فصلنامه پژوهش های مدیریت در جهان اسلام

شماره مجوز: ۸۵۴۹۵ شماره استاندارد بین المللی: ۶۰۹۴-۲۶۷۶ شماره بیست و ششم (بهار۱۴۰۵)

مدیریت چرخه‌عمر پروژه‌های ساخت از منظر مجری: مروری بر قرارداد، برنامه‌ریزی، کنترل و رهبری

(تاریخ ارسال ۱۴۰۵/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۵/۰۳/۲۸)

میلاد مرادی

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، ایران

چکیده

صنعت ساخت‌وساز به‌عنوان یکی از محرک‌های اصلی اقتصاد در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، همواره با چالش‌های پیچیده‌ای در زمینه مدیریت زمان، هزینه، کیفیت و منابع انسانی روبه‌رو بوده است. در این میان، پیمانکاران و مجریان پروژه‌های ساخت به‌عنوان بازوی اجرایی، نقش محوری در موفقیت یا شکست پروژه‌ها ایفا می‌کنند. مقاله حاضر با هدف بررسی و تحلیل جامع «مدیریت چرخه‌عمر پروژه‌های ساخت از منظر مجری» تدوین شده است. در این راستا، چهار رکن بنیادین شامل مدیریت قرارداد، برنامه‌ریزی استراتژیک و عملیاتی، کنترل پروژه و رهبری تیم‌های کاری مورد واکاوی قرار گرفته است. روش تحقیق در این مقاله، مرور سیستماتیک منابع کتابخانه‌ای و مقالات معتبر چاپ شده در سال‌های اخیر است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که گذار از نگاه سنتیِ «پیمانکارِ صرفاً اجراکننده» به «مجریِ شریک در خلق ارزش»، نیازمند تسلط بر مفاهیم حقوقی قراردادها (نظیر فیدیک و شرایط عمومی پیمان)، به‌کارگیری ابزارهای نوین برنامه‌ریزی (مانند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان-BIM)، پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل یکپارچه (نظیر مدیریت ارزش کسب‌شده-

EVM) و از همه مهم‌تر، اعمال سبک‌های رهبری تحول‌آفرین است. نتایج این بررسی می‌تواند به‌عنوان یک چارچوب راهبردی برای شرکت‌های پیمانکاری، مدیران پروژه و مهندسان اجرایی به‌منظور بهینه‌سازی فرآیندهای چرخه‌عمر پروژه مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی :چرخه‌عمر پروژه، مجری ساخت، مدیریت قرارداد، برنامه‌ریزی پروژه، کنترل پروژه، رهبری در ساخت‌وساز

۱-مقدمه

پروژه‌های ساخت‌وساز، موجودیت‌هایی پویا، پیچیده و چندوجهی هستند که از تعامل میان ذی‌نفعان متعدد، منابع محدود و عدم قطعیت‌های محیطی شکل می‌گیرند. در ادبیات مدیریت پروژه، چرخه‌عمر پروژه ([۱]) به مجموعه‌ای از مراحل متوالی گفته می‌شود که یک پروژه از نقطه آغاز تا پایان طی می‌کند (موسسه مدیریت پروژه[PMI] ، ۲۰۲۱) .اگرچه چرخه‌عمر پروژه از نگاه کارفرما ([۲]) شامل فازهای امکان‌سنجی، تامین مالی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری است، اما از منظر مجری یا پیمانکار([۳]) ، این چرخه مختصات و ویژگی‌های متمایزی دارد که عمدتاً از مرحله شرکت در مناقصه آغاز شده و تا تحویل قطعی و پایان دوره تضمین ادامه می‌یابد (سیرز و همکاران، ۲۰۲۰).

---

[۱] Project Life Cycle

[۲] Owner

[۳] Contractor

نقش مجری در دهه‌های اخیر دستخوش تحولات شگرفی شده است. در گذشته، پیمانکار صرفاً موظف به اجرای نقشه‌های ابلاغی با کمترین هزینه بود. اما امروزه، با ظهور روش‌های نوین اجرای پروژه نظیر طرح و ساخت(۱) ، مهندسی، تامین و ساخت (EPC) و تحویل یکپارچه پروژه(IPD) ، مجری به یکی از ارکان کلیدی در فاز طراحی و مهندسی ارزش تبدیل شده است (گلابچی و عصاری، ۱۴۰۱). این تغییر پارادایم، نیازمند ارتقای دانش مجریان در حوزه‌های چهارگانه «قرارداد، برنامه‌ریزی، کنترل و رهبری» است. شکست بسیاری از پروژه‌های ساختمانی در رعایت محدودیت‌های سه‌گانه (زمان، هزینه و دامنه)، ریشه در ضعف مهارتی مجریان در مدیریت یکپارچه این حوزه‌ها دارد. آمارها نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد پروژه‌های بزرگ ساختمانی در سراسر جهان با تاخیرات زمانی و افزایش هزینه‌های قابل‌توجهی روبه‌رو می‌شوند (فلایوبیرگ، ۲۰۲۱). بخش عمده‌ای از این انحرافات، ناشی از تفسیر نادرست مفاد قرارداد، برنامه‌ریزی غیرواقع‌بینانه، سیستم‌های کنترلی واکنشی (به جای پیش‌گیرانه) و فقدان رهبری اثربخش در کارگاه است. هدف از نگارش این مقاله، ارائه یک چارچوب مفهومی و کاربردی برای مدیریت چرخه‌عمر پروژه‌های ساخت از دیدگاه مجری است. در این مسیر، تلاش شده است تا با استناد به به‌روزترین منابع علمی و استانداردهای بین‌المللی، رویکردهای نوین در هر یک از ابعاد قرارداد، برنامه‌ریزی، کنترل و رهبری تبیین گردد.

۱ Design-Build

۲.مراحل چرخه‌عمر پروژه از منظر مجری

چرخه‌عمر پروژه برای یک شرکت پیمانکاری، با آنچه در استانداردهای عمومی نظیر پم‌باک (PMBOK)ذکر شده، دارای هم‌پوشانی است، اما ماهیت عملیاتی‌تری دارد. هالپین و سینیور (۲۰۱۷) در کتاب مدیریت ساخت، چرخه‌عمر پروژه برای مجری را به پنج فاز اصلی تقسیم می‌کنند:

بند اول: فاز پیش‌ازقرارداد و مناقصه([1])

این مرحله، حیاتی‌ترین بخش برای بقای یک شرکت پیمانکاری است. در این فاز، مجری باید اسناد مناقصه را به دقت بررسی کرده، ریسک‌های احتمالی را شناسایی نماید و برآورد دقیقی از هزینه‌ها و زمان پروژه ارائه دهد. اشتباه در برآورد ([2]) در این مرحله، می‌تواند منجر به پدیده «نفرین برنده» ([3]) شود؛ جایی که پیمانکار مناقصه را می‌برد اما به دلیل قیمت‌دهی بسیار پایین، در حین اجرا دچار زیان‌های جبران‌ناپذیر می‌گردد (هریس و مک‌کافر، ۲۰۲۱). در این فاز، تصمیم‌گیری برای شرکت یا عدم شرکت در مناقصه ([4]) نیازمند تحلیل استراتژیک ظرفیت‌های شرکت و شرایط بازار است.

---

[1] Pre-contract and Bidding

[2] Estimating

[3] Winner's Curse

[4] Bid/No-Bid Decision

بند دوم: فاز پیش‌ساخت و تجهیز کارگاه[۱]

پس از عقد قرارداد، مجری وارد مرحله پیش‌ساخت می‌شود. این فاز شامل اخذ مجوزهای لازم، نهایی‌سازی برنامه زمان‌بندی پایه[۲]، عقد قرارداد با پیمانکاران فرعی[۳]، تامین کنندگان مصالح و همچنین تجهیز کارگاه [۴] است. موفقیت در فاز اجرا، وابستگی مستقیمی به کیفیت سازمان‌دهی در این مرحله دارد. مهندسی ارزش و بررسی مجدد نقشه‌ها به‌منظور رفع تداخلات [۵] در همین فاز صورت می‌پذیرد (گلابچی و همکاران، ۱۴۰۰).

بند سوم: فاز اجرا و ساخت[۶]

ملموس‌ترین و پرهزینه‌ترین فاز چرخه‌عمر پروژه از دید مجری است. در این مرحله، منابع فیزیکی، انسانی و مالی به کار گرفته می‌شوند تا محصول فیزیکی پروژه خلق شود. وظیفه اصلی تیم مدیریت پروژه در این فاز، هدایت عملیات اجرایی مطابق با الزامات ایمنی(HSE)، کیفیت، بودجه و زمان‌بندی مصوب است. این مرحله بالاترین سطح مصرف منابع و بیشترین پتانسیل بروز تعارضات کارگاهی را داراست (چو و همکاران، ۲۰۲۳).

---

۱ Pre-construction and Mobilization

۲ Baseline Schedule

۳ Subcontractors

۴ Mobilization

۵ Clash Detection

۶ Construction and Execution

بند چهارم: فاز راه‌اندازی و تحویل موقت[۱]

با نزدیک شدن به پایان عملیات اجرایی، مجری باید سیستم‌ها و تجهیزات نصب‌شده را تست و راه‌اندازی کند. تهیه لیست نواقص [۲] و رفع آن‌ها پیش از تحویل موقت به کارفرما، از الزامات این فاز است. مدیریت ضعیف در این مرحله باعث فرسایشی شدن پروژه و تحمیل هزینه‌های بالاسری [۳] مضاعف به مجری می‌شود.

بند پنجم: فاز تحویل قطعی و برچیدن کارگاه[۴]

پس از سپری شدن دوره تضمین (دوره رفع نقص) که در قراردادهای ایران معمولاً یک دوره یک ساله یا بیشتر است (نشریه ۴۳۱۱)، و پس از رفع عیوب پنهان احتمالی، پروژه به‌طور قطعی تحویل کارفرما می‌گردد. در این مرحله، تسویه‌حساب‌های نهایی، آزادسازی ضمانت‌نامه‌ها (حسن انجام کار) و مستندسازی درس‌آموخته‌ها [۵] توسط مجری انجام می‌گیرد.

---

۱ Commissioning and Handover

۲ Punch List

۳ Overhead

۴ Demobilization and Final Handover

۵ Lessons Learned

۳.مدیریت قرارداد: شالوده حقوقی و مالی مجری

مدیریت قرارداد ([۱]) برای مجری، صرفاً یک وظیفه اداری نیست، بلکه قلب تپنده مدیریت ریسک و سودآوری پروژه است. قرارداد، مرزهای تعهدات، نحوه تخصیص ریسک و رویه‌های حل‌اختلاف را تعیین می‌کند (شیرزاد و رحیمی، ۱۴۰۰).

بند اول: استراتژی‌های عقد قرارداد و توزیع ریسک

نوع قرارداد تاثیر مستقیمی بر نحوه رفتار مجری دارد. در قراردادهای مقطوع([۲]) ، بیشترین ریسک مالی بر دوش مجری است؛ بنابراین پیمانکار باید پیش از عقد قرارداد، طراحی‌ها را به صورت کامل بررسی کرده باشد و حاشیه‌سود مطمئنی برای عدم‌قطعیت‌ها در نظر بگیرد. در مقابل، در قراردادهای بازپرداخت هزینه([۳]) ، ریسک مالی عمدتاً متوجه کارفرماست اما مجری باید سیستم حسابداری بسیار شفافی برای اثبات هزینه‌های خود داشته باشد. قراردادهای قیمت واحد ([۴]) که در پروژه‌های زیرساختی و راهسازی بسیار رایج‌اند، ریسک مقادیر کار را بین طرفین تسهیم می‌کنند (مک‌نیل و همکاران، ۲۰۲۲).

---

[۱] Contract Management

[۲] Lump Sum

[۳] Cost-Reimbursable

[۴] Unit Price

بند دوم: مدیریت ادعا و تغییرات([1])

پروژه‌های ساختمانی به دلیل ماهیت پویا، همواره با تغییرات ([2]) مواجه می‌شوند. کارفرما ممکن است دامنه کار را تغییر دهد، شرایط زمین‌شناسی با گزارش‌های اولیه مغایرت داشته باشد (شرایط فیزیکی پیش‌بینی‌نشده) و یا نقشه‌ها دارای نقص باشند. از منظر مجری، توانایی تشخیص این تغییرات، مستندسازی به موقع آن‌ها و ارائه لایحه تاخیرات یا ادعای مالی([3]) ، یک مهارت حیاتی است.

طبق استانداردهای فیدیک(FIDIC, ۲۰۱۷) ، پیمانکار موظف است در صورت بروز رویدادی که به زمان یا هزینه پروژه می‌افزاید، در مدت زمان مشخصی (عموماً ۲۸ روز) اخطار اولیه ([4]) را به مهندس مشاور یا کارفرما ارسال کند. عدم رعایت این الزامات شکلی در قراردادها، بسیاری از پیمانکاران محق را از حقوق قانونی خود محروم می‌سازد. از این رو، تشکیل تیم مدیریت قراردادها متشکل از متخصصان فنی و حقوقی در سازمان مجری، امری اجتناب‌ناپذیر است.

بند سوم: شرایط عمومی پیمان و چالش‌های بومی

در ایران، بخش عمده‌ای از پروژه‌های عمرانیِ با بودجه دولتی، تحت ضوابط نشریه ۴۳۱۱ (شرایط عمومی پیمان) منعقد می‌شوند. اگرچه این نشریه تلاش کرده تا چارچوب مشخصی

---

[1] Claims and Variation Management

[2] Variations/Change Orders

[3] Claim

[4] Notice of Claim

برای روابط کارفرما، مشاور و پیمانکار ایجاد کند، اما در برخی مفاد، کفه‌ترازو به نفع کارفرما سنگینی می‌کند (مانند ماده ۴۶ و ۴۸ در خصوص فسخ و خاتمه پیمان). مجری موفق کسی است که با تسلط کامل بر مواد حقوقی این نشریه و استفاده از ظرفیت‌های قانونی (نظیر ماده ۳۰ در خصوص تمدید مدت پیمان و ماده ۲۹ در خصوص تغییر مقادیر)، از منافع سازمانی خود دفاع کند (جعفری و طالبی، ۱۴۰۱).

٤. برنامه‌ریزی یکپارچه؛ نقشه راه مجری در شرایط عدم‌قطعیت

در چرخه‌عمر پروژه‌های ساخت از منظر پیمانکار، برنامه‌ریزی ([1]) صرفاً یک الزام فرمایشی برای ارائه به کارفرما نیست، بلکه هسته مرکزی استراتژی اجرایی سازمان است. برخلاف نگاه سنتی که برنامه‌ریزی را محدود به ترسیم یک نمودار گانت ([2]) در ابتدای پروژه می‌دانست، رویکرد نوین، برنامه‌ریزی را فرآیندی مستمر، تعاملی و چندبُعدی می‌داند که باید به طور یکپارچه زمان، هزینه، ماشین‌آلات، نیروی انسانی و مصالح را در بر گیرد (سیرز و همکاران، ۲۰۲۰). موفقیت مجری در فاز اجرا، وابستگی مستقیمی به واقع‌بینی و دقت در این مرحله دارد.

بند اول: زمان‌بندی پروژه و مدیریت مسیر بحرانی(CPM)

یکی از مهم‌ترین ارکان برنامه‌ریزی، تدوین برنامه زمان‌بندی تفصیلی ([3]) است. روش مسیر بحرانی ([4]) همچنان پرکاربردترین تکنیک در صنعت ساخت‌وساز محسوب می‌شود. از منظر

[1] Planning

[2] Gantt Chart

[3] Detailed Schedule

[4] Critical Path Method - CPM

مجری، شناسایی دقیق فعالیت‌های روی مسیر بحرانی و نظارت روزانه بر آن‌ها حیاتی است؛ چرا که هرگونه تاخیر در این فعالیت‌ها، مستقیماً به تاخیر کل پروژه و اعمال جرایم دیرکرد ([1]) از سوی کارفرما منجر خواهد شد (هالپین و سینیور، ۲۰۱۷).

با این حال، چالش اصلی پیمانکاران صرفاً تعیین توالی فعالیت‌ها نیست، بلکه «تخصیص و تسطیح منابع» ([2]) است. در بسیاری از پروژه‌های داخل کشور، برنامه‌های زمان‌بندی بدون در نظر گرفتن محدودیت منابع (اعم از محدودیت تعداد جرثقیل‌ها، کمبود نیروی کار ماهر در فصول خاص یا تاخیر در تامین مصالح وارداتی) تدوین می‌شوند. این امر باعث می‌شود که برنامه زمان‌بندی در همان ماه‌های ابتدایی کارکرد خود را از دست بدهد و صرفاً به سندی برای توجیه تاخیرات بدل گردد.

بند دوم: برنامه‌ریزی مالی و مدیریت جریان نقدینگی([3])

جریان نقدینگی به مثابه خون در رگ‌های یک شرکت پیمانکاری است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت اصلی ورشکستگی بیش از نیمی از شرکت‌های عمرانی، نه فقدان تخصص فنی و نه حتی حاشیه سود پایین، بلکه ناتوانی در مدیریت جریان نقدینگی ([4]) بوده است (هریس و مک‌کافر، ۲۰۲۱). مجری در هنگام برنامه‌ریزی مالی، باید به دقت نمودار گردش وجوه نقد را ترسیم کند که شامل دو بخش اصلی است:

---

[1] Liquidated Damages

[2] Resource Allocation & Leveling

[3] Cash Flow Management

[4] Cash Flow

۱ (جریان خروجی :([۱]) شامل هزینه‌های پرداخت دستمزدها، خرید مصالح، اجاره ماشین‌آلات و بالاسری کارگاه.

۲ (جریان ورودی :([۲]) شامل دریافت پیش‌پرداخت، پرداخت‌های علی‌الحساب کارکردها (صورت‌وضعیت‌ها) و آزادسازی کسورات قانونی.

به دلیل وجود فاصله زمانی قابل‌توجه بین انجام کار در کارگاه، تایید صورت‌وضعیت توسط دستگاه نظارت و در نهایت پرداخت وجه توسط کارفرما([۳]) ، مجری همواره با پدیده «کسری نقدینگی» یا «نیاز به سرمایه در گردش» ([۴]) مواجه است. برنامه‌ریزی مالی دقیق به مجری کمک می‌کند تا زمان‌های پیک مصرف منابع مالی را پیش‌بینی کرده و در صورت نیاز، از ابزارهای تامین مالی نظیر اعتبارات اسنادی(LC) ، وام‌های بانکی و یا فاکتورینگ استفاده نماید.

بند سوم: مدیریت زنجیره تامین و تدارکات پروژه([۵])

در پروژه‌های ساخت، به طور متوسط بین ۴۰ تا ۶۰ درصد از هزینه کل پروژه صرف خرید مصالح و تجهیزات می‌شود (گلابچی و عصاری، ۱۴۰۱). برنامه‌ریزی تدارکات برای مجری، به معنای تعیین دقیق زمان سفارش‌گذاری کالا ([۶]) است. ورود زودهنگام مصالح به کارگاه، هزینه‌های انبارداری، خواب سرمایه و ریسک خرابی یا سرقت را افزایش می‌دهد (عدم انطباق

---

[۱] Cash Outflow

[۲] Cash Inflow

[۳] Payment Delay

[۴] Working Capital Requirement

[۵] Procurement Management

[۶] Order Lead Time

با اصول تولید ناب). از سوی دیگر، ورود دیرهنگام مصالح موجب توقف فعالیت‌های اجرایی و بیکاری ماشین‌آلات می‌شود. برنامه‌ریزی خرید باید به گونه‌ای باشد که مصالح در زمان طلایی ([1]) وارد جبهه‌های کاری شوند.

بند چهارم: فناوری‌های نوین برنامه‌ریزی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان(BIM)

صنعت ساخت‌وساز در حال گذار از روش‌های دو بعدی سنتی (CAD) به محیط‌های یکپارچه اطلاعاتی است. استفاده از فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) تحولی بنیادین در برنامه‌ریزی مجریان ایجاد کرده است. با استفاده از BIMچهاربُعدی([2]) ، مجری می‌تواند برنامه زمان‌بندی را به مدل سه بعدی متصل کرده و روند پیشرفت فیزیکی کار را در بستر زمان به صورت انیمیشن شبیه‌سازی کند. این امر امکان شناسایی تداخلات فضایی و زمانی در جبهه‌های کاری (مانند تداخل کار اکیپ‌های لوله‌کشی و برق‌کاری در یک شفت تاسیساتی) را پیش از وقوع در کارگاه فراهم می‌سازد.

از طریق BIMپنج‌بُعدی([3]) ، برآورد مقادیر ([4]) و هزینه‌ها به صورت خودکار و با خطای نزدیک به صفر انجام می‌شود. این ابزار به پیمانکار قدرت می‌دهد تا در صورت اعمال هرگونه تغییر در نقشه‌ها از سوی کارفرما، بلافاصله تاثیر آن بر هزینه و زمان کل پروژه را ارزیابی کرده

---

[1] Just-in-Time

[2] ٤D BIM

[3] ٥D BIM

[4] Quantity Take-off

و لایحه تاخیرات یا ادعای مالی [۱] خود را با مستندات غیرقابل‌انکار ارائه دهد (ایستمن و همکاران، ترجمه گلابچی، ۱۳۹۸).

۵. کنترل پروژه؛ گذار از رویکرد واکنشی به رهیافت پیش‌گیرانه

برنامه‌ریزی، تنها نیمی از معادله موفقیت است؛ نیمه دیگر، اجرای دقیق برنامه و پایش مستمر انحرافات است. از نظر مجری، کنترل پروژه صرفاً به‌روزرسانی درصد پیشرفت فیزیکی [۲] نیست، بلکه ابزاری است برای تشخیص زودهنگام بیماری‌های پروژه پیش از آنکه غیرقابل‌درمان شوند.

بند اول: مدیریت ارزش کسب‌شده[۳]

کامل‌ترین و استانداردترین سیستم کنترل یکپارچه زمان و هزینه که هر پیمانکار حرفه‌ای باید به آن مسلط باشد، سیستم EVM است. این رویکرد، سه شاخص اصلی را در هر مقطع از پروژه مقایسه می‌کند:

- ارزش برنامه‌ریزی شده :(PV) بودجه مصوب برای کارهایی که تا تاریخ گزارش باید انجام می‌شد.
- هزینه واقعی :(AC) مجموع هزینه‌های واقعی صرف شده توسط مجری در کارگاه.

---

[۱] Claim

[۲] Physical Progress

[۳] Earned Value Management - EVM

- ارزش کسب‌شده :(EV) ارزش ریالی کارهای فیزیکیِ واقعاً انجام شده در کارگاه بر اساس نرخ‌های قرارداد.

پیمانکار با محاسبه و تحلیل این سه متغیر، می‌تواند شاخص‌های عملکرد زمان (SPI) و هزینه (CPI)را استخراج کند. اگر CPI پیمانکار کمتر از ۱ باشد، به این معناست که هزینه اجرای کارها در کارگاه، از درآمدهای حاصل از صورت‌وضعیت‌ها بیشتر شده است و پروژه در مسیر زیان‌دهی قرار دارد (موسسه مدیریت پروژه[PMI] ، ۲۰۱۹).

مزیت بزرگ EVM برای مجری، توانایی پیش‌بینی ([1]) است. به کمک شاخص‌هایی نظیر EAC(برآورد هزینه در هنگام تکمیل)، مدیر پروژه می‌فهمد که اگر با همین راندمان پیش برود، در انتهای کار چه میزان زیان مالی را متحمل خواهد شد و در نتیجه، می‌تواند تدابیر اصلاحی نظیر تغییر پیمانکاران دست‌دوم یا تغییر روش‌های اجرایی را اتخاذ کند.

بند دوم: کنترل و تضمین کیفیت (QA/QC) در اجرا

در اذهان بسیاری از مجریان، مفاهیم تضمین کیفیت ([2]) و کنترل کیفیت ([3]) یکسان پنداشته می‌شوند؛ حال آنکه این دو ماهیتی کاملاً متفاوت دارند. تضمین کیفیت شامل تمامی فرآیندها، دستورالعمل‌ها و استانداردسازی‌هایی است که در سطح سازمان یا دفتر مرکزی تدوین می‌شود تا از درستی مسیر انجام کار اطمینان حاصل گردد (پیشگیرانه). اما کنترل کیفیت، مجموعه بازرسی‌ها، تست‌ها و آزمایش‌هایی (مانند تست بتن، جوش یا مقاومت خاک) است که در

[1] Forecasting

[2] Quality Assurance

[3] Quality Control

سطح کارگاه روی محصول نهایی انجام می‌گیرد (واکنشی). هزینه کیفیت [۱] یکی از پنهان‌ترین و در عین حال سنگین‌ترین هزینه‌های پیمانکاران است. انجام کارهای دوباره [۲] ناشی از عدم تطابق با نقشه‌ها یا افت کیفیت مصالح، نه تنها هزینه‌های مستقیم مواد و دستمزد را به مجری تحمیل می‌کند، بلکه موجب افت روحیه تیم کارگاهی، بی‌اعتمادی کارفرما و از دست رفتن زمان حیاتی پروژه می‌گردد. پیاده‌سازی چرخه‌های دمینگ (PDCA) و رویکردهای مدیریت کیفیت جامع (TQM) در کارگاه‌های ساختمانی، راهکاری است که شرکت‌های پیمانکاری پیشرو برای کاهش نرخ دوباره‌کاری اتخاذ کرده‌اند (کرزنر، ۲۰۲۲).

بند سوم: مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست(HSE)

محیط کارگاه‌های ساختمانی ذاتاً خطرناک است و مستعد بروز انواع حوادث شغلی (نظیر سقوط از ارتفاع، برق‌گرفتگی، ریزش گود و آوار) می‌باشد. متاسفانه، برخی از پیمانکاران همچنان به مقوله ایمنی به عنوان یک هزینه سربار نگاه می‌کنند؛ این در حالی است که تحلیل هزینه‌های حوادث کارگاهی نشان می‌دهد که هزینه‌های غیرمستقیم یک حادثه (مانند توقف کارگاه توسط بازرس اداره کار، افت اعتبار شرکت، هزینه‌های حقوقی دعاوی و جایگزینی نیروی کار) بین ۴ تا ۱۰ برابر هزینه‌های مستقیم (دیه و درمان) است (هینز، ۲۰۲۱). یک مجری موفق، مدیریت HSE را در بطن فرآیندهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه خود ادغام می‌کند. تکنیک‌هایی نظیر «تحلیل ایمنی شغلی» [۳] برای هر فعالیت اجرایی پیش از آغاز آن،

---

[۱] Cost of Quality

[۲] Rework

[۳] Job Safety Analysis - JSA

برگزاری جلسات کوتاه آموزشی روزانه [۱] و نصب علائم هشداردهنده استاندارد، از حداقل‌های ضروری برای ایجاد یک فرهنگ ایمنی مثبت در کارگاه به شمار می‌آیند. علاوه بر این، با توجه به افزایش دغدغه‌های جهانی در حوزه پایداری[۲] ، رعایت الزامات زیست‌محیطی نظیر کنترل گرد و غبار، کاهش آلودگی صوتی و مدیریت پسماندهای ساختمانی[۳] ، به یکی از معیارهای ارزیابی صلاحیت پیمانکاران در مناقصات مدرن تبدیل شده است.

٦. رهبری و مدیریت مهارت‌های نرم؛ حلقه مفقوده در کارگاه‌های ساختمانی

در حالی که قرارداد، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه ، زیرمجموعه «مهارت‌های سخت» [۴] طبقه‌بندی می‌شوند، موفقیت نهایی مجری در پیاده‌سازی این ابزارها، در گرو برخورداری از «مهارت‌های نرم» [۵] و توانایی رهبری است. کارگاه‌های ساختمانی به دلیل ماهیت موقتی بودن تیم ها، تنوع فرهنگی کارگران، فشار بالای کاری و شرایط جوی متغیر، یکی از چالش‌برانگیزترین محیط‌ها برای مدیریت منابع انسانی محسوب می‌شوند.

---

[۱] Toolbox Talks

[۲] Sustainability

[۳] Construction Waste Management

[۴] Hard Skills

[۵] Soft Skills

بند اول: تفاوت مدیریت و رهبری در ساخت‌وساز

یکی از اشتباهات رایج در شرکت‌های پیمانکاری، یکسان انگاشتن مفهوم «مدیر کارگاه» با «رهبر کارگاه» است. هارولد کرزنر (۲۰۲۲) در کتاب مرجع *مدیریت پروژه* بیان می‌کند که مدیریت بیشتر بر روی سیستم‌ها، ساختارها، رویه‌ها و کنترل‌ها متمرکز است، در حالی که رهبری بر روی افراد، انگیزش، الهام‌بخشی و ایجاد چشم‌انداز تمرکز دارد. یک مدیر کارگاه ممکن است با استفاده از اهرم های تنبیهی (مانند کسر حقوق) کارگران را وادار به رعایت ایمنی کند(رویکرد تبادلی)[۱]، اما یک رهبر با ایجاد «فرهنگ ایمنی»، کارگران را به سطحی از آگاهی می‌رساند که خودشان حافظ جان یکدیگر باشند(رویکرد تحول‌آفرین)[۲] برای یک مجری، گذار از مدیریت سنتی به رهبری، عاملی کلیدی در کاهش نرخ خروج نیروی کار ماهر (۳) در اواسط پروژه است.

بند دوم: مدیریت تعارض در شبکه‌های پیچیده ذی‌نفعان

پروژه‌های ساختمانی بستر تقاطع منافع ذی‌نفعان گوناگون (کارفرما، مشاور، پیمانکاران فرعی، تامین‌کنندگان و نهادهای دولتی) هستند. تعارض (۴) در کارگاه امری اجتناب‌ناپذیر است؛ اختلاف بر سر کیفیت مصالح، تایید صورت‌وضعیت‌ها، تداخل جبهه‌های کاری و تاخیر در تحویل نقشه‌ها از جمله رایج‌ترین تعارضات هستند.

---

۱ Transactional

۲ Transformational

۳ Turnover

۴ Conflict

بر اساس مدل توماس-کیلمن (که کرزنر نیز به آن استناد می‌کند)، مجری باید بداند در چه زمانی از کدام سبک حل تعارض استفاده کند. به عنوان مثال، در اختلافات جزئی با یک پیمانکار فرعی کلیدی که حفظ رابطه با او برای ادامه پروژه حیاتی است، ممکن است رویکرد «نرمش و گذشت» ([1]) استراتژی مناسبی باشد. اما در مواجهه با ادعاهای غیرمنطقی کارفرما که بقای مالی پیمانکار را به خطر می‌اندازد، رویکرد «رقابتی و قاطعانه» ([2]) و استناد دقیق به مفاد ماده ۴۶ و ۴۸ نشریه ۴۳۱۱ (شرایط عمومی پیمان) ضروری است. حل تعارض نیازمند هوش هیجانی (EQ) بالا و تسلط بر فنون مذاکره ([3]) است.

بند سوم: انگیزش و ایمنی روان‌شناختی([4])

یکی از مفاهیم نوین در رهبری کارگاه، ایجاد ایمنی روان‌شناختی است. اگر کارگران و مهندسان اجرایی به دلیل ترس از توبیخ، اشتباهات خود (مانند اجرای نادرست میلگردها پیش از بتن‌ریزی) را پنهان کنند، پروژه در مراحل بعدی با فاجعه کیفی و مالی روبه‌رو خواهد شد. رهبر پروژه باید فضایی ایجاد کند که در آن، گزارش‌دهیِ خطاها و خطراتِ بالقوه تشویق شود، نه تنبیه. این امر مستقیماً با ارتقای سیستم HSE (که قبل تر به آن اشاره شد) و کاهش حوادث ناشی از کار ارتباط دارد.

---

[1] Accommodating

[2] Competing

[3] Negotiation Skills

[4] Psychological Safety

۷. چالش‌ها و روندهای آینده در مدیریت اجرایی پروژه‌های ساخت

صنعت ساخت‌وساز که همواره به عنوان یکی از سنتی‌ترین و مقاوم‌ترین صنایع در برابر تغییر شناخته می‌شد، امروزه تحت تاثیر فشارهای اقتصادی و انقلاب صنعتی چهارم ([۱]) در آستانه تحولاتی بنیادین قرار دارد. مجریانی که نتوانند با این روندها همگام شوند، به سرعت از بازار رقابتی مناقصات حذف خواهند شد.

بند اول: کاربرد هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین([۲])

ورود هوش مصنوعی به کارگاه‌های عمرانی دیگر یک رویای علمی‌تخیل نیست. بر اساس مقالات و پژوهش‌های اخیر (مانند کرمی، ۱۴۰۴؛ ملکی و کریمی، ۱۴۰۳)، هوش مصنوعی توانسته است تحولی عظیم در چرخه عمر پروژه‌ها ایجاد کند.

- در فاز برنامه‌ریزی و مناقصه :الگوریتم‌های یادگیری ماشین با تحلیل هزاران قرارداد و پروژه پیشین، قادرند هزینه ها و زمان پروژه را با دقتی بسیار بالاتر از تخمین‌های انسانی پیش‌بینی کنند و ریسک پدیده «نفرین برنده» ([۳]) را به حداقل برسانند.
- در فاز اجرا و ایمنی :دوربین‌های مجهز به بینایی ماشین ([۴]) به صورت ۲۴ ساعته کارگاه را پایش کرده و عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) توسط کارگران را به صورت خودکار به مدیر HSE پیامک می‌کنند.

---

[۱] Industry ٤.٠

[۲] Machine Learning

[۳] Winner's Curse

[٤] Computer Vision

- **در کنترل پروژه** :هوش مصنوعی با دریافت تصاویر پهپادها ([۱]) از کارگاه و تطابق آن‌ها با مدل‌های سه‌بعدیBIM ، درصد پیشرفت فیزیکی را بدون نیاز به نقشه‌برداری‌های زمان‌بر انسانی و با خطای میلی‌متری محاسبه می‌کند.

بند دوم: رویکرد ساخت ناب([۲])

مفهوم «ناب» که ریشه در سیستم تولید تویوتا دارد، به دنبال به حداکثر رساندن ارزش برای کارفرما و به حداقل رساندن «اتلاف» ([۳]) است. در پروژه‌های ساختمانی، اتلاف‌ها شامل تولید بیش از حد مصالح، زمان‌های انتظار (بیکاری ماشین‌آلات به دلیل نرسیدن مصالح)، حمل‌ونقل‌های غیرضروری در سایت و دوباره‌کاری‌ها است. مجریان مدرن از سیستمی تحت عنوان سیستم آخرین برنامه‌ریز ([۴]) استفاده می‌کنند. در این سیستم، به جای آنکه برنامه‌ریزی صرفاً در دفتر مرکزی انجام و به کارگاه دیکته شود، برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت ([۵]) توسط خود سرکارگران و پیمانکاران جزء (که آخرین حلقه‌های اجرایی هستند) انجام می‌گیرد. این رویکرد تعهد به انجام کار را به شدت افزایش می‌دهد.

---

[۱] Drones

[۲] Lean Construction

[۳] Waste

[۴] Last Planner System - LPS

[۵] Look-ahead

بند سوم: پایداری و ساخت‌وساز سبز[۱]

تغییرات اقلیمی و الزامات زیست‌محیطی، وظایف جدیدی را برای مجریان تعریف کرده است. مدیریت پسماند کارگاهی، کاهش ردپای کربن [۲] در حین اجرا، کنترل آلودگی منابع آب زیرزمینی و استفاده از مصالح دوست‌دار محیط زیست، دیگر صرفاً یک انتخاب اخلاقی نیست، بلکه در بسیاری از قراردادهای بین‌المللی شرط لازم برای تایید صلاحیت پیمانکار است. سیستم‌های رتبه‌بندی نظیر LEED پیمانکاران را ملزم می‌کند تا فرآیندهای خرید و اجرای خود را با استانداردهای سخت‌گیرانه سبز منطبق سازند.

نتیجه‌گیری

مرور جامع چرخه‌عمر پروژه‌های ساخت از منظر مجری نشان داد که اجرای یک پروژه عمرانی، یک فرآیند خطی و سادهِ مبتنی بر تبدیل نقشه‌ها به سازه‌های فیزیکی نیست؛ بلکه یک سیستم پیچیده و دینامیک است که نیازمند مدیریت یکپارچه در چهار حوزه حیاتی می‌باشد:

۱ .قرارداد :سنگ بنای حقوقی که مرزهای ریسک و بازدهی مالی را مشخص می‌کند و عدم تسلط بر مفاد آن (نظیر مواد ۴۶، ۴۸ و ۳۰ شرایط عمومی پیمان) می‌تواند به فروپاشی سازمان مجری منجر شود.

۲ .برنامه‌ریزی :نقشه‌راهی که با بهره‌گیری از ابزارهایی نظیرCPM ، مدیریت جریان نقدینگی و فناوری‌های ۴D/۵D BIM، مسیر رسیدن به اهداف پروژه را در شرایط پر از عدم‌قطعیت هموار می‌سازد.

---

[۱] Sustainable & Green Construction

[۲] Carbon Footprint

۳ .کنترل :چشمِ بینای پروژه که با استقرار سیستم‌های هشدار زودهنگام نظیرEVM ، کنترل‌های کیفی و مدیریت پیشگیرانهHSE ، انحرافات را پیش از تبدیل شدن به بحران شناسایی و اصلاح می‌کند.

۴ .رهبری :روحِ دمیده شده در کالبد پروژه که با ایجاد ایمنی روان‌شناختی، مدیریت اثربخش تعارضات و انگیزش تیم‌های چندتخصصی، بهره‌وری انسانی را به بالاترین سطح ممکن ارتقا می‌دهد.

در نهایت، پیمانکاران و مجریان عصر حاضر برای بقا و سودآوری در بازارهای به شدت رقابتی، ناگزیرند تا پارادایم فکری خود را از «مجری سنتی» به «شریک استراتژیک در خلق ارزش» تغییر دهند. این مهم تنها از طریق سرمایه‌گذاری بر روی آموزش نیروی انسانی، پذیرش فناوری‌های دیجیتال (نظیر هوش مصنوعی) و پیاده‌سازی متدولوژی‌های نوین (نظیر ساخت ناب) محقق خواهد شد. موفقیت در صنعت ساخت، تقاطع هنرمندانه مهندسی، حقوق، مالی و روان‌شناسی است.

منابع و مآخذ

۱ .سازمان برنامه و بودجه کشور) .۱۳۷۸ .(*شرایط عمومی پیمان (نشریه شماره ۴۳۱۱)* .معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها.

۲.گلابچی، محمود، و عصاری، امیر) .۱۴۰۱ .(*مدیریت پروژه در صنعت ساختمان* .انتشارات دانشگاه تهران.

۳.ایستمن، چاک، تیچولز، پاول، ساکس، رافائل، و لیستون، کاتلین) .۱۳۹۸ .*راهنمای جامع BIMمدل‌سازی اطلاعات ساختمان* .(ترجمه محمود گلابچی و همکاران، انتشارات دانشگاه تهران.

۴.کرزنر، هارولد) .۱۳۹۹/۲۰۲۲ .(*مدیریت پروژه: رویکرد سیستمی به برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و کنترل* .ترجمه علی بیاتی و همکاران، انتشارات آریانا قلم.

۵.سیرز، کئوکی، سیرز، گلن، و همکاران) .۲۰۲۰ .(*مدیریت پروژه ساخت و ساز* .ترجمه علیرضا لرک و علی روحی، انتشارات نشر نوین توسعه.

۶.شیرزادی جاوید، علی‌اکبر، مجروحی سردرود، جواد، و حسن‌نژاد، علی. (۱۴۰۱/۲۰۲۲). بهبود فرآیند تشخیص تداخل مبتنی بر BIM با اولویت‌بندی با استفاده از روش‌های فازی-AHP. *نشریه* تحقیقات مهندسی خدمات ساختمان (*Building Services Engineering Research and Technology*)، ۴۳(۴)، ۴۸۵-۵۰۶.

۷.شیرزاد، حسن، و رحیمی، محمد) .۱۴۰۰ .(*مدیریت ادعا و قرارداد در پروژه‌های عمرانی با رویکرد شرایط عمومی پیمان* .انتشارات فدک ایساتیس.

۸..ملکی، محمدمهدی، و کریمی، علیرضا) .۱۴۰۳ .(*استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت پروژه‌های عمرانی* . کنفرانس سالانه معماری، شهرسازی، هنر، طراحی صنعتی، ساخت و فناوری حکمت بنیان، رفسنجان.

۹.کرمی، حبیب) .۱۴۰۴ .(*تأثیر هوش مصنوعی بر مدیریت و اجرای پروژه‌های ساختمانی* . بیست و هشتمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، شیروان (نمایه شده در سیویلیکا).

۱۰.جعفری، علی، و طالبی، سعید. (۱۴۰۱). بررسی تحلیلی چالش‌های حقوقی ماده ۴۶ و ۴۸ شرایط عمومی پیمان در دعاوی پیمانکاری .*فصلنامه حقوق و مدیریت قراردادها*، ۳)۲(، ۴۵-۶۲.

۱۱ .هینز، ریچارد، و همکاران) .(Heinz et al.) ۲۰۲۱/۲۰۱۷ .(*اخلاق مهندسی از دیدگاه جهانی و شناسایی مؤلفه‌های شایستگی حرفه‌ای ایمنی* .مجله مهندسی صنایع و مدیریت ریسک.

PMBOK)*راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه* .(۲۰۲۱) .(PMI) موسسه مدیریت پروژه ۱۲. Project Management Institute. (ویرایش هفتم). انتشارات (*Guide*

Earned)*استاندارد مدیریت ارزش کسب‌شده* .(۲۰۱۹) .(PMI) موسسه مدیریت پروژه ۱۳. *Value Management*). انتشارات Project Management Institute.

Construction)*مدیریت ساخت* .(۲۰۱۷) .هالپین، دنیل، و سینیور، بولیو ۱۴. *Management*) John Wiley & Sons. (ویرایش پنجم). انتشارات

خطاهای برآورد در پروژه‌های زیرساختی: .(۲۰۲۱) .(Flyvbjerg, B.) فلایوبیرگ، بنت ۱۵. .مجله بین‌المللی مدیریت پروژه .(*Survival of the unfittest*)*پارادوکس بقای نامناسب‌ترین‌ها*