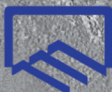


فصلنامه تخصصی سازمان
نظام مهندسی ساختمان
استان سمنان



شماره چهل و چهار

ویژه نامه



دومین

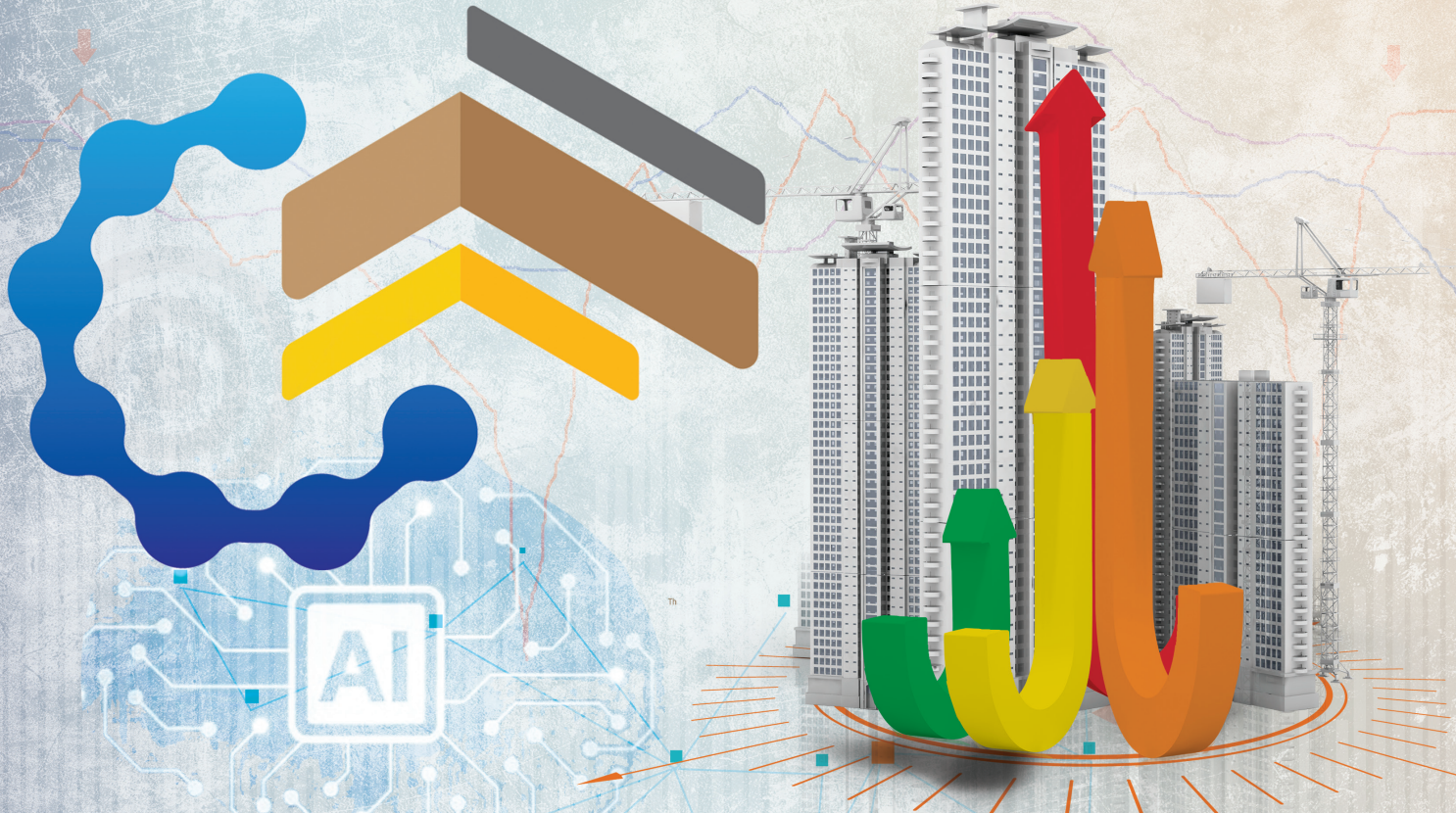
همایش ملی

فناوری های نوین و

بهینه سازی انرژی

با تاکید بر کاربرد هوش مصنوعی

در صنعت ساختمان



سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سمنان

دبیرخانه فناوری های نوین با رویکرد بهینه سازی انرژی در صنعت ساختمان

دومین همایش ملی

فناوری های نوین و بهینه سازی انرژی

با تاکید بر کاربرد هوش مصنوعی در صنعت ساختمان

The Second National Conference on "New Technologies and Energy Optimization focusing on the Application of Artificial Intelligence in the Construction Industry"

- + دارای امتیاز تمديد و ارتقاء
- + به همراه نمایشگاه صنعت ساختمان
- + اجرای کارگاه تخصصی (ورکشاپ)

محل برگزاری: سمنان، دانشگاه سمنان
مرکز همایش های بین المللی شهید سلیمانی
تاریخ برگزاری: ۲ لغایت ۴ بهمن ماه ۱۴۰۳





شماره چهل و چهار

شناسنامه

صاحب امتیاز: سازمان نظام مهندسی ساختمان استان سمنان

مدیر مسئول: امیرحسین سالار
سر دبیر: فریبرز یدالهی
مدیر اجرایی: میترا کسائی

شورای سیاست گذاری: مهدی حکیمی، محمود اسکندری، محمد حسین نیکدل، محسن خدای، سید حسین سید علیان، محمود نیکخواه شه‌میرزادی، مریم نعیم زاده، علی منافی، امید نعمت پور

هیات تحریریه: محمود نیکخواه شه‌میرزادی، فریبرز یدالهی، امیرحسین سالار، فاطمه نعیمی، نیما تشریفی، میترا کسائی، حامد ملک علائی، علیرضا صالحیان، مجید مردانی

همکاران این شماره: محمدتقی اعرابی

ویراستار: حامد ملک علائی

گرافیک و صفحه آرایی: راضیه همتیان

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

فهرست مطالب این شماره:

۱۷ مقالات

- ۱۸ شاخص‌های امتیازآور حفاظت محیط‌زیست در صنعتی‌سازی ساختمان
- ۲۲ روش‌نمایی مصنوعی و مدیریت مصرف انرژی
- ۲۸ تأثیر تغییرات اقلیمی بر ایجاد شرایط آسایش حرارتی و عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع ساختمان‌های اداری
- ۳۶ نکات کاربردی در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
- ۴۰ بررسی استان سمنان از نقطه‌نظر انرژی خورشیدی و پتانسیل‌های سرمایه‌گذاری در حوزه نیروگاه‌های فتوولتائیک مقیاس-کوچک
- ۴۴ کاربرد فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت در ساختمان
- ۴۸ بررسی تغییرات مصرف انرژی با استفاده از مصالح مختلف ساختمانی در شرایط اقلیمی سمنان
- ۵۴ برچسب انرژی در ساختمان‌های مسکونی و تجاری

ویژه نامه همایش

- ۰۲ سخن رئیس سازمان
- ۰۴ مصاحبه
- ۰۸ سخن دبیر همایش
- ۱۱ مصاحبه

نقل مطالب تشریحیه با ذکر ماخذ آزاد است.

فصلنامه سرا از اساتید، دانشجویان، نویسندگان و محققان مقاله می‌پذیرد. فصلنامه در کوتاه کردن و ویرایش مطالب آزاد است. اصل مقاله ارسالی برگشت داده نمی‌شود.



● مهدی حکیمی

رئیس همایش

همایش یا همدلی...؟

و اصلاح الگوهای مصرف و راهکارهای بهینه‌سازی انرژی در کشور را بالا نگه دارد.

دبیرخانه در این همایش بحث راهکارهای عملی آموزش‌های سال گذشته را با تأکید بر جایگاه هوش مصنوعی در صنعت ساختمان در دستور کار خود قرار داده تا یادمان نرود، چرخ علم و توسعه منتظر نمی‌ماند. چه بخواهیم و چه نخواهیم فرآیند کاربردی هوش مصنوعی، صنعت ساختمان را در بر گرفته و کوتاهی و کم توجهی به آن دست‌اندرکاران صنعت ساختمان را به حاشیه خواهد راند.

امروز تکالیف قانونی ما مهندسان و سازندگان، صنعتگران و تمامی دست‌اندرکاران صنعت ساختمان در مواجهه با بحث بهینه‌سازی انرژی بسیار روشن و مبرهن است. همچنین این تکالیف در بکارگیری و استفاده از فناوری‌های نوین و جایگاه صنعتی‌سازی در پروژه‌های ساختمانی بسیار واضح مقنن گردیده است.

حال با ایجاد یک همدلی در این گونه همایش‌ها یا به تکالیف قانونی خود عمل نموده و مدیریت کرده تا کشور را از این بحران شدید ناترازی انرژی خارج کنیم و یا اینکه هم ما و هم نسل آینده‌مان را به ورطه نابودی گسیل خواهیم داشت. آنچه تاریخ ایران بزرگ و مردمان بزرگتر آن نشان داده ما ملت ایران ملتی با فرهنگی غنی، اهل تلاش و ایشار هستیم و در تمامی مشکلات زمانه خود با همدلی و عزمی جانانه و راسخ معضلات را پشت سر گذاشته و کشور خود را همچون همیشه سرفراز خواهیم نمود. امید داریم این همایش با مباحث روز خود زمینه اقدامات عملی آموزش‌های لازم را در افراد متخصص و مسئولین و مردم عزیز فراهم آورده تا ثابت کنیم ما ایرانی هستیم و ایرانی خواهیم ماند. انشاالله...

در شرایط کنونی کشور موضوع بحث ناترازی انرژی، بهانه‌ای شده است تا تمامی افراد جامعه از مردم تا مسئولین نظام، از طراحان تا مجریان، از تولیدکنندگان تا صنعتگران، از زن و مرد، خرد و کهنسال، آثار و لطمات بدمصرفی و عدم توجه به شیوه‌های مصرف انرژی را با جان و دل احساس نمایند. مگر می‌شود کشوری با این همه نعمات الهی، با این همه ذخایر معدنی، نفتی و گازی دچار کمبود انرژی شود؟ و ما همگی ثابت کردیم که بله... می‌شود!!

ما ملت بزرگ ایران و دارای تمدن و فرهنگ غنی چه کردیم با خودمان و چه خواهیم کرد با نسل‌های آینده این سرزمین کهن و خسته؟! سال‌هاست تحقیق و بررسی کردیم و قوانین و مقررات تدوین نمودیم؛ همایش‌ها و سمینارها برگزار کردیم تا چنین روزهایی را ایران و مردمان شریف و عزیزمان نبینند و دچار چنین وضعیت ناترازی انرژی قرارشان ندهیم... ولی شد!! حال ما هستیم و عملکرد گذشته و تکالیفمان برای آینده و آیندگان. امروز را تجربه کردیم و راهی دیگر نداریم جز جبران و تلاش بر اصلاح و تغییر الگوهایمان. بر آن شدیم تا بر عهدی که در سال گذشته بسته‌ایم همچنان پایبند بمانیم و تا رفع چالش پیش آمده و جبران آن در میدان عمل بیاموزیم و جهادی متعهد بر انجام آن باشیم.

دومین همایش ملی "فناوری‌های نوین و بهینه‌سازی انرژی با تأکید بر کاربرد هوش مصنوعی در صنعت ساختمان" که توسط دبیرخانه کشوری آن مستقر در نظام مهندسی ساختمان استان سمنان فعال می‌باشد، با تلاشی چندین ماهه، خود را متعهد دانست تا به رسالت کاری‌اش عمل نماید. این همایش کشوری زمینه یک همدلی و عزمی راسخ را شعار خود قرار داده تا با دست همکاران پایکار خود، پرچم تغییر



ویژه نامه همایش

تخصص همگام با مدیریت

● گفتگو با دکتر مهدی صمیمیان

سرپرست فرمانداری سمنان

عمرانی و ارائه خدمات به شهروندان است. امروزه در بخش عمرانی با مشکلات متعددی روبه‌رو هستیم که ناترازی انرژی یکی از این مشکلات کشور است که سمنان نیز گریبان‌گیر آن می‌باشد. ما در سند توسعه شهرستان سمنان مبتنی بر برنامه پنج‌ساله هفتم در این خصوص پیشنهاد دادیم که شهر سمنان با توجه به ظرفیت بالای نعمت‌های الهی مانند انرژی خورشیدی به‌عنوان یک شهر خورشیدی معرفی شود و با بهره‌گیری از متخصصین و نیروهای توانمند سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و دانشگاهیان به این هدف با برنامه‌ریزی‌های مدرن و دقیق برسیم. همچنین در حوزه ساخت‌وساز شهری خوشبختانه طرح تفصیلی شهر سمنان به تصویب رسید که این امر می‌تواند تغییر عمده‌ای در وضعیت ساخت‌وساز و بهبود آن داشته باشد.

■ با حضور شما در مدیریت شهرستان شاهد رویکردی تخصصی‌تر خواهیم بود؟

با توجه به اینکه خودم از بدنه سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان هستم و ظرفیت‌های بزرگ و دانشمندان و مهندسين حرفه‌ای سازمان را از نزدیک می‌شناسم، سازمان و اعضای آن را به‌عنوان بازوان فرمانداری و دستگاه‌های اجرایی شهرستان در ارائه هرچه بهتر خدمات به مردم فهیم و مؤمن شهرستان می‌دانم و تمام تلاش خود را برای بهره‌گیری از این ظرفیت بزرگ خواهم گذاشت.

■ چگونه می‌توان از توان فنی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در بخش دولتی بیشتر بهره گرفت؟

بخش عمده خدمات دستگاه‌های اجرایی در حوزه



بهره گرفت؟

رویکرد ما در شورای ترافیک یک رویکرد علمی مبتنی بر نیازهای جامعه و اثرات اجتماعی آن هست. لذا در کلیه جلسات شورای ترافیک و کمیته‌های فنی از ظرفیت‌های متخصصین حوزه ترافیک و مهندسیین مجرب سازمان نظام‌مهندسی در جهت اصلاح و بهبود ترافیک شهرستان بهره می‌بریم.

برگزاری همایش‌های ملی توسط سازمان همانند همایش بهینه‌سازی انرژی را چقدر مفید و برای امروز جامعه مؤثر و مناسب می‌دانید؟

همان‌طور که در جریان هستتید دومین همایش ملی بهینه‌سازی انرژی امسال در دانشگاه سمنان به همت سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان سمنان در روزهای سوم تا پنجم بهمن برگزار می‌شود. هفته گذشته جلسه‌ای با حضور دستگاه‌های اجرایی استان و خدمات‌رسان، پلیس‌راه و راهور، علوم‌پزشکی و شهرداری در فرمانداری برگزار گردید و اهمیت این همایش به اطلاع کلیه دستگاه‌ها رسانده شد. با توجه به ناترازی انرژی و لزوم صرفه‌جویی و استفاده بهینه از انرژی، این همایش می‌تواند اثرات مطلوبی در فرهنگ جامعه در خصوص صرفه‌جویی انرژی و احداث بناهای انرژی صفر داشته باشد.

وضعیت جهش ملی مسکن در شهر سمنان چگونه است؟

در حوزه مسکن در طی سه سال گذشته بیش از ۳۰۰ هکتار از اراضی دولتی به شهر سمنان الحاق شده تا جهت احداث واحدهای مسکونی خودساز، حمایتی و جوانی جمعیت بر اساس قانون جهش تولید مسکن به افراد مشمول طرح واگذار گردد. درنهایت در شهرک کوهسار سمنان ۱۲/۶ هکتار به محدوده شهر الحاق شده است که بخش عمده آن به‌صورت خودساز و در گروه‌های ۴ نفره به اقشار واجد شرایط واگذار شد و پیشرفت فیزیکی بالای ۸۰ درصد دارند.

در سایت ۲۳ هکتاری پشت دانشگاه پیام‌نور پروژه ۹۶۸ واحدی قرارگاه امام حسن (ع) و پروژه ویلایی‌های معوض ۳۳۶ واحدی در حال احداث با پیشرفت فیزیکی معقول در حال اجرا است. در سایت ۵۵ هکتاری جنب پارک سوکان، اراضی جهت طرح جوانی جمعیت به واجدین شرایط واگذار شده است و در حال اخذ پروانه می‌باشند. همچنین آماده‌سازی سایت ۲۰۵ هکتاری جنب قرارگاه سپاه قائم در حال انجام است و قطعات، آماده واگذاری به متقاضیان گروه‌های ساخت می‌باشد.

از توان سازمان نظام‌مهندسی ساختمان در شورای ترافیک شهرستان چگونه می‌توان بیشتر



همکاران همایش ملی فناوری‌های نوین و بهینه‌سازی انرژی با رویکرد تجاری سازی در صنعت ساختمان

مهندس مهدی حکیمی

رئیس همایش

دکتر محمود نیکخواه

دبیر همایش

مهندس مصطفی
بوجاری صفت

دبیر اجرایی همایش

دکتر نادر رهبر

دبیر علمی همایش

اعضای کمیته سیاستگذاری

مهندس مهدی حکیمی . مهندس محمود اسکندری . مهندس محمدحسین نیکدل
مهندس مریم نعیم زاده . مهندس امید نعمت پور میرکلانی . مهندس علی منافی
مهندس سید حسین سیدعلیان . دکتر محمود نیکخواه . مهندس محسن خدای



اعضای کمیته علمی

دکتر محسن گرامی . دکتر نادر رهبر . دکتر وحید قدس . دکتر عبدالله خالصی دوست
دکتر بنیامین کیومرثی . دکتر سیداسماعیل ساداتی . مهندس مریم نعیم زاده . دکتر
میترا کسایی . دکتر حسین مرادی نسب . دکتر محمود نیکخواه . دکتر شیوا آرایش
. دکتر سحر علینژاد . دکتر احمد جامعی . دکتر علی همتی . دکتر سعید مقیمی



اعضای کمیته اجرایی

مصطفی بوجاری صفت . فروغ غیبی . مریم نعیم زاده . سمیرا کربلایی اکبری . فاطمه سیف علیان .
مریم ابراهیم زاده . سمانه عمرانیان . ابراهیم اعراییان . دانیال فرخ نیا . میترا نائب زاده . محمدرضا
معین . عبدالله خالصی دوست . علی اکبر دلیل صفایی . امیرحسین سالار . امید صالحیان بیدختی .
فاطمه آلبویه . وحید سید . محمد معماریان . ایده عزیزالدین . پیمان رئوفی . فرزانه مولائی نسب .
عباس زیاری . آیدا نیک منش . فرید شکاری . نسترن زمانی . سوسن اسمعیلی . محمدمهدی مرتضایی
آرزو مهدی . علی دیانی . مهدی تیبانیان . افشین صمدیان . علی بهار . مهدی سلطان . حامد جعفرپور .
محمدتقی اعرابی . نسرين خرمیان . ویدا صداقت . فائزه کاشفی . مهرداد طحان . نسیم شادفر . فاطمه
متقی نیا . حمیدرضا عرب حجی . علیرضا مومن آبادی . الهام دارایی . محمدرضا رحیمیان پور . قاسم
اسدی . حجت اله وفاجو . حمید فرخ منش . پیام مهرآور .



اهمیت مدیریت انرژی در صنعت ساختمان



● محمود نیکخواه شه‌میرزادی

دبیر همایش

وجود می‌آید که نرخ رشد تقاضا و مصرف انرژی، بیشتر از عرضه و تولید شود.

اهمیت مدیریت انرژی در صنعت ساختمان

مدیریت انرژی در صنعت ساختمان، یکی از جنبه‌های کلیدی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها، همچنین کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست است. ساختمان‌ها با سهم بیش از ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی سالانه کشور، می‌توانند نقش قابل توجهی در مدیریت انرژی به‌ویژه در دوره اوج بار شبکه برق و گاز ایفاء نمایند. به دلیل مصرف بالای انرژی در ساختمان‌ها، از جمله بخش‌های مسکونی و تجاری، مدیریت مؤثر انرژی، می‌تواند به صرفه‌جویی‌های قابل توجهی منجر شود. مدیریت انرژی در صنعت ساختمان نه تنها به کاهش هزینه‌های انرژی کمک می‌کند، بلکه به بهبود کیفیت زندگی و حفاظت از محیط‌زیست نیز نقش مهمی ایفاء می‌کند. این نگاه به‌صورت یک راهبرد پایدار و کلیدی در

انرژی نقش برجسته‌ای در توسعه اقتصادی-اجتماعی کشور دارد. از این‌رو تضمین امنیت تأمین انرژی در کشور، از اهمیت بسیاری برخوردار است به‌نحوی که بسیاری از سیاست‌های اقتصادی و امور خارجه کشور، حول محور تأمین انرژی شکل می‌گیرد.

در دومین همایش ملی «فناوری‌های نوین و بهینه‌سازی انرژی با تأکید بر کاربرد هوش مصنوعی در صنعت ساختمان»، سه واژه مهم و کلیدی فناوری‌های نوین، بهینه‌سازی انرژی و هوش مصنوعی استفاده شده است. در سه روز همایش، مدرسین و اساتید استانی و ملی با بیان سرفصل‌های مهم، به ارائه راهکارهایی برای مدیریت انرژی در صنعت ساختمان می‌پردازند.

رویکرد مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی و ارتقای بهره‌وری برای رفع چالش ناترازی انرژی، در شرایط فعلی جامعه مناسب‌تر است.

ناترازی انرژی به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن تقاضا برای انرژی، بیشتر از عرضه آن باشد. به‌عبارتی دیگر ناترازی زمانی به

انرژی، استفاده از انرژی پاک تجدیدپذیر خورشیدی است. مدیریت چالش‌های فعلی انرژی، لازم است نگاه خود را معطوف به توسعه زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور نمایند. یکی از لازمه‌های دوره‌گذار انرژی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و پایین آوردن شدت مصرف انرژی است. با استفاده از این فرصت، ایران می‌تواند وابستگی خود به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد، انتشار گازهای گلخانه‌ای را محدود کند و زیرساخت‌های انرژی پایدار و رقابتی ایجاد کند.

بطور کلی در حوزه مدیریت انرژی در صنعت ساختمان، می‌توان راهکارهای زیر را برای رفع ناترازی انرژی پیشنهاد داد:

- ۱- فرهنگ‌سازی مصرف بهینه انرژی
- ۲- بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت انرژی در صنعت ساختمان و ارتقای بهره‌وری
- ۳- تولید و توسعه استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و امن به‌ویژه انرژی خورشیدی به‌عنوان انرژی پاک، نصب پنل‌های خورشیدی و رونق نیروگاه‌های خانگی
- ۴- نصب و استفاده از تجهیزات با مصرف انرژی پایین
- ۵- استفاده از فناوری‌های نوین، هوشمند و معماری پایدار
- ۶- استفاده از تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی جهت بهبود کارایی، بهره‌وری و پایداری
- ۷- بهبود کارایی سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع
- ۸- آموزش و آگاهی ساکنان و کارکنان در مورد رفتارهای صرفه‌جویانه انرژی
- ۹- ارزیابی و نظارت
- ۱۰- پیاده‌سازی شاخص‌های عملکرد انرژی
- ۱۱- بررسی‌های دوره‌ای
- ۱۲- سیستم‌های مدیریت ساختمان.

کاربرد هوش مصنوعی در صنعت ساختمان

با توجه به پیشرفت تکنولوژی و کاربرد هوش مصنوعی در صنعت ساختمان

نیز این مهم در دومین همایش ملی فناوری‌های نوین مورد توجه قرار گرفت. هوش مصنوعی^۱ (AI) در صنعت ساختمان، کاربردهای بسیار گسترده‌ای دارد و می‌تواند به‌طور چشمگیری کارایی، بهره‌وری و پایداری این صنعت را بهبود بخشد. برخی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت ساختمان عبارتند از:

طراحی و برنامه‌ریزی

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان^۲ (BIM): هوش مصنوعی می‌تواند فرآیند BIM را با تحلیل داده‌ها، شناسایی الگوها و پیشنهادهای طراحی بهینه‌سازی کند. همچنین می‌تواند به‌صورت خودکار مدل‌های سه‌بعدی ساختمان را بر اساس مشخصات و محدودیت‌های تعریف‌شده تولید کند.

طراحی پارامتریک: هوش مصنوعی می‌تواند با بررسی متغیرهای مختلف طراحی مانند نور، انرژی، هزینه و مواد، طرح‌های پارامتریک بهینه ارائه دهد که به‌طور هم‌زمان چندین هدف را برآورده می‌کنند.

توسعه شهری و ساختمانی در عصر معاصر در نظر گرفته می‌شود. مصرف انرژی در ایران به‌طور قابل توجهی بالاتر از میانگین جهانی است. بر اساس آمارهای موجود، ایران یکی از کشورهای بالاترین مصرف انرژی در جهان به ازای هر نفر است. به‌طور کلی، مصرف انرژی در ایران تقریباً دو تا سه برابر میانگین جهانی است که نشان از هدررفت و مصرف غیربهینه انرژی در زنجیره تولید تا مصرف انرژی دارد. منابع غنی انرژی، صنعت و کشاورزی و سبک زندگی را می‌توان از جمله عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در ایران نام برد.

ناترازی انرژی، یکی از چالش‌های اساسی در حوزه انرژی محسوب می‌شود که به‌صورت مستقیم، توسعه اقتصادی کشور را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. به‌صورت سنتی، راه‌حل‌های مرتبط با رفع ناترازی انرژی در توسعه فناوری در افزایش عرضه یا افزایش راندمان مصرف طرح می‌شوند؛ اما به نظر می‌رسد راه‌حل‌های فناورانه پاسخی نهایی و قطعی به این چالش نیستند و احتمالاً تنها رسیدن به نقطه بحرانی را به تعویق می‌اندازند.

این پدیده می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله افزایش مصرف انرژی، کاهش تولید انرژی، یا مشکلات در زیرساخت‌های توزیع انرژی رخ دهد. ناترازی انرژی می‌تواند تأثیرات جدی بر اقتصاد، محیط‌زیست و کیفیت زندگی مردم داشته باشد.

افزایش تقاضا، کاهش منابع طبیعی، تغییرات اقلیمی و زیرساخت‌های ناکافی را می‌توان از جمله عوامل مؤثر در ناترازی انرژی نام برد. این چالش نیاز به توجه و اقدام فوری دارد تا از تأثیرات منفی آن بر جامعه و محیط‌زیست جلوگیری شود. یکی از پیامدهای مهم ناترازی انرژی، تأثیرات زیست‌محیطی است. در حوزه محیط‌زیست، کاهش مصرف انرژی به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ منابع طبیعی کمک می‌کند.

از مهمترین پیامدهای ناترازی انرژی افزایش قیمت انرژی است چون ناترازی می‌تواند منجر به افزایش قیمت انرژی شود که این موضوع بر روی هزینه‌های زندگی مردم تأثیر می‌گذارد. پیامد بعدی اختلال در خدمات عمومی است زیرا که ناترازی انرژی، می‌تواند به قطع برق، گاز و اختلال در خدمات عمومی منجر شود.

از طرفی ناترازی انرژی تأثیرات زیست‌محیطی به همراه دارد. برای جبران کمبود انرژی، ممکن است به استفاده از منابع انرژی آلاینده روی آورده شود که این موضوع به محیط‌زیست آسیب می‌زند.

راهکارهای رفع چالش ناترازی انرژی

در بررسی راهکارهای رفع چالش ناترازی انرژی دو رویکرد افزایش ظرفیت تولید و نیز مدیریت و بهینه‌سازی مصرف انرژی و ارتقای بهره‌وری برای رفع چالش ناترازی انرژی، ممکن است پیشنهاد شود. رویکرد مدیریت انرژی در اولویت بالاتری نسبت به طرح‌های افزایش تولید دارد. بهینه‌سازی مصرف انرژی به‌واسطه هزینه سرمایه‌گذاری کمتر نسبت به تولید، جلوگیری از هدررفت انرژی، حفظ منابع بین‌نسلی و پایدار بودن کاهش مصرف انرژی، باید در اولویت اقدامات قرار گیرد. برای کاهش مصرف انرژی و بهبود بهره‌وری، نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه انرژی در ایران وجود دارد. یکی از راهکارهای مهم دیگر رفع چالش ناترازی

سایر کاربردها

ارزیابی ریسک: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های مختلف، ریسک‌های احتمالی در پروژه‌های ساخت‌وساز را ارزیابی کند.

تعمیر و نگهداری خودکار: ربات‌ها و پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند به‌طور خودکار عملیات تعمیر و نگهداری ساختمان‌ها را انجام دهند.

بازاریابی و فروش: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های بازار و مشتریان، فرآیندهای بازاریابی و فروش پروژه‌های ساختمانی را بهینه کند.

مواد ساختمانی: هوش مصنوعی می‌تواند به کشف مواد ساختمانی جدید و بهینه با خواص بهتر کمک کند.

مزایای استفاده از هوش مصنوعی در صنعت ساختمان

افزایش بهره‌وری: با خودکارسازی فرآیندها و بهینه‌سازی منابع، بهره‌وری در صنعت ساختمان افزایش می‌یابد.

کاهش هزینه‌ها: با کاهش اشتباهات، هدر رفت منابع و زمان، هزینه‌های پروژه‌های ساختمانی کاهش می‌یابد.

بهبود کیفیت: با کنترل دقیق‌تر فرآیندها و تشخیص خودکار نقص‌ها، کیفیت ساخت‌وساز بهبود می‌یابد.

افزایش ایمنی: با تشخیص خودکار خطرات احتمالی، ایمنی در محیط کار افزایش می‌یابد.

پایداری: با مدیریت بهینه انرژی و منابع، پایداری در صنعت ساختمان افزایش می‌یابد.

هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری نوظهور، پتانسیل بالایی برای تحول صنعت ساختمان دارد. با استفاده از هوش مصنوعی، می‌توان فرآیندهای ساخت‌وساز را کارآمدتر، مقرون‌به‌صرفه‌تر، ایمن‌تر و پایدارتر کرد. با پیشرفت روزافزون این فناوری، انتظار می‌رود کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت ساختمان در آینده گسترده‌تر و عمیق‌تر شود.

امید است تا با همراهی و هم‌افزایی جامعه مهندسی و صنعتگران عرصه ساختمان، گامی مؤثر در جهت حل چالش انرژی کشور، کمک به کاهش ناترازی انرژی، افزایش بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها و اعتلای ایران عزیز برداشته شود.

امید است تا با همراهی و هم‌افزایی جامعه مهندسی و صنعتگران عرصه ساختمان، گامی مؤثر در جهت حل چالش انرژی کشور، کمک به کاهش ناترازی انرژی، افزایش بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها و اعتلای ایران عزیز برداشته شود.

برنامه‌ریزی ساخت: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های پروژه‌های قبلی، زمان‌بندی دقیق‌تر و بهینه‌تری برای پروژه‌های جدید ارائه دهد و همچنین ریسک‌های احتمالی را پیش‌بینی کند. بهینه‌سازی فضا: هوش مصنوعی می‌تواند به معماران کمک کند تا بهترین استفاده را از فضا ببرند و چیدمان‌های بهینه را برای کاربری‌های مختلف طراحی کنند.

مدیریت ساخت‌وساز

مدیریت پروژه: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های زمان‌بندی، بودجه، منابع و پیشرفت پروژه، به مدیران کمک کند تا عملکرد پروژه را به‌طور دقیق نظارت کرده و تصمیمات بهتری بگیرند.

کنترل کیفیت: هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از سیستم‌های بینایی کامپیوتری و یادگیری ماشین، نقص‌ها و مشکلات احتمالی در ساخت‌وساز را به‌طور خودکار شناسایی کند.

ایمنی: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های ویدئویی و حسگرها، خطرات احتمالی در محیط کار را شناسایی کند و هشدارهای لازم را به‌موقع ارائه دهد.

مدیریت منابع: هوش مصنوعی می‌تواند به مدیریت بهینه منابع انسانی، تجهیزات و مواد کمک کند و از هدر رفتن منابع جلوگیری کند.

بهره‌برداری و نگهداری

مدیریت انرژی: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های مصرف انرژی ساختمان، الگوهای مصرف را شناسایی کرده و سیستم‌های گرمایش، سرمایش و روشنایی را به‌طور خودکار بهینه کند.

نگهداری پیشگیرانه: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های حسگرها، زمان و احتمال خرابی تجهیزات را پیش‌بینی کند و برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه را به‌طور خودکار تنظیم کند.

مدیریت هوشمند ساختمان (BMS): هوش مصنوعی می‌تواند با یکپارچه‌سازی سیستم‌های مختلف ساختمان، مدیریت هوشمند و کارآمد ساختمان را امکان‌پذیر کند.

تجربه کاربری: هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل رفتار و ترجیحات کاربران، تجربه کاربری بهتری را در ساختمان فراهم کند.



ارتباط دانشگاه و صنعت

● گفتگو با دکتر محمد کاظم شربتدار

استاد دانشگاه سمنان

اقتصادی صنعت ساختمان است؛ لذا به‌طور قاطع نمی‌توان مشکل را به یک عامل خاص معطوف کرد بلکه تک‌تک این عوامل به‌تنهایی می‌توانند مشکلات عدیده ایجاد کنند. گرچه به‌طور کلی می‌توان مشکلات انسانی صنعت ساختمان را فراتر از مشکلات فنی و تجهیزاتی دانست که نیاز به بررسی و تحلیل بیشتر خواهد داشت

■ چرا پروژه‌های دانشگاهی تأثیری بر کیفیت ساخت‌وساز ندارد و به رفع مشکلات ساخت و ساز نمی‌پردازد؟

پایان‌نامه‌های دانشگاهی یا می‌توانند متمرکز بر مشکلات روزمره و عادی صنعت ساختمان شوند و یا

■ مهم‌ترین مشکل صنعت ساختمان را چه می‌دانید و چگونه می‌توان بر آن فائق آمد؟

صنعت ساختمان ترکیبی از پارامترهای مؤثر فنی و اقتصادی در کنار یکدیگر است که هر کدام سهم بسزایی در موفقیت یا عدم موفقیت و یا بهتر بگوییم عملکرد مناسب و نامناسب این صنعت دارند. آموزش پایه در دانشگاه‌ها، آموزش‌های مستمر در قالب دوره‌های سازمان نظام‌مهندسی، دقت و جدیت در طراحی و ارائه نقشه‌های کامل اجرایی و نهایتاً نظارت دقیق و مستمر بر مراحل کار از عوامل مؤثر در حیطه فنی صنعت ساختمان است. تعادل عرضه و تقاضا، جلوگیری از سودجویی نامناسب و حمایت دولت و بانک‌ها از عوامل تأثیرگذار بر مسائل



مهندس برای انجام محاسبات و یا ادامه تحصیل را افزایش می‌دهند. در کنار این‌ها، کالج‌ها عموماً کاردان و یا مهندس حرفه‌ای تربیت می‌کنند که توان اجرایی بالایی دارند و اغلب سریع‌تر از مهندسين وارد بازار کار می‌شوند. ضمناً دو تا کارآموزی مهم در تابستان دارند که حضور فیزیکی جدی باید داشته باشند. یکی از طرح‌های جالب، طرح CO-OP است که دانشجوی به مدت یک‌ترم کامل در یک شرکت کار می‌کند (قبل از فارغ‌التحصیلی).

■ برگزاری همایش‌هایی چون بهینه‌سازی مصرف انرژی و فناوری‌های نوین ساختمان در سال گذشته و همچنین سال جاری تا چه میزان در ارتقای صنعت ساختمان مؤثر است؟

قطعاً همایش‌ها، محل گردهمایی شرکت‌های بزرگ صنعت ساختمان و مهندسين رشته‌های مختلف برای تبادل تجارب است و همایش بهینه‌سازی مصرف انرژی نیز فرصت خوبی در سال گذشته برای ارتباط دادن رشته‌های مختلف حوزه صنعت ساختمان در بخش انرژی بود. علاوه بر دوره‌های کوتاه‌مدت در حین همایش، باید از شرکت‌های موفق در این حوزه برای ارائه فعالیت‌ها و محصولات برتر خود دعوت به عمل آید و مهندسين نیز روش‌های اجرایی برای تشویق کارفرمایان و مالکین جهت به‌کارگیری این نوآوری‌ها و فناوری‌ها بیاموزند.

■ آیا فناوری‌های نوین با سنت معماری ایرانی و خواست مردم و ساخت‌وسازهای انفرادی موجود قابلیت تطابق دارند؟ به عبارتی دیگر با بازار کنونی ساخت‌وساز منطبق و برطرف‌کننده معایب آن هستند؟

ساخت‌وسازهای جدید باید مبتنی بر توسعه پایدار باشند تا ضمن بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، از مصالح بومی و سبک معماری ایرانی بهره‌گیری نماید و در ضمن موجبات افزایش آسایش و آرامش بهره‌وران را فراهم آورد که البته تأمین و در نظر گرفتن پارامترهای اقتصادی جهت رسیدن به یک طرح پایدار ضروری است. ضمناً باید سعی کرد ساختمان‌های اجراشده دارای بیشترین طول عمر و دوام باشند تا هزینه نگهداری به‌خصوص هزینه‌های انرژی مصرفی به حداقل خود برسد.

■ نظر شما درباره سرا چیست و چه توصیه‌ای دارید؟

نشریه سرا، پل ارتباطی مناسبی بین مباحث علمی - اجرایی و مهندسين عضو سازمان است و مانند نشریات حرفه‌ای دیگر، می‌تواند علاوه بر مباحث علمی، مشکلات اجرایی را مطرح و یا بخش پاسخ به سؤالات فنی داشته باشد و پروژه‌های موفق استان و یا معرفی شرکت‌های فناور و تولیدکننده مصالح ساختمانی را معرفی کند.

تمرکز بر ایده‌های جدید و نوآوری برای چندین ساله آینده داشته باشند. در بخش دوم معمولاً مقاومت در برابر تغییر وجود دارد؛ ولی شرکت‌هایی که آینده‌نگر هستند رویکرد خوبی نسبت به این موضوع دارند. هنگامی تحقیقات یک پایان‌نامه کاربرد بسیار زیاد و مفید دارد که حجم کار انجام‌شده طوری باشد که اطمینان لازم از نتایج به وجود آید و تکرار آزمایش‌ها انجام شود که عموماً هزینه‌بر است. حمایت بخش صنعت از انجام پایان‌نامه‌ها و عقد قراردادهای پژوهشی می‌تواند گره‌های صنعت ساختمان را برطرف کند و قانون جهش تولید و بهره‌گیری از اعتبار مالیاتی که سال گذشته تصویب شده است برای کاربردی‌تر شدن پایان‌نامه بسیار مهم و مفید خواهد بود.

■ چگونه می‌توان ارتباط دانشگاه و صنعت و به عبارتی دانشگاه و بازار کار را بهتر کرد؟

برای ایجاد ارتباط دانشگاه و صنعت، باید دو طرف زبان همدیگر را متوجه شوند و صنعت نیاز خود را به دانشگاه‌ها اعلام کند و از طرف دیگر دانشگاه هم باید به صنعت مراجعه و از نزدیک موانع ارتقا آن‌ها را بررسی کند. قطعاً ایده‌ای که برای یک طرح مطرح می‌شود به‌عنوان سرمایه باید بین دانشگاه و صنعت، مشارکت گردد. طرح‌های تشویقی دولت مانند اعتبار مالیاتی و یا حمایت‌هایی که در قالب قانون جهش تولید در سال گذشته مطرح شده است باعث افزایش ارتباط دانشگاه و صنعت شده است. اگر چندین شرکت در تولید یک کالا دخیل باشند و نیاز به رقابت و افزایش کیفیت جهت جلب مشتری داشته باشند، نیاز به تحقیق و توسعه و ارتباط با دانشگاه بیشتر خواهد شد.

■ چه میزان متون و دروس دانشگاهی با نیازهای بازار کار خصوصاً در رشته عمران مطابقت دارد؟

هر تخصصی ترکیبی از آموزش دانشگاهی و تجربه عملی و اجرایی است. برای مثال یک مهندس، چند برابر مدت‌زمان آموزشی رسمی دانشگاهی که دوره‌ای چهارساله در کارشناسی به‌علاوه دو سال کارشناسی ارشد است را باید با حضور در فعالیت اجرایی، تجربه کسب کند. به نظر بنده اگر همین دروس دانشگاهی همراه با بازدیدهای عملی همراه گردند کمک بسیار زیادی به افزایش دانش و تجربه اولیه مهندسين خواهد نمود. گرچه با پیشرفت فناوری‌های جدید و نوظهور، نیاز است بعضی دروس جدید به مجموعه دروس گرایش‌های صنعت ساختمان اضافه شوند.

■ با توجه به تحصیل شما در مقطع دکترا در کانادا، وضعیت دروس تحصیلی رشته عمران در آن کشور با ایران چه تفاوت‌هایی دارد؟

در کانادا، دانشگاه‌ها مهندسين را تربیت می‌کنند و دروس در سطح علمی بالاتر تدریس خواهد شد که توان

شرح فعالیت تعدادی از واحدهای فناور پارک علم و فناوری دانشگاه سمنان

ردیف	واحد فناور	مدیرعامل / مسئول	زمینه فعالیت
۱	شرکت توسعه فناوری‌های سبز بهساز	مهدی خیرالدین	ساخت محصولات نوین در حوزه مصرف بهینه انرژی و انرژی‌های نو (کولرهای دوفازی اکسترا)
۲	شرکت مهندسی مشاور سیماب سمنان	علی پایداری علمداری	طراحی و ساخت محصولات در زمینه بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی خورشیدی (کولر ترموپلاست)
۳	شرکت بازرسی فنی پارس آزمای جامع کومش	زهره گیلوری	تجهیز آزمایشگاه همکار اداره استاندارد در زمینه لوله‌های محافظ هادی برق و لوله‌های آب و فاضلاب
۴	شرکت پردیس نگین سمنان	ابراهیم نجفی کانی	افزودنی‌های پیشرفته گچ، گچ آلفا و صنعتی
۵	الکترو قدرت کومش	محمد ربیع زاده	طراحی و ساخت سیستم‌های ارت مبتنی بر مکانیک خاک (ژئو ارتینگ)
۶	معین ارکان عمران	مهدی اکبری آقبلاغ	روسازی بتن غلتکی با عملکرد بالا و حاوی مصالح نانو
۷	تجهیز فناور سرزمین	سید محمدرضا عمادی چاشمی	تولید قالب‌های مورد نیاز در صنعتی سازی ساختمان‌های تمام پیش‌ساخته ماژولار
۸	ایمن ارتفاع سمنان (نیژوا)	علی قادری چاشمی	تهویه مطبوع و تبرید (کولرهای گازی صنعتی)
۹	آتش بس	امیر محمد سلیم	تولید دتکتورهای نشت یاب گاز شهر و حرارت هوشمند
۱۰	پیش‌تازان عمران آریافر	اسماعیل تیبانیان	طراحی و ساخت کوپلر تک ضربه‌ای برای اتصال میلگردها در سازه‌های بتن آرمه
۱۱	طراحان نقش الماس کویر	محسن جلالی پور	پلتفرم فروش آنلاین مصالح و لوازم ساختمانی
۱۲	والادگران سبز	سعید مقیمی	طراحی ساختمان‌های پایدار با ایده مصرف حداقل انرژی (الکتریسیته، آب، گاز) و استفاده از منابع پاک از جمله انرژی خورشیدی
۱۳	کلاک الکترونیک	عباس ملک احمدی	ارت یار الکترونیکی (تضمین عملکرد فشار ضعیف بدون سیستم ارت)
۱۴	فراهوشمند آپتیماژ	میثم مرادی	طراحی و ساخت دستگاه مدیریت انرژی متمرکز با رویکرد مدیریت سمت تقاضا و افزایش بهره‌گیری از روشنایی نور روز (کلیدهای لمسی هوشمند)
۱۵	سما بتن کارآمد	دکتر امامی	تولید فوم بتن نیمه سازه‌ای جهت استفاده در صنعت ساختمان
۱۶	دیبا فناوران صنعت ایرانیان	جواد فصیح	تولید سیمان‌های نوین
۱۷	پویان صنعت قومس	محسن صابریان	طراحی و ساخت انواع سامانه‌های تله مانیورینگ پارامترهای سنجشی (LAN-Internet-GSM-GPRS)
۱۸	شرکت پایا صنعت فردانش	محسن نیاستی	طراحی، مشاوره و اجرای سیستم‌های نوین زمین، حفاظت صاعقه و حفاظت کاتودیک
۱۹	شرکت سیمان سنگسر	علی اسلامیان	تولید سیمان‌های ژئولیتی
۲۰	شرکت طنین توسعه پارس	صادق ربیعی	طراحی، ساخت و تولید شیر قطع اتوماتیک جریان گاز در هنگام زلزله

آتش‌بس سمنان

مجموعه آتش‌بس از شرکت‌های بزرگ در زمینه اجرای سیستم‌های ایمنی و آتش‌نشانی در استان سمنان است که در حوزه‌های مشاوره، طراحی، نظارت، تأمین و فروش تجهیزات آتش‌نشانی برای ساختمان‌ها فعالیت دارد. در حال حاضر این مجموعه با اتکا به تجارب و تخصص نیروهای خود، طرح آشکارسازهای نشت گاز هوشمند را برای اولین بار در ایران طراحی و تولید کرده است. همچنین، دو پروژه در زمینه آتش‌نشانی در حال ثبت اختراع هستند که پس از صدور گواهی ثبت اختراع، فرآیند تولید آن‌ها آغاز خواهد شد. علاوه بر این، مجموعه آتش‌بس دارای یک مرکز شارژ کپسول‌های آتش‌نشانی است که این واحد، تنها مرکز تأییدشده از سازمان فنی و حرفه‌ای در سمنان می‌باشد.



● امیر محمد سلیم

الکتروقدرت کومش

شرکت الکتروقدرت کومش با هدف توسعه و بهبود سیستم‌های ارتینگ، فعالیت خود را در پارک علم و فناوری دانشگاه سمنان آغاز کرده است. این شرکت در زمینه طراحی، ساخت، تأمین و اجرای سیستم‌های ارتینگ و صاعقه‌گیر تخصص دارد و در تلاش است تا از خسارات جانی و مالی ناشی از جریان‌های خطای برق و صاعقه جلوگیری کند. تاکنون این شرکت بیش از ۸۰۰ سیستم ارتینگ را با موفقیت اجرا کرده است. هدف اصلی شرکت الکتروقدرت کومش، ارائه خدمات جامع و با کیفیت برتر به مشتریان در کوتاه‌ترین زمان ممکن است. گروه مدیریتی شرکت از افراد باتجربه و فارغ‌التحصیلان دانشگاهی با ایده‌های نوین تشکیل شده که توانسته‌اند با هم‌افزایی و همکاری، اهداف بلندمدت شرکت را محقق سازند. این شرکت همچنین در مدت‌زمان کوتاهی موفق به تولید تجهیزات ارتینگ با کیفیتی مطابق با استانداردهای جهانی و عرضه آن به بازار شده است.



● محمد ربیع زاده

پیشتان عمران آریافر

شرکت پیشتان عمران آریافر با هدف بهبود فرآیند ساخت سازه‌های بتن‌آرمه، موفق به طراحی و ساخت کوپلر مکانیکی جدیدی با گواهی ثبت اختراع شماره ۱۰۴۵۸۷ در سال ۱۴۰۰ شده است. این کوپلر نوآورانه برای اتصال میلگردها، بدون نیاز به عملیات آماده‌سازی نظیر جوشکاری یا رزوه‌کاری، طراحی شده و سرعت اجرایی اتصال را به‌شدت افزایش می‌دهد. از مزایای این محصول می‌توان به سرعت اتصال بالا (۲ ثانیه)، عدم نیاز به نیروی متخصص، استفاده بدون دستگاه خاص و امکان نظارت کامل بر اتصال اشاره کرد. همچنین این کوپلر برای میلگردهای با آج‌های مختلف، پروژه‌های مقاوم‌سازی، فونداسیون‌ها و اتصالات سطح افقی مناسب است. هدف گروه تحقیق و توسعه این شرکت، بهبود فرآیند ساخت کوپلرها با هزینه مناسب و بهینه‌سازی بیشتر برای مشتریان است.



● اسماعیل تیبانیان

کلاک الکترونیک فناور

شرکت کلاک الکترونیک فناور از سال ۱۳۹۸ در زمینه طراحی، ساخت و پشتیبانی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیک فعالیت می‌کند و با اجرای پروژه‌های مختلف در حوزه الکترونیک قدرت، جایگاه ویژه‌ای در این صنعت کسب کرده است. این شرکت از سال ۱۴۰۱ تمرکز خود را بر فناوری‌های نوین برای بازار برق فشار ضعیف و سیستم‌های ارت الکترونیک قرار داده است. دستگاه ارت یار الکترونیک این شرکت در زمینه تضمین عملکرد صحیح تجهیزات فشار ضعیف بدون سیستم ارت، کاربردهای گسترده‌ای دارد. این اختراع قادر است عملکرد سیستم‌های ارت سنتی را در ولتاژهای پایین شبیه‌سازی کند و در مواردی که امکان ایجاد سیستم زمین وجود ندارد، به‌ویژه در تجهیزات انفورماتیک و منازل، استفاده می‌شود.



عباس ملک احمدی

توسعه فناوری سبز بهساز

شرکت بهساز در سال ۱۳۸۷ با هدف بهینه‌سازی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و انرژی‌های نو فعالیت خود را آغاز کرد. این شرکت با جذب نیروهای متخصص و خلاق، فضایی برای پرورش ایده‌های نو و توسعه آن‌ها تا محصول نهایی ایجاد کرده است. یکی از حوزه‌های اصلی فعالیت بهساز، تولید تجهیزات سرمایشی است که در آن انواع هواساز، سوپر ایرواشر و کولرهای صنعتی را به تولید رسانده و در بخش خانگی و تجاری نیز کولرهای دوفازی و هیترهای گازی عرضه کرده است. از دستاوردهای مهم این شرکت، ثبت «کولر دوفازی اکستر» در سال ۱۳۸۸ با راندمان سرمایش ۵۰٪ بیشتر نسبت به محصولات مشابه است. این محصول با طراحی ساده و قیمت معقول در حال تولید انبوه و آماده‌سازی برای بازار داخلی و صادراتی است. همچنین، شرکت بهساز در زمینه توسعه کلکتورهای متمرکزکننده خورشیدی برای سیستم‌های سرمایش خورشیدی نیز پیشرفت‌هایی داشته است.



مهدی خیرالدین

سما بتن کارآمد

شرکت سما بتن کارآمد در زمینه طراحی و تولید انواع بتن‌های سبک و فوم بتن (سازه‌ای و غیرسازه‌ای) موردنیاز در صنعت ساختمان، با بهره‌گیری از انواع مواد بومی طبیعی و مصالح نوین فعالیت می‌کند. این شرکت تحقیقات خود را با هدف کاهش و بهینه‌سازی مصرف انرژی در تولید محصولات بتنی و در حین بهره‌برداری در صنعت ساختمان متمرکز کرده است. دستیابی به فرمولاسیون بهینه و مطلوب برای تولید انواع بتن‌های سبک و فوم بتن‌های مناسب با عملکرد سازه‌ای (برای اجرای اسکلت ساختمان) و غیرسازه‌ای (به‌صورت انواع محصولات سبک مانند پانل‌ها و بلوک‌ها برای دیوارهای داخلی و پیرامونی) که نقش عایق حرارت و صوت را نیز ایفا می‌کنند، از اهداف اصلی این شرکت است. علاوه بر این، این شرکت در زمینه طراحی، مشاوره و ارائه روش‌های نوین مقاوم‌سازی و بهسازی لرزه‌ای انواع ساختمان‌ها نیز فعالیت دارد.



اسماعیل شجاعی

فراهوشمند اپتیماژ

شرکت فراهوشمند اپتیماژ با تمرکز بر ارتقای بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها، طیف گسترده‌ای از تجهیزات مدیریت انرژی مبتنی بر IoT را برای منازل مسکونی و ساختمان‌های اداری طراحی و تولید می‌کند. یکی از محصولات نوآورانه این شرکت، کلیدهای لمسی هوشمند است که با بهره‌گیری از فناوری‌های روز دنیا، امکان کنترل هوشمند روشنایی و سایر تجهیزات برقی را فراهم می‌آورد. این کلیدها علاوه بر زیبایی و سهولت استفاده، به کاهش مصرف انرژی و افزایش راحتی ساکنین کمک می‌کنند. شرکت فراهوشمند اپتیماژ به‌عنوان یک شرکت پیشرو در حوزه هوشمندسازی ساختمان، با ارائه راهکارهای جامع و مبتنی بر فناوری، به بهبود کیفیت زندگی و کاهش هزینه‌های انرژی در ساختمان‌ها کمک می‌کند. این شرکت با طراحی و تولید محصولات هوشمند از جمله کلیدهای لمسی، به ساکنین این امکان را می‌دهد تا به‌صورت هوشمندانه و کارآمد بر سیستم‌های روشنایی، حرارت و سرمایش ساختمان خود، کنترل داشته باشند. محصولات این شرکت با تمرکز بر سادگی استفاده و یکپارچگی با سایر سیستم‌های هوشمند ساختمان، به‌عنوان انتخابی ایده‌آل برای ساختمان‌های مسکونی و اداری شناخته می‌شوند.



● میثم مرادی

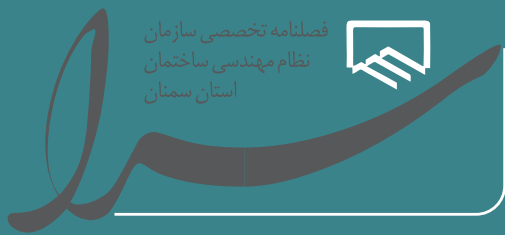
توسعه بازار ساخت سرزمین

شرکت «توسعه بازار ساخت سرزمین» در سال ۱۳۹۶ با هدف توسعه هوشمندسازی در صنعت ساختمان، تأسیس گردیده است. در گام نخست، تلاش گردیده تا ساخت، سازه و ساختمان‌ها، در هوشمندترین شرایط صورت پذیرد. تلاش‌های سال‌های اخیر، منجر به ارائه «سیستم ساختمانی بومسا» گردیده است. سیستم ساختمانی بومسا، زمینه را برای ساخت ساختمان یک طبقه تمام‌پیش‌ساخته هوشمند بدون اتکا به انرژی شبکه فراهم آورده است. تلاش گردیده است، هوشمندسازی در فرآیند ساخت نیز، با اتکا به سیستم ساختمانی بومسا، فراهم آید.



● محمدرضا عمادی چاشمی





مقالات و یادداشت

شاخص‌های امتیازآور حفاظت محیط‌زیست در صنعتی‌سازی ساختمان

روشنایی مصنوعی و مدیریت مصرف انرژی

تأثیر تغییرات اقلیمی بر ایجاد شرایط آسایش حرارتی و عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع ساختمان‌های اداری

نکات کاربردی در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

بررسی استان سمنان از نقطه‌نظر انرژی خورشیدی و پتانسیل‌های سرمایه‌گذاری در حوزه نیروگاه‌های فتوولتائیک مقیاس-کوچک

کاربرد فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت در ساختمان

بررسی تغییرات مصرف انرژی با استفاده از مصالح مختلف ساختمانی در شرایط اقلیمی سمنان

برچسب انرژی در ساختمان‌های مسکونی و تجاری

شاخص های امتیازآور حفاظت محیط زیست در صنعتی سازی ساختمان



● محسن گرامی
دکتری عمران-سازه (زلزله)



● میثم وقار
دانشجوی دکتری مهندسی زلزله

چکیده

مطابق مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان، ضوابط صنعتی سازی، کل چرخه حیات ساختمان را شامل می شود. در این مبحث، بر ارائه ضوابط طراحی و اجرای ساختمان ها به روش صنعتی تمرکز شده و سازگاری ضوابط ارائه شده با سایر ارکان چرخه حیات ساختمان مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی تدوین این مبحث، ارائه ضوابط صنعتی سازی ساختمان با رویکرد توسعه پایدار است که در هفت محور اصلی «افزایش ایمنی و بهداشت»، «بهره‌وری منابع»، «افزایش سرعت»، «بهبود کیفیت و دوام»، «پرهیز از آسیب به محیط زیست»، «بهبود مصرف انرژی» و «توجه به مطلوبیت و آسایش» پیگیری می شود. به منظور دستیابی به محورهای «پرهیز از آسیب به محیط زیست» و «بهبود مصرف انرژی» ضوابطی با هدف دستیابی به ساختمان سبز، تحت عنوان «حامی محیط زیست»، قید و تأمین حداقلی از این ضوابط برای ساختمان های صنعتی الزامی شده است. در این یادداشت فنی مطالبی در ارتباط با شاخص های الزامی محیط زیست در صنعتی سازی ساختمان ارائه می شود.

واژه های کلیدی: شاخص محیط زیست، بهبود مصرف انرژی، صنعتی سازی، رویکرد توسعه پایدار



■ مقدمه

استفاده از مصالح نوین در ساخت قطعات ساختمان، مشخصات ساختمان را دچار تغییر خواهد نمود. مشخصاتی مانند کیفیت ساخت، باربری یا مقاومت مصالح، شکل پذیری، وزن، گذردهی حرارت، صوت، رطوبت و بسیاری از مشخصات دیگر که مورد بررسی دانشگاه‌ها، مؤسسات علمی - پژوهشی و شرکت‌ها هست و نتیجه آن‌ها در قالب آئین‌نامه‌ها و مصوبات در قوانین ساخت‌وساز منعکس می‌گردند [۱].

شیوه اجرای ساختمان در روش سنتی با انتقال مصالح اولیه به کارگاه و ساخت مرحله به مرحله اجزاء مختلف ساختمان صورت می‌گرفت که با پیشرفت صنعت، روش‌های جدیدی تحت عنوان صنعتی‌سازی مطرح گردیده است. در صنعتی‌سازی، سعی بر آن است که بخشی از مراحل ساخت اجزاء ساختمان در کارخانه انجام شده و بخشی دیگر در کارگاه اجرا گردد. با تغییر روش اجرای ساختمان از سنتی به صنعتی، تغییر ویژگی‌های سازه مانند زمان ساخت، کیفیت مصالح، هزینه تمام شده و نظایر آن‌ها دور از تصور نیست. تأثیر صنعتی‌سازی بر هر یک از عوامل مذکور، ابتدا توسط ابداع‌کنندگان روش‌های صنعتی‌سازی و سپس توسط مراکز تحقیقاتی ملی و بین‌المللی مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحقق صنعتی‌سازی در ساختمان، فرایندی درازمدت است و نیاز به تفکر منسجم و یکپارچه دارد تا تمام عوامل دخیل در طرح، اجرا و نظارت بر اجرای ساختمان، برنامه‌ریزی و مدیریت، آموزش و ترویج نیروهای انسانی و تأمین منابع اقتصادی برای رسیدن به آن تلاش نمایند [۲].

ارتقای سطح علمی و تخصصی جامعه مهندسی و آشنایی با سیستم‌ها و مصالح جدید و به‌طور کلی فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان، به‌منظور بهینه‌سازی عوامل مؤثر در مثلث کیفیت - سرعت - هزینه و همچنین افزایش عمر مفید ساختمان، سبک‌سازی، مقاومت در برابر حوادث طبیعی و مواردی نظیر آن‌ها، امری ضروری است. رویکرد روزافزون کارفرمایان و مجریان به استفاده از فناوری‌های نوین در ساختمان، به توجه به مزایای آن‌ها، امری طبیعی است و در این راستا، بهتر است عوامل اجرا و نظارت بر ساخت، از ضوابط و استانداردهای مربوطه آگاهی کامل داشته باشند تا مصالح نوین یا سیستم‌های نوین، به نحو صحیح اجرا شده و از ترویج روش‌های غیراصولی در آینده نزدیک، جلوگیری به عمل آید. از این رو عوامل اجرا و نظارت باید با استانداردها و مستندات ارائه شده مرتبط با هر یک از سیستم‌هایی نوین آشنایی داشته باشند تا در صورت لزوم، با مراجعه به آن‌ها، ابهامات احتمالی را برطرف سازند [۱].

ارزیابی سیستم‌های صنعتی نوین در صنعت ساختمان نسبت به سایر صنایع دارای پیچیدگی‌های بیشتری است. به‌عنوان مثال تطابق سیستم با سایر سیستم‌های متداول یا نوین ساختمان، دسترسی به مواد و مصالح اولیه تولید، رفتار سیستم در زمان بهره‌برداری، دوام سیستم در شرایط آب‌وهوایی مختلف و سایر عوامل مختلف که لازم است با مطالعات عددی و آزمایشگاهی، توسط مراجع معتبر بررسی شده و نتیجه آن برای کارفرمایان، مصرف‌کنندگان و شرکت‌های مشاور مورد استناد قرار گیرد. همچنین لازم است ارزیابی سیستم‌های نوین به دو صورت ارزیابی اولیه و ارزیابی

مستمر انجام گیرد تا حفظ مشخصات تولید در محدوده موردنظر و مطابقت آن‌ها با استانداردهای مرتبط محرز گردد.

در فرایند ارزیابی لازم است ابتدا معیارهای ارزیابی، طرح و مشخص گردند. بدین منظور گروه تخصصی ارزیابی سیستم ساختمانی مشکل از متخصصین در رشته‌های معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و برقی مشخص می‌گردد. فهرست معیارهای ارزیابی برای تعیین معیارهای مورد نظر بر اساس عوامل مرتبط با هزینه، سرعت اجرا و زمان‌بندی، گستره کاربرد سیستم و ویژگی‌های فنی آن ایجاد گردیده و بر اساس درجه اهمیت آن‌ها هر یک از معیارها وزن‌دهی می‌گردد. در مرحله بعد، مستندات معتبر سیستم که حاوی اطلاعاتی برای پاسخگویی به انتظارات فنی - اجرایی است، فهرست معیارهای ارزیابی جمع‌بندی می‌شود. مطابق مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان ضوابط صنعتی‌سازی، کل چرخه حیات ساختمان را شامل می‌شود. در این مبحث، بر ارائه ضوابط طراحی و اجرای ساختمان‌ها به روش صنعتی تمرکز شده و سازگاری ضوابط ارائه شده با سایر ارکان چرخه حیات ساختمان مورد توجه قرار گرفته است. چرخه حیات ساختمان شامل مراحل «پیش از اجرا»، «اجرا» و «پس از اجرا» است. مرحله پیش از اجرا شامل دو بخش پدیدآوری و طراحی است. اجرا سه بخش تجهیز، تدارک و ساخت را در بر می‌گیرد. پس از اجرا مشتمل بر چهار بخش بهره‌برداری، نگهداری، بازسازی و تخریب است.

برای کاهش انرژی مصرفی ساختمان در دوران بهره‌برداری و استفاده از انرژی تجدیدپذیر تا ۸۴ امتیاز در نظر گرفته شده است. به‌عنوان مثال: برای ساختمان‌های متناظر با رده انرژی EC++، EC+، EC مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به ترتیب ۹، ۲۲ و ۵۴ امتیاز در نظر گرفته شده است [۲].

■ انرژی و صنعتی‌سازی ساختمان

صنعت ساخت‌وساز، مصرف‌کننده مهم منابع طبیعی کره زمین است. بر اساس آمار ارائه شده توسط مؤسسه نظارت جهانی بیش از ۴۰ درصد سنگ و سنگ‌دانه، ۲۵ درصد چوب و ۱۶ درصد آب مصرفی در صنعت ساخت‌وساز استفاده می‌شود از طرف دیگر، ضایعات ساختمانی معمولاً بخش بزرگی از کل زباله را تشکیل می‌دهد. در کشور چین که به‌تندی، ۲۹ درصد از زباله‌های شهری دنیا را تولید می‌کند و حدود ۴۰ درصد از این حجم مربوط به زباله‌ها و ضایعات ساختمانی است. این رقم برای حجم زباله‌های ساختمانی در انگلستان، حدود ۲۵ درصد می‌باشد. تلاش‌های ممکن برای مدیریت زباله را می‌توان در شش دسته کاهش میزان تولید، بازسازی، تبدیل به کمپوست، سوزاندن و دفن کردن تقسیم‌بندی کرد. پیش‌سازی همواره به‌عنوان یکی از روش‌های ساخت پایدار و دوستدار محیط‌زیست شناخته شده است. یکی از مهم‌ترین دلایل این دیدگاه، تأثیر پیش‌سازی در کاهش تولید ضایعات ساختمانی و قابلیت استفاده دوباره و بازیافت مصالح در مراحل اولیه تولید می‌باشد؛ زیرا در کارخانه یا هر محیط کنترل‌شده دیگر، مصالح با دقت بالاتر و حجم دقیق‌تر مصرف می‌شود و احتمال خطر از بین رفتن مصالح پای کار به دلیل شرایط بد و نامساعد جوی به حداقل خواهد

درست می‌تواند تا ۵۴ درصد در کاهش مصرف انرژی مؤثر باشد [۲].

در ارتباط با درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان‌ها، مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان، رعایت ضوابط حمایت از محیط‌زیست الزامی بوده و بنا به اهمیت زیاد آن، در یک عنوان جداگانه به این موضوع پرداخته است که صرفه‌جویی انرژی یکی از شاخص‌های مهم حمایت از محیط‌زیست است. در این مبحث امتیازاتی از بابت صرفه‌جویی انرژی در نظر گرفته شده است که مطابق وسعت و نوع پروژه ساختمانی، کسب حداقل امتیازات اجباری است [۲].

در فصل ۵ مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان ضوابط حمایت از محیط‌زیست در صنعتی‌سازی ساختمان ارائه شده است. در جدول شماره ۱ الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست ارائه شده است. حداقل امتیاز کسب‌شده برای پروژه ساختمانی کوچک ۱۰ و برای پروژه ساختمانی متوسط و بزرگ ۱۵ است [۲].

نتایج و بحث روی نتایج

همان‌طور که در ردیف ۳ جدول شماره ۱ نیز اشاره شده است با رعایت ضوابط مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌توان تا ۵۴ امتیاز از الزامات شاخص محیط‌زیست کسب نمود. تولید انرژی و تولید آب گرم از طریق منابع تجدیدپذیر و رعایت ضوابط صرفه‌جویی انرژی می‌تواند به‌تنهایی تا ۸۴ امتیازآور باشد. اختصاص امتیاز بیشتر برای بخش صرفه‌جویی انرژی حاکی از اهمیت این موضوع در آینده صنعت ساختمان دارد.

نتیجه‌گیری

تدوین الزامات شاخص محیط‌زیست و صرفه‌جویی انرژی در

رسید. همچنین، در روش‌های پیشرفته ساخت، میزان تولید ضایعات ساختمانی کاهش قابل‌ملاحظه‌ای می‌یابد.

تحقیقی که در سال ۲۰۰۶ در کشور مالزی انجام شد، نشان می‌دهد که تا ۷۳ درصد از زباله‌های تولید شده در روش‌های صنعتی در محل تولید، باز مصرف و بازیافت می‌شود. بر اساس نتایج این تحقیق، منافع حاصل از کاهش تولید زباله و بازیافت آن چیزی در حدود ۵/۲ درصد بودجه پروژه خواهد بود. در سال ۲۰۰۹ در هنگ‌کنگ نیز، روش‌های ساخت سنتی و پیش‌ساخته از منظر تولید نخاله با یکدیگر مقایسه و مشخص شد که استفاده از پیش‌ساختگی میزان تولید زباله‌های ساختمانی را به‌طور متوسط تا ۵۲ درصد کاهش می‌دهد. تحقیقی مشابه در سال ۲۰۱۲ در مالزی، نشان‌دهنده کاهش تولید زباله در روش‌های ساخت صنعتی تا یک‌سوم حجم زباله تولید شده در روش‌های سنتی بوده است [۲].

بر اساس تخمین مؤسسه نظارت جهانی، سهم ساختمان‌ها از کل مصرف انرژی سالانه در جهان در حدود ۴۰ درصد است با توجه به محدود بودن منابع انرژی فسیلی، آلودگی ناشی از مصرف آنها، تخریب محیط‌زیست و گرم‌شدن تدریجی کره زمین، ضروری است تا احداث‌کنان به سمت کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و همچنین جایگزین کردن آن‌ها با انرژی‌های پاک حرکت کرد. امروزه موضوع ساختمان سبز و ساخت خانه‌های صفر انرژی از جمله مهم‌ترین موضوعات در صنعت ساختمان است. بر اساس مطالعه انجام شده در کشور عراق در سال ۲۰۱۵ حدود ۴۸ درصد کل انرژی تولیدی در منازل مسکونی مصرف می‌شود که از این میزان، ۶۹ درصد صرف سرمایه‌ش و گرمایش منازل می‌شود. طبق نتایج این مطالعه، روش‌های ساخت صنعتی با عایق‌بندی

الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست			سقف امتیاز	امتیاز	بند مرتبط
الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب					
ردیف					
۱	نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد	۱		۱-۱-۲-۵-۱۱	
۲	نصب سیفون دوحالته	۱		۲-۱-۲-۵-۱۱	
۳	جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز	۱۴		۳-۱-۲-۵-۱۱	
الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر					
ردیف					
۱	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۲۴		۱-۲-۲-۵-۱۱	
۲	به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۶		۲-۲-۲-۵-۱۱	
۳	رده انرژی طبق مبحث ۱۹ EC - ۹ امتیاز EC+ - ۲۲ امتیاز EC++ - ۵۴ امتیاز	۵۴		۳-۲-۲-۵-۱۱	
مجموع امتیازات		۱۰۰		—	

▲ جدول ۱: الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست

ساختمان، "طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها"، ویرایش سوم، ۱۴۰۱
 ۳. مهدی عسگری، محسن گرامی، "شاخص‌های مهم در ارزیابی
 فناوری‌های نوین"، سومین همایش ملی فناوری‌های نوین در صنعت
 ساختمان، مشهد شهریور ۱۳۹۳.

۴. حسن مهدی‌زاده، محسن گرامی، نوید باقریان مرندی "فرصت
 آفرینی، غلبه بر چالشها و جهش تولید صنعتی ساختمان با رویکرد تلفیقی
 مدیریت ریسک ارزش‌محور"، دوازدهمین همایش بین‌المللی مهندسی
 عمران، دانشگاه فردوسی، ۲۱ تا ۲۳ تیر ۱۴۰۰

صنعتی‌سازی ساختمان در راستای دستیابی به ساختمان سبز بوده و
 با رعایت این ضوابط امید است گام بلندی در تحقق اهداف توسعه
 پایدار در بخش صنعتی‌سازی ساختمان برداشت.

منابع

۱. محسن گرامی، "راهنمای نظارت و اجرای فناوری‌های نوین در
 صنعت ساختمان"، ۱۳۹۵
۲. مرکز تحقیقات راه و مسکن و شهرسازی، مبحث ۱۱ مقررات ملی



روشنایی مصنوعی و مدیریت مصرف انرژی



● وحید قدسی

دکتری برق-الکترونیک

روشنایی یکی از عوامل اصلی در مصرف انرژی ساختمان‌ها است. حدود ۳۰ درصد مصرف انرژی برق در حوزه خانگی مربوط به سیستم‌های روشنایی می‌شود. با توجه به موضوع ناترازی انرژی، افزایش هزینه‌های انرژی و تأکید بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های روشنایی اهمیت بسیاری پیدا کرده است. راهکارهای مختلفی برای کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی روشنایی وجود دارد که در ادامه برخی موارد مهم را مطرح می‌کنیم.

عوامل مؤثر در بهینه‌سازی انرژی در روشنایی

استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف و LED

لامپ‌های LED نسبت به لامپ‌های رشته‌ای و فلورسنت، مصرف انرژی بسیار کمتر و عمر طولانی‌تری دارند. این لامپ‌ها غالب انرژی را به نور تبدیل کرده و حرارت کمی تولید می‌کنند. تمام چراغ‌ها و تجهیزات روشنایی باید دارای برچسب انرژی استاندارد باشند.

استفاده از حسگرهای حرکتی و نور

نصب حسگرها باعث می‌شود که چراغ‌ها در مواقع نیاز متناسب با نور محیط و وجود افراد روشن شوند و با تنظیم زمان به‌صورت خودکار خاموش شوند. این روش در فضاهای عمومی مانند پارکینگ‌ها، راهروها و سرویس‌های بهداشتی کاربرد بیشتری دارد.

روشنایی طبیعی

بهره‌گیری از نور طبیعی روز از طریق طراحی مناسب پنجره‌ها و نورگیرها علاوه بر اینکه سالم‌ترین و بهداشتی‌ترین نور است می‌تواند مصرف انرژی روشنایی را به‌شدت کاهش دهد. استفاده از شیشه‌های دوجداره خاص و پرده‌های مناسب نیز به کنترل نور کمک می‌کند.

روشنایی مناسب نه تنها باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود، بلکه می‌تواند بهره‌وری کارکنان و سلامت روحی و جسمی افراد را نیز تحت تأثیر قرار دهد. تحقیقات نشان داده‌اند کسانی که به‌طور مرتب زیر لامپ‌های فلورسنت (لامپ مهتابی و لامپ کم‌مصرف) قرار می‌گیرند، دچار خستگی، افسردگی و بی‌قراری می‌شوند. نور طبیعی و نورپردازی مناسب باعث افزایش تمرکز، کاهش خستگی چشم و بهبود کیفیت خواب می‌شود.

سیستم‌های کنترل هوشمند

استفاده از سیستم‌های هوشمند که به‌صورت خودکار میزان روشنایی را بر اساس نور محیط تنظیم می‌کنند، یکی از راهکارهای پیشرفته برای بهینه‌سازی انرژی است.

طراحی مناسب روشنایی

طراحی صحیح و اصولی روشنایی در ساختمان‌ها، شامل انتخاب زاویه تابش، تعداد لامپ‌ها و شدت نور، می‌تواند به کاهش مصرف انرژی کمک کند. استفاده از سطوح بازتابنده و رنگ‌های روشن نیز به افزایش بازدهی روشنایی کمک می‌کند.

مزایای بهینه‌سازی روشنایی عبارتند از:

- کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های برق
- افزایش طول عمر تجهیزات روشنایی
- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- بهبود راحتی و آسایش بصری
- کاهش نیاز به تعمیر و نگهداری

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و روشنایی

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان «صرفه‌جویی در مصرف انرژی»، بر اصول و ضوابطی تأکید می‌کند که به کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها منجر می‌شود. یکی از مهم‌ترین بخش‌های این مبحث، بهینه‌سازی سیستم‌های روشنایی در جهت کاهش اتلاف انرژی است. در ادامه، جزئیات ارتباط این مبحث با طراحی و محاسبات روشنایی را بررسی می‌کنیم.

اهداف مبحث ۱۹ در رابطه با روشنایی عبارتند از:

- کاهش مصرف انرژی الکتریکی در سیستم‌های روشنایی
- استفاده بهینه از نور طبیعی روز
- استفاده از تجهیزات روشنایی با راندمان بالا
- کاهش اتلاف انرژی از طریق کنترل هوشمند روشنایی
- تأمین سطح روشنایی استاندارد با حداقل مصرف انرژی
- تصحیح ضریب قدرت لامپ

موارد مرتبط با روشنایی در مبحث ۱۹

استفاده از نور طبیعی (Daylighting)

طبق مبحث ۱۹، باید نور طبیعی به‌عنوان یکی از منابع اصلی روشنایی در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از پنجره‌ها، نورگیرها و طراحی مناسب فضاها می‌تواند نیاز به روشنایی مصنوعی در طول روز را کاهش دهد.

راهکارها:

- طراحی پنجره‌های مناسب در جهت‌های مختلف
- استفاده از شیشه‌های دوجداره و کم‌گسیل (LOW-E)
- کنترل تابش مستقیم نور خورشید برای جلوگیری از افزایش دما

استفاده از تجهیزات روشنایی کم‌مصرف

مبحث ۱۹ تأکید می‌کند که تجهیزات روشنایی باید دارای راندمان بالا باشند. لامپ‌های رشته‌ای قدیمی به دلیل مصرف بالای انرژی باید حذف شوند و جای خود را به لامپ‌های LED بدهند.

توصیه‌ها:

- استفاده از لامپ‌های LED به جای لامپ‌های قدیمی
- نصب بالاست‌های الکترونیکی در لامپ‌های فلورسنت
- استفاده از چراغ‌هایی با شاخص بهره‌وری نوری (Lumi-nous Efficacy) بالا

کنترل هوشمند روشنایی

مبحث ۱۹ پیشنهاد می‌کند که سیستم‌های کنترل هوشمند روشنایی برای کاهش مصرف انرژی استفاده شود. این سیستم‌ها می‌توانند روشنایی را بر اساس حضور افراد یا شدت نور طبیعی تنظیم کنند.

زیر نور پخش شده توسط لامپ تا چه اندازه به رنگ واقعی نمایش داده می‌شوند. عدد ۱۰۰ معرف رنگ دهی کامل است.

دمای رنگ (CCT)

دمای رنگ یا (Correlated Color Temperature) CCT بر اساس رنگ نور بازتابش شده جسم سخت سیاه در دماهای مختلف اندازه‌گیری می‌شود. جسم سخت سیاه در فیزیک به جسمی گفته می‌شود که هیچ نوری را بازتابش یا منعکس نمی‌کند و همه نور را جذب خود می‌کند. این جسم در اثر حرارت از خود نور ساطع می‌کند (یعنی در حقیقت رنگ می‌گیرد). مقدار حرارتی که هر نور در آن ساطع می‌شود را بر اساس درجه کلوین اندازه می‌گیرند و دمای آن را دمای کلوین آن نور می‌خوانند.

محاسبات روشنایی در ساختمان

محاسبات روشنایی در ساختمان یکی از مهم‌ترین مراحل در طراحی سیستم‌های روشنایی است که به ایجاد یک محیط ایمن، راحت و بهینه کمک می‌کند. در ادامه به روش‌های محاسبه روشنایی، فرمول‌های کاربردی و استانداردهای موردنیاز می‌پردازیم.

روش‌های محاسبه روشنایی در ساختمان

محاسبات روشنایی به دو روش اصلی انجام می‌شود:

- روش دستی (محاسبه لوکس با فرمول)
- روش نرم‌افزاری (با استفاده از نرم‌افزارهای DIALux و Relux)

روش دستی محاسبه روشنایی:

محاسبه روشنایی به روش دستی با استفاده از فرمول لومن انجام می‌شود:

فرمول لومن (Lumen Method):

$$E = ((N * F) / A) * UF * MF$$



راهکارها:

- نصب سنسورهای حضور
- استفاده از فتوسل‌ها برای کنترل روشنایی بر اساس نور محیط
- استفاده از دیمرها (Dimmers) برای تنظیم شدت نور

محاسبه سطح روشنایی موردنیاز

مبحث ۱۹ تأکید می‌کند که سطح روشنایی در هر فضا باید مطابق با استانداردهای تعیین شده باشد. روشنایی بیش‌ازحد علاوه بر افزایش مصرف انرژی، می‌تواند باعث خیرگی و کاهش راحتی بصری شود. تا جایی که ممکن است هدف از کنترل روشنایی باید تشویق ساکنان به استفاده حداکثر از نور طبیعی باشد و از روشنایی غیرضروری در مواقعی که کسی حضور ندارد جلوگیری شود.

اصطلاحات محاسبات روشنایی

شدت روشنایی (Illuminance)

شدت نور در یک فضا بر اساس واحد لوکس (Lux) اندازه‌گیری می‌شود که به صورت مقدار لومن در واحد سطح (lm/m²) تعریف می‌گردد. میزان لوکس استاندارد برای فضاهای مختلف به شرح زیر است:

نوع فضا شدت روشنایی (لوکس)

اتاق نشیمن ۱۵۰-۳۰۰

آشپزخانه ۳۰۰-۵۰۰

دفتر کار ۳۰۰-۵۰۰

فروشگاه ۵۰۰-۱۰۰۰

راهرو و پله‌ها ۱۰۰-۲۰۰

که مقادیر دقیق آن از پیوست مبحث ۱۳ لحاظ شود.

یکنواختی نور (Uniformity)

برای جلوگیری از ایجاد سایه و نقاط تاریک، یکنواختی روشنایی باید رعایت شود. یکنواختی خوب به راحتی بصری کمک می‌کند.

شاخص خیرگی (UGR)

خیرگی (Glare) زمانی رخ می‌دهد که نور بیش‌ازحد درخشان باشد و چشم را اذیت کند. مقدار UGR باید کمتر از شاخص استاندارد باشد.

بازده نوری (Luminous Efficacy)

بازده نوری بر حسب لومن بر وات (lm/W) نشان‌دهنده کارایی یک منبع نور است. لامپ‌های LED بازده بالاتری نسبت به لامپ‌های قدیمی دارند.

شاخص نمود رنگ یا CRI

چنانچه نمود اشیا در زیر نور خورشید را مینا قرار دهیم، شاخص (CRI (Color Rendering Index نشان می‌دهد اشیا

که تعریف متغیرها به صورت زیر است:

E شدت روشنایی (لوکس)

N تعداد لامپها

F شار نوری هر لامپ (لومن)

UF ضریب استفاده (Utilization Factor)

MF ضریب نگهداری (Maintenance Factor)

A مساحت فضا (مترمربع)

توضیح اینکه ضریب استفاده (Utilization Factor – UF)

نشان می دهد چه میزان از نور تولید شده توسط چراغها به سطح مورد نظر می رسد. این ضریب به نوع چراغ، رنگ دیوارها و ابعاد فضا بستگی دارد. در تعیین UF، ضریب بهره CU (Coefficient of Utilization) نقش اساسی دارد.

همچنین ضریب نگهداری (Maintenance Factor – MF)

نشان دهنده کاهش شدت نور در طول زمان به دلیل کثیف شدن چراغها و افت کیفیت تجهیزات است. معمولاً مقدار آن بین ۰,۷ تا ۰,۹ در نظر گرفته می شود. در تعیین MF، ضریب افت نور LLF Light Loss Factor نقش اساسی دارد.

مثال محاسبه دستی روشنایی:

فرض کنید یک اتاق به مساحت ۲۰ مترمربع دارید و می خواهید با لامپهای LED هر کدام ۸۰۰ لومن آن را روشن کنید. اگر ضریب استفاده ۰,۸ و ضریب نگهداری ۰,۹ باشد، محاسبه به شکل زیر خواهد بود:

$$E=(800/20)*0.8*0.9=28.8$$

اگر بخواهید به ۳۰۰ لوکس برسید، تعداد لامپهای مورد نیاز را می توان محاسبه کرد.

$$N=300/28.8=10.41$$

به ۱۱ لامپ نیاز است.

– روش نرم افزاری محاسبه روشنایی:

استفاده از نرم افزارهایی مانند DIALux Evo و Relux باعث می شود محاسبات دقیق تری انجام دهید. این نرم افزارها در موارد زیر به شما کمک می کنند:

۱. محاسبه تعداد چراغها

۲. محاسبه شدت روشنایی (Lux)

۳. بررسی یکنواختی نور

۴. کنترل میزان خیرگی (UGR)

۵. تهیه گزارشهای حرفه ای

■ معرفی نرم افزارهای کاربردی در محاسبات روشنایی

برای طراحی سیستمهای روشنایی بهینه و استاندارد، استفاده از نرم افزارهای محاسبات روشنایی بسیار ضروری است. این نرم افزارها به مهندسان کمک می کنند تا میزان روشنایی، شدت نور، توزیع یکنواختی و بهره وری انرژی را محاسبه و بهینه کنند.

DIALux

یکی از پرکاربردترین نرم افزارهای محاسبات روشنایی است که توسط مهندسان برق و معماران برای طراحی سیستمهای روشنایی داخلی و خارجی استفاده می شود.

ویژگیها:

- محاسبه شدت روشنایی بر اساس استانداردهای جهانی
- شبیه سازی سه بعدی محیط
- امکان وارد کردن پلانهای معماری
- محاسبه مصرف انرژی و بهینه سازی سیستم روشنایی
- طراحی روشنایی خیابان، پارکینگ و فضاهای باز

کاربرد:

- طراحی روشنایی ساختمانهای مسکونی و اداری
- روشنایی شهری و معابر
- فضاهای صنعتی و تجاری

Relux

Relux یک نرم افزار حرفه ای برای طراحی و محاسبات روشنایی است که امکان محاسبه نور داخلی و خارجی را فراهم می کند.

ویژگیها:

- محاسبه شدت نور و یکنواختی روشنایی
- شبیه سازی روشنایی طبیعی و مصنوعی
- تحلیل و بهینه سازی مصرف انرژی
- بانک اطلاعاتی گسترده از تجهیزات روشنایی

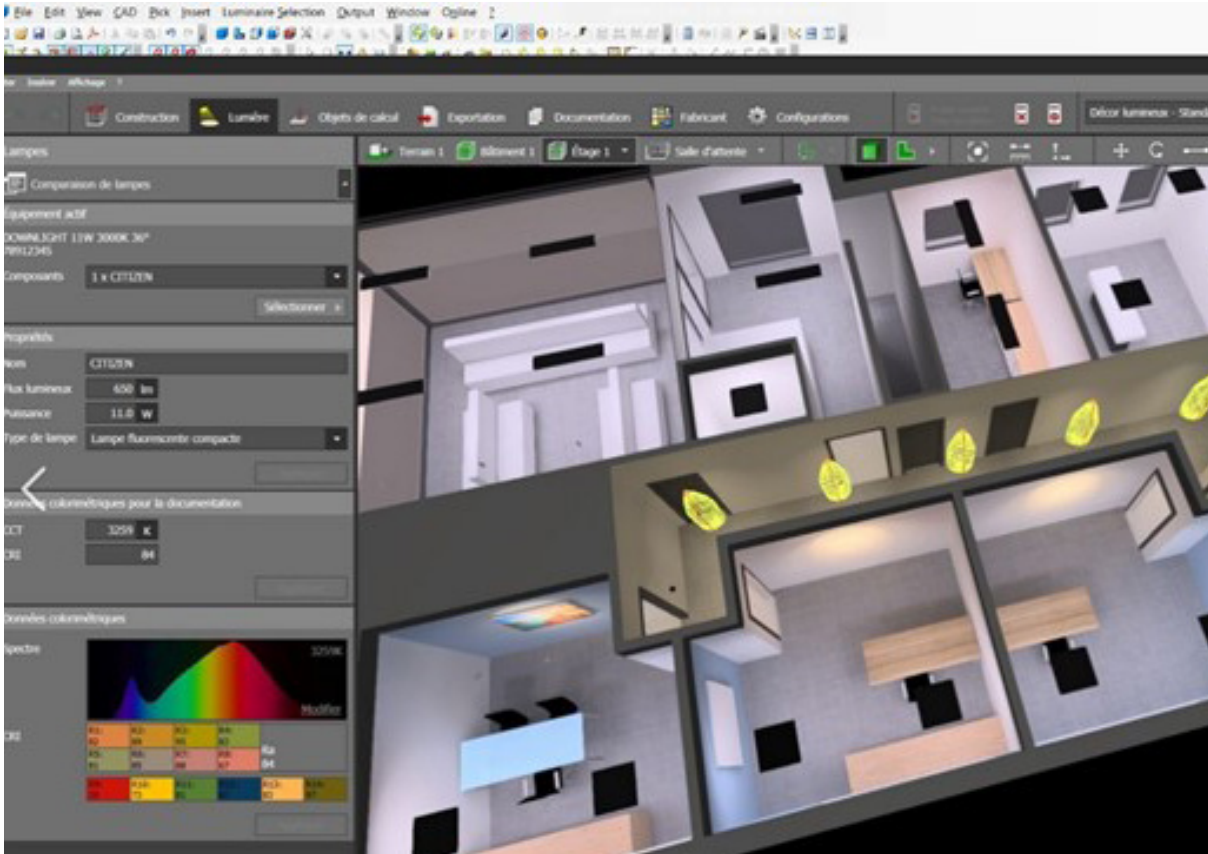
کاربرد:

- طراحی سیستمهای روشنایی صنعتی و تجاری
- نورپردازی محوطه ها و خیابانها
- محاسبه روشنایی اضطراری

AGi32

AGi32 یکی از نرم افزارهای پیشرفته در زمینه محاسبات روشنایی است که برای پروژههای پیچیده و تخصصی به کار می رود.





Dialux Evo

نسخه جدیدتر نرم افزار DIALux است که امکانات پیشرفته تری برای طراحی روشنایی و شبیه سازی محیط های پیچیده دارد.

ویژگی ها:

- طراحی پروژه های بزرگ روشنایی
- شبیه سازی دقیق نور طبیعی و مصنوعی
- محاسبه مصرف انرژی و ارائه گزارش های تحلیلی

کاربرد:

- طراحی روشنایی برای بیمارستان ها، مدارس، هتل ها
- نورپردازی معماری و نمای ساختمان

Radiance

نرم افزار Radiance یک ابزار متن باز برای شبیه سازی نور و روشنایی است که در تحقیقات علمی و پروژه های معماری مورد استفاده قرار می گیرد.

ویژگی ها:

- شبیه سازی دقیق رفتار نور
- محاسبه بازتاب و پراکندگی نور
- تحلیل روشنایی داخلی و خارجی

ویژگی ها:

- محاسبه دقیق شدت نور
- شبیه سازی سه بعدی محیط
- تحلیل دقیق یکنواختی و خیرگی نور
- امکان وارد کردن مدل های سه بعدی

کاربرد:

- روشنایی فضاهای ورزشی
- روشنایی شهری و معماری
- طراحی نورپردازی نمای ساختمان

Calculux

نرم افزار Calculux توسط شرکت Philips ارائه شده و برای محاسبات روشنایی داخلی و خارجی کاربرد دارد.

ویژگی ها:

- محاسبه شدت نور بر اساس استانداردهای روز
- شبیه سازی روشنایی فضاهای داخلی و بیرونی
- محاسبه مصرف انرژی و بهینه سازی سیستم روشنایی

کاربرد:

- طراحی سیستم های روشنایی اداری و تجاری
- طراحی روشنایی فضاهای صنعتی

کاربرد:

- طراحی روشنایی ساختمان‌های مسکونی و اداری و صنعتی
- روشنایی شهری و معابر

در مجموع اگر به دنبال نرم‌افزاری جامع برای محاسبات روشنایی ساختمان هستید، DIALux و Relux از بهترین گزینه‌ها هستند. این نرم‌افزارها دارای رابط کاربری ساده و بانک اطلاعاتی کاملی از تجهیزات روشنایی هستند و برای انواع پروژه‌های روشنایی کاربرد دارند.

آموزش نرم‌افزار DIALux برای طراحی روشنایی

DIALux یک نرم‌افزار حرفه‌ای و رایگان برای محاسبات و طراحی سیستم‌های روشنایی است که توسط مهندسان برق، معماران و طراحان نورپردازی استفاده می‌شود. کلیات آموزش گام‌به‌گام این نرم‌افزار به شرح ذیل است.

گام ۱: دانلود و نصب نرم‌افزار DIALux

می‌توانید نرم‌افزار DIALux Evo را از سایت رسمی آن به صورت رایگان دانلود کنید: www.dialux.com

نکته: نسخه DIALux Evo پیشرفته‌تر و کامل‌تر از نسخه‌های قبلی است.

گام ۲: ایجاد یک پروژه جدید در DIALux

۱. پس از نصب نرم‌افزار، آن را اجرا کنید.
۲. در صفحه اصلی، روی New Project کلیک کنید.
۳. نوع پروژه را انتخاب کنید:
 - اتاق داخلی (Interior Room)
 - محوطه بیرونی (Outdoor Area)
 - نمای ساختمان (Facade)
۴. اندازه و شکل اتاق یا فضا را مشخص کنید.

گام ۳: وارد کردن پلان معماری (اختیاری)

می‌توانید پلان پروژه را به صورت فایل DWG یا JPEG وارد کنید:

۱. از منوی File، گزینه Import را انتخاب کنید.
۲. فایل پلان را بارگذاری کنید و مقیاس آن را تنظیم کنید.

گام ۴: طراحی محیط سه‌بعدی

۱. در بخش Building Construction، می‌توانید دیوارها، کف، سقف و پنجره‌ها را طراحی کنید.
۲. از ابزار Draw Wall برای کشیدن دیوارها استفاده کنید.
۳. در صورت نیاز، درب و پنجره را از منوی Openings اضافه کنید.

گام ۵: انتخاب تجهیزات روشنایی (Luminaire)

در این مرحله، باید چراغ‌ها و منابع نور را انتخاب و در فضا قرار دهید:

۱. به بخش Luminaire Selection بروید.

۲. از بانک اطلاعاتی نرم‌افزار یا سایت شرکت‌های تولیدکننده، چراغ موردنظر را انتخاب کنید.
۳. چراغ‌ها را به فضا اضافه کرده و موقعیت آن‌ها را تنظیم کنید.

گام ۶: تنظیمات نور و محاسبات روشنایی

۱. برای محاسبه شدت روشنایی، یکنواختی و میزان مصرف انرژی: به بخش Calculation بروید.
۲. روی Start Calculation کلیک کنید.
۳. نرم‌افزار محاسبات را انجام داده و نتایج را به شما نمایش می‌دهد.

گام ۷: مشاهده و تحلیل نتایج

۱. نتایج محاسبات شامل شدت نور (Lux)، یکنواختی نور و مصرف انرژی است.
۲. در بخش Results، می‌توانید نقشه‌های توزیع نور و تحلیل‌های دقیق را مشاهده کنید.
۳. اگر نتایج مطلوب نبود، می‌توانید تنظیمات چراغ‌ها را تغییر داده و دوباره محاسبه کنید.

گام ۸: خروجی گرفتن از پروژه**برای تهیه گزارش نهایی:**

۱. به بخش Documentation بروید.
۲. گزارش پروژه را به صورت فایل PDF یا Word خروجی بگیرید.
۳. نقشه‌های سه‌بعدی و پلان روشنایی را نیز می‌توانید خروجی بگیرید.

در کار با DIALux ضمن مطالعه استانداردهای روشنایی مانند IESNA و EN ۱۲۴۶۴ همیشه از چراغ‌های استاندارد با اطلاعات دقیق استفاده کنید و به یکنواختی نور (Uniformity) توجه کنید. این موضوع در استانداردهای روشنایی بسیار مهم است. میزان خیرگی (UGR) را با تنظیم زاویه چراغ کنترل کنید تا نور باعث آزار چشم بهره‌بردار نشود.

در جمع‌بندی، محاسبات روشنایی در ساختمان یکی از اصولی‌ترین مراحل طراحی سیستم‌های نورپردازی است که بر اساس استانداردهای مشخص و فرمول‌های دقیق انجام می‌شود. شما می‌توانید این محاسبات را به روش دستی یا با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی انجام دهید. رعایت استانداردهای روشنایی و بهینه‌سازی و مدیریت انرژی مطابق با مبحث ۱۹ و مبحث ۱۳، به صرفه‌جویی در انرژی و افزایش آسایش و کیفیت زندگی کمک می‌کند.

تأثیر تغییرات اقلیمی بر ایجاد شرایط آسایش حرارتی و عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع ساختمان‌های اداری



● نادر رهبر

دکتری مکانیک - تبدیل انرژی

چکیده

تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر شرایط آسایش، یکی از معضلات پیش روی مهندسان تأسیسات و تهویه مطبوع در برآورد بار حرارتی - برودتی ساختمان‌ها و انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع می‌باشد؛ زیرا که افزایش دمای هوا باعث افزایش بار برودتی و زمان کار تجهیزات برودتی خواهد شد. در این مقاله به بررسی تغییرات اقلیمی ۲۰ سال آینده و تأثیر آن بر عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع ساختمان‌های اداری شهرستان‌های استان سمنان پرداخته شده است. در این راستا از نرم‌افزارهای متونوم و مشاور اقلیم، برای تهیه و بررسی اطلاعات اقلیمی موردنیاز شهرستان‌های استان سمنان استفاده شده است. نتایج بیانگر افزایش دمای متوسط ماهیانه ۲/۵ درجه سانتی‌گراد و افزایش دمای متوسط ساعتی ۲/۴ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۴۰، در نتیجه کاهش ساعات آسایش حرارتی (۷ درصد کاهش) و افزایش بار برودتی ساختمان‌ها می‌باشند. همچنین، با توجه به گرم‌تر شدن دمای هوا در سال‌های آینده، در همه شهرهای استان سمنان، ساعات نیاز به سرمایش به‌طور متوسط ۴/۴ درصد افزایش خواهد داشت. علاوه بر آن، ساعات نیاز به سرمایش تبخیری ۱۷ درصد کاهش داشته و به همین دلیل، ساعات نیاز به سرمایش غیر تبخیری نیز در همه شهرهای استان به‌طور متوسط ۲۲۵/۴ درصد افزایش خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: آسایش حرارتی، تغییرات اقلیمی، سیستم‌های برودتی، ساختمان‌های اداری، تهویه مطبوع



مقدمه

در جهان امروز، امنیت ملی کشورها به دسترسی مطمئن به انرژی وابسته است. بر این اساس کاربرد بهینه از آن مورد توجه بسیاری از دولتمردان و محققین بوده است. انرژی لازمه ادامه زندگی و تداوم روند مطلوب حیات اقتصادی، صنعتی، کشاورزی و خدماتی در جوامع بوده و مقدار مصرف سرانه آن شاخصی برای تعیین پیشرفت و توسعه یافتگی کشورها می باشد. گسترش مصرف در بخش خانگی - تجاری و اتلاف انرژی در جامعه شهری، ناکارایی حمل و نقل و توسعه صنایع از دلایل بارز رشد سریع شدت مصرف انرژی در اقتصاد ملی به شمار می رود. انرژی مصرفی در کشور با هزینه های بسیار زیادی تولید و عرضه شده و اتلاف آن علاوه بر خسارات مالی جبران ناپذیر، زبان های غیرقابل انکاری را بر محیط زیست وارد می نماید. مصرف انرژی بالاتر از حد استاندارد جهانی در ایران که از فرهنگ نادرست مصرف انرژی به دلیل وجود منابع فراوان انرژی و همچنین عدم نظارت صحیح بر مصرف آن صورت می گیرد، این انگیزه را به وجود می آورد که کلیه متصدیان امر برای رهایی از این مشکل بزرگ و بسیار غیرمنطقی تلاش نمایند. لذا شناسایی الگوی رایج مصرف انرژی در کشور خصوصاً در بخش ساختمان ها که دربرگیرنده کلیت جامعه مصرف کننده انرژی است و همچنین شناخت موانع و غیر ساختاری بهینه سازی مصرف انرژی در این بخش، می تواند ما را در جستجوی و ارائه راهکارهایی برای دستیابی به اهداف بهینه سازی مصرف انرژی یاری دهد [۱، ۲].

با توجه به مصرف بالای انرژی در بخش ساختمان، این بخش در دنیا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در ایران نیز همچون اغلب کشورها، بخش ساختمان و مسکن یکی از عمده ترین مصرف کنندگان انرژی در کشور است. بخش اعظم مصرف انرژی ساختمان ها در ایران از منابع فسیلی (نفت و گاز) و برق جهت سرمایش، گرمایش، پخت و پز و روشنایی تأمین می گردد و انرژی های تجدید پذیر تنها به صورت بسیار محدود و شاید بتوان گفت به صورت آزمایشی در این بخش استفاده می شوند. طبق گزارش سازمان بهینه سازی مصرف انرژی در حال حاضر سهم ساختمان های مسکونی، عمومی و تجاری از مصرف برق کل کشور حدود ۴۸ درصد می باشد. برآورد می شود، بخش ساختمان در کشورمان به دلیل طراحی و ساخت نامناسب، استفاده از مصالح و تجهیزات غیراستاندارد و انتخاب نامناسب تجهیزات سرمایشی و گرمایشی، بزرگ ترین مصرف کننده انرژی در حوزه برق و گاز طبیعی در مقایسه با سایر بخش های اقتصادی کشور و یکی از بزرگ ترین تولیدکنندگان گازهای گلخانه ای بوده و از این رو ارائه راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در این بخش دارای اهمیت بسیار بالایی می باشد [۳، ۴].

امروزه ساختمان ها در حدود ۴۰ درصد از مصرف انرژی اولیه جهان و حدود ۴۸ درصد از مصرف انرژی در ایران را به خود اختصاص داده و حدود یک سوم از انتشار گازهای گلخانه ای در جهان نیز به خاطر مصارف انرژی در ساختمان ها می باشد. در واقع هنوز پتانسیل صرفه جویی در انرژی بسیار زیاد بوده و انتظار می رود تا سال ۲۰۲۰ تنها در اتحادیه اروپا صرفه جویی ۲۰٪ در مصرف انرژی به وجود آید. در کشورهای صنعتی عمدتاً از طریق بهینه سازی اتلاف حرارتی می توان بین ۱۲ تا ۲۵ درصد از انتشار گازهای

گلخانه ای مربوط به ساختمان، کاست. در کشورهای درحال توسعه نیز، صرفه جویی در مصرف برق از طریق استفاده از لوازم کارآمدتر و بهینه سازی مصرف انرژی در سیستم های روشنایی، نقش بیشتری داشته و سهم ۱۳ تا ۵۲ درصد از بهینه سازی انرژی را تا سال ۲۰۲۰ به خود اختصاص می دهد. لازم به ذکر است که اگر بهره وری انرژی ساختمان تنها ۲۲٪ بهبود یابد، از انتشار ۴۵ میلیون تن دی اکسید کربن جلوگیری خواهد گردید [۵]. به عنوان یک راه حل در مورد افزایش قیمت برق و انتشار گازهای گلخانه ای، اقدامات زیادی توسط مهندسين بر روی بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان های تجاری صورت گرفته است. هدف چنین اقداماتی تولید انرژی در محل و یا مدیریت تقاضا از طریق طراحی های کارآمد انرژی می باشد. سیستم های انرژی به لحاظ مالی به درجه بالایی از بهینه سازی می پردازند، زیرا مقدار انرژی متغیر بوده و تحت تأثیر عوامل مختلف مانند زمان روز، فصل و منبع انرژی است. از این رو، تحقیقات قابل توجهی در جهت دستیابی به انرژی مطلوب ساختمان های تجاری صورت گرفته است. در حالت ایده آل، در طول دوره هایی که در آن ها هزینه انرژی بالا است، مصرف باید حداقل بوده و تولید، در صورت موجود بودن، باید حداکثر شود [۶].

تأمین شرایط آسایش و ایجاد سرمایش در ساختمان های اداری و دولتی یکی از بخش های پر مصرف انرژی در ایران و جهان است. بر اساس آمار آژانس بین المللی انرژی، حدود ۲۰٪ از مصرف انرژی کل جهان در بخش ساختمان ها اتفاق می افتد که از این میزان، ۴۰٪ مربوط به سرمایش و تهویه مطبوع است. از طرف دیگر چگونگی تأمین شرایط آسایش حرارتی در ساختمان های اداری نیز همواره یکی از دغدغه های موجود بوده است. هر چند در دنیا این مسئله از بعد تحقیقاتی خارج شده و روابط و ضوابط موجود در این زمینه به راحتی در استانداردها و منابع علمی یافت می شود، اما به علت وجود شرایط خاص فرهنگی، محیطی، اقتصادی و تکنولوژیک، هنوز در ایران به این موضوع به عنوان یک چالش مهم نگرسته می شود [۷].

وجود فرهنگ غلط مصرف (آب و انرژی) در میان عموم جامعه، همچنین عدم اعتقاد مدیران به اهمیت اعمال دیدگاه زیست محیطی در طراحی های مهندسی، دسترسی بی منطق و ارزان به منابع انرژی، وجود یارانه در آب و انرژی، عقب ماندگی تکنولوژیک، تحریم ها و مشکلات اقتصادی، همگی دست در انتخاب دست هم داده است تا اولویت های طراحان و مدیران را در انتخاب تجهیزات مناسب حرارتی برودتی، متفاوت از سایر نقاط جهان قرار دهد؛ بنابراین با در نظر گرفتن عوامل فوق، هنوز در کشور ایران نیاز به تحقیق و پژوهش در این زمینه به خوبی احساس می شود. در ساختمان های اداری و تجاری، استفاده از سیستم های سرمایش تبخیری، چیلرهای تراکمی، چیلرهای جذبی، داکت اسپلیت و سیستم های جریان مبرد متغیر گزینه های پیش روی طراحان تأسیسات و تهویه مطبوع در تأمین ایجاد شرایط آسایش حرارتی در تابستان می باشند. در سیستم های با تناژ تبرید بالاتر هر چند هزینه اولیه چیلرهای تراکمی نسبت به جذبی پایین تر است، اما مصرف انرژی ارزان تر در چیلرهای جذبی، این دستگاه ها را در سال های اخیر به عنوان یک رقیب جدی برای چیلرهای تراکمی تبدیل

ارتفاع آن از شمال به جنوب کاهش یافته و به دشت کویر ختم می‌شود. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان استان سمنان را به دو بخش کوهستانی و دشت‌های پای کوهی تقسیم نمود. خصوصیات جوی استان سمنان نشانگر تنوع در اقلیم آن است. این تنوع اقلیمی، به دو شکل اقلیم نیمه بیابانی شدید و اقلیم نیمه بیابانی خفیف خود را نشان می‌دهد. در این استان، سه نوع آب‌وهوا را می‌توان مشخص کرد:

- قسمت شمالی شامل شاهرود، دامغان، مهدی‌شهر و شه‌میرزاد، در زمستان هوایی خشک و مرطوب و در تابستان وضعیتی معتدل دارد.

- قسمت جنوبی شامل گرمسار و جنوب شهرستان سمنان، در تابستان‌ها هوای بیابانی و نسبتاً گرم و خشک و در زمستان‌ها هوای سرد دارد.

- قسمت شمال شرقی شامل میامی و حسین‌آباد کالپوش، در تابستان هوای معتدل و مرطوب و در زمستان هوای سرد دارد.

استان سمنان به علت تنوع جغرافیایی، دارای آب‌وهوایی متفاوت است. به این صورت که در نواحی کوهستانی هوا سرد، در دامنه کوه‌ها معتدل و در کنار کویر گرم است. در دامغان به علت وزش بادهای شدید شمالی و بارندگی در نواحی گرگان و مازندران، زمستان‌ها سرد و تابستان‌ها معتدل، در سمنان تابستان‌ها گرم و زمستان‌ها معتدل، در شاهرود با توجه به پستی‌وبلندی‌های آن، در قسمت شمالی سرد، در قسمت مرکزی معتدل و در قسمت جنوبی گرم است. در گرمسار نیز تغییرات فصل خیلی زیاد است. تابستان‌های این ناحیه بسیار گرم و خشک و زمستان‌های آن نسبتاً سرد و بارانی است [۹].

■ شیوه تحلیل نتایج اقلیمی و نرم‌افزارهای

مورد استفاده

از آنجاکه هدف از این تحقیق ارائه راهکاری برای بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع در ایجاد شرایط آسایش حرارتی ساختمان‌های اداری استان سمنان می‌باشد و از طرف دیگر اطلاعات اقلیمی بسیاری از شهرهای استان سمنان به‌راحتی در دسترس نمی‌باشد، جهت به دست آوردن اطلاعات موردنیاز و تحلیل آن‌ها از دو نرم‌افزار متونورم و مشاور اقلیم استفاده شده است. در این بخش به‌صورت خلاصه به مروری بر قابلیت‌های این دو نرم‌افزار و نحوه تحلیل اطلاعات در آن‌ها خواهیم پرداخت.

■ مقدمه‌ای بر نرم‌افزار متونورم

از آنجاکه یکی از مهم‌ترین اطلاعات موردنیاز در این پروژه اطلاعات هواشناسی شهرستان‌های استان سمنان می‌باشد، لذا از نرم‌افزار متونورم برای به دست آوردن اطلاعات موردنیاز نظیر (دمای هوای خشک، دمای هوای مرطوب، رطوبت نسبی و ...) استفاده شده است. متونورم نرم‌افزار قدرتمند و معتبری جهت ساخت داده‌های اقلیمی برای بسیاری از شهرها و نقاط جهان می‌باشد. این نرم‌افزار به‌راحتی و با دسترسی آنلاین به داده‌های هواشناسی بیش از ۸۹۰۰ ایستگاه هواشناسی در سرتاسر جهان، ۵ ماهواره هواشناسی و همچنین داده‌های هواشناسی ۳۰ سال اخیر،

نموده است. هرچند سیستم‌های تبخیری مصرف انرژی پایین‌تری را نسبت به سیستم‌های دیگر دارند، اما مصرف آب بالای این سیستم‌ها، مهم‌ترین چالش پیش روی مصرف‌کنندگان می‌باشد. از طرف دیگر به علت اینکه سیستم‌های تبخیری به‌شدت وابسته به دمای مرطوب هوای محیط می‌باشند، استفاده از آن‌ها در اقلیم‌های مرطوب یا آب‌وهوای بسیار گرم شرایط آسایش موردنیاز ساکنین ساختمان را فراهم نخواهد نمود [۸].

معضل دیگر پیش روی طراحان تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان، تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر شرایط آسایش ساختمان‌های مسکونی می‌باشد. به علت افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای، دمای کره زمین در سال‌های اخیر در حال افزایش بوده و این امر باعث افزایش زمان موردنیاز سرمایه‌گذاری در ساختمان‌ها شده است. بر اساس پیش‌بینی‌ها، دمای متوسط کره زمین تا سال ۲۱۰۰ حدود ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت که این امر به‌طور قابل‌توجهی نیاز به سرمایه‌گذاری در ساختمان‌ها را افزایش خواهد داد. از طرف دیگر به علت افزایش دمای هوا، استفاده از برخی تجهیزات سرمایشی و تولید برودت توجیه اقتصادی و فنی را از دست خواهد داد. از این‌رو لازم است یک طراح تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان به‌خوبی با تغییرات اقلیمی پیش روی ساختمان آشنا بوده و انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع را با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی سال‌های آینده انجام دهد.

هدف از این تحقیق ارائه راهکاری برای بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع در ایجاد شرایط آسایش حرارتی ساختمان‌های اداری به همراه مطالعه‌ای مروری در خصوص شهرستان‌های استان سمنان خواهد بود. سوالات اصلی تحقیق عبارتند از:

- تأثیر افزایش دمای هوا بر نیاز به سرمایه‌گذاری در ساختمان‌های اداری استان سمنان چه خواهد بود؟

- کدام سیستم سرمایشی با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی، مناسب‌ترین گزینه برای ساختمان‌های اداری استان سمنان خواهد بود؟

به دلیل تنوع اقلیمی، وجود چالش‌های مختلف مرتبط با سرمایه‌گذاری در ساختمان‌ها و دسترسی به اطلاعات و داده‌های موردنیاز، مطالعه مروری این تحقیق در شهرستان‌های استان سمنان انجام شده است. با انجام این تحقیق، می‌توان به راهکارهای مناسب برای انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی در ساختمان‌های اداری دست یافت.

■ آشنایی با استان سمنان و اقلیم آن

استان سمنان یکی از استان‌های مرکزی کشور ایران است. مرکز و پرجمعیت‌ترین شهر این استان، شهر سمنان بوده و مساحت این استان برابر با ۹۷۴۹۱ کیلومترمربع می‌باشد که ۵/۹ درصد مساحت کل کشور را شامل می‌شود. این استان از نظر مساحت ششمین استان ایران است. این استان از جانب شمال به استان‌های خراسان شمالی، گلستان و مازندران، از جنوب به استان‌های خراسان جنوبی و اصفهان، از مشرق به استان خراسان رضوی و از مغرب به استان‌های تهران و قم محدود است. استان سمنان در دامنه‌های جنوبی سلسله جبال البرز قرار گرفته است.

مهم‌ترین قابلیت‌های این نرم‌افزار امکان پیش‌بینی شرایط اقلیمی آینده منطقه موردنظر بر اساس سناریوهای ارائه شده توسط هیئت بین دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC) است. این هیئت در سال ۱۹۸۸ به وسیله سازمان ملل متحد، سازمان هواشناسی جهانی و برنامه محیط‌زیستی سازمان ملل ایجاد شد تا خطر تغییر آب‌وهوای کره زمین در نتیجه فعالیت‌های انسانی را ارزیابی کند. یکی از فعالیت‌های اصلی IPCC که مقرر اصلی آن در ژنو است، انتشار دادن گزارش‌های ویژه درباره موضوعات مربوط به اعمال چارچوب کنوانسیون سازمان ملل درباره تغییرات اقلیمی است. این کنوانسیون یک معاهده بین‌المللی است که امکان تغییرات آب‌وهوایی زیان‌بار در کره زمین (گرمایش جهانی) را تصدیق کرده و اجرای این معاهده نهایتاً به پروتکل کیوتو در این باره منتهی شده است. گزارش‌های IPCC به‌طور گسترده و تقریباً در هر مباحثه‌ای درباره تغییرات آب‌وهوایی کره زمین مورد استناد قرار می‌گیرند. همچنین مجامع ملی و بین‌المللی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی، عموماً این هیئت را به‌عنوان مرجع اعتبار تلقی کرده و همه گزارش‌های فنی IPCC مورد توجه گسترده علمی قرار می‌گیرند. خلاصه این گزارش‌ها (تحت عنوان چکیده برای سیاست‌گذاران) است که بیشترین توجه رسانه‌ای را جلب می‌کند. یکی از گزارش‌های که بسیار مورد استناد قرار می‌گیرد، سناریوهای جدیدی است که برای تغییرات اقلیمی آینده جهان توسط IPCC ارائه گردیده است. این سناریوها به‌صورت خلاصه و به شرح جدول ۱ می‌باشند [۱۰]:

مشکل فقدان داده‌های وسیع اقلیمی، خصوصاً روزانه و ساعتی را حل می‌نماید. همچنین این نرم‌افزار می‌تواند با ورود اطلاعات طول و عرض جغرافیایی و با استفاده از روش میانابایی و رگرسیون با دقتی حدود ۵۰ کیلومتر اطلاعات هواشناسی را حتی برای شهرهایی که در بانک اطلاعاتی وجود ندارد، تولید نماید. در این نرم‌افزار می‌توان محل موردنظر خود را به‌سادگی روی نقشه مشخص و حتی از طریق وارد مختصات جغرافیایی محلی نیز آن را به بانک اطلاعاتی نرم‌افزار اضافه نموده و اطلاعات هواشناسی را برای آن منطقه تولید نمود. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم این نرم‌افزار، دادن اطلاعات لازم در بازه‌های زمانی در حد دقیقه است. در این نرم‌افزار می‌توان پارامترهای هواشناسی موردنظر را انتخاب نموده و نتایج را در بازه‌های زمانی ماهانه، ساعتی و یا دقیقه‌ای دریافت نمود که این نشان از دقت بالای برنامه است. نکته بعدی بخش اطلاعات آنلاین برنامه است که در این قسمت جدیدترین اطلاعات هواشناسی اقلیم موردنظر در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. گذشته از این کاربران قادر هستند تاریخچه اطلاعاتی یک منطقه جغرافیایی خاص را در گذر زمان مشاهده کنند. این اطلاعات جهت پیش‌بینی روند تغییرات آب‌وهوایی بسیار کاربرد خواهد داشت. در این نرم‌افزار اطلاعات شهرهای سمنان و شاهرود به‌صورت پیش‌فرض وجود داشته اما اطلاعات سایر شهرهای استان موجود نمی‌باشد. لذا با استفاده از طول و عرض جغرافیایی شهرهای موردنظر، فایل‌های اقلیمی سایر شهرهای مهم استان نیز ساخته شده و نتایج آن‌ها جهت تحلیل و بررسی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یکی دیگر از

تأکید بیشتر بر جنبه‌های اقتصادی	تأکید بیشتر بر جنبه‌های زیست‌محیطی
A1 رشد اقتصادی سریع، A1B و A1FI، A1T افزایش دما (۱/۴ تا ۶/۴ درجه)	B1 توسعه پایدار زیست‌محیطی، افزایش دما (۱/۱ تا ۲/۹ درجه)
A2 توسعه اقتصادی منطقه محور افزایش دما (۲ تا ۵/۴ درجه)	B2 توسعه پایدار زیست‌محیطی محلی افزایش دما (۱/۴ تا ۳/۸ درجه)

▲ جدول ۱- خلاصه سناریوهای ارائه شده توسط IPCC

■ مقدمه‌ای بر نرم‌افزار مشاور اقلیم

نرم‌افزار مشاور اقلیم یک برنامه کامپیوتری مبتنی بر گرافیک ساده است که به معماران، سازندگان، پیمانکاران و طراحان تأسیسات مکانیکی جهت تفسیر شرایط اقلیمی یک موقعیت جغرافیایی کمک می‌نماید. این نرم‌افزار با استفاده از داده‌های آب‌وهوایی سالانه که شامل ۸۷۶۰ ساعت اطلاعات هواشناسی یک موقعیت جغرافیایی با فرمت مورد استفاده در نرم‌افزار انرژی پلاس یا EPW بوده، استفاده کرده و این اطلاعات اقلیمی خام را به ده‌ها صورت نمایشگر گرافیکی معنی‌دار تبدیل می‌کند. همچنین این نرم‌افزار تمامی داده‌های موجود نظیر (تشنه خورشید، دمای هوای خشک و مرطوب، رطوبت نسبی، دمای خاک و ...) را طبقه‌بندی نموده و در

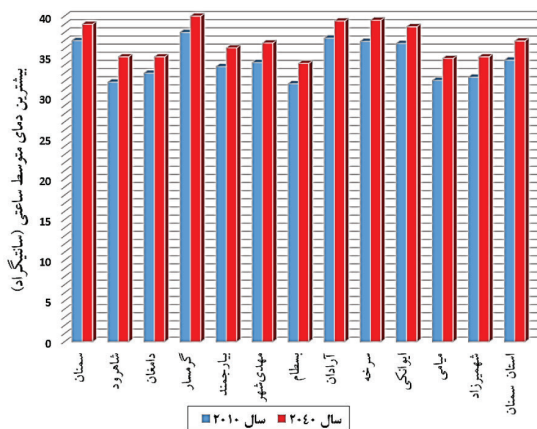
حالت‌های مختلف و با توجه به نیاز کاربر به نمایش می‌گذارد. از نکات مفید دیگر این نرم‌افزار تعیین حد آسایش و پیشنهادهای مربوط به صرفه‌جویی انرژی در آن منطقه آب‌وهوایی می‌باشد.

■ نحوه پیش‌بینی اقلیم شهرهای استان سمنان در سال ۲۰۴۰

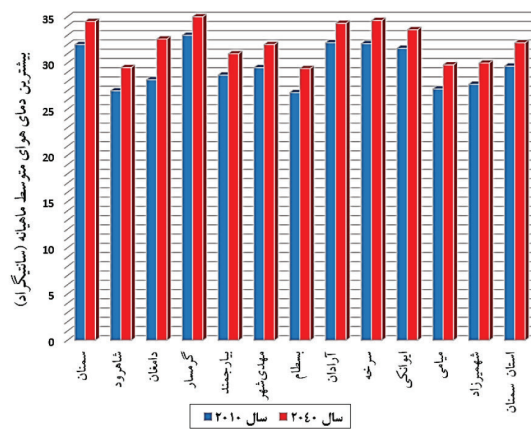
همان‌طور که در قسمت‌های قبل شرح داده شد، یکی از قابلیت‌های نرم‌افزار متونورم امکان ارائه پیش‌بینی شرایط اقلیمی یک منطقه در سال‌های آینده است. لازم به ذکر است که یک مهندس طراح تأسیسات مکانیکی به‌صورت معمول از شرایط

نموده است تا جایی که در بسیاری از ساختمان‌های موجود اداری، سیستم‌های سرمایشی فعلی دیگر جوابگوی ایجاد شرایط آسایش محیطی نبوده، در نتیجه مصرف‌کنندگان ناچار به استفاده هم‌زمان از سیستم‌های سرمایشی نظیر اسپلیت و داکت اسپلیت شده‌اند. هدف از انجام این تحقیق، ارائه راهکارهای مناسب برای انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی در ساختمان‌های اداری استان سمنان می‌باشد.

شکل ۱ نتایج داده‌های دمایی شهرهای استان سمنان در اقلیم سال ۲۰۱۰ (مورد استفاده طراحان تأسیسات در محاسبه بارهای ساختمان و انتخاب تجهیزات) و اقلیم سال ۲۰۴۰ (پیش‌بینی شده توسط نرم‌افزار متونورم با سناریوی A1B ارائه شده در جدول ۱) را نشان می‌دهد. نتایج بیانگر افزایش قابل ملاحظه دمای متوسط ماهیانه و دمای متوسط ساعتی در سال ۲۰۴۰ می‌باشند. این امر بیانگر افزایش بار برودتی ساختمان‌ها در سال ۲۰۴۰ بوده و اهمیت توجه طراحان تأسیسات تهویه مطبوع را به در نظر گرفتن این امر در محاسبات بار و انتخاب تجهیزات سرمایشی ساختمان نشان می‌دهد. افزایش بیشترین دمای متوسط ماهیانه و بیشترین دمای متوسط ساعتی به ترتیب در شهرهای دامغان و شاهرود به مقدار ۴/۴ و ۳/۱ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی می‌شود. همچنین متوسط افزایش بیشترین دمای ماهیانه و بیشترین دمای ساعتی استان سمنان به ترتیب ۲/۵ و ۲/۴ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی می‌شود.



(ب)



(الف)

شکل ۱ - مقایسه دمای هوا (درجه سانتی‌گراد) در شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰
(الف) بیشترین دمای هوای متوسط ماهیانه (ب) بیشترین دمای متوسط ساعتی

سال دما بالاتر از ۳۸ درجه سانتی‌گراد باشد. شکل ۳ مقایسه ساعات آسایش حرارتی در سال را برای شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰ نشان می‌دهد. ساعات آسایش حرارتی به زمان‌هایی گفته می‌شود که در آن دمای هوای محیط شرایط آسایش حرارتی را داشته و در آن ساعات، مصرف انرژی سیستم‌های برودتی ساختمان به حداقل مقدار خود خواهد رسید. نتایج نشان می‌دهند که با توجه به گرم‌تر شدن دمای هوا در سال‌های آینده، ساعاتی که در آن شرایط آسایش

آب‌وهوایی متوسط سال‌های قبل برای محاسبات بارهای سرمایش و گرمایش ساختمان استفاده می‌نماید. با این حال از آنجاکه ساختمان قرار است در سال‌های آینده مورد استفاده قرار گیرد، لازم است که یک طراح همواره شرایط اقلیمی سال‌های آینده یک منطقه را در نظر داشته و در محاسبات تهویه مطبوع تغییرات آب‌وهوایی را منظور نماید. در این تحقیق برای پیش‌بینی اقلیم مناطق استان سمنان در سال ۲۰۴۰ از سناریوی A1B (جدول ۱) استفاده شده است. همان‌طور که در بخش‌های قبل شرح داده شد در این سناریو فرض می‌شود در سال ۲۰۴۰ جهان همگرا با رشد اقتصادی سریع و در حال استفاده متعادل از منابع فسیلی و غیر فسیلی است.

تحلیل نتایج

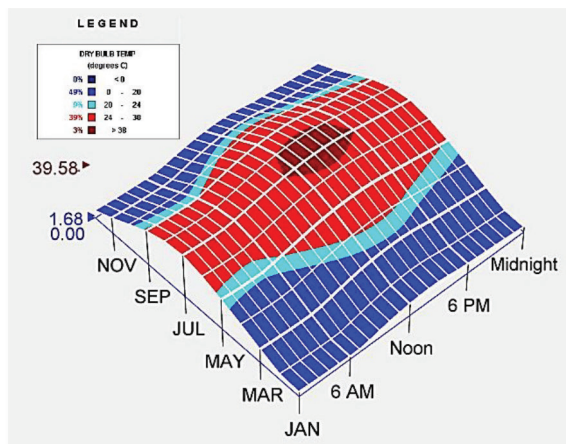
همان‌طور که در بخش‌های قبل شرح داده شد، ساختمان‌های اداری یکی از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی بوده و بیشترین تجهیزات سرمایشی نظیر چیلرهای تراکمی، چیلرهای جذبی، برج‌های خنک‌کن، اسپلیت و داکت اسپلیت‌ها و ایرواشرها را به خود اختصاص می‌دهند. از طرف دیگر در ساعات پیک مصرف انرژی در تابستان، به علت حضور کارکنان و مراجعه‌کنندگان به محیط‌های اداری، بیشترین نیاز سرمایشی نیز در این گونه ساختمان‌ها وجود خواهد داشت. از طرف دیگر، تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر مشکلات زیادی را متوجه مصرف‌کنندگان تجهیزات سرمایشی

شکل ۲ مقایسه و نمایش سه‌بعدی داده‌های دمایی سال ۲۰۱۰ و سال ۲۰۴۰ را در نرم‌افزار مشاور اقلیم برای پرجمعیت‌ترین شهرهای استان (سمنان و شاهرود) که بیشترین ساختمان‌های اداری را در خود جای داده‌اند، ارائه می‌دهد. نتایج به‌وضوح نشانگر بیشتر شدن دمای هوا در سال ۲۰۴۰ می‌باشند. به طوری که از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۴۰، ساعاتی که در آن دمای هوا بیش از ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، برای سمنان و شاهرود به ترتیب ۶ درصد و ۷ درصد افزایش را نشان می‌دهد. این در حالی است که در سال ۲۰۴۰ و برای شهر سمنان پیش‌بینی می‌شود که ۳ درصد ساعات

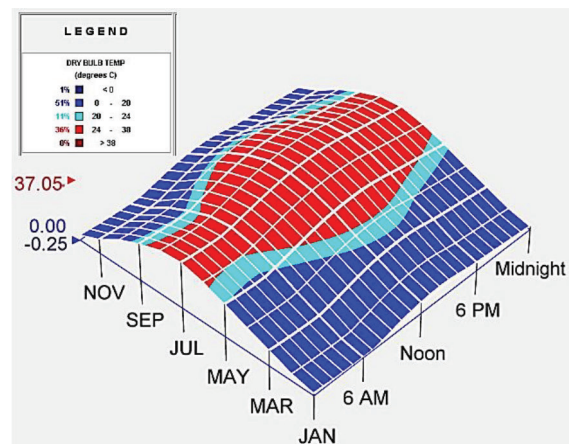
۴/۴ درصد افزایش ساعات نیاز به سرمایش). شکل ۵ ساعات نیاز به سرمایش تبخیری و غیرتبخیری در سال را برای شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰ نشان می‌دهد. ساعات نیاز به سرمایش تبخیری ساعتی است که در آن سیستم‌های تبخیری نظیر کولر آبی و یا ابرواشر قادر به جبران بار برودتی موردنیاز ساختمان بوده و برای این کار نسبت به سیستم‌های تبرید تراکمی (مانند چیلر، VRF، کولر گازی، اسپلیت یا داکت اسپلیت) نیاز به مصرف انرژی (بخصوص انرژی الکتریکی) کمتری خواهند داشت. نتایج نشان می‌دهند که با توجه به گرم‌تر شدن دمای هوا در سال‌های آینده، به غیر از شهر شه‌میرزاد، بقیه شهرهای استان سمنان، ساعات نیاز به سرمایش تبخیری کاهش خواهد داشت. به همین دلیل، ساعات نیاز به سرمایش غیرتبخیری نیز در همه شهرهای استان افزایش خواهد داشت. به‌طور متوسط در استان سمنان در سال ۲۰۴۰ نسبت به سال ۲۰۱۰، ساعات نیاز به سرمایش تبخیری ۱۷ درصد کاهش (از ۱۶۱۰ به ۱۳۲۲ ساعت) و ساعات نیاز به سرمایش غیر تبخیری ۲۲۵/۴ درصد (از ۲۲۰ ساعت به ۷۱۵ ساعت) افزایش خواهد داشت.

حرارتی وجود دارد در اکثر شهرهای استان سمنان کمتر خواهد شد. باین‌حال، در شهرهای شاهرود، مهدیشهر و سرخه ساعات آسایش حرارتی در سال‌های آینده بیشتر می‌شود. به‌طور کلی و به‌صورت متوسط در استان سمنان این مقدار کاهش یافته و از ۴۹۳ ساعت در سال ۲۰۱۰ به ۴۵۳ ساعت در سال ۲۰۴۰ کاهش خواهد داشت (۷ درصد کاهش ساعات آسایش حرارتی).

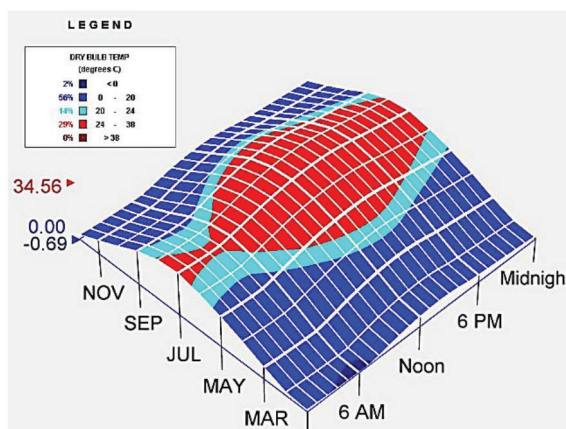
شکل ۴ مقایسه ساعات نیاز به سرمایش در سال را برای شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰ نشان می‌دهد. ساعات نیاز به سرمایش ساعتی است که دمای هوای محیط بالاتر از دمای آسایش بوده و سیستم‌های سرمایشی ساختمان شروع به کار نموده و نیاز به مصرف انرژی (بخصوص انرژی الکتریکی) خواهند داشت. نتایج نشان می‌دهند که در سال‌های آینده و با توجه به گرم‌تر شدن دمای هوا در استان سمنان، ساعات نیاز به سرمایش بیشتر خواهد شد. بیشترین و کمترین افزایش در استان سمنان مربوط به شهرهای دامغان و شه‌میرزاد به ترتیب ۹/۶ درصد و ۲/۵ درصد خواهند بود. به‌طور کلی و به‌صورت متوسط در استان سمنان ساعات نیاز به سرمایش از ۳۸/۴ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۴۲/۸ درصد در سال ۲۰۴۰ افزایش خواهد داشت



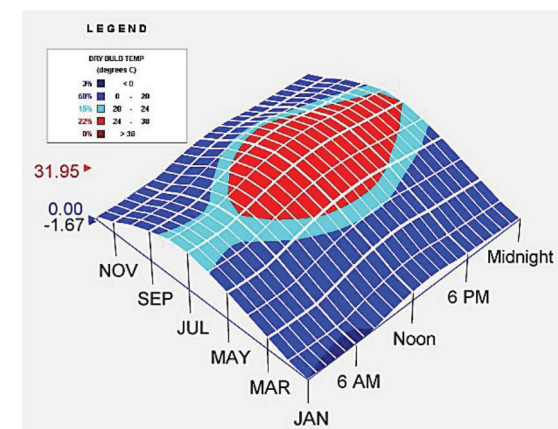
سمنان - سال ۲۰۴۰



سمنان - سال ۲۰۱۰

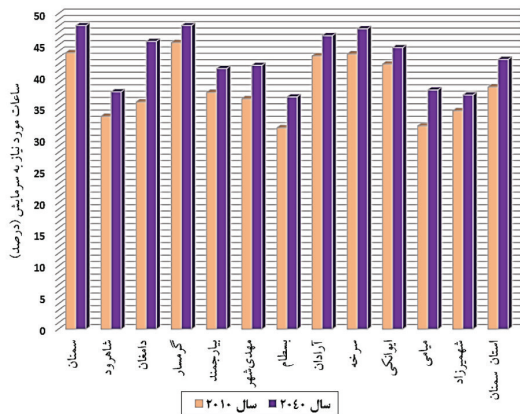


شاهرود - سال ۲۰۴۰

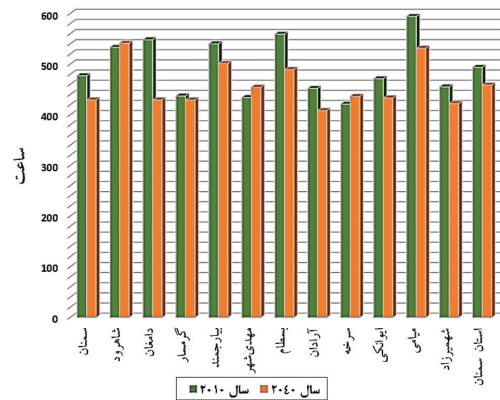


شاهرود - سال ۲۰۱۰

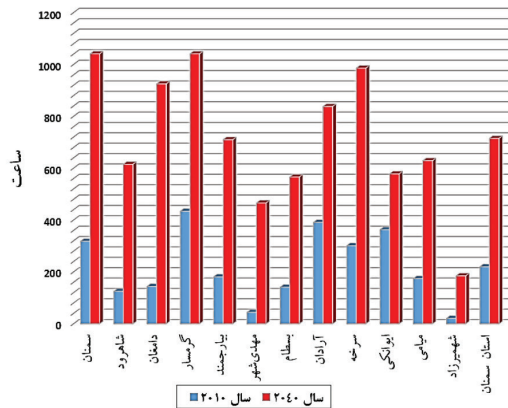
شکل ۲ - مقایسه و نمایش سه‌بعدی داده‌های دمایی سال ۲۰۱۰ و سال ۲۰۴۰ در نرم‌افزار مشاور اقلیم برای پرجمعیت‌ترین شهرهای استان



▲ شکل ۴ - مقایسه ساعات نیاز به سرمایه‌گذاری در سال در شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰

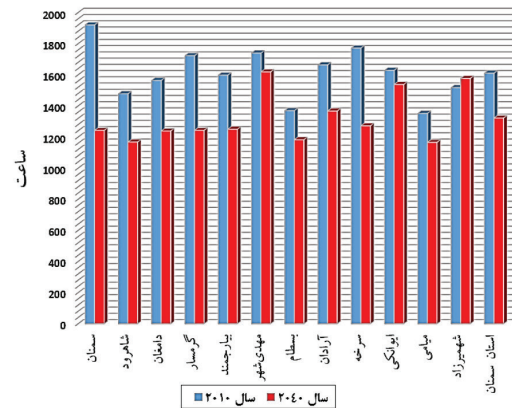


▲ شکل ۳ - مقایسه ساعات آسایش حرارتی در سال در شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰



(ب)

▲ شکل ۵ - تعداد ساعات مورد نیاز به سرمایه‌گذاری در ساعات اداری سال در استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰ (الف) ساعات نیاز به سیستم سرمایه‌گذاری غیرتبخیری (ب) ساعات نیاز به سیستم سرمایه‌گذاری غیرتبخیری



(الف)

شهرستان‌های استان سمنان به‌دست‌آمده و مورد تحلیل قرار گرفته است. مهم‌ترین نتایج این تحقیق عبارتند از:

- نتایج بیانگر افزایش قابل‌ملاحظه دمای متوسط ماهیانه و دمای متوسط ساعتی (در نتیجه افزایش بار برودتی ساختمان‌ها) در سال ۲۰۴۰ با متوسط افزایش بیشترین دمای ماهیانه و بیشترین دمای ساعتی استان سمنان به ترتیب ۲/۵ و ۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشند.

- نتایج بررسی برای شهرهای استان سمنان بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۴۰ نشان می‌دهند که به‌طور کلی و به‌صورت متوسط ساعات آسایش حرارتی در سال در استان سمنان ۷ درصد کاهش خواهد داشت.

- نتایج نشان می‌دهند که با توجه به گرم‌تر شدن دمای هوا در سال‌های آینده، در همه شهرهای استان سمنان، ساعات نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر شده و به‌طور کلی و به‌صورت متوسط در استان سمنان ۴/۴ درصد افزایش خواهد داشت.

- نتایج نشان می‌دهند که با توجه به گرم‌تر شدن دمای هوا در سال‌های آینده، ساعات نیاز به سرمایه‌گذاری غیرتبخیری کاهش

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر شرایط آسایش ساختمان‌های مسکونی یکی از معضلات پیش روی مهندسان تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان در برآورد بار حرارتی - برودتی و انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع می‌باشد؛ زیرا که افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و دمای هوا باعث افزایش بار برودتی و زمان کار تجهیزات سرمایه‌گذاری در ساختمان‌ها شده، همچنین، استفاده از برخی تجهیزات سرمایه‌گذاری و تولید برودت توجیه اقتصادی و فنی خود را از دست خواهد داد. از این‌رو لازم است یک طراح تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان به‌خوبی با تغییرات اقلیمی پیش روی ساختمان آشنا بوده و انتخاب تجهیزات تهویه مطبوع را با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی سال‌های آینده انجام دهد. در این مقاله به بررسی تغییرات اقلیمی ۲۰ سال آینده و تأثیر آن بر عملکرد سیستم‌های تهویه مطبوع در ایجاد شرایط آسایش حرارتی ساختمان‌های اداری به همراه مطالعه‌ای موردی در خصوص شهرستان‌های استان سمنان پرداخته شده است. در این راستا با استفاده از نرم‌افزارهای متونورم و مشاور اقلیم اطلاعات اقلیمی مورد نیاز (دما و رطوبت نسبی) برای

3. Energy balance sheet 2014, Power and Energy Affairs, The Office of planning large-scale power and energy: Iranian Ministry of Energy, Department of Power and Energy.

4. Sadati, S.E., et al., Low thermal conductivity measurement using thermoelectric technology - Mathematical modeling and experimental analysis. International Communications in Heat and Mass Transfer, 2021. 127: p. 105534.

5. Eicker, U., Low energy cooling for sustainable buildings. 2009: John Wiley & Sons.

6. Lazos, D., A.B. Sproul, and M. Kay, Optimisation of energy management in commercial buildings with weather forecasting inputs: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014. 39: p. 587-603.

7. Sadati, S.E., N. Rahbar, and H. Kargarsharifabad, Energy assessment, economic analysis, and environmental study of an Iranian building: The effect of wall materials and climatic conditions. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2023. 56: p. 103093.

8. Nader Rahbar and Esmail Sadati, Technical and Economical comparison between absorption and compression chillers in office buildings, located in Semnan Province, with regard to Energy management and environmental perspective. 2017, Semnan Province Electrical Distribution Company: Semnan, Iran.

9. Climate of Semnan province. 2017; Available from: <http://www.irimo.ir>.

10. About Intergovernmental Panel on Climate Change. 2017; Available from: <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>.

داشته و به همین دلیل ساعات نیاز به سرمایش غیر تبخیری نیز در همه شهرهای استان افزایش خواهد داشت. به طور متوسط در سال ۲۰۴۰ در استان سمنان نسبت به سال ۲۰۱۰، ساعات نیاز به سرمایش تبخیری ۱۷ درصد کاهش و ساعات نیاز به سرمایش غیر تبخیری ۲۲۵/۴ درصد افزایش خواهد داشت.

■ تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی شرکت توزیع نیروی برق استان سمنان و در چارچوب قرارداد پژوهشی شماره ۶۲۰/۲۸۳۸۳ مورخ ۹۵/۱۱/۱۴ و همچنین حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان در چارچوب قرارداد پژوهشی شماره ۱۹۸۶ مورخ ۹۶/۲/۱۸ انجام شده است. نویسندگان مقاله بدین وسیله از هر دو نهاد که با حمایت مالی خود در تحقق این پژوهش نقش بسزایی داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

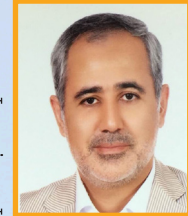
■ مراجع

1. Stephan, A., R.H. Crawford, and K. De Myttenaere, Towards a more holistic approach to reducing the energy demand of dwellings. Procedia engineering, 2011. 21: p. 1033-1041.

2. Andarini, R., The role of building thermal simulation for energy efficient building design. Energy procedia, 2014. 47: p. 217-226.



نکات کاربردی در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان



● رضا فرمهینی فراهانی

دکتری معماری

چکیده

بر اساس مستندات انکارناپذیر، از عمده ترین چالش های پیش رو در تمامی زیستگاه های بشری، مشکل تأمین انرژی و مشکل تأمین آب آشامیدنی است. انرژی که بیشترین شکل به کار بردن آن گرما می باشد علاوه بر افزایش میانگین دمای کره زمین، باعث کاهش ذخایر یخ های دو قطب شمال و جنوب و مهم تر از آن آلودگی های فاجعه بار زیست محیطی، به ویژه آلودگی هوا از راه سوزاندن سوخت های فسیلی شده است. ساختمان ها به منظور تأمین گرمایش و سرمایش در فصل های مختلف سال، تقریباً ۴۰ درصد از مصرف کل انرژی یک جامعه را به خود اختصاص داده اند که در بیشتر موارد فاقد بازگشت اقتصادی هستند. در دنیای امروز تمامی حاکمیت ها چه از دیدگاه اقتصادی و یا از منظر زیست محیطی تمایل شدید و حتی اجبار گونه ای به کاهش سهم مصرف انرژی در ساختمان ها و اختصاص آن به بخش های مولد اقتصادی دارند و برای رسیدن به این هدف قوانین و مقررات سخت گیرانه ای وضع کرده اند. ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان دربرگیرنده نکات ارزشمندی برای مهندسين معمار در طراحی پوسته خارجی ساختمان ها است تا به صورت قانونمند و هدفمند با یکبار عایق کاری حرارتی در ساختمان، بتوان دست کم چهل سال از هدر رفتن انرژی جلوگیری کرد و این زمانی ارزشمندتر است که در وضعیت موجود میزان مصرف انرژی در ایران ۵ برابر بیشتر از میانگین جهانی است. در این یادداشت با بیانی ساده و علمی سعی شد مهم ترین موضوعات و مفاهیم مورد نیاز مهندسين معمار از مبحث ۱۹ مقررات ملی فراهم گردد.

واژه های کلیدی: صرفه جویی در مصرف انرژی، انرژی های تجدیدپذیر، مقاومت حرارتی، پوسته خارجی ساختمان، عایق حرارتی

مقدمه

اقتصادی بالاتری دست می یابند؛ بنابراین جای تعجب نیست که هر بخش قابل توجهی از کشورهایی که دسترسی شان به انرژی محدودتر است و هم زمان از پیشگامان رشد اقتصادی هستند، مصرف انرژی در بخش ساختمان بسیار محدود است و شهروندان مجبورند در هنگام سرما با پوشیدن لباس اضافی در منازل یا در فصل گرما با کاهش لباس و افزایش نوشیدن آب خود را با محیط هماهنگ کنند.

وضعیت مصرف انرژی در کشور ایران به طور میانگین حدود پنج برابر میانگین مصرف جهانی و بین هشت تا بیش از بیست

با توجه به این مهم که بخش قابل توجهی از تمام مناسبات جهان امروز وابستگی بنیادین به اقتصاد دارد، این موضوع قابل درک است که جوامعی می توانند ادعای برتری داشته باشند که با کمترین امکانات به بیشترین بازدهی برسند و از این دیدگاه تأمین انرژی فراوان و ارزان و بدون آلودگی به عنوان نیروی محرکه اقتصاد برای تمامی کشورها به یک اولویت مهم تبدیل شده است. هر چقدر دولت ها و متولیان بتوانند انرژی را در بخش های صنعت و حمل و نقل بیشتر استفاده کنند و از استفاده از آن به عنوان نیروی تأمین سرمایش یا گرمایش ساختمان ها بکاهند به سوددهی و رشد

می‌توان گفت انرژی‌هایی که کمترین آسیب به محیط‌زیست را فراهم می‌کنند و نکته مهم این است که این آسیب معادل صفر نیست.

مسابقه، تلاش یا رقابت کشورها در حیطه دسترسی و تأمین انرژی از منابع پاک وابسته به این مهم است که کدام یک می‌توانند بیشترین سهم از مصرف انرژی‌های نو و کمترین سهم از مصرف انرژی‌های فسیلی را داشته باشند.

کاهش مصرف انرژی به‌ویژه در زمینه‌هایی که بازگشت یا بهره مستقیم اقتصادی ندارد، مانند انرژی موردنیاز برای سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها، بشر را به‌سوی رده‌بندی و رتبه‌بندی مصرف انرژی هدایت کرده است و رده‌هایی با عنوان EC+، EC++، ECNZ برای مصرف انرژی در ساختمان ایجاد شده است. بر اساس ویرایش چهارم مبحث ۱۹ رده EC اجباری و سایر رده‌ها اختیاری می‌باشند.

همچنین به‌منظور کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، استفاده از راهکارهای کاهش‌ی مانند عایق‌کاری حرارتی در پوسته خارجی ساختمان موردتوجه قرار گرفته است. این پوسته‌ها شامل دیوارها، بام، کف در ارتباط با هوای آزاد، کف در ارتباط با خاک و سطوح نورگذر هستند که بایستی برای آن‌ها حداقل استانداردهایی مراعات شود.

مهم‌ترین ویژگی در این زمینه، جنس مصالح می‌باشد. در یک بیان کلی می‌توان گفت مصالح با تراکم کمتر و سبک‌تر تبادل حرارتی کمتری دارند و برای استفاده به‌عنوان عایق حرارتی مناسب‌تر هستند. این ویژگی مصالح با عنوان دقیق و علمی ضریب هدایت حرارتی در پیوست هفت مبحث ۱۹ برای مصالح پرکاربرد معرفی شده است.

هرچه قدر ضریب هدایت حرارتی مصالح کمتر باشد مقاومت یا R در تبادل حرارت افزایش می‌یابد؛ اما همواره از تک مصالح در صنعت ساختمان استفاده نمی‌شود، بلکه مجموعی از مصالح به‌صورت جداره مورد کاربرد قرار می‌گیرند و در این صورت پدیده مربوطه، ضریب انتقال حرارت نام دارد و با U نمایش داده می‌شود. ضریب انتقال حرارت و مقاومت حرارتی با یکدیگر نسبت معکوس دارند و در پیوست هشت کتاب مقاومت حرارتی جداره‌های متداول ساختمانی و همچنین مقاومت لایه هوا ارائه شده است. ذکر این نکته دارای اهمیت است که هوا در هر حالتی شامل هوای آزاد و هوای حبس شده دارای مقاومت می‌باشد اما افزایش چند برابری ضخامت هوا تأثیر چند برابری در افزایش مقاومت ندارد.

به‌منظور هدفمند بودن راهکارهای پیشنهادی برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها، دسته‌بندی و گروه‌بندی و تعیین اولویت برای آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین با در نظر گرفتن میزان درجه نیاز به سرمایش یا گرمایش (از پیوست سه قابل‌دستیابی است)، کاربری ساختمان (از پیوست چهار قابل‌دستیابی است)، مساحت مفید ساختمان و تعداد طبقات به‌غیراز پارکینگ‌ها و انباری‌ها (هر دو از پروانه ساختمان قابل‌دستیابی است) چهار اولویت به ترتیب زیر برای ساختمان‌ها ارائه شده است:

- الف) ساختمان‌های گروه یک با اولویت بالا
- ب) ساختمان‌های گروه دو با اولویت متوسط

برابر مصرف در کشورهای اتحادیه اروپا است؛ به‌عبارت‌دیگر با انرژی که در ایران مصرف می‌شود با استانداردهای جهانی پنج و با استانداردهای اتحادیه اروپا دست کم پانزده کشور ایران را می‌توان اداره کرد.

اهمیت موضوع آنجا افزایش می‌یابد که آشکار شود این اضافه مصرف، پیامدهای جدی زیست‌محیطی مانند آلودگی هوا و کاهش بارندگی‌ها به دلیل ایجاد یک جزیره حرارتی را با خود به همراه دارد.

مهندسين فعال در صنعت ساختمان با مسئولیت‌طراح، ناظر یا مجری به دلیل نقشی که می‌توانند در کاهش مصرف انرژی از طریق طراحی درست، نظارت دقیق و اجرای هماهنگ با قانون ایفا کنند اثربخشی فراوانی در کاهش مصرف انرژی خواهند داشت. قانون‌گذاران در هر جامعه‌ای وظیفه دارند قانون را به گونه‌ای تدوین کنند که بهانه‌ای به نام نبود قانون مانع از به نتیجه رسیدن اهداف متعالی جامعه نشود. از این دیدگاه می‌توان ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی را گام مؤثری در جهت رسیدن به این اهداف معرفی کرد که با فراهم کردن زمینه‌ای وسیع، انواع روش‌ها را معرفی کرده تا هر مهندسی با هر مقدار از دانش فنی یا وقت و زمان یا بودجه یا نظایر آن بتواند راهکار مناسب و استاندارد را برای کاهش مصرف انرژی معرفی کند.

در این یادداشت تلاش شده تا با بیانی ساده، مهم‌ترین و کاربردی‌ترین نکاتی از مبحث ۱۹ مقررات ملی که مهندسين باید در طراحی پوسته خارجی ساختمان به‌صورت اصولی رعایت کنند ارائه شود. بدیهی است عدم مراعات این قوانین چه از دیدگاه قانونی و چه از دیدگاه اخلاقی نتیجه‌ای جز خسارت محض برای نسل حاضر و نسل‌های آینده ندارد.

آنچه در ادامه ارائه خواهد شد نتیجه علاقه‌مندی و تعهد فردی، مطالعه مستمر متن مبحث و برگزاری بیش از پنجاه دوره آموزشی در چارچوب دوره‌های ۳۲ ساعته ارتقا پایه سازمان‌های نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان در بیش از هفت استان کشور طی ۱۸ ماه از مرداد ۱۴۰۲ تا بهمن ۱۴۰۳ می‌باشد.

■ شرح مسئله

بعد از طی انقلاب کشاورزی، انقلاب صنعتی و انقلاب اطلاعاتی و بعد از گذر از دوره‌های مختلف ارتباط با طبیعت از چیرگی طبیعت بر انسان تا تعامل انسان و محیط و سپس چیرگی انسان بر طبیعت، فرهیختگان و متفکرین بشری این هشدار را ارائه کردند که تداوم چیرگی انسان بر طبیعت به نابدی و نیستی انسان می‌انجامد. یکی از مهم‌ترین دلایل برای این هشدار، مصرف بی‌اندازه منابعی از انرژی مانند نفت و سایر فرآورده‌های آن برای رشد و توسعه صنعت و به‌موازات آن رشد اقتصاد و توسعه‌طلبی بود.

در حال حاضر و در بهترین شرایط به‌طور میانگین ۷۵ درصد از انرژی موردنیاز انسان‌ها در کل دنیا از منابع فسیلی و ۲۵ درصد از منابع تجدیدپذیر به دست می‌آید.

منابع تجدیدپذیر که اسامی دیگری مانند انرژی‌های نو، پایدار، سبز، پاک برای آن‌ها به‌کاربرده می‌شود، راهکارهای مناسبی برای تأمین نیاز رو به گسترش بشر فراهم کرده‌اند. در تعریف این منابع



ج) ساختمان‌های گروه سه با اولویت پایین

د) ساختمان‌های گروه چهار با اولویت بسیار پایین

برای این ساختمان‌ها به فراخور دانش فنی مهندسين، امکانات اجرایی، ارزش هزینه و فایده، نوع نمای ساختمان و دیگر ویژگی‌ها، چهار روش برای محاسبه پوسته خارجی ساختمان ارائه شده است:

۱- روش تجویزی ۲- روش موازنه‌ای ۳- روش نیاز انرژی ۴- روش کارایی انرژی.

دو روش اول مبتنی بر محاسبات دستی و بدون بکار بردن نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مصرف انرژی و دو روش آخر مبتنی بر استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز و تحلیل انرژی تدوین شده‌اند. نکته مهم در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ الزام قانونی برای همه ساختمان‌ها به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و همچنین تولید انرژی از طریق سامانه‌های تجدیدپذیر است. در طراحی هر ساختمان باید تدابیری در نظر گرفته شود تا بر اساس مساحت مفید بام، مساحت معینی به استقرار سامانه‌های تولید انرژی تجدیدپذیر اختصاص یابد.

برای رده EC به ازای هر مترمربع بام در ساختمان‌های یک طبقه سالیانه بایستی ۱۴ کیلووات ساعت و برای ساختمان‌های بیش از یک طبقه بایستی به ازای هر مترمربع بام سالیانه ۲۲/۴ کیلووات ساعت انرژی تولید شود.

در روش تجویزی با محاسبه مقاومت حرارتی دیوار، بام، کف در ارتباط با هوای آزاد و کف در ارتباط با خاک و ضریب انتقال حرارت سطوح نورگذر، صرف‌نظر از مساحت هرکدام و مقایسه آن با مقادیر ارائه شده توسط کتاب برای گروه‌های یک تا سه، پذیرش یا عدم پذیرش جداره موردنظر آشکار می‌گردد. در این روش اجزای پوسته خارجی ساختمان مستقل از یکدیگر سنجیده می‌شوند و برتری یکی و ضعف دیگری به‌صورت معدل محاسبه نشده و کمکی به یکدیگر ندارند. در این روش محاسبات در ساده‌ترین و درعین حال دست بالاترین حالت ممکن انجام خواهد شد و بدیهی است که نتایج به‌دست‌آمده از این روش باعث افزایش هزینه‌های اجرایی خواهد شد. در این روش باید تولید انرژی از سامانه‌های تجدیدپذیر مدنظر قرار گیرد و چنانچه بر اساس مستندات ارائه شده به مرجع صدور پروانه این امکان فراهم نباشد، افزایش مقاومت حرارتی بام بر اساس جدول ارائه شده به‌عنوان راهکار قانونی مجاز دانسته شده است. در حال حاضر دیوارهای متداول بین دو و نیم تا پنج برابر، بام‌های متداول و کف‌های بر روی هوای آزاد متداول بین دو تا سه برابر حداقل استانداردهای عایق نیستند و این عایق نبودن را با مصرف انرژی جبران می‌کنند. در این روش مهندسين مکانیک و برق امکان بهره‌مندی از نتایج کار مهندس معمار را ندارند و به‌عبارت‌دیگر بیش طراحی معمار، جایی لحاظ و مورد استفاده نخواهد بود.

در روش موازنه‌ای (کارکردی) برای تمام اجزای پوسته خارجی ساختمان، ضریب انتقال حرارتی مورد محاسبه قرار می‌گیرد و با لحاظ کردن مساحت هریک، اتلاف اختصاص یافته به آن جز محاسبه و مجموع آن‌ها به‌عنوان انرژی از دست‌رفته ساختمان محاسبه می‌گردد. این مقدار با مجموع حاصل ضرب مساحت اجزا پوسته خارجی ساختمان در ضریب انتقال ارائه شده در کتاب مقایسه می‌شود و چنانچه از آن کمتر یا مساوی باشد، محاسبات

قابل‌پذیرش و در صورت بیشتر بودن محاسبات مردود می‌باشد. نکته حائز اهمیت آنکه اجزای پوسته خارجی ساختمان در یک معدل یا میانگین سنجیده می‌شوند و مستقل از هم نیستند. به‌عبارت‌دیگر ضعف یک جز به لحاظ عایق حرارتی می‌تواند با قوت جز دیگر پوشش داده شود و این موضوع باعث کاهش هزینه‌های اجرایی می‌شود. در این روش باید تولید انرژی از سامانه‌های تجدیدپذیر مدنظر قرار گیرد و چنانچه بر اساس مستندات ارائه شده به مرجع صدور پروانه این امکان فراهم نباشد، کاهش ضریب انتقال حرارتی بام بر اساس جدول ارائه شده به‌عنوان راهکار قانونی مجاز دانسته شده است. در حال حاضر دیوارهای متداول بین دو و نیم تا پنج برابر، بام‌های متداول و کف‌های بر روی هوای آزاد متداول بین دو تا سه برابر حداقل استانداردهای عایق نیستند و این عایق نبودن را با مصرف انرژی جبران می‌کنند. در این روش مهندسين مکانیک و برق امکان بهره‌مندی از نتایج کار مهندس معمار را ندارند و به‌عبارت‌دیگر بیش طراحی معمار، جایی لحاظ و مورد استفاده نخواهد بود.

در روش نیاز انرژی از طریق نرم‌افزارهای شبیه‌ساز (به‌عنوان نمونه دیزاین بیلدر) نیاز سالیانه انرژی ساختمان با لحاظ کردن این شش ویژگی شامل شبیه‌سازی حجمی، محل دقیق ساختمان، کاربری ساختمان، برنامه زمان‌بندی استفاده و تجهیزات مورد کاربرد، اطلاعات اقلیمی سال‌های قبل و مهم‌تر از همه جزئیات مصالح اجزای پوسته خارجی ساختمان، محاسبه می‌گردد و این مقدار با پیش فرضی که نرم‌افزار برای این منظور در آرشیو خود دارد سنجیده می‌شود. چنانچه نیاز سالیانه به انرژی در ساختمان طرح از نیاز سالیانه به انرژی در ساختمان پیش‌فرض نرم‌افزار کمتر باشد این محاسبات قبول است. در این روش باید تولید انرژی از سامانه‌های تجدیدپذیر مدنظر قرار گیرد و چنانچه بر اساس مستندات ارائه شده به مرجع صدور پروانه این امکان فراهم نباشد، راهکاری از سوی مبحث ارائه نشده است. در این روش مهندسين مکانیک و برق امکان بهره‌مندی از نتایج کار مهندس معمار را ندارند و به‌عبارت‌دیگر بیش طراحی معمار جایی لحاظ نمی‌شود و مورد استفاده نخواهد بود.

در روش کارایی انرژی از طریق نرم‌افزارهای شبیه‌ساز (به‌عنوان نمونه دیزاین بیلدر) مصرف سالیانه انرژی ساختمان با لحاظ کردن این شش ویژگی شامل شبیه‌سازی حجمی، محل دقیق ساختمان، کاربری ساختمان، برنامه زمان‌بندی استفاده و تجهیزات مورد کاربرد، اطلاعات اقلیمی سال‌های قبل و مهم‌تر از همه جزئیات مصالح اجزای پوسته خارجی ساختمان، محاسبه می‌گردد و این مقدار با پیش فرضی که نرم‌افزار برای این منظور در آرشیو خود دارد سنجیده می‌شود. چنانچه مصرف سالیانه به انرژی در ساختمان طرح از مصرف سالیانه انرژی در ساختمان پیش‌فرض نرم‌افزار کمتر باشد این محاسبات قبول است. در این روش باید تولید انرژی از سامانه‌های تجدیدپذیر مدنظر قرار گیرد و چنانچه بر اساس مستندات ارائه شده به مرجع صدور پروانه این امکان فراهم نباشد، راهکاری از سوی مبحث ارائه نشده است. در این روش مهندسين مکانیک و برق امکان بهره‌مندی از نتایج کار مهندس معمار را دارند و به‌عبارت‌دیگر هر سه از طریق نرم‌افزار به تبادل اطلاعات ساختمان و بهینه کردن آن از دیدگاه مصرف

کرد:

۱- تقریباً به صورت میانگین تمامی دیوارهای متداول در صنعت ساختمان در گروه‌های یک تا سه حدوداً معادل پنج سانتیمتر عایق حرارتی متداول کم دارند. تقریباً تمام بام‌ها و کف‌های در ارتباط با هوای آزاد در سراسر کشور در گروه‌های یک تا سه به طور میانگین دست کم هفت سانتیمتر عایق حرارتی متداول کم دارند و این کمبود و نقص در حال حاضر با مصرف انرژی جبران می‌شود. به عبارت ساده‌تر یکبار عایق کاری حرارتی انجام نشده و تاوان آن در طول چهل سال عمر مفید ساختمان این نسل و نسل‌های آینده پرداخت خواهند کرد.

۲- هزینه اجرایی برای رسیدن به حداقل استانداردها در حال حاضر بین مترمربعی سیصد تا پانصد هزار تومان برآورد می‌شود و این مقدار به طور میانگین دو تا سه و نیم درصد از هزینه کل را در برمی‌گیرد که با عدم پرداخت آن هزینه‌اش به صورت مستمر در دست کم به مدت چهل سال (معادل عمر مفید ساختمان) به گونه فجیعی پرداخت می‌شود.

۳- هریک از افرادی که در قید حیاتند و در صنعت ساختمان فعال هستند، در برابر این نسل، نسل آینده و منابع کشور مسئولیت دارند. نمی‌توان این مسئولیت را بر عهده عواملی خارج از دایره پیرامون خود تصور کرد. اگر برای آینده فرزندان این سرزمین و برای آینده منابع این خاک ارزش و احترامی وجود دارد (که صد البته دارد و باید داشته باشد) یکی از بهترین و لازم‌ترین راهکارها، کاهش مصرف انرژی می‌باشد.

■ مرجع

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان - ویرایش چهارم

انرژی و کاهش هزینه اقدام می‌کنند. پدیده‌ای که در دنیای امروز به اختصار BIM نامیده می‌شود و به مفهوم اطلاعات مدل‌سازی ساختمان معنا می‌شود.

پیوست‌های ارائه شده در مبحث بخش لازم و تکمیلی در استفاده از کتاب هستند و بدون استفاده از آن‌ها امکان بهره‌مندی از مطالب کتاب تقریباً امکان‌پذیر نیست.

لازم به ذکر است بر اساس اشاره صریح کتاب در صفحه پنجاه، مسئولیت ارائه جزییات فنی و اجرایی بر عهده مبحث نیست و نهادهای دارای صلاحیت قانونی در این زمینه دارای مسئولیت هستند.

نکته حائز اهمیت دیگری که در صفحه ۲۶۷ کتاب آمده است، به طور کلی می‌توان از محاسبه پل‌های حرارتی در زمان استفاده از روش‌های تجویزی و موازنه‌های چشم‌پوشی کرد، زیرا مقادیر مربوطه در محاسبات لحاظ شده است و محاسبات عایق حرارتی ساختمان دست بالا انجام شده است.

■ نتیجه‌گیری

با عنایت به آنچه ارائه شد می‌توان ادعا کرد مصرف سه تا پنج برابری انرژی در کشور، نتیجه مجموعه اقداماتی است که مهندسین ساختمان در حیطه طراحی درست، نظارت دقیق و اجرای منطبق بر قانون، می‌توانند و باید بخشی از الگوی اصلاح آن باشند. می‌توان گوشه‌ای نشست و مسئولیت این کار را به مالکین و کارفرمایان نسبت داد. می‌توان تحرکی نداشت و عدم حساسیت به این موضوعات را با عدم نظارت دقیق و عدم اقدامات قانونی مراجع ذیصلاح در این حیطه توجیه کرد؛ اما با هر روشی به این موضوع نگرینسته شود این سه موضوع مهم را نمی‌توان انکار



بررسی استان سمنان از نقطه نظر انرژی خورشیدی و پتانسیل های سرمایه گذاری در حوزه نیروگاه های فتوولتائیک مقیاس-کوچک



● میثم امیراحمدی

دکتری برق - قدرت

■ مقدمه

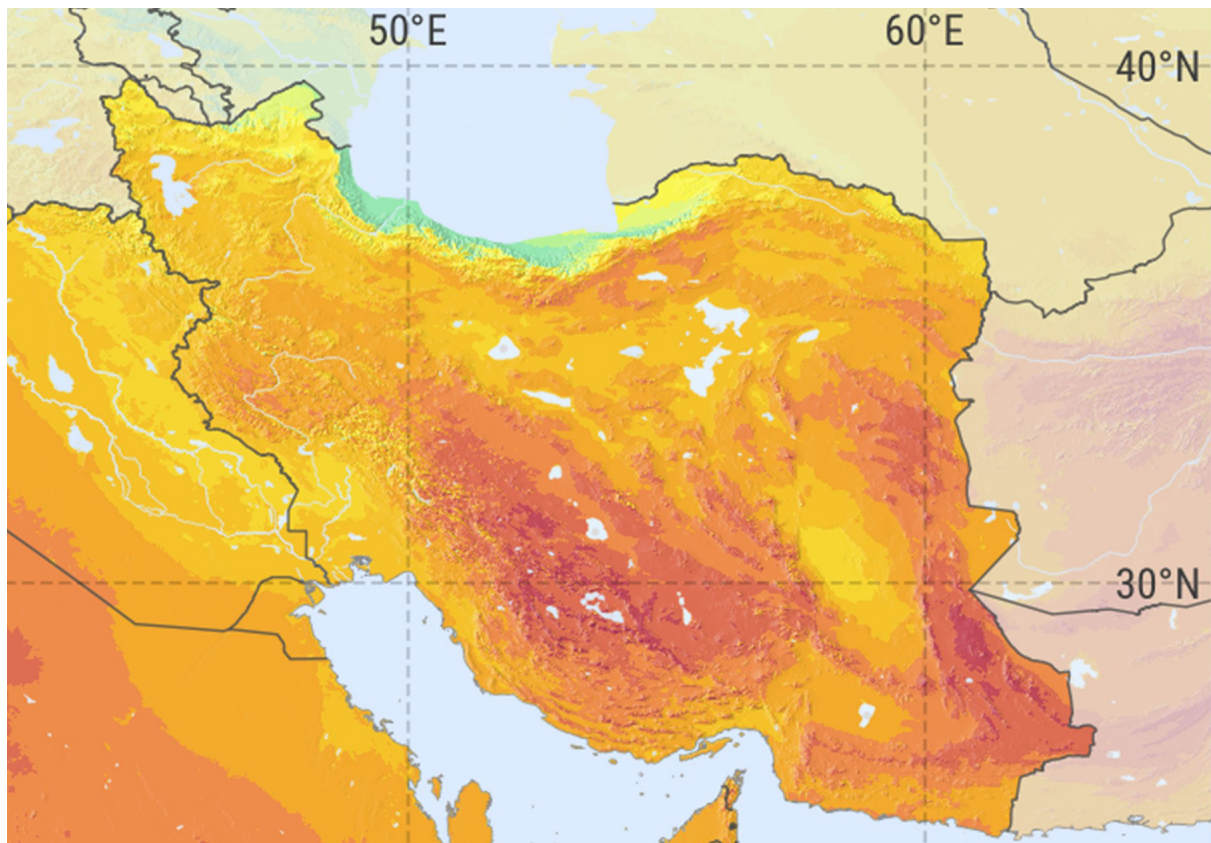
انرژی خورشید یکی از منابع تأمین انرژی رایگان، پاک و عاری از اثرات مخرب زیست محیطی است که از دیرباز به روش های گوناگون مورد استفاده بشر قرار گرفته است. بحران انرژی در سال های اخیر، کشور ما را بر آن داشته که با مسائل مربوط به انرژی، برخوردی متفاوت نماید که در این میان جایگزینی انرژی های فسیلی با انرژی های تجدیدپذیر و از جمله انرژی خورشیدی به منظور کاهش و صرفه جویی در مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال قابل قبولی روبرو شده است. از کل انرژی منتشر شده توسط خورشید، تنها در حدود ۴۷٪ آن به سطح زمین می رسد. این بدان معنی است که زمین در هر ساعت تابشی در حدود ۶۰ میلیون Btu دریافت می کند؛ یعنی انرژی ناشی از سه روز تابش خورشید به زمین برابر با تمام انرژی ناشی از احتراق کل سوخت های فسیلی در دل زمین است و بنابراین می توان نتیجه گرفت که در اثر تابش خورشید به مدت چهل روز، می توان انرژی مورد نیاز یک قرن را ذخیره نمود؛ بنابراین با به کارگیری نیروگاه های خورشیدی می توان تا حدودی از این منبع انرژی بی پایان، پاک و رایگان استفاده کرد و تا حد بسیار زیادی در مصرف سوخت های فسیلی صرفه جویی نمود. یکی از انواع نیروگاه های خورشیدی، نیروگاه های فتوولتائیک می باشند که هدف این مقاله، بررسی نیروگاه های فتوولتائیک کوچک-مقیاس می باشد.



در نقاط مختلف (با توجه به تغییر در ارتفاع و میزان دما) از ۱۷۵۰ تا ۱۸۵۰ کیلووات ساعت/کیلووات/سال متغیر است. در این استان در مناطق مرتفع تر به دلیل کاهش دما، میزان تولید نیروگاه های خورشیدی افزایش می یابد. این موضوع با توجه به شکل (۱) قابل مشاهده می باشد. در این شکل با تغییر رنگ ناحیه از زرد به قرمز، میزان انرژی قابل استحصال افزایش می یابد. باید توجه داشت که میزان تولید ذکر شده در شرایطی است که از پنل های Monofacial و Cial و سازه های ثابت در احداث نیروگاه استفاده شود. در صورت استفاده از پنل های Bifacial و سازه های ترکردار، این میزان تا ۲۰ درصد قابل افزایش خواهد بود.

■ بررسی استان سمنان از نقطه نظر انرژی خورشیدی

کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده ها قرار دارد. میزان انرژی قبل استحصال از نیروگاه های خورشیدی در ایران بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت/کیلووات/سال در سال متغیر است که البته بالاتر از میزان متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است. این مقدار در استان سمنان، به حدود ۳۰۰ روز آفتابی در سال می رسد. میزان تولید ویژه نیروگاه های خورشیدی در استان سمنان



▲ شکل ۱- میزان تولید ویژه نیروگاه های خورشیدی در نقاط مختلف ایران

احداث این سیستم ها (در مقیاس های کوچک بین ۵ تا ۲۰۰ کیلووات) در زمان تحریر این مقاله (۲۴ دی ماه ۱۴۰۳) بین ۲۴ تا ۳۳ میلیون تومان به ازای هر کیلووات (بسته به ظرفیت نیروگاه و برند تجهیزات) متغیر می باشد.

ب. سیستم های فتوولتائیک آف گرید (off-grid): این سیستم ها قادر هستند به صورت مستقل از شبکه، برق تولید نمایند. به منظور دستیابی به منحنی توان هموار و مناسب (برای استفاده در کل شبانه روز)، این سیستم ها نیاز به باتری دارند. هزینه احداث این سیستم ها به دلیل استفاده از باتری بیشتر از سیستم های آن گرید بوده (بین ۱,۴ تا ۲,۵ برابر) و هزینه واقعی احداث پس از طراحی و تعیین نیاز مصرف مشتری، مشخص خواهد شد. به دلیل

■ انواع سیستم های فتوولتائیک کوچک-مقیاس

انواع متفاوتی از سیستم های فتوولتائیک کوچک-مقیاس وجود دارند که انتخاب هر یک از آن ها بستگی به اهداف مدنظر متقاضی داشته که در ذیل مختصراً به هر یک از آن ها پرداخته می شود:

ا. سیستم های فتوولتائیک آن گرید (On-grid): تجهیزات مورداستفاده در این سیستم ها در شرایطی قادر به تولید توان هستند که به شبکه برق متصل باشند. در صورت قطع برق شبکه، این سیستم نیز خاموش شده و قادر به تولید توان نخواهد بود. در مقیاس های کوچک، این سیستم ها برای متقاضیانی مناسب می باشند که قصد سرمایه گذاری و فروش برق به وزارت نیرو را دارند. در این سیستم ها، نیاز به باتری وجود ندارد. هزینه

هزینه بالا و عدم امکان فروش برق به شبکه، این سیستم‌ها برای متقاضیانی مناسب می‌باشند که دسترسی به شبکه برق نداشته و یا هزینه احداث شبکه برق جهت تأمین انرژی مصرفی، بسیار بیشتر از هزینه احداث این نوع سیستم‌ها باشد.

ت. سیستم‌های هایبرید (Hybrid): این سیستم‌ها هر دو قابلیت مربوط به سیستم‌های آنگرید و آفگرید را دارا می‌باشند. بدین معنا که هم قابلیت اتصال به شبکه جهت فروش برق به شبکه را داشته و هم قادرند در زمان بی‌برقی شبکه، انرژی مصرفی مورد نیاز متقاضی را تأمین نمایند. به دلیل ناشناخته بودن این سیستم‌ها، تنها در برخی از شرکت‌های توزیع (از جمله شرکت توزیع نیروی برق یزد) مجوز احداث این نیروگاه‌ها صادر می‌شوند. با توجه به پیش‌بینی قطعی برق در سال‌های آینده، در صورتی که شرکت توزیع نیروی برق استان سمنان مجوز احداث این نیروگاه‌ها را صادر نماید، به نظر می‌رسد با استقبال مناسبی از سوی متقاضیان روبرو گردد. هزینه احداث این نیروگاه‌ها، (با توجه به تعداد باطری‌ها) می‌تواند در محدوده قیمت سیستم‌های آفگرید باشد.

■ بررسی پتانسیل سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های فتوولتائیک کوچک-مقیاس

در کشور ایران با توجه به ارزان بودن حامل‌های انرژی (از جمله انرژی الکتریکی)، برق تولیدشده توسط نیروگاه‌های فتوولتائیک به نسبت برق تأمین‌شده توسط شبکه، گران‌تر است. به همین علت، در صورت عدم حمایت دولت از سرمایه‌گذاران، عملاً سرمایه‌گذاری در این بخش صورت نخواهد گرفت. در این راستا، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی (ساتبا) طرح‌هایی حمایتی و تکلیفی جهت افزایش احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک کرده است. بدین ترتیب در طرح حمایتی، در خصوص نیروگاه‌های کوچک-مقیاس (۵ الی ۲۰۰ کیلووات)، امکان استفاده از ظرفیت‌های ماده ۶۱ فراهم آمده است. بر اساس این قانون، متقاضیان احداث نیروگاه در این مقیاس به دو دسته تقسیم شده‌اند:

۱. متقاضیانی که دارای انشعاب برق (کنتور برق) می‌باشند (انشعابی)؛ این دسته از متقاضیان در صورتی که دارای فضای کافی برای احداث نیروگاه باشند، می‌توانند نیروگاهی تا دو برابر ظرفیت انشعاب خود، نصب نمایند. به عنوان مثال یک مشتری با انشعاب برق ۲۵ آمپر تکفاز، می‌تواند تا ۱۰ کیلووات نیروگاه فتوولتائیک نصب نماید. باین حال حداکثر ظرفیت قابل نصب برای یک متقاضی در این مدل، بیشتر از ۲۰۰ کیلووات نخواهد بود. ثبت نام این دسته از متقاضیان از طریق سامانه مهرسان شرکت توزیع نیروی برق استان سمنان انجام می‌شود.

۲. متقاضیانی که دارای انشعاب برق (کنتور برق) نمی‌باشند (غیرانشعابی)؛ این دسته از متقاضیان معمولاً دارای زمین کافی برای احداث نیروگاه می‌باشند، اما دارای کنتور نمی‌باشند. حداکثر ظرفیت قابل نصب در این مدل، بر اساس آخرین اصلاحات این قانون، ۳ مگاوات (۳۰۰۰ کیلووات) می‌باشد. ثبت نام این دسته از متقاضیان از طریق درگاه ملی مجوزها انجام شده و دارای پیچیدگی‌های بیشتری نسبت به مدل اول می‌باشد.

■ سایر نکات در خصوص ماده ۶۱ به شرح ذیل می‌باشد:

- عنوان کامل این طرح «خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با استفاده از ظرفیت ماده ۶۱ قانون اصلاح الگوی مصرف» می‌باشد.
- بر اساس این قانون، وزارت نیرو قراردادی را با متقاضی منعقد نموده و به صورت تضمینی برق تولیدشده توسط نیروگاه متقاضی را به مدت ۲۰ سال خریداری می‌نماید.
- قیمت خرید تضمینی برای نیروگاه‌های کوچک‌تر مساوی ۲۰ کیلووات، ۲۴۰۰ تومان/کیلووات ساعت و برای نیروگاه‌های بزرگ‌تر از ۲۰ کیلووات و کوچک‌تر از ۳۰۰۰ کیلووات، ۲۲۰۰ تومان/کیلووات ساعت می‌باشد.
- به منظور حفظ ارزش دارایی سرمایه‌گذاران، در صورت وضعیت ماهانه سرمایه‌گذاران، نرخ تعدیل لحاظ می‌گردد. بر اساس تجارب موجود، نرخ تعدیل تقریباً معادل نرخ تورم سالانه می‌باشد. نمونه‌ای از صورت حساب صادرشده توسط شرکت توزیع نیروی برق استان سمنان، برای یکی از سرمایه‌گذاران در شکل (۲) قابل مشاهده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نرخ پایه خرید برق از این مشترک در ابتدای سال ۱۳۹۷، ۸۰۰ تومان/کیلووات ساعت بوده است. حال آنکه نرخ لحاظ شده برای این مشترک در انتهای آبان‌ماه ۱۴۰۳ در حدود ۸۱۰۰ تومان/کیلووات ساعت می‌باشد که بیانگر افزایش بیش از ۱۰ برابری قیمت در این بازه زمانی می‌باشد. هزینه سرمایه‌گذاری این مشترک در سال ۹۷ در حدود ۱۷ میلیون تومان بوده است. مبلغ دریافتی این مشترک برای تولید برق خورشیدی در آبان‌ماه ۱۴۰۳، در حدود ۷ میلیون تومان می‌باشد. علاوه بر ظرفیت‌های ماده ۶۱ ساتبا با استفاده از طرح‌های تکلیفی، برخی مشترکین صنعت برق را مکلف به احداث سیستم‌های آنگرید کرده است. از جمله این قوانین، الزام ادارات دولتی (برای تأمین ۲۰ درصد انرژی مصرفی سالانه) و یا چاه‌های کشاورزی (به منظور معافیت از برنامه‌های مدیریت مصرف) به احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر می‌باشد. بدیهی است که در ازای اجرای چنین طرح‌هایی، پولی بابت تولید برق به مشترکین پرداخت نخواهد شد.

■ تعمیر و نگهداری نیروگاه‌های فتوولتائیک

تجهیزات اصلی در نیروگاه‌های فتوولتائیک کوچک-مقیاس شامل پنل‌های خورشیدی، اینورترها، استراکچر و تابلوهای باشند. پنل‌های فتوولتائیک به طور معمول دارای ۱۰ سال گارانتی و ۲۰ سال گارانتی عملکرد می‌باشند. همچنین اینورترها به طور معمول دارای ۵ سال گارانتی می‌باشند. از سوی دیگر با توجه به اینکه هیچ جزء متحرکی در این نیروگاه‌ها وجود ندارد، بنابراین هزینه‌های تعمیر و نگهداری بسیار پایینی دارند. تمیز کردن دوره‌ای پنل‌های خورشیدی، بررسی ظاهری پنل‌ها از نقطه نظر شکستگی و یا وجود هات اسپات در آن‌ها، بررسی اتصالات استراکچرها و فوندانسیون آن‌ها پس از وقوع بادهای شدید و بررسی پارامترهای الکتریکی اینورترها (با توجه به وجود LCD بر روی آن‌ها کار ساده‌ای است) تنها موضوعات مرتبط با نیروگاه‌های فتوولتائیک کوچک-مقیاس می‌باشد.



صورتحساب خرید تضمینی برق فتولتائیک - سامانه ملی مه‌رسان



مشخصات انشعاب برق	دوره ۰۳/۸	تاریخ	انرژی تولیدی مولد خورشیدی (E)	بهای انرژی (ریال)
مشترک:	فراقت کنونی	۱۴۰۳/۰۸/۳۰	۶۲۴۵۵	
نشانی:	فراقت قبلی	۱۴۰۳/۰۸/۰۱	۶۱۶۰۰	
رمز رایانه:	کسر / اضافه تولید (KWH)		۰	۶۹,۳۰۹,۰۷۰
پرونده:	مجموع تولید (KWH)		۸۵۵	
شناسه قبض:	تاریخ صدور قبض: ۱۴۰۳/۰۹/۰۶ تاریخ پرداخت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۲	مدت: ۲۹ روز		
مشخصات نیروگاه خورشیدی	قدرت نیروگاه: ۷۰۰ کیلووات	بدهی لازم اندازه گیری:		
تاریخ اتصال: ۱۳۹۶/۱۲/۲۲	شماره قرارداد: ۱۳۹۶/۱۱/۰۱	تاریخ سداده قرارداد: ۱۳۹۶/۱۱/۰۱		
قیمت نهایی خرید تضمینی برق	ضرایب محاسباتی	ضریب سالیانه	نرخ پایه (ریال)	نرخ خرید (ریال / کیلووات ساعت)
فرمول طرح خرید تضمینی برق فتولتائیک	ضریب ساخت داخلی	نرخ تعدیل	برج تعدیل اتصال (ریال)	نرخ خرید (ریال / کیلووات ساعت)
$P = [(b \cdot b)^n \cdot (1+i)^n \cdot a + i]$				
$E \cdot P = \text{بهای انرژی (ریال)}$				
			۸۱,۰۶۳	

▲ شکل ۲- نمونه‌ای از صورت‌حساب صادرشده برای یکی از سرمایه‌گذاران نیروگاه فتولتائیک

سمنان موردبررسی قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

با توجه به روند توسعه فناوری انرژی در کشورهای پیشرفته و پیروی شبکه برق ایران از این فناوری‌ها، نیروگاه‌های فتولتائیک جزء لاینفک شبکه برق ایران در آینده خواهند بود. از سوی دیگر با توجه به ناترازی قابل توجه انرژی الکتریکی در کشور، کمبود گاز، عدم سرمایه‌گذاری در حوزه استخراج آن، عدم توسعه فناوری‌های مرتبط با نیروگاه‌های حرارتی و مشکلات و معضلات زیست‌محیطی، احداث نیروگاه‌های فتولتائیک می‌بایست با سرعت بیشتری انجام پذیرد. با این هدف، در این مقاله، پتانسیل سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های فتولتائیک کوچک-مقیاس در استان

مراجع

۱. دستورالعمل فنی نصب سامانه‌های فتولتائیک بامی مختص مشترکین محدود به دو برابر ظرفیت انشعاب تا سقف ظرفیت ۲۰۰ کیلووات- سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی- خرداد ۱۴۰۰
۲. راهنمای طراحی سیستم‌های فتولتائیک به‌منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، ضابطه شماره ۶۶۷- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور- ۱۳۹۳



کاربرد فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت در ساختمان



● عبدالله خالصی دوست

دکتری مکانیک

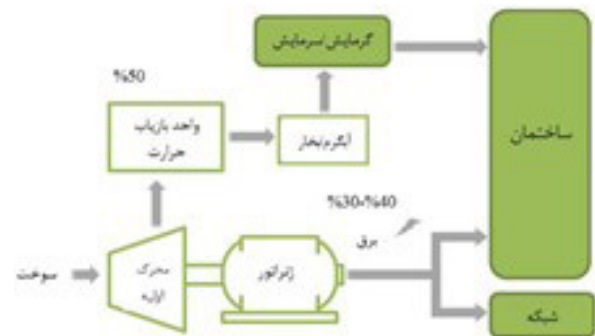
چکیده

امروزه به دلیل اهمیت انرژی سیستم‌های مختلف ذخیره و بازیافت شامل سیستم‌های باز چرخانی، چرخ‌های حرارتی، رکوپراتورها، پکیج‌های چگالشی، انواع مبدل‌های بازیافت انرژی، دودکش‌های دوجداره، دیوار ترومپ، سیستم‌های فعال و غیرفعال خورشیدی، سیستم‌های با PCM و بانک یخی در چیلرها و موارد دیگر در صنعت تأسیسات اهمیت ویژه‌ای دارند. همچنین با توجه به بحران انرژی و بحران‌های زیست‌محیطی استفاده از سیستم‌های تولید هم‌زمان برق و حرارت نیز گسترش یافته و این امر در تأسیسات ساختمان جایگاه ویژه‌ای پیدا نموده است. مزایای زیاد استفاده از این فناوری مانند کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و همچنین راندمان بالا و کاهش بار پیک شبکه‌های برق باعث شده تا استفاده از این روش در تأسیسات ساختمان‌ها متداول شده و سیستم‌های تولید هم‌زمان خانگی کوچک MINI CHP به‌عنوان تولیدکننده بخشی از انرژی مورد نیاز یک واحد مسکونی تک خانوار نیز در سراسر دنیا گسترش یافته و قوانین مرتبط با حوزه مذکور به‌عنوان بخشی از کدها و استانداردهای انرژی و همچنین صنعت ساختمان تدوین گردد. سیستم‌های MICRO و MINI CHP می‌توانند تمام یا بخشی از نیازهای انرژی واحدهای اداری، تجاری و یا مسکونی را تأمین نموده و باعث بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی گردند. همچنین هوش مصنوعی با توانایی در پردازش و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها و پیش‌بینی رفتارهای سیستم، می‌تواند عملکرد سیستم‌های CHP را بهینه کند.

واژه‌های کلیدی: تولید هم‌زمان، تأسیسات مکانیکی، بازیافت انرژی، بهینه‌سازی انرژی، HVAC، CHP، CCHP

■ مقدمه

به طور کلی به فرآیند تولید توأمان برق و حرارت، تولید هم‌زمان (CHP) اطلاق می‌شود. در حالی که مفهوم تولید هم‌زمان جدید نمی‌باشد، امروزه فناوری تولید هم‌زمان در گستره وسیعی از صنایع، ساختمان‌های اداری، تجاری و مجتمع‌های مسکونی بکار می‌رود. تا دهه ۱۹۸۰، سیستم‌های تولید هم‌زمان تنها در صنایع بزرگ یا مجتمع‌های تأسیساتی با تقاضای انرژی بالا بکار می‌رفت؛ اما به دلیل بحران انرژی سال ۱۹۷۳ که طی آن قیمت سوخت و برق شدیداً افزایش یافت، کاربرد این فناوری در سایر ساختمان‌ها نیز گسترش یافت؛ به طوری که هم‌اکنون در بعضی از کشورها، پکیج‌های کوچک تولید هم‌زمان آپارتمانی نیز در حال گسترش می‌باشند. امروزه سیستم‌های تولید هم‌زمان با اندازه‌های مختلفی از ۵۰ Kw تا بیش از ۱۰۰ MW در دسترس هستند. شکل ۱ طرح‌واره یک سیستم تولید هم‌زمان را نمایش می‌دهد.



▲ شکل ۱- نمایش یک سیستم تولید هم‌زمان برق و حرارت برای واحد مسکونی

سامانه‌های کنترل و پایش انرژی و سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل، نقش بسیار مؤثری در بهینه‌سازی مصرف انرژی دارند. توسعه سیستم‌های کنترل، به توسعه بهتر روش‌های بهره‌برداری و تکمیل هماهنگی اجزای مختلف سیستم تولید هم‌زمان یاری رسانده و باعث امکان استفاده بیشتر این فناوری را فراهم نموده است.

در سیستم‌های تولید هم‌زمان از گرمای اتلافی باز یافتی می‌توان برای مصارف گرمایشی و سایر فرایندها استفاده کرد. تولید هم‌زمان برق و گرما، می‌تواند علاوه بر افزایش بازده سیستم‌ها و کاهش مصرف سوخت، باعث کاهش انتشار گازهای آلاینده محیط‌زیست شود.

■ سابقه استفاده از سیستم‌های هم‌زمان در ایران

و جهان

سال‌های قبل از دهه ۸۰ میلادی این فناوری برای اولین بار در کشور آمریکا و در نیروگاه‌های بخار بکار رفت و از بخار استخراج‌شده از سیکل برای مصارف گرمایشی واحدهای موجود در نیروگاه استفاده گردیده است. این عمل گرچه باعث کاهش اندک راندمان نیروگاه می‌شد اما به دلیل تأمین گرمای مورد نیاز سایر واحدها باعث کاهش مصرف سوخت کلی و به تبع آن کاهش آلودگی نهایی مجموعه می‌گردید. در ادامه این ایده به

نیروگاه بخار محدود نگردیده و طی سال‌های بعد و به‌ویژه در سال‌های اخیر فناوری تولید مشترک برق و حرارت که بهره‌وری بالایی در مصرف انرژی دارد به سایر صنایع و تأسیسات مکانیکی و ساختمان‌های تجاری، اداری و مجتمع‌های مسکونی و آپارتمان‌ها نیز گسترش پیدا کرد.

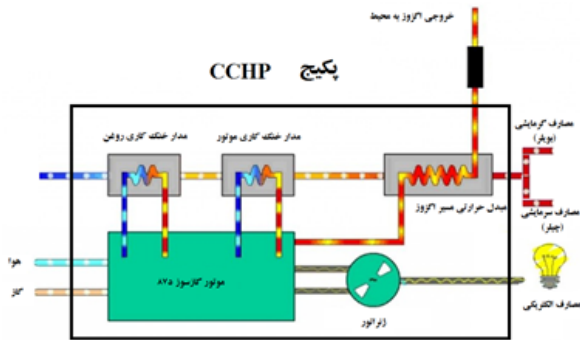
کشورهای آلمان، آمریکا، بریتانیا، ژاپن و هلند از کشورهای پیشرو در استفاده از این فناوری در صنایع مختلف و سیستم‌های تأسیساتی مسکونی بوده و کشور ایران نیز در سال‌های اخیر استفاده از این فناوری را در صنایع مختلف استفاده نموده و همچنین این امر در تأسیسات ساختمان‌های بزرگ اداری و تجاری مورد کاربرد واقع شده؛ ولی در آپارتمان‌های مسکونی کوچک به دلایل مختلفی این امر هنوز فراگیر نشده است. در کشور ایران به علت ارزان بودن انرژی و پایین بودن سهم هزینه‌های انرژی نسبت به سایر هزینه‌ها در سبد هزینه خانوار، تاکنون در خصوص چگونگی مصرف انرژی و راه‌های کاهش مصرف آن اقدامات اساسی انجام نشده است؛ اما به تدریج که قیمت انرژی مصرفی با توجه به جهانی شدن اقتصاد و تجارت، خود را به سمت قیمت‌های بین‌المللی می‌رساند و نسبت بالاتری را در هزینه خانواده پیدا می‌کند، مصرف و اتلاف بی‌رویه آن به سرمایه‌های ملی و چرخه اقتصادی کشور لطمه زده و محیط‌زیست را در معرض خطر قرار می‌دهد. لذا یافتن راهکارهایی همانند استفاده از تولید هم‌زمان برق و حرارت برای بهینه‌سازی مصرف انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. [۱]

■ انواع سیستم‌های تولید هم‌زمان

امروزه چندین نوع از سیستم‌های تولید هم‌زمان بسته به اندازه و فناوری مورد استفاده، موجود هستند. عموماً، سیستم‌های تولید هم‌زمان در سه گروه اصلی دسته‌بندی می‌گردند.

الف) سیستم‌های تولید هم‌زمان متداول که این سیستم‌ها از واحدهای تولید هم‌زمان عظیم تشکیل می‌شوند و بالای ۱۰۰۰ کیلووات ظرفیت داشته و تمام تجهیزات و اجزای سیستم، اعم از عامل محرک، ژنراتورهای برق و سیستم‌های بازیافت انرژی آن از طریق فرآیند طراحی صورت می‌پذیرد.

ب) سیستم‌های تولید هم‌زمان پکیج که این سیستم‌ها زیر ۱۰۰۰ کیلووات بوده و طراحی و نصب آن‌ها به خاطر داشتن واحدهای پیش‌مونتاز و پیش‌مهندسی ساده بوده و در ساختمان‌های مسکونی و آپارتمان‌ها نیز کاربرد فراوان داشته و در جهان متداول و به سرعت در حال رشد و توسعه می‌باشند. شکل ۲ نمونه خانگی سیستم CHP را نمایش می‌دهد. سیستم‌های مینی و میکرو پکیج تولید هم‌زمان دارای تنوع زیاد از لحاظ کاربرد و شرکت‌های سازنده و ارائه‌دهنده خدمات پس از فروش می‌باشند. سیستم‌های تولید هم‌زمان پیش‌مهندسی و پیش‌مونتاز شده با هزینه‌های کاهش یافته و تجهیزات دارای کنترل‌های پیشرفته نیز در دسترس هستند که این سیستم‌های پکیج در اندازه‌های مختلفی از ۳۰ کیلووات تا ۵۰۰ کیلووات و حتی اندازه‌های کوچک‌تر از ۵ کیلووات (سیستم‌های تولید هم‌زمان خرد) موجود می‌باشند. سیستم‌های تولید هم‌زمان پکیج برای ساختمان‌های کوچک نظیر ساختمان‌های اداری، مدارس و تأسیسات مکانیکی خانگی بسیار مناسب هستند.



▲ شکل ۳- سیستم تولید همزمان برق، حرارت و سرما CCHP و یا سیستم Trigenation

و در نتیجه کاهش هزینه‌های خطوط انتقال و توزیع

۳- کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی

۴- کاهش بار شبکه در هنگام پیک مصرف انرژی الکتریکی

۵- استقلال واحدهای دورافتاده از شبکه‌های برق سراسری

۶- کاهش هزینه‌های دولت به دلیل کاهش نیاز به انرژی

الکتریکی شبکه برق سراسری

۷- فروش برق به شبکه و کسب درآمد بر اساس قراردادهای

تضمینی

۸- زمان بازگشت سرمایه کم و همچنین نرخ بازگشت سرمایه

پایین و به صرفه بودن از لحاظ اقتصادی

۹- راندمان بالا و تلفات بهره‌برداری کم

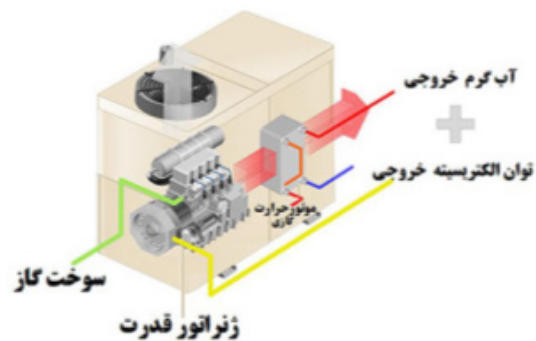
۱۰- سیستم چابک و مناسب در بحث پدافند غیرعامل

■ ارزیابی فنی اقتصادی سیستم‌های CHP در

ایران

ارزیابی فنی اقتصادی انواع سیستم‌های CHP و CCHP نشان از زمان بازگشت سرمایه کم و به صرفه بودن استفاده از این سیستم‌ها در حال حاضر در تمامی کشورها و حتی در ایران با توجه به قیمت پایین انرژی می‌باشد و این امر با گذشت زمان و افزایش قیمت حامل‌های انرژی و پیشرفت فناوری‌های جدید توجیه بیشتر و منطقی‌تری خواهد داشت. در این مجال به‌عنوان یک مثال عینی یک سیستم تولید همزمان برق و حرارت در یک ساختمان مسکونی ۵ طبقه با زیربنای ۱۳۱۳۱ مترمربع در شهر اهواز که دارای سه دیگ بخار لوله آتشی با مشعل‌های گازی می‌باشد و تأمین برق و حرارت در این ساختمان بر اساس نیمی از برق مصرفی پیک زمستانی توسط سیستم تولید همزمان صورت گرفته نشان می‌دهد که در صورت استفاده از توان حرارتی تلفاتی جهت پیش‌گرمایش آب تغذیه بویلرها، دارای بهره مناسبی از لحاظ صرفه‌جویی در مصرف انرژی بوده و هزینه‌های انرژی پروژه مذکور را کاهش قابل قبولی داده است. نتایج حاصل از ممیزی انرژی در ساختمان مسکونی مذکور که ناشی از انرژی‌های مصرفی گرمایشی و سرمایشی و انرژی الکتریکی در طول سال می‌باشد نشان می‌دهد که کاهش ۵ درصدی گاز مصرفی در این ساختمان که ناشی از پیش‌گرمایش آب بویلر از دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد حدود ۶۰۰۰۰۰ مترمکعب بوده و این صرفه‌جویی گاز مصرفی باعث صرفه‌جویی حدود ۱/۲ میلیارد ریال در سال شده است. با توجه به هزینه‌های اولیه نصب سیستم

(ج) فناوری‌های تولید توزیعی که اخیراً در بازار تأسیسات مکانیکی حضور پیدا نموده و از فناوری‌های خاص مانند پیل‌های سوختی استفاده می‌کنند و باعث گسترش صنایع تولید همزمان برق و حرارت شده‌اند. [۲]



▲ شکل ۲- مولد برق و حرارت مقیاس کوچک MINI CHP

■ اجزای سیستم‌های تولید همزمان

یک سیستم تولید همزمان برق و حرارت دارای چهار عنصر و مؤلفه اساسی شامل اجزای زیر می‌باشد. [۳]

۱- مولد نیروی محرکه که مکانیسم تولیدکننده نیروی مکانیکی سیستم با فناوری‌های توربین‌های صنعتی، میکرو توربین‌ها، موتورهای احتراق داخلی، پیل‌های سوختی، موتورهای استرلینگ و سایر موارد می‌باشد.

۲- ژنراتور الکتریکی که مکانیسم تولیدکننده الکتریسیته در سیستم تولید همزمان برق و قدرت است.

۳- انواع سیستم بازیافت حرارت که باعث بازیابی گرمای تلف‌شده از منابع مختلف گرمایی و اتلاف حرارت می‌باشند.

۴- سیستم کنترلی که مکانیسم مدیریت و کنترل کلیه سنسورها و عملگرها را جهت هماهنگی و اندازه‌گیری و پایش پارامترها به عهده دارد.

■ سیستم CCHP و تفاوت آن با سیستم CHP

سیستم‌های CCHP که مخفف Combined Cooling and Heat and Power می‌باشد به معنای تولید همزمان برق، سرما و حرارت می‌باشد. به این قبیل سیستم‌ها که به‌طور همزمان برق، گرما و سرما تولید می‌شود، اصطلاحاً Trigen-eration یا CCHP نیز گفته می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد اصول کار سیستم‌های CHP و سیستم‌های CCHP تقریباً مشابه بوده با این تفاوت که در سیستم‌های CCHP سرما نیز تولید می‌گردد. [۴]

■ مزایای سیستم‌های CHP

سیستم‌های تولید همزمان دارای مزایای زیادی می‌باشند که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

۱- مصرف انرژی اولیه کمتر و کاهش هزینه‌های انرژی مصرفی

۲- عدم نیاز به سیستم انتقال و توزیع انرژی الکتریکی گسترده

می‌کند. طراحی و اجرای این فناوری کارآمد در برج میلاد، توسط مهندسان ایرانی انجام شده و بخشی از توان خروجی ۴ مگاواتی سیستم CHP موجود در برج صرف تأمین برق مصرفی برج و مابقی آن به شبکه توزیع می‌گردد. در حقیقت برج میلاد نه تنها برق شهری را مصرف نمی‌کند، بلکه به تأمین برق پایدار شبکه در شهر تهران نیز کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نوع طراحی و کاربرد مدل‌های مختلف دستگاه‌ها، استفاده از انواع سیستم‌های MI- CHP، CCHP، MINI CHP و CRO CHP در تأسیسات مکانیکی ساختمان می‌تواند تمام یا بخشی از بار حرارتی و الکتریکی مورد نیاز ساختمان‌های اداری، تجاری مسکونی، بیمارستان‌ها و یا سایر ساختمان‌ها را تأمین نموده و در عین حال باعث کاهش مصرف انرژی الکتریکی و بارهای سرمایشی و گرمایشی و یا بهینه‌سازی مصرف انرژی گردیده و به تبع آن هزینه‌های مرتبط با انرژی را هم‌زمان با کاهش آلاینده‌گی کم نماید. همچنین ترکیب این فناوری در ساختمان با هوش مصنوعی می‌تواند بهره‌وری انرژی و پایداری محیط‌زیستی را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد. هوش مصنوعی با توانایی در پردازش و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها و پیش‌بینی رفتارهای سیستم، می‌تواند عملکرد سیستم‌های CHP را بهینه کرده و به ایجاد سیستم‌های مدیریت هوشمند انرژی در ساختمان‌ها کمک نماید. علاوه بر این، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مشکلات یا نقص‌های احتمالی در عملکرد CHP را شناسایی کرده و پیش از وقوع خرابی، اقدامات پیشگیرانه را پیشنهاد داده و هزینه‌های تعمیراتی تأسیسات مکانیکی را تقلیل دهد.

مراجع

1. J. Sirchis, 2005, Combined production of heat and power (cogeneration), Elsevier Applied Science London
2. Dave Parker, 2009, Microgeneration Low Energy Strategies for Larger Buildings, Architectural Press of Elsevier
3. M. Pehnt, M. Cames, C. Fischer, 2005, Micro Cogeneration Towards Decentralized Energy System, Springer, Berlin, New York
4. مطلب میری، غلامرضا بیانی، محمد حسن زربخش، ۱۳۸۳، مقدمه‌ای بر سیستم‌های تولید مشترک برق و حرارت، وزارت نیرو، سازمان بهره‌وری انرژی ایران
5. علی خواجه مبارکه، علیرضا مولایی، خرداد ۱۳۸۹، ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم‌های تولید هم‌زمان برق و قدرت، دومین کنفرانس بین‌المللی گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع، تهران، ایران
6. میلاد فولادی، فرشید یحیایی، ۱۳۹۵، امکان‌سنجی اقتصادی نصب سامانه تولید هم‌زمان برق و حرارت در شرکت برق منطقه‌ای سمنان، سی و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق، تهران، ایران

هم‌زمان برق و حرارت و همچنین صرفه‌جویی خالص سالیانه، زمان بازگشت سرمایه در این سرمایه‌گذاری برابر ۳ سال می‌باشد. لذا علاوه بر مقرون‌به‌صرفه بودن چنین سرمایه‌گذاری، موارد کاهش آلودگی زیست‌محیطی و سایر مزایای اشاره‌شده برای سیستم‌های تولید هم‌زمان برق و حرارت را نیز در بر خواهد داشت. [۵۶]

ترکیب هوش مصنوعی و سیستم‌های CHP در راستای بهینه‌سازی انرژی

ترکیب فناوری CHP و هوش مصنوعی (AI) در تأسیسات ساختمانی می‌تواند بهره‌وری انرژی و پایداری محیط‌زیستی را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد. سیستم‌های CHP به‌عنوان راهکاری کارآمد برای کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شناخته می‌شوند. با این حال، بهره‌برداری بهینه از این سیستم‌ها نیازمند مدیریت هوشمند و تحلیل دقیق داده‌های عملکردی است. هوش مصنوعی با توانایی در پردازش و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها و پیش‌بینی رفتارهای سیستم، می‌تواند عملکرد سیستم‌های CHP را بهینه کند. به‌عنوان مثال، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند پیش‌بینی تقاضای حرارت و برق در ساختمان را بر اساس الگوهای مصرف قبلی و شرایط آب‌وهوایی انجام داده و تولید انرژی را به شکلی پویا تنظیم کنند. همچنین، ترکیب AI با سیستم‌های CHP می‌تواند به ایجاد سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند در ساختمان‌ها منجر شود. با استفاده از داده‌های حسگرها و تحلیل بلادرنگ، هوش مصنوعی می‌تواند تصمیمات خودکار در زمان واقعی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی بگیرد. این موضوع نه تنها بهره‌وری انرژی را افزایش می‌دهد بلکه هزینه‌های انرژی را نیز کاهش می‌دهد. علاوه بر این، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مشکلات یا نقص‌های احتمالی در عملکرد CHP را شناسایی کرده و پیش از وقوع خرابی، اقدامات پیشگیرانه را پیشنهاد دهند. این رویکرد ترکیبی، تأسیسات ساختمانی را به‌سوی پایداری بیشتر و کاهش هزینه‌های عملیاتی سوق می‌دهد و در عین حال نقش مهمی در کاهش آلاینده‌های محیط‌زیست ایفا می‌کند.

تأمین برق برج میلاد از طریق سیستم CHP

به‌عنوان نمونه شاخص در کشورمان مشاهده می‌گردد که روشنایی برج میلاد و تأمین برق و حرارت مورد نیاز بخش‌های مختلف سیستم‌های تأسیساتی برج با سازه‌های عظیم آن، از طریق نیروگاه برق مجزایی به نام نیروگاه مقیاس کوچک گازی CHP صورت می‌پذیرد. این سیستم قابلیت تولید هم‌زمان برق و حرارت مورد نیاز برج را داشته و نه تنها هزینه برق مصرفی را به‌شدت پایین می‌آورد، بلکه نگرانی مسئولین و شهروندان را نسبت به قطعی برق برج و همچنین نورپردازی و زیبایی آن را برطرف

بررسی تغییرات مصرف انرژی با استفاده از مصالح مختلف ساختمانی در شرایط اقلیمی سمنان



● سید اسماعیل ساداتی

دکتری مکانیک-تبدیل انرژی

چکیده

صرفه جویی در مصرف انرژی یکی از چالش های مهم جهان امروز می باشد. در سال های اخیر افزایش نگرانی ها در خصوص تبعات زیست محیطی و گرم شدن کره زمین اهمیت این موضوع را دوچندان کرده است. از سوی دیگر سهم بخش ساختمان در مصرف انرژی کشورها قابل توجه بوده و به همین دلیل در چند دهه اخیر اقدامات اساسی در زمینه اصلاح الگوی مصرف با استفاده از ابزارهای مختلف از جمله تدوین مقررات و ضوابط با توجه به شرایط اقلیمی هر شهر صورت گرفته است. در این مقاله با به کارگیری مصالح مختلفی که در جداره های ساختمان های شهر سمنان استفاده می گردد، به تحلیل بار سرمایش و گرمایش ساختمان پرداخته گردید. همچنین مقایسه ضریب انتقال حرارت هر یک از مصالح استفاده شده بر روی دیوارهای خارجی ساختمان مدل سازی شده و مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با توجه به شرایط اقلیمی شهر سمنان مورد ارزیابی قرار می گیرد. در نهایت استفاده از دیوار خارجی با استفاده از سفال ۱۵ سانتیمتری که بیشترین استفاده را دارد، منجر به افزایش مصرف انرژی به میزان ۱۶/۲ درصد در سال و استفاده از دیوار خارجی با استفاده از ۱۰ سانتیمتر سفال، ۷ سانتیمتر فوم و ۱۰ سانتیمتر سفال منجر به کاهش مصرف انرژی سالیانه به میزان ۶/۵ درصد در سال، نسبت به مقایسه مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان با توجه به شرایط اقلیمی، شده است.

واژه های کلیدی: بهینه سازی مصرف انرژی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، دیزاین بیلدر، شرایط اقلیمی

مقدمه

مصرف انرژی در بخش ساختمان‌ها حدود ۴۰٪ از کل مصرف انرژی اکثر کشورهای جهان را به خود اختصاص داده است و با توجه به هزینه‌های زیاد مالی و عوارض زیست‌محیطی، کاهش این نسبت در مقایسه با مصرف صنعتی و حمل‌ونقل و کشاورزی ضرورت عمده دارد.

اینک با توجه به سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در مورخ ۱۳۸۲/۰۹/۲۰ توسط مقام معظم رهبری، تعیین و ابلاغ سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف توسط ایشان در مورخ ۱۳۸۹/۰۴/۱۵ در خصوص تدوین برنامه ملی بهره‌وری انرژی و اعمال سیاست‌های تشویقی نظیر حمایت مالی و فراهم کردن تسهیلات بانکی برای اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف و عرضه انرژی و شکل‌گیری نهادهای مردمی و خصوصی برای ارتقاء کارایی انرژی و انجام مطالعات جامع و یکپارچه سامانه انرژی کشور به‌منظور بهینه‌سازی عرضه و مصرف انرژی، برنامه‌ریزی دقیق در زمینه مذکور دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد.

هدف اصلی در این تحقیق، مدل‌سازی یک ساختمان با مصرف انرژی پایین، توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر می‌باشد. در اکثر ساختمان‌های ساخته‌شده و در حال ساخت شهر سمنان، قوانین و مقررات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در خصوص بهینه‌سازی مصرف انرژی با توجه به شرایط اقلیمی شهر سمنان، رعایت نمی‌گردد. متأسفانه این مبحث در اکثر ساختمان‌های مسکونی و تجاری خدماتی که توسط مردم ساخته می‌شود اجرا نمی‌گردد و در مواردی مردم به راحتی به اجرای این قانون و بکار بردن برخی امکانات و ابزار در ساخت‌وساز تن نمی‌دهند. لذا در این تحقیق نشان داده شده است که استفاده از مصالح دیوار با ضرایب انتقال حرارت مناسب در ساختمان‌های شهر سمنان نقش بسیار مهمی در بهینه‌سازی مصرف انرژی ایفا خواهد نمود. با توجه به راهکارهای به‌دست‌آمده در این تحقیق، می‌توان از این راهکارها جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های شهر سمنان استفاده نمود.

تئوری حاکم
اقلیم شهر سمنان

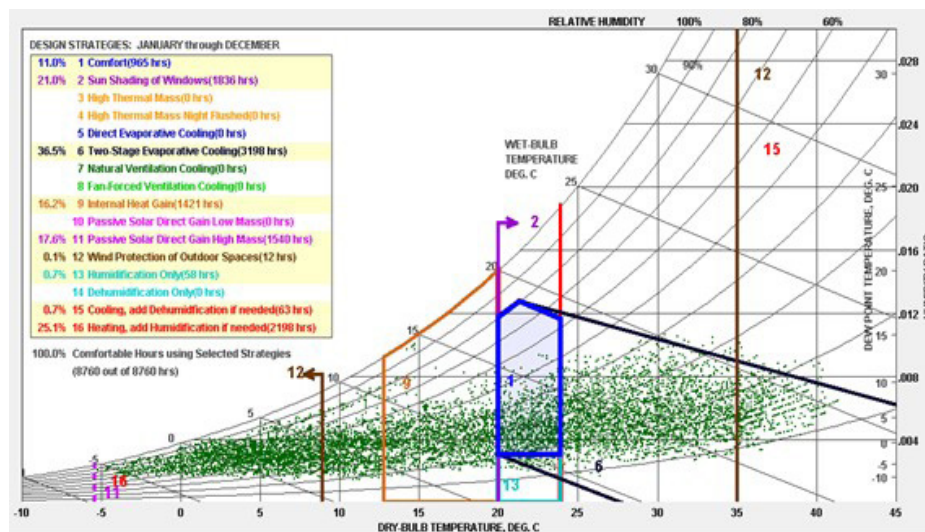
استان سمنان دارای مساحت ۹۵۸۱۵ مترمربع می‌باشد که از شمال به استان مازندران و گلستان، از جنوب به استان اصفهان، از شرق به استان خراسان و از غرب به استان تهران و قم محدود شده است. شهر سمنان در ۳۵/۲۳ درجه عرض شمالی و ۵۳/۲۳ درجه طول شرقی و در ناحیه مرکزی ایران قرار گرفته است و مرکز استان سمنان می‌باشد. شهر سمنان دارای شرایط اقلیمی گرم و خشک می‌باشد.

به‌منظور تحلیل اقلیم آب و هوایی شهر سمنان از نرم‌افزار مشاور اقلیم استفاده شده است. این نرم‌افزار یک برنامه کامپیوتری گرافیکی ساده می‌باشد که با داده‌های آب و هوایی محلی که از کاربر دریافت می‌کند، راه‌کارهایی را با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه، جهت ساخت یک ساختمان پایدار ارائه می‌کند (DAU). نرم‌افزار موردنظر با دریافت فایل آب و هوایی شهر سمنان علاوه بر ارائه راهکارهای به‌منظور طراحی یک ساختمان پایدار، اطلاعات آب و هوایی را به‌صورت نمودار سایکرومتریک نمایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، شرایط اقلیمی شهر سمنان به‌صورت زیر می‌باشد:

۱- حدود ۱۱٪ از کل ساعات سال، بدون نیاز به سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی و دارای دمای آسایش می‌باشد. در صورت استفاده از سایه‌بان‌های مناسب می‌توان دمای آسایش را به میزان ۲۱٪ از کل ساعات سال افزایش داد.

۲- حدود ۱۷/۶٪ از کل ساعات سال، گرمایش موردنیاز را می‌توان از طریق جذب حرارت خورشید که توسط مصالح ساختمان از جمله سقف، دیوارها و پنجره‌ها صورت می‌پذیرد، به‌طور طبیعی تأمین کرد که حرارت جذب‌شده پس از گذشت چند ساعت به داخل ساختمان انتقال می‌یابد.

۳- حدود ۱۶/۲٪ از کل ساعات سال گرمایش موردنیاز می‌تواند توسط روشنایی مانند لامپ‌ها، وسایل الکتریکی مانند کامپیوتر، فرایند پخت‌وپز، گرمای ناشی از بدن انسان و موارد دیگر تأمین گردد.



شکل (۱): نمودار سایکرومتریک

■ مشخصات حرارتی اجزای ساختمان

با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از تبادل حرارت ساختمان از طریق پوسته خارجی آن صورت می گیرد، لذا استفاده از مصالح مورد استفاده با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه دارای اهمیت فراوانی می باشد. ساختمان مدل سازی شده از لحاظ میزان صرفه جویی در مصرف انرژی جز گروه سه می باشد. مقدار ضریب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی پوسته خارجی، $(w/m^2.k)$ با توجه به شرایط اقلیمی شهر سمنان در نظر گرفته است. همچنین مشخصات حرارتی اجزای ساختمان که شامل سقف و جداره های ساختمان می باشد و در اکثر ساختمان های شهر سمنان مورد استفاده قرار می گیرد در جداول ۱ تا ۷ (مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان - ۱۳۸۹ و مبحث ۵ مقررات ملی ساختمان - ۱۳۹۲) آورده شده است.

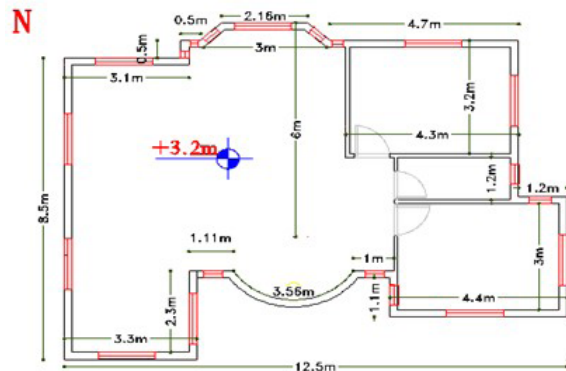
پیشنهادی مصالح	مصالح	وزن مخصوص kg/m^3	ضریب هدایت حرارت w/mk	ضخامت m	مقاومت حرارتی $m^2.k/w$
پوسته خارجی	آجر نسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۲	۰.۰۴
	دو غاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۱۱
	قوم پلی استایرن (۸ سانتی متر)	۱۰۵۰	۰.۱۴	۰.۰۵۵	۰.۳۹
	سفال ۱۵	۱۳۰۰	۰.۴۶	۰.۱۰	۰.۲۱۷
	گچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۱۸
سقف	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۱۸
	ورق پیش ساخته فبر اصلاح شده	۱۰۰۰	۰.۲۳	۰.۰۱	۰.۴۳
	ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۱۱
	خرده آجر	۱۵۰۰	۰.۵۵	۰.۰۷	۰.۱۲۷
	پشم سنگ	۱۵۰	۰.۰۳۵	۰.۰۷	۲
	بتن مسلح	۲۴۰۰	۲.۵	۰.۲	۰.۰۸
	گچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۱۸۲
	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۱۸

▲ جدول ۱: مصالح استفاده شده در ساختمان مدل سازی شده، در حالت مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

- ۴- حدود ۲۵/۱٪ از کل ساعات سال، برای رسیدن به دمای آسایش نیاز به سیستم گرمایشی می باشد.
- ۵- حدود ۳۶/۵٪ از کل ساعات سال، برای رسیدن به دمای آسایش نیاز به سیستم سرمایشی دمرحله ای می باشد.
- ۶- حدود ۰/۷٪ از کل ساعات سال، برای رسیدن به دمای آسایش نیاز به رطوبت زنی می باشد.

■ مشخصات ساختمان مدل سازی شده

در این بخش مشخصات ساختمان مدل سازی شده که در این تحقیق بررسی گردیده، نشان داده شده است. همان طور که در شکل (۲) مشاهده می شود، ساختمان مدل سازی شده دارای مساحت تقریباً ۹۰ مترمربع و ارتفاع آن هم تراز با محوطه به ارتفاع ۳/۲ متر می باشد و از چهار جهت دارای نسبت پنجره به دیوار ۲۰٪ و دارای سایه بان می باشد.



▲ شکل (۲): پلان معماری ساختمان مدل سازی

پیشنهادی مصالح	مصالح	وزن مخصوص kg/m^3	ضریب هدایت حرارت w/mk	ضخامت m	مقاومت حرارتی $m^2.k/w$
پوسته خارجی	آجر نسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۳	۰.۰۴
	دو غاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۱۱
	سفال ۱۰	۱۳۰۰	۰.۴۶	۰.۱۰	۰.۲۱۷
	قوم پلی استایرن (۷ سانتی متر)	۱۰۵۰	۰.۱۴	۰.۰۷	۰.۵
	سفال ۱۰	۱۳۰۰	۰.۴۶	۰.۱۰	۰.۲۱۷
گچ خاک	گچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۱۸
	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۱۸

▲ جدول ۳: مصالح استفاده شده در دیوار شماره ۲

پیشنهادی مصالح	مصالح	وزن مخصوص kg/m^3	ضریب هدایت حرارت w/mk	ضخامت m	مقاومت حرارتی $m^2.k/w$
پوسته خارجی	آجر نسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۳	۰.۰۴
	دو غاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۱۱
	قوم پلی استایرن (۷ سانتی متر)	۱۰۵۰	۰.۱۴	۰.۰۷	۰.۵
	سفال ۱۵	۱۳۰۰	۰.۴۶	۰.۱۵	۰.۲۲
	گچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۱۸
گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۱۸	

▲ جدول ۲: مصالح استفاده شده در دیوار شماره ۱

پیشنهادی مصالح	مصالح	وزن مخصوص kg/m^3	ضریب هدایت حرارت w/mk	ضخامت m	مقاومت حرارتی $m^2.k/w$
پوسته خارجی	آجر نسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۳	۰.۰۴
	دو غاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۱۱
	بتن مسلح ۲۰	۲۴۰۰	۲.۵	۰.۲	۰.۰۸
	گچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۱۸
	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۱۸

▲ جدول ۵: مصالح استفاده شده در دیوار شماره ۴

پیشنهادی مصالح	مصالح	وزن مخصوص kg/m^3	ضریب هدایت حرارت w/mk	ضخامت m	مقاومت حرارتی $m^2.k/w$
پوسته خارجی	آجر نسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۳	۰.۰۴
	دو غاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۱۱
	سفال ۱۵	۱۳۰۰	۰.۴۶	۰.۱۵	۰.۳۲
	گچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۱۸
	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۱۸

▲ جدول ۴: مصالح استفاده شده در دیوار شماره ۳

مصلح پیشنهادی	مصلح	وزن مخصوص $\frac{kg}{m^3}$	ضریب هدایت حرارت $\frac{w}{mk}$	ضخامت m	مقاومت حرارتی $\frac{m^2 \cdot k}{w}$
پوسته خارجی	اجرنسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۳	۰.۰۴
	دوغاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۰۱۱
	بلوک اتوکلاو	۷۰۰	۰.۱۷	۰.۱۵	۰.۸۸۲
	کچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۰۱۸
	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۰۱۸

▲ جدول ۷: مصالح استفاده شده در دیوار شماره ۶

مصلح پیشنهادی	مصلح	وزن مخصوص $\frac{kg}{m^3}$	ضریب هدایت حرارت $\frac{w}{mk}$	ضخامت m	مقاومت حرارتی $\frac{m^2 \cdot k}{w}$
پوسته خارجی	اجرنسوز	۱۸۵۰	۰.۷۴	۰.۰۳	۰.۰۴
	دوغاب سیمان	۲۱۰۰	۱.۸	۰.۰۲	۰.۰۱۱
	لیکا ۱۵	۹۰۰	۰.۲۳	۰.۱۵	۰.۶۵۲
	کچ خاک	۱۶۰۰	۱.۱	۰.۰۲	۰.۰۱۸
	گچ	۱۳۰۰	۰.۵۷	۰.۰۱	۰.۰۱۸

▲ جدول ۶: مصالح استفاده شده در دیوار شماره ۵

استفاده از مصالح دیوار شماره ۱ شده است.

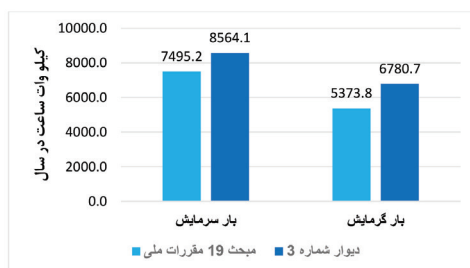
مقایسه استفاده از مصالح دیوار شماره ۲ و مصالح دیوار طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی

میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل سازی شده در حالت استفاده از ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی و مصالح دیوار شماره ۲ به صورت سالیانه در شکل (۳) نشان داده شده است.

همان طور که در شکل (۴) مشاهده می شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان منجر به افزایش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۴/۸ و ۹ درصد و همچنین منجر به افزایش مجموع بار کل سرمایش و گرمایش به میزان ۶/۵ درصد در سال، نسبت به استفاده از مصالح دیوار شماره ۲ شده است.

مقایسه استفاده از مصالح دیوار شماره ۳ و مصالح دیوار طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی

میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل سازی شده در حالت استفاده از ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی و مصالح دیوار شماره ۳ به صورت سالیانه در شکل (۵) نشان داده شده است.



▲ شکل (۵): بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت دیوار شماره ۳ و مبحث ۱۹

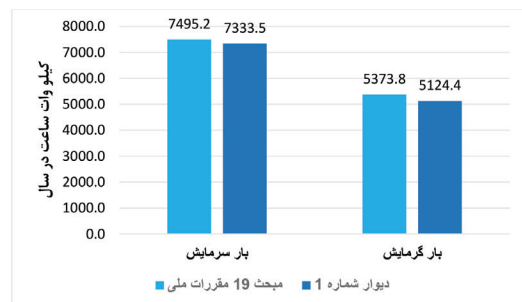
همان طور که در شکل (۵) مشاهده می شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان منجر به کاهش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۱۲/۵ و ۲۰/۷ درصد و همچنین منجر به کاهش مجموع بار کل سرمایش و گرمایش به میزان ۱۶/۲ درصد در سال، نسبت به استفاده از مصالح دیوار شماره ۳ شده است.

تشریح روند مدل سازی

استفاده از مصالح با ضریب مقاومت حرارتی مناسب با توجه به شرایط اقلیمی برای جداره ها در ابتدا منجر به افزایش هزینه اولیه ساختمان شده، ولی در نهایت منجر به بهینه سازی مصرف انرژی، کاهش آلودگی های زیست محیطی و صرفه جویی اقتصادی به طور عمده ای خواهد گردید و بازگشت سرمایه اولیه را طی مدت کوتاهی به همراه خواهد داشت. در این بخش با بکار گیری انواع مصالح ارائه شده در جداول فصل قبل در ساختمان مدل سازی شده، به تحلیل بار سرمایش و گرمایش ساختمان پرداخته خواهد شد.

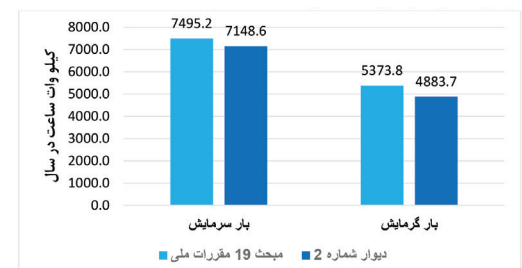
مقایسه استفاده از مصالح دیوار شماره ۱ و مصالح دیوار طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی

میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل سازی شده در حالت استفاده از ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی و مصالح دیوار شماره ۱ به صورت سالیانه در شکل (۳) نشان داده شده است.

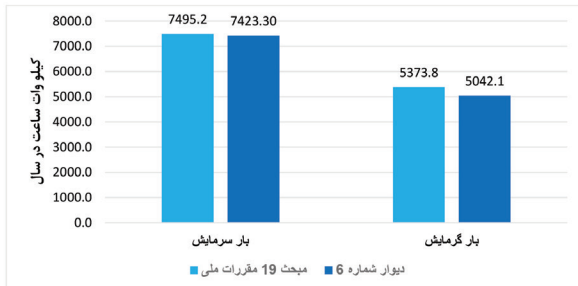


▲ شکل (۳): بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت دیوار شماره ۱ و مبحث ۱۹

همان طور که در شکل مشاهده می شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان منجر به افزایش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۲/۱۶ و ۰/۸۴ درصد و همچنین منجر به افزایش مجموع بار کل سرمایش و گرمایش به میزان ۳/۲ درصد در سال، نسبت به



▲ شکل (۴): بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت دیوار شماره ۲ و مبحث ۱۹



▲ شکل (۷): بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت دیوار شماره ۶ و مبحث ۱۹

مقایسه استفاده از مصالح دیوار شماره ۶ و مصالح دیوار طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی

میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل سازی شده در حالت استفاده از ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی و مصالح دیوار شماره ۶ به صورت سالیانه در شکل (۷) نشان داده شده است.

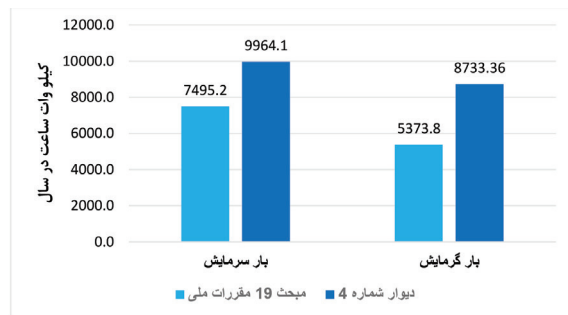
همان طور که در شکل مشاهده می شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان منجر به افزایش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۱ و ۶/۲ درصد و همچنین منجر به افزایش مجموع بار کل سرمایش و گرمایش به میزان ۳/۱ درصد در سال، نسبت به استفاده از مصالح دیوار شماره ۶ شده است.

نتایج

استفاده از مصالح با ضریب مقاومت حرارتی مناسب با توجه به شرایط اقلیمی برای جداره های خارجی جهت بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان ها، در ابتدا باعث افزایش هزینه اولیه ساختمان خواهد شد؛ ولی در نهایت منجر به بهینه سازی مصرف انرژی، کاهش آلودگی های زیست محیطی به طور عمده ای خواهد گردید و بازگشت سرمایه اولیه را طی مدت کوتاهی به همراه خواهد داشت. در این تحقیق هر یک از مصالح استفاده شده و کاربردی که در ساختمان های شهر سمنان مورد استفاده قرار می گیرد، بر روی ساختمان مدل سازی شده و مورد ارزیابی قرار گرفت و تأثیر هر یک از این مصالح بر روی میزان مصرف انرژی سالیانه و ماهیانه ساختمان مدل سازی شده نشان داده شد و در آخر بهینه ترین حالت ساختمان از لحاظ میزان مصرف انرژی ارائه گردید. با توجه به ساختمان مدل سازی شده در این مقاله، گزینه ای از نتایج به دست آمده در زیر ارائه شده است:

بهینه سازی مصرف انرژی سالیانه به میزان ۶/۵ درصد، توسط استفاده از ۱۰ سانتی متر سفال، ۷ سانتی متر عایق پلی استایرن و ۱۰ سانتی متر سفال در دیوارهای خارجی در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بهینه سازی مصرف انرژی سالیانه به میزان ۳/۲ درصد، توسط استفاده از ۱۵ سانتی متر سفال و ۷ سانتی متر عایق پلی استایرن در دیوارهای خارجی در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بهینه سازی مصرف انرژی سالیانه به میزان ۳/۱ درصد،

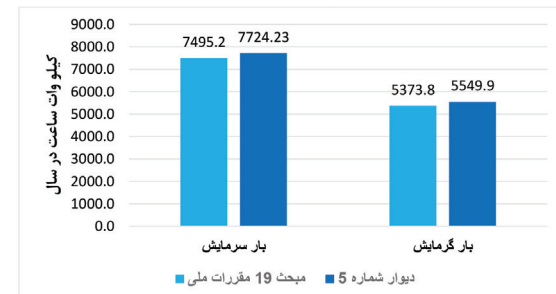
مقایسه استفاده از مصالح دیوار شماره ۴ و مصالح دیوار طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی



▲ شکل (۸): بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت دیوار شماره ۴ و مبحث ۱۹

میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل سازی شده در حالت استفاده از ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی و مصالح دیوار شماره ۴ به صورت سالیانه در شکل (۸) نشان داده شده است.

همان طور که در شکل مشاهده می شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان منجر به کاهش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۳۴/۸ و ۳۸/۵ درصد و همچنین منجر به کاهش مجموع بار کل سرمایش و گرمایش به میزان ۳۱/۲ درصد در سال، نسبت به استفاده از مصالح دیوار شماره ۴ شده است.



▲ شکل (۹): بار سرمایش و گرمایش سالیانه در حالت دیوار شماره ۵ و مبحث ۱۹

مقایسه استفاده از مصالح دیوار شماره ۵ و مصالح دیوار طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی

میزان بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان مدل سازی شده در حالت استفاده از ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی و مصالح دیوار شماره ۵ به صورت سالیانه در شکل (۹) نشان داده شده است.

همان طور که در شکل مشاهده می شود، استفاده از مصالح با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان منجر به کاهش مصرف بار سرمایشی و گرمایشی در سال به ترتیب به میزان ۳ و ۳/۲ درصد و همچنین منجر به کاهش مجموع بار کل سرمایش و گرمایش به میزان ۳ درصد در سال، نسبت به استفاده از مصالح دیوار شماره ۵ شده است.

به ترتیب استفاده از مصالح دیوارهای شماره ۲، ۱ و ۶ در دیوارهای خارجی ساختمان‌های شهر سمنان، پیشنهاد می‌گردد.

مراجع

۱. مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان - ۱۳۹۹
۲. مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، دفتر امور مقررات ملی ساختمان - ۱۳۹۲
3. Department of Architecture and Urban Design University of California (<http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/>)
4. Software, Design Builder. "Document help." In.: The US Department of Energy.
5. Software, Energyplus. 2011. "Energyplus Engineering Document help." In.: The US Department of Energy.
6. Stephan, André, Robert H. Crawford, and Kristel de Myttenaere. 2011. 'Towards a more holistic
7. approach to reducing the energy demand of dwellings', Procedia Engineering, 21: 1033-41.

توسط استفاده از ۱۵ سانتی‌متر بلوک اتوکلاو شده در دیوارهای خارجی در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

افزایش مصرف انرژی سالیانه به میزان ۱۶/۲ درصد، توسط استفاده از ۱۵ سانتی‌متر سفال در دیوارهای خارجی در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان افزایش مصرف انرژی سالیانه به میزان ۳۱/۲ درصد، توسط استفاده از ۲۰ سانتی‌متر دال بتنی مسلح در دیوارهای خارجی در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

افزایش مصرف انرژی سالیانه به میزان ۳ درصد، توسط استفاده از ۱۵ سانتی‌متر بلوک بتنی لیکا در دیوارهای خارجی در مقایسه با ضرایب انتقال حرارت طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

با توجه به نتایج ارائه‌شده مشخص می‌گردد که استفاده از دیوارهای خارجی فقط با استفاده از سفال ۱۵ که شامل ۹۰ درصد از ساختمان‌های شهر سمنان می‌شود، دارای هدر رفت انرژی زیادی در ساختمان‌ها می‌گردد. در نهایت با توجه به نتایج ارائه‌شده،



برچسب انرژی در ساختمان های مسکونی و تجاری



● جمشید نعمتی

دکتری مکانیک



● امیرحسین نعمتی

کارشناسی ارشد مهندسی سیستم های انرژی



چکیده

برچسب انرژی در ساختمان، ابزار و معیاری است که اطلاعات دقیقی را درباره مصرف انرژی در ساختمان ارائه می نماید و روشی مؤثر برای فهم و انتقال سطح بهره‌وری انرژی ساختمان برای مالکان است. در این مقاله ضرورت و اهمیت اعطای برچسب انرژی در ساختمان ها و ضرورت استفاده از آن و مزایای ناشی از رده بندی انرژی به همراه تاریخچه مختصر آن مورد بررسی قرار گرفته است. روش محاسبه انرژی کل مصرفی در ساختمان، شامل انرژی حاصل از سوخت های فسیلی و الکتریکی به تفکیک ساختمان های مسکونی و غیر مسکونی و مقایسه آن با انرژی مصرفی ساختمان ایده آل از منظر مصرف انرژی بر اساس استانداردهای ملی شماره های ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ تشریح گردیده است. مراحل ارزیابی ساختمان ها و عوامل مؤثر در تعیین رده انرژی مورد بحث قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: برچسب انرژی، ساختمان ایده آل، نظام رتبه بندی، شاخص مصرف انرژی، استاندارد ملی

■ مقدمه

منابع انرژی مورد استفاده در ساختمان‌ها در دنیا عمدتاً سوخت‌های فسیلی هستند که علاوه بر محدودیت و رو به اتمام بودن منابع آن‌ها در روی کره زمین، مصرف آن‌ها باعث انتشار گازهای آلاینده و اثرات مخرب زیست‌محیطی است. درصد سهم ساختمان‌های مسکونی و تجاری از کل انرژی مصرفی در بخش‌های مختلف به صورت پیوسته در حال افزایش است [۱] و [۲]. برچسب انرژی ساختمان ابزار کلیدی برای کاهش مصرف انرژی و بهبود عملکرد انرژی در ساختمان‌های موجود و در حال ساخت است.

طی سال‌های اخیر تقریباً در تمامی کشورهای پیشرفته جهان، استانداردها و برچسب‌های مصرف انرژی برای بسیاری از تجهیزات انرژی‌بر و ساختمان‌های با کاربردهای مختلف تدوین و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. با وجود اینکه در دنیا رتبه‌بندی مصرف انرژی برای تجهیزات مختلف از سابقه زیادی برخوردار است ولی تهیه آن برای ساختمان در اکثر کشورها جزو مباحث بسیار جدید محسوب می‌شود [۲] و [۳]. هرچند طی این مدت کوتاه، فعالیت‌های زیادی روی رتبه‌بندی انرژی ساختمان صورت گرفته است لیکن اجباری نمودن آن در بسیاری از کشورهای دنیا به تازگی روال قانونی خود را پشت سر گذاشته است. اجباری سازی ارائه برچسب انرژی در ساختمان در جهان از کشور دانمارک و در سال ۲۰۰۲ در اروپا و با افزایش آگاهی مردم نسبت به تغییرات اقلیمی شکل گرفته است [۱] و [۳].

بر اساس بررسی صورت گرفته توسط آژانس اطلاعات انرژی امریکا (EIA) در سال ۲۰۱۸ حدود یک سوم کشورهای جهان دارای گواهی انرژی برای ساختمان هستند. این بررسی نشان از یک حرکت اصلاحی در سطح جهانی در دو حوزه تدوین کدها و اجباری نمودن آن‌ها در جهان دارد این مطالعات پیش‌بینی می‌کند که کدهای مربوطه به ساختمان‌های کم‌مصرف و ساختمان‌های سبز پیشرفت چشمگیری داشته باشد. بر اساس قوانین اروپا، از سال ۲۰۱۸ به بعد تمامی ساختمان‌های دولتی عمومی باید ساختمان سبز باشند و از سال ۲۰۲۰ نیز تمام ساختمان‌های کشورهای عضو اتحادیه اروپا می‌بایست شرایط لازم برای اجرای ساختمان‌های سبز را تأمین کنند [۲].

■ روش رتبه‌بندی و برچسب انرژی در ساختمان‌ها

برچسب انرژی ساختمان ابزار کلیدی برای کاهش مصرف انرژی و بهبود عملکرد انرژی در ساختمان‌های موجود و در حال ساخت است. برچسب انرژی ساختمان روشی برای رده‌بندی بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها اعم از مسکونی، تجاری و یا عمومی، با توجه به مقدار انرژی لازم برای تأمین شرایط آسایش و کارایی کاربران است. میزان بهره‌وری، بستگی به پارامترهایی از جمله اقلیم، معماری، تکنولوژی ساخت، مصالح، سیستم‌های سرمایش، گرمایش، تهویه مطبوع، آب گرم و تجهیزات مورد نیاز کاربران دارد.

۱. برچسب انرژی در کشورهای مختلف

طرح‌های رتبه‌بندی و برچسب معیار مصرف انرژی در ساختمان با آنکه دارای اهداف مشترکی از قبیل کاهش آلاینده‌های جوی، کاهش میزان مصرف انرژی و افزایش رفاه کاربران ساختمان‌ها

هستند اما به دلیل آن که شرایط مختلف در هر کشوری برای طراحی و پیاده‌سازی وجود دارد، می‌توانند متفاوت باشد. به علاوه سیاست‌های کلی هر کشور در مواجهه با موضوع بهینه‌سازی انرژی و محیط‌زیست، میزان اطلاعات از وضعیت صنعت ساختمان، توانایی صنعت، استانداردهای موجود برای مصالح ساختمانی و توانایی تولیدکنندگان به همراه آگاهی و آموزش در هر کشوری بر نحوه انتخاب روش رتبه‌بندی و شیوه‌های تدوین رده و برچسب تأثیرگذار می‌باشد.

بررسی رویه تدوین برچسب انرژی در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد که مناسب‌ترین و مرسوم‌ترین متدولوژی جهت بررسی شاخص‌های مصرف انرژی استفاده از جامعه نمونه آماری است و با کمک این اطلاعات و بهره‌گیری از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مصرف انرژی به عنوان ابزاری دقیق و مؤثر (که قالب ملی نیز داشته باشد) می‌تواند ساختار علمی و اجرایی بهتری داشته باشد. از طرفی این رتبه‌بندی با توجه به نیاز کشور باید شامل ساختمان‌های نو- بازنو و موجود باشد.

در روش تدوین، همچنین نوع انرژی مورد مطالعه (اولیه، نهایی) نیز باید تفکیک شود. این تفکیک بر اساس انرژی اولیه، انرژی نهایی و نیاز انرژی مطرح می‌شود. لازم به ذکر است که مصرف انرژی واقعی معمولاً از طریق انرژی نهایی در ساختمان‌ها و از طریق قبوض تعیین تکلیف می‌شود.

۲. نظام رتبه دهی و برچسب انرژی در ایران

بر اساس ماده ۱۸ قانون اصلاح الگوی مصرف، وزارت راه و شهرسازی در ویرایش چهارم می‌حث ۱۹ مقررات ملی با مطالعه و بررسی نظام رتبه‌بندی و برچسب انرژی چند کشور از جمله امریکا، انگلستان، اتحادیه اروپا، استرالیا، هند و... نظام رتبه‌بندی را با سه حد کیفیت رده انرژی:

- ۱) ساختمان منطبق بر می‌حث ۱۹ یا سازگار با الزامات حداقلی بهینه‌سازی مصرف انرژی (EC)
- ۲) ساختمان کم انرژی (+EC)
- ۳) ساختمان بسیار کم انرژی (++)EC

تدوین نموده و الزامات دستیابی به هر یک از رده‌های انرژی فوق‌الذکر را در بخش‌های مختلف ساختمان شامل پوسته، تجهیزات و تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و روشنایی را مشخص کرده است. رعایت الزامات بهینه‌سازی مصرف انرژی برای دریافت رده EC در همه ساختمان‌ها الزامی است و رده‌های بالاتر در حال حاضر اجباری نیست. لازم به ذکر است که دستیابی به رده‌های انرژی EC و ++EC اختیاری است، به استثنای مواردی که در دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های صادر شده توسط وزارت راه و شهرسازی در این زمینه، بسته به محل قرارگیری ساختمان (استان، شهر و...) و مشخصات آن (تعداد طبقات، متراژ، کاربری و...)، تعیین می‌گردد [۵]. در صورتی که علاوه بر پاسخگویی به انتظارات تعیین شده در سه رده کیفیت انرژی ذکر شده، الزامات مربوطه که در روش کارایی انرژی بیان شده است رعایت و اجرا گردد، جهت‌گیری به سمت ساختمان سبز یا ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر (ECnZ) نیز امکان‌پذیر است.

تعیین رده کیفیت انرژی برای ساختمان‌های در حال طراحی و

$$E_{\text{actual}} = \frac{(\sum Q_{Fi} \times HV_i \times 0.278) + Q_E \times F_C}{A_F}$$

E_{actual} : میزان مصرف انرژی سالانه ساختمان موجود بر حسب واحد زیربنای مفید (kWh/m²/year)
 Q_{Fi} : مجموع مصرف حامل انرژی (ام)
 HV_i : ارزش حرارتی حامل انرژی (ام)
 Q_E : مجموع میزان مصرف برقی
 F_C : ضریب تبدیل برقی به انرژی اولیه
 A_F : مساحت زیربنای مفید بر حسب (m²)

▲ رابطه شماره ۱: محاسبه انرژی واقعی مصرفی ساختمان

۱ آمده است. شاخص مصرف انرژی اولیه ساختمان با استفاده از قبوض مربوطه در سه سال گذشته و رابطه شماره ۱ محاسبه گردیده و انرژی مصرفی واقعی ساختمان به این ترتیب به دست می آید. شاخص مصرف انرژی ایده آل ساختمان در اقلیم های مختلف بر حسب /m² kWh year در جداول ۲ و ۳ به ترتیب برای ساختمان های مسکونی و غیرمسکونی در اقلیم های مختلف داده شده است. نسبت انرژی ساختمان (R) با تقسیم نمودن انرژی واقعی به انرژی ایده آل محاسبه شده و با استفاده جداول ۴ و ۵ رده مصرف انرژی ساختمان تعیین می شود.

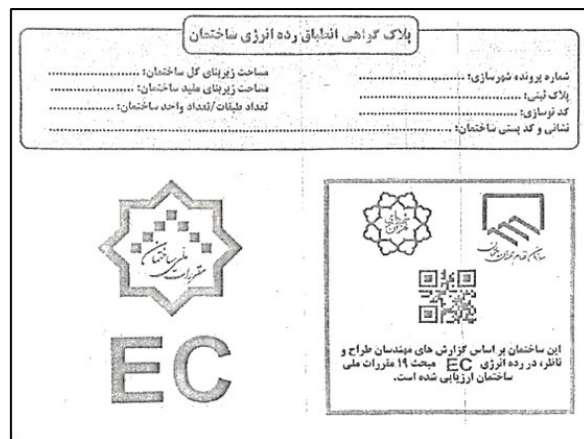
اقلیم	ساختمان	
	مسکونی کوچک	مسکونی بزرگ
۱	۱۱۱	۱۰۲
۳	۱۵۶	۱۰۶
۵	۸۳	۸۷
۶	۸۶	۷۵
۷	۱۵۰	۱۳۸
۸	۱۳۰	۱۱۸

▲ جدول شماره ۲: شاخص مصرف انرژی ایده آل ساختمان مسکونی

اقلیم	شاخص	
	ساختمان دولتی	ساختمان خصوصی
۱	۸۰	۱۲۰
۳	۶۴	۱۵۲
۵	۷۴	۱۲۴
۶	۶۴	۱۱۷
۷	۸۶	۱۲۱
۸	۹۱	۱۱۷

▲ جدول شماره ۳: شاخص مصرف انرژی ایده آل ساختمان غیرمسکونی

ساخت بر اساس الزامات مبحث ۱۹ و برای ساختمان های موجود بر اساس الزامات استانداردهای ملی ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ است. با توجه به تداخل روش های محاسباتی در استانداردهای برچسب معیار مصرف در ساختمان با روش های طراحی تعیین شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان مقرر شد تا تفکیک لازم این زمینه صورت گیرد؛ به نحوی که طراحی اجرا و کنترل ساخت ساختمان های نو و بهسازی ساختمان های موجود بر مبنای ضوابط مبحث ۱۹ مقررات ملی انجام و رده بندی انرژی صورت گیرد و تعیین وضعیت مصرف انرژی در دوره بهره برداری از ساختمان و اعطای برچسب الگوی مصرف انرژی بر مبنای قبوض مصارف سال های اخیر و با استفاده از استانداردهای ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ انجام شود. با توجه به اینکه متولی ساختمان های موجود در حال بهره برداری در کشور شرکت بهینه سازی مصرف سوخت و سازمان انرژی های تجدید پذیر و بهره بری انرژی برق (ساتبا) هستند لذا با هماهنگی و نظارت سازمان ملی استاندارد هر دو استاندارد فوق در حال بازبینی و ویرایش می باشند.



▲ شکل شماره ۱: نمونه پلاک گواهی انطباق انرژی ساختمان بر اساس الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

برای تعیین رده انرژی ساختمان های موجود بر اساس استانداردهای ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ ابتدا بایستی اقلیم مربوط به محل قرارگیری ساختمان مشخص شود. بر اساس استاندارد ملی کشور ایران با توجه به میانگین شرایط دمایی و رطوبت نسبی به ۸ اقلیم تقسیم بندی شده است. این تقسیم بندی در جدول شماره

ردیف	نوع اقلیم	میانگین حداکثر دما در تابستان °C	میانگین رطوبت نسبی در تابستان %	میانگین حداقل دما در زمستان °C	میانگین رطوبت نسبی در زمستان %	نمونه شهر
۱	بسیار سرد	۲۵-۲۰	۲۵-۵۵	۱۰-۵	۶۵-۷۵	سراب
۲	سرد	۲۵-۲۰	۲۵-۴۰	۱۰-۵	۶۵-۷۵	تبریز
۳	معتدل و بارانی	۲۵-۲۰	بیشتر از ۶۰	۰-۵	بیشتر از ۶۰	رشت
۴	نیمه معتدل و بارانی	۲۰-۲۵	بیشتر از ۵۰	۰-۵	بیشتر از ۶۰	مغان
۵	نیمه خشک	۲۵-۲۰	۲۰-۲۵	۰-۵	۴۰-۶۰	تهران
۶	گرم و خشک	۲۵-۲۵	۱۵-۲۰	۰-۵	۲۵-۵۰	زاهدان
۷	بسیار گرم و خشک	۲۵-۵۰	۲۰-۳۰	۵-۱۰	۶۰-۷۰	اهواز
۸	بسیار گرم و مرطوب	۲۵-۲۰	بیشتر از ۶۰	۱۰-۲۰	بیشتر از ۶۰	بندرعباس

▲ جدول شماره ۴: گونه بندی اقلیمی کشور ایران

قید فوریت است. به کارگیری راهکارهای مختلف بهینه‌سازی، مصرف انرژی را در بخش‌های مختلف ساختمان شامل پوسته، تأسیسات و تجهیزات مکانیکی و الکتریکی و سیستم روشنایی می‌تواند به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. با توجه به ناترازی محسوس و آزاردهنده انرژی در کشور، به کارگیری روش‌های مختلف بهینه‌سازی و ارزیابی نتایج حاصل از آن الزامی است. تعیین رده انرژی ساختمان و اعطای برچسب انرژی موجب ارتقاء کیفیت ساخت‌وساز و فرهنگ عمومی در استفاده از منابع انرژی شده و بستر لازم برای تولید مصالح و تجهیزات مناسب و در نتیجه ساخت و تولید ساختمان‌های انرژی کارا را فراهم خواهد نمود و باعث ایجاد انگیزه در تغییر رفتار کاربران و پیشبرد اهداف مرتبط با مدیریت منابع انرژی و حفظ محیط‌زیست خواهد شد.

مراجع

1. - WWW.Iranenergyinformation.ir
2. - U.S Energy Information Agency (EIA).
3. - International Energy Agency (IEA).
4. - Richard Faesy, Leslie Badger, Emily Levin and Ian Finlayson, 2014, Residential Building Energy Scoring and Labeling: An Update from Leading States, 2014 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Massachusetts Department of Energy Resources, U.S.A
5. دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۹، مقررات ملی ساختمان ایران میحث نوزدهم صرفه‌جویی در مصرف انرژی،

رده مصرف انرژی	ساختمان انرژی دولتی	ساختمان انرژی خصوصی
A	$R < 1$	$R < 1$
B	$1.0 \leq R < 2.0$	$1.0 \leq R < 2.2$
C	$2.0 \leq R < 3.0$	$2.2 \leq R < 3.2$
D	$3.0 \leq R < 4.0$	$3.2 \leq R < 4.0$
E	$4.0 \leq R < 5.0$	$4.0 \leq R < 4.6$
F	$5.0 \leq R < 6.0$	$4.6 \leq R < 5.2$
G	$6.0 \leq R < 7.0$	$5.2 \leq R < 5.5$
برچسب تعلق نمی‌گیرد	$7.0 \leq R$	$5.5 \leq R$

▲ جدول شماره ۴: تعیین رده مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی

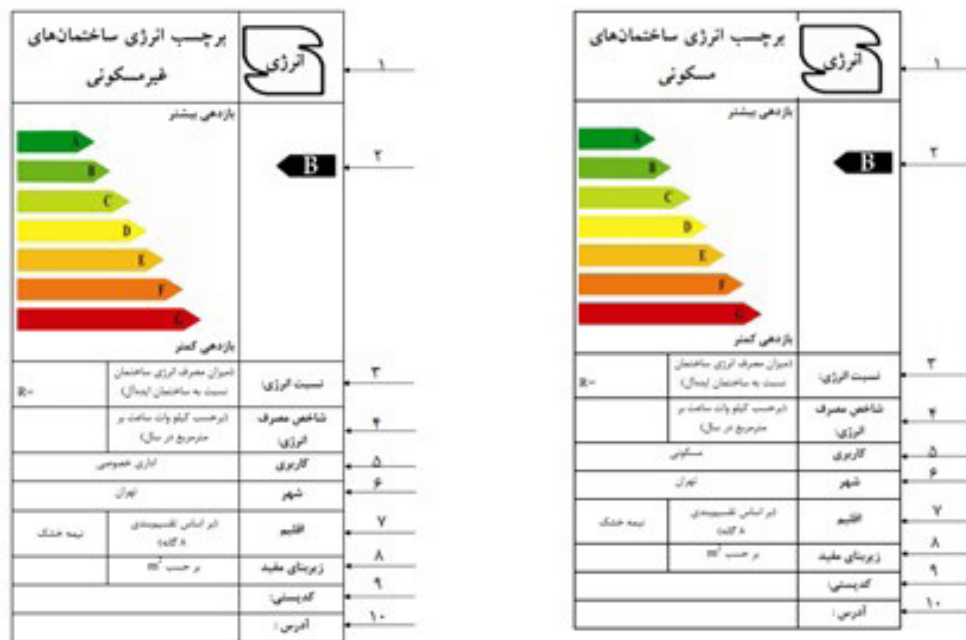
رده مصرف انرژی	کاربری	
	مسکونی بزرگ	مسکونی کوچک
A	$R < 1$	$R < 1$
B	$1.0 \leq R < 2.0$	$1.0 \leq R < 1.9$
C	$2.0 \leq R < 2.9$	$1.9 \leq R < 2.7$
D	$2.9 \leq R < 3.7$	$2.7 \leq R < 3.4$
E	$3.7 \leq R < 4.4$	$3.4 \leq R < 4.0$
F	$4.4 \leq R < 5.0$	$4.0 \leq R < 4.5$
G	$5.0 \leq R < 5.4$	$4.5 \leq R < 5.0$
برچسب تعلق نمی‌گیرد	$5.4 \leq R$	$5.0 \leq R$

▲ جدول شماره ۵: تعیین رده مصرف انرژی ساختمان‌های غیرمسکونی

نمونه برچسب انرژی برای ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی در شکل ۲ آمده است.

نتیجه‌گیری

مدیریت مصرف انرژی و بهینه‌سازی آن در ساختمان‌ها که سهم عمده مصرف انرژی را در کشور دارند، امری ضروری با



▲ شکل ۲: نمونه برچسب انرژی در ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی



ایمان سریری

کارشناسی ارشد مهندسی برق-کنترل، دکتر DPM

بیاید امروز دنیا را از زاویه‌ای دیگر ببینیم. می‌خواهم جملاتی قصار را برای خواننده به یادگار بگذارم:

۱. دنیای ما، دنیای ترس است.
۲. دنیای ما، دنیای فیدبک است.
۳. دنیای ما، دنیای نیاز است.
۴. دنیای ما، دنیای سنسور (حسگر) است.
۵. دنیای ما، دنیای هزینه-فایده است.
۶. دنیای ما، دنیای گدایی انرژی است.
۷. دنیای ما، دنیای جنگ سنت و مدرنیته است.

همه این جملات قصار در ساختمان هوشمند معنا پیدا می‌کند.

ترس عقب افتادن از تکنولوژی‌های روز، ترس از دست دادن رفاه، انرژی، تجملات و عقب ماندن از سایر سازندگان روز دنیا، سرمایه‌گذاران را به سمت هوشمندسازی سوق داده است؛ اما باید توجه داشت سودجویی مجریان نابخرد باعث سرخوردگی سازندگان پیشرو و اعتمادکننده شده است. منظور کدام مجریان است؟ در زیر به اشتباهات آن‌ها اشاره می‌کنم:

۱. مجریانی که دانش کافی ندارند و سیستمی پر از اشتباه و خطا در ساختمان هوشمند نصب می‌کنند.
۲. مجریانی که از تجهیزات ارزان و بی‌کیفیت استفاده می‌کنند.
۳. مجریانی که خدمات پس از فروش و اجرا ندارند و سازنده و بهره‌بردار را به حال خویش رها می‌کنند.

۴. مجریانی که زمانی برای آموزش بهره‌بردار اختصاص نمی‌دهند و بهره‌بردار را در دنیایی پر از ابهام مات و مبهوت می‌گذارند.

۵. مجریانی که تست سیستم اجراشده را با دقت انجام نمی‌دهند و نمی‌دانند ایراد کارشان چیست و آن ایراد را بارها در پروژه‌های مختلف تکرار می‌کنند چون از عملکرد خود فیدبک نگرفته‌اند.

با پیشرفت بشر، نیاز به رفاه، آرامش، آسایش و استفاده بهینه از انرژی جزء خواسته‌های مشتریان مسکن شده است. این موارد در هرم سلسله نیازهای آبراهام مازلو نیز قابل رصد است.

در سطح پایین هرم مازلو نیازهای فیزیولوژیک است؛ مانند خواب راحت در اتاقی با پرده‌های برقی که سکوت و تاریکی را در نور شدید روز به ارمغان می‌آورد و مانند تهویه مطبوع متناسب با نیاز بدن.

در سطح دوم نیازهای ایمنی و امنیت با نصب تجهیزات زیر قابل دست یافتن است:

۱. قفل هوشمند دارای رمز با تشخیص چهره یا اثرانگشت، صدا و چشم.

معنویت، اخلاق، خلاقیت، مهارت، حل مشکلات، حسن نیت، پذیرش واقعیت

عزت نفس، اعتماد به نفس، موقفت، احترام متقابل

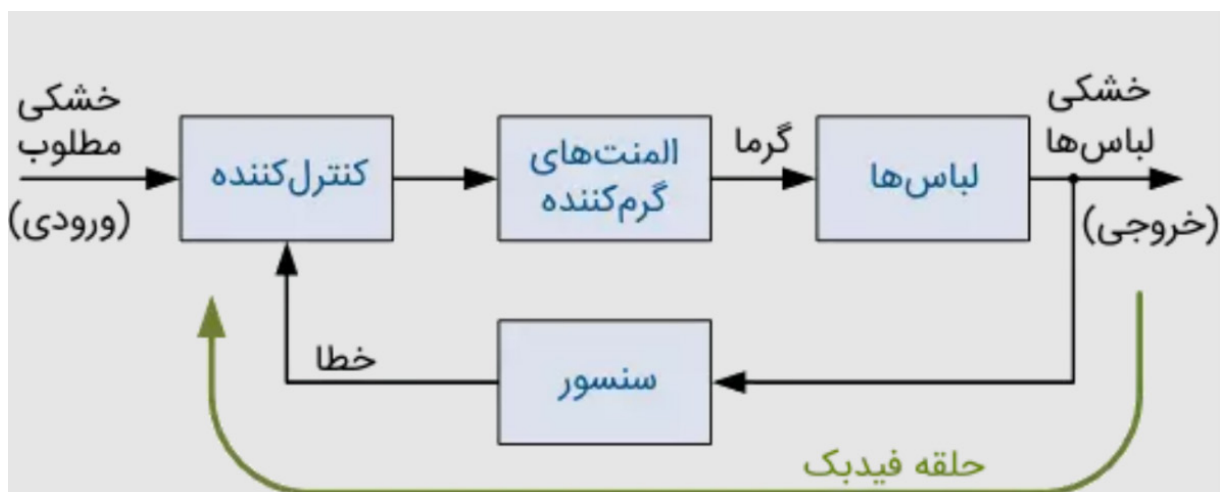
پذیرش توسط اجتماع، دوستی، علاقه به دیگران، ازدواج، ...

امنیت بدنی، سلامتی، اخلاقی، خانوادگی، شغلی، دارایی‌ها و ...

نیازهای فیزیولوژیک، مانند خواب و خوراک و سلامت و ...

۱. عشق و تعلق به خود با ارزش قائل شدن برای رفاه و آسایش خود
 ۲. عشق و تعلق به خانواده با رفع نیازهای دو سطح قبلی
 ۳. عشق و تعلق به زیرمجموعه خود مانند کارکنان شرکت، هتل، فروشگاه با رفع نیازهای دو سطح قبلی
 ۴. عشق و تعلق به وطن با ارزش قائل شدن برای انرژی صرف شده در کشور خود.
 در سطح پنجم هرم مازلو نیازهای خودشکوفایی، رشد خلاقیت و توانایی حل مسئله است که با رفع نیازهای قبلی، این شرایط مهیا می‌شود. یادآوری شود که حدود نیمی از برندگان جایزه نوبل جز ۵ درصد ثروتمند جامعه خود بوده‌اند.
 گفتیم دنیای ما دنیای سنسور و فیدبک است. با یک

۲. دوربین مداربسته آنلاین روی تلفن همراه یا کامپیوتر شخصی یا کامپیوتر تیم حراست ساختمان
 ۳. دوربین پلاک خوان برای تردد خودرو
 ۴. هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای بررسی رفتار مشکوک و غیرعادی افرادی که سوءقصد نسبت به ساختمان، ساکنان و ترددکنندگان دارند.
 ۵. قفل مرکزی برای کلیه ورودی‌ها و فیدبک از باز یا بسته بودن آن‌ها
 در سطح سوم و چهارم هرم مازلو نیازهای اجتماعی مانند عشق، تعلق، وابستگی و همچنین نیاز به احترام، ارزش، عزت‌نفس و اعتماد است که در نگرش بهره‌بردار به شکل‌های زیر می‌تواند نمود پیدا کند:



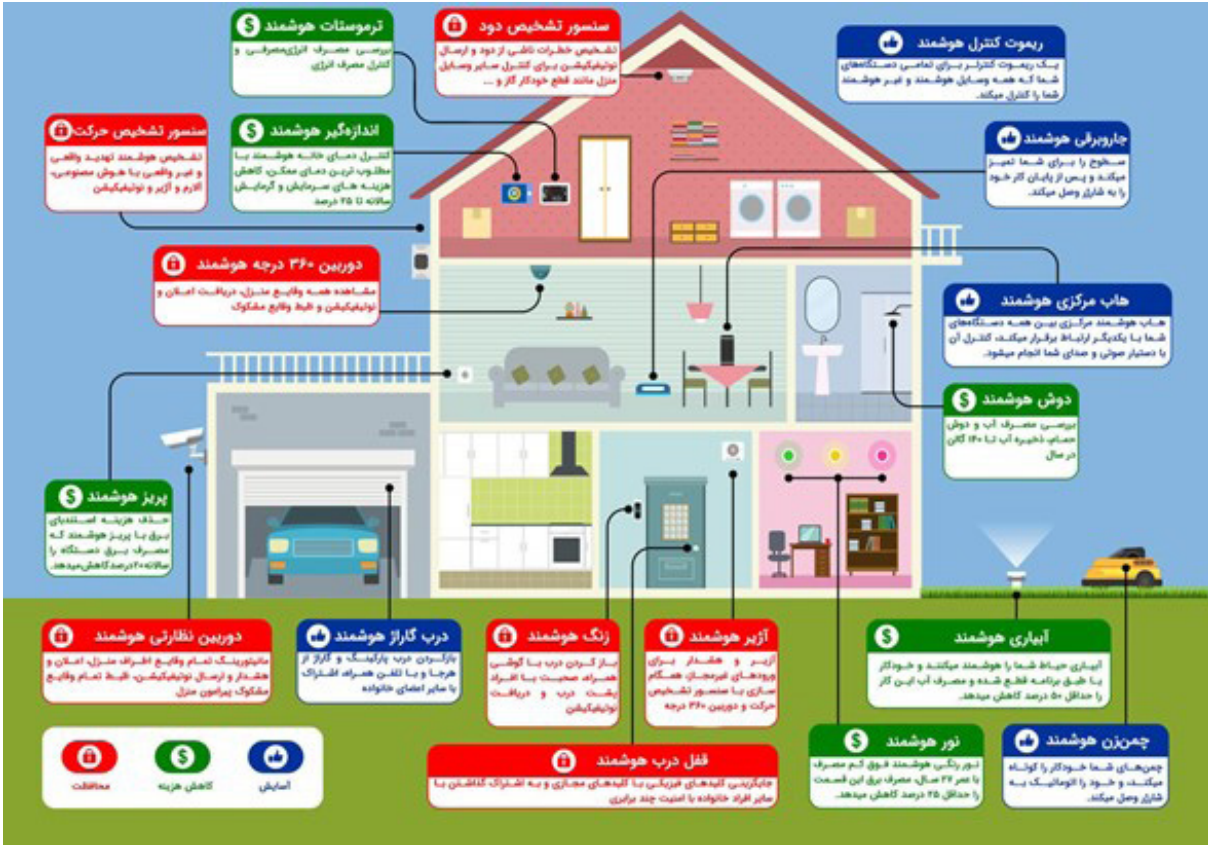
مشاع، موتورخانه مرکزی، آسانسورها، پله‌های برقی، صوت فضای مشاع و غیره
 تفاوت عمده هوشمندسازی ساختمان با سیم‌کشی سنتی در تفکیک مدار کنترل و مدار مصرف‌کننده (بار یا تجهیزات) است. در سیم‌کشی سنتی، سیم‌ها از تابلو برق به سمت کلیدها و سپس بلافاصله به سمت مصرف‌کننده مانند چراغ روشنایی می‌رود؛ ولی در سیم‌کشی هوشمند کابل دیتا از رله ماژول (کلیدهای کنترل بار) به سمت سنسورها و کلیدهای دیجیتال می‌رود و بارها یا مصرف‌کننده‌ها مستقیماً به رله ماژول متصل می‌شوند. به شکل زیر توجه کنید:

با جدا شدن مدار فرمان از قدرت (بار، تجهیزات یا مصرف‌کننده) حجم سیم‌کشی به سمت کلیدها کاهش پیدا می‌کند و کنترل انعطاف‌پذیر می‌شود. مثلاً می‌توان شیر برقی اجاق‌گاز آشپزخانه یا شیر برقی شوفاژ، رادیاتور یا پکیج حرارت ساز را از هر اتاق خواب، اتاق پذیرایی، راهروی ورودی و حتی به صورت آنلاین روی تلفن همراه از کشوری دیگر کنترل کرد و رفاه، امنیت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی را به همراه آورد.
 در پایان، به دنیای شیرین هوشمندسازی خوش آمدید.

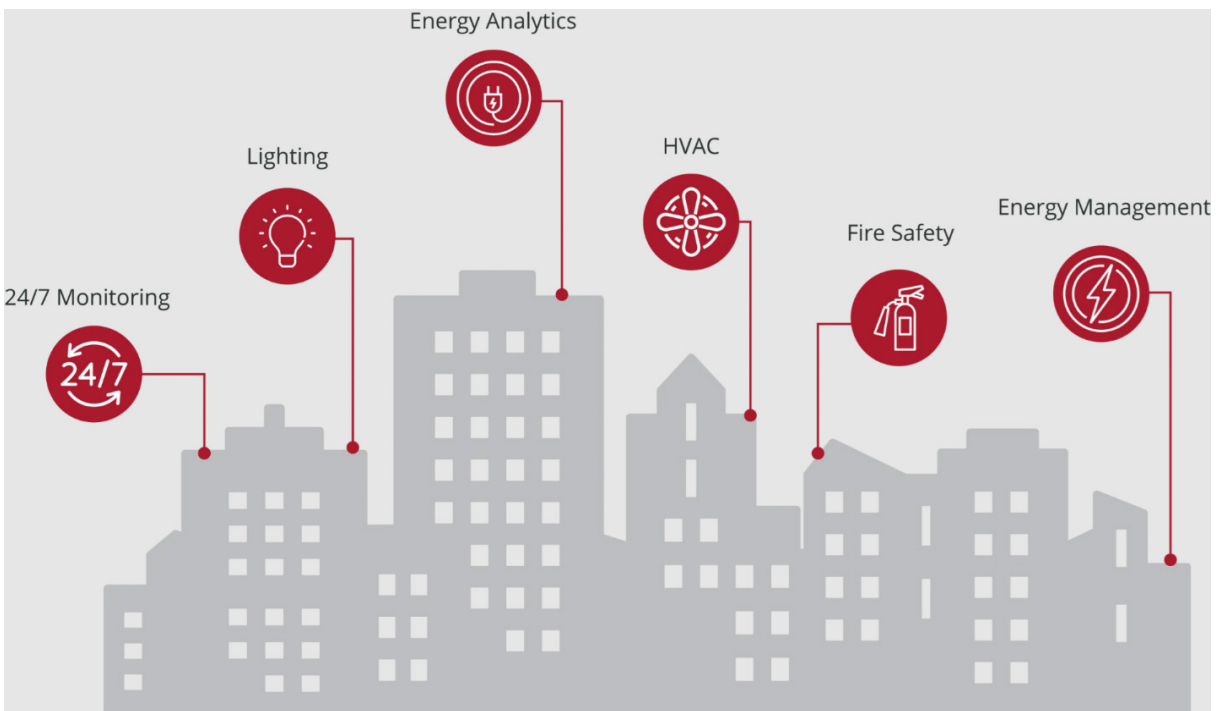
مثال این موضوع را نشان می‌دهیم. در لباسشویی اتوماتیک، با سنسور از رطوبت لباس‌ها فیدبک یا بازخورد گرفته می‌شود و تا وقتی رطوبت‌سنج، رطوبت را نشان می‌دهد، کنترل‌کننده المنت گرم‌کننده فرمان روشن ماندن را می‌دهد و با خشک شدن لباس‌ها، فرمان خاموش به المنت حرارتی و پیام لباس‌ها خشک‌شده است را صادر می‌کند.

همین سنسورها در فضاهای مختلف خانه یا ساختمان می‌توانند شرایط افزایش یا کاهش دما، رطوبت، دود، دبی سیال، اکسیژن، نور، صدا، حضور و غیره را تشخیص دهند و به کنترل‌کننده آگاهی دهند تا بر اساس سناریو و برنامه از قبل تنظیم‌شده، تجهیزات و تأسیسات را به صورت مطلوب کنترل کند.

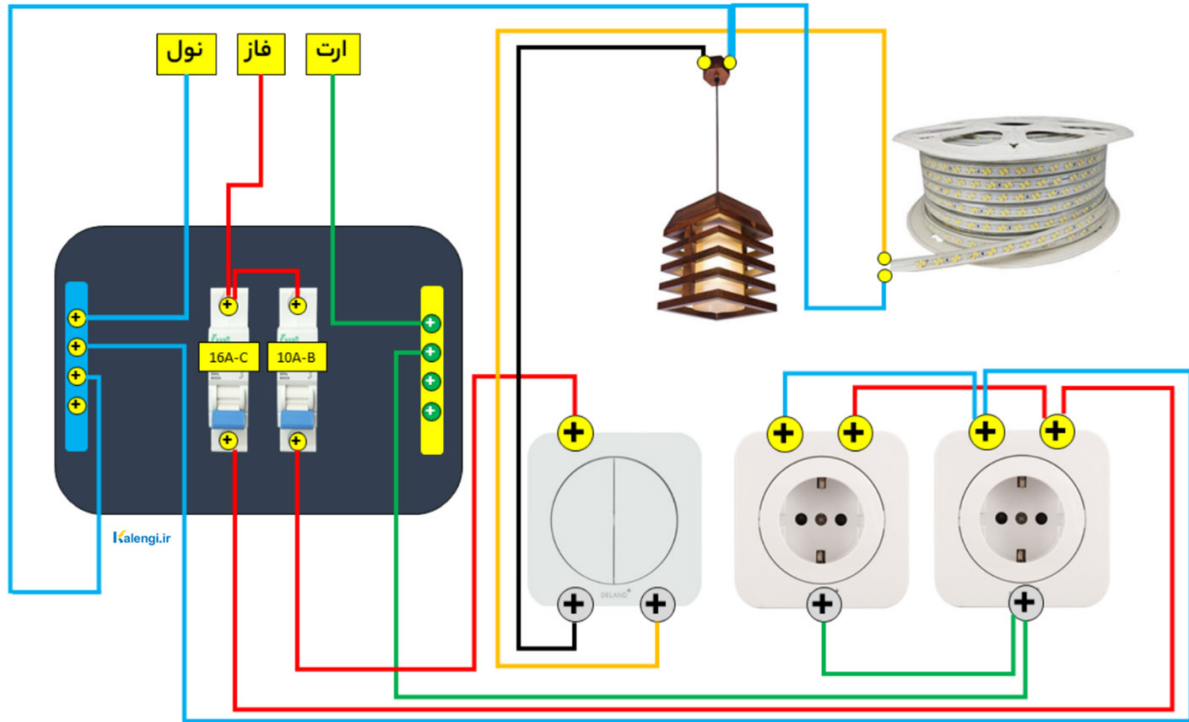
باید بدانیم خانه هوشمند با ساختمان هوشمند متفاوت است. در خانه هوشمند، کنترل‌ها وارد فضای خصوصی افراد می‌شوند و مواردی مانند نور اتاق‌ها، دمای اتاق‌ها، تهویه اتاق‌ها، صوت اتاق‌ها و غیره کنترل می‌شود. ممکن است در یک ساختمان ۷ طبقه یک واحد طبق خواسته مالک آن، هوشمند شود و واحدی دیگر هوشمند نباشد و به صورت سنتی مدارهای آن کنترل شود. در ساختمان هوشمند، کنترل روی فضای عمومی و مشاع ساختمان است؛ مانند نور نما و محوطه‌ها، آبیاری فضای سبز



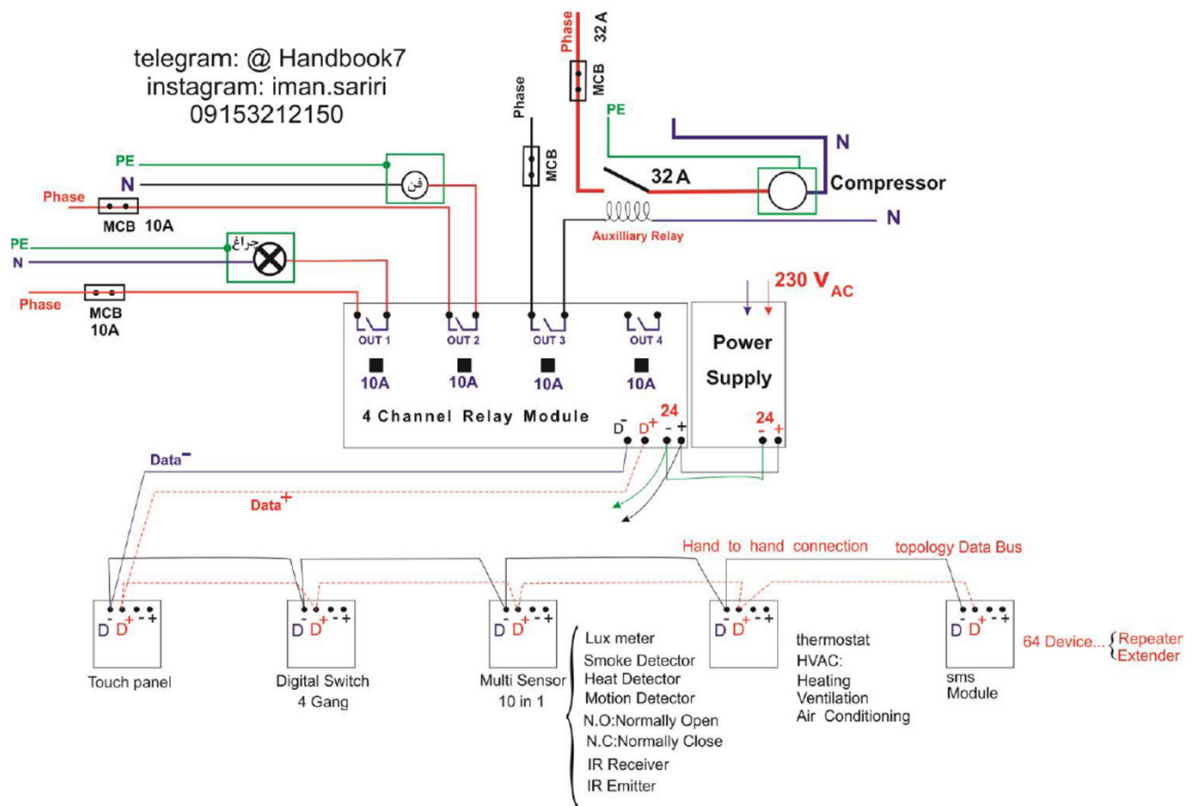
▲ شکل نمونه‌ای از کنترل‌ها در خانه هوشمند



▲ شکل نمونه‌ای از کنترل‌ها در ساختمان هوشمند



▲ شکل دیاگرام سیم‌کشی سنتی و متعارف



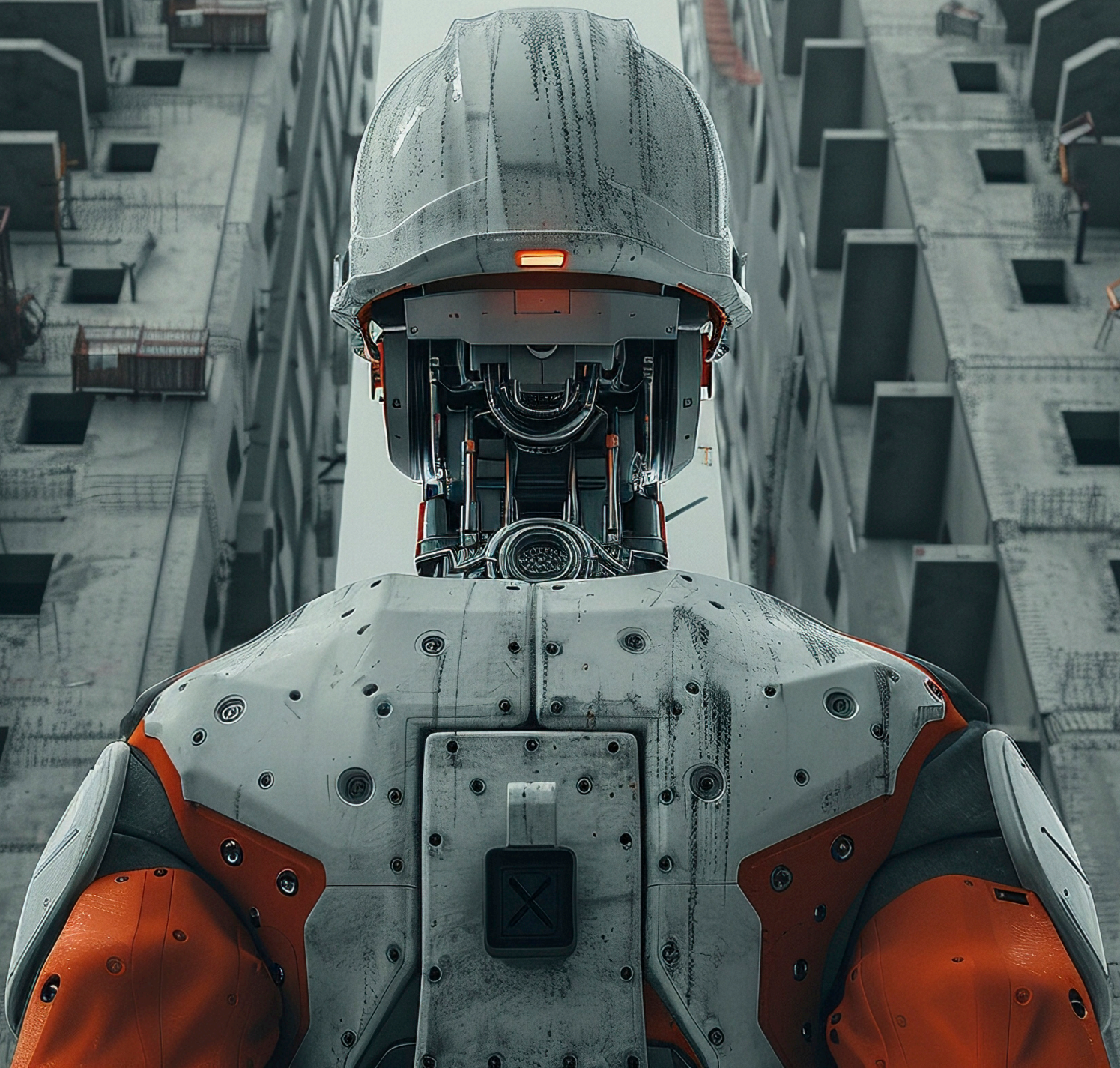
▲ شکل دیاگرام سیم‌کشی در هوشمندسازی

هوش مصنوعی ابزار نوین تحقق اهداف توسعه پایدار در صنعت ساختمان: شناسایی ظرفیت‌ها، چالش‌ها و ترسیم نقشه راه



محمد کریم سهرابی

دکتری کامپیوتر- نرم افزار



نوآوری و زیرساخت و اقدام برای مقابله با تغییرات اقلیمی از جمله مهم‌ترین این اهداف هستند.

استفاده از هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها و سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند که می‌توانند مصرف انرژی را کاهش دهند و به کاهش کربن کمک کنند، زمینه‌ها و حوزه‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی در بهبود کارایی انرژی را در صنعت ساختمان نشان می‌دهند. طراحی پایدار نیز با به‌کارگیری ابزارها و تکنیک‌های هوش مصنوعی قابل تحقق است. الگوریتم‌های طراحی که می‌توانند به طراحی ساختمان‌های سبز و پایدار کمک کنند و شبیه‌سازی‌های هوشمند برای ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی پروژه‌ها، ابزارهای دستیابی به طراحی پایدار هستند. برنامه‌ریزی شهری هوشمند، کمک به کاهش ضایعات با مرتب‌سازی خودکار، ساده‌سازی فرآیندها و حفظ منابع و مدیریت کارآمد منابع شهری مسیر ایفای نقش هوش مصنوعی در نیل به هدف شهرهای پایدار است. این مسئله با استفاده از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی نیازهای مواد و کاهش ضایعات ساختمانی و تحلیل داده‌ها برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین و استفاده بهینه از منابع تحقق می‌یابد. علاوه بر این‌ها رباتیک و اتوماسیون در ساخت‌وساز می‌تواند به کاهش زمان و هزینه‌ها کمک کند و استفاده از فناوری‌های نوین مانند چاپ سه‌بعدی برای ایجاد ساختمان‌های پایدار به ساخت‌وساز هوشمند و پایدار می‌انجامد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی مشکلات طراحی قبل از شروع ساخت کمک کند. به‌علاوه طراحی مولد می‌تواند با دریافت نیازمندی‌ها و محدودیت‌ها، گزینه‌های طراحی متعددی را به‌طور خودکار تولید کند. این امر می‌تواند منجر به طراحی‌های نوآورانه و بهینه شود.

منابع

1. M. Regona, T. Yigitcanlar, C. Hon, M. Teo Artificial intelligence and sustainable development goals: Systematic literature review of the construction industry, Sustainable cities and society, 108 (2024), 105499
2. Y. Pan, L. Zhang Integrating BIM and AI for smart construction management: Current status and future directions, Archives of Computational Methods in Engineering, 30 (2) (2023), 1081-1110
3. T. G. Mai, M. Nguyen, A. Ghobakhlu, W. Q. Yan, B. Chhun, H. Nguyen, Decoding a decade: The evolution of artificial intelligence in security, communication, and maintenance within the construction industry, Automation in Construction, 165 (2024) 105522

با ظهور هوش مصنوعی تحولی اساسی در فرآیندهای ساخت‌وساز ایجاد شده است و هوش مصنوعی می‌تواند در دسته بزرگی از فعالیت‌ها و عملیات صنعت ساختمان در هر چهار گام اصلی طراحی، برنامه‌ریزی، ساخت و تعمیر و نگهداری پیشرفت‌های چشمگیر و شگفت‌انگیز ایجاد کند. بهینه‌سازی‌های گوناگون در چرخه زیست‌صنعت ساخت‌وساز، شناسایی مسائل بالقوه و ایجاد امکان اتخاذ تصمیم‌های بالادرنگ مؤثر، بهبود نتایج کلی پروژه با تکیه بر تجزیه و تحلیل‌های پیش‌بینی کننده، اتوماسیون و بینش‌های مبتنی بر داده، اطلاعات و دانش مسیرهای اصلی تأثیر هوش مصنوعی بر تحول صنعت ساختمان هستند. به‌منظور شناسایی دقیق محیط اثر و فضای کاربرد تکنیک‌ها و ابزارهای هوش مصنوعی در صنعت ساختمان و بهینه‌سازی ضریب اثربخشی آن در این حوزه، تفکیک مناسب وظایف و عملیات، تعیین دامنه عملیاتی دقیق و دسته‌بندی موضوعی آن‌ها اجتناب‌ناپذیر و در راستای کارآمدسازی این رویکردها و ابزارها غالباً بسیار مؤثر است. با عنایت به تأثیرگذاری فراوان صنعت ساختمان بر ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و سهم مهم آن در تحقق اهداف توسعه پایدار، تغییرات استراتژیک در رویکردهای این صنعت بر اساس اهداف توسعه پایدار و گسترش مفاهیم سنتی پایه در فرآیندهای ساخت‌وساز بر اساس مفاهیم توسعه پایدار امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. مزایای شیوه‌های ساخت‌وساز پایدار و پیشرفت‌های تکنولوژیکی در چارچوب‌های سنتی صنعت ساخت‌وساز و پذیرش ضرورت کاهش اثرات زیست‌محیطی و افزایش پایداری بلندمدت در تمام جنبه‌های فعالیت‌های ساختمانی، منجر به افزایش روزافزون اهمیت تحقق اهداف توسعه پایدار در فعالیت‌های مرتبط با صنعت ساختمان شده است. یکی از مسیرهای استفاده حداکثری از هوش مصنوعی در صنعت ساختمان با تفکیک دامنه و حوزه‌های فعالیت، به‌کارگیری هوش مصنوعی به‌عنوان ابزار نوین تحقق اهداف توسعه پایدار در این صنعت است.

بررسی نقاط ممکن برای تلاقی نوآوری‌های فناورانه مبتنی بر هوش مصنوعی با روش‌های ساخت‌وساز پایدار مسئله مهمی در صنعت ساختمان است که می‌تواند نقش کلیدی هوش مصنوعی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار در صنعت ساختمان را نشان دهد. در این میان بررسی اهداف خاصی که از میان اهداف هفده‌گانه توسعه پایدار با صنعت ساختمان مرتبط‌تر هستند، منجر به شناسایی دقیق‌تر فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با به‌کارگیری هوش مصنوعی در فرآیندهای ساخت‌وساز پایدار خواهد شد. اهداف مرتبط با آب و فاضلاب، انرژی، شهرها و جوامع پایدار، صنعت،



کاربرد هوش مصنوعی در ایمن سازی کارگاه‌های ساختمانی



روح اله ملک جعفریان

مهندسی مکانیک

مقدمه

را در کارگاه‌ها شناسایی کنند و پیشنهادهایی برای کاهش خطرات ارائه دهند. این سیستم‌ها با تحلیل داده‌ها و تولید گزارش‌های جامع، ابزار کارآمدی برای مدیران ایمنی محسوب می‌شوند.

پیشرفت‌ها در فناوری

ربات‌های ایمنی، ربات‌هایی مجهز به حسگرها و الگوریتم‌های AI هستند که برای نظارت بر محیط‌های ساختمانی طراحی شده‌اند. این ربات‌ها می‌توانند ناهنجاری‌ها

کارگاه‌های ساختمانی یکی از محیط‌های کاری با بالاترین نرخ حوادث شغلی هستند. شناسایی و مدیریت خطرات در این محیط‌ها همواره چالشی بزرگ بوده است. هوش مصنوعی (AI) به‌عنوان یکی از فناوری‌های پیشرفته، فرصت‌های نوینی برای افزایش ایمنی در این محیط‌ها فراهم کرده است. در این متن به تحقیقات انجام‌شده و پیشرفت‌های حاصل در این زمینه و همچنین اقدامات عملی برای بهره‌گیری از AI در ایمن‌سازی کارگاه‌های ساختمانی پرداخته می‌شود.

تحقیقات انجام‌شده

تشخیص خودکار خطرات تحقیقات نشان داده است که استفاده از پردازش تصویر و یادگیری عمیق (Deep Learning) می‌تواند به شناسایی خطرات در زمان واقعی کمک کند. دوربین‌های نظارتی مجهز به الگوریتم‌های AI قادرند شرایط خطرناک مانند عدم استفاده از تجهیزات ایمنی یا وجود اشیاء افتاده را شناسایی کنند. پیش‌بینی وقوع حوادث مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین با تحلیل داده‌های تاریخی و بررسی الگوها می‌توانند احتمال وقوع حوادث را ارزیابی کنند. به‌عنوان مثال، تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به رفتار کارکنان و شرایط محیطی، امکان پیش‌گیری از حوادث را افزایش می‌دهد.

سیستم‌های مدیریت ریسک که از هوش مصنوعی بهره می‌برند، قادرند نقاط ضعف و آسیب‌پذیری‌ها



ربات‌های هوشمند برای بازرسی و نظارت

توضیح: ربات‌هایی که با هوش مصنوعی و حسگرهای 3D اسکن محیطی کار می‌کنند، می‌توانند نقاط ضعف ساختاری یا خطرات محیطی مانند افتادن مصالح سنگین را پیش‌بینی کنند. فناوری: یادگیری عمیق و الگوریتم‌های تحلیل داده. مثال عملی: ربات "Spot" از شرکت Boston Dynamics که برای گشت‌زنی و تشخیص خطر در سایت‌ها به کار می‌رود.

پهپادها برای بررسی خطرات در نقاط غیرقابل دسترس

توضیح: پهپادها با بررسی ارتفاعات و زوایای پیچیده، خطرات محیطی را به همراه نقشه‌های سه‌بعدی دقیق ارائه می‌دهند. فناوری: ترکیب یادگیری ماشین با پهپادها. مثال عملی: پهپادهایی که توسط "Skycatch" توسعه یافته‌اند، داده‌های موقعیتی با دقت بالا برای کاهش خطرات ناشی از خطاهای انسانی ارائه می‌دهند.

تأثیر هوش مصنوعی در کاهش نرخ حوادث کارگاه‌های ساختمانی

استفاده از هوش مصنوعی (AI) در کارگاه‌های ساختمانی می‌تواند به‌طور قابل توجهی به کاهش حوادث و افزایش ایمنی منجر شود. به‌عنوان مثال، سیستم‌های پیشرفته‌ای که توسط شرکت‌هایی مانند Suffolk و SmartVid توسعه یافته‌اند، قادرند با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق، وقوع تصادفات را پیش‌بینی کرده و از آن‌ها جلوگیری کنند.

همچنین، استفاده از فناوری‌هایی مانند ربات‌های هوشمند، پهپادها و پوشیدنی‌های هوشمند در محیط‌های ساخت‌وساز می‌تواند به بهبود ایمنی و کاهش حوادث کمک کند. این فناوری‌ها با شناسایی خطرات احتمالی در محیط کار، می‌توانند به ارتقای ایمنی کارگران و جلوگیری از حوادث کمک کنند.

باین‌حال، آمار دقیق و جامعی که میزان تأثیر هوش مصنوعی را در کاهش نرخ حوادث در کارگاه‌های ساختمانی به‌طور مشخص بیان کند، هنوز به‌صورت گسترده منتشر نشده است. این امر ممکن است به دلیل نوپا بودن استفاده از هوش مصنوعی در این صنعت و نیاز به مطالعات بلندمدت برای جمع‌آوری داده‌های کافی باشد.

با توجه به مزایای بالقوه هوش مصنوعی در بهبود ایمنی و کاهش حوادث، انتظار می‌رود با گذشت زمان و افزایش استفاده از این فناوری در صنعت ساخت‌وساز، داده‌ها و آمار دقیق‌تری در این زمینه منتشر شود.

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی با ارائه ابزارهای نوآورانه و کارآمد می‌تواند به‌طور چشمگیری، ایمنی کارگاه‌های ساختمانی را افزایش دهد. با سرمایه‌گذاری در این فناوری و اتخاذ رویکردهای هوشمندانه، نه تنها نرخ حوادث کاهش می‌یابد، بلکه بهره‌وری و کیفیت کار نیز بهبود می‌یابد. استفاده از AI در ایمن‌سازی کارگاه‌ها نه تنها یک گزینه بلکه یک ضرورت است که آینده این صنعت را شکل خواهد داد.

را تشخیص داده و به گروه‌های ایمنی هشدار دهند. پوشیدنی‌های هوشمند، تجهیزاتی مانند کلاه و جلیقه ایمنی هوشمند با حسگرهای داخلی و اتصال به سیستم‌های AI می‌باشند که اطلاعاتی مانند مکان، دما، یا ضربان قلب کارگران را پیش‌کرده و در مواقع خطر هشدار ارسال می‌کنند. پهپادها با استفاده از AI می‌توانند به بازرسی و نظارت بر کارگاه‌ها کمک کنند. این دستگاه‌ها قابلیت بررسی نقاط غیرقابل دسترس و شناسایی خطرات پنهان را دارند.

اقدامات عملی برای پیاده‌سازی

آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی در زمینه استفاده از ابزارها و فناوری‌های AI اولین قدم برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز آن است. برنامه‌های آموزشی شامل نحوه کار با سیستم‌های هوشمند، تحلیل داده‌ها و واکنش به هشدارها می‌شود. تجهیز کارگاه‌های ساختمانی به ابزارها و نرم‌افزارهای مبتنی بر AI نیازمند سرمایه‌گذاری است. همکاری با شرکت‌های فناوری و استفاده از راهکارهای نوآورانه می‌تواند این فرآیند را تسهیل کند. استقرار شبکه‌های بی‌سیم پرسرعت و ایمن‌سازی داده‌های جمع‌آوری شده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرساخت‌های مناسب ارتباطی امکان اجرای مؤثرتر فناوری‌های AI را فراهم می‌کنند. برای اطمینان از عملکرد بهینه سیستم‌های هوش مصنوعی، نیاز است که این سیستم‌ها به‌صورت منظم ارزیابی و پایش شوند. بازخوردهای دریافتی از کاربران و تحلیل داده‌های عملکردی می‌تواند در بهبود این سیستم‌ها مؤثر باشد.

کاربردهای واقعی هوش مصنوعی در ایمن‌سازی کارگاه‌های ساختمانی

چند مثال عملی از کاربردهای واقعی هوش مصنوعی در ایمن‌سازی کارگاه‌های ساختمانی:

شناسایی خطر در زمان واقعی با دوربین‌های مجهز به AI

توضیح: دوربین‌های نظارتی در سایت‌های ساختمانی می‌توانند رفتارهای خطرآفرین (مانند عبور بدون کلاه ایمنی) یا ناهنجاری‌هایی (مانند سقوط اشیا) را در زمان واقعی تشخیص دهند. فناوری: الگوریتم‌های بینایی ماشین.

مثال عملی: پروژه‌هایی مانند استفاده از سیستم‌های AI Vi-sion توسط شرکت "Everguard.ai" که از طریق تجزیه و تحلیل تصویری، رفتارهای کارکنان را بررسی کرده و هشدار می‌دهد.

پوشیدنی‌های هوشمند برای کارگران

توضیح: کلاه‌های هوشمند با حسگرهای حرارتی و پایش سلامت می‌توانند وضعیت جسمی کارگران (مانند ضربان قلب، دما) را بررسی کنند و در شرایط بحرانی هشدار ارسال کنند. فناوری: اینترنت اشیا (IoT) و یادگیری ماشین.

مثال عملی: شرکت "SmartCap" که کلاه‌های هوشمند برای کاهش خستگی کارگران تولید کرده است.

کاربردها و چشم‌انداز هوش مصنوعی در تأسیسات ساختمان



عبدالله خالصی دوست

دکتری مکانیک

چکیده

در این مقاله ابتدا با موضوع هوش مصنوعی آشنا شده و سپس نقش مهم و کاربردهای آن در تأسیسات ساختمان را بررسی و نهایتاً به بررسی آینده و چشم‌انداز هوش مصنوعی در تأسیسات ساختمان می‌پردازیم. در ادامه تجهیزات و دستگاه‌هایی که برای جمع‌آوری داده‌ها در ساختمان‌ها استفاده می‌شوند معرفی می‌گردند. در این راستا سنسورها و دستگاه‌های گیرنده داده در ساختمان‌ها، اطلاعات لازم را دریافت و در پایگاه داده‌ها ذخیره می‌کنند. سرانجام الگوریتم‌های هوش مصنوعی و نتایج آن برای طراحی، نظارت بر سلامت و ایمنی، آسایش ساکنین، کاهش ریسک، بهبود ساخت‌وساز، کاهش خطرات، کاهش هزینه، کاربردهای اجتماعی، مسائل سایبری و همچنین نظارت و مدیریت بهتر ساختمان‌ها و شهر هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند. هوش مصنوعی (AI) در تأسیسات ساختمان هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارد ولی به سرعت در حال تبدیل شدن به یک فناوری کلیدی در صنعت ساختمان است و با این حال پتانسیل این فناوری برای ایجاد تحول در صنعت ساختمان بسیار زیاد است. با پیشرفت فناوری، هوش مصنوعی می‌تواند نقش بیشتری در بهبود بهره‌وری، ایمنی و راحتی ساختمان‌ها ایفا کند. عمده کاربردهای هوش مصنوعی در تأسیسات ساختمان در زمینه‌های مدیریت و بهره‌وری انرژی، پیش‌بینی خرابی تجهیزات، بهبود ایمنی، مقابله با حریق، مدیریت اطلاعات ساختمان، کاهش هزینه‌ها و افزایش آسایش و راحتی ساکنین می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، تأسیسات ساختمان، بهینه‌سازی انرژی، فناوری‌های نوین، تجهیزات هوشمند، دیتکتور

آشنایی با هوش مصنوعی و ارتباط آن با تأسیسات ساختمان

هوش مصنوعی که با مخفف AI شناخته می‌شود، شاخه‌ای از علوم کامپیوتر است که بر توسعه ماشین‌های هوشمند تمرکز دارد و می‌تواند وظایفی مانند یادگیری، حل مسئله، ادراک و تصمیم‌گیری که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارد را انجام دهد. هوش مصنوعی شامل توسعه الگوریتم‌ها و سیستم‌هایی است که می‌توانند حجم زیادی از داده‌ها را پردازش و تجزیه و تحلیل کنند، الگوها را شناسایی نمایند و از آن اطلاعات برای تصمیم‌گیری استفاده کنند. هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی در سال‌های اخیر در تمام صنایع مورد توجه زیادی قرار گرفته و در بخش تأسیسات ساختمان نیز در حال پیشرفت است. همان‌طور که فناوری به سرعت در حال تکامل است و توانایی ما برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها آسان‌تر می‌شود، از این داده‌های خام برای پیش‌بینی فعالانه رشد و رفتار تأسیسات برقی - مکانیکی، سیستم‌های مدیریت انرژی و همچنین بهبود شیوه‌های اعلام و اطفای حریق استفاده می‌شود.

هوش مصنوعی همچنین می‌تواند برای بهبود ایمنی ساختمان‌ها استفاده شود. هوش مصنوعی می‌تواند با نظارت بر سیستم‌های تأسیساتی ساختمان و شناسایی شرایط خطرناک، به جلوگیری از حوادث نیز کمک کند. هوش مصنوعی می‌تواند از دوربین‌های نظارت تصویری، سنسورها و سایر فناوری‌ها برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به ایمنی استفاده کند و الگوهای خطرناک را شناسایی نماید.

لزوم به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در صنعت ساختمان

دانش، آشکارترین وسیله عزت و قدرت یک کشور است. بسیار حیاتی است که از دانش و فناوری‌های نوظهور در صنعت ساختمان که همواره مورد استفاده کشورهای پیشرفته بوده و به‌واسطه آن به موفقیت‌های بسیاری دست‌یافته‌اند استفاده کنیم. یکی از این فناوری‌های نوظهور، فناوری هوش مصنوعی می‌باشد که به جهت سرعت محاسبات و دقت بیشتر همواره باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه در پروژه‌های ساختمانی می‌شود. البته باید در نظر داشت که همین سرعت بالا، با اطلاعات و داده‌های نادرست می‌تواند فاجعه‌بار باشد و به دست رفتن منابع، زمان و هزینه و در برخی مواقع حتی به شکست پروژه‌های ساختمانی منجر گردد. در سال‌های اخیر، مهندسی و فناوری‌های جدید در صنعت ساخت ایران به‌خصوص در بخش مسکن پیشرفت چشمگیری کرده و در جایگاه بسیار مناسبی قرار گرفته است و متخصصین بسیار کارآمدی در این حوزه وجود دارند. به این ترتیب در کشور ضعفی در خصوص متخصص در صنعت ساختمان وجود ندارد که با بهره‌گیری از فناوری هوش مصنوعی، شاهد شکوفایی و پیشرفت بیش‌ازپیش در حوزه‌های مربوط به صنعت ساخت‌وساز خواهیم بود. لذا لزوم به‌کارگیری هوش مصنوعی در صنعت ساختمان و بررسی مزایا و معایب استفاده از فناوری مذکور از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. [۱]

معماری هوشمند و هوش مصنوعی

امروزه پیشرفت علم و فناوری مسیر پرشتابی را تجربه می‌کند. در این مسیر ترقی، فناوری هوش مصنوعی به بخشی از زندگی روزمره انسان‌ها بدل گشته است و به‌صورت محسوس در عرصه‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود. رشد صنعت ساخت‌وساز به دلیل چالش‌های پیچیده بی‌شماری که با آن مواجه است، مانند هزینه و زمان، سلامت و ایمنی، بهره‌وری و کمبود نیروی کار به شدت محدود شده است. همچنین صنعت ساختمان یکی از کم‌دیجیتالی‌ترین صنایع در جهان است که مقابله با مشکلات فعلی را برای آن دشوار کرده است. در حال حاضر یک فناوری دیجیتال پیشرفته، مانند هوش مصنوعی، صنایعی مانند تولید، خرده‌فروشی و ارتباطات راه دور را متحول کرده است. زیرشاخه‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشینی، سیستم‌های مبتنی بر دانش، بینایی کامپیوتر، رباتیک و بهینه‌سازی با موفقیت در صنایع دیگر برای دستیابی به افزایش سود، کارایی، ایمنی و امنیت به کار گرفته شده‌اند. با وجود اذعان به مزایای کاربردهای هوش مصنوعی، چالش‌های متعدد مرتبط به آن همچنان در صنعت ساخت‌وساز ساختمان وجود دارد. [۲]

هوش مصنوعی و مدیریت مصرف انرژی

مصرف انرژی در ساختمان‌ها به‌ویژه در ساختمان‌های مسکونی به دلیل توسعه اجتماعی و شهرنشینی، بیشترین سهم را در بین کلیه بخش‌های مصرف انرژی به خود اختصاص داده است. از فاکتورهای تعیین‌کننده میزان مصرف انرژی در ساختمان می‌توان به شرایط آب و هوایی و اقلیمی محل احداث ساختمان، مواد و مصالح بکار رفته در پوسته و جداره‌های خارجی ساختمان، نوع معماری و سازه ساختمان، تأسیسات مرکزی ساختمان (گرمایش، سرمایش، تهویه مطبوع و روشنایی)، لوازم و تجهیزات مصرف‌کننده (لوازم برقی و تجهیزات اداری) اشاره نمود. از این‌رو استفاده بهینه و ممانعت از هدر رفتن امکانات و گام برداشتن در جهت صرفه‌جویی و افزایش کارایی ساختمان، امری اساسی است.

مصرف انرژی در ساختمان‌های امروزی ایران آمار بسیار بالایی را به خود اختصاص داده است. موضوع طراحی غیربومی ساختمان‌ها و همچنین توجه نکردن به اقلیم‌های مختلف و یکسان‌سازی طراحی و اجرای ساختمان‌ها باعث شده که کاربران ساختمان‌ها جهت ایجاد آسایش، انرژی زیادی را به‌صورت نور، حرارت و دیگر حالت‌های انرژی مصرف نمایند. بر این اساس باید به‌صورتی محاسبه‌شده و دقیق، انرژی و گونه مصرفی آن در بناهای معماری مورد مدیریت و برنامه‌ریزی قرار گیرد. این موضوع نیز یادآوری می‌گردد که مدیریت انرژی در ساختمان به معنای کم مصرف کردن نیست بلکه منظور منطقی و به‌اندازه مصرف کردن است. [۳] هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل داده‌های حسگرها و پیش‌بینی الگوهای مصرف انرژی، بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های HVAC، روشنایی و سایر سیستم‌های تأسیساتی را انجام دهد. این امر می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود پایداری ساختمان شود. همان‌گونه که در شکل ۱ نمایش داده شده استفاده از هوش مصنوعی در تأسیسات ساختمان به‌عنوان یک راهکار هوشمندانه

این تجهیزات داده‌های مصرف انرژی را تجزیه و تحلیل می‌کنند تا ضمن حفظ آسایش ساکنان و ایجاد محیط مطبوع، در صورت لزوم دما را کاهش یا افزایش دهند. ترموستات هوشمند با مدیریت آگاهانه‌تر ساختمان‌ها، هزینه‌ها را کاهش می‌دهد و استفاده از فناوری حسگر می‌تواند بر فعالیت انرژی نظارت کرده و مطمئن شود که سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی به درستی کار می‌کنند؛ به این ترتیب مصرف انرژی در ساختمان نیز کاهش پیدا می‌کند.

نشت یاب هوشمند

مواردی مانند خرابی مکانیکی تجهیزات یا نشتی‌ها از خطرات بالقوه‌ای هستند که ممکن است در ساختمان‌های مختلف اتفاق بیفتند. این موارد ریسک بالایی دارند و می‌توانند جان و مال انسان‌ها را در معرض خطر قرار دهند. خسارات ناشی از آب، یکی از شایع‌ترین علل خسارات مالی است که تنها یک حادثه می‌تواند باعث ضررهای مالی زیادی شود. فناوری خانه هوشمند می‌تواند آسیب آب را قبل از وقوع با حسگرهایی که دریچه‌ها را هنگام تشخیص نشتی می‌بندد، متوقف کند و یا حتی در صورت لزوم باعث قطع کل منبع آب ساختمان شود. به این ترتیب این فناوری هوشمند سازی ساختمان، افراد را از وقوع مشکل و نشتی مطلع می‌سازد.

پرده هوشمند

با پرده‌های هوشمند برقی می‌توان از راه دور پرده‌ها را باز و بسته کرد و با توجه به میزان نور و حرارت و عوامل دیگر این کار باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز می‌شود. برای مثال مطابق شکل ۳ در طول شب برای صرفه‌جویی بیشتر می‌توان پرده‌ها را بست و یا در طول روز که نور و حرارت خورشید وجود دارد می‌توان با باز کردن پرده‌ها در مصرف برق صرفه‌جویی نمود.



▲ شکل ۳- استفاده از پرده‌های هوشمند جهت بهینه‌سازی انرژی در ساختمان

سیستم نظارت از راه دور ساختمان

آسایش و راحتی ساکنین یکی از نکات پراهمیت در ساختمان‌ها است. با این حال این کار می‌تواند بسیار دشوار هم باشد؛ اما سیستم هوشمندسازی ساختمان می‌تواند به رفع این مشکل کمک کند. مطابق شکل ۲ با استفاده از ویژگی نظارت از راه دور سیستم‌های هوشمند می‌توان بر فاکتورهای مختلفی مانند دما،

می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در انرژی، افزایش راحتی و ایمنی ساکنان و بهبود کیفیت زندگی در ساختمان‌ها شود. داده‌های بزرگ، منابع محاسباتی قدرتمند و مقرون به صرفه و الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین در دهه‌های گذشته مورد تحقیق در بخش ساختمان‌ها بوده‌اند و پتانسیل خود را برای افزایش کارایی ساختمان نشان داده‌اند. اخیراً، هوش مصنوعی و به‌طور کلی تکنیک‌های یادگیری ماشین به‌طور خاص در پیش‌بینی و عملکرد انرژی ساختمان نقش مؤثری داشته و به همین ترتیب می‌تواند در بحث مصرف انرژی، مدیریت و در نهایت ایجاد راحتی و آسایش ساکنان نقش بسزایی داشته باشند. [۴-۵]



▲ شکل ۱- استفاده از تجهیزات هوشمند در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان

کنترل سیستم‌های نورپردازی و دستگاه‌های الکتریکی با استفاده از سنسورها و هوش مصنوعی، بهینه‌سازی مصرف انرژی را فراهم نموده و سهم مهمی در بهینه‌سازی انرژی در صنعت ساختمان را فراهم می‌کند. کارشناسان دانشگاه هاروارد، ام. آی. تی، گوگل و مایکروسافت اخیراً اظهار کرده‌اند با استفاده از فناوری هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توان تغییرات بزرگی در صنعت ساختمان به وجود آورد که این امر سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. به گفته کارشناسان با کمک ابزارهای هوش مصنوعی می‌توان تا سال ۲۰۵۰ انتشار گازهای گلخانه‌ای را ۲۰ تا ۳۷ درصد کاهش داد. [۶]

تجهیزات و امکانات و هوش مصنوعی

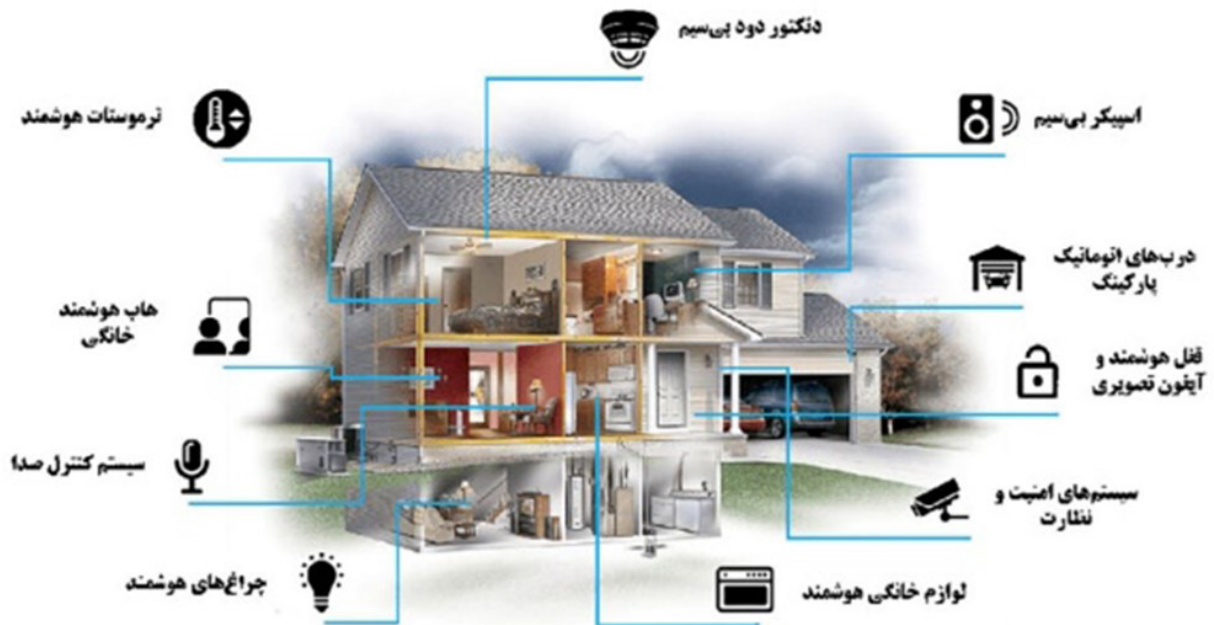
ساختمان‌های مسکونی، تجاری، اداری، درمانی و غیره، می‌توانند مجهز به سیستم هوش مصنوعی و سیستم‌ها و تجهیزات هوشمند سازی شوند که کارایی و انعطاف‌پذیری بیشتری برای ساختمان به همراه خواهند داشت؛ اما از چه نوع تجهیزاتی می‌توان استفاده کرد و بهترین تجهیزات برای هوشمند سازی ساختمان‌ها کدام هستند؟

ترموستات هوشمند

ساختمان‌های چند واحدی مصرف بالای انرژی دارند که بیشتر آن به خاطر سرمایش و گرمایش است. استفاده و نصب ترموستات‌های هوشمند متصل برای هوشمند سازی ساختمان، راه خوبی برای کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در مصرف انرژی است.

کرد و به این ترتیب آسایش و راحتی مورد نظر ساکنان را تأمین نمود.

تهویه، سیستم‌های روشنایی، سیستم‌های امنیتی و غیره نظارت



▲ شکل ۲- نمونه سیستم نظارت از راه دور ساختمان

ایمن‌سازی ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی

به کمک هوش مصنوعی

هوشمندسازی در آتش‌نشانی می‌تواند ایده خلاقانه‌ای باشد؛ مانند استفاده از داده‌های بزرگ در نرم‌افزارها که از فناوری‌های دائمی در حال پیدایش است. فناوری و هوشمندسازی در آتش‌نشانی‌ها و ادغام این سیستم‌ها به برنامه‌ریزی قبلی تا ارسال و تحلیل حادثه کمک می‌کند. در حوزه تأسیسات مکانیکی و اعلام و اطفای حریق، استفاده بیشتر از فناوری و آمیختن طرح‌ها با نیازمندی انسان‌ها به ایمنی و رفاه و آسایش بیشتر باعث شده تا استفاده از هوش مصنوعی هم‌زمان با ایجاد آسایش، خطرات احتمالی ناشی از آتش‌سوزی را نیز کاهش دهد. با عمومی‌تر شدن ارتباطات سخت‌افزاری مثل انواع شبکه محلی و سراسری با فناوری‌های Lan، Wireless، Bluetooth و به کارگیری اینترنت اشیا و لحاظ نمودن این تجهیزات در طراحی اولیه می‌توان به ضریب ایمنی بالاتری دست یافت. این داده‌ها در نهایت می‌تواند برای مدل‌سازی رفتار آتش‌سوزی و بهبود برنامه‌های هوش مصنوعی برای مطالعه محیط استفاده شود. هوش مصنوعی می‌تواند در آینده حجم ترافیک در برابر اعزام سریع آتش‌نشانان به محل را تحلیل و کنترل نموده و همچنین شناسایی شی از طریق بینایی کامپیوتری را فراهم می‌کند و به گروه‌های آتش‌نشانی در مورد محیط‌های موجود که احتمال تغییر وضعیت دارند، هشدار می‌دهد. آتش‌نشانان با استفاده از وسایل نقلیه به صورت زمینی و هوایی با برنامه‌ریزی، تجهیزات مورد نیاز را به محل حادثه می‌رسانند. یکی از بهترین مزیت‌های این مورد، کاهش چشمگیر

هوش مصنوعی و ذخیره انرژی

یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید و توزیع انرژی، ناترازی انرژی و نداشتن الگوی مصرف و هماهنگ کردن آن با میزان تولید است. در بسیاری از موارد الگوهای مصرف به درستی پیش‌بینی نمی‌شوند و به‌طور مثال در حوزه تولید و توزیع برق، با خاموشی روبه‌رو می‌شویم. به دست آوردن این الگوها نیاز به صرف وقت زیاد و بررسی دقیق داده‌ها دارد. این کاری است که دقیقاً هوش مصنوعی می‌تواند با دقت و سرعت بالا انجام دهد. هوش مصنوعی می‌تواند تمامی داده‌ها و الگوها را بررسی کرده و میزان مصرف و الگوی مناسب آن را مشخص کند. این کار خطای بسیار پایین‌تری نسبت به شیوه‌های دیگر دارد و می‌تواند مدیریت این بخش را ساده‌تر و پیشرفته‌تر کند. از طرفی به دلیل عدم توازن تولید و مصرف، نیاز به ذخیره انرژی وجود داشته و در حوزه انرژی یکی از معضلات اصلی بحث ذخیره انرژی است و یکی از مواردی که به سرعت در حال رشد می‌باشد، استفاده از ذخیره‌کننده‌های انرژی است. در حال حاضر پیش‌بینی می‌شود استفاده از ذخیره‌کننده‌ها تا سال ۲۰۳۰ حدوداً ۲۰ برابر شود. این ذخیره‌سازی می‌تواند با شبکه توزیع انرژی ادغام شده و مدیریت آن را بهینه نماید. هوش مصنوعی می‌تواند به بخش‌های مختلف مدیریت این ذخیره‌ها کمک کند تا بتواند از این انرژی‌های ذخیره‌شده بهترین استفاده را بنماید. این فعالیت باعث نیاز کمتر به نیروگاه‌های جدید شده و ضمن کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی همچنین می‌تواند تا حد زیادی مدیریت بخش‌های مختلف انرژی را ساده کند.

و سایر گازهای قابل اشتعال استفاده می‌کنند. قابلیت اتصال به شبکه‌های Wi-Fi امکان ارسال هشدارها به تلفن همراه یا سیستم مدیریت ساختمان را در زمان واقعی فراهم می‌کند. مطابق شکل ۵ ویژگی‌های کلیدی این دکتورها اتصال بی‌سیم می‌باشد. این دکتورها به برنامه‌های موبایلی متصل شده و می‌توانند هشدارهای صوتی یا پیامکی ارسال کنند. استفاده از حسگرهای مادون قرمز (Infrared) و الکتروشیمیایی برای تشخیص دقیق گاز و دود با دقت بالا از دیگر مزایای این تجهیزات می‌باشد. برخی از مدل‌ها نیز از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای کاهش هشدارهای کاذب استفاده می‌کنند.



▲ شکل ۵- اتصال بی‌سیم آشکارساز نشت گاز

دکتور گاز هوشمند

دکتورهای گاز هوشمند تجهیزاتی هستند که از سنسورهای پیشرفته برای شناسایی انواع گازهای خطرناک و سمی استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها معمولاً قابلیت تشخیص سطح گاز در واحد PPM را داشته و با تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق پردازنده داخلی یا سرور ابری، وضعیت گاز را به‌طور مداوم پایش می‌کنند. این حسگرها به‌صورت خودکار کالیبره شده تا در طول زمان دقت خود را از دست ندهند. همچنین کنترل از راه دور و امکان خاموش یا روشن کردن دستگاه‌های گازرسانی از طریق اپلیکیشن از دیگر خصوصیات این تجهیزات می‌باشد. این تجهیزات معمولاً با سیستم‌های خانه هوشمند مانند Alexa یا Google Home سازگار بوده و قابلیت یکپارچه‌سازی با سیستم‌های هوشمند خانه را دارند.

دکتور هوشمند نشت گاز و دود

دکتورهای نشت گاز و دود هوشمند، ترکیبی از حسگرهای شیمیایی برای تشخیص گاز و فوتوالکتریک برای تشخیص دود را در یک دستگاه ارائه می‌دهند. این تجهیزات ترکیبی به‌صورت هوشمند الگوهای مختلف را تحلیل کرده و با کاهش هشدارهای اشتباه مانند دود ناشی از آشپزی، دقت بالایی را فراهم می‌کنند. یکی از ویژگی‌های مهم این حسگرهای ترکیبی، استفاده هم‌زمان

در خطاهای انسانی است. یک تأثیر مهم هوش مصنوعی بر صنعت آتش‌نشانی بهینه‌سازی سرعت تشخیص حریق است. مطابق شکل ۴ سنسورها، دکتورها و دوربین‌های مجهز به هوش مصنوعی برای تشخیص زود هنگام آتش‌سوزی استفاده می‌شوند که واکنش سریع و کاهش آسیب را ممکن می‌سازد. این حسگرها می‌توانند داده‌ها را در زمانی بسیار کوتاه تجزیه و تحلیل کنند و تغییرات دما، دود و سایر شاخص‌های آتش را تشخیص دهند. [۴]



▲ شکل ۴- سیستم هوشمند آتش‌نشانی

ارتباط سیستم‌های آتش‌نشانی و آشکارسازهای گاز، دود و آتش با هوش مصنوعی می‌تواند تحولی اساسی در افزایش ایمنی و کارایی این سیستم‌ها ایجاد کند. در سیستم‌های سنتی، آشکارسازها معمولاً به‌صورت مستقل عمل کرده و تنها در صورت تشخیص خطر، زنگ هشدار یا سیگنال را ارسال می‌کنند. با بهره‌گیری از هوش مصنوعی، این سیستم‌ها می‌توانند به‌صورت هوشمند عمل کرده و اطلاعات دریافتی از سنسورها را تحلیل و تفسیر کنند. به‌عنوان مثال، هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های دریافتی از حسگرهای دود، گاز یا دما را به‌طور هم‌زمان بررسی کرده و حتی الگوهای احتمالی وقوع آتش‌سوزی را پیش از آن‌که وضعیت بحرانی شود شناسایی کند. علاوه بر این استفاده از یادگیری ماشین در این سیستم‌ها می‌تواند به تشخیص هشدارهای کاذب کمک کند. برای مثال هوش مصنوعی قادر است تفاوت میان دود حاصل از آشپزی و دود ناشی از آتش‌سوزی را تشخیص دهد و تنها در موارد ضروری اقدامات اضطراری مانند ارسال پیام به ساکنین یا آتش‌نشانی را انجام دهد. از طرفی با اتصال این سیستم‌ها به اینترنت اشیا (IoT)، امکان اشتراک‌گذاری لحظه‌ای داده‌ها با مراکز امدادی، تحلیل موقعیت مکانی و ارائه پیشنهادهای عملی به گروه‌های نجات نیز فراهم شده و در نتیجه زمان واکنش به حوادث کاهش و ایمنی نیز افزایش می‌یابد.

تجهیزات هوشمند شناسایی حریق

دکتور هوشمند نشت گازهای خطرناک با Wi-Fi

دکتورهای هوشمند نشت گاز و آتش‌سوزی مجهز به Wi-Fi از جمله جدیدترین فناوری‌ها در ایمنی خانگی و صنعتی محسوب می‌شوند. این دستگاه‌ها از حسگرهای پیشرفته برای تشخیص گازهای خطرناک مانند مونوکسید کربن (CO)، متان (CH₄)

مزایا و معایب هوش مصنوعی

پس از آشنایی با اجزاء، اهداف و چالش‌های هوش مصنوعی در تأسیسات ساختمان، حال می‌توان مزایا و معایب هوش مصنوعی را بررسی نموده و در به‌کارگیری این فناوری سعی کرد بیشترین و بهترین بهره‌گیری را در تأسیسات ساختمانی مدنظر قرار داد. در این بخش برخی از مزایا و معایب استفاده از این فناوری را می‌توان به شرح زیر برشمرد.

۱. کاهش خطای انسانی
۲. کاهش خطرات
۳. نوآوری‌های جدید
۴. هزینه‌های بالا
۵. عدم خلاقیت
۶. افزایش بیکاری
۷. کاهش فعالیت انسان
۸. عدم وجود اصول اخلاقی

چالش‌های کلیدی هوش مصنوعی در بخش تأسیسات ساختمان و انرژی

یکی از دلایل پذیرش کند هوش مصنوعی در صنعت ساختمان و تأسیسات آن، فقدان دانش لازم در مورد فناوری هوش مصنوعی در بین تصمیم‌گیرندگان است. بسیاری از شرکت‌ها پیش‌زمینه فنی کافی برای درک اینکه چگونه کسب‌وکارشان می‌تواند از پذیرش هوش مصنوعی بهره‌مند شود را ندارند. ذینفعان ترجیح می‌دهند به روش‌ها و ابزارهای اثبات‌شده پایبند بمانند تا اینکه ریسک امتحان راه‌حل جدید را امتحان کنند. همان‌طور که صنایع بیشتری مانند آموزش، امور مالی، مراقبت‌های بهداشتی و حمل‌ونقل از پتانسیل هوش مصنوعی استقبال می‌کنند، می‌بایست تصمیم‌گیرندگان در حوزه مسکن و تأسیسات و انرژی نیز با افزایش دانش و شناخت هوش مصنوعی و کاربردهای آن در صنعت تأسیسات ساختمان، توجه خود را به این فناوری معطوف نمایند. هوش مصنوعی فناوری جدیدی است که متخصصین در این زمینه کم هستند. متخصصان زیادی با دانش نظری عمیق در مورد موضوع هوش مصنوعی و تأسیسات ساختمان وجود ندارند و یافتن متخصصانی که بتوانند نرم‌افزارهای قوی مبتنی بر هوش مصنوعی در حوزه مذکور بسازند که ارزش عملی واقعی داشته باشد، بسیار سخت است. اگرچه شرکت‌های محدودی، داده‌ها را جمع‌آوری و مدیریت می‌کنند اما دیجیتالی کردن آن با راه‌حل‌های فناوری نوآورانه مشکل‌ساز است. خطرات مرتبط با از دست دادن داده‌ها، سفارشی‌سازی ضعیف، خرابی سیستم و دسترسی غیرمجاز نیز باعث کندی استفاده از هوش مصنوعی در صنعت تأسیسات ساختمان شده است.

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی به هر بخش از صنعت وارد شده است و صنعت ساختمان و تأسیسات و انرژی نیز از این قاعده مستثنی نیست. هوش مصنوعی آنچه را که برای متحول کردن این بخش در سراسر جهان لازم است با خود به همراه دارد. انتظار می‌رود به زودی هوش مصنوعی از یک فناوری مفید به کارآمدترین

از چند حسگر برای افزایش دقت می‌باشد. همچنین این دتکتورها به سیستم نور و صدا مجهز هستند و در محیط‌های حساس با آژیرهای قوی هشدار صوتی و تصویری ارائه می‌نمایند. این تجهیزات با پایش مداوم و گزارش‌گیری از طریق اپلیکیشن، گزارش‌های تحلیلی نیز ارائه نموده تا کاربران از وضعیت ایمنی محیط آگاه شوند.

سیستم‌های تشخیص آتش به کمک هوش مصنوعی

هوش مصنوعی در سیستم‌های تشخیص آتش یک پیشرفت انقلابی است که فراتر از تشخیص ساده دود یا گرما عمل می‌کند. همان‌گونه که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد این سیستم‌ها با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق (Deep Learning) و تحلیل تصاویر دوربین‌های حرارتی، حتی در مراحل ابتدایی آتش‌سوزی، آن را شناسایی می‌کنند. تشخیص الگوهای آتش به کمک هوش مصنوعی قادر است تفاوت بین شعله واقعی و نور مصنوعی را تشخیص دهد. همچنین کاهش زمان واکنش با تحلیل سریع داده‌ها و اقدامات پیشگیرانه سریع از خصوصیات مهم این سیستم‌ها می‌باشد. سیستم‌های خودکار خاموش‌کننده آتش می‌توانند به‌صورت خودکار اسپرینکلرها یا شیرهای گاز را فعال کرده و میزان خسارات ناشی از آتش‌سوزی را کاهش دهند.



▲ شکل ۶- سیستم تشخیص آتش به کمک فناوری هوش مصنوعی

هوش مصنوعی و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه

هوش مصنوعی همچنین می‌تواند به کمک الگوهای کامپیوتری از پیش تعیین شده برای پیش‌بینی خرابی تجهیزات تأسیساتی نیز استفاده شود. هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل داده‌های عملکرد تجهیزات تأسیساتی، الگوهای خرابی را شناسایی کرده و ضمن ارائه هشدارهای پیشگیرانه، این امر می‌تواند به کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و افزایش قابلیت اطمینان تجهیزات کمک کند. همچنین ربات‌های هوشمند می‌توانند برای انجام کارهایی مانند تعمیر و نگهداری تجهیزات، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های جدید و جمع‌آوری داده‌ها برای تجزیه و تحلیل استفاده شوند. این ربات‌ها می‌توانند بهره‌وری و ایمنی را در تأسیسات ساختمان افزایش دهند. از طرف دیگر یادگیری ماشین می‌تواند برای شناسایی الگوها در داده‌های عملکرد تأسیسات ساختمان استفاده شود. این الگوها می‌توانند برای بهبود بهره‌وری، پیش‌بینی خرابی و شناسایی شرایط خطرناک نیز استفاده شوند.

خیرالهی چورشی، کوثر، ۱۴۰۱، بررسی لزوم به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در صنعت ساختمان، هشتمین کنگره سالانه بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران

۳. طباطبایی، سیدامیر و قربانی پارام، افشین، ۱۴۰۱، هوشمندسازی نظام بنای معماری در جهت کنترل و مدیریت مصرف انرژی در ساختمان، دومین کنفرانس بین المللی عمران، معماری، شهرسازی با رویکرد توسعه زیرساخت‌های شهری

۴. کتاب کاربردهای هوش مصنوعی در ساختمان‌ها، سلیمان نژاد باسعیدو، محسن امیدوارم مقدم، عبدالله آبادیان

۵. کتاب کاربرد ابزار هوش مصنوعی در پیش‌بینی مصرف انرژی ساختمان، یاسر شهیازی، سحر حسین پور، محسن مختاری

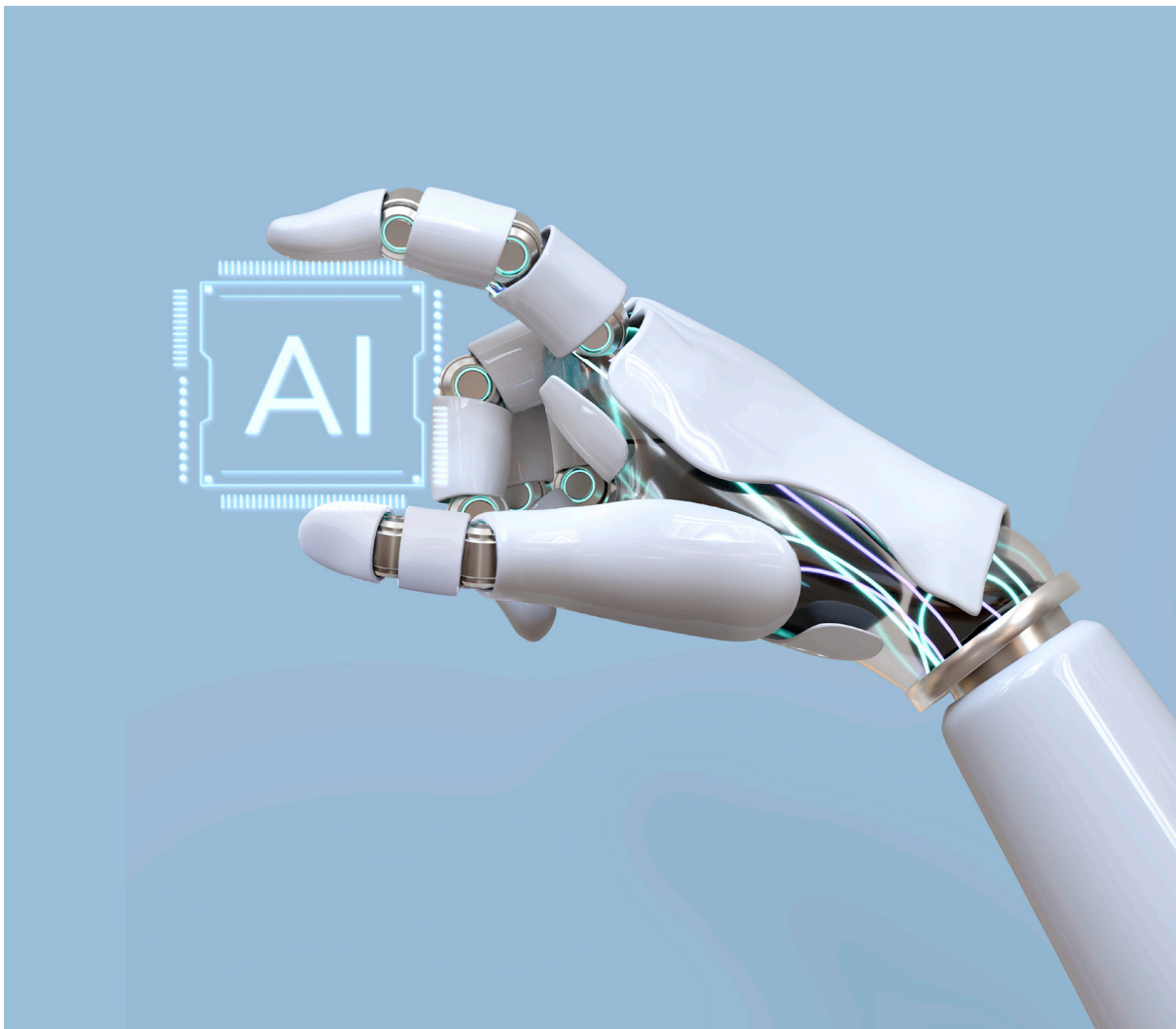
۶. میرزایی، مریم و لیبب زاده، راضیه، ۱۴۰۲، هوش مصنوعی ابزاری جهت ارتقای معماری پایدار، چهارمین کنفرانس ملی شهرسازی و معماری دانش بنیان، تهران

۷. ایمن‌سازی ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزی به کمک هوشمند سازی ابزار مدل سازی اطلاعات ساختمان، ایمان میرشجاعیان حسینی، اعظم براتخووه و همکاران، سومین کنفرانس ملی پژوهش

تصمیم‌گیرنده‌ای تبدیل شود که صنعت ساختمان و تأسیسات تاب‌حال داشته است. پیش‌بینی می‌شود که میزان کار به‌صورت دستی و خطرات را کاهش دهد و مدیریت داده‌ها و دارایی‌ها را نیز بهبود بخشد. ائتلاف انرژی در حوزه مسکن بسیار زیاد است و روش‌های نوین و استفاده از فناوری می‌توانند در این زمینه کمک‌کننده باشند. انرژی مصرفی در بخش ساختمان‌ها در کشور ایران حدود ۴۰ درصد است که ۶۰ درصد آن هدر می‌رود. این آمار نشان‌دهنده میلیاردها دلار هزینه برای انرژی تولیدشده‌ای است که ما مصرف نکرده‌ایم. برای جلوگیری از این اتفاق، ابتدا باید بدانیم این ائتلاف انرژی کجا و چگونه اتفاق می‌افتد و مسلماً استفاده از هوش مصنوعی در این زمینه می‌تواند بسیار راهگشا باشد.

■ مراجع

۱. زارع آفدرق، نگین و نقی پور، پیمان و اشرف نهند، علیرضا و شکویی زاده، الناز، ۱۴۰۱، نقش هوش مصنوعی در صنعت ساختمان با رویکرد معماری هوشمند (BMS)، دومین همایش بین المللی و هفتمین همایش ملی معماری و شهر پایدار، تهران
۲. داغستانی، میلاد و جمشیدی، شروین و حقیقی مفرد، خشایار و

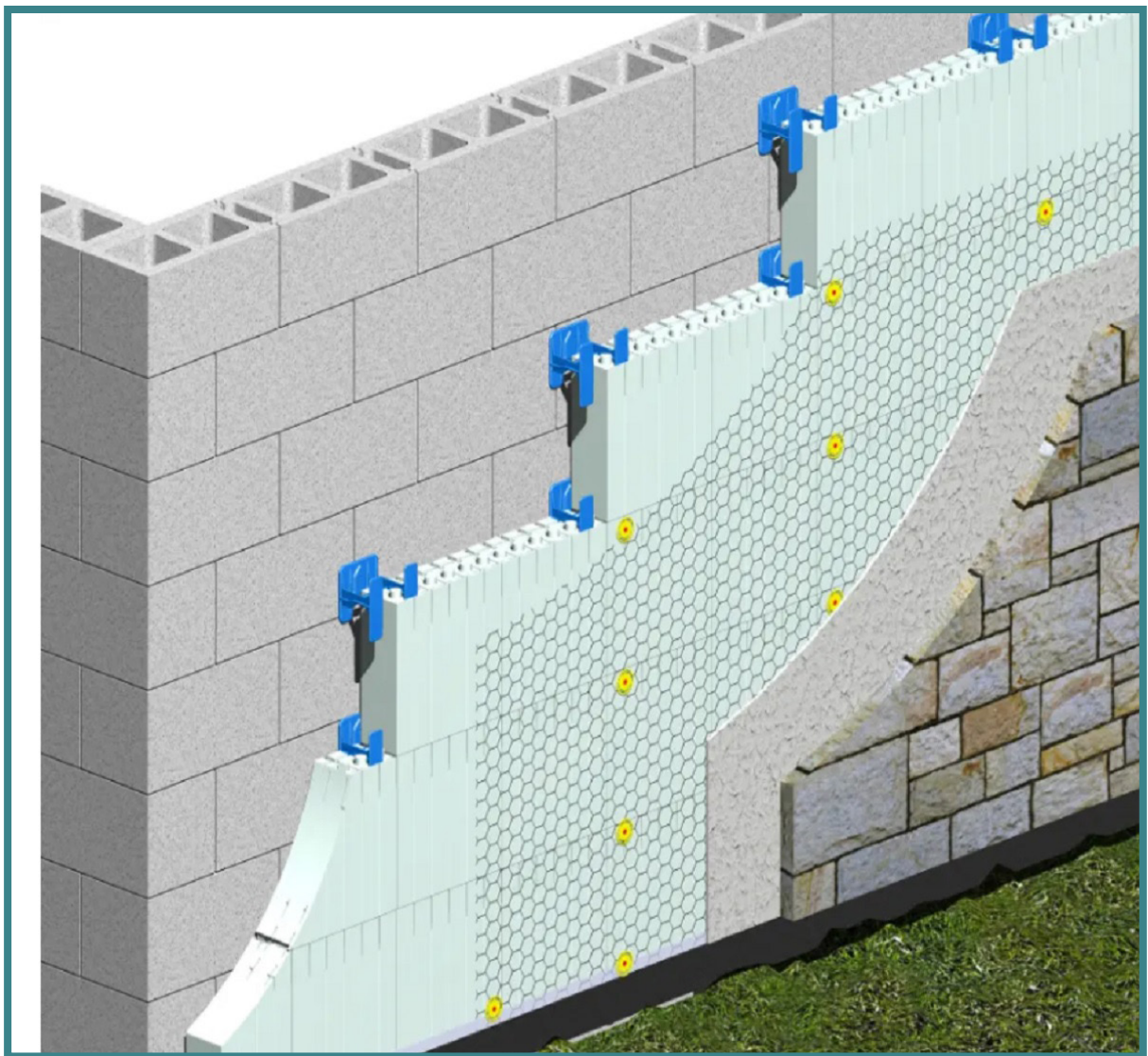




مهندس نیما تشریفی

عکس و درس

بارویکرد بهینه سازی انرژی



عایق کاری خارجی ساختمان با پلی استایرن منبسط شده Eps





اجرای عایق کاری خارجی با پشم سنگ تخته ای و گل میخ



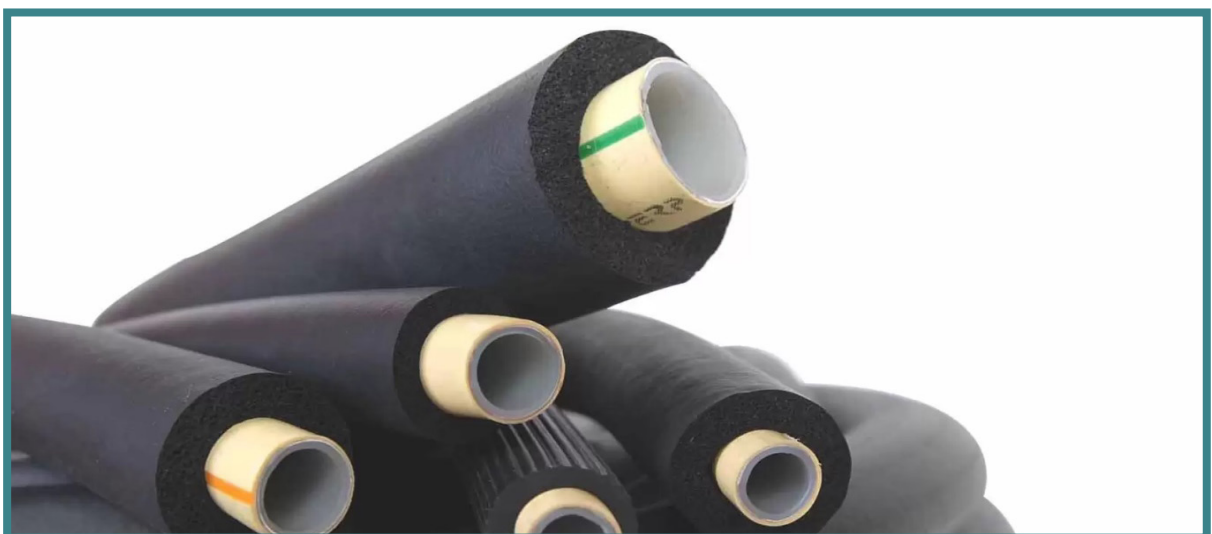
عایق کاری خارجی ساختمان با پشم سنگ رولی



کانال‌های فلکسیبل با عایق الاستومری



انواع عایق‌های حرارتی از جنس پشم سنگ



عایق کاری (الاستومری) لوله‌های آب



عایق کاری داخلی با پشم سنگ بتویی