

توسعه مدل مالی زیان ناشی از تأخیر در پروژه‌های ساخت

فربد مرتضوی^۱

سعید یوسفی^{۲*}

چکیده

امروزه بسیاری از پروژه‌ها با تأخیر مواجه هستند. هرچند تأثیر مالی این عامل برای متخصصان امری روشن است، لیکن میزان تأثیر آن امری گنگ و غیرصریح است. این مقاله با هدف مفهوم‌سازی و شفاف نمودن میزان تأثیرات سوء مالی تأخیر، به بررسی کمی اثرات منفی مالی مستقیم و غیرمستقیم آن بر پروژه‌های ساخت می‌پردازد. پس از ایجاد شناخت، می‌توان با توجه به مواردی همچون نوع قرارداد و روش تحویل پروژه و نیز به کمک روش‌های موجود تسهیم تأخیر همانند روش پنجره‌های روزانه، سهم هریک از طرفین قرارداد را در بروز تأخیر روشن نمود. نتیجه این پژوهش مدلی مالی برای محاسبه زیان تأخیرات بر پروژه‌های ساخت است و به طرفین کمک خواهد کرد تا با در نظر گرفتن شرایط مالی موجود، حتی پیش از عقد قرارداد بتوانند زیان‌های ناشی از تأخیرات احتمالی را محاسبه نموده و بر اساس آن برنامه مالی و زمانی خود را جهت اتمام به‌موقع پروژه تنظیم نمایند. همچنین با انعکاس نتایج تحلیلی این مدل در مفاد مالی قراردادها، می‌توان روشی علمی‌تر و عادلانه‌تر برای محاسبه جریمه‌های ناشی از تأخیر تعیین نمود و به این ترتیب از احتمال بروز ادعاها و اختلافات آتی کاست. پس از تکمیل مدل مالی، اطلاعات مربوط به ارقام مالی یک پروژه مسکونی واقع در منطقه یک تهران با زیربنای حدودی ۵۰,۰۰۰ مترمربع در دو حالت سناریوی برنامه‌ریزی شده و واقعی به‌عنوان نمونه موردی وارد مدل موجود شد و اعداد حاصل از تحلیل مدل با اعداد واقعی برداشت‌شده توسط واحد مالی پروژه مقایسه گشت و از این طریق، صحت کارکرد مدل تهیه‌شده مورد تأیید قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی:

زیان تأخیر، مدل مالی، مدیریت ادعای پروژه، هزینه ساخت، کمیت زیان مالی

۱. دانشجوی دکتری مدیریت پروژه و ساخت در دانشکده معماری دانشگاه تهران. Farbodmortazavi@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول مقاله و عضو هیئت‌علمی مدیریت پروژه و ساخت در دانشکده معماری دانشگاه تهران. sdyousefi@ut.ac.ir

مقدمه

موضوع تأخیر را مورد بررسی کمی قرار داده و بفهمند که در صورت بروز تأخیر به میزان مشخص، پروژه تا چه مقدار زیان خواهد دید. همچنین در زمان اجرای یک پروژه، این مدل به کمک هیئت داوری خواهد آمد و با ثبت سناریوی موجود خواهد توانست تا نتیجه مالی تأخیرات را به صورت کمی به طرفین و یا ذی‌نفعان دیگر اعلام نماید.

بیان مسئله

در سال ۲۰۰۴ در هند گزارش شده است که بیش از ۶۴۶ پروژه با حدود ۵۰ تریلیون دلار هزینه، تقریباً ۴۰٪ از زمان‌بندی عقب‌مانده و بین ۱ تا ۲۵۲ ماه به تأخیر افتاده‌اند (ایر^۵ و جها^۶، ۲۰۰۶). در امارات تحقیقی در سال ۲۰۰۶ نشان می‌دهد که ۵۰٪ از پروژه‌های ساخت با تأخیر مواجه شده‌اند (فریدی^۷ و السایق^۸، ۲۰۰۶). از سویی دیگر، بنا بر گزارشی در سال ۲۰۰۱، آمده است که در پادشاهی متحده ۷۰٪ از پروژه‌هایی که توسط ادارات دولتی در دست اجرا هستند، دیرتر از موعد مقرر تحویل می‌شوند (لوسلی^۹ و لینت^{۱۰}، ۲۰۰۶).

در ایران نیز به ادعای سازمان برنامه‌و بودجه در نیمه اول دهه هشتاد شمسی، ۹۰٪ طرح‌های عمرانی با افزایش زمان و هزینه مواجه شده‌اند و همچنین ۶۰٪ پروژه‌های نیمه‌کاره برای اتمام به ۱۵ سال زمان نیاز داشته‌اند (شاکری و قربانی، ۱۳۸۴).

جهت بررسی خسارت ناشی از تأخیرات، هم میزان و هم طرف مسئول تأخیرات باید شناسایی شود. اگرچه شرایط تأخیر به دلیل اینکه تأخیرات چندگانه می‌توانند به طور هم‌زمان رخ دهند و می‌توانند ناشی از عملکرد چندین طرف درگیر در پروژه باشند، دارای ماهیتی پیچیده هستند و همین‌طور یک تأخیر ممکن است ناشی از تأخیر دیگری باشد (آردیتی^{۱۱} و پاتاناکیتچمرون^{۱۲}، ۲۰۰۶)؛ اما همین شرایط است که لزوم آنالیز تأخیرات و کمی سازی مالی آن را روشن می‌سازد. آنالیز و تحلیل تأخیرات تنها حاصل از

تأخیر، در صنعت ساخت پدیده‌ای جهانی است (زیدان^۱ و اندرسن^۲، ۲۰۱۸). به‌طور متوسط پروژه‌های ساخت با ۱۰ الی ۳۰ درصد انحراف از برنامه زمانی اولیه خود روبرو می‌شوند که این موضوع ۵۰ درصد از سرریزهای مالی را به دنبال دارد (گبرهیوت^۳ و لو^۴، ۲۰۱۷). این عامل به سبب تأثیر بر عنصر ارزشمند زمان و افزایش طول مدت دوره ساخت، از یک سو موجب افزایش هزینه‌های مستقیم پروژه شده و از سویی دیگر با ایجاد تعویق در تاریخ بهره‌برداری، بازدهی مالی و سود پروژه را به آینده‌ای دورتر موقوف ساخته و مسبب بی‌بهره شدن ذی‌نفعان پروژه می‌شود؛ بنابراین تأخیر در نگاه اول یک ریسک منفی است. ریسکی که با تأثیر بر حوزه‌های درهم‌تنیده زمان و هزینه باعث افزایش هزینه‌های دوره ساخت و کاهش سود ناشی از بهره‌برداری شده و ممکن است تا درنهایت منجر به کاهش جذابیت و یا عدم توجیه‌پذیری مالی پروژه شود.

اولین گام در برخورد با ریسک، شناخت عوامل و فهم چگونگی تأثیر آن‌ها بر پروژه است؛ بنابراین در برخورد با عامل مهم تأخیر نیز همین رویکرد مدنظر خواهد بود. لذا فهم این موضوع که تأخیر چطور و چگونه بر حاشیه سود و میزان درآمدها و هزینه‌های پروژه اثر می‌گذارد، از اهمیتی دوچندان برخوردار خواهد بود چراکه با روشن شدن ارزش ریالی زمان، طرفین قرارداد به انجام به‌موقع تعهدات خود مصمم‌تر شده و در صورت تقصیر و قصور جبران این میزان از سوی مقصر امری جدی تلقی خواهد شد.

هدف از توسعه مدل زیان ناشی از تأخیر در محدوده پروژه‌های صنعت ساخت، معرفی ابزاری است که به کمک آن و با استمداد از مبانی علمی و استدلال مالی بتوان کمیت ضرر و زیان ناشی از تأخیر را برای هر یک از طرفین قرارداد، پیش یا پس از اجرای پروژه، در مرحله مناقصه یا پس از تحویل مشخص ساخت. این ابزار به کارفرما و پیمانکار این امکان را می‌دهد که پیش از شروع پروژه و در مرحله مناقصه بتوانند

۷. Faridi
۸. El-Sayegh
۹. Lowsley
۱۰. Linnett
۱۱. Arditi
۱۲. Pattanakitchamron

۱. Zidane
۲. Andersen
۳. Gebrehiwet
۴. Lou
۵. Iyer
۶. Jha

هزینه‌های وارده ناشی از تأخیر به پروژه، برای جبران‌های کارفرما و پیمانکار، مقادیر ریالی روشنی مشخص نمود.

ادبیات موضوع

در زمینه بررسی کیفی تأخیر در پروژه‌های ساخت تحقیقات بسیاری انجام شده است. در پژوهش‌های قدیمی‌تر، توجه و علاقه‌ای خاص به دسته‌بندی انواع تأخیرها دیده می‌شود (کرایم^۱ و دیکمان^۲، ۱۹۸۷). این تحقیقات سعی داشتند تا انواع تأخیر را به لحاظ تأثیر بر زمانبندی انجام کار یا ارتباطات کلی زمان و هزینه مورد مطالعه قرار دهند (بیکر^۳، ۱۹۹۱).

اما دسته‌ای جدیدتر همچون پژوهشی که در کشور مصر انجام شده است، به علل بروز تأخیرات در پروژه‌ها پرداخته‌اند که در مورد مذکور، پروژه‌های راه‌سازی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (عزیز^۴ و عبدالحکم^۵، ۲۰۱۶). برخی بر پروژه‌های ساخت ساختمان‌های بزرگ متمرکز بوده‌اند (عساف^۶ و الحجی^۷، ۲۰۰۶). بعضی نیز علت‌ها و جنبه‌های قراردادی را مورد توجه قرار داده‌اند (اوده^۸ و باتاینه^۹، ۲۰۰۲). در هند تحقیقی توسط یک گروه از محققان در خصوص فاکتورهای مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های ساخت این کشور صورت گرفته است (دولوی^{۱۰}، ساوهنی^{۱۱}، ایر^{۱۲} و رنتالا^{۱۳}، ۲۰۱۲)؛ و اما در ایران نیز پژوهش‌هایی مرتبط با علت تأخیرها انجام شده است (نظرپور، ۱۳۹۵).

دسته‌ای دیگر، مطالعات مربوط به روش تحلیل تأخیر یا انتخاب روش مناسب را مدنظر قرار داده‌اند (آردیتی و پاتاناکچمرون^{۱۴}، ۲۰۰۶). در این بخش گاه روش‌های نوین-تر همانند شیوه تحلیل فازی نیز در دستور کار بوده است (قیاسی^{۱۵}، کیوان^{۱۶}، ارزجانی^{۱۷} و ارزجانی، ۲۰۱۶). در دسته‌ای از تحقیقات، نه تنها علت، بلکه تأثیرات و جنبه‌های هزینه‌ای تأخیر مورد مطالعه بیش‌تری قرار گرفته است

محاسبات زمان نیست بلکه شناسایی علل و مسئولیت تأخیرات را می‌طلبد. چنین آنالیزی به همراه محاسبات مالی و مدل‌های کمی ساز، سبب می‌شود تا جریمه‌های تأخیر جنبه عادلانه‌تر، علمی‌تر و واقع‌بینانه‌تری داشته باشند. همچنین فهم زیان‌های وارده به پروژه در اثر تأخیر و پیش از شروع عملیات اجرا و نیز در نظر گرفتن جریمه برای آن، تعهد طرفین را به انجام قرارداد مستحکم خواهد نمود. با توجه به پیامدهای تأخیر، کارفرما و پیمانکار اغلب دیدگاه‌ها و انگیزه‌های گوناگون و حتی متضاد را در خصوص مسئولیت آن دنبال می‌کنند. در نهایت اغلب این تأخیر است که منجر به طرح ادعا و گاه ایجاد تعارض میان طرف‌های ذی‌نفع می‌شود.

از سویی دیگر، هزینه‌های ناشی از تأخیر و به‌ویژه جنبه‌های پنهان آن، در اکثر مواقع از سوی طرف‌های درگیر در قرارداد نادیده گرفته شده و همین موضوع سبب می‌شود تا جریمه‌های در نظر گرفته شده برای تأخیر کار اغلب جنبه‌ای نمادین داشته و فاقد اصول علمی و دقیق در نحوه تعیین مقدار باشند. از طرفی دیگر، همین عدم جامعیت در نگرش به عواقب تأخیر و کمی نشدن آن، سبب می‌شود تا این مهم کوچک انگاشته شده و ابعاد تأثیرات وسیع و گاه فاجعه‌بار آن برای پروژه از اذهان پنهان بماند. این مورد از چالش‌های مورد بررسی پژوهش است که این تحقیق سعی در حل معضلات ناشی از آن دارد. از سویی دیگر این پژوهش در نظر دارد تا با نگاهی به فضای پیچیده پروژه، محیط اطراف آن و همچنین فضای مالی که آن را احاطه کرده است، به این نقاط تاریک پرداخته و برای فهم بهتر، علمی‌تر و ملموس‌تر تأخیر به‌ویژه در جنبه‌های مالی، مدلی کاربردی و قابل پیاده‌سازی ارائه دهد. همچنین با روش‌های فعلی موجود جهت آنالیز و تسهیم تأخیر، می‌توان میزان قصور و تقصیر هریک از طرفین قرارداد را روشن نموده و با توجه به

۱۰. Doloi
۱۱. Sawhney
۱۲. Iyer
۱۳. Rentala
۱۴. Pattanakitchamron
۱۵. Ghiasi
۱۶. Kaiwan
۱۷. Arzjani

۱. Kraiem
۲. Diekmann
۳. Baker
۴. Aziz
۵. Abdel-Hakam
۶. Assaf
۷. Al-Hejji
۸. Odeh
۹. Battaineh

تدوین چهارچوبی برای تحلیل تأخیرها و توسعه مدلی جدید (واسیلیوا^{۳۱}، ۲۰۱۳) نیز مدنظر دسته‌ای دیگر از پژوهشگران قرار گرفته است.

شاید بتوان گفت معتبرترین و نوین‌ترین این روش‌ها که به‌منظور بررسی و حل اختلاف‌های ناشی از تأخیر در دادگاه‌های آمریکای شمالی مورداستفاده قرار می‌گیرند، روش‌های حجازی^{۳۲} (حجازی و ژانگ^{۳۳}، ۲۰۰۵) و منسی هستند (حجازی و منسی^{۳۴}، ۲۰۰۸)؛ اما هدف غایی مقاله بررسی کمی تأثیرات تأخیر است و هرچند که شناسایی دقیق جنبه‌های متأثر از تأخیر از مقالات دسته اول استخراج شده است، لیکن پژوهش پیش رو به شیوه‌های اخیر در باب آنالیز تأخیر ارتباط بیشتری دارد، از این رو در ادامه به بررسی اجمالی این روش‌های آنالیز تأخیرات پرداخته خواهد شد.

بوردولی روش‌های گوناگون آنالیز تأخیر را به دو دسته کلی تقسیم کرده است: روش‌های تحلیل مسیر بحرانی^{۳۵} و روش‌های ساده که این روش‌ها مانند اثر خالص و اثر فراگیر مبتنی بر روش مسیر بحرانی نیستند (بوردولی و بالدوین، ۱۹۹۸). «انجمن توسعه مدیریت هزینه»^{۳۶} نیز در سال ۲۰۱۱ این روش‌ها را به دو بخش بر مبنای زمان آنالیز یعنی تحلیل مؤثر در آینده که در زمان پیشرفت پروژه انجام می‌شود و تحلیل بازنگرانه که پس از رخ دادن رویدادهای مسبب تأخیر و شناسایی آن‌ها صورت می‌پذیرد دسته‌بندی نموده است. با عنایت به تعدد روش‌های آنالیز تأخیرات، شرح تعدادی از

(شا^۱، شاهی^۲، پاندیت^۳ و پاندی^۴، ۲۰۱۷)، (الحزیم^۵، ابوسالم^۶ و احمد^۷، ۲۰۱۷). از جمله این تحقیقات، پژوهشی است که در مطالعه صنعت ساخت مالزی انجام شده است (سامباسیوان^۸ و ون سون^۹، ۲۰۰۷). به‌منظور جمع‌بندی کارهای انجام شده نیز تحقیقی توسط گروهی از محققان به شیوه مروری صورت گرفته است (سیواپراکاسام^{۱۰}، دینش^{۱۱} و جایاشری^{۱۲}، ۲۰۱۷).

از سویی دیگر، روش‌ها و مدل‌های گوناگونی برای آنالیز تأخیرات توسعه یافته است. برخی از این تحقیقات معطوف به شیوه‌های تحلیل تأخیر بوده‌اند (الکاس^{۱۳}، مازرول^{۱۴} و هریس^{۱۵}، ۱۹۹۶) و برخی روش‌شناسی ارزیابی تأخیرات پروژه‌های ساخت را مدنظر قرار داده‌اند (بوردولی^{۱۶} و بالدوین^{۱۷}، ۱۹۹۸)، (کارتام^{۱۸}، ۱۹۹۹).

در این میان پژوهش‌هایی هم به چشم می‌خورند که در ارتباط با تمدیدهای برنامه زمانی و تحلیل‌های مربوط به آن باشند (کوماراسوامی^{۱۹}، ناداراجاه^{۲۰}، پالانیسواران^{۲۱} و رحمان^{۲۲}، ۲۰۰۱)، (استامپف^{۲۳} و جورج^{۲۴}، ۲۰۰۰).

جنبه‌های قراردادی و مقوله ادعا در خصوص تأخیر، بخش دیگر و به نسبت جدیدتری از این گروه از تحقیقات را به خود اختصاص داده است (کین^{۲۵} و سالتکا^{۲۶}، ۲۰۰۸)، (آردیتی، ۲۰۰۸)، (لانگ^{۲۷}، ۲۰۱۵).

بررسی ابعاد سازمانی تحلیل‌های تأخیر (دکوگری^{۲۸} و برایماه^{۲۹}، ۲۰۰۸)، مرور مشکلات به‌کارگیری و بررسی نیاز روش‌های تحلیل تأخیر به بهبودی (برایماه^{۳۰}، ۲۰۱۳) و

۲۰. Nadarajah

۲۱. Palaneeswaran

۲۲. Rahman

۲۳. Stampf

۲۴. George

۲۵. Keane

۲۶. Caletka

۲۷. Long

۲۸. Ndekugri

۲۹. Braimah

۳۰. Braimah

۳۱. Vasilyeva

۳۲. Hegazy

۳۳. Zhang

۳۴. Menesi

۳۵. Critical Path Method

۳۶. Association for the Advancement of Cost Management

۱. Sha

۲. Shahi

۳. Pandit

۴. Pandey

۵. Al-Hazim

۶. Abu Salem

۷. Ahmad

۸. Sambasivan

۹. Wen Soon

۱۰. Sivaprakasam

۱۱. Dinesh

۱۲. Jayashree

۱۳. Alkass

۱۴. Mazerolle

۱۵. Harris

۱۶. Bordoli

۱۷. Baldwin

۱۸. Kartam

۱۹. Kumaraswamy

▪ نشان دادن طرف مقصر	آن
▪ نشان دادن میزان پیشرفت	
▪ نمایش سرعت کار و آهنگ	

مهم‌ترین و رایج‌ترین روش‌های شناخته‌شده در جدول (۱) آمده است:

جدول (۱): معرفی اجمالی و بررسی نقاط قوت و ضعف روش‌های مهم موجود آنالیز تأخیر

عنوان روش	نقاط قوت	نقاط ضعف
اثر کلی	<ul style="list-style-type: none"> فهم اثر زمانی تأخیرات 	<ul style="list-style-type: none"> عدم توجه به تأخیرات هم‌زمان عدم توجه به نوع تأخیرات عدم توجه به مسیر بحرانی و تغییرات آن
اثر خالص	<ul style="list-style-type: none"> فهم اثر زمانی تأخیرات 	<ul style="list-style-type: none"> عدم توجه به تغییرات مسیر بحرانی عدم توجه به نوع تغییرات
برنامه زمانی هدف اثر شده	<ul style="list-style-type: none"> فهم و استفاده آسان متغیرهای کم در معادلات عدم نیاز به برنامه چون ساخت با پیشرفت پروژه قابل اجرا است 	<ul style="list-style-type: none"> تغییرات منطق برنامه‌ریزی یا طول انجام فعالیت‌ها را محاسبه نمی‌کند نتایج تئوریک را بر اساس سؤالات فرضی استنتاج می‌کند تأخیرات واقعی هم‌زمان را شناسایی نمی‌کند
چه می‌شد اگر (What-If)	<ul style="list-style-type: none"> فهم سهم طرف مقابل از تأخیرات 	<ul style="list-style-type: none"> سوگیری آنالیزور
فروریخته (But-for)	<ul style="list-style-type: none"> فهم سهم خود از تأخیرات صورت گرفته 	<ul style="list-style-type: none"> سوگیری آنالیزور
تصویر لحظه-ای، پنجره‌های سنتی	<ul style="list-style-type: none"> توجه به تأخیرات هم‌زمان بی‌طرفی در آنالیز 	<ul style="list-style-type: none"> کم شدن خوانایی برنامه آپدیت دشوارتر توجه به مسیر بحرانی در پایان هر پنجره و عدم توجه به نوسانات مسیر بحرانی دشواری نمایش تأخیر تحلیل دستی تحلیل در پایان پروژه و نه در طول اجرای آن عدم توجه به اثر تخصیص منابع عدم حساسیت به مدت‌زمان تأخیر و رویداد کاهش سرعت یا تأخیر
تأخیر مجزا شده	<ul style="list-style-type: none"> استفاده از مزایای سیستم‌های پنجره‌های سنتی و فروریخته 	<ul style="list-style-type: none"> تأخیرات به یکباره در هر پنجره اضافه می‌شوند که غیرواقعی است به تغییرات مسیر بحرانی توجه نمی‌شود تأخیرات هم‌زمان به صورت دقیق ارزیابی نمی‌شوند
آنالیز تأخیر مبتنی بر اثر	<ul style="list-style-type: none"> استخراج سامانمند پنجره آنالیز مبتنی بر فرآیند برای شناسایی تأخیرات هم‌زمان توجه به تغییرات مسیر بحرانی ایجاد رویکرد توزیع برای تعیین سهم مسئولیت تأخیر هم‌زمان 	<ul style="list-style-type: none"> معایب سیستم پنجره‌های سنتی را دارد یا این تفاوت که انتخاب پنجره‌ها سامانمند است
پنجره‌های روزانه	<ul style="list-style-type: none"> ثبت روزانه وقایع دقت بیشتر ساده شدن سیستم ثبت و ضبط 	<ul style="list-style-type: none"> دشواری بیشتر در استفاده نسبت به روش پنجره‌های سنتی

توسعه مدل مالی و ارائه روش پیشنهادی

منطق و شیوه کارکرد مدل

برای اجرای هر پروژه برنامه زمانی اولیه‌ای وجود دارد که در زمان مناقصه و هنگام ارائه فرم درخواست قیمت^۱ به پیمانکاران ابلاغ می‌شود که مبنای محاسبات تخمین هزینه‌ها و جریان نقدینگی^۲ پروژه است. این برنامه مبنای، توسط مشاور کارفرما و به‌منظور واگذاری کار تهیه‌شده و زمان معقولی به لحاظ حجم کاری و وزن فعالیت‌های اجرا را شامل می‌شود و هزینه تخمینی اولیه پروژه بر اساس آن تعیین می‌گردد. در مدل، این برنامه به‌عنوان خط مبنای^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این معنا که برنامه زمانی، تخمین‌های مالی انجام شده و درصدهای پیشرفت برنامه‌ای پیش‌بینی‌شده برای هر سال از اجرا و بهره‌برداری پروژه به‌عنوان مبنای هزینه‌ها و سود مورد انتظار قرار می‌گیرد. سپس درصد پیشرفت‌های سناریویی دیگر_سناریویی بدبینانه کارفرما یا پیش‌بینی پیمانکار از واقعیات اتفاقات ساخت پروژه_ وارد مدل خواهد شد. درصدهای پیش‌بینی‌شده از پیشرفت، با اعمال بر هزینه‌های مبنای، آن را در قالب بازه‌های زمانی به شکل جریان نقدینگی منعکس می‌سازد و سپس تحلیل مالی سناریو و مقایسه آن با هزینه‌های حالت برنامه‌ای آغاز می‌گردد. درنهایت با اعمال شاخص‌های ورودی مانند تورم و نرخ ارز و درنظر گرفتن عوامل غیرمستقیم مانند خواب سرمایه و نداشتن بهره‌مندی از آن، سود حاصل از دو حالت با ارزش خالص فعلی^۴ محاسبه‌شده و تفاضل دو رقم میزان انحرافات مالی از برنامه اولیه را مشخص می‌نماید که آن برابر با زیان‌های ناشی از تأخیر (احتمالی یا واقعی) خواهد بود. نوع فعالیت‌های پروژه‌های ساخت از جنس حجم ثابت کار^۵ است، چراکه در صورت اضافه کردن منابع مانند ماشین‌آلات، مواد و مصالح و نیروی انسانی می‌توان دوره انجام کار را کوتاه کرد. لذا در صورت تطویل زمان و ثابت بودن حجم کار، این

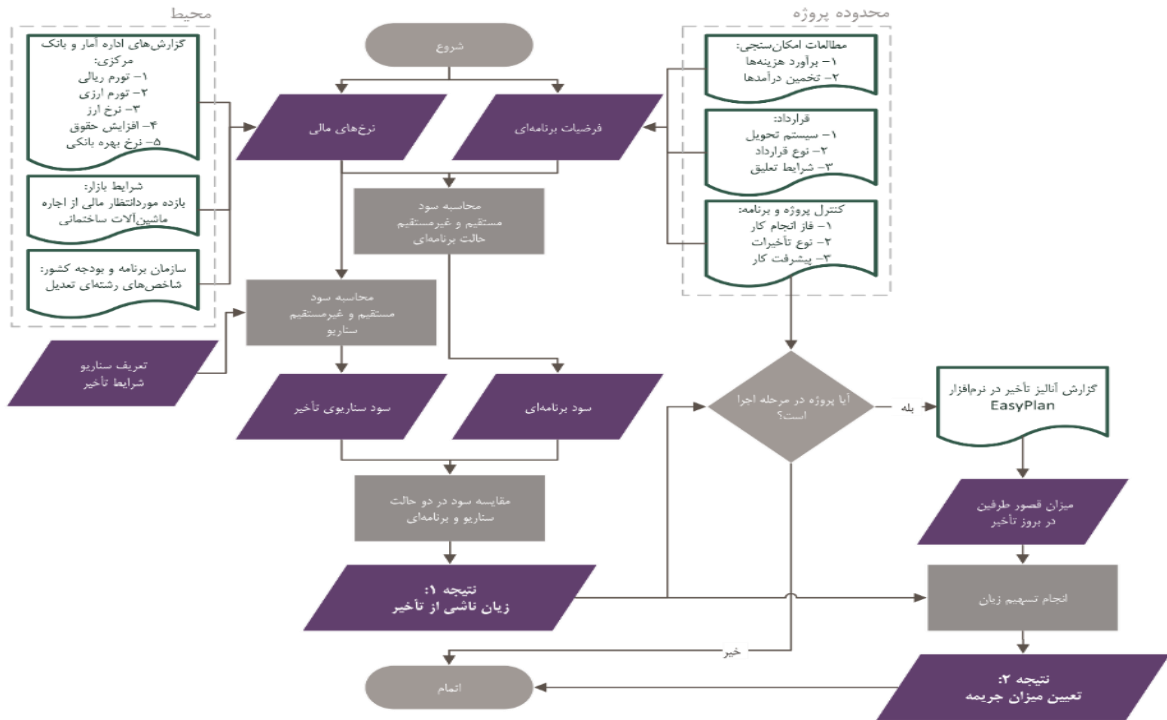
۴. Net Present Value (NPV)

۵. Fixed Work

۱. Request for Quotation (RFQ)

۲. Cash Flow

۳. Base Line



شکل (۱): نمودار جریان منطق کارکردی مدل و گام‌های آن

مختصری خواهد بود. به‌طور کلی دو نوع از ماشین‌آلات به لحاظ تملک در پروژه حضور خواهند داشت:

ماشین‌آلات تملکی:

خرید ماشین‌آلات سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود چراکه این هزینه پس از استفاده طی سال‌ها و کسور استهلاک‌ها، در نهایت به‌عنوان هزینه اسقاط، قابل برگشت است. هزینه این بخش از ماشین‌آلات بنا بر نشریه شماره ۴۴۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تحت دو عنوان کلی تملک (مانند سرمایه، استهلاک و مالیات) و بهره‌برداری (مانند تعمیر و نگهداری، سوخت، روغن، لاستیک و اپراتور) قابل بررسی است (حجازی و منسی، ۲۰۰۸).

لذا ارزش دفتری این ماشین‌ها متأثر از نرخ تورم و هزینه از دست‌رفته سرمایه متأثر از نرخ بهره بدون ریسک مانند بهره‌های بانکی خواهد بود؛ اما هزینه‌ای که از بابت کارکرد آن‌ها در معادلات وارد می‌شود، همان هزینه استهلاک است. مالیات بر اساس ارزش دفتری پس از استهلاک در پایان هر سال محاسبه می‌شود و هزینه‌های بهره‌برداری متناسب با افزایش حقوق کارگران و تورم در هر سال افزایش خواهد یافت.

ماشین‌آلات اجاره‌ای:

به آن معنا خواهد بود که در بازه مشخصی از زمان جدید، منابع کمتری نسبت به قبل موردنیاز خواهد بود. از همین جهت هنگام کمبود منابع، سرعت انجام کار کاهش یافته و زمان اتمام پروژه به تأخیر می‌افتد. همچنین هرگاه حجم کار بنا به تغییرات قراردادی یا تغییر طرح دچار دگرگونی شود، با توجه به ثابت بودن منابع موجود، زمان انجام کار نیز دستخوش تغییر می‌گردد. شکل (۱) به‌طور اجمالی منطق کارکردی مدل و گام‌های آن را در قالب یک نمودار جریان نشان می‌دهد.

پارامترهای مؤثر

این پارامترها عواملی هستند که در اثر تأخیر بروز کرده یا تشدید می‌شوند و صدمات مالی را بر پروژه وارد می‌سازند. این عوامل را می‌توان به دو دسته کلی عوامل افزایش هزینه و عوامل کاهش درآمد تفکیک نمود. هریک از این عوامل نیز به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم قابل دسته‌بندی هستند. شکل (۲) تصویری از دسته‌بندی مذکور ارائه می‌دهد.

عوامل افزایش هزینه

تأثیر تورم یا عامل افزایش حقوق در این دست از هزینه‌های امری روشن است؛ اما در خصوص ماشین‌آلات نیاز به توضیح

برای این ماشین‌ها از آنجاکه شرکت اجاره دهنده هزینه‌ها را تقبل می‌نماید، هزینه اجاره، سوخت و روغن مطرح است؛ بنابراین عامل اصلی اجاره است که در ارتباط با پارامترهای مؤثر مذکور تغییر می‌کند اما لازم است تا این افزایش هزینه با توجه به این مهم که ماشین‌آلات از خارج کشور خریداری می‌شوند اما بخشی از هزینه‌های مربوط به نگهداری و اپراتور به تورم ریالی بازمی‌گردد، در محاسبات مالی مدل منعکس گردد. به‌منظور ساده‌سازی مدل از کمی‌سازی مشکلات حاصل از تأخیر در زمینه تأمین مالی مانند عدم یا کاهش جذابیت پروژه برای تأمین‌کنندگان مالی و کاهش تمایل به تأمین مالی پروژه، جریمه‌های مترتب بر قراردادهای فاینانس یا وام‌های اهدایی و تخریب وجهه در خصوص اخذ تسهیلات در پروژه جاری یا در پروژه‌های آتی چشم‌پوشی شده است.

خواب سرمایه:

خواب سرمایه همان هزینه فرصت ازدست‌رفته است. به این مفهوم که هر هزینه‌ای که در زمینه ساخت یا بهره‌برداری پروژه صرف می‌شود، در صورت سرمایه‌گذاری در بانک یا سهام که خالی از ریسک هستند و ارقام روشنی برای نرخ سوددهی دارند، دارای بازدهی خواهند بود که با توجه به هزینه شدن این مبالغ در پروژه جاری، امکان سرمایه‌گذاری آن‌ها از دست خواهد رفت. اعمال این موضوع در تمامی هزینه‌ها روشن است (سود ناشی از سرمایه‌گذاری در هر سال ضربدر هزینه انجام شده) اما در خصوص ماشین‌آلات تملکی لازم است ارزش دفتری و سایر هزینه‌های آن‌ها (ماشین‌آلات اجاره‌ای، هزینه سوخت، روغن، تعمیر و نگهداری و اپراتور) به تفکیک هر سال و به‌صورت جداگانه آورده شود چراکه با توجه به هزینه اسقاط و تورم، هزینه سرمایه‌های ماشین‌آلات تغییر مثبتی نیز خواهد داشت.

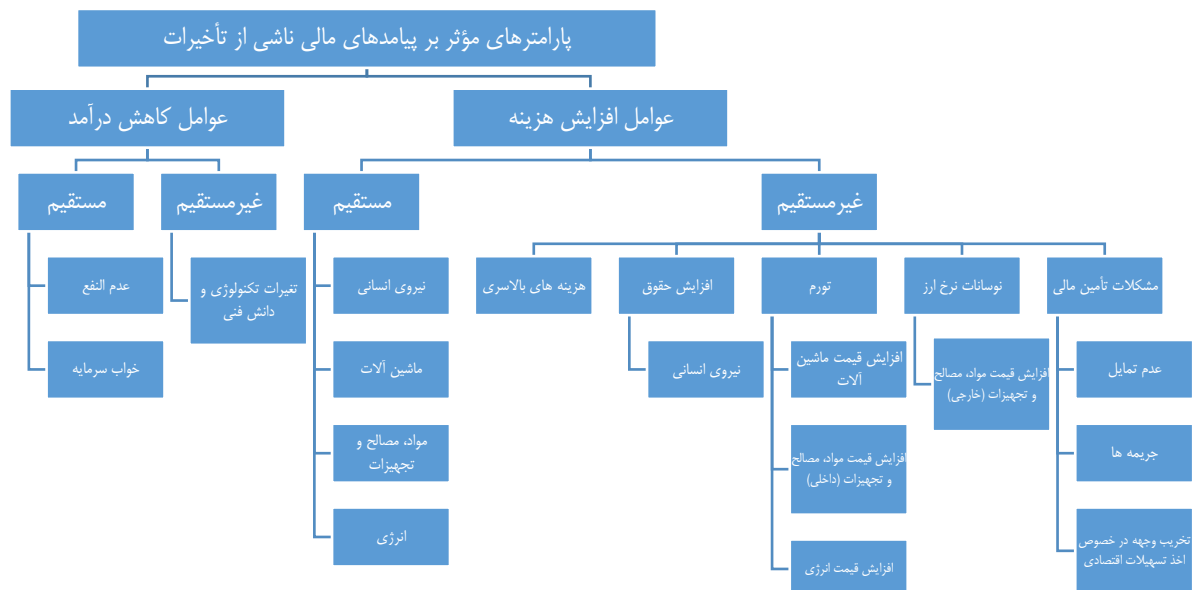
تغییرات تکنولوژی و دانش فنی:

تغییرات دانش اجرایی و تکنولوژی‌های به‌کاررفته در پروژه طی مدت تأخیر، می‌تواند سبب کاهش جذابیت پروژه برای خریداران، سرمایه‌گذاران و بهره‌برداران شده و در صورت نیاز به به‌روزرسانی پروژه لازم است تا هزینه‌های مضاعف برای

عوامل کاهش درآمد

اصطلاح عدم‌النفع:

این عنوان تخصصی به سودهایی فرضی یا برنامه‌ریزی‌شده اطلاق می‌شود که در اثر تأخیر در تحقق بهره‌برداری از پروژه در سال برنامه‌ریزی‌شده، در سناریوی واقعی یا فرضی بدبینانه (با احتساب تأخیر) محقق نشده است. نظر به اینکه درآمد حاصل خود با سپرده‌گذاری بانکی امکان سوددهی مضاعف خواهد داشت، بدیهی است که در صورت عدم تحقق درآمد، بازدهی مذکور نیز حاصل نخواهد شد. لذا در این مقاله، مقصود از عدم‌النفع، سود بانکی یا بازدهی ناشی از هر



شکل (۲): تقسیم‌بندی پارامترهای مؤثر بر مدل مالی زیان ناشی از تأخیر

جمع‌آوری تکنولوژی سابق و نصب تجهیزات جدید صرف شود. این هزینه‌ها از جنس عدم النفع یا تغییر هستند و به دلیل نیاز به تحلیل موردی در هر پروژه از بررسی کلی آن‌ها چشم‌پوشی شده است.

ملاحظات تعلیق

در صورتی که کارفرما تعلیق کار را ابلاغ نماید، پیمانکار می‌تواند نیروهای انسانی و ماشین‌آلات خود را مرخص نموده و کارگاه را به حالت نیمه تعطیل درآورد. در این صورت هزینه‌ها کاهش خواهند یافت و در صورتی که کارفرما هزینه‌های این دوره را نیز پرداخت نماید، این مخارج به‌طور نسبی جبران خواهند شد؛ اما بعضاً کارفرما بدون آن‌که تعلیق را ابلاغ نماید، با عدم پرداخت یا عدم ابلاغ بخش‌های گوناگون کار، پروژه را عملاً به حالت تعلیق درمی‌آورد. در این صورت پیمانکار امکان تعطیلی کارگاه را نخواهد داشت؛ بنابراین کارکنان در کارگاه حضورداشته و لازم است تا حقوق آنان نیز پرداخت شود. این موضوع در خصوص ماشین‌آلات و هزینه آن‌ها نیز با احتساب کاهش راندمان مصداق دارد. مطابق تبصره ششم ماده ۱۵۱ قانون مالیات‌های مستقیم، برای این دسته از ماشین‌آلات استهلاک نیز در نظر گرفته می‌شود که میزان آن برابر با ۳۰٪ استهلاک در حالت عادی زمان کار است (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۰). این موارد سبب می‌شوند تا ساعات و حجم کار و در نتیجه هزینه‌ها افزایش یابند. در این بازه هزینه‌های ساعات عادی با اعمال ضرایبی از جنس کاهش راندمان لحاظ خواهند شد.

فرمول‌های عمومی محاسبات

با در نظر داشتن پارامترها و نحوه اثر آن‌ها، به دو دسته فرمول مطابق موارد زیر برای محاسبات مدل مالی نیاز خواهد بود:

فرمول عمومی ۱ (هزینه‌های داخلی):

(۱) هزینه یا درآمد در سال جدید = هزینه یا درآمد سال پیش $\times (1 + \text{درصد شاخص مربوطه})$

(۲) هزینه یا درآمد با توجه به پیشرفت = هزینه یا درآمد در سال جدید \times درصد پیشرفت در آن سال

فرمول عمومی ۲ (هزینه‌های خارجی):

(۱) مبلغ ارزی هزینه‌های خارجی = نرخ ارز در سال جاری / مبلغ ریالی هزینه‌ها

(۲) مبلغ ارزی هزینه‌ها در سال آتی = مبلغ ارزی سال جاری حاصل از رابطه یک $\times (1 + \text{نرخ تورم ارزی})$

(۳) مبلغ ریالی هزینه‌ها در سال آتی (بدون تورم) = مبلغ حاصل از رابطه دو \times نرخ ارز در سال آتی

(۴) مبلغ ریالی نهایی در سال آتی = مبلغ حاصل از رابطه سه $\times (1 + \text{نرخ تورم ریالی سال آتی})$

(۵) هزینه یا درآمد با توجه به پیشرفت = هزینه یا درآمد در سال جدید \times درصد پیشرفت در آن سال

اجزای اصلی و رابط کاربری^۱ مدل

طریقه توسعه و نحوه استفاده از مدل در گام‌های زیر و به صورت فرآیندی تشریح شده است:

گام ۱- ورودی‌های مدل:

تخمین اولیه هزینه‌ها:

همواره در آغاز یک پروژه ساخت، تخمینی از هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری وجود خواهد داشت. در مدل که با استفاده از نرم‌افزار میکروسافت اکسل تهیه و برنامه‌ریزی شده است، جدولی به شکل (۳) برای ورود این هزینه‌ها تعبیه شده است. لازم است تا اطلاعات ورودی با نرخ روز تخمین زده شده و از فرمول‌هایی مانند ارزش آتی^۲ برای محاسبه آن‌ها استفاده نشده باشد.

تخمین اولیه درآمدها:

تعیین توجیه‌پذیری اقتصادی پروژه منوط به تخمین اولیه درآمدهای آن است لذا این تخمین در کلیه پروژه‌ها باید وجود داشته باشد. سرمایه‌گذاران و تأمین‌کنندگان مالی بر

۲. Future Value

۱. User Interface (UI)

شرایط تعلیق	نیروی انسانی	درصد پرداخت (بلاغ نشده)
ماشین آلات	درصد ماشین آلات لازم (بلاغ شده)	۲۰٪
انرژی	رانندمان در حالت تعلیق	۵۰٪
	درصد مصرف نسبت به حالت عادی	۵۰٪

شکل (۵): جدول مقادیر پیش فرض دوران تعلیق

شاخص‌های اثرگذار:

شاخص‌های اثرگذار به منظور انجام محاسبات شامل موارد زیر است:

- ۱- تورم ریالی (درصد)
- ۲- تورم ارزی (درصد)
- ۳- نرخ ارز
- ۴- افزایش حقوق (درصد)
- ۵- نرخ بهره بانکی (درصد)
- ۶- بازده ریالی ماشین‌آلات (درصد) (مورد انتظار)
- ۷- شاخص رشته‌های

سیستم تحویل پروژه^۱ و نوع قرارداد^۲:

جدول مربوطه در شکل (۶)، مشخص می‌سازد که در هر یک از سیستم‌های تحویل پروژه (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۸۸). کدام مسئولیت‌ها و هزینه‌ها بر عهده کدامیک از طرفین قرارداد است و روشن می‌کند که در صورت بروز تأخیر در هر دوره (ساخت یا بهره‌برداری) کدامیک از طرفین از زیان مالی ناشی متضرر خواهد شد. شکل (۷) نیز نشان‌دهنده وضعیت تعدیل قرارداد است. در صورتی که قرارداد شامل تعدیل باشد، مدل تحلیل آن را در دستورکار قرار می‌دهد و در غیر این صورت بخش جبران کارفرمایی قسمت تعدیل خالی باقی خواهد ماند.

سایر ورودی‌ها:

- میزان استهلاك ماشین‌آلات و مالیات:

در حالت پیش‌فرض، مدل با توجه به ماده ۱۵۱ قانون مالیات‌های مستقیم، میزان استهلاك ماشین‌آلات ساختمانی اعم از استفاده‌شده و نشده را محاسبه می‌نماید. با این وجود اعداد با تغییر قانون یا در صورت وجود شرایط خاص مانند معافیت‌های مالیاتی قابل تغییر خواهند بود.

اساس تحلیل درآمدهای اولیه بازدهی و جذابیت مالی پروژه-ها را مورد بررسی قرار می‌دهند. در مدل مالی، جدولی به شکل (۴) به منظور ورود این تخمین‌ها تعبیه شده است. پیش‌فرض‌های شرایط تعلیق:

برآورد اولیه هزینه‌ها		
دوره	عنوان	تخمین هزینه (ریال)
ساخت	نیروی انسانی	۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	اجاره‌های	۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	اجاره، سوخت و روغن	۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	هزینه سرمایه	۲۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	استهلاك سرمایه	۱۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	تمعیر و نگهداری، سوخت و روغن	۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	ایران‌ور	۱۲,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	داخلی	۲۸,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	تجهیزات	۱۴,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی (آب، برق، گاز و غیره)	۱۴,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه‌های مستقیم دوره ساخت (ریال)		۱۴۶,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
بالاسری دوره ساخت (درصد)		۲۰٪
هزینه‌های بالاسری دوره ساخت (ریال)		۲۹,۲۸۰,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل هزینه‌های دوره ساخت (ریال)		۱۷۵,۶۸۰,۰۰۰,۰۰۰

بهره‌برداری		
دوره	عنوان	تخمین مبلغ (ریال)
بهره‌برداری	نیروی انسانی	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	خرید مواد اولیه	۱۲,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی	۲,۵۴۰,۰۰۰,۰۰۰
	تمعیر و نگهداری	۸,۹۳۰,۰۰۰,۰۰۰
	هزینه‌های مستقیم دوره بهره‌برداری (ریال)	۲۴,۸۷۰,۰۰۰,۰۰۰
	بالاسری دوره بهره‌برداری (درصد)	۱۰٪
	هزینه‌های بالاسری دوره بهره‌برداری (ریال)	۲,۴۸۷,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل هزینه‌های دوره بهره‌برداری (ریال)		۲۷,۳۵۷,۰۰۰,۰۰۰

شکل (۳): جداول برآورد هزینه به تفکیک

برآورد اولیه درآمدها		
دوره	عنوان	تخمین مبلغ (ریال)
ساخت	پیش فروش	۱,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	فروش	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	اجاره	۳۳۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	فروش محصولات	۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل درآمدها (ریال)		۴,۸۳۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

شکل (۴): جدول برآورد درآمدها به تفکیک دوره‌های ساخت و بهره‌برداری

با توجه به سناریوهای گفته‌شده در خصوص تعلیق، برخی پیش‌فرض‌ها در معادلات حضور خواهند داشت بنابراین جدولی در مدل تعبیه شده است تا با تغییر مقادیر پیش‌فرض امکان پویایی بیشتر تحلیل‌ها فراهم آید. شکل (۵) نشان‌دهنده این جدول است.

زمان‌های غیرمجاز در سال‌های موردنظر محاسبه و اعمال خواهند شد.

تعیین درصد‌های پیشرفت تجمعی:

از اطلاعات ورودی تخمینی، با توجه به درصد پیشرفتی که کاربر در هر یک از حالت‌های برنامه‌ای و سناریوی فرضی وارد می‌کند، جریان نقدینگی تهیه می‌شود. پر کردن این جدول-ها با وارد کردن اطلاعات درصد پیشرفت تجمعی در هر بخش صورت خواهد گرفت و مقادیر ریالی خود با توجه به جدول تخمین مقادیر در سال‌های مربوط به خود مطابق شکل (۸) خواهند نشست.

گام ۲- پردازش‌ها:

پردازش در مدل در پنج بخش اصلی انجام می‌شود:

- ۱- اصل پردازش هزینه‌ها
- ۲- محاسبات استهلاک و مالیات
- ۳- محاسبات تعدیل
- ۴- محاسبات تعلیق
- ۵- محاسبات ارزش خالص فعلی (NPV)

اصل پردازش هزینه‌ها:

با توجه به داده‌های ورودی و با توجه به اینکه کدامیک از شاخص‌ها بر کدامیک از آیتم‌های هزینه‌ای اثر خواهد نمود و همچنین با توجه به فرمول‌های عمومی ۱ و ۲، جداول محاسباتی تشکیل خواهند شد. این جداول در ابتدا هزینه‌های کل هر آیتم را بر اساس جدول برآورد اولیه و بر اساس شاخص‌های تأثیرگذار، به سال جدید وارد می‌کنند و سپس با محاسبه درصد پیشرفت دوره‌ای در آن سال (درصد پیشرفت تجمعی آن سال منهای درصد پیشرفت تجمعی سال پیش) و با اعمال آن بر کل هزینه‌های اسمی هر آیتم، مبلغ آن ردیف هزینه‌ای را در سال مربوطه محاسبه می‌نمایند. برای محاسبه مالیات لازم است تا میزان سود و زیان در هر سال روشن شود. همچنین لازم به ذکر است که استهلاک از آن رو که سبب کاهش ارزش دفتری ماشین‌آلات تملکی می‌شود، بر میزان مالیات تأثیر خواهد گذاشت و بنابراین لازم است تا برای هر سال محاسبه شود.

نوع قرارداد	سیستم تحویل پروژه		مسئولیت بخش‌ها				زمان ناشی از تأخیر
	نام فارسی	نام لاتین	نامس مالی	طرح‌ها	ساخت	بهره‌برداری	
تک عاملی	خود اجرا	In-house	کارفرما	کارفرما	کارفرما	کارفرما	بهره‌برداری (کاهش سود)
دو عاملی	ذکر اجزای کامل	BOT	پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار	ساخت (کاهش هزینه)
دو عاملی	طرح و ساخت	DB	کارفرما	پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار	ساخت (کاهش هزینه)
سه عاملی	کلیه‌کردن	EPC	کارفرما	پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار	ساخت (کاهش هزینه)
سه عاملی	معماریت اجرا	CM	کارفرما	مشاور/پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار	ساخت (کاهش هزینه)
سه عاملی	روش مشارک (استی)	DBB	کارفرما	مشارک	پیمانکار	پیمانکار	ساخت (کاهش هزینه)

شکل (۶): جدول سیستم تحویل پروژه و زیان طرفین قرارداد

نوع قرارداد	انواع پرداخت	تعدیل هزینه	سود پیمانکار
قیمت ثابت	FFP	ندارد	ثابت
	پاداش انگیزشی	ندارد	ثابت
بازپرداخت هزینه	شامل تعدیل	دارد	ثابت
	با مبلغ ثابت	دارد	ثابت
	پاداش انگیزشی	دارد	متغیر (درصدی)
زمان و مصالح	مبلغ جایزه	دارد	ثابت (مبلغ ثابت)
	آحاد بهایی	دارد	متغیر

شکل (۷): جدول نوع قرارداد و منوی آبخاری جهت تنظیم

- شرایط و مبلغ پیمان:

با تعیین مبلغ قرارداد، میانگین کارکرد فرضی ماهانه قابل محاسبه خواهد بود و در صورتی که قرارداد بر اساس شرایط عمومی پیمان نوشته شده باشد، تعیین ارقام تعلیق و تعداد ماه‌های مجاز برای ابلاغ تعلیق (ابتدا سه ماه و پس از آن در صورت پذیرش پیمانکار جمعاً شش ماه) بر اساس آن تعیین شده و تغییر مقادیر برخلاف قوانین امکان‌پذیر نخواهد بود. با توجه به گوناگونی حالات شرایط خصوصی، پیش‌فرض تنظیم این حالت، شرایط عمومی پیمان خواهد بود (سازمان برنامه‌بودجه، ۱۳۷۸). در صورت اجرا شدن مدل توسط کارفرما، مبلغ قرارداد باید مطابق با مبلغ برآوردی مشاور وی باشد. در صورت استفاده پیمانکار، وی مبلغ پیشنهادی مناقصه را در این بخش وارد می‌نماید. پس از پیروزی در مناقصه، مبلغ قرارداد همان رقم خواهد بود.

- فاز انجام کار و نوع تأخیرات:

هدف نهایی از کارکرد این منوها تعیین دقیق ضرایب تعدیل بوده است. از این جهت که در حالت مناقصه میزان تأخیرات مجاز و غیرمجاز سناریوی فرضی مشخص نیست، تعدیلی نیز وجود نخواهد داشت. در صورتی که پروژه در فاز اجرا باشد اما تمام نشده باشد، تمامی ضرایب تعدیل با عدد ۰٫۹۵ محاسبه شده و اما اگر پروژه تحویل نیز شده باشد، با توجه به میزان تأخیرات مجاز و غیرمجازی که توسط کاربر وارد می‌شود، ضرایب مربوطه با احتساب شاخص‌های تعدیل در

صفحه تخصیص (Allocation):
 ایده اصلی این صفحه فهم میزان خسارت وارده به هر یک از طرفین قرارداد و بدهکاری یا بستانکاری آن‌ها به یکدیگر بر اساس نوع قرارداد است. به این منظور لازم است تا دو موضوع روشن شود: اول اینکه میزان تأخیرات مجاز و غیرمجاز چند ماه است و دوم اینکه هریک از طرفین قرارداد تا چه میزان در بروز تأخیرها مقصر بوده‌اند. برای فهم این موارد لازم است تا از نرم‌افزار ایزی‌پلن استفاده شود.

میزان قصور طرفین قرارداد بر اساس خروجی برنامه ایزی‌پلن وارد مدل شده و این درصد در جمع کل جدول هزینه‌ها و درآمدها برای هریک از طرفین اعمال می‌شود. همچنین از طرفی دیگر با توجه به نوع قرارداد و اینکه زیان ناشی از تأخیر در ساخت یا بهره‌برداری به زیان کدامیک از طرفین خواهد بود، میزان زیان ناشی از تأخیر برای کارفرما و پیمانکار با اعمال ضرایب استخراج شده از روش پنجره‌های روزانه بر ارقام مربوط به عدم‌النفع یا زیان مندرج در جدول صفحه نتایج یا شکل (۹) محاسبه شده و در جداول این بخش مطابق شکل (۱۰) منعکس می‌شود.

صحت‌سنجی مدل و تحلیل نمونه موردی

پس از تکمیل مدل، پرسشنامه‌ای برای جمع‌آوری اطلاعات یک پروژه ساختمان مسکونی در منطقه یک تهران و با حدود ۵۰,۰۰۰ متر زیربنای ساخت تنظیم شد که شامل عناوین مربوط به هزینه‌های پروژه (ساخت و بهره‌برداری) بر مبنای سال شروع پروژه یعنی ۱۳۹۳، برنامه زمان‌بندی (شامل درصدهای پیشرفت سالانه بر اساس برنامه اولیه پروژه و

میزان انحراف مالی سناریوی دوم از حالت برنامه‌ای و به‌عبارتی دیگر زیان ناشی از تأخیر است. این امر در شکل (۹) آمده است.

گام ۳- خروجی‌های مدل:
 صفحه نتایج (Results):

مقایسه ارزش خالص فعلی (NPV)		
عنوان	مقدار کمی / ریال	توضیحات
نرخ تنزیل	۹.۰۰٪	برابر با نرخ تورم اسامال (۹۶)
حالت برنامه ای		
سود مستقیم پروژه	۴,۱۱۳,۴۹,۲۷۰,۴۰۸	
سود غیرمستقیم پروژه	۸۸۴,۷۵۶,۸۳۰,۳۵۳	
جمع کل (ریال)	۴,۹۹۸,۲۴۶,۱۰۰,۷۶۱	
سناریوی فرضی		
سود مستقیم پروژه	۳,۹۵۸,۸۴۲,۵۸۲,۰۴۹	
سود غیرمستقیم پروژه	۸۴۵,۳۳۱,۱۰۰,۹۸۸	
جمع کل (ریال)	۴,۸۰۴,۰۷۳,۶۸۳,۰۳۶	
عدم نفع یا زیان ناشی از تأخیر (ریال)	(۱۹۴,۱۷۲,۴۱۷,۷۲۴)	
انحراف زمانی نسبت به برنامه (ماه)	۱۲	
متوسط زیان در هر ماه تأخیر (ریال)	(۱۶,۱۸۱,۰۳۴,۸۱۰)	

شکل (۹): جدول مقایسه ارزش خالص فعلی دو حالت سناریو و برنامه

این صفحه مطابق شکل (۹)، شامل جدول مقایسه ارزش خالص فعلی در دو حالت برنامه‌ای و سناریو است که ارزش فعلی کل سود حاصل از ساخت و نیز آیتم بهره‌برداری از درآمدهای حاصله (منهای هزینه‌های مربوط به خواب سرمایه) را به تفکیک نشان می‌دهد.

جدولی نیز در مدل قرار داده شده است که به کمک آن می‌توان انحراف تک‌تک عناوین هزینه‌ای و درآمدهای را در حالت سناریو نسبت به برنامه سنجید و دانست که در کدامیک از بخش‌ها زیان بیشتری بر اثر تأخیر به پروژه وارد شده یا خواهد شد.

پیمانکار		تسهیم جریمه	
(۳۱,۹۵۴,۷۷۱,۸۰۷)	ساخت	۴۰٪	سهم قصور کارفرما در تأخیرات
۰	بهره برداری	۶۰٪	سهم قصور پیمانکار در تأخیرات
(۳۱,۹۵۴,۷۷۱,۸۰۷)	جمع زیان پیمانکار نسبت به برنامه		
(۱۱۶,۵۰۳,۴۵۰,۶۳۵)	قصور پیمانکار		
(۹۴,۵۴۸,۶۷۸,۸۲۸)	بدهکاری / بستانکاری		
-	مبلغ بدهی کارفرما به پیمانکار		
۴۱,۷۵۰,۶۳۶,۹۱۰	جبران شده (تعلیق و تعدیل)		
-	مبلغ باقی مانده (ریال)		
۹۴,۵۴۸,۶۷۸,۸۲۸	مبلغ بدهی پیمانکار به کارفرما		

کارفرما	
(۱۷۲,۲۱۷,۴۴۵,۹۱۸)	ساخت
(۱۷۲,۲۱۷,۴۴۵,۹۱۸)	بهره برداری
(۱۷۲,۲۱۷,۴۴۵,۹۱۸)	جمع زیان کارفرما نسبت به برنامه
(۷۷,۶۶۸,۹۶۷,۰۹۰)	قصور کارفرما
۹۴,۵۴۸,۶۷۸,۸۲۸	بدهکاری / بستانکاری

شکل (۱۰): جدول‌های مربوط به تخصیص زیان (قصورات و محاسبات بدهی یا بستانکاری طرفین)

خروجی از نرم‌افزار EasyPlan
 زیان، قصور و بدهکاری یا بستانکاری

یعنی ۹۷ اتفاق می افتد. مبلغ هزینه ها و درآمدها در شکل (۱۱) و سال های برنامه ای در شکل (۱۲) آمده است.

اطلاعات وضعیت واقعی نمونه موردی

در طی دوره ساخت، پروژه مذکور همانند بسیاری از پروژه های دیگر با فراز و نشیب های فراوانی مواجه شده است.

برآورد اولیه هزینه ها		
دوره	عنوان	تخمین هزینه (ریال)
ساخت	نیروی انسانی	۴۶۷,۰۵۰,۰۰۰,۰۰۰
	اجاره ای	۷۰,۰۵۷,۵۰۰,۰۰۰
	هزینه سرمایه	۱۴۰,۱۱۵,۰۰۰,۰۰۰
	استهلاک سرمایه	۲۵,۰۲۸,۷۵۰,۰۰۰
	تعمیر و نگهداری، سوخت و روغن	۱۱۶,۷۶۲,۵۰۰,۰۰۰
	ایراتور	۱۱,۶۷۶,۲۵۰,۰۰۰
	داخلی	۴۹,۰۴۰,۲۵۰,۰۰۰
	تجهیزات خارجی	۱,۱۴۴,۲۷۲,۵۰۰,۰۰۰
	انرژی (آب، برق، گاز و غیره)	۰
	هزینه های مستقیم دوره ساخت (ریال)	۲,۲۳۵,۲۵۰,۰۰۰,۰۰۰
بالاسری دوره ساخت (درصد)	۲۰٪	
هزینه های بالاسری دوره ساخت (ریال)	۴۶۷,۰۵۰,۰۰۰,۰۰۰	
جمع کل هزینه های دوره ساخت (ریال)	۲,۸۰۲,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰	

نیروی انسانی	۴۰۲,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	بهره برداری
خرید مواد اولیه	۱,۰۰۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
انرژی	۱۰۰,۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
تعمیر و نگهداری	۵۰۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
هزینه های مستقیم دوره بهره برداری (ریال)	۲,۰۱۶,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	
بالاسری دوره بهره برداری (درصد)	۰٪	
هزینه های بالاسری دوره بهره برداری (ریال)	۰	
جمع کل هزینه های دوره بهره برداری (ریال)	۲,۰۱۶,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	

برآورد اولیه درآمدها		
دوره	عنوان	تخمین مبلغ (ریال)
ساخت	پیش فروش	۵,۶۹۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
شکل (۱۱): هزینه ها و درآمدهای برنامه ای نمونه موردی (سال ۱۳۹۳)		
جمع کل درآمدها (ریال)		۸,۱۴۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

مشکلات و مسائل فراوان که در این مقاله مجال توضیح دقیق آن ها نیست، سبب شد که ساخت پروژه حدود ۴ سال به تأخیر بیفتد؛ یعنی در سال جاری (انتهای ۱۳۹۷) و با در نظر گرفتن پیشرفت های مالی و فیزیکی صورت گرفته، همچنان حدود ۳ سال تا پایان پروژه زمان باقی مانده است و اکنون با وضع موجود چنین برآورد می شود که تا پایان سال ۱۴۰۰ ساخت پروژه به طول خواهد انجامید. از آن جهت که پروژه به صورت مشارکتی بوده و سازنده در مشارکت ۵۵ درصدی

پیشرفت واقعی) و درآمدهای پروژه شامل پیش فروش و فروش واحدها بر اساس سال های تخمینی برای تسویه مبلغ خرید است. این پرسشنامه برای سازنده که در مشارکت با مالک بوده است، ارسال شد و پس از صحبت های اولیه و تکمیل پرسشنامه، مصاحبه ای به شیوه بسته با ایشان و عوامل ساخت از جمله مدیر پروژه، سرپرست کارگاه، مدیر مالی کارگاه و پیمانکاران اصلی صورت پذیرفت. در نهایت، اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه و مصاحبه یکپارچه شده و منطبق بر چهارچوب های ورودی مدل وارد آن گردید، این اطلاعات توسط مدل مالی زیان ناشی از تأخیر مورد تحلیل قرار گرفته و خروجی های مربوطه حاصل آمد. این اعداد با عوامل کارگاهی و سازنده مذکور مطرح شده و به بحث گذاشته شد. در نهایت ارقام زیان یا عدم النفع ناشی از تأخیر که توسط مدل به دست آمده بود با اعداد محاسبه شده توسط واحد مالی پروژه منطبق بود و از این طریق صحت مدل تأیید گشت.

اطلاعات برنامه ای نمونه موردی

در زمان بندی اولیه، تخمین به این صورت بوده است که پروژه ساخت به مدت ۴ سال به درازا خواهد کشید (از سال ۹۳ تا ۹۶) و فروش ساختمان نیز در دو قالب پیش فروش و فروش به انجام خواهد رسید. مبالغ پیش فروش شده طی سه سال (از سال ۹۶ تا ۹۸) تسویه خواهد شد و مبالغی نیز در سال ۹۷ یعنی تا یک سال پس از پایان ساخت، از طریق فروش نقدی حاصل خواهد آمد.

برآورد اولیه هزینه های دوره ساخت شامل نیروی انسانی، مصالح (۷۰٪ خارجی و ۳۰٪ داخلی) و ماشین آلات به همراه بالاسری آن (۲۰٪) در سال ۱۳۹۳ که سال شروع ساخت پروژه بوده است، مجموعاً برابر با ۲,۸۰۲,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال تخمین زده شده است.

هزینه های بهره برداری نیز برای مدت دو سال ۹۶ و ۹۷ برابر با ۲,۰۱۶,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال تخمین زده شده است.

از سوی دیگر، در خصوص درآمدها، فرض بر آن بوده است که مبلغ ۵,۶۹۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال از طریق پیش فروش در سه سال ۹۶ الی ۹۸ محقق می گردد و فروش نقدی نیز برابر با ۲,۴۴۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال در همان سال اول بهره برداری

عناوین		۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	
دوران ساخت	هزینه‌ها	تأمین اسباب	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		اجاره سوخت و روشن	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	ماشین آلات	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	مواد مصالح و تجهیزات	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	مالی	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	درآمدها	فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
بهره‌برداری	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
درآمدها	فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
	فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
جمع کل (تجمعی)		۷۰۰،۵۷۵،۰۰۰،۰۰۰	۱،۲۶۱،۰۲۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۱۶۲،۱۸۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۸۰۳،۳۰۸،۰۰۰،۰۰۰	۳،۴۸۶،۶۱۶،۰۰۰،۰۰۰	۴،۱۶۹،۹۳۲،۰۰۰،۰۰۰	
سود یا زیان		۷۰۰،۵۷۵،۰۰۰،۰۰۰	۱،۲۶۱،۰۲۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۱۶۲،۱۸۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۸۰۳،۳۰۸،۰۰۰،۰۰۰	۳،۴۸۶،۶۱۶،۰۰۰،۰۰۰	۴،۱۶۹،۹۳۲،۰۰۰،۰۰۰	

شکل (۱۲): برنامه زمان‌بندی اولیه پروژه تهیه‌شده در سال ۱۳۹۳

ریال و ۱،۶۷۶،۰۳۰،۹۴۲،۹۲۴ ریال و مجموعاً برابر با ۴،۸۸۹،۸۷۶،۰۰۶،۸۸۴ ریال برآورد شده است. لذا از مقایسه میان وضعیت برنامه‌ای و وضعیت واقعی پروژه (وضع موجود) و برنامه‌ای که در سال جاری (۱۳۹۷) یعنی سه سال پس از شروع ساخت تهیه‌شده است، ملاحظه می‌شود که با حدود ۳۶ ماه تأخیر در حالت برنامه‌ای، با نرخ تنزیل ۱۷٪ که توسط سازنده تعیین شده است، عدم‌النفع یا زیان ناشی از تأخیر به نرخ سال مبنای یعنی سال ۱۳۹۳ برابر با ۱،۲۲۳،۵۳۰،۴۴۶،۵۳۹ ریال بوده است که با توجه به سهم ۵۵ درصدی سازنده، این رقم برابر با ۶۷۲،۹۴۱،۷۴۵،۵۹۶ ریال برای او بوده است، یعنی به ازای همراه تأخیر، سودآوری پروژه برای سازنده به مبلغ ۱۸،۶۹۲،۸۲۶،۲۶۷ ریال تحت تأثیرات منفی قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

هدف این مقاله بدیع ایجاد درک صحیحی از هزینه‌های پیدا

سود با مالک زمین است، بحث تعدیل و جبران آن موضوعیت ندارد و کلیه ضرر و زیان ناشی از تأخیر بدون وجود امکان تعدیل هزینه‌ها گریبان گیر طرفین خواهد شد. این اطلاعات در قالب برنامه زمانی وارد حالت سناریوی مدل شده است و در شکل (۱۳) آمده است.

تحلیل زیان مالی ناشی از تأخیر در نمونه موردی

سودآوری پروژه در حالت برنامه‌ای در حالت مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب برابر با ۲،۹۶۲،۵۵۳،۱۱۰،۷۴۴ ریال و ۳،۱۵۰،۸۵۳،۳۴۲،۶۷۹ ریال بوده است. در مجموع سودآوری پروژه در حالت برنامه‌ای برابر با ۶،۱۱۳،۴۰۶،۴۵۳،۴۲۳ ریال برآورد گشته است.

در وضع موجود، با حدود سه سال تأخیر در اتمام ساخت و در نتیجه به تعویق افتادن بهره‌برداری، سود مستقیم و غیرمستقیم پروژه با در نظر گرفتن نرخ‌های تورم، تورم ارزی و نرخ دلار با ارقام اعلام‌شده از سوی بانک مرکزی، در سال

عناوین		۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	
دوران ساخت	هزینه‌ها	تأمین اسباب	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
		اجاره سوخت و روشن	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	ماشین آلات	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	مواد مصالح و تجهیزات	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	مالی	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
	درآمدها	فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
		فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪
بهره‌برداری	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
	تعمیر و نگهداری	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
درآمدها	فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
	فروش	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	۲۵۰۰٪	
جمع کل (تجمعی)		۷۰۰،۵۷۵،۰۰۰،۰۰۰	۱،۲۶۱،۰۲۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۱۶۲،۱۸۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۸۰۳،۳۰۸،۰۰۰،۰۰۰	۳،۴۸۶،۶۱۶،۰۰۰،۰۰۰	۴،۱۶۹،۹۳۲،۰۰۰،۰۰۰	
سود یا زیان		۷۰۰،۵۷۵،۰۰۰،۰۰۰	۱،۲۶۱،۰۲۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۱۶۲،۱۸۵،۰۰۰،۰۰۰	۲،۸۰۳،۳۰۸،۰۰۰،۰۰۰	۳،۴۸۶،۶۱۶،۰۰۰،۰۰۰	۴،۱۶۹،۹۳۲،۰۰۰،۰۰۰	

شکل (۱۳): برنامه زمان‌بندی ثانویه پروژه (سناریوی تهیه‌شده در سال ۱۳۹۷ با توجه به وضع موجود)

مبنای یعنی سال ۹۳، به ترتیب برابر با ۳،۲۱۳،۸۴۵،۰۶۳،۹۶۰ و پنهان تأخیر است لذا پژوهش به دنبال این است که به این سؤال اساسی پاسخی علمی و منطقی ارائه دهد که تأخیر در

دریافت که هر یک از طرفین چه مقدار از زیان‌های مالی متأثر از تأخیرات را بر عهده خواهند داشت. از این جهت پژوهش حاضر می‌تواند مکمل روش آنالیز تأخیرات باشد. در انتها موضوعات زیر به منظور پژوهش بیشتر در جهت تکمیل یا بهبود پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود:

- ۱- تحلیل ریسک در خصوص سناریوهای مختلف ورودی به مدل زیان و پیدا کردن بیشترین احتمال بروز و زیان ناشی از آن
- ۲- آنالیز قراردادهای بین‌المللی فیدیک^۱ و توسعه مدل با توجه به این قراردادها
- ۳- بررسی پروژه‌های دولتی عمرانی (عام‌المنفعه) در مقیاس ملی و مطالعه در خصوص نحوه اعمال مدل بر این قراردادها
- ۴- مقایسه جریمه‌های تأخیر درج‌شده در شرایط عمومی پیمان با مقادیر زیان محاسبه‌شده توسط مدل.

مراجع

- ۱- امام‌جمعه زاده، م. (۱۳۸۳). مقایسه تطبیقی برخی از پژوهش‌های انجام شده در مورد «سیستم‌های اجرای پروژه». اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
- ۲- سازمان برنامه‌ریزی و بودجه (۱۳۷۸). نشریه ۴۳۱۱: موافقت‌نامه، شرایط عمومی و شرایط خصوصی پیمان‌ها و مقررات آن‌ها.
- ۳- شاکری، ا؛ و قربانی، ع. (۱۳۸۴). مدیریت پروژه و شناخت علل عمده ادعاهای پیمانکاران پروژه‌های عمرانی. دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
- ۴- مجلس شورای اسلامی. (۸۰). قانون مالیات‌های مستقیم.
- ۵- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. (۱۳۸۸). مدیریت بهره‌برداری ماشین‌آلات عمرانی (نشریه شماره ۴۴۹)
- ۶- نظریور، ع (۱۳۹۵). بررسی علل عمده تأخیر در اجرای طرح‌های تملک دارائی‌های سرمایه‌ای از منظر مدیران، معاونین، ذی‌حسابان و کارشناسان فنی دستگاه‌های اجرایی استان فارس. دانش حسابرسی. شماره ۶۳.
- 7- Al-Hazim N. Abu Salem Z. & Ahmad H. (2017). Delay and Cost Overrun in Infrastructure Project in Jordan, *Procedia Engineering*, vol. 182, pp. 18-24.
- 8- Alkass S. Mazerolle M. and Harris F. (1996). *Construction Delay Analysis Techniques*. *Construction Management and Economics*, pp. 375-394.
- 9- Arditi, D. (2008). *Analysis Methods in Time-Based Claims*. *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 134, pp. 242-252.

مراحل ساخت و بهره‌برداری از یک پروژه، چه عواقب ریالی در پی خواهد داشت. این درک نه‌تنها پیش از انعقاد قرارداد و در مرحله مناقصه می‌تواند طرفین را در حوزه تأثیرات مالی تأخیر حساس نماید و انگیزه‌ای دوچندان برای تکمیل به‌موقع کار ایجاد نماید، بلکه با تحلیلی که از شرایط قرارداد و مقدار ریالی زیان ناشی از تأخیر به کاربر خود ارائه می‌نماید، توانایی آنالیز و تحلیل زیان‌ها در مراحل اجرای کار را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. از این رهگذر است که به کمک نگرش ایجادشده می‌توان ادعاهای صحیح و منصفانه مطرح نمود یا از سویی دیگر مقدار ریالی جریمه‌های تأخیر را با تکیه بر شالوده‌ای علمی تعیین نمود. بدیهی است که فهم مقدار ریالی زیان‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از تأخیرات برای کارفرمایان، پیمانکاران، مشاوران، سازندگان، سرمایه‌گذاران و فروشندگان بسیار حائز اهمیت است لذا این مدل باید برای تمامی این گروه‌ها قابل‌استفاده باشد.

مدل حاضر با دریافت سناریوی برنامه‌ریزی‌شده (وارد شده توسط مشاور کارفرما، کارفرما یا پیمانکار)، سناریوی فرضی (حالت واقعی که در مرحله اجرا به وقوع می‌پیوندد) و مقادیر پیش‌فرض دیگر، تحلیل عددی را به انجام رسانیده و نتیجه نهایی را با مقایسه دو حالت، در قالب تفاضل ارزش ریالی حالت برنامه‌ای با سناریو به کاربر ارائه می‌دهد. این تفاوت ناشی از افزایش هزینه‌ها و کاهش درآمدها، خواب سرمایه و عدم النفع خواهد بود و مقدار آن به‌خوبی بیانگر میزان ریالی زیان ناشی از تأخیر است.

امکان تنظیم مواردی از قبیل نوع قرارداد و سیستم تحویل پروژه در معادلات و نتایج حاصل از آن در مدل وجود دارد. به این ترتیب اعمال تغییرات و پیش‌فرض‌ها در آن ممکن است که همین امر آن را انعطاف‌پذیر ساخته است. همچنین با توجه به مطالعاتی که در زمینه تحقیقات حجازی و همکارانش در زمینه آنالیز تأخیرات انجام شده است، این امکان وجود دارد که پس از استفاده از روش آنالیز پنجره‌های روزانه به روش به‌روزرسانی متعدد خطوط مبنا به کمک نرم‌افزار EasyPlan و پس از تعیین میزان تأخیرات مجاز و غیرمجاز و فهم میزان قصور طرفین در ایجاد تأخیر، بتوان این دوره‌های زمانی و درصد تقصیرات را وارد مدل نمود و

- 23- Kartam, S .(1999) .Generic Methodology for Analysing Delay Claim .Journal of Construction and Management ,vol. 125.
- 24- Keane P. J. and Caletka A. F .(2008) .Delay Analysis in Construction Contracts .West Sussex, United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- 25- Kraiem Z. and Diekmann J .(1987) .Concurrent Delays in Engineering and Management .Journal of Construction Engineering and Management ,vol. 113 , pp. 591-602.
- 26- Kumaraswamy M. M. Nadarajah R. Palaneeswaran E. and Rahman M .(2001) .Dealing with Delays in Evaluating Extensions of Time^{۱۷} .th Annual ARCOM Conference .University of Salford.
- 27- Long, R .(2015) .Acceleration Claims on Engineering and Construction Projects .Long International, Inc.
- 28- Lowsley, S & .Linnett, C .(2006) .About time: Delay analysis in construction .London: RICS Bussiness Services Ltd.
- 29- Ndekugri I. and Braimah N .(2008) .Delay Analysis Within Construction Contracting Organizations . Journal of Construction Engineering and Management , vol. 134 ,p. 692.
- 30- Odeh, A. M. Battaineh, T. H .(2002) .Causes of Construction Delay: Traditional Contracts . International Journal of Project Management ,vol. 20 , pp. 67-73.
- 31- Sambasivan, M & .Wen Soon, Y .(2007) .Causes and effects of delay in Malaysian construction industry . International Journal of Project Management.
- 32- Sha, K. M. Shahi, P. B. Pandit, R. Pandey, A. (2017). Casues and Effects of Delays in Construction Projects. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, vol. 14, pp. 52-58.
- 33- Sivaprakasam, S. Dinesh, S. Jayashree, J. (2017), A Review on Causes of Delay in Construction Projects. International Journal for Scientific Research & Development, vol. 5.
- 34- Stumpf and George R .(2000) .Schedule Delay Analysis .Cost Engineering Journal ,vol. 42 ,pp. 32-43.
- 35- Vasilyeva, A .(2013) .The Study on Methodological Framework for Comparing Delay Analysis .Kyoto University.
- 36- Zidane, Y. & Andersen, B. (2018), The Top 10 Universal Delay Factors in Construction Projects, International Journal of Managing Projects in Business, vol. 11, pp. 650-67
- 10- Arditi D. and Pattanakitchamroon T .(2006) .Selecting a Delay Analysis Method in Resolving Construction Claims .International Journal of Project Management , vol. 24 ,pp. 145-155.
- 11- Assaf S. and Al-Hejji M .(2006) .Causes of Delay in Large Building Construction Projects .Journal of Management in Engineering ,vol. 11 ,pp. 45-50.
- 12- Aziz, R. & Abdel-Hakam, A. (2016). Exploring Delay Causes of Road Construction Project in Egypt, Alexandria Engineering Journal, vol. 55, pp. 1515-1539.
- 13- Baker, R. D. (1991). Time-Cost Relationships in Construction. Florida: University of Florida.
- 14- Bordoli D. W. and Baldwin A .(1998) .A Methodology for Assessing Construction Project Delays. Construction Management and Economics ,vol. 16 ,pp. 327-333.
- 15- Braimah, N .(2013) .Construction Delay Analysis Techniques: A Review of Application Issues and Improvement Needs .Buildings ,vol. 3 ,pp. 506-531.
- 16- Doloi, H. Sawhney, A. Iyer, K & .Rentala, S .(2012) . Analysing factors affecting delays in indian construction projects .International Journal of Project Management ,479-489.
- 17- Faridi A. S. and El-Sayegh S. M .(2006) .Significant Factors Causing Delay in the UAE Construction Industry .Construction Management and Economics , vol. 24 ,pp. 1167-1176.
- 18- Gebrehiwet, T. & Luo, H. (2017) Analysis of Delay Impact on Construction Project Based on RII and Correlation Coefficient: Empirical Study, Procedia Engineering, vol. 196, pp. 366-374
- 19- Ghiasi, V. Kaivan, E. Arzjani, N. & Arzjani, D. (2016), Analyzing the Causes of Delay in Development Projects by Fuzzy Analysis, International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 34, pp. 1412-1430
- 20- Hegazy, T & .Menesi, W .(2008) .Delay Analysis under Multiple Baseline Updates .Journal of Construction Engineering and Management ,575-582.
- 21- Hegazy T. and Zhang K .(2005) .Daily Windows Delay Analysis .Journal of Construction Engineering and Management ,no. 131 ,pp. 505-512.
- 22- Iyer K. C. and Jha K. N .(2006) .Critical Factors Affecting Schedule Performance: Evidence from Indian Construction Projects .Journal of Construction Engineering and Management ,vol. 132 ,pp. 871-881.

Development of a Damage Model for Assessing Financial Impacts of Delay on Construction Projects

Farbod Mortazavi¹
Saied Yousefi^{*2}

Abstract

Time is one of the most notable criteria in project life cycle and considered as one of the most important aspects for project succeed. Delay will increase direct costs and construction risks through the usage of machinery and resources. On the other hand, it will postpone project's operational phase though the payback period will be prolonged. Hence, the benefits of the project can be affected by delays. Inflation, devaluation, fluctuations of exchange rates and economic staginations are the reasons which will affect negatively on project's interests. These are the indirect effects and threats caused by delay. Both direct and indirect financial aspects of delay is obvious to all parties and stakeholders but the quantity of these damages are not such clear. If the parties can have the quantity of all the direct and indirect extra costs _caused by the delays_ they may gain a better perspective to have more reliable time management plan and prevent the probable future financial damages.

The goal of this research is to determine the negative effects of delays directly and indirectly. After determining these aspects and effects, by considering the contract type and project delivery system, delays can be analyzed by the method of daily windows and under multiple baseline updates. Hence, the financial damages, which are the outputs of this model, is allocated to different parties (e.g. client and contractor). Also, this model can calculate the damages based on comparison of scheduled and hypothetic scenarios. According to this analysis, both parties will proactively know the financial consequences of delays even before signing contract and in the bid phase (after the completion of design). Therefore, they can schedule project tasks more carefully to minimize the damage. This financial model can lead contract to have fairer penalties for delays and thus, future claims can be minimized.

Keywords

Delay damages, Financial Model, Contract, Project Claim Management.

1. Ph.D Candidate of Construction Project Management in the School of Architecture at the University of Tehran, Email: Farbodemortazavi@ut.ac.ir

*2. Corresponding Author, Assistant Professor of Construction Project Management in the School of Architecture at the University of Tehran, Email: sdyousefi@ut.ac.ir