بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست

سخن آغازین
۵ بخش مسکن پرمخاطب‌ترین موضوع روز جامعه

سخن سردبیر
۷ ضرورت متناظر بودن تعرفه خدمات مهندسی با شرایط اقتصادی کشور

روزآمدها: تعرفه خدمات
۱۰ واقعی‌شدن تعرفه خدمات مهندسی؛ افزایش چشمگیر کیفیت صنعت ساخت‌وساز کشور
۱۳ گزارشی از مطالعات «تدوین مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان»

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان
۳۰ ناترازی تولید و مصرف انرژی، مهم‌ترین چالش حال حاضر کشور
۳۶ انگاره‌های طراحی سایبان نمای ساختمان هم‌راستا با بهینه‌سازی مصرف انرژی
۴۶ نقش مهندسی ساختمان در کاهش مصرف انرژی: مروری بر راه‌حل‌ها
۵۲ ریز اقلیم‌ها به عنوان یک محرک اقلیمی در فرایند طراحی معماری معاصر
۶۴ ارزیابی اجمالی پیرامون افزایش عملکرد انرژی در طراحی و ساخت
۷۴ بررسی اثر نور طبیعی روز، بر سلامت روان افراد ساکن در خانه
۸۰ تعیین الگوی بهینه کشیدگی شکل ساختمان در بافت مسکونی شهر زنجان

شناسنامه

آموزشی، خبری، تحلیلی

صاحب امتیاز: شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان

مدیرمسئول: حمزه شکیب

سردبیر: مهران کوهی‌کمالی

هیئت تحریریه: شهاب آدم‌نوه‌سی، علی پورارابابی، مجید جی‌افرام، کیان حصاری، حسن زیاری، سینا صبری، امین مقومی، سعید یزدانی.

مدیر انتشارات: زهرا موسی‌خانی

طراح گرافیک: کیوان ایزدی

نشانی: تهران، بالاتر از میدان ونک، خیابان شهید خدامی، خیابان تک شمالی، پلاک یک، شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، طبقه اول.

صندوق پستی: ۵۸۸-۱۹۹۳۵

تلفن: ۴۲۶۰۵۰۰۰-۰۲۱ (داخلی ۱۰۹)

حقوق و اخلاق مهندسی

۹۶ ابعاد مسئولیت حقوقی مهندسان ناظر

۱۰۶ آیا تنها مهندسان ناظر مسئول اجرای صحیح مقررات ملی ساختمان هستند؟

گزیده‌ها

۱۱۲ معرفی روش شبیه‌سازی هیبرید برای بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌ها

۱۲۰ خلاصه‌ای از عملکرد کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست

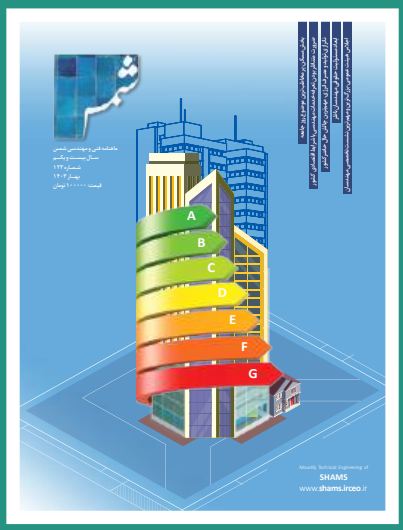
۱۲۴ نقدی بر مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان (الزامات عمومی ساختمان)

۱۳۰ کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته

۱۳۲ مروری بر مقاله مدل‌سازی تعیین اندازه بهینه ژنراتور الکتریکی بیوگازسوز در یک دامداری با در نظر گرفتن مخزن ذخیره گاز و فرایند هضم بی‌هوازی تحت عدم قطعیت فضولات گاو

۱۳۵ اجلاس هیئت‌عمومی

۱۳۷ معرفی کتاب



نمابر ۰۲۱-۸۸۸۷۷۷۱۵

- مخاطبان مجله «شمس» می‌توانند دیدگاه‌ها و نظرات خود را از طریق پست الکترونیک و یا سایت نشریه با ما در میان بگذارند.

پست الکترونیک shamss.mag@gmail.com

آدرس سایت https://shams.irceo.ir

چاپ مقالات، پیشنهادات و نظرات در «شمس»، الزاماً بیانگر دیدگاه‌های رسمی شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان نیست و مسئولیت مندرجات هر مقاله با نویسنده آن است.

نشریه شمس در ویرایش و کوتاه‌کردن مطالب دریافتی آزاد است.

ملاک رسم‌الخط و املای کلمات، کتاب «فرهنگ املائی خط فارسی» به کوشش دکتر علی‌اشرف صادقی و زهرا زندی‌مقدم از انتشارات رسمی فرهنگستان زبان فارسی است.

بسم الله الرحمن الرحیم

من المؤمنین رجال صدقوا ما عاهدوا الله علیه

بخشی از پیام تسلیت مقام معظم رهبری به مناسبت شهادت رئیس جمهور محبوب، خدوم و صدیق

..... این حادثه ناگوار در اثنای یک تلاش خدمت‌رسانی اتفاق افتاد؛ همه مدت مسئولیت این انسان بزرگوار و فداکار چه در دوران کوتاه ریاست‌جمهوری و چه پیش از آن، یکسره به تلاش بی‌وقفه در خدمت به مردم و به کشور و به اسلام سپری شد. رئیسی عزیز خستگی نمی‌شناخت. در این حادثه تلخ، ملت ایران، خدمتگزار صمیمی و مخلص و با ارزشی را از دست داد. برای او صلاح و رضایت مردم که حاکی از رضایت الهی است بر همه چیز ترجیح داشت، از این رو آزردگی‌هایش از ناسپاسی و طعن برخی بدخواهان، مانع تلاش شبانه روزی‌اش برای پیشرفت و اصلاح امور نمی‌شد.

آزردگی‌هایش از ناسپاسی و طعن برخی بدخواهان، مانع تلاش شبانه روزی‌اش برای پیشرفت و اصلاح امور نمی‌شد.

نشریه شمس شهادت رئیس محترم جمهور و وزیر محترم امور خارجه و هیئت همراه ایشان را در سانحه دلخراش و تأسف‌بار سقوط بالگرد، به محضر حضرت امام عصر (عج) و نائب برحقش مقام معظم رهبری و ملت شریف ایران تبریک و تسلیت می‌گوید.

... به موجب قانون بانک‌ها موظف‌اند۲۰ درصد تسهیلات بانکی را به ساخت مسکن تخصیص دهند، اگر بانک‌ها امکان پرداخت تسهیلات به میزانی که قانون برای آن‌ها تعیین کرده، ندارند، باید به صورت شفاف به مردم اعلام و نسبت به آن میزان که قابل پرداخت است، به موقع اقدام کنند.

• تأکید بر استمرار بازرسی‌ها از مشاورین املاک.
• توجه به نقش اتحادیه مربوطه در نظم بخشیدن به واحدهای صنفی و برخورد به موقع با متخلفین.
• تشدید نظارت بر سکوهای فعال در بازار مسکن.
• افزایش نظارت بر بازار اجاره بهای مسکن به ویژه در پایتخت
• بهره‌گیری از ظرفیت تعاونی‌های مسکن کارگری، کارمندی و روستایی در تولید مسکن.
• تأکید بر توجه ویژه به تولید فولاد، سیمان و عرضه آن با قیمت مناسب به مصرف‌کننده.

رئیس جمهور همچنین وزیر راه و شهرسازی، وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی و وزیر کشور را مکلف کرد با برگزاری جلسه‌ای مشترک موضوع بیمه کارگران ساختمانی را با فوریت بررسی و راهکارهای مساعدت دولت برای تسریع در حل این موضوع را احصاء نمایند.

سخن آغازین

بخش مسکن پرمخاطب‌ترین موضوع روز جامعه

سپاس خداوند مهربان را که توفیق عنایت فرمود تا یکصدوبیست‌وسومین شماره مجله شمس، در فصل بهار منتشر شود. متأسفانه و با اندوه فراوان چاپ این شماره مصادف با ایام تلخ و سوگناک شهادت رئیس‌جمهور محبوب فقید، وزیر محترم امور خارجه، امام جمعه صدیق و استاندار جوان و انقلابی تبریز و سایر همراهان ایشان در سانحه سقوط بالگرد آنان، حین خدمت‌رسانی به کشور گردید.

بار دیگر شهادت آنان را به محضر حضرت امام عصر (عج)، مقام معظم رهبری و ملت شریف ایران تبریک و تسلیت عرض کرده و به منظور تحقق آرمان تمامی‌شهدای عزیز کشور و به‌ویژه شهید جمهور، کلیه اعضای سازمان نظام‌مهندسی ساختمان آمادگی خود را برای خدمت به مردم و در راستای وظایف قانونی با امید به آینده‌ای روشن اعلام می‌دارد.

برای خوانندگان گرامی روشن است که مطالب نشریه شمس باید بتواند زمینه تعامل بین تمامی‌دست‌اندرکارانِ فرایندِ ساختِ هر نوع ساختمانی را در قالب اطلاعات به‌روز و نقد سازنده پیش‌روی آورد. فلذا مطالب آن، طیف گسترده‌ای از زمینه‌های تخصصی مرتبط را در بر می‌گیرد، لیکن به دلیل محدودیت حجم نشریه، در هر شماره می‌توان به برخی از مسائل مهم پرداخت.

لازم به ذکر نیست که در بین همه ساختمان‌ها، بخش مسکن

سخن آغاز

یکی از پر مخاطب‌ترین است که اقشار مختلف مردم و به‌ویژه فاقدان مسکن را از یک طرف و اشتغال متخصصان و سازندگان عدیده را از طرف دیگر شامل می‌شود. از این روی بخش مسکن از مهم‌ترین مسائل کشور و سازمان است. همان‌گونه که در برنامه‌های گوناگون بیان شده است، ایجاد رابطه صحیح بین سرمایه‌گذار، بهره‌بردار و اعضای سازمان، مستلزم تهیه دستورالعمل‌ها و اقدامات قانونی است که در این دوره گام‌هایی برداشته شده است؛ لیکن نیازمند بررسی‌های نقادانه است که نشریه شمس در انتظار دریافت نظرات مخاطبان خود در این زمینه است.

در بخش مسکن مقوله‌هایی مانند سرمایه‌گذاری، نیاز خانوارها، تعهدات قانونی سازمان، کیفیت ساخت‌وساز و توجه بیش از پیش به وظایف اعضای هیئت‌مدیره‌ها در سازمان که موظف به ورود به این حوزه است، نشان‌دهنده توجه بیش از پیش به موضوع مسکن در سرتاسر کشور خواهد بود.

در بخش مسکن مقوله‌هایی مانند سرمایه‌گذاری، نیاز خانوارها، تعهدات قانونی سازمان، کیفیت ساخت‌وساز و توجه بیش از پیش به وظایف اعضای هیئت‌مدیره‌ها در سازمان که موظف به ورود به این حوزه است، نشان‌دهنده توجه بیش از پیش به موضوع مسکن در سرتاسر کشور خواهد بود.

با دقت در وظایف قانونی اعضای هیئت‌مدیره سازمان هر استان مشخص می‌شود که نقش و مسؤلیت آن‌ها در موضوعات ذیل که به‌طور مستقیم و غیر مستقیم مرتبط با مسکن است، تا چه حد حائز اهمیت می‌باشد.

- معماری،
- حرفه‌های مهندسی ساختمان،
- مشاغل مرتبط،
- دانش فنی و کیفیت کار شاغلان،
- اجرای دقیق مقررات ملی ساختمان،
- روابط بین صاحبان حرفه‌های مهندسی ساختمان و کارفرمایان،
- جلوگیری از مداخله اشخاص فاقد صلاحیت در امور فنی،
- کنترل کیفیت طرح‌های ساختمانی،
- تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی.

تردیدی نیست که شرط لازم برای اجرای کامل این وظایف، مشارکت حداکثری است که باید در چهارچوب برنامه‌های دوره نهم شورای مرکزی محقق شود تا به تحول اساسی در حوزه صنعت ساختمان امیدوار شد.

نشریه شمس امیدوار است در سال جاری با استفاده از خلاقیت‌ها و نوآوری‌ها، شاهد رونق هرچه بهتر و بیشتر کمیت و کیفیت ساخت مسکن در سرتاسر کشور باشیم.

و من‌ا... التوفیق
حمزه شکیب
رئیس سازمان نظام مهندسی ساختمان
خردادماه ۱۴۰۳

سخـن سردبیـــر

ضـــرورت متناظـر بودن تعرفـه خدمات مهنـدســی بـا شـــرایـــط اقتصادی کشور

در روزهایـی کـه مراحـل نهایـی شـماره ۱۲۳ ماهنامه شمس در دست تهیه بود تا شماره بهار ایـن نشـریه چاپ شـود، مصادف شـد بـا حادثه تلـخ از دسـت‌دادن رئیـس جمهـور محبـوب و هیئت همراه ایشان که به خیل شهدای انقلاب پیوسـتند. بـه همین مناسـبت مراتـب تبریک و تسـلیت خـود را بـه خانواده‌های داغـدار، ملت شریف ایران و خوانندگان محترم نشریه شمس ابـراز مـی‌دارم. دو محـور اصلـی ایـن شـماره نشـریه بـه موضـوع تعرفـه خدمـات مهندسـی و بهینه‌سـازی و صرفه‌جوئـی مصـرف انـرژی اختصاص یافته است. در حال حاضر، بیشترین میـزان مصـرف انـرژی در بخـش خانگی اسـت کـه حتی بیـش از بخش صنعت می‌باشـد. این موضـوع نشـان‌دهنده اهمیـت اقـدام در زمینه اصلاح الگوی مصرف، بـه کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیـر، اسـتفاده از فناوری‌هـای نویـن بـرای کاهـش مصـرف انـرژی در کشـور اسـت. برای تحقق این امر، ضروری اسـت دسـتگاه‌ها و ارگان‌هـای متولـی بـا مشـارکت یکدیگـر گام بردارنـد. اجرای صحیح اصول و الزامات مبحث

سخن سردبیر

۱۹ مقررات ملی ساختمان از جمله اقدامات اساسی دیگری است که نقش نظارت مهندسان سازمان نظام‌مهندسی ساختمان را خاطرنشان می‌سازد. همچنین به‌کارگیری سازندگان ذی‌صلاح در اجرای قوانین، اصول و الزامات مربوط به صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان‌ها جزء جدایی‌ناپذیر اقدامات اصلاحی است. موضوع دیگری که در این شماره به آن پرداخته شده است، بحث تعرفه خدمات مهندسی است. طبق بند ۸ ماده ۲ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان از جمله اهداف و خط مشی این قانون تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ذکر شده است.

موضوع دیگری که در این شماره به آن پرداخته شده است، بحث تعرفه خدمات مهندسی است. طبق بند ۸ ماده ۲ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان از جمله اهداف و خط مشی این قانون تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ذکر شده است.

در سال‌های اخیر سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در جهت اصلاح مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی و احقاق حق اعضای سازمان گام برداشته است. به باور ما، تعرفه باید متناظر با شرایط اقتصادی کشور، نیازهای مهندسان عضو سازمان و توانایی کارفرمایان تعیین و ابلاغ گردد. با مروری سطحی مشخص است که سطح زندگی اغلب مهندسان در تراز متوسط قرار دارد و در مواردی، شاهدیم که زندگی خود را به سختی مدیریت می‌کنند. واقعیت این است که تعرفه فعلی پاسخگوی نیازهای آن‌ها نبوده و لازم است هرچه سریع‌تر اصلاح گردد. در پایان سخن، ضمن تشکر از نویسندگان محترم این شماره و دست‌اندرکاران تهیه و تدوین مجله شمس، همچنان منتظر دریافت نظرات ارزشمند اعضای سازمان هستیم تا از این رهگذر زمینه بالندگی این نشریه هرچه بیشتر گسترده شود.

مهران کوهی‌کمالی
سردبیر نشریه شمس
خردادماه ۱۴۰۳

روزآمـــدها:
تعرفه خدمات مهندسی

- واقعی‌شـــدن تعرفه خدمات مهندســـی؛ افزایش چشمگیر کیفیت صنعت ساخت‌وساز کشـــور
- گزارشی از مطالعات «تدوین مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان»

حمزه شکیب

رئیس سازمان نظام‌مهندسی ساختمان

واقعی‌شدن تعرفه خدمات مهندسی؛ افزایش چشمگیر کیفیت صنعت ساخت‌وساز کشور

طبق بند ۸ ماده ۲ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان از جمله اهداف و خط مشی این قانون تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ذکر شده است. همچنین در بند ۱۵ ماده ۱۵ این قانون، تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی در استان را از اهم وظایف و اختیارات هیئت‌مدیره برشمرده است. به علاوه، وفق ماده ۱۱۷ آئین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی موظف است به منظور یکسان نمودن روش‌ها و ایجاد وحدت رویه و جلوگیری از تعارضات در تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی، ظرف شش ماه مبانی مذکور را با توجه به پیشنهادات واصل شده از نظام مهندسی استان‌ها و شورای فنی استان‌ها و یا با جلب مشورت آن‌ها تهیه نماید. بر همین اساس، در ابتدای هر سال بهای خدمات مهندسی از طرف شورای مرکزی سازمان‌نظام مهندسی ساختمان بر پایه هزینه تمام‌شده ساخت در گروه‌های مختلف ساختمان برآورد شده و درصدی از آن بر پایه جدول شماره ۱۱ مبحث دوم مقررات ملی ساختمان به عنوان جدول حق‌الزحمه خدمات مهندسی اعلام می‌گردد. اما روش محاسبه هزینه ساخت بر اساس جدول مذکور، با هزینه واقعی ساخت فاصله معناداری داشته است به طوری که حق‌الزحمه اعضای سازمان نظام‌مهندسی ساختمان را تحت‌الشعاع قرار داده بود.

اما تعرفه سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در مقایسه با سازمان فنی و اجرایی همیشه با چالش روبه‌رو بوده است. هدف این است

که این موضوع به طور بنیادی حل شود؛ چون روشی که تا پیش از این مبنای عمل بود بر اساس هزینه ساخت محاسبه می‌شد که مربوط به بیست‌واندی سال قبل است. بر اساس مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، هزینه ساخت حدود ۳۰ تا ۴۰درصد هزینه ساخت واقعی است که این موضوع همیشه و به حق مورد اعتراض جامعه مهندسی بوده است. تلاش سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ بر آن بوده که تا حد امکان این فاصله کم شود و تا حدودی این توفیق حاصل آمد، به گونه‌ای که در سال ۱۴۰۲، با رایزنی‌های انجام شده، حدود ۷۶درصد تعرفه خدمات مهندسی افزایش یافت. ولی از آنجایی که در برخی از استان‌ها که اضافه محاسبه شده بود، ممکن است ۱۰ تا ۱۵درصد کمتر از این میزان باشد. با این حال در اسفندماه ۱۴۰۱، به طور رسمی طی نامه‌ای به وزارت راه و شهرسازی این نکته مورد اشاره و ضرورت اصلاح منعکس گردید.

بر این اساس، با انتخاب مشاور یک فرمول مناسب بر مبنای نفرساعت ارائه شد. این فرمول بسیار ساده بوده و برای نظارت دارای سه عامل عبارت‌اند از: حق‌الزحمه مهندس در هر سال که از طرف نظام فنی و اجرایی اعلام می‌شود. عامل دوم متراژ بنا است که در پروانه ساختمان آورده می‌شود. این دو عامل قطعیت دارند. عامل سوم به صورت ماتریس پیش‌بینی شده است که شامل گروه‌های مختلف ساختمانی و هفت رشته است. این ماتریس متناسب با شرح خدمات دارای ضرایبی است که مربوط به طراحی و نظارت است. به دیگر سخن، این سه عامل در رابطه مورد استفاده در طراحی نیز مورد تسری است. اما علاوه بر این پارامترها، عامل تکرار هم در طراحی مطرح می‌شود. اساس کار همین روند است.

در سال ۱۴۰۳ سعی شد تعرفه متناسب با افزایش تورم و افزایش حقوق کارگران تطبیق داده شود. اگر مبحث دوم، که روشی منسوخ‌شده است، مبنا قرار داده شود، عددی کمتر از ۱۰ درصد به دست می‌آید؛ لذا از وزارت راه و شهرسازی درخواست شد که این مبنا را نادیده گرفته و عددی متناسب‌تر اعلام شود. پس از رفت‌وبرگشت‌هائی که انجام شد، وزیر محترم راه و شهرسازی موافقت نمود که به طور مشروط ۲۷ درصد اضافه شود. البته در برخی از استان‌ها، این افزایش نسبت به سال قبل منفی شده است که طی نامه‌ای، شرایط این چند استان برای نمونه به وزارت راه و شهرسازی منعکس گردید. همچنین افزایش حداقل ۱۵ درصد به عنوان پایین‌ترین تراز درخواست شده است. بر اساس نظر وزارت راه وشهرسازی تعرفه همه استان‌ها باید یکسان باشد؛ این در حالیست که مبحث دوم مقررات ملی ساختمان اجازه می‌دهد که در استان‌های مختلف با شرایط اقلیمی‌مختلف و فعالیت‌های مهندسی در آن‌ها که تحت تأثیر متغیرهای عدیده‌ای است، تا حدود ۲۵درصد افزایش داده شود. اگر با نگاه یکسان‌سازی به موضوع پرداخته شود، شرایط ویژه هر استان نقض می‌شود و به نظر می‌رسد این رویه مناسب نباشد. به همین دلیل درخواست شد که حداقل برای سال جاری یکسان‌سازی اعمال نگردد تا برنامه‌ریزی‌هایی که مهندسان در برخی از استان‌ها انجام داده‌اند، دچار اختلال نشود. هرچند ابلاغ این تعرفه صرفاً برای ۶ ماه اول سال است و این نوید وجود دارد که برای ۶ ماهه دوم ۱۴۰۳ شرایط بهتر شود. از طرفی روشن است که تعرفه‌ای که هم‌اکنون وجود دارد، متناسب با مسئولیت مهندسان نیست. مهندسان مسئولیت سنگینی بر عهده دارند که این حق‌الزحمه

اگر ساختمان در طول عمر خود نگهداری درست و اصولی بشود، بسیاری از اتفاقات و حوادث برای ساختمان قابل پیشگیری است.

اندک فعلی برای مهندسان انگیزه کافی ایجاد نمی‌کند تا آنچنان که باید و شاید خلاقیت، هنر و توانشان را به کار گیرند. اگر هزینه خدمات مهندسی بتواند واقعی شود، قطعاً در کیفیت ساخت‌وساز کشور تأثیر به‌سزایی خواهد داشت. البته نکته قابل اشاره و مهم موضوع مسئولیت مهندسان است که به دلیل مغفول ماندن مبحث بیست‌ودوم مقررات ملی ساختمان در مورد نگهداری ساختمان در طول عمر خود، به درستی و مطابق با اصول ذی‌ربط انجام شود. در اینصورت بسیاری از اتفاقات و حوادث برای ساختمان قابل پیشگیری خواهد بود. علاوه بر آن، مسئولیت‌های حقوقی یک ساختمان باید تقسیم بشود و همه این مسئولیت‌ها در طول عمر یک ساختمان متوجه مهندس ناظر و طراح نباشد و نقش مسئول مهندس نگهداری احیا گردد.

تاریخ : ۱۴۰۳/۰۲/۲۲
شماره: ۲۴۲۸۰/۴۰۰صادره
پیوست : ندارد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

دفتر توسعه مهندسی ساختمان

بسمه تعالی

جهش تولید با مشارکت مردم

مدیرکل محترم راه شهرسازی استان (کلیه استان ها)

موضوع: ابلاغ تعرفه خدمات مهندسی در سال ۱۴۰۳

با سلام و احترام، حسب موافقت مقام عالی وزارت و در اجرای تبصره ۲ ماده ۱۱۷ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان (مصوب ۱۳۷۵)، در خصوص میزان افزایش تعرفه خدمات مهندسی در سال ۱۴۰۳، مراتب به شرح زیر برای اقدام لازم جهت ۶ ماهه ابتدای سال جاری، ابلاغ می گردد:

"تعرفه خدمات مهندسی در سال ۱۴۰۳ نسبت به سال ۱۴۰۲، در زمینه طراحی و نظارت، حداکثر به میزان ۲۷ درصد و با رعایت سقف مبالغ مندرج در جدول ذیل برای هر متر مربع ساختمان، افزایش می یابد"

سقف میزان حق الزحمه خدمات مهندسی در سال ۱۴۰۳ به ازای هر متر مربع ساختمان							
تعداد طبقات / خدمات مهندسی	۱ و ۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده	۳ تا ۵ طبقه ارتفاع از روی شالوده	۶ و ۷ طبقه ارتفاع از روی شالوده	۸ تا ۱۰ طبقه ارتفاع از روی شالوده	۱۱ و ۱۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده	۱۳ تا ۱۵ طبقه ارتفاع از روی شالوده	۱۶ طبقه بالاتر ارتفاع از روی شالوده
مجموع حق الزحمه طراحی چهاررشته (ریال)	۱.۲۵۰.۰۰۰	۱.۵۰۰.۰۰۰	۱.۷۵۰.۰۰۰	۲.۰۰۰.۰۰۰	۲.۵۰۰.۰۰۰	۳.۰۰۰.۰۰۰	۳.۰۰۰.۰۰۰
مجموع حق الزحمه نظارت چهار رشته (ریال)	۱.۵۰۰.۰۰۰	۲.۰۰۰.۰۰۰	۲.۲۰۰.۰۰۰	۲.۵۰۰.۰۰۰	۳.۰۰۰.۰۰۰	۳.۵۰۰.۰۰۰	۳.۵۰۰.۰۰۰
مجموع حق‌الزحمه‌های طراحی و نظارت چهاررشته (ریال)	۲.۷۵۰.۰۰۰	۳.۵۰۰.۰۰۰	۳.۹۵۰.۰۰۰	۴.۵۰۰.۰۰۰	۵.۵۰۰.۰۰۰	۶.۵۰۰.۰۰۰	۶.۵۰۰.۰۰۰

*اعمال بندهای ۱۷-۳ و ۱۷-۶ از ماده ۱۷ فصل پنجم پیوست مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، صرفاً مشروط به رعایت سقف مندرج در جدول فوق، مجاز می باشد.

*بدیهی است این تعرفه اعلامی، صرفاً در بخش های طراحی و نظارت قابل اعمال بوده و در خصوص سایر بخش ها از جمله: اجرا، خدمات آزمایشگاهی، گاز و ...، مراتب پس از طی ترتیبات مقرر، ابلاغ خواهد شد./

داود دانشگر
مدیرکل

رونوشت:
جناب آقای دکتر بذرپاش،وزیر محترم راه و شهرسازی-مزید استحضار
جناب آقای دکتر عباسی اصل،معاون محترم مسکن و ساختمان و قائم مقام وزیر در نهضت ملی مسکن-جهت استحضار
جناب آقای دکتر شکیب،رئیس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان (شورای مرکزی)-جهت استحضار و دستور اقدام لازم

۱

آدرس :میدان آرژانتین، بلوار آفریقا،اراضی عباس آباد،ساختمان شهید دادمان،وزارت راه وشهرسازی(کدپستی:۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲) تلفن:۹-۸۸۸۷۸۰۳۱
دورنگار: دبیرخانه وزارتی: ۸۸۸۷۸۰۴۵، دبیرخانه مرکزی:۸۸۶۴۶۲۳۳ (نامه های فاقد مهر برجسته‌ی وزارت راه و شهرسازی از درجه اعتبار ساقط می باشد)

گزارشی از مطالعات «تدوین مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان»

علی حیات‌نیا

دکتری اقتصاد، دانشگاه رازی- مدیر پروژه

تاریخچه

مطالعات پروژه «تدوین مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان» از شهریور ماه ۱۳۹۸ آغاز و مطالعات چهار گام و خلاصه مدیریتی نهایی در اسفند ماه ۱۳۹۸ تحویل کارفرما و شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان گردید. این مطالعه در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ با توجه به تغییرات هیئت رئیسه و اعضای گروه‌های تخصصی، مجدد با اعلام نظرات و پیشنهادات اعضای جدید مورد اصلاح و بازنگری قرار گرفت و در نهایت در جلسه اسفند ماه ۱۴۰۱ به تصویب شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان رسید و برای تأیید نهایی به وزارت راه و شهرسازی ارسال گردید. در ادامه خلاصه‌ای از کلیات و خروجی این مطالعات برای مخاطبان محترم «نشریه شمس» سازمان نظام مهندسی ساختمان ارائه می‌گردد.

۱- مقدمه و طرح مسئله

از دیرباز مسکن و سرپناه دغدغه اولیه و یکی از نیازهای اساسی بشر بوده، اما نحوه ساخت مسکن با توجه به نیازها و شرایط زندگی بشر همواره در حال تغییر بوده است. به‌روز بودن علم ساخت‌وساز و خدمات مهندسی ساختمان نیز یکی از اصولی است که باید رعایت شود و همسو با تجربه کشورهای موفق و علم روز دنیا باشد. متأسفانه آمارها و گزارش‌های نهادهای ذی‌ربط بین‌المللی در حوزه ساختمان، حاکی از آن است که عمر مفید ساختمان در ایران تفاوت فاحشی با کشورهای توسعه یافته و صنعتی دارد. این تفاوت فاحش در عمر مفید ساختمان‌های ایران با کشورهای توسعه‌یافته، نشانگر این موضوع است که اصول معماری، شهرسازی و مهندسی ساختمان در

ایـران بـه شـکل صحیـح رعایت نمی‌شـود. یکی از کلیدی‌ترین عوامل این مسئله سهم ناچیز خدمات مهندسی ساختمان در زمان احداث ساختمان می‌باشد.

اصـلاح مبانـی قیمت‌گـذاری، از گام‌هـای اجرایـی برای اصلاحات اساسـی در فرآیند ارائه خدمات مهندسی در بازار ساخت‌وساز اسـت. سـهم هزینه‌های مربوط به خدمات مهندسی ساختمان از کل قیمت تمام‌شده

یکی از کلیدی‌ترین عوامل پائین بودن عمر مفید ساختمان‌ها در ایران، سهم ناچیز خدمات مهندسی ساختمان در زمان احداث ساختمان می‌باشد.

ساخت‌وسـاز، از دو منظـر مقایسـه بـا نسـبت‌های جهانی و همچنین در مقایسه با درجه اهمیت خدمات مهندسـی، ناچیز بـرآورد می‌شـود. در حـال حاضـر خدمـات مهندسـی در ایـران تنهـا ۲ تـا ۴ درصـد از قیمت تمام شده یک پروژه را شامل می‌شود که این رقم در سـایر کشـورها تا ۷/۵ تا ۱۰ درصـد و حتـی ۱۵ درصـد برآورد می‌شـود، مسئله‌ای که در کشور ما نیز قطعاً باید مورد توجـه قـرار گرفته و با کیفیت خدمـات ارائه شده تناسب داشته باشد.

سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، سازمانی غیردولتی اسـت کـه در جهت تحقق قانون نظام‌مهندسـی و کنترل ساختمان مصوب سـال ۱۳۷۴ به‌صـورت رسمـی تأسیس گردیـد. قانون نظام‌مهندسـی و کنترل سـاختمان اهداف و خط مشی‌های اصلی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان است که بر اساس بند ۸ ماده ۲ و بند ۱۵ ماده ۱۵ این قانون، تهیه و تنظیم قیمت‌گذاری خدمات مهندسی یکی از وظایف و تکالیف سازمان نظام‌مهندسی ساختمان به شـمار می‌رود. بنابراین این سـازمان می‌بایست علاوه بر شناسایی و معرفی مبانی به وزارت راه و شهرسـازی (جهت تصویب) به نظارت و ارزیابی عملکرد اعضای خود در این زمینه اقدام نماید.

از دیگـر موارد مهمی که بایسـتی در این خصوص مـلاک عمل قرار گیرد مفاد مـاده (۱۱۷) و تبصره‌هـای آئین‌نامـه اجرایـی قانـون نظام‌مهندسـی و کنترل سـاختمان مصوب ۱۳۷۵ است. بر اسـاس ماده ۱۱۷ آئین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسـی و کنتـرل سـاختمان (مصـوب ۱۳۷۵) وزارت راه و شهرسـازی موظف اسـت به‌منظور یکسـان کردن روش‌ها و ایجاد وحدت رویه و جلوگیری از تعارضات در تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسـی، مبانی مذکور را با توجه به پیشـنهادهای واصل شـده از نظام‌مهندسـی، شورای فنی استان‌ها و یا جلب مشورت آن‌ها تهیه نماید.

در تبصره شـماره (۱) این آئین‌نامه تأکید شـده اسـت که به منظور بررسـی و تأییـد مبانـی قیمت‌گـذاری و قیمت خدمات مهندسـی، در وزارت راه و شهرسـازی شـورایی تحـت عنـوان "شـورای بررسـی و تأییـد مبانـی قیمت‌گذاری خدمات مهندسـی" مرکب از پنج نفر کارشـناس خبره به انتخاب وزیر راه و شهرسـازی و دو نفر کارشناس به معرفی رئیس سـازمان برنامه و بودجه تشـکیل می‌شـود که چهار عضو آن از جمله دو عنصر سـازمان برنامه و بودجه ثابت و سـه عضو آن برحسـب موضوعات مطروحه متغیر خواهد بود، شورای یاد شده می‌تواند کمیته‌هـای تخصصـی نیز داشـته باشـد. همچنین براسـاس تبصـره (۲) این قانـون، فهرسـت‌های قیمـت خدمـات مهندسـی پـس از تصویـب وزیـر راه و شهرسازی جهت اطلاع عموم آگهی خواهد شد. از این‌رو تهیه و تنظیم مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی به‌عنوان موضوعی مهم مورد تأکید قرار گرفته است.

در این راستا در سال ۱۳۸۴ و در فصل پنجم مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، فهرست‌های قیمت خدمات مهندسی ساختمان و نحوه محاسبه حق‌الزحمه خدمات مهندسـی سـاختمان در بخـش طراحـی، نظـارت و اجـرا، موضوع ماده ۱۱۷ آئین‌نامه اجرایی شـامل قیمت خدمات مهندسـی ساختمان برای انجام انواع فعالیت‌ها و مراحل مختلـف کـار سـاختمانی در بخـش طراحی و نظارت در رشـته‌های معماری، عمران، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی که می‌باید مطـابق شرح خدمات مهندسی گروه‌های ساختمانی انجام پذیرد. وفق ماده ۱۱۷ آئین‌نامـه اجرایی و بـا توجـه بـه مبانی و قیمت‌های خدمات مهندسی مصوب سال ۱۳۷۸ به‌صورت درصد از هزینه ساخت اعلام گردید.

به طور کلی هر یک از روش‌های قیمت‌گذاری دانش فنی، دارای نقاط قوت و ضعف خاصی بوده و نیازمند اطلاعات ورودی خاص خود است، بر این اساس در هر زمان و مکان، بسـته به شـرایط موجود، یکی از روش‌ها نسـبت به سـایر

روش‌ها برتری دارد و این مسئله در مورد هر صنعتی هم صدق می‌کند.
امروزه و بعد از گذشت بیش از دو دهه از تأسیس سازمان نظام‌مهندسی ساختمان (به عنوان سازمان حرفه‌ای سیاست‌گذار در زمینه عرضه خدمات مهندسی در حوزه ساختمان) مجموعه‌ای از نقصان‌ها را در چهارچوب کلی فعالیت این سازمان می‌توان آسیب‌شناسی نمود که در عمل این آسیب‌ها در تعیین قیمت عرضه خدمات مهندسی اثری بسیار جدی و مشهود دارد. عمده این آسیب‌ها را می‌توان به شرح موارد ذیل بر شمرد:

- فقدان تألیف صحیح خدمات مهندسی؛ به این معنا که عملاً ارتباط صحیحی بین خروجی دانشگاه‌ها، نیاز بازار و رسته‌بندی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در حوزه خدمات موضوع فعالیت آن وجود ندارد.
- عدم به روزرسانی صحیح شرح خدمات مربوط به مهندسی (از سال‌های نخست تأسیس سازمان) باعث شده تا مشکلاتی به وجود آمده و خدمات ارائه‌شده توسط فعالان عرصه نظام‌مهندسی به مصرف‌کنندگان نتواند به میزان نیاز واقعی بازار باشد و فعالان تحت پوشش قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان نیز در عمل به خوبی با عرضه تمامی دانش خود ضمن خلق ثروت، جامعه تخصصی را نیز از نتایج آن بهره‌مند نمایند.
- درآمد نامکفی ناشی از فعالیت تحت پوشش سازمان نظام‌مهندسی ساختمان باعث گردیده تا بسیاری از فارغ التحصیلان جوان‌تر رشته‌های تحت پوشش عضویت در سازمان را موضوعی مفید به فایده در عرصه فعالیت حرفه‌ای خود قلمداد نکنند و به‌واسطه آن از عضویت در سازمان چشم بپوشند.
- عدم گونه‌شناسی ریسک‌های مترتب بر فعالیت مهندسی و متناسب با آن، فقدان مدون‌سازی تسهیم آن باعث گردیده است که عموم ریسک‌های اصلی فعالیت بر عهده اعضای سازمان (به عنوان مهندسان طراح، ناظر و مجری) گذاشته شود و همین موضوع در نهایت منتج به غیراقتصادی بودن هر چه بیشتر فعالیت‌های اعضای سازمان می‌گردد.
- فقدان تعریف مشخص بین سازوکارهای مشارکت و ارتباط بین نظام‌مهندسی ساختمان با سایر مجموعه‌های همگون و مرتب باعث گردیده تا در بسیاری از موارد با تداخل حوزه‌های فعالیتی، حقوق اعضای سازمان نظام‌مهندسی ساختمان تضییع شده و علاوه بر آن، دیدگاه‌های غیرتخصصی در سایر عرصه‌ها در حوزه‌های فعالیت‌های ساختمانی، جنبه عملیاتی پیدا کند.
- عدم هماهنگی بین سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در سطح استان‌های مختلف با مجموعه شهرداری‌ها که عمدتاً بر مبنای ضوابط پیوست شده در طرح‌های جامع و تفصیلی شهرها شکل گرفته است، یکی از عمده مسائلی است که به‌واسطه عدم تعیین نقش مشخص برای سازمان نظام‌مهندسی ساختمان فرایند تهیه طرح‌های جامع و تفصیلی موضوعات جدیدی را پیش‌روی اعضای سازمان قرار داده است.
- عدم سهم مناسب مهندسان ساختمان از ارزش افزوده نهایی بر محصول (ساختمان) یکی از موضوعاتی است که امروزه ضمن غیراقتصادی کردن فعالیت‌ها ذیل سازمان، باعث رخدادن مسائل و موضوعات پیچیده‌ای در حوزه فعالیت در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان شده است.

بر همین مبنا در این پروژه مطالعاتی ضمن ارائه دیدگاهی کلان و در عین حال کاربردی، به معرفی فرایندی پرداخته شد که

اصلاح مبانی قیمت‌گذاری، از گام‌های اجرایی برای اصلاحات اساسی در فرایند ارائه خدمات مهندسی در بازار ساخت‌وساز است.

با توجه به الزامات قانونی و قیمت‌گذاری، در نهایت منجر به تعیین شیوه عقلایی در تعیین مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان گردد.

۲- بررسی اهمیت، ضرورت و اهداف مطالعه

در تعیین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات می‌توان هفت مورد اصلی را شناسایی کرد که در طول زمان(از زمان شکل‌گیری محورهای اولیه عرضه خدمت تا زمان عرضه نهایی) می‌تواند بر تعیین قیمت مؤثر باشد. این عوامل عبارت‌اند از:

- عوامل درونی مؤثر بر خدمت (شامل شرح خدمت و تطبیق آن با نیازهای بازار و...)؛
- عوامل بیرونی مؤثر بر خدمات (قیمت، مکان و...)؛

- عوامل تشکیل‌دهنده بازار (مشتری، تأمین‌کنندگان، رقبا و...)؛
- چرخه طول عمر خدمت در بازار (معرفی، رشد، بلوغ و زوال)؛
- وضعیت بازار عرضه خدمت به لحاظ میزان رقابت؛
- وضعیت بازار عرضه خدمت به لحاظ قوانین و مقررات؛
- شیوه‌های تأمین نیاز (مشتری محوری، محصول محوری و...).

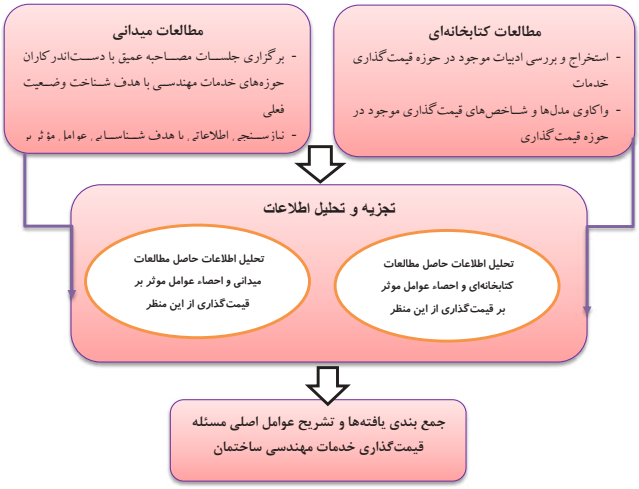
در عین حال باید توجه داشت که بر مبنای این عوامل، شیوه‌های مختلف و رایجی در تعیین قیمت عرضه خدمات وجود دارد که شناخته‌شده‌ترین این شیوه‌ها عبارت‌اند از:

- قیمت‌گذاری بر مبنای روش هزینه تمام شده: ابتدایی‌ترین روش، قیمت‌گذاری بر مبنای هزینه تمام شده خدمت است.
- قیمت‌گذاری به منظور تأمین بازده هدف: این شیوه بر مبنای تعیین بازده هدف و به منظور تأمین سرمایه‌گذاری اولیه برای تولید خدمت به شمار می‌رود.
- قیمت‌گذاری بر مبنای ذهنیت خریدار / مصرف‌کننده: در این شیوه قیمت نهایی فروش خدمت برمبنای ذهنیتی که در پذیرنده خدمت ایجاد می‌شود، تعیین می‌گردد و نه قیمت تمام شده انجام خدمت.
- قیمت‌گذاری بر مبنای فایده برای مشتری: در این شیوه تعیین قیمت بر مبنای ارزش افزوده نهایی خدمت برای پذیرنده خدمت تعیین می‌شود.
- قیمت‌گذاری بر مبنای نرخ‌های جاری: این شیوه قیمت‌گذاری بیشتر بر مبنای نیازهای عمومی بازار و به‌صورت نظام عرضه و تقاضا در بازار می‌باشد و عملاً تعیین نرخ معینی جهت فروش خدمت صورت نمی‌پذیرد و به منظور تنظیم بازار صرفاً به تعیین کف و سقف نرخ‌های ممکن در بازار، آن هم در صورت الزاماتی قانونی اقدام می‌گردد.

بر اساس دیدگاه‌های مطرح شده در فوق، آنچه که امروز در نظام تعیین قیمت خدمات مهندسی موضوعیت یافته، بیشتر قیمت‌گذاری بر مبنای روش هزینه تمام شده هر متر مربع است و عموماً هفت عامل مؤثر بر قیمت‌گذاری عوامل مطرح شده در تعیین قیمت خدمات مهندسی چندان مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند.

این مطالعات در پی آن است که با بررسی عوامل هفت‌گانه یاد شده، سناریوهای مختلف را در ارتباط با مشکلات یادشده بررسی نماید. با توجه به طرح مسئله تحقیق می‌توان اهداف این مطالعات را به صورت زیر خلاصه کرد:

- به‌روزرسانی دستورالعمل قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان با توجه به مقتضیات روز؛
- ارزیابی عوامل مؤثر بر بهای خدمات مهندسی ساختمان؛
- ارزیابی چالش‌های استراتژیک قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان؛
- تعریف نظامی عادلانه از تعیین درآمدهای ساختمان برای مهندسین فعال در حوزه ساختمان؛
- انطباق مبانی قیمت‌گذاری با ارتقای خدمات مهندسی در صنعت ساختمان؛



نمودار ۱- مکانیزم دستیابی به عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

تدوین فرمول تعیین حق‌الزحمه خدمات مهندسی به عنوان یکی از مهم‌ترین فرایندها در مدیریت پروژه‌های ساختمانی.

بر این اساس لازم به ذکر است که در این پژوهش عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان مبتنی بر فرایند زیر از دو منبع اطلاعاتی اصلی استخراج خواهد شد:

۳- روش‌شناسی

پژوهش انجام یافته از منظر هدف کاربردی- توسعه‌ای محسوب می‌شود؛ چرا که نتایج حاصل از آن زمینه را برای اتخاذ تصمیمات اثربخش و سیاست¬گذاری‌های دقیق سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان‌ها در خصوص قیمت‌گذاری خدمات مهندسی فراهم نموده و مدل و الگویی بهینه برای قیمت‌گذاری خدمات مهندسی در کشور فراهم می‌آورد. از نظر نحوه گردآوری اطلاعات پروژه حاضر توصیفی از نوع کتابخانه‌ای و پیمایشی است. توصیفی از آن جهت که بدون هیچ‌گونه دخل و تصرفی در اطلاعات واقعی پیرامون موضوع و هدف پروژه، صرفاً به توصیف و گزارش آن‌ها پرداخته می‌شود و پیمایشی به این دلیل که از انواع مختلف ابزارها و روش‌های گردآوری داده‌ها، متناسب با فازهای مختلف پروژه، استفاده خواهد شد. در

نهایت از منظر قطعیت داده‌ها نیز، پروژه حاضر ترکیبی (Mix Method) از نوع متوالی و همزمان است. چرا که در فازهای مختلف انجام پروژه اطلاعات کمی‌و کیفی متعدد از منابع مختلف و عموماً در بعضی مراحل بدون تقدم و تأخر و در بعضی دیگر از موارد با تقدم، تأخر و گردآوری خواهند شد. بر این اساس پروژه حاضر به شرح زیر قابل تعریف است:

۴- شناسایی عوامل مؤثر بر مسئله قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان (بخش مطالعات کتابخانه‌ای)

تحلیل اطلاعات حاصل از بررسی ادبیات مرتبط با حوزه قیمت‌گذاری نشان می‌دهد که به صورت کلی می‌توان عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان را در قالب هفت بخش عمده دسته‌بندی نمود (جدول ۱).

۵- شناسایی عوامل مؤثر بر مسئله قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان (بخش مطالعات میدانی)

در این بخش به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان پرسشنامه باز طراحی شده و از طریق مصاحبه عمیق با صاحب‌نظران رشته‌های هفت‌گانه عضو کمیسیون‌های تخصصی شورای

بر اساس بند ۸ ماده ۲ و بند ۱۵ ماده ۱۵ این قانون، تهیه و تنظیم قیمت‌گذاری خدمات مهندسی یکی از وظایف و تکالیف سازمان نظام‌مهندسی ساختمان به شمار می‌رود.

مرکزی همچنین از تعدادی از کارشناسان و صاحب‌نظران سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان‌های کشور مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مسئله قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان که دارای فراوانی بالایی بوده‌اند، استخراج گردید.

۶- جمع‌بندی عوامل اصلی مسئله قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

با توجه به مبانی نظری عوامل هفت‌گانه مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مختلف و با توجه به نتایج پرسشنامه‌های مرحله قبل، ۶۲ عامل کلیدی مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی شناسایی گردید. سپس این عوامل با توجه به ارتباط موضوعی و محتوایی با عوامل هفت‌گانه مؤثر قیمت‌گذاری خدمات تلفیق شد.

۷- شاخص‌های مؤثر بر عدم کارآیی شیوه‌های قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان در ایران

در این بخش با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای و همچنین مصاحبه عمیق با صاحب‌نظران حوزه خدمات مهندسی ساختمان، مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر عدم کارایی شیوه‌های قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۱ - عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان (جمع‌بندی و استخراج شده از ادبیات موضوع) [۱] [۲]

عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری	عناصر و زیربخش‌ها
عوامل درونی مؤثر	۱- سازمان (اهداف، استراتژی‌ها و وضعیت داخلی) ۲- مشتریان (بازار هدف، شیوه‌های جذب، حفظ و جلب رضایت مشتریان و...) ۳- رقبا (مشخصات کامل رقبا، بازار آن‌ها، سازوکارهای عمل و عکس العمل آن‌ها و...)
عوامل بیرونی مؤثر در خدمات	۱- خدمات (مشخصات، کیفیت، سرعت ارائه و...) ۲- قیمت (خدمت، خدمات جایگزین و خدمات مکمل، فرهنگ و اقتصاد حاکم از نظر قیمت خدمات و...) ۳- محل(محل عرضه خدمت، بازار و فرهنگ حاکم در محیط‌های عرضه خدمت و...) ۴- ترویج (نحوه تبلیغات خدمت، ترفیع فروش، ارتباطات بازاریابی مستقیم، روابط عمومی و...)
عوامل تشکیل‌دهنده بازار	۱- مشتریان و مصرف کنندگان خدمات (بالقوه فعلی و آتی) ۲- تأمین کنندگان (ملزومات و خدمات پیش نیاز بالقوه فعلی و آتی) ۳- رقبا (بالقوه فعلی و آتی از نظر خدمات، خدمات جایگزین و خدمات مکمل) ۴- خدمات جایگزین (خدمات جایگزین از نطر قیمت و مشخصات)
چرخه طول عمر خدمات در بازار	۱- معرفی (هزینه بالای ارائه خدمات و قیمت بالا و مشتری محدود) ۲- رشد (ارائه خدمت با حجم بالا به متقاضیان بیشتر و قیمت مناسب) ۳- بلوغ (ارائه در مقیاس بیشتر و قیمت ارزانتر و استقبال عمومی‌از خدمت) ۴- زوال (کاهش کشش بازار و نزول تقاضا و استقبال عمومی)
وضعیت بازار عرضه خدمت به لحاظ میزان رقابت	۱- خدمات انحصاری در اختیار چند سازمان ۲- آزادی و رقابت کامل در ارائه خدمت ۳- وضعیت میانه حالت اول و دوم
وضعیت بازار به لحاظ قوانین و محدودیت‌های دولتی	۱- بازار با نظارت کامل دولت بر قیمت و کمیت و کیفیت خدمت ۲- بازار بدون نظارت دولت بر قیمت، کمیت و کیفیت خدمت ۳- وضعیت میانه حالت اول و دوم
شیوه‌های تأمین نیاز	۱- مشتری محوری: (ارائه خدمات بر اساس نیاز و رضایت مشتری) ۲- محصول (خدمات) محوری: (ارائه خدمات بر اساس توانمندی‌های شکت در ارائه خدمات بر اساس توانمندی‌های سازمان در ارائه خدمات مذکور).

منبع:مطالعات‌نگارنده

- وابسته بودن قیمت‌گذاری در مدل فعلی به یک شاخص اصلی (هزینه ساخت)؛
- مشترک بودن سبد قیمت طراحی و نظارت رشته‌های مختلف؛
- عدم ایجاد رقابت؛
- عدم در نظر گرفتن حقوق مصرف‌کننده خدمت؛
- نامتناسب بودن قیمت با حجم و نوع کار؛
- قیمت‌گذاری متأثر از تصمیمات دولتی؛
- فقدان شاخص‌های واقعی سنجش کارآیی گروه‌های مهندسی؛
- قیمت خدمات مهندسی به ازای هر متر مربع زیربنا از گروه الف به دال به صورت افزایشی می‌باشد، در حالی که در واقعیت درست نیست؛
- وجود ابهام در محاسبه حق‌الزحمه خدمات مهندسی سایر رشته‌ها و رسته‌های مهندسی ساختمان غیر از ۴ رشته معماری، سازه، مکانیک و برق؛
- عدم تعیین راهکار به منظور پوشش ریسک و مخاطرات ناشی از مسئولیت مدنی مهندسان ارائه کننده خدمات؛
- عدم تعیین هزینه‌های بالاسری (دفتر، بیمه، ایاب و ذهاب، تجهیزات و...)؛

- منظور نشدن عامل مدت زمان ارائه خدمات بالاخص مدت زمان انجام خدمات نظارت در گروه‌های مختلف ساختمانی.

۸- شناسایی چالش‌های استراتژیک قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

با توجه به پرسشنامه‌های باز و مصاحبه با صاحب‌نظران خدمات مهندسی ساختمان مهم‌ترین چالش راهبردی و نقاط بحرانی مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان به شرح زیر می‌باشد:

- کاهش تعداد پروانه‌های صادره ساختمانی؛
- افزایش تعداد مهندسان عضو سازمان‌های نظام‌مهندسی؛
- افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط با مهندسی ساختمان؛
- سهم سرانه پائین ارجاع در بعضی از رشته‌های مهندسی ساختمانی؛
- فقدان اصول و مبنای صحیح در شیوه کنونی قیمت‌گذاری خدمات‌مهندسی؛
- عدم توجه به ارزش واقعی خدمات مهندسی؛
- عدم رویکرد برای کسب و کار گروهی و مشارکتی در بخشی از نیروی مهندسی موجود کشور؛
- عدم اعمال شرایط ویژه برای خدمات مهندسی در محیط‌های سخت؛
- عدم تناسب حق الزحمه خدمات مهندسی با دانش فنی لازم برای انجام خدمات؛
- عدم افزایش حق الزحمه خدمات مهندسی در بیشتر گروه‌های ساختمانی و استان‌های کشور متناسب با تورم سالانه؛
- عدم وجود رویه یکسان در توزیع حق الزحمه بین رشته‌های مهندسی ساختمان؛
- درآمد پائین مهندسان از خدمات طراحی و نظارت و کاهش کیفیت ارائه خدمات به تناسب آن؛
- رواج پدیده امضا فروشی؛
- رقابت و تضاد بین رشته ای در تعیین سهم حق الزحمه در مدل فعلی؛
- ارجاع صفی و کوپنی کار؛
- عدم تعیین تعرفه و شرح خدمات جامع و مصوب برای هفت رشته؛
- ضعف‌های ساختاری در ارائه خدمات مهندسی (مانند اجرایی نشدن مجری ذی صلاح برای اتمام ساخت و سازهای شهری توسط شهرداری‌ها)؛
- افزایش ریسک قانون گریزی اجتماعی برای کسب درآمد بیشتر در بین فعالان بازار مسکن و خدمات مهندسی
- عدم الزام مالک به استفاده از نقشه‌های تهیه شده توسط مهندسان ه.ر رشته؛
- تعیین قیمت خدمات مهندسی توسط یک یا دو گروه از مهندسین رشته‌های هفت گانه که خود ذینفع هستند
- تاثیرپذیری قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان از تصمیمات سیاسی؛
- قیمت‌گذاری دولتی خدمات مهندسی (شورای قیمت‌گذاری- هیئت‌های چهار نفره در استان‌ها)؛
- عدم توجه به بعد روانشناسی درک موضوع خدمات مهندسی توسط جامعه هدف (سازندگان و مالکان)؛

به طور کلی هر یک از روش‌های قیمت‌گذاری دانش فنی، دارای نقاط قوت و ضعف خاصی بوده و نیازمند اطلاعات ورودی خاص خود است.

۹- ارزیابی نقاط بحرانی استراتژیک مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

با توجه به نتایج پرسشنامه بسته توزیع شده بین ۳۹۰ نفر از مهندسان و با استفاده از مدل تاپسیس، رتبه‌بندی چالش‌های استراتژیک مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان انجام گردید که نتایج به ترتیب رتبه در جدول ۲ آمده است:

۱۰- جمع‌بندی بررسی نمونه‌های خارجی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

با توجه به بررسی و تحلیل برخی نمونه‌های خارجی، نحوه قیمت‌گذاری خدمات

مهندسی ساختمان در آمریکا، استرالیا، مالزی و اتحادیه اروپا به طور خلاصه در جدول ۳ آمده است:

۱۱- تعیین مدل بهینه قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

با توجه به نتایج پرسشنامه‌ها و تعیین عوامل اصلی مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی در این بخش روش کمی‌سازی این عوامل مورد بررسی قرار می‌گیرد، سپس این عوامل با چند عامل کلیدی تلفیق می‌شوند. عوامل ۶۲ گانه و قابلیت کمی‌سازی همچنین واحد سنجش برای هر عامل مشخص شد.

با توجه به عوامل ۶۲ گانه بررسی شده در بخش قبلی می‌توان این عوامل را در ۹ عامل کلیدی قرار داد (جدول ۴):

در مطالعات مرحله دوم روش قیمت‌گذاری مبتنی بر هزینه به عنوان سناریوی

جدول ۲- رتبه‌بندی چالش‌های استراتژیک مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

ضریب نزدیکی	عامل استراتژیک	رتبه
۰,۹۸۰۳	افزایش تعداد مهندسان عضو سازمان‌های نظام‌مهندسی	۱
۰,۸۹۹۶	افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط با مهندسی ساختمان	۲
۰,۷۴۱۴	کاهش تعداد پروانه‌های صادره ساختمانی	۳
۰,۴۰۱۶	عدم وجود رویه یکسان در توزیع حق الزحمه بین رشته‌های مهندسی ساختمان	۴
۰,۴۰۱۴	عدم الزام مالک به استفاده از نقشه‌های تهیه شده توسط مهندسان هر رشته	۵
۰,۳۹۷۳	سهم سرانه پایین ارجاع در بعضی از رشته‌های مهندسی ساختمانی	۶
۰,۳۶۰۷	رواج پدیده امضا فروشی	۷
۰,۲۸۵۳	تاثیر پذیری قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان از تصمیمات سیاسی	۸
۰,۲۸۲۲	فقدان اصول و مبنای صحیح در شیوه کنونی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی	۹
۰,۲۵۲۲	ارجاع صفی و کوپنی کار	۱۰
۰,۲۴۱	قیمت‌گذاری دولتی خدمات مهندسی (شورای قیمت‌گذاری- هیئت‌های چهار نفره در استان‌ها)	۱۱
۰,۱۷۵۶	عدم توجه به بعد روانشناسی درک موضوع خدمات مهندسی توسط جامعه هدف (سازندگان و مالکان)	۱۲
۰,۱۷۰۷	تعیین قیمت خدمات مهندسی توسط یک یا دو گروه از مهندسین رشته‌های هفت گانه که خود ذینفع هستند	۱۳
۰,۱۶۸۹	عدم رویکرد برای کسب و کار گروهی و مشارکتی در بخشی از نیروی مهندسی موجود کشور	۱۴
۰,۱۵۷۹	عدم افزایش حق الزحمه خدمات مهندسی در بیشتر گروه‌های ساختمانی و استان‌های کشور متناسب با تورم سالانه	۱۵
۰,۰۹۶۹	رقابت و تضاد بین رشته ای در تعیین سهم حق الزحمه در مدل فعلی	۱۶
۰,۰۹۵۵	عدم اعمال شرایط ویژه برای خدمات مهندسی در محیط‌های سخت	۱۷
۰,۰۶۸۱	افزایش ریسک قانون گریزی اجتماعی برای کسب درآمد بیشتر در بین فعالان بازار مسکن و خدمات مهندسی	۱۸
۰,۰۴۰۶	عدم تعیین تعرفه و شرح خدمات جامع و مصوب برای هفت رشته	۱۹
۰,۰۲۵۱	درآمد پایین مهندسان از خدمات طراحی و نظارت و کاهش کیفیت ارائه خدمات به تناسب آن	۲۰
۰,۰۲۳	ضعف‌های ساختاری در ارائه خدمات مهندسی (مانند اجرایی نشدن مجری ذی صلاح برای اتمام ساخت و سازهای شهری توسط شهرداری‌ها)	۲۱
۰,۰۲۲۸	عدم توجه به ارزش واقعی خدمات مهندسی	۲۲
۰,۰۲۲۲	عدم تناسب حق الزحمه خدمات مهندسی با دانش فنی لازم برای انجام خدمات	۲۳

جدول ۳- جمع بندی بررسی نمونه‌های خارجی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

نام کشور	نحوه قیمت‌گذاری
آمریکا	استراتژی قیمت‌گذاری فعلی در ساخت و ساز در آمریکا، عمدتاً مبتنی بر هزینه است. سه متغیر قیمت‌گذاری داخلی که از نظر آماری دارای بیشترین ضرایب احتمال معنی‌دار با استراتژی قیمت‌گذاری بودند شامل: قابلیت‌های اطلاعاتی بازاریابی، ارزش قرارداد سالانه و نوع مشتری در اکثر پروژه‌ها و سه متغیر خارجی (مشخصات مالک، مشخصات رقبا و تقاضای بازار) از لحاظ آماری متغیرهای معنی‌داری در تصمیم‌گیری استراتژی قیمت‌گذاری هستند. [۳]
استرالیا	حق‌الزحمه خدمات مهندسان مشاور برای پروژه‌هایی با هزینه‌ی ساخت ۵۰ تا ۳۰۰ میلیون دلار بین ۹ تا ۱۱/۷۵ درصد از کل هزینه ساخت است. [۴]
اتحادیه اروپا	در انگلستان، حق‌الزحمه خدمات مهندسان را برای پروژه‌هایی با هزینه ساخت ۵۰ تا ۳۰۰ میلیون دلار، بین ۱۱/۵ تا ۱۲/۵ درصد اعلام کرده است. در آلمان حق‌الزحمه خدمات مهندسان مشاور معمار، سازه، برق و تأسیسات مکانیکی برای پروژه‌هایی با هزینه ساخت ۵۰ تا ۳۰۰ میلیون دلار، بین ۱۰ تا ۱۳ درصد است. [۴]
مالزی	روش قیمت‌گذاری مبتنی بر روش استاندارد برای تعیین میزان جبران خدمات ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش استاندارد اندازه‌گیری (STANDARD METHOD OF MEASUREMENT (SMM هدف از این روش اندازه‌گیری، اطمینان حاصل کردن از این است که کلیه مقادیر هزینه‌ها کاملاً توصیفی و دقیق باشد و نشان‌دهنده کمیت و کیفیت کارهایی که انجام می‌شود باشد. بنابراین بهتر است به‌هنگام درخواست خدمات مهندسی، اطلاعات دارای ویژگیهای زیر باشد: محتویات اطلاعات باید در کلیه مراحل مختلف اجرای آن به کلیه طرفین درگیر در پروژه معنای برابر داشته‌باشند. این اطلاعات باید با توجه به اقتدار و مسئولیت کلیه طرف‌های درگیر در پروژه دارای قوانین واضح و بی‌ابهام باشند. [۵] میزان و کیفیت کار پیش‌بینی شده همیشه باید قابل دسترس باشد و قسمت‌ها و بخش‌های مختلف اطلاعات در هر مقطع زمانی باید با یکدیگر سازگار باشند. حق‌الزحمه خدمات مهندسان برای پروژه‌هایی با هزینه ساخت ۵۰ تا ۳۰۰ میلیون دلار، بین ۶ تا ۱۰/۹ درصد متغیر است. [۴]

منبع: پرسشنامه تکمیل شده از صاحب نظران-پردازش نگارنده

بهینه انتخاب شد. در این بخش با توجه به جدول تلفیقی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان، سه رویکرد به عنوان مبنای تعیین حق‌الزحمه مورد بررسی قرار می‌گیرند:

الف) حق‌الزحمه نفر ساعت خدمات هر رشته: در این روش میزان نفر ساعت خدمات مورد نیاز هر رشته به ازای یک مترمربع از ساختمان و به تفکیک گروه‌های ساختمانی محاسبه می‌شود و با اعمال میزان حق‌الزحمه هر ساعت کار و متراژ پروژه قیمت مبنا محاسبه می‌شود.

ب) درصدی از هزینه اجرای پروژه: در این روش هزینه اجرای کل ساختمان به ازای هر ساختمان مورد محاسبه قرار می‌گیرد، سپس هزینه‌های طراحی و نظارت هر رشته به صورت درصدی از هزینه کل مشخص می‌گردد.

ج) رویکرد معیشتی (دستمزد یک مهندس

جدول ۴- تلیفق عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات مهندسی در عوامل کلیدی

ردیف	عنوان عامل کلیدی	عوامل فرعی زیر مجموعه
۱	قیمت مبنا	• شرح خدمات هر رشته (روش هزینه) • بهای تمام شده ساخت پروژه (روش هزینه) • ارزش فروش ساختمان(روش ارزش افزوده)
۲	ضریب کاهش	• تیپ بودن پروژه
۳	ضریب بالاسری و منطقه‌ای	• هزینه‌های بالاسری (دفتر، بیمه و...) • موقعیت مکانی پروژه (استان، شهر، منطقه و...) • هزینه تمام شده لوازم (وسایل و تجهیزات فنی، چاپ و تکثیر و...) مورد نیاز برای ارائه خدمات • شرایط اقلیمیو آب و هوایی محل اجرای پروژه • هزینه ایاب و ذهاب به محل اجرای پروژه
۴	ضریب مسئولیت	• مسئولیت، ریسک و مخاطرات محیط کاری مهندسان • عمر مفید ساختمان
۵	ضریب ویژگی‌های خاص پروژه	• گودبرداری محل اجرای پروژه • توپوگرافی محل اجرای پروژه • جنس خاک • ابعاد و شکل هندسی زمین محل اجرای پروژه • مخاطرات زیرساخت‌های قدیمی(شبکه آب و برق، قنات و...) در محل اجرای پروژه • ارتفاع طبقات • وضعیت همجواریهای پروژه
۶	گروه بندی ساختمان‌ها	• زیربنای پروژه • تعداد واحدهای ساختمان • تعداد طبقات ساختمان • سختی کار و پیچیدگی فنی پروژه • نوع کاربری پروژه
	رتبه و پایه مهندسان	• سطح تحصیلات مهندس • سطح تجربه مهندس • سطح آموزش و ارتقای دانش فنی مهندس
۷	خدمات خاص هر پروژه	• خلاقیت • خدمات خاص مورد نیاز هر پروژه • کیفیت ارائه خدمات مهندسی • سلایق و نظرات مالک
۸	ساختمان نرمال (سازه و تأسیسات)	• نوع مصالح مورد استفاده در ساخت پروژه • نوع سازه (فلزی، بتونی و...) • نوع تأسیسات (برق و مکانیک)
۹	سایر موارد	• در دسترس بودن (ناظر) • تعداد مهندسان هر رشته • تعداد جلسات مذاکره با مالک • تداخل بین رشته‌ای خدمات • ایجاد وقفه مالک در فرآیند طراحی و نظارت • زمان ارائه خدمات نظارت (شب، تعطیلات و...) • بازه زمانی ارائه خدمات (طول دوره زمانی) • نیاز به تخریب ملک • تأثیر اشتباه سایر رشتهها • هزینه نظارت بر تجهیز کارگاه

جدول ۵- حق‌الزحمه بخش طراحی

نوع عامل	شاخص‌های کلیدی
قیمت مبنا	حق الزحمه مبنای هر رشته به ازای شرح خدمات (SC1) ضریب سهم خدمات هر رشته از هزینه کل ساختمان(SC2) حق الزحمه مبنای هر رشته به ازای یکسال (SC3)
تکمیلی (ضرایب و...)	هزینه‌های بالاسری و منطقه‌ای (OS) ضریب ویژگی‌های خاص پروژه (CF) پوشش ریسک و مسئولیت (LF)

جدول ۶-حق‌الزحمه بخش نظارت

نوع عامل	شاخص‌های کلیدی
قیمت مبنا	حق الزحمه مبنای هر رشته به ازای شرح خدمات (SC1) ضریب سهم خدمات هر رشته از هزینه کل پروژه (SC2) حق الزحمه مبنای هر رشته به ازای یکسال (SC3)
تکمیلی (ضرایب و...)	هزینه‌های بالاسری و منطقه‌ای (OS) ضریب ویژگی‌های خاص پروژه (CF) پوشش ریسک و مسئولیت (LF)

تمام وقت): در این روش حق‌الزحمه سالانه یک مهندس به ازای حداکثر ظرفیت موجود محاسبه شده و با توجه به متراژ ساختمان و بر مبنای سهم از کل ظرفیت سالانه قیمت مبنا مشخص می‌گردد. در ادامه قیمت مبنا در بخش‌های طراحی و نظارت و ضرایب پیشنهادی تکمیلی آن‌ها به تفکیک مشخص شده‌اند (جدول ۵):

۱۲- تلفیق ارزیابی با سناریوی بهینه قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

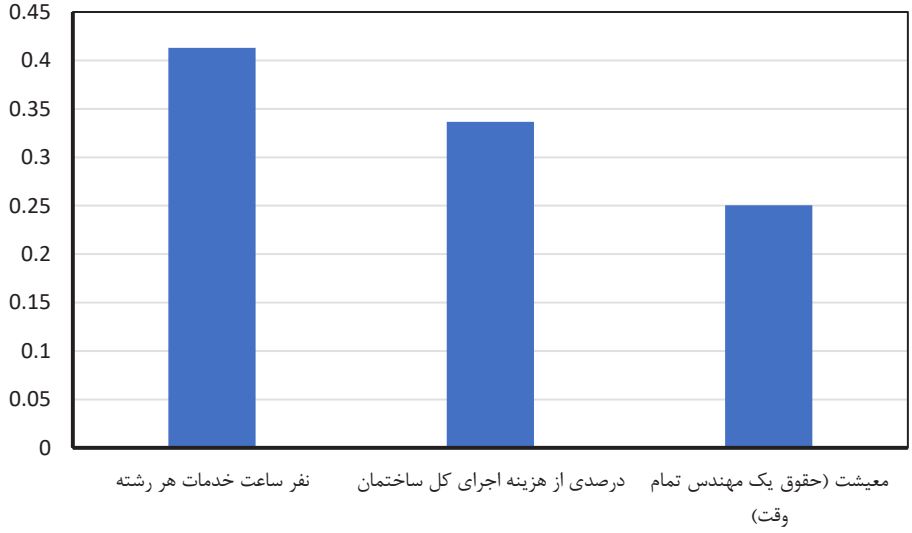
جهت تحلیل یافته‌های مرتبط با جدول AHP و وزن‌دهی و مقایسه این عوامل از تکنیک دلفی استفاده گردید و این آیتم‌ها به صورت زوجی در ماتریس‌هایی در برابر یکدیگر قرار داده شده و به مجموعه‌ای از کارشناسان آشنا به مسائل خدمات نظام‌مهندسی ساختمان ارائه گردیدند. سپس میانگین وزن‌های داده شده توسط این افراد استخراج گردیده و به هرکدام از آیتم‌ها داده شد.

در راستای ارزیابی و رتبه‌بندی با توجه به تحلیل‌های دلفی انجام گرفته، هشت شاخص ذیل به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار در راستای دستیابی

جدول ۷- نتایج ارزیابی مدل‌های قیمت‌گذاری خدمات مهندسی با روش AHP

وزن	نام گزینه	رتبه
0.412993	نفر ساعت خدمات هر رشته	۱
0.33652	درصدی از هزینه اجرای کل ساختمان	۲
0.250487	معیشت (حقوق یک مهندس تمام وقت)	۳

تحلیل و پردازش مشاور



نمودار ۲- مقایسه گزینه‌ها

به این مهم مدنظر قرار داده شدند:

- تفکیک حق‌الزحمه هر رشته؛
- میزان انطباق با قوانین و مقررات بالادستی؛
- میزان انطباق با ارتقای کیفیت ارائه خدمات؛
- میزان تناسب با خدمات هر رشته.

کلیه تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط نرم افزار AHP SOLVER2017 صورت گرفته است. در ابتدا با استفاده از تحلیل‌های کارشناسان و اعمال نتایج این تحلیل‌های کارشناسی در محیط نرم‌افزار به اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی پرداخته شد.

با توجه به نتیجه تحلیل AHP روش نفر ساعت خدمات هر رشته به عنوان الگوی بهینه انتخاب گردید.

بر اساس دیدگاه‌های مطرح شده، آنچه که امروز در نظام تعیین قیمت خدمات مهندسی موضوعیت یافته، بیشتر قیمت‌گذاری بر مبنای روش هزینه تمام شده هر متر مربع است.

۱۳- ارزیابی شیوه منتخب قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

روش میزان نفرساعت خدمات هر رشته به عنوان الگوی بهینه انتخاب گردید. در این بخش آثار مثبت و مزایای این روش مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- تفکیک حق‌الزحمه هر رشته: میزان ساعت خدمات هر رشته مشخص شده و هر رشته متناسب با نوع و میزان خدمت حق‌الزحمه دریافت می‌کنند.
- میزان انطباق با شرایط و تغییرات اقتصادی: با توجه به اینکه میزان حق‌الزحمه هر ساعت کار سالانه/ فصلی یا سه ماهه مشخص می‌شود، از این‌رو با شاخص‌های اقتصادی به خصوص نرخ تورم می‌تواند تغییر کند.
- انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات فنی: در صورت تغییرات در نوع و ماهیت
- میزان انطباق با شرایط و تغییرات اقتصادی؛
- انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات فنی؛
- میزان انطباق با مقیاس هر پروژه ساختمانی؛
- میزان سهولت و شفافیت محاسبه؛

خدمات ارائه شده متناسب با نوع تغییر میزان ساعت، خدمات هر رشته تغییر می‌کند.

- میزان انطباق با مقیاس هر پروژه ساختمانی: با توجه به اینکه متراژ و نوع گروه‌های ساختمانی بر تعیین میزان تعرفه مؤثرند. از این رو انطباق با مقیاس هر پروژ تا حدودی انجام می‌گردد.
- میزان سهولت و شفافیت محاسبه: مشخص بودن متغیرهای اصلی امکان محاسبه برای تمامی گروه¬های ذینفع و فعال در عرصه ساختمان را فراهم می‌کند.
- میزان انطباق با قوانین و مقررات بالادستی: شیوه منتخب قیمت‌گذاری با تمامی قوانین و مقررات بالادستی و مرتبط در انطباق می‌باشد.
- میزان انطباق با ارتقای کیفیت ارائه خدمات: تعیین میزان ساعت کار لازم برای خدمات موجب تعیین یک شاخص کمی‌برای ارزش‌گذاری هر خدمت می‌شود و کارفرما و مکانیسم‌های نظارتی توان سنجش و ارزیابی کار مهندسان را داشته و از صوری کاری و امضا فروشی تا حدودی کاسته می‌شود، این موضوع به ارتقای کیفیت ارائه خدمات و همچنین تولید ساختمان کمک می‌کند.
- میزان تناسب با خدمات هر رشته: این روش کاملاً مبتنی بر خدمات هر رشته بوده و از رقابت‌های بین رشته‌ای و... جلوگیری به عمل می‌آورد.

جدول شماره ۱ - نفر/ ساعت خدمات طراحی به ازای هر مترمربع[1]

عنوان	الف	ب	ج	د
طراح هماهنگ‌کننده	*	*	*	*
طراحی عمران (سازه)	*	*	*	*
طراحی معماری	*	*	*	*
طراحی تأسیسات مکانیکی	*	*	*	*
طراحی مکانیک (گاز)	*	*	*	*
طراحی تأسیسات برقی	*	*	*	*
طراحی شهرسازی	*	*	*	*
طراحی نقشه‌برداری	*	*	*	*
طراحی ترافیک	*	*	*	*
جمع کل	*	*	*	*

۱۴- دستورالعمل قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان

الف) تعاریف:

- طبقه‌بندی پروژه‌های رشته ساختمان

پروژه‌های رشته ساختمان برحسب پیچیدگی در برنامه‌ریزی و فضایابی (فیزیکی-عملکردی)، طراحی، معماری، محاسبات سازه و تأسیسات، به چهار گروه از ساده به پیچیده تقسیم می‌شوند که انواع ساختمان‌های مربوط به هر گروه به شرح زیر است (در اینجا به‌صورت خلاصه آورده شده است).

گروه یک: مانند انبارها، تعمیرگاه‌های کوچک،...

گروه دو: مانند آپارتمان‌ها و واحدهای مسکونی، فروشگاه‌های کوچک،...

گروه سه: مانند دانشسراها و مراکز تربیت‌معلم، مجتمع‌های فنی و حرفه‌ای،...

گروه چهار: مانند ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون، مراکز اصلی مخابرات، بیمارستان‌ها،...

در تعیین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری خدمات می‌توان هفت مورد اصلی را شناسایی کرد که در طول زمان می‌تواند بر تعیین قیمت مؤثر باشد.

ب) نحوه تعیین حق‌الزحمه

برای محاسبه حق‌الزحمه طراحی هر رشته، از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$DC=((SC\times CH\times M)\times RF\times(1+(OS+CF))+LF$$

SC: عدد مبنا (نفر/ ساعت به ازای یک متر

مربع)
CH: حق الزحمه هر ساعت کار یک مهندس (ریال)
M: مساحت زیربنای پروژه (متر مربع)
OS: ضریب بالاسری و منطقه‌ای
CF: ضریب پیچیدگی و ویژگی پروژه
RF: ضریب تکرار
LF: پوشش ریسک و مسئولیت
برای محاسبه حق‌الزحمه نظارت هر رشته، از فرمول زیر استفاده می‌شود:
DC=((SC×CH×M)×(1+(OS+CF))+LF
SC: عدد مبنا (نفر / ساعت به ازای یک متر مربع)
CH: حق الزحمه هر ساعت کار یک مهندس (ریال)
M: مساحت زیربنای پروژه (متر مربع)
OS: ضریب بالاسری و منطقه‌ای
CF: ضریب پیچیدگی و ویژگی پروژه
LF: پوشش ریسک و مسئولیت

جدول شماره ۲ - نفر ساعت/ خدمات نظارت به ازای هر مترمربع[۲]

گروه	الف	ب	ج	د
ناظر هماهنگ‌کننده	*	*	*	*
نظارت عمران (سازه)	*	*	*	*
نظارت معماری	*	*	*	*
نظارت تأسیسات مکانیکی	*	*	*	*
نظارت مکانیک (گاز)	*	*	*	*
نظارت تأسیسات برقی	*	*	*	*
نظارت شهرسازی	*	*	*	*
نظارت نقشه‌برداری	*	*	*	*
نظارت ترافیک	*	*	*	*
جمع کل	*	*	*	*

تبصره یک: هرسال متناسب با نوع و شرح خدمات مصوب هر رشته، «نفر / ساعت» طراحی و نظارت آن رشته توسط کمیته تخصصی مربوطه در شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان تا تاریخ ۳۰ بهمن هر سال مورد بازنگری قرار گرفته و موارد اصلاحی جهت تصویب به شورای مبانی قیمت‌گذاری وزارت راه و شهرسازی پیشنهاد می‌گردد. شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان موظف است درصورت تصویب در شورای مبانی قیمت‌گذاری وزارت راه و شهرسازی جداول اصلاحی را حداکثر تا روز ۱۵ اسفند آن سال اعلام‌عمومی‌نماید.

بر اساس دیدگاه‌های مطرح شده، آنچه که امروز در نظام تعیین قیمت خدمات مهندسی موضوعیت یافته، بیشتر قیمت‌گذاری بر مبنای روش هزینه تمام شده هر متر مربع است.

حق‌الزحمه هر ساعت کار یک مهندس

حق‌الزحمه هرساعت کار یک مهندس در سال، پایه تنظیم این دستورالعمل (سال ۱۴۰۱ شمسی) به تفکیک رتبه و پایه مهندسی با توجه به میانگین حق‌الزحمه هر ساعت دستورالعمل تعیین حق‌الزحمه خدمات نظارت نیروی انسانی مهندسان مشاور تعیین گردیده است.

ساعت مبنای فعالیت

عدد ساعت مبنای هر رشته بر اساس گروه‌های چهارگانه ساختمان و به ازای هر متر مربع برای طراحی و نظارت به شرح جداول زیر تعیین می‌گردد:

مبنای محاسبه حق‌الزحمه برای ساختمان‌های گروه «الف» حق‌الزحمه هر ساعت کار یک مهندس پایه سه، برای گروه «ب» حق‌الزحمه هر ساعت کار یک مهندس پایه دو، برای ساختمان‌های گروه «ج» حق‌الزحمه هر ساعت کار یک مهندس پایه یک و برای ساختمان‌های گروه «د» حق‌الزحمه هر ساعت کار یک مهندس پایه یک می‌باشد.

جدول شماره ۳- ضرایب منطقه‌ای و بالاسری (به‌صورت خلاصه ذکر شده است)

منطقه/ شهر/شهرستان	ضریب
شهر تهران	۰,۲۵
سایر کلانشهرها	۰,۲۲
مراکز استان‌ها	۰,۲۰
شهرستان‌های با جمعیت بین ۵۰۰ هزار تا یک میلیون نفر	۰,۲۰
شهرستانهای با جمعیت بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ هزار نفر	۰,۱۸
شهرستانهای با جمعیت ۱۰۰ تا ۲۰۰هار نفر	۰,۱۷
شهرستانهای با جمعیت ۵۰ تا ۱۰۰ هزار نفر	۰,۱۶
شهرستانهای با جمعیت کمتر از ۵۰ هزار نفر	۰,۱۵

جدول شماره ۴ - ضرایب کارهای تکراری به درصد (به‌صورت خلاصه ذکر شده است)

دفعات تکرار	ضریب تکرار	دفعات تکرار	ضریب تکرار
۲	۶۷۵۰	۱۷	۰/۲۶۹۲
۳	۰/۵۳۵۲	۱۸	۰/۲۶۴۴
۴	۰/۴۷۴۷	۱۹	۰/۲۶۰۰
تا		تا	
۱۶	۰/۲۷۲۵	۱۰۰	۰/۱۸۰۰

درصد افزایش حق‌الزحمه هر ساعت کار یک مهندس طراح و ناظر در سال‌های بعد از سال تصویب این دستورالعمل (سال ۱۴۰۲ و بعد از آن) بر مبنای نرخ تورم نقطه به نقطه استانی ۱۲ ماه منتهی به ۳۰ بهمن هر سال (اعلامی از سوی مرکز آمار) تعیین می‌گردد. هیئت مدیره نظام‌مهندسی ساختمان هر استان موظف است، هر سال قبل از ۲۹ اسفند آن سال نسبت به تعیین و تصویب ضریب تعدیل سال آینده بر مبنای دستورالعمل فوق اقدام نموده و پس از بروز نمودن جدول شماره ۳ و طی فرایند تصویب در هیئت چهار نفره استان، اعلام عمومی نماید.

تبصره یک: هیئت چهار نفره تعیین درصد افزایش حق‌الزحمه سالانه در هر استان متشکل از معاون عمرانی استانداری، مدیرکل راه و شهرسازی استان، شهردار مرکز استان و رئیس سازمان نظام‌مهندسی ساختمان آن استان می‌باشند.

ضریب منطقه‌ای و بالاسری خدمت

ضریب منطقه‌ای و بالاسری خدمت برای پوشش هزینه‌های بیمه، دفتر، ایاب و ذهاب و... حداکثر تا عدد ۰/۲۵ به صورت افزایشی و به شرح جدول زیر تعیین می‌گردد (جدول ۳).

پروژه‌های رشته ساختمان برحسب پیچیدگی در برنامه‌ریزی و فضایابی (فیزیکی-عملکردی)، طراحی، معماری، محاسبات سازه و تأسیسات، به چهار گروه از ساده به پیچیده تقسیم می‌شوند.

ضریب تکرار (RF)

ضریب تکرار برای طراحی طرح‌های تیپ کاهشی بوده و طبق جدول زیر محاسبه می‌گردد (جدول ۴).

ضریب ویژگی پروژه (CF)

در صورتی که در پروژه‌ها، شرایط و یا ویژگی‌های خاص برای طراحی و نظارت وجود داشته باشد، هرسال به پیشنهاد گروه‌های تخصصی رشته‌های هفت‌گانه به تفکیک هر رشته مصادیق ویژگی‌های خاص پروژه‌ها تعیین و پس از تصویب شورای مبانی قیمت‌گذاری خدمات

مهندسی ساختمان ضریب هر موضوع به طور جداگانه و حداکثر تا سقف مجموع عدد ۰/۵ به صورت افزایشی اعمال می‌گردد.

پوشش ریسک و مسئولیت (LF)

مبلغ ریالی حق‌الزحمه مسئولیت و ریسک خدمات مهندسی به صورت جداگانه برای هر رشته و به ازای هر متر مربع تعیین شده و مبلغ آن با استعلام بیمه مرکزی جمهوری اسلامی‌ایران به گونه‌ای انتخاب شود که پوشش دهنده ریسک و مسئولیت‌های مترتب بر فعالیت‌های مهندسان باشد. مبلغ حق‌الزحمه پوشش ریسک و مسئولیت از حاصل ضرب متراژ پروژه ضرب‌در حق‌الزحمه اعلام شده برای هر متر مربع توسط بیمه مرکزی محاسبه می‌گردد.

جمع‌بندی

عدم تناسب وظایف و مسئولیت‌های مهندسان با حق‌الزحمه دریافتی و عدم رشد حق‌الزحمه با نرخ تورم موجب کاهش کیفیت و ارائه خدمات مهندسی ساختمان در سال‌های اخیر شده است، به علاوه تعیین یک مبلغ مشخص و بعد توزیع آن بین رشته‌های ساختمانی همواره موجب ایجاد چالش بین رشته‌های مختلف مهندسی ساختمان و سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان‌ها شده است. واقعی‌سازی هزینه خدمات مهندسی و تناظر با تکالیف و شرح خدمات هر رشته و تدوین یک فرمول و الگوی محاسباتی یکپارچه و استاندارد می‌تواند به بهبود قیمت‌گذاری و برآورد هزینه‌های مهندسی ساختمان کمک کند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد: با توجه به ساختار نهادی، قوانین و مقررات، شرح خدمات و تجارب جهانی و منطقه‌ای الگوی پیشنهادی نفر / ساعت به ازای هر متر مربع خدمات ارائه شده و همچنین اعمال شاخص‌های تکمیلی مانند ضرایب: منطقه‌ای و بالاسری خدمت، تکرار، ویژگی و پوشش ریسک به تدوین یک مدل بهینه برای محاسبه هزینه خدمات مهندسی برای هفت رشته مهندسی ساختمان می‌باشد و می‌تواند بخش عمده‌ای از چالش‌های موجود را برطرف کرده و ضمن واقعی‌سازی هزینه‌های خدمات، زمینه را برای بهبود معیشت مهندسان فراهم نماید.

بر اساس دیدگاه‌های مطرح شده، آنچه که امروز در نظام تعیین قیمت خدمات مهندسی موضوعیت یافته، بیشتر قیمت‌گذاری بر مبنای روش هزینه تمام شده هر متر مربع است.

پی‌نوشت:

۱. اعداد این جدول با اخذ نظرات خبرگان و متخصصان هر رشته تکمیل خواهد گردید.

۲. اعداد این جدول با اخذ نظرات خبرگان و متخصصان هر رشته تکمیل خواهد گردید.

مراجع:

[۱] هاوی، (۱۳۷۶). هزینه کارایی و بازیافت هزینه در خدمات اطلاع‌رسانی. ترجمه: حمید محسنی، اطلاع‌رسانی، نشریه فنی مرکز اطلاعات و مدارک علمی‌ایران، دوره دوازدهم؛ شماره ۳، ۴۱-۳۶.

[۲] فانگ، یم اس. (۱۳۸۲)، قیمت‌گذاری و برآورد هزینه در خدمات اطلاع‌رسانی انتفاعی. ترجمه محمد حسن زاده، تهران: چاپار، ص ۹۹-۱۱۳.

[3] Mochtar, Krishna and Arditi, David. (2001). Pricing strategy in the US construction industry, Construction Management and Economics, 19(4): 405-415

[۴] نشریه لیمان، گزارش مقایسه خدمات و حق الزحمه مهندسان مشاور در ایران و سایر کشورها، واحد مطالعات و تحقیقات لیمان، شماره اول.

[5] Anis Rosniza Nizam Akbar, Mohamamd Fadhil Mohammad, Norizan Ahmad, Myasarah Maisyam, dopting Standardization in Construction Environment: Standard Method of Measurement (SMMs), Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 170, 27 January 2015, Pages 37-48

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

- ناترازی تولید و مصرف انرژی، مهم‌ترین چالش حال حاضر کشور
- انگاره‌های طراحی سایبان نمای ساختمان هم‌راستا با بهینه‌سازی مصرف انرژی
- نقش مهندسی ساختمان در کاهش مصرف انرژی: مروری بر راه‌حل‌ها
- ریز اقلیم‌ها به عنوان یک محرک اقلیمی‌در فرایند طراحی معماری معاصر
- ارزیابی اجمالی پیرامون افزایش عملکرد انرژی در طراحی و ساخت
- بررسی اثر نور طبیعی روز، بر سلامت روان افراد ساکن در خانه
- تعیین الگوی بهینه کشیدگی شکل ساختمان در بافت مسکونی شهر زنجان

حسین آب‌نیکی

کارشناس ارشد MBA گرایش استراتژی، مدیرعامل شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت

ناترازی تولید و مصرف انرژی، مهم‌ترین چالش حال حاضر کشور

امروزه انرژی به عنوان یک عامل مهم و مؤثر در گسترش و ایجاد صنایع مختلف از اهمیت زیادی برای کشورها برخوردار است. با توجه به سهم قابل توجه بخش ساختمان در مصرف انرژی، مدیریت مصرف انرژی در این بخش از اهمیت زیادی برخوردار است. از طرفی متولیان بهینه‌سازی مصرف انرژی بیش از یک سازمان است که این امر نشان‌گر اهمیت همکاری جدی دستگاه‌ها و ارگان‌های مربوطه جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌باشد. شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت یکی از ارگان‌هایی است که می‌تواند سهم قابل توجهی در سیاستگذاری‌های مربوط به این بخش ایفا کند. بدین‌منظور نشریه شمس با مدیرعامل محترم شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت گفت‌وگویی با موضوع بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان ترتیب داد که ذیلاً از نظر خوانندگان ارجمند می‌گذرد.

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

۱- جایگاه مصرف انرژی در بخش ساختمان در مقایسه با دیگر کشورها چگونه است؟

مطابق اطلاعات ترازنامه هیدروکربوری و اطلاعات دریافتی از شرکت ملی گاز ایران، تولید گاز در کشور بیش از ۲۲۴ میلیارد متر مکعب است که ۲۰۸ میلیارد متر مکعب آن در بخش‌های مختلف مصرف می‌شود. مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی و تجاری بیش از ۶۶ میلیارد متر مکعب در سال است. شاخص مصرف انرژی بخش ساختمان حدود ۳ برابر متوسط شاخص جهانی است. همچنین در مقایسه با کشور ترکیه، شاخص مصرف گاز طبیعی در بخش ساختمان بیش از ۲ برابر است.

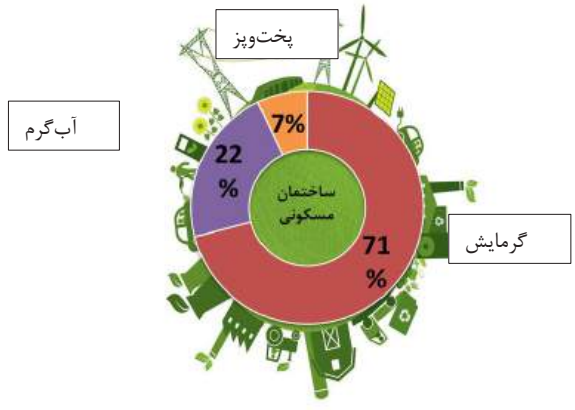
۲- وضعیت توزیع انرژی در بخش ساختمان به چه صورت است؟

جریان انرژی کشور به سه بخش اصلی تولید، تبدیل، انتقال، توزیع و مصرف نهایی طبقه‌بندی شده که بخش مصرف نهایی به سه زیربخش صنعت، حمل‌ونقل و ساختمان تقسیم می‌شود. بخش ساختمان شامل زیر بخش‌های اصلی ساختمان‌های مسکونی موجود و ساختمان‌های غیرمسکونی موجود و ساختمان‌های جدیدالاحداث می‌باشد. بر اساس آخرین ترازنامه هیدروکربوری مصرف گاز طبیعی در بخش خانگی/تجاری و صنایع غیر عمده ۵۲٪، در بخش نیروگاه‌های حرارتی ۲۸٪ و صنایع عمده ۲۰٪ گزارش شده است. مصرف سالانه بخش خانگی و تجاری در حدود ۶۶ میلیارد متر مکعب بوده است (۳۱٪ گاز مصرفی کل کشور).

جریان انرژی کشور به سه بخش اصلی تولید، تبدیل و انتقال، توزیع و مصرف نهایی طبقه‌بندی شده که بخش مصرف نهایی به سه زیربخش صنعت، حمل‌ونقل و ساختمان تقسیم می‌شود.

۳- در کشور ما بیشترین میزان اتلاف انرژی در بخش ساختمان به کدام نوع انرژی مربوط می‌شود. علت چیست و راهکار جلوگیری از این اتلاف چه مواردی است.

در بخش ساختمان به دلیل سهم بالای مصرف گاز طبیعی نسبت با سایر حامل‌های انرژی، بیشترین تلفات انرژی مربوط به گاز طبیعی می‌باشد. اتلاف حرارتی از پوسته خارجی ساختمان و جداره‌های نورگذر و استفاده از تجهیزات گرمایشی و سرمایشی ناکارآمد و با راندمان پائین و همچنین رفتار مسرفانه مصرف‌کننده، مهم‌ترین علل هدر رفتن انرژی حاصل از احتراق گاز طبیعی در ساختمان‌ها می‌باشند. مهم‌ترین راهکار جلوگیری از اتلاف انرژی در بخش ساختمان اجرای کامل الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان می‌باشد. باید توجه داشت علی‌رغم گذشت بیش از دو دهه از زمان تدوین و ابلاغ اولین ویرایش مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، رعایت الزامات آن در ساخت‌وسازها تاکنون به‌طور جدی و کامل اجرایی نشده و تنها نصب پنجره‌های دوجداره توسط سازندگان ساختمان و بهره‌برداران مورد توجه قرار گرفته است. لذا با توجه به اهمیت صرفه‌جویی در



مصرف انرژی ساختمان‌ها، مطابق تصویب‌نامه «ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها» از سال ۱۴۰۲ صدور پایان کار منوط به رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی در ساختمان‌های جدیدالاحداث شده است، لیکن با وجود پیگیری‌های این شرکت، تاکنون دستورالعمل مربوطه توسط وزارت راه و شهرسازی ابلاغ نگردیده است. لازم به ذکر است منوط کردن ارائه پایان کار ساختمان‌های جدیدالاحداث به رعایت الزامات مبحث ۱۹ می‌تواند ابزار مناسبی برای جلوگیری از اتلاف انرژی ساختمان‌ها باشد و از آنجا که بهینه‌سازی انرژی و عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان در ساختمان‌های موجود بسیار مشکل و هزینه‌بر است، اجرایی شدن این مصوبه و ضوابط مربوطه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های حال حاضر کشور، ناترازی تولید و مصرف انرژی به ویژه در حوزه گاز طبیعی می‌باشد.

۴- عوامل مؤثر در مصرف انرژی در بخش مسکونی چه مواردی است؟

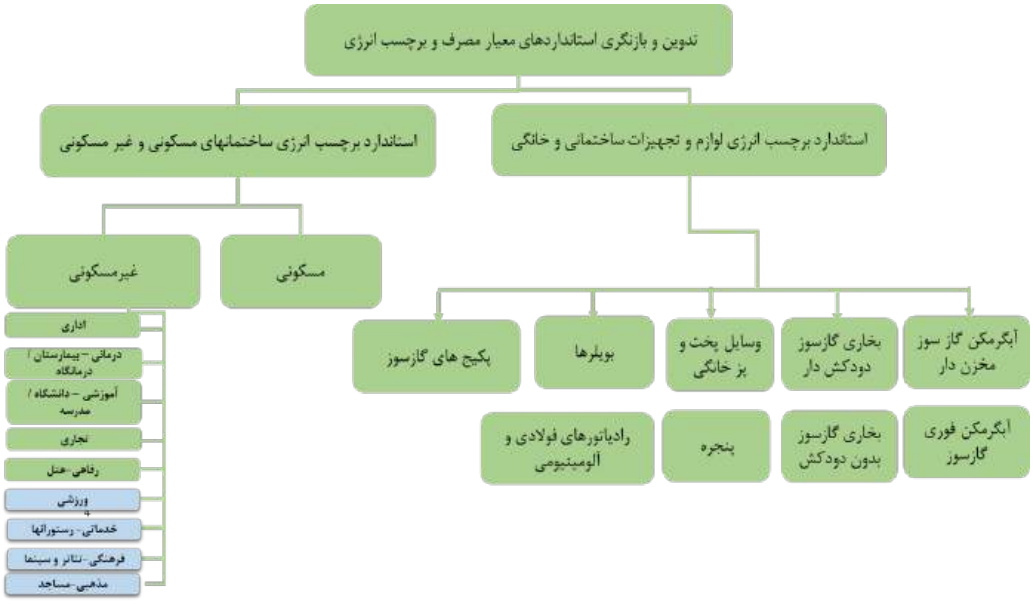
عوامل مؤثر در کاهش تلفات انرژی ساختمان عبارت‌اند از:

۱- پوسته خارجی ساختمان که مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بایستی عایق‌کاری حرارتی شده باشد.

۲- استفاده از تجهیزات گرمایشی و سرمایشی راندمان بالا و با رده برچسب انرژی برتر.

۳- رفتار مصرف‌کنندگان و بهره‌برداران ساختمان که با اقدامات فرهنگ‌سازی عمومی قابل اصلاح می‌باشد.

باید توجه داشت در ساختمان‌های مسکونی، گرمایش فضا بیشترین سهم در مصرف گاز ساختمان را به خود اختصاص می‌دهد. در صورت نامناسب بودن پوسته خارجی و جداره‌های نورگذر ساختمان و در نتیجه اتلاف انرژی حرارتی و همچنین استفاده از تجهیزات گرمایشی ناکارآمد، مصرف گاز ساختمان افزایش می‌یابد.



۵- شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت تاکنون چه اقداماتی در خصوص بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمانی انجام داده است.

اقدامات این شرکت در سال‌های گذشته در حوزه‌های مختلف کاری بدین شرح است:

• حمایت از صنایع در راستای ورود فناوری جدید، محصولات دارای بازده بالا و بهبود فرایندهای تولید

حمایت از صنایع در ارتقاء تجهیزات، تولیدکنندگان شیشه دو جداره، قاب پنجره، پروفیل UPVC، عایق‌های حرارتی، شیر ترموستاتیک، بخاری نفتی و گازی، اجاق القایی، آبگرمکن خورشیدی، سیستم‌های کنترل هوشمند موتورخانه، مشعل‌های دارای بازده بالا را در بر می‌گیرد.

• استانداردسازی و به‌روزرسانی معیارهای مصرف انرژی و استانداردهای برچسب انرژی تجهیزات انرژی‌بر، مصالح و ساختمان

استاندارد برچسب انرژی تجهیزات انرژی‌بر شامل بخاری‌های گازی دودکش‌دار و بدون دودکش، بسته‌های (پکیج‌های) گازسوز، آبگرمکن‌های دیواری و زمینی، اجاق گاز، بویلرها و پنجره‌ها است. همچنین برچسب ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی بر اساس نوع کاربری ساختمان تدوین و بازنگری شده است و الگوی مصرف گاز طبیعی برای خانوارها تعیین شده و اجرای این استاندارد در ساختمان‌های دولتی در دست پیگیری می‌باشد.

مصرف سالانه گاز طبیعی بخش خانگی و تجاری در حدود ۶۶ میلیارد متر مکعب بوده است (۳۱٪ گاز مصرفی کل کشور).

• آموزش ذی‌نفعان

این شرکت در سنوات گذشته با توجه به گستردگی ذی‌نفعان انرژی، اقدام به برگزاری دوره‌های آموزشی متعددی نموده است که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

- برگزاری دوره‌های آموزش مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان،
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی در زمینه بهینه‌سازی انرژی در بخش ساختمان برای ۵۰۰۰ نفر،
- ارائه آموزش‌های مهارتی و عمومی و تدوین استانداردهای آموزشی مرتبط با بهینه‌سازی انرژی،
- آموزش ۱۵۰۰ کارگر ماهر در زمینه پنجره‌های دوجداره و تجهیز ۴ کارگاه،
- تدوین استانداردهای آموزشی مهارتی،
- آموزش ۵۰ مربی و تجهیز ۴ کارگاه آموزشی،
- تدوین کتاب و منابع آموزشی،
- دوره آموزشی آشنایی با راهکارهای بهینه‌سازی انرژی در تأسیسات گرمایشی و سرمایشی.

• ایجاد زیر ساخت‌های لازم برای اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

از مهم‌ترین زیرساخت‌های اجرایی شدن ملزومات بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان‌ها می‌توان به حمایت از تولید تجهیزات و مصالح ساختمانی، تدوین استانداردهای مصالح و تجهیزات ساختمانی، تجهیز آزمایشگاه‌ها، آموزش مهندسان ناظر ساختمان‌ها، گنجاندن دوره‌های مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی از جمله مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای ارتقاء پایه مهندسان ناظر ساختمان و امکان بررسی و آزمون میزان مصرف انرژی و ویژگی تجهیزات و مصالح ساختمانی و اخذ گواهینامه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با تجهیز آزمایشگاه‌های عایق‌های حرارتی و جداره‌های نورگذر اشاره نمود.

حمایت از تولید پنجره‌های دو جداره یکی از اقدامات شرکت در حمایت از تولید مصالح ساختمانی بوده است. نصب پنجره دوجداره در بیشتر ساختمان‌های کلان شهرها سبب کاهش مصرف سوخت به میزان ۲۰ درصد در ساختمان‌های احداثی در ۱۵ سال اخیر شده است.

همچنین این شرکت در خصوص تصویب‌نامه هیئت محترم وزیران مبنی بر لزوم ارائه پایان‌کار ساختمان‌های جدیدالاحداث منوط به اجرای کامل مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بر

اساس آخرین ویرایش مشارکت فعال داشته است.
ممیـــزی انـــرژی و اجرای راهکارهـــای بهینـــه‌سازی و جـــایگزینی انـــرژی در ساختمان‌های وزارت نفت انجام گرفته است.
اقدامات بهینه‌سازی در ساختمان‌های عمومی و دولتی مدارس و شهرداری‌ها نیز صورت گرفته است.

۶- برنامه‌هـای ایـن شـرکت چیسـت و افـق پیـش‌رو را چگونـه ارزیابی می‌کنید؟

اهم برنامه‌های این شرکت در حوزه بهینه‌سازی انرژی در ساختمان به شرح ذیل می‌باشد:
- اجـرای موفـق اسـتانداردهای برچسـب انـرژی سـاختمان در ساختمان‌های موجود و با اولویت ساختمان‌های دولتی
- اجـرای اسـتانداردهای برچسـب انـرژی در تجهیـزات انرژی‌بـر و مصالح ساختمانی (آبگرمکن، بخاری و پکیج)
- پیگیری اجرای کامل مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان از سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و سازمان شهرداری‌ها
- توسعه فناوری‌های بهینه‌سازی انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان
- آموزش، فرهنگ‌سازی و ترویج بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان
- اسـتفاده از ظرفیـت بـازار بهینه‌سـازی انـرژی و محیط زیسـت بـرای اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در ساختمان
- جلب مشارکت آحاد مردم در موضوع بهینه‌سازی و حل ناترازی گاز طبیعی با اجرای طرح‌های مردمی‌سازی صرفه‌جویی انرژی در کشور

تولید گاز در کشور بیش از ۲۲۴ میلیارد متر مکعب است که ۲۰۸ میلیارد متر مکعب آن در بخش‌های مختلف مصرف می‌شود.

بـا توجـه به سـند تراز تولید و مصرف گاز طبیعی تا افـق ۱۴۲۰، امنیت عرضه انرژی کشـور به تنهایی با افزایش تولید و عرضه سـوخت‌های فسـیلی ممکن نخواهـد بـود. بـر این اسـاس و بـا توجه بـه روند مصـرف انـرژی در بخش‌های مختلـف و اسـراف و اتـلاف بی‌رویـه انرژی در کشـور (نسـبت به شـاخص‌های جهانی)، بهینه‌سازی مصرف سوخت بهترین گزینه برای امنیت انرژی کشور می‌باشد که در این خصوص همکاری و مشارکت همه جانبه کلیه ذی‌نفعان از جمله وزارت راه و شهرسازی، شهرداری‌ها، سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و ارگان‌های دیگر لازم و ضروری است.

۷- با وجود قوانین، مقررات، آئین‌نامه‌ها، بخشـنامه‌های استانداردهای موجود در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی و با توجه به بحران انرژی در کشور، چرا تاکنون آنچنان که باید این قوانین اجرائی نشده است؟

از مهم‌ترین دلایل عدم اجرایی شـدن قوانین و مقررات حوزه انرژی در کشـور می‌توان به عدم متولی واحد در خصوص بهینه‌سازی مصرف انرژی اشاره کرد، که به دلیل گستردگی موضوع در حوزه ساختمان، صنعت و کشاورزی نیاز به سـازمان واحد مطالبه‌گر از سـایر دسـتگاه‌ها از جمله وزارت راه و شهرسـازی،

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

وزارت کشور، وزارت جهاد و کشاورزی، وزارت نفت و نیرو و... می‌باشد که در این راستا تشکیل سازمان مدیریت راهبردی و بهینه‌سازی انرژی کشور در قانون برنامه هفتم توسعه پیش‌بینی شده است. از دیگر دلایل عدم اجرایی شدن راهکارهای بهینه‌سازی انرژی در بخش ساختمان می‌توان به قیمت بسیار پائین انرژی (از جمله گاز طبیعی) و در نتیجه عدم توجیه اقتصادی و جذابیت طرح‌های بهینه‌سازی برای سرمایه‌گذاران با نرخ‌های داخلی اشاره کرد.

همچنین با توجه به ابلاغ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان از سال ۱۳۷۱، غالب الزامات آن تا کنون اجرا نشده است که از دیدگاه این شرکت دلایل و موانع عدم اجرای مبحث مذکور که سبب ایجاد ناترازی شدید تولید و مصرف انرژی (گاز و برق) گردیده است، به شرح ذیل می‌باشد:

نصب پنجره دوجداره در بیشتر ساختمان‌های کلان شهرها سبب کاهش مصرف سوخت به میزان ۲۰ درصد در ساختمان‌های احداثی در ۱۵ سال اخیر شده است.

۱- نحوه ویرایش مبحث ۱۹ و پیچیدگی‌های آن، به‌طوری که انجام محاسبات طراحی و اجرای آن را توسط ذی‌نفعان سخت نموده است.

۲- عدم انجام نظارت مضاعف بر اجرای مبحث، توسط شهرداری‌ها به عنوان مجری مقررات ملی ساختمان مطابق ماده ۳۴ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان.

۳- دانش بسیار کم سازندگان ساختمان‌ها در خصوص اصول و الزامات مبحث ۱۹.

۴- هزینه‌های اجرای مبحث به ویژه عایق کاری حرارتی و عدم انتفاع سازندگان از صرفه‌جویی انرژی در دوره بهره‌برداری از ساختمان.

۵- عدم نظارت صحیح ناظران سازمان نظام‌مهندسی ساختمان بر اجرای مبحث.

۶- عدم نظارت عالیه کافی وزارت راه و شهرسازی بر اجرای قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، به ویژه در خصوص اجرای مبحث ۱۹ مطابق ماده ۳۵ قانون مذکور.

۷-عدم ابلاغ و اجرایی شدن دستورالعمل اجرایی ماده (۴) تصویب‌نامه هیئت محترم وزیران با موضوع «ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان».

۸- به عنوان سخن پایانی اگر مطلبی هست بفرمائید.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های حال حاضر کشور، ناترازی تولید و مصرف انرژی به ویژه در حوزه گاز طبیعی می‌باشد، به‌طوری که در فصل سرما این ناترازی به حدود ۲۵۰ میلیون متر مکعب در روز رسیده است. شاید مهم‌ترین دلیل این ناترازی عدم اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان می‌باشد که لازم است دستگاه‌ها و سازمان‌های مسئول حداکثر تلاش خود را برای کم کردن ناترازی به عمل آورند. بهینه‌سازی ساختمان‌های موجود که بیشترین سهم مصرف را دارند نیز با مشارکت سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و اعضای آن در قالب ایجاد شرکت‌های بهینه‌سازی انرژی و مشارکت در طرح‌های بازار بهینه‌سازی انرژی و محیط زیست با جذب سرمایه‌گذار امکان‌پذیر است.

انگاره‌های طراحی سایبان نمای ساختمان هم‌راستا با بهینه‌سازی مصرف انرژی

زهرا یارمحمودی

پژوهشگر دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد شیراز

چکیده

امروزه با افزایش مصرف انرژی در بخش ساختمان، طراحی بنا به صورت هوشمند به عنوان یک راهکار موفق مورد توجه طراحان قرار گرفته است. زیرا ساختمان‌های هوشمند نسبت به تغییرات محیط پیرامون و نیاز کاربران واکنش داده و سازگار است. برای رسیدن به این سازگاری و انعطاف در ساختمان در ابتدا نیاز است که نمایی پویا و تغییرپذیر طراحی شود تا بتواند علاوه بر سازگاری با محیط پیرامون و کاربران به نیاز آیندگان نیز پاسخ دهد. اهمیت موضوع از آن جهت است که ساختمان‌ها در جای خود ثابت هستند و تنها از طریق نما که مانند پوست مرز بین فضای داخل و خارج است، می‌توانند نسبت به تغییرات عوامل خارجی پاسخ داده و از فضای داخلی خود محافظت کنند. با وجود شناخت مسئله، اهمیت و ضرورت آن، یکی از دغدغه‌های اساسی طراحان، همواره شیوه رسیدن به انگاره‌های طراحی و انتخاب راهکاری نوین و مناسب در راستای رسیدن به یک نمای فعال و هوشمند است. به همین دلیل در پژوهش حاضر با روش توصیفی-تحلیلی با ماهیت کیفی و روش جمع‌آوری اطلاعات، اسنادی، اینترنتی، کتابخانه‌ای به روش مروری به بررسی انگاره‌های طراحی سایبان نمای ساختمان در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی

پرداخته است. جمع‌بندی نهایی حاکی از آن است که سایبان خارجی نما می‌تواند با بهره‌گیری از مصالح هوشمند و بومی، به شیوه مکانیکی و یا ترکیب هر دو روش با بهره‌گیری از الگوی فرمی و حرکتی موجود در طبیعت در راستای هویت‌بخشی، زیبایی، پویایی، انعطاف‌پذیری نما در حوزه کالبدی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان (کنترل سیستم روشنایی، سرمایش و گرمایش و تهویه) در حوزه اقتصادی طراحی شود.

واژگان کلیدی: انگاره‌های طراحی، سایبان خارجی، نمای ساختمان، هوشمندسازی، بهینه‌سازی مصرف انرژی.

سیستم‌های ساختمان به‌طور کلی به سه دسته سرمایشی، گرمایشی و روشنایی تقسیم می‌شود.

۱. مقدمه

امروزه بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان، یکی از موضوعات قابل پژوهش و اهمیت برای طراحان محسوب می‌شود. براساس ماده ۱۸ قانون

جدول ۱: بررسی پیشینه پژوهش براساس رویکردهای مرتبط با حوزه بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان

رویکرد	نتیجه	منبع
کاهش مصرف انرژی	سایبان‌های هوشمند نما تأثیر زیادی بر کنترل انرژی گرمایی ساختمان دارد. علاوه‌برآن، بهره‌گیری از سایبان افقی به همراه سایبان عمودی تأثیری بر کاهش انرژی گرمایشی ندارد.	(۱)
کنترل نور روز	بهره‌گیری از هندسه پالکانه در طراحی سایبان نما می‌تواند بیشترین میزان روشنایی را برای فضای داخلی فراهم کرده و با کنترل نور روز باعث کاهش حرارت دریافتی در فصول گرم سال شود.	(۲)
کنترل نور روز	طراحی سایبان خارجی هوشمند نما علاوه‌بر کنترل ورود نور روز به فضای داخلی در فصول مختلف سال و کاهش مصرف انرژی در ساختمان، موجب پویایی فرم نما شده و جذابیت بصری را به دنبال دارد.	(۳)
بهینه‌سازی مصرف انرژی	در پژوهش حاضر رفتار حرارتی چهار نمای تک پوسته با سایبان ثابت، دو پوسته شیشه‌ای، دوپوسته با سایبان متحرک و نمای متحرک مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصله حاکی از آن است که نمای متحرک در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی عملکرد مطلوب‌تری نسبت به سایر سایبان‌ها دارد.	(۴)
کاهش بار سرمایش	سایبان‌های متحرک براساس مسیر حرکت خورشید تغییر کرده و در مواقع گرم سال باعث کاهش بار سرمایشی شده و از طرفی در فصل سرد سال با باز شدن پنل‌ها اجازه ورود نور به فضای داخل را می‌دهد.	(۵)
ارتقاء حریم دیداری	استفاده از مصالح بومی‌مانند چوب و آجر با قابلیت انعطاف‌پذیری و امکان کنترل بازشدگی توسط کاربران می‌تواند نقش تأثیرگذاری در پاسخگویی به نیاز و ارتقاء حریم دیداری نماهای دوپوسته در ساختمان ایفا کند.	(۶)
آسایش بصری	نمای متحرک با سیستم فعال و کنترل مرکزی با اختلاف ۸/۴ درصد بهترین عملکرد را در بین انواع سیستم‌ها داشته است.	(۷)
بهینه سازی مصرف انرژی و آسایش بصری	سایبان متحرک بیشتر از سایبان ثابت باعث کاهش مصرف انرژی و حفظ آسایش دیداری می‌شود.	(۸)
کنترل نور روز	نور روز یک عامل اساسی در بهینه‌سازی مصرف انرژی، افزایش کیفیت سلامت فضاهای داخلی است.	(۹)

اصلاح الگوی مصرف و آئین‌نامه اجرایی آن، جهت‌گیری رویکرد طراحی ساختمان به سمت هوشمند و سبز بسیار ضروری و قابل اهمیت است. در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان که شامل حوزه صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌باشد نیز طراحی صحیح و فعال پوسته خارجی ساختمان به عنوان یکی از راهکارهای رسیدن به ساختمان کم‌انرژی مطرح شده است. به‌طور کلی، کارکرد صحیح سیستم گرمایش و سرمایش، روشنایی، تهویه و غیره در ساختمان می‌تواند تا حد زیادی در کاهش مصرف انرژی تأثیرگذار باشد. بنابراین جهت رسیدن به این هدف، نیاز است که نمای ساختمان که مرز بین فضای درون و بیرون ساختمان می‌باشد، به‌گونه‌ای فعال و هوشمند طراحی شود تا با کنترل ورود نور روز بتواند فرایند رسیدن به هدف کلان بهینه‌سازی در مصرف انرژی را تحقق بخشد. به عنوان مثال امکان انطباق سایبان خارجی نما با مسیر حرکت خورشید در هر منطقه می‌تواند میزان روشنایی فضای داخلی ساختمان را کنترل کند که همین امر باعث کاهش ورود نور روز به فضای داخلی در اقلیم گرم و خشک شده و باعث کاهش بار سرمایشی، خیرگی و رسیدن کاربران به آسایش بصری و حرارتی در ساختمان می‌شود. به همین دلیل باتوجه به اهمیت موضوع مطرح شده در ادامه به بررسی انگاره‌های طراحی سایبان خارجی نمای ساختمان در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی پرداخته شده است.

با پیشرفت تکنولوژی، مصرف انرژی نیز افزایش یافته است. طی سال‌های اخیر در ایران، بخش ساختمان حدود ۳۵ درصد از مصرف کل انرژی کشور را به خود اختصاص داده است.

۲. پیشینه پژوهش

باتوجه به اینکه امروزه طراحی نمای ساختمان به صورت هوشمند و فعال مورد اهمیت قرار گرفته است، بنابراین در ده سال اخیر پژوهش‌های نوین و متعددی در این حوزه انجام شده که در ادامه بخشی از مهم‌ترین پژوهش‌های موجود با ذکر نتایج حاصل شده در جدول یک مورد بررسی قرار گرفته شده است.

باتوجه به مطالب به‌دست آمده از جدول یک، نتایج حاصله حاکی از آن است که تاکنون بیشتر تمرکز محققان بر روی عملکرد سایبان بوده و بخش انگاره‌های طراحی سایبان خارجی نما در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی تاکنون کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و پژوهش حاضر از نظر هدف کاملاً نوآورانه است.

۳. مبانی نظری

بر اساس موضوع پژوهش حاضر، بخش مبانی نظری به عناوین مهم مرتبط با هدف کلان تحقیق حاضر مانند بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان، ساختمان‌های هوشمند، انواع سایبان نما، انگاره‌های طراحی سایبان خارجی نما در راستای معرفی رویکردهای نوین در طراحی مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۱. بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان

با پیشرفت تکنولوژی، مصرف انرژی نیز افزایش یافته است (۱۰). طی سال‌های اخیر در ایران، بخش ساختمان حدود ۳۵ درصد از مصرف کل انرژی کشور را به خود اختصاص داده است (۱۱). همچنین میانگین مصرف انرژی در ساختمان‌های ایران به ازای هر مترمربع ۳۱۰ کیلووات ساعت در سال و ۵/۲ برابر مصرف کشورهای اروپایی در شرایط مشابه است (۱۲). براساس پژوهش‌های صورت گرفته در بخش ساختمان با کاربری مسکونی، سیستم تهویه و سرمایش: ۳۸٪، روشنایی: ۲۲ و گرمایش ۱۱٪ به عنوان پرمصرف‌ترین محسوب می‌شود (۱۳). همین امر باعث شده تا توجه طراحان به راهکارهای گوناگون جهت بهینه‌سازی در مصرف انرژی ساختمان جلب شود. طراحی ساختمان به صورت هوشمند یکی از راه‌حل‌های ارزشمندی است که با گسترش تکنولوژی در راستای کاهش مصرف انرژی مطرح شده که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۲. ساختمان هوشمند

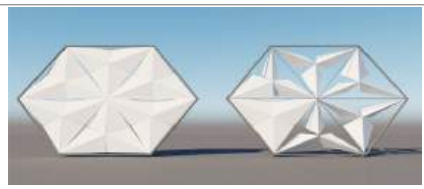
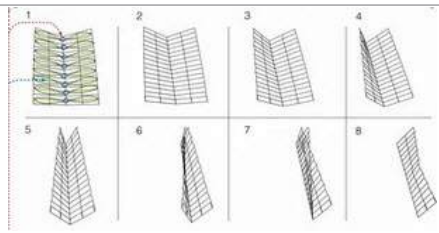
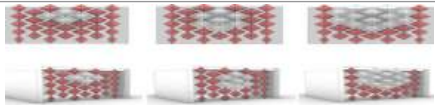
مفهوم ساختمان هوشمند درحقیقت بنایی است که تمام بخش‌های داخلی

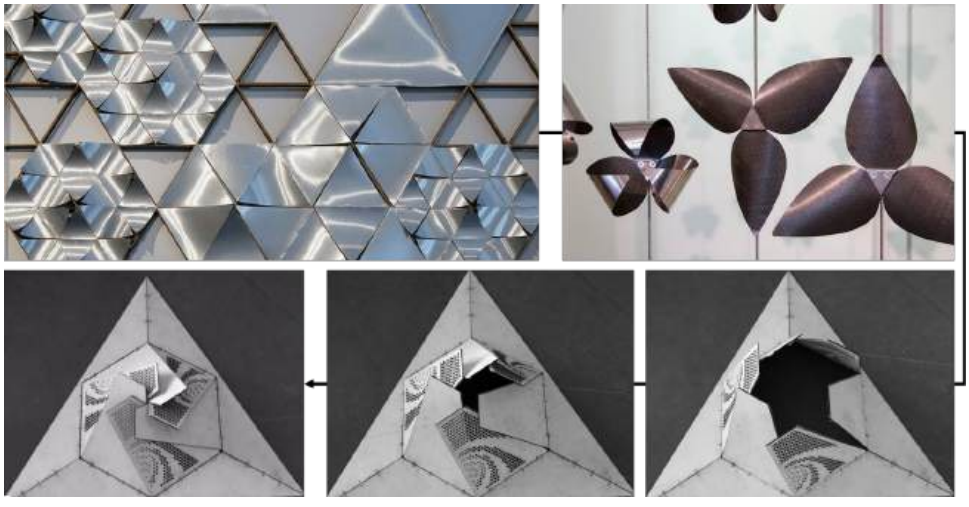
آن توسط سیستمی یکپارچه و سازگار با محیط پیرامون باهم در تعامل باشند. بنابراین هوشمندی به معنای آن است که سیستم‌های ساختمان برپایه تغییرات ایجاد شده و برنامه‌های تعریف شده بتواند به درستی تصمیم بگیرد و خود را با تغییرات سازگار کند. سیستم‌های ساختمان به‌طور کلی به سه دسته سرمایشی، گرمایشی و روشنایی تقسیم می‌شود (۱۴). یکی از راهکارهای هوشمندسازی ساختمان، طراحی نمای سازگار با نیاز کاربران و تغییرات محیط پیرامون است. در ابتدا شاید به نظر برسد که طراحی سایبان خارجی و نمای دوپوسته برای ساختمان هزینه‌بر بوده و صرفه اقتصادی ندارد، اما قابل توجه است که در دراز مدت به دلیلی کاهش مصرف انرژی، صرفه اقتصادی داشته و روشی چندعملکردی محسوب می‌شود (۱۵). بنابراین در ادامه سایبان خارجی نما به عنوان یک راهکار پیشنهادی در راستای هوشمندسازی ساختمان و کاهش مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۳. انگاره‌های طراحی سایبان خارجی نما

سایبان خارجی نما به طور کلی وظیفه محافظت از سطوح شفاف را در برابر تغییرات محیطی مانند نور خورشید برعهده دارد (۱۶) و به دو دسته ثابت و متحرک تقسیم می‌شود. سایبان ثابت از گذشته تا امروز کاربرد به دلیل اقتصادی بودن و سهولت در اجرا مورد توجه طراحان قرار گرفته است (۲۴). با این وجود با پیشرفت تکنولوژی و روی کار آمدن مصالح هوشمند، امروزه سایبان متحرک بیشتر در طراحی ساختمان‌ها طرفدار دارد. سایبان‌های هوشمند متحرک متناسب با تغییرات اقلیمی و مسیر حرکت خورشید منطبق شده و نیاز کاربران را در حال و آینده برطرف می‌کند (۲۵). شیوه حرکت آن به سه دسته تقسیم می‌شود که شامل

جدول۲: مصادیق سایبان هوشمند نما با الهام از الگوهای موجود در طبیعت

نام	الگو	سایبان	منبع
گل بهشتی			(۲۶)
گل نیلوفر			(۲۷)
گیاه قهر و آشتی			(۲۸)
گل گازانیا			(۲۹)



تصویر ۱: پوسته هوشمند با بهره‌گیری از خاصیت تغییرشکل پذیری آلیاژ حافظه‌دار

دستی، مکانیکی و ترکیبی است. بنابراین در ادامه انگاره‌های طراحی سایبان خارجی نما مطرح شده که به طور کلی به سه دسته بهره‌گیری از قوانین حاکم بر طبیعت، بهره‌گیری از مصالح هوشمند و بومی‌تقسیم‌می‌شود.

۱-۳-۳. بهره‌گیری از قوانین حاکم بر طبیعت

انسان‌ها از گذشته تا امروز همواره به دنبال الهام از طبیعت بوده‌اند (۱۷). زیرا طبیعت پایدار است و می‌تواند منبع الهام مناسبی برای طراحی باشد. نتایج حاصل از پژوهش‌های صورت گرفته حاکی از آن است که گیاهان مانند ساختمان در جای خود ثابت هستند، با این وجود برای زنده ماندن و محافظت از خود نیاز دارند که در برابر تغییرات محیط پیرامون خود واکنش نشان دهند (۱۸). نمای ساختمان نیز مرز بین فضای داخل و خارج ساختمان است و باید به صورت هوشمند طراحی شود تا بتواند با شرایط اقلیمی و نیاز کاربران سازگار باشد (۱۹). براساس مطالعاتی که تاکنون بر روی رفتار حرکتی گیاهان صورت گرفته، گیاهان دارای الگوی حرکتی تغییرپذیر بوده و استفاده از این الگوها به عنوان منبع الهام طراحی سایبان هوشمند خارجی باز و بسته شونده‌ی نمای ساختمان می‌تواند باعث پایداری و سهولت اجرای سازه، تولید قطعات، اجرا و تعمیر و نگهداری از آن باشد (۲۰). به همین دلیل با پیروی از قوانین طبیعت در طراحی مکانیزم حرکت سایبان نما، مزایای زیادی برای ساختمان فراهم می‌شود. در ادامه جدول دو قرار دارد که معرفی کننده‌ی تعدادی از مشهورترین و موفق‌ترین سایبان‌های هوشمند نمای ساختمان الهام گرفته شده از الگوی رفتار حرکتی گیاهان است.

۲-۳-۳. بهره‌گیری از مصالح هوشمند

با گسترش تکنولوژی، مواد و مصالح جدیدی با خواص گوناگون کشف شدند که باعث ایجاد تحولی مثبت در حوزه معماری شده است. بعضی از این مواد به تغییرات محیط پیرامون خود واکنش داده که رفتار واکنشی نسبت به محیط پیرامون و نوع تغییرات ایجاد شده در محیط بر روی هر نوع مواد هوشمند متفاوت است (۲۱). به عنوان مثال یکی از مصالح هوشمند، آلیاژ حافظه‌دار۱ نام دارد که در گروه مواد ترمواستریکتیو۲ قرار دارد و نسبت به تغییرات دمای محیط پیرامون واکنش نشان می‌دهد (۳۰). نکته حائز اهمیت در این مواد، خاصیت برگشت‌پذیری به شکل اولیه خود است که تغییرشکل پذیری نام دارد. بنابراین از این خاصیت می‌توان در طراحی سایبان‌های خارجی هوشمند نما بهره گرفت. در حقیقت می‌توان در طراحی پنل‌های سایبان از آلیاژ حافظه‌دار بهره گرفت و عملکرد سایبان به طوری است که با دریافت گرمای خورشید تغییر شکل داده و با از دست دادن آن به حالت اولیه

خـود برمی‌گـردد (۲۲). همیـن امر باعث باز و بسـته شـدن خـودکار پنل‌های سـایبان شده و سیستم سـازه‌ای سایبان را ساده‌سـازی کرده و تولید و اجرای سایبان نیز به سهولت انجام می‌شود. علاوه‌برآن، با ایجاد خرابی در هر قطعه، در کار سایر پنل‌ها خللی ایجاد نشده و سهولت تعمیر و نگهداری از سایبان را فراهم می‌کند. همچنین مقرون به صرفه بوده و هزینه تولید، اجرا و نگهداری از سـایبان کاهـش می‌یابـد. در ادامـه تصویـر یـک قـرار دارد که نشـان دهنده چند پوسته خارجی ساختمان با بهره‌گیری از آلیاژ حافظه‌دار است.۳-۳-۳. بهره‌گیری از مصالح بومی

آجـر بـه عنـوان متریالـی کـه از گذشـته در ایـران مـورد اسـتفاده قـرار گرفته و بومی‌می‌باشد، می‌تواند به شیوه‌ای مدرن در نما و سایبان نما استفاده شود. با روی کار آمدن مصالح نوین، آجر پنج سانتی‌متری سفالی برای استفاده در نما مورد اسـتقبال قرار گرفته اسـت. مزایای بهره‌گیری از آجر شـامل: ضریب انتقال حرارت پایین، سـهولت دسترسـی به متریال، قیمت مناسـب، افزایش سـرعت اجرا، وزن مناسـب و مقاوم دربرابر آتش‌سـوزی و تغییر شکل است. از معایب آن نیز می‌توان به جرم‌پذیر بودن و هزینه‌بر بودن ترمیم و نگهداری از آن نام برد (۲۳). در کل بهره‌گیری از آجر در نمای سـاختمان و سـایبان خارجی می‌تواند علاوه‌بر منطبق بودن با فرهنگ و اقلیم منطقه، دارای مزایای زیادی بـرای سـاختمان باشـد. به عنوان مثال، بازی با نور و سـایه یکـی از نقاط قوت اجرای آجر با فرم‌ها و الگوهای متفاوت به عنوان متریال سـنتی و بومی‌اسـت که از گذشته تا به امروز مورد توجه طراحان قـرار گرفتـه اسـت. در ادامه مصادیـق اجرا

با گسترش تکنولوژی، مواد و مصالح جدیدی با خواص گوناگون کشف شدند که باعث ایجاد تحولی مثبت در حوزه معماری شده است.

شـده بـا ایـن رویکـرد در جدول سـه مطرح شده است.

نتایج حاصل از جدول سه حاکی از آن است که آجر علاوه‌بر استفاده در نمای ساختمان می‌تواند به عنوان سـایبان خارجی نما و یا

جدول۳: تحلیل مصادیق سایبان خارجی نما با بهره‌گیری از آجر

مکان	کانسپت	نقاط قوت
ویتنام	طرح این بنا با فلسـفه خلق مکانی هم‌راسـتا بـا سـاختار محیط‌های طبیعی شـکل گرفته است. سـازه کلـی ایـن بنـا بـا اسـتفاده از دو لایـه دیـوار آجری که با هم تقاطع دارند، سـاخته و احاطه شـده اسـت. آجـر به واسـطه روش سـاخت دستی سـاده آن، متریال آشنایی در مناطق روستایی ویتنام بوده و استفاده از آن به شدت در این منطقه رواج داشته است.	دیوار دو جداره آجری این بنا در عین حال که به طبیعت یعنـی نـور و بـاران و بـاد اجـازه ورود بـه فضـای داخل را می‌دهـد، بـه عنـوان یـک فیلتر نیـز عمل کـرده و از نفوذ جنبه‌هایـی از محیط خارج بنا مانند آفتاب از ناحیه غرب، گرد و غبار و سر و صدا جلوگیری می‌کند.

مکان	کانسپت	نقاط قوت
شیراز	هدف تیم طراح، انعکاس معماری ایرانی با رویکرد امروزی در ساختمان است. بنابراین از آجر به عنوان متریال سنتی ایرانی بهره گرفته شده است.	طراحی نما به گونه‌ای صورت گرفته تا ورود نور خورشید به فضای داخلی کنترل شود.

مکان	کانسپت	نقاط قوت
اصفهان	براساس کاربری پروژه که شرکت حمل و نقل ریلی است، شکل فرمی‌و هندسی نما، خطوط پرپیچ و خم ریل قطار است. متریال آجر به دلیل سازگاری با اقلیم اصفهان و شباهت بندهای افقی آجر به خطوط عمود بر ریل‌های راه‌آهن انتخاب شده است.	به دلیل کاربری اداری و جلوگیری از ایجاد خیرگی چشم کاربران بر اثر تابش خورشید، عمق پوسته بیرونی (تیغه‌های آجری) پنجاه سانتیمتر در نظر گرفته شد تا بتواند در حد امکان از ورود تابش مستقیم به درون فضا جلوگیری کند.

مکان	کانسپت	نقاط قوت
تهران	براساس نوع نگاه خاص کارفرما در مورد حفظ امتداد دید در پروژه و محرمیت فضای داخلی ساختمان، پوسته خارجی به صورت چرخشی کار شده تا بین فضای پوسته و نمای اصلی، فضایی امن با دید باز بدست آید.	پوسته مجوف آجری در فصل زمستان آفتاب را از میان خود عبور می‌دهد و به گرم تر شدن داخل فضا کمک می‌کند. در فصل تابستان به دلیل ضخامت پوسته آجری، آفتاب از آن عبور نخواهد کرد و فقط روشناییش به درون می‌رسد تا برای خنک کردن داخل فضا انرژی کمتری صرف شود.

پوسته دوم نمای ساختمان به صورت ثابت و متحرک طراحی شده و در راستای کنترل ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان موفق عمل کرده و در نهایت باعث بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان شود.

۴. جمع‌بندی و پیشنهادات

براساس نتایج بدست آمده از بخش تحلیل مبانی‌نظری پژوهش حاضر، پیدایش فناوری‌های صنعتی از اواخر قرن بیستم میلادی باعث تغییر اساسی معماری شده است. به‌گونه‌ای که استفاده از نماهای شیشه‌ای بدون توجه به معماری منطبق با اقلیم منطقه بسیار رایج شده است. همین امر باعث افزایش مصرف انرژی در بخش ساختمان شده که به دنبال آن افزایش خیرگی و کاهش آسایش بصری، حرارتی و غیره برای کاربران پدید آمده است. همین امر لزوم وجود پوسته دوم به عنوان سایبان خارجی نمای ساختمان را نشان می‌دهد. بنابراین هدف کلان پژوهش حاضر بررسی انگاره‌های طراحی سایبان خارجی نمای ساختمان است تا با رسیدن به دسته‌ای مشخص، بتواند به معماران در فرایند طراحی آثارشان کمک کند و با بررسی نقات قوت مصادیق طراحی مرتبط با موضوع، پیشنهاداتی را در اختیار طراحان قرار دهد. در ادامه راهکارهای پیشنهادی بدست آمده از بخش مبانی‌نظری پژوهش حاضر در راستای رسیدن به نمای هوشمند با رویکرد کاهش مصرف انرژی مطرح شده است.

بهره‌گیری از مصالح هوشمند: بعضی از مصالح مانند آلیاژ حافظه‌دار می‌توانند نسبت به تغییر حرارتی واکنش داده و تغییر شکل دهند. نکته‌ای که این مصالح را نسبت به سایر مصالح هوشمند متمایز می‌کند، پتانسیل برگشت‌پذیری به حالت اولیه خود است. بنابراین بهره‌گیری از این مصالح می‌تواند باعث افزایش سهولت در ساخت، نگهداری و اجرا شود.

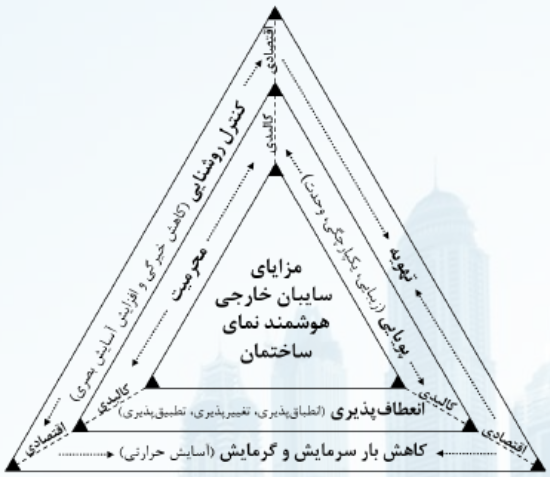
بعضی از مصالح مانند آلیاژ حافظه‌دار می‌توانند نسبت به تغییر حرارتی واکنش داده و تغییر شکل دهند.

بهره‌گیری از سیستم‌های مکانیکی: سیستم‌های مکانیکی دارای حسگر هستند و براساس برنامه داده شده و اقلیم منطقه نسبت به محیط پیرامون ساختمان واکنش می‌دهد. همین امر باعث رفع نیاز کاربر و افزایش بازده عملکردی سایبان می‌شود.

بهره‌گیری ترکیبی از مصالح هوشمند و سیستم مکانیکی: این نوع سایبان نسبت

به دو نوع قبلی دارای بازده عملکردی بالاتری است، چون علاوه بر مصالح هوشمند، از سیستم مکانیکی بهره گرفته و در صورت عدم پاسخگویی متریال هوشمند به تغییرات محیط پیرامون و نیاز کاربر، سیستم به صورت مکانیکی تغییر کرده و همچنین باعث سهولت بخشی به تعمیر و نگهداری پنل‌های سایبان می‌شود.

در نهایت بهره‌گیری از سایبان هوشمند نما می‌تواند در حوزه کالبدی باعث افزایش انعطاف‌پذیری، محرمیت و پویایی و در حوزه اقتصادی (بهینه‌سازی مصرف انرژی) باعث کنترل روشنایی، کاهش خیرگی، افزایش آسایش بصری و کنترل بار سرمایش و گرمایش و افزایش آسایش حرارتی و کنترل تهویه فضای داخلی ساختمان شود که در ادامه به صورت دیاگرام مفهومی مطرح شده است.



تصویر۲: دیاگرام مفهومی‌مزایای بهره‌گیری از سایبان هوشمند نمای ساختمان

پی‌نوشت:

1. Shape Memory Alloy
2. Thermostrictive Smart Materials

مراجع:

۱. غفاری جباری، شهلا، غفاری جباری، شیوا، صالح، الهام (۱۳۹۲). راهکارهای طراحی مسکن در بهینه‌سازی مصرف انرژی شهر تهران. فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی. (۱)، ۱۳۲-۱۱۵.

۲. گنجی خیبری، ابوالفضل، دیبا، داراب، مهدوی نژاد، محمد جواد، شاهچراغی آزاده.(۱۳۹۴). طراحی الگوریتمیک "پالکانه" برای افزایش بهره‌مندی از نور روز در ساختمان. معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۸(دومین ویژه نامه نورپردازی)، ۵۲-۳۵.

۳. نصر، طاهره، یارمحمودی، زهرا، احمدی، سیدمحمد (۱۳۹۹). تأثیر هندسه پوسته متحرک بر بهینه سازی مصرف انرژی با الهام از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی. نقش جهان، ۱۰(۳)، ۲۳۰-۲۱۹.

۴. خطیبی، اشکان، شهبازی، مجید، ترابی، زهره (۱۴۰۱). بررسی رفتار حرارتی نماها باهدف تعیین گزینه مطلوب از نظر مصرف انرژی (مورد مطالعه: ساختمان اداری در اقلیم تهران). نشریه انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، ۹(۲)، ۱۲۹-۱۲۱.

۵. شیخی نشلجی، مهدی، مهدیزاده سراج، فاطمه (۱۴۰۱). طراحی سایبان هوشمند برای ساختمان اداری جهت کنترل ورود نور مستقیم خورشید مبتنی بر کاهش بار سرمایشی با الگوبرداری از گره-های ایرانی اسلامی. پژوهش‌های معماری نوین، ۱(۲)، ۲۶-۷.

۶. امیدواری، سمیه، امیدواری، الهام (۱۴۰۱). نقش نماهای دوپوسته در ارتقاء حریم دیداری در مجتمع‌های مسکونی تهران (با تحلیلی بر عناصر مشربیه در معماری گذشته). باغ نظر، ۱۹(۱۱۴)، ۱۶-۵.

۷. ملک، آرزو، طلایی، آویده (۱۴۰۱). مطالعه تطبیقی نماهای متحرک ساختمان¬های اداری تهران بر اساس آسایش بصری ساکنین با شاخص (DGP)، (sDG). پژوهش‌های معماری نوین، ۳(۲)، ۱۰۱-۸۵.

۸. زرکش، افسانه، شاهمرادی، مهران، یگانه، منصور (۱۴۰۲). بهینه‌سازی مصرف انرژی و آسایش بصری بنای اداری با کاربرد سایبان‌های متحرک. معماری و شهرسازی پایدار، ۱۱(۱)، ۲۸-۱.

۹. جلائیان قانع، نوید، آئینی، سجاد (۱۴۰۲). بررسی تأثیر نمای دو پوسته و هندسه آن بر کنترل نور روز در فضاهای اداری (مدل‌سازی و تحلیل نور روز به‌وسیله نرم‌افزار دیوا). پژوهش‌های معماری نوین، ۴(۲)، ۹۴-۷۳.

۱۰. درخشان، روژین (۱۳۹۴). شناسایی عناصر کلیدی موفقیت در بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهرداری منطقه ۷ تهران. نشریه انرژی ایران، ۱۸(۲).
۱۱. رزمی، افشین، ترکاشوند، عباس، رهبر، مرتضی، اخلاصی، احمد (۱۴۰۱). طراحی یکپارچه سایبان‌های پوسته جنوبی ساختمان خوابگاهی در شهر تهران (بررسی چندجانبه سرمایش، گرمایش، روشنایی و برداشت آب باران)، هنرهای زیبا، ۲۷(۱)، ۷۴-۶۳.
۱۲. هاشمی، فاطمه، حیدری، شاهین (۱۳۹۱). بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های اقلیم سرد (نمونه موردی: شهر اردبیل). صفه، ۲۲(۱)، ۸۶-۷۵.
۱۳. صبوری، محمدحسین، طاهری، مصطفی (۱۳۹۳). بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های هوشمند با منطق فازی. چهارمین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.
۱۴. غازی، ساناز، نادری، اعظم (۱۳۹۰). بررسی نقش سیستم مدیریت هوشمند EBMS در بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان. انسان و محیط زیست، ۹(۳)، ۵۲-۴۹.
۱۵. مقدم فرد، الهام (۱۳۹۲). تأثیر طراحی معماری در کاهش مصرف انرژی (مطالعات موردی نمای دو پوسته و سایبان‌های خارجی). سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران.
۱۶. نصر، طاهره، یارمحمودی، زهرا (۱۴۰۱). مقایسهٔ عملکرد انواع سایبان ثابت در جهت کنترل نور روز ساختمان (مطالعه موردی: جبههٔ جنوبی در اقلیم یزد). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۴(۵)، ۴۵-۳۳.
۱۷. یارمحمودی، زهرا، نصر، طاهره، مضطرزاده، حامد (۱۴۰۲). طراحی الگوریتمیک نمای هوشمند ساختمان در جهت کنترل نور روز با الهام از الگوی حرکتی گل زنبق. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی، ۱۳(۲)، ۲۴-۱.
۱۸. یارمحمودی، زهرا، نصر، طاهره، مضطرزاده، حامد (۱۴۰۲). انطباق الگوریتم حرکتی منظر و نمای شهرها با الگوی رفتاری گل نیلوفر ارغوانی در راستای توسعه پایدار شهری. برنامه‌ریزی و توسعه محیط شهری.
۱۹. یارمحمودی، زهرا، نصر، طاهره، مضطرزاده، حامد (۱۴۰۲). طراحی سایبان متحرک در جهت کنترل نور روز در اقلیم گرم و نیمه‌خشک (با الهام از الگوی حرکتی گیاه گوشت‌خوار). فضای زیست، ۱(۳)، ۱۸۵-۱۳۵.
۲۰. یارمحمودی، زهرا، نصر، طاهره (۱۴۰۲). بهره‌گیری از الگوی تغییرپذیر جهت طراحی پوسته ساختمان در راستای کنترل نور روز (نمونه‌موردی: گل میمون). معماری و محیط پایدار، ۱(۱).
۲۱. محمدی قناتغستانی، حسین، خانمحمدی، محمدعلی، حسینی، سیدباقر (۱۳۹۴). کاربرد آلیاژهای حافظه‌دار در نماها با المان‌های متحرک. کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی.
۲۲. صیادی، حسن، عفت‌پناه حصاری، مجتبی، عسکری فرسنگی، محمدامین (۱۳۹۵). بهینه‌سازی برداشت انرژی از ارتعاشات تیر کوپل با آلیاژ حافظه‌دار مغناطیسی. مهندسی مکانیک مدرس، ۱۶ (۱۲)، ۶۸۴-۶۷۵.
۲۳. رخت دوست، پریسا، عطاپور، سئودا (۱۴۰۲). نمای هوشمند در ساختمان‌های آجری در راستای معماری پایدار در شهر تبریز. کنفرانس ملی شهرسازی و معماری دانش بنیان.
24. Heidari, A., Taghipour, M., & Yarmahmoodi, Z. (2021). The effect of fixed external shading devices on daylighting and thermal comfort in residential building. Journal of Daylighting, 8(2), 165-180.
25. Andrade, T., Beirão, J., Arruda, A., & Vinagre, N. (2024). Kinetic module in bimetal: A biomimetic approach adapting the kinetic behavior of bimetal for adaptive Façades. Materials & Design, 112807.
26. Hosseini, S. M., Fadli, F., & Mohammadi, M. (2021). Biomimetic kinetic shading facade inspired by tree morphology for improving occupant's daylight performance.
27. Zhou, W., Li, Z., Wu, W., Zhao, X., Wang, E., Wang, J., ... & Zhao, Y. (2022). Transcriptome Analysis Revealing the Interaction of Abscisic Acid and Cell Wall Modifications during the Flower Opening and Closing Process of Nymphaea lotus. International Journal of Molecular Sciences, 23(23), 14524.
28. Sankaewthong, S., Miyata, K., Horanont, T., Xie, H., & Karnjana, J. (2023). Mimosa Kinetic Façade: Bio-Inspired Ventilation Leveraging the Mimosa Pudica Mechanism for Enhanced Indoor Air Quality. Biomimetics, 8(8), 603.
29. Sommese, F., Hosseini, S. M., Badarnah, L., Capozzi, F., Giordano, S., Ambrogi, V., & Ausiello, G. (2024). Light-responsive kinetic façade system inspired by the Gazania flower: A biomimetic approach in parametric design for daylighting. Building and Environment, 247, 111052.
30. Yi, H. (2023). A Sensitivity Analysis of Geometric Parameters of 4D-Printed Bidirectional Shape-Memory Composite in Architectural Façade Design. Civ. Eng. Archit, 11, 818-835.

داود دوستی، کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد واحد تاکستان

نرگس مقدادی، دکتری مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

نقش مهندسی ساختمان در کاهش مصرف انرژی: مروری بر راه‌حل‌ها

چکیده

این مقاله به طور خلاصه به بررسی نقش محوری مهندسی ساختمان در کاهش مصرف انرژی از طریق استراتژی‌های طراحی یکپارچه و راه حل‌های نوآورانه می‌پردازد. این مقاله که به چهار بخش کلیدی - معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات الکتریکی تقسیم می‌شود، بررسی می‌کند که چگونه هر رشته به عملکرد انرژی ساختمان‌ها کمک می‌کند و راه‌حل‌های هدفمند را برای افزایش بهره‌وری انرژی پیشنهاد می‌دهد. با اولویت‌بندی بهره‌وری انرژی در طول چرخه عمر ساختمان، مهندسان، معماران و متخصصان ساختمان می‌توانند ساختمان‌هایی پایدار ایجاد کنند که مصرف انرژی را به حداقل می‌رسانند، راحتی ساکنان را افزایش می‌دهند و به آینده‌ای سبزتر کمک می‌کنند.

مقدمه

با تشدید تمرکز جهانی بر طراحی و اجرای ساختمان‌های پایدار، نقش مهندسی ساختمان در کاهش مصرف انرژی به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار می‌گیرد. مهندسی ساختمان یک رویکرد چند وجهی را در بر می‌گیرد که رشته‌های مختلفی مانند معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات الکتریکی را

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

ادغام می‌کند. هر یک از این رشته‌ها به طور منحصر به فردی به عملکرد انرژی ساختمان‌ها کمک می‌کند و فرصت‌هایی را برای نوآوری و بهبود کارایی ارائه در راستای صرفه‌جویی در مصرف انرژی فراهم می‌کند [۱]. در این مقاله، به جایگاه حساس مهندسی ساختمان در صرفه‌جویی در مصرف انرژی پرداخته شده و راه حل‌های مربوط به هر رشته به طور خلاصه و مفید ارائه شده است.

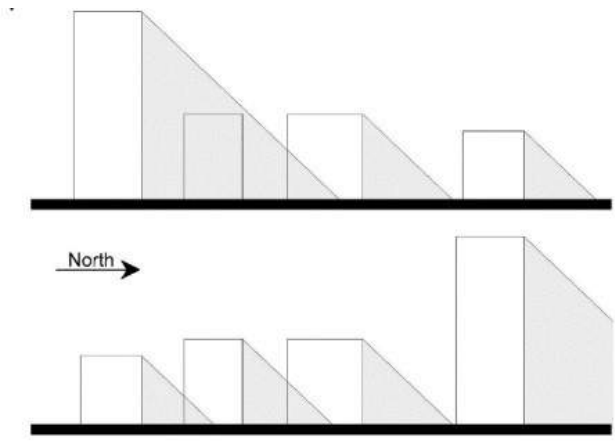
با ترسیم جایگاه هر رشته در مهندسی ساختمان و ارائه راه‌حل‌های هدفمند، هدف این مقاله ارائه چارچوبی جامع برای دستیابی به بهره‌وری انرژی در طراحی، ساخت و بهره‌برداری ساختمان است.

۱- معماری

معماری نقش اساسی در شکل دادن به عملکرد انرژی ساختمان‌ها دارد. تصمیمات طراحی مربوط به جهت‌گیری ساختمان، چیدمان، عایق‌کاری و سایه اندازی به‌طور قابل توجهی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد [۱].

استراتژی‌های طراحی غیرفعال: استراتژی‌های طراحی غیرفعال از عناصر طبیعی مانند نور خورشید، باد و سایه برای تنظیم دمای داخل خانه بدون تکیه بر سیستم‌های گرمایش یا سرمایش فعال استفاده می‌کنند [۲]. تکنیک‌ها شامل جهت‌گیری ساختمان‌ها برای به حداکثر رساندن بهره خورشیدی در زمستان و به حداقل رساندن آن در تابستان، طراحی برای تهویه طبیعی برای افزایش جریان هوا و کاهش اتکا به سیستم‌های مکانیکی، و حداکثر کردن نور روز برای کاهش نیاز به نور مصنوعی است. با توجه به این اصل، زاویه قرارگیری ساختمان و در مجتمع‌ها، نحوه چیدمان ساختمان‌های مختلف در سایت به گونه‌ای باید باشد که ساختمان‌های کم ارتفاع‌تر در جنوب و ساختمان‌های مرتفع در شمال سایت قرار گیرند، شکل ۱ این امر را به طور شماتیک نمایش می‌دهد [۳].

معماری نقش اساسی در شکل دادن به عملکرد انرژی ساختمان‌ها دارد. تصمیمات طراحی مربوط به جهت‌گیری ساختمان، چیدمان، عایق‌کاری و سایه اندازی به‌طور قابل توجهی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد.



شکل ۱. تأثیر نحوه چیدمان ساختمان‌های مختلف در سایت بر سایه‌اندازی [۳]

همچنین استفاده از درخت و پوشش گیاهی در اطراف ساختمان باید به گونه‌ای باشد که در مناطق گرم ایجاد سایه بر روی ساختمان نموده و در مناطق سرد ضمن عدم جلوگیری از تابش آفتاب از وزش باد به طرف ساختمان جلوگیری نماید [۴].

طراحی داخلی و جانمایی فضاها: این بخش نیز به گونه‌ای به استراتژی غیرفعال مرتبط است. ملاحظات طراحی داخلی، از جمله چیدمان فضاها و موقعیت آن‌ها در داخل ساختمان، برای بهینه سازی بهره وری انرژی و راحتی ساکنین ضروری است. تصمیمات استراتژیک طراحی داخلی می‌تواند عملکرد انرژی را با به حداکثر رساندن فرصت‌های استفاده از روشنایی روز، ترویج تهویه طبیعی و به حداقل رساندن نیاز به نور مصنوعی و گرمایش یا سرمایش مکانیکی افزایش دهد. تنظیمات چیدمان اتاق، ملاحظات آسایش حرارتی و ادغام استراتژی‌های طراحی غیرفعال باید در طراحی معماری ادغام شوند تا محیط‌های داخلی با انرژی

کارآمد و راحت ایجاد کنند. برای مثال قرارگیری فضای نشیمن، آشپزخانه یا هر فضای اصلی پرکاربرد، در مناطق سردسیر در بخش جنوبی و در مناطق گرمسیر در بخش شمالی می‌تواند با بهره‌وری مناسب در مصرف انرژی، میزان آسایش را افزایش دهد[۳].

پوشش‌های ساختمان با کارایی بالا: یک پوشش ساختمانی با طراحی خوب برای به حداقل رساندن انتقال حرارت و حفظ آسایش حرارتی بسیار مهم است[۵]. معماران می‌توانند برای عایق‌کاری از مواد عایق با کارایی بالا مانند صفحات فوم سخت یا عایق فوم اسپری برای کاهش اتلاف حرارت از طریق دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها استفاده کنند. مثال دیگر، استفاده از دیوارهای دوجداره می‌باشد. این نوع دیوار در صورتی که فضای خالی آن توسط عایق‌های حرارتی پرگردد، مؤثرترین نوع دیوار در بهینه‌سازی مصرف انرژی خواهد بود. علاوه بر این، توجه به جزئیات هوابندی و موانع بخار می‌تواند از نشت هوا و نفوذ رطوبت جلوگیری کند و بهره‌وری انرژی را بیشتر بهبود ببخشد[۶].

شیشه‌ها و نماهای شفاف: پنجره‌ها و نماهای شفاف نقش به‌سزایی در عملکرد انرژی ساختمان دارند[۲]. معماران می‌توانند از سیستم‌های شفاف هوشمند و همچنین سیستم‌های کارآمد انرژی با مقادیر U کم و ضریب افزایش حرارت خورشیدی بالا(SHGC) برای به حداقل رساندن انتقال حرارت و در عین حال به حداکثر رساندن نفوذ نور طبیعی در مناطق با نیاز سرمایشی غالب استفاده کنند. استراتژی‌های دیگر شامل ترکیب قاب‌های پنجره عایق‌شده، استفاده از شیشه‌های دو یا سه جداره، و نصب دستگاه‌های سایه‌بان خارجی برای کاهش افزایش گرمای خورشیدی در طول ماه‌های تابستان است. همچنین ابعاد و موقعیت قرارگیری پنجره‌ها باید با توجه به محل قرارگیری ساختمان و نوع مصالح ساختمانی، در نظر گرفته شوند. استفاده از تعویض هوا و سرمایش طبیعی در تابستان‌ها با استفاده از پنجره‌های باز شو قابل حصول است. استفاده از سایه بان نیز در مقابل پنجره‌ها در موقعیت‌های جغرافیایی خاص با توجه به مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان پیشنهاد می‌شود. گاهی طراحی مناسب ساختمان می‌تواند باعث شود که ساختمان بدون نیاز به عناصر اضافی، روی خود سایه ایجاد کند. این امر به ویژه در مورد ساختمان‌های مستقلی که در معرض مقادیر بیش از حد تابش مستقیم خورشید هستند مفید است. این ایده به مفهوم خود سایه‌اندازی نامیده شده است. شکل ۲ نمونه‌هایی از این نوع طراحی را نشان می‌دهد.

گاهی طراحی مناسب ساختمان می‌تواند باعث شود که ساختمان بدون نیاز به عناصر اضافی، روی خود سایه ایجاد کند.

۲- سازه

طراحی سازه ساختمان‌ها با تأثیر بر عواملی مانند استفاده از مصالح، جرم حرارتی و نشت هوا بر عملکرد انرژی آن‌ها تأثیر می‌گذارد[۷]. یک ساختار

شکل ۲. نمونه‌هایی از طراحی خودسایه‌انداز[۱]

خوب طراحی شده نه تنها ایمنی و دوام ساختمان را تضمین می‌کند، بلکه به کارایی انرژی و پایداری کلی آن کمک می‌کند. در ادامه به راه حل‌های مختلف اشاره می‌شود.

انتخاب مصالح بهینه: مصالح ساختمانی پایدار مانند فولاد بازیافتی (که در مقایسه با تولید فولاد جدید به انرژی کمتری نیاز دارد)، محصولات چوبی مهندسی شده و مواد محلی می‌توانند مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی را کاهش دهند[۸]. علاوه بر این، ترکیب مواد با جرم حرارتی بالا می‌تواند با جذب و آزادسازی آرام گرما به تنظیم دمای داخل خانه کمک کند و نیاز به گرمایش و سرمایش مکانیکی را کاهش دهد. پیشنهاد دیگر که در ایران به ندرت مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از مواد تغییر فاز دهنده در ترکیب با مصالح دیگر است. استفاده از این مواد به عنوان ذخیره کننده انرژی در ساختمان، با تعبیه در صفحات گچی، نازک کاری، بتن و دیگر مصالح پوشاننده دیوار حتی در ساختمان‌های سبک می‌تواند توده حرارتی مناسبی فراهم سازد[۹].

اقدامات مربوط به هوابندی: نشت هوا از طریق پوشش ساختمان می‌تواند باعث تلفات انرژی قابل توجهی شود[۷]. معماران و مهندسان سازه می‌توانند برای طراحی مجموعه‌های ساختمانی هوابند، از مواردی نظیر موانع هوای پیوسته، اتصالات مناسب آب‌بندی شده، و قالب‌های عایق ماندگار (ICF) یا پانل‌های عایق سازه‌ای (SIP) که پل‌های حرارتی و نفوذ هوا را به حداقل می‌رساند، استفاده کنند.

کاهش پل حرارتی: پل حرارتی زمانی اتفاق می‌افتد که گرما از طریق عناصر ساختاری که در پوشش ساختمان نفوذ می‌کنند هدایت شود. برای به حداقل رساندن پل‌های حرارتی و اتلاف حرارت، معماران و مهندسان سازه می‌توانند جزئیات ترمال بریک، مانند اسپیسرهای عایق یا پدهای ترمال بریک را در مجموعه‌های ساختمان بگنجانند[۱۰]. علاوه بر این، طراحی برای تداوم عایق و به حداقل رساندن تعداد پل‌های حرارتی می‌تواند عملکرد انرژی را بیشتر افزایش دهد.

۳- تأسیسات مکانیکی

تأسیسات مکانیکی، از جمله گرمایش، سرمایش، تهویه مطبوع (HVAC) و حتی سیستم‌های لوله‌کشی، برای تأمین آسایش حرارتی و کیفیت هوای داخل ساختمان در حالی که انرژی قابل توجهی مصرف می‌کنند، ضروری هستند. بهینه‌سازی طراحی، انتخاب و عملکرد این سیستم‌ها می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در انرژی و بهبود آسایش ساکنین شود. راه‌حل‌های پیشنهادی شامل موارد زیر است.

استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع با راندمان بالا: انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع با انرژی کارآمد، مانند پمپ‌های حرارتی با بازده بالا، سیستم‌های جریان مبرد متغیر (VRF) و سیستم‌های بازیابی انرژی (ERV)، می‌تواند مصرف انرژی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد و در عین حال شرایط بهینه داخل خانه را حفظ کند. لازم است طراحان تأسیسات مکانیکی راندمان تجهیزات مختلف را با درنظر گرفتن نسبت انرژی موثر به انرژی ضمنی بررسی نمایند؛ برای مثال، راندمان یک فن باید به صورت نسبت توان انتقال یافته به جریان هوا و توان مصرفی فن درنظر گرفته شود. همچنین ابعاد، موقعیت نصب و راه اندازی مناسب برای انتخاب مناسب و اطمینان از عملکرد کارآمد تجهیزات، ضروری است[۱۱]. با توجه به گستردگی این مبحث، پیشنهاد می‌شود طراحان و خوانندگان علاقمند به این موضوع برای جزئیات بیشتر به مرجع اشاره شده ([۱۱]) مراجعه نمایند.

بهینه‌سازی طراحی، انتخاب و عملکرد این سیستم‌ها می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در انرژی و بهبود آسایش ساکنین شود. راه‌حل‌های پیشنهادی شامل موارد زیر است.

اتوماسیون ساختمان و سیستم‌های کنترل هوشمند و پایش انرژی: سیستم‌های اتوماسیون ساختمان (BAS) و کنترل‌های پیشرفته امکان بهینه‌سازی عملیات HVAC را بر اساس برنامه‌های اشغال، نقاط تنظیم دما و شرایط فضای باز فراهم می‌کنند[۱۲]. نصب سیستم‌های مدیریت تهویه هوشمند که بر اساس نیاز و تشخیص حضور افراد، تعداد ورودی‌ها و شرایط هوا باز و بسته شوند، می‌تواند مصرف

انرژی را به طور قابل توجهی کاهش دهد. سنسورهای مربوط به تشخیص اشغال فضا، ترموستات‌های قابل برنامه‌ریزی و استراتژی‌های تهویه کنترل‌شده متناسب با تقاضا می‌توانند به کاهش اتلاف انرژی و بهبود کارایی سیستم کمک کنند. همچنین نصب سامانه‌های پایش و اندازه‌گیری مصرف انرژی کمک می‌کند تا الگوهای مصرف انرژی مشخص شده و اقدامات بهینه‌سازی صورت گیرند.

نصب سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر در محل، مانند پانل‌های فتوولتائیک خورشیدی (PV) یا توربین‌های بادی، می‌تواند تقاضای برق را جبران کند و وابستگی به برق تامین‌شده از شبکه را کاهش دهد.

تعمیر و نگهداری منظم سیستم‌های تأسیساتی: تعمیر و نگهداری سیستم‌های تأسیساتی در ساختمان‌ها برای مدیریت و کاهش مصرف انرژی و در عین حال بهینه سازی آن‌ها مهم است. این امر شامل نگهداری تجهیزات، انجام تنظیمات لازم و اعمال تغییرات برای حفظ یا بهبود عملکرد است. بررسی سایش، فرسایش و تجمع ذرات گرد و غبار و تنظیم و تعویض به موقع قطعات، با جلوگیری از کاهش عملکرد، مصرف انرژی را کاهش می‌دهد و در نتیجه زمان و هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد. با رعایت دستورالعمل‌های سازنده، عمر مفید تجهیزات افزایش یافته و نیاز به تعویض یا تعمیرات زودهنگام کاهش می‌یابد. علاوه بر این، تعمیر و نگهداری منظم از خرابی‌های ناگهانی که عملکرد تجهیزات را مختل می‌کند، جلوگیری می‌کند[۱۳].

عایق‌کاری و استفاده از سیستم‌های مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر: عایق‌کاری حرارتی از دیگر عوامل تأثیرگذار بر جلوگیری از اتلاف انرژی در ساختمان است[۱۴]. تمامی لوله‌ها و مخازن آب گرم و سرد و لوله‌های حاوی مبرد در تأسیسات مکانیکی ساختمان باید با استفاده از عایق‌های حرارتی استاندارد و یا گواهینامه فنی معتبر، صورت گیرد. همچنین ترکیب فناوری‌هایی مانند کلکتورهای حرارتی خورشیدی برای گرمایش و پانل‌های فتوولتائیک برای تولید برق می‌تواند مصرف انرژی را جبران کند و هزینه‌های آب و برق را در دراز مدت کاهش دهد[۱۵]. پیاده‌سازی سیستم‌های انرژی پایدار در کاربردهای HVAC ساختمان‌ها نه تنها اثرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد، بلکه انعطاف‌پذیری ساختمان، راحتی ساکنان و راندمان عملیاتی کلی را افزایش می‌دهد.

۴- تأسیسات الکتریکی

همانند دیگر بخش‌های ساختمانی، تأسیسات الکتریکی، از جمله روشنایی، توزیع برق، و سیستم‌های مبتنی بر انرژی تجدیدپذیر نیز به بهینه‌سازی مصرف کلی انرژی کمک می‌کنند. ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر و اجرای استراتژی‌های مدیریت انرژی می‌تواند به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش اثرات زیست محیطی کمک کند. در ادامه به طور خلاصه به راه حل‌های مربوط به این حوزه اشاره شده است.

روشنایی کم مصرف: ارتقاء به وسایل روشنایی کم‌مصرف، مانند لامپ‌های LED یا لامپ فلورسنت فشرده (CFL)، می‌تواند مصرف انرژی روشنایی را تا حد قابل توجهی در مقایسه با نورهای رشته ای سنتی کاهش دهد[۱۶]. علاوه بر این، ترکیب کنترل‌های برداشت نور روز، حسگرهای حرکتی و سوئیچ‌های تایمر می‌تواند استفاده از روشنایی را بیشتر بهینه کند و هزینه‌های انرژی را کاهش دهد.

یکپارچه‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر: نصب سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر در محل، مانند پانل‌های فتوولتائیک خورشیدی (PV) یا توربین‌های بادی، می‌تواند تقاضای برق را جبران کند و وابستگی به برق تامین‌شده از شبکه را کاهش دهد[۱۵]. فرایند اندازه‌گیری خالص اجازه می‌دهد تا انرژی اضافی تولید شده به شبکه بازگردانده شود و مشوق‌های مالی را فراهم کرده و موجب افزایش پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود.

سیستم‌های مدیریت انرژی: پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت انرژی (EMS) و کنتورهای هوشمند، نظارت، تجزیه و تحلیل و بهینه‌سازی مصرف برق را در زمان نیاز واقعی امکان پذیر می‌کند[۱۷]. با شناسایی تجهیزات انرژی بر و دوره‌های اوج تقاضا، اپراتورها می‌توانند استراتژی‌های تغییر بار و اقدامات پاسخگویی به تقاضا را برای کاهش هزینه‌های برق و افزایش پایداری شبکه اجرا کنند.

جمع‌بندی

مهندسی ساختمان از طریق استراتژی‌های طراحی یکپارچه و راه‌حل‌های نوآورانه مرتبط با معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات الکتریکی نقشی محوری در صرفه‌جویی در مصرف انرژی ایفا می‌کند. این مقاله به راه‌حل‌هایی در هر حوزه پرداخته و ملاحظات مهم برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی را مورد بررسی قرار داده است. تصمیمات طراحی معماری، مانند استراتژی‌های غیرفعال، بهینه‌سازی نما، چیدمان داخلی و سیستم‌های سایه‌اندازی، در کاهش مصرف انرژی موثر هستند. در طراحی سازه، بر انتخاب مواد، کاهش پل‌های حرارتی و اقدامات هوابندی تأکید می‌شود. در تأسیسات مکانیکی، بهینه‌سازی سیستم‌های HVAC و لوله‌کشی، استفاده از تجهیزات با راندمان بالا، استفاده از اتوماسیون ساختمان، و اجرای سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر برای صرفه‌جویی در انرژی بسیار مهم هستند.

به طور مشابه، تأسیسات الکتریکی نیاز به توجه به استفاده از روشنایی کم مصرف، یکپارچه‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم‌های مدیریت انرژی دارد.

در آخر لازم به یادآوری است که ارتباط موثر و همکاری کامل بین رشته‌های معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات الکتریکی به ویژه در مرحله طراحی، برای دستیابی به نتایج هم‌افزایی برای کارآمدی انرژی در مهندسی ساختمان و تضمین یکپارچگی طراحی، ضروری است.

مراجع:

1. Pacheco, Rosalia, Javier Ordóñez, and Germán Martínez. "Energy efficient design of building: A review." Renewable and sustainable energy reviews 16.6 (2012): 3559-3573.
2. Sun, Z., Cao, Y., Wang, X. et al. Multi-objective optimization design for windows and shading configuration: considering energy consumption, thermal environment, visual performance and sound insulation effect. Int J Energy Environ Eng 12, 805–836 (2021). https://doi.org/10.1007/s40095-021-00413-0
3. Alkhatatbeh, B.J.; Asadi, S. Role of Architectural Design in Creating Circadian-Effective Interior Settings. Energies 2021, 14, 6731. https://doi.org/10.3390/en14206731
4. Yan-ling Song, Kamyar Sheykhi Darani, Adnan I. Khdair, Ghaida Abu-Rumman, Rasool Kalbasi, A review on conventional passive cooling methods applicable to arid and warm climates considering economic cost and efficiency analysis in resource-based cities, Energy Reports,Volume 7, 2784-2820 (2021). https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.04.056.
5. Dileep Kumar, Morshed Alam, Rizwan Ahmed Memon, Bilawal Ahmed Bhayo, A critical review for formulation and conceptualization of an ideal building envelope and novel sustainability framework for building applications, Cleaner Engineering and Technology, Volume 11,)2022. (100555, https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100555.
6. Amnah Mohammed Alsuhaibani, Moamen S. Refat, Saeed Ahmad Qaisrani, Farhad Jamil, Zoobia Abbas, Anum Zehra, Khaqan Baluch, Jung-Gyu Kim, Muhammad Mubeen, Green buildings model: Impact of rigid polyurethane foam on indoor environment and sustainable development in energy sector, Heliyon, Volume 9, Issue 3,)2023(, e14451, ISSN 2405-8440, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14451.
7. Simon, François, Javier Ordoñez, Aymeric Girard, and Cristobal Parrado. "Modelling energy use in residential buildings: How design decisions influence final energy performance in various Chilean climates." Indoor and Built Environment 28, no. 4 (2019): 533-551.
8. Salcido, Juan C., Adeeba Abdul Raheem, and Srinivasan Ravi. "Comparison of embodied energy and environmental impact of alternative materials used in reticulated dome construction." Building and environment 96 (2016): 22-34.
9. Lamrani, B., K. Johannes, and F. Kuznik. "Phase change materials integrated into building walls: An updated review." Renewable and Sustainable Energy Reviews 140 (2021): 110751.
10. Way, Andrew GJ, and Chris Kendrick. Avoidance of thermal bridging in steel construction. Steel Construction Institute, 2008.
11. Khazaii, Javad. Energy-efficient HVAC design. Springer International Pu, 2016.
12. Bae, Yeonjin, Saptarshi Bhattacharya, Borui Cui, Seungjae Lee, Yanfei Li, Liang Zhang, Piljae Im et al. "Sensor impacts on building and HVAC controls: A critical review for building energy performance." Advances in Applied Energy 4 (2021): 100068.
13. Dahanayake, K. W. D. K. C., and S. S. Fernando. "Developing a Maintenance strategy plan to improve energy efficiency of HVAC system." (2013).
14. Başoğul, Yusuf, and Ali Keçebaş. "Economic and environmental impacts of insulation in district heating pipelines." Energy 36, no. 10 (2011): 6156-6164.
15. Parker, Walter, Adewale Odukomaiya, Jeff Thornton, and Jason Woods. "The cost savings potential of controlling solar thermal collectors with storage for time-of-use electricity rates." Solar Energy 249 (2023): 684-693.
16. Montoya, Francisco G., Antonio Peña-García, Adel Juaidi, and Francisco Manzano-Agugliaro. "Indoor lighting techniques: An overview of evolution and new trends for energy saving." Energy and buildings 140 (2017): 50-60.
17. Chojecki, Adrian, Michał Rodak, Arkadiusz Ambroziak, and Piotr Borkowski. "Energy management system for residential buildings based on fuzzy logic: design and implementation in smart-meter." IET Smart Grid 3, no. 2 (2020): 254-266.

محمدصادق انواری، دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان

محمد بهاروند، استادیار گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان

ریز اقلیم‌ها به عنوان یک محرک اقلیمی در فرایند طراحی معماری معاصر

چکیده

امروزه بحث انرژی و مصرف انرژی در عرصه عمرانی و شهری از مهم‌ترین مسائلی هست که مطرح می‌شود، لذا با بزرگ شدن شهرها و تغییرات آن‌ها به طور مستقیم برروی مصرف انرژی هم تأثیر گذاشته می‌شود، چراکه مشهودترین دلیل برای گرمای نسبی سالانه شهر، تمرکز منابع گرمایی آن شهر است. [۱] این موضوع باعث گردیده است که اقلیم محدوده‌های شهری که متشکل از عناصر شهری است متفاوت از داده‌های اقلیمی کل باشد، که خرد اقلیم‌ها را به وجود می‌آورد. درنتیجه خرد اقلیم‌ها هم می‌توانند باعث متعادل شدن هوای ناحیه شده و هم باعث گرم شدن آن ناحیه شوند، که درصورت گرم شدن نواحی شهری توسط خرداقلیم‌ها و مجموعه‌ای شدن این پدیده گرمایی، باعث ایجاد جزیره گرمایی می‌گردد که محدوده وسیعی از شهر را در بر می‌گیرد که در نهایت جدا از افزایش مصرف انرژی و کم شدن منابع انرژی شده و سلامت و زندگی انسان‌ها را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. [۲] پس باتوجه به اینکه معماری و محیط ساخته شده بر اقلیم منطقه تأثیر می‌گذارد، این امر می‌تواند باعث اثری مثبت و یا منفی بر اقلیم آن منطقه شود و در نهایت بر روی آسایش حرارتی ساکنان تأثیر بگذارد. در این تحقیق هدف بر این است

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

که با شناسایی ریز اقلیم‌ها و بررسی اجزاء آن‌ها، ادبیات ساختار یافته‌ای را جهت همسازی ساختمان‌ها با اقلیم از طریق ریز اقلیم‌ها و رسیدن به آسایش حرارتی ساکنان، تنظیم و ارائه نمود. در ابتدا به شناسایی پارامترهای تأثیرگذار بر ریز اقلیم‌ها پرداخته و سپس اجزای معماری تأثیرگذار بر ریز اقلیم‌ها در معماری مدرن شناسایی می‌گردد. این تحقیق از نوع کیفی می‌باشد و به لحاظ راهبردی از نوع تحلیلی-توصیفی است و اطلاعات نیز از طریق اسناد کتابخانه‌ای جمع‌آوری می‌گردند. نتایج نشان می‌دهد که طراحان برای طراحی و شکل‌گیری ریز اقلیم‌ها چه عوامل و عناصری را باید درنظر بگیرند و حتی به چه نوع مسائلی باید پاسخ دهند و در نهایت راه‌حل‌هایی برای معماری معاصر جهت ارتقاء ریزاقلیم در راستای کاهش جزیره گرمایی ارائه گردیده است.

کلید واژه‌ها: ریز اقلیم، جزیره گرمایی، آسایش حرارتی، معماری معاصر

امروزه بحث انرژی و مصرف انرژی در عرصه عمرانی و شهری از مهم‌ترین مسائلی هست که مطرح می‌شود، لذا با بزرگ شدن شهرها و تغییرات آن‌ها به طور مستقیم برروی مصرف انرژی هم تأثیر گذاشته می‌شود.

۱- مقدمه

قبل از دوره استفاده از انرژی‌های فسیلی، انسان روش‌های مختلف معماری را برای کاهش اثرات منفی آب و هوا و استفاده از اثرات مثبت آن ایجاد کرد که نمونه‌هایی از چنین معماری بومی‌حساس به اقلیم را هنوز هم می‌توان در سراسر جهان یافت. به عنوان مثال در مناطق گرم و خشک، تراکم ساختمان‌ها، سایه‌اندازها و فضاهای بیرونی و...، منحنی دمای روزانه را کاهش می‌دهند و حتی حیاط‌های سایه‌دار با حوض‌ها و پوشش‌های گیاهی باعث خنک شدن محیط می‌گردند. معماری بومی در تمامی اقلیم‌ها و مناطق جغرافیایی راهکارهای مناسب و سازگار را جهت رسیدن به آسایش حرارتی کشف می‌کرده است [۳]. در باغ‌های ایرانی عناصر به شکلی کنار هم قرار گرفته‌اند که علاوه بر زیبایی و جذابیت بصری و عملکرد مناسب، به خوبی به اقلیم هم پاسخگو بوده است. پس می‌توان گفت که در معماری بومی و ایرانی عناصر اقلیمی مانند باد، آب، نور، سایه، درختان، گیاهان و... به شکلی در طراحی هماهنگ می‌شده‌اند تا معماری به اقلیم منطقه پاسخ بدهد و آسایش زیستی برای استفاده‌کنندگان ایجاد شود. اما تکنولوژی، تغییرات آب و هوایی و رشد شهرنشینی باعث ایجاد تحول در دریافت انرژی‌ها گردیده است. این امر در محیط‌های شهری موجب شده است تا پدیده جزیره گرمایی تشدید پیدا کند و درنتیجه شهرها گرم‌تر شوند. [۴] حال با توجه به اینکه در یک پهنه و سایت خاص، اقلیم می‌تواند متفاوت از داده‌های اقلیم کل باشد، می‌توان شرایط زیستی بهتری را فراهم کرد تا ساکنان در آن پهنه آسایش زیستی بیشتری را دارا باشند که به چنین تغییرات محلی ریز اقلیم گفته می‌شود. [۵] به عبارتی به مجموعه عواملی که باعث تغییر در داده‌های اقلیمی یک منطقه و ناحیه شهری و حتی یک فضای زندگی می‌شود، ریز اقلیم گفته می‌شود. لذا می‌توان گفت که بیشتر محیط‌های شهری تحت تأثیر ریز اقلیم‌ها هستند که از بزرگ اقیم و حومه متفاوت می‌باشد. [۶] عواملی که گرمای نسبی سالانه شهر را افزایش می‌دهد، منابع گرمایی آن شهر می‌باشد. از تکنولوژی‌های مورد استفاده در شهرهای صنعتی و اتومبیل‌ها گرفته تا نوع معماری شهر که شامل شکل و جهت معابر، شکل و فرم هندسی ساختمان‌ها، مصالح مورد استفاده، آلودگی هوا و ذرات معلق، گیاهان و نواحی سبز، چگونگی دریافت نور و باد و تهویه و... همه عواملی هستند که ریزاقلیم منطقه را شکل می‌دهند و بر اقلیم منطقه تأثیر می‌گذارند و درنتیجه می‌توانند فرصت‌هایی را ایجاد کنند تا آسایش حرارتی، عملکردی و حتی فیزیولوژیکی یک منطقه را ارتقا دهند. چه بسا که ریزاقلیم‌ها ممکن است مناطق مسئله‌دار را به طراح نشان دهند تا اینکه طراح برای ممانعت و پیشگیری از آن‌ها تدابیری را بیندیشد.

متأسفانه امروزه در ایران معماران و اهل فن موضوع ریز اقلیم‌ها را به درستی در نظر نمی‌گیرند، در صورتی که اگر در روند طراحی معماری تبعات ریز اقلیم‌ها به صورت علمی درنظر گرفته شود، می‌توان

پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی یک طرح را افزایش داد. حال باتوجه به اینکه معماری و محیط ساخته شده می‌تواند بر اقلیم منطقه تأثیر مثبت یا منفی بگذارد، لذا اثر آن بر روی آسایش

خرد اقلیم‌ها هم می‌توانند باعث متعادل شدن هوای ناحیه شده و هم باعث گرم شدن آن ناحیه شوند.

حرارتی ساکنان قابل تأمل و توجه است. [۷]

در این تحقیق هدف بر این است که با شناسایی ریز اقلیم‌ها و بررسی اجزاء آن‌ها، ادبیات ساختار یافته‌ای را جهت همسازی ساختمان‌ها با اقلیم از طریق ریز اقلیم‌ها و رسیدن به آسایش حرارتی ساکنان، تنظیم و ارائه نمود. در ابتدا به شناسایی پارامترهای تأثیرگذار بر ریز اقلیم‌ها پرداخته و سپس اجزای معماری تأثیرگذار بر ریز اقلیم‌ها در معماری مدرن شناسایی می‌گردد. این تحقیق از نوع کیفی می‌باشد و به لحاظ راهبردی ار نوع تحلیلی-توصیفی است، اطلاعات نیز از طریق اسناد کتابخانه‌ای جمع‌آوری می‌گردند.

۱-۱- سوابق پژوهش

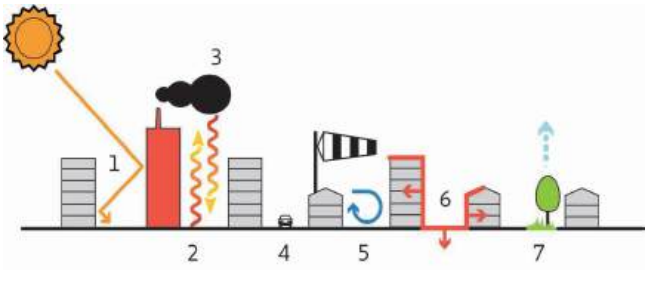
اولگی یکی از اولین افرادی بود که تأثیر آب و هوا را در طراحی فضاهای زیستی مطالعه کرد. وی از زیست‌شناسی، مهندسی، هواشناسی و فیزیک برای استخراج مفاهیم آب و هوا استفاده کرد. انیس پیشنهاد کرد که معماران منظر هنگام برخورد با مسائل منظر و برنامه‌ریزی باید با تمام عوامل اقلیمی ارتباط برقرار کنند. نگرانی اصلی آن‌ها بهبود ریز اقلیم‌های فضای باز و شرایط آب و هوایی ساختمان‌ها با کاشت و منظر است. بسته به میزان تابش خورشید، باد، بارش یا رطوبت و دمای حاصل از آن، ریزکلیما سطح مختلف راحتی انسان را فراهم می‌کند. بوت معتقد بود که می‌توان ریز اقلیم را به عنوان یکی از عناصر طراحی در نظر گرفت، از جمله قرار گرفتن در معرض آفتاب، قرار گرفتن در معرض باد و بارندگی[۸].

مارجولین پیپرس-وان اش در دانشگاه صنعتی دلف، تحقیقی را با عنوان طراحی ریز اقلیم شهری در مقطع دکتری به انجام رسانده است، در این پژوهش اهمیت ریز اقلیم‌ها را در طراحی شهری مورد بررسی قرار می‌دهد، پارامترهای آن را شناسایی و تعریف و تحلیل می‌کند، به تأثیرگذاری ریز اقلیم‌ها بر آسایش و سلامتی انسان می‌پردازد و بررسی می‌شود که چگونه محیط شهری می‌تواند به ریز اقلیم شهری تأثیر بگذارد و در کل چهارچوبی را برای طراحی ریز اقلیم‌های شهری ارائه می‌دهد.

در کتاب تجهیزات مکانیکی و برقی ساختمان [۹]؛ در فصل ۳ به جزایر گرمایی اختصاص داده شده است که در آن پارامترهای تأثیرگذار بر ریزاقلیم‌ها را مورد بررسی و تعریف قرار می‌دهد و با بررسی نمونه موردی یک منطقه، اثرگذاری آن‌ها را نشان می‌دهد.

جورجیوس-رافایل کوکلیس و آتنا یاناکو [۱۰] در سال ۲۰۲۱ و در مقاله‌ای به بررسی سهم ریخت‌شناسی شهری در شکل‌گیری شرایط ریز اقلیمی حاکم در فضاهای بیرونی شهری پرداخته است که در آن با بررسی مصداقی که توسط نرم‌افزار انوی مت تحلیل شده است، که تأثیر عناصر شهری و فضای باز و سبز را بر آسایش حرارتی مورد تحلیل قرار می‌دهد که در نهایت رابطه بین مورفولوژی شهری و اقلیم بررسی گردید.

در سال ۲۰۲۱ مقاله‌ای توسط زینگ تانا، جیان جون لیائوآ، کومی‌برنارد

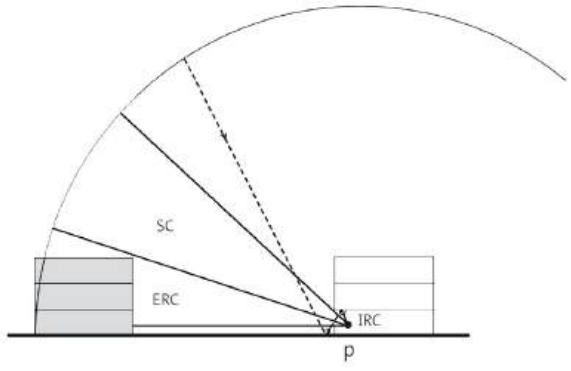


نگاره ۲-۱- عوامل ایجاد جزایر گرمایی[۳]

بدراب و جیاویلی [۱۱] با عنوان ارزیابی عملکرد خنک‌کننده سه بعدی از ترکیبات مختلف پوشش گیاهی در منطقه شهری به رشته تحریر درآمده است، در این پژوهش پوشش گیاهی را به عنوان یک استراتژی مؤثر برای مقابله با اثر جزیره گرمایی شهری می‌داند و توجه کمی به اثر خنک‌کننده ترکیبات گیاهی شده است. با توجه به اینکه بیشتر مطالعات بر روی عملکرد خنک‌کنندگی افقی گیاهان متمرکز شده‌اند و از تأثیر عمودی آن‌ها چشم‌پوشی شده است. بنابراین، این مطالعه عملکرد خنک‌کننده سه بعدی (افقی و عمودی) سه سناریوی ترکیب پوشش گیاهی در منطقه شهری را با استفاده از مدل ENVI-met ارزیابی می‌کند.

جدول ۱ - ویژگی‌های ساختگاه و اقلیم

ویژگی‌های سایت	ویژگی‌های اقلیم
نوع خاک	خورشید
سطح زمین	دمای هوا
توپوگرافی	رطوبت
پوشش گیاهی	میزان بارش
توده‌های آبی/جریان	حرکت هوا
دید	کیفیت هوا
اثرات انسانی(گرما، سرو صدا و غیره)	



نگاره ۳-۱ - عامل نور روز برای یک نقطه داخلی P که شامل مؤلفه آسمان، انعکاس سطوح خارجی و انعکاس سطوح داخلی می‌باشد.[۳]

۲- جزایر گرمایی و ریز اقلیم‌ها

اقلیم را می‌توان شرایط جوی یک مکان خاص برای مدت زمان طولانی تعریف کرد. ریز اقلیم شهری بسیار تحت تأثیر مورفولوژی، متریال سازی و محوطه‌سازی محیط شهری است.

ریز اقلیم شهری بسیار تحت تأثیر مورفولوژی، متریال‌سازی و محوطه‌سازی محیط شهری است. در اینجا با استفاده از یک بررسی ادبیات، در مورد این تأثیر محیط شهری در اقلیم‌های کوچک آن بحث خواهد کرد. [۱۲]

یکی از بارزترین تأثیرات محیط شهری بر آب و هوای آن، اثر جزیره گرمایی شهری (اثر UHI) است. اوک تفاوت میان درجه حرارت شهر و حومه را شدت جزیره گرمایی می‌نامد. [۱۳]

اثر UHI پدیده‌ای است که در آن دمای هوای شهری بالاتر از محیط پیرامونی (روستایی) است. میزان اختلاف دما در زمان و مکان در نتیجه ویژگی‌های هواشناسی، موقعیت مکانی و شهری متفاوت است. اثر UHI را می‌توان در لایه مرزی شهری (UBL) و لایه سایبان شهری (UCL) یافت و دلایل زیر را دارد (نگاره ۱-۲):

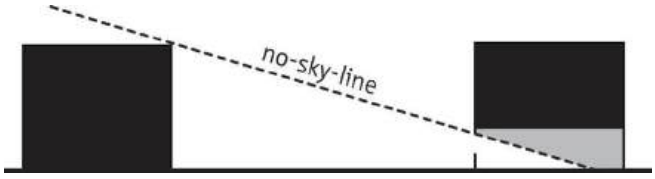
۱- جذب تابش موج کوتاه از خورشید در مواد کم آلبدو(Albedo) و به دام افتادن توسط بازتاب‌های متعدد بین ساختمان‌ها و سطح خیابان.

۲- کاهش اتلاف موج بلند تابش گرما از دره‌های خیابان، ناشی از انسداد آسمان توسط ساختمان‌ها، درختان و سایر اشیا. گرما توسط سطوح انسدادی رهگیری می‌شود، و دوباره جذب و یا به بافت شهری منتقل می‌شود.

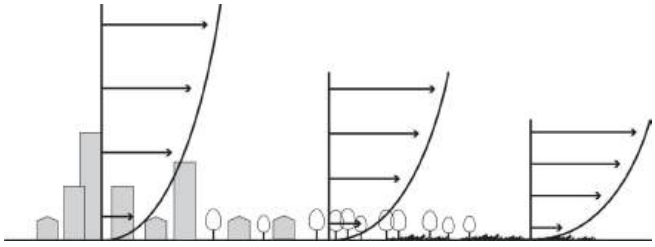
۳- جذب و انتشار مجدد تابش موج بلند توسط آلودگی هوا در جو شهری.

۴- انتشار گرمای انسانی از طریق فرایندهای احتراق، مانند ترافیک، گرمایش فضا و صنایع.
۵- کاهش گرمای آشفته از داخل خیابان‌ها که به دلیل کاهش سرعت باد ایجاد می‌شود.
۶- افزایش ذخیره گرما توسط مصالح ساختمانی با قابلیت پذیرش حرارتی زیاد. سطح شهرها در مقایسه با مناطق روستایی مساحت بیشتری دارد و بنابراین گرمای بیشتری را ذخیره می‌کنند.
۷- کاهش تبخیر در مناطق شهری به دلیل وجود «سطوح ضد آب» - مواد با نفوذپذیری کمتر و پوشش گیاهی کمتر در مقایسه با مناطق روستایی. در نتیجه، انرژی بیشتری در گرمای محسوس و انرژی کمتر در گرمای نهفته قرار می‌گیرد. [۳]

همان‌طور که در نگاره (۱-۲) مشاهده می‌شود، یک ریز اقلیم تحت تأثیر ویژگی‌های سایت و بزرگ اقلیم‌ها قرار می‌گیرند.



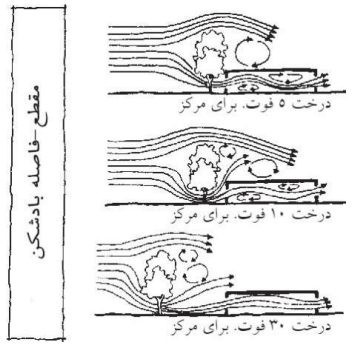
نگاره ۳-۲- خط بدون آسمان از بالاترین نقطه حریم نما مشخص می‌گردد. [۳]



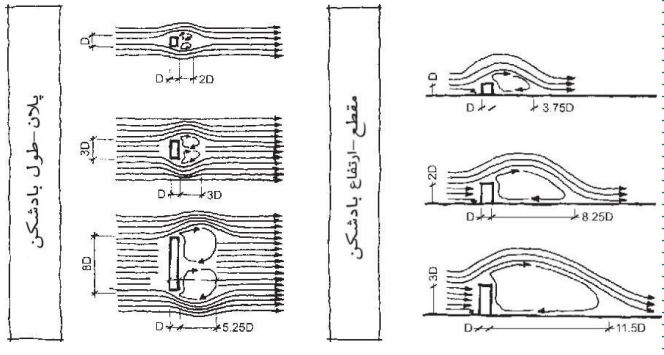
نگاره ۳-۳- شماتیکی از نحوه عملکرد باد با توجه به ناهمواری‌های زمین[۳]

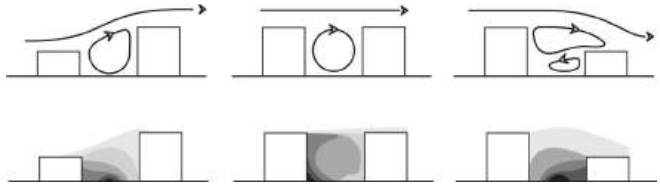
۳- شناسایی و بررسی اجزاء ریزاقلیم‌ها

ریز اقلیم شهری بسیار تحت تأثیر ریخت‌شناسی، متریال و محوطه محیط

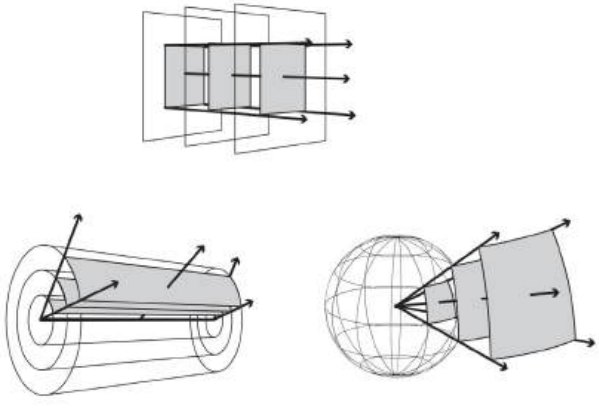


نگاره ۳-۴- تأثیر کالبد معماری بر باد [۳]





نگاره ۳-۵- شماتیکی از غلظت آلاینده‌ها در صورت جریان عمودی.[۳]



نگاره ۳-۶- انواع منابع صوتی؛ از چپ به راست: نقطه‌ای، خطی و سطحی. [۳]

شهری قرار دارد. اقلیم محلی به شدت از شرایط فیزیکی سطح زمین تأثیر می‌پذیرد و قلمرو کوچکترین واحد اقلیمی به نام ریزاقلیم را به وجود می‌آورد) یانسن، ۲۰۰۶). در این بخش تأثیر محیط شهری در هر یک از عناصر ریز اقلیم شهری شرح داده می‌شود که شامل: تابش خورشید، نور روز، باد، کیفیت هوا و صدا می‌باشد. [۱۴]

۳-۱- نور روز

نور روز همان نور مرئی است که از آسمان و خورشید به فضا می‌رسد و میزان و کیفیت آن به عواملی از جمله فصول و آب و هوا بستگی دارد. نور روز از جمله عوامل اقلیمی و محیطی است که جهت ارزیابی اقلیمی ساختمان و محیط‌های شهری در نظر گرفته می‌شود و از چندین مؤلفه تشکیل شده است که شامل: مؤلفه آسمان، مؤلفه انعکاس از سطوح خارجی و مؤلفه انعکاس از سطوح داخلی.

به طور کلی فضاهای بیرونی اکثریت نور روز خود را مستقیماً از آسمان دریافت کنند، اما برجستگی‌ها و سایر پوشش‌ها نسبت به این موضوع استثنا هستند. اما فضاهای داخلی از آسمان محدود هستند، هندسه دره شهری دریافت نور مستقیم و روشنایی انعکاسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۳-۲- باد

وزش باد در اثر اختلاف فشار هوا ایجاد می‌شود. فشار هوا به تراکم هوا بستگی دارد که آن هم تحت تأثیر دما است. گرما باعث انبساط هوا شده و چگالی آن کاهش پیدا می‌کند. هوای گرم از فشار کمتری نسبت به هوای سرد برخوردار است و باد از مناطقی که فشار هوا زیاد است به مناطقی که فشار هوا کم است، می‌وزد. هرچه اختلاف فشار بیشتر باشد و مناطق دارای اختلاف فشار به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، سرعت باد بیشتر می‌شود. سرعت باد با ارتفاع از سطح زمین افزایش می‌یابد، زیرا باد با ایجاد اصطکاک توسط سطح زمین کاهش می‌یابد. هرچه زمین ناهموارتر باشد، اصطکاک بیشتری نیز اعمال می‌شود.

باد شکن‌ها اجزایی هستند که معمولاً برای محافظت از مناطق بیرونی به‌کار می‌روند، حصارها و یا گیاهان نیز می‌توانند عمل بادشکن‌ها را انجام دهند. [۱۵]

۳-۳- کیفیت هوا

توزیع غلظت آلاینده‌ها به الگوی جریان باد مربوط می‌شود، باد با تغییر شکل، آلاینده‌ها را حمل می‌کند و در اثر تلاطم آن‌ها را با هوای تمیزتر مخلوط می‌کند. به طور کلی، آلودگی‌ها در جایی که سرعت باد کم است یا در آن اختلاط با هوای دیگر

محدود است، به دام افتاده و یا رسوب می‌کنند. [۱۶]

حسب دسی بل اندازه‌گیری می‌شود. امواج صوتی توسط یک منبع صوتی تولید می‌شوند که معمولاً به سه نوع منبع صوتی دسته‌بندی می‌شوند: منابع نقطه‌ای، خطی و سطحی. [۱۸]

باتوجه به اینکه معماری و محیط ساخته شده بر اقلیم منطقه تأثیر می‌گذارد، این امر می‌تواند باعث اثری مثبت و یا منفی بر اقلیم آن منطقه شود.

۳-۴- صدا

عامل صدا و تهویه طبیعی را باید با هم مورد بررسی قرار داد، چه بسا که در بسیاری از مواقع به دلیل آلودگی صوتی از تهویه طبیعی محروم می‌شویم و هرگونه صدایی که ناخواسته باشد، نویز می‌شود. صدا یک ارتعاش شنیدنی است که به صورت موج منتقل می‌شود. امواج صوتی باعث اختلاف فشار (هوا) می‌شوند. [۱۷] میزان اختلاف فشار میزان بلندی صدا را تعیین می‌کند و سطح فشار صدا (سطح صدا) بر

۳-۵- پوشش گیاهی، درختان و محوطه‌سازی

پوشش گیاهی تأثیرات گسترده‌ای بر ریز اقلیم اطراف خود دارد. گیاهان برای فضاهای زیستی و ساختمان‌ها بسیار حیاتی هستند. آن‌ها می‌توانند حریم خصوصی را ایجاد نمایند، بادهای نامطلوب و باد زمستانی را کنترل کنند، تابش خیره کننده روز را کنترل کنند، نسیم را جهت بهره‌گیری در فضا تلطیف و فیلتر می‌کنند، همچنین درختان بهترین سایه‌اندازی را در گرم‌ترین ماه‌های سال فراهم می‌کنند، پس بهترین پاسخ را به چرخه دما در محیط باز می‌دهند. [۱۹]

۳-۶- مواد و مصالح

میزان بازتاب، جذب و انتشار مجدد تابش خورشید از مقدار گرمای ذخیره‌شده توسط ماده‌ای که در معرض تابش قرار دارد (مستقیم، غیرمستقیم یا پراکنده) به جذب حرارتی و آلبیدوی آن ماده بستگی دارد. پذیرش حرارتی معیاری است که هدایت حرارتی و ظرفیت حرارتی ماده را شامل می‌شود. ماده‌ای که پذیرش حرارتی بالا دارد، در صورت اختلاف دما به راحتی با محیط اطراف خود تبادل گرما می‌کند. چنین ماده‌ای گرمای زیادی را ذخیره می‌کند و با کاهش دمای هوای محیط، آن گرما را آزاد می‌کند. [۲۰] مصالح ساختمانی و سنگفرش به طور متوسط نسبت به نمونه‌های روستایی خود پذیرش حرارتی بیشتری دارند و بنابراین گرمای بیشتری در محیط شهری ذخیره می‌شود. این امر تا حدی می‌تواند با (تغییر) آلبدوهای مصالح ساختمانی و سنگفرش نفی شود. هرچه آلبدو یک سطح بالاتر باشد، بازتاب آن نیز بیشتر است و

جدول ۴-۱- پارامترهای ریزاقلیم تأثیرگذار بر شرایط حرارتی (منبع: نگارنده)

ردیف	عوامل تأثیرگذار(ریز اقلیم) بر شرایط حرارتی	شیوه اثربخشی
۱	مواد بازتابنده	کاهش جذب گرمای خورشید
۲	سطوح آب	کاهش دما
۳	فضاهای سبز و پوشش گیاهی	ایجاد سایبان و رطوبت
۴	تمهیدات ساختمانی	حرکت باد

بنابراین مقدار گرمای موجود برای جذب و در نتیجه ذخیره‌سازی توسط مواد، کمتر است. [۲۱] آلبدو به بافت و رنگ سطح بستگی دارد. سطوح رنگ روشن بازتاب بالاتری نسبت به سطوح رنگ تیره دارند. خصوصیات سطح مواد تنها بر دمای هوای خارج تأثیر نمی‌گذارد، بلکه بر خنک‌سازی ساختمان‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. آن به طور مستقیم از طریق دمای سطح نمای ساختمان، و به طور غیر مستقیم از طریق تأثیر آن‌ها بر دمای هوای محیط اثر می‌گذارد.

۴- ریز اقلیم‌ها و شرایط حرارتی

همان‌طور که گفته شد معیارهایی هستند که براساس ادبیات موضوع عوامل خاص و تأثیرگذار ریزاقلیم بر شرایط حرارتی به شرح زیر می‌باشد:

۱- دمای هوا به معنای دمای تابشی، ۲- رطوبت نسبی، ۳- سرعت باد. [۲۲]

عوامل تشکیل‌دهنده ریز اقلیم‌ها که به طور مستقیم بر شرایط حرارتی تأثیر می‌گذارند که در جدول ۴-۱ بر شناسایی این عوامل و شیوه اثربخشی ارائه گردیده است:

براساس مطالعات انجام شده و بررسی مصادیق موجود، بی‌توجهی به ریز اقلیم‌ها و نبود علم نسبت به این موضوع باعث ایجاد یا تشدید پدیده جزیره گرمایی می‌گردد، براین اساس در جدول زیر عوامل تأثیرگذار و دلایل ایجاد آن که بر شرایط حرارتی تأثیر می‌گذارد، شناسایی شده است.

در جدول (۳-۴) ادبیات جهت شناسایی و تأثیر پارامترهای تأثیرگذار بر روی هر یک از عناصر ریزاقلیم ارائه شده است. بیشترین عناصر کاربردی که در ریز کلیماتولوژی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد در جدول زیر دسته‌بندی و ارائه گردیده است.

با مطالعه و بررسی که در ارتباط با ریز اقلیم‌ها به انجام رسیده است، در زمینه‌های طراحی معماری، طراحی شهری و ریزکلیماتولوژی شهری در چهارچوبی راه‌حل‌هایی در قالب ابزارهای معماری و شهری جهت طراحی و با هدف انتشار دانش کاربردی ریز اقلیم جهت

معماری بومی در تمامی اقلیم‌ها و مناطق جغرافیایی راهکارهای مناسب و سازگار را جهت رسیدن به آسایش حرارتی کشف می‌کرده است.

جدول ۴-۲- عوامل ایجادکننده جزایر گرمایی و تأثیر آن بر این پدیده (منبع: نگارنده)

ردیف	عوامل ریز اقلیم تأثیرگذار بر جزایر گرمایی	دلایل ایجاد جزایر گرمایی
۱	کمبود پوشش گیاهی	کاهش تبخیر سطحی
۲	استفاده از مصالح نفوذ ناپذیر در برابر آب	کاهش تبخیر سطحی
۳	افزایش گرما از طریق مصالح	افزایش ذخیره گرمایی
۴	کاهش ضریب انعکاس مصالح	افزایش شبکه تابشی
۵	فرم‌های شهری که گرما را به دام می‌اندازند	افزایش شبکه تابشی
۶	فرم‌های شهری که موجب کاهش سرعت باد می‌شوند	کاهش جریان هوا
۷	افزایش سطح آلودگی هوا	افزایش شبکه تابشی
۸	افزایش مصرف انرژی	افزایش گرمایش انسان زاد

جدول ۴-۳- پارامترهای تاثیرگذار بر شکل‌گیری ریزاقلیم‌ها (نگارنده)

جدول ۴-۳- پارامترهای تاثیرگذار بر شکل‌گیری ریزاقلیم‌ها (نگارنده)				
نور خورشید				
۱-مؤلفه آسمان:- سطح آسمان- موقعیت محدوده	۲-مؤلفه انعکاس:-سطوح خارجی- سطوح داخلی	۳-کالبد معماری: ارتفاع، تراکم، پر و خالی، هندسه		
ساختارهای سبز				
۱- حوزه سبز شهری: پارک‌ها، درختان خیابانی	۲- ویدا	۳- آتریم	۴- گلخانه	۵- باغ‌ها
۶- بام‌های سبز	۷- باغ‌های عمودی	۸- حیاط داخلی	۹- حیاط خارجی	۱۰- بالکن‌های سبز
ساختارهای آبی				
۱-حوزه‌های آبی طبیعی: رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها	۲-سیستم‌های آبی غیر فعال: حوضچه‌ها، استخرها، فواره‌ها	۳-سیستم‌های آبی فعال: برج‌های تبخیر شونده بادی، آب پاش‌ها		
ایجاد سایه‌ها				
۱- سازه‌های طبیعی: درختان، گیاهان رونده	۲-سازه‌های مصنوعی: سایبان‌ها، پنل‌ها	۳-فرم‌های ساختمانی: ارتفاع، پیشامدگی‌ها، پر و خالی‌ها، فاصله ساختمان‌ها		
اثر باد				
۱-الگوی جریان هوا	۲-ارتفاع ساختمان‌ها	۳-فرم بناها	۴-تراکم محدوده	۵-مجاورت‌ها
خواص مصالح				
۱-ذخیره گرمای کم	۲-بازتاب خورشیدی بالا (آلبدوی کمتر): مصالح با رنگ‌های روشن، مصالح روکش دار (الاستومری، آکریلیک، پلی یورتان)	۳- نفوذ پذیری بالا: مصالح متخلخل و جاذب رطوبت (آسفالت‌های نفوذ پذیر، روکش‌های فوم بتن دار)		
تیپولوژی و مورفولوژی				
۱-معماری و فرم بنا: - فضاهای باز، بسته و نیمه باز، پر و خالی، هندسه، پتانسیل زمین، فضاهای داخلی	۲-بافت شهری: تراکم، کاربری‌ها، توپوگرافی	۳-شریان‌های و استخوان بندی: مدل شهری، جهت گیری		
فرهنگ شهری و بهره‌گیری از منابع				
۱-سبک زندگی	۲-بهره گیری از منابع	۳-تکنولوژی ساخت	۴-آموزش	

جدول ۴-۴- جدول فناوری و راه حل‌های معماری معاصر جهت ایجاد ریزاقلیم‌ها(نگارنده)

ردیف	عوامل تأثیر گذار بر ریزاقلیم	تأثیر گذاری	راه حل	توضیحات
۱	افزایش پوشش گیاهی	افزایش تبخیر سطحی	- دیوار سبز - بام سبز - حیاط داخلی - حیاط خارجی - آتریوم - گلخانه - وید	- آلبدوی بالای گیاهان - افزایش رطوبت محیط
۲	سطوح نفوذ پذیر	افزایش تبخیر سطحی	- سنگ فرش‌های نفوذ پذیر - آسفالت‌های نفوذ پذیر - روکش‌های فوم بتن دار و...	- وجود بارندگی به طور منظم - عمق آب زیر سطح مصالح
۳	پارکینگ‌های سبز	افزایش تبخیر سطحی	- سطوح نفوذ پذیر - سطوح سبز	- concrete Grasscrete (ایجاد چمن در بتن) - سنگفرش‌های پلاستیکی متخلخل (ایجاد نفوذ پذیر و پوشش گیاهی)
۴	سطوح بازتابنده	کاهش شبکه تابشی	سقف‌های سرد	- انعکاس نور - جذب حرارتی کم
۵	درختان و بوته‌های شهری	- افزایش تبخیر سطحی - کاهش شبکه تابشی	- درختان - بوته‌ها	- آلبدو پایین - کاهش تابش خورشیدی - ایجاد سایه اندازی - تراوش و افزایش رطوبت
۶	چشم اندازهای آبی	افزایش تبخیر سطحی	- دریاچه - برکه و...	- تبخیر آب در محیط از طریق افزایش سطوح آب
۷	سیستم‌های زهکشی	افزایش تبخیر سطحی	- نگهداری آب باران	- تبخیر دائمی آب
۸	افزایش سایه بر ساختمان	کاهش ذخیره سطحی	- پنل‌های خورشیدی - کاشت گیاهان	- استفاده فعال از تابش خورشیدی - جلوگیری از توده حرارتی و تابش گرمای ذخیره شده - کنترل تابش خورشیدی

طراحـی و معماری ارائه گردیده اسـت. این چهارچـوب بـر اسـاس اطلاعـات به دسـت آمـده در بخش‌هـای قبـل و ترکیـب آن‌ها با اجزای معماری، شهری و اطلاعات مربوط به عناصر ریز اقلیم می‌باشـد کـه در جدول (۴-۴) راه حل‌هـای مربوطـه ارائـه گردیده است.

۶- جمع‌بندی

مباحث ارائه شده و مطالعات انجام شده نشان داده شده است که ریز اقلیم‌ها و عناصـر تشـکیل‌دهنده چگونـه می‌توانند در مصـرف انـرژی، ارتقاء کیفیت فضاهای زیستی، آسایش حرارتی و طراحی معماری تأثیر مستقیم و به سزایی داشـته باشـند و طراحان بـرای طراحی و شـکل‌گیری ریز اقلیم‌ها چـه عوامل و عناصری (جدول۴-۴) را درنظر بگیرند و حتی به چه نوع مسـائلی باید پاسـخ دهند و باید اطلاعات مربوطه و تأثیرگذار را بـه خوبـی فیلتر و ترکیـب کنند. عناصر مختلـف آب و هوایی و یا تأثیرگذار بر آب و هوای شـهری و جزایر گرمایی، همه مسـتقیماً بر روی مصرف انرژی، بدن و آسـایش انسان تأثیر می‌گذارند، به طور کلـی اگر بخواهیم دسـته‌بندی از پارامترهـای اصلی که بر روی هر یک از عناصر و عوامل شـکل‌دهنده خرداقلیم‌ها شـده اسـت ارائه دهیم شامل:

۱- بهترین شکل استفاده از سایت و زمین،
۲- مصالح مصرفی مناسب،
۳- ایجاد چشم‌انداز،
۴- کالبد معماری

عناصر مختلف آب و هوایی و یا تأثیرگذار بر آب و هوای شهری و جزایر گرمایی، همه مستقیماً بر روی مصرف انرژی، بدن و آسایش انسان تأثیر می‌گذارند.

بعـد از مطالعـات و بررسـی‌های انجـام شـده راهکارهـای ریزکلیماتولـوژی که می‌توانـد در معمـاری معاصـر مورد عنایت و بررسـی قرار گیـرد در جدول ۴-۴ ارائه گردیده است.

پی‌نوشت‌ها:
۱- microclimate: مجموعه ای از شرایط جوی در محدوده مشخص
۲- Mechanical and Electrical Equipment for Building
۳- Albedo: به معنی ضریب بازگشت یا انعکاس نور از سطح یک جسم است.
۴- macroclimate: به بررسی اقلیم در سطح کره زمین می‌پردازد.
۵- Morphology: ریخت شناسی؛ عبارت است از شکل ظاهری و بیرونی ساختمان
۶- Wind breakers
۷- Natural ventilation
۸- دسی بل: واحدی برای اندازه گیری فشار صوتی استفاده می‌شود.
۹- Albedo: درصد بازتاب نور از سطح یک جسم است.
۱۰- Thermal conductivity: هدایت حرارتی، توانایی یک ماده در عبور دادن حرارت.
۱۱- thermal capacity: ظرفیت حرارتی، مقدار گرمائی است که اگر به مقدار معینی از آن ماده داده شود دمای آن یک واحد افزایش خواهد یافت.
۱۲- heat island: جزیره گرمایی، پدیدهٔ بالا بودنِ چشمگیرِ درجهٔ دمای برخی از شهرها یا مناطق شهری در مقایسه با حومه شهر یا محدوده‌های روستاییِ نزدیکشان
۱۳- Climatology: اقلیم شناسی
۱۴- Typology: تیپولوژی یا گونه شناسی

مراجع:
[1] Wesam M..El-Bardisy, Mohammad Fahmy, Germeen F.El-Gohary, Climatic Sensitive Landscape Design: Towards a Better Microclimate through Plantation in Public Schools, Cairo, Egypt, Urban Planning and Architecture Design for Sustainable Development, UPADSD 14- 16 October 2015.
[2] ANDRÉ POTVIN, École d'architecture, Faculté d'aménagement, d'architecture et des arts visuels, Université Laval, Quebec City, Assessing the Microclimate of Urban Transitional Spaces, Proceedings of PLEA2000 (Passive Low Energy Architecture), Cambridge, UK, July 2000.
[3] Designing the Urban Microclimate, A framework for a design-decision support tool for the dissemination of knowledge on the urban microclimate to the urban design process, Marjolein Pijpers-van Esch Delft University of Technology, Faculty of Architecture and the Built Environment, Department of Urbanism, Department of Architectural Engineering + Technology.
[۴] شوشتری صلاح الدین، قلع هنویی محمود، عزتیان ویکتوریا، ملکی آیدا، پاکنژاد مصطفی، رهپو رئوفه، بررسی روش ترکیبی در تشخیص جزایر گرمایی و راهکار تعدیل از طریق ظرفیت فضای سبز شهری: مطالعه موردی-شهر اصفهان، فصل نامه علمی پژوهشی مطالعات ایران، شماره ۲۸، پاییز ۱۳۹۸.
[5] Jonathan Graham, Umberto Berardi , Geo_rey Turnbull and Robert McKaye, Microclimate Analysis as a Design Driver of Architecture, Published: 3 June 2020
[6] Jiawei Lin and Robert D. Brown, Integrating Microclimate into Landscape Architecture for Outdoor Thermal Comfort: A Systematic Review, land , Published: 15 February 2021.
[۷] قبادی، اسدا...، رساله دکتری تبیین و تحلیل زمانی- مکانی پدیده جزیره گرمایی شهر کرج با تأکید بر مدیریت آلبدو و مدلسازی خرد اقلیم محلی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۵.
[8] Jiawei Lin and Robert D. Brown, Integrating Microclimate into Landscape Architecture for Outdoor Thermal Comfort: A Systematic Review, Department of Landscape Architecture and Urban Planning, College of Architecture, Texas A&M University, College Station, TX 77840, USA.
[9] Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, Benjamin Stein, John S. Reynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Building, 2010.
[10] Georgios-Rafail Kouklis and Athena Yiannakou, The Contribution of Urban Morphology to the Formation of the Microclimate in Compact Urban Cores: A Study in the City Center of Thessaloniki, Published: 16 April 2021.
[11] Xing Tan, Jianjun Liao, Komi Bernard Bedra & Jiayu Li, Evaluating the 3D cooling performances of different vegetation combinations in the urban area, Published online: 29 Mar 2021.
[۲۱] رجبی ندا، پایان نامه کارشناسی ارشد تدوین راهکارهای طراحی شهری در کاهش و کنترل جزایر گرمایی شهری(UHI) با استفاده از مدل انوی - مت -)نمونه موردی: میدان انقلاب تهران(، دانشگاه بین المللی امام خمینی، ۱۳۹۶
[13] Amany A. Ragheb a, Ingy I. El-Darwish b, Sherif Ahmed, Microclimate and human comfort considerations in planning a historic urban quarter, International Journal of Sustainable Built Environment (2016) 5, 156–167.
[14] M. K. AK, S. OZDEDE, DESIGN AND PLANNING RELATED TO WIND EFFECTS, Article in Oxidation Communications · January 2016 ,URBAN LANDSCAPE.
[۱۵] خسروی-محمود، قباد- اسدالله،تبیین جایگاه سامانه بام سبز در تعدیل جزیره حرارتی شهر نمونه موردی-کرج، شماره: ۴ سال: ۲ صفحات مقاله ۸۷-۶۸.
[16] LISA SABELLA, HUMAN COMFORT IN LANDSCAPE MICROCLIMATES: A CASE STUDY OF THREE PARKS IN SHANGHAI, PRC, B.A., University of Delaware, 2003
[17] Fung Ki LAM, Simulating the Effect of Microclimate on Human Behavior in Small Urban Spaces, A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
[18] Steven Anthony Sandifer, The use of Landscape Elements in Passive Cooling Strategies for Buildings A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree Doctor of Philosophy in Architecture, UNIVERSITY OF CALIFORNIA Los Angeles, 2007.
[19] DALIT BIELAZ SCLAR, THE IMPACT OF GREEN WALLS AND ROOFS TO URBAN MICROCLIMATE IN DOWNTOWN DALLAS, TEXAS: LEARNING FROM SIMULATED ENVIRONMENTS, for the Degree of MASTER IN LANDSCAPE ARCHITECTURE THE UNIVERSITY OF TEXAS AT ARLINGTON, December 2013.
[20] Department of Geography, The University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong, China, Assessing climate-adaptation effect of extensive tropical green roofs in cities, Landscape and Urban Planning 138 (2015) 54–70.
[21] Dimitra Founda & Mattheos Santamouris, Synergies between Urban Heat Island and Heat Waves in Athens (Greece), during an extremely hot summer (2012), Published: 08 september 2017.
[22] AMR BAGNEID, THE CREATION OF A COURTYARD MICROCLIMATE THERMAL MODEL FOR THE ANALYSIS OF COURTYARD HOUSES, Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY, August 2006.

ابوالفضل افضلی

دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد زنجان

ارزیابی اجمالی پیرامون افزایش عملکرد انرژی در طراحی و ساخت

۱- مقدمه

به طور میانگین ساختمان‌ها در سراسر جهان ۳۵ الی ۴۰ درصد از سوخت‌های فسیلی را مصرف می‌کنند. البته شایان ذکر است که این ارقام شامل هزینه‌های انرژی در تولید صنعتی مصالح ساختمانی نمی‌شود. باتوجه‌به اینکه در قرن حاضر نیازهای رفاهی مردم امروزی بیش از پیش افزایش یافته و از سوی دیگر، نوسانات قیمت انرژی و عوامل محیطی، کاهش استفاده از منابع انرژی مبتنی بر فسیل را ضروری می‌سازد، باید طراحان و مهندسان فعال در حوزه پروژه‌های ساختمانی بیش از پیش در کاهش مصرف انرژی و حفظ محیط زیست اهتمام لازم را داشته باشند. علاوه بر این عواملی مانند تداوم توسعه فناوری، ایجاد زمینه‌های شغلی جدید، مسئولیت اجتماعی و... مستلزم ساخت ساختمان‌هایی با عملکرد (کارایی) بالا است. از سوی دیگر، هزینه اضافی برای افزایش عملکرد انرژی این ساختمان‌ها از ۱۰ درصد فراتر نمی‌رود و حتی ممکن است هزینه‌های افزایش بهره‌وری همانند ساختمان‌هایی باشد که طبق اصول سنتی ساخته و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. به‌طور کلی این مطالعه بر فرایندهای طراحی، ساخت و بهره‌برداری

از ساختمان‌های پایدار با عملکرد (کارایی) بالا متمرکز می‌باشد.

۲- تاریخچه

سال ۲۰۰۹ در آمریکا برنامه‌ای تنظیم گردید تا مصرف انرژی در ساختمان‌ها تا سال ۲۰۲۵ و در ساختمان‌های مسکونی تا سال ۲۰۲۰ به صفر (انرژی خالص صفر) برسد[۱]. از سوی دیگر، اتحادیه اروپا باتوجه‌به «دستورالعمل عملکرد انرژی اتحادیه اروپا در ساختمان‌ها (EC/91/2020)» در نظر دارد تا ۲۰ درصد در انرژی صرفه‌جویی کرده و همچنین ۲۰ درصد انرژی مورد نیاز ساختمان‌ها را نیز از منابع انرژی تجدید پذیر تأمین کند. در همین راستا، اتحادیه اروپا قصد دارد مطابق پروتکل کیوتو که در چهارچوب کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی امضا شده است، وابستگی خارجی به انرژی و مصرف انرژی فسیلی را کاهش داده و افزایش دمای جهانی را در دراز مدت زیر ۲ درجه سانتیگراد نگه دارد. همچنین اتحادیه اروپا مقررات BEP خود را به منظور حمایت از تعهد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بازنگری کرده و مقرر گردید تا سال ۲۰۲۰ میزان آن حداقل ۲۰ درصد کمتر از مقادیر سال ۱۹۹۰ (۳۰ درصد در صورت توافق بین‌المللی) باشد و هدف از آن اطمینان از این است که ساختمان‌های جدید در کشورهای عضو اتحادیه اروپا از تاریخ دسامبر ۲۰۲۰ انرژی تقریباً صفر داشته و بخشی از انرژی خود را از منابع انرژی تجدیدپذیر تأمین نمایند. این اصلاحیه در سال ۲۰۰۹ توسط شورای اتحادیه اروپا و پارلمان اروپا تصویب شده و از آوریل ۲۰۱۰ لازم‌الاجرا گردید. یکی از عناصر مهم این تغییرات، تداوم توسعه فناوری و ایجاد فرصت‌های جدید برای حوزه‌های تجاری جدید و توسعه منطقه‌ای به ویژه در مناطق روستایی است[۲].

در کشورمان ایران، مقررات عملکرد انرژی ساختمان‌های مسکونی به‌منظور افزایش بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها و کاهش سوخت‌های فسیلی در غالب ویرایش دوم استاندارد برچسب انرژی ساختمان در سال ۱۴۰۱ و در دو بخش استاندارد برچسب انرژی ساختمان‌های مسکونی به شماره ISIRI ۱۴۲۵۳ و استاندارد برچسب انرژی ساختمان‌های غیر مسکونی به شماره ISIRI ۱۴۲۵۴ تدوین و منتشر گردید. این استاندارد هم ساختمان‌های موجود و هم ساختمان‌های جدیدالاحداث را در بر می‌گرفت. همچنین کتابچه «برچسب انرژی ساختمان» منتشر شده توسط شرکت ملی گاز ایران نیز در دستور کار می‌باشد. مهم‌ترین عنوان این آئین‌نامه‌ها عبارت‌اند از صدور شناسنامه انرژی برای ساختمان‌ها. در این زمینه، ساختمان‌ها باتوجه‌به مصرف سوخت فسیلی، گواهینامه‌های A، B، C، D، E، F و G را دریافت خواهند کرد. در این طبقه‌بندی، کلاس A ساختمانی را با کم‌ترین مصرف سوخت فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تعریف می‌کند. البته می‌بایست تلاش شود تا گواهی هویت انرژی ساختمان‌های جدید پس از بهره‌برداری صادر گردیده و در صورت عدم انجام این امر، مجوز پایان کار بنا صادر نگردد. «ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها» مصوبه شماره ۹۳۸۷۶/ت۵۷۹۲۶ هـ مورخ ۲۴/۰۸/۱۴۰۰

باید طراحان و مهندسان فعال در حوزه پروژه‌های ساختمانی بیش از پیش در کاهش مصرف انرژی و حفظ محیط زیست اهتمام لازم را داشته باشند.

هیئت وزیران در این رابطه بسیار قطعی و واضح می‌باشد. برچسب انرژی معمولاً پس از اجرای ساختمان به عنوان روشی برای نشان دادن انطباق ساختمان با قوانین و کدهای ساختمانی و همچنین برای مقایسه عملکرد انرژی ساختمان‌های مشابه و مقایسه با ساختمان‌های قدیمی‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. رده‌بندی انرژی ساختمان مکانیسمی فراهم می‌کند که به‌وسیله آن خریداران و مستأجران می‌توانند مصرف انرژی ساختمان‌های مختلف را با هم مقایسه کنند و در نتیجه معمولاً به‌عنوان اطلاعات ارزشمندی در فرایند تصمیم‌گیری مشتریان برای خرید یا اجاره ساختمان در نظر گرفته می‌شود[۳].

موضوعاتی مانند افزایش بهره‌وری انرژی، مطالعه استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ایجاد سیستم‌های اتوماسیون ساختمان و استفاده از نور طبیعی نیز در این آئین‌نامه‌ها گنجانده شده است.

بااین‌حال، از زمان انتشار این آئین‌نامه‌ها، بحث‌هایی آغاز شده است. ایراداتی از سوی

بخش‌های ذی‌ربط به‌ویژه در مورد لزوم سیستم‌های گرمایش و سرمایش مرکزی وجود داشته است. علاوه بر این، مواردی نیز وجود دارد که در اجرا می‌توانست مشکل ایجاد نماید که نیاز به شفاف‌سازی

عواملی مانند تداوم توسعه فناوری، ایجاد زمینه‌های شغلی جدید، مسئولیت اجتماعی و... مستلزم ساخت ساختمان‌هایی با عملکرد (کارایی) بالا است.

دارند. در مقایسه با مطالعات اتحادیه اروپا و آمریکا که در ابتدا ارائه شد، به نظر می‌رسد اهداف موردنظر و برنامه‌های انجام‌گرفته و جدیت اجرایی کردن آن‌ها بسیار عقب‌تر از آن حدی است که باید باتوجه‌به مسائل زیست‌محیطی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام شود. بااین‌حال، این مشکلات باتوجه‌به زیرساخت‌های موجود و رویکرد به موضوع انرژی ارزان در بخش خصوصی و دولتی دور از انتظار نیست. به‌عنوان مثال: اکثر شهرداری‌ها و فرمانداری‌هایی که انتظار می‌رود الزامات آئین‌نامه عملکرد انرژی در ساختمان‌ها را برآورده و کنترل کنند، دارای نیروی فنی نیستند. به همین دلیل، مطالعات انجام شده عموماً به‌نوعی فرار از ممنوعیت‌ها تبدیل شده است. علاوه بر این، فقدان مشوق‌ها و یا تحریم‌های کیفری برای بهبود عملکرد انرژی ساختمان‌های قدیمی نشان می‌دهد که پیشرفت در این زمینه بسیار کند خواهد بود. از سوی دیگر، بخش بزرگی از ساختمان موجود در ایران به‌صورت خانه‌هایی با مصالح بنایی و یا آپارتمان‌های بی‌کیفیت (از نظر مصالح) است. هزینه‌های ثانویه برای چنین ساختمان‌هایی مانند عایق‌کاری و سیستم‌های جانبی به معنای اتلاف منابع مالی خواهد بود. به همین ترتیب، مشکل دیگر این است که هزینه‌های پروژه برای طراحی ساختمان‌های جدید مطابق با مقررات BEP و دیگر آئین‌نامه‌های بین‌المللی بسیار ناکافی است و طراحانی که می‌توانند چنین ساختمان‌هایی را طراحی کنند، از نظر کمی و کیفی دانش کافی ندارند.

۳- ساختمان‌های با کارایی بالا

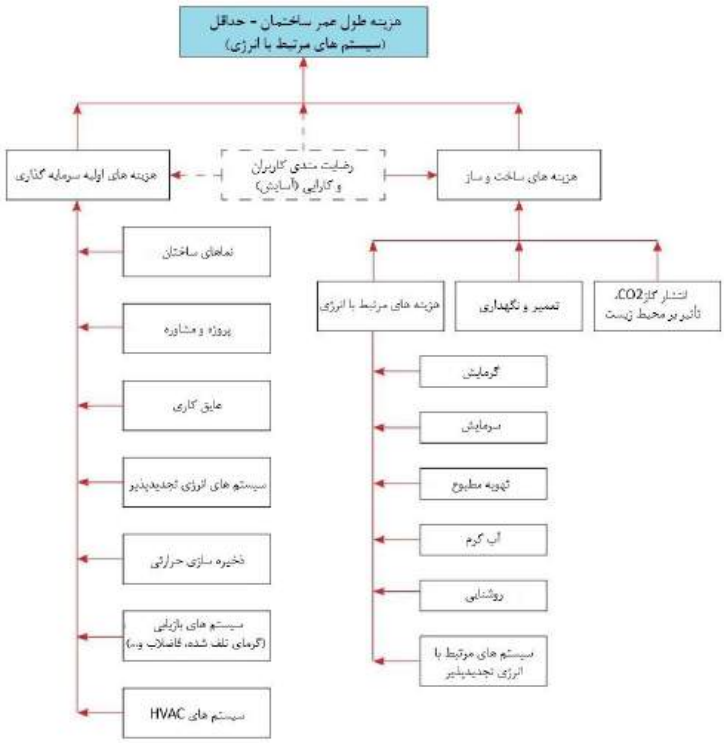
۳-۱- پایداری در ساختمان‌ها

طراحی و ساخت ساختمان‌هایی که سازگار با محیط زیست، پایدار، با مصرف انرژی کم و تأمین انرژی مورد نیاز خود از منابع تجدیدپذیر هستند، فرایندی یکپارچه است که نیاز به همکاری میان رشته‌ای دارد. از سوی دیگر تیم طراحی ساختمان‌های سنتی در کشورمان، متشکل از مالک (کارفرما)، مهندس معمار، مهندس عمران، مهندس تأسیسات و مهندس برق است. اما در کشورهای توسعه یافته وضعیت متفاوت است. به‌عنوان مثال: در ایالات متحده، این تیم معمولاً متشکل از مالک (کارفرما)، مهندس معمار، مهندس عمران، مهندس HVAC، مهندس برق، مهندس تأسیسات، کارشناس آتش‌نشانی (در روند طراحی)، مهندس روشنایی، تحلیلگر انرژی، مدیر پروژه، کارشناس هزینه، کارشناس فیزیک ساختمان، اپراتور ساختمان و نماینده کارکنان است. این کارشناسان در مراحل مختلف و با نرخ‌های متفاوت در طراحی مشارکت دارند که به تبع پایداری و عمر ساختمان را افزایش خواهد داد. اهم مواردی که باید مورد توجه قرار گیرند عبارت‌اند از[۳]:

۱. ساختمان در جهت‌های مناسب جهت مصرف حداقل انرژی قرار می‌گیرد؛
۲. بهینه‌سازی مصرف انرژی در نمای ساختمان (به حداقل رساندن بارهای گرمایشی و سرمایشی)؛
۳. بهینه‌سازی سیستم‌های HVAC با تجزیه و تحلیل هزینه مادام العمر؛
۴. تطابق فرایند طراحی با تحلیل هزینه مادام العمر؛
۵. انتخاب سیستم‌هایی برای اطمینان از کیفیت داخلی؛
۶. سهولت بهره برداری و نگهداری سیستم‌ها؛
۷. گنجاندن منابع انرژی تجدیدپذیر در پروژه‌ها؛
۸. کنترل کاربر سیستم‌های HVAC
۹. ذخیره‌سازی حرارت در توده ساختمان به روش غیرفعال یا مکانیکی (ظرفیت سیستم‌های HVAC کاهش یافته و سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های عملیاتی کاهش می‌یابد)؛
۱۰. به حداقل رساندن تلفات حرارتی و جذب حرارتی نامطلوب حاصل از جداره‌های ساختمان؛
۱۱. شرایط اقلیمی خارجی (دمای بیرون، رطوبت، کیفیت هوا، منابع بالقوه

آلاینده، قرار گرفتن در معرض آفتاب، شرایط باد)، خاک، در دسترس‌بودن آب تمیز؛
۱۲. بهره‌گیری از فرصت‌های تهویه طبیعی؛
۱۳. استفاده از سیستم‌های خنک‌کننده که با انرژی خورشیدی برق کمتری مصرف می‌کنند یا سیستم‌های جذب گرمای هدررفته؛
۱۴. استفاده از کلکتورهای خورشیدی برای آب گرم و صفحات فتوولتائیک (سلول خورشیدی) برای انرژی الکتریکی؛
۱۵. نصب سیستم‌های بازیابی حرارت؛
۱۶. بررسی نور طبیعی، سایه‌های خارجی و سیستم‌های نمای دو پوسته به جای روشنایی الکتریکی؛
۱۷. اجرای استراتژی‌های تهویه کارآمد در حین اطمینان از کیفیت داخلی؛
۱۸. اتخاذ تدابیر برای کاهش مصرف آب (استفاده بهینه از دستگاه‌ها، استفاده از آب باران، تصفیه و استفاده مجدد از آب خاکستری، استفاده مجدد از آب ناشی از تراکم در برج‌های خنک کننده، واحدهای هواساز و دستگاه‌های فن کویل و...)؛
۱۹. اجرای برنامه «راه‌اندازی » از ابتدای پروژه؛
۲۰. پس از بهره‌برداری ساختمان به خصوص در پنج سال اول رضایت پرسنل، مصرف انرژی و... بررسی میزان موفقیت طراحی و اجرا با نظارت بر نکات باید مورد توجه قرار گیرد.

همان‌طور که در بالا ذکر شد، برای اینکه این فرایند با موفقیت انجام شود، هم تیم پروژه و هم مالک باید از ابتدای کار همکاری کنند. معماران و مهندسان باید فضاهای داخل ساختمان را با در نظر گرفتن عواملی مانند: خواسته‌های مالک، نور روز، اتصالات بین فضاها، رعایت استانداردها و زیبایی‌شناسی ترکیب نمایند. در این صورت و با طراحی ساختمان پایدار، می‌توان مصرف انرژی ساختمان و در نتیجه انتشار گازهای گلخانه‌ای را بدون به خطر انداختن کیفیت داخلی کاهش داد. بااین‌حال، نسبت معکوس بین راحتی و مصرف انرژی، که



شکل ۱ - عوامل تشکیل دهنده هزینه مربوط به چرخه عمر ساختمان[۵]

پس از یک نقطه اجتناب‌ناپذیر می‌شود، مستلزم تعریف معیارهای آسایش در سطح بهینه است. برای این منظور، موضوع باید از نظر سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌ها و فرایندهای عملیاتی نیز به ارزیابی شود [۵].

این فرایندها به‌صورت شماتیک در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

۱-۱-۳- ارزیابی از نظر هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه

می‌توان تصور کرد که سیستم‌هایی که بازده انرژی را افزایش می‌دهند، هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه ساختمان را افزایش می‌دهند. به طور مثال:

۱. تجهیزات اضافی و سیستم‌های کنترل خودکار برای تأمین تهویه طبیعی، تهویه شبانه و خنک کننده رایگان مورد نیاز است؛

۲. عایق‌کاری در مقایسه با نبود آن هزینه اضافی به همراه خواهد داشت؛

۳. گنجاندن منابع انرژی تجدیدپذیر (سیستم‌های انرژی خورشیدی، انرژی بادی، پمپ‌های حرارتی و...) در پروژه‌ها باعث افزایش سرمایه گذاری اولیه می‌شود؛

۴. نور طبیعی به سنسورهای فوتوالکتریک، سیم کشی اضافی، سیستم‌های کنترل خودکار نیاز دارد؛

۵. سیستم‌های بازیابی حرارت در سیستم‌های HVAC، سیستم‌های جریان متغیر و اتوماسیون آن‌ها و غیره. نیاز به سرمایه‌گذاری اضافی دارد؛

۶. سیستم‌های اتوماسیون ساختمان به معنای هزینه اضافی است؛

۷. قیمت محصولات لوله‌کشی که آب کمتری مصرف می‌کنند نسبت به سایرین گرانتر است؛

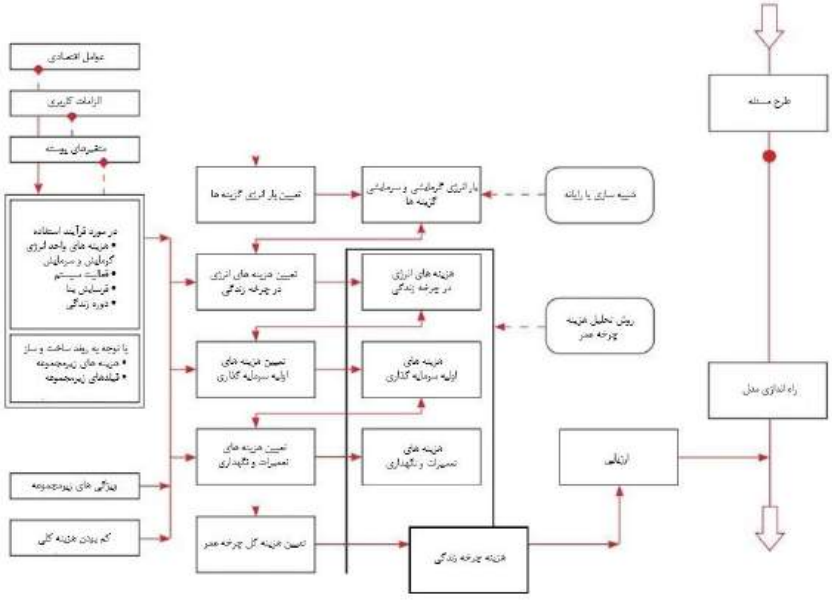
۸. برای طراحی ساختمان پایدار، برنامه‌های تحلیل و شبیه‌سازی انرژی، برنامه‌های محاسباتی دینامیک سیالات، برنامه‌های بهینه‌سازی و برنامه‌های تحلیل هزینه مورد نیاز خواهند بود و همه این‌ها مستلزم هزینه می‌باشند؛

۹. بار کار و زمان طراحان ساختمان‌های پایدار افزایش می‌یابد و به دانش و تحقیق بیشتری نیاز است. اینها باعث افزایش هزینه‌های پروژه می‌شود؛

۱۰. خدمات مشاوره‌ای اضافی برای طراحی این گونه سیستم‌های خاص مورد نیاز خواهد بود؛

۱۱. مواد شیمیایی آلاینده، قارچ، باکتری و غیره در مرحله ساخت‌وساز. مواد غیر حاوی باید انتخاب شوند و این مواد اغلب گرانتر از سایرین هستند؛

شکل ۲- صورت کلی هزینه چرخه عمر ساختمان[۵]



۱۲. پمپ حرارتی، مخزن یخ و غیره از آنجایی که امکان تهیه تجهیزات اضافی از بازار داخلی وجود ندارد، تفاوت نیروی کار و هزینه اضافی در خرید و خدمات پس از فروش این تجهیزات وجود خواهد داشت. به‌طور خلاصه، این تصور وجود دارد که سیستم‌ها و کارهایی که عملکرد انرژی ساختمان را افزایش می‌دهند، هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه را افزایش می‌دهند. بااین‌حال، همان‌طور که در زیر ذکر گردیده، همه چیز آنطور که دیده می‌شود، نیست.

۲-۱-۳- ارزیابی از نظر هزینه‌های عملیاتی

با در نظر گرفتن هزینه‌های عملیاتی طول عمر (به طور شماتیک در شکل ۲ خلاصه شده است)، مشاهده می‌شود که سیستم‌هایی که بازده انرژی را افزایش می‌دهند در مجموع هزینه‌های کمتری دارند. زیرا:

۱. این سیستم‌ها هزینه‌های انرژی در کسب و کار را تا حد زیادی کاهش می‌دهند. به‌عنوان مثال: سیستم‌های اتوماسیون ساختمان می‌توانند بازده انرژی تا ۱۵ درصد، تهویه طبیعی تا ۳۰ درصد (بر اساس سیستم تهویه) و استفاده از نور روز در روشنایی می‌تواند بازده انرژی تا ۶۰ درصد را فراهم کند (انرژی روشنایی). علاوه بر این، به‌عنوان مثال: در پمپ‌ها و فن‌ها، نسبت هزینه‌های انرژی به هزینه‌های طول عمر حدود ۹۰٪ است (هزینه‌های سرمایه¬گذاری اولیه حدود ۱۰٪) و بنابراین ایجاد سیستم‌هایی با دستگاه‌های کارآمد بسیار مهم است[۴].

۲. با به حداقل رساندن بارهای انرژی گرمایش، سرمایش و تهویه ساختمان، ظرفیت دیگ‌ها، واحدهای هواساز، پمپ‌ها، فن‌ها، چیلرها، برج‌ها، لوله‌کشی و کانال‌های هوا کاهش می‌یابد. این به معنای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بسیار کمتر از سیستم‌های کلاسیک است؛

۳. برای کشور ما که بیشتر غالب صادرات آن سوخت‌های فسیلی می‌باشد کاهش مصرف انرژی بسیار حیاتی و مهم می‌باشد، ارزش پولی پس‌اندازی که از چنین سرمایه‌گذاری‌هایی حاصل می‌شود بیش از میلیاردها دلار در سال خواهد بود. علاوه بر این، اثرات زیست محیطی نیز کاهش خواهد یافت. به همین دلیل باید مفاد اجباری در آئین‌نامه‌ها و مقررات ملی گنجانده شده و انتخاب این گونه سیستم‌ها به مالکان واگذار نگردد؛

۴. این سیستم‌ها ارزش افزوده، رضایت کاربران و کارایی کار را افزایش داده و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش می‌دهند؛

۵. این سیستم‌ها در نوسازی ساختمان‌های موجود نیز بسیار مفید خواهند بود.

۶. باید مدنظر قرار داد که طبق اعلام فدراسیون بین‌المللی مشاوران، نرخ‌های پایه هزینه برای ساختمان‌ها به شرح زیر است:

- خدمات مشاوره و مهندسی: ۰/۱؛
- هزینه‌های ساخت‌وساز: ۱/۰؛
- بهره برداری و نگهداری در طول عمر: ۵ تا ۱۰؛
- هزینه‌های اجاره: ۱۰۰ تا ۲۰۰.

همان‌طور که مشاهده می‌شود هزینه‌های بهره برداری و نگهداری در طول عمر ساختمان می‌توانند پنج تا ده برابر هزینه‌های ساخت این سیستم‌ها باشد. این نشان می‌دهد که تصمیمات نباید صرفاً بر اساس هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه گرفته شود و بنابراین هزینه طول عمر باید بهینه شود. متأسفانه در کشور ما روند طراحی به این صورت انجام نمی‌شود. مثلاً وقتی مسابقات پروژه‌های معماری بررسی می‌شود، مصرف انرژی و آسایش عموماً در معیارهای ارزیابی لحاظ نمی‌شود. علاوه بر این، افرادی که در کار ساخت‌وساز مشغول هستند، سعی می‌نمایند هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری را پائین نگه داشته و توجهی به کاهش مصرف انرژی نداشته باشند و به عبارت دیگر از آنجایی که هزینه انرژی مصرفی ساختمان در طول عمر آن از جیب کاربر می‌آید، این موضوع توسط سازندگان نادیده گرفته می‌شود. هزینه‌های طراحی پایین، عدم ارزش برای تخصص همکاری

اتحادیه اروپا قصد دارد مطابق پروتکل کیوتو که در چهارچوب کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی امضا شده است، وابستگی خارجی به انرژی و مصرف انرژی فسیلی را کاهش داده و افزایش دمای جهانی را در دراز مدت زیر ۲ درجه سانتیگراد نگه دارد.

جدول ۱: استانداردهایی برای عملکرد انرژی بالا[۷]

ویژگی	هدف طراحی	معیارهای احتمالی طراحی	ابزارهای طراحی بالقوه	روش تکمیل بالقوه
زمین پایدار	کنترل فرسایش و رسوب	انتخاب مکان، گزینه‌های حمل و نقل		
آسایش حرارتی	آسایش حرارتی قابل قبول	انطباق با استاندارد ASHRAE 55-[6] 2004	گرافیک/نمودار استاندارد مطابق ۵۵ یا نرم افزار آسایشی	کنترل آب و هوای غیرفعال و/یا کنترل آب و هوای فعال
کیفیت هوای داخل ساختمان	کیفیت هوای داخل قابل قبول	انطباق با استاندارد ASHRAE 62.1-2001 [8]	گرافیک/نمودار استاندارد مطابق ۶۲,۱ یا نرم افزار آسایشی	بازیابی گرما، استراتژی‌های کنترل
سطح روشنایی	سطح روشنایی قابل قبول	رعایت توصیه نامه‌های مندرج در کتابچه راهنمای ESNA	محاسبات دستی و یا شبیه سازی با سیستم‌های رایانه ای	استراتژی‌های انتخاب نمای ساختمان و دستگاه
بهره وری انرژی	حداقل بهره وری انرژی	انطباق با استاندارد ASHRAE 90.1-2004 [9]	راهنماها، نرم افزارهای شبیه سازی، داده‌های سازنده، تجربیات	استراتژی‌های ساخت اسکلت ساختمان و/یا استراتژی‌های تجهیزات مرتبط با بازیابی گرما
بهره وری انرژی	بازدهی انرژی بسیار بالا	فراتر رفتن از حداقل الزامات ASHRAE 90.1-2004	راهنماها، نرم افزارهای شبیه سازی، داده‌های سازنده، تجربیات	استراتژی‌های ساخت اسکلت ساختمان و/یا استراتژی‌های تجهیزات مرتبط با بازیابی گرما
انرژی و فضای داخلی	مبردها، بازیافت زباله			
بهره وری آب	آب باران، آب خاکستری		راهنماها، نرم افزارهای شبیه سازی، داده‌های سازنده، تجربیات	استراتژی تجهیزات
طراحی سبز	اخذ گواهی نامه LEED	برآورده کردن الزامات مرتبط با دریافت نشان طلایی LEED	راهنماها، تجربیات، مواد و مصالح LEED	ترکیبی از استراتژی‌های تایید شده برای به دست آوردن امتیازات ارزش گذاری مناسب

بین رشته‌ای ناکافی و زمان ناکافی اختصاص داده شده به طراحی از دیگر مشکلات مهم در کشور ما می‌باشد.

۴- کیفیت محیط داخلی

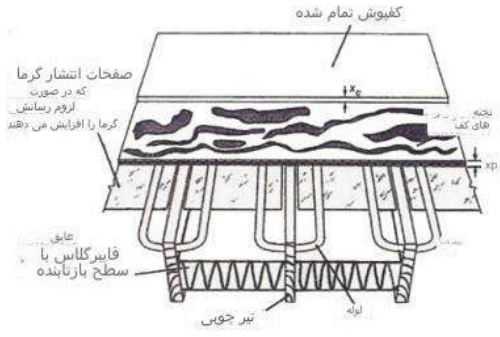
همان‌طور که در بالا ذکر شد، پیش نیاز یک ساختمان با عملکرد (کارایی) بالا، رضایت انسانی و راندمان کاری بالا است. محیطی که اختلالات فیزیولوژیکی، روانی، اجتماعی و فرهنگی را برای اکثر کارکنان به حداقل می‌رساند، به عنوان یک محیط داخلی با کیفیت تعریف می‌شود. آسایش به شرایطی گفته می‌شود که در آن فرد با صرف حداقل انرژی بتواند از نظر فیزیولوژیکی با محیط خود سازگار شود و از نظر روانی از محیط خود راضی باشد. یکی از مهم‌ترین موارد در طراحی خوب ساختمان، تأمین آسایش دمایی است. آسایش دمایی حالتی است که فرد برای تغییر شرایط دمایی محیط هیچ اقدام رفتاری را انجام ندهد. در تعریف استاندارد اشری آسایش دمایی شرایطی ذهنی است که احساس رضایت از شرایط دمایی محیط را بیان می‌کند. با توجه به این مطلب، برای کیفیت محیط داخلی مطلوب در ساختمان‌ها موارد زیر باید موردتوجه قرار گیرد [۵ و ۶]؛

۱. افزایش کیفیت هوای بیرون و میزان هوای تازه؛
۲. استفاده از مواد و رنگ‌هایی در مصالح ساختمانی که برای سلامتی مضر نیستند؛
۳. کنترل منابع شیمیایی و آلاینده داخل؛
۴. وسایلی مانند آبگرمکن نباید در داخل خانه استفاده شوند؛
۵. کنترل رطوبت برای جلوگیری از مشکلاتی مانند رشد قارچ؛
۶. تامین آسایش حرارتی (دما، رطوبت، سرعت هوای محیط، متوسط دمای تابش و غیره)؛
۷. گرفتن نور روز و داشتن منظره خوب؛
۸. اهمیت به عایق کاری صوتی و جلوگیری از صدای نامطلوب.

اتحادیه اروپا مقررات BEP خود را به منظور حمایت از تعهد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بازنگری کرده و مقرر گردید تا سال ۲۰۲۰ میزان آن حداقل ۲۰ درصد کمتر از مقادیر سال ۱۹۹۰ (۳۰ درصد در صورت توافق بین‌المللی) باشد.

۴-۱- صدور گواهینامه ساختمان‌ها

مؤسسات صدور گواهینامه و سیستم‌های



شکل ۳ - شماتیک و نحوه اجرای سیستم‌های تابشی [۴]

صدور گواهینامه در ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا با این دیدگاه که آیا ساختمان‌ها واقعاً سازگار با محیط زیست و عملکرد بالا می‌باشند یا خیر به وجود آمده اند. شناخته شده ترین آن‌ها سیستم‌های LEED و BREEM هستند. در این فرایند علاوه بر عملکرد انرژی و کیفیت داخلی ساختمان، مواردی مانند کاربری زمین، حمل و نقل، مصالح به کار رفته در ساخت‌وساز ساختمان، منطقه تأثیر کربن و مصرف آب نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. این موارد طبق استاندارد LEED در جدول ۱ خلاصه شده است.

هیچ استانداردی برای تعریف کیفیت محیطی داخلی و عملکرد انرژی ساختمان‌ها متناسب با اقلیم و فرهنگ در ایران وجود ندارد. البته اقداماتی نظیر سیستم سرو سبز ایران توسط وزارت راه و شهرسازی در دست بررسی می‌باشد که تاکنون توسط طراحان و مهندسان لازم الاجرا نگردیده است. مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با عنوان «صرفه‌جویی در مصرف انرژی» شناخته‌شده‌ترین سند معتبر ملی می‌باشد که لحاظ ضوابط آن نیز در مراحل طراحی، نظارت و اجرا هنوز به طور جدی پیگیری نمی‌گردد.

در صورت اجباری کردن ضوابط تمامی آئین‌نامه‌ها و قوانین نام برده شده، شاهد کاهش چشمگیر مصرف انرژی در حوزه ساخت‌وساز خواهیم بود. به طور مثال در ساختمان ZUB واقع در کشور آلمان، مهندسان و طراحان مقادیر ۰/۱۱ W/m۲K در دیوارهای خارجی، ۰/۱۶ W/m۲K در سقف، ۸۰/۰ W/m۲K در پنجره‌ها و ۲۶/۰ W/m۲K در دیوارهای مجاور با خاک، (به طور متوسط ۰/۳۶ W/m۲K) را مدنظر قرار داده‌اند[۱۰]. در حالی که مصرف انرژی سالانه در یک ساختمان اداری معمولی ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلووات ساعت در متر مربع سال است، مقدار مورد نظر در این ساختمان ۴۰ کیلووات ساعت در متر مربع می‌باشد. همچنین عنوان شده است که هزینه سرمایه‌گذاری اولیه این ساختمان بیشتر از ساختمان‌های اداری سنتی نبوده است. دلیل این امر این است که عملکرد عالی نما و استفاده از سیستم‌های بازیابی گرما در تهویه از همان ابتدا مزیت را به همراه دارد، زیرا در نتیجه کاهش بارهای پیک مصرف، ظرفیت سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، امروزه کاربردهای ساختمانی فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در حال گسترش می‌باشد. سیستم‌های اصلی که از کاربرد این فناوری‌ها در ساختمان‌ها پشتیبانی می‌کنند، سیستم‌های گرمایش با دمای پائین (۲۷ تا ۲۹ درجه سانتیگراد) و سرمایش با دمای بالا (۱۸ تا ۲۰ درجه سانتیگراد) هستند[۱۱].

می‌بایست تلاش شود تا گواهی هویت انرژی ساختمان‌های جدید پس از بهره‌برداری صادر گردیده و در صورت عدم انجام این امر، مجوز پایان کار بنا صادر نگردد.

این‌ها سیستم‌های گرمایش و سرمایش (تابشی) از کف، دیوار یا سقف هستند و هم برای گرمایش و هم برای سرمایش استفاده می‌شوند. در این سیستم لوله‌ها در کف دفن می‌شوند و می‌توان از توده ساختمان برای ذخیره سازی حرارتی استفاده کرد و در شب نیز مجددا به اصطلاح بارگیری می‌شوند.

همان‌طور که ذکر گردید، کاربرد سیستم‌های جدید برای پاسخگویی به بار انرژی باقیمانده پس از به حداقل رساندن بارهای انرژی گرمایشی و سرمایشی بسیار مقرون به صرفه است. از آنجایی که آن‌ها در بتن فرو می‌روند و زهکشی برای میعان وجود ندارد، دمای جریان آب در هنگام سرد شدن نباید کمتر از نقطه شبنم فضا باشد. برای اطمینان از این امر، اندازه‌گیری رطوبت و کنترل خودکار انجام می‌شود. همچنین، آب گرم برای گرمایش و آب سرد برای سرمایش را می‌توان با کلکتورهای خورشیدی (ذخیره حرارتی، چیلرهای پشتیبانی و جذبی دیگ برای سرمایش) یا پمپ‌های حرارتی منبع زمینی به طور مؤثر در اختیار این سیستم‌ها قرار داد. بااین‌حال، ممکن است استفاده از این سیستم‌ها به تنهایی برای پاسخگویی به بار خنک‌کننده در مناطق دارای اقلیم گرم و مرطوب که بار خنک‌کننده زیاد است مقرون به صرفه نباشد. بنابراین، نیاز به پشتیبانی از سیستم‌های دیگر (به‌عنوان‌مثال، سیستم‌های تهویه مطلوب ثانویه) خواهند داشت.

۵- جمع‌بندی

امروزه نیازهای رفاهی مردم افزایش یافته و از سوی دیگر، نوسانات قیمت

انرژی و عوامل محیطی، کاهش استفاده از منابع انرژی مبتنی بر فسیل را ضروری می‌سازد. علاوه بر این، عواملی مانند پیگیری تحولات تکنولوژیکی و لزوم کمک به اشتغال از طریق ایجاد زمینه‌های شغلی جدید، ساخت ساختمان‌های با کارایی بالا را اجباری می‌کند. همچنین افزایش بیش از پیش هزینه‌های انرژی مالکان و مستاجران را در خصوص هزینه‌های مصرفی نگران کرده و اختلافات میان سازندگان و آنان را افزایش خواهد داد، بنابراین می‌بایست با اقداماتی نظیر برچسب انرژی ساختمان و آغاز به کار سیستم سرو سبز ایران استفاده‌کنندگان را در خصوص ملک و بنای خریداری شده و هزینه‌های جانبی سرمایشی و گرمایشی آن آگاه نمود. در این زمینه، کاربرد سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر در ساختمان‌ها رو به افزایش است. عملکرد انرژی ساختمان‌ها را می‌توان در مرحله طراحی با برنامه‌های شبیه‌سازی انرژی ساختمان مانند Design Builder، TRNSYS، Energy Plus، Energy PLAN، HAP Equest، E20 و... تعیین و بهینه کرد. آموزش برخی از این برنامه‌ها در کشور ما ارائه می‌شود و تعداد کاربران آن روز به روز در حال افزایش است.

رده‌بندی انرژی ساختمان مکانیسمی فراهم می‌کند که به‌وسیله آن خریداران و مستأجران می‌توانند مصرف انرژی ساختمان‌های مختلف را با هم مقایسه کنند.

پی‌نوشت:

1- Kyoto
2- Business Energy Professional
3- Heating, Ventilation and Air Conditioning
4- Commissioning
5- CFD
6- FIDIC
7- ASHRAE-55
8- IGBRS
9- The Centre for Sustainable Building

مراجع

[1] Nasseri, C., 2009, “Energy Policies of the US Department of Energy”, Turkish Plumbing Engineers Association Seminar, September.
[2] Seppanen, O., 2010, “EU BEP Regulation”, Turkish Plumbing Engineers Association Journal, issue: March-April 2010.
[۳] رضائیان، ن. و کناری دیل،غ. (۱۳۹۴). برچسب انرژی ساختمان. تهران: روابط عمومی‌شرکت ملی گاز ایران، ص۴.
[4] Çakmanus, I., Kaş, I., 2010, “An Evaluation of High Performance Sustainable Buildings”, yesil bina Publications, Istanbul.
[5] Özbalta, T., Çakmanus, İ., 2008, Sustainability in Buildings: Approaches to life-cycle cost, Doğa Sectoral Publications, Istanbul.
[6] ASHRAE Standard 55-2004, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
[7] Çakmanus, İ., Künar, A., Toprak G., Gülbeden, A., 2010, “A Case Study in Ankara for Sustainable Office Buildings”, REHVA 10th Clima Congress- Clima 2010.
[8] ASHRAE Standard 62.1-2009, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
[9] ASHRAE Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
[10] Scmidt, D., 2007, “The Centre for Sustainable Building (ZUB) A Case Study”
[11] REHVA Guidebook no: 10, 2010, Low Temperature Heating High Temperature Cooling, Turkish Plumbing Engineers Association Publications no: 24, Ankara

عبدالرحمان صمدی طاهرگورابی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشکده معماری و هنر دانشگاه گیلان

بررسی اثر نور طبیعی روز، بر سلامت روان افراد ساکن در خانه

۱- مقدمه

معماری امروز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های هنری که در ارتباط مستقیم با جسم و روح آدمی می‌باشد، در انسان و فرهنگ بشری اثر به‌سزایی دارد. از این‌رو توجه به نیازهای مختلف انسان در بعدهای گوناگون طبیعی و غیر طبیعی، معماران را بر آن داشت تا دانش خود را با علوم مختلف از جمله روانشناسی درآمیزند. از طرفی توجه به رفتارهای انسان نیاز به توجه ویژه‌ای دارد. نور طبیعی به عنوان عنصری فراگیر در ذهن مخاطب از فضا نقش پر رنگی دارد. از سویی می‌توان یکی از جنبه‌های قوی در فضاهای معماری گذشته ایران را به‌کارگیری هوشمندانه از نور دانست. به واقع، رابطه‌ی ملموس میان نور روز و پیکرشناسی انسان حکایت می‌کند که آثار نور بر روی خلق و خوی انسان غیر قابل انکار است؛ تا جایی که عدم روشنایی مناسب و کافی باعث افسردگی در افراد می‌باشد. مورد مهم دیگری که در این زمینهٔ مطرح است، حضور پنجره و دیدگاه طراحان نسبت به آن می‌باشد. آنچه در این بین قابل تأمل است، دسته‌ای از معماران و طراحان ساختمان، پنجره را در طراحی نما عنصری قراردادی می‌انگارند و

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

نهایت آن‌را به عنوان عاملی جهت ایجاد دید به خارج می‌دانند و از توجه به آن به عنوان واسطهٔ اصلی نورگیری در ساختمان، که قادر به ارتقای کیفیت زندگی، مطلوبیت بصری و کارآیی فضاها می‌باشد، غفلت ورزیده‌اند. فراهم نمودن ساز و کار امکان ورود نور طبیعیِ مناسب به فضاهای مسکونی، برای ارتقای سطح سلامتی، کیفیت زندگی و افزایش کارایی افراد ساکن، شرایط مطلوبی به شمار خواهد آورد. بنابراین در این فراز سعی شده به اثر نور روز بر سلامت روان افراد در مسکن پرداخته شود.

۲-ماهیت نور

نور به عنوان یکی از عناصر غیرکالبدی منظر شهری، تأثیر بسیار زیادی در کیفیت فضا، احساس، ادراک، تصویر ذهنی افراد از محیط، رفتار و حتی سلامتی جسمی‌و روانی انسان‌ها دارد. بشر اولین و بیشترین اطلاعات از محیط پیرامون خود را از طریق چشم‌هایش کسب می‌کند. محیط اطراف او جهان دیداری است. چشم انسان مهم‌ترین اندام حسی است که حدود ۳۱درصد اطلاعات محیطی را از طریق آن دریافت می‌کند، بدون نور این کار ممکن نخواهد بود. نور به دو دسته تقسیم می‌شود: نورطبیعی که خورشید مهم‌ترین منبع تولید آن است و نور مصنوعی که به وسیله چراغ‌ها و سایر منابع مصنوعی تولید کننده نور خصوصاً برای استفاده شبانه، تأمین می‌شود[۱].

نور به عنوان فراگیرترین عنصر طبیعت در تجربه مخاطب از فضا، نقش مهمی‌را ایفا می‌کند. به‌کارگیری خلاقانه نور به خصوص در فضاهای داخلی، از تجربه‌های قدرتمند رویکرد معمار ایرانی به فضاهای معماری تاریخی ایران می‌باشد. در معماری سنتی ایران بهره‌برداری از نور طبیعی علاوه بر تامین روشنایی، نیازهای اقلیمی، طبیعی، روانی و زیبایی‌شناسی را نیز توانسته است پاسخ بدهد. ترکیب‌های متنوع از ورودی‌های نور نشان دهنده این ادعا می‌باشد[۲].

۳-کارایی نور

نور روز منبعی پویا و متغیر برای روشنایی است که مشخصه‌های بصری آن چون پویایی، درخشندگی و تضاد سایه و روشن، می‌تواند تأثیرات متفاوتی را بر حس‌وحال افراد (حالات و روحیات)، ادراکات و در نهایت تجربه فضایی آنان داشته باشد. کارایی ادراکی نور طبیعی به معنای میزان بهره‌مندی از قابلیت‌های بالقوه نور روز در ایجاد پویایی، جذابیت بصری، بهبود حس‌وحال فضای داخلی و به‌تبع آن بهبود تجربه فضایی ساکنان است. به‌بیانی دیگر، کارایی ادراکی نور طبیعی، توجه به ارزیابی نور طبیعی روز در سطح چشم انسان و رابطه آن با نیازهای روان‌شناختی (حالات و روحیات) و به دنبال آن تجربه فضایی افراد ساکن است که خود از ملاک‌های طراحی جداره‌های نورگذر و یا نمای ساختمان که الگوهای متفاوتی از نشر نور در فضای داخلی را شکل می‌دهند، تأثیر می‌پذیرد. معماران و طراحان داخلی نیز همواره به نقش نور روز بر ادراک فضایی انسان اذعان داشته‌اند و از آن برای مجسم‌سازی و تعریف فضای داخلی بهره برده‌اند[۳].

نور طبیعی به عنوان عنصری فراگیر در ذهن مخاطب از فضا نقش پر رنگی دارد.

۴-مسکن، سلامت روان و تأثیرات نور بر آن

از مدت‌ها پیش اکثر مذهب‌ها و ملت‌ها، از نور به‌عنوان یک نیروی شفابخش استفاده می‌کنند. مصریان باستان اتاق‌های‌شان را طوری طراحی می‌کردند که اشعه‌ای از نور رنگی در فضا برای درمان بیمار استفاده شود. بر اساس تحقیقات دکتر ریچاردهابری از دانشگاه غرب انگلستان، روشنایی روز به کنترل بیماری کمک می‌کند؛ همچنین باکتری و ویروس را کنترل کرده و مدت زمان بهبود را تسریع می‌کند[۴].

برای سال‌های متمادی فضای سکونت به عنوان یکی از عوامل اصلی در سلامت انسان‌ها مطرح بوده است؛ از سال ۱۹۴۶ تا به حال، تعریف سازمان بهداشت جهانی از سلامت تغییری نکرده است: «سلامت حالتی از تندرستی کامل فیزیکی، روانی و اجتماعی است؛ بیماری و ناتوانی، تنها

معیار عدم تندرستی نیست. لذت بردن از بالاترین سطح قابل دسترسی از سلامت، یکی از «حقوق» اساسی هر یک از انسان‌ها بدون امتیاز و برتری در نژاد، مذهب، اعتقادات سیاسی و موقعیت است. از دیدگاه سازمان بهداشت جهانی، توانایی کامل برای ایفای نقش‌های اجتماعی، روانی و جسمی، در واقع در این تعریف بر هر دو جنبه جسمی‌و روانی سلامت تأکید شده است»[۵].

استفاده بیشینه از نور روز، به طور معمول در تقابل با آسایش دیداری مطلوب است. به واسطه پنجره‌های بزرگ، حجم بزرگی از نور می‌تواند وارد فضا شود که خود به‌وجود آورنده درخشش بیش از اندازه است که موجب چشمزدگی می‌شود. همچنین بایست در نظر داشت که مقدار شدید و ناخواسته نور از یک سطح به سمت چشم نیز دلیل چشمزدگی می‌باشد. نور طبیعی روز با فراهم آوردن مقدارهای در حال تغییر، به محیط، روشنایی و کنتراست می‌بخشد و اجازه سازش چشم به سطح‌های بالای نور را می‌دهد. این تنظیم خودبه‌خودی مابین تغییرات مقدار نور روز و چشم انسان، از خستگی چشم می‌کاهد. بنابراین باید درخشندگی و انعکاس، براساس گونه فعالیت مورد نیاز و همسانی آرام با سطح تغییرات نور کنترل شود. معماری با همه حواس انسان از جمله بینایی در ارتباط است. معمار تلاش می‌کند فضایی طراحی کند که کاربر به سهولت با آن ارتباط برقرار کرده و در شرایط مساعد دمایی، روشنایی و... با آسودگی به فعالیت خود بپردازد[۴].

یکی از عوامل کیفی با اهمیت در هر مسکنی، توجه به نور روز است که تأثیر بسیاری در سلامت روح و جسم ساکنان دارد. با توجه به تحقیقات به عمل آمده رابطه قوی میان نور روز و پیکرشناسی انسان وجود دارد؛ از این رو عدم وجود روشنایی کافی به شدت باعث افسردگی می‌شود و می‌توان به سطح روشنایی نور در طول روز در خانه به عنوان یک معیار زیست‌شناسی سلامت نگاه کرد. این موضوع از جنبه‌های متعددی قابل بررسی و تحلیل است[۴]. پدیده «روشنایی» عامل بنیادی مجموعه تجربیات ما از گیتی است و به‌راستی بخش اصلی دریافت و ادراک دیداری را شکل می‌دهد. این پدیده در شکل بخشی از نظریه نورپردازی در ارتباط تنگاتنگ با طراحی فضاهای معماری قرار دارد[۶].

یکی از جنبه‌های قوی در فضاهای معماری گذشته ایران را به کارگیری هوشمندانه از نور دانست.

اهمیت تاریخی نور روز را در شکل گیری ساختمان‌ها نمی‌توان نادیده گرفت. همواره تأثیرات اقلیمی و موقعیت جغرافیایی و همچنین دسترسی به نور روز از مسائل اساسی طراحی برای معماران بوده است. اما با ورود منابع جدید نورهای الکتریکی از زمان جنگ جهانی دوم، نیاز به ورود نور طبیعی روز به داخل ساختمان کمتر شد. در بسیاری از طرح‌های معماری از قبیل ادارات، مراکز خرید، کارخانه‌ها، ساختمان‌های ورزشی و حتی مدارس با فرض اینکه اگر هیچ پنجره‌ای در ساختمان نباشد، عواملی از قبیل سرمایش، گرمایش و صدا نیز بهتر حل خواهد شد، ساختمان‌ها به صورت یک جعبه کور یا نیمه‌کور توسعه یافتند؛ و این کار باعث شد که سلامت روانی انسان‌ها در ساختمان‌های جدید روز به روز بیشتر تضعیف شود؛ کما اینکه استفاده از نور طبیعی روز در بناها وسیله‌ای برای مهار و سازگار کردن محیط با روش‌های پایدار برای ازدیاد بازدهی انرژی، آسایش دیداری، افزایش کارایی، آفرینش محیط دلچسب و زیبا و نیز بالا بردن سلامت روان افراد ساکن در ساختمان‌ها می‌باشد؛ متأسفانه راهبرد رایج روشنایی روز، بر پایه بازدهی انرژی متمرکز شده است و ملاک‌های سلامت‌روانی و آسایش بصری اغلب نادیده گرفته می‌شوند[۴]. شایان ذکر است که نورپردازی با نور طبیعی روز، فرایندی فراتر از ایجاد شرایط مناسب برای مشاهده اجسام می‌باشد. «این فرایند از کیفیات احساسی ویژه‌ای برخوردار است که می‌تواند بر خلقیات افراد آشکارا تأثیر بگذارد. در این فرایند جنبه ادراکی آن نسبت به سایر جنبه‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است»[۶].

ضرورت پرداختن به مبحث سلامت در فضای سکونت با تعریف سازمان بهداشت جهانی از مسکن روشن می‌شود. در این تعریف، مسکن معنایی فراتر از یک سقف بالای سر دارد. در واقع در تعریف مسکن به عنوان مکانی

که به سلامت و رفاه جسمی‌و روانی ساکنین کمک می‌کند، جایگاه ویژه‌ای دارد. از پیامدهای طراحی محیط مسکونی، عواملی همچون سلامت روان ساکنین، سازگاری فردی و اجتماعی و ثبات و همبستگی خانواده را می‌توان نام برد. از سوی دیگر، مسکن نامناسب مسبب سلامت روانی ضعیف همچون پریشانی روانی، اختلالات روانی و افسردگی، اختلالات رفتاری و هیجانات عصبی می‌شود. این‌گونه اختلالات به‌واسطه ویژگی‌های گوناگون مسکن ممکن است اتفاق بیافتد[۷].

۵- نور و انسان

اثر نور روز بر سلامت جسم و روان انسان به موجب اثربخشی دیداری و غیردیداری انرژی تابشی خورشید بر بدن انسان است و بررسی‌های بسیاری به یافتن رابطه آن‌ها پرداخته‌اند. مطلب قابل توجه این است که حضور نور طبیعی روز در پهنه فضاهای داخلی، روحیه انسان را بالا می‌برد و از سوی دیگر خستگی چشم و بدن را کاهش می‌دهد. یکی از جنبه‌های مهم روانی نور طبیعی روز، برقراری تماس با محیط زنده بیرون است. پژوهش‌های متعدد نشان از این دارند که انسان‌ها میزان مشخصی از روشنی و تاریکی برای سلامت خود نیاز دارند. قابل بیان است که مردم مقدار نوری بیشتر از آنچه اکنون در روز کسب می‌کنند نیاز دارند، و همچنین امروزه به نسبت مقدار کمتری از نور برای شب مورد نیاز می‌باشد[۴].

اگرچه امروزه تحقیقات زیادی در زمینه اهمیت نورپردازی به ویژه تأثیر نور روز بر انسان صورت گرفته است، شواهد غیر قابل انکاری بر اثربخشی مثبت نور طبیعی روز و برخورداری از منظر طبیعی بر سلامت، آسایش و کارایی افراد به‌دست آمده است. باعث شگفتی است که چرا دسته‌ای از معماران و طراحان ساختمانی در نورپردازی فقط رویت‌پذیری (وضوح) و قابلیت عملکردی و در طراحی پنجره‌ها بحث زیبایی در نما و دید نه‌چندان سنجیده به بیرون را مورد توجه قرار می‌دهند[۶].

از آنجایی که ارتباط گسترده‌ای بین درک سیستم عصبی و چشم انسان وجود دارد، مشهود است که نور روز می‌تواند اثر زیادی بر تنظیم ضرب‌آهنگ حیاتی انسان داشته باشد. این ضرب‌آهنگ‌ها به چرخه شب و روز، چرخه حرکت ماه و چرخه فصلی یعنی سه ضرب‌آهنگ زمین‌فیزیکی اصلی موجود در طبیعت وابسته هستند. این چرخه‌ها قادر هستند تا بر پیکرشناسی، خلق‌وخو و قابلیت‌های انسان‌ها اثر بگذارند. در این خصوص، ضرب‌آهنگ ۲۴ ساعتی بیشتر مورد توجه قرار دارد، زیرا این ضرب‌آهنگ به صورت مستقیم عامل اصلی در ارتباط با چرخه شب و روز یا تاریکی و روشنایی است[۷]. زمانی که در مورد سلامتی، تعادل و نظم پیکرشناسی صحبت می‌شود، در واقع اشاره اصلی به عملکرد سیستم‌های اصلی حفظ‌کننده سلامتی بدن، سیستم عصبی و سیستم ترشح داخلی است. این مراکز اصلی کنترل بدن می‌توانند به صورت مستقیم از طریق تابش نور طبیعی، تنظیم یا تحریک شوند. آنچه که قابل بیان است، مقدار این تحریکات یا تنظیمات فراتر از آن چیزی است که دانش معاصر تمایل به پذیرش آن داشته است[۶]. مؤسسه تحقیقاتی رنسلر نشان داد که نور طبیعی در بهبود و حفظ چرخه حیاتی انسان نقش و اهمیت زیادی ایفا می‌کند، همچنین بر بعضی از بیماری‌های جسمی‌و روانی اثر درمانی ویژه‌ای دارد و می‌تواند مقدار زیادی بر درمان این‌گونه بیماران مؤثر باشد. از طرفی هرگاه استفاده از نور طبیعی روز با ملاحظاتی بر اساس میزان تابش نور به شبکیه، مدت تابش و زمان‌بندی تابش صورت پذیرد، نه تنها در جلوگیری از افسردگی، بلکه در کلیه شئون بهداشت روانی ممکن است مؤثر واقع شود[۷].

فراهم نمودن ساز و کار امکان ورود نور طبیعیِ مناسب به فضاهای مسکونی، برای ارتقای سطح سلامتی، کیفیت زندگی و افزایش کارایی افراد ساکن، شرایط مطلوبی به شمار خواهد آورد.

۶- معماری و نور

معماری و نور به همان اندازه به یکدیگر وابسته‌اند که جسم و روح. استفاده از نور یا روشنائی نمودی از طراحی مناسب می‌باشد[۱]. در فضاهای مختلف، مقدار نور مورد نیاز انسان نیز متفاوت است و به نوع استفاده از فضا و کارکرد آن بستگی دارد. با توجه به اینکه احتمال استفاده

برخـی از فضاهـا در روز و یـا فقـط در شـب می‌باشـد، بنابراین شایسـته اسـت ایـن مسـائل را در هنـگام انتخاب نور بـرای فضاهای مورد نظـر در نظر گرفت. همچنین مقدار تابش نور خورشید را می‌توان توسط بزرگی و کوچکی پنجره، پرده و نوع شیشه تنظیم نمود[۸].

تحقیقـات نشـان می‌دهـد که تأثیر نورپـردازی بر انسـان به دو روش مسـتقیم و غیرمسـتقیم اسـت: «اثـر مسـتقیم آن ناشـی از ایجاد تغییـرات در کیفیـت دید به‌واسـطه نورپـردازی و از راه تغییر محرک‌های سیسـتم بینایـی یـا تغییر شـرایط کارکرد سیسـتم بینایـی اسـت. در حالی که اثر غیرمسـتقیم آن حاصل قابلیت نور در حالت، رفتار، جلب توجه، تغییر انگیزش و اصلاح تعادل هورمونی بدن انسان است. همچنین نورپردازی می‌تواند بر واکنش‌های پیکرشناسـی بدن انسـان بمانند ادراک بصری وی اثر بگذارد»[۶].

معمار تلاش می‌کند فضایی طراحی کند که کاربر به سهولت با آن ارتباط برقرار کرده و در شرایط مساعد دمایی، روشنایی و... با آسودگی به فعالیت خود بپردازد.

نـور روز با ایجاد تغییرات گسـترده زیست‌شـناختی منجربه تغییر در شـرایط کارکـرد سیسـتم بینایـی، تغییر حالـت و رفتار و نیـز اصلاح و تعادل هورمونی می‌شـود و فقدان آن انواع گوناگون افسـردگی (تک قطبـی، اختـلال خلقـی- فصلی و غیـره) را به همراه داشـته باشـد؛ به‌وضوح می‌تواند در ایجاد احساس و رفتار شادمانی بر ساکنین فضا مؤثر باشد به‌گونه‌ای که در ساختمان‌هایی که به‌وضوح میزان حضور نور روز در فضا قابل رؤیت اسـت، سـاکنین از سـلامت روانی بالاتری برخوردار بوده و از درجه شادمانی نسبی بالاتری هم برخوردار هستند[۷].

روشـنایی باعـث ترقـی اجتماعـی می‌شـود و تقویـت سیسـتم مهـار غیررسمی جمعیت را تقویت می‌کند و اثر مراقبتی و بازدارندگی دارد. از سویی بـه عنوان سـرمایه‌گذاری تأثیرگذار در زمینه کاهش جرم محسـوب می‌شـود. «نورپـردازی» ترکیبـی اسـت از علـم و هنر، دربـاره اینکه مـردم چگونه محیط اطراف خود را روشـن می‌کنند و چه واکنشـی نسـبت به آن نشـان می‌دهند. نورپردازی موفق در زمینه‌های شهرسازی و معماری، به درک ژرف ویژگی‌های سوژه مورد نورپردازی وابسته است[۹].

۷- جمع‌بندی

خانه همیشـه محل امنی برای افراد بوده اسـت و همواره انسـان‌ها به آرامش و سـلامت روان حاکـم بـر مسـکن توجه ویـژه‌ای دارند. در این بین نـور یکی از مؤلفه‌های مهم مرتبط با سلامت روان می‌باشد. در سنجش با روزگاران قدیم، امروزه انسـان‌ها بخش به‌سـزایی از زمان‌های طول عمر خود را در طی روز در فضاهای سرپوشیده سپری می‌کنند. در واقع ساختمان‌هایی که از نور کافی برخوردار هستند، افراد ساکن در آن‌ها از سلامت روانی بهتری برخوردارند. در حقیقت، رابطه قوی میان نور روز و پیکرشناسی انسان نشان می‌دهد که اثرات نور بر روی خلق و خوی انسـان انکارناپذیر اسـت؛ تا جایی که عدم روشـنایی کافـی به شـدت باعث افسـردگی می‌شـود. گفتنی اسـت که نور بـرای تنظیم ساعت روانی انسان بسیار ضروری است.

ضمناً بایستی توجه داشت که تأمین شرایط مطلوب روشنایی در داخل فضا از طریق پنجره، تضمین‌کننده توجه به جنبه‌های دیگری از جمله نحوه و میزان دید از داخل به خارج برای ایجاد فرصت مشارکت افراد در تجربه اتفاقات خارج و گذشت زمان در طول روز و نیز از خارج به داخل به منظور کنترل دید و حفظ محرمیت فضاست. از جانب دیگر، امکان تهویه و بهره‌مندی از گرمای مطلوب در فصول سرد و اجتناب از آن در فصول گرم نیز از عوامل دیگر دخیل در این فرایند محسوب می‌شود. بشر برای رهایی از بیماری‌های روانی مانند افسردگی (که تأثیر به‌سزایی دارد) و همچنین، برای درمان بیماری‌های روانی می‌تواند از مؤلفه‌ی نور در فضایی مسکونی به خوبی بهره ببرد.

شاید امکان فراهم کردن ساختار مناسب ورود نور طبیعی روز به فضاهای مسکونی، جهت افزایش کارایی، آسایش و نیز ارتقای کیفیت زندگی و سطح سلامتی آن‌ها ایده‌ای کاملاً پسندیده به‌شمار آید. قابل توجه است که ایجاد چنین امکانی علاوه بر باور به نتیجه‌های سودمند آن، نیازمند تبیین فرایندهایی مشتمل بر پیش‌بینی‌ها و اتخاذ تدابیر سنجیده در عرصه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی، تصمیمات راهبردی، طراحی و تدوین راهکارهای اجرایی می‌باشد.

تأثیرات اقلیمی و موقعیت جغرافیایی و همچنین دسترسی به نور روز از مسائل اساسی طراحی برای معماران بوده است.

مراجع:
[۱] محمدی، عرفان، رضایی مهردار، لیلا، و سیلوایه، سیامک. (۱۳۹۷). بررسی و تحلیل تأثیر نور در معماری فضاهای آموزشی. معماری شناسی، ۱(۱)، ۱-۶.
[۲] امینی‌بدر، فدرا، مختابادامریی، سیدمصطفی، و ماجدی، حمید. (۱۳۹۹). تحلیل حضور نور در راسته و چهارسوق قیصریه بازار اصفهان. معماری و شهرسازی ایران، ۱۱(۱۹)، ۵-۲۴.
[۳] رضایی، سهراب، و شرقی، علی. (۱۳۹۹). کارایی ادراکی نور روز: یک مطالعه مروری ساختاریافته از نقش الگوهای انتشار نور روز بر ادراکات ساکنان در فضاهای داخلی. معماری اقلیم گرم و خشک، ۸(۱۱)، ۲۱۱-۲۵۱.
[۴] مجیدی، عارف، و خداداده، فیروزه، (۱۳۹۷)، تأثیر نور روز بر روان انسان، فصلنامه گزارش، پاییز ۱۳۹۷: شماره ۹۸.
[۵] WHO. (۱۹۹۸). World health organization. Guidelines for Healthy Housing.
[۶] پوردیهیمی، شهرام، و حاجی سیدجوادی، فریبرز. (۱۳۸۷). تأثیر نور روز بر انسان فرایند ادراکی و زیست شناسی- روانی روشنایی روز. صفه، ۱۷(۴۶)، ۶۷-۷۵.
[۷] جوانی، زهرا، مدنی، رامین، و حجت، عیسی. (۱۳۹۸). نور روز؛ محرک شادمانی و سلامت روان ساکنین مجتمع‌های مسکونی؛ مورد مطالعاتی: مجتمع‌های مسکونی مناطق ۱۲،۸،۷ و ۱۴ شهر اصفهان. معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۱۲(۲۷)، ۵۵-۶۵.
[۸] صادقی اسکندری، فرشته، (۱۳۹۴)، پیشینه نور و رنگ در نگارگری معماری ایرانی و هنر اسلامی، همایش ملی فرهنگ گردشگری و هویت شهری، دوره ۱.
[۹] رنجبر، روژین، و پارام، افشین، (۱۳۹۵)، معماری داخلی تأثیر نورپردازی در طراحی کافه، همایش ملی معماری ماندگار نگاهی به آینده، دوره ۱.

سولماز رمضانی

کارشناسی ارشد معماری، سازمان نظام‌مهندسی استان زنجان

تعیین الگوی بهینه‌کشیدگی شکل ساختمان در بافت مسکونی شهر زنجان

۱- مقدمه

توجه به مسائل اقلیمی در طراحی معماری یکی از وجوه مهم در پایدارسازی معماری و شهرسازی است. استفاده از انرژی‌های طبیعی در ساختمان به صرفه‌جویی در مصرف سوخت و افزایش کیفیت آسایش، بهداشت محیط مسکونی و سالم‌سازی محیط زیست منتهی می‌شود. در نتیجه طراحی مسکن بر اساس شرایط اقلیمی منطقه، اولین خط دفاعی در برابر عوامل خارج بناست [۱]. امروزه هم‌زیستی با شرایط طبیعی و اقلیمی، مبدل به یکی از مهم‌ترین تدابیر در معماری و شهرسازی شده و طراحان را ملزم به رعایت اصول و قواعد خاصی در این زمینه می‌کند[۲]. هر طراحی بهینه اقلیمی تابع عوامل متعددی است که در ارتباط با شرایط اقلیمی هر منطقه، حالت بهینه‌ای برای هر عامل می‌توان در نظر گرفت. کشیدگیِ شکل بنا، یکی از عوامل اساسی در طراحی اقلیمی است که باید به آن توجه شود؛ زیرا تغییر در کشیدگی از طرفی باعث تغییر در نسبت سطح پوسته حرارتی ساختمان نسبت به حجم آن شده و تبادل حرارتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در جبهه‌های مختلف ساختمان با جهت‌گیری‌های متفاوت، میزان انرژی تابشی دریافتی از پنجره‌ها را دستخوش تغییر می‌کند و از طرفی افزایش عمق ساختمان، باعث کاهش میزان نفوذ نور طبیعی روز در

بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان

ساختمان شده و مصرف انرژی روشنایی (برق) دچار تغییر می‌شود. بنابراین در این نوشتار سعی بر آن است که با هدف بررسی تأثیر تناسبات و کشیدگی ساختمان بر میزان مصرف انرژی کل (گرمایشی+سرمایشی+روشنایی) در طول سال، به ارائه الگویی بهینه در این زمینه، برای ساختمان‌های مسکونی متداول در اقلیم شهر زنجان پرداخته شود. برای این منظور با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز دیزاین بیلدر و متونورم به بررسی مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و روشنایی ساختمان‌های مسکونی با تناسبات ۱ به ۵ (نسبت جبهه جنوبی به جبهه شرقی) تا تناسبات ۵ به ۱ پرداخته و نتایج با استفاده از نرم‌افزار اکسل، به زبان گرافیک ارائه شده است. طبق نتایج بدست آمده از این مرحله نسبت ۲ به ۱ (یعنی ساختمان دارای کشیدگی شرقی-غربی بوده و نسبت اضلاع شمالی و جنوبی به شرقی و غربی ۲به ۱ است) بهینه‌ترین حالت کشیدگیِ شکل می‌باشد که در طول سال انرژی کل کمتری مصرف می‌کند. با توجه به اینکه روند کاهش مصرف انرژی از نسبت ۱ به ۱ تا نسبت ۲ به ۱ (جبهه جنوبی به جبهه شرقی) سیر نزولی دارد و بعد از آن دوباره افزایش پیدا می‌کند، به بررسی نسبت اضلاع ساختمان در این بازه با قدر نسبت ۰/۲ پرداخته شده تا تناسباتی دقیقتر و منطبق بر پلاک‌های ساختمانی متداول که تناسباتی در این بازه دارند، به‌دست آید.

استفاده از انرژی‌های طبیعی در ساختمان به صرفه‌جویی در مصرف سوخت و افزایش کیفیت آسایش، بهداشت محیط مسکونی و سالم‌سازی محیط زیست منتهی می‌شود.

۲- روش پژوهش

برای ارائه الگوی بهینه تناسبات ساختمان‌های مسکونی در شهر زنجان ابتدا به مطالعه‌ویژگی‌های اقلیمی این شهر پرداخته‌می‌شود. در ادامه فایل داده‌های آب و هوایی ایستگاه سینوپتیک شهر زنجان در یک دوره ۵۰ ساله (۱۹۵۵ تا ۲۰۰۵) را به منظور بارگذاری در نرم افزار شبیه‌ساز دیزاین بیلدر، توسط نرم‌افزار مبدل متونورم که یکی از خروجی‌های نرم افزار اکوتکت می‌باشد به فرمت EPW. تبدیل شده است. با مدلسازی شماتیک ساختمان‌ها در نرم افزار دیزاین بیلدر به تحلیل و مقایسه مصرف انرژی کل در طول سال توسط این نرم‌افزار پرداخته شده و نتایج نهایی به صورت نمودارهای گرافیکی ارائه شده است.

۳- منطقه مورد مطالعه

استان زنجان که آن را فلات زنجان نیز می‌نامند، در ناحیه مرکزی شمال غربی ایران واقع شده‌است و قدمت آن متعلق به اواخر هزاره دوم قبل از میلاد است. مشخصات جغرافیایی این شهر در جدول شماره ۱ ذکر شده‌است. استان زنجان از دو منطقه کوهستانی و جلگه‌ای تشکیل یافته‌است. منطقه کوهستانی این استان اغلب دارای قله‌های مرتفعی هستند و در نواحی شمالی شهرستان زنجان، بخش‌های مرکزی، طارم علیا، طارم سفلی، ماهنشان، ایلات قاقازان و در غرب و جنوب غربی آن، شهرستان خدابنده (قشلاقات افشار) قرار گرفته‌اند. سایر نقاط استان را مناطق جلگه ای یا دشت‌های آن در بر می‌گیرند. به‌طور کلی ارتفاعات دارای آب و هوای سرد کوهستانی، زمستان‌های پر برف و سرد و در تابستان معتدل و خشک می‌باشد.

در شهر زنجان، ۳۷ درصد از کل اراضی زراعی استان را مراتع تشکیل می‌دهند. از مهم‌ترین گونه‌های گیاهی استان می‌توان به جوامع گیاهی همچون کن، بوته و انواع درختچه‌ها، گندمیان و شبه‌گندمیان، بالشتکی‌ها، فوربها و پهن‌برگ‌ها و شبه‌گرامینه‌ها اشاره کرد. علاوه بر این حدود ۳۰۰ گونه گیاهی نیز در منطقه حفاظت شده انگوران شناسایی شده‌اند.

کمترین دما در طول سال ۷/۵-درجه و در دی ماه اتفاق می‌افتد و این در حالی است که بیشترین دما با ۳۱/۹ درجه حرارت در تیر و مرداد بروز می‌کند. از طرفی در تابستان حداکثر دما در روز ۳۱/۹ درجه و حداقل دما در شب ۹/۸ درجه است که نشان می‌دهد شهر زنجان دارای تابستان‌هایی معتدل است و شب‌های خنکی دارد. اما در زمستان حداکثر دما در روز ۱۰/۳ درجه و حداقل دما در شب و برابر با ۷/۵- می‌باشد.[۳]

میزان میانگین بارندگی سالانه استان زنجان حدود ۳۱۳ میلی متر برآورد شده است. استان زنجان از یک سو به لحاظ

داشتن تنوع توپوگرافیکی و از سوی دیگر تأثیرپذیری از توده‌های هوای خزری، مدیترآن‌های و سیبری، و ارتفاع از سطح دریا واجد اقلیم‌های متنوعی شده است. بادهای معروف محلی به نام‌های باد مه و باد شره (اصفهان) در منطقه وجود دارد. شدیدترین باد از جهت جنوب غربی می‌وزد که گاهی دارای سرعت قابل توجهی در حدود ۳/۳ تا ۵/۴ متر بر ثانیه می‌باشد. بر اساس فصول وزش بادهای فصل زمستان به سبب منشاء توده‌های هوای ع ض‌های معتدله و بالا سرد می‌باشند و از جمله بادهای بارا نزا و رطوبت زا به شمار می‌روند و بادهای فصل تابستان به عنوان بادهای گرم و خشک عمل کرده و خشکی هوا را افزایش می‌دهند.[۳]

طراحی مسکن بر اساس شرایط اقلیمی‌منطقه، اولین خط دفاعی در برابر عوامل خارج بناست.

۴- شناخت موضوع

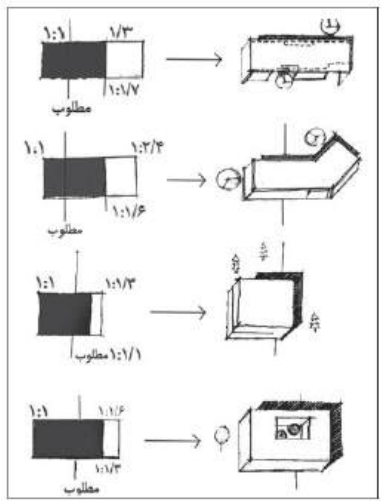
مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش یک ساختمان به منظور به تعادل رساندن اتلاف و دریافت انرژی از طریق پوسته حرارتی آن ساختمان انجام می‌گیرد. لذا هر تغییر در مساحت پوسته حرارتی و یا تغییر در مساحت اجزای پوسته حرارتی که در جهات جغرافیایی مختلف قرار می‌گیرند، میزان اتلاف و دریافت انرژی از طریق این پوسته را تغییر داده و در نتیجه مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان را تغییر می‌دهند. تغییر در کشیدگی ساختمان نه تنها باعث تغییر در مساحت اجزا مختلف و کل پوسته حرارتی و در نتیجه نسبت سطح به حجم ساختمان می‌گردد و بدین شکل میزان اتلاف انرژی ساختمان را تغییر می‌دهد؛ بلکه مساحت جبهه‌های مختلف ساختمان با جهت‌گیری‌های مختلف را تغییر داده و لذا میزان انرژی تابشی دریافتی از طریق اجزای شفاف پوسته حرارتی را نیز تغییر می‌دهد. (شکل ۱) بنابرین کشیدگی ساختمان، هم بر مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی و هم بر مصرف انرژی روشنایی ساختمان‌ها اثرگذار است. کشیدگی ساختمان همچنین با ایجاد تغییر در عمق ساختمان، باعث تغییر در میزان نفوذ نور روز در فضاهای داخلی ساختمان می‌گردد و بدین صورت بر میزان مصرف برق مورد نیاز برای تأمین روشنایی ساختمان اثر می‌گذارد. بر این اساس کشیدگی ساختمان یکی از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی ساختمان‌هاست. [۴] قیابکلو (۱۳۹۲) معتقد است «به منظور کاهش تلفات حرارتی ساختمان‌ها، همواره بهتر است که نسبت سطح جانبی به حجم بنا (A/V) به حداقل ممکن رسانده شود. بنابراین هرچه شکل ظاهری بنا فشرده‌تر و به نیم‌کره نزدیک‌تر باشد، نسبت سطح جانبی به حجم، عدد کوچکتری را نشان می‌دهد. در تلفیق واحدهای مسکونی نیز هرچه واحدها به صورت فشرده‌تر با یکدیگر تلفیق شوند، نسبت سطح جانبی به حجم کل ساختمان کمتر و در نتیجه اتلاف حرارت نیز کمتر خواهد شد.»[۵]

واتسون در این زمینه می‌گوید در مورد بناهای با حجم مساوی هرچه شکل ساختمان فشرده‌تر باشد، میزان اتلاف انرژی حرارتی کمتر است. نسبت سطح به حجم(SVR)، میزان حرارتی فضاها را نشان می‌دهد، ولی کارایی این فضاها را جهت زندگی مشخص نمی‌کند. لذا نسبت سطح خارجی بنا به کف(SFAR) ارزیابی دقیق‌تری از پلان به دست می‌دهد. هرچه عدد (SFAR) کوچکتر باشد عملکرد خانه بهتر خواهد بود. در میان ساختمان‌های متداول کمترین میزان SVR را یک پلان مربع شکل با ارتفاعی برابر نصف هر یک از ابعادش و با سقف مسطح دارد. این شکل و ابعاد به طور تقریبی مربوط به یک خانه دو طبقه است.»[۶] به پیشنهاد واتسون(۱۳۸۲)، جهت کسب حداقل انرژی

جدول ۱ -مشخصات جغرافیایی شهر زنجان- بر اساس اطلاعات آب و هوایی شهر زنجان(۱۹۵۵ تا ۲۰۰۵)[۱]

بخش استان	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا
زنجان	۴۸ ۲۹	۳۶ ۱۴	۱۶۶۳

در طی گرم‌ترین موقع سال، پلان ساختمان باید دارای نسبت ۱ به ۱/۵۷ باشد و محور بزرگ‌تر در راستای شرقی-غربی قرا گیرد.[۶]به پیشنهاد نمازیان (۱۳۸۹) بهترین نسبت کشیدگی نمای جنوبی بر نمای شرقی نسبت ۲به ۱ است.[۷]



شکل ۱ -شکل ساختمان با توجه به اقلیم [۶]

در معماری سنتی ایران، در مناطق سردسیر و گرم و خشک، شکل ساختمان باید به مکعب نزدیک باشد، زیرا در این حالت نسبت سطح به حجم، ۱ به ۸ بوده و در نتیجه سطح ساختمان نسبت به حجم آن بسیار کوچک است؛ این مسئله باعث حداقل شدن سطح تبادل حرارت بین ساختمان و محیط و در نتیجه اتلاف کمتر انرژی خواهد بود[۹]

۵- شبیه‌سازی

۵-۱-اطلاعات ورودی به نرم‌افزار

به منظور شبیه‌سازی احجام طراحی در تمامی‌مراحل و تحلیل انرژی آن‌ها، ویژگی‌های زیر در آن‌ها اعمال شده است(جدول ۳):

۱- تمامی‌ویژگی‌های سطوحی همچون دیوار، بام و سطوح نورگذر برای یکسان سازی محاسبات انرژی و حذف عامل مصالح جداره‌های ساختمان در تمام مراحل شبیه‌سازی ثابت و بدون تغییر در

جدول ۲ - ضرایب مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع H ساختمان‌های ویلایی (ضرایب بر حسب k.w/m۲ هستند، به غیر از up که بر حسب w/m.K می‌باشد.

نوع انرژی مصرفی		غیر برقی			برقی		
گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
دیوار	$\hat{U}_W$	۰.۷۰	۰.۸۸	۱.۰۲	۰.۵۸	۰.۷۴	۰.۸۵
بام تخت یا شیبدار	$\hat{U}_R$	۰.۳۰	۰.۳۸	۰.۴۴	۰.۲۵	۰.۳۲	۰.۳۷
کف در تماس باهوا	$\hat{U}_F$	۰.۴۵	۰.۵۷	۰.۶۶	۰.۳۸	۰.۴۷	۰.۵۵
کف‌درتماس‌باخاک	$\hat{U}_P$	۱.۴۵	۱.۸۳	۲.۱۲	۱.۲۱	۱.۵۲	۱.۷۶
جدار نورگذر	$\hat{U}_G$	۲.۷۰	۳.۴۰	۳.۹۴	۲.۲۵	۲.۸۴	۳.۲۹
در	$\hat{U}_D$	۳.۵۰	۴.۴۱	۵.۱۱	۲.۹۲	۳.۶۸	۴.۲۶
فضای کنترل‌نشده	$\hat{U}_{WB}$	۰.۵۵	۰.۶۹	۰.۸۰	۰.۴۶	۰.۵۸	۰.۶۷

نظر گرفته شده است:
از آنجا که پوسته خارجی ساختمان نقش مهمی‌در تعیین ضوابط طراحی ساختمان را داراست در جدول زیر ضریب انتقال حرارتی مربوط به آن آورده شده است،

امروزه هم‌زیستی با شرایط طبیعی و اقلیمی، مبدل به یکی از مهم‌ترین تدابیر در معماری و شهرسازی شده و طراحان را ملزم به رعایت اصول و قواعد خاصی در این زمینه می‌کند.

موضوع و رویکرد طراحی پژوهش حاضر، در گروه ساختمان‌های غیر برقیو زیرگروه ۱ قرار می‌گیرد، ضریب انتقال حرارت جداره‌های مختلف طبق جدول زیر برای نرم‌افزار تعریف شده‌است.(جدول ۲)

۲- به منظور دقیق‌تر بودن زاویه‌ی خورشید، مکان سایت دقیقا در موقعیت واقعیِ آن یعنی عرض جغرافیایی ۳۶/۴۰ و طول جغرافیایی ۴۸/۳۱ انتخاب شده است.

۳- محدوده آسایش طبق پیش فرض نرم افزار و مطابق با استاندارد اشری بین ۲۱ تا ۲۵ در نظر گرفته شده است، به گونه ای که دستگاه‌های گرمایش در صورتی که دمای داخل کمتر از ۲۱ درجه و دستگاه‌های سرمایش در صورتی که دمای داخل بالای ۲۵ درجه باشند، شروع به کار می‌کنند.

۴- تجهیزات مکانیکی: به منظور گرمایش از سیستم پکیج با سوخت گاز و به منظور سرمایش از الکتریسیته استفاده شده است. سیستم روشنایی در تمام فضاها با شدت روشنایی ۵ وات بر مترمربع در نظر گرفته شده است.

۵- میزان نفوذ هوا از عوامل بسیار مهمی است که بر میزان مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد و با ضریب بیان می‌شود. این ضریب به میزان نفوذ هوای ناخواسته از درزها و پنجره‌ها گفته می‌شود که به شدت تحت تأثیر نوع پنجره‌ها و درزبندی ساختمان است. با توجه به هدف پژوهش که بررسی عوامل معماری بر کاهش مصرف انرژی بوده است و در دسترس نبودن اطلاعات کافی ضریب ۰/۲ در تمام مراحل مدلسازی در نظر گرفته شده است.

۶- در محاسبات این بخش تهویه مکانیکی در نظر گرفته نشده است ولی تهویه طبیعی به منظور تأثیر آن بر میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی طبق برنامه زمان‌بندی برای پنجره‌ها تعریف شده است. برنامه زمان‌بندی به این ترتیب تعریف شده است که در ایام گرم سال پنجره‌ها بازند و تهویه طبیعی صورت می‌گیرد در حالی که در ایام سرد سال پنجره‌ها بسته شده و تهویه طبیعی نیز نیاز نمی‌باشد.

۷- پنجره‌ها با توجه به نوع ساختمان و کاربری مسکونی معمول‌ترین نوع ساختمان‌های جدید؛ دو جداره با قاب UPVC در نظر گرفته شده‌اند و در تمام مراحل شبیه‌سازی ثابت فرض شده‌اند. ارتفاع از کف پنجره‌ها در محاسبات ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع خود پنجره ۱/۵ متر در نظر گرفته شده است.

۸- مقدار شدت نور مناسب برای فضای مسکونی به طور میانگین ۱۵۰ در نظر گرفته شده است. با قرار دادن سنسور نور طبیعی در مرکز هر فضا، نرم افزار تا زمانی که این مقدار نور از طریق نور طبیعی روز تأمین می‌شود به طور هوشمند چراغ‌ها را خاموش و در صورت کمبود نور روز از این مقدار، چراغ‌ها را روشن کرده و میزان مصرف انرژی روشنایی را محاسبه می‌کند. برای محاسبه انرژی روشنایی از کنترل هوشمند استفاده شده است، روش کار به این ترتیب است که یک سنسور کنترل روشنایی نور روز با محدوده پوشش ۱۰۰ درصد فضا، در فضا قرار داده شده و میزان لوکس مورد نیاز فضای مسکونی طبق استاندارد مطرح شده در این زمینه ۱۵۰ لوکس در ارتفاع سطح کار صفر (کف فضا) تعریف شده است. این سنسورها بر کارکرد لامپ‌های روشن تأثیر دارند. یعنی در صورتی که نور روز تأمین‌کننده این مقدار باشد، سنسورها عمل کرده و لامپ‌ها خاموش می‌شوند و از این طریق در مصرف انرژی روشنایی صرفه جویی می‌شود.

۵-۲- فرضیات

برای بررسی اثر کشیدگی بر مصرف انرژی، اثر این شاخص معماری بر مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و روشنایی ساختمان‌های مسکونی در اقلیم شهر زنجان بررسی شده است. در این بررسی، کشیدگی ساختمان به‌صورت عددی تعریف شده است. عددِ بیان‌کننده این شاخص معماری در این

جدول ۳-اطلاعات ورودی به نرم افزار دیزاین بیلدر به منظور شبیه سازی مدل‌ها-نگارندگان۱۳۹۵

		عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	مرز پایین آسایش حرارتی Heating setpoint	مرز بالایی آسایش حرارتی Cooling setpoint
فضای مسکونی شهر زنجان		۳۶/۴۰	۴۸/۳۱	۲۱درجه سانتی‌گراد	۲۵درجه سانتی‌گراد
HVAC = Packaged	گرمایشی	سوخت مصرفی جهت گرمایش		گاز	
		ضریب عملکرد سیستم گرمایشی(Cop)		۳	
	سرمایشی	سوخت مصرفی جهت سرمایش		برق	
		ضریب عملکرد سیستم سرمایشی(Cop)		۲/۵	
	تهویه	میزان هوای تازه به ازای هر نفر(l/s-person)		۱۰	
		میزان ضریب نفوذ هوا(ac/h)		۰/۲	
	روشنایی	سطح روشنایی(Lux)		۱۵۰	
		ارتفاع سطح کار		کف(صفر)	
		درصد سطح پوشش سنسور		٪۱۰۰	
	پنجره	تعداد جداره		۲	
		جنس شیشه		معمولی	
		جنس قاب		UPVC	
		ارتفاع از کف(OKB)		۸۰ سانتی‌متر	
		ارتفاع پنجره		۱/۵۰ متر	

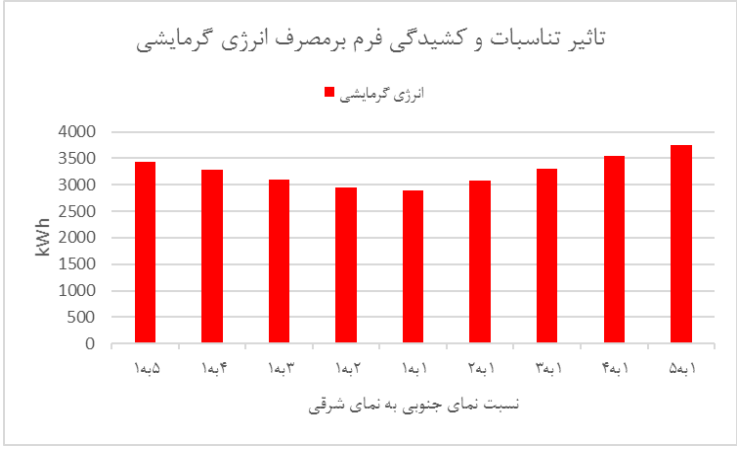
مطالعه، نسبت طول جبهه جنوبی به طول جبهه شرقی بنا در ساختمانی با پلانی مستطیل شکل را نشان می‌دهد.

برای این منظور ساختمان پایه، با تناسبات ۱ به ۵ (نسبت نمای جنوبی به نمای شرقی) تا تناسبات ۵ به ۱ مدلسازی شده است. در این بررسی زیربنا و ارتفاع تمامی‌مدل‌ها یکسان(زیربنا ۱۲۰ متر مربع و ارتفاع ۳/۲متر) در نظر گرفته شده است. (تا حجم هوای گرم و سرد شونده در تمامی‌بررسی‌ها ثابت بماند). درصد بازشوها نیز ثابت و برابر ۳۰ درصد در تمامی‌جبهه‌های ساختمان است. جهت‌گیری مدل‌ها نیز همه جنوبی-شمالی و عمود بر محورهای اصلی است.

۵-۳-تحلیل رفتار مدل‌ها

۵-۳-۱-انرژی گرمایشی

مصرف انرژی گرمایشی ساختمان‌های مسکونی که کشیدگی آن‌ها در محور شمالی-جنوبی است و در نتیجه مساحت جبهه شرقی و غربی آن‌ها بیشتر از سطح جبهه جنوبی و شمالی است، بیشتر از بقیه حالت‌ها است. دلیل این امر، دریافت انرژی تابشی اندک از طریق جبهه‌های



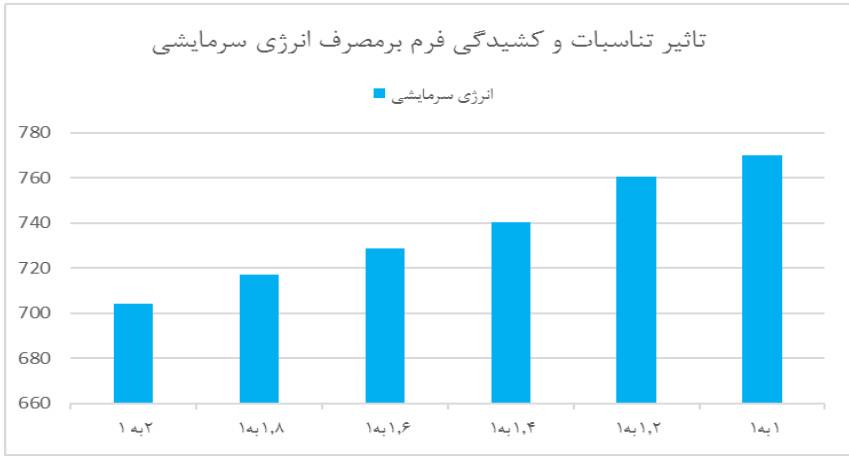
نمودار ۱ -تاثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی گرمایشی ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان- خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

شرقی و غربی ساختمان در دوره گرمایش و بالا بودن اتلاف انرژی از طریق پوسته حرارتی ساختمانی است که به‌دلیل کشیدگی زیاد، مساحت پوسته حرارتی آن نسبت به حجمش زیاد است. با کاهش کشیدگی ساختمان در محور شمالی- جنوبی و تبدیل آن به ساختمانی با پلان مربع شکل، انرژی گرمایشی ساختمان کاهش می‌یابد. (نمودار ۱) افزایش دریافت انرژی تابشی ساختمان در دوره گرمایش و نیز کاهش اتلاف انرژی از طریق پوسته حرارتی، که ناشی از کاهش مساحت پوسته حرارتی ساختمان است، دلایل این مسئله می‌باشند. افزایش کشیدگی ساختمان در محور شرقی - غربی از نسبت ۱ به ۱)پلان مربع شکل (تا نسبت ۵ به ۱، هرچند مساحت پوسته حرارتی و در نتیجه میزان اتلاف انرژی ساختمان را افزایش می‌دهد، ولی در عین حال باعث افزایش سطح پنجره‌های جبهه جنوبی شده، که میزان دریافت انرژی تابشی خورشید در دوره گرمایش را افزایش می‌دهند و این مسئله باعث می‌گردد روند افزایش مصرف انرژی گرمایشی با شیب کمی‌رخ می‌دهد.

۵-۳-۲-انرژی سرمایشی

ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان با بیشترین کشیدگی در محور شمالی - جنوبی، به دلیل داشتن بیشترین سطح جبهه شرقی و غربی و در نتیجه حداکثر جذب انرژی تابشی در دوره سرمایش، بیشترین میزان نیاز به انرژی سرمایشی را دارند. با کاهش کشیدگی ساختمان در این محور و کاهش مساحت جبهه‌های شرقی و غربی ساختمان و در نتیجه کاهش سطح پنجره‌های این دو جبهه، میزان انرژی سرمایشی ساختمان کاهش می‌یابد. این کاهش تا تبدیل ساختمان به شکل مربع و پس از آن تا افزایش کشیدگی ساختمان در محور شرقی - غربی به نسبت ۳ به ۱ (نسبت نمای جنوبی به نمای شرقی) ادامه می‌یابد. پس از افزایش کشیدگی ساختمان از این نسبت، مجدداً انرژی سرمایشی ساختمان افزایش می‌یابد.(نمودار ۲)

بنابراین برای داشتن کمترین میزان انرژی سرمایشی، نسبت جبهه جنوبی به شرقی ساختمان‌های مسکونی در این منطقه اقلیمی‌می‌بایستی ۳ به ۱ باشد. دلیل افزایش آرام مصرف انرژی سرمایشی ساختمان پس از افزایش نسبت سطح جبهه جنوبی به شرقی، عوامل متعددی از قبیل افزایش دریافت انرژی تابشی جذب شده از طریق پنجره‌های شمالی)در صبح و عصر تابستان(و پنجره‌های جنوبی و نیز افزایش اتلاف حرارت)ورود گرما به داخل ساختمان (از طریق پوسته حرارتی، به دلیل افزایش مساحت پوسته و نسبت سطح به حجم بناست.



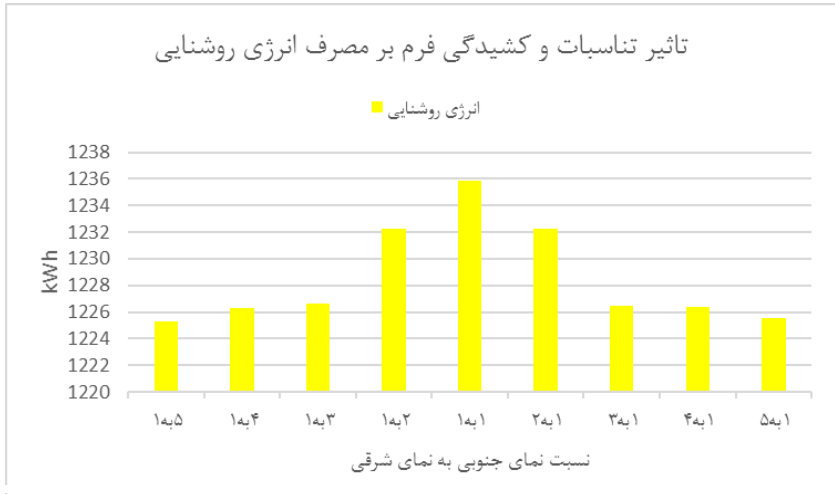
نمودار ۲-تأثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی سرمایشی در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان-خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

۵-۳-۳-انرژی روشنایی

هرچه کشیدگی ساختمان، چه در محور شرقی - غربی و چه در محور شمالی - جنوبی، افزایش یابد، عمق ساختمان کمتر شده و محدوده‌ای از زیربنا که نور روز می‌تواند پوشش دهد، افزایش می‌یابد. لذا افزایش کشیدگی ساختمان، در هر دو محور، باعث کاهش نیاز به انرژی روشنایی ساختمان می‌گردد. بنابراین ساختمان‌های با پلان مربع شکل، حداکثر مصرف انرژی روشنایی و ساختمان‌های با بیشترین کشیدگی، کمترین مصرف انرژی روشنایی را دارند.(نمودار ۳)

۵-۳-۴-انرژی کل

هم انرژی گرمایشی و هم انرژی سرمایشی



نمودار ۳-تاثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی روشنایی در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان- خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

جدول ۴-مقدار مصرف انرژی گرمایشی-سرمایشی-روشنایی و انرژی کل و تعیین مدل بهینه

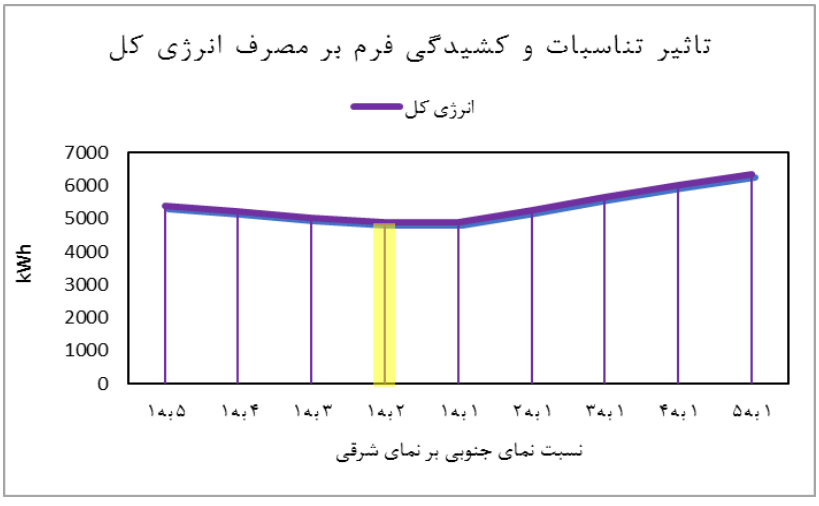
انرژی /تناسبات	۵به۱	۴به۱	۳به۱	۲به۱	۱به۱	۱به۲	۱به۳	۱به۴	۱به۵
انرژی روشنایی	1225.316	1226.267	1226.6	1232.231	1235.895	1232.264	1226.498	1226.408	1225.508
انرژی گرمایشی	3434.949	3277.314	3102.683	2954.248	2888.612	3075.745	3305.102	3537.761	3747.312
انرژی سرمایشی	731.0254	709.2527	700.721	704.3567	769.9721	954.6367	1119.629	1251.725	1383.839
انرژی کل	5390.69	5212.833	5030.003	4890.836	4894.48	5262.645	5649.229	6015.894	6356.66

ساختمان‌های مسکونی، با کاهش کشیدگی ساختمان در محور شمالی - جنوبی و کمتر شدن نسبت جبهه شرقی و غربی به جبهه‌های جنوبی و شمالی ساختمان، با شیب نسبتاً تندی کاهش می‌یابد. (جدول ۴)

کاهش انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان به ترتیب تا نسبت‌های ۱ به ۱ و ۳ به ۱ ادامه یافته و پس از این نسبت‌ها، انرژی مورد نیاز ساختمان افزایش می‌یابد. افزایش انرژی مورد نیاز ساختمان پس از این نسبت‌ها و با افزایش کشیدگی ساختمان در محور شرقی - غربی با شیب کمتری رخ می‌دهد. با توجه به کم بودن میزان مصرف انرژی روشنایی ساختمان نسبت به مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی و اینکه رفتار انرژی روشنایی ساختمان، تفاوت زیادی با رفتار انرژی گرمایشی و سرمایشی ندارد؛ مصرف انرژی کل ساختمان نیز رفتاری مشابه انرژی گرمایشی و سرمایشی دارد.

بر اساس نمودار شماره ۴،و طبق نتایج بدست آمده نسبت ۲ به ۱ (یعنی ساختمان دارای کشیدگی شرقی-غربی بوده و نسبت اضلاع شمالی و جنوبی به شرقی و غربی ۲به ۱ است) بهینه‌ترین حالت کشیدگی شکل ساختمان می‌باشد که در طول سال انرژی کل کمتری مصرف می‌کند.

با توجه به اینکه روند کاهش مصرف انرژی از نسبت ۱به ۱ تا نسبت ۲به ۱ سیر نزولی دارد و بعد از آن دوباره افزایش پیدا می‌کند، بنابرین در ادامه به بررسی جزیی‌تر این محدوده می‌پردازیم.



نمودار ۴-تأثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی کل در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان- خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

۵-۴-بررسی انرژی مصرفی کشیدگی ساختمان در محدوده ۱ به ۱ تا ۲ به ۱

طبق ضوابط و مقررات شهرسازی شهر زنجان، و با توجه به پهنه ضوابطی سایت مورد طراحی (پهنه بندی ۴) و تراکم شهرک از نوع مسکونی سیال (رجوع شود به بخشاطلاعات ورودی نرم‌افزار)؛ حداکثر نسبت طول به عرض تفکیک قطعات ۳ به ۱ است و حداقل عرض قطعات تراکم متغیر ۸ متر پیشنهاد شده است. از طرفی حداکثر سطح اشغال قابل ساخت ۶۰ درصد بوده و حداقل تفکیک در این پهنه‌بندی ۱۸۰ متر مربع می‌باشد. بنابرین با در نظر گرفتن این ضوابط تناسبات زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند. (جدول۵)

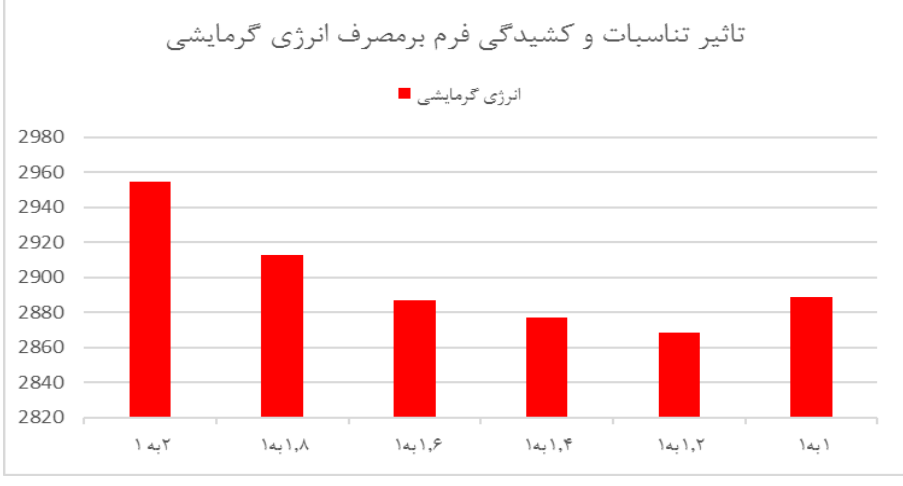
شاخص کشیدگی در این بخش از نسبت۱ به ۱)ساختمانی که طول جبهه شمالی و یا جنوبی آن برابر جبهه شرقی و یا غربی است(تا نسبت ۲ به ۱) ساختمانی که طول جبهه جنوبی آن ۲ برابر جبهه شرقی است(می‌باشد.

۶-۴-۱-انرژی گرمایشی

همان‌طور که از (نمودار۵) مشخص است، کمترین میزان مصرف انرژی گرمایشی زمانی است که نسبت ضلع جنوبی به ضلع شرقی برابر ۱/۲ باشد. دلیل این امر می‌تواند به خاطر کاهش سطح حرارتی و نزدیکی به شکل مربع باشد در حالی که از بازشوهای بزرگتری نسبت به حالت پلان مربع برخوردار بوده و در دوره گرمایش سال جذب خورشیدی بیشتری دارد. این در حالی است که با افزایش کشیدگی شرقی-غربی بعد از این نسبت، مجدداً انرژی گرمایشی افزایش پیدا می‌کند که

جدول ۵-جدول تناسبات با در نظر گرفتن سطح اشغال ۶۰ درصد در شهر زنجان

تناسبات					
سطح اشغال	۱به ۱	۱به ۱/۲	۱ به ۱/۴	۱ به ۱/۶	۱ به ۱/۸

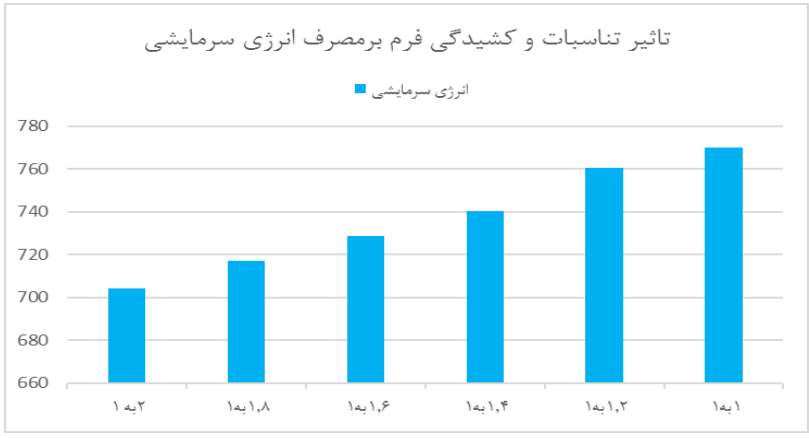


نمودار ۵-تأثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی گرمایشی در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان در بازه ۱به۱ تا ۲به۱ - خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

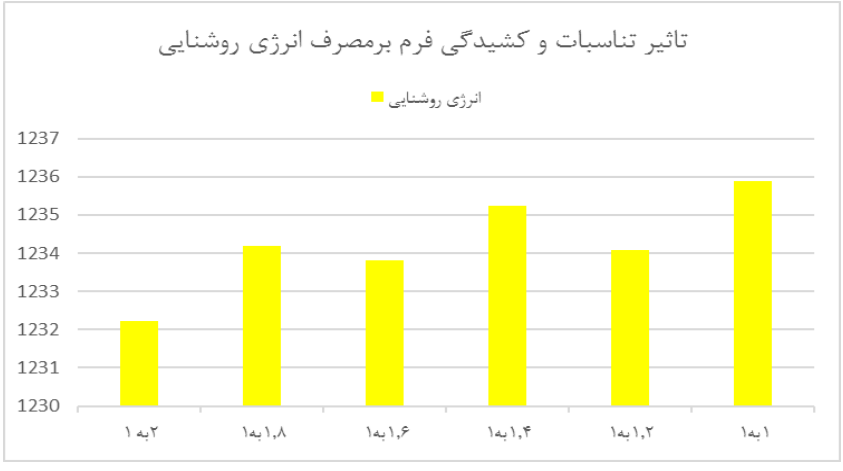
دلیل این امر افزایش نسبت سطح به حجم و به تبع آن افزایش اتلاف انرژی از طریق پوسته حرارتی می‌باشد. به طور کلی در این بازه بهترین حالت نسبت به بدترین حالا حدود ۳ درصد باعث کاهش مصرف انرژی گرمایشی می‌شود.

۵-۴-۲-انرژی سرمایشی

انرژی سرمایش با افزایش کشیدگی در این محدوده به دلیل کاهش سطوح شرقی و غربی که بیشترین جذب خورشیدی را در دوره‌های سرمایش سال دارند، کاهش پیدا می‌کند. از طرفی با توجه به جهت وزش باد مطلوب تابستانی که از سمت جنوب غربی می‌باشد، کشیدگی جبهه جنوبی با افزایش سطح بازشوها می‌تواند موجب افزایش تهویه طبیعی در ایام گرم سال شده و



نمودار ۶-تأثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی سرمایشی در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان در بازه ۱ به ۱ تا ۲ به ۱ - خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل



نمودار ۷-تأثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی روشنایی در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان در بازه ۱ به ۱ تا ۲ به ۱ - خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

مصرف انرژی سرمایشی را کاهش دهد. کاهش مصرف انرژی سرمایشی در بهینه‌ترین حالت حدود ۸/۵ درصد می‌باشد.(نمودار ۶)

۵-۴-۳-انرژی روشنایی

تغییرات انرژی روشنایی نسبت به انرژی سرمایشی و گرمایشی بسیار اندک و با نوسانات نا منظمی‌قابل مشاهده است. در این مقایسه شکل کامل مربعی به دلیل عمق بیشتر فضا دارای بیشترین مصرف انرژی روشنایی و نسبت ۲ به ۱ به دلیل کشیدگی و کاهش عمق شکل ساختمان دارای کمترین مصرف انرژی روشنایی می‌باشد. کاهش مصرف انرژی گرمایشی در حالت بهینه نسبت به بدترین حالت در این بازه حدود ۰/۳ درصد می‌باشد. (نمودار ۷)

۶-۴-۴-انرژی کل

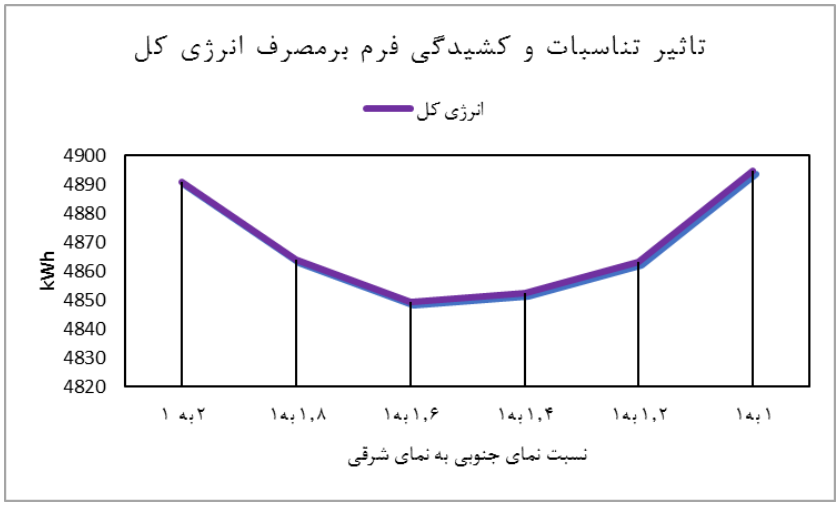
با توجه به محاسبات انجام شده و در نظر گرفتن مجموع مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و روشنایی مشاهده می‌شود که نسبت ۱/۶ به ۱ (نسبت ضلع جنوبی به شرقی) کمترین مصرف انرژی کل را دارد.(نمودار ۸) درصد کل کاهش مصرف انرژی در این بازه بین بدترین و بهینه‌ترین حالت، حدود ۱ درصد است.(جدول ۶)

۶- جمع‌بندی

بر اساس نتایج حاصل از بررسی‌های صورت گرفته در روند پژوهش، در طراحی ساختمان‌های مسکونی کم ارتفاع در اقلیم سرد شهر زنجان اصولی وجود دارد که رعایت آن‌ها می‌تواند الگوی مناسب اقلیمی‌به منظور کاهش مصرف انرژی را شکل دهد. بدین ترتیب می‌توان گفت که الگوی تناسبات شکل ساختمان نباید مانند یک قالب ثابت برای تمام مکان‌ها، زمان‌ها و شرایط در نظر گرفته شود و باید

جدول ۶-مقدار مصرف انرژی گرمایشی-سرمایشی-روشنایی و انرژی کل و تعیین مدل بهینه

انرژی/تناسبات	۲به ۱	۱,۸ به ۱	۱,۶به۱	۱,۴ به۱	۱,۲ به ۱	۱به۱
انرژی روشنایی	1232.231	1234.182	1233.82	1235.225	1234.089	1235.895
انرژی گرمایشی	2954.248	2911.411	2886.558	2876.745	2868.537	2888.612
انرژی سرمایشی	704.3567	717.1249	728.7118	740.4633	760.5524	769.9721
انرژی کل	4890.836	4863.717	4849.09	4852.434	4863.178	4894.48



نمودار ۸-تأثیر تناسبات و کشیدگی شکل ساختمان بر مصرف انرژی روشنایی در ساختمان‌های مسکونی شهر زنجان در بازه ۱به۱ تا ۲به۱- خروجی از نرم افزار دیزاین بیلدر-رسم نمودار با نرم‌افزار اکسل

به فراخور شـرایط و متناسـب با اقلیم منطقه تعیین شود. بنابرین با استناد بر نتایج به دسـت آمده از مقاله حاضر می‌توان با رعایت تناسـبات به دست آمده در سـاخت‌های جدید شـهری بخش قابل توجهی از هدررفت انرژی در حوزه مسکونی را در حدود ۲۴ درصد کاهش داد و با توجه به زیرساخت‌های شهری و مواضع مورد نظر در تفکیک اراضی شهری می‌توان بهینه‌ترین نسبت‌ها را در شکل ساختمان اعمال کرد:

۱- کاهش مصرف انرژی گرمایشی: با توجه به اینکه هرچه نسبت سطح پوسته حرارتی به حجم ساختمان کمتر باشد، تبادل حرارتی ساختمان با محیط بیرون کمتر شده و میزان نیاز به انرژی گرمایشی کاهـش می‌یابـد. بنابریـن تناسـبات ۱ بـه۱ (پـلان مربعی)کمترین مصـرف انـرژی گرمایشـی را در بررسـی مرحلـه اول دارد. هرچنـد بـا افزایـش کشـیدگی در محور شـرقی-غربی میزان دریافـت انرژی تابشی از ضلع جنوب افزایش می‌یابد، اما محاسبات نشان می‌دهد در این صورت میزان اتلاف انرژی از پوسـته حرارتی بیشتر از میزان جـذب از طریـق تابـش در اقلیم شـهر زنجان می‌باشـد. در محدوده بررسی مرحله دوم بهینه‌ترین حالت نسبت ۱/۲ به ۱(نسبت ضلع جنوبی به ضلع شرقی) می‌باشد که نسبت به بدترین حالت(نسبت ۱ به ۵) در حدود ۲۴ درصد باعث کاهش مصرف انرژی گرمایشی می‌شود.

کشیدگیِ شکل بنا، یکی از عوامل اساسی در طراحی اقلیمی‌است که باید به آن توجه شود.

۲- کاهش مصرف انرژی سرمایشـی: بهترین تناسـبات برای کاهش نیاز به انرژی سرمایشـی در بررسی مرحه اول نسـبت ۳به ۱ است. دلیل افزایش آرام مصـرف انرژی سرمایشـی سـاختمان پس از این نسـبت، عوامـل متعددی از قبیل افزایش دریافت انرژی تابشی جذب شده از طریق پنجره‌های شمالی) در صبح و عصر تابستان(و پنجره‌های جنوبی و نیز افزایش اتلاف حرارت)ورود گرما به داخل سـاختمان (از طریق پوسـته حرارتی، به دلیل افزایش مساحت پوسته حرارتی و نسبت سطح به حجم بناست.در محدوده بررسی مرحله دوم نسبت ۲به ۱ بهینه‌ترین حالت است که نسبت به بدترین حالت(نسبت ۱به۵) در حدود ۴۹ درصد باعث کاهش مصرف انرژی سرمایشی می‌شود.

۳- کاهـش مصـرف انـرژی روشـنایی: نیـاز بـه انـرژی روشـنایی بـا افزایـش کشیدگی ساختمان در هر دو مرحله بررسی به دلیل کاهش عمق ساختمان کاهش می‌یابد. بنابرین نسـبت ۵ به۱ با تفاوت بسـیار جزئی نسـبت به حالت ۱ بـه ۵ کمترین مصرف انرژی و نسـبت ۱ به۱ (پلان مربـع) به دلیل عمق زیاد بیشـترین نیـاز به انـرژی روشـنایی را دارد. به طور کلی کاهـش مصرف انرژی روشنایی در مقایسه با کاهش نیاز به انرژی‌های گرمایشی و سرمایشی بسیار اندک بوده و در حدود ۱ درصد است.

۴- کاهـش کل مصرف انرژی سـاختمان: آنچه ملاک انتخاب شـکل بهینه در ایـن پژوهش اسـت مصرف انرژی کل سـاختمان به صورت سـالانه اسـت. بنابرین میزان مصرف بهینه‌ترین تناسـبات(۱/۶ به ۱)نسـبت به حالت (۱ به ۵)کـه حداکثـر مصرف انرژی کل را در بازه مورد بررسـی ایـن پژوهش دارد در حدود ۲۴ درصد است.

پی‌نوشت:

1- Design Builder
2- METHENURM
3- EXCEL

۴- نسبتهای ۱/۲، ۱/۴، ۱/۶، ۱/۸، ۲

۵- فرمت EPW یک خروجی از نرم افزار متونورم است که برای بارگذاری اطلاعات آب و هوایی در نرم‌افزار کلایمت کانسولتنت استفاده می‌شود تا از این طریق بتوان داده‌های آب و هوایی موجود در سایت سازمان هواشناسی را برای برخی نرم افزارها همچون کلایمت کانسولتنت قابل فهم کرد.

6- http://www.agrizanjan.ir/index.php?option=com_content&view=article&id=46:mogheiat&catid=49&Itemid=236
7- http://fa.alalam.ir/news/1574128
8- www.irimo.ir
9- www. Dir.wikipg.com/wiki
10- www.tebyan.net/newindex.aspx/index.aspx?pid=55436

۱۱- نسبت سطح خارجی بنا به حجم
۱۲- نسبت سطح خارجی بنا به کف
۱۳- ساختمان‌هایی که کمتر یا مساوی ۵۰٪ انرژی مصرفی آن‌ها جهت گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع از نوع برقی است، «غیربرقی» و ساختمان‌هایی با بیشتر از ۵۰٪ انرژی مصرفیِ برقی، «برقی» نامیده می‌شوند. با این تبصره که در ساختمان‌هایی که گرمایش با استفاده از سیستم غیربرقی صورت می‌گیرد، اگر سرمایش توسط سیستم‌های تبخیری یا جذبی تامین گردد، نوع انرژی مصرفی«غیربرقی» تلقی می‌گردد.(مبحث ۱۹،ص ۲۱)
۱۴- ر.ک مبحث ۱۹ بخش ۱۹-۲-۲
۱۵- منظور از ایام گرم سال طبق مطالعات فصل ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور است.
۱۶- منظور از ایام سرد سال از دی تا اردیبهشت و از مهر تا آذر می‌باشد.
۱۷- بررسی بین نسبت‌های ۱ به ۵ تا ۵به ۱
۱۸- بررسی بین نسبت‌های ۱ به۱ تا ۲به۱

مراجع:

[۱] سلیقه، محمد. (۱۳۸۳): «مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار»، مجله جغرافیا و توسعه، شماره۴، صص ۱۴۷-۱۷۰
[۲] زندیه،مهدی؛ سمیرا،پروردی‌نژاد. (۱۳۸۹): «توسعه پایدار و مفاهیم آن در معماری مسکونی ایران»، نشریه مسکن و محیط روستا، دوره ۲۹، شماره ۱۳۰، صص۲-۲۱
[۳] حبیبی، کیومرث واحمد پوراحمدی و ابوالفضل مشکینی (۱۳۸۷). از زنگان تا زنجان (سیری بر تحولات کالبدی ـفضایی بافت کهن شهر زنجان). چاپ اول. زنجان؛ انتشارات دانشگاه زنجان.
[۴] نصراللهی،فرشاد.(۱۳۹۳): مجموعه مقالات تحقیقاتی پروژه شهرهای جوان، جلد یازدهم: ساختمان‌های اداری انرژی کارا بهرهوری انرژی با طراحی معماری
[۵] قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۲): مبانی فیزیک ساختمان ۲(تنظیم شرایط محیطی)، چاپ ششم، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی امیرکبیر
[۶] واتسون، دانلد و لبز، کنت. (۱۳۸۲): طراحی اقلیمی(اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان)، ترجمه وحید قبادیان و فیض مهدوی، چاپ چهارم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران
[۷] نمازیان، علی. (۱۳۸۹): اصول استفاده از تابش خورشید در طراحی معماری، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
[۸] دفتر امور مقررات ملّی ساختمان (۱۳۸۹). مبحث۱۹ صرفه جویی در مصرف انرژی، چاپ اول، تهران: نشر توسعه ایران.
[۹] محمودی،محمد مهدی و سحر نیوی.(۱۳۹۰): « روند توسعه فناوری اقلیمی‌با رویکرد توسعه پایدار»،نشریه نقش جهان،شماره۱،صص۳۵-۵۱.

شورلول ایران
SURE LEVEL IRAN
TERRACO
همراهی مطمئن در پروژه های ساختمانی شما
www.sureleveliran.com
۰۲۱-۴۱۹۸۲
ساخت بهتر
با متریال برتر
CONTACT US

حقوق و اخلاق مهندسی

- ابعاد مسئولیت حقوقی مهندسان ناظر
- آیا تنها مهندسان ناظر مسئول اجرای صحیح مقررات ملی ساختمان هستند؟

سید مسعود میری

سید مسعود میری، پژوهشگر دوره دکتری حقوق خصوصی

ابعاد مسئولیت حقوقی مهندسان ناظر

چکیده

مهندسان ناظر ساختمان مسئولیت مهم نظارت و تأیید نهایی صحت انجام مراحل مختلف عملیات ساختمانی وفق مقررات را دارند. اما این مسئولیت به جهت نقش حساسی که در حفظ سلامت ساکنین ابنیه و ایضاً اجرای صحیح قوانین و مقررات ساخت (که چکیده دانش و تجربه مهندسی است) دارد، قانون‌گذار ضمانت اجراهای متنوعی در راستای اطمینان خاطر از انجام صحیح وظایف ایشان و ایضاً جبران خسارت احتمالی وارده بر متضررین قرار داده است. این ضمانت اجراها به‌طورکلی در چهار دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از: مسئولیت قراردادی، مسئولیت خارج از قرارداد، مسئولیت کیفری و تعقیبات انتظامی‌و انضباطی. مسئولیت قراردادی مهندسان به مناسبت قرارداد ایشان با صاحب‌کاران ایجاد می‌گردد که ضمانت اجرای آن منطبق بر عمومات قراردادی است. مسئولیت خارج از قرارداد یا ضمان قهری که در جبران خسارت وارده به جهت اتلاف یا تسبیب و... ایشان در ضررهای وارده به ثالث فعال می‌گردد. مسئولیت کیفری مهندسان که در صورت احراز عمد ایشان خصوصاً در تدلیس و ایضاً بی‌احتیاطی و بی‌مبالاتی و سرپیچی از نظامات قابلیت پیگرد خواهد داشت. همچنین گونه چهارم مسئولیتی نیز تحت عنوان مسئولیت و تعقیبات

انتظامی‌برای مهندسـان پیش‌بینی‌شـده که در صورت تخلفات حرفه ایشان، شـورای انتظامی‌نظام‌مهندسـی بـا گـزارش متضـرر یا شـهرداری بـه تخلفات مهنـدس ناظـر رسـیدگی و مجازات‌هایـی در درجـات مختلف تا تعلیـق پروانه ایشان برای متخلفان درنظر گرفته خواهد شد.

بـه دلیـل حضـور مهندسـان در مجامـع صنفـی و آگاهـی از قوانین حرفـه‌ای خـود نسـبت بـه ضمانـت اجـرای حرفـه‌ای و عـدم انجـام تخلفات موضوع آن احتمـالاً برای ناظران دغدغه‌ای وجود نخواهد داشـت. همچنین مسـئولیت قراردادی نیز نیازمنـد بحث جداگانه و اختصاصـی پیرامـون عمومـات حقـوق تعهـدات اسـت. چراکـه مسـئولیت عدم انجام تعهد و تعریف تعهدات و ضمانت اجرای آنان در این حیطه اسـت. اما آنچه در این مرقومه از نظر خواهیم گذراند نگاهی گذرا به منشـأ و مبانی و آثار دودسـته باقیمانده از مخاطرات حقوقی خواهد بود که به دلیل ابتلای کمتر مهندسان ناظر مغفول مانده لکن می‌تواند هزینه سنگینی بر مهندسان ایجاد کند و اطلاع از جوانب آن برای مهندسان کاربردی خواهد بود.

مهندسان ناظر ساختمان مسئولیت مهم نظارت و تأیید نهایی صحت انجام مراحل مختلف عملیات ساختمانی وفق مقررات را دارند.

۱- مقدمه

مهندسـان ناظر با مسـئولیت نظارت بر عملیات سـاختمانی می‌توانند سـهم بی‌بدیلـی در ارتقـاء سـلامت سـاختمان و پیشـگیری از تخلفـات در اجـرای ساختمان، که بعضاً توسط سازندگان اتفاق می‌افتد، داشته باشند. این نظارت که تضمین‌کننده حسن اجرای قوانین و مقررات ساخت است، گهگاه به علل مختلف از جمله قلت دسـتمزد و... توسـط مهندسـان ناظر، با اهمال و بدون دقت لازم انجام می‌پذیرد که می‌تواند برای ایشـان از بعد شـخصی و حرفه‌ای مشـکلاتی را بـه وجـود آورد. ایـن مسـائل و مشـکلات محتمـل در سـه بخش انتظامی‌و حرفه‌ای که توسـط شـورای انتظامی‌صنفی قابل پیگرد خواهد بود از یک سـو، و از سـوی دیگر در محاکم کیفری یا حقوقی قابلیت پیگرد توسط مدعی‌العموم و ایضاً متضررین از این اهمال را خواهد داشت.

مسئولیت مدنی و ضمان خارج از قرارداد می‌تواند مهندسان ناظر را به جهت وظایـف شـغلی ایشـان تحت تأثیر قـرار دهد و بـر این مبنای جبران خسـارات وارده بر افراد به جهت اتلاف مال ایشان یا تسبیب در وارد آمدن ضرر به جهت فعل یا ترک فعل مهندسـان ناظر اسـتوار اسـت. البته پر واضح اسـت که لازمه به‌کارگیـری دقیق‌تر این ابـزار حقوقی در جبران خسـارت متضررین، نیازمند کاربردی نمودن رشـته حقوق تحت عنوان حقوق مهندسـی یا نهادی مشـابه پزشـکی قانونی با عنوان مهندسی قانونی در فعالیت‌های حرفه‌ای مهندسی است. زیرا جبران خسارت ناشی از فعالیت‌های حرفه‌ای مهندسان در زندگی صنعتی امروز تنها در سایه این شاخه حقوقی میسر و ممکن خواهد بود.[۱] لکن دادگاه‌های عمومی‌حقوقی هم اکنون نیز با استفاده از ابزار کارشناسی و بر پایه عمومات مسئولیت مدنی می‌توانند در صورت شناخت و ثبوت ارکان این مسئولیت خارج از قرارداد نسبت به محاکمه متخلفان اقدام نمایند. همچنین مهندسـان ناظـر، بـه جهت افعال مغایر بـا نظامات، آئین‌نامه‌هـا و همچنین با اهمـال و تقصیـر در انجـام فعالیت‌هـای شـغلی خـود در صورت ترک فعـل مربوط با وظایف شـغلی خود که بـه طریق قراردادی یا بر اسـاس قوانیـن بر عهده ایشـان نهاده شـده اسـت، امکان دارد در معرض تعقیب کیفـری نیـز قـرار گیرنـد و بـه جهـت جنبه عمومی‌افعـال خـود در معـرض مجـازات قانونـی نیـز باشـند. ایـن دو قسـم ضمانت اجرا با مجازات‌های انتظامی‌مباینت داشته و لـزوم دقـت عمـل در پذیرش مسـئولیت و انجام هرچه کامل‌تر امور محوله را به جهت جلوگیری از عواقـب حقوقی و کیفری آتی بر ایشان آشکار می‌سازد.

۲- مهندس ناظر

مطابق ماده ۲۱ آیین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسـی و کنترل ساختمان، ناظر شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال بکار در یکی از رشته¬های موضوع قانـون نظام مهندسـی و کنترل سـاختمان اسـت کـه بـر اجـرای صحیـح عملیـات سـاختمانی در حیطـه صلاحیـت منـدرج در پروانـه اشـتغال خـود نظـارت مینمایـد. عملیـات اجرایـی تمامـی سـاختمانهای مشـمول ماده (۴) قانون نظام مهندسـی و کنتـرل سـاختمان باید تحت نظـارت ناظر انجـام پذیرد. همچنین وفـق ماده ۲۲ آیین نامـه مذکـور ناظـران مکلفنـد بـر عملیـات اجرایـی سـاختمانی کـه تحت نظـارت آنها

احداث میگردد از لحاظ انطباق ساختمان با مشخصات مندرج در پروانه و نقشه‌ها و محاسبات فنی ضمیمه آن نظارت کرده و در پایان کار مطابقت عملیات اجرایی ساختمان را با مدارك فوق، گواهی نمایند.

مهندس ناظر ساختمان می‌تواند شخصی حقیقی یا حقوقی باشد.

۳- وظایف و تعهدات مهندس ناظر

در بیان شرح وظایف یا تکالیف ناظران ساختمان می‌بایست میان وظایف عمومی و اختصاصی آن تفکیک قائل گردیم. وظایف اختصاصی مهندسان ناظر در چهار مرحله قبل از بتن‌ریزی پی، قبل از بتن‌ریزی اولین سقف، سفت‌کاری و نازک‌کاری ساختمان قابل‌تفکیک است که بیان شرح این تکالیف خارج از بحث حاضر است. در مقابل وظایف اختصاصی مهندسان ناظر، تکالیفی عمومی‌نیز بر عهده آنان است. مواردی همچون؛

۱) مطالعه نقشه قبل از اجرای ساختمان،
۲) انطباق نقشه‌های اجرائی با سایر نقشه‌های اجرائی اطلاع‌رسانی،
۳) انجام بازدید محلی از محوطه طرح،
۴) اخذ تأییدیه تطابق مشخصات زمین با نقشه‌های موجود،
۵) شرکت در جلسه شروع عملیات ساختمان
۶) انجام هماهنگی‌های لازم با ناظران دیگر ساختمان،
۷) ارائه گزارش تخلفات در مراحل و زمان‌های مقرر،
۸) نظارت و ارائه تذکرات لازم بر رعایت موارد ایمنی،
۹) پیگیری زمان شروع عملیات ساختمانی، از جمله وظایف عمومی مهندس ناظر می‌باشد. [۲]

در بیان شرح وظایف یا تکالیف ناظران ساختمان می‌بایست میان وظایف عمومی و اختصاصی آن تفکیک قائل گردیم.

مهندس ناظر به‌مانند سایر متعهدین قراردادی، قرارداد خود را با تعیین موضوع قرارداد و مفاد و شروط مندرج در آن منعقد می‌نمایند. موضوع قرارداد نظارت، اصولاً عبارت است از نظارت بر اجرای فنی احداث ساختمان موضوع پروانه ساختمانی صادره از شهرداری و ملاک نظارت نقشه‌هایی است که در پرونده ساختمانی شهرداری موجود بوده و طبعاً به تأیید شهرداری و در موارد لزوم به تأیید سازمان نظام‌مهندسی رسیده است. [۳] مدت نظارت نیز بستگی به توافق طرفین دارد؛ ولی غالباً در قراردادهای نمونه دو یا سه سال تعیین می‌شود و هر گاه پروانه ساختمان تمدید گردید، مدت نظارت نیز قابل‌تمدید است؛ ولی هر گاه پروانه ساختمانی به هر دلیل تجدید شود قرارداد نظارت نیز باید مجدداً تنظیم شود، اعم از اینکه مهندس ناظر سابق طرف قرارداد باشد یا مهندس جدید. در قراردادهای نمونه سازمان‌های نظام‌مهندسی و نیز در قراردادهای نمونه منتشره از وزارت مسکن و شهرسازی برخی از تعهدات قراردادی طرفین تصریح شده است. [۴]

همچنین مهندس ناظر موظف است نظارت لازم بر حسن اجرای عملیات اجرایی را انجام دهد. در صورت عدم نظارت یا عدم رعایت اصول فنی و معماری در نظارت به تشخیص کمیسیون نظارت، صاحب‌کار حق فسخ قرارداد را خواهد داشت. در این صورت حق نظارت تا این مرحله محاسبه و مابقی به کارفرما مسترد می‌شود. [۵]

۴- مهندس ناظر و مخاطرات حقوقی وی

مهندسان ناظر همچون هر شخص حقیقی یا حقوقی در صورت انعقاد هرگونه قرارداد، باید نسبت به تعهدات آنچه پذیرفته‌اند تمکین نمایند و در صورت عدم تمکین باضمانت اجرای قراردادی که اصولاً در متن قرارداد یا توافق طرفین متبلور است مواجه خواهند شد. اما در مورد مسئولیت خارج از قرارداد صاحبان مشاغل حرفه‌ای در نظام حقوق ایران باید به قواعد عام مسئولیت مدنی یا ضمان قهری استناد نمود. با توجه به ماده ۹۱ آئین‌نامه قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان هرگاه عمل اشخاص حرفه‌ای در انجام وظیفه شغلی خود موجبات زیان صاحب‌کار و اشخاص ثالث خارج از قرارداد را فراهم آورد و عمل او از نظر کارشناسان آن حرفه، تخلف از اصول فنی ثابت و در نهایت تقصیر محسوب شود، زیان دیده می‌تواند به مسئولیت حرفه‌ای این دسته از اشخاص استناد و جبران کلیه خسارات را بخواهد. [۶] البته اشخاص ثالث زیان‌دیده فقط می‌تواند از باب تسبب (ماده ۳۳۱ قانون مدنی) و تقصیر ذکر شده در ماده ۱ قانون مسئولیت مدنی و به استناد ماده ۵۱۵ قانون آئین

دادرسـی دادگاه‌هـای عمومی‌و انقـلاب در امور مدنی برای جبـران ضرر علیه شـخص حرفـه‌ای اقامه دعـوا نماید. صاحب‌کار نیز با توجه بـه اوضاع احوال و ماهیت عقد، هم بنابر مسـئولیت قهری و هم بنابر مسـئولیت قراردادی علیه شـخص حرفه‌ای برای جبران ضرر وارده می‌تواند اقامه دعوا نماید.

بـرای مثـال زمانی کـه مهندس ناظـر و مجری بر اسـاس قـراردادی کـه با صاحب‌کار یا مالک دارند، مسـئولیت قراردادی پیدا می‌کنند و موظف‌انـد در راه اجـرای قـرارداد تمام ضوابـط، قوانین و مصوبات حرفه‌ای خود را رعایت و به مفاد قرارداد پایبند باشند، که این تعهد از نوع تعهد به نتیجه است و سبب می‌شود، اثبات رعایت احتیاط‌های لازم و کوشش در راه رسیدن به مطلوب برای توجیه چرایی عدم نیل بـه نتیجه مطلوب کافی نباشـد. [۷] البته از مسـئولیت قـراردادی و ضمانـت اجراهای متناظر با تعهـدات به دلیل ارتباط آن با عمومات قـراردادی و حقـوق تعهـدات در ایـن مقـال صرف‌نظـر می‌کنیـم. از دیگـر سـو همان‌گونه کـه در مدخل بحث نیز بیان شـد، مهندسـان ناظـر می‌تواننـد به جهت نوع مسـئولیت و نظامـات و آئین‌نامه‌های موجود و جنس فعالیت ایشـان که اهمال در آن می‌تواند خسـارات جبران‌ناپذیـری بـر افـراد ثالـث بار نماید، آمـاج تهدیداتی از منظـر کیفری نیز قـرار گیرنـد که ایـن مهم نیازمندی به تدقیق در امور محوله را از جانب ایشـان دوچندان می‌نماید. این دو قسم از ضمانت اجراها که در این بحث از آن سخن بـه عمـل خواهد آمـد فـارغ از تنبیهـات و مجازات‌های انتظامـی‌درون صنفی خواهد بود.

در صورت عدم نظارت یا عدم رعایت اصول فنی و معماری در نظارت به تشخیص کمیسیون نظارت، صاحب‌کار حق فسخ قرارداد را خواهد داشت.

۵- مسئولیت مدنی مهندسان ناظر

مسئولیت به معنی موظف بودن به انجام امری و یا معنای پاسخگو بودن نسبت به تعهد و تکلیف است. [۸] منظور در واقع امر، مورد مؤاخذه قرار گرفتن بوده و این مفهوم فرع بر وجود وظیفه و تعهد قبلی است. [۹] مسئولیت مدنی یعنی مسئولیت پرداخت خسارت. بنابراین هر کجا شخصی در برابر دیگری مسئول جبـران خسـارتی خـارج از قـرارداد و توافق طرفین باشـد، در آنجـا ارکان و آثار مسئولیت مدنی خودنمایی می‌کند. مسئولیت مدنی جزء وقایع حقوقی است چراکه حتی در جایی که شخصی عمداً یا به دلیلی منتسب به وی به دیگری آسـیب زند، این قانون اسـت که مسئولیت جبران خسارت را بر عهده وی قرار می‌دهـد. حتـی بـدون توافق از پیـش طرفین با یکدیگر. اصطلاح مسـئولیت مدنی در زبان حقوقی کنونی، نمایانگر مجموعه قواعدی است که واردکننده زیان را به جبران خسارت زیان‌دیده ملزم می‌سازد. از دیدگاه دیگر، در هر مورد که شـخص ناگزیر از جبران خسـارت دیگری باشـد درحالیکه قراردادی با وی نداشته، می‌گویند در برابر او مسئولیت مدنی دارد. [۱۰]

مهنـدس ناظـر طبـق تبصـره ۷م ۱۱۱ قانـون شـهرداری موظف به نظـارت بر عملیات اجرایی ساختمان از حیث انطباق ساختمان با مشخصات مندرج در پروانه، نقشه‌ها و محاسبات فنی می‌باشد. البته در خصوص مهندس ناظر ذکر ایـن نکته ضروری به نظر می‌رسـد کـه در صورت عدم انجـام هریک از وظایف محولـه تقصیـر او مفروض اسـت و نیازی به اثبـات تقصیـر نیسـت. زیـرا مهنـدس ناظر موظـف به رعایت اصـول ایمنی و نظارت بر امـور اجرایـی می‌باشـد و در صورتـی که هر یـک از وظایف خـود را انجـام ندهد، مقصر است و تقصیر او مفروض می‌باشد. حال‌چه به‌صورت عمد و چه به‌صورت غیرعمد. مگر اینکه عدم انجام وظیفه به‌علت وقوع حادثه غیرقابل‌پیش‌بینـی و قـوه قاهره باشـد. در مورد موارد مسـئولیت قراردادی که از بحث ما خارج اسـت نیـز، عدم انجـام تعهد خود تقصیـر اسـت و احراز عمدی یـا غیرعمدی بـودن فعـل متعهـد در مسـئولیت او اثـری ندارد.

۶- منشأ مسئولیت مهندس ناظر

در منشـأ مسـئولیت نویسـندگان حقوقی، مسـئولیت را به دو نوع مسئولیت قراردادی و مسـئولیت خـارج از قـرارداد یـا ضمـان قهری تقسـیم نموده‌اند. هرگاه شخصی به موجـب عقـدی از عقود معین یـا غیرمعین تعهدی را پذیرفته و به علت عدم انجام تعهد یا تأخیـر در انجام آن خسـارتی به متعهدله وارد نماید، مکلف به جبران خسـارت است که آن را مسئولیت قراردادی می‌نامند. اما هـرگاه شـخص موظف بـه جبران خسـارت دیگری، بدون وجود رابطه قراردادی بین او

و زیان‌دیده باشد؛ مسئولیت قهری به وقوع پیوسته است. [۱۱] اثبات عامل زیان در این نوع مسئولیت الزامی است، به همین جهت آن را مسئولیت تقصیری گفته‌اند. حال چنانچه میان مهندس ناظر و کارفرما در ساخت بنا قراردادی موجود باشد و در قرارداد نحوه جبران ناشی از بی‌احتیاطی تعیین شده باشد، کارفرما نمی‌تواند به استناد اینکه مهندس ناظر قانوناً و قهراً در انجام وظایف، مسئول جبران خسارت است، خسارتی پیش از آنچه مورد تعهد بوده مطالبه نماید؛ زیرا قرارداد حقوقی بر وظیفه مهندس ناظر اولویت دارد و در قرارداد خسارت به طور مقطوع معین گردیده است. حال چنانچه مهندس از مقررات مربوط به نظم عمومی و حرفه ای خود تخلف کرده باشد، با توجه به وجود شرایط تحقق مسئولیت قهری شامل وجود ضرر، فعل زیان‌بار و رابطه سببیت، قهراً باید مسئولیت آن را تحمل بنمایند. [۱۲]

۷- ارکان مسئولیت مدنی

وقوع ضرر، ارتکاب فعل زیان‌بار و رابطه سببیت بین ضرر وارد شده و فعل زیانبار، ارکان مسئولیت مدنی را شکل می‌دهند. در تحقق مسئولیت مدنی حتماً باید فعلی وجود داشته باشد و بدون فعل نمی‌توان ضرری را منتسب به غیر نمود. هر کس در جامعه مسئول اعمال خویش است، در مسئولیت قهری فعل مثبت و منفی وجود دارد و در مسئولیت قراردادی غالباً فعل منفی به همین جهت در بررسی فعل ضرری در مسئولیت قراردادی عنوان «عهدشکنی» یا به عبارتی «ترک فعل» انتخاب شده است. بنابراین در این مورد تقصیر یکی از مبانی مسئولیت مدنی و از شرایط تحقق مسئولیت مدنی می‌باشد. تقصیر در مسئولیت مدنی قهری به مفهوم خاص (اتلاف و تسبیب)، جایگاه و نقشی دوگانه دارد. با این توضیح که تقصیر، در اتلاف هیچ نقشی در تحقق مسئولیت ندارد و اصطلاحاً مسئولیت در اتلاف مقید به تقصیر نمی‌باشد. ازاین‌رو، اثبات بی‌تقصیری متلف درخصوص مسئولیت او بی‌تأثیر است. لکن اصولاً در تسبیب، تقصیر شرط مسئولیت است و بدون تقصیر، ضمان مسبب منتفی است، مگر آنکه خلاف آن صریحاً از سوی قانونگذار مقرر شده باشد و فرض تقصیر حاکم باشد. درمسئولیت مدنی (قهری) نیز اثبات تقصیر مهندس ناظر ضرورت پیدا می‌کند. زیرا درصورتی که حادثه‌ای به وجود آید، چنین فرض می‌شود که اوتخلف کرده است، پس مقصر است و همین تقصیر برای مسئول شناختن او کافی است. چراکه هنگامی که مهندس ناظر با وجود عیب در ساختمان، گواهی پایان ساخت را صادر می‌کند یا اینکه بدون نظارت دقیق در مراحل مختلف گواهی، پایان آن مرحله را تأیید می‌کند یا وقتی که تعهد نظارت ساختمانی را قبول می‌کند، بدون اینکه حتی یکبار در مراحل ساخت حضور یابد، یا اینکه وظیفه خود را به نحو مطلوب انجام نمی‌دهد، در تمام این موارد مرتکب تخلف می‌شود. بنابراین فرض تقصیر و مسئولیت در خصوص او بی مورد نمی‌باشد. مگر اینکه او ثابت کند حوادث خارجی منجربه وقوع حادثه بوده‌اند؛ تنها در این حالت است که او به طور کلی یا جزایی از مسئولیت معاف می‌شود.

مهندس ناظر طبق تبصره ۷م ۱۱۱ قانون شهرداری موظف به نظارت بر عملیات اجرایی ساختمان از حیث انطباق ساختمان با مشخصات مندرج در پروانه، نقشه‌ها و محاسبات فنی می‌باشد.

مقصود و منظور از رابطه سببیت میان فعل زیانبار و زیان نیز بدین صورت شرح داده شده است که باید حیات و امتداد زیان وابسته و معطوف به فعل باشد و اگر این فعل رخ نمی‌داد، زیانی نیز وارد نمی‌گشت. در مواردی علل متعددی موجب ایجاد زیان می‌شوند که در این موارد باید علت اصلی را که زیان را بتوان به آن منتسب نمود، جستجو کرد. در این راستا نظریات مختلفی در عالم تئوری حقوقی وجود دارد و برخی آخرین علت که علت تمام‌کننده ورود زیان است، را علت اصلی می‌دانند و برخی علتی را که تقصیر از ناحیه ایشان سر زده است که در این صورت مهندسان ناظری که رعایت نظامات را انجام نداده باشند و تأییدات نابه‌جا از ایشان سرزده باشد، مسئول جبران خسارات وارده شناخته خواهد شد.

۸- آثار مسئولیت مدنی مهندس ناظر

هدف مسئولیت مدنی اولاً جبران خسارت زیان‌دیده و تسلی خاطر وی، ثانیاً مجازات خطاکار و بازداشتن وی و دیگران از ارتکاب مجدد فعل زیان‌بار و ثالثاً

ایجاد صلح، ثبات و برقراری اخلاقی خاص درجامعه است و بدین سبب آن را شبه جرم می‌نامند، چرا که نظم عمومی جامعه را نیز برهم زده است. برخلاف آنچه تصور می‌شود، جبران خسارت به صورت پرداخت مبلغی پول، تنها هدف مسئولیت مدنی در ارتباط با زیان‌دیده نیست، بلکه جلوگیری از ورود خسارت در آینده و رفع تجاوز نسبت به‌حقوق زیان‌دیده نیز، یکی از اهداف مسلم مسئولیت مدنی است. به طور کلی باید بیان نمود که در یافتن مهم‌ترین هدف مسئولیت مدنی در ارتباط با زیان‌دیده، جبران خسارت وی به صورت پرداخت مبغلی پول یا سایر راه‌های جبران، مانند دستور منع فعالیت و... نقش فرعی و طریقیت دارند و به معنی عام تمام راه‌های اجرایی با هدف حفظ و حمایت حقوق زیان‌دیده که به صلاحدید قاضی اتخاذ می‌گردد، را می‌توان جبران خسارت نامید. [۱۳] با الزام واردکننده زیان به جبران خسارت علاوه بر اینکه وی تنبیه می‌شود، موجبات خشنودی زیان‌دیده نیز فراهم می‌گردد و با این کار حس انتقام‌جویی او فروکش می‌کند. به نظر عده‌ای از حقوقدانان پیشگیری از روی دادن حادثه و ورود زیان مجدد به اشخاص، از جبران خسارت زیان‌دیده حاضر مهم‌تر است.

هدف مسئولیت مدنی اولاً جبران خسارت زیان‌دیده و تسلی خاطر وی، ثانیاً مجازات خطاکار و بازداشتن وی و دیگران از ارتکاب مجدد فعل زیان‌بار و ثالثاً ایجاد صلح، ثبات و برقراری اخلاقی خاص درجامعه است.

۹- مسئولیت کیفری مهندسان ناظر

مسئولیت مصدر صناعی یا جعلی از واژه مسئول و به معنای ضمانت، ضمان، تعهد، مؤاخذه، مسئول بودن، موظف بودن به انجام امری[۱۴] و آنچه که انسان عهده‌دار باشد از وظایف، اعمال و أفعال است. [۱۵] برخی در معنای اصطلاحی «تعهد قانونی شخص بر رفع ضرری که به دیگران وارد کرده است»؛ خواه این ضرر ناشی از تقصیر خود وی باشد یا ناشی از فعالیت او شده باشد، تعریف نموده‌اند. در همین معنی، لفظ ضمان به کار برده شده و معنی آن هر نوع مسئولیت اعم از مالی و کیفری است. [۱۶] پس در حقیقت مسئولیت کیفری عبارت‌اند از الزام فرد به پاسخگویی در قبال اعمال مجرمانه خود. [۱۷] این نوع مسئولیت با مسئولیت مدنی که مربوط به جبران خسارات مالی و ضرر و زیانی که به دلیل تقصیر فرد رخ می‌دهد، و همچنین با مسئولیت انتظامی‌مهندسان ناظر که ناشی از تخلفات مربوط به عدم رعایت نظامات اداری و صنفی نظام‌مهندسی مانند فعالیت بدون مهر نظام‌مهندسی و... متفاوت است.

۱۰- منشأ مسئولیت کیفری مهندسان ناظر

حوادث ناشی از وظایف مهندسان ناظر در ساختمان گاهی به صورت فعل مثبت و گاه به صورت ترک فعل در غالب جرایم عمد و غیرعمد محقق می‌شود. مطابق ماده ۲ ق.م.ا هر رفتاری اعم از فعل یا ترک فعل که در قانون برای آن مجازات تعیین شده است، جرم محسوب می‌شود. لذا مقنن برخی افعال و اعمالی که مهندسان ناظر بر حسب عرف، قرارداد و قوانین خاص مرتکب می‌شوند را به عنوان جرایم خاص مهندسی در غالب جرایم تعزیری جرم‌انگاری نموده است. مراد از منشأ ادله‌ای است که اجرای مسئولیت را در قبال مهندسان ناظر توجیه می‌نماید. در باب منشأ این مسئولیت، سه نظریه وجود دارد:

الف) نظریه تقصیر

در قانون مجازات اسلامی‌مصوب ۱۳۷۰ در باب مسئولیت تحت عنوان تسبیب در جنایت، مسئولیت‌های جزایی را ناشی از تقصیر صریح اعلام نموده بود؛ اما در قانون مجازات اسلامی‌مصوب ۱۳۹۲ این باب حذف گردید. به علت نزدیکی و شباهت مسئولیت پزشک و وکیل به مسئولیت مهندس ناظر ساختمان، برخی یکی از مبانی مسئولیت وی را تقصیر شغلی و حرفه‌ای می‌دانند. بر اساس این نظریه، زمانی که مهندس ناظر و مجری وظایف قانونی و قراردادی را در مقابل صاحب‌کار خود انجام ندهد، نیاز به اثبات تقصیر نیست و تقصیر وی مفروض است. به بیان دیگر زمانی که مجری یا مهندس ناظر به وظایف قانونی خود عمل ننموده و از این حیث زیانی به اشخاص ثالث یا طرف قرارداد وارد شود، چون مهندس ناظر با توجه به قانون نظام‌مهندسی و آئین‌نامه برای اشتغال و نظارت دارای صلاحیت حرفه‌ای است و در اثر تخلف وی خسارت

وارد شده مسئول است و مرتکب تخلف حرفه‌ای شده است. بر مبنای این نظریه، اثبات تقصیر مهندس ناظر ضرورت ندارد، مگر اینکه وی برای رهایی از مسئولیت به قوه قاهره روی آورد. [۱۸]

ب) نظریه خطا

در این نظریه مسئولیت کیفری مهندس ناظر را باید در تخطی شخصی او از آئین‌نامه، نظامات و مسئولیت‌های قانونی و قراردادی وی جستار نمود. به عقیده برخی، مبنای حقیقی مسئولیت کیفری که به دلیل فعل غیر شخص تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرد، اهمال در انجام دادن وظایف مراقبت بر اعمال دیگری و عدم نظارت بر رعایت مقررات است که شخصاً به عنوان ناظر یا به طور کلی دارنده اسمی هر نوع حرفه‌ای اجرای آن را به عهده گرفته‌اند. بر این اساس، در قانون نظام معماری و ساختمانی مصوب ۱۳۵۲ و قانون کار مصوب ۱۳۶۹ و قانون تأمین اجتماعی مصوب ۱۳۵۴ استنباط می‌شود که در صورت اهمال و غفلت در اجرای نظامات دولتی خطای کارفرمایان و مؤدیان مسئول، از جمله مهندس ناظر ساختمان نوعی تخطی قلمداد شده و با اثبات فعل یا ترک فعل، تخطی نیز اثبات می‌گردد. کما اینکه در ماده ۹۵ قانون کار بیان می‌دارد که در صورت بروز حادثه به علت بی‌احتیاطی یا بی‌مبالاتی، مسئولیت متوجه کارفرما بوده مگر، حادثه در محیط کار به مناسبت آن نباشد و وی رعایت نظامات و موارد ایمنی و... را داشته باشد که در این حالت کارگر مسئول عمل خود می‌باشد. [۱۹] لذا شروط تحقق مسئولیت کیفری بر مبنای این نظریه آن است که؛ اولاً فعل یا ترک فعل تخلف از مقرراتی باشد که شخصاً ملتزم به رعایت و اجرای آن باشد و ثانیاً نقض مقررات مذکور عمدی نباشد. [۲۰]

ج) قاعده ضمان

گاهی بنا به شرایطی مهندس ناظر، مسئولیت مدنی ناشی از تخلف قراردادها، تعهدات و الزامات مالی را دارد، اما مبنای مسئولیت کیفری ایشان جرم غیر عمدی یا خطای محض می‌باشد. برای مثال ساختمانی تحت نظارت مهندس ناظر احداث می‌شود، اما بر اثر عوامل پیش‌بینی نشده نشستی ناشی از وجود قنات‌های زیرزمینی، ساختمان فروکش و افرادی کشته می‌شوند که با وجود عدم احراز هرگونه تخلف از نظامات، اهمال و تقصیر ایشان، باز هم مسئولیت متوجه وی خواهد بود. [۲۱]

حوادث ناشی از وظایف مهندسان ناظر در ساختمان گاهی به صورت فعل مثبت و گاه به صورت ترک فعل در غالب جرایم عمد و غیرعمد محقق می‌شود.

۱۱- ارکان مسئولیت کیفری مهندسان ناظر

مسئولیت کیفری، الزام شخص به پاسخگویی در قبال تعرض به دیگران است. خواه به جهت حمایت از حقوق فردی صورت گیرد و خواه به منظور دفاع از جامعه است. در ادامه به تفصیل ارکان مسئولیت کیفری مهندسان ناظر در جرائم ناشی از وظایف مهندسان می‌پردازیم.

الف) رکن قانونی

برای تحقق مسئولیت کیفری می‌بایست ارتکاب رفتاری در قانون به عنوان جرم تصریح شده باشد. ریشه این رکن را باید در اصل قانونی بودن جرم و مجازات جست‌وجو کرد. این اصل، از اصول مسلم حقوق کیفری است و بیان می‌دارد تا زمانی که قوانین حاکم بر یک جامعه عملی را جرم تشخیص نداده و آن را قابل مجازات ندانند، اشخاص در انجام آن عمل آزاد می‌باشند. [۲۲] به موجب اصل ۳۶ قانون اساسی: «حکم به مجازات و اجرای آن باید تنها از طریق دادگاه صالح و به موجب قانون باشد». مستفاد از ماده ۴۹۲ قانون مجازات اسلامی نیز جنایات و حوادث ناشی از ساختمان در صورتی که مستند به رفتار یا عملکرد مهندسان ناظر باشد، خواه به نحو مباشرت و خواه به نحو تسبیب می‌تواند موجب قصاص یا دیه شود. در ماده ۵۰۶ قانون اخیر در فصل ششم تحت عنوان موجبات ضمان، می‌توان استنتاج نمود، زمانی که مهندسان ناظر سبب تلف شدن یا مصدومیت کارگران یا امکانات ساختمان را فراهم کند و خود مستقیماً مرتکب جنایت نشود به طوری که در صورت فقدان تخلف وی، جنایت حاصل نمی‌شد، از باب تسبیب وی واجد مسئولیت کیفری دانسته است.

ب) رکن مادی

تحقق جرم موکول به بروز عوارض بیرونی اراده ارتکاب جرم است. تا وقتی مظهر خارجی اراده به صورت‌هایی مانند فعل یا ترک فعل تحقق نیافته، جرم

واقـع نمی‌شـود. بنابراین صرف داشـتن عقیده، اندیشـه و قصـد ارتکاب جرم بـدون انجـام هیچگونه عمل مـادی قابل تعقیب نمی‌باشـد، زیرا اصـولاً موارد مزبور به تنهایی قابل کشـف نیسـتند. لذا تحقق و بروز فعل یا ترک فعل جهت انتساب عنوان مجرمانه لازم و ضروری می‌باشد.

ج) رکن معنوی

وجود یک عمل مادی که قانون آن را جرم دانسته برای احراز مجرمیت مهندس ناظر و مجازات وی کافی نیست. مهندس ناظر باید از نظر روانـی یـا بر ارتـکاب جرم انجـام یافته قصـد مجرمانه و عمد داشـته باشـد یـا در اجرای عمل به نحـوی از انحا و بی آنکه قصد منجزی بر ارتکاب بزه از او سر بزند، خطایی انجام دهد که بتوان وی را مستحق مسئولیت جزایی (در صورت وجود این مسئولیت) شناخت. [۲۳] در جرایـم غیرعمـدی نتیجـه عمـل، مـورد اراده و مقصـود و مطلوب مرتکب نیست، ولی چون مرتکب نتیجه را پیش‌بینی نکرده است، از این جهت خطاکار محسوب و مستوجب کیفر است. شرط اساسی در این قبیل جرایم احراز وجود رابطه علیت میان واقعه (مثل قتل یا جرح) و خطای مرتکب (بی‌احتیاطی و عدم مهارت و غیره) اسـت. در واقـع خطا یا تقصیر مهندسـان ناظر که می‌تـوان به موجب ماده ۱۴۵ قانـون مجازات اسـلامی تقصیر را بی‌احتیاطی و یا بی‌مبالاتی دانسـت، باید در چهارچوب عدم مهارت، عدم رعایت نظامات، غفلت و مسامحه باشند.

زمانی که مهندس ناظر و مجری وظایف قانونی و قراردادی را در مقابل صاحب‌کار خود انجام ندهد، نیاز به اثبات تقصیر نیست و تقصیر وی مفروض است.

۱۲- جرایم مهندسان ناظر

بـا عنایـت بـه قانـون مجـازات اسلامی سـال ۱۳۹۲، مصادیـق تقصیـر جزائی عبارت‌انـد از: بی‌احتیاطـی، بی‌مبالاتـی، عدم مهارت و عـدم رعایت نظامات دولتی. لازمه اعمال مجازات در جرائم غیر عمدی وجود خطای کیفری است و تنها ارتکاب عمل مادی کافی نیسـت تا بتوان فرد را در معرض مسـئولیت و مجـازات قـرار داد و بایـد در ایـن عمل مرتکـب، خطایی اعـم از بی‌احتیاطی و بی‌مبالاتی و... انجام دهد. بر این اساس جرائم مهندسان ناظر ساختمانی را می‌توان به دو دسته اساسی تقسیم نمود که عبارت‌اند از:

۱- قصور و سهل‌انگاری در امور مهندسی،

۲- تخلف از قوانین و مقررات مهندسی.

بر اسـاس ماده ۱۴۵ ق.م.ا، گاه جرم به صورت غیر عمد و گاه خطای محض واقع می‌شود. رکن معنوی این جرایم تقصیر یا خطای جزایی است و لذا احراز و اثبات رابطه سببیت میان قتل تقصیر مرتکب جهت تحقق جرم الزامی است. مطابق تبصره ماده فوق‌الذکر تقصیر اعم از بی‌احتیاطی و بی‌مبالاتی اسـت. گاه نیز جرایم ناشی از تدلیس و تخلف مهندس ناظر می‌باشد، که این صورت کمتر قابل تصور اسـت، زیرا در اغلب موارد سـازنده که با عملیات فریبکاری و دسیسـه دیگـری یا دولـت را فریب می‌دهد و ناظر ممکن اسـت با وی تبانی کند یا معاونت در تدلیس نماید، مگر خود شرکت تدلیس نموده و می‌تواند به این عنوان نیز مورد تعقیب قرار گیرد. در این عنوان مجرمانه با عنایت به ماده ۵۹۹ قانون مجازات اسـلامی (کتاب پنجـم تعزیرات) عنصر مادی، تدلیس در معامله دولتی است که به صورت غیر واقعی جلـوه دادن قیمت یا صفت یا مقدار جنس یا تقلب در ساختن آن محقق می‌شود.

الف-قصـور و سـهل‌انگاری در امـور مهندسی

لازمه اعمال مجـازات در جرائم غیر عمدی وجـود خطـای کیفـری اسـت و تنهـا بـا ارتـکاب عمـل مـادی نمی‌توان کسـی را در معرض مسـئولیت و مجازات قرار داد، بلکه فـرد بایـد در عمـل مرتکـب خطایـی اعم از بی‌احتیاطـی، بی‌مبالاتی و عـدم مهارت و عـدم رعایـت نظامات دولتی شـده باشـد تا مسـتحق مجـازات باشـد. مصادیق خطای جزایـی قابـل تسـری بـه جرایـم خاصـی مانند جرائم مهندسـی و... می‌باشـد. پس برایـن اسـاس بـه تشـریح قصور مهندسـی می‌پردازیـم. تقصیـر در تبصـره مـاده ۱۴۵ ق.م.ا اعـم از بی‌احتیاطـی و بی‌مبالاتـی اسـت که مسـامحه، غفلت، عـدم مهارت و عدم رعایـت نظامات دولتـی و مانند آن‌ها، حسـب مـورد، از مصادیـق بی‌احتیاطـی یا بی‌مبالاتـی محسـوب می‌شـود. بنابرایـن عـدم دقت در طراحی و محاسـبه صحیح و سـهل‌انگاری در نظـارت بر ساخت‌وسـاز را می‌تـوان نوعـی تقصیر قلمـداد کـرد. برای مثـال، اشـتباه محاسـباتی مهنـدس کـه

مقاومت خاک محل طراحی را نمی‌دانند و مقاومتی حدودی را در نظر گرفته و موجب خسارت می‌شود. اگرچه این فعل نوعی تقصیر است اما در اصطلاح مهندسی و حقوقی به معنی قصور و سهل‌انگاری در انجام وظیفه حرفه‌ای به کار برده می‌شود. [۲۴] لذا ملاحظه می‌شود، بی‌مبالاتی مانند بی‌احتیاطی مفهومی‌عرفی دارد و این عرف خاص است که مشخص می‌کند فردی که بر اثر عدم اقدام به عملی موجب ورود خسارتی شده است، باید اقدام به آن امری می‌نمود. در خصوص بی‌احتیاطی، معیار و آنچه در ارزیابی و تشخیص خطا باید تشخیص داده شود، این است که عمل واقع شده در زمان و مکان معین و تحت شرایط خاص، عرفاً قابل پیش‌بینی بوده و برای یک فرد عادی توان پیش‌بینی وقوع نتیجه آن را دارد یا خیر. بنابراین ضابطه تشخیص بی‌احتیاطی در مباحث تخصصی، عرف خبرگان و نظریه کارشناسان معتبر خواهد بود.

ب- تخلف از قوانین و مقررات مهندسی

عدم رعایت نظامات دولتی به بعضی انجام ندادن و عمل نکردن به قوانین دولت و نظمی که دولت برقرار کرده است، آمده و منظور از آن رعایت نکردن هر دستوری است که ضمانت اجرا داشته باشد. خواه به صورت قانون خواه به صورت نظام‌نامه باشد. در مورد مهندسان ساختمان این نظامات خاص شامل قانون وآئین‌نامه اجرایی نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان و بخشنامه‌های سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، وزارت راه و شهرسازی و بخشنامه‌های مربوطه و نشریه‌های تخصص الزامی‌می‌باشد. خطای ناشی از عدم رعایت نظامات دولتی مستقل از بی‌احتیاطی و بی‌مبالاتی و عدم مهارت است که موجب مسئولیت مرتکب آن می‌گردد و به تنهایی نیز برای مسئولیت متهم کافی است و در عوض رعایت نظامات دولتی با عدم مهارت، بی‌مبالاتی و بی‌احتیاطی مانع‌الجمع نیست. به عبارت دیگر، رعایت کامل نظامات دولتی در همه حال به تنهایی کافی برای رفع مسئولیت نیست. جهت تشخیص این نوع خطای جزایی برخلاف بی‌احتیاطی، محکمه نیازی به مراجعه به عرف ندارد، بلکه هرگاه محکمه عدم رعایت نظامات دولتی از ناحیه متهم را احراز نمود، مرتکب خطاکار و مقصر شناخته می‌شود و مسئولیت بر وی باز می‌گردد. از جمله مسئولیت‌های فنی ساختمان ضوابطی است شناخته شده و علمی‌راجع احداث ساختمان که عدم رعایت آن موجب جلوگیری از بهره‌برداری مطلوب ساختمان، عدم مقاومت بنای ساختمان و کم شدن عمر قانونی آن می‌گردد و میزان استحکام آن را در برابر بلایای طبیعی و قهری کاهش می‌دهد و عدم رعایت این اصول از تخلفات مهندس ناظر است. در صورتی که به علت عدم رعایت این نظامات و اطلاق تقصیر بر ناظر، شخصی فوت نماید، با عنایت به تبصره ماده ۱۴۵ قانون مجازات اسلامی‌مصوب ۱۳۹۲ عنصر مادی جرم قتل غیرعمدی است.

۱۳- انتقال مسئولیت

در باب امکان انتقال موقعیت قراردادی و انتقال فرعی قرارداد مهندسان ناظر نیز لازم به ذکر است در اشخاص حقیقی برخی از کارها قائم بر شخص است، به عبارت دیگر شخص باید خودش آن را انجام دهد و نمی‌تواند آن را به دیگر واگذار کند. نظارت مهندسان ناظر نیز امری قائم به شخص بوده و قابل واگذاری به غیر مهندس ناظر نیست و در صورت انتقال فرعی قرارداد توسط وی، این قرارداد معتبر نبوده و مسئولیت مدنی و کیفری حوادث ناشی ازساختمان همچنان بر عهده مهندس ناظر اولیه است. در خصوص اشخاص حقوقی نیز معمولاً کارفرما نظارت بر اجرای پروژه را براساس قرارداد خدمات نظارت به یک شخصیت حقوقی، واگذار می‌نماید. شرکت حقوقی به منظور انجام تعهدات قرارداد، از افراد متخصصی از رشته‌های مختلف مهندسی که مورد نیاز امور نظارت می‌باشد، استفاده نماید.

۱۴- جمع‌بندی

با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان جمع‌بندی مشخصی از آن‌ها را به قرار زیر مورد توجه و دقت قرار داد:

الف- مسئولیت مدنی مهندسین ناظر، شاخه‌ای از مسئولیت مدنی حرفه‌ای است. مشاغل حرفه‌ای یا تخصصی مشاغلی هستند که عامه مردم اطلاعات کافی در خصوص آن‌ها ندارند و تخصصی بودن آن‌ها باعث گردیده تا جامعه از شاغلان حرفه‌های تخصصی انتظار داشته باشد تا دقت و ظرافت بیشتری در انجام وظیفه شغلی خود داشته باشند و لزوماً به خطا و اشتباهات آنان با اغماض کمتری بنگرد. به لحاظ اهمیت وظایف شغلی مهندسان ناظر و اینکه در انجام وظایف شغلی آنان دخالت عوامل خارجی کمتر راه دارد، تعهد آن‌ها (ناظران) به نتیجه است. بنابراین در صورت وجود عیب یا ورود خسارت در مراحل ساخت یا پس از آن او مقصر است مگر اینکه انتساب عیوب و خسارات به حوادث خارجی اثبات شود. مهندس ناظر با صدور گواهی‌های مرحله‌ای

و پایـان کار، رعایـت تمامی‌مقـررات و ضوابط حاکم بر امر ساخت‌وسـاز را تأیید می‌نمایـد و از طـرف دیگـر با صدور گواهـی بی‌عیب و نقص بودن سـاختمان را تضمیـن می‌کنـد که از این تضمین صریح و ضمنـی در صورت ایجاد حادثه علیه وی استفاده می‌شود. یکی از ارکان تحقق مسئولیت مدنی مهندس ناظر تقصیر شغلی و حرفه‌ای است و از مواردی که به وسیله آن تقصیر احراز می‌شود عدم رعایت الزامات قانونی است. البته در خصوص مسئولیت مدنی مهندس ناظر اثبات تقصیر ضرورت پیدا نمی‌کند و همین که عیبی یا حادثه‌ای به‌وجود آید، برای مسئول شناختن و مقصر دانستن او کافی است.

ب) از دیگـر سـو، جـرم و تخلف مهندسـی نیز همچون مفهوم عام جـرم دارای معنای نسبی بوده و طبیعی است که شخص جرم‌شناس، حقوقدان و مهندس نظر یکسانی در این زمینه نداشته باشند. بنابراین برای یافتن اجماع چاره‌ای جز مراجعه به تعریف قانونی جرم و تخلف وجود ندارد. مبنای مسئولیت مدنی و کیفـری در حقـوق ایـران بر پایه تقصیر اسـتوار اسـت، امـا مصلحت جامعه و اعتمـاد عمومی اقتضـا می‌کند هرکسـی مسـئول اعمالی باشـد که بـه عنوان امیـن در جامعـه بـر عهـده دارد و این مهم اهمیـت به‌کارگیری نظریـه خطر را در رویـه آشـکار می‌سـازد. بنابرایـن می‌توان گفت مسـئولیت کیفـری و مدنی مهندسان بر پایه تلفیقی از نظریه خطر و تقصیر استوار است. به نظر می‌رسد جرایم مهندسـی اغلب مشـمول عنوان جرائم تعزیری باشـند که قانونگذار به جهـت رعایـت مصالـح جامعه چنیـن جرایمـی‌را وضع کـرده اسـت. گرچه در قوانیـن نظام‌مهندسـی تخلفـات صنفـی و انتظامی‌جرایـم مهندسـی به معنی اخص نمی‌باشـد و در عمـل هـر دو جنبه کیفری و حقوقـی در نظـر گرفتـه می‌شـود، امـا در توجـه بـه آئین‌نامـه انتظامی‌ملاحظـه می‌شـود فقـط در مـوارد معـدودی مـواد آئین‌نامـه اختصـاص بـه تخلفـات صرفـاً انضباطـی و حرفـه‌ای دارد و در بقیـه مـوارد تخلفات عمدتاً واجـد جنبه کیفری نیـز می‌باشـند. همچنیـن در پرونده‌هـای صنفـی مهندسـان نیـز دیـده می‌شـود کـه قضـات و کارشناسـان اغلـب مـوارد تخلفات مهندسی را ناشی از قصور در امر مهندسـی بیان می‌کننـد و احراز تقصیر را بر مبنای تبصره ماده ۱۴۵ قانون مجازات اسلامی‌مصوب ۱۳۹۲ مسـامحه، غفلت، عـدم مهارت و عدم رعایت نظامات دولتی و ماننـد آن‌هـا را در مـورد بـزه رخ داده، کنکاش می‌نمایند.

مراجع:

[۱] آخه بات عزیزی، تحلیل ابعاد قانونی مسئولیت مهندس ناظر و پیمانکار ساختمان، فصلنامه بین المللی قانون یار، دوره چهارم، شماره چهاردهم، تابستان ۱۳۹۹، صص ۵۴۷-۵۷۵

[۲] نبی پور، محمد، میاری، مریم، پژوهش در مهندسی عمران و معماری ایران، شماره ۱۹، زمستان ۱۳۹۹، ص ۱۲ - ۱

[۳] رضایی رودسری،هادی، مسئولیت مدنی مهندس ناظر ساختمان، پایان نامه کارشناسی ارشد حقوق خصوصی، دانشگاه قم، ۱۳۸۱،ص ۷۸

[۴] ذوقیان، سعید، مسئولیت مدنی ناشی از ساخت و ساز، پایان نامه کارشناسی ارشد حقوق خصوصی، دانشگاه آزاد

[۵] رضایی رودسری،هادی، مسئولیت مدنی مهندس ناظر ساختمان، پایان نامه کارشناسی ارشد حقوق خصوصی، دانشگاه قم، ۱۳۸۱،ص ۷۸

[۶] میررضایی رودسری،هادی.(۱۳۸۱) «مسئولیت مدنی مهندس ناظر ساختمان»، کارشناسی ارشد، دانشگاه قم، ص۱۶۸.

[۷] شهپری نقاش، زهرا (۱۳۹۴)، مسئولیت کیفری مهندس ناظر ساختمان، پایاننامه اخذ مدرک کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور استان تهران، دانشکده حقوق، ص ۳۰

[۸] معین،محمد،فرهنگ فارسی، تهران،جلد سوم،نشر امیر کبیر،چاپ هشتم،۱۳۷۱،ص ۴۰۷۷

[۹] یزدانیان،علی رضا،قلمرو مسئولیت مدنی، تهران، نشر ادبستان،چاپ اول،۱۳۷۹،ص ۲۶

[۱۰] توزیان،ناصر،مسئولیت مدنی،)الزام‌های خارج از قرارداد(تهران،نشر دانشگاه تهران،چاپ دهم، ۱۳۹۰،ص ۷

[۱۱] جعفری لنگرودی، محمدجعفر (۱۳۸۸)، ترمینولوژی حقوق، چاپ سوم، تهران: کتابخانه گنج دانش، ص۶۴۳

[۱۲] شهپری نقاش، زهرا (۱۳۹۴)، مسئولیت کیفری مهندس ناظر ساختمان، پایاننامه اخذ مدرک کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور استان تهران، دانشکده حقوق، ص ۳۰

[۱۳] بادینی‌ح.۱۳۹۲.فلسفه‌ی‌مسئولیت‌مدنی.تهران: شرکت‌سهامی‌انتشار،ص۱۷۸.

[۱۴] دهخدا،علی اکبر(۱۳۸۳)،لغتنامه دهخدا،چاپ اول،انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ص۴۴

[۱۵] عمید، حسن (۱۳۶۳)، فرهنگ عمید، جلد سوم، چاپ دوم، تهران: موسسه انتشارات امیرکبیر، ص۲۲۳۴

[۱۶] جعفری لنگرودی، محمدجعفر (۱۳۸۸)، ترمینولوژی حقوق، چاپ سوم، تهران: کتابخانه گنج دانش، ص۲۶۴

[۱۷] نوربها، رضا (۱۳۸۷)، زمینه حقوق جزای عمومی، چاپ بیست و یکم، تهران: انتشارات گنج دانش، ص۱۸۷

[۱۸] مرادی زادگان، سولماز (۱۳۸۵)، مسئولیت مهندس ناظر، پایان نامه اخذ مدرک کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد نراق، دانشکده حقوق، ص۷۴

[۱۹] اردبیلی، محمدعلی (۱۳۹۴)، حقوق جزای عمومی، جلد دوم، چاپ سی و دوم، تهران: انتشارات میزان، ص۸۲

[۲۰] فلاح، محمد (۱۳۹۱)، جرایم و تخلفات مهندسی ساختمان در حقوق ایران، چاپ اول، انتشارات حقوقی، ص۹۴

[۲۱] صالح ولیدی، محمد (۱۳۷۴)، حقوق جزای عمومی، جلد سوم، چاپ دوم، تهران: نشر داد، ص۱۳۶

[۲۲] گلدوزیان، ایرج (۱۳۹۵)، بایسته‌های حقوق جزای عمومی، چاپ دوازدهم، تهران: میزان، ص۷۳

[۲۳] نوربها، رضا (۱۳۸۷)، زمینه حقوق جزای عمومی، چاپ بیست و یکم، تهران: انتشارات گنج دانش،ص۱۹۶

[۲۴] قاسم زاده، ناز آفرین؛ فرامرزی رزینی، فاطمه؛ علی پور قوشچی، سلمان؛ صالحی، سید مهدی (۱۳۹۳)، مسئولیت پزشک در قانون مجازات اسلامی۱۳۹۲، مجله ایرانی اخلاق و تاریخ پزشکی، دوره هفتم، شماره ۴، ص۶

آیا تنها مهندسان ناظر مسئول اجرای صحیح مقررات ملی ساختمان هستند؟

مجید شاه‌اویسی

کارشناس ارشد مهندسی عمران، دکتری برنامه‌ریزی استراتژیک- دانشگاه علم و صنعت ایران

مقدمه

غالباً مهندسـان ناظر عمده مسئولیت خود را متوجه مسائل فنـی در کارگاه می‌داننـد، غافـل از اینکـه هنگام بروز سـوانح خسارت‌بار حین اجرای عملیات ساختمانی و حتی در زمان بهره‌بـرداری آنچه بایـد مورد توجه قرار گیرد، نه فقط مسـائل فنی و تکنیکی است بلکه شامل مسائل حقوقی و قضایی نیز می‌شود. متأسفانه مهندسان به طور معمول از این دانش کم بهره‌اند. توجه به مشکلات عدیده مهندسان ناظر در مواجهه با این سـوانح و حضور در محاکم قضایی و آشـنایی ناکافی با موضوعـات و نـکات حقوقـی مربوط به حرفه خود، متأسـفانه در اغلـب اوقات مدارک و مسـتندات محتـوای پرونده و حتی اظهارات خود مهندسـان بر علیه آنان بوده که نهایتاً منجر به محکومیتشان به دلیل ناآگاهی با مباحث مسئولیت کیفری می‌گـردد. در این یادداشـت سـعی بر این شـده کـه به‌صورت چکیده مسائل حقوقی مسئولیت مهندسان ناظر ساختمان بررسی گردد.

بخش اول: مسئولیت مراعات مقررات ملی ساختمان با چه اشخاص حقیقی یا حقوقی است؟

مـاده ۱۵: وظایف و اختیارات هیئت مدیـره- ردیف چهارم از

اهم وظایف و اختیارات هیئت مدیره به شرح زیر است:
۴ - همکاری با مراجع مسئول در امر کنترل ساختمان از قبیل اجرای دقیق و صحیح مقررات ملی ساختمان و ضوابط طرح‌های جامع، تفصیلی وهادی شهرها توسط اعضای سازمان حسب درخواست.

مـاده ۳۴: رعایت مقـررات ملـی سـاختمان- شـهرداری‌ها و سـایر مراجـع صـدور پروانـه و کنترل و نظارت بـر اجرای سـاختمان و امور شهرسـازی، مجریـان سـاختمان‌ها و تأسیسـات دولتـی و عمومی، صاحبـان حرفه‌هـای مهندسـی سـاختمان، شهرسـازی، مالـکان و کارفرمایان در شهرها، شهرک‌ها و شهرستان‌ها و سایر نقاط واقع در حوزه شـمول مقررات ملی ساختمان و ضوابط و مقررات شهرسازی مکلف‌اند مقررات ملی ساختمان را رعایت نمایند.

وظیفه ناظران منحصر به انطباق ساختمان با مشخصات مندرج در پروانه، نقشه‌ها و محاسبات فنی ضمیمه بوده است.

مـوادی از آئین‌نامـه اجرایـی مـاده ۳۳ قانـون نظام‌مهندسـی و کنترل‌ساختمان

مـاده ۱۰: مجری ساختمان نماینده فنی صاحبکار در اجرای ساختمان بوده و پاسـخگوی کلیه مراحل اجرای کار به ناظر و دیگر مراجع کنترل سـاختمان می‌باشد.

مـاده ۱۹: سـازمان نظام‌مهندسـی سـاختمان اسـتان و سـایر مراجـع کنترل سـاختمان می‌تواننـد عملکـرد اجرایـی اشـخاص حقوقـی و دفاتر مهندسـی اجـرای سـاختمان را بررسـی نمایند و مکلف‌انـد در صورت اطلاع و مشـاهده هرگونه تخلف، مراتب را برای بررسـی و اتخاذ تصمیم، حسـب مورد به سازمان مسکن و شهرسازی استان و شورای انتظامی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان اعلام تا در صورت محکومیت نسـبت به برخورد انضباطی تا حد ابطال پروانه اشتغال اقدام نمایند.

مـاده ۲۲: ناظـران مکلف‌انـد بر عملیات اجرایی سـاختمانی که تحت نظارت آن‌هـا احـداث می‌گـردد از لحـاظ انطبـاق سـاختمان بـا مشـخصات منـدرج در پروانـه، نقشـه‌ها و محاسـبات فنی ضمیمه آن نظـارت کـرده و در پایان کار مطابقـت عملیات اجرایی سـاختمان را با مدارک فـوق، گواهی نمایند. هرگاه ناظران در حین اجرا با تخلفی برخورد نمایند باید مورد را به مرجع صدور پروانه سـاختمان و سازمان نظام‌مهندسی سـاختمان استان و یا دفاتر نمایندگی آن حسب مورد اعلام نمایند.

مـاده ۲۹: سـازمان نظام‌مهندسـی سـاختمان اسـتان درزمینه رعایت مقررات ملی ساختمان و حسن اجرای عملیات ساختمانی دارای وظایف زیر می‌باشد:
الف- نظارت بر حسن انجام خدمات مهندسی که توسط اعضای آن سازمان ارائـه می‌گردد و انجام کنترل‌هـای لازم به صورت کامل و یا موردی برای انجام وظایف قانونی سازمان.

مـاده ۳۰: وزارت مسکن و شهرسازی به‌عنوان ناظر عالی در زمینه ساخت‌وساز، بر عملکرد سـازمان‌های عهده‌دار کنترل و اجرا درزمینه رعایت دقیق مقررات ملی سـاختمان و ضوابط شهرسـازی نظـارت می‌نماید و در صورت مشـاهده هرگونـه تخلـف، مـوارد را بـه مراجـع صدور پروانه سـاختمان و سـازمان نظام‌مهندسی سـاختمان اسـتان اعـلام نمـوده و تـا رفـع تخلـف، موضـوع را از مراجـع قانونـی و در صـورت لـزوم مراجـع قضایـی پیگیـری می‌نماید.

بخش دوم: حیطه مسئولیت مهندسان ناظر تا چه حدی است؟

الـف) مـاده ۳۵ آئین‌نامـه اجرایی مـاده ۳۳ قانـون نظام‌مهندسـی و کنترل سـاختمان - شـهرداری‌ها و سـایر مراجع صـدور پروانه سـاختمان در مـورد سـاختمان‌هایی کـه پـس از ابـلاغ ایـن آئین‌نامـه بـرای آن‌هـا پروانـه سـاختمان صادر می‌کننـد، در زمان خاتمـه کار و تقاضای پایـان کار، موظف‌اند شناسـنامه فنـی و ملکـی سـاختمان را از متقاضـی مطالبـه و گواهـی پایـان کار را بر اساس آن صادر نمایند.

بخشـی از بنـد الف مـاده ۶۰ قانـون برنامه پنج‌سـاله ششـم- شـهرداری‌ها مکلف‌انـد نسـبت بـه درج الـزام رعایـت مقـررات ملی سـاختمان در پروانه‌های سـاختمانی اقدام نماینـد. صـدور پایـان کار بـرای واحدهـای احداث شـده بر مبنای این پروانه‌ها، منوط به رعایت کامل این مقررات است.

بـا توجـه به مـواد قانونی فوق‌الاشـاره کاملاً مشـخص اسـت که صدور پایـان کار وظیفه

شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان است و عدم آشنایی برخی از مهندسان با مسائل حقوقی باعث شده که مراجع کنترل‌کننده مقررات ملی ساختمان مسئولیت‌های قانونی خود را بر ناظران تحمیل نمایند و متأسفانه در این مورد آسیب‌های زیادی متوجه مهندسان ناظر گردیده است. به‌عنوان نمونه، رویه نادرست بعضی شهرداری‌ها به گونه‌ایست که مهندسان ناظر را مجاب به صدور گواهی پایان کار می‌نمایند در صورتی که همانگونه که اشاره شد صدور پایان کار از وظایف و تکالیف شهرداری‌هاست.

ب) نمونه دیگر گواهی اتمام عملیات ساختمانی برای ساختمان‌هایی است که پرونده تخلف ساختمانی آن‌ها به کمیسیون ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها ارجاع و با پرداخت جریمه، پرونده رفع تخلف می‌شود. در بسیاری از پرونده‌های ساختمانی، تخلفات شهرسازی و فنی صورت می‌گیرد که علی‌رغم گزارش به موقع اعلام وقوع تخلف توسط ناظر، به دلایلی توقف کار صورت نگرفته و یا اگر صورت می‌گیرد، درنهایت با ارجاع پرونده به کمیسیون ماده ۱۰۰ و با پرداخت جریمه، پرونده رفع تخلف می‌شود.

با توجه به تبصره ۷ ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها اصلاحی ۱۳۵۸/۶/۲۷ وظیفه ناظر ارائه گزارش به موقع مراحل پیشرفت فیزیکی کار و تخلفات ساختمانی احتمالی سازنده به مرجع صدور پروانه (شهرداری) است و لذا ارائه به موقع گزارش‌های مرحله‌ای رافع مسئولیت ناظر است. لیکن نکته مهم و قابل توجه آن است که مطابق روال معمول در صدور پایان کار، مهندس ناظر بر اساس فرمت از پیش تعیین‌شده، اتمام عملیات ساختمانی را با رعایت ضوابط، مقررات و کلیه اصول فنی و معماری مقرر شده در پروانه ساختمانی اعلام و گواهی اتمام عملیات ساختمانی را تأیید می‌کند که مسئولیت هرگونه نقص ناشی از عدم رعایت ضوابط و مقررات و اصول فنی و ساختمان را عهده‌دار می‌گردد.

مسئولیت مدنی مهندس ناظر شامل مفهوم عام مسئولیت مدنی می‌باشد زیرا هم مسئولیت قهری را در بر می‌گیرد و هم مسئولیت قراردادی.

خلاصه اینکه تأیید موارد مندرج در برگ اتمام عملیات ساختمانی پس از صدور گواهی عدم تخلف توسط ناظر، از مصادیق گزارش خلاف واقع بوده و در صورت طرح موضوع در مراجع قضایی، این سند از نظر حقوقی می‌تواند علیه ناظر مورد استناد قرار گیرد.

ج) مرور زمان در مسئولیت مدنی مهندسان: مرور زمان عبارت‌اند از اینکه پس از گذشت مدتی از وقوع جرم، تعقیب کیفری یا صدور حکم مجازات و یا اجرای آن صورت نخواهد گرفت. مرور زمان در مسئولیت مدنی مهندسان بدین معناست که مهندس پس از اتمام کار و تحویل آن تا زمان معینی، مسئول برطرف کردن عیوب ساختمان و جبران خسارات می‌باشد و پس از آن، دعوی علیه مهندس قابلیت استماع ندارد.

متأسفانه در قوانین مدنی و قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، محدودیت زمانی برای مسئولیت‌های ناشی از خدمات مهندسی پیش‌بینی نشده است. درحالی‌که در سایر صنوف و مشاغل چهارچوب‌های مشخص، زمان معین و محدود برای مسئولیت‌های مترتب از خدمات ارائه شده وجود دارد. در واقع سیستم حقوقی از یک خلأ قانونی در این زمینه رنج می‌برد. بنابراین طبق قوانین کشور مهندس «تا پایان عمر مفید ساختمان» در قبال حوادث ناشی از ارائه خدمات مهندسی چه واقعی و چه غیرواقعی (صوری) مسئول است. نکته مهم آنکه تعریف درستی از میزان عمر مفید ساختمان در قوانین وجود ندارد و این موضوع بسته به نوع حادثه پیش آمده و نظر کارشناس رسمی دادگستری تعیین می‌شود.

بخش سوم: تخلفات مهندسان ناظر و سایر اشخاص حقیقی یا حقوقی مسئول مراعات مقررات ملی ساختمان

رسیدگی به تخلفات مهندسان ناظر ناشی از استنکاف در انجام وظایف قانونی از دو جنبه انتظامی و قضایی قابل بررسی و رسیدگی است. عدم انجام مسئولیت‌های قانونی واگذارشده به مهندسان ناظر مطابق آنچه در قسمت‌های قبل اشاره شد، منجر به مواجه شدن احتمالی مهندسان ناظر با گونه خاصی از مجازات مندرج در قانون مجازات اسلامی یعنی «دیات» می‌شود.

بر این اساس درصورتی که مهندسان ناظر برابر رأی قطعی مرجع صالح قضایی در بروز حوادث به وقوع پیوسته در کارگاه از سوی کارشناسان بررسی کننده حادثه مقصر تشخیص داده شوند، به نسبت میزان «تقصیر» و «تأثیر رفتار» خویش عهده‌دار پرداخت بخشی از دیه حادثه دیده خواهند بود.

مطابق تبصره ماده ۱۴۵ قانون مجازات اسلامی«تقصیر» اعم از بی‌احتیاطی و بی‌مبالاتی است. مسامحه، غفلت، عدم مهارت و عدم رعایت نظامات دولتی و مانند آن‌ها حسب مورد از مصادیق بی‌احتیاطی یا بی‌مبالاتی است.

در برخی موارد سهم دیه واگذارشده به مهندس ناظر در خصوص یک حادثه به مراتب بیشتر از حق‌الزحمه مهندس ناظر برای نظارت در پروژه محل وقوع حادثه است.

صدور پایان کار برای واحدهای احداث شده بر مبنای این پروانه‌ها، منوط به رعایت کامل مقررات ملی ساختمان است.

بخش چهارم: مسئولیت‌های انتظامی، مدنی و کیفری مهندسان ناظر ساختمان

در ادبیات حقوقی سه نوع مسئولیت برای انجام خدمات مهندسی ساختمان قابل تصور است که عبارت‌اند از:

۱- مسئولیت انتظامی: ناظر بر مسئولیت ناشی از نقض آن دسته از تکالیف قانونی است که بر گروه مشخصی به واسطه عضویت در صنف یا حرفه خاصی اعمال می‌شود. به عبارت دیگر مسئولیت انتظامی مترادف با مجازات حرفه‌ای (مانند محرومیت حرفه‌ای) است که مثلاً در خصوص مهندسان ساختمان در مواد ۹۰ و ۹۱ آئین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴ آمده است.

به موجب ماده ۳۴ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان «عدم رعایت مقررات ملی ساختمان و ضوابط و مقررات شهرسازی» تخلف محسوب می‌شود.

۲- مسئولیت مدنی (مالی): هر زمان که شخصی ناگزیر از جبران خسارت باشد، در واقع دارای مسئولیت مدنی است. این مسئولیت از یک سو، ناشی از عقد قرارداد بوده و از سوی دیگر، از سببی قانونی نشأت می‌گیرد. مانند مسئولیت مهندسی که سبب ورود خسارت به بهره‌بردار به دلیل عدم رعایت وظایف قانونی و یا مقررات ملی ساختمان می‌شود.

مسئولیت مدنی مهندس ناظر شامل مفهوم عام مسئولیت مدنی می‌باشد زیرا هم مسئولیت قهری را در بر می‌گیرد و هم مسئولیت قراردادی. اگرچه مسئولیت مهندس ناظر در مقابل مالک اغلب بر اساس مسئولیت قراردادی می‌باشد، اما از آنجا که جز مالک عوامل مختلفی در ساخت یک ساختمان دخالت دارند و ممکن است در طول حیات خویش به کرات مورد معامله واقع شده و به ملکیت افرادی که در ید طرف قرارداد تعهد نظارت نبوده‌اند درآید، بنابراین مسئولیت مهندس ناظر در مقابل این افراد از نوع قهری خواهد بود.

برای تحقق مسئولیت مدنی وجود سه عنصر زیان، فعل یا ترک فعل زیان‌بار و رابطه سببیت بین دو عنصر فوق ضروری است.

از موضوعات بسیار رایج مسئولیت در مهندسی ساختمان، تقصیر است. چه در جنبه مدنی (تعدی و تفریط) و چه در جنبه کیفری (بی‌احتیاطی، بی‌مبالاتی، عدم مهارت و عدم رعایت نظامات دولتی) به‌نحوی که به محض بروز حادثه، نقصان یا ادعایی، غالباً تعیین مقصر مدنظر قرار می‌گیرد.

قانون مسئولیت مدنی مصوب ۷ اردیبهشت ۱۳۳۹ - وفق ماده ۱۲ این قانون، کارفرمایانی که مشمول قانون کار هستند، مسئول جبران خساراتی‌اند که از طرف کارکنان اداری و یا کارگران آنان در حین انجام کار یا به مناسبت آن وارد شده است، مگر اینکه محرز شود تمام احتیاط‌هایی که اوضاع و احوال قضیه ایجاب می‌نموده به عمل آورده و یا اینکه اگر احتیاط‌های مزبور را به عمل می‌آورند، باز هم جلوگیری از ورود زیان مقدور نمی‌بود؛ کارفرما می‌تواند به واردکننده خسارت درصورتی که مطابق قانون مسئول شناخته شود، مراجعه نماید.

ماده ۵۱۷ اگر مالک یا کسی که عهده‌دار احداث ملکی است، بنایی را به نحو مجاز بسازد یا بالکن و مانند آن را با رعایت نکات ایمنی و ضوابط فنی که در استحکام بنا لازم است در محل مجاز احداث کند و اتفاقاً موجب آسیب یا خسارت گردد، ضامن نیست.

تبصره اگر عمل غیرمجاز به‌گونه‌ای باشد که نتوان آن را به مالک مستند نمود مانند آنکه مستند به مهندسان ذی‌ربط ساختمان باشد ضمان از مالک منتفی و کسی که عمل مذکور مستند به اوست ضامن است.

با این تحلیل که لحن ماده ۵۱۷ قانون مجازات اسلامی‌به‌گونه‌ای است که مسئولیت مدنی ساختمان در حال احداث یا ساختمانی که زمان کمی از احداث آن گذشته است را به مهندسان ذی‌ربط آن مستند و مرتبط می‌کند و به نوعی اماره مسئولیت مدنی آن‌را ایجاد کرده است. چراکه دقت در صدر ماده نشان می‌دهد که آنچه برای قانونگذار حائز اهمیت است، بودن در امر ساخت است و نه مالک یا مهندس بودن و تبصره ماده نیز گویای آن است که در تعیین عامل زیان، تشخیص رابطه سببیت (انتساب) مهم‌ترین رکن تحقیق مسئولیت مدنی است، مرتبط می‌کند و به نوعی اماره مسئولیت مدنی آن‌را ایجاد کرده است.

۳- مسئولیت کیفری: التزام شخص نسبت به تحمل آثار جزایی رفتار مجرمانه خود. به عنوان مثالی از مسئولیت کیفری برای مهندسان ساختمان می‌توان به پرونده‌های ریزش گود، مرگ خاموش و یا تأیید استحکام بنای ساختمان و قصور مهندسان ناظر اشاره کرد.

در ساخت‌وسازهای ساختمانی، اتفاقاتی پیش می‌آید که علاوه بر مسئولیت مدنی، مسئولیت کیفری نیز برای مهندسان در پی دارد. در مسئولیت مدنی هدف جبران خسارت می‌باشد ولی در مسئولیت کیفری به کیفر رساندن مجرم، تنبیه و اصلاح وی به منظور دفاع از حقوق عامه و نظم عمومی‌می‌باشد.

بر طبق ماده ۶۱۶ قانون مجازات اسلامی‌مصوب ۱۳۹۲ در صورتی که قتل غیر عمد به واسطه بی‌احتیاطی یا بی‌مبالاتی یا اقدام به امری که مرتکب در آن مهارت نداشته است یا به سبب عدم رعایت نظامات واقع شود، مسبب به حبس از یک تا سه سال و نیز به پرداخت دیه در صورت مطالبه از ناحیه اولیای دم محکوم خواهد شد، مگر اینکه خطای محض باشد. عدم اتخاذ تدبیر لازم در خصوص ایمنی کارگاه (مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان و آئین‌نامه حفاظتی مذکور در ماده ۸۵ قانون کار) موجب مسئولیت جزایی مهندس ناظر، مجری و مالک خواهد بود. بنابراین رفع مسئولیت قانونی زمانی مصداق پیدا می‌کند که مهندس ناظر به موقع به وظایف قانونی خود عمل کرده باشد و کتباً تخلفات ایمنی را به شهرداری گزارش دهد.

بر اساس مواد ۲ و ۳ قانون کار، کارگر از لحاظ قانون کار کسی است که به هر عنوان در مقابل دریافت حق‌السعی اعم از مزد حقوق سهم سود و سایر مزایا به درخواست کارفرما کار کند و کارفرما شخصی است حقیقی یا حقوقی که کارگر به درخواست و به حساب او در مقابل دریافت حق‌السعی کار می‌کند.

متأسفانه در بسیاری از محاکم قضائی با استناد به ماده ۱۲ قانون مسئولیت مدنی، قائل به وصف کارفرمائی مهندس ناظر بوده و وی را مسئول جبران خساراتی می‌نمایند. اتخاذ این رویکرد مبتنی بر این نگرش است که مهندس ناظر بتواند وظایف ذاتی، حرفه‌ای و تخصصی خود را به شخص دیگری به نام کارگر منتقل کند و این در حالیست که نظارت مستمر یا ادواری مهندس ناظر قائم‌به‌ذات شخص خود بوده و قابلیت انتقال به غیر مهندس را نخواهد داشت. این تکلیف قانونی به‌آسانی و به‌صراحت در برخی از نصوص قانونی آمده است؛ چنانکه در تبصره ۷ ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها و نیز ماده ۳ آئین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان آمده است. اما متأسفانه بسیاری از محاکم قضائی قائل به این امر نبوده و مهندس ناظر را کارفرما تلقی و مشمول ماده ۱۲ قانون مسئولیت مدنی می‌دانند.

جمع‌بندی

الف) وظیفه ناظران منحصر به انطباق ساختمان با مشخصات مندرج در پروانه، نقشه‌ها و محاسبات فنی ضمیمه بوده و این مطابقت را بایستی گواهی نموده و تخلف از این موارد را به مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان اعلام نمایند.

ب) با توجه به مواد قانونی فوق‌الاشاره علاوه بر مهندس ناظر، سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و هیئت مدیره سازمان، شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه، وزارت راه و شهرسازی و ادارات کل استان‌ها، مجریان ذیصلاح و ناظر هماهنگ‌کننده نیز درزمینه رعایت مقررات ملی ساختمان و حسن اجرای عملیات ساختمانی دارای وظایف خاص خود هستند.

گزیده‌ها

- معرفی روش شبیه‌سازی هیبرید برای بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌ها
- خلاصه‌ای از عملکرد کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست
- نقدی بر مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان (الزامات عمومی ساختمان)
- کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته
- مدل‌سازی تعیین اندازه بهینه ژنراتور الکتریکی بیوگازسوز در یک دامداری با در نظر گرفتن مخزن ذخیره گاز و فرایند هضم بی‌هوازی تحت عدم قطعیت فضولات گاو
- اجلاس هیئت‌عمومی

مائده ذاکرصالحی

دکتری مهندسی عمران، استادیار گروه سازه‌های صنعت برق پژوهشگاه نیرو

معرفی روش شبیه‌سازی هیبرید برای بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌ها

۱- مقدمه

روش شبیه‌سازی هیبرید عددی و آزمایشگاهی یک روش مؤثر، واقع‌گرایانه و کارآمد برای ارزیابی پاسخ دینامیکی و لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای جدید و پیچیده می‌باشد. در این روش، سازه مورد مطالعه به تعدادی زیرسازه‌های عددی و آزمایشگاهی تقسیم شده و پاسخ کل سازه با در نظر گرفتن اندرکنش آنلاین این زیرسازه‌ها تحت بارگذاری مورد نظر به دست می‌آید. مزیت مهمی که روش شبیه‌سازی هیبرید نسبت به همه دیگر روش‌های ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها ایجاد می‌کند این است که امکان استفاده از امکانات چندین آزمایشگاه و نیز چندین نرم‌افزار را به صورت موازی فراهم می‌آورد. همچنین در مقایسه با روش میزلرزه بسیار اقتصادی‌تر می‌باشد؛ چرا که مدل فیزیکی کل سازه مورد نیاز نمی‌باشد. از طرفی نتایج مدل آزمایشگاهی به واقعیت نزدیک‌تر است؛ چون نمونه آزمایشگاهی می‌تواند در مقیاس بزرگ‌تر یا مقیاس واقعی ساخته شود. این مزیت‌ها ضرورت ایجاد، توسعه و بهبود روش شبیه‌سازی هیبرید و به‌کارگیری آن جهت بررسی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای جدید و موجود تحت زلزله‌های شدید را روشن می‌نماید.

در این مقاله ابتدا به معرفی روش شبیه‌سازی هیبرید به عنوان یک روش کارآمد برای ارزیابی رفتار لرزه‌ای سازه‌ها پرداخته می‌شود. سپس انواع بکارگیری شبیه‌سازی هیبرید و نیز مزایای این روش به‌صورت کلی معرفی می‌گردد. در ادامه جهت آشنایی بیشتر، اولین سیستم شبیه‌سازی هیبرید توسعه‌یافته در کشور و اجزای آن معرفی می‌گردد. در انتهای مقاله نیز چند نمونه از کاربردهای این روش به منظور نشان دادن قابلیت‌های آن در استفاده موازی از امکانات چند آزمایشگاه یا نرم‌افزار به منظور بررسی رفتارهای جدید یا پیچیده سازه‌ای ارائه می‌گردد.

۲- روش شبیه‌سازی لرزه‌ای هیبرید عددی و آزمایشگاهی

در روش شبیه‌سازی هیبرید سیستم مورد مطالعه به دو یا چند زیرسازه آزمایشگاهی و عددی تقسیم شده (شکل (۱)) که زیرسازه آزمایشگاهی معمولاً شامل قسمتی از سازه می‌باشد که دارای رفتار پیچیده و ناشناخته بوده به طوری که مدل‌سازی عددی آن مشکل می‌باشد.

در این روش جابه‌جایی‌هایی که به نمونه اعمال می‌شوند توسط کامپیوتر در طول آزمایش تعیین می‌شود. جابه‌جایی‌ها بر اساس نیروهای بازگرداننده‌ای که مستقیماً از نمونه آزمایشگاهی به دست آمده و نیز نیروهای اینرسی و میرایی که از تحلیل‌های عددی به دست می‌آیند، برای یک بارگذاری مشخص تعیین می‌شوند. در این روش برخلاف تحلیل‌های عددی که در آن کل سازه به صورت تئوری مورد بررسی قرار می‌گیرد، برخی مقادیر نیروهای متناظر با سختی، میرایی یا جرم به صورت مستقیم از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی به دست می‌آیند. در طول شبیه‌سازی، زیرسازه‌های آزمایشگاهی در یک یا چند سایت آزمایشگاهی به وسیله اکچویتورهای کنترل‌شونده توسط کامپیوتر بارگذاری می‌شوند؛ در حالی که بخش‌های عددی سازه به طور هم‌زمان بر روی یک یا چند کامپیوتر تحلیل می‌شوند. در شبیه‌سازی هیبرید در صورتی که خصوصیات دینامیکی سازه به صورت عددی مدل‌سازی شود، این تست‌ها می‌توانند توسط جک‌های معمول آزمایش‌های شبه استاتیکی با برقراری لوپ آنلاین تبادل اطلاعات انجام شوند. از یک دیدگاه، شبیه‌سازی هیبرید می‌تواند فرم پیشرفته آزمایش‌های معمول بارگذاری با جک درنظر گرفته شود که در آن تاریخچه بارگذاری برای یک رکورد مشخص زلزله در طول آزمایش تعیین می‌شود. از دیدگاه دیگر، شبیه‌سازی هیبرید یک روش معمول اجزای محدود می‌تواند در نظر گرفته شود که در آن مدل فیزیکی برخی از قسمت‌های سازه در مدل عددی جاسازی شده است.

در روش شبیه‌سازی هیبرید سیستم مورد مطالعه به دو یا چند زیرسازه آزمایشگاهی و عددی تقسیم می‌شود.

شکل ۱- نمونه‌ای از زیرسازه‌های عددی و آزمایشگاهی در یک سیستم شبیه‌سازی هیبرید [۱]

۳- انواع به کارگیری روش شبیه‌سازی هیبرید

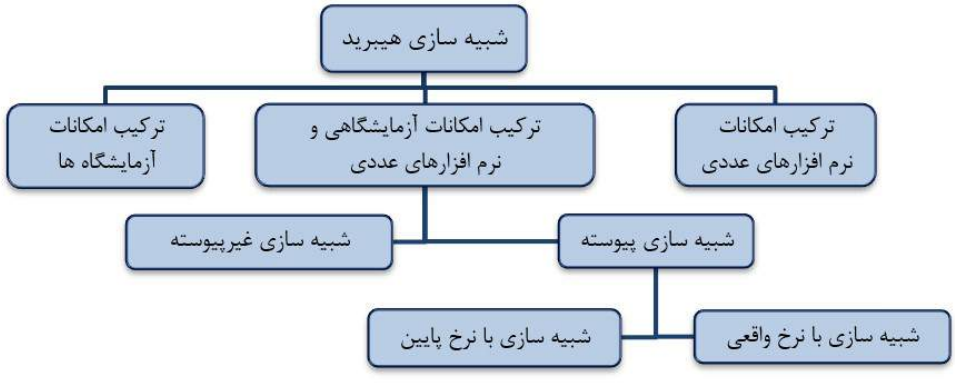
هدف اصلی شبیه‌سازی هیبرید به کارگیری موازی امکانات چند نرم افزار و آزمایشگاه برای شبیه‌سازی هرچه دقیق‌تر پاسخ سازه‌های پیچیده تحت انواع بارگذاری (زلزله، انفجار، باد و...) می‌باشد. اولین تحقیقات در زمینه شبیه‌سازی هیبرید توسط تاکاناشی و همکاران در سال ۱۹۷۵ انجام شده است. از آن تاریخ تا به امروز تحقیقات متنوعی در این زمینه و در نقاط مختلف جهان به ویژه آمریکا و ژاپن انجام شده و پیشرفت‌های زیادی حاصل شده است؛ به طوری که امکان شبیه‌سازی با نرخ واقعی و نیز شبیه‌سازی پیوسته در نقاط مختلف جغرافیایی فراهم شده است. مروری بر این تحقیقات نشان می‌دهد که انواع شبیه‌سازی‌های هیبرید انجام شده را می‌توان به صورت شکل (۲) دسته‌بندی کرد:

۴- مزایای روش شبیه‌سازی هیبرید

- شبیه‌سازی هیبرید نسبت به روش میز لرزه دارای این مزیت مهم است که بسیار اقتصادی‌تر است، چرا که مدل فیزیکی کل سازه مورد نیاز نمی‌باشد. به‌علاوه نتایج مدل آزمایشگاهی به واقعیت نزدیک‌تر می‌باشد، چون نمونه آزمایشگاهی می‌تواند در مقیاس بزرگ‌تر یا مقیاس واقعی ساخته شود[۲]. حتی در مجهزترین آزمایشگاه‌های دنیا، استفاده از روش میز لرزه محدودیت‌های فراوانی از نظر سایز، میزان جرم و نیز تعداد آزمایش‌های ممکن مخصوصاً برای سازه‌های چند درجه آزادی ایجاد می‌کند؛ در حالی که در شبیه‌سازی هیبرید، از آنجا که فقط بخشی از سازه به صورت آزمایشگاهی مدل می‌شود، محدودیت‌های بسیار کمتری وجود دارد.
- شبیه‌سازی هیبرید نسبت به مدل‌سازی‌های کاملاً عددی دارای این مزیت است که بخش‌هایی از سازه که دارای رفتار پیچیده و ناشناخته بوده و مدل رفتاری مناسبی برای آن‌ها وجود ندارد، به صورت آزمایشگاهی شبیه‌سازی می‌شود. به این ترتیب، عدم قطعیت‌هایی که در مورد رفتار اجزای پیچیده و غیرخطی سازه وجود دارد با اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی جایگزین شده و درصد بالایی از تقریب‌های مدل‌های رفتاری عددی حذف می‌شود.

در شبیه‌سازی هیبرید علاوه بر رفتار کلی سازه، امکان مطالعه دقیق رفتار نمونه آزمایشگاهی نیز وجود دارد؛ در حالی که در روش میز لرزه عمدتاً اطلاعات کلی سازه در دسترس است.

شکل ۲- دسته‌بندی انواع به کارگیری شبیه‌سازی هیبرید



• مزیت مهمی که روش شبیه‌سازی هیبرید نسبت به همه دیگر روش‌های ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها ایجاد می‌کند این است که امکان استفاده موازی از امکانات چندین آزمایشگاه و نیز چندین نرم‌افزار را فراهم می‌آورد. با توجه به محدودیت‌های ستاپ‌های آزمایشگاهی سراسر دنیا از نظر سایز و تعداد المان‌هایی که می‌توانند تست شوند، روش «شبیه‌سازی هیبرید در نقاط مختلف جغرافیایی» توسعه پیدا کرده است [۳] که در آن با لینک کردن آزمایشگاه‌های مختلف توسط اینترنت (که حتی ممکن است در قاره‌های متفاوتی قرار داشته باشند)، هریک از اعضای سازه مورد بررسی در مناسب‌ترین آزمایشگاه مدل شده و بقیه سازه نیز در یک یا چند نرم افزار عددی مناسب به صورت عددی شبیه‌سازی شده و سپس با برقراری حلقه تبادل اطلاعات بین این آزمایشگاه‌های فیزیکی و محاسباتی پاسخ سازه به دست می‌آید.

• استفاده از تکنیک زیرسازه در شبیه‌سازی هیبرید این مزیت را ایجاد می‌کند که نه تنها رفتار زیرسازه آزمایشگاهی در اندرکنش با کل سیستم مورد مطالعه به دست می‌آید، بلکه در مقایسه با روش میز لرزه امکان مطالعه جزئی‌تر رفتار زیرسازه آزمایشگاهی را فراهم می‌آورد؛ به این معنی که در شبیه‌سازی هیبرید علاوه بر رفتار کلی سازه، امکان مطالعه دقیق رفتار نمونه آزمایشگاهی نیز وجود دارد؛ در حالی که در روش میز لرزه عمدتاً اطلاعات کلی سازه در دسترس است [۴].

• روش شبیه‌سازی هیبرید ترکیبی از واقع‌گرایی روش آزمایش میز لرزه از یک طرف و سادگی و اقتصادی بودن روش آزمایش شبه استاتیکی از طرف دیگر می‌باشد. در این روش، نه تنها مانند روش شبه استاتیکی می‌توان در طول آزمایش به صورت جزئی در مورد خرابی‌ها اطلاعات به دست آورد، بلکه می‌توان از تجهیزات آزمایشگاهی معمولی مورد استفاده در روش شبه استاتیکی استفاده کرد. به علاوه شبیه‌سازی هیبرید نسبت به آزمایش‌های شبه استاتیکی دارای این مزیت است که رفتار نمونه آزمایشگاهی در اندرکنش با کل سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ در حالی که در آزمایش‌های شبه استاتیکی نمی‌توان به صورت مستقیم ظرفیت استهلاک انرژی نمونه را با ظرفیت لرزه‌ای مورد نیاز به هم مرتبط نمود [۵].

• از آن جا که روش‌های جدید طراحی مانند روش طراحی بر اساس عملکرد، نیازمند درک بهتری از رفتار سازه در محدوده غیر خطی می‌باشد و به علاوه اثر زلزله بر روی سازه در طول زلزله به دلیل طبیعت وابسته به زمان شتاب ورودی و نیز تغییرات خصوصیات سازه (مثلاً سختی آن) مرتباً تغییر می‌کند، مدل‌های تحلیلی معمولاً برای ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها، مخصوصاً اجزای پیچیده و بحرانی سازه تحت زلزله‌های شدید، پاسخگو نبوده و شبیه‌سازی هیبرید به عنوان یک روش کارآمد و قابل اعتماد برای افزایش سطح دانش به منظور بررسی رفتار سیستم‌های سازه‌ای و نیز گسترش مدل‌های تحلیلی بهتر در مقایسه با تحلیل‌های عددی منظور می‌شود [۴].

• روش شبیه‌سازی هیبرید مخصوصاً در مواردی که رفتارهای پیچیده و غیرخطی بزرگ در نواحی خاصی از سازه متمرکز

روش شبیه‌سازی هیبرید ترکیبی از واقع‌گرایی روش آزمایش میز لرزه از یک طرف و سادگی و اقتصادی بودن روش آزمایش شبه استاتیکی از طرف دیگر می‌باشد.

باشد، مفید می‌باشد. مثلاً در سازه‌هایی که دارای جدا سازهای لرزه‌ای می‌باشند، رفتارهای غیرخطی در پایه سازه مشاهده می‌شود، در حالی که سازه بالایی تحت زلزله شدید در محدوده خطی باقی می‌ماند. در این صورت تکنیک زیر سازه به همراه روش شبیه‌سازی هیبرید استفاده می‌شود تا سیستم جداساز لرزه‌ای به صورت آزمایشگاهی مدل‌سازی شده و به صورت هم‌زمان پاسخ خطی سازه بالایی با استفاده از یک مدل‌سازی ساده کامپیوتری تعیین شود.

۵- سیستم شبیه‌سازی هیبرید عددی-آزمایشگاهی در ایران

روش شبیه‌سازی هیبرید عددی و آزمایشگاهی، یک روش مؤثر و اقتصادی برای ارزیابی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای نوین و پیچیده می‌باشد. گرچه این روش برای اولین بار حدود ۴۰ سال پیش به کار گرفته شده است، ولی استفاده از این روش در کشورمان نسبتاً نوین می‌باشد. اولین سیستم شبیه‌سازی هیبرید عددی-آزمایشگاهی در ایران توسط ذاکرصالحی و

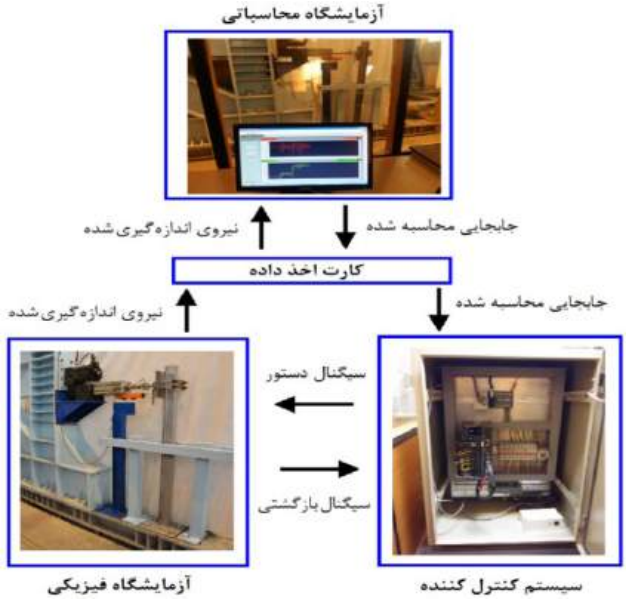
همکاران [۶] در آزمایشگاه سازه دانشگاه تربیت مدرس توسعه پیدا کرده است که اجزای این سیستم در شکل (۳) نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، این سیستم شبیه‌سازی از سه بخش آزمایشگاه محاسباتی، سیستم کنترل‌کننده و آزمایشگاه فیزیکی تشکیل شده است.

آزمایشگاه محاسباتی: وظیفه محاسبه جابه‌جایی دستور را بر عهده دارد. آزمایشگاه محاسباتی شامل یک دستگاه

روش شبیه‌سازی هیبرید عددی و آزمایشگاهی، یک روش مؤثر و اقتصادی برای ارزیابی رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای نوین و پیچیده می‌باشد.

پردازش‌گر می‌باشد که از یک طرف از طریق کارت اخذ داده به سیستم کنترل‌کننده اکچویتور متصل بوده و جابه‌جایی دستور را به این سیستم ارسال می‌کند؛ از طرف دیگر نیز به سنسورها متصل بوده و اطلاعات نیرو و جابه‌جایی اندازه‌گیری شده را دریافت می‌کند. در آزمایشگاه محاسباتی سیستم شبیه‌سازی هیبرید برپاشده، برنامه‌نویسی‌ها در دو محیط MATLAB و LabVIEW انجام شده است.

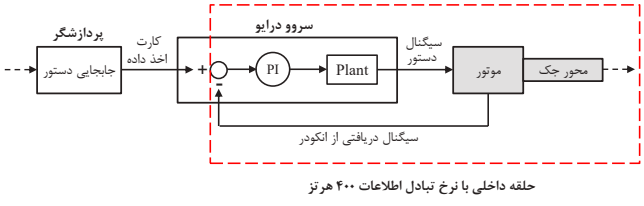
سیستم کنترل‌کننده: از یک طرف از طریق کارت اخذ داده به آزمایشگاه محاسباتی و از طرف دیگر با ارسال و دریافت سیگنال به آزمایشگاه فیزیکی متصل می‌باشد. سیستم کنترل‌کننده در



شکل ۳- سیستم شبیه‌سازی هیبرید دانشگاه تربیت مدرس [۶]

واقع رابط بین آزمایشگاه محاسباتی و آزمایشگاه فیزیکی بوده و اکچویتور را برای اعمال صحیح جابه‌جایی کنترل می‌کند. به این ترتیب که پس از دریافت پالس جابه‌جایی دستور از طریق کارت اخذ داده، سیگنال‌های دستوری را با فرکانس ۴۰۰ هرتز به اکچویتور ارسال کرده، از طریق انکودر سیگنال بازخوردی موقعیت اکچویتور را دریافت کرده و سپس به وسیله کنترل کننده PI سروو درایو، عمل کنترلی را انجام می‌دهد (شکل (۴)).

آزمایشگاه فیزیکی: شامل تجهیزات لازم برای انجام آزمایش بر روی زیرسازه آزمایشگاهی شبیه‌سازی هیبرید می‌باشد (شکل (۵)). برای برپایی بخش آزمایشگاهی سیستم شبیه‌سازی هیبرید، توجه و زمان زیادی صرف شده



شکل ۴- حلقه داخلی سیستم کنترل‌کننده اکچویتور برای اعمال جابه‌جایی دستور با فرکانس ۴۰۰ هرتز [۷]

است تا خطاهای آزمایشگاهی به حداقل ممکن رسانده شود؛ چراکه سیستم شبیه‌سازی هیبرید یک سیستم بازخوردی بوده و حتی خطاهای کوچک به دلیل

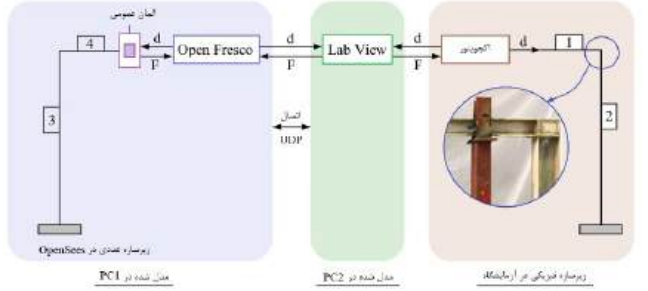
شکل ۵- نمایی از آزمایشگاه فیزیکی سیستم شبیه‌سازی هیبرید دانشگاه تربیت مدرس [۷]

مزیت مهمی که روش شبیه‌سازی هیبرید نسبت به همه دیگر روش‌های ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها ایجاد می‌کند این است که امکان استفاده موازی از امکانات چندین آزمایشگاه و نیز چندین نرم‌افزار را فراهم می‌آورد.

انباشته شدن در طول آزمایش، ممکن است اثر نامطلوبی بر صحت نتایج به دست آمده داشته باشد.

۶- نمونه به کارگیری‌های سیستم شبیه‌سازی هیبرید برای ارزیابی عملکرد سازه‌ها

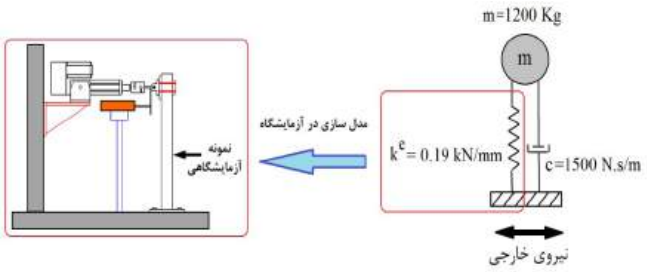
در این بخش جهت آشنایی بیشتر با کاربردهای روش شبیه‌سازی هیبرید، در شکل‌های (۶) تا (۱۰) به ارائه چند نمونه از به‌کارگیری روش شبیه‌سازی هیبرید برای بررسی رفتار لرزه‌ای سازه‌ها در داخل و خارج از کشور پرداخته شده است. مشاهده می‌شود که این روش هم در مقیاس تحقیقاتی به منظور توسعه ایده‌ها و بهبود روش‌های حل مسئله سیستم شبیه‌سازی هیبرید و هم در مقیاس ابعاد واقعی و تست سیستم‌های پیچیده مانند میراگرها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



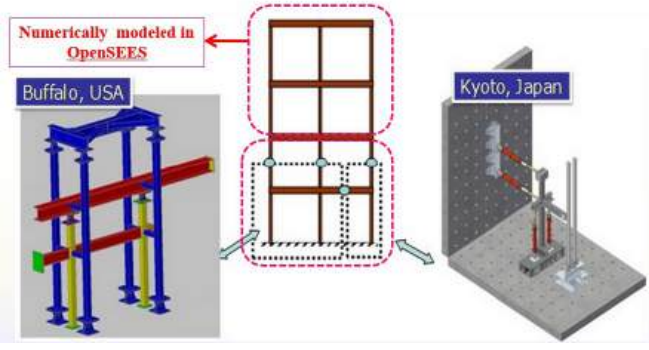
شکل ۶- ارزیابی عملکرد قابی اتصال پیشنهادی بهبود یافته تیر با عرض بال افزایش یافته به ستون با استفاده از شبیه‌سازی ترکیبی (نیمه راست قاب با اتصال نوین پیشنهادی به عنوان زیرسازه آزمایشگاهی به صورت فیزیکی و نیمه چپ قاب در نرم افزار OpenSees مدل شده است) [۸]

۷- جمع‌بندی

در این مقاله، ابتدا به معرفی روش شبیه‌سازی هیبرید، قابلیت‌ها و مزایای آن پرداخته شد. این روش با استفاده از مفهوم زیرسازه و ترکیب تکنیک‌های مدل‌سازی عددی و آزمایشگاهی، امکان استفاده موازی از امکانات چندین آزمایشگاه و چندین نرم‌افزار عددی را فراهم می‌آورد. براین اساس، انواع به‌کارگیری سیستم شبیه‌سازی هیبرید که شامل روش‌های عددی-عددی، عددی-آزمایشگاهی و آزمایشگاهی-آزمایشگاهی می‌باشد، ارائه گردید. در ادامه مقاله، به معرفی اولین سیستم شبیه‌سازی هیبرید کشور که در دانشگاه تربیت مدرس توسعه پیدا کرده است، و توضیح اجزای مختلف آن شامل آزمایشگاه محاسباتی، سیستم کنترل‌کننده و آزمایشگاه فیزیکی پرداخته شد. سپس به منظور نشان دادن قابلیت‌ها و مزایای روش شبیه‌سازی هیبرید در مهندسی سازه، چند نمونه از کاربردهای این روش ارائه گردید. مشاهده می‌شود که این روش می‌تواند برای رنج وسیعی از تحقیقات خصوصاً مواردی که رفتار پیچیده سازه یا المان سازه‌ای جدید مورد بررسی در نقاط خاصی از سازه متمرکز است، استفاده گردد. همچنین این نمونه‌ها نشان‌دهنده قابلیت این روش در استفاده موازی از چند نرم‌افزار و آزمایشگاه می‌باشد؛ به عنوان نمونه در یکی از مثال‌ها مشاهده گردید که یک قاب چهار طبقه فولادی در دو آزمایشگاه در دو قاره مختلف و در ترکیب با یک نرم‌افزار عددی به‌کار گرفته شده و پاسخ کل سازه تحت زلزله و با در نظر گرفتن اندرکنش آنلاین آن‌ها به دست آمده است.

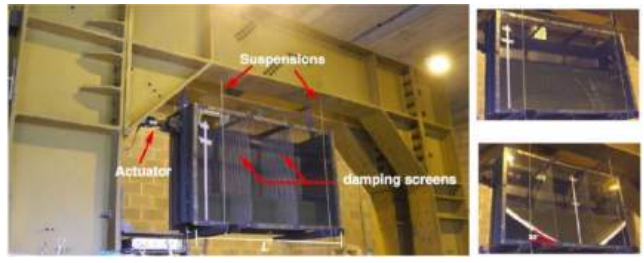


شکل ۷- شبیه‌سازی ترکیبی یکی سیستم یک درجه آزادی (جرم و میرایی نمونه به صورت عددی در نرم افزار MATLAB مدل شده و سختی نمونه به صورت آزمایشگاهی ساخته شده است؛ این سیستم جهت بررسی ایده‌ها و روش‌های نوین در توسعه روش شبیه‌سازی هیبرید استفاده می‌گردد) [۷]

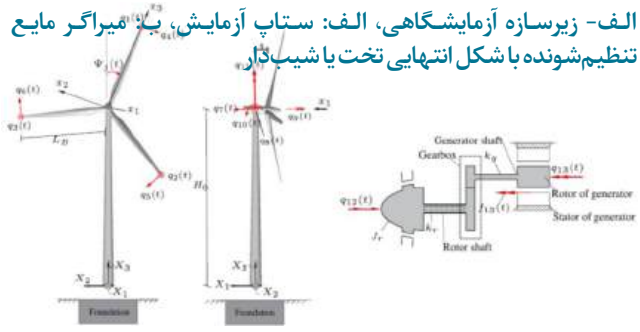


شکل ۸- شبیه‌سازی ترکیبی یک قاب چهار طبقه ممان خمشی (دو و نیم طبقه بالا به صورت عددی در نرم افزار OpenSees و یک و نیم طبقه پایین به صورت فیزیکی در دو آزمایشگاه دانشگاه‌های Buffalo آمریکا و Kyoto ژاپن مدل شده‌اند) [۶]

شکل ۹- زیرسازه آزمایشگاهی از سیستم شبیه‌سازی هیبرید آزمایشگاه دانشگاه برکلی برای تست یک خانه چوبی [۶]



الف- زیرسازه آزمایشگاهی، الف: ستاپ آزمایش، ب: میراگر مایع تنظیم‌شونده با شکل انتهایی تخت یا شیب‌دار



ب- زیرسازه عددی درجات آزادی آیروالاستیک توربین بادی

شکل ۱۰- شبیه‌سازی هیبرید آیروالاستیک توربین‌های بادی با انواع مختلف میراگرهای مایع تنظیم‌شونده تمام مقیاس [۹]

مراجع:

[1] Ahmadizadeh M., Mosqueda G. and Reinhorn A.M., 2008, “Compensation of actuator delay and dynamics for real-time hybrid structural simulation” Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 37(1): 21-42.

[2] Nakashima M., 2001, “Development, potential, and limitations of real-time online (pseudodynamic) testing”, Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A-Mathematical Physical and Engineering Sciences; 359(1786): 1851-1867.

[3] Mosqueda G., 2003, “Continuous hybrid simulation with geographically distributed substructures”, PhD Dissertation, Civil and Environmental Engineering in the Graduate Division of the University of California, Berkeley.

[4] Ahmadizadeh M., 2007, “real-time seismic hybrid simulation procedures for reliable structural performance testing” PhD Dissertation in Department of Civil, Structural and Environmental Engineering, University at Buffalo.

[5] Shao X., 2006, “Unified control platform for real-time dynamic hybrid simulation” PhD Dissertation, in Department of Civil, Structural and Environmental Engineering, University at Buffalo.

[6] Zakersalehi M., Tasnimi A.A., Ahmadizadeh M. (2019) “Reliable Nonlinear Hybrid Simulation Using Modified Operator Splitting Technique”, Journal of Structural Control and Health Monitoring, 26(1):1-20.

[۷] ذاکرصالحی، م. و تسنیمی، ع. ع.، ۱۳۹۶، "سیستم شبیه‌سازی هیبرید عددی و آزمایشگاهی"، اختراع به شماره ۹۲۱۶۶، اداره اختراعات، سازمان ثبت اسناد و املاک کشور.

[8] Jannesari Z., Tasnimi AA, (2023), Investigating seismic behavior of a modified widened flange beam-column connection in SMRF utilizing experimental, numerical and hybrid simulation, Journal of Constructional Steel Research, 207, 107971.

[9] Zhang, Z., Basu, B. and Nielsen, R. k., “Real-time hybrid aeroelastic simulation of wind turbines with various types of full-scale tuned liquid dampers”, Wind Energy, 1-18, 2018.

شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی ساختمان

خلاصه‌ای از عملکرد کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست

وجود ذخایر انرژی فسیلی چون نفت و گاز در کشور و تخصیص یارانه انرژی به مصرف‌کنندگان خانگی، باعث وابستگی زیاد به سوخت‌های فسیلی و بی‌توجهی به کمبود این انرژی و افزایش گازهای ناشی از احتراق آن شده است. طبق آمار منتشر شده، بیشترین میزان مصرف انرژی در بخش خانگی بوده و علاوه بر آن سرانه مصرف نهایی انرژی ایران ۲/۲ برابر متوسط سرانه مصرف نهایی جهانی است.

در حال حاضر مسئله اصلی بخش انرژی در کشور، ناترازی انرژی و پس از آن انتشار بی‌رویه کربن است که موجب شده سازمان‌ها و ارگان‌های مرتبط با بخش انرژی، به دنبال راهکارهایی برای حل این مسائل باشند.

در همین راستا، کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان کشور در دوره نهم و در ادامه دوره‌های قبل، نسبت به برگزاری ۱۵ جلسه از زمستان ۱۴۰۱ تاکنون اقدام نموده است.

این جلسات که بیشتر در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها است، به موارد مهمی چون آموزش مهندسان در خصوص مسئله انرژی، تولید انرژی در

ساختمان‌ها، استفاده از مصالح استاندارد، حفظ محیط زیست و عملیاتی شدن مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان پرداخته است.

در اولین جلسه کمیسیون که در دی ماه ۱۴۰۱ و در محل شورای مرکزی به صورت حضوری و مجازی تشکیل گردید؛ پس از معرفی و آشنایی اعضا با یکدیگر و ارائه گزارشی از عملکرد ادوار گذشته، انتخابات هیئت رئیسه برگزار شد که در جدول ۱ اعضای کمیسیون آورده شده است.

در دومین جلسه کمیسیون که در بهمن ماه برگزار گردید، پنج کارگروه تخصصی محیط زیست و ساختمان، انرژی‌های تجدیدپذیر، استاندارد و مصالح، اجرایی نمودن مبحث۱۹ مقررات ملی ساختمان و کارگروه آموزش به عنوان زیرمجموعه کمیسیون مشخص گردیده و این کارگروه‌ها با عضویت حداقل دو عضو از کمیسیون و اعضای متخصص خارج از کمیسیون پس از پیشنهاد و بررسی رزومه و تأیید در کمیسیون تشکیل گردید.

در سومین‌وچهارمین جلسه کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست، پس از معرفی و تعیین رؤسا و اعضای کارگروه‌ها، مقرر گردید تا در جلسات آتی کمیسیون، هر کارگروه توسط رؤسای آن‌ها از طریق درگاه مجازی سازمان نظام‌مهندسی استان مربوطه برگزار گردیده و نتایج جلسه به صورت گزارش در جلسه آتی ارائه گردد.

در پنجمین جلسه کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی، پس از ارائه گزارشی در خصوص وضعیت انرژی کشور توسط مدیر محترم دفتر مدیریت مصرف توانیر، رؤسای کارگروه‌ها در راستای حرکت به سمت قوانین اصلاح الگوی مصرف انرژی به بحث و بررسی پرداختند.

نماینده استان کردستان و نائب رئیس کمیسیون در ششمین جلسه کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی که در خردادماه ۱۴۰۲ برگزار گردید، درخصوص موضوع آموزش انرژی و نحوه آموزش مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و سازماندهی صلاحیت تدریس مبحث ۱۹، گزارش و پیشنهادات خود را ارائه نمودند.

در هفتمین جلسه، تفاهم‌نامه‌های دوره‌های قبل نظیر تفاهم‌نامه با سازمان اقتصاد شهرهای هوشمند و پایدار سازمان ملل و برگزاری دوره‌های تکمیلی تربیت مدرسان ساختمان پایدار زیر نظر شورای ساختمان پایدار اتریش، پیگیری مجدد گردید.

در هشتمین جلسه کمیسیون، برنامه‌ریزی

بیشترین میزان مصرف انرژی در بخش خانگی بوده و علاوه بر آن سرانه مصرف نهایی انرژی ایران ۲/۲ برابر متوسط سرانه مصرف نهایی جهانی است.

کمیسون انرژی ،مصالح و محیط زیست

ردیف	استان	نام خانوادگی	نام	تصویر	سمت
۱	یزد	فرهمند	مجتبی	▪	رئیس کمیسیون
۲	اصفهان	طاهری اصل	احمدرضا	▪	نایب رئیس کمیسیون
۳	قم	حسینی	زهراسادات	▪	دبیر کمیسیون
۴	آذربایجان غربی	کریمی	آرمان	▪	عضو
۵	اصفهان	پورهمایون	علیرضا	▪	عضو
۶	بوشهر	ظروفچیان	حمیدرضا	▪	عضو
۷	تهران	رئیسی نژاد	امیرافشین	▪	عضو
۸	خراسان شمالی	حسین چی	مهروز	▪	عضو
۹	زنجان	رحیما	سرور	▪	عضو
۱۰	خوزستان	عصاره	رضا	▪	عضو
۱۱	کردستان	سیدیونسی	هیوا	▪	عضو
۱۲	لرستان	آقایی چگینی	اصغر	▪	عضو
۱۳	همدان	نصیری	پیام	▪	عضو
۱۴	کرمان	جهانشاهی جواران	ابراهیم	▪	عضو

برای برگزاری سه همایش ملی تا پایان سال ۱۴۰۲ انجام شد که در نتیجه: همایش ملی «صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها» در مهرماه ۱۴۰۲ در همدان برگزار شد که به ۹ محور موضوعی الزامات قانونی صرفه‌جویی انرژی در ساختمان، شاخص‌های جهانی و ملی مصرف انرژی، بهره‌مندی از نور روز در تأمین طبیعی روشنایی ساختمان، ممیزی انرژی در تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان، کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان، معرفی و کلیات مرتبط با نرم‌افزارهای مدل‌سازی در ساختمان، مبانی و روش‌های طراحی غیرفعال، الزامات قانونی و نحوه تکمیل چک لیست مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و رده‌بندی و برچسب مصرف انرژی ساختمان پرداخت. همچنین نخستین همایش ملی «پایداری در محیط‌های انسان ساخت» به میزبانی استان اصفهان در آذر ۱۴۰۲ برگزار گردید که با دوره مقدماتی ارزیابی ساختمان سبز منطبق با استاندارد سرو سبز و کارگاه‌های تخصصی همراه پنل‌های آموزشی با موضوع انواع روش‌های طراحی منطبق بر مبحث ۱۹ با تأکید بر روش تجویزی و محاسبات روش موازنه و تجویزی در ذیل همایش همراه بود؛ و در نهایت سازمان نظام‌مهندسی ساختمان نیز سمینار ملی آموزشی «بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان» را در اسفند ماه سال ۱۴۰۲ در شهر تهران با محورهای موضوعی بررسی قوانین، آئین‌نامه‌ها و ضوابط صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها، بررسی ضوابط اجباری و روش‌های طراحی، معرفی و انتخاب مصالح نوین و کم انرژی در ساختمان، آشنایی با طراحی بر مبنای اقلیم، بررسی انواع روش‌های اجرای عایق‌های حرارتی، هوشندسازی ساختمان و سامانه‌های کنترلی، بررسی چک لیست‌های انرژی و نحوه تکمیل چک لیست‌ها، راهکارهای صرفه‌جویی در بخش‌های برقی و مکانیکی، انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان را به منظور انتقال دانش و تجربیات در این زمینه برگزار نمود.

جلسات بیشتر در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها است، به موارد مهمی‌چون آموزش مهندسان در خصوص مسئله انرژی، تولید انرژی در ساختمان‌ها، استفاده از مصالح استاندارد، حفظ محیط زیست و عملیاتی شدن مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان پرداخته است.

نهمین جلسه کمیسیون انرژی با حضور گروه تخصصی معماری در خصوص جزئیات اجرایی معماری در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در محل سازمان نظام‌مهندسی ساختمان برگزار و در مورد موارد مشترک انرژی و رویکرد طراحی معماری بحث و تبادل نظر گردید. همچنین در مورد تهیه دفترچه اجرایی آب خاکستری و ابلاغ به استان‌ها بحث و تبادل نظر شد.

دهمین جلسه کمیسیون در شهریور ماه ۱۴۰۲، ارائه گزارش بررسی برچسب‌های ملی و بین‌المللی ساختمان و شیوه‌نامه طرح مدون استان قم برای کنترل مضاعف اجرایی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در محل شورای مرکزی به‌صورت تلفیقی برگزار شد.

از طرفی در یازدهمین جلسه، به منظور تصمیم‌گیری در خصوص جایگزینی سیستم‌های گرمایشی در ویرایش جدید مبحث ۱۷، جلسه

مشترک با گروه تخصصی مکانیک برگزار گردید.
دوازدهمین جلسه پس از ارائه گزارش از جلسه مشترک با کمیسیون آموزش و همچنین گزارش ساتبا مقرر گردید پیش‌بینی یک دوره فراگیر برای ۴ رشته مهندسی با سرفصل الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با همکاری استان‌ها در دستور کار قرار گرفته و همچنین تفاهم‌نامه مشترک میان سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و ساتبا در خصوص موارد انرژی از جمله ممیزی انرژی با کارگروهی متشکل از نمایندگان طرفین تدوین گردید.

پنج کارگروه تخصصی محیط زیست و ساختمان، انرژی‌های تجدیدپذیر، استاندارد و مصالح، اجرایی نمودن مبحث۱۹ مقررات ملی ساختمان و کارگروه آموزش به عنوان زیرمجموعه کمیسیون مشخص گردید.

به دلیل الزام دولت برای استفاده از برچسب انرژی در ساختمان‌ها از سال جاری، در سیزدهمین جلسه کمیسیون انرژی، استاندارد مصالح و محیط زیست شورای مرکزی، سامانه پایش اطلاعات مصرف انرژی توسط نماینده مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تشریح شد. این سامانه که به کمک مرکز تحقیقات مسکن طراحی شده؛ به طور پایلوت در استان‌های داوطلب، ساختمان‌هایی را مورد ارزیابی قرار داده و میزان مصرف انرژی آن‌ها پایش می‌گردد. از آنجا که سامانه پایش مصرف انرژی ساختمان در حقیقت زیرساختی برای اعطای برچسب انرژی ساختمان است؛ در همین راستا تفاهم‌نامه‌ای نیز میان وزارت راه و شهرسازی، نفت و نیرو به عنوان حلقه‌های اصلی مدیریت مصرف انرژی در صنعت ساختمان، انجام شده است تا چک لیست‌های نظارت بر اساس آن شکل گیرد.
چهاردهمین جلسه کمیسیون انرژی با حضور نمایندگان محترم مرکز تحقیقات مسکن راه و شهرسازی و مدیر محترم واحد آموزش شورای مرکزی برای ساماندهی و تعیین تکلیف مدرسان آموزشی با رویکرد ادامه آموزش برای افراد دارای گواهینامه از دوره اول و آموزش جدید برای افراد دارای صلاحیت آموزش در استان‌ها با تشکیل کمیته‌ای مشترک بین شورای مرکزی و مرکز تحقیقات صورت گرفت.
پانزدهمین جلسه به میزبانی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان تهران طی نشستی مشترک با اعضای کمیسیون انرژی آن سازمان و سایر مدعوین محترم برگزار شد. طی این جلسه هماهنگی لازم برای برگزاری کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته که در خرداد ماه سال آتی در پژوهشگاه صنعت نفت برگزار خواهد شد، صورت پذیرفت.
همچنین از برنامه‌های دیگر کمیسیون انرژی، همکاری با یکی از شرکت‌های تولیدی برای تهیه نرم افزار طراحی تأسیسات مکانیکی ساختمان با کد ۵ بود که بر این اساس، پیش‌بینی دوره‌های آموزشی در استان‌ها برای مهندسان مکانیک برای یادگیری این نرم‌افزار برای محاسبات دقیق، درنظرگرفتن مقررات ملی بالاخص مبحث ۱۹ و تعیین پل‌های حرارتی و طراحی بهینه سیستم سرمایش، گرمایش و آب و فاضلاب برای ارتقای بهره‌وری و کاهش هزینه‌های ساخت و حفظ سرمایه‌های ملی در دستور کار قرار گرفت.

نقدی بر مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان (الزامات عمومی ساختمان)

رسول وظیفه‌شناس

کارشناس ارشد شهرسازی، گروه معماری و شهرسازی، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران

۱- مقدمه

وزیر راه و شهرسازی طی نامه شماره ۵۲۲۹۸/۱۰۰/۰۲ مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۱۰ در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴، ویرایش سوم مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان «الزامات عمومی‌ساختمان» را ابلاغ نمود، قبل از ویرایش سوم، شاهد ابلاغ ویرایش‌های دوم و اول مبحث چهارم در گذشته بودیم و ویرایش سوم آخرین ویرایش الزامات عمومی‌ساختمان از سال ۱۳۹۶ به بعد می‌باشد.

مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان با عنوان «الزامات عمومی‌ساختمان» می‌باشد، این مبحث تعیین‌کننده شکل، حجم و نحوه قرارگیری مجاز ساختمان در زمین و فضاهای باز آن و مقررات مربوط به حداقل‌های الزامی‌فضاها و تأمین نور و تعویض هوای آن‌ها و همچنین ضوابط اختصاصی برخی تصرف‌های متداول است. تأمین ایمنی، آسایش، بهداشت، بهره‌دهی مناسب و صرفه اقتصادی فرد و جامعه از اصلی‌ترین اهداف مقررات ملی ساختمان محسوب می‌شود. بدین لحاظ در این مبحث نیز این اهداف در سرلوحه تدوین ضوابط قرار گرفته‌اند.

۲- هدف کلی

هدف از تدوین مبحث چهارم مقررات ملی ساختمانی عبارت‌اند

از: اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش، صرفه اقتصادی و تأمین نیازهای حداقل ساکنان و استفاده‌کنندگان (متصرفان) ابنیه و ساختمان‌های مشمول قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، با تعیین محدودیت‌ها، ابعاد حداقل فضاها، نورگیری، تهویه مناسب و سایر الزامات عمومی‌طراحی و اجرا، به عنوان مبحث چهارم از مقررات ملی ساختمان ملاک عمل قرار می‌گیرد.

۲-۱- اهداف عینی و انتظارات عملکردی از مبحث چهارم (الزامات عمومی‌ساختمان) را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود:

الف- کارکرد مناسب و پایدار

ب- بهداشت و سلامت

ج- ایمنی در حین بهره‌برداری

خ- حفظ انرژی و رعایت معیارهای ساختمان‌های سبز و پایدار

د- به‌کارگیری و ترویج ارزش‌های ایرانی- اسلامی در طراحی و ساخت بنا

۳- بررسی فصول مبحث چهارم

الزامات عمومی‌ساختمان(مبحث چهارم) در ۹ فصل تنظیم گردیده است که به شرح ذیل بیان می‌گردند:

فصل اول: کلیات

فصل دوم: تعاریف

فصل سوم: دسته‌بندی فضاها، تصرف‌ها و ساختمان‌ها

فصل چهارم: مقررات کلی

فصل پنجم: الزامات عمومی‌فضاها

فصل ششم: الزامات عمومی‌نورگیری و تهویه فضاها

فصل هفتم: مقررات اختصاصی تصرف‌ها

فصل هشتم: مقررات خاص ساختمان‌های بلند (گروه ۸)

فصل نهم: الزامات عمومی‌عناصر و جزئیات مهم ساختمان

۴- انتظارات عملکردی مب حث چهارم مقررات ملی ساختمان

در راستای اصول و اهداف عینی ذکر شده، مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان(الزامات عمومی‌ساختمان) انتظارات عملکردی را نیز مطرح می‌کند؛ چراکه این اصول به منظور تعیین و حفظ تناسب بین اجزای بنا در گذشته رعایت می‌شد و لازم است در دوران معاصر نیز علاوه بر دست‌یابی به سایر اهداف و انتظارات تعیین‌شده در این قسمت، بازتاب عینی آن‌ها جهت نیل به انتظارات زیر مدنظر قرارگیرند:

۱- تأمین امنیت معنوی انسان‌ها با رعایت حریم‌های لازم کار و زندگی و جلوگیری از تداخل قلمروهای خصوصی و عمومی در طرح و اجرای ساختما ن‌ها.

۲- هماهنگی با ارزش‌های دینی و معنوی جامعه و سایر ارزش‌های نهفته در محیط طبیعی و مصنوعی، در تعیین شیوه استقرار و جهت‌گیری فضاها، ساختمان‌ها و همچنین در طراحی حجم، ارتفاع و نمای بناها.

۳- در نظر گرفتن شأن و منزلت انسان‌ها در طراحی و ساخت ساختمان‌ها، به صورتی که علاوه بر کفایت امکانات ساختمانی

مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان(الزامات‌عمومی‌ساختمان) انتظارات عملکردی را نیز مطرح می‌کند؛ چراکه این اصول به منظور تعیین و حفظ تناسب بین اجزای بنا در گذشته رعایت می‌شد و لازم است در دوران معاصر نیز مدنظر قرارگیرند.

برای تأمین ایمنی، بهداشت و سلامت لازم، هیچ فردی برای فعالیت و زندگی مستقل در فضاهای تعیین شده، به کمك جسمی دیگران نیاز نداشته باشد.

۴- رعایت عدالت در امکان بهره‌برداری تمام اقشار و افراد با توانایی‌های جسمی متفاوت، به ویژه جانبازان، افراد معلول، سالمندان و کودکان از فضاها و بناهای عمومی.

۵- پرهیز از اسراف و رعایت اعتدال در تعیین اندازه‌ها، سطح و حجم فضاها و سهم آن‌ها از کل ساختمان، با توجه به انتظارات اقشار استفاده‌کننده به نحوی که از یك سو با حداقل نیازهای آنان متناسب بوده و موجب احساس کاستی و تنگنا در ساختمان و فضاها نشود و از سوی دیگر از اسراف، اتلاف منابع و سرمای آن‌ها جلوگیری شود.

۶- بهره‌مندی از تجارب معماری بومی در طراحی و ساخت بناهای معاصر، با تأمین انتظاراتی مانند همسازی با اقلیم و شرایط محیطی، هماهنگی با فرهنگ و سنت‌های زندگی جامعه، هم‌خوانی حجم و اندازه‌های ساختمان با نوع و مقیاس کارکرد آن و کاربرد مواد و مصالح بومی.

۷- به کارگیری و اعتلای مفاهیم، مظاهر و نمادهای بصری معماری ایرانی در طراحی ساختمان‌ها، به ویژه در کاربرد هندسه، رنگ، نور، عناصر، شکل‌ها و حجم‌های ساختمانی.

۸- بهره‌مندی و نمایش توانایی‌ها و قابلیت‌های فنی جامعه در طراحی ساختمان‌ها.

۹- تأمین امکان استفاده متنوع یا چندمنظوره از فضاها، با پیش‌بینی تمهیدات لازم برای انعطاف‌پذیری فعالیت در آن‌ها.

۱۰- تأمین و ایجاد آبادانی و نشاط لازم و در شأن جامعه، از طریق تأمین جلوه بصری مناسب برای ساختمان‌ها بسته به نوع استفاده و موقعیت آن‌ها.

۱۱- رعایت تعادل در کاربرد پیرایه‌ها و تزئینات، بر حسب نوع استفاده و جایگاه ساختمان‌ها در محیط.

۱۲- نظارت بر هماهنگی حجم، ارتفاع و نمای ساختمان‌ها به منظور جلوگیری از وارد شدن خدشه به آسایش، بهداشت و سایر حقوق استفاده‌کنندگان یا ساکنان ساختمان‌های دیگر و محیط پیرامون.

۱۳- طراحی و اجرای ساختمان با هدف حفظ دوام و کیفیت قابل قبول در طول عمر مفید آن و جلوگیری از استهلاك‌هایی که بر اثر آن‌ها سلامت و ایمنی ساکنان، استفاده‌کنندگان و سایر مردم به خطر می‌افتد.

مهم‌ترین تغییراتی که در مبحث چهارم در ویرایش سوم قابل ذکر می‌باشد، مربوط به اضافه شدن مبحثی با عنوان «اهداف عینی و انتظارات عملکردی» در فصل اول می‌باشد.

۵- بررسی و تحلیل ویرایش سوم نسبت به ویرایش دوم

ویرایش سوم و ویرایش دوم هر کدام دارای ۹ فصل بودند و تغییرات خاصی در عناوین فصول قابل مشاهده نمی‌باشد ولی عمده تغییراتی که در ویرایش سوم نسبت به ویرایش دوم قابل مشاهده می‌باشد را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود که عبارت‌اند از:

الف: مهم‌ترین تغییراتی که در مبحث چهارم در ویرایش سوم قابل ذکر می‌باشد، مربوط به اضافه شدن مبحثی با عنوان «اهداف عینی و انتظارات عملکردی» در فصل اول می‌باشد. به‌طوری‌که در این قسمت به مباحث اساسی و کاربردی از جمله کارکرد مناسب و پایدار ساختمان، بهداشت و سلامت، ایمنی در حین بهره‌برداری، حفظ انرژی و رعایت معیارهای ساختمان‌های سبز، پایدار و در نهایت به‌کارگیری و ترویج ارزش‌های ایرانی-اسلامی در طراحی و ساخت بنا برای اولین بار مورد توجه قرار گرفته و برای هر یک از این اهداف عینی زیرمجموعه‌هایی تعریف گریده است.

به غیر از تعریف اهداف عینی، شاهد بیان انتظارات عملکردی از ویرایش سوم نیز می‌باشیم که در واقع می‌توان انتظارات عملکردی را نقطعه عطف

مبحث چهارم به شمار آورد. در این قسمت به مفاهیم و مباحثی از جمله؛ تأمین امنیت معنوی انسان‌ها، هماهنگی ساختمان‌ها با ارزش‌های دینی و معنوی جامعه، در نظر گرفتن شأن و منزلت انسان‌ها در طراحی و ساخت ساختمان‌ها، رعایت عدالت، پرهیز از اسراف، بهره‌مندی از تجارب معماری بومی‌در طراحی و ساخت بناهای معاصر، توجه به معماری ایرانی در طراحی ساختمان‌ها، توجه به قابلیت‌های فنی جامعه در طراحی ساختمان‌ها، انعطاف‌پذیری فعالیت‌ها در ساختمان و در نهایت توجه به دوام و کیفیت ساختمان‌ها تأکید گردیده است، که با به‌کارگیری این مفاهیم و اصول شاهد اعتلای کمی‌و کیفی فضاهای شهری و ساختمان‌ها در سطح کشور خواهیم بود.

ب: الزامات مناسب‌سازی ساختمان برای افراد دارای معلولیت و کم توان جسمی‌حرکتی در واقع یکی دیگر از مباحث مهمی‌هستند که در این ویرایش به این موضوع توجه گردیده است، چراکه این قشر از جامعه نباید در برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای فضای شهری و ساختمان‌ها مورد غفلت قرار گیرند و نتوانیم نیازهای اولیه این اقشار را تأمین کنیم؛ زیرا مناسب‌سازی ساختمان برای افراد معلول در واقع عمل به وظایف قانونی خودمان می‌باشد و هیچگونه منتی برای آن‌ها نخواهد بود، بلکه سالیان سال است که ما در تمامی‌فعالیت‌های زندگی کمتر توانسته‌ایم به نیازهای این قشر توجه جدی داشته باشیم، از این‌رو ضروری است که مناسب‌سازی فضاهای شهری و ساختمان‌ها برای افراد دارای معلولیت و کم‌توان جسمی‌حرکتی نه تنها به عنوان لطف از طرف مسئولان و ذی‌نفعان مسائل شهری باشند، بلکه به عنوان ضرورت و وظیفه همه می‌بایست مدنظر قرار گیرد.

همچنین موضوع الزامات تأمین امنیت ساختمان‌ها و ایمنی متصرفان از موارد دیگری بود که در ویرایش سوم و در فصل چهارم به این امر پرداخته شده است.

ج: توجه به ساختمان‌های سبز و پایدار از جمله مباحث دیگری هستند که در این ویرایش به آن توجه شده است، که می‌تواند باب نویی باشد تا بتوانیم همگان با تحولات جهانی، شاهد توجه به موضوع حفظ انرژی و رعایت معیارهای ساختمان‌های سبز و پایدار در طراحی و ساخت بنا از جمله گوناگونی و تنوع، اقلیم و هوا، پوشش ساختمان‌ها، به‌کارگیری ظرفیت حرارتی جرم مصالح ساختمانی، رنگ، پنجره و در، سایه‌اندازی، لزوم توجه به احیای هویت فرهنگی، بهره‌وری بالای ساختمان، استفاده از مصالح ساختمانی بادوام، طبیعی، بوم‌آورد و غیرسمی، مناسب و قابل بازیافت باشیم، تا با رعایت معیارهای مذکور شاهد ساختمان‌های پایدار، پویا و بهره‌ور توأم با آسایش، آرامش و امنیت ساکنین باشیم.

د: در نهایت مواردی نیز در فصل دوم (تعاریف) و فصل هفتم قسمت مربوط به تصرف‌های صنعتی و فصل نهم قسمت‌های کف و سقف، نازک‌کاری، پوشش‌ها و تأسیسات در ساختمان، جزء مواردی هستند که نسبت به ویرایش دوم به مبحث سوم افزوده گردیده‌اند.

۶- نقدی بر ویرایش سوم مبحث چهارم (الزامات عمومی‌ساختمان)

در خصوص ویرایش سوم نقدی که وارد می‌باشد به شرح ذیل می‌توان بیان نمود:

به غیر از تعریف اهداف عینی، شاهد بیان انتظارات عملکردی از ویرایش سوم نیز می‌باشیم که در واقع می‌توان انتظارات عملکردی را نقطعه عطف مبحث چهارم به شمار آورد.

۶-۱- اعضای تدوین مقررات ملی ساختمان و اعضای کمیته تخصصی عمداً از یک و یا دو رشته اصلی نظام‌مهندسی ساختمان انتخاب گردیده‌اند که این امر جامعیت مبحث در عرصه‌های مختلف ساختمان را تحت شعاع خود قرار داده است.

۶-۲- عدم استفاده از سازمان‌ها و ادارات ذینفع در عرصه ساختمان و شهرسازی از جمله موارد دیگری می‌باشد که در ویرایش سوم می‌توان بدان اشاره نمود از جمله می‌توان به شورایعالی شهرسازی و معماری ایران که یکی از نهادهای تأثیرگذار در تدوین ضوابط و مقررات در کشور می‌باشد و یا وزارت کشور و سازمان شهرداری‌های کشور و مهندسان و مشاوران شهرسازی و معماری اشاره نمود.

۶-۳- استفاده از بعضی واژه‌ها در

داخل متن که بار معنایی لازم را به همراه ندارد و بیشتر از اینکه تبیین‌کننده نوع عملکرد و ماهیت فضا باشد، بیشتر عملکرد مفهومی‌نامتناجس را در ذهن استفاده‌کنندگان از مبحث به همراه دارد، از جمله می‌توان به واژه تصرف و بار تصرف و غیره اشاره نمود. در حالی‌که معادل این واژه در مراکز علمی، دانشگاهی، مراکز تخصصی و شهرداری‌ها تعریف گردیده است و مردم، متولیان و استفاده‌کنندگان از این مبحث بیشتر با آن واژه‌ها مأنوس هستند، لذا چنانچه دایره مشورت را گسترده می‌نمودیم و از صاحبان فکر و نظر در حوزه‌های مختلف استفاده می‌کردیم، امکان استفاده بهتر و بهینه از کلمات و واژگان را به همراه داشت.

۶-۴- موضوع دیگری که در ارتباط با مبحث سوم قابل بیان می‌باشد، عدم استفاده از اشکال و عکس‌های مربوط به مفاهیم، تعاریف و ضوابط مربوط در ارتباط با ساختمان‌ها می‌باشد؛ به‌طوری‌که در کل مبحث حتی یک تصویر و شکل قابل مشاهده نمی‌باشد، این در حالی است که در تعاریف، ضوابط و معیارهای بیان شده در داخل متن، شاهد مباحث همجنس با همدیگر هستیم و چنانچه می‌توانستیم مطالب ارائه شده را همراه با تصاویر بیان نمائیم، در درک بهتر از مبحث می‌توانست کمک شایانی داشته باشد.

۶-۵- نکته مهم و حیاتی که در نقد ویرایش سوم مبحث الزامات عمومی‌ساختمان می‌توان گفت این است: آنچه در تدوین مبحث سوم مغفول مانده است، مربوط به نحوه عملیاتی نمودن مباحث مربوط به «اهداف عینی و انتظارات عملکردی» از مبحث الزامات عمومی‌ساختمان می‌باشد. به‌طوری‌که در اهداف عینی پنج شاخص مطرح گردیده است که عبارت‌اند از:

الف- کارکرد مناسب و پایدار

ب- بهداشت و سلامت

ج- ایمنی در حین بهره‌برداری

خ- حفظ انرژی و رعایت معیارهای ساختمان‌های سبز و پایدار

د- به‌کارگیری و ترویج ارزش‌های ایرانی- اسلامی در طراحی و ساخت بنا

و در انتظارات عملکردی سیزده الزامات کمی و مقررات ساختمانی ارائه شده است، حال سؤال اینجاست که چند درصد از شاخص‌های پنج‌گانه و سیزده الزامات تعریف شده در فصول دوم تا نهم مبحث عملیاتی گردیده‌اند؟ به نظر می‌رسد در فصل اول در بیان اهداف عینی و انتظارات عملکردی از لحاظ تدوین مباحث نظری خوب عمل کرده‌ایم، ولی از لحاظ تحقق این شاخص‌ها و الزامات به ضوابط، مقررات و اصول عملی و اجرایی نتوانسته‌ایم به انتظارات مدنظر از جمله به‌کارگیری و ترویج ارزش‌های ایرانی- اسلامی در طراحی و ساخت بنا، رعایت ساختارهای سبز و پایدار جامه عمل بپوشانیم. چراکه بیان مطالب ایده‌آل و ضروری جامعه امروزی کشورمان بدون امکان عملیاتی نمودن آن‌ها در عرصه ساخت‌وساز، نه تنها دردی از جامعه برطرف نخواهد کرد، بلکه این موضوع را پیش خواهد کشید که مطالب نظری بیان شده در فصل اول مبحث چهارم، امکان تحقق عملی نخواهند داشت و جامعه مهندسی، معماری و شهرسازی کشور باید همیشه تقلیدکننده باشند تا احیاگر ارزش‌های بومی و اسلامی کشورمان.

۶-۶- با توجه به اینکه مبحث چهارم (الزامات عمومی‌ساختمان) به عنوان مرجع اصلی تحقق‌پذیری اهداف و خط مشی ماده دوم قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مبنی بر «تقویت و توسعه فرهنگ و ارزش‌های اسلامی در معماری و شهرسازی» و «ترویج اصول معماری، شهرسازی و رشد آگاهی عمومی نسبت به آن و مقررات ملی ساختمان و افزایش بهره‌وری» و «وضع مقررات ملی ساختمان به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی و...» و در نهایت «الزام به رعایت مقررات ملی ساختمان، ضوابط و مقررات شهرسازی و مفاد طرح‌های جامع، تفصیلی وهادی از سوی دستگاه‌های دولتی، شهرداری‌ها و...» و همچنین «اهداف عینی و انتظارات عملکردی» که در فصل اول مبحث چهارم بیان گردیده است، قابل مطرح می‌باشد و با چنین حجمی از ارزش‌های انسانی و کالبدی

پیشنهاد می‌گردد مبحث چهارم تنها در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان مورد عمل قرار نگرفته، بلکه با تعریف آن به عنوان مرجع دروس تخصصی در مراکز دانشگاهی مورد استفاده قرار بگیرد.

مواجه هستیم، جا دارد برای هر یک از اهداف مذکور کمیته تخصصی ویژه‌ای تشکیل تا نسبت به عملیاتی نمودن تک‌تک آن اهداف، اقدامات اجرایی و عملیاتی تعریف گردند و در این خصوص می‌توان با تعریف مبحث چهارم به عنوان واحد درسی در رشته‌های معماری، شهرسازی و عمران در دانشگاه‌ها و مراکز عالی کشور زمینه مناسبی جهت تحقق علم و عمل و برطرف نمودن نواقص مبحث چهارم از طریق بازخورد اطلاعات، قدم‌های مثبتی جهت اعتلای فرهنگ و ارزش‌های اسلامی در معماری و شهرسازی کشور برداشت.

۷-۶- و در نهایت می‌توان اشاره نمود، پس از اینکه در سال ۱۳۹۶ ویرایش سوم مبحث الزامات عمومی ساختمان (مبحث چهارم) ابلاغ شد، طی این سال‌های گذشته، آیا نتیجه آن‌را توسط یک نهاد مورد پایش قرار داده‌ایم و یا اینکه مثل تمامی طرح‌ها، ضوابط و مقررات ابلاغی تا مرحله تدوین و ابلاغ مسئولیت داریم و پس از آن، نحوه اجرا و میزان تحقق‌پذیری آن‌ها را به امان خدا می‌سپاریم تا ببینیم در آینده چه اتفاقی خواهد افتاد. این ضرورتی اجتناب‌پذیر است که به طور مداوم مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان را مورد رصد و پایش قرار دهیم تا با اصلاح نقاط ضعف و برطرف کردن تهدیدهای آن‌ها بتوانیم نسبت به تقویت داشته‌هایمان (نقاط قوت) و استفاده بهینه از فرصت‌ها، زمینه تحقق‌پذیری آن را روزبه‌روز بیشتر نمائیم.

۷- جمع‌بندی

تأمین ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی و تأمین نیازهای حداقلی ساکنان و استفاده‌کنندگان در راستای به‌کارگیری و ترویج ارزش‌های ایرانی- اسلامی در طراحی، ساخت بنا و در نهایت دستیابی به ساختمان پایدار با محوریت انسان، جزء اهداف و خواسته‌های اساسی مبحث چهارم مقررات ملی ساختمانی می‌باشد. چراکه بدون توجه به نیازهای اولیه و اساسی انسان‌ها از نظر فکری، معنوی و ایجاد ساختمان پویا و پایدار در راستای اصول شهرسازی و معماری، امکان طراحی و احداث فضاهای زیست‌پذیر در شهرها و به تبع آن‌ها در ساختمان‌ها و در سطح خرد در واحدهای مسکونی خانوارها وجود نخواهد داشت.

چنانچه بتوانیم شاخص‌های پنج‌گانه اهداف عینی و انتظارات عملکردی سیزده‌گانه ذکر شده در مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان را در برنامه‌ریزی، طراحی و اجرای ساختمان‌ها عملیاتی نمائیم، در اینصورت شاهد حفظ شأن و منزلت انسان‌ها، تأمین و ایجاد آبادانی و نشاط لازم در خور جامعه و در نهایت شاهد به کارگیری و اعتلای مفاهیم، مظاهر و نمادهای بصری معماری ایرانی- اسلامی در ساختمان‌ها، فضاها و عناصر شهری خواهیم بود، این امر تنها در سایه تلاش مداوم و ارتقاء دانش فنی و مهندسی و بهبود روزافزون روش‌ها و عملکردها امکان تحقق خواهد داشت. از این‌رو پیشنهاد می‌گردد مبحث چهارم تنها در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان مورد عمل قرار نگرفته، بلکه با تعریف آن به عنوان مرجع دروس تخصصی در مراکز دانشگاهی مورد استفاده قرار بگیرد.

موضوع دیگری که در ارتباط با مبحث سوم قابل بیان می‌باشد، عدم استفاده از اشکال و عکس‌های مربوط به مفاهیم، تعاریف و ضوابط مربوط در ارتباط با ساختمان‌ها می‌باشد.

مراجع:
۱- دفتر امور مقررات ملی ساختمان؛ ۱۳۹۶، مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان، ناشر مرکز تحقیقات، راه، مسکن و شهرسازی، ویرایش سوم.دروس تخصصی در مراکز دانشگاهی مورد استفاده قرار بگیرد.

تهران-آبان ماه ۱۴۰۳

کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته

طبق برنامه‌ریزی انجام شده، مقرر است کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته آن در آبان ماه سال جاری در تهران برگزار شود. هدف اصلی از برگزاری این کنفرانس فراهم آوردن محیطی مناسب برای تبادل نظر و هم‌اندیشی علمی-فنی و مباحث مربوط به مطالبه جامعه مهندسی کشور به منظور تحقق شرایط استفاده بهینه مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته است. موضوع کنفرانس را می‌توان یک مسئولیت اجتماعی و تخصصی برشمرد، زیرا ارائه آخرین دستاوردهای علمی-صنعتی توسط اساتید، پژوهشگران، صنعت‌گران و متخصصان در راستای ارتقاء دانش فنی صاحبان حرفه مطرح خواهد شد. باید توجه داشت که در کشور نزدیک به ۴۰ درصد انرژی در بخش ساختمان مصرف می‌شود. اگر مصرف انرژی در صنایع وابسته به ساختمان را با انرژی مصرفی مانند سامانه حمل‌ونقل مصالح از کارخانه‌های تولیدی تا رساندن به ساختگاه‌های پروژه‌های ساختمانی در دست اجرا اضافه شود، این سهم مصرفی افزایش چشمگیر خواهد داشت.

از طرف دیگر، با ابلاغ برنامه اول توسعه کشور (اواخر دهه ۶۰) نخستین تلاش‌ها برای تدوین قوانین و اجرای راهکارهای مرتبط

با مصرف بهینه انرژی در کشور، آغاز شد و تاکنون ادامه دارد و در دهه اخیر با افزایش دغدغه‌های ملی و جهانی در زمینه کاهش مصرف انرژی و حرکت به سوی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های سبز، تلاش‌ها در جهت اجرایی‌شدن این راهکارها شتاب بیشتری گرفته است. همچنین با رشد سریع ناترازی انرژی در کشور، که باعث ضررهای جبران‌ناپذیری در حوزه صنعت و زیست محیطی گردیده است، اجرای راهکارهای مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان، مناسب‌ترین و اصلی‌ترین راه حل برای رفع این مهم می‌باشد. در این راستا سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان تهران به عنوان «دبیرخانه دائمی کنفرانس» با همکاری سازمان نظام‌مهندسی ساختمان (شورای مرکزی) و مشارکت تعداد زیادی از وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مرتبط با موضوع انرژی با عنایت به قانون و رسالت ملی خود اقدام به برگزاری نخستین کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و صنایع وابسته در روزهای ۲ و ۳ آبان ماه سال ۱۴۰۳ نموده است.

برنامه‌ریزی این کنفرانس مشتمل بر نشست‌های علمی، حرفه‌ای-صنعتی، کارگاه‌های آموزشی، صنعتی و نمایشگاه جانبی در زمینه‌های مرتبط با انرژی در دست تنظیم است که از سخنرانی‌های کلیدی نیز بهره‌مند خواهد بود. حضور اساتید برجسته داخل و خارج از کشور در حوزه‌های مرتبط با انرژی، همکاری دانشگاه‌ها و مراکز علمی، پشتیبانی تعدادی از مجلات علمی-پژوهشی مرتبط، متخصصان و صاحبان حرفه و تخصص‌های مرتبط، شرکت‌های صنعتی و تولیدی فعال در زمینه تکنولوژی‌های مرتبط با مباحث انرژی بر غنای کنفرانس خواهد افزود. همچنین ضرورت حضور صنایع مصرف‌کننده انرژی مانند فولاد، سیمان و پتروشیمی و سرمایه‌گذاری براساس ماده ۱۲ قانون رفع موانع در بخش ساختمان و نیز حضور سازمان‌های مرتبط و فعال در شورای عالی انرژی، حاکی از اهمیت موضوع و تأثیر نتایج مورد انتظار از چنین کنفرانسی می‌باشد.

سایت کنفرانس: www.icoeb.com

بیشتر بدانیم...

هیوا سیدیونسی

دکتری مهندسی برق-قدرت، دانشگاه آزاد اسلامی

مروری بر مقاله مدل‌سازی تعیین اندازه بهینه ژنراتور الکتریکی بیوگازسوز در یک دامداری با در نظرگرفتن مخزن ذخیره گاز و فرایند هضم بی‌هوازی تحت عدم قطعیت فضولات گاو[1]

چکیده:

فضولات گاو منبع اصلی تولید متان به عنوان یکی از گازهای گلخانه‌ای است. برای کاهش این آلودگی می‌توان فضولات گاو را به بیوگاز تبدیل کرد و در نتیجه بیوگاز تولیدی را به عنوان سوخت برای ژنراتورهای الکتریکی مورد استفاده قرار داد. این مشکل در تحقیقات انجام شده تاکنون بدون ارائه مدل‌های ریاضی مناسب مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله، مسئله اندازه بهینه ژنراتورهای مبتنی بر بیوگاز (BGs) برای یک دامداری با مدل‌سازی فرایند هضم بی‌هوازی و مخزن ذخیره‌سازی گاز فرموله می‌شود. برای محافظت از تصمیمات اپراتور سیستم در برابر عدم قطعیت فضولات گاو، مدل پیشنهادی با استفاده از تئوری تصمیم‌گیری شکاف اطلاعاتی (IGDT) به عنوان یک مدل مبتنی بر ریسک مجدداً فرموله شده است. ظرفیت به دست آمده BG و مخزن ذخیره برای یک دامداری با ۲۰۰۰ گاو به ترتیب ۴۳۳/۲۴ کیلووات و ۶۲۸/۰۵۶ متر مکعب می‌باشد. همچنین سیستم طراحی شده از انتشار آلودگی تقریباً ۵۲۲ تنی جلوگیری می‌کند. نتایج

نشان‌دهنده عملکرد مناسب اپراتور سیستم برای استفاده از گاز تولیدی برای ارسال مستقیم به BG و/یا شارژ مخزن ذخیره می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش پارامتر ریسک‌گریزی، ظرفیت BG و مخزن ذخیره کاهش می‌یابد که منجر به کاهش سود کل پروژه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: هضم بی‌هوازی، ژنراتور مبتنی بر بیوگاز، فضولات گاو، مخزن ذخیره گاز، نظریه شکاف تصمیم‌گیری اطلاعاتی. (IGDT)

ذخیره بیوگاز تولید شده از فضولات گاو در مخزن ذخیره گاز می‌تواند هزینه عملیاتی سیستم را کاهش دهد. با این‌حال، مدل‌سازی BGs در یک دامداری با در نظر گرفتن مخزن ذخیره در مطالعات قبلی بررسی نشده است.

۱- مقدمه

متان به عنوان گاز گلخانه‌ای اصلی (GHG) با به دام انداختن گرما در جو، تأثیر عمده‌ای بر تغییرات آب و هوایی دارد. سهم این گاز از انتشار گازهای گلخانه‌ای ۱۹ درصد است که توسط آژانس ارزیابی زیست محیطی هلند گزارش شده است [۱]. یکی از منابع اصلی تولید متان تخمیر فضولات گاو در هوای آزاد است. اهمیت این موضوع در دامداری‌ها با حضور گاوهای زیاد افزایش می‌یابد. این درحالی است که از فضولات گاو می‌توان به عنوان منبع مناسب انرژی زیست توده استفاده کرد. فضولات گاو می‌تواند از طریق تخمیر بی‌هوازی به بیوگاز تبدیل شود. بیوگاز تولید شده می‌تواند به عنوان سوخت برای تولید انرژی الکتریکی استفاده شود. همچنین این فرایند از انتشار گاز متان در جو جلوگیری می‌کند. بنابراین، تولید بیوگاز از فضولات گاو را می‌توان یک منبع انرژی تجدیدپذیر (RES) برای تولید انرژی الکتریکی در نظر گرفت. هدف این مقاله فرموله کردن مسئله برنامه ریزی فرایند تولید انرژی الکتریکی مبتنی بر بیوگاز در یک دامداری است.

۲- بررسی ادبیات و پیشینه موضوع

مشکل استفاده از انرژی بیوگاز برای تولید انرژی الکتریکی در چندین کار تحقیقاتی از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرارگرفته است. خلأهای عمده در مطالعات قبلی به شرح زیر است:

۱) در اکثر مطالعات قبلی، مشکل برنامه‌ریزی BGها با استفاده از نرم افزار HOMER حل شده است. در این نرم افزار برای یک کیلووات ظرفیت BG، هزینه سرمایه‌ای بدون مدل‌سازی جزئیات طراحی فرایند تولید بیوگاز در نظر گرفته شده است. همچنین در مطالعاتی که از مدل‌های ریاضی برای این مسئله استفاده می‌شود، بخش هضم فقط مدل‌سازی شده است. این در حالی است که بخش‌های دیگر فرایندهاضم بی‌هوازی مانند سامپ، رسوب و بازیافت مدل‌سازی نشده‌اند.

۲) ذخیره بیوگاز تولید شده از فضولات گاو در مخزن ذخیره گاز می‌تواند هزینه عملیاتی سیستم را کاهش دهد. با این‌حال، مدل‌سازی BGs در یک دامداری با در نظر گرفتن مخزن ذخیره در مطالعات قبلی بررسی نشده است.

۳) بیوگاز تولید شده در دامداری بستگی به مقدار فضولات به‌دست آمده از گاو دارد. این پارامتر نسبت به عوامل مختلف رفتار نامشخصی دارد. با این حال، مدل‌سازی این پارامتر نامشخص در مطالعات قبلی مورد بررسی قرار نگرفته است.

برای پرداختن به این شکاف‌های تحقیقاتی، مسئله اندازه بهینه یک BG برای یک دامداری با در نظر گرفتن جزئیات مختلف مدل‌سازی فرایندهاضم بی‌هوازی فرموله شده است. همچنین این سیستم مجهز به مخزن ذخیره گاز است تا بیوگاز را در ساعاتی با قیمت پائین بازار انرژی ذخیره و سپس بیوگاز ذخیره شده را برای تولید انرژی الکتریکی در ساعات دیگر با قیمت بالای بازار انرژی تخلیه کند. این رفتار می‌تواند سود سیستم را از حضور در بازار انرژی افزایش دهد. نکته اصلی دیگری که در این مقاله در نظر گرفته شده است، مدل‌سازی عدم قطعیت میزان فضولات گاو است. از آنجایی که رفتار این پارامتر را نمی‌توان از طریق یک تابع توزیع احتمال مناسب مدل‌سازی کرد، این پارامتر با استفاده از رویکرد تئوری تصمیم‌گیری شکاف اطلاعاتی (IGDT) در مقاله فعلی مدل‌سازی شده است. در

این مورد، تصمیمات مبتنی بر ریسک اپراتور سیستم برای تعیین اندازه بهینه BG و مخزن ذخیره سازی مدل می‌شود. بنابراین، عمده‌ترین مطالب این مقاله به شرح زیر است:

- فرمول‌بندی مسئله اندازه بهینه BG برای یک دامداری با مدل‌سازی فرایندهاضم بی‌هوازی و مخزن ذخیره گاز. مدل پیشنهادی را می‌توان به راحتی در تمام دامداری‌ها با اندازه‌های مختلف اعمال کرد.
- استفاده از رویکرد IGDT در مدل‌سازی اندازه بهینه پیشنهادی به عنوان یک بهینه‌سازی قوی برای تضمین استحکام تصمیمات اپراتور سیستم در تعیین اندازه بهینه BG و مخزن ذخیره جهت مدیریت عدم قطعیت فضولات گاو.

یک فرمول ریاضی در این مقاله برای مدل‌سازی مسئله اندازه بهینه BGs در یک دامداری توسعه داده شده است. در این فرمول، جزئیات فرایند هضم بی‌هوازی شامل مخزن، رسوب و بازیافت مدل‌سازی شده است.

۳-نتیجه‌گیری

یک فرمول ریاضی در این مقاله برای مدل‌سازی مسئله اندازه بهینه BGs در یک دامداری توسعه داده شده است. در این فرمول، جزئیات فرایند هضم بی‌هوازی شامل مخزن، رسوب و بازیافت مدل‌سازی شده است. همچنین یک مخزن ذخیره گاز در مدل در نظر گرفته شده است تا توانایی اپراتور سیستم را در تصمیم‌گیری در مورد گاز تولیدی درهاضم جهت ارسال مستقیم به BG یا ذخیره آن در ساعاتی با قیمت پائین بازار انرژی افزایش دهد. سپس در ساعاتی با قیمت‌های بالای بازار انرژی، گاز ذخیره شده به BGها ارسال می‌شود تا انرژی الکتریکی تولیدی را افزایش دهند و انرژی به بازار بفروشد. نتایج نشان داد که چنین رفتاری از اپراتور سیستم در حضور مخزن ذخیره منجر به انتخاب BG با ظرفیت زیاد در مقایسه با مورد بدون در نظر گرفتن مخزن ذخیره می‌شود.

از آنجایی که مقدار فضولات گاو تأثیر مهمی‌بر اندازه بهینه BG و مخزن ذخیره دارد و این پارامتر ماهیت نامشخصی دارد، تئوری تصمیم‌گیری شکاف اطلاعاتی در این مقاله برای رسیدگی به عدم قطعیت استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تصمیمات محافظه‌کارانه اپراتور سیستم برای مدیریت این عدم قطعیت باعث کاهش اندازه بهینه BG و مخزن ذخیره گاز و در نتیجه کاهش سود اپراتور سیستم می‌شود.

پی‌نوشت:

[۱] برگرفته از مقاله با همین عنوان چاپ شده در شماره ۲۷۰ مجله ENERGY

اجلاس هیئت عمومی

تهران - ۱۳ و ۱۴ تیرماه ۱۴۰۳

بر طبق ماده ۱۹ قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان و ماده ۱۰۲ آئین‌نامه اجرایی آن، اجلاس هیئت‌عمومی‌به عنوان مهم‌ترین و بزرگ‌ترین نشست تخصصی مهندسان عضو این سازمان می‌باشد که باید سالی یک‌بار به دعوت رئیس سازمان نظام‌مهندسی ساختمان با حضور وزیر راه و شهرسازی یا نمایندگان وی و اعضای هیئت‌مدیره سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان‌ها تشکیل جلسه دهد.

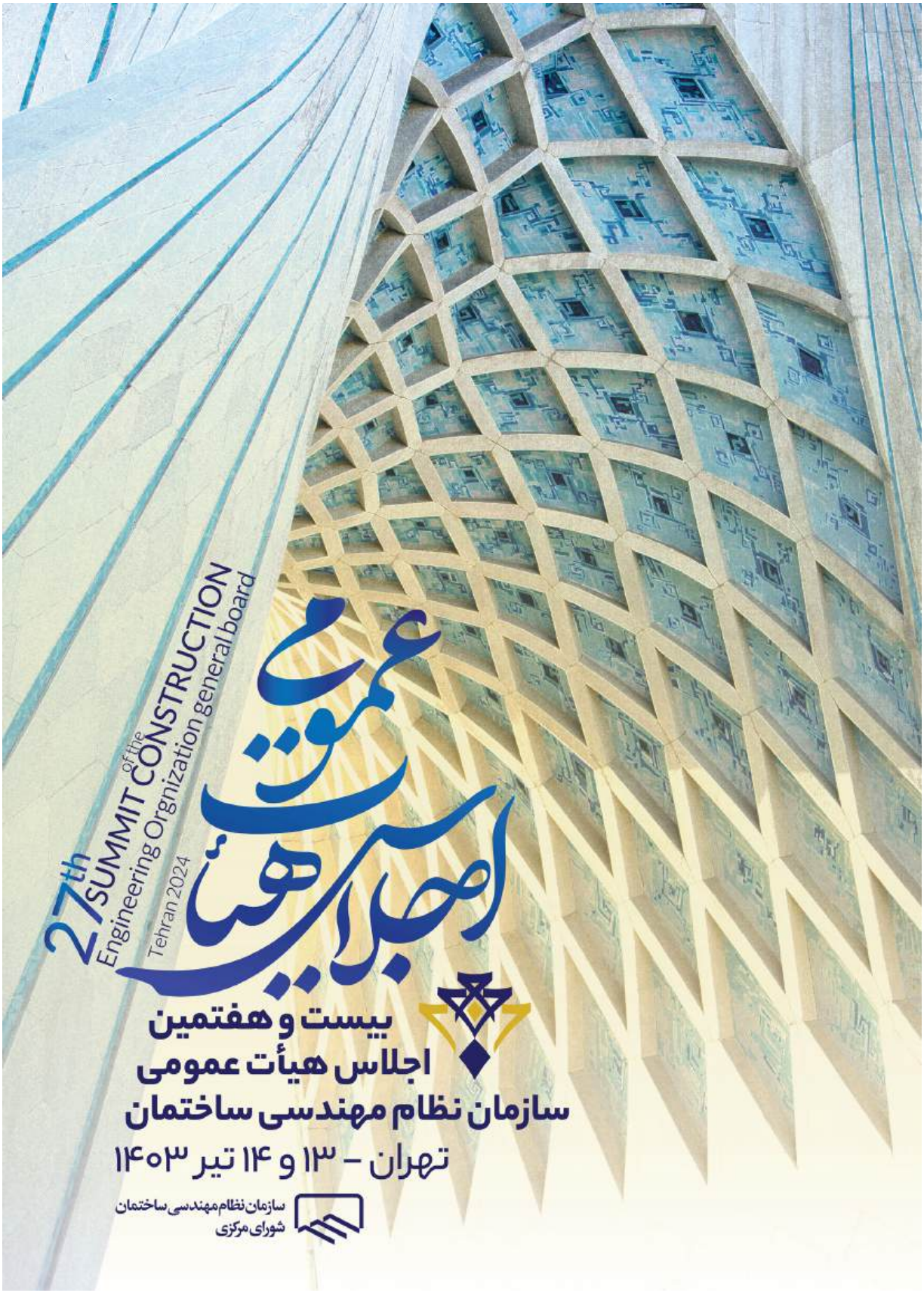
وظایف هیئت‌عمومی انتخاب اعضای شورای مرکزی، تعیین بازرس اصلی و علی‌البدل، اعضای شورای انتظامی‌و مرکزی، استماع گزارش سالیانه شورای مرکزی و بازرسان و تحلیل آن‌ها، تصویب برنامه و بودجه سالانه سازمان، بررسی ترازنامه سالانه سازمان بوده که باید تعیین خط‌مشی‌های عمومی‌شورای مرکزی را یکی از مهم‌ترین این وظایف تلقی نمود. همچنین بررسی مشکلات سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان‌ها و ارائه طریق برای رفع مشکلات احتمالی آن‌ها از موارد قابل تأمل و توجه است.

از نکات مهم دیگری که باید به آن اشاره داشت صلاحیت بررسی و تصمیم‌گیری آن دسته از وظایف سازمان است که بر طبق قانون، در اختیار هیئت‌عمومی گذاشته شده است.

اینک مقرر است در تاریخ ۱۳ و ۱۴ تیرماه ۱۴۰۳، بیست‌وهفتمین اجلاس هیئت عمومی‌در سالن همایش‌های بین‌المللی دانشگاه شهید بهشتی تهران برگزار گردد.

مصوبات قطعنامه پایانی بیست‌وششمین اجلاس هیئت‌عمومی(تبریز، تیرماه ۱۴۰۲) حاکی از آن است که پیگیری و تحقق آن موارد در اجلاس پیش‌رو برای پیش‌بینی زمینه‌های اجرایی آن‌ها در دستور کار قرار گیرد.

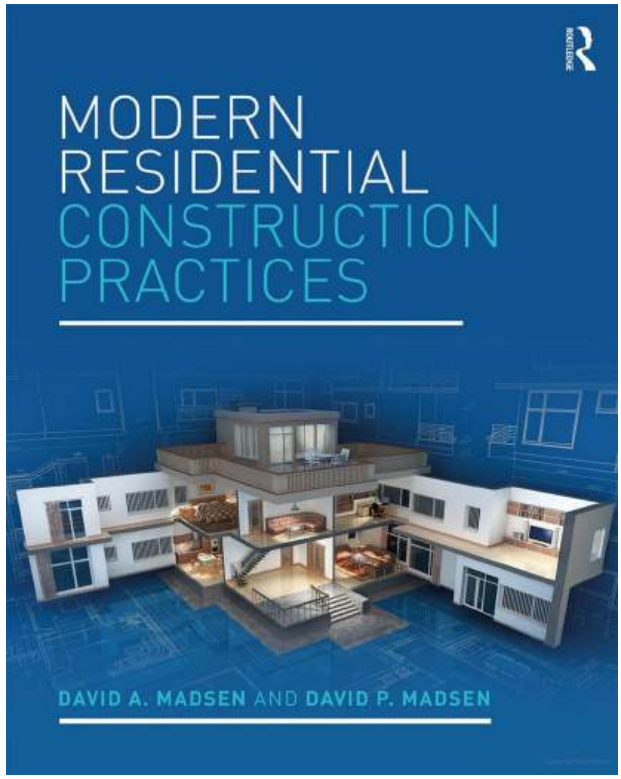
نشریه شمس امیدوار است این اجلاس بتواند با تصمیمات سازنده‌ای که اتخاذ می‌نماید، مسائل مهم و پیش‌روی جامعه مهندسان عضو سازمان را حل‌وفصل نماید.


27th SUMMIT of the CONSTRUCTION
Engineering Orgnization general board
Tehran 2024
اجلاس سران عمومی
بیست و هفتمین
اجلاس هیأت عمومی
سازمان نظام مهندسی ساختمان
تهران - ۱۳ و ۱۴ تیر ۱۴۰۳
سازمان نظام مهندسی ساختمان
شورای مرکزی

معـــــرفی کتـــــاب

کتابی جذاب ساده و روان برای مهندسان معمار

شیوه‌های مـدرن ساخت‌وساز مسکونـی



این کتاب تحت عنوان "**شیوه‌های ساخت‌وساز مسکونی مدرن**" در سال ۲۰۱۷ (۱۳۹۶) در هیبت یک کتاب درسی با بیانی ساده و روان توسط "دیوید اِ. مَدسِن" و "دیوید پی. مَدسِن" شیوه‌های ساخت‌وساز ساختمان‌های مسکونی را مطابق با استانداردهای صنعت ساخت، به صورت جامع و مصورانه به نگارش در آمده و انتشارات تیلور و فراسیز منتشر کرده است. با نگاهی گذرا به فصل‌های این کتاب مشخص می‌شود که محتوای آن مشتمل بر توضیحات جامع،
تمرین‌های واقع‌گرایانه، مثال‌های واقعی، تصاویر سه بعدی همراه با تست‌ها و مسائل ذی‌ربط تنظیم شده‌اند. مثال‌های کتاب حاوی شیوه‌های ساخت‌وساز معمولی مورد استفاده در سراسر آمریکا و کانادا با تصاویر روشن‌گر ترتیب گردیده است. چیدمان مطالب فصل‌ها به نحوی سازماندهی شده‌اند که با فرایند مورد استفاده در طراحی و احداث پروژه‌های ساختمانی مسکونی از نخستین مراحل اولیه طراحی و تمام مراحل ساخت ساختمان‌های مسکونی را دربر می‌گیرد.

معـــرفی کتـــاب

این کتاب برای همه مهندسان
در گرایش‌های مهندسی عمران مفید است

سلامت، ایمنی و مدیریت ریسک ساخت‌وساز آسان شد

کتاب "**سلامت، ایمنی و مدیریت ریسک ساخت‌وساز آسان شد**" به قلم "مَککلم واتسون" (Malcolm Watson) بهترین روش‌ها و راه‌حل‌ها را برای حفظ سلامت، ایمنی و مدیریت ریسک ساخت‌وساز به رشته تحریر درآورده است. این کتاب به عنوان یک راهنمای قابل دسترس برای متخصصان بهداشت، ایمنی و محیط زیست، مهندسان، مدیران پروژه، ناظران، پیمانکاران اصلی و پیمانکاران فرعی و سایر ذی‌نفعانی که پیچیدگی‌های هر پروژه ساختمانی را بررسی می‌کنند، ارائه می‌دهد.
همچنین این منبع چشم‌انداز پیچیده سلامت،
ایمنی و مدیریت ریسک را برای هر ساختگاهی رمزگشایی کرده و به خواننده خود یک رویکرد گام به گام برای تضمین یک محیط کاری امن، ایمن و در عین حال بهینه‌سازی عملکرد پروژه ارائه می‌دهد. با استفاده از چهارچوب هوشمندانه که ویژه، قابل اندازه‌گیری، قابل دستیابی، مرتبط، محدود به زمان باشد، توانسته بینش‌ها و استراتژی‌های عملی را برای کاهش خطرات، ارتقای پروتکل‌های ایمنی و افزایش کارایی کلی هر پروژه آموزش دهد. از شناسایی خطرات احتمالی گرفته تا اجرای اقدامات ایمنی قوی، هر فصل به دقت طراحی شده است تا شما را با دانش و ابزار لازم برای محافظت از پرسنل و امکانات موجود در کارگاه ساختمانی توانمند کند.