امکان سنجی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز گلالرود با استفاده از GIS

فتح الله نادری[۱*]
[۱]دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی ، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان ، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۱/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۲۹

چکیده

یکی از راهکارهای مهم برای کاهش خسارت ناشی از وقوع زمین لغزش ها، ارزیابی و پهنه بندی مناطق مستعد به زمین لغزش ها از طریق تهیه نقشه های پهنه بندی خطر زمین لغزش است. حوضه آبخیز گلالرود ایلام به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی و سنگ شناسی مناسب، مستعد رویداد این پدیده می باشد. به منظور شناسایی مناطق مستعد زمین لغزش ابتدا عوامل مؤثر در وقوع این پدیده شامل جنس خاک یا سنگ، ساختار زمین شناسی، شکل دامنه، کاربری اراضی، ارتفاع نسبی و آبهای زیرزمینی شناسایی شدند، سپس برای تهیه لایه های اطلاعاتی و ارزیابی هر یک از عوامل و تلفیق آنها و سرانجام تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش از سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید. برای وزن دهی به معیارها به دلیل کوهستانی بودن منطقه از روش آنبالاگان استفاده شده است. معیار وزن دهی عناصر موجود در هر لایه بر اساس بیشترین نقشی بوده که در داخل آن لایه و در زمین لغزش مؤثر می باشد. پس از ترکیب لایه های مختلف عوامل اثر گذار در وقوع زمین لغزش، نقشه مناطق مستعد زمین لغزش با پنج طبقه با خطر بسیار بالا، خطر بالا، خطر متوسط، خطر کم و خطر بسیار کم بدست آمد. در نهایت به منظور ارزیابی میزان دقت روش مورد استفاده، نقشه پهنه بندی با نقشه واقعی زمینی انطباق داده شد که نتایج نشان داد بیش از ۳۸ درصد از منطقه مورد مطالعه در پهنه خطر بسیار بالا واقع شده است و بیانگر دقت بالای این روش می باشند.

واژه های کلیدی: زمین لغزش، پهنه بندی، روش آنبالاگان، سامانه اطلاعات جغرافیایی، گلالرود

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* naderigeo@yahoo.com نویسنده

مقدمه

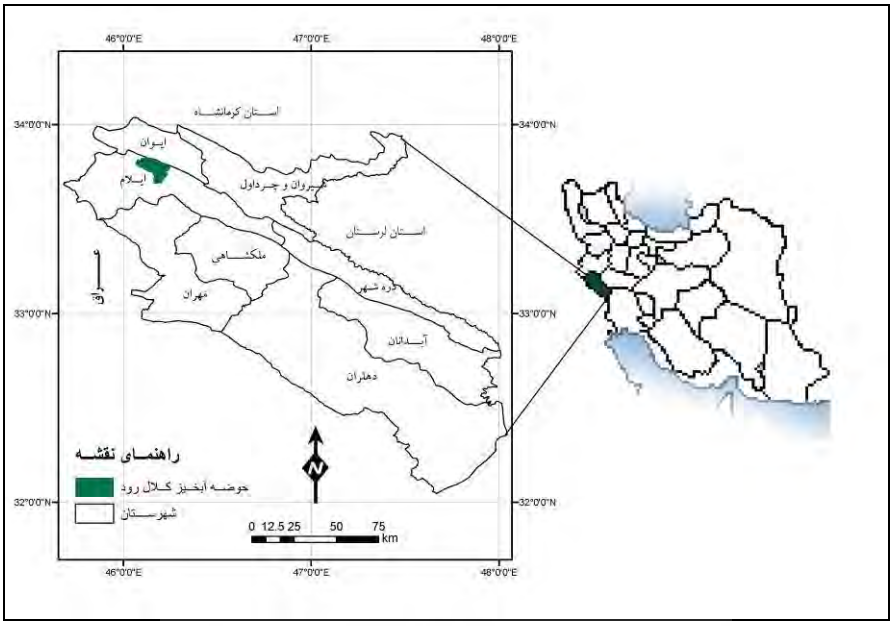
بلایای طبیعی به عنوان بزرگترین دشمن طبیعی انسان باعث کشته و مجروح شدن سالانه صدها هزار تن و بی خانمان شدن میلیون ها نفر در سراسر جهان می شود. از این رهگذر زمین لغزش به عنوان یکی از معضلات جهانی پیش روی انسان که همواره در سراسر جهان باعث تلفات سالانه هزاران نفر و وارد آمدن خسارات سنگین مالی و اقتصادی به مناطق مسکونی می شود، دارای اهمیت خاصی می باشد؛ خصوصاً که با افزایش جمعیت و اسکان در مناطقی که مستعد وقوع زمین لغزش هستند آمارهای جهانی تلفات و خسارات مالی ناشی از این پدیده در این مناطق پیوسته در حال افزایش می باشد. زمین‌لغزش در ایران به عنوان یک بلای طبیعی، سالیانه خسارات جانی و مالی فراوانی به کشور وارد می سازد. بر اساس یک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت های مالی از طریق زمین لغزش ها بر کشور تحمیل می شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع طبیعی غیرقابل بازگشت به حساب آورده نشوند (۶). عوامل متعددی در تحریک و فعالیت حرکات دامنه ای تأثیر می گذارند که به عنوان مثال می توان از عواملی مانند تغییر شرایط زمین شناسی، جنس سنگ، خصوصیات مورفولوژی، کاربری زمین، گسترش مناطق مسکونی احداث راهها و غیره را نام برد. تخریب سازه های مهندسی، پوشش گیاهی و زمین های کشاورزی، تسریع فرسایش و انتقال گسترده رسوبات به پشت سدها از جمله خسارات و خطرات مستقیم این پدیده طبیعی است. با این وجود دستگاههای اجرایی می توانند با شناخت مناطق حساس به زمین لغزش، جهت توسعه سازه ها در حد امکان از این مناطق اجتناب کرده و یا در صورت اجبار تمهیدات و نکات فنی لازم را با دقت بیشتری مدّ نظر قرار دهند. تاکنون تحقیقات معدودی در داخل و خارج کشور در زمینه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با روش آنبالاگان انجام گرفته است که مهمترین این مطالعات می توان مطالعات زیر را برشمرد. ارومیه ای و صفایی (۱۳۷۴) دو روش کاناکاوا و آنبالاگان در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز نکارود را مورد مقایسه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که روش پهنه بندی آنبالاگان هماهنگی بیشتری با واقعیات زمین در حوضه آبخیز مورد مطالعه نسبت به روش کاناگاوا دارد (۱). روستایی (۱۳۷۹) دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها را با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهرچای انجام داد و از روش آنبالاگان برای پهنه بندی خطر زمین لغزش استفاده کرد (۶). باقری مهرورز و همکاران (۱۳۸۸) خطر ناپایداری دامنه ها در تاقدیس کنگان به روش آنبالاگان مورد پهنه‌بندی قرار داد و نتیجه گرفتند که در این روش حدود ۴۷ درصد منطقه جزء مناطق با بیشترین خطر ناپایداری می باشند که اکثر زمین لغزش ها در این پهنه قرار دارند (۴). مددی (۱۳۸۹) وضعیت ناپایداری ژئومورفولوژیک گردنه صائین (بین شهر نیر و سراب، منطقه آذربایجان) با استفاده از روش آنبالاگان را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که بیش از ۲۳ درصد منطقه مورد مطالعه در پهنه خطر بسیار بالا قرار گرفته است (۸). آنبالاگان (۱۹۹۲) منطقه کاتگوم واقع در هند را به روش امتیازدهی به عوامل خطر زمین لغزش پهنه بندی نموده است. این روش یک مدل عددی است که به اهمیت نسبی عوامل عمده مؤثر در ناپایداری دامنه شامل زمین شناسی، پستی و بلندی، پوشش گیاهی و آب زیرزمینی ارزش عددی می دهد (۹). آنبالاگان (۱۹۹۲) در تحقیقی دیگر وضع زمین و پهنه بندی خطر زمین لغزش برای ارزیابی محیطی و برنامه ریزی کاربری اراضی در مناطق کوهستانی را مورد بررسی قرار داد (۱۰).

آنبالاگان و همکاران (۱۹۹۳) پهنه بندی خطر زمین لغزش در بخشی از دره دوون در کوههای هیمالیا را مورد ارزیابی قرار دادند (۱۱). پدیده زمین لغزش در استان ایلام با گسترش و قدمت بیشتری نسبت به بسیاری از نقاط کشور قابل تعقیب، مشاهده و مطالعه است و می توان گفت که پدیده مذکور در تمام نقاط استان بجز دشتهای جنوبی و جنوب غربی مشاهده می گردد. در پهنه بندی خطر زمین لغزش با مدل های تجربی، سطح زمین را به نواحی ویژه و مجزایی از درجات بالفعل و یا بالقوه خطر از هیچ تا بسیار زیاد تقسیم می کنند. این فرایند که بر مبنای شناخت ویژگی های طبیعی و مدل سازی کمّی بر پایه داده های ناحیه مورد مطالعه صورت می گیرد، می تواند مبنایی برای اقدامات بعدی و برنامه ریزی های آتی توسعه و عمران در مقیاس منطقه ای، ناحیه ای و محلی محسوب گردد (۳). بررسی پدیده زمین لغزش، به منظور شناسایی مناطق مستعد زمین لغزش، از یک سو به منظور شناسایی مناطق دارای پتانسیل زمین لغزش در محدوده فعالیت های بشری حائز اهمیت بوده و از سوی دیگر جهت شناسایی مکان های امن برای توسعه زیستگاههای جدید و یا سایر کاربری های انسانی نظیر راه ها، مسیر انتقال نیرو و انرژی، نیروگاهها و غیره در مقیاس های مختلف مورد توجه برنامه ریزان قرار دارد (۱۵). بنابراین هدف اصلی از انجام این تحقیق، علاوه بر شناخت عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش های حوزه آبخیز مورد مطالعه، مناطقی که دارای پتانسیل بالایی برای وقوع زمین لغزش دارند مورد شناسایی قرار گیرند.

مواد و روش ها

ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز گلالرود در ۳۰ کیلومتری شمال غربی شهر ایلام و در بخش ارکوازی از توابع شهرستان ایلام واقع شده است. این حوضه بین مختصات جغرافیایی ″۴۲ ′۰۳ °۴۵ تا ″۵۴ ′۱۴ °۴۶ طول شرقی و ″ ۱۲ ′ ۴۱ °۳۳ تا ″۴۷ ′۴۹ °۳۳ عرض شمالی قرار گرفته است. این حوضه از شمال به رشته کوه شره زول، کمانه و کوه کمر چرمک و از غرب به کوه های الله خدا، چال سیاه، پارده کوه و کوه گلکین از شرق به کوه گتو، چشمه دولت و کوه میله سیاه و از جنوب به کوه شمشیر بره محدود می شود. در داخل این حوضه رودخانه گلالرود جریان دارد. این رودخانه پس از پیوستن به رودخانه گلال کورک و تشکیل رودخانه خوش وارد رودخانه چوار و سپس رودخانه گدارخوش می شود و در نهایت پس از طی مسافتی وارد کشور عراق می شود. موقعیت حوضه آبخیز گلالرود در شکل (۱) نشان داده شده است. مساحت کل حوضه ۱۹۸۳۵ هکتار و حداکثر ارتفاع ۱۷۶۰ و حداقل ۴۶۰ متر می باشد.

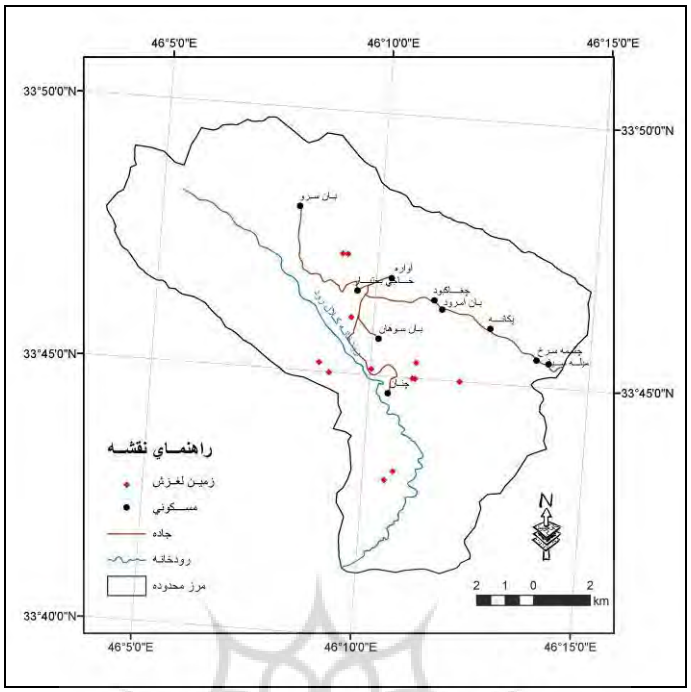


شکل ۱: موقعیت حوضه آبخیز گلالرود در کشور و استان

روش تحقیق

پراکنش زمین لغزش‌ها

الگوی پراکنش زمین لغزش های منطقه کمک زیادی در انتخاب متغیرها می نماید. اختلافاتی که در انواع زمین لغزش ها وجود دارد مهم می باشد، زیرا حاکی از شرایطی است که منجر به وقوع آنها می شود. بنابراین تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش ها در شناخت عوامل مؤثر در وقوع آنها و درنتیجه، پهنه بندی خطر ضروری می باشد. این کار معمولاً بخشی در آزمایشگاه از طریق تفسیر عکس های هوایی مربوط به سال ۱۳۷۲ با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ به روش استریوسکوپی و بخش دیگر از طریق بازدید صحرایی صورت می گیرد. برای این منظور پس از تفسیر عکس های هوایی منطقه مورد مطالعه مناطق مستعد به زمین لغزش مورد شناسایی قرار گرفتند. به طوری که مناطقی را که مرفولوژی آنها زمین لغزش را نشان می دهند علامت گذاری شدند و سپس در کارهای صحرایی مورد بازبینی قرار گرفتند و برای هر کدام از زمین لغزشهای رخ داده در منطقه، پرسشنامه هایی که توسط دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها معاونت آبخیزداری برای ایجاد بانک اطلاعاتی زمین لغزش تهیه شده، تکمیل شد. در این پرسشنامه اطلاعاتی در مورد موقعیت جغرافیایی زمین لغزش، تغییرات کاربری در دو دهه قبل از وقوع لغزش کاربری در هنگام وقوع لغزش و بعد از لغزش، نوع سازند، شیب، ارتفاع، مقدار بارندگی منطقه و غیره ثبت شده است. در این مطالعه برای تعیین موقعیت دقیق زمین لغزش ها و تهیه نقشه پراکنش آنها از دستگاه GPS استفاده شد. پس از ثبت مختصات زمین لغزش ها نقشه پراکنش زمین لغزش ها (تعداد ۱۲ زمین لغزش) توسط نرم افزار Arc map رقومی و وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد تا در تعیین عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش ها برای تلفیق با نقشه های دیگر آماده باشد (شکل ۲).



شکل ۲: نقشه پراکنش زمین لغزش ها در حوضه آبخیز گلالرود

انتخاب روش پهنه بندی زمین لغزش

یکی از روشهای متداول جهت بررسی و مطالعه زمین لغزش ها و ارزیابی خطرات آنها روش پهنه بندی خطر زمین لغزش است. در این روش منطقه مورد بررسی را به پهنه هایی با خطر زمین لغزش برابر تقسیم بندی می شوند و هدف اصلی از تهیه این گونه نقشه های پهنه بندی، پیش بینی حوادث و پیشگیری خطرات می باشد (۱). عوامل مؤثر در زمین لغزش ها را می توان به دو مجموعه عوامل درونی و عوامل بیرونی خلاصه نمود. عوامل درونی شامل خصوصیات دامنه از نظر شکل، شیب، طول و ارتفاع، جنس سنگها و خاکها، ساختار زمین شناسی و آبهای زیرزمینی می شود. در مقابل عوامل بیرونی شامل زمین لرزه ها، نزولات جوی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی را می توان نام برد (۱). با توجه به نوع عوامل مؤثر در زمین لغزش برای هر منطقه روش های متعددی برای پهنه بندی خطر زمین لغزش پیشنهاد شده است. در حوضه آبخیز گلالرود استان ایلام از روش آنبالاگان در پهنه بندی خطر زمین لغزش استفاده شده است. این روش به دلیل اینکه تقریباً تمام عوامل مؤثر در زمین لغزش (سنگ شناسی، خاک، ساختار، شیب، کاربری اراضی و آب زیرزمینی) را در نظر می گیرد، نیاز به تجهیزات ندارد و با محاسبات ساده می توان اقدام به تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش نمود و نیز به دلیل دسترسی آسان به اطلاعات و سادگی پارامترها در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

روش آنبالاگان

این روش توسط آنبالاگان و همکاران در سال ۱۹۹۳ برای پهنه بندی خطر زمین لغزش در یک منطقه کوهستانی در رشته کوه هیمالیا ارائه شد. با توجه به تطابق شرایط زمین شناسی حوزه آبخیز گلالرود با حوزه کوهستانی آنبالاگان از این روش استفاده گردید. در این روش واحدهای کاری تعیین کننده رخساره های شیب است. یک رخساره شیب بخشی از دامنه است که دارای خصوصیات مشابهی از نظر زاویه و جهت شیب دارد. رخساره های شیب بوسیله خط الرأسها و خط القعرها محدود شده است (۴). عوامل مؤثر زمین لغزش و نحوه وزن دهی آنها در روش آنبالاگان در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱: ارزیابی پهنه های لغزشی با توجه به خطر نسبی زمین لغزش

عوامل	جنس خاک	ساختار	شکل	کاربری	
ارتفاع آبهای زیرزمینی	زمین لغزش یا سنگ	زمین شناسی	دامنه	اراضی	نسبی
حداکثر امتیازات	۲	۲	۲	۱	۱

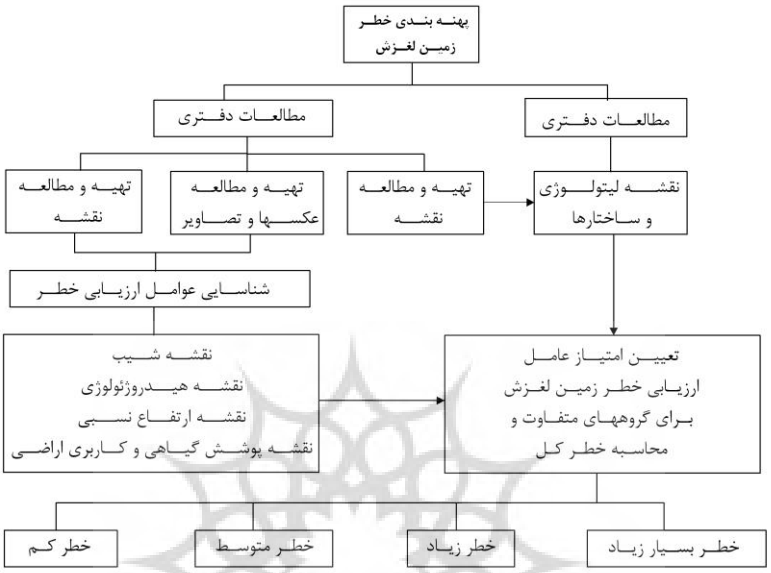
جمع امتیازات برای هر واحد کاری ۱۰ می باشد. بنابراین هر چه جمع امتیازات محاسبه شده بیشتر باشد، خطر زمین لغزش در آن واحد بیشتر است و هر چه جمع امتیازات محاسبه شده کمتر باشد، خطر زمین لغزش در آن واحد کمتر خواهد بود. بر این اساس پهنه های لغزشی با توجه به جدول (۲) از نظر خطر نسبی تقسیم بندی می شوند.

جدول ۲: عوامل زمین لغزش و وزن دهی آنها در روش آنبالاگان

رده بندی	V	IV	I	II	III
جمع امتیازات	کمتر از ۳/۵	۳/۵ تا ۵	۵ تا ۶	۶ تا ۷/۵	بیش از ۷/۵
معرفی پهنه	خطر بسیار کم	خطر کم	خطر متوسط	خطر بالا	خطر بسیار بالا

تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش یکی از ابزارهای مناسب جهت ارزیابی خطر ناپایداری دامنه ای می باشد. در این راستا انجام مطالعات دفتری و بررسی های صحرایی با بهره گیری از نرم افزارهای ترسیمی مانند Arc GIS انجام گرفت. مراحل مختلف در پیش گرفته شده برای تهیه نقشه پهنه بندی در شکل (۳) نشان داده شده است. در مرحله اول به کمک عکس های هوایی، نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی نقشه های اولیه عوامل مؤثر بر ناپایداری دامنه ها تهیه شدند. سپس صحت نقشه های تهیه شده در بررسی های صحرایی تأیید و در صورت نیاز اصلاح شدند. برنامه ریزی

مسیر تحقیق از مطالعات تا تهیه نقشه پهنه بندی نهایی طبق شکل (۳) انجام می شود. روش آنبالاگان بر اساس طرح امتیازدهی عددی به واحدهای دامنه ای به گونه ای تفکیک و شناسایی می شوند که مقدار هر یک از عوامل مؤثر در پهنه بندی در سراسر آن واحد تقریباً ثابت و یکنواخت باشد، بدین ترتیب می توان امتیازهای عوامل مؤثر را به آن واحد اعمال کرد. نقشه پایه برای منطقه مورد مطالعه شامل ۲۵۵ واحد دامنه ای می شود که این واحدها به کمک عکس های هوایی و برداشت های صحرایی در نرم افزار Arc GIS تهیه شدند.



شکل ۳: مسیر تحقیق از مطالعات تا تهیه نقشه پهنه بندی نهایی (روش کار)

نحوه امتیاز دهی به عوامل

در روش آنبالاگان شش عامل جنس خاک یا سنگ، ساختار زمین شناسی، شیب دامنه، کاربری اراضی، ارتفاع نسبی و آبهای زیرزمینی به عنوان عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شدند. در ادامه به نحوه امتیازدهی به این عوامل پرداخته می شود:

۱- جنس خاک یا سنگ

لیتولوژی یکی از مهم ترین عوامل کنترل کننده زمین لغزش به شمار می رود (۱۴). لیتولوژی های مختلف حساسیت های متفاوت به روندهای هوازدگی و عوامل فرسایشی دارند که این وضعیت منجر به گوناگونی محصولات هوازدگی و تنوع گسیختگی می شود (۱۲). در این روش مهمترین معیار امتیازدهی واحدهای سنگ شناسی پاسخ سنگ به هوازدگی و فرسایش بوده است و شامل ضریب اصلاح برای شدت هوازدگی می باشد. سازندهای موجود در منطقه مورد مطالعه از نوع رسوبی و شامل آهک، شیل، ماسه و مارن می باشند. درزه داری و مقاومت سنگ های آهکی در برابر فرسایش و نیز قرارگیری بر روی انواع لایه های سست با پسروی فرسایشی باعث تشکیل دامنه های پرشیب در اثر لغزش های با

کنترل ساختاری در این سنگهای مقاوم شده است. میزان امتیاز سازندهای موجود در منطقه بر اساس مطالعات کیفیت توده سنگ ها در جدول (۳) تعیین شده است.

۲- ساختار زمین شناسی

منظور از ساختار ارتباط ناپیوستگی های ساختاری با شیب است (۷). در بعضی قسمتها تغییرات شیب ناشی از ساختار زمین شناسی مثلاً یک گسل است. به منظور تعیین امتیاز عامل ساختار زمین شناسی منطقه از تحلیل ناپیوستگی ها که شامل بررسی همسویی بین جهت ناپیوستگی یا خط تقاطع دو ناپیوستگی با جهت شیب دامنه، اختلاف مقدار شیب ناپیوستگی یا خط تقاطع دو ناپیوستگی با شیب دامنه و مقدار شیب ناپیوستگی یا خط تقاطع دو ناپیوستگی می باشد، استفاده شد. نتیجه این تحلیل امتیازدهی واحد دامنه ای بر اساس انتخاب ناپیوستگی و یا سطح ضعفی با کمترین ضریب اطمینان از نظر انواع ناپایداری (گوه ای، صفحه ای و واژگونی) است. میزان امتیاز ساختارهای زمین شناسی منطقه بر اساس مطالعات کیفیت توده سنگ ها در جدول (۳) تعیین شده است.

۳- شیب دامنه

یکی از عوامل مؤثر برای وقوع زمین لغزش شیب می باشد و هر چه شیب زمین بیشتر باشد، عمل لغزش سریع تر خواهد بود (۵). شیب دامنه ها به دلیل ارتباط با میزان پایداری دامنه ها به عنوان عامل مؤثر توسط محققین مختلف در پهنه بندی خطر ناپایداری زمین استفاده شده است. با افزایش زاویه شیب مقدار مؤلفه برشی نیرو که در جهت لغزش عمل می کند، افزایش می یابد. بنابراین ضریب اطمینان دامنه در برابر گسیختگی کاهش پیدا می کند (۱۲). دامنه شیب منطقه از پنج طبقه که شامل کمتر از ۱۵، ۱۶-۲۵، ۲۶-۳۵، ۳۶-۴۵ و بیشتر از ۴۵ درجه می باشد. امتیاز دهی شیب واحدهای دامنه ای طبق جدول (۳) انجام می شود.

۴- کاربری اراضی

کاربری اراضی یکی از شاخص های اصلی در مطالعه پایداری دامنه ها و پهنه بندی خطر آنها در یک ناحیه می باشد. کاربری زمین ویژگی های سطحی زمین را تحت تأثیر قرار می دهد و سبب تغییر رفتار آن در مقابل فرایندهای زمین شناسی حاکم بر منطقه از جمله هوازدگی و فرسایش می شود و در نتیجه ویژگی های ذاتی زمین از نظر خواص مهندسی را تحت تأثیر قرار می دهد (۲). از نظر کاربری منطقه مورد مطالعه از پنج کاربری که شامل کشاورزی، جنگل انبوه، پوشش گیاهی متوسط، پوشش گیاهی پراکنده و اراضی لم یزرع می باشد، تشکیل شده است. در بین این کاربری ها جنگل نیمه انبوه بیش از نیمی از سطح منطقه را پوشش می دهد. امتیازدهی کاربری اراضی واحدهای دامنه ای طبق جدول (۳) انجام می شود.

۵- ارتفاع نسبی دامنه ها

این عامل به صورت اختلاف ارتفاع بالا و پایین دامنه در جهت شیب تعریف می شود. افزایش ارتفاع نسبی دامنه باعث افزایش وقوع ناپایداری در سطح دامنه و ابعاد حرکت توده ای می شود. از نظر اختلاف ارتفاع منطقه مورد مطالعه از سه طبقه که شامل ۰-۱۰۰، ۱۰-۳۰۰ و بیشتر از ۳۰۰ می باشد، تشکیل شده است. امتیازدهی ارتفاع نسبی واحدهای دامنه ای طبق جدول (۳) انجام می شود.

۶- هیدروژئولوژی

میزان پایداری یک دامنه متأثر از میزان رطوبت آن دامنه است. افزایش میزان رطوبت باعث افزایش شدت و میزان هوازدگی می شود و همچنین باعث تغییر مقدار پارامترهای فیزیکی و مکانیکی دامنه و توازن نیروها می شود. آب زیر زمینی یکی از مهمترین عوامل تسریع کننده حرکات دامنه‌هاست. افزایش آب به معنی افزایش وزن دامنه یا چگالی ظاهری آن است که خود می‌تواند نقشی منفی در پایداری داشته باشد. افزایش رطوبت یا میزان رطوبت شدید می تواند عامل هشدار دهنده ای برای ناپایداری قریب الوقوع باشد. بنابراین عامل رطوبت زیرزمینی می تواند در افزایش و تشدید حرکات توده ای نقش داشته باشد. آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از پنج طبقه که شامل شرایط خشک، نم دار، مرطوب، اشباح و در حال جریان تشکیل شده است امتیاز دهی عامل آب های زیرزمینی واحدهای دامنه ای طبق جدول (۳) انجام می شود.

جدول ۳: امتیاز دهی به عوامل مؤثر در ناپایداری شیب ها بر اساس روش آنبالاگان در حوضه آبخیز گلارود

جنس خاک		**ساختار**		**شکل**		**اختلاف**		**کاربری**	
آبهای زیرزمینی		**زمین شناسی**		**دامنه**		**ارتفاع**		**اراضی**	
شرایط	امتیاز	شرایط	امتیاز	شرایط	امتیاز	شرایط	امتیاز	شرایط	امتیاز
آبرفت	۱/۸۰	گوه ای	۱/۴	<۱۵	۰/۵	<۱۰۰	۰/۳۰	کشاورزی	۰/۶۵
خشک	۰/۰								
گچساران	۱/۵۰	صفحه ای	۱/۵	۱۶-۲۵	۰/۸	۱۰۱-۳۰۰	۰/۶۰	جنگل انبوه	۰/۸۰
نم دار	۰/۲								
آسماری	۰/۴۵	واژگونی	۲/۰	۲۶-۳۵	۱/۲	>۳۰۰	۱/۰۰	پوشش گیاهی متوسط	۱/۲
مرطوب	۰/۵								

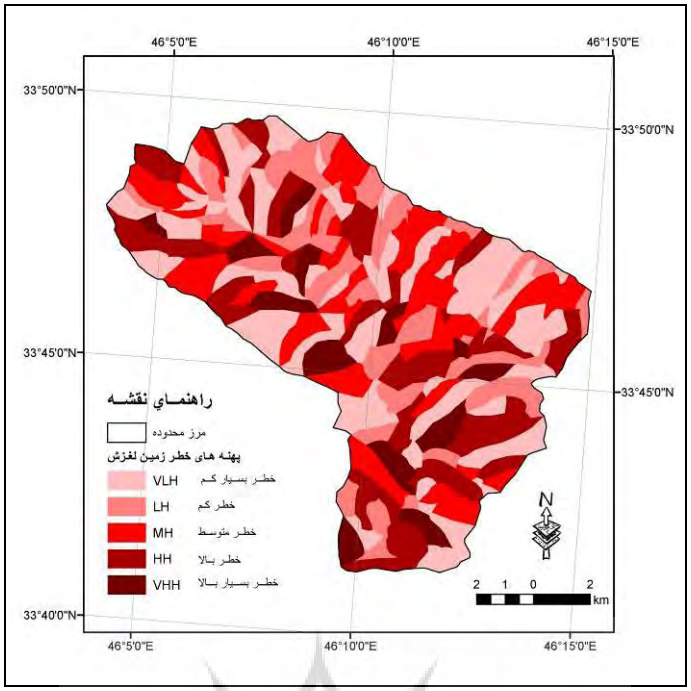
پابده	۱/۳۰	–	–	۳۶-۴۵	۱/۷	–	–	پوشش گیاهی پراکنده	۱/۵
اشباح	۰/۸								
گورپی	۱/۱۲	–	–	>۴۵	۲/۰	–	–	زمین لم یزرع	۲/۰
جریان	۱/۰								
سورگاه	۱/۲۵	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–								
سروک	۱/۶۰	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–								

نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش

شناسایی و طبقه بندی نواحی مستعد زمین 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 (۱۶). جمع امتیاز عوامل مؤثر در یک واحد دامنه ای به تخمین نهایی مقدار خطر یا ناپایداری نسبی در آن واحد منجر می شود که طبق جدول (۴) توصیف و رده بندی می شود. بنابراین به منظور تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش ابتدا این لایه های شش گانه جنس خاک یا سنگ، ساختار زمین شناسی، شیب دامنه، کاربری اراضی، ارتفاع نسبی و آبهای زیرزمینی را با هم تلفیق نموده و از تلفیق این لایه ها یک نقشه حاصل شده که این نقشه دارای دامنه بسیار وسیعی می باشد. بنابراین به منظور کاهش این دامنه نقشه حاصله را به پنج پهنه خطر یعنی خطر بسیار کم، خطر کم، خطر متوسط، خطر زیاد و خطر بسیار زیاد تقسیم بندی نموده و بدین ترتیب نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه تهیه گردید (شکل ۴). در نهایت به منظور ارزیابی پهنه های خطر نقشه حاصله را با نقشه واقعیت زمینی منطبق داده شد که نتایج بیانگر کارایی بالای این روش در پهنه بندی خطر زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه می باشد.

جدول ۴: پهه بندی خطر زمین لغزش بر اساس امتیاز کل

نشانه	VLH	LH	MH	HH	VHH
توصیف پهنه	خطر بسیار کم	خطر کم	خطر متوسط	خطر بالا	خطر بسیار بالا
مجموع امتیازات	کمتر از ۳/۵	۳/۵ تا ۵	۵ تا ۶	۶ تا ۷/۵	بیش از ۷/۵



شکل ۴: نقشه پهنه بندی زمین لغزش ها در حوضه آبخیز گلالرود

نتیجه گیری

ساختار زمین شناسی، توپوگرافی و ویژگی های اقلیمی، خاک، هیدرولوژی و فعالیت های اقتصادی و اجتماعی در حوضه آبخیز گلالرود استان ایلام زمینه بسیار مناسبی برای پدیده زمین لغزش فراهم آورده است. در این تحقیق پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش آنبالاگان که از شش عامل جنس خاک یا سنگ، ساختار زمین شناسی، شیب دامنه، کاربری اراضی، ارتفاع نسبی و آبهای زیرزمینی بهره می برد، صورت گرفت. بعد از تهیه لایه های شش گانه منطقه مورد مطالعه را به ۲۵۵ واحد دامنه ای تقسیم کرده و جمع امتیازات را برای هر کدام از این واحدهای دامنه ای در سیستم اطلاعات جغرافیایی محاسبه گردید. در نهایت با تلفیق این لایه ها نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش با پنج پهنه خطر تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که ۳۸/۲ درصد از منطقه مورد مطالعه در پهنه خطر بسیار بالا واقع شده است. همچنین ۲۴/۵ درصد زمین لغزش ها در پهنه خطر زیاد، ۱۸/۸ درصد زمین لغزش ها در پهنه خطر متوسط، ۱۲/۵ درصد زمین لغزش ها در پهنه خطر کم و ۱۱ درصد زمین لغزش ها در پهنه خطر بسیار کم اتفاق افتاده است. بیشترین تعداد زمین لغزش ها عمدتاً منطبق بر آبرفتهای کواترنری و آهک های خاکستری با میان لایه های شیل و در فواصل ۵۰۰ متری از رودخانه اصلی و همچنین اراضی شیب دار واقع شده اند. از نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز گلالرود ایلام می توان در برنامه ریزی های آتی مدیریت منابع طبیعی (حفاظت خاک، ممانعت از تخریب جنگل ها و مراتع، درختکاری، عملیات آبخیزداری و ...)، برنامه ریزی توسعه فیزیکی (شناخت نواحی مستعد ساخت و ساز، نواحی مستعد انتقال و جابجایی روستاها، نواحی مستعد عبور خطوط و مسیرهای انتقال نیرو (انرژی)، شناخت نواحی مستعد

برای راه سازی و همچنین برنامه ریزی توریستی مورد استفاده بسیاری از سازمان ها و نهادهای مرتبط با مدیریت و برنامه ریزی منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه فیزیکی قرار گیرند. در پایان با شناسایی مناطق آسیب پذیر و پهنه بندی زمین لغزش به منظور کاهش خسارات ناشی از حرکات توده ای در منطقه مورد مطالعه اقدامات زیر پیشنهاد می شود: جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و کاشت گیاهان بومی، کاهش سطوح شیبدار و احداث دیواره های حائل، جلوگیری از احداث غیر اصولی جاده ها، ممانعت از فعالیت های ناصحیح انسانی و در نهایت مدیریت یکپارچه حوضه آبخیز مورد مطالعه.

سپاس گزاری

در پایان مراتب سپاس و قدردانی از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بخاطر فراهم آوردن امکان این تحقیق اعلام می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱- ارومیه ای، علی و مهرداد صفایی، ۱۳۷۴، مقایسه دو روش کاناکاوا و آنبالاگان در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز نکارود، مجموعه مقالات دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ص ۳۳-۴۰.

۲- ارومیه ای، علی و مهرداد صفایی، ۱۳۷۷، کاربری زمین و تأثیر آن در ناپایداری دامنه ها در حوضه آبخیز نکارود، مجموعه مقالات هفدهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۳۷.

۳- توکلی، محسن، ۱۳۸۵. بررسی حرکت های توده ای (زمین لغزشی) به منظور ارائه مدل منطقه ای پهنه بندی خطر در حوضه سد ایلام، طرح پژوهشی دانشگاه ایلام.

۴- باقری مهر، ابراهیم، ارومیه ای علی و محمدرضا نیکودل، ۱۳۸۸. پهنه بندی خطر ناپایداری دامنه ها در تاقدیس کنگان به روش آنبالاگان، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۵، شماره ۳: ۲۱۲-۲۰۶.

5- رفاهی، حسینقلی، ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن، تهران، دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ، ص ۶۷۱.

۶- روستایی، شهرام، ۱۳۷۹. پژوهشی در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهرچای، پایان نامه دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، ص ۲۱۰.

۷- شریعت جعفری، محسن، ۱۳۷۵. زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیبهای طبیعی)، تهران، انتشارات سازه، ص ۲۱۸.

۸- مددی، عقیل، ۱۳۸۹. بررسی ناپایداری ژئومورفولوژیک گردنه صائین (بین شهر نیر و سراب، منطقه آذربایجان) با استفاده از روش آنبالاگان، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره ۱: ۹۴-۷۷.

9- Anbalagan, R., 1992-a, Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain, Engineering Geology, Vol. 32: 269-277.

10- Anbalagan, R., 1992-b, Terrain evaluation and landslide hazard zonation for environmental regeneration and land use planning in mountainous terrain, In: Proceeding of the VI International Symposium on Landslides, Christchurch, New Zealand. pp. 861-868.
11- Anbalagan, R., Sharma, L., and Tyago, S.; 1993, Landslide hazard zonation (LHZ) mapping of a Part of Doon Valley, Garthwal Himalaya, India, in: Environment Mangement, Geowater Engineering Aspects., Choudhury & Sivakumar (Eds), pages, 253-260. Balkama, Rotterdam.
12- Carrara, A., Acrdinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V. & Reichenbach. P., 1991, GIS Techniques and Statical Models in Evaluating Landslide Hazard, Earth Surface Process Landforms, Vol. 16: 427-445.
13- Hoek, E. and Bray, J. W., 1981, Rock Slop Engineering, Institution of Mining and Metallurgy, London.
14- Lan, H. X., Zhou, C. H., Wang, L. J., Zhang, H. Y. and Li, R. H., 2004. Landslide Hazard Spatial Analysis and Prediction using GIS in the Xiaojiang Watershed, Yunnan, China, Engineering geology, Elsevier, Vol. 76: 109-128.
15- Naderi, F. Naseri, B. Karimi, H. Habibi bibalani, Qh. 2010. Efficiency Evaluation of Different Landslide Susceptibility Mapping Methods in Zangvan Watershed, Ardabil, First international conference of soil and roots engineering relationship- (LANDCON1005)
16- Sakar, S., Kanungo, D. P., and Mehrotar, G. S., 1995, Landslide Zonation: A Case Study in Garhwal Himalaya, India, Mountain Research and Development, Vol. No,4, PP. 300-301.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Landslide feasibility of using GIS in watershed Gelalrood

Fathollah Naderi*
[۱] PhD Student in Natural Geography, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran

received the article: 2019/03/28 **accepted of the article: 2019/05/19**

Abstract
One of main strategies for restricting the damage caused by the activity of landslides is assessment and zonation of different region in the term of susceptibility to landslide by prepare landslide zonation hazard map. Contain of the Gelalrood watershed of Ilam was reason have conditions climatically and Litho logy. Pro identifying locations landslide prone, first, known effective parameters in occurs that phenomena include soil and rock mettle, geology structure, hillside form, land use, relative elevation and groundwater. Then, for preparation information layers and evolution each parameters and composition there and upshot prepare landslide mapping utilize in geography information system. Using for weigh at yardsticks pro mountainous region in Anbalagan method. Yardstick weigh exist ingredient for every layer according to maximum role be which inner that layer and at landslide effective. After composition different layers ingredient impressments in occur landslide, obtain landslide prone region map with five class include very high hazard, high hazard, moderate hazard, low hazard, very low hazard. Finally, pro evolution certitude ranges the method appliqué, conform zoning map with earthly actual map which results show that further 38 % in region study in class very high hazard happened and explanatory certitude high this method.

Keyword: Landslide, Mapping, Anbalagan method, GIS, Gelalrood.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* (Corresponding Author): naderigeo@yahoo.com