سرا

فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان

شماره چهل و نه | تابستان ۱۴۰۵ | بها: ۱۲۰۰۰۰ تومان



تشویق و قدردانی

هیئت تحریریه نشریه سرا، فصلنامه تخصصی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان از کلیه علاقه‌مندان به همکاری با این نشریه دعوت به عمل می‌آورد پژوهش‌ها و تجارب کاری خود را در قالب مقاله و یادداشت‌های علمی - کاربردی مرتبط با حوزه صنعت ساختمان به دبیرخانه این نشریه ارسال فرمایند.
به‌منظور تشویق و قدردانی از تلاش‌های این عزیزان در زمینه هرچه پربارتر شدن نشریه و بهره‌مندی حداکثری اعضای سازمان، موارد زیر به نویسندگانی که مطالبشان در نشریه به چاپ رسد تعلق خواهد گرفت:



شایان ذکر است نویسنده مقاله یا یادداشت در صورتی که عضو نظام مهندسی باشد پس از انتشار مطالب ارسالی یا اخذ تاییدیه از هیات تحریریه برای چاپ در شماره های آتی، در انتخاب یکی از سه مورد فوق مختار خواهد بود. همچنین، مهلت استفاده از امتیاز تشویقی حداکثر یک سال پس از تاریخ انتشار خواهد بود.

بنام یکتای بی همتا

فصلنامه تخصصی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سمنان

سرا

شماره چهل و نه | تابستان ۱۴۰۵



تصویر روی جلد:
ساختمان کتابخانه مرکزی و آمفی تاتر دانشگاه سمنان؛ معماری خلاقانه سال ۲۰۱۲

شناسنامه

صاحب امتیاز: سازمان نظام مهندسی ساختمان استان‌سمنان

مدیرمسئول: امیرحسین سالار
سردبیر: فریبرز یدالهی
مدیر اجرایی: میترا کسائی

شورای سیاست گذاری : ابوالفضل عالمی، مختار یوردخانی، فاطمه رهبری، محسن قدس، معصومه توخته، محمود اسکندری، محمد حسین نیکدل، محمود نیکخواه شهمیرزادی، رضا مشابه، امیر مداح، حسین موحدی نیا

هیات تحریریه: محسن قدس، فریبرز یدالهی، امیرحسین سالار، امید خالدی، نیما تشرفی، میترا کسائی، حامد ملک علائی، فاطمه نعیمی، فهیمه دربان

همکاران این شماره :غزاله رجبی، حمیدرضا عرب حجی، حامد جعفرپور

ویراستار : حامد ملک علائی

گرافیک و صفحه آرایی : مرجان شریعت زاده

آدرس : سمنان، بلوار معلم شرقی، نرسیده به میدان مطهری، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سمنان
تلفن : ۰۲۳-۳۳۳۳۸۹۲۰-۲۱
ایمیل : Sara.semnaneng@gmail.com

نقل مطالب نشریه با ذکر ماخذ آزاد است .
فصلنامه سرا از اساتید، دانشجویان، نویسندگان و محققان مقاله می پذیرد .
فصلنامه در کوتاه کردن و ویرایش مطالب آزاد است. اصل مقاله ارسالی برگشت داده نمی‌شود.

فهرست مطالب این شماره:

آغازنامه ۲
سخن ریاست سازمان ۰۲

رویدادها ۴
بررسی عملکرد کمیسیون تخصصی معماری ۰۵
نظر بر منظر اندازیم ۰۷

مقالات ۹
نقش سیستم اطلاعات مکانی (GIS) در هوشمندسازی ساختمان‌ها و مدیریت هوشمند انرژی؛ از داده‌های مکانی تا ساختمان‌های پایدار ۱۰
فرایند طراحی جهت‌گیری بهینه ساختمان در ارتقای بهره‌وری انرژی ۱۶
بازطراحی و بهینه‌سازی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود؛ از الزامات قانونی تا راهکارهای اجرایی ۲۱
ارزیابی هوشمند سختی و تکامل آسیب در تیرهای بتنی پیوسته با سیستم تسلیح ترکیبی (Steel-GFRP) توسط پردازش تصویر دیجیتال (DIP) ۲۵
ضرورت نگاه مهندسی به حفاظت از بناهای تاریخی در شرایط جنگ و بحران ۲۹

آموزش ۳۵
عکس و درس ۳۶
از من بپرس ۳۹
اینجا قانون حاکم است ۴۲

ایمنی ۴۳
ایمنی در گودبرداری ۴۴

کتیبه ۴۸
پاده؛ آن‌جا که خشت، روایتگرِ تاریخ است ۴۹
یارمهربان ۵۲
هنر ۵۴

تثبیت پایه‌های حکمرانی حرفه‌ای؛
روایتی از تغییر، ایستادگی و توسعه در نظام‌مهندسی ساختمان استان

همکاران گرامی و اعضای محترم سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان؛

آنچه امروز در سازمان در حال وقوع است، فراتر از یک تغییر مدیریتی ساده است. این فرایند، «تثبیت پایه‌های حکمرانی حرفه‌ای» و گذار از مدیریت سنتی به ساختاری چابک، شفاف و قانون‌مدار است. ما معتقدیم سازمان نظام‌مهندسی، امانتی در دستان ماست که باید با تکیه بر خرد جمعی و رعایت دقیق حدود قانونی، آن را به بهترین شکل مدیریت کنیم.

در این مسیر، چند اصل و دستاورد بنیادین محقق شده است که مرور آن‌ها خالی از لطف نیست. طبیعت هرگونه اصلاح بنیادین و حذف رویه‌های فرسوده، ایجاد اصطکاک با ذی‌نفعانی است که منافعشان در وضعیت پیشین تأمین می‌شد. در این مسیر، حاشیه‌سازی‌ها و مقاومت‌هایی شکل گرفت که اگرچه گاه بر «سرعت» اجرای برخی تغییرات مثبت تأثیر گذاشت، اما هرگز نتوانست «جهت» حرکت سازمان را متوقف یا منحرف کند. ما هزینه این شفافیت را می‌پذیریم، زیرا باور داریم آرامش حاصل از سکوت در برابر تخلف، به قیمت تضییع حقوق مهندسان تمام می‌شود.

در این دوره، خوشبختانه همدلی و انسجام اکثریت قاطع اعضای هیئت‌مدیره، سرمایه‌ای بی‌بدیل بود. این همبستگی، به‌ویژه در برهه‌هایی که فشارهایی برای دفاع از منافع گروه‌هایی که حتی بعضاً خارج از دایره اعضای سازمان بودند، وارد می‌شد، به‌عنوان یک سپر دفاعی عمل کرد و تضمین نمود که تمام تصمیمات کلان، صرفاً در راستای صیانت از حقوق قانونی و حرفه‌ای «اعضای سازمان» اتخاذ گردد.

در حوزه تحول در نظام مالی و اداری و گذار از بروکراسی به کارآمدی، با بازنگری اساسی در فرایندهای مالی و تمرکز بر مدیریت دقیق درآمد و هزینه، سازمان نه‌تنها از ایجاد بدهی‌های جدید پرهیز کرد، بلکه با کاهش هزینه‌های بی‌مورد و برنامه‌ریزی دقیق، نسبت به پرداخت بدهی‌های





انباشته و تسویه اقساط وام‌های دوره گذشته اقدام نمود تا بار مالی از دوش سازمان برداشته شود. فرایند آزادسازی وجوه امانی که پیش از این با پیچیدگی‌های اداری و سلیقه‌ای مواجه بود، اکنون به‌صورت کاملاً خودکار و سیستمی انجام می‌شود. فراتر از این، درک شرایط سخت اقتصادی جامعه، هیئت‌مدیره را بر آن داشت تا در مواردی، با تسریع در آزادسازی این منابع پیش از موعد مقرر، در کنار تأمین نقدینگی همکارانمان بایستد. همچنین، گذار از تشریفات زائد به تخصص و چابکی در کمیسیون‌ها و بهبود روش‌های اداری، پاسخگویی را شفاف‌تر و ساختارمندتر کرده است.

در بخش دستاوردهای تخصصی و صیانت از ارزش خدمات، با وجود تمام فشارها، افزایش قابل‌توجه تعرفه‌های خدمات مهندسی، در حدود ۱۰۰ درصد از شروع دوره و در ابتدای هر سال، در دستور کار قرار گرفت و ابلاغ شد. هم‌اکنون نیز درخواست‌های کارشناسی جهت افزایش مجدد تعرفه‌ها متناسب با شرایط اقتصادی و تورم در شش ماه دوم سال، در دست پیگیری است تا شأن حرفه‌ای مهندسان تا حد امکان حفظ شود. فعال‌سازی و اجرایی‌کردن ظرفیت‌های رشته شهرسازی و ترافیک در فرایندهای نظارتی و همچنین فراهم‌آوری شرایط در کلیه خدمات رشته هفت‌گانه، مانند اخذ صلاحیت طراحی و بازرسی گاز فشارقوی، گامی بلند در جهت تنوع‌بخشی به بازار کار مهندسان استان بود. در یک تصمیم کارشناسی حیاتی، نحوه محاسبه سهم سازمان در پروژه‌های دارای تخفیف، از «کل متراژ» به «متراژ باقیمانده» اصلاح شد. این اقدام، عدالت مالی را برای اعضا به ارمغان آورد. همچنین، رایزنی‌های سازنده و پیگیری‌های مستمر جهت تسریع در فرایند اخذ جواز ساخت زمین‌های متعلق به سازمان، به‌ویژه زمین ستاد مرکزی سمنان که سال‌ها اقدام جدی و مؤثر به دلایلی برای آن انجام نشده بود، به‌عنوان یکی از اولویت‌های توسعه دارایی‌های فیزیکی سازمان در حال پیگیری است.

سخن پایانی

همکاران گرامی، پایه‌هایی که امروز در حال استحکام‌بخشی به آن‌ها هستیم، نیازمند زمان برای خودگیری است. ما در این مسیر، نه از حاشیه‌ها هراس داریم و نه در مقابل مقاومت ذی‌نفعانِ سابق، عقب‌نشینی می‌کنیم. سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان، خانه تمام مهندسان این استان است و ما تا زمانی که در این مسئولیت هستیم، اجازه نخواهیم داد هیچ منافع فردی یا گروهی، بر منافع قانونیِ جامعه بزرگ مهندسی سایه بیندازد.

مسیر، مسیرِ سخت اما درستی است. به امید آنکه با تداوم این خرد جمعی و همراهی شما فرهیختگان، سازمانی را به آینده تحویل دهیم که در آن، تنها «قانون و تخصص» حرف اول و آخر را بزند.

فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان

رویدادها

بررسی عملکرد کمیسیون تخصصی معماری سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان در سال ۱۴۰۴

نظر بر منظر اندازیم

بررسی عملکرد کمیسیون تخصصی معماری سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان در سال ۱۴۰۴

کمیسیون تخصصی معماری سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان در سال ۱۴۰۴، با برگزاری ۲۰ جلسه تخصصی، مجموعه‌ای از موضوعات مرتبط با طراحی، نظارت و اجرای ساختمان را بررسی و پیشنهادهایی را برای ارتقای کیفیت ساخت‌وساز و بهبود فرایندهای حرفه‌ای ارائه کرد.

بررسی ابهامات حرفه‌ای و نقشه‌های ارجاعی، تدوین چک‌لیست‌ها و جزئیات فنی، مشارکت در بررسی مقررات ملی ساختمان و برگزاری نشست‌های تخصصی با کمیسیون‌ها و دستگاه‌های مرتبط، از جمله محورهای فعالیت این کمیسیون در سال گذشته بود. در همین راستا، ضوابط حفاظتی و انتظامی پیوست مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان با مشارکت نیروی انتظامی بررسی و چک‌لیست الزامات طراحی در این حوزه تهیه شد. همچنین موضوعاتی همچون عایق‌بندی صوتی ساختمان‌های مسکونی، حفظ حریم خصوصی و کنترل اشرافیت ساختمان‌های مجاور، با هدف ارتقای آسایش و کیفیت محیط زندگی موردتوجه قرار گرفت.



ایـن کمیسیـون همچنیـن در بـررسی و ارائـه پیشـنهادهای تخصـصی دربـاره ویرایـش جدیـد مبحـث ۲۲ و ضوابـط مرتبـط بـا مبحـث چهـارم مقـررات مـلی سـاختمان مشـارکت داشـت. توجـه بـه معمـاری ایـرانی – اسلامی، طـراحی محیط‌هـای دوسـتدار سـالمند، سـاختمان سـبز و ارتقـای کیفیـت محیـطی سـاختمان‌ها نیـز از دیگـر موضوعـات بررسی‌شـده بـود. برگـزاری نشسـت بـا رئیـس کمیتـه بحـران سـازمان نیـز در راسـتای بـررسی الزامـات معمـاری در شـرایط اضطـراری و تقویـت هماهنـگی میـان بخش‌هـای تخصـصی انجـام شـد.

مبحـث ۱۹ مقـررات مـلی سـاختمان و الزامـات ویرایـش جدیـد آن، بخـش قابل‌توجـهی از فعالیت‌هـای کمیسیـون را بـه خـود اختصـاص داد. برگـزاری دوره‌هـای آمـوزشی چک‌لیسـت مبحـث ۱۹ بـرای طراحـان و کنترلرهـا، تشـریح تغییـرات ایـن مبحـث در سـمینارها و نشسـت‌های تخصـصی، بـررسی چالش‌هـای اجـرایی بـا کمیتـه مجریـان و برگـزاری جلسـات مشـترک بـا کمیسیون‌هـای تخصـصی مرتبـط، از جملـه اقدامـات انجام‌شـده در ایـن زمینـه بـود. به‌روزرسـانی پلان‌هـا و جزئیـات فـنی معمـاری متناسـب بـا ویرایـش جدیـد و ارائـه پیشـنهادهایی بـرای بهبـود عملکـرد حـرارتی سـاختمان‌ها و کاهـش مصـرف انـرژی نیـز در دسـتور کار قـرار گرفـت.

کمیسیـون تخصـصی معمـاری همچنیـن بـا شناسـایی ابهامـات و مشـکلات اجـرایی ویرایـش جدیـد مبحـث ۱۹، پیشـنهادهایی را بـرای به‌تعویق‌افتـادن زمـان اجـرای الزامـات جدیـد تـا زمـان رفـع ابهامـات و فراهم‌شـدن بسـترهای لازم مطـرح کـرد. مجمـوع ایـن اقدامـات بـا هـدف افزایـش هماهنـگی میـان مراحـل طـراحی و اجـرا، ارتقـای کیفیـت ساخت‌وسـاز و آماده‌سـازی جامعـه مهنـدسی بـرای اجـرای صحیـح ضوابـط و مقـررات دنبـال شـد.

در مجمـوع، رویکـرد کمیسیـون در ایـن دوره حرکـت از پاسـخگویی صـرف بـه مسـائل جـاری بـه سـمت شناسـایی مسـئله، تولیـد راهـکار، آمـوزش، تدویـن ابزارهـای فـنی و ایجـاد هماهنـگی بین‌رشـته‌ای بـوده اسـت؛ رویکـردی کـه می‌توانـد در ادامـه مسیـر، مبنـایی بـرای ارتقـای مسـتمر کیفیـت طـراحی و ساخت‌وسـاز در اسـتان قـرار گیـرد.

فعالیت‌هـای انجام‌شـده در ایـن دوره را می‌تـوان گامی در جهـت تقویـت نقـش کارشـناسی کمیسیـون تخصـصی معمـاری، ارتقـای سـطح آگاهی جامعـه حرفـه‌ای، افزایـش هماهنـگی میـان ارکان مختلـف سـازمان و حرکـت بـه سـمت طـراحی باکیفیت‌تـر، سـاختمان ایمن‌تـر، سـالم‌تر، کم‌مصرف‌تـر و پاسـخگوتر بـه نیازهـای جامعـه دانسـت.

مهم‌تریـن محورهای عملکرد کمیسیون در یک نگاه

محور فعالیت	اهم اقدامات
طراحی و نظارت	بررسی ابهامات، نامه‌ها و نقشه‌های ارجاعی و تلاش برای ایجاد وحدت رویه
ضوابط حفاظتی	بررسی پیوست مبحث ۴، تعامل با نیروی انتظامی و تهیه چک‌لیست
کیفیت معماری	تدوین ضوابط عایق صوتی و بررسی اشرافیت و حریم دید
مقررات ملی	بررسی مبحث ۴ و ویرایش جدید مبحث ۲۲ و ارائه پیشنهادهای اصلاحی
معماری هویتی	ارائه پیشنهادهای مرتبط با مسجد تراز اسلامی
معماری انسان‌محور	بررسی ضوابط محیط دوستدار سالمند و ساختمان سبز
مدیریت بحران	تعامل با کمیته بحران سازمان
آموزش	برگزاری آموزش‌ها و سمینارهای تخصصی
مبحث ۱۹	آموزش، بررسی فنی، تهیه دیتیل، به‌روزرسانی مدارک، تعامل بین‌رشته‌ای و پیگیری چالش‌های اجرایی
تعامل حرفه‌ای	جلسات با کمیسیون‌ها، کمیته مجریان و دستگاه‌های مرتبط

نظر بر منظر اندازیم



فریبرز یدالهی
دکتری شهرسازی

از جملـه تأکیـدات شـورای‌عالی معمـاری و شهرسـازی ایـران در زمینـه منظـر شـهری، پرهیـز از تجمل‌گـرایی و جلوه‌هـای غیرضـروری اسـت؛ رویکـردی کـه می‌تـوان آن را در راسـتای یـکی از اصـول بنیادیـن معمـاری ایـرانی، یعـنی «پرهیـز از بیهـودگی»، تفسیـر و ارزیـابی کـرد.

نکتـه مهـم و درخـور توجـه، تمایـز میـان «زیبـایی» و «تجمل‌گـرایی» اسـت. پرهیـز از تجمل‌گـرایی بـه معنـای نادیده‌گرفتـن زیبـایی نیسـت؛ بلکـه ناظـر بـر پرهیـز از جلوه‌هـای افـراطی و پرطمطـراق در بناهاسـت؛ جلوه‌هـایی کـه گاه بـا ایجـاد ناهماهنـگی در منظـر شـهری، نه‌تنهـا از زیبـایی محیـط می‌کاهنـد، بلکـه می‌تواننـد بـه تقویـت روحیـه تفاخـر و خودنمـایی در جامعـه نیـز دامـن بزننـد. چنیـن رویکـردی، بـا غلبـه نـگاه فردگرایانـه بـه بنـا، از اهمیـت هم‌نشینـی، هماهنـگی و تعامـل متقابـل بناهـا بـا یکدیگـر و بـا کلیـت منظـر شـهری غفلـت می‌کنـد.

همان‌گونـه کـه در رفتـار اجتمـاعی، چشم‌وهم‌چشـمی آثـار نامیمـونی دارد در بناهـای شـهری نیـز میـل بـه تفاخـر، منجـر می‌گـردد کـه بناهـا از ارتبـاط منطـقی میـان هـم بازمانـده و گفتمـان مؤثـری میـان بناهـا درنگیـرد و شـعر شـهر سـروده نشـود. به‌عبـارتی شـاهد بناهـایی بی‌ارتبـاط، مجـزا و منفـک هسـتیم کـه به‌سـختی کنـار هـم نشسـته‌اند و هریـک سـاز دیگـری می‌زننـد؛ چـون ارکسـتری کـه سـازهای آن با هـم هماهنـگ نیسـتند و نتیجه، اصـواتی ناخوشـایند اسـت. در بناهـای شـهری نیـز ناهماهنـگی میـان نماهـا در نظـر نازک‌طبعـان ناخوشـایند اسـت. در طراحی‌هـای نمـا، گاه شـاهد طنـازی معمـارانی هسـتیم کـه در طـرح آنهـا صمیمیـت مـوج زده و بـدون اغـراق در تزییـن و پرهیـز از بیهـودگی بـا رعایـت تناسـبات و بـا توجـه بـه کاربـری بنا به طـراحی مبتـنی بـر صمیمیـت و مـردم‌واری می‌کوشـند؛ چـرا کـه در سـکونت اگـر بـه دنبـال آرامـش هسـتیم چـه خـوش اسـت کـه ایـن حـس در نمـای سـاختمان نیـز متجـلی شـود. تزیینـات اغـراق شـده و ترکیب‌هـای نامعمـول، بیشـتر پیـامی از آشـوب و ناهماهنـگی در فضـای شـهری را منتقـل کـرده و منظـر شـهری را بـه هـم می‌ریزنـد. صمیمیـت در نمـا یعـنی بیـانی صادقانـه از جنـس فضـا. بـه عبـارتی دیگـر در صمیمیـت، طـراح به سـنت، اقلیـم، محیط و پیرامـون بی‌توجـه نیسـت. نمـای صمیـمی، نمـایی اسـت کـه در مواجهه بـا آن، مخاطـب احسـاس کنـد بـا بخـشی از واقعیـت و زنـدگی روزمـره روبه‌روسـت، نـه بـا آرایـه‌ای بـزرگ و خودنمایانـه. صمیمیـت در نمـا، بیـش از هـر چیـز، بـه معنـای رعایـت مقیـاس انسـانی، پرهیـز از تفاخـر و خودنمـایی و ایجـاد کیفیتی بصـریِ ملمـوس، آرام و دوسـتانه اسـت. نمـای صمیـمی خـود را از محلـه و محیـط پیرامونـش جـدا نمی‌کنـد؛ بلکـه بـا سـاختمان‌های مجـاور هم‌خـوانی و ارتبـاط برقـرار می‌سـازد، بی‌آنکـه بـه تقلیـد از آنهـا بپـردازد. چنیـن نمـایی بـه چشـم عابـر «حملـه» نمی‌کنـد و موجـب آشـفتگی یـا آزار بصـری نمی‌شـود؛ بلکـه بـا مخاطـب وارد گفت‌وگـو می‌شـود.

صمیمیـت در معمـاری، بـه معنـای سـادگیِ صـرف یـا حـذف عناصـر زیبایی‌شـناختی نیسـت، بلکـه در گـرو ایجـاد نظـمی سـنجیده و پرهیـز از تزئینـات بی‌مـورد اسـت؛ نظـمی کـه از چیدمـان درسـت و متناسـب عناصـر معمـاری حاصـل می‌شـود و در نهایـت، احسـاس آرامـش، امنیـت و تعلـق را در شـهروندان تقویـت می‌کنـد. از ایـن منظـر، سـاختمان‌هایی کـه بـر پایـه اصـل صمیمیـت طـراحی می‌شـوند، نقـشی مؤثـر در ایجـاد انسـجام شـهری ایفـا می‌کننـد و بـه خیابـان و محلـه کیفیـتی آرام و انسـانی می‌بخشـند. در یک



کلام، رویکـرد صمیمیـت را می‌تـوان گـذار از «معمـاری نمایـشی و اقتدارگـرا» به سـوی «معمـاری انسـانی و زیسـت‌محور» دانسـت؛ معمـاری‌ای کـه بـه جـای جلـب توجـه، بـه ایجـاد ارتبـاط بـا انسـان و محیـط پیرامـون خـود می‌اندیشـد.

در ایـن شـماره طـرحی را بـه نظـاره می‌نشینیـم کـه صمیمیـت را در آن به‌وضـوح می‌تـوان ملاحظـه نمـود. سـرکار خانـم رجـبی از طراحـان خـوش‌ذوقی اسـت کـه پـس از معـرفی اثـر از سـخنان ایشـان در ارتبـاط بـا ایـده طـراحی و مشـخصات کار بهـره می‌بریـم:

طراح نما: غزاله رجبی
دفتر طراحی: آذرنگ
مالک: ساجد تیموری
موقعیت: شهرک تعاون، بلوار صادق

مقدمه و رویکرد طراحی:

طـراحی نمـای ایـن پـروژه مسـکونی، باهـدف ایجـاد هویـتی مسـتقل و درعین‌حـال همگـرا بـا بافـت شـهری متراکـم پیرامـون شـکل‌گرفته اسـت. چالـش اصلـی، خلـق نمایـشی دووجهی بـود: از یـک سـو، حفـظ سـنگینی و اصالـت متریـال سـنتی آجـر و ازسـوی‌دیگر، دسـتیابی بـه ظرافـت و پویـایی معمـاری مـدرن.

رویکـرد کلی بـر پایـه «بافت‌گـرایی انتـزاعی» اسـتوار اسـت. در ایـن رویکـرد، از عناصـر معمـاری ایـرانی و مصالـح بـومی الهام‌گرفتـه شـده امـا بـه شـکلی مـدرن، مینیمـال و هنـدسی بازتعریـف شـده‌اند تـا پاسـخگوی نیازهـای بصـری و عملکـردی امـروز باشـند.

تحلیل عناصر و راهبُردهای طراحی:

۱- پوسـته‌ی آجـری یکپارچـه و مـدولار: تصمیـم بـر اسـتفاده از یـک پوسـته آجـری بـا رنـگ کـرم - نخـودی یکنواخـت به‌عنـوان مصالـح غالـب، بـرای ایجـاد حـس آرامـش و انسـجام بصـری بـود. الگـوی آجرچینـی به‌صـورت عمـودی و منظـم انتخـاب شـده اسـت تـا کشـیدگی بنـا را تقویـت کـرده و از سـنگینی بصـری آن بکاهـد. ایـن مدولاسـیون آجـری، پایـه‌ای بـرای تمـام تقسیم‌بندی‌هـای دیگـر نمـا قـرار گرفتـه اسـت.

۲- تعـادل میـان شـفافیت و صلبیـت: بـرای مقابلـه بـا صلبیـت حجـم، نمـا بـه دو بخـش کلی تقسیـم شـده اسـت:

* **بخـش ورودی و بالکن‌هـا (سـتون سـمت چـپ):** ایـن بخـش بـا ریتـمی عمـودی از بالکن‌هـای متراکـم بـا هندسـه‌ی مسـتطیلی طـراحی شـده اسـت. اسـتفاده از نرده‌هـای مینیمـال فلـزی تیـره و فلاورباکس‌هـای سـبز، ضمـن تأمیـن محرمیـت نسـبی، فضـایی نیمه‌بـاز و پویـا ایجـاد کـرده اسـت.
* **بخـش پنجره‌هـای اصـلی (سـمت راسـت):** در ایـن بخـش، سـطوح شیشـه‌ای بزرگ‌تـر و قاب‌هـای تیـره بـا عقب‌نشینی‌هـای آگاهانـه در بدنـه اصـلی نمـا، شـفافیت و نورگیـری حداکثـری را بـرای فضاهـای داخلی تأمیـن می‌کنند.

۳- بازتعریف قوس و هندسه ایرانی:

نقطـه عطـف نمـا، قاب‌بنـدی قـوس‌دار در بالاتریـن طبقـه بخـش راسـت اسـت. ایـن عنصـر بـا الهـام از طاق‌هـای معمـاری ایـرانی، به‌جـای تکـرار سـنتی، به‌صـورت یـک موتیـف انتـزاعی و مـدرن پیـاده شـده اسـت. ایـن قـوس، خطـوط افـقی بـام را قطـع کـرده و ضمـن ایجـاد یـک المـان شـاخص بصـری، بـه نمـا شـخصیتی منحصربه‌فـرد و ایـرانی - مـدرن می‌بخشـد.

۴- کنتراست متریال و بافت:

اسـتفاده از نوارهـای افـقی و عمـودی بـا بافـت سـنگ روشـن در بدنـه اصـلی آجـر و همچنیـن متریـال تیـره، سـعی بـر ایجـاد تضـاد رنـگی و بافـت جـذاب کـرده اسـت. یـکی از ظریف‌تریـن جزئیـات نمـا، تعبیـه نوارهـای باریـک از آجرهـای لعـاب‌دار فیـروزه‌ای در زیـر قـاب پنجره‌هـای سـمت راسـت اسـت. ایـن جزئیـات باهـدف ایجـاد کنتراسـت رنـگی و بافـتی طـراحی شـده‌اند. رنـگ آبی فیـروزه‌ای در مجـاورت آجـر کم‌رنـگ، ترکیـب رنـگی اصیـل معمـاری ایـرانی را بـه یـاد می‌آورد و جلـوه‌ای تـازه و مـدرن بـه آن می‌بخشـد.

نتیجه‌گیری:

نمـای طـراحی شـده بـرای ایـن پـروژه، تلاشی اسـت بـرای ارائـه الگویی از آجـر عمـودی، فـرم قـوس انتـزاعی و جزئیـات آجـر لعـاب‌دار، بـا هویـتی بـدون غرق‌شـدن در گذشـته کـه از ریشـه‌های فرهنـگی خـود تغذیـه کـرده و سـعی بـر تأمیـن نیازهـای بصـری و زیسـتی انسـان معاصـر در محیـط شـهری نمـوده اسـت.







فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان

سرا

مقالات و یادداشت

نقش سیستم اطلاعات مکانی (GIS)
در هوشمندسازی ساختمان‌ها و مدیریت هوشمند انرژی؛
از داده‌های مکانی تا ساختمان‌های پایدار

فرایند طراحی جهت‌گیری بهینه ساختمان در ارتقای بهره‌وری انرژی

بازطراحی و بهینه‌سازی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود
از الزامات قانونی تا راهکارهای اجرایی

ارزیابی هوشمند سختی و تکامل آسیب در تیرهای بتنی پیوسته
با سیستم تسلیح ترکیبی (Steel-GFRP) توسط پردازش تصویر دیجیتال (DIP)

ضرورت نگاه مهندسی به حفاظت از بناهای تاریخی
در شرایط جنگ و بحران

نقش سیستم اطلاعات مکانی (GIS) در هوشمندسازی ساختمان‌ها و مدیریت هوشمند انرژی؛

از داده‌های مکانی تا ساختمان‌های پایدار



محسن قدس
دکتری نقشه برداری
عضو هیئت مدیره سازمان نظام مهندسی ساختمان استان و عضو شورای مرکزی نظام‌مهندسی ساختمان کشور

چکیده

گسترش شهرنشینی و ضرورت کاهش مصرف انرژی، توجه به ساختمان‌های هوشمند را به اولویت صنعت ساختمان تبدیل کرده است. در این میان،GIS فراتر از نقشه‌سازی، نقش مهمی در تلفیق و تحلیل داده‌های مکانی و عملیاتی ساختمان ایفا می‌کند. این مقاله نشان می‌دهد GIS چگونه داده‌های حسگرها، IoT، BMS و BIM را در یک بستر مکانی واحد یکپارچه می‌سازد و از طریق تحلیل تابش خورشیدی، بهینه‌سازی سامانه‌های HVAC، شناسایی نقاط اتلاف انرژی با تصاویر حرارتی و سنجش‌ازدور، و پایش مصرف در زمان واقعی، در کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری مؤثر است. همچنین تلفیق GIS، BIM و IoT در قالب GeoBIM، بستری نوین برای ساختمان‌های داده‌محور، هوشمند و پایدار با قابلیت تصمیم‌گیری پیش‌بینانه فراهم می‌کند. در مجموع، GIS به‌عنوان لایه مکانی هوشمند ساختمان، یکی از ارکان اصلی تحقق شهرهای هوشمند آینده محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، ساختمان هوشمند، مدیریت هوشمند انرژی، اینترنت اشیا (IoT)، GeoBIM.

۱- مقدمه: چرا ساختمان‌های هوشمند اهمیت یافته‌اند؟

امروزه بخش ساختمان یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در جهان است. رشد سریع شهرنشینی، افزایش جمعیت، محدودیت منابع فسیلی و تشدید تغییرات اقلیمی، ضرورت بازنگری در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از ساختمان‌ها را آشکار ساخته است. بر اساس آمارهای بین‌المللی، ساختمان‌ها حدود ۳۲ درصد انرژی نهایی جهان را مصرف کرده و نزدیک به یک‌سوم انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از فعالیت‌های انسانی را تولید می‌کنند[۱].

پاسخ به این چالش‌ها منجر به شکل‌گیری مفهوم «ساختمان هوشمند» شده است؛ ساختمانی که با بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر IoT، BMS، حسگرهای هوشمند، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های بلادرنگ، شرایط محیطی و عملکرد تجهیزات را به‌صورت خودکار پایش و کنترل کرده و تصمیم‌گیری را از حالت واکنشی به مدیریت پیش‌بینانه و داده‌محور تبدیل می‌کند.



▲ شکل ۱- استفاده از فناوری‌های نوین در ساختمان‌های هوشمند

در این میان، GIS از یک ابزار نقشه‌برداری فراتر رفته و با توسعه BIM، مفهوم دوقلوی دیجیتال و گسترش شبکه‌های حسگر هوشمند، به یکی از ارکان اصلی مدیریت هوشمند ساختمان‌ها تبدیل شده است [۲] GIS داده‌های حسگرها، سامانه‌های مدیریت انرژی، اطلاعات اقلیمی، الگوهای تابش خورشیدی، توپوگرافی و ویژگی‌های کالبدی ساختمان را در یک بستر مکانی یکپارچه تجمیع و تحلیل می‌کند. از این منظر، GIS را می‌توان «مغز مکانی» ساختمان‌های هوشمند دانست [۳].



▲ شکل ۲- GIS به‌عنوان مغز مکانی ساختمان‌های هوشمند

۲- سیستم اطلاعات مکانی (GIS) چیست؟

GIS مجموعه‌ای یکپارچه از سخت‌افزار، نرم‌افزار، داده‌ها، روش‌ها و نیروی انسانی است که برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، مدیریت، پردازش، تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی به کار می‌رود. این فناوری صرفاً ابزار نقشه‌سازی نیست، بلکه یک سامانه تصمیم‌یار قدرتمند است که الگوها و ارتباطات پنهان میان داده‌ها را در بستر مکان آشکار می‌سازد.

امروزه GIS در حوزه‌هایی نظیر مدیریت شهری، حمل‌ونقل، محیط‌زیست، مدیریت بحران، انرژی و صنعت ساختمان کاربرد گسترده‌ای دارد. در ساختمان‌های هوشمند، GIS موقعیت مکانی ساختمان، شرایط اقلیمی، میزان و زاویه تابش خورشید، الگوهای باد، توپوگرافی، پوشش گیاهی و زیرساخت‌های شهری را تحلیل می‌کند.



▲ شکل ۳- اجزا یک سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های GIS، تلفیق داده‌های محیطی با داده‌های عملیاتی ساختمان مانند اطلاعات حسگرهای دما، رطوبت، کیفیت هوا، مصرف برق و عملکرد تجهیزات است. همچنین GIS امکان مدل‌سازی و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف مانند تغییر جهت ساختمان، نصب سامانه‌های خورشیدی، بهبود عایق‌بندی یا اصلاح سیستم‌های تهویه را پیش از اجرا فراهم می‌کند. با توسعه BIM، IoT و GIS، Digital Twin به‌عنوان حلقه اتصال میان محیط پیرامونی، اجزای داخلی بنا و سامانه‌های مدیریتی شناخته می‌شود.



▲ شکل ۶- فرایند تصمیم‌گیری هوشمند با تلفیق GIS و فناوری‌های مکمل

۳- ساختمان هوشمند چیست؟

ساختمان هوشمند ساختمانی است که با فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی، عملکرد بخش‌های مختلف خود را به‌صورت خودکار، یکپارچه و هوشمند مدیریت می‌کند. هدف اصلی آن افزایش بهره‌وری انرژی، ارتقای آسایش ساکنان، بهبود ایمنی، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و افزایش پایداری محیطی است. این ساختمان‌ها شرایط محیطی را لحظه‌ای پایش کرده و متناسب با تغییرات دما، رطوبت، حضور افراد، کیفیت هوا، شدت نور و الگوهای مصرف، تنظیمات لازم را به‌صورت خودکار اعمال می‌کنند.

هسته اصلی ساختمان هوشمند، BMS است که نقش مرکز کنترل و فرماندهی را ایفا می‌کند. سامانه مدیریت انرژی نیز مصرف برق، آب، گاز و سایر منابع را پایش و کنترل می‌کند. سیستم روشنایی هوشمند با حسگرهای حضور و شدت نور محیط، و HVAC با تحلیل شرایط داخلی و خارجی، مصرف انرژی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهند. از آنجا که بخش عمده مصرف انرژی به HVAC اختصاص دارد، هوشمندسازی آن تأثیر چشمگیری در کاهش هزینه‌ها دارد.



▲ شکل ۴- مدیریت یکپارچه، هوشمند و پایدار در ساختمان‌های هوشمند

ساختمان‌های هوشمند از سامانه‌های امنیتی پیشرفته مانند دوربین‌های نظارتی، اعلام و اطفای حریق، حسگرهای تشخیص نفوذ و کنترل دسترسی نیز بهره می‌برند. فناوری IoT تجهیزات مختلف را به یکدیگر متصل کرده و امکان تبادل بلادرنگ اطلاعات را فراهم می‌سازد، و هوش مصنوعی و یادگیری ماشین الگوهای رفتاری کاربران و مصرف انرژی را یاد گرفته و تصمیمات بهینه‌تری اتخاذ می‌کنند. در واقع، ساختمان هوشمند سامانه‌ای زنده و داده‌محور است.



▲ شکل ۵-سامانه مدیریت ساختمان (BMS)

۴- ارتباط GIS و ساختمان‌های هوشمند

اگرچه GIS و ساختمان هوشمند در نگاه نخست دو حوزه مستقل به نظر می‌رسند، توسعه فناوری‌های دیجیتال و نیاز به تصمیم‌گیری داده‌محور آن‌ها را به یکدیگر نزدیک کرده است. امروزه GIS یکی از ارکان اصلی زیرساخت اطلاعاتی ساختمان‌های هوشمند است[۴].

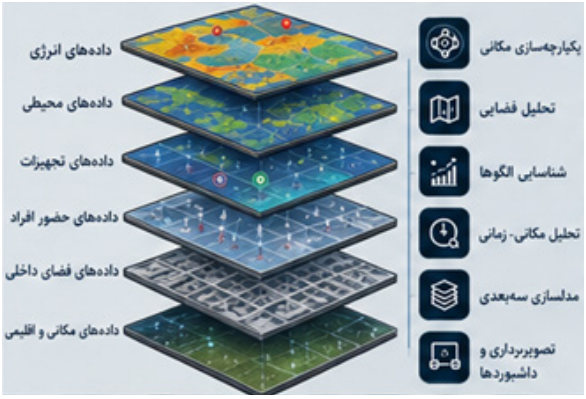


▲ شکل ۶- یکپارچه‌سازی GIS با فناوری‌های نوین

ساختمان‌های هوشمند حجم عظیمی از داده‌ها را از طریق حسگرها تولید می‌کنند؛ شامل مصرف انرژی، دما، رطوبت، کیفیت هوا، شدت روشنایی، وضعیت تجهیزات و حضور افراد. این داده‌ها زمانی ارزشمندتر می‌شوند که در بستر مکان تحلیل شوند. GIS با اتصال داده‌های IoT، BMS و BIM به موقعیت مکانی آن‌ها، امکان تحلیل فضایی و شناسایی الگوهای پنهان را فراهم می‌سازد و مشخص می‌کند کدام بخش‌ها بیشترین مصرف، کدام نما بیشترین جذب حرارت خورشیدی و کدام بخش‌ها بیشترین اتلاف حرارتی را دارند.

علاوه بر فضای داخلی، GIS ارتباط ساختمان با محیط پیرامونی شامل جهت وزش باد، پوشش گیاهی، ساختمان‌های مجاور، سایه‌اندازی و توپوگرافی زمین را تحلیل می‌کند. قابلیت مهم دیگر آن، نمایش بصری اطلاعات در قالب نقشه‌ها، مدل‌های

سه‌بعدی و داشبوردهای مکانی است. در چنین ساختاری،GIS به‌عنوان «لایه مکانی هوشمند ساختمان» و پلتفرمی تحلیلی و مدیریتی عمل می‌کند.



▲ شکل ۷- لایه‌های مکانی هوشمند

۵- نقش GIS در مدیریت هوشمند انرژی

۵-۱- تحلیل تابش خورشیدی

یکی از بنیادی‌ترین کاربردهای GIS، تحلیل دقیق میزان و الگوی تابش خورشیدی بر سطوح مختلف ساختمان است. تابش خورشیدی عاملی تعیین‌کننده در بار حرارتی و مصرف انرژی سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه‌مطبوع است. GIS با



▲ شکل ۸- تحلیل تابش خورشیدی با GIS در بستر هوشمند مدیریت انرژی ساختمان

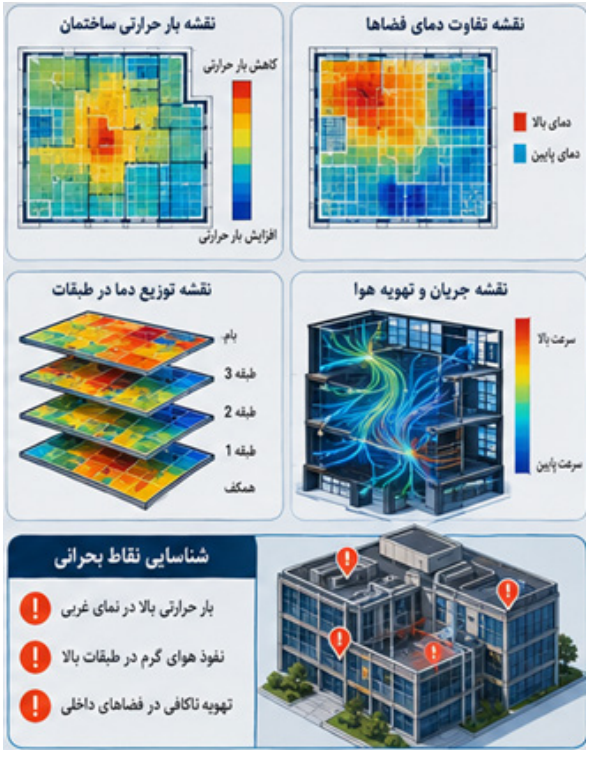
بهره‌گیری از داده‌های مکانی، مدل‌های رقومی ارتفاع، اطلاعات اقلیمی و الگوریتم‌های تحلیل تابش، میزان دریافت انرژی خورشیدی را در هر نقطه از ساختمان با درنظرگرفتن موقعیت، جهت‌گیری، شیب سطوح و موانع محیطی محاسبه می‌کند [۵].

GIS می‌تواند بهترین جهت‌گیری ساختمان را نسبت به مسیر خورشید پیشنهاد دهد؛ در اقلیم گرم برای کاهش جذب تابش و در اقلیم سرد برای افزایش دریافت انرژی. همچنین میزان تابش هر نما را به‌صورت تفکیکی محاسبه کرده و در انرژی‌های تجدیدپذیر برای مکان‌یابی و ارزیابی پتانسیل فتوولتائیک کاربرد دارد. نتیجه این تحلیل‌ها، کاهش مصرف انرژی فسیلی، افزایش بهره‌وری انرژی تجدیدپذیر و بهبود عملکرد حرارتی ساختمان است.

۵-۲- مدیریت گرمایش و سرمایش

بخش عمده مصرف انرژی ساختمان به HVAC اختصاص دارد و بهینه‌سازی آن یکی از کلیدی‌ترین راهکارها برای کاهش مصرف است. GIS به‌عنوان بستر تحلیلی پیشرفته، داده‌های محیطی و عملیاتی مانند دما، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، شدت تابش خورشیدی و داده‌های حسگرها را در یک چارچوب مکانی تحلیل می‌کند.

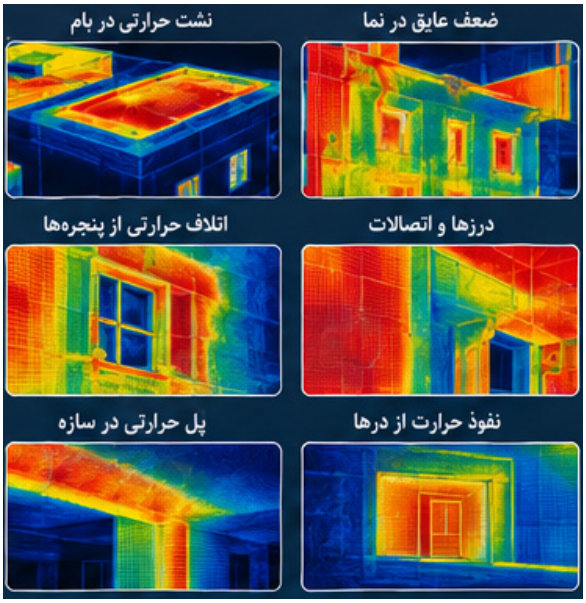
این تحلیل به شناسایی الگوهای پیچیده مصرف انرژی کمک می‌کند؛ مانند تفاوت دمایی فضاها به دلیل موقعیت نسبت به خورشید یا باد. بر این اساس، GIS تنظیم هوشمند دما، زمان‌بندی عملکرد تجهیزات HVAC، اصلاح الگوهای تهویه و بهبود طراحی جریان هوا را پیشنهاد می‌دهد. در برخی موارد، این تحلیل‌ها به‌صورت بلادرنگ به BMS ارسال می‌شوند تا تنظیمات خودکار اعمال شود [۶].



▲ شکل ۹- نتایج استفاده از GIS در مدیریت سرمایش و گرمایش

۵-۳- شناسایی نقاط اتلاف انرژی

در ساختمان‌های مدرن، هدررفت انرژی به دلیل نشت‌های حرارتی، ضعف عایق‌بندی، عملکرد نامناسب تأسیسات یا طراحی غیربهینه پوسته رخ می‌دهد. GIS با تلفیق داده‌های حاصل از تصاویر حرارتی، پهپادهای مجهز به سنسورهای مادون‌قرمز و سامانه‌های سنجش‌ازدور با اطلاعات مکانی ساختمان، امکان مشاهده و تحلیل توزیع دمایی را در قالب نقشه‌های حرارتی دوبعدی و سه‌بعدی فراهم می‌کند.



▲ شکل ۱۰- نتایج استفاده از GIS در شناسایی نقاط اتلاف انرژی

با این روش، نقاط دارای عایق‌بندی نامناسب، نشت حرارتی اطراف پنجره‌ها، درزهای سازه‌ای و اتصالات نامناسب مصالح قابل‌شناسایی می‌شوند. همچنین GIS امکان تحلیل عملکرد تأسیسات مکانیکی و الکتریکی را از منظر مکانی فراهم می‌کند. نتیجه این رویکرد، پایش پیوسته انرژی، تصمیم‌گیری اصلاحی مبتنی بر داده، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کلی ساختمان است.



▲ شکل ۱۱- نمای سه‌بعدی و نقشه حرارتی مصرف

۵-۴- مدیریت مصرف انرژی در زمان واقعی

حسگرهای مبتنی بر IoT به‌صورت پیوسته و در زمان واقعی داده‌های مصرف انرژی شامل مصرف برق، وضعیت تجهیزات، الگوهای روشنایی و عملکرد سیستم‌های گرمایش و سرمایش را جمع‌آوری می‌کنند. GIS این داده‌ها را در قالب ساختارهای مکانی پردازش و با استفاده از داشبوردهای مکانی، به شکل نقشه‌های تعاملی و مدل‌های بصری ارائه می‌کند [۷].



▲ شکل ۱۲- منابع داده‌های لحظه‌ای

این کار پایش لحظه‌ای مصرف، شناسایی ناهنجاری‌ها، تشخیص خرابی تجهیزات، نشتی انرژی یا عملکرد نامناسب سیستم‌های کنترلی را ممکن می‌سازد. همچنین GIS امکان ایجاد سیستم هشدار خودکار را فراهم کرده و با بهره‌گیری از داده‌های تاریخی و لحظه‌ای در مدل‌سازی و پیش‌بینی مصرف آینده نقش دارد. نتیجه نهایی، افزایش شفافیت در مصرف، کاهش هزینه‌ها و حرکت به سمت ساختمان‌های پایدار و کم‌مصرف است.

۶- تلفیق GIS، BIM و IoT؛ نسل جدید ساختمان‌های هوشمند

همگرایی سه فناوری GIS، BIM و IoT یکی از مهم‌ترین روندهای تحول دیجیتال در صنعت ساختمان است. GIS داده‌های مکانی را در مقیاس محیطی و شهری تحلیل و نمایش می‌دهد، BIM مدل دیجیتال دقیقی از ساختمان ارائه می‌کند، و IoT داده‌های لحظه‌ای عملکرد واقعی ساختمان را جمع‌آوری می‌کند.

ترکیب این سه فناوری، بستری به نام GeoBIM ایجاد می‌کند که در آن داده‌های مکانی، مدل‌های دقیق ساختمانی و داده‌های لحظه‌ای در یک محیط واحد یکپارچه می‌شوند و ساختمان به یک سیستم داده‌محور و پویا تبدیل می‌گردد. در GeoBIM، مدیران می‌توانند وضعیت هر تجهیز را هم در مدل سه‌بعدی ساختمان و هم در بستر مکانی گسترده‌تر مشاهده کنند؛ برای مثال عملکرد یک سیستم HVAC خاص هم در BIM و هم در مقیاس طبقه، ساختمان و شهر تحلیل شود. این یکپارچگی، تصمیم‌گیری‌ها را به سطحی کل‌نگر، داده‌محور و مکانی ارتقا داده و امکان مدیریت پیش‌بینانه، کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی عملکرد ساختمان را فراهم می‌سازد [۸].



▲ شکل ۱۳- GeoBIM نسل جدید زیرساخت اطلاعاتی ساختمان‌های هوشمند

جمع‌بندی

دستیابی به ساختمان‌های پایدار، کم‌مصرف و هوشمند بدون بهره‌گیری از داده‌های مکانی و تحلیل‌های فضایی امکان‌پذیر نیست GIS. از یک ابزار صرفاً نقشه‌محور فراتر رفته و به بستری راهبردی برای تحلیل، مدیریت و بهینه‌سازی عملکرد ساختمان‌ها تبدیل شده است. این فناوری در تحلیل تابش خورشیدی، مدیریت گرمایش و سرمایش، شناسایی نقاط اتلاف انرژی و پایش لحظه‌ای مصرف نقش مؤثری ایفا می‌کند و همگرایی آن با BIM و IoT در قالب GeoBIM، افق جدیدی در مدیریت یکپارچه ساختمان‌های هوشمند گشوده است. درنهایت، GIS یکی از ارکان اصلی نسل آینده ساختمان‌های هوشمند است که زمینه تحقق شهرهای هوشمند و توسعه پایدار را فراهم می‌سازد.

منابع

1. I. E. Agency, “Energy Efficiency 2025,” International Energy Agency, Paris, 2025. [Online]. Available: https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025

2. I. Tripathi, T. M. Froese, and S. Mallory-Hill, “Applicability of BIM-IoT-GIS integrated digital twins for post occupancy evaluations,” Front. Built Environ., vol. Volume 9-2023, 2023, doi: 10.3389/fbuil.2023.1103743.

3. J. L. Hernández, I. de Miguel, F. Vélez, and A. Vasallo, “Challenges and opportunities in European smart buildings energy management: A critical review,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 199, p. 114472, 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114472.

4. F. H. Sarigul and H. M. Gunaydin, “Integrated BIM, GIS and interoperable digital technologies in lifecycle management of building construction projects: systematic literature review,” Smart Sustain. Built Environ., vol. 15, no. 5, pp. 1808–1845, Apr. 2025, doi: 10.1108/SASBE-08-2024-0312.

5. P. Drozd, J. Kapica, J. Jurasz, and P. Dąbek, “Evaluating cities’ solar potential using geographic information systems: A review,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 209, p. 115112, 2025, doi: https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115112.

6. M. Seraj, M. Parvez, O. Khan, and Z. Yahya, “Optimizing smart building energy management systems through industry 4.0: A response surface methodology approach,” Green Technol. Sustain., vol. 2, no. 2, p. 100079, 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.grets.2024.100079.

7. E. Congiu, G. Desogus, C. Frau, G. Gatto, and S. Pili, “Web-Based Management of Public Buildings: A Workflow Based on Integration of BIM and IoT Sensors with a Web–GIS Portal,” 2023. doi: 10.3390/buildings13051327.

8. J. Shi, Z. Pan, L. Jiang, and X. Zhai, “An ontology-based methodology to establish city information model of digital twin city by merging BIM, GIS and IoT,” Adv. Eng. Informatics, vol. 57, p. 102114, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102114.

فرایند طراحی جهت‌گیری بهینه ساختمان
در ارتقای بهره‌وری انرژی



فهیمه دربان
کارشناسی ارشد معماری و انرژی



پرهون پرگاری
کارشناسی ارشد معماری و انرژی

چکیده

بخش ساختمان یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در جهان به شمار می‌رود. به همین دلیل، ارتقای بهره‌وری انرژی در این بخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از مؤثرترین راهکارهای طراحی غیرفعال برای کاهش مصرف انرژی، انتخاب جهت‌گیری بهینه ساختمان متناسب با شرایط اقلیمی است. جهت‌گیری ساختمان با تأثیرگذاری بر میزان دریافت تابش خورشیدی، دسترسی به نور طبیعی، الگوی تهویه و شرایط آسایش حرارتی، نقش مهمی در عملکرد انرژی بنا ایفا می‌کند. با این حال، تعیین جهت‌گیری بهینه به شرایط اقلیم و خرداقلیم هر سایت وابسته بوده و نیازمند تحلیل داده‌های هواشناسی بلندمدت شامل دما، رطوبت، تابش خورشیدی و جهت و سرعت باد است. بررسی تجربیات معماری بومی ایران نیز نشان می‌دهد که معماران کهن با شناخت دقیق اقلیم و بهره‌گیری از اصول معمارانه، راهکارهای مؤثری برای تأمین آسایش و کاهش مصرف انرژی ارائه کرده‌اند. از این رو، تلفیق دانش بومی با روش‌های نوین تحلیل اقلیمی و شبیه‌سازی انرژی و عملکرد ساختمان می‌تواند به طراحی ساختمان‌های پایدار و انرژی‌کارا منجر شود.

واژگان کلیدی: بهره‌وری انرژی، جهت‌گیری ساختمان، طراحی اقلیمی، شبیه‌سازی انرژی

در دهه‌های اخیر، افزایش مصرف انرژی در بخش ساختمان و پیامدهای ناشی از آن بر محیط‌زیست ، امنیت انرژی و اقتصاد جوامع، توجه پژوهشگران و متخصصان را به توسعه‌ی راهکارهای مؤثر برای کاهش تقاضای انرژی معطوف کرده است. براساس گزارش وضعیت جهانی ساختمان‌ها و ساخت‌وساز [1] (Buildings-GSR)، منتشره توسط برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد (UNEP) [2] و اتحاد جهانی ساختمان‌ها و ساخت‌وساز (GlobalABC) [3]، که تصویری سالانه از پیشرفت بخش ساختمان‌ها و ساخت‌وساز در مقیاس جهانی ارائه می‌دهد، ساختمان‌ها سهم قابل توجهی از مصرف نهایی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (تغییر اقلیم) را به خود اختصاص می‌دهند [۱و۲]؛ ازاین‌رو، ارتقای بهره‌وری انرژی در بخش ساختمان به یکی از ارکان اصلی دستیابی به اهداف توسعه پایدار تبدیل شده است. در این میان، طراحی اقلیمی و بهره‌گیری از راهبردهای غیرفعال، جایگاه ویژه‌ای در معماری پایدار دارند. یکی از بنیادی‌ترین مؤلفه‌های طراحی

[1] Buildings and Construction-Report
[2] UN Environment Programme
[3] Global Alliance for Buildings and Construction

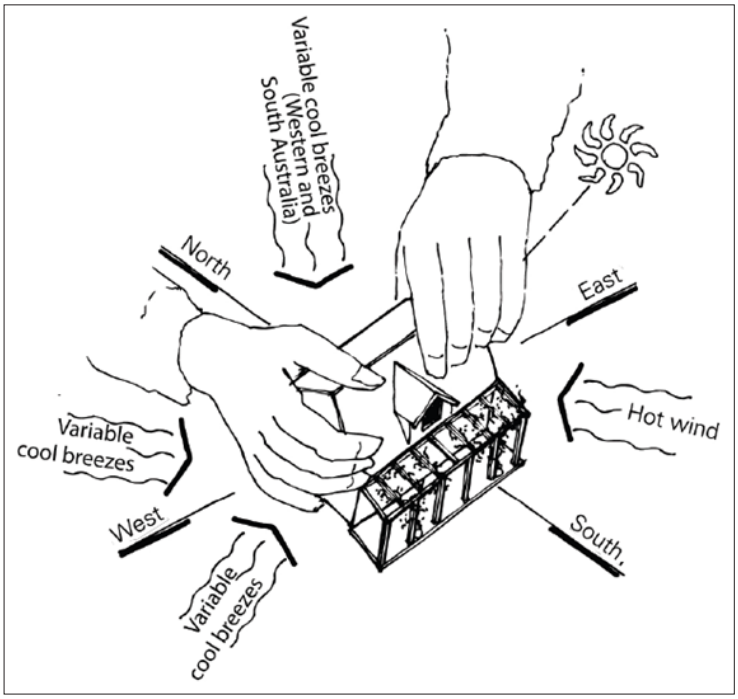
غیرفعال، جهت‌گیری مناسب ساختمان نسبت به مسیر حرکت خورشید، الگوی تابش، بادهای غالب و ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه است. تصمیم‌گیری صحیح درباره استقرار و جهت‌گیری بنا در مراحل اولیه طراحی می‌تواند از طریق بهینه‌سازی دریافت انرژی خورشیدی، بهبود روشنایی طبیعی، افزایش کارایی تهویه طبیعی و کاهش بارهای گرمایش و سرمایش، نقش مؤثری در کاهش مصرف انرژی و ارتقای آسایش حرارتی کاربران ایفا کند. از این منظر، جهت‌گیری ساختمان به عنوان راهبردی مؤثر در مدیریت انرژی و ارتقای عملکرد زیست‌محیطی ساختمان محسوب می‌شود.

با نگاهی به معماری بومی ایران می‌توان دریافت که معماران کهن، قرن‌ها پیش از ظهور فناوری‌های نوین انرژی، با شناخت دقیق اقلیم و بهره‌گیری هوشمندانه از عناصر طبیعی، راهکارهایی کارآمد برای کنترل شرایط محیطی ارائه کرده بودند. خانه‌های حیاط‌دار، بادگیرها، ایوان‌ها، دیوارهای ضخیم خشتی و سازمان‌دهی فضایی بناها نمونه‌هایی از این دانش بومی هستند که همگی براساس جهت تابش خورشید، الگوی باد و ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه شکل گرفته‌اند. در بسیاری از شهرهای کویری ایران، جهت‌گیری حیاط‌ها و فضاهای داخلی نیز به گونه‌ای انتخاب می‌شد که حداکثر بهره از گرمایش خورشیدی زمستان و حداقل دریافت حرارت ناخواسته در تابستان را فراهم کند [۳]. این رویکرد نشان می‌دهد که معماری بومی ایران علاوه‌بر میراثی فرهنگی، الگویی ارزشمند برای طراحی پایدار و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های معاصر محسوب می‌شود [۴].

از این رو، بررسی تأثیر جهت‌گیری ساختمان بر عملکرد انرژی و بازخوانی تجربیات موفق معماری بومی ایران می‌تواند زمینه‌ساز ارائه راهکارهایی مؤثر برای طراحی ساختمان‌های کم‌مصرف، سازگار با اقلیم و منطبق با اهداف توسعه پایدار باشد.

جهت‌گیری ساختمان نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری انرژی محیط ساخته‌شده از طریق کاربرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و شبیه‌سازی انرژی ایفا می‌کند. با توجه به مصرف قابل توجه انرژی جهانی، ساختمان‌ها در کانون تلاش‌های بهینه‌سازی انرژی قرار دارند. شبیه‌سازی انرژی داده‌ها در مطالعات نشان می‌دهند که بهینه‌سازی جهت‌گیری ساختمان به تنهایی می‌تواند به طور متوسط حدود ۱۸ درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی بوجود آورد؛ در حالی که ترکیب بهینه‌سازی جهت‌گیری ساختمان با قرارگیری بهینه‌ی پنجره‌ها و استفاده از مصالح ساختمانی مناسب هر اقلیم، می‌تواند در طول ۳۰ سال حداقل ۳۰ درصد صرفه‌جویی ایجاد کند. بنابر یافته‌های مطالعات، علاوه‌بر کاهش مصرف انرژی، مزایای مالی قابل توجهی نیز رقم می‌خورد [۵].

همانطور که ذکر گردید، یکی از بنیادی‌ترین مؤلفه‌های طراحی غیرفعال، جهت‌گیری مناسب ساختمان نسبت به مسیر حرکت خورشید، الگوی تابش، بادهای غالب و ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه است. یک ساختمان لازم است به درستی و بهینه جهت‌گیری شود. چراکه جهت‌گیری ساختمان تعیین‌کننده میزان دریافت تابش خورشیدی، دسترسی به نور طبیعی، الگوی سایه‌اندازی و ظرفیت بهره‌گیری از تهویه طبیعی است و از این طریق بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی ساکنان تأثیر مستقیم می‌گذارد. با این حال، تعیین جهت‌گیری بهینه را نمی‌توان صرفاً براساس قواعد کلی یا توصیه‌های عمومی انجام داد، زیرا عملکرد انرژی ساختمان به شدت تحت تأثیر شرایط اقلیمی و به خصوص ویژگی‌های خرداقلیم



تصویر۱: ساختمان را در جهتی بهینه قرار دهید تا از نور و باد مطلوب بهره ببرد.

4 Microclimate

محل استقرار آن قرار دارد. عواملی نظیر توپوگرافی زمین، پوشش گیاهی، تراکم و ارتفاع ساختمان‌های مجاور، فاصله از منابع آبی و الگوهای محلی جریان هوا می‌توانند شرایط محیطی یک سایت را از میانگین‌های اقلیمی منطقه متمایز سازند. به همین منظور، دستیابی به جهت‌گیری بهینه مستلزم تحلیل داده‌های هواشناسی بلندمدت و قابل اعتماد است. اطلاعاتی نظیر دمای خشک، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، میزان و زاویه تابش خورشید، ساعات آفتابی و داده‌های اقلیمی استاندارد (مانند تحلیل و گزارش‌های اقلیمی توسط سازمان‌ها و دفتر مطالعات اقلیمی فصلنامه معماری و انرژی به همراه فایل‌های TMY یا EPW همان گزارشات اولیه) از مهم‌ترین ورودی‌های مطالعات اقلیمی ساختمان محسوب می‌شوند.

استفاده از دوره‌های طولانی‌مدت داده‌های هواشناسی (معمولاً ۲۰ یا ۳۰ سال یا بیشتر) در مطالعات اقلیمی ساختمان به این دلیل است که طراحی ساختمان باید براساس الگوهای اقلیمی پایدار و بلندمدت انجام شود، نه شرایط جوی موقتی یا یک سال خاص. در علوم اقلیم، «آب‌وهوا» به شرایط کوتاه‌مدت جو (روزانه، ماهانه یا سالانه) اشاره دارد، و «اقلیم» میانگین و الگوی آماری این شرایط در یک دوره طولانی است. ممکن است یک سال به دلیل خشکسالی، بارندگی غیرعادی یا موج گرما با شرایط معمول منطقه تفاوت زیادی داشته باشد. اگر طراحی ساختمان براساس چنین سالی انجام شود، نتایج قابل اعتماد نخواهد بود. ضروری است برای جهت‌گیری ساختمان، سایبان‌های بهینه، جهت‌گیری بهینه بازشوها، راهبردهای تهویه طبیعی و ظرفیت سامانه‌های گرمایش و سرمایش ایستا، براساس شرایط غالب اقلیمی تصمیمات منطقی اتخاذ شوند. داده‌های بلندمدت امکان شناسایی الگوهای تکرارشونده و شرایط غالب را فراهم می‌کنند.

بنابراین تحلیل این داده‌ها امکان شناسایی دوره‌های غالب گرمایش و سرمایش، جهت بادهای مطلوب و نامطلوب و همچنین پتانسیل بهره‌گیری از انرژی خورشیدی را فراهم می‌کنند. درنتیجه، جهت‌گیری ساختمان تنها انتخاب یک فرم هندسی نیست، بلکه نتیجه فرایندی مبتنی‌بر تحلیل اقلیمی، ارزیابی شرایط خرداقلیم و استفاده از داده‌های هواشناسی است که در نهایت به کاهش مصرف انرژی و ارتقای کیفیت محیط داخلی منجر می‌شود. در ادامه اهداف جهت‌گیری ساختمان و فرایند طراحی آن به تفکیک شرح داده شده است.

اهداف کلی جهت‌گیری بهینه ساختمان

اهداف کلی جهت‌گیری بهینه ساختمان به شرح زیر دسته بندی شده اند:

۱- توجه به شرایط خرداقلیم سایت

بهینه‌ترین جهت‌گیری صرفاً براساس اقلیم کلی شهر یا منطقه تعیین نمی‌شود. لازم است عوامل زیر بررسی شوند:

عوامل اقلیمی محلی و خرد
توپوگرافی و شیب زمین
ساختمان‌های مجاور و سایه‌اندازی آن‌ها
پوشش گیاهی
منابع آب همچون تالاب، رودخانه، دریا و غیره
الگوهای محلی باد

بنابراین تحلیل سایت و خرداقلیم بخش ضروری و ابتدایی فرایند طراحی جهت‌گیری بهینه است.

۲- بهینه‌سازی دریافت تابش خورشیدی

هدف اصلی، کنترل تابش خورشید در فصول مختلف است:

در اقلیم‌های سرد، دریافت حداکثری تابش زمستانی برای کاهش نیاز به سیستمهای گرمایش مکانیکی پرمصرف است.

در اقلیم‌های گرم، کاهش دریافت تابش ناخواسته در تابستان برای ایجاد شرایط آسایش ساکنان اهمیت بسزایی دارد.

در ایران، نماهای جنوبی معمولاً بهترین شرایط را برای کنترل تابش خورشید دارند؛ زیرا تابش جنوب در تابستان با سایبان قابل کنترل است و در زمستان ورود حداکثری آن نیاز انسان را تأمین می‌کند.

۳- بهره‌گیری از بادهای مطلوب

جهت‌گیری ساختمان باید امکان استفاده از تهویه طبیعی را فراهم کند:

بازشوها در مسیر بادهای خنک و مطلوب قرار گیرند.
از نفوذ بادهای نامطلوب و همراه با گردوغبار جلوگیری شود.
ایجاد تهویه متقاطع طبیعی در پلان مدنظر قرار گیرد.

۴- کاهش بار حرارتی نماهای شرقی و غربی

نماهای شرق و به خصوص غرب بیشترین مشکل حرارتی را ایجاد می‌کنند:

خورشید با زاویه‌ی کم در صبح و عصر با طراحی صحیح و کمی پیچیده سایبان کنترل می‌شود. اما جداره‌ها در تابستان بسیار گرم و در زمستان بسیار سردتر از جبهه جنوب می‌شوند.

معمولاً در اقلیم‌های گرم‌وخشک و سرد، کاهش سطح این نماها توصیه می‌شود.

استقرار طول ساختمان در راستای شرق - غرب باعث می‌شود نماهای اصلی رو به شمال و جنوب قرار گیرند.

۵- تأمین نور طبیعی مناسب

جهت‌گیری باید نور روز کافی را فراهم کند:

نور شمال یکنواخت و بدون خیرگی است.
نور جنوب قابل کنترل و مطلوب است.
نور شرق و غرب معمولاً خیرگی و افزایش بار سرمایش و گرمایش بیشتری ایجاد می‌کند.

فرایند طراحی جهت گیری بهینه ساختمان

۱- آب و هوای محلی و خرد اقلیم سایت پروژه را مطالعه و بررسی نمایید.

برای این منظور لازم است با متخصص معماری و انرژی مشورت نمایید یا از سازمان‌ها و دفاتر مطالعات اقلیمی که براساس سوابق موجود در هواشناسی در دوره حداقل ۲۰ الی ۳۰ ساله به صورت محلی و خرد، اقلیم را توصیف و تحلیل می‌نمایند، حمایت بگیرید. با این حال آب و هوای محلی و خرد سایت را

میتوانید براساس زیر بررسی نمایید.
محدوده دمای فصلی و روزانه
محدوده رطوبت نسبی
جهت بادهای غالب و بادهای مطلوب
تحلیل مسیر خورشید و الگوی تابش
ویژگیهای فصلی
تأثیر ویژگیهای جغرافیایی سایت همچون تأثیر توپوگرافی سایت بر عوامل اقلیمی دربرگیرنده ساختمان
تأثیر ساختمان‌های مجاور بر سایت پروژه و چشم‌انداز موجود

باید توجه داشت که این مرحله‌ی پایه، بسیار تأثیرگذار و پراهمیت است. چرا که اگر به درستی تحلیل و بررسی نشود در طراحی بهینه ساختمان و سلامت ساکنان تأثیر منفی به جای میگذارد. توجه نکردن به این مقوله نیز همانطور که در اکثر ساختمان‌سازی‌های معاصر ایران مشاهده میشود، اثرات منفی بلند مدت را بر محیطزیست و مصرف انرژی برجای گذاشته‌اند. بنابراین ادامه این روند علاوه‌بر آسیب به محیطزیست و آسیب به معماری ایرانی، متوجه سلامت انسان نیز است.

۲- نیاز گرمایش یا سرمایش ساختمان را اولویت قرار بدهید.

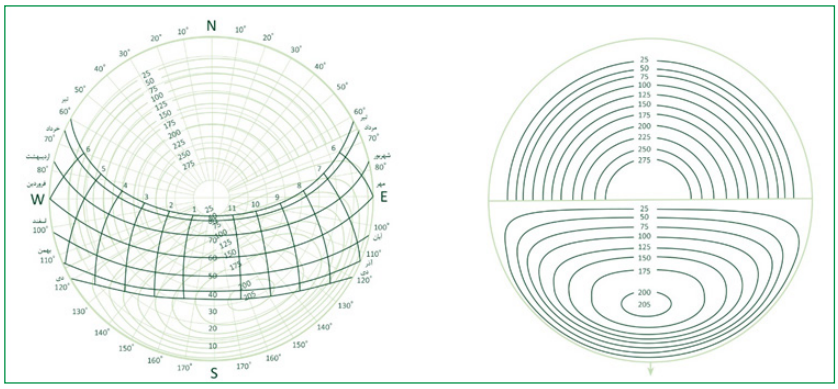
به روش روزدرجه سرمایش و روزدرجه گرمایش، نیاز غالب محل ساختمان خود را تعیین نمایید. براساس آن نیاز غالب با رویکرد غیرفعال، طراحی نمایید. برای این منظور نیز لازم است با متخصصین معماری و انرژی مشورت گردد.

۳- جهت مناسب را در سایت پروژه بیابید.

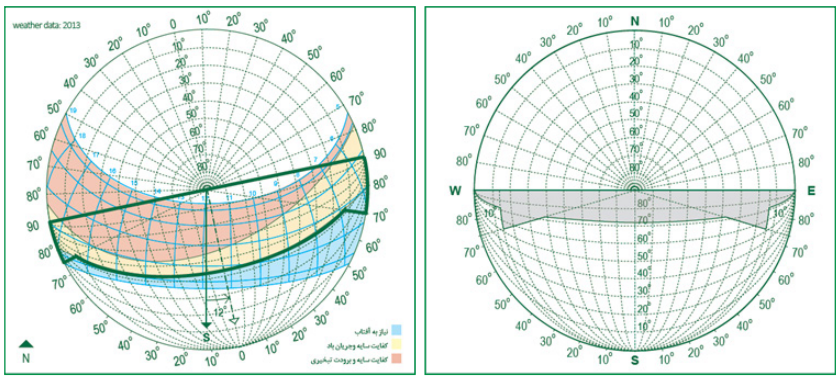
شمال واقعی یا خورشیدی منطقه خود را بیابید. این کار در تمامی اقلیم‌ها برای دسترسی به نور و انرژی خورشید ضروری است. تنها به نقشه‌ها و خیابان‌کشی‌ها بسنده نکنید. میتوانید از قطب‌نما برای تعیین شمال مغناطیسی استفاده کنید.

طیف وسیعی از روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی میزان دسترسی به انرژی خورشیدی و باد مطلوب مورد نیاز سایت پروژه قبل از طراحی و بعد از آن موجود است. کامل‌ترین و رایج‌ترین روش مورد استفاده این است که جهت ارزیابی عملکرد حرارتی معتبر، متخصص مربوطه، ساختمان طراحی‌شده شما را با استفاده از نرم‌افزارهای مناسب انرژی شبیه‌سازی کند. توجه داشته باشید که از متخصصین معماری و انرژی مشورت بگیرید. زیرا افراد غیرمتخصص چنانچه با این نرم‌افزارها شبیه‌سازی انجام دهند تنها اپراتورهای نرم‌افزار هستند و برای تحلیل خروجی‌ها و مشاوره مناسب برای طراحی به فرد متخصص نیاز دارید. همچنین استفاده از روشهای متداول نیز که از فرمول‌ها و نمودارها بهره میبرد، در مراحل اولیه میتوانند در انتخاب جهت بهینه به طراح کمک کند. (تصاویر۲ و ۳)

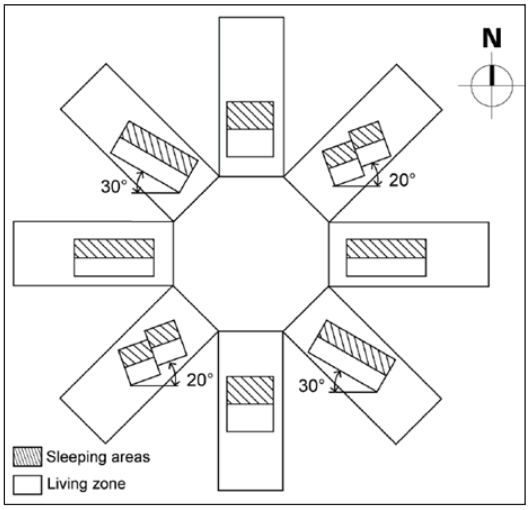
چنانچه سایت پروژه شما ویژگی‌های مناسب داشته باشد، میتوانید با حداقل هزینه به عملکرد خورشیدی غیرفعال به خوبی دست یابید. در غیراین‌صورت با خلاقیت و هنر معمار با حل مسئله میتوان راهکارهای مناسبی پیدا کرد همچون چرخاندن نما یا پلان ساختمان به سمت بهینه. (تصاویر۴و۵)



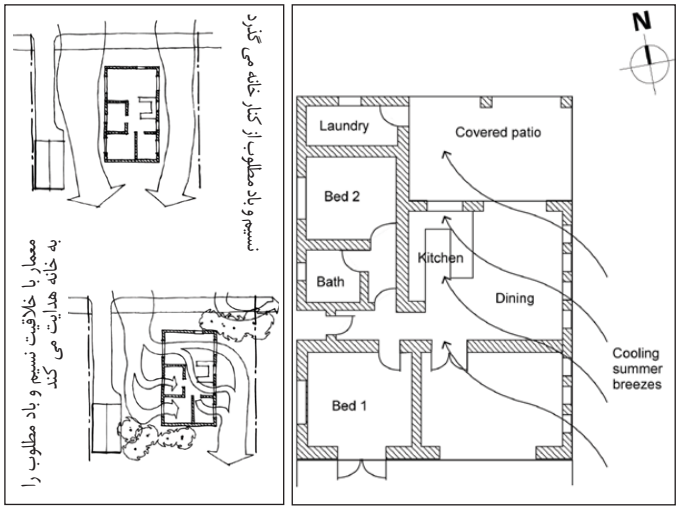
تصویر۲: نمودار مسیر حرکت خورشید و نقاله انرژی خورشیدی به منظور پیدا کردن جهت بهینه ساختمان، مآخذ: دفتر مطالعات اقلیمی [۶]



تصویر۳: نمودارهای مورد استفاده برای تعیین جهت‌گیری بهینه و جهت مناسب پنجره و سایبان بهینه در اقلیم‌های مختلف، قبل از طراحی، مآخذ: دفتر مطالعات اقلیمی [۷]



تصویر۴: جهت‌گیری مناسب ساختمان و زون حرارتی فضاهای داخلی و زاویه‌ی چرخش را با توجه به اقلیم و سایت تعیین نمایید.



تصویر۵: طراحی دو نمونه از پلان مسکونی که براساس الگوی باد و خورشید در تابستان، جهت‌گیری و زون‌بندی حرارتی شده است.

جمع بندی

در مجموع، جهت‌گیری ساختمان یکی از مؤثرترین راهبردهای طراحی غیرفعال در کاهش مصرف انرژی و بهبود شرایط آسایش حرارتی محسوب می‌شود. عملکرد موفق این راهبرد به میزان انطباق آن با ویژگی‌های اقلیمی و خرداقلیمی محل استقرار ساختمان وابسته است. از آنجا که عوامل محیطی نظیر مسیر حرکت خورشید، شدت و مدت تابش، الگوی بادهای غالب، دما و رطوبت هوا در طول زمان دچار نوسان می‌شوند، تعیین جهت‌گیری بهینه نیازمند تحلیل داده‌های هواشناسی بلندمدت و قابل اعتماد است. بهره‌گیری از این داده‌ها امکان شناسایی الگوهای پایدار اقلیمی را فراهم کرده و زمینه اتخاذ تصمیمات طراحی مبتنیبر واقعیت‌های محیطی را مهیا می‌سازد. در این میان، تجربیات ارزشمند معماری بومی ایران نیز نشان می‌دهد که معماران کهن با اتکا به شناخت دقیق شرایط اقلیمی و بهره‌گیری هوشمندانه از جهت‌گیری بنا، توانسته‌اند بدون استفاده از فناوری‌های پیچیده، محیطی آسایش‌بخش و کم‌مصرف ایجاد کنند. از این رو، تلفیق دانش بومی با روش‌های نوین تحلیل اقلیمی و داده‌های هواشناسی می‌تواند رویکردی مؤثر برای دستیابی به ساختمان‌های پایدار، انرژی‌کارا و سازگار با محیطزیست در معماری معاصر باشد.

منابع:

1. United Nations Environment Programme (UNEP), & Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC). (2025). Global Status Report for Buildings and Construction 2024–2025: Not Just Another Brick in the Wall. Nairobi: United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/20.500.11822/47261

2. United Nations Environment Programme (UNEP), & Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC). (2024). Global Status Report for Buildings and Construction 2023: Beyond Foundations—Mainstreaming Sustainable Solutions to Cut Emissions from the Buildings Sector. Nairobi: United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/report/global-status-report-buildings-and-construction

3. Soflaei, F., et al. (2016). Traditional Iranian courtyards as microclimate modifiers by considering orientation, dimensions, and proportions. Frontiers of Architectural Research, 5(2), 225–238. https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.02.002

4. Sahebzadeh, s., et al. 2017, Sustainability Features of Iran's Vernacular Architecture: A Comparative Study between the Architecture of Hot–Arid and Hot–Arid–Windy Regions, 9(5), 749; https://doi.org/10.3390/su9050749

5. Mateen Khan, A., et al. 2024, Optimizing energy efficiency through building orientation and building information modelling (BIM) in diverse terrains: A case study in Pakistan, Elsevier Energy, 311, 133307. https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133307

۶. گزارش‌های اقلیمی، موقعیت خورشید، دفتر مطالعات اقلیمی فصلنامه معماری و انرژی، ۱۳۹۸، فصلنامه معماری و انرژی شماره دوم، تهران.

۷. گزارشهای اقلیمی، نقاب سایه، روش ارزیابی عملکرد سایه‌بان‌ها، دفتر مطالعات اقلیمی فصلنامه معماری و انرژی، ۱۴۰۳، فصلنامه معماری و انرژی شماره دوازدهم، تهران.

بازطراحی و بهینه‌سازی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود

از الزامات قانونی تا راهکارهای اجرایی



وحید مهرنیا
کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک

بخش عمده‌ای از ساختمان‌های شهری کشور، به‌ویژه در بافت‌های میانی و قدیمی شهرها، پیش از ابلاغ یا بازنگری مباحث مرتبط با انرژی و نگهداری ساختمان احداث شده‌اند. این ساختمان‌ها معمولاً فاقد عایق‌کاری مناسب، دارای موتورخانه‌های فرسوده و ناکارآمد و دارای شبکه توزیع آب‌وفاضلاب با عمر بهره‌برداری بالا هستند. باتوجه‌به محدودیت منابع انرژی کشور و افزایش هزینه‌های ساخت‌وساز، رویکرد تخریب و نوسازی کامل برای همه این ساختمان‌ها نه اقتصادی است و نه در بسیاری موارد ضرورت فنی دارد.

پژوهش‌ها و تجربه‌های اجراشده در سطح بین‌المللی نشان می‌دهد رویکرد بازطراحی هدفمند تأسیسات، بدون نیاز به تخریب یا نوسازی کامل، می‌تواند بازده قابل‌توجهی در کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش ساکنین داشته باشد. نمونه‌های شاخص این رویکرد در این یادداشت معرفی شده است. در داخل کشور نیز طرح‌های ملی بهینه‌سازی موتورخانه‌ها و مطالعات ممیزی انرژی ساختمان‌های تجاری، شواهد اولیه‌ای از امکان‌پذیری فنی و اقتصادی این رویکرد ارائه کرده‌اند.

در این یادداشت، ابتدا جایگاه قانونی بازطراحی تأسیسات مکانیکی در چارچوب مباحث ۱۴، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ مقررات ملی ساختمان بررسی می‌شود. سپس نقاط ضعف رایج تأسیسات ساختمان‌های موجود شناسایی و راهکارهای فنی متناظر ارائه می‌گردد. در ادامه الزامات اجرایی و نظارتی فرایند بازطراحی تشریح شده و در نهایت با مرور شش نمونه مستند از پروژه‌های اجراشده، نتایج قابل‌انتظار از این رویکرد جمع‌بندی می‌شود.

۱- چارچوب قانونی و مقرراتی بازطراحی تأسیسات مکانیکی

پیش از ورود به جزئیات فنی، لازم است جایگاه هر یک از مباحث مرتبط مقررات ملی ساختمان در فرایند بازطراحی روشن شود. جدول زیر این جایگاه را به طور خلاصه نشان می‌دهد.

مبحث	نقش در فرایند بازطراحی تأسیسات مکانیکی
مبحث ۱۴ – تأسیسات مکانیکی	مبنای فنی طراحی مجدد سیستم‌های گرمایش، سرمایش، تهویه و موتورخانه؛ تعیین حداقل الزامات فنی که هر تغییر یا اصلاح باید با آن‌ها منطبق باشد.
مبحث ۱۶ – تأسیسات بهداشتی	مرجع بازنگری شبکه لوله‌کشی آب مصرفی، فاضلاب و تجهیزات بهداشتی؛ مبنای اصلاح نشتی‌ها، خوردگی لوله‌ها و افت فشار در شبکه‌های فرسود.
مبحث ۱۹ – صرفه‌جویی در مصرف انرژی	هسته اصلی بحث انرژی در بازطراحی؛ محدوده کاربرد این مبحث هم ساختمان‌های جدید و هم ساختمان‌های قابل‌بازسازی را در بر می‌گیرد و مبنای قانونی مستقیمی برای اقدامات بهینه‌سازی انرژی در ساختمان‌های موجود فراهم می‌کند.
مبحث ۲۲ – مراقبت و نگهداری از ساختمان‌ها	جدیدترین مبحث مقررات ملی ساختمان؛ تعیین حداقل الزامات نگهداری در طول عمر مفید ساختمان برای تأمین ایمنی، بهداشت و بهره‌دهی مناسب. رعایت این مبحث در نگهداری تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود الزامی است.

جدول ۱: جایگاه مباحث مقررات ملی ساختمان در فرایند بازطراحی تأسیسات مکانیکی

به طور خلاصه، مبحث ۲۲ نقطه شروع فرایند را مشخص می‌کند، مباحث ۱۴ و ۱۶ چارچوب فنی طراحی مجدد سیستم‌ها را تعیین می‌کنند و مبحث ۱۹ هدف‌گذاری کاهش مصرف انرژی را در کل فرایند نهادینه می‌سازد. شکل زیر این فرایند را به‌صورت گام‌به‌گام نشان می‌دهد.



▲ شکل ۱: فرایند کلی بازطراحی و بهینه‌سازی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود

۲- شناسایی نقاط ضعف رایج در تأسیسات ساختمان‌های موجود

پیش از هرگونه اقدام بازطراحی، ارزیابی دقیق وضعیت موجود ضروری است. مهم‌ترین نقاط ضعفی که در بازدیدهای میدانی ساختمان‌های قدیمی مشاهده می‌شود عبارت‌اند از:

- موتورخانه‌های فرسوده با راندمان پایین احتراق و فاقد عایق‌کاری مناسب لوله‌ها و مخازن.
- عایق‌کاری ناقص یا کاملاً فاقد پوسته خارجی ساختمان که سهم بسیار بالایی در تلفات حرارتی دارد.
- شبکه توزیع آب گرم و سرد بهداشتی با لوله‌های فلزی خورده‌شده و نشتی‌های پنهان.
- نبود سامانه‌های کنترل هوشمند دما مانند شیرهای ترموستاتیک رادیاتور یا ترموستات‌های ناحیه‌ای.
- عدم تعادل هیدرولیکی در شبکه لوله‌کشی گرمایش که موجب توزیع نامتوازن دما در واحدها می‌شود.
- نبود برنامه بازرسی و نگهداری دوره‌ای مدون که طبق مبحث ۲۲ باید برای هر ساختمان تدوین شود.



▲ شکل ۲: نمونه‌ای از نقاط ضعف رایج در تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود

۳- راهکارهای فنی بازطراحی

بر اساس ارزیابی وضعیت موجود و در چارچوب الزامات مباحث ۱۴، ۱۶ و ۱۹، راهکارهای زیر معمولاً بیشترین بازگشت سرمایه و کمترین دخالت در سازه را به همراه دارند:

۳-۱- عایق‌کاری پوسته و شبکه توزیع

عایق‌کاری دیوارها، بام و به‌ویژه لوله‌های توزیع آب گرم و بخار در موتورخانه و راهروها، یکی از کم‌هزینه‌ترین و مؤثرترین اقدامات بهینه‌سازی است. باتوجه‌به سهم بالای پوسته خارجی در تلفات حرارتی ساختمان‌های فاقد عایق، این اقدام معمولاً اولویت نخست در هر برنامه بازطراحی است.



▲ شکل ۳ : نمونه‌ای از عایق‌کاری اجراشده روی شبکه لوله‌کشی

۳-۲- اصلاح یا جایگزینی موتورخانه

جایگزینی دیگ‌های قدیمی با تجهیزات با راندمان بالا، نصب پمپ‌های دور متغیر، و به‌کارگیری سامانه‌های کنترل هوشمند دما، مطابق الزامات مبحث ۱۴ و اهداف مبحث ۱۹، می‌تواند مصرف سوخت را به طور محسوسی کاهش دهد.

۳-۳- بازسازی شبکه توزیع آب‌وفاضلاب

باتوجه‌به الزامات مبحث ۱۶، بازرسی و در صورت نیاز جایگزینی لوله‌های فلزی خورده‌شده با مواد مقاوم‌تر، رفع نشتی‌های پنهان و اصلاح شیب لوله‌های فاضلاب از اقدامات ضروری در بازطراحی تأسیسات بهداشتی است.



▲ شکل ۴ : نمونه‌ای از بازسازی شبکه توزیع آب

۳-۴- تعادل هیدرولیکی و کنترل هوشمند

نصب شیرهای متعادل‌کننده، ترموستاتیک رادیاتور و سامانه‌های مدیریت هوشمند ساختمان در مقیاس کوچک، امکان کنترل دقیق‌تر مصرف انرژی متناسب با نیاز واقعی هر واحد را فراهم می‌کند.



▲ شکل ۵: نمونه‌ای از تجهیزات کنترل هوشمند دما

۴- الزامات اجرایی و نظارتی

مبحث ۲۲ مقررات ملی ساختمان، نگهداری و مراقبت از اجزا و عملکرد تأسیسات مکانیکی را در طول عمر مفید ساختمان الزامی می‌داند و بر ضرورت کنترل دوره‌ای توسط اشخاص ذی‌صلاح تأکید دارد. در فرایند بازطراحی، این بدان معناست که:

– هرگونه اقدام اصلاحی باید توسط مهندس ناظر تأسیسات مکانیکی دارای صلاحیت، تأیید و مستندسازی شود.

– پیش از آغاز عملیات، باید گزارش ارزیابی وضعیت موجود تهیه و اولویت‌بندی اقدامات مشخص شود.

– پس از اجرا، باید برنامه نگهداری دوره‌ای جدید متناسب با تجهیزات نصب‌شده تدوین و به مالک یا مدیریت ساختمان تحویل داده شود.

– مستندسازی کامل تغییرات، برای مراجعات آتی و بازرسی‌های دوره‌ای، ضروری است.

۵- نمونه‌های اجراشده و بررسی نتایج

برای نشان‌دادن اثربخشی واقعی بازطراحی تأسیسات مکانیکی، در این بخش پنج نمونه مستند از پروژه‌های اجراشده در داخل و خارج از کشور، همراه با نتایج گزارش‌شده، مرور می‌شود.

۵-۱- نمونه‌های بین‌المللی

الف) ساختمان امپایر استیت، نیویورک، آمریکا

در سال ۲۰۰۹ پروژه بازطراحی عمیق انرژی این ساختمان ۱۰۲ طبقه آغاز شد. اقدامات شامل بازسازی کامل موتورخانه و چیلرها، بازطراحی بیش از شش هزار پنجره برای بهبود عایق حرارتی، و پیاده‌سازی سامانه مدیریت هوشمند ساختمان بود. این پروژه با هدف‌گذاری تضمین‌شده کاهش ۳۸ درصدی مصرف انرژی اجرا شد و نتایج اندازه‌گیری‌شده در سال‌های اول و دوم بهره‌برداری،

از این هدف نیز فراتر رفت. صرفه‌جویی سالانه هزینه انرژی در حدود ۴،۴ تا ۵،۹ میلیون دلار برآورد شده و دوره بازگشت سرمایه پروژه حدود سه سال بوده است.

ب) مجتمع مسکونی ژان‌کاراسو، بزانسون، فرانسه

در این پروژه، چارچوبی روش‌مند برای ارزیابی و اجرای بازطراحی انرژی یک ساختمان مسکونی اجتماعی توسعه داده شد که شامل بهبود پوسته، عایق‌کاری و اصلاح سیستم‌های گرمایشی بود. بر اساس نتایج منتشرشده، مصرف انرژی اولیه بخش گرمایش این ساختمان بین ۳۶ تا ۴۱ درصد کاهش یافت.

ج) ساختمان اداری – تجاری، هاوایی، آمریکا

در این مطالعه، رویکرد طراحی یکپارچه سیستم‌ها که هم‌زمان پوسته، روشنایی و تأسیسات مکانیکی را در نظر می‌گیرد، با رویکردهای مرسوم و مرحله‌ای بازطراحی مقایسه شد. نتایج نشان داد رویکرد یکپارچه به کاهش حدود ۸۴ درصدی مصرف انرژی رسید، درحالی‌که رویکردهای مرسوم تنها ۱۳ تا ۳۳ درصد کاهش مصرف داشتند؛ این نکته اهمیت هماهنگی بین اقدامات مختلف بازطراحی را نشان می‌دهد.

۵-۲- نمونه‌های داخل ایران

الف) ممیزی و بهینه‌سازی انرژی ساختمان‌های تجاری

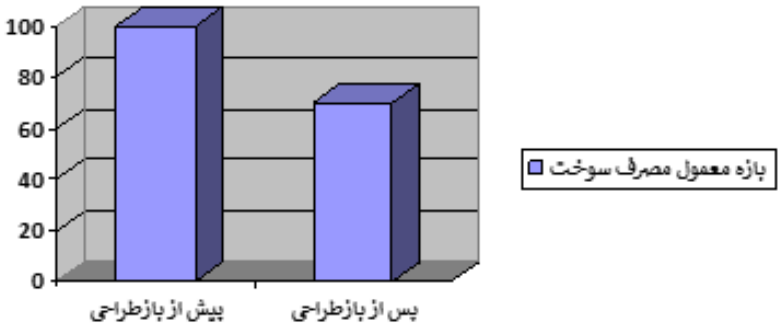
در پژوهشی با بررسی چند ساختمان تجاری در ایران، پس از اجرای اقدامات اصلاحی ممیزی انرژی، میانگین کاهش مصرف انرژی معادل ۲۱،۷ درصد ثبت شد. به تفکیک، کاهش مصرف در بخش روشنایی ۲۹،۴ درصد، در بخش گرمایش و سرمایش ۲۶،۷ درصد و در تجهیزات اداری ۲۱،۴ درصد گزارش شده است. دوره بازگشت سرمایه در تمامی ساختمان‌های بررسی‌شده کمتر از سه سال بوده است.

ب) طرح ملی بهینه‌سازی موتورخانه‌های آموزش‌وپرورش، اصفهان

در چارچوب تفاهم‌نامه میان وزارت نفت و وزارت آموزش‌وپرورش، پروژه بهینه‌سازی و هوشمندسازی موتورخانه‌های مدارس در استان اصفهان اجرا شد؛ نزدیک به ۷۷۰ موتورخانه در این طرح ثبت‌نام شد. اقدامات اصلاحی و هوشمندسازی تجهیزات موتورخانه به‌تنهایی ۱۵ تا ۳۰ درصد کاهش مصرف گاز را در هر مجموعه به همراه داشته است.

۵-۳- جمع‌بندی نتایج

مقایسه نمونه‌های فوق نشان می‌دهد دامنه کاهش مصرف انرژی در پروژه‌های بازطراحی تأسیسات مکانیکی، بسته به عمق مداخله، معمولاً بین ۱۵ تا ۴۰ درصد است؛ درحالی‌که رویکردهای یکپارچه و عمیق‌تر می‌توانند به کاهش‌های بسیار بالاتر، حتی بیش از ۸۰ درصد، دست یابند. نکته مشترک تمامی نمونه‌های موفق، وجود ارزیابی دقیق وضعیت موجود، ممیزی انرژی مستند، و اجرای هماهنگ اقدامات به‌جای اصلاح مجزای یک تجهیز است.



شکل ۶: بازه معمول مصرف سوخت فصل سرما پس از بازطراحی تأسیسات، بر مبنای جمع‌بندی نمونه‌های بخش ۵-۳

جمع‌بندی

بازطراحی و بهینه‌سازی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود، در چارچوب مباحث ۱۴، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ مقررات ملی ساختمان، رویکردی است که هم‌زمان الزامات قانونی، اهداف صرفه‌جویی انرژی و آسایش ساکنین را پوشش می‌دهد. مرور شش نمونه مستند داخلی و خارجی نشان داد این رویکرد، حتی بدون سرمایه‌گذاری سنگین یا جایگزینی کامل تجهیزات، می‌تواند کاهش مصرف انرژی در دامنه ۱۵ تا ۴۰ درصد و در رویکردهای یکپارچه‌تر تا بیش از ۸۰ درصد به همراه داشته باشد.

باتوجه‌به حجم بالای ساختمان‌های موجود در کشور، توسعه این رویکرد نیازمند موارد زیر است:

– تدوین دستورالعمل‌های اجرایی روشن‌تر برای تطبیق الزامات مبحث ۱۹ با شرایط خاص ساختمان‌های موجود.

– ایجاد مشوق‌های مالی و بیمه‌ای برای مالکانی که اقدام به بازطراحی تأسیسات می‌کنند.

– ارتقای نقش سازمان نظام‌مهندسی در آموزش و صدور گواهی صلاحیت برای مهندسان فعال در حوزه بازطراحی و ممیزی انرژی.

– الزام تهیه گزارش نگهداری دوره‌ای طبق مبحث ۲۲ برای تمامی ساختمان‌های موجود، به‌عنوان مقدمه‌ای بر شناسایی نیازهای بازطراحی.

در نهایت، رویکرد بازطراحی نه‌تنها راهکاری فنی برای کاهش مصرف انرژی است، بلکه گامی مؤثر در جهت حفظ سرمایه ملی ساختمانی کشور و ارتقای کیفیت زندگی ساکنین به شمار می‌رود. کاربرد عملی این یافته‌ها، استفاده مهندسان ناظر و طراح تأسیسات مکانیکی به‌عنوان راهنمای گام‌به‌گام در ارزیابی، اولویت‌بندی و اجرای پروژه‌های بازطراحی است.

ارزیابی هوشمند سختی و تکامل آسیب در تیرهای بتنی پیوسته

با سیستم تسلیح ترکیبی (Steel-GFRP) توسط پردازش تصویر دیجیتال (DIP)



علی رستمیان
دکتری مهندسی عمران – سازه
عضو سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان

چکیده
باتوجه‌به کاربرد نسل جدیدی از تسلیح با عنوان میلگردهای ترکیب شده (Hybridized Bars) در جهت دستیابی هم‌زمان به شکل‌پذیری فولاد و مقاومت در برابر خوردگی FRP هم‌زمان با استفاده از بتن خودمتراکم (SCC) در سازه‌های با تراکم آرماتور بالا، انجام پژوهشی برای بررسی برهم‌کنش بتن SCC با میلگردهای هیبریدی در تیرهای پیوسته، به دلیل ماهیت نامعین استاتیکی و پدیده بازتوزیع لنگرها ضروری به نظر می‌رسد. این تحقیق به ارزیابی هوشمند سختی و تکامل آسیب در تیرهای بتنی پیوسته با سیستم تسلیح ترکیبی (Steel-GFRP) توسط پردازش تصویر دیجیتال (DIP)می‌پردازد و در نهایت راهکارهایی را برای طراحان سازه‌های خاص برای استفاده از این سیستم و نحوه تحلیل و ارزیابی «تکامل آسیب» را به‌صورت کمی (کمی‌سازی عرض و طول ترک) پیش از رسیدن به آستانه خطر، نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: میلگردهای پلیمر مسلح به الیاف شیشه (GFRP) – بتن خودمتراکم (SCC) – سختی مؤثر (EI_{eff}) – فنّاوری پردازش تصویر دیجیتال (DIP)

۱- مقدمه

در مهندسی سازه، پایش سلامت و ارزیابی دقیق سختی تیرهای بتنی تحت بارگذاری، کلید اطمینان از عملکرد ایمن و پیش‌بینی رفتار بلندمدت سازه است. با گسترش استفاده از مصالح نوین و میلگردهای پلیمر مسلح به الیاف شیشه (GFRP) به‌عنوان جایگزینی برای فولاد در محیط‌های خورنده، چالش‌های جدیدی در تخمین دقیق سختی مؤثر (EI_{eff}) و الگوی گسترش ترک‌ها پدید آمده است. میلگردهای GFRP علی‌رغم مقاومت کششی بالا، به دلیل مدول الاستیسیته پایین و رفتار الاستیک ترد، غالباً منجر به افزایش عرض ترک و خیز در بارهای سرویس می‌شوند [۱]. برای تعدیل این نقیصه، نسل جدیدی از تسلیح با عنوان میلگردهای ترکیب شده (Hybridized Bars) معرفی شده است که با تلفیق هسته فولادی و پوسته FRP، تلاشی در جهت دستیابی هم‌زمان به شکل‌پذیری فولاد و مقاومت در برابر خوردگی FRP به شمار می‌آید. ازسوی‌دیگر، استفاده از بتن خودمتراکم (SCC) در سازه‌های با تراکم آرماتور بالا، به دلیل کارایی فوق‌العاده و عدم نیاز به ویبره، به یک استاندارد در پروژه‌های خاص تبدیل شده است. بااین‌حال، برهم‌کنش بتن SCC با میلگردهای هیبریدی در تیرهای پیوسته، به دلیل ماهیت نامعین استاتیکی و پدیده بازتوزیع لنگرها، رفتاری به‌مراتب پیچیده‌تر از تیرهای ساده ایجاد می‌کند [۲]. مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌ای، کنترل خیز و عرض ترک در این تیرها مستلزم شناخت دقیق از روند افت سختی مقطع در مراحل مختلف بارگذاری است [۳].

در سال‌های اخیر، روش‌های سنتی ابزاردقیق که مبتنی بر نصب سنسورهای تماسی و گران‌قیمت هستند، جای خود را به متدهای غیرتماسی و هوشمند داده‌اند. فنّاوری پردازش

تصویر دیجیتال (DIP) به‌عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های بینایی ماشین، امکان پایش پیوسته سطوح بتنی، شناسایی خودکار ترک‌های مویی و کمی‌سازی تکامل آسیب را فراهم آورده است [۴]. در این مقاله، با بهره‌گیری از تکنیک‌های DIP (Digital Image Processing)، روشی نوین برای تحلیل سختی مؤثر و رصد غیرتماسی آسیب در تیرهای پیوسته SCC مسلح به میلگردهای هیبریدی ارائه می‌شود که می‌تواند گامی مؤثر در جهت هوشمندسازی بازرسی‌های فنی و ارتقای دقت در ارزیابی‌های سازه‌ای باشد.

۲- بازتوزیع لنگر در تیرهای ممتد با سیستم تسلیح ترکیبی (Steel-GFRP)

۲-۱-سیستم تسلیح هیبریدی؛ راهکاری برای شکل‌پذیری

میلگردهای FRP علی‌رغم مقاومت کششی بالا، دارای رفتار الاستیک ترد هستند. برای رفع این نقیصه، استفاده از سیستم‌های هیبریدی (ترکیب فولاد و GFRP) در دستور کار قرار گرفت. طبق آیین‌نامه ACI ۴۴۰,۱۱-۲۲ [۱]، طراحی مقاطع بتنی با میلگردهای FRP باید با دقت بالایی در کنترل عرض ترک و تغییر مکان انجام شود. در این پژوهش، از میلگردهای هیبریدی شده (Hybridized) استفاده شد که در آن هسته فولادی با لایه‌ای از الیاف شیشه پوشانده شده است تا هم‌زمان مقاومت در برابر خوردگی و شکل‌پذیری مناسب تأمین گردد. راهکار پیشنهادی در این پژوهش، بهره‌گیری از سیستم تسلیح ترکیبی است که در آن از مزایای هر دو متریال به‌صورت هم‌زمان استفاده می‌شود. در این سیستم، میلگردهای فولادی در کنار میلگردهای GFRP قرار می‌گیرند تا یک رفتار «شبه شکل‌پذیر» ایجاد کنند.



شکل ۱
مقطع میلگرد ترکیبی

در این تصویر، مقطع یک میلگرد نوآورانه با هسته مرکزی از جنس فولاد ساختمانی و روکش محافظ از جنس GFRP مشاهده می‌شود. این آرایش به‌گونه‌ای طراحی شده که هسته فولادی پیش از گسیختگی نهایی الیاف، به مرحله جاری‌شدن برسد و زمان کافی برای بازتوزیع لنگر را فراهم کند[۵-۶].

۲-۲-نقش محوری بتن خودمتراکم (SCC) در عملکرد سیستم

استفاده از بتن خودمتراکم در این تحقیق تنها یک انتخاب اجرایی نبود، بلکه یک ضرورت فنی برای تضمین عملکرد میلگردهای ترکیبی محسوب می‌شد. به دلیل تراکم آرماتور در نواحی تکیه‌گاهی تیرهای ممتد، بتن معمولی نمی‌تواند به‌درستی فضای بین میلگردهای فولادی و GFRP را پر کند. عدم پیوستگی کامل در این نقاط منجر به لغزش میلگرد و شکست زودهنگام می‌شود. SCC با روانی بالا، پیوستگی (Bond) بین دو نوع میلگرد متفاوت را تضمین کرده و انتقال تنش را به شکلی یکنواخت انجام می‌دهد[۷].

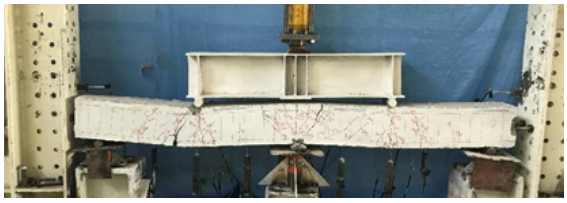
۳- متدولوژی آزمایشگاهی و ابزاردقیق

در این تحقیق، تحلیل نتایج حاصل از آزمایش بر روی تیرهای پیوسته دو دهانه به طول کلی ۲۸۰۰ میلی‌متر تحت بارگذاری متمرکز قرار گرفتند.

۳-۱-مرحله اول: بررسی ظرفیت باربری و تحلیل شاخص بازتوزیع لنگر

نتایج نشان می‌دهد که ترکیب میلگردها منجر به افزایش ظرفیت باربری نهایی نسبت به تیرهای صرفاً فولادی شده است. بر اساس تحلیل داده‌ها، حضور میلگرد GFRP به دلیل مقاومت کششی بسیار بالا، شیب نمودار بار - تغییر مکان را در مرحله پس از جاری‌شدن فولاد حفظ کرده و از افت ناگهانی سختی جلوگیری می‌کند که این امر در پایداری کلی سازه نقش حیاتی دارد.

بررسی‌های انجام شده بر روی توالی ترک‌ها نشان داد که در سیستم ترکیبی، ترک‌های تکیه‌گاهی به دلیل حضور GFRP دارای عرض کمتر اما توزیع گسترده‌تری هستند. داده‌های ثبت شده تأیید می‌کنند که مفصل پلاستیک در تکیه‌گاه میانی با نرمی قابل‌توجهی تشکیل شده و اجازه می‌دهد پیش از رسیدن به کرنش نهایی، بخش بزرگی از نیرو به دهانه‌ها منتقل شود که نشان‌دهنده عملکرد موفق سیستم هیبرید است [۸] .



شکل ۲- مود شکست تیر ممتد در آزمایشگاه تحت بارگذاری متمرکز

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، حضور میلگردهای ترکیبی باعث گسترش ناحیه پلاستیک در تکیه‌گاه میانی شده و از شکست ترد و ناگهانی که در تیرهای بتنی با میلگرد خالص FRP رایج است، جلوگیری کرده است. تعدد ترک‌های ریز (Micro-cracks) نشان‌دهنده جذب انرژی بالای سیستم است.

تحلیل شاخص بازتوزیع لنگر در این تیرها نشان داد که با جایگزینی بهینه فولاد و GFRP، می‌توان به درصدی از بازتوزیع دست یافت که از مرزهای سنتی آیین‌نامه‌ها عبور می‌کند. طبق مشاهدات، سیستم ترکیبی توانسته است بین ۱۵ تا ۲۴ درصد بازتوزیع لنگر ایجاد کند که این عدد برای مهندسان محاسب به

معنای امکان سبک‌سازی مقاطع تکیه‌گاهی و انتقال لنگر به دهانه با ضریب اطمینان بالاست.

۳-۲-مرحله دوم: پایش سازه‌های بتنی پیوسته با شناسایی ترک‌ها و تحلیل آسیب

علاوه بر استفاده از سنسورهای متداول مانند LVDT با دقت ۰.۰۰۱ میلی‌متر و کرنش‌سنج‌های الکتریکی، از یک سیستم دوربین با رزولوشن بالا برای ثبت وقایع سطحی تیر استفاده شد. هدف از این کار، جایگزینی یا تکمیل روش‌های سنتی با روش‌های بینایی ماشین بود.

۴- پردازش تصویر دیجیتال (DIP) در خدمت مهندسی سازه

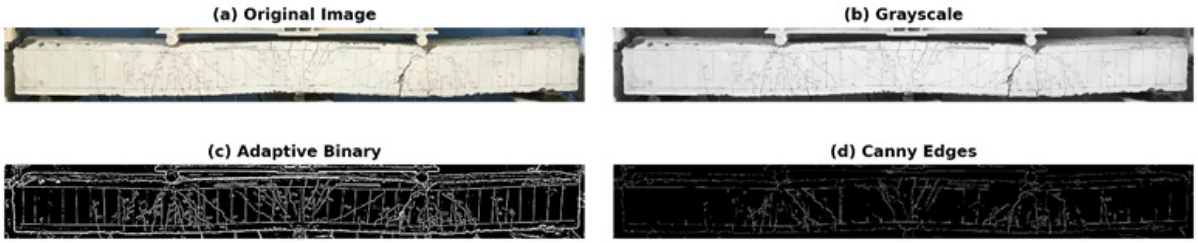
یکی از نوآوری‌های برجسته این مطالعه، استفاده از الگوریتم‌های پردازش تصویر برای شناسایی الگوی ترک‌ها و افت سختی است. فرایند DIP شامل چهار مرحله اصلی است که در شکل ۳ نمایش داده شده است:

الف-Original Image: ثبت تصویر با کیفیت بالا از بدنه تیر در گام‌های مختلف بارگذاری.

ب- Grayscale Conversion: تبدیل تصویر رنگی به مقیاس خاکستری برای کاهش حجم محاسبات و تمرکز بر شدت روشنایی پیکسل‌ها.

ج- Adaptive Binary Thresholding: جداسازی هوشمند پس‌زمینه از نواحی آسیب‌دیده (ترک‌ها). در این مرحله، پیکسل‌های مربوط به ترک‌ها از بتن سالم متمایز می‌شوند.

د- Canny Edge Detection: استخراج لبه‌های دقیق ترک‌ها. این الگوریتم به مهندس اجازه می‌دهد تا طول، عرض و تراکم ترک‌ها را با دقت میلی‌متری محاسبه کند [۳].



▲ شکل۳- مراحل پردازش تصویر دیجیتال برای شناسایی ترک‌ها و تحلیل آسیب

۵- تحلیل سختی مؤثر و الگوی شکست

در تیرهای بتنی پیوسته، چالش اصلی مهندسان محاسب، تغییرات لحظه‌ای سختی (Stiffness) در طول دهانه و تکیه‌گاه است. برخلاف تیرهای ساده، در تیرهای پیوسته با شروع ترک‌خوردگی در ناحیه تکیه‌گاه میانی، سختی مؤثر مقطع به‌شدت افت کرده و باعث انتقال لنگر به نواحی با سختی بالاتر (وسط دهانه‌ها) می‌شود. این تحقیق نشان داد که استفاده از میلگردهای هیبریدی (ترکیب فولاد و GFRP) یک «منحنی افت سختی دومرحله‌ای» ایجاد می‌کند:

۱- مرحله پیش از تسلیم: در این مرحله، سختی مقطع عمدتاً تحت کنترل ترکیب مدول الاستیسیته بتن و میلگردهای هیبریدی است. تحلیل‌های DIP نشان داد که عرض ترک‌ها در این مرحله به دلیل حضور لایه GFRP و چسبندگی سطحی بالای آن، بسیار کمتر از تیرهای بتنی معمولی است. این یعنی تیر در بارهای سرویس، سختی مؤثر بزرگ‌تری را حفظ می‌کند که مستقیما باعث کاهش تغییرمکان‌های بلندمدت سازه می‌شود.

۲- مرحله پس از تسلیم هسته فولادی: با رسیدن تنش در هسته فولادی میلگرد هیبریدی به حد تسلیم، سختی مقطع به ناگاه افت نمی‌کند. در اینجا لایه GFRP وارد عمل شده و به‌عنوان یک «نگهدارنده ظرفیت» عمل می‌کند. پردازش تصویر دیجیتال در این مرحله نشان داد که نرخ گسترش ترک‌ها (Crack Propagation) کنترل شده باقی می‌ماند. الگوی شکست در تمامی نمونه‌های هیبریدی از نوع «خمشی نرم» بود؛ به این معنا که تجمع آسیب در فیبرهای کششی با توزیع گسترده ترک‌های مویی همراه بود، برخلاف تیرهای تمام FRP که شکست آن‌ها اغلب به‌صورت ناگهانی و با آزادشدن انرژی زیاد همراه است.

استفاده از الگوریتم Canny Edge به ما این امکان را داد که «چگالی ترک» را در هر گام بارگذاری محاسبه کنیم. نتایج نشان داد که سختی مؤثر در تیرهای پیوسته هیبریدی، تا ۸۰ درصد بار نهایی، بیش از ۴۰ درصد سختی مقطع ترک‌نخورده باقی می‌ماند که این یک مزیت بزرگ برای کنترل خیز در سازه‌های نامعین محسوب می‌شود. نتایج زیر برای مهندسان محاسب قابل‌استفاده است:

۵-۱- عبور از محدودیت ۲۰ درصد: مهندسان محاسب می‌توانند در سازه‌هایی که از بتن خودمتراکم و سیستم تسلیح ترکیبی استفاده می‌کنند، با اطمینان بازتوزیع لنگر را تا ۲۵ درصد در محاسبات لحاظ کنند.

۵-۲- بهبود دوام بدون ازدست‌دادن شکل‌پذیری: این سیستم راه را برای استفاده از میلگردهای ضدزنگ در سازه‌های حساس (مانند پارکینگ‌های طبقاتی و پل‌ها) باز می‌کند بدون اینکه نگران شکست ترد باشیم.

۵-۳- سهولت در اجرا: استفاده از SCC در کنار این میلگردها، مشکل همیشگی کرموشدگی بتن در محل اتصال تیر به ستون را که ناشی از تراکم بالای آرماتور است، به‌کلی مرتفع می‌سازد.

۶- جمع‌بندی و کاربرد در مهندسی

تحقیق حاضر نه‌تنها به معرفی یک متریال نوین (میلگرد هیبریدی) می‌پردازد، بلکه یک متدولوژی مدرن (DIP) را برای پایش سازه‌های بتنی پیوسته معرفی می‌کند. نتایج این پژوهش را می‌توان در چند محور کاربردی برای جامعه مهندسی خلاصه کرد:

تحقیق حاضر نشان داد که چالش دیرینه میان «دوام سازه در محیط‌های خورنده» و «شکل‌پذیری لازم برای بازتوزیع لنگر» با استفاده از سیستم تسلیح ترکیبی (Steel-GFRP) به‌خوبی قابل‌حل است. ترکیب هوشمندانه این دو متریال در بستر بتن خودمتراکم (SCC)، نه‌تنها نقاط ضعف میلگردهای پلیمر (تردی) را پوشش می‌دهد، بلکه با بهره‌گیری از جاری‌شدن هسته فولادی، ایمنی سازه را در برابر بارهای پیش‌بینی نشده تضمین می‌کند.

– تغییر پارادایم طراحی: نتایج آزمایشگاهی ثابت کرد که برخلاف دیدگاه‌های سنتی، می‌توان در سازه‌های مسلح به میلگردهای GFRP (به‌شرط استفاده از سیستم هیبرید) بازتوزیع لنگری معادل و حتی فراتر از تیرهای معمولی (تا ۲۴ درصد) را تجربه کرد.

– بهبود کیفیت اجرا: استفاده از بتن خودمتراکم در کنار این سیستم، ریسک‌های اجرایی در مقاطع پرآرماتور را به حداقل رسانده و عمر مفید سازه را از طریق تأمین پوشش بتنی یکنواخت و تراکم کامل، افزایش می‌دهد.

– اقتصاد مقاومتی در ساخت: کاهش نیاز به تعمیرات دوره‌ای به دلیل حذف خوردگی و همچنین امکان سبک‌سازی مقاطع تکیه‌گاهی از طریق بازتوزیع لنگر، این روش را به انتخابی اقتصادی و پایدار برای پروژه‌های ملی تبدیل می‌کند.

– هوشمندسازی بازرسی‌های دوره‌ای: با استفاده از تکنیک DIP معرفی شده در این مقاله، ناظران و کارشناسان نگهداری ابنیه می‌توانند با تصویربرداری ساده از پل‌ها یا تیرهای بلندمرتبه و پردازش آن توسط الگوریتم‌های مذکور، میزان افت سختی و پتانسیل شکست سازه را بدون نیاز به تخریب یا نصب تجهیزات گران‌قیمت، ارزیابی کنند. این روش «پایش سلامت سازه» (SHM) را از یک بحث لوکس آزمایشگاهی به یک ابزار کاربردی کارگاهی تبدیل می‌کند.

– بهینه‌سازی طراحی برای دوام و خیز: میلگردهای هیبریدی راهکاری میان‌رده بین میلگردهای فولادی (ارزان اما مستعد خوردگی) و میلگردهای FRP (گران و ترد) هستند. برای مهندسان طراح در مناطق با خوردگی بالا (مثل سواحل جنوبی ایران)، این سیستم تسلیح اجازه می‌دهد که بدون ازدست‌دادن «شکل‌پذیری» (Ductility) و با حفظ «سختی مؤثر» مطلوب، سازه‌هایی با طول عمر بسیار بالاتر طراحی کنند.

– پیشنهاد اصلاحی برای محاسبات خیز: نتایج نشان می‌دهد که معادلات فعلی موجود در مبحث نهم مقررات ملی برای محاسبه خیز تیرهای با مصالح نوین، نیاز به ضرایب اصلاحی بر اساس نوع چیدمان هیبریدی دارند. پارامترهای استخراج شده از این تحقیق (مانند ضرایب افت سختی بر اساس تصاویر پردازش شده) می‌توانند مبنایی برای تدوین پیوست‌های فنی در زمینه استفاده از پلیمرهای مسلح در تیرهای پیوسته باشد.

در نهایت، پیشنهاد می‌شود با بازنگری در ضوابط محافظه‌کارانه فعلی و تدوین پیوست‌های تخصصی برای میلگردهای ترکیبی، بستر قانونی لازم برای ورود این فناوری به نقشه‌های محاسباتی فراهم گردد تا مهندسان بتوانند از پتانسیل واقعی مصالح نوین در راستای ارتقای کیفیت ساخت‌وساز بهره‌مند شوند. همچنین تلفیق بینایی ماشین و مهندسی سازه نشان داد که می‌توان «تکامل آسیب» را به‌صورت کمی (کمی‌سازی عرض و طول ترک) رصد کرد و پیش از رسیدن به آستانه خطر، هشدارهای لازم را صادر نمود. این رویکرد، گامی بلند به سمت تحقق مفهوم «سازه‌های هوشمند و پایدار» در صنعت ساختمان کشور است.

منابع

1. ACI Committee 440, «Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars,» *ACI 440.1R-22, 2022.
2. Esfahani, M. R., & Kianoush, M. R., «Flexural behavior of reinforced concrete beams with different self-compacting concrete (SCC) mixes,» Structural Concrete*, 2010.
۳. مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، «طرح و اجرای سازه‌های بتن‌آرمه»، ویرایش پنجم، ۱۳۹۹
4. Kim, H., & Cho, S., «Automated crack detection for concrete structures using digital image processing and computational intelligence,» *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018.
5. Khatib, J. M., & Jahandari, S. (2023). «Moment redistribution capacity of green self-compacting concrete continuous beams: Experimental and numerical investigation.» Materials and Structures, 56(4), 88.
6. Saleh, N., & Al-Hamrani, A. (2024). «Plastic hinge length and rotation capacity of GFRP-reinforced self-compacting concrete beams.» Composite Structures, 328, 117740.
7. Hussain, M., & Rahman, A. (2025). «Modified strain-based models for predicting moment redistribution in hybrid RC continuous beams.» ACI Structural Journal, 122(1), 45-58.
8. Sonebi, M., & Bassuoni, M. T. (2024). «Time-dependent deformation of self-compacting concrete: Effects of aggregate grading and paste volume.» Magazine of Concrete Research, 76(3), 145-159.

ضرورت نگاه مهندسی به حفاظت از بناهای تاریخی

در شرایط جنگ و بحران



محسن مداح
مهندسی معماری
عضو نظام مهندسی ساختمان استان سمنان

۱-مقدمه

در زمان وقوع جنگ‌ها، بلایای طبیعی و بحران‌های گسترده، افکار عمومی معمولاً متوجه خسارت‌های انسانی، تخریب زیرساخت‌ها و آسیب‌های اقتصادی می‌شود؛ اما در پس این ویرانی‌های آشکار، سرمایه‌ای ارزشمند و غیرقابل‌جایگزین بنام میراث‌فرهنگی نیز در سکوت آسیب می‌بیند.

بناهای تاریخی تنها مجموعه‌ای از خشت، آجر، سنگ و چوب نیستند. هر اثر تاریخی حاصل قرن‌ها تجربه فنی، دانش معماری، فرهنگ، هنر و شیوه زندگی مردمانی است که هویت یک سرزمین را شکل داده‌اند. ازمیان‌رفتن یک بنای تاریخی، صرفاً نابودی یک ساختمان نیست؛ بلکه حذف بخشی از حافظه جمعی یک ملت و گسسته شدن پیوند میان گذشته، حال و آینده است. امروز بیش از هر زمان دیگری لازم است بناهای تاریخی را نه به‌عنوان یادگارهایی از گذشته، بلکه به‌عنوان زیرساخت‌های هویت ملی، سرمایه‌های فرهنگی و منابع توسعه آینده ببینیم. هر بنای تاریخی که حفظ می‌شود، تنها یک ساختمان نجات پیدا نمی‌کند؛ بلکه بخشی از حافظه تاریخی، فرهنگ و هویت ایران برای نسل‌های آینده ماندگار خواهد شد. حفاظت از میراث‌فرهنگی دیگر صرفاً موضوعی فرهنگی محسوب نمی‌شود، بلکه بخشی از مدیریت بحران، توسعه پایدار، امنیت فرهنگی و حتی تاب‌آوری ملی به شمار می‌رود. میراث‌فرهنگی؛ سرمایه‌ای فراتر از ارزش کالبدی می‌باشد. ارزش یک بنای تاریخی را نمی‌توان تنها با قیمت مصالح یا هزینه مرمت آن سنجید. بناهای تاریخی بخشی از سرمایه اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی هر جامعه هستند.

در بسیاری از شهرهای تاریخی ایران، اقتصاد گردشگری، صنایع‌دستی، اشتغال محلی و هویت شهری بر پایه همین آثار شکل گرفته است. میدان نقش‌جهان اصفهان، مجموعه تاریخی یزد، بازار تبریز، باغ فین کاشان و ده‌ها مجموعه تاریخی دیگر، صرفا آثار معماری نیستند؛ بلکه موتور محرک اقتصاد فرهنگی و گردشگری کشور نیز محسوب می‌شوند.

تخریب یا آسیب‌دیدن این آثار، تنها به معنای ازدست‌رفتن یک ساختمان نیست؛ بلکه موجب کاهش گردشگری، رکود اقتصادی، کاهش سرمایه‌گذاری، مهاجرت ساکنان بافت‌های تاریخی و تضعیف هویت شهر خواهد شد.

۲-بیان مسئله

بررسی جنگ‌های چند دهه اخیر نشان می‌دهد که میراث‌فرهنگی همواره یکی از آسیب‌پذیرترین بخش‌های هر کشور بوده است. در سوریه، بخش‌های گسترده‌ای از شهر تاریخی حلب و آثار ارزشمند باستانی در جریان درگیری‌ها تخریب شد. این خسارت‌ها تنها محدود به کالبد بناها نبود، بلکه شبکه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شهر نیز دچار فروپاشی شد (شکل ۱) .



▲ شکل ۱- تخریب بخشی از آثار تاریخی شهر حلب

در عراق، بسیاری از آثار تاریخی موصل در نتیجه جنگ و اقدامات گروه‌های افراطی آسیب جدی دیدند و فرایند بازسازی آن‌ها همچنان ادامه دارد (شکل ۲).

در بوسنی، تخریب پل تاریخی موستار تنها نابودی یک سازه نبود؛ بلکه از هم گسیختن نماد همزیستی فرهنگی مردم منطقه به شمار می‌رفت. بازسازی این پل بعدها به نمادی از آشتی، بازگشت اعتماد اجتماعی و احیای هویت شهری تبدیل شد (شکل ۳)



شکل ۲- مسجد جامع نوری



شکل ۳- تخریب پل تاریخی بوسنی

در سال‌های اخیر نیز جنگ اوکراین نشان داد که حتی کشورهای برخوردار از زیرساخت‌های مناسب نیز برای حفاظت از میراث‌فرهنگی نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، مستندسازی دیجیتال و آمادگی پیش از بحران هستند. این تجربه‌ها یک پیام روشن دارند: حفاظت از میراث‌فرهنگی باید پیش از وقوع بحران آغاز شود، نه پس از آن.

۳- بررسی چند نمونه شاخص از آسیب‌های واردشده به بناهای تاریخی ایران در شرایط جنگ و بحران

تجربه جنگ‌های اخیر نشان داده است که آسیب‌پذیری میراث معماری تنها به آثاری که مستقیماً هدف حمله قرار می‌گیرند محدود نمی‌شود. بناهای تاریخی حتی در صورت قرارنداشتن در محل اصابت مستقیم، ممکن است در اثر موج انفجار، فشار ناشی از تغییرات ناگهانی فشار هوا، پرتاب قطعات و آوار، لرزش زمین و ساختمان، شکستن عناصر شیشه‌ای و چوبی و همچنین آسیب‌های ثانویه، دچار خسارت شوند.

در درگیری‌های نظامی اسفند ۱۴۰۴ و مارس ۲۰۲۶، نمونه‌هایی از این نوع آسیب در تعدادی از بناها و مجموعه‌های تاریخی ایران مشاهده شد. بررسی این موارد از دیدگاه مهندسی و مرمت اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا نشان می‌دهد که در طراحی برنامه‌های حفاظت اضطراری، نباید تنها احتمال اصابت مستقیم را در نظر گرفت، بلکه باید مجموعه‌ای از سناریوهای آسیب را پیش‌بینی کرد.

از مهم‌ترین نمونه‌های قابل‌بررسی می‌توان به کاخ گلستان تهران، مجموعه میدان نقش‌جهان اصفهان، مسجد جامع عباسی، کاخ چهلستون، کاخ عالی‌قاپو و مجموعه سعدآباد اشاره کرد.

۳-۱- کاخ گلستان تهران

کاخ گلستان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مجموعه‌های تاریخی تهران و یکی از آثار ثبت‌شده در فهرست میراث جهانی یونسکو، نمونه‌ای قابل‌توجه از آسیب غیرمستقیم ناشی از جنگ است. در جریان حملات و انفجارهای رخداده در محدوده مرکز تاریخی تهران، بخش‌هایی از مجموعه در اثر موج انفجار و آوار ناشی از انفجارهای اطراف دچار آسیب شد.

گزارش‌های منتشرشده از مجموعه نشان می‌دهد که بیشترین آسیب اولیه متوجه عناصر وابسته به معماری، از جمله شیشه‌ها، درها، پنجره‌ها، ارسی‌ها و برخی تزیینات داخلی بوده است. همچنین به آسیب‌هایی در آینه‌کاری و بخش‌هایی از تالارهای مجموعه اشاره شده است. بررسی‌های اولیه نشان داد که شدت خسارت تنها با مشاهده ظاهری قابل‌ارزیابی نیست و برای تعیین وضعیت واقعی سازه و عناصر معماری، مستندسازی و بررسی تخصصی ضروری است.

از منظر مهندسی، اهمیت این نمونه در آن است که حتی بدون تخریب کامل یک بنا، موج انفجار می‌تواند مجموعه‌ای از عناصر ظریف و تاریخی را که طی ده‌ها یا صدها سال شکل‌گرفته‌اند، در چند ثانیه دچار آسیب کند.

در این حادثه، یکی از اقدامات مهم انجام‌شده، انتقال اشیای تاریخی و ارزشمند به مخازن امن پیش از تشدید شرایط جنگی بود. همچنین موضوع مستندسازی آسیب‌ها، افزایش ضریب ایمنی مجموعه و استفاده از متخصصان و پیش‌کسوتان حوزه میراث‌فرهنگی برای ارزیابی و مرمت مطرح شد.

این تجربه نشان می‌دهد که حفاظت از میراث‌فرهنگی در شرایط بحران باید شامل دو بخش حفاظت از کالبد بنا و حفاظت از اموال و عناصر تاریخی وابسته به آن باشد.

ازسوی‌دیگر، انجام فتوگرامتری و تهیه مدل سه‌بعدی از بخش‌هایی از مجموعه، امکان بازسازی دقیق‌تر عناصر آسیب‌دیده را فراهم کرده است. این موضوع اهمیت مستندسازی دیجیتال را در مدیریت بحران به‌خوبی نشان می‌دهد.

۳-۲- میدان نقش‌جهان و مسجد جامع عباسی اصفهان

میدان نقش‌جهان یکی از ارزشمندترین مجموعه‌های تاریخی ایران و از آثار ثبت‌شده در فهرست میراث جهانی یونسکو است. ویژگی مهم این مجموعه، پیوستگی میان فضای شهری، بناهای مذهبی، حکومتی و تجاری است؛ بنابراین هرگونه آسیب به یکی از اجزای آن می‌تواند بر ارزش کلی مجموعه تأثیرگذار باشد.

در جریان حملات اسفند ۱۴۰۴، موج انفجارهای رخداده در محدوده اصفهان بر بخش‌هایی از مجموعه نقش‌جهان اثر گذاشت.

گزارش‌هـای میـدانی و بررسی‌هـای بعـدی نشـان داد کـه لـرزش نـاشی از انفجارهـا بـه عناصـر تاریـخی ایـن مجموعـه آسیـب وارد کـرده و در بـرخی نقـاط، قطعـات کاشی و مصالـح تزییـنی جـدا شـده‌اند. گزارش‌هـای منتشرشـده همچنیـن از آسیـب بـه مسـجد جامـع عبـاسی و ریـزش بخـشی از کاشی‌هـای ایوان‌هـای آن در اثـر مـوج انفجـار خبـر دادنـد.

از دیـدگاه مهنـدسی، ایـن حادثـه اهمیـت ویـژه‌ای دارد؛ زیـرا بسیـاری از آسیب‌هـای واردشـده بـه بناهـای تاریـخی الزامـاً بـه شـکل فروپـاشی سـازه‌ای ظاهـر نمی‌شـوند. در بناهـایی ماننـد مسـجد جامـع عبـاسی، جداشـدگی کاشی، تـرک در لایه‌هـای زیریـن، آسیـب بـه ملات‌هـا و تغییـر رفتـار اتصـال میـان لایه‌هـای مختلـف معمـاری می‌توانـد در ابتـدا محـدود و سـطحی بـه نظـر برسـد، امـا در صـورت عـدم پایـش و مداخلـه مناسـب، در آینـده بـه آسیب‌هـای گسـترده‌تر منجـر شـود. در چنیـن بناهـایی، ارزیـابی پـس از بحـران بایـد شـامل بـررسی وضعیـت گنبدهـا، مناره‌هـا، طاق‌هـا، دیوارهـای باربـر، پوشـش‌های کاشی، ملات‌هـا و اتصـالات میـان عناصـر معمـاری باشـد.



ازایـن‌رو، در شـرایط جنـگی، اسـتفاده از سیسـتم‌های پایـش سـازه‌ای و برداشـت‌های دقیـق قبـل و بعـد از بحـران می‌توانـد امـکان تشـخیص تغییـرات کوچـک و جلوگیـری از تبدیـل آن‌هـا بـه آسیب‌هـای بزرگ‌تـر را فراهـم کنـد.

۳-۳- کاخ چهلستون اصفهان

کاخ چهلسـتون یـکی دیگـر از نمونه‌هـای مهـم آسیـب بـه میـراث معمـاری ایـران در جریـان حـملات اخیـر اسـت. ایـن بنـا کـه بخـشی از مجموعـه ارزشـمند باغ‌هـای ایـرانی و میـراث تاریـخی اصفهـان محسـوب می‌شـود، در اثـر حـملات و مـوج انفجـار دچـار خسـارت شـد. گزارش‌هـای منتشرشـده از واردشـدن خسـارت قابل‌توجـه بـه بخش‌هـایی از کاخ در پی مـوج انفجـار و اصابـت موشـک در محـدوده اطـراف خبـر داده‌انـد. گزارش‌هـای بعـدی نیـز آسیـب بـه عناصـر تزییـنی و معمـاری ایـن مجموعـه را موردتوجـه قـرار داده‌انـد.

کاخ چهلسـتون از نظـر سـاختار معمـاری، دارای عناصـر چـوبی، تزیینـات ظریـف، نقاشی‌هـای دیـواری، شیشـه‌های رنـگی و عناصـر وابسـته بـه معمـاری اسـت کـه در برابـر ارتعـاش و مـوج انفجار حساسـیت بـالایی دارند. در چنیـن شـرایطی، یـکی از مهم‌تریـن مسـائل مهنـدسی، تشـخیص تفـاوت میـان آسیـب ظاهـری و آسیـب پنهـان سـازه‌ای اسـت. ممکـن اسـت یـک دیـوار یـا سـتون در نـگاه نخسـت سـالم بـه نظـر برسـد، امـا تغییـر شـکل جـزئی، ایجـاد ترک‌هـای مـویی، کاهـش چسـبندگی مصالـح یـا تغییـر وضعیـت اتصـالات، در بلندمـدت پایـداری بنـا را تحت‌تأثیـر قـرار دهـد.

بنابرایـن پـس از وقـوع بحـران، لازم اسـت پیـش از هرگونـه مرمـت تزیینـی، وضعیـت سـازه‌ای بنـا به‌صـورت مرحلـه‌ای ارزیـابی شـود. ایـن ارزیـابی می‌توانـد شـامل برداشـت ترک‌هـا، کنتـرل تغییـر شـکل‌ها، پایـش نشسـت، بـررسی اتصـالات چـوبی، کنتـرل وضعیـت بـام و سـقف و مقایسـه اطلاعـات جدیـد بـا مسـتندات پیشیـن باشـد.

۳-۴- کاخ عالی‌قاپو

کاخ عالی‌قاپـو از مهم‌تریـن بناهـای تاریـخی میـدان نقش‌جهـان و یـکی از نمونه‌هـای شـاخص معمـاری دوره صفـوی اسـت. آسیـب ایـن بنـا در جریـان جنـگ اخیـر، نمونـه دیگـری از تأثیـر مـوج انفجـار بـر عناصـر معمـاری تاریـخی اسـت.

گزارش‌هـای منتشرشـده از آسیـب بـه عناصـر داخلـی و تزیینـی کاخ، از جملـه شکسـتن بخـش قابل‌توجـهی از شیشـه‌های در و پنجره‌هـا، آسیـب بـه بـرخی عناصـر چـوبی و گچ‌بری‌هـا و ایجـاد لـرزش در عناصـر چـوبی خبـر داده‌انـد. بررسی‌هـای تصویـری و میـدانی نیـز آثـار آسیـب را در بخش‌هـایی از فضـای داخلـی بنـا نشـان داده اسـت.

اهمیـت ایـن نمونـه از دیـدگاه مهنـدسی در وجـود عناصـر متعـدد چـوبی، تزیینـی و ظریـف در سـاختار بناسـت. عناصـر چـوبی تاریـخی علاوه بـر ارزش هنـری، ممکـن اسـت بخـشی از سیسـتم انتقـال بـار یـا رفتـار لـرزه‌ای بنـا را نیـز تحت‌تأثیـر قـرار دهنـد؛ بنابرایـن هرگونـه آسیـب بـه آن‌هـا بایـد بـا نـگاه سـازه‌ای و مرمـتی هم‌زمـان بـررسی شـود.

در چنیـن بناهـایی، مرمـت نبایـد تنهـا بـه بازسـازی بخش‌هـای شکسـته محـدود شـود. ابتـدا بایـد مشـخص شـود کـه آیـا مـوج انفجـار



اتاق خاتم، دفتر کار پهلوی اول در کاخ سبز، سعدآباد

موجب تغییر در هندسه، اتصالات، انتقال بار یا رفتار کلی بنا شده است یا خیر.

این موضوع ضرورت استفاده از پایش سازه‌ای، برداشت سه‌بعدی، اسکن دقیق و مقایسه وضعیت قبل و بعد از بحران را نشان می‌دهد.

۳-۵- مجموعه سعدآباد تهران؛ اهمیت حفاظت پیشگیرانه

مجموعه سعدآباد نمونه متفاوتی در این بررسی است. در جریان حوادث و انفجارهای اطراف این مجموعه در اسفند ۱۴۰۴، گزارش‌های اولیه حاکی از آن بود که با وجود وقوع انفجار در اطراف مجموعه، خسارت جدی به خود کاخ‌ها وارد نشده است. اهمیت این نمونه در آن است که در مطالعات مدیریت بحران، تنها آثار آسیب‌دیده نباید موردتوجه قرار گیرند؛ بلکه بناهایی که توانسته‌اند از آسیب جدی مصون بمانند نیز باید به‌عنوان تجربه‌های قابل‌مطالعه بررسی شوند.

مقایسه میان بناهای آسیب‌دیده و بناهایی که آسیب کمتری دیده‌اند می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره نقش فاصله از محل انفجار، شرایط کالبدی، موقعیت شهری، ویژگی‌های سازه‌ای، اقدامات حفاظتی و آمادگی قبلی به دست دهد.

از این منظر، سعدآباد می‌تواند نمونه‌ای برای بررسی مفهوم تاب‌آوری میراث معماری باشد؛ یعنی توانایی یک مجموعه تاریخی برای مقاومت، کاهش آسیب، ادامه حفاظت و بازگشت سریع‌تر به شرایط عادی پس از بحران.

۳-۶- دسته‌بندی مهندسی آسیب‌های واردشده به بناهای تاریخی

بررسی نمونه‌های فوق نشان می‌دهد که آسیب‌های ناشی از جنگ را نمی‌توان صرفا با عبارت «تخریب بنا» توصیف کرد. برای مدیریت علمی بحران، لازم است آسیب‌ها بر اساس ماهیت فنی و سازه‌ای آن‌ها دسته‌بندی شوند.

الف) آسیب مستقیم ناشی از اصابت

در این حالت، انرژی ناشی از برخورد مستقیم مهمات یا قطعات ناشی از انفجار به بنا منتقل می‌شود و ممکن است موجب تخریب موضعی دیوارها، سقف‌ها، طاق‌ها، عناصر تزیینی یا بخش‌هایی از سازه شود.

این نوع آسیب معمولاً شدیدترین شکل خسارت است و می‌تواند موجب ازدست‌رفتن بخشی از اصالت کالبدی بنا شود.

ب) آسیب ناشی از موج انفجار

موج انفجار حتی در فاصله‌ای قابل‌توجه از محل اصابت می‌تواند موجب شکستن شیشه‌ها، جداشدگی تزیینات، آسیب به گچ‌بری‌ها، آینه‌کاری، کاشی‌کاری، عناصر چوبی و در موارد شدیدتر ترک‌خوردگی دیوارها و اجزای سازه‌ای شود.

نمونه کاخ گلستان و بناهای تاریخی اصفهان نشان می‌دهد که این نوع آسیب می‌تواند بدون اصابت مستقیم به بنا، خسارات قابل‌توجهی ایجاد کند.

ج) ترک و جابه‌جایی عناصر سازه‌ای

یکی از خطرناک‌ترین انواع آسیب، تغییر شکل یا جابه‌جایی عناصر سازه‌ای است. ایجاد ترک در دیوارهای باربر، تغییر وضعیت ستون‌ها، بازشدگی اتصالات، تغییر شکل طاق‌ها و گنبدها و جابه‌جایی اجزای چوبی می‌تواند نشانه تغییر در رفتار سازه باشد.

این نوع آسیب الزاماً در نخستین ساعات پس از حادثه قابل‌تشخیص نیست و به همین دلیل پایش دوره‌ای بنا پس از بحران اهمیت زیادی دارد.

د) آسیب به دیوارهای باربر و طاق‌ها

بسیاری از بناهای تاریخی ایران دارای دیوارهای باربر آجری، خشتی یا سنگی و پوشش‌هایی مانند طاق و گنبد هستند. این سیستم‌های سازه‌ای با سازه‌های مدرن تفاوت اساسی دارند و واکنش آن‌ها در برابر موج انفجار باید به‌صورت اختصاصی بررسی شود.

ترک‌های قطری، جداشدگی لایه‌های دیوار، بازشدگی در محل اتصال طاق به دیوار، تغییر شکل طاق و گنبد و ایجاد شکاف در محل تلاقی عناصر سازه‌ای از جمله مواردی هستند که باید بلافاصله پس از بحران بررسی و مستند شوند.

هـ) آسیب به عناصر و تزیینات وابسته به معماری

کاشی، آینه‌کاری، گچ‌بری، نقاشی دیواری، ارسی، درهای چوبی، شیشه‌های رنگی و سایر تزیینات وابسته به معماری، اگرچه در بسیاری موارد نقش مستقیم سازه‌ای ندارند، اما بخش مهمی از اصالت تاریخی بنا را تشکیل می‌دهند.

بنابراین در ارزیابی خسارت نباید تنها میزان تخریب سازه محاسبه شود؛ بلکه ارزش و میزان آسیب به عناصر تزیینی نیز باید به‌صورت جداگانه ثبت و مستند شود.

۳-۷- ضرورت مستندسازی و ارزیابی فوری پس از بحران

یکی از مهم‌ترین درس‌های تجربه اخیر ایران، ضرورت وجود اطلاعات پایه قبل از وقوع بحران است. اگر وضعیت بنا پیش از حادثه به‌صورت دقیق ثبت شده باشد، می‌توان پس از بحران با مقایسه تصاویر، نقشه‌ها، مدل‌های سه‌بعدی و داده‌های پایش، میزان واقعی آسیب را با دقت بیشتری تعیین کرد.

به همین دلیل، برای بناهای تاریخی ارزشمند باید پیش از بحران مجموعه‌ای از اطلاعات شامل نقشه‌های معماری، برداشت سه‌بعدی، تصاویر دقیق، اطلاعات مصالح، وضعیت ترک‌ها، وضعیت سازه‌ای، جزئیات تزیینی و سوابق مرمتی تهیه و در یک بانک اطلاعاتی امن نگهداری شود.

فناوری‌هایی مانند فتوگرامتری، اسکن سه‌بعدی، پهپاد، GIS و HBIM می‌توانند در این زمینه نقش بسیار مهمی داشته باشند. تجربه کاخ گلستان نشان داد که مستندسازی سه‌بعدی پیشین می‌تواند در فرایند بازسازی عناصر آسیب‌دیده بسیار مؤثر باشد. بنابراین مستندسازی دیجیتال را نباید یک اقدام تزیینی یا صرفا پژوهشی دانست؛ بلکه باید آن را بخشی از زیرساخت مدیریت بحران میراث‌فرهنگی محسوب کرد.

۳-۸- اقدامات پس از بحران؛ از تثبیت اضطراری تا مرمت

پس از وقوع آسیب، نخستین اولویت نباید بازسازی ظاهری بنا باشد. فرایند حفاظت باید مرحله‌بندی شود.

• مرحله نخست، ایمن‌سازی و تثبیت اضطراری است. در این مرحله باید خطر ریزش بخش‌های ناپایدار، نفوذ آب، آتش‌سوزی، سرقت و آسیب‌های ثانویه کنترل شود.

• مرحله دوم، مستندسازی و آسیب‌شناسی دقیق است. تمام ترک‌ها، شکستگی‌ها، تغییر شکل‌ها، ریزش‌ها و آسیب‌های تزیینی باید پیش از جابه‌جایی یا مرمت ثبت شوند.

• مرحله سوم، ارزیابی سازه‌ای و تعیین میزان پایداری بنا است.

• مرحله چهارم، تدوین طرح مرمت و بازسازی علمی بر اساس اصول حفاظت و حداقل مداخله است.

• در نهایت، مرحله پنجم باید شامل پایش پس از مرمت باشد؛ زیرا پایان عملیات اجرایی به معنای پایان فرایند حفاظت نیست و بنا باید در ماه‌ها و سال‌های پس از بحران نیز تحت کنترل قرار گیرد.

تجربه بناهای تاریخی آسیب‌دیده در جنگ اخیر نشان می‌دهد که حفاظت از میراث‌فرهنگی نیازمند ترکیب هم‌زمان دانش معماری، مرمت، مهندسی سازه، مدیریت بحران، مستندسازی دیجیتال و مدیریت شهری است. در چنین شرایطی، مهندس و مرمتگر نباید تنها پس از وقوع حادثه وارد فرایند شوند؛ بلکه حضور آنان باید از مرحله شناسایی خطر و برنامه‌ریزی پیشگیرانه آغاز شود.

در نهایت، مهم‌ترین درس این تجربه آن است که تاب‌آوری بناهای تاریخی باید پیش از وقوع بحران ایجاد شود. هرچه اطلاعات دقیق‌تر، مستندات کامل‌تر و برنامه اضطراری آماده‌تر باشد، امکان کاهش خسارت، حفاظت از اصالت بنا و بازگرداندن آن به چرخه حیات پس از بحران بیشتر خواهد بود.

۴- جمع‌بندی

آسیب به بناهای تاریخی همیشه ناشی از انفجار یا حملات مستقیم نیست. بسیاری از آثار تاریخی پس از پایان بحران و در نتیجه نبود نگهداری مناسب، بیشترین خسارت را متحمل می‌شوند. قطع بودجه‌های مرمتی، تعطیلی پروژه‌های حفاظتی، کاهش حضور متخصصان، رهاشدن بناها، نفوذ رطوبت، فرسایش مصالح، سرقت تزیینات، تخریب تدریجی سازه‌ها و کاهش حضور گردشگران، از مهم‌ترین تهدیدهای غیرمستقیم پس از بحران هستند. در بسیاری از موارد، این آسیب‌های تدریجی خسارتی به‌مراتب بیشتر از تخریب مستقیم ایجاد می‌کنند؛ زیرا بدون جلب‌توجه افکار عمومی، موجب نابودی تدریجی میراث می‌شوند. ایران با هزاران اثر ثبت‌شده ملی و ده‌ها اثر ثبت‌شده در فهرست میراث جهانی، یکی از مهم‌ترین کشورهای جهان از نظر تنوع میراث‌فرهنگی است.

بافت‌های تاریخی شهرهایی مانند سمنان، یزد، کاشان، اصفهان، شیراز، تبریز و کرمان مجموعه‌هایی زنده هستند که هنوز زندگی شهری در آن‌ها جریان دارد. همین ویژگی، حفاظت از آن‌ها را پیچیده‌تر می‌کند؛ زیرا حفاظت صرفاً به استحکام یک ساختمان محدود نمی‌شود و باید شبکه معابر، زیرساخت‌ها، فعالیت‌های اقتصادی، سکونت و زندگی اجتماعی نیز موردتوجه قرار گیرد. ازاین‌رو، برنامه‌ریزی برای حفاظت از این مجموعه‌ها باید بخشی از برنامه‌های مدیریت شهری و مدیریت بحران کشور باشد.

نقش مهندسان در حفاظت از میراث‌فرهنگی بسیار باارزش است. جامعه مهندسی در این حوزه نقشی فراتر از طراحی و اجرای

پروژه‌های عمرانی بر عهده دارد. معماران، مهندسان عمران، متخصصان مرمت، شهرسازان، مدیران شهری و کارشناسان مدیریت بحران می‌توانند با همکاری یکدیگر تاب‌آوری بناهای تاریخی را افزایش دهند.

از مهم‌ترین اقدامات ضروری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

* مستندسازی دقیق بناهای تاریخی با استفاده از فناوری‌های نوین مانند اسکن سه‌بعدی، فتوگرامتری و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (HBIM).
* تهیه بانک اطلاعاتی جامع از وضعیت سازه‌ای، آسیب‌شناسی و ارزش‌های تاریخی هر بنا.
* اولویت‌بندی آثار بر اساس میزان خطرپذیری و اهمیت فرهنگی.
* تدوین دستورالعمل‌های حفاظت اضطراری در زمان جنگ و بحران.
* آموزش نیروهای محلی، مدیران شهری و بهره‌برداران برای اقدامات اولیه حفاظت.
* پیش‌بینی تمهیدات پدافند غیرعامل در اطراف بناهای ارزشمند.
* ایجاد هماهنگی میان وزارت میراث‌فرهنگی، شهرداری‌ها، سازمان مدیریت بحران، دانشگاه‌ها و سازمان نظام‌مهندسی.
*استفاده از فناوری؛ ابزاری برای حفظ حافظه تاریخی (بایگانی دیجیتال، تصویربرداری پهپادی، سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) و هوش مصنوعی)

با انجام اقدامات فوق حتی اگر در شرایط بحرانی بخشی از یک اثر آسیب ببیند، وجود اطلاعات دقیق می‌تواند فرایند مرمت و بازسازی علمی را امکان‌پذیر کند و از تحریف هویت معماری جلوگیری نماید. سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، دانشگاه‌ها، انجمن‌های علمی و مراکز پژوهشی می‌توانند نقش مهمی در فرهنگ‌سازی و آموزش ایفا کنند. تدوین دستورالعمل‌های تخصصی حفاظت از بناهای تاریخی در شرایط بحران، برگزاری دوره‌های آموزشی برای مهندسان، انجام پژوهش‌های کاربردی و همکاری میان رشته‌های مختلف، از اقداماتی است که می‌تواند آمادگی کشور را در برابر بحران‌ها افزایش دهد. حفاظت از میراث‌فرهنگی نباید صرفاً وظیفه وزارت میراث‌فرهنگی تلقی شود؛ بلکه مسئولیتی مشترک میان همه نهادهای تخصصی کشور است. جنگ‌ها و بحران‌ها سرانجام پایان می‌یابند، اما آثار تصمیم‌های امروز ما برای دهه‌ها و حتی قرن‌ها باقی خواهد ماند. میراث‌فرهنگی سرمایه‌ای تجدیدناپذیر است؛ سرمایه‌ای که نه با بودجه‌های کلان و نه با فناوری‌های پیشرفته، قابل‌جایگزینی کامل نیست. ازاین‌رو، حفاظت از آن باید بخشی از راهبرد توسعه پایدار، مدیریت بحران و مسئولیت حرفه‌ای جامعه مهندسی باشد.



▲ بیشترین خسارات وارده به آثار تاریخی به تفکیک استان‌ها (به نقل از خبرگزاری ایمنا)

منابع

1. Bevan, R. (2016). The destruction of memory: Architecture at war. London: Reaktion Books.

2. Croci, G. (1998). The conservation and structural restoration of architectural heritage. Southampton: Computational Mechanics Publications.

3. International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM). (2016). First aid to cultural heritage in times of crisis. Rome: ICCROM.

4. Stone, P., & Farchakh Bajjaly, J. (Eds.). (2008). The destruction of cultural heritage in Iraq. Woodbridge: Boydell Press.

5. UNESCO. (1954). Convention for the protection of cultural property in the event of armed conflict. The Hague: UNESCO.

6. UNESCO World Heritage Centre. (2010). Managing disaster risks for world heritage. Paris: UNESCO.

7. Tassios, T. P. (2010). Structural restoration of monuments and historic buildings. In Proceedings of the International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC). Wrocław, Poland.

فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان

آموزش

عکس و درس

از من بپرس

اینجا قانون حاکم است

عکس و درس



● نیما تشرفی
عضو کمیسیون تخصصی معماری سازمان
نظام مهندسی استان سمنان



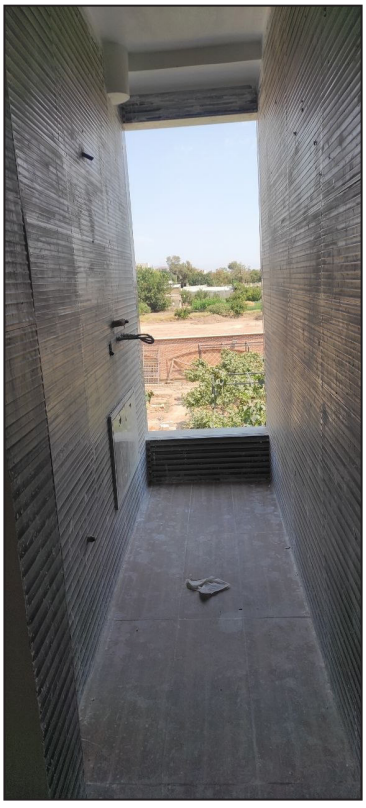
▲ اجرای غیراصولی پنجره و به‌وجودآمدن فضای پلکانی در کف پنجره (بیش از ۳ سانتیمتر)



▲ عدم اجرای کرسی چینی و عایق رطوبتی نسبت به سطح خاک محوطه



▲ تخریب دیوار جهت اجرای تأسیسات



▲ عدم رعایت عمق نورگیری فضاها (نسبت عرض به عمق فضا)





▲ عدم اجرای اندود و سطوح بهداشتی (فضای تجمع حشرات موذی) در قسمت فوقانی سقف کاذب به‌خصوص سرویس‌های بهداشتی



اجرای غیراصولی رمپ و خطر سقوط - شیب بیش از حد مجاز



عدم اجرای ویبره به‌صورت اصولی و کرمو شدن بتن تیرهای اصلی



▲ عدم رعایت ایمنی جهت کار
در ارتفاع (سطح کار لغزنده)



▲ اجرای انباری در فضای
مشاعات (باکس راه‌پله)



▲ عدم اجرای نعل درگاه و وادارهای افقی و عمودی در دیوارهای با ارتفاع بیش از ۳٫۵ متر

در پیش خرید و پیش فروش ساختمان
به چه نکاتی باید توجه کرد

آنچه مهندسین عضو سازمان نظام‌مهندسی ساختمان باید پیش از امضای قرارداد بدانند



● **محسن یاسی**
وکیل پایه یک دادگستری،
معمار و شهرساز

چه در جایگاه پیش‌خریدار باشید و چه پیش‌فروشنده، بعضی اشتباهات در معاملات پیش‌فروش ساختمان با یک اصلاح ساده در قرارداد قابل پیشگیری‌اند؛ اما اگر همان اشتباه قبل از امضا دیده نشود، ممکن است سال‌ها شما را درگیر اختلاف و دعوای حقوقی کند.

مهندسین ساختمان معمولاً در زمان ارزیابی یک پروژه، یک قدم جلوتر از دیگران هستند. نقشه را بهتر می‌خوانند، کیفیت اجرا را بهتر تشخیص می‌دهند و درباره ارزش فنی پروژه قضاوت دقیق‌تری دارند؛ اما شناخت ساختمان، الزاماً به معنای شناخت حقوق معامله ساختمان نیست.

ممکن است ساختمانی از نظر سازه، معماری و تأسیسات کاملاً مناسب باشد، اما شخصی که آن را پیش‌فروش می‌کند اساساً اختیار قانونی فروش آن واحد را نداشته باشد. برعکس، ممکن است شما به‌عنوان مهندس، مالک یا سازنده یک پروژه باشید و ساختمانی کاملاً اصولی بسازید، اما یک قرارداد پیش‌فروش نامناسب، پروژه‌ای سالم را وارد اختلافی طولانی کند.

در این نوشته، مهندس را نه در مقام طراح، ناظر یا مجری، بلکه در دو جایگاه «مهندس به‌عنوان پیش‌خریدار» و «مهندس به‌عنوان پیش‌فروشنده» می‌بینیم و ۱۲ نکته کاربردی را بر پایه قانون پیش‌فروش ساختمان، آیین‌نامه اجرایی آن و قانون الزام به ثبت رسمی معاملات اموال غیرمنقول مرور می‌کنیم.

۱- اول مشخص کنید اصلاً با «پیش‌فروش» مواجه هستید یا خیر

اولین نکته از همین‌جا شروع می‌شود. ماده ۱ قانون پیش‌فروش ساختمان با تصویب قانون الزام به ثبت رسمی معاملات اموال غیرمنقول دچار تغییر مهمی شده است. مطابق



اصلاح مقرر در ماده ۱۵ قانون الزام، هر قراردادی با هر عنوان که به‌موجب آن مالک رسمی زمین با شخص دیگری مشارکت در ساخت کند، یا شخصی در برابر دیگری متعهد به ساخت و تحویل یک واحد ساختمانی مشخص شود و نیز انتقال حقوق و تعهدات ناشی از این قراردادها، در قلمرو مقررات پیش‌فروش قرار می‌گیرد.

بنابراین صرف عنوان قرارداد تعیین‌کننده نیست. ممکن است قرارداد «سرمایه‌گذاری»، «مشارکت»، «واگذاری واحد» یا «تعهد به ساخت» نامیده شود، اما از نظر ماهیت مشمول مقررات پیش‌فروش باشد.

۲- پیش‌خریدار باید قبل از ساختمان، اختیار فروشنده را بررسی کند

اگر قصد پیش‌خرید دارید، اولین سؤال این نیست که واحد چند متر است؛ سؤال اول این است: شخصی که این واحد را به من می‌فروشد، با چه مستندی حق فروش این واحد را دارد؟

این موضوع در پروژه‌های مشارکت‌درساخت اهمیت بیشتری دارد. صرف اینکه شخصی سازنده پروژه است، به معنای مالکیت او نسبت به تمام واحدهای آینده نیست. سند مالکیت، قرارداد مشارکت، نحوه تقسیم واحدها، حدود اختیار پیش‌فروش و وضعیت ثبتی ملک باید بررسی شود.

اگر خودتان پیش‌فروشنده هستید نیز قبل از فروش مطمئن شوید واحد موردنظر در حدود حقوق و اختیارات شما قرار دارد یا خیر.

۳- قرارداد پیش‌فروش را رسمی تنظیم کنید

مطابق ماده ۳ قانون پیش‌فروش ساختمان، قرارداد پیش‌فروش و واگذاری حقوق و تعهدات ناشی از آن باید از طریق تنظیم سند رسمی انجام شود. با تصویب قانون الزام به ثبت رسمی معاملات اموال غیرمنقول، اهمیت ثبت رسمی چندبرابر شده است.

ماده ۱ قانون الزام صراحتاً «هر نوع پیش‌فروش ساختمان» را در قلمرو اعمال حقوقی موضوع این قانون قرار داده و برای ثبت‌نشدن اعمال حقوقی مشمول، ضمانت اجرایی جدی پیش‌بینی کرده است.

اگر پیش‌خریدار هستید، سند رسمی را تشریفات اضافی نبینید و اگر پیش‌فروشنده هستید، بدانید رسمی شدن قرارداد، مبلغ، تعهدات، مشخصات واحد و نحوه پرداخت را برای هر دو طرف شفاف و قابل‌اثبات می‌کند.

۴- پیش‌نویس را با قرارداد نهایی اشتباه نگیرید

در سازوکار جدید قانون الزام، مشاوران و دلالان معاملات املاک می‌توانند پس از مذاکرات مقدماتی، پیش‌نویس قرارداد را در سامانه درج و حسب مورد برای ادامه فرایند قانونی منعکس کنند. نکته مهم این است که طرفین بدانند در هر لحظه از معامله دقیقاً چه سندی در اختیار دارند و چه اثر حقوقی بر آن مترتب است. در معامله‌ای با ارزش چند میلیارد تومان، تفاوت میان مذاکره، پیش‌نویس و قرارداد ثبت‌شده را باید جدی گرفت.

۵- در پیش‌فروش، «واحد» بخرید؛ نه یک عبارت مبهم

ماده ۲ قانون پیش‌فروش ساختمان بر درج مشخصات دقیق مورد معامله تأکید دارد؛ از جمله مشخصات ثبتی، نشانی، مساحت، طبقه، شماره واحد، پارکینگ، انباری، مشخصات فنی و معماری، نوع مصالح، نما، سیستم‌های تأسیساتی، قسمت‌های مشترک و سایر اوصاف مؤثر در ارزش ملک.

بنابراین عبارت «یک واحد حدوداً ۱۵۰ متری در طبقه پنجم» برای یک قرارداد حرفه‌ای کافی نیست.

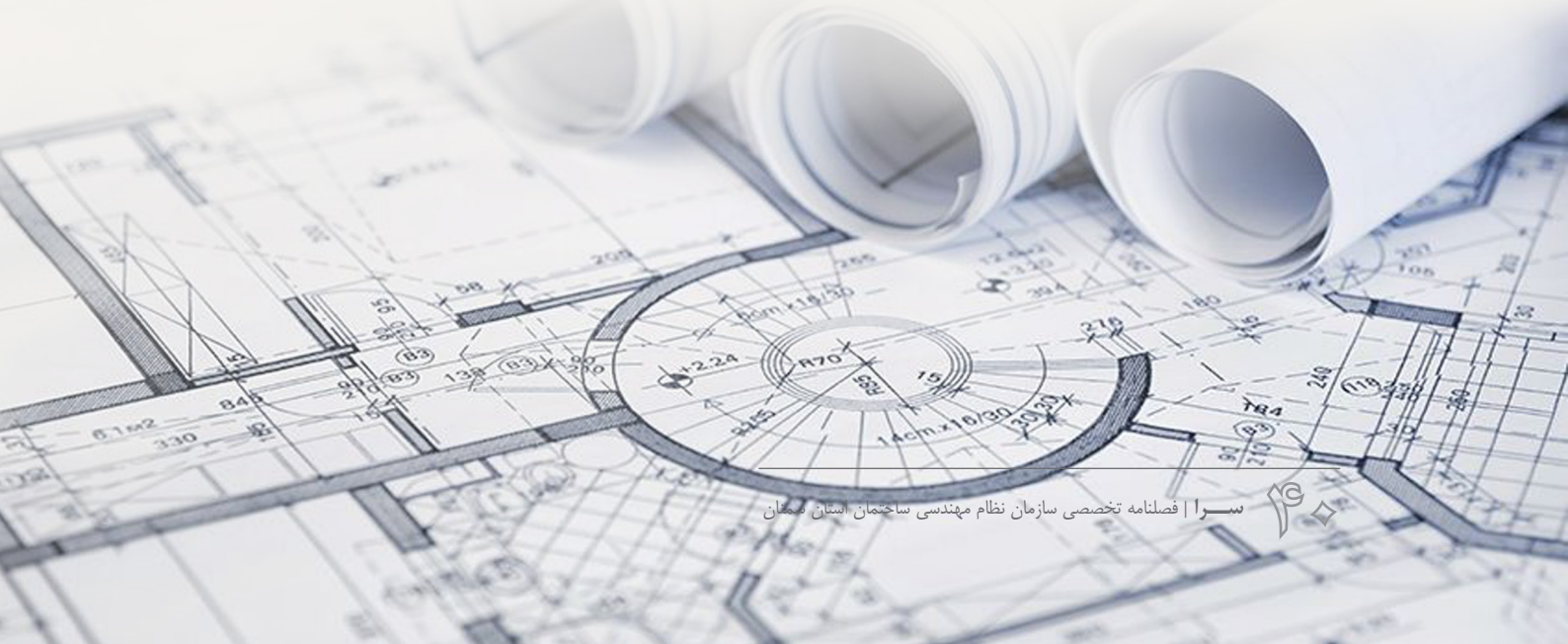
اگر پیش‌خریدارید، هر چیزی که برای آن پول می‌دهید باید تاحدامکان قابل‌شناسایی و مطالبه باشد. اگر پیش‌فروشنده‌اید، هر مشخصه‌ای که در قرارداد می‌پذیرید می‌تواند فردا به‌عنوان تعهد قراردادی علیه شما مورد استناد قرار گیرد.

۶- پرداخت پول را با پیشرفت ساختمان هماهنگ کنید

یکی از مهم‌ترین بخش‌های قرارداد پیش‌فروش، نحوه پرداخت ثمن است. قانون پیش‌فروش برای ارتباط میان اقساط و پیشرفت عملیات ساختمانی مقرراتی دارد و در صورت عدم پیشرفت متناسب، برای پیش‌خریدار حمایت‌هایی پیش‌بینی شده است.

توصیه ساده این است: پول پیش‌خریدار نباید چند طبقه جلوتر از ساختمان حرکت کند.

اقساط را تاحدامکان به مراحل مشخص و قابل‌احراز پروژه



مرتبط کنید. از طرف دیگر، پیش‌فروشنده نیز باید شرایط استحقاق دریافت هر قسط را دقیق و قابل‌سنجش بنویسد.

۷- تاریخ تحویل کافی نیست؛ ضمانت اجرای تأخیر را هم بنویسید

نوشتن تاریخ تحویل ضروری است، اما سؤال مهم‌تر این است: اگر در آن تاریخ واحد تحویل نشد، چه اتفاقی می‌افتد؟

قانون پیش‌فروش برای تأخیر پیش‌فروشنده در تحویل واحد و عدم انجام برخی تعهدات، ضمانت اجرا و جبران خسارت پیش‌بینی کرده است؛ بنابراین زمان تحویل، زمان تنظیم سند رسمی، آثار تأخیر، خسارت قراردادی و شرایط تحقق تحویل باید از ابتدا روشن باشد. تاریخ تحویل بدون تعیین آثار تأخیر، نصف یک تعهد است.

۸- اختلاف متراژ را قبل از ایجاد اختلاف تعیین تکلیف کنید

ممکن است واحدی ۱۵۰ متر پیش‌فروش شود؛ اما پس از تکمیل ساختمان و تهیه صورت‌مجلس تفکیکی، مساحت واقعی کمتر یا بیشتر باشد. قانون پیش‌فروش برای افزایش یا کاهش مساحت نسبت به مقدار قراردادی احکام مشخصی دارد و در برخی فروض میزان اختلاف می‌تواند آثار مهمی از جمله حق فسخ ایجاد کند. در یک ملک گران‌قیمت، چند متر اختلاف ممکن است به اختلاف مالی بسیار قابل‌توجهی تبدیل شود؛ بنابراین از ابتدا آثار افزایش یا کاهش مساحت و نحوه محاسبه قیمت را روشن کنید.

۹- بیمه مسئولیت پیش‌فروشنده را جدی بگیرید

قانون پیش‌فروش، پیش‌فروشنده را نسبت به خسارات ناشی از عیب بنا و تجهیزات و نیز خسارات ناشی از عدم رعایت ضوابط قانونی، در حدود مقرر مسئول دانسته و موضوع بیمه مسئولیت را پیش‌بینی کرده است.

اگر پیش‌خریدار هستید، بیمه‌نامه و حدود پوشش آن را در بررسی مدارک پروژه نادیده نگیرید. اگر پیش‌فروشنده هستید، بیمه را صرفاً هزینه اضافی پروژه تلقی نکنید؛ بیمه می‌تواند بخشی از مدیریت ریسک حقوقی پروژه باشد.

۱۰- انتقال حقوق ناشی از پیش‌فروش به شخص دیگر هم قاعده دارد

گاهی پیش‌خریدار قبل از تکمیل ساختمان تصمیم می‌گیرد حقوق خود را به دیگری منتقل کند. این انتقال را نباید صرفاً با یک پشت‌نویسی یا توافق ساده تمام‌شده تلقی کرد.

قانون پیش‌فروش برای انتقال حقوق و تعهدات طرفین مقررات خاصی دارد. اگر هنگام پیش‌خرید احتمال می‌دهید قبل از تکمیل پروژه قصد واگذاری داشته باشید، شرایط و آثار انتقال حقوق ناشی از قرارداد را از همان ابتدا بررسی کنید.

۱۱- وضعیت توقیف و حقوق اشخاص ثالث را دست‌کم نگیرید

یکی از موضوعات مهم در پیش‌خرید، وضعیت حقوقی ملک در برابر طلبکاران و اشخاص ثالث است. قانون پیش‌فروش برای عرصه و اعیان واحد پیش‌فروش‌شده و وجوه مرتبط با آن، در شرایط مقرر حمایت‌هایی پیش‌بینی کرده است.

این موضوع نشان می‌دهد چرا بررسی وضعیت ثبتی و رسمی کردن قرارداد اهمیت دارد. در پروژه‌ای که ممکن است مالک یا سازنده، بدهی، رهن، بازداشت یا تعهدات دیگری داشته باشد، پیش‌خریدار نباید صرفاً به ظاهر پروژه اکتفا کند.

۱۲- قانون الزام، قواعد بازی پیش‌فروش را تغییر داده است

قانون الزام به ثبت رسمی معاملات اموال غیرمنقول مستقیماً وارد حوزه پیش‌فروش شده است. ماده ۱۵ این قانون، مقرراتی از قانون پیش‌فروش را اصلاح کرده و از جمله مواد ۲۰ و ۲۱ سابق قانون پیش‌فروش را حذف کرده است. همچنین تعریف پیش‌فروش تغییر یافته و نظام معاملات ملکی بیش از گذشته به سمت ثبت رسمی، شفافیت و قابلیت ردیابی حرکت کرده است.

در مقررات اجرایی جدید نیز شناسه یکتای واحد ساختمانی و امکان شناسایی دقیق‌تر واحد موضوع پیش‌فروش اهمیت پیدا کرده است؛ بنابراین استفاده از نمونه قراردادهای قدیمی بدون تطبیق با قانون الزام و مقررات جدید می‌تواند خطرناک باشد.

جمع‌بندی

اگر پیش‌خریدار هستید، دانش مهندسی به شما کمک می‌کند بفهمید چه ساختمانی می‌خرید؛ اما دانش حقوقی مشخص می‌کند چه حقی می‌خرید.

اگر پیش‌فروشنده هستید، توانایی ساخت یک ساختمان خوب به‌تنهایی کافی نیست؛ باید بدانید چه چیزی را، با چه اختیاری، با چه مشخصاتی، در چه زمانی و با چه ضمانت اجرایی به دیگری تعهد می‌کنید.

پس قبل از پیش‌خرید، مالکیت و اختیار فروشنده را بررسی کنید، وضعیت ثبتی را ببینید، واحد را دقیق مشخص کنید، معامله را در مسیر رسمی قرار دهید، پرداخت‌ها را با پیشرفت پروژه هماهنگ کنید و ضمانت اجرای تأخیر و تخلف را از ابتدا روشن کنید.

و قبل از پیش‌فروش، مطمئن شوید حق فروش همان واحد را دارید، چیزی را تعهد کنید که امکان اجرای آن وجود دارد، مشخصات فنی را دقیق بنویسید، زمان‌بندی واقعی ارائه دهید و قرارداد را مطابق مقررات روز تنظیم کنید.

مهندس خوب ساختمان را می‌شناسد؛ اما مهندسی که وارد معامله ملک می‌شود باید حقوق ساختمان را هم بشناسد.

در پیش‌خرید ساختمان فقط این سؤال مهم نیست که «چه چیزی ساخته خواهد شد؟» سؤال مهم‌تر این است: «من دقیقاً چه حقی را می‌خرم؟»

و برای پیش‌فروشنده نیز سؤال اصلی فقط این نیست که «چه چیزی می‌سازم؟» بلکه باید بداند: «چه حقی را، با چه اختیاری و با چه تعهداتی به دیگری واگذار می‌کنم؟»



اینجا قانون حاکم است

بازخوانی پرونده محکومیت ناظر
به علت عدم ذکر جزئیات موارد ایمنی و همچنین دخالت در امر اجرا



● میترا کسائی
دکتری برنامه ریزی شهری
عضو نظام مهندسی ساختمان استان سمنان

ساختمانی در خیابان منیریه تهران با اسکلت فلزی جواز می‌گیرد. در آن زمان ناظر ساختمان توسط مالک انتخاب می‌شد، بنابراین مالک یکی از بستگان خود را به‌عنوان ناظر معرفی می‌کند. سطح اشغال فونداسیون یک پنج‌ضلعی نامنظم بود. شناژهای فونداسیون زاویه‌دار بوده و اجرای آنها تا حدودی دارای پیچیدگی بود، آرماتوربند اقدام به بستن آرماتور شناژها می‌نماید و ناظر پس از اتمام عملیات، پس از بازدید از پروژه ساختمانی، به مالک متذکر می‌شود که سطح اشغال، اضلاع و حدود خامسه اجرا شده دارای اشکال است؛ در نتیجه آرماتوربند برای بار دوم اقدام به بستن آرماتورها کرده و ناظر طی بازدید مجدد، عملیات اجرایی را تأیید نمی‌کند.

مالک از ناظر درخواست می‌کند رأساً اجرای فونداسیون ساختمان را بر عهده بگیرد و بابت کار انجام شده پولی مازاد بر حق‌الزحمه نظارت به او داده شود. ناظر پیشنهاد عقد قرارداد مدیریت پیمان به مالک می‌دهد (این اقدام ناظر البته تخلف انتظامی است). در قرارداد، پنج درصد از هزینه اجرا، به‌عنوان حق‌الزحمه در قرارداد مدیریت پیمان ذکر می‌شود. این قرارداد همانند قرارداد مجری که در قالب مدیریت ساخت است تنظیم می‌شود.

پیمانکار تخریب پس از عملیات، به علت عدم یافتن مکان مناسب برای انبار تیرآهن‌های حاصل از تخریب، آنها را بر روی سقف اتاق کارگری انبار می‌کند . (اتاق کارگری، حمام قدیمی از همان ملکی بود که تخریب شده بود)

پس از اجرای فونداسیون و بتن‌ریزی آن زیر نظر ناظر، مالک، آهن‌آلات سازه را خریداری کرده و مقداری از آن را در پیاده‌رو تخلیه می‌نماید. از طرفی مالک باتوجه‌به آنکه عمق گود ۳.۵ متر بوده اقدام به اجرای حفاظ دور گود نمی‌کند.

ناظر طی بازدید از گود به مالک متذکر می‌شود باتوجه‌به اینکه در نزدیکی ملک یک مدرسه پسرانه وجود دارد و همچنین محل گود فاقد حفاظ و ایمنی لازم است و تیرآهن‌ها هم در پیاده‌رو تخلیه شده، احتمال بروز حادثه بسیار بالاست؛ بنابراین هرچه سریع‌تر این آهن‌آلات به داخل گود انتقال داده شود و برای اطراف گود حفاظ مناسب احداث گردد. در طی عملیات اجرایی نیز چندین بار ملاحظه شده بود که دانش‌آموزان مدرسه پس از تعطیلی بنا به دلایلی وارد گود شده بودند. به علت بی‌توجهی مالک به وضع موجود، ناظر اقدام به گزارش تخلف مبنی بر عدم رعایت موارد ایمنی به شهرداری می‌کند و دستور توقف اجرای عملیات ساختمانی را به مرجع صدور پروانه می‌دهد.

بعد از گذشت دو روز از ارسال گزارش، آهن‌آلات انباشته شده بروی سقف اتاق کارگری باعث ریزش سقف شده، اتاق تخریب می‌شود و نگهبان فوت می‌کند. پس از مراجعه آتش‌نشانی با کمک جرثقیل، آهن‌آلات جابه‌جا شده و کلانتری صورت‌جلسه کرده و کارگاه پلمب می‌شود.

در دادگاه بازپرس پرونده، مالک و ناظر را احضار کرده و بعد از معاینه محل توسط بازرس اداره کار و بررسی گزارش‌های مهندس ناظر و مکاتبات ایشان، ۵۵ درصد از سهم تقصیر را به ناظر اختصاص می‌دهد. همچنین پیمانکار عملیات تخریب نیز ۲۰ درصد تقصیر می‌گیرد (پیمانکار تیرآهن‌ها را بالای سقف قرار داده و به علت قراردادی که با مالک داشت درصد گرفت). خود متوفی نیز به دلیل اینکه جهالت کرده و در زیر چنین سقف ناایمنی استراحت نموده ۲۰ درصد و مالک نیز ۵ درصد مقصر شناخته می‌شود.

علت آنکه ناظر سهم بیشتری از تقصیر را دریافت کرد، آن بود که ناظر در محکمه قرارداد مدیریت پیمان را نشان داده و در نتیجه مجری ساختمان محسوب شد و به همین دلیل بازرس اداره کار ۵۰ درصد از باب مجری بودن و ۵ درصد از بابت نظارت بر ساختمان، برای ایشان درصد تقصیر در نظر گرفت.

توجه شود که ناظر در کارشناسی سه‌نفره اذعان داشته که دستور توقف عملیات به علت عدم رعایت موارد ایمنی در موعد به شهرداری داده و شهرداری می‌بایستی کار را تعطیل می‌نمود. شهرداری در دفاع از خود این‌گونه پاسخ می‌دهد که: اخطاریه لازم به مالک داده شده و دستور توقف هم صادر گردیده؛ اما ریزش سقف اتاق کارگری ارتباطی به موضوع ایمنی ذکر شده در گزارش ناظر ندارد. در واقع ناظر می‌بایستی موضوع قرارگرفتن تیرآهن روی سقف کارگری را در گزارش خود صراحتاً ذکر می‌نمود.

حکم قطعی صادر شد و ناظر که دارای بیمه‌نامه مسئولیت حرفه‌ای بود پس از مراجعه به قسمت اداره خسارات بیمه مربوطه و با ارائه دادنامه درخواست پرداخت خسارت می‌کند. کارشناسان بیمه پس از مطالعه نظریه بازرس اداره کار و دادنامه بازپرس متذکر می‌شوند که فقط ۵ درصد از خسارت مربوط به امر نظارت قابل‌پرداخت است و ۵۰ درصد دیگر مربوط به سمت مجری بودن است که بیمه آن را پوشش نمی‌دهد.

پس از این موضوع ناظر نزد قاضی و کارشناسان رفته تا کل خسارت را در قالب قدرالسهم نظارت یکجا اعلام نمایند که ناظر بتواند از بیمه خسارت دریافت کند (پس از صدور حکم قاضی می‌توان دادنامه را اصلاح کرد) اما چون کارشناسان بیمه، دادنامه قبلی را دیده بودند موضوع را قبول نکرده و ناظر مجبور به پرداخت ۵۰ درصد از خسارت شد.

قابل‌توجه است درصورتی‌که پرونده به هر نحوی به شورای انتظامی سازمان نظام‌مهندسی می‌رسید حتماً ناظر به علت تخلف انتظامی که انجام داده بود و هم‌زمان کار نظارت را گرفته و قرارداد اجرا نیز داشت به حداقل یک سال محرومیت محکوم می‌شد.

فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان

ایمنی

ایمنی در گودبرداری

ایمنی در گودبرداری

بخش دوم



وحید اسکندریان
کارشناسی ارشد عمران- زلزله
رییس کمیته ایمنی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان

در شماره قبل نکات عمومی و ضوابط ایمنی در گودبرداری بیان شد. در این شماره نشریه، انواع سازه‌های نگهبان که در گودبرداری مورداستفاده قرار می‌گیرد، بیان خواهد شد.

۱- تعریف سازه نگهبان

سازه نگهبان موقت، سازه درون خاکی است که برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های گود، ممانعت از رانش خاک و ایجاد ایستادگی و پایداری لازم از مقابل هرگونه حرکت افقی دیواره‌های گود احداث می‌گردد. سازه نگهبان ازیک‌طرف با خاک و مسائل گوناگون خاک مرتبط است که باید شناخت جامع و کافی نسبت به آن کسب کرد و به مشکلات و خصوصیات آن اشراف کامل داشت.

۲- انواع روش‌های پایدارسازی گود

مهاربندی گود توسط المان‌های افقی و مورب (مهار متقابل)
مهاربندی گود توسط المان‌های کششی
مهاربندی گود از طریق سپرکوبی
مهاربندی گود توسط شمع‌های درجا
مهاربندی گود توسط دیوار دیافراگمی
مهاربندی گود توسط نیلینگ
مهاربندی گود توسط انکراژ
مهاربندی گود توسط خرپا
شیب‌دارکردن گود

در ادامه هر کدام از روش‌های بیان شده به‌اختصار تشریح خواهد شد.

مهاربندی گود توسط المان‌های افقی و مورب (مهار متقابل)

این روش ساده برای نگهداری و حفاظت جداره‌های حاصل از گودبرداری و برای جلوگیری از تغییر مکان‌های جانبی در گودهایی با عرض کم در محیط‌های شهری (شکل ۱) استفاده می‌شود. از معایب این روش، اتلاف قابل‌توجهی از فضای کاری داخل گود و محدودیت در به‌کارگیری ماشین‌آلات و تجهیزات موردنیاز و همچنین افزایش ریسک برخورد با المان‌ها و به مخاطره انداختن آنها (شکل ۲) است.



شکل ۱:
سازه نگهبان با استفاده از مهار متقابل



▲ شکل ۲: محدودیت ایجاد شده توسط سیستم مهارمتقابل

۲-۲- مهاربندی گود توسط المان‌های کششی

از این روش به‌عنوان روش متداول در پایدارسازی موقت گود در مناطق شهری استفاده می‌گردد. در این روش از پروفیل‌های معمول فولادی به‌صورت ستون‌های پیوسته که درون خاک فرو برده می‌شوند استفاده می‌گردد. فاصله بین ستون‌ها بین ۲ الی ۴ متر است؛ به‌طوری‌که بتوان فضای بین آنها را با الوارهای چوبی پر نمود. در این روش از مهارهای کششی به‌منظور حفاظت جانبی گود (شکل ۳) استفاده می‌شود و اتصال بین ستون‌ها توسط میل‌مهارها و جوشکاری انجام می‌شود.



▲ شکل ۳: استفاده از المان کششی به همراه مهار کششی به‌عنوان سازه نگهبان

۲-۳- مهاربندی گود از طریق سپرکوبی

در این روش صفحات فلزی داخل خاک و جداره گود توسط چکش پنوماتیک و با استفاده از لرزش کوبیده می‌شوند و با انواع اتصالات بین خود به یکدیگر متصل شده و یک جداره پیوسته را (شکل ۴) تشکیل می‌دهند. از مزایای این روش راحتی در کوبیدن، نصب و بیرون‌کشیدن صفحات فلزی بوده و مصالح آن مجدداً قابل‌استفاده در پروژه‌های دیگر است. همچنین در این روش به المان‌های افقی و مایل کمتری نیاز است؛ بنابراین محدودیت‌های اشغال فضای داخل گود کمتر وجود دارد. از جمله معایب سپرکوبی، ایجاد لرزش و صدای ناشی از کوبش سپرها است.

۲-۴- مهاربندی گود توسط شمع‌های درجا

یکی از روش‌های متداول در پایداری و حفاظت جداره‌ها با شرایط متنوع اعم از زمین سخت و سست و نرم، استفاده از شمع‌های درجا است و در برخی موارد علاوه بر ایفای نقش حفاظت جانبی، نقش آب‌بندی را نیز انجام می‌دهد و همواره در صورت نیاز، بار قائم را نیز تحمل می‌کند. روش‌های مختلفی برای اجرای تکنیک‌های شمع‌های درجا ریز وجود دارد و متداول‌ترین آنها عبارتند از:

اجرای دیوار محافظت پیوسته (آب‌بند)

اجرای دیوار محافظت ناپیوسته

در مواردی که توده خاک و سنگ دارای چسبندگی زیاد بوده



▲ شکل ۴: مهاربندی به روش سپرکوبی

و سطح آب‌های زیر زمینی پایین بوده می‌توان از شمع‌های درجا ریز ناپیوسته و بافاصله (شکل ۵) استفاده نمود. معمولاً حداکثر فاصله محور تا محور شمع‌های اصلی ۲ برابر قطر شمع‌ها است.

۲-۵- مهاربندی گود توسط دیوار دیافراگمی

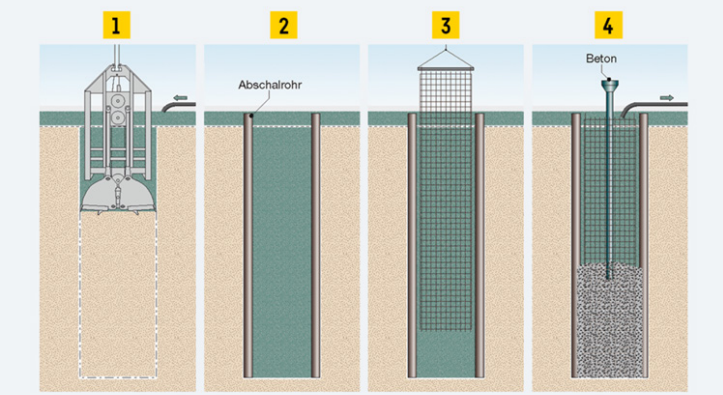
یکی دیگر از روش‌های محافظت از جداره گود، احداث دیوار دیافراگمی (شکل ۶) باشد. در این روش ابتدا توسط دستگاه‌های گراب یا هیدرو فز متناسب با شرایط زمین حفاری قسمتی از دیوار انجام می‌شود و همزمان با حفاری جهت پایداری جداره دیواره حفاری شده و جلوگیری از ریزش‌های موضعی از دوغاب بنتونیت استفاده می‌شود. سپس بلافاصله پس از رسیدن به عمق موردنظر آرماتورگذاری شده و در نهایت بتن‌ریزی می‌گردد. این روش در زیر هسته سدهای خاکی نیز کاربرد بسیار دارد و از هرگونه نشتی جلوگیری می‌نماید.



▲ شکل ۵: مهار گود با شمع درجای ناپیوسته

۲-۶- مهاربندی گود توسط نیلینگ

این روش از حدود سه ده اخیر آغاز شده و تاکنون نیز به‌عنوان یک تکنیک برای پایداری ترانشه‌ها و حفاظت گود (شکل ۷) با انعطاف‌پذیری بالا استفاده می‌گردد. تئوری استفاده از روش نیلینگ بر مبنای مسلح‌کردن و مقاوم‌نمودن توده خاک با استفاده از دوختن توده خاک توسط مهارهای کششی فولادی (**Nail**) با فواصل نزدیک به یکدیگر است. استفاده از این روش موجب افزایش مقاومت برشی توده خاک، محدود نمودن و تحت کنترل در آوردن تغییر مکان‌های خاک در اثر افزایش مقاومت برشی در سطح لغزش و همچنین باعث کاهش نیروی لغزش در سطح گسیختگی و لغزشی می‌شود.



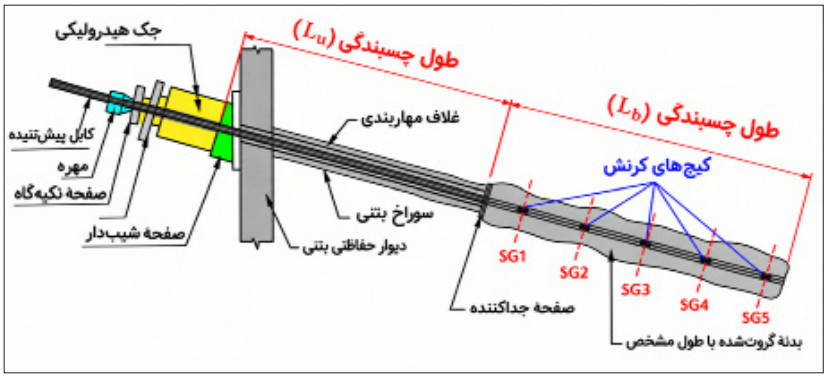
▲ شکل ۶: مهاربندی گود به روش دیوار دیافراگمی



▲ شکل ۷: مهاربندی دیوار گود با استفاده از روش نیلینگ

۲-۷- مهاربندی گود توسط انکراژ

روش انکراژ یا مهارگذاری، همانند روش نیلینگ جهت پایدارسازی گودها، ترانشه‌ها، شیروانی‌ها و ... استفاده می‌گردد. در این روش پس از حفر گمانه و جای‌گذاری مهار کششی، قسمت انتهایی گمانه تزریق می‌گردد و پس از گیرش دوغاب سیمان، مهارها با جک کشیده و پیش‌تنیده (شکل ۸) می‌شوند.



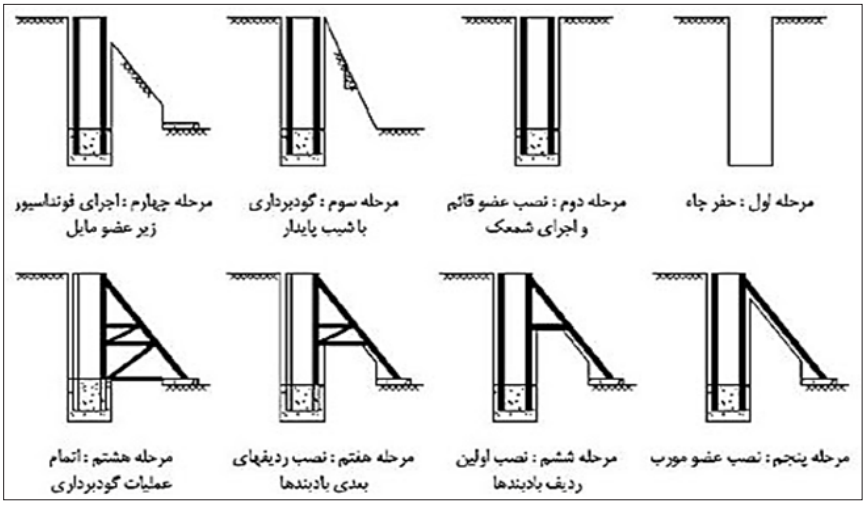
▲ شکل ۸: مهاربندی گود با استفاده از مهار پیش‌تنیده در روش آنکراژ

۲-۸- مهاربندی گود توسط خرپای حائل

این روش، یکی از مناسب‌ترین و متداول‌ترین روش‌های اجرای سازه نگهبان در مناطق شهری است. در شکل ۹ روش صحیح و مرحله‌ای اجرای سازه نگهبان با روش خرپای حائل نشان داده شده است. اجرای سازه نگهبان بعد از انجام گودبرداری، خلاف ضوابط ایمنی است و خطر ریزش دیواره گود را به همراه خواهد داشت.

۲-۹- شیب‌دار کردن یا پله‌ای کردن گود

از مزایای این روش، عدم قرارگیری سیستم نگهداری موقت در درون زمین اصلی (که باعث کاهش مساحت زمین و یا دست‌وپاگیر شدن اجرای سازه اصلی می‌شود) و همچنین سرعت اجرای بالا و هزینه کم می‌توان نام برد. شکل ۱۰ نمونه‌ای از اجرای مهاربندی به این شیوه را نمایش می‌دهد.



▲ شکل ۹: مراحل اجرای سازه نگهبان با خرپای حائل



▲ شکل ۱۰: پایداری دیواره گود به روش پلکانی

فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان

سرا

کتیبه

پاده؛ آن‌جا که خشت، روایتگرِ تاریخ است

یارمهربان

هنر



پاده؛ آن‌جاکه خشت، روایتگر تاریخ است



● حامد ملک علایی
مهندسی برق – قدرت
عضو سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان

روستای پاده در شهرستان آرادان استان سمنان، یکی از سکونتگاه‌های تاریخی حاشیه دشت کویر است که مجموعه‌ای از عناصر معماری و کالبدی ارزشمند، از جمله قلعه تاریخی، خانه‌های سنتی، آب‌انبار، یخچال، حمام و بناهای مذهبی را در خود جای داده است. اهمیت این روستا تنها به وجود یک بنای تاریخی منفرد محدود نمی‌شود؛ بلکه ارتباط میان قلعه، بافت مسکونی، شبکه معابر و عناصر خدماتی، امکان مطالعه آن را به‌عنوان یک مجموعه سکونتگاهی تاریخی فراهم می‌کند.

قلعه پاده در مرکز روستا قرار دارد و در سال ۱۳۸۱ با شماره ۵۸۱۱ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. منابع موجود آن را بنایی خشتی و گِلی با ساختاری مدور معرفی کرده‌اند.[۱] در کنار قلعه، بافت تاریخی روستا نیز واجد ارزش معماری است و یک مطالعه موردی درباره معماری روستایی پاده، ویژگی‌های ساختاری و گونه‌های مسکن آن را بر اساس بررسی میدانی مطالعه کرده است.

از منظر معماری بومی، پاده را می‌توان در چارچوب سکونتگاه‌های مناطق گرم و خشک ایران مطالعه کرد؛ مناطقی که در آن‌ها مصالح بومی، جرم حرارتی دیوارها، سازمان‌دهی فضاها، حیاط، پوشش‌های طاقی و نحوه استقرار بناها در ارتباط با شرایط محیطی شکل گرفته‌اند. بنابراین، مطالعه پاده نه‌تنها برای شناخت تاریخ محلی، بلکه برای درک رابطه میان اقلیم، مصالح، الگوی سکونت و سازمان فضایی روستاهای کویری اهمیت دارد.

درباره ارتباط پاده با مسیرهای تاریخی ارتباطی میان مرکز ایران و خراسان گزارش‌های متعددی منتشر شده است. برخی منابع محلی و رسانه‌ای، این ارتباط را با جاده ابریشم مرتبط دانسته‌اند؛ اما مستندات باستان‌شناختی مستقلی که دقیقاً مسیر

جاده ابریشم را از داخل پاده عبور داده باشد مشاهده نشده است. بنابراین، عبارت دقیق‌تر آن است که پاده در حوزه یکی از مسیرهای تاریخی ارتباطی میان مرکز ایران و خراسان قرار داشته و در منابع معاصر از پیوند آن با مسیر جاده ابریشم یاد شده است.

۱- ساختار تاریخی و عناصر کالبدی روستا

پاده دارای مجموعه‌ای از عناصر تاریخی است که در کنار یکدیگر ساختار یک سکونتگاه سنتی را شکل داده‌اند. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به قلعه پاده، خانه‌های تاریخی، آب‌انبارها، یخچال، حمام، مسجد، تکیه و بقعه امامزاده سلطان ابوسعید اشاره کرد.[۲]

وجود این عناصر در یک محدوده نسبتاً کوچک، امکان مطالعه رابطه میان کارکردهای مختلف سکونتگاه را فراهم می‌کند. به‌ویژه آب‌انبار و یخچال را باید در ارتباط با شرایط اقلیمی منطقه بررسی کرد؛ زیرا در سکونتگاه‌های گرم و خشک، تأمین، ذخیره و مدیریت آب یکی از عوامل مهم در سازمان فضایی و بقای سکونتگاه بوده است. در میان این عناصر، قلعه از نظر مقیاس و موقعیت کالبدی جایگاه ویژه‌ای دارد. قرارگیری آن در مرکز بافت کنونی، باعث شده است که رابطه میان این بنا و جهت‌گیری، توسعه و سازمان فضایی خانه‌های اطراف آن به یکی از موضوعات مهم مطالعات معماری پاده تبدیل شود.

۲- قلعه تاریخی پاده

۲-۱- جایگاه و ثبت ملی

قلعه پاده مهم‌ترین عنصر تاریخی بافت روستاست و در مرکز سکونتگاه قرار دارد. این بنا در ۲۵ خرداد ۱۳۸۱ با شماره ۵۸۱۱ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. منابع موجود، قلعه را بنایی با مساحت بیش از یک هکتار معرفی کرده‌اند که عمدتاً با خشت و گل ساخته شده و بر بستری مرتفع قرار گرفته است. فرم کلی قلعه مدور گزارش شده و بخش‌هایی از دیوارهای پیرامونی و فضاهای داخلی آن هنوز قابل تشخیص است.

۲-۲- ساختار معماری

بر اساس بررسی و مطالعات به عمل آمده توسط سازمان میراث فرهنگی، قلعه دارای دیوارهای پیرامونی عظیم، ورودی در بخش جنوبی و فضاهایی در پیرامون محوطه داخلی بوده است. در بخش‌هایی از قلعه، ارتفاع و ضخامت قابل توجه دیوارها موجب ایجاد یک ساختار دفاعی و کنترل‌پذیر شده است. در عین حال، بخش قابل توجهی از اجزای معماری قلعه از بین رفته یا دچار فرسایش شده است. از این رو، بازسازی دقیق نقشه، تعداد برج‌ها، نحوه اتصال فضاها و جزئیات ورودی بدون مستندنگاری معماری و برداشت دقیق میدانی، از نظر علمی قابل اتکا نیست.

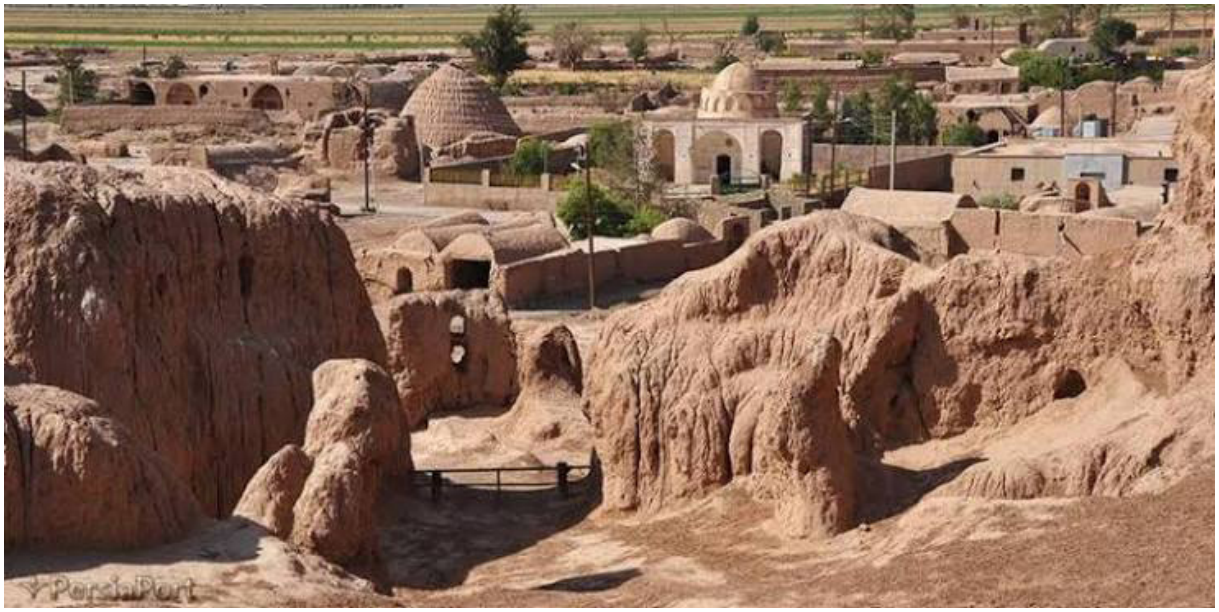
به همین دلیل، توصیف قلعه باید میان آنچه امروز باقی مانده و آنچه درباره ساختار گذشته آن استنباط می‌شود تفاوت بگذارد.

۳- مسئله گاه‌نگاری قلعه؛ از انتساب ساسانی تا ضرورت کاوش

یکی از مهم‌ترین موضوعات درباره قلعه پاده، تاریخ دقیق ساخت آن است.

در برخی منابع محلی و رسانه‌ای، پیشینه قلعه تا دوره پیش از اسلام یا دوره ساسانی عقب برده شده است. در مقابل، منابع میراث فرهنگی در سال‌های اخیر نیز از وجود «دو دوره معماری تاریخی و اسلامی» سخن گفته‌اند و دوره اسلامی آن را تا قرن سیزدهم هجری نسبت داده‌اند.

حتی در جدیدترین اظهارات رسمی درباره قلعه نیز بر ضرورت انجام کاوش برای روشن‌شدن توالی دوره‌های تاریخی تأکید شده است. در شهریور ۱۴۰۵، وزیر میراث فرهنگی در جریان بازدید از پاده دستور داد کاوش قلعه در سال ۱۴۰۵ در دستور کار قرار گیرد و مرمت آن نیز برای سال بعد پیگیری شود. در گزارش دیگری نیز تصریح شده که تعیین ریشه‌های تاریخی قلعه و دوره‌های مختلف آن نیازمند کاوش است.[۳] با این حال، یک نکته مهم در ارزیابی علمی این ادعا وجود دارد و آن این که ثبت ملی بنا به شماره ۵۸۱۱ به‌خودی‌خود به معنای اثبات تاریخ ساخت ساسانی آن نیست و اثبات این مدعا، نیازمند پژوهش های علمی دارد.





۴- قلعه به‌عنوان عنصر سازمان‌دهنده بافت

اهمیت قلعه پاده تنها در قدمت احتمالی آن خلاصه نمی‌شود. موقعیت مرکزی قلعه و رابطه آن با ساختار خانه‌ها و معابر، آن را به عنصری مهم در مطالعه مورفولوژی روستا تبدیل می‌کند.

مطالعه معماری انجام‌شده در پاده، ارتباط میان جهت‌گیری برخی خانه‌ها و موقعیت قلعه را گزارش کرده است.[۴] همچنین گزارش‌های مربوط به بافت تاریخی نشان می‌دهند که ساختار معابر روستا از الگوی شطرنجی منظم پیروی نمی‌کند و بخشی از مسیرها به سمت عناصر مهم بافت هدایت می‌شوند. از این منظر، می‌توان قلعه را نه فقط یک «بنای منفرد»، بلکه بخشی از سامانه فضایی - اجتماعی سکونتگاه در نظر گرفت.

البته اثبات اینکه قلعه از ابتدا مرکز هندسی یا مرکز عملکردی روستا بوده، به مطالعه لایه‌های مختلف توسعه روستا، نقشه‌های تاریخی، اسناد مالکیت، تصاویر هوایی و بررسی باستان‌شناختی نیاز دارد.

۵- وضعیت حفاظتی و ضرورت مستندنگاری

فرسایش خشت و گل، تخریب بخش‌هایی از بنا و کاهش استفاده از ساختمان‌های تاریخی، از مهم‌ترین تهدیدهای پیش روی بافت‌های خشتی هستند. درباره قلعه پاده نیز در سال ۱۴۰۲ آغاز مرمت حفاظتی با هدف جلوگیری از تخریب بیشتر و استحکام‌بخشی بخش‌های باقی‌مانده گزارش شده است. با این حال، مرمت بدون شناخت دقیق لایه‌های تاریخی می‌تواند به از دست رفتن شواهد معماری منجر شود.

نتیجه گیری

روستای پاده را می‌توان نمونه‌ای قابل توجه از سکونتگاه‌های تاریخی حاشیه کویر مرکزی ایران دانست که ارزش آن از هم‌نشینی چند لایه میراثی شکل گرفته است: قلعه تاریخی، بافت مسکونی، خانه‌های خشتی، تأسیسات آب، بناهای مذهبی و شبکه معابر.

استفاده گسترده از خشت، کاهگل و پوشش‌های طاقی را می‌توان در چارچوب سنت معماری مناطق گرم و خشک ایران بررسی کرد؛ سنتی که در آن جرم حرارتی مصالح، فشردگی کالبدی، حیاط، سایه و کنترل بازشوها در پاسخ به شرایط محیطی نقش داشته‌اند. قلعه پاده مهم‌ترین عنصر تاریخی روستاست و با ثبت ملی شماره ۵۸۱۱ از جایگاه رسمی در نظام حفاظت میراث فرهنگی برخوردار است. با این حال، تاریخ دقیق ساخت قلعه همچنان نیازمند بررسی باستان‌شناختی است. انتساب آن به دوره ساسانی در برخی منابع مطرح شده، اما در شرایط فعلی نمی‌توان این انتساب را به‌عنوان یک نتیجه قطعی باستان‌شناختی ارائه کرد. دستور کاوش قلعه در سال ۱۴۰۵ نیز مؤید آن است که شناخت دقیق توالی تاریخی آن همچنان یک مسئله پژوهشی باز است.

از این رو، اهمیت پاده بیش از آنکه صرفاً در «قدمت» یک قلعه خلاصه شود، در ارتباط میان میراث معماری، اقلیم، سازمان فضایی، فناوری بومی و تاریخ اجتماعی سکونتگاه قرار دارد. آینده حفاظت از این مجموعه نیز به میزان زیادی به کیفیت مستندنگاری و پژوهش‌های باستان‌شناختی و معماری وابسته است. هرگونه مداخله جدید در بافت، به‌ویژه در پیرامون قلعه، باید پس از شناخت ارزش‌های تاریخی و کالبدی موجود و با تفکیک روشن میان «بافت اصیل» و «طراحی معاصر» انجام شود.

منابع

۱- وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی. اطلاعات ثبت ملی قلعه پاده، شماره ۵۸۱۱، تاریخ ثبت ۲۵ خرداد ۱۳۸۱.

۲- شاه‌حسینی یونس. پاده: روستایی کهن بر کران کویر. سمنان: حبله‌رود؛ ۱۳۸۸.

۳- خبرگزاری مهر. وزیر میراث فرهنگی در آرادان: قلعه پاده ریشه در دوره ساسانی دارد؛ ۲۴ شهریور ۱۴۰۵: mehrnews.com/x۳d۴DW

۴- باغبان، محمدحسین و طحان، سبا و دارائی، نگین،۱۴۰۱،بازطراحی بافت مسکونی تخریب شده در روستای پاده استان سمنان (محدوده غربی قلعه تاریخی روستا)،دومین کنفرانس بین المللی معماری، عمران، شهرسازی، محیط زیست و افق های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب،تبریز

معرفی کتاب

آب دیجیتال؛

آینده‌ای تاب‌آورتر، ایمن‌تر و عادلانه‌تر برای آب



● **امین شمس**
دکتری مهندسی عمران گرایش محیط زیست



● **حجت کرمی**
دکتری مهندسی عمران گرایش آب

کتاب «آب دیجیتال؛ آینده‌ای تاب‌آورتر، ایمن‌تر و عادلانه‌تر برای آب» اثر ویلیام سارنی، با ترجمه دکتر امین شمس، استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان در گرایش مهندسی محیطزیست، دکتر حجت کرمی، استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان در رشته مهندسی آب و مهندس محمد خوشنام، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی عمران دانشگاه سمنان، در سال ۱۴۰۴ توسط انتشارات دانشگاه سمنان منتشر شده است. این اثر با هدف آشنایی متخصصان، پژوهشگران، مدیران و علاقه‌مندان حوزه آب با ظرفیت‌های تحول دیجیتال در مدیریت منابع آب به زبان فارسی ترجمه شده است.



یارِمهربان

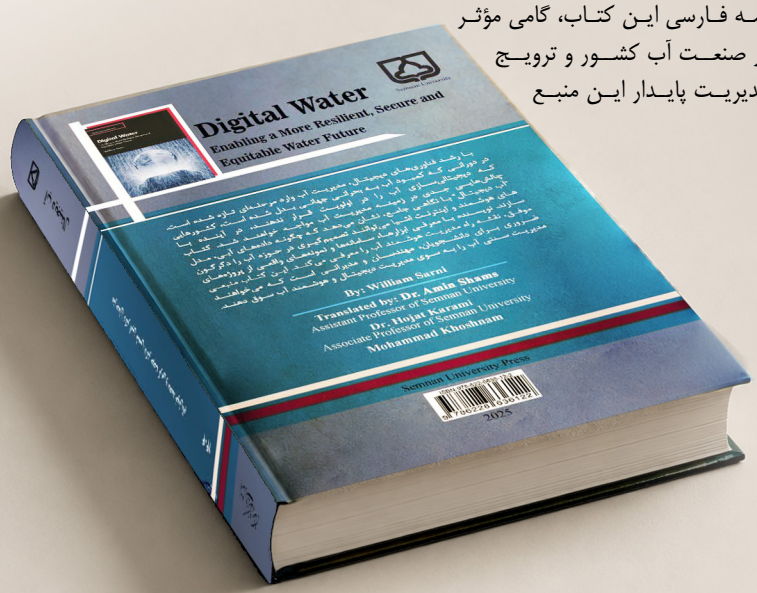
آب به‌عنوان یکی از بنیادی‌ترین منابع حیات و توسعه، امروزه بیش از هر زمان دیگری تحت‌تأثیر چالش‌هایی نظیر تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت، رشد تقاضا، آلودگی منابع و محدودیت ظرفیت زیرساخت‌های موجود قرار دارد. این چالش‌ها به‌ویژه در کشور ایران، باتوجه‌به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و محدودیت منابع آب، ضرورت بازنگری در شیوه‌های سنتی مدیریت آب و حرکت به‌سوی رویکردهای نوآورانه را دوچندان کرده است. در چنین شرایطی، بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال می‌تواند افق‌های تازه‌ای برای افزایش بهره‌وری، کاهش هدررفت و ارتقای پایداری سامانه‌های تأمین، توزیع و مصرف آب فراهم آورد.

کتاب «آب دیجیتال» به بررسی نقش فناوری‌های نوین در دگرگونی شیوه‌های مدیریت منابع آب می‌پردازد و نشان می‌دهد که چگونه ابزارهایی نظیر اینترنت اشیا، حسگرهای هوشمند، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، تحلیل کلان‌داده‌ها، تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های پایش برخط می‌توانند زمینه‌ساز تصمیم‌گیری دقیق‌تر و مدیریت هوشمندانه‌تر زیرساخت‌های آبی شوند. کاربرد این فناوری‌ها در شناسایی نشت و هدررفت آب، پیش‌بینی تقاضای مصرف، پایش کیفیت آب، بهینه‌سازی عملکرد شبکه‌های توزیع و ارتقای کارایی تأسیسات آب‌وفاضلاب، از جمله موضوعاتی است که در این اثر موردتوجه قرار گرفته است.

یکی از ویژگی‌های ارزشمند این کتاب، نگاه فراتر از جنبه‌های صرفاً فنی تحول دیجیتال است. نویسنده با بهره‌گیری از تجربه شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف در سطح جهان، ضمن معرفی فرصت‌ها و دستاوردهای فناوری‌های نوین، به چالش‌های مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی و سازمانی پیاده‌سازی آن‌ها نیز می‌پردازد. در این رویکرد، تحول دیجیتال تنها به معنای استفاده از تجهیزات و نرم‌افزارهای پیشرفته نیست، بلکه مستلزم تغییر نگرش در مدیریت، تصمیم‌گیری و بهره‌برداری از منابع آب است. کتاب همچنین با ارائه چارچوبی راهبردی، مسیر حرکت سازمان‌ها به‌سوی مدیریت دیجیتال آب را ترسیم می‌کند.

اهمیت این اثر برای جامعه مهندسی کشور، به‌ویژه متخصصان مهندسی عمران، آب و محیط‌زیست، در آن است که آینده زیرساخت‌های آبی دیگر صرفاً به توسعه سازه‌ها و تأسیسات فیزیکی وابسته نخواهد بود، بلکه استفاده هوشمندانه از داده‌ها و فناوری‌های دیجیتال نیز نقشی تعیین‌کننده در عملکرد، قابلیت اطمینان و پایداری آن‌ها خواهد داشت. آشنایی مهندسان با این رویکردها می‌تواند زمینه‌ساز طراحی، بهره‌برداری و نگهداری کارآمدتر از سامانه‌های آب‌رسانی و فاضلاب و حرکت به‌سوی زیرساخت‌های هوشمند و تاب‌آور باشد.

در نهایت، کتاب «آب دیجیتال» را می‌توان اثری کاربردی و آینده‌نگر دانست که با پیوند دانش مهندسی آب و فناوری‌های نوین، افق تازه‌ای پیش روی متخصصان و تصمیم‌گیران این حوزه می‌گشاید. امید است انتشار ترجمه فارسی این کتاب، گامی مؤثر در گسترش دانش تحول دیجیتال در صنعت آب کشور و ترویج رویکردهای نوآورانه برای حفاظت و مدیریت پایدار این منبع حیاتی باشد.



با من بخوان حدیث سرو و گل و لاله را

گفت‌وگو با محمودرضا قدیر، مدرس آواز ایرانی

در شهری که کوچه‌پس‌کوچه‌هایش بوی خشت و خاطره می‌دهد، مردی هست که در یک روز، چند زندگی را با هم می‌زید. صبح‌ها در کلاس درس، با نوجوانان از هنر و زبان انگلیسی سخن می‌گوید. روزها بر پیشانی ساختمان‌های در حال ساخت نظارت می‌کند و عصرها، میان دیوارهای یک آموزشگاه موسیقی، با هنرجویان از گوشه‌ها، مایه‌ها و دستگاه‌های آواز ایرانی حرف می‌زند.

محمودرضا قدیر، زاده ۲۸ بهمن‌ماه ۱۳۶۹ در سمنان، دانش‌آموخته کارشناسی مهندسی معماری از دانشگاه سمنان است. او پروانه‌های طراحی، نظارت و اجرای ساختمان را از سازمان نظام‌مهندسی استان سمنان دریافت کرده و در حال حاضر نظارت بر ساخت ساختمان‌های محوله را برعهده دارد. در کنار این، دبیر هنر و زبان انگلیسی در مدارس متوسطه اول شهرستان سمنان است.

اما آنچه این مسیر پرکار را به هم پیوند می‌دهد، عشقی است که از کودکی در جانش ریشه دوانده است. قدیر در خانواده‌ای هنردوست بالید و نخستین نغمه‌هایش را به تقلید از پدر خواند. همین دلبستگی کودکانه، سال‌ها بعد او را به فراگیری آواز ایرانی کشاند و امروز او را به مدرس آواز در آموزشگاه‌های موسیقی سمنان بدل کرده است.

در این گفت‌وگو از ساز و استاد و مکتب پرسیدیم، از ردیف و صداسازی و بداهه و از دغدغه‌هایش درباره سلیقه شنیداری جامعه.



■ آقای قدیر، پیش از هر چیز بفرمایید در کنار آواز، با ساز هم آشنایی دارید؟ آیا نوازندگی هم می‌کنید؟

بله، اما نه به‌صورت حرفه‌ای. چون آواز ایرانی تدریس می‌کنم، برای اینکه آنچه را آموزش می‌دهم بهتر بفهمم و منتقل کنم، با سه‌تار در حد نواختن ساده آشنا شده‌ام و از آن به‌عنوان ابزار آموزشی استفاده می‌کنم. ادعای نوازندگی حرفه‌ای ندارم.

■ برگردیم به مسیر آموزش شما. نزد چه اساتیدی آواز آموختید؟

آغاز کار من نزد استاد حسن ادیب بود، اما مدت آن بسیار کوتاه، حدود دو یا سه ماه، بیشتر نبود. بخش عمده آموزش‌هایم، یعنی دوره‌های صداسازی، ردیف‌خوانی، ساخت آواز، مرکب‌خوانی و مباحث دیگر را نزد استاد مهدی امامی گذراندم. ایشان از شاگردان مستقیم استاد محمدرضا شجریان بوده‌اند.

■ شما با مکاتب آوازی هم آشنایید. اصلاً منظور از «مکتب» در موسیقی ایرانی چیست و خودتان به کدام گرایش دارید؟

به‌طور خلاصه، مکاتب موسیقی ایرانی در واقع روایت‌های گوناگون اساتید از نغمه‌ها، ملودی‌ها، مقام‌ها، مایه‌ها، فواصل و دستگاه‌های موسیقی اصیل ایرانی‌اند. این مکاتب به دو دسته سازی و آوازی تقسیم می‌شوند و معمولاً هر کدام به نام استاد روایتگر شهرت یافته‌اند.

درباره مکاتب آوازی، سلیقه شخصی من ردیف استاد طاهرزاده و ردیف استاد دوامی است. ردیف طاهرزاده را دوست دارم چون پیچیدگی‌هایش به‌اندازه است و زائد نیست. ردیف دوامی را هم به دلیل سادگی و قابل‌فهم بودنش برای آموزش بسیار مناسب می‌دانم، چون هنرجو را به چالش هم می‌کشد.

■ امروز ردیف‌های آوازی متعددی، از دوامی و طاهرزاده تا حسن گلپایگانی، رضوی سروستانی و کریمی، منتشر شده است. شما با کدام بیشتر آشنایید و این تفاوت‌ها را ناشی از چه می‌دانید؟

آشنایی من با ردیف‌های طاهرزاده و دوامی بیشتر است، به همان دلایلی که گفتم. اما به‌طور کلی می‌توان ردیف‌های آوازی را تقریباً یکسان دانست. تفاوت‌ها بیشتر از گستردگی گوشه‌هایی است که در دستگاه‌ها گنجانده شده، از ریزه‌کاری‌ها و تکنیک‌های اجرایی و گاه از نام‌گذاری‌ها.

برای درک بهتر، شاید بهترین مثال تفاوت نسخه‌های مختلف دیوان حافظ یا شاهنامه فردوسی باشد. همه آن‌ها در اصول و کلیات یکسان‌اند اما در برخی جزئیات اختلاف دارند.

■ با وجود این مجموعه‌های منتشرشده، آیا می‌شود آواز را از روی آن‌ها آموخت یا حضور در کلاس استاد ضروری است؟

آموزش سه بخش دارد: یادگیری، تمرین و اصلاح اشتباهات و تسلط و به‌کارگیری. مجموعه‌های منتشرشده شاید برای بخش یادگیری بسیار کارآمد باشند، اما برای دو بخش دیگر، یعنی اصلاح اشتباهات و تسلط، کارایی ندارند.

ردیف‌های موسیقی ایرانی، چه سازی و چه آوازی، فقط نمونه‌هایی از به‌کارگیری گوشه‌ها و فواصل‌اند. صرفِ حفظ کردن آن‌ها، بدون خلاقیت فردی که نهایتاً به ساخت آواز یا تصنیف تازه منجر شود، نتیجه مطلوبی ندارد. به همین دلیل حضور استاد مجرب را برای هدایت هنرجو به مسیر و مقصد درست لازم می‌دانم.

■ صحبت از تکنیک شد. صداسازی چه جایگاهی دارد؟ آیا تمرین ردیف‌های آوازی خودبه‌خود صدا را هم می‌سازد؟

الزاماً نه. صداسازی مبحثی بسیار گسترده است که شامل تربیت صدا و نفس، استفاده بهینه از آن‌ها، مراقبت از تارهای صوتی و حنجره و به‌طور کلی تکنیک‌های ساخت درست صدای فردی می‌شود. یادگیری آن برای طیف وسیعی از افرادی که با صدا سروکار دارند، از معلم و مجری و بازیگر و سخنران تا خواننده، لازم است.

تمرین صرف ردیف‌ها بدون آگاهی از تکنیک‌های درست تولید صدا، علاوه بر اینکه ممکن است نتیجه مطلوبی نداشته باشد، می‌تواند به بافت‌ها و اندام‌های صوتی آسیب بزند.

■ یکی از اصلی‌ترین جلوه‌های تسلط بر ردیف، بداهه‌خوانی و بداهه‌نوازی است. به نظر شما این هنر امروز هم همان اهمیت پیشین را دارد؟

برای پاسخ باید بدانیم «بداهه» محصول چیست. اجرای بداهه و لحظه‌ای نتیجه اعتمادبه‌نفس بالای هنرمند، تسلط کامل او بر ردیف و راه‌های ارتباطی میان مایه‌های مختلف، تسلط بر همه تکنیک‌های اجرایی، آگاهی از سلیقه عمومی و حس زیبایی‌شناسی است. حاصلش جمله‌های سازی یا آوازی منحصربه‌فردی است که در عین یگانگی، برای گوش مخاطب آشناست و سلیقه شنیداری او را پاسخ می‌دهد. می‌توان از اساتید بی‌بدیلی چون استاد محمدرضا شجریان، جلیل شهناز، حسن کسایی، پرویز یاحقی و فرامرز پایور یاد کرد.

اما امروز به دلیل ناآگاهی مخاطب، ارزش این هنر به‌طور چشمگیری کاهش یافته و هنرمندان کمتری به اجرای بداهه می‌پردازند.

■ شما خودتان به‌عنوان «شنونده» هنگام شنیدن آواز به چه نکاتی توجه می‌کنید و به مخاطب عام چه توصیه‌ای می‌کنید؟

برای خودم مواردی مثل کلام یا شعر، تکنیک‌های اجرایی، کیفیت لحن و احساس خواننده در ادای حق کلام، استفاده درست از شدت و ضعف صدا، محدوده صوتی اجرا، مایه‌ها و دستگاه‌ها و گوشه‌های به‌کاررفته و راه‌های ارتباط میان آن‌ها اهمیت بسیار دارد و در نهایت حسی که به من منتقل می‌شود. با همین معیارها محدوده خواننده‌های موردعلاقه‌ام را مشخص می‌کنم.

برای مخاطبان عام‌تر شاید مهم‌ترین شاخص‌ها دلنشین بودن صدا (که کاملاً سلیقه‌ای است)، کلام به‌کاررفته و حسی باشد که از صدای خواننده دریافت می‌کنند.

■ و حالا پرسش پایانی: به علاقه‌مندان آواز و موسیقی چه توصیه‌ای دارید؟

راستش خودم را در جایگاه توصیه کردن نمی‌بینم، اما بر اساس تجربه اندکم نکاتی را یادآوری می‌کنم. متأسفانه سلیقه عمومی موسیقی جامعه به‌طور شگفت‌آوری رو به انحطاط می‌رود. همه می‌دانیم آن نغمه‌های اصیل و آرامش‌بخش و اشعار پرمغز و پرمعنای گذشته، جایشان را در گوش مردم به چه هجویات و هزلیاتی داده است. نخستین خواهش من، به‌ویژه از خانواده‌ها که در تربیت سلیقه شنیداری فرزندان نقش تعیین‌کننده‌ای دارند، این است که هرچه سریع‌تر کنترل شنیداری فضای خانه، خودرو، تلفن همراه و جاهای دیگر را به دست بگیرند و دوباره نواها و نغمه‌های اصیل را بازگردانند، تا این روند شتابان انحطاط موسیقی و کلام کند شود و از میان برود.

اما به کسانی که به‌طور خاص می‌خواهند آواز ایرانی بیاموزند، می‌گویم با آگاهی از هدف خود پا در این مسیر بگذارند. این راه صبر، ممارست، تمرین و از همه مهم‌تر علاقه می‌خواهد. مدرس خود را با شناخت کامل انتخاب کنند و اگر در هر مرحله دریافتند در انتخاب اشتباه کرده‌اند، بی‌درنگ و بدون اتلاف وقت و هزینه و به‌دور از تعارفات معمول، تغییر مسیر دهند.

■ سخن پایانی

در پایان این گفت‌وگو، از آقای قدیر سپاسگزاریم که با صراحت و فروتنی از تجربه‌هایشان سخن گفتند. سخنان ایشان یادآور این نکته است که آواز ایرانی راهی است که با شتاب پیموده نمی‌شود، بلکه به استاد دانا، تمرین مداوم، شناخت تکنیک و گوشی آشنا با اصالت نیاز دارد. آرزوی ما برای ایشان و همه دلبستگان به این هنر، سلامتی و موفقیت روزافزون است و اینکه نغمه‌های اصیل ایرانی همچنان در خانه‌ها و دل‌ها طنین‌انداز بماند.

