تعیین روش بهینه برخورد با خطر زمین‌لغزش در مناطق روستایی با استفاده از سیستم پشتیبان تصمیم (DSS) ، مطالعه موردی زمین‌لغزش باریکان

نوشته: مرحوم جعفر غیومیان*، سید محمود فاطمی عقدا، ام البنین عطایی**،**

محمد هادی داوودی* و علی اکبر نوروزی*

* پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران؛ ** دانشگاه تربیت معلم، گروه زمین شناسی، تهران، ایران

Determination of Optimal Policy Making Regarding the Landslides around Villages using DSS, Case Study Barikan Landslide

By: Late J. Ghayoumian*, S.M. Fatemi Aghda, O. Ataee**, M.H. Davoudi* & A.A. Norouzi***

* Soil Conservation & Watershed Research Institute, Tehran, Iran
** Teacher Training University, Department of Geology, Tehran, Iran

در اواخر اسفندماه سال ۱۳۸۳جامعه زمین‌شناسی ایران یکی از پژوهشگران صدیق و سخت‌کوش خود را از دست داد. مرحوم دکتر جعفر غیومیان عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی در تمام زمینه‌ها همکاری صادقانه‌ای با فصلنامه علمی - پژوهشی علوم‌زمین چه در ارائه مقالات و چه در امر داوری داشتند که درگذشت ایشان ضایعه‌ای جبران ناپذیر برای این فصلنامه خواهد بود. ضمن عرض تسلیت به خانواده و همکاران آن مرحوم، از درگاه ایزد منان علو درجات برای آن فقید سعید آرزومندیم. روحش شاد.

چکیده

در این تحقیق از سامانه پشتیبان تصمیم (Decision Support System: DSS) برای حمایت مدیران در تصمیم‌گیری در مورد وضعیت روستاهایی که در معرض خطر زمین‌لغزش قرار دارند استفاده شده است. هدف از کاربرد این سامانه، ارائه روش بهینه برخورد با خطر بروز زمین‌لغزش در مناطق روستایی می‌باشد. برای تصمیم‌گیری در این مورد از نرم‌افزار دفنیت (Definite) از سامانه پشتیبان تصمیم استفاده شده است و مدلی برای آن تنظیم شده که شامل سه راهکار: تثبیت زمین‌لغزش، اجتناب از خطر لغزش (جابه‌جایی روستا)، و پذیرش ریسک و با مد نظر قرار دادن چهار تأثیر (اثر) هزینه، کاهش خسارت جانی، نظر مردم و نظر مدیران محلی در مورد هر راهکار می‌باشد. این راهکارها از لحاظ چهار اثر مذکور سنجیده و با هم مقایسه می‌شوند تا در نهایت راهکار بهینه از بین آنها انتخاب گردد. برای تعیین هزینه راهکار تثبیت ابتدا بایستی تعیین نمود که آیا زمین‌لغزش با روشهای معمول در کشور قابل تثبیت هست یا خیر؟ این کار با استفاده از نرم‌افزار دیگری از سامانه پشتیبان تصمیم انجام می‌گیرد. پس از تعیین جزئیات روش، هزینه‌های لازم برای آن برآورد می‌گردد. مقادیر بقیه اثرها نیز برآورد شده و بدین ترتیب کاربر می‌تواند با وارد نمودن این اطلاعات در مدل، گزینه بهینه را انتخاب نماید. بررسی موردی زمین‌لغزش باریکان توسط این مدل انجام گرفته و راهکار تثبیت زمین‌لغزش به عنوان مناسب‌ترین راهکار برای برخورد با معضل زمین‌لغزش در این منطقه پیشنهاد شده است. نتایج با بررسیهای میدانی و جامع انجام یافته در این خصوص مطابقت دارد.

کلید واژه‌ها: زمین‌لغزش، راهکارهای برخورد با خطر بروز زمین‌لغزش، سامانه پشتیبان تصمیم، نرم‌افزار دفنیت، باریکان

Abstract

In this research a Decision Support System (DSS) has been used to support decision makers for policy making regarding the landslides which typically take place around villages. Definite software was utilized to design a model which include three strategies: landslide stabilization, village relocation, and risk acceptance. The model introduces the optimal strategy

considering four effects (i.e., cost, reduction of fatalities, peoples and local manger point of views). To determine the cost of stabilization, in the first step the stabilization method should be selected. This is also is performed using the other DSS system. In the next step, the cost of stabilization is computed. The cost for the other alternatives is also assessed. The other effects are evaluated for the other alternatives. The user can select the optimal method for a certain landslide after completing the designed questionnaires regarding engineering geological characteristics, reduction of fatalities, people and local manger point of views. The Barikan landslide in Taleghan region was studied using the model. The stabilization method was selected as the most appropriate strategy for the landslide. The selected alternative is in a good agreement with those presented as the results of site investigation.

Keywords: Landslide, Alternative to slope stabilization, Decision support system, Definite sotware, Barikan

مقدمه

رانش زمین یا زمین‌لغزش یکی از عمده‌ترین بلایای طبیعی است که سالانه خسارات جانی و مالی قابل ملاحظه‌ای را در کشورهای مختلف و کشور ما ایران به دنبال دارد. کشور ما به دلیل شرایط آب و هوایی، لرزه‌خیزی، زمین‌شناسی و توپوگرافی متنوع از جمله کشورهایی است که وقوع زمین‌لغزشهای متعددی را تجربه نموده است. رشد روزافزون جمعیت کشور، تعرض انسانها در محیط زیست، تغییر کاربری اراضی دامنه‌ای و تبدیل آن به مناطق مسکونی و غیره بر میزان خسارت ناشی از این پدیده افزوده است، به طوری که در دهه اخیر بارها شاهد عوارض ناخوشایند ناشی از این پدیده بوده‌ایم. در زلزله سال ۱۳۶۹ گیلان، ۲۰۰ نفر در نتیجه وقوع رانش زمین جان خود را از دست دادند (قبادی،۱۳۸۱)، ریزش کوه در سال ۱۳۷۴ روستای آبی کار در استان چهارمحال و بختیاری را با ۵۵ نفر سکنه آن مدفون نمود (غیومیان و شعاعی،۱۳۷۷). روستاهای زیادی را در کشور می‌توان یافت که در معرض وقوع لغزش قرار داشته و تصمیم‌گیری برای نحوهٔ مقابله با این خطر بایستی انجام گیرد (غیومیان و همکاران، ۱۳۸۳).

این تحقیق زمین‌لغزشهایی که در مجاورت یک روستا قرار داشته و یا روستا بر روی توده لغزشی واقع شده است را مورد نظر قرار می‌دهد. در تعیین روش برخورد مناسب با روستاهایی که در معرض خطر زمین‌لغزش قرار دارند لازم است علاوه بر تحلیلهای فنی، جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی روستا و نظر مدیران محلی نیز مورد توجه قرار گیرد. در صورت عدم نگرش جامع به موضوع، راه حل پیشنهاد شده ممکن است مورد استقبال ساکنین منطقه قرار نگرفته و سرمایه‌گذاریهای انجام شده به هدر رود. در این تحقیق سعی شده است تا با توجه به تمام مسائل زمین‌شناسی، فنی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و با به خدمت گرفتن سامانه پشتیبان تصمیم (DSS) اقدامات بهینه در برخورد با چنین مواردی اتخاذ گردد. برای مقابله با خطر زمین‌لغزش سه راهکار وجود دارد (Schuster & Turner,1996) که شامل راهکارهای تثبیت زمین‌لغزش، اجتناب از خطر زمین‌لغزش (جابه‌جایی روستا) و پذیرش ریسک و به عبارتی قبول خطر گسیختگی می‌باشد.

تاریخچه کاربرد سامانه‌های پشتیبان تصمیم (DSS) از سال ۱۹۶۵ شروع گردید. در اواخر دهه ۱۹۷۰ تعدادی از محققان و شرکتهای متفاوت، سامانه‌های اطلاعاتی را توسعه دادند که داده‌ها و مدلهایی را برای تجزیه و تحلیل مشکلات نیمه‌ساختاری برای کمک به مدیران در اختیار آنها قرار می‌داد. این سامانه‌های متنوع، سامانه‌های پشتیبان تصمیم نام گرفتند. از آن زمان به بعد معلوم شد که DSS می‌تواند طوری طراحی شود که تصمیم‌گیرندگان را در هر سطحی حمایت نماید (Power,2003).

کاربرد DSS در مواردی نظیر مکان‌یابی پخش سیلاب، مدیریت منابع طبیعی، مدیریت زیست محیطی (به عنوان مثال مکان‌یابی سایت دفن زباله)، در بحث مدیریت شهری، مدیریت منابع آب، مدیریت زمین و برای تعیین مسیر حمل و نقل مورد توجه محققان قرار گرفته است. کاربرد این سامانه در مدیریت منابع طبیعی و مکان‌یابی مناطق دفن زباله توسط Sharifi (1996) و Sharifi et al. (1997) ارائه شده است. Timmerman (1997) از این سامانه برای طراحی شهری استفاده نمود. به کارگیری سامانه‌های حمایت تصمیم در تلفیق پارامترهای علوم کشاورزی و حفاظت خاک جهت مدیریت اراضی توسط Rosa et al. (2004) مورد توجه قرار گرفته است. تلفیق GIS و DSS به منظور ارزیابی اولویتهای حفاظت طبیعی و مکان‌یابی مناطق مستعد پخش سیلاب به ترتیب توسط Geneletti (2004) و Ghayoumian et al. (2005) نشان دهنده کارایی این سیستمها می‌باشند.

در خصوص خطرات طبیعی نیز از این سیستم به منظور تعیین روش بهینه کنترل زمین‌لغزش استفاده شده است (عطایی،۱۳۸۲). در این تحقیق از این سامانه به منظور انتخاب راهکار بهینه برخورد با خطر زمین‌لغزش در مناطق روستایی استفاده شده است. ویژگی خاص در این تحقیق مد نظر قرار دادن

پارامترهای زمین‌شناسی مهندسی، مدیریتی و اقتصادی- اجتماعی می‌باشد.

روش تحقیق

برای طراحی مدل انتخاب راهکار بهینه برخورد با خطر زمین‌لغزش در مجاورت یک روستا، ابتدا راهکارهای ممکن مقابله با خطر زمین‌لغزش مورد بررسی قرار گرفته و عوامل یا اثرهایی که برای مقایسه راهکارها و سنجش برتری یک راهکار نسبت به بقیه لازم است تعیین شدند. برای این منظور، مطالعات اقتصادی- اجتماعی و نظرات کارشناسان نیز مورد توجه قرار گرفتند. مدل دفنیت (Herwijnen & Janssen, 2001) با توجه به این اطلاعات و به منظور تعیین راهکار نهایی برخورد با چنین زمین‌لغزشهایی طراحی گردید. برای آزمودن مدل و تعیین کارایی آن، زمین‌لغزش باریکان واقع در حوضه طالقان مورد مطالعه قرار گرفت.

معرفی سامانه پشتیبان تصمیم (DSS) و نرم‌افزار دفنیت (Definite)

سامانه‌های پشتیبان تصمیم، نوعی از سامانه‌های اطلاعات مدیریتی هستند که تحلیل‌گران، طراحان و مدیران را در فرایند تصمیم‌گیری حمایت می‌نمایند. از مزایای این سامانه توانایی حمایت از کاربر در حل مشکلات پیچیده، پاسخ سریع به وضعیتهای پیش بینی نشده که در اثر تغییر شرایط به وجود می‌آیند، ارتباط آسان، کنترل و اجرای مدیریت بهینه، صرفه‌جویی در هزینه، اتخاذ تصمیمات مبتنی بر واقعیت و بهبود تأثیر مدیریت و .... را می‌توان ذکر کرد. فرایند تصمیم‌گیری با این سامانه شامل سه مرحله است:

- مرحله شناخت و تفهیم
- مرحله طراحی مدل
- مرحله انتخاب گزینه برتر

در مرحله اول تصمیم‌گیرنده محیط را مورد بررسی قرار می‌دهد تا مشکل را شناسایی و اهداف مربوط به آن را تعریف نماید. در مرحله بعد یک مدل تصمیم‌گیری از وضعیت مشکل که نشان‌دهنده اثرات یک تصمیم بر روی سامانه است، ساخته شده و آزمایش می‌شود و در مرحله آخر که مهم‌ترین بخش و مرحله نهایی فرایند تصمیم‌گیری است، گزینه‌های طراحی شده در مرحله قبل با استفاده از شاخصهایی ارزیابی می‌شوند و در نهایت گزینهٔ بهینه که بهترین و قابل قبول‌ترین راه حل آن مشکل است انتخاب و نمایش داده می‌شود (غیومیان و همکاران،۱۳۸۳).

دفنیت (تصمیم‌گیری بر اساس یک سری از گزینه‌ها (Decision on a Finite Set of Alternatives) یک بسته نرم‌افزاری است که برای بهبود کیفیت تصمیم‌گیری ایجاد شده است. این نرم‌افزار در حقیقت ترکیب کاملی از روشهاست که می‌تواند برای انواع زیادی از مسائل به کار برده شود، بدین ترتیب که در مورد هر مسئله یا مشکل بایستی راه حلهای ممکن آن را شناسایی کرد، آنگاه نرم‌افزار به گزینه‌ها وزن می‌دهد و مسئله را ارزیابی می‌کند و در نهایت بهترین گزینه را ارائه می‌دهد.

در عمل تعریف مسئله مهم‌ترین گام برای حل آن است. روند تعریف مسئله منجر به ایجاد جدول ارزیابی (جدول اثر (Effect table)) می‌شود، چنین جدولی شامل نام گزینه‌ها یا راهکارها (عنوان ستونها) و نامهای اثرات (عنوان سطرها) می‌باشد. هر ستون از این جدول، مقدار اثرات را برای یک گزینه نشان می‌دهد. برای هر اثر، مقیاس اندازه‌گیری، واحد اندازه‌گیری و اینکه آیا آن اثر، هزینه است یا سود بایستی مشخص شود. ارزیابی گزینه ها بر اساس این اثرات صورت می‌گیرد. نتایج گزینه‌ها می‌توانند به صورت مقادیر کمی یا کیفی در جدول وارد شوند. شکل ۱ حالت عمومی یک جدول ارزیابی را به طور شماتیک نشان می‌دهد.

روش اندازه‌گیری امتیازات غالباً متفاوت است، امکان استفاده از انواع امتیازات کمی و کیفی وجود دارد، به طور مثال می‌توان از مقیاسهای اندازه‌گیری شامل: مقیاس نسبی، مقیاس فاصله‌ای، مقیاس پولی، مقیاس ترتیبی، مقیاس مثبت/منفی، مقیاس دوگانه (دوتایی) و مقیاس اسمی استفاده نمود.

پس از مشخص نمودن اطلاعات، راهکارها (گزینه‌ها) و اثرها، مرتبه‌بندی صورت می‌گیرد. روشهای متفاوتی برای رتبه‌بندی و ارزیابی گزینه‌ها موجود است (Sharifi,1996). در این تحقیق از روش مجموع وزنی (W.S: Weighted Summation) استفاده شده است. مجموع وزنی یک روش ارزیابی ساده است که در تحقیقات متعددی به کار گرفته شده است. در این روش به عنوان اولین گام بایستی امتیازات همه اثرها استاندارد شوند، آنگاه امتیازات استاندارد شدهٔ هر اثر در وزن متناسب با آن ضرب می‌گردد و در ادامه امتیاز ارزیابی هر گزینه از طریق جمع امتیازات وزنی شدهٔ همه اثرها با هم محاسبه می‌گردد. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس امتیازات ارزیابی منتجه برای هر گزینه صورت می‌گیرد.

در نهایت می‌توان برای پی بردن به میزان قطعیت نتایج حاصله آنالیز حساسیت انجام داد. در ادامه ضمن ارائه ویژگیهای زمین‌لغزش باریکان، طراحی مدل برای انتخاب راهکار بهینه برخورد با آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای زمین‌شناسی باریکان

روستای باریکان در منطقه طالقان و در ارتفاعات جنوبی البرز مرکزی واقع شده است. این روستا در طول ″ ۲۵ ′ ۰۶ ° ۳۶ شمالی و عرض ″۰۱ ′ ۴۴ ° ۵۰ خاوری قرار داشته و مساحتی در حدود ۵/۵ هکتار را شامل

می‌شود. منطقه دارای آب و هوای نیمه کوهستانی است، میزان متوسط بارندگی در نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به روستای باریکان (ایستگاه گلینک) ۴۲۴/۵ میلی‌متر در سال می‌باشد. پوشش گیاهی آن در تپه ماهورها بوته‌های کوتاه و علف و در مناطق مسکونی، باغ و زمینهای کشاورزی است. رودخانه باریکان که در بهار سیلابهای زیادی را از ارتفاعات جنوب، جنوب باختر و جنوب خاور روستا به طرف رودخانه طالقان هدایت می‌نماید در پایین دست روستا واقع شده و چشمه‌ها و آبهای مصرفی و زه آبهای ناشی از نفوذ آبهای زراعتی و آبهای بالادست روستا در آن تخلیه می‌شود.

منطقه از دیدگاه زمین‌شناسی به طور کامل در داخل زون ترشیاری مرکزی قرار می‌گیرد، مارنها و رسوبات سرخ رنگ مربوط به سازند سرخ بالایی (U.R.F.) به طور پراکنده در حاشیه رودخانه باریکان دیده می‌شوند و در بقیه قسمتهای اطراف روستا، این سازند رخنمون ندارد و به وسیله رسوبات درشت دانه پوشیده شده است (رحمانی، ۱۳۷۷). در شکل ۲ نقشه زمین‌شناسی مهندسی این زمین‌لغزش نشان داده شده است.

این روستا بر روی یک توده لغزشی قرار گرفته است. حرکت دامنه باریکان یک حرکت چرخشی است. لغزش باریکان از نظر ابعادی دارای عرضی برابر ۳۰۰ متر و طولی برابر ۷۰۰ متر می‌باشد. شیب سطحی بلوک لغزنده بین ۱۰ تا ۲۰ درجه متغیر است و جهت حرکت لغزش به سمت شمال باختر می‌باشد. این لغزش یک لغزش قدیمی و دوباره فعال شده است و قسمت اعظم روستا را دربرگرفته است، به گونه‌ای که ساختمانهای نزدیک رودخانه باریکان خسارات بسیار زیادی را متحمل شده‌اند (شکل ۳).

عوامل مؤثر در گسیختگی دامنه باریکان را می‌توان به دو دسته عوامل ذاتی (ترکیب مصالح و توپوگرافی) و عوامل محیطی (عامل آب و عامل زیرشویی رودخانه باریکان) تقسیم نمود که عامل آب نقش اصلی و اساسی را در ناپایداری این دامنه ایفا می‌کند (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۰).

طراحی مدل برای انتخاب راهکار بهینه برخورد با خطر زمین‌لغزش باریکان

انگیزه کاربرد نرم‌افزار دفنیت در این تحقیق، تعیین راهکار بهینه برخورد با خطر زمین‌لغزشهایی است که مناطق استراتژیک نظیر سکونتگاهها، شریانهای حیاتی و . . . را تهدید می‌کنند. همان‌طور که توضیح داده شد مهم‌ترین قسمت در ساخت مدل، ایجاد جدول ارزیابی است. در این بحث سه راهکار برای برخورد با مشکل وجود دارد راهکارهایی که برای این مسئله در نظر گرفته شده‌اند نیز شامل راهکارهای تثبیت زمین لغزش، راهکار جابه‌جایی روستا یا به عبارتی فرار از خطر لغزش و پذیرش ریسک و در واقع قبول خطر گسیختگی می‌باشند.

۱– راهکار تثبیت دامنه لغزشی

در مواردی که گسیختگی قابل پیش‌بینی است، یا در حال وقوع بوده، یا قبلاً اتفاق افتاده است و در ضمن می‌توان راه حلی برای مرتفع کردن آن یافت، یا در جاهایی که قبول ریسک وقوع گسیختگی امکان‌پذیر نیست، می‌توان با استفاده از روشهای گوناگون تثبیت دامنه، میزان خطر را کاهش دهیم (معماریان، ۱۳۷۴). راهکار تثبیت زمین‌لغزش به عنوان یکی از راهکارها در این تحقیق مد نظر قرار گرفته است.

۲– راهکار جابه‌جایی روستا یا اجتناب از خطر

در شرایطی که از ایجاد گسیختگی نمی‌توان جلوگیری کرد و نتایج حاصل از گسیختگی احتمالی می‌تواند ابعادی فاجعه‌آمیز داشته باشد، بهتر است که سازه‌های مهندسی در جای مناسب‌تر واقع در خارج از دامنه لغزشی منتقل شود. در رابطه با لغزشهای مورد بحث در این تحقیق نیز، یکی از راهکارهای ممکن جابه‌جایی روستا و ساکنین آن به منطقه‌ای امن، حتی‌الامکان در نزدیکی همان محل می‌باشد. پیشنهاد این راهکار ممکن است مخالفت مردم و ساکنین روستا را به همراه داشته باشد و همین عدم رضایت مشکلاتی را در گذشته برای دولت و مسئولین در کشور ایجاد نموده است.

۳– راهکار پذیرش ریسک و در واقع قبول خطر گسیختگی

وقتی که میزان خطر گسیختگی کم یا متوسط برآورد می‌شود و وقوع لغزش خطرات جانی در بر ندارد، این امکان وجود دارد که خطر را بپذیریم ، در چنین مواردی اجازه می‌دهیم تا گسیختگی صورت گیرد. بدیهی است در این حالت وقوع لغزش ممکن است به زمینهای کشاورزی و . . . خسارت وارد نماید که هزینه‌های آن مد نظر قرار می‌گیرد.

اثرات مسئله شامل پارامترهایی هستند که بررسی آنها برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب هر یک از راهکارهای مذکور ضروری می‌باشد. پس از بحث و بررسی جامع منابع موجود و تبادل نظر با اساتید مربوطه و کارشناسان با تجربه چهار اثر شامل کاهش خسارات جانی، هزینه، نظر مردم و نظر مدیران محلی در مورد اجرای هر کدام از این راهکارها در مورد مناطق روستایی که در معرض خطر زمین‌لغزش قرار دارند مورد نظر قرار گرفت.

انتخاب راهکار مناسب برخورد با زمین‌لغزش باریکان

برای بررسی زمین‌لغزش باریکان با نرم‌افزار دفنیت، بایستی مقادیر اثرات تعریف شده را برای هر یک از راهکارهای پیشنهاد شده برآورد نمود. برای هر اثر بایستی مقیاس اندازه‌گیری، واحدهای اندازه‌گیری و هزینه یا سودمند

بودن آن اثر تعریف شود. از آنجا که مقیاسهای اندازه‌گیری متفاوتند و هر اثر براساس مقیاس خاصی اندازه‌گیری می‌شود لذا امکان مقایسه آنها وجود ندارد. برای رفع این مشکل بایستی واحدهای اندازه‌گیری متحدالشکل شوند و مقادیر بعدشان را از دست بدهند. این عمل در طی فرایند استاندارد نمودن انجام می‌گیرد. روشهای متعددی برای استاندارد کردن وجود دارد. در این تحقیق از استاندارد نمودن بیشینه (Sharifi et al., 1997) استفاده به‌عمل آمد.

بررسیهای زمین‌شناسی نشان داده است که روش زهکشی سطحی همراه با زهکشی زیر سطحی مناسب‌ترین گزینه برای کنترل زمین‌لغزش باریکان می‌باشد (غیومیان و همکاران، ۱۳۸۳). برآورد هزینه راهکار تثبیت براساس این روشها انجام گرفته است (شکل ۴). جدول ارزیابی برای زمین‌لغزش باریکان را نشان می‌دهد. چهار اثر و راهکارهای مورد نظر به ترتیب در ستون و سطر اول مشخص شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد راهکارها شامل سه روش تثبیت، جابه‌جایی روستا و پذیرش خطر می‌باشند که لازم است با مورد نظر قرار دادن چهار اثر شامل خسارات جانی، نظر ساکنین روستا و نظر مدیران محلی می‌باشند که برای هر راهکار لازم است مورد توجه قرار گیرند. نتایج استاندارد نمودن مقادیر اثرات از دیدگاه هزینه در شکل ۵ ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می‌گردد تثبیت زمین‌لغزش کمترین و جابه‌جایی روستا بیشترین هزینه را به همراه دارد. این فرایند هر یک از اثرات صورت گرفته است.

تحلیل نهایی با استفاده از روشهای تحلیلی چند معیاره صورت گرفته است. این روشها نیاز به اطلاعاتی در مورد اهمیت نسبی هر اثر دارند. بنابراین بایستی به هر اثر یک وزن اختصاص داد. تعیین این وزنها و تخصیص دادن وزنهای کمی قابل اعتماد به هر اثر، فرایند ساده‌ای نیست. روشهای متعددی برای وزن‌دهی به هر اثر وجود دارد. در این تحقیق از وزن‌دهی به‌صورت مقایسه دودویی، استفاده به عمل آمد. در این روش اثرات دو به دو با هم مقایسه می‌شوند و درجه اهمیت هر یک نسبت به دیگری تعیین می‌شود. این مقایسه بین تمامی جفت اثرات موجود انجام می‌گیرد و در نهایت سامانه با توجه به این مقایسه‌ها وزنهای کمی را به هر اثر اختصاص می‌دهد. شکل ۶ بخشی از وزن‌دهی دو دویی را نشان می‌دهد. در این شکل مقایسه دو اثر شامل نقطه نظر مردم محلی و هزینه صورت گرفته است. نقطه نظر مردم محلی در مقایسه با هزینه بسیار حائز اهمیت شناخته شده است. این فرایند برای هر جفت از اثرات صورت پذیرفته و وزن هر اثر محاسبه می‌گردد (شکل ۷).

در آخرین مرحله از تجزیه و تحلیل چند معیاره، سامانه وزن هر اثر را در مقدار استاندارد شده آن اثر ضرب نموده (C1.W1) و مقادیر وزنی شده همه اثرات را برای یک راهکار با هم جمع می‌کند.

$$(C \times W + C \times W \quad + \ldots . + C \times W) \qquad (۱)$$

در نهایت برای هر راهکار رتبه مربوطه به دست می‌آید نتایج رتبه‌بندی راهکارهای ارائه شده برای زمین‌لغزش باریکان در شکل ۸ ارائه شده است. همان طور که در شکل مشاهده می‌شود راهکار تثبیت به عنوان راهکار بهینه برخورد با این زمین‌لغزش انتخاب شده است.

پس از اتمام مراحل تجزیه و تحلیل چند معیاره یک آنالیز حساسیت برای تعیین میزان حساسیت نتایج به امتیازات در نظر گرفته شده برای هر اثر انجام می‌شود. برای این کار ابتدا یک درصد عدم قطعیت برای هر کدام از اثرات تعیین می‌شود. این درصدها نشان می‌دهند که مقادیر اثرات تا چه حد می‌توانند بیشتر یا کمتر از آنچه در جدول ارزیابی وارد شده است، باشند. برای داشتن یک تحلیل محافظه کارانه ۵۰ درصد عدم قطعیت برای هر چهار اثر موجود در نظر گرفته شده است (شکل ۹).

با در نظر گرفتن این مقدار عدم قطعیت برای مقادیر اثرات، در گام بعد یک جدول احتمال نتیجه و ارائه می‌شود (جدول ۱)، این جدول نشان می‌دهد که احتمال این که یک راهکار در جایگاه اول، دوم یا سوم قرار بگیرد تا چه حد است. نتایج به دست آمده حاصل از آنالیز حساسیت در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. دوایر بزرگ روی قطر اصلی نشان می‌دهد که ترتیب راهکارها حتی با وجود ۵۰ درصد عدم قطعیت امتیازات، کم و بیش ثابت باقی می‌ماند. لذا با مورد نظر قرار دادن ۵۰ درصد عدم قطعیت برای هر چهار اثر همچنان روش تثبیت زمین‌لغزش مناسب‌ترین روش برخورد با زمین‌لغزش باریکان شناخته شده است.

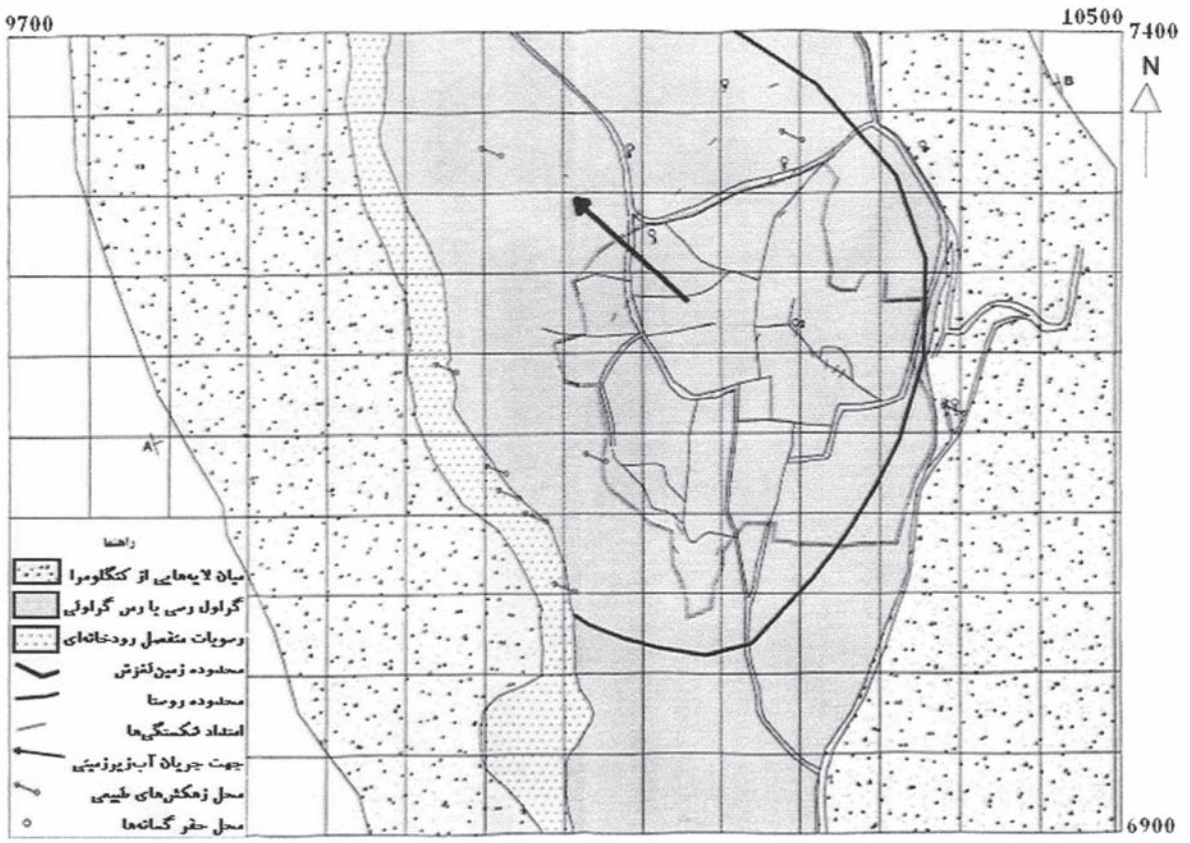
سامانه حمایت تصمیم کارایی زیادی در طیف وسیعی از تحقیقات و مطالعات مرتبط با علوم زمین را دارا می‌باشد. این تحقیقات می‌تواند شامل تعیین اولویت ساختگاهها برای اهداف متفاوت، بررسی پتانسیل وجود ذخایر معدنی و . . . باشند. نکته حائز اهمیت در این خصوص امکان استفاده از پارامترهای کمی و کیفی شامل ویژگیهای اقتصادی، اجتماعی و نظر مدیران همراه با ویژگیهای زمین‌شناسی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق زمین‌لغزشهایی که یک روستا و ساکنین آن را تهدید می‌نماید مورد توجه قرار گرفته است. در برخورد با چنین زمین‌لغزشهایی علاوه بر در نظر گرفتن هزینه‌ها، تخصصها و ماشین آلات مورد نیاز، بایستی موارد دیگری از جمله مسائل فرهنگی – اجتماعی منطقه که از اهمیت قابل ملاحظه‌ای در امر تصمیم‌گیری برخوردارند مورد توجه قرار گیرند نظر مدیران محلی نیز از مواردی است که نبایستی از نظر دور داشت.

	a_1	a_2	a_3
e_1	●	●	●
e_2	●	●	●
e_3	●	●	●
e_4	●	●	●

شکل ۱- نمایش شماتیکی از یک جدول ارزیابی تأثیر (e: effect) و گزینه (a:alternative)



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی مهندسی زمین‌لغزش باریکان

(الف)

(ب)

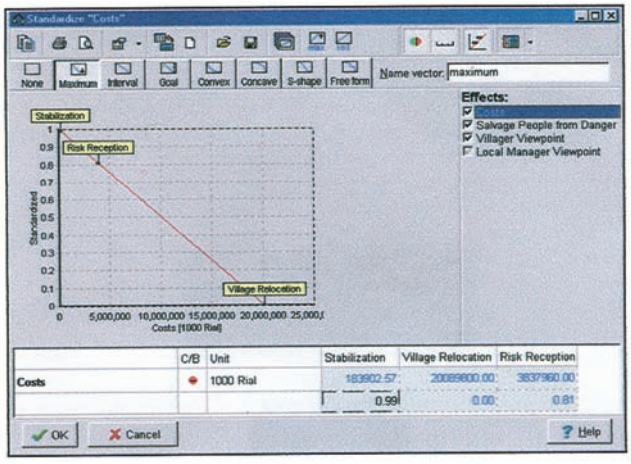
شکل ۳- اثرات تخریبی زمین‌لغزش روستای باریکان
الف) روستای باریکان نگاه از سمت جنوب باختر
ب) شکستگیهای ایجاد شده در یک دیواره

File View Module Problem definition Settings Help

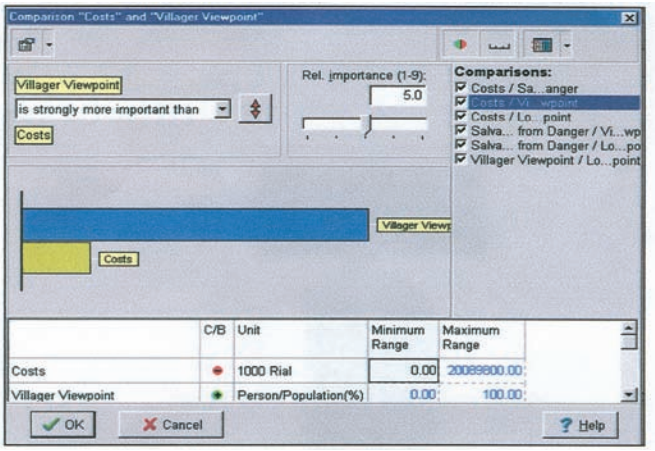
Problem definition | Start | Alternatives | Effects | Close

	C/B	Unit	Stabilization	Village Relocation	Risk Reception
Costs		1000 Rial	183902.57	20089800.00	3837960.00
Salvage People from Danger		Person/Population(%)	100.00	100.00	90.00
Villager Viewpoint		Person/Population(%)	100.00	1.00	50.00
Local Manager Viewpoint		binary	yes	no	yes

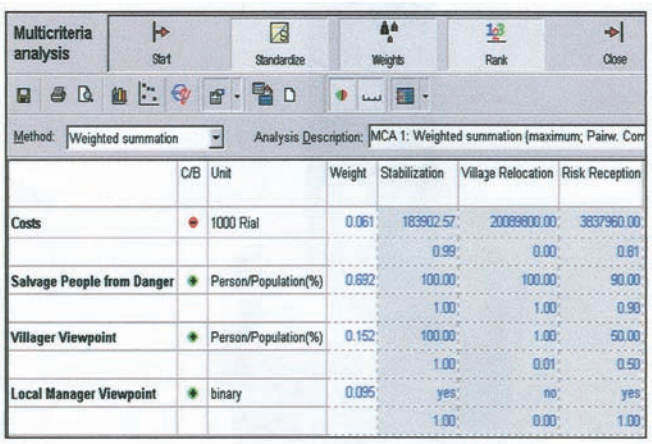
شکل ۴- جدول ارزیابی برای زمین‌لغزش باریکان



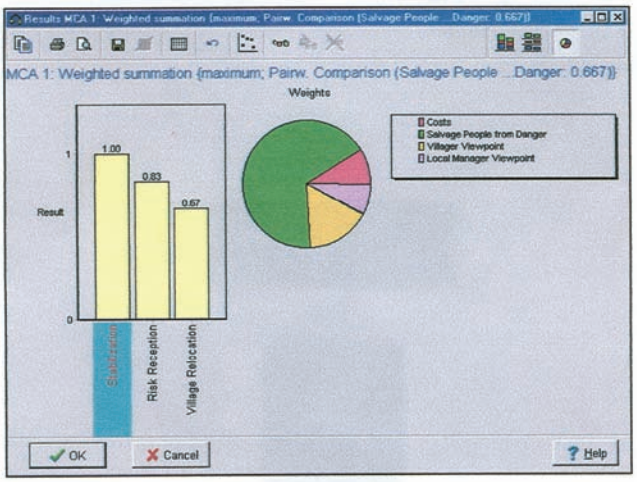
شکل ۵- استاندارد نمودن مقادیر اثرات برای زمین‌لغزش باریکان



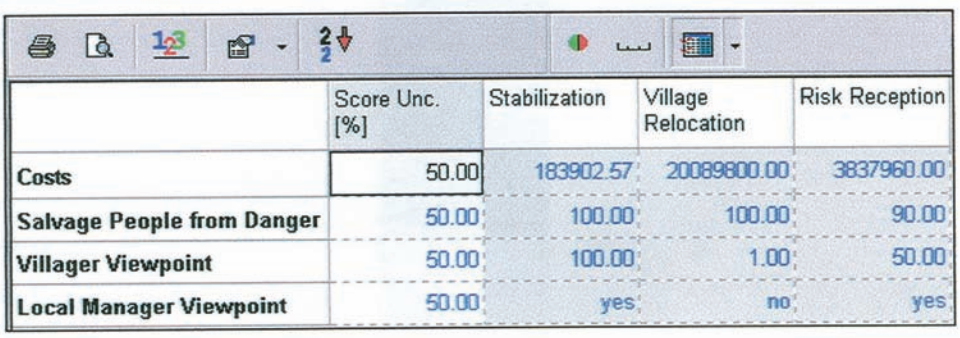
شکل ۶- وزن‌دهی به اثرات



شکل ۷- نتایج استاندارد نمودن و وزن‌دهی به اثرات

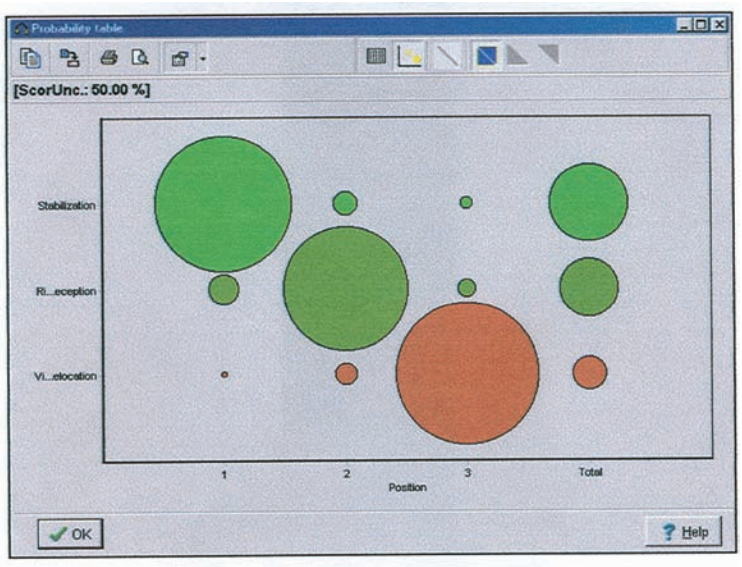


شکل ۸- رتبه‌بندی راهکارهای ارائه شده برای لغزش باریکان



	Score Unc. [%]	Stabilization	Village Relocation	Risk Reception
Costs	50.00	183902.57	20089800.00	3837960.00
Salvage People from Danger	50.00	100.00	100.00	90.00
Villager Viewpoint	50.00	100.00	1.00	50.00
Local Manager Viewpoint	50.00	yes	no	yes

شکل ۹- درصد عدم قطعیت در نظر گرفته شده برای مقادیر اثرات



شکل ۱۰- ترتیب راهکارها با وجود ۵۰ درصد عدم قطعیت

[ScorUnc.: 50.00 %]				
Alternatives/Positions	1	2	3	Total
Stabilization	0.770	0.150	0.080	2.690
Risk Reception	0.180	0.710	0.120	2.080
Village Relocation	0.050	0.140	0.810	1.240

جدول ۱- احتمال محاسبه شده برای درصد عدم قطعیت ٪۵۰ برای همه اثرات

کتابنگاری

رحمانی، گ.، ۱۳۷۷- بررسی و تحلیل پایداری شیبهای طبیعی با نگرشی ویژه به ساختار و تکتونیک منطقه در طالقان مرکزی (جنوب شرق شهرک)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۶۹ صفحه.

عطایی، ا.، ۱۳۸۲- مدیریت مهندسی مناطق لغزشی استراتژیک با استفاده از سیستم DSS، مطالعه موردی زمین‌لغزش باریکان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت معلم، ۱۵۰ صفحه.

غیومیان، ج.، فاطمی عقدا، س.م.، داودی، م.ه.، عطایی، ا.، نوروزی، ع.ا.، باقریان، ر.، ۱۳۸۳- طرح جامع پایدار سازی یا جابجایی روستاها بر اساس شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مناطق لغزشی، گزارش نهایی، ستاد حوادث و سوانح غیر مترقبه کشور، کار گروه تخصصی زلزله و لغزش لایه‌های زمین، ۲۸۰ صفحه.

قبادی، ۱۳۸۱- زمین‌شناسی مهندسی (ویژه دانشجویان عمران)، انتشارات دانشگاه شهید چمران، ۲۳۵ صفحه.

مرکز تحقیقات آبخیزداری و حفاظت خاک کشور، ۱۳۸۰- پروژه شیوه‌های تثبیت زمین‌لغزشها، (پروژه زمین‌لغزش باریکان).

معماریان، ح.، ۱۳۷۴- زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۵۳ صفحه .

References

Geneletti, D., 2004- A GIS-based Decision Support System to identify nature conservation prorities in an appline valley remnant. Landslide Policy, 21, 149-160.

Ghayoumian, J., Ghermezcheshmeh, B., Feiznia, S., Norouzi, A.A., 2005- Integrating GIS and DSS for identification of suitable areas for artifical recharge, Case study Meimeh basin, Isfahan, Iran, Environmental Geology, Vol. 42, No.4, 493-500.

Janssen, R. & Herwijnen, van H., 2001- DEFINITE: A system to support decisions on a finite set of alternatives, Getting started manual, Institute for Environmental Studies Vrije Universities Amesterdam, the Netherlands.

Power, D. J., 2003- A brief history of Decision Support Systems, DSS Resources.COM.

Rosa, D., Mayol, Dids-Perrira, E., Fernandez, M., Rosatr, D., 2004- A land evaluation Decision Support System (Micro LEIS DSS) for agricultural soil protection, with special reference to the Mediterranean resion, Environmental modelling & software 19-929-942.

Sharifi, M. A., 1996- Introduction to Decision Support Systems for natural resource management.

Sharifi, M. A., Westen, C. J. van, 1997- Lecture Note, International institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), The Netherlands.

Timmerman, H., 1997- Decision Support Systems in Urban Planning.

Turner, A. K., Schuster, R.L., (eds) 1996- Landslide investigation and mitigation, National Academy of Science, USA, Special Report 247.