

# ارائه یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب تامین‌کنندگان تجهیزات مترو

سعید شفیعی<sup>۱</sup>، حمید رضا احدی<sup>۲</sup>

## چکیده:

مسئله انتخاب تامین‌کنندگان تجهیزات یکی از مسائل اساسی در بخش حمل و نقل ریلی درون شهری است. در اینگونه مسائل معمولاً معیارهای متعدد و بعضاً متضادی باید در گزینش نهایی در نظر گرفته شود و به همین دلیل این دسته از مسائل جزء مسائل چند معیاره محسوب می‌شوند.

با توجه به اهمیت موضوع ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان خصوصاً تامین‌کنندگانی که با تولید محصولات خاص همچون تجهیزات ویژه قطارهای شهری (مترو) سر و کار دارند و با توجه به قیمت بسیار زیاد و تاثیر جدی این تجهیزات بر ایمنی سیر و حرکت، انتخاب برترین تامین‌کنندگان، تضمین‌کننده ایمنی سیر و حرکت و بهره‌برداری بهتر از منابع مالی شرکتهای ارائه‌کننده خدمات حمل و نقل ریلی درون شهری می‌باشد.

در مقاله حاضر بر اساس مطالعات انجام شده، با بررسی و تعیین مهم‌ترین معیارهای مرتبط با موضوع انتخاب تامین‌کنندگان و استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره، مدلی برای انتخاب بهترین تامین‌کنندگان ارائه شده است.

## کلید واژه

مترو، تجهیزات، انتخاب تامین‌کنندگان، روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره

---

saied.shafiei@yahoo.com

ahadi@iust.ac.ir

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری حمل و نقل، مشاور ارشد مترو شهرهای مشهد و قم

<sup>۲</sup> عضو هیات علمی و مدیر گروه آموزشی حمل و نقل ریلی دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران

امروزه انتخاب بهترین تامین کننده از میان شمار تامین کنندگان در صدر برنامه های خریداران قرار دارد. چنین انتخابی خصوصاً در مواقعی که خریداران مدیران ارشد و تصمیم گیرندگان پروژه های بزرگ باشند، نیازمند بکارگیری دقت بالا در تصمیم گیری با استفاده از روش ها و ابزارهای خاص برای تحلیل عوامل مختلف مربوطه می باشد و از اینرو چنین امری، ایشان را با یک مسئله تصمیم گیری با استفاده از روش ها و ابزارهای خاص مواجه نموده است. از طرف دیگر، با در نظر داشتن معیارهای متعددی که باید در امر تصمیم گیری بنحوی دخالت داده شوند، بکارگیری روشهای تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب تامین کنندگان از قابلیت خوبی برخوردار می باشد. با افزایش حساسیت موضوع خرید، بالا رفتن تکنولوژی و به تبع آن محدود شدن تعداد تامین کنندگان، افزایش قیمت کالا یا خدمت مورد نیاز، پیچیده شدن تشخیص و تعیین معیارها و مواردی اینچنین، طبیعی است که موضوع تصمیم گیری پیچیده تر خواهد شد و در نتیجه به تامل بیشتر و ضرورت استفاده از روش های علمی مدون شده، نیاز خواهد داشت. در سالیان اخیر آنچه که به نظر ضروری رسیده، ابداع و تدوین روشی مدون و سیستماتیک برای تصمیم گیری بوده است. در این راستا روش های مختلفی معرفی شده اند که هر یک از آن ها در حل مسائل خاصی مورد استفاده قرار می گیرند و کاربرد ویژه ای دارند. بسیاری از دانشمندان تصمیم گیری را به عنوان عاملی اساسی در مدیریت می شناسند. تصمیم گیری منتج از فرآیندی است که نهایتاً به تصمیم منتهی می شود و این در حالی است که کسانی که در فرآیند تصمیم گیری نیستند، صرفاً نتیجه تصمیم را مشاهده می نمایند.

در حال حاضر مکانیزم مشخصی برای انتخاب تامین کنندگان تجهیزاتی مترو وجود ندارد و در امر انتخاب معیارهای مختلفی بکار گرفته می شوند لذا بنظر می رسد که در این موضوع سوالاتی مانند سوالات زیر مطرح باشد:

مکانیزم موجود انتخاب تامین کنندگان تجهیزات سیستم های مترو چگونه است؟ در حال حاضر چه معیارهایی برای انتخاب تامین کنندگان تجهیزات سیستم های مترو مورد توجه قرار میگیرند؟ با توجه به هزینه های بسیار زیاد و پیچیدگیهای مرتبط با تجهیزات ویژه سیستم های مترو، چه معیارهایی باید در گزینش نهایی یک تامین کننده تجهیزات مترو در نظر گرفته شوند؟ وزن دهی به معیارها توسط چه کسانی و با چه مکانیزمی انجام میشود؟ اهمیت و وزن هر معیار در گزینش مناسبترین تامین کننده تجهیزات مترو به چه میزان است؟ بهترین تامین کننده تجهیزات مترو باید در قالب چه مدلی انتخاب شود؟

برای پاسخ به سوالات فوق ابتدا دسته بندی جامعی از معیارهای تاثیر گذار در مسئله انتخاب تامین کنندگان انجام شد، سپس روشهای موجود انتخاب تامین کنندگان بررسی گردید، در ادامه کار، روشهای تصمیم گیری چند معیاره معرفی و نهایتاً یک مورد (کیس) واقعی در زمینه انتخاب تامین کنندگان تجهیزات سیگنالینگ بر اساس روش پیشنهادی رتبه بندی و نتیجه حاصل با تصمیم واقعی مطابقت داده شد.

## ۱- اهمیت موضوع

تجهیزات سیگنالینگ مورد استفاده در مترو از مهمترین و در عین حال از جمله گرانترین تجهیزات مورد استفاده می باشند. اهمیت این تجهیزات عمدتاً ناشی از تأثیری است که این تجهیزات در ایمنی سیر و حرکت مترو ها دارند و به دلایل اشاره شده انتخاب تامین کنندگان این تجهیزات یکی از مسائل بسیار مهم در اجرای پروژه های مترو می باشد.

برای انتخاب تجهیزات مناسب برای مطالعه حاضر عواملی مانند میزان مصرف، قیمت و میزان اهمیت تجهیزات مورد توجه قرار گرفته است. بالاترین قیمت در بخش تجهیزاتی مترو به سیستم های برق رسانی، سیگنالینگ، مخابرات و تجهیزات دپو تعلق دارد. هرگونه نقص احتمالی در سیستم سیگنالینگ، خطرات بیشماری را برای قطارهای متوقف و در حال حرکت را بوجود خواهد آورد.

در آخرین سانحه ای که بر اثر نقص در این سیستم بوجود آمد، ۳۹ مسافر قطار در ۲۳ جولای سال ۲۰۱۱ میلادی در ونجوو در جنوب شرقی چین جان باختند. همچنین در روز جمعه ۱۲ مارچ ۲۰۱۰ میلادی، هزاران مسافر در شهر دوبلین در ایرلند شمالی بخاطر وقوع نقص در سیستم سیگنالینگ، سفر خود را از دست دادند. در این روز یازده قطاری که کار جابجایی مسافران از حومه شهر به مرکز شهر را از ساعات اولیه صبح تا شب بر عهده داشتند، بر اثر اشکال در فیبر نوری سیستم سیگنالینگ زمینگیر شدند. به دلایل ذکر شده و با نگاهی مختصر به اهمیت سیستم سیگنالینگ و با توجه به اینکه تامین کننده چنین سیستمی، باید دارای دانش فنی غنی بوده و تفاوت بسیاری با سایر تامین کنندگان داشته باشند و با توجه به تبعات ناشی از عدم انتخاب مناسب چنین تامین کننده ای، این سیستم برای بررسی موردی تحقیق بعنوان گزینه مناسب انتخاب گردید.

## ۲- بررسی وضعیت موجود انتخاب تامین کنندگان

در حال حاضر انتخاب تامین کنندگان تجهیزات مورد نیاز صنعت ریلی بر اساس فرآیند زیر صورت می گیرد:

- استخراج معیارهای اولیه ارزیابی از بخشنامه های جاری؛
- دریافت پیشنهادات اولیه مناقصه گران توسط مناقصه گزار؛
- ارزیابی مناقصه گران؛
- دعوت مناقصه گران جهت شرکت در مناقصه؛
- دریافت پیشنهادات مناقصه گران؛
- تعیین چگونگی رابطه امتیازات فنی - مالی؛
- ارزیابی فنی مناقصه گران؛
- تعیین مناقصه گران واجد شرایط؛
- گشایش پاکات مالی مناقصه گران واجد شرایط؛
- اعمال رابطه امتیازات فنی - مالی مناقصه گران واجد شرایط ارزیابی فنی؛
- انتخاب تامین کننده برتر.

همانگونه که ملاحظه می گردد در وضعیت کنونی مهمترین معیارهای موثر در انتخاب تامین کنندگان رعایت ضوابط مندرج در بخش نامه های جاری و تجارب قبلی تصمیم گیرندگان می باشد که چنین روندی در انتخاب تامین کنندگان بعضاً منجر به انتخاب تامین کنندگانی می گردد که در صورت اجرای یک روند دقیق و علمی برگزیده نخواهند شد.

## ۳- بکارگیری روشهای تصمیم گیری چند معیاره

برای یافتن بهترین گزینه ها باید از بهترین روشها استفاده کرد. در بین روشهایی که در مجموعه روشهای تصمیم گیری چند معیاره قرار می گیرند، روش AHP به دلیل قابلیت سازگاری و فراهم نمودن امکان مقایسات زوجی نتایج دقیق تری تولید می کند، در عین حال این روش با استفاده از نرم افزار Expert Choice قابل اجرا می باشد و امکان تحلیل حساسیت را نیز فراهم می نماید [9]. از دیگر روشهای شناخته شده و معتبر در مجموعه روشهای تصمیم گیری چند معیاره روش های TOPSIS و ELECTRE می باشند که این روشها نیز جهت اطمینان از نتایج بکار گرفته شدند.

## ۴- شناسایی معیارهای انتخاب تامین کنندگان

در موضوع انتخاب تامین کننده برتر، گام اول، تهیه فهرستی کامل و جامع از معیارهای مرتبط با انتخاب گزینه ها است که به یقین، تعیین این معیارها، یکی از مهمترین مراحل طراحی مدل است، چرا که اگر در این مرحله دقت لازم بکار گرفته نشود، معیارها به طور صحیح و همه جانبه انتخاب نشده و در نتیجه مدل نهایی قابلیت ارزیابی دقیقی نداشته و نتایج درستی را ارائه نخواهد داد. مرور ادبیات موضوع نشان می دهد که در سالهای قبل از دهه ۶۰ میلادی، ارزیابی گزینه ها بیشتر بر مبنای معیارهای مالی بوده است، لیکن از این دهه به بعد، معیارهای دیگری که در مسائل ارزیابی باید در نظر گرفته شوند، بخش مهمی از حوزه تحقیقاتی را تشکیل داده است که تاکید بیشتر بر روی این معیارها علاوه بر معیار مالی، باعث شده است که موضوع ارزیابی، شکل چند معیاره به خود بگیرد، از این روست که در حال حاضر معیارهای سنتی جای خود را به معیارهای جدیدی داده اند. جهت شناسایی چنین معیارهایی لازم بود تا علاوه بر معیارهای حاصل از مرور ادبیات، برای تطابق با شرایط داخلی، نظرات متخصصان داخلی نیز کسب شوند.

در مقالات مرتبط با موضوع ارزیابی و انتخاب تامین کننده که تاکنون ارائه گردیده اند، بر اساس تجارب خریداران، معیارهای مختلف و متنوعی، شناسایی شده اند. محققینی چون دیکسون [1]، الرام [2]، سپیکمن [3]، ترسی [4] و مین [5] نیز در زمینه شناسایی انتخاب تامین کننده تحقیق نموده اند و معیارهایی چون معیارهای استراتژیک، روابط طولانی مدت بین خریدار و تامین کننده برای رسیدن به موقعیت های رقابتی مستحکم، ایجاد همکاری و بهبود در روابط با تامین کنندگان منحصر به فرد به جای روابط کوتاه مدت با چندین تامین کننده، کیفیت، میزان اطمینان به تحویل و بالا بردن عملکرد محصول، برنامه بهبود مستمر و تیم های طراحی محصول، محدودیتهای تجاری و موانع مربوط به فرهنگ و ارتباطات و ریسک های پیش بینی شده را شناسایی نمودند. در سالهای ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۰ میلادی مهمترین معیارهایی چون: قیمت، کیفیت، تحویل به هنگام، ضمانت محصول، خدمات پس از فروش، پشتیبانی فنی، آموزش، برخورد با مشتری، سابقه عملکرد، وضعیت مالی، موقعیت جغرافیایی، مدیریت و سازماندهی، روابط نیروی کار، سیستم ارتباطی، پاسخگویی به خواسته های مشتری، توانایی در زمینه انجام تجارت الکترونیک، توانایی تامین سفارش به هنگام، توانایی فنی، امکانات و ظرفیت تولید، توانایی بسته بندی، کنترل های عملیاتی، سهولت استفاده، قابلیت نگهداری، میزان فعالیت های گذشته، رتبه و موقعیت در صنعت، تولید محصول دوستدار طبیعت و ظاهر محصول، شناسایی شدند.

در سال های پس از ۲۰۰۰ میلادی نیز، معیارهای جدیدی به معیارهای قبل اضافه گردید که مهم ترین آن ها عبارتند از: توانایی فنی، در دسترس بودن، قابلیت اعتماد، ظرفیت، سابقه و عملکرد و تجربه، وضعیت مالی (ثبات مالی)، حل مشکلات مربوط به کیفیت محصول، هزینه، توسعه فنی آتی (توانایی طراحی محصول جدید) تنوع تامین، کیفیت، انعطاف پذیری، وضعیت ارتباطی (همکاری و هماهنگی)، مشتری محوری، توانایی مدیریت و سازماندهی، موقعیت جغرافیایی، حمل و نقل، کارکرد طبق رویه کانبان، پیگیری، تحویل به موقع، خدمات پس از فروش، صلاحیت و شایستگی، پاسخگویی سریع به سفارشات، میزان فاصله (بر حسب کیلومتر)، حمایت از طراحی ساختار محصول، زمان لازم برای تولید نمونه اولیه، حمایت در زمینه طراحی فرآیند تولید محصول، رفع تضادها، صداقت، پیروی از فرآیندها و بالاخره امکانات و ماشین آلات. [6, 7, 8]

همچنین در PMBOK2010 در بخش تدارکات پروژه، معیارهای انتخاب تامین کننده به عنوان بخشی از تدارکات پروژه دانسته شده است. این معیارهایی برای امتیازدهی و رتبه دهی به پیشنهادات تامین کنندگان بکار می روند و می توانند عینی یا ضمنی باشند. از نگاه PMBOK، در صورتیکه آیتام های تدارکاتی توسط تامین کنندگان معتبر، به سادگی در دسترس بوده و به سهولت قابل تهیه باشند، معیارهای انتخاب میتوانند صرفاً به قیمت خرید محدود شوند که در این صورت قیمت خریداری شامل هر دو هزینه اصلی خرید و کلیه هزینه های فرعی خرید مانند عرضه و حمل خواهد بود. معیارهای دیگری برای خرید های پیچیده تر می توانند شناسایی و در نظر گرفته شوند که برخی از مهمترین آن در ارتباط با انتخاب تامین کننده به قرار زیر آورده شده اند:

درک نیاز مشتری، جمع هزینه ها، توانایی فنی، ریسک، مدیریت، نگرش فنی، تضمین ها، توانایی مالی، توانایی تولید و مشارکت، حجم و نوع تجاری، سابقه عملکرد، خریداران پیشین، حقوق مالکیت معنوی و حقوق اختصاصی.

برای انطباق و شناسایی معیارهای کلی با شرایط داخلی، بنظر لازم می آمد تا علاوه بر معیارهای حاصل از مرور ادبیات، نظرات متخصصان داخلی نیز کسب شوند. از اینرو پرسشنامه ای تهیه و نظرات خبرگان در خصوص مهمترین معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان اخذ گردید. نتایج حاصله معیارهای اولیه زیر را مشخص نمود:

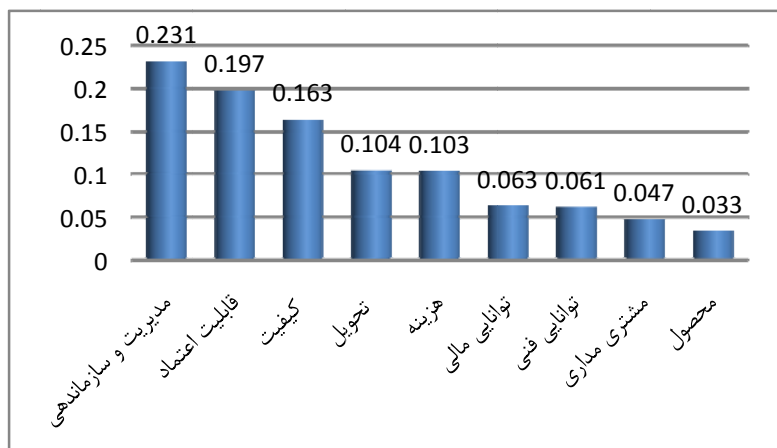
مدیریت کارآمد و نظام مدیریتی صحیح؛ سابقه و توانایی تامین تجهیزات در پروژه های مترو؛ کفایت افراد فنی و عناصر کلیدی بلحاظ دانش و تجربه؛ سابقه و توانایی تامین تجهیزات در پروژه های ریلی؛ سابقه و توانایی طراحی تجهیزات در پروژه های مترو؛ ماشین آلات مناسب؛ نظام تضمین کیفیت انجام کار؛ توانایی مالی و قدرت فاینانس؛ خلاقیت و نوآوری در کارهای مشابه؛ سابقه و توانایی نصب در پروژه های مترو؛ سابقه تامین تجهیزات در پروژه های غیر ریلی؛ تسهیلات مرتبط با حمل تجهیزات در محل نصب؛ بومی بودن پیمانکار؛ توانایی ارائه خدمات پس از فروش؛ دارا بودن شریک داخلی کارآمد؛ مدیریت زمان در طراحی، تامین، ارسال و اجرا؛ استفاده از استانداردهای معتبر؛ استفاده از تجربیات مشاورین خارجی؛ توانایی تامین لوازم یدکی تجهیزات تامین شده؛ سابقه در تنوع خطوط پروژه ها؛ دارا بودن حسن سابقه در کارهای قبلی؛ توانایی نصب تجهیزات توسط تامین کننده آن؛ امکان انتقال تکنولوژی ساخت به شریک داخلی؛ سوابق اجرا پروژه های قبلی؛ امکان مشارکت و سرمایه گذاری در پروژه های مترو؛ دارا بودن نمایندگی از سازندگان معتبر داخلی و خارجی؛ توانایی و قدرت مالی در تقسیط تجهیزات تامین شده؛ دوره ضمانت بیشتر؛ حجم گردش مالی طی سه سال گذشته؛ تعداد افراد متخصص سازمان؛ مشاوره جهت انطباق سیستم ها با یکدیگر؛ قدرت تامین لوازم اصلی تجهیزات ارائه شده و دارا بودن بخش طراحی و تحقیقات به صورت فعال.

با توجه به فراوانی آماری بدست آمده در مورد معیارهای پرسشنامه مشخص گردید که معیارهای مدیریت و سازمان دهی، قابلیت اعتماد، هزینه، کیفیت و رعایت زمانبندی وزن بیشتری نسبت به سایر معیارها دارند و در واقع جزء مهمترین معیارهای تاثیر گذار هستند. در مجموع معیارهای که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از: مدیریت و سازماندهی، قابلیت اعتماد، کیفیت، هزینه؛ تحویل، توانایی مالی، توانایی فنی، مشتری مداری و محصول.

برای بدست آوردن وزن هر یک از معیارها، ماتریس مقایسات زوجی تهیه و در اختیار کارشناسان و خبرگان صنعت ریلی قرار گرفت. همانگونه که اشاره شد در این مطالعه تامین کنندگان تجهیزات سیگنالینگ یکی از خطوط متروی شهرهای کشور مورد بررسی قرار گرفته و به منظور حفظ اطلاعات آنها، در پرسشنامه یاد شده سه تامین کننده اصلی با نام تامین کنندگان شماره ۱، ۲ و ۳ نامیده شدند.

با توجه به تکمیل پرسشنامه شماره ۲ توسط کارشناسان و خبرگان، اطلاعات لازم برای تعیین وزن هر معیار مشخص شد که در نهایت پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و بر اساس نظرات حاصله و با ادغام این نظرات و نرمال نمودن ماتریس بدست آمده، وزن هر یک از معیارها بدین قرار حاصل شد:

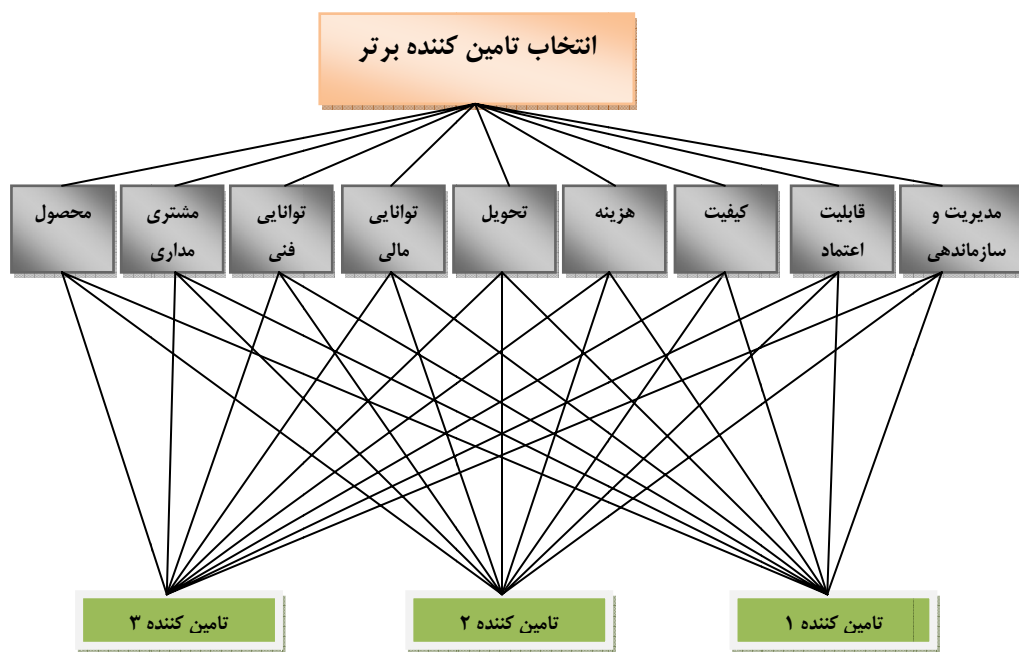
مدیریت و سازماندهی: ۰.۲۳۱، قابلیت اعتماد: ۰.۱۹۷، کیفیت: ۰.۱۶۳، هزینه: ۰.۱۰۳، تحویل: ۰.۱۰۴، توانایی مالی: ۰.۰۶۳، توانایی فنی: ۰.۰۶۱، مشتری مداری: ۰.۰۴۷ و محصول: ۰.۰۳۳؛ نمودار (۱-۱) بیانگر اهمیت معیارهای بدست آمده می باشد.



نمودار (۱-۱) اهمیت معیارها در انتخاب تامین کنندگان

## ۵- انتخاب گزینه برتر

در این مرحله اطلاعات لازم برای انتخاب گزینه برتر (تامین کننده برتر) بر اساس جداول مقایسات زوجی بدست آمده است و می توان با استفاده از روشهای اشاره شده بهترین تامین کننده را از بین گزینه های موجود تعیین نمود.

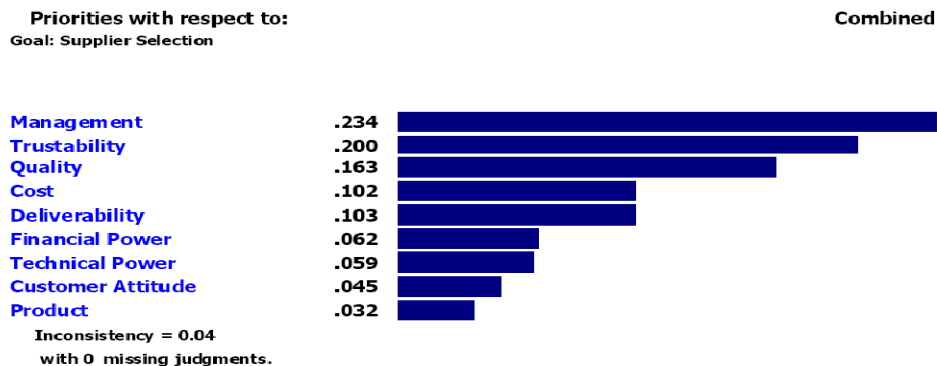


شکل (۲-۱) سلسله مراتب انتخاب تامین کننده برتر در روش AHP

همانگونه که در نمودار قبل دیده شد، بیشترین وزن های بدست آمده به معیارهای مدیریت و سازماندهی، قابلیت اعتماد و کیفیت تعلق دارند. این موضوع با لحاظ نمودن مندرجات پرسشنامه های تکمیل شده به عنوان ورودی نرم افزار Expert Choice نیز به قرار

زیر تأیید شده است. همچنین با بدست آمدن وزن معیارها، رتبه بندی تامین کنندگان با استفاده از بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی به قرار زیر حاصل شد:

Model Name: Supplier Selection-rev3



نمودار (۲-۱) اهمیت معیارها در انتخاب تامین کننده

Alternatives

Supplier1	.635
Supplier2	.279
Supplier3	.086

نمودار (۳-۱) رتبه بندی تامین کنندگان در روش AHP

این رتبه بندی با بکارگیری روش های TOPSIS و ELECTRE نیز مورد تأیید قرار گرفت و بدین ترتیب خروجی حاصل از بکارگیری هر سه روش بیانگر رتبه بندی یکسانی برای تامین کنندگان ۱، ۲ و ۳ می باشد. در ادامه با توجه به اینکه در تمام مراحل این مطالعه از نظر خبرگان استفاده شده است می توان اعتبار نتایج حاصله را تأیید کرد. به منظور مطابقت نتیجه رتبه بندی حاصله از روشهای اشاره شده با یک تصمیم واقعی که در سال گذشته در مورد انتخاب تامین کنندگان تجهیزات سیگنالینگ اتخاذ شده است، از آزمون زوجی تی استفاده شد و رتبه بندی تامین کنندگان مجدداً مورد تأیید قرار گرفته است. نتایج حاصله از هر سه روش و نتیجه گزینش واقعی در جدول (۱-۱) آورده شده است.

ردیف	رتبه تامین کننده	تامین کننده ۱	تامین کننده ۲	تامین کننده ۳
۱	روش AHP	۱	۲	۳
۲	روش TOPSIS	۱	۲	۳
۳	روش ELECTRE	۱	۲	۳
۴	واقعیت	۱	۲	۳

جدول (۱-۱) رتبه تامین کنندگان توسط روش های بکار گرفته شده

همانطور که در جدول (۲-۱) آورده شده است، در هر سه حالت مقدار آماره معادل با صفر شده است که در فاصله اطمینان (۴.۳۰۳ و -۴.۳۰۳) قرار دارند، لذا عدم کارایی هر یک از مدل ها نسبت به واقعیت رد می شوند. همچنین با توجه به این جدول و این نکته که آماره بدست آمده در آن صفر می باشد و در بازه (۴.۳۰۳ و -۴.۳۰۳) قرار دارد، لذا فرض صفر ( $H_0$ ) پذیرفته شده و بنابراین رتبه بدست آمده از روش های بکار گرفته شده با رتبه های واقعی مطابقت دارد.

ردیف	روش حل مسئله	مقایسه رتبه اول بدست آمده با رتبه اول واقعی	مقایسه رتبه دوم بدست آمده با رتبه دوم واقعی	مقایسه رتبه سوم بدست آمده با رتبه سوم واقعی	میانگین	S.D	آماره	حد پایین	حد بالا
		$\mu R1 - \mu 1$	$\mu R2 - \mu 2$	$\mu R3 - \mu 3$					
۱	AHP	۱-۱=۰	۲-۲=۰	۳-۳=۰	۰	-	۰	-۴.۳۰۳	۴.۳۰۳
۲	TOPSIS	۱-۱=۰	۲-۲=۰	۳-۳=۰	۰	-	۰	-۴.۳۰۳	۴.۳۰۳
۳	ELECTRE	۱-۱=۰	۲-۲=۰	۳-۳=۰	۰	-	۰	-۴.۳۰۳	۴.۳۰۳

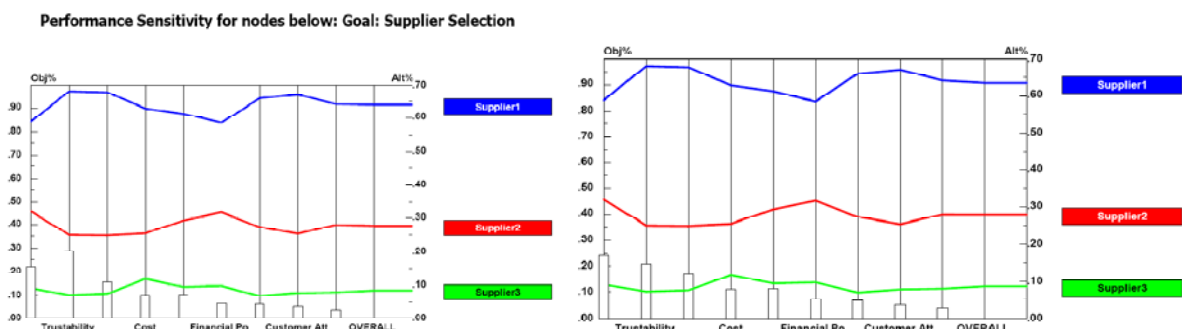
جدول (۲-۱) نتایج آزمون فرض اعتبار سنجی روش ها

در این مورد ، با توجه به اهمیت موضوع و تفاوت خرید تجهیزات با خریدهای معمول و عدم امکان استفاده از تجهیزات در صورت وقوع خطا در امر خرید، دقت زیادی در این امر صورت گرفته است. بعبارت دیگر در انتخاب تامین کنندگان چنین تجهیزاتی، دقت بسیار بالا بکار گرفته شده و از کارشناسانی که دارای تجربه و توان علمی نظرخواهی شده است و به همین دلیل خوشیختانه در این مورد واقعی انتخاب کاملاً درستی اتخاذ شده است و نتیجه تصمیم با روشهای علمی مورد استفاده کاملاً سازگاری دارد.

در ادامه با توجه به قابلیت های نرم افزار Expert Choice در تحلیل حساسیت، با تغییر میزان اهمیت معیارهای مورد استفاده، اثرات حاصله بر روی گزینه ها بررسی شده است، در وهله اول با بکارگیری تحلیل حساسیت عملکرد و تحلیل حساسیت پویا ، اهمیت و اولویت گزینه ها را مورد بررسی قرار گرفت. به عنوان نمونه با افزایش وزن معیار دوم یعنی قابلیت اعتماد از ۲۰٪ به ۳۰٪ ، رتبه تامین کنندگان مجدداً بررسی شده و تغییری در رتبه بندی اتفاق نیفتاده است. نتایج تحلیل حساسیت در نمودار (۴-۱) و نمودار (۵-۱) ارائه شده است.



Performance Sensitivity for nodes below: Goal: Supplier Selection



نمودار (۴-۱) و (۵-۱) تحلیل حساسیت عملکرد در رتبه بندی گزینه ها قبل و بعد از تغییر وزن معیار قابلیت اعتماد

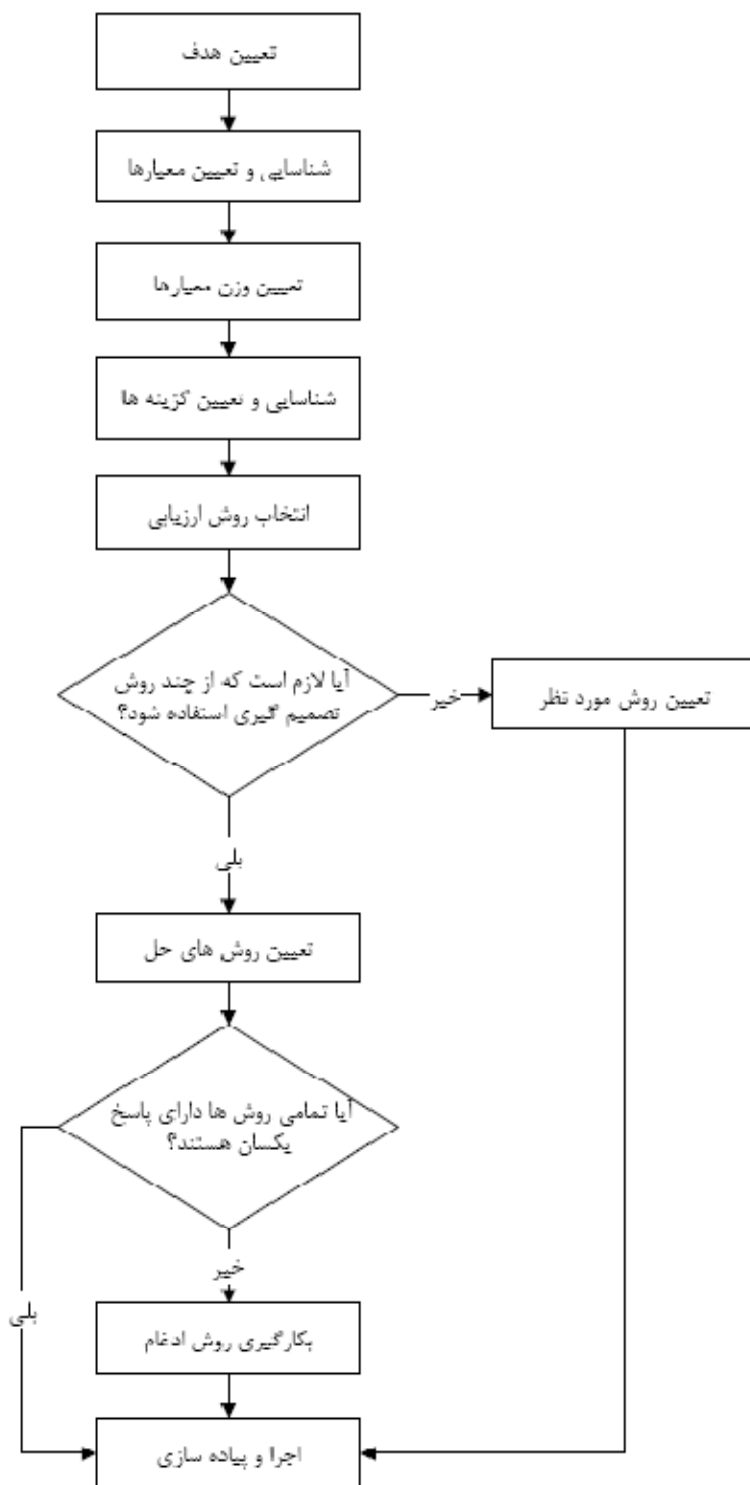
همانطور که ملاحظه می شود، تامین کننده ۱ همچنان در رتبه اول و با اختلاف زیادی نسبت به دو تامین کننده دیگر قرار دارد که این وضعیت حاکی از برتری تامین کننده ۱ در این معیار می باشد. همچنین به طریق مشابه معیارهای توانایی فنی تامین کننده از میزان واقعی خود یعنی ۶.۱٪ به ۱۰.۰٪ و معیار تحویل از ۱۰.۳٪ به ۲۵.۱٪ افزایش یافت و در هر دو مورد در نتیجه رتبه بندی تغییری ایجاد نشد. نتایج حاصله از تحلیل حساسیت حاکی از فاصله زیاد گزینه ۱ نسبت به دو گزینه دیگر است لذا تغییرات اعمال شده در وزن معیارها منجر به تغییر رتبه ها نشده است.

## ۶- جمع بندی و نتیجه گیری

همانطور که اشاره شد علیرغم دقتی که در خرید تجهیزات مترو لازم است، در حال حاضر این امر صرفاً بر اساس تجارب فردی مدیران و رعایت برخی اصول کلی در بخش نامه های دولتی صورت می گیرد و استفاده از روش های علمی و دقیق برای انتخاب تامین کنندگان تجهیزات ریلی متداول نیست. لذا با توجه به قیمت بسیار بالای تجهیزات مترو، لازم است در روشهای انتخاب تامین کنندگان تجدید نظر صورت گیرد.

در این مطالعه پس از مرور ادبیات موضوع و شناسایی معیارهای موثر در انتخاب تامین کنندگان، این معیارها با استفاده از نظر کارشناسان و خبرگان صنعت حمل و نقل ریلی بومی سازی شده و مهمترین آنها در روشهای تصمیم گیری چند معیاره استفاده شده است. در این مطالعه روشهای AHP، TOPSIS و ELECTRE برای انتخاب بهترین تامین کننده بکار گرفته شده است و هر سه روش نتایج یکسانی را تولید نموده اند. همچنین برای اعتبار سنجی نتایج حاصله یک تصمیم واقعی در مورد انتخاب تامین کنندگان، بر اساس روشهای پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفته است که نتیجه ارزیابی حاکی از مطابقت تصمیم واقعی با روشهای علمی پیشنهادی دارد. با توجه به قیمت و اهمیت ایمنی در حمل و نقل ریلی درون شهری و برنامه های توسعه مترو در اغلب کلان شهر های کشور لازم است کارفرمایان را ملزم به استفاده از روشهای علمی و دقیق برای انتخاب پیمانکاران نمود. در همین رابطه و در صورت موفق بودن الگوی پیشنهادی در مترو شهری مورد بررسی می توان این الگو را جهت بهره برداری به سایر کلان شهرهای کشور نیز توصیه نمود.

چارچوب الگوی پیشنهادی در فرایند زیر ارائه شده است.



نمودار شماره (۱-۶) فرایند انتخاب تامین کنندگان تجهیزات مترو

- [1] Dickson, G.W. "an analysis of vendor selection system and decisions." Journal of purchasing, 1966.
- [2] Ellram, L.M, "the supplier selection decision in strategic partnerships" journal of purchasing and materials management, 1987
- [3] Spekman, R. "Strategic supplier selection: understanding long-term buyer relationships." Business horizons, 1988.
- [4] Tracey, M. "empirical analysis of supplier selection and involvement" supply chain management: an international journal, 2001.
- [5] Min, H. and Galle, W.P, "international supplier selection" international journal of physical distribution & logistics management, 1994.
- [6] Esposito, E., Passaro, R. "Evolution of the supply chain in the Italian railway industry", Supply Chain Management: An International Journal, Supply Chain Management: An International Journal 14/4 (2009) 303-313, (2009)
- [7] Guozheng Zhang: "Research on Supplier Selection Based on Fuzzy Sets Group Decision" Computational Intelligence and Design, 978-0-7695-3865-5/09 \$26.00 ©( 2009)
- [8] Ali Shemshadi, Mehran Toreihi, Hossein Shirazi, M. J. Tarokh, " Supplier selection based on supplier risk: An ANP and fuzzy TOPSIS approach, The Journal of Mathematics and Computer Science Vol .2 No.1 (2011)

[9] دکتر منصور مومنی، "مباحث نوین تحقیق در عملیات"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷