

روش نیلسن و بهینه‌سازی آن در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش

چکیده

برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و تهیه نقشه آن با استفاده از روش نیلسن مطالعه موردی در حوزه آبخیز چاشم خطیر کوه واقع در شمال شهرستان سمنان انجام شد. در منطقه فوق ابتدا پس از تعیین حدود حوزه همراه با عملیات صحرایی کلیه زمین لغزش‌های منطقه به ثبت رسیده و نقشه پراکنش نقطه‌ای و سطحی آن تهیه شد. سپس بر اساس اصول روش نیلسن در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش نقشه شیب در سه کلاس ۵-۰، ۱۵-۵ و بیشتر از ۱۵ درصد و نقشه زمین‌شناسی (نقشه واحدها یا نهشته‌های لغزشی) در سه کلاس واحدهای لغزش کم یا بدون لغزش، واحدهای لغزشی و واحدهای مستعد روانگرایی تهیه شده است. بر مبنای روش نیلسن از مقایسه و تلفیق دو نقشه شیب و نقشه واحدهای لغزشی، نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با پنج پهنه پایدار، عموماً پایدار، به طور متوسط پایدار، به طور متوسط ناپایدار و مناطق مستعد روانگرایی تهیه شده است. مساحت هر یک از پهنه‌های ذکر شده به ترتیب ۵۹۶، ۶۲۰، ۱۸۶، ۶۲ و ۹۴ هکتار می‌باشد. نتایج بیانگر است که روش نیلسن در منطقه قابل توصیه نمی‌باشد برای اینکه مساحت زمین لغزش در منطقه پایدار و به طور متوسط پایدار، علی‌رغم انتظار، از مساحت زمین لغزش در پهنه عموماً پایدار و به طور متوسط ناپایدار بیشتر است که از جمله اشکالات این روش در منطقه محسوب می‌شود. از اشکالات دیگر این روش وجود پهنه پایدار برای طبقات با شیب کمتر از ۵ درصد در واحدهای لغزشی است که در ادامه برای حل این اشکالات طبقات شیب بر اساس پراکنش سطحی زمین لغزش‌ها در آنها در روش نیلسن به صورت پنج

کلاس کمتر از ۵،۱۵-۵،۲۵-۵،۴۵-۱۵-۲۵ و بیشتر از ۴۵ درصد اصلاح شده و بر مبنای انطباق و مقایسه نقشه شیب جدید و نقشه زمین شناسی (واحدهای لغزشی) نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با پنج پهنه پایدار، عموماً پایدار، به طور متوسط پایدار، به طور متوسط ناپایدار و پهنه مستعد روانگرایی تهیه شده است. مساحت زمین لغزش در هر یک از این پهنه‌ها به ترتیب ۶۵۲،۳۹۴،۲۶۳،۵۷ و ۹۴ هکتار می‌باشد که نتایج قابل قبولی است و دارای ضریب اطمینان بیشتری جهت توصیه به بخش‌های اجرایی در منطقه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: زمین لغزش، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، روش نیلسن، حوزه آبخیز چاشم خطیرکوه، سمنان، ایران.

مقدمه

زمین لغزش پدیده‌ای است که به عوامل مختلفی چون شیب، زمین‌شناسی، بارندگی، پوشش گیاهی، زلزله و .. بستگی دارد (Xilinliu. et.al, 1990, 18) و همانند زمین لرزه و شاید در بعضی از کشورهای جهان حتی بیشتر، خسارات فراوانی را در زمینه جانی و مالی و منابع طبیعی در پی داشته است (حق‌شناس، ۱۳۷۴، ۸۱). دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط سازمان یونسکو به عنوان دهه مقابله با بلایای طبیعی مطرح شد و در آن زمین لغزش به عنوان یکی از اشکال بلایایی طبیعی عنوان شده بود (اشقلی فراهانی، ۱۳۸۰، ۲).

در کشور ایران بیش از ۳۲۵۰ مورد زمین لغزش از استان‌های مختلف کشور به ثبت رسیده که از موارد مهم آن می‌توان به زمین لغزش‌های حاصل از زلزله ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹ اشاره نمود (بدایعی، ۱۳۷۶، ۱۳). در استان سمنان نیز بیشترین زمین لغزش‌ها در قسمت شمالی شهرهای استان به وقوع پیوسته و نوع زمین لغزش‌های آن عموماً حالت لغزش، سیلان و افتان می‌باشد. از بین موارد ذکر شده حالت سیلانی از بقیه در مناطق شمالی استان بیشتر است (شریفی، ۱۳۷۹، ۵).

منطقه مورد مطالعه که بخشی از حوزه‌های آبخیز شهرستان سمنان می‌باشد به دلیل تنوع عوامل مؤثر در ایجاد زمین لغزش از جمله زمین‌شناسی، شیب، جهت، بارندگی و .. دارای انواع زمین لغزش از نوع افتان^۱ و سیلان^۲ می‌باشد که در حد امکان شناسنامه تعداد ۴۸ مورد آن تهیه و تکمیل شده است.

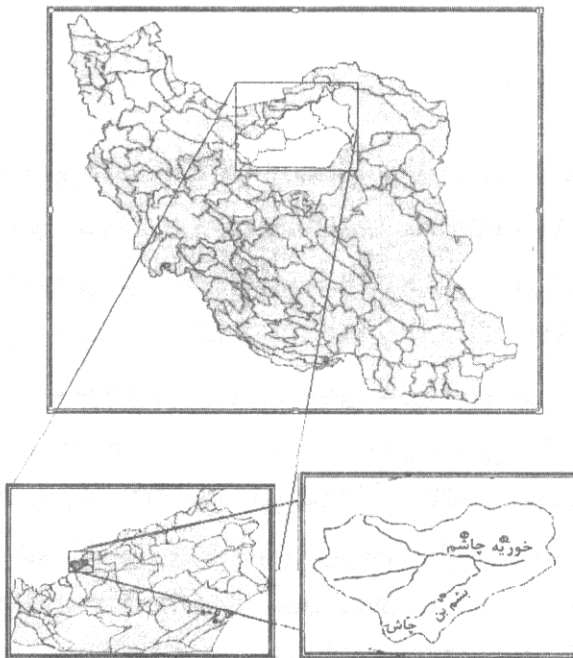
1. Falls.

2. folows.

کلیات

موقعیت عمومی منطقه

حوزه آبخیز چاشم- خطیرکوه در شمال شهرستان سمنان قرار گرفته و دارای طول شرقی $۵۳^{\circ}، ۰۱'$ تا $۵۳^{\circ}، ۲۳'$ و عرض شمالی $۳۵^{\circ}، ۴۴'$ تا $۳۵^{\circ}، ۳۷'$ و مساحتی حدود ۴۶۰۰۰ هکتار می‌باشد. راه آسفالتی سمنان- شهمیرزاد تا چاشم به عنوان راه اصلی دسترسی به حوزه مورد نظر بوده و مسیر چاشم تا قسمت خروجی حوزه که حدود ۷ کیلومتر می‌باشد خاکی است (نقشه ۱).



نقشه ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و کشور

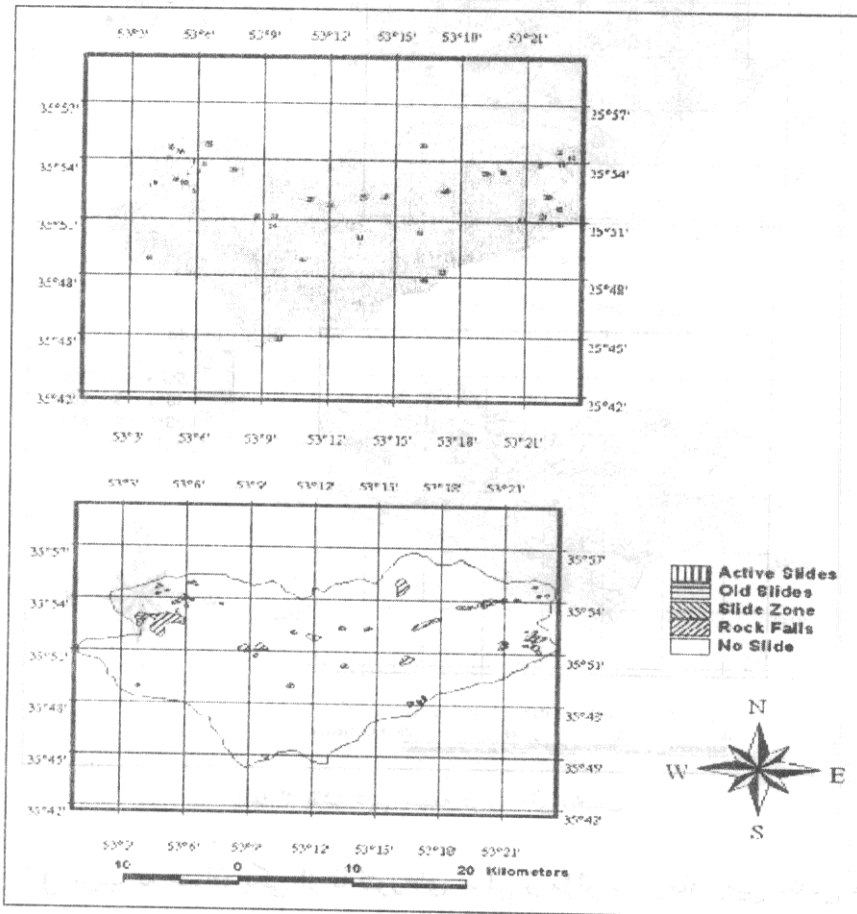
موقعیت زمین‌شناسی

به طور کلی منطقه مورد مطالعه در قسمت شمالی شهرستان سمنان و در قسمتی از سلسله جبال البرز قرار گرفته است از نظر لیتولوژی دارای گروه‌های مختلف سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی است و از نظر ساختمان تکتونیکی در زون البرز قرار گرفته است (جعفری، ۱۳۷۲، ۶۷). در آن چین‌خوردگی‌ها و گسل‌های مختلفی با روند عمومی شمال شرقی- جنوب غربی و شمالی- جنوبی وجود دارد که مبین آن است که منطقه از نظر تکتونیکی فعال است. علاوه بر آن در قسمت شمال منطقه محل عبور گسل‌های

بزرگی همچون گسل آبیگ، فیروزکوه، شاهرود و گسل سمنان با روند عمومی شرقی- غربی می‌باشد که مزید بر ناآرامی پوسته زمین از نظر زمین‌شناسی است. از نظر چینه‌شناسی در منطقه تشکیلات مختلفی از دوران پرکامبرین (مثل تشکیلات کهر و...) تا کواترنر (نهشته‌های مختلف کواترنر) وجود دارد (درویش‌زاده، ۱۳۷۰، ۱۵۱).

مواد و روش‌ها

نقشه‌ها؛ - نقشه پراکنش نقطه‌ای و سطحی زمین لغزش

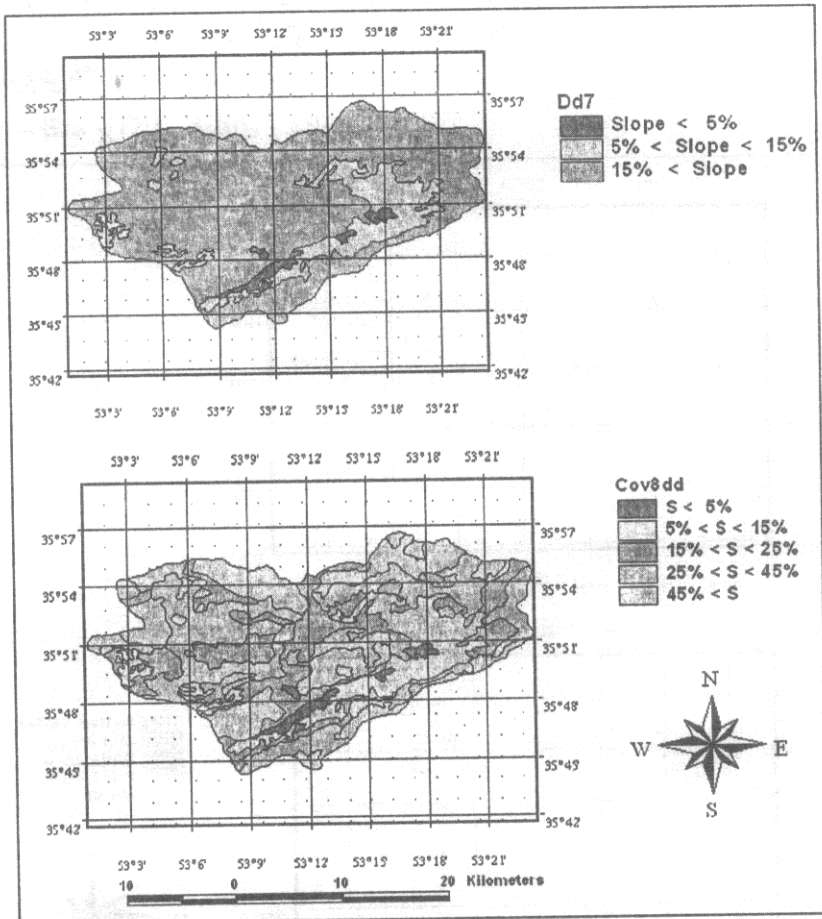


نقشه ۲ پراکنش نقطه‌ای (A) و سطحی (B) زمین لغزش در حوزه آبخیز چاشم- خطیرکوه (سعدالدین، ۱۳۷۳، ۷۵)

با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی همراه با عملیات صحرایی ابتدا نقشه پراکنش نقطه‌ای (نقشه (A) ۲) و سپس با تعیین حدود هر یک از زمین لغزش‌ها

نقشه پراکنش سطحی زمین لغزش‌های منطقه تهیه شده است که با رقوم‌سازی هر یک از نقشه‌ها در مقیاس‌های دلخواه قابل تعیین می‌باشد (نقشه (B) ۲).

نقشه شیب



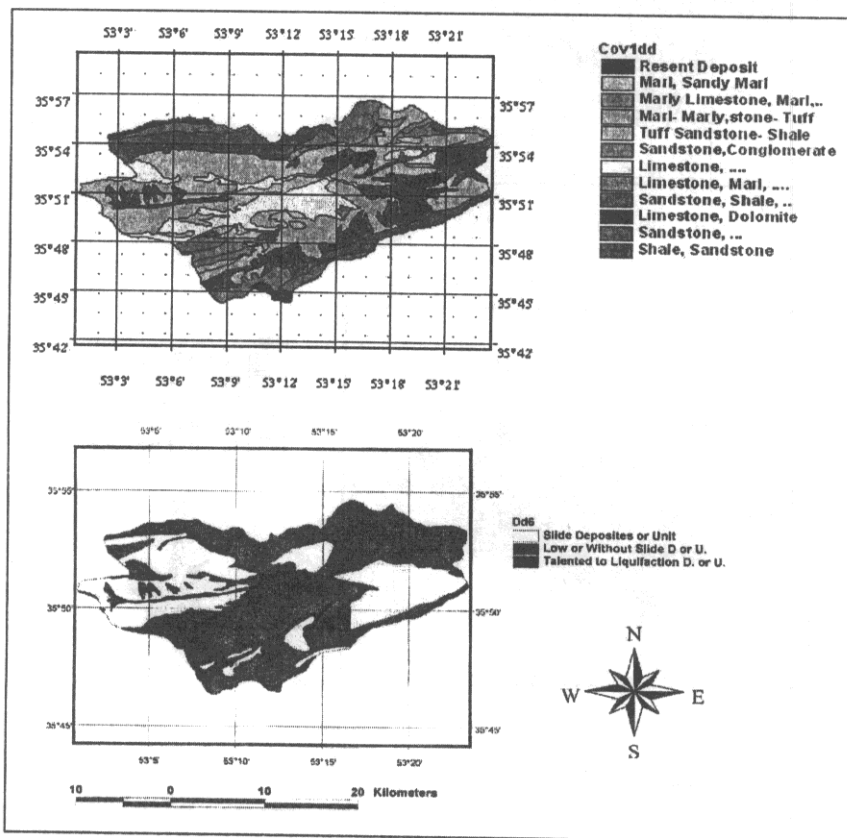
نقشه ۳ نقشه شیب منطقه در رده‌های مختلف

عامل شیب به عنوان یکی از فاکتورهای اصلی و مؤثر در ایجاد زمین لغزش مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس پراکنش سطحی و نقطه‌ای زمین لغزش‌های منطقه به سه کلاس کمتر از ۵ درصد و ۵-۱۵ درصد و بیشتر از ۱۵ درصد در قالب نقشه (A) ۳ و پنج رده کمتر از ۵ درصد، ۵-۱۵ درصد، ۱۵-۲۵ درصد، ۲۵-۴۵ درصد و بیشتر از ۴۵ درصد در قالب روش نیلسن (نقشه (A) ۳) و پنج رده کمتر از ۵ درصد، ۵-۱۵ درصد، ۱۵-۲۵ درصد،

درصد، ۲۵-۴۵ درصد و بیشتر از ۴۵ درصد در قالب روش نیلسن اصلاح شده (نقشه (B) ۳) تقسیم‌بندی شده و مورد توجه قرار گرفت (Anbalagan & Manog Pant, 1991, 18). نقشه مزبور رقومی شده است (جلالی، ۱۳۸۱، ۳). ضمناً طبقات شیب براساس فراوانی سطوح زمین لغزش در هر یک از آن طبقات و ترسیم آن بر محورهای مختصات در محیط نرم‌افزاری Excel تعیین شده است (پژم، ۱۳۷۵، ۴۲).

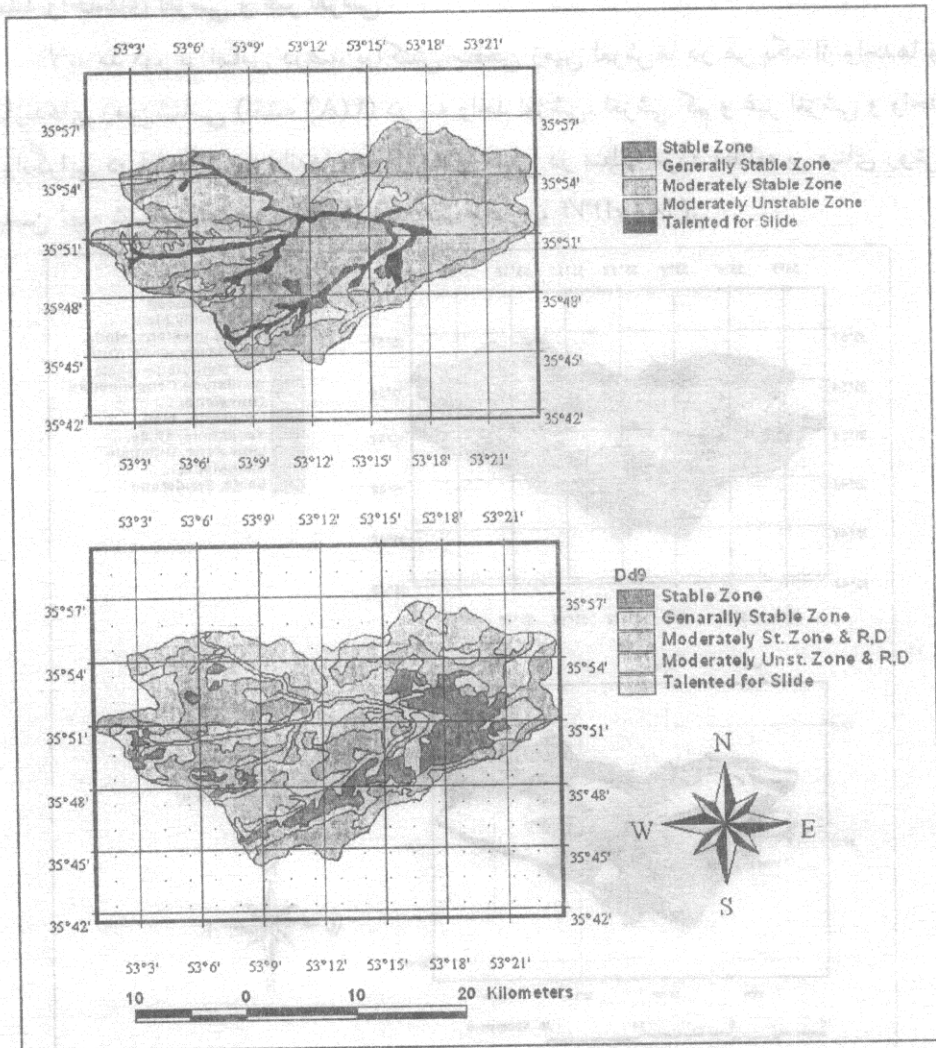
نقشه واحدهای لغزشی و غیر لغزشی

لایه مذکور بر اساس درصد پراکنش سطحی زمین لغزش‌ها در هر یک از واحدها و سازندهای زمین‌شناسی (نقشه (A) ۴) در سه واحد لغزشی، لغزشی کم و غیر لغزشی و واحد روانگرایی در اطراف رودخانه‌ها و آبراهه‌های اصلی در منطقه مورد مطالعه بر مبنای روش نیلسن تهیه شده است (نقشه (B) ۴) (شریعت‌جعفری، ۱۳۷۴، ۱۸۲).



نقشه ۴ زمین‌شناسی (A) (خسروتهرانی، ۱۳۶۷، ۷۳-۶۵) و نهشته‌های لغزشی منطقه (B)

بر اساس اصول ذکر شده واحدهای باروت (شیل و دولومیت)، مارن و سنگ مارنی و نهشته‌های کواترنر به عنوان واحدهای لغزشی و واحدهای ماسه سنگ و کنگلومرا و کنگلومرای فاقد جورشدگی، مارن و مارن ماسه‌ای، مارن و شیل و ماسه سنگ تقسیم نشده، مارن وتوف، دولومیت و ماسه سنگ وژیپس و .. به عنوان واحدهای کم لغزش و فاقد لغزش در نظر گرفته شده است. با رقومی‌سازی نقشه‌های آن در هر مقیاس دلخواهی قابل تعیین می‌باشد (شریعت‌جعفری، ۱۳۷۴، ۱۸۲، ۱۸۳).



نقشه ۵ پهنه‌بندی خطر زمین لغزش منطقه به روش نیلسن (A) و نیلسن اصلاح شده (B)

روش کار

پس از تهیه نقشه پراکنش نقطه‌ای (نقشه (A) ۲) و پراکنش سطحی زمین لغزش (نقشه (B) ۲) نقشه شیب (نقشه (A,B) ۳) و نقشه واحدهای لغزشی و غیر لغزشی (نقشه (B) ۴) نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش به روش نیلسن بر اساس جدول ۱ در پنج پهنه پایدار، عموماً پایدار، به طور متوسط پایدار، به طور متوسط ناپایدار و مناطق مستعد روانگرایی تهیه گردید (نقشه (A) ۵).

جدول ۱ اصول پهنه‌بندی خطر زمین لغزش بر اساس روش نیلسن

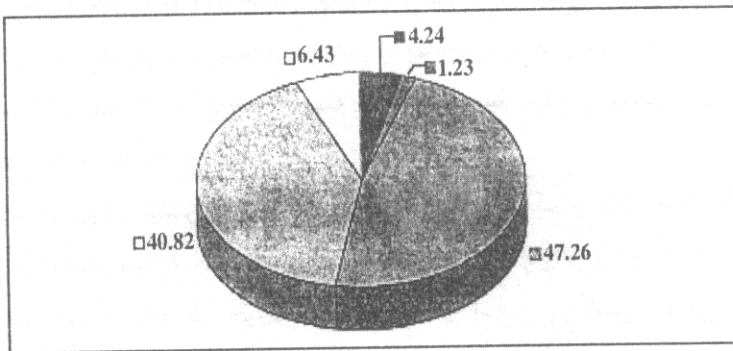
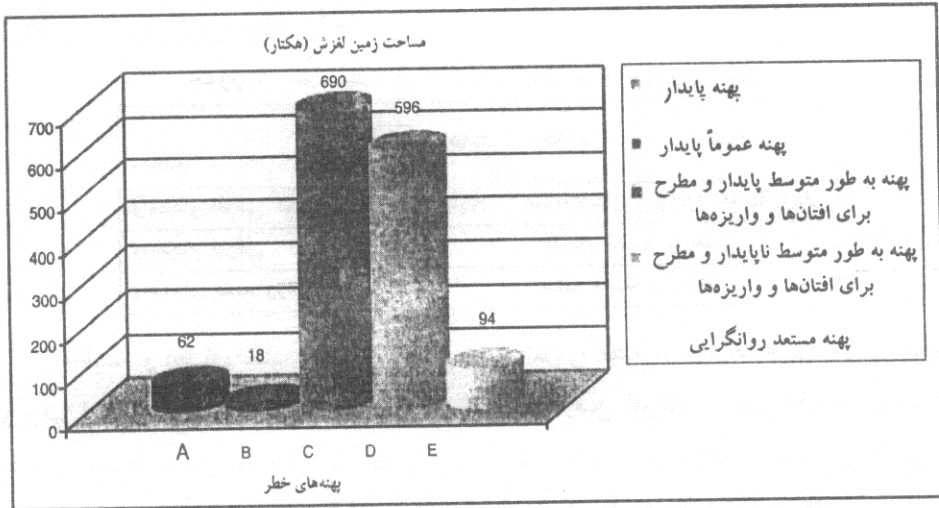
کلاس شیب	<۵%	۵-۱۵%	>۱۵%
واحدها	پایدار	عموماً پایدار	به طور متوسط پایدار
واحدهای لغزشی کم یا بدون لغزش			
واحدهای لغزشی	به طور متوسط ناپایدار		
واحدهای مستعد روانگرایی	مناطق مستعد روانگرایی		

مقایسه و انطباق نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش تهیه شده با نقشه پراکنش سطحی زمین لغزش‌های منطقه نشان می‌دهد که مساحت زمین لغزش در هر یک از پهنه‌های پایدار، عموماً پایدار، به طور متوسط پایدار، به طور متوسط و مناطق مستعد روانگرایی به ترتیب ۶۲،۱۸،۶۹۰،۵۹۶،۹۴ هکتار می‌باشد شکل ۱ که نتایج حاصله نتایج کاملی نیست و مساحت زمین لغزش در پهنه‌های پایدار و پهنه‌های به طور متوسط پایدار علی‌رغم انتظار به ترتیب از پهنه عموماً پایدار و پهنه به طور متوسط ناپایدار بیشتر است. بر اساس نتایج و محدودیت و مشکلاتی چون:

۱. در روش نیلسن برای کلیه واحدهای لغزشی کم و غیر لغزشی از کلاس شیب بیشتر از ۱۵ درصد به صورت پهنه به طور متوسط ناپایدار و پایدار در نظر گرفته شده است. در صورتی که در حوزه مورد مطالعه بر اساس پراکنش سطحی زمین لغزش به صورت سه شیب ۱۵-۲۵ درصد و ۲۵-۴۵ درصد و بیشتر از ۴۵ درصد و پهنه‌های به طور متوسط پایدار، به طور متوسط ناپایدار و به طور متوسط پایدار و ناپایدار مطرح برای افتانها تفکیک شده است.

۲. کلاس شیب کمتر از پنج درصد برای واحدهای لغزشی بر اساس پراکنش سطحی زمین لغزش منطقه فاقد زمین لغزش می‌باشد که در روش نیلسن به صورت متوسط ناپایدار بوده است و می‌توان پس از اصلاح آن را به صورت پایدار مطرح کرد. طبقات شیب بر

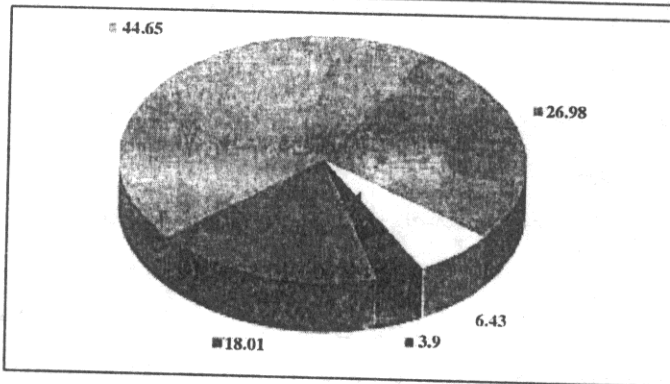
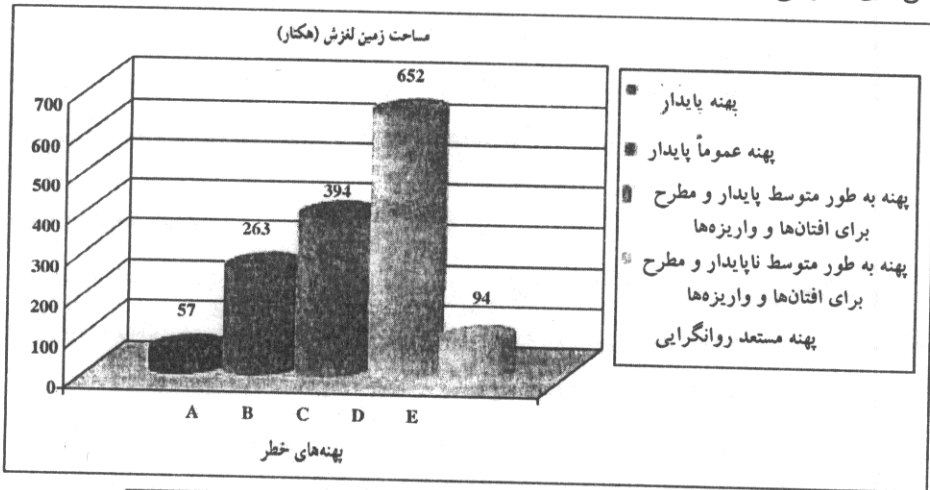
اساس فراوانی پراکنش سطحی زمین لغزش‌ها در آنها در روش نیلسن به صورت پنج کلاس کمتر از ۵،۱۵-۵،۲۵-۵،۴۵-۱۵-۲۵ و بیشتر از ۴۵ درصد اصلاح و کالیبره شده است. با تلفیق نقشه شیب اصلاح شده و نقشه زمین‌شناسی (واحدهای لغزشی) در قالب جدول اصلاح شده ۲ نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با پنج پهنه پایدار، به طور متوسط پایدار، به طور متوسط ناپایدار و پهنه مستعد روانگرایی تهیه گردید (نقشه (B) (۵)).



شکل ۱ نمودار ستونی و دایره‌ای مساحت زمین لغزش‌ها در هر یک از کلاس‌ها یا پهنه‌های خطر در نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش به روش نیلسن (برحسب هکتار و درصد)

مقایسه و انطباق نقشه حاضر با نقشه پراکنش سطحی زمین لغزش نشان می‌دهد که مساحت زمین لغزش در هر یک از پهنه‌های خطر پایدار، عموماً پایدار، به طور متوسط پایدار، به طور متوسط ناپایدار، مناطق مستعد روانگرایی به ترتیب ۵۷،۲۶۳،۳۹۴،۶۵۲ و ۹۴

هکتار می‌باشد. شکل ۲ که نتایج قابل قبولی است و با ضریب اطمینان بیشتری به بخش‌های اجرایی در منطقه قابل توصیه می‌باشد.



شکل ۲ نمودار ستونی و دایره‌ای مساحت زمین لغزش در هر یک از کلاس‌ها یا پهنه‌های خطر در نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش به روش نیلسن اصلاح شده (برحسب هکتار و درصد)

جدول ۲ اصول پهنه‌بندی خطر زمین لغزش بر اساس روش نیلسن اصلاح شده (حافظی مقدس، ۱۳۷۲، ۱۹)

کلاس شیب واحدها	< ۵%	۵-۱۵%	۱۵-۲۵%	۲۵-۴۵%	> ۴۵%
واحدهای لغزشی کم یا بدون لغزش	مناطق پایدار	مناطق عموماً پایدار	مناطق به طور متوسط پایدار	مناطق به طور متوسط پایدار	مناطق به طور متوسط پایدار
واحدهای لغزشی	مناطق پایدار	مناطق به طور متوسط ناپایدار	مناطق به طور متوسط ناپایدار	مناطق به طور متوسط ناپایدار	مناطق به طور متوسط ناپایدار
واحدهای مستعد روانگرایی	مناطق مستعد روانگرایی				

نتایج

نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش به دو روش نیلسن و نیلسن اصلاح شده بر اساس روش تحقیق و اهداف پیش‌بینی شده در آن تهیه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که روش نیلسن اصلاح شده در حوزه مورد مطالعه روش بهتر و کاربردی‌تری بوده و با ضریب اطمینان بیشتری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش کاربرد فراوانی در امور زیر بنایی احداث و توسعه عملیات سازه‌ای و کشاورزی و منابع طبیعی دارد. روش نیلسن در حوزه مورد مطالعه بر اساس اهداف پیش‌بینی شده و نتایج حاصله و محدودیت‌های آن اصلاح و کالیبره شده است. افزایش مساحت زمین لغزش در پهنه‌های پایدار و به طور متوسط پایدار به ترتیب نسبت به عموماً پایدار و به طور متوسط ناپایدار و در نظر گرفتن پهنه پایدار برای شیب کمتر از ۵ درصد در تمام نهشته‌های لغزشی و همچنین عدم وجود پهنه‌های مستعد افتان‌ها در روش نیلسن از جمله مشکلات و نقاط ضعفی است که در نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش دیده شده است. جهت رفع مشکلات و محدودیت‌های مذکور روش فوق اصلاح و نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش بر اساس روش اصلاح شده تهیه شده است. نتایج حاصل از روش فوق منطقی‌تر و کاربردی‌تر به نظر می‌رسد.

در ضمن پیشنهادات زیر نیز توصیه می‌شود:

۱. از گسترش مناطق مسکونی و یا مراکز عمومی در منطقه مخصوصاً مناطق با پهنه‌های خطر بالا (نمونه آن می‌توان روستای کمروا اشاره نمود) قبل از پایدارسازی آنها بهتر است جلوگیری شود.
۲. پیشنهاد می‌گردد راه‌های کنترل و ارزیابی جهت کاهش خسارات ناشی از پدیده زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه مخصوصاً در اطراف روستای کمروا مورد توجه بیشتری قرار گیرد.
۳. فعالیت‌های بشری در منطقه (کاشت درختان، توسعه جنگل و مرتع، بهره‌برداری از منابع طبیعی و همچنین ساخت و ساز و ...) باید متناسب با پهنه‌های خطر تعریف شده در نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش باشد (Alexander, 1992, 173) که در خیلی از موارد رعایت نشده است.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می‌دانم از ریاست محترم مرکز تحقیقات جناب آقای مهندس محمد کاظمی به خاطر فراهم آوردن شرایط و امکانات لازم در انجام طرح تحقیقاتی حاضر و همچنین از مسئولین محترم سایت GIS و بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری و نهاد اطلاع‌رسانی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان سمنان به ترتیب آقایان مهندس محمدجواد پوراغنیانی و مهندس سیدعلی اصغر هاشمی و مهندس امیر جعفری تشکر و قدردانی نمایم.

منابع و مأخذ

۱. اشقلی فراهانی، عقیل (۱۳۸۰)؛ ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقه رودبار با استفاده از تئوری فازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت معلم، دانشکده علوم.
۲. بداشی، بهزاد (۱۳۷۶)؛ پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در بخشی از حوزه شهرو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گرگان.
۳. بزم، محمدرضا (۱۳۷۵)؛ پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای در حوزه آبخیز الموت رود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۴. جعفری، امیر (۱۳۷۲)؛ مطالعات زمین‌شناسی و معدن زیست بوم خوارتوران، طرح و توسعه مناطق عشایر استان سمنان.
۵. جلالی، نادر (۱۳۸۱)؛ ارزیابی روش‌های متداول پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای به منظور یافتن روش‌های سازگار با اقلیم ایران با استفاده از GIS (فاز یک: اقلیم نیمه مرطوب حوزه طالقان). انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
۶. حافظی مقدس، ناصر (۱۳۷۲)؛ پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در مناطق زلزله‌خیز (مطالعه موردی زمین لغزش‌های تحریک شده در زلزله خرداد ۱۳۶۹ منجیل) پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.
۷. حق‌شناس، ابراهیم (۱۳۷۴)؛ پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در منطقه طالقان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. خسرو تهرانی، خسرو (۱۳۶۷)؛ کلیاتی درباره چینه‌شناسی ایران و مقاطع تیپ تشکیلات، انتشارات دانشگاه تهران.
۹. درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰)؛ زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز، انتشارات امیرکبیر.
۱۰. سعدالدین، امیر (۱۳۷۳)؛ بررسی اثرات پارامترهای هیدروژئومورفولوژیک بر حرکات توده‌ای مواد دامنه‌ای در حوزه آبخیز چاشم - خطیرکوه سمنان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده منابع طبیعی.
۱۱. شریفی، رحمان (۱۳۷۹)؛ معرفی پدیده زمین لغزش با نگرشی ویژه بر زمین لغزش‌های روستای کمرو، سمنان. انتشارات ژئوتکنیک، دانشکده فنی و مهندسی سمنان.
۱۲. شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۴)؛ زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)، انتشارات سازه.

13. Alexander david (1992): on the causes of landslides: Human activities ... Environ Geol water sei, Vol, 20, No. 3, 165 - 179 pp.

14. Anbalagan and Manog Pam (1991); landslides hazard mapping based on geoligical attributes.

15. Xilinlin and etal; influence of geologic factors on landslides in Baotong China enr. Geol. water sei vol.19, no.1, 17-20 pp.