

مقاله



چگونه در پروژه‌های EPC پیشرفت را اندازه‌گیری
و صورت وضعیت را تدوین کنیم؟

ACEMI

d r a l a v i p o u r . c o m

سوالاتی که در این مقاله به آن‌ها پاسخ داده شد:

۱. سیستم اندازه‌گیری پیشرفت پروژه (PMS) در پروژه‌های EPC چیست و چه اجزایی باید داشته باشد؟
۲. پیشرفت پروژه در سه فاز مهندسی، تدارکات و ساخت چگونه و با چه روش‌هایی اندازه‌گیری می‌شود؟
۳. فرایند صدور و تأیید صورت‌وضعیت موقت (IPC) در پروژه‌های EPC شامل چه مراحل است؟
۴. رابطه سنجش پیشرفت با مدل ارزش کسب‌شده (EVM) و شاخص‌های SPI و CPI چگونه تعریف می‌شود؟

۱. مقدمه و دامنه کاربرد

در پروژه‌های EPC، پیمانکار مسئولیت طراحی، تأمین تجهیزات و ساخت پروژه را به‌صورت یکپارچه بر عهده دارد. این یکپارچگی اگرچه مزایایی نظیر کاهش تداخلات و افزایش سرعت تصمیم‌گیری دارد، اما در حوزه کنترل پروژه به‌ویژه سنجش پیشرفت و پرداخت، چالش‌های خاصی ایجاد می‌کند. مهم‌ترین چالش، تفاوت ذاتی ماهیت فعالیت‌ها در سه فاز اصلی پروژه است: مهندسی دانش‌محور و مدرک‌محور است، تدارکات فرایندمحور و مبتنی بر تأمین است و ساخت فیزیکی و کمیت‌محور است. در نتیجه، روش‌های کنترل پیشرفت و پرداخت باید متناسب با ویژگی هر فاز طراحی و در یک سند الزام‌آور به نام «سیستم اندازه‌گیری پیشرفت پروژه» (PMS) مستند شوند.

این مقاله برای استفاده مستقیم در سه گروه مخاطب طراحی شده است: مدیران قرارداد که باید پیشرفت پروژه را با زبان شرایط عمومی پیمان و صورت‌وضعیت انطباق دهند، مدیران PMO که باید پیشرفت پروژه را در سطح برنامه و سبد پروژه یکپارچه کنند و کارفرمایان/مهندسان مشاور که باید گزارشات پیمانکار را راستی‌آزمایی کنند.

۲. چهارچوب حاکمیتی: سیستم اندازه‌گیری پیشرفت پروژه (PMS)

پیش از ورود به جزئیات فنی هر فاز، باید یک سند الزام‌آور به نام «سیستم اندازه‌گیری پیشرفت پروژه» (PMS) در ابتدای پروژه (ترجیحاً به‌عنوان ضمیمه قرارداد یا سندی که ظرف ۳۰ روز از تاریخ شروع تهیه و توسط کارفرما تصویب می‌شود) ایجاد شود. فقدان این سند، شایع‌ترین علت اختلاف بر سر درصد پیشرفت در پروژه‌های ایرانی و بین‌المللی است.

۱.۲. اجزای الزامی یک PMS حرفه‌ای

- ساختار شکست کار (WBS) مصوب با کدگذاری یکتا برای هر سه فاز
- تعریف وزن هر فاز نسبت به کل پروژه و مبنای محاسبه آن (برآورد به نسبت هزینه، ساعت کار، یا ترکیبی)
- روش اندازه‌گیری پیشرفت پروژه برای هر نوع فعالیت یا مدرک (یکی از روش‌های پنج‌گانه بخش ۳)
- فهرست اسناد اصلی مهندسی (Master Document Register - MDR)، فهرست اقلام تدارکات (Procurement Register) و فهرست فعالیت‌های ساخت با وزن مصوب
- دوره گزارش‌دهی (معمولاً ماهانه برای صورت‌وضعیت، هفتگی برای پایش داخلی)
- فرایند راستی‌آزمایی و تأیید پیشرفت توسط مهندس مشاور/کارفرما پیش از صدور صورت‌وضعیت
- مرجع حل اختلاف در صورت عدم توافق بر سر درصد پیشرفت یک قلم خاص

۲.۲. نقش‌ها و مسئولیت‌ها (Responsible, Accountable, Consulted, Informed RACI)

جدول ۱ — تفکیک نقش‌ها و مسئولیت‌ها در یک پروژه نمونه

نقش	تهیه خام	پیشرفت	راستی آزمایی	تأیید نهایی	تصمیم پرداخت
مهندس/سرپرست رشته (Discipline Lead)	R		—	—	—
واحد کنترل پروژه پیمانکار (Cost Control)	A		C	—	—
مدیر PMO پیمانکار	C		A	C	I
مهندس مشاور / نماینده کارفرما (Owner's Engineer)	—		R	R/A	R
کارفرما / کمیته راهبری قرارداد	I		I	C	A

R = مسئول اجرا، A = پاسخگو/تصمیم گیر نهایی، C = مشورت شونده، I = مطلع شونده — این جدول باید عیناً در رویه PMS یا در ضمیمه قرارداد درج شود تا در زمان اختلاف، مرجع تصمیم روشن باشد.

۳.۲. ارتباط PMS با اسناد قرارداد

چهارچوب پایش پیشرفت پروژه و فرایند دقیق پرداخت‌ها معمولاً در اسناد قراردادی تبیین می‌شود. به عنوان نمونه، در قراردادهای بین‌المللی مبتنی بر فیدیک (FIDIC - به‌ویژه Yellow/Silver Book)، الزامات مرتبط با صورت وضعیت موقت در بند ۱۴ (Contract Price and Payment) و الزامات برنامه زمان‌بندی و پایش پیشرفت در بند ۸ (Commencement, Delays and Suspension) آورده شده است. به‌طور مشابه در قراردادهای داخلی مبتنی بر شرایط عمومی پیمان، نظام پرداخت و ارزیابی کارکرد در فصل مربوط به «تعیین مقادیر کار و پرداخت» تعریف می‌گردد.

توصیه عملی: سیستم اندازه‌گیری پیشرفت پروژه (PMS) باید به‌صورت صریح به شماره بندهای قراردادی مربوطه ارجاع دهد تا در صورت بروز هرگونه اختلاف، مبنای حقوقی ارزیابی‌ها کاملاً روشن و مستدل باشد.

۳. روش‌های پنج‌گانه استاندارد اندازه‌گیری پیشرفت

استانداردهای بین‌المللی کنترل پروژه (از جمله رویه‌های AACE International) پنج روش اصلی برای اندازه‌گیری پیشرفت فعالیت‌ها تعریف می‌کنند. انتخاب نادرست این روش برای یک نوع فعالیت، ریشه اصلی بسیاری از اختلافات قراردادی است.

جدول ۲ — روش‌های پنج‌گانه اندازه‌گیری پیشرفت

روش	تعریف کوتاه	کاربرد اصلی در EPC
واحد تکمیل شده (Units Completed)	نسبت واحد فیزیکی انجام شده به کل (مثلاً متر لوله جوش خورده)	ساخت — فعالیت‌های تکراری و قابل شمارش
مایلستون رخداد کلیدی (Incremental Milestone)	تقسیم یک فعالیت به زیرمراحل با وزن از پیش تعیین شده	مهندسی — شش مرحله تکامل مدرک؛ تدارکات — مراحل سفارش
واحدهای معادل وزنی (Weighted/Equivalent Units)	تجمع فعالیت‌های ناهمگن با وزن نسبی هر کدام	ساخت — تجمع رشته‌های مختلف WBS
نسبت هزینه (Cost Ratio / Level of Effort)	پیشرفت متناسب با گذر زمان یا هزینه مصروفه فرض می‌شود	فعالیت‌های پشتیبان مثل مدیریت پروژه، HSE، کنترل کیفیت
برآورد سرپرست (Supervisor / Opinion to Complete)	ارزیابی کارشناسی فردی مسئول فعالیت	موارد استثنایی بدون معیار کمی — باید با احتیاط و راستی‌آزمایی مضاعف استفاده شود

نکته اجرایی: روش «برآورد سرپرست» باید سهم محدودی (در عمل کمتر از ۵ درصد از وزن کل) از پیشرفت پروژه را پوشش دهد و هرگز نباید مبنای تنها برای پرداخت ارقام پرازش باشد.

۴. سنجش پیشرفت پروژه در فاز مهندسی (Engineering)

۱.۴. ماهیت فاز مهندسی

فاز مهندسی ماهیتی دانشی، تحلیلی و مبتنی بر تولید مدارک دارد. برخلاف فاز ساخت که خروجی آن فعالیت فیزیکی قابل مشاهده است، خروجی فاز مهندسی مجموعه‌ای از اطلاعات مهندسی است که مبنای تصمیم‌گیری در فازهای بعدی قرار می‌گیرد. هرگونه خطا یا تأخیر در این فاز، اثر مستقیم و تصاعدی بر هزینه و زمان پروژه خواهد داشت؛ از این رو، کنترل پیشرفت مهندسی اهمیت راهبردی دارد.

۲.۴. فهرست اسناد اصلی مهندسی (Master Document Register - MDR)

در ابتدای پروژه، فهرست جامع مدارک مهندسی تهیه و تصویب می‌شود. این فهرست شامل کلیه مدارک موردنیاز برای طراحی، تدارکات و ساخت بوده و مبنای اصلی سنجش پیشرفت مهندسی است. هر مدرک دارای وزن مشخصی است که معمولاً بر اساس اهمیت، حجم کار مهندسی (ساعت کار برآوردی) و تأثیر آن بر فازهای بعدی تعیین می‌شود نه به‌صورت یکنواخت بین همه مدارک.

جدول ۳ — نمونه فهرست مدارک و وزن‌دهی در فاز مهندسی

ردیف	نوع مدرک	تعداد	وزن هر مدرک (%)	وزن کل (%)	وضعیت نمونه
۱	نقشه‌های فرایندی (PFD/P&ID)	۲۰	۵.۱	۳۰	در دست‌بازبینی
۲	نقشه‌های جانمایی (Layout)	۱۵	۲.۱	۱۸	صادر شده IFC
۳	دیتاشیت تجهیزات	۲۵	۸.۰	۲۰	ارسال به کارفرما
۴	محاسبات مهندسی	۱۰	۰.۱	۱۰	پیش‌نویس اولیه
۵	مشخصات فنی	۲۲	۰.۱	۲۲	صادر شده IFC
جمع				۱۰۰	

۳.۴. شش مرحله تکامل مدارک مهندسی

هر مدرک مهندسی معمولاً شش مرحله استاندارد را طی می‌کند که مبنای تخصیص درصد پیشرفت همان مدرک است:

جدول ۴ — مراحل تکامل و سهم پیشنهادی از پیشرفت هر مدرک

مرحله	شرح مرحله	سهم پیشنهادی (%)	تجمعی (%)
۱	شروع طراحی / Kick-off	۵	۵
۲	پیش‌نویس اولیه (Preliminary)	۱۵	۲۰
۳	بازبینی داخلی / Inter-Discipline Check (IDC)	۲۰	۴۰
۴	ارسال برای کارفرما (Issued for Review)	۲۰	۶۰
۵	اعمال نظرات (Comment Resolution)	۲۰	۸۰
۶	صدور نهایی (Issued for Construction - IFC)	۲۰	۱۰۰

پیشرفت کل فاز مهندسی از فرمول زیر به دست می آید: پیشرفت فاز مهندسی = جمع (وزن مدرک × درصد تکمیل مرحله ای مدرک) برای همه مدارک. این فرمول باید به صورت خودکار در نرم افزار کنترل پروژه (مثلاً از طریق ادغام Document Control Register با Primavera P ۶) محاسبه شود تا از دخالت سلیقه ای جلوگیری شود.

۴.۴. پیوند فاز مهندسی با مدل ارزش کسب شده (EVM)

برای هر مدرک، با ضرب درصد پیشرفت در ارزش برنامه ای (Planned Value)، آن، ارزش کسب شده (Earned Value) به دست می آید. شاخص عملکرد زمانی مهندسی به صورت $SPI = EV / PV$ و شاخص عملکرد هزینه به صورت $CPI = EV / AC$ محاسبه می شود. مقدار SPI کمتر از ۰.۹۵ در فاز مهندسی، علامت هشدار زودهنگام برای تأخیر در تدارکات و ساخت است و باید بدون تأخیر در گزارش ماهانه به کارفرما منعکس شود. در صورت نیاز به مطالعه بیشتر در این زمینه به مقاله [مدیریت ارزش کسب شده چیست؟](#) مراجعه کنید.

۵.۴. کنترل کیفیت مدارک و اثر آن بر پیشرفت

بازگشت مکرر مدارک از مرحله IDC: Inter-Discipline Check یا از سوی کارفرما (Re-issue) نباید باعث افزایش کاذب پیشرفت پروژه شود. توصیه عملی: هر بازگشت مدرک به مرحله قبلی باید در نرم افزار کنترل پروژه به صورت کاهش درصد یا «توقف در مرحله» ثبت شود، نه نادیده گرفته شدن آن — این یکی از رایج ترین محل های دستکاری ناخواسته یا عمدی پیشرفت گزارش شده است.

۵. سنجش پیشرفت پروژه در فاز تدارکات (Procurement)

۱.۵. ماهیت فاز تدارکات

فاز تدارکات نقش حیاتی در اتصال مهندسی به ساخت ایفا می کند. در این فاز، اطلاعات مهندسی به تجهیزات، مصالح و خدمات واقعی تبدیل می شود. از منظر کنترل پروژه، پیشرفت تدارکات نه کاملاً دانشی است و نه کاملاً فیزیکی، بلکه فرایندمحور است و باید برای هر بسته تدارکات (Purchase Package) به صورت مجزا پایش شود.

۲.۵. مراحل اصلی فرایند تدارکات

- تهیه فهرست تأمین کنندگان (Vendor List)
- صدور درخواست استعلام قیمت (RFQ)
- دریافت پیشنهادهای (Bid Receiving)
- ارزیابی فنی (Technical Bid Evaluation)
- ارزیابی بازرگانی (Commercial Bid Evaluation)
- مذاکره و انتخاب تأمین کننده
- صدور سفارش تدارکات (Purchase Order - PO)
- تهیه نقشه های ساخت توسط تأمین کننده (Vendor Print) و تأیید آن
- برداشت مقادیر و تهیه فهرست مصالح (Material Take-off - MTO)
- ساخت توسط تأمین کننده با پایش پیمانکار (Expediting)
- بازرسی و تست در کارخانه (Factory Acceptance Test - FAT)
- حمل، بیمه، گمرک و تحویل به سایت

جدول ۵ — نمونه جدول تخصیص درصد پیشرفت در فاز تدارکات

مرحله	شرح فعالیت	سهم پیشنهادی (%)	تجمعی (%)
۱	RFQ و مناقصه	۱۰	۱۰
۲	ارزیابی و انتخاب تامین کننده (Vendor)	۱۰	۲۰
۳	صدور سفارش خرید (PO: purchase order)	۱۰	۳۰
۴	طراحی، Vendor Print و ساخت	۳۰	۶۰
۵	بازرسی و تست (FAT)	۱۵	۷۵
۶	حمل و تحویل به سایت	۲۵	۱۰۰

۳.۵. شاخص‌های پایش وضعیت تدارکات (Expediting Status)

صرف درصد عددی کافی نیست؛ هر بسته تدارکات باید با رنگ وضعیت (Green/Amber/Red) نیز پایش شود تا ریسک تأخیر زودتر شناسایی شود:

جدول ۶ — نمونه شاخص‌های پایش وضعیت

وضعیت	تعریف	اقدام مورد نیاز
سبز (Green)	مطابق برنامه، بدون انحراف	پایش معمول
زرد (Amber)	انحراف کمتر از دو هفته یا ریسک شناسایی شده	پیگیری هفتگی و برنامه بازیابی (Recovery Plan)
قرمز (Red)	انحراف بیش از دو هفته یا روی مسیر بحرانی	جلسه اضطراری، اعمال جایگزین (Alternative Sourcing) یا تسریع حمل (Expedited Freight)

۴.۵. ارتباط پرداخت تدارکات با جریان نقدینگی پروژه

پرداخت به تأمین‌کنندگان معمولاً به صورت پیش‌پرداخت (۱۰ تا ۳۰ درصد در برابر ضمانت‌نامه)، پرداخت در برابر بارنامه/اسناد حمل (بر اساس شرایط Incoterm توافق شده مانند FOB یا CIF) و کسور تا تحویل نهایی و گذراندن دوره ضمانت انجام می‌شود. مدیر PMO باید این جریان پرداخت را در پیش‌بینی نقدینگی کلی پروژه (Project Cash Flow Forecast) لحاظ کند، زیرا تجهیزات با تحویل طولانی (Long Lead Items) می‌توانند بخش قابل توجهی از سرمایه در گردش پروژه را در فاز تدارکات قفل کنند.

۶. سنجش پیشرفت پروژه در فاز ساخت (Construction)

۱.۶. ماهیت فاز ساخت

فاز ساخت بیشترین سهم هزینه و نیروی انسانی پروژه را به خود اختصاص می‌دهد. به همین دلیل، کنترل پیشرفت و پرداخت در این فاز معمولاً با حساسیت بیشتری از سوی کارفرما دنبال می‌شود و دقیق‌ترین سطح اندازه‌گیری کمی را می‌طلبد.

۲.۶. ساختار شکست کار (WBS) در فاز ساخت

- عملیات خاکی و فونداسیون

- سازه‌های بتنی

- سازه‌های فلزی

- نصب تجهیزات مکانیکی

- پایپینگ

- برق و ابزار دقیق

- پیش‌راه‌اندازی و راه‌اندازی

جدول ۷ — نمونه جدول وزن‌دهی فعالیت‌های فاز ساخت

ردیف	بخش اجرایی	وزن (%)
۱	عملیات خاکی و فونداسیون	۱۵
۲	سازه‌های بتنی	۲۰
۳	سازه‌های فلزی	۱۵
۴	نصب تجهیزات مکانیکی	۲۰
۵	پایپینگ	۱۵
۶	برق و ابزار دقیق	۱۰
۷	راه‌اندازی	۵
جمع		۱۰۰

۳.۶. روش گام‌های اعتباری (Rule of Credit) — ابزار اصلی دقت در ساخت

تنها گزارش «درصد فیزیکی» بدون تعریف زیرمراحل، منشأ بسیاری از اختلافات بین پیمانکار و مهندس مشاور است. روش Rule of Credit هر فعالیت تکراری را به زیرمراحل با وزن ثابت تقسیم می‌کند. نمونه زیر مراحل مربوط به پایپینگ عبارت‌اند از:

جدول ۸ — نمونه‌ای از روش گام‌های اعتباری

زیرمرحله	شرح	وزن (%)
۱	برش و آماده‌سازی (Cutting)	۱۰
۲	تنظیم و فیت‌آپ (Fit-up)	۲۰
۳	جوشکاری (Welding)	۳۵
۴	بازرسی غیرمخرب (NDT)	۱۰
۵	تست هیدرواستاتیک (Hydro-test)	۱۵
۶	رنگ و عایق‌کاری نهایی (Painting/Insulation)	۱۰

همین منطق برای سایر رشته‌ها قابل تکرار است: برای سازه فولادی (نصب موقت، شاقول کردن، پرچ/جوش نهایی، بازرسی) و برای کابل کشی (کشیدن کابل، اتصال دو سر، تست عایقی Megger، شماره‌گذاری/As-built).

۴.۶. واحدهای استاندارد سنجش پیشرفت فیزیکی به تفکیک رشته

به‌منظور یکپارچگی و دقت در محاسبه پیشرفت فیزیکی پروژه‌ها، ضروری است که حجم کار انجام‌شده در هر دیسپلین با استفاده از واحدهای استاندارد و پذیرفته‌شده در صنعت اندازه‌گیری شود. جدول زیر، رایج‌ترین واحدهای سنجش پیشرفت را به تفکیک رشته‌های اصلی نشان می‌دهد:

جدول ۹ — رایج‌ترین واحدهای سنجش پیشرفت به تفکیک رشته

رشته	واحد اندازه‌گیری استاندارد
عملیات خاکی	متر مکعب (m^3) خاک‌برداری/خاک‌ریزی
بتن	متر مکعب (m^3) بتن‌ریزی‌شده
سازه فلزی	تن (Ton) اسکلت نصب‌شده
پایپینگ	اینچ قطر (Inch-Dia یا Dia-Inch) جوش تکمیل‌شده
برق	متر طول کابل کشیده‌شده و تعداد اتصالات تست‌شده
ابزار دقیق	تعداد لوپ کنترلی (Control Loop) راه‌اندازی‌شده
نقاشی و عایق‌کاری	متر مربع (m^2) سطح پوشش داده‌شده

۵.۶. ارتباط با برداشت مقادیر و صورت‌وضعیت

هر یک از واحدهای فوق باید قابل ردیابی تا برداشت مقادیر تأییدشده مهندس مشاور (Measurement Sheet / Quantity Survey) باشد. توصیه عملی: قبل از تأیید هر صورت‌وضعیت، تیم کنترل پروژه باید گزارش پیشرفت محاسباتی نرم‌افزاری را با برداشت میدانی مهندس مشاور تطبیق (Reconciliation) دهد؛ مغایرت بیش از ۲ تا ۳ درصد باید پیش از ارسال صورت‌وضعیت بررسی و رفع شود.

۷. یکپارچه سازی پیشرفت کل پروژه و EVM

۱.۷. وزن دهی سه فاز نسبت به کل پروژه

وزن هر فاز نسبت به کل پروژه به نوع صنعت بستگی دارد و باید بر مبنای برآورد هزینه مصوب (نه به صورت ثابت و عمومی) تعیین شود. به عنوان راهنمای تجربی:

جدول ۱۰ — وزن سه فاز پروژه به تفکیک نوع پروژه

نوع پروژه	مهندسی	تدارکات	ساخت
نفت، گاز و پتروشیمی (واحدهای فرایندی)	۱۰ تا ۱۵٪	۴۵ تا ۵۵٪	۳۵ تا ۴۰٪
نیروگاهی و انرژی	۱۰ تا ۱۲٪	۵۰ تا ۶۰٪	۳۰ تا ۳۸٪
ساختمانی و زیرساختی سنگین	۵ تا ۸٪	۲۰ تا ۳۰٪	۶۵ تا ۷۵٪

این اعداد صرفاً راهنمای تجربی هستند؛ وزن نهایی هر پروژه باید بر اساس برآورد هزینه مصوب (Approved Project Budget Breakdown) به طور اختصاصی محاسبه و در PMS ثبت شود.

۲.۷. منحنی S برنامه ای در مقابل واقعی

منحنی S که نشان دهنده پیشرفت تجمعی برنامه زمان بندی پروژه است باید از ابتدای پروژه بر اساس وزن سه فاز و زمان بندی پایه (Baseline Schedule) ترسیم و در هر دوره گزارش دهی با منحنی واقعی مقایسه شود. فاصله افقی بین دو منحنی، افت روند پیشرفت واقعی پروژه را نشان می دهد و معیاری شفاف تر از صرفاً درصد پیشرفت برای کارفرما است.

۳.۷. شاخص های EVM در سطح پروژه

جدول ۱۱ — بررسی شاخص های EVM

شاخص	فرمول	تفسیر
SPI (شاخص عملکرد زمانی)	$EV + PV$	بزرگتر از ۱: پروژه جلوتر از برنامه کمتر از ۱: پروژه عقب تر از برنامه
CPI (شاخص عملکرد هزینه)	$EV + AC$	بزرگتر از ۱: هزینه کمتر از بودجه مصوب (صرفه جویی) کمتر از ۱: عبور از سقف بودجه (زیان)
BAC (بودجه کل مصوب پروژه در پایان)	—	ارزش کل بودجه مصوب پروژه طبق Baseline، بدون تغییر در طول ساخت
EAC (برآورد هزینه در پایان)	$BAC \div CPI$	پیش بینی هزینه نهایی پروژه با روند فعلی
ETC (برآورد هزینه باقی مانده)	$EAC - AC$	هزینه مورد نیاز تا تکمیل پروژه
VAC (انحراف هزینه در پایان)	$BAC - EAC$	مثبت: اتمام پروژه با هزینه ای کمتر از بودجه منفی: اتمام پروژه با کسری بودجه

۸. فرایند پرداخت در قراردادهای EPC

۱.۱.۸. انواع پرداخت

جدول ۱۲ — رایج‌ترین انواع پرداخت

نوع پرداخت	توضیح	تضمین لازم
پیش‌پرداخت (Advance Payment)	معمولاً ۱۰ تا ۲۰ درصد ارزش قرارداد در ابتدای کار، با استهلاك تدریجی در صورت وضعیت‌های بعدی	ضمانت‌نامه پیش‌پرداخت بانکی
پرداخت دوره‌ای/موقت (Interim/Progress Payment)	بر اساس درصد پیشرفت تأییدشده هر دوره (معمولاً ماهانه)	صورت وضعیت تأییدشده مهندس مشاور
پرداخت مرحله‌ای (Milestone Payment)	برای اقلام پرازش تدارکات یا رویدادهای کلیدی (مثل تحویل تجهیز اصلی)	گواهی تحویل/تأیید FAT
کسور قانونی و تضمین حسن انجام کار (Retention)	معمولاً ۵ تا ۱۰ درصد هر صورت وضعیت تا پایان دوره تضمین	ضمانت‌نامه حسن انجام کار به جای کسور نقدی (در صورت توافق)
پرداخت نهایی (Final Payment)	پس از تحویل قطعی، رفع نواقص و تسویه حساب کامل	صورت مجلس تحویل قطعی

۲.۸. گردش کار صدور صورت وضعیت موقت (IPC)

- تهیه گزارش پیشرفت خام توسط واحد کنترل پروژه پیمانکار (روز ۱ تا ۳ پس از پایان دوره)
 - تطبیق با برداشت میدانی Quantity Survey/و رفع مغایرت (روز ۴ تا ۶)
 - تأیید داخلی PMO پیمانکار و ضمیمه کردن مستندات پشتیبان (روز ۷)
 - ارسال صورت وضعیت رسمی به مهندس مشاور/کارفرما (روز ۸)
 - بررسی و راستی آزمایی توسط مهندس مشاور (روز ۹ تا ۱۸ — معمولاً تا ۱۴ روز کاری طبق شرایط عمومی پیمان)
 - صدور گواهی تأیید پرداخت (Payment Certificate) توسط کارفرما/مشاور
 - پرداخت توسط کارفرما (معمولاً ۲۸ تا ۵۶ روز پس از تأیید، بسته به شرایط قرارداد)
- هشدار اجرایی: تأخیر در هر یک از مراحل بالا باید در گزارش ماهانه پیمانکار به صورت شفاف ثبت شود، چون در بسیاری از قراردادها مبنای محاسبه خسارت تأخیر در پرداخت (Interest on Late Payment) همین گردش کار مستند است. برای مطالعه بیشتر در این زمینه می‌توانید به مقاله [نحوه صورت وضعیت نویسی حرفه‌ای در صنعت ساخت](#) مراجعه کنید.

۹. اشتباهات رایج و اقدامات اصلاحی

جدول زیر اشتباهات پرتکرار در سنجش پیشرفت و پرداخت پروژه‌های EPC را به همراه ریشه علت و اقدام اصلاحی عملیاتی نشان می‌دهد:

جدول ۱۳ — رایج‌ترین اشتباهات در سنجش پیشرفت پروژه

اشتباه رایج	ریشه علت	اقدام اصلاحی
استفاده از یک روش یکسان برای هر سه فاز	نادیده گرفتن ماهیت متفاوت فازها	تدوین PMS با روش اختصاصی برای هر فاز (بخش ۳)
تمرکز صرف بر درصد بدون توجه به آمادگی واقعی	گزارش‌دهی صرفاً عددی بدون بررسی کیفی	تعریف معیار «آمادگی برای فاز بعد» (Readiness Gate) در کنار درصد
وزن‌دهی غیردقیق یا سلیقه‌ای به مدارک/فعالیت‌ها	فقدان مبنای کمی برای وزن‌دهی	وزن‌دهی بر اساس ساعت‌کار برآوردی یا هزینه برآوردی مصوب، نه برآورد ذهنی
یکسان‌فرض کردن پیشرفت مالی و پیشرفت فیزیکی	خلط مفهوم پرداخت با مفهوم ارزش کسب‌شده	تفکیک صریح PV/EV/AC در گزارش ماهانه و کنترل هم‌زمان هر دو شاخص
تأخیر در به‌روزرسانی مبنای پیشرفت پس از تغییرات	عدم وجود فرایند رسمی کنترل تغییر (Change Control)	اتصال هر تغییر دامنه/طراحی به به‌روزرسانی فوری Baseline و وزن‌ها
ضعف ارتباط سنجش پیشرفت با نظام پرداخت	طراحی جزیره‌ای سیستم‌های فنی و مالی	یکپارچه‌سازی Document Control، کنترل پروژه و امور مالی در یک پایگاه داده واحد
نبود راستی‌آزمایی مستقل پیش از صدور صورت‌وضعیت	اعتماد صرف به گزارش پیمانکار	الزام تطبیق میدانی مهندس مشاور قبل از هر تأیید پرداخت
نادیده گرفتن بازگشت مدارک/فعالیت‌ها از مراحل بعدی	ثبت یک‌طرفه و فقط روبه‌جلو در نرم‌افزار	امکان کاهش درصد در سیستم و ثبت دلیل بازگشت

۱۰. نقش فناوری و دیجیتالی‌سازی کنترل پروژه

در ادامه به بررسی برخی از مهمترین نرم‌افزارها و کاربرد آن‌ها در کنترل پروژه می‌پردازیم:

- نرم افزار [Primavera P](#) یا [MS Project](#) برای WBS، زمان‌بندی پایه و منحنی S با کدگذاری یکسان PMS

- سیستم مدیریت اسناد مهندسی (EDMS) متصل به Primavera برای محاسبه خودکار پیشرفت مهندسی بر مبنای جدول ۴

- داشبورد BI مانند [Power BI](#) برای پایش لحظه‌ای SPI/CPI در سطح پروژه و هر فاز، با هشدار خودکار هنگام عبور از آستانه بحرانی

- مدل‌سازی [BIM](#) (چهاربعدی/پنج‌بعدی) [4D/5D](#) برای تطبیق پیشرفت فیزیکی واقعی ساخت با مدل برنامه‌ای و برآورد هزینه

- ابزارهای پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین برای برآورد پویای EAC و شناسایی الگوهای ریسک تأخیر بر اساس داده‌های پروژه‌های مشابه پیشین

توصیه راهبردی برای PMO: قبل از سرمایه‌گذاری در ابزار، باید یکپارچگی داده (Single Source of Truth) بین Document Control، کنترل پروژه، تدارکات و مالی تضمین شود؛ ابزار پیشرفته روی داده پراکنده و ناهماهنگ، تنها سرعت توزیع خطا را افزایش می‌دهد.

۱۱. چک‌لیست اجرایی مدیر قرارداد و PMO

پیش از شروع ساخت

- آیا سند PMS تدوین و توسط کارفرما تصویب شده است؟
- آیا وزن سه فاز بر اساس برآورد هزینه مصوب (نه فرض عمومی) تعیین شده است؟
- آیا نقش‌ها و سطح تصمیم‌گیری (RACI) به‌صورت مستند تعریف شده است؟

در طول ساخت (هر دوره گزارش‌دهی)

- آیا فهرست اسناد اصلی مهندسی (MDR) به‌روزرسانی و هر بازگشت مدرک ثبت شده است؟
- آیا وضعیت رنگی (Green/Amber/Red) برای بسته‌های تدارکات پریسک بررسی شده است؟
- آیا گزارش پیشرفت ساخت بر مبنای Rule of Credit و واحدهای استاندارد (نه برآورد کلی) تهیه شده است؟
- آیا پیش از ارسال صورت‌وضعیت، تطبیق با برداشت میدانی مهندس مشاور انجام شده است؟
- آیا شاخص‌های SPI و CPI پروژه و هر فاز به‌صورت جداگانه محاسبه و در گزارش مدیریتی درج شده‌اند؟
- آیا هرگونه تغییر دامنه یا طراحی، در Baseline و وزن‌های پیشرفت به‌روزرسانی شده است؟

در پایان هر فاز/پروژه

- آیا معیار «آمادگی برای فاز بعد (Readiness Gate)» پیش از اعلام پیشرفت ۱۰۰ درصد یک فاز بررسی شده است؟
- آیا کسور حسن انجام کار و دوره تضمین مطابق قرارداد دنبال و مستند شده است؟
- آیا صورت‌مجلس تحویل قطعی و تسویه حساب نهایی تهیه و امضا شده است؟

۱۲. جمع‌بندی و توصیه‌های راهبردی

در پروژه‌های EPC، سنجش پیشرفت و پرداخت یک فرایند چندبعدی و فزاینده است که نمی‌توان آن را با یک رویکرد ساده و یکسان مدیریت کرد. فاز مهندسی مبتنی بر مدارک و مراحل تکامل آن‌ها، فاز تدارکات مبتنی بر فرایند تأمین و وضعیت رنگی پایش و فاز ساخت مبتنی بر Rule of Credit، WBS و واحدهای کمی استاندارد است. یکپارچه‌سازی این سه فاز در قالب مدل ارزش کسب‌شده (EVM) و تعریف دقیق گردش کار صورت‌وضعیت، ستون فقرات یک نظام کنترل پروژه قابل دفاع است.

توصیه نهایی برای مدیران قرارداد و PMO: موفقیت در این حوزه نه از طریق پیچیده‌تر کردن فرمول‌ها، بلکه از طریق شفافیت، مستندسازی پیشینی (نه پسینی) قواعد و یکپارچگی داده میان واحدهای فنی، تدارکات و مالی به دست می‌آید. سندی مانند PMS که در ابتدای پروژه تصویب و در طول ساخت بدون انحراف رعایت شود، به‌تنهایی می‌تواند بخش بزرگی از اختلافات قراردادی متداول در پروژه‌های EPC را پیش از وقوع خنثی کند.

dralavipour.com



برای دریافت مقالات بیشتر در خبرنامه موسسه ACEMI عضو شوید.

با ما همراه باشید موسسه مهندسی و مدیریت ساخت علوی پور			
+۹۸ ۲۱ ۴۶ ۱۰۰ ۴۴۵			+۹۸ ۲۱ ۴۶ ۱۰۰ ۴۵۰
	info@dralavipour.com	ACEMI	
	ACEMI_social	Alavipour_pm	
	ACEMI_channel	Alavipour_pm	

