پایگاه داده های جامع مدیریت ترانشه های سنگی همراه با تحلیل ریسک سنگ ریزش

سروش خاکی[۱]، وحید محبتی[۲]

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

چکیده

مسافت های طولانی از جاده ها، راه آهن و خطوط لوله، در مناطق کوهستانی و مجاورت با شیبهای سنگی و در معرض سنگ ریزش قرار دارند. این پتانسیل سنگ ریزش در زمان ساخت و ایجاد ترانشه و بدلیل استفاده از تکنیک های حفاری و ترانشه برداری نا مناسب بوجود آمده است. هر چند همه سنگ ریزش ها بر خلاف گسیختگی های شیبی بزرگ مقیاس، از خطر اقتصادی یکسانی برخوردار نمی باشند ولی در صورت وقوع می توانند شریانهای حیاتی را به مدت چندین روز بسته نگه دارند. سیستم امتیاز دهی خطر سنگ ریزش که در مقاله حاضر مورد بحث قرار گرفته است بعنوان ابزاری سودمند برای برآورد ناپایداری های حاصل از سنگ ریزش شناخته شده است. از دیدگاه مدیریتی این سیستم راه حلی است منطقی، استاندارد و منطبق بر معیارهای معین مبنی بر اینکه کجا و چگونه بودجه در دسترس را برای تثبیت ترانشه ها هزینه نمایند.

کلمات کلیدی: پدیده سنگ ریزش، خطوط ریلی و جاده ای، آنالیز ریسک، پایگاه داده ها، راهکارهای تثبیت شیبهای سنگی

مقدمه

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 اهمیت ویژه ای پیدا نموده 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. با بروز شرایط مذکور، ارگانهای بهره برداری و نگهداری با امر مهم و خطیر کاهش خطر سنگ ریزش و بکارگیری روشی اصولی برای اولویت بندی پروژه های تثبیت سنگ ریزش و تخصیص اعتبارات نگهداری، مواجه می شوند. در این راستا و به منظور بررسی پایداری شیبهای سنگی مشرف به خطوط ریلی و جاده ای باید ابتدا با مطالعات میدانی و صحرایی محل های مستعد ناپایداری شناسایی شود و بر اساس این مطالعات یک پایگاه داده های جامع طراحی شود و با استفاده از آن این امکان بدست می آید که احتمال وقوع ناپایداری پیش بینی شود و راهکارهای مناسب ایمنی ارائه شود. در نهایت با توجه به اولویت های کاری بودجه ریزی مناسب که از نظر مدیریتی حائز اهمیت می باشد برنامه ریزی می گردد.

۲- سیستم امتیازدهی خطر سنگ ریزش[۱]

سنگ ریزش ها عمدتاً توسط بعضی از عوامل اقلیمی یا بیولوژیکی و زمین شناسی که باعث تغییر در نیروهای وارده به سنگ می شوند به وجود می آیند. این عوامل عبارتند از: ساختار زمین شناسی ترانشه، افزایش فشار آب حفره ای ناشی از چرخش آب باران در داخل سنگ ها، فرسایش مصالح در بر گیرنده در زمان بارندگی شدید، فرآیندهای یخ زدن- آب شدن در اقلیم های سرد، تجزیه شیمیایی یا هوازدگی سنگ، رشد ریشه درختان یا پوشش گیاهی و حرکت ریشه در اثر بادهای سهمگین.

سیستم امتیاز دهی خطر سنگ ریزش **Rockfall hazard rating system** (**RHRS**) بعنوان ابزاری سودمند برای برآورد ناپایداری های حاصل از سنگ ریزش شناخته شده است. مشخصات کلی این سیستم را می توان به صورت زیر بیان نمود:

روشی یکنواخت برای لیست کردن شیبها که توانایی ایجاد یک بانک داده های زمین مرجع(**GIS**) در مورد شیبها را فراهم می نماید.

سیستم درجه بندی اولیه برای تمام شیبهای منطقه که آنان را در سه دسته اصلی بر اساس ریسک سنگ ریزش تقسیم بندی می نماید.

سیستم تفضیلی امتیازدهی به شیبهای خطرناک براساس شناخت درجه خطر در رابطه با پدیده سنگ ریزش طراحی اولیه و تخمین هزینه را برای شیبهای مسئله دار ممکن می سازد و قابلیت افزودن روشهای اصلاحی به بانک داده ها را فراهم می نماید، قابلیت تعریف و گسترش پروژه را برای حالت های پیشرفته تر اصلاح و تثبیت دامنه دارا می باشد و امکان تجدید نظر و بروز رسانی سالانه را دارا می باشد. این روش امتیازدهی از دو فاز تشکیل شده است.

- مرحله ارزیابی اولیه
- مرحله امتیاز دهی تفضیلی

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۱ بررسی شیبها و امتیازدهی اولیه:

هدف بررسی شیبها در این مرحله گردآوری اطلاعات مشخص در مورد محل وقوع سنگ ریزش می باشد. در این مرحله شناسایی مقاطع سنگ ریزش از اهمیت خاصی برخوردار است. یک مقطع سنگ ریزش عبارتست از شیب دست نخورده ای در مجاورت مسیر که از سطح فعالیت و سازوکار تشکیل سنگ ریزش یکسانی برخوردار باشد.

بعلت تفاوت در نحوه شکل گیری و سطح فعالیت سنگ ریزش ها بهتر است مقاطع بصورت جزئی تر تقسیم بندی گردند.

اطلاعاتی که تا حد امکان می بایست در این مرحله جمع آوری گردند عبارتند از:

۱- محل وقوع سنگ ریزش ها
۲- تخمین تناوب این فعالیت ها
۳- زمان حداکثر این سقوط های سنگی
۴- تخمین اندازه و مقدار سقوط سنگ در هر ریزش
۵- توصیف فیزیکی مواد درگیر سقوط
۶- مکان توقف سنگهای حاصل از ریزش
۷- تاریخچه حوادث گذشته
۸- تناوب پاک سازی جویهای زهکشی و بازرسی مسیر و هزینه پاکسازی و مرمت

۲-۱-۱ رده بندی اولیه:

هدف امتیازدهی اولیه، تقسیم بندی شیبهای مورد بررسی به سه دسته کاری می باشد. بدون این مرحله ممکن است زمانی طولانی برای شیبهای با قابلیت پایین ایجاد خطر، صرف گردد. این رده بندی براساس ارزیابی نظری پتانسیل ایجاد سنگ ریزش و یا تاریخچه رویداد سنگ ریزش ها در گذشته انجام می گیرد. در این مورد پتانسیل ایجاد سنگ ریزش بر فعالیت تاریخی آن اولویت دارد.

در شیبهای سنگی گروه A سقوط سنگ غیر محتمل بوده و یا رسیدن آن به مسیر منتفی می باشد. در گروه B این ریسک از پایین تا متوسط و در گروه C از متوسط به بالا می باشد. (جدول ۱)

تمام شیبهای سنگی $y = 3^x$ درجه C باید عکسبرداری شده و مورد امتیازدهی تفضیلی قرار گیرند. گروه B باید تا آنجا که زمان و بودجه اجازه می دهد مورد مطالعه قرار گیرد و دسته A مورد بررسی بیشتر قرار نمی گیرد.

جدول ۱- رده بندی اولیه در سیستم امتیازدهی خطر سنگ ریزش

مشخصات	کلاس ها		
	C	B	A
تخمین پتانسیل سنگ ریزش در مسیر	زیاد	متوسط	کم
تاریخچه فعالیت سنگ ریزش	زیاد	متوسط	کم

۲-۱-۲ امتیازدهی تفضیلی:

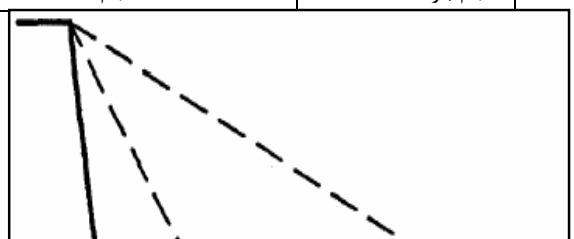
امتیازدهی تفضیلی، دومین بخش ارزیابی سیستم امتیازدهی خطر سنگ ریزش می باشد. این روش در برگیرنده ارزیابی فاکتورهایی مجزا و گاهی کاملاً متفاوت می باشد که وقتی مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار گیرند این امکان را فراهم می آورند که یک شیب از حداقل خطر تا خطر بالای سنگ ریزش طبقه بندی شود. این فاکتورها در واقع سیستمی ترکیبی از امتیازدهی در رابطه با ارتفاع سقوط سنگ، وضعیت مکانیکی سنگ، ترافیک عبوری در محدوده شیب، وضعیت دید، اندازه بلوک های آزاد و وضعیت آب و هوای شیب را در اختیار قرار می دهند (جدول ۲). مجموعه این امتیازات می تواند برآوردی مناسب از ریسک سنگ ریزش در ایجاد خسارت های جانی و مالی باشد. شیب های با امتیاز بالاتر نشان دهنده خطر بیشتر نیز می باشند.

در این مرحله یک سیستم توانی بر پایه ۳ (در محدوده ۱ تا ۱۰۰) برای امتیاز دهی در نظرگرفته شده که امکان امتیازدهی به شرایطی کاملاً متغیر را امکان پذیر می سازد. برای بعضی از موارد مقدار دقیق امتیاز از رابطه $y = 3^x$ بدست آید. این فاکتورها و چگونگی امتیازدهی به آنها در زیر بطور خلاصه توصیف شده است. (جدول پیوست)

شکل۱- نمایی از پتانسیل بالقوه ناپایداری صفحه ای و گوه ای

جدول ۲- مقدار X برای امتیازدهی دقیق فاکتورها از رابطه $y = 3^x$

پارامترها	مقدار x
ارتفاع شیب	۲۵/ ارتفاع شیب
متوسط ریسک وسیله نقلیه	(٪ متوسط خطر وسیله نقلیه) / ۲۵
فاصله دید تصمیم گیری	(٪ فاصله دید تصمیم گیری- ۱۲۰) / ۲۰
عرض جاده	(عرض جاده – ۵۲) / ۸
اندازه بلوک	اندازه بلوک
حجم بلوک	۳/ حجم



Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{ارتفاع ترانشه} = \frac{\sin\alpha \times \sin\beta \times x}{\sin(\alpha-\beta)} + H.I$$

شکل۲- نحوه محاسبه ارتفاع ترانشه [۴]

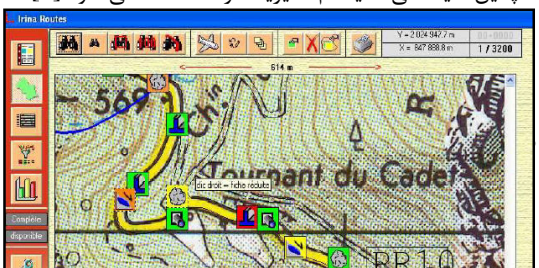
$H.I$ = ارتفاع زاویه سنج x = فاصله افقی α و β

۳- تهیه پایگاه داده ها (سامانه مدیریتی)[۵]

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.[۳]



شکل۳- نمایی از یک پایگاه داده های ترانشه های سنگی[۲]

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]

شکل ۴- ابزار دقیق نصب شده برروی سنگ[۲]

۴- ارائه راهکارهای تثبیت ترانشه های سنگی

پس از انجام تحلیلیهای نرم افزاری و با توجه به نتایج بدست آمده از قبیل انرژی حاصل از سقوط سنگ و حداکثر ارتفاع پرتاب سنگ می توان نوع سازه محافظ در برابر سنگ ریزش را تعیین نمود. برای این منظور روشهای متنوعی از قبیل تغییر شکل هندسی شیب، استفاده از دیوار حائل، تثبیت بوسیله میخ سنگ و شاتکریت، استفاده از موانع و توریهای فلزی سیمی و احداث گالری ضد ریزش وجود دارد.

۴-۱ تغییر شکل هندسی مسیر شیب سقوط

Archive of SID
SID.ir

ایجاد سکوها و کانالها در یک شیب جهت جلوگیری از سقوط سنگها می تواند موثر باشد. موقعیت سکوها می تواند در یک برنامه کامپیوتری شبیه سازی شود تا محل بهینه و موثر آنها معلوم گردد. سطح روی سکوها را می توان با خرده سنگها و با مصالح موجود طبیعی غیر متراکم پوشاند تا انرژی ریزش را مستهلک کنند.

۴-۲ استفاده از دیوار حائل

دیوارهای حائل روشی متداول و مرسوم جهت نگهداری خاک و همچنین جلوگیری از سنگ ریزشها در سراسر دنیا است. دیوارهای حائل می توانند از بتن آرمه و یا مصالح طبیعی موجود در محل ساخته شوند. این دیواره ها معمولاً در نقاطی به کار می روند که مسیر ریزش سنگ دارای شیب کمتری است و یا اینکه فاصله بین مسیر حمل و نقل تا شیب به قدری است که می توان دیوار را در فاصله دورتری نسبت به مسیر ریزش سنگ احداث کرد. زیرا در غیر اینصورت سنگها از روی دیوار پرتاب می شوند و دیوار قادر به جلوگیری از ریزش آنها روی سطح جاده و یا راه آهن نیست. قابلیت جذب انرژی این دیوار بین ۱۵ الی ۵۰ KN.M یا KJ است.

۴-۳ تثبیت بوسیله پیچسنگ ها و شاتکریت

استفاده از پیچ سنگ ها از سالها پیش برای پایدارسازی تونلها و شیبهای سنگی مرسوم بوده و امروزه نیز انواع مختلفی از آنها در این مورد به کار می رود. بدین منظور ابتدا چالی در سنگ احداث شده و سپس میله فولادی را در آن محکم می کنند و فضای خالی بین دیواره چال و پیچ سنگ با مواد پرکننده مثل دوغاب سیمان پر می شود و سپس با پیچ انتهای دیگر آنرا می بندند. بعد از تثبیت سنگهایی که در معرض ریزش بوسیله پیچ سنگها محدوده مورد نظر بمنظور افزایش ایمنی و کنترل دائمی بوسیله شاتکریت پوشانده می شود.

۴- ۴ ایجاد سدهای خاکی مسلح

امروزه در شرایطی که سازه های معمول جوابگوی انرژی بالای ناشی از سنگ ریزش های بزرگ نیستند، سدهای خاکی مسلح بعنوان یکی از راهکارهای مناسب بمنظور جلوگیری از رسیدن سنگ ریزش ها به مسیر جاده و راه آهن محسوب می شوند. پس از بررسی شرایط سنگ ریزش و تعیین محل مناسب ساخت سد خاکی مسلح، دیوار ایجاد شده باید بگونه ای طراحی گردد که استقامت کافی در برابر سنگهای با پتانسیل ریزش را داشته و در اثر ضربات وارده استقامت نهایی خود را از دست ندهد.

۴-۵ گالریهای محافظ در برابر سنگ ریزش

در مناطق کوهستانی، جاده ها و خطوط راه آهن بطور متناوب از مجاورت شیبهای تند عبور می کنند. به منظور مقابله با سقوط سنگ

شکل ۵- سد خاکی مسلح در پایین دست ترانشه

در نقاط حادثه خیز استفاده از گالریهای محافظ راه کار مناسبی به نظر می رسد. این سازه ها دارای سقفی از تیر های بتنی مسلح می باشند که بوسیله لایه ای از خاک بر روی دال بتنی و یا قطعاتی لوله مانند در بالای هر ستون و زیر دال بتنی برای جذب شوک حاصل از سقوط سنگ محافظت می شوند. البته هزینه ساخت گالریهای محافظ از سایر روشها بیشتر است.

شکل ۶- گالری ضد ریزش در مسیر جاده[۲]

۴-۶ استفاده از سیستم شبکه فلزی محافظ

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. زیرا این سیستمها می توانند فروریزش سنگها را به نرمی در فاصله ای حدود ۵ الی ۱۵ متر متوقف کنند که منتج به کاهش حداکثر بار در تمام اجزاء سیستم محافظ و فونداسیون آن می شود. این قابلیت به این سیستمها می توانند سنگهای بزرگی به وزن ۱۰ تن که با سرعتی تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت به مانع برخورد کنند را متوقف کنند. به علاوه این سیستم 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.

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.

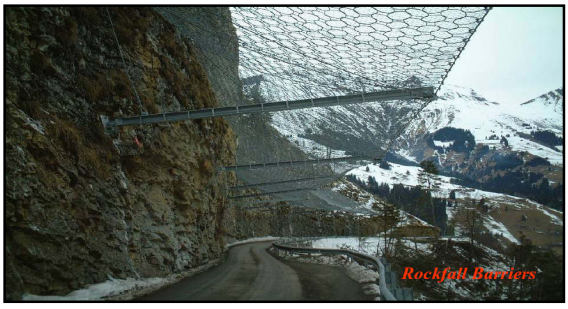
Archive of SID

SID.ir

مزایا: تهیه و احداث سیستمهای محافظ کابلی بسیار کم هزینه تر از دیگر روشهای ایجاد سازه محافظ با قدرت جذب معادل هستند. بطوریکه گاهی استفاده از این سیستمها باعث کاهش هزینه از نصف تا یکدهم ساخت گالری های محافظ بتنی می شود. همچنین ساخت این سیستم ها در مدت بسیار کمتری نسبت به دیگر محافظها انجام می گیرد. مزیت مهم دیگر حمل آسان مصالح و اجرای راحت این سیستم ها در محل می باشد. زیرا اجزای این سیستمها به طور کامل در کارخانه ساخته شده و سپس به محل حمل و عملیات مونتاژ صورت می گیرد. کلیه این مونتاژها بوسیله پیچ و مهره صورت می گیرد و نیاز به هیچ گونه جوشکاری نیست. در قسمت اجرای بولت ها یا نیلینگ عملیات سوراخکاری و ریختن دوغاب و ملات سیمان صورت می گیرد. هزینه نگهداری و بازدید این سیستمها بسیار پایین است. همچنین این سیستمها به راحتی می توانند به یک سیستم هشدار دهنده الکترونیکی مجهز شوند تا با ارسال یک سیگنال به مرکز کنترل وقوع سنگ ریزش را اطلاع دهند.

معایب: به جرات می توان گفت تنها عیب این سیستم ها احتیاج این سیستم ها به بازدید دوره ای است که همانطور که ذکر شد هزینه آن بسیار کم و بسته به مقدار ریزش تنها ۲ الی ۳ بار در سال صورت می گیرد که البته همانطور که ذکر شد هزینه نگهداری و بازدید این سیستمها بسیار کمتر از گالریهای محافظ بتنی است که شامل کنترل پیچ و مهره ها و تخلیه ریزشها است.

شکل ۷- شبکه فلزی نصب شده بروی ترانشه دو طرفه در مجاورت راه آهن



شکل ۸- شبکه فلزی محافظ جایگزین گالریهای بتنی در جاده

۶- نتیجه گیری:

روش امتیازدهی خطر سنگ ریزش فرآیندی است که برای سازمانهای مرتبط، امکان مدیریت خطر سنگ ریزش را در سیستم جاده ها و خطوط ریلی فراهم می سازد. در واقع یک روش منطقی را برای یک تصمیم گیری آگاهانه برای اینکه کجا و چگونه بودجه در دسترس را برای تثبیت ترانشه ها هزینه نمایند، ارائه می دهد. این سیستم در واقع شش پایه اساسی را برای چنین تصمیم گیری هایی فراهم می سازد. این موارد بشرح زیر می باشند.

۱. شناسایی شیب ها که در ضمن آن یک بانک اطلاعاتی برای امکان وقوع سنگ ریزش فراهم می شود.
۲. یک رده بندی اولیه که سیب ها را در سه تقسیم بندی فراگیر قرار داده و در نگاهی کلی قسمت های بحرانی مسیر را متمایز می سازد.
۳. رده بندی تفضیلی، که ایستگاههای با احتمال خطر را، به ترتیب از خطر بالا تا شیبهای با خطر کمتر مجزا می سازد.
۴. طراحی و تخمین اولیه هزینه ها بر طبق اطلاعات اولیه جمع آوری شده می توان به ارزیابی و تخمین اولیه ای از این مسئله رسید.
۵. شناسائی و توسعه پروژه ها و پیشبرد آنها به سمت اجرائی شدن بکمک اطلاعات پایه جمع آوری شده و تکمیل آنها
۶. مرور و بروز رسانی سالانه بانک داده های این روش

به منظور انتخاب بهینه ترین روش جهت تثبیت ترانشه های ریزشی نیاز به بررسی های دقیق تر و مجزا در رابطه با ترانشه های مختلف می باشد. باید به این نکته توجه نمود که در بعضی موارد با افزایش مختصر هزینه های اولیه در مطالعات بمنظور پایش ترانشه سنگی مورد نظر در یک یا چند دوره آب و هوایی و بررسی حرکت های رخ داده می توان بهترین راه حل تثبیت را انتخاب و از هزینه های اضافی و بی دلیل جلوگیری نمود.

مراجع

[۱]- گزارش مطالعات بررسی خطر سنگ افت در جاده چالوس ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ، ۱۳۸۵

[۲]- گزارشات تحقیقاتی شرکت IMS فرانسه، سال ۲۰۰۸

[۳]-مرتضی قارونی نیک. سیستم مدیریت تونل(TMS)

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست

جدول۳- امتیازدهی به فاکتورها در سیستم امتیازدهی خطر سنگریزش[۴]

معیار های امتیازدهی و گروه بندی				
موارد امتیازدهی	۳ درجه	۹ درجه	۲۷ درجه	۸۱ درجه
ارتفاع شیب	۷,۵ متر	۱۵ متر	۲۲,۵ متر	۳۰ متر
وجود و سودمندی جوی	عدم وجود	جوی محدود	جوی متوسط	جوی خوب
میانگین ریسک وسیله نقلیه	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	٪۱۰۰
٪ فاصله دید تصمیم گیری	٪۱۰۰ کافی	٪۸۰ متوسط	٪۶۰ محدود	٪۴۰ خیلی محدود
عرض جاده شامل کناره ها	۱۳,۴ متر	۱۱ متر	۸,۵ متر	۶ متر
مشخصات زمین شناسی				
شرایط ساختاری اختلاف در اشکل فرسایشی اختلاف در نرخ فرسایش	درزه های ناپیوسته،جهت گیری نامناسب. مقداری تفاوت در اشکال فرسایش. کمی متفاوت	درزه های ناپیوسته، جهت گیری تصادفی مشاهده گاه بگاه اشکال فرسایشی تا حدی تفاوت	درزه های ناپیوسته،جهت گیری نامناسب. مشاهده اشکال فرسایشی به فراوانی. تفاوت زیاد	درزه های پیوسته، جهتگیری نامناسب. مشاهده اشکال عمده فرسایشی. تفاوت بسیار زیاد
اصطکاک سنگ	زبر، نامنظم	موجی	صفحه ای	پرشدگی رسی و سطح خراشیده
اندازه بلوک/حجم	۰,۳ متر ۲,۳ مترمربع	۰,۶ متر ۴,۶ متر مربع	۰,۹ متر ۶,۹ متر مربع	۱,۲ متر ۹,۲ متر مربع
وضعیت اقلیمی و وجود آب در شیب	بارندگی کم تا متوسط، بدون آب روی شیب	بارندگی متوسط با دوره کوتاه مدت یخزدگی با وجود آب بصورت دائمی	بارندگی زیاد با دوره های بلند مدت یخزدگی با آب بصورت پیوسته روی شیب	بارندگی زیاد با دوره های یخزدگی با آب بصورت پیوسته روی شیب و دوره های طولانی یخزدگی
تاریخچه سنگ ریزش	بندرت مشاهده شده	گاهی مشاهده شده	زیاد مشاهده شده	دائماً مشاهده می شود
کل امتیازها	شیب های با امتیاز کمتر از ۳۰۰ اولویت پایینی برای پایدارسازی دارند در حالیکه شیب های با امتیاز بالای ۵۰۰ در اولویت فوری برای اجرا روش های پایدارسازی قرار دارند.			

Archive of SID

www.SID.ir