

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن در مقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های

روان و ارایه راهکار بهینه جهت مدیریت بحران

هوشنگ صمدی پاکدل، دانشجوی دکتری، پژوهشگاه مهندسی بحرانهای طبیعی شاخص پژوه، اصفهان، ایران

E-mail: hppakdel@yahoo.com

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۷

چکیده

در دنیای امروز حمل و نقل نقش کلیدی و مهمی را در فرآیند توسعه اقتصادی- سیاسی و اجتماعی به عهده دارد. در این میان صنعت ریلی به سبب مشخصه‌هایی نظیر کاهش مصرف سوخت، آلودگی زیست محیطی کمتر، ایمنی بالا، مصرف زمین کمتر و حجم بالای انتقال کالا و مسافر از اولویت بیشتری نسبت به سایر شقوق حمل و نقل برخوردار است. از این رو، تمرکز بر بهبود آن، لزوم پیشگیری از وقوع بحران از زمینه‌های تهدیدآمیز از نیازمندی‌های اجتناب ناپذیر محسوب می‌گردد. از آنجا که ورود ماسه‌های روان به خطوط راه آهن باعث رسوب ماسه روی خطوط و مسدود شدن خط آهن، خروج از خط، صدمه به انعطاف خط، خرابی علائم الکتریکی و ناوگان ریلی و در واقع باعث بروز بحران می‌گردد در این تحقیق به بررسی راهکارهای سنتی و مدرن و یک راهکار ابداعی جهت کاهش ورود ماسه به خطوط، تجمع کمتر ماسه روی خطوط راه آهن پرداخته شده است، علاوه بر راه‌حلهای موجود به راهکار ایجاد کانالهای عبور ماسه در خاکریزها همراه با اصلاح فرم هندسی کوهان ترورسهای راه آهن و ارایه طرح بهینه کانالهای تعبیه شده جهت حرکت آسان ماسه، بازگذاشتن مسیر عبور ماسه جهت حرکت روان آنها از منطقه خطوط راه آهن پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: دال خط، ماسه‌های روان، منطقه ماسه گیر، بحران، خاکریز، کانال

۱. مقدمه

کاهش مشکلات در این مناطق، به معرفی سیستم های سنتی و نوین پرداخته شده است، روشهای مورد بررسی شامل تثبیت بومزیستی (بیولوژیکی) ماسه : حفظ و ایجاد پوشش نباتی در روی سطح، تثبیت فیزیکی و مکانیکی، روشهای تثبیت شیمیایی ماسه، واریانت جدید، احداث گالری و تونل، استفاده از ماشین آلات مکانیزه، روشهای مدرن اجرایی شامل استفاده از دال خط معمولی به جای خطوط سنتی بالاستی، استفاده از تراورس کوهاندار، روش خطوط جعبه ای مدولار TMT^۱، استفاده از دال خط کوهاندار و نیز مطالعه تجربیات سایر کشورها در این زمینه معرفی شده است.

در این تحقیق به راه حل های پیشنهادی نوین نظیر تعبیه کانال در خاکریزهای ریلی با انتخاب بهترین فرم هندسی کوهان در دال خط های کوهاندار در خطوط ماسه گیر راه آهن به جای خطوط بالاستی سنتی که دارای مزایای بسیار زیادی است پرداخته شده است که هدف از این مطالعه شناسایی روشهای مطالعه شده در کشورهای مختلف، انتخاب بهینه ترین روشهای موجود و ارایه ۲ راه حل پیشنهادی جهت اجرایی نمودن آن در سطح خطوط ریلی خصوصاً در محور بم - زاهدان می باشد که بدان اشاره شده است، در این مطالعه بهترین گزینه گزینه ای است که از بحران ماسه های روان بکاهد بطوریکه با باز گذاشتن مسیر عبور ماسه رسوب ماسه روی خطوط آهن به کمترین میزان خود برسد.

۲. بحران ورود ماسه به خطوط راه آهن ،

مناطق ماسه گیر راه آهن و اهمیت بررسی

موضوع

بیش از ۸۰ درصد از سطح کشور را مناطق خشک و نیمه خشک در بر گرفته و بر اساس برآوردهای به عمل آمده حدود ۲۰ درصد از سطح کشور یعنی بیش از ۳۲/۶ میلیون هکتار را نیز اراضی بیابانی و کویری تشکیل می دهند. مهمترین خسارات وارده ناشی از ورود ماسه به خطوط راه آهن شامل

برای تکمیل و بهبود شبکه های خطوط ریلی، عبور ریل از مناطق بیابانی اجتناب ناپذیر است. از سوی دیگر هزینه های بالای تعمیر و نگهداری خط و ناوگان و زیان های ناشی از مسدود شدن و در نتیجه تاخیر در بهره برداری از حرکت قطارها به اثر حرکت ماسه های روان، خسارات هنگفتی را ایجاد کرده است. این ضرورت توجه به شناخت مشکلات خطوط آهن در مناطق کویری و ارائه راهکارهای مناسب را بیش از پیش آشکار میسازد. کشورهایمانند چین، آمریکا و هندوستان نیز درگیر مشکلات ماسه های روان در مناطق بیابانی هستند [حسنی ، ۱۳۹۱]. در این کشورها تجربیات گسترده ای به لحاظ شناخت شرایط حاکم بر مناطق کویری و رفتار ماسه های روان و نیز راه کارهای رویارویی با تأثیرات منفی مناطق بیابانی بر خط آهن به دست آمده است. از جمله اثرات بحران ورود ماسه به خطوط راه آهن میتوان به اثر آنها بر کندی و یا توقف حرکت قطارها، آلودگی زیست محیطی، ایجاد مشکلات تنفسی برای مسافرین، ورود ماسه به دستگاههای تهویه قطارهای مسافری و... اشاره نمود. برای پیشگیری و کمتر کردن مشکلات فرارو، مطالعات و برنامه های کوتاه مدت و بلند مدت زیادی ارائه گردیده است. روش هایی که تاکنون در ایران و در سطح بین المللی برای مقابله با بحران ماسه های روان به کار گرفته شده، در دو طبقه اصلی سنتی و نوین تقسیم می شوند که از میان روش های سنتی می توان به مالچ پاشی، نهال کاری و حفر خندق و از میان روش های نوین به تثبیت بیولوژیک و استفاده از تراورس های کوهاندار اشاره کرد. لیکن در میان همه روش های عنوان شده، هیچ روشی به طور کامل واز دیدگاه روسازی خط ریلی، به حل مشکلات موجود به ویژه صلیبیت لایه بالاست و مسدود شدن خط نپرداخته است [حسنی، ۱۳۹۱].

پس از طبقه بندی مشکلات و شناخت وضعیت خطوط راه آهن ایران در مناطق کویری و نیز بررسی راهکارهای اساسی برای

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن در مقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و آرایه راهکار بهینه ...

آلات ناقله و واگنها، کاهش شدید دید در منطقه (۳ کیلومتر است). از جمله اثرات سوء مناطق کویری بر آسایش و رفاه مسافری و پرسنل قطار، ناراحتی مسافرین بعث ایجاد طول موج های پایین بعثت وجود ماسه روی ریل که این موضوع با ایجاد سر و صدا و لرزش موجبات ناراحتی مسافرین را فراهم می نماید، تقلیل سرعت و کندی سیر موجب تاخیر در رسیدن به مقصد، کارایی کم نیروی انسانی و حتی ماشین آلات در شرایط آب و هوایی بیابانی، مسدود شدن خط و توقف قطارهای مسافری، ایجاد سر و صدا و جرقه روی ریل و ناراحتی مسافرین و مامورین، ورود گرد و غبار ناشی از طوفان ماسه به داخل کوپه های مسافرین و اذیت و آزار مسافرین خصوصاً مسافرین دارای بیماریهای قلبی و ریوی، منظره خشک و بیابانی اطراف خط آهن مناطق بیابانی که می تواند تاثیر نامطلوبی بر مسافرین و مامورینی که دائماً از این مسیرها عبور می نمایند داشته باشد، هر چند برای مسافرین توریستی و تفریحی شاید بخشهایی از منطقه جذبه ویژه ای داشته باشد [احمدی، ۱۳۸۹ و باقری، ۱۳۸۲]. اثرات مخرب ماسه بر راه آهن را می توان در دسته های زیر مورد بررسی قرار داد: اثرات مخرب ماسه بر روسازی، قطارها و آلات ناقله اثرات مخرب ماسه بر علائم و ارتباطات و تاسیسات، اثرات مخرب ماسه بر آسایش و رفاه مسافرین و مامورین قطارها، اثر طوفان ماسه های روان بر سیستمهای سیر و حرکت، عوارض اجتماعی طوفان ماسه های روان

تقلیل سرعت قطارها، فرسودگی پیش از موعد اتصالات خط، تراورسها و ریل، خرابی و سایل نقلیه ریلی و سامانه ارتباطات و علائم الکتریکی، خروج از خط، توقف حرکت قطارها، افت سرعت شده و هراز چندگاهی نیز باعث ایجاد سوانح ریلی و در نتیجه تاخیر و نارضایتی مسافرین در قطارها و صاحبان کالاها می شود [حسنی، ۱۳۹۱]. از جمله مشکلات دیگر این است که در تمامی طول این مسیرها قطارهای مسافری تردد می نمایند بطوریکه سالیانه در حدود ۲ میلیون نفر مسافر از این مناطق عبور می کنند که با توجه به اینکه مساله ماسه های روان موجب کاهش سرعت قطارها شده است تاخیر قطارها در این مناطق زیاد است که باعث نارضایتی مسافرین و ایجاد بحران در مسیر ریلی می گردد.

۳. اثر طوفان ماسه بر سیستمهای سیر و حرکت

قطارها

۴. طوفان ماسه از جمله اثرات طوفان ماسه بر سیستمهای سیر و حرکت قطارها و مسافرین کاهش سرعت سیر قطار و یا حتی توقف آن، کاهش ظرفیت باربری خطوط آهن، طولانی شدن سیر قطارها، خارج شدن احتمالی قطار از خط، آلوده شدن فضای داخل واگنها و نیاز به نظافت مکرر، عدم جذب مسافر و کالا، به خطر افتادن سلامت مسافرین و مامورین بعثت ورود ماسه از طریق تهویه به داخل کوپه، افزایش مانور به لحاظ شکستگی در

نام ناحیه	طول منطقه ماسه گیر km
جنوبشرق	۳۳۰
جنوب	۳۸
هرمزگان	۱۱
شمالشرق	۲۹
شرق	۱۷
تهران	۸۵
اصفهان	۲۵
مجموع (کیلومتر)	۵۳۵

سهیم مناطق ماسه گیر راه آهن km

- جنوبشرق
- جنوب
- هرمزگان
- شمالشرق
- شرق
- تهران

جدول ۱- طول خطوط ماسه گیر ریلی سهیم مناطق ماسه گیر [دفتر مهندسی و نظارت زیربنایی راه آهن، ۱۳۸۴].



شکل ۱. ورود ماسه به خط آهن

الی ۰/۵ میلی متر) را از جا بلند کند بلکه بر اثر برخورد ذرات ماسه با یکدیگر به هوا پرتاب می‌شوند که به این نوع حرکت جهشی می‌گویند. و ارتفاع حرکتی آنها تا ۲ متر می‌رسد. ج- حرکت چرخشی - خزشی (ذرات درشت) ذراتی که درشت‌تر هستند (قطر متوسط بیش از ۰/۵ میلی متر) اغلب به سبب وزن و درشتی از جا کنده نشده و در هوا پراکنده نمی‌شوند بلکه وقتی سرعت باد به حد کافی برسد با چرخش و یا غلطیدن به سمت جلو حرکت می‌کنند. این عمل چرخش را **Rotation** می‌گویند و حرکت آن در لایه های سطحی زمین صورت می‌گیرد. برداشت ماسه از یک ناحیه با عنوان حوزه برداشت و رسوب گذاری در ناحیه دیگر یعنی حوزه ترسیب اتفاق می‌افتد [انصاری، ر، ۱۳۸۵]

۵. نحوه انتقال ذرات ماسه در مناطق

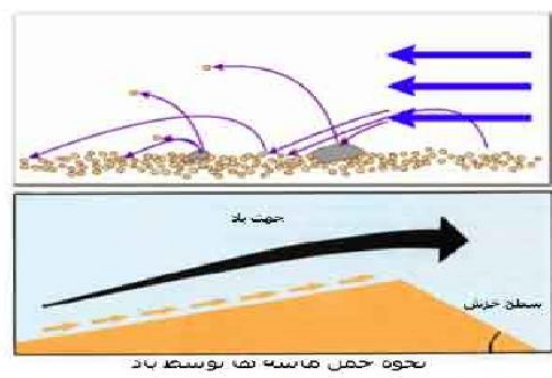
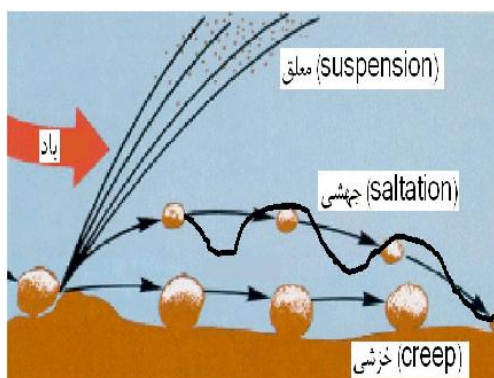
بیابانی

باد قادر است ذرات موجود در سطح زمین را برداشته و با خود تا مسافتی حمل نماید. میزان حمل، مقدار جابجایی و سرعت ته نشینت مواد بستگی مستقیم به قدرت (سرعت) باد و قطر ذرات دارد. یعنی هرچه سرعت باد بیشتر باشد می‌تواند ذرات را به ارتفاع بیشتر و به فاصله دورتر ببرد و همچنین دانه‌های درشت‌تری را با خود حمل کند. حمل مواد به وسیله باد نسبت به وزن دانه‌ها به سه طریق انجام می‌گیرد: الف- حرکت ذرات بصورت معلق (ذرات خیلی ریز) ارتفاع حرکتی این ذرات در حدود ۲ تا ۴ متر تخمین زده می‌شود. ب- حرکت انتقال ذرات بصورت جهشی (ذرات متوسط) ذرات متوسط (۰/۱۵ تا ۰/۲۵



شکل ۲. ورود ماسه و انباشت روی خطوط

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن در مقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و ارایه راهکار بهینه ...



شکل ۳. مراحل حرکت ماسه (حوزه برداشت به ترسیب) و انواع انتقال ذرات ماسه در مناطق بیابانی

الف- کاشت درختچه‌ها:

تثبیت ماسه‌ها بوسیله کاشت نی، درخت و درختچه امکان‌پذیر است. در ارزیابی ضخامت ماسه رسوبگذاری شده، توجه به تراکم و نوع پوشش درختچه‌ها الزامی است، که رعایت این مهم نقش به‌سزایی در پیشگیری از ورود ماسه‌های روان به خطوط ریلی دارد. علاوه بر توپوگرافی منطقه، کاشت گیاه و درختچه‌های مخصوص مناطق بیابانی در میزان تجمع ماسه موثر است. به منظور تثبیت ماسه در منطقه شاپوتوچین، گیاهانی از قبیل آرتمیسیا اوردوزیکا^۱، خارشتر اسکوپاریوم^۲ و کاراگاناکورشینسکی^۳ کاشته شده است (شکل ۴). بدیهی است که رابطه مستقیم و مثبتی بین درصد پوشش درختچه‌ها و ارتفاع ماسه تجمع یافته وجود دارد. بازای هر ۱۰٪ افزایش پوشش درختچه‌ای، ۴ میلیمتر از ضخامت رسوب ماسه کاسته می‌شود. علاوه بر تراکم پوشش درختچه، نوع و شکل آنها نیز موثر است. باید درختچه‌ها همزمان کاشته شوند تا در آینده ارتفاع عرض مشابهی داشته باشند. کاشت ۳۰ درختچه در یک قطعه در صورتی که از جنس خارشتر باشد ۳۷ میلیمتر تجمع ماسه اگر اوردوزیکا باشد ۳/۲۹ میلیمتر تجمع ماسه را به همراه خواهد داشت

۶. راهکارهای اساسی جهت کاهش مشکلات راه

آهن در مناطق کویری

تعدادی از تحقیقات در این زمینه عبارتند از: بررسی تأثیر بادشکن‌های طبیعی در کنترل بیابان در ایالت دآشین فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان در نینشیا و بررسی تأثیر پوشش گیاهی و روش‌های زیست محیطی بر فرسایش ناشی از ماسه و باد در تونل باد آزمایشگاه انجمن علمی و تحقیقات مهندسی دانشگاه چین در مناطق ماسه‌ای شاپوتو در شمال چین از میان سایر کارهای انجام شده می‌توان به تجربیات گسترده کانال ایندی راگاندی، روش‌های تثبیت تپه‌های ماسه‌ای متحرک و نیز تحقیقات بخش جنگلداری ایالت راجستان با احداث کمربند حفاظتی جاده اوراه‌آهند در هند اشاره کرد، سازمان حفاظت منابع طبیعی امریکا (NRPA) نیز برای حفاظت از تپه‌های ماسه‌ای و ایجاد و نگهداری پوشش گیاهی، روش‌ها و معیارهای مختلفی را ارائه کرده است در کشورهای مختلف راهکارهای متفاوتی برای پیشگیری از مشکلات ماسه‌های روان در نظر گرفته شده است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

۱. روش‌های تثبیت بوم‌زیستی (بیولوژیکی) ماسه: حفظ و ایجاد پوشش نباتی در روی سطح خاک، انواع گز، آکاسیا و....

هوشنگ صمدی پاکدل

مشکلات حاکم بوده است. در حالی که درخت گز به دلیل نیاز به مراقبت بیشتر، در این مناطق نمی‌تواند بخوبی رشد نماید.
۲. روشهای تثبیت فیزیکی و مکانیکی : حفر خندق و خاکریز و...:

الف- اجرای روش تله خاک:

تله خاک مانند سطل است که برای برآورد تاثیر توپوگرافی تلماسه‌ها بکار برده می‌شود. به منظور اجرای تحقیقات در منطقه شاپوتو، پنج تله در قسمت‌های مختلف تلماسه‌ها تعبیه شد (شکل ۵).

در هر ماه میزان تجمع ماسه در تله‌ها اندازه‌گیری می‌شود. ماههایی که در آنها بارندگی اتفاق می‌افتد، در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شوند.

ب- اقدامات حفاظتی تثبیت مکانیکی در سواحل رودخانه زرد چین

در منطقه شاپو^۴ واقع در حاشیه جنوب شرقی کشور چین بیابان تنگر موجود می‌باشد که در آن خطوط راه‌آهن در ساحل شمالی رودخانه زرد قرار دارد. در این منطقه ارتفاع تل ماسه‌های متحرک ۵۰ تا ۱۰۰ متر از سطح رودخانه بالاتر قرار گرفته‌اند. این تل ماسه‌ها به روی جلگه‌های ماسه‌ای بدون پوشش پراکنده‌اند و تحت تاثیر باد غالب شمال غرب و بادهای فرعی جنوب شرق تهاجم آنها بطرف جلو و به شکل زیگزاگ از شمال غرب به جنوب شرق بوده و سرعت حرکت میانگین سالانه آنها از ۳ تا ۵ متر است، [دفتر مهندسی و نظارت زیربنایی راه آهن، ۱۳۸۴]. به منظور جلوگیری از پوشیده شدن خطوط راه‌آهن توسط ماسه‌ها اقدامات زیر بعمل آمده است:

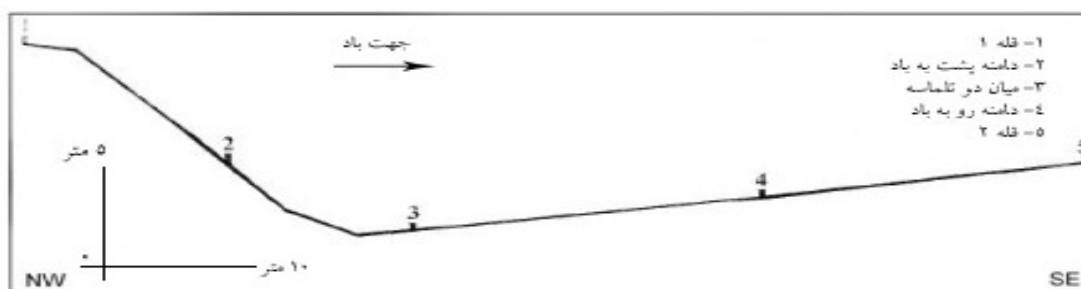


شکل ۴. تثبیت ماسه‌های روان در سال ۱۹۸۱ بوسیله کاشت گیاهان

خارشتر و اوردوسیکا و کاراگانا کورشینسکی

ب- کاشت درختان تاق و اسکنبیل و گز در دو طرف خط آهن:

این گیاهان به همراه سایر گیاهان برگ‌سوزنی که مناسب منطقه بودند توسط منابع طبیعی و سازمان مراتع و جنگل‌ها و با همکاری راه‌آهن در مسیرهای مورد نظ کاشته شد که پس از گذشت چندین سال و رشد آنها، تا حدود ۹۵٪ موثر واقع گردید و بازدیدهای اخیر بیانگر تثبیت شن‌های روان است ولی همچنان نیاز به مراقبت مانند واکاری، مراقبت از محدوده نهالکاری بوسیله سیم‌خاردار برای جلوگیری از ورود احشام و آسیب‌دیدگی درختچه‌ها و همچنین سایر صدماتی که می‌توان با تمهیدات لازم آن را به حداقل ممکن رساند. کاشت درختان تاق و اسکنبیل که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار بوده و نیاز به مراقبت و نگهداری کمتری دارند تا حدود زیادی جوابگوی



شکل ۵. موقعیت تله‌های ماسه در تلماسه‌ها

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن در مقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و ارایه راهکار بهینه ...

بصورت عمودی در زمین در جهت باد کاشته می شود که این روش به علت اینکه سرعت زیاد شن‌های روان، جوابگو نبوده است بطوریکه که پس از گذشت یکسال، وزش باد و حرکت شن‌ها باعث پر شدن پشت تراورس‌ها گردید و مشکل جدید حمل ماسه‌های تجمع یافته پشت این دیوارها بود. بنابراین مشکل به طور کامل برطرف نمی‌شد.

ه- احداث چاه با مجوز رسمی: اجازه احداث چاه و ایجاد یک تلمبه فعال آب به کشاورزان منطقه، باعث گسترش کشاورزی و سرسبزی مناطق ماسه‌گیر شده و به تغییر بوم زیست منطقه می‌انجامد که باعث تثبیت شنهای روان می‌گردد. [دفتر مهندسی و نظارت زیربنایی راه آهن، ۱۳۸۴].

و- حفر خندق: این روش به همراه ماسه‌روبی تواما انجام می‌شده که نتایج حاصله چندان رضایتبخش نبوده است.

۳. روشهای تثبیت شیمیایی ماسه: مالچ آلی، مالچ نفتی، مالچ پلی اتیلنی، لایه کنفی، استفاده از صفحات پلاستیکی با رنگ آلومینیومی، استفاده از مواد نانو

الف- مالچ پاشی: برای تثبیت شن‌های روان در کوتاه‌مدت استفاده می‌شود که این روش قبل از کاشت درختان مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی در منطقه هرمزگان جوابگو نبوده است

- ساخت کمربندهای حفاظتی در دو طرف خطوط راه آهن، عرض این کمربندها در سمت مواجهه با باد ۵۰۰ متر و در سمت دیگر ۳۰۰ متر است.

- ساخت چپراه‌های حصیری با استفاده از ساقه‌های گندم و برنج در ابعاد ۱×۱ متر روی سطح تل ماسه‌های متحرک. این چپراه‌ها در کاهش سرعت باد در سطح زمین و همچنین سرعت جابجایی ماسه‌ها بوسیله باد نقش موثری ایفا می‌کنند.

- کشت گونه‌های گیاهی مناسب در قسمت داخلی چپراه جهت تثبیت ماسه‌ها و استواری سطح تل ماسه‌ها (شامل گیاهان درمنه و کارا گانا و غیره)

- برافراشتن موانع قائم ایستایی جهت انباشته شدن ماسه‌های روان و مرتفع کردن تل ماسه‌ها در سمت رو به باد تل ماسه‌ها که کند کردن سرعت حرکت ماسه‌ها را نیز در پی دارد

- مفروش کردن زمین با سنگ ریزه‌ها که اثر ایستایی خوبی بر ماسه‌های روان را دارد. این کار در طول خطوط راه آهن ایستگاه شاپو به کار رفته است، [دفتر مهندسی و نظارت زیربنایی راه آهن، ۱۳۸۴].

ج- کاشت تراورس یا سپرکوبی (ایجاد دیوارهای مانع جهت کنترل حرکت ماسه‌های روان): در این روش تخته یا تراورس

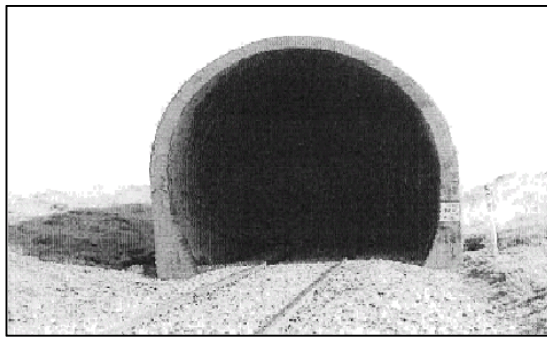


شکل ۶. سپرکوبی



شکل ۷. مالچ پاشی

هوشنگ صمدی پاکدل



شکل ۸. احداث تونل مصنوعی



شکل ۹. خطوط جعبه ای مدولار TMT



شکل ۱۰. طرح دال خط کوهاندار

در این روش از دال خط های معمولی (خطوط دال بدون بالاست) استفاده می شود.

ب- استفاده از تراورس کوهاندار: در این روش از خطوط با زیرسازی بالاست استفاده شده و به جای تراورسهای معمولی از تراورسهای کوهان دار استفاده می شود که نتایج مناسبی نیز داشته است.

۴. احداث واریانت جدید: در این روش مسیر خط آهن در قسمتی که ورود ماسه های روان وجود دارد با احداث مسیری جدید جایگزین می گردد.

۵. احداث گالری: شامل احداث تونل در محدوده مناطق ماسه گیر می باشد.

الف- احداث تونل مصنوعی: این روش به دلیل صرف هزینه بالا مقرون به صرفه نبوده است و توسعه آن پیرای مسیرهای جدید پیشنهاد نمی شود.

۶. استفاده از ماشین آلات مکانیزه شن روب دمنده و مکنده :

این ماشینها شامل ماشین دمنده (دمیدن هوا با فشار زیاد) و ماشین مکنده (مکیدن ذرات ماسه) می باشند که در مناطق مختلف مورد استفاده قرار می گیرند.

۷. روشهای مدرن اجرایی بازگذاشتن زیر خطوط :

الف- استفاده از دال خط معمولی به جای خطوط سنتی بالاستی:

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن در مقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و ارایه راهکار بهینه ...

روسازی به کمک خطوط بدون بالاست، مشکل صلبیت لایه بالاست بر اثر حرکت ماسه‌های روان از خط را نیز حل می‌کند. در این سیستم همچنین با ارتفاعدهی مناسب به ریل‌ها توسط زائده‌های بتن آرمه موسوم به کوهان و ایجاد فضای عبور در هندسه روسازی، امکان عبور آزاد ماسه از خط فراهم شده است. در این روش با ارتفاع دهی لازم به ریل و ایجاد فضای خالی در زیر آن، کانال‌هایی برای حرکت ماسه از روی دال و زیر ریل فراهم می‌شود. برای جبران الاستیسیته در این روسازی از روش‌های رایج موجود در سیستم‌های بدون بالاست معمولی نظیر بهره‌گیری از لایه‌های مختلف ارتجاعی در زیر دال (فرش لاستیکی) بهره گرفته می‌شود. همچنین مشخصات سایر مصالح روسازی نظیر پابند و ریل با توجه به شرایط بهره‌برداری و پارامترهای طراحی خطوط بین شهری کشور تفاوتی نخواهند داشت. ابعاد کوهان نیز به صورت مخروط ناقص بوده که به صورت بهینه بتواند جریان ماسه رسیده به مقطع روسازی را از خود عبور دهد. در مورد بلندی کوهان، با توجه به ارتفاع اجرایی ممکن بر مبنای طرح سازه‌ای، مقطع مربوطه نتیجه شده که بر مبنای آن شدت بحرانی دبی‌های قابل عبور از مقطع قابل بررسی خواهد بود.

بعلا نیل نیاز به دقت بالا طراحی مدل در نرم افزار مهندسی Rhino که یک نرم افزار طراحی مهندسی است انجام شده است، سپس مش زدن فرم‌های هندسی کوهان در نرم افزار Gambit انجام شده و برای انجام تحلیل، با تعیین مشخصات مصالح (ماسه و هوا و سطح رویه بتنی)، انتخاب مدل تحلیل، تعیین تعداد و نوع فازهای جریان (۲ فاز، ۲ و سه بعدی) و تعیین شرایط مرزی (سرعت ورود ماسه) به نرم افزار Fluent منتقل شده است و تمامی نمودارها و جداول و تحلیلها خروجی این نرم افزار مهندسی می‌باشد.

ج- خطوط جعبه ای مدولار TMT این خطوط که در مناطق بیابانی راه آهن استرالیا نیز استفاده می‌شود بصورت جعبه ای و لوله مانند طراحی شده اند از این خطوط در مناطق بیابانی کشورهای برزیل، عربستان سعودی و افریقای جنوبی نیز استفاده شده است.

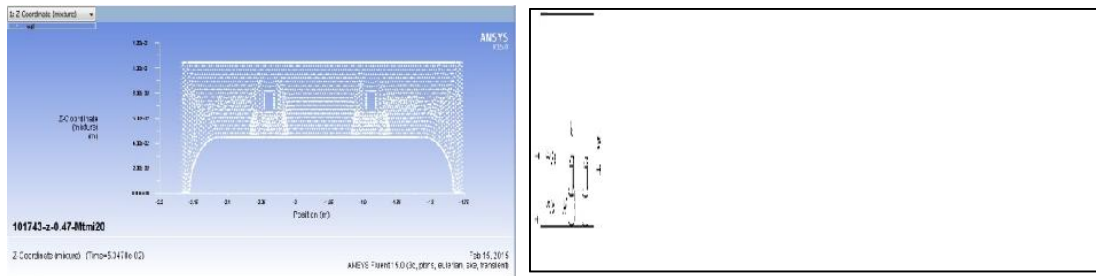
این خطوط دارای مزایای زیادی نسبت به خطوط سنتی راه آهن می‌باشند، از جمله این مزایا می‌توان به بدون بالاست بودن آنها (عدم نیاز به زیرکوبی و مسطح سازی بالاست)، بدون تراورس، دارای تکیه گاه پیوسته، دارای پد زیر ریل یکپارچه، ثبات در عرض خط و طول خط، یکپارچگی خط، کاهش تعمیرات و نگهداری، قابل انعطاف در طراحی برای بارهای محوری مختلف اعم از باری و مسافری و سرعت‌های مختلف می‌باشد.

این سیستم دارای قابلیت استفاده در مناطق بیابانی، تونلها، کنار سکوها، مناطق زلزله خیز بوده و ساخت و اجرای آن بسیار ساده می‌باشد.

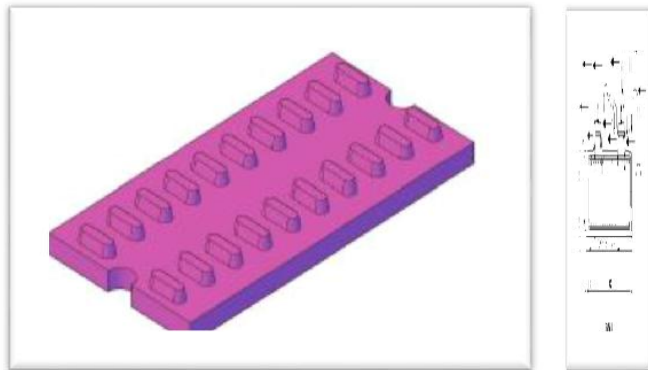
د - استفاده از دال خط کوهاندار:

جهت کاهش معضلات مناطق کویری بویژه دو مشکل اساسی صلبیت بالاست و مسدودی خط و نیز مطالعه تجربیات سایر کشورها در این زمینه، سیستم ترکیبی از خطوط بدون بالاست (دال خط) و تراورسهای کوهاندار با نام رویه بتنی دال خط کوهاندار معرفی شده است. دال کوهاندار سیستم روسازی ویژه ای است که با ترکیب تفکر حاکم بر روسازی های بدون بالاست و نیز راهکار کاربردی تراورسهای کوهاندار به عنوان روشی جهت عبور شنهای روان نظیر یک سیال از مقطع خط، به رفع اساسی معضل مناطق کویری کمک می‌کند. بطوریکه با ارتفاع دهی لازم به ریل ها و ایجاد فضای خالی در زیر ریل، کانالهای عبوری جهت حرکت ماسه ها از روی دال و زیر ریل فراهم می‌شود، این روسازی ضمن حذف لایه بالاست در

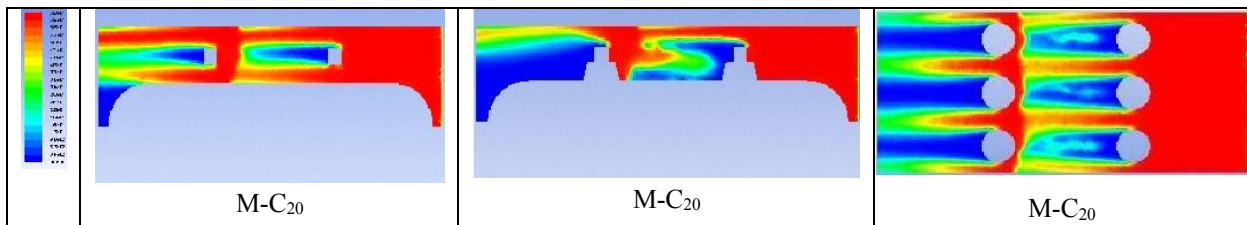
هوشنگ صمدی پاکدل



شکل ۱۲. شرایط مرزی مدل (تصویر چپ) و شماتیک مدل اولیه جهت ورودی نرم افزار فلوئنت (تصویر راست)



شکل ۱۱. مقطع سیستم پیشنهادی دال خط کوهاندار در برابر جریان ماسه‌های روان [فتحعلی، م، ۱۳۸۷ و ذاکری، ج، ۱۳۹۱].



شکل ۱۳. شماتیک V_f فرم هندسی دایره با ارتفاع $20(M-C20)$

کا - اپسیلون استاندارد^۴ جهت حل استفاده شده است که اطلاعات کاملتر در جدول شماره ۵ ارائه شده است. مدل ساخته جهت شبیه‌سازی حرکت ماسه‌های روان به دلیل دو فاز بودن و نیاز به دقت زیاد جهت دنبال کردن دانه‌های ماسه با ابعاد کوچک و در نهایت سه بعدی بودن آن، یکی از مسائل پیچیده و زمان بر است، به نحوی که برای حل مدل سه بعدی این مساله و به علت شرایط خاص آن و بالا رفتن تعداد مش‌های مورد استفاده در هندسه مورد بررسی (بالغ بر ۸۰۰،۰۰۰ مش برای هر مدل) و حل متغیر با زمان (Unsteady) زمان تحلیل جهت هر مدل بالغ بر ۱۲۰ ساعت (۵ شبانه روز) بوده است.

بعد از ساخت و مش بندی مدل در نرم افزار گمبیت^۲ انتقال مدل ساخته شده به نرم افزار فلوئنت انتقال داده شده است. مساله مورد تحلیل در دو حالت ۲ بعدی و ۳ بعدی مورد حل و بررسی قرار گرفته است. عموماً مسائل مختلف سیالاتی را می‌توان به دو دسته کلی متغیر با زمان Unsteady و یا بدون تغییرات زمانی Steady تقسیم بندی کرد [ذاکری، اسماعیلی و فتحی، ۲۰۱۱] که مساله مورد بررسی یک مساله متغیر با زمان است و در نتیجه برای حل آن از حل کننده متغیر با زمان یا به عبارتی Unsteady استفاده شده است. در این مساله از مدل اولرین^۳ با دو فاز کاری و مدل انتخابی مورد نظر از لحاظ آشفتگی در این مساله از مدل

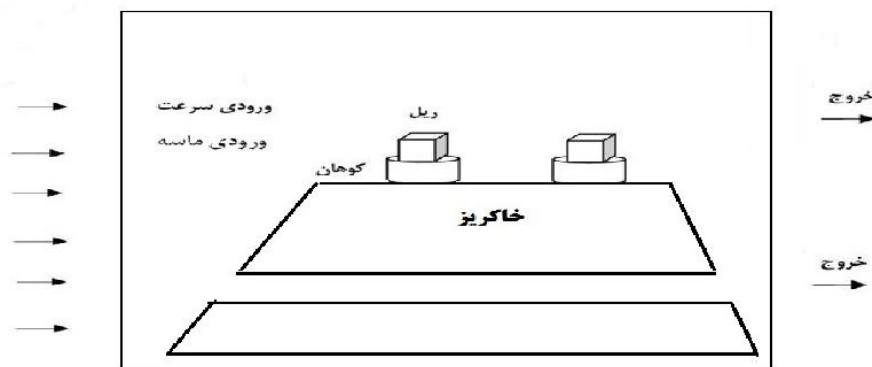
راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن درمقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و آرایه راهکار بهینه ...

ه- اجرای کانال در خاکریزهای خطوط ریلی(راه حل ابداعی): در این طرح کانالهایی با مقطع دایره در خاکریز خطوط راه آهن تعبیه شده تا ماسه براحتی بتواند از آنها عبور نموده و از تجمع ماسه روی خطوط ریلی پیشگیری شود.

تحلیل ها و شبیه سازی صورت گرفته نشان می دهد فرم دایره ای M-C20 موفق عمل نموده است مهمترین پارامتر قابل مقایسه برای این فرمهای هندسی اندازه Mass (جرم ماسه رسوب نموده) است، به عبارتی مقایسه میزان جرم ماسه رسوب نموده روی دال در زمان مدلسازی می باشد که این مدل کمترین جرم ماسه رسوب شده را داشته است.

جدول ۲. فرمهای هندسی مختلف کوهان به همراه ابعاد واندازه هندسی

(cm)	(cm)	
۲۰	۲۰	طرح دایره ای کامل (M-C20)
۳۰ سانتی متر، ارتفاع ۲۰ سانتی متر	۴۰ و دایره بالا (زیر ریل) ۳۰ سانتی متر	قطر دایره کف ۴۰ و دایره بالا (زیر ریل) ۳۰ سانتی متر



شکل ۱۴. مقطع سیستم پیشنهادی تعبیه خاکریز در برابر جریان ماسه‌های روان



شکل ۱۵. مدل‌های چهارگانه تعبیه کانال در خاکریز راه آهن

صورت گرفته بیشترین مقدار عبوری از مدل ۴ (M4-P2) بوده است که بیانگر این است که بیشترین حجم ماسه را مدل M4 عبور داده است و تحلیل $M.W.A$ (Mass weighted average) میانگین وزن روی سطح و $A.W.A$ (Area-weighted average) نیز صورت گرفته که حاکی از شرایط مناسب مدل فوق الذکر بوده است. در این مدل پیشنهادی فاصله کانال از سطح زیر دال کوهاندار ۲ متر میباشد.

۷. جمع بندی و نتیجه گیری

روش‌هایی که تاکنون در ایران و در سطح بین‌المللی برای مقابله با بحران ماسه‌های روان به کار گرفته شده، در دو طبقه اصلی سنتی و نوین تقسیم می‌شوند که از میان روش‌های سنتی می‌توان به مالچ پاشی نهال‌کاری و حفر خندق و از میان روش‌های نوین به تثبیت بیولوژیک و استفاده از تراورس‌های کوهان‌دار اشاره کرد. لیکن در میان همه روش‌های عنوان شده، هیچ روشی به‌طور کامل وازدیدگاه روسازی خط ریلی، به حل مشکلات موجود به ویژه صلبیت لایه بالاست و مسدود شدن خط نپرداخته است. در این تحقیق پس از طبقه‌بندی مشکلات و شناخت وضعیت خطوط راه آهن ایران در مناطق کویری و نیز بررسی راهکارهای

در این روش این کانال باعث ایجاد بستری روان جهت عبور ماسه‌ها از خطوط ریلی و عدم نشست ماسه روی خطوط و مسدود شدن خطوط خواهد شد و به عنوان یک پیشنهاد مدرن قابل بررسی خواهد بود، تحلیل‌های صورت گرفته با نرم افزار Fluent حاکی از اینست که این روش کارایی مناسبی را خواهد داشت. رویکرد مدنظر در این روش بازگذاشتن مسیر عبور ماسه بوده است. فواصل مختلف کانالها از سطح ریل (از صفر تا ۲ متر) و شکل هندسی کوهانی که دارای رفتار آیرودینامیک مناسبی بوده اند طراحی و شبیه سازی شده است، با توجه به بهینه بودن مقاطع دایره ای در مسایل آیرودینامیک شکل کانالها دایره ای و با قطر ۱،۵ متر در نظر گرفته شده است، این کانالها در فواصل مختلف از سطح روی خاکریز قرار داده شده است (از ۰ تا ۲ متر از زیر دال)، مشخص شده که مقاطع دایره ای شکل ماسه را بسیار سریعتر از سایر فرمهای مورد مطالعه عبور می دهند و در این طرح از این مزیت استفاده شده است.

برای این طرح نیز با استفاده از نرم افزار **Fluent** تحلیل **mass flow rate (kg/s)** عبور ماسه از سطح انتخاب شده (مقدار ماسه عبوری از آن مقطع اندازه گیری شده و با توجه به بررسیهای

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن در مقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و ارایه راهکار بهینه ...

خطوط ریلی است که در این طرح کانالهایی با مقطع دایره در خاکریز خطوط راه آهن تعبیه شده تا ماسه برآحتی بتواند از آنها عبور نموده و از تجمع ماسه روی خطوط ریلی پیشگیری شود، در نهایت به عنوان بهینه ترین گزینه با در نظر گرفتن زمان عبور ماسه ، حجم رسوب ماسه و زمان پر شدن کانال و سطح دال و مسدودی خط می توان گزینه استفاده از احداث کانال در خاکریز همراه با تراورسهای کوهان داررا پیشنهاد نمود که ضروری است برای آزمایش نهایی از روشهای ساخت نمونه آزمایشی در خطوط ماسه گیر اقدام نمود تا بتوان در راستای توسعه این خطوط در راه آهن گام برداشت.

اساسی برای کاهش مشکلات در این مناطق، به معرفی سیستم های سنتی و نوین دال خط کوهان دار پرداخته شد، روشهای مورد بررسی شامل تثبیت بوم‌زیستی (بیولوژیکی) ماسه : حفظ و ایجاد پوشش نباتی در روی سطح، تثبیت فیزیکی و مکانیکی، روشهای تثبیت شیمیایی ماسه، واریانت جدید، احداث گالری و تونل، استفاده از ماشین‌آلات مکانیزه، روشهای مدرن اجرایی شامل استفاده از دال خط معمولی به جای خطوط سنتی بالاستی، استفاده از تراورس کوهاندار، روش خطوط جعبه ای مدولار TMT¹، استفاده از دال خط کوهاندار و نیز مطالعه تجربیات سایر کشورها در این زمینه معرفی شده است. راه حل ابداعی و پیشنهادی در این تحقیق اجرای کانال در خاکریزهای

۸ مراجع

- صنیعی نژاد، م. (۱۳۸۹) "مقدمه ای بر شبیه سازی جریانهای آشفته و مدلسازی آنها"، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف
- فتحی، ع. (۱۳۹۴) "بررسی تاثیر فرمهای هندسی مختلف کوهان بر عبور ماسه از خطوط در مناطق کویری راه آهن، مجله علمی پژوهشی حمل و نقل، وزارت راه و شهرسازی
- فتحعلی، م. (۱۳۸۷) "روسازی دال خطکوهاندار برای حل مشکل راه آهن مناطق کویری"، پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی خطوط راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران
- فرقانی، م. (۱۳۸۵) "بررسی مشکلات راه آهن در مناطق کویری"، پایان نامه کارشناسی، مهندسی خطوط راه آهن، دانشگاه علم و صنعت
- دانشگاه تهران. مرکز تحقیقات بین المللی بیابان (۱۳۹۱) "مابج غیرنفتی (مالج غیرنفتی پلیمری) مهارکننده شن های روان"، تهران، مرکز تحقیقات بین المللی بیابان.
- Zakeri J. A., Esmacili, M. and Fathali, M. (2011) "Evaluation of humped slab track performance in desert railways", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, Volume 225, Issue 6, pp. 567 - 574.
- Zakeri J. A. and Abbasi, R. (2012) "Field investigation of variation of loading pattern of concrete sleeper due to ballast sandy contamination in sandy desert areas", Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 26, No. 12, pp. 3885~3892
- Etihad Rail (2009) "Geomorphologic study and computer modelling of sand dunes", Etihad Rail.
- Zakeri, J. A. (2012) "Investigation on railway track maintenance in sandy-dry areas", Structure And Infrastructure Engineering, Vol. 8, Issue 2, pp. 135-140.
- Zakeri, J. A. (2005) "Special sleeper design for reducing railway track maintenance costs",

- احمدی، ح. (۱۳۸۹) "بررسی روشهای کنترل فرسایش بادی برای حفاظت راه آهن (مطالعه موردی: منطقه بافق)"، دانشگاه چمران
- انصاری، ر. (۱۳۸۵) "جدیدترین متدهای تثبیت شن، اداره کل راه آهن جنوبشرق، همایش مشکلات راه آهن در مناطق کویری"، راه آهن.
- باقری، اعظم (۱۳۸۲) "نگرشی بر اقلیم و ترابری با تاکید بر درجه حرارت و باد در محدوده مطالعاتی محور راه آهن - کرمان - زاهدان"، مجموعه مقالات بررسی مشکلات راه آهن در مناطق کویری، راه آهن ج.ا.
- جدیدی، م. (۱۳۹۱) "شرائط مرزی و پارامترهای آشفستگی در نرم افزار Fluent"، اصفهان: گروه دینامیک سیالات محاسباتی دانشگاه صنعتی اصفهان
- جهانگیریان، ع. (۱۳۸۷) "بررسی اثر دیوارهای حائل در برابر توفانهای شن با استفاده از حل عددی جریان"، مرکز تحقیقات راه آهن ج.ا.
- حسینی، الف. (۱۳۹۱) "گزارش مشکلات راه آهن در مناطق کویری"، پژوهشکده حمل و نقل. ص ۴۴ - ۴۸.
- حسینی، م. (۱۳۹۱) "فناوری های تثبیت شن های روان و خطوط ریلی"، گروه نظارت خط و سازه های فنی اداره کل راه آهن جنوبشرق، ۳۵ص.
- دفتر مهندسی و نظارت زیر بنایی راه آهن (۱۳۸۴) "مجموعه مقالات بررسی مشکلات راه آهن در مناطق کویری"، راه آهن جمهوری اسلامی ایران
- دهقانی سانجی، م. (۱۳۹۳) "شبیه سازی عددی با نرم افزار فلوئنت"، تهران: انتشارات ناقوس
- ذاکری، ج. (۱۳۹۱) "معرفی روسازی نوین - دال خطکوهاندار- برای حل مشکل راه آهن مناطق کویری"، مجله علمی پژوهشی عمران - مدرس، دوره دهم، شماره ۲ تابستان. ص. ۷-۱۴.

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن درمقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و آرایه راهکار بهینه ...

8th International Conference on Railway Engineering, London

- <http://www.tubulartrack.co.za/index.php/2014/01/third-balloon-on-heavy-haul-coal-line-ermelo>

Research Report No. 10341, Tehran: Iran University of Science & Technology.

- Zakeri, J. A. (2007) "Requirements of railway route design in desert areas", Proceedings of -

راهکارهای حفاظت از خطوط راه آهن درمقابل بحران ناشی از هجوم شن‌های روان و آرایه راهکار بهینه ...

<p>هوشنگ پاکدل صمدی درجه کارشناسی در رشته عمران - خط و ابنیه فنی راه آهن را در سال ۷۰ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی (HSE ایمنی، بهداشت، محیط زیست) در سال ۹۲ از دانشگاه تهران اخذ نموده و در سال ۹۵ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مدیریت بحران از پژوهشگاه مهندسی بحرانهای طبیعی شاخص پژوه اصفهان گردیده است زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان « تبیین مدیریت بحران ماسه های روان در خطوط راه آهن مناطق کویری ، مطالعه موردی مسیر راه آهن بم - زاهدان ، بوده است</p>	
---	--