

ارزیابی شاخص‌های ژئومورفیک و تداخل سنجی راداری برای تعیین میزان فعالیت نو زمین ساخت در حوضه آبریز اهرچای

مهین نریمانی^۱، حسنیه پرهیزکاری^۲

^۱ کارشناسی ارشد تکتونیک، گروه علوم زمین، دانشگاه تبریز

^۲ کارشناسی ارشد تکتونیک، گروه علوم زمین، دانشگاه تبریز

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

مهین نریمانی

mh.narimani@yahoo.com

چکیده

حوضه آبریز اهر چای در زون البرز غربی و آذربایجان قرار دارد و در قسمت جنوبی شهرستان اهر به سوی شرق جریان می‌یابد. اندازه‌گیری‌های کمی به ژئومورفولوژیست‌ها اجازه می‌دهد تا به طور واقعی و معقول لندفرم‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کرده و شاخص‌های مورفولوژیک رامحاسبه کنند. این امر در تشخیص و توصیف خاص ناحیه‌ای به عنوان مثال میزان فعالیت تکتونیکی مفید می‌باشد. عدم تقارن حوضه زهکشی (AF) و همچنین عکس شاخص تقارن توپوگرافی (T)، هر دو برای ارزیابی سریع حوضه زهکشی از نظر میزان کج شدگی تکتونیکی در صورت وجود استفاده می‌شود. شاخص شیب طولی رود (SL) یک ابزار مفید برای مطالعه تکتونیک ژئومورفولوژی می‌باشد (گورابی، نوحه‌گر، ۱۳۸۴). هدف از این پژوهش، ارزیابی میزان تاثیر گذاری حرکات مورفوتکتونیکی جوان در تحول لندفرم‌های حوضه تحت بررسی و مقایسه نتایج به دست آمده با شاخص‌های تجربی و شواهد ژئومورفولوژیک است. در این پژوهش از شاخص‌های ژئومورفیک (SL، T، AF)، نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ به عنوان ابزار تحقیق برای تجزیه و تحلیل مورفوتکتونیک منطقه استفاده شده است. شاخص‌های تجربی به کار رفته و تداخل‌سنجی راداری منطقه به طور روشن، وجود حرکات نو زمین ساختی فعال را اثبات می‌نماید.

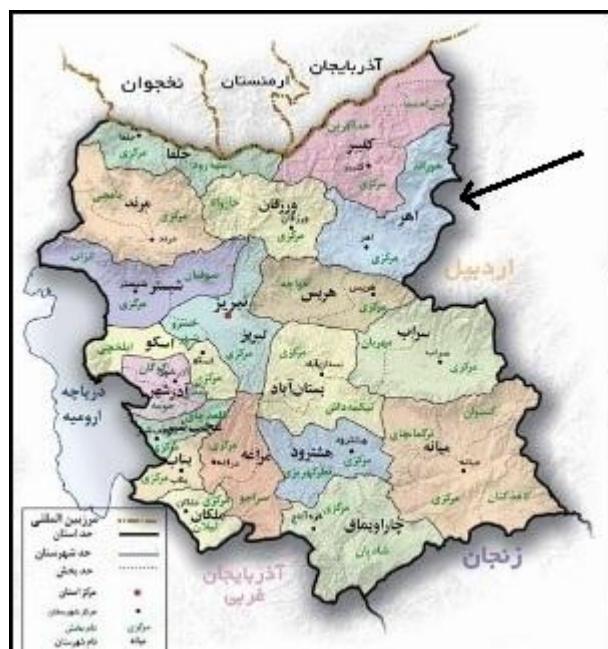
کلمات کلیدی: نو زمین ساخت، شاخص‌های ژئومورفیک، تداخل سنجی راداری، البرز غربی و آذربایجان، حوضه آبریز اهر چای.

مقدمه

شاخص‌های ژئومورفیک در بررسی فعالیت‌های تکتونیکی ابزار مفید و قابل اطمینانی هستند، زیرا با استفاده از آنها می‌توان مناطقی را که در گذشته فعالیت‌های سریع و یا کند تکتونیکی را تجربه کرده‌اند، به راحتی شناسایی کرد (Ramirez & Herrera, ۱۹۹۸). استفاده از شاخص‌های ژئومورفیکی می‌توان عوارض را براساس ارتفاع کمینه و بیشینه و شیبی که دارند طبقه بندی کرد. این اندازه‌گیریها به ژئومورفیست‌ها این امکان را می‌دهد که یکسری مقایسه در ژئومورفولوژی انجام دهند و از آن‌ها برای فعال بودن یا نبودن یک منطقه استفاده کنند بعضی از این شاخص‌ها حالت کمی ندارند و توصیفی هستند. در طبیعت رودخانه‌ها یکی از گسترده‌ترین سیستم‌هایی هستند که در سطح زمین قابل مشاهده‌اند، چون آب در رودخانه‌ها جاری است به عنوان ترازیب طبیعی مهم‌ترین سیستمی است که در ارتباط با فرایند‌های تکتونیکی اطلاعاتی را فراهم می‌کند، به همین ترتیب می‌توان شاخص‌ها و پارامترهای زیادی در رابطه با رودخانه بدست آورد. توازن بین پارامترها هم نشان می‌دهد که یک رودخانه نسبت به هر نوع تغییری بسیار حساس است، به طوری که تغییرات آب و هوایی و تغییرات بستر رودخانه به وضوح در آنها منعکس می‌شود (Keller & Pinter, ۲۰۰۲). از جمله شاخص‌های ژئومورفیک که در نقاط مختلف دنیا برای بررسی نئوتکتونیک استفاده شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: بول و مک فادن (۱۹۷۷)، تاکور (۱۹۹۲)، والدیا (۱۹۹۳)، رامی‌رز و هیپرا (۱۹۹۸)، همدونی و همکاران (۲۰۰۰)، مولین و همکاران (۲۰۰۲)، کلر و همکاران (۲۰۰۲)، چن و همکاران (۲۰۰۳)، دلکایلو و همکاران (۲۰۰۶)، همدونی و همکاران (۲۰۰۸)، جمالی و بلورچی (۱۳۷۴) مددی و همکاران (۱۳۸۳)، حق شناس (۱۳۸۴)، زرگرزاده و همکاران (۱۳۸۵)، گورایی و نوحه‌گر (۱۳۸۶). هدف از این مقاله تعیین کمیت چند شاخص ژئومورفیک تکتونیک فعال نسبی و توسعه توپوگرافی برای تولید یک شاخص واحد است که می‌تواند برای توصیف تکتونیک فعال نسبی مورد استفاده قرار گیرد. (R.ElHamdouni, C.Irigaray, T.Fernandes, J.Chacon, E.A.Keller, 2007)

موقعیت جغرافیایی منطقه

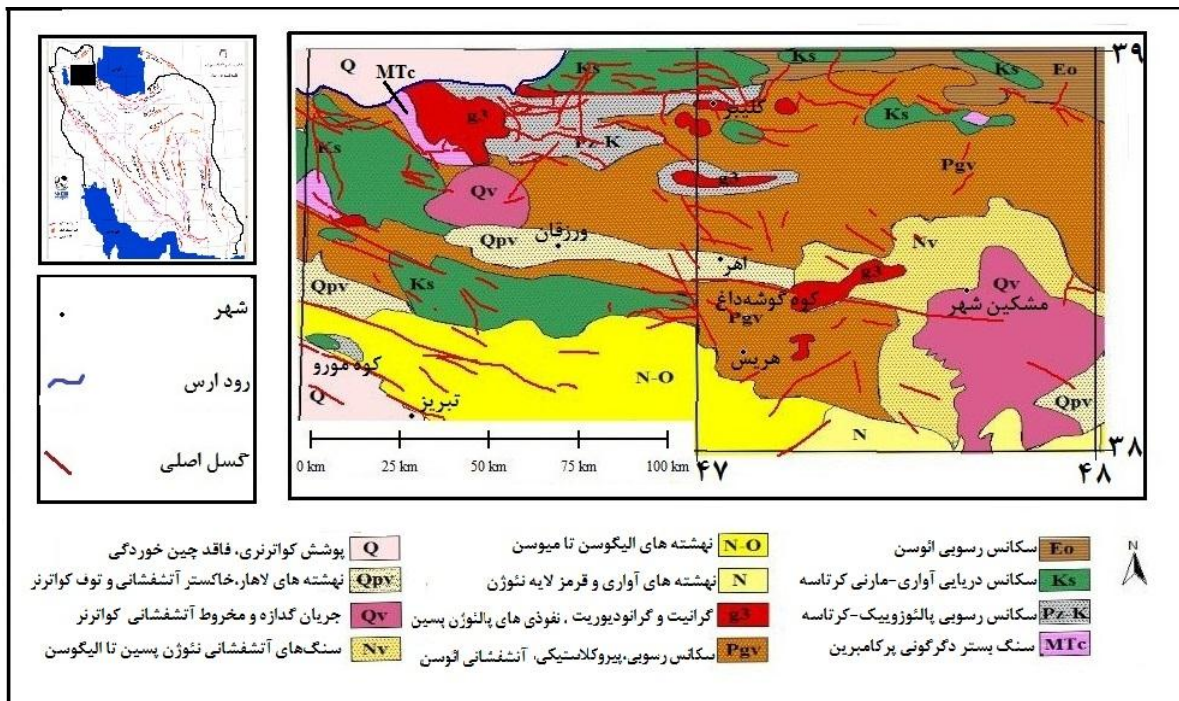
رودخانه اهر چای از ارتفاعات پیرسقا سرچشمه می‌گیرد و در قسمت جنوبی شهرستان اهر به سوی شرق جریان می‌یابد (شکل ۱). شهرستان اهر با مساحت ۹۳/۳۰۷۳ کیلومتر مربع یکی از شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی است که از شمال به شهرستان کلیبر، از غرب به شهرستان ورزقان، از جنوب به شهرستان هریس و از شرق به شهرستان مشگین شهر در استان اردبیل محدود شده است. شهرستان اهر در موقعیت ۳۹ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. ارتفاع این شهر از سطح دریا، ۱۳۴۱ متر می‌باشد. رودخانه اهر چای در مسیرش پس از عبور از دهستان ازومدل، حومه شهر اهر و نزدیکی آبادی لر در دهستان ورگهان، به رودخانه قره سو که از مشگین شهر رو به جنوب جریان دارد، می‌پیوندد. این رودخانه با طول ۲۴۰ کیلومتر پس از عبور از دهستان‌های گرمادوز، ورگهان، و یافت، سرانجام پس از شور ساختن اراضی زراعی روستاهای همجوار، در اصلاندوز به ارس می‌ریزد.



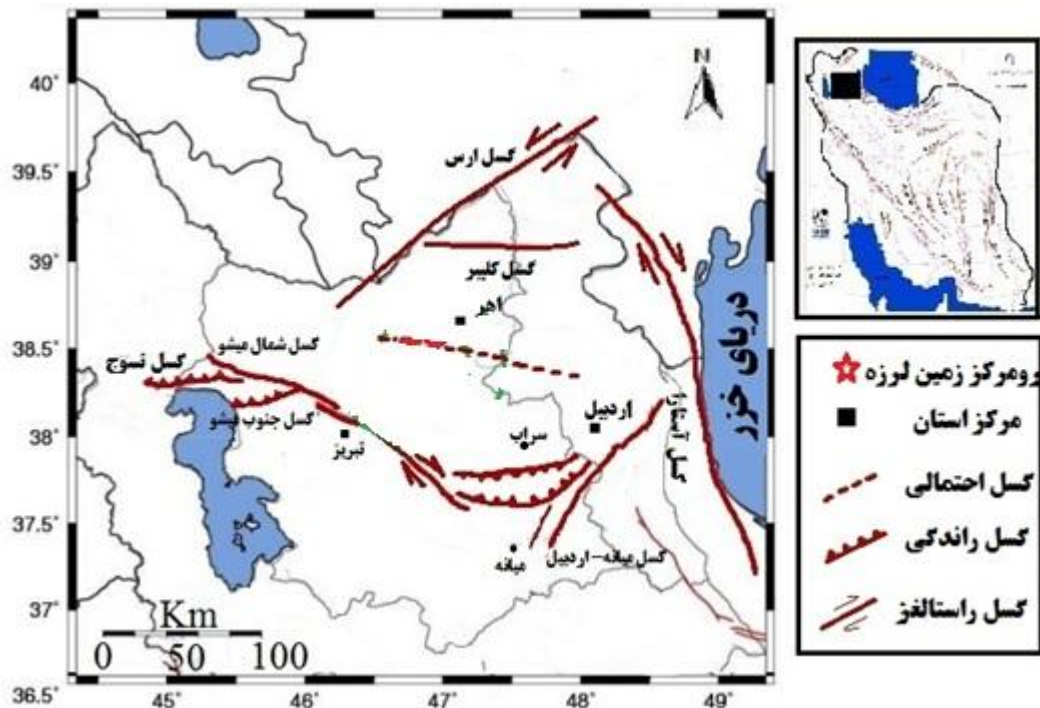
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

چینه شناسی و تکتونیک منطقه:

رودخانه اهرچای در زون البرز غربی و آذربایجان قرار دارد. در منطقه مورد مطالعه از سرگذشت سازند های قدیمی تر از کرتاسه پسین به علت نداشتن رخنمون، اطلاعاتی در دست نیست. ولی با توجه به آنچه در مناطق مجاور مشاهده می گردد در اثر رخداد سیمیرین پسین حوضه مورد نظر بالا آمده است. در این ناحیه هیچ گونه آثاری از سنگ های کرتاسه پسین دیده نمی شود. نبود این نهشته ها احتمالا می تواند مربوط به تشکیل نشدن آنها باشد. ولی وجود کنگلومرای قاعده ای مربوط به نهشته های کرتاسه پسین را می توان دلیلی بر وجود یک فاز تکتونیکی در ارتباط با رخدادهای اتریسی دانست. که خود نیز می تواند پیامدهایی از چین خوردگی سیمیرین پسین باشد. پس از آن، رخداد زمین ساختی دیگری شروع می شود که مربوط به چین خوردگی لارامید است و دگر شیبی آشکاری در قاعده سنگ های ترسیر ایجاد می کند. نیرو هایی که باعث بوجود آمدن این رخداد می گردند اکثرا از نوع فشاری بوده که پیامد آنها یک فاز انبساطی می باشد که سبب ایجاد شکاف هایی در پوسته زمین شده و موجب بیرون آمدن گدازه از آنها گردیده است که الکانل بودن ترکیب غالب گدازه ها نیز خود دلیلی بر این ادعا می باشد. محیط تشکیل این گونه سنگ ها بیشتر زیر دریایی و از نوع آذر آواری است. گدازه ها بیشتر دارای ترکیب تراکی آندزیتی یا لاتیتی، آندزیت بازالتی و بازالت الکانل اولیوین دار می باشد. رسوبات ائوسن که دست خوش حرکات زمین ساختی فاز آلپی میانی یعنی پیرنه قرار گرفته اند، چین می خورند و از آب خارج می شوند. حوضه رسوبی کم عمق تا قاره ای در اولیگوسن- میوسن در منطقه حکم فرما بوده و رسوباتی از نوع مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا را بطور دگرشیب بر روی نهشته های کهن تراز جمله رسوبات ائوسن می گذارد. رسوبات الیگوسن- میوسن نیز در اثر فاز پایانی آلپی چین می خورند و از آب خارج می گردند و ایجاد تاقدیس ها و ناودیس هایی را در جنوب منطقه می نمایند. آخرین مرحله رسوب گذاری در زمان پلیوسن است که حوضه رسوبی به صورت حوضه های بسته ای بوده است. نوع رسوبات آنها بیشتر معرف محیط های دریاچه ای می باشد که ضخامت این رسوبات تا حدود ۱۰۰ متر هم می رسد. از نظر ساختمانی ناحیه مورد مطالعه را می توان به سه بخش: فلات اهر، جبال گوشه داغ، و حوضه مهربان تقسیم نمود. با توجه به مرز گسله دو بخش شمالی (فلات اهر و جبال گوشه داغ) با روند شمال باختری- جنوب خاوری، می تواند مربوط به رخدادهای زمین ساختی باشد که سبب پایین افتادگی فلات اهر نسبت به جبال گوشه داغ شده باشد. در فلات اهر گسل ها و شکستگی های زیادی با روند شمال خاوری- جنوب باختری وجود دارد که بسیاری از آنها جوان هستند. در جبال گوشه داغ کلیه رخنمون ها توسط دو سیستم گسل یکی با روند ۱۲۰° شمال و دیگری با روند ۳۰° شمال قطع گردیده اند. همچنین در بعضی نقاط نیز نهشته های کرتاسه پسین توسط گسلهایی با روند شمال باختری- جنوب خاوری در مجاور سایر نهشته ها قرار گرفته اند. حوضه مهربان نیز یک بخش پایین افتاده ای است که توسط یک سری نهشته های تخریبی با قاعده کنگلومرای پر شده است.



شکل ۲: نقشه چینه شناسی منطقه مورد مطالعه، برگرفته از نقشه های زمین شناسی شمال غرب ایران و پردازش با نرم افزار ArcView3.2 و Global Mapper10



شکل ۳. نقشه گسل‌های اصلی ناحیه شمال غرب

مواد و روش‌ها:

نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ و نقشه زمین‌شناسی ابزار محاسبه شاخص‌های ژئومورفیک در این تحقیق بوده است. با استفاده از نرم افزار Arc GIS، نقشه خطواره‌های گسلی و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی شمال غرب ایران و پردازش با ArcView 3.2 و Global Mapper 10 نقشه چینه‌شناسی منطقه رسم گردیده است. همچنین در مطالعات تداخل سنجی راداری از الگوریتم STAMPS استفاده شده است.

بحث و یافته‌های تحقیق:

شاخص‌های ژئومورفیک:

شاخص گرادیان طول رودخانه (SI): این شاخص از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$SL = \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right) \times L \quad (1)$$

SL = شاخص گرادیان رودخانه ΔH = اختلاف ارتفاع در یک مقطع مشخص

ΔL = فاصله افقی در آن مقطع مشخص L = طول رودخانه از نقطه مرکزی مقطع اندازه‌گیری شده تا سرچشمه رودخانه.

شاخص SL به تغییرات شیب رودخانه بسیار حساس است، این حساسیت بر آورد میزان روابط موجود بین فعالیت‌های تکتونیکی، مقاومت سنگ و توپوگرافی را امکان پذیر می‌سازد. این شاخص در مناطقی که بستر رودخانه در سنگ‌های سخت قرار دارد، افزایش می‌یابد. میزان SL در مناطق فعال تکتونیکی زیاد است (کلر و پنتیر، ۱۳۰:۱۹۹۶). شاخص SL به ساختمان سنگ‌شناسی بسیار حساس است. در مطالعه‌ای که چن و همکاران (۲۰۰۳) در تایوان انجام دادند، دریافتند که هر اندازه طول رودخانه بیشتر باشد، رودخانه مورد نظر کمتر تحت تأثیر ساختمان سنگ‌شناسی بستر خود است و هر چه طول رودخانه کمتر باشد، بیشتر تحت تأثیر ساختمان سنگ‌شناسی بستر رودخانه است. در این پژوهش در فواصل منظم ۱۰۰ متری میزان شاخص SL برای تمام مسیر رودخانه از خروجی تا سرچشمه محاسبه گردید. و بیانگر این است که شاخص بالای SI در بین خطوط تراز ۱۱۰۰-۱۰۰۰ متر می‌باشد. این زون‌ها منعکس‌کننده واحدهای سنگ مقاوم می‌باشد. (گورابی، نوحه‌گر، ۱۳۸۴).

جدول ۱: مقادیر شاخص SL در حوضه آبریز اهر چای

ارتفاع (m)	نقطه میانی	$\Delta H(m)$	$\Delta L(m)$	L(m)	SL
۱۰۰۰-۱۱۰۰	۱۰۵۰	۱۰۰	۶۰۰۰	۱۱۲۵۰۰	۱۸۷۵
۱۱۰۰-۱۲۰۰	۱۱۵۰	۱۰۰	۶۷۵۰	۷۷۵۴۵	۱۱۴۸/۸۱
۱۲۰۰-۱۳۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰	۷۰۰۰	۴۰۱۲۲	۵۳۷/۱۷
۱۳۰۰-۱۴۰۰	۱۳۵۰	۱۰۰	۷۲۵۰	۳۲۵۰۶	۴۴۸/۳۵
۱۴۰۰-۱۵۰۰	۱۴۵۰	۱۰۰	۷۷۵۰	۲۴۶۲۲	۳۱۷/۷۰۳
۱۵۰۰-۱۶۰۰	۱۵۵۰	۱۰۰	۵۰۰۰	۱۸۶۹۶	۳۷۳/۹۲
۱۶۰۰-۱۷۰۰	۱۶۵۰	۱۰۰	۲۰۵۰۰	۱۳۹۶۵	۶۸/۱۲
۱۷۰۰=۱۸۰۰	۱۷۵۰	۱۰۰	۸۵۰۰	۱۰۸۴۹	۱۲۷/۶

شاخص عدم تقارن حوضه آبریز (Af):

شکل هندسی شبکه رود هارا می توان از نظر کیفی و کمی با روش های متعددی توصیف کرد. در مناطقی که شبکه زهکشی در حضور تغییر شکل های تکتونیکی توسعه پیدا می کند، شبکه زهکشی اغلب دارای شکل هندسی و الگوی متمایزی می باشد. عامل عدم تقارن، برای توصیف و درک ارتباط کج شدگی تکتونیکی در نواحی ای با مقیاس حوضه زهکشی و بزرگتر ارتباط داده شده است. (گورابی، نوحه گر، ۱۳۸۴) شاخص عدم تقارن روشی برای تشخیص وجود کج شدگی ناشی از فعالیت های تکتونیکی در حوضه های زهکشی است (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸). این شاخص به صورت زیر تعریف می گردد:

$$Af = \left(\frac{Ar}{At} \right) \times 100 \quad (2)$$

در این رابطه Af عدم تقارن زهکشی؛ Ar-مساحت قسمت راست مسیر رود اصلی؛ At-مساحت کل حوضه زهکشی. برای رودخانه های در حال تعادل که تداوم جریان در حالت ثابتی وجود دارد، Af برابر ۵۰ است که بیانگر وجود تقارن زهکش های فرعی نسبت به آبراهه های اصلی و در نتیجه عدم کج شدگی بر اثر بالا آمدگی خواهد بود. مقادیر بیش از ۵۰ بیانگر عمل بالا آمدگی در ساحل راست و کمتر از ۵۰ بیانگر بالا آمدگی در ساحل چپ آبراهه اصلی است. با توجه به طبقه بندی همدونی و همکاران (۲۰۰۸، ص ۱۶۹). مقادیر Af برای حوضه مورد مطالعه در جدول (۲) آمده است که حاکی از فعالیت های نئوتکتونیکی خیلی فعال در سمت چپ رودخانه می باشد.

جدول ۲: مقادیر شاخص Af در حوضه آبریز اهر چای

نام حوضه	At	Ar	Af
اهر چای	۵۲۵/۴۱	۲۴۵/۶۳	۴۶/۷۵

شاخص تقارن توپوگرافی معکوس (T):

شاخصی است که در ارزیابی نامتقارن بودن حوضه و بررسی حرکات تکتونیک فعال به کار برده می شود و به صورت زیر تعریف می گردد

$$T = Da/Dd \quad (3)$$

در این فرمول، T شاخص تقارن توپوگرافی معکوس، Da فاصله خط میانی حوضه زهکشی تا خط میانی کمربند ممانداری فعال و Dd فاصله خط میانی حوضه آبریز تا مرز حوضه است. در حوضه های کاملاً متقارن T=0 است. با افزایش عدم تقارن مقدار T افزایش پیدا می کند (راندل، ۱۹۹۴: ۵۵۷). در این شاخص، مقادیر عددی نزدیک به ۱ بیانگر تکتونیک فعال است. مقادیر Da و Dd در ۷ نقطه از مسیر رودخانه

اهر چای اندازه گیری شده و از مجموع این اندازه گیری ها، میانگین گرفته شده‌ها ۷ عدد به دست آمده نماینده و بیان کننده کل مسیر رود خانه باشد(جدول ۳).

جدول ۳: شاخص تقارن (T) در توپوگرافی معکوس اهرچای حوضه آبریز

شماره	Dd (متر)	Da (متر)	T
۱	۱۲۵۰۰	۲۵۰۰	۰/۲
۲	۱۰۰۰۰	۳۷۵۰	۰/۳۷
۳	۱۷۵۰۰	۸۷۵۰	۰/۵
۴	۱۶۲۵۰	۴۰۰۰	۰/۲۴
۵	۱۳۵۰۰	۱۲۵۰	۰/۰۹
۶	۱۴۵۰۰	۵۰۰۰	۰/۳۴
۷	۲۶۲۵۰	۱۲۵۰۰	۰/۴۷
			۰/۲۷

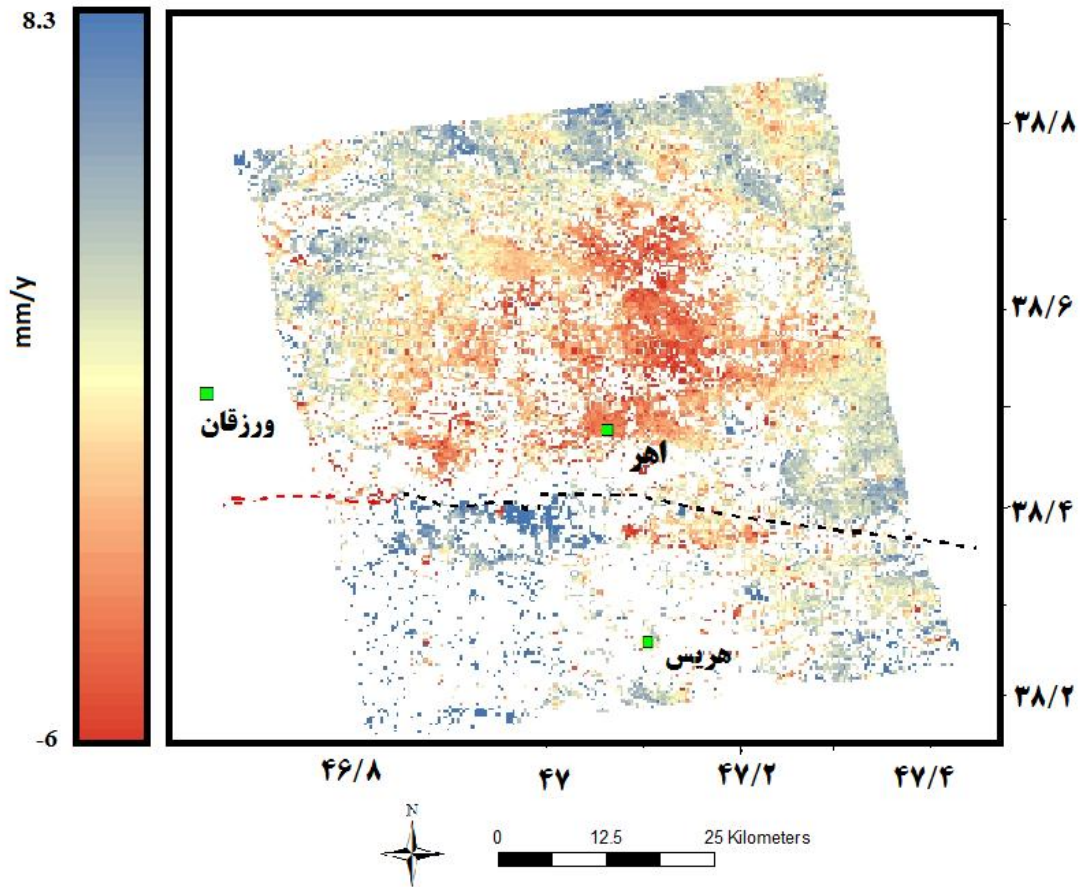
مطالعه تداخل سنجی راداری منطقه

به طور کلی، تداخل سنجی رادار دهانه مصنوعی (SAR)، تکنیکی است که اجازه کشف و شناسایی تغییر شکل سطح زمین، از راه دور، را ممکن می‌سازد و به طور گسترده برای اندازه‌گیری جابجایی‌های مرتبط با فعالیت زمین‌لرزه، آتشفشان و بسیاری از پدیده‌های تغییر شکل پوسته زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hooper et al., 2012). اساس تداخل سنجی راداری بر پایه اندازه گیری فاز استوار است.

در تحقیق حاضر، ۱۶ تصویر راداری مربوط به ماهواره ENVISAT ASAR طی بازه زمانی سال های ۲۰۰۴-۲۰۱۰، با هندسه تصویر برداری بالاگذر^۱، برای مطالعه تغییر شکل میان لرز زون گسله اهر به کار گرفته شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که توزیع مکانی نقاط بازپراکنش کننده انطباق کاملاً مشخصی با محل شکستگی ها و گسل خوردگی منطقه دارد. تجمع تنش در ناحیه قطعه جنوبی گسلش (شکل ۴) و یا به عبارتی؛ در اطراف هریس بیشتر به صورت لغزش پیوسته در حال رخ دادن بوده است، در حالیکه قطعه شمالی، عمدتاً در حال تجمع و ذخیره بوده است. بنابراین، این قفل شدگی^۲ در زون گسلش عمدتاً ناحیه غربی اهر و یا شرقی ورزقان را شامل شده است.

¹ - Ascending

² - Barrier



شکل ۴. نقشه تغییرات نرخ جابجایی حاصل از تکنیک StaMPS برای محدوده مورد مطالعه.

نتیجه گیری

هر یک از شاخص‌های مورد بحث در فوق یک طبقه بندی نسبی از فعالیت تکتونیکی ارائه می‌دهند که برای مطالعات شناسایی و بررسی‌های مقدماتی مفید می‌باشد. در حوضه‌های کاملاً متقارن $T = 0$ است و با افزایش عدم تقارن مقدار T افزایش پیدا می‌کند. برای رودخانه‌های در حال تعادل که تداوم جریان در حالت ثابتی وجود دارد، Af برابر ۵۰ است مقادیر بیش از ۵۰ بیانگر عمل بالا آمدگی در ساحل راست و کمتر از ۵۰ بیانگر بالا آمدگی در ساحل چپ آبراهه اصلی است. شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی (AF) برابر ۴۶.۷۵ است. این شاخص به همراه شاخص تقارن توپوگرافی معکوس (T) با مقدار ۲۷. بیانگر فعالیت تکتونیک بالا در منطقه می‌باشد. میزان SL در راستای رودخانه افزایش چشمگیری داشته است، بیشترین مقدار SL در بین خطوط تراز ۱۱۰۰-۱۰۰۰ می‌باشد و در این منطقه بستر رودخانه در سنگ‌های سخت (بیوتیت گرانیت تا گرانودیوریت و آلکان گرانیتی) قرار دارد. کمترین مقدار SL در بالادست رودخانه که عمدتاً از آبرفت، مارن و آهک تشکیل شده است، می‌باشد. اما در خطوط تراز ۱۶۰۰-۱۵۰۰ که از سنگ‌های نرم تشکیل شده است مقدار SL افزایش می‌یابد و این می‌تواند دلیل بر فعالیت جوان بودن منطقه باشد. همچنین تداخل سنجی راداری منطقه تجمع تنش و فعال بودن بخش شمالی و جنوبی گسل اهر را نشان می‌دهد که فعالیت نوتکتونیک منطقه را اثبات می‌کند.

منابع و مراجع

- [۱] گورابی، ابولقاسم، نوحه گر، احمد. (۱۳۸۴). شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوضه آبخیز درکه. پژوهش‌های جغرافیایی
- [۲] درویش زاده، علی. (۱۳۷۰). زمین شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۳] سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۷۳). نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ تبریز.
- [۴] سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اهر.
- [۵] یمانی، مجتبی. کامرانی دلیر، حمید. باقری، سجاد. (۱۳۸۲). مورفومتری و ارزیابی شاخص‌های ژئومورفیک برای تعیین میزان فعالیت نو زمین ساخت در حوضه آبریز چله (زاگرس شمال غربی). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.
- [6] Hamdouni, R.E. Irigaray, C. Fernandez, T. Chacon, J. Keller, E.A (2007). Assessment of relative tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*. 96. Pp.150-173.
- [7] Hamdouni, R.E. Irigaray, C. Fernandez, T. Chacon, J. Keller, E.A (2007). Assessment of relative tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*. 96. Pp.150-173
- [8] Keller, E. A, Pinter, N. (1996). *Active tectonic: Earthquakes, Uplift. And Landscape*. Prentice Hall, Pub
- [9] Keller Edward, A., and Nicholas Pinter (2002). *Active Tectonics Earthquake, Uplift, and Landscape*. Prentice Hall publisher. New, Jersey.
- [10] Ramirez- Herrera, M.T (1998). *Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay graban, Mexican Volcanin belt*. *Earth surface process and land forms*. Vol.23, pp317-322.
- [11] Randel, T. (1994) *Analysis of drainage-basin symmetry as arpin techniques to identify areas of possible Qaternery tilt- block tectonics: An examble from the Mississippi Embayment*. *Geological society*. Vol, 106. Pp:571-581.