Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال پنجم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۵
صص. ۸۰-۶۷

ارزیابی روش‌های تحلیل شبکه (ANP) و رگرسیون لجستیک در بررسی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در محدوده محور و مخزن سد، مطالعه موردی: سد قلعه چای

شهرام روستایی- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
لیلا خدائی*- کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و GIS، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۰ تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۱۵

Archive of SID

چکیده

ارزیابی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در منطقه‌ای که به دلیل وضعیت جغرافیایی و ساخت‌وسازهای انسانی مستعد لغزش می‌باشد ضروری می‌نماید. سد مخزنی قلعه چای عجب‌شیر، یکی از این نوع نواحی می‌باشد. در این مطالعه، جهت بررسی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش، روش‌های تحلیل شبکه (ANP) و رگرسیون لجستیک مورد ارزیابی قرار گرفت . جهت این مطالعه از تصویر TM، ۲۰۱۱ ماهواره لندست استفاده شد. فاکتورهای مؤثر وقوع زمین‌لغزش (شیب، جهت دامنه، لیتولوژی، کاربری زمین، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، طبقات ارتفاعی) در محیط GIS آماده و سپس با لایه پراکنش زمین‌لغزش‌ها قطع داده‌شده و نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در روش‌های فوق تولید شد. نتایج نشان داد که فرآیند تحلیل شبکه نسبت به روش رگرسیون لجستیک عملکرد بهتری را در بررسی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در منطقه موردمطالعه دارد همچنین تفسیر ضرایب نشان داد که ، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، جهت دامنه، نقش مهمی در وقوع زمین‌لغزش دارند. و با استفاده از نقشه پیش‌بینی احتمال وقوع زمین‌لغزش، منطقه به پنج گروه حساسیت تقسیم: بسیار پایین، پایین، متوسط، بالا، بسیار بالا.

واژگان کلیدی: سد قلعه چای، تحلیل شبکه (ANP) ، رگرسیون لجستیک، ماهواره لندست، زمین‌لغزش.

* نویسنده مسئول: E-mail: KhodaeiLeila@yahoo.com

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

مقدمه

مدیریت بلایای طبیعی نیازمند اطلاعات مکانی، جهت آمادگی در برابر خطرات و کاهش روند آن‌ها می‌باشد. در این زمینه ارزیابی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در منطقه‌ای که به دلیل وضعیت جغرافیایی و ساخت‌وسازهای انسانی مستعد لغزش می‌باشد ضروری می‌نماید. سد قلعه چای واقع در حوضه آبریز قلعه چای در شهرستان عجب‌شیر، یکی از این نوع نواحی می‌باشد. اهمیت بررسی ساختگاه سازه‌های مهندسی و به‌ویژه محل محور و مخزن سدها از دیدگاه خطر زمین‌لغزش به حدی است که اکنون این مسائل در گروه‌های مهندسین مشاور بزرگ، در جهان با دقت و در برنامه مطالعات اصلی در نظر گرفته می‌شود. به‌این‌ترتیب مشاهده می‌گردد که عدم توجه به مسئله یافتن و وجود زمین لغزه های قدیمی و یا احتمالی آینده، ایجاد سد در محل‌های انتخابی وقوع آن‌ها در آینده، موجب خسارت‌های مالی و جانی می‌شود. به‌نحوی‌که در صورت وجود برخوردی واقع بینانه با این مسئله، پس از اثبات وجود زمین‌لغزه در محل انتخاب‌شده، مطالعات باید مجدداً تکرار گردد، و یا اینکه در صورت عدم توجه به‌طورکلی به این موضوع (که اکثراً این‌گونه است) سد در محلی خطرناک ایجاد خواهد شد، که علاوه بر هزینه‌های سنگین بعدی برای نگهداری سد، در صورت ایجاد حرکت جدید در دامنه لغزنده، خطرهای جانی نیز منطقه پایین‌دست سد را تهدید خواهد نمود.

در این مطالعه، سد قلعه چای، واقع در حوضه آبریز قلعه چای به‌صورت موردی انتخاب‌شده است با توجه به وجود زمین‌لغزش‌های قدیمی در منطقه، که می‌بایست در مرحله شناسایی و مطالعه اولیه سد موردتوجه قرار می‌گرفت، اهمیت کافی داده نشده است و در اثر آب‌گیری سد، باعث افزایش فشار آب منفذی بر پنجه زمین‌لغزش قدیمی منطقه و کاهش مقاومت برشی مواد انباشته در پنجه شده است، که به‌تبع آن وقوع زمین‌لغزش‌های جدید را بر روی زمین‌لغزش قدیمی در منطقه سبب شده است. استمرار حرکات تکیه‌گاه راست سد در انتهای مخزن سد، می‌تواند باعث انباشته شدن سد از نهشته‌ها شود که طول عمر سد را بسیار کاهش خواهد داد همچنین ادامه حرکات تکیه‌گاه چپ سد در میانه مخزن سد می‌تواند فاجعه‌بار باشد (سرتیپی ۲۰۱۱) طی سال‌های متمادی مطالعات زیادی در زمینه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است . (سارولی[1] : ۲۰۰۱)، با استفاده از روش رگرسیون خطی[2] به پهنه‌بندی زمین‌لغزش در کشور کره پرداخته است. که نتایج نشان داد که این روش نتایج نسبتاً، مناسبی دارد. (چاو[3] و همکاران۲۰۰۳) به تحلیل خطر زمین‌لغزش در شهر هنگ‌کنگ با استفاده از GIS و زمین‌لغزش‌های صورت گرفته پرداختند نتایج نشان می‌داد تلفات و مضراتی که زمین‌لغزش‌ها سبب شدند، با تجمع بارندگی در هنگ‌کنگ افزایش‌یافته و همبستگی شدیدی مابین داده‌های بارندگی و نتایج زمین‌لغزش‌ها نشان داده شد و نهایتاً نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش را برای شهر مذکور با استفاده از داده‌های تاریخی تهیه نمودند. و به‌طور بالقوه، GIS را برای خطر زمین‌لغزش و نقشه‌های خطر جهت انجام محاسبات رستری مورداستفاده قراردادند (آیالیو و همکاران: ۲۰۰۵)، از دو روش سلسله مراتبی و رگرسیون لجستیک برای تهیه نقشه حساسیت زمین‌لغزش در جزیره سادو[4] در ژاپن استفاده کردند و با مقایسه این دو روش برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به این نتیجه رسیدند که مدل AHP[5] نسبت به مدل رگرسیون لجستیک از دقت بالاتری برخوردار است. در داخل کشور نیز مطالعات زیادی در این زمینه انجام‌گرفته است ازجمله : (فتاحی اردکانی : ۲۰۰۲) به ارزیابی کارایی تعدادی از روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، در حوزه آبخیز سد لتیان پرداختند نتایج نشان داد که روش‌های وزن متغیرها و ارزش اطلاعاتی با دقت‌هایی در حدود ۹۹/۷ و ۹۹/۴ درصد از میان مدل-های انتخاب‌شده، برای استفاده در مناطق مشابه حوزه‌ی آبخیز سد لتیان در البرز مرکزی کاراترین روش‌ها هستند.

---

[1].Sarolee

2.Liner Regression Modeling

[3].Chau

[4].Sado

[5].Analytical Hierarchy process

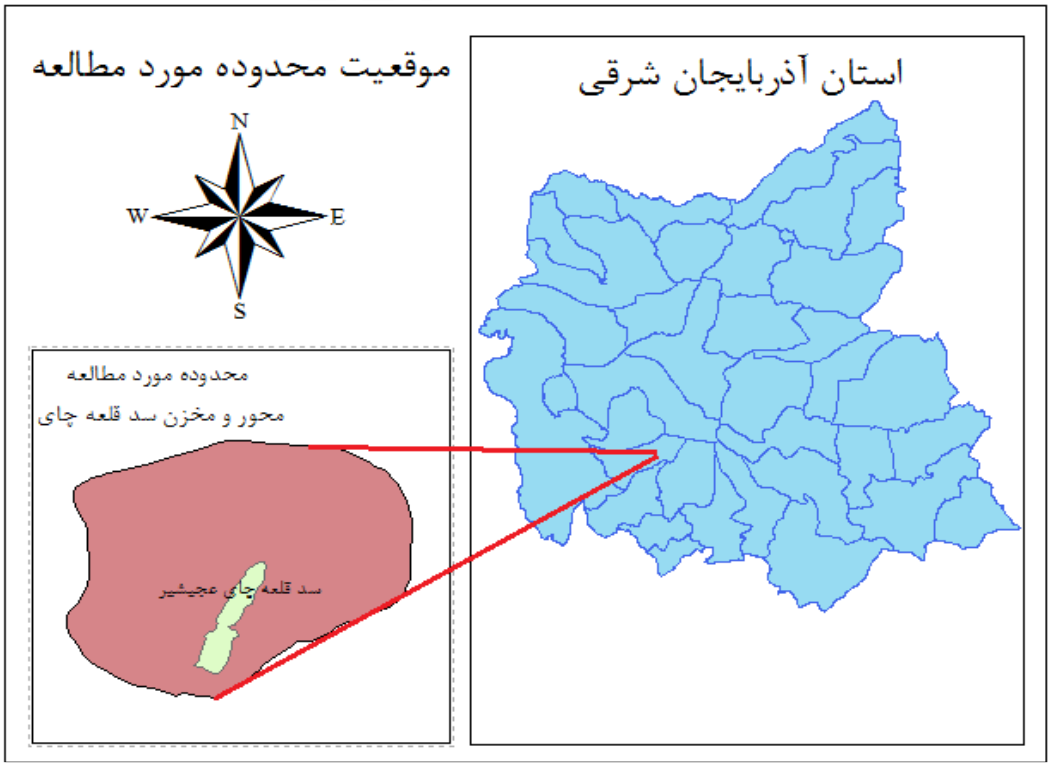
www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

روستایی : ۲۰۰۴) به بررسی دینامیک لغزش‌های زمین و علل وقوع آن‌ها با استفاده از روش‌های مورفومتری در حوضه‌ی اهر چای پرداخته است. حدود پنجاه مورد لغزش اتفاق افتاده در حوضه‌ی اهر چای با استفاده از روش‌های مورفومتری تحلیل مورفولوژیکی شده است و درنهایت به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه‌ی مذکور با استفاده از مدل آن‌بالاگان اقدام نموده است. (سرتیپی و همکاران : ۲۰۱۱) به بررسی زمین‌لغزش‌های وقوع یافته در ساختگاه سد قلعه چای عجب‌شیر، بر پایه داده‌های زمین‌شناسی پرداختند که بدین منظور شناسایی دقیق سنگ‌ها و رفتار آن‌ها، ناپیوستگی‌ها و ساختارهای خطی منطقه، خواص مصالح سنگی و خاکی منطقه و پدیده‌ها و مخاطرات زمین‌شناسی منطقه را با استفاده از مطالعات ژئورادار موردتوجه قراردادند. بنابراین هدفی که از این پژوهش دنبال می‌شود این است که، حرکات و ناپایداری‌های دامنه‌ای و عوامل مؤثر در آن شناخته شود تا به این وسیله از اثرات زیان‌بار آن در عرصه‌های منابع طبیعی و سایر بخش‌های توسعه‌ی عمرانی و اقتصادی جلوگیری کرده و نقاط با پتانسیل بالای خطر شناسایی و پهنه‌بندی شود. بنابراین هدف اصلی این تحقیق، تعیین مناطق مستعد زمین‌لغزش در محدوده محور و مخزن سد مخزنی قلعه چای در حوضه آبریز قلعه چای با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

معرفی منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه، محدوده محور و مخزن سد قلعه چای، بخشی از حوضه آبخیز قلعه چای از شبکه‌های زهکشی شعاعی ارتفاعات آذرین سهند می‌باشد که پس از زهکشی محیط پیرامون خود، به دریاچه ارومیه می‌ریزد (احمدزاده : ۲۰۰۵) سد مخزنی قلعه چای بر روی شاخه اصلی رودخانه منطبق بر مختصات جغرافیایی "37° 31′06 عرض شمالی و "46°07′37 طول شرقی در ۳۵ کیلومتری شمال خاوری شهرستان عجب‌شیر به مساحت ۸/۱۳۴ کیلومترمربع و محیط ۱۱۰۲۴/۴۸ متر قرارگرفته است. شکل (۱) موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



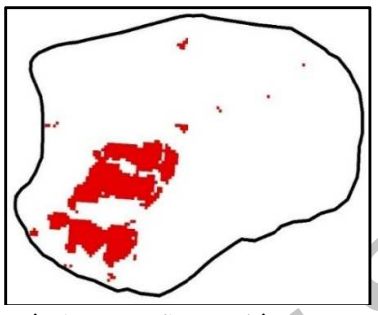
شکل۱: موقعیت منطقه موردمطالعه

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

پراکنش زمین‌لغزش‌ها

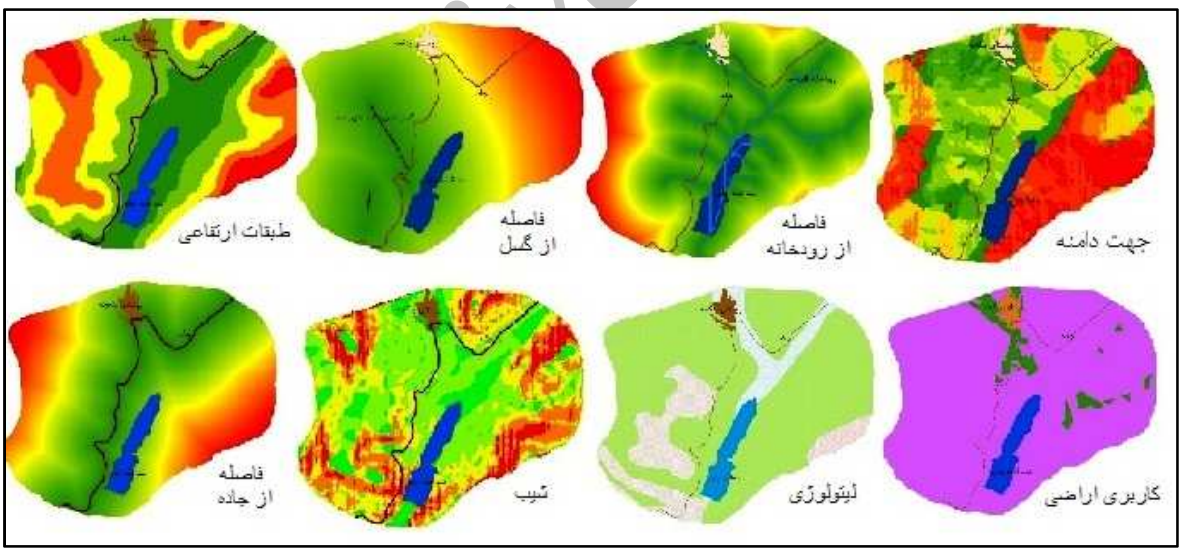
در ناحیه موردمطالعه نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها به‌صورت پهنه لغزشی بر اساس تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۱ تهیه شد، مساحت پیکسل‌های لغزشی منطقه حدود ۰/۷۹ کیلومترمربع می‌باشد که حدود ۹/۷۱ درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است . شکل (۲) پراکنش زمین‌لغزش‌های منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۲: پراکنش زمین‌لغزش‌ها

بررسی فاکتورهای مؤثر در زمین‌لغزش

جهت بررسی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش هشت فاکتور شیب، جهت دامنه، لیتولوژی، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده به‌عنوان عوامل و فاکتورهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه تشخیص داده شدند. شکل (۳) نقشه‌های عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقشه‌های فاکتورهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه موردمطالعه

مواد مورداستفاده

* نقشه‌های توپوگرافی رقومی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (برگ ینگجه و چنار)
* نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ زون اسکو
* تهیه نقشه‌های پایه و موضوعی مانند (شیب و جهت شیب، پوشش گیاهی، فاصله از گسل و ... .سایر نقشه‌ها برحسب نیاز)

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

* تصویر ماهواره‌ای لندست ۲۰۱۱ سنجنده TM[1]
* DEM[2] منطقه موردمطالعه ۳۰ * ۳۰ متری

روش‌های مورداستفاده

***کاربرد تحلیل شبکه[3] (ANP) برای شناسایی مناطق مستعد خطر**

طی سال‌های متمادی روش ANP یک روش فراگیر و چندمنظوره تصمیم‌گیری می‌باشد که به‌صورت گسترده‌ای در حل مسائل تصمیم‌گیری مورداستفاده قرار می‌گیرد. ANP یک قالب کلی را ایجاد می‌کند که در آن به وابستگی عناصر بین خودشان تأکید می‌کند. این مدل برای پر کردن خلأ عدم ایجاد ارتباطات بین عناصر و معیارها در مدل سلسله مراتبی به وجود آمد و اساس آن شکل‌دهی شبکه‌ای از ارتباطات و وابستگی‌ها و پیوندها بین عناصر و خوشه‌ها است.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) تنها تئوری ریاضی است که امکان بررسی انواع مختلف برهم‌کنش‌ها، وابستگی‌ها و بازخوردها را به‌صورت سیستمی فراهم می‌سازد. دلیل موفقیت این روش در نحوه استخراج قضاوت‌ها و به کار بردن عملیات اندازه‌گیری ریاضی برای سنجش مقیاس‌های نسبی است. ارجحیت‌ها (به‌عنوان مقیاس‌های نسبی) یک بنیان عددی متقاعدکننده هستند که عملیات‌های محاسباتی اولیه را به‌گونه‌ای بامعنی هدایت می‌نمایند. (ساعتی[4]، ۲۰۰۴: ۴). بنابراین قدرت ANP بر استفاده از مقیاس‌های نسبی برای کنترل همه‌ی برهم‌کنش‌ها، برای پیش‌بینی دقیق و اتخاذ تصمیم مناسب استوار است . (محمدی لرد، ۱۳۸۸: ۵۷).

مراحل کلی فرایند تحلیل شبکه‌ای:

- تعیین شاخص‌ها و معیارها و گزینه‌ها
- دسته‌بندی معیارها در خوشه‌ها و عناصر
- تعیین ارتباطات بین خوشه‌ها، عناصر و گزینه‌ها
- مقایسات زوجی بین خوشه‌ها، عناصر و گزینه‌ها
- تشکیل ابرماتریس غیر وزنی، وزنی و حدی
- محاسبه وزن نهایی عناصر و گزینه‌ها

جهت اجرای روش تحلیل شبکه ، تهیه لایه‌های مربوط به معیارها در نرم‌افزار ARCGIS انجام یافت سپس در محیط نرم‌افزار سوپر دسیژن [5] مدل اصلی فرآیند تحلیل شبکه بر اساس پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط کارشناسان متخصص در این زمینه طراحی گردید.

*** مدل رگرسیون لجستیک[6]:** یکی از روش‌های آماری پیش‌بینی کننده برای متغیرهای وابسته‌ای است که حالت صفر و یک با وقوع وعدم وقوع (مانند زمین‌لغزش‌ها) دارند. در این روش رابطه رگرسیونی متغیرها خطی نبوده بلکه به‌صورت منحنی S شکل یا لجستیک است. در این مدل برآوردها و تخمین‌ها در دامنه‌ای از صفر تا یک قرار می گیرند که اعداد

[1] . Tematic Mapper
[2] . Digital elevation Model
[3] . Analytic Network Process
[2] .Saaty
[5] .Supper Desions
[6]. Logastic regression

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

نزدیک به صفر نشان‌دهنده احتمال وقوع کمتر و اعداد نزدیک به یک نشان‌دهنده احتمال وقوع بیشتر هستند. در رگرسیون لجستیک متغیر وابسته با استفاده از رابطه (۲) : (متولی : ۲۰۰۹) بیان می‌شود:

$$Y = \text{Logit}(p) = \text{Ln}(p/1-p) = C0 + C1x1 + C2x2 + .. + Cnxn$$ رابطه (۲)

لوجیت (Logit): یا لگاریتم شانس در واقع مقدار لگاریتم طبیعی احتمال است .

P : احتمال متغیر وابسته (y) است .

$p/1-p$: نسبت شانس یا احتمال .

C_0 : مقدار ثابت می‌باشد .

$(C_1,..C_n)$: ضرایبی هستند که مشارکت عوامل مستقل $(X_1, X_2, ..X_n)$ را برای متغیر y نشان می‌دهند

$(X_1 ....X_n)$: متغیر مستقل‌های مستقل هستند.

برای انجام روش فوق، نرم‌افزار ادریسی[1] مورداستفاده قرار گرفت.

ارزیابی کارایی رگرسیون لجستیک و تحلیل شبکه با پراکنش زمین‌لغزش‌ها

در این مطالعه از درجه تناسب، جهت ارزیابی موفقیت مدل‌ها استفاده‌شده است. درجه تناسب : تحلیل‌های مبتنی بر سازگاری فضایی مابین نقشه حاصل‌شده از روش و زمین‌لغزش‌های رخداده است .درجه تناسب عملکرد مدل را به‌وسیله ارزیابی خطای نسبی و موفقیت نسبی بیان می‌کند : خطای نسبی : "جمع ارزش کلاس‌های مستعد پایین و خیلی پایین"، و ارزیابی مقدار نسبی موفقیت : "جمع ارزش کلاس‌های استعداد بالا و خیلی بالا ". کمترین خطای نسبی و بالاترین مقدار موفقیت نسبی، برترین مدل و بهترین نقشه از بین چهار مدل فوق را نشان می‌دهد.

نتایج

رگرسیون لجستیک : در روش رگرسیون لجستیک پس از ورود داده‌ها به مدل آماری رگرسیون لجستیک، با استفاده از پارامترهای مؤثر در نرم‌افزار ادریسی، ضرایب مدل، مطابق جدول (۱) استخراج شد.

جدول ۱: ضرایب حاصل از مدل رگرسیون لجستیک

	متغیرهای مستقل	ضرایب
X_0	عدد ثابت	-۶/۲۰۳۹۰۶۳۶
X_1	فاصله از گسل	-۰/۰۰۳۸۳۶۱۳
X_2	فاصله از رودخانه	-۰/۰۰۰۰۳۷۵۴
X_3	فاصله از جاده	-۰/۰۰۷۴۷۰۰۶
X_4	کاربری اراضی	۰/۷۴۹۹۶۵۶۳
X_5	لیتولوژی	۰/۱۱۳۱۰۱۱۳
X_6	طبقات ارتفاعی	۱/۷۷۲۰۱۲۵۱
X_7	شیب	-۰/۱۰۶۵۹۱۴۳
X_8	جهت شیب	۰/۳۵۰۸۸۵۹۵۱

[1].Idrisi

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

آزمون کی دو[1]

آزمون کی دو، یک تست معتبر و معمولی برای رگرسیون لجستیک است از اختلاف بین (L) 2Ln- برای مدل بهترین برازش و (L0)2Ln- برای فرضیه صفر است، به دست می‌آید . چنانچه این آماره در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار باشد (Chi Square > 14.1) فرضیه صفر (H_0) رد می‌شود . مقدار شاخص کی دو Chi Square نیز برابر ۱۶۵۷/۰۶۷۳ گردید که با توجه به اینکه مقدار آن بسیار بیشتر از مقدار آستانه تعیین‌شده است درنتیجه فرض صفر بودن تمام ضرایب نیز رد می‌گردد .

آزمون پی آر دو[2] : (PR2)

مقدار PR2 می‌تواند از رابطه (۳) محاسبه شود :

$$PR^2 = 1 - \frac{Ln\ (L)}{Ln\ (L0\ )}$$ رابطه (۳)

مقدار PR2 نشان می‌دهد که چگونه مدل لوجیت، مجموعه داده‌ها را برازش می‌دهد (منارد : ۱۹۹۵) . بنابراین PR2 مساوی با ۱ نشان‌دهنده برازش کامل مدل است، چنانچه این مقدار برابر ۰ باشد نشان‌دهنده عدم رابطه متغیرهای مستقل با متغیر وابسته می‌باشد . چنانچه مقدار PR2 بزرگ‌تر از ۰/۲ باشد نشان‌دهنده برازش نسبتاً خوب مدل است (آیالیو و یاماگیشی : ۲۰۰۵). با توجه به اینکه در این تحقیق مقدار شاخص PR2 برابر ۰/۵۶۷۷ گردید و مقدار آن بزرگ‌تر از آستانه ۰/۲ می‌باشد، این مدل برازش قابل‌قبولی را نشان می‌دهد .

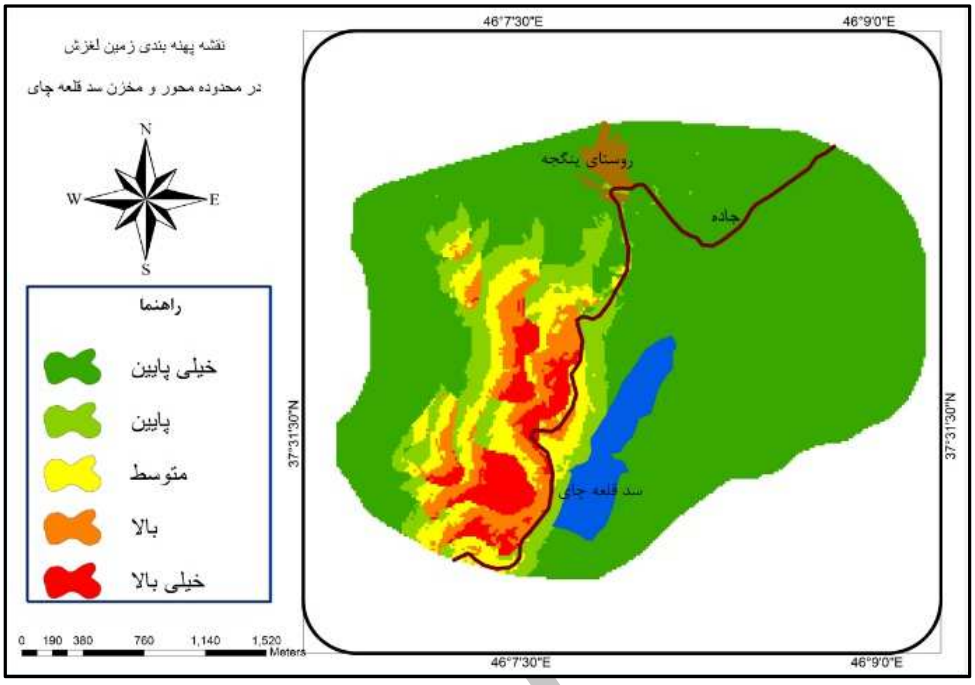
شاخص راک (ROC[3])

معیار دیگر، توجه به این مسئله است که مدل چه مقدار می‌تواند متغیر وابسته را به‌خوبی پیش‌بینی کند. در این مورد نرم‌افزار ادریسی از معیار (راک) برای مقایسه‌یک نقشه بولین (وجود یا عدم وجود زمین‌لغزش) با نقشه احتمال بکار می رود . مقدار (راک) از ۰/۵ تا ۱ متغیر است که ۱ نشان‌دهنده تطابق کامل و ۰/۵ نشان‌دهنده تطابق اتفاقی است (متولی : ۲۰۰۹) . مقدار ۰/۹۷۲۶ به‌دست‌آمده در این مطالعه، نشان‌دهنده همبستگی بسیار بالای بین متغیر مستقل و وابسته است. پس از مشخص شدن اعتبار مدل رگرسیون لجستیک با استفاده از شاخص‌های فوق، نقشه پهنه‌بندی حساسیت به زمین‌لغزش تهیه گردید شکل (۴). منطقه موردمطالعه ازنظرحساسیت به زمین‌لغزش به ۵ کلاس خطر بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و بسیار پایین تقسیم گردید.

[1] .Chi Square
[2] .Pseudo R Square
[3] . Relative Operating Characteristic

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017



شکل ٤: نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش به روش رگرسیون لجستیک در محور و مخزن سد قلعه چای

در تعیین تعداد پارامترهای مستقل در وقوع زمین‌لغزش هیچ استانداردی وجود ندارد . در تحقیق حاضر اثر فاصله از رودخانه و فاصله از گسل در وقوع زمین‌لغزش، ضریب پایینی را به خود اختصاص داده‌اند. لذا از مدل حذف شدند . و نتیجه مدل به‌صورت معادله (۱) نشان داده شد .

معادله (۱)

$$\text{Logit}(\text{lan3}) = -0.007470 \times \text{Distance to Road} + 0.74966 \times \text{Landuse} + 0.11301 \times \text{Litology} + 1.772013 \times \text{DEM} - 0.106591 \times \text{Slope} + 0.350886 \times \text{Aspect}$$

در مدل حاضر که با استفاده از رگرسیون لجستیک انجام گرفت، عامل طبقات ارتفاعی با بیشترین ضریب بهترین متغیر پیش‌بینی کننده احتمال وقوع زمین‌لغزش در منطقه است و پس‌ازآن به ترتیب عامل کاربری اراضی و جهت دامنه بیشترین ضرایب را به خود اختصاص داده‌اند . پس از انجام پهنه‌بندی زمین‌لغزش درصد پهنه‌های لغزشی در هر کلاس محاسبه شد نتیجه نشان داد که مناطقی که با خطر بسیار بالا پهنه‌بندی شده‌اند کمترین درصد از میزان مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند این مناطق در دامنه‌های غربی سد واقع‌شده‌اند. جدول (۲) درصد پهنه‌های لغزشی در هر کلاس را در منطقه موردنظر نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

جدول ۲ : مساحت پهنه‌ها به درصد در هر کلاس

کلاس	مساحت به درصد
بسیار پایین	۷۲/۲۴
پایین	۸/۷۳
متوسط	۷/۵۹
بالا	۶/۶۳
بسیار بالا	۵/۱۱

بیشترین پتانسیل لغزش در حوضه موردمطالعه در سازند میلا و زایگون صورت یافته که شامل شیل، ماسه سنگ قرمز آرکوزی و دلومیت های آهکی چرتدار می‌باشد . در بخش‌هایی از این سازندها دخالت‌های انسانی شامل، جاده‌سازی، و کشت دیم انجام‌گرفته است.

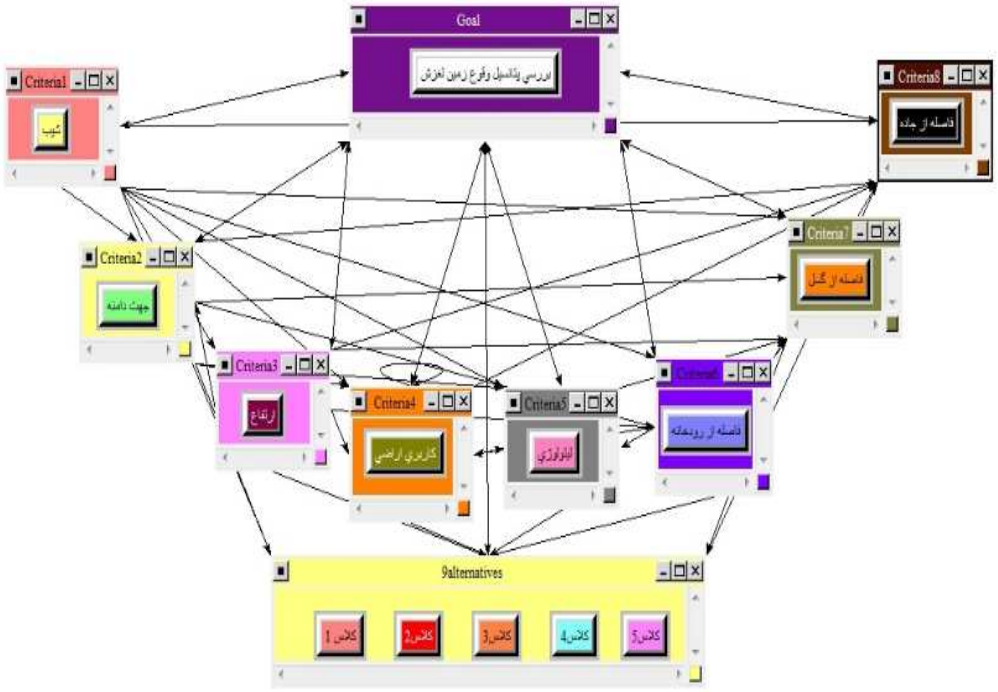
فرآیند تحلیل شبکه (ANP) : در این تحقیق یک مدل شبکه‌ای سه لایه متشکل از لایه هدف، لایه معیارها و لایه گزینه‌ها با توجه به مسئله تحقیق طراحی و سازمان‌دهی شد. طراحی شبکه موردنظر از چندین مرحله تشکیل‌شده بود، مرحله اول: هدف و موضوع موردمطالعه بود. یعنی باید یک موضوع و هدفی تعیین می‌شد تا فرایند ارزش‌یابی و انتخاب بهترین گزینه برای این هدف صورت گیرد، بررسی پتانسیل زمین‌لغزش به‌عنوان هدف این مطالعه برای لایه نخست طراحی گردید. مرحله دوم، وجود معیارها و شاخص‌هایی است که برای ارزش‌یابی موضوع انتخاب می‌گردد معیارهای تحقیق نیز، فاکتورهای تأثیرگذار در وقوع لغزش‌های منطقه می‌باشند که در خوشه‌های جداگانه برای لایه دوم طراحی شدند. کلاس‌ها یا گزینه‌های موردنظر بر اساس طبقات خطر در یک خوشه جداگانه در لایه سوم قرار گرفتند. ایجاد ارتباط بین عناصر و خوشه‌ها در تحقیق حاضر بر اساس تکنیک دیماتل[1] از طریق پرسشنامه صورت یافت. شکل ۵ مدل طراحی‌شده تحلیل شبکه را نشان می‌دهد .

[1] . Decision Making Trial And Evaluation

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017



شکل۵: مدل نهایی تحلیل شبکه‌ای ANP

مقایسه زوجی بین خوشه‌ها و عناصر

در فرآیند مقایسه‌ی خوشه‌ها، یک خوشه به‌عنوان خوشه‌ی اصلی انتخاب‌شده و سپس ارجحیت سایر خوشه‌هایی که با آن مرتبط هستند نسبت به هم، و در مقایسه با خوشه اصلی مقایسه شدند. در تحقیق حاضر مقایسه زوجی به سبک پرسشنامه‌ای انجام یافت . در حدود ۱۴۳ مورد مقایسه زوجی بین خوشه‌ها صورت گرفت . پس از انجام مقایسه، برای مشاهده نتایج مقایسه‌ها میزان نرخ ناسازگاری آن‌ها بررسی شد. نرخ ناسازگاری قضاوت انجام‌شده برای نمونه برابر با ۰/۰۸۶۷بوده و کمتر از ۰/۱ می‌باشد در این روش میزان نرخ ناسازگاری نباید بیشتر از ۰/۱ باشد این میزان از خطا با توجه به تعداد زیاد قضاوت‌ها قابل‌قبول می‌باشد.

پس از محاسبات طولانی، ضریب و ارزش نهایی هر عنصر و گزینه تعیین شد. برای محاسبه ضریب نهایی، سه نوع ابرماتریس موردمحاسبه قرار گرفت:

- ابرماتریس غیر وزنی[۱]
- ابرماتریس وزنی[۲]
- ابرماتریس حدی[۳]

این سه نوع ماتریس در ارتباط با یکدیگر موردمحاسبه و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و نهایتاً نتیجه کلی به دست آمد . بر اساس نتایج مدل رگرسیون لجستیک اهمیت کلاس‌های خطر معرفی‌شده به مدل تحت عنوان لایه گزینه‌ها تعیین شد . شکل (۶) نتایج اهمیت کلاس‌ها را بر اساس اولویت و اهمیت آن‌ها ازنظر خطر وقوع زمین‌لغزش نشان می‌دهد . بر اساس نتایج به‌دست‌آمده کلاس ۱ بیشترین اهمیت را ازنظر وقوع خطر زمین‌لغزش با توجه به وزن

2.unweighted Supermatrix
3.Weighted Supermatrix
3.Limit Supermatrix

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

ایدئال[1] داراست این کلاس در نقشه پهنه‌بندی تحت عنوان کلاس خطر بسیار بالا معرفی شد . و سپس به ترتیب از میزان اهمیت کلاس‌ها و خطرپذیری آن‌ها کاسته می‌شود به‌طوری‌که کلاس ۵ دارای کمترین میزان خطرپذیری و اهمیت می‌باشد و در نقشه پهنه‌بندی عنوان کلاس خطر بسیار پایین را به خود اختصاص داده است .

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network Super Decisions Main Window: mogayese Claster.mod

	Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
1	کلاس		1.000000	0.360978	0.026943
2	کلاس		0.846583	0.305598	0.022810
3	کلاس		0.428270	0.154596	0.011539
4	کلاس		0.267185	0.096448	0.007199
5	کلاس		0.228211	0.082379	0.006149

شکل٦: میزان اهمیت کلاس‌ها

با توجه به ضرایب به‌دست‌آمده برای هرکدام از فاکتورهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش در مدل تحلیل شبکه‌ای، مشخص گردید که بر اساس ضرایب محدود، عامل کاربری اراضی، جهت دامنه و طبقات ارتفاعی دارای بیشترین اهمیت و تأثیر می‌باشند. شکل (۷)

No Icon	شیب	1.00000	0.072623
No Icon	جهت دامنه	1.00000	0.098560
No Icon	ارتفاع	1.00000	0.085213
No Icon	کاربری اراضی	1.00000	0.136675
No Icon	لیتولوژی	1.00000	0.070464
No Icon	فاصله از رودخانه	1.00000	0.040709
No Icon	فاصله از گسل	1.00000	0.062942
No Icon	فاصله از جاده	0.17799	0.063751

شکل۷: ضرایب استخراج‌شده از مدل تحلیل شبکه

پس از به دست آمدن ضرایب فاکتورهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش منطقه، اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش بر اساس مدل تحلیل شبکه‌ای در محیط ArcGis گردید. نقشه فوق در ۵ کلاس خطر بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین، بسیار پایین طبقه‌بندی شد، شکل (۸) . و مدل پیشنهادی به‌صورت معادله (۲) ارائه گردید .

معادله (۲) :

ANP=Slope×0.072623+Aspect×0.098560+Dem×0.085213+Landuse×0.136675+Litology ×0.070464+ Didtance to river × 0.040709+Distance to Falt×0.062942+Distance to Road×0.063751

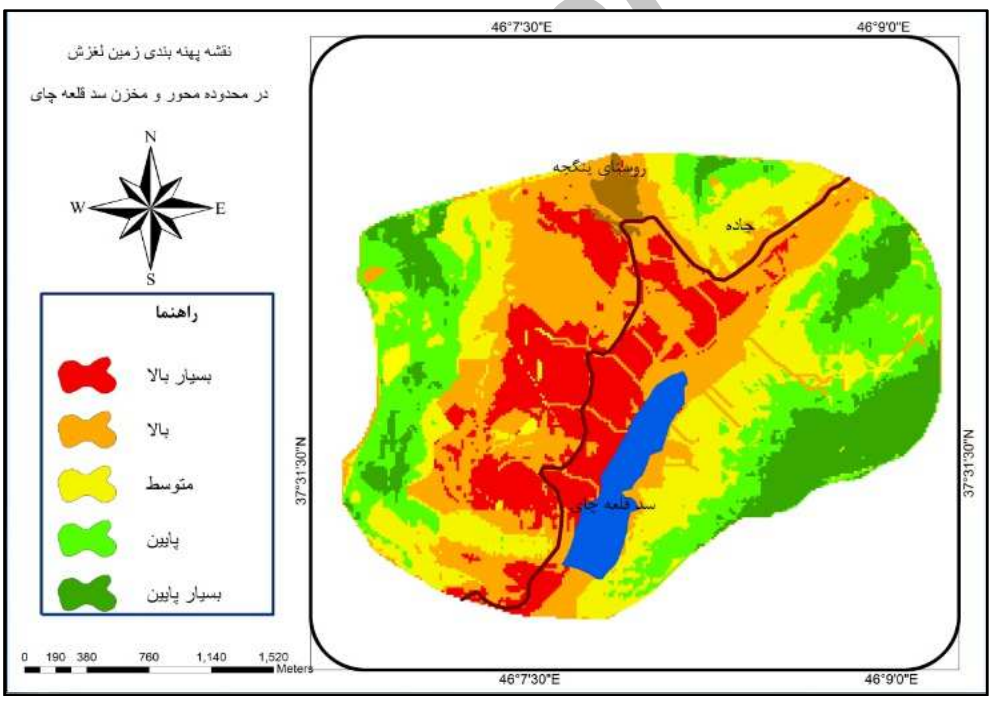
[1].Ideals

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

جدول ۳: ضرایب حاصل از فرآیند تحلیل

ضرایب	معیارها	علائم اختصاری برای معیارها
۰/۰۷۲۶۲۳	شیب	X_1
۰/۰۹۸۵۶۰	جهت شیب	X_2
۰/۰۸۵۲۱۳	طبقات ارتفاعی	X_3
۰/۱۳۶۶۷۵	کاربری اراضی	X_4
۰/۰۷۰۴۶۴	لیتولوژی	X_5
۰/۰۴۰۷۰۹	فاصله از رودخانه	X_6
۰/۰۶۲۹۴۲	فاصله از گسل	X_7
۰/۰۶۳۷۵۱	فاصله از جاده	X_8



شکل ۸: نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش به روش تحلیل شبکه در محور و مخزن سد قلعه چای

پس از انجام پهنه‌بندی زمین‌لغزش درصد پهنه‌های لغزشی در هر کلاس محاسبه شد نتیجه نشان داد که در محدوده موردمطالعه، مناطقی که با خطر بسیار پایین و بسیار بالا پهنه‌بندی شده‌اند کمترین درصد از میزان مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند درحالی‌که مناطقی با خطر بالا بیشترین مساحت از منطقه موردنظر را به خود اختصاص داده است، جدول ۴ درصد پهنه‌های لغزشی در هر کلاس را در منطقه موردنظر نشان می‌دهد.

www.SID.ir

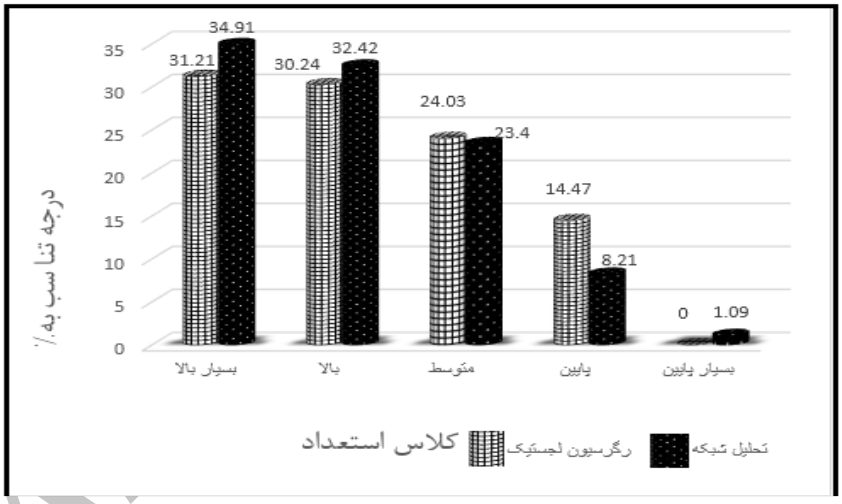
Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

جدول٤: مساحت پهنه‌های لغزشی به درصد

کلاس	مساحت به درصد
بسیار بالا	۱۶/۲۹
بالا	۳۲/۴۶
متوسط	۲۱/۳۹
پایین	۱۸/۴۰
بسیار پایین	۱۱/۴۴

مقایسه روش‌ها

نتایج مدل‌ها از طریق قطع دادن نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها با نقشه‌های پهنه‌بندی به‌صورت درجه تناسب مدل‌ها با پراکنش زمین‌لغزش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت شکل (۹) . مقدار خطای نسبی بر اساس مجموع کلاس‌های مستعد خطر خیلی پایین و پایین به دست آمد، درحالی‌که مقدار موفقیت نسبی مدل، از مجموع کلاس‌های مستعد خطر بالا و خیلی بالا حاصل شد . بنابراین با توجه به نتایج شکل (۹) مقدار خطای نسبی برای روش تحلیل شبکه و رگرسیون لجستیک به ترتیب برابر با ٪ ۹/۳ و٪ ۱۴/۴۷ و میزان موفقیت نسبی برابر با ٪ ۶۷/۳۳ و ٪ ۶۱/۴۵ می‌باشد .



شکل۹: مقایسه درجه تناسب بین نتایج تحلیل شبکه و رگرسیون لجستیک با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مدل‌های مورداستفاده نتایج زیر حاصل شد. از میان هشت فاکتور مؤثر در وقوع زمین‌لغزش‌های منطقه عامل کاربری اراضی ، طبقات ارتفاعی، جهت دامنه و بیشترین تأثیر را در وقوع زمین‌لغزش داشته‌اند . بیشترین لغزش‌ها درشیب‌های شرقی و جنوبی و در ارتفاع ۱۷۴۱ تا ۱۸۸۶ متر به وقوع پیوسته‌اند که تحت تأثیر پوشش سازند میلا و زایگون می‌باشند که در سال‌های اخیر فعالیت‌های انسانی ازجمله جاده‌سازی و سایر ساخت‌وسازهای انسانی و کشت دیم در این منطقه افزایش‌یافته است. بر اساس نتایج حاصل از شکل (۹) ازنظر درصد درجه تناسب نقشه‌های پهنه‌بندی روش‌های بحث شده، شکل (۴) و (۸) با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها، شکل (۲) ، مدل تحلیل شبکه دارای پایین‌ترین مقدار خطای نسبی در حدود ۹/۳ ٪ و بالاترین مقدار موفقیت نسبی برابر با ۶۷/۳۳ ٪ می‌باشد . با توجه به نتایج حاصل از نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در دو روش رگرسیون لجستیک، شکل (۴) و تحلیل شبکه، شکل (۸) مشخص گردید که دامنه‌های جنوب غربی سد قلعه چای نسبت به بقیه قسمت‌های منطقه از ناپایداری بیشتری برخوردار هستند. بر روی این دامنه‌ها وجود گسله‌های کوچک، احداث جاده و ساخت‌وسازهای انسانی ازجمله احداث سد و

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 15:08 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

عوامل دیگر هرکدام به سهم خویش سبب تشدید این ناپایداری‌ها شده‌اند که در بین آن‌ها سهم عامل،کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی و جهت دامنه نسبت به بقیه عوامل بیشتر بوده است . با توجه به اینکه فرآیند تحلیل شبکه برای اولین بار در بررسی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در ایران بکار گرفته شد لذا مطالعات موردی در این زمینه جهت مقایسه نتایج حاصله یافت نگردید اما نتایج حاصل از اجرای این روش با روش‌های رگرسیون لجستیک و ارزش اطلاعاتی انجام‌یافته برای همین منطقه موردمطالعه توسط (خدائی : ۱۳۹۲) ، نشان داد که تحلیل شبکه نسبت به دو روش فوق از کارایی بهتر و مناسب‌تری برخوردار است. در مقایسه انجام‌گرفته مابین سه روش ذکرشده روش تحلیل شبکه با ۶۷/۳۳ ٪ رگرسیون لجستیک با ۶۱/۴۵ ٪ و روش ارزش اطلاعاتی با ۲۱ /۵۲ ٪ با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های منطقه تناسب داشت . لذا می‌توان از این روش برای شناسایی پهنه‌های خطر در مناطق دیگر نیز استفاده نمود . با توجه به مطالب ذکرشده، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که روش تحلیل شبکه از عملکرد مناسب در شناسایی مناطق خطر و پهنه‌بندی آن در منطقه موردمطالعه نسبت به روش رگرسیون لجستیک برخوردار می‌باشد، بنابراین از دو مدل آماری به‌دست‌آمده از دو روش بکار رفته در این تحقیق مدل آماری حاصل از اجرای روش تحلیل شبکه (معادله ۲) به‌عنوان بهترین مدل انتخاب و معرفی شد . همچنین با توجه به نتایج حاصل از پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه موردمطالعه با استفاده از دو روش ذکرشده ۱۹/۳۹درصد از کل مساحت منطقه دارای خطر بسیار بالا ازنظر وقوع زمین‌لغزش می‌باشد.

Refrence

Ahmadzadeh. H., 2005, ***Modeling Erosion and Sediment of Catchment of Ghalea Chai Ajabshir by Using Satellite Data in GIS.*** *Master's Thesis, Supervisor: Roostaei. Sh., Remote Sensing and GIS, University of Tabriz, pp: 1- 140*

Ayalew. L ., Yamagishi H ., 2005, ***The Application of GIS-based Logistic Regression for Landslide Susceptibility Mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan****. Journal of Geomorphology 65 pp: 15-31*

Chau. K.T., Sze .Y.L., Fung .W.Y., Wong .E.L., Fong .L.C.P., 2003, ***Landslide Hazard Analysis for HongKongusing Landslide Inventory and GIS K.T.*** *Computers & Geosciences 30. , pp: 429–443.*

Fattahi Ardekani .M.A., Ghayoumian J., Jalali N., 2002, ***Evaluation of Landslide Hazard Zonation Models in Latian Dam Watershed.*** *Journal of Engineering Geology, Volume 1, Number 1, spring, pp: 42-25.*

Khodaei Geshlagh . L ., (1390), ***Assessment of Logistic Regression Method and Analytic Network Process in the Investigation of Landslide Potential in the Axis Range and Reservoir Dam (Case Study: Ghalea Chai Dam).*** *Master's Thesis, Supervisor: Roostaei. Sh., Remote Sensing and GIS, University of Tabriz, pp:1- 142*

Menard. S., 1995, ***Applied Logistic Regression Analysis. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in Social Sciences****, vol. 106. Thousand Oaks. California. 98 pp.*

Mohammadi Lord . A ., 1388, ***Analytic Network Prosses in the ANP and Analytical Hierarchy*** *, Tehran Alborz fardanesh.*

Motavalli .S, Esmaili .R., Hosseinzadeh .M.M., 2009, ***The Signification of Sensitive Regions in the Vaz Catchment by Logistic Regression*** *, Journal of Physiography , Volume 2, Number 5, Autumn, pp :73 – 83 .*

Roostaei Sh., 2004, ***Evaluation of Landslide Occurrence in Nasir Abad Village Varzeqan (Province of East Azarbayjan) by Using Quantitative Methods****, Journal of Humanity, Volume 8, Number 1.*

Saaty . T.L (2004) ***Mathematical Methods of Operations Research*** *." New York: McGraw.*

Sarolee. K. M, 2001, ***Statistical Analysis of Landslide Susceptibility at Yonging, Korea****, Environmental Geology, 40, pp: 1095-1113.*

Sartipi. A., Entezam Soltani. E., 2011, ***Evaluation of Ghalea Chai Dam Landslides****, Thirtieth Meeting of Geosciences, winter. pp: 1 – 7.*

Archive of SID

www.SID.ir