معیارهای کلیدی در تدوین فرمول ارجاع نظارت

صفا فردوسی
کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان،
عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان کرمان
safaferdowsi@gmail.com

سه رویکرد الگوریتمی برای ارجاع کار بررسی می‌شود: الگوریتم‌های مبتنی بر قواعد، امتیازدهی چندمعیاره و یادگیری ماشین.

۱- چکیده

هدف این مقاله طراحی و ارزیابی معیارهای کلیدی برای فرمول ارجاع نظارت در سازمان‌های نظام‌مهندسی ساختمان است تا تجربه، تخصص جغرافیایی و بار کاری را به‌صورت یک سامانه داده‌محور و تصمیم‌گیرنده علمی تلفیق کند. با تکیه بر چهارچوب‌های قانونی ماده ۳۳ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان و مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، جایگاه قانونی، هدف و نیاز به ایجاد یک سامانه متمرکز برای ارجاع نظارت بررسی می‌شود. به‌عنوان «نمونه موردی» از استان کرمان، روشی ارائه شده است که براساس ورود اطلاعات پروژه و مهندسان، امتیازی یک میلیون واحدی برای مهندسان ناظر ایجاد می‌کند و صف‌های اولویت‌دار براساس معیارهای مرتبط تشکیل می‌شود. فرمول ریاضی طراحی‌شده با تابع نمایی جهت کاهش امکان مهندسی معکوس و بهینه‌سازی تعادل میان ظرفیت‌های طراحی و نظارت ارائه شده است و خروجی آن به‌صورت عددی بین صفر تا یک میلیون است.

همچنین، سه رویکرد الگوریتمی برای ارجاع کار بررسی می‌شود: الگوریتم‌های مبتنی بر قواعد، امتیازدهی چندمعیاره و یادگیری ماشین. هر کدام با مزایا و محدودیت‌های خود تحلیل می‌شوند و پیشنهاد می‌شود که ترکیب این رویکردها به همراه بهبود مستمر داده‌ها، شفافیت فرایند و وزن‌دهی دقیق شاخص‌ها می‌تواند عدالت توزیع کار را تقویت کرده، ملاحظات قانونی را رعایت و رضایت کارفرمایان و همکاران را افزایش دهد.

۲- مقدمه

فرایند ارجاع نظارت یکی از چالش برانگیزترین حوزه‌های فعالیت سازمان‌های نظام‌مهندسی ساختمان است که تأثیر مستقیم بر عدالت حرفه‌ای، کیفیت خدمات مهندسی و اعتماد عمومی دارد. در حال حاضر، اغلب شیوه‌های ارجاع مبتنی بر روش‌های تصادفی یا نیمه‌دستی هستند که احتمال بروز خطا یا تبعیض را افزایش می‌دهند. بنابراین، ضرورت دارد الگوی ارجاع مبتنی بر داده و تصمیم‌گیری علمی طراحی گردد.

مطابق با قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان[۱] (مصوب ۱۳۷۴)، آئین‌نامه اجرایی ماده ۳۳ [۲] و مبحث دوم مقررات ملی ساختمان[۳]، خلق هر بنا از مسیر سه‌گانه طراحی، نظارت و اجرا تعریف شده است. با علم به این موضوع که اهمیت و جایگاه هر یک از این سه حوزه در پروژه‌هایی با کاربری، زیربنا، موقعیت و مقیاس متنوع، یکسان نیست و ذات پروژه بر تعیین اولویت از منظر اهمیت هر یک از این حوزه‌ها، مستقیماً تأثیر می‌گذارد، اما لزوم توجه به جایگاه و وظایف مطروحه برای طراح، ناظر و مجری یک بنا در قانون تعیین شده است.

یکی از چالش‌های موجود تفاوت نگاه و نقد مهندسان نسبت به صعوبت و اهمیت نظارت بر اجرای ساختمان در مقایسه با امر طراحی و اجرای آن است. فارغ از پرداختن به موضوعات مورد نقد و نظر همکاران و صاحب‌نظران هر یک از حوزه‌های سه‌گانه فوق مبنی بر برتری و تأثیرگذاری طراحی بنا و به زعم برخی دیگر، نظارت بر اجرای آن و نهایتاً اذعان مجریان بر اهمیت کار ایشان در امر خلق یک بنا، که البته همیشه یکسان نبوده و با توجه به مشخصات پروژه قابل تغییر است، بنظر می‌رسد مقایسه این سه‌گانه با یکدیگر مصداق «قیاس مع‌الفارق» است، و اصولاً شباهت چندانی بین ارکان و مواضع این سه حوزه متصور نیست که بتواند در تعیین اولویت به کار آید. لذا موضوع نظارت بر اجرای ساختمان به ذات خود، دارای اهمیت تام و تمام است.

۳- ارجاع نظارت

بر اساس ماده ۳۳ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، دولت موظف است از طریق وزارت راه و شهرسازی و سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، نظام کنترل و نظارت بر طراحی و اجرای ساختمان‌ها را به نحوی سامان دهد که کیفیت ساختمان و رعایت مقررات ملی تضمین شود. مطابق با ماده یک این قانون، مهندس ناظر شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال در رشته مربوطه (معماری، عمران، مکانیک، برق) است که برای نظارت بر اجرای عملیات ساختمانی تعیین می‌شود. همچنین در ماده ۲۴ همان آئین‌نامه، الزام به حضور ناظران در چهار رشته اصلی تاکید شده است. در مواد ۲۵ و ۲۶ نیز ایشان را موظف به کنترل انطباق عملیات ساختمانی با نقشه‌ها و ضوابط فنی و ایمنی کرده است. در بند ۱۶-۱-۱ و ۱۶-۱-۲ مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، سازمان نظام‌مهندسی ساختمان موظف به ارجاع پروژه‌ها به مهندسان دارای صلاحیت نظارت است. با توجه به موارد ۱۱ و ۱۲ همان مبحث، صلاحیت مهندسان در پایه یک، دو و سه برای نظارت بر اجرای ساختمان در گروه‌های ۴ گانه تعیین شده است. همچنین در هر برش زمانی تعداد کار مجاز برای هر پایه، ۸ پروژه تعیین شده است.

۳-۱- هدف از ارجاع نظارت

با توجه به اهمیت نظارت بر مراحل اجرایی پروژه‌های ساختمانی و با تکیه بر مفاد قانونی موجود، مهم‌ترین دلایل الزام ارجاع کار نظارت به شرح زیر است:

- حفظ استقلال مالی مهندسان ناظر و عدم ارتباط و وابستگی مالی به صاحب‌کار
- تضمین کیفیت فنی، ایمنی و پایداری ساختمان‌ها
- توزیع عادلانه کار بین مهندسان ناظر

فرایند ارجاع نظارت یکی از چالش برانگیزترین حوزه‌های فعالیت سازمان‌های نظام‌مهندسی ساختمان است.

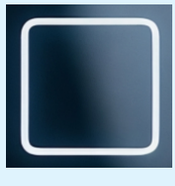
در هر برش زمانی تعداد کار مجاز برای هر پایه، ۸ پروژه تعیین شده است.

▪ اجرای دقیق مقررات ملی ساختمان و ایجاد نظام پاسخگویی مشخص

اما مهم‌ترین موضوع مورد توجه مهندسان ناظر، اطمینان از توزیع عادلانه پروژه‌ها و حذف تأثیر روابط احتمالی موجود در نظام اداری و همچنین حفظ شأن ایشان در مقابل صاحبان کار است. برای دستیابی به این مهم، طراحی یک سامانه متمرکز مورد نیاز خواهد بود.

۳-۲- واکاوی نمونه موردی روش ارجاع کار نظارت

به‌منظور انتخاب مهندسان در هر یک از رشته‌های ۴ گانه و ارجاع نظارت هر پروژه، تعداد پروژه‌ها، گروه‌بندی آن‌ها (الف، ب، ج یا د)، تعداد مهندسان ناظر فعال در هر رشته و ظرفیت زیربنا و تعداد کار مجاز هر یک از ایشان، باید مورد توجه باشد. به‌عنوان یک نمونه موردی در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان کرمان، براساس تجارب از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۱ که معمولاً با اعمال تغییراتی در روش ارجاع پروژه همراه بوده است، به روشی عمل شده است که در ادامه تشریح می‌شود. به این منظور سامانه‌ای مبتنی بر ورود اطلاعات اولیه هر پروژه و تمامی مهندسان طراح و ناظر فعال در هر دفتر نمایندگی ایجاد شد. این سامانه اطلاعات زیر را برای تولید امتیاز برای هر یک از مهندسان ناظر متقاضی محاسبه کرده و صفی از ایشان تشکیل می‌دهد. سقف امتیاز یک میلیون واحد است و با توجه به محدودیت تعداد ۸ کار جاری، ساز و کاری برای کسر امتیاز به ازای پذیرش هر پروژه و یا رد آن پیش‌بینی شده است. با توجه به این که هر پروژه همزمان به سه مهندس ناظر در هر رشته ارجاع می‌شود و صف دومی تشکیل می‌شود که نفر اول آن در اولویت قبول کار قرار می‌گیرد، در صورت عدم پذیرش، امتیاز منفی معادل ۱۲۵۰۰۰ واحد به ایشان تعلق می‌گیرد. در این فرایند فرمول ریاضی



با تلاش برای توزیع عادلانه کار و رعایت ملاحظات قانونی پیشنهاد شده و طی سال‌های ۱۴۰۴ تا کنون، تشکیل صف و ارجاع کار نظارت را ممکن ساخته است. از آن‌جا که ممکن است مهندسان ناظر دارای صلاحیت طراحی باشند (و البته در صلاحیت‌ها هم‌پایه نباشند) تعدد متغیرها اجتناب‌ناپذیر است. این متغیرها شامل، پایه صلاحیت طراحی، پایه صلاحیت نظارت، ظرفیت کار مجاز طراحی (شامل الف-زیربنا و ب-تعداد)، ظرفیت کار مجاز نظارت (شامل الف-زیربنا و ب-تعداد)، کار طراحی انجام شده (شامل الف-زیربنا و ب-تعداد)، کار نظارت انجام شده (شامل الف-زیربنا و ب-تعداد)، کار طراحی در حال انجام (شامل الف-زیربنا و ب-تعداد) و کار نظارت در حال انجام (شامل الف-زیربنا و ب-تعداد) می‌باشند. بر این اساس و برای انجام این محاسبات فرمول به‌صورت زیر با تابع نمایی (برای کاهش صحت پیش‌بینی و مهندسی معکوس امتیاز و پروژه، از توابع خطی استفاده نشده است) طراحی و در سامانه بارگذاری شده است.

```
Score = Round( ((1 - e^(-(α/N)^2) + (U/N)^2) / 2) * ((1 - e^(-(α/T)^2) + (A/T)^2) / 2) * 100000)
```

مانده ظرفیت زیربنا (نظارت) = N

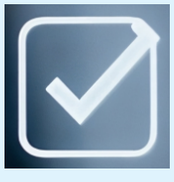
ظرفیت زیربنای استفاده شده = U

حداکثر تعداد کار مجاز = T

تعداد کارهای جاری = A

ضریب همبستگی = α

خروجی این فرمول عددی بین صفر تا یک میلیون است و پس از اجرا برای همه مهندسان ناظر متقاضی ارجاع کار نظرات، با دریافت اطلاعات لازم از سایر سامانه‌ها، نسبت به محاسبه امتیاز هر یک از مهندسان اقدام و برای آن‌ها یک صف تشکیل می‌دهد. با توجه به تعداد متغیرها احتمال کسب امتیاز برابر بسیار پایین است اما در صورت وقوع، مبنای اولویت، تاریخ صدور پروانه اشتغال یا پایه پروانه اشتغال (هر کدام که در رده بالاتری باشد) خواهد بود. با ثبت هر پروژه جدید در سامانه، ابتدا بروزرسانی امتیازها (کاهش امتیاز افرادی که قبول پروژه کردند) انجام و سپس گردش کار ارجاع نظارت آغاز می‌شود. حسب نظرسنجی‌ها و پایش سامانه، رضایت نسبی از این روش در بین همکاران وجود دارد و مشخصات همه پروژه‌های ارجاعی (پس از اتمام فرایند) نیز به‌طور شفاف در کارتابل ایشان قابل رویت هستند. با توجه به پایش مکرر این سامانه و دریافت نقطه نظرات همکاران ناظر و گروه فناوری اطلاعات سازمان، نیاز به افزایش کارایی سامانه و عادلانه‌تر شدن ارجاع به کمک روش‌های جدید، استفاده از متغیرهایی مانند امتیاز نظرسنجی عملکرد طرفین، ایجاد آزادی عمل در انتخاب موقعیت شهری پروژه، اصلاح تأثیرگذاری بهره‌گیری از ظرفیت طراحی در امتیاز نظارت و ... مورد نظر است و باید به‌روز شود. البته جزئیات فراوانی در مدیریت و برنامه‌ریزی سامانه وجود دارد که خارج از حوصله این بحث است.



۳-۳- مشکلات روش ارجاع متداول

اهم موارد تجربه شده به شرح زیر است:

▪ پروژه‌های گروه الف، با توجه به زیربنای متوسط کمتر از ۳۰۰ مترمربع (هرچند تا ۶۰۰ مترمربع جزء گروه الف است) و نرخ غیرواقعی حق‌الزحمه نظارت مورد استقبال مهندسان ناظر قرار نمی‌گیرند. در این شرایط سازمان‌ها با چالش مواجه شده و برای حل آن یا تعداد این نوع کارها را در محاسبات امتیاز مهندسان ناظر تقلیل می‌دهند و یا معرفی ناظر را به عهده صاحب‌کار قرار می‌دهند.

▪ تعداد ۸ پروژه در هر برش زمانی در شرایط محاسبه همزمان ظرفیت طراحی و نظارت فعال مهندسان، در صورت زیربنای کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع پروژه‌ها، چالش برانگیز بوده و تعداد

با توجه به تغییر تعرفه‌ها در ابتدای هر سال، پذیرش نظارت پروژه‌ها در پایان سال با چالش جدی و عدم همکاری مهندسان ناظر مواجه می‌شود.

نظام ارجاع سنتی عمدتاً متکی بر جداول ظرفیت و نوبت‌دهی (تشکیل صف) خطی است که نمی‌تواند به پیچیدگی‌های واقعی مهندسان پاسخ دهد.

همکاران متقاضی نظارت، خدمات مورد نظر را پوشش نخواهند داد. این عدد باید صرفاً برای نظارت یا طراحی اعمال گردد.

- با توجه به تغییر تعرفه‌ها در ابتدای هر سال، پذیرش نظارت پروژه‌ها در پایان سال با چالش جدی و عدم همکاری مهندسان ناظر مواجه می‌شود. این موضوع با توجه به غیرواقعی بودن تعرفه‌ها تشدید می‌شود.

- ورود مهندسان ناظر جدید به چرخه نظارت و ارتقاء پایه مهندسان ناظر، حسب زمان ورود آنها به چرخه، بر امتیاز اکتسابی تأثیرگذار است. تصمیم درست برای زمان ورود ایشان به چرخه نظارت نامعلوم است.
- تخصص، علاقه، پیشینه مهندسان ناظر و امتیاز نظرسنجی‌ها، در پذیرش کار ارجاعی نقشی ندارد. این موضوع فرایند را از عدالت حرفه‌ای دور می‌کند.

۳-۴- الگوریتم‌های ارجاع کار قابل بهره‌برداری

نظام ارجاع سنتی عمدتاً متکی بر جداول ظرفیت و نوبت‌دهی (تشکیل صف) خطی است که نمی‌تواند به پیچیدگی‌های واقعی مهندسان پاسخ دهد، لذا طراحی سامانه هوشمند ارجاع نظارت برای دستیابی به اهدافی چون تضمین عدالت حرفه‌ای در ارجاع پروژه، جلوگیری از مداخله انسانی و تبعیض سلیقه‌ای، بهینه‌سازی توزیع کار بر اساس تخصص و تجربه مهندسان و رضایت‌مندی صاحبان‌کار و نهایتاً ایجاد شفافیت در فرایند ارجاع کار و افزایش قابلیت پاسخگویی سازمانی اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. بدین‌منظور امکان بهره‌گیری از الگوریتم‌های تصمیم‌گیری متفاوت بررسی و پیشنهاد می‌شود.

۳-۴-۱- الگوریتم‌های مبتنی بر قواعد[1]

این الگوریتم‌ها با استفاده از منطق شرطی اگر ← آنگاه تصمیم‌های ساده مانند بررسی صلاحیت پایه مهندس، زمان آخرین ارجاع، کارهای انجام شده و ... اتخاذ می‌کنند. این روش همان است که در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان کرمان استفاده و سنجیده شده است. اما ایرادات و عدم انعطاف‌پذیری آن قبلاً اشاره شده است.

۳-۴-۲- الگوریتم‌های امتیازدهی چندمعیاره[2]

در این رویکرد، هر مهندس بر اساس چند شاخص کمی و کیفی امتیازدهی شده و در صف قرار می‌گیرد. شاخص‌های اصلی مانند تطابق پروژه با ظرفیت و صلاحیت، امتیاز نظرسنجی و رضایت صاحب‌کار، ظرفیت اشتغال پیشین و ... خواهد بود. برای ایجاد صف در این روش می‌توان از فرایندهای مختلفی سود جست. به‌عنوان نمونه تحلیل سلسله مراتبی[3] که روشی است برای تصمیم‌گیری چند معیاره و توسط توماس ساعتی[۴] در دهه‌ی ۱۹۷۰ توسعه یافت. این روش با شکستن یک مسئله‌ی پیچیده به سطوح سلسله‌مراتبی (هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها) به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا ارزش نسبی هر عامل را به‌صورت عددی و منطقی تعیین کند. روش دیگر استفاده از روش نزدیک‌ترین گزینه به حالت ایده‌آل[4] است که به توسعه‌ی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط‌های فازی می‌پردازد[۵]؛ یعنی زمانی که اطلاعات، قضاوت‌ها یا ترجیحات تصمیم‌گیرنده قطعی و دقیق نیستند بلکه در قالب زبان طبیعی و عددهای فازی بیان می‌شوند (مثل «نسبتاً مهم»، «خیلی خوب»، «کم» و...). در این جا مشخص می‌شود که در تصمیم‌گیری‌های واقعی به‌ویژه در زمینه‌های مهندسی، مدیریت و انتخاب طرح‌های فنی داده‌ها اغلب دارای عدم قطعیت می‌باشند، بنابراین مدل‌های کلاسیک کافی نیستند. در نتیجه، نسخه‌های فازی شده‌ی این مدل‌ها معرفی می‌شود. روش جدید دیگری با عنوان تعادل بین سود و ریسک[5] قابل بهره‌برداری است. در این روش، به‌جای استفاده از یک درخت تصمیم منفرد، مجموعه‌ای از درخت‌ها به‌صورت تصادفی ایجاد می‌شود و تصمیم نهایی بر اساس میانگین یا رأی‌گیری از همه‌ی درخت‌ها اتخاذ می‌گردد[۶]. در موضوعی مانند توزیع عادلانه پروژه‌ها بین مهندسان ناظر، این مدل می‌تواند از داده‌های تاریخی (مانند عملکرد ناظران، کیفیت پروژه‌ها، نرخ پذیرش، رضایت کارفرما و غیره) یاد بگیرد؛ وزن و اهمیت هر متغیر (تجربه، بارکاری، موقعیت جغرافیایی، امتیاز رضایت و ...) را به‌صورت تجربی تعیین کند؛ احتمال موفقیت و رضایت از هر ارجاع را پیش‌بینی کند و در نهایت پیشنهاد دهد که ارجاع هر پروژه به کدام مهندس بیشترین احتمال نتیجه‌ی مطلوب و کمترین ریسک تبعیض را دارد.

۳-۴-۳- الگوریتم‌های یادگیری ماشین[6]

در این دسته از الگوریتم‌ها، مدل‌های برای پیش‌بینی بر اساس داده‌های اولیه (مثلاً عملکرد شش سال گذشته سازمان کرمان) برای آموزش ایجاد می‌شود. این مدل می‌تواند روابط پنهان میان متغیرهای ارجاع، کیفیت عملکرد، رضایت صاحب‌کار، تأمین خواسته مفاد قانون، تأمین عدالت حرفه‌ای و نهایتاً افزایش کیفی ساختمان‌ها را کشف کرده و با کمک شبکه‌های عصبی[7]، ساختاری منسجم و قدرتمند برای ارجاع پروژه‌ها به‌وجود آورد.

طراحی یک فرایند ارجاع هوشمند برای پروژه‌های مهندسی، نیازمند گردآوری جامع و دقیق داده‌های مرتبط با سوابق مهندسان است. این داده‌ها شامل اطلاعاتی نظیر تعداد و نوع ارجاعات قبلی، میزان رضایت کارفرمایان و همکاران، حوزه‌های تخصصی و مهارت‌های فنی، سوابق خطاهای اجرایی یا عدم تطابق با مقررات، و همچنین سابقه آموزش و ارتقاء مهندسان می‌باشد. تحلیل دقیق این داده‌ها، پایه‌ای

طراحی یک فرایند ارجاع هوشمند برای پروژه‌های مهندسی، نیازمند گردآوری جامع و دقیق داده‌های مرتبط با سوابق مهندسان است.

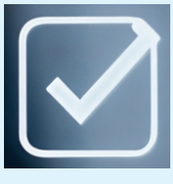
سامانه هوشمند می‌تواند به عنوان ابزاری برای ارتقاء کیفیت خدمات مهندسی، کاهش خطاهای اجرایی و افزایش رضایت کارفرمایان عمل کند.

مستحکم برای تصمیم‌گیری‌های مبتنی برشواهد فراهم می‌آورد و امکان شناسایی مهندسان واجد شرایط برای پروژه‌های مختلف را به شکل شفاف و قابل اعتماد فراهم می‌کند.

گام بعدی، تعریف شاخص‌های کمی و کیفی برای سنجش شایستگی و قابلیت اعتماد مهندسان است. این شاخص‌ها می‌توانند شامل معیارهایی مانند تجربه عملی در پروژه‌های مشابه، امتیاز رضایت کارفرما، تعداد ارجاعات موفق، میزان پایبندی به استانداردها و مقررات و قابلیت تعامل حرفه‌ای باشند. وزن‌دهی به این شاخص‌ها با استفاده از روش‌هایی مانند تحلیل سلسله‌مراتبی یا تحلیل‌های آماری پیشرفته انجام می‌شود تا اهمیت نسبی هر معیار در تصمیم‌گیری مشخص گردد و ارجاعات بر اساس داده‌های واقعی و قابل اثبات صورت گیرد.

در مرحله سوم، توسعه مدل‌های پیش‌بینی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین انجام می‌شود. این مدل‌ها قادرند با تحلیل الگوهای گذشته و داده‌های موجود، پیش‌بینی کنند که کدام مهندس با توجه به شرایط پروژه بیشترین شانس موفقیت و رضایت کارفرما را خواهد داشت. الگوریتم‌هایی مانند رگرسیون چندمتغیره، درخت تصمیم، شبکه‌های عصبی یا مدل‌های ترکیبی می‌توانند در این مرحله مورد استفاده قرار گیرند تا دقت و قابلیت اعتماد سیستم ارتقا یابد.

اعتبارسنجی مدل‌های توسعه‌یافته، مرحله بعدی است که در آن نتایج پیش‌بینی با داده‌های واقعی ارجاع مقایسه می‌شود. این سنجش شامل ارزیابی عدالت در توزیع پروژه‌ها، دقت پیش‌بینی‌ها، کارایی فرایند و قابلیت بازتولید نتایج می‌باشد. همچنین با بررسی نتایج می‌توان معیارها و وزن‌دهی شاخص‌ها را بهینه‌سازی نمود تا سیستم به شکل بهینه عمل کند.



در نهایت، پیاده‌سازی سامانه در محیط سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، باید به گونه‌ای باشد که شفافیت کامل در فرایند ارجاع فراهم گردد. همه مراحل از جمع‌آوری داده‌ها تا تصمیم‌گیری نهایی باید قابل بازبینی و مستندسازی باشند تا اعتماد مهندسان و مراجع نظارتی جلب شود. این سامانه هوشمند می‌تواند به عنوان ابزاری برای ارتقاء کیفیت خدمات مهندسی، کاهش خطاهای اجرایی و افزایش رضایت کارفرمایان عمل کند و زمینه‌ای برای مدیریت شایسته‌سالارانه پروژه‌ها فراهم آورد.

۴- جمع‌بندی

نظام ارجاع هوشمند بر پایه طراحی الگوی هوشمند و عادلانه ارجاع کار به مهندسان ناظر، مبتنی بر اصول قانونی و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری علمی می‌تواند عدالت توزیع کار در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان را تضمین کند. در این راستا سه رویکرد قاعده‌محور، امتیاردهی چند معیاره و یادگیری ماشین می‌توانند در ترکیبی منطقی و مناسب، موجب توزیع بهینه کار، حذف تبعیض و افزایش رضایت حرفه‌ای مهندسان گردد. اما تمام این روش‌ها به دراختیار داشتن متغیرهای اولیه برای محاسبات خود نیاز دارند. برخی از این متغیرها شناخته شده و حتی الزامی هستند. از جمله آن‌ها می‌توان به پایه صلاحیت طراحی، پایه صلاحیت نظارت، ظرفیت کار مجاز طراحی، ظرفیت کار مجاز نظارت اشاره کرد. لذا جای خالی برخی متغیرها که اتفاقاً در عادلانه شدن فرایند ارجاع تأثیر بیشتری خواهند داشت، محسوس است. به‌عنوان نمونه امتیازهای مربوط به نظرسنجی ارائه خدمات توسط هر مهندس ناظر از دید سازمان، صاحب‌کار و سایر همکاران پروژه، محدوده تخصصی همکاران ناظر (مثلاً تخصص در اسکلت بتن برای مهندس ناظر عمران)، پذیرش محدوده جغرافیایی گسترده یا محدود (مانند مناطق شهرداری) و نهایتاً بررسی توزیع پراکندگی کارهای جاری برای اتخاذ بهترین تصمیم در ارجاع عادلانه، منصفانه و حرفه‌ای نظارت بر اجرای پروژه‌های ساختمانی پیشنهاد می‌شود.

۵- پی‌نوشت

۱- Rule Based
۲- Multi-Criteria Decision Making
۳- Analytic Hierarchy Process
۴- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
۵- Trade-off between Risk and Return/ Multi-Criteria Optimization and Compromise Solution
۶- Machine Learning
۷- Neural Network

۶- مراجع

[۱] قانون نظام‌مهندسی وکنترل ساختمان، مصوب ۱۳۷۴

[۲] آئین‌نامه اجرایی ماده۳۳ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، ۱۳۸۳

[۳] مقررات ملی ساختمان، مبحث دوم، نظامات اداری، ۱۴۰۰

[۴] Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill.

[۵]Chen, S.]., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer.

[۶] Breiman, L. (2001). Random Forests. Machine Learning, 45(1), 5–32.