پهنه بندی خطر زمین لغزش حوضه آبخیز سد زاکین با استفاده از مدل Inedex overly maps و سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیروس حسن پور[۱]
کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS آمار و فناوری اطلاعات، سازمان جهاد کشاورزی کرمانشاه
لیلا رحیلی خراسانی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زمین شناسی دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران

چکیده

زمین لغزش می‌تواند یکی از عوامل موثر در ایجاد و انتقال رسوبات آبرفتی به سد زاکین در حوضه آبخیز زاکین در استان هرمزگان باشد. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی مناطق لغزشی و تعیین پارامترهای موثر در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه بالادست سد زاکین به روش،مدل شاخص ترکیب وزنی می‌باشد.در این تحقیق، ابتدا 9 عامل شامل نقشه شیب، جهت شیب، ارتفاع،لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از سد، فاصله از شبکه آبراهه، فاصله از گسل و میزان بارش منطقه به عنوان متغیرهای تاثیر گذار تعیین شدند. سپس لایه‌های اطلاعاتی این عوامل با استفاده از نرم افزارهایArc GIS 9,3 تهیه شده و وزن طبقات هر کدام از عوامل با مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه (Inedex overly map) تعیین گردیدند. آنگاه با تلفیق نقشه لایه‌های اطلاعاتی هر یک از پارامترها در محیط نرم افزار GIS، اقدام به تهیه نقشه نهایی پهنه بندی خطر زمین لغزش حوضه آبخیز مذکور در 5 طبقه ازحساسیت خیلی زیاد تا خیلی کم صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد که عامل زمین شناسی منطقه به عنوان عامل اصلی و عوامل دیگری چون، فاصله از گسل < ۵۰۰متر، شیب بین 25 تا 45 درصد، بارندگی بیش از 500<میلی‌متر، فاصله از شبکه زهکشی۰-۵۰متر،کاربری اراضی لخت مارنی،ارتفاع بین 1400تا2000 متر،فاصله از سد ۰-۵۰متر، جهت شیب جنوبی به ترتیب درپراکندگی زمین لغزش‌های منطقه موثر می‌باشند. نواحی خیلی پرخطر و پرخطر اغلب در مجاورت مراتع با دامنه‌های پرشیب و مرتفع تا متوسط ارتفاع گرفته اند. تغییر کاربری اراضی و توپوگرافیکی ناشی از احداث سد، جابجایی مواد رسوبی و حمل و انتقال رسوبات آبرفتی سبب تشدید زمین لغزش‌های منطقه داشته اند. نتایج نشان می‌دهد که پهنه بندی خطر زمین لغزش در محیط GIS یعنی روی هم انداختن لایه‌ها و در نظرگرفتن اشتراک مکان‌های لغزش در نقشه‌های مختلف به عنوان عرصه‌های مستعد لغزش، ارزش واقعی لایه‌ها اطلاعاتی را نشان نمی دهد. در حالی که استفاده از مدل های مفهومی Multi class maps در کنار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)علاوه بر خود لایه‌ها، واحدهای موجود در لایه نیز ارزش و وزن خواهند داشت. که سبب افزایش دقت در تعیین مکان‌های لغزش در نقشه می‌شود.

واژه های کلیدی: پهنه بندی، زمین لغزش، مدل شاخص همپوشانی نقشه، حوضه آبخیز زاکین، (GIS)

---

[۱] – نویسنده مسئول ۰۹۱۸۷۲۸۹۱۲۰

۱– مقدمه

با توجه به مساله اصلی رسوبات حاصل از فرسایش و هرز رفتن خاک در مسیر رودخانه و خاکبرداری و مصالح ناشی از سدسازی در حوضه‌های سدها، زمین لغزش می‌تواند یکی از عوامل موثر در ایجاد این رسوبات در سدها باشند. بنابراین سعی گردید که این حوضه از نظر پتانسیل پدیده لغزش پهنه بندی گردد تا بتوان برای جلوگیری از پدیده لغزش و به تبع آن مساله رسوبات و فرسایش خاک حوضه آبخیز زاکین در ورود به سد زاکین راهکارهای مناسبی را ارائه نمود. مطالعات انجام شده بر روی حوضه آبخیز زاکین نشان داد که خروجی حوضه موقعیت مناسبی جهت احداث سد را داراست. با توجه به شواهد موجود و اقلیم و لیتولوژی خاص و تکتونیک فعال منطقه اقدام به انجام پهنه بندی لازم و ضروری به نظرمی‌رسد. منطقه مورد مطالعه یکی از مناطق نادر با اقلیم و آب و هوای خاص در استان هرمزگان بوده بطوری که برخلاف قسمت‌های دیگر شهرستان بندرعباس، دارای آمار بارندگی بالاست و بارش به صورت برف نیز در منطقه دیده می‌شود. که باعث فعال شدن مناطق واجد لغزش شده است. هدف از این تحقیق، شناسایی مناطق لغزشی و تعیین پارامترهای موثر در پهنه بندی خطر زمین لغزش آن با استفاده ازمدل شاخص هم‌پوشانی نقشه (Inedex overly map) در حوضه بالا دست سد زاکین می‌باشد. به این منظور ابتدا نقاط لغزشی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سنجنده ETM^+ و بازدیدهای میدانی شناسایی شده است. سپس هر یک از عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه از قبیل نقشه شیب، جهت شیب، ارتفاع، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از سد، فاصله از شبکه آبراهه، فاصله از گسل و نقشه همباران منطقه بررسی شده است. سپس وزندهی پارامترها براساس نظرات کارشناسی انجام گرفت و نقشه جدید پهنه بندی خطر زمین لغزش منطقه بر اساس وزنهای حاصل شده، تهیه گردید. بر این اساس با در نظر گرفتن یک مدل مفهومی یا فیزیکی با پارامترها و زیر معیارها و طبقات جدید در قالب لایه‌های اطلاعاتی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) ، از طریق ارزش گذاری پارامترها در مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه(Inedex overly map) می‌تواند نتایج ملموسی را ارائه دهد. [۲]

۱–۱– پیشینه تحقیق

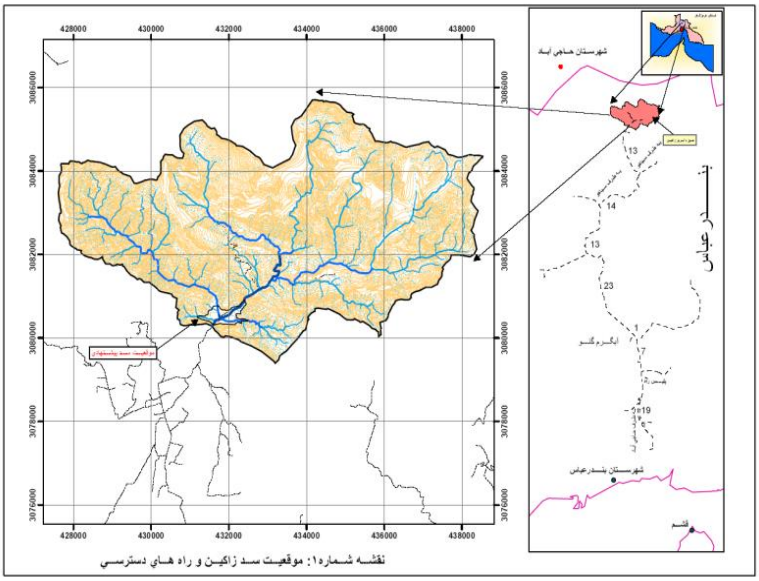
روش‌های متعددی در زمینه پهنه بندی خطر زمین لغزش وجود دارد. در این زمینه می‌توان به تحقیقات صورت گرفته زیر اشاره نمود. عبدالخانی و جمالی(۱۳۸۴)، کاربرد GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در پهنه بندی خطرزمین لغزش و مقایسه ارجحیت عوامل موثر در ایجاد لغزش در حوضه آبخیز منشاد یزد، را انجام داده-اند.با توجه به نتایج بدست آمده، آنها نشان دادند که شیب، سنگ شناسی و کاربری اراضی به عنوان مهمترین عوامل موثر در وقوع لغزش در منطقه انتخاب گردید[۱۰]. پورقاسمی وهمکاران(۱۳۸۵)، کاربرد منطق فازی و GIS در

شناسائی و پهنه بندی ناپایداری دامنه‌ای و مدیریت محیط زیست را نشان دادند. شیرانی و همکاران (۱۳۸۳)، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان با بررسی و ارزیابی روش‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش

در پادنای علیای سمیرم نشان دادند که از میان ۴ روش دومتغییره آنالیز ارزش اطلاعاتی و تراکم سطح و روش چند متغییره با رگرسیون خطی و آنالیز ممیزی، روش آماری دو متغییره در عین سادگی دارای دقت قابل قبولی در پهنه بندی لغزش زا و انطباق بیشتری با پتانسیل لغزه خیزی را در منطقه داراست [۸]. بای و حاجی میررحیمی (۱۳۸۶)، با استفاده از روشAHP پهنه بندی خطر زمین لغزش حوضه آبخیز مادرسو را انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که روش سلسله مراتبی سیستم‌ها (AHP)، روش مناسبی برای پهنه بندی لغزش حوضه مادرسو می‌باشد[۴].. محمد خان (۱۳۸۰)، حوضه آبخیز طالقان را با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) پهنه بندی نمودند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که از بین عوامل تأثیر گذار در وقوع حرکتهای توده ایی عامل زمین شناسی دارای بیشترین تأثیر بوده است[۱۴]. اونق(۱۳۸۲)، در تحقیقی با روش Frequency ratio در حوضه صفا رود استان مازندران را پهنه بندی نمودند[۳].

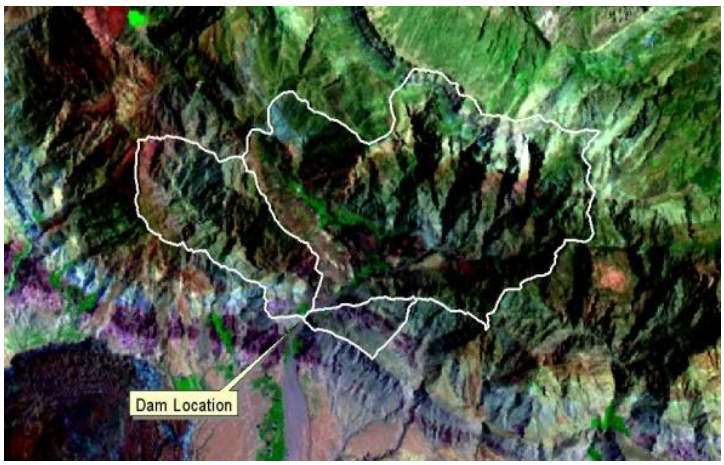
۱-۲- معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز زاکین از توابع شهرستان بندرعباس از نظر موقعیت جغرافیایی در شمال این شهرستان و در طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۵۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه قرار گرفته است. دسترسی به این حوضه از طریق جاده آسفالته درجه یک بندر عباس- حاجی‌آباد تا دوراهی سیاهو به طول ۶۳ کیلومتر و در ادامه از مسیر جاده آسفالته سیاهو- زاکین به طول ۱۴ کیلومتر و از آنجا تا زاکین به طول ۱۳ کیلومتر امکان پذیر می باشد. [۱۵]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تصاویر مورد نیاز این منطقه از سنجنده +ETM ماهواره Landsat به شماره ۱۷۴-۴۴ تهیه شده است.(سازمان فضایی ایران، ۲۰۰۹)، از این تصاویر می‌توان برای استخراج نقشه‌های مورد نیازی که موجود نیستند استفاده کرد. همچنین برای تهیه مدل رقومی ارتفاع (DEM) مورد نیاز در این تحقیق از تصاویر استفاده شده است. تصویر ماهواره‌ای +ETM سال ۲۰۰۹ که از آن در این تحقیق استفاده شده است، دارای ۹ باند است (قدرت تفکیک زمینی این باندها ۳۰ متر است) [۷].که باندهای ۱ ، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، آن را برای تهیه تصویر رنگی شش باندی بکار رفته شده اند.(شکل شماره ۲).



شکل ۲. تصویر ماهواره ای سنجنده ETM^+ از منطقه مورد مطالعه[۷]

۲– داده ها و روش تحقیق

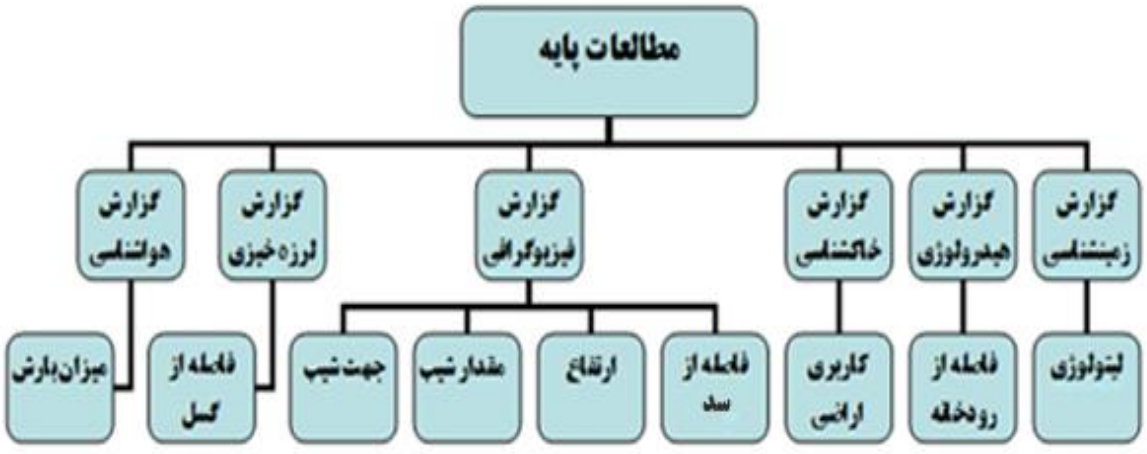
از آنجائی که هدف تحقیق، پهنه بندی خطر زمین لغزش‌های حوضه آبخیز سد زاکین با مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه و همچنین بررسی مساله میزان رسوبات حمل شده به پشت سد و خسارات احتمالی درآینده (بعد از احداث سد) می‌باشد، لذا انجام مطالعات منطقه‌ای و گردآوری اطلاعات در دو بخش زمین لغزش و میزان و نوع رسوبات، فاز اول مطالعات بوده که نیازمند تهیه پارامترها و عوامل موثر بخش فیزیوگرافی حوضه شامل (بررسی حوضه آبخیز از نظر توپوگرافی، لیتولوژی، پوشش گیاهی، وضعیت آبراهه‌ای، تکتونیک، فرسایش و رسوب، سایر موارد مشابه) می‌باشد. بعداز مطالعات فاز اول (۲بخش فوق الذکر)، وارد فاز ۲مطالعات پهنه بندی می‌شویم که به شرح زیر عبارتنداز:

- انجام بازدید صحرائی و برداشت اطلاعات لغزش وشناسائی زمین شناسی منطقه

-تفکیک حوضه‌ی آبخیز به واحدهای همگن از تاثیر هریک از پارامترها و عوامل موثر بر زمین لغزش منطقه مورد مطالعه

- وزن دهی هریک از فاکتورهای موثر براساس شدت در لغزش
- ورود اطلاعات به سیستم GIS و ویرایش بخش از داده‌ها

بعداز مشخص شدن عوامل موثر در لغزش، روش‌های مختلفی برای تعیین پهنه بندی لغزش بررسی شده و در نهایت روش مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه باتوجه به انطباق لغزش‌های اخیر و تعیین عوامل موثر در لغزش انتخاب گردید. معیارهای موثر در وقوع زمین لغزش‌های منطقه جهت تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش‌های حوضه آبخیز انتخاب گردیده که به صورت شکل زیر آمده است[۱۵].



شکل ۳. دیاگرام پارامترها وعوامل موثر در زمین لغزش وتولید رسوبات در حوضه آبخیز زاکین

روش جمع آوری داده‌ها، ابتدا مبتنی بر تعیین حدود و مرز حوضه آبخیز زاکین با استفاده از نرم افزار Arc view بوده است. در مرحله بعد اقدام به شناسایی و مطالعه عوامل تاثیر گذاردر وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه مانند شیب، جهت شیب، ارتفاع، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از سد، فاصله از شبکه آبراهه، فاصله از گسل و نقشه همباران تهیه گردیدند. سپس نقشه‌های مورد استفاده با کمک نرم افزار Arc GIS 9.3.3 عملیات ژئورفرنس و تبدیل به لایه‌های اطلاعاتی صورت گرفت.

فاصله از سد: این فاکتور بدلیل نزدیکی به سد دارای اهمیت نسبتا بالایی برای ایجاد لغزش پشت سد می باشد. در زمان پرشدن دریاچه ارتفاع آب بالارفته و بعلت نفوذ آب به داخل رسوبات و درز و شکاف ها، پتانسیل لغزش افزایش می یابد.با توجه به فاصله دریاچه از سد فواصل آن به ۵ بخش تقسیم شده که فاصله بین ۰ تا۵۰ متر و ۵۰-۲۰۰ متر دارای فراوانی زمین لغزش بیشتری می‌باشد(شکل۴) .

زمین شناسی:زمین‌شناسی و نوع سازندها محدوده مورد مطالعه اهمیت بسیاری در ایجاد لغزش دارند. سازندهای شیلی و مارنی بدلیل مقاومت کم در برابر رطوبت دارای استعداد زمین لغزش بالا می باشند و بعد ازآن سازندهایی که دارای میان لایه شیل می باشند، از نظر استعداد لغزش متوسط و سازندهای آهکی بدون درز و شکاف دارای

کمترین استعداد زمین لغزش می باشند. برای تهیه این لایه اطلاعاتی از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و بازدید صحرائی در محیط GIS استفاده گردیده است(شکل۵).

شیب(Slope):شیب ازجمله عوامل مهم در فرسایش، میزان رواناب، شدت لغزش می‌باشد. افزایش شیب حوضه باعث افزایش سرعت حرکت آب ودرنتیجه افزایش میزان فرسایش حوضه می گردد. برای تهیه نقشه شیب از مدل رقومی ارتفاع مستخرج از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری استفاده گردید. در این تحقیق،بر اساس DEMتهیه شده از توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ در محیط Arc GIS نقشه شیب حوضه در 4 کلاس تهیه شده است(شکل۶).

جهت شیب (Aspect):جهت دامنه نقش مهمی بر تأخیر ذوب برف،درجه حرارت،رطوبت خاک و در نتیجه پوشش گیاهی و نوع فرسایش دارد. در موقعیت جغرافیایی جنوب ایران اغلب شیب های جنوب و جنوب غربی نسبت به شیب های شمال و شرقی از تابش بیشتری برخوردارند و در نتیجه ذوب برف سریعتر بوده و فرسایش عمدتاً به صورت شیاری و خندقی صورت می گیرد. برای تعیین تاثیر جهت شیب، نقشه جهت شیب حوضه با استفاده از نرم افزار ILWIS و Arc GIS 9.3.3 در 5 کلاس تهیه شده است(شکل۷).

فاصله از آبراهه: شبکه های زهکشی بعلت بارش و مساعد بودن شیب تحت تاثیر هجوم آب قرار گرفته و وجود آب باعث ناپایدارشدن سازندهای سست و حساسیت پذیر در برابر نفوذ می شوند و از طرفی وجود جریان آب و

نفوذ به مناطق خردشده و زونهای برشی امکان لغزش را افزایش می دهد. با فاصله گرفتن از رودخانه مقدار نفوذ آب کمتر و در نتیجه میزان لغزش کاهش می یابد(شکل۸).

کاربری اراضی[۲]:برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از تصویر سال ۲۰۰۹ سنجنده ETM^+ ماهواره لندست استفاده گردید. از نقشه های ژئومورفولوژی واحدهای سنگی و اراضی لخت مارنی واز نقشه توپوگرافی اراضی زراعی و باغات و رودخانه ها بدست آمد و در ادامه با تصاویر ماهواره ای تطبیق داده شد بدین صورت نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه به ۵ کلاس طبقه بندی گردید(شکل۹).

فاصله از گسل:فاصله از گسل یا به عبارتی شکستگی‌ها و خردشدگی در ارتباط با گسل نقش مؤثری در افزایش پتانسیل ناپایداری دامنه‌ها دارد. بیشترین ناپایداری از نظر گسل خوردگی در زیر کلاس‌های ۰-۵۰۰ و ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر می‌باشد. برای تهیه این لایه اطلاعاتی از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و بازدید صحرائی در محیط GISاستفاده گردید (شکل۱۰).

بارندگی :منحنی هم باران از اطلاعات فرمول همبستگی آمار بارندگی ۳۱ ساله و درون یابی[۳] برروی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ واردشده به محیط GIS بدست آمده است، معمولا هر چه میزان بارندگی زیادتر باشد، میزان لغزش هم بیشتر است. حوضه آبخیز زاکین به دلیل بارش نسبتا بالا نسبت به بقیه قسمتهای استان هرمزگان، وجود سازندهای

زمین شناسی سست- خاک و تراکم شبکه آبراهه از نظر پتانسیل لغزش مستعد می باشد، در این حوضه طبقات بارش ۴۵۰-۵۰۰ و بیش از ۵۰۰ میلیمتر و دارای بیشترین تراکم احتمال لغزش می‌باشند. میزان بارش با استفاده از نقشه‌های همباران هرمزگان در ۵ کلاس تهیه گردیده است(شکل۱۱).

طبقات ارتفاعی:برای ایجاد نقشه طبقات ارتفاعی، ابتدا نقشه توپوگرافی حوضه مورد تحقیق با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ که از سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده بود، در محیط نرم افزار Arc GIS 9.3.3 زمین مرجع شد و خطوط ارتفاعی برروی آن رقومی گردید. سپس (DEM) منطقه در نرم افزار Ilwis3.0 Academic تهیه شد و مرز حوضه در محیط Arcveiw 3.2 بسته شد و نقشه طبقاتی در ۵ کلاسه (ارتفاع بر حسب متر) طبقه بندی گردید(شکل۱۲) [۱۵].

---

[۲]-Land - use
[3]- Interpolation

جدول۱. طبقه بندی پارامترها و معیارها موثر در ایجاد زمین لغزش در حوضه آبخیز زاکین

طبقات	ف.ا.سد	زمین شناسی	شیب (درصد)	جهت شیب	ف.ا.رودخانه	کاربری اراضی	ف.ا .گسل	م. بارندگی	طبقات ارتفاع
۱	۰-۵۰	شیل و مارن با میان لایه هایی از ماسه سنگ و آهک	۸ - ۰	شرقی	۵۰ - ۰	توده سنگ	۵۰۰ >	۳۵۰ >	۱۴۰۰>
۲	۵۰ -200	تراسهای رودخانه ای، رسوبات سیلابی رودخانه ای، و واریزه های دامنه ای	20- 8	غربی	500-100	اراضی لخت مارنی	۱۰۰۰- ۵۰۰۰	۴۰۰ - ۳۵۰	۱۴۰۰- ۲۰۰۰
۳	200 -500	سنگ اهک شیلی –ماسه ای –مارنی- رسی	۳۰ - ۲۰	شمالی	150-100	باغات وزمین های کشاورزی	۲۰۰۰- ۱۰۰۰	۴۵۰- ۴۰۰۰	۲۰۰۰- ۲۶۰۰
۴	1000- 500	ماسه سنگ سیلتی- آهکی-مارنی با میان لایه کنگلومرا	50- 300	جنوبی	300-150	مراتع	۳۰۰۰- ۲۰۰۰	۵۰۰- ۴۵۰	۲۶۰۰- ۳۲۰۰
۵	1500 - 1000	سنگ آهک وسنگ آهک دولومیتی و دولومیت	50<	بدون شیب	200<	استخر و رودخانه	3000<	۵۰۰ >	۳۲۰۰>

۲-۱- آماده سازی لایه‌ها در مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه(Inedex overly map)

آماده سازی لایه‌های اطلاعاتی هر یک از پارامترهای موثر در زمین لغزش با استفاده از مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه (Inedex overly map) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) در۳ مرحله صورت گرفته است که هریک از مراحل به اختصار به شرح زیر است :

مرحله اول : تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار ENVI 4.7 آماده گردید. همچنین تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس۲۵۰۰۰ :۱و نقشه زمین شناسی در مقیاس ۲۵۰۰۰ :۱ از سازمان زمین شناسی ایران نیز صورت گرفت. نقشه‌های مذکور جهت استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) رقومی گشتند و بر اساس DEM منطقه حاصل از توپوگرافی نقشه های دیگر پارامترها بدست آمد.

مرحله دوم : اقدام به ارزش گذاری(وزن دهی) لایه‌ها و زیر لایه‌های اطلاعاتی هریک از پارامترها توسط کارشناسان و متخصصین سازمان‌ها صورت گرفت.

مرحله سوم : استفاده از لایه‌های رقومی شده در محیط GIS که با روی قرار دادن لایه‌ها و تلفیق لایه‌ها با یکدیگر نقشه کلی پهنه بندی بدست خواهد آمد.

۳- روش شناسی و متدولوژی تحقیق

۳-۱- بررسی مبانی نظری مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه (Inedex overly map)

مدل شاخص همپوشانی شامل دو روش می باشد. انجام مدل همپوشانی شاخص به دو روش امکان‌پذیر است. در هر دو روش ابتدا به تمامی فاکتورهای مؤثر، بر اساس اهمیت نسبی و با توجه به نظرات کارشناسی، وزنی اختصاص داده می‌شود. این وزنها بصورت اعداد صحیح مثبت یا اعداد حقیقی دریک بازه مشخص،تعیین می‌شوند.

روش اول- (Binary evidence): نقشه‌های ورودی فاکتورها و پارامترها، همانند روش بولین به صورت باینری (۰ و۱) هستند. در این روش هر نقشه فاکتور، وزنی جداگانه دارد. و برای ترکیب با نقشه‌های دیگر، فقط در عامل وزنی خودش ضرب می‌شود. در این روش اهمیت کلاس‌های مختلف موجود در یک نقشه فاکتور یکسان در نظر گرفته می‌شود. ارزش واحدهای مکانی در نقشه خروجی از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$S=\frac{\sum_{1}^{n} Wi\ Class(map\ i)}{\sum_{1}^{n} Wi}$$

رابطه ۱)

در این رابطه : Wi وزن i امین نقشه ، n تعداد فاکتورهای، می‌باشد.

تعداد (class map i) بسته به تعداد پیکسل در نقشه ورودی مورد نظر می‌تواند یک یا صفر باشد. درجایی که همه معیارها و ملاک‌ها یا شرایط صدق می‌کند. خروجی برابر با یک است ودر جایی که هیچ کدام از عوامل و شرایط صدق نکند، خروجی برابر صفر خواهد بود. به عبارتی دیگر می‌توان گفت، در روش اول نقشه‌های ورودی فاکتورها، همانند روش بولین بصورت باینری هستند. در این روش هر نقشه فاکتور یک عامل وزنی منفرد دارد و برای ترکیب بانقشه‌های دیگر، فقط در عامل وزنی خودش ضرب می‌شود.اهمیت کلاس‌های مختلف موجود دریک نقشه فاکتور، در روش اول یکسان درنظرگرفته می‌شود.

روش‌دوم- (Overlapping index of multiple class maps):این روش،انعطاف پذیری بیشتری نسبت به روش اول دارد. در این روش علاوه بر اینکه به هر یک از نقشه‌های ورودی وزنی اختصاص می‌یابد، به هر یک از

کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود در هر نقشه فاکتور نیز، براساس اهمیت نسبی و نظرات‌کارشناسی وزنی منتسب می‌شود. بعبارتی کلاس‌های مختلف موجود بر یک نقشه واحد، دارای وزنهای متفاوت هستند.

$$Suit\ M = \frac{\sum_{1}^{n} Sij\ Wi}{\sum_{1}^{n} Wi}$$

رابطه ۲)

رابطه ۳)

$$Suit\ M = [M(Map\ A) + N(Map\ B) + Q(MapN) + X(Ma\ldots]/(m+n+q+X\ldots)$$

S:ارزش هر پیکسل در نقشه نهایی ، Sij : وزن واحدj ام از نقشه i ام ، Wi : وزن نقشه i ام

Multi- class عرصه‌های واجد لغزش بر اساس مدل نقشهM Siut :

مخرج کسر: (m,n,q…) مجموع وزن های داده شده به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی

MapA :نقشه حاصل از وزن دهی به کلاس A (کلاس‌های نقشه شیب) در قالب مدل Multi-class

MapB :نقشه حاصل از وزن‌دهی به کلاس B (کلاس‌های نقشه فاصله از گسل) درقالب مدل Multi-class

MaPX : نقشه حاصل از وزن دهی به کلاس X (کلاس‌های نقشه .....X) در قالب مدل Multi-class

۳-۲- وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی در مدل‌های شاخص نقشه‌های همپوشانی

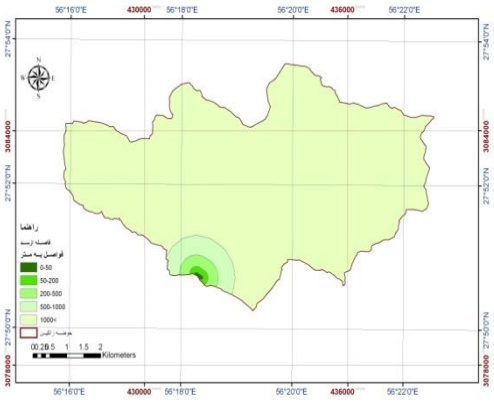
- **Multi class maps**: مدل شاخص همپوشانی از دو سیستم دودویی و چندکلاسه برخوردار است. در هر دوی این دو حالت امتیاز دادن به طبقات هر لایه اطلاعات بین (۰ تا ۱۰) است).

جدول ۲. وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی براساس نظر کارشناسان جهت مدل Inedex overly map

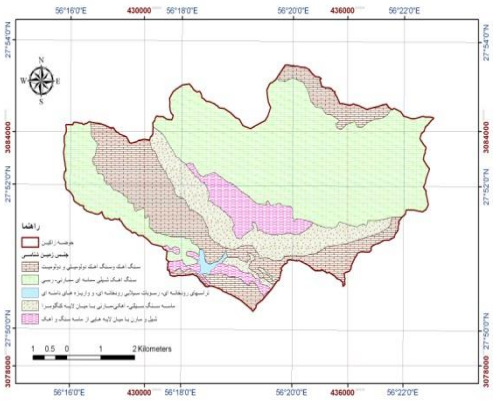
زمین شناسی	بارش	شیب	جهت شیب	فاصله از گسل	فاصله از سد	کاربری اراضی	فاصله از آبراهه	ارتفاع
۱۰	۶	۷	۱	۹	۲	۴	۵	۳

۳-۳- تهیه نقشه های عوامل موثر زمین لغزش براساس مدل Inedex overly map در محیطGIS

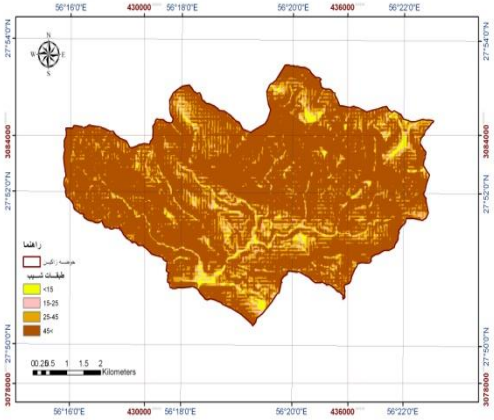
مهمترین عوامل موثر در رخ دادن زمین لغزش درمنطقه با بهره‌گیری از اطلاعات و نقشه‌های پایه رقومی شده زمین شناسی و DATA بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های آماری سازمان‌های مسئول و مربوط جمع آوری گردید. سپس برای هر یک از پارامترهای موثر و شاخص‌های مورد نظر، طبقاتی ارزشی تعیین شده و اهمیت نسبی آنها با مدل **Inedex overly map** تعیین گردیدند. آنگاه نقشه پارامترهای موثر در زمین لغزش منطقه مورد مطالعه، براساس وزن‌های شاخص ترکیبی وزنی(شاخص هم‌پوشانی نقشه)بدست آمده در محیط نرم افزار ArcGIS 9.3.3 به صورت زیر تهیه و استخراج گردیدند. نقشه نهایی پهنه بندی خطر زمین لغزش حاصل تلفیق تمام نقشه‌های بدست آمده در محیط GIS می‌باشد(شکل۱۳).



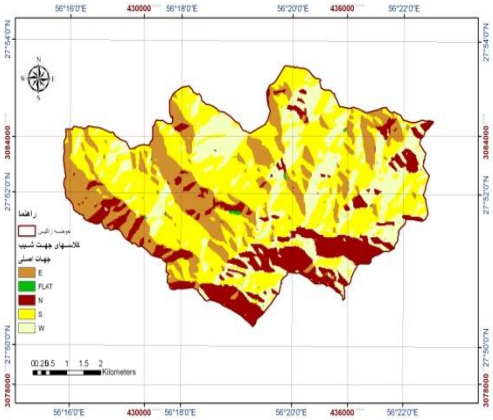
شکل ۴. نقشه فاصله از سد



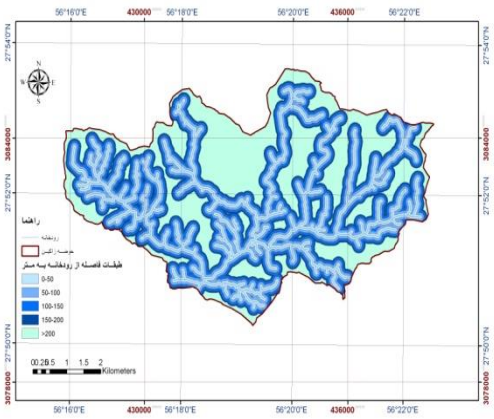
شکل۵. نقشه زمین شناسی



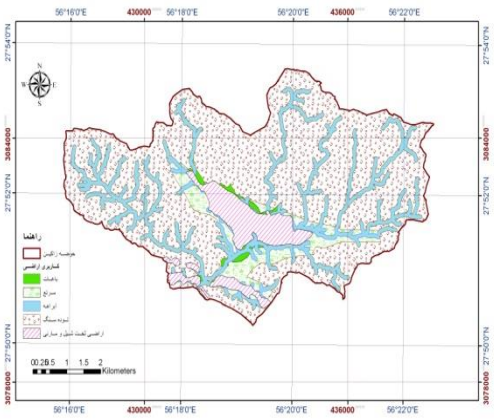
شکل ۶. نقشه طبقات شیب



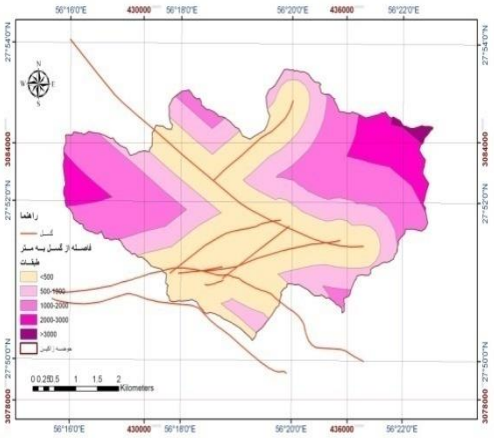
شکل ۷. نقشه جهت شیب



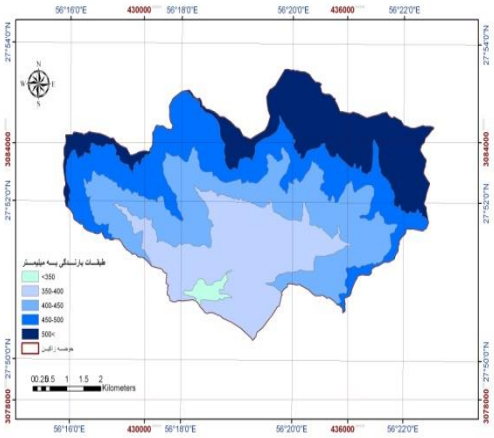
شکل ۸. نقشه فاصله ازآبراهه



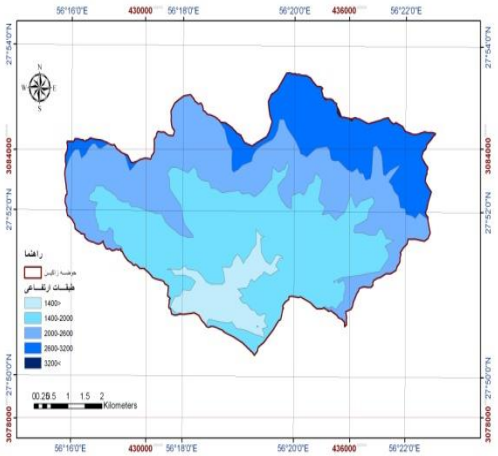
شکل۹. نقشه کاربری اراضی



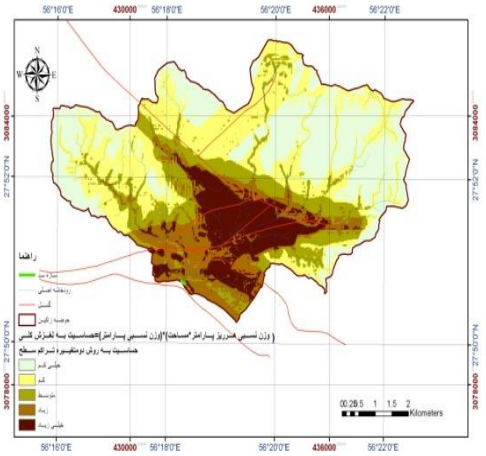
شکل ۱۰. نقشه فاصله از گسل



شکل۱۱. نقشه میزان بارش



شکل ۱۲. نقشه مدل رقومی ارتفاعی



شکل ۱۳. نقشه پهنه بندی زمین لغزش نهایی

۳- نتیجه گیری

در ایران پهنه بندی خطر زمین لغزش بیش از ۳۰ سال قدمت ندارد [۱۲].البته حدود ۸ روش از روش‌ها و مدل-های شناخته شده در زمینه زمین لغزش در حوضه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است و این روش‌ها و مدل-های تصمیم گیری داری نقاط قوت و ضعف هستند. اما روش ترکیبی مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه بعنوان یک روش از MCDM در محیط نرم افزار GIS نسبت به سایر مدل‌ها واسنجی شده نتایج مناسب‌تری از بررسی داده-های آب و خاک در اختیار می‌دهد[۶]. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که عوامل متعددی سبب بروز لغزش ها در محدوده مورد مطالعه می‌شوند. از بین عوامل مورد بحث، نقش عوامل زمین شناسی و فاصله از گسل و شیب نسبت به عوامل دیگر در ایجاد لغزش بیشترین تاثیررا دارا می‌باشد. در موارد بعدی عوامل بارندگی سالیانه، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی، ارتفاع، فاصله از سد، جهت شیب به ترتیب دارای اهمیت می‌باشند. (براساس وزن‌های نهایی بدست آمده در جدول شماره (۲)).با تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه در محیط GIS در حوضه آبخیز سد زاکین و نیز تطبیق نتایج عملیات میدانی با نقشه‌های رقومی شده هر یک

از پارامترها آشکار می‌کند که مدل شاخص هم‌پوشانی نقشه قابلیت بیشتری نسبت به مدل‌های دیگردر پهنه بندی لغزش در نواحی کوهستانی و مناطقی که دارای تغییرات شدید ارتفاع و تنوع کاربری و همچنین تنوع پوشش گیاهی و نوع سازندهای زمین شناسی در منطقه مورد مطالعه دارد.

جدول ۳. بیشترین وکمترین تاثیرطبقاتی عوامل و پارامترهای موثر در زمین لغزش منطقه

ردیف	کمترین تاثیر طبقات	بیشترین تاثیرطبقات
۱	شیب: کمتر از <۴۵ درصد	شیب: بین 25 تا 45 درصد

۲	کاربری اراضی : ، توده سنگ	کاربری اراضی : اراضی لخت مارنی
۳	میزان باران: کمتر از۳۵۰میلیمتر	میزان باران: بیشتر از ۵۰۰ میلیمتر
۴	فاصله از سد: بین۱۰۰۰-۱۵۰۰متر	فاصله از سد: بین۰-۵۰ متر
۵	فاصله از گسل: بیشتر۳۰۰۰متر	فاصله از گسل: کمتر از ۵۰۰متر
۶	فاصله از رودخانه : بیشتر از ۲۰۰ متر	فاصله از رودخانه : کمتر از ۵۰ متر
۷	واحدهای زمین شناسی : سنگ آهک و سنگ	واحدهای زمین شناسی : شیل و مارن
۸	جهات جغرافیایی: بی جهت	جهات جغرافیایی : جنوب حوضه.
۹	طبقات ارتفاعی: بیشتر از۳۲۰۰ متر	طبقات ارتفاعی: بین۱۴۰۰-۲۰۰۰ متر

منابع و مآخذ

۱ . احمدی. ح.، اسمعیلی عوری. ا.، فیض نیا. س، شریعت جعفری. م،۱۳۸۲، پهنه بندی خطرحرکات توده ای با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره(MR)و تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها(AHP)- مطالعه موردی حوضه آبریزگرمی چای، مجله منابع طبیعی ایران، جلد۵۶.شماره ۴، ص ۳۲۳تا۳۳۵.

۲ . اصغرپور. م. ج،۱۳۸۳، تصمیم گیریهای چند معیاره (A.H.P)، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۷۲.

۳ . اونق. محمد،۱۳۸۲، مدل سازی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه نرماب، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ص۲۹.

۴ . بای.ناصر وحاجی میر رحیمی. سیدمحمود، ۱۳۸۶، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش AHP، ص۴.
۵ . حافظی مقدس. ناصر،۱۳۷۲، پهنه بندی خطر زمین لغزش در مناطق زلزله خیز (مطالعه موردی زمین لغزش های تحریک شده در زلزله خردادماه ۱۳۶۹ منجیل)، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.
۶ . حسن پور. سیروس،(۱۳۸۹، بررسی زمین لغزش های حوضه آبخیز کارون بزرگ با استفاده از مدل AHP در محیط GIS، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا وبرنامه ریزی محیطی، ص۳.
۷ . سازمان فضایی ایران (۲۰۰۹)، تصاویر ماهواره ای لندست سنجنده ETM.
۸ . شیرانی. کورش، چاوشی. ستار، غیومیان. جعفر،۱۳۸۳، بررسی و ارزیابی روش های پهنه بندی خطر زمین لغزش در پادنای علیای سمیرم.مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان،صفحات۲۷و۳۲و۳۴.
۹ . صالحی پور. علیرضا،۱۳۸۰، بررسی پارامترهای هیدرو مورفیک موثر در حرکات دامنه ای حوضه آبریز قوری چای با استفاده از GIS ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران ، ص۴.
۱۰ . عبدالخانی. علی و جمالی. علی اکبر،۱۳۸۴،کاربردGIS و فرایند سلسله مراتبی در پهنه بندی خطر زمین لغزش و مقایسه ارجحیت عوامل موثر در ایجاد لغزش مطالعه موردی:حوزه آبخیز منشاد یزد. همایش و نمایشگاه ژئوماتیک ۱۳۸۸، ص۵.
۱۱ . قدسی پور. سید حسن، ۱۳۸۱، فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
۱۲ . کمک پناه. ع، منتظر القائم. س و چدنی. ا،۱۳۷۳، پهنه بندی زمینلغره در ایران،زمین لغزه و مروری بر زمین لغزه های ایران (جلد اول)، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ص۷۴.
۱۳ . گرایی.پ،۱۳۸۵، بررسی حرکات توده ای به منظور ارائه مدله پهنه بندی خطردرحوضه لاجیم رود تجن، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران،ص۲۵.
۱۴ . محمد خان. ش،۱۳۸۰، ساخت مدل منطقه ای خطرحرکات توده ای با استفاده از ویژگیهای کیفی،تحلیل سلسله مراتبی AHP سیستم‌ها، مطالعه موردی حوضه آبخیزطالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص۴۴تا۴۳.
۱۵ . مطالعات پایه،۱۳۸۶، گزارشات هیدرولوژی – زمین شناسی– فیزیوگرافی– زمین شناسی مهندسی– خاک شناسی– فرسایش و رسوب، شرکت آبراه ساز شرق، سازمان جهاد کشاورزی استان هرمزگان.

Landslide hazard zoning in zakin dam watershed by using Inedex overly map mothod and Geographic Information System (GIS)

Hassanpour.Sirus [1], Rahili Khorasani. Leila [2]
1 Graduate student in remote sensing and GIS, Tehran University
2. . M.D Student in Engineering Geology, Olom Tahghighat University of Tehran

* Author Contact:09187289120 Email: hassanpour.saman @gmail.com

Abstract
Landslide can be one of the effective factors in creating and transporting alluvial deposit to zakin dam in zakin watershed in Hormozgan province. The main purpose of this study are identifying and determining influenced parameters by Inedex overly map Process Inedex overly map in landslide risk zoning in upstream of zakin dam watershed. In this research, at the first, 9 effective factors were determined that include: slop, aspect, height, geology type material, land use, distance from dam, distance from fault, distance from stream, rainfall. After that data layers of factors were provided by Arc GIS 9.3 and weight of any factors were calculated with Inedex overly map Process. Then final map of landslide risk zoning was prepared with assimilating data layers map of parameters in GIS software in 5classes from very high risky area to very low risky area. the result show that lithology of shale and marl is major subset factor and another subset factorsas a distance from fault(<500 m), slop(25-45%), rainfall(>500mililmeter), distance from stream (0-50m) , land use(marl field without any plant), height(1400-2000m), distance from dam (0-50m), aspect(south)are effective, Respectively inscatteringthe landslides of region.
Very High risk area and high risk area have often been located adjacent to pastures and hills with steep slopes and moderate to high altitude. Topographical and land use changes resulting from the construction of dams and sediment transport for dam materials with lateral agents as watering of gardens in steep surfaces are very influence in creating and transporting of alluvial deposit to zakin dam and cause to increase landslide in region .result show that Inedex overly map Process method is superior than another method and has more a ccurate because of having more values and suitable classification and preventing direct interference of experts with giving weight that obtained by paired comparison of parameters in standard matrix.

Keywords: landslide zoning, Inedex overly map Process, zakin watershed, Geographic Information System (GIS)