 0/315 محاسبه شده است. نسبت تطویل حوضه‌های مورد مطالعه از 0/5 تا 0/93 متغیر بوده که نشان‌دهنده‌ی شکل مستطیلی حوضه‌ها می‌باشد. انتگرال هیپسومتری در قسمت‌های جنوبی حوضه واز (زیرحوضه 1 تا 4) مقدار بیش از 0/5 داشته و



شکل 2: مقایسه مقادیر فاکتور تقارن حوضه (AF)، تقارن توپوگرافی (T) و شاخص ناهنجاری (a) در حوضه‌های مختلف. مقادیر AF در این نمودار در عدد 100 ضرب نشده است.

جدول 5: ویژگی‌های شبکه‌های زهکشی و حوضه‌های آبریز

حوضه‌ها	تراکم زهکشی	طول رتبه 1	طول رتبه 2	HI	سنگ‌شناسی غالب	پوشش سطحی زمین
واز 1	2187	572	1082	0/5	3	2
واز 2	2047	634	955	0/5	1	2
واز 3	2145	584	561	0/58	1	2
واز 4	1694	678	582	0/54	3	2
واز 5	1278	863	1650	0/48	2	1

پژوهش‌های دانش زمین، سال سوم، شماره 9، بهار 1391، صفحات 1-13

کل حوضه واز	1780	765	1005	0/46	2	1
کیاکلا	1478	633	1308	0/44	3	1

رئیس کلا	1112	1081	1462	0/45	1	1
کرچی	1449	835	1247	0/44	1	1
کل حوضه لایچ	1370	747	1244	0/38	3	1

- در ستون سنگ‌شناسی غالب کد 1: شیل و ماسه‌سنگ، 2: دولومیت و آهک، 3: ترکیب دو مورد قبلی است.
- در ستون پوشش سطحی زمین کد 1: جنگل و 2: مرتع می‌باشد.

حوضه‌ها رابطه معکوسی (0/8-) را با ناهنجاری شبکه زهکشی نشان می‌دهند. حوضه‌های با مقدار نسبت تطویل پایین، شکل کشیده و مستطیلی دارند، این حالت کشیدگی موجب ناهنجاری در شبکه زهکشی و عدم توسعه شبکه‌های با رتبه بالاتر شده است.

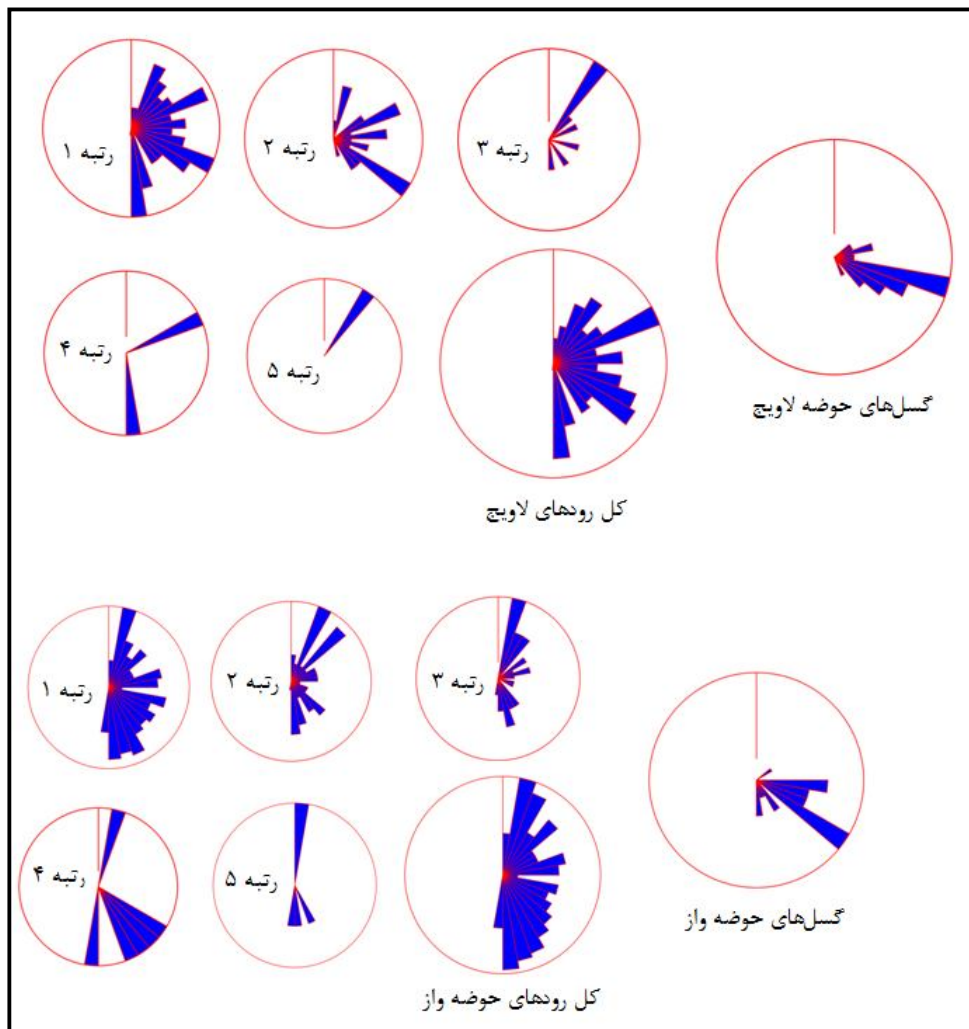
پس از محاسبه همه‌ی پارامترهای مورد مطالعه، ضریب همبستگی بین متغیرها با روش اسپیرمن محاسبه گردید (جدول 6). طبق جدول 6 مساحت حوضه‌ها با ناهنجاری‌های سلسله مراتب زهکشی رابطه مستقیم (0/9) دارند. این بدین معنی است که حوضه‌های بزرگتر ناهنجاری‌های بیشتری را در شبکه زهکشی نشان می‌دهند. نسبت تطویل

جدول 6: ضریب همبستگی پارامترهای شبکه زهکشی منطقه مورد مطالعه

		Δ	A	Hi	Re	Dr	L1	L2	Rc1	Rcd	R
Δ	r	1									
	Sig	-									
A	r	0/907	1								
	Sig	0	-								
Hi	r	-0/264	-0/33	1							
	Sig	0/408	0/29	-							
Re	r	-0/8	-0/6	0/03	1						
	Sig	0	0/03	0/92	-						
Dr	r	0/25	0/27	0/64	-0/42	1					
	Sig	0/436	0/39	0/024	0/18	-					
L1	r	-0/58	-0/55	-0/33	0/53	-0/73	1				
	Sig	0/049	0/06	0/29	0/08	0/007	-				
L2	r	-0/49	-0/55	-0/47	0/38	-0/75	0/77	1			
	Sig	0/1	0/067	0/12	0/22	0/005	0/003	-			
Rc1	r	0/28	0/354	0/095	0/032	0/14	-0/28	-0/22	1		
	Sig	0/38	0/259	0/77	0/92	0/67	0/37	0/49	-		
Rcd	r	-0/51	-0/42	0/18	0/49	-0/28	0/4	0/63	0/36	1	
	Sig	0/087	0/17	0/57	0/1	0/37	0/196	0/03	0/25	-	
R	r	0/685	0/68	0/25	-0/41	0/42	-0/64	-0/75	0/71	-0/35	1
	Sig	0/014	0/01	0/43	0/18	0/17	0/025	0/005	0/01	0/25	-

از نظر ساختاری نمودار گل سرخی رتبه‌های مختلف آبراهه‌ها و گسل‌های موجود در آنها ترسیم گردید (شکل 3). طبق شکل 3 بخشی از رودهای رتبه یک و دو حوضه لایوچ با امتداد گسل‌های حوضه هم‌روند می‌باشند. در حوضه آبریز واز، وجود دره گسلی واز که رود رتبه 4 حوضه از آن عبور می‌کند روند تقریباً نزدیک با روند گسلی نشان می‌دهد (شکل 3).

میانگین طول شاخه‌های رتبه یک، رابطه معکوسی (-0/58) را با Δ نشان می‌دهد. هم‌چنین بررسی ضرایب همبستگی بین شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی زهکشی رابطه معناداری را با گرادیان طولی رود (SL)، شاخص تقارن حوضه (AF) و تقارن توپوگرافی (T) نشان نمی‌دهد. از میان سایر متغیرها، تراکم زهکشی رابطه معکوسی را با میانگین طول رودهای رتبه یک و دو و رابطه مستقیمی را با انتگرال هیپسومتری حوضه‌ها (0/64) نشان می‌دهد.



شکل 3: نمودارهای گل سرخی گسل‌ها و رودهای حوضه‌های آبریز واز و لایوچ

بحث

رود مورد تایید قرار داده است. در حوضه‌های مورد مطالعه مقادیر Δ و سنگ‌شناسی غالب حوضه‌ها با استفاده از آزمون کروسکال-والیس مورد بررسی قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری را بین آنها مشاهده نشده است. اگرچه این عدم تفاوت در سایر متغیرها نیز مشاهده شده است (جدول 7). پوشش سطح زمین برحسب پوشش غالب جنگل و مرتع در حوضه‌ها تفکیک گردید. آزمون U من ویتنی تفاوت معنی‌داری را بین پوشش غالب حوضه و مقادیر Δ نشان نمی‌دهد (جدول 8). اگرچه پوشش سطح زمین بر تراکم زهکشی حوضه‌ها و طول رودهای رتبه یک و دو اثر گذاشته است و تفاوت معنی‌داری بین این متغیرها و پوشش سطح زمین مشاهده می‌شود (جدول 8).

مطالعه شبکه زهکشی حوضه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که رابطه معناداری بین ناهنجاری‌های سلسله مراتب زهکشی و شاخص‌های ژئومورفیک (HI, T, SL, AF) وجود ندارد. این بدین معنی است که تکتونیک نقش مؤثری در ناهنجاری‌های سلسله مراتبی منطقه مورد مطالعه نداشته است. مطالعات بهرامی و همکاران (1390) در زاگرس ارتباط مشخصی را بین پارامترهای فوق و ناهنجاری‌های سلسله مراتب زهکشی و در نتیجه اثرات تکتونیک را بر ناهنجاری‌ها نشان می‌دهد. مطالعات مقصودی و همکاران (1391) در تاقدیس نثار در جنوب استان کرمانشاه (زاگرس شمال غربی)، نقش سنگ‌شناسی را در ناهنجاری‌های شبکه زهکشی

جدول 7: نتیجه آزمون آماری کروسکال-والیس برای انواع سنگ‌شناسی در منطقه

مورد مطالعه

	Δ	Hi	Re	Dr	Rc1
Chi-Square	4/98	0/155	3/96	0/8	2
Sig	0/08	0/92	0/138	0/668	0/367

جدول 8: نتیجه آزمون آماری U من ویتنی برای انواع کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه

	$\Delta\alpha$	Dr	length1	length2	Rc1
Mann-Whitney U	14	1	2	1	16
Sig	0/73	0/01	0/017	0/01	1

نتیجه‌گیری

زیرحوضه‌های مستقل، از عدد یک کمتر بوده است فقط دو زیرحوضه غیرمستقل (واز 8 و تنگه) مقدار بالایی را نشان داده‌اند که این موضوع باعث افزایش این مقدار، درکل دوحوضه آبریز واز و لایچ شده است. اگرچه فعالیت‌های تکتونیک در دو زیرحوضه مذکور موجب فرسایش رود اصلی و

شاخص‌های ژئومورفیک، بیانگر ناهنجاری‌های ناشی از تکتونیک در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. اما این شاخص‌ها ارتباط معنی‌داری را با ناهنجاری سلسله مراتب زهکشی نشان نمی‌دهند. به طوری که مقادیر شاخص ناهنجاری در همهی

تأثیر قرار نداده است. نکته جالب توجه این است که شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی با هیچ کدام از عوامل تکتونیک، لیتولوژی و کاربری اراضی به طور مستقیم، رابطه مشخصی را نشان نمی‌دهد. البته پارامترهایی مانند مساحت و نسبت تطویل حوضه با این شاخص همبستگی داشته‌اند و نسبت تطویل حوضه می‌تواند با تکتونیک و لیتولوژی در ارتباط باشد.

ایجاد دره‌های گلوگاهی شده است اما با توجه به سن سازندها نمی‌توان این تغییرات را به حرکات تکتونیکی جدید نسبت داد.

در مجموع اثرات مورفوتکتونیکی در منطقه مورد مطالعه با وجود پرتگاههای خط گسل، دره‌های گلوگاهی، انحراف مسیر رود، دره‌های گسلی، چشمه آبگرم (در حوضه لایچ) و تراورتن‌زایی قابل مشاهده است. اما این تغییرات به صورت محلی بوده و الگوی کلی شبکه زهکشی را تحت

منابع

- سلیمانی، ش.، 1378. رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان بانگرسی برمقدمات دیرینه لرزه شناسی انتشارات پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، 125ص.
- عباسی، ع.ر.، و علمی‌زاده، ه.، 1389. تجزیه و تحلیل نقش نئوتکتونیک در مورفولوژی و رفتار شبکه زهکشی (مطالعه موردی: حوضه انجیران)، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، شماره 1، ص 75-57.
- کرمی، ف.، 1388. ارزیابی ژئومورفیک فعالیت های تکتونیکی در حوضه زهکشی *سعید آبادچای، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره 69، ص 82-67.
- گورابی، ا.، و نوحه‌گر، ا.، 1386. شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوضه آبخیز درکه، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره 60، ص 196-177.
- مقصودی، م.، جعفری اقدم، م.، و باقری سیدشکری، س.، 1391. تحلیل عوامل موثر در آنومالی الگوی شبکه زهکشی تاقدیس نسا(زاگرس شمال غربی)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره 104، ص 105-131.
- بهرامی، ش.، مقصودی، م.، و بهرامی، ک.، 1390. بررسی نقش تکتونیک در ناهنجاری مورفومتری شبکه‌ی زهکشی در چهار حوضه‌ی آبخیز در زاگرس، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره 76، ص 70-51.
- بیاتی خطیبی، م.، 1388. تشخیص فعالیت های نئوتکتونیکی درحوضه آبریز قرقوچای با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و مورفوتکتونیک، فضای جغرافیایی، شماره 25، ص 50-23.
- ثروتی، م.ر.، و اسماعیلی، ر.، 1380. سازوکار فرسایش در حوضه آبخیز لایچ رود (جنوب شهرنور)، نشریه علوم زمین دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، شماره‌های 4 و 5، ص 153-167.
- درویش زاده، ع.، 1370. زمین شناسی ایران، انتشارات نشر دانش امروز، تهران، 901ص.
- رامشت، م.ح.، سیف، ع.، شاه‌زیدی، س.س.، و انتظاری، م.، 1388. تأثیر تکتونیک جنب‌بومورفولوژی مخروط افکنه‌ی درختگان در منطقه‌ی شهداد کرمان، جغرافیا و توسعه، شماره 16، ص 46-29.

استفاده از تکنیک‌های ژئومورفومتری، پژوهش‌های
جغرافیای طبیعی، شماره 71، ص 1-20.

The response of drainage basins to the late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily), *Geomorphology*, v. 95, p. 260-273.

-Keller, E.A., and Pinter, N., 2002. *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape*, Prentice-Hall

-Maroukian, H., Gaki-Papanastassiou, K., Karymbalis, E., Vouvalidis, K., Pavlopoulos, K., Papanastassiou, D. and Albanakis, K., 2008. Morphotectonic control on drainage network evolution in the Perachora Peninsula, Greece, *Geomorphology*, v. 102, p. 81-92.

-Pedrera, A., Pérez-Peña, J.V., Galindo-Zaldívar, J., Azañón, J.M., and Azor, A., 2009. Testing the Sensitivity of Geomorphic Indices in Areas of Low-rate Active Folding (Eastern Betic Cordillera, Spain), *Geomorphology*, v. 105, P. 218-231.

-Pérez-Peña, J.V., Azor, A., Azañón, J.M., and Keller, E.A., 2010. Active Tectonics in the Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights from Geomorphic Indexes and Drainage Pattern Analysis, *Geomorphology*, v. 119, P. 74-87.

-Ribolini, A., and Spagnolo, M., 2008. Drainage network geometry versus tectonics in the Argentera Massif (French-Italian Alps), *Geomorphology*, v. 93, p.253-266.

-Zavoianu, I., 1985. *Morphometry of drainage basin*, Elsevier, Amsterdam, 235 p.

- یمانی، م.، قاسمی، م.ر.، علوی‌بناه، س.ک. و
گورابی، ا.، 1388. مورفوتکتونیک ناحیه دهشیر با

-Bahrami, S., 2013. Tectonic controls on the morphometry of alluvial fans around Danekkhoshk anticline, Zagros, Iran, *Geomorphology*, v. 180-181, p. 217-230.

-Ferraris, F., Firpo, M., and Pazzaglia, F.J., 2012. DEM Analyses and Morphotectonic Interpretation: The Plio-Quaternary Evolution of the Eastern Ligurian Alps, Italy, *Geomorphology*, v. 149-150, P. 27-40.

-Font, M., Amorese, D., and Lagarde, J.L., 2010. Dem and GIS analysis of the stream gradient index to evaluate effects of tectonics: the Normandy intraplate area (NW France). *Geomorphology*, v. 119, p. 172-180.

-Gao, M., Zeilinger, G., Xu, X., Wang, Q., and Hao, M., 2013. DEM and GIS analysis of geomorphic indices for evaluating recent uplift of the northeastern margin of the Tibetan Plateau, China, *Geomorphology*, v.190, p. 61-72.

-Giaconia, F., Booth-Rea, G., Martinez-Martinez, J.M., Azanon, J.M., Perez-Pena, J.V., Perez-Romero, J., and Villegas, I., 2012. Geomorphic Evidence of Active Tectonics in the Sierra Alhamilla (Eastern Betics, SE Spain), *Geomorphology*, v. 145-146, p. 90-106.

-Goudie, A.S., 2003. *Encyclopedia of Geomorphology*, vol. 1 and 2, Routledge Ltd, London.

-Guarnieri, P., and Pirrotta, C., 2008.