# پهنه‌بندي حركت‌های لغزشي با بهره‌گيری از درونيابي ويژه و درصددهي به هر يک از زيرعامل‌ها در حوزه آبخيز دماوند

سادات فيض‌نيا[۱] و علي‌اصغر محمدي*[۲]
[۱] استاد گروه احياء مناطق خشک و کوهستاني، دانشکده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۲] دانشجوي دوره دکتري آبخيز داري، دانشگاه آزاد اسلامي، واحد علوم و تحقيقات تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۴/۹/۲۰، تاريخ تصويب: ۸۶/۴/۲)

## چكيده

شناخت عامل‌هاي موثردر رخداد حركت‌های توده‌اي و پهنه‌بندي خطر حركت‌های توده‌اي از مهمترين اقدام‌ها جهت پيشگيري و كاهش خطرهای آنها مي‌باشد. در اين پژوهش، ابتدا از نقشه پراكنش ۴۱۰ حركت لغزشي كه با بهره‌گيری از عكس‌هاي هوايي ۱:۲۰۰۰۰ و۱:۵۰۰۰۰ و انجام بازديد صحرايي تهيه شده (سفيدگري۱۳۸۱) بهره‌گيری شد، و عامل‌های موثربرخداد لغزش شامل كاربري اراضي، سازند زمين شناسي، بارندگي، شيب، جهت شيب و ارتفاع تشخيص داده شد. ابتدا نقشه پراكنش لغزش‌ها، با درصددهي به زير عامل‌های هر كدام ازعامل‌های شش‌گانه فوق كمي‌شد. براي اين منظور، همه عامل‌ها به صورت كمي‌در آورده شد و به صورت يک جدول توصيفي- كمي‌به محيط Arc-view وارد گرديد. همچنين ۴۱۰ حركت درحوزه با توجه به عامل‌های شش گانه فوق وزير عامل‌ها وارد جدول توصيفي - كمي‌شدند. سپس هريک از عامل‌های شش گانه فوق به همراه عدد كمي‌خود براي لغزش‌ها به صورت نقشه سلولي در آورده شد. اينكار با بهره‌گيری از امكان گسترش نرم افزار Arc-view به نام تحليل مكاني (Spatial Analyst) انجام شد. سپس نقشه‌هاي سلولي عامل‌های شش گانه موثردر نظر گرفته شده با قدرت تفكيك ۰/۰۰۱۴ متر براي لغزش‌ها با هم جمع شدند، تا نقشه پهنه‌بندي بدست آيد. براي ارزيابي صحت تفكيك دامنه‌هاي خطر و قدرت تفكيك روش استفاده شده، نقشه پهنه‌بندي خطر لغزش‌ها با نقشه پراكنش لغزش‌ها روي هم اندازي شد و تغييرهای مورد نياز جهت در نظرگرفتن عامل‌های موثرانجام شد.از برتری‌های اين روش پهنه‌بندي اين است كه از داده‌هاي واقعي اندازه‌گيري شده در طبيعت بهره‌گيری مي‌نمايد و ازاين راه مي‌توان عامل‌های موثر در رخداد لغزش را مشخص نمود، در هر منطقه‌اي قابل انجام است ودقت پهنه‌بندي به دقت برداشت اطلاعات صحرايي مربوط مي‌شود.

كلمات كليدي: پهنه‌بندي خطر، زمين لغزش، درون‌يابي ويژه

* نويسنده مسئول: تلفن: ۳۳۸۶۱۲۸۱-۰۲۱ فاكس: ۲۲۴۹۳۱۳-۰۲۶۱ E-mail: aliasgharmohammady@yahoo.com

## مقدمه

## مقدمه

فرسایش پدیده‌اي است که موجبات تخریب خاک را فراهم نموده و حتي بعضي از انواع آن، موجبات بلاهایي را فراهم مي‌آورند. از جمله‌این انواع مي‌توان به حرکت های توده‌اي اشاره کرد. لذا براي جلوگیري از رخداد این نوع بلاها، مي‌بایست بررسي پدیده ناپایداریهاي دامنه‌اي در چارچوب تهیه نقشه‌هاي پهنه‌بندي خطر زمین لغزش انجام شود که این بررسي موجب شناخت جاهای امن براي گسترش سکونت گاه‌هاي جدید و یا سایر موارد انسان ساز مانند راه‌ها، مسیرهاي انتقال نیرو و انرژي و... در مقیاس‌هاي منطقه‌اي و تفضیلي مي‌شود. پهنه‌بندي حرکت های لغزشي مستلزم شناخت عامل های موثر در رخداد آنها مي‌باشد. که این عامل‌ها در مناطق مختلف، متفاوت مي‌باشند. روش‌هاي متداول پهنه‌بندي لغزش‌ها عمدتاً عامل هاي ویژه و ثابتي را در نظر مي‌گیرند که این مسئله از عیب های آنها به شمار مي‌آید. بنابراین از دید نقش مهم عامل های محلي در بروز لغزش‌ها تاکنون مدل مدوني براي پهنه‌بندي حرکت های لغزشي ارائه نشده است. لذا در این پژوهش به نگرشی پرداخته شده است که همه عامل های موثر را مي‌توان درآن درنظر گرفت و با بهره‌گیری از پراکنش حرکت های لغزشي، عامل‌های موثرتر شناسایي و پهنه‌بندي حرکت‌های لغزشي به صورت نقشه ارائه شود.

### پیشینه پژوهش

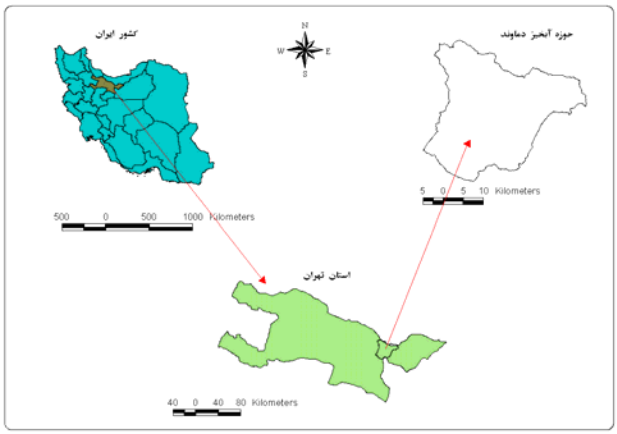
سعدالدین (۱۳۷۳)، بابهره‌گیری از روش هاي آماري ارزش اطلاعاتي و رگرسیون چندمتغیره حوزه آبخیز چاشم و خطیر کوه در استان سمنان را با روش دستي و شبکه بندي نامنظم با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از نظر زمین لغزش پهنه‌بندي نمود (٤). حق شناس (۱۳۷۵)، با بهره‌گیری از روش‌هاي آماري ارزش اطلاعاتي، رگرسیون چندمتغیره و روش تحلیل مبین، حوزه آبخیز طالقان را به روش دستي با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ پهنه‌بندي نمود (۲). صفایي (۱۳۷٦) با بهره‌گیری از روش هاي تجربي کاناگاوا و آن‌بالاگان شهرستان بهشهر را با بهره‌گیری از روش دستي به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ پهنه‌بندي نمود (٦). حسن زاده نفوتي (۱۳۷۹) با بهره‌گیری از روش آماري رگرسیون چندمتغیره، منطقه شلمانرود در استان گیلان را با بهره‌گیری از سامانه GIS و نرم افزار IDRISI پهنه‌بندي نمود (۱). در نهایت با توجه به مقدمه بیان شده، نگرش این تحقیق جدید بوده و در درجه اول نیاز به منطقه‌اي داشت که همه مدل هاي پهنه‌بندي حرکت های لغزشي در آن انجام شده باشد. لذا از پژوهشي که سفیدگري (۱۳۸۱) انجام داده (۵) بهره‌گیری شد.

## مواد و روش ها

### منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی حوزه آبخیز دماوند واقع در حد فاصل طول‌هاي ´۴۶ °۵۱ تا ´۱۴ °۵۲ شرقي و عرض‌هاي ´۳۲ °۳۵ تا ´۵۳ °۳۵ شمالي است (شکل ۱). این حوزه در فاصله ۴۰ کیلو متري شرق تهران که در حاشیه جنوبي رشته کوه‌هاي البرز قراردارد، واقع شده و از نظرتقسیم‌بندی سیاسي جزو استان تهران مي‌باشد. سازندهاي زمین شناسي منطقه گوناگون بوده و از نظر سني متعلق به پرکامبرین تا کواترنر مي‌باشند. رژیم بارندگي منطقه اغلب مشتق از رژیم مدیترانه‌اي است. بیشینه ارتفاع ۴۰۱۰ متر از سطح دریا درکوه چنگیز چال درارتفاع‌های شمالي حوزه وکمینه ارتفاع ۱۲۵۰ متر از سطح دریا در محل خروجي حوزه در ماملو است. منطقه مورد مطالعه در منطقه‌اي کوهستاني درجنوب کوه دماوند به گونه‌ای واقع است که در چهار برگه توپوگرافي ۱:۵۰۰۰۰ رینه، دماوند، رودهن (پارچین) و لواسان بزرگ قرار مي‌گیرد. این حوزه از شمال به حوزه آبخیز سد لار در رودخانه هراز، از غرب به حوزه سد لتیان، از جنوب و جنوب شرقي به حوزه آبخیز ایوانکي و از شرق به حوزه آبخیز دریاچه تار محدود مي‌شود. رود خانه‌هاي اصلي حوزه را رود خانه‌هاي دماوند و سیاه رود تشکیل مي‌دهند. رود خانه دماوند با میانگین آبدهي سالانه ۶۵ میلیون متر مکعب از ارتفاع‌های شمالي حوزه مشرف به دره رود تار سرچشمه

گرفته، ضمن عبور از تار رود، چنار عرب‌ها، جیلیارد، حصار پائین، مرا، کاجان، تمسیان، زردار، سیاه سنگ و ماملو پس از طي مسافت ۴۸ کیلومتر در یورد شاه به رودخانه جاجرود مي‌پیوندند (۵).




شکل ۱- موقعیت جغرافیایي حوزه آبخیز دماوند

## روش پژوهش

به منظور پهنه‌بندي زمین لغزش‌ها ابتدا از نقشه پراکنش حرکت‌هاي لغزشی که با بهره‌گیری از عکس‌هاي هوایي ۱:۲۰۰۰۰ و۱:۵۰۰۰۰ و انجام بازدید صحرایي تهیه شده (۵) بهره‌گیری شد. دراین نقشه ۴۱۰ مورد لغزش نشان داده شده است (شکل شماره ۲). براي پهنه‌بندي زمین لغزش‌ها شامل عامل‌های موثر بر رخداد لغزش‌ها : کاربري اراضي[1]، سازند زمین شناسي[2]، بارندگي[3]، شیب[4]، جهت شیب[5] و ارتفاع[6] در نظر گرفته شده است. براي شروع پژوهش از همین عامل‌ها بهره‌گیری شد. نقشه پوشش گیاهي حوزه دماوند با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌اي لندست TM سال ۱۹۸۸ توسط میرآخورلو(۱۹۹۷) تهیه شده است (۳). هریک از زیر عامل های (طبقه‌های در نظرگرفته شده براي عامل‌های شش گانه بالا در جداول ذیل)، عامل‌های موثر (شش عامل ذکر شده در فوق) در رخداد لغزش‌ها، به صورت یک جدول توصیفي-کمي به محیط GIS و نرم افزار Arc-view وارد شد.سپس با بهره‌گیری از امکان گسترش نرم افزار Arc-view به نام تحلیل مکاني (Spatial Analyst)، داده‌ها براي هر یک از زیرعامل‌ها به صورت نقشه‌هاي سلولي با اندازه تفکیک ۰/۰۰۱۴ متر بدست آمده و با هم جمع شدند، تا نقشه پهنه‌بندي بدست آید. براي ارزیابي صحت تفکیک دامنه‌هاي خطر و قدرت تفکیک روش بهره‌گیری شده، از رویهم اندازي نقشه پهنه‌بندي لغزش‌ها با نقشه پراکنش لغزش‌ها وهمچنین نقشه‌هاي پهنه‌بندي بدست‌آمده از مدل هاي پهنه‌بندي و آماري (رگرسیون چندمتغیره) تهیه شده توسط سفیدگري (۱۳۸۱) (۵) بهره‌گیری و از عامل‌های موثرتر جهت پهنه‌بندي بهره‌گیری شد.

## نتایج

نتایج کمي‌نمودن عامل‌های شش گانه با بهره‌گیری از درون یابي ویژه و درصد دهي به زیر عامل‌ها به شرح زیر است.

۱ -Land use
۲- Geological formation
۳ - Rainfall
۴ - Slope
۵ - Aspect
۶ - Elevation

- در ارتباط با کاربري اراضي سه نوع کاربري زراعـي، مرتـع ضعیف و مرتع متوسط تشخیص داده شده اسـت (۵). بـا هـم پوشاني نقشه پراکنش لغزش‌ها و نقشه کاربري اراضي، اعـداد کمي زیربراي سه نوع کاربري بدست آمده است :

کاربري زراعي

کاربري زراعي مربوط به منطقه‌هایی است که به‌دست انسان به نوع‌هاي مختلف کشت و کار و باغ‌ها تبـدیل شـده‌انـد. ۷۲ مورد لغزش‌ها دیده شده‌اند کـه در کـل عـدد کمـي ۱۷/۵۶ درصد را به خود اختـصاص مـي‌دهنـد (۷۲ تقـسیم بـر ٤١٠ ضرب در ۱۰۰ مساوي ۱۷/٥٦).

مرتع ضعیف

به منطقه‌هایی که زیر ۳۰ درصد تراکم پوششي داشـته انـد اطلاق شده است. ۲۳۸ مورد لغزش دیـده شـده، کـه در کـل عدد کمي ۵۸/۰۴ درصد را به خود اختصاص مي دهد.

مرتع متوسط

به منطقه‌هایی که بین۳۰ تا ۵۰ درصد تراکم پوششي داشته اند اطلاق شده است. ۱۰۰ مورد لغزش‌ها دیـده شـده، کـه در کل عدد کمي ۲۴/۳۹ درصد را به خود اختصاص مي دهد.

- در ارتباط با سـازندهاي زمـین شناسـي منطقـه، ۴۰ نـوع سازند زمین شناسي در کل حوزه آبخیز دماوند مـشاهده شـد (جدول ۱).

جدول ۱- سازندهاي زمین شناسي، سنگ‌شناسي و سن آنها، شمار لغزش در هر یك و عدد کمي آنها به درصد

| تعداد لغزش | علامت سازند | ویژگی‌های سنگ شناسي، نام سازند و سن | عدد کمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۷ | Qal | آبرفت بستر رودخانه- امروزه | ۱/۰۷ |
| ۲۳ | Qsc | واریزه‌هاي جوان و قدیمي | ۵/۵۶ |
| ۱۸ | Qs | دامنه‌هاي واریزه‌اي جوان وقدیمي - نهشته‌هاي فروریخته | ۴/۳۹ |
| ۴ | Qu | مخروط افکنه و پادگانه‌هاي آبرفتي جدید و قدیم | /۹۷ |
| ۸ | Qf | مخروط افکنه‌هاي جوان و قدیمي | ۱/۹۵ |
| ۴ | Qt2 | نهشته‌هاي پادگانه جوان تر - کواترنر | /۹۷ |
| ۳ | Qt1 | نهشته‌هاي پادگانه قدیمي تر - کواترنر | /۷۳ |
| ۱ | Ql | مخروط افکنه و پادگانه‌هاي کنگلومرایي | /۲۴ |
| ۱ | Qtr | تراورتن - کواترنر | /۲۴ |
| ۱۳ | PL-Qc | کنگلومرا- سازند هزار دره، پلیو- کواترنر | ۳/۱۷ |
| ۱۰ | M2u | ماسه سنگ، مارن سیلت‌دار، گل سنگ، سیلت سنگ- قرمز بالایي | ۲/۴۳ |
| ۱۱ | Mu | مارن، ماسه سنگ، سنگ هاي تبخیري- سازند قرمز بالایي- میوسن | ۲/۶۸ |
| ۲ | Mzad | آندزیت، دولریت، دیوریت، توف سنگي، آذرآواري | /۴۸ |
| ۱ | Olc | کنگلومراي قرمز، ماسه سنگ، مارن | /۲۴ |
| ۱ | O5m | ماسه سنگ، شیل،مارن سیلت دار، کوارتزیت- واحد پنجم میلا | /۲۴ |
| ۷ | Eka | آگلومرا، سنگ هاي آندزیتي یا بازالتي، توف- سازند کرج - ائوسن | ۱/۷ |
| ۱۴۵ | Ekt | توف سبز، شیل توفي، کمي گدازه، توف برشي- توف میاني - ائوسن | ۳۵/۳۶ |

ادامه جدول ۱- سازندهاي زمين شناسي، سنگ‌شناسي و سن آنها، شمار لغزش در هر يك و عدد كمي آنها به درصد

| تعداد لغزش | علامت سازند | ويژگی‌های سنگ شناسي، نام سازند و سن | عدد كمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۷ | Pez | سنگ آهک، کنگلومرا- سازند زيارت- پالئوسن | ۱/۷ |
| ۱۶ | Pecf | کنگلومرا، آگلومرا، سنگ آهک- سازند فجن - پالئوسن | ۳/۹۰۲ |
| ۲ | Pev | سنگ‌هاي آندزيتي-داسيتي، آگلومراي قرمزبنفش، آذرآواري، توف | /۴۸ |
| ۱۳ | Pemf | مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، گچ - سازند فجن- پالئوسن | ۳/۱۷ |
| ۳ | ∈q | ماسه سنگ کوارتزيتي سفيد رنگ- تاپ کوارتزيت- سازند ميلا | /۷۳ |
| ۱ | K3 | سنگ آهک بيوژنيک، سنگ آهک مارني، مارن- کرتاسه | /۲۴ |
| ۲ | K2c | کنگلومرا، سنگ آهک ماسه‌اي، سنگ آهک مارني- کرتاسه | /۴۸ |
| ۱ | K2b | کنگلومرا، ماسه سنگ قرمز- کرتاسه | /۲۴ |
| ۱ | K2a | سنگ آهک مارني بريوزوآدار، کالکارناريت- کرتاسه | /۲۴ |
| ۹ | Kt | سنگ آهک اربيتولين دار- سازند تيزکوه - کرتاسه زيرين | ۲/۱۹ |
| ۲۷ | Jl | سنگ آهک چرت دار توده‌اي تا لايه‌اي- سازند لار- ژوراسيک بالايي | ۶/۵۸ |
| ۲۶ | Js | شيل و ماسه سنگ زغال‌دار- سازند شمشک- تریاس بالايي تا ژوراسيک مياني | ۶/۳۴ |
| ۲۰ | TR3Js | شيل و ماسه سنگ- سيلت سنگ - سازند شمشک | ۴/۸۷ |
| ۱ | TRe | سازند اليکاي تفکيک نشده - تریاس زيرين تا مياني | /۲۴ |
| ۱ | TReml | سنگ آهک مارني ورقه‌اي، سنگ آهک آليتي- سازند اليکا- تریاس | /۲۴ |
| ۶ | D-C | سازندهاي مبارک و جيرود جدا نشده-دونين بالائي تا کربونيفرزيرين | ۱/۴۶ |
| ۱ | Daj | ماسه سنگ، شيل، سنگ آهک، مارن- سازند جيرود- دونين بالائي | /۲۴ |
| ۵ | Cm | سنگ آهک خاکستري تيره، سنگ دولوميتي- سازند مبارک- کربونيفر زيرين | ۱/۲۲ |
| ۱ | ∈l | ماسه سنگ قرمز و آرکوزي خاکستري تا سبز با شيل- سازند لالون- کامبرين | /۲۴ |
| ۴ | ∈bt | سيلت سنگ، شيل هاي رنگي بادولوميت چرت دار- سازند باروت- کامبرين | /۹۷ |
| ۱ | P∈∈s | دولوميت توده‌اي، شيل تيره- سازند سلطانيه- پرکامبرين- کامبرين | /۲۴ |
| ۲ | Tgb | گابرو، ديوريت | /۴۸ |
| ۱ | Ts | سينيت و مقداري لوکوسينيت درشت بلور | /۲۴ |

- ميزان ميانگين بارش سالانه حوزه از ۲۰۰ ميليمتر تا ۶۰۰ ميلي متر مي‌باشد، به ۴ طبقه تقسيم بندي شد كه همراه با اعداد كمي خود در (جدول ۲) آورده شده است.

جدول ۲- طبقه‌بندي ميزان بارش، شمار لغزش در هر طبقه و عدد کمي آنها به درصد

| ردیف | مقدار بارش ميانگين ساليانه | شمار لغزش | عدد کمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰۰ تا ۲۰۰ ميلي‌متر | ۲۳ | ۵/۶ |
| ۲ | ۴۰۰ تا ۳۰۱ ميلي‌متر | ۱۳۱ | ۳۱/۹ |
| ۳ | ۵۰۰ تا ۴۰۱ ميلي‌متر | ۹۳ | ۲۲/۶۸ |
| ۴ | ۶۰۰ تا ۵۰۱ ميلي‌متر | ۱۶۳ | ۳۹/۷۵ |

- از نظر جهت شيب دامنه، ۹ جهت در حوزه آبخيز دماوند جدا شد که همراه با اعداد کمي خود در (جدول ۳) آورده شده است.

جدول ۳- طبقه‌بندي جهت شيب دامنه، شمارلغزش‌ها در هر طبقه و عدد کمي آنها به درصد

| ردیف | جهت دامنه | شمار لغزش | عدد کمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۱ | شمال | ۷۵ | ۱۸/۲۹ |
| ۲ | شرق | ۱۹ | ۴/۶۳ |
| ۳ | جنوب | ۵۷ | ۱۳/۹ |
| ۴ | غرب | ۴۴ | ۱۰/۷۳ |
| ۵ | شمال شرق | ۴۷ | ۱۱/۴۶ |
| ۶ | جنوب شرق | ۳۱ | ۷/۵۶ |
| ۷ | شمال غرب | ۵۹ | ۱۴/۳۹ |
| ۸ | جنوب غرب | ۷۱ | ۱۷/۳۱ |
| ۹ | بدون جهت | ۷ | ۱/۷۰ |

- ميزان شيب دامنه در حوزه آبخيز دماوند از ۰ تا بيش از ۴۰ درصد متغير است. ميزان شيب در ۵ طبقه جدا شد که همراه با اعداد کمي خود در (جدول۴) آورده شده است.

جدول ۴- طبقه‌بندي ميزان شيب، شمار لغزش‌ها در هر طبقه و عدد کمي آنها به درصد

| ردیف | ميزان شيب | شمار لغزش | عدد کمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۱ | صفر تا ۱۰ درصد | ۵۷ | ۱۳/۹ |
| ۲ | ۱۰ تا ۲۰ درصد | ۱۲۳ | ۳۰ |
| ۳ | ۲۰ تا ۳۰ درصد | ۱۷۲ | ۴۱/۹۵ |
| ۴ | ۳۰ تا ۴۰ درصد | ۵۲ | ۱۲/۶۸ |
| ۵ | بيش از ۴۰ درصد | ۶ | ۱/۴۶ |

- ميزان ارتفاع در حوزه آبخيز دماوند از ۱۳۰۰ متر تا بيش از ۳۷۰۰ متر متغير است، به ۲۵ طبقه تقسيم شد که همراه با اعداد کمي خود در ( جدول ۵) آورده شده است.

جدول ۵- طبقه‌بندي ميزان ارتفاع، شمار لغزش‌ها در هر طبقه و عدد کمي آنها به درصد

| ردیف | طبقه ارتفاعي (متر) | شمار لغزش | عدد کمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۳۰۰ تا۱۴۰۰ | ۱۱ | ۲/۶۸ |
| ۲ | ۱۴۰۰تا۱۵۰۰ | ۲۳ | ۵/۶۱ |
| ۳ | ۱۵۰۰ تا۱۶۰۰ | ۲۵ | ۶/۰۹ |
| ۴ | ۱۶۰۰ تا۱۷۰۰ | ۲۰ | ۴/۸۷ |
| ۵ | ۱۷۰۰تا۱۸۰۰ | ۲۲ | ۵/۳۶ |
| ۶ | ۱۸۰۰تا۱۹۰۰ | ۱۲ | ۲/۹۲ |
| ۷ | ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ | ۲۲ | ۵/۳۶ |
| ۸ | ۲۰۰۰تا۲۱۰۰ | ۲۳ | ۵/۶۱ |
| ۹ | ۲۱۰۰ تا۲۲۰۰ | ۲۶ | ۶/۳۴ |
| ۱۰ | ۲۲۰۰تا۲۳۰۰ | ۲۹ | ۷/۰۷ |
| ۱۱ | ۲۳۰۰ تا۲۴۰۰ | ۳۵ | ۸/۵۳ |
| ۱۲ | ۲۴۰۰تا۲۵۰۰ | ۴۵ | ۱۰/۹۷ |
| ۱۳ | ۲۵۰۰تا۲۶۰۰ | ۳۰ | ۷/۳۱ |
| ۱۴ | ۲۶۰۰تا۲۷۰۰ | ۱۷ | ۴/۱۴ |
| ۱۵ | ۲۷۰۰تا۲۸۰۰ | ۲۱ | ۵/۱۲ |

ادامه جدول ۵- طبقه‌بندي ميزان ارتفاع، شمار لغزش‌ها در هر طبقه و عدد كمي آنها به درصد

| رديف | طبقه ارتفاعي (متر) | شمار لغزش | عدد كمي (درصد) |
|---|---|---|---|
| ۱۶ | ۲۸۰۰ تا۲۹۰۰ | ۱۶ | ۳/۹ |
| ۱۷ | ۲۹۰۰تا۳۰۰۰ | ۱۱ | ۲/۶۸ |
| ۱۸ | ۳۰۰۰ تا۳۱۰۰ | ۹ | ۲/۱۹ |
| ۱۹ | ۳۱۰۰تا۳۲۰۰ | ۵ | ۱/۲۲ |
| ۲۰ | ۳۲۰۰تا۳۳۰۰ | ۲ | /۴۸ |
| ۲۱ | ۳۳۰۰تا۳۴۰۰ | ۲ | /۴۸ |
| ۲۲ | ۳۴۰۰تا۳۵۰۰ | ۱ | /۲۴ |
| ۲۳ | ۳۵۰۰تا۳۶۰۰ | ۱ | /۲۴ |
| ۲۴ | ۳۶۰۰تا۳۷۰۰ | ۱ | /۲۴ |
| ۲۵ | بالاتر از ۳۷۰۰ | ۱ | /۲۴ |

همه عامل‌های موثر و زير عامل‌ها براي شمار لغزش‌ها در حوزه آبخيز دماوند در نظر گرفته شد (۷ و ۸). به عنوان نمونه اطلاعات يادشده براي ۱۰ مورد لغزش در (جدول ۶) آورده شده است. پس از اينكه همه عامل‌ها به صورت كمي در آورده شدند، اين عامل‌ها به صورت يک جدول توصيفي- كمي شده به محيط نرم افزار Arc-view وارد شدند. به‌اين ترتيب همه حركت‌ها از نوع لغزش با توجه به عامل‌های شش گانه يادشده و زير عامل‌های مربوط و اعداد كمي آنها وارد جدول توصيفي- كمي شدند.به عنوان نمونه‌اين موارد براي ۱۰ مورد لغزش (در جدول ۷) آورده شده است. سپس عامل‌های شش گانه يادشده همراه با اعداد كمي آنها براي لغزش‌ها با بهره گيری از امكان گسترش Arc-view به نام Spatial Analyst به صورت نقشه‌هاي سلولي در آورده شدند. سپس نقشه‌هاي سلولي عامل‌های شش گانه موثر با اندازه تفكيک ۰/۰۰۱۴ متر در نظر گرفته شده براي لغزش‌ها با يكديگر جمع شده و نقشه پهنه‌بندي لغزشها (شكل۳) بدست آمد.

براي ارزيابي درستی و توان تفكيك روش بهره‌گيری شده براي پهنه‌بندي خطر لغزش‌ها، نقشه پراكنش لغزش‌ها (شكل ۲) با نقشه پهنه‌بندي خطر لغزش‌ها (شكل۳)روي هم اندازي شدندو ديده شد كه نقشه پهنه‌بندي لغزش‌ها داراي توان تفكيك بالايي نسبت به تراكم هاي مختلف حركت‌های لغزشي نيست (شكل ۳). براي رفع اين مشكل از تركيب‌های مختلف نقشه‌هاي سلولي عامل‌های شش‌گانه به كار برده شده بهره‌گيری شد. در يكي از اين تركيب‌ها كه نقشه سلولي عامل ارتفاع (شكل ۴) حذف شد، نقشه پهنه‌بندي بدست‌آمده توان تفكيك بهتري را نشان داد (شكل ۶).

## نتيجه گيري

- براي پهنه‌بندي زمين لغزش‌ها از نقشه سلولي عامل ارتفاع (شكل ۴)جهت ايجاد تنوع بهتر و همخواني با پراكنش زمين لغزش‌ها صر فنظر شد.

- مي توان علت حذف نقشه سلولي عامل ارتفاع را يكنواختي نقشه سلولي اين عامل دانست و اين كه اين عامل تاثير كمي در پهنه‌بندي لغزش‌ها داشته و همچنين باعث كاهش توان تفكيك مي‌شد (علت حذف نشدن نقشه ساير عامل‌ها غير يكنواختي آنها مي‌باشد، برای مثال نقشه سلولي عامل شيب، شكل ۵). از نقشه‌هاي پهنه‌بندي بدست‌آمده از مدل‌هاي پهنه‌بندي تجربي ( شكل ۷) و آماري (رگرسيون چند متغيره) (شكل۸) تهيه شده توسط سفيدگري (۱۳۸۱) (۵) مي‌توان به درستی اين نتيجه پي برد.

- از برتری‌های اين پهنه‌بندي اينست كه از داده‌هاي واقعي اندازه گيري شده در طبيعت بهره‌گيری كرده و از راه يادشده مي توان عامل‌های موثر در پهنه‌بندي هاي انواع حركت‌های توده‌اي را مشخص نمود.

- از ديگر برتری‌های اين روش پهنه‌بندي اينست كه محدود به يک روش پهنه‌بندي نبوده و در هر منطقه‌اي قابل انجام

است. همچنين مقياس پهنه‌بندي به مقياس برداشت اطلاعات صحرايي مربوط مي شود.

## پيشنهادها

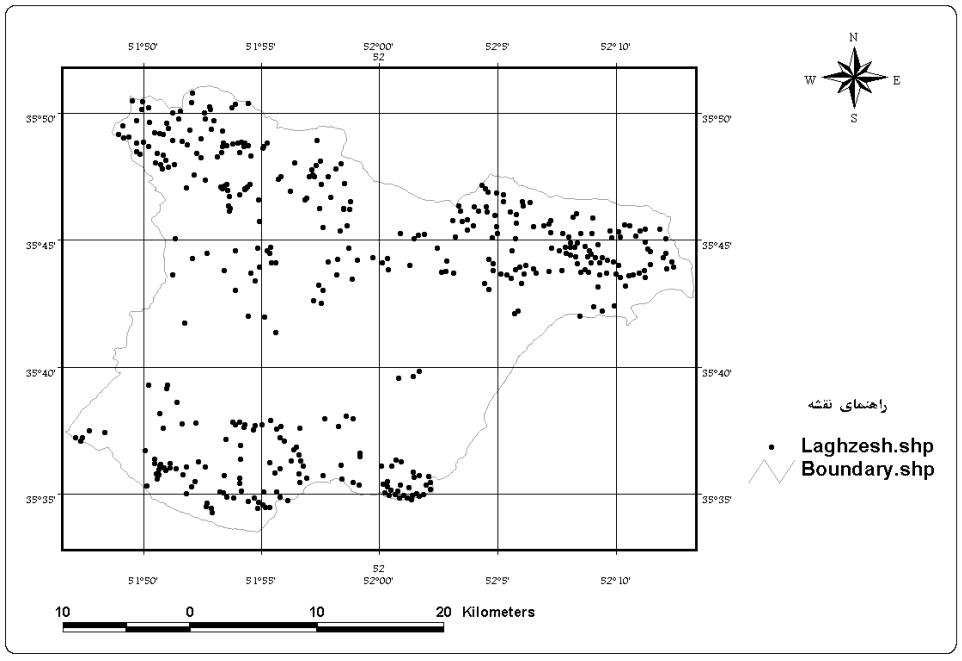
براي آزمون نتايج بالا پيشنهاد مي شود اين روش براي ساير منطقه‌ها نيز بكار رود تا درستی نتايج يادشده مورد آزمون قرار گيرد. همچنين پيشنهاد مي‌شود، منطقه مورد بررسي از اين راه داراي سطح زياد و تعداد حركت‌های توده‌اي بيشينه باشد تا درستی نقشه‌هاي درون يابي شده بالا رود. با آزمودن اين روش در منطقه‌های مختلف مي توان بيشينه سطح و تراكم حركت‌های توده‌اي را با دقت مورد نظر بدست آورد. همچنين تا حد امكان از عامل‌های مختلف موثر بهره‌گيری شود و در نهايت عامل‌های موثرتر جهت پهنه‌بندي به كار رود.

جدول ٦- وضعيت زير عامل‌های شش گانه مربوط به ۱۰ نمونه از ۴۱۰ مورد حركت لغزشي

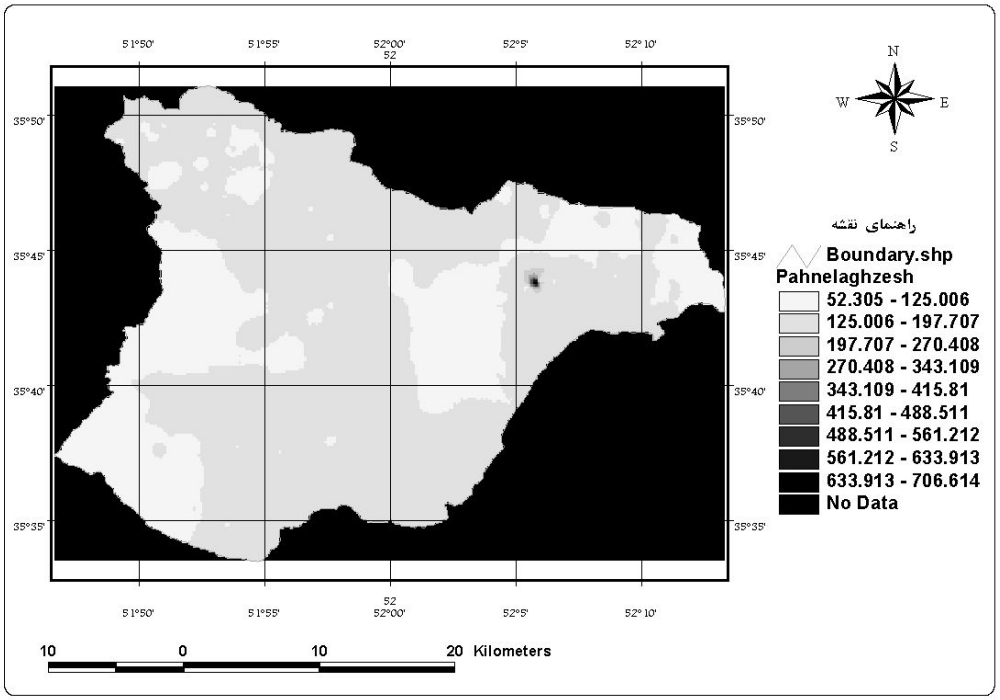
| شماره حركت توده‌اي | كاربري اراضي | مواد زمين شناسي | جهت دامنه | ميانگين بارش سالانه به ميلي متر | شيب به درجه | نوع برداشت | ارتفاع به متر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | زراعي | Eka | SE | ۴۹۵ | ۱۲ | عكس هوايي | ۱۷۹۰ |
| ۲ | زراعي | Qt1 | SE | ۴۸۸ | ۴ | عمليات صحرايي | ۱۷۳۳ |
| ۳ | زراعي | Eka | N | ۴۸۰ | ۱۰ | عمليات صحرايي | ۲۱۰۰ |
| ۴ | زراعي | Eka | W | ۴۹۲ | ۵ | عمليات صحرايي | ۱۷۸۶ |
| ۵ | زراعي | Eka | SW | ۴۸۰ | ۱۴ | عكس هوايي - عمليات صحرايي | ۱۸۴۰ |
| ۶ | مرتع ضعيف | Ekt | SW | ۴۹۴ | ۱۰ | عكس هوايي | ۱۸۱۵ |
| ۷ | زراعي | Eka | S | ۴۸۹ | ۴ | عكس هوايي | ۱۷۷۷ |
| ۸ | مرتع ضعيف | Ekt | SW | ۵۰۰ | ۱۵ | عكس هوايي | ۱۹۸۴ |
| ۹ | زراعي | Eka | SE | ۴۸۰ | ۲ | عكس هوايي | ۱۷۳۶ |
| ۱۰ | زراعي | Ekt | W | ۴۹۶ | ۱۸ | عكس هوايي-عمليات صحرايي | ۲۱۹۸ |

جدول ۷- درصد دهي به هر يک از زير عامل‌های براي ۱۰ نمونه از ٤۱۰ مورد حرکت لغزشي (جدولي که وارد نرم افزار **Arc view** شد)

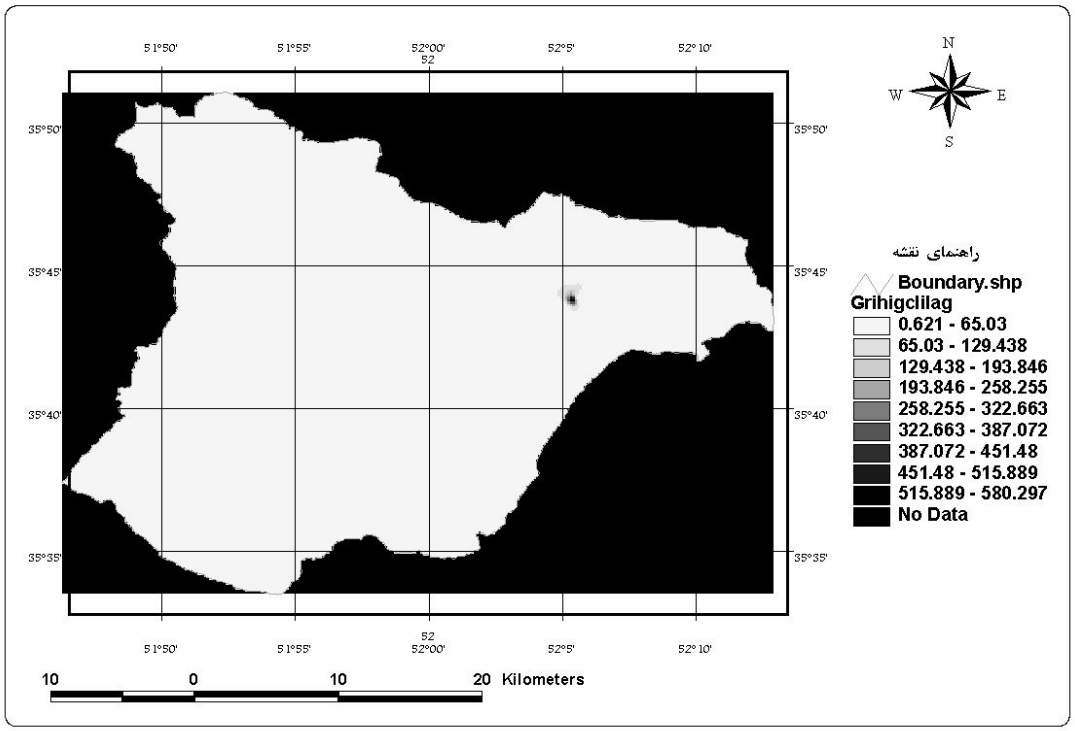
| شماره حرکت توده‌اي | عرض جغرافيايي به درجه، دقيقه و ثانيه | طول جغرافيايي به درجه، دقيقه و ثانيه | عامل کاربري کمی شده به درصد | جنس زمين شناسي کمی شده به درصد | عامل جهت دامنه کمی شده به درصد | عامل بارش کمی شده به درصد | عامل شيب کمی شده به درصد | عامل ارتفاع کمی شده به درصد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۵۴۴۵۲ | ۵۱۵۰۱۰ | ۱۷/۵۶ | ۱/۷ | ۷/۵۶ | ۲۲/۶۸ | ۳۰ | ۵/۳۶ |
| ۲ | ۳۵۴۴۲۳ | ۵۱۵۲۰۵ | ۱۷/۵۶ | /۷۳ | ۷/۵۶ | ۲۲/۶۸ | ۱۳/۹ | ۵/۳۶ |
| ۳ | ۳۵۴۴۴۱ | ۵۱۵۲۳۱ | ۱۷/۵۶ | ۱/۷ | ۱۸/۲۹ | ۲۲/۶۸ | ۳۰ | ۶/۳۴ |
| ۴ | ۳۵۴۴۳۶ | ۵۱۵۲۴۲ | ۱۷/۵۶ | ۱/۷ | ۱۰/۷۰ | ۲۲/۶۸ | ۱۳/۹ | ۵/۳۶ |
| ۵ | ۳۵۴۴۲۶ | ۵۱۵۲۲۹ | ۱۷/۵۶ | ۱/۷ | ۱۷/۳۱ | ۲۲/۶۸ | ۳۰ | ۲/۹۲ |
| ۶ | ۳۵۴۳۴۵ | ۵۱۵۴۳۳ | ۵۸/۰۴ | ۳۵/۳۶ | ۱۷/۳۱ | ۲۲/۶۸ | ۳۰ | ۲/۹۲ |
| ۷ | ۳۵۴۳۵۳ | ۵۱۵۳۲۵ | ۱۷/۵۶ | ۱/۷ | ۱۳/۹ | ۲۲/۶۸ | ۱۳/۹ | ۵/۳۶ |
| ۸ | ۳۵۴۴۴۳ | ۵۱۵۳۵۴ | ۵۸/۰۴ | ۳۵/۳۶ | ۱۷/۳۱ | ۲۲/۶۸ | ۳۰ | ۵/۳۶ |
| ۹ | ۳۵۴۳۴۱ | ۵۱۵۱۱۵ | ۱۷/۵۶ | ۱/۷ | ۷/۵۶ | ۲۲/۶۸ | ۱۳/۹ | ۵/۳۶ |
| ۱۰ | ۳۵۴۳۵۰ | ۵۱۵۴۳۲ | ۱۷/۵۶ | ۳۵/۳۶ | ۱۰/۷۳ | ۲۲/۶۸ | ۳۰ | ۶/۳۴ |



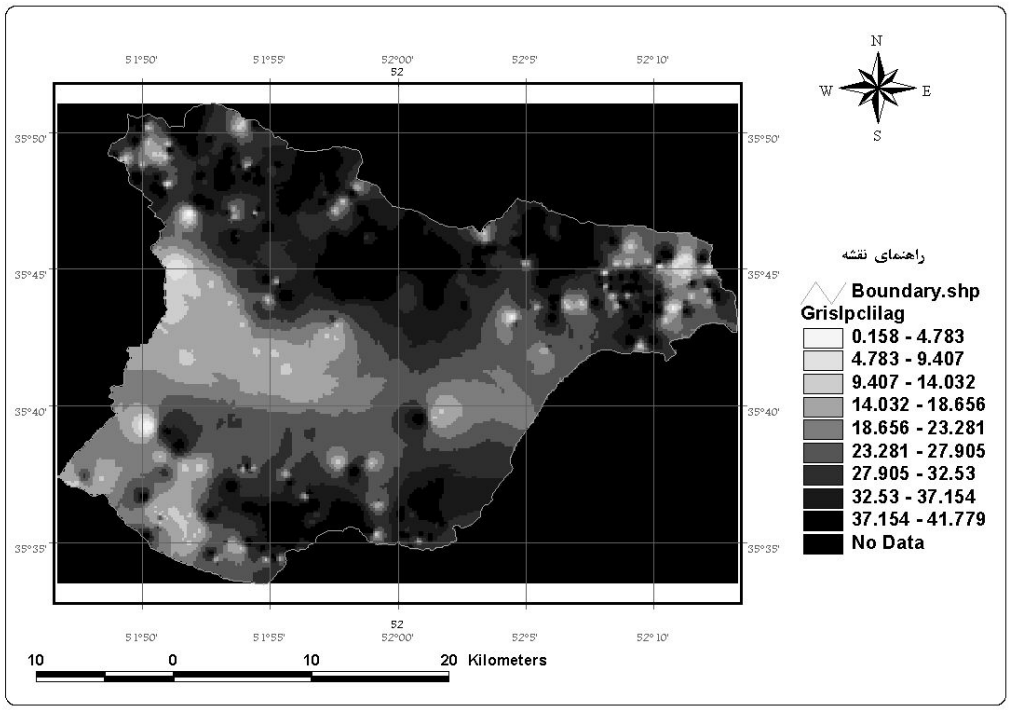

شکل ۲- نقشه پراکنش زمين لغزش‌هاي حوزه آبخيز دماوند (۵)



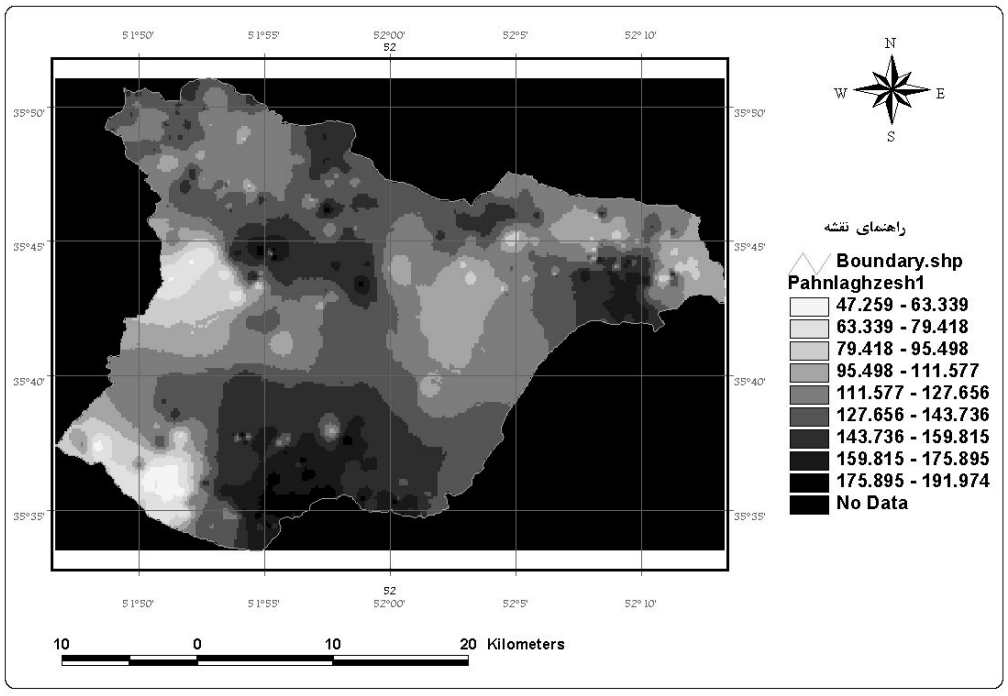

شکل ۳- نقشه پهنه‌بندي زمین لغزش‌هاي حوزه آبخیز دماوند (با بهره‌گیری از همه عامل‌ها)



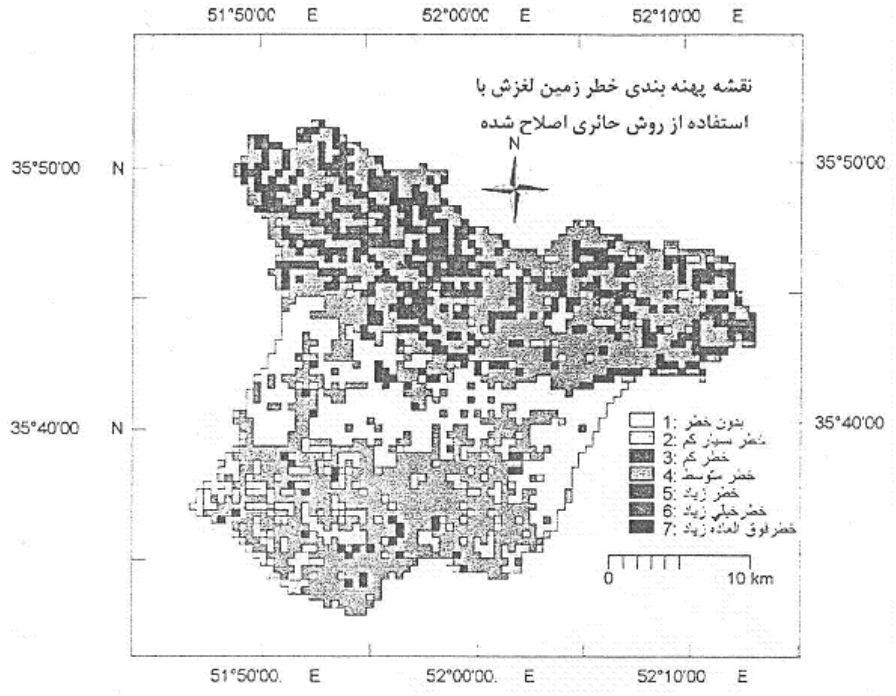

شکل ۴- نقشه عامل ها ارتفاع زمین لغزش‌هاي حوزه آبخیز دماوند



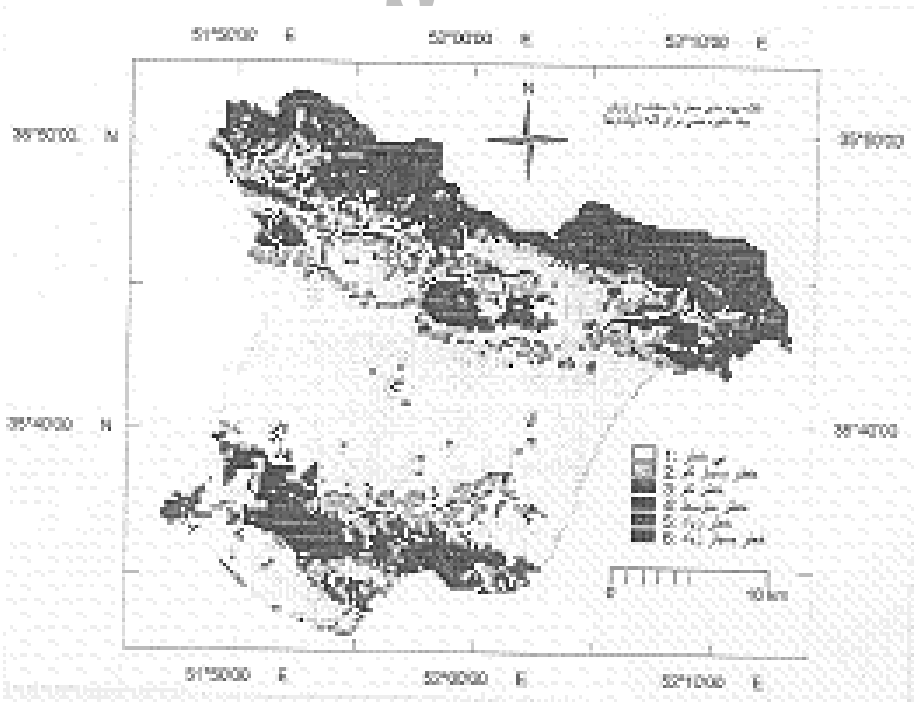

شکل ۵- نقشه عامل شیب زمین لغزش‌هاي حوزه آبخیز دماوند




شکل ۶- نقشه پهنه بندي زمین لغزش‌هاي حوزه آبخیز دماوند(با حذف عامل ارتفاع زمین لغزش)




شكل ۷- نقشه پهنه بندي زمين لغزش‌ها با بهره‌گيری از مدل حائری و سميعي اصلاح شده در حوزه آبخيز دماوند (۵)



شكل ۸- نقشه پهنه بندي زمين لغزش‌ها با بهره‌گيری از مدل آماري رگرسيون چندمتغيره در حوزه آبخيز دماوند (۵)

## منابع

۱- حسن زاده نفوتي، محمد ،۱۳۷۹، پهنه بندي خطر زمين لغزش حوزه آبخيز شلمانرود، پايان نامه كارشناسي ارشدآبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران.

۲- حق شناس، ابراهيم، ۱۳۷۴، پهنه بندي خطر زمين لغزش و ارتباط آن با توليد رسوب در حوزه آبخيز طالقان، پايان نامه كارشناسي ارشد زمين شناسي مهندسي،دانشگاه تربيت مدرس.

۳- خسرو شاهي، محمد، ۱۳۸۰، تعيين نقش زير حوزه‌هاي آبخيز در شدت سيل خيزي حوزه (مطالعه موردي حوزه آبخيز دماوند)، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشكده علوم انساني، گروه جغرافيا، دانشگاه تربيت مدرس .

۴- سعدالدين،امير،۱۳۷۳، بررسي اثرهاي پارامترهاي هيدروژئومرفولوژيك بر حركات توده اي مواد دامنه اي در حوزه آبخيز چاشم و خطيركوه سمنان، پايان نامه كارشناسي ارشدآبخيزداري، دانشگاه تربيت مدرس.

۵- سفيدگري، رضا، ۱۳۸۱، ارزيابي روشهاي پهنه بندي خطر زمين لغزش در مقياس ۱:۵۰۰۰۰ (مطالعه موردي حوزه آبخيز دماوند)، پايان نامه كارشناسي ارشد آبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران.

۶- صفائي،مهرداد، ۱۳۷۶، بررسي زمين شناسي مهندسي در حوزه آبخيز نكارود، پايان نامه كارشناسي ارشد زمين شناسي مهندسي،دانشگاه تربيت مدرس.

۷- فيض نيا، سادات و محمدي، علي اصغر، ۱۳۸۴، پهنه بندي حركات توده اي با استفاده از درون يابي ويژه و درصد دهي به هر يک از زير عوامل در حوزه ابخيز دماوند، دومين كنفرانس سراسري آبخيزداري و مديريت منابع آب و خاک، انجمن مهندسي آبياري و آب ايران، دانشگاه شهيد باهنر و جهاد كشاورزي استان كرمان، كرمان ۳ و ۴ اسفند ماه۱۳۸۴.

۸- محمدي، علي اصغر، ۱۳۸۴، پهنه بندي حركات توده‌اي و انواع حركات توده‌اي (لغزش، ريزش، جريان و جريان كانالي) با استفاده از درون يابي ويژه و درصد دهي به هر يک از زير عوامل در حوزه آبخيز دماوند، سمينار كارشناسي ارشد آبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران

# Landslide hazard zonation using specific interpolation and giving percentage to each subfactors in Damavand Drainage basin

**S. Feiznia[1] and A. A. Mohammadi[*2]**
[1] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran
[2]Ph.D. Student in Watershed Management, Azad University, Science and Research Branch, Tehran, I. R. Iran
(Received 2005 December 11, Accepted 2007 June 23)

## Abstract

Recognition of effective factors in mass movement occurrence and land slide hazard zonation is one of the most important measures in prevention and reduction of their hazards. In this research, first landslide inventory map of the area which was prepared using air photos with the scale of 1:20000 and 1:50000 and field works, was used. In this map 410 landslides were shown. Effective factores for land slide occurrence were recognized which are as follows: Landuse, geological formation, rainfall, slope, aspect and elevation. Landslide inventory map was quantified by giving percentages to each subfactor of above-mentioned factors.Fore doing this, all the factors that were quantified, were entered into Arcview software environment as quantified, descriptive tables. Here, all 410 landslides were entered into quantified, describtive tables according to the mentioned factors and subfactors. Then each factor and its quantitative number was prepared as raster map. This process was performed using extentional facilities of ArcView which is called "Extension Spatial Analyst". The raster maps of six factors with cellular resolation of 0.0014 meters, were added together, in order to obtain hazard zonation map. For evalution of hazard zonation accuracy and separation ability of the used method, landslide hazard maps were overlaid with vector maps of landslides inventory map and necessary changes of the considered factors were made. The privilages of this method is as follows: It uses actual data obtained from the field works; by using this method, effective factores in land slide occurrence could be identified; it can be performed in any area; and the accuracy of hazard zonation is dependent on the accuracy of informations gathered in the field.

**Keywords**: Hazard zonation, Landslide, Speciefic interpolation

* Corresponding author: Tel: +98 21 33861281 , Fax: + 98 261 2249313 , E-mail: aliasgharmohammady@yahoo.com