



دوفصلنامه

سال اول - پاییز و زمستان ۱۳۹۲ - شماره ۲

نشریه داخلی مهندسين مشاور

صحن بوستان



مواد جایگزین سیمان - راهی به سوی ساخت و ساز پایدار

بانکرینگ و چشم انداز آن در منطقه و جهان

تجهیزات الکترونیکی و زیر ساخت های ریلی

طرح سازه پل بزرگ خلیج فارس

بهسازی باند فرودگاه بین المللی تبریز

www.sahneboostan.com

info@sahneboostan.com

به نام انزوکیتا

مهندس حسین بادامچی شبستری
مدیرعامل

همکاران گرامی
با سلام و تحیت

اینک که به یاری خداوند متعال و با همکاری و تلاش شما همکاران گرامی در این روزهای پایانی سال شاهد چاپ و توزیع نشریه داخلی شماره ۲ شرکت مهندسين مشاور صحن بوستان می باشیم برخورد واجب میدانم ضمن عرض خسته نباشید به همکاران محترم پس از یکسال کار و تلاش و تشکر و قدردانی از زحمات و تلاشهای صادقانه شما در طول سال جاری، پیشاپیش فرارسیدن سال نو و نوروز باستانی را خدمت شما همکاران گرامی و خانواده های محترمان تبریک و تهنیت عرض نموده و از خداوند متعال سلامتی، موفقیت، سعادت و شادکامی برایتان آرزو می نمایم.

سال ۱۳۹۲ با تمامی فراز و نشیبهایش در روزهای پایانی خود بسر می برد. در این سال شاهد تحولات مهم و گسترده ای در عرصه های داخلی و بین المللی بودیم. تحولات صورت گرفته در زمینه های بهبود فضای کسب و کار و احتمال افزایش تسهیلات سرمایه گذاری در بخشهای مختلف از جمله بخشهای عمرانی و ساخت وسازها بارقه های امید بیشتری را برای شرکتهای مهندسی در سال ۱۳۹۳ رقم زده است. شرکت مهندسين مشاور صحن بوستان نیز بعنوان بخش کوچکی از جامعه مهندسين مشاور کشور امید برآن دارد که انشاء الله در سال جدید بتواند بیش از پیش و در کنار سایر شرکتهای ارائه دهنده خدمات فنی و مهندسی کشور در انجام تعهدات حرفه ای و تخصصی خود گام های مؤثرتری بردارد.

به امید سربلندی و سرفرازی ملت و کشور عزیزمان ایران.



نشریه داخلی

مهندسين مشاور صحن بوستان

سال اول - شماره دو - پاییز و زمستان ۱۳۹۲

صحن بوستان نسخه شصت و یکم مهرماه



۱	مواد جایگزین سیمان - راهی بسوی ساخت وساز پایدار
۸	بانکرینگ و چشم انداز آن در منطقه و جهان
۱۵	استفاده از تجهیزات الکترونیکی دستی در جمع آوری و برداشت داده های ارزیابی زیرساخت های ریلی
۲۴	طرح سازه پل بزرگ خلیج فارس محور اصلی طرح شبکه جامع ارتباطی خلیج فارس
۳۰	فرودگاه بین المللی تبریز ، اولین بهسازی باند پرواز به روش بتنی در کشور
۳۶	اقدامات بخش آموزش مهندسين مشاور صحن بوستان

طرح روی جلد :

مهندس نعمت قیاسی ، مهندس
هدی پیدایش
تایپ :
آقای علیرضا اسلامی، خانم
مرجان جعفری
صفحه آرایی و تصویر سازی :
مهندس هدی پیدایش
ویراستار:
مهندس وحید طاهری

همکاران این شماره :

دکتر علی اکبر رمضانپور
دکتر رامین رزمی
مهندس حسین عسگری
مهندس اشکان رجائی
مهندس شاپور طاحونی
مهندس حمیدرضا حاجی قربانی
مهندس مجید رضایی
مهندس حسن آقا خانی
مهندس مسعود شجاعی
مهندس وحید طاهری

دکتر محمود صفارزاده
مهندس شاپور طاحونی
مهندس وحید طاهری
مهندس علی گل محمدی
مهندس محمد معظمی

صاحب امتیاز: مهندسين مشاور صحن بوستان
مدیر مسئول: دکتر سید عباس حسینی
مدیر داخلی: مهندس وحید طاهری
مدیر هنری: مهندس نعمت قیاسی
اعضای هیأت تحریریه :

(به ترتیب الفبا)

دکتر علی اصغر اردکانیان
مهندس حسین بادامچی شبستری
دکتر سید عباس حسینی
دکتر علی اکبر رمضانپور
دکتر رامین رزمی

چکیده

در این مقاله به مواد جایگزین سیمان و انواع پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی نظیر خاکستر بادی، دوده سیلیس، خاکستر پوسته برنج، رس کلسینه شده، سنگ آهک و سرباره کوره آهن گدازی به عنوان ماده‌ای با خاصیت سیمانی و پوزولانی در ایران و جهان اشاره می‌گردد. همچنین خواص بتن‌های تازه و سخت شده با کاربرد این مواد مرور شده و وضعیت حال پوزولان‌ها و تولید آن بررسی خواهد شد. با توجه به اهمیت مسائل محیط زیستی، تهیه ارزان‌تر سیمان و مواد جایگزین آن، گسترش ساخت و ساز سازه‌های بتنی به ویژه در ساختمانهای نزدیک دریاها و محیط‌های خورنده عملکرد مناسب این مواد در مسائل حرارتی بتن و افزایش دوام آن و کاهش هزینه‌های بتن، آینده بسیار روشنی برای کاربرد وسیع‌تر آنها پیش‌بینی می‌شود. گرایش روز افزون جهانیان به استفاده از این مواد با توجه به خواص بسیار مناسب و توجیه اقتصادی و آثار مثبت زیست محیطی آنها ایجاب می‌کند تا در کشور ما نیز شناخت واقعی از این مواد پیدا شده و کاربرد آن گسترش یابد.

کلمات کلیدی: مواد جایگزین سیمان، پوزولانهای طبیعی و مصنوعی، دوام، توسعه پایدار

مواد جایگزین سیمان راهی بسوی ساخت و ساز پایدار

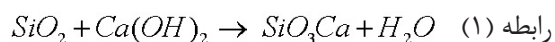
دکتر علی اکبر رضانیانپور

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر و مشاور عالی فنی در زمینه سازه های
بتنی



۱- مقدمه

پوزولان‌ها مواد سیلیسی یا سیلیسی آلومینی هستند که در حالت معمولی با آب واکنشی ندارند، لیکن در مجاورت آهک و یا با سیمان پرتلند مطابق رابطه شماره یک ایجاد واکنش شیمیایی می‌کنند و ژل سیلیکات کلسیم تولید می‌کنند.



با سخت شدن ژل فوق، ملات و بتن ساخته شده با این مواد به تدریج افزایش مقاومت پیدا کرده و با کم شدن فضاهای داخلی و افزایش دانسیته و کاهش نفوذپذیری ملات و بتن، دوام آنها در محیط‌های مختلف افزایش می‌یابد [۱]. با شناخت خواص این مواد به ویژه در درازمدت، در می‌یابیم که کاربرد آن به هزاران سال پیش برمی‌گردد. در این مقاله ضمن بررسی مواد جایگزین و مکمل سیمان به خواص آنها در بتن‌های تازه و سخت شده اشاره می‌گردد. با توجه به خواص و عملکرد مناسب بتن‌های ساخته شده با این مواد در محیط‌های خورنده و نیز جایگزینی مناسب آن با سیمان که به تولید کمتر سیمان و در نتیجه کاهش هزینه‌ها در تولید سیمان و صرفه جویی در

و نیاز به سیمان بیشتر در آینده برای توسعه کشورها امری اجتناب‌ناپذیر است. جدول ۱ میزان تولید سیمان در سالهای ۱۹۹۵ و ۲۰۰۰ میلادی و پیش‌بینی تولید آن در سالهای ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ میلادی را نشان می‌دهد [۲]. مقادیر فوق نشان‌دهنده تولید ۱/۷ بیلیون تن سیمان در سال ۲۰۰۰ و پیش‌بینی تولید ۲ بیلیون تن سیمان در سال ۲۰۱۰ می‌باشد. با توجه به آلودگی محیط زیستی تولید سیمان با تصاعد گاز و عدم دستیابی به اهداف قیدشده در پروتکل کیوتو، لازم است با تولید کمتر سیمان کاربرد مواد جایگزین آنها را گسترش داد. مهمترین این مواد پوزولانها و مواد سیمانی می‌باشند که به صورت پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی قابل حصول می‌باشند. در ادامه به پاره ای از این مواد و تولید آنها اشاره می‌گردد.

۳- مواد جایگزین طبیعی

پیدایش این مواد به حدود چهارهزار سال قبل از میلاد، یعنی شش هزار سال پیش برمی‌گردد. اولین ماده دیاتمه ای بوده

جدول (۱): تولید سیمان در سال‌های مختلف در جهان (میلیون تن)

	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰	درصد کل ۱۹۹۵	درصد کل ۲۰۱۰
اتحادیه اروپا	۱۶۸/۱	۱۸۷/۹	۱۹۴/۱	۱۸۹/۳	۱۲/۱	۹/۴
سایر کشورهای اروپایی	۶۵/۸	۸۰/۰	۹۰/۲	۹۴/۷	۴/۷	۴/۹
آمریکای شمالی	۵۸/۱	۸۰/۳	۱۱۰/۱	۱۲۸/۲	۴/۲	۶/۶
شوروی سابق	۹۲/۹	۹۴/۹	۹۴/۸	۹۴/۷	۶/۶	۴/۹
آمریکای مرکزی و جنوبی	۸۹/۴	۱۰۶/۶	۱۲۷/۴	۱۴۵/۰	۶/۴	۷/۵
آفریقا	۶۴/۸	۷۴/۳	۸۰/۷	۸۵/۵	۴/۶	۴/۴
خاور دور	۶۳/۵	۷۵/۶	۷۶/۹	۷۳/۴	۴/۶	۳/۸
آسیای شرقی	۶۲۳/۴	۷۳۲/۷	۷۹۸/۸	۸۴۴/۳	۴۴/۶	۴۳/۴
آسیای جنوب و جنوب غربی	۱۶۱/۲	۲۱۹/۱	۲۵۵/۰	۲۷۹/۲	۱۱/۶	۱۴/۴
اقیانوسیه	۸/۰	۱۰/۶	۱۱/۱	۱۱/۸	۰/۶	۰/۶
کل جهان	۱۳۹۶/۱	۱۶۶۲/۱	۱۸۳۹/۱	۱۹۴۶/۱	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰

است که در جزایر خلیج فارس کشف شده است. در جزیره کرت، رس کلسینه شده و آهک به کار رفته است. خاکستر آتشفشانی در اطراف کوه‌های ناحیه پوزولی ناپل در ایتالیا حدود ۲۰۰۰ سال پیش کشف و بعدها توسط رومی‌ها به عنوان پوزولان در ساخت و ساز از آن استفاده شده است. ملات و بتن با استفاده از ماده چسباننده آهک و پوزولان در حدود ۷۰۰ سال قبل از میلاد در یونان باستان مصرف شده است. در پوشش

مصرف انرژی و کاهش آلودگی محیط زیستی منجر می‌گردد، گرایش جهانیان در صنعت ساخت و ساز به مصرف گسترده‌تر این مواد در سطح جهان منجر شده است.

۲- مواد جایگزین سیمان و نقش آنها در کاهش تولید گاز کربنیک

مصرف سیمان در گذشته در ساخت بتن و فرآورده‌های دیگر



بتنی کانال سوئز از خاک سانتورین به عنوان پوزولان استفاده شده است. کشف پوزولان‌های تراس در مناطق رن و آدرناخ توسط آلمان‌ها و در عصر رومی‌ها اتفاق افتاده که به حدود ۲۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد. به هر حال تا قبل از پیدایش سیمان پرتلند، ملات‌هایی با استفاده از آهک و پوزولان در اغلب نقاط جهان و به ویژه توسط رومی‌ها در ساخت سازه‌های قصرهای امپراطوری و نیز در کارهای آبی به منظور دوام زیاد به کار رفته است. این روند استفاده در کشورهایی نظیر ایتالیا تا سال‌های اخیر نیز ادامه دارد، بطوری‌که در سال ۱۹۸۴، حدود ۴۰ درصد سیمان‌ها در این کشور با ۲۵ درصد پوزولان طبیعی، یعنی حدود ۳ میلیون تن پوزولان مصرف شده است. در آمریکا و برای اولین بار در سال ۱۹۱۰، توف رئولیتی به عنوان یک پوزولان طبیعی و به همراه سیمان پرتلند در ساخت پلی در لس آنجلس به کار رفته است. پس از آن و از سال ۱۹۲۰ به بعد پوزولان‌های طبیعی در ساخت سدهای بیشماری در این کشور استفاده گردید. کشورهای وسیعی نظیر چین، هند و مکزیک نیز از کاربران بزرگ پوزولان‌های طبیعی بوده‌اند. در چین مصرف بیش از ۱۲ میلیون تن پوزولان در سال گزارش شده است. در کشور مکزیک نیز تولید ۱/۳ سیمان‌ها از نوع پوزولان طبیعی بوده است [۳].

در کشور ما نیز کاربرد پوزولان به همراه آهک به زمان‌های

دور برمی‌گردد و در آثار باستانی قدیمی ملات‌های آهک-پوزولان، مشاهده شده است. کشف سیمان‌های طبیعی تراس جاجرود، خاک سرخ لومار و پوکۀ سنگ هراز از سال ۱۳۲۰ به بعد بوده است. در سال‌های بعد، پوزولان‌هایی از رسوبات خاکسترهای آتشفشانی در مناطق تفتان و بستان‌آباد کشف و کارهای تحقیقاتی روی آنها آغاز گشت. در دو دهه اخیر کارهای تحقیقاتی شامل شناسایی و تعیین خواص و عملکرد پوزولان‌های طبیعی ایران شامل تراس جاجرود، دیاتمه ممقان، پومیس سهند و سبلان، پوکۀ بستان‌آباد و تفتان و پوزولان‌های کرمان و سیرجان وخاش توسط نویسنده و همکاران صورت گرفته است [۴].

۴- مواد جایگزین مصنوعی

۴-۱- خاکستر بادی

این پوزولان که از غبارهای حاصل از سوختن زغال‌سنگ تهیه می‌شود، از سال ۱۹۳۰ به بعد در اروپا کاربرد در صنعت سیمان و بتن را پیدا کرده است. پس از انتشار تحقیقات گسترده دیویس در سال ۱۹۳۷، اولین سد در آمریکا با خاکستر بادی در سال ۱۹۴۸ ساخته می‌شود. کاربرد وسیع آن در جایگزینی با سیمان بعد از سال ۱۹۷۰ در جهان بوده است. با توجه به تولید زیاد این ماده در کشورهای اروپا، آمریکا، هند و چند

جدول (۲): تولید و مصرف خاکستر بادی در چند کشور جهان

کشور	تولید (میلیون تن)	مصرف در بتن (%)
چین	>۲۰۰	>۱۵
هند	>۸۰	۱۵
آمریکا	>۶۰	۱۵
روسیه	۶۰	۵
آلمان	۳۰	۱۲
انگلستان	۱۰	۱۰

۱۹۷۲ به بعد برمی‌گردد. در برخی کشورهای اروپایی، تولید سیمان سرباره‌ای تا ۶۰ درصد تولید کل سیمان‌ها رسیده است. میزان تولید سرباره کوره آهن‌گدازی به صورت‌های معمول و دانه‌ای در سال ۲۰۰۰ میلادی در قاره‌های جهان در جدول ۳ نشان داده شده است. در حال حاضر حدود ۱۲۵ میلیون تن سرباره در جهان تولید می‌شود که حدود ۹۰ میلیون تن آن مصرف می‌گردد. با توسعه بیشتر کارخانه‌های ذوب آهن، سرباره بیشتری در جهان تولید خواهد شد و با توجه به خاصیت سیمانی این ماده و جایگزینی به مقدار زیاد با سیمان (تا بیش از ۷۵ درصد وزنی)، پیش‌بینی می‌شود مقادیر زیادی از سرباره‌های تولیدی آینده جهان در کارهای بتنی مصرف گردد. این ماده که خاصیت سیمانی نیز دارد در پروژه‌های بزرگی در مناطق سخت و خورنده جهان به کار رفته است. از این پروژه‌ها، ساخت پل‌های راه ۴۰ کیلومتری بین عربستان و بحرین و پلی در کانادا را می‌توان نام برد. همچنین این ماده در ساخت سازه‌های بلند در جهان نظیر برج پتروناس در مالزی به کار رفته است. در کشور ایران نیز از سرباره‌های وارداتی در ساخت اسکله‌های بندر شهید رجایی و نیروگاه اتمی بوشهر در دهه ۱۳۵۰ استفاده شده است. این ماده در ایران نیز تولید می‌شود و می‌تواند با کنترل کیفیت لازم با جایگزینی تا حدود ۷۵ درصد با سیمان بکار رود.

۴-۳- دوده سیلیس

این ماده که از غبارهای حاصل از تولید فروآلیاژها در کوره‌ها بدست می‌آید، برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ در انستیتو تکنولوژی نروژ مورد آزمایش قرار گرفت. بعدها در پوشش تونل‌ها در اسلو به کار رفته و برای اولین بار در سال ۱۹۷۱ در سازه‌های بتنی مسلح در کشور نروژ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین اولین استاندارد آن در سال ۱۹۷۶ در این کشور انتشار یافت. پس از آن در کشور سوئد و سپس در دانمارک در بتن آماده استفاده شد و در این زمان در ایسلند به عنوان

کشور دیگر، مصرف آن روز به روز گسترش می‌یابد. از سوزاندن زغال سنگ در جهان امروز حدود ۷۰۰ میلیون تن خاکستر بادی تولید می‌شود. بخشی از این خاکستر که بالغ بر ۲۵-۲۰ درصد کل آن است به دلیل کربن زیاد و افت سرخ شدن فراوان، قابل کاربرد در بتن به عنوان ماده جایگزین سیمان نیست. کاربرد خاکستر بادی به منظورهای مختلف در حد ۳۰۰ میلیون تن برآورد می‌شود. بیشترین تولید خاکستر بادی در کشورهای چین، هند و آمریکا می‌باشد. تولید خاکستر بادی در سال ۲۰۱۰ به میزان ۸۵۰ میلیون تن و در سال ۲۰۲۰ حدود ۱۰۰۰ میلیون تن تخمین زده می‌شود که به ترتیب ۴۰۰ و ۵۰۰ میلیون تن آن قابل کاربرد در صنعت سیمان و بتن می‌باشد. با پیشرفت تکنولوژی در زمینه کاربرد مقادیر بالاتر مواد جایگزین سیمان به ویژه خاکستر بادی در ساخت بتن و به خصوص در بتن حجیم سدها که امروزه تا مرز ۶۰٪ جایگزینی بالغ گشته است، نقش خاکستر بادی در کاهش تولید سیمان و در نتیجه کاهش تولید CO_2 بسیار چشمگیر خواهد بود. اکثر خاکستر بادی تولید شده در جهان از نوع F با کلسیم کم می‌باشد و از زغال‌های آنتراسیتی یا قیری به‌دست می‌آید. این ماده در حالت معمول خاصیت سیمانی شدن ندارد ولی با کمک آهک و یا سیمان پرتلند با انجام واکنش پوزولانی خاصیت سیمانی شدن و سخت شدن پیدا می‌کند. مقدار کمتری نیز خاکستر بادی نوع C با کلسیم زیاد از زغال‌های لیگنیتی تولید می‌شود. برخی از این خاکسترهای بادی به علت داشتن کربن بیش از حد مجاز و یا مشکل ریزی و عدم انطباق با استانداردها را باید با روشهای الکترواستاتیکی و نیز سایش و جداسازی به نوع استاندارد و کیفی تبدیل نمود. در جدول ۲ تولید و مصرف خاکستر بادی در چند کشور جهان در سال ۲۰۰۰ میلادی آورده شده است [۵].

امروزه با تولید خاکستر بادی بسیار مرغوب بتن‌هایی با دوام زیاد با این ماده تولید می‌شود. با کشف معادن عظیم زغال سنگ در نقاط مختلف کشور ایران و ایجاد نیروگاه‌هایی با سوخت زغال سنگ در آینده تولید قابل ملاحظه‌ای از این ماده خواهیم داشت.

۴-۲- سرباره کوره‌های آهن‌گدازی

این ماده که در کارخانه‌های تولید فلزات به دست می‌آید، از دیرباز و از سال‌های ۱۸۶۳ به بعد در اروپا کاربرد پیدا نموده است. در آمریکا و کانادا تولید و مصرف گسترده آن به سال‌های

جدول (۳): تولید سیمانهای سرباره ای در جهان

سیمان سرباره ای میلیون تن	مصرف سیمان میلیون تن	نرخ دانه کردن میلیون تن	تولید سرباره دانه ای میلیون تن	کل تولید سرباره میلیون تن	ناحیه
۷/۸٪	۹۶۲/۰	۷۵٪	۷۴/۸	۹۹/۶	آسیا
۱۱/۳٪	۳۰۱/۰	۶۰٪	۳۳/۸	۵۶/۴	اروپا
۵/۰٪	۲۴۱/۱	۴۸٪	۱۲/۰	۲۵/۲	آمریکا
۲/۹٪	۷۸/۸	۱۰۰٪	۲/۳	۲/۳	آفریقا
۱۱/۱٪	۸/۱	۵۳٪	۱/۰	۱/۷	اقیانوسیه
۸/۳٪	۱۵۹۱/۰	۶۷٪	۱۲۳/۹	۱۸۵/۲	جهان
۸/۶٪	۵۴۰/۸	۸۰٪	۶۴/۴	۵۸/۰	چین
۳/۹٪	۱۲۲/۸	۲۹٪	۴/۸	۱۶/۱	آمریکا+کانادا
۱۷/۹٪	۵۰/۹	۸۶٪	۹/۱	۱۰/۶	آلمان+هلند+انگلستان
۱۷/۱٪	۱۱۷/۳	۶۶٪	۲۰/۰	۳۰/۴	ژاپن+کره

در مالزی و سال ۱۹۸۱ در هندوستان و پس از آن در ژاپن این ماده به صورت محدود تولید و به کار رفته است. اخیراً با ساخت کوره تولید خاکستر در کشور، پوزولان بسیار مناسبی تهیه و تحقیقات وسیعی در مورد خواص آنها در بتن انجام شده است. این ماده می تواند به میزان تا ۲۰ در صد جایگزین سیمان گردد[۶].

۴-۵- رسی کلسینه شده

پاره‌ای از خاک‌های رسی تحت حرارت کلسینه شده و خاصیت پوزولانی پیدا می‌کنند. کاربرد پودر ظروف پخته شده رسی با آهک و تولید ملات به ۳۶۰۰ سال پیش برمی‌گردد. همانند پوزولان‌های طبیعی رومی‌ها و یونانی‌ها با کاربرد رس کلسینه شده آشنا بودند. در هندوستان از خرده آجر و آهک ملاتی به نام سرخی ساخته شده و به کار رفته است. در اروپا کاربرد این پوزولان به همراه آهک از قرن هفدهم آغاز گشته است. از صد سال پیش تا کنون از این ملات در پروژه‌های سدسازی در کشورهایی چون برزیل، دانمارک، فرانسه، انگلستان، آمریکا، هندوستان و مصر استفاده شده است. در سال ۱۹۰۲ در ساخت سد آسوان در مصر و در هسته مرکزی این سد مخلوط آهک و رس کلسینه شده به کار رفته است. با حرارت دادن کائولن در دمای ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد، متاکائولن تولید می‌شود که کاربرد آن به عنوان یک پوزولان مصنوعی از سال ۱۹۹۰ به بعد در اروپا آغاز گشته است. با توجه به وجود معادن عظیم کائولن در کشور ونتایج بسیار خوب متاکائولن در تحقیقات

سیمان مخلوط در یک کارخانه تولید گردید. در کشور کانادا و از سال ۱۹۸۱ این ماده در ساخت بتن مصرف پیدا نمود. در کشور انگلستان نیز تحقیقات بر روی این ماده از سال ۱۹۸۲ آغاز گردید و اینک مورد مصرف پیدا کرده است. در کشور ایران در دو کارخانه فروآلیاژ ایران از سال ۱۳۷۲ و فروسیلیس ایران از سال ۱۳۷۴ به میزان حدود ۷۰۰۰ تن در سال هر یک تولید دوده سیلیس داشته‌اند، لیکن کاربرد آن در بتن عملاً از سال ۱۳۷۶ به بعد رونق گرفته است. دوده سیلیس در کشور ایران در پروژه‌های بزرگی نظیر اسکله‌های شهید باهنر، اسکله چابهار، مجتمع بندری شهید رجایی، چند بندر صیادی، سرریز سد کرخه، سد کوثر، تعمیرات اسکله فولاد، تعمیرات بندر امام و اغلب پروژه‌های فازهای مختلف در منطقه پارس جنوبی در ساخت بتن مورد استفاده قرار گرفته است.

۴-۴- خاکستر پوسته برنج

اولین کارهای تحقیقاتی بر روی خاکستر پوسته برنج از سال ۱۹۲۴ در آلمان آغاز گشته است. در آمریکا و از سال ۱۹۵۶ کاربرد این ماده در ساخت بلوک‌های سیمانی آغاز شد. در پاکستان نیز از سال ۱۹۶۰ به بعد این ماده در ملات‌ها استفاده شد. اما تحقیقات گسترده در خواص خاکستر پوسته برنج و کاربرد آن در جایگزینی با سیمان و برای ساخت بتن از سال ۱۹۷۲ به بعد بوده است. در آمریکا این تحقیقات به تولید و کاربرد خاکستر انجامیده است. چند سال بعد و از سال ۱۹۷۹

داخل کشور، امید می رود این ماده در آینده نزدیکی در چرخه تولید قرار گرفته و تا حدی جایگزین سیمان گردد [۷].

۴-۶- پودر سنگ آهک

پودر سنگ آهک سالهاست که به عنوان ماده جایگزین سیمان و یا مستقیماً در ساخت بتن به کار رفته است. در حال حاضر در اغلب کشورهای جهان سیمانهای مخلوط با پودر سنگ آهک استاندارد شده است. کاربرد ساده این ماده در سیمان و در بتن، فراوانی آن در طبیعت و کاهش آلودگی از نقطه نظر دی اکسید کربن در تولید سیمان با مصرف آن، می تواند در آینده مصرف آن را افزایش دهد. در حال حاضر در کشورهای زیادی از جهان حداقل ۱۰ سیمان با پودر سنگ آهک جایگزین می شود. پیش بینی می شود مصرف بیشتر آن بتواند حدود ۵-۸٪ در کاهش تولید دی اکسید کربن در جهان از طریق صنعت سیمان نقش داشته باشد [۸].

۵- کاربرد در بتن و سایر فراورده های سیمانی

با جایگزینی سیمان با این مواد و ساخت سیمانهای مخلوط و استفاده آنها در بتن می توان خواص بتن را به ویژه در درازمدت بهبود بخشید. با توجه به جذب آب بیشتر پوزولانها در بتن تازه کارایی بتن کاهش می یابد، لیکن خطر آب افتادگی و جدایی ذرات نیز کمتر شده و پیوستگی بهتری بین مصالح تشکیل دهنده بتن در حالت خمیری آن ایجاد می شود. به علت واکنش ثانویه پوزولانها با آهک ایجاد شده از واکنشهای سیمان و آب، این مواد باعث دیرگیری و دیر سخت شدن بتن شده و حرارت کمتری نیز به خصوص در سنین اولیه ایجاد می کنند. کنترل مسائل حرارتی بتنهای حجیم به علت ایجاد حرارت کمتر توسط پوزولانها، کاربرد آنها را در ساخت سدهای بتنی و سدهای بتنی غلطکی در اکثر کشورهای جهان و از جمله کشور ایران روز افزون نموده است. در این راه علاوه بر صرفه جویی در مصرف سیمان، با تولید حرارت کمتر هزینه بسیار کمتری نیز صرف نمودن بتنهای حجیم در مناطق گرمسیر کشور خواهد شد. در کشورهای جهان اغلب سدهای بتنی دارای یک پوزولان بوده اند. در میان پوزولانها، خاکستر بادی بیشترین مصرف را در ساخت سدها در جهان و در جایگزینی با سیمان داشته است. در کشور ایران نیز اولین سد بتن غلطکی در جگین با مواد پوزولانی طبیعی منطقه خاش

ساخته شده است. از پروژه های شاخص سالهای اخیر که در آن از پوزولانها و مواد شبه سیمانی برای ساخت بتن آنها استفاده شده است، می توان از برج پتروناس در کشور مالزی نام برد. در ساخت این برج دوقلوی ۴۵۲ متری و در طرح اختلاط آن ۳۱۵ کیلوگرم سیمان پرتلند، ۲۰۸ کیلوگرم خاکستر بادی و ۳۵ کیلوگرم دوده سیلیس مصرف شده است. نسبت آب به سیمان حدود ۰/۲۷ و اسلامپ ۱۸-۲۲ سانتیمتر انتخاب شده است. مقاومت فشاری ۲۸ روزه تا طبقه ۲۲ حدود MPa ۸۰ و طبقات بالاتر MPa ۶۰ و عمر مفید ۱۰۰ ساله برای آن پیش بینی شده است.

در حال حاضر در بیش از ده کارخانه کشور از پوزولانهای طبیعی و سرباره در ساخت سیمان های مخلوط استفاده می شود. با توجه به طرح تحول اقتصادی در کشور و حرکت در جهت توسعه پایدار و کاهش آلودگی محیط زیست، آینده بسیار مناسبی برای این مواد پیش بینی می شود. از سیمان های مخلوط می توان در ساخت ساختمانها و در انبوه سازی نیز استفاده نمود.

۶- نقش مواد جایگزین و مکمل سیمان در دوام بتن

نقش اساسی پوزولانها در بتن سخت شده و در افزایش دوام بتن در محیطهای خورنده بوده است. پوزولانها با ایجاد واکنشهای ثانویه و تشکیل ژل و پر کردن فضاهای خالی در بتن سبب کاهش نفوذپذیری آن شده و دوام آن را افزایش می دهند. در محیطهای خورنده سولفاتی و کلریدی که سبب آسیب دیدگی بتن و بتن مسلح می شود، عملکرد بتنهای دارای پوزولانها بسیار بهتر از بتن با سیمان بدون آن بوده است. همچنین در پدیده واکنش قلیایی سنگدانه ها پوزولانهایی نظیر خاکستر بادی و دوده سیلیس عملکرد بسیار مناسبی داشته و توانسته اند این خرابی بتن ها را کنترل کنند [۹ و ۱۰]. در کار تحقیقاتی درازمدت صورت گرفته در شرایط محیطی خورنده جنوب کشور، پوزولانهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته اند [۱۱ و ۱۲].

امروزه بتنهای توانمند که دوام قابل ملاحظه ای در محیطهای خورنده دارند با پوزولانها ساخته می شوند. ساخت تونل اروپا بین فرانسه و انگلستان با عمر مفید ۱۲۰ سال یکی از این پروژه هاست. در یک بخش از این تونل از حدود kg ۱۰۰

of limestone powder on performance of Portland limestone cement concretes», Cement and Concrete Composites, No.31, Nov.2009, PP 715-720

۹- علی اکبر رمضانپور و همکاران، «دوام سیمان‌های پوزولانی در شرایط تسریع شده مشابه خلیج فارس» انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن شماره ۳۴۸، زمستان ۱۳۸۲

۱۰- علی اکبر رمضانپور، علیرضا پورخورشیدی، «آیین‌نامه پایایی بتن در مناطق خلیج فارس و دریای عمان، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، جلد دوم شماره ۴، تابستان ۱۳۸۳

11-A.A. Ramezaniapour, A.R. Pourkhorshidi, «Durability of concrete containing supplementary cementing materials under hot and aggressive environments», Proceedings of 8th CANMET/ACI International Conference on fly ash, silica fume, slag and natural Pozzolans in Concrete, May 2004, Las Vegas, U.S.A.

12-A.A. Ramezaniapour, «Sustainable Development in Cement and Concrete», 3rd International Conference on Concrete and Development, May 2009, Tehran, Iran (Keynote Speaker)

13-A.A. Ramezaniapour, «Durability and Sustainability of Concretes Containing Supplementary Cementing Materials», Tenth ACI International Conference on Recent Advances in Concrete Technology and Sustainability Issues, Oct 2009, Seville, Spain, (Invited Speaker)

خاکستر بادی (۲۸ درصد مواد سیمانی) در طرح اختلاط استفاده گردید. در بخش دوم سیمان سرباره‌ای به میزان ۲۵۵ kg (۷۲ درصد مواد سیمانی) به کار رفت. مقاومت فشاری حدود ۵۵ MPa و نفوذپذیری بسیار کمی در این طرح حاصل گشته است [۱۳].

۷- نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت مواد خام و مسائل محیط زیستی لازم است در تولید و مصرف سیمان صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در قرن اخیر صورت پذیرد. کاربرد مواد مکمل سیمان و به ویژه پوزولان‌های مصنوعی و طبیعی از دیرباز توانسته‌اند با جایگزینی با سیمان ضمن صرفه‌جویی در سوخت برای تولید سیمان و کاهش آلودگی محیط زیست، در خواص بتن نیز مؤثر بوده و دوام آنها را به ویژه در محیط‌های خورنده افزایش دهند. در اغلب پروژه‌های بزرگ در سازه‌هایی در محیط‌های خورنده از مواد پوزولانی استفاده می‌شود و ساخت بتن‌های توانمند و با دوام در سال‌های اخیر با انواع این مواد تحقق یافته است. با توجه به خواص بسیار مناسب پوزولان‌ها و توجیه اقتصادی آن و وجود منابع عظیمی از پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی در کشور شایسته است با انجام تحقیقات وسیع و منسجم در شناخت بیشتر این مواد و تولید کیفی آن در کارخانه‌های سیمان و کاربرد آنها در ملات و بتن در صنعت ساختمان تحول عظیمی ایجاد نمود.

۸- مراجع

1-P.K. Mehta, D. J. M Monteiro, (translated by A.A. Ramezaniapour et. al.) «Concrete, structure, Properties, and materials», MC Graw Hill, 3rd edition, 2003.

2-World Cement Annual Review, World Cement, Vol.28, No.7, July 1997, PP.3-60.

3-R.N. Swamy, «Cement replacement materials», surrey university Press, vol.3, 1986, U.K.

۴- علی اکبر رمضانپور، منصور پیدایش «دوام بتن و نقش سیمان‌های پوزولانی»، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، زمستان ۱۳۷۶، ایران.

5-Sear Lindon, «The future of pulverized fuel ash concrete», concrete, Vol.37, No.2, 2003, PP.50-51.

6-A.A. Ramezaniapour, M. Mahdikhani, Gh., Ahmadibeni, «The effect of rice husk ash on mechanical properties and durability of sustainable concretes», International Journal of Civil Engineering, Vol.7, No.2, June 2009

۷- علی اکبر رمضانپور و همکاران «مطالعه خواص مکانیکی و دوام بتن‌های حاوی متاکائولین» اولین کنفرانس بین المللی تکنولوژی بتن آبان ۱۳۸۸ - تبریز- ایران

8-A.A. Ramezaniapour, et.al., «Influence of various amounts

بانکرینگ^(۱) و چشم انداز آن در منطقه و جهان

دکتر رامین رزمی _ مدیر دپارتمان نفت و گاز

چکیده

نحوه سوخت‌رسانی به انواع کشتی‌ها در نقاط مختلف جهان یکی از مباحث مهم در صنعت حمل و نقل دریایی است. این فرایند که بانکرینگ خوانده می‌شود، امروزه نقش مهمی در توسعه کشورهای دارای مرز آبی دارد. در این مقاله ابتدا روشهای مختلف بانکرینگ کشتی‌ها به اختصار توضیح داده شده و سپس جایگاه کشور عزیزمان ایران در این حوزه از فن‌آوری مورد بحث قرار می‌گیرد. در این منطقه از جهان، ایران می‌بایست قادر به رقابت با کشورهای حاشیه خلیج فارس باشد زیرا علاوه بر داشتن امتیازاتی همچون ظرفیت بالای تولید نفت کوره با کیفیت بالا در پالایشگاه‌های کشور، کوتاه‌تر بودن بعد مسافت نسبت به امکانات موجود در کشور امارات متحده عربی می‌تواند درآمد قابل ملاحظه‌ای را نصیب کشور نماید. از مهمترین راهکارها در این زمینه می‌توان به سرمایه‌گذاری مشترک دراز مدت با شرکتهای خارجی و تشکیل کنسرسیوم شرکتهای بانکر کننده و استفاده از هم‌افزایی جهت استفاده بهینه از کلیه ظرفیت‌های این صنعت و همچنین بازاریابی و ایجاد معافیت‌های مالیاتی و فراهم کردن سیستم بانکی مناسب برای پشتیبانی از فعالان این حوزه، اشاره نمود.

کلمات کلیدی: بانکرینگ، خلیج فارس، کشتیرانی، عملیات انتقال سوخت

۱- مقدمه

حمل و نقل دریایی بعنوان یکی از مهمترین مدهای سیستم‌های حمل و نقل نقش بسیار مهمی در توسعه کشورهایی دارد که از نظر جغرافیایی با دریا و یا رودخانه‌های قابل کشتیرانی هم مرز می‌باشند. یکی از نیازهای مهم این نوع حمل و نقل، وجود سیستم‌های کارآمد سوخت‌رسانی به کشتی‌ها و شناورها است که امروزه با رشد تردد کشتی‌ها و ابعاد فیزیکی قابل توجه آنها می‌بایست از جدیدترین فن‌آوری‌ها بهره‌مند باشد. این

فرایند که بانکرینگ نامیده می‌شود از روشهای مختلفی قابل بهره‌برداری است. در این مقاله علاوه بر معرفی اجمالی این صنعت، وضعیت کشورمان در گذشته تاکنون در این حوزه بررسی شده و چالش‌هایی که امروزه با شرایط حاکم بر منطقه و ظهور رقیبان متعدد در حاشیه خلیج فارس، با آن رو در رو هستیم مورد بحث و ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲- مفاهیم عمومی در رابطه با عملیات بانکرینگ

بانکرینگ عبارت است از عملیات انتقال سوخت مورد نیاز به کشتی‌ها و سایر شناورها که می‌تواند به دو صورت سوخت رسانی بر روی دریا یا استفاده از شناورهای خاص و یا پهلوگیری

۱- Bunkering



ROTTERDAM-NETHERLAND

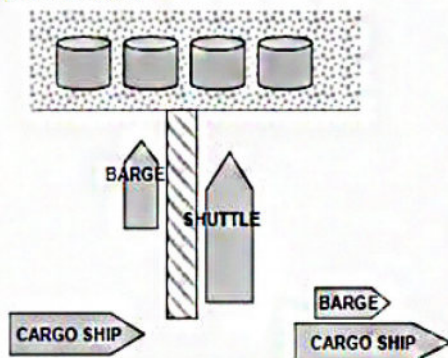
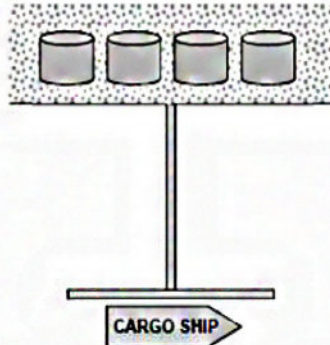
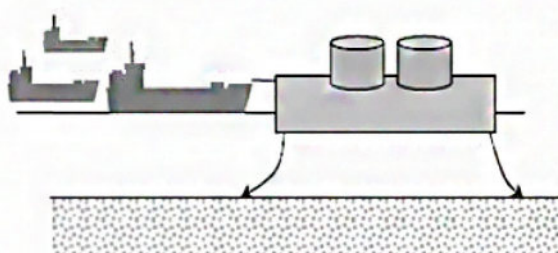
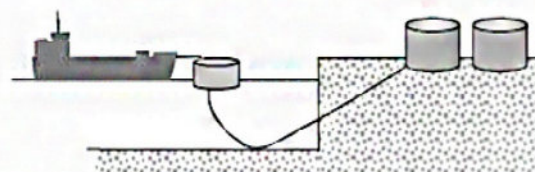
الف - باعث ارتقاء سطح اعتبار اقتصادی و سیاسی کشور بانکرینگ کننده در منطقه می شود.

ب - اشتغال زایی به صورت مستقیم در صنعت بانکرینگ و یا به صورت غیر مستقیم در صنایع مرتبط را به همراه دارد.

ج - زیرساخت های مورد نیاز برای عملیات بانکرینگ مانند بنادر و اسکله ها، خطوط لوله سوخت رسانی، مخازن ذخیره و نگهداری سوخت و ... را که در سایر صنایع نیز مورد استفاده قرار می گیرند، توسعه می بخشد.

بنابراین می توان چنین بیان نمود که عملیات بانکرینگ برای کشور عامل مزایای متعددی به همراه داشته و به صورت متقابل منافع متقابلی برای کشتی ها و شناورهای سوخت گیری کننده نیز به همراه دارد؛ چرا که ادامه فعالیت صنعت دریانوردی بدون توجه به بانکرینگ بی معنا خواهد بود.

کشتی در اسکله های سوخت رسانی انجام پذیرد. هر چند که هر دو روش مذکور برای سوخت رسانی کشتی ها مورد استفاده قرار می گیرند، اما روش دوم یعنی مراجعه کشتی به اسکله ها و بنادر سوخت رسانی روش متداول بانکرینگ به حساب می آید و در کنار آن شرکت های بانکرینگ از روش اول هم استفاده می نمایند. آنچه برای یک کشتی یا شناور مهم می باشد این است که فرایند سوخت رسانی با کم ترین هزینه ممکن و بهترین کیفیت انجام شود. بنابراین قیمت سوخت، میزان انحراف از مسیر اصلی برای رسیدن به اسکله سوخت رسانی، سرعت عمل و ... از مولفه های مهم و تعیین کننده در انتخاب مبادی سوخت رسانی به شمار می آیند. عملیات بانکرینگ علاوه بر ایجاد ارزش افزوده اقتصادی برای کشور عامل، در بردارنده برخی مزایا به شرح زیر می باشد:

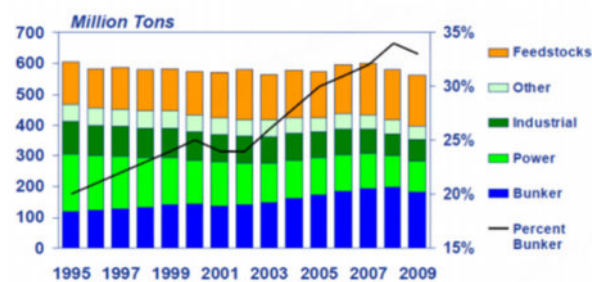
1 FIXED/BARGE:**2 JETTY:****3 SEA ISLAND (natural/artificial):****4 MOORING:**

شکل (۱): مراحل عملیات بانکرینگ

۳- وضعیت ایران در بازار بانکرینگ

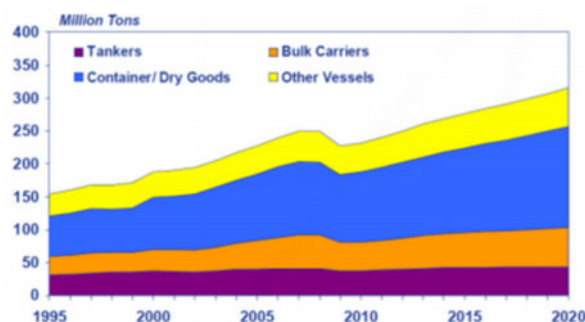
تاریخچه فعالیت ایران در بازار بانکرینگ را می توان به دو دوره زمانی قبل از سال ۱۳۸۴ و بعد از آن دسته بندی نمود. قبل از سال ۱۳۸۴ توجه جدی به مقوله بانکرینگ نشده بود و با وجود اینکه ایران از موقعیت فوق العاده ای در حوزه خلیج فارس و دریای عمان برخوردار بوده و در شاهراه عبور کشتی ها و شناورهای بین المللی قرار دارد، هیچ اقدام خاصی درخصوص عملیاتی نمودن فعالیت بانکرینگ قبل از سال ۱۳۸۴ انجام نشده است. کشتی ها و شناورهای بسیاری به صورت روزانه در این آب های بین المللی در حال تردد می باشند که همواره نیاز به سوخت گیری دارند. شایان ذکر است تا قبل از این سال بارها موضوع بانکرینگ و لزوم توجه به آن مطرح شده بود و حتی منطقه سلخ نخستین مکانی بود که بحث بانکرینگ در آنجا مطرح شد (زیرا تمام کشتی هایی که نیازمند اسکله با آبخور بالا هستند امکان پهلو گیری دارند)، اما اقدام خاصی در این زمینه صورت نپذیرفت. به عبارت دیگر کار سوخت رسانی قبل از جنگ ایران و عراق توسط شرکت پخش فرآورده های نفتی انجام می شد یعنی هر کشتی که به بندر ایران مراجعه می کرد شرکت پخش فرآورده های نفتی سوخت آن را تامین می نمود.

متأسفانه بعد از جنگ به موازات تبلیغات منفی که علیه ایران صورت می گرفت کشتی هایی که برای دریافت سوخت به ایران مراجعه می نمودند، برای سوخت گیری ایران را ترجیح نمی دادند و به عبارتی به جای امن تری می رفتند. بعد از جنگ هم دوران بازسازی بود و در آن زمان نفت کوره به اندازه کافی نبود و هر زمان که وزارت نفت می خواست شروع مجددی در این زمینه داشته باشد، با مانع مواجه می شد. طرح جامع بانکرینگ در اواخر سال ۱۳۸۴ شروع و به عنوان یک پروژه به شرکت پخش فرآورده های نفتی واگذار شد. در آن زمان به خاطر اینکه هیچ پیش زمینه ای از موضوع وجود نداشت، یک مزایده عمومی برگزار شد، که در این مزایده شرکت های متعددی حضور یافتند و در نهایت سه شرکت در مرحله اول انتخاب شدند؛ همچنین قرار شد این طرح توسط بخش خصوصی نیز پیگیری شده و در نهایت کل کار به جز تامین سوخت به بخش خصوصی واگذار شود. در خصوص نحوه تعامل با شرکت های بخش خصوصی مقرر شد که سوخت در انبارها تحویل آنها شود و این شرکت ها اسکله و انبار مستقل برای خود داشته باشند؛ در نهایت در این مزایده یک شرکت ایرانی برنده و کار خود را از سال ۱۳۸۵ در بندرعباس به عنوان اولین مکان

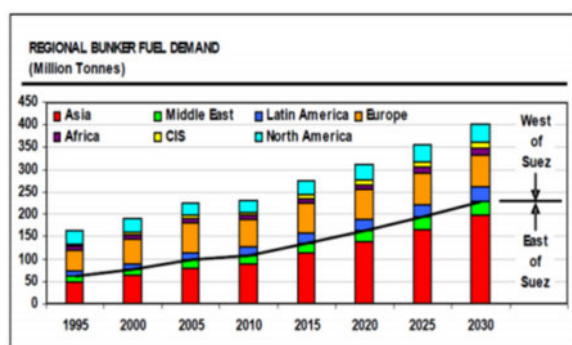


نمودار(۱): نمودارتقاضای سوخت های سنگین در جهان
همگام با حمل و نقل دریائی را ندارد. در نمودار ۱ این مسئله به روشنی نشان داده شده است.

در مقیاس جهانی صنعت بانکرینگ همانطور که گفته شد در حال رشد چشمگیر است و البته به غیر از افت محسوس این صنعت به دلیل بحران اقتصادی در سال ۲۰۱۰ رشدی



نمودار(۲): نمودارتقاضای جهانی بانکرینگ به تفکیک ناوگان دریائی



نمودار(۳): نمودارتقاضای جهانی بانکرینگ به تفکیک منطقه

۲/۵ درصدی برای این صنعت پیش بینی میشود. گفتنی است که رشد این صنعت از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ حدود ۴/۵ درصد بوده است و در اوج رونق دستخوش بحران اقتصادی جهانی شد. با جهانی شدن صنایع پالایشگاهی در تمام نقاط دنیا شاهد تقاضا برای بانکرینگ هستیم. در نمودار ۲ این تقاضا به تفکیک مشخص شده است.

سالانه حدود ۲۰۰ میلیون تن نفت کوره در سطح جهان بصورت بانکر به کشتی ها فروخته می شود و پیش بینی می شود که این رقم تا سال ۲۰۳۰ به ۴۰۰ میلیون تن افزایش یابد.

شروع کرد. در سال های بعد شرکت های دیگری نیز به این عرصه وارد شدند و در حال حاضر بیش از ۵ شرکت در حال فعالیت در حوزه بانکرینگ می باشند.

در واقع مهم ترین کشور رقیب برای ایران در عملیات بانکرینگ، امارات متحده عربی می باشد که بندر فجیره بعد از سنگاپور بزرگترین و مهم ترین بندر بانکرینگ دنیا به شمار می رود. این بندر سالانه حدود ۱۲ تا ۱۵ میلیون تن کار سوخت رسانی در خلیج فارس و گاهی حتی خارج از خلیج فارس همچون آفریقا نیز این کار را انجام می دهد. شایان ذکر است عملیات بانکرینگ ایران نسبت به فجیره از بعضی جهات مزیت دارد یکی اینکه برای کشتی های در حال ترده، از نظر مسافت ایران نسبت به فجیره در حدود ۴۰ مایل دریایی نزدیک تر است؛ یعنی کشتی ها مسافت کمتری را طی می کنند و دیگر اینکه برای انجام عملیات بانکرینگ از مسیر حرکت خود خارج نمی شوند. همچنین نفت کوره ایران نسبت به سوخت بندر فجیره دارای کیفیت بهتری است؛ در بندر فجیره انواع سوخت ها با یکدیگر مخلوط می شوند و بنابراین برای کشتیها خرید سوخت از ایران به صرفه تر است.

طی سال های اخیر با وجود نوبا بودن این صنعت در ایران و وجود رقیب قدرتمند بین المللی در منطقه، موفقیت های قابل توجهی برای صنعت بانکرینگ ایران حاصل شده است. به عنوان مثال در سال ۱۳۸۸ در ارزیابی بین المللی که از بنادر دنیا انجام شده است، بندر عباس در زمینه بانکرینگ و عرضه سوخت به کشتی ها، رتبه بالایی را کسب کرده و این بندر در لیست بنادر معتبر بانکرینگ بین المللی قرار گرفته است. همچنین به دلیل سیاست های اعتماد سازی صورت گرفته طی سال های اخیر، ایران به عنوان یک ایستگاه سوخت رسانی جهانی شناخته شده است. با توجه به اقدامات مثبت انجام شده در این زمینه، دورنمای فعالیت صنعت بانکرینگ در ایران روشن است و پیش بینی می شود تا پایان سال ۱۴۰۰ سهم ایران از بازار بانکرینگ منطقه خلیج فارس و دریای عمان به حدود ۵۰ درصد افزایش یابد.

۴- بررسی وضعیت جهانی بانکرینگ

در این قسمت وضعیت جهانی این صنعت و چشم انداز آن از بعد بازار مورد بررسی قرار میگیرد. تقاضای جهانی برای بانکرینگ بدلیل رشد حمل و نقل دریائی هر ساله در حال افزایش است در حالیکه میزان سوخت های سنگین از جمله نفت کوره رشدی

حدود ۸۰ درصد فعالیت بانکرینگ جهان تنها در ۱۰ بندر مهم صورت می پذیرد و ۳۲ درصد از بازار بانکرینگ تنها در ۳ بندر متمرکز است که بندر فجیره یکی از آن سه و دوتای دیگر بنادر سنگاپور و رتردام (هلند) می باشند.

همانطور که در نمودار ۳ ملاحظه میشود رشد تقاضا تا سال ۲۰۳۰ چشمگیر خواهد بود که نشانگر رشد بالای حمل و نقل دریائی تا این سال و پتانسیل بازار این صنعت میباشد. بیشترین رشد تقاضا مربوط به کشورهای آسیایی از جمله هند و چین است که خوشبختانه بخش اعظم تردد آنها در خلیج فارس است که بر همین مبنا پتانسیل مدل مورد استفاده در این مطالعه در خلیج فارس طراحی شده است. در ارتباط با نمودار شکل ۳، باید عنوان شود که با توجه به حجم بالای طرحهای اجرائی در منطقه و افزایش مراودات تجاری بین خاورمیانه و شرق آسیا و بالاخص چین با دیدگاهی واقع بینانه رشد ۴٪ برای تقاضای بانکرینگ (به دلیل افزایش حجم کشتیرانی) پس از سال ۱۴۰۰ شمسی وجود خواهد داشت و به همین دلیل رشد تقاضا پس از سال ۱۴۰۰ شمسی بمراتب از رشد عرضه طرحهای بانکرینگ منطقه خاورمیانه بیشتر خواهد بود. این مسئله نشان میدهد که در صورتی که حادثه غیر مترقبه‌ای نظیر جنگ و یا بحران اقتصادی در منطقه رخ ندهد بازار بانکرینگ در منطقه پر رونق بوده و بالطبع رقابت شدیدتر مبنی بر مزیت نسبی در ارائه سوخت با کیفیت و ارزانتر در منطقه برای جذب مشتریان بیشتر بوجود خواهد آمد.

همانطور که در مدل بالا ملاحظه میشود ایران در آینده‌ای نه چندان دور قادر به تصاحب بازار بانکرینگ خلیج فارس است و چنین مسئله‌ای در صورتی محیا خواهد شد که برنامه‌های ساخت تاسیسات جدید بخوبی پیش رود و همکاریهای لازم در این زمینه صورت گیرد.

مراحل اولیه احداث بندر فجیره در سال ۱۹۷۸ آغاز و در سال ۱۹۸۳ بطور کامل عملیاتی شد. بندر فجیره بعد از سنگاپور، بزرگترین مرکز بانکرینگ جهان می باشد که سالانه ۲۴ میلیون تن، معادل ۸۳ درصد از سهم سوخت رسانی منطقه را به خود اختصاص داده است و پروژه‌هایی برای افزایش ظرفیت ذخیره سازی سوخت و همچنین بالابردن توان پهلویی کشتی‌هایی با ظرفیت بالاتر نیز در این بندر در حال اجرا می باشد. شایان ذکر است که حجم قابل توجهی از سوخت عرضه شده در این بندر توسط ایران تامین می گردد.

شرکت ملی نفت امارات متحده عربی (ENOC) طی بیانیه‌ای

اعلام نموده است که از ابتدای ماه جولای سال ۲۰۱۰ (۱۰ تیر ماه ۱۳۸۹) سوخت رسانی به بندر فجیره به منظور عملیات بانکرینگ را متوقف کرده است. مدیران این شرکت با تأیید این خبر اظهار داشته اند که کلیه شناورهای مورد استفاده در این عملیات به سایر پروژه‌ها انتقال داده شده اند. در این بیانیه تأکید شده که سایر فعالیتهای خدماتی بندر فجیره به قوت خود باقی است. تحلیلگران خروج شرکت ENOC از صنعت بانکرینگ را با دو علت عمده مرتبط دانسته اند. نخست رکود حاکم بر اقتصاد جهانی که باعث کاهش تردد کشتی‌های حمل کننده کالا از غرب به منطقه خلیج فارس شده است و دوم، ورود موثر ایران به صنعت بانکرینگ که کیفیت خوب و قیمت مناسب سوخت عرضه شده در بنادر ایران، باعث شده است که تعدادی از کشتی‌ها تمایل به سوخت گیری از ایران داشته باشند. این مسئله در این مدل لحاظ شده است.

ایران با اتکا به توانمندیهای بخش خصوصی و حمایت وزارت نفت، یک بازیگر جدید الورد به این صنعت است و این مسئله نوید دهنده این مهم می باشد که در صورت برنامه ریزی دقیق، تجهیز امکانات موجود و همچنین بازاریابی موثر، بتواند در آینده‌ای نزدیک سهم و جایگاه مناسبی از صنعت بانکرینگ جهان را در اختیار داشته باشد و سهم حدود ۱۲ درصدی فعلی خود از بانکرینگ را به سطح شایسته موقعیت خود در خلیج فارس برساند.

از مزیت‌های حضور ایران در صنعت بانکرینگ می توان به تقویت حاکمیت سیاسی و اقتصادی کشور در خلیج فارس و دریای عمان، درآمد زایی، اشتغال زایی، توسعه بنادر و زیرساختهای موجود و افزایش اعتبار جهانی ایران اشاره نمود. طی سالهای ۸۶ تا ۸۸ در مجموع معادل ۳ میلیارد و ۱۸۰ میلیون دلار درآمد ارزی حاصل از فروش سوخت به کشتی‌ها نصیب کشور شده است. همچنین در شش ماه نخست سال ۱۳۸۹، معادل ۱ میلیون و ۲۱۷ هزار تن سوخت به کشتی‌های عبوری از خلیج فارس فروخته شده است که از این طریق ۴۵۰ میلیون دلار درآمد ارزی نصیب کشور شده است.

۵- نتیجه گیری

به‌طور کلی در سال ۱۳۸۸ پالایشگاه‌های کشور با استفاده از نفت خام و میعانات گازی و همچنین نفت خام وارداتی از کشورهای آسیای میانه با بیش از ۱۶۷۷ هزار بشکه نفت خام در روز همراه با ۳۱ هزار بشکه در روز میعانات گازی در مجموع

با ۱۷۰۸ هزار بشکه در روز به تولید انواع فرآورده‌های نفتی پرداخته که از نظر کمی پالایشگاه آبادان با پالایش روزانه بیش از ۳۹۲ هزار بشکه با بالاترین میزان خوراک و پالایشگاه کرمانشاه با حدود ۲۳ هزار بشکه در روز در پایین‌ترین حد خوراک پالایشی کشور قرار داشته‌اند. حجم کل صادرات فرآورده‌های نفتی در سال ۱۳۸۸ معادل ۱۵۷/۶۸ هزار بشکه در روز (معادل ۶۳/۷۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال)

بوده، که نسبت به سال قبل ۵/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد. حاصل فعالیتها در زمینه بانکرینگ انجام عملیات بانکرینگ یک میلیون تن نفت کوره و سی هزار تن نفت گاز در سال ۱۳۸۶، دو میلیون تن نفت کوره و شصت هزار تن نفت گاز در سال ۱۳۸۷ و سه میلیون و سیصد هزار تن نفت کوره و یکصد و سی هزار تن نفت گاز در سال ۱۳۸۸ می‌باشد. کشورمان با توسعه صنعت بانکرینگ در بندرعباس، خارک، بوشهر، قشم،

جدول شماره (۱): تقسیم بندی نقاط قوت و ضعف صنعت بانکرینگ در کشور

نقاط ضعف W	نقاط قوت S
• کمبود زیرساختهای لازم بویژه انبارذخیره سازی، تاسیسات نگهداشت و تاسیسات بارگیری • کمبود استقرار شرکتهای بانکرینگ در مسیربندر کشور • کمبود امکانات تبلیغاتی و اطلاع رسانی جهت جلب مشتریان • کمبودتفاهم نامه های بین المللی برای همکاری همه جانبه و ارائه خدمات به شناورهایی که در منطقه تردد می کنند. • تغییر در قیمتها از سوی شرکت ملی پخش و پالایش و اموربین الملل شرکت ملی نفت ایران • فقدان مکانیزم فروش اعتباری • مصرف بالای سوخت نفت کوره توسط نیروگاهها و صنایع بخصوص در فصول سرد سال • نبود سیاست مشخص برای صادرات و یا فروش داخل نفت کوره توسط متولیان امر • عدم امکانات ارائه خدمات جانبی مانند کترینگ و تامین سایر نیازمندیهای جانبی کشتی ها. لازم به توضیح است که کشتی ها علاقمند هستند که در محلی سوخت گیری نمایند که سایر خدمات را هم دریافت کنند.	• ظرفیت بالای تولید نفت کوره در کشور و امکان تولید نفت کوره با کیفیت بالا در پالایشگاههای داخل • بنادر نزدیک به دریای کشور ازجمله لارک، بندر عباس (بندر شهیدرجایی)، ابوموسی و قشم به آبراهه های بین المللی کشتیرانی نسبت به بندر فجیره • وجود دو پالایشگاه آبادان و بندرعباس در سواحل جنوبی کشور
تهدیدها T	فرصتها O
• وضع تحریم های بین المللی • وجود زیرساختهای لازم و خدمات جانبی متنوع کشتیرانی در فجیره • فعالیتهای گسترده امارات متحده عربی جهت گسترش ظرفیتهای	• تردد بسیار زیاد نفتکش ها، کشتی ها و شناورها در خلیج فارس و دریای عمان • فاصله ۴۰ مایلی رقیب ایران از مسیر کشتیرانی بین المللی • وابستگی امارات به سوخت مایع وارداتی

عسلویه و چابهار، ۱۲ درصد از سهم بازار فروش را در منطقه خلیج فارس بدست آورد. عملیات بانکرینگ از ابتدای سال ۸۹ تا کنون با افزایش چند مرکز جدید همچنان در خلیج فارس و دریای عمان در حال انجام است. بر اساس آمارهای رسمی منتشره از تحولات عملکرد این صنعت، طی سالهای ۸۶ تا ۸۸ در مجموع معادل ۳ میلیارد و ۸۰ میلیون دلار درآمد ارزی حاصل از فروش سوخت به کشتیها نصیب کشور شده است. در سال ۱۳۸۸ میزان فروش سوخت به کشتیها (بانکرینگ) ۳ میلیون و ۳۴۵ هزار تن بوده است که در مقایسه با سال ۸۷ (۲ میلیون و ۱۴۵ هزار تن در سال) از رشد ۵۷/۱ درصدی فروش فرآورده به کشتیها حکایت دارد. در سال ۱۳۸۹، معادل ۴ میلیون و ۲۰۰ هزار تن سوخت به کشتیهای عبوری از خلیج فارس فروخته شده است که از این طریق بیش از ۲ میلیارد دلار درآمد ارزی نصیب کشور شده است. این مسئله نشانگر پتانسیل بالای منطقه و همچنین نقش مهم بخش خصوصی برای این فعالیت است. بازار فرآورده های نفتی و مسئله سوآپ فرآورده های نفتی نیز باعث رونق سرمایه گذاری در زمینه مخازن ذخیره فرآورده های نفتی خواهد شد. همانطور که ملاحظه شد سهم ایران در آینده و در صورت اجرای صحیح برنامه ها بطور قابل ملاحظه ای در فعالیتهای بانکرینگ افزایش خواهد یافت.

با تمام این اوصاف و بدلیل رشد تردد کشتیها در خلیج فارس در آینده پتانسیل موجود در بازار برای تامین نیاز کشتیها کافی نبوده و فشار تقاضا در سالهای آتی افزایش خواهد یافت که نشانگر توسعه و ساخت تاسیسات بیشتر واحدهای بانکرینگ است. جهت دستیابی به این هدف لازم است نقاط قوت و ضعف این صنعت مطابق جدول ۱ در داخل کشور شناسایی شود و با برنامه ریزی دقیق برای دستیابی به این هدف اقدام شود.

با توجه به نقاط قوت و ضعف داخلی طرح و همچنین فرصتها و تهدیدات خارجی، مهمترین راهکارهای حضور موثر ایران در صنعت بانکرینگ و افزایش سهم در خلیج فارس پیشنهادات زیر ارائه می گردد :

- سرمایه گذاری مشترک دراز مدت با شرکتهای خارجی فعال در این زمینه بخصوص شرکتهای چینی، سنگاپوری و هندی همچنین ایجاد ارتباط با رقبای منطقه
- مذاکره برای سرمایه گذاری مشترک و بلندمدت برای توسعه صنعت بانکرینگ سوخت مایع تولید ایران و کشورهای آسیای میانه و عراق (در حال حاضر شرکت نفت آذربایجان در سرمایه

- گذاری ها و عملیات بانکرینگ بندر فجیره حضور دارد).
- تشکیل کنسرسیوم شرکتهای بانکرکننده و استفاده از هم افزایی جهت استفاده بهینه از کلیه ظرفیتهای این صنعت
- افزایش زیرساختهای لازم و خدمات جانبی کشتیرانی در مراکز بانکرینگ در طول سواحل خلیج فارس و دریای عمان
- بویژه مراکز پر ترددی مانند جنوب جزیره قشم
- بازاریابی و اطلاع رسانی مناسب. به این منظور می توان علاوه بر استفاده از نشریات و وب سایتهای مختلف، با برگزاری همایش های بین المللی، قابلیت ها و ظرفیت های موجود صنعت بانکرینگ ایران را معرفی نمود. لازم بذکر است همه ساله همایشهای بین المللی معتبری توسط امارات و سنگاپور به این منظور برگزار می گردد.
- ایجاد معافیت های مالیاتی موقت برای شرکتهای خصوصی فعال در این زمینه جهت بالا بردن قدرت رقابت و همچنین افزایش انگیزه ورود بخش خصوصی به این صنعت
- فروش محصولات بانکر با قیمتهای رقابتی قابل توجه برای جذب هر چه بیشتر مشتریان
- فراهم کردن سیستم های پشتیبانی بانکی برای فروش اعتباری
- مشارکت در توسعه بورس نفت و فرآورده های نفتی و تسری آن به منطقه

۶-مراجع

- ۱- گزارشات و سالنامه های آماری شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی بخش فرآورده های نفتی
- ۲- نشریه روزانه Platts , REUTERS وبازار جهانی نفت نشریه روزانه مدیریت بین الملل نفت
- ۳- سایت های اینترنتی: OPEC Statistics ۲۰۱۱-۲۰۱۰ , BP Annual statistics Review ۲۰۱۱, www.mpa.gov.sg, www.bunkerindex.com, www.worldbunkering.com, www.ausbunk.com, www.ibia.net, en.wikipedia.org, www.imo.org, www.shana.ir, www.mop.ir, www.niopdc.ir, Margins evaporate", World Bunkering magazine», Competition intensifies", World Bunkering magazine»



استفاده از تجهیزات الکترونیکی دستی در جمع آوری و برداشت داده‌های ارزیابی زیرساخت‌های ریلی

مهندس حسین عسگری^۱ کارشناس ارشد راه و ترابری^۲ مدیر دپارتمان ریلی - مهندس اشکان رجائی - کارشناس ارشد راه و ترابری

چکیده

سیستم حمل و نقل ریلی بواسطه تاثیر در فعالیت‌های اقتصادی و همچنین مزایای قابل توجه آن نسبت به دیگر وسایل حمل و نقل زمینی از قبیل سرعت، ایمنی، نظم، ظرفیت و راحتی، یکی از مهمترین بخش‌های دارایی‌های فیزیکی هر کشور می‌باشد و نگهداری زیرساخت‌های آن می‌تواند نقش مهمی در بدست آوردن منافع مالی بدون از دست دادن سرمایه‌ها داشته باشد. هرگونه توسعه‌ای در مدیریت صحیح نگهداری و تعمیر، صرفه‌جویی غیر مستقیم ناشی از افزایش ظرفیت و کاهش تاخیرات را به دنبال خواهد داشت. یکی از الزامات اساسی مدیریت نگهداری زیرساخت‌ها ارزیابی وضعیت موجود زیرساخت‌ها می‌باشد. ارزیابی وضعیت مستلزم جمع‌آوری، ذخیره سازی و تحلیل حجم عظیمی از داده ها با پراکندگی موضوعی و جغرافیایی می‌باشد. انتخاب یک روش مناسب و قابل اعتماد برای جمع‌آوری داده ها و اطمینان از کیفیت مناسب آن از نیازهای اساسی این بخش می‌باشد. در این تحقیق ضمن بررسی مشکلات و پیچیدگی‌های موجود در فرآیند ارزیابی چشمی زیرساخت‌ها، پارامترهای کلیدی موثر در کیفیت و سهولت فرآیند برداشت داده ها شناسایی و تعریف شده اند و با استفاده از امکانات تجهیزات الکترونیکی و بسترهای سخت‌افزاری راه‌حلهای رفع آنها نیز ارائه و توسعه داده شده‌اند.

کلمات کلیدی: ارزیابی زیرساخت‌ها، بازرسی چشمی، مدیریت نگهداری خطوط ریلی، تجهیزات الکترونیکی دستی

۱- مقدمه

سیستم حمل و نقل ریلی بواسطه تاثیر در فعالیت‌های اقتصادی و همچنین مزایای قابل توجه آن نسبت به دیگر وسایل حمل و نقل زمینی از قبیل سرعت، ایمنی، نظم، ظرفیت و راحتی، یکی از مهمترین بخش‌های دارایی‌های فیزیکی هر کشور

می‌باشد. از طرفی خط و زیرسازه‌های آن، بزرگترین سرمایه راه آهن بوده و هزینه نگهداری و تعمیر آن درصد قابل توجهی از هزینه بهره‌برداری را شامل می‌شود. رفع عیب و ثابت ماندن فرم هندسی اولیه و طراحی شده، ضمن افزایش ضریب ایمنی برای حرکت قطارها، شرایط حرکت و سرعت آنها را بهبود می‌بخشد. بدین ترتیب خط‌آهنی که از یک سیستم نگهداری

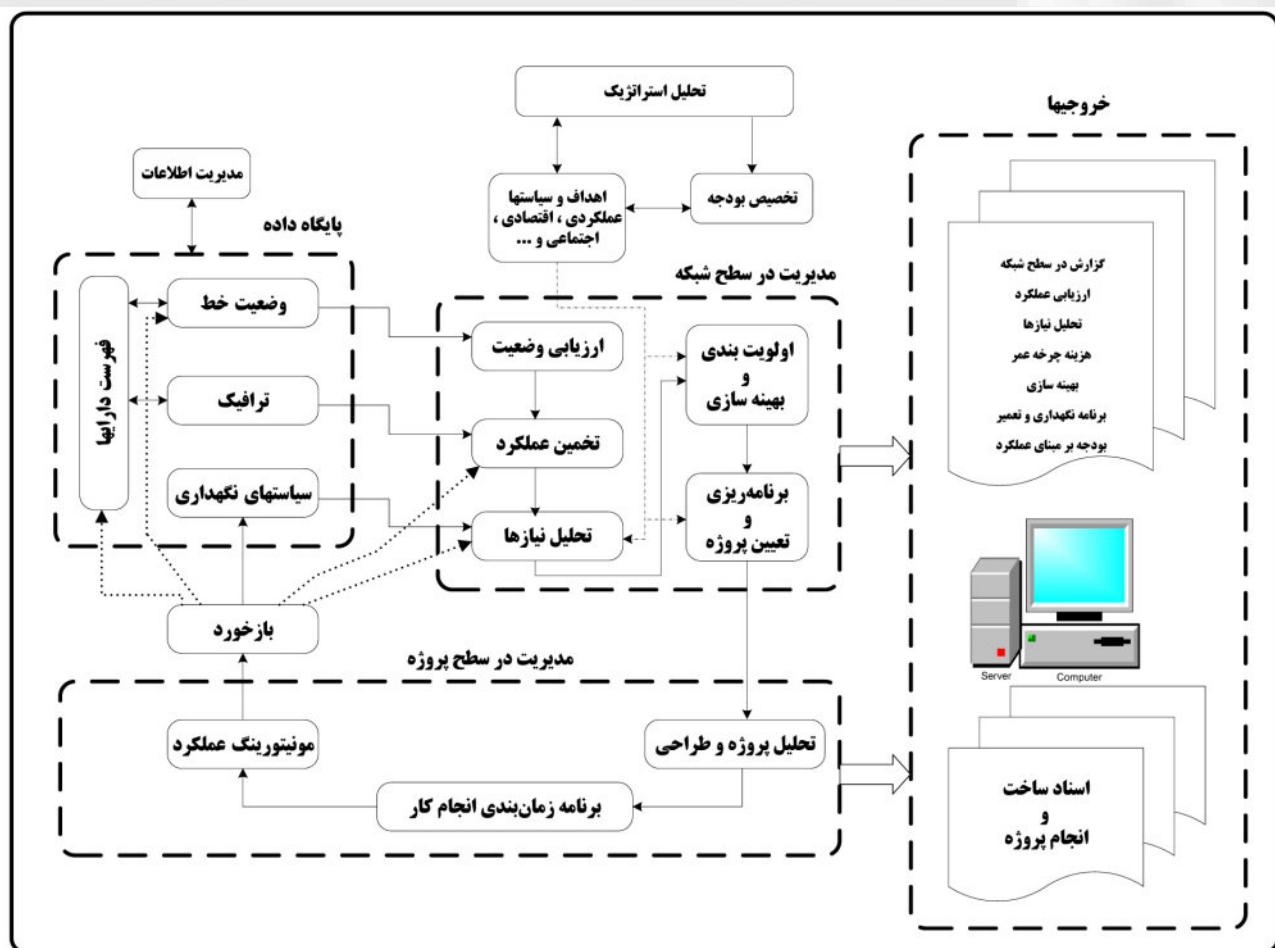
منظم و برنامه‌ریزی شده برخوردار باشد، با سوانح کم و حرکت منظم قطارها همراه خواهد بود. نگهداری خط آهن می‌تواند نقش مهمی در بدست آوردن منافع مالی بدون از دست دادن سرمایه‌ها داشته باشد. بعبارت دیگر هرگونه توسعه‌ای در مدیریت صحیح نگهداری و تعمیر، صرفه‌جویی غیر مستقیم ناشی از افزایش ظرفیت و کاهش تاخیرات را به دنبال خواهد داشت. مدیریت نگهداری خط آهن، گامی موثر در جهت تقارب همه کارهای مهندسی نگهداری و تعمیر جهت فراهم شدن سطح بهینه کارایی خط و زیرسازه‌های آن و ایمنی و راحتی کافی در بهره‌برداری از آن می‌باشد.

۲- ساختار مدیریت نگهداری

در راستای نگهداری و تعمیر خطوط ریلی، سلسله‌ای از کارهای مهندسی همچون اندازه‌گیری و سنجش وضعیت، پیش‌بینی

عملکرد سازه خط و همچنین تاثیر آن بر عملیات نگهداری و تعمیر دارد. انجام کارهای مربوط به بازرسی، اجرای تحلیل‌ها و تنظیم برنامه‌های هماهنگ برای اجزای مختلف خط نیاز به پردازش و دسته‌بندی اطلاعات بیشماری دارد. استفاده و بکارگیری این حجم زیاد از اطلاعات نیاز به طراحی صحیح یک سامانه مدیریت نگهداری و تعمیر خط دارد. این سامانه مدیریت باید اطلاعات مربوط به تعمیر و نگهداری را جمع آوری نموده و ارتباط بین آنها را نمایش داده و بعنوان یک ابزار تحلیلی برای مدیریت تعمیر و نگهداری خط عمل نماید. در شکل ۱ ساختار یک سامانه مدیریت نگهداری به همراه اجزای اصلی آنها نمایش داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود، یکی از مهمترین اقدامات در پیاده سازی سامانه مدیریت نگهداری، توسعه و پیاده سازی یک بانک اطلاعاتی کامل و قابل اعتماد است. عموماً برای بهره‌مندی از



شکل (۱): ساختار سامانه مدیریت نگهداری خط به همراه اجزای اصلی و ارتباطات کلی اجزا

سامانه مدیریت نگهداری، باید نسبت به تهیه یکسری داده‌های مربوط به وضعیت اقدام نموده و این داده‌ها را با بارگذاری در پایگاه داده ذخیره نمود. جمع آوری و تحلیل این داده‌ها که در

وضعیت در آینده، سنجش نیازهای نگهداری و تعمیر، تعیین مدل عملیاتی و تخصیص منابع انجام می‌شوند. عملیاتی نمودن این فعالیت‌ها احتیاج به شناخت رابطه پیچیده بین وضعیت و

۳- ارزیابی وضعیت موجود

تجربی صورت گیرد. روش‌های انجام بازرسی، بسیار متنوع و گوناگون بوده و هر یک مزایا، قابلیت‌ها و محدودیت‌های خاص خود را دارند. بر این اساس بازرسی‌ها را می‌توان به سه گروه بازرسی‌های چشمی با استفاده از ابزارهای دستی، بازرسی بوسیله ماشین آلات سبک خطی و بازرسی توسط ابزارهای مکانیزه تقسیم نمود. با توجه به امکانات مالی، فنی و نیازهای سیستم، هر یک از این روش‌ها یا ترکیبی از آنها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. فارغ از روش ارزیابی اتخاذ شده، اطلاعات جمع آوری شده باید معتبر و صحیح باشند تا بتوان به آنها استناد نمود. از آنجا که بازرسی چشمی، روشی ساده بوده و به وسایل و تجهیزات گران قیمت نیاز ندارد و از طرفی وجود خرابی‌های قابل رویت در روسازی می‌بایست مطابق کلیه استانداردهای نگهداری رفع گردد، ارزیابی چشمی بسیار مورد مقبولیت قرار گرفته و در بسیاری از موارد مبنای ارزیابی می‌باشد. در این نوع بازرسی، شخص با استفاده از تجربیات و آموزش‌های گذرانده نسبت به بازرسی ادوات و

فرم ارزیابی وضعیت و سازهی خطوط									
فرم شماره:		نام ارزیاب:		تاریخ ارزیابی:		ساعت ارزیابی:		آب و هوا:	
مشخصات قطعه مورد بررسی:		کد قطعه:		طول قطعه:		نوع ریل:		تاریخ تولید ریل:	
		نوع تراورس:		تراورس:		تولید کننده تراورس:		نوع پابند:	
ریل									
ردیف	نوع خرابی	عیب وجود دارد یا خیر	شدت خرابی	تعداد		طول		شماره	نوسانات
				ریل چپ	ریل راست	ریل چپ	ریل راست	عکس	
۱	شکستگی در ریل	خیر	کو شدیده						
۲	ترک خوردگی تاج ریل	خیر	متوسط شدیده						
۳	ترک خوردگی جان و پایه ریل	خیر	خفیف						
۴	ناقصی در سطح ریل	خیر	خفیف						
۵	وجود شکستگی در جوش ها ریز	خیر	خفیف						
۶	سایش تاج ریل	خیر	کو شدیده						
تراورس									
ردیف	نوع خرابی	عیب وجود دارد یا خیر	تعداد تراورس معیوب	فاصله حدودی از اول قطعه		شماره	نوسانات		
						عکس			
۱	عیب طبعی تراورس جوش	خیر							
۲	تخریب ناشیگاه ریل بر روی تراورس	خیر							
۳	ترک خوردگی و شکستگی در تراورس	خیر							
۴	گرمای آمون تراورس ها	خیر							
۵	گشاد شدن محل محل پند تراورس جوش	خیر							
۶	کسود یا گشاد در تراورس ها	خیر							
ادوات اتصال									
ردیف	نوع خرابی	عیب وجود دارد یا خیر	تعداد ادوات معیوب		فاصله حدودی از اول قطعه		شماره	نوسانات	
							عکس		
۱	ترک خوردگی یا برآمدگی در وسایل اتصالی	خیر							
۲	عدم وجود یا شکستگی در میله و میله اتصالی ها	خیر							
۳	شل بودن پیچ و مهره اتصالی ها	خیر							
۴	شکستگی صفحات زیر ریل در پابند گا	خیر							
۵	شکستگی یا عدم وجود پابند خرابی یا مغلوبی پیچهای پابند	خیر							
۶	شل بودن پیچ پابند	خیر							
۷	خرابی یا عدم وجود پیچ زیر ریل	خیر							
۸	خرابی یا عدم وجود پیچ زیر ریل	خیر							
پلاست									
ردیف	نوع خرابی	عیب وجود دارد یا خیر	طول (متر)		حجم (مترمکعب)		شماره	نوسانات	
							عکس		
۱	گشایی پلاست	خیر							
۲	کسود پلاست	خیر							
۳	کسود عطر و شله پلاست	خیر							

نشریه داخلی مهندسين مشاور صحن بوستان
شماره ۲ يابز و زمستان ۱۳۹۲

اجزای زیرساخت ریلی اقدام نموده و مشکلات قابل مشاهده را در فرم‌های کاغذی ثبت می‌نماید. داده‌های ثبت شده در این فرم‌ها مبنای محاسبات و ارزیابی‌های آتی قرار خواهد گرفت. در شکل ۲ نمونه‌ای از فرم‌های ارزیابی سوزن و خط نشان داده شده است.

با توجه به اینکه ارزیابی چشمی باید توسط نیروی انسانی آموزش دیده انجام پذیرد، محدودیت‌ها و موانعی وجود دارد که این روش ارزیابی را زمان بر نموده و سبب افزایش هزینه‌های ارزیابی می‌شود. همچنین رفع نامناسب این محدودیت‌ها، نتیجه کلی ارزیابی‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد به نحوی که ممکن است کیفیت داده‌های برداشت شده را به قدری کاهش دهد که استفاده پذیری داده‌های جمع آوری شده را با مشکل مواجه سازد. از عمده محدودیت‌ها و موانع موجود در ارزیابی چشمی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

• تعدد نوع خرابی‌های موجود در زیرساخت:

در ارزیابی چشمی می‌بایست خرابی‌های متداول و محتمل در زیرساخت از قبل طبقه‌بندی گردد. همچنین با توجه به داده‌های مورد نیاز برای ارزیابی می‌بایست پارامترهای متعددی از خرابی نظیر میزان، شدت، محل وقوع و ... ثبت و جمع آوری گردد. تعداد قابل توجه زیرساخت‌ها و همچنین تعدد پارامترهای فوق الذکر، موجب تکثر داده‌های مورد نیاز برای جمع آوری می‌گردد. برای رفع این محدودیت می‌بایست از نیروهای آموزش دیده با آشنایی کامل به خرابی‌ها استفاده نمود و یا ارزیابی را در مراحل چندگانه انجام داد که به هر حال باعث افزایش هزینه‌های ارزیابی می‌گردد.

• شناسایی موقعیت مکانی ارزیابی:

از آنجا که شبکه ریلی گستردگی زیادی در سطح جغرافیایی دارد، با توجه به زمان بر و هزینه بر بودن ارزیابی چشمی، ارزیابی کل شبکه مقدور نمی‌باشد. معمولاً در استانداردهای ارزیابی از روش‌های متداول نمونه‌گیری آماری استفاده می‌شود. کاربرد این روش مستلزم تقسیم‌بندی شبکه به قطعات با طول مشخص و معمولاً همگن و ثابت برای ارزیابی می‌باشد. یکی از مشکلات ارزیابی چشمی، شناسایی موقعیت این قطعات در محل برای انجام ارزیابی می‌باشد. همچنین با توجه به روش‌های آماری، در برخی از مواقع نیاز به تکرار ارزیابی و یا برداشت قطعات اضافی می‌باشد که در این حالت اهمیت شناسایی موقعیت قبلی را دو چندان می‌کند.

• ورود داده‌ها به پایگاه داده:

برای استفاده مناسب از

داده‌های جمع آوری شده که با صرف هزینه و زمان فراوان انجام می‌پذیرد، می‌بایست یک فرآیند سیستماتیک و شفاف تعریف گردد. این مهم معمولاً با طراحی فرم‌های ساده و مشخص برای هر یک از پارامترها و تعریف و تخصیص کدهای یکنواخت به اجزا، خرابی‌ها و غیره حاصل شود. پس از تکمیل هر یک از فرم‌ها، می‌بایست داده‌های جمع آوری شده در پایگاه داده بارگذاری شود که بتوان از آنها در انجام تحلیل و مدلسازی‌ها استفاده نمود. با توجه به اینکه معمولاً این فرم‌ها در شرایط محیطی و ارگونومیکی سخت تکمیل می‌شوند، یکی از منابع ایجاد خطا در آنها در همین بخش حادث می‌گردد. از آنجا که معمولاً ورود داده‌ها در پایگاه داده توسط شخصی غیر از ارزیاب صورت می‌پذیرد، هرگونه ناخوانایی در فرم‌ها می‌تواند با تفسیر شخصی مواجه گشته و باعث ورود خطاهای ناخواسته گردد. همچنین ورود داده‌های خارج از محدوده و یا جابجایی در شناسایی و ورود داده‌ها در این بخش‌ها اتفاق می‌افتد. تجربیات متعدد در برداشت و اندازه‌گیری داده‌های میدانی برای ارزیابی زیرساخت‌های ریلی، تاثیر عوامل فوق‌الذکر در بروز خطاهای ناخواسته که می‌تواند کیفیت کل فرآیند و فعالیت‌ها و هزینه‌های انجام شده را با مشکل مواجه سازد را نشان می‌دهد در این تحقیق روش جایگزین برای حذف عوامل فوق که موجب سهولت و تسریع در فرآیند ارزیابی چشمی می‌گردد، در ادامه بررسی شده است. با بکارگیری این روش، با توجه به توسعه روز افزون روش‌های ارزیابی اتوماتیک، کماکان روش ارزیابی چشمی می‌تواند با قابلیت اعتماد مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

۴- معرفی سامانه الکترونیکی برای ارزیابی وضعیت

همانطور که عنوان شد عوامل مختلفی وجود دارند که در ایجاد خطا در هر یک از مراحل برداشت داده‌ها و ثبت آنها تاثیر می‌گذارند. به این ترتیب باید روشی اتخاذ کرد که به واسطه آن بتوان خطاهای موجود را به حداقل رسانده یا حتی کاملاً برطرف نمود. سامانه الکترونیکی ارزیابی وضعیت، با توجه به قابلیت‌های متعدد در زمینه ثبت مقادیر کیفی و کمی و انتقال اطلاعات به شکلی ایمن و دقیق، گزینه مناسبی برای این منظور است. این سامانه الکترونیکی، یک ابزار سخت افزاری جهت ارزیابی وضعیت زیرساخت‌های ریلی و ثبت نوع و میزان خرابی‌های موجود در آنها می‌باشد. با استفاده از این

سامانه در ارزیابی وضعیت روسازی خطوط ریلی، بسیاری از محدودیت‌های عنوان شده در خصوص روش ارزیابی چشمی برطرف می‌گردد. همانطور که عنوان شد، ثبت وضعیت و خرابی روسازی در روش بازرسی چشمی بصورت سنتی با

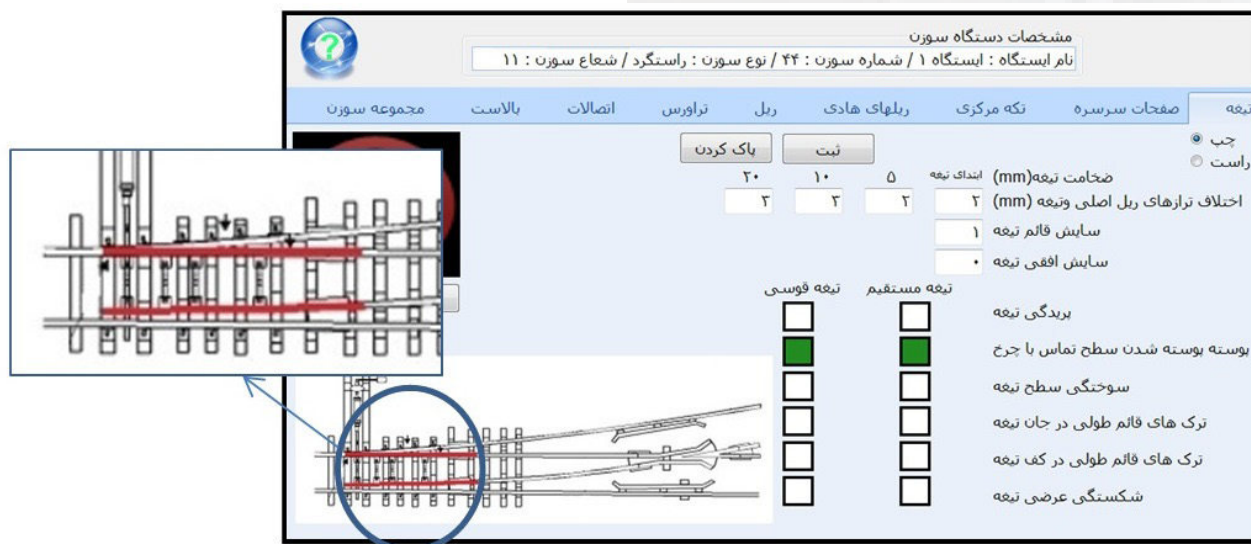


شکل (۳): سامانه الکترونیکی ارزیابی وضعیت

کارت شبکه مخابراتی همراه می باشد که با صفحه لمسی، کار کردن با آن در شرایط محیطی بسیار ساده بوده و از قابلیت خوبی برای برآوردن اهداف مورد نظر برخوردار می‌باشد.

۴-۱- شناسایی نوع و میزان خرابی‌ها

همانطور که اشاره شد، تعدد و تکرار داده‌ها و پارامترهای مورد نظر برای ارزیابی یکی از محدودیت‌ها و مشکلات ارزیابی چشمی می‌باشد. برای رفع این مشکل در سامانه ارزیابی، می‌توان موقعیت هر یک از المانهای مورد ارزیابی را بصورت تصویری به ارزیاب نمایش داد. ارائه تصویر از هر یک از انواع خرابی‌ها در زمان ارزیابی احتمال عدم شناسایی نوع خرابی را به حداقل کاهش می‌دهد. همچنین در زمان تکمیل هر یک از پارامترها امکان تعریف محدوده مقادیر مجاز و همچنین ارائه اخطار به ارزیاب در صورت تلاش برای ورود داده غیر معتبر،



شکل (۴): صفحه ارزیابی تیغه سوزن (قابلیت نمایش قطعات مورد ارزیابی)

ایجاد خطای اولیه برداشت را به حداقل می‌رساند. در شکل های ۴ و ۵ نمونه ای از صفحات تعریف شده برای ارزیابی سوزن در این سامانه نشان داده شده است. در این بخش امکان اضافه کردن عکس از خرابی هر جزء نیز وجود دارد که امکان تفسیر خرابی‌های غالب در زمان تحلیل و تفسیر در دفتر را فراهم می‌نماید. همچنین یکی از ابزارهای اصلاح احتمالی در شناسایی اشتباه خرابی‌ها در آینده را فراهم می‌نماید.

۴-۲- تعیین موقعیت مکانی

شناسایی موقعیت مکانی قطعات مورد ارزیابی از دشواری‌های

استفاده از فرمهای کاغذی صورت می‌پذیرد. استفاده از این روش مشکلاتی چون عدم دقت در ثبت و انتقال داده‌ها را به دنبال دارد. استفاده از پردازشگر لمسی برای این منظور، این مشکلات را برطرف می‌نماید. این سامانه فعالیت اکیپهای برداشت داده در عملیات میدانی را آسان و سهل می‌نماید. همچنین دستگاههای صنعتی مورد استفاده بصورت کاملاً ایمن، محکم بوده و قابلیت تطبیق با شرایط محیطی را دارا می‌باشند. یک نمونه از این دستگاه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. این دستگاه با ابعاد ۲۴ در ۱۴ سانتیمتر و ضخامت ۴ سانتیمتر و وزن ۹۶۰ گرم، دارای دوربین ۴ مگاپیکسلی، سامانه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS)، قابلیت نصب سیم

مشخصات دستگاه سوزن

نام ایستگاه: ایستگاه ۱ / شماره سوزن: ۴۴ / نوع سوزن: راستگرد / شعاع سوزن: ۱۱

تیغه صفحات سرسره تکه مرکزی ریلهای هادی ریل تراورس اتصالات بالاست مجموعه سوزن

پاک کردن ثبت

تعداد

۰ ☐ مفقودی صفحات سرسره

۰ ☐ شکستگی صفحات سرسره

۴ ☒ نشست صفحات سرسره

۲۲ ☐ پاکیزگی صفحات سرسره

۰ ☐ حرکت الاکلنگی تیغه روی صفحات

عکس سرسره

شکل (۵): اضافه نمودن عکس دراززایی صفحه سرسره سوزن

در حال جستجو ...

عرض جغرافیایی

طول جغرافیایی

قطع جستجو GPS و جستجوی نزدیکترین سوزن

جستجوی GPS

انتخاب دستی ☐ انتخاب توسط gps ☒

شیکه

ناحیه

ایستگاه

سوزن

ویرایش ورود خروج

شکل (۶): شناسایی موقعیت سوزن در ایستگاه

مشخصات دستگاه سوزن

نام ایستگاه: ایستگاه ۱ / شماره سوزن: ۴۴ / نوع سوزن: راستگرد / شعاع سوزن: ۱۱

تیغه صفحات سرسره تکه مرکزی ریلهای هادی ریل تراورس اتصالات بالاست مجموعه سوزن

پاک کردن ثبت

افت و کماتش تراورس ها (mm)

تعداد

۲ ☒ تسمه بچی و S کوبی تراورس ها

۲ ☒ یوسیدگی تراورس ها

۵ ☒ شکستگی تراورس ها

☒ فاصله مناسب بین تراورس ها

☒ گونا بودن مناسب تراورس ها

☐ مرغوبیت مناسب تراورس ها

عکس ۲ عکس ۱

تشخیص زیرساخت مورد ارزیابی

شکل (۷): نمایش موقعیت زیر ساخت مورد ارزیابی در حین برداشت

شناسنامه وضعیت سوزن			
تاریخ برداشت وضعیت ۱۳۸۹/۰۲/۲۷			
مشخصات سوزن	شعاع : ۳۰۰ زاویه : ۱ : ۹ نوع راستگرد : UIC60 شرکت سازنده : KLOOS شماره سوزن : ۲۰ سال ساخت : ۱۹۸۷/۱۰	مختصات سوزن X=... Y=...	
گزارش وضعیت سوزن			
وضعیت عمومی سوزن : وضعیت عمومی سوزن خوب است و آلودگی در اطراف ریل ها مشاهده می شود			
اجزای سوزن	شرح خرابی	عکس	اقدامات اصلاحی مرتبط
دستگاه سوزن	مشکل خاصی وجود ندارد		- اقدام خاصی نیاز نیست
تیغه	- ریل تیغه سمت چپ دارای سائیدگی شدید و شکستگی است - نوک تیغه با محل اصلی خود فاصله دارد و در جای خود قرار نگرفته است. - ۲ اصله از تراورس های این ناحیه ترک - شکستگی دارند.		- هر دو تیغه سمت چپ و راست باید تعویض گردند (مطابق با آئین نامه، چنانچه طول سایش بیش از ۱۵ سانتی متر و عمق آن بیش از ۱/۲۵ سانتی متر باشد، ریل تیغه باید تعویض گردد) - تراورس های شکسته باید تعویض شوند - محل قرارگیری تیغه باید اصلاح گردد.
تکه مرکزی	- تعدادی از پیچ های موجود در این ناحیه شل می باشد. - تراورس های این ناحیه به دلیل آلودگی قابل بازدید نیست		- پیچ های شل باید سفت شوند - این منطقه باید از وجود مواد زائد حذف و تمیز شود تا وضعیت تراورس های آن قابل ارزیابی باشد.
ریل هادی	- تعدادی از پیچ های این ناحیه شل می باشد.		- پیچ های شل باید سفت شوند.
سایر موارد	- تراورس های ناحیه تکه مرکزی و میانه سوزن به دلیل آلودگی قابل بازدید نیست. - ۶۰ درصد از پیچ های مربوط به ادوات شل می باشد. - ریل های موجود در سوزن دارای ناهمواری و سایش می باشند.		- این منطقه باید از وجود مواد زائد حذف و تمیز شود تا وضعیت ادوات آن قابل ارزیابی باشد - پیچ های شل باید سفت شود

شکل (۸): نمونه گزارش اتوماتیک تولید شده از ارزیابی

روش ارزیابی چشمی می‌باشد. همچنین تعیین دقیق موقعیت ابتدا و انتهای قطعه و اندازه‌گیری طول قطعه نیز از مشکلات اصلی می‌باشد. برای رفع این مشکل، در این پژوهش از سامانه موقعیت یاب جغرافیایی GPS استفاده شده است. با توجه به نسبت دقت گیرنده‌های GPS در اندازه‌گیری در سطح به طول قطعات مورد ارزیابی، که حدود ۳ درصد است، این گیرنده‌ها با دقت خوبی قادر به تعیین موقعیت ابتدایی، انتهایی و شناسایی قطعات همگن می‌باشد. در این روش برای هر یک از قطعات زیرساخت، یک موقعیت مکانی به عنوان اطلاعات شناسنامه‌ای ثبت می‌گردد. سپس با استفاده از گیرنده GPS سامانه الکترونیکی دستی در محل و مقایسه آن با مشخصات تعریف شده به ارزیاب درخصوص قرارگیری در موقعیت، راهنمایی‌های لازم صورت می‌پذیرد. در شکل ۶ نمونه کارکرد این سیستم در شناسایی موقعیت سوزن معین در ایستگاه نشان داده شده است.

علاوه بر سادگی شناسایی موقعیت قطعات و اجزا توسط این روش، ارائه اطلاعات شناسنامه‌ای قطعه در محل به ارزیاب و تطبیق و اعتبارسنجی آن با عوارض روی زمین، کنترل مضاعف برای صحت قرارگیری در موقعیت مناسب می‌باشد که خود باعث کاهش خطا در ارزیابی چشمی می‌گردد. در شکل ۷ ارائه اطلاعات مذکور نشان داده شده است.

۴-۳- ورود داده به پایگاه داده

تطبیق‌پذیری فرم‌های الکترونیکی برای تبادل داده‌های جمع‌آوری شده با پایگاه داده هر سامانه مدیریت نگهداری به سهولت و آسانی قابل انجام می‌باشد. برای این منظور فرم‌ها و شاخص‌های کلیدی در جداول پایگاه داده قابل تعریف می‌باشد. به نحوی که با اتصال هر دستگاه به سخت افزار، امکان تخلیه مستقیم و بارگذاری پایگاه داده مطابق با زمان ارزیابی انجام شده مقدور می‌باشد. با استفاده از این امکان، با توجه به حذف کلیه عملیات خواندن و ورود داده‌ها از فرم‌های کاغذی، علاوه بر صرفه جویی در زمان و هزینه ورود اطلاعات، کلیه خطاهای محتمل در این مرحله حذف می‌گردد. همچنین با توجه به گستردگی جغرافیایی شبکه ریلی، امکان ارسال داده‌ها بر روی شبکه‌های داخلی و یا بسترهای مخابراتی نظیر GPRS از محل ارزیابی وجود دارد که در این حالت زمان ارائه گزارش ارزیابی از

انجام عملیات میدانی تا تهیه گزارش به حداقل ممکن کاهش خواهد یافت. در شکل ۸ نمونه‌ای از گزارش شماتیک تهیه شده توسط این روش نشان داده شده است.

۴-۴- تطابق با سامانه‌های مدیریت زیرساخت

با توجه به استفاده از قابلیت‌های کلیدی پردازش، GPS و دوربین سامانه الکترونیکی دستی در این تحقیق، امکان محلی سازی و تطابق با کلیه فرم‌ها و فرآیندهای ارزیابی زیرساخت مقدور می‌باشد. همچنین امکان تعریف و یکپارچه سازی ساختار فرم‌ها با معماری پایگاه داده در فرآیند توسعه نرم افزاری مقدور می‌باشد که امکان تبادل اطلاعات را بصورت مستقیم و یا از طریق فایل‌های تبادلی فراهم می‌سازد. تجهیزات سامانه الکترونیکی دستی نیز در حد فراوانی از محصولات تولیدی در بازار سخت افزار قابل تهیه می‌باشد. همچنین امکان تطبیق این سامانه با تجهیزاتی نظیر تلفن‌های همراه هوشمند به سادگی قابل تعریف می‌باشد که انطباق‌پذیری این روش و فراگیری کاربرد آن را بیشتر می‌کند.

۵- نتیجه‌گیری

ارزیابی چشمی یکی از ابزارهای متداول در جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در سامانه‌های مدیریت زیرساخت‌ها می‌باشد. با توجه به زمان بر و هزینه بر بودن این روش، بکارگیری آن با موانع مواجه می‌شود. همچنین در این روش با توجه به سختی‌ها و دشواری‌های عملیات میدانی با مشکلاتی مواجه می‌شود که می‌تواند با افزایش خطاهای برداشت، ثبت و انتقال داده‌ها کیفیت نتایج را تحت تاثیر قرار دهد. در این تحقیق استفاده از سامانه الکترونیکی دستی برای تسهیل عملیات ارزیابی چشمی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین سهولت در شناسایی خرابی اجزا، تطبیق نوع خرابی‌ها، شناسایی با دقت موقعیت قطعات و اجزای مورد ارزیابی از قابلیت‌های فوق العاده این روش می‌باشد. همچنین با توجه به حذف فرآیند انتقال داده‌های جمع‌آوری شده به پایگاه داده، خطاهای محتمل در این بخش به کلی حذف می‌گردد. کاهش زمان، هزینه و افزایش دقت از مزیت‌های این روش می‌باشد. سامانه مربوط به ارزیابی زیرساخت‌های خط و سوزن روسازی ریلی با استفاده از سامانه

The RAILER System RAILER Description and Use”, USACERL Technical Report M-88/18, Railroad Engineered Management System, US Army Corps of Engineers, September 1988.

10-D.R.Uzarski, D.G.Brown, R.W.Harris, D.E.Plotkin, “Maintenance Management of U.S.Army Railroad Networks- The RAILER System Detailed Track Inspection Manual”, USACERL Technical Report FM-94/01, Railroad Engineered Management System, US Army Corps of Engineers, October 1993.

11-F.Hegyí, A.K.Mookerjee, “GIS and GPS based asset management for Road and Railway Transportation Systems in India”, Map India Conference 2003.

12-Tata Consultancy Services., “Railway Track Maintenance-Role and Scope of IT”, Transportation Industry Practise, TATA Consultancy Services.

13-ENSCO, “Track Data Management System, Rail-View, Geometry, Remote RideMeter, Laser Gage & Rail Profile Measurement Systems”, ENSCO, company provides advanced technical solutions in transportation, 2005.

14-S. Naito, “Railway network management system”, Railway Research Group, School of Engineering, University of Birmingham, 2006

الکترونیکی، در این مقاله تشریح گردید. مقایسه عملیات انجام یافته دستی و سامانه الکترونیکی، سهولت استفاده و همچنین کاهش قابل توجه زمان ارزیابی را اثبات نمود.

۶- مراجع

1-M.Burrow, “Methods of Data Collection and Storage within the UK Railway Industry”, Interim report of TRAINS Project (Railway Vehicle and Track System Integration), University of Birmingham and Manchester Metropolitan University, 2003.

2-A.M.Zarembski, “Railway Infrastructure Maintenance Management”, ZETA-TECH Associates, Inc.

3-T.Kashima, “Reliability Based Optimization of Rail Inspection”, submitted to the Department of Civil and Environmental Engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil and Environmental Engineering at the Massachusetts Institute of Technology, 2004.

4-M.Andersson, M.Murray, L.Ferreira, N.Lake, “Collection and Use of Railway Track Performance and Maintenance Data”, Conference On Railway Engineering, Darwin, 20-23 June 2004

5-A.M.Zarembski, “Enhanced Tie Condition Inspection Using Hand Held Recording Systems”,

6-K.Eden, “Rail Inspection and Maintenance”, Report of TRAINS Project (Railway Vehicle and Track System Integration), University of Birmingham and Manchester Metropolitan University, 2003.

7-M.P.Hooymans, M.Trompet, “Keeping On Track With Maintenance”, Thesis was written in Rotterdam at the Erasmus University Rotterdam, FACULTY OF BUSINESS ADMINISTRATION, 2002.

8-D.Li, “RTLM for track asset management”, Railway Track and Structures, April, 2004.

9-D.R.Uzarski, D.E.Plotkin, D.G.Brown, “Maintenance Management of U.S.Army Railroad Networks-



شکل (۱): پل کابلی ترکه ای Oresund Bridge در سوئد

۲- منطق حاکم بر طراحی (پارامترهای طراحی)

۲-۱- شرایط خاک منطقه

مطالعات ژئوتکنیک انجام شده در محل احداث پل نشان می دهد که بستردریا در قسمت شمالی پل خلیج فارس کفایت لازم جهت احداث کیسون های زیر پایه های پل را دارد در صورتی که بستردریا در قسمت جنوبی پل فاقد مشخصات ژئوتکنیکی مناسب است. بدین منظور در این قسمت گزینه تقویت بستر دریا می تواند مورد بررسی قرار گیرد. این تقویت بستر باید به گونه ای انجام شود که مشخصات ژئوتکنیکی بستر در قسمت جنوبی و شمالی به هم نزدیک شود.

۲-۲- بارگذاری زلزله

۲-۲-۱- تیپ خاک منطقه

با توجه به آزمایشات انجام شده، خاک منطقه تیپ II مطابق ویرایش سوم استاندارد ۲۸۰۰ ایران می باشد.

طرح سازه پل بزرگ خلیج فارس محور اصلی طرح شبکه جامع ارتباطی خلیج فارس

مهندس شاپور طاحونی (مسئول کنترل کیفیت بخش سازه پل)،
مهندس حمیدرضا حاجی قربانی، مهندس مجید رضایی، مهندس
حسن آقا خانی

یکی از گزینه های قابل بررسی برای پل خلیج فارس، پل کابلی با دهانه بلند است. با توجه به اینکه این پل جزیره قشم را به سرزمین عزیزمان ایران اتصال می دهد به لحاظ عملکردی بسیار مهم و استراتژیک است. تجربه مشابه در مناطق دیگر جهان نشان می دهد که استفاده از پل های دهانه بلند در عبور از شرایط طبیعی سخت بستر و یا دریا قابل طرح و بررسی است. در این مقاله بعضی از معیارهای اصلی طراحی پل های کابلی معرفی و توضیح داده شده است. با توجه به معیارهای عملکردی و طراحی سازه ای در نظر گرفته شده انتظار می رود تحت اثر بارهای شدید وارده از جمله زلزله و باد، عملکرد این پل مختل نشده و همواره در سطوح عملکردی مورد نظر طراحی باقی بماند.

کلمات کلیدی: سازه، خلیج فارس، پل کابلی، عرشه پل، نیروی زلزله، نیروی باد، جداگر لرزه ای، Plaxis

۱- معرفی

یکی از انواع پلهای کابلی، پل ترکه ای است. یک پل ترکه ای متعارف متشکل از تیرهای عرضی و طولی فولادی، دال بتنی روی آن بعنوان عرشه پل، کابلهای پیش تنیده و برجهای پایه (پایلون) است. عرشه پل توسط کابلهای پیش تنیده از پایلونها آویزان است. به واسطه دهانه های بلند در این دسته از پلها تغییر شکل های عرشه بسیار قابل توجه خواهد بود. با اعمال نیروی پیش تنیدگی در کابلهای مورب سختی سازه افزایش یافته و از خیز دهانه ها کاسته می شود. برخی از پلهای ترکه ای مشهور دنیا در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول (۱): مشخصات تعدادی از پل‌های ترکیه ای طراحی شده در کشورهای دنیا

Rank	Cable-stayed deck length	Name	Spans arrangement						
1	2,540 metres (8,333 ft)	Jiaxing-Shaoxing Sea Bridge ^[115]	200	428	428	428	428	428	200
2	2,460 metres (8,071 ft)	Millau Viaduct	204	342	342	342	342	342	204
3	2,252 metres (7,388 ft)	Rio-Antirio Bridge	286	560	560	560	560	286	
4	1,688 metres (5,538 ft)	Sutong Bridge	300	1088			300		
5	1,596 metres (5,236 ft)	Stonecutters Bridge	289	1018			289		
6	1,552 metres (5,092 ft)	Erqi Yangtze River Bridge ^[116]	160	616	616	616	160		
7	1,495 metres (4,905 ft)	General Rafael Urdaneta Bridge ^[117]	160	235	235	235	235	160	
8	1,320 metres (4,331 ft)	Incheon Bridge	260	800			260		
9	1,312 metres (4,304 ft)	Tatara Bridge	164	890			258		
10	1,272 metres (4,173 ft)	Russky Bridge	84	1104			84		
11	1,246 metres (4,088 ft)	Shanghai Yangtze River Bridge	258	730			258		
12	1,240 metres (4,068 ft)	Xiamen Zhangzhou Bridge ^[118]	230	780			230		
13	1,177 metres (3,862 ft)	Ting Kau Bridge	127	448	475	475	127		
14	1,170 metres (3,839 ft)	Meiko-Chuo Bridge	290	590			290		
15	1,158 metres (3,799 ft)	Third Nanjing Yangtze Bridge ^[119]	255	648			255		
16	1,136 metres (3,727 ft)	Jiujiang Fuyin Expressway Bridge ^[120]	84	818			234		
17	1,121 metres (3,678 ft)	Second Nanjing Yangtze Bridge ^[121]	246	628			246		
18	1,105 metres (3,625 ft)	Qingzhou Bridge	250	605			250		
19	1,096 metres (3,596 ft)	E'dong Bridge ^[122]	85	926			85		
20	1,082 metres (3,550 ft)	Zhengzhou Yellow River Road Rail Bridge ^[123]	121	168	168	168	168	121	

جدول (۲): بیشینه شتاب زمین

بیشینه شتاب زمین (بندر پهل)	بیشینه شتاب زمین (جزیره قشم)	دوره بازگشت (سال)
0.5 g	0.58 g	475
0.66 g	0.75 g	1650

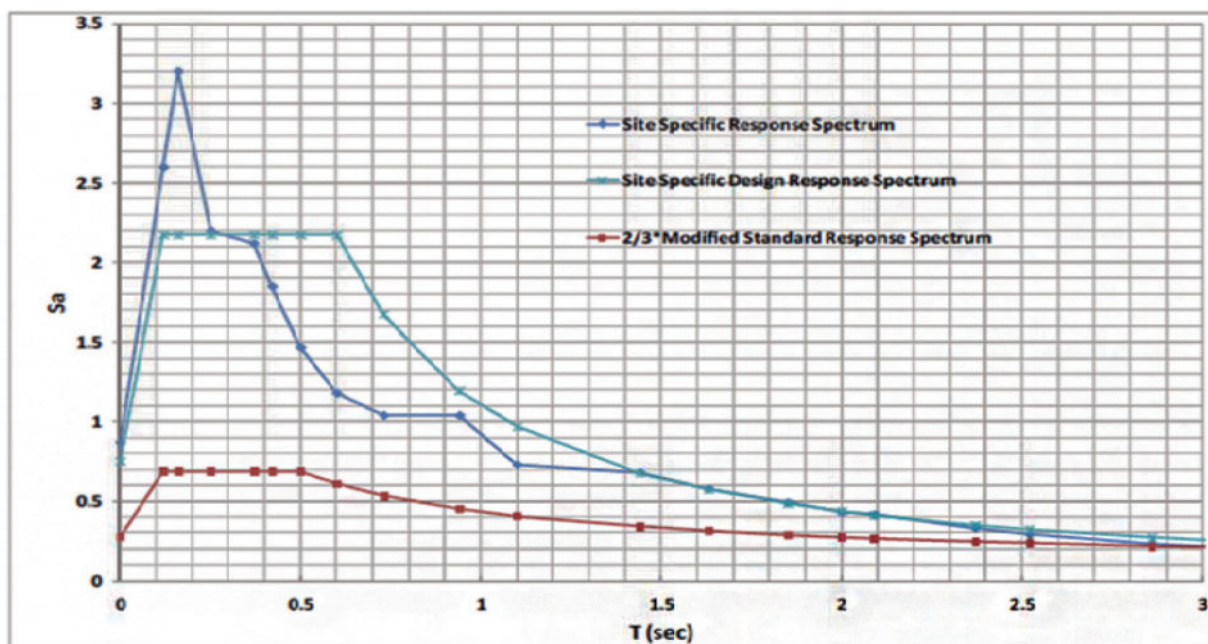
است.

۲-۲-۳- بیشینه شتاب زمین و طیف پاسخ طراحی

مطالعات لرزه ای سایت، به منظور تعیین بیشینه شتاب زمین

۲-۲-۲- دوره بازگشت زلزله طرح

طبق ویرایش ۲۰۱۰ آیین نامه آشتو، برای طراحی پل، بایستی زلزله ای با احتمال وقوع ۷ درصد در ۷۵ سال در نظر گرفته شود که در واقع معادل با دوره بازگشت ۹۷۵ سال است، لیکن در طراحی پل خلیج فارس به دلیل وجود عدم قطعیت های موجود در طراحی و خطر لرزه ای، فرض محافظه کارانه ای انجام شده و زلزله با احتمال وقوع ۷ درصد در ۱۲۰ سال که معادل دوره بازگشت ۱۶۵۰ سال می باشد در نظر گرفته شده

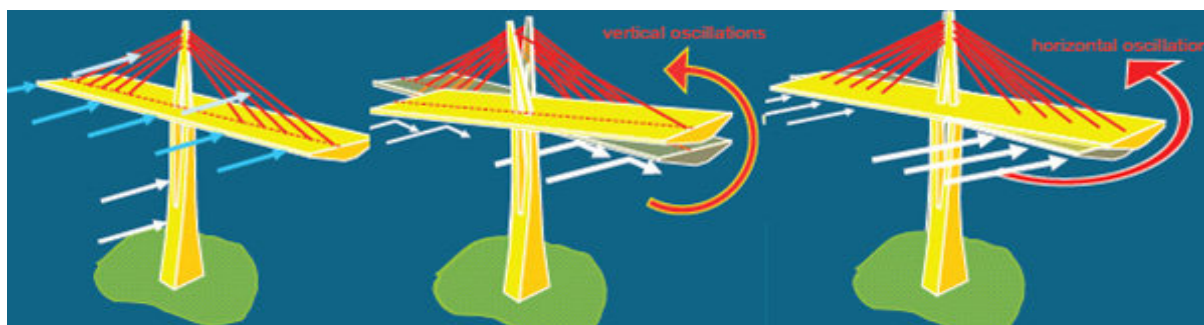


شکل (۲): طیف پاسخ طراحی سایت مورد مطالعه

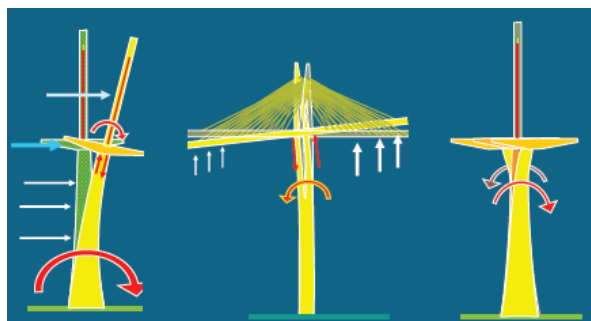
اثر باد وارد بر عرشه در حالت‌های مختلف جهت وزش باد مدلسازی و مطالعه می‌گردد. آزمایش مدل پل در تونل باد یکی از مراحل اصلی مطالعه و طراحی پل برای اثر باد می باشد.

۲-۴- مدلسازی المانهای کابل

مدلسازی کابل ها، با استفاده از المان Cable در نرم افزار SAP2000 صورت می پذیرد. مشخصات این المان ها بگونه ای



شکل (۳): مدهای ارتعاشی عرشه پل تحت اثر نیروهای ناشی از وزش باد



شکل (۴): مدهای ارتعاشی پایه پل تحت اثر نیروهای ناشی از وزش باد

است که تنها نیروهای کششی در آنها ایجاد می شود و قادر به تحمل فشار نمی باشند، در این حالت لازم است تحلیل سازه بصورت غیرخطی انجام گیرد. بعنوان یک روش جایگزین، مدلسازی کابلها در نرم افزار SAP2000 با استفاده از المان Frame انجام شد در این روش برآورد نیروهای وارده به سازه، بسیار پیچیده و زمان بر خواهد بود. نتایج محاسبات نشان داد که کلیه المان های Frame، در کشش بوده و در مدل سازی جهت برآورد نیروها، می توان از المان Frame معادل بهره برد. نتایج مدل سازی و تحلیل توسط سایر نرم افزارهای تخصصی طراحی پل از جمله نرم افزار IBDAS (نرم افزار اختصاصی شرکت COWI) کنترل می شود. شکل ۶ مدل ساخته شده از پل مورد مطالعه در نرم افزار SAP2000 را نمایش می دهد.

۳- مکانیزم های استهلاك انرژی

۳-۱- جداسازهای لرزه ای

به منظور کاهش سطح نیروهای ناشی از زلزله و افزایش ظرفیت

برای دوره بازگشت های مختلف انجام گردید که نتایج آن در جدول ۲ قابل مشاهده است.

شایان ذکر است به دلیل پیوسته بودن سازه، مقدار بیشینه شتاب زمین در جزیره قشم مبنای طراحی قرار گرفته است. طیف پاسخ طراحی براساس مطالعات تحلیل خطر انجام شده مطابق شکل ۲ در محاسبات منظور شده است.

۲-۳- بارگذاری باد

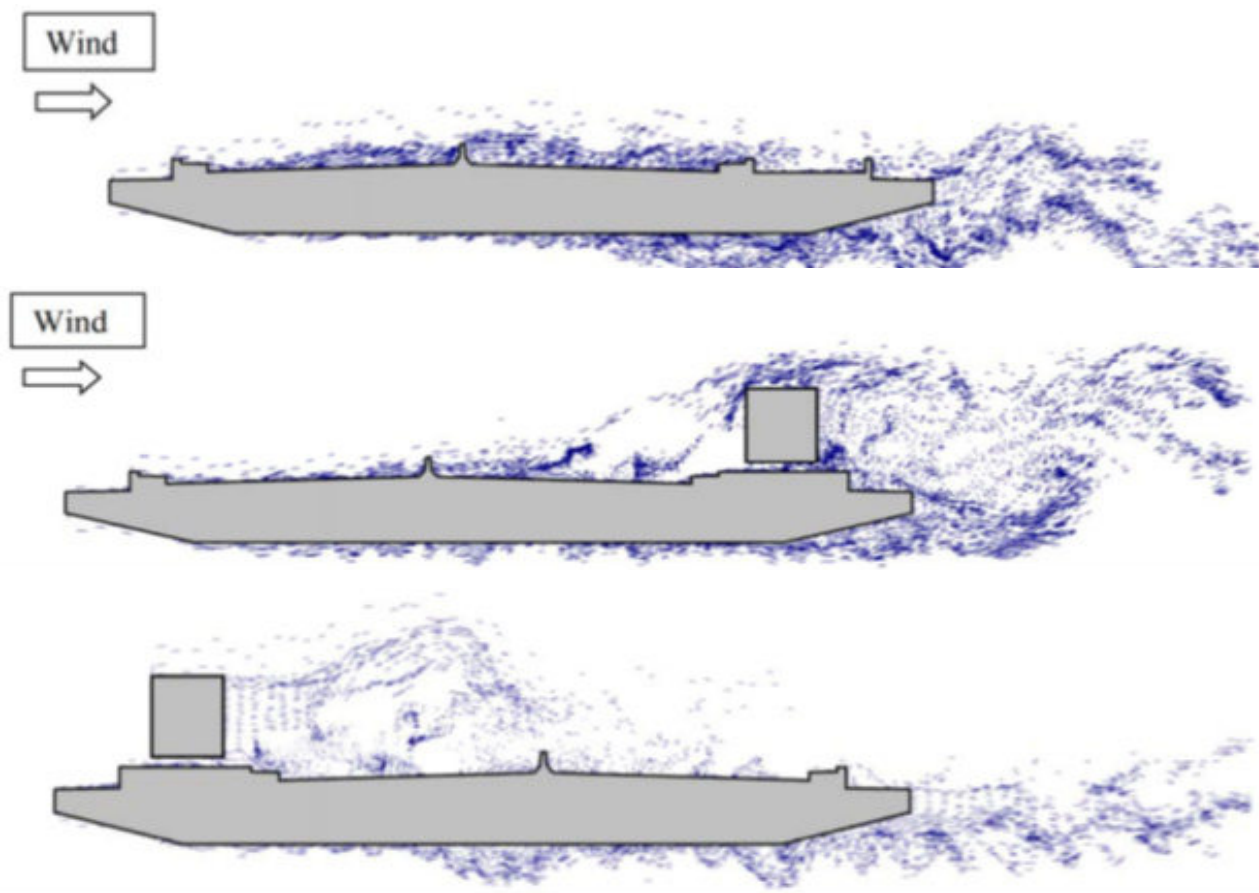
با توجه به شرایط منطقه، سرعت باد طراحی برابر ۴۵ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است. این سرعت با توجه به معیار متوسط ۳ ثانیه در تراز ارتفاعی ۱۰ متر نسبت به زمین و با دوره بازگشت ۱۰۰ سال تعیین گردیده است. بر اساس مطالعات انجام شده، نسبت سرعت متوسط ۳ ثانیه به سرعت متوسط ۱۰ دقیقه، برابر ۱/۳۵ در نظر گرفته شده است. با این مقدمه، سرعت متوسط ۱۰ دقیقه باد در تراز ۱۰ به ارتفاع ۱۰ متر از سطح زمین بصورت زیر محاسبه می گردد:

$$V_{10} = \frac{45}{1.35} = 33.3 \text{ m/s} = 120 \text{ km/h}$$

به منظور کنترل تنشها و تغییرشکل های ایجاد شده در عناصر پل در طول مدت ساخت، دوره بازگشت باد برابر ۱۰ سال در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب سرعت باد در زمان ساخت ۱۰۲ km/h در نظر گرفته می شود.

اثر باد بر روی عرشه، پایه و کابل ها می تواند منجر به ایجاد نوسانات عرضی، نوسانات قائم و پیچش سیستم عرشه حول پایه ها گردد. عملکرد سازه تحت اثر سه مولفه حرکتی مذکور بایستی به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد، در غیر اینصورت تشدیدهای ایجاد شده در سیستم سازه ای می تواند باعث ایجاد خرابی های موضعی و حتی فروریزش کلی پل گردد. اشکال ۳ و ۴ مدهای ارتعاش پل را تحت اثر بارهای ناشی از وزش باد نمایش میدهد.

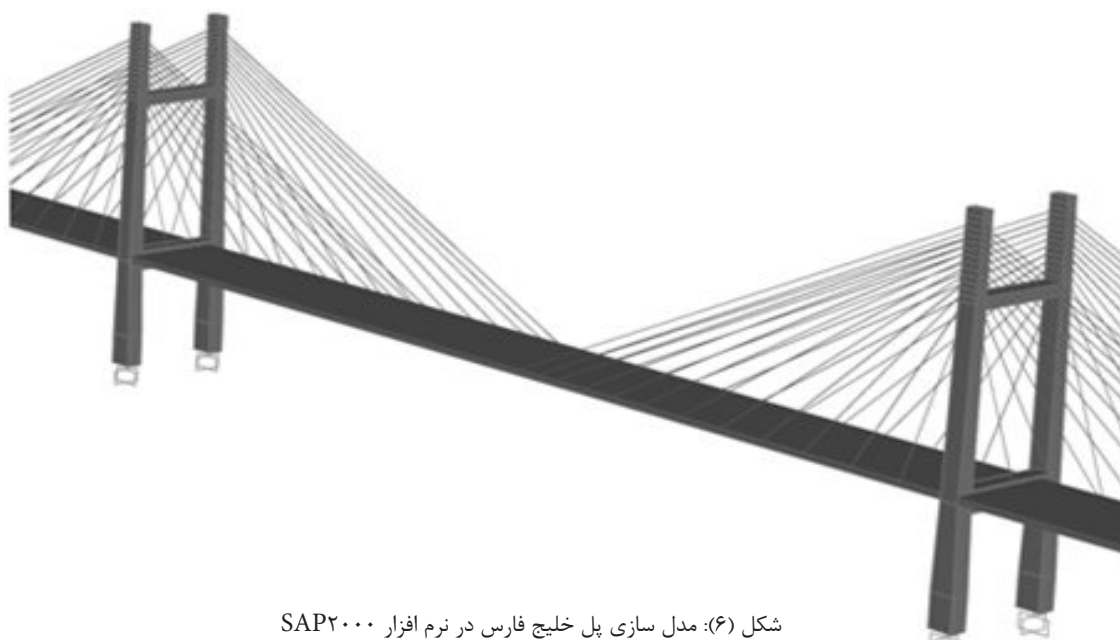
شکل ۵ نیز اثر باد بر عرشه پل را در حالت های مختلف وزش باد نشان می دهد.



شکل (۵): بررسی اثر باد بر عرشه پل خلیج فارس در حالت‌های مختلف جهت وزش باد و موقعیت قطار بر روی عرشه پل (۲D DVMFLOW)

بگونه ای باشد که بتوانند تا سطح نیروی مشخصی بصورت خطی رفتار کرده و سپس تسلیم گردیده و قابلیت تحمل تغییر شکلهای غیرخطی را به منظور تامین شکل پذیری مناسب داشته باشند. شکل ۷، رفتار کلی جداسازهای لرزه‌ای را نمایش می دهد.

استهلاک انرژی وارده و همچنین بهره گیری از تکنولوژی نوین ساخت، از تعدادی جداساز لرزه ای بین عرشه و پایه ها استفاده شده است. در واقع عرشه روی جداسازهایی قرار گرفته است که نیروهای اینرسی از طریق این جداسازهای لرزه‌ای به پایه ها منتقل می شوند. مشخصه رفتاری جداسازهای مذکور بایستی



شکل (۶): مدل سازی پل خلیج فارس در نرم افزار SAP۲۰۰۰

۳-۲-۱- بهبود پارامترهای آیرودینامیکی کابلها

جریان های باریک آب ناشی از باران، دلیل اصلی ارتعاش درهنگام تاثیر همزمان باران و باد است. بهبود پارامترهای آیرودینامیکی کابل ها معمولا با ایجاد زائده ها یا شیارهایی در سطح خارجی کابل ها انجام می شود. ایجاد این زائده ها و شیارها، باعث منحرف شدن جریان های باریک آب ناشی از باران شده و پایداری دینامیکی کابل ها را بهبود می بخشد. شکل ۸ نمونه هایی از روشهای اصلاح سطح خارجی کابل ها را نمایش میدهد.

۳-۲-۲- افزایش قابلیت استهلاک انرژی

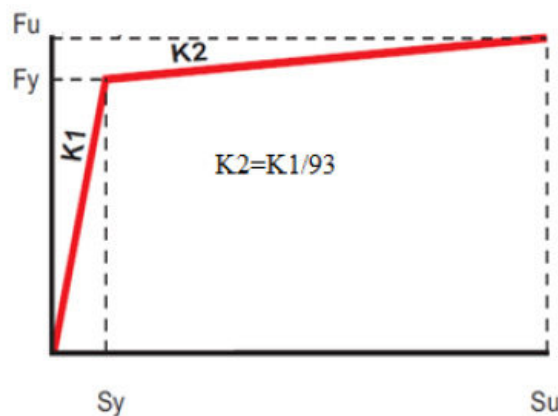
میزان ظرفیت استهلاک انرژی ذاتی کابلها بسیار کم است. ضریب استهلاک انرژی برای کابل های با مشخصات فنی مختلف می تواند بین ۰/۱ تا ۰/۲ درصد متغیر باشد. معمولا در پل های کابلی، با اضافه نمودن مستهلک کننده ها، می توان از ایجاد لرزش در کابلها جلوگیری نمود. شکل ۹ نمونه هایی از مستهلک کننده های بکار رفته در کابلها را نمایش می دهد.

۴- مدلسازی عددی بستر کیسونها

مدل عددی بستر قرار گیری کیسونها، در نرم افزار Plaxis ۳D ساخته شد. به منظور مدلسازی کیسونهای بتنی از المان Plate و برای مدلسازی پایه ها از المان Wall استفاده گردید. در ابتدا مدل ساخته شده بدون اعمال هیچگونه بارگذاری تحلیل گردید تا شرایط توزیع تنشهای ناشی از قرار گیری کیسونها روی خاک، معین گردد. سپس تحلیل ها تحت اثر ترکیب بارهای مختلف صورت گرفت و مقادیر بحرانی تنش ها، تغییرشکلهای و نشست های سیستم پی تعیین شدند.



شکل (۸): بهبود پارامترهای آیرودینامیکی کابلها با ایجاد تغییر در سطح خارجی



شکل (۷): رفتار کلی جداسازهای لرزه ای

جداسازهای لرزه ای، باید تحت اثر بارهای بهره برداری بصورت خطی عمل نمایند و تحت بارهای نهایی، وارد محدوده عملکرد غیرخطی شوند. بدین منظور نیروی تسلیم جداسازها بگونه ای تعیین می گردد که فرض مذکور عملی شود. در واقع نیروی تسلیم جداسازهای لرزه ای بگونه ای انتخاب شده است که از مقدار بارهای بهره برداری نظیر بار باد بیشتر باشد. به دلیل خاص بودن پل خلیج فارس، طبیعتا نیازمند جداسازهای لرزه ای با ابعاد بسیار بزرگ و مشخصات فنی خاص خواهیم بود که در کاتالوگهای متعارف جداسازهای لرزه ای یافت نمی شوند. بدین منظور سفارش ساخت جداسازهای لرزه ای مختص این پروژه، به شرکت سازندهی مربوطه ارائه گردیده است.

۳-۲- کاهش اثرات ناشی از ارتعاش کابل ها

برای جلوگیری از ارتعاش کابلها در اثر تأثیر همزمان باران و باد، دو استراتژی رایج مورد استفاده قرار می گیرد. استراتژی اول مبتنی بر بهبود پارامترهای آیرودینامیکی کابل ها بوده و استراتژی دوم تکیه بر افزایش ظرفیت استهلاک انرژی بوسیله تجهیزات مستهلک کننده دارد.



شکل (۹): استفاده از مستهلک کننده به منظور افزایش ظرفیت استهلاک انرژی کابلها

3-Arcadis, MILLAU Bridge

4-Edward Rabert White, Structural Aspects of Cable Stayed Bridge Design, University of north dame, 1973

5-Niels, J. Christos, T. Cable Supported Bridge, Department of civil Engineering, Technical University of Denmark

6-Petro Sahel Persian Gulf Development, Analysis and Design of Main Bridge, November, 2012

7-Petro Sahel Persian Gulf Development, Caisson Towering and Lowering Analysis and Consideration, Feb., 2013

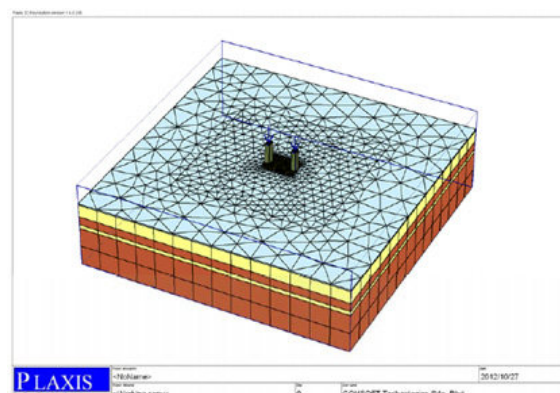
8-Naeem, Hussain. Cable Stay Bridges 2000-2010, A Decade of Design and Construction, ARUP

9-Petro Sahel Persian Gulf Development, Structural Drawings Of Main Bridge, Jan. 22, 2013

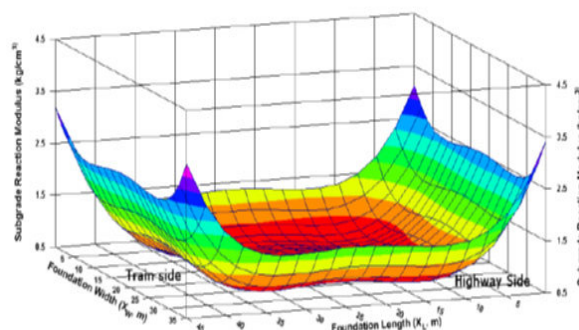
۱۰-معظمی، م. صادقی، ب. طرح شبکه جامع ارتباطی خلیج فارس با محوریت پل. دو فصلنامه داخلی مهندسين مشاور صحن بوستان، سال اول، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲

۱۱- طاحونی، ش. عدالتی، م. رضایی، م. بررسی مقدماتی مدلسازی پل خلیج فارس، مهندسين مشاور تدبیر ساحل پارس، اردیبهشت ۱۳۹۲

شکل های ۱۰ و ۱۱ مدل سه بعدی ساخته شده در نرم افزار Plaxis به همراه تغییرات ضریب واکنش بستر را نمایش میدهد.



شکل (۱۰): مدلسازی سه بعدی سیستم پی در نرم افزار Plaxis



شکل (۱۱): تغییرات ضریب واکنش بستر در ناحیه زیر کیسون (K_s)

۵-مراجع

1-Shilpa S. Kulkarni, R.K. Ingle, P.N. Godbole, Modeling of Cable Stayed Bridge, Advanced in Bridge Engineering, March 24-25, 2006

2-Petro Sahel Persian Gulf Development, IBDAS Model Description, March 27, 2013

۱- مقدمه

در فرودگاه تبریز با توجه به بروز خرابیهای گسترده در سطح آسفالت سطوح پروازی، طرح بهسازی عوامل پروازی فرودگاه در دستور کار شرکت فرودگاههای کشور قرار گرفت. به دلیل شدت و گستردگی خرابیهای آسفالت و ضعف لایه های زیرسازی لازم بود تا روسازی موجود بصورت عمیق و اساسی مورد بهسازی قرار گیرد. با توجه به اجرای طرح بهسازی روسازی و سیستم زهکشی تاکسیوی موازی و اپرون ها در سالهای قبل، بهسازی سایر سطوح پروازی شامل باند پرواز اصلی و هولدینگ اپرون ها و ایست راههای دو سر باند پرواز و نیمه از تاکسیوی های ارتباطی به روش طرح و ساخت در سال ۱۳۹۰ توسط مشاور وقت به مناقصه گذاشته شد و نهایتاً با انتخاب پیمانکار عملیات اجرایی طرح در مرداد ماه ۱۳۹۱ آغاز گردید.

آنچه پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه بین المللی تبریز را متمایز می نماید بهسازی روسازی به روش تمام بتنی و مکانیزه است که اولین باند پرواز تمام بتنی مهم کشور محسوب می گردد. در طول زمان مرمت باند اصلی باتوجه به لزوم حفظ و برقراری پروازها در فرودگاه تبریز تاکسیوی موازی با اتخاذ

فرودگاه بین المللی تبریز، اولین بهسازی باند پرواز به روش بتنی در کشور

مهندس مسعود شجاعی - مدیر پروژه

چکیده

هر چند حدود نیمی از باندهای پرواز فرودگاه های دنیا بتنی هستند ولیکن در کشور ما به دلیل در دسترس بودن و ارزانی قیر در دهه های گذشته تمامی راهها و فرودگاهها بصورت آسفالتی طراحی و اجرا شده اند. بهسازی باند پرواز به روش بتنی برای نخستین بار در فرودگاه بین المللی تبریز مطرح گردید. با توجه به نوین بودن روشهای طرح و اجرای مکانیزه رویه بتنی در کشور در مقاله حاضر به معرفی فرودگاه تبریز و بخشهای مختلف طرح بهسازی روسازی و دلایل انتخاب رویه بتنی و روش طراحی بتن پرداخته می شود. تاریخچه مختصر فرودگاه تبریز معرفی بخشهای مختلف پروژه و مقایسه رویه بتنی و آسفالتی و بیان دلایل انتخاب رویه بتنی و طراحی ضخامت رویه بتنی برای هواپیمای طرح ایرباس ۳۰۰-۶۰۰ بخشهای مختلف گزارش پیش رو را تشکیل می دهند. تکنولوژی تولید بتن و روش اجرای مکانیزه توسط فینیشر خودکار از دیگر مباحث مهمی است که به دلیل حجم بالای مطالب مجال ارائه در مقاله حاضر نداشته و لذا در فرصت های بعدی به آن پرداخته خواهد شد. کلمات کلیدی: روسازی بتنی، فرودگاه بین المللی تبریز، بهسازی باند پرواز



تمهیدات و تدابیر ویژه بعنوان باند پرواز موقت جهت نشست و برخاست هواپیماها استفاده شد.

۲- معرفی فرودگاه بین‌المللی تبریز

فرودگاه بین‌المللی تبریز با قدمت ۵۷ ساله در شمال غرب شهر تبریز واقع و بزرگترین فرودگاه ناحیه شمال غرب ایران است. این فرودگاه به صورت ۲۴ ساعته عملیاتی بوده و به جهت واقع شدن در مرز و کریدور هوایی ایران به اروپا و آسیای میانه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. فرودگاه تبریز، به عنوان سومین فرودگاه کشور از نظر حجم مسافر، پس از فرودگاههای تهران و مشهد مطرح است.

برای اولین بار در سال ۱۳۲۶ دفتری با عنوان بیسیم هوایی در شهر تبریز در انتهای خیابان ارتش فعلی فعالیت خود را آغاز نموده و در سال ۱۳۲۹ از بیسیم هوایی به ایستگاه هوایی تغییر عنوان یافت و باند پروازی خاکی در محل فعلی فرودگاه مورد استفاده قرار گرفت. تا اینکه در سال ۱۳۳۵ با نصب دستگاههای ناوبری در محوطه فرودگاه ایستگاه هوایی به فرودگاه تبریز تغییر نام داد و در سال ۱۳۳۷ عملیات ساختمان طبقه و برج کنترل در طبقه چهارم در محوطه فرودگاه شروع شده و در سال ۱۳۳۸ مورد بهره برداری قرار گرفت و سرویس هوایی بین تبریز - تهران و بالعکس با هواپیمای DC۳ و هفته ای ۲ پرواز توسط شرکت هواپیمایی ملی ایران (هما) دایر گردید و در حال حاضر یکی از فرودگاههای بین‌المللی مهم کشور به شمار می‌رود.

پروازهای خارجی این فرودگاه شامل پروازهای استانبول، دبی، ارزروم، دمشق، بغداد، مدینه، جده، باکو، نجف، تفلیس و وان می‌باشد. همچنین پروازهایی در ایام نوروز و تعطیلات تابستان به شهرهایی همچون ازمیر، آنتالیا، بودروم، آدانا، تفلیس و

موناستیر تونس هم انجام می‌گیرد. پروازهای داخلی نیز به صورت هفتگی و روزانه از این فرودگاه به شهرهای مهم کشور انجام می‌پذیرد.

۳- معرفی عوامل میدان پروازی در دست بهسازی فرودگاه تبریز

همانگونه که قبلاً نیز بیان شد بخشهایی از عوامل پروازی قبلاً بهسازی شده است بخشهای باقیمانده که در این پروژه بهسازی می‌شوند به قرار زیر هستند:

- باند پرواز با کد عملیاتی ۴E به طول ۳۶۴۷ متر و عرض ۴۵ متر با دوشانه ۷/۵ متری در طرفین (جمعاً به عرض ۶۰ متر)
- ایست راه های دو سر باند پرواز هر یک به طول ۳۵۰ متر و عرض ۶۰ متر
- نیمی از تاکسیوی های ارتباطی
- هولدینگ های ابتدا و انتهای باند پرواز به مساحت ۱۸۰۰۰ متر مربع

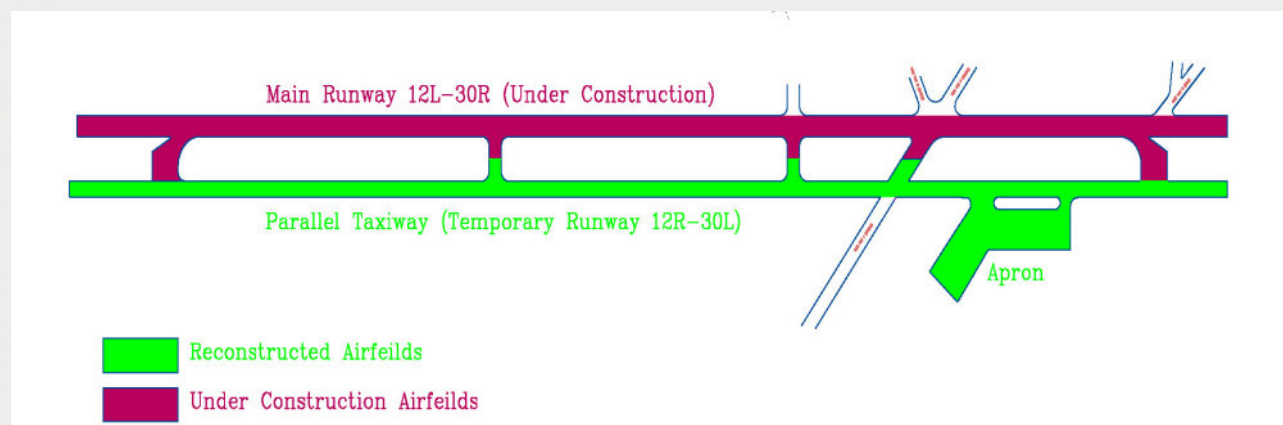
سایر سطوح پروازی شامل تاکسیوی موازی و نیمی از تاکسیوی های ارتباطی و اپرون ها قبلاً بهسازی شده اند.

در شکل شماره ۱ سطوح پروازی که قبلاً مرمت شده و سطوح باقیمانده که در پروژه حاضر بهسازی می‌شوند به تفکیک نمایش داده شده اند.

۴- بخشهای مختلف طرح

علاوه بر بهسازی روسازی موجود در این پروژه کارهای دیگری نیز به منظور تکمیل و ارتقا ایمنی و کارایی عملیاتی فرودگاه انجام گرفت:

ارتقا سیستم روشنایی باند پرواز از CAT I به CAT II
احداث منهولها و هندهولهای سیستم روشنایی
احداث داکت بانکها و تعبیه لوله های سیستم روشنایی



شکل شماره (۱): پلان عوامل پروازی فرودگاه تبریز



شکل شماره (۲): تصویر ماهواره ای از موقعیت فرودگاه بین المللی شهید مدنی تبریز

خط کشی سطوح پروازی

بهسازی سیستم زهکشی و جمع آوری آبهای سطحی با نصب سیستم روشنایی CAT II دید خلبانان در حین نزدیک شدن به باند پرواز در زمان فرود افزایش می یابد. این افزایش دید موجب بهبود قابل توجه دقت و ایمنی عملیات فرود هواپیماها می شود و از لغو شدن بسیاری از پروازهایی که به دلیل کاهش میدان دید در شرایط نامساعد جوی تبریز امکان فرود ندارند جلوگیری می نماید.

۵- انتخاب رویه بتنی

به منظور بررسی دلایل انتخاب رویه بتنی ابتدا به معرفی انواع اصلی روسازی های فرودگاهی و بیان مزیت ها و کاربردهای هریک می پردازیم. روسازیهای فرودگاه دارای انواع مختلفی



شکل (۳): نحوه توزیع تنش رویه های آسفالتی و بتنی

هستند، لیکن بطور کلی این روسازیهها به دو دسته اصلی زیر تقسیم می شوند:

الف- روسازیهای انعطاف پذیر (آسفالتی)

ب- روسازیهای صلب (بتنی)

البته روسازیهای ترکیبی نیز وجود دارند که در اینجا به آنها نمی پردازیم. روسازیهای انعطاف پذیر شامل روسازیهای آسفالتی بوده که مطابق شکل ۳ رویه های آنها دارای سختی خمشی محدودی است و بارهای خارجی را بدون پخش بار در سطوح وسیع در سطح نسبتاً کوچکی به خاک بستر منتقل می نماید. در این نوع روسازی خاک بستر نقش بسیار تعیین کنندهای در طراحی ایفا میکند.

روسازیهای صلب (روسازیهای بتنی)، دارای سختی خمشی بالایی بوده و بارهای خارجی را با حداقل تغییر شکل روسازی در سطح نسبتاً وسیعی به خاک بستر منتقل میکنند. روسازیهای بتنی در جاده های با حجم ترافیک بالا و سنگین، تونلها و پلها و یا در بارگذاری های طولانی مدت مانند فرودگاهها، پارکینگها، گاراژها، کف کارخانجات و ... استفاده می شود. این نوع روسازیهها در صورت در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت مهار تنشهای حرارتی و تنشهای اصطکاکی، از عمر مناسب و توجیه اقتصادی برخوردار می باشند، کما اینکه امروزه در اکثر کشورهای صنعتی که مشکل کمبود سیمان وجود ندارد، مورد استفاده قرار گرفته اند.

۶- مقایسه روسازی صلب با روسازی انعطاف پذیر

روسازیهای آسفالتی و بتنی دارای مزایایی نسبت به یکدیگر می باشند، که در ذیل به اختصار به آنها اشاره می شود :

- تعمیر و مرمت روسازیهای بتنی بسیار مشکلتر از تعمیر و مرمت روسازیهای آسفالتی می باشد.
 - روسازیهای بتنی نیاز به نگهداری کمتری نسبت به روسازیهای آسفالتی دارند.
 - روسازی بتنی را می توان بر روی بسترهای ضعیف نیز اجرا نمود. (مقاومت بستر تأثیر چندانی در افزایش ضخامت روسازی بتنی ندارد، اما در روسازی آسفالتی مقاومت بستر در تعیین ضخامت، از تأثیر زیادی برخوردار می باشد).
 - طول عمر سرویس دهی روسازیهای بتنی بیش از روسازیهای آسفالتی است. (گاه تا ۲ برابر).
 - مقاومت روسازیهای بتنی در برابر حلالها بسیار بیشتر از روسازیهای آسفالتی است.
 - روسازیهای بتنی نسبت به روسازیهای آسفالتی قابلیت تحمل بارهای سنگین تری را دارند.
- یکی از پارامترهای مؤثر در انتخاب نوع روسازی، تعداد و وزن ترافیک عبوری است. روسازی های آسفالتی به علت خصوصیات ویسکوالاستیک در مقابل بارهای سنگین عملکرد ضعیفی دارند و با افزایش مدت زمان بارگذاری این ضعف تشدید می شود. به همین علت در سطوح پروازی مانند اپرون ها و ابتدای باند پرواز که هواپیماها با حداکثر وزن توقف دارند نظیر آنچه در شکل شماره ۴ مشاهده می کنید از روسازی های صلب (بتنی) استفاده می شود اما پارامتر مهم دیگر در انتخاب نوع روسازیهها، شرایط اقلیمی یا عوامل محیطی می باشد. عوامل محیطی مختلف که می توانند بدون اعمال بار ترافیکی موجبات خرابی و گسیختگی روسازیهها را فراهم آورند.
- عوامل محیطی به سه شکل عملکرد روسازی را تحت تأثیر قرار می دهند:
- الف) تأثیر بر ویژگیهای مهندسی مصالح از قبیل مدول الاستیسیته و مقاومت فیزیکی و مقاومت اصطکاکی.



شکل شماره (۴): بکارگیری رویه بتنی در اپرون و رویه آسفالتی در تاکسیویها

- ب) تأثیر بر استحکام مصالح ، از قبیل دوام و گسیختگی فیزیکی - شیمیایی.
- ج) تأثیر بر تغییرات حجم مصالح و در نتیجه ایجاد تنشهای درونی در سیستم روسازی.
- در محدوده درجه حرارت 4°C تا 38°C ، مقاومت فشاری یا خمشی نسبی بتن، نسبت به مقاومت در درجه حرارت

استاندارد (21°C)، از $1/25$ به $0/8$ کاهش می یابد. این مساله برای آسفالت شدیدتر است. بطوریکه مقاومت (استقامت مارشال) آسفالت با افزایش درجه حرارت از 40°C تا 38°C از 6800 به 1360 کیلوگرم کاهش می یابد، که علت این امر ویژگی ویسکوز قیر می باشد. همچنین مدول الاستیسیته آسفالت در همان درجه حرارت ها از 35000 به کمتر از 280 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کاهش می یابد. با توجه به نکات ذکر شده در بررسی تأثیر درجه حرارت بر مصالح آسفالتی و بتنی، از آنجا که تأثیر منفی درجه حرارت بر آسفالت بسیار شدیدتر از تأثیر آن بر بتن می باشد، توصیه می شود در مناطق با آب و هوای گرم و مناطق سردسیر از روسازیهای بتنی و در مناطق معتدل از روسازیهای آسفالتی استفاده شود.

در پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه تبریز به دو دلیل اصلی زیر رویه بتنی انتخاب گردید:

الف) لزوم تضمین کیفیت کار و تعهد نگهداری پروژه
به مدت ۱۰ سال توسط پیمانکار مطابق اسناد مناقصه و پیمان - رویه های آسفالتی در مناطق سردسیر تحت تأثیر پدیده انقباض و کاهش خاصیت الاستیک قرار دارند و به سرعت دچار ترکهای انقباضی می شوند. لذا با توجه به آب و هوای سرد شهر تبریز انتخاب رویه بتنی نسبت به رویه آسفالتی ضریب اطمینان دوام و عمر روسازی را افزایش و ریسک بروز خرابیهای روسازی را به شدت کاهش میدهد.

ب) افزایش تعداد کارخانه های سیمان و ظرفیت تولید سیمان کشور از یک سو و افزایش زیاد قیمت قیر در سالهای اخیر از سوی دیگر که موجب کمتر شدن هزینه ساخت و نگهداری رویه بتنی نسبت به رویه آسفالتی در چرخه عمر روسازی شده است.

۷- طرح رویه بتنی

طراحی روسازی باند پرواز فرودگاه تبریز براساس استاندارد ۵۳۷۰- FAA انجام شد. روش طرح روسازی FAA بر مبنای عمر مفید اولیه ۲۰ سال از لحاظ پایداری سازه ای استوار می باشد. با استفاده از این پیش فرض، روسازی هایی که با استفاده از این روش طراحی می شوند به مدت ۲۰ سال بدون نیاز به روکش یا مرمت های مهم قادر به خدمت هستند. سه نوع رویه بتنی در فرودگاهها مورد استفاده قرار می گیرند که به لحاظ طراحی و روشهای اجرا با یکدیگر متفاوت هستند. این سه نوع عبارتند از:

- الف) بتن غیر مسلح درز دار (Jointed Unreinforced Concrete Pavement)
- ب) مسلح درز دار (Jointed Reinforced Concrete Pavement)
- ج) مسلح پیوسته (Continuously Reinforced Concrete Pavement)

این سه نوع روسازی بتنی دارای مزایای نسبی هستند ولیکن در شرایط گرانی فولاد، روسازی های بتنی غیر مسلح درز دار



شکل (۵): نمونه ای از فینی شر بتن

■ ضریب عکس العمل بستر

ضریب عکس العمل بستر (k) بر اساس آزمایش آشتو T_{222} تعیین می شود. در بسیاری از پروژه ها به دلیل نبود نتایج آزمایش تعیین k از روابط تجربی تبدیل CBR به K استفاده می شود. طبق آیین نامه FAA برای به دست آوردن ضریب عکس العمل بستر با داشتن مقدار CBR می توان از رابطه شماره یک استفاده کرد:

رابطه (۱):

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0.7788}, \quad (k \text{ in } \frac{lb}{in^3})$$

آئین نامه FAA، استفاده از لایه زیراساس تثبیت شده را در روسازیهای صلب برای هواپیمای طرح با وزن بیش از $kg 45400$ اجباری کرده است. لذا در طرح، دو لایه تثبیت شده به ضخامت مجموعاً ۴۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. با احتساب لایه های تثبیت شده مقدار k بر روی لایه تثبیت شده برابر مقدار ۲۴۰ پوند بر اینچ مکعب به دست می آید. در مرحله اجرا با انجام آزمایش بارگذاری صفحه بر روی لایه تثبیت شده از دستیابی به مقدار k طرح در عمل اطمینان

نسبت به دو نوع دیگر هزینه کمتری داشته و اقتصادی تر هستند بعلاوه بتن غیر مسلح درز دار به دلیل نداشتن آرماتور با انواع فینیشرها مشابه نمونه شکل ۵، به سهولت قابل اجرا است. در این طرح از رویه بتنی غیر مسلح درزدار استفاده شد.

۷-۱- پارامترهای ورودی طراحی

طرح روسازی بتنی باند پرواز بر اساس سه پارامتر اصلی به شرح زیر انجام می شود:

- نوع هواپیمای طرح و تعداد متوسط برخاست سالیانه
- ضریب عکس العمل بستر
- مقاومت خمشی بتن

■ هواپیمای طرح

هواپیمای طرح هواپیمایی است که با توجه به وزن و آمار تعداد برخاست سالیانه بیشترین ضخامت روسازی باند پرواز را نیاز داشته باشد. با توجه به تنوع ناوگان هوایی، هواپیماهایی که در فرودگاه تبریز نشست و برخاست مینمایند، شامل هواپیماهایی مانند بویینگ ۷۴۷، بویینگ MD۸۳، فوکر ۱۰۰، ایرباس ۳۲۰ و ایرباس ۶۰۰-۳۰۰، هستند ایرباس ۶۰۰-۳۰۰ که با توجه به وزن و تعداد برخاست سالیانه بیشترین ضخامت روسازی را بدست می داد بعنوان هواپیمای طرح انتخاب گردید.



شکل (۶): هواپیمای ایرباس 300-600

نوع هواپیما: ایرباس ۶۰۰-۳۰۰

حداکثر وزن عملیاتی هواپیما: ۱۶۵۰۰۰ کیلوگرم

نوع آرایش چرخ اصلی: Dual Tandem

تعداد برخاست سالیانه ۹۵۰۰

جدول (۱): نتایج طراحی روسازی بتنی

نوع لایه	ضخامت لایه (Cm)	توضیحات
بتن	۳۵	بتن با مقاومت خمشی kg/cm^2 (۴۸) مقاوم در برابر چرخه های ذوب- یخبندان
زیراساس تثبیت شده	۴۰	تراشه آسفالت تثبیت شده با ۴ درصد سیمان

فرودگاه بین المللی تبریز مطابق جدول شماره ۱ می باشد:

۸- مراجع

- ۱- راهنمای طراحی روسازی فرودگاه (نشریه شماره ۳۵۳)- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور- ۱۳۸۵
- ۲- گزارش مطالعات پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه بین المللی تبریز- مشارکت خانه گستر گیل و بانیان دیماس- ۱۳۹۱
- ۳- پورتال اداره کل فرودگاه های استان آذربایجان شرقی

1-Aerodrome Design and Operations, Annex 14- ICAO

2-Airport Pavement Design and Evaluation- Advisory Circular- FAA

3-Standards for Specifying Construction of Airports- Advisory Circular- FAA



حاصل می شود.

■ مقاومت خمشی بتن

یکی از فاکتورهای مؤثر در تعیین ضخامت دال بتنی، مقدار مقاومت خمشی بتن طرح می باشد. مطابق با آئین نامه FAA، از مقاومت خمشی بتن (آزمایش ASTM-C۷۸) برابر Psi ۶۸۰۰ (kg/cm^2 ۴۸) استفاده شده است. در مرحله اجرا رسیدن به مقاومت خمشی طرح یکی از اهداف اصلی در تهیه طرح اختلاط و تعیین نسبتهای مصالح سنگی، سیمان، آب و مواد افزودنی است.

۷-۲- محاسبه ضخامت رویه بتنی

برای تعیین ضخامت دال بتنی برای هواپیمای ایرباس ۳۰۰-۶۰۰، از نمودار مربوط به تعیین ضخامت روسازی بتنی مربوط به این هواپیما استفاده شده است. بر اساس مفروضات طراحی، مقدار ضخامت دال بتنی ۳۵ سانتی متر بدست می آید.

۷-۳- نتایج طراحی لایه های روسازی

ضخامت لایه های روسازی محاسبه شده برای باند پرواز



اقدامات بخش آموزش

مهندسين مشاور

صحن بوستان

مهندس وحید طاهری - مسئول آموزش

بخش آموزش مهندسين مشاور صحن بوستان در سال ۱۳۹۲ همچون سالهای گذشته به منظور ارتقاء دانش فنی و افزایش کارایی بخشهای مختلف شرکت اقدام به برگزاری دوره های مختلفی نموده است که از مهمترین آنها طی ششماه گذشته (پائیز و زمستان ۹۲) می توان به موارد زیر اشاره نمود.

■ دوره آشنایی با اصول مدیریت پروژه براساس استاندارد PMBOK2012

در دوره آشنایی با اصول مدیریت پروژه که با هدف آشنایی مدیران پروژه و کارشناسان شرکت با آخرین استاندارد موجود (Project Management Body Of Knowledge) تشکیل گردید، مباحثی درخصوص اصول مدیریت پروژه و حوزه های اصلی آن شامل مدیریت یکپارچگی، محدوده، زمان، هزینه، کیفیت، منابع انسانی، ارتباطات، ریسک، تدارکات، ذینفعان و تکنیکهای مدیریت و راهبری پروژه ها مطرح گردید.

■ دوره آموزش زبان انگلیسی

از دیگر دوره های برگزار شده در شرکت، آموزش زبان انگلیسی است که بدلیل اهمیت فراگیری و تقویت دانش زبان انگلیسی در کلیه مهارتهای اصلی نظیر درک مطلب، مکالمه، شنیداری، نوشتاری و گرامر بصورت مداوم برنامه ریزی و برگزار میگردد.

■ دوره آموزش ابزارهای نوین و کاربردی IT

در نیمه دوم سال ۹۲ با هدف استقرار سیستم یکپارچه نرم افزارهای نوین مورد استفاده در کلیه امور اداری و فنی شرکت و به روز نگه داشتن سیستم اتوماسیون اداری یک دوره ویژه آموزش ابزارهای نوین و کاربردی IT نظیر Outlook , Share Point با حضور کلیه کارکنان بخشهای مختلف شرکت برگزار گردید.

■ سمینار بتن ریزی در آب و هوای گرم و مناطق جنوب کشور

یکی دیگر از اقدامات صورت گرفته توسط بخش آموزش شرکت برگزاری سمیناری تحت عنوان بتن ریزی در آب و هوای گرم و مناطق جنوب کشور بود که در راستای استمرار سیاستهای آموزشی شرکت در جهت ارتقاء سطح علمی و دانش فنی مهندسان و کارشناسان همکار با حضور تعدادی از مدیران و کارشناسان شرکت فروگاههای کشور، شرکت های مهندسين مشاور طراح و شرکت های پیمانکاری مرتبط و نیز تعدادی از مدیران و کارشناسان شرکت صحن بوستان در سالن آمفی تئاتر شرکت برگزار گردید. در این سمینار ابتدا آقای مهندس حسین بادامچی شبستری مدیرعامل شرکت ضمن خوش آمد گوئی به حضار و شرکت کنندگان در سمینار هدف از تشکیل این گونه نشستهای علمی - آموزشی در شرکت را ارتقاء سطح علمی و دانش فنی مهندسان و کارشناسان عنوان نمود و بر اهمیت لزوم مجهز شدن مهندسين به آخرین دستاوردهای علمی و فن آوریهای روز دنیا و استفاده از آن را در ساخت و سازهای علمی و با دوام در کشور تأکید نمود. سپس جناب آقای دکتر علی اکبر رضانیپور استاد و محقق دانشگاه صنعتی امیرکبیر که دارای تخصص و تجربیات ارزشمندی در زمینه تکنولوژی و ساخت و طرح سازه های بتنی در کشور می باشند به ایراد سخنرانی پرداختند. از نکات مهم در سخنرانی آقای دکتر رضانیپور میتوان به موارد ذیل اشاره نمود :

الف) تأثیر شرایط محیطی آب و هوای گرم در مشخصات سازه های بتنی بویژه در مناطق گرمسیر کشور

ب) روشهای لازم الاجرا و نکات مهم در کلیه مراحل اعم از تهیه طرح اختلاط ، ساخت ، حمل و بتن ریزی در هوای گرم

ج) نکات فنی لازم الاجرا و یا توصیه شده در فرایند کنترل کیفیت بتن از نظر نسبتهای آب به سیمان مواد افزودنی، پوزولانها ، سیمان، مشخصات و دانه بندی سنگدانه ها و همچنین شاخص های مقاومتی نمونه های اخذ شده در حین عملیات اجرایی.

در پایان گردهمایی جلسه پرسش و پاسخ ادامه یافت و شرکت کنندگان با طرح سئوالات مختلف پاسخهای خود را از جناب آقای دکتر رضانیپور دریافت نمودند.



Semi annually

Vol.1/No.2/autumn-winter2013-2014

Internal Publication
Consulting Engineers of

SAHNEBOOSTAN



CEMENT REPLACEMENT MATERIALS - A WAY TOWARDS
SUSTAINABLE CONSTRUCTION

BUNKERING AND ITS VISION IN THE REGION AND WORLDWIDE

ELECTRONIC DEVICES AND RAIL INFRASTRUCTURES

STRUCTURAL DESIGN OF PERSIAN GULF BRIDGE

TABRIZ INTERNATIONAL AIRPORT
RUNWAY REHABILITATION

آدرس: تهران، خیابان شهرآرا، خیابان پاتریس لومومبا، کوچه یکم پلاک ۹

تلفن: ۶۱۰۴۶ (۳۰ خط) تلفکس: ۶۶۴۲۳۹۶۸ Email: News@sahneboostan.com