مجله علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال ششم- شماره ۱۸- بهار ۱۳۹۱

Vol. 6, No. 18, Spring 2012

مقایسه مدل‌های مفهومی LNRF وWLC در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز اخلمد، شهرستان چناران)

مرتضی اکبری[1]، آرمین مشایخان[2]

چکیده

شناسایی نواحی مستعد لغزش و پهنه‌بندی خطرآن، اولین گام در ارزیابی خطرات محیطی به شمار می‌رود. عوامل زیادی در وقوع زمین لغزش‌ها دخالت دارند که ارزشیابی آنها، استفاده از ابزارهای تحلیلی قوی را ضروری می‌سازد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی و ارزیابی تاثیر هریک از عوامل موثر در پدیده زمین لغزش و انتخاب مدل مناسب پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز اخلمد شهرستان چناران می‌باشد. شرایط خاص زمین‌شناسی، زمین ریخت‌شناختی، اقلیم و کاربری اراضی، این حوزه را از مناطق مستعد زمین‌لغزش به شمار آورده است. جهت کمی‌نمودن هریک از عوامل موثر و انتخاب بهترین روش، از مدل مفهومی LNRF[3] و WLC[4] و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. پس از بازدیدهای میدانی و بررسی عکس‌های هوایی، کلیه واحدهای منطبق شده با نقشه زمین‌لغزش براساس مدل‌های مفهومی LNRF و WLC وزن‌دهی و نقشه‌های وزنی تهیه گردید. نتایج نشان داد با استفاده از روش LNRF، ۵۰ درصد حوزه آبخیز و با WLC، ۷۱ درصد منطقه دارای خطر زمین‌لغزش زیاد می‌باشند. در هر دو مدل، بیشترین میزان زمین لغزش‌ها در طبقات شیب بیش از ۷۰ درصد با جهت جغرافیایی شمال شرقی رخ داده است. ساختار زمین‌شناسی، زمین ریخت‌شناختی، گسل و اقلیم به عنوان عوامل طبیعی و تغییر کاربری اراضی و فعالیت‌های انسانی به عنوان عوامل غیرطبیعی تاثیرگذار در زمین لغزش منطقه معرفی شدند. روش فازی نه تنها باعث افزایش دقت در شناسایی مناطق دارای توانمندی خطر زمین‌لغزش خواهد شد بلکه به دلیل انتخاب توابع عضویت مناسب برای هر یک از عوامل، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. از این‌رو روش مناسب‌تری برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زمین‌لغزش، مدل مفهومی LNRF، مدل WLC، حوزه آبخیز اخلمد، شهرستان چناران.

مقدمه

کشور ایران با پستی وبلندی به طورعمده کوهستانی، فعالیت‌های زمین‌شناختی، اقلیمی و لرزه‌خیزی زیاد، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین‌لغزش‌ها، دارا می‌باشد. نیک اندیش [۱۲] براساس برآوردهای اولیه، سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت مالی از طریق زمین‌لغزش‌ها بر کشور وارد می‌شود. ایزانلو [۹] طبق تعاریف موجود، به حرکت سنگ و خاک در جهت شیب دامنه در طول سطوح شیب‌دار، فرآیند لغزش گفته می‌شود. غضبان [۶] برخلاف دیگر فرآیندهای فرسایشی، حرکات توده‌ای به واسطه آثار کوتاه مدت و ویرانگری آن، بیشتر به صورت یک خطر مورد توجه بوده است بهرامی [۲].

با توجه به تاثیر نامناسب وقوع زمین لغزش‌ها برروی پدیده‌های منابع طبیعی و فرسایش حجم قابل توجهی از خاک‌های باارزش، شناسایی اراضی مستعد، پهنه‌بندی وقوع زمین‌لغزش و اجرای روش‌های پیش‌گیری و کنترل‌کننده بسیار ضروری است. یکی از مهم‌ترین اقدامات در این رابطه، تهیه نقشه پهنه‌بندی وقوع زمین‌لغزش می‌باشد. کرم [۵] و چن و لی [٤] پهنه‌بندی لغزش شامل تقسیم‌بندی سطح زمین به مناطق مجزا و رتبه‌بندی کردن این مناطق بر اساس درجه واقعی یا توانمندی خطر ناشی از بروز لغزش بر روی شیب دامنه‌ها است. ساها [۱۷] از عوامل موثر در وقوع این فرآیند می‌توان به عامل‌های مربوط به زمین‌شناسی، خاک، پوشش‌گیاهی، اقلیم، آب‌شناختی، فیزیوگرافی و دخالت انسان اشاره نمود. چن و لی [٤] در مطالعات خود با مدل‌سازی عامل‌های موثر در زمین‌لغزش، به اهمیت ریزش‌های جوی اشاره می‌کنند. ساها [۱۷] در مطالعه و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، شیب‌های بیش از ٤٥ درصد را عامل ناپایداری معرفی نموده است. جهت شیب از دیگر عامل‌های مؤثر در وقوع زمین‌لغزش می‌باشد. علت این امر آن است که دامنه‌های شمالی از انرژی تابشی کمتری برخوردارند. معماریان [۱۱] کاربری اراضی یکی دیگر از عامل‌های مهم در وقوع زمین لغزش بوده به

۱- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، آدرس الکترونیکی: M_Akbari@um.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری رشته جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

3- landslide Nominical Risk Factor
4- weighted linear combination

طوری که تغییر در کاربری زمین باعث تغییر در ویژگی‌های ذاتی زمین از نظر خواص مهندسی خواهد شد. ارومیه‌ای [۱۳] گلید [۷] در پژوهشی نشان داد که با تغییر در پوشش‌گیاهی بر اثر خانه‌سازی در منطقه‌ای در نیوزلند افزایش معنی‌داری در وقوع زمین‌لغزش دیده شد. شادفر [۱۸] در مطالعه خود، روش تحلیل سلسله مراتبی را به دلیل دخالت دادن تعداد زیادی از عوامل در مقایسه با سایر روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، مناسب دانسته است. کلارستاقی [۱۰] تغییر کاربری اراضی، سنگ شناسی و جاده‌سازی را در حوزه آبخیز تجن، از عوامل اصلی و موثر زمین‌لغزش دانسته است. سابویا [۱۶] از مدل منطق فازی به منظور ارزیابی ناپایداری دامنه‌ها استفاده نمود و بیان کرده است که مدل منطق فازی به دلیل ارزش‌دهی عوامل موثر در زمین‌لغزش به طبقات بین صفر تا یک، نتایج بهتری نسبت به سایر مدل‌ها دارد. امروزه از منطق فازی در علوم مختلف استفاده می‌شود و هر روز دامنه کاربردهای عملی آن گسترده‌تر می‌شود. الجراح [۱] برای مکانیابی محل دفن زباله‌های شهری، عسگری و گلی [۸] برای ارزیابی تبدیل روستا به شهر و صحنه و رضوانی [۱٤] برای سنجش سطوح توسعه‌یافتگی دهستان‌ها از منطق فازی استفاده نموده و نتایج به‌دست آمده را منطقی ارزیابی نموده‌اند.

با توجه به این‌که عوامل زیادی در وقوع زمین‌لغزش دخالت دارند، در این مطالعه با استفاده از مدل WLC، LNRF و با تکیه بر توانایی‌های نرم‌افزارGIS[1]، سعی شد نقشه پهنه‌بندی شدت و میزان خطر لغزش بر اساس توانمندی وقوع لغزش تهیه و مدل مناسب برای پهنه‌بندی ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

پهنه‌بندی وقوع زمین لغزش در حوزه آبخیز اخلمد، به روش تحلیلی انجام شده است. در این پژوهش از نقشه‌های پستی وبلندی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی و نقشه‌های هم‌باران منطقه به همراه بازدیدهای صحرایی و بررسی عکس‌های هوایی ۱:٤۰۰۰۰ منطقه استفاده شد. در ابتدا کلیه نقشه‌ها اسکن و سپس اقدام به رقومی نمودن آنها گردید. پس از رقومی‌سازی نقشه‌ها، اطلاعات وارد سامانه اطلاعات جغرافیایی گردید. محدوده حوزه با استفاده از نقشه‌های پستی و بلندی، عکس‌های هوایی و عملیات میدانی تعیین شد. سپس تمامی نقشه‌ها بر اساس محدوده حوزه، برش و با نقشه مکان‌های زمین لغزش که توسط کارشناسان بخش آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی تهیه شده بود، انطباق داده شد. جهت استفاده از دو مدل مفهومی و مقایسه نتایج آنها، ابتدا براساس مدل LNRF وزن تمامی واحدهای منطبق شده با نقشه زمین‌لغزش، وزن‌دهی و نقشه‌های وزنی تهیه گردید. جداول ۱ تا ۷ وزن دهی و ارزش‌گذاری هریک از عوامل موثر را نشان داده است. در انتها از جمع جبری نقشه‌های وزنی، با توجه به دامنه تغییرات ارزش‌ها، حوزه مورد مطالعه از نظر خطر زمین‌لغزش پهنه‌بندی گردید. مدل LNRF که یک مدل ارزشیابی و تصمیم‌گیری است و طبق روابط ۱ و ۲ معرفی می شود:

رابطه ۱

LNRF = میانگین لغزش رخ داده در کل واحدهای یک نقشه

رابطه ۲

Weight=۰ LNRF>۱

Weight= ۱ ۱<LNRF < ۲

Weight =۲ LNRF<۲

در این مطالعه همچنین از منطق فازی لطفی‌زاده [۲۱] برای استاندارد کردن عوامل موثر در زمین‌لغزش و تکنیک مقایسه زوجی روش سلسله مراتبی ساعتی [۱۵] برای وزن‌دهی عوامل و تعیین اهمیت عوامل موثر در زمین‌لغزش و روش WLC یاگر [۲۰] برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش استفاده شد. جدول ۸ وزن هر یک از عوامل را با روش سلسله مراتبی نشان می‌دهد. تعریف تابع عضویت یک مجموعه فازی، مهمترین بخش در مجموعه فازی است، که نشان‌دهنده تغییر درجات عضویت ویژگی مورد مطالعه است. اگر مجموعه S با عناصرXi مفروض باشد، برای نشان دادن عضویت Xi طبق رابطه ۳ داریم:

رابطه ۳

Xi € S

به منظور نشان دادن عضویت Xi به مجموعه S می‌توان از مفهوم دیگری معروف به تابع عضویت (μx) استفاده نمود، بدین صورت طبق رابطه ٤ خواهیم داشت:

رابطه ٤

μs (Xi) =۱ Xi € S

= (۰μs (Xi Xi € S

دو روش برای ساختن توابع عضویت وجود دارد، روش خوشه کردن فازی k-means و مدل فازی مفهومی[2] باروق [۳] به نظر کارشناس نیاز دارد. در این مدل می‌توان به منظور استاندارد کردن نقشه عوامل موثر در زمین‌لغزش، از تراکم لغزش رخ داده در منطقه در تعریف توابع عضویت کمک گرفت. در روش مدل فازی مفهومی از توابع عضویت فازی متنوعی از قبیل خطی فزآینده، خطی کاهنده، مثلثی، سینوسی و j شکل استفاده می‌شود باروق[۳] . با توجه به اینکه تابع عضویت روی نتیجه فرآیند تصمیم‌گیری تاثیر می‌گذارد، انتخاب نوع و شکل تابع عضویت باید به دقت صورت گیرد استفاناکیس [۱۹]. در مدل WLC عوامل موثر در زمین‌لغزش باید در ابتدا استاندارد شوند. به منظور استاندارد کردن عوامل موثر از منطق فازی استفاده شد. در منطق فازی عضویت هر پیکسل[3] نقشه در مقیاسی از صفر تا یک نشان داده می‌شود و بیشترین ارزش یعنی عدد یک به حداکثر خطر و کمترین ارزش یعی عدد صفر به حداقل

1- Geographical Information System

2- Semantic Import

3 - Pixcel

خطر تعلق می‌گیرد. به منظور فازی کردن عوامل موثر، با توجه به مساحت زمین‌لغزش رخ داده در هر عامل، تابع عضویت تعریف شد[1]. توابع عضویت تعریف شده مبنای کار فازی‌کردن عوامل موثر در زمین‌لغزش است [۲۱]. جدول ۹ توابع عضویت تعریف شده برای هر عامل را نشان می دهد. پس از تهیه نقشه فازی عوامل موثر در زمین‌لغزش با استفاده از روش WLC نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تهیه شد. مدل WLC طبق رابطه زیر معرفی می‌شود؛ رابطه ٤

$$S=\Sigma_{i=1 \text{ to } n} WiXi$$

پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش= S وزن هر یک از عوامل موثر در زمین‌لغزش = Wi عامل موثردر زمین‌لغزش= Xi

منظوراز عامل، نقشه‌ای است که ارزش پیکسل‌های آن در دامنه بین صفر تا یک قرار دارد. از نمایانه جمع کیفیت[2] برای مقایسه کارایی مدل‌ها استفاده شده است، به طوریکه هر چقدر مقدار Qs بدست آمده بیشتر باشد آن مدل برای منطقه مورد مطالعه مناسبتر است

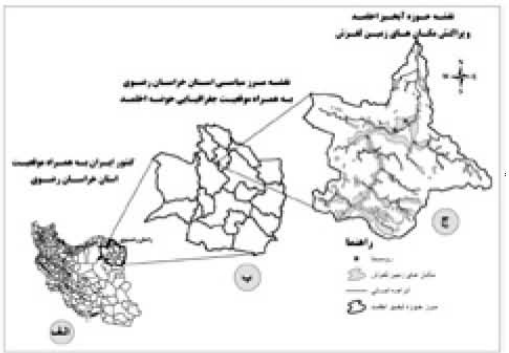
رابطه ٥

$$Q_s=\Sigma_{i=1 \text{ to } n}[(D_r-1)^2 * S]$$

Q_s: نمایانه جمع مطلوبیت D_r: تراکم لغزش در هر کلاس خطر
S: نسبت مساحت هر کلاس خطر به مساحت کل حوضه
n: تعداد کلاس‌های خطر

محدوده مورد مطالعه

حوزه آبخیز اخلمد، در ناحیه‌ای کوهستانی و در بخش شرقی شهرستان چناران از شهرهای استان خراسان رضوی قرار دارد. این حوزه دارای مساحتی در حدود ۱۳۰ کیلومترمربع و محیطی معادل ۷۰ کیلومتر می‌باشد و از لحاظ مکانی در محدوده مختصات جغرافیایی به طول ۵۸ درجه و ٥١ دقیقه و ١٥ ثانیه الی ٥٩ درجه و ٢ دقیقه و ١٨ ثانیه شرقی و عرض ٣٦ درجه و ٣٠ دقیقه و ٤٣ ثانیه الی ٣٦ درجه و ٤٠ دقیقه و ٨ ثانیه شمالی قرار دارد. ارتفاع پست‌ترین و بلندترین



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی حوزه اخلمد در ایران و استان خراسان رضوی به ترتیب از الف تا ج

- خصوصیات و وضعیت طبیعی حوزه مورد مطالعه

الف- وضعیت سنگ‌شناختی و زمین‌شناسی

از نظر ساختار زمین‌شناسی حوزه آبخیز اخلمد، بخشی از زون کپه داغ در شمال خراسان رضوی می‌باشد. چین خوردگی‌های آن بیشتر از رسوبات دوران دوم زمین‌شناسی تشکیل شده و مربوط به دوره ژوراسیک فوقانی، سازند چمن بید و مزدوران است. حوزه اخلمد دارای چند نوع سنگ‌شناختی متفاوت بوده که ٧٤/٩ درصد از سطح منطقه سنگ‌های آهکی تودهای به رنگ نخودی روشن و ٩/١ درصد سنگ آهکی لایهای به رنگ نخودی روشن، ٨/٥ درصد سنگ اهک و مارن به رنگ خاکستری روشن و ٦/٤ درصد دیگر از نهشته‌های آبرفتی تشکیل شده است.

از نظر زمین‌ساختی، این حوزه لرزه‌خیز و فعال بوده و گسل‌های متعددی در آن دیده می‌شود. به گونه‌ای که زمین ریخت‌شناختی پیچیده‌ای را بوجود آورده است. جهت بررسی تاثیر سنگ‌شناختی و گسل‌ها با وقوع پدیده زمین‌لغزش، از نقشه‌های زمین‌شناسی استفاده شد که پس از اسکن و رقومی‌سازی به محیط GIS وارد گردید. اشکال ٢ و٣ به ترتیب وضعیت ساختار زمین‌شناسی را به همراه گسل‌های منطقه و مدل رقومی ارتفاع[3] در حوزه نمایش می‌دهد.

ب- وضعیت بارندگی وآب شناختی

این حوزه از نظر اقلیمی در قسمت‌های شمالی دارای آب و هوای مدیترانه‌ای و در قسمت‌های جنوبی دارای آب و هوای استپی (سرد و خشک) می‌باشد. میزان بارش سالانه از ٢٥٠ میلی‌متر در نواحی کم ارتفاع، تا بیش از ٣٥٠ میلی‌متر در ارتفاعات در نوسان است. از نظر آبنمود، رودخانه اخلمد که از شعبات رودخانه کشف رود است با جهت کلی جنوب به شمال در آن واقع شده است. شکل ٤ و ٥ به ترتیب نقشه‌های هم‌باران و آبراهه‌های حوزه اخلمد را به همراه چشمه‌ها نشان می‌دهد.

ج- ویژگی‌های فیزیوگرافی، شیب و جهات شیب

شیب و ریخت شناختی دامنه‌ها تاثیر بسیار زیادی در وقوع پدیده‌های لغزش دارد. با توجه به بازدید میدانی و دامنه تغییرات شیب، نقشه شیب حوزه به شش کلاس تقسیم‌بندی گردید. شکل شماره ٦ نقشه شیب و طبقات آن را نشان می‌دهد. یکی دیگر از عامل‌های مهم در پدیده لغزش، جهات جغرافیایی است. لازم به توضیح است که نقشه شیب و جهات جغرافیایی در محیط GIS و با استفاده از مدل رقومی ارتفاع تهیه شده است. شکل ٧ نقشه جهات جغرافیایی را نشان داده است.

د- کاربری اراضی حوزه آبخیز اخلمد

1 - User- defined
2 - Quality sum
3- DEM، Digital Elevation Model

یکی دیگر از نمایانه‌های اصلی در مطالعه پایداری دامنه‌ها و پهنه‌بندی خطر آن‌ها در یک ناحیه، کاربری اراضی می‌باشد. کاربری زمین ویژگی‌های سطحی زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب تغییر رفتار آن در مقابل فرآیندهای زمین‌شناسی حاکم بر منطقه از جمله هوازدگی و فرسایش می‌شود. در نتیجه ویژگی‌های ذاتی زمین از نظر خواص مهندسی تحت تأثیر تغییر کاربری اراضی می‌باشد ارومیه‌ای [۱۳]. شکل ۸ نقشه کاربری اراضی منطقه را نشان می‌دهد.

ذ- فاصله از جاده

در محدوده مطالعاتی جاده زیادی وجود نداشته و تنها جاده موجود، جاده منتهی به روستا است که آن هم طول زیادی ندارد. لذا به دلیل پراکنش و توزیع کم جاده در منطقه که باعث ایجاد خطا در وزن تولید شده در مدل LNRF می‌شود و نقش بسیار مهم جاده‌ها در وقوع زمین‌لغزش‌ها و تبعیت زمین لغزش‌های منطقه از مسیرجاده‌ها در منطقه مطالعاتی، به تمامی مناطق در حاشیه صدمتری جاده‌ها، بر اساس رابطه ۲ وزن۱ داده می‌شود.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از طریق کارهای میدانی و بررسی متغیرهای موثر در پدیده زمین‌لغزش، از مدل LNRF به عنوان ابزاری مفهومی، جهت تلفیق و روی هم‌اندازی نقشه‌ها از سامانه اطلاعات جغرافیایی و جهت مقایسه داده‌ها با واقعیت زمین از روش ریاضی فازی استفاده شد. با توجه به مبانی نظری پژوهش، از آن جا که در وقوع پدیده لغزش، متغیرهای بسیاری نقش دارند، کلیه عوامل موثر در این پدیده، با انطباق بر روی نقشه مکان‌های لغزش، برش داده شد و مساحت هرکدام از عوامل برحسب هکتار محاسبه و با استفاده از مدل مفهومی LNRF وزن‌دهی شدند.

برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطرزمین‌لغزش، نقشه فازی عوامل موثر در زمین‌لغزش، در فرمول مدل WLC طبق رابطه ۳ قرار گرفت. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدلWLC و به روش زیر به دست می‌آید:

رابطه ۳

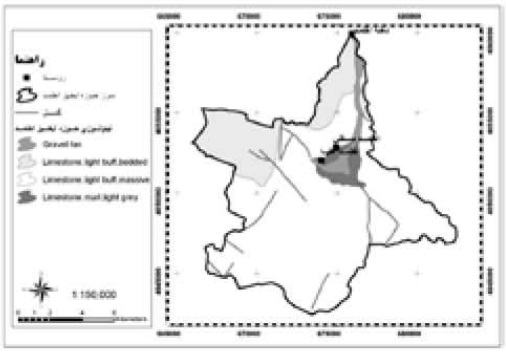
WLC=[۰/٤×(نقشه فازی شیب) + ۰/۲×(نقشه فازی کاربری اراضی)+ ۰/۱×(نقشه فازی فاصله از گسل)+ ۰/۱×(نقشه فازی جهت شیب)+ ۰/۱×(نقشه فازی همباران)+ ۰/۰۵×(نقشه فازی فاصله از آبراهه)+ ۰/۰۵×(نقشه فازی سنگ شناسی)]

نتایج و بحث

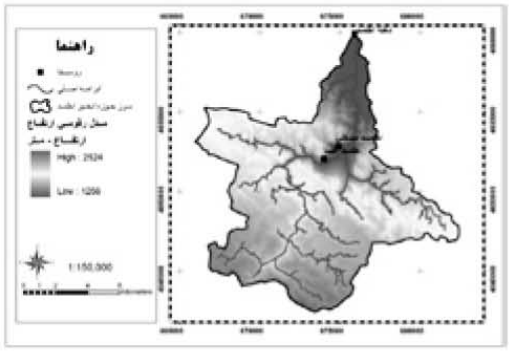
بررسی عوامل موثردر زمین‌لغزش‌های اتفاق افتاده در منطقه مورد مطالعه، بیانگر آن است که جنس واحدهای سنگ‌شناختی، بارندگی، طبقات شیب، جهات شیب، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه، گسل و جاده‌ها از عوامل تأثیرگذار بر وقوع زمین‌لغزش در منطقه می‌باشد. در بین واحدهای سنگ‌شناختی منطقه آهک‌های توده‌ای نخودی با دارا بودن ۷٤/۸ درصد از مساحت سطح زمین لغزش‌های منطقه وزن ۲ را به خود اختصاص داده است.گسل‌ها به دلیل وارد ساختن تنش‌های پویایی به توده‌های سست باعث تحریک این توده‌ها شده و احتمال وقوع‌لغزش در آن‌ها را افزایش می‌دهد. در منطقه مورد مطالعه انطباق بسیار بارزی بین موقعیت و امتداد گسل‌ها و زمین‌لغزش‌ها دیده می‌شود. لذا در این مطالعه از داده‌های فاصله از گسل‌ها به عنوان یک لایه اطلاعاتی تأثیرگذار و مهم در منطقه استفاده شده است. با قرار دادن فواصل مختلف از گسل در مدل مربوطه حاشیه ۱۰۰۰-۰ متری از گسل، بیشترین وزن و برابر با ۱ را به خود اختصاص داده است.

بارش باران به لحاظ افزایش وزن توده و تسهیل حرکت توده به‌واسطه کاهش اصطکاک بین مصالح، باعث افزایش احتمال وقوع زمین‌لغزش‌ها می‌شوند. لذا انتظار می رود که در مناطقی با بارندگی بیشتر، زمین‌لغزش‌های بیشتری را شاهد باشیم. منطقه مورد مطالعه نیز از این موضوع مستثنی نبوده و مناطق با بارندگی ۳۵۰-۳۰۰ میلیمتر در سال در مدل LNRF بیشترین وزن و برابر با ۱ را به خود ا اختصاص داده است.

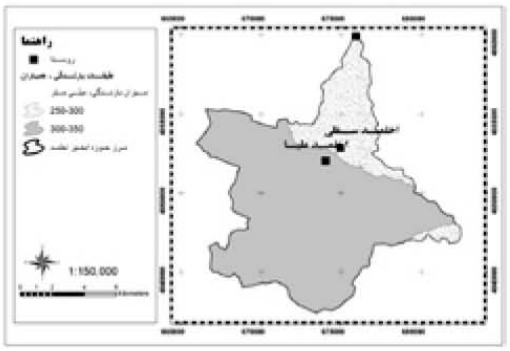
همان‌طور که انتظار می‌رود با افزایش شیب دامنه‌ها امکان وقوع



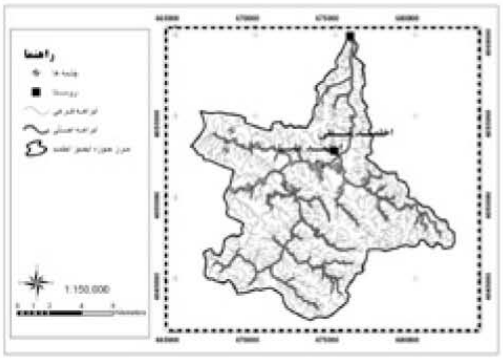
شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی وگسل‌ها درحوزه اخلمد



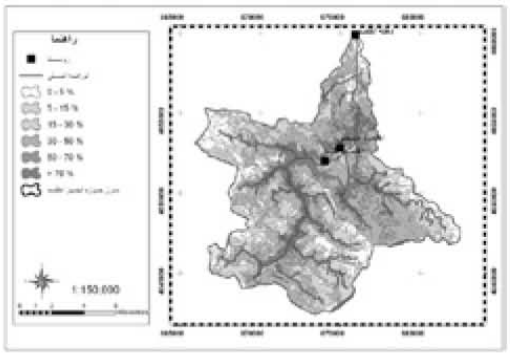
شکل ۳ - نقشه مدل رقومی ارتفاع DEM حوزه اخلمد



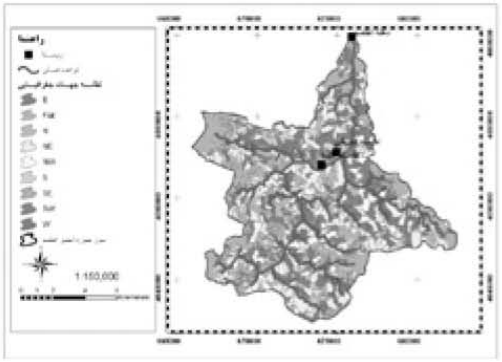
شکل ٤- نقشه هم‌باران حوزه آبخیز اخلمد



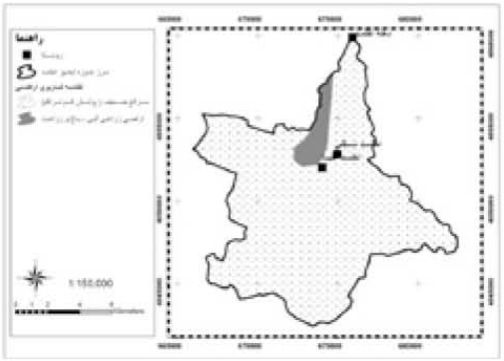
شکل ٥ - نقشه آبراهه‌ها و چشمه‌ها درحوزه اخلمد



شکل ٦ - نقشه شیب حوزه اخلمد



شکل ٧- نقشه جهات شیب حوزه اخلمد



شکل ٨- نقشه کاربری اراضی حوزه اخلمد

زمین‌لغزش‌ها نیز افزایش می‌یابد. در ضه اخلمد، شیب‌های بیشتر از ۳۰ درصد با وزن برابر یک و بیشتر از ۷۰ درصد با وزن برابر با ۲ نسبت به دیگر طبقات شیب، وزن بیشتری را به خود اختصاص داده است. با توجه به توضیحی که در مقدمه در رابطه با تأثیر جهات شیب‌ها در رخداد زمین‌لغزش‌ها داده شد و موقعیت جغرافیایی منطقه، دامنه‌های شمال غربی و شمال شرقی کمترین میزان آفتاب‌گیری را نسبت به دیگر جهت دامنه‌ها داشته باشند. وزن‌های به‌دست آمده جهات شیب، این گفته را تصدیق می‌کند و دامنه‌های با جهت شیب شمال غربی وزن ۱ و دامنه‌های شمال شرقی وزن ۲ را در مدل مربوطه به خود اختصاص داده‌اند.

رودخانه‌ها به دلیل افزایش شبکه زهکشی و بالا بردن سطح رطوبت خاک در حاشیه خود باعث افزایش احتمال وقوع زمین‌لغزش‌ها می‌شوند. بدین منظور با توجه به بازدیدهای میدانی صورت گرفته از منطقه، اکثر زمین‌لغزش‌های رخ داده از روند رودخانه‌ها

جدول ۱- درصد لغزش رخ داده در واحدهای سنگ‌شناختی و وزن محاسبه شده هر واحد

ردیف	لیتولوژی	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصدمساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	Gravel fan	۱۳۰٤۷/۲۵	٤۲۱/۱	۳/۲	۱۳۱/۸۸۷	۰/۲٦	۰
۲	Limestone. Light buff. bedded	۱۳۰٤۷/۲۵	۲۵۰٦/۳۸	۱۹/۲	۱۸۵/۸٤۳	۰/۳٦	۰
۳	Limestone. Light buff. massive	۱۳۰٤۷/۲۵	۹۷۵۳/۱۳	۷٤/۸	۱۵٤۹/۷۷	۳/۰٤	۲
٤	Limestone.marl.light grey	۱۳۰٤۷/۲۵	۳٦٦/٦٤	۲/۸	۱۷۳/۸۳	۰/۳٤	۰

جدول ۲ - فراوانی زمین‌لغزش‌ها در فاصله با زمین‌لغزش و وزن محاسبه شده هر واحد

ردیف	فاصله از گسل	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصد مساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	۰-۱۰۰۰	۱۳۰٤۷/۲۵	۵۸۳٦	٤٤/۷	۹٦۷	۱/۱۱	۱
۲	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱۳۰٤۷/۲۵	۹۳۵۹	۷۱/۷	۷۸۰	۰/۸۹	۰

جدول ۳ - درصد لغزش رخ داده در واحدهای طبقات هم‌باران و وزن محاسبه شده هر واحد

ردیف	همباران (میلی متر)	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصدمساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	۲۵۰-۳۰۰	۱۳۰٤۷/۲۵	۲٦۸۱/۷۲	۲۰/٦	۲۸٦/۷۳	۰/۲۸	۰
۲	۳۰۰-۳۵۰	۱۳۰٤۷/۲۵	۱۰۳٦۵/۵۳	۷۹/٤	۱۷۵٤/۵۹	۱/۷۲	۰

جدول ٤- فراوانی زمین‌لغزش‌ها درفاصله ازرودخانه و وزن محاسبه شده هرواحد

ردیف	فاصله از آبراهه	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصدمساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	۰-۳۰۰	۱۳۰٤۷/۲۵	۵۷۲۵	٤۳/۸۷	۱۳۷۱	۱/٤۷	۱
۲	۳۰۰-٦۰۰	۱۳۰٤۷/۲۵	٤۱٤۱	۳۱/۷۳	٤۹۹	۰/۵۳	۰

تبعیت نموده‌است. لذا حاشیه ۳۰۰-۰ متری از رودخانه با وزن ۱ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. با توجه به اهمیتی که پوشش‌گیاهی در تثبیت توده‌های خاک دارند این انتظار وجود دارد که در مناطق با پوشش گیاهی کم زمین لغزش‌های بیشتری اتفاق افتاده باشد. وزن به دست آمده برای کاربری‌های مختلف منطقه بیانگر این مطلب بوده و مراتع ضعیف (پوشش کم تراکم) با وزن ۱ بیشترین وزن را در مدل به خود اختصاص داده است. جداول هریک از عوامل فوق به همراه درصد مساحت و فراوانی میزان لغزش و ارزش LNRF از شماره ۱ الی ۷ به ترتیب زیر آمده است.

نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل WLC (شکل۱۰) نشان می‌دهد که ۷۱ درصد منطقه از نظر زمین‌لغزش ناپایدار، ۲٦ درصد پایداری متوسط و ۳ درصد حوزه پایدار می‌باشد. وجود بیش از ۹۰ زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه بیانگر مستعد بودن این منطقه جهت وقوع زمین لغزش‌ها در آینده خواهد بود. نقشه توانمندی خطر زمین‌لغزش برای حوزه آبخیز اخلمد با استفاده از مدل LNRF نشان می‌دهد که ٤۹ درصد از منطقه ناپایدار، ۱۱ درصد از حوزه مناطق با پایداری متوسط و ٤۰ درصد از نظر زمین‌لغزش پایدار می‌باشند. شکل ۱۱ درصد حساسیت حوزه را به خطر زمین‌لغزش با دو مدل WLC وLNRF نشان می‌دهد.

جدول ۵- درصد لغزش رخ داده در واحدهای طبقات شیب و وزن محاسبه شده هر واحد

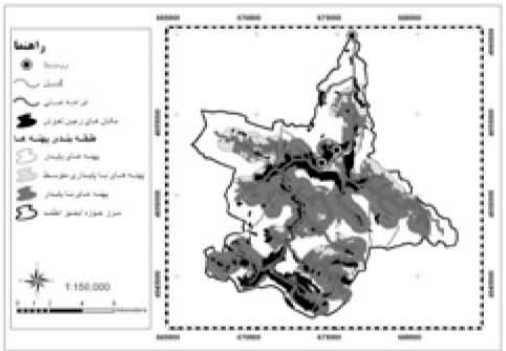
ردیف	طبقات شیب (درصد)	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصد مساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	۰-۵	۱۳۰۴۷/۲۵	۷۳۱/۷	۵/۶۰	۲۴/۸۹	۰/۰۷	۰
۲	۵-۱۵	۱۳۰۴۷/۲۵	۱۱۸۴/۷	۱۵/۹۷	۱۰۴/۹۵	۰/۳۱	۰
۳	۱۵-۳۰	۱۳۰۴۷/۲۵	۳۲۷۵/۱	۹/۰۸	۱۹۹/۳۷	۰/۵۹	۰
۴	۳۰-۵۰	۱۳۰۴۷/۲۵	۴۳۳۰/۸	۳۳/۱۶	۶۵۰/۵۱	۱/۹۱	۱
۵	۵۰-۷۰	۱۳۰۴۷/۲۵	۲۰۸۴/۱	۲۵/۱۰	۳۴۷/۵۴	۱/۰۲	۱
۶	>۷۰	۱۳۰۴۷/۲۵	۱۴۴۰/۹	۱۱/۰۴	۷۱۴/۰۴	۲/۱۰	۲

جدول ۶ - فراوانی زمین‌لغزش‌ها در جهات شیب و وزن محاسبه شده هر واحد

ردیف	طبقات جهات شیب	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصد مساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	E	۱۳۰۴۷/۲۵	۱۵۹۳/۰۲	۱۲/۲۱	۲۲۸/۳۰	۱/۰۱	۱
۲	Flat	۱۳۰۴۷/۲۵	۲۵۲۴/۳۳	۱۹/۳۵	۱۰۹/۶۶	۰/۴۸	۰
۳	N	۱۳۰۴۷/۲۵	۵۹۷/۵۱	۴/۵۸	۱۶۲/۲۸	۰/۷۲	۰
۴	NE	۱۳۰۴۷/۲۵	۳۱۴۰/۸۶	۲۴/۰۷	۵۴۵/۵۶	۲/۴۱	۲
۵	NW	۱۳۰۴۷/۲۵	۱۶۲۴/۵۹	۱۲/۴۵	۲۷۵/۸۱	۱/۲۲	۱
۶	S	۱۳۰۴۷/۲۵	۷۱۹/۵۳	۵/۵۱	۱۲۶/۶۷	۰/۵۶	۰
۷	SE	۱۳۰۴۷/۲۵	۹۲۳/۰۵	۷/۰۷	۱۹۱/۱۶	۰/۸۴	۰
۸	SW	۱۳۰۴۷/۲۵	۱۰۱۶/۸۹	۷/۷۹	۱۷۹/۶۶	۰/۷۹	۰
۹	W	۱۳۰۴۷/۲۵	۹۰۷/۴۷	۶/۹۶	۲۲۰/۲۲	۰/۹۷	۰

جدول ۷- فراوانی زمین‌لغزش‌ها در واحدهای کاربری اراضی و وزن محاسبه شده هر واحد

ردیف	کاربری اراضی	فراوانی کل حوزه به هکتار	فراوانی کل واحد به هکتار	درصد مساحت به کل حوزه (٪)	فراوانی لغزش در واحد به هکتار	LNRF	وزن نهایی واحد
۱	مراتع ضعیف (پوشش کم تراکم)	۱۳۰۴۷/۲۵	۱۲۴۵۲/۱۵	۹۵/۴	۱۹۴۳/۳۳	۱/۹۰	۱
۲	مخلوط زراعت و باغ)	۱۳۰۴۷/۲۵	۵۹۵/۱	۴/۶	۹۷/۹۸	۰/۱۰	۰



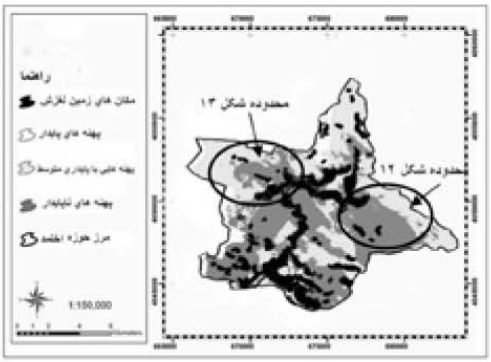
شکل ۹ - نقشه توانمندی خطر زمین‌لغزش با مدل LNRF

جدول ۸- وزن عوامل موثر در زمین‌لغزش با استفاده از روش سلسله مراتبی و نظر کارشناسی و بازدید میدانی

عوامل تاثیرگذار در زمین لغزش	وزن دهی براساس اهمیت
شیب	۰/۴
کاربری اراضی	۰/۲
فاصله از گسل	۰/۱
جهات جغرافیایی	۰/۱
هم‌باران	۰/۱
فاصله از آبراهه‌ها	۰/۰۵
سنگ شناسی	۰/۰۵

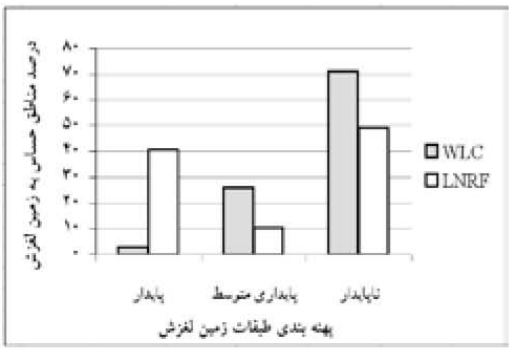
جدول ۹- توابع عضویت تعریف شده برای استاندارد کردن عوامل موثر در زمین لغزش در WLC

عوامل	ارزش طبقات عوامل							
شیب	ارزش	۰-۵	۵ -۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-۵۰	۵۰-۷۰	>۷۰	
	تابع عضویت	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۸	
جهت شیب	ارزش	شرقی	بدون شیب	شمال	شمال شرقی	شمال غربی	جنوب	غرب
	تابع عضویت	۰/۱	۰	۰	۰/۸	۰/۱	۰	۰
کاربری اراضی	ارزش	مرتع ضعیف	زراعت باغ					
	تابع عضویت	۰/۹	۰/۱					
سنگ شناسی	ارزش	Gravel fan	Limestone. Light buff. bedded	Limestone. Light buff. massive	Limestone .marl، light grey			
	تابع عضویت	۰	۰/۱	۰/۸	۰/۱			
فاصله از گسل	ارزش	۱۰۰۰-۰متر	۲۰۰۰- ۱۰۰۰ متر					
	تابع عضویت	۰/۹	۰/۱					
فاصله از آبراهه	ارزش	۳۰۰-۰ متر	۶۰۰- ۳۰۰ متر					
	تابع عضویت	۰/۹	۰/۱					
هم‌باران	ارزش	۲۵۰-۳۰۰ میلی متر	۳۰۰ -۳۵۰ میلی متر					
	تابع عضویت	۰/۱	۰/۹					



شکل ۱۰- نقشه توانمندی خطر زمین‌لغزش با مدل WLC

شکل شماره ۱۲ و ۱۳ به ترتیب آثاری از زمین لغزش را درحوزه آبخیز نشان می دهد. عکس‌های زیر با دید شمال غربی و غربی نسبت به جهت شمال جغرافیایی در شرق و شمال غربی حوزه



شکل ۱۱ -درصد حساسیت منطقه مورد مطالعه به خطر زمین‌لغزش با دو مدل WLC وLNRF

گرفته شده و بر روی شکل شماره ۹ و ۱۰ با علامت دایره نمایش داده شده است.

شکل ۱۲ – آثار زمین لغزش در حوزه آبخیز(اقتباس از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی)

نتیجه گیری

با بررسی عوامل موثر در زمین‌لغزش حوزه آبخیز اخلمد، که منطقه تاحدودی کوهستانی است مشخص گردید که توانمندی زمین‌لغزش در این منطقه بالا است. نتایج به دست آمده از مدل LNRF با توجه به وزن دهی هر یک از عوامل، بیشترین مقدار لغزش در واحد سنگ شناسی آهکی توده ای به مساحت ۹۷۵۳/۱۳ هکتار و در دامنه‌هایی با شیب ۵۰-۷۰ درصد با مساحت ٦٤١٤/٩٠ هکتار و شیب‌های بیش از ۷۰ درصد با مساحت ١٤٤٠/٩٠ هکتار بوده است که با مطالعات غضبان [٦] و بهرامی [۲] مطابقت دارد. از نظر جهات جغرافیایی جهات شمال شرقی با مساحت ۳۱٤۰/۸٦ هکتار و کاربری پوشش کم تراکمی از گیاهان با مساحت ۱۲٤٥۲/۱٥ هکتار بیشترین تاثیر را در زمین لغزش منطقه داشته که میزان بارندگی با بیش از ۳۰۰ میلی متر در سال و در فصول زمستان و اوایل بهار و جاده و گسل این موضوع را تشدید نموده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده از روش LNRF ، پهنه پایدار مساحتی در حدود ٤۱ درصد، پهنه‌ها با پایداری متوسط مساحتی معادل ۱۰ درصد و پهنه‌های ناپایدار مساحتی در حدود ٤۹ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند.

اما نتایج به دست آمده از پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل WLC نشان می‌دهد که بیشترین میزان زمین لغزش‌ها در طبقه شیب بیش از ۷۰ درصد، جهت جغرافیایی شمال شرقی، فاصله ۳۰۰-۰ متر از آبراهه، فاصله ۱۰۰۰-۰ متر از گسل، طبقه ۳٥۰-۳۰۰میلی متر نقشه همباران، طبقه آهک توده ای نخودی روشن نقشه سنگ شناسی و کاربری مراتع ضعیف واقع شده است. مدل WLC نقش عامل شیب و تغییر کاربری اراضی در وقوع زمین‌لغزش را موثرتر از عوامل دیگر می‌داند، که با نتایج پژوهش شادفر [۱۸] و کلارستاقی [۱۰] مطابقت دارد. در زمین‌لغزش حوزه اخلمد، ساختار زمین‌شناسی و زمین ریخت شناختی، شیب زمین، گسل، جهات جغرافیایی و اقلیم به عنوان عوامل طبیعی و تغییر کاربری اراضی و سازه‌های انسانی به عنوان عوامل غیر طبیعی بیشترین تاثیر را داشته است.

فازی نمودن عوامل موثر در زمین‌لغزش باعث افزایش دقت در

شکل ۱۳ – آثار زمین لغزش در شمال غربی حوزه (اقتباس از نویسندگان)

شناسایی مناطق دارای توانمندی ذاتی خطر زمین‌لغزش می‌شود و انتخاب تابع عضویت مناسب برای فازی کردن عوامل از اهمیت زیادی برخوردار است. کرم [٥] و سابویا [١٦] در مطالعات خوده استفاده از اطلاعات وقوع زمین‌لغزش و روش فازی را مناسب‌ترین روش برای ارزش‌دهی به عوامل موثر در زمین‌لغزش دانسته‌اند. بطوریکه نتایج به‌دست امده د راین تحقیق با روش WLC و استفاده از توابع عضویت فازی، با مطالعات کرم و سابویا همخوانی دارد. با توجه به جمع نمایه کیفیت، که هر چقدر مقدار Qs بدست آمده بیشتر باشد آن مدل برای منطقه مورد مطالعه مناسبتر است، مقدار Qs در مورد مدل WLC ، ۰/۷ و در مورد مدل LNRF ، ۰/۱ بدست آمد. تهیه نقشه‌های هم‌پهنه با توجه به قابلیت بالا جهت مدیریت بهینه سرزمین، از معایبی نیز برخوردار است. این نقشه‌ها همیشگی نیستند و چنانچه مدیریت زمین و کاربری زمین تغییر کند ممکن است به سرعت قدیمی شده ارزش خود را از دست بدهند. لذا لازم است بعد از مدتی به همراه بازدیدهای میدانی به روزرسانی شوند. همچنین پیشنهاد می‌شود که از هرگونه تغییر کاربری مناطق ناپایدار و یا احداث سازه‌ها در این مناطق جلوگیری شود و تمهیدات لازم جهت تثبیت توده‌ها در مناطق ناپایدار صورت پذیرد. با توجه به مقایسه دو مدل مفهومی LNRF و WLC و همچنین بازدیدهای مکرر میدانی و کارایی مدل WLC در پهنه‌بندی، مدل WLC از کارایی بالا تری بر اساس جمع نمایه کیفیت، برخوردار بوده است که این موضوع با مطالعات یاگر نیز همخوانی بسیار دارد.

مراجع

1- Al- Jarrah، O. and Abu-Qdais، H. 2006. Municipal solid waste landfill sitting using intelligent system، Waste Management 26: 299–306

2- Bahrami، M. 2006. Environmental Geology، Payame-Noor Publication. pp 220.

3- Burrough، P.A. and McDonnell، R.A. 1998.

Basin، Proceedings of Seventeenth Journal of Earth Sciences، Ministry of Mines and Metals، Geology and Mineral Exploration Organization.

14- Rezvani، M. and Sahneh، B. 2004. Measuring levels of Development in Rural Areas with Fuzzy Logic.

15- Saaty، T.L. 1998.The Analytic Hierarchy Process.

16- Sabuya. F، M. G. Alves، Pinto، W. D. 2006. Assessment of failure susceptibility of soil slopes Sing fuzzy logic، Engineering Geology، pp. 14.

17- Saha، A.K.، Gupta، R.P.، Arora، M.k.، Kumar، A. 2002. GIS-Based Landslide Hazard Zonation in the Bhagirothi (Ganga) valley Himalayas، International Journal of Remote Sensing، 23: 57-369pp.

18-Shadfar، C. Yamani، M. Ghoddoosi، G. Ghayoumiyan، G. 2007. Landslide hazard analysis using a Analytical Hierarchy process (Case study: Chakrood basin in Tonekabon township)، Journal of Research and Sazandegi in Natural Resources. 75:119-126.

19- Stefanakis، E. Vazirgiannis، M. Sellis، T. 1999. Incorporating fuzzy set methodologies in a DBMS Repository for the application domain of GIS، International Journal of Geographical Information Science13: 657-675.

20- Yager، R.R. 1988. On Ordered Weighted averaging aggregation operators in Multicriteria decision Making. IEEE Transactions on Systems، Man، and Cybernetics 8: 183-190.

21- Zadeh، L.A. 1965. Fuzzy sets. Information and Control 8: 338-353.

Principles of Geographic Information Systems. Oxford University Press.

4- Chen، H. and Lee، C.F. 2003. A dynamic model for rainfall-induced landslides on natural slopes، Geomorphology. 51: 269–288.

5- Caram، A. 2004.Potential occurrence of landslide zoning using weighted linear combination (case Study: Sarkhoon region in Charmahale bakhtiyari province)، Journal of Geography and development.pp15.

6- Ghazban، F. 2006. Environmental Geology، University of Tehran، pp416.

7- Glade Thomas، 2003. Landslide occurrence as a response to land use change: a review of Evidence from New Zealand، Catena. 51: 297– 314.

8- Goli، A. Asgari، A. 2003. The Application of Fuzzy Logic in the Rural-Urban Transformation، Tehran province. Journal of Humanities. No10.

9- Izanloo، A. 1997. Mass Movement Hazard in the Watershed using Remote Sensing and GIS data in basin Bidvaz، Master's thesis، University of Tarbiat Modarres، Tehran.

10- Kelarestaghi، A. Habibnezhad، M. Ahmadi، h. 2007. Switch landslide Study in Connection With the Lands and Roads (case study: Tajan Basin in Sari Township). Journal of Geographical Research.62:81-91.

11- Memariyan، h. and Sayarpoor، M. 2004. Slope Parameter of the Error in Landslide Hazard، Paper of Faculty of Engineering.1: 105-113.

12- Nikandish، N. 2000. Attitude on the Mass Movements in Iran، Journal of Jihad- Agriculture. No155.

13- Oroumiyehee، A. and Safaee، M. 1998. Land use and its effect on slope variability in Nekahrood

مجله علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 6, No. 18, Spring 2012
سال ششم- شماره ۱۸- بهار ۱۳۹۱

Abstract

Comparison of Conceptual Models LNRF and WLC In Landslide Hazard Zonation (Case Study: Akhlamad Basin of Chenaran Township)

M. Akbari[1]، A. Mashayekhan[2]

Identify areas prone to landslide hazard zonation and it's is the first step to assessment of environmental hazard. Many factors are involved in the occurrence of landslide، that their evaluation، Makes necessary the use of powerful analytical tools. The purpose of this research assessment and evaluate each of the factors in landslide and Select the appropriate model landslide hazard zonation in Akhlamad Basin of Chenaran Township. Special conditions of geological and geomorphologic، climate، land use caused to done landslide in this basin. The LNRF and WLC model and GIS used for quantitative of each effective factor and choose of the best method. After in-field surveys and assess of air photos، all of factor that are coincide on the occurrence landslide map weighted by LNRF and WLC model and Weighting map are prepared. According to the obtained results، the 50% of the landslide zones fall into the high susceptibility classes in the LNRF susceptibility map، whereas in the WLC susceptibility map، 71% of the study area is threatened by a high landslide occurrence. Both maps showed that the North-eastern part of the study area is more susceptible than other parts and steep slopes with more than 70% play important role in the occurrence of landslide in the study area. In landslide phenomena، geological structured and geomorphology، slope، fault، aspect and climate were naturally factors and land use and simultaneous human were non-naturally factors. In Fuzzy model، factors are assigned membership grade according to their contribution to landslide occurrence. Hence the landslide hazard zonation with Fuzzy logic has proven for showing potential hazard of landslide.

Keywords: landslide، LNRF Model، WLC Model، Akhlamad basin، Chenaran

1- Academic Staff of Natural Resources and Environment Faculty. Ferdowsi University of Mashhad. Iran.
2- PhD student of Forestry Science، Agricultural Science and Natural Resources of University of Sari. Iran