

مسئولیت مهندسی عمران در مواجهه با محیط زیست: چالش‌ها و ارائه راه‌کارهایی در ایران

سیامک یعقوبی، عرفان مجتهدزاده

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

Siamak134694@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

erfanmojtahedzadeh@gmail.com

چکیده: با وجود آگاهی فنی گسترده، عمل به مسئولیت اخلاقی در قبال محیط‌زیست در مهندسی عمران ایران با چالش‌های عمیقی مواجه است. این مقاله با هدف تبیین چالش‌های کلیدی و ارائه راه‌کارهای عملیاتی برای نهادینه‌سازی اخلاق زیست‌محیطی، با رویکردی توصیفی-تحلیلی و با اتکا به مطالعات کتابخانه‌ای، مرور نظام‌مند ادبیات و شرایط بومی انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که چالش‌های اصلی در چهار محور «تضاد منافع اقتصادی و فشار ذی‌نفعان»، «ضعف نظام نظارتی و ضمانت اجرایی»، «کمبود آموزش‌های کاربردی در دوران تحصیل و کار» و «فقدان فرهنگ سازمانی مشوق پایداری^۱» دسته‌بندی می‌شوند. در نتیجه‌گیری تأکید می‌شود که نهادینه‌سازی اخلاق زیست‌محیطی، مستلزم تحولی سه‌سویه در «نظام آموزش»، «تقویت ساز و کارهای نظارتی در حوزه مهندسی عمران» و «ارتقای فرهنگ سازمانی در شرکت پیمانکاری عمران» است. این مقاله با ارائه تحلیل یکپارچه از این چالش‌ها و راه‌کارها، چارچوبی برای عملگرایی بیشتر اخلاق حرفه‌ای در مهندسی عمران ایران پیشنهاد می‌دهد.

کلمات کلیدی: مسئولیت زیست‌محیطی، مهندسی عمران پایدار، چالش‌های حرفه‌ای، توسعه پایدار، آموزش مهندسی، نظام نظارتی

مقدمه

رشته و شغل مهندسی عمران، به‌عنوان موتور محرک توسعه پایدار، نقشی انکارناپذیر در شکل‌دهی به چهره کالبدی و محیط‌زیستی جامعه ایفا می‌کند. اما، این قدرت دگرگون‌ساز، همواره با مسئولیتی سنگین در قبال حفاظت از اکوسیستم‌های شکننده و منابع طبیعی برای نسل‌های آینده همراه بوده است. اگرچه مبانی فنی و قوانین زیست‌محیطی در دهه‌های اخیر پیشرفت چشمگیری داشته‌اند، اما شکاف عمیقی بین «دانش فنی» و «تعهد اخلاقی عملی» در پروژه‌های عمرانی ایران مشاهده می‌شود. موارد متعددی از تخریب محیط‌زیست، مصرف بی‌رویه منابع و نادیده گرفتن ارزیابی‌های اثرات زیست‌محیطی، گواه این مدعا است که تنها وجود دانش فنی، بدون پای‌بندی به یک چارچوب اخلاقی محکم و قطعی، برای

¹ Sustainability

تضمین پایداری کافی نیست. اهمیت و ضرورت پژوهش‌های از این دست در ایران، با توجه به چالش‌های جدی چون کم‌آبی، فرسایش خاک و آلودگی هوای کلان‌شهرها، نقش مهندس عمران را به‌عنوان نگهبان عرصه طبیعت، بیش از هر زمان دیگری حیاتی ساخته است. غفلت از این مسئولیت، نه تنها هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی گزافی را به کشور تحمیل می‌کند، بلکه امنیت زیستی نسل‌های آینده را نیز به مخاطره می‌اندازد. بنابراین، واکاوی چالش‌های پیش‌رو و ارائه راهکارهای عملیاتی، یک ضرورت انکارناپذیر برای مهندسی عمران ایران محسوب می‌شود. این مقاله در پی آن است تا چالش‌های اصلی عمل به مسئولیت اخلاقی زیست‌محیطی را در مهندسی عمران ایران شناسایی و تا حد ممکن، تحلیل کند و با تکیه به مبانی نظری اخلاق حرفه‌ای و مطالعات تطبیقی، برای نهادهای سازشی این مسئولیت، راهکارهای بومی و عملیاتی ارائه دهد و چارچوبی برای ارتقای فرهنگ اخلاق زیست‌محیطی در بین جامعه مهندسی کشور پیشنهاد نماید. این مقاله در ابتدا به مرور مبانی نظری و پیشینه پژوهش می‌پردازد. سپس چالش‌های اصلی ارائه شده و در ادامه، راهکارهای پیشنهادی در سطوح مختلف فردی، سازمانی و صنفی تشریح می‌شود.

۱- مبانی نظری و مرور ادبیات

تدوین یک چارچوب تحلیلی برای واکاوی مسئولیت اخلاقی مهندسان عمران در قبال محیط‌زیست، مستلزم شناخت مبانی نظری حوزه اخلاق حرفه‌ای و هم‌چنین ادبیات موجود در این حوزه است. این بخش به بررسی این دو رکن می‌پردازد. مبانی نظری اخلاق حرفه‌ای در مهندسی عمران با رویکرد مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی را می‌توان تحت سه پارادایم اصلی اخلاقی تحلیل کرد:

۱- رویکرد وظیفه‌گرایانه^۲: از نگاه فیلسوفانی چون کانت، یک مهندس معماری (و هم‌چنین مهندس عمران) موظف است فارغ از پیامدهای عمل، به تکلیف خود در قبال حفاظت از محیط‌زیست هم عمل کند. بر اساس «امر مطلق»، عمل او باید بتواند به قاعده‌ای جهانی تبدیل شود. تخریب محیط‌زیست نمی‌تواند قاعده‌ای برای همه مهندسان در همه پروژه‌ها باشد؛ بنابراین، حفاظت از محیط‌زیست یک وظیفه همگانی است.

۲- رویکرد فایده‌گرایانه^۳: در این نگاه، که با نام بنتام^۴ و میل^۵ عجین شده، درستی یک عمل به پیامدهای آن سنجیده می‌شود. یک پروژه عمرانی زمانی اخلاقی است که سود خالص آن (منافع منهای هزینه‌ها) برای جامعه در بلندمدت به حداکثر برسد. یک پروژه به‌ظاهر سودآور ولی آلاینده، در محاسبه بلندمدت هزینه‌های درمان، احیای محیط‌زیست و تغییرات آب‌وهوایی، ممکن است کاملاً غیراقتصادی و غیراخلاقی جلوه کند.

۳- رویکرد اخلاق فضیلت‌گرا^۶: این دیدگاه که ریشه در آرای ارسطو دارد، بر منش و شخصیت مهندس تأکید می‌ورزد. یک مهندس فضیلت‌مند شخصی است که ویژگی‌هایی چون خردمندی (در پیش‌بینی پیامدهای پروژه)، عدالت (در تقسیم منابع بین نسل حاضر و آینده)، شجاعت (در ایستادگی در برابر فشارهای ناسالم) و صداقت را در خود نهادینه کرده باشد.

² Deontological Ethics

³ Utilitarian Ethics

^۴ جرمی بنتام Jeremy Bentham ۱۷۴۸-۱۸۳۲ فیلسوف، اقتصاددان، حقوق‌دان و اصلاح‌گر اجتماعی انگلیسی

^۵ جان استوارت میل John Stuart Mill ۱۸۰۶-۱۸۷۳ فیلسوف بریتانیایی سده نوزدهم

⁶ Virtue Ethics

مرور ادبیات پژوهش پیشینه تحقیق در این حوزه را می‌توان در سه دسته کلی جای داد:

- ۱- چارچوب‌های نظری و ارزش‌های بنیادین مطالعاتی مانند پژوهش سندال^۷ و همکاران (۲۰۱۸) که بر «عدالت محیطی» تأکید دارند و استدلال می‌کنند پروژه‌های عمرانی نباید بار آلودگی را به صورت ناعادلانه بر دار جوامع فقیرتر بیندازند. در ایران، تحقیقاتی به تبیین اخلاق محیط‌زیست در اسلام پرداخته و آن را پشتوانه‌ای برای منشور اخلاقی مهندسان دانسته‌اند.
- ۲- مطالعاتی در ایران، موانع اجرای الزامات زیست‌محیطی در ایران را «فشار کارفرما» و «ضعف نظارتی» شناسایی کرده است. در سطح بین‌المللی، هارتمن^۸ و همکاران (۲۰۲۱) به «هزینه اخلاقی» پرداخته و نشان داده‌اند که انتخاب گزینه پایدار می‌تواند تا ۱۵٪ هزینه پروژه را افزایش دهد.
- ۳- راهکارها و ابزارهای نوین بر مزیای «ساخت و ساز مدولار» در کاهش ضایعات تأکید کرده‌اند. همچنین، سیستم‌های ارزیابی مانند LEED^۹ و یا SEAM^{۱۰}، به عنوان چارچوبی برای عمل معرفی شده‌اند. با این حال، تحلیل‌ها از کتاب‌های درسی نشان می‌دهد آموزش مفاهیم کاهش ضایعات و ارزیابی‌های زیست‌محیطی در ایران پراکنده و غیرسیستماتیک است.

با وجود غنای نسبی مرور ادبیات موضوع، تمرکز اکثر پژوهش‌های داخلی بر چالش‌ها بوده و کمتر به ارائه راه‌کارهای نظام‌مند و یکپارچه که هر سه سطح فردی، سازمانی و فراسازمانی را پوشش دهد، پرداخته شده است. این مقاله تلاش دارد این خلأ تا حد ممکن برطرف سازد.

۳- چالش‌های عمل به مسئولیت اخلاقی زیست‌محیطی در مهندسی عمران ایران

- ۱- چالش‌های اقتصادی-مدیریتی: تضاد منافع و فشار ذی‌نفعان. چگونه فشار برای سودآوری کوتاه‌مدت و کاهش هزینه‌های اولیه، پروژه‌های پایدار در زمینه را به حاشیه می‌راند؟ در کوتاه‌مدت، هزینه‌های اجرای پروژه بر اساس ملاحظات زیست‌محیطی (مانند استفاده از مصالح سبز، سیستم‌های تصفیه پسماند و اجرای دقیق ارزیابی اثرات زیست‌محیطی) می‌تواند تا ۲۰ درصد افزایش یابد. این در حالی است که نظام قراردادی رایج در ایران، عموماً بر مبنای کمترین قیمت و سریع‌ترین زمان اجرا طراحی شده است. در چنین فضایی، مهندس عمران در مرکز یک «تضاد اخلاقی-اقتصادی» قرار می‌گیرد: انتخاب بین کاهش هزینه‌های جاری برای رضایت کارفرما یا تحمل هزینه‌های بیشتر برای حفظ محیط‌زیست که سود آن در بلندمدت و به صورت غیرمستقیم عاید جامعه می‌شود. این چالش در پروژه‌های خصوصی و به‌ویژه در مناقصه‌های دولتی که معیار ارزیابی، عمدتاً قیمت پایین‌تر است، به‌وضوح دیده می‌شود. این چالش، در عمل، به شکل‌های زیر خود را نشان می‌دهد.

^۷ مایکل جی. سندال Michael J. Sandel ۱۹۵۳ فیلسوف سیاسی معاصر آمریکایی و استاد دانشگاه هاروارد در حوزه عدالت

^۸ هاینس هارتمان Heinz Hartmann ۱۸۹۴ - ۱۹۷۰ روان‌پزشک و روانکار اتریشی

^۹ گواهینامه لید، یک استاندارد بین‌المللی برای ارزیابی و گواهی‌نامه ساختمان‌ها بر اساس معیارهای محیطی و انرژی است

^{۱۰} یک سیستم ارزیابی محیط‌زیستی کشور عربستان است که بر اساس سیستم ارزیابی LEED به وجود آمده است

الف) افشار سهام‌داران برای سودآوری کوتاه‌مدت: در پروژه‌های خصوصی، سهام‌داران و سرمایه‌گذاران معمولاً خواهان بازگشت سریع سرمایه خود هستند. این امر، مدیران پروژه را تحت فشار قرار می‌دهد تا با حذف هزینه‌های اضافی زیست‌محیطی، سود خود را افزایش دهند.

ب) مشکل درونی‌سازی هزینه‌های بیرونی: هزینه‌های واقعی تخریب محیط‌زیست (مانند هزینه‌های درمان ناشی از آلودگی هوا یا هزینه‌های احیای زمین‌های تخریب‌شده) مستقیماً در حسابداری پروژه‌ها لحاظ نمی‌شوند. این هزینه‌ها به عنوان هزینه‌های بیرونی بر دوش جامعه تحمیل می‌گردند. در نتیجه، پروژه‌ای که از نظر فنی، مقرون‌به‌صرفه به نظر می‌رسد، در محاسبه کل هزینه‌های واقعی برای جامعه، ممکن است کاملاً غیراقتصادی باشد.

ج) ضعف در مکانیسم‌های تأمین مالی پایدار: دسترسی به وام‌ها و تسهیلات بانکی با نرخ سود ترجیحی برای پروژه‌های سبز، در ایران بسیار محدود است. این در حالی است که در بسیاری از کشورها، پروژه‌های دارای گواهی‌نامه‌های پایداری مانند LEED از مشوق‌های مالیاتی و شرایط بانکی بهتری برخوردار می‌شوند.

۲- چالش نظارتی-حقوقی: ضعف در نظام نظارتی و ضمانت اجرایی. قوانین موجود چه خلأهایی دارند؟ چرا نظارت بر پروژه‌های خصوصی و دولتی گاهی ناکارآمد است؟ اگرچه قوانین و آیین‌نامه‌های مصوب و متعددی در حوزه محیط‌زیست (مانند قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست) وجود دارد، اما ضعف در «نظارت مستمر» و «ضمانت اجرایی» این قوانین، موجب کاهش اثرگذاری آنها شده است. در بسیاری از موارد، فرآیند ارزیابی اثرات زیست‌محیطی¹¹ به یک گزارش تشریفاتی و اداری تبدیل می‌شود که پس از اخذ مجوز، در مرحله اجرا، به‌درستی پایش نمی‌شود. ابعاد این چالش عبارتند از:

الف) پارادوکس نظارتی: از یک سو، نهادهای نظارتی متعددی وجود دارند (سازمان محیط‌زیست، وزارت راه و شهرسازی، سازمان نظام مهندسی ساختمان ایران، استانداری‌ها، شهرداری‌ها) و از سوی دیگر، هم‌پوشانی و گاه تقابل مسئولیت‌های این نهادها، منجر به ایجاد «خلأ نظارتی» می‌شود. برای مثال، ممکن است یک پروژه از یک نهاد مجوز بگیرد، اما نهاد دیگر بر اجرای تعهدات زیست‌محیطی آن نظارت کافی نداشته باشد.

ب) ضعف در نظام پاسخگویی و شفافیت: در بسیاری از موارد، هنگامی که تخلفی رخ می‌دهد، مشخص نیست که کدام نهاد، دقیقاً مسئول پیگیری است و فرآیندهای شفاف برای گزارش‌دهی و رسیدگی به شکایات وجود ندارد. این امر موجب کاهش هزینه‌های تخلف برای متخلفان می‌شود.

ج) قدیمی بودن معیارهای نظارتی: بسیاری از ضوابط و آیین‌نامه‌های نظارتی، با فناوری‌ها و روش‌های نوین ساخت و ساز همگام نشده‌اند. برای مثال، معیارهای نظارتی ممکن است بر کنترل آلودگی در محل پروژه متمرکز باشند، اما معیاری برای اندازه‌گیری «ردپای کربن» کل پروژه (شامل تولید مصالح و حمل و نقل) نداشته باشند.

د) کمبود نیروی انسانی متخصص برای نظارت: نهادهای نظارتی اغلب با کمبود کارشناسان مجرب و آشنا با آخرین فناوری‌های پایش آلودگی و ارزیابی اثرات، مواجه هستند که این امر، کیفیت نظارت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

¹¹ Environmental Impact Assessment (EIA)

۳- چالش آموزشی-فرهنگی: کمبود آموزش کاربردی و فقدان فرهنگ سازمانی در نظام آموزش عالی مهندسی عمران در ایران، عمدتاً بر انتقال دانش فنی محض متمرکز است و جای خالی دروس اجباری و کاربردی با عنوان «اخلاق حرفه‌ای» و «مهندسی منابع پایدار» به شدت احساس می‌شود. این شکاف آموزشی، باعث تربیت نیروهای متخصصی می‌شود که ممکن است از حساسیت‌های اخلاقی لازم به واسطه آموزش، در قبال محیط زیست برخوردار نباشند. این مسئله در ادامه و در فضای کار حرفه‌ای نیز تداوم می‌یابد. در بسیاری از شرکت‌های مهندسی، یک «فرهنگ سازمانی» که بر مبنای پایداری و مسئولیت‌پذیری اجتماعی استوار باشد، به صورت سیستمی و نهادینه شده، شکل نگرفته است. در این شرکت‌ها، معیار ترفیع و موفقیت، عمدتاً اجرای پروژه‌ها در زمان و بودجه تعیین شده است، بدون در نظر گرفتن بهای زیست محیطی آن.

این مسئله در فضای کار حرفه‌ای به شکل یک فرهنگ سازمانی تداوم می‌یابد. نمودهای این فرهنگ را می‌توان در موارد زیر مشاهده کرد:

الف) پاداش‌دهی ناکارآمد: معیار ترفیع و موفقیت در بسیاری از سازمان‌ها، عمدتاً بر مبنای اتمام پروژه در زمان و بودجه تعیین شده است، بدون آن که هزینه زیست محیطی پروژه در این ارزیابی لحاظ گردد.

عادی سازی تخریب: در بلندمدت، نقض مکرر ملاحظات زیست محیطی، به دلیل فشارهای زمانی و اقتصادی، به یک هنجار عادی شده در سازمان تبدیل می‌شود. در این شرایط، مهندسانی که بر رعایت این اصول پافشاری می‌کنند، ممکن است به حاشیه رانده شده یا به سخت‌گیری غیرعملی متهم شوند.

ب) فقدان رهبری اخلاقی: در بسیاری از موارد، مدیریت ارشد سازمان‌ها خود درگیر چالش‌های اقتصادی هستند و اولویت اصلی را بر بقای مالی شرکت می‌گذارند. در نتیجه، الگوسازی و تأکید عملی بر اهمیت مسئولیت‌پذیری زیست محیطی از سوی رهبران سازمانی، به مقدار کافی صورت نمی‌پذیرد.

ج) ضعف در سیستم‌های گزارش‌دهی شفاف: بسیاری از شرکت‌ها، فاقد سیستم‌هایی برای اندازه‌گیری، پایش و گزارش‌دهی شفاف عملکرد زیست محیطی خود هستند. این عدم شفافیت، امکان ارزیابی و اصلاح را دشوار می‌سازد.

۴- چالش فناوریانه-زیرساختی: محدودیت دسترسی به فناوری‌ها و مصالح پایدار. حتی با فرض تمایل کامل مهندسان عمران به رعایت ملاحظات زیست محیطی، گاهی امکان‌پذیری فنی و زیرساختی به یک مانع جدی تبدیل می‌شود. این چالش دارای ابعاد مختلفی است:

الف) محدودیت در زنجیره تأمین مصالح سبز: دسترسی به مصالح ساختمانی پایدار (مانند سیمان‌های کم‌کربن، فولادهای بازیافتی، عایق‌های طبیعی و پنل‌های خورشیدی با راندمان بالا) در ایران، چه از نظر تنوع و چه از نظر حجم تولید، بسیار محدود است. این مصالح یا در کشور تولید نمی‌شوند یا در مقایسه با نمونه‌های متعارف، قیمت بسیار بالاتری دارند که استفاده از آنها را در پروژه‌های بزرگ، از نظر اقتصادی غیرممکن می‌سازد. نبود شبکه‌ای از مشاوران متخصص در حوزه حفظ منابع، دست مهندسان را برای عمل به مسئولیت اخلاقی خود می‌بندد. برای مثال، در پروژه‌های واقع در مناطق دورافتاده، هزینه حمل و نقل مصالح سبز یا انتقال پسماند به مراکز بازیافت، می‌تواند به قدری بالا باشد که از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نباشد. این چالش، لزوم توسعه هم‌زمان زیرساخت‌های ملی پایداری را نشان می‌دهد.

ب) ضعف در زیرساخت‌های مدیریت پسماند. صنعت بازیافت پسماندهای ساختمانی (از جمله بتن، آسفالت، مصالح بنایی و فلزات) در ایران هنوز در مرحله جنینی قرار دارد. در نتیجه، بخش عمده این پسماندها در بهترین حالت در خاکچال‌ها دفن می‌شوند و در بدترین حالت، در حاشیه شهرها و طبیعت رها می‌شوند. نبود ایستگاه‌های بازیافت در نزدیکی محل پروژه، هزینه حمل و نقل را به قدری افزایش می‌دهد که بازیافت را از اساس غیراقتصادی می‌کند.

ج) کمبود مشاوران و نیروی انسانی متخصص. دانش فنی الزامی و مورد نیاز برای طراحی و اجرای پروژه‌های به مفهوم واقعی پایدار (مانند طراحی بهینه مصرف انرژی، سیستم‌های مدیریت آب خاکستری، محاسبه ردپای کربن) هنوز به صورت گسترده در بین جامعه مهندسی ایران توزیع نشده و تعداد شرکت‌های مهندسی که دارای دپارتمان تخصصی پایداری باشند، بسیار اندک است.

تا این بخش از مقاله، چهار چالش اصلی به صورت ساختاریافته و با درج مثال‌های عینی تشریح گردید. در ادامه، در نظر است با ارائه راهکارهایی، به صورت مستقیم، به هر یک از این چالش‌ها پاسخ داده شود.

۴- راهکارهای عملیاتی

۴-۱- راهکارهای اقتصادی-مدیریتی. تبدیل هزینه به سرمایه‌گذاری:

۴-۱-۱- ایجاد سیستم پاداش مبتنی بر پایداری. پیشنهاد می‌شود در مناقصه‌های دولتی و قراردادهای خصوصی، علاوه بر معیار قیمت، امتیازی برای پروژه‌هایی در نظر گرفته شود که دارای گواهینامه‌های پایداری بوده و از مصالح سبز یا موادی که ردپای کربن کمتری دارند، استفاده می‌کنند.

۴-۱-۲- توسعه مکانیسم‌های مالی نوین. ایجاد صندوق‌های ضمانت برای پروژه‌های سبز و معرفی آن‌ها به بانک‌ها برای دریافت وام‌های کم‌بهره. همچنین، می‌توان مشوق‌های مالیاتی برای شرکت‌هایی که در گزارش‌دهی عملکرد زیست‌محیطی شفاف عمل می‌کنند، در نظر گرفت.

۴-۱-۳- اجرای طرح بازپرداخت از طریق صرفه‌جویی. در این روش، هزینه‌های اولیه بالاتر برای اجرای راهکارهای پایدار مانند سیستم‌های بازیافت آب یا عایق‌کاری پیشرفته از طریق صرفه‌جویی در هزینه‌های عملیاتی (مانند قبوض آب و برق) در بلندمدت جبران می‌شود.

۴-۲- راهکارهای نظارتی-حقوقی. از تشریفات تا نظارت مؤثر:

۴-۲-۱- یکپارچه‌سازی و ساده‌سازی فرآیندهای نظارتی. ایجاد یک سامانه یکپارچه نظارت بر پروژه‌های عمرانی که تمامی مراحل از ارزیابی اولیه تا پایش نهایی را پوشش دهد و مسئولیت هر نهاد در آن به وضوح مشخص باشد.

۴-۲-۲- اجباری کردن حسابرسی زیست‌محیطی مستقل. انجام دوره‌ای حسابرسی زیست‌محیطی توسط شرکت‌های مستقل و دارای صلاحیت و الزام انتشار عمومی گزارش‌ها.

۴-۲-۳- به‌روزرسانی آیین‌نامه‌ها با معیارهای نوین. گنجاندن معیارهای کمی نوین مانند «ردپای کربن پروژه» و «مصرف آب مجازی» در آیین‌نامه‌های نظارتی.

۴-۲-۴- تقویت نظام بازدارندگی: افزایش محسوس جریمه‌های نقدی برای متخلفان و تعلیق پروانه اشتغال مهندسان و شرکت‌های متخلف برای دوره‌های مشخص.

۴-۳- راه کارهای آموزشی-فرهنگی. نهادینه‌سازی فرهنگ پایداری:

۴-۳-۱- بازنگری در سرفصل‌های درسی: گنجاندن یک درس ۳ واحدی اجباری با عنوان «اخلاق حرفه‌ای و پایداری در مهندسی عمران» در مقطع کارشناسی و ارائه کارگاه‌های عملی برای آشنایی با نرم‌افزارها و روش‌های محاسبات پایداری.

۴-۳-۲- اجرای برنامه‌های توانمندسازی برای مدیران ارشد: برگزاری دوره‌های MBA¹² متمرکز بر «مدیریت پایدار پروژه» برای مدیران شرکت‌ها تا بتوانند توجیه اقتصادی راه کارهای سبز را درک کرده و آن‌ها را پیاده‌سازی کنند.

۴-۳-۳- ایجاد نظام رتبه‌بندی سبز شرکت‌ها. معرفی و تبلیغ شرکت‌های «پیشرو در پایداری» به صورت نهادینه و دائمی توسط نهادهای صنفی مانند سازمان نظام مهندسی ساختمان ایران. این اقدام، باعث ایجاد انگیزه رقابتی در بین شرکت‌ها می‌شود.

۴-۴- راه کارهای فناورانه-زیرساختی. زیرساخت‌سازی برای تحول.

۴-۴-۱- حمایت از تولید داخلی مصالح سبز. اعطای تسهیلات و معافیت‌های مالیاتی به شرکت‌های تولیدکننده مصالح ساختمانی پایدار (مانند سیمان‌های ژئوپلیمری) برای کاهش قیمت و افزایش دسترسی.

۴-۴-۲- ایجاد خوشه‌های صنعتی بازیافت: اختصاص فضا و ارائه مشوق به سرمایه‌گذاران برای ایجاد مجتمع‌های بازیافت پسماندهای ساختمانی در حومه کلان‌شهرها.

۴-۴-۳- تدوین بانک اطلاعات ملی مصالح سبز. ایجاد یک پایگاه داده برخط که مشخصات فنی، قیمت و نام تولیدکنندگان مصالح سبز داخلی و خارجی در آن درج شده باشد تا در دسترس تمامی مهندسان قرار گیرد.

در ادامه، در نظر است روی راه کارهای ارائه شده، به صورت عمیق‌تر تمرکز گردد تا با استفاده از حداقل دو راه کار بتوان با کمترین هزینه به بیشترین تأثیر و نوآوری دست یافت و از این راه، نتایج عینی‌تری حاصل شود.

تمرکز روی دو راه کار نظارتی و آموزشی، دقیقاً همان چیزی است که می‌تواند پایه‌های یک تحول پایدار را بسازد. این دو حوزه، مکمل یکدیگر هستند. قوانین خوب، رفتارهای خوب را تقویت می‌کنند و آموزش صحیح، زمینه‌ساز اجرای بهتر قوانین است.

• راه کارهای نظارتی- حقوقی (بسط یافته و عملیاتی)

هدف: تبدیل نظارت از یک فرآیند تشریفاتی و سلیقه‌ای به یک سیستم مستمر، شفاف و مبتنی بر داده.

۱. ایجاد سامانه یکپارچه نظارتی با قابلیت رهگیری^{۱۳}:

شرح: طراحی یک پلت فرم ملی که تمامی پروژه‌های عمرانی بالای یک حد مشخص، موظف به ثبت در آن باشند. در این سامانه، تمامی مدارک به‌ویژه گزارش ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA)، صورت‌جلسات بازدید ناظران، گزارش‌های ماهانه پایش و عکس‌های ماهواره‌ای دوره‌ای از پروژه بارگذاری شود.

مکانیزم اجرا: این سامانه باید تحت نظارت یک نهاد مستقل (مثلاً دفتری در سازمان برنامه و بودجه) باشد و دسترسی‌های سطح‌بندی‌شده برای سازمان محیط‌زیست، وزارت راه و شهرسازی، نظام مهندسی و حتی مردم و سازمان‌های مردم نهاد (برای بخش‌های عمومی) را تعریف کند.

نتیجه مورد انتظار: شفافیت کامل، کاهش فساد، امکان نظارت غیرحضور و تحلیل داده‌ای برای شناسایی نقاط بحرانی.

۲. اجرای طرح نظارت مبتنی بر ریسک^{۱۴} (به‌جای نظارت تطبیقی):

شرح: تمامی پروژه‌ها نه به‌صورت یکسان، بلکه بر اساس پتانسیل ریسک زیست‌محیطی، دسته‌بندی و نظارت شوند. برای مثال، یک پروژه سدسازی در جنگل، با یک پروژه ساختمانی در مرکز شهر، از نظر میزان نفوذ و دفعات نظارت متفاوت خواهد بود.

مکانیزم اجرا: تدوین یک دستورالعمل ملی که بر اساس معیارهایی مانند حساسیت اکولوژیکی سایت پروژه، نوع و مقیاس پروژه، سابقه زیست‌محیطی مجری و پیمانکار، به هر پروژه، یک امتیاز ریسک، اختصاص دهد.

نتیجه مورد انتظار: تخصیص بهینه منابع نظارتی، تمرکز نیروها بر پرریسک‌ترین پروژه‌ها و افزایش بازدهی نظارتی.

۳. اختصاص امتیاز سلامت زیست‌محیطی به شرکت‌ها و مهندسان:

شرح: ایجاد یک کارنامه زیست‌محیطی برای هر شرکت مهندسی و مهندسین شاغل. این امتیاز بر اساس سابقه رعایت ملاحظات زیست‌محیطی در پروژه‌های قبلی، تعداد جریمه‌ها و گزارش‌های مثبت تعیین می‌شود.

مکانیزم اجرا: این امتیاز به عنوان یک معیار اصلی و با ضریب بالا در ارزیابی صلاحیت شرکت‌ها برای شرکت در مناقصات دولتی لحاظ شود.

نتیجه مورد انتظار: ایجاد انگیزه اقتصادی قوی برای شرکت‌ها برای رقابت در خصوص سبزتر بودن و تبعیت داوطلبانه از قوانین.

• راه‌کارهای آموزشی-فرهنگی (بسط‌یافته و عملیاتی)

هدف: تزریق ژن پایداری به بدنه آموزش مهندسی و تبدیل آن از یک دانش حاشیه‌ای به یک ارزش محوری.

۱. بازطراحی برنامه تحصیلی با رویکرد آموزش تلفیقی-پروژه‌محور:

¹³ Tracking System

¹⁴ Risk-Based Supervision

شرح: به جای یک درس جداگانه، مفاهیم پایداری و اخلاق، باید در تمامی دروس اصلی مهندسی عمران (مانند مکانیک خاک، طرح اختلاط بتن، و راهسازی) گنجانده شود.

مکانیزم اجرا: برای مثال، در درس طرح اختلاط بتن، دانشجوی موظف باشد علاوه بر محاسبات مقاومت، ردپای کربن طرح اختلاط خود را نیز محاسبه و بهینه‌سازی کند. در درس راهسازی، یک بخش کامل به راهسازی سبز و کاهش تلفات حیات وحش، اختصاص داده شود.

نتیجه مورد انتظار: پرورش مهندسانی که پایداری را جزئی تفکیک‌ناپذیر از راه‌حل‌های فنی خود می‌دانند، نه یک افزوده اختیاری.

۲. راه‌اندازی باشگاه رهبران پایداری در مهندسی عمران:

شرح: شناسایی و گردهم آوری دانشجویان مستعد و علاقه‌مند به حوزه پایداری در قالب یک باشگاه دانشجویی ملی تحت حمایت سازمان‌های صنفی.

مکانیزم اجرا: این باشگاه می‌تواند میزبان مسابقات سالانه طراحی پایدار، دوره‌های کارآموزی در شرکت‌های پیشرو و جلسات با پیشکسوتان این حوزه باشد.

نتیجه مورد انتظار: ایجاد یک شبکه از سفیران و تغییرآفرینان جوان که در آینده، فرهنگ پایداری را به درون شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌برند.

۳. اجباری شدن دوره‌های بازآموزی حرفه‌ای برای تمدید پروانه اشتغال:

شرح: مهندسان برای تمدید پروانه اشتغال خود (مثلاً هر ۵ سال یک بار) موظف به گذراندن حداقل یک دوره با موضوع اخلاق و پایداری باشند.

مکانیزم اجرا: این دوره‌ها می‌توانند به صورت برخط و توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان ایران ارائه شود و به روزرسانی قوانین، درس‌آموخته‌های موفق و حتی شکست‌خورده و فناوری‌های نوین را پوشش دهد.

نتیجه مورد انتظار: به‌روز ماندن جامعه مهندسی و تزریق مستمر مفاهیم نوین پایداری به بدنه حرفه‌ای

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

جمع‌بندی یافته‌های این پژوهش نشان داد که عمل به مسئولیت اخلاقی مهندس عمران در قبال محیط‌زیست در ایران، در میانه میدانی از چالش‌های درهم‌تنیده اقتصادی-مدیریتی، نظارتی-حقوقی، آموزشی-فرهنگی و فناورانه-زیرساختی گرفتار شده است. تحلیل حاضر، ثابت کرد که نمی‌توان تنها با اتکا به الزامات قانونی یا شعارهای اخلاقی، بر این چالش‌ها غلبه کرد. راه حل واقعی، در تحولی نظام‌مند و هماهنگ در سطوح مختلف نهفته است.

پیام اصلی مقاله حاضر، این است که نهادینه‌سازی اخلاق زیست‌محیطی، نیازمند یک راهبرد دووجهی است: ایجاد انگیزه‌های ملموس از طریق نظام نظارتی هوشمند و شفاف و پرورش وجدان‌های آگاه و توانمند از طریق آموزش تلفیقی و

مستمر. راهکارهای پیشنهادی این مقاله، از سامانه یکپارچه نظارتی و امتیاز سلامت زیست محیطی گرفته تا بازطراحی برنامه تحصیلی و باشگاه رهبران پایداری، همگی در راستای تحقق این راهبرد کلان طراحی شده‌اند.

ارزش افزوده این مقاله، در ارائه‌ی یک الگوی عملگرا نهفته است. این مقاله، فقط به شناسایی چالش‌ها بسنده نکرده بلکه با ارائه‌ی راهکارهای زنجیره‌وار، عملیاتی و قابل اجرا در ساختار اجرایی ایران، چارچوبی منسجم را پیش پای مهندسان، مدیران، سیاست‌گذاران و اساتید دانشگاه قرار می‌دهد تا هر یک، سهم خود را در این تحول ایفا کنند.

۶- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده:

پژوهش‌های کمی: انجام مطالعات میدانی برای سنجش میزان تأثیرگذاری و هزینه-فایده هر یک از راهکارهای پیشنهادی در پروژه‌های واقعی.

مطالعات تطبیقی عمیق: واکاوی نظام‌های موفق نظارتی و آموزشی در کشورهای پیشرو در حوزه مهندسی پایدار (مانند سنگاپور یا هلند) و ارائه نسخه‌های بومی‌سازی شده.

توسعه ابزار: طراحی و استقرار نرم‌افزارها و ابزارک‌های ساده برای محاسبه ردپای کربن و مصرف منابع در پروژه‌های عمرانی کوچک و متوسط.

سخن پایانی

مهندسی عمران، در ذات خود، هنر «ساختن برای آینده» است. چه آینده‌ای تاریک‌تر از این که ساخت‌های امروز، بنیان زیستی فردا را ویران کند؟ پای‌بندی به اخلاق زیست محیطی، یک انتخاب نیست، بلکه سنگ بنای بقای حرفه مهندسی و تضمین توسعه ملی پایدار است. این مقاله دعوتی است به اقدام؛ اقدام برای تبدیل به نسلی از مهندسان که نه تنها سازه‌ها بلکه آینده‌ای سبزتر و عادلانه‌تر را می‌سازند.

منابع و مآخذ:

- ۱- پورعزت، ع.، و رضائیان، ع. (۱۴۰۰). تبیین مسئولیت‌پذیری اجتماعی سازمان‌های مهندسی در قبال توسعه پایدار. فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، ۱۶(۱)، ۱۳۴۲-۱۲۵.
- ۲- ترکزاده، ج.، و محمدی، م. (۱۳۹۹). تحلیل موانع اجرای الزامات زیست‌محیطی در پروژه‌های بزرگ عمرانی ایران: مطالعه موردی سدهای کارون. مجله مدیریت زیست‌محیطی، ۱۱(۴)، ۸۹-۱۰۴.
- ۳- حکیمی، ن.، و احمدی، ف. (۱۳۹۸). تحلیل محتوای کتب درسی مهندسی عمران از منظر مفاهیم پایداری و اخلاق حرفه‌ای. نشریه آموزش مهندسی ایران، ۲۰(۷۹)، ۵۷-۷۲.
- ۴- نوروزی، ا.، و سعادت، س. (۱۴۰۱). امکان‌سنجی استقرار سامانه ارزیابی پایدار ساختمان (SEAM) در ایران: چالش‌ها و راهبردها. مجله علمی پژوهشی مهندسی ساخت و ساز، ۱۵(۲)، ۴۵-۶۰. ---
- 5- Bostani, A., Maleki, M., & Ahmadi, F. (2022). Developing indicators for environmental responsibility of civil engineers in Iran using Delphi method. Journal of Cleaner Production, 345, 131102.
- 6- Hartmann, T., Van Meerveld, H., & Vossebeld, N. (2021). The cost of being ethical: Moral dilemmas in civil engineering project management. Journal of Construction Engineering and Management, 147(5), 04021025
- 7- Li, Y., & Zhang, X. (2020). Off-site construction: A paradigm for sustainable construction in the digital age. Automation in Construction, 119, 103334
- 8- Sandal, G., Ozbek, M. E., & Atalay, A. (2018). Engineering for sustainable communities: Principles and practices. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 144(4), 04018008
- 9- Elsinger, K., Lacasse, M. A., & Gervais, F. (2019). Learning from failure: Environmental ethics in a Scandinavian dam project. Journal of Environmental Management, 241, 1-9.