



# گوگل ارتس، سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین لغزش چهارتخته؛ روش ساده و جدید برای بررسی زمین لغزش

دکتر نسرين نيك انديش

دکتری جغرافیای طبیعی، استادیار دانشگاه پیام نور آران و بیدگل

سید فرزاد حسینی زاده آرانی

مدرس مدعو، جغرافیای طبیعی، دانشگاه پیام نور مرکز آران و بیدگل

## چکیده

تحلیل و مدیریت خطر زمین لغزش از وظایف مهم مدیران می‌باشد. در این تحقیق ویژگی‌های زمین لغزش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارتس و سیستم اطلاعات جغرافیایی بررسی شد. منطقه مطالعاتی پهنه زمین لغزش چهارتخته می‌باشد که در شهرستان اردل، استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. داده‌های اصلی از گوگل ارتس و مدل ارتفاعی رقومی اخذ شده است. نقشه‌های تصویری پهنه لغزشی، کاربری زمین، ناهمواری و نقشه توسعه لغزشی از جمله نتایج این تحقیق می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که توده لغزشی در مجاورت یکی از انشعابات رودخانه کارون واقع شده است و یکی از علل اصلی وقوع لغزش‌ها زیرشویی توسط آن می‌باشد. انتهای این توده، پنجه می‌باشد که به مرور رسوبات را به رودخانه تخلیه می‌کند. زمین لغزش‌های چرخشی در آبرفت‌ها و کوهرفت‌ها و بر دامنه‌های کمتر از ۲۰ درجه رخ داده‌اند و پرتگاه‌ها و پنجه دارای شیب تند می‌باشند. تخلیه زه آب‌های شهر ناقان، وجود راه‌های ارتباطی و کشت آبی از دیگر دلایل وقوع و توسعه زمین لغزش می‌باشد. ۵۳ درصد جریان‌ها به سمت جنوب و جنوب غرب زهکش می‌شوند. پرتگاه اصلی پهنه لغزشی مجاور جریان‌های آبی رتبه ۴ و ۵ قرار دارد. زمین‌های کشاورزی، خاک، راه‌های ارتباطی و حتی شهر ناقان در معرض تهدید توسعه پهنه لغزشی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: گوگل ارتس، سیستم اطلاعات جغرافیایی، زمین لغزش چهارتخته، نقشه توسعه پهنه لغزشی

از ایجاد سکونتگاه‌ها و برنامه‌های عمرانی بر دامنه‌های پرشیب می‌باشد. اما با توجه به رشد سریع جمعیت و هزینه بالای مکان‌گزینی مجدد شهرهای قدیمی، راهکار مزبور غیر عملی می‌باشد. بنابراین شناخت و تحلیل منطقه‌ای خطر زمین لغزش و مدیریت آن وظیفه مهم مسئولین و برنامه‌ریزان شهری می‌باشد. [Chau et al, 2004, 230]

در بسیاری از علوم به ویژه علوم زمین مدل‌سازی، تحلیل، ترسیم و نمایش داده‌های سه بعدی اهمیت ویژه‌ای در بررسی داده‌ها دارد. بررسی سه بعدی زمین لغزش‌ها می‌تواند اطلاعات مفیدی را در مورد ویژگی‌های زمین لغزش‌ها فراهم نماید. در این پژوهش از گوگل ارتس و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ایجاد منظر سه بعدی زمین لغزش‌ها و بررسی آنها استفاده شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی بطور گسترده برای تحلیل فضایی زمین لغزش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین علت این تکنولوژی برای بکارگیری، مدیریت، تجسم، ترکیب، پرسش و پاسخ از داده‌های ورودی و ارائه خروجی‌های مناسب ابزار مهمی می‌باشد [Van Westen, 1994, 300].

گوگل ارتس نرم افزار اینترنتی رایگانی می‌باشد که تصاویر ماهواره‌ای از سطح زمین را با قدرت تفکیک ۱۵ متر نمایش می‌دهد. چرخش منظر برای ایجاد چشم انداز سه بعدی بهتر، ارائه داده‌های با مختصات جغرافیایی و اندازه‌گیری مسافت و ابعاد از دیگر قابلیت‌های گوگل ارتس می‌باشد. (Wikipedia 2012). در این پژوهش از گوگل ارتس و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شناسایی و تحلیل زمین لغزش چهارتخته در استان چهارمحال و بختیاری استفاده شده است.

## معرفی منطقه مطالعاتی

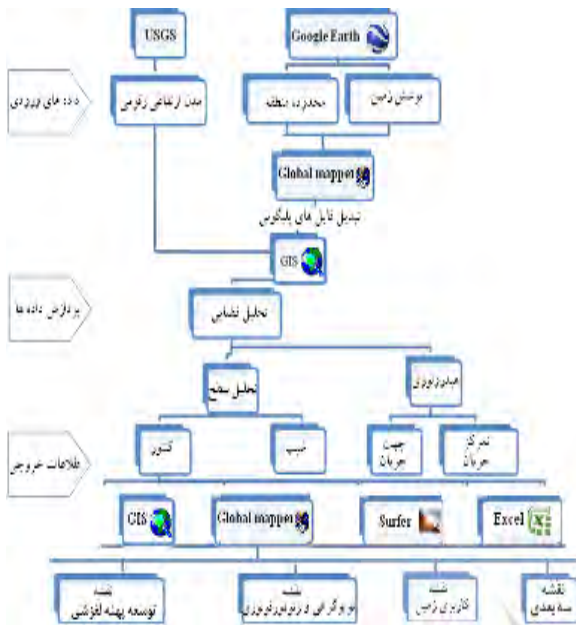
منطقه مطالعاتی پهنه مستعد زمین لغزش چهارتخته از توابع شهرستان اردل در استان چهارمحال و بختیاری است که در عرض جغرافیایی 31°542363 تا 31°572203 شمالی و طول جغرافیایی 50°402243 تا 50°452183 شرقی قرار دارد (نگاره ۱).

مساحت منطقه در حدود ۲۰ کیلومترمربع می‌باشد. ارتفاع منطقه از ۲۳۷۰ متر در شمال تا ۱۶۳۰ متر در جنوب شرقی نوسان دارد. ارتفاع متوسط در حدود ۱۹۱۸ متر می‌باشد. شیب‌های بیشتر از ۲۱ درجه ۶ درصد و شیب‌های کمتر از ۵/۸ درجه ۲۱ درصد منطقه را اشغال نموده‌اند. شیب

## مقدمه

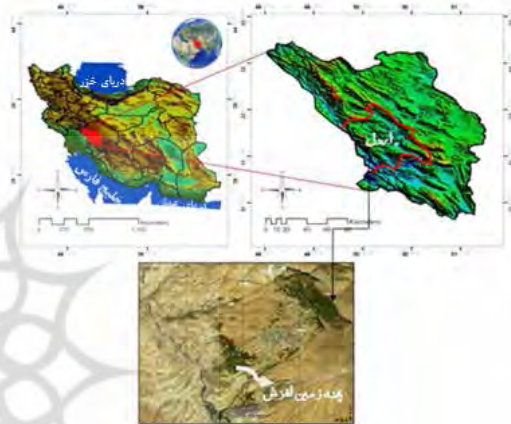
زمین لغزش‌ها یکی از خطرات متداول در نواحی کوهستانی و تپه ماهوری می‌باشند. زمین لغزش‌ها به شکل ریزش‌های سنگی، لغزش‌های سنگی، جریان‌های واریزه‌ای، لغزش‌های خاکی، بهمین‌های سنگی و واریزه‌ای و جریان‌های گلی ظاهر می‌شوند. زمین لغزش‌هایی که فراوانی وقوع کمتری دارند می‌توانند بصورت حوادث مصیبت بار اتفاق افتند. بعنوان مثال در زمین لغزش آبیکار لبد در استان چهارمحال و بختیاری که در ۱۲ فروردین ۱۳۷۸ رخ داد روستای آبیکار به همراه ۵۵ نفر سکنه بطور کلی نابود گردید. (بلورچی، ۱۳۷۵: ۷۵)

بهترین راه برای پیشگیری از تلفات جانی و مالی زمین لغزش‌ها، اجتناب



نگاره (۲) روند مراحل تحقیق

متوسط در حدود ۱۰ درجه می باشد. میانگین دمای سالانه  $13^{\circ}\text{C}$  و میانگین بارش سالانه ۶۵۰ میلیمتر می باشد (نیک/اندیش، ۱۳۷۸، ۶۵). منطقه مطالعاتی بر روی پادگانه رودخانه کارون واقع شده که متشکل از مارن و گراول‌های بین لایه‌ای بوده و در برخی قسمت ها به وسیله کوهرفت مخروط افکنه و خاک های پادگانه های مرتفع پوشیده شده است (Ehsanbakhsh 1996). پیکرشناسی منطقه تپه ماهوری است که در بخش های لغزشی بصورت درهم ریخته ظاهر می شود. ۶۸ درصد منطقه تحت کشت می باشد. منطقه مطالعاتی، مجاور یکی از انشعابات رودخانه کارون واقع شده است. در جایی که در اثر زیرشویی رودخانه کناره شیب دامنه افزایش یافته، وقوع زمین لغزش تحریک شده است. زمین لغزش های منطقه مطالعاتی عمدتاً چرخشی می باشند.



### شناسایی زمین لغزش با استفاده از گوگل ارتس

داده‌های سنجش از دور می‌توانند در مراحل مختلف برای شناسایی، طبقه‌بندی و تهیه نقشه زمین لغزش‌ها، رفتار سنجی فعالیت زمین لغزش‌ها و پیش‌بینی توزیع زمانی و مکانی آتی زمین لغزش‌ها مورد استفاده قرار گیرند [Mantovani, 1996, 213].

تصویر منطقه چهار تخته در گوگل ارتس موجود می‌باشد. این تصویر نشان می‌دهد منطقه مطالعاتی مستعد وقوع زمین لغزش بوده و دارای یک پهنه زمین لغزش می‌باشد. نگاره ۳ محدوده و پوشش سطح زمین لغزشی را نشان می‌دهد. از این داده‌ها لایه‌های مربوطه برای تحلیل‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج گردید.



نگاره (۳) محدوده و پوشش سطح زمین منطقه مطالعاتی بر تصویر ماهواره‌ای گوگل ارتس

### نگاره (۱) منطقه مطالعاتی و موقعیت پهنه زمین لغزش چهار تخته

#### مواد و روش‌ها

داده‌های مورد نیاز برای این پژوهش شامل ویژگی‌های محدوده مطالعاتی، کاربری زمین و داده‌های ارتفاعی از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارتس و مدل ارتفاعی رقومی آستر گرفته شده و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نرم افزار گلوبال مپ (۱)، سرفر (۲) و اکسل (۳) تحلیل و نقشه‌های تصویری منطقه مطالعاتی و پهنه لغزشی، نقشه کاربری زمین و نقشه ناهمواری به همراه پروفیل‌های مربوطه تولید گردید. مراحل تحقیق عبارتند از:

- نقشه محدوده مطالعاتی و نقشه پوشش سطح زمین با استفاده از گوگل ارتس ترسیم گردید.
- با بررسی تصاویر ماهواره‌ای نقشه تصویری منطقه مطالعاتی و پهنه لغزشی تهیه گردید. در این نقشه‌ها مورفولوژی و مؤلفه‌های لغزش و همچنین کاربری‌های منطقه مشخص شد.
- با استفاده از نقشه مدل ارتفاعی رقومی آستر (DEM) نقشه ناهمواری به همراه پروفیل‌های مربوطه در ArcGIS ترسیم، تحلیل و گویا گردید.
- در ArcGIS نقشه کاربری زمین‌های ترسیم شد و با استفاده از نرم‌افزار اکسل اطلاعات آماری استخراج و تحلیل گردید.
- در انتها نقشه کاربری زمین‌ها، جهت جریان، تمرکز جریان، شبکه زهکشی، رتبه رودخانه و گسترش پهنه زمین در آینده در ArcGIS ترسیم گردید.



### – نقشه کاربری زمین

برای بررسی علل زمین لغزش‌ها، نقشه کاربری زمین اهمیت ویژه‌ای دارد. در نگاره ۵ انواع مختلف کاربری زمین در منطقه مطالعاتی تعیین شده است. مهمترین کاربری‌ها عبارتند از: کشاورزی پراکنده، زمین‌های برهنه، زمین‌های کشاورزی، راه‌های ارتباطی و شهر ناقان. ۵۰ درصد منطقه تحت کشت پراکنده، ۲۵/۴ درصد زمین‌های بایر ۱۸/۵ درصد زمین‌های کشاورزی و ۵/۵ درصد به شهر ناقان اختصاص دارد.



نگاره (۵) نقشه کاربری زمین منطقه مطالعاتی

راه‌های ارتباطی از جمله عوامل خارجی می‌باشند که به نوعی در وقوع زمین لغزش‌ها مؤثر می‌باشند. طول راه‌های ارتباطی در منطقه مطالعاتی ۸ کیلومتر می‌باشد. راه‌های اصلی یک کیلومتر، راه‌های فرعی ۳ کیلومتر و راه‌های بین شهری ۴ کیلومتر می‌باشند. راه‌ها به ویژه راه‌های فرعی که از میان پهنه لغزشی عبور می‌کنند نه تنها در تحریک زمین لغزش تأثیر دارند بلکه از وقوع زمین لغزش آسیب می‌بینند.

نتایج بررسی کاربری زمین نشان می‌دهد که:

- زمین لغزش‌هایی که قبلاً رخ داده‌اند مستعد وقوع مجدد می‌باشند.
- زمین‌های کشاورزی، راه‌های ارتباطی و شهر ناقان بیشترین تأثیر را از وقوع زمین لغزش‌ها متحمل می‌شوند.
- یکی از علل اصلی زمین لغزش‌ها زیر شویی پنجه توسط رودخانه می‌باشد.
- افزایش وزن دامنه یکی از علل متداول برای شروع زمین لغزش می‌باشد. در منطقه مطالعاتی افزایش وزن دامنه از نفوذ آب زمین‌های کشاورزی و فاضلاب و آب‌های مازاد شهر ناقان و یا نشت آب گودال‌های موجود بر پهنه لغزشی ناشی می‌شود. همچنین شکاف‌های موجود روی توده لغزشی نفوذ آب به درون توده و افزایش وزن دامنه را تسهیل و تسریع می‌سازد.
- عامل زمین شناسی برای وقوع زمین لغزش یک عامل اصلی محسوب می‌شود. زیرا غالباً آبرفت‌ها و گراول‌های نفوذ پذیر بر لایه‌های غیرقابل نفوذ ماری قرار گرفته‌اند.
- برهم ریختگی دامنه ناشی از زمین لغزش‌های قبلی سبب بی‌نظمی الگوی زهکشی شده و نشت و نفوذ آب سطحی را افزایش می‌دهد.

### – نقشه منحنی میزان (ناهمواری‌ها)

ارتفاع در منطقه مطالعاتی از حداقل ۱۶۳۰ متر از سطح دریا در بستر

در نگاره ۴ مؤلفه‌های زمین لغزش که عبارتند از توده جدا شده<sup>(۶)</sup>، پهنه تخلیه شده<sup>(۷)</sup>، شکاف‌های متقاطع و شعاعی<sup>(۸)</sup>، منطقه برآمده و تو رفته<sup>(۹)</sup>، پرتگاه اصلی<sup>(۸)</sup>، قسمت مقعر<sup>(۹)</sup> و محدب<sup>(۱۰)</sup> و پنجه<sup>(۱۱)</sup> ارائه شده است.

تفسیر پهنه لغزشی نشان می‌دهد که:

– بیشتر زمین لغزش‌ها، چرخشی می‌باشند که سبب جدا شدن توده دامنه و ایجاد الگوی زهکشی نامنظم شده‌اند. بین قسمت‌های چرخیده و در فرورفتگی‌ها، گودال‌ها و مانداب‌هایی ایجاد شده است.

– توده جابجا شده، مجاور یکی از شاخه‌های رودخانه کارون قرار دارد. حرکت در جهت شیب این توده یک پهنه رسوبی تجمعی ایجاد نموده که منبع بالقوه و بالفعل بار رسوبی رودخانه محسوب می‌شود. زمین لغزش چهارتخته به وسیله فعالیت زیرشویی رودخانه تحریک می‌شود. بنابراین بیشتر زمین لغزش‌های منطقه در بهار به ویژه فروردین ایجاد شده یا مجدداً فعال می‌گردند.

– الگوهای زهکشی نامنظم بوده و اغلب توسط ترک‌ها و شکاف‌های ایجاد شده کنترل می‌شوند.

– بر روی توده لغزشی فرورفتگی‌ها و گودال‌هایی ایجاد شده است که محل تجمع آب و مواد سست رسوبی و کوهرفتی می‌باشد. در خلال بارش‌های ممتد اوایل بهار این فرورفتگی‌ها پر شده که سبب افزایش وزن دامنه گردیده و مقدمات حرکت‌های بعدی را فراهم می‌سازد.

– بدون شک کشاورزی بر توده لغزشی سبب وقوع یا تحریک زمین لغزش‌های آتی می‌شود.



نگاره (۴) مؤلفه‌های ریخت شناسی پهنه لغزشی چهار تخته

### بررسی زمین لغزش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

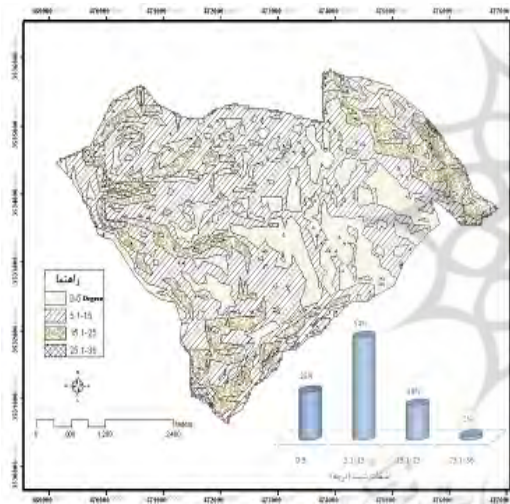
سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با قابلیت گردآوری، ذخیره، پردازش، بازیافت و تحلیل داده‌های مکانی و زمانی مربوط به زمین لغزش‌ها و ارائه نقشه‌های کاربردی مانند نقشه عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش‌ها و نقشه احتمال وقوع زمین لغزش‌ها، در بررسی زمین لغزش‌ها سهم مهمی را ایفا می‌کند. در این تحقیق نقشه‌های متعددی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردیدند.



نامنظم می‌باشد. پروفیل C-D اساساً با مقادیر شیب و مؤلفه‌های پهنه لغزشی مرتبط بوده و بی‌نظمی آن ناشی از وجود توده بهم ریخته، پرتگاه‌ها و دره است. پروفیل تقریباً نامنظم A-B نشان دهنده دامنه‌های پرشیب، پهنه مستعد زمین لغزش، پرتگاه اصلی، توده لغزشی و پاشنه لغزش است. از آنجایی که توده مواد جابجا شده چرخیده و شکلی مانند یک پادگانه بهم ریخته ایجاد نموده است، خطوط منحنی میزان در این قسمت دور از هم می‌باشد که نشان دهنده کاهش شیب است. خطوط منحنی میزان گودال‌ها و آب‌نماهایی که محل تجمع آب بر نهشته‌های زمین لغزش می‌باشند نیز از هم فاصله دارد.

#### – نقشه شیب

نقشه شیب براساس مدل ارتفاعی رقومی ۳۰ متر آستر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تولید شد. شیب منطقه در چهار دسته ۰-۵، ۵-۱۵، ۱۵-۲۵، ۲۵-۳۵ درجه طبقه‌بندی شده است. که به ترتیب ۲۵، ۵۴، ۱۸ و ۳ درصد منطقه را در بر می‌گیرند. شیب متوسط ۱۰ درجه می‌باشد.



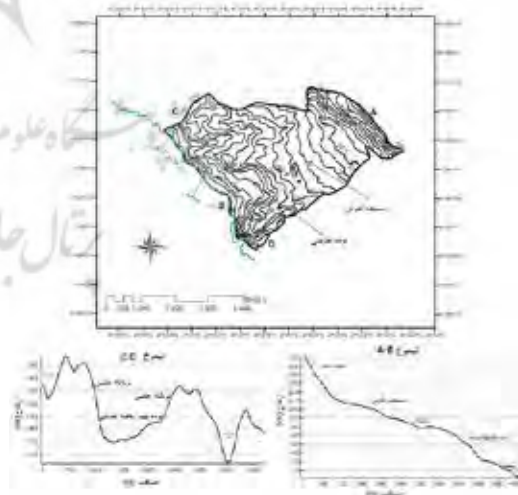
نگاره (۷) نقشه شیب منطقه مطالعاتی

#### بررسی توسعه پهنه لغزشی با استفاده از ابزار هیدرولوژی

با وقوع زمین لغزش پرتگاه پرشیبی ایجاد می‌شود. توده لغزشی در این قسمت در معرض گسیختگی‌های بعدی قرار می‌گیرد. این فرآیند ناشی از گسترش قهقراپی و چند مرحله‌ای زمین لغزش‌های چرخشی می‌باشد (Hutchinson 1988:10). برای اجتناب از وقوع زمین لغزش‌های بعدی لازم است منطقه مستعد لغزش بطور اصولی و علمی ارزیابی شود تا شیوه‌های پیشگیری براساسی صحیح اتخاذ شوند (Lee et al. 2003:1363) در این تحقیق گسترش پهنه لغزشی با استفاده از ابزار هیدرولوژی ارزیابی و نقشه توسعه پهنه لغزشی تهیه گردید. با این ابزار تغییرات احتمالی در پهنه لغزشی بررسی و مدل گسترش این پهنه ارائه شد. بدین ترتیب مناطقی که در آینده از وقوع زمین لغزش متأثر می‌شوند، نیز مشخص گردید. در زیر مراحل کار توضیح داده شده است.

رودخانه تا حداکثر ۲۳۷۰ متر از سطح دریا در شمال غربی نوسان دارد. بیش از نیمی از منطقه بین ارتفاع ۱۶۳۰ تا ۱۹۲۶ متر قرار دارند. در حدود ۶ درصد از منطقه ارتفاع بیش از ۱۹۲۷ متر دارند. میانگین ارتفاع در حدود ۱۶۷۲ متر می‌باشد. با استفاده از ابزار تحلیل فضایی در ArcMap نقشه منحنی میزان با فواصل ارتفاعی ۳۰ متر تولید گردید. اساس این نقشه مدل ارتفاعی رقومی آستر است که متداول‌ترین داده پایه می‌باشد. این نقشه برای تفسیر شکل و ویژگی‌های پهنه لغزشی مورد استفاده قرار گرفت. نگاره ۶ نقشه منحنی‌های میزان را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهند. جایی که تغییرات کم باشد خطوط با فاصله بیشتری نسبت به هم قرار می‌گیرند. جایی که نوسان ارتفاعی شدید است، خطوط به هم نزدیک می‌باشد. به علت به هم ریختگی منطقه از نظر توزیع منحنی میزان، ویژگی خاصی را دارد. در بالاترین قسمت پهنه لغزشی که قسمت تخلیه رسوب و بخش مقعر می‌باشد، مواد دامنه جابجا شده و یک پرتگاه شاخصی ایجاد شده است. منحنی‌های میزان در پرتگاه بهم نزدیک می‌باشد که نشان دهنده شیب زیاد این قسمت است.

پهنه لغزشی در قسمت پنجه بسیار حساس می‌باشد. مجاورت این قسمت با رودخانه سبب گردیده این زمین لغزش همواره فعال باشد. غالباً در بهار حتی با فرسایش جزئی در پنجه این پهنه لغزشی فعال می‌گردد. زیرا هم با نزول بارش‌های بهاری وزن دامنه افزایش یافته است و هم با افزایش دبی رودخانه ناشی از بارش گرم و رواناب حاصل از ذوب برف، زیرشویی صورت گرفته و در نهایت تعادل دامنه مختل می‌شود. منحنی‌های میزان در پنجه که زیرشویی رودخانه صورت می‌گیرد به هم نزدیک می‌باشند. بنابراین باربرداری در قسمت پنجه عامل مهمی در ناپایداری دامنه محسوب می‌شود.



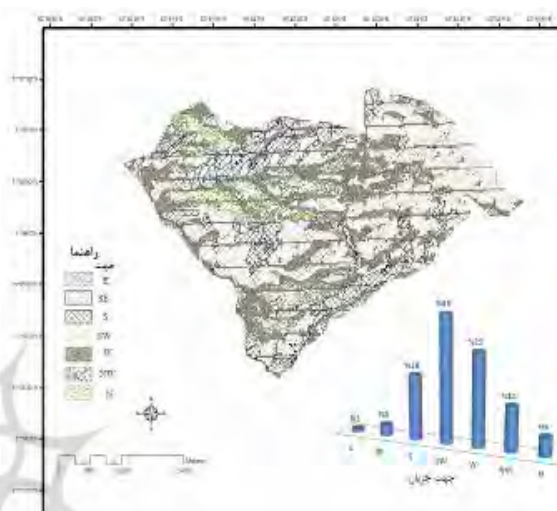
نگاره (۶) نقشه منحنی‌های میزان منطقه مطالعاتی و پروفیل‌های عرضی و طولی آن

همچنین دو پروفیل از منطقه مطالعاتی تهیه شد. پروفیل طولی A-B و پروفیل عرضی C-D است. پروفیل A-B تقریباً نامنظم و پروفیل C-D کاملاً



### – نقشه جهت جریان

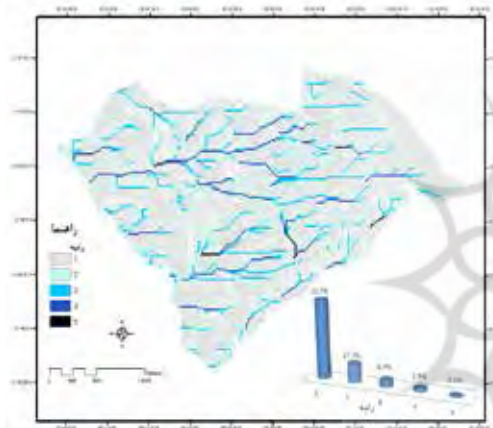
از آنجایی که جهت جریان‌های آبی در نحوه فعالیت و گسترش پهنه لغزشی اهمیت دارد، ابتدا نقشه جهت جریان<sup>(۱۲)</sup> تولید گردید. از نقشه مدل ارتفاعی رقومی بعنوان لایه ورودی استفاده شد. اولین گام در مدل سازی هیدرولوژیکی در ArcGIS پر کردن شبکه‌های ارتفاعی است، لذا نقشه مدل ارتفاعی بدون فرو رفتگی<sup>(۱۳)</sup> تهیه و نقشه جهت جریان ترسیم شد.



نگاره (۸) نقشه جهت جریان منطقه مطالعاتی (چهار تخته)

### – نقشه رتبه جریان‌های آبی

عملکرد فرسایشی جریان‌های آبی در ناپایداری دامنه مؤثر می‌باشد. رتبه جریان‌های آبی مسبب برخی از ویژگی‌های آنها است. جریان‌های آبی با رتبه یک با جریان‌های سطحی مشخص می‌شوند. آنها فاقد جریان‌های متمرکز در سرچشمه یا بالا دست هستند. بیش از ۷۲ درصد جریان‌ها دارای رتبه یک هستند، بنابراین بر روی پادگانه تپه ماهوری و توده برهم ریخته لغزشی فرسایش اولیه در حال رشدی صورت می‌گیرد که بعنوان یکی از عوامل ناپایداری دامنه عمل می‌کند. رتبه‌های درجه چهار و پنج با تمرکز جریان مشخص هستند به همین دلیل آنها مستعدترین مکان برای ایجاد فرسایش‌های عمقی هستند. پرتگاه اصلی پهنه لغزشی مجاور جریان‌های رتبه چهار و پنج می‌باشد که یکی از عوامل گسترش پهنه لغزشی است. نقشه رتبه جریان‌های آبی بر اساس روش رتبه‌بندی استرالر تولید گردید.



نگاره (۱۰) نقشه رتبه‌بندی جریان‌های آبی

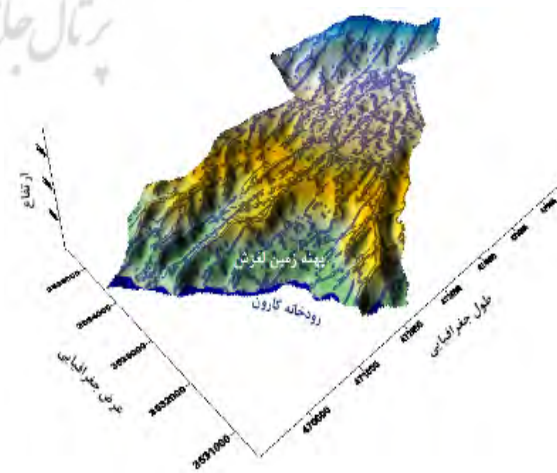
نقشه جهت جریان (نگاره ۹) نشان می‌دهد که ۵۳ درصد جریان‌های آبی به سمت جنوب و جنوب غربی منطقه یعنی به سمت پهنه لغزشی زهکشی و تخلیه می‌شوند. این ویژگی یکی از عوامل بسیار مؤثر در گسترش پهنه لغزشی می‌باشد. همچنانکه در نقشه سه بعدی شبکه زهکشی (نگاره ۹) مشخص شده است، جریان‌های آبی بر پهنه لغزشی متمرکز شده و ضمن افزایش فشار آب منفذی و وزن دامنه سبب ایجاد لغزش‌های بعدی می‌شوند.



نگاره (۱۱) نقشه گسترش پهنه زمین لغزش

### توسعه پهنه زمین لغزش

برای درک بهتر عملکرد زمین لغزش‌های فعلی، رفتار سنجی پهنه لغزشی و ارزیابی احتمال خطر ناشی از وقوع زمین لغزش‌ها، از نقشه تمرکز جریان و نقشه مدل ارتفاعی رقومی استفاده گردید. نقشه تمرکز جریان نیز به وسیله ابزار هیدرولوژی تهیه شده است. این نقشه برای ایجاد شبکه زهکشی



نگاره (۹) نقشه سه بعدی شبکه های زهکشی منطقه مطالعاتی



عامل مهمی برای ناپایدار نمودن دامنه محسوب می‌شود.

- نقشه‌ی جهت جریان‌های آبی نشان می‌دهد که ۵۳ درصد جریان‌های آبی در جهت جنوب و جنوب غرب و به سمت پهنه لغزشی زهکشی می‌شوند. پرتگاه اصلی پهنه لغزشی در مجاورت جریان‌های رتبه چهارم و پنجم قرار دارد. موارد مذکور از عوامل گسترش پهنه زمین لغزش می‌باشند.

### منابع و مآخذ

۱- بلورچی م، انصاری ف، (۱۳۷۸)، بهمین واریزه‌های آبیکار در استان چهار محال و بختیاری، مجموعه مقالات اولین همایش محیط و زمین شناسی مهندسی، تهران ص ۷۵

۲- نیک اندیش، نسرین، (۱۳۷۸)، بررسی نقش عوامل هیدرواقلم در وقوع حرکات توده‌ای در حوضه کارون میانی با تأکید بر نقش رسوب زایی آنها، پایان نامه دکتری، دانشگاه اصفهان، ص ۶۳

3-Geological survey of Iran, M.H.Ehsanbakhsh Kermani,1996, Ardal Map, 1:100000 scale, 615 No.

4-[http://en.wikipedia.org/wiki/Google-Earth#\\_Imagery\\_and\\_coordination](http://en.wikipedia.org/wiki/Google-Earth#_Imagery_and_coordination).

5-Hutchinson JN(1988) General report:Morphological and geotechnical parameters of Landslides in relation to geology and hydrogeology.

In: Bonnard C(Ed) Proceedings 5th International Symposium on Landslides, Lausanne, Balkema, Rotterdam,pp.3-35.

6-K.T.Chau,Y.L. Sze, M.K.Fung,W.Y.Wong, E.L.Fong,&

L.C.P.Chan,(2004), Landslide hazard analysis for Hong Kong using landslide inventory and GIS, Computers & Geosciences 30(2004)

429-443, Lee S, Ryu JH, & Min K, Wo JS(2003) Landslide susceptibility analysis using GIS and artificial neural network, Earth Surf Proc Land 28:1361-1376.

7-Levental,A.R.,&Mostyn,GR(1987),Slope stabilization techniques and their application, proceedings Extension Course on Soil slope stability and stabilization, Sydney,Walker,B.F.and Feel,R.(eds),Balkema, Rotterdam,121-181.

8-Mantovani,F.,Soeters,R.,&Van Westen,C.J.,(1996). Remote sensing techniques for landslide studies and hazard zonation in Europe. In: M.Soldati(Editor), Landslides in the European Union. Geomorphology, 15:213-225.

9-NASA,METI,U.S.Geological Survey(USGS) and Ersdac, Aster Gdem (1999).

10-Van Westen C J,(1994). GIS in landslide hazard zonation ; a review with examples from the Wiley, Hoboken, New Jersey,2009.360 pages,ISBN 978-0-470-38124-3.

1-Global Mapper

2-Surfer10

3-Excel

4-Displaced Mass

5-Depletion Zone

6-Transverse and Radial Crevice

7-Hollow and Bulge

8-Main Scarp

9-Concave

10-Convex

11-Toe

12-Flow Direction Map

13-Depression less

### پی‌نوشت

بر اساس جهت جریان بکار گرفته شده است. نقشه توسعه پهنه لغزشی از تلفیق نقشه تمرکز جریان و نقشه مدل ارتفاعی رقومی تولید شده است.

همچنان که قبلاً ذکر شد زمین لغزش‌های پهنه لغزشی چرخشی می‌باشند. این زمین لغزش‌ها ممکن است بر بدنه توده لغزشی و بالای پرتگاه شکاف‌های عرضی و متقاطع ایجاد نمایند. این شکاف‌ها می‌تواند گسیختگی‌هایی برای زمین لغزش‌های بعدی باشند. اگر شکاف‌ها گسترش یابد و یا پرتگاه‌ها به عقب و به سمت بالا توسعه یابند، پهنه لغزشی نیز گسترش می‌یابد (نگاره ۱۱). زمین‌های کشاورزی، راه‌های ارتباطی و حتی شهر ناقان در معرض آسیب‌های ناشی از این روند گسترش می‌باشند.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق یکی از فرآیندهای ژئودینامیک یعنی زمین لغزش‌ها با استفاده از گوگل ارتس و سیستم اطلاعات جغرافیایی بررسی گردیده است. زمین لغزش‌ها فرآیندهایی می‌باشند که عوامل متعدد و متنوعی در وقوع و تحریک آنها دخالت دارند. در این تحقیق عواملی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که می‌توانند از گوگل ارتس برداشت شده و در سیستم اطلاعات جغرافیایی تحلیل شوند. نتایج حاصل از این تحقیق عبارتند از:

- گوگل ارتس ابزار مناسبی است که برای جمع‌آوری داده‌ها جهت تحلیل در سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌شود. همچنین گوگل ارتس و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای مدل‌سازی و تحلیل زمین لغزش‌ها می‌توانند استفاده شوند. داده‌های حاصل از گوگل ارتس برای تهیه نقشه‌های موضوعی مانند محدوده منطقه و کاربری زمین بکار گرفته شدند. با تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارتس اجزاء و مؤلفه‌های زمین لغزش مانند پرتگاه‌ها، شکاف‌ها، توده جدا شده، رسوبات زمین لغزش، پنجه زمین لغزش، شبکه‌های زهکشی و سایر ویژگی‌های پهنه لغزشی شناسایی گردیده و حدود آنها مشخص شد.

- با استفاده از گوگل ارتس و سیستم اطلاعات جغرافیایی مشخص گردید که پهنه زمین لغزش چهارتخته از نهشته‌های رودخانه‌ای تشکیل شده و بر پادگانه رودخانه واقع شده است. زمین لغزش‌های چرخشی در این پهنه در کوهرفت‌ها و آبرفت‌ها و بر شیب‌های کمتر از ۲۰ درصد رخ داده‌اند. این نهشته‌ها به ویژه با وجود لایه مارنی نفوذناپذیر که از نقشه زمین‌شناسی شیت اردل برداشت گردید مستعد وقوع زمین لغزش‌های چرخشی می‌باشند.

- در منطقه مطالعاتی انواع راه‌های ارتباطی وجود دارد که عبارتند از: راه‌های ارتباطی درون شهری ناقان، راه‌های بین زمین‌های کشاورزی مستقر بر پهنه لغزشی و راه‌های ارتباطی برون شهری که استان چهارمحال و بختیاری را به جنوب کشور وصل می‌کند. بدون شک لرزش‌های ناشی از ترافیک وسایل نقلیه عبوری در ناپایداری دامنه نقش مهمی دارد. ترافیک سنگین منطقه می‌بایستی در فصل بهار به ویژه اوایل فروردین که فصل وقوع بارش گرم و ممتد به همراه ذوب برف می‌باشد مدیریت و کنترل شود.

- نتایج تحقیق نشان می‌دهد پهنه لغزشی به ویژه در قسمت پنجه حساس و آسیب پذیر می‌باشد. در اوایل بهار با فرسایش حتی کم که از زیرشویی رودخانه ناشی می‌شود، گسیختگی دامنه تحریک می‌گردد. خطوط منحنی میزان در این قسمت بهم نزدیک می‌باشد بنابراین باربرداری توسط رودخانه