



دوفصلنامه

سال دوم - بهار و تابستان ۱۳۹۳ - شماره ۳

نشریه داخلی مهندسين مشاور

صحن بوستان



نقش مدیریت فرودگاه در اقتصاد فرودگاهی

محاسبه ظرفیت و گلوگاههای شبکه ریلی با استفاده از نرم افزار Cap . Sim

بهسازی باند فرودگاه بین المللی تبریز به روش بتنی (شماره ۲)

فرایند مهندسی ارزش در روسازی باند جنوبی فرودگاه بین المللی امام خمینی(ره)

بررسی بهبود ظرفیت مسیر بافق - زرین شهر

www.sahneboostan.com

info@sahneboostan.com

سخنی با خوانندگان
ما در دوره ای از تحولات جهانی زندگی می کنیم که «دانش» را نشانه ی «قدرت» نامیده اند. عصری که شاهد تغییرات سریع و لحظه ای علوم و تکنولوژی می باشیم و رسالت سازمانهای دانش محور در به کارگیری علوم و فنون روز آمد به منظور بهبود عملیات و ارائه خدمات به مشتریان اهمیت بیشتری پیدا می کند.

مهندسين مشاور صحن بوستان با برخورداری از صلاحیت ها و تجارب ارزشمند در ارائه خدمات فنی - مهندسی در عرصه های متفاوت سازندگی کشور، هم اکنون، با چاپ شماره سوم از دو فصلنامه داخلی صحن بوستان، افتخار دارد در امر خطیر تولید و توزیع دانش و اطلاعات علمی در راستای دستیابی به توسعه پایدار کشور گام برداشته و در این مسیر از همراهی و مشارکت اندیشمندان و فعالان حوزه های آکادمی و صنعتی کشور نیز استقبال خواهد نمود. به امید موفقیت برای رسیدن به قله های توسعه و شکوه میهن عزیز، ایران.



محمد معظمی
رئیس هیأت مدیره و مدیر عامل



نشریه داخلی مهندسين مشاور صحن بوستان
سال دوم-شماره ۳ - بهار و تابستان ۹۳

- | | |
|----|--|
| ۱ | نقش مدیریت فرودگاه در اقتصاد فرودگاهی |
| ۶ | محاسبه ظرفیت و گلوگاههای شبکه ریلی بر اساس چهار روش رایج در دنیا با استفاده از نرم افزار CAP SIM |
| ۱۲ | فرودگاه بین المللی تبریز، اولین بهسازی باند پرواز به روش بتنی در کشور (بخش دوم) |
| ۱۸ | فرایند مهندسی ارزش در انتخاب روسازی باند جنوبی فرودگاه بین المللی امام خمینی(ره) |
| ۲۹ | بررسی بهبود ظرفیت مسیر بافق - زرین شهر |
| ۳۲ | معرفی اقدامات واحد آموزش مهندسين مشاور صحن بوستان در نیمه اول سال ۱۳۹۳ |

طرح روی جلد:
مهندس نعمت قیاسی، مهندس
هدی پیدایش
تایپ:
آقای علیرضا اسلامی، خانم
میرزاجانی
صفحه آرایی و تصویر سازی:
امیر شکباپور
ویراستار:
مهندس وحید طاهری

همکاران این شماره:
مهندس علی گل محمدی
مهندس لاله نوروزی
مهندس اشکان رجائی
مهندس مسعود شجاعی
دکتر سید عباس حسینی
مهندس وحید طاهری
مهندس حسین بادامچی شبستری
مهندس حسین جعفری

دکتر محمود صفارزاده
مهندس شاپور طاحونی
مهندس وحید طاهری
مهندس علی گل محمدی
مهندس محمدمعظمی

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

اقتصاد فرودگاهی

قسمت اول: نقش مدیریت فرودگاه در اقتصاد فرودگاهی

مهندس علی گل محمدی

قائم مقام مدیر عامل و رئیس دپارتمان فرودگاهی

فرودگاه ها به عنوان یکی از مهمترین عوامل و زیرساختهای توسعه کشورها شناخته شده اند. ایجاد یک شبکه فرودگاهی بر اساس نیازهای اقتصادی و توسعه ای یک کشور می باید بر اساس مطالعات یک توسعه پایدار و معیارهای اقتصادی انجام گیرد تا ضمن ارائه خدمات هوایی با کیفیت و ایمنی لازم به مشتریان، بتوان آن را به یک بنگاه اقتصادی سودآور تبدیل نمود. محدودیت بودجه های دولتی مانع از توسعه به موقع و اثربخش فرودگاهها گردیده و عملاً فرصت رقابت برای حضور در بازارهای مربوطه را از کشورها سلب خواهد کرد. لذا رویکرد تجاری تصمیم گیران و مدیران فرودگاه ها به کسب و کارهای فرودگاهی و ایجاد مشارکت فعال بخش های خصوصی و تعاونی برای ایجاد یک توسعه منطقی، می تواند فرودگاه را به یک بنگاه اقتصادی با بازدهی مطلوب یا قابل قبول تبدیل نماید.

واژه های کلیدی: فرودگاه، حمل و نقل هوایی، کسب و کارهای فرودگاهی، سرمایه گذاری



فرودگاه بین المللی آل مکتوم واقع در منطقه جبل علی، امارت متحده عربی

امروزه فرودگاه به عنوان یکی از مهمترین زیرساختهای حمل و نقل هوایی نقش تعیین کننده ای در اقتصاد این رشته از حمل و نقل ایفا می نماید. اگرچه تا اواخر دهه ۱۹۷۰ دولتها در برنامه های توسعه ای خود، جایگاهی بیش از یک خدمات دولتی و نمایی از بزرگی دولت برای فرودگاهها قائل نبودند، اما به مرور این رویکرد نسج و نمو پیدا کرد که حیات یک فرودگاه به گسترش فعالیتهای تجاری وابستگی مستقیم داشته و به ناچار برای ادامه کار می باید به یک بنگاه اقتصادی سودآور تبدیل گردد. طرح این چالش به پیشرفتهای و نتایجی منجر گردید که قابلیت حیات اقتصادی یک فرودگاه نه تنها می باید به ایجاد و توسعه کسب و کارهای تجاری برای جبران هزینه های جاری و بهره برداری فرودگاه وابسته گردد، بلکه توسعه های آتی فرودگاهها برای انجام فعالیت گسترده نیز می بایست از محل درآمدهای آنها تامین گردند.

فرودگاه ها به مرور آموختند که با جذب مشارکت مالی و حمایت بخشهای خصوصی برنامه های توسعه ای خود را به اجرا در آورده و بدین ترتیب علاوه بر رشد چشمگیر در سرمایه های فرودگاهی، شرایط کسب درآمدهای بیشتر و متنوع تر را فراهم آوردند. آنها یادگرفتند که موفقیت و سودآوری این بنگاه اقتصادی به توسعه فعالیت مشتریان فرودگاهی به ویژه شرکتهای هواپیمایی وابسته

مشتریان خود را به همراه خواهد داشت.

۲- نکات کلیدی مدیریت فرودگاه

در سالهای اخیر تصمیم گیران دولتی و طراحان فرودگاهی همواره بر دو مبحث بسیار حائز اهمیت دچار چالش و رقابت جدی بودند :

الف - چگونه بین رشد "تقاضای پرواز و مسافر" و "ظرفیت مورد نیاز" در زیرساختهای فرودگاهی اعم از باند پرواز و سطوح پروازی وابسته و همچنین ترمینال و تسهیلات مربوطه برای یک دوره بلند مدت تناسب منطقی و صحیحی ایجاد نمایند تا طرفین بهره بردار و دولت در اداره این بنگاه منتفع گردند ؟

ب - با توجه به محدودیت بودجه های دولتی، بهترین راهکار سرمایه گذاری برای توسعه فرودگاه ها کدام است ؟

لذا با توجه به این نکته اخیر پیرامون راهکارهای سرمایه گذاری در فرودگاه ها، بر توسعه کسب و کارهای متنوع در فرودگاه و ارتقاء توان مالی آن از طریق تشویق بخشهای خصوصی به مشارکت و سرمایه گذاری در زیرساخت های فرودگاهی، همچنین مدیریت و بهره برداری فرودگاه ها تمرکز بیشتری صورت پذیرفته است.



فرودگاه بین المللی ایچیگون، کره جنوبی

۳- ظرفیت مناسب

به طور معمول و براساس آمارها و تجارب گذشته نرخ رشد سفرهای هوایی همواره از تأمین ظرفیت و زیرساختهای مورد نیاز در فرودگاه های مهم پیشی گرفته است و برای حل این چالش مهم می طلبد تا با دقت و مطالعه دقیق تری وضعیت آینده ترافیک و سفرهای هوایی را پیش بینی کرد. به هر صورت رشد مسافر می تواند با افزایش میزان ضریب اشغال هر پرواز، با تغییر نوع هواپیما به رده های پهن پیکر یا با افزایش فرکانس

بوده و در صورت اجرای برنامه های منظم پروازی توسط شرکتهای هواپیمایی، آنان نیز میتوانند برنامه های توسعه استراتژیک فرودگاه را برای دوره های میان مدت و بلند مدت به اجرا درآورند و نهایتاً ادامه این چالش بدین نتیجه انجامید که برای ادامه حیات اقتصادی می باید رابطه مناسبی بین ظرفیت و درآمدهای مالی و سودآوری یک فرودگاه برای ارائه یک سطح مقبولی از خدمات به وجود آید و در غیر اینصورت فرودگاهها همواره به بنگاه زیان ده تبدیل گردیده و عدم رضایت کاربران و



فرودگاه بین‌المللی هنگ کنگ

کشوری بین‌المللی (ایکائو) در دراز مدت بر این استراتژی است که کشورها را برای ایجاد یک ساختار مالی-مدیریتی مستقل از دولت جهت اداره فرودگاه‌ها تشویق نماید تا اولاً نسبت به کاهش هزینه‌های عمومی و سربار از دولت اقدام گردد، ثانیاً سازمانها یا آژانسهای مستقل از دولت انگیزه و اختیار لازم را داشته باشند که با ترویج و توسعه فرهنگ تجارت و ارتقاء قابلیت‌ها و ارزشهای مالی جدید در صنعت، کیفیت خدمات هوانوردی و فرودگاهی را نیز بهبود بخشند.

اتخاذ این استراتژی در واقع گامی برای سودآور سازی فرودگاه و نزدیک شدن به اهداف خصوصی سازی و واگذاری آنها به بخش خصوصی نیز بوده است.

بدیهی است از چالشهای مهم موضوع خصوصی سازی فرودگاه، در نظر داشتن منافع سایر ذینفعان و فعالان فرودگاهی به ویژه شرکت‌های هواپیمایی (ایرلاین‌ها) می باشد و ضروری است در صورت عملی ساختن سیاستهای خصوصی سازی فرودگاه‌ها برای سودآور نمودن آنها، منافع ایرلاین‌ها و کنترل هزینه‌های شارژ آنها به عنوان مهمترین مشتریان و بازیگران صنعت فرودگاهی در نظر گرفته شود.

۵- روند خصوصی سازی

خصوصی سازی فرودگاه‌ها، ابتدا با مشارکت بخش خصوصی برای اداره فرودگاه یا قسمت‌هایی از فعالیت‌های فرودگاهی اتفاق افتاد. مکانیزم این نوع مشارکت، اجاره بلند مدت امور به بخش خصوصی بوده که در قالب قراردادهای ساخت-بهره برداری-انتقال (BOT)، ساخت-مالکیت-بهره برداری-انتقال (BOOT) یا دیگر شکل‌های مشارکت انجام می گرفته است. این نوع از مشارکت به ازای دریافت اجاره در مقابل واگذاری موقت تمام یا بخشی از فرودگاه به بخش خصوصی که عمدتاً به عنوان حق الامتیاز به دولت پرداخت میگردد، بیشتر در آمریکای

پروازی محقق گردد و مدیران فرودگاه‌ها به طور منطقی باید از طرفی بر این اندیشه باشند که چگونه بر اساس میزان عملیات پروازی نسبت به تأمین زیرساختهای مورد نیاز در فرودگاه اقدام نمایند و از سویی دیگر برای اداره اقتصادی این بنگاه و چگونگی جبران هزینه‌های تأمین زیرساختها، راهکار و برنامه مناسبی داشته باشند. طبعاً شرکت‌های هواپیمایی فعال و پر اثر در عملیات فرودگاهی، می توانند با تحلیل بازار و ارائه پیش بینی تقاضای مسافری خود به برنامه ریزان و مجریان توسعه فرودگاه‌ها و زیر ساختهای مربوطه کمک مؤثری بنمایند تا همزمان با رشد تقاضای سفر، برای تأمین نیازهای زیرساختی فرودگاه نیز اقدام گردد.

۴- برنامه ریزی مالی توسعه ظرفیت فرودگاه‌ها

در بسیاری از نقاط جهان، دولت‌های مرکزی یا محلی مالک فرودگاههای فعال بوده و خدمات فرودگاهی و ناوبری مورد نیاز مستقیماً توسط دولت (سازمان هواپیمایی کشوری به عنوان بخشی از وزارت راه و شهر سازی) ارائه می گردد. سیستم مالکیت و مدیریت فرودگاه‌های ایران نیز تا دهه ۷۰ شمسی و تا قبل از تأسیس و فعال سازی شرکت فرودگاههای کشور از این مدل تبعیت می نموده و سازمان هواپیمایی کشوری تمامی مسئولیتهای ذکر شده را بر عهده داشت.

مجموعاً با تغییر رویکرد دولت‌ها مبنی بر تفکیک فعالیت‌های تصدی از بخشهای حاکمیتی صنعت، به مرور مدیریت بهره برداری فرودگاه‌ها به شرکت‌های دولتی مجزا از ساختارهای حاکمیتی واگذار گردیده و این رویکرد در شرایطی حاکم گردیده است که هنوز در بسیاری از کشورهای عضو ایکائو مسئولیت ارائه خدمات کنترل ترافیک هوایی (مراقبت پرواز) و خدمات هواشناسی هوانوردی بر عهده سازمان هواپیمایی کشوری به عنوان نماینده نظام حاکمیت قرار دارد. اما سازمان هواپیمایی



فرودگاه بین‌المللی مشهد کنگ

خصوصی و ارائه خدمات فرودگاهی متنوع و در سطح مطلوب، منابع درآمدی جدیدتری شناخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۷- ضرورت مقررات اقتصادی

وجود مقررات مالی و اقتصادی برای تعیین تعرفه خدمات فرودگاهی و خدمات ناوبری در یک فرودگاه با ساختار مالی-مدیریتی مستقل ضروری می‌باشد. مقررات اقتصادی برای شارژ خدمات می‌توانند کاملاً خشک و تغییر ناپذیر نوشته و به کار گرفته شوند یا نرم و منعطف تدوین گردیده و با توجه به شرایط، تغییرپذیر باشند. مقررات اقتصادی اساساً با سیاست افزایش درآمدهای فرودگاهی و اقتصادی نمودن تدوین می‌گردند. لذا دو نکته مهم می‌باید در اجرا و اعمال مقررات مربوطه همواره مورد توجه قرار گیرد:

الف- انجام نظارت دقیق بر اعمال صحیح و درست مقررات و رعایت برابری و عدم تبعیض بین مشتریان و کاربران فرودگاهی
ب- ارزیابی دوره‌ای میزان کارایی مقررات اقتصادی برای افزایش درآمدهای فرودگاه با رعایت منافع مشتریان و در صورت لزوم بازنگری مقررات. به طور معمول مقررات اقتصادی فرودگاه‌های موفق در دوره‌های ۵ ساله مورد بازنگری و براساس شرایط جدید بازار و وضعیت اقتصادی مشتریان مورد اصلاح قرار می‌گیرند.

۸- شاخص‌های عملکرد و کارایی یک فرودگاه

همچنانکه فرودگاه با رویکرد تجاری در حال گسترش بوده و تمایلات دولت‌ها برای تجاری‌سازی و خصوصی‌سازی آنها رو به رشد است، برای تصمیم‌گیری کار و اثربخش‌ایجاد می‌نماید دسترسی بیشتر و جامع‌تری به عملکرد مالی و اطلاعات اقتصادی فرودگاه‌ها داشته باشیم.

تفکر یک جانبه برای افزایش سودآوری و درآمدهای فرودگاهی ممکن است موجب سوء استفاده در بهره‌برداری فرودگاه و کاهش سطح خدمات به مشتریان گردد، لذا همیشه نمی‌توان انتظار داشت که میزان سودآوری فرودگاه الزاماً می‌باید با درصد کارایی آن تناسب کامل داشته باشد. اما جدای از این بحث، مدیران فرودگاه نیاز دارند تا برای سنجش میزان کارایی اقتصادی فرودگاه خود همواره رابطه بین "ورودی‌های هزینه‌ای و سرمایه‌گذاری" (اعم از سرمایه، نیروی انسانی و ...) را با "خروجی‌های" آن (میزان اعزام و پذیرش مسافران، تعداد

لاتین و گاهاً در استرالیا، آفریقا و کانادا رایج بوده و از مشکلات این سیستم مشارکت آن است که دولت در جایگاه قانون‌گذار و همچنین ذینفع نسبت به تعیین شارژهای هوانوردی اقدام نموده و اداره کنندگان فرودگاه با مشارکت در این چارچوب، قادر به جبران هزینه‌های بهره‌برداری نخواهند بود. در حالی که در صورت عدم اعمال سیاستهای قیمت‌گذاری دولتی، بهره‌برداران می‌توانند با ارائه خدمات متنوع و تسهیلات بیشتر به کاربران و انعطاف در قیمت خدمات، هزینه‌های فرودگاهی را پوشش داده و فعالیت خود را اقتصادی نمایند. بدیهی است با اعمال سیاستهای اجباری در سیستم قیمت‌گذاری دولتی، انگیزه کمی برای حضور و مشارکت بخش خصوصی در بهره‌برداری از فرودگاه‌ها وجود خواهد داشت.

۶- پارامترهای خصوصی‌سازی یا تجاری‌سازی

مهم‌ترین پارامترهای خصوصی‌سازی یا تجاری‌سازی عبارتند از:

* مالکیت

* متدهای مالی و حسابداری

* سیستم تأمین بودجه

* وضعیت استخدامی کارکنان و شاغلان

* سیستم و نظام اداره سازمان

* نظام گزارش دهی عملکرد مدیران

* نظام مالیاتی

* تنوع خدمات و منابع درآمدی جدید

* تمرکز دولتی بر کارکردها و عملکردها

بدیهی است برای اعمال تغییر از یک نظام دولتی به سیستم خصوصی و تجاری، ناچاراً می‌باید به مرور از حضور دولت در پارامترهای یاد شده کاسته و نقش فعالان خصوصی و تعاونی پررنگ‌تر شود و در شرایطی که برای اداره فرودگاه‌ها همچنان به روشهای سنتی، سیاست‌گذاری و اجرا گردد، شاهد تحمیل هزینه‌های گزاف بر دوش دولت و غیر کارآمد بودن اقتصاد فرودگاه‌ها خواهیم بود.

از آنجا که دولت‌ها عموماً از واگذاری مالکیت و کنترل کامل فرودگاه به بخش خصوصی اکراه داشته و اجتناب می‌نمایند، بهتر است آنچنان که در کشورهای اروپایی و بعضی از نقاط آسیا و آفریقا نیز اقدام گردیده، برای ایجاد انگیزش در مشارکت بخش خصوصی، در گامهای ابتدایی با انتقال حداقل مالکیت از طریق فروش سهام به شرکای استراتژیک خود اقدام نمایند تا از موفقیت و تأثیر مثبت حضور فعالان خصوصی و تعاونی در مدیریت و بهره‌برداری فرودگاه‌ها اطمینان حاصل گردد.

به طور خلاصه، با توجه به محدودیت بودجه‌های دولتی برای اداره مطلوب و ارائه تسهیلات و خدمات قابل قبول به مشتریان و کاربران فرودگاهی و عدم امکان توسعه استراتژیک فرودگاه، دولت‌ها ناگزیر به کمک و مشارکت شرکت‌ها و آژانسهای خصوصی و تجاری و سرمایه‌گذاری آنان برای اداره بهتر و اقتصادی‌تر فرودگاه‌ها می‌باشند. علاوه بر اینکه با حضور بخش



* تعداد پروازها و مسافری به ازای کارکنان فرودگاه. بدیهی است تحلیل و آنالیز صحیح این شاخص ها یا هر شاخص مشابه دیگر می تواند مدیران را از وضعیت عملکردی و میزان کارایی فرودگاه و سرمایه گذاریهای انجام شده آگاه نموده و آنان را برای اتخاذ تصمیمات بهتر و خط مشی های منطقی تر راهنمایی نماید.

ادامه دارد ...

مراجع

- ICAO Doc 9562, Airports Economics Manual
- ICAO Cir 284, Privatization in the provision of Airports and Air Navigation Services
- IATA, Airport Development Reference Manual

پرواز و ترافیک هوایی فرودگاه، سطح فعالیتها و کسب و کارهای ایجاد شده و ... (مورد ارزیابی قرار دهند. این ارزیابی مستمر بر اساس شاخصهای عملکردی، نه تنها برای مدیران فرودگاه در تصمیم گیری جهت استفاده بهینه از منابع سودمند می باشد، بلکه تصویر درستی از کارایی یا عدم کارایی فرآیند تجاری سازی فرودگاه ها را برای بهره برداران و نهادهای قانونگزاری ترسیم و روشن خواهد ساخت.

در هر حال شاخص های عملکردی ابزار مناسبی برای مقایسه بین عملکرد گذشته و فعلی یک فرودگاه به حساب می آیند اگرچه در محاسبه و تفسیر این شاخص ها و ایجاد رابطه منطقی بین کارایی اقتصادی و ارائه خدمات استاندارد، می باید دقت و دانش کافی داشته باشیم. این شاخص ها و روش استفاده از آن در هر فرودگاه با توجه به تکالیف و مأموریت های آن متفاوت بوده و به شرایط مالی مربوطه بستگی دارد که آیا سیاست بهره برداری از فرودگاه بر اساس سوبسیدها و حمایت های دولتی بنا نهاده شده یا بر اساس گردش مالی و درآمدهای داخلی آن فرودگاه.

اگرچه استانداردهای معینی برای تعیین شاخص های عملکرد فرودگاه تعریف نشده اند، اما تحقیقات جهانی مهمترین شاخص های ارزیابی عملکرد فرودگاه را به شرح ذیل بیان نموده اند :

- * درآمدهای کل به ازای هر پرواز، مسافر و هر کارمند فرودگاه.
- * درآمد هوانوردی به ازای هر پرواز، مسافر و هر کارمند فرودگاه.
- * درآمد هوانوردی به عنوان درصدی از درآمد کل و همچنین درصدی از هزینه کل.
- * درآمد غیرهوانوردی به ازای هر پرواز، مسافر و هر کارمند فرودگاه.
- * درآمد غیرهوانوردی به عنوان درصدی از درآمد کل و همچنین درصدی از هزینه کل.
- * هزینه کل به ازای هر پرواز، مسافر و هر کارمند فرودگاه.



اتاق کنترل

محاسبه ظرفیت و گلوگاههای شبکه ریلی بر اساس چهار روش رایج در دنیا با استفاده از نرم افزار CAP . SIM

مهندس اشکان رجائی ، کارشناس ارشد راه و ترابری
مهندس لاله نوروزی ، کارشناس ارشد MBA
(کارشناسان ارشد دپارتمان ریلی)

چکیده

سیستم حمل و نقل ریلی از تعامل مجموعه‌ای از تجهیزات و عملیات تشکیل شده است که توانایی و ظرفیت یک سیستم ریلی در حمل و نقل بار و مسافر را تعیین می‌کند. به همین جهت، تعریف و محاسبه ظرفیت یک سیستم ریلی همواره از موضوعات مطرح در عرصه حمل و نقل ریلی بوده است. از طرفی ایجاد یک نرم افزار که بتواند کلیه اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه ظرفیت را جمع آوری و به محاسبه ظرفیت بپردازد از ضروریات یک سیستم حمل و نقلی می باشد. از این رو نرم افزار Cap Sim در سه بخش زیرساخت، ناوگان و ترافیک، اطلاعات زیر ساخت شبکه و مشخصات ناوگان و تعداد قطارهای عبوری و ناوگان را جمع آوری کرده و با شبیه سازی حرکت قطار بر روی شبکه به محاسبه زمان سیر قطار پرداخته و در بخش محاسبات براساس چهار روش رایج در دنیا به محاسبه ظرفیت پرداخته و امکان نمایش نتایج محاسبات به صورت گرافیکی نیز در این نرم افزار دیده شده است. از طرفی در این نرم افزار امکان تخصیص عملکرد به شبکه ریلی وجود دارد که از مقایسه این عملکرد با ظرفیت، امکان تعیین گلوگاههای شبکه ریلی نیز وجود دارد.

واژه های کلیدی: ظرفیت شبکه ریلی، نرم افزار تعیین ظرفیت، زمانسنجی، تعیین عملکرد شبکه ریلی، شبیه سازی حرکت قطار

۱- مقدمه

با افزایش تقاضای حمل و نقل در اکثر شبکه‌های راه آهن، مشکل کمبود ظرفیت ایجاد می‌شود که تمهیدات اساسی جهت رفع آن، مورد نیاز است. به طور کلی ظرفیت، مفهومی است که به راحتی قابل تشخیص و محاسبه نیست. آنچه به عنوان ظرفیت شناخته می‌شود در اصل توانایی یک مسیر در عبور دادن تعداد مشخصی از وسایل نقلیه است که در روش های مختلف حمل و نقلی به گونه‌های مختلف محاسبه می‌گردد. خصوصیات زیرساختی مسیر، مشخصات ناوگان و عوامل موثر بر زمانبندی حرکت قطارها عواملی هستند که بر زمان سیر قطارهایی که خود موثرترین عامل در تعیین ظرفیت مسیر است، تاثیر می‌گذارند. با توجه به عوامل تاثیرگذار در ظرفیت، می‌توان عنوان نمود که ظرفیت شبکه به ظرفیت زیرساخت‌ها، ظرفیت ناوگان و برنامه زمان بندی حرکت قطارها بستگی دارد. ظرفیت خط مقدار ثابتی ندارد و بر اساس تعداد انواع قطارها متفاوت است. از این رو برآورد ظرفیت برای تصمیم‌گیری در این مورد که آیا زیرساخت های موجود می‌توانند تقاضای پیش‌بینی شده را عبور دهند یا نه، از اهمیت بالایی برخوردار



است. شناسایی گلوگاههای ظرفیتی و روشهای مناسب برای رفع آنها از عمده مسائل و مشکلات شبکه حمل و نقل ریلی است که در این تحقیق سعی شده است تا با ارائه روشهای مناسب محاسبه ظرفیت، امکان محاسبه دقیق ظرفیت را فراهم کرده و با کمک نرم افزار تهیه شده به شناسایی گلوگاههای شبکه ریلی و علل آن به صورت ریشه ای پرداخته شود.

۲- مفاهیم پایه

آنچه که به عنوان قابلیت یک سیستم حمل و نقل ریلی مطرح است، در اصل میزان تن کیلومتر و یا نفر کیلومتری است که در یک سال از شبکه عبور می نماید و هرچه خطوط شبکه قادر به عبور دادن تعداد بیشتری از قطارها باشند، شبکه دارای ظرفیت بالاتری است. با توجه به اثر عوامل مختلف (که خود نیز دارای تأثیرات متقابل بر روی یکدیگر می باشند) بر ظرفیت شبکه راه آهن مانند خصوصیات زیرساختی مسیر، مشخصات ناوگان و زمانبندی حرکت قطارها، محاسبه ظرفیت راه آهن، پیچیده تر از محاسبه ظرفیت سایر شیوه های حمل و نقلی است. ظرفیت شبکه (یا خط آهن)، تعداد قطاریست که می تواند به صورت

حداکثر در شبکه (یا خط) در مدت زمان مشخص با شرایط بهره برداری مشخص سیر نماید بطور کلی ظرفیت زیرساخت راه آهن به روشی که مورد بهره برداری قرار می گیرد بستگی دارد. دلیل دشواری تعریف ظرفیت، تعدد پارامترهایی است، که بر روی مقدار ظرفیت تأثیر می گذارند و باید اندازه گیری شوند. حداقل سه فاکتور اساسی در تعیین ظرفیت نقش ایفا می نمایند، که عبارت از فاصله بین ایستگاه های متوالی (جایی که قطار سریع تر ممکن است از قطار کندتر سبقت بگیرد)، ترتیب مسیرهایی که قطار اجازه ورود به آنها را دارا است و سرعت حرکت قطارها می باشند. در مورد قطارهای باری، خصوصیات لکوموتیو، به عنوان فاکتوری اساسی برای تعیین ظرفیت شناخته می شوند. در شرایط ایده آل ترکیب سیستم علائم قطار و ایستگاه با بیشترین زمان توقف، ظرفیت خط را کنترل می نماید، اما در شرایط غیر ایده آل عوامل دیگری نیز همچون محدودیت های سرعت ناشی از مشخصات هندسی مسیر و تقاطع های خطوط بر ظرفیت اثر می گذارند. بنابراین شناخت عوامل مؤثر در تعیین سرعت تجاری قطارها و در تعیین ظرفیت مسیر، نقش مهمی را ایفا می نماید.

۳- روشهای تعیین ظرفیت

بر اساس تعاریف موجود، مدل‌های مختلفی جهت محاسبه ظرفیت مسیر ارائه و به کار گرفته می‌شود که هر یک مزایا و معایب خود را دارد. در جدول ۱ برخی از این روشها معرفی شده است.

۴- مقایسه روشهای ارائه شده

تمامی رابطه‌های تحلیلی ارائه شده برای محاسبه ظرفیت خط، به نوعی ظرفیت عبوری از مسیر مورد بررسی را تعیین می‌نمایند که این کار از طریق در نظر گرفتن یک مدت معین برای سرفاصله زمانی حرکت قطارها صورت می‌گیرد و سپس با استفاده از رابطه محاسبه ظرفیت برای خطوط با ترافیک همگون، که حاصل تقسیم مدت زمان در دسترس بر زمان سرفاصله زمانی قطارها است، تعداد رام قطار عبوری در بازه زمانی مشخصی که معمولاً یک روز است، محاسبه می‌گردد. اما عمده تفاوت روش‌های ارائه شده در نحوه تعیین یا محاسبه میانگین سرفاصله زمانی قطارها است. در روش ارائه شده، UIC ۴۰۵ با استفاده از زمان سیر، همگون سازی دقیق تری را با توجه به سرعت سیر در بلاک بحرانی ارائه می‌نماید که برای شبکه‌هایی با تنوع قطارها با سرعت‌های متفاوت، نتایج بهتری را ارائه خواهد نمود. تنها در رابطه ارائه شده در فیش، UIC ۴۰۶ درصد استفاده از

ظرفیت (از لحاظ زمانی) مشخص می‌شود و تعداد رام قطارها را مورد محاسبه قرار نمیدهد. نقطه ابهام رابطه ارائه شده در فیش ۴۰۶ UIC، تعیین نقاط فشرده سازی برنامه حرکت قطارهاست، که در مقالات متعددی به آن اشاره شده است و به عنوان نقطه ضعف این رابطه شناخته می‌شود. ولی از لحاظ دقت در سنجش ظرفیت قطارهای ناهمگن روش بهتری است که در اصل تکمیل‌کننده روش ارائه شده در فیش ۴۰۵ UIC است. مدل اروپایی CAP نیز دو ویژگی عمده دارد. نخست با فرض ثابت بودن ترافیک سایر انواع قطارها میتوان مقدار اضافی ظرفیت به ازاء یک گروه خاص از قطارها را محاسبه نمود و از طرفی این فرمول موجب همگونی ترافیک میشود و دقت محاسبات تعیین ظرفیت را بسیار افزایش میدهد.

نرم افزار cap sim امکان محاسبه ظرفیت بر اساس هریک از روشهای فوق را داشته و با تخصیص عملکرد واقعی شبکه و مقایسه آن با ظرفیت شبکه امکان ارائه گلوگاههای شبکه ریلی را فراهم می‌نماید که در ادامه به تفصیل ارائه خواهد شد.

۵- معرفی نرم‌افزار پارگذاری شبکه ریلی کشور و تعیین گلوگاه‌های آن

نرم افزار تعیین گلوگاه شبکه ریلی، در اصل بر اساس تعریف اولیه مسیر و تخصیص ترافیک قطارهای باری و مسافری

جدول ۱ - روش های مختلف تعیین ظرفیت

ردیف	نام روش	رابطه	پارامترها
۱	رابطه Scott	$N = \frac{1440 - W}{T + t} \times K$	N تعداد کل قطار، W زمان مسدودی، T زمان سیر کندترین قطار، t زمان توقف قطار و K ضریب کارایی
۲	رابطه Scott اصلاح شده	$C = \frac{1440 - W}{\frac{(\sum T_p \cdot N_p) + (\sum T_f \cdot N_f)}{N_p + N_f}}$	C ظرفیت خط، T _p و N _p به ترتیب زمان سیر و تعداد قطار مسافری، T _f و N _f به ترتیب زمان سیر و تعداد قطار باری و W زمان مسدودی
۳	رابطه آمریکایی	$N = \frac{1440}{T + T^0 + 2t}$	N تعداد قطارها، T + T ⁰ زمان سیر کندترین قطار از هر دو سمت
۴	رابطه GIP	$NG = \frac{1440 - \sum T_p}{T_g + t}$	NG تعداد قطار باری عبوری، T _p زمان سیر قطار مسافری، T _g زمان سیر قطار باری و t زمان تاخیرات
۵	رابطه Steinback	$C = \frac{1440}{t_b + t_g + O + W} * Y$	C ظرفیت خط، t _a + t _b زمان سیر دو قطاری تلاقی، O مجموع زمان‌های توقف دو قطار، W زمان انتظار قطار دوم،
۶	ظرفیت عملی (ایران)	$N_c = \left[\frac{1440 - n \times 60}{T} \right] \times 0.85 - 1/15 \times N_p$	N _c ظرفیت زوج قطارهای باری (زوج)، T مدت زمان پیشینه سیر رفت و برگشت بین دو ایستگاه، n میزان ساعت مسدودی خط در طول روز (ساعت)، N _p تعداد زوج قطار مسافری روزانه
۷	روش ۴۰۵ UIC	$L = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_m}$	L ظرفیت خط از نظر تعداد قطارها، T مدت زمان دوره بررسی، t _{fm} میانگین هدوی بین کلیه قطارهایی که در خط اعزام می‌شوند، t _r زمان حایل و t _m زمان اضافی
۸	روش ۴۰۶ UIC	$k = t_A + t_B + t_C$ $K = \frac{k * 100\%}{t_u}$	k کل زمان مصرفی، K درصد استفاده از ظرفیت کل، t _A زمان اشغالی خط، t _B زمان حالت، t _C زمان اضافی برای خطوط یک خطه و t _u زمان در دسترس
۹	مدل اروپایی CAP	$L = \frac{T}{t_{fm}} \times C_{ut} \times V$	L ظرفیت هر بلاک به ازاء تعداد قطار در یک دوره زمانی T، T: مدت زمان دوره بررسی، t _{fm} : میانگین زمان هدوی قطارها بر حسب دقیقه، V: تعداد مسیرها و C _{ut} : نشان‌دهنده درصد اشباع

مختلف بر روی آن به محاسبه ظرفیت پرداخته و با مقایسه ظرفیت با تقاضا عملکرد شبکه گلوگاههای هر مسیر را تعیین می‌نماید. این نرم افزار شامل دو بخش پایگاه داده و تحلیل است که ابتدا کلیه اطلاعات زیر ساخت شبکه ریلی شامل مشخصات هندسی، ابنیه، علائم و ناوگان، برای هر مسیر به صورت جداگانه در فضای مخصوص به خود ذخیره می‌شوند. در بخش تحلیل، محاسبه ظرفیت، بارگذاری تقاضا، امکان مقایسه ظرفیت و تقاضا و تعیین گلوگاه انجام می‌گیرد. خروجی محاسبات بخش تحلیل به صورت جداول Word و exel و یا خروجی گرافیکی در محیط GIS قابل ارائه خواهد بود.

در این نرم افزار بخشهای مختلفی وجود که در ادامه به طور اختصار ارائه شده است:

الف) بخش زیرساخت شبکه که به دو بخش بلاک و ایستگاه تقسیم می‌شود. در قسمت بلاک اطلاعاتی نظیر کیلومترآژ شروع و پایان بلاک، شیب، قوس، تونل، پل، وضعیت علائم و ارتباطات، سرعت طرح، جهت مجاز حرکت قطار در بلاک و غیره دریافت می‌شود. در قسمت ایستگاه نیز داده‌هایی نظیر، نوع ایستگاه، نام ایستگاه، ناحیه‌ای که ایستگاه در آن واقع است، و کیلومترآژ قرارگیری آن ارائه می‌شود.

ب) بخش ناوگان که امکان تعریف قطار در آن وجود دارد در این حالت کاربر می‌تواند لکوموتیو و واگن‌ها را انتخاب نماید و آرایش قطار خود را تعریف کند. در پایگاه داده ابتدا نیاز است تا مشخصات کامل لکوموتیوها و واگنها تعریف گردد.

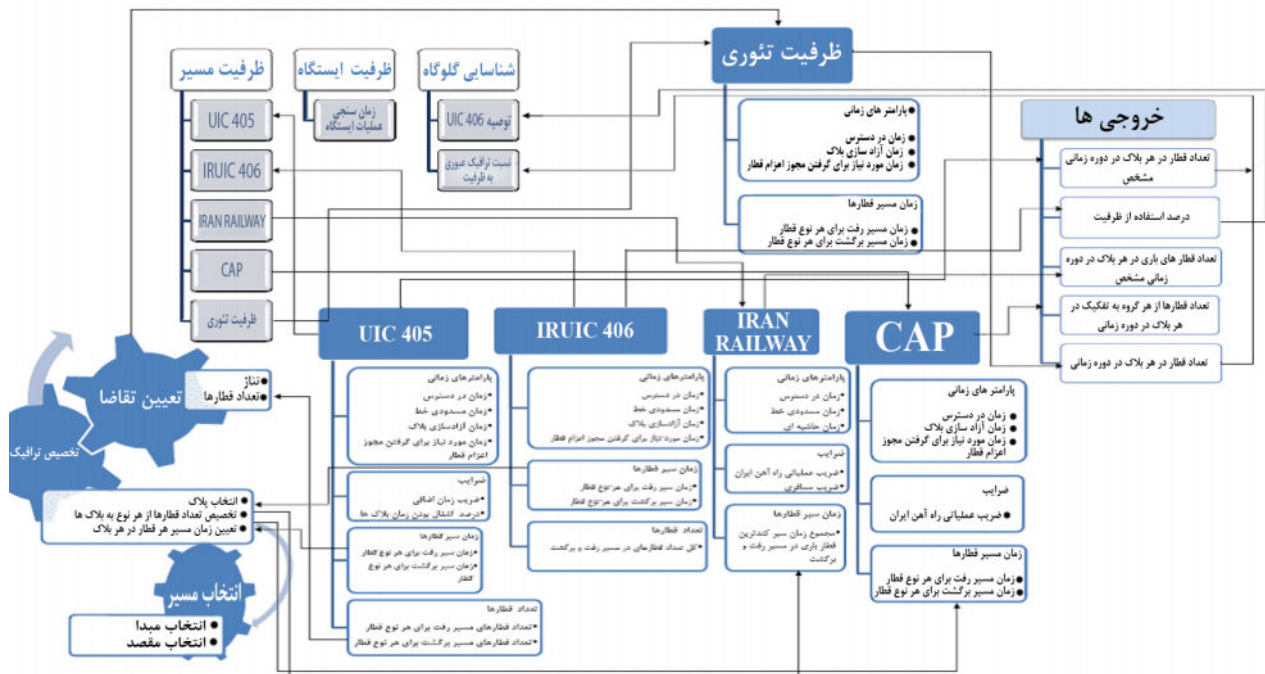
ج) بخش ترافیک که قسمت شروع محاسبات و گرفتن داده‌های محاسباتی است و کاربر بیشترین ارتباط با نرم‌افزار را با این بخش دارد. کاربر مبدا و مقصدهای مورد نظر خود را انتخاب می‌کند و نرم افزار تمام مسیرهای ممکن بین دو ایستگاه را به کاربر ارائه و کاربر می‌تواند مسیرهای مورد نظر خود را با یک نام، ذخیره

نماید. بعد از اتمام این مرحله، کاربر تقاضای بار را برای هر مسیر وارد می‌نماید و نرم افزار تقاضاهای مسیرهای مختلف را بررسی می‌کند و تقاضاهایی که مسیرها و بلاک‌های مشترک دارند را با هم جمع می‌نماید و به هر بلاک تخصیص می‌دهد. (د) محاسبات ظرفیت، در این بخش امکان استفاده از روش‌هایی نظیر راه‌آهن ایران، UIC 406، UIC 405 و روش محاسبه ظرفیت مدل اروپایی CAP وجود دارد. هر یک از این روش‌ها کارایی‌های مخصوص به خود را دارند که کاربر می‌تواند به طور جداگانه گزارش نهایی براساس نیاز خود از ظرفیت در اختیار داشته باشد.

ه) تعیین گلوگاه، در بخش چهارم به بررسی گلوگاه‌های موجود در شبکه ریلی پرداخته می‌شود. بعد از مشخص شدن ظرفیت کل شبکه و مقایسه بین بلاک‌های مسیرهای مختلف و ظرفیت آن با تقاضایی که از بخش ترافیک دریافت شده است و همچنین مقایسه بین ظرفیت بلاک‌ها با تقاضا یا عملکرد، به تحلیل گلوگاه‌های شبکه پرداخته می‌شود. در شکل ۱ نمایی از ارتباطات موجود در نرم افزار نمایش داده شده است.

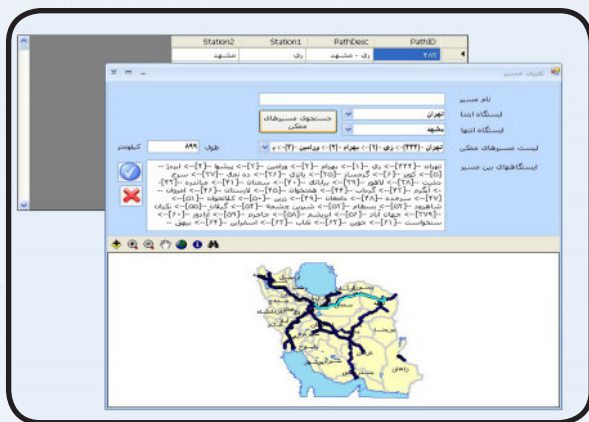
۶- نمونه واقعی

به منظور محاسبات عملی در یک نمونه واقعی از مفاهیم پیش گفته، بسته نرم افزاری توسعه داده شده برای یک مسیر مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا ابتدا اطلاعات مربوط به زیر ساخت و مشخصات هندسی موجود در مسیر به نرم افزار وارد می‌شود. در این بخش اطلاعاتی نظیر موقعیت خط، کیلومترآژ ابتدا و انتها، مشخصات هندسی نظیر قوس، شیب و فراز، ابنیه موجود در مسیر، سیستم علائم و ارتباطات و ویژگی‌های مرتبط با مسیر نظیر سرعت و بار محوری به نرم افزار وارد می‌شود. (شکل ۲)

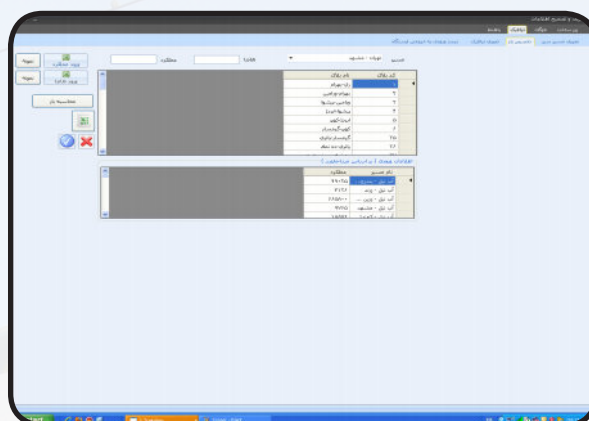


شکل ۱- نمایی از ارتباطات داخلی و خارجی بین پارامترهای نرم افزار و سایر بخش‌ها

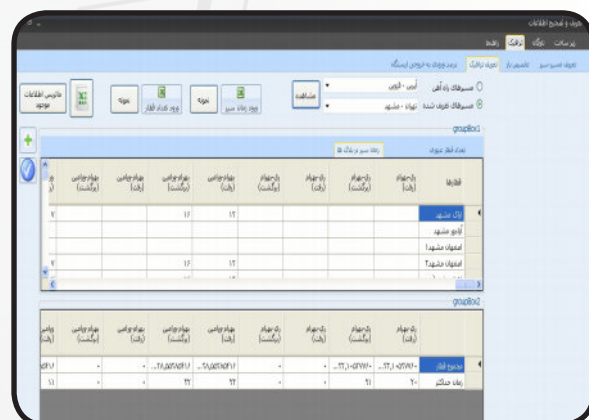
پس از ورود این اطلاعات، مشخصات نیروی کشش، واگن‌ها و همچنین انواع قطارها تعریف می‌شود. در این حالت می‌توان از قطارهای پیش فرض برنامه استفاده نمود یا یک قطار با مشخصات جدید را تعریف کرد (شکل ۳). بر مبنای اطلاعات فوق و همچنین محل مقاصد ابتدا و انتها، نرم افزار این قابلیت را داراست که کلیه مسیرهای ممکن بین مبدا و مقصد و کوتاهترین آنها را به کاربر ارائه دهد. پنجره تعریف مسیر در نرم افزار در شکل ۴ نشان داده شده است. تخصیص بار به مسیر از دیگر امکانات این نرم افزار است. برای ورود بار ابتدا باید مسیر بین مبدا و مقصد بار ایجاد گردد و سپس عملکرد مد نظر را به آن تخصیص داد. این نرم افزار امکان تشخیص بلاکهای مشترک عبور چندین بار را داشته و بار عبوری از آن بلاک، حاصل جمع کلیه بارهای عبوری می باشد (شکل ۵). مرحله بعد تخصیص قطار به مسیر است. در صفحه ترافیک در جدول اول، تعداد قطار باری و مسافری بر اساس بلاک‌های عبوری و نوع قطار مشخص هستند و در جدول پایین جمع هریک از انواع قطارها که از مسیر انتخابی عبور می کنند ارائه شده است. این جدول قابلیت تغییر و ذخیره را دارد. (شکل ۶)



شکل ۴- پنجره تعریف مسیر



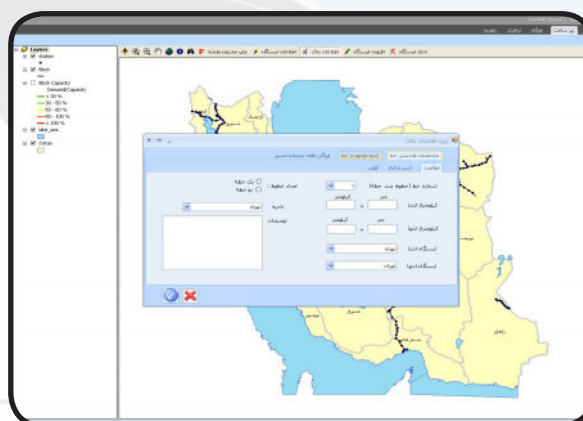
شکل ۵- تخصیص بار به مسیر



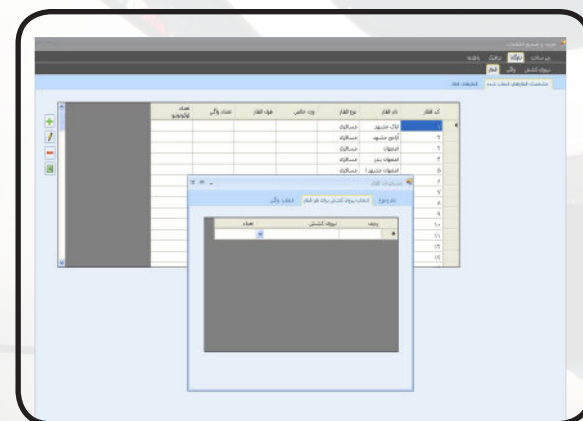
شکل ۶- تخصیص قطار و تعیین زمان سیر

۷- محاسبات تعیین ظرفیت

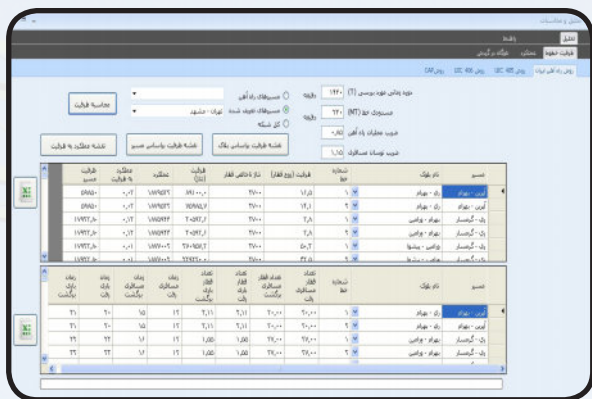
با منظور نمودن داده‌های پیش فرض و اطلاعات موجود در قسمت قبل و بر مبنای مبنای ارائه شده در آیین نامه‌های معتبر، این نرم افزار قابلیت بررسی ظرفیت خطوط و محاسبه گلوگاه بر اساس روش‌های مختلف رایج در دنیا را دارا می‌باشد. با توجه به اینکه در نرم افزار از چند روش برای انجام محاسبات استفاده می‌شود، و این روش‌ها هر یک ویژگی خاصی را برای کاربر فراهم می‌کند، امکان ارائه تحلیل‌های مختلفی با استفاده از خروجی‌های آنها وجود دارد. خروجی نرم افزار شامل جداول



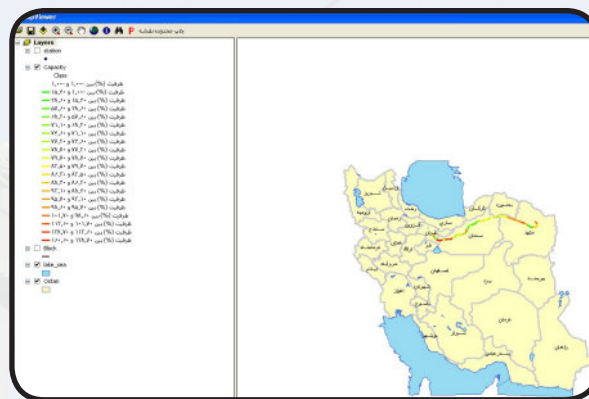
شکل ۲- صفحه ورودی نرم افزار و جداول ورود اطلاعات



شکل ۳- تعریف قطار در مسیر مورد نظر



جدول محاسبه ظرفیت با استفاده از روش ایران



محاسبه ظرفیت با استفاده از روش CAP

شکل ۷- محاسبه ظرفیت با استفاده از روش‌های مختلف

مراجع

- 1-Gasparik, Jozef, Estimation Of The Track Line Capacity, Railway Transport And Logistic, 2,2007, pp 7-12.
- 2-UIC leaflet 406, Capacity, 1st edition, UIC International Union of Railways, France,2004.
- 3-TOMARKINSON, Rail Transit Capacity, Transportation Research Board ,National Research Council, Transport Consulting Limited Vancouver B.C. Canada, with IAN FISHER, University of British Columbia, Washington, D.C. 1996.
- 4-Burdett, Robert L. and Kozan, Erhan (2006) Techniques for absolute capacity determination in railways. Transportation Research Part B: Methodological 40(8): pp.
- 5-Landex, A.; Kaas A.; Schittenhelm, B. and J. Schneider-Tilli. Evaluation of railway capacity. Annual Transport Conference at Aalborg University, 2006.
- 6-Tobias Lindner, Joern Pachl RECOMMENDATIONS FOR ENHANCING UIC CODE 406 METHOD TO EVALUATE RAILROADINFRASTRUCTURE CAPACITY.
- 7-Report,"IMPROVED tools for RAILway capacity and access management (ImproveRail)", (2003).
- 8-M. Abril et al, "An assessment of railway capacity", Transportation Research Part E 44 774-806, (2008)

اکسل فایل‌های گرافیکی در محیط GIS را دارد. در شکل ۷، تصاویری از خروجی نرم افزار برای روش‌های مختلف نشان داده شده است.

۸- نتیجه‌گیری

ظرفیت شبکه ریلی در اصل توانایی اصلی یک شبکه و توان آن محسوب می‌گردد لذا محاسبه دقیق ظرفیت شبکه و ارائه برنامه بهینه جهت استفاده بیشتر از ظرفیت و رفع گلوگاه‌های شبکه ریلی نیز از دغدغه‌های اصلی مهندسين راه آهن و کارشناسان آن می‌باشد. این نرم افزار امکان محاسبه ظرفیت بر اساس چهار رابطه متفاوت که هر یک در شرایط خود کاربرد دارند را فراهم کرده است. به عنوان مثال، خروجی روش راه آهن ایران (با رابطه Scot) برای بررسی میزان ظرفیت مسیر برای قطارهای باری مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش CAP به بررسی میزان ظرفیت باقیمانده به ازاء یک نوع قطار خاص می‌پردازد. تحقیق پیشرو و نرم افزار تهیه شده می‌تواند امکان تغییر ترافیک (تعداد قطار) تغییر در شرایط هندسی خط و به تبع آن تغییر در زمان سیر حرکت قطارها و از طرفی ارتقاء تکنولوژی (برقی کردن مسیر و تراک بندی خطوط) را فراهم نموده و اثر این تغییرات را بر روی ظرفیت محاسبه نماید. برای رفع گلوگاه‌های شبکه ریلی نیز نیاز است تا ابتدا گلوگاه‌های شناسایی شوند که این نرم افزار امکان شناسایی گلوگاه‌های ریلی را از طریق مقایسه ظرفیت با تقاضا و عملکرد فراهم کرده است. تحقیقات و نرم افزار پیش رو به مدیران و کارشناسان این امکان را می‌دهد تا با بررسی دقیق ظرفیت شبکه امکان عبور بهینه بار و مسافر را فراهم و با تدابیر خاص به رفع گلوگاه شبکه بپردازند.

فرودگاه بین‌المللی تبریز اولین بهسازی باند پرواز به روش بتنی در کشور

شماره ۲

مهندس مسعود شجاعی - مدیر پروژه های سیویل

چکیده

در سالهای اخیر افزایش قیمت قیر و تاسیس کارخانه های متعدد تولید سیمان در کشور و دوام زیاد رویه های بتنی مزیت این نوع روسازی را نسبت به روسازی انعطاف پذیر آسفالتی افزایش داده است. با توجه به این مزیت، بهسازی باند پرواز به روش بتنی برای نخستین بار در فرودگاه بین‌المللی تبریز مطرح گردید. در مطالب شماره قبل که در دو فصلنامه داخلی صحن بوستان چاپ شد، به معرفی فرودگاه تبریز و بخشهای مختلف طرح بهسازی روسازی و دلایل انتخاب رویه بتنی و روش طراحی پرداخته شد. در ادامه مباحث مقاله پیشین، تکنولوژی تولید بتن برای اجرای مکانیزه توسط فینیشر خودکار از مباحث مهمی است که در مقاله حاضر به آن پرداخته شده است. از آنجا که مطالب و نکات فنی عمومی تولید بتن برای مهندسان و دست اندرکاران پروژه های عمرانی شناخته شده است لذا در مقاله حاضر تلاش بر آن بوده تا بیشتر بر نکات و تجارب اجرایی و خاص تولید بتن فینیشری رویه های سطوح پروازی فرودگاه تکیه شود. اهداف و نیازهای تولید بتن، کنترل کیفیت مواد تشکیل دهنده بتن شامل شن و ماسه، سیمان و آب و همچنین موضوع دوام بتن در چرخه های ذوب - یخبندان با توجه به سردسیر بودن محل پروژه و کارکردهای بچینگ تولید بتن مطالب اصلی مقاله حاضر را تشکیل می دهند. واژه های کلیدی: کنترل کیفیت بتن و مصالح، واکنش قلیایی، دوام بتن، بچینگ

۱- مقدمه

ویژگی پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه بین‌المللی تبریز، بهسازی روسازی به روش تمام بتنی و مکانیزه است که اولین باند پرواز تمام بتنی کشور محسوب می گردد. تولید و اجرای بتن برای کارهای ساختمانی و ابنیه فنی نظیر پلها و دیوارها دارای سابقه طولانی در کشور است و مهندسان طراح و مجری از تجارب و دانش فنی مطلوبی در این زمینه برخوردارند. مشخصات بتن مورد استفاده در رویه باند پرواز فرودگاه تبریز به دلیل بارهای سنگین وارده و قراردادن در معرض مستقیم عوامل جوی و محیطی و خصوصاً سرما و یخبندان شهر تبریز از اهمیت بالایی برخوردار بوده و از طرف دیگر اجرا با فینیشر نیز اهمیت مشخصات بتن را دوچندان می نمود. بتن قابل اجرا توسط فینیشر دارای ویژگیهایی است که در فرایند تولید بتن باید مورد توجه قرار گیرد که در صورت عدم تامین مشخصات فنی مورد نیاز بتن باند پرواز از استحکام و دوام کافی در طول دوره بهره برداری برخوردار نخواهد بود.





۲- اهداف تولید بتن رویه باند پرواز

در پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه بین‌المللی تبریز، کیفیت رویه بتنی به لحاظ مقاومت و دوام می‌بایست منطبق بر مشخصات فنی و استانداردهای فرودگاهی باشد. در تهیه بتن این پروژه سه پارامتر اصلی مد نظر بوده که شامل مقاومت خمشی، دوام و کارایی می‌باشد.

۲-۱- مقاومت خمشی بتن

براساس دستورالعمل FAA (سازمان هوانوردی فدرال) معیار طراحی رویه‌های بتنی مقاومت خمشی بتن است. در این پروژه مقاومت خمشی بتن $48/5 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ نظر گرفته شده است.

۲-۲- دوام

دوام بتن مهمترین هدف در تهیه بتن سطوح پروازی فرودگاهها است. با توجه به شرایط جوی سرد شهر تبریز، بتن باند پرواز می‌بایست در مقابل عوامل جوی مانند چرخه‌های ذوب و یخبندان، عوامل شیمیایی مانند نمک‌ها و سایر مواد یخ‌زدا که برای عملیات نگهداری زمستانی باند استفاده می‌شوند مقاوم می‌بود.

۲-۳- کارایی بتن

بتن تهیه شده با فینیش در سطح باند اجرا می‌گردید، لذا کارایی (اسلامپ) بتن بایستی برای اجرا توسط فینیشر مناسب می‌بود. اسلامپ بتن باید در محدوده بهینه ۳ تا ۵ قرار می‌گرفت تا فینیشر بکار گرفته شده در پروژه می‌توانست بتن را بصورت همگن و بدون وارفتن لبه‌های قائم دالهای بتنی اجرا نماید. اسلامپ کمتر موجب خشکی بتن و عدم امکان پخش و شکل دهی آن توسط فینیشر می‌گردید و اسلامپ بیشتر به دلیل حرکت دستگاه به جلو و عدم وجود قالب ثابت برای نگهداری لبه‌های قائم کار موجب ریزش و افت لبه‌ها می‌گردید.



۳- کنترل کیفیت مواد تشکیل دهنده بتن

۳-۱- مصالح سنگی

پس از شناسایی معادن تولید مصالح سنگی منطقه، چهار منبع اصلی برای تامین شن و ماسه در نظر گرفته شد که دو معدن منشاء رودخانه‌ای و دو معدن دیگر منشاء آذرین داشتند. جهت بررسی کیفیت و تطابق با استانداردها آزمایشهای ذیل بر روی شن و ماسه تولیدی هر چهار معدن انجام شد:

- آزمایش دانه بندی مصالح سنگی ریزدانه و درشت دانه مطابق استاندارد ASTM C۳۳

- آزمایش وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه‌ها مطابق استاندارد ASTM C۱۲۷-۱۲۸

- آزمایش شستشوی روی الک نمره ۲۰۰ برای مصالح ریزدانه مطابق استاندارد ASTM C۱۱۷

- آزمایش هم ارزی ماسه (SE) مطابق استاندارد ASTM D۲۴۱۹

- آزمایش‌های سلامت سنگدانه‌ها مطابق استاندارد ASTM C۸۸

- آزمایش تعیین ناخالصی‌های آلی در مصالح ریزدانه مطابق استاندارد ASTM C۴۰

- تعیین درصد کلوخه‌های رسی و دانه‌های سست ASTM C۱۴۲

- آزمایش ضریب تطویل و تورق مطابق استاندارد BS۱۸۸۸

- آزمایشهای پتانسیل واکنش قلیایی - سیلیسی کلیه مصالح شامل مصالح شن و ماسه مطابق استاندارد ASTM C۱۲۶۰

نمونه‌های گرفته شده از شن و ماسه چهار معدن در آزمایشهای بالا بجز آزمایشهای پتانسیل واکنش قلیایی - سیلیسی نتایج قابل قبولی داشتند و از کیفیت خوبی برخوردار بودند.

۳-۱-۱- کنترل واکنش قلیایی مصالح

کنترل و بررسی میزان واکنش قلیایی مصالح سنگی برای بتن باند پرواز فرودگاه تبریز به دلیل قرار گرفتن بتن در معرض عوامل جوی و تر و خشک شدن ضروری بود. در صورت واکنش زایی مصالح سنگی بتن با سیمان و ایجاد ترکیبات قلیایی مانند اکسید سدیم (Na_2O) و اکسید پتاسیم (K_2O)، ژل های منبسط شونده ای در بتن تولید می شود که به مرور زمان موجب تخریب بتن می شوند. بنابراین میزان واکنش زایی مصالح سنگی با سیمان تیپ ۲ کارخانه صوفیان با انجام آزمایش ASTM C1260 مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه های مورد نیاز از چهار معدن تهیه و آزمایش واکنش قلیایی تسریع شده بر روی نمونه ها انجام شد. نتایج بدست آمده برای ۲ معدن A و B که دارای منشأ رودخانه ای بودند نگران کننده بود. نتایج در جدول شماره ۱ قابل ملاحظه است.

۳-۲- استفاده از سیمان پوزولانی

با توجه به آثار زیانبار واکنش قلیایی بر دوام بتن لازم بود تاراه حلی برای اطمینان از محدود شدن واکنش قلیایی در بتن یافت شود. لذا با کارشناسان و اساتید برجسته تکنولوژی بتن مشورت گردید. سیمان پوزولانی تاثیرات بهبود دهنده ای بر کاهش واکنش قلیایی دارد. براین اساس و با توجه به تولید سیمان پوزولانی در کارخانه سیمان صوفیان مقرر شد تا نمونه های جدیدی با مصالح چهار معدن و سیمان پوزولانی تهیه و آزمایش واکنش قلیایی تکرار شود (جدول ۲). همانگونه که انتظار می رفت نمونه های تهیه شده با سیمان پوزولانی در مقایسه با سیمان تیپ ۲ واکنش قلیایی کمتری نشان دادند و سیمان پوزولانی تاثیر مطلوبی در اصلاح این نقیصه داشت. لذا به دلیل اهمیت دوام بتن تصمیم گرفته شد تا ضمن تغییر نوع سیمان و بکارگیری سیمان پوزولانی حجم قابل توجه ماسه و شن ورودی از معادن A و B که دارای

جدول شماره ۱- نتایج آزمایشات واکنش قلیایی مصالح سنگی با سیمان تیپ ۲ کارخانه صوفیان

معدن	نتایج ۷ روزه	نتایج ۱۴ روزه	نتایج ۱۴ روزه
A	۰/۱۶۶	۰/۳۱۹	غیر قابل قبول
B	۰/۱۱۲	۰/۲۳۴	غیر قابل قبول
C	۰/۰۱۴	۰/۰۵۵	قابل قبول
D	۰/۰۰۸	۰/۰۳۲	قابل قبول

جدول شماره ۲- نتایج آزمایشات واکنش قلیایی مصالح سنگی با سیمان پوزولانی کارخانه صوفیان

معدن	نوع مصالح	نتایج ۷ روزه	نتایج ۱۴ روزه	نتایج ۳۵ روزه	پذیرش نمونه
A	ماسه	۰/۱۱۲	۰/۲۰۵	۰/۲۵۵	—
	شن نخودی	۰/۱۲۶	۰/۲۳۴	۰/۳۱۶	—
B	ماسه ۱	۰/۱۶۶	۰/۳۱۹	۰/۴۲۶	—
	ماسه ۲	۰/۱۹۸	۰/۳۴۵	۰/۴۴۹	—
C	ماسه	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۱۰۲	قابل قبول
	شن نخودی	۰/۰۱۸	۰/۰۵۳	۰/۱۰۸	قابل قبول
	مخلوط ماسه و نخودی	۰/۰۱۶	۰/۰۴۱	۰/۰۹۶	قابل قبول
D	ماسه	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۱۰۲	قابل قبول
	شن نخودی	۰/۰۳۳	۰/۰۹۸	۰/۱۶۱	قابل قبول
	مخلوط ماسه و نخودی	۰/۰۲۴	۰/۰۵۸	۰/۱۲۱	قابل قبول

پتانسیل واکنش قلیایی بودند از کارگاه خارج و یا در سایر بخشهای پروژه که حساسیت به واکنش قلیایی نداشتند مصرف شود.

۳-۳ - سیمان

سیمان بعنوان اصلی ترین جزء تشکیل دهنده بتن تاثیر قابل ملاحظه ای بر کیفیت بتن تولیدی دارد. بنابراین آزمایشهای زیر برای اطمینان از تطابق مشخصات فنی سیمان با استانداردها انجام گرفت.

- تعیین خمیر استاندارد و نرمال سیمان با آزمایش میله ویکات
 - آزمایش گیرش سیمان شامل گیرش ابتدایی و نهایی
 - آزمایش مقاومت فشاری ملات استاندارد سیمان
 - آزمایش سلامت سیمان
 - آنالیز شیمیایی سیمان
- باتوجه به احتمال تغییر در معادن و منابع تامین کننده مواد اولیه سیمان و در نتیجه تغییر مشخصات سیمان، در طول اجرای پروژه نیز به دفعات از سیمان نمونه برداری و آزمایشهای کنترل کیفیت سیمان انجام شد.

۳-۳-۱ - ریزی سیمان

برای اینکه بتن تولیدی در فرایند اجرا با فینیشر شکل پذیری و قابلیت ماله کشی و پرداخت سطحی خوبی داشته باشد میزان ماسه ریزدانه بتن باید در حد قابل قبولی باشد. متاسفانه ماسه معادن منتخب مانند غالب معادن کشور دارای ریزدانه ماسه کمی بود و به بیان دیگر ماسه زیر بود. همانگونه که قبلا گفته شد تهیه بتن شکل پذیر و خوش پرداخت به تامین ریزدانه کافی در بتن بستگی دارد. بر اساس نظرات اساتید تکنولوژی بتن و تجارب پروژه های انجام شده در سایر کشورها برای رفع این نقیصه سه راه حل مطرح گردید:

- افزودن ماسه ریزدانه ۳۰~ میلیمتر به ماسه موجود
- افزودن فیلر پودر سنگ به بتن
- افزایش ریزی سیمان تولیدی در کارخانه

به دلیل محدودیت تعداد مخازن تغذیه کننده بچینگ امکان تخصیص مخزن اضافه برای ماسه ریزدانه نبود و لذا بنا شد تا با ریزتر نمودن سیمان شکل پذیری و قابلیت پرداخت سطح بتن بهبود یابد. جهت ریزتر نمودن سیمان با کارخانه سیمان صوفیان مذاکره شد و بنا شد ریزی و سطح مخصوص سیمان افزایش یابد. پس از استفاده از سیمان با درجه نرمی بیشتر بهبود واضحی در شکل پذیری سیمان ایجاد شد و مقدار خمیر سیمان سطحی که برای ماله کشی مکانیزه توسط فینیشر ضروری است افزایش یافت. در این خصوص بر اساس تجارب بدست آمده برای پروژه های بعدی توصیه میگردد تا از دو راهکار همزمان استفاده شود و ضمن افزایش نرمی سیمان با

افزودن ماسه ریزدانه ۳۰~ دانه بندی مصالح سنگی بتن به وضعیت ایده ال برسد.

۳-۴ - آب

آب مصرفی نیز از عوامل مهم در کیفیت بتن تولید شده است. میزان مواد سخت و املاح موجود در آب مصرفی باید در حد مجاز باشد. در ابتدای پروژه بر اساس نتایج آزمایشهای قبلی انجام شده بر روی نمونه های آب چاه های فرودگاه تبریز، باور بر این بود که کیفیت آب چاهها قابل قبول است. با این وجود جهت اطمینان، پس از حفر چاه جدید نمونه هایی از آب تهیه و توسط آزمایشگاههای معتبر استان مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج حاصله دور از انتظار بود. میزان املاح زیانبار در آب بیش از حد مجاز بود و لذا استفاده از آب چاه برای تولید بتن منتفی شد.

این موضوع با توجه به حجم بالای بتن پروژه که در حدود ۱۰۰۰۰ مترمکعب بود موضوع تامین آب مناسب را به چالشی در پروژه تبدیل نمود. آب چاه صرفا برای عملیات خاکی پروژه قابل استفاده بود و لازم بود برای تولید بتن و همچنین عملیات نگهداری (عمل آوری) بتن از سایر منابع آب استاندارد استفاده شود.

گزینه های تامین آب چندان متنوع نبود و سایر روشهای تامین آب منحصر بود به گرفتن انشعاب آب شهری از اداره آب منطقه ای با طی تشریفات اداری و لوله کشی به طول حدود ۲ کیلومتر و یا خرید آب آشامیدنی از داخل شهر تبریز و حمل آن با تانکر به صورت منظم و روزانه و ذخیره در مخازن. با پیگیری گزینه اول یعنی تامین انشعاب و لوله کشی مشخص شد که این گزینه بسیار زمانبر بوده و انجام آن موجب ایجاد وقفه در عملیات اجرایی می شود. لذا با همکاری شرکت فرودگاههای کشور و مدیریت فرودگاه تبریز گزینه دوم با تهیه تانکرهای حمل آب به تعداد کافی و تجهیز مخازن به سیستم پمپاژ برای تامین آب پروژه به مرحله اجرا درآمد.



۴- طرح اختلاط بتن

تعیین نسبت اختلاط اجزاء تشکیل دهنده بتن بگونه ای که پاسخگوی نیازهای طرح باشد از اهمیت فوق العاده ای برخوردار بود. نیازهای اصلی طرح که می بایست همگی در تهیه طرح اختلاط مد نظر قرار می گرفت به ترتیب زیر بود:

* حصول به مقاومت خمشی طرح ($48/5 \text{ kg/cm}^2$)

* تامین کارایی (اسلامپ) مناسب دستگاه فینشر (۳~۵)

* تهیه بتن بادوام با کاهش نفوذپذیری

* تهیه بتن مقاوم در برابر چرخه های ذوب و یخبندان با تامین حباب هوا

۴-۱- نسبت آب به سیمان

برای حصول به اهداف یاد شده مهمترین متغیر، نسبت آب به سیمان بتن بود. برای رسیدن به بتن مقاوم و بادوام و با نفوذپذیری کم نسبت آب به سیمان برابر $0/38$ در نظر گرفته شد. دانه بندی مصالح سنگی بر اساس رابطه دانه بندی فولر تعیین گردید و نسبت اختلاط ماسه و شن ریز (نخودی) و شن درشت (بادامی) بر این اساس بدست آمد.

افزایش عیار سیمان موجب افزایش مقاومت بتن می شود ولیکن استفاده بیش از حد از سیمان تاثیر منفی بر دوام بتن در درازمدت خواهد داشت. در این پروژه از عیار سیمان پوزولانی استفاده شد. باید توجه داشت که 10 تا 15 درصد از سیمان را مواد پوزولانی تشکیل داده و عیار واقعی سیمان کمتر از 400 می باشد.

۴-۲- فوق روان کننده و مواد حباب زا

برای تامین اسلامپ مناسب (۳~۵) با حفظ نسبت آب به سیمان $0/38$ استفاده از مواد فوق روان کننده ضروری بود. نمونه های متعددی با انواع مواد روان کننده و فوق روان کننده تهیه و کارایی و شکل پذیری آنها در عمل مورد بررسی قرار گرفت و نهایتا مشخص گردید که بتن تهیه شده با مواد فوق روان کننده پایه پلی کربوکسیلات، بهترین رفتار و نتیجه را در پی دارد.

۴-۳- آزمایش های دوام بتن

برای بررسی و اطمینان از دوام بتن، آزمایشهای زیر بر روی نمونه های بتن انجام شد:

- تعیین نفوذپذیری بتن

- اندازه گیری نفوذ یون کلرید در بتن

- آزمایش سایش بتن

- آزمایش چرخه های ذوب و یخبندان

کلیه نمونه ها در آزمایشهای نفوذ پذیری و نفوذ یون کلرید و سایش نتایج رضایت بخشی داشتند.

برای آزمایش چرخه های ذوب و یخبندان نمونه های متعددی بدون مواد حباب زا و با مواد حباب زا تهیه گردید. همانگونه که انتظار می رفت نمونه های بدون حباب هوا در تعداد چرخه بسیار کمتری تخریب شدند و دوام کم و غیر قابل قبولی داشتند ولیکن نمونه های تهیه شده با حداقل $3/2$ درصد حباب هوا رفتار مقاومتی در چرخه های ذوب و یخبندان داشته و فاکتور دوام آنها قابل قبول بود.

۵- بچینگ تولید بتن

فینشرهای بتن می توانند تا سرعت 4 متر بر دقیقه حرکت کنند و بتن را با عرض بالغ بر 15 متر اجرا کنند. بدین ترتیب این فینشرها به حجم بالایی از بتن در مقایسه با روشهای دستی نیاز دارند. بعنوان نمونه در صورت حرکت فینشری به عرض 15 متر و با سرعت 1 متر بر دقیقه برای اجرای رویه بتنی به ضخامت 40 سانتیمتر، به تامین 360 متر مکعب بتن در ساعت نیاز است. بنابراین یکی از چالشهای اصلی اجرای رویه بتنی در باند پرواز فرودگاهها، تهیه بچینگ اتوماتیک و پیشرفته و با ظرفیت بالا است. این بچینگ باید قادر باشد



با کمترین توقف ناشی از نقص فنی، بتن مورد نیاز فینیشر را تهیه کند. استفاده از دو یا چند بچینگ نیز برای تامین ظرفیت مورد نیاز تولید بتن امکانپذیر است ولیکن باید توجه داشت که بچینگ ها و فرآیند تولید آنها باید کاملا یکسان باشد بگونه ای که بتن تولیدی همگن و با کمترین تفاوت در مشخصات فنی باشد، چرا که تفاوت در کیفیت و مشخصات بتن تولیدی مشکلات زیادی را در حین اجرا با فینیشر ایجاد میکند.

از دیگر نکات قابل ذکر در انتخاب بچینگ بتن، قابلیت ذخیره، توزین دقیق و افزودن حداقل دو نوع ماده افزودنی به بتن است. قابلیت تنظیم زمان و سرعت اختلاط بتن در دیگ بچینگ نیز بسیار مهم است. یک بچینگ ایده آل باید توانایی آن را داشته باشد تا بسته به نیاز و شرایط کار، سرعت و زمان اختلاط توسط اپراتور دستگاه تنظیم شود. به عنوان مثال در بتن های با نسبت آب به سیمان کم و نسبتا خشک، زمان اختلاط بیش از ۶۰ ثانیه نیاز است تا مواد تشکیل دهنده بتن به خوبی مخلوط شوند و خمیر بتن همگن و کارایی تهیه شود. برخی از مواد افزودنی باید بصورت همگن مخلوط شوند تا عملکرد مورد نظر حاصل شود و لذا نیاز است تا پره ها با سرعت کمی بتن را مخلوط کنند تا همگنی مورد نظر انجام شود.



مراجع

- راهنمای طراحی روسازی فرودگاه (نشریه شماره ۳۵۳) - سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور - ۱۳۸۵
- گزارش مطالعات پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه بین المللی تبریز - مشارکت خانه گستر گیل و بانیان دیماس - ۱۳۹۱
- گزارش طرح اختلاط بتن پروژه بهسازی باند پرواز فرودگاه بین المللی تبریز - مشارکت خانه گستر گیل و بانیان دیماس - ۱۳۹۱

- Aerodrome Design and Operations, Annex 14- ICAO
- Airport Pavement Design and Evaluation- Advisory Circular- FAA
- Standards for Specifying Construction of Airports- Advisory Circular- FAA

فرایند مهندسی ارزش در انتخاب روسازی باند جنوبی فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مهندسی وحید طاهری کارشناس ارشد راه و ترابری و مسئول آموزش مهندسی مشاور صحن بوستان

دکتر سید عباس حسینی معاونت طراحی و مهندسی پروژه ها و عضو هیئت مدیره

باند جنوبی فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

چکیده

زیرا شرایط حاکم بر پروژه همانطور که اشاره شد تاثیر بسزایی در نتایج مهندسی ارزش انجام شده داشته است. بهر حال اگر چه طی ده سال گذشته علم مهندسی ارزش در کشور شناخته شده و مورد توجه قرار گرفته است، اما جامعه مهندسی کشورمان هنوز تا کاربرد آن به عنوان یک بخش مهم در مطالعات مهندسی کلیه پروژه های عمرانی راه دشواری پیش رو دارند.

واژه های کلیدی: مهندسی ارزش، فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، روسازی انعطاف پذیر، روسازی صلب

در این مقاله به یکی دیگر از روشهای ارزیابی پروژه ها اشاره میشود که در آن به جای تعیین نسبت سود مالی به هزینه های اجرایی، عملکرد و کارایی پروژه ها را با علم مهندسی ارزش مورد سنجش قرار داده و با تعیین نسبت آن به هزینه، شاخص ارزش را محاسبه می نمایند. برای روشن شدن روش کار، در این مقاله به طور خلاصه نتایج مطالعات مهندسی ارزش که برای تعیین بهترین گزینه روسازی آسفالتی یا بتنی باند جنوبی فرودگاه بین‌المللی امام خمینی انجام شد ارائه میگردد. طبق نتایج حاصل از مطالعات کار گروه مهندسی ارزش علیرغم برتری های روسازی صلب بتنی از نظر مقاومت در برابر شرایط جوی و بارهای ناشی از ترافیک هواپیماها و به دلیل شرایط اجرایی حال حاضر از نظر فن آوریها و نیروی انسانی متخصص و مجرب در زمینه روسازی های انعطاف پذیر آسفالتی، در این پروژه بالاترین شاخص ارزش به روسازی آسفالتی اختصاص یافت. به طور کلی نتایج این تحقیق نمیتواند به عنوان معیار و ملاک تصمیم گیری در کلیه پروژه های مشابه قلمداد شود



۱- مقدمه

در انجام پروژه‌های عمرانی طی سالیان اخیر از نظر روش‌شناسی و مدیریت، شاهد تغییرات بسیاری بوده ایم. می‌توان گفت که دیگر نباید پروژه‌ای را بدون شناخت کارکرد و عوارض آن اجرا کرد. بنابراین مدیریت کلان پروژه‌های عمرانی فقط با اتکاء به دانش گذشتگان و راههای آزموده آنها بدون انجام خلاقیت و ساختار شکنی قادر به حل مشکلات امروزی نخواهد بود. یکی از مفاهیمی که براساس همین دیدگاه پا به عرصه جهان گذاشته، مهندسی ارزش است. مهندسی ارزش با ارائه راهکارهای نو و ابتکارها و خلاقیت‌ها و استفاده از تجربه‌ها، نتایج سودمندی را در زمینه‌های ارتقای کیفیت و صرفه‌جویی به ارمغان آورده است. در این مقاله ابتدا ارکان مهندسی ارزش، معرفی می‌شود و سپس پروژه باندجنوبی فرودگاه بین‌المللی امام‌خمینی (ره) که برای انتخاب بهترین گزینه برای روسازی مورد مطالعه مهندسی ارزش قرار گرفت، بررسی خواهد شد.

۲- تاریخچه مهندسی ارزش در ایران و جهان

نخستین ایده‌های مهندسی ارزش در سال ۱۹۴۷ توسط آقای لاورنس مایلز (Lawrens Miles) در شرکت جنرال الکتریک، در ایالات متحده آمریکا مطرح گردید. مسئله اصلی در آن زمان امکان جایگزینی مواد و مصالح موجود با مواد جدید با همان قابلیت و کارکرد بود. آقای مایلز طی انجام مطالعاتی توانست اطمینان مقامات مافوق را درخصوص استفاده از مصالح جدید، و البته با هزینه کمتر جلب کند. از آن پس فرایند انجام شده تحت عنوان تحلیل ارزش (Value Analysis) نامگذاری شد. بعدها مفاهیم بکار رفته در روش آقای مایلز توجه نیروی دریایی ارتش آمریکا را بخود جلب کرد. بالاخره تحول عمده‌ای در این مورد در دهه ۱۹۶۰ میلادی رخ داد و آن تشکیل انجمن مهندسين ارزش آمریکا یا (Society of American Value Engineers) (SAVE) با ۱۵۰۰ عضو بود [۱]. قانونمند کردن و توسعه فرهنگ مهندسی ارزش از جمله تحولات مربوط به دهه ۸۰ میلادی به بعد بوده است.

در ایران نیز این روند در سال ۱۳۷۵ با اصلاح متن نخستین نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور تهیه شده توسط سازمان برنامه و بودجه و مصوب هیأت وزیران در سال ۱۳۶۷، مورد توجه ویژه قرار گرفت. نظام فنی و اجرایی کشور به مجموعه اصول، روش‌ها، مقررات و ضوابط فنی، حقوقی و مالی حاکم به تهیه، اجرا و ارزشیابی طرح‌های عمرانی کشور و چگونگی انتخاب و به کارگیری عوامل دست اندرکار مربوط به آن و نیز تبیین مشخصات عوامل یاد شده و نحوه ارتباط بین آنها گفته می‌شود. در بند چهار این نظام، ایجاد زمینه برای بروز ابتکارات و خلاقیت‌ها بویژه در جهت ایجاد منابع جدید، بالا بردن کیفیت، کم کردن هزینه و مدت اجرا، بعنوان یکی از اصول و مبانی کلی به صراحت ذکر شده است [۱].

۳- مفاهیم اساسی مهندسی ارزش

مهندسی ارزش، مطالعه ارزش روی طرح یا محصولی با هدف بهبود هزینه، عملکرد و کیفیت در طول عمر آن است. مهندسی ارزش در مراحل طراحی و ساخت و همچنین بهره برداری و نگهداری هم قابل انجام بوده و قادر است هدف کلی طرح را گسترده نموده و یا آن را تکمیل نماید. تجربه نشان داده است هر واحد هزینه برای مهندسی ارزش ۱۵ تا ۳۰ واحد صرفه جویی در پی دارد [۲]. اجرای مهندسی ارزش بدین معنی نیست که طراحان خوب عمل نکرده‌اند بلکه تأکید بر این نکته است که همواره شرایط و راهکارهای بهتری یافت می‌شود. بوسیله

مهندسی ارزش همه دست‌اندرکاران یک پروژه با حفظ روابط انسانی خوب در پی تحقق پاسخ سؤالهای اصلی چرا، کجا، کی، چه کسی و چگونه هستند. باید توجه کرد که هدف از اجرای مهندسی ارزش کاستن وظایف هیچکدام از دست اندرکاران پروژه (کارفرما، مشاور، پیمانکار) نمی‌باشد بلکه مهندسی ارزش با همفکری همراه با خلاقیت سبب کاهش هزینه و افزایش کیفیت با اعمال خلاقیت همراه با ساختار شکنی می‌شود. استفاده از هم‌افزایی، خلاقیت و توانایی کارشناسان و متخصصان مرتبط با یک پروژه یکی از ویژگیهای مهم مهندسی ارزش و استفاده از این ویژگی مستلزم توجه به تمام عواملی است که در چرخه عمر پروژه با آن ارتباط دارند [۳]. پتانسیل صرفه‌جویی در هزینه‌های دوره عمر به زمان اعمال مهندسی ارزش و شرایط و محدودیت‌های اجرای آن وابسته است. بیشترین تأثیرات در دوره عمر پروژه ناشی از نیازها، خواسته‌ها و سیاست‌های کارفرما و نیز سبک طراحی مشاور است. سایر عوامل مانند پیمانکار یا عوامل بهره‌برداری تأثیر کمتری در دوره عمر پروژه دارند، زیرا آنچه پیمانکار می‌سازد نتیجه خواسته‌های کارفرما و طرح مشاوران طراح است. بنابراین در صورتیکه بخواهیم در فرآیند اجرای پروژه بهبودی حاصل شود و در صورتی که بدنبال افزایش کارایی و اثر بخشی در فرایند اجرای پروژه‌ها باشیم، لازم است هر گونه مطالعه دقیق و بازنگری در طرح در مراحل ابتدایی کار صورت گیرد. بعنوان نمونه بهترین زمان انجام مهندسی ارزش در پروژه‌های نفت و گاز و پتروشیمی قبل از نهایی شدن طراحی



بانک چغویی فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مفهومی یا اواخر مرحله طراحی پایه و یا اوایل مرحله طراحی تفصیلی است [۲]. گفتنی است پیمانکاران نیز می‌توانند به منظور کاهش هزینه‌های اجرا، بهره‌برداری و نگهداری، ارتقای کارایی و یا سایر منافع کارفرما در مدت پیمان، پیشنهادهای ارائه دهند. در صورت پذیرش پیشنهاد تغییر، توسط کارفرما، بخشی از صرفه‌جویی‌های بدست آمده به پیمانکار پرداخت می‌شود. مناسب‌ترین زمان‌های ارائه پیشنهاد تغییر که پتانسیل زیادی برای صرفه‌جویی دارد، زمان بعد از عقد پیمان و قبل از آغاز عملیات اجرایی و هم‌زمان با تجهیز کارگاه است. پیمانکار در این مرحله از کارشناسان متخصص در زمینه پروژه و مهندسی ارزش، دعوت بعمل آورده و پروژه را مورد ارزیابی قرار می‌دهد [۳]. براساس فرایند دانش مدیریت ارزش، تمام فرایندهای مدیریت پروژه و مهندسی ارزش، در چرخه عمر پروژه از زمان طرح ایده و امکان‌سنجی اولیه طرح، تا زمان بهره‌برداری پروژه و به‌ویژه در مراحل مختلف طراحی، بگونه‌ای باهم در تعامل و در طول یکدیگر قرار دارند که جدایی و تفکیک میان آنها موجب ناکارآمدی هر دو فرایند مدیریت پروژه و مهندسی ارزش خواهد گردید. اینک روش‌های سنتی مدیریت، با وجود تحولات سریع فن‌آوری در اجرای پروژه‌ها، قابلیت گذشته خود را از دست داده اند به نحوی که اتکا به این رویه‌ها، ناکارآمدی فرایند مدیریت بر پروژه‌ها را در پی دارد. شاهد این موضوع به‌ویژه در کشورمان تأخیر در پیشرفت پروژه‌هاست که علاوه بر طولانی شدن زمان اجرا، سبب تحمیل

هزینه‌های زیاد و نیز توجیه ناپذیری طرح‌ها گردیده است. بعنوان نمونه طبق گزارش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، تحقق خاتمه پروژه‌ها طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۱، در بهترین حالت ۴۹/۵ درصد بوده و میانگین وزنی مدت اجرای پروژه‌های عمرانی در بهترین حالت ۲ برابر پیش‌بینی صورت گرفته در دوره طراحی ذکر شده است. بر طبق این گزارش در سال ۱۳۸۰، ۶۴/۵ درصد از پروژه‌ها از برنامه زمانی عقب مانده‌اند. مهمترین علل این تأخیرات را نیز نارسائی اعتبارات، ضعف برخی دستگاههای اجرایی شامل کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران، بخود اختصاص داده‌اند. برطبق گزارش‌های موجود اگر برای پروژه‌های مورد مطالعه، مهندسی ارزش انجام می‌گرفت، می‌توانستیم شاهد ۴/۳ هزار میلیارد ریال صرفه‌جویی فقط در سال ۱۳۸۰ باشیم [۱]. بطور کلی با اعمال مهندسی ارزش، بین هزینه، کارکرد و کیفیت یک محصول تعادل برقرار می‌شود. لازم است بر این نکته نیز تأکید شود که ارزش مطلوب تنها زمانی حاصل می‌شود که مشتری راضی باشد. با این دیدگاه شاخص ارزش (Value Index) تعریف می‌شود که عبارت است از:

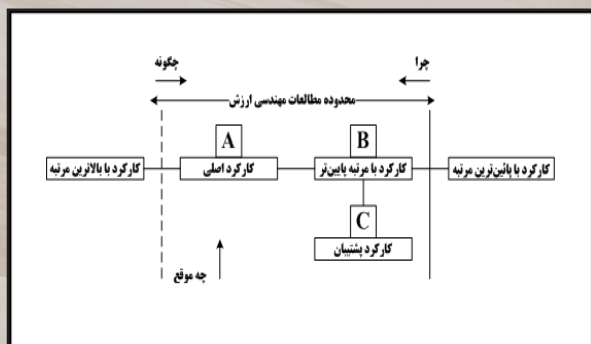
$$VI = \frac{\text{بهاء (کارکرد + کیفیت)}}{\text{هزینه}} \quad (۱)$$



باند جنوبی فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

طبق رابطه فوق، شاخص ارزش نسبت بهایی است که بابت کارکرد مورد نظر و کیفیت مطلوب منظور می‌شود به، هزینه‌ای که برای دستیابی به کارکرد مورد نظر و کیفیت مطلوب باید پرداخته شود. شاخص ارزش نسبتی بدون بعد است. در مهندسی ارزش یک برنامه‌کاری باید انتخاب شود. طبق تعریف انجمن بین‌المللی مهندسی ارزش برنامه‌کار، رویکردی سازمان یافته برای مطالعات ارزش است. در این برنامه کاری از پنج مرحله استفاده می‌شود که عبارتند از: مرحله گردآوری اطلاعات و تحلیل کارکرد، مرحله خلاقیت، مرحله قضاوت، مرحله توسعه و مرحله ارائه پیشنهاد. علاوه بر روش انجمن بین‌المللی مهندسی ارزش، یک برنامه کاری دیگر توسط ASTM و متخصصین مهندسی ارزش در انگلستان پیشنهاد شده است که تفاوت‌هایی نیز با یکدیگر دارند. به عنوان نمونه در برنامه کاری روش انگلیسی فرایند ممیزی هم گنجانده شده است [۱]. یکی از امتیازات مهندسی ارزش تخصیص جایگاه خاص به خلاقیت است. هدف مرحله خلاقیت، ارائه و پیشنهاد شمار زیادی گزینه برای محقق کردن کارکردهای انتخاب شده است. تلاشی خلاقانه، بدون محدودیت ناشی از عادت‌ها و گرایش‌های منفی. نباید در این مرحله هیچ‌گونه قضاوت و یا بحثی روی گزینه‌ها انجام شود. یکی از اقدامات لازم الاجرا در مطالعات ارزش آن است که پس از شناسایی و طبقه بندی کارکردها مدلی برای نمایش روابط میان آنها انتخاب می‌شود. یکی از این مدل‌ها به مدل:

FAST (Function Analysis Systems Techniques) معروف است که در سال ۱۹۶۵ توسط آقای چارلز بیتوی مطرح شد. منطق تعریف این نمودار، امکان مرتب کردن کارکردها را از بالاترین مرتبه به پایین‌ترین مرتبه، مبتنی بر روابط علت و معلولی فراهم می‌آورد. این منطق بر پایه دو پرسش «چرا؟» و «چگونه؟» استوار است. در شکل ۱ اساس این مدل ارائه شده است.



شکل ۱- مدل پایه نمودار FAST [۱].

در نمودار FAST پرسش‌های اصلی به شرح ذیل (با مراجعه به شکل ۱) پاسخ داده می‌شوند:

الف) چگونه کارکرد A تحقق می‌یابد؟ بوسیله B

ب) چرا وجود کارکرد B ضروری است؟ برای تحقق A

ج) چه موقع کارکرد B محقق می‌شود و چه کارکردی لازم است؟ کارکرد C

یکی از بخشهای مطالعات ارزش، مرحله ارزیابی است. هدف از ارزیابی ترکیب ایده‌های ارائه شده در مرحله خلاقیت و انتخاب کارکردهای امکان‌پذیر می‌باشد. در این مرحله تیم مهندسی ارزش بدنبال حذف ایده‌های غیرممکن، دسته‌بندی و دفاع از هر ایده، و در نهایت امر، انتخاب ایده‌های مناسب می‌باشد. در گام بعد مرحله توسعه قرار دارد. در این مرحله روش کار بدین صورت است که گزینه دارای بالاترین مرتبه انتخاب و تحلیل سودمندی و تعیین نیازهای اجرایی با در نظر گرفتن کلیه هزینه‌های سرمایه‌گذاری و اجرا صورت می‌پذیرد. پس از انجام مراحل فوق باید وارد مرحله ارائه شد. در این مرحله جلب نظر و توافق طراح، کارفرما و سایر عوامل برای اجرای پیشنهادها صورت می‌گیرد. مرحله ارائه شامل ارائه شفاهی و متعاقباً گزارش مکتوب می‌باشد.

۴- مروری بر مطالعات مهندسی ارزش باند جنوبی فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

۴-۱- مشخصات فنی و اجرایی باند جنوبی

پروژه احداث باند جنوبی فرودگاه امام در خرداد سال ۸۸ جهت ساخت یک بانداصلی بطول ۴۲۰۰ و عرض ۷۵ متر و دو تاکسیوی (باند خزش) موازی به عرض ۶۰ متر درفاصله ۲۶۰۰ متری جنوب باند فعلی فرودگاه آغاز گردید. طبق نقشه‌های مصوب روسازی این باند و باندهای خزش به غیر از ۴۰۰ متر ابتدا و انتهای باند اصلی که روسازی صلب بتنی به ضخامت تقریبی ۴۰ سانتی متر منظور شد، تماماً از نوع روسازی انعطاف پذیر آسفالتی است. مطالعات ارزش باند جنوبی براساس درخواست مجری طرح فاز ۲ توسعه فرودگاه در اواسط سال ۱۳۹۰ با اهدافی همچون کاهش زمان اجرا و افزایش عمر مفید روسازی، انجام شد. مشخصات فنی لایه‌های روسازی بانداصلی از بالا به پایین شامل آسفالت به ضخامت ۲۵ سانتی متر (شامل بیندر و توپکا)، اساس با مصالح سنگ شکسته کوهی و با تراکم ۱۰۰٪ به ضخامت سی‌سانتی‌متر (۲ لایه ۱۵ سانتی‌متری) دانه بندی تیپ ۴، زیراساس به ضخامت ۴۵ سانتی‌متر (۳ لایه ۱۵ سانتی‌متری) از مصالح منتخب و با دانه بندی مطابق نشریه ۱۰۱ (مشخصات فنی عمومی راه)، مطابق نقشه‌های مصوب می‌باشد.

در بقیه نواحی لایه‌های اول و دوم اساس و یا زیراساس و در محدودهٔ اپروچ شرقی بدلیل تداخل با عوارض طبیعی زیاد عملیات خاکریزی و اجرای سابگرید در حال انجام بوده است. لذا در هیچ نقطه از سطوح پروازی لایه‌های اصلی شامل اساس و بیندر و توپکا انجام نشده بود.

۴-۲ سابقه مطالعات انتخاب نوع روسازی

مهمترین گزینه‌ای که درمهندسی ارزش باندجنوبی مورد توجه قرار گرفت اجرای روسازی بتنی به جای آسفالتی است. از عمده دلایلی که امروزه روسازی صلب را به رقیب جدی روسازی انعطاف‌پذیر تبدیل کرده عبارتند از: افزایش قیمت قیر طی سالهای گذشته، افزایش تولید کارخانه‌های سیمان، عدم نیاز روسازی صلب به تعمیر و نگهداری.

لازم به ذکر است که کلیه مصالح شامل مصالح سنگی، قیر و سیمان مطابق مشخصات فنی منضم به پیمان و براساس مفاد آئین‌نامه‌های معتبر و توسط آزمایشگاه فنی مکانیک خاک وزارت راه و شهر سازی و همچنین آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک پیمانکار، مستقر در محل پروژه مورد آزمایشهای کنترل کیفی کاملی قرارگرفتند. بطور خلاصه برخی نتایج آزمایشهای کنترل کیفی مصالح به شرح جدول ۱، ارائه شده است [۴]. مطالعات مهندسی ارزش تقریباً ۲ سال بعد از شروع عملیات اجرایی باندجنوبی انجام شد، در آن زمان وضعیت پیشرفت پروژه برطبق گزارشات کنترل پروژه حدود ۵۵ درصد بوده است. طبق این گزارشها به غیر از ۴۰۰ متر ابتدای باند اصلی که اساس قیری (لایه زیرین دال بتنی) اجرا شده بود،

جدول ۱- خلاصه نتایج آزمایشهای کنترل کیفی مصالح سنگی روسازی انعطاف‌پذیر باندجنوبی

نوع مصالح	آزمایش	نتیجه	معیار آئین‌نامه‌ای
سابگرید	هم ارزی ماسه	٪ ۲۴	-----
	سی . بی . آر در تراکم ۹۵ ٪	٪ ۴۳	حداقل ۱۵ ٪
زیراساس	هم ارز ماسه	٪ ۳۳	حداقل ۳۰ ٪
	خصوصیات خمیری	NP	حداکثر ۶ ٪
	سی بی آر در تراکم ۱۰۰ ٪ (شرایط اشباع)	٪ ۶۵	حداقل ۳۰ ٪
	سایش لوس آنجلس	٪ ۱۸	حداکثر ۵۰ ٪
اساس	هم ارز ماسه	٪ ۶۳	حداقل ۴۰ ٪
	سی بی آر در تراکم ۱۰۰ ٪	٪ ۹۷	حداقل ۸۰ ٪
	سایش	٪ ۲۲	حداکثر ۴۵ ٪

قبل از شروع عملیات اجرایی پروژه، جلساتی با هدف چگونگی انتخاب با صرفه ترین نوع روسازی تشکیل گردید که در نهایت مشاور طرح گزارش مقایسه روسازی صلب و انعطاف پذیر را که در آن مزایا و معایب و هزینه مورد نیاز تکمیل و اجرای آنها ذکر شده بود، ارائه نمود. براساس نتیجه گزارش، انتخاب روسازی آسفالتی نسبت به بتنی در اولویت قرار گرفت. عمده دلایل این نتیجه گیری شامل موارد زیر است:

الف) عدم نیاز به تکنولوژی خاص در اجرای روسازی آسفالتی برخلاف روسازی بتنی

ب) پیچیدگی فرایند تعمیر و نگهداری روسازی صلب و کمبود اکپ کارآمد در زمینه رویه های بتنی

ج) مشکل بودن استقرار سیستم روشنایی باندشامل ۴۰۰۰ عدد چراغ ویژه

د) هزینه بالای استقرار بچینگ بتن با حداقل بازدهی ۳۸۵ مترمکعب بر ساعت و تأمین روزانه ۱۳۰۰ تن سیمان (با توجه به شرایط اقتصادی حاکم بر پروژه)

هـ) هزینه اجرای روسازی بتنی ۵۴٪ بیشتر از روسازی آسفالتی و هزینه تعمیر و نگهداری آن در شرایط انجام مطالعه و تهیه گزارش و در اختیار داشتن عوامل اجرایی در دسترس، ۲۵٪ بیش از هزینه تعمیر و نگهداری روسازی آسفالتی است. (و) از دیگر دلایل مردود شدن روسازی بتنی در گزارش مذکور که در سال ۱۳۹۰ تهیه شد، وجود درز در روسازی بتنی و نامطلوب بودن آن برای حرکت سریع هواپیما بدلیل ایجاد لرزش، ذکر گردید [۶].

پس از ارائه این گزارش و انجام مطالعات دقیق تر و با در نظر گرفتن هزینه های دوره بهره برداری و امکان استفاده از تکنولوژی روز دنیا (فینیشر بتن)، مقایسه دو نوع روسازی از نظر فنی و اقتصادی می توان به این نتیجه رسید و ادعا نمود که روسازی بتنی در نهایت سرویس دهی در طول عمر بهره برداری ۱۷٪ ارزانتر از روسازی انعطاف پذیر، البته در صورت اجرای صحیح و کنترل مناسب و عدم بروز مشکلات اقتصادی، می باشد. در شرایط اقتصادی حاکم بر کشور و در نبود تجربه و تکنولوژی قابل اطمینان علیرغم وجود این دیدگاه که روسازی بتنی می تواند بسیاری از نقاط ضعف روسازی های آسفالتی را رفع نماید، روسازی باند جنوبی همان روسازی انعطاف پذیر در نظر گرفته شد. پس از انتخاب روسازی انعطاف پذیر، کلیه دست اندرکاران پروژه اعم از کارفرما، مدیریت طرح، مشاور طرح و پیمانکار با همکاری گسترده و در قالب ضوابط پیمان کلیه

امکانات آزمایشگاهی و کنترل کیفیت مصالح از مبدأ تا محل مصرف را در پروژه مستقر نمودند.

در اوایل سال ۱۳۹۰ مجدداً امکان جایگزینی روسازی آسفالتی با بتنی مورد توجه قرار گرفت و مقرر گردید مدیر طرح براساس آخرین وضعیت لایه های اجرا شده، نحوه انجام قسمت های باقیمانده را در قالب ۳ گزینه به شرح ذیل بررسی و اعلام نماید:

الف) روسازی انعطاف پذیر (طبق نقشه های مصوب) و به عبارتی دیگر ادامه فرایند اجرا بدون توجه به گزینه جدید

ب) روسازی صلب بتنی

ج) اجرای روسازی انعطاف پذیر فقط برای باند اصلی و اجرای روسازی بتنی برای سطوح باندهای خزش (تاکسیوی)

پس از اعلام گزارش نهایی در تیرماه سال ۱۳۹۰، مقرر گردید در کمیته مهندسی ارزش در خصوص این گزینه ها در قالب فرایند استاندارد مهندسی ارزش، تصمیم گیری شود.

۴-۳ خلاصه ای از فرایند گردآوری اطلاعات

در کارگاه مهندسی ارزش روسازی باند جنوبی، افراد کلیدی دارای ایده های نو و خلاقانه، از طرف های ذینفع شامل مجری طرح توسعه، بهره بردار، نمایندگان از شرکت فرودگاه های کشور، مدیریت طرح (مهندسین مشاور صحن بوستان)، مشاور طراح، مرکز تحقیقات بتن دانشگاه صنعتی امیرکبیر، پژوهشکده های حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی، مرکز تحقیقات قیر و آسفالت، تعدادی از اساتید دانشگاه های تربیت مدرس، علم و صنعت، مشاور مهندسی ارزش و پیمانکار پروژه، دعوت شدند. اولین گام، مرحله پیش مطالعه است که در آن به طریقی صورت مسئله مورد بررسی دقیق قرار گرفته و کلیه اطلاعات موجود در زمینه های مختلف اعم از سابقه طراحی، روش های طراحی، مطالعات فرادستی و گزارش های تهیه شده در گذشته، توسط اعضاء مرور می شود. در این قسمت بطور خلاصه به گوشه ای از نکات بررسی شده در این مرحله از مطالعات مهندسی ارزش اشاره می شود که در آن اعضای تیم با همکاری دیگر دست اندرکاران پروژه، ماهیت فنی، اجرایی و اقتصادی روسازی صلب و انعطاف پذیر و همچنین نقاط ضعف و قوت هر یک نسبت به دیگری، را مورد بحث قرار دادند:

۱- روسازی انعطاف پذیر دارای سختی خمشی محدودی می باشد و برخلاف روسازی بتنی بارهای وارده را در یک سطح کوچک از روسازی به خاک بستر منتقل می کند. لذا مقاومت خاک بستر

نقش تعیین کننده ای در طراحی دارد. مدول الاستیک بتن، ۲۱۰۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و برای آسفالت، متأثر از دما در حدود ۳۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است، (ضریب پواسون بتن ۰/۱۵ و ضریب پواسون آسفالت ۰/۳۵ است).

۲- احتمال بروز تغییر شکل دائم، (permanent deformation) در اثر بارهای ترافیکی در روسازی آسفالتی بیشتر از روسازی صلب است.

۳- براساس مطالعات انجام شده در دانمارک (helbeck ۱۹۹۸)، هزینه نگهداری سالانه روسازی بتنی ۵۵٪ روسازی آسفالتی است و عمر سرویس آن حدود ۲ برابر عمر روسازی آسفالتی است.

۴- تعمیر و مرمت روسازی صلب بسیار مشکل تر از روسازی آسفالتی است و سرمایه اولیه احداث آنها نسبت به روسازی آسفالتی بیشتر است.

۵- روسازی بتنی نسبت به آسفالتی بسیار کمتر تحت تأثیر رطوبت قرار می گیرد.

۶- با احتساب کلیه هزینه ها در طول عمر روسازی، گزینه بتنی تا ۱۷٪ از روسازی آسفالتی ارزانتر خواهد بود.

۷- عوامل مؤثر بر اضمحلال روسازی های انعطاف پذیر شامل شیار طولی مسیر چرخها، انواع ترک خوردگی ها، ریزش مواد، ریزش قیر، عریان شدگی، و برای روسازی های صلب بیشتر وابسته به کیفیت مواد پرکننده درزها می باشد.

۸- سرمایه اولیه روسازی صلب نسبت به انعطاف پذیر بیشتر است اما بطورکل در مقابل شرایط جوی، ریزش مواد نفتی، بار ترافیکی و بسترهای نامقاوم پایداری بهتری دارد. ضمناً تنوع مواد سیمانی و افزودنی ها و امکان ساخت بتن های با مقاومت

بالا و بتن های توانمند همراه با مصرف انرژی و سوخت کمتر از مزایای آن است.

۹- نکته قابل توجه در ساخت روسازی صلب آن بود که در شرایط آن روز کشور تکنولوژی به روز و تجربه کافی برای آن وجود نداشت.

برای درک بهتر هزینه های اجرایی روسازی های صلب در مقایسه با روسازی انعطاف پذیر برآوردی تقریبی در حین بررسی و تحلیل اعضای تیم مهندسی ارزش بر اساس فهرست بها و قیمت های روز صورت پذیرفت که در جدول ۲ خلاصه ای از نتایج آن ارائه شده است. در جدول ۲، حالت های مختلف از نظر نوع تکنیک تعمیر و نگهداری قابل انجام در عمر ۲۰ و یا ۴۰ ساله روسازی در نظر گرفته شده که برای روسازی بتنی ترمیم ۲۰ درصد خرابی سطح بتن و برای آسفالت، انجام ۲ بار روکش به ضخامت ۵ سانتی متر می باشد. علاوه بر ملاحظات اقتصادی و مقایسه روسازی ها از نظر هزینه، می بایست از نظر فنی و اجرایی نیز روسازی ها را به دقت مورد تحلیل قرار داد.

هزینه های ارائه شده در جدول (۲) مربوط به زمان انجام مطالعه مهندسی ارزش بوده و در حال حاضر غیر قابل استناد می باشد.

جدول ۲- مقایسه هزینه اجرا و نگهداری روسازی صلب و انعطاف پذیر (به ازای هر متر مربع) [۶].

نوع روسازی	هزینه اجرا و نگهداری (ریال) (عمر طرح ۲۰ سال)	هزینه اجرا و نگهداری (ریال) (عمر طرح ۴۰ سال)
آسفالتی	۴۲۶,۰۰۰	۴۹۴,۰۰۰
روسازی صلب با ۳۵ سانتی متر ضخامت	۴۶۱,۰۰۰	۴۶۱,۰۰۰
روسازی صلب با ۴۰ سانتی متر ضخامت	۵۲۶,۰۰۰	۵۲۶,۰۰۰

با توجه به محدودیت های این نوشتار بطور خلاصه به چند فرض مهم که در فرایند طراحی عوامل پروازی جنوبی در نظر گرفته شده بود در جدول ۳، بیان می شود. در ضمن نتیجه طراحی نیز در جدول ۴ آمده است.

در خصوص جدول ۴ باید یادآور شد که طراحی ضخامت روسازی بتنی مطابق با مفاد (FAA) (Federal Aviation Administration) که در نشریه شماره ۳۵۳ نیز بدان اشاره شده صورت گرفته است. طبق مفاد دستورالعمل های فوق، می بایست برای هواپیمای طرح بالای ۴۵ تن در روسازی صلب از زیرساخت تثبیت شده استفاده کرد و براساس مدول خمشی بتن (۶۴۰ Psi) و مدول عکس العمل بستر (اصلاح شده ۴۱۶ Pci) و تعداد برخاست هواپیما و استفاده از نمودارهای مربوطه، ضخامت بتن را محاسبه نمود.

۴-۴- تعیین معیارهای ارزیابی و تحلیل کارکرد

در این مرحله با توجه به هدف (تعیین روسازی در دو بخش باند و تاکسیوی) معیارهای ارزیابی به صورت مجزا برای هر دو قسمت و براساس اطلاعات بدست آمده در مرحله قبلی تعیین شدند. روش کار بدین صورت بود که تمام اعضای کارگاه معیارهای مد نظر خود را مطرح کردند و سپس دیدگاه خود را در مورد وزن هر معیار از ۱ تا ۹ اعلام نمودند. در جدول شماره ۵ خلاصه نتایج این گام مشاهده می شود.

در قدم بعد پس از تعیین معیارهای ارزیابی، نمودار FAST با مشارکت اعضای کارگاه، جهت تحلیل کارکرد، ترسیم گردید که در شکل شماره ۲ قابل بررسی است.

همانگونه که در نمودار FAST مشاهده می شود می توان به وسیله برقراری ارتباط بین کارکردها به سؤالاتی نظیر موارد ذیل پاسخ داد: الف) چگونه نشست و برخاست ایمن فراهم می شود؟ با ایجاد کردن روسازی هموار و مقاوم و بادوام.

ب) چرا ملزم به انتخاب طرح بهینه و انتخاب مصالح مناسب هستیم؟ برای ایجاد کردن روسازی هموار، مقاوم با دوام.

۴-۵- فرآیند کسب امتیاز گزینه ها و محاسبه شاخص ارزش (گام آخر)

پس از تعیین معیارهای ارزیابی و ترسیم نمودار FAST که با گفتگو و بحث پیرامون مسائل فنی، اجرایی و نظری انتخاب روسازی باند و تاکسیوی های باند جنوبی تحقق یافت، فرایند امتیازدهی برای دو گزینه بتنی و آسفالتی با توزیع فرم های مربوطه بین اعضای گروه شروع شد و پس از آنکه اعضای گروهها نتیجه بررسی های خود را اعلام نمودند، امتیازها با میانگین گیری امتیازات هر گروه برای هر گزینه در هر معیار تعیین گردید. در جدول ۶ خلاصه ای از نتایج انجام این فرایند در تیم مهندسی ارزش ارائه شده است.

جدول ۳- فرضیات طراحی سطوح عوامل پروازی جنوبی [۶].

نوع روسازی	شاخص مقاومت بستر	سال شروع بهره برداری	سال طرح	*تعداد معادل عملیات سالیانه برخاست	هواپیمای طرح
انعطاف پذیر	CBR=۸.۵	۲۰۱۴ میلادی	۲۰۳۴	۳۴,۰۰۰	بوئینگ ۷۴۷-۴۰۰ با وزن ۴۰۰ تن
صلب	$K_s = 200 Pci$				

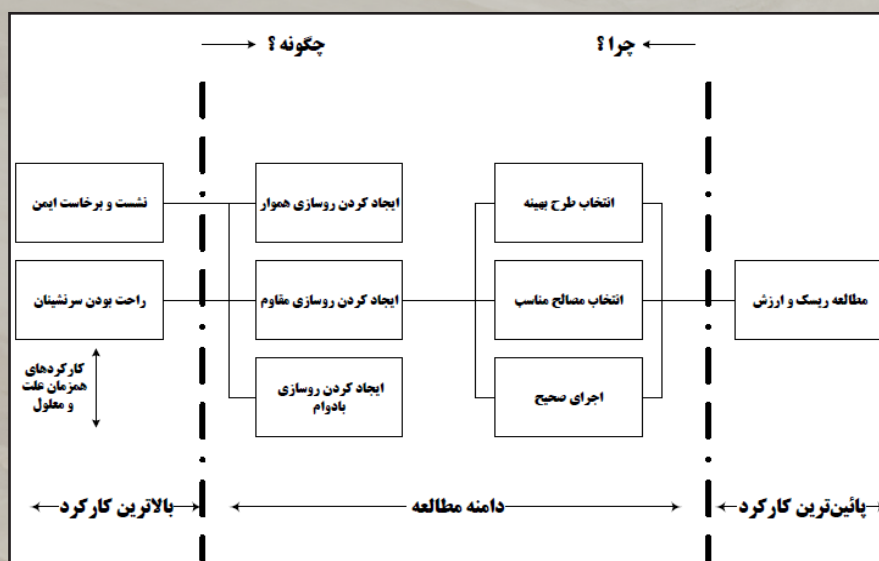
* میانگین سالانه پرواز (۱۳۶۰۰۰) که نیمی از آن (۶۸۰۰۰) به عنوان تعداد برخاست سالیانه، معادل ۳۴۰۰۰ برخاست هواپیمای طرح است.

جدول ۴- ضخامت لایه های محاسبه شده مورد نیاز برای دو حالت روسازی صلب و انعطاف پذیر باند جنوبی (سانتی متر) [۶].

نوع روسازی	رویه (توپکا)	آستر (ببندر)	اساس	زیراساس	بتن سیمانی	اساس قیری	کل	توضیحات
انعطاف پذیر (باند اصلی)	۵	۶(TOP) ۲×۷(BOT)	۲×۱۵	۲×۲۰	-	-	۹۵	قبل از زیراساس، سابگرید به ضخامت ۱۵×۳ اجرا شد
انعطاف پذیر (شانه)	۴	۵(TOP) ۶(BOT)	۱۰(TOP) ۲×۱۵(BOT)	۲×۲۰	-	-	۹۵	طبق FAA ضخامت شانه می تواند ۷۰٪ باند اصلی باشد.
صلب (باند اصلی)	-	-	-	۱۵	۴۰	۱۵	۷۰	قبل از زیراساس ۶۰ سانتیمتر سابگرید در لایه های ۱۵ سانتی متری اجرا شد

جدول ۵ - تعدادی از معیارهای وزن دهی شده مطالعات ارزش باند جنوبی [۷].

شرح معیار	وزن معیار باند اصلی	وزن معیار تاکسیوی	شرح معیار	وزن معیار (باند اصلی)	وزن معیار (تاکسیوی)
سهولت تأمین تکنولوژی اجرا و تجهیزات	۷/۵	۶/۸	سازگاری با شرایط اقلیمی	۵/۶	۵/۲
سهولت مرمت و بازسازی در زمان بهره‌برداری	۷/۴	۷/۱	سازگاری با محیط زیست	۵/۱	۴/۹
بالا بودن طول عمر و دوام	۷/۷	۸/۳	سهولت اجرای سیستم روشنایی	۵/۴	۴/۷
پایین بودن ریسک تأمین مصالح مناسب	۶/۷	۶/۷	تعدد کمتر تجهیزات مورد نیاز برای اجرا و نگهداری	۵/۳	۶/۱
پایین بودن میزان ریسک تأمین مالی	۶/۸	۵/۶	پایین بودن ریسک مشکلات قراردادی	۶/۷	۵/۶



شکل ۲- نمودار FAST مطالعات ارزش باند جنوبی [۷].

جدول ۶- امتیاز گزینه‌های بتنی و آسفالتی در باند و تاکسیوی‌های جنوبی فرودگاه امام براساس مهمترین معیارها [۷].

شرح	وزن معیار		میانگین امتیاز				امتیاز وزنی	
	باند اصلی (۱)	تاکسیوی (۲)	باند اصلی (۳)	تاکسیوی (۴)	باند اصلی (۵)	تاکسیوی (۶)	باند اصلی (۱)	تاکسیوی (۲)
سهولت تأمین تکنولوژی اجرا و تجهیزات	۷/۵	۶/۸	۴/۳	۵/۱	۷/۴	۶/۷	۳۳	۵۶
سهولت مرمت و بازسازی در زمان بهره‌برداری	۷/۴	۷/۱	۴/۷	۵/۱	۷/۳	۶/۳	۳۴	۵۴
بالا بودن طول عمر و دوام	۷/۷	۸/۳	۸/۳	۸/۵	۵/۱	۴/۵	۶۴	۳۹
پایین بودن ریسک تأمین مصالح مناسب	۶/۷	۶/۷	۶/۴	۶/۴	۵/۸	۵/۳	۴۳	۳۹
پایین بودن میزان ریسک تأمین مالی	۶/۸	۵/۶	۴/۱	۴/۸	۶/۸	۶/۰	۲۸	۴۶
پایین بودن ریسک مشکلات قراردادی	۶/۷	۵/۶	۴/۶	۴/۱	۷/۳	۵/۸	۳۰	۴۹
سازگاری با شرایط اقلیمی	۵/۶	۵/۲	۶/۶	۶/۲	۵/۷	۴/۹	۳۶	۳۲
سازگاری با محیط زیست	۵/۱	۴/۹	۶/۴	۶/۴	۵/۰	۴/۳	۳۳	۲۵
سهولت اجرای سیستم روشنایی	۵/۴	۴/۷	۴/۸	۴/۸	۷/۲	۵/۶	۲۶	۲۲
تعدد کمتر تجهیزات مورد نیاز برای اجرا و نگهداری	۵/۳	۶/۱	۵/۹	۶/۱	۵/۸	۵/۱	۳۱	۳۰
رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل	۴/۲	۴/۳	۵/۳	۵/۲	۵/۷	۴/۴	۲۲	۲۴
کمتر بودن مدت زمان اجرا	۵/۵	۴/۳	۶/۱	۶/۲	۶/۲	۵/۳	۳۳	۲۶
جمع امتیاز	---	---	---	---	---	---	۴۱۳	۴۰۵

مراجع

- ۱- جبل عاملی ، محمد سعید ، جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه معاونت امور فنی ، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (سال ۱۳۸۳)
- ۲- معاونت مهندسی و فناوری وزارت نفت ، دستورالعمل ارجاع کار و انتخاب واحدهای مهندسی ارزش و شرح خدمات آن نشریه شماره ۸، (سال ۱۳۸۱)
- ۳- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور دستورالعمل تهیه و ارائه و بررسی پیشنهادها تغییر با نگاه مهندسی ارزش نشریه ۲۹۰، بخش پیش گفتار (سال ۱۳۸۳)
- ۴- مجموعه گزارش های آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک مستقر در باندجنوبی (۱۳۸۸-۱۳۹۱)
- ۵- مهندسین مشاور ایمن راه «گزارش مقایسه فنی و اقتصادی ، اجرایی تکمیل روسازی اجرا شده فعلی به روش بتنی و آسفالتی صفحه ۱۰ خرداد ۱۳۹۰
- ۶- مهندسین مشاور مهتاب قدس ، «گزارش پیش مطالعه مهندسی ارزش روسازی باندجنوبی فرودگاه بین المللی امام خمینی (ره)» مرداد ۱۳۹۰
- ۷- مهندسین مشاور مهتاب قدس ، گزارش میانکار کارگاه مهندسی ارزش روسازی عوامل پروازی جنوبی فرودگاه بین المللی امام خمینی (ره) مرداد ۱۳۹۰

همانگونه که در جدول ۶، مشاهده می شود، گزینه روسازی برای باند اصلی از نوع آسفالتی بایبشترین امتیاز (۴۶۷) در اولویت قرار می گیرد و برای تاکسیوی ها گزینه بتنی دارای امتیاز بیشتری بود (۴۰۵). پس از بحث های فنی و اقتصادی در تیم مهندسی ارزش راجع به امتیازهای کسب شده توسط دو نوع روسازی بتنی و آسفالتی باید اقدام به محاسبه شاخص ارزش (Value Index) نمود. بدین منظور هزینه اجرا و نگهداری دو گزینه بادر نظر گرفتن طول عمر ۴۰ سال، محاسبه گردید. در گام نهایی با تعیین نسبت امتیاز گزینه به هزینه کل، شاخص ارزش قابل محاسبه است. همانگونه که در جدول ۷ مشاهده می شود شاخص ارزش برای روسازی انعطاف پذیر در باند اصلی بیش از روسازی صلب است و لذا نتیجه نهایی در فرایند مهندسی ارزش آن بود که در شرایط فعلی (سال ۱۳۹۰)، روسازی باند اصلی می بایست مطابق با نقشه های مصوب قبلی و بدون تغییر با ماهیت انعطاف پذیر اجرا گردد. متذکر می شود که براساس تصمیمات اخذ شده در مدیریت اجرایی باندجنوبی، و مسائل مرتبط با فن آوری اجرای روسازیهای صلب و شرایط اقتصادی خاص حاکم بر پروژه، روسازی تاکسیوی ها علیرغم کسب امتیاز بیشتر آنها از نظر کارکرد روسازی صلب، در حال حاضر به همان صورت انعطاف پذیر در حال اجرا می باشد [۶] و [۷].

جدول ۷- برآورد نهایی هزینه اجرا و نگهداری باندجنوبی ، در ۲ حالت روسازی صلب و انعطاف پذیر به ازای هر m^2 برحسب ریال [۷]

شرح	واحد	انعطاف پذیر	صلب
هزینه اتمام پروژه	مترمربع / ریال	۲۵۹,۶۹۳	۴۳۴,۹۴۸
هزینه تعمیر و نگهداری در طول ۴۰ سال	مترمربع / ریال	۲۵۷,۴۰۴	۱۹۴,۰۴۲
جمع		۵۱۷,۰۹۷	۶۲۸,۹۹۰
هزینه کل طول عمر به میلیارد تومان برای باند اصلی (C)		۱۰/۲	۱۲/۵
امتیاز نوع روسازی برای باند اصلی (V) (جدول ۶)		۴۶۷	۴۱۳
شاخص ارزش برای باند اصلی (V/C)		۴۵/۸	۳۳/۰۰

بررسی بهبود ظرفیت مسیر ریلی بافق - زرین شهر

مهندس حسین بادامچی شبستری

معاونت امور اجرایی پروژه ها

مهندس حسین جعفری

کارشناس ارشد مهندسی صنایع

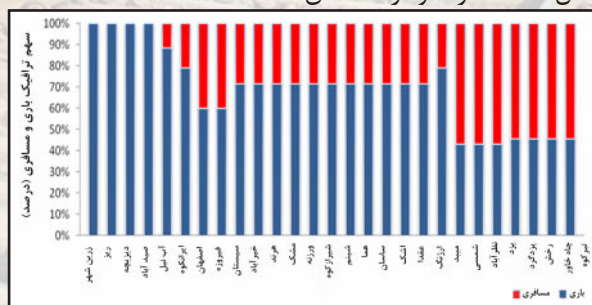
۱- مقدمه

امروزه راه آهن بعنوان یکی از گزینه های برتر حمل و نقل زمینی ایمن و ارزان در کشورهای مختلف شناخته شده و در کشور ما نیز علیرغم وجود مشکلات موجود همچنان ایمن ترین وسیله حمل و نقل زمینی محسوب می گردد و اکثر مردم بعزت گران بودن حمل و نقل هوایی و تا حدودی غیر ایمن بودن حمل و نقل جاده ای مایلند با قطار سفر نمایند لیکن مشکلات موجود، از جمله کمبود و فرسودگی ناوگان و خطوط ریلی، مانع دسترسی آسان مردم به این وسیله حمل و نقل میباشد. اخیراً مسئولین محترم شرکت راه آهن جمهوری اسلامی ایران تصمیم گرفته اند جهت رفع مشکلات فوق اقدام به افزایش ظرفیت خطوط موجود نمایند. بهمین منظور بررسی و شناخت و رفع گلوگاه های ظرفیتی شبکه راه آهن ج.ا.ا. در دستور کار شرکت راه آهن قرار گرفت. شرکت مهندسين مشاور صحن بوستان با داشتن بیش از ده سال تجربه در امر مطالعات زیربنائی راه آهن و دارا بودن رتبه یک راه آهن از معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری و از طریق شرکت در مناقصه در سال ۱۳۹۳ بعنوان مشاور زیربنائی رفع گلوگاه های ظرفیتی راه آهن جمهوری اسلامی ایران انتخاب و شروع بکار نموده است. در ابتدا با توجه به اولویتهای شرکت راه آهن ج.ا.ا. مطالعات افزایش ظرفیت خطوط ریلی در ۱۲ محور در مرکز کشور همچون محورهای سیستان - اصفهان، اصفهان - آبنیل، آبنیل - زرین شهر، و چند محور دیگر در استان یزد را آغاز و نسبت به تهیه نقشه ها و اسناد مناقصه انتخاب پیمانکار جهت آغاز عملیات اجرایی در محورهای مذکور اقدام نموده و در حال حاضر در محورهای اردکان - چادرملو و اردکان - ارژنگ پیمانکاران مشغول بکار می باشند و پس از انتخاب پیمانکاران سایر محورهای ۱۲ گانه فوق، عملیات اجرایی کلیه محورها تا پایان سال ۹۵ به اتمام خواهد رسید. در رابطه با شناخت و رفع

گلوگاه های ظرفیتی شبکه راه آهن مطالعات زیادی انجام گردیده و در آن اثرات تغییرات مختلف زیرساختی بر بهبود ظرفیت خطوط، مورد بررسی قرار گرفته است. بعنوان نمونه در محور بافق - زرین شهر به طول ۴۷۳ کیلومتر و ۳۱ ایستگاه، ضمن بررسی ترافیک فعلی محور موجود، ضریب اشباع بلاکهای محور مورد نظر محاسبه و اثر تغییرات مختلف زیرساختی و ترافیکی نظیر مسیر دو خطه، تراکبندی (سیگنالینگ)، افزایش تعداد و سرعت قطار بر افزایش ظرفیت مورد بررسی قرار گرفته است. در این نوشتار خلاصه ای از مطالعه انجام شده در محور فوق الذکر ارائه شده است.

۲- تحلیل ترافیک و ظرفیت مسیر

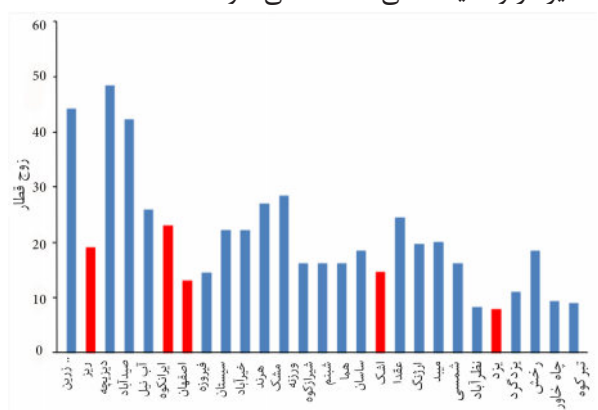
سهم ترافیک عبوری باری و مسافری در همه بلاکهای مسیر در سال ۱۳۹۰ در نمودار ۱، نشان داده شده است.



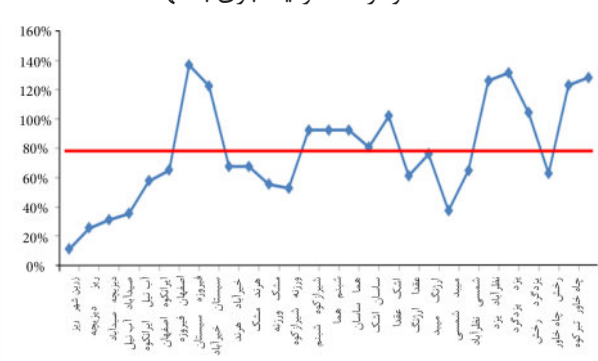
نمودار ۱ - سهم ترافیک عبوری باری و مسافری بلاک های مسیر

با توجه به اطلاعات موجود از جمله طول بلاک ها، سرعت و زمان سیر، مطابق با روش رایج در راه آهن ایران ظرفیت مسیر به تفکیک بلاک ها محاسبه شده است. بر اساس محاسبات، ظرفیت باقیمانده هر یک از بلاک های مسیر بر مبنای زوج قطار عبوری پس از کسر تعداد قطار مسافری مطابق با برنامه سال ۱۳۹۰، در نمودار ۲ ارائه شده و نتیجه بدست آمده حکایت از

آن دارد که مطابق نمودار ۳ به طور متوسط ۸۰ درصد از ظرفیت مسیر در وضعیت فعلی استفاده می شود.



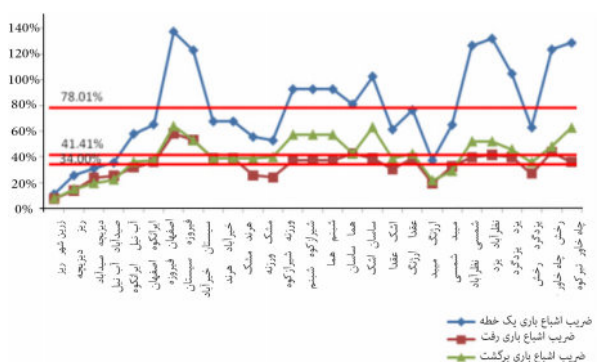
نمودار ۲- ظرفیت باری بلاکها



نمودار ۳- ضریب اشباع وضعیت فعلی

۳- سناریوهای افزایش ظرفیت

یکی از سناریوها، برای حل معضل فوق دو خطه کردن مسیر است. بدین منظور زمان سیر در مسیر رفت و برگشت از روی گراف روزانه محور استخراج شده و بر مبنای آن، ظرفیت مسیر در جهت رفت و برگشت محاسبه گردید. با دو خطه کردن مسیر ضریب اشباع بر مبنای ترافیک فعلی و مطابق نمودار ۴، در مسیر رفت ۳۴ و مسیر برگشت ۴۱ درصد خواهد شد.



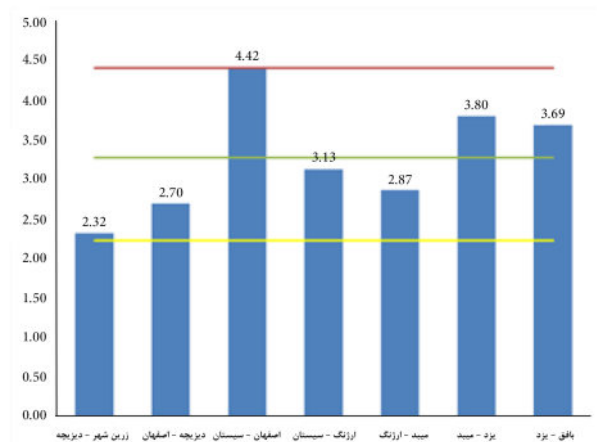
نمودار ۴- ضرایب اشباع مسیر دو خطه بر حسب تعداد قطار عبوری

با توجه به بررسی آماری و اطلاعات محور، مشاهده شد که در بخش هایی از مسیر، ضریب اشباع بالاتر از ظرفیت بوده که سبب کمبود ظرفیت و ایجاد گلوگاه های مسیر می گردد. با توجه به شرایط مسیر از چندین روش برای افزایش ظرفیت می توان استفاده کرد که عبارتند از: دو خطه کردن مسیر، سیگنالینگ، افزایش توان کشنده، کاهش زمان سیر.

بررسی ها و محاسبات انجام شده نشان داد که به ترتیب سناریوهای دو خطه همراه سیستم سیگنالینگ، دو خطه با سه لکوموتیو و دو خطه بدون تغییر تعداد لکوموتیو، بیشترین مقدار افزایش ظرفیت در مسیر را به همراه دارند (نمودار های ۵ تا ۹). لازم به ذکر است که خطوط افقی نشان دهنده حداقل، متوسط و حداکثر نسبت افزایش ظرفیت بوده و محور عمودی حاصل نسبت ظرفیت های هر زوج سناریو میباشد.



نمودار ۵- افزایش ظرفیت باری دو خطه نسبت به یک خطه



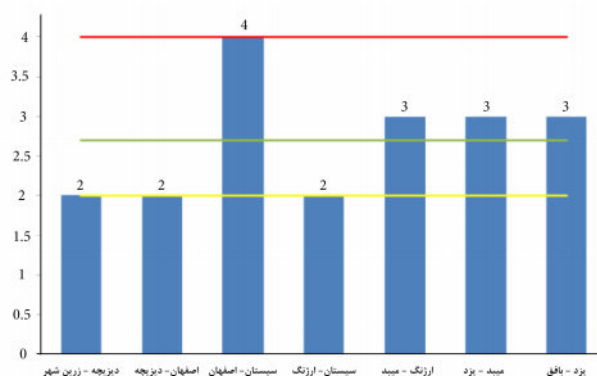
نمودار ۶- افزایش ظرفیت دو خطه با سه لکوموتیو نسبت به یک خطه با دو لکوموتیو

—■— ضریب اشاعه بازی یک خطه
 —▲— ضریب اشاعه بازی دو خطه
 —●— ضریب اشاعه بازی سه خطه
 —◆— ضریب اشاعه بازی چهار خطه
 —■— ضریب اشاعه بازی پنج خطه
 —▲— ضریب اشاعه بازی شش خطه

۴- نتیجه گیری

مراجع

ایران، پروژه احداث خط دوم محور بافق - زرین شهر



Group	Average Number of Visits per Month
1	1.69
2	1.96
3	2.57
4	2.10
5	2.20
6	2.56
7	2.27

Category	Value
1. زین شهر - دیوچه	1.23
2. اصفهان - دیوچه	1.41
3. اصفهان - میستان	1.68
4. ارزنگ - میستان	1.40
5. میصد - ارزنگ	1.49
6. میصد - یزد	1.59
7. یزد - بافق	1.56

از آنجا که معمولا قطارهای باری در یک جهت از مسیر پر و در جهت دیگر خالی میباشند، راه آهن، تناژ قطارهای خالی را در نظر نمیگیرد و در نتیجه صرفاً "توجه به تناژ عملکردی برای محاسبه ضرب اشباع میتواند درک ترافیک در وضعیت دو خطه

اقدامات بخش آموزش مهندسين مشاور صحن بوستان

مهندس وحيد طاهري - مسئول آموزش

- روشهای تأمین سرمایه توسط بخش دولتی و آشنایی با فرایند اخذ مشارکت و انعقاد قرارداد تأمین مالی مابین متقاضیان و سرمایه‌گذاران
- ارائه تجربیات همکاری با سازمان‌های خارجی و بین‌المللی در پروژه‌های عمرانی کشور

■ سمینار آموزشی تأثیر افزودنیها و فوق روان‌کننده‌ها بر بتن

به دلیل تجربیات گوناگون مهندسين مشاور صحن بوستان در مدیریت و راهبری پروژه‌های بتنی حجیم و گسترده نظیر باندهای فرودگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) و همچنین فرودگاه بین‌المللی تبریز، واحد آموزشی شرکت با همکاری اساتید برجسته تکنولوژی بتن در سالهای اخیر اقدام به برگزاری سمینارهای گوناگون با موضوع طرح و اجرای سازه‌های بتنی نموده است. در سال گذشته سمینار آموزشی طرح و اجرای بتن در شرایط آب و هوایی گرم در شرکت برگزار گردید. در تابستان سال جاری نیز با تمرکز بر بحث مواد افزودنی و تأثیر آنها بر مشخصات فنی بتن، سمیناری با حضور مدیران و کارشناسان امر از سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف و همچنین شرکت‌های مهندسين مشاور و پیمانکاران و با سخنرانی آقای دکتر رمضان پور استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار گردید. در این سمینار ضمن برشمردن مشخصات فنی، الزامات و روشهای استفاده از مواد افزودنی اعم از مواد شیمیایی یا معدنی، تأثیر آنها بر کارایی، تسریع یا تعویق زمان گیرش، کنترل افزایش مقاومت، و همچنین تأثیر آنها بر دوام بتن در شرایط مختلف جوی بحث و تبادل نظر گردید. در پایان سمینار شرکت کنندگان سؤالات، ابهامات و همچنین تجربیاتشان را بیان کرده و پاسخ خود را دریافت نمودند.

واحد آموزش مهندسين مشاور صحن بوستان همچون سالهای گذشته اقدام به نیاز سنجی و برنامه‌ریزی جهت برگزاری دوره‌های آموزشی مختلف در سال ۱۳۹۳ نموده است. هدف از برگزاری این دوره‌ها ارتقاء سطح کیفی دانش پرسنل، بر مبنای اهداف بلند مدت تعیین شده در نظام نامه و خط مشی کیفیت شرکت می باشد.

در این نوشتار به برخی فعالیت‌های واحد آموزش در نیمه نخست سال ۱۳۹۳ اشاره شده است.

■ دوره آموزشی مهندسی راه‌آهن کاربردی

با توجه به فعالیت گسترده مهندسين مشاور صحن بوستان در پروژه‌های ریلی کشور، یک دوره آموزشی درخصوص آشنایی با آخرین فن‌آوری‌ها و پیشرفت‌های علمی در اجرای خطوط راه‌آهن در ایران و جهان زیر نظر آقای مهندس حسین عسگری برای مدیران و کارشناسان شاغل در این بخش برگزار گردید. مواردی که می‌توان به طور خلاصه بعنوان مباحث مطرح شده در این دوره بدان اشاره نمود، بدین شرح است:
- آشنایی با وضعیت کلی ایران و جهان از نظر طول خطوط ریلی و امکانات و زیرساخت‌های موجود.
- آشنایی با انواع خطوط ریلی و روشهای اجرا و خلاصه‌ای از تئوری‌های مورد استفاده در طراحی مسیرهای ریلی.
- آشنایی با انواع ریل و نحوه ساخت آنها، انواع اتصالات و انواع تراورس و مشخصات فنی بالاست.
- نحوه مدیریت خطوط ریلی و آشنایی با سیستم‌های تعمیر و نگهداری و ماشین‌آلات و تجهیزات لازم.

■ دوره آموزشی تأمین مالی و فاینانس

یکی دیگر از دوره‌های آموزشی که در شرکت برگزار گردید، دوره آشنایی با مفاهیم علم تأمین مالی، سرمایه‌گذاری (فاینانس) در پروژه‌های عمرانی می‌باشد. علت برگزاری این دوره، لزوم آشنایی بیش از پیش مدیران و کارشناسان با تئوری‌ها و نظریه‌های مهم مبحث سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در پروژه‌های عمرانی بویژه EPCF، بوده است. برخی از مباحث مطرح شده در این دوره به شرح ذیل است:

- آشنایی با مفاهیم فاینانس، بیع متقابل، BOT و ...





دفتر مهندسين مشاور صحن بوستان

دفتر تهران:

تهران، خیابان شهرآرا، خیابان پاتریس لومومبا، خیابان یکم، پلاک ۹

تلفن: ۶۱۰۴۶ (۳۰ خط) تلفکس: ۶۶۴۳۳۹۶۸

دفتر منطقه آزاد قشم:

قشم، سام و زال - ورودی اول - خیابان لادن - نبش لادن ۳ - طبقه سوم جنوبی - قطعه ۲۶-۱۰ واحد ۵

تلفکس: ۵۲۴۷۵۱۶-۰۷۶۳

دفتر تاجیکستان:

تاجیکستان، دوشنبه، خیابان کاراموو، پلاک ۴، شرکت پرسا بین الملل

تلفن: ۹۹۲۳۷+۰۹۹۲۴۴۹۸



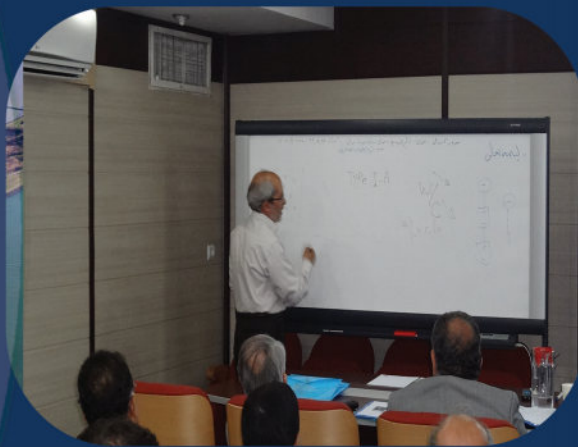
Semi Annually

Vol.2/No.3/Spring-Summer 2014

Internal Publication

Consulting Engineers of

SAHNEBOOSTAN



THE ROLE OF AIRPORT MANAGEMENT IN AIRPORT ECONOMIC

CALCULATION OF RAILWAY NETWORK CAPACITY AND
BOTTLENECKS USING CAP. SIM

TABRIZ INTERNATIONAL AIRPORT RUNWAY
REHABILITATION (No.2)

VALUE ENGINEERING FOR SECOND
RUNWAY OF IKIA

INVESTIGATION FOR BAFGH-ZARRIN
SHAHR RAILWAY CAPACITY IMPROVEMENT

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

تلفن: ۶۱۰۴۶ (۳۰ خط) تلفکس: ۶۶۴۳۹۶۸ Email: News@sahneboostan.com