بررسي عامل‌های مؤثر بر رخداد زمين لغزش‌ها و پهنه‌بندي آن درحوضه الموت‌رود

محمدرضا ثروتي*[1] و فريبا آزاد[2]
[1] دانشيار گروه جغرافيا , دانشگاه شهيد بهشتي، ايران
[2] كارشناس ارشد جغرافياي طبيعي، دانشگاه شهيد بهشتي، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٤/١١/٢٤، تاريخ تصويب: ٨٦/١٢/١٩)

چكيده

حوضه آبخيز الموت رود در شمال شرق استان قزوين (رشته كوه‌هاي البرز مركزي) واقع شده است. به منظور پهنه‌بندي خطر زمين لغزش، درآغاز نقشه پراكنش ناپايداري‌هاي اين حوضه شامل انواع حركت‌های دامنه‌اي با بهره‌گيری از تفسير عكس‌هاي هوايي در مقياس ١:۴٠٠٠٠ و بازديد ميداني در مقياس ١:٢۵٠٠٠ تهيه شد. پس از ثبت علل ايجاد كننده انواع ناپايداري‌ها و ويژگي‌هاي ديگر آنها بر روي پرسش نامه و تهيه نقشه پراكنش , با توجه به نتايج بدست‌آمده از بررسي بروز زمين لغزش‌ها در منطقه، لايه‌هاي اطلاعاتي سنگ شناسي، شيب، جهت شيب، پوشش گياهي، بارندگي ميانگين سالانه، فاصله از راه، فاصله از گسل، فاصله از آبراهه و طبقه‌های ارتفاعي در محيط Arc GIS تهيه شد و نقشه پراكنش با بهره‌گيری از روش آماري دو متغيره (ارزش اطلاعاتي) پهنه‌بندي شد. براي ارزيابي درستی و دقت «نقشه پهنه بندي» نيز از روش نمودن بر پايه «نقشه پراكنش زمين لغزش‌ها» بهره‌گيری شده است كه نتايج حاكي از اين است كه چون روند تغيير درصد سطحي لغزش از كلاس‌هاي كم خطر به سمت كلاس‌هاي با خطر بالا افزايش يافته است و داراي يک روند صعودي مي‌باشد، روش گزينشی براي پهنه بندي در اين حوضه مناسب مي‌باشد.

به طور كلي اين بررسي تعداد ۴۴٧ مورد حركت‌هاي دامنه‌اي (٣٢٨مورد لغزش،٢١ مورد ريزش،١٣ مورد جريان و٨۵ مورد حركت مركب يا پيچيده) را در اين حوضه نشان مي‌دهد، كه ٣٢ درصد سطح از كل مساحت حوضه آبخيز الموت رود را پوشش مي‌دهند و در بررسي نقش همه عامل‌های محرک در رخداد زمين لغزش‌هاي اين حوضه، عامل فرسايش و زيرشويي در ۴٢۴ مورد، عامل لايه بندي در ٣٧١ مورد، عامل شكستگي‌ها در ٣١۶ مورد، عامل گسل در ٢٧٨ مورد و عامل كشاورزي، از بين رفتن تكيه گاه، سازه‌هاي آبي، تغيير كاربري و ساير موارد هر يک فقط در كمتر از ٢٠ مورد تأثير داشته‌اند.البته در نتايج اصلي تر بيشترين زمين لغزش‌ها در اين منطقه با نزديک شدن به گسل‌ها، در ارتفاع‌های شمالي و جنوبي كه داراي بارش ۶٠٠ تا ٧٠٠ ميلي متر مي‌باشند، همچنين در دامنه‌هاي كه بيشتر در محدودة شيب ٣۵ تا ۴۵ درجه هستند و در دامنه‌هاي غربي و شمالي تا ارتفاع ٣۵٠٠ متري، مشاهده مي‌شوند.

واژه‌هاي كليدي: حركات دامنه‌ای، زمين لغزش، پهنه‌بندی، ارزش اطلاعاتي، الموت‌رود

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠٢٦١-٢٩٩٠٢٦١٢ فاكس: ٠٢١-٢٢٤٣١۶٩٠ E-mail: rezasarvati @yahoo.com

مقدمه

ايران به دليل شرايط ويژه زمين شناسي، توپوگرافي و آب و هـوايي از كـشورهاي مهـم لغـزش خيـز اسـت و سـالانه خسارت‌هاى قابل توجهي بر اثر رخداد زمين لغزش گزارش مي‌شود. از عامل‌هـاى عمـده مـوثر در رخـداد ايـن پديـده مي‌توان بـه تغييـر در شـيب دامنـه، شـرايط ژئـوتكنيكي و ليتولـوژيكي، زلزلـه و لـرزش، حركـت‌هـاى تكتـونيكي، تغييرهاى ساختاري، اثر بـاران و ذوب بـرف، قطـع پوشـش گياهي و... اشاره نمود (۹). حوضه آبخيز الموت رود به دليل ويژگي‌هاي طبيعي و زمين شـناختي يكـي از منطقـه‌هـاى مستعد بروز زمين لغزش است. از نظر زمين شناسـي مهـم ترين سازندهاي حوضـه شـامل: سـازند شمـشک و تيزكـوه مربوط به دوران مزوزوئيک و سازندهاي كرج، قرمز فوقاني و هزار دره مربوط به دوران سوم مي‌باشند. به طور كلي وجود تشكيلات آذرين متعلق به پالئوژن و رسوبي تبخيري مربوط بـه نئـوژن در ايـن منطقـه بـه عـلاوه، وجـود گـسل‌هـاي مهمي‌مانند گسل خشچال و گسل فشاري الموت و ميانگين بارندگي سالانه برابـر ۶۵۰ ميليمتـر و اخـتلاف دمـا حـدود ۲۲/۸ درجه سلسيوس بين سردترين مـاه سـال (بهمـن) و گرمترين آن (مرداد)، شرايط مناسبي را براي رخداد پديـده زمين لغزش در آن به وجود آورده است. از آنجايي كـه هـر ساله بودجه هنگفتي در منطقه صرف تعمير جاده‌ها، مـزارع و خانه‌هاي مسكوني خسارت ديده از اين پديده مي‌شود، لذا برنامه ريـزي بـراي جلـوگيري از ايـن خـسارت‌هـا اهميـت ويژه‌اي داشته و موجب جلوگيري از هدر رفـتن بـسياري از منابع ملي مي‌شود. به طور كلـي مـي‌تـوان هـدف نهـايي از بررسي زمين لغزش‌ها را يافتن راه‌هاي كاهش خسارت‌هـاي ناشي از آنها بيان كرد. اين كار ممكن اسـت بـه روش‌هـاي مختلف مانند پهنه‌بندي خطـر زمـين لغـزش بـراي تعيـين منطقه‌هاى خطرناک و تهيه دستوركارها و آيين نامه‌ها براي بهره‌گيرى مناسب يا پرهيز از اين منطقـه‌هـا، يـا بابررسـى موردي يک زمين لغزش و ارائه راه حل براي كنتـرل آن يـا هر روش ديگر صورت گيـرد (۷). محمـود پـژم (۱۳۷۵) بـا بهره‌گيرى از روش آماري چند متغيره حوضه آبخيز المـوت رود را بـا روش دسـتي بـا مقيـاس ۱:۵۰۰۰۰ پهنـه بنـدي نمـوده، چگـونگى شـبكه بنـدي از نـوع نـامنظم طبيعـي مي‌باشد، لايه‌هاي اطلا عـاتي بـه كـار رفتـه شـيب، زمـين شناسي، زمين لرزه، جهت جغرافيايي و ارتفاع مي‌باشد. امـا درستى نقشه پهنه بنـدي تهيـه شـده مـورد ارزيـابي قـرار نگرفته است (۸). اگر چـه كارشناسـان آبخيـزداري اسـتان قزوين نيز بررسـي حـدود ۳۰ مـورد از زمـين لغـزش‌هـاي حوضه الموت رود و ثبت مشخصات آنها در پرسشنامه‌هـاي چهار صفحه‌اي انجام داده‌اند ولي تاكنون بررسى جـامعي از لحاظ عامل‌هاى ايجاد اين زمين لغزش‌ها و بررسـي منطقـه هاى مختلف از لحاظ حـساسيت بـه زمـين لغـزش صـورت نگرفته است. لذا در اين بررسـى سـعي شـده اسـت باتهيـه نقشه پهنه‌بندي خطر زمين لغزش در حوضه آبخيز المـوت رود، مسئولان امر بتوانند از بروز رويدادهاى مختلف تا حـد امكان جلوگيري كرده تا مردم اين منطقه بتوانند از امكانات و منابع طبيعي آن بيشترين بهره‌گيرى را بنمايند. با توجـه به تعريف عمومي‌كـه بـراي زمـين لغـزش يـا حركـت‌هـاي توده‌اي توسط محققاني از جمله كرودن[۱] (۱۹۹۱) و وارنـز[۲] (۱۹۷۸) ارائه شده است بـه طـور كلـي زمـين لغـزش[۳] بـه حركت مواد زمين اعم از خاک و سنگ اطلاق مي‌شـود كـه تحت تأثير نيروي ثقل در منطقه‌هـاى شـيب دار بـه طـرف پايين صورت مي‌گيرد.» از نظر محققان ديگـر ايـن تعريـف انواع مختلف حركـت‌هـاى تـوده‌اي ماننـد ريـزش، خـزش، لغزش، ريزش سنگي، جريان‌هاي واريزه‌اي و گلي، واژگـوني و غيره را نيـز شـامل مـي‌شـود (Turner & Shuster , 1996) (۱۲).

در ضمن از ميان اصطلاح‌هايي كـه بـراي توصـيف پديـده ناپايداري شيب بيان شده، مي‌توان به اصطلاح‌هايى حركـت توده‌اي، حركت شيب و زمين لغزش اشاره نمود. از بين اين موارد، اصطلاح زمـين لغـزش تخصـصي تر،كـاربردي تـر و بيشتر مورد بهره‌گيرى قرار گرفته است (۹).

براي بررسي انواع حركت‌هاي دامنه‌اي (زمين لغـزش‌هـا) در منطقه مورد بررسى، از طبقه بندي وارنز (۱۹۷۸) كه در

۱- Cruden

۲- Varnes

۳- Landslide

بانک اطلاعاتي زمين لغزش‌هاي كشور براي توصيف نوع حركت دامنه‌اي مد نظر واقع شده، بهره‌گیری شده است. در شرح انواع حركت در طبقه بندي اختيار شده ابتدا حركت به دو قسمت منفرد و پهنه مشخص شده و سپس نوع حركت كه شامل (لغزش، ريزش، جريان، خزش و مركب يا پيچيده) مي‌باشد، بيان شده است (٢) (شكل١).

مواد و روش‌ها

با انجام كارهاي ميداني و بهره‌گیری از نقشه توپوگرافي منطقه با مقياس ١:٢٥٠٠٠، نقشه‌هاي زمين شناسي منطقه با مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ و ١:١٠٠٠٠٠، عكس‌هاي هوائي منطقه با مقياس ١:٤٠٠٠٠و تصوير ماهواره لند ست و سنجندة ETM (Enhanced Thematic Mappe) مربوط به سال ٢٠٠٢، داده‌هاي زميني برداشت شد. همين طور اطلاعات آماري ايستگاه بارانسنجي باغ كلايه در يک دوره ٢٥ ساله بهره‌گیری شد. با بهره‌گیری از برگه پرسش نامه(تهيه شده توسط گروه بررسی زمين لغزش‌ها در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخيزداري كشور) حدود ١٠ مورد از ويژگی‌های مهم در باره هر زمين لغزش، از عكس‌هاي هوايي، مانند ويژگی‌های منابع مورد بهره‌گیری (شامل ويژگی‌های عكس هوايي ونقشه توپوگرافي)، نوع حركت، جهت حركت غالب، ابعاد، وضعيت فعاليت، مصالح درگير، عامل‌های مؤثر در رخداد زمين لغزش و..... ثبت شد. با بهره‌گیری از نرم افزار Arc GIS 8.3 نقشه‌هاي جديدي نيز چون نقشه شيب، جهت شيب، آبراهه‌ها، گسل‌ها، نقشه پراكنش زمين لغزش‌ها و نقشه ژئومورفولوژي و نقشه مدل ارتفاعي رقومي[٣] و در نهايت نقشه پهنه بندي خطرزمين لغزش‌ها در منطقه تهيه شده است.

شكل ١- زمين لغزش روستاي شترخان

براي پهنه‌بندي خطر زمين لغزش‌ها در اين حوضه از يكي از روش‌هاي آماري دو متغيره به نام روش ارزش اطلاعاتي[1] بهره‌گيری شد. در اين روش ارتباط متغير وابسته (رخداد زمين لغزش‌ها) و يک متغير مستقل مورد تحليل قرار گرفته و اهميت هر يک از عامل‌های جداگانه تجزيه و تحليل مي‌شود. با قطع دادن[2] هر نقشه مشخصه يا عامل با نقشه پراكنش زمين لغزش‌ها، تراكم زمين لغزش‌ها محاسبه شده كه هدف اصلي تجزيه و تحليل‌هاي اين بررسی را تشكيل مي‌دهد.

ويژگي‌هاي محل پژوهش

موقعيت مكاني

حوضه آبخيز الموت‌رود با وسعت ۷۲۳/۴ كيلومتر مربع در محدوده جغرافيايي ˝۲۲ °۵۰ تا ۵۳ °۵۰ طول شرقي و ˝۱۷ °۳۶ تا ˝۳۳ °۳۶ عرض شمالي واقع شده است. بلندترين ارتفاع آن ۴۱۲۳ متر در بخش شمالي (كوه سيالان) و پايين‌ترين نقطه با ارتفاع ۱۰۸۰ متر در قسمت خروجي حوضه (تونل شيركوه) قرار گرفته است.

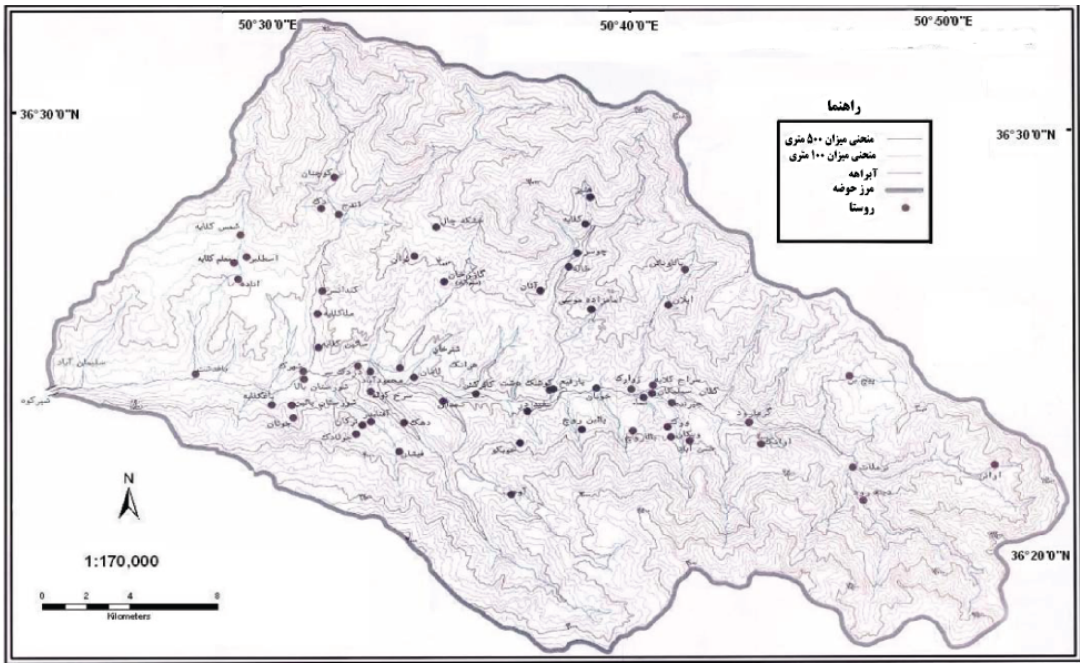
سرچشمه اين حوضه در فاصله حدود ۱۵۰ كيلومتري شمال شرقي شهر قزوين واقع شده است. سرشاخه‌هاي رودخانه الموت از دامنه جنوبي كوه‌هاي تخت سليمان و علم كوه در البرز مركزي سرچشمه گرفته و به طرف غرب ادامه مي‌يابد و پس از دريافت آب شعباتي مانند آتان رود، اندج رود، تاره و... در روستاي شيركوه با طالقان رود يكي شده و شاهرود را تشكيل مي‌دهدكه به سفيد رود مي‌پيوندد. اين حوضه از طرف جنوب به حوضه طالقان رود و از شمال به حوضه رودخانه‌هاي سه هزار و دوهزار و از غرب به حوضه شاهرود محدود مي‌شود. حوضه آبخيز الموت رود از نظر سياسي همگی يا بخشي از دهستان‌هاي الموت بالا، الموت پايين و معلم كلايه را در بخش رودبار الموت شامل مي‌شود (شكل۲).

ويژگی‌های آب و هوائي

اين حوضه به علت كوهستاني بودن از منطقه‌های نيمه خشک با تابستان‌هاي معتدل و زمستان‌هاي سرد به شمار مي‌رود. از آنجايي‌كه بارندگي عامل مهمي در رخداد يا تحريک زمين لغزش‌ها مي‌باشد، تأثير اين عامل را با بارندگي‌هاي اين منطقه كه با مدت دوام كم و شدت زياد فرو مي‌ريزند شاهد هستيم. همچنين با افزايش ارتفاع، بارندگي نيز بيشتر مي‌شود كه با بهره‌گيری از معادله گراديان بارندگي، ميانگين بارندگي سالانه در اين حوضه (۱۳۸۰- ۱۳۵۶) برابر ۶۵۰ ميلي متر مي‌باشد. ميانگين دماي سالانه نيز در همين دوره آماري ۱۳/۸ درجه سلسيوس و اختلاف دماي بين سردترين ماه سال (بهمن) و گرمترين آن (مرداد) حدود ۲۲/۸ سلسيوس است كه مي‌تواند تأثير زيادي در هوازدگي سنگ‌ها و تشكيل واريزه‌ها در اين منطقه داشته باشد. با رسم نمودار آمبروترميک نيز مشخص مي‌شود كه‌اين حوضه پنج ماه از سال داراي دوره خشک و هفت ماه بقيه داراي دوره مرطوب مي‌باشد (جدول ۱ و شكل ۳).

۱- Information Value

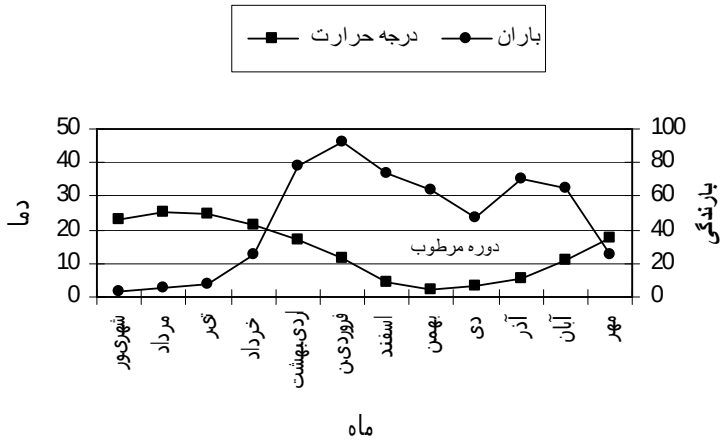
۲- Cross



شكل ٢- نقشه موقعيت روستاهاي حوزه آبخيز الموت رود

جدول ١- ميانگين بارندگي و دماى ماهانه ايستگاه باغ كلايه (١٣٨٠- ١٣٥٦)

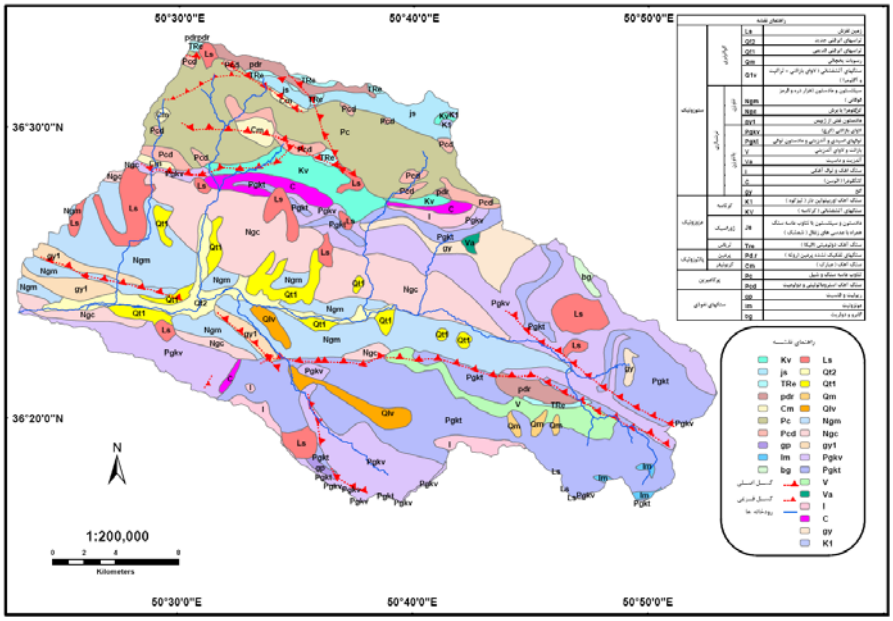
ماه	مهر	آبان	آذر	دي	بهمن	اسفند	فروردين	ارديبهشت	خرداد	تير	مرداد	شهريور
ميانگين بارش	٢٥/٧	٦٤/٣	٧٠/٢	٤٧/٧	٦٣/٦	٧٣/٢	٩٢/٤	٧٨/١	٢٥/٨	٧/٥	٥/٩	٢/٩
ميانگين دما	١٧/٥	١٠/٨	٥/٦	٣/٢	٢/٣	٤/٥	١١/٥	١٦/٨	٢١/٣	٢٤/٦	٢٥/١	٢٣/٢



شكل ٣ - منحني آمبروترميک ايستگاه باغ كلايه (١٣٨٠- ١٣٥٦)

ويژگي هاي زمين‌شناسي

حوضه الموت رود به شكل يک ناوديس مركب مي‌باشد كه وجود چين‌ها و گسل‌ها تغييرهايی را در بخش‌هاي مختلف آن به‌وجود آورده است (۶). در اين محدوده گسترش سنگ‌هاي مربوط به دوران سوم (شامل تشكيلات آذرين متعلق به پالئوژن و رسوبي تخريبي و تبخيري مربوط به نئوژن) قسمت عمده‌اي از سطح منطقه را مي‌پوشانند و ساير تشكيلات تحت تأثير حركت‌هاي ناشي از گسل‌ها در سطح زمين رخنمون يافته‌اند كه البته گسترش محدودي دارند و دوگسل معروف اين منطقه، گسل الموت رود و گسل خشچال در خرد شدگي سنگ‌ها و رخداد حركت‌ها دامنه‌اي در اين حوضه تأثير زيادي داشته‌اند (شكل ۴).



شكل ۴- نقشه زمين‌شناسي حوزه آبخيز الموت‌رود

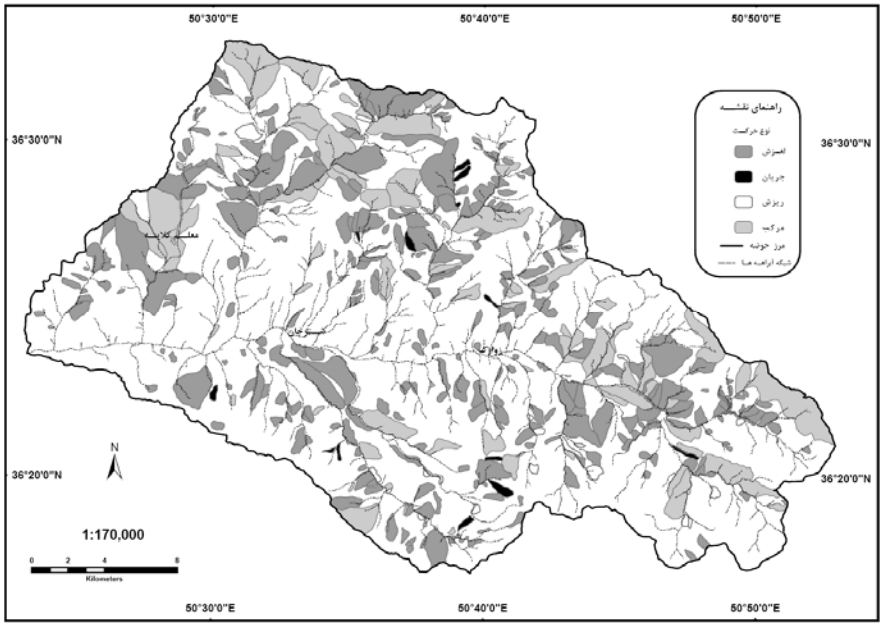
زمين لغزش‌ها

حوضه مورد بررسی از سه واحد كوهستان، تپه ماهور و دشت تشكيل شده است كه هر يک از اين واحدها نيز به واحدهايي كوچكتر تقسيم مي‌شوند. بيشترين شيب دامنه‌ها در اين حوضه بين ۱۵ تا ۲۵ درجه مي‌باشد و رخساره‌هاي دره‌هاي V شكل، پرتگاه‌هاي لغزشي، گردنه‌هاي صعب العبور و دامنه‌هاي نامنظم زياد به دليل وجود زمين لغزش‌هاي بيشماری بر روي آنها از اشكال مهم ژئومورفولوژي منطقه به شمار مي‌روند.

براي بررسی و شناسايي زمين لغزش‌هاي حوضه آبخيز الموت رود نيز درآغاز با بررسي دقيق ۵۴ قطعه عكس‌هاي هوايي در مقياس ۱:۴۰۰۰۰ (سالهاي ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰) منطقه، محدوده همه زمين لغزش‌هاي موجود مشخص و آنگاه بر روي نقشه‌هاي توپوگرافي با مقياس ۱:۲۵۰۰۰ منطقه منتقل و ترسيم شده‌اند. همچنين به منظور تكميل نقشه پراكنش زمين لغزش‌ها در چندين فعاليت ميداني و با همكاري كارشناسان آبخيزداري استان قزوين از قسمت هاي مختلف حوضه مورد بررسي قرار گرفت. پس از رقومي‌كردن اين نقشه، از آن به عنوان يكي از لايه‌هاي مهم اطلاعاتي در پهنه‌بندي خطر زمين لغزش‌ها بهره‌گيری مي‌شود. لازم به يادآوری است اين نقشه با توجه به نوع حركت

(لغزش، ریزش، جریان و مرکب) و وسعت ناپایداري (منفرد و پهنه) تهیه شده است (شکل۵ و۶). همان طوري‌که در (شکل۵) مشاهده مي‌شود از جمع ۴۴۷ مورد از حرکت‌هاي توده‌اي (زمین لغزش‌ها) که در منطقه رخ داده است تعداد ۳۲۸ مورد لغزش، تعداد ۲۱ مورد ریزش، تعداد ۱۳ مورد جریان و تعداد ۸۵ مورد حرکت مرکب یا پیچیده بوده است. در ضمن زمین لغزش‌ها به تقریب در کل منطقه پراکنده هستند و به جز در قسمت میاني و انتهایي الموت رود که به علت شیب کم از شمار آنها کاسته مي‌شود.

در (شکل۶) نیز از جمع ۴۴۷ زمین لغزش ثبت شده، تعداد ۴۱۷ مورد به لغزش‌هاي منفرد و تعداد ۳۰ مورد به پهنه‌هاي لغزشي اختصاص یافته است. پهنه‌هاي لغزشي بیشتر در ناحیه‌های شمال و شمال غرب، شرق و جنوب منطقه و لغزش‌هاي منفرد به صورت پراکنده در سطح حوضه قابل مشاهده هستند. از نظر گستردگی نیز، محدوده گسترده‌اي اززمین لغزش‌هاي کوچک از حدود یک هکتار تا زمین لغزش‌هاي با گسترهحدود ۷۰۰ هکتار در حوضه آبخیز الموت رود مشاهده مي‌شوند.



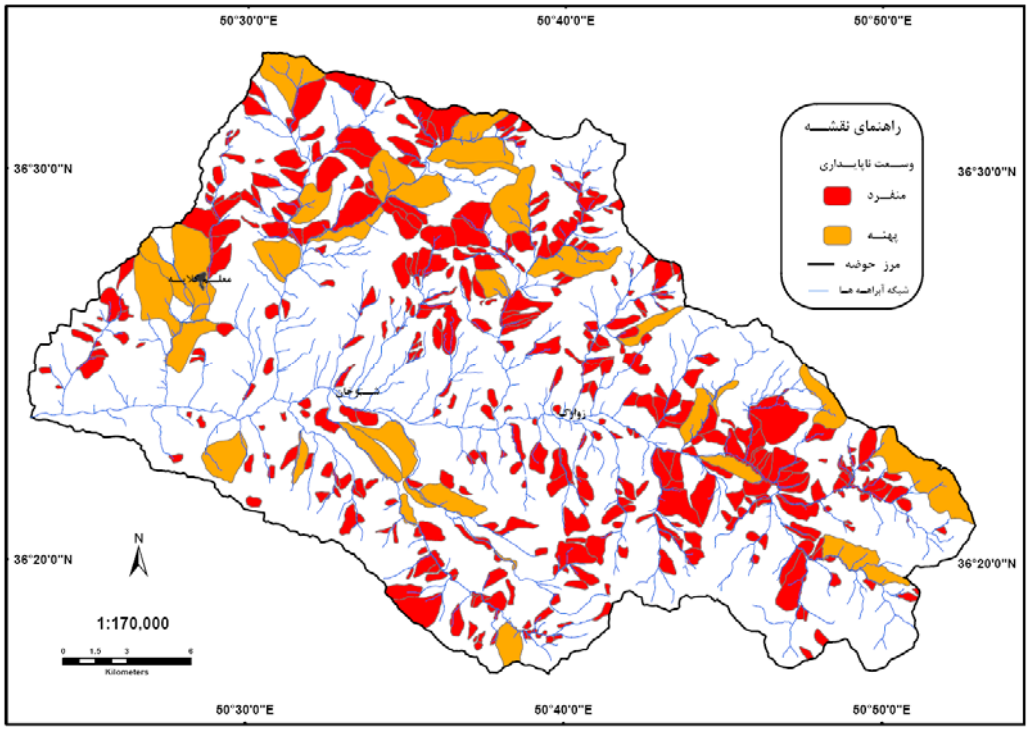
شکل ۵- نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها ي حوزه آبخیز الموت رود با توجه به نوع حرکت

تعیین لایه‌های اطلاعاتی

لایه‌هاي مختلف اطلاعاتي به‌طور معمول از نقشه‌هاي زمین شناسي، توپوگرافي، کاربري اراضي و یا دیگر نقشه‌هاي مبناي موجود استخراج مي‌شوند و اطلاعات مربوط به زمین لغزش‌ها از راه دورسنجي و یا بازدید میداني بدست مي‌آید. در بازدیدهاي میداني و یا بررسي و تفسیر عکس‌هاي هوایي دربعضی موارد از پرسشنامه تک و چهار صفحه‌اي براي ثبت اطلاعات زمین لغزش‌ها بهره‌گیری شد. مهم ترین و کارا ترین بخش از برگه‌هاي ثبت اطلاعات زمین لغزش‌ها در پهنه‌بندي خطر، بخش علل است که با بهره‌گیری از آن الگوي مشخصه هاي مؤثر در منطقه شناسایي و فعالیت پهنه‌بندي با توجه به آن انجام شد.

لایه‌هاي اطلاعاتي مورد بهره‌گیری شامل : بارندگي میانگین سالانه به میلیمتر در ۵ کلاس، نقشه زمین شناسي (سنگ شناسي) در ۲۶کلاس، نقشه هیپسومتري در ۶ کلاس، نقشه فاصله از گسل به متر در ۵ کلاس، نقشه شیب حوضه به درجه در ۶ کلاس، نقشه فاصله از آبراهه به متر در ۴ کلاس، نقشه جهت شیب در ۵ کلاس، نقشه فاصله از راه به متر در ۴ کلاس، و نقشه پوشش گیاهي در ۴ کلاس.

براي كلاسه بندي كردن هر يک از لايه‌هـا از روش رسـم منحني‌هاي تجمعي بـين مقـادير ايـن عامـل‌هـا در مقابـل فراواني پيكسل‌هاي مربوط به آنها در نرم افـزار Arc GIS بهره‌گيری گرديده است و تمام لايه‌ها به‌اين ترتيـب كـلاس بندي شده‌اند. به عنوان مثال براي عامل فاصله از گسل ۵ كـــــــلاس ۲۰۰>، ۴۰۰-۲۰۰، ۸۰۰-۴۰۰، ۱۶۰۰-۸۰۰ و ۱۶۰۰< متربه دست آمده است.



شكل ۶- نقشه پراكنش زمين لغزش‌هاي حوزه آبخيز الموت‌رود با توجه به گسترش ناپايداري

پهنه‌بندی حوضه الموت رود با روش ارزش اطلاعاتی

از جمله روشهاي پهنه‌بندي خطر زمين لغزش بهره‌گيـری از مدل‌هاي آماري مـي‌باشـد. بـه دلايـل قابليـت پيگيـري، نظارت و كنترل مرحله‌های اجرا در روش آماري دو متغيـره كه نوعي برتری به شمار مي‌رود، ايـن روش گـزينش شـده است (Van Westen, 1993) (۱۳).

$$W_{Inf} = Ln\left[\left(\frac{A}{B}\right):\left(\frac{C}{D}\right)\right]$$

در ايـن فرمـول W_{Inf} = ارزش اطلاعـاتي، A = مـساحت زمين لغزش در كلاس متغير، B = مساحت كـلاس متغيـر، C = مساحت كل زمين لغزش‌هـا ي حوضـه و D = سـطح كل حوضه آبخيز الموت رود مي‌باشد.

ميزان ارزش اطلاعاتي منفي بيـانگر كمتـر بـودن درصـد سـطحي ناپايـداري از ناپايـداري ميـانگين منطقـه و ارزش اطلاعـاتي مثبـت نـشانگر بيـشتر بـودن درصـد سـطحي ناپايداري نسبت به ميانگين منطقه اسـت. ارزش اطلاعـاتي صـفر بيـانگر متوسـط درصـد سـطحي ناپايـداري منطقـه مي‌باشد. همه مرحله‌های توليد نقشه، تجزيه، تلفيق لايه‌هـا

و کارتوگرافي با بهره‌گیری از امکان نرم افزار Arc 8.3 GIS انجام گرفته است. مرحله‌های اجراي روش ارزش اطلاعاتي به شرح زیر مي‌باشد:

- تهیه جدول وزن طبقه‌های مختلف متغیرها

با برش دادن هر نقشه عامل‌های (مشخصه‌ها) با نقشه زمین لغزش‌ها (شکل شماره ۴) و بهره‌گیری از فرمول یادشده، وزن هر طبقه از هر لایه اطلاعاتي تعیین شد (جدول ۲).

به عنوان مثال براي وزن دهي به لایه جهت شیب که داراي ۵ کلاس مي‌باشد، با قرار دادن اعداد در فرمول ارزش اطلاعاتي براي کلاس جهت شیب غربي به شکل: A=۸۲۸۰/۳ (مساحت زمین لغزش در کلاس جهت غربي)، B= ۲۱۹۹۶/۷ (مساحت کلاس جهت غربي)، C=۲۳۲۱۴/۹ (مساحت کل زمین لغزش‌ها ي حوضه)، D=۷۲۳۳۸/۵ (سطح کل حوضه الموت رود)، مقدار ارزش این کلاس یعني w =۰/۱۶۰ به دست مي‌آید.

- تهیه نقشه‌هاي وزني

پس از تعیین وزن طبقه‌ها، وزن مورد نظر در نقشه‌هاي پایه تأثیر داده شده و نقشه وزني تهیه شد.

- تهیه نقشه خطر زمین لغزش

نقشه‌هاي وزني هر مشخصه که در مرحله قبل تهیه شده بود با هم جمع شده و نقشه خطر زمین لغزش تهیه مي‌گردد. $H_i = W_{f1} + W_{f2} + ... + W_{sn}$

- تهیه نقشه پهنه‌بندي خطر زمین لغزش

برای طبقه‌بندي کلاس‌هاي خطر زمین لغزش پس از جمع وزن‌ها و تشکیل نقشه خطر با تهیه منحني فراواني از وزن‌هاي بدست آمده (محور Xها) و درصد تجمعي آنها (محور Yها) نقطه‌های شکستگي شیب و عطف این منحني به عنوان مرز کلاس‌هاي طبقه بندي خطر گزینش مي‌شوند. نقشه پهنه‌بندي خطر زمین لغزش با بهره‌گیری از روش ارزش اطلاعاتي براي کلیه ناپایداري‌ها شامل لغزش‌ها، ریزش‌ها و جریان‌ها در (شکل۷) آمده است.

بررسي عامل‌های مؤثر بر رخداد زمین لغزش‌ها

یکي از عامل‌هایي که براي زمین لغزش‌هاي حوضه در پرسشنامه تک صفحه‌اي بررسی شده است، بررسي عامل های مؤثر در رخداد زمین لغزش‌ها مي‌باشد. در بررسي نقش عامل‌های محرک در رخداد زمین لغزش‌هاي حوضه مورد بررسی در کل ۴۴۷ زمین لغزش رخداده است پیوسته، عامل فرسایش و زیرشویي در ۴۲۴ مورد، عامل لایه بندي در ۳۷۱ مورد، عامل شکستگي‌ها در ۳۱۶ مورد، عامل گسل در ۲۷۸ مورد و عامل‌های کشاورزي، از بین رفتن تکیه گاه، سازه‌هاي آبي، تغییر کاربري و سایر موارد هر یک فقط در کمتر از ۲۰مورد تأثیر داشته‌اند.

نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش‌ها

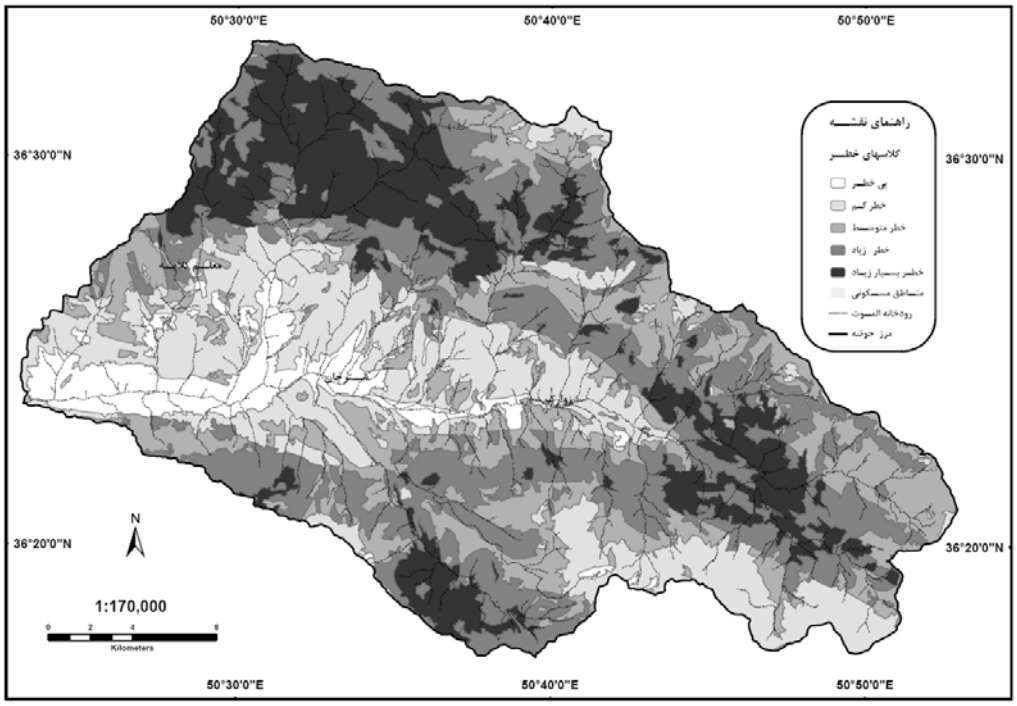
پس از اعمال روش ارزش اطلاعاتي جدول وزن طبقه‌های مختلف متغیرها (جدول۲) با بهره‌گیری از نرم افزار Excel تهیه شد. در این جدول با قطع دادن هر نقشه عامل‌های با نقشه زمین لغزش‌هاي حوضه آبخیز الموت رود و بهره گیری از فرمول ارزش اطلاعاتي، وزن هر طبقه از هر متغیر یا عامل تعیین شد. پس از تهیه جدول‌های وزن طبقه‌های مختلف متغیرها، وزن‌هاي مورد نظر در روش ارزش اطلاعاتي، در نقشه‌هاي پایه یا عامل‌های تأثیر داده شده و نقشه وزن هر عامل تهیه مي‌شود. در این بررسی از ۹ لایه‌اي که نقش آنها را در رخداد زمین لغزش‌هاي حوضه مؤثر دانسته‌ایم تنها از ۶ لایه شامل سنگ شناسي، فاصله از گسل، شیب، جهت شیب، هیپسو متري و بارندگي میانگین سالیانه بهره‌گیری شده است. در حقیقت سه عامل فاصله از آبراهه، فاصله از راه و لایه پوشش گیاهي به خاطر داشتن نقش یکسان، شاخص خوبي براي جدایش منطقه‌های پر خطر از کم خطر به شمار نمی‌آیند. جهت تهیه نقشه خطر زمین لغزش نقشه‌هاي وزن هر مشخصه که در مرحله قبل تهیه شده بود جمع گردیده و نقشه پهنه‌بندي خطر زمین لغزش تهیه مي‌شود (شکل۷).

جدول ۲- ارزش اطلاعاتي كلاس‌هاي لايه‌هاي مختلف با توجه به كليه ناپايداريها- مساحت (هكتار)

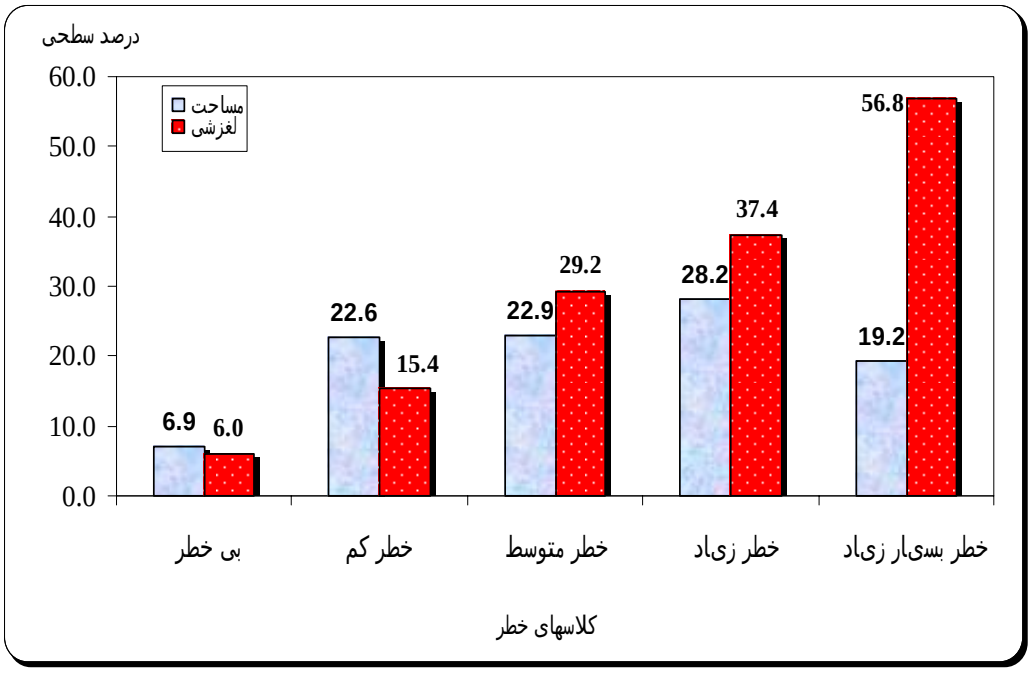
لايه	كلاس	مساحت	درصد سطحي مساحت	مساحت لغزشي	درصد سطحي لغزش	وزن
فاصله ازآبراهه به متر	< ۲۰۰	۲/۷۰۲	۳۷/۳٦	۸۵۸۰/۵	۳۱/۷۵	-۰/۰۱۱
	۲۰۰-۴۰۰	۲۰٦۷٤/٤	۲۸/۵۸	٦٦۰۸/۲	۳۱/۹٦	-۰/۰۰٤
	۴۰۰-۶۰۰	۱۳۹۹۱/۸	۱۹/۳٤	٤۵٤۱/٦	۳۲/٤٦	۰/۰۱۱
	> ۶۰۰	۱۰٦٤۵/۵	۱٤/۷۲	۳٤۸٤/٦	۳۲/۷۳	۰/۰۲۰
شيب به درجه	< ۵	۱۲۳۱/۳	۱/۷۰	۱۷۷/۳	۱٤/٤۰	-۰/۸۰۲
	۵-۱۵	۱۲۱۳۸/٤	۱٦/۷۸	۳۰٦۱/٤	۲۵/۲۲	-۰/۲٤۱
	۱۵-۲۵	۲٦٤٤۱/۲	۳٦/۵۵	۸۵٤۸/۹	۳۲/۳۳	۰/۰۰۷
	۲۵-۳۵	۱۷۲۵۳/۲	۲۳/۸۵	٤٦٤۷/٤	۲٦/۹٤	-۰/۱۷۵
	۳۵-٤۵	۱٤۰۷٦/۹	۱۹/٤٦	٦۲۵۹/۵	٤٤/٤۷	۰/۳۲٦
	> ٤۵	۱۱۹٤/۲	۱/٦۵	۵۱۹/۵	٤۳/۵۰	۰/۳۰٤
طبقه‌های ارتفاعي به متر	< ۱۵۰۰	٤۰٤۹/۳	۵/٦۰	۳۲۵/۳	۸/۰۳	-۱/۳۸۵
	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۱۷۲۸٤/٤	۲۳/۸۹	٤۳۷٤/۲	۲۵/۳۱	-۰/۲۳۸
	۲۰۰۰-۲۵۰۰	۱٤۳۳۵/۷	۱۹/۸۲	۵۷۳۲/۱	۳۹/۹۸	۰/۲۲۰
	۲۵۰۰-۳۰۰۰	۱۷۲۸۱/۲	۲۳/۸۹	٦۸۲۹/۲	۳۹/۵۲	۰/۲۰۸
	۳۰۰۰-۳۵۰۰	۱٤۲۹۸/۰	۱۹/۷۷	٤۸۰۲/۳	۳۳/۵۹	۰/۰٤٦
	>۳۵۰۰	۵۰۹۰/۰	۷/۰٤	۱۱۵۱/۹	۲۲/٦۳	-۰/۳٤۹
جهت شيب	F (مسطح)	۱۲۳۱/۳	۱/۷۰	۱۷۷/۳	۱٤/٤۰	-۰/۸۰۲
	E (شرقي)	۱٦٤۱۱/۵	۲۲/٦۹	٤٦۱۱/۱	۲۸/۱۰	-۰/۱۳۳
	N (شمالي)	۱۵۸۱۷/٤	۲۱/۸۷	۵۰۱۸/۳	۳۱/۷۳	-۰/۰۱۱
	S (جنوبي)	۱٦۸۸۱/۵	۲۳/۳٤	۵۱۲۷/۸	۳۰/۳۸	-۰/۰۵۵
	W (غربي)	۲۱۹۹٦/۷	۳۰/٤۱	۸۲۸۰/۳	۳۷/٦٤	۰/۱٦۰
ميانگين بارش سالانه (mm)	< ۵۰۰	۸۹۳۹/۱	۱۲/۳٦	۱۲۵٤/۷	۱٤/۰٤	-۰/۸۲۷
	۵۰۰-٦۰۰	۱۸۵۳۲/۷	۲۵/٦۲	۵۷۷۷/۷	۳۱/۱۸	-۰/۰۲۹
	٦۰۰-۷۰۰	۱۷۷٦۰/٤	۲٤/۵۵	۷۳۰۸/۸	٤۱/۱۵	۰/۲٤۹
	۷۰۰-۸۰۰	۱۹۱۳٦/۵	۲٦/٤۵	٦۷۲۰/۵	۳۵/۱۲	۰/۰۹۰
	> ۸۰۰	۷۹٦۹/۸	۱۱/۰۲	۲۱۵۳/۲	۲۷/۰۲	-۰/۱۷۲
پوشش گياهي	اراضي زراعي	٦٤۱٦/۵	۸/۸۷	۱۵۹٦/۲	۲٤/۸۸	-۰/۲۵۵
	جنگل	۲۱۷۰/۷	۳/۰۰	۷۹۲/٤	۳٦/۵۰	۰/۱۲۹
	باغ	۱۲۹۲/٤	۱/۷۹	۳٦۲/۷	۲۸/۰۷	-۰/۱۳٤
	مراتع	٦٤٤۵۸/۸	۸٦/۳٤	۲۰٤٦۳/٦	۳۲/۷٦	۰/۰۲۱
فاصله از راه به متر	< ۲۰۰	۱۷۷٦۷/۹	۲٤/۵٦	۵۵۷۸/۳	۳۱/٤۰	-۰/۰۲۲
	۲۰۰-٤۰۰	۱۳٦۰۸/۸	۱۸/۸۱	٤۳۵٦/۲	۳۲/۰۱	-۰/۰۰۳
	٤۰۰-۸۰۰	۱۸۰٤۱/۳	۲٤/۹٤	٦۱۳۵/۰	۳٤/۰۱	۰/۰۵۸
	> ۸۰۰	۲۲۹۲۰/٤	۳۱/٦۸	۷۱٤۵/۳	۳۱/۱۷	-۰/۰۲۹

ادامه جدول ٢- ارزش اطلاعاتي كلاس‌هاي لايه‌هاي مختلف با توجه به كليه ناپايداريها- مساحت (هكتار

لايه	كلاس	مساحت	درصد سطحي مساحت	مساحت لغزشي	درصد سطحي لغزش	وزن
فاصله از گسل به متر	<٢٠٠	٤٢٣٣/٨	٥/٨٥	١٨٧٠/٣	٤٨/١٨	٠/٣٢٠
	٢٠٠-٤٠٠	٤٢٦٨/٦	٥/٩٠	١٩١٧/٢	٤٤/٩١	٠/٣٣٦
	٤٠٠-٨٠٠	٨٤٣٥/٤	١١/٦٦	٣٦٧٦/٨	٤٣/٥٩	٠/٣٠٦
	٨٠٠-١٦٠٠	١٣٨٨٦/٣	١٩/٢٠	٤٨٤٦/٠	٣٤/٩٠	٠/٠٨٤
	>١٦٠٠	٤١٥١٤/٣	٥٧/٣٩	١٠٩٠٤/٥	٢٦/٢٧	-٠/٢٠٠
زمين شناسي (رجوع به شكل ٢)	bg	١٥٨/٦	٠/٢٢	٤٨/٢	٣٠/٣٩	-٠/٠٥٤
	C	١٠٥٩/٤	١/٤٦	٤١٤/٣	٣٩/١١	٠/١٩٨
	Cm	٦٠٥/٦	٠/٨٤	٣٠٦/١	٥٠/٥٤	٠/٤٥٤
	gp	١٠٤/٧	٠/١٤	٤٦/٦	٤٤/٥٥	٠/٣٢٨
	gy	١٤٥٥/٨	٢/٠١	٢٩١/٤	٢٠/٠٢	-٠/٤٧٢
	gy1	١٣٩٩/١	١/٩٣	١٦٩/٥	١٢/١٢	٠/٩٧٤
	I	٩٩٠/٨	١/٣٧	٦٩/٥	٧/٠١	-١/٥٢١
	Im	١٥١/٧	٠/٢١	٢١/٣	١٤/٠٤	-٠/٨٢٧
	js	١٣٨١/٤	١/٩١	٣٨١/٠	٢٧/٥٨	-٠/١٥٢
	K1	٤٦/٤	٠/٠٦	٠/٠	٠/٠٠	٠/٠٠٠
	Kv	١٨٢٠/٩	٢/٥٢	١٢٢٨/٩	٦٧/٤٩	٠/٧٤٣
	Ls	٣٢١٤/٩	٤/٤٤	٢٢١١/٠	٦٨/٧٧	٠/٧٦٢
	Ngc	٧٥٤٨/٤	١٠/٤٣	١١٨٢/٣	١٥/٦٦	-٠/٧١٧
	Ngm	٩٠٥٤/٩	١٢/٥٢	٢٥٢١/٩	٢٧/٨٥	-٠/١٤٢
	Pc	٧٤٣٨/٧	١٠/٢٨	٣٤٣٢/٨	٤٦/١٥	٠/٣٦٣
	Pcd	١٥٢٧/٧	٢/١١	٩١١/٣	٥٩/٦٥	٠/٦٢٠
	pdr	١١٦٩/٥	١/٦٢	٧٠٦/٢	٦٠/٣٨	٠/٦٣٢
	Pgkt	١٣٦٦٦/٦	١٨/٨٩	٣٠٣٥/٤	٢٢/٢١	-٠/٣٦٨
	Pgkv	١٢٤٥٠/٠	١٧/٢١	٤٨٩٣/٧	٣٩/٣١	٠/٢٠٣
	QIv	٩٣٨/٧	١/٣٠	٣٥٣/٩	٣٧/٧٠	٠/١٦١
	Qm	٢٢٨/٤	٠/٣٢	٢٧/٧	١٢/١١	-٠/٩٧٤
	Qt1	٢٠٥٨/٣	٢/٨٥	٩٧/٤	٤/٧٣	-١/٩١٤
	Qt2	١٨٠٠/٤	٢/٤٩	٦٨/٢	٣/٧٩	-٢/١٣٧
	TRe	٥٦٣/٥	٠/٧٨	٢٨٨/٠	٥١/١٢	٠/٤٦٦
	V	١٤٠٩/٨	١/٩٥	٤٤٢/٣	٣١/٣٧	-٠/٠٢٣
	Va	٩٤/٣	٠/١٣	٦٥/٩	٦٩/٩١	٠/٧٧٩
جمع		٧٢٣٣٨/٥	١٠٠	٢٣٢١٤/٩	٣٢/٠٩	



شکل ۷- نقشه پهنه‌بندي خطر زمين لغزش حوزه آبخيز الموت‌رود



شکل ۸ - درصد سطحي لغزش در كلاس‌هاي خطر

بحث

با توجه به نقشه خطر (شكل ٧) و نمودار درصد سطحي لغزش در كلاس‌هاس خطر (شكل ٨)، حدود ۴۷/۴ درصد مساحت حوزه آبخيز مورد بررسی تحت تاثير خطر زياد و بسيار زياد قرار دارد. هر چه ميزان درصد سطحي لغزش در كلاس‌هاي با خطر شديد، بيشتر و روند تغييرهای درصد سطحي لغزش از كلاس‌هاي كم خطر به سمت كلاس‌هاي با خطر بالا، صعودي باشد، روش پهنه‌بندي خطر زمين لغزش مورد بهره‌گيری داراي دقت و كارايي بيشتر مي‌باشد(وستمن، ۱۹۹۳) كه با نتايج اين بررسی هماهنگي وجود دارد. بنابراين روش آماري دو متغيره ارزش اطلاعاتي براي پهنه‌بندي خطر زمين لغزش نتيجه مناسبي را در حوضه آبخيز الموت رود ارائه نموده و مي‌توان نتايج آن را به منطقه‌های همانند تعميم داد.

نتايج نشان داد كه عامل‌های فرسايش و آبشويي، شكستگي و گسل با بيشترين فراواني مهم‌ترين عامل‌های موثر در رخداد زمين لغزش‌ها مي‌باشند. لذا با شناخت و كنترل فرسايش آبي و مديريت منابع خاک مي‌توان از رخداد اين پديده جلوگيري نمود. بيشترين زمين لغزش‌ها در دامنه‌هاي غربي و شمالي و در سنگ‌هاي آتشفشاني، سنگ‌هاي با تناوب آهک و دولوميت، سنگ آهک روته و مبارک، ماسه سنگ و شيل، ريوليت و لاواهاي بازالتي و آندزيتي مشاهده مي‌شوند. اما با توجه به شيب كم در رسوبات دوره نئوژن مانند سيلتستون و مادستون كه مستعد خطر زمين لغزش هستند، دراين قسمت‌ها حركت ها توده‌اي كمتر مشاهده مي‌شود. با توجه به اهميت عامل بارش در رخداد زمين لغزش، بيشترين سطح لغزش در اين منطقه در طبقه بارش ۶۰۰ تا ۷۰۰ ميليمتر يعني در ارتفاع های شمالي و جنوبي حوضه قرار دارد كه با بررسی‌های احمدي (۱۳۷۸) و سفيد گري (۱۳۷۲) هماهنگي و همخوانی وجود دارد. با افزايش ارتفاع نيز، ميزان درصد سطحي لغزش در اين منطقه افزايش مي‌يابد، كه البته‌اين روند بويژه تا ارتفاع ۳۵۰۰ متري ادامه دارد. از آنجايي كه شيب يک عامل ذاتي در بروز حركات دامنه‌اي مي‌باشد، بيشتر زمين لغزش‌هاي اين منطقه نيز در محدوده شيب ۳۵ تا ۴۵ درجه اغلب در ۱۵ تا ۴۵ درجه رخ داده است. همچنين در اين منطقه هر قدر از گسل‌ها فاصله بگيريم درصد سطحي لغزش نيز كاهش مي‌يابد، به طوري‌كه حدود ۴۴/۹ درصد از سطوح لغزشي در فاصله بين ۲۰۰ تا ۴۰۰ متري ازگسلهاي اصلي منطقه قرار گرفته‌اند.

با توجه به‌اينكه زمين لغزش يكي از بلاهاي طبيعي مهم است كه عامل‌های موثر بر آن بسيار پيچيده عمل مي‌نمايد لذا ضروري است تا با شناخت عامل‌های موثر و مولفه‌هاي اصلي تاثير گذار بر آن در جهت كنترل و پيشگيري آن اقدام نمود. همچنين لازم است تا ارزيابي خطر ريسک درباره‌اين پديده انجام شود تا بتوان منطقه‌های مستعد را شناسايي و با پيش بيني احتمال رخداد آن مديران اجرايي و برنامه ريزان را جهت مديريت بهينه كمک نمود.

منابع

۱- احمدي، حسن، ۱۳۷۸. ژئومورفولوژي كاربردي، جلد ۱، فرسايش آبي، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- بانک اطلاعاتي زمين لغزش‌ها ي كشور، بهار ۱۳۸۰. گزارش راهنماي آموزشي پرسشنامه‌هاي چهار صفحه‌اي، چاپ دوم، گروه بررسی امور زمين لغزش‌ها .

۳- سازمان جغرافيايي نيروهاي مسلح، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۰. نقشه توپوگرافي، مقياس ۱:۵۰۰۰۰، برگه هير (II ۶۰۶۳)، برگه لاكتراشان (II ۶۱۶۳)، برگه شهرستانک (I ۶۱۶۲)، برگه گازرخان (IV ۶۱۶۲)، برگه معلم كلايه (I ۶۰۶۲).

۴- سازمان نقشه برداري كشور، فايلهاي رقومي، مقياس ۱:۲۵۰۰۰، بلوک قزوين (۲۴).

۵- سازمان نقشه برداري كشور، تهران ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰. عكسهاي هوايي، مقياس ۱:۴۰۰۰۰، بلوک (۲۴).

۶- سازمان جهاد كشاورزي استان قزوين،۱۳۷۲. طرح بررسی توجيهي حوضه الموت رود، گزارش زمين شناسي، معاونت آبخيزداري قزوين.

۷- سفيدگري، رضا، ۱۳۷۲. مجموعه سخنرانيهاي نخستين گردهمايي كارشناسان معاونت آبخيزداري پيرامون پديده زمين لغزش، معاونت آبخيزداري جهاد سازندگي، دفتر مطالعات و ارزيابي آبخيزها.

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

۹- شريعت جعفري، محسن، ۱۳۷۵. زمين لغزش (مباني و اصول پايداري شيبها)، انتشارات سازه.

۱۰- فيض نيا، سادات،۱۳۷۴. مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسايش در اقاليم مختلف ايران، مجله منابع طبيعي ايران (۴۷): ۹۵-۱۱۶.

11-Cruden, D.M., 1991 .A Simple Definition of a Landslide", Bulletin of International Association of Engineering Geology, No. 43, PP. 27-29.

12- keith Turner & Robert L.Schuster ,1996. LANDSLIDES: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board (TRB), Special Report 247, National Academy press, PP. 36 & 37.

13- Van westen. C.J. 1993. Application of GIS in Slope Instability Hazard Zonation (GISSIZ), ITC Publicaton No. 15, Netherlands ,Vol. 1 , p 67.

14- Varnes, D.J., 1984. Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice, UNESCO, Paris, 63 p.

The effective factors in occurrence and zonation of landslide in Alamut-Rud Watershed

M. R. Sarvati[*1] and F. Azad[2]
[1] Assoc. Prof., Faculty of Earth Sciences, Shahid-Beheshti University, I. R. Iran
[2] Senior Expert of Physical Geography, Shahid-Beheshti University, I. R. Iran
(Received: 13 February 2006, Accepted 09 March 2008)

Abstract

Alamut-Rud watershed is located in northeast of Qazvin (central Alborz mountains). In order to landslide hazard zonation, based on the areal photos in scale of 1:40000 and field studies the instability distribution map in scale of 1:25000 was prepared. Different instabilities and their causes as well as other characteristics were recorded on single page questionnaires. Then the instability distribution map according to different factors and occurrence of landslides in the study area, information layers such as lithology, slope, aspect, vegetation cover, mean annual precipitation, distances from the road, fault and river and elevation in Arc GIS is provided and finally by bivariate statistical techhniques the zonation of landslides were prerformed. For evaluation of zonation map, the landslides distribution map was used which showed this method for zonation is suitable. Totally, this investigation shows 447 slope movements cases (328 landslides, 21 falls, 13 flows and 85 complex movements), which occupied 32% of the Alamut-Rud watershed and with the study of the whole factors in occurrence of landslides within this basin, out of 424 due to erosion and undercutting, 371 due to layering, 316 due to fractures, 278 due to faulting and other factors such as agriculture, destruction of lean, water resources structures, land use change, etc. have been affected less than 20% of the watershed.

Keywords: Slope movements, Landslide, Zonation, Information value, Alamut-Rud.

* Corresponding author: Tel: +98 21 29902612 , Fax: +98 21 22431690 E-mail: rezasarvati @yahoo.com