

بررسی میزان بهره وری از مصالح نوین در پروژه‌های عمرانی با تأکید بر کاهش هزینه‌ها به روش MCDM

محمد رضا میر^۱، محمد رضا گودرزی^{۲*}

^۱ کارشناسی ارشد، گروه عمران، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

^۲ عضو هئیت علمی، گروه عمران، واحد بروجرد، دانشگاه آیت الله بروجردی، بروجرد، ایران

چکیده

شرکتهای ساختمان سازی معمولاً پروژه‌های ساخت و ساز متعددی را به طور همزمان اجرا می‌کنند که این پروژه‌ها بر حسب میزان پیچیدگی، مدت تحويل، بودجه، تنوع کارها و تعداد پیمان کاران متفاوت هستند. هزینه‌های ساختمانی معمولاً "به موازات قیمت مواد و مصالح و مزد کارگر حرکت می‌کند. عملاً" در طول سالها، بهره وری کارگر در برخی از انواع سنتی پروژه‌های ساختمانی افزایش یافته است مصالح نوین انواع مختلف دارد که باید ویژگی‌های مختلف آنها را مورد توجه قرار داد. همچنین استفاده از مصالح نوین منجر به کاهش هزینه‌ها نیز می‌شود. هدف اصلی این تحقیق بررسی میزان بهره وری از مصالح نوین در پروژه‌های عمرانی با تأکید بر کاهش هزینه‌ها می‌باشد. در این تحقیق از روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و راهکارهای ترکیبی برای بیان ویژگی‌های مصالح نوین و چگونگی استفاده از آنها و تحلیل امکانات و موانع پیش روی طراحی جهت بهره گیری بهینه، استفاده شده است. روش جمع آوری اطلاعات روش گردآوری کتابخانه ای به همراه مطالعه موردي می‌باشد. ابزار گردآوری اطلاعات در این تحقیق پرسشنامه می‌باشد. روابی تحقیق مورد تایید استاد راهنمای قرار گرفته و میزان آلفای کرونباخ محاسبه شده برای پژوهش حاضر مساوی ۰/۸۳ می‌باشد می‌توان گفت پرسشنامه از اعتبار بالایی برخوردار است. جامعه آماری تحقیق حاضر مدیران اجرایی پروژه‌های عمرانی واقع در شهر تهران که تعداد کل آنها ۴۶۰ نفر بوده است و با استفاده از جدول مورگان، ۲۱۰ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. در این پژوهش با استفاده از نرم افزار MCDM به تجزیه و تحلیل آن پرداخته می‌شود از طریق نرم افزار MATLAB مدل بررسی می‌گردد و روابط میان متغیرها از طریق AHP روش AHP که یکی از روش‌های MCDM می‌باشد، مورد تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج حاصله از مدل سلسله مراتبی MCDM مزایای فنی و مزایای اقتصادی و مزایای زیست محیطی به ترتیب بالاترین اثرها و مزایای بهره برداری کمترین اثر را بر روی کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی دارند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چند گانه، بهره وری، طرح عمرانی.

مقدمه

در حال حاضر، تقریباً کلیه ی کشورهای توسعه یافته و برخی از کشورهای در حال توسعه، سرمایه گذاری‌های زیادی در جهت بهبود بهره وری در سطوح مختلف ملی، منطقه ای و سازمانی انجام داده اند و توسعه روزافروزن خود را مرهون توجه صحیح به بهره وری می‌دانند. بنابر تحقیقات انجام شده، عوامل متعددی بر رشد و بهبود اقتصاد کشورهای تازه صنعتی شده‌ی آسیا که طی سالهای اخیر دارای بالاترین نرخ رشد بوده‌اند، دلالت داشته که یکی از عمدت‌ترین این عوامل، بهره وری بوده است (نجفی^۱، ۲۰۰۵).

با توجه به اهمیت روزافروزن بهره وری در توسعه ی کشورها، طی سالهای اخیر، بخش‌های مختلف کشور ما نیز با راهنمایی‌های سازمان ملی بهره وری ایران به سوی اندازه گیری بهره وری هدایت شده اند؛ ولی همواره از فقدان یک متدولوژی جامع به منظور ارزیابی، برنامه ریزی و بهبود بهره وری در مضيقه بوده‌اند. بنابراین، با ورود صنعت کشورمان به مرحله‌ی اندازه گیری بهره وری در سالهای اخیر، لزوم طراحی و تدوین روشها و فرآیندهای مدونی احساس می‌شود که این روشها باید در سطوح مختلف به عنوان مبنای برای ارزیابی و انتخاب بهترین و کارآمدترین روش‌های ارتقاء بهره وری، به کار گرفته شوند (شیشه بری و حجازی، ۱۳۸۸).

با پیشرفت صنعت و تکنولوژی هر روز ایده‌های نوین به روی کار می‌آیند و عملی شدن و اجرای این ایده‌ها در صنایع گوناگون باعث حرکت روبه جلو و پیشرفت‌های گوناگون در هر صنعتی می‌گردد. صنعت ساختمان نیز از این امر مستثنی نبوده و با روی کار آمدن تکنولوژی‌های برتر مصالح قدیمی جایگزین مصالح نوین گردیده‌اند. برتری استفاده از این تکنولوژی‌ها کیفیت، کاهش هزینه، کاهش زمان اجرا، سبک بودن مصالح و افزایش مقاومت در ساختمان‌ها می‌باشد. بخش عمده سرمایه هر کشور، به خصوص کشورهای در حال توسعه به پروژه‌های عمرانی و زیربنایی آن اختصاص دارد و یکی از عوامل رشد و توسعه اقتصادی هر جامعه موفقیت در اجرای پروژه‌های عمرانی آن محسوب می‌گردد. محدودیت منابع از جمله مصالح ساختمانی، تجهیزات کارگاهی، بودجه کافی برای انجام پروژه و نیروی انسانی متخصص از محدودیت‌های ساخت و ساز هستند. با پیشرفت تکنولوژی و ورود مصالح ساختمانی نوین تاثیر بسزایی در این صنعت داشته است. شرکتهای ساختمان سازی معمولاً پروژه‌های ساخت و ساز متعددی را به طور همزمان اجرا می‌کنند که این پروژه‌ها بر حسب میزان پیچیدگی، مدت تحويل، بودجه، تنوع کارها و تعداد پیمان کاران متفاوت هستند. همچنین بر حسب نتایج نیز فرق دارند: برخی از انها با موفقیت انجام می‌شوند، بعضی دیگر نیز شکست می‌خورند یا با ضرر بسیار روپرتو می‌شوند. برای مشخص کردن یکی از علل‌های آن یا دستیابی به نتایج دیگر، می‌بایستی هزینه‌ها و نوع مصالح انتخابی مورد بررسی قرار گیرد (زاوادکس^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). عواملی که یک طراح ساختمان در پیش‌بینی و انتخاب مصالح باید درنظر گیرد عبارتند از: پایداری، پیوند خوب بین قطعات، وزن کم، مقاومت در برابر نفوذ باران (چنانچه در جدارهای خارجی مصرف می‌شود)، دوام، لزه پذیری، مقاومت در برابر آتش، کارکرد مناسب عایق کاری حرارتی و عایق کاری رطوبتی. تلاش مبتکران و محققان در تولید مصالح جدید به منظور تامین این نیازها صورت می‌گیرد. چنین مصالحی دارای قابلیت‌های زیادی هستند و طراحان را قادر می‌سازد که از حداکثر مزایا، خصوصیات برتر و عملکرد سازه‌های و غیرسازه‌های آنها بهره گیرند. در شرایط کنونی در بسیاری از کشورها تلاش می‌شود که ساختمان‌ها را با انواع مختلف مصالح جدید و متنوع بسازند (ویسه و خدابنده، ۱۳۸۹).

حل مشکلاتی نظری زمان طولانی اجرا، عمر مفید کم و یا هزینه زیاد اجرای ساختمان‌ها در بخش مسکن نیازمند ارائه راهکارهایی به منظور استفاده عملی از سیستم‌های ساختمانی نوین و مصالح ساختمانی جدید جهت کاهش وزن، کاهش زمان ساخت، دوام بیشتر و نهایتاً کاهش هزینه اجرا می‌باشد. این اقدامات در دراز مدت موجب بهینه سازی ساخت، افزایش تولید مسکن در کشور و رسیدن به شرایط اجرایی مطلوب خواهد شد. از سوی دیگر چنین تحولاتی موجب گسترش سرمایه گذاری‌های زیر بنایی و یا کلیه اصولی در بخش مسکن علی الخصوص توسط بخش خصوصی خواهد شد این امر دولت را نیز

¹ Najafi² Zavadskas

در رسیدن به اهداف خود در بخش مسکن یاری خواهند نمود. یکی از مزیت‌های مصالح نوین سبک بودن آنها نسبت به مصالح سنتی می‌باشد. کاهش وزن کلی ساختمان بر وزن و ابعاد اعضای سازه ای تاثیر داشته و مناسب با آن بر رفتار لرزه ای ساختمان تأثیرگذار خواهد بود (فضلی و بیژنی، ۱۳۹۲). در حال حاضر طیف وسیعی از فرآوردها و مصالح، در دسترس قرار گرفته اند و یا اینکه در حال عرضه به بازار هستند. برخی از آنها به طور خاص برای استفاده در زمینه پروژه‌های عمرانی تولید شده و برخی نیز برای کاربردهای دیگری مثل صنعت منسوجات، اتموبیل سازی و... در نظر گرفته شده اند (مهلبانی و ابوطالبی، ۱۳۸۸). استفاده از مصالح توانمند می‌تواند سبب حفظ منابع طبیعی و کاهش اثرات منفی زیست محیطی شود از گذشته اغلب این مصالح نوین سریع تر و آسان تر از نمونه‌های سنتی نصب می‌شوند استفاده از مصالح جدید توانمند همچنین می‌تواند سبب کاستن از هزینه‌های ساختمان سازی گردد امروزه از ترکیب فولادها و بتن‌های پرمقاومت در طراحی سازه‌ها به طور گسترده ای استفاده می‌شود این مصالح می‌توانند سبب بهبود روش‌های طراحی و ساخت ساختمان‌ها شوند (دزفولی و محمدی، ۱۳۹۲). برای بسیاری از مدیران، هزینه‌های مربوط به پروژه ممکن است مهم‌تر از زمانبندی تلقی شود، حداقل می‌توان گفت که مدیران ارشد به گزارش منظم وضعیت هزینه نیاز دارند. در حین مرحله برنامه ریزی، این امر به صورت تدوین برآورد هزینه پروژه برای درج در بودجه اولیه پروژه تحلی می‌باشد (باغدادی‌ساریان، ۱۳۸۳). نتایج تصمیمات چند معیاره (MCDM) اثر مهمی بر اجرای پروژه از لحاظ زمانی، کیفیت و هزینه (با توجه به هزینه استهلاک و خوابیدگی سرمایه و ضرر ناشی از عدم تکمیل و تحويل به موقع پروژه) می‌گذرد و در بعضی مواقع، امکان توجیه اقتصادی پروژه را در بر دارد (زارع مهرجردی و همکاران، ۱۳۸۹). برای انتخاب روش‌های مناسب و کارآمد به منظور بهبود بهره‌وری در شرکت‌های تولیدی و خدماتی، اهداف، معیارها، مسائل متعددی نظیر میزان کارآیی، روش در ارتقاء بهره‌وری و هزینه‌ی پیاده سازی روش، از جمله مباحثی هستند که باید در MCDM مدنظر قرار گیرند. تئوری که به منظور ارزیابی و رتبه بندی گزینه‌های مختلف امکانپذیر هستند، با در نظر گرفتن اهداف و معیارهای متعدد به منظور MCDM به کار می‌روند. روش‌های مختلفی در توسعه MCDM می‌باشند که از جمله مهمترین و معمولترین آنها می‌توان به AHP اشاره نمود. روش AHP به روشنی گویند که دارای مزایایی همچون MCDM، روش‌های اندازه گیری سازگاری در نظرات تصمیم گیرندگان و تجزیه و تحلیل مسئله به صورت سلسله مراتبی است (وانگ و چیوآ^۱، ۲۰۰۷). روش‌های دیگر MCDM Topsis است که براساس کمترین فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده‌آل منفی بهترین گزینه را انتخاب می‌کند اطلاعات بیشتری در مورد جزئیات روش Topsis در مقاله yoon ارائه شده است (کرباسیان و همکاران، ۱۳۹۰).

مدیریت پروژه هنر هدایت و هماهنگی منابع انسانی و مواد و مصالح در سراسر عمر یک پروژه با استفاده از تکنیک‌های مدرن مدیریت جهت دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده حدود خدمات، هزینه، زمان، کیفیت و اراضی مشارکت قلمداد می‌شود. طبق مطالب بیان شده در این مقاله به بررسی میزان بهره‌وری کسب شده از مصالح نوین در پروژه‌های عمرانی با توجه به روش MCDM پرداخته ایم.

ادبیات و پیشینه تحقیق

بهره وری

قدمت نوشه‌ها راجع به بهره وری به ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، باز می‌گردد؛ اما از اواخر قرن نوزدهم میلادی رویکرد جدید بهره وری، در فرآیندهای صنعتی به عرصه ظهور رسید به طوریکه از دهه ۱۸۸۰ به بعد بهره وری اقتصاد آمریکا به شکل عددی، نشان داده شد. همزمان با افزایش ظرفیت تولید، نیاز به یافتن بازارهای جدید برای مصرف این تولیدات نیز افزایش یافت؛ یکی از نتایج رقابت جدید جهانی و علاقه‌ی روز افزون به بهره وری، ایجاد مراکز ملی بهره وری در دهه ۱۹۵۰ بود. رکود اقتصادی و تحریم نفتی و ظهور بازارهای جهانی و شدت رقابت خارجی در اواخر قرن بیستم، از جمله مهمترین عواملی بودند که سبب شدند تا بهره وری، به طور جدیتری مورد توجه قرار گیرد. در آن زمان، کسب و کار به روش سنتی،

^۱ Wang and Chua

جوابگوی نیاز بازار نبود و سازمان‌ها دریافتند که باقی ماندن در بازار رقابت جهانی، درگرو بهره وری بالاست و سودآوری، نتیجهٔ مستقیم این مقوله محسوب می‌شود.

تعاریف متعددی برای واژهٔ "بهره وری" مطرح شده است؛ اما جامعترین و کاملترین تعریف ارائه شده به این شرح است^۱: بهره وری عبارت است از به حداقل رساندن استفاده از نیروی کار، توان، استعداد و مهارت نیروی انسانی، زمین، ماشین، پول، تجهیزات، زمان و مکان با هدف کاهش هزینه‌های تولید و به دنبال آن، افزایش سوددهی، گسترش بازارها، افزایش اشتغال و کوشش و در نهایت، بهبود استانداردهای زندگی و ارتقاء سطح رفاه جامعه (لطفی^۲ و همکاران، ۲۰۰۷).

پروژه عمرانی

طرح عمرانی مجموعه عملیات و خدمات مشخصی است که بر اساس مطالعات توجیهی فنی و اقتصادی و اجتماعی، در یک موقعیت جغرافیایی معلوم و در یک دوره زمانی از قبل تعیین شده با اعتبار معین، برای اجرای یک قسمت مشخص از فعالیتهای یک بخش اقتصادی در قالب یک برنامه عمرانی، به مرحله اجرا در می‌آید؛ نیز مستقیماً به وسیله کارفرمای دولتی برنامه ریزی شده و کلیه مراحل طراحی و ساخت آن توسط وی پی‌گیری می‌شود. پروژه عمرانی نیز، مجموعه عملیات، خدمات طراحی و ساخت تمام یا قسمتی از یک طرح عمرانی به صورت واحدی مستقل یا قابل بهره برداری از آن طرح به پروژه تفکیک می‌گردد و از نظر ساخت در قالب یک یا چند قرارداد به مرحله اجرا گذاشته می‌شود. منظور از پروژه در این مقاله آن دسته از پروژه‌های عمرانی – ملی (احداث تسهیلات) است که اصطلاحاً در ردیف قرار می‌گیرد و منظور از اصطلاح واژهٔ پروژه در هر کجا این تحقیق لحاظ چنین مفهومی است. پروژه‌های اجرایی پروژه‌های عمرانی در ایران طبق تعریف سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور عبارتند از مجموعه پروژه‌هایی که بر مبنای مطالعات جامع توسعه کلان در برنامه‌های توسعه اجتماعی و اقتصادی کشور منظور و برنامه اجرایی و بودجه آن در بودجه‌های سالانه کشور تعیین و تأمین اعتبار می‌شوند و با تخصیص اعتبار و نظارت سازمان مدیریت و برنامه ریزی به مرحله اجرا در می‌آیند (حسینیان و نوری، ۱۳۸۷).

چرخه حیات پروژه

در تدوین معیارهای سنجش کنترل پروژه، این امر اهمیت دارد که حدفاصل سنجش نتایج و سنجش فرآیند تعیین گردد. سنجش نتایج عموماً "میزان موفقیت یک شرکت را در نیل به اهداف ارزیابی می‌کند، در حالیکه معیارهای سنجش فرآیند، وضعیت عملیات بحرانی را هدایت می‌نماید. در گذشته اکثر شرکتها از معیارهای سنجش نتایجی استفاده می‌کردند که تنها به دپارتمان‌های عملیاتی مربوط بودند. با این وصف امروز، تمرکز روی معیار سنجش فرآیند قرار دارد که فعالیتهای کلیدی تجاری و ساختار سازمانی شرکت را به یکدیگر مرتبط می‌سازد. هم اینکه این فعالیتها و ساختارها تغییر می‌کنند، سیستم سنجش به کار رفته برای سنجش عملکرد پروژه نیز باید تغییر نماید. شرکتهایی که ساختار سازمانی خود را بازسازی می‌کنند در حالیکه به سیستم‌های سنتی سنجشی پایبند هستند، ممکن است گروه پروژه را ضعیف کنند (باغدادیاریان، ۱۳۸۳). احداث تسهیلات و تأسیسات، صرف نظر از اینکه کارفرما یک فرد، یک شرکت خصوصی و یا سازمان دولتی باشد، نیازمند یک سرمایه گذاری عمده است. از آنجا که تأمین منابع چنین سرمایه گذاری تحت کنترل تقاضای بازار یا نیازهای پیش‌بینی شده است، انتظار می‌رود که این تسهیلات برخی اهداف خاص را از طریق محدودیت‌های مشخص شده توسط کارفرما و مقررات مربوطه تأمین و قابل حصول نماید.

صنعتی سازی ساختمان

صنعتی سازی ساختمانی در صورتی که موفقیت آمیز صورت پذیرد موجب تمرکز تولید، استانداردسازی، تولید انبوه، تخصصی کردن، سازماندهی مناسب و یکپارچگی می‌گردد. انواع صنعتی سازی ساختمان عبارتند از (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰):^۳

- پیش‌مونتاژ نمودن^۴؛ فرآیندی است که در آن اجزای پیش ساخته تجهیزات و متعلقات آن در یک مکان دیگر به جز سایت احداث و گاهآ در حین احداث برهم مونتاژ شده تا جزئی از یک واحد ساختمانی را تشکیل بدنهند. این به

¹ Lotfi

² Preassembly

معنای تولید سیستم‌های پیچیده است نه ساده، بدین منظور نیاز به مهارت‌های ویژه نیروی انسانی جهت مونتاژ مواد مختلف ضروری است در این شیوه خط تولید می‌تواند دور از سایت احداث باشد یا نزدیک آن. در صورت افزایش هزینه‌های حمل و نقل می‌توان تولید را در کنار سایت انجام داد.

- پیش‌ساخته سازی^۱: در این فرآیند قطعات پیش ساخته مانند یک پانل به هم‌دیگر متصل می‌شوند تا جزئی از نصب نهایی را تشکیل دهند.

- مدولاریزاسیون^۲: مدولاریزاسیون به مفهوم مدولار استاندارد نمودن اجزاء و قطعات ساختمانی است به طوری که به جای تولید یک قطعه در ابعاد و قطعات بسیار متنوع، این تولیدات در محدوده ای منطقی و محدود تولید شوند تا امکان دستیابی به تولید انبوه کارخانه فراهم شود.

قاب‌های بتُنی نوین

در حدود نیم قرن است که سازه‌های بتُنی به‌ویژه به‌روش قالب‌های تونلی مورد استفاده انبوه سازان در کل جهان بوده است. این روش به‌دلیل استفاده فراوانی که داشته مورد بازنگری‌های گوناگونی قرار گرفته است. روش جدیدی از قالب‌های بتُنی تونلی در اوخر سال ۲۰۰۷ در ترکیه به ثبت رسیده است. این روش ابتدا در کشورهایی که با مشکل زلزله روبرو بودند مورد توجه قرار گرفته، همچنین در کشورهایی مانند آمریکا، کانادا، ترکیه، مالزی و... خصوصاً جهت احداث ساختمان‌های بلند مرتبه، استفاده متداولی دارد. استفاده از این روش مزیت‌هایی نظیر کاهش زمان، کاهش هزینه، ارتقا کیفیت و امنیت کارکنان را در بر مارده. قالب‌های تونلی عموماً به‌شكل L می‌باشند و کنار هم قرار گرفتنشان فرم تونل مانندی را تشکیل می‌دهد. این قالب‌ها امکان بتُن ریزی همزمان دال و دیوار را فراهم می‌کنند (شکرگزار، ۱۳۹۲).

اجرای سازه به روش قالب تونلی به دلایل زیر از روش‌های دیگر بسیار سریع‌تر بوده و زمان اجرا را در حدود ۲۵٪ کاهش می‌دهد:

- همزمانی اجرای دال‌ها و دیوارها در یک عملیات واحد؛
- سیکل کاری منظم روزانه (مشابه خط تولید یک کارخانه)؛
- امکان باز کردن سریع‌تر قالب‌ها و کاربرد آنها در جای دیگر؛
- کاهش زمان مربوط به اجرای دیوارهای داخلی، سفیدکاری، اقدامات ترئینی؛
- کاهش زمان مربوط به قراردهی تاسیسات.

مزایای جایگزینی تکنولوژی نوین به جای سنتی

استفاده از خشت در سازه‌هایی که از هزاره‌ی سوم قبل از میلاد به‌جای مانده است مشهود است. در معماری ایرانی نیز در بنای‌های متعلق به دوره‌های ایلامی، هخامنشی و ساسانی مؤید استفاده از خشت خام می‌باشد. استفاده از خشت در بنای‌ها با توجه به شرایط اقلیمی مناطق گوناگون تاثیرات مختلفی دارد. به عنوان مثال در بنای‌های آجری منطقه یزد مساله شوره بسیار رایج است، به‌گونه‌ایی که شوره چنان این بنایها را می‌خورد که بهترین نوع آجر بعد از چند روز پوک می‌شود (پیرنیا، ۱۳۸۲).

در مصالح نوین از آجر سبک که در آن ماده‌ای به‌نام «فوم پلی استایرن» به کار رفته است به‌جای آجر و خشت‌های قدیمی استفاده می‌شود. فوم پلی استایرن در کوره‌های آجر پزی سوخته شده و به صورت گاز از آجر خارج می‌گردد و فضاهای خالی برجای می‌گذارد. از این‌رو سبب سبک شدن آجر می‌شود که علاوه بر افزایش مقاومت ساختمان آجری در برابر نیروهای زلزله، مقاومت حرارتی آن را زیاد کرده، به صرفه جویی در مصرف سوخت ساختمان نیز کمک می‌نماید (سالاری و همکاران، ۱۳۸۵). ساختمان‌های قدیمی دارای دیوارهای قطور بودند که وزن ساختمان را به زمین انتقال می‌دادند. این دیوارها اغلب از جنس سنگ یا خشت خام با روکشی از گل یا کاه گل بودند. دیوار این ساختمان‌ها در برخی از مکان‌ها تا بیش از ۶۰ سانتی متر

¹ Prefabrication

² Modularization

گزارش شده است. این گونه ساختمان‌ها اغلب اسکلت بوده اند. ولی در مواردی بدنه با چوب‌های گرد و یا بلوط مسلح شده و تیر سقف‌ها نیز از جنس چوب بوده اند. سقف این بناها از نوع شیروانی بوده است. در مواردی هم سقف ساختمان‌ها را با کاه گل انود می‌کرددند تا از نفوذ رطوبت جلوگیری کنند. اغلب این بناها به خصوص عمارت‌های بزرگ مربوط به اشراف، درای طاق‌های فوق العاده زیبا و منحصر به فرد هستند. این طاق‌ها با دهانه‌های عریض، بدون هیچ اسکلت نگه دارنده یا امثال میلگرد و... بودند و فقط با مصالح مرسوم زمان خود مانند سنگ و خشت و آجر و... ساخته شده اند. در مقابل ساختمان‌های جدید امروزی دارای سازه‌هایی محکم و منحصر به فرد هستند ساختمان‌های امروزی دارای سازه‌های بتنی، فلزی، بنایی و... هستند که در برخی موارد مانند (پروژه عظیم خلیج فارس در شمال غرب شیراز) در نوع خود منحصر به فرد است. سازه‌های ساختمان‌های امروزی، محکم و در برابر زلزله کاملاً ایمن هستند. در واقع می‌توان گفت کاربرد فلز و بتن در سازه‌های امروزی استحکام و طول عمر ساختمان را افزایش داده اند. ضخامت دیوارها در اسکلت فلزی به دلیل اینکه ستون‌ها بار را تحمل می‌کنند، بسیار کمتر است و از نوع آجر ماشینی یا آجر سفالی سبک استفاده می‌شود. ستون‌های فلزی و بتنی، نقش مهمی در سازه‌های جدید ایفا می‌کنند. سقف این ساختمان‌ها در نوع معمول از بلوک با پوشش سیمان است ولی پانل‌های سقفی در بین مهندسین معمار و سازه، جای خود را پیدا کرده است و بسیار با صرفه و سبک است. برای جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت سقف این ساختمان را ایزو گام می‌کنند (قربانی عموقین، ۱۳۹۱).

تصمیم‌گیری چند معیاره

اغلب مسائل در دنیای واقعی، دارای معیارهای سنجش متفاوت، متضاد و چندگانه اند و چنانچه در تصمیم‌گیری، عوامل کیفی متعدد و متضاد مورد ارزیابی قرار گیرند و راهکارهای مناسب از بین چند گزینه انتخاب شوند، این نوع تصمیم‌گیری را تصمیم‌گیری‌های چند معیاره گویند. به عبارت دیگر، به اتخاذ تصمیم در حضور معیارهای متعدد و معمولاً متناقض اطلاق می‌گردد که راه حل مسائل MCDM، یا طراحی بهترین Alternative و یا انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های عددی است که از قبل مشخص شده اند و مراحل آن شامل طراحی یا جستجو برای الترتیبوی است که با در نظر گرفتن همه معیارهای موجود جذاب ترین و جالب ترین گزینه خواهد بود (زارع مهرجردی و همکاران، ۱۳۸۹).

بر این اساس تصمیم‌گیری‌ها بر دو دسته هستند که دسته اول تصمیم‌گیری بر اساس چند معیار و دسته دوم تصمیم‌گیری بر اساس چند هدف متفاوت هستند. MCDM معمولاً برای انتخاب بهترین گزینه ارائه شده استفاده می‌شود که ممکن است معیارهای آنها با یکدیگر در تعارض باشد. MODM که تصمیم‌گیری چند هدفه است، می‌تواند به طور همزمان بر چند هدف متناقض تمرکز کرده و با روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی بهترین راه حل را ارائه دهد. MODM به برتری نسبی اهداف و ارتباط بین اهداف و شاخص‌ها توجه می‌کند. (یانگ و هانگ، ۲۰۰۷). MADM برای انتقال بهترین گزینه از بین گزینه‌های پیشنهاد شده با توجه به شاخص‌های ارزیابی هر گزینه به کار می‌رود (زنگیرانی) MADM به دلیل داشتن معیارهای ذهنی یک رویکرد توصیفی است.

هدف MADM تعیین بهترین گزینه در حالی که بتواند بیشترین رضایتمندی را ایجاد کند (یانگ و همکارانش، ۲۰۰۷). روش‌های ترکیبی و روش‌های فاصله‌ای و روش‌های برتری نسبی از جمله روش‌های رایج MCDM است (چیا، ۲۰۱۰، بلتون و همکارانش یک دسته بندی گسترده در سه گروه برای MCDM ارائه دادند. دسته اول: مدل سنجش ارزش در معیارها بر اساس تئوری کاربرد چند شاخصه و فرآیند تجزیه و تحلیل سلسه مراتبی AHP به کار می‌رود. دسته دوم: مدل رتبه دسته بندی غیر رتبه‌ای است که در این روش با استفاده از مقایسه‌های غیر رتبه‌ای گزینه‌های غیر موثر حذف می‌شود. دسته سوم: مدل تکیک انتخاب براساس ایده‌آل ترین گزینه Topsis است. یکی از برجسته‌ترین روش‌های MCDM، روش تجزیه و

¹ Yang and Hung

² Chia

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که این روش ابتدا ارتباط بین وزن شاخص‌ها را محاسبه و ارزش کلی هر گزینه براساس وزن بدست آمده محاسبه می‌کند. (کنان^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) معمولاً به مسائلی می‌پردازد که تحت تاثیر چندین معیار قرار دارد. در این گونه مسائل، تصمیم‌گیرنده سعی دارد بصورت همزمان چندین هدف را بهینه کند. دیدگاه MCDM، بخش اصلی مباحث تئوری تصمیم به شمار می‌آید (فیلی زاده و صادقی، ۱۳۸۷). به عبارتی دیگر زمانی که در مسایل تصمیم‌گیری چندین معیار را در نظر گرفته شود مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) نامیده می‌شود (وانگ و چیوآ، ۲۰۰۷).

از دلایل بکارگیری روش تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان این طور عنوان نمود که از آنجایی که مدیریت سنتی در مفهوم به کار گرفتن کلیه امکانات موجود سازمان برای رسیدن به هدف مورد نظر بیان می‌شد، اما در تعریف نوین مدیریت، وظیفه و مسئولیت اصلی مدیر، تصمیم‌گیری منطقی و مطلوب است که این عمل، علم و دانش او را در چگونگی اداره و رهبری تعیین می‌کند. امروزه در سازمانها به تصمیم‌گیری گروهی^۲ توجه زیادی می‌شود. این توجه به گروه به دو دلیل اصلی قابل توجه است: نخست، تأکیدی که مطالعات هاتورن^۳ و بررسی‌های بعدی بر اهمیت گروه داشتند و دوم، بزرگ شدن سازمان‌ها که باعث پیچیدگی محیط داخلی سازمان‌ها شده است، به طوری که در اغلب موارد، یک گروه بهتر از یک فرد می‌تواند تصمیم‌گیری کند؛ اما اگر بنا باشد تعریفی از گروه و تصمیم‌گیری گروهی به عمل آید می‌توان گفت: گروه عبارت است از دو یا چند فرد که با یکدیگر تعامل دارند و هر فرد، فرد دیگر را تحت نفوذ قرار داده یا تحت نفوذ دیگری قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

مطالعات در زمینه سبک سازی و حذف بتن ناکارآمد از سال ۱۹۸۵ در دانشگاه‌های آلمان و مجموعه شرکت‌های گروه فناوری‌های کوبیاکس در سال ۱۹۹۷ با همراهی مهندسین و متخصصینی از سوئیس و دیگر کشورهای اتحادیه اروپا پایه ریزی و تأسیس شده است و اکنون تبدیل به یک مجموعه متخصص در مورد اسلب‌های تخت سبک با بتن مسلح شده است. این دانش از سال ۱۳۸۷ به صورت انحصاری در ایران و تعدادی از کشورهای منطقه در اختیار کوبیاکس ایران است. سقف‌های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییر شکل‌ها و ترک‌ها بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه‌های کوچک می‌شوند حال اگر سقف‌های بتن مسلح به ویژه دال‌ها را به نحوی بهبود بخشدید که بتواند علاوه بر تامین ضوابط کنترلی در مقایسه با دال‌های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشند میتوان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال‌های بتن مسلح دست یافت.

غفارپور و آرش نیا (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان "تکنولوژی‌های نوین ساخت" سعی کردند که رفتار و مزایا و معایب برخی تکنولوژی‌ها نظیر دیوار برشی فولادی، مهاربندهای زانویی و دوبل زانویی، میراگرهای مختلف نظیر ADAS-TADAS، میراگرهای اصطکاکی، ویسکوز، کامپوزیت‌های پلیمری، جداسازی بستر از پایه، بادبندهای کمانش ناپذیر و آلیاژهای حافظه دار در پژوهش‌های عمرانی بررسی کنند. از معایب عمدۀ استفاده از این روش‌های نوین هزینه بالای آنها است که سعی شده است با پیشنهاد دو روش استفاده از آلیاژهای حافظه دار ارزان قیمت بر پایه آهن و استفاده از سیستم‌های ترکیبی استفاده همزمان از آلیاژهای حافظه دار و کامپوزیت‌های پلیمری سعی در کم هزینه کردن استفاده ساختمانی این تکنولوژی‌ها شود.

قربانی عموقین (۱۳۹۱) به بررسی تکنولوژی نوین ساخت در معماری با استفاده از فناوری مناسب در مصالح بومی جهت کاهش هزینه‌ها تکنولوژی نوین ساخت در معماری با استفاده از فناوری موجود در مصالح بومی پرداختند. یافته‌های پژوهش، به صورت مقایسه و تفاوت معماری سنتی با معماری روز، با استفاده از فناوری و بهره گیری از انرژی‌های تجدید پذیر و با به کار گیری مصالح محلی و بومی در توسعه مسکن پایدار، با رویکرد انعطاف‌پذیری فضاهای، نمایان نموده است. وزیری (۱۳۹۲) به بررسی کاربردی مصالح نوین ساختمانی سازگار با اقلیم استان زنجان در فناوری‌های نوین ساخت پرداخت و نشان داد که

¹ Kannan

² Wang & Chua

³ (group decision making)

⁴ Hatron

استفاده از این مصالح و نظارت بر اجرای صحیح آنها در هنگام حوادث طبیعی مانند زلزله، سیل و... ساختمان مدارس بالاترین حد ممکن مقاومت را خواهد داشت و در نتيجه خسارت مالی و جانی به کمترین میزان خود می‌رسد. همچنین استفاده از این مصالح باعث کاهش مصرف انرژی، کاهش آلودگی‌های صوتی و ایمنی در برابر حریق می‌شود. نظری و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای با عنوان "بررسی تاثیر سیستم‌های نوین صنعتی سازی ساختمان بر افزایش بهره وری" به بررسی نقش صنعتی سازی در ارتقاء بهره وری و الزامات مورد نیاز برای بومی سازی آن با توجه به فرهنگ و پتانسیل صنعتی موجود در کشور می‌پردازند. رشد سریع جمعیت در سال‌های اخیر و نیاز شدید به افزایش بهره وری در بخش ساختمان، این واقعیت را آشکار می‌کند که استفاده از سیستم‌های سنتی در امر ساخت و ساز مناسب با نیاز کشور نیست. با استفاده از روش‌های صنعتی سازی ساختمان می‌توان مشکلاتی نظریه زینه زیاد، زمان طولانی ساخت و کیفیت پایین ساختمان‌های ایجاد شده با روش‌های سنتی را حل نمود. فولادگر و همکارانش^۱ (۲۰۱۲) در مقاله‌ای با عنوان مدل ترکیبی جدید برای ارزیابی راهبردهای کاری: مطالعه موردی شرکت ساختمان سازی، یک مدل ارزیابی منسجم را بر مبنای فرایند شبکه تحلیل (ANP) و ارزیابی تابعی پیچیده COPRAS) ارائه نمودند. این مدل به تصمیم‌گیران کمک می‌کند که راهبرد کاری درستی در محیط فازی انتخاب کنند که عدم قطعیت با عبارات اعداد فازی مثلثی مدیریت می‌شوند. برای نشان دادن کاربرد بالقوه مدل پیشنهادی یک کاربرد جهان واقعی استفاده شده است تا این مدل را برای مسئله انتخاب راهبرد کاری استفاده نمایند. نتایج قابلیت و تاثیر این مدل را نشان داده است. چادهاری و روی (۲۰۱۳)، در مقاله‌ای با عنوان "دیدگاه‌هایی در مورد ساختمان سازی کم هزینه در کشور هند" تحقیقی را در مورد مصالح ساختمانی کم هزینه و پایدار ارائه می‌کنند که در مناطقی همچون هند از امتیاز برخوردار است. جاییکه هزینه ساخت ساختمان‌های بتونی یا فولادی بالا و گران است. این پژوهه به بررسی چالش‌ها و دیدگاه‌های کلیشه ای استفاده از این مصالح به عنوان اجزاء ساختاری برای مسکن کم هزینه و ظرفیت شان برای سازگاری با طیف وسیعی از فاکتورها فیزیکی، اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و فنی می‌پردازد که از طریق تولیدات مختلف توسعه یافته که بر ایجاد محیط ساخت و ساز تاکید دارد. زاوادسکاس و همکارانش^۲ (۲۰۱۳) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی چند معیاری انتخابهای نمایه: غربت روش رده‌بندی، راه‌حل‌های طراحی مکمل ساختمان‌ها را با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاری (MCDM) ارزیابی کردند. روش‌های زیادی برای تصمیم‌های پیچیده در ساختمان وجود دارد. با این حال، تحقیقات قبلی نشان می‌دهند که روش‌های MCDM می‌توانند نتایج رده‌بندی شده مختلفی به وجود آورند؛ بنابراین سه معیار بهینگی یعنی WSM یا مدل WPM یا مدل تولید وزنی و روش مشترک ترکیب این دو به نام WASPAS یا ارزیابی محصول جمع تجمعی وزنی استفاده شده‌اند و عجیب بودن یا غربت با مقایسه با MOORA شناخته شده (بهینه‌سازی چند هدفی بر اساس تحلیل نسبت) مقایسه شده‌اند. مطالعه موردی رده‌بندی نمایه برای ساختمان‌های عمومی و تجاری بوده است.

روش پژوهش

با توجه به این که پژوهش حاضر در صدد بررسی میزان بهره وری از مصالح نوین در پژوهه‌های عمرانی با تاکید بر کاهش هزینه‌ها است می‌توان گفت که پژوهش حاضر بر اساس ماهیت و روش تحقیق، توصیفی- تحلیلی است. همچنین روش جمع آوری اطلاعات روش گردآوری کتابخانه‌ای به همراه مطالعه موردي می‌باشد. جهت گردآوری اطلاعات از ابزار پرسشنامه استفاده شده است و برای تنظیم سؤالات پرسشنامه از تعدادی از اساتید و متخصصان حوزه مدیریت اجرایی در حوزه عمران نظرخواهی و پس از در نظر گرفتن مجموع نظرات آنها، پرسشنامه نهایی تنظیم و بین افراد نمونه توزیع گردیده است. در این مقاله جهت بررسی و مشخص کردن روایی، نظرات استاد راهنمای، اساتید و کارشناسان در پرسشنامه لحاظ و اصطلاحات مورد نظر صورت و سپس سوالات در بخش اختصاصی طراحی شده و در اختیار نمونه‌های آماری تحقیق قرار گرفت. به این ترتیب می‌توان اذعان داشت که پرسشنامه تهیه شده با استفاده از قضاوت خبرگان (صوری) تأیید گردید؛ و پایایی پرسشنامه صورت گرفته ۷۳۶.۰ می‌باشد. جامعه آماری این تحقیق مدیران اجرایی پژوهه‌های عمرانی واقع در شهر تهران بودند که تعداد کل آنها

¹ Fouladgar et al

² Zavadskas et al

۴۶۰ نفر بوده است. برای محاسبه حجم نمونه از جدول مورگان استفاده شده است که بر این اساس تعداد نمونه ۲۱۰ نفر بدست آمده است. روش نمونه گیری در این تحقیق به صورت تصادفی ساده می باشد. در این تحقیق با استفاده از نرم افزار MCDM به تجزیه و تحلیل پرداخته شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی میزان بهره وری از مصالح نوین در پروژه‌های عمرانی با تأکید بر کاهش هزینه‌ها ابتدا اساس تحقیقات انجام گرفته فرضیات شکل گرفته و براساس این فرضیات مدل نظری ارایه گردیده است که پس از جمع آوری داده‌ها از طریق پرسش نامه از طریق نرم افزار MATLAB مدل بررسی می‌گردد و روابط میان متغیرها از طریق روش AHP که یکی از روش‌های MCDM می‌باشد، مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

در این قسمت با استفاده از داده‌های به دست آمده یعنی ماتریس‌های مقایسات زوجی شاخص‌های اصلی نسبت به هدف، ماتریس‌های مقایسات زوجی شاخص‌های فرعی نسبت به شاخص‌های اصلی و ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی تامین کنندگان نسبت به شاخص‌های فرعی، وزن نهایی شاخص‌های اصلی را نسبت به هدف و وزن نسبی شاخص‌های فرعی را در رابطه با شاخص‌های اصلی، محاسبه می‌شوند. فرایند عملیات با استفاده از نرم افزار متلب انجام می‌شود. الگوریتم ریاضی روش تحلیل سلسه مراتبی در نرم افزار متلب پیاده سازی گردید. الگوریتم پیاده سازی شده در نرم افزار به این صورت است که ما در هر مرحله یک ماتریس مقایسه زوجی را به عنوان ورودی به نرم افزار می‌دهیم و نرم افزار روند الگوریتم پیاده سازی شده را بر روی این ماتریس اعمال نموده و در نهایت وزن مربوط به ماتریس را به عنوان خروجی به ما می‌دهد. با اجرای تحلیل سلسه مراتبی با استفاده از نرم افزار متلب وزن شاخصها بصورت زیر حاصل گردید:

Command Window					
1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.1250	1.0000	5.0000	3.0000	2.0000	7.0000
0.1660	0.2000	1.0000	6.0000	4.0000	9.0000
0.2500	0.3300	0.1660	1.0000	3.0000	5.0000
0.5000	0.6000	0.2500	0.3300	1.0000	2.0000
0.3300	0.1420	0.2500	0.2500	0.5000	1.0000
 H =					
0.4218	0.7865	0.4737	0.2753	0.1600	0.1364
0.0527	0.0383	0.3948	0.2068	0.1600	0.3182
0.0700	0.0197	0.0790	0.4128	0.3200	0.1118
0.2054	0.0324	0.0133	0.0688	0.2400	0.2273
0.2109	0.0482	0.0197	0.0227	0.0800	0.0609
0.1392	0.0140	0.0197	0.0138	0.0600	0.0455
 W =					
0.3756	0.2051	0.1806	0.1148	0.0788	0.0653
 II =					
0.4118					
 IR =					
0.0890					

شکل ۱. خروجی نرم افزار ماتریس مقایسه‌ی زوجی شاخص‌ها نسبت به هدف

با تکیه بر خروجی‌های نرم افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر 0.830 ± 0.080 می‌باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس سازگاری سیستم اثبات می‌گردد.

در این تحقیق با استفاده از روش AHP به بررسی میزان بهره وری از مصالح نوین در پروژه‌های عمرانی با تأکید بر کاهش هزینه‌ها پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصله از مدل سلسه مراتبی AHP مزایای فنی و مزایای اقتصادی و مزایای زیست محیطی به ترتیب بالاترین اثرها و مزایای بهره برداری کمترین اثر را بر روی کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی دارند.

در این قسمت، مساله مورد نظر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه رتبه‌بندی گردیده است. به دلیل محدودیت از آوردن مراحل انجام کار خودداری و فقط رتبه‌بندی نهایی ارایه شده است. همان‌طور که قبل‌آن نیز اشاره گردید، مساله مورد نظر، تعداد ۲۴ شرکت از بیمه عمر شهر تهران است که شاخص‌های مورد نظر در این پژوهش درجه شرکت، مهارت نیروی انسانی و فروش می‌باشد که هر کدام از این شرکت بر اساس این شاخص‌ها رتبه‌بندی و وزن‌های مربوط محاسبه گردیده

است. بعد از محاسبات صورت گرفته رتبه‌بندی‌های مورد نظر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری محاسبه شد و سپس به منظور انتخاب مناسب‌ترین تکنیک، جواب‌های به دست آمده را از هر دو مرحله اول با هم مقایسه و تطبیق داده تا تکنیک برتر انتخاب گردد. در این مرحله با استفاده از نرم افزار SPSS، آزمون فریدمن و آمار توصیفی جواب‌های مورد نظر موقایسه قرار گرفت و نزدیک‌ترین جواب به جواب قطعی شناسایی شد و تکنیک برتر انتخاب گردید. آزمون‌های یاد شده در سطح اطمینان ۹۹ درصد انجام گرفته‌اند. نتایج در قالب جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون فریدمن

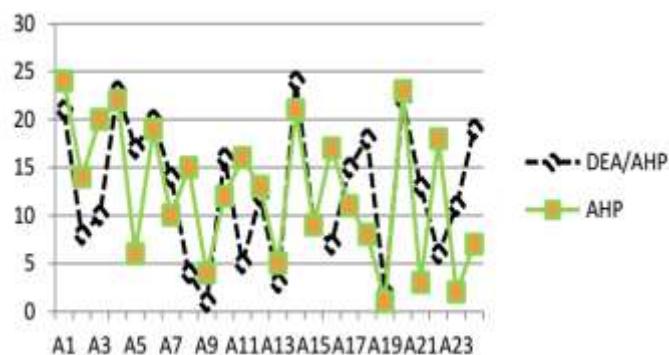
تکنیک	میانگین رتبه	درجه آزادی آزمون	ضریب کای اسکور	سطح معناداری
DEA/AHP	۱/۷۹	۴	۷۶/۵۶۷	۰/۰۰۰
	۱/۷۱			
	۲/۵۸			
	۴/۹۲			
	۴/۰۰			

در این قسمت با استفاده از آزمون توصیفی نیز به بررسی شباهت بین تکنیک‌های رتبه‌بندی پرداخته شده است. نتایج این آزمون به شرح جدول ۲ می‌باشد.

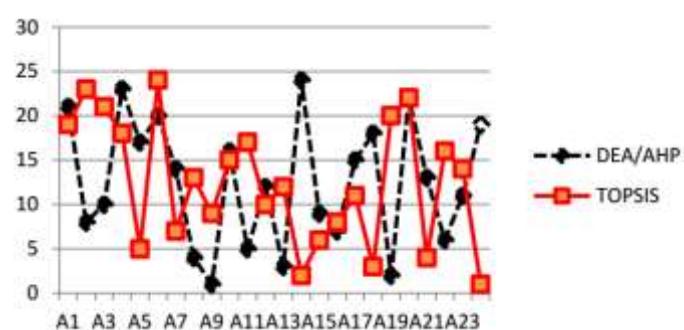
جدول ۲. نتایج آمار توصیفی

	DEA.AH P	AHP	SAW	TOPSIS	ELECTR E
میانگین	۰/۰۴۱۶	۰/۰۴۱۶	۰/۳۰۸۸	۰/۲۶۶۹	۰/۶۷۵۳
تعداد	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴
انحراف معیار	۰/۰۰۱۴۰	۰/۰۱۲۸	۰/۲۴۳۳	۰/۲۶۱۰	۰/۲۰۶۶

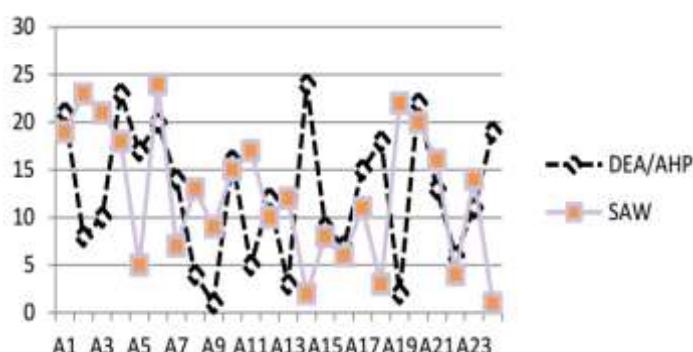
با استفاده از آزمون فریدمن، میانگین رتبه تکنیک‌ها نسبت به تکنیک DEA/AHP سنجیده شد. همان‌طور که نتایج این آزمون نشان می‌دهد؛ تکنیک AHP با میانگین رتبه ۱/۷۱ نزدیک‌ترین میانگین را به تکنیک DEA/AHP با میانگین رتبه ۱/۷۶ دارا می‌باشد. نتایج آمار توصیفی نیز نشان از برتر بودن تکنیک AHP نسبت به سایر روش‌های رتبه‌بندی خواهد داشت؛ زیرا همان‌گونه که نشان داده شد، این تکنیک کمترین انحراف را نسبت به سایر تکنیک‌های رتبه‌بندی دارد؛ بنابراین با مشاهده نتایج این ۲ آزمون می‌توان به این نتیجه رسید که تکنیک AHP به عنوان برترین تکنیک رتبه‌بندی انتخاب خواهد شد. این نتایج همچنین با استفاده از شکل‌های ۲ الی ۵ به تصویر کشیده شده است. همان‌طور که از شکل‌ها مشاهده می‌گردد تکنیک AHP با کمترین میزان انحراف بیشترین شباهت را به جواب بهینه یعنی DEA/AHP دارا می‌باشد. با توجه به نتایج دو آزمون قبل و شکل‌ها این تکنیک (AHP) به عنوان برترین تکنیک رتبه‌بندی شناسایی و انتخاب گردید.



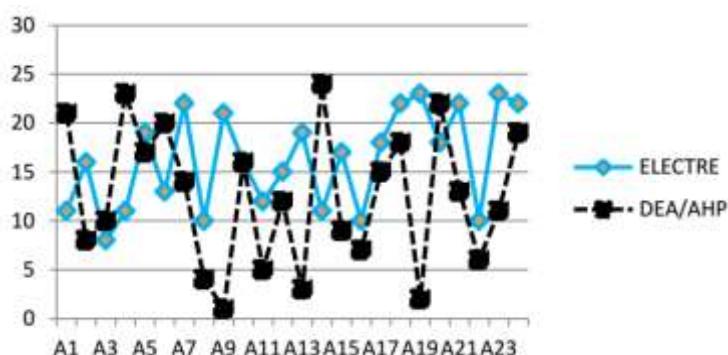
شکل ۲. مقایسه تکنیک AHP با جواب بهینه (DEA/AHP)



شکل ۳. مقایسه تکنیک TOPSIS با جواب بهینه (DEA/AHP)



شکل ۴. مقایسه تکنیک SAW با جواب بهینه (DEA/AHP)



شکل ۵. مقایسه تکنیک ELECTRE با جواب بهینه (DEA/AHP)

بحث و نتیجه گیری

پروژه‌های عمرانی عموماً با محدودیت‌هایی متعددی مواجه اند که تاثیر قابل توجه بر زمان بندی و هزینه پروژه دارند. محدودیت منابع اعم از مصالح، ماشین آلات و تجهیزات کارگاهی، نقدینگی و منابع انسانی ماهر و نیمه ماهر از جمله مهمترین این محدودیت‌ها هستند. تغییرات میزان دسترسی به این منابع در طول پروژه و نیز امکان یا عدم امکان منابع مازاد هر مقطع زمانی در مقاطع بعدی از اجرای پروژه به پیچیدگی موضوع می‌افزاید. افزایش تقاضا برای سرعت و کارا بودن در مقابل پیچیدگی بیشتر پروژه‌های عمرانی مدرن نیاز به مدیریت را افزایش داده است. جهت مدیریت صحیح در یک پروژه تعیین حداقل هزینه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخورداری باشد. در یک پروژه ساختمانی حداقل هزینه کل پروژه شامل: ۱) هزینه‌های مستقیم اعم از مصالح، کارگر و ماشین آلات (۲) هزینه‌های دفتری و مخارج عمومی (۳) جایزه تکمیل پروژه زودتر از زمان مقرر در صورت وجود و جریمه دیرکرد (۴) سایر هزینه‌های اجرائی می‌باشد. هنگام برنامه ریزی پروژه ساختمانی، تعیین مدت زمان کل که باعث ایجاد کمترین هزینه گردد باید به طور صحیح و با دقت کافی مورد بررسی قرار گیرد.

برآورد هزینه یک پروژه عبارت است از تعیین کل هزینه‌ای که باید مطابق با برنامه و مشخصات فنی، برای انجام کار عمرانی صرف شود. هدف اصلی کنترل هزینه پروژه حداکثر کردن سود در عین تکمیل به موقع پروژه با کیفیت قابل قبول است. این امر مستلزم مدیریت پروژه می‌باشد تا تصمیم گیری بهتری برای کاربرد مصالح مناسب، نیروی کار و ماشین آلات بر اساس اطلاعات در دسترس انجام گیرد. چرا که عدم مدیریت بهینه مصالح و تجهیزات می‌تواند مشکلات و خسارات فنی و مالی زیادی را به همراه داشته باشد. در صورتی که فاکتورهای مرتبط با مدیریت مصالح شناسایی، بررسی و بازنگری شوند، خرید، انبار، نگهداری و به کارگیری مصالح به شیوه ای بهینه صورت گیرد، نتایج مثبت زیادی را به همراه دارد. از راهکارهای مناسب جهت سوددهی و مقرن به صرفه کردن اجرای پروژه‌های عمرانی در برنامه ریزی‌های مدیریتی پروژه‌ها است که در این باب مدیریت مصالح مدنظر می‌باشد.

با پیچیده تر شدن و بزرگ شدن مقیاس پروژه، مدیریت مصالح سخت تر می‌گردد و اغلب نیازمند به کارگیری ابزارها و تکنیک‌های مناسب می‌باشد. به صورتی که چنانچه مصالح و مواد با توجه به سطح انبار و زمان مدیریت شوند، اتفاق به حداقل می‌رسد. مدیریت مصالح در پروژه‌های بزرگ عمرانی با توجه به عوامل مختلف و اهمیت پروژه، نیاز به تجهیزات و تکنولوژی‌های پیشرفته دارد. طی بررسی‌ها نتایج مطالعات نشان داده مدیریت و رسیدگی صحیح مصالح در انبار طی روند اجرای پروژه بر هزینه کلی پروژه، زمان و کیفیت پروژه تاثیرگذار است (پوترا^۱ و همکاران، ۱۹۹۹).

با توجه این که هدف تحقیق، نقش مدیریت مصالح در کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی بوده است، در بحث بکارگیری مصالح بصورت بهینه یکی از مهمترین عواملی که میتواند موجب کاهش مصرف انرژی در ساختمانها شود. انتخاب صحیح مصالح ساختمانی برای بخش‌های مختلف ساختمان می‌باشد. کاربرد و انتخاب مناسب مصالح در طول اعصار دل مشغولی معماران بود. انتخاب دقیق استفاده از مصالح موجود در محیط زیست، ساده ترین راه معماران برای طراحی ساختمان‌های پایدار می‌باشد.

در این تحقیق به منظور بررسی میزان بهره‌وری از مصالح نوین در پروژه‌های عمرانی با تأکید بر کاهش هزینه‌ها ابتدا بر اساس تحقیقات انجام گرفت. فرضیاتی شکل گرفت و براساس این فرضیات مدل نظری ارایه گردید که پس از جمع آوری داده‌ها از طریق پرسش نامه از طریق نرم افزار MATLAB مدل مورد بررسی قرار گرفت و روابط میان متغیرها از طریق روش AHP که یکی از روش‌های MCDM، مورد تحلیل قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصله از مدل سلسه مراتبی AHP مزایای فنی و مزایای اقتصادی و مزایای زیست محیطی به ترتیب بالاترین اثرها و مزایای بهره برداری کمترین اثر را بر روی کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی دارند. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه نمود:

¹ Putra

پیشنهاد می‌گردد سایر روش‌های برنامه‌ریزی شبکه‌ای نیز مانند PERT، CCM و غیره نیز در کنار روش MCDM مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود شیوه اجرا و مدیریت مصالح در کشورهای توسعه یافته با کشورهای در حال توسعه مورد مقایسه و تحلیل قرار گیرد.

منابع

۱. افضلی، حسام الدین. بیژنی، بابک. (۱۳۹۲). کاربرد مصالح وویه در سبکسازی ساختمان‌ها و بررسی تأثیر آن بر رفتار لرزه‌ای.
۲. بازرگان، عباس. (۱۳۸۳). روش‌های تحقیق در علوم رفتاری. انتشارات آگاه.
۳. بغدادساریان، ادیک. (۱۳۸۳). مدیریت پروژه‌های اجرایی.
۴. پیرنیا، محمدکریم؛ (۱۳۸۲)، آشنایی با معماری اسلامی ایران، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ هشتم.
۵. دزفولی، عطیه. محمدی، حامد. (۱۳۹۲). ایده‌های خلاقانه، سازه‌های توانمند، تعامل معماری و سازه در سایه نانو تکنولوژی (بررسی افق‌های نوین توانمندسازی بتن بهمراه مطالعات موردي).
۶. زارع مهرجردی، یحیی، حجت الله. مؤمنی و شاهین. برقی. (۱۳۸۹). الگوی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران در پروژه‌های پتروشیمی؛ رویکرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری- تکنیک برشا. نشریه کارشهای مدیریت بازرگانی، سال دوم، شماره سوم.
۷. سالاری، افشین و همکاران؛ (۱۳۸۵)، ساختمان‌های سنتی کویر (اجرای بناهای پایدار در سایه مصالح استاندارد)، همایش علمی منطقه‌ایی معماری کویر.
۸. شکرگزار، حامد رحمن؛ (۱۳۹۲)، سازه‌های نوین.
۹. شیشه بری، داود و سید رضا. حجازی. (۱۳۸۸). به کارگیری تکنیک فرآیند سلسله مراتبی فازی با هدف انتخاب کاراترین روش ارتقا بهره وری. نشریه مهندسی صنایع (دانشگاه تهران). دوره ۴۳، شماره ۱.
۱۰. ظریف حسینیان، سید سعید و سیامک. نوری. (۱۳۸۷). ارائه الگویی برای مدیریت پروژه ارزش محور در طرح‌های عمرانی. سومین کنفرانس ملی ارزش
۱۱. فیلی زاده، محمد رضا و حسن. صادقی. (۱۳۸۶). مدیریت پروژه بر اساس فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM). دانگاه آزاد واحد شیراز، دوره ۱.
۱۲. قربانی عموقین، مریم؛ (۱۳۹۱)، بررسی تکنولوژی نوین ساخت در معماری با استفاده از فناوری مناسب در مصالح
۱۳. کرباسیان، مهدی، اعظم. خبوشانی، محمد. جوانمردی و سید محمود. زنجیرچی. (۱۳۹۰). مجله علمی- پژوهشی مدیریت تولید و عملیات، سال دوم، شماره ۱.
۱۴. کریمی، فاطمه و همکاران؛ (۱۳۹۰)؛ کلیات صنعتی سازی ساختمان، دانشگاه علم و صنعت.
۱۵. ویسه، سهراب. خدادانده، ناهید. (۱۳۸۹)، آشنایی با مصالح و فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان.

16. Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E. K., & Haji Moini, S. H. (2012). A new hybrid model for evaluating the working strategies: case study of construction company. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1), 164-188.
17. Kannan G, Haq AN, Sasikumar P, Arunachalam S. (2008), Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modeling and analytic hierarchy process. *International Journal of Management and Decision Making*;9(2): 163–82.

18. Lotfi M. M., Najafi M., Yazdani S., Shishebori D. and Mortezaratki H., (2007).Investigation of productivity in textile industries in Yazd province and the ways of improving it.
19. Najafi, M. (2005). Designing of productivity cycle in Yazd Jahad company with productivity improving object, Case Study.
20. Wang L. and Chua, J. (2007). Jun Wub; "Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzyanalytic hierarchy process." Int. J. Production Economics No. 107, PP. 151–163.
21. Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria assessment of facades' alternatives: peculiarities of ranking methodology. Procedia Engineering, 57, 107-112.
22. Zavadskas, E. K., Vilutienė, T., Turskis, Z., & Šaparauskas, J. (2014). Multi-criteria analysis of Projects' performance in construction

Evaluation of the efficiency of new materials in development projects with an emphasis on cost reduction using MCDM

Mohammad Reza Mir¹, Mohammad Reza Goudarzi²

1. M.Sc., Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Branch of Boroujerd, Iran
2. Faculty member, Department of Civil Engineering, University of Ayatollah Boroujerdi, Boroujerd, Iran

Abstract

Building firms usually implement multiple construction projects simultaneously which are different in terms of complexity, length of delivery, funding, diversity of tasks and number of different contractors. Construction costs usually go up in parallel with the price of materials and workers' wages. The efficiency of workers has practically increased over years in some traditional types of construction projects. New materials are of different types and their properties should be considered. The use of new materials leads to lower costs as well. The main objective of this study is to evaluate the efficiency of new materials in construction projects with an emphasis on cost reduction. A descriptive-analytical research method has been used in this study and combined solutions have been presented to express the properties of new materials, use the materials and to analyze the facilities and barriers to optimal design. The library method has been used in this study for data collection. The data collection tool used in this research is a questionnaire the validity of which was confirmed by our supervisor, and the Cronbach's alpha calculated for this study is 0.83, which shows that the questionnaire has good validity. The study population includes the executive managers of development projects in the city of Tehran with the total number of 460 executive managers, among whom 210 executives were selected as the sample size using Morgan table. The data were analysed using MCDM software. The model was examined using MATLAB software and the relations among the variables were analyzed using the AHP method which is an MCDM method. The results of the AHP model show that the technical benefits, economic benefits and environmental benefits have the greatest effects on reducing the costs of development projects respectively, while operational benefits have the least effect on that.

Keywords: multiple assessments, efficiency, development projects
