

## پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز جلیسان با استفاده از مدل LNRF

صمد شادفر - استادیار مرکز آب و خاک  
مجتبی یمانی\* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۱۳۸۳/۳/۲۹ تأییدیه مقاله: ۱۳۸۴/۱۰/۲۶

### چکیده

بخش عمده ای از سرزمین ایران را مناطق کوهستانی فرا گرفته است. یکی از مخاطراتی که همواره این مناطق را تهدید می کند، ناپایداری های دامنه ای است. وقوع این پدیده، هر ساله خسارات زیادی را به اراضی دامنه ای و مورد بهره برداری انسان وارد می کند. در این میان یکی از مخاطره آمیزترین این ناپایداری ها پدیده لغزش می باشد. هدف بررسی علل وقوع و شیوه های پایدارسازی این فرآیند است. در این تحقیق نیز هدف پهنه بندی خطر زمین لغزش به منظور به نقشه در آوردن لغزش های موجود در حوضه جلیسان (یکی از زیر حوضه های چالکرو) به عنوان مطالعه موردی است. این حوضه در استان مازندران و در غرب شهرستان تنکابن واقع شده است. شرایط خاص زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی، اقلیمی و نوع استفاده از زمین سبب شده که این حوضه از مناطق مستعد زمین لغزش به شمار آید. تخریب جنگل ها، جاده ها، آبادی ها و از بین رفتن زمین های کشاورزی از جمله خسارت هایی هستند که در اثر وقوع این پدیده به طور مکرر مشاهده می گردد. برای بررسی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در این حوضه، ابتدا نقشه عوامل اصلی مؤثر در رخداد این پدیده تهیه و رقومی شده است. سپس با استفاده از تکنیک تفسیر عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای ETM<sup>+</sup>2002 و عملیات میدانی<sup>1</sup> (GPS) کلیه لغزشهای موجود در حوضه شناسایی و در روی نقشه ثبت شده اند. سپس با تلفیق نقشه های عامل با نقشه زمین لغزش ها در قالب مدل<sup>2</sup> LNRF، مقدار عددی هر یک از عوامل محاسبه و درصد وقوع لغزش در واحدهای مختلف هر نقشه بدست آمده است. در نهایت نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش با همپوشانی نمودن لایه های مختلف اطلاعاتی حاصل شده است. نتایج نشان می دهد که مدل LNRF کارایی بسیار خوبی برای بررسی داده ها و پهنه بندی زمین لغزش در نواحی مرطوب تا نیمه مرطوب نشان می دهد.

**کلید واژه ها:** زمین لغزش، سیستم اطلاعات جغرافیایی، ژئومورفولوژی، مدل LNRF، حوضه جلیسان، چالکرو.

### مقدمه

پهنه بندی لغزش شامل تقسیم بندی سطح زمین به مناطق مجزا و رتبه بندی کردن این مناطق براساس درجه واقعی یا پتانسیل خطر ناشی از بروز زمین لغزش بر روی شیب دامنه ها است (شریعت جعفری، ۱۳۷۵، ۱۴۸). شناسایی و

E-mail: myamani@ut.ac.ir

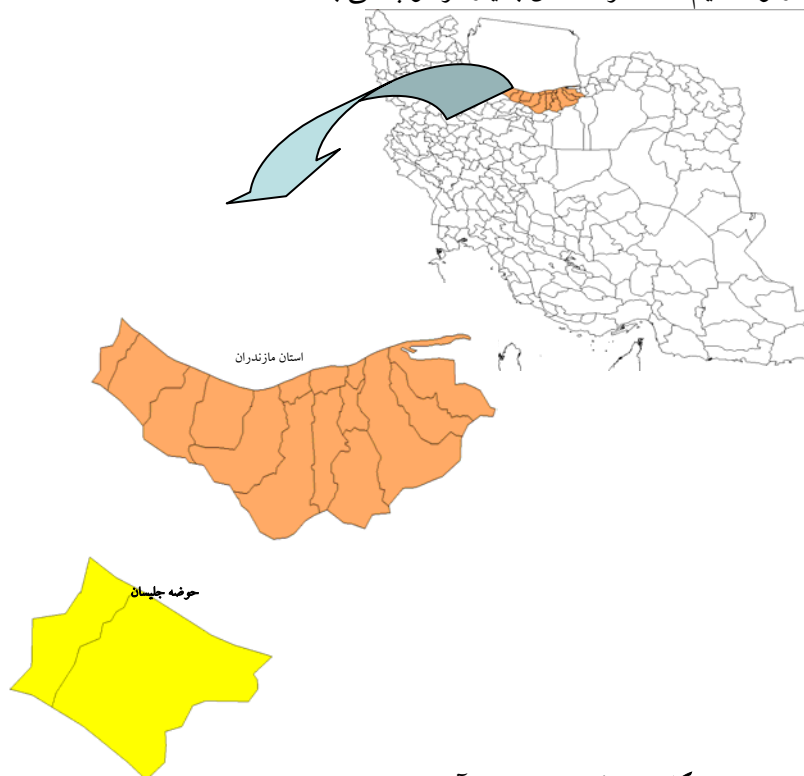
\* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۱۹۷۶۸۲

<sup>1</sup> Global Positioning System.

<sup>2</sup> Landslide Nominical Risk Factor.

طبقه بندی نواحی مستعد لغزش و پهنه بندی خطر آن گامی مهم در ارزیابی خطرات محیطی به شمار رفته و نقش غیر قابل انکاری را در مدیریت حوضه های آبخیز ایفا می نماید (ساکار، ۱۹۹۵، ۳۰۰ و ۳۰۱).<sup>۱</sup> افزایش روند بهره برداری از اراضی با اهداف متفاوت به ویژه در سال های اخیر به همان نسبت موجب افزایش وقوع پدیده زمین لغزش و انواع خسارت های حاصله از آن در حوضه مورد مطالعه گردیده است. بنابراین مطالعه و بررسی متغیرهای موثر در وقوع لغزش و از سویی تفکیک پهنه های مخاطره آمیز اهداف این تحقیق را تشکیل داده اند. حوضه مورد مطالعه در غرب شهرستان تنکابن و بین طولهای جغرافیایی  $50^{\circ} 38' 16''$  تا  $50^{\circ} 41' 13''$  و عرض جغرافیایی  $36^{\circ} 42' 43''$  تا  $36^{\circ} 47' 41''$  قرار دارد و یکی از زیر حوضه های چالکروود می باشد. این حوضه، حدود ۲۸۸۷ هکتار مساحت دارد. حداکثر و حداقل ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۲۷۸۲ و ۲۹۵ متر می باشد.

آب و هوای این حوضه توسط توده های هوای قاره ای قطبی (CP) و قطبی بحری در دوره سرد سال، و توده های هوای شبه قطبی و حاره ای (استوایی) در فصل گرم کنترل می شود (علیجانی، ۱۳۷۶، ۴۳ - ۴۵). و با توجه به روش طبقه بندی دومارتون اقلیم آن، جزء مناطق بسیار مرطوب می باشد (احمدی، ۱۳۷۷، ۱۰).



شکل ۱ نقشه موقعیت حوزه آبخیز جلیسان

#### مواد و روش ها

پهنه بندی وقوع لغزش در حوضه تحت بررسی به روش تحلیلی انجام پذیرفته است. در این راستا نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی و نیز نقشه های خاک و پوشش گیاهی مهمترین ابزارهای فیزیکی این تحقیق را تشکیل

<sup>1</sup> Sakar 1995.

داده اند. علاوه بر این از عکس های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۴۰۰۰۰ به ترتیب مربوط به سال های ۱۳۷۳ و ۱۳۸۰ با دید استرنوسکوپیک و نیز تصاویر ماهواره ای سنجنده ETM<sup>+</sup>2002 به عنوان ابزار مشاهده غیر مستقیم برای انتقال موقعیت و وسعت توده های لغزشی و انتقال آنها بر روی نقشه های پایه استفاده شده است. برای بررسی جزئیات و مشاهده و ثبت موقعیت لغزش هایی که در ابزارهای مشاهده غیر مستقیم قابل رویت نبوده است به انجام کارهای میدانی تفصیلی استناد شده است. جهت برداشت محدوده زمین لغزش ها و تعیین مساحت تحت پوشش زمین لغزش ها از دستگاه سیستم موقعیت یاب جهانی GPS استفاده گردید. داده های ثبت شده از طریق نرم افزارهای کامپیوتری تحلیل، رقومی و به روی نقشه انتقال داده شده اند. برای تحلیل آماری متغیرهای موثر، در حین کارهای میدانی داده ها در روی پرسشنامه های از قبل تعیین شده ثبت شده است. برای تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از طریق کارهای میدانی و نیز بررسی متغیرهای موثر از مدل LNRF به عنوان مهمترین ابزار مفهومی تحقیق استفاده شده است. تکنیک کار، رقومی کردن و لایه بندی کردن متغیرهای موثر در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم افزار ILWIS3.2 بوده است. در این مرحله نقشه های عوامل لیتولوژی، شیب، جهت شیب و نظایر آن با نقشه پراکنش زمین لغزش انطباق داده شده و با استفاده از رابطه LNRF، وزن هر واحد محاسبه و نقشه های وزنی ساخته می شود. و از جمع جبری نقشه های وزنی نقشه پهنه بندی و در نهایت با طبقه بندی نقشه فوق بر اساس نقاط عطف نمودار تجمعی فراوانی وزن واحدها، پهنه بندی انجام پذیرفته است.

#### تجزیه و تحلیل متغیرهای موثر

با توجه به مبانی نظری تحقیق از آنجا که در وقوع پدیده لغزش، متغیرهای بسیار زیادی نقش دارند، بنابراین برای سهولت تجزیه و تحلیل و نیازمندی مدل، و از طرفی محدود نمودن عرصه تحقیق، از بین متغیرهای موثر ۳ پارامتر سنگ شناسی، شیب و جهت شیب به عنوان مهمترین عوامل تاثیرگذار انتخاب شده است. با این وجود تاثیر سایر پارامترها نادیده انگاشته نشده و در قالب متغیرهای اصلی که حالت زیر مجموعه ای و سلسله مراتبی داشته اند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

#### زمین شناسی و ژئومرفولوژی

حوضه تحت بررسی، شامل مناطق حاشیه ای دریای خزر و در واقع شامل آن قسمت از البرز است که در شمال گسل البرز قرار دارد. و از نقطه نظر چینه شناسی، تکتونیک و روند چین خوردگیها از مجموعه البرز تبعیت می کند. از نظر ساختمان، البرز مرکزی را یک طاقدیس مرکب<sup>۱</sup> مشخص کرده اند که محور آن در محل خط الراس فعلی البرز قرار دارد (درویش زاده، ۱۳۸۳، ۱۰). امتداد و انحنای آن، تابع سیستم لبه جنوبی کف سخت دریای خزر است، محور تغییر شکل ها در مجموع شرقی - غربی و تقریباً همه جا با انحناء به سمت جنوب مشخص می شود. علت این انحناء، انعکاس برجستگی لبه جنوبی کف دریای خزر است. یعنی مجموعه ناهمواریها موازی با شکل خارجی لبه جنوبی توده سخت خزر بوجود آمده اند (محمودی، ۱۳۷۲، ۱۳). در این

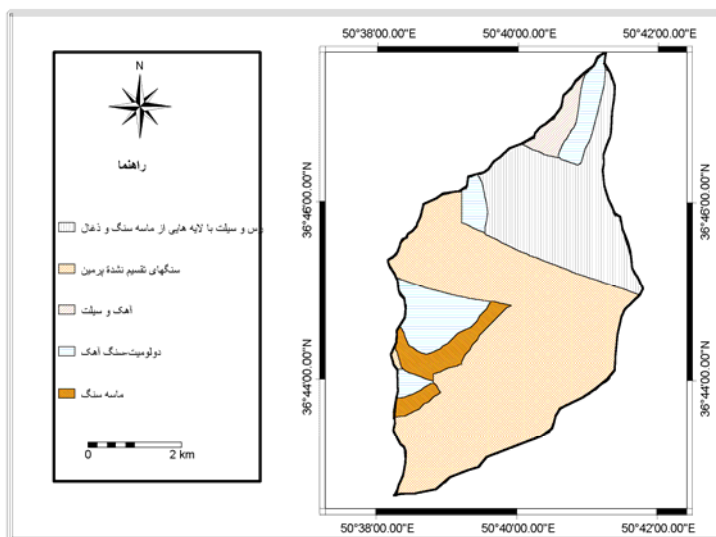
<sup>۱</sup> - Continental P olar

نواحی سری رسوبی نئوژن به طور پیشرونده و دگرشیب بر روی رسوب‌های پالئوسن زیرین و کرتاسه قرار دارد و این مسئله نشانه آن است که پس از کوهزایی کرتاسه پایانی بخش شمالی البرز از آب خارج بود است (درویش زاده، ۱۳۶۴، ۱۰). قدیمی‌ترین واحد در این حوضه متعلق به دوره پرمین می باشد که از ماسه سنگ (S) و آهک و سیلت (Pt) تشکیل شده است. واحد دولومیت و سنگ آهک (Re) در دوره تریاس و واحدهای رس و سیلت با لایه‌هایی از ماسه سنگ و شیل و زغال (js) نیز در دوره ژوراسیک ایجاد شده‌اند. برای بررسی تاثیر لیتولوژی در وقوع پدیده لغزش در حوضه تحت بررسی از طریق داده‌های نقشه زمین‌شناسی پهنه‌های لیتولوژیک طبق جدول ۱ تفکیک و مساحی و پس از رقومی شدن داده‌ها شکل ۱ بدست آمده است.

جدول ۱ لیتولوژی و در صد سطحی هر واحد.

ردیف	لیتولوژی	وسعت (ha)	وسعت (KM2)	در صد نسبت به کل حوضه
۱	js	۶۹۵/۹۷	۶/۹۶	۲۴/۱۱
۲	Pdr	۱۶۰۹/۸۲	۱۶/۱۰	۵۵/۷۷
۳	Pr	۷۸/۷۳	۰/۷۹	۲/۷۳
۴	Re	۳۵۴/۰۳	۳/۵۴	۱۲/۲۶
۵	s	۱۴۸/۲۲	۱/۴۸	۵/۱۳

مآخذ: داده‌ها از طریق دیجیتایز کردن نقشه زمین‌شناسی در نرم افزار GIS ILW به دست آمده است.



شکل ۲ واحدهای سنگ‌شناسی حوضه جلیسان

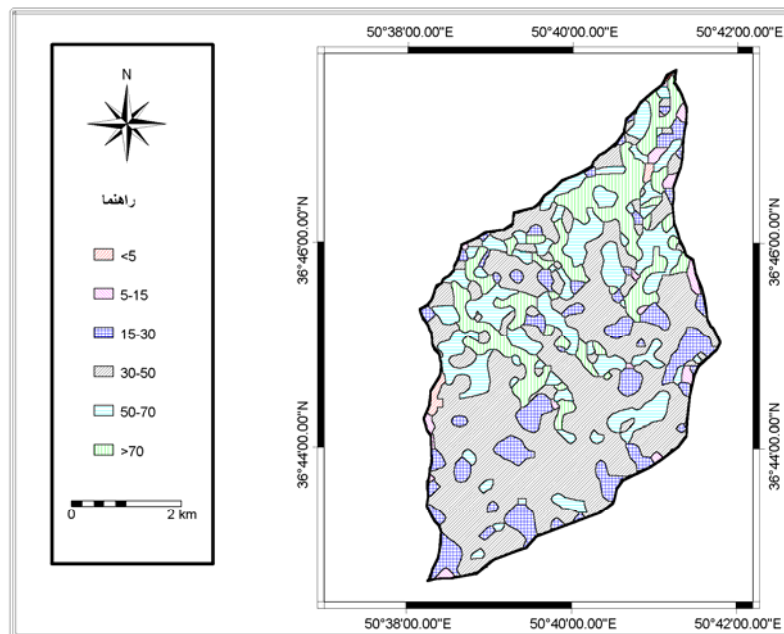
#### شیب حوضه

شیب و مورفولوژی دامنه‌ها تاثیر بسیار زیادی در وقوع پدیده زمین لغزش دارد (دایاویلی ۲۰۰۲). در حوضه جلیسان تنها حدود ۲/۵۴ درصد از حوضه شیبی پایین تر از ۱۵ درصد و حدود ۲۴/۱ درصد از حوضه شیب بالای

۵۰ درصد دارد. نقشه شیب حوضه با استفاده از نرم افزار ILWIS تهیه شده و بر اساس نقاط عطف نمودار تجمعی فراوانی طبقه بندی گر دیده است. جدول شماره ۲ وسعت و درصد طبقات شیب حوضه را نشان می دهد.

جدول ۲ وسعت و درصد کلاس های شیب حوضه جلیسان:

ردیف	درصد شیب	وسعت (ha) به	وسعت KM2 به	درصد مساحت به کل حوضه
۱	کمتر از ۵	۱۸/۳۹	۰/۱۹	۰/۶۴
۲	۵-۱۵	۵۱/۱۴	۰/۵۵	۱/۹۰
۳	۱۵-۳۰	۳۶۲/۵۱	۳/۷۱	۱۲/۸۸
۴	۳۰-۵۰	۱۴۵۹/۶۱	۱۴/۴۰	۵۰/۰۷
۵	۵۰-۷۰	۵۵۳/۲۱	۵/۵۴	۱۹/۲۷
۶	بیشتر از ۷۰	۴۴۵/۱۴	۴/۳۸	۵/۲۴



شکل ۳ پهنه بندی شیب اراضی در حوضه جلیسان

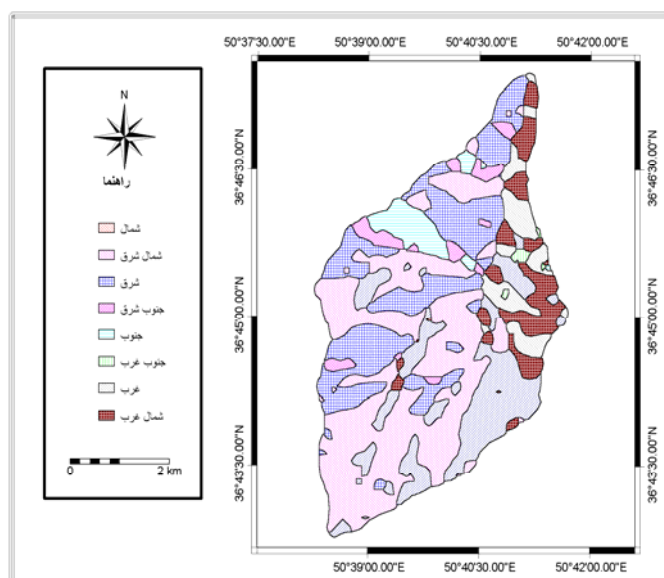
#### جهت شیب حوضه

با توجه به محاسبات و طبقه بندی شیب حوضه از طریق نرم افزار از روی (DEM)<sup>1</sup> نقشه جهت شیب تهیه و به شرح جدول ۳ طبقه بندی شده و درصد مساحت هر یک از جهات در حوضه محاسبه گردیده است.

<sup>1</sup> Digital Elevation Model

جدول ۳: وسعت و درصد کلاس‌های جهت شیب حوضه جلیسان

ردیف	جهات	وسعت به (ha)	وسعت به KM2	درصد مساحت به کل حوضه
۱	N	۴۲۹/۵۰	۴/۲۹	۱۸/۷۵
۲	NE	۸۸۹/۲۵	۸/۸۹	۳۱/۴۹
۳	E	۶۳۳	۶/۳۳	۲۴/۴۲
۴	SE	۱۷۶/۲۵	۱/۷۶	۶/۲۴
۵	S	۱۰۶	۱/۰۶	۳/۷۵
۶	SW	۵۵/۲۵	۰/۵۵	۱/۹۶
۷	W	۱۷۳/۵۰	۱/۷۴	۶/۱۴
۸	NW	۲۶۱	۲/۶۱	۹/۲۴



شکل ۴ جهت شیب دامنه‌ها در حوضه جلیسان

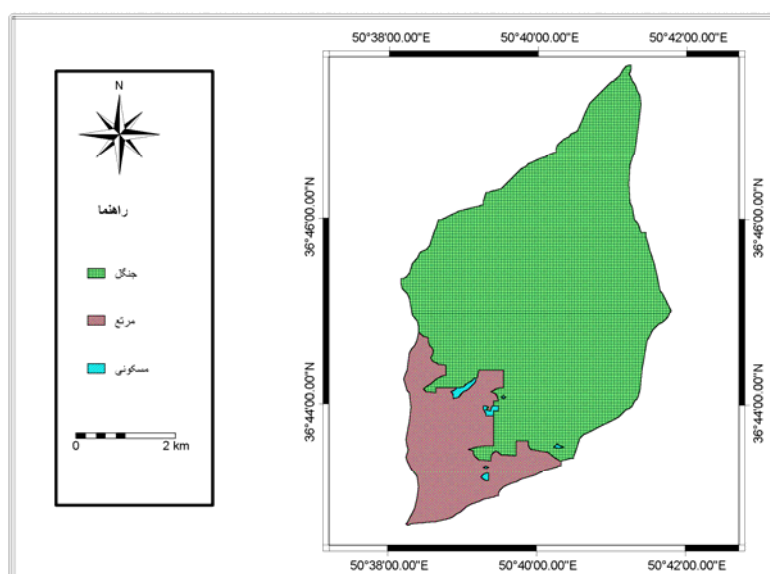
### کاربری

کاربری زمین یکی از شاخص‌های اصلی در مطالعه پایداری دامنه‌ها و پهنه‌بندی خطر آنها در یک ناحیه می‌باشد. کاربری زمین ویژگی‌های سطحی زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب تغییر رفتار آن در مقابل فرایندهای زمین‌شناسی حاکم بر منطقه از جمله هوازدگی و فرسایش می‌شود و در نتیجه ویژگی‌های ذاتی زمین از نظر خواص مهندسی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. (ارومیه‌ای، ۱۳۷۷، ۳۰۷). جهت تهیه نقشه نوع استفاده از زمین از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست ETM<sup>+</sup> مربوط به سال ۲۰۰۲ استفاده گردیده است. بدین گونه که پس از زمین مرجع نمودن تصویر، اقدام به تهیه تصاویر رنگی مرکب که یکی از روش‌های پردازش تصویر جهت آماده‌سازی برای عمل طبقه‌بندی می‌باشد گردید. در این تحقیق از ترکیب باندهای ۱، ۴ و ۷ تصویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه

لندیوز استفاده شده است. جدول ۴ وسعت و درصد کلاس های کاربری اراضی رادر حوضه جلیسان نشان می دهد.

جدول ۴ وسعت و درصد کلاس های کاربری اراضی حوضه جلیسان

ردیف	کاربری	وسعت (ha)	وسعت (KM2)	در صد نسبت به کل حوضه
۱	جنگل	۲۳۳۹/۵۲	۲۳/۴۰	۸۰/۹۵
۲	مرتع	۵۳۶/۷۱	۵/۳۶	۱۸/۵۷
۳	مسکونی	۱۳/۷۶	۰/۱۴	۰/۴۸



نقشه ۵ نقشه کاربری اراضی حوضه جلیسان

### بارندگی

بارندگی از عوامل اصلی وقوع زمین لغزش ها به شمار می رود. شدت بارش و دوام آن نقش عمده ای در وقوع زمین لغزش بعهدده دارد که البته به عوامل چندی از قبیل شرایط اقلیمی، توپوگرافی و ساختمان زمین شناسی شیب ها و نفوذ پذیری دامنه است (لایدیا، ۲۰۰۲، ۱۷۷ و ۱۸۵). بیشترین تعداد گسیختگی دامنه ها بعد از بارندگی های سنگین یا ذوب برف در بهار و به علت نفوذ آب در شکافها صورت می گیرد. شدت تأثیر عامل بارش در ناپایداری دامنه ها به شرایط آب و هوایی، توپوگرافی منطقه، ساختارهای زمین شناسی دامنه ها، نفوذپذیری و سایر خواص توده های سنگی و خاکی بستگی دارد (زندى، ۱۳۷۸، ۳۲ و ۳۳).

انطباق نقشه توزیع زمین لغزش‌ها و نقشه هم‌باران در حوضه مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشتر زمین لغزش‌ها در محدوده بارش ۱۱۱۵-۱۱۳۰ میلیمتر رخ می‌دهند (جدول ۱۱). جدول ۵ وسعت و درصد طبقات بارش را در حوضه جلیسان نشان می‌دهد.

جدول ۵ وسعت و درصد طبقات بارش حوضه جلیسان

ردیف	بارش	وسعت (ha)	وسعت به (KM <sup>2</sup> )	درصد نسبت به کل حوضه
۱	۱۱۵-۱۱۳۰	۱۲۱۵/۷۰	۱۲/۱۶	۴۲/۰۷
۲	۱۱۳۰-۱۱۴۰	۱۶۷۴/۳۰	۱۶/۷۴	۵۷/۹۳
۳	-	۲۸۹۰	۲۸/۹	۱۰۰

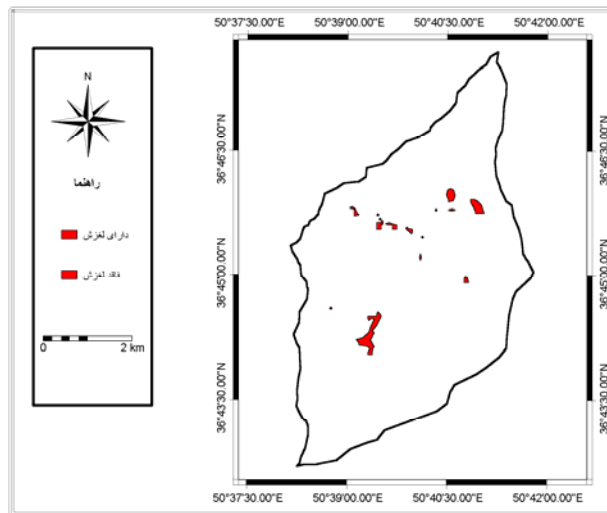
#### پراکنش لغزش‌ها

با استفاده از عکس‌های هوایی ۲۰۰۰۰:۱ و ۴۰۰۰۰:۱ و نیز تصاویر ماهواره ای ETM+2002 و برداشت‌های میدانی توسط دستگاه GPS در حوضه مورد مطالعه، نقشه پراکنش زمین لغزش تهیه گردیده است (نقشه ۴).

جدول ۶ وسعت و درصد لغزش‌های موجود در حوضه جلیسان.

ردیف	نام زمین لغزش	وسعت به (ha)	وسعت به KM <sup>2</sup>
۱	جلیسان رود	۵,۲۸	۰.۵
۲	جلیسان رود ۱	۶,۴۴	۰.۶
۳	چشمه سر	۰.۱۱	۰
۴	چشمه سر ۱	۰.۰۴	۰
۵	کری دشت بن	۰.۶۲	۰.۱
۶	آبشار	۱,۱۱	۰.۱
۷	مازی بن	۰.۲۱	۰
۸	سامان کش چینی	۰.۱۱	۰
۹	ولگسر	۱۵,۳۹	۰.۱۵
۱۰	جلیسان	۰.۹۶	۰.۱
۱۱	شیشارسر	۰.۵۵	۰.۱
۱۲	شیشارسر ۱	۰.۴۴	۰
۱۳	کری دشت ۱	۱,۰۸	۰.۱
۱۴	کری دشت ۲	۰.۲۰	۰
۱۵	شیشارسر جارچال	۱,۴۳	۰.۱
۱۶	گرمین	۱,۰۵	۰.۱
۱۷	لوپوسنگ ۱	۰.۱۱	۰
۱۸	لوپوسنگ ۲	۰.۰۹	۰
۱۹	دیوخانی	۰.۴۱	۰
۲۰	کری دشت جیر چال	۰.۰۱	۰
۲۱	شیشارسر جیر چال	۰.۹۷	۰.۱





شکل ۶ نقشه پراکنش زمین لغزش حوضه جلیسان

ارتباط زمین لغزش با فاکتورهای بررسی شده موثر در ایجاد آن

با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم افزار ILWIS3.2 نقشه های عوامل لیتولوژی، شیب و جهت شیب با نقشه پراکنش زمین لغزش Cross داده شده، مقدار لغزش در هر طبقه بدست آمده است. سپس با استفاده از فرمول LNRF به صورت معادله زیر وزن هر طبقه از طبقات عوامل محاسبه شده است.

$$LNRF = \frac{\text{لغزش رخ داده در یک واحد نقشه}}{\text{میانگین لغزش رخ داده کل واحد های یک نقشه}} \quad \text{رابطه ۱}$$

- LNRF < 1 ————— Weight = 0
  - LNRF < 2 ————— Weight = < 1
  - LNRF > 2 ————— Weight = 2
- رابطه ۲

جدول ۷ مساحت لغزش رخ داده در واحدهای لیتولوژیکی و محاسبه وزن هر واحد

وزن	LNRF	وسعت لغزش رخ داده در هر واحد (ha)	لیتولوژی	ردیف
۱	۱,۹۴	۱۳,۷۵	Js	۱
۲	۲,۵۴	۱۸	Pdr	۲
۰	۰	۰	Pr	۳
۰	.۱۱	.۷۵	Re	۴
۰	.۴۲	۳	S	۵

جدول ۸ مساحت لغزش رخ داده در واحدهای شیب و محاسبه وزن هر واحد.

ردیف	درصد شیب	وسعت لغزش رخ داده به (ha)	LNRF	وزن
۱	کمتر از ۵	-	۰	۰
۲	۵-۱۵	۰	۰	۰
۳	۱۵-۳۰	۵	۰/۸۴	۱
۴	۳۰-۵۰	۱۷/۷۵	۳	۲
۵	۵۰-۷۰	۷	۱/۱۸	۱
۶	بیشتر از ۷۰	۵/۷۵	۰/۹۷	۱

جدول ۹ مساحت لغزش رخ داده (هکتار) در واحدهای جهت شیب و محاسبه وزن هر واحد

ردیف	جهت شیب	وسعت لغزش رخ داده به (ha)	LNRF	وزن
۱	N	۹,۷۵	۲,۲۰	۲
۲	NE	۹,۷۵	۲,۲۰	۲
۳	E	۴,۷۵	۱,۰۷	۱
۴	SE	۴,۲۵	.۹۶	۰
۵	S			۰
۶	SW			۰
۷	W	.۲۵	.۰۶	۰
۸	NW	۶,۷۵	۱,۵۲	۱

جدول ۱۰ مساحت لغزش رخ داده (هکتار) در واحدهای کاربری اراضی و محاسبه وزن هر واحد

ردیف	کاربری اراضی	وسعت لغزش رخ داده به (ha)	LNRF	وزن
۱	جنگل	۲۶	۲,۲۰	۲
۲	مرتع	۹/۵۰	۰/۸۰	۱
۳	مسکونی	۰	۰	۰

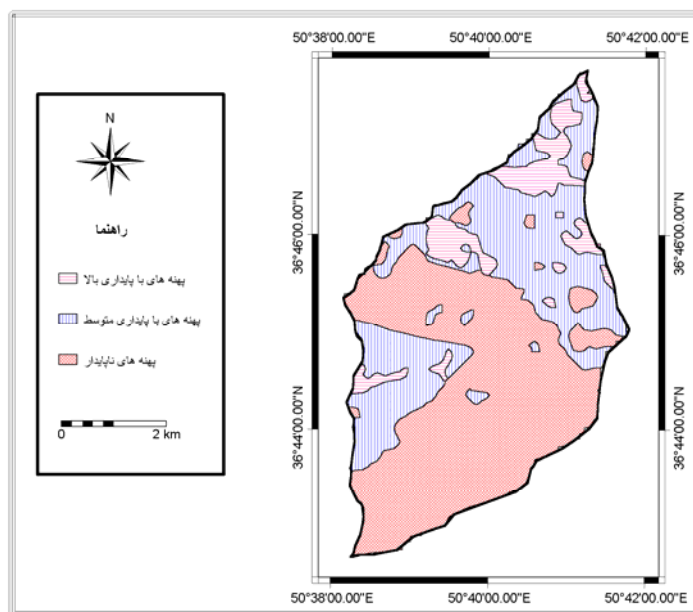
جدول ۱۱ مساحت لغزش رخ داده (هکتار) در واحدهای طبقات بارش و محاسبه وزن هر واحد

ردیف	طبقات بارش	وسعت لغزش رخ داده به (ha)	LNRF	وزن
۱	۱۱۱۵-۱۱۳۰	۲۶	۰/۷۲	۱
۲	۱۱۳۰-۱۱۴۰	۹/۵۰	۰/۸۰	۱
	جمع	۳۵/۵	-	-

سرانجام با توجه به تجزیه و تحلیل انجام گرفته از طریق داده ها و سیستم، شکل ۷ به دست آمده است. همانگونه که دیده می شود محدوده حوضه آبخیز جلیسان با استفاده از روش رسم منحنی های تجمعی در مقابل فراوانی پیکسل های مربوطه در محیط GIS به سه پهنه کلی تفکیک شده است. این سه پهنه شامل، پهنه پایدار با رتبه صفر تا ۱، پهنه با پایداری متوسط با رتبه ۱ تا ۳ و سرانجام پهنه ناپایدار با رتبه ۳ تا ۶ طبقه بندی شده است. بدیهی است وسعت و ویژگی های هر سطح با استناد به متغیرهای تحلیل شده قابل اندازه گیری و بررسی است.

### نتیجه گیری

با مطالعه زمین لغزش های موجود در حوضه جلیسان و ارتفاعات مشرف بر آن چنین بر می آید که پتانسیل زمین لغزش در این حوضه بالاست و بر اساس بررسیهای بعمل آمده بیشترین مقدار لغزش در واحد سنگ شناسی سنگهای تقسیم نشده پرمین (Pdr) به مساحت ۱۸ هکتار ( $LNRF = 2/54$ )، کلاس شیب ۵۰-۳۰ درجه به میزان ۱۱ هکتار ( $LNRF = 3$ ) و در جهت های شیب شمال (N) و شمال شرق (NE) به دلیل دریافت رطوبت زیادتر از سوی دریای خزر هر کدام ۹/۷۵ هکتار ( $LNRF = 2/20$ ) و در کاربری جنگل به دلیل وسعت زیاد این کاربری و قرار گرفتن آن بر روی تشکیلات شمشک و روته و در طبقه بارش ۱۱۳۰-۱۱۱۵ میلیمتر رخ داده اند. همچنین نقشه نهایی نشان می دهد که حدود ۳۳۶/۵۰ هکتار (۱۱/۹۲ درصد) از حوضه از مناطق پایدار، ۹۶۲ هکتار (۳۴/۲ درصد) از مناطق با پایداری متوسط و ۱۵۲۵ هکتار (۵۴ درصد) جزء مناطق ناپایدار میباشد. علاوه بر عوامل ذکر شده عواملی چون فاصله از خطوط گسل های اصلی، فاصله از جاده ها و آبراهه ها و نظایر آن در وقوع پدیده لغزش در حوضه تحت بررسی موثر می باشند ولی به نسبت از اهمیت کمتری برخوردارند. جهت کاهش نسبی خطرات و افزایش میزان پایداری دامنه ها با توجه به شرایط حاکم بر حوضه لازم است از تغییر اکوسیستم موجود و کاربری اراضی بویژه تبدیل اراضی جنگلی به مرتع اجتناب نموده و هر گونه سیاست گذاری به منظور احداث سازه ها باید با لحاظ شرایط ژئومورفولوژی و زمین شناسی منطقه انجام پذیرد.



شکل ۷ نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه جلیسان

#### منابع

- ۱- احمدی، حسن، ۱۳۷۷، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۲: بیابان - فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- ارومیه ای، علی و مهرداد صفایی، ۱۳۷۷، کاربری زمین و تأثیر آن در ناپایداری دامنه ها در حوضه نکارود، خلاصه مقالات هفدهمین گردهمایی علوم زمین، وزارت معادن و فلزات، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۳۷.
- ۳- شریعت جعفری، حسن، ۱۳۷۵، زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیبهای طبیعی) انتشارات سازه ص ۱۴۸.
- ۴- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۶ آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ سوم، ص ۴۵ و ۴۳.
- ۵- محمودی، فرج ا...، ۱۳۷۲ جزوه درسی واحدهای بزرگ ژئو مورفولوژی ایران، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- ۶- درویش زاده، علی، ۱۳۶۴، از منطقه خزر چه می دانید؟، رشد آموزش زمین شناسی، سال اول، شماره سوم، ص ۱۰.
- ۷- درویش زاده، علی، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، چینه شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسم، انتشارات امیرکبیر، ص ۱۳۶.
- ۸- زندی، فروزان، ۱۳۷۸، بررسی خطواره ها در منطقه طالقان با استفاده از سنجش از دور و کاربرد آن در شناسایی مناطق لغزشی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی.

۹- فرهادی نژاد، طاهر، غیومیان جعفر، شریعت جعفری محسن، ۱۳۸۰، پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه نوژیان (سرخاب) با استفاده از GIS، دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس، جلد اول ص ۲۰۶.

10- F.C. Dai, C. F. Lee (2002), Landslide Characteristic and Slope Instability Modeling Using GIS, Lantau Island, Hongkong, Geomorphology, Vol42, pp213-228

1- Lydia Elena Espizua Jorge Daniel Bengochea, 2002, Land slide Hazard and Risk Zonation Mapping in the Rio Grande Basin, central Andes of Mendoza, Argentina, Mountain Research and Development, Vol22, No2, pp: 177-185.

12- S.sakar, D.P.Kanungo, G.S.Mehrotar (1995), Landslide zonation: A case study in Garhwal Himalaya, India, Mountain Research and Development, Vol15, No4, pp.301-30.