مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره پیاپی ۳۷، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹
وصول: ۱۳۸۸/۲/۸ پذیرش: ۱۳۸۸/۸/٤
صص ۹٤-۷۷

بررسی ناپایداری ژئومورفولوژیک گردنه صائین (بین شهر نیر و سراب، منطقه آذربایجان) با استفاده از روش آنبالاگان

عقیل مددی*، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

در مورخه شانزدهم خردادماه سال هزار وسیصد و هشتاد و چهار در محور مواصلاتی نیر–سراب (گردنه صائین) در استان اردبیل زمین لغزهٔ نسبتاً بزرگی رخ داد که در اثر آن حدود یک کیلومتر از محور فوق الذکر از بین رفت و خسارات جانی و مالی فروانی را به وجود آورد. عوامل مختلفی در ایجاد این زمین لغزه نقش داشته‌اند؛ که از جمله می‌توان به عوامل زمین‌شناسی (لیتولوژی و ساختار زمین‌شناسی)، ضخامت و بافت خاک، درصد پوشش گیاهی، کاربری زمینها، میزان پستی و بلندی و شیب دامنه و بالاخره آب‌های زیر زمینی اشاره نمود. برای پی بردن به میزان ناپایداری در قسمت‌های مختلف منطقه بر اساس روش آنبالاگان، ابتدا کل منطقه مورد مطالعه به ۳۲ واحد کاری تقسیم گردید و سپس عوامل تاثیر گذار در لغزش به صورت جداگانه در هرکدام از واحدهای کاری مورد ارزیابی قرار گرفت و ارزش عددی هرکدام بدست آمد و در نهایت کل امتیازات جمع گردید. بر اساس امتیازهای بدست آمده نقشه خطر زمین لغزش برای کل منطقه رسم گردید. بررسی این نقشه گویای این حقیقت است که کل منطقه به پنج پهنه از نظر خطر زمین لغزه تقسیم شده‌اند؛ پهنه باخطر بسیار بالا ۱۰/۵ کیلومتر مربع از مساحت کل منطقه یا ۲۳ درصد اراضی را به خود اختصاص داده که در اطراف رودخانه و محل عبور جاده قرار گرفته‌اند. مناطق با خطر زیاد ۲٤/٦ درصد منطقه مورد مطالعه، پهنه با خطر متوسط ۲/۱ درصد، پهنه با خطر کم ۱۸ درصد و پهنه با خطر خیلی کم ۱٤/۷۵ از منطقه را به خودشان اختصاص داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: زمین لغزه، روش آنبالاگان، پهنه‌بندی، صائین، واحد کاری

مقدمه

لغزش زمین نتیجه حرکت مواد در روی دامنه است که در اثر عمل آب و نیروی ثقل ایجاد می‌گردد (احمدی، ۱۳۷٤: ۲۳٤)، که در اثر آن توده‌ای از مواد سنگی و خاک به طرف پایین دامنه جابه‌جا می‌شود (دیوس و همکاران،۲۰۰٦: ۱۱۲۱). این پدیده جزو آن دسته از پدیده‌های ژئومورفولوژی است که اکثراً به عنوان یکی از بزرگترین عوامل مزاحم برنامه‌های عمرانی در کلیه زمینه‌ها از جمله در ایجاد و توسعه شبکه‌های ارتباطی زمینی به شمار می‌رود (رجایی، ۱۳۷۳: ۳۰۱). تقریباً هر

* نویسنده مسؤول: ۰۹۱٤٥٥۱۸۸۱۰
E-mail: aghil48madadi@yahoo.com

سال لغزش زمین مصیبت‌های بسیاری به بار می‌آورد، در بسیاری از لغزش‌ها تلفات انسانی به بیش از یکصد نفر و گاهی به هزاران نفر می‌رسد (کوک و دورکمپ،۱۳۷۷: ۲۰۰). این پدیده در سطح کره زمین خسارت‌های فراوانی در طول تاریخ برجای گذاشته است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به زمین لغزش در لوس آنجلس که در آن ۱۰۰۰۰۰ نفر کشته شدند ، زمین لغزش واردلن[1] در نروژ که در سال ۱۸۹۳ اتفاق افتاد و ۵۵ میلیون متر مکعب خاک را جابه‌جا نمود و در اثر آن ۱۱۱ نفر جان خود را از دست دادند و دیگر لغزشهایی که خارج از حوصله این مطالعه است. کشور ما ایران به علت کوهستانی بودن و به لحاظ موقعیت خاص جغرافیایی در معرض بسیاری از بلایای طبیعی قرار گرفته است (مهندسین مشاور راه و ابنیه،۱۳۸٤: ۱)، به علت واقع شدن در کمربند زلزله و خط گسل‌های اصلی بعضی از نقاط کشورمان به حرکات شدید زمین که تشدید کننده خطر بروز لغزش زمین است (از جمله در محورهای مواصلاتی استان اردبیل) بسیار مستعد هستند. به عنوان مثال در سال ۱۳٦۹ در استان گیلان بر اثر وقوع زمین لرزه ، لغزش‌هایی در منطقه رخ داد که در اثر آن جاده‌های بسیاری تخریب گشت و راه‌های بسیاری از روستاها بر اثر سقوط سنگ و زمین لغزش مسدود گردید. تخریب بخشی از شهر گرمی در استان اردبیل در پی بارندگی‌های مهر ماه ۱۳۷٤ و رانش زمین، حرکت زمین در شهرک ولیعصر تبریز نمونه‌های از لغزش در منطقه آذربایجان است (شریعت جعفری،۱۳۷۵: ٤ و۵)، وقوع زمین لرزه در اسفند ماه ۱۳۷۵ در استان اردبیل سبب لغزش زمین در روستاهای شیران و گلستان، ورنیاب، ویلادره و جوراب شد و خسارت جزئی بر منطقه وارد نمود که حدود چند کیلومتر با منطقه صائین فاصله دارد (مددی، ۱۳۷۷: ۱۱۹ و۱۲۰). در سال ۱۳۸٤ بدنبال احداث جاده از منطقه کوهستانی بین شهر اردبیل و سراب در منطقه صائین زمین لغزه نسبتاً بزرگی رخ داد در طی این حادثه یک نفر کشته شد(هاشمی طباطبایی، ۱۳۸٤: ٤) ۱۰ دستگاه اتومبیل خسارت دیده که جمع ضرر آنها حدود ٦۰۰ میلیون ریال برآورد شده است. در این حادثه ٤۰۰ متر از طول جاده اردبیل- سراب به کلی از بین رفت و حدود ۱/۱ کیلومتر آسیب دید که جمعاً ۸۰۰۰ میلیون ریال خسارت ببار آورده است. در اثر این حادثه ۱۸/۵ هکتار از اراضی مرتعی منطقه با درجه خوب تا متوسط نابود شد که سازمان جهاد کشاورزی خسارت وارده را ۲۰۰۰ میلیون ریال تخمین زده است. لذا با توجه به حجم عظیم خسارات جانی و مالی که در بالا به برخی از آنها اشاره شد مطالعه و بررسی این پدیده ژئومورفولوژی و آگاهی از پایداری دامنه‌ها به منظور جلوگیری از کاهش خطرات و خسارات ناشی از آن لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

پیشینه تحقیق

در زمینه موضوع مورد مطالعه مطالعات زیادی در سطح بین المللی و ایران کار شده که آوردن همه آنها موجب طولانی شدن مطلب خواهد شد؛ بنابراین فقط به چند مورد از آنها اشاره خواهیم نمود. روستایی(۱۳۷۹)، دینامیک لغزش های زمین وعلل وقوع آنها با استفاده از روش های موفومتری در حوضه اهر چای انجام داد واز

1- Vaerdalen

مدل آنبالاگان[1] برای پهنه بندی خطر زمین لغزش در این حوضه استفاده کرد. اسمعلی(۱۳۸۱)، پهنه بندی خطر حرکت های توده ای را با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره وتحلیل سلسه مراتبی در حوضه آبخیز گرمی چای انجام داده است. محمد خان(۱۳۸۳)، بررسی عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش و پهنه‌بندی خطر آن در حوضه آبخیز طالقان را با در نظر گرفتن شش عامل شیب، ارتفاع، سنگ شناسی، بارندگی، جهت دامنه وکاربری اراضی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی پهنه بندی نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر سنگ شناسی در وقوع زمین لغزش در منطقه از بقیه عوامل بیشتر بوده است وبعد ازآن به تریتب کاربری اراضی، شیب، جهت، ارتفاع و بارش دارای بیشترین اثرات هستند.احمدی و همکاران(۱۳۸٤)، بررسی عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش وپهنه بندی خطر آن در حوضه آبخیز طالقان را با در نظر گرفتن شش عامل شیب،ارتفاع،سنگ شناسی، بارندگی، جهت دامنه و کاربری اراضی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی پهنه بندی نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر سنگ شناسی در وقوع زمین لغزش در منطقه از بقیه عوامل بیشتر بوده است وبعد ازآن به تریتب کاربری اراضی، شیب، جهت، ارتفاع و بارش دارای بیشترین اثرات هستند.شادفرو یمانی(۱۳۸٦)، زمین لغزش در حوضه آبخیز جلیسان تنکابن را با استفاده ازمدل LNRF مورد پهنه بندی قرار داده اند، نتایج تحقیق ایشان نشان داد که این مدل کارایی بسیار خوبی برای پهنه بندی زمین لغزش بویژه در نواحی مرطوب ونیمه مرطوب دارد. فیض نیا و محمدی(۱۳۸۷)، پهنه بندی حوضه آبخیز دماوند را با بهره گیری از درون یابی ویژه ودرصددهی به هریک از زیر عامل ها انجام داد وعاملهای مؤثر بررخداد زمین لغزش را، عامل کاربری اراضی، سازند زمین شناسی، بارندگی، شیب، جهت شیب وارتفاع تشخیص دادند. جعفری(۱۳۸۷)، عوامل مؤثر دروقوع زمین لغزش دامنه شمالی آلاداغ(حوضه چناران)، را بررسی و با استفاده از مدلLIM خطر وقوع زمین لغزش در منطقه را پهنه‌بندی کرد.

آنبالاگان(۱۹۹۲)، به شناسایی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در ناحیه کوهستانی کاتگودام-نانیتیال در کومال هیمالیا و پهنه بندی آن با استفاده از فاکتور ارزیابی خطر زمین لغزش پرداخت. آنبالاگان(۱۹۹٦) خطر زمین لغزه را در ارتفاعات کومان هیمالیا بررسی کرده است. ویراستینگ[2] **(۱۹۹۸)**، طی تحقیقی در کشور سریلانکا پس از انجام تجزیه و تحلیل های آماری، عامل کاربری اراضی را از عوامل اصلی در وقوع زمین لغزش‌ها عنوان داشت. ناگاراگان[3] و همکاران (۲۰۰۰)، برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در نواحی حاره ای هند از ارزش وزن دهی به پارامتر های منطقه ای و اقلیمی استفاده کردند. اوکاک اوغلو[4] وهمکاران (۲۰۰۲)، نیزدر ناحیه داگوی ترکیه در غرب دریای سیاه به مطالعه دینامیک حرکات توده ای پیچیده ناشی از بارش سنگین پرداختند. تحلیل داده های بارش برای دوره های طولانی و کوتاه روزانه و ساعتی توسط آنها، به وضوح دلالت بر این داشت که

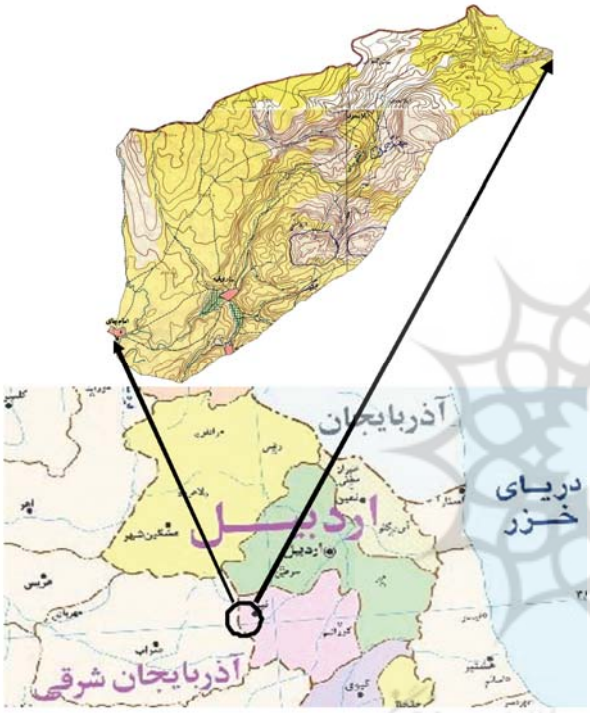
[1] Anbalagan

2 - Weerastinghe
3 - Nagaragan
4 - Ocakoglu

بارش سنگین در زمین لغزش به عنوان یک عامل محرک نقش دارد. اسپیزوآ و بنگوچه آ[1] (۲۰۰۲)، خطر زمین لغزش در حوضه ریوگرانده آند های مرکزی آرزانتین را پهنه‌بندی کردند. آنها ضمن مطالعات خود به ارتباط نزدیک بین سنگ شناسی با مقاومت زیاد و لایه بندی ضخیم در بخش فوقانی، جهت شیب غالب جنوبی و غربی، ذوب برفها، بارش های رگباری به وقوع زمین لغزش ها دست یافتند. جرارد و گاردنر[2] (۲۰۰۲)، به بررسی ارتباط بین زمین لغزش و تغییر کاربری اراضی حوضه زهکش لیخو کولا در تپه ماهورهای میانی نپال در شمال کاتماندو پرداختند. تحقیقات آنها نشان داد که بیشترین معناداری، بین گسیختگی های بزرگ روی تراسهای رها شده و جنگلهای تخریب یافته وجود دارد.سارکا و کانونگو[3] (۲۰۰۳)، در تحقیقی در منطقه دارجیلینگ هیمالیا با استفاده از تکنیکهایGIS وRS دریافتند که وقوع زمین لغزش ها با برخی از عوامل از قبیل جاده، تراکم زهکشی و گسل در ارتباط می باشد.

ویژگی‌های عمومی منطقه

منطقه مورد مطالعه در شمالغرب ایران در منطقه آذربایجان و در غرب استان اردبیل و جنوبغربی شهر نیر واقع شده است. این منطقه عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و۲ دقیقه و طول جغرافیایی ٤٧ درجه و ٤٥ دقیقه تا ٤٨ درجه را اشغال کرده است. در این منطقه جاده اردبیل- سراب از یک ناحیه کوهستانی عبور می نماید که به گردنه صائین معروف است. این منطقه را سر شاخه‌های بالخلی چای زهکشی می‌نماید، که خود از زیر حوضه های قره سو، دره رود و ارس به شمار می آید. این منطقه عمدتاً از سنگهای آذرآوارای دوران سوم و نهشته های آبرفتی دوران چهارم تشکیل شده است. به لحاظ ارتفاع زیاد و کوهستانی بودن از آب و هوای نیمه مرطوب سرد برخورداراست.



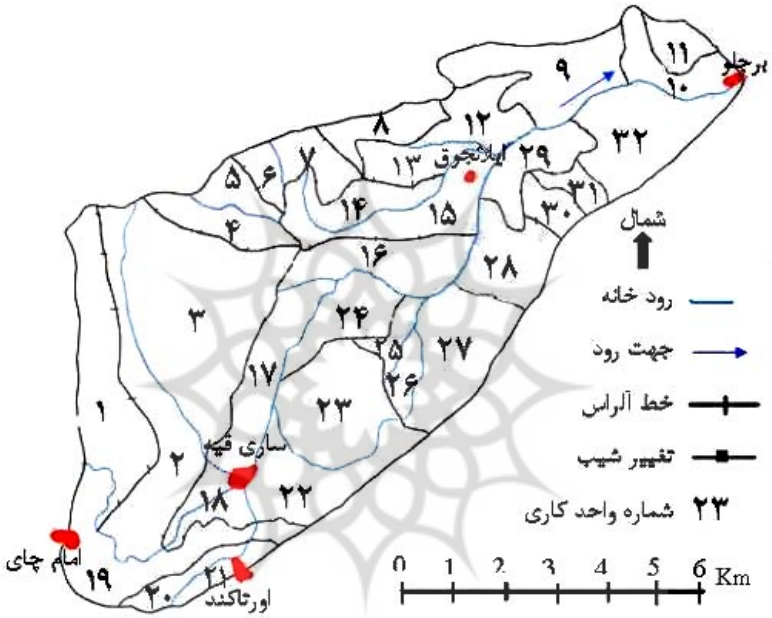
شکل شماره ۱: موقعیت منطقه در شمال غرب ایران

مواد و روش‌ها

در این مطالعه یکی از روش‌های متداول در پهنه بندی زمین لغزه استفاده شده است، که این روش عبارت است از روش پهنه‌بندی آنبالاگان. این روش برای اجرای طرح‌های توسعه در مناطق کوهستانی کمک قابل توجهی به طراحان و مهندسان می‌کند. روش مذکور به عوامل عمده موثر در ناپایداری دامنه مثل زمین‌شناسی، شیب، پستی و بلندی، کاربری زمین، پوشش گیاهی و شرایط

1 - Espizua and Bengochea
2 - Gerrard and Gardner
3 - Sarka and Kanungo

آب زیر زمینی بستگی دارد. در نهایت پس از امتیازدهی به عوامل فوق براساس جدول شماره ۱، نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزه برای منطقه تهیه و ترسیم گردیده است. برای تهیه نقشه ابتدا کل ناحیه به ۳۲ واحد کاری تقسیم گردیده است(شکل شماره ۲) و در هر واحد به عوامل تاثیر گذار در لغزش امتیاز داده شده و سپس کل منطقه براساس جدول شماره ۲ به پنج منطقه از نظر خطر وقوع زمین لغزه تقسیم گردیده‌اند. این روش به دلیل اینکه تقریباً تمام عوامل موثر در زمین لغزه (سنگ شناسی،خاک، ساختار، مورفولوژی، شیب، کاربری اراضی و آب زیر زمینی) را در نظر می‌گیرد ، نیاز به تجهیزات ندارد و با محاسبات ساده می‌توان به تهیه نقشه پهنه بندی خطر اقدام نمود، و نیز به دلیل دسترسی آسان به اطلاعات و سادگی پارامترها در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل شماره ۲: واحدهای کاری در منطقه مورد مطالعه (واحدهای کاری از روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شده و به وسیله خط تقسیم آب، رودخانه و محل تغییر شیب در دامنه‌ها از همدیگر جدا شده‌اند).

امتیازدهی به عوامل موثر در خطر لغزش براساس مدل آنبالاگان

در این روش براساس امتیاز دهی به عوامل زمین شناسی و ژئومورفولوژی، ساختمان زمین شناسی، هوازدگی و میزان فرسایش در سنگ‌ها، ضخامت پوشش خاک، شیب توپوگرافی، ارتفاع نسبی، کاربری زمین و پوشش گیاهی و بالاخره آب زیر سطحی دامنه‌ها به مناطق نا مستعد (کم مستعد) برای وقوع لغزش، مناطق متوسط، مناطق با خطر زیاد و بسیار زیاد تقسیم می‌شود(جدول شماره ۲). در زیر به مطالعه و امتیازدهی عوامل موثر در وقوع لغزش در مدل آنبالاگان می پردازیم.

زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی: لیتولوژی یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل کننده زمین‌لغزه به شمار

می‌روند(لـن[1] و همکـاران، ۲۰۰٤: ۱۱۲). منطقـه صـائین عمـدتاً از سـنگهای آذریـن و آذراواری تشـکیل شـده است(شکل۳). قدیمی‌ترین سنگها ماسه سنگ‌های آهکـی متمایل به قرمز و آهـک‌هـای خاکسـتری(P_d^s) بـه سـن پرمین است که در محدوده واحـد کـاری ۲۹ و ۳۲ قـرار گرفته‌اند، این سنگ‌ها بشدت هوازده شده و روی سـنگ توسط مواد تخریبی نسبتاً ضخیمی پوشـیده شـده اسـت. این سنگ‌ها توسط آب‌های گرم زیرزمینـی متـاثر شـده و در حال دگرگون شدن هستند. سنگ‌هـای پـامیس(M^r) به سن الیگو- میوسن قسمت مرکزی و شرق محـدوده را پوشانیده است (تقریباً واحدهای کـاری ۱۵، ۱٦، ۱۷، ۲٤، ۲۵، ۲٦، و ۲۷). این سنگ‌ها طبیعتاً سست بوده و نسـبت به سنگ‌های مجاور (آندزیت و بازالت) بیشتر تحت تاثیر فرسایش قرار گرفته‌اند به طوری که در محل برخورد این سنگ‌ها در دامنه شمالی و در محل زمین لغزش شانزدهم خرداد هزارو سیصـد و هشـتادوپنج یـک پرتگـاه طویـل شکل گرفته است. علت سست بودن آنها نیز مربـوط بـه حفره‌داربودن و هوازدگی ناشی هوازدگی ترموکلاسـتی و کرایوکلاستی است؛ که موجـب ایجـاد درز و شـکاف در سنگ‌ها می شود.ریولیت و داسـیت (M^{pr}) مربـوط بـه الیگو- میوسن از پراکندگی کمتری در منطقه مورد مطالعه برخـودار اسـت (بخـش‌هـایی از واحـد ۲۳ و ۲٦). در مطالعات میکروسکپی دارای بافت پورفیری بوده و شامل درشت بلورهای پلاژیوکلاز،بیوتیت و کوارتز هسـتند کـه در یک زمینه متشکل از پلاژیـوکلاز میکـولیتی و کـوارتز کریپتو کریسـتالین قـرار گرفتـه‌انـد(نقشـه زمـین‌شناسـی سراب) که در آن کـوارتز از سـختی بیشـتری برخـوردار است اما پلاژیوکلاز در برابر عوامل طبیعی شکل بلـورین خود را از دست می‌دهند (نجفـی، ۱۳۷۱: ۳۷). بـه طـور کلی این سنگ‌ها به علت سختی و مقاومت قابل ملاحظه شان در مقابل تخریب فیزیکی به صورت قطعه سـنگ‌هـا متلاشـی شـده و اشـکال صـخره‌ای ایجـاد کـرده انـد. تراکیت(M^{tr}) به سن پلیوستوسن در اطراف سنگ‌هـای ریولیت و داسیت قرار گرفته است (قسمتی از واحـدهای ۱۹، ۲۳، ۲٦ و۲۷ و واحـــــــدهای ۱۸، ۲۰، ۲۱ و۲۲). گدازه‌های تراکیتی دارای پورفیرهـای فلدسـپات آلکـالی، پلاژیوکلاز و کمی بیوتیت است. زمینه سنگ دانـه ریـز و از کـانی‌هـای فلدسـپات، کـوارتز، اکسـیدآهن و آرژیـل تشکیل شده است. فلدسپات تحت تـأثیر مـداوم عوامـل طبیعی شکل بلورین خود را از دست می دهد، آرژیل نیز هیچ مقاومتی در برابـر عوامـل فرسـایش از خـود نشـان نمی‌دهند. بیشـترین رخنمـون مربـوط بـه سـنگ بازالـت الیوین دار، پیروکسن و آندزیت(Q^v) اسـت (بخشـی از واحدهای ۸، ۱۳، ۱٤، ۱۸، ۱۹و۲۰ و واحـدهای ۱، ۲، ٤، ۵، ٦، ۷)، لازم به ذکر است که تندشیب(پرتگاه) مشـرف به جاده در محل وقوع لغزش در خرداد ماه ۱۳۸٤ از ایـن سنگ‌ها تشکیل شده است. آنـدزیتها اصـولاً گـدازه‌هـای اشباع از سیلیس هسـتند و در مقابـل جریانـات سـطحی بسیار مقاوم ولی به علـت درزهـا و دیاکلازهـا در مقابـل تخریـــب ناشـــی از یخبنـــدان حساســـیت دارنـــد (روسـتایی،۱۳۷۹: ٦۰). از تخریـب سـنگ‌هـای فـوق در دامنـه‌هـا مـواد منفصـل کـه دارای دانـه‌بنـدی نـاهمگن (هترومتریـک) اسـت، فـراهم آمـده اسـت. در بیشـتر قسمتهای دامنه‌ای که جاده از آن عبور می‌کند سنگ‌هـای آذرین و آذراواری بشدت هوازده شـده و عمـق متوسـط مواد هوازده به بیشتر از ۵ متر می‌رسد(هاشمی طباطبایی، ۱۳۸٤: ۲). همچنین مورفوسکپی دانه‌هـا و مـواد هـوازده

[1] -lan

نشان می‌دهد که دانه‌ها زاویه‌دار بوده و اثر سایش در روی آنها به چشم نمی‌خورد. بنابراین بیشتر مواد از همان جا تأمین شده و در دامنه استقرار یافته است. انباشته شدن مواد دامنه‌ای نفوذپذیر زمینه را برای لغزش زمین در تمام واحدهای کاری به غیر از چند واحد که در قسمتهای هموار قرار گرفته‌اند مستعد ساخته است. در مدل آنبالاگان براساس مقاومت سنگ‌ها در برابر فرسایش و هوازدگی سنگ‌ها به آنها ارزش داده می شود (جدول شماره ۱). رودخانه بالخلی در جنوب شهر نیر که به طرف جنوبغربی امتداد یافته است بر روی یک گسل احتمالی جریان دارد این گسل از شمال آبگرم برجلو می گذرد و دره‌ای که جاده جدید اردبیل- تبریز از آن می گذرد تقریباً مسیر این گسل را دنبال می کند (شکل ۳). روند این گسل جنوبغربی- شمال شرقی می باشد. همچنین گسلهایی با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی و شمالی- جنوبی در شرق روستای دکلانلو وجود دارد که به طرف جاده قدیم کشیده شده اند. در دامنه مقابل جاده گسلهای فراوانی با امتداد های گوناگون دامنه را متاثر ساخته اند و درز و شکستهایی را سبب شده اند؛ به طوری که فروانی چشمه ها در این بخش ادعای فوق را مورد تأیید قرار می دهد. زیرا در مناطق و جاهائیکه چشمه فراوان باشد،به احتمال زیاد گسل نیز فراوان است و دلیل بر تکتونیزه بودن منطقه می باشد.

جدول شماره ۱: امتیاز دهی به عوامل موثر در ناپایداری شیب‌ها بر اساس روش آنبالاگان (شریعت جعفری،۱۳۷۵: ۱۶۹)

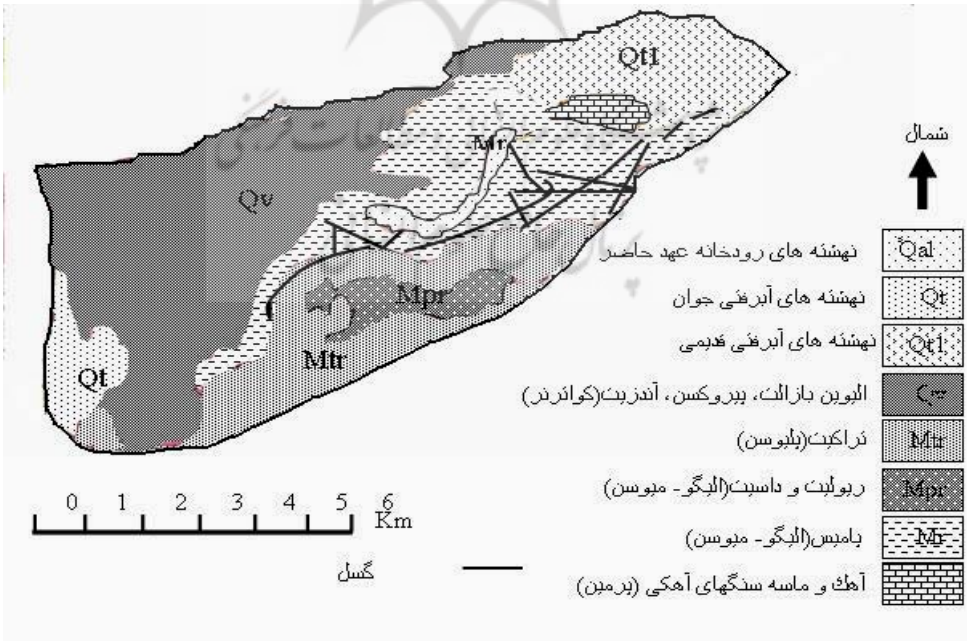
عامل موثر در ناپایداری	توصیف	گروه بندی عوامل	امتیاز
الف)سنگ شناسی	تیپ سنگ	تیپI	
		کوارتزیت و آهک	۰/۲
		گرانیت و گابرو	۰/۳
		گنیس	۰/٤
		تیپII	
		سنگ‌های خوب سیمانی شده رسوبی، بطور غالب ماسه سنگ با لایه‌های نازک سنگ رس	۱
		سنگ‌های رسوبی ضعیف سیمانی شده، بطور غالب ماسه سنگ با لایه‌های نازک شیل، رس	۱/۳
		تیپIII	
		اسلیت و فیلیت	۱/۲
		شیست	۱/۳
		شیل با سنگ‌های بین لایه‌ای رسی و غیر رسی	۱/۸
		شیل بسیار هوازده، فیلیت و شیست	۲
	تیپ‌خاک	خاکریز فلوویال خوب متراکم شده قدیمی (Alluvial)	۰/۸
		خاک رسی با سطح طبیعی تشکیل شده از Eluvial	۱
		خاک ماسه‌ای با سطح طبیعی	۱/٤

		واریزه های غالباً متشکل از قطعات سنگ همراه با خاک رسی یا ماسه‌ای(Collovial):	
		خوب متراکم شده قدیمی تر	۱/۲
		مواد ضعیف و جوانتر	۲
ب)ساختار: ارتباط ناپیوستگی‌های ساختاری با شیب	۱)ارتباط‌برابری بین‌شیب‌و ناپیوستگی	I بزرگتر۳۰ درجه	۰/۲
		II ۳۰-۲۱ درجه	۰/۲۵
		III ۲۰-۱۱ درجه	۰/۳۰
	صفحه‌ای	IV ۱۰-٦ درجه	۰/٤۰
	گوه‌ای	V کمتر از ۵ درجه	۰/۵۰
	۲) ارتباط شیب ناپیوستگی و مقدار شیب صفحه‌ای و گوه‌ای	I -بیشتر از۱۰ درجه	۰/۳
		II- ۱۰-۰ درجه	۰/۵
		III- ۰	۰/۷
		IV- ۰-۱۰-	۰/۸
		V- بیشتر از ۱۰-	۱
	۳)شیب ناپیوستگی صفحه‌ای گوه‌ای	I -کمتر از۱۵ درجه	۰/۲
		II- ۲۵-۱٦ درجه	۰/۲۵
		III- ۳۵-۲٦ درجه	۰/۳
		IV- ٤۵-۳٦ درجه	۰/٤
		V -بیشتر از ٤۵ درجه	۰/۵
	عمق‌پوشش‌خاک	کمتر از ۵ متر	۰/٦۵
		۱۰-٦ متر	۰/۸۵
		۱۵-۱۱ متر	۱/۳
		۲۰-۱٦ متر	۲
		بیشتر از۲۰ متر	۱/۲
ج-مورفولوژی شیب	پرتگاه/صخره	بیشتر از ٤۵ درجه	۰/۲
	شیب تند	٤۵-۳٦ درجه	۱/۷
	شیب نسبتاً تند	۳۵-۲٦ درجه	۱/۲
	شیب آرام	۲۵-۱٦ درجه	۰/۸
	شیب‌بسیار آرام	کمتر از ۱۵ درجه	۰/۵
د- اختلاف ارتفاع (پستی و بلندی نسبی)	کم	کمتر از ۱۰۰ متر	۰/۳
	متوسط	۳۰۰-۱۰۱ متر	۰/٦
	زیاد	بیش از ۳۰۰متر	۱
ه- کاربری و پوشش زمین	زمین‌کشاورزی/ منطقه‌مسکونی پرجمعیت		۰/٦۵
	منطقه‌جنگلی‌انبوه		۰/۸
	منطقه‌ای‌باپوشش گیاهی		۱/۲

	متوسط		
	منطقه‌ای‌باپوشش گیاهی پراکنده		۱/۵
و-شرایط آب زیرزمینی	زمین لم یزرع		۲
	در حال جریان		۱
	اشباع		۰/۸
	مرطوب(تقریباً تر)		۰/۵
	نم دار		۰/۲
	خشک		۰

جدول شماره۲: پهنه بندی خطر زمین بر اساس روش آنبالاگان

شماره پهنه	مقدار	توصیف پهنه
۱	کمتر از ۳/۵	پهنه ای با خطر بسیار کم
۲	۳/۵ تا ۵	پهنه ای با خطر کم
۳	۵/۱ تا ٦	پهنه ای با خطر متوسط
٤	٦/۱ تا ۷/۵	پهنه ای با خطر بالا
۵	بیشتر از ۷/۵	پهنه ای با خطر بسیار بالا

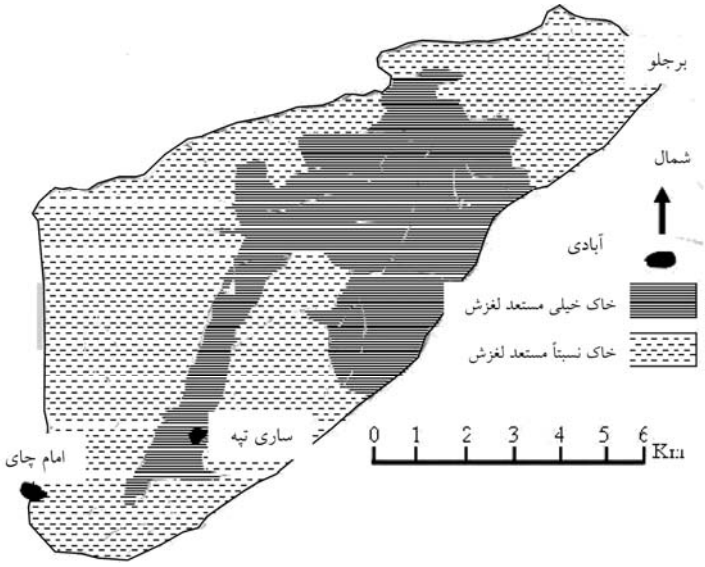


شکل شماره ۳: نقشه زمین شناسی گردنه صائین (اقتباس از نقشه های زمین شناسی سراب و مشگین شهر)

از جمله مهم‌ترین گسل‌ها در این دامنه گسلی است که به صورت کمانی دامنه جنوبی دره ایلانجوق- ساری قیه شکسته و تندشیبی را در این دامنه به صورت طولی بوجود آورده است. به طور کلی ساختار منطقه آتشفشانی است. به عبارت دیگر فورانهای آتشفشانی سبلان سبب شده که مواد به صورت روانه‌ها و پرتابه‌ها به اطراف پراکنده بشود. در نتیجه این عمل علاوه بر مواد مذاب مانند تراکیت، بازالت و آندزیت و پرتابه‌هایی نیز شامل توف از دهانه خارج شده و در منطقه گسترش یافته است. امتیاز عامل زمین شناسی در جدول شماره ۳ آمده است.

خاک: خصوصیات فیزیکی خاک تاثیر زیادی در نفوذپذیری خاک دارد و منجر به جدا شدن دانه های خاک و حمل آن می گردد (شواپ[1]،۱۹۹۳: ۹۲). معمولاً توان جداشدگی خاک با افزایش اندازه دانه های خاک، افزایش می یابد؛ و قابلیت حمل خاک با کاهش اندازه دانه‌ها، افزایش می یابد. رس در مقایسه با ماسه به سختی قابلیت انفصال دارد، ولی به راحتی قابل حمل می باشد (شواپ،۱۹۹۳:۹۲). آزمایش هایی که بر روی چند نمونه از سازندهای سطحی منطقه صورت گرفت نشان می دهد که عمدتاً بافت خاکهایی منطقه از نوع لومی- رسی می‌باشد؛ در بعضی قسمتها نیز دارای بافت لومی – شنی هستند. همچنین آزمایشات و بازدیدهایی که از منطقه به عمل آمده نشان دهنده این است که به علت شیب زیاد دامنه خاک به مفهوم واقعی در روی آنها تشکیل نشده و چسبندگی مواد خیلی کم است. ظرفیت اشباع از آب خاکهای منطقه به خصوص در دامنه های پرشیب که کاربری مرتع دارند، براساس آزمایشی که در گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی صورت گرفت، بین ۵۰ تا ٦۰ درصد بدست آمده است. براساس همین آزمایش حد خمیری(PL) خاکها منطقه بین ۲۰ تا ٤۰ درصد محاسبه شده است. حد روانی(LL) بین ۳۰ تا ٤۵ درصد نوسان دارد. با توجه به نتایج آزمایشات فوق، و ضخامت خاک که بین ۰/۵ تا ۱/۵ متر تخمین زده شده(هاشمی طباطبائی،۱۳۸٤: ۲) می توان گفت که خطر زمین لغزش در بخش های مختلف منطقه یکسان نبوده و بر اساس شکل شماره ٤ و جدول شماره ۳ متوسط تا بسیار زیاد می باشد.

1 - Schwab



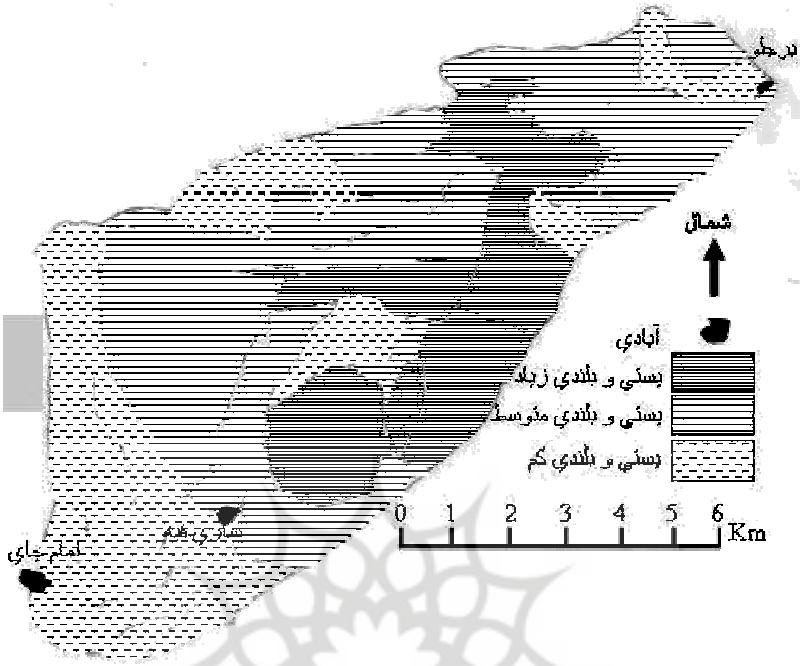
شکل شماره ٤: نقشه تاثیر خاک در خطر لغزش منطقه

ساختار: منظور از ساختار ارتباط ناپیوستگی‌های ساختاری با شیب می باشد(شریعت جعفری، ۱۳۷۵، ص۱۷۱). در بعضی از قسمتها تغییرات شیب ناشی از ساختار زمین شناسی است؛ به عنوان مثال در دامنه جنوبی دره بالخلی یک تغییر ناگهانی شیب دیده می شود که ناشی از یک گسل فرعی است. اما در دامنه شمالی تغییرات شیب ناشی از ساختار نمی باشد(نقشه زمین شناسی مشگین شهر و سراب). جدول شماره ۳ امتیاز عامل ساختار را در قسمت‌های مختلف منطقه نشان می دهد.

شیب: یکی از عوامل مؤثر برای وقوع زمین‌لغزه شیب می‌باشد و هرچه شیب زمین بیشتر باشد عمل لغزش سریع‌تر خواهد بود(رفاهی، ۱۳۷۵: ۱۱٤). در این منطقه، براساس نقشه های توپوگرافی مناطق همسان از نظر شیب جدا شده و برای هر قسمت میزان درصد و درجه شیب محاسبه گردید. بدین ترتیب منطقه مورد مطالعه از نظر زاویه شیب به پنج گروه تقسیم شدند و براساس این گروهها امتیاز دهی به عمل آمد(جدول شماره ۱ و۳) که عبارتند از: صخره ها و پرتگاهها(بیشتر از ٤٥ درجه)، دامنه های باشیب تند(٤٥-۳۵ درجه)، دامنه های باشیب متوسط۳۵-۲۵ درجه)، شیب آرام(۲۵-۱۵ درجه) و دامنه‌های با شیب بسیار آرام(کمتر از ۱۵ درجه).

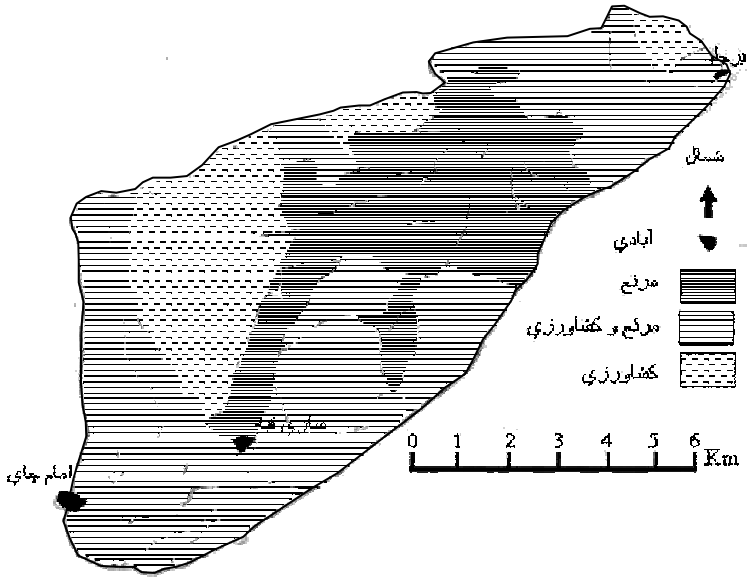
ارتفاع نسبی: منظور از ارتفاع نسبی اختلاف ارتفاع بین خط تقسیم آب و دره می باشد. مقدار جابجایی مواد سطحی با شدت آب و یا شیب زمین بستگی دارد که خود این عوامل تابعی از پستی و بلندی زمین می‌باشند(معتمد، ۱۳۷٤: ۲۱۱). در روش آنبالاگان کل منطقه مورد مطالعه بر اساس ارتفاع نسبی به سه گروه تقسیم می‌شود: پستی و بلندی زیاد، متوسط و کم. شکل شماره ۵ و جدول شماره ۳ به تفکیک واحد کاری وضعیت منطقه را از نظر پستی و بلندی نشان می‌دهد.همان طوری که شکل شماره ۵ نشان می‌دهد به علت این که واحدهای کاری کوچک انتخاب شده بودند، میزان پستی و بلندی در واحدهای کاری منطقه عمدتاً در گروه متوسط و کم قرار دارند. البته این به آن معنی نیست که منطقه کوهستانی نیست، بلکه نشان دهنده تضاریس و ناهمواری منطقه

است. در حالت کلی، و بدون تقسیم‌بندی بـه واحـدهای کاری، این منطقه از تضاریس و پسـتی و بلنـدی زیـادی برخوردار است؛ ولی به دلیل اینکه واحـدهای کـاری بـه وسیله خطوط تقسیم آب، خط‌القعر و محل تغییر شیب از همـدیگر جـدا شـده‌انـد؛ بنـابراین پسـتی و بلنـدی در واحدهای کاری کم بدست آمده است.



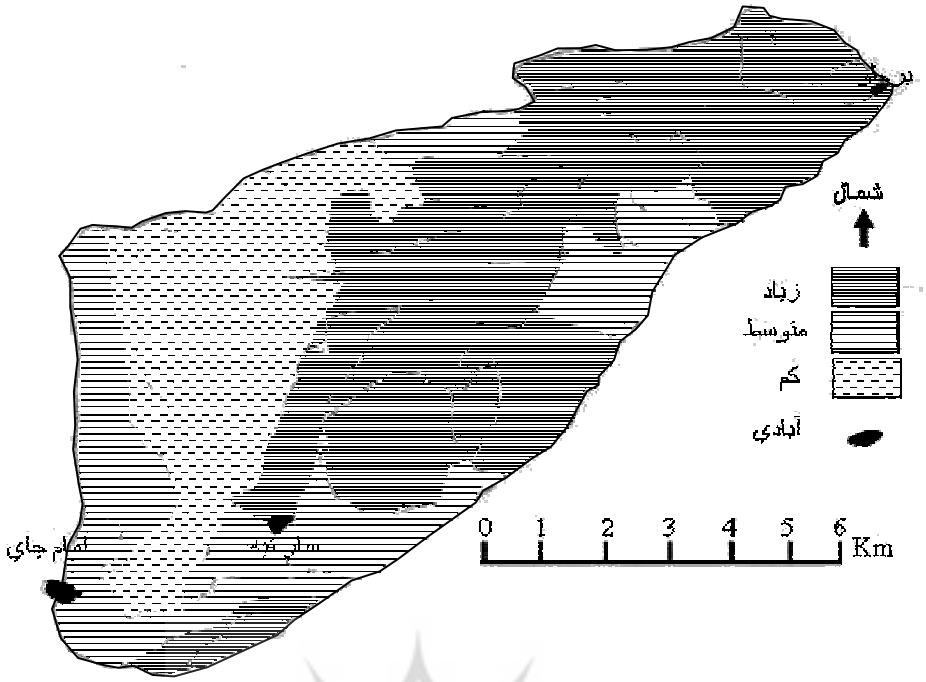
شکل شماره ۵: میزان پستی و بلندی در منطقه صائین

کاربری اراضی و پوشش گیاهی: پوشش گیاهی حرکات دامنه‌ای را به تأخیر می‌اندازد و یا حتی گاهی موجب تثبیت دامنه‌ها می‌گردد(اصغری مقدم، ۱۳۷۸: ٦٧). زمین‌های منطقه مورد مطالعه عمدتاً دارای سه نوع کاربری دارند که عبارتند از: ۱- مرتع: بخش زیادی از منطقه مورد مطالعه به علت کوهستانی بودن، عمق کم خاک و شیب زیاد زیر پوشش مرتع هستند. شکل شماره ٦ کاربری زمین‌های منطقه را به تفکیک واحد کاری نشان می‌دهد. همچنانکه شکل شماره ٦ نشان می‌دهد واحدهای که در مرکز منطقه مورد مطالعه قرار دارند دارای کاربری مرتع می‌باشند. مراتع منطقه نیز با عنایت به بارندگی و تراوش چشمه های متعدد از دامنه‌ها از نوع متوسط تا خوب می‌باشند. امتیازی که در روش پهنه‌بندی آنبالاگان برای این نوع کاربری در نظر گرفته شده و جدول شماره ۱ نشان می‌دهد، ۱/۲ می‌باشد. ۲- زمین زراعی: زمین‌های زراعی عمدتاً در حاشیه شمالی منطقه مورد مطالعه(حاشیه جنوبی جاده قدیم نیر- سراب) و در حاشیه‌های رودخانه بالخلی به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند. امتیازی که در مدل آنبالاگان به این نوع کاربری تعلق می‌گیرد، ٦٥/. می‌باشد. ۳- جاده: جاده بخش بسیار کوچکی از زمین‌های منطقه صائین را به خود اختصاص داده است. این کاربری شامل جاده قدیم اردبیل- تبریز و جاده جدید می‌باشد. به علت اینکه زمین‌های تحت اشغال این نوع کاربری نسبت به کل منطقه خیلی محدود بوده، و همچنین در جدول آنبالاگان به این نوع کاربری رتبه‌ای داده نشده است، در اینجا امتیازی به آن اختصاص نیافته است.



شکل شماره ٦: کاربری اراضی در منطقه گردنه صائین

آب زیر زمینی: کاهش مقاومت مواد، بر اثر هوازدگی و افزایش حجم، آماس پذیری، زدودن سیمان و نرم شدن مواد به وسیله افزایش آب ایجاد می‌شود(چورلی و همکاران، ۱۳۷۹: ۹۷). آبهای زیرزمینی در روش پهنه بندی آنبالاگان یکی از عوامل تأثیر گذار در لغزش در نظر گرفته شده است. واحدهای کاری که برای پهنه بندی خطر زمین لغزه در منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است، از نظر تأثیر آبهای زیر زمینی عمدتاً به سه نوع تقسیم می‌شوند(شکل شماره ۷): ۱- در حاشیه شمالی و غربی منطقه آب زیر زمینی و زیر سطحی تأثیر چندانی در پتانسیل خطر زمین لغزه ندارد. زیرا شیب توپوگرافی در این قسمتها بسیار کم بوده، و آبهای زیرزمینی به جای اینکه در جهت شیب توپوگرافی جریان داشته باشد به اعماق زمین نفوذ می‌کند. ۲- از خط الراس تا میانه های دامنه‌های پرشیب نسبتاً پرشیب، آب زیر زمینی به تبعیت از شیب به طرف پایین جریان دارند، اما کمتر به صورت چشمه در سطح زمین جاری می شوند. بنابراین آبهای زیر زمین در این قسمت‌ها خیلی زیاد تأثیر ندارد.۳- آبهای نفوذ کرده در بالادست در میانه و پاشنه دامنه ها به صورت چشمه های با دبی های متفاوت خارج می شوند. بنابراین تاثیر زیادی در خیس شدن خاک اطراف و پایین دست خود دارند. علاوه بر این آب چشمه ها مواد زیر زمینی را به صورت محلول یا معلق با خود می آورند که در طولانی مدت سبب خالی شدن مواد بالادست چشمه شده و نتیجه موجب بالا رفتن خطر زمین لغزه می شوند. به طور کلی در نقاطی که چشمه‌های آب گرم و یا سرد جریان دارد زمین ناپایدار بوده و حرکت‌های لغزشی به صورت پراکنده دیده می‌شود(مهندسین مشاور برایند، ١٣٨٤: ٧٠).



شکل شماره ۷: تاثیر آب زیر زمینی در خطر لغزش منطقه صائین

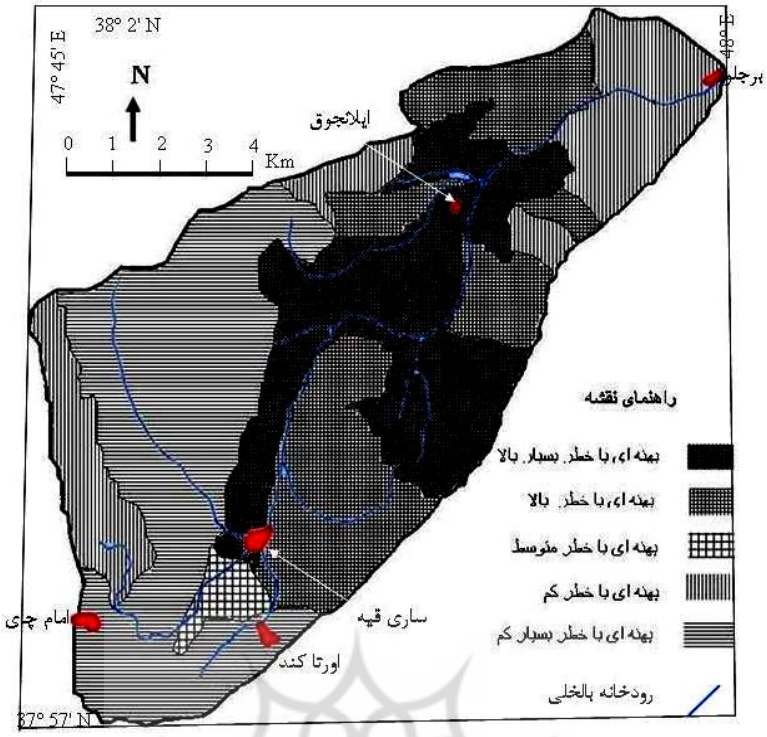
نتیجه‌گیری

گردنه صائین که زمین لغزه‌ای در شانزدهم خرداد ماه هزاروسیصدوهشتادوچهار در آنجا رخ داده است از نظر پایداری ژئومورفولوژی دامنه مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج زیر از این مطالعه بدست آمد:

این منطقه براساس روش پهنه‌بندی خطر زمین لغزه آنبالاگان و براساس امتیاز دهی به عوامل زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، خاک، پوشش زمین، آبهای زیرزمینی، شیب توپوگرافی و کاربری زمین‌ها به پنج ناحیه از نظر پایداری و خطر زمین‌لغزش تقسیم گردید(شکل شماره ۸)؛ ۱- نواحی با خطر بسیار بالا ۲- نواحی با خطر بالا ۳- نواحی با خطر متوسط ٤- نواحی با خطر کم ٥- نواحی با خطر بسیار کم. ناپایداری ژئومورفولوژی دامنه رابطه مستقیمی با شیب توپوگرافی، مقدار سازندهای سطحی و نوع آن و مواد هوازده، آبهای زیرزمینی و خاک دارد. در مناطقی که زمین شیب زیاد دارد، مانند حواشی رودخانه بالخلی، و سازندهای زمین شناسی به اندازه کافی هوازده شده و نیز سطح آب زیرزمینی بالاست، دامنه برای وقوع زمین‌لغزه مستعد بوده و از نظر ژئومورفولوژی دامنه ناپایدار محسوب می‌گردد. در حالیکه شیب کم، سنگ‌های سالم و کمتر هوازده و عدم وجود آب زیرزمینی و یا پایین بودن سطح آب زیرزمینی در مجموع سبب پایداری دامنه شده و در این گونه مناطق خطر لغزش زمین کمتر می‌باشد. گرچه همه عوامل فوق‌الذکر(زمین‌شناسی، خاک، پوشش زمین و ...) در پهنه بندی خطر لغزش در منطقه صائین نقش دارند؛ اما عوامل شیب توپوگرافی، آب زیرزمینی و هوازدگی سنگ‌ها به ترتیب تاثیر زیادتری دارند.

جدول شماره۳ : امتیاز های عوامل تاثیر گذار در مدل پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش آنبالاگان درواحد های کاری منطقه گردنه صائین

واحد	لیتولوژی	خاک	ساختار	شیب	ارتفاع نسبی	کاربری اراضی وپوشش گیاهی	آب زیرزمینی	امتیاز کل
۱	۱/۱۵	۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱۹۵	۰/٦۵	۰/۵	۳/۹
۲	۰/۳	۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱٦۵	۱/۲	۰/۲	۳/۳
۳	۰/۳	۱	/۲۵	۰/۱	۰/۳٤۵	۰/۹۳	۰/۲	۳/۱
٤	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۱	۰/۳٦	۰/٦۵	۰/۲	۲/۹
۵	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/٦۵	۰/۲	۲/۸
٦	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۱	۰/۱۸	۰/٦۵	۰/۲	۲/۷
۷	۰/۳	۱	/۳	۰/۱	۰/۱۵	۰/٦۵	۰/۲	۲/۷
۸	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۲۳	۰/۳۷۹	۰/۹۳	۰/۵	۳/٦
۹	۳	۱	۰/۲	۰/۲۳	۰/۳۷۵	۰/٦۵	۱	٦/۵
۱۰	۰/۷۵	۱	۰/۲	۰/۳۲	۰/۱۸	۰/۹۳	۱	٤/٤
۱۱	۱/۲	۱	۰/۳	۰/۱	۰/۰۹	۰/٦۵	۱	٤/۳
۱۲	۳	۲	۰/۲	۰/۳۵	۰/۷۵	۰/٦۵	۱	۷/۹
۱۳	۲	۲	۰/۳	۰/۳٤	۰/۳٤۵	۱/۲	۱	۷/۲
۱٤	۳	۲	۰/۳	۰/۷	۰/۵۱	۱/۲	۰/۸	۸/۵
۱۵	۳	۲	۰/۳	۰/٤	۰/۳۳۳	۱/۲	۱	۸/۲
۱٦	۳	۲	۰/۲	۰/۳	۰/٦٦٤	۰/۹۳	۱	۸/۱
۱۷	۳	۲	۰/۲	۰/٤۱	۰/٤۳۵	۰/۹۳	۱	۸
۱۸	۱	۲	۰/۲	۰/۳	۰/۱۵	۱/۲	۰/۵	۵/٤
۱۹	۰/۳	۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱۲	۰/۹۳	۰/۵	۳/۲
۲۰	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱۵	۰/٦۵	۰/۸	۳/٤
۲۱	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱۸	۰/٦۵	۱	۳/٦
۲۲	۳	۱	۰/۳	۰/۱۵	۰/٤٦۵	۰/۹۳	۰/۵	٦/۳
۲۳	۳	۱	۰/۲۵	۰/۲	۰/٦۸۷	۰/۹۳	۰/۸	٦/۹
۲٤	۳	۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱۵	۰/۹۳	۱	٦/٤
۲۵	۳	۲	۰/۲	۰/۳	۰/٤۸	۰/۹۳	۰/۸	۷/۷
۲٦	۳	۲	۰/۲	۰/۷	۰/۹۷۲	۱/۲	۰/۸	۸/۹
۲۷	۳	۲	۰/۲	۰/۵	۱/۳۳۲	۱/۲	۱	۹/۲
۲۸	۲	۲	۰/۲	۰/۳	۰/۷۵۹	۱/۲	۰/۵	۷
۲۹	۳	۲	۰/۳	۰/۷	۰/٦۳	۱/۲	۰/۸	۸/٦
۳۰	۰/۲	۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱۰۵	۱/۲	۰/۵	٤/۳
۳۱	۲	۲	۰/۲۵	۰/۵	۰/۳٦	۱/۲	۰/۵	٦/۸
۳۲	۰/۷٦	۱	۰/۲	۰/۱۱	۰/٤۲	۰/٦۵	۱	٤/۱



شکل شماره ۸: نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزه به روش آنبالاگان در منطقه صائین

منابع

۱. احمدی، حسن(۱۳۷٤)؛ ژئومورفولوژی کاربردی جلد اول: فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.

۲. احمدی، حسن،محمدخان، شیرین، فیض نیا، سادات و قدوسی، جمال (۱۳۸٤)؛ ساخت مدل منطقه ای خطر حرکت‌های توده‌ای با استفاده از ویژگی های کیفی و تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها مطالعه موردی حوضه آبخیز طالقان. مجله منابع طبیعی ایران، دوره۵۸، شماره۱، ص۳-۱٤.

۳. اسمعلی، آباذر(۱۳۸۱)؛ پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوضه گرمی چای و ارائه مدل منطقه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

٤. اصغری مقدم، محمدرضا (۱۳۷۸)؛ جغرافیای طبیعی شهر ۱ »ژئومورفولوژی»، تهران: انتشارات مسعی، ۱۸۷ صفحه.

۵. جعفری، تیمور(۱۳۸۷)؛ ارزیابی و پهنه‌بندی عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در دامنه شمالی آلا داغ (مطالعه موردی:حوضه زهکشی چناران در استان خراسان شمالی)، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره٦٤، ص۵۳-۷۵

٦. چورلی، ریچارد حی و همکاران(۱۳۷۹)؛ ژئومورفولوژی جلد سوم (فرایند های دامنه‌ای، آبراهه‌ای، ساحلی و بادی)، ترجمه احمد معتمد. انتشارات سمت، ٤۵۵صفحه.

۷. رجـــــائی، عبدالحمیـــــد (۱۳۷۳)؛ کـــــاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط. نشر قومس،۳٤٤صفحه.

۸. رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۵) فرسایش آبـی و کنتـرل آن، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱صفحه

۹. روستایی، شـهرام (۱۳۷۹)؛ پژوهشـی در دینامیـک لغزشـهای زمـین و علـل وقـوع آنهـا بـا اسـتفاده از روش‌های مورفومتری در حوضـه اهـر چـای، پایـان نامه دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی،

۱۰. سـازمان جغرافیـائی ارتـش (۱۳٦۱)؛ نقشـه‌هـای توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ لای و امام چای، چاپ اول

۱۱. سازمان جغرافیـائی ارتـش (۱۳٤٦)؛ عکـس هـای هوایی ۱:۲۰۰۰۰منطقه صائین

۱۲. سازمان زمین شناسـی کشـور(۱۳۷۱)؛ نقشـه‌هـای زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب و مشگین شهر.

۱۳. شادفر، صمد.، یمانی، مجتبی(۱۳۸٦)؛ پهنـه بنـدی خطـر زمـین لغـزش در حوضـه آبخیـز جلیسـان بـا اسـتفاده از مـدل LNRF . مجلـه پـژوهش‌هـای جغرافیایی، شماره٦۲، ص۱۱-۲۳

۱٤. شریعت جعفـری، محسـن(۱۳۷۵)؛ زمـین لغـزش (مبانی و اصـول پایـداری شـیبهای طبیعـی)، تهـران، انتشارات سازه، ۲۱۸ صفحه.

۱۵. فیض نیا، سادات و محمدی، علی اصغر. (۱۳۸۷)؛ پهنه بندی حرکت های لغزشی با بهره گیری از درون یابی به هر یک از زیـر عامـل هـا در حوضـه آبخیـز دماونـد. نشـریه دانشـکده منـابع طبیعـی، دوره ٦۱، شماره۱، ص۲۹-٤۲.

۱٦. کـوک، آر. یـو و دورکمـپ، جـی. سـی (۱۳۷۷)؛ ترجمـه شـاپور گـودرزی نـژاد، ژئومورفولـوژی و مـدیریت محـیط جلـد اول، انتشـارات سـمت، ۳۸٤ صفحه.

۱۷. مـددی، عقیـل (۱۳۷۷)؛ ژئومورفولـوژی حوضـه آبخیـز رودخانـه بـالخلی و کـاربرد عـوارض ژئومورفولوژی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران.

۱۸. معتمـد، احمـد(۱۳۷٤)؛ زمـین شناسـی عمـومی. انتشارات دانشگاه تهران،٤۹۵صفحه.

۱۹. مهندسین مشاور برایند (۱۳۸٤)؛ گزارش مقـدماتی زمین لغزه واقع در مسیر راه اردبیـل- سـراب(نیـر- سراب) استان اردبیل، وزارت راه و ترابری: اداره کل راه و ترابری استان اردبیل.

۲۰. مهندسین مشاور طرح راه و ابنیه (۱۳۸٤)؛ گزارش بررسـی عملکـرد زمـین‌شناسـی محـور اردبیـل- سراب(صائین)، اداره کل راه و ترابری استان اردبیل.

۲۱. نجفـی، مهـدی (۱۳۷۱)؛ زمـین شناسـی عمـومی، انتشارات خراسان، ۲٦۰ صفحه.

۲۲. هاشمی طباطبائی، سعید (۱۳۸٤)؛ گزارش مقدماتی زمین لغزش محور مواصـلاتی نیـر- سـراب، بخـش ژئوتکنیک، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

23. Anbalagan, R. (1992); Landslid hazard evaluation and zonation mapping in

mountainous Terrain, , engineering Geology,vol 32,issue4, p 269-277.

24. Anbalagan, R., Singh , Bhawani(1996); Landslide hazard and risk assessment mapping of mountainous terrains — a case study from Kumaun Himalaya, India, Engineering Geology, Volume 43, Issue 4, P 237-246

Davis, John C., Chung, Chang-Jo & Ohlmacher, Gregory C., “two models for evaluating landslide hazards” journal of computers & geosciences, Elsevier,vol32. P1120-1127.

26. Espizua,L.E., Bengochea, J.D.(2002); Landslid Hazard and Risk Zonation Mapping in the Rio Grande Basin, Central Andes of mandoza, Argentina, Elsevier, Mountain Research and Development vol 22, No 2,p177-185.

27. Gerrard, J., Gardner, R.(2002); Relationships Between Landslid and Land Use in the Likhu khola Drainage Basin, Middle Hills, Elsevier, Nepal. Mountain Research and Devlopment.Vol 22, No 1, p48-55.

28. Lan, H.X, C. H. Zhou, L. J. Wang, H. Y. Zhang and R. H. Li (2004); Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang watershed, Yunnan, China, Engineering geology, Elsevier, vol76, issue 1-2,p109-128 .

29. Ocakoglu, F., Gokeeoglu,C., Ercanoglu, M.(2002); Dynamics of a Complex Massmovement Triggered by Heavy Rainfall, a case study from NW turkey, Elsevier, Geomorphologyvol 42, p 329-341.

30. schwab, Glenn O, Fangmeier, Delmar D, Elliot, William J & Frevert, Richard K (1993); Soil and water conservation engineering, New York: publisher: John Wiley & sons, inc.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی