

یک مدل تصمیم‌گیری برای بهینه‌سازی بکارگماری متخصصان در تعمیرات دوره‌ای کارخانجات سیمان

سید محمد حسن رضویان^۱

دانشجوی کارشناسی ارشد تحقیق در عملیات - کارشناس فنی صنعت سیمان

چکیده:

برنامه زمان بندی تعمیرات دوره‌ای در صنعت سیمان غالباً با محور قراردادن مدت زمان لازم برای تعمیرات دوره‌ای صورت می‌گیرد. تعمیرات دوره‌ای به عنوان مسیر بحرانی، محدود کننده مدت زمان تعمیرات در دیگر دپارتمان‌ها است. بارها پیش آمده است که به دلیل عدم برنامه‌ریزی مناسب جهت تخصیص منابع انسانی، انجام بسیاری از تعمیرات لازم در دیگر دپارتمان‌ها در مدت مورد نیاز میسر نگردیده و دپارتمان با تبعیت از راه‌اندازی دوره‌ای و با باقیماندن نواقص فنی مهم و به منظور جلوگیری از خسارت‌های ناشی از عدم تولید، راه‌اندازی می‌گردد. روشن است که برنامه‌ریزی صحیح برای حل این موضوع ساده نبوده و به دلیل تعدد دپارتمان‌ها، محدود بودن متخصصان حرفه‌ای، مستهلک شدن خط تولید و کاهش فواصل تعمیرات دوره‌ای، روز به روز پیچیده‌تر می‌شود. این مقاله بر اساس تکنیک برنامه‌ریزی پویا، مدلی را ارائه می‌دهد که بر اساس آن می‌توان تعمیرات هر دپارتمان را یک پروژه فرض کرده و با محاسبه پیچیدگی هر یک از پروژه‌ها، توانایی‌های موجود کارکنان و مهارت‌های مورد نیاز پروژه، نسبت به انتخاب مناسب متخصصان در هر دپارتمان اقدام نمود تا نهایتاً مدت تعمیرات پیش‌بینی شده در همه دپارتمان‌ها، متناسب با مدت زمان تعمیرات دوره‌ای باشد.

واژه‌های کلیدی: تخصیص منابع انسانی - برنامه‌ریزی پویا - مدیریت پروژه - تعمیرات دوره‌ای صنعت سیمان

بکارگماری صحیح منابع انسانی متخصص در پروژه های تعمیرات دوره ای را می توان به عنوان یکی از مهمترین فرآیندهای مدیریت فنی در صنایع سیمان در نظر گرفت. برنامه زمان بندی تعمیرات دوره ای در صنعت سیمان غالباً با محور قراردادن مدت زمان لازم برای تعمیرات کوره و به عبارت دقیق تر دپارتمان پخت به عنوان قلب اصلی کارخانجات سیمان صورت می گیرد. این مدت زمان تابعی از عواملی همچون: سرد شدن کوره، میزان آجر چینی و نسوز کاری آن، ترمیم اشکالات مکانیکی و برقی و در نهایت استارت مجدد مشعل و گرم شدن کوره و پری هیتر و باردهی مجدد می باشد. نکته مهم آن است که تعمیرات کوره به عنوان مسیر بحرانی، محدود کننده مدت زمان تعمیرات در دیگر دپارتمان ها است. بارها پیش آمده است که به دلیل عدم برنامه ریزی مناسب جهت تخصیص منابع انسانی، انجام بسیاری از تعمیرات لازم در دیگر دپارتمان ها در مدت مورد نیاز میسر نگردیده و دپارتمان با تبعیت از راه اندازی کوره و با باقیماندن نواقص فنی مهم و به منظور جلوگیری از خسارت های ناشی از عدم تولید، راه اندازی می گردد. هرچند این موضوع در بدو امر موجب تولید محصول، فروش و حفظ سهم بازار مصرف می شود، لیکن باید توجه داشت که استمرار آن منجر به ایجاد آسیب های فنی جدی، صرف هزینه های سرسام آور تعمیرات در دوره های بعد، آلودگی های زیست محیطی و در مواردی جرمه های سنگین زیست محیطی ناشی از آن گردیده است. عکس این موضوع نیز در بسیاری از موارد صادق است. بدین معنی که با خاتمه یافتن تعمیرات کوره، به دلیل استمرار تعمیرات در دیگر دپارتمان ها، کوره راه اندازی نشده و هزینه های سنگین تری را به شرکتها تحمیل کرده است. با این وصف روشن است که برنامه ریزی صحیح برای حل این موضوع ساده نبوده و به دلیل تعدد دپارتمان ها، محدود بودن متخصصان حرفه ای، مستهلک شدن خط تولید و کاهش فواصل تعمیرات دوره ای، روز به روز پیچیده تر می شود.

آنچه که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است، توجه به موضوع تصمیم گیری جهت بکارگماری صحیح متخصصان در تعمیرات می باشد. اگر تعمیرات دوره ای کارخانجات را یک پروژه در نظر بگیریم، یکی از دغدغه های مدیر این پروژه به مانند دیگر پروژه ها، انجام قضاوت صحیح برای انتخاب بهترین روش تخصیص منابع انسانی است. بسیاری از برنامه های تعمیرات با عدم انجام کامل در مدت زمان مورد نظر مواجه شده اند، چرا که توجه کافی از سوی مدیران مربوطه، از این جهت که آیا منابع انسانی بصورت اطمینان بخشی در این برنامه ریزی تخصیص یافته است یا خیر، صورت نگرفته. لذا یکی از مزایای مورد انتظار بهبود فرآیندهای تخصیص منابع، کاهش مدت زمان انجام وظایف ویژه است که شرکتها را قادر خواهد ساخت به شرکت هایی با میزان بهروری بیشتر تبدیل شوند. باید توجه داشت که افراد، نقشی اساسی در تولید، کیفیت محصول، انجام تعمیرات صحیح و در نهایت بهره وری سیستم ایفا می کنند. با این حال، این موضوع ساده ای نیست، چرا که انتخاب کارکنان برای ایفای نقش در دپارتمانهای مختلف و با در نظر گرفتن دیگر عوامل، بصورت ترکیبات مختلف، امکان پذیر است که معمولاً بصورت متناقض بوده و اندیشیدن و تصمیم گیری درباره آنها را مشکل کرده است. بنابراین، مدیریت انتخاب و تخصیص کارکنان بدون استفاده از نوعی کمک، بسیار دشوار است و می تواند منجر به تشکیل تیمی شود که بهترین راه حل برای یک وضعیت خاص نیست. این مقاله چارچوبی را بر مبنای برنامه ریزی پویا، پیشنهاد نموده و روشی را ارائه می کند که تعیین کننده میزان تناسب بین مجموعه ای کامل از مهارت های موجود در یک نامزد تیم تعمیرات و مهارت های مورد نیاز دپارتمان مورد نظر است و در نهایت به روند تخصیص منابع انسانی در پروژه های تعمیرات و یا هر نوع پروژه صنعتی دیگری کمک می کند و مشخص می نماید، به هنگام آماده سازی برای شروع یک فرآیند تخصیص منابع انسانی به میزان کافی، چه تعداد و کدامیک از متخصصان، از مجموعه کارکنان موجود در شرکت، می بایست به هر پروژه (هر دپارتمان) اختصاص یابد.

این بخش مدلی را پیش رو قرار میدهد که هدف آن ، بهینه سازی تخصیص منابع انسانی در تعمیرات دوره ای بر مبنای مسئله برنامه ریزی پویا است. علاوه بر این ، این مقاله شامل روشهایی برای برآورد ابعاد یک پروژه تعمیراتی ، بهره برداری بهینه از متخصصان و مدت زمان لازم برای انجام تعمیرات در هنگامی است که تعدادی از متخصصان با خصوصیت‌های مشخص شده وجود دارند .

۱-۲- توصیف مسئله

اولویت بندی تخصیص منابع انسانی ، یکی از مهمترین فعالیت ها در پروژه تعمیرات است . چرا که در صورت ناکافی بودن میزان تخصیص ، درجه معینی از پیچیدگی در کار ظاهر شده و موجب ایجاد مشکلات متعددی می شود که بر موفقیت پروژه تعمیرات تاثیر منفی دارند .

عوامل متعددی وجود دارند که ممکن است بکارگماری متخصصان در تعمیرات دوره ای را تحت تاثیر قرار دهد که از جمله عبارتند از : تعداد متخصصین مورد نیاز ، تعداد متخصصین در دسترس ، امکان بکارگماری یک متخصص برای بیش از یک عملکرد (در یک دپارتمان) ، امکان بکارگماری یک متخصص برای دپارتمان های مختلف بصورت موازی و امکان اختصاص چندین متخصص به دپارتمان های مختلف . به همین ترتیب این مسئله می تواند در حین انجام پروژه های نوآورانه تحقیق و توسعه رخ دهد و ممکن است نیاز به انجام کارهای جدید در روند تعمیرات به شکلی غیر منتظره به وجود آمده که در این حال مدیران مربوطه باید به پیش بینی این وضع پرداخته و با در نظر گرفتن نیاز ناگهانی به داشتن یک مهارت جدید و همینطور نیازهای موجود ، در صورت لزوم نسبت به اختصاص افراد جدید تیم اقدام نمایند .

همانطور که توسط آکونا و همکارانش^۲ اظهار گردیده است ، گردآوردن تیم پروژه ، مستلزم بینشی صحیح در جهت تخصیص منابع انسانی مورد نیاز ، شناسایی عملکردها و وظایف مورد نیاز در طی پروژه و افرادی است که باید برای هر کار در نظر گرفته شده و مطابق با چگونگی تعریف نقشها و مسئولیت های مربوطه باشد . این ساختار توسط ماتریس مسئولیت ها پشتیبانی می شود که ارتباط افراد (how) با کار مورد نظر (what) را برقرار می کند .

در تخصیص منابع انسانی به پروژه های تعمیراتی ، اتخاذ برخی از تصمیمات ، به شدت با نوع عملکرد رهبری مدیر تعمیرات در ارتباط است. از جمله آنها ، اتخاذ تصمیم در این خصوص است که چه کسانی باید برای تعمیرات هریک از دپارتمان ها اختصاص یابند . مدیر تعمیرات باید اطمینان حاصل کند که تعمیرات دپارتمان ، متناسب با افرادی با دارا بودن مهارت های مورد نیاز و متناسب با زمان بندی مصوب در جریان است. برای انجام این کار ، نیاز به یافتن متخصصانی در شرکت است که علاوه بر داشتن مشخصات مورد نیاز ، در هر لحظه ای که پروژه به آنها نیاز داشته باشد ، در دسترس باشند. علاوه بر آن ، نیاز به بهترین شیوه تخصیص ، نیاز به متخصصانی که ممکن است در سایر بخش ها مشغول بکار باشند ، نیاز به افراد بیشتر با مهارت های یکسان و یا نیاز به یک یا چند نفر از اعضای تیم که دارای مهارت های مورد نیاز برای مرحله آغازین تعمیرات هستند ، وجود دارد. این کار ساده ای نیست ، چراکه معمولاً تعداد حالت های تخصیص مختلفی وجود دارد. منافع شرکت ایجاد می کند که مدیر تعمیرات در این فعالیت پیچیده مورد حمایت قرار گرفته و به نحوی عمل شود که یا با به حداقل رساندن زمان مورد نیاز برای تکمیل تعمیرات و یا با به حداقل رساندن هزینه برای دستیابی به این موضوع و یا با به حداکثر رساندن عملکردها جهت تسریع تعمیرات ، نتیجه کار بهینه سازی شود. بطور خلاصه ، مهارت های کاری تیم انتخابی، یک فاکتور بسیار مهم برای پروژه های تعمیراتی است.

در مدل تصمیم گیری ارائه شده در این مقاله ، وضعیت خاصی در نظر گرفته شده که در آن تعداد محدودی از متخصصان باید به دپارتمان های مختلف اختصاص یابند. در این حالت فرض بر آن است که متخصصان ، دارای مهارت های مختلفی هستند. موضوع مورد نظر آن است که مدت زمان مورد نیاز اختصاص داده شده برای انجام تعمیرات همه دپارتمان ها به حداقل رسیده

² Acuña, S.T., Juristo, N., Moreno, A.M., 2006.

و در ضمن ، این زمان کمتر و یا لاقط مساوی مدت زمان تعمیرات کوره (به عنوان محور برنامه ریزی تعمیرات) باشد. در این مورد پیچیدگی های منحصر به فرد تعمیرات در هر دپارتمان در نظر گرفته شده و ارزیابی اینکه چه تعداد و کدامیک از متخصصین ، از میان افراد در دسترس ، باید به هر دپارتمان اختصاص یابد ، انجام می شود.

۲-۲- مدل تخصیص پویا :

این بخش به ارائه سابقه و ساختار مسئله تخصیص منابع انسانی به یک پروژه تعمیرات می پردازد.

۲-۲-۱- سابقه مسئله :

این موضوع در یک شرکت سیمان در نظر گرفته شده که به دلیل توقف کوره و شروع تعمیرات دوره ای در دپارتمان های مختلف خط تولید ، نیاز به اختصاص تیم به هریک از دپارتمان ها را بطور همزمان داراست . یک از ویژگیهای مهم آن است که منابع انسانی بین دپارتمان های مختلف ، به منظور عدم کاهش بهره وری آنها ، بصورت مشترک نیستند. همچنین از آنجایی که تیم های مذکور متشکل از کارکنان این شرکت ها می باشند ، هزینه های کارکنان بصورت جداگانه در نظر گرفته نشده و از این جهت ، هزینه های مربوط به تخصیص کارکنان بصورت نفر/ روز در نظر گرفته شده است. از این رو ، هدف شرکت ، به حداقل رساندن مجموع مدت زمان لازم برای انجام تعمیرات دپارتمان ها ، با در نظر گرفتن ویژگیهای هر متخصص در هر دپارتمان است. در عمل ، این شرکت باید برنامه ریزی لازم را از طریق توزیع کارکنان خود در بین دپارتمان ها انجام دهد، حتی اگر این بدان معنی باشد که یک متخصص که بطور معمول در قسمت تعمیرات اشتغال ندارد ، در زمان تعمیرات دوره ای ، مورد استفاده قرار گیرد. (جابجا شود). مدل ارائه شده در این مقاله ، به شرکت اجازه می دهد برای انجام کار و به منظور به حداقل رساندن زمان اجرای کل تعمیرات ، نسبت به آزاد سازی کارکنان خود جهت پاسخ گویی به خواسته های جدید اقدام کند.

۲-۲-۲- ساختار مسئله :

مدل پویای پیشنهادی ، بر مبنای مدل کلاسیک برنامه ریزی پویا بوده که مدلی برای مسئله توزیع تلاش می باشد. مشکلی که در بکارگیری منابع انسانی در تعمیرات دوره ای نهفته است ، درباره ساخت این مدل و چگونگی ارزیابی پیچیدگی پروژه های تعمیراتی هدف می باشد. مدل پیشنهادی (شکل ۱) ، به دنبال ارائه راه حل بهتری برای توزیع کارکنان در صورت مواجهه با محدودیت های زیر است :

الف - چند متخصص به چندین پروژه اختصاص داده شده است . در این حالت ، تخصیص می بایست مطابق با کوتاهترین زمان تعریف شده برای تکمیل همه پروژه ها باشد.

ب - حداقل یک متخصص می باید به هر پروژه (دپارتمان) اختصاص داده شده باشد. این موضوع نمی تواند اتفاق بیافتد که یک پروژه ، شرایط کامل را برای تخصیص افراد نداشته باشد.

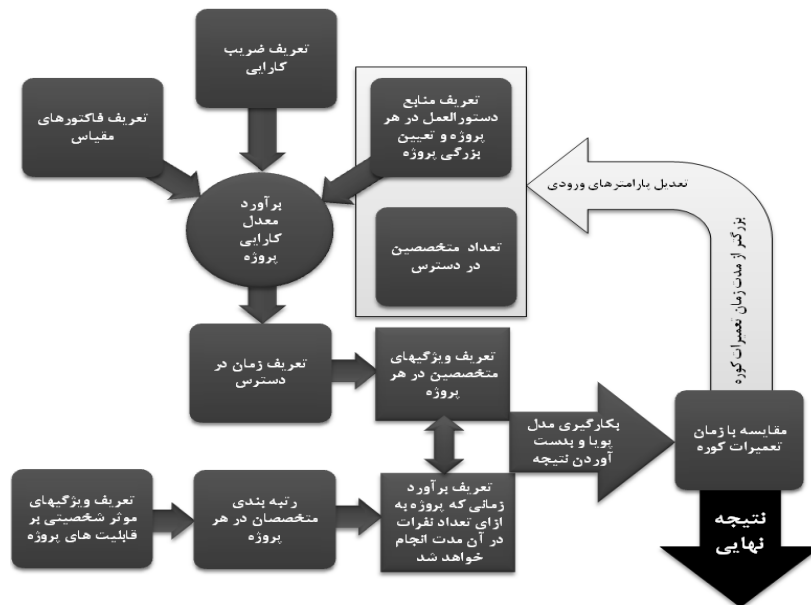
ج- همه متخصصین نمی توانند به یک دپارتمان واحد ، اختصاص داده شده باشند. این محدودیت تحمیل شده ، با توجه به این واقعیت است که در عمل ، همه پروژه ها باید اجرا شوند و هیچ دپارتمانی نباید برای تکمیل تعمیرات دیگر دپارتمان ها ، دچار وقفه شده و یا به تعویق افتد.

فرض بر این است که یک مدیر تعمیرات ، متعهد به انجام تعمیرات n دپارتمان (پروژه) گردیده است (P_1, P_2, \dots, P_n) . شرکت دارای X نفر از متخصصان حرفه ای است و مدیر تعمیرات باید تعیین کند، چه تعداد از آنها به هر پروژه اختصاص یابد تا مجموع مدت زمان مورد نیاز برای انجام همه این n پروژه به حداقل برسد و در ضمن متناسب با توقف دپارتمان کوره باشد. این بدان معنی است که برای هر پروژه ، نیاز به دانستن این مطلب است که در صورتی که تعداد خاصی از متخصصان بدان

اختصاص یابند ، چه مدت زمانی برای انجام وظایف صرف خواهد شد . همانطور که ذکر شد ، به دلیل وجود تمایل برای به حداقل رساندن مجموع زمان مورد نیاز برای انجام تمام پروژه های جاری ، همه متخصصان نباید بصورت یکسان به دپارتمان ها اختصاص یابند.

در واقع ، مسئله بکارگماری متخصصان ، به عنوان مسئله برنامه ریزی پویا توصیف نشده است اما از آنجایی که امکان تعریف تمامی عناصر یک مسئله برنامه ریزی پویا وجود دارد ، می توان آن را به شکل زیر مدل سازی کرد :

شکل ۱- مدل پیشنهادی



- مراحل مسئله : اتخاذ تصمیم در مورد بکارگماری متخصصان در پروژه های ۱ و ۲ و ... n .
- حالت های $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ ، که اشاره به تعداد متخصصانی است که هنوز به پروژه اختصاص داده نشده اند . در ابتدا (S_0) ، تعداد ۱۰ نفر از متخصصان هنوز بکارگماری نشده اند. در طول فرآیند بکارگماری ، تعداد متخصصان کاهش می یابد تا هنگامی که پروژه n ام ، متخصصان را به خود اختصاص دهد (S_n) .
- متغیر های تصمیم گیری y_1, y_2, \dots, y_j ، که به تعداد متخصصان بکارگماری شده به هر یک از این پروژه ها اشاره دارد.
- تابع هدف و محدودیت ها :

$$\text{Min } \sum_{j=1}^s R_j(y_j) \quad (1)$$

$$\text{s/ to } \sum_{j=1}^s y_j = n, y_j = 0, 1, 2, \dots \text{ for each } j.$$

که در آن :

y_j : تعداد متخصصان بکارگماری شده در پروژه j

$R_j(y)$: زمان تکمیل پروژه j است هنگامی که : $y = y_j$

و محدودیت های هر پروژه از نظر بکارگماری حداقل یکی از متخصصان که در بندهای الف ، ب و ج ، قبلاً در مورد آن شرح داده شده است. مدل ریاضی استفاده شده برای حل این موضوع ، از مسئله توزیع تلاش^۳ اقتباس گردیده و در این مورد ، به

³ distribution of effort

حداقل رساندن زمان مورد نیاز برای تکمیل پروژه ، مد نظر می باشد. راه حل تخصیص منابع ، از طریق بهینه سازی رابطه مسئله فوق ، حاصل شده که عبارت است از :

$$\begin{aligned} g_j(n) &= \min_y [R_j(y) + g_{j-1}(n-y)] \\ \text{for } j &= 1, 2, \dots, s \\ g_0(n) &\equiv 0 \text{ to } j = 0, n = 0, 1, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

موضوع اصلی در این مسئله ، مدت زمانی است که باید برای انجام تعهدات یک پروژه برآورد شود و بدان معنا می باشد که چند نفر از متخصصان به آن اختصاص داده شوند. مطابق نظر هیل و همکارانش^۴ ، تکنیک های استفاده شده جهت برآورد تلاش پروژه و مدت زمان لازم جهت انجام وظایف ، شامل موارد ذیل است : قضاوت کارشناس ، مقایسه ، مدل های پارامتری ، تابع آنالیز نقطه ای و اخیراً استفاده از شبکه های عصبی . در یک مطالعه دیگر ، دیلیبابو و کریشنایا^۵ از مدلی موسوم به کوکومو (Cocomo) برای برآورد تلاش یک پروژه استفاده کرده اند. معادله ۳ با اندکی تغییر از مدل مذکور اقتباس شده است:

$$PD = A \times Size^E \times \prod_{i=1}^m EM_i \quad (3)$$

که در آن PD نشان دهنده نفر روز می باشد. اندازه ($Size$) ، میزان بزرگی تعمیرات دپارتمان بوده و حاصل وزن دهی به میزان دستورات عملیاتی مربوطه می باشد. (هرچقدر تعداد این دستورات عملیاتی زیاد باشد ، اندازه پروژه بزرگتر خواهد بود) . مقدار ثابت A و توان E ، که مجموعه ای متشکل از ۵ درایو مقیاس است و در جدول ۱ شرح داده شده و برای محاسبه نسبت اقتصادی بودن یا غیر اقتصادی بودن مقیاس در اندازه های مختلف تعمیرات بکار می رود ، تعدادی از مقادیر m ، که ضرایب تلاش (EM_i) نامیده می شود و به نوع مدل بستگی دارند. دسته دومی را که می توان در جدول ۲ مشاهده کرد ، طبقه بندی فاکتورهای محصول ، فاکتورهای طرح زیر بنایی ، فاکتورهای پرسنلی و فاکتورهای پروژه می باشد. فاکتورهای مقیاس پروژه (SF) بصورت خلاصه شده ، برای تعیین مقیاس توان E مورد استفاده قرار گرفته است. (طبق فرمول ۴) :

$$E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j \quad (4)$$

در مدل کوکومو ، ثابت های A و B باهم متناسب بوده و به ترتیب برابر ۲/۴۹ و ۰/۹۱ می باشد که در این مقاله نیز بدان ها استناد گردیده است. از این رو طول زمان در دسترس ، بصورت معادله زیر تعریف می شود :

$$\text{زمان در دسترس} = \frac{\text{تلاش}}{\text{تعداد متخصصان}} \quad (5)$$

پس از جایگزین کردن میزان تلاش از معادله (۳) خواهیم داشت :

$$\text{زمان در دسترس} = \frac{A + Size^E \times \prod_{i=1}^m EM_i}{\text{تعداد متخصصان}} \quad (6)$$

به منظور گسترش زمان در دسترس ، مقادیر فاکتورهای مقیاس و ضریب تلاش برای هر فاکتور با ذکر جزئیات در جداول ۱ و ۲ درج گردیده است . توجه به این نکته بسیار مهم است که اتخاذکننده تصمیم ، معمولاً مسئول دپارتمان بوده که مسئول دسته بندی ویژگیهای دپارتمان مربوط به خودش می باشد.

⁴ Hill, J., Thomas, L.C., Allen, D.E., 2000.

⁵ Dillibabu, R., Krishnaiah, K., 2005.

جدول ۱- فاکتورهای مقیاس و وزن دهی به آنها

وزن دهی به فاکتورهای مقیاس						
Scale factors	فاکتورهای مقیاس	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
PREC	میزان سابقه پروژه	۶.۲	۴.۹۶	۳.۷۲	۲.۴۸	۱.۲۴
FLEX	انعطاف پذیری طرح	۵.۰۷	۴.۰۵	۳.۰۴	۲.۰۳	۱.۰۱
RESL	تحلیل ریسک	۷.۰۷	۵.۶۵	۴.۲۴	۲.۸۳	۱.۴۱
TEAM	انسجام تیم	۵.۴۸	۴.۳۸	۳.۲۹	۲.۱۹	۱.۱
PMAT	فرآیند ارتقاء و تکامل پروژه	۷.۸	۶.۲۴	۴.۶۸	۳.۱۲	۱.۵۶

جدول ۲- ضرائب تلاش (کارایی) بر اساس وزن هر شاخص

ضرائب کارایی بر اساس وزن هر ویژگی						
دسته بندی فاکتورها	کد ویژگی	شرح ویژگی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد
فاکتورهای برنامه ریزی	RELY	میزان اعتبار برنامه	-/۸۲	-/۹۲	۱	۱/۱۰
	DATA	اندازه پایگاه داده ها		-/۹۰	۱	۱/۱۴
	CPLX	پیچیدگی برنامه	-/۷۳	-/۸۷	۱	۱/۱۷
	RUSE	وجود امکان ارتقا و تغییر برنامه		-/۹۵	۱	۱/۰۷
	DOCU	مستند سازی		-/۹۱	۱	۱/۱۱
فاکتورهای زیربنایی	TIME	محدودیت زمانی			۱	۱/۱۱
	STOR	محدودیت منابع اصلی			۱	۱/۰۵
	PVOL	تنوع برنامه ها		-/۸۷	۱	۱/۱۵
فاکتورهای پرسنلی	ACAP	قابلیت های مدیر اجرا	۱/۴۲	۱/۱۹	۱	-/۸۵
	PCAP	قابلیت های برنامه ریز	۱/۳۴	۱/۱۵	۱	-/۸۸
	PCON	مداومت کاری پرسنل	۱/۲۹	۱/۱۲	۱	-/۹۰
	APEX	تجربه کاربردی	۱/۲۲	۱/۱۰	۱	-/۸۸
	PLEX	تجربه در زمینه برنامه جدید	۱/۱۹	۱/۰۹	۱	-/۹۱
	LTEX	تجربه زبان و ابزار	۱/۲۰	۱/۰۹	۱	-/۹۱
فاکتورهای دیپارتمان	TOOL	استفاده از ابزارهای تخصصی	۱/۱۷	۱/۰۹	۱	-/۹۰
	SITE	برنامه ریزی چند وجهی	۱/۲۲	۱/۰۹	۱	-/۹۳
	SCED	نرم افزار برنامه ریزی مورد نیاز	۱/۴۳	۱/۱۴	۱	۱/۰۰

مشخصات حرفه ای متخصصان و همچنین مهارت های آنها در هر پروژه ، به داشتن قابلیت هایی همچون موارد زیر وابسته است :

خصوصیات فردی (تحلیل گری ، قدرت اتخاذ تصمیم ، استقلال ، نوآوری ، داشتن تفکر انتقادی ، پشتکار و تحمل تنش) -
 خصوصیات سازمانی (خود سازماندهی ، مدیریت ریسک ، دانش محیطی ، انضباط ، داشتن گرایشات زیست محیطی) - روابط
 بین فردی (مهارت های مذاکره ، همدلی ، مهارت های اجتماعی و کار گروهی) - مدیریت (کار حمایتی ، قدرت رهبری گروه ، برنامه ریزی و سازماندهی) .

یکی دیگر از عوامل مهم ، مدت زمان مورد نیاز برای تعمیرات است. از این رو یک نوع سیستم ، برای ارزیابی ریتم زمان وجود دارد. سیستم وستینگهاوس با استفاده از چهار عامل به برآورد میزان کارایی متخصصان می پردازد. این عوامل عبارتند از : توانایی ، تلاش ، موقعیت ها و سازگاری. این سیستم جدولی را با مقادیر عددی برای هر عامل فراهم می کند. از برآورد اینکه هر متخصص چه مدت زمانی را بایستی برای تکمیل کارها و وظایف خود در پروژه به فعالیت بپردازد و با استفاده از مجموع رتبه بندی چهار عامل فوق ، زمان بدست آمده نرمالایز می گردد. (طبق جدول ۳)

جدول ۳ - برآورد عملکرد

برآورد عملکرد متخصصان					
توانایی			میزان تلاش و کارایی		
+ ۰/۱۵	A ₁	Super skilled	+ ۰/۱۲	A ₁	Excessive
+ ۰/۱۳	A ₂		+ ۰/۱۲	A ₂	
+ ۰/۱۱	B ₁	Excellent	+ ۰/۱۰	B ₁	Excellent
+ ۰/۰۸	B ₂		+ ۰/۰۸	B ₂	
+ ۰/۰۶	C ₁	Good	+ ۰/۰۵	C ₁	Good
+ ۰/۰۳	C ₂		+ ۰/۰۳	C ₂	
۰	D	Medium	۰	D	Medium
- ۰/۰۵	E ₁	Regular	- ۰/۰۴	E ₁	Regular
- ۰/۱۰	E ₂		- ۰/۰۸	E ₂	
- ۰/۱۶	F ₁	Weak	- ۰/۱۲	F ₁	Weak
- ۰/۲۲	F ₂		- ۰/۱۷	F ₂	
موقعیت			هماهنگی و سازگاری		
+ ۰/۰۶	A	Ideal	+ ۰/۰۴	A	Perfect
+ ۰/۰۴	B	Excellent	+ ۰/۰۳	B	Excellent
+ ۰/۰۲	C	Good	+ ۰/۰۱	C	Good
۰	D	Medium	۰	D	Medium
- ۰/۰۳	E	Regular	- ۰/۰۲	E	Regular
- ۰/۰۷	F	Weak	- ۰/۰۴	F	Weak

۳- نمایش استفاده از مدل پیشنهادی :

پس از ساخت مدل ، یک شبیه سازی انجام شده است. این بخش به موضوع تخصیص منابع انسانی به پروژه های تعمیراتی پرداخته و یک مثال از استفاده مدل پیشنهادی را نشان می دهد.

۳-۱- تشریح مسئله تخصیص منابع انسانی به تعمیرات دوره ای با ذکر مثال :

مسئله ، چگونگی تخصیص بهینه افراد به ۳ دپارتمان متفاوت (پروژه های ۱ ، ۲ و ۳ که به ترتیب مبین دپارتمان های آسیای مواد ، الکتروفیلتر اصلی و سنگ شکن می باشد) بوده که بطور همزمان با شروع تعمیرات کوره آغاز می شوند. این شرکت دارای ۱۰ متخصص در دسترس و دارای مهارت های فنی مختلف است که می بایست به این سه دپارتمان اختصاص یابند. یک ارزیابی قبلی از تعداد منابع دستورالعمل جهت تعمیرات در هر دپارتمان و در نتیجه تخمین بزرگی برنامه تعمیرات وجود دارد. در این تخصیص ، حالت ایده آل ، پیدا کردن راه حلی برای کمترین کردن مدت زمان اتمام هر سه پروژه است به نحوی که به ازای شمار افراد ، زمان مورد نیاز برای تکمیل هر پروژه متناسب با زمانبندی تعمیرات کوره مشخص گردد.

جدول ۴ - ویژگیهای هر پروژه

ویژگیهای هر پروژه										
	اندازه پروژه	مقیاس	PREC	FLEX	RESL	TEAM	PMAT			
پروژه ۱	۱۲/۵۸		۲/۴۸	۴/۰۵	۵/۶۴	۳/۲۹	۱/۵۶			
پروژه ۲	۱۳/۳۲۴		۲/۴۸	۴/۰۵	۲/۸۳	۱/۱۰	۳/۱۲			
پروژه ۳	۵/۲۸۶		۲/۴۸	۴/۰۵	۵/۶۵	۳/۲۹	۱/۵۶			
کارایی	RELY	DATA	CPLX	RUSE	DOCU	TIME	STOR	PVOL		
پروژه ۱	-/۸۲	-/۹۰	-/۸۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۱۱	۱/۰۰	-/۸۷		
پروژه ۲	۱/۰۰	-/۹	-/۸۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۱۱	۱/۰۵	-/۸۷		
پروژه ۳	-/۸۲	-/۹	-/۸۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۱۱	۱/۰۰	-/۸۷		
کارایی	ACAP	PCAP	PCON	APEX	LTEX	PLEX	TOOL	SITE	SCED	
پروژه ۱	-/۸۵	-/۸۸	۱/۲۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۹	۱/۱۷	-/۸۶	۱/۰۰	
پروژه ۲	-/۷۱	-/۷۶	۱/۰۰	-/۸۸	-/۹۱	۱/۰۰	-/۹۰	۱/۰۰	۱/۴۳	
پروژه ۳	-/۸۵	-/۸۸	۱/۲۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۹	۱/۱۷	-/۸۶	۱/۰۰	

گام اول ، ایجاد تعداد متوسطی از منابع دستورالعمل و به دنبال آن تعیین وزن فاکتورهای مقیاس وضرایب تلاش (کارایی) برای هر پروژه است. در جدول ۴ ، خلاصه تمام این اطلاعات تدوین شده است. با توجه به بدست آمدن ویژگیهای هر پروژه ، گام بعدی ، محاسبه میزان تلاش (کارایی) ، براساس معادلات ۳ و ۴ برای پروژه ۱ می باشد. مطابق با جدول ۴ ، جمع فاکتورهای مقیاس ، ۱/۰۸۰۳ و حاصل ضرایب عدد ۰/۶۵۶۲ می باشد . با دانستن اینکه اندازه پروژه ۱ برابر با ۱۲/۵۸ و با توجه به مقادیر A و B از معادلات ۳ و ۴ که به ترتیب برابر ۲/۹۴ و ۰/۹۱ می باشد (مطابق مدل کوکومو) ، برآورد تلاش (کارایی) ، با استفاده از معادله ۳ بدست آمده و میزان آن برابر ۲۹/۷۴ نفر به ازای هر روز می باشد. به همین ترتیب مقادیر فوق برای پروژه های ۲ و ۳ نیز بدست آمده که نتایج در جدول ۵ برحسب نفر روز ارائه شده است.

جدول ۵ - برآورد تعدیل شده تلاش پروژه

برآورد تلاش و کارایی در هر پروژه	
پروژه ۱	۲۹/۷۴
پروژه ۲	۱۹/۴۷
پروژه ۳	۱۱/۶۵

با توجه به متخصصان بکارگماری شده ، مجموعه ای از مهارت های هریک از کارکنان در جدول زیر نشان داده شده است. در این مورد " X " نشان دهنده قابلیت های فعلی متخصص و " * " نشان دهنده ویژگیهای پروژه است .

شکل ۲ - تاثیر عوامل شخصیتی در قابلیت های هر پروژه

درصد تطابق	میزان تطابق قابلیت های خواسته شده	توانایی مدیریت		توانایی های گروهی			توانایی های سازمانی			توانایی های فردی				متخصص ۱						
		برنامه ریزی و سازماندهی	رهبری گروه	ارزیابی کارکنان	کار تیمی	معاشرت پذیری	قدرت انتقال ایده	مهارت های مذاکره	سرویس دهی به کارفرما	گرایش زیست محیطی	دانش و شناخت محیطی	مدیریت ریسک	خود سازماندهی		تحمل تنش	سرسختی	قدرت تشخیصی	نوآوری	استقلال	تقسیم گری
۰/۵	۶ ۱۲	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	پروژه ۱
۰/۶۱۵	۸ ۱۳	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	پروژه ۲
۰/۷	۷ ۱۰	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	X *	پروژه ۳

بنابراین ظرفیت مورد نیاز هر پروژه برای بکارگماری هرمتخصص ، به عنوان درصد تناسب بین ظرفیت مورد نیاز پروژه و ظرفیتی که آن متخصص قادر به برآورده کردن آن است ، در نظر گرفته می شود. شکل ۲ نشان دهنده امتیازات یکی از متخصصان در ارتباط با هریک از ۳ پروژه است . از تمام ۱۰ متخصص خواسته شده است نسبت به تکمیل جدول مذکور اقدام نمایند. پس از انجام این کار ، رتبه بندی نهایی ۱۰ متخصص را می توان با توجه به ۳ پروژه و بر اساس امتیازات آنها مطابق با جدول ۶ بدست آورد. با استفاده از این رتبه بندی ، امکان تخصیص بهینه متخصصین به هر دپارتمان وجود دارد. بنابراین جهت تدوین جدول ۸ ، متخصصان براساس تعداد افراد مورد نیاز ، بکارگماری شده اند. به عنوان مثال ، اگر برای پروژه ۱ تنها یک متخصص مورد نیاز باشد ، متخصص شماره ۸ بکارگماری می شود اما اگر ۲ متخصص مورد نیاز باشد ، متخصصین شماره های ۸ و ۱۰ بکارگرفته می شوند.

گام آخر ، محاسبه زمان تکمیل تعمیرات دپارتمان ها بر حسب روز و به ازای تعداد مشخصی از افراد طبق معادله ۶ می باشد. برای انجام این کار ، مطابق با تعداد متخصصان مورد نیاز ، از مدل پیشنهادی بارنز^۶ استفاده گردیده است . این مدل ، جدولی متشکل از مقادیر عددی برای هر عامل و مدت زمان تکمیل بدست آمده طی این مطالعه را طبق معادله ۶ ایجاد می نماید. این زمان با اعمال مجموع امتیازبندی برای ۴ فاکتور (جدول ۷) ، به منظور در نظر گرفتن مهارت های مختلف هر متخصص ، نرمالایز شده است. در این مورد تصمیم گیرنده بایستی ویژگیهای هر متخصص را در هر پروژه استنتاج کند. به عنوان مثال ، جدول ۹ نشان می دهد که تصمیم گیرنده چگونه ویژگیهای متخصص شماره ۸ را به پروژه ۱ اختصاص داده است. در این مورد زمان در دسترس برای انجام پروژه در عدد ۰/۲۹ (جمع امتیازات متخصص ۸ در جدول ۷) ضرب شده است. بنابراین با توجه به اینکه همه متخصصین دارای حداقل سطحی از تجربه هستند و با توجه به زمان بدست آمده از معادله ۶ ، تصمیم گیرنده قادر است پس از انتخاب یک متخصص (از لیست تخصیص داده شده ها) ، نسبت به محاسبه زمان اتمام مربوطه طبق معادله ۷ اقدام کند. این نتیجه در ذیل نمایش داده شده است :

$$\text{زمان در دسترس} = \text{تلاش} \times \left(1 - \left(\sum_{i=1}^x C_i \right) \right) \quad (7)$$

که در آن x ، تعداد متخصصان انتخاب شده و C_i مجموع مقادیر ویژگیهای هر متخصص برای هر پروژه است . بر این اساس ، برآورد زمان تکمیل طبق جدول ۸ در ذیل آمده است . با توجه به برآورد زمان تکمیل پروژه ها به ازای تعداد نفرات ، توضیح خواهیم داد که جزئیات زیر چگونه در پیامدها موثر بوده اند.

جدول ۶ - امتیازبندی متخصصین در هر پروژه

پروژه ۱	پروژه ۲	پروژه ۳
متخصص ۸	متخصص ۵	متخصص ۹
متخصص ۱۰	متخصص ۶	متخصص ۳
متخصص ۱	متخصص ۲	متخصص ۴
متخصص ۴	متخصص ۷	متخصص ۷
متخصص ۶	متخصص ۱۰	متخصص ۲
متخصص ۵	متخصص ۸	متخصص ۱
متخصص ۹	متخصص ۳	متخصص ۱۰
متخصص ۲	متخصص ۴	متخصص ۵
متخصص ۷	متخصص ۱	متخصص ۸
متخصص ۳	متخصص ۹	متخصص ۶

جدول ۷ - قابلیت های متخصص شماره ۸ برای پروژه شماره ۱

ویژگیهای متخصص ۸ برای پروژه ۱		
ویژگی	کد	مقدار
توانایی	B _۱	+ ۰/۱۱
کارایی	A _۲	+ ۰/۱۲
وضعیت متناسب	C	+ ۰/۰۲
میزان هماهنگی	A	+ ۰/۰۴

۴- پیامد ها :

همان طور که ذکر شد ، با استفاده از داده های جدول ۸ ، معادله تعدیل شده بر مبنای معادلات ۱ و ۲ ، جهت مسئله برنامه ریزی پویا حل شده است . پس از اجرای مدل شبیه سازی شده ، نتیجه نهایی به منظور تخصیص منابع انسانی به نحوی که مجموع مدت زمان هر سه پروژه به حداقل برسد ، بدست آمده که در جدول ۹ قید شده است.

از ویژگیهای قابل توجه برنامه ریزی پویا آن است که راه حل ، با شروع از انتها و حرکت وارونه به سمت ابتدا ، بدست می آید . بر این اساس در مثال فوق ، با توجه اولویت بندی انجام شده در جدول ۶ ، ابتدا ۶ متخصص اول از نظر امتیاز به پروژه ۳ اختصاص داده می شوند و چهار نفر بعدی به پروژه های ۲ و ۱ . لیکن مشاهده می شود که زمان انجام پروژه ها همچنان با هم

جدول ۸- برآورد مدت انجام پروژه ها به ازای تعداد نفرات

برآورد زمان انجام پروژه ها (ماه) به ازای تعداد متخصصین			
تعداد متخصصان	پروژه ۱	پروژه ۲	پروژه ۳
۱	۲۱/۱۱۵۴	۱۳/۸۲۳۷	۸/۲۷۱۵
۲	۱۳/۹۷۷	۹/۱۵۰۹	۵/۴۷۵۵
۳	۸/۶۲۴۶	۵/۶۴۶۳	۳/۳۷۸۵
۴	۵/۰۵۵۸	۳/۳۰۹۹	۱/۹۸۰۵
۵	۳/۵۶۸۸	۲/۳۳۶۴	۱/۳۹۸۰
۶	۲/۳۷۹۲	۱/۵۵۷۶	۰/۹۳۲۰
۷	۱/۴۸۷۰	۰/۹۷۳۵	۰/۵۸۲۵
۸	۰/۸۹۲۲	۰/۵۸۴۱	۰/۳۴۹۵
۹	۰/۵۹۴۸	۰/۳۸۹۴	۰/۲۳۳۰
۱۰	۰/۵۹۴۸	۰/۳۸۹۴	۰/۲۳۳۰

جدول ۹ - نتیجه نهایی تخصیص

نتیجه نهایی		
پروژه	تعداد	شماره متخصصین
پروژه ۱	۴	۸ - ۱۰ - ۱ - ۴
پروژه ۲	۴	۵ - ۶ - ۲ - ۷
پروژه ۳	۲	۹ - ۳

نامتناسب است بنابراین با توجه به این که همه پروژه ها همزمان باهم شروع شده و باید تقریباً همزمان باهم به اتمام برسند تا استفاده بهینه از تمام افراد به عمل آمده باشد ، روش پویا را ادامه می دهیم تا نهایتاً ۲ متخصص به پروژه ۳ و ۴ نفر به پروژه های ۲ و ۴ نفر نیز به پروژه ۱ اختصاص یابد و در این حالت ، حداکثر زمان مورد نیاز برای تکمیل هر سه پروژه به میزان ۵/۴۷ روز خواهد بود. زمان بدست آمده بایستی با مدت زمان تعمیرات کوره به عنوان محور برنامه ریزی تعمیرات مقایسه گردیده و در صورتی که بیش از آن باشد ، تعدیل لازم در برخی پارامترهای ورودی مدل شامل تعداد نفرات در دسترس و یا مقدار بزرگی پروژه تعمیرات انجام شود. روشن است که در مسئله ای با تعداد نفرات بیشتر ، حل مدل بصورت دستی بسیار وقت گیر است و استفاده از نرم افزارهای حل مدل‌های پژوهش عملیاتی مانند نرم افزار لینگو (Lingo) پیشنهاد می شود.

۵- بحث و بررسی :

نتایج بدست آمده شامل چند دست آورد است. نخست، شامل حرکتی رو به جلو برای استفاده و توسعه چارچوب تخصیص منابع انسانی در تعمیرات دوره ای صنعت سیمان می باشد. همچنین، محیط ساخت یک تصمیم را که در آن یک مدیر تعمیرات نسبت به کنترل مدیریت منابع انسانی اقدام می کند، ملاحظه نمودیم. ترکیب برنامه ریزی پویا را با روشی که هماهنگی های لازم را بین مجموعه کامل ارائه دهنده مهارت های یک کاندیدا و مهارت های مورد نیاز یک پروژه تعیین می کند، مد نظر قرار دادیم.

ثانیاً با توجه به پیچیدگی های پروژه ها این موضوع بررسی شده است که چه تعداد و کدامیک از متخصصان از تعداد کل موجود، به هر پروژه اختصاص یافته تا مدت زمان مورد نیاز برای تکمیل آنها به حداقل برسد. این موضوع را باید در نظر داشت که فرض شده است برآورد مدت زمان مورد نیاز برای افراد متخصص، قبلاً و بر اساس آزمون های ارزشیابی تخصصی استاندارد می شود که بصورت دوره ای برگزار می شوند، بدست آمده است.

این مقاله پیشنهاد کمک و پشتیبانی هدفمند از مدیران تعمیراتی است که در حال انجام وظیفه دشوار تخصیص منابع انسانی هستند. این مدل هنگامی تطابق دارد که پروژه های متعدد با پیچیدگی های مختلف وجود دارند و اختصاص تعداد بیشتر و یا کمتر منابع انسانی می تواند بطور مستقیم بر مدت زمان صرف شده جهت تکمیل پروژه اثر گذار باشد.

با این حال، برخی از محدودیت ها برای انجام این پژوهش وجود دارد: نخست آنکه، متخصصان، بین تیم های مختلف به اشتراک گذاشته نمی شوند. طبق نظر کانگ و همکارانش^۷، اشتراک گذاری متخصصان بین تیم های مختلف، بهره وری را کاهش می دهد چرا که متخصصان تحت کنترل تیم های مختلف قرار می گیرند. موضوع دوم به محدوده پروژه مربوط است. اگر محدوده تغییر کند، بر اساس تعریفی که قبلاً ارائه شده است، این تغییر، تنها مدت زمان مورد نیاز برای هدایت پروژه را تحت تاثیر قرار می دهد و نه تخصیص مجدد منابع انسانی را. از سوی دیگر، اگر یک متخصص پروژه را ترک کند، تیم به همان منوال باقی می ماند، چراکه هیچ پروژه ای نباید دچار وقف شده و یا به تعویق افتد و این مدل اشتراک گذاری منابع انسانی را در نظر نمی گیرد.

۶- نتیجه گیری :

مقاله حاضر، مجموعه مشروحی است از یک گام مهم در مدیریت تعمیرات که به تخصیص منابع انسانی می پردازد. پیام اصلی که می توان از این مقاله برداشت کرد آن است که پژوهش عملیاتی بایستی در روند تخصیص منابع انسانی مورد استفاده قرار گیرد و بدینسان تصمیم گیرنده را در این فعالیت پیچیده یاری رساند.

با توجه به گسترش پژوهش ها برای یافتن راه حل های جایگزین در خصوص بکارگیری متخصصان در پروژه های صنعتی، پیشنهاد می شود، تحقیقات بیشتری با ایجاد محدودیت های جدید به منظور گنجاندن دیگر جنبه های اولویت دار برنامه تعمیرات کارخانجات سیمان انجام شود که می تواند شامل در نظر گرفتن هزینه ها بر حسب نفر روز صرف شده بر روی یک پروژه باشد. بر این اساس، انجام این تحقیقات می تواند شکل توسعه یافته ای از مدل ارائه شده باشد. در نظر گرفتن هزینه های نیروی انسانی حاکی از آن است که هدف از تخصیص کارکنان، به حداقل رساندن این قبیل از هزینه ها است. یکی دیگر از تغییرات این مدل، می تواند به اشتراک گذاری کارکنان بین پروژه ها و با هدف ایجاد حداکثر بهره وری در موضوع تخصیص باشد.

⁷ Kang, D., Jung, J., Bae, D.-H., 2011.

مراجع :

- [1] Razavian,H, 2013 . Decision model for allocating human resources in maintenance programs in Hegmatan cement company
- [2] Acuña, S.T., Juristo, N., Moreno, A.M., 2006. Emphasizing human capabilities in project development.
- [3] Hill, J., Thomas, L.C., Allen, D.E., 2000. Experts' estimates of task durations in development projects.
- [4] Dillibabu, R., Krishnaiah, K., 2005. Cost estimation of a product using COCOMO II.2000 model
- [5] Barnes, R., 1980. Motion and Time Study, 7th edition. John Wiley and Sons, New York, NY.
- [6] Kang, D., Jung, J., Bae, D.-H., 2011. Constraint-based human resource allocation in software projects.