تحلیل تهدید ریزش سنگ در محورهای مواصلاتی کشور با رویکرد به دهانه ورودی تونل ۷۳ محور ریلی لرستان

وحید محبتی[۱]، سروش خاکی[۲]

[۱] کارشناس ارشد حفاری و استخراج ، شرکت ماناصنعت ، mohebbati@manasanat.com ، v_mohebbati@yahoo.com
[۲] کارشناس زیرسازی و سازه های حفاظتی ، اداره کل خط و سازه های فنی ، khaki.rsdn@gmail.com

چکیده

ریزش سنگ[۱] یکی از بزرگترین خطرهای ممکن در شیب های سنگی به شمار می آید. در این مقاله ساز و کار ریزش در منطقه بر اساس امتیاز دهی ارائه شده برای تعیین خطر ریزش سنگ توسط پیرسون با انجام آنالیز ریسک مربوطه مورد بررسی قرار گرفته و با مقایسه ریسک محاسبه شده با استانداردهای جهانی راهکارهای مناسب ارائه می گردد.

با توجه به پیشرفت علم و شکل گیری روش های نوین در طراحی، ساخت و نگهداری زیرساخت های حمل و نقل بالاخص راه و راه آهن، نقش ایمنی زیرساختهای مذکور از اهمیت ویژه ای برخوردار است. گذر مسیر از مناطق کوهستانی شامل شیبهای سنگی متعدد، اهمیت ایمنی را دوچندان می سازد. پتانسیل سنگ ریزش در این نواحی امری است ذاتی که قسمتی از آن ناشی از بکارگیری روشهای نامناسب ساخت شیبهای سنگی مانند آتشباری کنترل نشده است که شیبهای سنگی را بیشتر در معرض سنگ ریزش قرار می دهند.

در کیلومتر ۵۳۶ راه آهن لرستان و حد فاصل تونل های ۷۲-۷۳ که از موقعیت استراتژیک بسیار حساسی برخوردار است خطر ریزش سنگ این محور و پل واصل بین دو تونل را تهدید می نماید. تکتونیزه بودن منطقه و بوجود آمدن شکست های عمیق و درزه های متقاطع و تاریخچه ریزش سنگ نشان دهنده ریسک بالای سنگ ریزش در این نقطه می باشد و مطالعات نشان می دهد باید با اولویت قراردادن ایمنی و در نظر گرفتن موقعیت استراتژیک این محور، راهکارهای ایمنی سازی ارائه شود.

[۱] Rock fall

کلمات کلیدی: لرستان – تونل ۷۲-۷۳ – پدیده ریزش سنگ- سیستم امتیاز دهی – آنالیز ریسک - راهکار

مقدمه

شیب های سنگی (Rock slopes) ناپایدار که در برش های سنگی کنار خطوط ریلی و جاده های مناطق کوهستانی جای دارند از جمله خطرهای بزرگ شریان ها به شمار می آیند. اطمینان از پایداری این دامنه ها نیازمند ارزیابی ساختار سنگهای در بر گیرنده این شیب هاست.

بررسی وضعیت پایداری و ارائه طرح نگهدارنده لازم برای تثبیت شیب های سنگی از آنجا اهمیت می یابد که هر ساله در جهان تعدادی زیادی از مردم قربانی لغزش های سنگی (Rockslides) و سنگ افت های (Rock falls) روی داده در مسیرهای کوهستانی می گردند.

روش تحلیل تهدید ریزش سنگ شامل ویژگی های زیر می باشد.

۱- وضعیت موجود در شیب مشرف به دهانه تونل ۷۲ را به صورت طبقه بندی های کمی بر اساس پارامترهایی که به آسانی قابل اندازه گیری جهانی باشند، ارائه می دهد.

۲- توصیفی از ویژگی های شیب با توجه به پارامترهای خاص ارائه می نمایند که می تواند شامل زمان خود ایستایی بدون نیاز به نگهدارنده، نگهدارنده های مورد نیاز، توان باربری و آسانی کندو کار و ... باشد.

۳- بر اساس تاریخچه بررسی های محلی ، ارتباط منطقی بین دو مورد فوق ایجاد نماید.

مطالعات مقدماتی و سیستم امتیاز دهی

در اغلب پروژه های خطوط راه آهن در مناطق کوهستانی که مبارزه بین طبیعت و مهندسین می باشد، تنها ناپایداری کوه های بزرگ و لغزش های بزرگ مقیاس مورد بررسی قرار می گیرد و پدیده های مانند ریزش سنگ بررسی نمی شود.

Archive of SID
www.SID.ir

یکی از متداول ترین روش ها برای تعیین خطر ریزش سنگ، استفاده از سیستم امتیاز دهی RHRS و سیستم تعمیم یافته CNRHRS راه آهن ملی کانادا می باشد. نتیجه این سیستم امتیاز دهی یک عدد است.

شیروانی هایی که امتیاز آنها کمتر از ۳۰۰ باشد، احتمال ریزش سنگ در آنها خیلی کم و شیب هایی با امتیاز بالای ۵۰۰ به عنوان شیب هایی که شدیداً نیاز به نگهداری و تعمیر دارند معرفی می گردند. در مورد شیب مورد مطالعه، پارامترهای مورد نیاز برای انجام این رده بندی به همراه امتیازات اخذ شده در جدول (۱) ارائه شده است. به محدوده مورد مطالعه مطابق جدول (۱) امتیازی معادل ۵۰۳ تعلق می گیرد که این امتیاز باید بر اساس فاصله دید بسیار کم و پل واصل بین دو تونل اصلاح شود که ریسک خطر را بسیار بالاتر می برد.[۳]

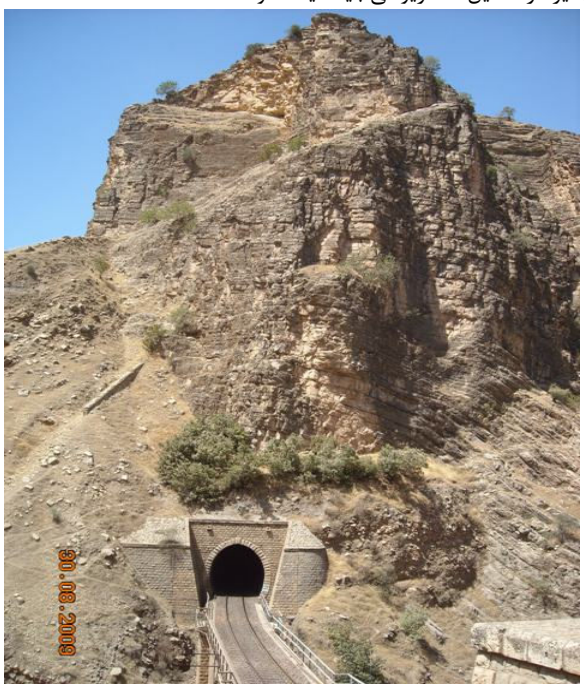
جدول ۱- جدول امتیاز دهی و آنالیز ریسک ورودی تونل

پارامتر	اندازه	امتیاز
ارتفاع شیب	۴۵ متر	۸۱
تمهیدات موجود	بدون تمهیدات	۸۱
ماندگاری وسیله	۲۵ درصد	۳
محدوده دید	بسیار کم	۸۱
عرض خط	مفهوم ریلی واحد	۱۰۰
زمین شناسی	جهت گیری نامناسب درزه ها	۴۹
درزه اصطکاک سنگ	JRC (۸-۶)	۲۴
ابعاد بلوک	۰/۹	۸۱
تاریخچه ریزش	گهگاه	۳

۵۰۳ جمع کل

با توجه به ابعاد متوسط بلوک های ریزشی ۵ مترمکعب و وضعیت اقلیمی این منطقه با میزان بارندگی زیاد به صورتی که آب به صورت دائمی در فصل بارندگی روی شیب وجود دارد و همچنین تاریخچه ریزش سنگ در این محدوده، امتیاز ۵۰۳ به شیروانی بالادست دهانه شمالی تونل ۷۲ تعلق می گیرد. این امتیاز بر اساس فاصله دید بسیار کم باید تصحیح شود که از عدد ۵۰۳ بسیار بیشتر می شود.

قسمت گسترده ای از زون های زمین شناسی در این منطقه مربوط به دوران مزوزوئیک و اوائل دوران چهارم می باشد. بخشی اصلی و وضعیت رخنمون های موجود منطقه در کرتاسه شکل گرفته اند. با توجه به تکتونیزه بودن منطقه و امتیاز بدست آمده، بمنظور اولویت بندی عملیات های تثبیت شیروانی های سنگی این محدوده از اولویت نسبتاً بالایی برخوردار است. استراتژیک بودن محور مذکور و اتصال دو تونل بوسیله پل نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. دید خط ریلی در صورت وقوع سنگ افت پایین می باشد. ناپایداری ها از نوع صفحه ای از روی زمین دیده و امکان شکل گیری ناپایداری گوه ای نیز در تحلیل استریونتی باید دیده شود.



تصویر ۱ – ورودی تونل ۷۲ محور لرستان

مکانیزم های ریزش سنگ

ریزش سنگ مربوط به حوادث آب و هوایی یا زمین شناسی است که باعث تغییر نیروی وارده به سنگ می شود. این اتفاقات شامل افزایش فشار منفذی پس از ورود آب به داخل شکاف ها در زمان بارندگی های شدید، فرسایش و هوازدگی های شدید ناشی از تغییرات آب و هوایی، فرآیند های یخ زدگی و رشد ریشه گیاهان و نیروی وارد از طرف آنها بر سنگ می باشد.

احتمال حرکت سنگ که در بالای شیب قرار گرفته است وابسته به مسیر حرکت و هندسه ریزش آن است. بیشترین خطر زمانی اتفاق می افتد که سنگ به صورت سر خوردن و پرتاب شدن از دامنه شیب به پایین حرکت کند چون در این حالت سرعت افقی بالایی به خود گرفته و باعث می شود تا سنگ تا پاشنه شیب پرتاب شود.

سنگهای غیر هوازده سخت خطرناک تر است زیرا زمانی که حرکت می کنند به صورت غلتشی از دامنه شیب پایین آمده که درجه خطر بالایی دارند به عبارت دیگر می توان گفت اگر در دامنه کوهها و شیب توپوگرافی، سنگ ریزه یا گراول وجود داشته باشد می تواند انرژی غلتشی را جذب کند و حتی در مناطق پایین دست باعث توقف حرکت سنگ شود.

ظرفیت تحمل و سرعت شکنی سطح زمین بوسیله محاسبات ریاضی که ضریب بازگردانی نامیده می شود محاسبه می گردد. مقدار این ضریب وابسته به جنس سطح طبیعی زمین است، سطوح تمیز

Archive of SID

www.SID.ir

سنگ سخت بالاترین ضریب بازگردانی و در مقابل سنگ ریز و خاک تجزیه شده از گرانیت کمترین ضریب بازگردانی را دارا می باشند.

روش استفاده در این بررسی اگر چه بر راهکارهای پیشنهادی پیرسون استوار است ولی از بعضی از جداول و پیشنهادات تکمیلی نیز سود برده است. مشخصات کلی این سیستم را می توان به صورت زیر برشمرد:

۱. روش یکنواخت برای لیست کردن شیب ارائه می دهد

۲. سیستم درجه بندی و امتیاز دهی تفضیلی برای شیب های خطرناک بر اساس شناخت درجه خطر

۳. طراحی اولیه و تخمین هزینه را برای شیب های مسئله دار ممکن می سازد

۴. قابلیت تعریف و گسترش پروژه برای حالت های پیشرفته تر اصلاح و تثبیت دامنه را دارا می باشد

۵. امکان تجدید نظر و بروز کردن سالانه را دارد

سیستم امتیاز دهی از دو فاز مطالعاتی تشکیل شده است:

۱- مرحله ارزیابی اولیه

۲- مرحله امتیاز دهی تفضیلی

چون این ترانشه ها دارای ریزش های خاکی – سنگی توام می باشد، لذا سیستم امتیاز دهی مشکل تر می گردد و مبنای محاسبات، تنها ریزش های سنگی در نظر گرفته شده است.

در این مورد تخمین پتانسیل ایجاد سنگ ریزش بر فعالیت تاریخی آن اولویت دارد.

در امتیازدهی اولیه شیبها از نظر تاریخچه سنگ ریزش به ۳ گروه تقسیم بندی می شوند. گروه (A) بدین معنا می باشد که یا سقوط سنگی در این جایگاه غیر متحمل بوده و یا اینکه احتمال رسیدن آن به مسیر منتفی می باشد و ریسک ایجاد یک موقعیت خطرناک غیر متحمل یا صفر است. در گروه B این ریسک از پایین تا متوسط و در گروه (C) از متوسط به بالا می باشد.

تمام شیب های سنگی درجه (C) باید عکس برداری شده و امتیاز دهی تفضیلی بر روی آنها انجام شود.

امتیاز دهی تفضیلی، دومین بخش ارزیابی مستقیم امتیاز دهی می باشد. در این مرحله یک سیستم توانی بر پایه ۳ (در محدوده ۱ تا ۱۰۰) برای امتیاز دهی در نظر گرفته شده که امکان امتیاز دهی به شرایط کاملاً متغیر را امکان پذیر می سازد. برای بعضی از موارد مقدار دقیق امتیاز می تواند از رابطه $Y= 3^{x}$ بدست آید.[۳]

راهکارهای کاهش خطر ناشی از ریزش سنگ

با توجه به نوع ناپایداری در دامنه ها و شیروانی ها نوع حفاظت را می توان به دو دسته فعال و غیر فعال تقسیم نمود. در سیستم فعال با توجه به آنالیز های درزه نگاری و بدست آوردن میزان ناپایداری و شبیه سازی آن در نرم افزار های تخصصی می توان مقدار انرژی مورد نیاز جهت حفاظت فیزیکی را ارائه کرد. چند روش بطور معمول در رابطه با سنگ افت ها مورد استفاده قرار می گیرند که انتخاب آنها به چند فاکتور شامل اندازه و حجم سنگ افت مورد انتظار در روی شیب، دسترسی به مخزن ریزش سنگ، محدودیت نگهداری، بودجه در دسترس و نتایجی که به دنبال آن هستیم بستگی دارد. در سیستم فعال قبل از اینکه توده سنگ حرکت زیادی داشته باشد با استفاده از مهارهای فلزی و پیچ سنگ ها پدیده سنگ ریزش کنترل می شود و در اصل کاهش دامنه حرکت ایجاد می کند. در سیستم های غیر فعال با مطالعات میدانی و محاسبات تراژکتوگرافی مقدار انرژی جنبشی بلوک های سنگی مورد محاسبه قرار می گیرد. در این روش مبنای طراحی منحرف کردن مسیر سنگ افت و یا کاهش انرژی آن می باشد.

روش های زیر در مقایسه با خطر ریزش سنگ، معمولاً به شرح ذیل است:

۱- مشخص کردن پتانسیل های ریزش سنگ و بلوک های کلیدی و پاکسازی منطقه با روش های غیر انفجاری و مواد منبسط شده و انفجارهای کنترل شده.

۲- استفاده از روش های خاص برای مهارکردن ریزش سنگ از قبیل پرده حفاظ، تور و کابل ضربه گیر و تقویت مکانیکی و گالری های ضربه گیر

با توجه به بررسی های فنی و هزینه های مربوط آن ها سه روش ذیل ارائه می شود.

الف) چون این محدوده بسیار تکتونیزه و ناپایدار می باشد آتشباری و انفجار اگر به طور دقیق طراحی و اجرا نشود صدمات بعد از انفجار بسیار بیشتر خواهد شد و ناپایداری ترانشه سنگی گسترده تر می گردد.

ب) ایجاد گالری روی پل ما بین دو تونل که بالاترین درجه ایمن سازی را تامین می نماید ولی اجرای آن مستلزم تقویت پایه های پل می باشد و هزینه بسیار زیادی را برای کارفرما ایجاد می نماید.

ج) توریهای سیمی که ماهیت آن شبیه سد های سنگ گیر می باشد با این تفاوت که پایین آنها باز بوده و فعالیت حفاظتی را به صورت کانالیزه نمودن توده های ریزشی ارائه می نماید. در این روش دامنه پرتاب و ریزش سنگ محدود شده و اجازه اوج گرفتن توده سنگ داده نمی شود(تصویر شماره ۲). با این روش تمام توده سنگی مورد نظر با استفاده فنس های فلزی پوشیده می شود. این سیستم توانایی جذب انرژی تا توان ۳۵۰۰۰ کیلو ژول را دارد . سیستم های صلب سنتی ساخته شده از سنگ، چوب یا فلز، در برابر ریزش توده های عظیم سنگ یا بهمن مناسب نیستند، زیرا قابلیت جذب انرژی بسیار کمی دارند. سیستم های انعطاف پذیر امروزه کاربرد بسیار زیادی پیدا کرده اند. از آنجاییکه این سیستم بوسیله جذب انرژی در یک بازه زمانی و انجام کار توسط تمام اجزاء محافظ و فونداسیون، می تواند فروریزش سنگها را به نرمی در فاصله ای حدود ۵ الی ۱۵ متر متوقف کند، بسیار مورد توجه قرار گرفته شده است. با استفاده از این قابلیت می توان سنگهایی به وزن۱۰ تن که با سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت برخورد کنند را متوقف نمود. به علاوه این سیستم

Archive of SID

www.SID.ir

ها از هزینه کمتری چه از لحاظ ساخت و چه از لحاظ نگهداری نسبت به سیستم های صلب برخوردارند. تا سال ۱۹۸۵ میلادی این سیستمها تنها سنگ ریزش هایی با انرژی ۲۵۰ KJ را می توانستند تحمل کنند. ولی امروزه بهبود این سیستمها باعث افزایش قابلیت جذب انرژی آنها تا ۵۰۰۰ KJ شده است.[۱]

تصویر ۲- روش کاور کردن با شبکه فنسی منعطف شونده

این سیستم ها شامل ستونهای فلزی، کابلهای معلق، توری و طنابهای ترمزدار است که از پشت به صخره، زمین و ... متصل می شوند. توریها بوسیله اتصالات مفصلی به ستونها متصل می شوند و نوع اتصال حلقه های آنها به یکدیگر در سیستم ها متفاوت است.

این مقطع کار به کمک نرم افزار Colorado Rock fall simulation program مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که با ریزش سنگ هایی به وزن ۱۱۰۰ کیلوگرم انرژی جنبشی برابر ۱۵۰۰ کیلوژول را به سازه های موجود وارد می کند. با توجه به آن که در نرم افزار Rock fall قطعه قطعه شدن سنگ های ریزش مدنظر قرار نمی گیرد، حجم سنگهای ریزشی در آنالیزها تقریباً نصف بلوک های مستعد ریزش در نظر گرفته شده است. البته وقتی حجم ریزش زیاد شود انرژی جنبشی قطعات هم کمتر می شود چون قطر ابعاد ریزش کاهش پیدا کرده اند.

ارتفاع پرش سنگ ها حدوداً ۲۵ متری بالای تاج تونل می باشد. شایان ذکر است منبع ریزش سنگ در بالاتر نیز قرار دارد که در این شبیه سازی بالاترین نقطه ریزش سنگ محاسبه شده است.

با توجه به انرژی زیادی که ریزش سنگ در پای شیب ایجاد می کند باید ارتفاع نصب فنس مورد بررسی قرار گرفته تا نقطه بهینه برای قرار گیری انتخاب شود، که بر اساس آنالیزها بهترین نقطه در ارتفاع ۳۶ متری می باشد.

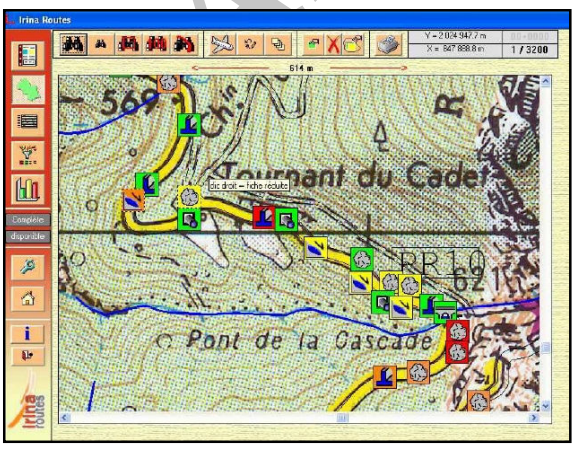
در بیشتر موارد ترکیبی از چندین روش، مناسب ترین راه حل می باشد. در این مرحله هدف رسیدن به برآوردهایی از روش های مناسب بوده تا تخمین های مربوط به هزینه و تصمیم گیری اولیه انجام گیرد. بدیهی است بکارگیری هر کدام از این تکنیک ها نیاز به کارهای تکمیلی و آزمون های مستقل برای تعیین پارامترهای مهندسی در هر روش دارد که باید بر روی شیب ها بطور جداگانه انجام گیرد.

تهیه پایگاه داده ها (سامانه مدیریتی)[۱]

وجود مناطق کوهستانی بسیار وسیع در ایران سبب شده تا ترانشه های سنگی بسیاری در مجاورت راهها و خطوط راه آهن کشور قرار بگیرد. علیرغم تلاشهایی که تاکنون در کشور صورت گرفته، هنوز یک سیستم جامع، استاندارد و یکپارچه جهت مدیریت ترانشه های راه و راه آهن خصوصاً در مراحل بهره برداری و نگهداری ایجاد نشده است. لذا، ایجاد سیستمی برای مدیریت یکپارچه و استاندارد نگهداری ترانشه های راه و راه آهن در ایران در جهت تأمین ایمنی بیشتر مسیر ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد. از آنجاییکه سالانه هزینه های بسیاری صرف عملیاتهای نگهداری و تثبیت ترانشه های سنگی در جاده ها و خطوط راه آهن می شود، تهیه این بانک اطلاعاتی بمنظور مدیریت صحیح بر اطلاعات بدست آمده از ترانشه های شبکه راه و راه آهن و هدفمند نمودن این هزینه ها از اهمیت بالایی برخوردار است.

استفاده از روشها و تکنیکهای مدیریت و کنترل تمام بازبینی های لازم و اقدامات نگهداری برای کارفرمایان و متصدیان بهره برداری به امری ضروری تبدیل شده است.

مراجع مختلفی که در زمینه بهره برداری و نگهداری فعالیت می کنند ملزم به تهیه و تحویل مدارک و گزارشات می باشند. این گزارشات می تواند تمام اقدامات نگهداری و بازرسی های انجام شده توسط پرسنل نگهداری را شامل شود. این سیستمها ممکن است به صورت دستی باشند اما در صورتی که کامپیوتری باشند، کاراتر خواهند بود. جهت نیل به اهداف در نظر گرفته شده برای نگهداری و مدیریت ترانشه ها، داشتن یک یا چند سیستم برای جمع آوری اطلاعات مناسب و امکان دسترسی به آنها در هر زمان ضروری است. به چنین سیستمی، سیستم مدیریت ترانشه گفته می شود.[۳و۴]



تصویر۳- نمایی از یک پایگاه داده های ترانشه های سنگی[۱]

Archive of SID

www.SID.ir

اصولاً این سیستم می تواند از متصدی بهره برداری و نگهداری به عنوان ابزاری برای انجام اقدامات ذیل پشتیبانی کند:

۱- برنامه ریزی اقدامات لازم برای نگهداری یا بهره برداری شامل برنامه ها، تأمین کارکنان (که واجد شرایط و آموزش دیده باشند) و مصالح مورد نیاز.

۲- انجام آنالیز هزینه جهت کمک به برنامه ریزی (بودجه، پیگیری ها و غیره) کنترل کیفیت و گزارشات زمانی نگهداری برای اقدامات انجام گرفته در ترانشه ها.

۳- بهینه سازی فعالیت های نگهداری (برای مثال بازه های زمانی طولانی یا کوتاه برای نگهداری، تصمیم گیری برای تغییر یک مؤلفه و یا حفظ آن و....).

با استفاده از ابزار دقیق و پایش ترانشه ها در یک یا چند دوره کامل آب و هوایی و بررسی تغییرات و جابه جایی های بوجود آمده در ترانشه هایی که نیاز به تثبیت دارند و وارد کردن اطلاعات به سیستم می توان نهایتاً بهینه ترین راه حل تثبیت را اتخاذ و از صرف هزینه های اضافی جلوگیری نمود.[۲]

نتیجه گیری

۱- با استفاده از نتایج ارزیابی به روش RHRS خطر سنگ ریزش در این ترانشه، زیاد می باشد.

۲- از این روش می توان برای ارزیابی کلیه ترانشه های سنگی درخطوط ریلی وجاده ای کشور استفاده نماییم. تا به صورت یک پایگاه داده های مناسب کلیه تاریخچه هر محدوده را ثبت نموده و به فراخور نیاز تمهیدات لازم با بودجه متناسب که از نظر مدیریت حائز اهمیت است، صورت پذیرد.

۳- برای بالا بردن دقت کار ارزیابی، می توان از روش های دیگر ارزش یابی ترانشه از قبیل SMR در تحلیل ترانشه سود برد .

۴- انتخاب، طراحی و اجرای یک سیستم نگهدارنده مناسب نیازمند تهیه مدل ریاضی مناسب برای هر شیب می باشدکه چنین مدل ریاضی را می توان با شبیه سازی توسط نرم افزارهای موجود به دست آورد. این کار توسط نرم افزار Rock fall Colorado 4 صورت می پذیرد.

۵- روش امتیاز دهی خطر ریزش سنگ فرآیندی است که برای سازمانهای مرتبط، امکان مدیریت خطر سنگ افت در سیستم حمل و نقل کشور را فراهم می سازد. در واقع روشی است منطقی بمنظور تصمیم گیری آگاهانه برای اینکه کجا و چگونه بودجه در دسترس را جهت ایمن سازی شیبهای سنگی هزینه نمایند.

این سیستم در واقع شش پایه اساسی را برای چنین تصمیم گیری هایی فراهم می سازد. این موارد شامل:

الف) شناسایی شیب ها که در ضمن آن یک بانک اطلاعاتی از وضعیت شیبهای مسیر فراهم می شود.

ب) یک رده بندی اولیه که شیب ها را در سه تقسیم بندی فراگیر قرار داده و در نگاهی کلی قسمت های بحرانی مسیر را متمایز می سازد.

ج) رده بندی تفضیلی، که ایستگاههای با احتمال خطر را، به ترتیب از خطر بالا تا شیبهای با خطر کمتر مجزا می سازد.

د) طراحی و تخمین اولیه هزینه ها بر طبق اطلاعات اولیه جمع آوری شده

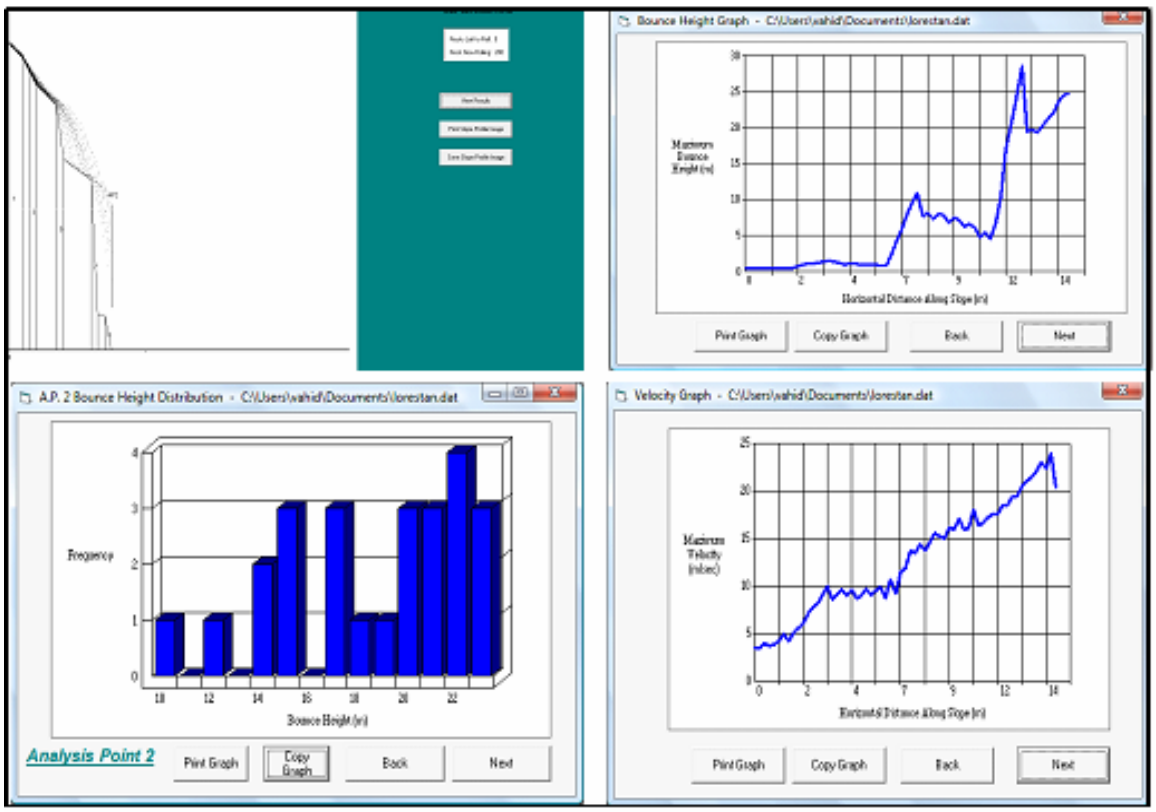
ه) شناسائی و توسعه پروژه ها و پیشبرد آنها به سمت اجرائی شدن بکمک اطلاعات پایه جمع آوری شده و تکمیل آنها

و) مرور و بروز رسانی سالانه بانک داده های این روش

۶- با توجه به تمام شرایط و برداشت هایی که تاکنون انجام شده است، بهترین راه حل ایمن سازی حدفاصل تونل های ۷۲و۷۳ روش کانالیزه نمودن سنگ های ریزشی به اطراف پل که احتمال مستقیم ریزش سنگ بر روی پل را به حداقل می رساند و می توان مدعی شد که این محدوده از نظر ریزش سنگ ایمن می باشد. به این نکته باید اشاره کرد وجود نداشتن تاریخچه تدوین شده رخداد ریزش سنگ در محورهای ریلی کوهستانی تاثیر منفی فراوان روی این گونه بررسی داشته و نبود چنین داده هایی می تواند تعیین ریسک و یافتن رابطه مخاطره ها را با پدیده هایی مانند زمین لرزه، بارش های شدید، طوفان ها و تغییرات چشمگیر درجه حرارت را دچار آسیب جدی نماید و باعث دلسردی مدیران در توجه به نتایج چنین بررسی هایی شود. جمع آوری و ایجاد بانک داده های خطرهای زمین شناختی در مسیرهای کشور با ارائه داده های در مورد مکان، زمان، ابعاد پدیده، خسارت ها و هزینه بازسازی و تلفات این رویداد ها اطلاعات ارزشمندی را در اختیار قرار می دهد که بر پایه آن می توان روش درست کاهش و یا از بین بردن خطر را مشخص نمود.

Archive of SID

www.SID.ir



تصویر ۳ – آنالیز محدوده ریزش با نرم افزار Rock fall

Archive of SID

منابع

۱- گزارشات تحقیقاتی شرکت IMS فرانسه دکتر پیئر پلوتو ، ترجمه وحید محبتی ، تابستان ۱۳۸۸

۲- گزارش مطالعات بررسی خطر سنگ افت در جاده چـالوس ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ، ۱۳۸۵

3- Rockfall hazard rating system, Lawrence a. pierson, Robert van vickle, fhwa, national highway institute,1993.

4- Highway rockslope management program, Tommy C.Hopkins, Tony l.Beckham, Liecheng Sun, Barry Butcher, Kentucky Transportation Center,2003.

www.SID.ir