



### محاسبه پیشرفت فاز مهندسی پروژه

#### Engineering Documents Progress Measurement

مقدمه: در جلسه قبل در خصوص اصلاح مدارک مهندسی و روند تغییرات احتمالی در مدرک تهیه شده بحث شد و فرمهای درخواست اصلاح مدارک و کامنت شیت/ریپلای شیت نیز تشریح شد.

در این جلسه می خواهیم به طور اجمالی به تشریح نحوه محاسبه پیشرفت فاز مهندسی پروژه بپردازیم.

پیشرفت فاز مهندسی: اقلام قابل تحویل در فاز مهندسی شامل مدارک و نقشه های مهندسی می باشد که این مدارک از ابتدای دریافت ورودی های طراحی و آغاز تهیه مدرک از پیشرفت صفر طی مراحل مختلف تکمیل شده و به مرحله نهایی سازی با پیشرفت ۱۰۰٪ می رسد که در این جلسه روند محاسبه این پیشروی و یا پیشرفت تکمیل مدرک مهندسی - که از آن به ۱ PMS یا ۲ PMK تعبیر می شود - خواهیم پرداخت.

سیستم اندازه گیری پیشرفت در فاز مهندسی به دو بخش داخلی و خارجی تقسیم می شود که در ادامه ضمن توضیح هر یک از این دو بخش به ارائه مدلهای متعارف محاسبه پیشرفت در فاز مهندسی خواهیم پرداخت.

#### پیشرفت داخلی (Internal Progress):

مرحله نخست (شروع طراحی): پس از دریافت فرم کنترل ورودی طراحی و تأیید کامل بودن اطلاعات اولیه ورودی برای شروع طراحی عملاً کار طراحی مدرک آغاز می گردد که برخی این مرحله را به منزله پیشرفت یک یا دو درصدی طراحی مدرک در نظر می گیرند و برخی این مرحله را صرفاً به منزله آماده بودن پیشنیازهای طراحی قلمداد نموده و کارهای مربوط به آن را خارج از طراحی مدرک لحاظ می نمایند لذا در این مرحله پیشرفت صفر را برای مدرک در نظر می گیرند ولیکن به علت اهمیت تأیید پیشنیازهای تولید مدرک این مرحله را در مراحل پیشروی مدارک مهندسی لحاظ نموده و آن را به عنوان مرحله نخست یا شروع طراحی ذکر می کنند.



مرحله دوم (محاسبه یا طرح اولیه) : پس از آماده شدن پیش نیازها و اطلاعات ورودی طراحی مدرک، کارشناسان دیسپلین متولی مدرک با مطالعه و به کارگیری اطلاعات اولیه ورودی به محاسبات مربوط به طراحی پرداخته و طرح اولیه ای از مدرک یا نقشه را ایجاد می نمایند لذا از این مرحله به مرحله طرح اولیه (Sketch) و یا مرحله محاسبه (Calculation) تعبیر می کنند و پیشرفت ۱۰ تا ۱۵ درصدی برای آن در نظر می گیرند.

مرحله سوم (تهیه پیش نویس مدرک): پس از انجام محاسبات طراحی و تهیه طرح اولیه با ادامه روند طراحی در این مرحله به تهیه پیش نویس مدرک (Draft Type) می رسیم که پیشرفت حدود ۴۰٪ برای آن در نظر می گیرند.

مرحله چهارم (صدور داخلی مدرک) : در این مرحله مدرک به سطحی از طراحی رسیده است که امکان صدور داخلی آن وجود دارد لذا دیسپلین تهیه کننده مدرک، مدرک تهیه شده را از طریق مرسوله داخلی صادر نموده و آن را در اختیار مدیر پروژه قرار می دهند تا با تأیید مدیر پروژه مرحله دورگردانی آغاز گردد.

مرحله پنجم (دورگردانی یا بررسی بین دیسپلینی) : در این مرحله بر اساس ماتریس مصوب دورگردانی (IDC Matrix) مدرک تهیه شده، بین دیسپلینهای تعیین شده در ماتریس دورگردانی، توزیع می گردد و دیسپلینها طی مهلت مشخص شده بر روی مدرک اظهار نظر می نمایند. جمع آوری نقطه نظرات دیسپلینها و ارائه بازخورد به دیسپلین متولی مدرک فرآیندی است که در این مرحله طی خواهد شد. در صورت تأیید مدرک و عدم دریافت کامنتی که محتوای کلی طراحی را دستخوش تغییر نماید مدرک می تواند از این مرحله عبور کرده و وارد مرحله بعد گردد. در غیر اینصورت دیسپلین تهیه کننده مدرک بر اساس کامنتهای دریافت شده از سایر دیسپلینها به بازنگری در مدرک می پردازد و ویرایش داخلی جدیدی از مدرک را دوباره در مرحله دورگردانی به جریان می اندازد و این گردش تا زمانی ادامه پیدا می نماید که مدیر پروژه اجازه صدور مدرک را صادر نماید به عبارتی مدیر پروژه می تواند از اعمال نقطه نظرات دیسپلینها قبل از صدور مدرک جلوگیری نموده و آن را به پس از صدور به کارفرما موکول نماید که این کار معمولاً در شرایطی اتفاق می افتد که نقطه نظرات دیسپلینها حاکی از تغییر ساختار اصلی طراحی مدرک نبوده و بیانگر تعارض مهندسی در پروژه نباشد.



## پیشرفت خارجی (External Progress):

مرحله ششم (صدور خارجی مدرک) : مرحله نخست از پیشرفت خارجی و یا مرحله ششم از مراحل تکمیل مدرک مهندسی، مرحله صدور خارجی مدرک است که به ارسال خارجی مدرک مربوط می شود که طی این مرحله، مدرک از طریق مرسوله صادره (ترنس میتال) به خارج از سازمان و برای کارفرما جهت اظهار نظر ارسال می گردد.

مرحله هفتم (اظهار نظر کارفرما) : پس از دریافت مدرک توسط کارفرما و یا مشاور کارفرما از طریق مرسوله صادره، در این مرحله کارفرما به بررسی مدرک پرداخته و نقطه نظرات خود را در برگه اظهار نظر (کامنت شیت) ثبت می نماید و برای پیمانکار مهندسی (تولید کننده مدرک) ارسال می نماید. نوع اظهار نظر کارفرما و وضعیت کامنت او خود می تواند در میزان پیشرفت اختصاص یافته به مدرک در این مرحله تعیین کننده باشد. البته برخی از وابستگی پیشرفت پروژه به وضعیت اظهار نظر کارفرما (Comment Status) صرف نظر نموده و به درجا زدن پیشرفت در این مرحله تا ارسال مجدد آن و رسیدن به مرحله بعد و یا تأیید مدرک توسط کارفرما بسنده می کنند.

در صورتیکه پیشرفت مدرک به وضعیت اظهار نظر کارفرما وابسته باشد مدلی را ایجاد خواهد نمود که در سرفصل تشریح مدلهای متعارف پیشرفت، به آن خواهیم پرداخت.

مرحله هشتم (ارسال مجدد مدرک) : پس از اظهار نظر کارفرما، پیمانکار مهندسی به اعمال نقطه نظرات کارفرما در مدرک پرداخته و ویرایش جدیدی از مدرک را تولید خواهد نمود که مجدداً از طریق مرسوله صادره برای کارفرما ارسال می گردد. اظهار نظر مجدد کارفرما بر روی مدرک و اعمال کامنتها توسط پیمانکار مهندسی و تولید ویرایشهای جدید مدرک، مراحل است که عملاً مدرک را در همین مرحله حفظ نموده و پیشرفت آن ثابت می ماند تا اینکه مدرک با تأیید کارفرما در برگه اظهار نظر (Comment Sheet) مواجه گردد و عملاً وارد مرحله بعدی شود.

همانطور که در مرحله قبلی توضیح داده شد در صورتی که تنوع اظهار نظر کارفرما منجر به تخصیص پیشرفتهای مختلف به مدرک گردد در مرحله ارسال مجدد مدرک و تولید ویرایشهای جدید مدرک نیز عملاً نوع اظهار نظر کارفرما و وضعیت کامنتی که بر روی مدرک ارائه می نماید تعیین کننده وضعیت پیشرفت مدرک خواهد بود که در سرفصل مدلهای متعارف پیشرفت به آن خواهیم پرداخت.



مرحله نهم (تأیید کارفرما) : ارسال ویرایشهای مختلف مدارک تا جایی ادامه پیدا می کند که وضعیت اظهار نظر کارفرما، تأیید مدارک باشد از آنجا که این نوع اظهار نظر امکان ورود مدارک به مرحله جدید را مهیا می نماید خود یک مرحله از پیشرفت تلقی شده است. با توجه به مرحله بعد (صدور نهایی مدارک) توصیه می شود که این مرحله (مرحله نهم) را معادل اولین تأیید مدارک که منجر به صدور نهایی مدارک می گردد در نظر بگیریم. منظور از اولین تأیید این است که مثلاً در مهندسی تفصیلی مدارکی که اجرایی باشند بایستی پس از ارسال با هدف از ارسال FA و یا FI در صورت تأیید مجدداً با هدف از ارسال FC تولید شوند و مورد تأیید قرار گیرند و ما در اینجا اولین تأیید یعنی تأیید مدارک با هدف از ارسال FA و یا FI را مصداق مرحله نهم تکمیل مدارک قرار دهیم. در صورتیکه تأیید مدارک با هدف از ارسال FC مصداق مرحله نهم قرار گیرد دیگر مرحله دهم (صدور نهایی مدارک) بی معنا خواهد شد و بایستی از آن صرف نظر نماییم.

مرحله دهم (صدور نهایی مدارک) : پس از دریافت تأیید مدارک، عملاً اجازه صدور مدارک با POI بالاتر (در صورت ضرورت) صادر شده است لذا مدارک مهندسی در فاز پایه می تواند با هدف از ارسال FD و مدارک مهندسی در فاز تفصیلی می تواند با هدف از ارسال FC صادر گردد. که معمولاً این مرحله را معادل صدور FD و FC مدارک در نظر می گیرند. البته برخی نیز اختصاص پیشرفت کامل (100٪) را در این مرحله منوط به اظهار نظر پایانی کارفرما بر روی این مدارک می دانند و در صورتیکه وضعیت اظهار نظر کارفرما تأیید مدارک باشد (یعنی AFD و AFC) پیشرفت این مرحله را به مدارک اختصاص می دهند.

برخی نیز مرحله تأیید نهایی (AFD و AFC) را مرحله ای جداگانه در نظر می گیرند و به مراحل تکمیل مدارک می افزایند.

البته برای مدارک اجرایی پروژه مرحله دیگری نیز وجود دارد که می تواند مرحله یازدهم\* از پیشرفت و یا تکمیل مدارک می باشد و آن مرحله تهیه مدارک براساس وضعیت ساخته شده می باشد که از آن به مرحله «چون ساخت» و یا «As Built» یاد می شود.

\*البته بر اساس تجربه نگارنده بهتر است این مرحله جزء مراحل پیشرفت یک مدارک در نظر گرفته نشود چراکه تا پایان فاز ساخت و اجرا، تکمیل فاز مهندسی محقق نخواهد شد و عدد پیشرفت آن به 100٪ نخواهد رسید و این به لحاظ برنامه ریزی تکمیل پروژه و نحوه تحقق فازهای مختلف مطلوب نخواهد بود. بهتر آن است در صورتیکه تهیه نقشه های As Built نیز به عهده پیمانکار طراحی و مهندسی است بخشی از پرداخت در صورت وضعیت پیمانکار و یا حسن انجام کار او را به ارائه و تأیید این نقشه ها مرتبط نمایند تا تضمینی برای تحقق آن باشد نه اینکه پیشرفت فیزیکی فاز مهندسی را معطل تهیه نقشه های چون ساخت نمایند.



مدلهای متعارف محاسبه پیشرفت در فاز مهندسی:

مدل اول (پیشرفت داخلی و خارجی): در این مدل پیشرفت مدرک در داخل سازمان (پیشرفت داخلی) را در پیشرفت مدرک مهندسی دخالت داده و آن را می پذیرند لذا در این مدل کارفرما اعتماد لازم را به گزارشهای پیمانکار خود دارد و پیشرفتهای گزارش شده توسط پیمانکار طراح را با احتساب پیشرفتهای داخلی می پذیرد و گزارش پیشرفت فاز مهندسی را به مراحل پس از اولین صدور مدرک محدود نمی نماید. در این مدل، کلیه مراحل دهگانه تشریح شده فوق در چرخه محاسبه پیشرفت لحاظ می شود.

در جدول زیر به یک نمونه از این مدل پرداخته شده است:

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
	Start	Sketch/ calculation	Draft type	Internal Issue	IDC(inter disciplinary check)	First Issue	Client comment	Second Issue	Client Approval	Final Issue
Class :Approval	۰٪	۱۵٪	۴۰٪	۴۵٪	۵۵٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
Class :Information	۰٪	۱۵٪	۴۰٪	۴۵٪	۵۵٪	۷۰٪	۸۵٪	۹۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪

در این مدل بسته به نوع کلاس مدارک مراحل صدور خارجی مدرک و پس از آن از پیشرفت متفاوتی برخوردار می باشند.

نکته: شرکتهای مهندسی در نقشهای مختلف اعم از پیمانکار، مشاور، مدیریت طرح (MC) و حتی کارفرما که برای مدیریت فاز مهندسی خود از سامانه های مدیریت پروژه (PMIS) و ماژول EDMS استفاده می نمایند با تعریف چرخه (Work Flow) علاوه بر مدیریت اتوماتیک فرایند کاری بخش مهندسی خود می توانند محاسبه پیشرفت را نیز به صورت اتوماتیک از سامانه دریافت نمایند و پیشرفت فاز مهندسی خود را با عملکرد پرسنل بخش مهندسی گره زده و بدون دخالت سلیقه ای افراد و بر اساس روش محاسبه پیشرفت (PMS) گزارش فاز مهندسی را تهیه نمایند.

البته مزیت سامانه مدیریت پروژه و EDMS در این است که متناسب با نقش شرکت در هر پروژه و اینکه پروژه از جنس تولید مدرک (Doc. Generation) می باشد یا بررسی مدرک (Doc. Review) ، می توان چرخه های مختلفی تعریف نمود یعنی یک شرکت مهندسی در یک پروژه نقش تولید مدرک را ایفا می نماید و می تواند چرخه کاری مهندسی و محاسبه پیشرفت را بر اساس روند فوق



تهیه و راه اندازی نماید و همان شرکت در پروژه‌ی دیگر که نقش بررسی مدارک را به عهده دارد چرخه کاری متفاوتی را با رویکرد دریافت ترانسمیتهالها و مدارک مهندسی و اظهار نظر بر روی آنها را تهیه و راه اندازی می نماید.

در صورتیکه در یک پروژه ارکان مختلف آن امکان استفاده از سامانه EDMS را داشته باشند می توان چرخه های مختلف با سطوح دسترسی متنوع را به مدارک مهندسی و نقشهای پرسنل مهندسی تخصیص داد و از این طریق مدیریت بهینه فاز مهندسی را محقق نمود.

مدل دوم (وضعیت اظهار نظر ۱): در این مدل صرفاً به مراحل صدور مدارک به خارج از سازمان و پس از آن پرداخته می شود و پیشرفت مدارک در مراحل قبل از ارسال به کارفرما (پیشرفت داخلی) در نظر گرفته نمی شود. لذا در این مدل تا قبل از ارسال مدارک به کارفرما پیشرفت آن مدارک صفر می ماند.

در این مدل دو رکن اصلی هدف از ارسال و نوع اظهار نظر کارفرما بر روی مدارک مهندسی، در محاسبه پیشرفت مدارک تأثیرگذار خواهد بود. به گونه ای که اولین مرحله دریافت پیشرفت برای مدارک مرحله ارسال آنها به کارفرما خواهد بود و در ادامه آن نوع اظهار نظر کارفرما، میزان پیشرفت پس از آن را مشخص خواهد نمود. بدیهی است در برخی موارد مثل وضعیت اظهار نظر Reject، به علت عدم برخورداری مدارک از حداقل الزامات مورد نیاز (از دید کارفرما)، پیشرفت اختصاص داده شده در اولین مرحله - که همان ارسال به کارفرما بوده است - بازپس گرفته خواهد شد. نمونه ای از این مدل در جدول زیر ارائه شده است:

Comment status \ P.O.I	Transmit Doc.	ReJ	COM	OWC	OBS	NCO	AWC	APP	AFD	AFC
For Review (FR)	۴۵٪	۰٪	۵۰٪				۵۰٪	۵۵٪		
For Information (FI)	۷۰٪		۸۰٪	۸۵٪	۹۰٪	۹۰٪				
For Approval (FA)	۶۰٪	۰٪	۷۰٪				۸۰٪	*۹۰٪		
For Design (FD)	۹۵٪			۹۵٪			۹۵٪		۱۰۰٪	
For Construction (FC)	۹۵٪			۹۵٪			۹۵٪			۱۰۰٪
For Purchase (FP)	۹۵٪						۹۵٪	۱۰۰٪		



For Tender (FT)	۹۵%						۹۵%	۱۰۰%		
As Built (AB)	**۱۰۰%					۱۰۰%	۱۰۰%	۱۰۰%		

\*برای آن دسته مدارکی از فاز مهندسی تفصیلی که قرار نیست پس از تأیید، مجدداً با هدف از ارسال FC ارسال گردند بایستی عملاً پس از تهیه نسخه نهایی و تأیید کارفرما، پیشرفت آن مدرک ۱۰۰٪ لحاظ گردد.

\*\*همانطور که در صفحات قبل توضیح داده شد توصیه می شود برای تولید مدرک **As Built** پیشرفتی نگهداشته نشود و مدیریت این بخش با توجه به اینکه در فاز ساخت محقق می گردد از طریق پرداختهای بخش مهندسی صورت پذیرد.

مدل سوم (وضعیت اظهارنظر ۲): در این مدل در مقایسه با مدل قبلی این تفاوت وجود دارد که برای ارسال مدرک به کارفرما پیشرفتی اختصاص نمی یابد و با رویکردی سختگیرانه از مرحله ارائه اولین نقطه نظرات کارفرما پیشرفتها اختصاص می یابند. نمونه ای از این مدل در جدول زیر ارائه شده است:

Comment status P.O.I										
	ReJ	COM	OWC	OBS	NCO	AWC	APP	AFD	AFC	
For Review (FR)*	۰٪	۵۰٪				۰٪۵	۵٪۵			
For Information (FI)		۸۰٪	۸۵٪	۹۰٪	۹۰٪					
For Approval (FA)	۰٪	۷۰٪				۸۰٪	۹۰٪			
For Design (FD)			۵٪۹			۵٪۹		۱۰۰٪		
For Construction (FC)			۵٪۹			۵٪۹				۱۰۰٪
For Purchase (FP)						۵٪۹	۱۰۰٪			
For Tender (FT)						۵٪۹	۱۰۰٪			
As Built (AB)					۱۰۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪			



\*توصیه می شود در حالت کلی از تعریف هدف از ارسال **For Review** صرف نظر شود چراکه این **POI** به صورت سختگیرانه پیمانکار مهندسی را وادار می سازد که مدارک با کلاس **Approval** را در بدو ارسال به کارفرما برای اولین بار با هدف از ارسال **FR** ارسال نماید و در صورت تأیید در این حالت مجدداً با هدف از ارسال **FA** ارسال نماید در این حالت در بسیاری از مواقع در صورت تأیید مدارک با صرف وقت مجدد و دوباره کاری و صرفاً با تغییر شماره‌ی ویرایش و **(P.O.I)** بایستی مدرک را مجدداً **Issue** کرد.

مدل چهارم (ترکیبی): در این مدل ترکیبی از مدل‌های ۱ و ۲ مبنای محاسبه پیشرفت قرار می گیرد به گونه ای که پیشرفتهای داخلی (قبل از ارسال به کارفرما) به تفکیک کلاس مدرک به همراه پیشرفتهای ناشی از وضعیت اظهار نظر کارفرما مشترکاً در محاسبه پیشرفت دخالت داده خواهد شد.