

تدوین متدولوژی تعیین سهم فعالیت ها در ایجاد تاخیرات پروژه به تفکیک مسوولین

چکیده

در این مقاله سعی خواهد شد روش های آنالیز تاخیرات پروژه و شیوه تسهیم مسوولیت ها تشریح گردند. با به کارگیری روش های معتبر انتظار می رود بتوان تحلیل مناسبی از مسوولیت های تاخیرات داشته و تخمین های مناسبی جهت تسهیم مسوولیت های تاخیرات به دست آورد. با توجه به نقش های مختلفی که طرف های مختلف در انجام یک پروژه دارند و تعهدات طرف های مختلف درگیر در پروژه بر روی زمانبندی ها، قضاوت در مورد سهم هر یک از طرف ها در ایجاد تاخیرات پروژه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. این موضوع به جهت کاربرد آن در آنالیز ادعاهای خسارت تاخیرات در پروژه ها از جایگاه به خصوصی برخوردار است.

واژگان کلیدی

تأثیر تاخیر، آنالیز تاخیرات پروژه، ادعاهای خسارت تاخیرات، تسهیم مسوولیت تاخیرات، آنالیز مسیر بحرانی

۱- مقدمه

پروژه مجموعه اقدامات جدیدی است که در قالب سه قید هزینه، کیفیت و زمان صورت پذیرد. بنابراین تجدید همواره از شاخصه های تمامی پروژه ها می باشد. همین امر باعث پویایی و تغییرات زیاد محیطی در پروژه ها می گردد. کارفرمایان تصمیمات خود را عوض می کنند و پیمانکاران برای این تصمیمات جدید راه های جایگزین خود را ارایه می دهند. بنابراین در شرایطی که تغییر اجتناب ناپذیر می باشد، تاخیرات نیز وجود خواهند داشت. به طور کل تاخیرات ناشی از علل مختلفی است که از سوی طرف های مختلف درگیر در پروژه ایجاد می شوند. اگر تاخیری در پروژه به علت تاخیر طرف های مختلف درگیر ایجاد شده باشد، طبیعی است که تمامی آن ها باید در جبران این تاخیر نیز سهم شوند. طبیعتاً در این میان نوع روابط پیش نیازی بین فعالیت ها و نحوه تاثیرگذاری فعالیت ها بر یکدیگر بسیار تاثیرگذار خواهد بود. از این رو ادعای خسارت از طرف های مختلف قابل انتظار خواهد بود. Jergas و Hartman مقاله ای را منتشر نموده اند که در آن در مورد راه های پیشگیری از رخداد ادعاهای خسارت بحث شده است [۱۴]. اما در هر حال همانطور که اشاره شد، تاخیرات در پروژه ها اتفاق می افتند. Semple در مقاله خود با ارایه مطالعه موردی خود بر ۲۴ پروژه مختلف در کانادا، در مورد میزان تاخیرات و ادعاهای خسارت و علل پیدایش آن ها بحث نموده است [۱۵]. Patel و Arditi [۱۶] در مورد عناصر کلیدی حل و فصل ادعاهای خسارت مرتبط با موضوع زمان بحث نموده اند. انواع تاخیرات و دسته بندی آن ها جزو مباحث بعدی و مهمی بود که در موضوع آنالیز تاخیرات مطرح گردیده و بدان پرداخته شد. به تدریج در مقالات نقش و قابلیت های برنامه های زمانبندی بر مبنای محاسبات مسیر بحرانی مورد توجه قرار گرفت و روش های آنالیز تاخیرات معرفی و تشریح شدند [۱۱]. البته به علت آن که شاخص عملکرد مشخصی جهت اندازه گیری موفقیت این روش ها وجود نداشته است، هر کدام از این روش ها در موقعیت های خاصی ارایه شده و مورد استفاده قرار گرفته اند و نمی توان در تمامی موارد یک روش را بر دیگری ترجیح داد. هر یک از آن ها قابلیت ها و ویژگی های خاصی را دارا هستند که می تواند بر اساس مورد، مورد بهره برداری قرار گیرند. اخیراً محققان به دنبال متدولوژی هایی هستند تا با دربرگیری تمامی جوانب مبحث آنالیز تاخیرات، اقدام به حل و فصل موضوع ادعاهای خسارت با موضوع زمان نمایند [۸]. البته در این میان نمی توان ادعا نمود که متدولوژی کاملی برای این مبحث ارایه گردیده است.

البته در این در این مقاله به موضوع استخراج حلقه های علت و معلولی در ایجاد تاخیرات پرداخته نمی شود. بلکه تصور می شود که تاخیرات علت یابی شده اند. بنابراین با علم به تاخیرات قابل انتساب به هر یک از طرف های مختلف درگیر در پروژه، سعی خواهد شد تا آنالیز این تاخیرات و اثربابی آن ها بر کل پروژه صورت پذیرد و پیشنهادات بهبود بر یکی از آخرین متدولوژی های ارایه شده، تشریح گردد.

۲- تعریف تاخیرات

تأخیر، عمل یا رویدادی است که زمان مورد اشاره در قرارداد برای انجام عملی خاص را طولانی تر کند و به صورت طولانی تر کردن مدت زمان فعالیت و یا به تعویق افتادن تاریخ شروع آن ظاهر می گردد و ممکن است تغییر در حیطه هایی از کار طبق قرارداد را نیز دربر داشته باشد. به تعویق افتادن تاریخ شروع فعالیت ها نیز ممکن است یا به خود آن ها بازگردد و یا تغییر در فعالیت های ماقبل و منطبق پیش نیازی آن ها باعث این موضوع شده باشد. طبق اصول ابتدایی زمانبندی مسیر بحرانی، تا هنگامی که کل شناوری آزاد مربوط به یک مسیر مصرف نشده باشد، تأخیر در مسیری غیر بحرانی زمان کل پروژه را به تعویق نخواهد انداخت [۵]. اما لزوم پرداختن به موضوع علت رخداد تاخیرات و مسوولیت یابی آن ها چیست؟

- کارفرمایان به دنبال علت یابی تاخیرات هستند تا بتوانند تسویه خسارت ها^۱ پیمانکار را محاسبه و دریافت کنند و تخمین های مناسبی از حجم هزینه های اضافی تحمیل شده به پیمانکار در دست داشته باشند.
- پیمانکاران نیز برعکس؛ باید بتوانند دلایل کافی برای انجام ادعای خسارت تاخیر را جمع آوری کنند و همچنین خسارات دیرکرد خود را نیز طبق قرارداد محاسبه نمایند.
- شرکت های پدازنده ضمانت ها و تامین کننده اعتبارات پروژه ها نیز باید جهت کنترل عملکرد دریافت کنندگان این تسهیلات مالی از علت و مسوولیت تاخیرات مطلع باشند.

در ادبیات موضوع و در بیان انواع تاخیرات مباحث گسترده ای آورده شده است. اما بعضاً تناقضاتی بین این مفاهیم دیده می شود. جهت عدم اطاله مبحث از پرداختن به ادبیات موضوع در این زمینه صرف نظر می گردد. البته دسته بندی پیشنهادی نگارندگان این مقاله در قالب ساختار شکست تاخیرات در بند ۵ آورده شده است.

۳- زمانبندی های مبنای قضاوت

برای شناخت روند کامل سیر وقایع در پروژه می توان از زمان بندی های متنوعی بهره گرفت که هر یک در موقعیت های خاص خود می توانند مفید واقع گردند. آردیتی و پتل^۲ در مرجع ۴ از زمانبندی های زیر بدین منظور یاد نموده اند: برنامه زمانبندی مینا، زمانبندی مینا به همراه تاخیرات یکی از طرف های درگیر، زمانبندی واقعی، زمانبندی های سیر تغییرات^۳، زمانبندی پیش بینی شده^۴.

بسته به موارد زیر می توان در مورد انتخاب زمان بندی مبنای قضاوت جهت انجام آنالیز تاخیرات و روش انجام آنالیز تاخیرات تصمیم گیری نمود:

- ۱- وجود و یا نبود برنامه زمانبندی اصلی و مورد تایید بدون اطلاعات پیشرفت و به روزآوریها
- ۲- وجود و یا نبود برنامه زمانبندی اصلی و مورد تایید به همراه اطلاعات پیشرفت ها و به روزآوریها در برخی دوره ها
- ۳- وجود و یا نبود برنامه زمانبندی اصلی و مورد تایید به همراه اطلاعات پیشرفت فعالیت ها و به روزآوریها به صورت مستمر و منظم در طول پروژه
- ۴- وجود و یا نبود برنامه زمانبندی های و مورد تایید به همراه آخرین اطلاعات پیشرفت فعالیت ها و به روزآوریها به صورت منظم در طی پروژه - به همراه اطلاعات تاخیرات همزمان طرف های درگیر در پروژه

^۱ - Liquidated Damages

- Arditi , Patel

- Adjusted

- As-Projected

در واقع در لیست فوق تقریباً از بدترین حالت (کمترین اطلاعات در دسترس) به مناسبترین حالت (بیشترین اطلاعات در دسترس) لیستبندی صورت گرفته است. مسلماً تفاوت این موارد در حجم اطلاعات ثبت شده و در دسترس در پروژه می‌باشد. هر چه در روند پروژه، اطلاعات جامع‌تری ثبت شده و به عنوان سوابق پروژه ذخیره‌سازی و به روزآوری گردند، احتمال استخراج عوامل ایجادکننده تاخیرات در پروژه و مسوولیت‌یابی آن‌ها بیشتر خواهد بود.

۴- روش‌های آنالیز تاخیرات پروژه

جهت انجام آنالیز تاخیرات پروژه روش‌های مختلفی ارائه شده است که هر یک قابلیت به کارگیری در شرایط بخصوصی را دارند. البته به-کارگیری این روش‌های مختلف، به نتایج متفاوتی نیز برای کارفرما و پیمانکار خواهد انجامید [۱۲]. این روش‌ها عبارت‌اند از روش مقایسه برنامه زمان‌بندی با زمان‌بندی واقعی، روش افزایش برنامه زمان‌بندی مینا^۸، روش کاهش زمان‌بندی واقعی^۹، روش آنالیز بازه‌های زمانی^۷ و روش آنالیز تأثیر تاخیرات^۸.

الف) روش مقایسه برنامه زمان‌بندی با زمان‌بندی واقعی: این روش همان‌طور که از عنوان آن برمی‌آید؛ برنامه زمان‌بندی را با زمان‌بندی واقعی مقایسه می‌نماید. برنامه زمان‌بندی، در واقع نشان‌دهنده طرح اصلی جهت تکمیل کار طبق شرایط قرارداد و در قالب بازه زمانی تعهد شده در قرارداد می‌باشد. در عوض زمان‌بندی واقعی ترتیب و انجام فعالیت‌ها را طبق آنچه در پروژه روی داده است، نمایش می‌دهد، که شامل عدم پیوستگی در انجام فعالیت‌ها و یا انقطاع آن‌ها نیز می‌گردد. با مقایسه برنامه و وضعیت واقعی امکان آنالیز تاخیرات جهت محاسبه تاخیر قابل‌انتساب به کارفرما، تاخیر قابل‌انتساب به پیمانکار و تاخیر همزمان فراهم خواهد شد. گاهی روش مقایسه‌ای با عنوان *رویکرد زمان کلی*^۹ نیز شناخته می‌شود [۱۲]. در این روش داریم:

اختلاف بین تاریخ پایان پروژه در زمان‌بندی واقعی و تاریخ پایان پروژه در برنامه زمان‌بندی = کل تاخیر پروژه
مجموع کل تاخیراتی که کارفرما مرتکب شده است = تاخیرات قابل‌انتساب به کارفرما
مجموع کل تاخیراتی که پیمانکار مرتکب شده است = تاخیرات قابل‌انتساب به پیمانکار

فرضیات

- هر طرف به نسبت مجموع تاخیراتی که مرتکب شده است، مسوول تاخیرات پروژه می‌باشد.
- مدیریت، در قبال تاخیرات غیرفعال عمل می‌کند و برنامه‌ها در طول زمان پروژه ثابت باقی می‌مانند.
- همزمان بودن تاخیرات در محاسبه مجموع تاخیرات تأثیری ندارد.
- تاخیر همزمان، لزوماً به معنای یکسان بودن بازه زمانی رخداد دو یا چند تاخیر نمی‌باشد.

محدودیت‌ها

- تغییر مسیر بحرانی در طول پروژه لحاظ نمی‌شود.
- به روزآوری برنامه‌ها نمی‌تواند لحاظ شود.
- موقعیت زمانی رخداد تاخیرات لحاظ نمی‌شود.
- تأثیر تاخیرات به تأثیر آن‌ها بر روی شبکه زمان‌بندی منحصر فرض می‌شود.
- همزمان بودن تاخیرات در بازه زمانی رخداد آن‌ها قابل‌تحلیل و تفکیک مسوولیت نخواهد بود.

ب) روش افزایش برنامه زمان‌بندی مینا: روش افزایشی از برنامه زمان‌بندی به‌عنوان مینا استفاده می‌کند. بدین گونه که برای ارزیابی تأثیر تاخیرات هر یک از طرف‌های درگیر در پروژه، فعالیت‌های تاخیری قابل‌انتساب به او را به برنامه زمان‌بندی می‌افزاید تا کل تاخیر قابل‌انتساب به هر طرف تعیین گردد. در این حالت طرف مقابل تنها مسوول مابقی تاخیرات زمان‌بندی می‌باشد. به عنوان مثال فرض نمایید که تاخیرات کارفرما به صورت فعالیت‌هایی (با طول مدت معین و رابطه پیش‌نیازی مناسب) به برنامه زمان‌بندی اضافه شده‌اند و زمان‌بندی جدیدی ایجاد شده است. در این صورت:

اختلاف بین تاریخ پایان پروژه در زمان‌بندی واقعی و تاریخ پایان پروژه در برنامه زمان‌بندی = کل تاخیر پروژه
اختلاف بین تاریخ پایان پروژه در زمان‌بندی جدید و تاریخ پایان پروژه در برنامه زمان‌بندی = تاخیرات قابل‌انتساب به کارفرما
تخلّف بین کل تاخیر پروژه بدون تاخیرات همزمان و تاخیرات قابل‌انتساب به کارفرما = تاخیرات قابل‌انتساب به پیمانکار

این روش با عنوان *رویکرد «چه می‌شد اگر»*^{۱۰} هم شناخته می‌شود. چراکه به دنبال آن هستیم تا بدانیم اگر تاخیرات هر طرف به برنامه‌ها اضافه گردد، میزان تأثیر این تاخیرات بر تاریخ پایانی پروژه به چه میزان می‌بود.

فرضیات

- شناوری منبع پروژه می‌باشد و طرف‌های مختلف تنها باید جوابگوی تاخیراتی باشند که بر زمان پایانی پروژه تأثیرگذار بوده‌اند.
- برنامه‌ها قابل‌اعتماد هستند و مینا قرار می‌گیرد تا با مقایسه با وضعیت واقعی در مورد تأثیر تاخیرات مسوول اجرای آن‌ها قضاوت شود.
- مدیریت، در قبال تاخیرات غیرفعال عمل می‌کند و برنامه‌ها در طول زمان پروژه ثابت باقی می‌مانند.

محدودیت‌ها

- تأثیر تاخیرات به تأثیر آن‌ها بر روی شبکه زمان‌بندی منحصر فرض می‌شود.
- تغییر مسیر بحرانی در طول پروژه لحاظ نمی‌شود و نمی‌تواند به روزآوری برنامه‌ها را لحاظ نماید.
- موقعیت زمانی رخداد تاخیرات لحاظ نمی‌شود.
- تاخیرات را بزرگنمایی می‌کند.
- بسته به این که تاخیرات چه کسی به برنامه زمان‌بندی مینا اضافه شده است، قضاوت آن یکطرفه است.

- Impacted Baseline Schedules
- Collapsed As-Built Analysis
- Contemporaneous Period Analysis (Window Analysis)
- Time Impact Analysis
- Total Time Approach
- "what-if" Approach

ج) *روش کاهش زمان‌بندی واقعی*: تکنیک‌های کاهش زمان‌بندی واقعی (یا "در صورت نبود")^(۱۱) از زمان‌بندی واقعی پروژه به‌جای برنامه زمان‌بندی بهره می‌گیرند. تکنیک "در صورت نبود" جهت رفع نواقص روش "چه می‌شد اگر" به‌وجود آمده است. این روش؛ از حذف تاخیرات یکی از طرف‌های درگیر در پروژه که بر مسیر بحرانی زمان‌بندی واقعی موثر بوده است، نتیجه می‌شود. به عنوان مثال اگر تاخیرات کارفرما از زمان‌بندی واقعی حذف شود، تفاوت زمانی بین تاریخ پایان واقعی پروژه در زمان‌بندی واقعی با تاریخ پایان پروژه در زمان‌بندی کاهش‌یافته مقدار تاخیر قابل‌جبران برای پیمانکار خواهد بود [۱۱]. رویکرد کاهش‌یافته تاریخ واقعی پروژه را با نقطه زمانی‌ای که کار در صورت نبود اقدامات سایر طرف‌های درگیر و سایر فاکتورها می‌توانست اتمام پذیرد، مقایسه می‌نماید. بنابراین تعیین این نقطه زمانی مهم می‌باشد. از جمله این اطلاعات جهت تعیین دوره زمانی تمدید کار جهت جبران هزینه‌های مرتبط با زمان پیمانکاران مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲].

آنالیز کاهش‌یافته در صورت وجود زمان‌بندی واقعی مناسب می‌تواند سریع و ساده تهیه شود. البته اشکالات روش افزایش‌یافته به این روش نیز وارد است و تشابه زیادی بین فرضیات و محدودیت‌های این دو روش وجود دارد. البته این روش بر برنامه زمان‌بندی به‌عنوان یک زمان‌بندی مینا اتکاء ندارد. به‌کارگیری این روش مخصوصاً در پروژه‌های پیچیده که مسیرهای بحرانی واقعی در آن‌ها به‌وضوح مشخص نیست، بیشتر از آنچه به نظر می‌رسد سخت می‌باشد [۲].

د) *روش آنالیز بازه‌های زمانی*: این روش از بازه‌های زمانی و گسسته مشخصی جهت تعیین تاخیرات و انتساب مسوولیت تاخیرات بهره می‌گیرد در واقع در برهه‌هایی از زمان از برنامه عکس تهیه می‌نماید و این عکس‌ها که هر یک نشان‌دهنده بازه زمانی مشخصی می‌باشد، مبنای آنالیز قرار می‌گیرند. نیت این روش در واقع نگرستن به هر یک از این عکس‌ها به کمک اطلاعات واقعی طرف‌های درگیر، اطلاعات ثبت‌شده پروژه و به‌روزروی برنامه‌ها می‌باشد [۲].

این روش (با به‌صورت معادل، آنالیز پنجره‌های زمانی)، دوره قرارداد را به بازه‌های زمانی گسسته‌ای (پنجره‌ها) می‌شکند و در این بازه‌ها تاخیرات طرف‌های درگیر در پروژه را بررسی می‌نماید. نکته قابل توجه این است که با شکستن طول قرارداد به بازه‌های زمانی متعدد، در واقع این امکان وجود خواهد داشت تاخیرات طرف‌های مختلف درگیر در پروژه دقیقاً در زمانی که اتفاق افتاده اند شناسایی و اثربابی گردند. به عبارت دیگر موقعیت زمانی رخداد تاخیرات در این روش بر خلاف روش‌های قبلی در محاسبات لحاظ می‌شوند. با تهیه و به‌روزرسانی دوره‌های زمان‌بندی‌های مسیر بحرانی در طول پروژه؛ می‌توان این روش را به روشی اثربخش در توصیف و کمی‌سازی تاخیرات در پروژه‌های پیچیده احداث، تبدیل نمود [۱۲].

اولین به‌روزرسانی برنامه با برنامه زمان‌بندی مقایسه می‌شود و تمامی تاخیرات پروژه که در اولین پنجره زمانی رخ داده است با رویکرد کاهش‌یافته، آنالیز می‌شود (چراکه زمان‌بندی واقعی را دوره جاری مینا قرار می‌دهد و تاثیر آن را در تاریخ پایان پروژه اندازه‌گیری می‌نماید). سپس اولین برنامه به‌روزروی شده به عنوان مبنای^(۱۳) جدید تلقی می‌گردد و این فرآیند تا پایان پنجره زمانی دوم ادامه می‌یابد. این فرآیند تا پایان هر دوره به‌روزرسانی و تا پایان پروژه تکرار خواهد شد. تاخیرات قابل‌بخشش، قابل‌جبران و غیرقابل‌جبران به‌صورت تجمعی تا پایان پروژه محاسبه و خسارت‌های مرتبط به با زمان بر طبق آن تخصیص خواهد یافت [۱۲].

در واقع لازمه به‌کارگیری این روش به وجود زمان‌بندی‌های به‌روزروی شده می‌باشند تا پیشرفت واقعی فعالیت‌های طرف‌های مختلف درگیر در پروژه را در قالب فعالیت‌ها و در طول زمان به تصویر بکشند و مبنایی برای اجرای باقی‌مانده کارها قرار گیرند.

فضای و قابلیت‌ها

- موقعیت زمانی رخداد تاخیرات لحاظ می‌شود.
- تغییر مسیر بحرانی در این روش لحاظ می‌شود.
- برنامه‌های زمان‌بندی به‌روزروی شده در محاسبات لحاظ می‌شوند.
- شناسایی منبع پروژه می‌باشد و طرف‌های مختلف درگیر در پروژه تنها به خاطر تاخیراتی که تاریخ پایانی پروژه را به تاخیر بیندازند، مواخذه جرمه خواهند شد.
- زمان‌های شروع و پایان بازه‌های زمانی مناسب انتخاب شده‌اند.

محدودیت‌ها

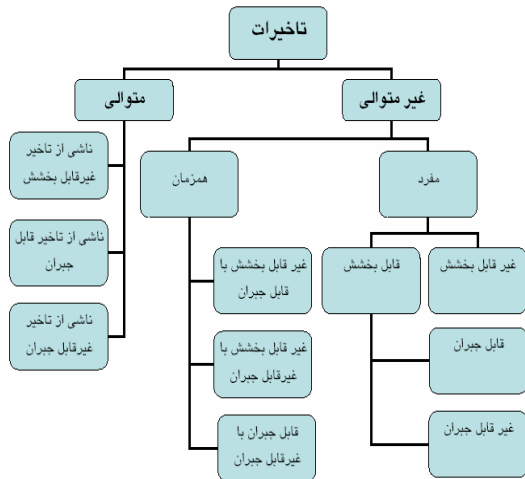
- برای محاسبه خروجی‌ها از برخی ساده‌سازی‌ها و فرض‌های ساده‌کننده استفاده می‌کند.
- خطای همزمان بینی برخی تاخیرات غیرهمزمان در آن وجود دارد.
- انتخاب بازه‌های زمانی بر جواب‌های نهایی مساله موثر است.
- تاثیر تاخیرات به تاثیر آن‌ها بر روی شبکه زمان‌بندی منحصر فرض می‌شود.

ه) *روش اثربابی تاخیرات*: این روش دقیقاً مانند روش آنالیز بازه‌های زمانی است با این تفاوت که تاخیرات را تک به تک مورد آنالیز قرار می‌دهد. به علت تشابه این روش با روش آنالیز بازه‌های زمانی، از شرح تفصیلی این روش خودداری می‌شود.

همانطور که اشاره شد، در ادبیات موضوع معیارهای مختلفی جهت دسته بندی تاخیرات ارائه شده است. معیارهایی همچون طرف ایجادکننده تاخیر، حالت زمانی رخداد تاخیر نسبت به سایر تاخیرات؛ و قابلیت جبران پذیری تاخیرات (از نظر زمانی و یا هزینه ای) را می توان به عنوان برخی معیارها نام برد. با توجه به اختلاف نظرانی که در این مورد در ادبیات موضوع دیده می شود؛ دسته بندی پیشنهادی نگارنده این مقاله برای تاخیرات در شکل ۱ نشان داده شده است. لازم است از موارد زیر در این تقسیم بندی اطمینان حاصل گردد:

۱- برای هر نوع تاخیری بتوان شاخه مناسبی از درخت یافت.
 ۲- تاخیری وجود نداشته باشد که بتوان آن را به دو شاخه مجزا از این درخت نسبت داد.

مطابق با این دسته بندی تعریف تاخیرات به شرح زیر خواهد بود: تاخیرات: تاخیر، عمل یا رویدادی است که زمان مصوب برای انجام فعلیتی را طولانی تر کند. تاخیرات غیرمتوالی: تاخیراتی هستند که رخداد آن به خود فعالیت و عملکرد مسوولین اجرای آن باز می گردد. تاخیرات مفرد: تاخیراتی غیرمتوالی هستند که در بازه زمانی رخداد آن ها تاخیر دیگری به وقوع نپیوسته باشد. تاخیرات غیرقابل بخشش: تاخیرات مفردی هستند که رخداد آن ها به عللی تحت کنترل پیمانکار وابسته باشد. تاخیرات قابل بخشش: تاخیرات مفردی هستند که رخداد آن ها به عللی تحت کنترل پیمانکار وابسته نباشد. تاخیرات قابل جبران: تاخیرات مفردی هستند که رخداد آن ها به عللی تحت کنترل کارفرما وابسته باشد.



شکل ۱- دسته بندی تاخیرات پروژه ها

تاخیرات غیر قابل جبران: تاخیرات مفردی هستند که رخداد آن ها به عللی تحت کنترل کارفرما و یا پیمانکار وابسته نباشد. تاخیرات همزمان: تاخیراتی غیرمتوالی هستند که در بازه زمانی رخداد آن ها حداقل یک تاخیر دیگر به وقوع پیوسته باشد. تاخیرات غیرقابل بخشش با تاخیرات قابل جبران: تاخیراتی همزمان هستند که در بازه زمانی رخداد آن ها، تاخیراتی از نوع غیر قابل بخشش و قابل جبران با یکدیگر اتفاق افتاده باشند. تاخیرات غیرقابل بخشش با تاخیرات غیرقابل جبران: تاخیراتی همزمان هستند که در بازه زمانی رخداد آن ها، تاخیراتی از نوع غیرقابل جبران و غیرقابل بخشش با یکدیگر اتفاق افتاده باشند.

تاخیرات متوالی: تاخیراتی هستند که تنها به علت یک تاخیر قبلی و غیرمرتبط با موضوع پیش نیازی فعالیت، رخ می دهند. تاخیرات ناشی از تاخیرات غیرقابل بخشش: تاخیری متوالی که به علت رخداد یک تاخیر غیرقابل بخشش ایجاد شده باشد. تاخیرات ناشی از تاخیرات قابل جبران: تاخیری متوالی که به علت رخداد یک تاخیر قابل جبران ایجاد شده باشد. ناشی از تاخیرات غیرقابل جبران: تاخیری متوالی که به علت رخداد یک تاخیر غیرقابل جبران ایجاد شده باشد. در مدلولوژی am/pm فعالیت ها از تقابل همزمان دو ساختار تقسیم کار یعنی ساختار تقسیم کار اقلام قابل تحویل پروژه و ساختار تقسیم کار عملیات پروژه تشکیل می گردد و بر مبنای این تقابل و تعریف مسوولیت های انجام دهی فعالیت ها می توان ساختار تقسیم کار سومی با عنوان ساختار تقسیم کار مسوولیت های پروژه توسعه داد [۱].

امکان پیگیری مسوولیت های اجرایی فعالیت ها و به تبع آن مسوولیت های ایجاد تاخیرات در اجرای فعالیت ها در ساختار تقسیم کار مسوولیت های پروژه امکان پذیر می باشد. چرا که مسوولیت اجرا در مورد فعالیت های پروژه معنا می یابد و ساختاری که بتواند به معرفی و تعریف فعالیت های پروژه پردازد طبیعتاً باید در تشخیص مسوولیت ها مبنای قرار گیرد. بنابراین با تخصیص تاخیرات طبقه بندی شده (طبق شکل ۱)، به هریک از سلول های این ماتریس؛ این قابلیت وجود خواهد داشت که در مورد تاخیرات نیز، هر یک از موارد فوق (قلم قابل تحویل، عملیات و مسوول اجرای مرتبط با تاخیر) تشخیص داده شود و در انتها امکان انجام آنالیزهای موردنظر بر روی کل برنامه زمان بندی ایجاد شود.

آلکاس و سایرین^{۱۲} در مرجع ۳، به این مطلب اشاره دارند که ۷۰٪ از کل حجم کار حل و فصل یک ادعای خسارت تاخیر، صرف جستجو و سازماندهی اطلاعات موردنیاز می باشد. آن ها اهم مشکلات در این زمینه را اینگونه معرفی می کنند:

الف) دسته بندی مناسب انواع تاخیرات (تخصیص درست مسوولیت ها)

ب) تاخیرات همزمان (که می تواند در بزرگنمایی جبران ها موثر باشد)

ج) بهره گیری به موقع از آنالیز مسیر بحرانی

از این رو و جهت رفع موانع فوق، تشکیل پایگاه داده ای متشکل از اطلاعات ساختارهای تقسیم کار مذکور و همچنین اطلاعات زمان بندی ها و تاخیرات؛ امکان ثبت و بازیابی اطلاعات زمان بندی و تاخیرات به تفکیک اقلام، عملیات و مسوولیت ها را فراهم خواهد آورد. طبیعتاً تشکیل این پایگاه داده می تواند کمک شایانی در تسریع بازیابی و دسترسی به اطلاعات و سوابق معتبر انجام دهد. این پایگاه داده توسط نگارنده این مقاله توسعه داده شده است و اطلاعات زیر در آن قابل ثبت، بازیابی و آنالیز می باشد:

الف) ساختار مصوب برای تقسیم کار اقلام قابل تحویل پروژه

ب) ساختار مصوب برای تقسیم کار عملیات پروژه

ج) ساختار مصوب برای تقسیم کار مسوولیت های پروژه

د) ساختار مصوب جهت تفکیک مسوولیت های تحویل دهی اقلام قابل تحویل پروژه

ه) اطلاعات زمان بندی مینا (تعهد شده) و آخرین ویرایش های آن

و) آخرین وضعیت پیشرفت فعالیت ها

ز) اطلاعات زمان بندی واقعی رخداد فعالیت ها

ح) اطلاعات تمامی وقایع تاخیراندازنده، مشخصه ها، مسوولیت ها و موقعیت رخداد آن ها

ط) اطلاعات تمامی وقایع تاخیر اندازنده به تفکیک محدوده های کاری (اقلام قابل تحویل، عملیات، مسوولیت ها (بسته های کاری)، فعالیت ها)

ی) اطلاعات تاخیرات با توجه به ساختار شکست انواع تاخیرات

ک) اطلاعات تسهیم مسوولیت تاخیرات (پس از انجام آنالیزهای علت و معلولی جهت تشخیص مسوولیت رخداد تاخیر)

حال با استفاده از ساختار فوق می توان مطمئن بود که با در دست داشتن اطلاعات کافی می توان وارد مرحله آنالیز تاخیرات گشت. همانطور که اشاره شد، در روش آنالیز بازه های زمانی انتخاب تاریخ های شروع و پایان بازه های زمانی می تواند بر نتایج آنالیز موثر باشد اما با این حال این روش به علت سایر محاسن می تواند بهترین روش در بین سایر روش های آنالیز تاخیرات تلقی گردد. با توجه به آن که در

انتهای هر بازه زمانی، تاثیر کل تاخیرات این بازه بر تاریخ پایانی پروژه مورد ارزیابی قرار می گیرد، امکان برخی قضاوت های نادرست در این روش محتمل است. به عنوان مثال اگر بازه زمانی خاصی در نظر گرفته شود، این امکان وجود دارد که تاخیر یک طرف به جهت تسریع عملیات طرفی دیگر خنثی^{۱۴} شده و شناسایی نشود. پیشنهاد نگارنده این مقاله جهت تفکیک چنین تاخیراتی جهت ثبت در سوابق و قضاوت های آتی در مورد عملکرد پیمانکاران بدین شرح می باشد:

- ۱- استخراج برنامه زمانبندی معتبر جهت آنالیز
- ۲- سازماندهی^{۱۵} و گروه بندی^{۱۶} فعالیت ها به تفکیک مسوولیت های اجرایی
- ۳- تصمیم گیری در مورد بازه های زمانی و تاریخ های شروع و پایان هر یک
- ۴- انجام به روزرسانی و ورود اطلاعات پیشرفت واقعی فعالیت ها در هر بازه زمانی برای تمامی فعالیت های آن بازه
- ۵- انجام به روزرسانی و ورود اطلاعات پیشرفت واقعی فعالیت ها در هر بازه زمانی به تفکیک فعالیت های موجود در هر گروه بندی (هر گروه مجموعه فعالیت هایی را نشان خواهد داد که هر طرف مسوول انجام آن ها می باشد)

با این روش این امکان ایجاد خواهد شد که قضاوت بهتری در مورد عملکرد طرف های مختلف درگیر در پروژه در هر بازه زمانی صورت پذیرد و بتوان عملکرد نسبی آن ها را در هر بازه زمانی و بر مبنای برنامه خود آن ها با یکدیگر مقایسه نمود. در واقع در این حالت تاخیرات و تسریعات^{۱۷} هر طرف نسبت به برنامه خود او در هر بازه زمانی قابل تشخیص خواهد بود.

مورد دیگری که در آنالیز بازه های زمانی در نظر گرفته نشده است، میزان اهمیت نسبی فعالیت ها در قضاوت نهایی در مورد تاخیرات می باشد. شاخص دیگری که می تواند امکان قضاوت بهتری در مورد تاخیرات هر طرف درگیر در پروژه را فراهم نماید، می تواند میزان کل تاخیرات قابل انتساب به طرف های درگیر در پروژه اما با لحاظ نمودن اوزان نسبی این فعالیت ها باشد. به عنوان مثال می توان شاخص زیر را ارائه نمود:

اگر t بازه زمانی داشته باشیم و

- I_t : اثر تمامی فعالیت ها در بازه t بر تاریخ پایانی پروژه پس از درج وضعیت واقعی
- I_{it} : اثر بسته کاری مسوولیت i در بازه t بر تاریخ پایانی پروژه پس از درج وضعیت واقعی
- w_{it} : وزن بسته کاری مسوولیت i در بازه t
- :
- d_t : طول زمان بازه t

آن گاه:

$$r_{it} = \begin{cases} \frac{I_{it}}{I_t} & \text{if } I_t \neq 0 \& I_{it} \leq I_t \\ 1 & \text{if } I_t \neq 0 \& I_{it} > I_t \\ 0 & \text{if } I_t = 0 \end{cases}$$

$$\text{اهمیت نسبی تاخیرات قابل انتساب به هر طرف} = DP_i = \sum_t \frac{r_{it} \cdot w_{it}}{d_t} \quad \forall i$$

تاخیرات قابل انتساب به طرف های درگیر در پروژه در روش آنالیز بازه های زمانی استخراج گردید. با محاسبه شاخص فوق می توان قضاوت بهتری در مورد تاثیر تاخیرات طرف های مختلف قراردادی انجام داد. در رابطه فوق امکان توابع توزیع مختلف برای وزن فعالیت در طول مدت زمان انجام آن فعالیت وجود دارد. مسلماً اعمال هر تابع توزیع در این مورد نیازمند وجود دلایل و یا توافقات کافی بین طرف های مختلف ذی نفع در انجام آنالیز می باشد.

۶- نتیجه گیری

هنگامی می توان در یک پروژه به حل و فصل سریع موضوع تاخیرات و مسوولیت یابی آن ها امیدوار بود که شرایط زیر فراهم شده باشد:

- ۱- در ابتدای پروژه پروتکل مشترکی حاوی تعریف تاخیرات، دسته بندی تاخیرات و روش انجام آنالیز تاخیرات بین طرف های مختلف درگیر در پروژه به توافق رسانیده شود.
 - ۲- از ابتدای پروژه اطلاعات کافی در قالب پایگاه داده ای محتوی اطلاعات زمانبندی و تاخیرات ذخیره سازی گردد تا بازیابی اطلاعات سوابق فعالیت ها قابل انجام باشد.
 - ۳- جهت تشخیص تاخیرات قابل انتساب به طرف های مختلف درگیر در پروژه، به کمک ابزارهای مناسب آنالیزهای علی و معلولی صورت گیرد.
 - ۴- سایر پیش نیازهای اطلاعاتی به کارگیری روش های آنالیز تاخیرات فراهم گردد.
- در این صورت خواهد بود که می توان از امکان مسوولیت یابی تاخیرات در پروژه مطمئن بود.

۷- تقدیر و سپاس

در پایان لازم می دانم مراتب سپاس گذاری خود را از جناب آقای دکتر بهرام امامی زاده به خاطر راهنمایی های ارزنده ایشان در انجام این تحقیق اعلام نمایم. همچنین از مرکز تحقیقات و توسعه مدیریت پروژه/شرکت مدیریت و توسعه صنایع پتروشیمی بابت حمایت مالی از انجام این تحقیق تشکر می نمایم.

۸- منابع و مراجع

- ۱- امامی زاده، بهرام؛ اصول و مبانی مدیریت پروژه ها؛ دانشکده صنایع دانشگاه صنعتی امیر کبیر؛ ۱۳۸۰

- Offset
- Organizing
- Grouping
- Accelerations

- ٢- Abdulaziz, A. Bubshait & Cunningham, Michael J.; "Comparison of Delay Analysis Methodologies"; Journal of Construction Engineering and Management; July/August ١٩٩٨; Vol. ١٢٤; No ٤
- ٣- Alkass, S., Mazerolle, M., Tribaldos, E., and Harris, F. (١٩٩٥). "Computer aided construction delay analysis and claims preparation." Constr. Mgmt. and Economics, ١٣, ٣٣٥-٣٥٢.
- ٤- Arditi D, Patel BK. Impact analysis of owner-directed acceleration. Journal of Construction Engineering and Management ١٩٨٩;١١٥:١٤٤-٥٧.
- ٥- Arditi, Dr. David, and Mark A. Robinson, PE. Concurrent Delays in Construction Litigation. Cost Engineering ٣٧, no. ٧ (July ١٩٩٥).
- ٦- Finke MR. Window analyses of compensable delays. Journal of Construction Engineering and Management ١٩٩٩;١٢٥(٣):٩٦-١٠٠.
- ٧- Householder, Jerry L. and Rutland, Hulan E. (١٩٩٠). "Who Owns Floats", Journal of Construction Engineering and Management, ١١٦ (١), March, ١٣٠-١٣٣.
- ٨- Kartam, Saied; "Generic Methodology for Analyzing Delay Claims"; Journal of Construction Engineering and management /November/December ١٩٩٩
- ٩- Kraiem, Z. I., and Diekmann, J. E. (١٩٨٧). "Concurrent delays in construction projects." J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, ١١٣(٤), ٥٩١-٦٠٢.
- ١٠- Peters, Thomas F.; "Dissecting the Doctrine of Concurrent Delay"; ٢٠٠٢ AACE International Transactions
- ١١- Schumacher, Lee, PE. Quantifying and Apportioning Delay on Construction Projects. Cost Engineering ٣٧, no. ٢ (February ١٩٩٥).
- ١٢- Stumpf, George R., PE. Schedule Delay Analysis. Cost Engineering ٤٢, no. ٧ (July ٢٠٠٠)
- ١٣- Williams, Terry; "Assessing Extension of Time delays on major projects"; International Journal of Project Management; accepted ٢٢ August ٢٠٠١
- ١٤- Jergeas GF, Hartman FT. Contractors' construction-claims avoidance. Journal of Construction Engineering and Management ١٩٩٤;١٢٠(٣):٥٥٢-٦٠.
- ١٥- Semple C, Hartman FT, Jergeas G. Construction claims and disputes causes and cost/time overruns. Journal of Construction Engineering and Management ١٩٩٤;١٢٠(٤):٧٨٥-٧٩٤٧.