



## مقایسه روشهای آنالیز تأخیرات پروژه های ساخت و به کارگیری روش پنجره های زمانبندی برای یک پروژه واقعی

حمید محمدلو<sup>۲</sup>

hamidmohamadlou@yahoo.com

مهدی پیلتن<sup>۲</sup>

Mehdi.piltan@gmail.com

حسین ایرانمنش<sup>۱</sup>

hiranmanesh@gmail.com

۱- تهران، خیابان کارگر شمالی، دانشگاه تهران، استادیار گروه مهندسی صنایع  
۱- تهران، خیابان کارگر شمالی، دانشگاه تهران، دانشجوی ارشد گروه مهندسی صنایع

**واژه های کلیدی:** آنالیز تأخیرات پروژه، پنجره های زمانبندی، کنترل پروژه

### چکیده

ساخت و توسعه پروژه های نیروگاهی مستلزم درگیری پیمانکاران مختلفی است که تاخیر در اتمام هر یک از پروژه های وابسته، باعث تاخیر در راه اندازی کل پروژه می شود. تاخیر در واقع اختلاف بین زمان پیش بینی شده برای تکمیل پروژه و زمان واقعی تکمیل آن است. این تاخیر با مجموع تأخیرات فعالیت های موجود بر مسیرهای بحرانی برابر خواهد بود. ما ابتدا آنالیز تأخیرات پروژه که شامل شناسایی، بررسی و تجزیه و تحلیل عوامل ایجاد کننده تاخیرات، منشأ بروز تأخیرات و نقش هر کدام در تأخیر کل پروژه را، بررسی کردیم. سپس در مورد بیان علل آنالیز تاخیر و دیدگاه های مختلف آن بحث کرده و انواع تاخیرات و ضررهای ناشی از تاخیرات را تحلیل کردیم. از آنجا که با شناخت فعالیت هایی که باعث تاخیر در پروژه می شوند و میزان تاثیر آنها می توان به جبران برخی از خسارت ها پرداخت. در این مقاله روش های آنالیز تأخیرات بررسی شده و با مقایسه معمول ترین این روش ها با یکدیگر و بررسی مزیت ها و اشکالات هر روش در موقعیت های مختلف به ارائه توضیحاتی در جهت انتخاب یک روش مناسب برای استفاده در آنالیز تاخیر پروژه بحث شده است و در انتها یک روش را بر اساس فاکتورهایی نظیر اطلاعات موجود، زمان بررسی، قابلیت های روش، زمان، هزینه و نیروی انسانی بکار گرفته شده بر روی یک پروژه واقعی در ایران بکار بردیم.

### ۱. مقدمه

#### ۱-۱. علل پرداختن به موضوع شناسایی و آنالیز تأخیرات

تأخیر یکی از مهمترین وقایع رایج در پروژه ها است. این مشکل در اکثر پروژه ها از پروژه های ساده ساختمانی تا پیچیده ترین آنها نظیر پروژه های پتروشیمی، سد سازی و تونل سازی و... رخ می دهد. به همین دلیل امروزه اکثر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه با علم به محدود بودن منابع در اختیار و بازار رقابتی شدید جهت استفاده بیشتر از منابع و کسب سود بیشتر به دنبال ریشه یابی علل تأخیر در

پروژه های گذشته می باشند تا با ارائه راهکارهایی از میزان تأخیرات در پروژه های آتی بکاهند، و یا با شناخت مقصران تاخیرات پروژه، نسبت به دریافت خسارت اقدام کنند. شناسایی تأخیرات برای هر کدام از نهاد های درگیر دارای منافی به صورت است.

- بررسی تاخیرات پروژه توسط کارفرما یا پیمانکار به منظور استفاده از تجربه و دانشی که در طول اجرای پروژه حاصل می شود، که می تواند در پروژه های مشابه بعدی مورد استفاده قرار گیرد. به ویژه به این دلیل که در پروژه های که در نقاط مختلف اجرا

### ۲-۱. هزینه های ناشی از تاخیر پروژه

هزینه های ناشی از تاخیرات را می توان به دو دسته کلی هزینه های کمی و هزینه های کیفی تقسیم بندی کرد. هزینه های کمی را براحتی می توان با کمک ابزارهای در علوم اقتصاد مهندسی و ... تخمین زد، ولی هزینه های کیفی نامشهود بوده و مبلغ نقدینگی بابت آنها پرداخت نمی شود. که برخی از مهمترین قسمت های این دو نوع تاخیر به شرح زیر می باشند [۹].

هزینه های کمی:

- هزینه دیر رسیدن به بهره برداری یا سود از دست رفته.
  - هزینه ناشی از گران شدن منابع مصرفی (مصالح و...).
  - افزایش هزینه منابع کاری (نیروی انسانی و تجهیزات و...).
  - هزینه بهره سرمایه صرف شده.
- هزینه های کیفی:
- ضرر از دست دادن بازار رقابت در مدت زمان تاخیر.
  - ضرر ناشی از دست رفتن اعتبار شرکت.
  - غیر اقتصادی شدن پروژه که یا رقبا با انجام پروژه مشابه باعث غیر اقتصادی شدن پروژه می شوند و یا ماهیت پروژه وابسته به زمان است (اکثر پروژه های وابسته به اینترنت و تکنولوژی هایی جدید که سریع تغییر می کنند).
  - ضرر ناشی از کاهش درآمد دولت و رفاه اجتماعی مردم.
  - ضرر ها و مشکلات غیر مالی اجتماعی، فرهنگی و سیاسی (پروژه هایی با کارکرد رفاه عمومی مانند ساخت نیروگاه ها ..)

### ۳-۱. عوامل رایج در تاخیر در پروژه ها

عوامل رایج در تاخیرات پروژه را می توان به دو دسته عوامل غیر قابل برنامه ریزی و خارج از کنترل و عوامل مهندسی و قابل کنترل دسته بندی کرد، که بررسی و شناخت عوامل فنی و قابل کنترل از اهمیت بیشتری برخوردار است.

می شود، بسیاری از عوامل اجرای پروژه در سطوح مختلف عوض می شوند و باید دانش و تجربه ای که در طول پروژه در قسمت های مختلف توسط عوامل اجرای در همه سطوح حاصل شده است، مستند و مدیریت شود. در این صورت است که می توان با استفاده از تجربیات گذشته از رخ دادن موارد مشابه در آینده جلوگیری کرد.

- کارفرمایان به دنبال علت یابی تأخیرات هستند، تا بتوانند تسویه خسارت ها و جریمه تأخیرات پیمانکاران را محاسبه نمایند و همچنین تخمین های مناسبی از حجم هزینه های اضافی تحمیل شده به پیمانکار در دست داشته باشند.
- پیمانکاران نیز درصدد توجیه تأخیرات خود و فرار از پرداخت خسارت هستند و یا در مواقعی که عدم انجام به موقع تعهدات توسط پیمان کار موجب زیان به پیمانکار شده است، برای تدوین ادعای خسارت تاخیر از کارفرمایان نیاز به آنالیز تاخیرات دارند.
- شرکت های تامین کننده ضمانت ها و اعتبارات پروژه ها نیز باید جهت کنترل عملکرد دریافت کنندگان این تسهیلات مالی از علت و مسوولیت تأخیرات اطلاع دقیق داشته باشند.

تاخیر در پروژه ها یک پدیده رایج حتی در کشورهای پیشرفته می باشد. با توجه به آماری که از مشکلات و معضلات موجود در پروژه های ایالات متحده که توسط دکتر J.D Frame در سال ۱۹۹۷ جمع آوری شده است، ۶۹٪ پروژه ها در آمریکا بیش از زمان مصوب به طول انجامیده اند. در ایران هم تاخیر در پروژه ها امری عادی است، بطوریکه بر اساس آمار منتشره سازمان مدیریت و برنامه ریزی در سال ۸۰ متوسط زمان اتمام پروژه های ملی در کشور نزدیک به ۲/۲۲ برابر زمان برنامه ریزی شده پروژه ها بوده است [۳].

برآیندی از تاخیرات تک تک فعالیت های آن است. این که تاخیر در یک فعالیت در تاخیر پروژه سهم داشته باشد یا خیر، به شناوری آن فعالیت بستگی دارد. تاخیرات بر اساس معیار های مختلف به صورت های گوناگون طبقه بندی می شوند که از جمله معیار های رایج می توان به منشا ایجاد، حالت زمانی رخداد و قابلیت جبران پذیری آن ها اشاره کرد.

#### ۵-۱. انواع تاخیرات بر اساس معیار عوامل ایجاد

طبقه بندی تاخیرات بر اساس عوامل ایجاد کننده تأخیر معمولاً به صورت ذیل می باشد: کارفرما، پیمانکار، ترکیبی از هر دو یا هیچ کدام (تاخیرات غیر قابل پیش بینی که هیچ کنترلی روی آنها نمی باشد)

البته این طبقه بندی کلی بوده و منظور از پیمانکار کلیه عوامل طرف قرارداد با کارفرما در راستای اجرای پروژه می باشد مانند تامین کنندگان تجهیزات، قطعات و..

#### ۶-۱. انواع تاخیرات بر اساس معیار حالت زمانی رخداد

- تاخیرات مستقل: این تاخیرات مستقل از تاخیرات دیگر به وقوع می پیوندند و نتیجه تاخیرات قبلی نیستند و تأثیر این تاخیرات به راحتی قابل محاسبه می باشد ولی ممکن است منجر به تاخیرات سریال شوند.
- تاخیرات سریال: تاخیراتی که بدنبال تاخیرات دیگر به در پروژه بوجود می آیند.
- تاخیرات همزمان: دو یا چند تاخیر در یک زمان اتفاق می افتد که می تواند یک یا چند منشا داشته باشد که ممکن است مدت یکسانی هم نداشته باشند.

از عوامل خارج از کنترل می توان به حوادث طبیعی، آب و هوای نامناسب، مسائل سیاسی، اعتصاب کارگری و... اشاره کرد. عوامل مهندسی خود نیز به دو گروه عوامل داخلی و خارجی قابل تقسیم می باشند، که به شرح زیر هستند:

#### الف: عوامل تأخیر داخلی

- عوامل تأخیر مرتبط با برآوردهای کیفی و کمی نیروی انسانی و زمان.
- عوامل تأخیر مرتبط با نارسایی سیستمهای اطلاع رسانی بخش های مهندسی و گردش نامناسب اطلاعات در سطوح مختلف پروژه.
- عوامل تأخیر مرتبط با برنامه ریزی و مدیریت منابع انسانی همچون سیستم تخصیص نیروی کار و پاداش.
- عوامل تأخیر مرتبط با خطا و اشتباهات پرسنلی در تمام سطوح پروژه از مراحل طراحی تا اجرا (نقش مدیریت پروژه در این قسمت مهم است).

#### ب: عوامل تأخیر خارجی

- عوامل تأخیر مرتبط با کارفرمایان (مانند تغییرات در دامنه و کیفیت کار)
- عوامل تأخیر مرتبط با تبادل اطلاعات با سازندگان (مانند مراحل سفارش و خرید)
- عوامل تأخیر مرتبط با تشکیل مشارکت در پروژه (مسائل و توافقات قراردادی بین ذی نفعان در مورد هزینه، زمان، محدوده و کیفیت پروژه و ...)
- عوامل تأخیر مرتبط با پیمانکاران فرعی در بخش مهندسی (گزینش پیمانکاران فرعی مهندسی و همچنین نحوه و مسئولیت کنترل کیفیت آنها) [۱۲].

#### ۴-۱. انواع تاخیرات و روش های آنالیز تاخیرات

تاخیر در تکمیل یک فعالیت ممکن است بدلیل تاخیر در آغاز آن یا گسترش مدت فعالیت و یا هر دو باشد. تاخیر در شروع فعالیت ممکن است ناشی از تاخیر در فعالیت های قبلی باشد یا به خود فعالیت مربوط باشد یا هر دو. در هر صورت تاخیر در تکمیل یک فعالیت ممکن است منجر به تاخیر در فعالیت های بعدی شود که به نوبه خود ممکن است باعث تاخیر در تکمیل پروژه شود. تاخیر در هر پروژه



## ۷-۱. انواع تاخیرات بر اساس معیار قابلیت

### جبران پذیری

تقسیم بندی فوق این مزیت را دارد که با انواع قراردادهای مطابقت دارد و لذا می تواند مبنایی برای آنالیز تاخیرات در جهت اجرای مواد قراردادی مرتبط (تعیین تمدید مدت لازم و جبران زیانها بواسطه تاخیرات رخ داده) قرار گیرد. در این قسمت با استفاده از تقسیم بندی انجام شده در مورد تاخیرات و محاسبات صورت گرفته روشی سیستماتیک برای آنالیز تاخیرات رخ داده در طول پروژه ارائه می شود که می تواند با تعیین سهم دقیق هر یک از عوامل در تاخیر بوجود آمده در پروژه و به وسیله تعیین مقدار انواع تاخیرات معرفی شده، به اجرای دقیق مواد قراردادی مرتبط کمک کرده و از مشاجرات و اختلاف نظرها میان عوامل پروژه جلوگیری نماید.

۱ - تاخیرات نابخشودنی: معمولاً بوسیله پیمانکار یا زیر مجموعه آن (فروشنندگان یا تولید کنندگان) ایجاد می شود. زمان پایان پروژه را تغییر می دهند. بطور مثال کوتاهی در تحویل مواد مصرفی و تجهیزات و یا سوء مدیریت پروژه معمولاً باعث دیر شروع شدن فعالیت می شوند. چون پیمانکار باعث آن است باید خسارات را جبران کند.

۲ - تاخیرات بخشودنی: آن تاخیرهایی هستند که برای اثبات و توجیه تمدید مدت پیمان بکار می روند و پیمانکار در صورت تجاوز از مدت اولیه قرارداد بواسطه این تاخیرها بخشوده می شود. در این نوع تاخیرها مشکلات عموماً پیمانکار هیچ کنترلی روی تاخیر ندارد. به عبارتی دلیل آن عامل سوم پیش بینی نشده و خارج از کنترل می باشد بدون اینکه پیمانکار یا کارفرما در آن مقصر باشند و باعث به تعویق افتادن زمان پروژه می شوند. مثل آتش سوزی، جنگ، حمله، اقدامات حکومتی و ... در این تاخیرات خسارت دیرکردی متوجه کسی نمی باشد.

در تاخیر بخشودنی در صورتیکه پیمانکار در اثر تاخیر بوجود آمده متحمل زیان مالی گردد، بسته به نوع تاخیر بخشودنی، ممکن است قادر به دریافت زیان های وارده باشد. بدین منظور تاخیر های بخشودنی، بر اساس قابل جبران بودن هزینه های بوجود آمده به دو دسته قابل جبران و غیر قابل جبران تقسیم می شوند.

۳ - تاخیرات قابل جبران: در تاخیر های بخشودنی قابل جبران، پیمانکار محق خواهد بود تا هزینه هایی را که بواسطه تاخیر برای او ایجاد شده دریافت کنند. تاخیرات قابل جبران در کنترل کارفرما، مشاور و نمایندگان آنها هستند. مثال هایی از تاخیر های قابل جبران شامل تغییر ترتیب در کار، تعلیق کار از طرف کارفرما، عدم تحویل به موقع کارگاه و... است.

۴ - تاخیرات غیر قابل جبران: تاخیرهای بخشودنی هستند که نوعاً خارج از کنترل ذی نفع ها هستند و بوسیله هیچ یک از ذی نفع ها بوجود نمی آیند و فقط تمدید مدت در مورد آنها اجازه داده می شود. مثال هایی از این نوع تاخیر، مشتمل بر تاخیرهای ناشی از اعتصاب، وقایع قهری، هوای غیرعادی و ... می باشد.

۵ - تاخیرات همزمان: در فعالیت هایی اند که بطور همزمان در یک مسیر بحرانی رخ می دهند و زمان پایان پروژه تغییر می کند. بطور مثال تغییر سفارشات، همزمان با تاخیر در تحویل تجهیزات یا شرایط نامساعد آب و هوایی همزمان با تغییر شرایط محل کار. تاخیرات همزمان ترکیبی بصورت زیر می باشند.



جدول 1 ترکیبات مختلفی از تاخیرات همزمان و نوع تاخیر حاصل بر اساس منابع مختلف [۴].

مرجع	تاخیر بخشودنی همزمان با تاخیر نا بخشودنی	تاخیر بخشودنی همزمان با تاخیر بخشودنی	تاخیر نا بخشودنی همزمان با تاخیر قابل جبران
"Theories of Concurrent delays" Cui Ponce de Leon P.E AACTC Transactions 1987	بخشودنی	قابل جبران	بخشودنی
Joseph 5. "Delay Analysis: A Systematic Approach" Reams, Cost Engineering, Vol 31, No.2,	بخشودنی	بخشودنی	-
"Construction Claims" Monthly, Vol 19, 1993	نا بخشودنی	بخشودنی	نا بخشودنی
"A Cost Effective Delay Analysis Technique" Mircille Battikha & Sabah Alkass, AAACE Transactions 1994	بخشودنی	بخشودنی	-
"Concurrent Delays in construction Litigation" Dr. David Arditi & Mark Cost Engineering, Vol 37, 1995	نا بخشودنی	بخشودنی	-
"The 5 Commandments of Construction Project Delay Analysis", A. Al-Saggaf, Cost Engineering, Vol 40, 1998	نا بخشودنی	بخشودنی	نا بخشودنی

(چند دوره زمانی) بررسی می شوند، بر خلاف روش های دیگر که کل تاخیرات را در یک بازه زمانی در نظر می گرفتند. این آنالیز قادر به شناسایی علل و تاثیر تاخیرات بر پروژه می باشد. روش پنجره های زمان بندی با استفاده از الگوریتم CPM تاخیرات پروژه را از ابتدا تا انتها بصورت روز به روز بررسی می کند. این روش از این جهت با روش های کاهش زمان بندی واقعی و افزایش زمان بندی اولیه متفاوت است که تاخیرات ایجاد شده توسط پیمانکار و کارفرما را بطور همزمان مورد بررسی قرار می دهد. در این روش تاخیرات بخشودنی، نابخشودنی و قابل جبران به طور مستقل قابل شناسایی می باشند. برخی محدودیت هایی که در پروژه های ساخت وجود دارند ممکن است قدرت این روش آنالیز را کاهش دهند. این روش نیازمند داده های زیادی برای انجام آنالیز می باشد. مثل برنامه زمان بندی اولیه در فرم CPM و بروز شده آن در هر مرحله از آنالیز با برنامه واقعی. بنابراین پروژه هایی که در آنها این گونه مستندات جمع آوری نمی شوند کاندید خوبی برای انجام این روش نمی باشند. این روش دقیق و بسیار موثق بر روی داده های دقیق می باشد، ولی پرهزینه و زمان بر است. مشخص می کند که تاخیرات در چه زمانی و چه موقعیت اتفاق افتاده اند. برای محاکمه و داوری گزینه مناسبی می باشد. امروزه در مذاکرات کاملاً پذیرفته شده می باشد و در داوری و دعوی قضایی اگر آنالیزورها بتوانند صحت داده ها را نشان دهند، نیز پذیرفته شده است.

## ۲. انواع تکنیک های آنالیز تاخیرات

هدف از به کارگیری روش آنالیز تاخیرات محاسبه سهم و اثر تاخیرات طرف های درگیر در پروژه در تاخیر کل پروژه می باشد. لازم به ذکر است که تا کنون در ادبیات موضوع آنالیز تاخیرات در مجلات علمی هیچ مدل ریاضی تاکنون مطرح نشده است و در دعاوی رسمی و سازمان های مربوطه نیز در کشورهای مختلف از جمله آمریکا و اروپا هنوز روش های ذیل مورد استفاده و استناد قرار می گیرند. [۱،۳،۴،۵] در ادامه به تکنیک های پذیرفته شده و معمول آنالیز تاخیرات می پردازیم.

- ۱- زمان بندی واقعی در مقابل زمان بندی اولیه<sup>۱</sup>
  - ۲- روش افزایش زمان بندی اولیه<sup>۲</sup>
  - ۳- روش کاهش زمان بندی واقعی<sup>۳</sup>
  - ۴- روش پنجره های زمان بندی<sup>۴</sup>
- روش پنجره های زمان بندی معمول ترین روش بین چهار روش فوق است. این روش بسیاری از کاستی های روش های دیگر را ندارد. مدت زمان تاخیر و ارتباط تاخیرات فعالیت های پروژه در این روش با جزئیات بیشتری بررسی می شود. در این روش تاخیرات در بازه های زمانی مختلف

<sup>1</sup> As-Planned vs. As-Built

<sup>2</sup> Impacted As-Planned

<sup>3</sup> Collapsed As-Built

<sup>4</sup> Schedule Window Analysis



انتخاب بازه های زمانی بر جواب های نهایی مساله موثر است و تاثیر تاخیرات بر روی شبکه زمانبندی مستقل فرض می شود.

جدول ۲ نتایج تحقیقات گسترده ای است که در سال ۲۰۰۶ توسط David Arditì که یکی از صاحب نظران در این زمینه است، انجام شده است [۴].

در این روش، دوره قرارداد به بازه های زمانی گسسته ای (پنجره ها) شکسته می شوند و در این بازه ها تاخیرات طرف های مختلف بررسی می شود. اولین به روزرسانی برنامه با برنامه زمان بندی مقایسه می شود و تمامی تاخیرات که در اولین پنجره زمانی رخ داده است با رویکرد کاهشی، آنالیز می شود و سپس اولین برنامه به روزآوری شده به عنوان مبنای جدید تلقی می گردد و این فرآیند تا پایان پنجره زمانی دوم ادامه می یابد. این فرآیند تا پایان هر دوره به روز رسانی و تا پایان پروژه تکرار خواهد شد. با بدست آوردن زمانبندی اولیه یک بازه معنی دار زمانی برای آنالیز انتخاب می کنیم. پیشرفت واقعی اولین بازه را در برنامه اولیه وارد می کنیم و مجدداً زمانبندی را به منظور اطمینان از وقوع تاخیر محاسبه می کنیم و به جستجوی دلایل آن می گردیم و مسئول آن را پیدا می کنیم. مسئول آن می تواند پیمانکار، کارفرما، هر دو و یا هیچ کدام باشد. این پروسه را تا پایان آنالیز پروژه ادامه می دهیم. این روش همچنین با نام های *Time impact Analysis*، *Window Based* و *Snapshot* نیز شناخته می شود.

داده های مورد نیاز این روش، برنامه زمانبندی مبنای پروژه، تفکیک و تعریف مسوولین اجرای فعالیت ها بر روی زمانبندی، برنامه های زمانبندی به روزآوری شده و اطلاعات پیشرفت واقعی فعالیت ها در دوره های زمانی است.

مهمترین نتایج حاصل از این روش محاسبه مستند و دقیق مجموع تاخیرات قابل انتساب به طرف های مختلف است. از ویژگی ها و مزایای روش آنالیز بازه های زمانی می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- لحاظ شدن تغییر مسیر بحرانی.
- در نظر گرفتن موقعیت زمانی رخداد تاخیرات.
- در نظر گرفتن برنامه های زمانبندی به روزآوری شده در محاسبات.

در این روش فرض می شود که شناوری منبع پروژه می باشد و طرف های مختلف درگیر در پروژه تنها به خاطر تاخیراتی که تاریخ پایانی پروژه را به تاخیر بیندازند، مواخذه و جریمه خواهند شد و زمان های شروع و پایان بازه های زمانی مناسب انتخاب شده اند.

هر چند این روش محدودیت های ویژه خود را دارد به طوری که برای محاسبه خروجی ها از برخی فرض های ساده کننده استفاده می کند و خطای همزمان بینی برخی تاخیرات غیرهمزمان در آن وجود دارد. در این روش



جدول 2 مقایسه روش های آنالیز تاخیر [۴]

ز-مانبندی واقعی در مقابل زمانبندی اولیه	روش افزایش زمانبندی اولیه	روش کاهش زمانبندی واقعی	روش پنجره های زمانبندی	
				<b>سودمندی اطلاعات</b>
				نوع زمان بندی
✓	✓		✓	زمان بندی اولیه
✓		✓	✓	زمان بندی واقعی
			✓	زمان بندی های بروز شده
	✓	✓	✓	زمان بندی های تنظیمی
				<b>نوع اطلاعات</b>
✓				بدون CPM (بارچارت)
		✓		بدون CPM (ولی با گزارش پیشرفت کار)
✓	✓			CPM مصوب/بدون بروز رسانی
✓	✓			CPM مصوب/با بروز رسانی
				نوع تحلیل
	✓			پیش بینی
	✓		✓	زمان واقعی
✓	✓	✓	✓	درک/در طول دوره انجام
✓	✓	✓	✓	درک/بعد از اتمام پروژه
				<b>قابلیت ها</b>
✓ / بستگی دارد	✓	✓	✓	مصرف شناوری/مسیر بحرانی
✓	✓	✓	✓	تمدید پروژه
بستگی دارد	بستگی دارد	بستگی دارد	✓	تصحیح
✓			✓	تاخیرات هم زمان
بستگی دارد		✓	✓	ترتیب بندی مجدد
			✓	طبیعت پویای CPM
✓			✓	تسریع
				<b>صرف هزینه/زمان</b>
مشاهده ای	افزایشی	کاهشی	افزایشی	شیوه تحلیل
کم	کم	متوسط	زیاد	سطح تلاش

### ۳-۱. پیاده سازی روش پنجره های زمانبندی بر روی پروژه واقعی سیلوسازی

مدت برنامه ریزی شده این پروژه ۴۰ هفته می باشد که در این پروژه تعداد پنجره های زمانی را ۱۰ عدد (هر ماه یک بار) در نظر داریم. به دلیل محدودیت تعداد صفحات در این مقاله تنها آخرین پنجره زمانی نشان داده شده است. جدول مربوط به نتایج حاصل از برش های زمانی در جداول ۳ و شکل برش زمان بندی بر روی گانت چارت پروژه در

### ۳-۲. بررسی روش پنجره های زمانبندی و پیاده سازی آن بر روی یک پروژه واقعی.





شکل ۲ به ترتیب در زیر آورده شده‌اند. در این جدول انواع تاخیرات بر اساس نوع مشخص شده است. و زمان تاخیر و میزان تاخیر (روز) مشخص می شود و در ستون های کناری نیز تاریخ اتمام پروژه (شماره هفته) و تاریخ بررسی (شماره هفته) در جدول آنالیز تاخیرات به روش پنجره های زمان بندی و در پیاده سازی آن بر روی یک پروژه واقعی نشان داده شده است.



شکل 1 دهمین برش زمانی و میزان تاخیرات آن





جدول 3 نتایج حاصل از دهمین برش زمانی

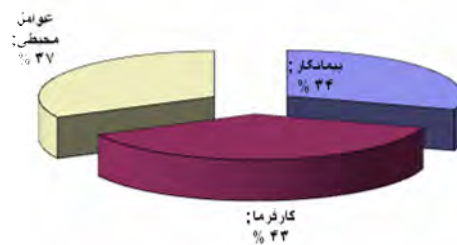
ملاحظات	تاخیرات			میزان تاخیر (روز)	تاریخ اتمام پروژه (شماره هفته)	تاریخ بررسی (شماره هفته)
	بخشودنی	نابخشودنی (پیمانکار)	قابل جبران (کارفرما)			
-	۰	۰	۰	۰	۴۰	۰
تأخیر پیمانکار	۰	۲+۸	۰	۱۰	۴۱	۴
بدی آب و هوا- تأخیر پیمانکار	۱	۴+۷	۰	۱۲	۴۲	۸
برف و باران- آماده نکردن تجهیزات توسط کارفرما	۲+۳	۲+۲+۴	۱۰	۲۳	۴۴	۱۲
برف و باران- اشتباه در ریختن سیمان توسط کارفرما- نبود تجهیزات- تأخیر پیمانکار	۷+۲	۱+۹+۲	۱۰+۱۲	۴۳	۴۷	۱۶
نبود ماشین آلات- اشتباه مشاور- آب و هوا	۶+۷	۰	۱+۶+۴+۱۰	۳۴	۵۰	۲۰
برف و باران- کارفرما	۳+۳	۰	۴	۱۰	۵۱	۲۴
اشتباه پیمانکار- تراز نبودن پل- آب و هوا- کارفرما	۲+۸	۵+۵	۵	۲۵	۵۳	۲۸
قوانین دولتی (مراحل قانونی برای گرفتن برق) اشتباه پیمانکار- کارفرما	۹	۷	۳+۶	۲۵	۵۳	۳۲
تأخیر پیمانکار	۰	۳	۰	۳	۵۳	۳۶
-	۰	۰	۰	۰	۵۳	۴۰

#### ۴. نتیجه گیری

با توجه به لزوم آشنایی دست اندرکاران پروژه ها در کشور با موضوع و نحوه آنالیز تاخیرات در این مقاله انواع تاخیرات و روش های آنالیز تاخیرات بررسی شده و با پیاده سازی کاملترین این روش ها بر روی یک پروژه واقعی با ابعاد متوسط انواع تاخیرات

را در طول پروژه استخراج شده است. با مشخص شدن مسئولیت تاخیر ها و سهم هر یک از تاخیرات در تأخیر کلی پروژه می توانیم این نتایج را در دو دیدگاه استفاده و بررسی کنیم. در دیدگاه اول که همان مدیریت دانش حاصل از انجام پروژه است، می توانیم با تعیین سهم فعالیت ها و مسئولیت عوامل پروژه در ایجاد تاخیرات از وقوع آنها در پروژه های مشابه جلوگیری کنیم. در دیدگاه دیگر با تعیین سهم و مسئولیت عوامل پروژه در ایجاد تاخیرات و خسارت ناشی از آنها می توانیم در دعاوی قضایی نسبت به مطالبه ضرر ناشی از تاخیرات طرف مقابل استفاده کنیم. یا با استفاده از مدارک و نتایج حاصل از این آنالیز در دعوی قضایی از خود دفاع کنیم. به طور کلی بتوان در دعوی

با استفاده از روش پنجره های زمانی تاخیرات موجود در پروژه ساخت سیلو، عوامل ایجاد آن و سهم هر یک از طرفین در ایجاد این تاخیرات را بررسی شد. آنالیز تاخیرات این پروژه را در ۱۰ پنجره زمانی انجام شد. نتایج بدست آمده همانطوری که در آمده، نشان می دهد که ذینفعان پروژه هر یک تقریباً سهم یکسانی در ایجاد تاخیرات پروژه را دارند.



شکل ۲ سهم هر یک از طرفین در ایجاد تاخیرات پروژه



## مراجع:

1. T. Williams, "Assessing extension of time delays on major projects", *International Journal of Project Management*, (2003), No. 21, pp. 19-26.
2. Ayman H. Al-Momani., "Construction delay: a quantitative analysis", *International Journal of Project Management*, (2000), No. 18, pp. 51-59.
3. James G. Zack, Jr., "Schedule Analysis Is There Agreement?", *Presentaton* (2004), pp. 5-6.
4. David Arditi, Thanat Pattanakitchamroon, F., "Selecting a delay analysis method in resolving construction claims ", *International Journal of Project Management* 24, (2006), pp. 145-155.
5. M.M. Kumaraswamy, K. Yogeswaranb., "Substantiation and assessment of claims for extensions of time", *International Journal of Project Management* (2003), No. 21 pp. 27-38.
6. Terry Williams, et al. "Optimum Structuring a delay claim: An application of cause-mapping and system dynamics ", *European Journal of Operational Research*, (2003), No. 148, pp. 192-204.
7. Andrew H. Kelleher, D., Pan "Investigation of the expanding role of the critical path method", *Enr. TopP 400 contractors RS*, (2004), pp. 16-32.
8. L. Valadares Tavares , J. Antunes Ferreira, J. Silva Coelho., "The risk of delay of a project in terms of the morphology of its network ", *European Journal of Operational Research* , No 119, ( 2005), pp. 510-537.
9. سبزه پرور، م. کنترل پروژه، (۱۳۸۵)، انتشارات ترمه، صفحات ۲۴-۲۷.
10. زرآبادی، س. بررسی علل تاخیرات پروژه ها مبتنی بر مدیریت دانش، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، (۱۳۸۵)، دانشگاه امام حسین، صفحات ۱۶-۵.
11. وطن خواه، ر. بررسی علل تاخیر پروژه های عمرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، (۱۳۸۲)، دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۱۶-۱۳.
12. دبایی، پ. تجزیه و تحلیل علل تأخیرات در بخش مهندسی پتروشیمی پروژه های EPC، دومین کنفرانس مدیریت پروژه (۱۳۸۴)

قضایی به حل و فصل مشکلات و خسارات ناشی از تاخیرات پروژه پرداخت. هنگامی می توان در یک پروژه به حل و فصل سریع موضوع تاخیرات و مسوولیت یابی آن ها امیدوار بود، که در ابتدای پروژه پروتکل مشترکی حاوی تعریف تاخیرات، دسته بندی تاخیرات و روش انجام آنالیز تاخیرات بین طرف های مختلف درگیر در پروژه به توافق رسیده شود و از ابتدای پروژه اطلاعات کافی در قالب پایگاه دادهای محتوی اطلاعات زمانبندی و تاخیرات ذخیره سازی گردد تا بازبایی اطلاعات سوابق فعالیت ها قابل انجام باشد. جهت تشخیص تاخیرات قابل انتساب به طرف های مختلف درگیر در پروژه، به کمک ابزارهای مناسب آنالیزهای علی و معلولی صورت گیرد. سایر پیش نیازهای اطلاعاتی به کارگیری روش آنالیز تاخیرات فراهم گردد.

با استفاده روش پنجره های زمانی تاخیرات موجود در پروژه ساخت سیلو، عوامل ایجاد آن و سهم هر یک از طرفین در ایجاد این تاخیرات را بررسی کردیم. روش پنجره های زمانی با توجه به اینکه تاخیرات را در بازه های زمانی مختلفی بررسی می کند بر خلاف روش های آنالیز تاخیرات دیگر که تاخیرات را در یک بازه زمانی در نظر می گرفتند، دارای نتایج بهتری می باشد. آنالیز تاخیرات این پروژه را در ۱۰ پنجره زمانی انجام دادیم. نتایج بدست آمده نشان می دهد که ذینفعان پروژه هر یک تقریباً سهم یکسانی در ایجاد تاخیرات پروژه را دارند. عوامل محیطی مثل بدی آب و هوا، قوانین دولتی و.. نیز دارای سهم یکسانی با طرفین درگیر در پروژه در ایجاد تاخیرات پروژه می باشند.

به طور کلی می توان گفت موفقیت در انجام آنالیز تاخیرات مستلزم داده ها و مستندات قابل اطمینان از پروژه و آنالیزورهای حرفه ای می باشد که این موارد مهم تر از روش های آنالیز تاخیرات می باشند.

## قدردانی

از جناب آقای مهندس هادی اعوانی مدیر محترم اجرایی چندین پروژه بزرگ سیلوسازی در نقاط مختلف ایران بابت حمایت های بی دریغش تشکر و قدردانی می نمایم.