

## ارایه یک مدل ریاضی جهت انتخاب پورتفولیوی بهینه پروژه‌ها با توجه به اهداف استراتژیک سازمان

### (مطالعه موردی: بخش ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا)

#### مقاله پژوهشی

محسن پورسیدآقایی\*، استادیار، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران  
محسن امیریگی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: maghaee@iust.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۵/۱۲ - پذیرش: ۹۸/۱۱/۱۵

صفحه ۱۲۶-۱۰۳

#### چکیده

مدیریت پورتفولیوی پروژه‌ها روشی مطمئن است که سازمان‌ها به کار می‌بندند تا منابع کمیاب خود را با بیشترین ارزش خروجی ممکن به کار گیرند و باعث حرکت سازمان به سمت اهداف استراتژیک خود شوند. یکی از مهمترین مباحثی که در مدیریت پورتفولیوی پروژه‌ها مطرح است تشکیل پورتفولیوی بهینه برای پروژه‌ها است. انتخاب صحیح پروژه‌های پورتفولیوی متضمن حسن عملکرد مدیریت پورتفولیوی پروژه است و هر چه این ترکیب مناسب‌تر و اصلاح انتخاب شود تحقق مأموریت سازمان محتمل‌تر خواهد بود. بخش‌های مختلف شرکت راه آهن ج.ا.ا. برای تحصیل اهداف استراتژیک در افق ۱۴۰۰ باید سرمایه‌گذاری‌های خویش را انتخاب و مدیریت کنند و پروژه‌های خود را به صورت عاقلانه انتخاب و اجرا نمایند، یکی از بخش‌های مهم راه آهن ج.ا.ا. بخش ارتباطات و علائم الکتریکی است که حدود ۱۲۰ پروژه در این بخش تعریف شده است. در این مقاله یک مدل دو هدفه برای انتخاب بهینه پورتفولیوی پروژه‌ها بر اساس اهداف استراتژیک، هزینه و زمان ارایه شده است به گونه‌ای که حل این مدل‌ها باعث به دست آوردن ترکیبی مناسب از پروژه‌ها برای دستیابی حداکثری به اهداف استراتژیک با حداقل هزینه در افق زمانی تعیین شده، می‌شود. با پیاده سازی مدل ارایه شده در این مقاله، برای پروژه‌های این بخش از راه آهن، ۸۱ پروژه از مجموع ۱۲۰ پروژه تعریف شده برای اجرا تا افق ۱۴۰۰ به گونه‌ای انتخاب و زمانبندی شدند که نخستین ارزش را با توجه به اهداف استراتژیک راه آهن ج.ا.ا. تا افق زمانی تعیین شده داشته باشند و در ثانی حداقل هزینه را برای این بخش از راه آهن فراهم آورند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب پورتفولیوی پروژه‌ها، اهداف استراتژیک، زمانبندی پروژه‌ها، مدل ریاضی، محدودیت منابع

#### ۱- مقدمه

محدودیت می‌باشند. مدیریت پورتفولیوی پروژه‌ها یکی از جدیدترین روش‌هایی است که در مدیریت پروژه‌ها در تجارت و کسب و کار امروزی استفاده می‌شود. مدیریت پورتفولیوی پروژه‌ها روشی مطمئن است که سازمان‌ها به کار می‌بندند، تا منابع کمیاب خود را با بیشترین ارزش خروجی ممکن به کار گیرند و باعث حرکت سازمان به سمت تعالی شوند. یکی از مهم‌ترین مباحثی که در مدیریت پورتفولیوی پروژه‌ها مطرح می‌شود بحث انتخاب بهینه پورتفولیوی

امروزه سازمان‌ها برای مدیریت فعالیت‌های خود به سوی روش پروژه - محوری گرایش یافته‌اند و تعداد این سازمان‌ها نیز همچنان در حال افزایش است. یکی دیگر از بزرگ‌ترین چالش‌ها این است که چگونه مدیران پروژه مطمئن شوند که بیشتر پروژه‌هایشان در جهت یک استراتژی واحد اجرا می‌گردند. این مطلب درباره منابعی که می‌تواند سازمان‌ها را در مسیر مورد نظر هدایت کنند، نیز صادق است زیرا منابع خصوصاً منابع مالی اختصاص یافته به هر پروژه دارای

است که موجب افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع این سازمان می‌گردد.

## ۲- پیشینه تحقیق

هدف تشکیل پورتفولیوی پروژه‌ها، تخصیص منابع محدود به پروژه برای ایجاد توازن از ریسک، عواید و استراتژی‌ها است. مروری بر ادبیات موضوع نشان می‌دهد که هر چند روش‌های متعددی برای انتخاب پورتفولیوی پروژه وجود دارد که هر کدام مزایای خاص خودشان را دارند ولی هیچ روش واحدی نمی‌تواند تمام ملاحظات موضوع را در بر گیرد. استفاده از رویه‌های ساختارمند و عددی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها از پدیده‌های اخیر است که به طور گسترده بعد از جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار گرفته است. در ابتدا معیارهایی چون دوره بازگشت و متوسط نرخ بازگشت سالیانه بیشتر از همه مورد استفاده قرار می‌گرفتند. البته این تکنیک‌ها هنوز هم توسط تعداد زیادی از شرکت‌هایی که احساس می‌کنند شرایط عدم اطمینان بر انتخاب پروژه آنها احاطه دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس در طول دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ استفاده از مدل‌های ساختارمند به تدریج گسترش پیدا کرد. در این زمان تعداد زیادی از مدل‌های مورد استفاده منحصراً از نوع مدل‌های سود / سودآوری بودند. این مدل‌ها بر کوتاه کردن افق زمانی تصمیمات پروژه‌های سرمایه‌گذاری گرایش داشتند. افزایش نرخ بهره در طول دهه ۱۹۷۰، موجب بالا رفتن نرخ بازگشت مورد انتظار شد و این به نوبه خود باعث کاهش سرمایه‌گذاری در پروژه‌هایی شد که از لحاظ زمانی، فاصله زیادی بین سرمایه‌گذاری و بازگشت وجود داشت. با توجه به مشکلاتی که توجه صرف به یک معیار منحصر پدید می‌آورد تمایلاتی در استفاده از مدل‌هایی که توانایی بکارگیری چندین معیار را در تصمیم‌گیری برای انتخاب و ارزیابی داشته باشند بوجود آمد. یک دهه بعد رشد قابل ملاحظه‌ای در استفاده از مدل‌های ساختارمند و باز هم با تأکید بر مدل‌های سود مشاهده شد. در دهه ۱۹۹۰ پیشرفت‌های چشم‌گیری در توسعه فرآیندهای ارزیابی ترجیحات که از اطلاعات ورودی مناسب برای رتبه‌بندی استفاده می‌کردند، دیده می‌شد سپس این مدل‌ها در زمینه‌هایی چون برنامه‌ریزی آرمانی و مدل‌های تخصیص مورد استفاده قرار گرفتند. پس از آن در شرایطی که محدودیت‌های منابع، اهداف چند گانه و ملاحظات گوناگون

پروژه‌ها است. به مجموعه‌ای از پروژه‌ها که در یک واحد اقتصادی و تحت اهداف استراتژیک یکسان و منابع مشترک در حال ادامه فعالیت هستند، یک پورتفولیوی پروژه گفته می‌شود. یک پورتفولیوی پروژه از مجموعه‌ای مناسب از پروژه‌ها به منظور تحقق اهداف کوتاه مدت و بلندمدت کسب و کار ایجاد می‌گردد. به عبارت دیگر یک پورتفولیوی پروژه از تخصیص منابع محدود، میان مجموعه‌ای از پروژه‌ها به صورتی که اهداف سازمانی برآورده شود، به وجود می‌آید. هدف از انتخاب پورتفولیوی پروژه، تخصیص مجموعه‌ای از منابع محدود به پروژه‌های مختلف است، به گونه‌ای که ریسک کاهش، بازده افزایش پیدا کرده و هم‌راستایی با استراتژی‌های کلی سازمان حفظ گردد (Moree, 2010). مقدار منابع مالی پروژه‌ها اغلب کاملاً محدود است و پروژه‌ها تحت مدیریت یکسان برای جذب این منابع محدود و کمیاب با یکدیگر رقابت می‌کنند (Arto, 2001). اجزای یک پورتفولیو باید قابلیت کمی شدن داشته باشند؛ یعنی قابل اندازه‌گیری، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی باشند. چگونگی انتخاب پروژه‌ها از میان گزینه‌های موجود، مسئله انتخاب پورتفولیوی پروژه‌ها را فراهم می‌آورد. انتخاب پورتفولیوی پروژه به عنوان یکی از فرآیندهای اصلی مدیریت پورتفولیوی پروژه، یک فعالیت دوره‌ای برای انتخاب یک پورتفولیوی مناسب از پروپوزال‌های پروژه‌های موجود و یا پروژه‌های در حال اجرای سازمانی است. بخش‌های مختلف شرکت راه آهن ج.ا.ا. برای تحصیل اهداف استراتژیک در افق ۱۴۰۰ باید سرمایه‌گذاری‌های خویش را انتخاب و مدیریت کنند و پروژه‌های خود را به صورت عاقلانه انتخاب و اجرا نمایند، یکی از بخش‌های مهم راه آهن ج.ا.ا. بخش ارتباطات و علائم الکتریکی است که از این امر مستثنی نمی‌باشد. این بخش مهم از راه آهن باید پروژه‌های خود را با توجه به مدت زمان اجرایشان و نیز میزان هزینه‌ای که هر یک از آنها در دوره اجرایشان نیاز دارند برنامه‌ریزی نماید تا بتواند تا افق ۱۴۰۰ با توجه به بودجه‌ای که در اختیار این بخش از راه آهن در هر دوره قرار می‌گیرد، حداقل فاصله را با اهداف استراتژیک سازمان داشته باشد. با توجه به اینکه این بخش از راه آهن ساز و کار مناسبی برای انجام این موضوع مهم را در اختیار ندارد لذا توسعه یک ساز و کار مناسب برای اجرای آن بسیار از اهمیت بالایی برخوردار

الگوریتم های فرا ابتکاری حل نمودند (Hu et al., 2008). ربانی و همکاران (۲۰۰۶) هدف اصلی پژوهش خود برای تشکیل پورتفولیوی بهینه را حداقل کردن استفاده از سرمایه، حداکثر کردن سود و حداقل کردن ریسک زمانی قرار دادند و براساس آن یک مدل خطی عدد صحیح با چند هدف توسعه داده و آن را بر اساس آرمان‌های تعیین شده برای هر هدف حل نمودند (Rabbani et al., 2006). باهاتاچاریا (۲۰۱۱) با ارائه یک مدل غیرخطی فازی چند هدفه به موضوع تشکیل پورتفولیوی بهینه پرداختند. هدف آنها از مدل ارائه شده حداقل کردن هزینه ریسک ایجاد شده بود. آنها این مدل را با استفاده از الگوریتم ابداعی حل کردند (Bhattacharyya et al., 2011). توانا و همکاران (۲۰۱۵) یک روش ترکیبی سه مرحله‌ای برای انتخاب یک ترکیب بهینه از پروژه‌ها ارائه دادند. آنها با توجه به اهداف مختلف سازمان حداکثر تناسب بین پروژه‌های انتخابی با توجه به رتبه بندی اولیه پروژه‌ها را به دست آوردند. آنها برای انتخاب اولیه خود از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نموده و بعد از آن به روش تاپسیس پروژه‌ها را رتبه بندی کردند و به کمک یک مدل خطی عدد صحیح فازی به تشکیل پورتفولیوی بهینه برای پروژه‌های انتخاب شده پرداختند (Tavana et al., 2015). هاوک و همکاران (۲۰۱۰) بر اساس اهداف استراتژیک و با استفاده از روش AHP به تشکیل پورتفولیوی بهینه برای پروژه‌های ریلی اقدام نمودند و مطالعه موردی خود را نیز روی پروژه های زیر ساخت راه آهن کشور اسلونی انجام دادند (Hauc et al., 2010). کالاشنیکوف و همکاران (۲۰۱۷) یک روش جدید جهت یکپارچه سازی فرمول‌بندی و حل مسئله انتخاب پورتفولیوی بهینه برای پروژه‌های شش سیگما با استفاده از ارائه یک مدل ریاضی کوآدریتییک صفر و یک ارائه دادند. از ویژگی‌های روش ارائه شده توسط آنها می‌توان به در نظر گرفتن اثرات متقابل پروژه ها روی هم و نیز در نظر گرفتن محدودیت منابع مشترک بین پروژه‌های مختلف اشاره نمود (Kalashnikov et al., 2017). چنوفو چن و همکاران (۲۰۱۸) برای انتخاب پورتفولیوی بهینه برای پروژه‌های تحقیق و توسعه در حوزه طراحی IC یک مدل سه هدفه صفر و یک ارائه دادند که هدف اول آن حداکثر کردن سود، هدف دوم افزایش بازده و هدف سوم آن افزایش

در انتخاب پروژه‌ها بسیار با اهمیت بودند، گرایش به سمت مدل‌هایی که بتواند در انتخاب بهترین ترکیب از چند پروژه موثر واقع شوند، بوجود آمد. ابتدا از مدل‌هایی که برای رتبه بندی پروژه‌ها به کار می‌رفت استفاده می‌شد، سپس مدل‌های ریاضی جامعی برای انتخاب پورتفولیوی پروژه و تخصیص منابع که به طور همزمان، ترجیحات، محدودیت‌ها و معیارها را در انتخاب بهترین ترکیب از پروژه‌ها و با هدف بیشینه کردن تابع هدف به کار می‌گرفتند مورد استفاده قرار گرفت. مانند بعضی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه‌ریزی آرمانی و غیره. در حال حاضر نیز تمایلاتی به سمت ایجاد سیستم‌های پشتیبانی تصمیم و سیستم‌های خبره در این زمینه وجود دارد. در این حالت تصمیم‌گیرنده می‌تواند به راحتی با وارد کردن اطلاعات، جواب بهینه را دریافت و حتی به تجزیه و تحلیل حساسیت پردازد و اثرات تغییر در اولویت‌ها، محدودیت‌ها و غیره را در تصمیم‌گیری نهایی مشاهده کند (Agha hoseini and Sobhie, 2015). به نمونه‌هایی از تحقیقات صورت گرفته در این مقوله توجه فرمایید. آرچر و قاسم زاده (۱۹۹۹) یک مرور وسیع بر ابزارها و مدل‌های انتخاب پورتفولیوی پروژه داشته‌اند (Archer and Ghasemzadeh, 1999). آنها به بررسی مزایا و معایب هر گروه از ابزارها و تکنیک‌های انتخاب پورتفولیوی پروژه پرداخته‌اند؛ برای نمونه، مزیت مدل‌های قیاسی شامل آسان بودن فهم، آسان بودن استفاده و امکان ترکیب تحلیل‌های کمی و کیفی است و معایب آنها شامل در نظر نگرفتن شفاف ریسک، نیاز به تکرار تمام فرآیند در صورت حذف و یا اضافه کردن پروژه، سختی استفاده به واسطه افزایش تعداد پروژه‌ها و ناتوانی در پروژه‌های مطلوب‌تر در واقعیت است. هوانگ و همکاران (۲۰۰۸) از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای انتخاب اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیق و توسعه استفاده کردند. هوانگ با استفاده از نظر خبرگان توانست در چهار سطح معیارهایی را برای انتخاب این نوع پروژه‌ها ارائه دهد و سپس آنها را وزن دهی کند و وزن هر یک را به دست آورد (Huang et al., 2008). هوو و همکاران (۲۰۰۸) با ارائه یک مدل خطی عدد صحیح چند هدفه با اهداف حداقل کردن سرمایه و حداکثر کردن سود به انتخاب پورتفولیوی بهینه برای پروژه‌ها پرداختند و مدل مذکور را به کمک

نیازمند یک روش سیستماتیک جهت انتخاب و زمانبندی پروژه‌ها بر اساس اهداف استراتژیک سازمان است که محدودیت‌های بودجه را نیز در نظر گیرد. با توجه به تجزیه و تحلیل روش‌های مختلف که برای انتخاب بهینه پورتفولیوی پروژه‌ها گفته شد و نیز با توجه به نیاز بخش ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا. به یک روش سیستماتیک برای انتخاب پروژه‌ها، یک مدل ریاضی دو هدفه در این مقاله ارائه شده و روی ۱۲۰ پروژه این بخش از راه آهن پیاده‌سازی شده است که در ادامه قابل مشاهده می‌باشند.

### ۳- مدل ریاضی

در این بخش یک مدل ریاضی دو هدفه (هدف اول کسب بیشترین ارزش بر اساس اهداف استراتژیک و هدف دوم حداقل کردن هزینه‌ها است.) برای انتخاب پورتفولیوی بهینه پروژه‌ها بر اساس فاکتورهای همچون اهداف استراتژیک، هزینه و زمان ارائه خواهد شد. این مدل روی پروژه‌های اجرایی اداره ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا. تا اقی ۱۴۰۰ پیاده‌سازی شده که در ادامه شرح مربوط به مدل و نیز نحوه تنظیم پارامترها و نیز نحوه تعیین روابط بین پروژه‌ها در مدل ارائه شده آورده شده است.

تنوع پروژه‌ها در نظر گرفته شده بود. آنها با ارایه یک الگوریتم ژنتیک هیبریدی به حل مسئله ارایه شده پرداختند (Chien et al., 2018). با توجه به مطالعات انجام شده مشخص شد، ایجاد یک سیستم خبره در سازمان برای این امر بسیار مناسب است اما این موضوع مستلزم انجام مهندسی دانش است. یک مهندس دانش باید اطمینان حاصل کند که سیستم خبره طراحی شده، تمام دانش مورد نیاز برای حل یک مسئله را دارد، طبیعتاً در غیر این صورت، تصمیم‌های سیستم خبره قابل اطمینان نخواهند بود. بعد از سیستم‌های خبره استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی با توجه به مشخصه‌هایی که دارد برای این موضوع بسیار مناسب به نظر می‌رسد. درست است که مدل‌های ارایه شده در برنامه‌ریزی ریاضی قابلیت‌هایی که یک سیستم خبره دارد را ندارد. اما با کمی تحقیق و پژوهش روی این نوع مدل‌ها می‌توان آنها را توسعه داد و مشکلات آنها را حل نمود و یا برای رفع نقص آنها به تلفیق آن با مدل‌های دیگر پرداخت. انتخاب پروژه‌ها در بخش ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا. برای یک افق زمانی معین همواره به صورت غیرسیستمی و بر اساس اولویت‌های ذهنی و بدون در نظر گرفتن اهداف استراتژیک سازمان و میزان بودجه در نظر گرفته شده برای این بخش از راه آهن صورت می‌پذیرد که این موضوع باعث می‌شود که مسائلی همچون مسائل اجتماعی و اجرایی و یا قدرت چانه‌زنی مدیران در انتخاب پروژه‌ها برای اجرا در یک افق زمانی معین، تاثیر گذار باشند. لذا این بخش از راه آهن

### ۳-۱- مجموعه‌ها

$P$ : مجموعه کلیه پروژه‌ها  $P = \{1, 2, \dots, n\}$

$T$ : مجموعه دوره‌های زمانی  $T = \{1, 2, \dots, m\}$

$N$ : مجموعه زوج پروژه‌هایی که اجرای یکی از پروژه‌ها پیشیاز اجرای دیگری است.

$S$ : مجموعه زوج پروژه‌هایی که از نظر زمان اجرا، باید با هم هم‌پوشانی داشته باشند.

$K$ : مجموعه پروژه‌هایی که هزینه آنها در دوره‌های مختلف تعدیل نمی‌گردد.

$H$ : مجموعه پروژه‌هایی که هزینه آنها در دوره‌های مختلف می‌بایست تعدیل گردد.

### ۳-۲- اندیس‌ها

$i, j$ : اندیس‌های مورد استفاده برای پروژه‌ها

$t$ : اندیس‌های مورد استفاده برای دوره‌های زمانی

### ۳-۳- پارامترها

$\alpha_i$ : وزن پروژه  $i$  با توجه به اهداف استراتژیک سازمان  
 $C_i$ : میزان کل هزینه اجرایی پروژه  $i$   
 $d_i$ : مدت زمان اجرایی پروژه  $i$   
 $b_t$ : بودجه در نظر گرفته شده برای سازمان را در دوره  $t$   
 $\beta_{i,t}$ : ضریب تعدیل پروژه  $i$  در دوره  $t$   
 $\gamma_{i,t}$ : درصدی از هزینه اجرای پروژه  $i$  که در  $t$ مین دوره از اجرای آن بر اساس برنامه پرداخت هزینه‌های پروژه باید در نظر گرفته شود.  
 $M$ : یک عدد ثابت و بزرگ

### ۳-۴- متغیرها

$v_i$ : اگر پروژه  $i$  انتخاب شود ۱ و در غیر اینصورت صفر است.  
 $x_{i,t}$ : اگر پروژه  $i$  در دوره  $t$  اجرا شود ۱ و در غیر اینصورت صفر است.  
 $y_{i,t}$ : اگر پروژه  $i$  در دوره  $t$  آغاز گردد ۱ و در غیر اینصورت صفر است.  
 $\Gamma_{i,j,t}$ : اگر دو پروژه  $i$  و  $j$  در دوره  $t$  با هم همپوشانی داشته باشند ۱ و در غیر اینصورت صفر است.

### ۳-۵- شرح مدل

اگر پروژه  $i$  انتخاب شود آنگاه به میزان زمانی که برای اجرا احتیاج دارد می‌بایست در دوره‌های مختلف اجرا گردد. نحوه مقدار دهی به متغیرهایی که  $(x_{i,t})$  که اجرای پروژه  $i$  در دوره‌های مختلف را نشان می‌دهد باید به اندازه مدت زمان اجرا و به صورت متوالی صورت پذیرد، که محدودیت‌های (۳)، (۴) و (۵) این موضوع را تضمین می‌نمایند.

مهم‌ترین هدف برای انتخاب پرتفولیوی پروژه‌ها اهداف استراتژیک سازمان‌ها است به طوری که سازمان‌ها می‌خواهند تا پایان افق برنامه‌ریزی حداقل فاصله با اهداف استراتژیک خود را داشته باشند. بنابراین تابع هدف اول این مدل را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود.

$$\text{Max } z_1 = \sum_{i \in P} \alpha_i v_i \quad \sum_{i \in P} \alpha_i = 1 \quad (1)$$

$$\sum_{t \in T} x_{i,t} \leq d_i v_i \quad \forall i \in P \quad (3)$$

$$x_{i,t} + \sum_{l=t+1}^{t+d_i-1} x_{i,l} \geq d_i - M(1 - y_{i,t}) \quad \forall i \in P \quad \forall t \in T | t + d_i - 1 \leq m \quad (4)$$

$$\sum_{t \in T | t+d_i-1 \leq m} y_{i,t} = v_i \quad \forall i \in P \quad (5)$$

همواره سازمان‌ها می‌خواهند با مصرف حداقل هزینه تا پایان افق برنامه‌ریزی به اهداف استراتژیک خود دست پیدا کنند. این مسئله به‌خصوص برای سازمان‌هایی که در صدد افزایش سوددهی در پایان افق برنامه‌ریزی هستند، بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، می‌توان تابع هدف دوم این مدل را به صورت زیر تعریف نمود.

$$\begin{aligned} \text{Min } z_2 &= \sum_{i \in K} \sum_{l \in T} \sum_{t=1}^l C_i \gamma_{i,l-t+1} y_{i,t} \\ &+ \sum_{i \in H} \sum_{l \in T} \sum_{t=1}^l C_i \gamma_{i,l-t+1} \beta_{i,l} y_{i,t} \end{aligned} \quad (2)$$

فرض کنید پروژه  $i$  پیش‌نیاز پروژه  $j$  است آنگاه پروژه  $j$  زمانی می‌تواند انتخاب شود که پروژه  $i$  نیز انتخاب شده باشد و زمان شروع پروژه  $j$  نیز حتماً می‌بایست بعد از زمان به پایان رسیدن پروژه  $i$  باشد که محدودیت‌های (۶) و (۷) متضمن این موضوع می‌باشند.

است که یک پروژه بزرگ زمانی از نظر اجرایی به اتمام می-رسد که کلیه پروژه‌های زیر مجموعه آن به اتمام رسیده باشد به طوری که هر یک از پروژه های مربوط به این پروژه بزرگ باید با پروژه‌های دیگر از این مجموعه همپوشانی داشته باشد. این همپوشانی هم تضمین کننده اتمام پروژه اصلی در طول افق برنامه‌ریزی بوده و هم تضمین کننده پیوستگی کار در پروژه بزرگ است. محدودیت‌های (۸)، (۹)، (۱۰) و (۱۱) نشان دهنده این موضوع می‌باشند.

$$v_i, x_{i,t}, y_{i,t}, r_{i,j,t} = \{0,1\} \quad (13)$$

#### ۴- روش اولویت مطلق در حل مسائل چند هدفه

در این روش از حل مسائل چند هدفه مسئله را تنها با هدفی که اولویت بالاتری دارد حل می‌کنیم و جواب بهینه را مشخص می‌نماییم. در مرحله بعد تابع هدف اولویت اول را برابر با جواب بهینه به دست آمده قرار داده و به عنوان یک محدودیت به مسئله اضافه می‌کنیم و مسئله را با در نظر گرفتن تابع هدف با اولویت دوم حل می‌نماییم. این رویه به همین صورت برای اولویت‌های بعدی تکرار می‌شود. در این روش می‌توان گفت اگر حل مسئله با تابع هدفی که اولویت بالاتری دارد دارای جواب بهینه چندگانه باشد، فضای حل مسئله مرحله بعد فضایی خواهد بود که جواب های بهینه مرحله ابتدایی این روش آن فضا را تشکیل داده‌اند و در این فضا جواب بهینه تابع هدف با اولویت دوم به دست خواهد آمد و اگر حل مسئله با تابع هدفی که اولویت بالاتری دارد دارای جواب بهینه منفرد باشد، جواب بهینه مسئله در مرحله بعد این روش تغییر نخواهد کرد زیرا فضای حل مسئله مرحله بعد تنها یک نقطه خواهد بود. به مثال زیر توجه فرمایید. فرض کنید در مثال فوق اولویت تابع هدف اول از تابع هدف دوم بالاتر باشد و استوانه و صفحه زیر که در شکل شماره ۱ قابل مشاهده است فضای حل و تابع هدف اول مسئله فوق و پیکان جهت افزایش تابع هدف اول را نشان دهد.

$$v_i - v_j \geq 0 \quad \forall (i,j) \in N \quad (6)$$

$$\sum_{t=1}^t x_{j,t} \leq M(1 - x_{i,t}) \quad (7)$$

$$\forall (i,j) \in N \quad \forall t \in T$$

حال فرض کنید دو پروژه ۱ و ۲ می‌بایست از نظر زمان اجرا همپوشانی داشته باشند این بدان معنا است که این دو پروژه حداقل باید در یک دوره زمانی با هم اجرا شوند. این ارتباط بیشتر برای پروژه‌های بزرگ که خود از چند پروژه کوچکتر تشکیل شده‌اند وجود دارد، در واقع این بدان معنا

$$v_i - v_j = 0 \quad \forall (i,j) \in S \quad (8)$$

$$x_{i,t} + x_{j,t} \geq 2 - M(1 - r_{i,j,t}) - M(1 - v_i) \quad (9)$$

$$x_{i,t} + x_{j,t} \geq 2 - M(1 - r_{i,j,t}) - M(1 - v_i) \quad (10)$$

$$\forall (i,j) \in S \quad \forall t \in T$$

$$\sum_{t \in T} r_{i,j,t} \geq 1 \quad \forall (i,j) \in S \quad \forall (i,j) \in S \quad (11)$$

مجموعه کل هزینه‌های اجرای پروژه‌ها در هر دوره نباید بیشتر از بودجه در نظر گرفته شده برای سازمان در آن دوره باشد. محدودیت زیر متضمن این موضوع است.

$$\sum_{i \in K} \sum_{t=1}^l c_i \gamma_{i,l-t+1} y_{i,t} + \sum_{i \in H} \sum_{t=1}^l c_i \gamma_{i,l-t+1} \beta_{i,t} y_{i,t} \leq b_l \quad (12)$$

$$\forall l \in T$$

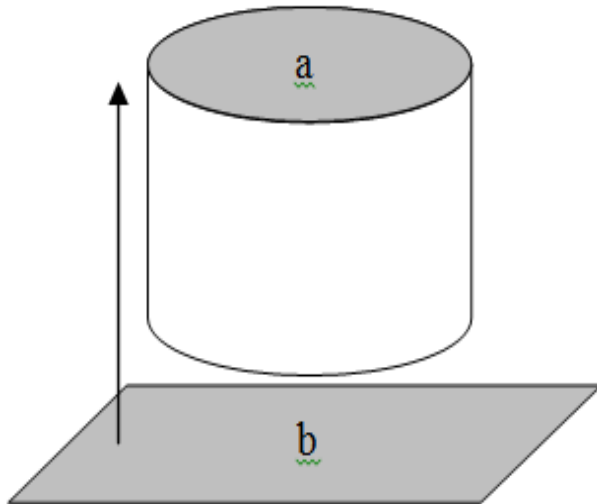
باید توجه داشت که اگر پروژه  $i$  در دوره  $t$  آغاز گردد می‌توان گفت دوره  $i$ ،  $(l-t+1)$  امین دوره برای اجرای پروژه  $i$  است لذا برای به دست آوردن هزینه آن پروژه طبق برنامه پرداخت هزینه‌ها باید ضریب هزینه اجرای پروژه  $i$  در آن دوره را در کل هزینه آن پروژه ضرب نمود. محدودیت آخر این مدل نشان می‌دهد که متغیرهای آن همگی صفر و یک می‌باشند.

$$\text{Max } z_1 = f_1(x) \quad (14)$$

$$\text{Max } z_2 = f_2(x) \quad (15)$$

$$g(x) \leq B \quad (16)$$

$$x \geq 0 \quad (17)$$



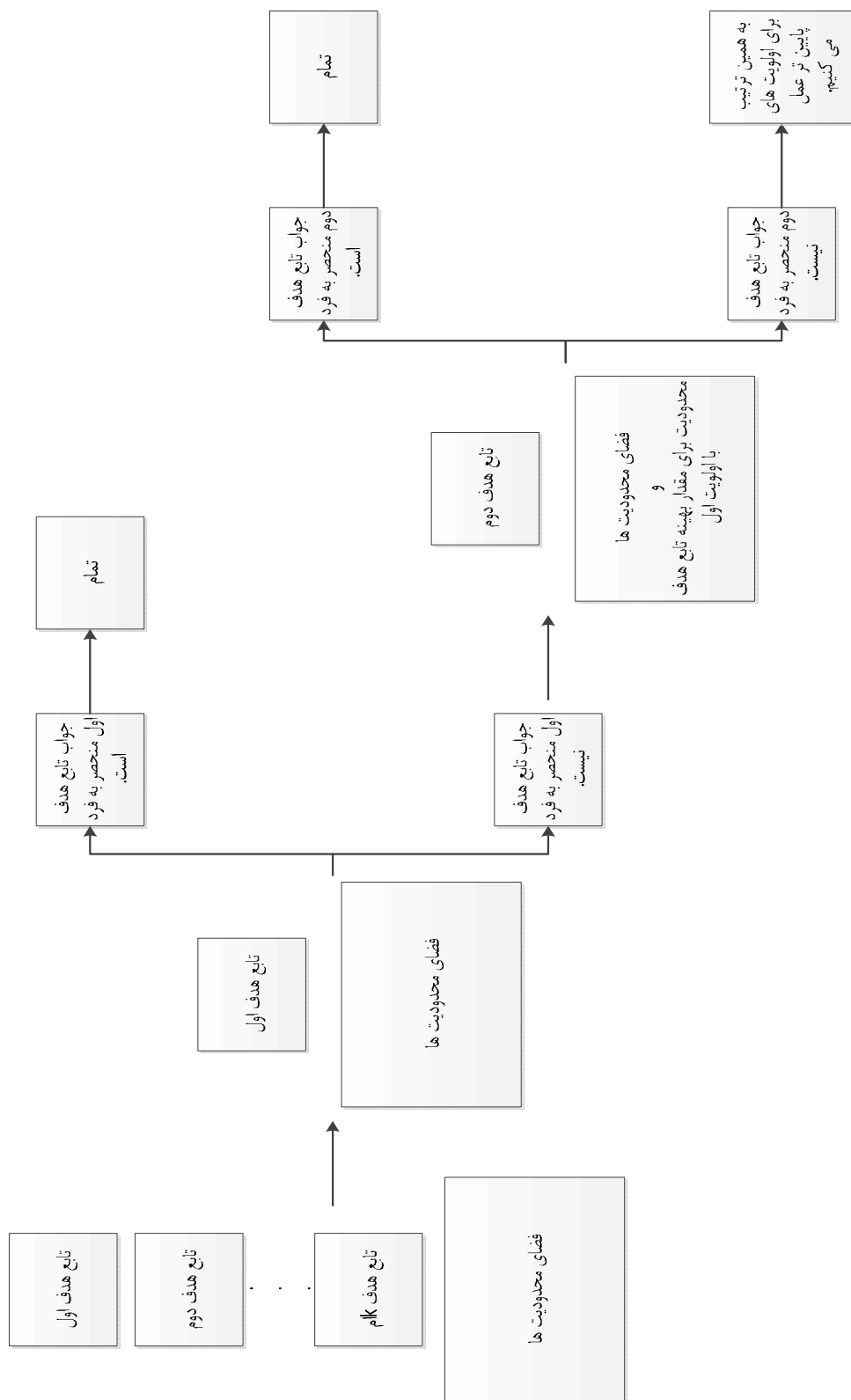
شکل ۱. فضای حل، تابع هدف اول و جهت افزایش آن در مثال ذکر شده برای روش اولویت مطلق



شکل ۲. جواب بهینه به ازای تابع هدف اول در روش اولویت مطلق

فضای حل مسئله به ازای تابع هدف دوم تقلیل پیدا کرده و به صورت شکل (۲) درآید که ما در این فضا به دنبال بهترین جواب برای تابع هدف دوم می‌باشیم. اگر دو صفحه  $a$  و  $b$  با هم موازی نباشند جواب مسئله فوق به ازای تابع هدف اول منحصر به فرد بوده که باعث می‌شود مقدار بهینه مسئله به ازای تابع هدف دوم در مرحله دوم این روش تغییر پیدا نکند و برابر با جواب بهینه مسئله به ازای تابع هدف اول در مرحله اول این روش باشد. به شکل شماره ۳ توجه فرمایید.

اگر دو صفحه  $a$  و  $b$  با هم موازی باشند آنگاه مسئله فوق به ازای تابع هدف اول دارای جواب بهینه چندگانه است که به صورت شکل شماره ۲ است. با توجه به توضیحات داده شده در این روش تابع هدف اول را باید مساوی با مقدار بهینه قرار داده و به عنوان یک محدودیت به مسئله اضافه کنیم و مسئله را با در نظر گرفتن تابع هدف با اولویت دوم حل نماییم. با کمی دقت می‌توان دریافت که در نظر گرفتن تابع هدف اول مساوی با مقدار بهینه و اضافه کردن آن به عنوان یک محدودیت به مسئله باعث می‌شود که



شکل ۳. فرایند روش حل مسائل چند هدفه با روش اولویت مطلق



## ۵- مطالعه موردی

-ایمن سازی بیشتر راه آهن: در این بخش تلاش می‌گردد تا با تجهیز قطارها و سیستم های ریلی به سامانه ایمنی مناسبی برای کنترل سرعت و خطاها به صورت خودکار، سوانح بخش ریلی به صفر نزدیک شود.

-توسعه خطوط جدید: در این بخش تلاش می‌گردد تا توسعه خطوط به صورت هدفمند و هوشمند به طوری که افزایش ظرفیت را در پی داشته باشد، صورت گیرد.

در حال حاضر اداره کل ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا دارای ۱۲۰ پروژه اجرایی تا افق ۱۴۰۰ است که بر حسب نوع، به ۷ گروه زیر تقسیم‌بندی می‌گردند، هر یک از این پروژه‌ها را می‌توان در یکی از گروه‌های زیر قرار داد.

راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران طبق برنامه ششم توسعه و تا افق ۱۴۰۰ در حوزه زیرساخت به دنبال اهداف استراتژیک زیر است:

-حداکثر بهره‌برداری از شبکه ریلی موجود: با توجه به اینکه همه کارشناسان این حوزه معتقدند شبکه ریلی موجود ظرفیت زیادی برای استفاده بیشتر دارد، در این بخش تلاش می‌گردد تا تمامی راهکارهای افزایش ظرفیت شبکه ریلی موجود شناسایی و مورد استفاده قرار گیرد.

-تغییر چهره راه آهن: در این بخش تلاش می‌گردد با اقدامات متعددی همچون ورود قطارهای پرسرعت و برقی کردن برخی مسیرها و نیز استفاده از تکنولوژی‌های جدید چهره راه آهن تغییر پیدا کرده و از حالت سنتی خارج شود.

۱) پروژه‌های مربوط به طراحی، تامین و نصب تجهیزات ارتباطی

۲) پروژه‌های مربوط به تجهیز شبکه به سیستم ATC

۳) پروژه‌های مربوط به بهسازی علائم

۴) پروژه‌های مربوط به تراکبندی خطوط

۵) پروژه‌های تعمیرات و نگهداری

۶) پروژه‌های مربوط به استقرار سامانه های هوشمند مدیریت زیرساخت شبکه ریلی

۷) پروژه‌های مربوط به تجهیز ایستگاه ها به سیستم علائم الکتریکی

کارشناسان خبره و تصمیم گیرنده این اداره قرار گرفت که بعد از محاسبات مربوط به روش AHP نتایج زیر که در جدول شماره ۱ آورده شده است، حاصل گشت.

اولین قدم در به دست آوردن وزن هر یک از این پروژه‌ها، محاسبه وزن هر یک از این گروه‌ها بر اساس اهداف استراتژیک راه آهن ج.ا.ا، به روش AHP است که بر این اساس پرسشنامه‌ای تهیه گردید و در اختیار ۵ تن از

جدول ۱. وزن هر یک از گروه پروژه‌ها بر اساس اهداف استراتژیک

وزن	تعداد پروژه	نوع پروژه
۰/۰۴۹	۲۵	طراحی، تامین و نصب تجهیزات ارتباطی
۰/۲۴۲	۶	تجهیز شبکه به سیستم ATC
۰/۱	۳	بهسازی علائم الکتریکی
۰/۲۳۷	۱۱	تراک بندی خطوط
۰/۰۹	۳۴	نگهداری و تعمیرات
۰/۰۷۲	۱۷	استقرار سامانه‌های هوشمند مدیریت زیرساخت شبکه ریلی
۰/۲۱	۲۴	تجهیز ایستگاه‌ها به سیستم علائم الکتریکی
۱	۱۲۰	مجموع
۰/۰۲		نرخ ناسازگاری

یک از پروژه‌های این اداره و استفاده این اوزان در مدل مربوطه حاصل ضرب وزن گروهی که هر یک از این پروژه‌ها در آن قرار می‌گیرند بر اساس اهداف استراتژیک در وزن هر یک از آنها در گروه مربوط محاسبه شد. به عنوان مثال به جداول شماره ۲ و ۳ توجه فرمایید.

از آنجایی که نرخ ناسازگاری ما کمتر از ۰٫۱ است. لذا، در مقایسات زوجی سازگاری قابل قبولی وجود دارد و مقایسات از اعتبار مناسبی برخوردار است. در دومین قدم بر اساس تحقیقات میدانی از مدیران مربوط به هر یک از پروژه‌ها وزن هر یک از آنها بر اساس گروهی که در آن قرار می‌گیرند محاسبه شد. برای به دست آوردن وزن نهایی هر

جدول ۲. وزن هر یک از پروژه‌ها در گروه تجهیز شبکه به سیستم ATC

وزن	تجهیز شبکه به سیستم ATC
۹	تجهیز شبکه به سیستم ATC (تامین تجهیزات) و نصب سیستم ATC آنبورد روی لکوموتیوها
۶	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-تبریز
۶	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-اهواز
۶	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور یزد-اصفهان
۵	نظارت ایستگاهی ATC
۹	تعمیر و نگهداری ATC آنبورد

جدول ۳. نحوه محاسبه اوزان نهایی در گروه تجهیز شبکه به سیستم ATC

وزن نهایی پروژه	وزن پروژه در گروه	وزن گروه	تجهیز شبکه به سیستم ATC
۲/۱۷۸	۹	۰/۲۴۲	تجهیز شبکه به سیستم ATC (تامین تجهیزات) و نصب سیستم ATC آنبورد روی لکوموتیوها
۱/۴۵۲	۶	۰/۲۴۲	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-تبریز
۱/۴۵۲	۶	۰/۲۴۲	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-اهواز
۱/۴۵۲	۶	۰/۲۴۲	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور یزد-اصفهان
۱/۲۱	۵	۰/۲۴۲	نظارت ایستگاهی ATC
۲/۱۷۸	۹	۰/۲۴۲	تعمیر و نگهداری ATC آنبورد

صورت ارزی است کاملاً متفاوت است زیرا مبلغ ریالی مربوط به ارز مربوطه هر سال دچار تغییر می‌گردد. بنابراین در پروژه‌هایی که مبلغ قرارداد آنها به صورت ارزی است باید نرخ تعدیل ارز مربوطه در هر سال را در نظر گرفت. با توجه به مطالب گفته شده پروژه‌های اجرایی مربوط به اداره ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا می‌توان به دو دسته تقسیم نمود.

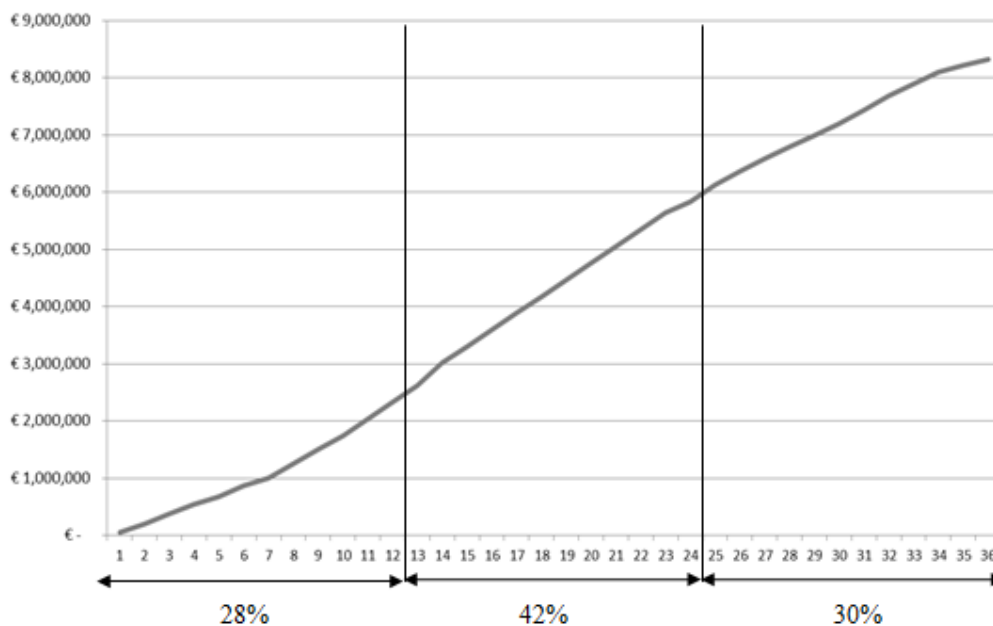
وزن نهایی هر یک از این ۱۲۰ پروژه بر اساس اهداف استراتژیک بدین صورت محاسبه شده و پس از نرمال کردن کل وزن‌ها و محاسبه درصد وزنی هر یک از این پروژه‌ها، آنها را در مدل مربوطه مورد استفاده قرار می‌دهیم. سومین قدم تعیین میزان هزینه اجرای پروژه‌ها در هر دوره است. به طور کلی از نظر قراردادی مبلغ پروژه‌های مربوط به اداره ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا شامل تعدیل نمی‌شوند اما این مسئله برای پروژه‌هایی که مبلغ آنها به

(۱) پروژه‌هایی که مبلغ ریالی قرارداد آنها در هر سال تعدیل نمی‌گردد.

(۲) پروژه‌هایی که مبلغ ریالی قرارداد آنها در هر دوره بر اساس نرخ ارز (یورو) تعدیل می‌گردد.

توجه به مدت زمان اجرای آن است. به عنوان مثال به شکل شماره ۴ توجه فرمایید.

اولین مرحله برای به دست آوردن هزینه پروژه‌ها در هر دوره، به دست آوردن برنامه پرداخت هزینه پروژه مربوطه با



شکل ۴. منحنی پرداخت هزینه پروژه تجهیز شبکه به سیستم ATC (تامین تجهیزات) و نصب سیستم ATC آنبورد روی لکوموتیوها (بر حسب میلیون یورو)

قرارداد آنها در هر دوره بر اساس نرخ ارز (یورو) تعدیل می‌گردد باید قدم دیگری را نیز پیمود. مرحله دوم برای به دست آوردن هزینه پروژه‌ها در هر دوره، به دست آوردن ضریب تعدیل مبلغ قرارداد براساس نرخ ارز (یورو) در هر دوره است. برای تعیین نرخ ارز در هر دوره از روش شکاف تورمی استفاده شده است. دلیل استفاده از این روش، مطرح شدن آن در مانیفست بانک مرکزی به منظور تعیین نرخ ارز در هر سال است.

روش شکاف تورمی به صورت زیر تعریف می‌شود:

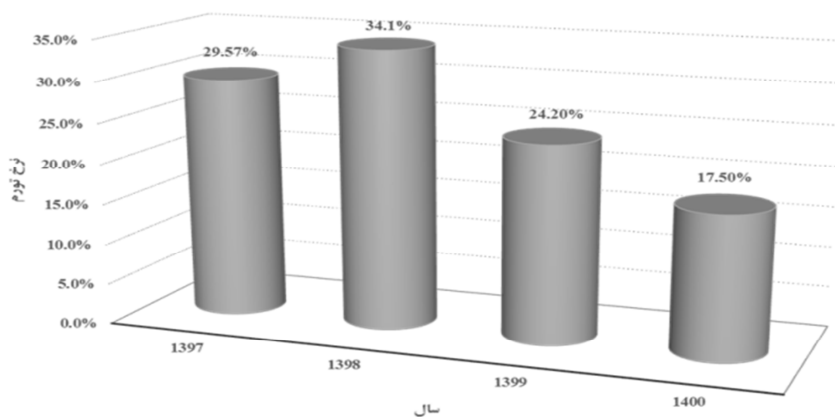
$$\text{نرخ ارز سال } n = \text{نرخ ارز سال } (n-1) \times ((\text{نرخ تورم داخلی سال } n - \text{نرخ تورم خارجی سال } n) + 1)$$

اتحادیه اروپا تا پایان سال ۱۴۰۰، از سایت Statista که از معتبرترین پورتال‌های آماری است استخراج شده است که در اشکال شماره ۵، ۶ و ۷ ملاحظه می‌نمایید. لازم به ذکر است که بسیاری از گزارشات و آمارها و پیش‌بینی‌های این سایت در مجمع جهانی اقتصاد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. حال با در نظر گرفتن نرخ تورم در دوره‌های مختلف و با توجه به روش ذکر شده نرخ یورو در سال‌های مختلف را می‌توان محاسبه نمود. به جدول شماره ۴ توجه فرمایید.

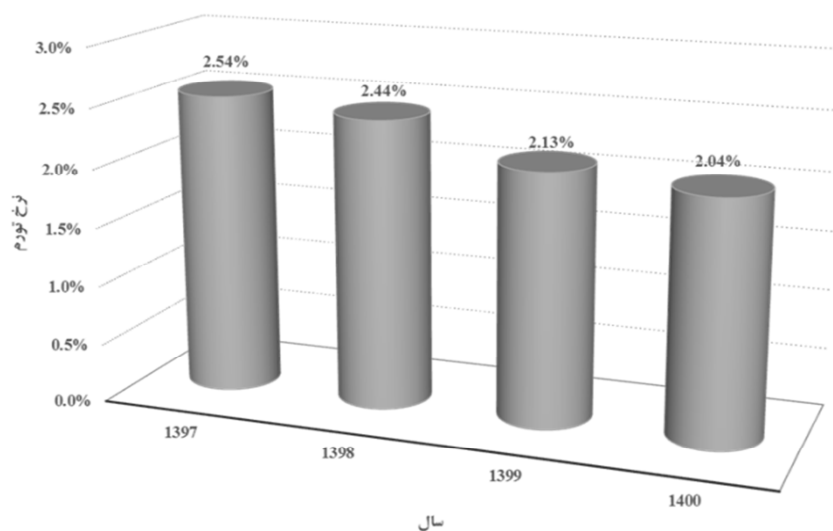
با توجه به شکل بالا می‌توان دریافت مدت زمان اجرای پروژه تجهیز شبکه به سیستم ATC (تامین تجهیزات) و نصب سیستم ATC آنبورد روی لکوموتیوها سه دوره است که در دوره اول می‌بایست حدود ۲۸ درصد و در دوره دوم ۴۲ درصد و در دوره سوم ۳۰ درصد از مبلغ کل قرارداد به پیمانکار پرداخت گردد. که با ضرب هر کدام از این مقادیر در مبلغ کل قرارداد، هزینه این پروژه در هر دوره به دست خواهد آمد. باید توجه داشت که پیمودن قدم اول برای پروژه‌هایی که مبلغ ریالی قرارداد آنها در هر سال تعدیل نمی‌گردد کافی است اما برای پروژه‌هایی که مبلغ ریالی

(۱۸)

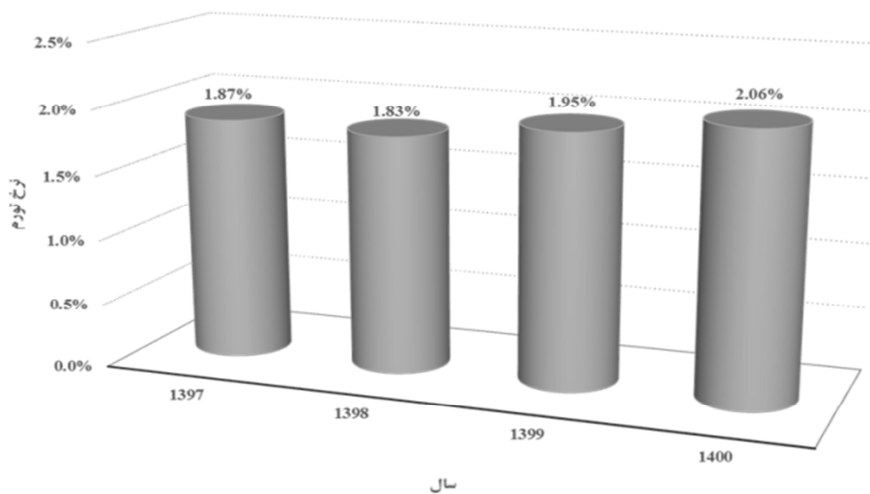
برای استفاده از این روش احتیاج به پیش‌بینی نرخ تورم در طول دوره برنامه ریزی خود داریم تا بتوانیم نرخ ارز در سال‌های مختلف را تخمین بزنیم حال با توجه به اینکه تغییر نرخ یورو در ایران وابسته به تغییر نرخ دلار است بنابراین ابتدا می‌بایست تغییرات نرخ دلار در سال‌های مختلف را محاسبه نمود و سپس با استفاده از همین فرمول و با استفاده از نرخ دلار، نرخ یورو را در سال‌های مختلف به دست آورد. بدین منظور پیش‌بینی نرخ تورم در ایران، آمریکا و نیز



شکل ۵. پیش بینی نرخ تورم در ایران تا پایان سال ۱۴۰۰



شکل ۶. پیش بینی نرخ تورم در آمریکا تا پایان سال ۱۴۰۰



شکل ۷. پیش بینی نرخ تورم در اتحادیه اروپا تا پایان سال ۱۴۰۰

جدول ۴. محاسبه نرخ یورو تا پایان سال ۱۴۰۰

نرخ دلار در سال ۹۶ = ریال ۳۹۵۰۰	ضریب تعدیل نرخ دلار در مقابل ریال در سال $۱/۲۷۰۳ = ۹۷$	نرخ دلار در سال ۹۷ = ریال ۵۰۱۷۶/۸۵	ضریب تعدیل نرخ یورو در مقابل دلار در سال $۱/۰۰۶۷ = ۹۷$	نرخ یورو در سال ۹۷ = ریال ۵۷۰۷۹/۷۲
نرخ دلار در سال ۹۷ = ریال ۵۷۰۷۹/۷۲	ضریب تعدیل نرخ دلار در مقابل ریال در سال ۹۸ $۱/۳۱۶۸ =$	نرخ دلار در سال ۹۸ = ریال ۶۶۰۷۲/۸۷	ضریب تعدیل نرخ یورو در مقابل دلار در سال ۹۸ $۱/۰۰۶۱ =$	نرخ یورو در سال ۹۸ = ریال ۷۵۶۲۱/۰۷
نرخ دلار در سال ۹۸ = ریال ۷۵۶۲۱/۰۷	ضریب تعدیل نرخ دلار در مقابل ریال در سال ۹۹ $۱/۲۲۰۷ =$	نرخ دلار در سال ۹۹ = ریال ۸۰۶۵۵/۱۵	ضریب تعدیل نرخ یورو در مقابل دلار در سال ۹۹ $۱/۰۰۱۸ =$	نرخ یورو در سال ۹۹ = ریال ۹۲۴۷۶/۸۱
نرخ دلار در سال ۹۹ = ریال ۹۲۴۷۶/۸۱	ضریب تعدیل نرخ دلار در مقابل ریال در سال $۱/۱۵۴۶ = ۱۴۰۰$	نرخ دلار در سال ۱۴۰۰ = ریال ۹۳۱۲۴/۴۴	ضریب تعدیل نرخ یورو در مقابل دلار در سال $۰/۹۹۹۸ = ۱۴۰۰$	نرخ یورو در سال ۱۴۰۰ = ریال ۱۰۶۷۵۲/۳۷

جدول ۵. نتایج به دست آمده حل کننده cplex

cplex (ver 12.8)					
میزان Gap	جواب بهینه تابع هدف دوم	مدت زمان حل تابع هدف دوم	میزان Gap	جواب بهینه تابع هدف اول	مدت زمان حل تابع هدف اول
۰	۱۷۹۹۲۴/۷۳ میلیون تومان	۰/۰۴۷ ثانیه	۰	۰/۷۴۹۶۳۹	۴/۹۴۵ ثانیه

### ۵-۱- روابط میان پروژه‌ها

به طور کلی در این مسئله دو رابطه بیشتر تعریف نمی‌گردد. که اولین آن رابطه پیشنیازی بین پروژه‌ها است که این رابطه بدین صورت تعریف می‌گردد:

۱. تجهیز یک محور به سیستم ATC زمانی قابل اجرا است که کلیه ایستگاه‌های آن محور علائمی شده باشد.
۲. همانطور که پیش از این بدان اشاره شد بعضی از پروژه‌ها بزرگ هستند یعنی خود شامل چند پروژه کوچک‌تر می‌باشند. این پروژه‌های بزرگ زمانی از نظر اجرایی به اتمام می‌رسد که کلیه پروژه‌های زیر مجموعه آن به اتمام رسیده باشد به طوری که هر یک از پروژه‌های مربوط به این پروژه‌های بزرگ باید با پروژه‌های دیگر از این مجموعه همپوشانی داشته باشد. این همپوشانی هم تضمین کننده اتمام پروژه اصلی در طول افق برنامه‌ریزی بوده و هم تضمین کننده پیوستگی

کار در پروژه بزرگ است. کلیه روابط در پیوست مقاله قابل مشاهده است.

### نتایج به دست آمده از حل مسئله

در این بخش به نتایج به دست آمده از حل این مدل و تفسیر آنها می‌پردازیم. مسئله انتخاب پورتنولیوی بهینه پروژه‌های ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا روی این مدل پیاده سازی شده و توسط حل کننده Cplex و با روش اولویت مطلق حل گشته است و نتایج به دست آمده از حل مدل ارایه شده مورد بررسی قرار می‌گیرند به طوری که مشخص می‌گردد که کدام پروژه‌ها در چه دوره‌هایی و با چه هزینه‌هایی اجرا می‌شوند. لازم به ذکر است که مشخصات سیستم استفاده شده برای کدنویسی و حل مسئله مطروح از قرار زیر است. نتایج به دست آمده در جداول شماره ۵ و ۶ و شکل شماره ۷ قابل مشاهده است.

Processor: core i5 - 2.67GHz  
Ram: 4.00 GB  
System type: 64-bit

جدول ۶. لیست پروژه های انتخابی اداره کل ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا با حل مسئله به با روش اولویت مطلق

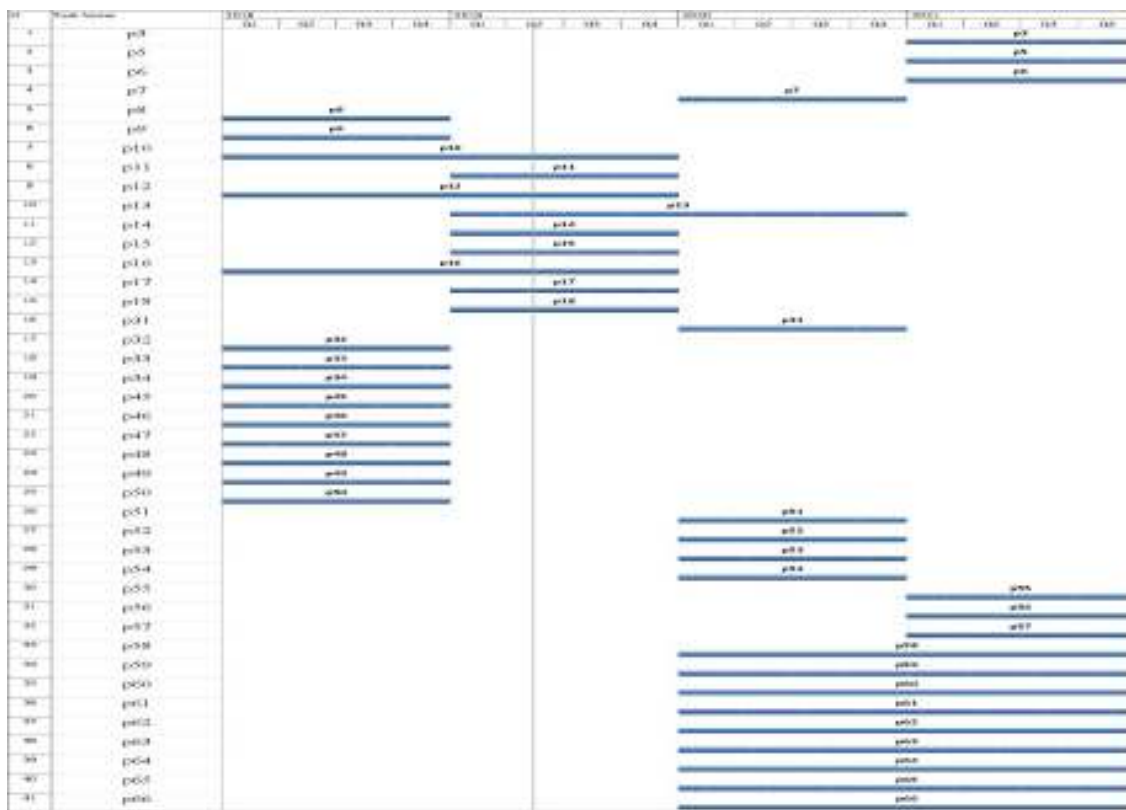
ردیف	نام پروژه	انتخاب	عدم انتخاب
۱	خرید، نصب و راه اندازی تجهیزات ارتباطی محور جنوب		✓
۲	تجهیز شبکه به سیستم ATC (تامین تجهیزات) و نصب سیستم ATC آنبورد روی لکوموتیوها		✓
۳	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران - تبریز	✓	
۴	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران - اهواز		✓
۵	نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور یزد - اصفهان	✓	
۶	نظارت ایستگاهی ATC	✓	
۷	تعمیر و نگهداری ATC آنبورد	✓	
۸	تجهیز محور تهران - مشهد به سیستم ETCS سطح دو (ارتباط رادیویی ATC)	✓	
۹	تحت پوشش قرار گرفتن CTC ایستگاههای محور سرخس	✓	
۱۰	نصب و راه اندازی بلاک میانی و علائم ایستگاهی محور تهران - گرمسار (۰۰۰)	✓	
۱۱	بلاک میانی محور بافق - تزرچ	✓	
۱۲	بلاک میانی محور تزرچ - بندرعباس	✓	
۱۳	خرید کابل برق مربوط به پروژه ATC محور بافق - بندرعباس (۳۵۰ کیلومتر)	✓	
۱۴	کانال کنی و کابل کشی کابل فیبر نوری و کابل برق حد فاصل ایستگاه تزرچ تا ایستگاه اضطراری ۶	✓	
۱۵	کانال کنی و کابل کشی کابل فیبر نوری و کابل برق حد فاصل ایستگاه اضطراری ۶ تا بندرعباس	✓	
۱۶	خرید کابل فیبرنوری (۴۹۰ کیلومتر)	✓	
۱۷	خرید کابل فیبرنوری (۶۰۰ کیلومتر)	✓	
۱۸	تجهیز علائم ایستگاه اضطراری ۱۴	✓	
۱۹	دیجیتال سازی شبکه رادیویی محور یزد - بندرعباس	✓	
۲۰	دیجیتال سازی شبکه رادیویی محورهای تهران - اصفهان و اصفهان - یزد	✓	
۲۱	دیجیتال سازی شبکه رادیویی محور تهران - اهواز	✓	
۲۲	دیجیتال سازی شبکه رادیویی محور تهران - تبریز	✓	
۲۳	توسعه سیستم نظارت تصویری محور شمال غرب و آذربایجان	✓	
۲۴	توسعه سیستم نظارت تصویری محور شمال و شمال شرق ۲	✓	
۲۵	توسعه سیستم نظارت تصویری محور شمال شرق و خراسان	✓	
۲۶	توسعه سیستم نظارت تصویری محور شرق و یزد	✓	
۲۷	توسعه سیستم نظارت تصویری محور جنوب شرق و کرمان	✓	
۲۸	توسعه سیستم نظارت تصویری محور تهران - قم - اصفهان	✓	
۲۹	توسعه سیستم نظارت تصویری محور جنوب	✓	
۳۰	توسعه سیستم نظارت تصویری محور بافق - بندرعباس	✓	
۳۱	علائم ایستگاهی دوخطه محور محمدیه - بادرود	✓	
۳۲	علائم ایستگاهی دوخطه محور اردکان - جندق	✓	
۳۳	علائم ایستگاهی خطوط سوم و چهارم تهران - کرج (از محل قرارداد نصب علائم الکتریکی در پروژه ایستگاههای حومه ای محورهای تهران - گرمسار، تهران - قزوین و تهران - قم)	✓	
۳۴	تغییر و طراحی تجهیزات علائم ایستگاهی محور کرج - قزوین	✓	
۳۵	علائم محور جنوب (LC دوم و سوم)	✓	
۳۶	نصب علائم ایستگاه های سواریان، مامون و نظامیه	✓	

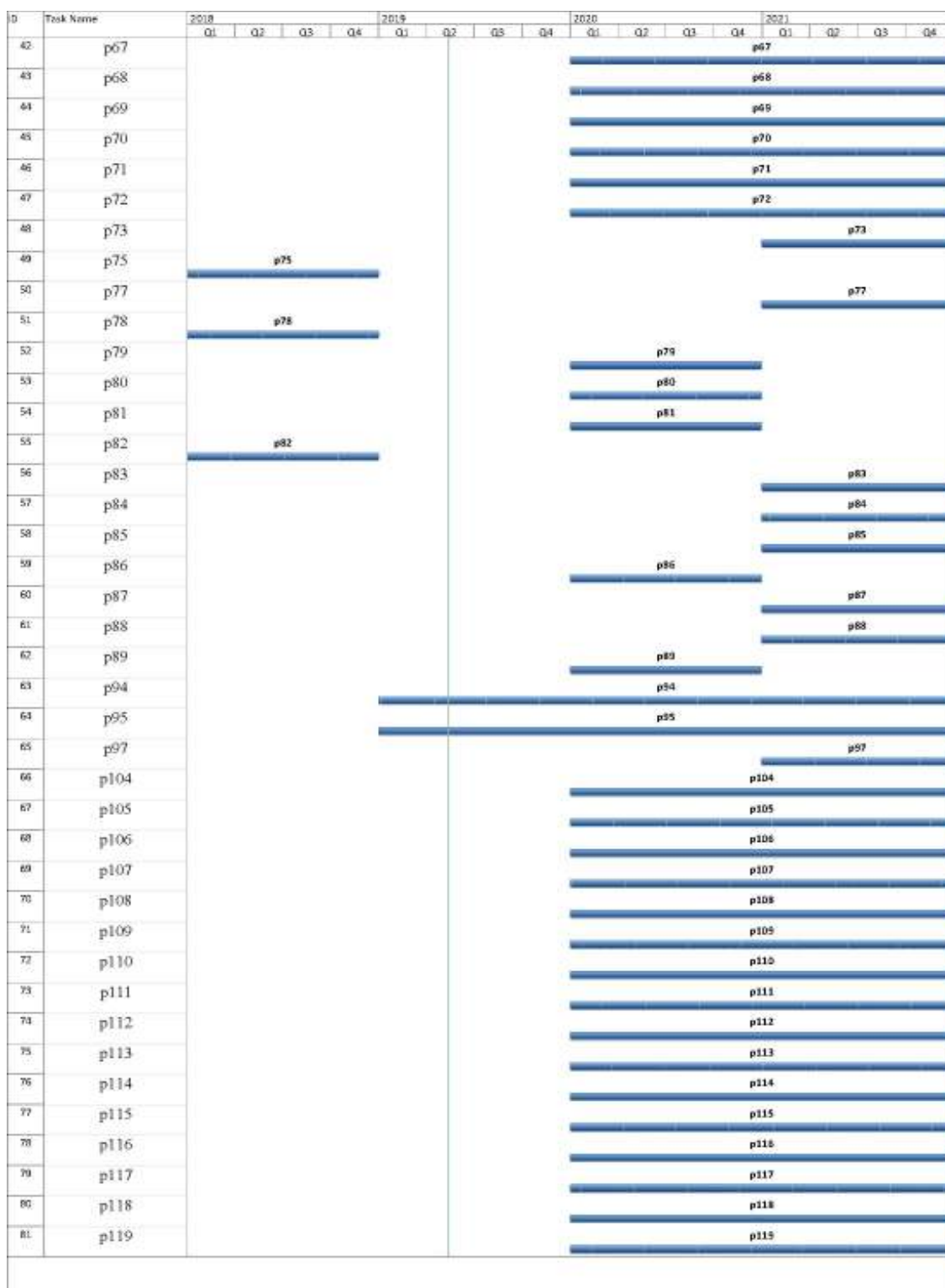
ردیف	نام پروژه	انتخاب	عدم انتخاب
۳۷	نصب علائم ایستگاه های نانگرد، ساقه و باغیک	✓	
۳۸	نصب علائم سه ایستگاه محور جنوب	✓	
۳۹	۲۵۰ کیلومتر کابل برق درود - اندیمشک	✓	
۴۰	خرید کابل های علائمی زیرزمینی محور جنوب	✓	
۴۱	خرید کابل سیگنالینگ زیرزمینی محور جنوب	✓	
۴۲	نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۱) (اراک، سمنگان، رودک و دربند)	✓	
۴۳	نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۲) (دورود قارون، بیشه و سپید دشت)	✓	
۴۴	نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۳)	✓	
۴۵	تجهیز علائم ایستگاههای در حال بازگشایی (محور خیرآباد- ارزنگ)	✓	
۴۶	تجهیز علائم ایستگاههای در حال بازگشایی (ایستگاه تل حمید)	✓	
۴۷	نصب تجهیزات علائمی داخل اتاق و محوطه در ۴ ایستگاه (خیرآباد-هرند-مشک-ورزنه)	✓	
۴۸	نصب علائم ۳ ایستگاه بازگشایی شده (عقدا-اشک-ساسان)	✓	
۴۹	نصب علائم ۴ ایستگاه ناحیه اصفهان و یزد (شیرازکوه-شبنم-هما-ارژنگ)	✓	
۵۰	خرید کابل علائمی ایستگاههای بازگشایی شده	✓	
۵۱	تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاه های سیستان، اصفهان و فیروزه	✓	
۵۲	تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاههای چاه خاور، رخس و یزدگرد (الکا آریا)	✓	
۵۳	تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاههای یزد، نظر آباد و شمسی (راژمان کبیر)	✓	
۵۴	تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاه های بهرام گور، مهرداد و طبرکوه (راهان الکتریک)	✓	
۵۵	نصب تجهیزات بلاک میانی تهران - قم، اسلامشهر - پرنده و تهران - کرج	✓	
۵۶	کابل کشی و کانال کنی کابل فیبر نوری و کابل برق محور تهران- قم	✓	
۵۷	خرید تجهیزات علائمی (۲۰۰ کیلومتر کابل برق) بلاک میانی تهران-قم	✓	
۵۸	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن قم	✓	
۵۹	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن لرستان	✓	
۶۰	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن اراک	✓	
۶۱	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن اصفهان	✓	
۶۲	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن آذربایجان	✓	
۶۳	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن تهران	✓	
۶۴	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن جنوب	✓	
۶۵	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن خراسان	✓	
۶۶	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن شرق	✓	
۶۷	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن شمال شرق ۱	✓	
۶۸	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن شمال غرب	✓	
۶۹	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن کرمان	✓	
۷۰	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن هرمزگان	✓	
۷۱	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن یزد	✓	
۷۲	نگهداری علائم الکتریکی اداره کل راه آهن زاگرس	✓	
۷۳	خرید خدمات مشاوره پروژه دیسپچینگ مرکزی راه آهن	✓	
۷۴	خرید خدمات مشاوره سیستم نرم افزاری تشخیص خرابی و پایش وضعیت دیسپچینگ مرکزی راه آهن	✓	

ردیف	نام پروژه	انتخاب	عدم انتخاب
۷۵	خرید خدمات مشاوره سیستم نرم افزاری تبادل پیام دیسپچینگ مرکزی راه آهن	✓	
۷۶	خرید ویدئو وال		✓
۷۷	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه شرق	✓	
۷۸	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه شمال شرق (۱)	✓	
۷۹	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه خراسان	✓	
۸۰	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه یزد	✓	
۸۱	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه اصفهان	✓	
۸۲	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه بندرعباس	✓	
۸۳	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه تهران	✓	
۸۴	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه قم	✓	
۸۵	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه اهواز	✓	
۸۶	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه اراک	✓	
۸۷	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه لرستان	✓	
۸۸	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه زاگرس	✓	
۸۹	عملیاتی شدن سیستم دیسپچینگ مرکزی در مرکز کنترل ناحیه کرمان	✓	
۹۰	بهینه سازی تجهیزات دیتا در محور آذربایجان	✓	
۹۱	بهینه سازی تجهیزات دیتا در محور شمال	✓	
۹۲	راه اندازی تجهیزات دیتا و پارتی لاین تصویری ایستگاههای در حال بازگشایی	✓	
۹۳	خرید، نصب و راه اندازی پارتی لاین در محور شرق	✓	
۹۴	خرید، نصب و راه اندازی پارتی لاین در محور یزد	✓	
۹۵	خرید، نصب و راه اندازی پارتی لاین در محور کرمان	✓	
۹۶	نصب و راه اندازی پوشش رادیویی نقاط کور مسیرهای ریلی مناطق زاگرس، لرستان و جنوب	✓	
۹۷	نصب و راه اندازی پوشش رادیویی نقاط کور مسیرهای ریلی منطقه شرق	✓	
۹۸	نصب و راه اندازی پوشش رادیویی نقاط کور مسیرهای ریلی منطقه شمال	✓	
۹۹	نصب و راه اندازی پوشش رادیویی نقاط کور مسیرهای ریلی منطقه جنوب شرق	✓	
۱۰۰	نصب و راه اندازی پوشش رادیویی نقاط کور مسیرهای ریلی منطقه یزد	✓	
۱۰۱	نصب و راه اندازی پوشش رادیویی نقاط کور مسیرهای ریلی منطقه آذربایجان	✓	
۱۰۲	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه شمال	✓	
۱۰۳	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه شمال غرب	✓	
۱۰۴	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه فارس	✓	
۱۰۵	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه شمال شرق ۲	✓	
۱۰۶	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه شرق	✓	
۱۰۷	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه هرمزگان	✓	
۱۰۸	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه قم	✓	
۱۰۹	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه یزد	✓	
۱۱۰	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه اراک	✓	
۱۱۱	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه خراسان	✓	
۱۱۲	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه آذربایجان	✓	



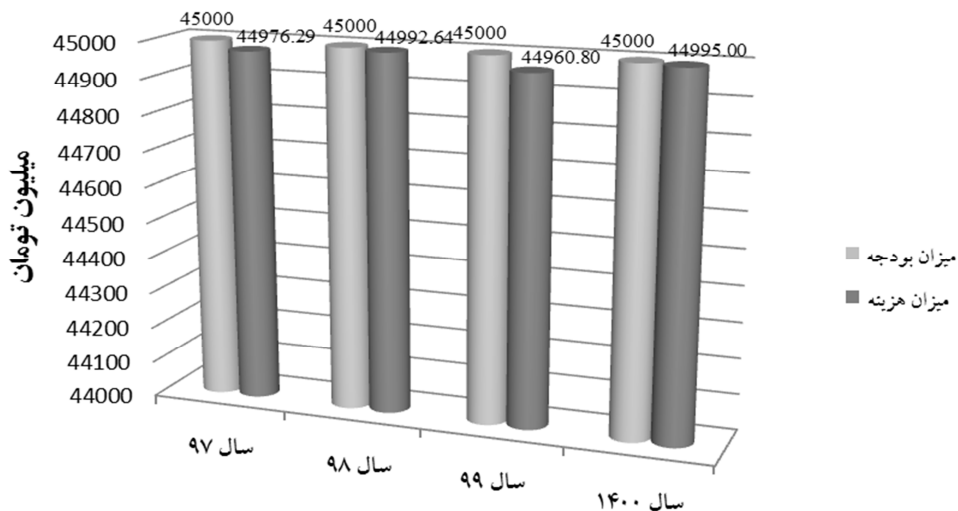
ردیف	نام پروژه	انتخاب	عدم انتخاب
۱۱۳	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه شمال شرق ۱	✓	
۱۱۴	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه زاگرس	✓	
۱۱۵	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه تهران	✓	
۱۱۶	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه جنوب	✓	
۱۱۷	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه کرمان	✓	
۱۱۸	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه اصفهان	✓	
۱۱۹	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه جنوب شرق	✓	
۱۲۰	نگهداری و تعمیرات ارتباطات منطقه لرستان		✓





شکل ۸. برنامه زمانبندی اجرای پروژه ها

در شکل شماره ۹ مجموع هزینه اجرایی برای پروژه‌ها و میزان بودجه در هر دوره آمده است.



شکل ۹. مقایسه میزان بودجه سازمان و مجموع هزینه اجرایی در هر دوره با حل مسئله به ازای تابع هدف دوم به روش اولویت مطلق

و منطقی بر اساس اهداف استراتژیک سازمان و با توجه به محدودیت بودجه انتخاب و اجرا نماید به طوری که اجرای پروژه‌ها این اداره بر اساس برنامه به دست آمده باعث می‌شود تا افق ۱۴۰۰، این بخش با صرف کمترین هزینه به حدود ۷۴،۹۶۳ درصد از اهداف استراتژیک سازمان دست پیدا کند. استفاده از این مدل در بخش‌های مختلف راه آهن می‌تواند مزیت‌های فراوانی را برای کل سازمان فراهم آورد، از جمله این مزیت‌ها عبارتند از:

- ۱) همسویی پروژه‌های راه آهن با اهداف در نظر گرفته شده برای این سازمان در برنامه ششم توسعه
  - ۲) مدیریت بهتر منابع مالی سازمان
  - ۳) ارائه یک برنامه مدون برای اجرای پروژه‌ها
  - ۴) کمک به مدیریت مناسب پروژه‌های اجرایی موضوعات پیشنهادی برای تحقیقات آتی را می‌توانید به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود.
- ارائه مدل دو مرحله‌ای بر اساس مدل قطعی ارائه شده در این مقاله با در نظر گرفتن پارامترهای هزینه و زمان به صورت غیرقطعی.
  - ارائه مدل ریاست بر اساس مدل قطعی ارائه شده در این مقاله با در نظر گرفتن پارامترهای هزینه و زمان به صورت غیرقطعی.
  - در نظر گرفتن ریسک (زمانی یا هزینه‌ای) در اجرای پروژه‌ها به عنوان هدف سوم در مدل ارائه شده و حل آن.

با توجه به نمودار مجموع هزینه اجرایی پروژه‌ها در هر دوره و مقایسه آن با بودجه در نظر گرفته شده برای آن دوره می‌توان دریافت که محدودیت بودجه در مسئله در نظر گرفته شده به درستی عمل می‌نماید و بعد از بررسی‌های لازم روی نمودار گانت پروژه‌ها، صحت عملکرد محدودیت‌هایی که روابط میان پروژه‌ها را مشخص شد و اثبات گشت.

## ۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله مشخص شد که بعد از سیستم‌های خیره استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی با توجه به مشخصه‌هایی که دارد برای انتخاب پورتفولیوی بهینه پروژه‌ها بسیار مناسب به نظر می‌رسد. درست است که مدل‌های ارائه شده در برنامه‌ریزی ریاضی قابلیت‌هایی که یک سیستم خیره دارد را ندارد اما با کمی تحقیق و پژوهش روی این نوع مدل‌ها می‌توان آنها را توسعه داد و مشکلات آنها را حل نمود. با در نظر گرفتن این موضوع یک مدل ریاضی دو هدفه (هدف اول کسب بیشترین ارزش بر اساس اهداف استراتژیک و هدف دوم حداقل کردن هزینه‌ها است.) برای انتخاب پورتفولیوی بهینه پروژه‌ها بر اساس فاکتورهای همچون اهداف استراتژیک، هزینه و زمان ارائه گردید و روی ۱۲۰ پروژه اداره ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن ج.ا.ا تا افق ۱۴۰۰ پیاده شد که ۸۱ پروژه انتخاب گردید و زمانبندی شد. ارائه و حل این مدل باعث گردید که بخش ارتباطات و علائم الکتریکی راه آهن پروژه‌های خود را به صورت سیستماتیک

-Rabbani, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Jolai, F., & Ghorbani, H. R., (2006), "A comprehensive model for r and d project portfolio selection with zero-one linear goal-programming", *International Journal of Engineering-Transactions A: Basics*, 19(1), pp.55-66.

- Bhattacharyya, R., Kumarb, P., & Kar, S., (2011), "Fuzzy R&D portfolio selection of interdependent projects", *Computers and Mathematics with Applications*, 62, pp.3857-3870.

-Tavana, M., Keramatpour, M., Santos-Arteaga, F. J., & Ghorbaniane, E., (2015), "A fuzzy hybrid project portfolio selection method using data envelopment analysis, TOPSIS and integer programming", *Expert Systems with Applications*, 42(22), pp.8432-8444.

- Hauc, A., Bastič, M., Jurše, L., & Pšunder, M., (2010), "Model for Optimal Project Portfolio for the Construction of Railway Infrastructure on Corridors V and X", *Promet Traffic & Transportation*, 22(1), pp.29-41.

-Kalashnikov, V., et al., (2017), "Bi-objective project portfolio selection in Lean Six Sigma", *International Journal of Production Economics*, 186, pp.81-88.

-Chien, C. and N. Huynh, (2018). "An Integrated Approach for IC Design R&D Portfolio Decision and Project Scheduling and a Case Study", *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 31(1), pp.76-86.

## ۷- مراجع

-آقاحسینی، ع. و صبحیه، م. ح.، (۱۳۹۳). "بررسی روش‌های ارزیابی و انتخاب پورتفولیوی پروژه برای مدیریت موفق پورتفولیو"، *کنفرانس بین المللی مدیریت و مهندسی صنایع*، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا.

-Moree, S., (2010), "Strategic Project Portfolio Management (1st)", New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

-Arto, K. A., (Ed.), (2001), "Project portfolio management: Strategic management through projects", *Project Management Association Finland*.

-Ghasemzadeh, F., Archer, N., & Iyogun, P., (1999), "A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling", *The Journal of the Operational Research Society*, 50(7), pp.745-755.

- Huang, C. C., Chu, P. Y., & Chiang, Y. H., (2008), "A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection", *Omega*, 36(6), pp.1038-1052.

- Hu, G., Wang, L., Fetch, S., & Bidanda, B., (2008), "A multi-objective model for project portfolio selection to implement lean and Six Sigma concepts", *International journal of production research*, 46(23), pp.6611-6625.

## پیوست

### روابط پیش‌نیازی

#### پروژه‌های پیش‌نیاز پروژه نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-تبریز

##### نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-تبریز

علائم ایستگاهی خطوط سوم و چهارم تهران - کرج (از محل قرارداد نصب علائم الکتریکی در پروژه ایستگاه‌های حومه‌ای محورهای تهران - گرمسار، تهران - قزوین و تهران - قم)  
تغییر و طراحی تجهیزات علائم ایستگاهی محور کرج-قزوین

#### پروژه‌های پیش‌نیاز پروژه نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-اهواز

##### نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور تهران-اهواز

علائم محور جنوب (LC دوم و سوم)  
نصب علائم ایستگاه‌های سواربان، مامون و نظامیه  
نصب علائم ایستگاه‌های نانگرد، ساقه و باغیک  
نصب علائم سه ایستگاه محور جنوب  
۲۵۰ کیلومتر کابل برق درود - اندیمشک  
خرید کابل‌های علائمی زیرزمینی محور جنوب  
خرید کابل سیگنالینگ زیرزمینی محور جنوب  
نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۱) (اراک، سمنگان، رودک و دربند)  
نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۲) (دورود قارون، بیشه و سپید دشت)  
نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۳)

#### پروژه‌های پیش‌نیاز پروژه نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور یزد-اصفهان

##### نصب تجهیزات ATC ایستگاهی محور یزد-اصفهان

علائم ایستگاهی دوخطه محور محمدیه - بادرود  
علائم ایستگاهی دوخطه محور اردکان - جندق  
تجهیز علائم ایستگاه‌های در حال بازگشایی (محور خیرآباد - ارژنگ)  
تجهیز علائم ایستگاه‌های در حال بازگشایی (ایستگاه تل حمید)  
نصب تجهیزات علائمی داخل اتاق و محوطه در ۴ ایستگاه (خیرآباد-هرند-مشک - ورزنه)  
نصب علائم ۳ ایستگاه بازگشایی شده (عقدا-اشک - ساسان)  
نصب علائم ۴ ایستگاه ناحیه اصفهان و یزد (شیرازکوه-شبنم-هما-ارژنگ)  
خرید کابل علائمی ایستگاه‌های بازگشایی شده  
تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاه‌های سیستان، اصفهان و فیروزه  
تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاه‌های چاه خاور، رخس و یزدگرد (الکا آریا)  
تغییر طراحی علائم دوخطه ایستگاه‌های یزد، نظر آباد و شمسی (راژمان کبیر)

پروژه بلاک میانی محور بافق - بندرعباس

**بلاک میانی محور بافق - بندرعباس**

بلاک میانی محور بافق-تزرچ

بلاک میانی محور تزرچ-بندرعباس

خرید کابل برق مربوط به پروژه ATC محور بافق - بندرعباس (۳۵۰ کیلومتر)

کانال کنی و کابل کشی کابل فیبر نوری و کابل برق حد فاصل ایستگاه تزرچ تا ایستگاه اضطراری ۶

کانال کنی و کابل کشی کابل فیبر نوری و کابل برق حد فاصل ایستگاه اضطراری ۶ تا بندرعباس

خرید کابل فیبرنوری (۴۹۰ کیلومتر)

خرید کابل فیبرنوری (۶۰۰ کیلومتر)

پروژه علائم محور جنوب

**علائم محور جنوب**

علائم محور جنوب (LC دوم و سوم)

نصب علائم ایستگاه های سواریان، مامون و نظامیه

نصب علائم ایستگاه های نانگرد، ساقه و باغیک

نصب علائم سه ایستگاه محور جنوب

۲۵۰ کیلومتر کابل برق درود - اندیمشک

خرید کابل های علائمی زیرزمینی محور جنوب

خرید کابل سیگنالینگ زیرزمینی محور جنوب

نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۱) (اراک، سمنگان، رودک و دربند)

نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۲) (دورود فارون، بیشه و سپید دشت)

نصب علائم الکتریکی ۴ ایستگاه محور جنوب (پکیج ۳)

پروژه تجهیز و نصب علائم ایستگاههای در حال بازگشایی (فاز دوم)

**تجهیز و نصب علائم ایستگاههای در حال بازگشایی (فاز دوم)**

تجهیز علائم ایستگاههای در حال بازگشایی (محور خیرآباد - ارژنگ)

تجهیز علائم ایستگاههای در حال بازگشایی (ایستگاه تل حمید)

نصب تجهیزات علائمی داخل اتاق و محوطه در ۴ ایستگاه (خیرآباد-هرند-مشک-ورزنه)

نصب علائم ۳ ایستگاه بازگشایی شده (عقدا-اشک-ساسان)

نصب علائم ۴ ایستگاه ناحیه اصفهان و یزد (شیرازکوه-شبنم-هما-ارژنگ)

خرید کابل علائمی ایستگاههای بازگشایی شده

پروژه تغییر طراحی علائم محور یزد - اصفهان

**تغییر طراحی علائم محور یزد - اصفهان**

تغییر طراحی علائم دو خطه ایستگاه های سیستان، اصفهان و فیروزه

تغییر طراحی علائم دو خطه ایستگاه های چاه خاور، رخس و یزدگرد (الکا آریا)

تغییر طراحی علائم دو خطه ایستگاه های یزد، نظر آباد و شمسی (راژمان کبیر)

تغییر طراحی علائم دو خطه ایستگاه های بهرام گور، مهرداد و طبرکوه (راهان الکتریک)

پروژه تراک بندی دو خطه تهران-قم (علی آباد- دریاچه)

**تراک بندی دو خطه تهران-قم (علی آباد- دریاچه)**

نصب تجهیزات بلاک میانی تهران - قم، اسلامشهر - پرنده و تهران - کرج

کابل کشی و کانال کنی کابل فیبر نوری و کابل برق محور تهران-قم

خرید تجهیزات علائمی (۲۰۰ کیلومتر کابل برق) بلاک میانی تهران-قم

# **Present a Mathematical Model for Projects Portfolio Selection due to the Organization's Strategic Goals (Case Study: Signaling and Telecommunication Department of Iran Railways Company)**

*Mohen Pourseyed Aghaee, Assistant Professor, Railway Engineering Department, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*Mohen Amirbeigi, M.Sc., Grad., Railway Engineering Department, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

*E-mail: maghaee@iust.ac.ir*

Received: November 2019-Accepted: February 2020

## **ABSTRACT**

Creating an optimal portfolio for projects is one of the main issues discussed in the projects portfolio management. Selecting the right portfolio projects guarantees the excellent performance of the project portfolio management and the organization mission achievement becomes more probable if this combination is chosen more suitably. A bi-objective model is proposed in this research based on the strategic goals, cost and the time for the optimal selection of the projects portfolio which, by being solved, leads to obtaining a suitable combination of the projects for achieving the maximum value of strategic goals with the minimum cost in the determined time horizon. Different sections of the Iran Railways Company should select and manage their investment for achieving the strategic goals in the 2021 horizon and wisely choose and execute their projects, one of the most important sections of the Iran Railways Company is the signaling and telecommunication section, in where 120 projects are defined. This model was implemented on 120 projects of the signaling and telecommunication section of the Iran Railways Company and after solving, 81 projects were chosen and scheduled in a way that the Iran railways Company will have the minimum distance with its strategic goals with the minimum cost until the end of 2021.

**Keywords:** Projects Portfolio Selection, Strategic Goals, Mathematical Model, Projects Scheduling