

مدیریت زمانبندی در پروژه‌های EPC

با تأکید بر پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی

منطبق بر استاندارد مدیریت پروژه PMBOK

تالیف:

حسین رادمهر

محمد علی ترکمانی

انتشارات پندار پارس

سرشناسه	: رادمهر، حسین، ۱۳۵۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: مدیریت زمانبندی در پروژه‌های EPC : با تأکید بر پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی منطبق بر استاندارد مدیریت پروژه PMBOK / تألیف حسین رادمهر، محمدعلی ترکمانی.
مشخصات نشر	: تهران : پندار پارس، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۵۰ ص.: مصور، جدول.
شابک	: 978-600-8201-60-1 : ۳۹۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: زمان‌بندی تولید
موضوع	: Production scheduling
موضوع	: مدیریت طرح‌ها
موضوع	: Project management
موضوع	: مدیریت طرح‌ها -- استانداردها
موضوع	: Project management -- Standards
موضوع	: طرح‌های عمرانی -- مدیریت
موضوع	: Economic development projects -- Management
موضوع	: نفت -- صنعت و تجارت -- مدیریت
موضوع	: Petroleum industry and trade -- Management
موضوع	: گاز -- صنعت و تجارت -- مدیریت
موضوع	: Gas industry -- Management
شناسه افزوده	: ترکمانی، محمدعلی ۱۳۵۸ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۶ م۴/۱۶/۵/۱۵۷/۵ TS
رده بندی دیویی	: ۶۵۸/۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۰۴۸۱۰۸

انتشارات پندارپارس



دفتر فروش: انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوچه رشتچی، شماره ۱۴، واحد ۱۶ www.pendarepars.com
 تلفن: ۶۶۵۷۲۳۳۵ - تلفکس: ۶۶۹۲۶۵۷۸ همراه: ۰۹۱۲۲۴۵۲۳۴۸
info@pendarepars.com

نام کتاب : مدیریت زمانبندی در پروژه‌های EPC، با تأکید بر پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی

منطبق بر استاندارد مدیریت پروژه PMBOK

ناشر : انتشارات پندار پارس، به سفارش شرکت رامپکو

تألیف : حسین رادمهر، محمد علی ترکمانی

چاپ نخست : اسفند ماه ۹۶

شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی : ترام‌سنج

چاپ، صحافی : فرشویه، روشنگ

قیمت : ۳۹۰۰۰ تومان به همراه DVD شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۸۲۰۱-۶۰-۱

هرگونه کپی برداری، تکثیر و چاپ کاغذی یا الکترونیکی از این کتاب بدون اجازه ناشر تخلف بوده و پیگرد قانونی دارد

تقديم به :

پدر، مادر و همسر

عزیزمان

مقدمه مدیر پروژه فاز ۱۴ پارس جنوبی در سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران

هر فاز استاندارد طرح توسعه پارس جنوبی به ازای هر یک ماه تأخیر در بهره‌برداری، عدم النفعی معادل حدوداً دویست میلیون دلار برای کشور به همراه دارد. با درنگی کوتاه در این آمار می‌توان به اهمیت مدیریت زمان پروژه‌های کشور به‌ویژه بخش نفت، گاز و پتروشیمی پی برد. دلایل تأخیر پروژه‌ها می‌تواند خاستگاه‌های زیادی داشته باشد از جمله کمبود منابع مالی، مشکلات ناشی از محدودیت‌های بین‌المللی و نیز سوء مدیریت در بخش‌های مختلف. ولی آنچه که اهمیت دارد این است که علی‌رغم وجود یک بستر ریسک‌زا و متلاطم، وجود نقشه راهی برای مدیریت درست کار بر اساس اصول و استانداردهای جهانی و بهینه می‌تواند اثرات مخرب عوامل تأخیر در پروژه‌ها را کاهش دهد.

کمبود منابع مالی و مشکلات سیاسی اقتصادی ناشی از روابط بین‌المللی نیاز به بحث و بررسی گسترده‌تر و عمیق داشته و علت‌های آن را باید در لایه‌های مدیریتی کلان‌تر جست‌وجو کرد. ولی آنچه که عوامل پروژه قادر به انجام آن هستند استفاده از روش‌های نوین، کارا، بومی شده و جامع می‌باشد. از بین شاخص‌های اصلی مدیریت پروژه که شامل محدوده، زمان، هزینه و کیفیت می‌باشند شاید بتوان به جرأت، مدیریت زمان را به عنوان شاخصی بسیار مهم و تأثیرگذار، به‌ویژه در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی به شمار آورد. بنابراین با توجه به اهمیت کلیدی مدیریت زمان، نبود متدولوژی و استاندارد بهینه و یکسان برای این مبحث کاملاً محسوس است. در این راستا همکاران ما در پروژه فاز ۱۴ پارس جنوبی بر اساس درس آموخته‌ها و روش‌های آزموده شده، با گردآوری تجارب در طول چند سال اخیر اقدام به تدوین و ثبت دانش مدیریت زمان پروژه نمودند که در قالب کتاب "مدیریت زمانبندی در پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی" پیش رو خواهید داشت.

امید است مسئولان، دست‌اندرکاران، صاحب‌نظران و پژوهشگران حوزه‌های مدیریت پروژه، ضمن توجه جدی به صلاحیت مدیران پروژه، برای بومی‌سازی و استانداردسازی حوزه‌های مختلف مدیریت پروژه، به‌ویژه صنایع نفت، گاز و پتروشیمی اهتمام جدی‌تری ورزیده تا بتوانیم در آینده‌ای نزدیک شاهد مدل بومی و کارای مدیریت پروژه نفت، گاز و پتروشیمی باشیم.

مسعود گل شناس

بهمن ماه ۱۳۹۶

پیش‌گفتار حامی کتاب

زمانبندی، یکی از اسناد مهم در هر پروژه محسوب می‌گردد. این سند مهم می‌تواند هم به‌عنوان با اهمیت‌ترین سند یک پروژه عمل نماید و هم می‌تواند به‌عنوان کم اهمیت‌ترین سند، ایفای نقش نماید. میزان اثرگذاری و اثربخشی این سند تماماً در گام نخست، به نقش و تعهد مدیر پروژه و در گام بعد، به نقش و تعهد تیم مدیریت پروژه برمی‌گردد که می‌خواهد این سند مهم را طراحی، پیاده‌سازی و کنترل نماید. اگر بخواهیم به چند نمونه از کاربردهایی که نقش زمانبندی را در یک پروژه با اهمیت‌تر می‌کند اشاره کنیم، موارد زیر کاملاً مهم و حائز اهمیت هستند:

- ایجاد درکی مشترک میان ارکان پروژه (کارفرما، مدیر طرح، مشاور، پیمانکار و ...)
- کمک به برآورد درست، صحیح و بهینه منابع پروژه
- کمک به تهیه برآورد درآمد- هزینه و جریان نقدینگی پروژه
- کمک به شناسایی و مدیریت صحیح مسیر بحرانی پروژه

موفقیت اجرای هر پروژه، به‌ویژه پروژه‌های بزرگ با توجه به میزان ریسک مترتب بر اجرای این‌گونه از پروژه‌ها در فضای متغیر کسب و کار کشور، نیازمند یک رویکرد سیستماتیک در مجموعه فرآیند برنامه‌ریزی و کنترل نحوه اجرای فعالیت‌ها از منظر زمان اجرا و هزینه‌های مربوطه می‌باشد. وظیفه اصلی سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه عبارتست از تهیه، گردآوری، ثبت و نگهداری اطلاعات مراحل مختلف دوره عمر پروژه به‌همراه پردازش، طبقه‌بندی و تحلیل آنها و همچنین تهیه گزارش‌های لازم برای مدیر و سایر ارکان پروژه. این سیستم باید مدیر پروژه و همه ذینفعان پروژه را در بهینه‌سازی عوامل اصلی موفقیت پروژه (زمان، هزینه، کیفیت) کمک و یاری نماید. برنامه‌ریزی درست، پایه و اساس هر پروژه موفق می‌باشد. قسمت بزرگی از این برنامه‌ریزی، زمانبندی درست است و هرگونه اشتباه در زمانبندی و سپس مدیریت زمان باعث شکست خوردن بسیاری از پروژه‌ها می‌گردد.

شرکت رامپکو به‌عنوان یکی از شرکت‌های قدیمی و با تجربه در حوزه مدیریت اجرای پروژه‌ها و بر اساس سند مسئولیت اجتماعی خود در راستای توسعه دانش و تجربیات حاصل از اجرای پروژه‌های مختلف، اعم از موفق و گاهی تجارب تلخ، مجموعه تجارب خود را در قالب کتابی با نام "مدیریت زمانبندی در پروژه‌های EPC با تمرکز بر پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی و منطق بر استاندارد مدیریت پروژه" به رشته تحریر درآورده و تقدیم به علاقمندان و متخصصان این امر می‌نماید. امید است که دیگر دست اندرکاران اجرای پروژه‌ها، نیز ضمن توجه به ثبت دانش و تجربه‌های خود، نسبت به نشر دستاوردها و توزیع آن در جوامع تخصصی اقدام نمایند.

محمد نادری

مدیرعامل شرکت رامپکو

پیشگفتار نویسندگان

"قدر وقت ار نشناسد دل و کاری نکند
بس خجالت که از این حاصل اوقات بریم"

عطار نیشابوری

آنچه که در بیشتر پروژه‌ها از نظر مدیریت پروژه مورد توجه قرار می‌گیرد زمانبندی و اتمام پروژه مطابق زمان تعیین شده اولیه می‌باشد. اگرچه نقش سایر محدودیت‌های سه گانه (محدوده، زمان و هزینه) را نادیده نمی‌گیریم ولی نقش زمان در اغلب پروژه‌ها پررنگ‌تر و پراهمیت‌تر است.

با نگاهی به پروژه‌های زیربنایی و ملی، به‌ویژه در حوزه‌ی نفت، گاز و پتروشیمی کشورمان خواهیم دید که عدم النفع بهره‌برداری دیرهنگام از این پروژه‌ها موجب آسیب‌ها و زیان‌های مادی و معنوی زیادی شده است. به‌ویژه این موضوع زمانی اهمیت حیاتی خود را نشان می‌دهد که بحث پروژه‌های میداین مشترک نفت و گاز به میان می‌آید. آمارها نشان می‌دهد تاکنون بیش از حدود چهارصد میلیارد دلار تنها از بهره‌برداری دیرهنگام فازهای پارس جنوبی، ضرر مالی به کشور تحمیل شده است. این موضوع در سایر پروژه‌ها نیز با درجات کمتری به چشم می‌خورد.

ورای دلایل تأخیر پروژه‌ها که خود موضوع مفصل و چالشی خواهد بود، نقش برنامه‌ریزان پروژه‌ها در تدوین زمانبندی مناسب و جلوگیری از تأخیرهای قابل پیشگیری، پررنگ و تعیین کننده است.

کتاب "مدیریت زمانبندی در پروژه‌های EPC" یک کتاب کاملاً کاربردی و اجرایی برای برنامه‌ریزان پروژه‌های بزرگ EPC (Engineering Procurement Construction) به‌ویژه حوزه نفت، گاز و پتروشیمی می‌باشد که با اتکا به حدود ۱۵ سال تجربه در این بخش و طی حدود سه سال بررسی و تحقیق، برای برنامه‌ریزان حرفه‌ای این حوزه تدوین شده است.

از این رو در راستای تدوین روش‌های علمی برای مدیریت پروژه‌های EPC و زیربنایی کشور، در نخستین مرحله بر آن شدیم تا موضوع مدیریت زمان پروژه‌های EPC را به صورت تفصیلی و کاربردی شرح دهیم. از سویی چون برنامه‌ریزان نخستین فعالیت اساسی خود را روی تدوین زمانبندی و کنترل آن متمرکز می‌کنند و نیز با توجه به اینکه روش و چارچوب کاربردی و مدونی برای این مبحث در کشور وجود ندارد بنابراین ضرورت تدوین این کتاب بیشتر احساس شد. از آنجا که وجود یک چارچوب استاندارد برای تدوین روش‌ها و تکنیک‌های کاربردی ضروری است، بنابراین در این کتاب فرآیندهای مدیریت زمانبندی بر اساس استاندارد PMBOK تدوین شده و در هر فرآیند نکات کاربردی و مواردی که در صنعت راه گشا می‌باشد به بحث گذاشته شده است.

بر این اساس در فصل نخست کتاب به نحوه تدوین روش اجرایی زمانبندی پرداخته شده است و سعی شده مصداق‌های کاربردی در آن طرح شود. روش اجرایی با عنوان برنامه مدیریت زمانبندی نیز شناخته می‌شود و در

آن چگونگی انجام مدیریت زمان پروژه شرح داده می‌شود. در فصل دوم به نحوه استخراج فعالیت‌های پروژه‌های EPC به تفکیک واحدهای مهندسی، خرید و ساخت پرداخته شده است. استخراج فعالیت‌ها و میزان شکست کار در پروژه‌های EPC همیشه چالش برانگیز بوده است. در فصل سوم کتاب به اصول برقراری توالی و رابطه بین فعالیت‌ها پرداخته شده و سعی شده الگوهای خوبی از رابطه بین فعالیت‌های مهندسی، خرید و ساخت ارائه شود. این نمونه‌ها از نمونه‌های کاربردی و خوب صنعت استخراج شده و تا حدود زیادی می‌تواند راهنمای برنامه‌ریزان برای تهیه شبکه زمانبندی پروژه‌های EPC خصوصاً نفت، گاز و پتروشیمی باشد. در فصل چهارم نیز روش‌ها و الگوهای خوب برآورد منابع فعالیت‌ها مورد بحث قرار گرفته است. در فصل پنجم کتاب برآورد زمان فعالیت‌ها و روش‌های کاربردی برآورد مدت زمان در پروژه‌های EPC مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. فصل ششم کتاب در باره تدوین زمانبندی پروژه و در نهایت در فصل هفتم کتاب در مورد نظارت و کنترل زمانبندی در پروژه‌های EPC بحث شده است.

آنچه که این کتاب را از سایر کتاب‌های مشابه متمایز می‌سازد، ارائه نکته‌های کاربردی و اجرایی در سه بخش مهندسی، خرید و ساخت در همه فرآیندها و بخش‌های کتاب می‌باشد. ضمن اینکه تجارب خوب زمانبندی در پروژه‌های نفت و گازی به همراه فرمت‌ها و الگوهای کاربردی در پیوست کتاب آورده شده است. با توجه به اینکه این کتاب برای نخستین بار و براساس تجارب و آموخته‌های مولفان در صنایع زیربنایی کشور تدوین شده قطعاً خالی از اشکال نبوده و از همه متخصصان و صاحب نظران خواهشمند است نقطه نظرات خود را به ایمیل مولفان ارسال فرمایند. از همه همکاران عزیزی که در تدوین این کتاب به ما یاری رساندند به‌ویژه آقایان حسین یعسوبی، علی تحقیقی، حسن علیزاده و سرکارخانم حسنا قرینی سپاسگزاری می‌کنیم. امید است با نشر این کتاب گامی کوچک برای برنامه‌ریزان پروژه‌های زیربنایی برداشته تا به هدف نهایی که همانا کاهش تأخیر در پروژه‌ها می‌باشد دست یابیم.

بهمن ماه ۱۳۹۶

h.radmehr78@gmail.com حسین رادمهر

torkamani.ma@gmail.com محمد علی ترکمانی

فهرست

فصل نخست؛ تدوین روش اجرایی مدیریت زمانبندی پروژه..... ۱

- ۱-۱) مقدمه ۱
- ۲-۱) تدوین روش اجرایی و دستورالعمل‌های زمانبندی پروژه ۲
- ۳-۱) سرفصل‌های یک روش اجرایی برای مدیریت زمانبندی پروژه ۲
 - ۱-۳-۱) هدف ۳
 - ۲-۳-۱) دامنه کاربرد (Scope) ۳
 - ۳-۳-۱) تعریف مسؤلیت‌ها (Responsibilities) در روش اجرایی مدیریت زمانبندی ۴
 - ۴-۳-۱) محدوده و مشخصات پروژه ۵
 - ۵-۳-۱) تعاریف (Definitions) ۵
 - ۶-۳-۱) روش اجرای کار (تشریح نحوه تهیه زمانبندی پروژه) ۶
 - ۷-۳-۱) تعریف کدها و شناسه‌های پروژه و فعالیت ۸
 - ۸-۳-۱) تقویم‌های کاری (Schedule Calendars) ۸
 - ۹-۳-۱) برش‌های زمانی (Cut-off-Date) ۸
 - ۱۰-۳-۱) روش زمانبندی (Scheduling Method) ۹
 - ۱۱-۳-۱) ابزارهای زمانبندی (Scheduling Tool) ۱۰
 - ۱۲-۳-۱) واحدهای سنجش (Units of Measure) ۱۳
 - ۱۳-۳-۱) آستانه انحراف (Control Thresholds) ۱۳
 - ۱۴-۳-۱) فرمت زارش زمانبندی پروژه ۱۳
 - ۱۵-۳-۱) سطوح برنامه زمانبندی (Schedule Level) ۱۳
 - ۱۶-۳-۱) منحنی پیشرفت کار (S curve) ۱۴
 - ۱۷-۳-۱) به‌روزرسانی برنامه زمانبندی (Updating the Schedule) ۱۴
 - ۱۸-۳-۱) مشخص نمودن نوع منابع (Resource Type) ۱۴
 - ۱۹-۳-۱) سایر موارد ۱۵

فصل دوم؛ تعریف فعالیت‌های زمانبندی (DEFINE ACTIVITY)..... ۱۷

- ۱۷-۱) مقدمه ۱۷
- ۲-۲) تشریح انواع فعالیت‌ها از نظر ماهیت کاربردی ۱۹

۲۲	..... (Engineering Activities) استخراج فعالیت‌های مهندسی
۲۷	..... (Procurement activities) استخراج فعالیت‌های خرید و تدارکات
۳۱	..... (Construction Activities) استخراج فعالیت‌های واحد ساخت و نصب
۳۵	..... (SEQUENCE ACTIVITIES) فصل سوم؛ تعیین روابط بین فعالیت‌های پروژه
۳۵	..... (۱-۳) مقدمه
۳۶	..... (۲-۳) انواع شبکه‌های پیش‌نیازی
۳۷	..... (۳-۳) انواع روابط بین فعالیت‌ها
۳۷	..... ۱- رابطه پایان به شروع (FS) Finish To Start
۳۸	..... ۲- رابطه شروع به شروع (SS) Start to Start
۳۸	..... ۳- رابطه پایان به پایان (FF) Finish to Finish
۳۸	..... ۴- شروع به پایان (SF) Start to Finish
۳۹	..... (۴-۳) انواع وابستگی‌ها از نظر ماهیت وجودی
۴۰	..... (۵-۳) تأخیر (Lag) و تعجیل (Lead)
۴۰	..... Lag (وقفه، تأخیر یا پس‌افت)
۴۰	..... Lead (تعجیل - پیش‌افت)
۴۱	..... (۶-۳) ایجاد روابط بین فعالیت‌های واحد مهندسی
۴۱	..... (۷-۳) ایجاد روابط بین فعالیت‌های واحد خرید یا تدارکات
۴۲	..... (۸-۳) ایجاد روابط بین فعالیت‌های واحد ساخت و نصب
۴۳	..... (DEFINE RESOURCES) فصل چهارم؛ تعریف منابع فعالیت‌های پروژه
۴۳	..... (۱-۴) مقدمه
۴۳	..... (۲-۴) اهمیت تعریف منابع برای تدوین برنامه زمانبندی
۴۳	..... الف - تأثیر مستقیم تقویم منابع روی زمانبندی فعالیت
۴۴	..... ب - امکان استخراج انواع نمودارهای S از برنامه زمانبندی با وجود تخصیص منابع
۴۴	..... ج - امکان تهیه انواع گزارش‌های متنوع منابع، هزینه‌ها و جریان نقدینگی
۴۵	..... (۳-۴) انواع نمودارهای S که با تعریف منابع می‌توان آنها را استخراج کرد
۴۷	..... (۴-۴) روش رسم نمودار S در نرم‌افزارها
۴۹	..... (۵-۴) تعریف منابع فعالیت‌های مهندسی (Engineering Resource)

۵۲	۴-۶) تعریف منابع در واحد خرید تدارکات (Procurement Resources)
۵۵	۴-۷) تعریف منابع در واحد ساخت (Construction Resources)
۵۹	فصل پنجم؛ تعریف زمان فعالیتها (ESTIMATE DURATION)
۵۹	۵-۱) مقدمه
۶۱	۵-۲) روشهای برآورد مدت فعالیت
۶۳	۵-۳) مدت‌های فعالیت‌گرا و مدت‌های منبع‌گرا
۶۵	۵-۴) برآورد مدت فعالیت‌های مهندسی
۶۵	۵-۵) برآورد مدت فعالیت‌های خرید و تدارکات
۶۷	۵-۶) برآورد مدت فعالیت‌های ساخت
۶۹	فصل ششم؛ تدوین برنامه زمانبندی (DEVELOP SCHEDULE)
۶۹	۶-۱) مقدمه
۷۰	۶-۲) روش‌ها و ابزارهای زمانبندی پروژه
۷۱	۱- نمودارهای گانت (Gant Charts)
۷۱	۲- روش ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها (PERT)
۷۲	۳- روش مسیر بحرانی (Critical Part Method)
۷۴	۴- روش زنجیره بحرانی (Critical chain method)
۷۵	۶-۳) انتخاب نرم‌افزار زمانبندی
۷۵	۶-۴) بهینه‌سازی منابع پروژه
۷۸	۶-۵) بهینه‌سازی مدت زمان فعالیت‌های پروژه
۷۸	الف) تمرکز بر روی مسیر بحرانی پروژه:
۷۹	ب) فشردده‌سازی زمانبندی با موازی کردن فعالیتها (Fast Tracking)
۷۹	ج) فشردده‌سازی زمانبندی با خرد کردن فعالیتها (Crashing)
۸۰	مقایسه روش Fast Tracking و Crashing
۸۱	د) اصلاح مدت زمان فعالیتها با بهره‌گیری از قانون پارکینسون
۸۲	۶-۶) ایجاد طرح مبنای زمانبندی (Schedule Baseline)
۸۲	۶-۷) سطوح مختلف برنامه زمانبندی پروژه
۸۷	فصل هفتم؛ کنترل زمانبندی (CONTROL SCHEDULE)

۸۷	.....	۱-۷) مقدمه
۸۸	.....	۲-۷) نحوه به‌هنگام‌سازی در نرم‌افزار (Schedule Updating)
۹۱	.....	۳-۷) تنظیم برش زمانی یا Cut-off-Date
۹۱	.....	۴-۷) تدوین روش اجرایی ارزش کسب شده (Earned Value)
۱۰۰	.....	۵-۷) نحوه تهیه برنامه جبرانی (Remedial Plan / Catch up Plan)
۱۰۱	.....	۶-۷) برنامه پیش رو (Look ahead Planning)
۱۰۳	.....	۷-۷) برنامه‌ریزی مجدد (Replanting)
۱۰۳	.....	۸-۷) تهیه خط مبنای جدید یا (Rebaselining)
۱۰۴	.....	۹-۷) سنجش میزان عقب افتادگی و سهم هر یک از عوامل در تأخیر پروژه
۱۰۵	.....	پیوست ۱؛ دستورالعمل مدیریت زمانبندی (نمونه کاربردی در پروژه‌های نفت و گاز)
۱۰۵	.....	الف- نمونه فارسی رویه زمانبندی پروژه
۱۱۶	.....	ب- نمونه انگلیسی رویه زمانبندی پروژه
۱۳۳	.....	پیوست ۲؛ فهرست مدارک مهم مهندسی به تفکیک دیسپلین‌های مختلف
۱۸۳	.....	پیوست ۳؛ نمونه‌هایی از انواع تجهیزات و اقلام فله مورد نیاز برای یک پالایشگاه گازی
۱۹۵	.....	پیوست ۴؛ نمونه جداول فازها و مراحل کاری بخش ساخت یک پالایشگاه به تفکیک دیسپلین‌های مختلف
۲۱۵	.....	پیوست ۵؛ نمونه‌ای از ارتباطات مدارک مهم در بخش مهندسی پروژه‌های نفت و گاز، به تفکیک دیسپلین
۲۲۳	.....	پیوست ۶؛ نمونه‌ای از ارتباطات مدارک مهم در بخش خرید پروژه‌های نفت و گاز
۲۲۷	.....	پیوست ۷؛ نمونه‌ای از ارتباطات مدارک مهم در بخش ساخت پروژه‌های نفت و گاز، به تفکیک دیسپلین
۲۴۱	.....	پیوست ۸؛ فهرست منابع انسانی قابل تخصیص به فعالیت‌های یک پالایشگاه نفت و گاز
۲۴۹	.....	پیوست ۹؛ نمونه‌ای از تجهیزات، ماشین‌آلات و ابزارآلات یک پالایشگاه گازی
۲۵۷	.....	پیوست ۱۰؛ نمونه‌ای از احجام اصلی در یک پروژه خط لوله دریایی انتقال گاز ترش
۲۶۱	.....	پیوست ۱۱؛ نمونه‌ای از احجام اصلی در یک پروژه پالایشگاه گازی با ظرفیت ورودی دو میلیارد فوت مکعب گاز ترش در روز
۲۶۵	.....	پیوست ۱۲؛ نمونه‌ای از احجام اصلی در یک پروژه حفاری دریایی
۲۶۷	.....	پیوست ۱۳؛ نمونه‌ای از احجام اصلی در یک پروژه سکوی دریایی

پیوست ۱۴؛ شرح عناصر زمان بندی بر اساس استاندارد زمان بندی PMI	۲۶۹
پیوست ۱۵؛ برخی از مخفف‌های رایج در زمان بندی پروژه	۳۱۹

فصل نخست

تدوین روش اجرایی مدیریت زمانبندی پروژه (Develop Schedule Management Plan)

۱-۱) مقدمه

در ویرایش‌های پیشین استاندارد PMBOK فرآیندهای حوزه دانش مدیریت زمان، از تعریف فعالیت‌ها، شروع می‌شد؛ ولی در ویرایش جدید، فرآیند تدوین برنامه مدیریت زمانبندی پروژه به عنوان نخستین فرآیند این حوزه دانسی، به این مجموعه اضافه شد. دلیل این امر هم روشن است؛ پیش از هر عملی می‌بایست یک تلاش ذهنی برای تدوین روش اجرای کار و چگونگی پیاده‌سازی متدولوژی‌ها و ابزارهای مربوط به زمانبندی پروژه صورت گیرد. لذا در فرآیند تدوین برنامه مدیریت زمانبندی پروژه که به اختصار با عنوان تدوین روش اجرایی زمانبندی پروژه از آن یاد می‌کنیم به سؤالات زیر پاسخ می‌دهیم:

- ✓ چگونه زمانبندی پروژه تدوین و کنترل شود؟
 - ✓ توسط چه تیمی؟ با چه هزینه‌ای؟ در چه زمانی؟ برنامه زمانبندی تهیه گردد.
 - ✓ روش انجام کار چگونه باشد و یا متدولوژی زمانبندی چیست؟
 - ✓ متد یا روش زمانبندی (CPM، CCPM، ...) و نرم‌افزار زمانبندی چه باشد؟ (MSP، P6، PERTMASTER، ...)
 - ✓ کدها و شناسه‌های یکپارچه چگونه تدوین و چه مواردی را شامل می‌شود؟
 - ✓ مقاطع گزارش‌دهی و به‌هنگام‌سازی زمانبندی چه زمان‌هایی باشد؟ فرمت گزارش‌ها چگونه باشد؟
- و چندین پرسش دیگر که نسبت به پروژه‌های متفاوت می‌تواند متنوع و مفصل باشد. در پروژه‌های EPC نفت، گاز و پتروشیمی توجه به این امر دارای اهمیت ویژه‌ای است. وجود چندین عضو و شرکت در اجرای پروژه و نیز وجود ذینفعان مختلف داخلی و خارجی از پیمانکاران، مشاوران، اعضای کنسرسیوم، MC، کارفرما، مدیران عامل شرکت‌های مجری پروژه و ... باعث می‌شود هماهنگی و ایجاد یکپارچگی بین آنها برای راهبری بحث زمانبندی

اهمیت ویژه‌ای پیدا کند. تدوین روش اجرایی و آیین‌نامه یکسان زمانبندی، نقش بسیار مؤثری در این خصوص ایفا می‌نماید. به همین دلیل استفاده از نرم‌افزارهای تحت شبکه مانند نرم‌افزار پریماورا (Primavera P6) در پروژه‌های بزرگ با ذینفعان متعدد توصیه می‌گردد. همانطور که می‌دانید نرم‌افزار P6 به صورت چند کاربره و چند پروژه‌ای قابلیت‌های برجسته‌ای دارد. ولی برای اینکه چندین کاربر بتوانند در این فضا به صورت یکپارچه و منظم کار کنند می‌بایست یکسان‌سازی‌های زیادی چه در فضای نرم‌افزار، و چه در فضای خارج نرم‌افزار صورت گیرد. هماهنگی و یکسان‌سازی کدها، IDها، تنظیمات نرم‌افزار، روش‌های تخمین زمان، نفر ساعت، تعریف منابع و احجام در برنامه، روش‌های تهیه نمودارهای S و هیستوگرام‌ها، گزارش‌گیری‌ها و نحوه بهنگام‌سازی‌ها و نیز طراحی پیوست‌های یکسان و مشترک مواردی است که باید برای همه کاربران و زیر پروژه‌هایی که با یک پروژه یا طرح مشترک کار می‌کنند شناخته شده و تعریف شده باشد. لذا در این بخش به نحوه تدوین روش اجرایی و آیین‌نامه زمانبندی پروژه پرداخته و چالش‌های موجود در پروژه‌های EPC برای تهیه این مدرک را نیز مورد بحث قرار خواهیم داد.

۲-۱) تدوین روش اجرایی و دستورالعمل‌های زمانبندی پروژه

همانگونه که در مقدمه این فصل توضیح داده شد، تهیه و تدوین روش اجرایی و دستورالعمل‌های زمانبندی برای کنترل یکپارچه و برنامه‌ریزی پروژه‌های متعدد یک سازمان که دارای ذینفعان مختلف (کارفرمایان، مشاوران، پیمانکاران و ...) می‌باشد، یک امر بسیار ضروری و حیاتی است. به‌صورتیکه بدون داشتن یک رویه و دستورالعمل کامل و جامع، برنامه‌ریزی پروژه با مشکلات فراوانی روبه‌رو خواهد شد. بنابراین تهیه این دستورالعمل می‌تواند ما را در جهت دستیابی به یک برنامه زمانبندی منسجم و یکپارچه با در نظر گرفتن تمامی الزامات مورد نظر ذینفعان یاری دهد تا با پیروی از این دستورالعمل، برنامه‌های واحدی از نظر ساختاری ایجاد گردد و از اعمال سلاقی شخصی در تهیه برنامه مذکور جلوگیری شود. این دستورالعمل با توجه به نظرات خبرگان و همچنین تجربیات پروژه‌های گذشته در جلسات تخصصی تهیه و تدوین می‌گردد. در ادامه، به شرح سرفصل‌های این رویه می‌پردازیم و جهت روشن شدن هرچه بیشتر موضوع، یک نمونه فارسی و یک نمونه انگلیسی از این دستورالعمل ها در پیوست ارائه شده است.

۳-۱) سرفصل‌های یک روش اجرایی برای مدیریت زمانبندی پروژه

در این قسمت برای آشنایی برنامه‌ریزان جهت تهیه یک روش اجرایی مدیریت زمانبندی پروژه، سرفصل‌های آن به تفصیل ارائه و تشریح شده است. این سرفصل می‌تواند موارد دیگری هم به تناسب پروژه‌ها داشته و محدود به موارد زیر نیست:

۱-۳-۱ هدف

هدف از تهیه و تدوین این دستورالعمل، ایجاد وحدت رویه بین تمامی ذینفعان پروژه و به حداقل رساندن سلايق فردی در تهیه و به‌روزرسانی برنامه زمانبندی و کنترل پیشرفت پروژه‌ها و همچنین ارائه گزارش‌های مختلف در طول پروژه می‌باشد.

۱-۳-۲ دامنه کاربرد (Scope)

تعریف دامنه کاربرد، ارتباطی مستقیم با ساختار سازمانی یک پروژه دارد. با توجه به اینکه اجرای پروژه‌های EPC توسط جمعی از پیمانکاران در قالب کنسرسیوم (Consortium) یا مشارکت (Joint Venture) یا پیمانکار عمومی (General Contractor) انجام می‌گردد، تهیه و تدوین دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی و به دنبال آن تعریف دامنه کاربرد مربوطه در ساختارهای کنسرسیومی- مشارکتی، ماتریسی، عملیاتی و یا ساختارهای پروژه‌ای متفاوت می‌باشد. در ادامه، برای برخی از ساختارهای سازمانی مختلف، دامنه کاربرد را شرح می‌دهیم:

• تعریف دامنه کاربرد در سازمان‌های پروژه محور:

تهیه دستورالعمل زمانبندی و تعریف دامنه کاربرد در سازمان‌های پروژه محور که معمولاً انواع سبدهای پروژه اعم از نفت و گاز، عمرانی، نیروگاهی و ... در آن وجود دارد، می‌بایست به‌گونه‌ای انجام پذیرد که تمامی این حوزه‌ها را در بر گیرد. در واقع این دستورالعمل به صورت یک مرجع تهیه برنامه زمانبندی در سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و غالباً مسئول تهیه، تدوین، ابلاغ و ممیزی این دستورالعمل، دفتر مدیریت پروژه (PMO) یا معاونت طرح و برنامه سازمان می‌باشد.

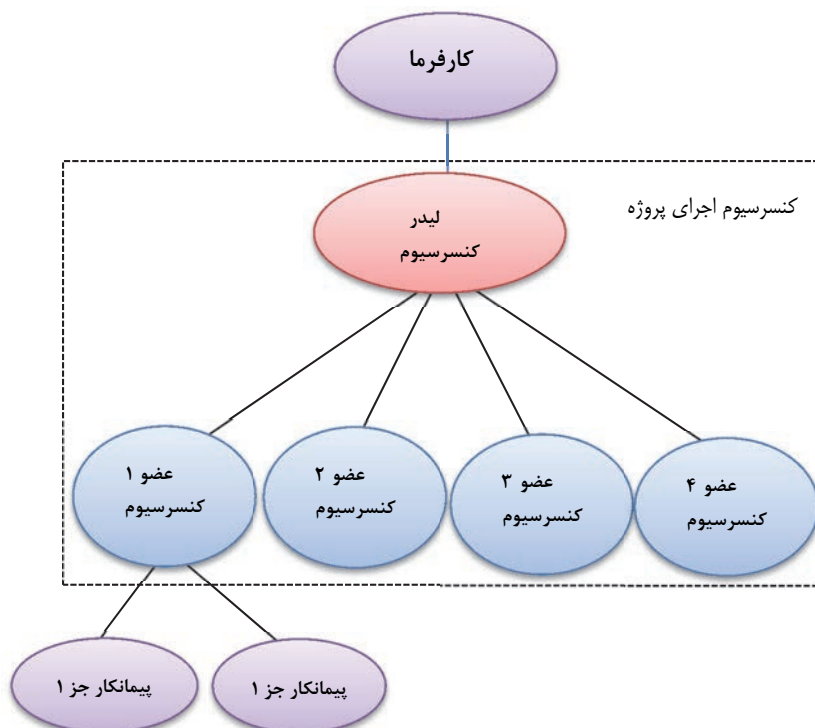


شکل ۱-۱) انواع پروژه‌ها در سازمان‌های پروژه محور

• تعریف دامنه کاربرد در پروژه‌های کنسرسیوم و مشارکتی

تهیه دستورالعمل زمانبندی و تعریف دامنه کاربرد برای پروژه‌هایی که در قالب کنسرسیوم انجام می‌گردد، غالباً بر عهده راهبر کنسرسیوم می‌باشد. دامنه کاربرد این دستورالعمل برای همه ذینفعانی که به هر نحوی با پروژه ارتباط

دارند، تعریف می‌گردد. این دستورالعمل به‌عنوان یک روش اجرایی برای تدوین برنامه زمانبندی یکپارچه پروژه در کنسرسیوم مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۲) ساختار یک کنسرسیوم برای انجام یک مگا پروژه

۳-۳-۱) تعریف مسئولیت‌ها (Responsibilities) در روش اجرایی مدیریت زمانبندی

مسئولیت اجرای این دستورالعمل به‌عهده همه ذینفعان پروژه اعم از پیمانکاران، مشاوران و... پروژه‌ها می‌باشد. تمامی تیم‌های برنامه‌ریزی و کنترل پروژه شرکت‌های درگیر با پروژه می‌بایست تمامی مفاد این دستورالعمل را اجرا نمایند. وظایف و مسئولیت‌ها برای برنامه‌ریزی و زمانبندی، بین اعضای تیم مدیریت پروژه تقسیم می‌شود، این اعضا عبارتند از:

- ✓ مدیر پروژه
- ✓ مدیر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه‌ها
- ✓ هماهنگ کننده برنامه‌ریزی و کنترل پروژه
- ✓ مدیر کنترل هزینه

- ✓ مدیر مهندسی
- ✓ مدیر تأمین کالا و تدارکات پروژه‌ها
- ✓ مدیر ساخت
- ✓ کارفرما

مسئولیت تهیه برنامه زمانبندی به عهده مسئول یا مدیر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه می‌باشد. نمونه ای از تقسیم بندی شرح وظایف تیم مدیریت پروژه به شرح جدول زیر است:

فعالیت‌ها	سمت	مدیر پروژه	مدیر برنامه‌ریزی کنترل پروژه (PMO)	مدیر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه کارشناسان برنامه‌ریزی	مدیر کنترل هزینه	مدیر مهندسی هزینه‌ها	مدیر تدارکات پروژه‌ها	مدیر تأمین کالا و تدارکات پروژه‌ها	مدیر ساخت پروژه‌ها
برنامه‌ریزی مدیریت زمانبندی	همکاری	همکاری	تهیه	همکاری					
تعریف فعالیت‌ها	تایید	بررسی تایید	تهیه	همکاری				همکاری	همکاری
تعریف روابط فعالیت‌ها	تایید	بررسی تایید	تهیه	همکاری				همکاری	همکاری
تخمین منابع فعالیت‌ها	تایید	بررسی تایید	تهیه	همکاری				همکاری	همکاری
تخمین مدت زمان فعالیت‌ها	تایید	بررسی تایید	تهیه	همکاری				همکاری	همکاری
تهیه برنامه زمانبندی	تایید	بررسی تایید	تهیه	بررسی			بررسی	بررسی	بررسی
کنترل زمانبندی	بررسی	بررسی	بررسی	بررسی					

جدول ۱-۳) نمونه ماتریس تقسیم مسئولیت‌ها برای زمانبندی پروژه (RAM)

۱-۳-۴) محدوده و مشخصات پروژه

در این قسمت مشخصات کامل پروژه اعم از نام پروژه، محل اجرای پروژه، فازهای پروژه (مهندسی پایه، مهندسی تفصیلی، تدارکات و خرید، عملیات اجرایی، پیش راه‌اندازی و راه‌اندازی)، مشخصات کامل ذینفعان پروژه (پیمانکاران، مشاوران و کارفرما ...)، تاریخ تنفیذ قرارداد (EFFECTIVE DATE)، مدت زمان قرارداد و محدوده استفاده این رویه آورده می‌شود.

۱-۳-۵) تعاریف (Definitions)

در این بخش تعاریف و اصطلاحاتی را که در تهیه و تدوین برنامه زمانبندی با آنها سر و کار داریم مشخص می‌کنیم. هدف اصلی این قسمت یکسان نمودن تعاریف، بین تمامی اعضای پروژه و همچنین جلوگیری از اعمال سلیقه شخصی می‌باشد. در پیوست شماره ۱ نمونه‌ای از دستورالعمل تهیه زمانبندی قرار داده شده است که در آن واژه‌ها و اصطلاحات مرسوم در مبحث زمانبندی پروژه آورده شده است. همچنین در پیوست ۱۴ این کتاب

شرح واژه‌ها و عناصر زمانبندی به تفصیل آمده است. به طور نمونه چند مورد از مهمترین واژه‌ها در ادامه آورده شده است:

- ساختار شکست کار (WBS)

ساختار شکست کار، سلسله مراتبی از عملیات اجرایی پروژه است که باید برای اتمام پروژه انجام گردد. در واقع WBS ابزاری برای مشخص کردن و طبقه بندی اجزای کار می‌باشد. به صورتی که این ابزار نقش بسیار مهمی را در جهت ساماندهی و مشخص کردن محدوده و محتوای پروژه ایفا می‌کند.

- بسته کاری (Work Package)

آخرین سطح از ساختار شکست کار (WBS) را بسته‌های کاری (Work Packages) می‌نامند، یک بسته کاری قابلیت این را دارد که زمانبندی شده، هزینه آن برآورد و همچنین نظارت و کنترل گردد. به عبارتی دیگر اقلام قابل تحویل در پایین‌ترین سطح از ساختار شکست کار (WBS) است که می‌تواند شامل تحویل مدارک مهندسی، تأمین کالا و یا اتمام عملیات اجرایی یک فنون‌اسیون باشد که برای تحویل هر کدام می‌توانیم یکی از مراحل کاری Job Phase یا Work Step را تعریف نماییم.

- ساختار شکست سازمانی (OBS)

ساختار شکست سازمانی یا به عبارتی دیگر همان چارت سازمانی، ترتیب سلسله مراتبی از ساختار مدیریتی سازمان است که بر اساس نقش‌ها و یا افراد ذیربط که هر کدام از این افراد مسئولیتی در سازمان و یا پروژه دارند، تعریف می‌گردد.

- سنگ نشانه‌ها (Milestones)

سنگ نشانه‌ها بیانگر وقایع مهم پروژه می‌باشند و به منظور کنترل دقیق برنامه پروژه ایجاد می‌گردند. به عنوان مثال زمان‌های شروع و پایان رویدادهای مهم پروژه، که این زمان‌ها قابل استخراج از قرارداد و یا قابل تعریف توسط تیم پروژه است.

۱-۳-۶ روش اجرای کار (تشریح نحوه تهیه زمانبندی پروژه)

در این قسمت، همه مراحل که در فاز برنامه‌ریزی جهت تهیه و تدوین برنامه زمانبندی لازم است تشریح می‌گردد. مراحل مختلف تهیه و تدوین برنامه زمانبندی براساس استاندارد PMBOK به شرح زیر می‌باشد:

• تعریف فعالیت‌ها

تعریف فعالیت‌ها، فرآیند شناسایی اقدامات خاصی است که جهت تولید ارقام قابل تحویل پروژه انجام می‌شود. فرآیند ایجاد WBS، فرآیندی است که پایین‌ترین سطح ارقام قابل تحویل در ساختار شکست کار را تحت عنوان بسته‌های کاری شناسایی می‌نماید.

بسته‌های کاری پروژه معمولاً به اجزای کوچک‌تری به نام فعالیت‌ها تجزیه می‌شوند که بیانگر کار مورد نیاز جهت تکمیل بسته کاری می‌باشند. فعالیت‌ها، مبنایی برای تخمین، زمانبندی، اجرا و کنترل کارهای پروژه می‌باشند. در این فرآیند، فعالیت‌هایی که اهداف پروژه را تأمین می‌کنند، تعریف و برنامه‌ریزی می‌شوند.

• توالی فعالیت‌ها

توالی فعالیت‌ها، فرآیند شناسایی و مستندسازی روابط بین فعالیت‌های پروژه می‌باشد. فعالیت‌ها با استفاده از روابط منطقی به یکدیگر متصل می‌شوند به گونه‌ای که هر فعالیت و یا مایلستون، به جز فعالیت‌های ابتدایی و انتهایی، حداقل می‌بایست دارای یک پیش‌نیاز و یک پس‌نیاز باشند. ممکن است برای ایجاد یک برنامه زمانبندی واقعی و دست‌یافتنی، به تأخیر یا تعجیل در روابط منطقی بین فعالیت‌ها نیاز باشد.

• تخمین منابع فعالیت‌ها

تخمین منابع فعالیت‌ها، فرآیند برآورد نوع و میزان مواد اولیه، نیروی انسانی، تجهیزات یا وسایل مورد نیاز برای انجام هر فعالیت است. فرآیند تخمین منابع فعالیت‌ها با فرآیند تخمین هزینه‌ها، بسیار در ارتباط می‌باشد.

نکته: این فرآیند از نسخه ۶ به بعد استاندارد PMBOK، به حوزه دانشی مدیریت منابع پروژه منتقل شده است.

• تخمین مدت زمان فعالیت‌ها

تخمین مدت زمان فعالیت‌ها، تخمین تعداد دوره‌های کاری مورد نیاز جهت تکمیل فعالیت‌ها با منابع برآوردی است که از اطلاعات محدوده کاری فعالیت، انواع منابع مورد نیاز، میزان منابع تخمینی و تقویم منابع استفاده می‌کند.

• تدوین برنامه زمانبندی

این فرآیند، فرآیند تحلیل توالی فعالیت‌ها، مدت زمان آنها، میزان منابع مورد نیاز آنها و محدودیت‌های زمانی برای تهیه برنامه زمانبندی پروژه می‌باشد. وارد کردن فعالیت‌ها، مدت زمان و منابع در یک ابزار زمانبندی، برنامه زمانبندی را با تاریخ‌های برنامه‌ریزی شده جهت تکمیل فعالیت‌های پروژه، تولید می‌کند. تهیه یک برنامه زمانبندی قابل قبول برای پروژه، غالباً یک فرآیند تکراری است. همچنین این فرآیند، تاریخ‌های شروع و پایان برنامه‌ریزی شده را برای فعالیت‌ها و مایلستون‌های پروژه مشخص می‌کند. برنامه زمانبندی جهت ایجاد یک

زمانبندی مصوب که امکان تبدیل شدن به خط مبنایی برای پیگیری پیشرفت پروژه را داشته باشد، ممکن است نیازمند بازبینی و بازنگری مجدد تخمین مدت زمان و منابع باشد.

• کنترل برنامه زمانبندی

کنترل برنامه زمانبندی، فرآیند نظارت بر وضعیت پروژه است. پس از فاز برنامه‌ریزی، با توجه به دریافت گزارش‌ها مهندسی، خدمات خرید کالا، و اجراء برنامه زمانبندی به‌هنگام می‌گردد. پس از به‌روزرسانی برنامه زمانبندی و اعمال پیش‌بینی اتمام فعالیت‌های در حال انجام، وضعیت پروژه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. در ادامه، افزون بر آگاه شدن از تاریخ واقعی اتمام پروژه، فعالیت‌هایی که در مسیر بحرانی واقع شده‌اند را مورد بررسی قرار داده و فعالیت‌های مذکور را جهت پیگیری و انجام اقدامات لازم به مدیران مهندسی، کالا و اجراء ارجاع می‌دهیم.

۱-۳-۷) تعریف کدها و شناسه‌های پروژه و فعالیت (Project and Activity ID Codes)

تعریف شناسه‌ها و کدهای پروژه و فعالیت در برنامه زمانبندی به ما کمک می‌کند که دسته‌بندی‌ها و گزارش‌های مختلفی را بر حسب نیاز از برنامه زمانبندی استخراج نماییم. همچنین تعریف این کدها می‌تواند نقش مهمی در یکپارچگی برنامه زمانبندی ایفا کنند. به‌عنوان مثال اگر پروژه‌ای توسط چند شرکت در قالب کنسرسیوم در حال انجام باشد و هر کدام از شرکت‌ها نیز برنامه زمانبندی خود را داشته باشند، با تعریف و اختصاص این کدها به برنامه زمانبندی این شرکت‌ها می‌توان یک برنامه یکپارچه و منسجم تولید و به کارفرما ارائه نمود. در نظر داشته باشید که شناسه یا ID در برنامه زمانبندی نقش مهمی را ایفا می‌کند و در واقع عامل منحصر به فرد کننده اجزای زمانبندی است.

۱-۳-۸) تقویم‌های کاری (Schedule Calendars)

در این قسمت تقویم‌های استاندارد کاری پروژه تعریف و برای استفاده در تمامی بخش‌ها ملاک عمل قرار می‌گیرد. معمولاً برای دفاتر مرکزی تقویم ۵ روز کاری و برای کارگاه، تقویم ۷ روز کاری در نظر گرفته می‌شود. ممکن است برخی از فعالیت‌ها و منابع با توجه به ماهیت کار و محدودیت‌های موجود در پروژه، از تقویم پروژه پیروی نکنند و می‌بایست تقویم‌های کاری اختصاصی برای آنها تعریف کرد.

۱-۳-۹) برش‌های زمانی (Cut-off-Date)

تعیین برش زمانی برای به‌روزرسانی برنامه زمانبندی و ارائه گزارش‌های ماهانه و هفتگی، یکی دیگر از موارد بسیار مهم و غیر قابل چشم‌پوشی است که باید در این دست‌والعمل مشخص شود. این برش زمانی هم برای گزارش‌گیری و هم برای به‌هنگام‌سازی برنامه زمانبندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان یک تجربه خوب توصیه می‌شود تمامی مقاطع برش زمانی در پروژه، برای اهداف مختلف، یکسان در نظر گرفته شود. یعنی مقاطع

تهیه گزارش ماهانه، تهیه صورت وضعیت، صورت حساب، به‌هنگام‌سازی برنامه زمانبندی و ... می‌تواند در یک روز مشخص ماه تعریف گردد. مثلاً تا آخر وقت آخرین روز هر ماه میلادی می‌تواند ملاک عمل باشد.

نکته: مشخص شود تاریخ مقطعی در پایان روز در نظر گرفته شده است یا در ابتدای روز

۱-۳-۱) روش زمانبندی (Scheduling Method)

یکی از اساسی‌ترین بخش‌های این رویه، انتخاب روش زمانبندی مناسب با توجه به شرایط پروژه می‌باشد. در ادامه به معرفی اجمالی روش‌های زمانبندی می‌پردازیم و در فصل زمانبندی این کتاب، درباره این روش‌ها به طور مفصل‌تری صحبت خواهیم کرد.

یکی از متداول‌ترین روش‌های زمانبندی، روش مسیر بحرانی (Critical Path Method) است که در این روش، فعالیت‌ها و مدت زمان لازم جهت اجرای آنها، قطعی (غیر احتمالی) می‌باشد. و پروژه دارای حداقل یک مسیر بحرانی می‌باشد. در اینجا مسیر (Path) مجموعه متوالی از فعالیت‌های پروژه است که از فعالیت آغازین شروع شده و تا انتهای پروژه ادامه می‌یابد. همچنین مسیر بحرانی (Critical Path)، مسیری است که تعیین‌کننده تاریخ اتمام پروژه می‌باشد. مبنای محاسبات نرم‌افزار P6 هم بر اساس این روش است. روش زنجیره بحرانی مدیریت پروژه (CCPM) یکی دیگر از روش‌های زمانبندی است که تأکیدش بیشتر بر منابع بحرانی مورد نیاز در حین اجرا می‌باشد. روش مسیر بحرانی (Critical Path Method) و روش زنجیره بحرانی مدیریت پروژه (CCPM) با یکدیگر تفاوت‌های دارند که اغلب این تفاوت‌ها در بکارگیری منابع در زمانبندی و روش انتخاب مسیر بحرانی پروژه نشأت گرفته است. فعالیت‌هایی که در طول مسیر زنجیره بحرانی قرار دارند با فعالیت‌هایی که در مسیر بحرانی قرار دارند به دلیل محدودیت منابع در این روش‌ها تفاوت دارند. در حالتی که ما محدودیتی بر روی منابع پروژه نداشته باشیم، فعالیت‌های مربوط به روش مسیر زنجیره بحرانی و روش مسیر بحرانی یکسان می‌باشد. در جدول زیر این دو روش با یکدیگر مقایسه شده است:

مسیر بحرانی	زنجیره بحرانی
ذخیره احتیاطی در تخمین‌های فعالیت در نظر گرفته می‌شود.	ذخیره احتیاطی از تخمین‌های فعالیت‌ها حذف می‌شود.
در این روش، مفهومی با عنوان بافر پروژه وجود ندارد.	ذخیره احتیاطی حذف شده و در انتهای زنجیره بحرانی با عنوان بافر پروژه اضافه می‌شود.
با استفاده از شناوری، سعی در محافظت از افزایش زمان دارد.	مطرح کردن بافر پروژه و بافرهای تغذیه.
زمان فعالیت‌ها معمولاً با ذخیره احتیاطی تخصیص داده می‌شود.	جلوگیری از Parkinson's low و Student syndrome توسط کم کردن زمان فعالیت.

مشخص کردن تاریخ‌های تقویمی برای مایلسون‌های پروژه‌ای.	تاریخی برای مایلسون‌ها مشخص نمی‌کند، بجز آنها که از طرف کارفرما، مجبور باشیم.
پایه‌ی الگوریتم نرم‌افزارهای MSP و P6 و ...	استفاده در نرم‌افزارها به صورت محدود

جدول ۱-۴) مقایسه روش مسیر بحرانی (CPM) و زنجیره بحرانی (CCPM)

۱-۳-۱) ابزارهای زمانبندی (Scheduling Tool)

فرآیند توسعه برنامه زمانبندی شامل انتخاب روش‌های زمانبندی و انتخاب ابزارهای زمانبندی می‌باشد که با کمک این روش‌ها و ابزارهای انتخاب شده و همچنین اطلاعات پروژه نسبت به تهیه زمانبندی و مدیریت منابع و هزینه‌های پروژه اقدام می‌نماییم.

در این قسمت ابزارهای مورد نیاز جهت تهیه برنامه زمانبندی مانند نرم‌افزارهای مربوط به مدیریت پروژه (Primavera, MSP و ...) و همچنین تنظیمات مربوط به نرم‌افزار انتخاب شده، مشخص و تعریف می‌گردد. در ادامه، فهرستی از نرم‌افزارهای موجود مدیریت پروژه را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

نرم‌افزار	قابلیت
M.S Project , MSP SERVER	برنامه‌ریزی و کنترل پروژه در حالت قطعی دارای امکانات مناسبی برای یک پروژه می‌باشد. در حالت پروژه‌های گروهی و چند کاربره امکانات این نرم‌افزار از محصولات اوراکل پریماورا ضعیف‌تر می‌باشد. ولی کاربرپسند بودن و هماهنگی با سایر برنامه‌های شرکت مایکروسافت، از قابلیت‌های خوب این نرم‌افزار است.
مجموعه Primavera Oracle	بهترین و کامل‌ترین مجموعه نرم‌افزاری که تاکنون از طرف شرکت پریماورا ارائه شده است و شامل چند نرم‌افزار جانبی می‌باشد. این نرم‌افزار معمولاً تحت شبکه نصب شده و دارای قابلیت‌های خوبی در شبکه و وب می‌باشد. امکانات مدیریت ریسک نرم‌افزار ضعیف بوده و در حد شناسایی و رویت اثر ریسک روی پروژه می‌باشد ولی تحلیل‌های آماری ارائه نمی‌دهد. اخیراً این نرم‌افزار توسط شرکت اوراکل خریداری و تا نسخه ۱۷ آن نیز منتشر شده است.
Expedition - contract manager	نرم‌افزاری قدرتمند در مدیریت بانک اطلاعاتی پروژه، به‌ویژه اطلاعات قراردادهای پیمانکاران، هزینه‌ها و... این نرم‌افزار نیز محصول شرکت

نرم افزار	قابلیت
	پریماورا، و هم اکنون تحت مجموعه اوراکل می‌باشد.
Time line 6 (TL6)	دارای قابلیت آنالیز پرت - نمودار پرت زمانبندی شده می‌باشد. این نرم افزار از بانک اطلاعاتی برای ایجاد و کنترل پروژه‌ها استفاده می‌کند. قابلیت برنامه‌نویسی با زبان Basic Script
Project Scheduler 6,7,8 (PS6 ,PS8,PS7)	دارای تقویم در بازه زمانی ۲۰۴۳ - ۱۹۸۰ - تقریباً از لحاظ ساختار مشابه MSP و دارای قابلیت رسم WBS و نمودار درختی پروژه است.
ARTEMIS	نرم افزاری قدرتمند در زمینه بانک اطلاعاتی پروژه می‌باشد.
Oracle Risk Analysis	قدرتمندترین نرم افزار مدیریت ریسک پروژه که با استفاده از امکانات آماری مختلف و شبیه‌سازی مونت کارلو به تحلیل ریسک پروژه در زوایای مختلف می‌پردازد. این نرم افزار به PERTMASTER نیز معروف است.

جدول ۱-۵) مقایسه ی نرم افزارهای زمانبندی

از بین نرم افزارهای فوق به دلایلی مانند فراگیر بودن نرم افزار، دسترسی بهتر و آشنایی بیشتر دست‌اندرکاران پروژه با آنها، ۲ نرم افزار MSProject و Primavera Oracle را مورد بررسی قرار می‌دهیم. گفتنی است که در شرکت‌های بزرگ نفت و گازی دنیا نرم افزار پریماورا بیشترین کاربرد را داراست و در کشور ما هم این نرم افزار از ابتدا در پروژه‌های نفت و گازی جایگاه خود را پیدا کرده و توسط برنامه‌ریزان مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان گفت تقریباً از سال‌های ۷۵ و ۷۶ خورشیدی، استفاده از نسل‌های اولیه این نرم افزار در صنعت نفت و گاز ایران آغاز شد.

جدول ۱-۶) مقایسه نرم افزارهای MSP و Primavera (صفحه بعد)

شرح قابلیت	مجموعه نرم‌افزارهای Primavera	مجموعه نرم‌افزارهای MSProject
دید تخصصی مدیریت پروژه بر مبنای PMBOK	بسیار خوب	خوب
دارا بودن ساختار کدینگ و بانک اطلاعاتی مناسب	عالی	متوسط
مبنای استاندارد	PMBOK	PMBOK
مدیریت پروژه‌های چندگانه	عالی	متوسط
مدیریت هزینه و بودجه و EV	عالی	خوب
مدیریت مستندات	بسیار خوب	خوب
دسترسی به نرم‌افزارهای دیگر (Excel, MSP)	خوب	خوب
قابل سفارشی‌سازی بودن نرم‌افزار	متوسط	متوسط
الزامات کارفرما و ذینفعان	بله	ایله
تنوع درصد پیشرفت و محاسبات مرتبط	عالی	متوسط
کاربری آسان	بسیار خوب	عالی
قابلیت‌هایی مانند STEP و بودجه‌بندی بالا به پایین، Project Architect، تعریف OBS و EPS	وجود دارد	وجود ندارد
کامل و جامع بودن پکیج نرم‌افزاری	نسبتاً کامل (در کنار Expedition, (pmtmaster, ...	مواردی مانند مدیریت ریسک را به صورت پیشرفته ندارد.
وجود نسخه‌های فارسی نرم‌افزار و تقویم شمسی	تا نسخه ۴,۱ وجود دارد	پکیج کامل موجود است
استفاده از ساختار سلسله مراتبی در بیشتر قسمت‌ها مانند منابع، Cost Account و ...	عالی	ضعیف
استاندارد بودن و شناخت خروجی‌های نرم‌افزار توسط کارشناسان و مدیران	خوب	بسیار خوب
دید مدیریت پروژه سازمانی و جامع	عالی	خوب

۱-۳-۱) واحدهای سنجش (Units of Measure)

واحدهای سنجش زمان که در برنامه زمانبندی مورد استفاده قرار می‌دهیم را در این قسمت مشخص می‌نماییم. برای مثال ممکن است واحدهایی به صورت ساعت، روز، هفته و ماه در نظر گرفته شود.

۱-۳-۱) آستانه انحراف (Control Thresholds)

مشخص نمودن میزان انحرافی از برنامه زمانبندی مبنا که در صورت وقوع، نیاز به اقدامات اصلاحی و یا پیشگیرانه خواهد داشت.

۱-۳-۱) فرمت زارش زمانبندی پروژه (Scheduling reports and format)

در این قسمت فرمت‌های مورد نیاز برای ارائه گزارش‌هایی که در حوزه مدیریت زمانبندی مورد استفاده قرار می‌گیرد را مشخص و تمامی نمونه گزارش‌ها را پیوست این سند می‌کنیم.

۱-۳-۱) سطوح برنامه زمانبندی (Schedule Level)

در این قسمت می‌بایست سطوح ارائه برنامه زمانبندی بر طبق مفاد توافق شده با کارفرما در قرارداد اصلی مشخص و ارائه گردد. در ادامه به طور نمونه سطوحی که در پروژه‌ها مرسوم است و مورد استفاده قرار می‌گیرد شرح داده شده است:

- **سطح ۱ برنامه (Summary Schedule)**

در این سطح خلاصه برنامه زمانبندی در سطح کلان همراه با مایلستون‌های مهم قراردادی (key Milestones) ارائه می‌گردد. معمولاً این سطح از برنامه قسمتی از قرارداد پروژه بوده و در سطح مدیریت ارشد مورد توافق ذینفعان اصلی می‌باشد.

- **سطح ۲ برنامه (Project Master Schedule)**

این سطح از برنامه زمانبندی، تا سطح بسته‌های کاری (work packages) شکسته می‌شود.

- **سطح آخر برنامه زمانبندی (Project Detailed Schedule)**

در این سطح برنامه زمانبندی تا سطح فعالیت‌های کاری (Activites) شکسته می‌شود و همچنین در این قسمت افزون بر مایلستون‌های مهم پروژه (Project Milestones) مدت زمان، منابع مورد نیاز و هزینه‌های مربوط به تمامی فعالیت‌ها ارائه می‌گردد.

۱-۳-۱۶) منحنی پیشرفت کار (S curve)

پس از تأیید برنامه زمانبندی سطح ۳ توسط کارفرما، نسبت به استخراج منحنی پیشرفت کار از برنامه زمانبندی اقدام می‌نماییم. این منحنی نشان دهنده درصد پیشرفت پیش بینی شده‌ای است که می‌بایست توسط پیمانکار در هر هفته یا در هر ماه اخذ گردد. استخراج منحنی پیشرفت کار از برنامه زمانبندی، به دو صورت زیر قابل ارائه می‌باشد:

- **زودترین زمان پیش بینی شده (Early plan):**

این منحنی براساس زودترین زمان ممکن جهت شروع یا پایان فعالیت‌های پروژه از برنامه زمانبندی استخراج می‌گردد.

- **دیرترین زمان پیش بینی شده (Late plan):**

این منحنی براساس دیرترین زمان ممکن جهت شروع یا پایان فعالیت‌های پروژه از برنامه زمانبندی استخراج می‌گردد.

نکته: نمایش هر دو منحنی در کنار هم با عنوان نمودار موزی یا (Banana Curve) شناخته می‌شود.

۱-۳-۱۷) به‌روزرسانی برنامه زمانبندی (Updating the Schedule)

در این قسمت می‌بایست تمامی تنظیمات نرم‌افزار انتخابی و همچنین نحوه به‌روزرسانی اعم از تعیین نوع درصد پیشرفت، تنظیمات محاسباتی، انتخاب واحد پولی یکسان، مشخص نمودن نوع ضریب وزنی، نحوه وارد نمودن احجام کاری و ضرایب وزنی و دستوالعمل به‌روزرسانی برنامه ارائه گردد. این قسمت جهت هماهنگی کاربران نرم‌افزار و جلوگیری از اعمال سلاقی شخص در به‌روزرسانی برنامه زمانبندی، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در بخش پیوست این کتاب، نمونه‌ای از دستوالعمل به‌روزرسانی برنامه زمانبندی در نرم‌افزار پریماورا آورده شده است.

در این قسمت می‌بایست نوع درصد پیشرفت مورد استفاده در پروژه مشخص گردد. انواع درصد پیشرفت‌های متداول که در پروژه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: درصد پیشرفت زمانی (Duration percent complete)، درصد پیشرفت فیزیکی (Physical percent complete) و درصد پیشرفت (Unit percent complete) مقدار منبع که بر اساس شرایط پروژه تعریف و مشخص می‌گردد.

۱-۳-۱۸) مشخص نمودن نوع منابع (Resource Type)

در این قسمت نوع منبع مورد نیاز فعالیت‌های پروژه مشخص می‌گردد. معمولاً منابع موجود در نرم‌افزار عبارتند از: نیروی کاری یا نیروی انسانی (Labor)، نیروی غیر انسانی (Non-labor) یا ماشین آلات و مواد و متریال مورد نیاز جهت انجام فعالیت‌ها (Material).

در بسیاری از پروژه‌ها منابع نقش‌های دیگری را نیز در برنامه زمانبندی ایفا می‌کنند که می‌بایست در روش اجرایی هر پروژه به کارکردها و نحوه تعریف آنها اشاره کرد. از مهم‌ترین نقش‌های منابع می‌توان به استفاده از منابع در نرم‌افزار به عنوان وزن فیزیکی یا مالی فعالیت‌ها اشاره کرد که در فصل چهار و پنج این کتاب به تفصیل به آن پرداخته شده است.

۱-۳-۱) سایر موارد

در هر پروژه بسته به نوع آن پروژه موارد دیگری نیز وجود دارد که می‌تواند در روش اجرایی زمانبندی اضافه شود. برخی از این موارد می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- نحوه تعریف فعالیت‌ها
- نحوه ایجاد WBS ها
- تنظیمات کاربری نرم افزاری
- نحوه تهیه برنامه‌های جبرانی
- نحوه تهیه طرح مبنا
- نحوه برنامه‌ریزی مجدد
- نحوه تهیه برنامه پیش رو و

