



مهمترین راهکارهای مدیریتی جهت اجرای پروژه ها به روش اجرای سریع (Fast tracking) در پروژه های مترو تهران

مصطفی مهدی خانی^{۱*}، دکتر علی قربانی^۲

۱- کارشناسی ارشد عمران مدیریت ساخت، دانشگاه پیام نور، البرز، ایران

mostafamahdikhani@gmail.com

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران

ghorbani@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۱۸

چکیده

در دنیای امروز شاهد راه اندازی، حفظ، کنترل و بهره برداری از پروژه های گوناگون هستیم. پروژه هایی که دارای هزینه های بالایی هستند و استفاده بهینه از این سرمایه در اقتصاد کنونی کشور بسیار مورد توجه مدیران می باشد. از طرف دیگر از هر پروژه ای انتظار می رود که در زمانی معین به اهداف از پیش تعیین شده خود برسد. امروزه ضرورت احداث سریع خطوط مترو در کلان شهر تهران که درگیر معضل ترافیکی شدید می باشد بر کسی پوشیده نیست. علی رغم فهم این موضوع از طرف مسئولین و اقدامات خوبی که تا این لحظه در این جهت صورت گرفته است. با این حال تلاش بیشتر و عزم جدی تری در رسیدن به سرعتی قابل قبول در ساخت و تکمیل خطوط مترو لازم است.

برای اجرای سریع پروژه ها از اصول مهندسی همزمان (Concurrent Engineering)، تحت عنوان روش اجرای سریع (Fast Tracking) در پروژه های ساخت استفاده می شود. در روش اجرای سریع راه کارهایی همچون افزایش منابع، مهندسی همزمان، همپوشانی بین فازها، مهندسی ارزش، کار تیمی توسط تیم چند کارکردی، بهبود ارتباطات و انتقال اطلاعات و تسریع در تصمیم گیری، استفاده از روش های قراردادی موثر (انتقال ریسک ها به صورت موثر) می باشد که با استفاده صحیح از این راه کارها موجب تسریع در اجرای پروژه می شود لذا در این مقاله راهکارهای مدیریتی جهت اجرای پروژه ها به روش اجرای سریع (Fast tracking) در پروژه های عمرانی کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: Fast tracking، مهندسی همزمان، همپوشانی فعالیتها، افزایش منابع، روش های قراردادی، مسیر بحرانی

۱- مقدمه

بسیاری از کارفرماها برای تسریع در بهره برداری از پروژه، تامین اهداف زمانی کارفرما و افزایش قدرت رقابت در بازار تمایل به کاهش شدید زمان پروژه دارند. برای اجرای سریع این پروژه ها از اصول مهندسی همزمان (Concurrent Engineering) که در صنایع تولیدی به طور گسترده بکار گرفته شده، تحت عنوان روش اجرای سریع (Fast Tracking) در پروژه های ساخت استفاده می شود. این روش اجرا با ایجاد همپوشانی بین فازهای مختلف و بین فعالیتهای وابسته، سعی در کاهش زمانبندی دارد. همپوشانی بوسیله طراحی و اجرای پایین دستی بر اساس کمبود اطلاعات بالادستی انجام می شود و علاوه بر کاهش زمان، موجب افزایش هزینه ها و ریسک پروژه می شود. بنابراین نیاز به شناخت این روش برای کنترل هزینه و مدیریت ریسک پروژه داریم. با این حال رویکرد مشخص و قرارداد تیپ خاصی برای اجرای سریع پروژه وجود ندارد.

تغییرات سریع و افزایش رقابت در بازار موجب شده تولیدی ها برای کاهش زمان توسعه محصولات از روش "مهندسی همزمان" استفاده کنند. مهندسی همزمان در واقع روشی در طراحی محصول است که با اجرای همزمان فرایندها، خصوصا اجرای همزمان طراحی و ساخت، کاهش قابل توجه (در زمان ۲۰٪ تا ۵۰٪ زمان معمول) توسعه محصول ایجاد می کند و در نتیجه با تولید سریع تر محصولات دارای رقابت بالا در بازار، امکان تسخیر بیشتر بازار را بدست می آورند. این روش در چند دهه اخیر به صورت گسترده در تولیدی ها استفاده می شود.

روش ها و تکنیک های مختلف کاهش زمان بندی گرچه تا حدودی موجب کاهش زمان شده اند اما نیاز به رویکردی سیستماتیک برای کاهش زمان پروژه ضروری به نظر می رسد. برای حل این نیاز از اصول رویکرد مهندسی همزمان در اجرای پروژه های ساخت استفاده شده است این روش تحت عنوان روش "اجرای سریع" پروژه (Fast Tracking Project) شناخته شده و بکار گرفته شده است. [۱]

۲- بررسی Fast tracking از منظر PMBOK

۲-۱- فشرده سازی مدت زمان

به منظور کم کردن مدت زمان های فعالیت های بحرانی استفاده از ساعات کاری بیشتر، تعطیلات آخر هفته یا چندین نوبت کاری می بایست مورد توجه قرار گیرد. افزایش بهره وری به دلیل استفاده از فن آوری ها و یا ماشین آلات متفاوت (یعنی جوش کاری خودکار، بُرنده های الکتریکی لوله و غیره) روش های دیگری به منظور کاهش مدت زمان هایی هستند که زمان بندی مقدماتی را طولانی کرده اند. در صورت امکان، اجرای سریع روش دیگری برای کم کردن مدت زمان کلی پروژه به حساب می آید. ممکن است برخی پروژه ها یک منبع پروژه ی بحرانی و محدود داشته باشند و نیاز باشد که این منبع به صورت معکوس نسبت به تاریخ پایان یافتن پروژه زمان بندی شود، این موضوع به عنوان زمان بندی تخصیص منبع معکوس شناخته شده است. زنجیره ی بحرانی تکنیکی است که زمان بندی پروژه را به گونه ای اصلاح می نماید تا پاسخ گوی محدودیت های منابع باشد.

کوتاه کردن زمان بندی پروژه بدون کاستن از محدوده ی پروژه، فشرده سازی مدت زمان همیشه امکان پذیر نیست و اغلب مستلزم افزایش هزینه ی پروژه می باشد.

تکنیک های فشرده سازی زمانبندی برای کوتاه کردن و یا سرعت بخشیدن مدت زمان برنامه بدون کاهش محدوده پروژه به منظور دیدار با محدودیت های برنامه استفاده می شود.

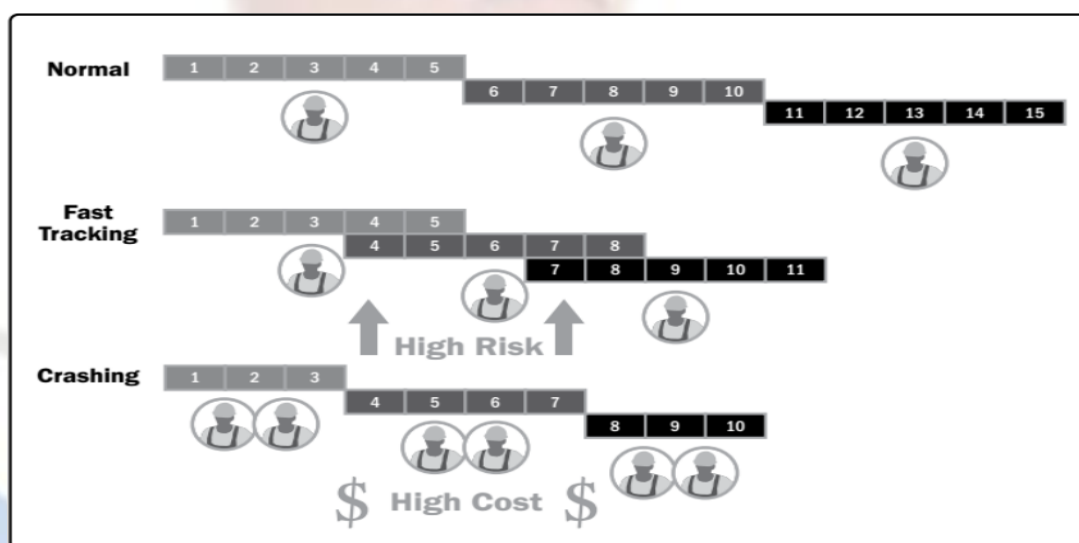
فشرده سازی مدت زمان نمونه ای خاص از تحلیل ریاضی است که به دنبال روش هایی می باشد که بدون تغییر محدوده ی پروژه (مثلاً جهت تحقق تاریخ های تحمیلی یا سایر اهداف زمانی) زمان پروژه را کاهش دهد. فشرده سازی مدت زمان شامل تکنیک هایی همچون موارد زیر می باشد. [۲]

۲-۲- تقلیل

که موازنه های زمان بندی و هزینه را به منظور تعیین نحوه ی ایجاد بیشترین میزان فشرده سازی مربوط به مهم ترین افزایش هزینه تحلیل می کند. تقلیل همیشه گزینه های کارآمد ایجاد نمی کند و اغلب به افزایش هزینه منجر می شود. تقلیل تنها برای فعالیت های در مسیر بحرانی که در آن منابع اضافی وجود دارد، کار می کند. [۲]

۲-۳- اجرای سریع

انجام موازی فعالیت هایی که در حالت عادی به صورت متوالی انجام می شوند (شروع نوشتن کد های یک پروژه ی نرم افزاری پیش از آنکه طراحی تکمیل شود، یا شروع به ساختن پی برای یک کارخانه ی فراوری مواد نفتی پیش از دستیابی به ۲۵ درصد مهندسی). اجرای سریع تنها زمانی جواب می دهد که فعالیت ها بتوانند برای کوتاه کردن مدت زمان پروژه در شرایط بحرانی با هم همپوشانی داشته باشند. اجرای سریع اغلب به دوباره کاری و معمولاً به افزایش ریسک منجر می شود. [۲]



شکل ۱- مقایسه برنامه فشرده سازی

۳- رویکردهای کاهش زمان در سطوح مختلف

پروژه های ساخت یا پروژه توسعه تولیدی ها تفاوت های اساسی دارد، پروژه های ساخت شامل مراحل طراحی اولیه و امکان سنجی، طراحی تفصیلی، تدارکات، ساخت، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری است که غالباً به صورت متوالی انجام می گیرد. این توالی به دلیل نیازهای هر مرحله و هر فعالیت است که تجربه و دانش فنی ثابت کرده است در صورت متوالی بودن بهتر بدست می آیند. این ترتیب بین فعالیت ها یک زمانبندی برای ما ارائه می دهد که ممکن است اهداف زمانی ما را تامین نکند. حتی یک زمانبندی با عدم محدودیت منابع (RCPS) در کوتاهترین زمان ممکن که زمان مسیر بحرانی است هم ممکن است که زمانی طولانی تر از خواسته کارفرما را برای اجرا نیاز داشته باشد.

با این حال در صورت نیاز به کاهش بیشتر زمان بندی، نیاز به تغییر در زمان بندی داریم. هر روشی را که برای این کار به کار گرفته شود غالباً با افزایش هزینه و ریسک های پروژه همراه است زیرا در هر پروژه یک توازن بین هزینه-زمان وجود دارد که با کاهش زمان هزینه افزایش می یابد. به هر حال رویکردهای اصلی برای کاهش زمان پروژه می تواند شامل موارد زیر باشد. [۱]

۱- تغییر در مبانی پروژه و خواسته های کارفرما و سپس تغییر در طراحی مفهومی و پایه و بکارگیری تکنیک هایی مانند مهندسی ارزش

۲- تغییر در روش ساخت و فرایندها و استفاده از تکنولوژی های جدید ساخت

۳- افزایش بیش از حد منابع برای فشرده سازی فعالیتهای (شامل فعالیت های اصلی طراحی و ساخت، تصمیم گیری ها، تدارکات و ...)

۴- اجرای همزمان فازها و فعالیتهای پروژه بوسیله ایجاد همپوشانی بین قسمت های متوالی

تمام رویکردهای بالا قدرت کاهش زمان پروژه را به میزان دلخواه می توانند داشته باشند ولی با توجه به منحصر به فرد بودن پروژه ها و ویژگی های عوامل و محیط پروژه، هر روش برای موقعیت های خاص می تواند کارایی بیشتر و هزینه ها و ریسک کمتری داشته باشد. البته حالت بهینه بکارگیری ترکیب تمام رویکردهای کاهش زمان به تناسب ویژگی های پروژه و خواسته های کارفرما است.

تکنیک های متداول در مدیریت پروژه برای کاهش زمان تمامی رویکردهای بالا را بکار می گیرند و به تناسب ویژگیهای پروژه و عوامل و مرحله ای که در آن حضور دارند از یک رویکرد یا ترکیب رویکردهای فوق استفاده می کنند. در بکارگیری تکنیک های کاهش زمان قبل از هر چیز سعی میکنند با تغییر در طراحی (بوسیله مهندسی ارزش و تحلیل خواسته کارفرما) یا بکارگیری تکنولوژی های جدید زمان را کاهش دهند.

فشرده سازی فعالیت ها به واسطه افزایش منابع، کم ریسک ترین روش کاهش زمان است که غالباً روی فعالیتهای مسیر بحرانی اعمال می شود. دارای پیچیدگی کمتر و قطعیت بیشتری نسبت به روش های دیگر است و اگرچه افزایش هزینه قابل توجهی می تواند داشته باشد اما ریسک های کمتر و شناخته شده ای دارد و یکی از معمولترین روش هایی است که در عمل برای کاهش زمان بکار گرفته می شود. افزایش منابع می تواند روی فعالیتهای طراحی و ساخت با افزایش منابع انسانی و ماشین آلات و مصالح باشد و یا با افزایش نیروهای مدیریتی موجب تسریع در تصمیم گیری و فرایندهای پروژه شود. به هر حال فشرده سازی با کاهش بهره وری و افزایش هزینه های اجرا همراه است. فشرده سازی فعالیت ها و زمان بندی با محدودیت روابط و وابستگی های بین فعالیت ها، موانع هماهنگی با فعالیت های قبلی و بعدی و تداخل بین فعالیت ها مواجه است. [۱]

۴- روش اجرای سریع پروژه

روش اجرای سریع تکنیک جدیدی محسوب نمی شود بلکه روشی است که برای کاهش بیشتر زمان به کار گرفته می شود. زیرا در کاهش زیاد زمان پروژه میزان تغییرات، هزینه ها، ریسکها و دعاوی پروژه به شدت افزایش می یابد و نیاز به رویکردی سیستماتیک جهت یکپارچه سازی عوامل و مراحل وجود دارد تا حداکثر منافع و حداقل هزینه ها به وجود بیاید. این روش را می توان به عنوان یک دستورالعمل و راهنمای عملی در کاهش زمان پروژه بکار برد که به عنوان یک منبع از ایده ها و پیشنهادات و رویکردها است که در بستر آن می توان تکنیک های مختلف را جهت کاهش زمان پروژه بکار برد. تفاوت اصلی روش اجرای سریع با دیگر روش ها برای کاهش زمان، در میزان بکارگیری رویکردهای کاهش زمان است. روش اجرای سریع در مرحله اول سعی دارد از تمام فرصت ها و پتانسیلهای ممکن در سه مورد اول (تحلیل خواسته های کارفرما، بکارگیری روش ها و تکنولوژی و فشرده سازی های جدید) استفاده کند و در صورت تامین نشدن اهداف

زمانی کارفرما از همزمانی بیشتر استفاده کند. در واقع استراتژی اصلی در این روش استفاده از همپوشانی بین فازها و فعالیت‌های متوالی و اجرای موازی آنها است. این استراتژی زمانی که از دیگر پتانسیل های کاهش زمان به اندازه کافی استفاده نشده باشد، کارایی چندانی در کاهش زمان نخواهد داشت. [۱]

روش اجرای سریع پروژه روشی برای کاهش قابل توجه زمان با بکارگیری پتانسیل های کاهش زمان خصوصاً ایجاد همپوشانی بین فعالیت‌های متوالی و اجرای همزمان فعالیت ها و فرایندها است. اجرای سریع زمانی انتخاب می گردد که زمانبندی های معمول خواسته های زمانی کارفرما را برآورده نکنند. بنابراین روشی انتخاب می گردد که بتواند زمان بیشتری را با ایجاد همزمانی بیشتر و تغییر در فرایند های مختلف از جمله طراحی و ساخت، کاهش دهد. این روش ریسک های زیادی در اثر کاهش زمان نسبت به دیگر روش های اجرا ایجاد می کند خصوصاً همزمانی در این روش در افزایش هزینه های ناشی از تغییر و دوباره کاری بسیار تاثیر گذار است بنابراین اتخاذ این روش نیازمند تحلیل کامل هزینه - منفعت ناشی از اتخاذ این روش در اجرای پروژه و مدیریت کامل ریسک های آن دارد و به هیچ وجه این رویکرد برای تمام پروژه ها توصیه نمی شود. خواسته های کارفرما انگیزه لازم و اولیه برای انتخاب این روش است که ناشی از مزایایی است که این روش برای کارفرما دارد. مهمترین این مزایا برای کارفرما می تواند بهره برداری سریع تر و تولید زودتر محصول یا خدمات، کاهش هزینه های ناشی از فراهم کردن تسهیلات جایگزین، سودآوری سریعتر و بازگشت زودتر سرمایه اولیه، افزایش سهم و قدرت رقابت در بازار و کاهش ریسک های ناشی از احتمال تغییر در بازار و تغییر در شرایط محیطی پروژه باشد. [۱]

از دید پیمانکار دلایل کمتری برای اتخاذ روش اجرای سریع پروژه وجود دارد مگر اینکه این قابلیت وجود داشته باشد که در مزایای کارفرما شریک باشد مزایایی که موجب شده کارفرما این روش را انتخاب کند. دیگر مزایای بالقوه برای پیمانکار عبارت اند از: ورود سریعتر درآمد بدست آمده، از کار مربوط به کاهش زمان کلی پروژه، قرارگیری سریعتر منابع پیمانکار در دیگر کارها و ایجاد فرصت برای جذب پروژه های بیشتر به واسطه معتبر شدن شرکت خصوصاً توسط همان کارفرما میزان اثر گذاری این روش و مهمترین مزایا و معایب در اتخاذ این رویکرد، وابستگی شدیدی به ویژگی های پروژه و عوامل اجرای پروژه دارد، خصوصاً توانایی کارفرما در تقبل افزایش هزینه ها در این روش، توانایی، خلاقیت و پویایی طراح و پیمانکار و تحلیل هزینه-منفعت در انتخاب این روش باید بطور کامل بررسی گردد. [۱]

۵- اصول کلی روش اجرای سریع

- ۱- افزایش منابع
- ۲- مهندسی همزمان
- ۳- مهندسی ارزش
- ۴- مدیریت ریسک در اجرای سریع
- ۵- کار تیمی توسط تیم چند کارکردی
- ۶- بهبود ارتباطات و انتقال اطلاعات و تسریع در تصمیم گیری
- ۷- استفاده از روش های قراردادی موثر (انتقال ریسک ها به صورت موثر)

۵-۱- افزایش منابع

یک روش معمول در کاهش زمان پروژه ها افزایش منابع است که موجب فشرده سازی و کاهش زمان فعالیتها می شود. کاهش زمان به وسیله افزایش منابع، فشرده سازی نیز نامیده می شود. افزایش منابع برای کاهش زمان دارای پیچیدگی کمتر و قطعیت بیشتری نسبت به

روشهای دیگر است و اگرچه افزایش هزینه قابل توجهی می تواند داشته باشد اما ریسکهای کمتر و شناخته شده ای دارد و یکی از معمولترین روشهایی است که در عمل برای کاهش زمان بکار گرفته می شود. تکنیک افزایش منابع همان تبادل هزینه و زمان می باشد.

با کاهش زمان توسط این تکنیک به طور معمول هزینه های مستقیم افزایش می یابد و هزینه های غیرمستقیم به دلیل کاهش زمان پروژه کاهش می یابد.

در استفاده از این تکنیک شرایط مختلفی همچون موارد زیر می تواند وجود داشته باشد که در این صورت باید تکنیک را بسته به شرایط موجود بکار برد که در ادامه شرح داده می شود. [۳]

- عدم وجود محدودیت برای تغییر زمان و هزینه
- ثابت بودن زمان تکمیل پروژه
- ثابت بودن بودجه برای تسریع

اکنون به این مسئله پرداخته می شود که کاهش زمان فعالیت ها که منجر به افزایش هزینه های گرد، چگونه میسر می شود. این تغییر زمان و هزینه که با استفاده از افزایش منابع می باشد به اشکال زیر باشد:

- افزایش در تعداد ساعات کاری(اضافه کاری)
- افزایش در تعداد شیفت های کاری
- افزایش در تعداد نیروی انسانی، ماشین آلات، تجهیزات و مصالح

اصولاً افزایش منابع روی فعالیتهای واقع در مسیر بحرانی صورت می پذیرد. البته با این کار ممکن است مسیر بحرانی تغییر کند در این صورت باید مسیرهای بحرانی احتمالی هم افزایش منابع داشته باشند. همچنین افزایش منابع باید روی منابع بحرانی مربوط به یک فعالیت موجود در مسیر بحرانی صورت پذیرد یعنی منابعی باید افزایش یابد که با افزایش آن منابع، فعالیت مربوطه کاهش زمان داشته باشد. چنانچه افزایش منابع روی فعالیتهای مسیر بحرانی انجام نشود غالباً هدر رفت منابع است زیرا اولاً هزینه های مستقیم افزایش یافته، ثانیاً کاهش زمان به وجود نیامده و هزینه های غیرمستقیم (بالاسری) همچنان کاهش پیدا نکرده است. [۳]

۵-۲- مهندسی همزمان

تکنولوژی ها و روش های جدید همگی با ملاحظه همزمانی بیشتر کارکردهای محصولات/خدمات توسعه یافته اند. اجرای همزمان فعالیت ها یک ابزار قوی در کاهش زمان تکمیل پروژه است که به طور موفقیت آمیزی در توسعه تولیدی های مختلف از جمله توسعه نرم افزارها و هواپیما و اتومبیل استفاده شده است. روش اجرای همزمان در تولیدی ها تحت عنوان " مهندسی همزمان " به یک رویکرد شناخته شده تبدیل شده است. همزمانی همچنین در اجرای پروژه ها به صورت گسترده برای کاهش زمان اجرای پروژه بکار گرفته می شود. [۴]

همزمانی^۱ به معنی روی دادن دو یا چند رخداد در یک زمان است و معادل کلمه موازی است و اصطلاحی است که در انجام فعالیت ها یا مراحل یک پروژه در زمینه برنامه ریزی و کنترل پروژه به کار می رود. همزمانی دو فعالیت زمانی وجود دارد که تمام یا مقداری از دو فعالیت

¹ Concurrency

در یک زمان انجام شوند. همچنین به آن بخشی از دو فعالیت که همزمان باهم انجام می شوند، همپوشانی شده می گویند. این همزمانی بین فعالیت های یک پروژه و همچنین بین مراحل و بسته های کاری یک پروژه می تواند اعمال شوند. [۵]

تکنیک مهندسی همزمان به معنی آن است که مدیر پروژه سعی نماید، تاجاییکه می تواند فعالیت های پروژه را به صورت موازی انجام دهد. برای مثال در ساخت یک بنا برپایی اسکلت آن هرگز بدون انجام کامل فونداسیون نمی تواند انجام شود، اما اگر چنین بنایی به اندازه کافی بزرگ باشد، می توان پس از برپایی فونداسیون در یک قسمت در همان قسمت اسکلت را بر پا نمود و همزمان بخش دیگری از فونداسیون را در جای دیگر اجرا نمود.

با وجود مفاهیم ظاهراً ساده، همزمانی دارای پیچیدگی های بسیار زیاد بوده و به کارگیری پتانسیل بالای آن در کاهش زمان را کم کرده است. اجرای همزمان جهت کاهش زمان بندی غالباً با افزایش ریسک های پروژه همراه است، ریسک هایی که ناشی از اجرای همزمان، تداخل فعالیت ها و اجرای فعالیت ها بدون دسترسی به اطلاعات کافی است. [۳]

تحقیقات نشان می دهد که تنها ۳۳ درصد فعالیتهای پروژه را می توان به طور همزمان و موازی انجام داد و بیش از این، احتمال دوباره کاری و وقوع ریسک های متعدد به شدت بالا می رود. این امر به این معنی است که اگر مدیر پروژه تصمیم به استفاده از چنین تکنیکی برای مثال در دو فعالیت پیش نیاز و پس نیاز گرفته باشد، فعالیت دوم را می تواند در زمانی شروع کند که فعالیت اول دارای پیشرفت ۶۷ درصدی می باشد.

۵-۳- مهندسی ارزش^۲

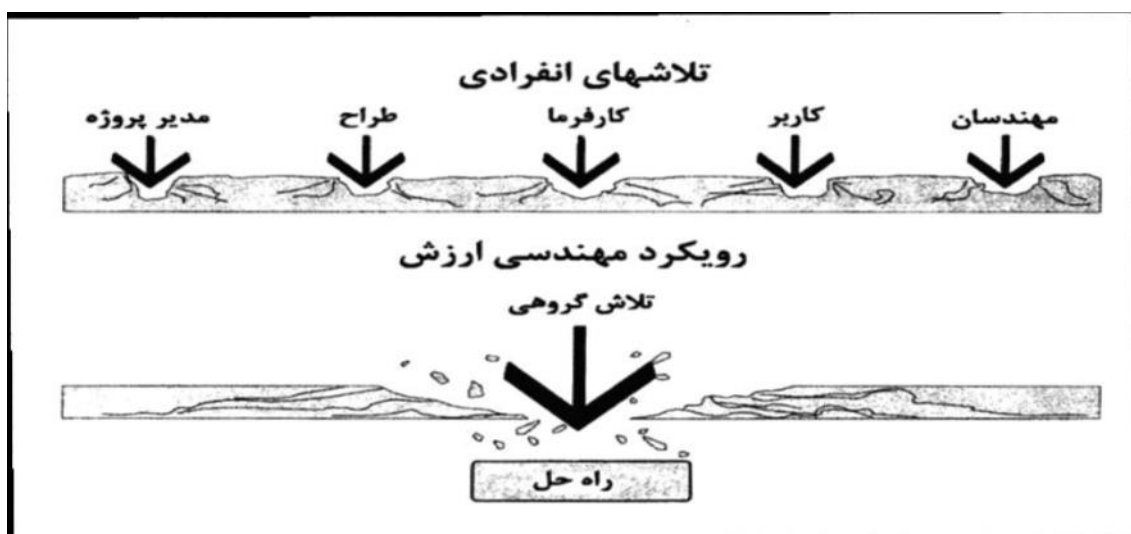
مهندسی ارزش تکنیکی خلاقانه است متکی بر تحلیل کارکردها برای کاهش هزینه و زمان با حفظ کیفیت پروژه. همانطور که در اول بخش گفته شد تکنیک مهندسی ارزش بر روی ماهیت فعالیت ها تاثیر گذار است.

انجمن مهندسی ارزش آمریکا جهت استاندارد سازی متدولوژی ارزش الگوی شش مرحله ای را جهت مطالعات ارزش ایجاد کرده است. مهندسی ارزش پیش از آنکه به صورت یک تکنیک مطرح شود مبتنی بر یک فرهنگ حرفه ای است و می توان با تکنیک مهندسی ارزش خلاقیت را نهادینه کرد.

مهندسی ارزش، یکی از موفق ترین متدولوژی های حل مسأله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد همراه با حفظ یا ارتقای کیفیت است. رویکرد کارکردگرای مهندسی ارزش، سرعت بالای به نتیجه رسیدن آن و راه حل های اجرایی که ارائه می کند، از وجوه تمایز آن در مقایسه با دیگر تکنیک ها و روشهای مهندسی است. هدف اصلی در مهندسی ارزش توجه به کارکرد است، نه ارتقای کیفیت و نه کاهش هزینه. چرا که تأمین کارکرد، کاهش هزینه و حفظ یا ارتقای کیفیت را خود به خود به دنبال دارد. [۳]

یکی از رمزهای موفقیت مهندسی ارزش، انجام کار تیمی است. تیمی که با هدف مشترک و با تخصص های مختلف، کارکردهای یک پروژه را بررسی می کنند و با بهبودی خلاقانه، جایگزینی کم هزینه تر برای آن پیشنهاد می دهند.

² Value Engineering



شکل ۲- کار تیمی رویکرد اصلی مهندسی ارزش

مهندسی ارزش در چارچوب مدیریت پروژه، ضمن توجه به تمام اجزای پروژه، طراحی هیچ بخشی از کار را قطعی و مسلم نمی داند. هدف مهندسی ارزش، زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بهره برداری بدون افزودن بر هزینه ها یا کاستن از کیفیت کار است. مفهوم ارزش بسیار ساده و در عین حال بسیار پیچیده است. زیرا چیزی است که مشتری طلب می کند. در بررسی مفاهیم مهندسی ارزش چهار مفهوم کلیدی نقش آفرینی می کنند که عبارتند از ارزش، هزینه، کارکرد، تحلیل کارکرد. [۳]

۵-۴- مدیریت ریسک در اجرای سریع

مدیریت سیستماتیک ریسک در پروژه هایی که سریع اجرا می شوند بسیار ضروری تر و بحرانی تر از دیگر پروژه ها است. این مسئله ناشی از افزایش ریسک ها و دعاوی در این پروژه است که به خاطر کاهش شدید زمان بوجود آمده اند. میزان ریسک ها با میزان کاهش زمان خصوصا با سطح همپوشانی ها رابطه مستقیم دارد و هرچه کاهش زمان بیشتر باشد ریسک های بیشتری به پروژه وارد می شود. بنابراین یک فرایند ساختار یافته و کامل مدیریت ریسک در اجرای سریع پروژه ها نسبت به پروژه های متداول ضروری تر به نظر می رسد. از طرفی اکثر مقاله ها به مدیریت ریسک در پروژه های متداول پرداخته اند و کمتر به صورت ویژه به ریسک های اجرای سریع پروژه ها پرداخته شده است. اجرای سریع پروژه ریسک های اضافی نسبت به پروژه های متداول ایجاد می کند. مهمترین این ریسک ها عبارتند از:

- ریسک مربوط به افزایش هزینه های ناشی از انجام تغییرات و دوباره کاری ها به علت تغییر در اطلاعات بالا دستی

- ریسک افزایش هزینه های ناشی از عدم بهینه سازی وعدم انجام تکرارهای کافی در چرخه طراحی های سیکلی. [۱]

ایجاد همزمانی بین مراحل طراحی و ساخت، فاصله زمانی بین طراحی و ساخت یک قسمت را کاهش می دهد بنابراین مشکلات ناشی از عدم دریافت بازخورد مناسب طراحی ممکن است پیش بیاید. این مسئله ممکن است عدم هماهنگی ایجاد کند. بنابراین افزایش هزینه های ناشی از طراحی دست بالا پذیرفته می شود. با این کار امکان تثبیت در قسمت هایی از طراحی که نیاز به اجرای به موقع دارند فراهم می شود.

افزایش امکان تاخیر در این پروژه ها به دلیل افزایش تعداد مسیر های بحرانی و کاهش میزان شناوری ها بسیار زیاد است و به تبع آن افزایش دعاوی ناشی از تاخیر بسیار زیاد خواهد بود.

موفقیت این روش وابستگی بحرانی به همکاری کامل بین تمام عوامل و ذینفعان دارد بنابراین هرگونه درگیری و کشمکش بین عوامل به شدت موفقیت این روش را با خطر مواجه می کند. این ریسک چنانچه کارفرما هزینه های ناشی از اجرای سریع را قبول نکند دوچندان خواهد بود.

روش مدیریت ریسک در این پروژه ها همان روش های مدیریت ریسک در پروژه های دیگر است با این تفاوت که علاوه بر ریسکهای مخصوص پروژه که منحصر به فرد هستند ریسک های ناشی از اجرای سریع هم باید شناخته و مدیریت شوند. هر یک از الگوهای مدیریت ریسک مثلا الگوی PMBOK می تواند استفاده شود این الگو شامل مراحل شناسایی، تحلیل وارزیابی، اولویت بندی و پاسخ به ریسک است. به هر حال شناسایی ریسک های ناشی از اجرای این روش خصوصا ریسک های ناشی از ایجاد همپوشانی بین فعالیتهای وابسته و طراحی بر اساس نامعینی و نحوه تخصیص ریسک های افزایش هزینه های ناشی از تغییر و دوباره کاری ضرورت بیشتری پیدا می کند. [۱]

۵-۵- کار تیمی توسط تیم چند کارکردی

اساس مهندسی همزمان در طراحی تولیدی ها بر کار تیمی بنا نهاده شده است. این اصل در پروژه های ساخت نیز ضرورت کامل دارد. " تیم پروژه" با توجه به اندازه پروژه طراحی می گردد و ساختار این تیم در پروژه های کوچک و بزرگ تفاوت خواهد داشت. این تیم مسئولیت اجرای موفقیت آمیز تمام پروژه را بر عهده می گیرد. البته نوع روش اجرای پروژه (PDS) در ساختار تیم می تواند تاثیرگذار باشد، به هر حال ویژگی ها و مهمترین مسائل در تیم پروژه عبارت اند از :

- ساختار تیم بر خلاف ساختارهای سلسله مراتبی و پیچیده سازمانی باید به گونه ای ساده باشد که امکان تصمیم گیری سریع و انتقال سریع اطلاعات به واسطه ارتباط قوی بین اعضای تیم وجود داشته باشد. به گونه ای که امکان انتقال اطلاعات به صورت غیر رسمی فراهم شود. برای ایجاد این مساله، ساختار سازمانی ماتریسی پیشنهاد می شود که علاوه بر اولویت های سازمان خود اولویت های پروژه برای اعضای تیم اهمیت داشته باشد.

- تیم باید شامل اعضای باشد که همه کارکردهای اصلی را در بر داشته باشد و هر عضو نماینده دپارتمان خود در تیم است. نماینده تمام عوامل (کارفرما، مشاور و پیمانکار) و قسمت های مهم پروژه مثل طراحی و ساخت و تدارکات و تمام ذینفعان مهم به تناسب مرحله پروژه در جلسات تیم شرکت می کنند. حضور تمام عوامل در مراحل اولیه (طراحی مفهومی و طرح ریزی پروژه) بسیار اثر بخش و حضور عوامل تدارک و ساخت در طراحی پایه و تفصیلی کاملا ضروری است.

- تیم پروژه تمام وظایف پروژه از طراحی مفهومی پروژه تا راه اندازی و بهره برداری را بررسی و هماهنگ می کند. هر چه تیم زودتر(در مراحل اولیه) وارد پروژه شود در موفقیت پروژه بیشتر تاثیر گذار خواهد بود.

- هر تیم چندکارکردی باید یک مدیر پروژه(هماهنگ کننده) قوی داشته باشد که این شخص عضو اساسی تیم می باشد. که نقش هماهنگی و یکپارچگی بین دپارتمان های مختلف پروژه را برای جلوگیری از دعاوی بر عهده دارد. توانایی بالای مدیر پروژه در موفقیت تیم نقش کلیدی دارد.

- جلسات منظم و فشرده برای برنامه ریزی نیازها و پیشبینی و برنامه ریزی آینده پروژه ضروری است.

- اکثرا سعی شود ارتباطات در شکل چهره به چهره بین اعضای گروه صورت پذیرد. ارتباطات بر اساس شبکه های کامپیوتری نیز در صورت وجود مانع فاصله های جغرافیایی بین اعضای تیم، می تواند بکار گرفته شود.

- مشوق ها و انگیزه های خاص پروژه برای ایجاد تحرک بین تمام اعضای تیم ضروری است. باید ساختار قرارداد به گونه ای باشد که تمام بخش ها و عوامل پروژه از اجرای سریع سود برده و از تاخیر پروژه متضرر شوند. رویکرد "مشارکت" در اجرای سریع می تواند استفاده شود.
- شناسایی نیازمندی ها، تحلیل، دسته بندی، اولویت بندی و تفسیر نیازمندی های مختلف کارفرما در تیم چند کارکردی انجام گیرد و کارفرما می تواند با تبیین بهتر خواسته هایش جهت هماهنگی انجام کارها و حذف خواسته های غیر ضروری امکان کاهش حجم پروژه را ایجاد کند.
- توافق روی اهداف، ارتباطات خوب، استقلال تیم، نظم و ترتیب تیم و ایجاد اطمینان بین اعضا در عملکرد تیم نقش اساسی دارد همچنین حضور تمام عوامل در این تیم امکان اعمال پیشنهادات مهندسی ارزش را در پروژه به شدت افزایش می دهد به شرطی که عوامل اصلی با رویکرد مهندسی ارزش آشنا باشند و متمایل به اجرای این تکنیک باشند و یک تیم مهندسی ارزش قوی در پروژه حضور داشته باشد که نماینده آن در جلسات تیم پروژه بتواند حضور داشته باشد. [۱]

۵-۶- بهبود ارتباطات و انتقال اطلاعات و تسریع در تصمیم گیری

در روش اجرای سریع هماهنگی، ارتباطات بهبود یافته و قبول تعهد تمام عوامل به صورت بحرانی در موفقیت روش اجرای سریع تاثیر می گذارد این مسائل نیاز به کنترل شدید دارند که تیم یکپارچه شده ای که در منافع اجرای سریع شریک شده اند و در ریسک پذیری و انجام تعهدات خود کوتاهی نمی کنند برای اینکار لازم است.

ارتباط قوی بین عوامل در انگیزه برای پیشرفت پروژه و انتقال سریع اطلاعات بین بخش ها بسیار موثر است. تعدد عوامل در روش هایی مثل سه عاملی انتقال اطلاعات را با مشکل مواجه می کند. ساختار تیم پروژه باید به گونه ای باشد که بسیاری از ارتباطات بین سازمانی قبلی به درون تبدیل گردد تا انتقال اطلاعات خصوصا مکاتبات و هماهنگی بین طراح و سازنده سریعتر صورت پذیرد.

روش اجرای پروژه (PDS) و ساختار تیم بیشترین تاثیر را بر ارتباطات پروژه می گذارند. روش های دوعاملی و مدیریت ساخت امکان بهبود روابط و تسریع انتقال اطلاعات را بهتر فراهم می کنند. زیرا اشتراک منافع در این روش به دلیل کاهش تعداد عوامل قابلیت کنترل بیشتری دارد. به هر حال انتقال سریع اطلاعات در تسریع تصمیم گیری یک نیاز اساسی است. زیرا تصمیم گیری و انتقال اطلاعات در اجرای سریع به واسطه کوتاه شدن فاصله بین طراحی و ساخت و انجام بسیاری از فعالیتها بر اساس اطلاعات طراحی ناقص باید هرچه سریعتر انجام پذیرد.

ارتباطات چهره به چهره و درون سازمانی موجب کوتاه شدن مسیر انتقال اطلاعات می شود. جایی که اینگونه ممکن نیست سپس ارتباطات رسانه های الکترونیکی برای سرعت انتقال مفید خواهد بود. جلسات توسعه ممکن است نیاز باشد، هفتگی، دو روز یکبار یا حتی روزانه برگزار شود که به ویژگی های پروژه، محیط پروژه و عوامل آن بستگی دارد افزایش تعداد این جلسات امکان بررسی سریع مشکلات جاری و پیشبینی ریسک های و نیازهای آتی و برنامه ریزی را برای آنها فراهم می کند.

نیاز به هماهنگی بالا و ارتباطات قوی موجب مشکلات زیادی شامل ایجاد اختلال های زیاد، دست بالا گرفتن اطلاعات، تاخیر در انتقال اطلاعات، سختی انتقال اطلاعات بین تخصص های مختلف، فقدان زمان برای انعکاس، تسریع انتقال اشتباهات و فشار و کنترل شدید بر روی عوامل می شود همچنین در انجام بازبینی ها و دریافت بازخوردها در این سیستم زمان کافی ممکن است در دسترس نباشد.

ارتباطات بهبود یافته درون تیم پروژه موجب تقویت دریافت بازخورد برای طراحی هایی می شود که از تکرار چرخه ای در سیکل های طراحی استفاده می کنند و نیاز به تسریع در انتقال اطلاعات دارند بنابراین اگر ارتباطات قوی نباشد و سطح پایینی از تکرار و از سرگیری انجام شود،

طراحی بهینه نمی شود و هزینه های اضافی ناشی از عدم بهینه سازی به پروژه اعمال می شود. در این روش کوتاه شدن فاصله بین طراحی و ساخت امکان ایجاد تغییرات را هنگام دریافت بازخورد ها از مراحل ساخت را نیز افزایش می دهد در حالی که در روش متعارف که ابتدا طراحی و سپس اجرا انجام می شود اعمال تغییرات در هر سطحی نیاز به تغییر در کل سیستم و یکپارچه کردن آن را دارد. [۱]

۵-۷- استفاده از روش های قراردادی موثر (انتقال ریسک ها به صورت موثر)

عقد قرارداد به پیمانکاران روشی رایج است که سازمان های دولتی یا عمومی ریسک های پروژه را به سازمان دیگری انتقال می دهند. ایده عقد قرارداد، انتقال ریسک های یک پروژه به یک شخص ثالث است که دارای شرایط بهتری برای کاهش ریسک ها نسبت به سازمان عمومی است. با این حال، انتقال ریسک سازمان دولتی و عمومی را از ریسک رها نمی کند و تنها در معرض ریسک قرار گرفتن سازمان دولتی و عمومی را توسط سازمان های دیگر کاهش می دهد. این امر در حالی اتفاق می افتد که سازمان دولتی و عمومی در معرض مجموعه جدیدی از ریسک ها قرار می گیرد (برای مثال از دست دادن کنترل پروژه). هیچ پروژه ای بدون ریسک نیست، بنابراین، بهترین کاری که یک سازمان دولتی یا عمومی می تواند انجام دهد این است که احتمال وقوع و شدت ریسک های بالقوه و اثرات مربوطه ی آن را کاهش دهد. هنگام انتقال ریسک، سازمان های دولتی یا عمومی باید پیشنهاد های پیمانکاران را با دقت ارزیابی کنند تا مطمئن شوند که پیمانکار یک برنامه مدیریت ریسک مناسب دارد. یک سازمان دولتی همچنین می تواند در حین برگزاری مناقصه و پیش از عقد قرارداد، شرکت کنندگان در مناقصه را از لحاظ تجربه و تخصص در مدیریت ریسک، به شکل دقیق بررسی نماید.

بار مالی ریسک یا ریسک پرمیوم معمولاً در اسناد تحویل داده شده توسط پیمانکار به کارفرما لحاظ می شوند و علاوه بر هزینه پروژه، هزینه بار مالی ناشی ریسک نیز در متن قراردادی، خواهد بود. بار مالی اضافی ریسک به ماهیت ریسک و مقدار ریسکی که توسط پیمانکار جذب می شود وابسته است. برای کنترل این هزینه های اضافی مرتبط با بار مالی ریسک و همچنین کاهش زمان پروژه، سازمان های دولتی می توانند از روش های قراردادی مناسب برای انتقال ریسک به پیمانکار و تعیین بار مالی اضافی ریسک، استفاده نمایند. سازمان های عمومی و دولتی همچنین می توانند با لحاظ تنبیهات و یا تشویق های مالی در قرارداد از تحویل به موقع پروژه توسط پیمانکار اطمینان حاصل نمایند. [۳]

۶- تکنیک های مدیریتی در Fast tracking

fast tracking نوعی تکنیک مدیریت پروژه جهت انجام یک پروژه در کوتاهترین زمان ممکن است. این تکنیک جهت انجام همزمان فعالیت هایی که به هم وابسته نمی باشند به کار می رود که به کوتاه شدن خط پایان پروژه می انجامد. [۶]

۶-۱- تدارکات ویژه

اولین گام در گردهم آوری بخش های اصلی برای اجرای یک پروژه موفق مربوط به تهیه ابزار و تدارکات و جمع کردن المان های موثر مورد نیاز است. هدف باید استفاده موثرتر از مهارت های ویژه کسانی باشد که موفقیت پروژه به آنها بستگی دارد. نکته با اهمیت این است که این گروه ها یا افراد باید به صورت حرفه ای به کار گرفته شوند به طوری که موفقیت پروژه بر اهداف شخصی غلبه کند، و البته موفقیت پروژه در سودآوری هر یک از افراد سهم انعکاس می یابد. [۷]

۶-۲- نقش مدیریت پروژه

موفقیت مدیریت پروژه از مدیریت فرآیند طراحی نشأت می گیرد. این امر شامل سازمان دهی و کنترل منابع به نحوی مناسب، تعریف و تعیین اهداف پروژه به طور منظم و اصولی، شناسایی ریسک ها، حمایت از نوآوری های سودمند، با تلفیق مشارکت های مورد انتظار از

گروه های دخیل و ذینفع در فرآیند طراحی پروژه می باشد. اقدامات پشتیبان شامل بررسی فرآیندهای مرسوم برای تصمیم گیری، ایجاد تغییر، فراهم آوردن منابع و بازپرداخت آنها، گزارش دهی و کنترل کیفیت و نظارت کلی می باشد.

مدیریت موفق پروژه باید از طریق برنامه ریزی مناسب انجام شود. در فرآیند برنامه ریزی سعی بر این است که تعادل بهینه بین هزینه های ساخت پروژه و کارایی و بهره برداری آن حاصل گردد. ممکن است اطلاعات یا شرایط جدید این الزام را به وجود آورند که این معادله هر چند وقت یک بار بررسی و بازبینی شود، ضمن اینکه باید توجه داشت که هرگونه اصلاح و تغییری در آنچه تاکنون ساخته شده هزینه های زیادی در پی خواهد داشت. [۷]

۳-۶- استراتژی مدیریت در Fast tracking

مدیر پروژه ای با دانش روز و با تجربه یکی از مهم ترین عوامل افزایش سرعت پروژه است. در حقیقت ۹۷ درصد از پروژه های موفق به وسیله مدیران پروژه با تجربه رهبری شده اند، که می توانند بر تمامی عوامل دیگر تاثیر گذاشته و احتمال موفقیت پروژه را بالا ببرند.

ده شایستگی کلیدی مدیر پروژه به ترتیب عبارتند از: ارتباط و تفاهم، رهبری، توانایی حل مسئله، مذاکره، کار تیمی، داشتن دید جامع به پروژه، قاطعیت، تیم سازی، مشاوره با دیگران، مدیریت تعارض و بحران

۴-۶- راهکارهای مدیریتی جهت اجرای پروژه ها به روش اجرای سریع (Fast tracking)

- یکی از نکاتی که در پروژه باعث سهولت کار و افزایش سرعت پروژه می شود وجود پیمانکاران جزء با توان تجهیزاتی بالا است به نحوی که پیمانکار اصلی بیشتر نقش نظارتی داشته و خود را درگیر مسائل مربوط به ماشین آلات نکند. و تمام ریسک مسائل مربوط به ماشین آلات در قرارداد به پیمانکار جزء منتقل می شود که همین عامل باعث چابکی سازمان پیمانکار اصلی می شود.

- یکی دیگر از عواملی که می تواند باعث افزایش سرعت شود تقسیم شدن کل پروژه به ۲ قطعه (شمالی-جنوبی) و (شرقی-غربی) است که هر قطعه در اختیار یک پیمانکار اصلی قرار گرفته و این خود باعث ایجاد رقابت بین آن ها و بالابردن قدرت مانور کارفرما در برخورد با آن ها شده است.

- توان بالای مالی پیمانکاران و روش تامین مالی یکی از مهمترین دلایل سرعت پروژه می باشد. روش تامین مالی بدین گونه است که هر کدام از پیمانکاران با یک بانک معتبر تشکیل کنسرسیوم داده و با کارفرما قرارداد EPC+F بسته اند. که این موضوع باعث تامین مالی پایدار پروژه می شود.

- یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار در افزایش سرعت پروژه نوع قرارداد پیمانکاران می باشد، چون ذاتاً قرارداد های EPC دارای سرعت اجرای بالایی هستند.

- سیستم و نوع روش اجرایی هم بر افزایش سرعت کار تاثیر گذار است. بدین گونه که از چه نوع دستگاه TBM ای برای این پروژه استفاده شود.

- عاملی که همیشه در موفقیت پروژه ها تاثیر گذار است و آن حمایت مدیریت ارشد می باشد. این حمایت که نمود آن حضور پر رنگ مدیران ارشد در پروژه است هم در سطح مدیریت ارشد سازمان کارفرمایی و هم در سطح سازمان پیمانکاران می باشد.

- آموزش پرسنل و به روز بودن دانش فنی آنها
- در دسترس بودن تجهیزات
- برنامه ریزی کلی کار
- وقت شناسی کارکنان
- تعامل و ارتباط در تمامی سطوح [۸]
- فهم کامل از نیازمندیها، اهداف و اولویتهای پروژه
- داشتن روابط خوب و معقول با کارفرما
- داشتن یک رویه مناسب جهت پیگیری پیشرفت پروژه و اداره کردن ریسک و خطرات [۶]
- افزایش بیش از حد منابع برای فشرده سازی فعالیتها(شامل فعالیت های اصلی طراحی و ساخت،تصمیم گیری ها، تدارکات و ...)
- اجرای همزمان فازها و فعالیتهای پروژه بوسیله ایجاد همپوشانی بین قسمت های متوالی
- تغییر در مبانی پروژه و خواسته های کارفرما و سپس تغییر در طراحی مفهومی و پایه وبکارگیری تکنیک هایی مانند مهندسی ارزش [۱]
- استفاده از راهکارهایی جهت ایجاد احساس انگیزه و رقابت در نفرات
- برقراری نظام مناسب پرداخت مبتنی بر عملکرد
- استفاده و شناسایی استعدادها
- به کارگیری تکنولوژی های جدید با سرعت اجرای بیشتر مانند مصالح و اجزا و المان های پیش ساخته [۳]
- به کارگیری ماشین آلات، مصالح و نیروی کار با بهره وری بیشتر [۳]
- افزایش در تعداد ساعت کاری(اضافه کاری) [۳]
- افزایش در تعداد شیفت های کاری [۳]
- افزایش در تعداد نیروی انسانی، ماشین آلات، تجهیزات و مصالح [۳]
- سابقه اجرایی در رشته و زمینه کاری مورد نظر و توان تجهیزاتی و ماشین آلاتی [۱]
- پیش بینی اعتبار عمرانی لازم جهت پیشرفت فیزیکی متناسب با برنامه زمانی تصویب شده [۱]
- ارتباط و هماهنگی مستمر با کارفرما و دستگاه نظارت [۱]
- تغییر قراردادهای پیمانکاری و خرید در قالب قراردادهای مشارکتی یا پیمان مدیریت متناسب با شرایط مالی [۱]

- حضور به موقع ناظر و مدیر پروژه در کارگاه و ارائه دستور کار لازم جهت اجرا [۱]
- ایمنی کارگاه و جلوگیری از بروز حوادث [۱]
- همکاری همسایگان و مالکین و پیمانکاران پروژه [۱]
- کم بودن معارضات و تاسیسات پروژه [۱]
- ابلاغ و ارائه به موقع نقشه ها و اعمال اجرای تغییرات در نقشه متناسب با شرایط محیطی [۱]
- اضافه کاری های انجام شده بر اساس بازدید دستگاه نظارت [۱]
- عقد قرار داد و تحویل به موقع زمین محل اجرا [۱]
- پیش بینی و هماهنگی لازم با سازمان های ذیربط برای گرفتن مجوزهای لازم [۱]
- اراده قوی مسئولین شهری در اتمام پروژه [۱]

۷- نتیجه گیری و جمع بندی

جدول شماره ۵۶۱ تکنیک در اجرای این روش را تجمیع ارایه نموده است.

ردیف	تکنیک های Fast tracking	منبع
۱	تغییر در روش ساخت و فرایندها و استفاده از تکنولوژی های جدید ساخت	(شاکری ، ۱۳۹۱)
۲	افزایش بیش از حد منابع برای فشرده سازی فعالیتها(شامل فعالیتهای اصلی طراحی و ساخت،تصمیم گیری ها، تدارکات و...)	(شاکری ، ۱۳۹۱)
۳	اجرای همزمان فازها و فعالیتهای پروژه بوسیله ایجاد همپوشانی بین قسمت های متوالی	(شاکری ، ۱۳۹۱)
۴	همراهی تمامی ارگان های مدیریت شهری	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۵	مدیر پروژه ای با دانش روز و با تجربه	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۶	توان بالای تجهیزاتی پیمانکار	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۷	ایجاد رقابت بین پیمانکاران	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۸	توان بالای مالی پیمانکاران و روش تامین مالی	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۹	روش تامین مالی مناسب و پایدار	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۱۰	یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار در افزایش سرعت پروژه نوع قرارداد پیمانکاران می باشد، چون ذاتاً قرارداد های EPC دارای سرعت اجرای بالایی هستند.	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۱۱	سیستم و نوع روش اجرایی هم بر افزایش سرعت کار تاثیر گذار است . بدین گونه که از چه نوع دستگاه TBM ای برای این پروژه استفاده شود	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)
۱۲	عاملی که همیشه در موفقیت پروژه ها تاثیر گذار است و آن حمایت مدیریت ارشد می باشد.این حمایت که نمود آن حضور پر رنگ مدیران ارشد در پروژه	(گلچیان خباز ، ۱۳۹۵)

	است هم در سطح مدیریت ارشد سازمان کارفرمایی و هم در سطح سازمان پیمانکاران می باشد .	
۱۳	آموزش پرسنل و به روز بودن دانش فنی آنها	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۱۴	در دسترس بودن تجهیزات	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۱۵	برنامه ریزی کلی کار	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۱۶	وقت شناسی و مسئولیت پذیری کارکنان	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۱۷	تعامل و ارتباط در تمامی سطوح	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۱۸	فهم کامل از نیازمندیها، اهداف و اولویتهای پروژه	(دارایی ، ۱۳۸۴)
۱۹	داشتن روابط خوب و معقول با کارفرما	(دارایی ، ۱۳۸۴)
۲۰	داشتن یک رویه مناسب جهت پیگیری پیشرفت پروژه و اداره کردن ریسک و خطرات	(دارایی ، ۱۳۸۴)
۲۱	تغییر در مبانی پروژه و خواسته های کارفرما و سپس تغییر در طراحی مفهومی و پایه وبکارگیری تکنیک هایی مانند مهندسی ارزش	(شاکری ، ۱۳۹۱)
۲۲	استفاده از راهکارهایی جهت ایجاد احساس انگیزه و رقابت در نفرات	تجربه و اسنتاج
۲۳	برقراری نظام مناسب پرداخت مبتنی بر عملکرد	تجربه و اسنتاج
۲۴	استفاده و شناسایی استعدادها	تجربه و اسنتاج
۲۵	شناسایی مسیر بحرانی و تزریق منابع و همپوشانی فعالیت ها	تجربه و اسنتاج
۲۶	به کارگیری تکنولوژی های جدید با سرعت اجرای بیشتر مانند مصالح و اجزا و المان های پیش ساخته	تجربه و اسنتاج
۲۷	به کارگیری ماشین آلات، مصالح و نیروی کار با بهره وری بیشتر	تجربه و اسنتاج
۲۸	افزایش در تعداد ساعت کاری(اضافه کاری)	تجربه و اسنتاج
۲۹	افزایش در تعداد شیفت های کاری	تجربه و اسنتاج
۳۰	افزایش در تعداد نیروی انسانی، ماشین آلات، تجهیزات و مصالح	تجربه و اسنتاج
۳۱	استفاده از چندین اکیپ اجرایی	تجربه و اسنتاج
۳۲	استفاده از ماشین آلات به جای نیروی انسانی	تجربه و اسنتاج
۳۳	پشتیبانی کامل از پروژه	تجربه و اسنتاج
۳۴	پیش بینی و تهیه تجهیزات قبل از خراب شدن جهت تعمیر سریع برای عدم تاخیر در پیشرفت پروژه	تجربه و اسنتاج
۳۵	نوع سیستم نگهداری	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۳۶	جریان نفوذی آب	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۳۷	حضور گازهای قابل اشتعال	(ورپایی ، ۱۳۹۵)
۳۸	سابقه اجرایی در رشته و زمینه کاری مورد نظر و توان تجهیزاتی و ماشین آلاتی	(شاکری ، ۱۳۹۱)
۳۹	پیش بینی اعتبار عمرانی لازم جهت پیشرفت فیزیکی متناسب با برنامه زمانی تصویب شده	(شاکری ، ۱۳۹۱)
۴۰	ارتباط و هماهنگی مستمر با کارفرما و دستگاه نظارت	(شاکری ، ۱۳۹۱)

۴۱	تغییر قراردادهای پیمانکاری و خرید در قالب قراردادهای مشارکتی یا پیمان مدیریت متناسب با شرایط مالی	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۲	حضور به موقع ناظر و مدیر پروژه در کارگاه و ارائه دستور کار لازم جهت اجرا	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۳	همکاری همسایگان و مالکین و پیمانکاران پروژه	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۴	کم بودن معارضات و تاسیسات پروژه	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۵	ابلاغ و ارائه به موقع نقشه ها و اعمال اجرای تغییرات در نقشه متناسب با شرایط محیطی	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۶	اضافه کاری های انجام شده بر اساس بازدید دستگاه نظارت	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۷	عقد قرار داد و تحویل به موقع زمین محل اجرا	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۸	پیش بینی و هماهنگی لازم با سازمان های ذیربط برای گرفتن مجوزهای لازم	(شاکری، ۱۳۹۱)
۴۹	اراده قوی مسئولین شهری در اتمام پروژه	(شاکری، ۱۳۹۱)
۵۰	خصوصی بودن شرکت پیمانکاری	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)
۵۱	توافق ذی نفعان کلیدی روی معیار های کلیدی	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)
۵۲	حفظ همکاری کارفرما و مدیر پروژه	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)
۵۳	تقویت جایگاه مدیر پروژه	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)
۵۴	علاقه و توجه کارفرما به عملکرد پروژه	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)
۵۵	اهداف تجاری مشخص	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)
۵۶	اهداف شفاف پروژه	(گلچیان خباز، ۱۳۹۵)

جدول ۱ - تکنیک های Fast tracking

مراجع

- [۱] شاکری اقبال، سبط محمد حسن، سمیعی نژاد جواد (۱۳۹۱)، بررسی روش اجرای سریع (Fast tracking) و همپوشانی فعالیت ها و فازهای پروژه، نهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان
- [2] A Guide to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK), Sixth Edition 2017
- [۳] فرداد، مهرداد (۱۳۹۵)، نقش مدیریت دانش در کاهش زمان پروژه های عمرانی با مطالعه موردی پروژه های شرکت کیسون، نور: دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی مدیریت ساخت
- [4] Prasad, B. (1996). Concurrent engineering fundamentals: Integrated product and process organization, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., USA.
- [5] Bogus SM, Molenaar KR and Diekmann JE (2005), Concurrent engineering approach to reducing design delivery time, ASCE Journal of Construction Engineering and Management, 131(11), 1179-85.
- [۶] دارایی، مصطفی (۱۳۸۴)، مدیریت پروژه Fast tracking با تاکید بر پروژه های EPC، تهران، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه
- [۷] سر آلن مویر وود (۱۳۹۶)، تجدد و تشخیص، طراحی مدیریت در تونل سازی (ترجمه مرتضی قارونی نیک و سیامک هاشمی)، تهران، انتشارات مهرجرد
- [۸] ورپائی، حامد (۱۳۹۵)، طراحی مدل تصمیم گیری انتخاب عوامل موثر بر سرعت اجرای تونل های درون شهری، ایوان کی: دانشگاه ایوان کی، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی مدیریت ساخت
- [۹] گلچیان خباز محمد رضا، صبحیه محمد حسین (۱۳۹۵)، عوامل موثر بر افزایش سرعت ساخت در خطوط مترو مطالعه موردی، تهران، کنفرانسهای مدیریت ساخت و پروژه