مجله

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال ششم- شماره ۱۹- پاییز و زمستان ۱۳۹۱ Vol. 6, No. 19, Fall &Winter 2012-2013

گزارش فنی

اولویت بندی عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش با استفاده از همبستگی لجستیک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سیاه دره همدان)

حمید رضا مرادی[۱]، مریم دشتی مرویلی[۲] و علیرضا ایلدرمی[۳]
تاریخ دریافت:۸۸/۰۷/۰٤ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۳/۰۸

چکیده

پیش بینی وقوع زمین لغزش در مکان های مختلف در کاهش خسارات مالی و جانی ناشی از وقوع آن در آینده بسیار مهم است. در این پژوهش به منظور تهیه نقشه خطر زمین لغزش حوضه آبخیز سیاه دره از روش تحلیل آماری همبستگی لجستیک چند متغیره استفاده شد. بدین‌منظور ابتدا مهمترین عوامل موثر بر وقوع لغزش شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت شیب، بارندگی سالانه، فاصله از گسل، فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از جاده، کاربری اراضی و سنگ شناختی و لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. سپس با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و پیمایش میدانی ۷۵ نقطه زمین لغزش در منطقه شناسایی گردید. همچنین ۷۵ نقطه غیر لغزشی به‌صورت تصادفی در سراسر حوضه آبخیز انتخاب شد. پس از همپوشانی این نقاط با لایه‌های عوامل موثر، کد یک و صفر به حضور و عدم حضور زمین لغزش تعلق گرفت. با ورود متغیرهای مستقل شامل طبقات کدگذاری شده و متغیر وابسته شامل ۱۵۰ نقطه لغزشی و غیر لغزشی به نرم افزار SPSS 12 و انتخاب روش پیش رونده پلکانی در مدل آماری همبستگی لجستیک، تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت گرفت. تفسیر ضرایب حاصل از تحلیل آماری همبستگی لجستیک نشان داد که بیشترین عوامل تاثیرگذار بر وقوع زمین لغزش در منطقه به ترتیب درجه شیب، ارتفاع، بارندگی، فاصله از شبکه زهکشی و فاصله از گسل می باشد. صحت مدل آماری حاصل بر اساس عامل‌های لگاریتم درست نمایی و ضریب تبیین تایید شد.

واژه های کلیدی: زمین لغزش،اولویت بندی عوامل، همبستگی لجستیک، سامانه اطلاعات جغرافیایی، آبخیز سیاه دره.

مقدمه

زمانی که توده های سنگ و خاک در دامنه ها تحت تاثیر عواملی چون زمین لرزه ها، بارندگی های شدید، فعالیتهای انسانی مثل ساخت جاده و یا ترکیبی از عامل‌های فوق قرار گیرند، زمین لغزش بوقوع می پیوندد[٦]. زمین لغزش ها نقش بسیار مهمی در تحول شکل زمین ایفا کرده و خطرات جدی را در بسیاری از مناطق دنیا ایجاد می کنند. زمین لغزشها در ایران یکی از مهمترین بلایای طبیعی بوده که هرساله نقش بسزایی در تخریب جاده های ارتباطی، تخریب مراتع، باغها و مناطق مسکونی و همچنین فرسایش و انتقال حجم بالای رسوب در حوضه های آبخیز را دارند. بررسی های انجام شده نشان می دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸ وقوع حدود ۲۵۹۰ زمین لغزش در کشور باعث مرگ ۱٦۲ نفر، تخریب ۱۷٦ باب خانه، ایجاد خسارات مالی به میزان ۱۸٦٦ میلیارد ریال، تخریب ٦۷٦۳ هکتار جنگل، تخریب ۱۷۰ کیلومتر راه ارتباطی و ایجاد رسوب سالانه به حجم ۹٦۳۸۰۷ مترمکعب شده است [۱۳]. عوامل متعددی مانند شرایط زمین شناسی، آب شناختی، پستی و بلندی، ریخت شناسی، آب و هوا و هوازدگی بر پایداری یک شیب تاثیر گذاشته و می توانند باعث ایجاد لغزش شوند [۷، ۸ و ١٤]. هدف از این پژوهش، بررسی میزان تاثیر عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش حوضه آبخیز سیاه دره با استفاده از روش تحلیل آماری همبستگی لجستیک می باشد. این روش نیاز به فرضیات آماری کمتری نسبت به سایر روشهای آماری چند متغیره دارد و بهترین تابعی را که نشان دهنده رابطه بین حضور و عدم حضور زمین لغزش ها و مجموعه ای از عوامل موثر بر وقوع است را ایجاد می کند [۱۰ و۲].

روش تحقیق

ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز سیاه دره، یکی از زیر حوضه های گاماسیاب واقع در استان همدان در دامنه شمالی رشته کوه گرین است که مساحتی حدود ٦۹/٥٤ کیلومتر مربع دارد. این حوضه بین طول جغرافیایی ″٤٤ ′٤۷۰٥۳ تا″٥۱ ′۰۰ °٤۸ شرقی و عرض جغرافیایی″۲٤ ′۱۳ °۳٤

۱- نویسنده مسؤل مقاله و دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس
Email: hrmoradi@modares.ac.ir , hrmoradi1340@yahoo.com
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس
۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی ملایر

تا ″۴۳ ′۱۸ °۳۴ شمالی قرار دارد. ارتفاع بیشینه و کمینه منطقه به ترتیب ۲۸۳۰ و ۱۶۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

تهیه لایه های عوامل موثر بر زمین لغزش

در این پژوهش، نقشه پراکنش زمین لغزش ها بر اساس تفسیر عکسهای هوایی و ثبت نقاط لغزشی توسط دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS[1]) طی بازدیدهای میدانی تهیه و رقومی شد. سپس براساس تفسیر عکسهای هوایی و مطالعات میدانی، ۹ عامل اولیه موثر بر زمین لغزش های منطقه شامل ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت ، میانگین بارندگی سالانه، فاصله از گسل، فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از جاده، کاربری اراضی و سنگ‌شناسی شناسایی شدند. پس از ایجاد نقشه عوامل موثر، از همپوشانی این نقشه ها و نقشه پراکنش زمین لغزش های منطقه، پراکنش زمین لغزش در طبقات مختلف هر یک از عوامل موثر تهیه گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها با همبستگی لجستیک:

از آنجا که کاربرد مدل آماری همبستگی لجستیک ایجاد ارتباط بین عوامل ناپایداری دامنه و متغیر وابسته دوحالته یعنی وقوع و عدم وقوع زمین لغزش است، علاوه بر ۷۵ نقطه لغزشی شناسایی شده در منطقه، ۷۵ پیکسل و یا نقطه رستری دیگر به طور تصادفی در سراسر حوضه انتخاب شده تا بعنوان نقاط غیر لغزشی در تجزیه و تحلیل همبستگی لجستیک مورد استفاده قرار گیرد. پس از همپوشانی ۱۵۰ نقطه لغزشی و غیر لغزشی بر نقشه های عوامل موثر به طبقه های با حضور نقاط وقوع، کد یک و به سایر نقاط کد صفر تعلق گرفت. همچنین در مورد ۷۵ نقطه غیر لغزشی همپوشانی شده، به طبقات عوامل موثر شامل حضور نقاط غیر لغزشی عدد یک و به سایر طبقات، کد صفر تعلق گرفت. متغیرهای مستقل شامل کلیه طبقات کدگذاری شده و متغیرهای وابسته شامل ۷۵ نقطه لغزشی(عدد۱) و ۷۵ نقطه تصادفی غیر لغزشی(عدد ۰) به نرم افزار SPSS۱۲ وارد شد. سپس با انتخاب روش پیش رونده پلکانی در مدل آماری همبستگی لجستیک، تجزیه و تحلیل داده ها صورت گرفت. متغیرهای مستقل بدون همبستگی آماری در سطح اعتماد ۵٪ با وقوع زمین لغزش، از معادله نهایی حذف و به سایر متغیرهای مستقل بر اساس میزان همبستگی با متغیر وابسته، ضرایبی تعلق گرفت. با توجه به ضرایب حاصل از تحلیل همبستگی لجستیک، ضریب مثبت β به این معنی است که آن متغیر نقش بیشتری در وقوع متغیر وابسته (زمین لغزش) دارد و بالعکس ضریب منفی β نمایانگر همبستگی ضعیف متغیر مستقل با متغیر وابسته (زمین لغزش) است [۲] .

با توجه به فرمول کلی تابع احتمال رگرسیون لجستیک(رابطه ۱)، احتمال وقوع خطر زمین لغزش(P) در محدوده عددی بین صفر و یک می باشد که هرچه به عدد یک نزدیکتر باشد، احتمال وقوع زمین لغزش بیشتر و هرچه به عدد صفر نزدیکتر باشد، احتمال وقوع، کمتر خواهد بود.

$$p = 1/(1+e^{-z}) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+.....+\beta_n x_n)}} \quad (۱)$$

که در آن:

p احتمال وقوع زمین لغزش، . β ضریب ثابت مدل، i(i=۱,۲,۳,….n)β = متغیرهای مستقل، Xi (i= ۰, ۱, ۲, ۳, ... n) = ضرایب متغیرهای مستقل

پارامتر خطی یا معادله z به صورت رابطه۲ بدست می آید.

$$z = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_n x_n \quad (۲)$$

که در آن:

b_0عرض از مبدا یا ضریب ثابت، $x_n \ldots, x_2, x_1$ ضرایب مربوط به متغیرهای مستقل $b_n \ldots, b_2, b_1$ هستند.

ارزیابی صحت مدل

همانند ضریب تبیین (R^2) در همبستگی‌های خطی، فاکتورهای NR^2[2] و CSR^2[3] به عنوان ضرایب همبستگی در تحلیل همبستگی لجستیک می باشند. دامنه تغییرات این دو عامل از صفر تا یک بوده و مقادیر بالاتر نشان دهنده صحت بیشتر مدل است [۳]. فاکتور LL[4]۲ شبیه به مربع کای رفتار می کند و مقادیر کوچکتر این عامل نشان دهنده صحت بالاتر مدل است [٤].

نتایج و بحث

به منظور بررسی نقش عوامل موثر بر وقوع زمین لغزشهای حوضه آبخیز سیاه دره، اطلاعات مربوط به طبقات عوامل موثر در ۷۵ نقطه لغزشی و ۷۵ نقطه غیر لغزشی به صورت کدهای صفر و یک مدل آماری همبستگی لجستیک وارد شد. مدل نهایی حاصله در رابطه ۳ ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مدل، به صورت حذف متغیرهای مستقل بدون همبستگی آماری در سطح اعتماد ۹۵٪ با متغیر وابسته و اختصاص ضرایب معنی دار β به هر یک از عوامل موثر معنی دار بر اساس میزان همبستگی آماری با متغیر وابسته در جدول ۱ ارائه شده است.

$$Y=2/44+2/798\ (slope3)+2/63\ (slope2) \quad (۳)$$
$$2/46\ (contoure6)+2/31(rain2)+1/92\ (river1)$$
$$+\ 1/834\ (fault2)$$

با توجه به داده های جدول ۱، بالاترین ضرایب معنی دارβ به طبقه های ۱۰ – ۱۵ و ۱۵–۲۰ درجه شیب تعلق گرفته است. به این ترتیب، عامل شیب مهمترین نقش را در وقوع زمین لغزش‌های منطقه ایفا می‌کند. طبقه ارتفاعی ۲۳۵۰ – ۲۵۰۰ متر از سطح دریا دومین عامل موثر در بروز زمین لغزش منطقه است. علت انتخاب عامل ارتفاع به عنوان یکی از عامل‌های تاثیرگذار بر روی پدیده زمین‌لغزش، بر این اساس می‌باشد که همراه با افزایش ارتفاع، دما و شرایط بارش تغییر می‌کند. از طرف دیگر ارتفاع بر روی پدیده خاکزایی نقش به‌سزایی دارد [۵] که با یافته های کن و همکاران [۳] و نتایج ایالیو و یاماگیشی [۲] همخوانی دارد.

1- Global Positioning System

جدول ۱-تعیین ضرایب مدل آماری منطقه با تجزیه و تحلیل همبستگی لجستیک

داده مربوط به طبقه متغیر مستقل	علامت	ضرایب رگرسیون	exp^{β}
۱۰-۱۵درجه	شیب طبقه ۲(Slope2)	۲/۷۹۸	۱۶/۱۹
۱۵-۲۰ درجه	شیب طبقه ۳ (Slope3)	۲/۶۳	۱۴/۰۰۵
۲۳۵۰-۲۵۰۰ متر	طبقه ارتفاعی ٦ (Contour6)	۲/٤٦	۱۱/۷۰٦
٤۷۳- ۵۲۳ میلی متر	طبقه ۲ بارش (Rain2)	۲/۳۱	۱۰/۰۷۲
۰-۳۰ متر	طبقه ۱ فاصله از رود (River1)	۱/۹۱۲	٦/۷٦٦
۱۵۰ - ۳۰۰ متر	طبقه ۲ فاصله از گسل (Fault2)	۱/۸۳٤	٦/۲۵٦
رخنمون سنگی	طبقه ۳ کاربری (Land use3)	-۳/۹۲	۰/۰۲۰
زراعت آبی و باغ	طبقه ٤ کاربری (Land use4)	-٤/٦	۰/۰۱۰
۲۰۰-٤۰۰	طبقه ۲ جاده (Road2)	-۵/۹۱	۰/۰۰۳
۰-۲۰۰	طبقه ۱ جاده (Road1)	-۵/۹۵	۰/۰۰۳
۱۵۰۰-۲۰۰۰	طبقه ۸ جاده (Road8)	-۵/۸٦۲	۰/۰۰۳
۲۰۰۰-۲۵۰۰	طبقه ۷ جاده (Road7)	-۷/۲٦	۰/۰۰۱

با توجه به مدل نهایی، عامل بارش و فاصله از آبراهه عوامل موثر بعدی بر وقوع لغزش منطقه هستند. لازم به ذکر است که عامل بارش از عوامل اصلی وقوع زمین لغزش می باشد. ولی در مناطق با شرایط اقلیمی تا حدودی یکنواخت، عوامل دیگر نظیر شیب و ارتفاع می‌توانند اهمیت بیشتری در مقایسه با بارش پیدا کنند. شبکه زهکشی مقاومت برشی خاک را کاهش داده و سبب ایجاد گسیختگی در شیب و فرسایش کنار رودخانه‌ای می‌شوند. پژوهشگران زیادی از قبیل لی و سمبات [۱۱]، لی و پرادهان [۱۲] نیز به نقش موثر و مستقیم نزدیکی به شبکه آب سنجی بر وقوع زمین لغزش در مناطق مورد پژوهش خود تأکید کردند. عامل فاصله از گسل، عامل مؤثر بعدی در وقوع لغزش منطقه است. وجود گسل‌های فعال با ایجاد جابجایی در سنگ‌ها، عاملی برای افزایش تعداد، تراکم و عمق درز و شکاف‌ها در سنگ‌ها می‌باشد. در این منطقه اکثر لغزش‌ها تا فاصله ۳۰۰ متری از گسل‌ها اتفاق افتاده‌اند.نقش عامل گسل بوسیله پژوهشگران دیگری از جمله لی و پرادهان [۱۲]، حسن زاده نفوتی [۹] و آونزی و همکاران [۱] تایید شده است.

به طور کلی حوضه آبخیز سیاه دره بدلیل تاثیر مجموعه ای از عوامل درونی و بیرونی موثر بر وقوع لغزش به ویژه دخالت انسان جهت تصرف منابع طبیعی باتغییر کاربری و جاده سازیهای بی رویه وغیر اصولی در شیبهای مستعد، این منطقه را به یکی از حوضه‌های پرخطر از لحاظ وقوع زمین لغزش تبدیل کرده که چنانچه اقدامات جدی جهت پیشگیری از روند رو به رشد زمین لغزش در منطقه صورت نگیرد، در آینده باید شاهد صدمات و تلفات جدی تری در این حوضه بود. از جمله پیشنهادات قابل طرح در پژوهش حاضر به این شرح می باشد:

۱- تهیه نقشه خطر در منطقه ای در مقیاس وسیع

۲- ارزیابی خسارات اقتصادی ناشی از زمین‌لغزش‌ها و محاسبه هزینه‌های کنترل لغزش‌ها

۳- انتخاب بهترین راه کنترل لغزش‌ها در منطقه با استفاده از سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS).

منابع

1- Avanzi, G.D. Giannecchini, R. and A. Pucchnelli. 2004. The influence of the geological and geomorphologic settings on shallow landslides. An example of a temperate climate environment: The June 19, 1996 event in northwestern Tuscany (Italy). Engineering Geology. (73):215-228

2- Ayalew, L. and H. Ymagishi. 2005. The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakud-Yahiko Mountains, Central Japan. Geomorphology. (65): 15-31.

3- Can, T. Nefeslioglu, H.A. Gokceoglu, C. Sonmez, H. and Y. Duman. 2005. Susceptibility assessments of shallow earth flows triggered by heavy rainfall at three catchment's by logistic regression analysis. Geomorphology (82): 250-271.

4- Chau, K.T. Tang, Y.F. and R.H.C. Wong. 2004.

GIS-Based Rock fall hazard map for Hong Kong. Rock Mechanics. (3):1-6.

5- Cuesta, M.JD. Sanches, M.S. and E. Berrezueta. 2007. Landslides in the Central Coalfield (Cantabrian Mountains, NW Spain): Geomorphologic Features, conditioning factors and methodological implications in susceptibility assessment. Geomorphology. (89):358-369. (In Persian)

6- Dai, F.C. and C.F. Lee. 2002. Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong. Geomorphology. (42):213-228.

7- Feiznia, S., Klarestaghi, E. Ahmadi, H. and Safaei, M. 2004. Investigation of Effective Factors in Landslide Occurrences and Landslide Hazard Zoning (Case Study: Shirinroud-Tejen River Dam Watershed), Natural Resources Iran Journal, Vol 57 (1): 3-20. (In Persian)

8- Garfi, G. and D.E. Bruno. 2007. Fan morfodynamics and slope instability in the Mucone River basin (Sila Massif, southern Italy): significant of weathering and role of land use changes. Catena (50):181-196.

9- Hasanzadeh Nafoti, M. 2001. Landslide Hazard Zoning Shalmanroud Watershed in Gilan Province, Natural Resources Journal, 54 (3): 207-219. (In Persian)

10- Khamechian, M. Abdolmaleki, P. and Rakei, B. 2005. Application logistic regression for Landslide hazard zonation in Sepidar Galeh area of Semnan Province, Journal Technical science Amir Kabir, 62 (16): 65-76. (In Persian)

11- Lee, S. and T. Sambath. 2006. Landslide susceptibility mapping in the Damrei Romel area, Cambodia using frequency ratio and logistic regression models. The journal of Environmental Geology (50): 847-855.

12-Lee, S. and B. Pradhan. 2007. Landslide hazard mapping at Selangor, Malaysia using frequency ratio and logistic regression models. Landslides. (4):33-41.

13- Mirsaneei, R. and Kardan, R. 1999. Analytical approach based on the landslide characteristics, Proceedings of the First Conference on Geology and Environmental Engineering, First Edition, Teacher Training University, Tehran, 83-84.

14- Peart, M.R. Ng, K.Y. and D.D. Zhang. 2005. Landslides and sediment delivery to a drainage system: some observations from Hong Kong. Asian Earth Sciences. (25):821-836