نشریه علمی سد و نیروگاه برق آبی
سال هفتم / شماره بیست و چهارم /بهار ۹۹

Journal of Dam and Hydroelectric PowerPlant
7th Year / No. 24 / June 2020

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 درنظر 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 برنامه‌ریزی‌شده 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

علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۲۹/ ۰۲/ ۱۳۹۸ تاریخ پژوهش: ۲۳/۰۸/ ۱۳۹۸

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

مقدمه

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 موکول 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 هریک 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 موضوع تأخیر را موردبررسی 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 به‌صورت 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 برنامه‌وبودجه 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 به‌طور 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 پاتاناکیچمرون[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

۱. Zidane
۲. Andersen
۳. Gebrehiwet
٤. Lou
٥ Iyer
٦. Jha
۷. Faridi
۸. El-Sayesgh
۹. Lowsley
۱۰. Linnett
۱۱. Arditi
۱۲. Pattanakitchamroon

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

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 درنظر 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. درنهایت 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 گرفته‌شده و همین موضوع سبب می‌شود تا جریمه‌های درنظر گرفته‌شده 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 موردبررسی پژوهش است که این تحقیق سعی در حل معضلات ناشی از آن دارد. از سویی دیگر این پژوهش درنظر 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 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 موردمطالعه 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 موردمطالعه قرارگرفته‌اند (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 موردتوجه 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 پاتاناکیچمرون[۱۴]، ۲۰۰۶). در این بخش گاه روش‌های نوین‌تر همانند شیوه تحلیل فازی نیز در دستورکار بوده است (قیاسی[۱۵]، کیوان[۱۶]، ارزجانی[۱۷] و ارزجانی، ۲۰۱۶).

در دسته‌ای از تحقیقات، نه‌تنها علت، بلکه تأثیرات و جنبه‌های هزینه‌ای تأخیر موردمطالعه بیش‌تری قرار گرفته است

۱. Kraiem
۲. Diekmann
۳. Baker
٤. Aziz
٥. Abdel-Hakam
٦. Assaf
۷. Al-Hejji
۸. Odeh
۹. Battaineh
۱۰. Doloi
۱۱. Sawhney
۱۲. Iyer
۱۳. Rentala
۱٤. Pattanakitchamroon
۱٥. Ghiasi
۱٦. Kaivan
۱۷. Arzjani

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

(شا[۱]، شاهی[۲]، پاندیت[۳] و پاندی[۴]، ۲۰۱۷)، (الحزیم[۵]، ابوسالم[۶] و احمد[۷]، ۲۰۱۷). ازجمله 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 توسعه‌یافته است. برخی از این تحقیقات معطوف به شیوه‌های تحلیل تأخیر بوده‌اند (الکأس[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]، نادراجاه[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 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، ازاین‌رو 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 روش-های 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

۱. Sha
۲. Shahi
۳. Pandit
٤. Pandey
٥. Al-Hazim
٦. Abu Salem
۷. Ahmad
۸. Sambasivan
۹. Wen Soon
۱۰. Sivaprakasam
۱۱. Dinesh
۱۲. Jayashree
۱۳. Alkass
١٤. Mazerolle
١٥ Harris
١٦. Bordoli
١٧. Baldwin
١٨ Kartam
١٩. Kumaraswamy
٢٠ Nadarajah
٢١. Palaneeswaran
٢٢. Rahman
٢٣ Stampf
٢٤ George
٢٥. Keane
٢٦. Caletka
٢٧. Long
٢٨. Ndekugri
٢٩. Braimah
٣٠. Braimah
٣١. Vasilyeva
٣٢. Hegazy
٣٣. Zhang
٣٤. Menesi
٣٥. Critical Path Method
٣٦. Association for the Advancement of Cost Management

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

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	▪ فهم اثر زمانی تأخیرات	▪ عدم توجه به تأخیرات هم‌زمان ▪ عدم توجه به نوع تأخیرات ▪ عدم توجه به مسیر بحرانی و تغییرات آن
اثر خالص	▪ فهم اثر زمانی تأخیرات	▪ عدم توجه به تغییرات مسیر بحرانی ▪ عدم توجه به نوع تغییرات
برنامه زمانی هدف اثر شده	▪ فهم و استفاده آسان ▪ متغیرهای کم در معادلات ▪ عدم نیاز به برنامه چون ساخت ▪ با پیشرفت پروژه قابل‌اجرا است	▪ 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)	▪ فهم سهم طرف مقابل از تأخیرات	▪ سوگیری آنالیزور
فروریخته (But-for)	▪ فهم سهم خود از تأخیرات صورت گرفته	▪ سوگیری آنالیزور
تصویر لحظه‌ای، پنجره‌های سنتی	▪ توجه به تأخیرات هم‌زمان ▪ بی‌طرفی در آنالیز	▪ 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	▪ استفاده از مزایای سیستم‌های پنجره‌های سنتی و فروریخته	▪ تأخیرات به یک‌باره در هر پنجره اضافه می‌شوند که غیرواقعی است ▪ به تغییرات مسیر بحرانی توجه نمی‌شود ▪ تأخیرات هم‌زمان به‌صورت دقیق ارزیابی نمی‌شوند
آنالیز تأخیر مبتنی بر اثر	▪ 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	▪ معایب سیستم پنجره‌های سنتی را دارد با این تفاوت که انتخاب پنجره‌ها سامانمند است
پنجره‌های روزانه	▪ ثبت روزانه وقایع ▪ دقت بیشتر ▪ ساده شدن سیستم ثبت و ضبط	▪ دشواری بیشتر در استفاده نسبت به روش پنجره‌های سنتی
	▪ نشان دادن طرف مقصر ▪ نشان دادن میزان پیشرفت ▪ نمایش سرعت کار و آهنگ آن	

توسعه مدل مالی و ارائه روش پیشنهادی

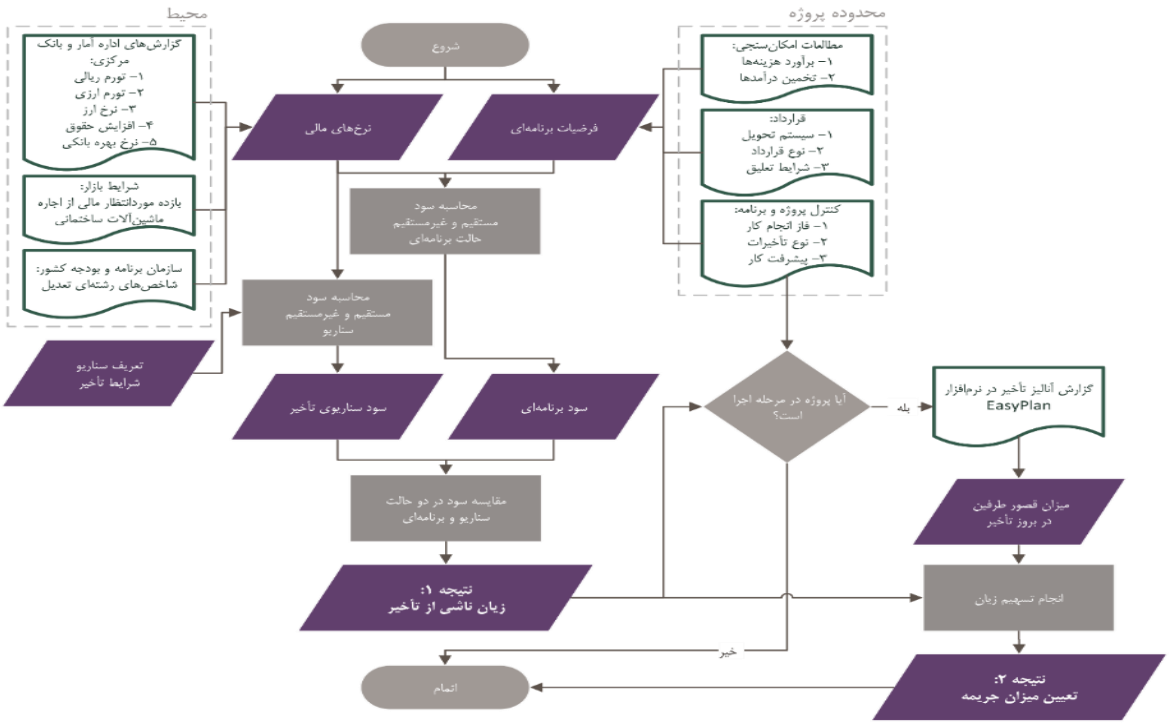
منطق و شیوه کارکرد مدل

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 مبنا، 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 مبنا[۳] مورداستفاده قرار می‌گیرد. به این معنا که برنامه زمانی، تخمین‌های مالی انجام شده و درصدهای پیشرفت برنامه‌ای پیش‌بینی‌شده برای هرسال از اجرا و بهره‌برداری پروژه به‌عنوان مبنای هزینه‌ها و سود مورد انتظار قرار می‌گیرد. سپس درصد پیشرفت‌های سناریویی دیگر _سناریوی بدبینانه کارفرما یا پیش‌بینی پیمانکار از واقعیات اتفاقات ساخت پروژه_ وارد مدل خواهد شد. درصدهای پیش‌بینی‌شده از پیشرفت، با اعمال بر هزینه‌های مبنا، 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

۱. Request for Quotation (RFQ)
۲. Cash Flow
۳. Base Line
٤. Net Present Value (NPV)
٥. Fixed Work

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]



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

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 کاهش‌یافته 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 هزینه‌ها امری روشن است؛ اما در خصوص ماشین‌آلات نیاز به توضیح مختصری خواهد بود. به‌طورکلی دو نوع از ماشین‌آلات به لحاظ تملک در پروژه امکان حضور خواهند داشت:

ماشین‌آلات تملکی:

خرید ماشین‌آلات سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود چراکه این هزینه پس از استفاده طی سال‌ها و کسور استهلاک‌ها، درنهایت به‌عنوان هزینه اسقاط، قابل‌برگشت 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) قابل‌بررسی است (حجازی و منسی، ۲۰۰۸).

لذا ارزش دفتری این ماشین‌ها متأثر از نرخ تورم و هزینه ازدست‌رفته 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 هرسال محاسبه می‌شود و هزینه‌های بهره‌برداری متناسب با افزایش حقوق کارگران و تورم در هرسال افزایش خواهد یافت.

ماشین‌آلات اجاره‌ای:

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

برای این ماشین‌ها ازآنجاکه 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 کمی سازی 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.

عوامل کاهش درآمد

اصطلاح عدم‌النفع:

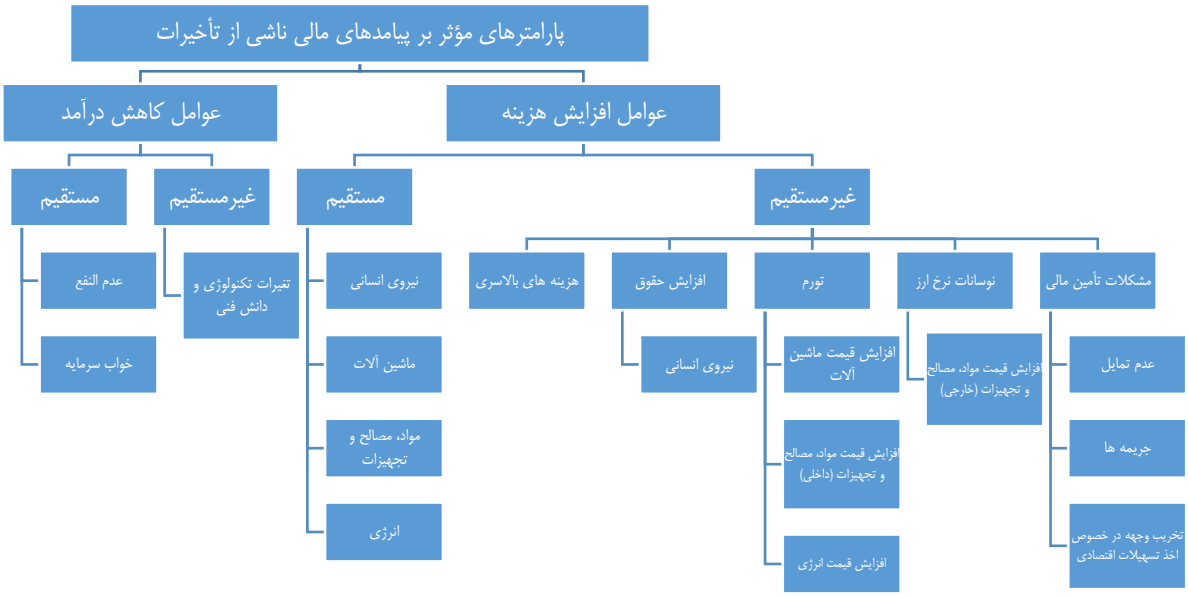
این عنوان تخصصی به سودهایی فرضی یا برنامه‌ریزی‌شده اطلاق می‌شود که در اثر تأخیر در تحقق بهره‌برداری از پروژه در سال برنامه‌ریزی‌شده، در سناریوی واقعی یا فرضی بدبینانه (با احتساب تأخیر) محقق نشده است. نظر به اینکه درآمد حاصل خود با سپرده‌گذاری بانکی امکان سوددهی مضاعف خواهد داشت، بدیهی است که در صورت عدم تحقق درآمد، بازدهی مذکور نیز حاصل نخواهد شد. لذا در این مقاله، مقصود از عدم النفع، سود بانکی یا بازدهی ناشی از هر سرمایه‌گذاری بدون ریسک حاصل از درآمدی است که طبق برنامه زمان‌بندی مشاور می‌توانست تحقق یابد اما با توجه به سناریوی تحلیلی هنوز تحقق نیافته 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 هرسال 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 هرسال و به‌صورت جداگانه آورده شود چراکه با توجه به هزینه اسقاط و تورم، هزینه سرمایه‌ای 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 هزینه‌ای مضاعف برای



[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

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

درصورتی‌که 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 درصورتی‌که 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 درنتیجه هزینه‌ها افزایش یابند. در این بازه هزینه‌های ساعات عادی با اعمال ضرایبی از جنس کاهش راندمان لحاظ خواهند شد.

فرمول‌های عمومی محاسبات

با درنظر 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 × (۱ + درصد شاخص مربوطه)

(۲) هزینه یا درآمد با توجه به پیشرفت = هزینه یا درآمد در سال جدید × 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 × (۱ + نرخ تورم ارزی)

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

(۴) مبلغ ریالی نهایی در سال آتی = مبلغ حاصل از رابطه سه × (۱ + نرخ تورم ریالی سال آتی)

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

اجزای اصلی و رابط کاربری[۱] مدل

طریقه توسعه و نحوه استفاده از مدل در گام‌های زیر و به‌صورت 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 مایکروسافت اکسل تهیه و برنامه‌ریزی‌شده است، جدولی به شکل (۳) برای ورود این هزینه‌ها تعبیه شده است. لازم است تا اطلاعات ورودی با نرخ روز تخمین زده‌شده 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

۱. User Interface (UI)

۲. Future Value

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

اساس تحلیل درآمدهای اولیه بازدهی و جذابیت مالی پروژه-ها را موردبررسی قرار می‌دهند. در مدل مالی، جدولی به شکل (۴) به‌منظور ورود این تخمین‌ها تعبیه شده است.

پیش‌فرض‌های شرایط تعلیق:

برآورد اولیه هزینه ها			
دوره	عنوان		تخمین هزینه (ریال)
ساخت	نیروی انسانی		۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	ماشین آلات	اجاره‌ای	اجاره، سوخت و روغن	۴۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		تملکی	هزینه سرمایه	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
			استهلاک سرمایه	۲۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
			تعمیر و نگهداری، سوخت و روغن	۱۵,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
			اپراتور	۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	مواد، مصالح و تجهیزات	داخلی	۱۲,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		خارجی	۲۸,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی (آب، برق، گاز و غیره)		۱۴,۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه های مستقیم دوره ساخت (ریال)			۱۴۶,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
بالاسری دوره ساخت (درصد)			۲۰٪
هزینه های بالاسری دوره ساخت (ریال)			۲۹,۲۸۰,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل هزینه های دوره ساخت (ریال)			۱۷۵,۶۸۰,۰۰۰,۰۰۰
بهره‌برداری	نیروی انسانی		۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	خرید مواد اولیه		۱۲,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	انرژی		۲,۵۴۰,۰۰۰,۰۰۰
	تعمیر و نگهداری		۸,۹۳۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه های مستقیم دوره بهره‌برداری (ریال)			۲۴,۸۷۰,۰۰۰,۰۰۰
بالاسری دوره بهره‌برداری (درصد)			۱۰٪
هزینه های بالاسری دوره بهره‌برداری (ریال)			۲,۴۸۷,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل هزینه های 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
بهره‌برداری	ساختمانی	فروش	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
		اجاره	۳۲۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
	فروش محصولات		۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل درآمدها (ریال)			۴,۸۲۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

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.

شرایط تعلیق			
	نیروی انسانی	درصد پرداخت (ابلاغ نشده)	۱۰۰٪
	ماشین آلات	درصد ماشین آلات لازم (ابلاغ شده)	۲۰٪
		راندمان در حالت تعلیق	۵۰٪
	انرژی	درصد مصرف نسبت به حالت عادی	۵۰٪

شکل (۵): جدول مقادیر پیش‌فرض دوران تعلیق

شاخص‌های اثرگذار:

شاخص‌های اثرگذار به‌منظور 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 رشته‌ای

سیستم تحویل پروژه[۱] و نوع قرارداد[۲]:

جدول مربوطه در شکل (۶)، مشخص می‌سازد که در هریک 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. درصورتی‌که 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 استهلاک ماشین‌آلات و مالیات:

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

۱. Project Delivery System

۲. Contract Type

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

سیستم تحویل پروژه			مسئولیت بخش ها				زیان ناشی از تأخیر	
تعداد عوامل درگیر	نام فارسی	نام لاتین	تأمین مالی	طراحی	ساخت	بهره‌برداری	ساخت (افزایش هزینه)	بهره‌برداری (کاهش سود)
تک عاملی	خود اجرا	In-House	کارفرما	کارفرما	کارفرما	کارفرما	کارفرما	کارفرما
	دگر اجرای کامل	BOT	پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار	پیمانکار/کارفرما	پیمانکار	پیمانکار/کارفرما
دو عاملی	طرح و ساخت	DB	کارفرما	پیمانکار	پیمانکار	کارفرما	پیمانکار	کارفرما
	کلیدگردان	EPC	کارفرما	پیمانکار	پیمانکار	کارفرما	پیمانکار	کارفرما
	مدیریت اجرا	CM	کارفرما	مشاور/پیمانکار	پیمانکار	کارفرما	پیمانکار	کارفرما
سه عاملی	روش متعارف (سنتی)	DBB	کارفرما	مشاور	پیمانکار	کارفرما	پیمانکار	کارفرما

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
	شامل تعدیل	دارد	ثابت
بازپرداخت هزینه	با مبلغ ثابت	دارد	ثابت
	پاداشِ انگیزشی	دارد	متغیر (درصدی)
	مبلغ جایزه	دارد	ثابت (مبلغ ثابت)
زمان و مصالح	آحاد بهایی	دارد	متغیر

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

- شرایط و مبلغ پیمان:

با تعیین مبلغ قرارداد، میانگین کارکرد فرضی ماهانه قابل‌محاسبه خواهد بود و درصورتی‌که 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 تعیین‌شده 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 برنامه‌وبودجه، ۱۳۷۸). در صورت اجراشدن 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. ازاین‌جهت که در حالت مناقصه میزان تأخیرات مجاز و غیرمجاز سناریوی فرضی مشخص نیست، تعدیلی نیز وجود نخواهد داشت. درصورتی‌که پروژه در فاز اجرا باشد اما تمام نشده باشد، تمامی ضرایب تعدیل با عدد ۰,۹۵ محاسبه‌شده 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 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 هریک از حالت‌های برنامه‌ای و سناریوی فرضی وارد می‌کند، جریان نقدینگی تهیه می‌شود. پر کردن این جدول-ها با واردکردن 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 می-نمایند. برای محاسبه مالیات لازم است تا میزان سود و زیان در هرسال 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 هرسال محاسبه شود.

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

محاسبات استهلاک و مالیات:

استهلاک در محاسبات این مدل به دو حالت وجود خواهد داشت. مورد اول محاسبات استهلاک بر اساس قانون مالیات تکلیفی است که در این روش، موضوع تورم کنار گذاشته می‌شود و ارزش دفتری ماشین‌آلات بر اساس دفاتر حسابداری محاسبه می‌شود؛ اما برای محاسبات مربوط به بخش اصلی مدل، ارزش دفتری ماشین‌آلات هرساله باوجود تورم افزایش خواهد یافت. لذا لازم است تا با اعمال ضرایب مربوط به تورم ارزش دفتری ماشین‌آلات را هرسال از نو موردمحاسبه قرار داد.

محاسبات تعدیل:

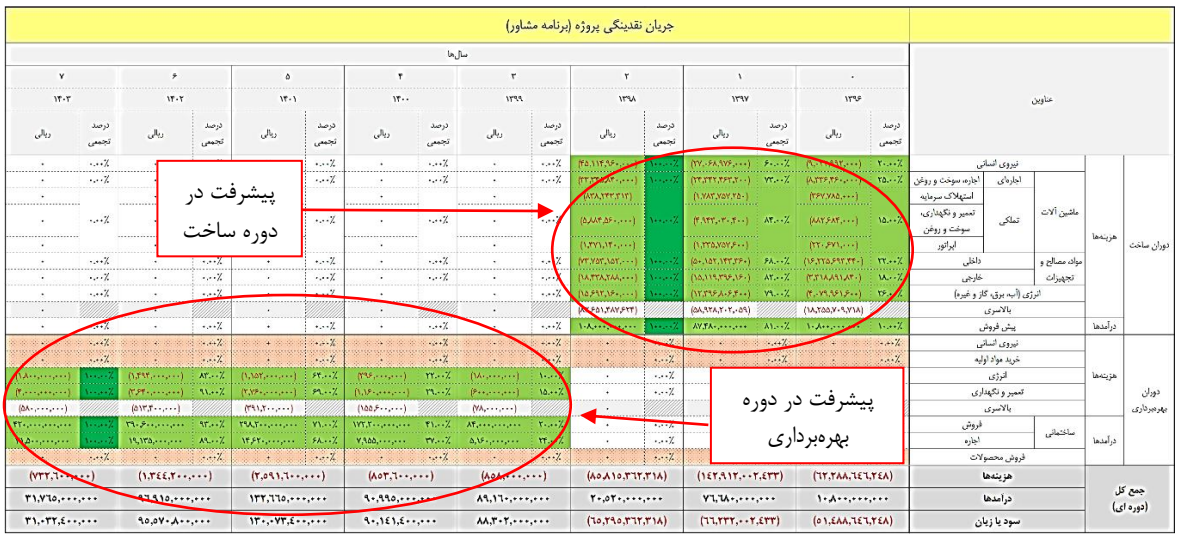
در این بخش سه عنوان مطابق برنامه، تأخیر مجاز و تأخیر غیرمجاز ذیل تعدیل قطعی وجود دارند و یک حالت نیز برای تعدیل موقت وجود دارد. با توجه به فاز پروژه و تأخیرات مجاز و غیرمجاز که توسط کاربر وارد شده است (در حالت واقعی پس از انجام تحلیل‌های تسهیم تأخیر با به کار بردن روش‌های آنالیز تأخیر پنجره‌های روزانه به روش حجازی و منسی، استفاده از به‌روزرسانی‌های متعدد خطوط مبنا[1] و به کمک نرم‌افزار ایزی‌پلن[2]) این بخش به تفکیک هرسال را موردبررسی قرار داده، ضرایب تعدیل را برای هرسال استخراج کرده و مبلغ تعدیل را با ضرب ضریب در کارکرد ریالی دوره محاسبه می‌نماید.

محاسبات تعلیق:

تعداد ماه‌های کار عادی، تعلیق غیررسمی و تعلیق ابلاغ‌شده توسط کاربر وارد می‌شود. بر این اساس و با تقسیم تعداد ماه‌های کار در حالت تعلیق غیررسمی یا ابلاغ‌شده بر ماه‌های کار عادی، نسبت این دو بازه زمانی به نسبت ماه‌های عادی قابل‌محاسبه است. با درنظر گرفتن ضرایب مربوط به دوران تعلیق و با اعمال آن‌ها بر میزان کارکرد ریالی حالت عادی کار، هزینه‌های ریالی دو حالت تعلیق محاسبه می‌شود. ازآنجاکه تعلیق در حالت سناریویی رخ می‌دهد، در حالت برنامه‌ای تعلیقی گنجانده نشده است.

محاسبات ارزش خالص فعلی (NPV):

پس از انجام تمامی محاسبات برای هرسال، لازم است تا هزینه‌های محاسبه‌شده با نرخ تنزیلی که توسط کاربر تعیین می‌شود، به زمان فعلی برگردد. ازآنجاکه نرخ تنزیل در ارتباط با درصد ریسک مدنظر سرمایه‌گذار و نیازمند کارشناسی تخصصی مالی است و از آن رو که بخش عمده این ریسک‌ها اعم از خواب سرمایه تا افزایش هزینه‌های ساخت در مدل فعلی آمده است، لذا بهتر است تا در محاسبات نرخ تنزیل از ریسک چشم‌پوشی نموده و از نرخی مانند نرخ تورم (متوسط نرخ تورم در چند سال گذشته) استفاده نمود. به این ترتیب تمامی سودها به سال صفرم بازگشته و به لحاظ مالی با یکدیگر قابل‌مقایسه خواهند بود. نتیجه این محاسبات، جدولی از مقادیر به ارزش فعلی است و تفاضل آن‌ها نمایانگر



شکل (۸): درصدهای تجمعی وارد شده و نمودار جریان نقدینگی برنامه‌ای

۱. Delay Analysis under Multiple Baseline Updates

۲. EasyPlan

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

میزان انحراف مالی سناریوی دوم از حالت برنامه‌ای و به‌عبارتی‌دیگر 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 امسال (۹۶)
حالت برنامه ای		
سود مستقیم پروژه	۴,۱۱۳,۴۸۹,۲۷۰,۴۰۸	
سود غیرمستقیم پروژه	۸۸۴,۷۵۶,۸۳۰,۳۵۳	
جمع کل (ریال)	٤,٩٩٨,٢٤٦,١٠٠,٧٦١	
سناریوی فرضی		
سود مستقیم پروژه	۳,۹۵۸,۸۴۲,۵۸۲,۰۴۹	
سود غیرمستقیم پروژه	۸۴۵,۲۳۱,۱۰۰,۹۸۸	
جمع کل (ریال)	٤,٨٠٤,٠٧٣,٦٨٣,٠٣٦	
عدم نفع یا زیان ناشی از تأخیر (ریال)	(١٩٤,١٧٣,٤١٧,٧٢٤)	
انحراف زمانی نسبت به برنامه (ماه)	۱۲	
متوسط زیان در هر ماه تأخیر (ریال)	(١٦,١٨١,٠٣٤,٨١٠)	

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 درآمدی 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.

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 عدم النفع یا زیان مندرج در جدول صفحه نتایج یا شکل (۹) محاسبه‌شده 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

تسهیم جریمه	
سهم قصور کارفرما در تأخیرات	۴۰٪
سهم قصور پیمانکار در تأخیرات	۶۰٪

کارفرما	
ساخت	-
بهره برداری	(۱۷۲,۲۱۷,۶۴۵,۹۱۸)
جمع زیان کارفرما نسبت به برنامه	(۱۷۲,۲۱۷,۶۴۵,۹۱۸)
قصور کارفرما	(۷۷,۶۶۸,۹۶۷,۰۹۰)
بدهکاری/بستانکاری	۹۴,۵۴۸,۶۷۸,۸۲۸

پیمانکار	
ساخت	(۲۱,۹۵۴,۷۷۱,۸۰۷)
بهره برداری	-
جمع زیان پیمانکار نسبت به برنامه	(۲۱,۹۵۴,۷۷۱,۸۰۷)
قصور پیمانکار	(۱۱۶,۵۰۳,۴۵۰,۶۳۵)
بدهکاری / بستانکاری	(۹۴,۵۴۸,۶۷۸,۸۲۸)

مبلغ بدهی کارفرما به پیمانکار	-
جبران شده (تعلیق و تعدیل)	۴۱,۷۵۰,۶۳۶,۹۱۰
مبلغ باقی مانده (ریال)	-
مبلغ بدهی پیمانکار به کارفرما	۹۴,۵۴۸,۶۷۸,۸۲۸

خروجی از نرم‌افزار EasyPlan

زیان، قصور و بدهکاری یا بستانکاری

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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

پیشرفت واقعی) و درآمدهای پروژه شامل پیش‌فروش و فروش واحدها بر اساس سال‌های تخمینی برای تسویه مبلغ خرید است. این پرسشنامه برای سازنده که در مشارکت با مالک بوده است، ارسال شد و پس از صحبت‌های اولیه و تکمیل پرسشنامه، مصاحبه‌ای به شیوه بسته با ایشان و عوامل ساخت ازجمله مدیر پروژه، سرپرست کارگاه، مدیر مالی کارگاه و پیمانکاران اصلی صورت پذیرفت. درنهایت، اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسشنامه و مصاحبه یکپارچه‌شده و منطبق بر چهارچوب‌های ورودی مدل وارد آن گردید، این اطلاعات توسط مدل مالی زیان ناشی از تأخیر مورد تحلیل قرارگرفته و خروجی‌های مربوطه حاصل آمد. این اعداد با عوامل کارگاهی و سازنده مذکور مطرح‌شده و به بحث گذاشته شد. درنهایت ارقام زیان یا عدم النفع ناشی از تأخیر که توسط مدل به‌دست‌آمده بود با اعداد محاسبه‌شده توسط واحد مالی پروژه منطبق بود و از این طریق صحت مدل تأیید گشت.

اطلاعات برنامه‌ای نمونه موردی

در زمان‌بندی اولیه، تخمین به این صورت بوده است که پروسه ساخت به مدت ۴ سال به درازا خواهد کشید (از سال ۹۳ تا ۹۶) و فروش ساختمان نیز در دو قالب پیش‌فروش و فروش به انجام خواهد رسید. مبالغ پیش‌فروش 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 هزینه‌های دوره ساخت شامل نیروی انسانی، مصالح (۷۰٪ خارجی و ۳۰٪ داخلی) و ماشین‌آلات 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.

هزینه‌های بهره‌برداری نیز برای مدت دو سال ۹۶ و ۹۷ برابر با ۲،۰۱۶،۰۰۰،۰۰۰ ریال تخمین زده شده است.

از سوی دیگر، در خصوص درآمدها، فرض بر آن بوده است که مبلغ ۵،۶۹۸،۰۰۰،۰۰۰ ریال از طریق پیش‌فروش در سه سال ۹۶ الی ۹۸ محقق می‌گردد و فروش نقدی نیز برابر با ۲،۴۴۲،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال در همان سال اول بهره‌برداری یعنی ۹۷ اتفاق می‌افتد. مبلغ هزینه‌ها و درآمدها در شکل (۱۱) و سال‌های برنامه‌ای 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 نشیب‌های فراوانی مواجه شده است.

برآورد اولیه هزینه ها

دوره	عنوان		تخمین هزینه (ریال)
ساخت	نیروی انسانی		۴۶۷،۰۵۰،۰۰۰،۰۰۰
	ماشین آلات	اجاره‌ای	اجاره، سوخت و روغن	۷۰،۰۵۷،۵۰۰،۰۰۰
		تملکی	هزینه سرمایه	۱۴۰،۱۱۵،۰۰۰،۰۰۰
			استهلاک سرمایه	۳۵،۰۲۸،۷۵۰،۰۰۰
			تعمیر و نگهداری، سوخت و روغن	۱۱۶،۷۶۲،۵۰۰،۰۰۰
			اپراتور	۱۱،۶۷۶،۲۵۰،۰۰۰
	مواد، مصالح و تجهیزات	داخلی		۴۹۰،۴۰۲،۵۰۰،۰۰۰
		خارجی		۱،۱۴۴،۲۷۲،۵۰۰،۰۰۰
	انرژی (آب، برق، گاز و غیره)			۰
هزینه های مستقیم دوره ساخت (ریال)				۲،۳۳۵،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

بهره‌برداری	نیروی انسانی	۴۰۳،۲۰۰،۰۰۰
	خرید مواد اولیه	۱،۰۰۸،۰۰۰،۰۰۰
	انرژی	۱۰۰،۸۰۰،۰۰۰
	تعمیر و نگهداری	۵۰۴،۰۰۰،۰۰۰
هزینه های مستقیم دوره بهره‌برداری (ریال)		۲،۰۱۶،۰۰۰،۰۰۰
بالاسری دوره بهره‌برداری (درصد)		۰٪
هزینه های بالاسری دوره بهره‌برداری (ریال)		۰
جمع کل هزینه های دوره بهره‌برداری (ریال)		۲،۰۱۶،۰۰۰،۰۰۰

برآورد اولیه درآمدها

دوره	عنوان	تخمین مبلغ (ریال)
ساخت	پیش فروش	۵،۶۹۸،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰
جمع کل درآمدها (ریال)		۸،۱۴۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰

شکل (۱۱): هزینه‌ها و درآمدهای برنامه‌ای نمونه موردی (سال ۱۳۹۳)

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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]



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

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. درمجموع 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 درنتیجه به تعویق افتادن بهره‌برداری، سود مستقیم و غیرمستقیم پروژه با درنظر گرفتن نرخ‌های تورم، تورم ارزی و نرخ دلار با ارقام اعلام‌شده از سوی بانک مرکزی، در سال مبنا یعنی سال ۹۳، به ترتیب برابر با ۳،۲۱۳،۸۴۵،۰۶۳،۹۶۰ 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 تعیین‌شده است، عدم‌النفع یا زیان ناشی از تأخیر به نرخ سال مبنا 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 هرماه 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 و پنهان تأخیر است لذا پژوهش به دنبال این است که به این سؤال اساسی پاسخی علمی و منطقی ارائه دهد که تأخیر در



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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

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 تکیه‌بر 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 دریافت که هریک از طرفین چه مقدار از زیان‌های مالی متأثر از تأخیرات را بر عهده خواهند داشت. ازاین‌جهت پژوهش حاضر می‌تواند مکمل روش آنالیز تأخیرات باشد. در انتها موضوعات زیر به‌منظور 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 برنامه‌وبودجه (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- نظرپور، 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.

۱. FIDIC

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

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.
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 Time۱۷ .th Annual ARCOM Confrence .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). Casuses 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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]
[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

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 stagnations 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: Farbodmortazavi@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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.23225882.1399.7.24.6.4]