

## ارزیابی ناپایداری دامنه‌های جاده‌های اردبیل-حیران با استفاده از

### تصاویر راداری و تداخل سنجی رادار

فریبا اسفندیاری درآباد<sup>۱\*</sup>، مریم محمدزاده شیشه‌گران<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> -، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیل

<sup>۲</sup> - دانشجوی دکترا، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیل

\* ایمیل نویسنده مسئول: esfandyari@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲

#### چکیده

جاده حیران اردبیل به دلیل خصوصیات متنوع زمین شناسی مانند تکتونیک، لیتولوژی، لرزه‌خیزی و شرایط آب و هوایی، از جمله مناطق دارای پتانسیل حرکات دامنه‌ای است. به همین منظور شناسایی و برآورد میزان سرعت و مقدار حرکات دامنه‌ای ناپایدار مشرف به راه‌های ارتباطی حیران- اردبیل در یک بازه زمانی شش ساله از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ از تصاویر راداری ماهواره سنتینل ۱ سازمان فضایی اروپا استفاده شده است. به منظور پردازش اطلاعات نیز با استفاده از تکنیک تداخل سنجی و نرم افزار SARSCAPE استفاده شده است. برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصویر لندست ۸ و با روش طبقه بندی شی‌گرا در نرم‌افزار eCognition Developer64 استفاده شد. استخراج گردید. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که تصاویر ماهواره راداری و تکنیک تداخل سنجی به دلیل پوشش گسترده و دقت بالا و فراوانی دیتا از پتانسیل خوبی برای آشکارسازی ناپایداری دامنه‌ها و محاسبه میزان جابه‌جایی‌ها بسیار مناسب است. بیشترین میزان حرکات مواد دامنه‌ای ۳۰ سانتی‌متر در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. که نشان‌دهنده فعال بودن منطقه از لحاظ حرکات دامنه‌ای است. نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست ۸ با استفاده از طبقه بندی شی‌گرا در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. هم نهادسازی نقشه‌های زمین لغزش با لایه‌های کاربری اراضی نیز موید رخداد بیشینه عرصه زمین لغزش مربوط به مناطق جنگل و منطقه مسکونی بیشترین میزان زمین لغزش را نشان می‌دهد. علت این امر شرایط آب و هوایی و پتانسیل بارش در تمام فصول سال، نفوذ و هدایت آب بارندگی‌ها به طبقات سست زیرین مربوط است.

#### کلمات کلیدی

"تداخل سنجی راداری"، "تصاویر سنتینل ۱"، "تصاویر لندست ۸"، "حرکات دامنه ای"، "طبقه بندی شی‌گرا".

#### مقدمه

نیست، تهیه آن نیز برای مناطق گسترده هزینه زیادی در بر خواهد داشت. (Hong, et al 2007) پیش بینی و ارزیابی تغییرات در سطح زمین و شناسایی مناطق مستعد حرکات دامنه‌ای، خصوصاً در مناطق مسکونی و زیرساخت‌های ارتباطی مثل راه‌های ارتباطی و خطوط ریلی، از مهمترین عوامل کاهش تلفات جانی و مالی مخاطرات طبیعی مثل حرکات دامنه‌ای و زمین لغزش می‌باشد (Chowdhury and Aleotti, ۱۹۹۹). تاکنون روش‌های گوناگونی مانند بهره‌گیری از سیستم تعیین موقعیت جهانی، روش ژئودزی و تاکتومتري، دوربین‌های نقشه برداری، اسکن لیزری و لیدار برای پیش تغییرات سطح زمین ارائه شده است (et al, Hooper 2004). اما به دلیل پر هزینه بودن برای اجراء زمان بر بودن و پوشش کم بهره‌گیری از این تکنیک‌ها، در محدوده‌های بزرگ مقرون به صرفه نمی‌باشد (Hong et al, 2007). اما در کنار این روش‌ها تکنیک تداخل سنجی راداری با بهره‌گیری در تمام شرایط آب و هوایی و در تمام مدت شب و روز و با توانایی پوشش گسترده سطح زمین و قدرت تفکیک مکانی و زمانی بسیار بالا، امروزه یکی از سریع ترین و دقیق ترین (در مقیاس میلیمتر) و کم هزینه ترین فنون سنجش از دور برای پیش بینی، تشخیص و نظارت تغییرات سطح زمین، حرکات آهسته و ناپایدار دامنه ای در جهان است (Metternich et al, 2005). استفاده از این

یکی از فرآیندهای بیرونی که باعث تغییرات شکل زمین می‌شود و اشکال و لندفرم‌های خاصی را به وجود می‌آورد، حرکات دامنه‌ای است. به عبارتی دیگر، حرکات دامنه‌ای یکی از مخاطرات طبیعی است که همه ساله خسارات مالی و جانی فراوانی را در مناطق کوهستانی، پرباران در جهان به همراه دارد. همچنین، حرکات توده‌ای به ویژه رخداد زمین لغزش‌های فعال در دوران کوتاه‌تری، نقش موثری در تخریب جاده‌های ارتباطی، مراتع، ایجاد فرسایش و روسوب در حوضه‌ها آبخیز داشته است و یکی از مهم ترین عوامل تغییر دهنده فعال در لندفرم‌های کوتاه‌تر به شمار می‌رود، بنابراین، در مناطقی که خطر ناشی از زمین لغزش بالاست، روش‌های نقشه برداری در ارزیابی دقیق مکان شکستگی‌های شیب و اندازه زمین لغزش‌ها، همچنین برآورد میزان فعالیت و ویژگی‌های جابه‌جایی آن‌ها، بسیار لازم است (Shirani et al, 2014). در اوایل شناسایی لغزش‌ها بیشتر بر اساس تفسیر بصری زوج‌های استریوپی عکس‌های هوایی و از طریق مشاهدات صحرایی صورت می‌گرفت. هر چند تفسیر بصری عکس‌های هوایی در ترکیب با بررسی‌های صحرایی، تا به امروز نیز یکی از منابع اصلی در نقشه برداری زمین لغزش‌ها باقی مانده است. اما، این منابع اطلاعاتی ضمن اینکه برای اکثر مناطق دنیا به صورت به هنگام در دسترس

تحلیل شبکه و منطق فازی پهنه‌بندی کردند در این مطالعه برای پهنه بندی از لایه های شیب، گسل، زمین شناسی، کاربری اراضی، بارش، ارتفاع و پوشش گیاهی استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان بارش و ارتفاع نسبت به سایر عوامل تأثیر بیشتری در ایجاد نواحی پرخطر ایفا می کنند. پژوهش دیگری نیز توسط Di Martire و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مقاله ای با عنوان سیستم یکپارچه تشخیص زمین لغزش بر پایه داده های مکانی و روش تداخل سنجی راداری با استفاده از ترکیب روش میدانی و صحرایی و تکنیک تداخل سنجی راداری بر مبنای الگوریتم پراکنشگر های پایدار و همبستگی پیکسل‌ها با بهره‌گیری از تصاویر راداری ماهواره COSMO-SkyMed در یک بازه سه ساله از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۱ به شناسایی حرکات مواد دامنه ای شهرستان پالرمو در منطقه سیسیل ایتالیا پرداختند نتایج داده های تداخل سنجی رنج حرکت مواد دامنه ای از ۳ تا ۴۶ سانتیمتر را در بازه سه ساله مورد مطالعه نشان داد صحت آنها در بازه های میدانی مورد کنترل و تایید قرار گرفت. همچنین می توان به کارهایی که در فیاجی و همکاران ۲۰۱۸، بردونی و همکاران ۲۰۱۸، اینفانتو و همکاران ۲۰۱۵، دانگ و همکاران ۲۰۱۸، ریدل و همکاران ۲۰۰۸، روستایی و همکاران ۱۳۹۲ انجام شده است اشاره کرد. هدف این مقاله شناسایی و برآورد میزان زمین لغزش حرکت مواد ناپایدار در مسیر جاده اردبیل - حیران با استفاده از روش تداخل سنجی راداری در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ با استفاده از تصاویر راداری پایین گذر ماهواره سنتینل ۱ سازمان فضایی اروپا استفاده شده است. در نهایت نقشه خطر زمین لغزش، که کمک شایانی به برنامه ریزان، پژوهشگران و مدیران در راستای خطرات احتمالی و یافتن مکان های امن تر جهت توسعه ساخت و ساز و احداث جاده شود. نوآوری در این تحقیق نسبت به تحقیقات مشابه که با استفاده از تحلیل شبکه و منطق فازی در استفاده از تکنیک تداخل سنجی راداری و استفاده از تصاویر راداری در دو بازه زمانی می باشد.

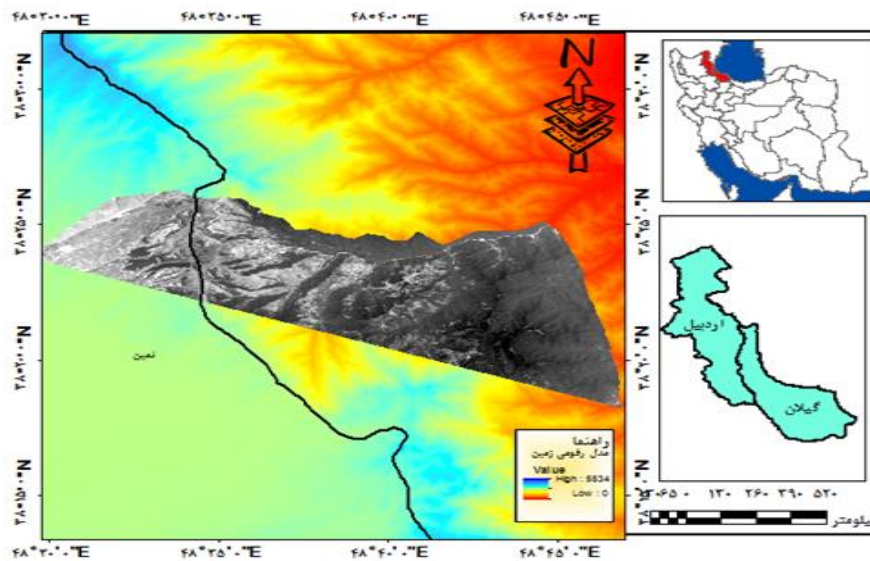
#### ۱- روش انجام تحقیق

##### • محدوده مورد مطالعه

گردنه حیران در مسیر ارتباطی اردبیل - استارا قرار گرفته است. این گردنه در شمال شرق شهر اردبیل و غرب شهر مرزی استارا قرار گرفته است. منطقه از نظر تکتونیکی دارای گسل های بارزی همچون گسل استارا است. در مسیر گردنه حیران از نمین تا استارا سازه های مختلفی را می توان شناسایی نمود. از نزدیکی نمین تا روستای حیران، سنگ اصلی را برش ولکانیکی از نوع آندزیت پیروکسن دار ائوسن تشکیل می دهد. در قسمتی از این مسیر سوبات کنگلومرایی با سیمان سست دارای قطعات آتش فشانی، به صورت ناپیوستگی آذرین پی بر روی برش های آتش فشانی آندزیتی قرار گرفته است. از روستای حیران تا ۱۵ کیلومتری استارا، به ترتیب سنگ های ماسه سنگ توفی با میان لایه ای از

روش استفاده از اختلاف فاز تصویر راداری SAR با فرمت استاندارد SLC که در سری های زمان های مختلف از یک منطقه مشخص فاز شده، می باشد که نهایت به بررسی دقیق مقدار جابه جایی زمین در راستای خط دید ماهواره رادار می انجامد (et al, ۲۰۱۵, Dimartire). اگر چه اولین کاربرد داده های راداری در بررسی ناپایداری زمین به اواسط دهه ۱۹۹۰ میلادی بر می گردد (et al, ۱۹۹۶, Fruneau al). اما در دهه های اخیر به علت در دسترسی به داده های راداری با بازه زمانی طولانی نسبت به گذشته و توسعه و گسترش روش های نوین مانند تکنیک های تداخل سنجی مبتنی بر پراکنش گرهای پایدار (Ferretti et al, ۲۰۰۱). روش طول خط مبنای کوتاه (Bernardino et al, ۲۰۰۳). تکنیک پیوستگی پیکسل ها (Mora et al, ۲۰۰۳). و سایر روش های مشابه و ترکیبی که توانسته اند بر مشکلات و مسائل ناشی از عدم همبستگی زمانی و هندسی، خطاهای هندسی، اثرات و خطاهای آب و هوایی و توپوگرافی که در روش های تداخل سنجی گذشته وجود داشت توانست غلبه کنند، بیش از پیش توجه پژوهشگران را به بهره گیری از این روش ها، جلب کرده است (et al, ۲۰۰۳, Bernardino). در روش های تداخل سنجی، از چندین تصویر راداری در بازه های زمانی مختلف از یک منطقه، و اختلاف فاز آنها (اینترفروگرام) برای برآورد میزان تغییرات استفاده می شود که به روش تداخل سنجی تفاضلی معروف است. اما این روش در مورد مناطقی که دارای تغییر شکل سریع می باشد مانند دامنه های مناطق خیلی فعال کوهستانی، از همبستگی پایینی برخوردار است (et al, Bernardino). لذا برای رفع این مشکل باید تمامی پردازش ها با فاصله زمانی کم و تعداد بیشتر از تصاویر راداری و بر روی نقاطی انجام گیرد که در طول زمان دارای ویژگی های بازپراکنشی نسبتا ثابتی باشند. در این تکنیک همبستگی اینترفروگرام ها به حد بسیار زیادی افزایش یافته و میزان اندازه گیری جابه جایی سطح زمین تا حد میلی متر کاهش می یابد (et al, ۲۰۰۱, Ferretti). پژوهش های متعددی در حوزه علوم زمین در سراسر جهان انجام پذیرفته است که از جمله می توان به پژوهشی که توسط Shahidi و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی خطر وقوع حرکات دامنه ای در جاده سراب - نیر را با استفاده از عوامل مختلفی که در پدید آمدن حرکات دامنه ای نقش داشته اند بارزایی کرد. از جمله می توان به عوامل زمین شناسی (ضخامت و بافت خاک، سنگ های سست و شیب دامنه)، آب های زیرزمینی و بارش را بررسی کردند. برای بررسی نمودن عوامل مهم در وقوع حرکات دامنه ای، با استفاده از برداشت های صحرایی، آزمون های آزمایشگاهی و مدل سازی عددی را بررسی کردند، نتایج نشان داد که شرایط محلی ریخت شناسی و وجود یک محدوده فروافتاده باعث زهکشی آب از منطقه با ارتفاع زیاد به سمت توده لغزشی شده است. به علت بارندگی فصل بهار و زمستان می تواند مسبب اصلی ایجاد حرکات دامنه ای باشد. Asghari و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی خطر وقوع زمین لغزش در جاده سراب - نیر را با استفاده از مدل های

گدازه آندزیتی پالتوسن و رسوبات کواترنری قرار گرفته اند Razai (mogadam, 1998).

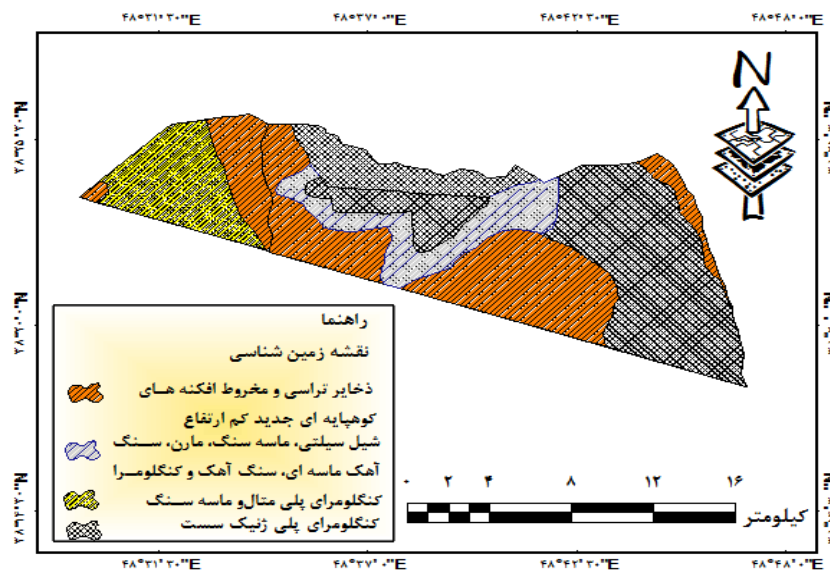


شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

### • زمین شناسی محدوده مطالعه

آندزیت-لاتیت ائوسن بالایی و سپس رسوبات کواترنری قرار گرفته‌اند. توالی سنگهای منطقه و دو طرفه بودن شیب در مسیر گردنه حیران (به گونه‌ای که از نمین تا شرق حیران، شیب به سوی غرب و از شرق حیران تا آستارا شیب به سوی شرق می‌باشد) گویای این وضعیت است که جاده به طور عرضی از یک تاقدیس گذر کرده است و هسته این تاقدیس را سنگ‌های مربوط به کرتاسه با تناوبی از ماسه سنگ سیلتستون، شیل و آهک تشکیل می‌دهد (Razai mogadam, 1998).

در مسیر گردنه حیران از نمین تا آستارا سازنده‌های گوناگونی را می‌توان شناسایی کرد. از نزدیکی نمین تا روستای حیران، سنگ اصلی را برش ولکانیکی از نوع آندزیت پیروکسن دار مربوط به پالئوژن تحتانی (ائوسن) تشکیل می‌دهد. در بخشی از این جاده رسوبات کنگلومرایی با سیمان سست دارای قطعات آتشفشانی، به صورت ناپیوستگی آذرین پی بر روی برشهای آتشفشانی آندزیتی قرار گرفته است. از روستای حیران تا ۱۵ کیلومتری آستارا، سنگ‌های رسوبی، برونزد دارند که به کرتاسه مربوط می‌شوند. از ۱۵ کیلومتری آستارا به ترتیب سنگ‌های ماسه سنگ توفی با میان لایه ای از گدازه‌های آندزیتی مربوط به پالتوسن و مگاپورفیر



شکل ۲- نقشه زمین شناسی منطقه حیران- اردبیل

## تداخل سنجی رادار

که در آن **SP** فاز تصویر اول، **MP** فاز تصویر دوم، عدد پی با مقدار ثابت  $3/14$  و  $\lambda$  طول موج می‌باشد. در اندازه‌گیری مقدار حرکات دامنه‌ای در این روش، سطح ناپایدار تصور شده، به طوری که سطح از **P** به **P1** تنزل یافته است. تعیین مقدار حرکات دامنه‌ای در فاصله زمانی دو تصویر (**Dt**) تابع اختلاف فاز دو تصویر ( $\Delta\Phi_{int}$ ) به همراه فاز ناشی از توپوگرافی ( **$\Phi_{Top}$** ) و فاز ناشی از اتمسفر خواهد بود (Ding et al, 2004)

$$\Delta\Phi_{int} = 4\pi \frac{SP-MP}{\lambda} = \Phi_{Top} + \Phi_{Mov} + \Phi_{Atm} \quad (2)$$

مدل رقومی ارتفاعی: فاز اینترفروگرام حاوی اثر توپوگرافی، خطای مداری و اثرات اتمسفر می‌باشد. برای به دست آوردن جابه جایی سطح زمین در یک بازه زمانی، می‌بایست خطاهای مداری، اثرات توپوگرافی و نویز اتمسفر از اینترفروگرام‌ها حذف گردند. برای حذف اثر توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی **SRTM** با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۳). خطاهای مداری نیز با برازش یک رویه به مناطقی که فاقد جابه جایی هستند مدل سازی شد و از اینترفروگرام مورد نظر کم گردید. خطای اتمسفر را می‌توان به کمک اطلاعات جوی و مدل اتمسفری تعدیل نمود (Massonnet and. Feigl, 1998).

## تداخل سنجی رادار

امروزه با گسترش فناوری و فناوری و به ویژه انجام ماموریت‌های مختلف از تصاویر راداری در سراسر جهان بحث استفاده از این تصاویر در جهت تولید محصولات گوناگون اهمیت یافته است. یکی از اصلی‌ترین فرایندها جهت استفاده تصاویر راداری، تداخل‌سنجی راداری است. خروجی این فرایند اطلاعات ارتفاعی از سطح زمین و همچنین اطلاعات از جابه جایی‌های رخ داده در سطح زمین است. تداخل‌سنجی راداری تکنیکی است که به واسطه اختلاف فاز بین دو تصویر بین تصاویر راداری اخذ شده از یک منظر، محاسبه می‌شود. این تصاویر ممکن است از موقعیت‌های تصویربرداری و یا حتی زمان‌های تصویربرداری مختلف اخذ شده باشند. تفاضل فازهای تصاویر، نوع جدیدی از تصویر است که اینترفروگرام نام دارد. اینترفروگرام برای منطقه‌ای که در حد فاصل زمانی دو تصویربرداری دچار هیچگونه تغییری نشده باشد می‌تواند

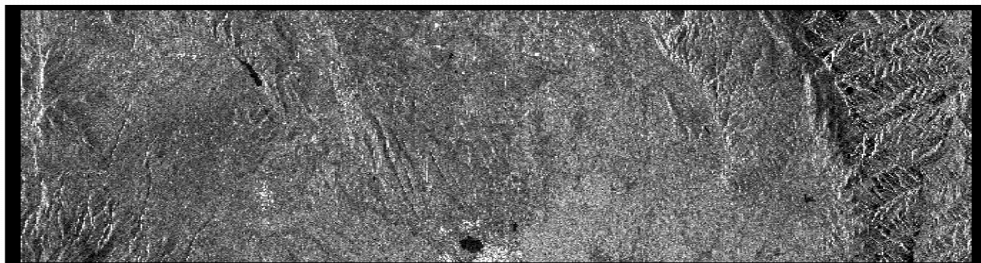
یک سیگنال راداری با دریچه مصنوعی از دو بخش دامنه و فاز تشکیل شده است. دامنه، قدرت سیگنال برگشتی است و فاز کسری از یک سیگنال کامل موج سینوسی است. فاز در تصویر راداری از طریق فاصله بین آنتن سنجنده و عارضه زمینی مشخص می‌گردد. اگر چه فاز یک تصویر منفرد به سختی اطلاعات مفیدی در اختیار قرار می‌دهد اما تفاوت فاز یک زوج تصویر هم‌مرجع و هم‌دوس اطلاعات ذی‌قیمتی در اختیار محققان قرار می‌دهد. در تداخل سنجی راداری تفاوت فاز دو تصویر از یک منطقه زمانی و خط مبنای مشخص تعیین می‌گردد (Dehghani, 2020). روش تداخل‌سنجی راداری امکان تولید مدل رقومی ناهمواری‌های زمین را فراهم می‌آورد که دقت ارتفاع بهینه آن برای داده‌های نوار **C** با طول موج  $5/6$  سانتیمتر حدود پنج متر است (Chatterjee et al, 2006). این روش را برای اولین بار توسط گولدشتاین<sup>۱</sup> و زبکر<sup>۲</sup> در سال ۱۹۸۹ ارائه شد. این اصطلاح به روش اندازه‌گیری پاره‌ای از پارامترها از قبیل توپوگرافی، تغییرات و جابجایی سطح زمین از طریق تداخل فاز دو یا چند تصاویر راداری با روزنه مجازی اخذ شده از منطقه مشابه اطلاق شده است. این روش قادر است با استفاده از حداقل دو تصویر مدل رقومی ارتفاعی یا تعداد بیشتری از تصاویر راداری تغییرات سطحی رخ داده در زمین را در بازه‌های متفاوت با دقت‌های میلی‌متری آشکارسازی می‌کند. اصول بنیادین نحوه اندازه‌گیری تغییرات سطحی پوسته زمین با استفاده از روش تداخل‌سنجی راداری، **P** معرف فضایی مشخص در سطح است که در قالب یک پیکسل تصویر شده است. سنجنده تصویر نخست (تصویر اصلی<sup>۳</sup> **T0** ثبت و مقدار فاز را ( $\Phi_m$ ) آن را اندازه‌گیری می‌کند. مقدار نشست عبارت‌اند از فاصله **P** تا **P1** که طی زمان مشخصی صورت گرفته است (**Dt**). برای اندازه‌گیری این مقدار، سنجنده تصویر دومی (تصویر فرعی<sup>۴</sup>) در زمان **t** و با هندسه‌ای کاملاً شبیه به تصویر نخست اخذ کرده، مقدار فاز ( $\Phi_m$ ) را برای آن اندازه‌گیری می‌کند. روش تداخل‌سنجی تفاضلی، تفاضل فاز  $\Phi_s$  و  $\Phi_m$  را در فرم تداخل نگار فازی نمایش می‌دهد ( $\Delta\Phi_{int}$ ) در صورت ثابت و پایدار بودن سطح، تفاضل فاز این دو تصویر ناشی از تغییر موقعیت این دو سنجنده و مقدار آن به کمک رابطه (۱) به دست می‌آید.

$$\Delta\Phi_{int} = 4\pi \frac{SP-MP}{\lambda} \quad (1)$$

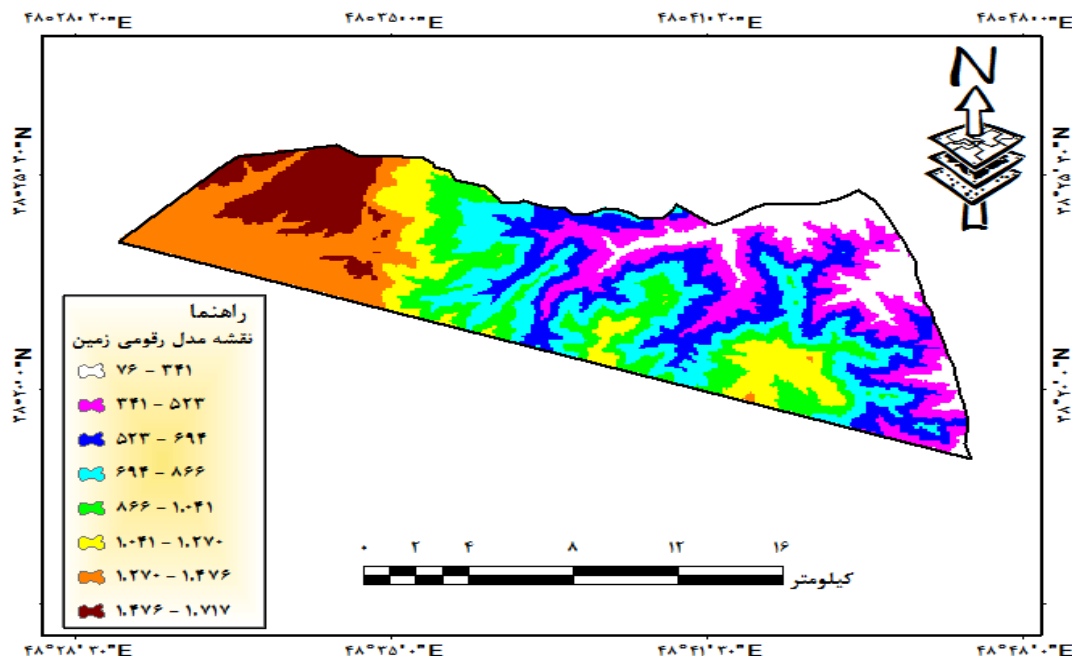
2- Goldstein  
3-Zebeker  
4-Master  
5- Slave

حالت تداخل سنجی در راستای پرواز و تداخل سنجی در جهت عمود بر راستای پرواز تقسیم بندی می شود. و اما در تداخل سنجی یا تکرار مسیر، سکو تنها حامل یک آنتن می باشد. این آنتن یک منطقه را در دو عبور مختلف با هندسه تقریباً مشابه پوشش می دهد (Ghannadi et al, 1998). (1998) تداخل سنجی راداری با محدودیت هایی نیز همراه است که مهمترین آن عبارت است از توان تفکیک زمانی پایین، اختلال در صورت عدم همبستگی زمانی و مکانی میان تصاویر، نیاز به مدل سازی و تصحیح اثر یونسفری و تروپوسفری و در نهایت یک بعدی بودن اندازه گیری در راستای خط دید سنجنده در تداخل سنجی راداری است (Ghannadi et al, 1998).

بیانگر ارتفاع منطقه باشد. در تداخل سنجی راداری، فاز تصاویر اخذ شده از موقعیت های تصویر برداری و یا زمان های تصویر برداری مختلف، پیکسل به پیکسل مقایسه می شود. از تفاضل گیری بین این مقادیر، تصویر جدید حاصل می شود که اینترفروگرام نام دارد. اینترفروگرام یک طرح تداخلی فرینج است. فرینج ها خطوطی با اختلاف فازهای مساوی شبیه به خطوط تراز در نقشه های توپوگرافی هستند. به طور کلی دو روش برای تداخل سنجی راداری وجود دارد که عبارت اند از: روش تداخل سنجی تک مسیر و روش تداخل سنجی با تکرار مسیر. در روش تداخل سنجی مسیر، با استفاده از دو آنتنی که روی یک سکو نصب شده اند به صورت همزمان اطلاعات جمع آوری می شود. که این حالت خود نیز به دو



شکل ۳- اینترفرومتری

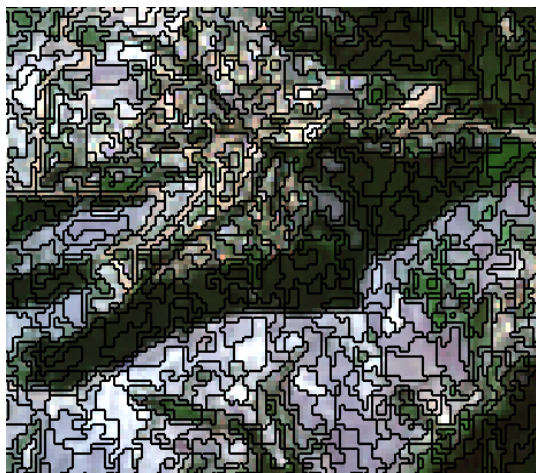
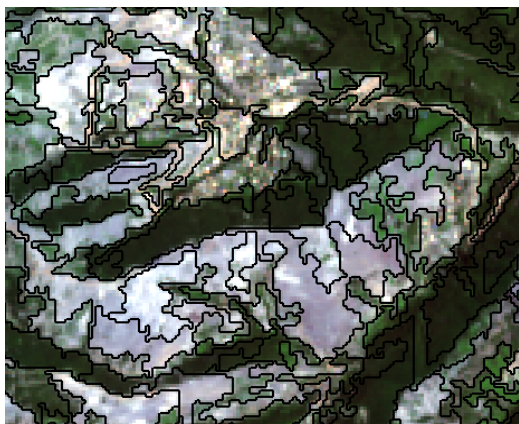


شکل ۴- نقشه مدل رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

ساراسکیپ ۵.۲، در نرم افزار ENVI 5.3 انجام شد و تکنیک مورد استفاده در این پژوهش به منظور تعیین میزان حرکات دامنه ای، روش تداخل سنجی با گشودگی ترکیبی دو عبور مکرر و

تصاویر ماهواره ای راداری: در این پژوهش از تصاویر سنتینل ۱ که در محدوده باند C امواج مایکروویو اخذ تصویر می کند، استفاده شده است. سپس پردازش های لازم از طریق افزونه

فشرده‌گی ایجاد شد (Faizizadeh, and Hilali, 1998). با آزمون و خطا بهترین اندازه که نشان دهنده اشیا با ابعاد مختلف می باشند تعیین شد. در این پژوهش تصویر قطعه‌بندی شده دارای مقیاس ۲۵، شکل ۵/۰، ضریب فشرده‌گی ۰/۶ انجام گردید. بعد از مشخص کردن تعداد کلاس‌های مورد نیاز در طبقه‌بندی تعیین‌شده‌ی اشیا نمونه‌های آموزشی انجام و در نرم‌افزار بر سطح تصویر اعمال گردید. سپس طبقه‌بندی با استفاده از نزدیک‌ترین همسایه و روش درخت تصمیم‌گیری صورت گرفت. لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از میزان صحت و درستی آن است. دقت طبقه‌بندی در سال ۲۰۲۱ با صحت کلی ۹۸ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۶ است.

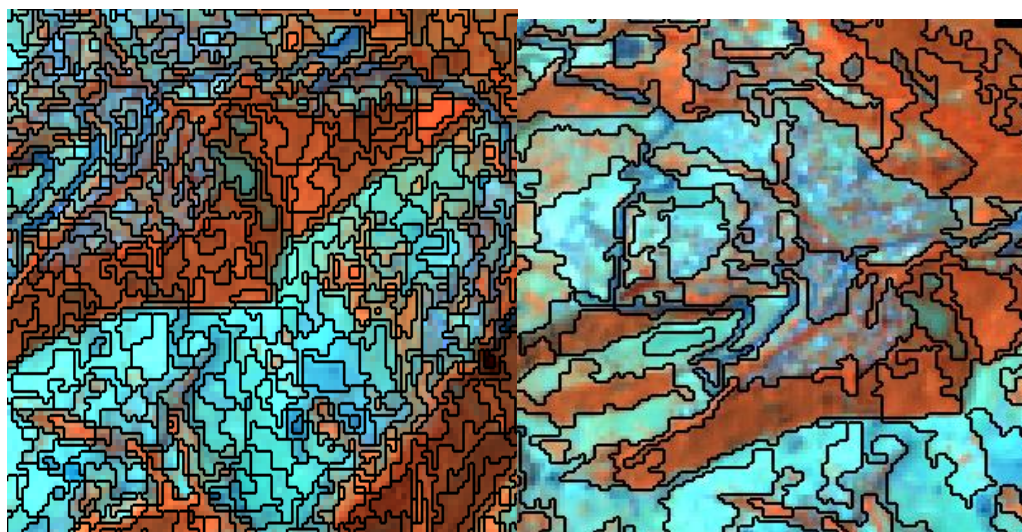
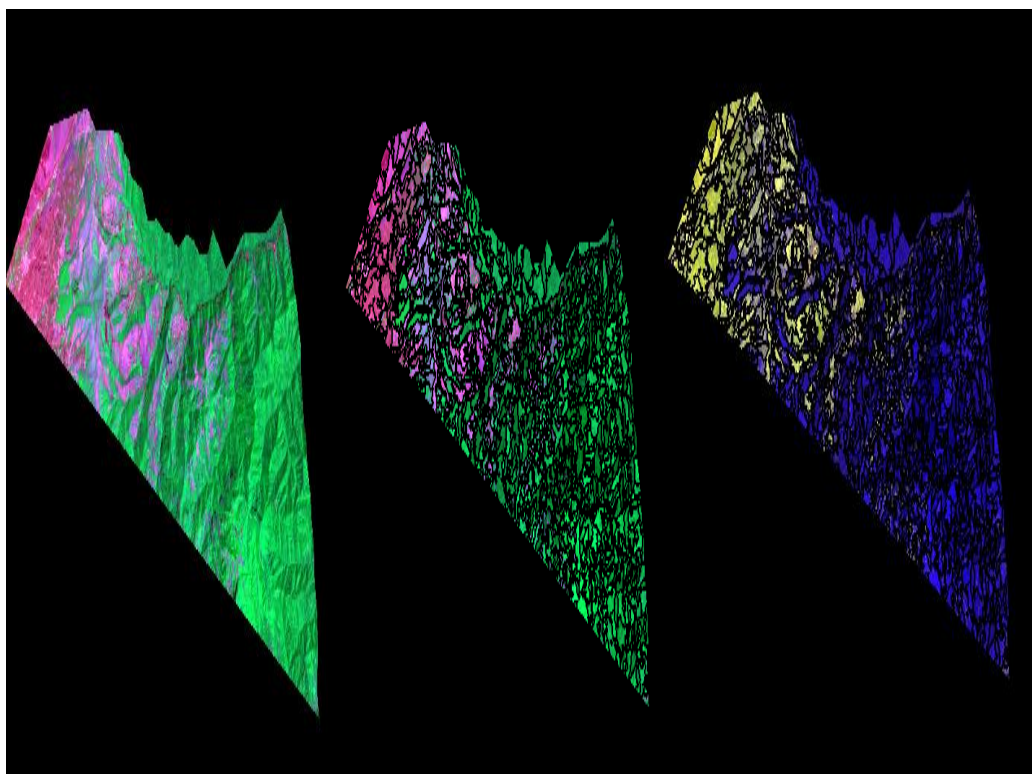


یا غیر مکرر می‌باشد. از اساسی‌ترین مراحل در پردازش تداخل‌سنجی راداری انتخاب زوج تصویر مناسب است که چندین پارامتر مانند فرکانس سنجنده، خط مبنای مکانی، خط مبنای زمانی و همچنین همپوشانی فضایی در راستای حرکت سنجنده در انتخاب زوج تصاویر موثر می‌باشند. در پژوهش حاضر از دو تصویر سنتینل ۱ از نوع SLC مربوط به سال ۲۰۱۵ و سال ۲۰۲۱ استفاده شد. مشخصات تصاویر راداری در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات تصاویر راداری مورد استفاده

شماره	تصویر اصلی	تصویر فرعی	گذر ماهوار	نام سنجنده	سال
۱	S1A_IW_SLC_1S_DV_2015	S1A_OPER_AUX_	صعودی	سنتینل ۱	۲۰۱۵
۲	S1A_IW_SLC_1S_DV_2021	S1A_OPER_AUX_	صعودی	سنتینل ۱	۲۰۲۱

**تصویر ماهواره ای اپتیکال:** در این تحقیق به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۲۱ و ماه خرداد استفاده شد. به منظور تصحیحات اتمسفری و رادیومتریک با استفاده از روش Radiance و FLAASH از نرم‌افزار ENVI 5.3 و به منظور استخراج نقشه‌های مربوطه از نرم‌افزار ARCGIS 10.5 استفاده شد. برای طبقه‌بندی کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی شی گرا در نرم‌افزار eCognition Developer64 استفاده شد. جهت برآورد صحت طبقه‌بندی از نقاط نمونه برداشت شده از تصاویر گوگل ارث استفاده شد. در روش طبقه‌بندی شی‌گرا، اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌ها بر اساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص، قطعه‌بندی شده و طبقه‌بندی تصویر بر اساس این قطعه‌ها انجام می‌شود. در قطعه‌بندی پیکسل‌ها توسط الگوریتم‌های مختلف، با نسبت‌های مختلف طیفی و شکلی قطعه‌بندی و بر اساس ویژگی‌های طیفی و فضایی در قالب اشیا گوناگون دسته‌بندی شده‌اند. طی این فرآیند شی‌های تصویری متناسب با همگن بودن یا ناهمگن بودن بر اساس پارامترهای مقیاس، رنگ، شکل، ضریب نرمی و شکل

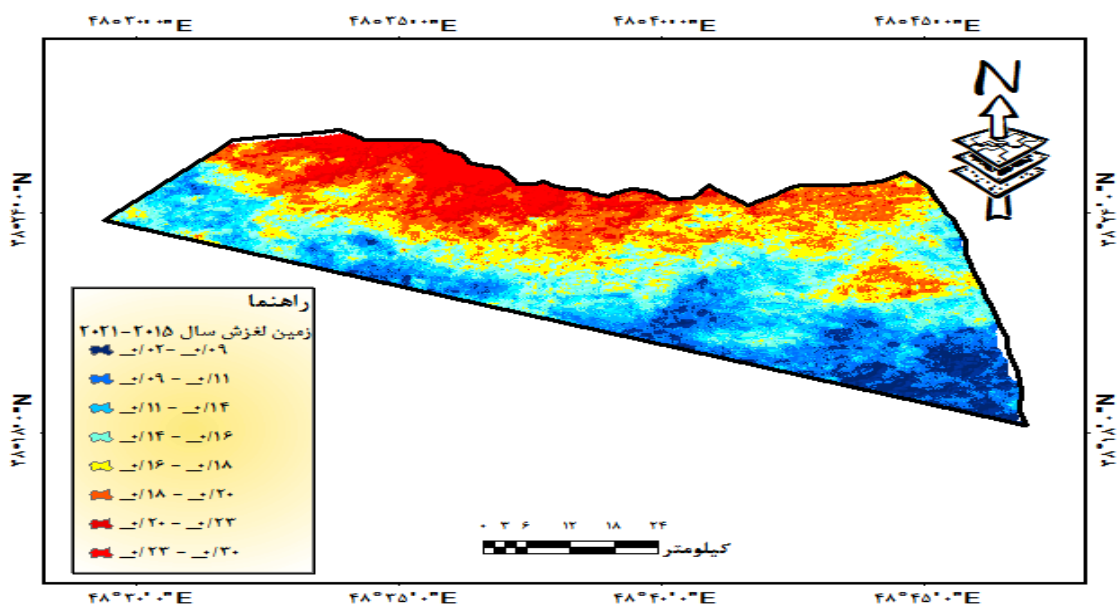


شکل ۵- نمونه تصویر قطعه‌بندی شده (مقیاس: ۲۵، شکل ۰/۵، ضریب فشردگی ۶).

### ۳- نتایج

مورد مطالعه نشان می‌دهد. مقادیر مثبت نشان دهنده میزان جابه جایی در جهت سنسورهای ماهواره و مقادیر منفی نشان‌دهنده میزان جابه‌جایی در خلاف جهت سنسور می‌باشد. میزان جابه جایی مواد دامنه‌ای اندازه‌گیری شده را در محدوده سالهای ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ که بیشترین میزان تغییر شکل شمال منطقه مورد مطالعه با مقدار ۳۰ سانتی متر می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به جنوب منطقه مورد مطالعه با مقدار ۲ سانتی‌متر می‌باشد (شکل ۶).

با مطالعه نحوه و امکان وجود جابه‌جایی در سطح زمین می‌توان به برآورد پارامترهای تاثیرگذار در فرایند جابه‌جایی زمین دست یافت و در مدل‌سازی ژئوفیزیکی و تعیین راهکارهای لازم جهت مقابله و پیش‌گیری با حرکات دامنه‌ای به کار گرفت. در میان تمام روش‌های زمینی و فضایی اندازه‌گیری تغییرات سطح زمین، تکنیک تداخل‌سنجی راداری به عنوان ابزار مفید و بهترین روش شناخته شده است. میزان جابه‌جایی حرکات دامنه‌ای را در منطقه



شکل ۶- میزان جابه جایی مواد دامنه‌ای اندازه‌گیری شده توسط پردازش تداخل‌سنجی راداری

دامنه‌های ناپایدار به دست آورد. شکل ۷ نمونه‌هایی از ترانشه‌های پایدار و حرکات دامنه‌ای ایجاد شده در محدوده مورد مطالعه است.

ناپایداری‌های دامنه‌ای در طبیعت همیشه نشانه‌هایی از خود به جا می‌گذارند که با استفاده از این نشانه‌ها می‌توان به شناخت بصری از ناپایدارها دست یافت، لذا با استفاده از بازید میدانی می‌توان اطلاعات کیفی با ارزش در مورد سن و میزان فعالیت مواد



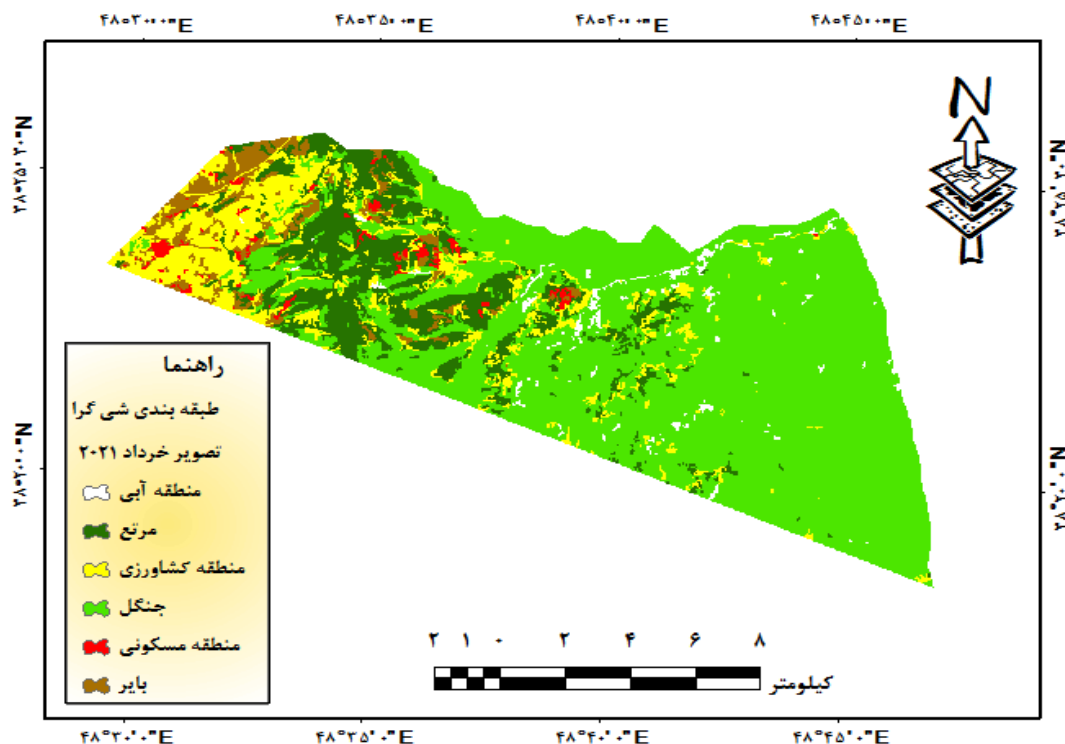
شکل ۷- ریزش سنگ‌های بزرگ و کوچک جریان مواد و واریزه در منطقه مورد مطالعه



### تحلیل رابطه زمین لغزش و کاربری اراضی

نتایج حاصل از انطباق نقشه کاربری اراضی و نقشه زمین لغزش در جدول ۳ نشان داد که بالاترین میزان زمین لغزش در به ترتیب به کاربری‌های منطقه مسکونی با مقدار ۳۰ و جنگل با مقدار ۳۰ و مرتع با مقدار ۲۴ سانتی‌متر قرار دارند. و کمترین مقدار برای کاربری منطقه کشاورزی با مقدار ۲۱ و بایر با مقدار ۲۰ سانتی متر را نشان می‌دهد. حرکات دامنه‌ای ناگهانی زمین و تخریب و ریزش سازه‌های آسیب‌پذیر از سوانح محتمل ناشی از عوارض

زمین لغزش است که در نواحی شهری با تلفات انسانی رو به رو می‌باشد. این سوانح در موارد خاصی به سبب تراکم جمعیت زیاد و یا گسترش شعاع اراضی فروریخته می‌تواند تلفات سنگین و جبران‌ناپذیری داشته باشد. این در حالی است که با هم نهاد سازی شکل‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که بالاترین میزان زمین لغزش در مناطق مسکونی و دارای جمعیت زیاد رخ داده و همچنین در کاربری جنگل نیز دارای بیشترین میزان زمین لغزش است.



شکل ۸- نقشه کاربری اراضی خرداد ماه سال ۲۰۲۱

جدول ۲- مشخصات آماری زمین لغزش کاربری‌ها

کاربری	کمترین	بیشترین	میانگین
منطقه کشاورزی	-۰/۲	۰/۲۱	-۰/۱۰
منطقه مسکونی	-۰/۱۱	۰/۳۰	-۰/۲۰
جنگل	-۰/۲	۰/۳۰	-۰/۱۶
منطقه آبی	-۰/۱۹	۰/۲۳	-۰/۲۲
مرتع	-۰/۱۳	۰/۲۴	-۰/۲۰
بایر	۰/۱۵	۰/۲۲	-۰/۱۸

حرکات دامنه‌ای در حجم بسیار زیادی اتفاق می‌افتد. از طرف دیگر با توجه به این که جاده مورد مطالعه مهمترین مسیر ارتباطی به ماشین‌های سنگین حمل بار می باشد حجم بسیار زیاد عبور ماشین‌الات سنگین باعث ایجاد تکانش‌های مهم در منطقه می‌شود که تشدید کننده وقوع حرکات دامنه‌ای در دامنه‌های شدیداً ناپایدار می‌باشد. به نظر می‌رسد که پایش منظم حرکات دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه می تواند موجب شناسایی دامنه‌های ناپایدار گردد که می تواند از وقوع خسارت‌های بسیار سنگین به مناطق مسکونی و تاسیسات جلوگیری کند، که این امر با استفاده از تصاویر راداری با رزولوشن بالا و روش تداخل‌سنجی راداری بهترین و مقرون به صرفه‌ترین گزینه در پایش حرکات آهسته مواد دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

بسیار تند دامنه، وقوع بارش‌های بسیار مناسب در اغلب ماه سال به علت شرایط مساعد آب و هوایی منطقه از جمله عوامل بسیار مهم حرکات دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه می‌باشد، همچنین با توجه به ارتفاع منطقه مورد مطالعه عمده بارش‌های منطقه به شکل باران می‌باشد وجود تشکیلات کاملاً مستعد، حرکات دامنه‌ای در حجم بسیار زیادی اتفاق می‌افتد. از طرف دیگر با توجه به این که جاده مورد مطالعه مهمترین مسیر ارتباطی به ماشین‌های سنگین حمل بار می باشد حجم بسیار زیاد عبور ماشین‌الات سنگین باعث ایجاد تکانش‌های مهم در منطقه می‌شود که تشدید کننده وقوع حرکات دامنه‌ای در دامنه‌های شدیداً ناپایدار می‌باشد. Esfandiyari Darabadi and Beheshti Javid (2016) در پژوهشی در منطقه گردنه حیران با استفاده ترکیب فرایند شبکه و قضیه بیز مورد مطالعه قرار گرفت مقایسه نتایج با تحقیق حاضر نشان داد که به خاطر حجم زیاد ساخت و سازهای حاشیه جاده، همچنین به خاطر به هم زدن شیب طبیعی زمین برای جاده سازی و عریض کردن آن، اکثر زمین‌لغزش‌ها نیز در این مناطق رخ داده است. Esfandiyari Darabadi و همکاران (۲۰۱۷) خطر وقوع زمین‌لغزش را در جاده حیران - اردبیل را پیش بینی و پهنه‌بندی کردند. برای پیش‌بینی از مدل‌های آماری رگرسیون لجستیک و احتمالاتی فاکتور قطعیت استفاده شد. نتایج تحقیقات نشان داد که حدود ۲۳ درصد از کل منطقه در کلاس خطر زیاد و بسیار زیاد قرار دارد. نتایج تحقیقات اسفندیاری و همکاران و پژوهش حاضر گویای آسیب پذیر بودن در مقابل مخاطره زمین‌لغزش، به عنوان یک متغیر محرک باعث افزایش ناپایداری شده است. مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعات ذکر شده در منطقه مورد مطالعه نشان داد که میزان بارش و دخل و تصرف و ساخت راه‌های ارتباطی در طول دامنه و ساخت ویلاهای غیرقانونی و ارتفاع

از نظر کاربری اراضی همانگونه که از جدول ۲ و شکل ۷ که به صورت میدانی تهیه شده است نشان می‌دهد، طبقات مربوط به مناطق مسکونی و جنگل بیشترین اثر را در حرکات دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه دارند، که علت این امر به دخل و تصرف زیاد در طول محور ارتباطی حیران - آستارا، و ساخت و سازهای غیر قانونی ویلایی در دامنه‌ها و ساخت راه‌های ارتباطی در دامنه‌ها که در امتداد ترانشه‌های ناپایدار جاده ایجاد می‌شود، از بین رفتن تکیه گاه دامنه، شیب بسیار تند دامنه، وقوع بارش‌های بسیار مناسب در اغلب ماه سال به علت شرایط مساعد آب و هوایی منطقه از جمله عوامل بسیار مهم حرکات دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه می‌باشد، همچنین با توجه به ارتفاع منطقه مورد مطالعه عمده بارش‌های منطقه به شکل باران می‌باشد وجود تشکیلات کاملاً مستعد،

#### ۴- نتیجه‌گیری

روش تداخل‌سنجی راداری روشی بسیار دقیقی است که می‌تواند حرکات دامنه‌ای را با استفاده از دو تصویر از یک منطقه در بازه زمانی مختلف را به صورت خیلی دقیق در حد سانتی‌متر و حتی به میلی‌متر شناسایی کند. نتایج تحقیقات میدانی نیز صحت و دقت بسیار بالایی تصاویر ماهواره‌ای را تایید می‌کند. با استفاده از این فناوری امکان پایش حرکات کوچک سطح زمین به صورت پیوسته، با دقت بالا و در گسترده وسیعی امکان‌پذیر است. تصاویر راداری حرکات دامنه‌ای را در منطقه مورد مطالعه با دقت بسیار بالایی شناسایی کرده است. نتایج این پژوهش نشان داد که تصاویر راداری از پتانسیل خوبی برای آشکارسازی ناپایداری دامنه‌ها و محاسبه جابه‌جایی آن‌ها برخوردار می‌باشد. بیشترین میزان حرکات مواد دامنه‌ای ۳۰ سانتی‌متر در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. که نشان‌دهنده فعال بودن منطقه از لحاظ حرکات دامنه‌ای است. نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصویر لندست ۸ با استفاده از طبقه بندی شیء‌گرا در منطقه مورد مطالعه انجام شد. نتایج حاصل از انطباق نقشه کاربری اراضی و نقشه حرکات دامنه‌ای در جدول ۲ نشان داد که بالاترین میزان حرکات دامنه‌ای در به ترتیب به کاربری‌های منطقه مسکونی و جنگل با مقدار ۰/۳۰- سانتی‌متر، منطقه مسکونی با مقدار ۰/۳۰- سانتی‌متر قرار دارند. این سوانح در موارد خاصی به سبب تراکم جمعیت زیاد و یا گسترش شعاع اراضی فروریخته می‌تواند تلفات سنگین و جبران‌ناپذیری داشته باشد. همچنین با مشاهده و مقایسه حرکات دامنه‌ای و زمین شناسی مشاهده شد که اکثر حرکات دامنه‌ای در مناطقی که جنس سنگ‌ها بیشتر توف، ماسه سنگ توفی به همراه گدازه‌های برشی و گدازه‌های پیروکسن آندزیت است. و ساخت و سازهای غیر قانونی ویلایی در دامنه‌ها و ساخت راه‌های ارتباطی در دامنه‌ها که در امتداد ترانشه‌های ناپایدار جاده ایجاد می‌شود، از بین رفتن تکیه گاه دامنه، شیب

نسبت به سایر عوامل تأثیر بیشتری در ایجاد نواحی پرخطر ایفا می‌کند. نتایج تحقیق نشان داد که در بین عوامل یاد شده عوامل شیب و ارتفاع، کاربری اراضی و زمین شناسی نقش پررنگ‌تری ایفا می‌کند. تحقیق حاضر با بررسی حرکات دامنه‌ای استخراج شده و بررسی لایه زمین‌شناسی مشاهده شد که بیشترین حرکات دامنه‌ای در مناطقی که جنس سنگ‌ها بیشتر توف، ماسه سنگ توفی به همراه گدازه‌های برشی و گدازه‌های پیروکسن آندزیت است.

#### منابع

- Aleotti, P., Chowdhury, R. 1999. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. *Bull. Eng. Geol. Environ*, 58 (1): 21–44pp.
- Alipour, S., Motgah, M., Sharifi, M. A. & Walter, T. R. 2008. InSAR time series investigation of land subsidence due to groundwater overexploitation in Tehran, Iran. *Second Workshop on Use of Remote Sensing Techniques for Monitoring Volcanoes and Seismogenic Areas*, track, 414: 1-5pp. <https://doi.org/10.1109/USEREST.2008.4740370> (In Persian).
- Asghari, S., palizban, D., Emami, H. & ghaleh, E. 2020. Evaluation of Fuzzy Logic and Network Analysis Models for Mapping Landslide Sensitivity Case Study: (Sarab - Nir Road), *Geography and Planning*, 24(73): 1-22pp. doi: 10.22034/gp.2020.10792(In Persian).
- Bernardino, P., Constantine, G., Franceschetti, G., Iodice, L., Pietranera, L., & Rizzo, V. 2003. Use of differential SAR interferometry in monitoring and modelling large slope instability at Matera (Basilicata, Italy). *Eng. Geol*, 68 (1–2): 31–51pp.
- Chatterjee, R.S., Fruneau, B., Rudan, J.P., Roy, P.S., Frison, P., Lakhera, R.C., Dadlhwaj, V.K., & Saha R. (2006). Subsidence of Kolkata (Calcutta) City, India during the 1990 as observed from space by Differential Synthetic Aperture Radar Interferometry (D-InSAR) technique. *Remote Sensing of Environment*, 13(102): 176-185pp.
- Dehghani Bidgoli, R., Koohbanani, H., & Yazdani, M. 2020. Subsidence Mapping caused by over exploitation of Underground Water in Semnan Plain Using Sentinel-1A .IW TOPS Interferometry. *Irrigation and Water Engineering*, 10(3): 175-187pp. doi: 10.22125/iwe.2020.107100(In Persian).
- Di Martire, D., Ascione, A., Calcaterra, D., Pappalardo, G., & Mazzoli, S. 2015. Quaternary deformation in SE Sicily: insights into the life and cycles of forebulge fault systems. *Lithosphere*, 7 (5): 519–534pp. <http://dx.doi.org/10.1130/L453.1>.
- Di Martire, D., Tessitore, S., Brancato, D., Grazia Ciminelli, M., Costabile, S., Costantini, M., Vito Graziano, G., Minati, F., Ramondini, M., & Calcaterra, D. 2016. Landslide detection integrated system (LaDIS) based on in-situ and satellite SAR interferometry measurements. *Catena*, 5(137): 406–421pp. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.10.002>.
- Ding, X.L., Liu, G.X., Li, Z.W., Li, Z.L., Chen, Q.Y. 2004. Ground subsidence monitoring in Hong Kong with satellite SAR interferometry. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70(10): 1151–1156pp.
- Dong, J., Liao, M., Xu, Q., Zhang, L., Tang, M., & Gong, J. 2018. Detection and displacement characterization of landslides using multitemporal satellite SAR interferometry: A case study of Danba County in the Dadu River Basin. *Engineering Geology*, 10(240) 95–109pp. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.04.015>.
- Esfandiari Darabadi, F., Beheshti Javid, E. 2016. Landslides Susceptibility Zoning Using Bayes' Theorem-ANP Hybrid Model (Case Study: Heyran Defile). *Hydrogeomorphology*, 3(8): 93-111pp(In Persian).
- Esfandiary Darabad, F., rahimi, M., navidfar, A., Arsalan, M. 2020. Assessment of landslide sensitivity by neural network method and Vector machine algorithm (Case study: Heyran Road -Ardebil province). *Quantitative Geomorphological Research*, 9(3): 18-33pp. doi: 10.22034/gmpj.2020.122210(In Persian).

- Ferretti, A., Prati, C., & Rocca, F. 2001. Permanent scatterers in SAR interferometry. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 39 (1): 8–20pp. <http://dx.doi.org/10.1109/36.898661>.
- Fruneau, B., Achace, J., & Delacourt, C. (1996). Observation and modeling of the Saint-Etienne-de Tine'e landslide using SAR interferometry. *Tectonophysics*, 265 (3–4)pp: 181–190.
- Faizizadeh, B., Hilali, H. 2010. Comparison of base pixel, object-oriented and effective parameters in land use coverage classification in West Azarbaijan Province. *Geographical Research Journal*, 9(71): 73\_84pp(In Persian).
- Ghannadi, M., Enayati, H., Khesali, E. 2019. Generating Digital Elevation Model of the Earth Using Sentinel-1 Images and Interferometry. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 27(108): 109-121pp. doi: 10.22131/sepehr.2019.34623.
- .Hong, Y., Adler, R.F. & Huffman, G. 2007. An experimental global prediction system for rainfall-triggered landslides using satellite remote sensing and geospatial datasets. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote*, (45): 1671–1680pp.
- Hooper, A., Zebker, H., Segall, P., & Kampes, B. 2004. A new method for measuring deformation on volcanoes and other natural terrains using InSAR persistent scatterers. *Geophysical Research Letters*, (31): L23611. <http://dx.doi.org/10.1029/2004GL021737>.
- Lazecky, M., Canaslan, C., Hlavacova, I., & Gurboga, S. 2015. Practical Application of Satellite-Based SAR Interferometry for the Detection of Landslide Activity. *procedia earth and Planetary Science*, 10 (15):613-618pp. doi: 10.1016/j.proeps.2015.08.113.
- Massonnet, D., & K,L. Feigl. 1998. Radar interferometry and its application to changes in the earth's surface. *Reviews of Geophysics*, 36(4): 441-500pp.
- Metternicht, G., Hurni, L., Gougers. 2005. Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geospatial system for hazard assessment in mountainous environments. *Remote Sensing of Environment*, 8(98): 284-303pp.
- Mora, O., Mallorqui, J.J., & Broquetas, A. 2003. Linear and nonlinear terrain deformation maps from a reduced set of interferometric sar images. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 41(10): 2243–2253pp. <http://dx.doi.org/10.1109/TGRS.2003.814657>.
- Motagh, M., Walter, T. R., Sharifi, M. A., Fielding, E., Schenk, A., Anderssohn, J. & Zschau, J. 2008. Land subsidence in Iran caused by widespread water reservoir overexploitation. *Geophysical Research Letters*, 35 (16): L16403. <https://doi.org/10.1029/2008GL033814> (In Persian).
- Prati, C., Ferretti, A., & Perissin, D. 2010. Recent advances on surface ground deformation measurement by means of repeated space-borne SAR observations. *Journal of Geodynamics*, 49 (10): 161–170pp. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jog.2009.10.011>.
- Razai mogadam, m.h. 1998. *Journal of Persian Language & Literature (Former Journal of the Faculty of Literature, University of Tabriz)*, 41(168): 51-68pp. (In Persian).
- Shirani, K., Seif, A., Sharifikia, M. 2014. ASAR and PALSAR sensors assessment for landslide detection, monitoring using differential interferometry in Zagros Mountains. *Watershed Engineering and Management*, 6(3): 288-301pp. doi: 10.22092/ijwmse.2014.101711(In Persian).
- Shahidi, F., Shoaee, G., & Mohammadi Vavsari, M. 2015. Investigation on the mechanism of Saein Strait Landslide (Nir-Sarab Road) in regard to the hydrological and geomorphological conditions. *Scientific Quarterly Journal of Iranian Association of Engineering Geology*, 8(Number 1 & 2): 13-33pp. (In Persian).

## **Evaluation of slope instability and landslide of Ardabil-Hayran roads using Radar images and radar interference**

Dr. Fariba Esfandyari<sup>1</sup> ; Maryam Mohammadzadeh shishagaram<sup>2</sup>

\*1- Professor of Geomorphology, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

2-PhD student in Professor of Geomorphology, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

\* Email Address: esfandyari@uma.ac.ir

### **Abstract**

Heyran Ardabil road is one of the areas with potential for range movements due to various geological characteristics such as tectonics, lithology, seismicity and climatic conditions. For this purpose, radar images of the European Space Agency's Sentinel 1 satellite have been used to identify and estimate the speed and amount of movements of unstable slopes overlooking the Heyran-Ardabil communication routes over a six-year period from 2015 to 2021. In order to process the information, it has been used using interference technique and SARSCAPE software. Landsat 8 image was used to prepare the land use map of the study area using the object-oriented classification method in eCognition Developer64 software. Was extracted. The results obtained in this study showed that radar satellite images and interferometry techniques are very suitable for detecting slope instability and calculating the amount of displacements due to their extensive coverage, high accuracy and abundance of data. The maximum amount of material movement is in the range of 30 cm in the study area. Which indicates that the area is active in terms of amplitude movements. Land use maps using Landsat 8 image were used using object-oriented classification in the study area. Co-institutionalization of landslide maps with land use layers also confirms the maximum occurrence of landslide area related to forest areas and residential area shows the highest amount of landslide. The reason for this is the climatic conditions and the potential for rainfall in all seasons of the year, the infiltration and direction of rainwater to the lower classes.

### **Introduction**

Continuous monitoring of land surface changes and identification of areas prone to slip movements, especially in the area of human settlements and communication infrastructure such as roads and railways, is one of the most effective factors in reducing casualties and natural hazards such as landslides and slopes. So far, several techniques have been proposed such as using the Global Positioning System, geodesy and tachometry, mapping cameras, laser scanning and lidar to monitor surface changes. However, due to the high cost of implementation, time consuming and limited coverage of the use of these methods, in the limited, the use of these methods in a wide range is not cost effective. But in addition to these methods, the radar interference technique with the ability to work in all weather conditions and the duration of day and night and with the ability to cover the ground and high spatial and temporal resolution, today is one of the most accurate (in millimeters) and least expensive Remote sensing techniques for detecting and monitoring surface changes, slow and unstable movements of amplitude around the world.

### **Methodology**

Heyran Pass is located on the Ardabil-Stara communication route. This pass is located in the northeast of Ardabil and west of the border city of Astara. Tectonically, the region has obvious faults such as Astara fault. Different formations can be identified in the route of Heyran pass from Namin to Astara. From near Namin to the village of Hiran, the main rock is the Eocene pyroxene andesitic volcanic section. In a part of this route, conglomerate sediments with loose cement with volcanic fragments have been placed on andesitic volcanic sections as igneous discontinuities. From Hiran village to 15 km from Astara, tuff sandstones with a layer of Paleocene andesitic lava and Quaternary sediments are located, respectively. Optical satellite imagery, including Landsat satellite imagery for 2021. In the image processing phase, the 2015 and 2021 Sentinel 1 time series were used in the C-bar. Using

image processing with SARSCAPE 5.2 plugin in ENVI 5.3 software platform and using radar interferometry method, landslide affected areas in each area were determined. In the next step, using the survey operation, landslide effects in the area were identified. In order to explain the causes of landslides in the study area, land use data as well as information about observation wells were compared and statistically analyzed with results in the area.

### **Results**

The results in accordance with the land use map and the landslide map showed that the highest landslides are in the residential area with 30 cm and the forest with 30 cm. The amount of lift in all three uses indicates the amount of 2 to 30 cm of landslide. Sudden landslides and the destruction of vulnerable structures are possible landslide accidents that cause casualties in urban areas. In some cases, these accidents can cause severe and irreparable damage due to high population density or widening of the radius of collapsed lands. However, by institutionalizing the forms, it can be concluded that the highest rate of landslides in residential and densely populated areas as well as forests has the highest rate of landslides.

### **Discussion & Conclusions**

The results of this study showed that radar images have a good potential for detecting slope instability and calculating their displacement. The maximum amount of material movement is 30 cm in the study area. Which indicates that the area is active in terms of amplitude movements. Land use maps using Landsat 8 image were used using object-oriented classification in the study area. The results of matching the land use map and landslide map in Table 3 showed that the highest landslide rates The highest landslide rates are in residential area uses with a value of 30, forest with a value of 30 and rangeland with a value of 24 cm, respectively. . It shows the minimum value for agricultural use with 21 cm and barren with 20 cm. The sudden collapse of the earth and the destruction and collapse of vulnerable structures are possible accidents caused by landslides that face human casualties in urban areas. In some cases, these accidents can cause heavy and irreparable losses due to high population density or the expansion of the radius of the collapsed lands. However, by institutionalizing the shapes, it can be concluded that the highest landslide rate occurred in residential and densely populated areas, and also in forest use, it has the highest landslide rate.

### **Key Words**

Landslide , Radar Interference, Sentinel 1 Images, Object Oriented Classification