

به نام خدا

بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان به کمک هوش مصنوعی

مؤلف :

سعید الماسی

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۵)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir



سرشناسه: الماسی، سعید، ۱۳۵۲
عنوان و نام پدیدآور: بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان به کمک هوش مصنوعی / مولف: سعید الماسی
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری: ۷۰ص.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۳۰۶-۳
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان به کمک هوش مصنوعی
رده بندی کنگره: TP ۹۸۳
رده بندی دیویی: ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی: ۸۸۳۷۶۱۹
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

نام کتاب: بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان به کمک هوش مصنوعی

مولف: سعید الماسی

ناشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)

صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: الهام غفاری

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۵

چاپ: زبرجد

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ تومان

فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان:

<https://chaponashr.ir/ketabresan>

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۳۰۶-۳

تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵

www.chaponashr.ir



تقدیم به همسر عزیز و دل‌بندم سرکار خانم عظیمه سلحشور بهزادی بخاطر این
که بزرگ‌ترین مشوق و دلگرمی بخش من بود و سایه مهربانیش سایه سار
زندگیم می‌باشد، او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر تحصیل را
برایم تسهیل نمود.

تقدیم به فرزندان عزیزم آقا امیرمسعود عزیز و به یاد دختر عزیز و آسمانیم زنده
یاد مرسانا خانم که هدیه‌های گرانقدر از طرف پروردگارم هستند.

فهرست

فصل اول: کلیات تحقیق	۹
مقدمه	۹
اهمیت بررسی انرژی ساختمان	۹
عوامل مؤثر بر مصرف انرژی ساختمان	۱۰
هوش مصنوعی قابل توضیح و مزایای آن	۱۲
یادگیری ماشین و مزایای آن	۱۳
بیان مسئله	۱۴
اهداف	۱۵
پرسش های پژوهش	۱۶
اهمیت این مطالعه	۱۶
مفروضات	۱۷
محدودیتها	۱۷

تعیین حدود ۱۸

خلاصه فصل ۱۸

فصل دوم: ادبیات نظری ۱۹

گفتار اول: مفاهیم ۱۹

بررسی بازدهی انرژی ساختمان ۱۹

تأثیر از متغیرهای طراحی ساختمان ۲۱

هوش مصنوعی قابل توضیح ۲۲

یادگیری ماشین ۲۴

الگوریتم های پیش بینی ۲۶

اهمیت مشخصه ۲۹

تأثیر موقعیت مکانی ۳۱

خلاصه فصل ۳۳

مراجع ۳۵

فصل اول

کلیات تحقیق

مقدمه

اهمیت بررسی انرژی ساختمان

تأثیر تغییر اقلیم بسیار زیاد است و بر هر چیز زنده روی سیاره زمین اثرگذار است (عثمان و همکاران، ۲۰۲۲؛ رودریگز و همکاران، ۲۰۲۰). گرمایش جهانی جزئی از تغییر اقلیم است که نشان دهنده تغییر دمای متوسط سطح زمین است (رودریگز و همکاران، ۲۰۲۰). مصرف فزاینده سوختهای فسیلی یکی از دلایل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است که گرمایش جهانی را تقویت می‌کند (ماستروچی و همکاران، ۲۰۲۱؛ کامپاگنا و فیوریتو، ۲۰۲۲). دی اکسید کربن (CO_2) مهم ترین گاز گلخانه‌ای است که بر گرمایش جهانی تأثیر دارد و انتشار آن در طول سال افزایش مداوم داشته است (القوسین، ۲۰۱۹؛ یورو و دارامولا، ۲۰۲۰). برای نمونه انتشار CO_2 از اتمسفر جهانی در سال ۲۰۱۹ به میزان ۴۵٪ بیشتر از انتشار آن بین سال های ۱۹۹۰-۱۹۸۰ بود (یورو و دارامولا، ۲۰۲۰). همچنین دو برابر شدن میزان CO_2 دمای جهانی را تا 3.8°C افزایش خواهد داد (القوسین، ۲۰۱۹). سه بخش اصلی اقتصادی عبارتند از ساختمان سازی، حمل و نقل و صنعت. در میان این سه بخش، بخش ساخت و ساز بخش قابل توجهی از

انرژی را مصرف می کند (چو و بوی، ۲۰۱۴؛ پراستیو و همکاران، ۲۰۱۹). موسسه بین المللی انرژی (IEA) برآورد می کند ساختمان ها ۴۰٪ کل انرژی را مصرف می کنند و مسئول ۲۴٪ از انتشار جهانی CO₂ هستند (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۳؛ پراستیو و همکاران، ۲۰۱۹). بخش ساخت و ساز شامل ۴۱٪ مصرف کل انرژی است، در حالی که در ایالات متحده صنعت و حمل و نقل به ترتیب ۳۰ و ۳۹٪ انرژی را مصرف می کنند (چوی و بوی، ۲۰۱۴). بنابراین کاهش مصرف انرژی در ساختمان سازی ضروری است.

ساختمان ها دو نوع متفاوت دارند: مسکونی و تجاری. ساختمان های تجاری شامل انواع ادارات، فروشگاه های بزرگ، بیمارستان ها، هتل ها، و بسیاری از ساختمان های دیگر می شوند. با توجه به آمار اداره انرژی ایالات متحده، ساختمان های مسکونی و تجاری تا سال ۲۰۱۰ چهل درصد گازهای گلخانه ای را منتشر کرده اند (احمد و ژانگ، ۲۰۲۰). همچنین از سال ۲۰۱۶، ساختمان های مسکونی بیش از ۶۰٪ انرژی را تنها به صورت برق مصرف کرده اند (لوخاندوالا و ناطقی، ۲۰۱۸). بنابراین شناسایی عواملی که بر مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان تجاری تأثیر گذار هستند، برای دستیابی به پایداری بیشتر و تأثیر زیست محیطی کمتر، اهمیت دارند.

عوامل مؤثر بر مصرف انرژی ساختمان

عوامل زیادی بر مصرف انرژی ساختمان تأثیر می گذارند (ساناس و زیفارا، ۲۰۱۲؛ اقلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ اینویدیاتا و همکاران، ۲۰۱۸). چند عامل

مؤثر عبارتند از گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC)، رشد جمعیت، زمان طولانی‌تر صرف شده در ساختمان‌ها، و اقلیم. همچنین شرایط آب و هوایی، یعنی آب و هوای خشک، سرد و فصلی، دمای هوای خشک، ویژگی‌های حرارتی مصالح ساختمانی و تعداد طبقات هم روی مصرف انرژی ساختمان تأثیر دارند (آرائوجو و همکاران، ۲۰۲۳؛ بکوچی و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین ویژگی‌های ساختمان هم نقش مهمی در کنترل مصرف انرژی ساختمان بازی می‌کنند که راهبردهای مناسب طراحی می‌تواند تقاضای انرژی ساختمان را کاهش دهد (ساناس و زیفارا، ۲۰۱۲).

بررسی تأثیر مشخصه‌های ساختمانی بر مصرف انرژی ساختمان ضروری است، چون طراحی نامناسب ساختمان و سازه منجر به افزایش ۴۰ درصدی انرژی و انتشار CO_2 ناشی از مصرف انرژی ساختمان شده است (ژو و همکاران، ۲۰۱۲). بار گرمایش (HL) و بار سرمایش (CL) دو پارامتر مناسب برای بررسی مصرف انرژی ساختمان هستند (ساناس و زیفارا، ۲۰۱۲؛ عرفان و راملی، ۲۰۲۱).

موقعیت اقلیمی عامل مؤثر دیگر بر مصرف انرژی ساختمان است (تیمونز و همکاران، ۲۰۱۶؛ رنوکا و همکاران، ۲۰۲۲). اقلیم‌ها شرایط متفاوتی مانند گرما، سرما، رطوبت و خشکی دارند (فان و لین، ۲۰۱۴). بنابراین الزامات انرژی ساختمان هم با توجه به شرایط اقلیمی در موقعیت‌های خاص تغییر

می‌کند. برای نمونه ساختمان‌ها در مناطق سرد انرژی سرمایشی کمتری نسبت به اقلیم‌های گرم مصرف می‌کنند (فان و لین، ۲۰۱۴).

هوش مصنوعی قابل توضیح و مزایای آن

هوش مصنوعی (AI) کامپیوترهای در حال شبیه سازی دانش انسانی و در حال آموزش برای تصمیم گیری بر اساس رفتار انسانی است (ژانگ و لو، ۲۰۲۱). پردازش تصویر و روبات‌های هوشمند از کاربردهای هوش مصنوعی هستند. هوش مصنوعی قابل توضیح (XAI) زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی است که برای توضیح با جزئیات مجموعه داده با استفاده از روش‌های مجسم سازی مانند نمودارهای اهمیت مشخصه بکار گرفته می‌شود (ژانگ و لو، ۲۰۲۱). هوش مصنوعی قابل توضیح روش سودمندی برای درک تصمیم یا ادراک مربوط به هوش مصنوعی است و مشخص می‌کند کدام متغیرها در مجموعه داده تأثیر بیشتری بر خروجی‌های پیشگویانه مدل‌های یادگیری ماشین نظارت شده دارد (کیم و همکاران، ۲۰۲۰؛ آنگلو و همکاران، ۲۰۲۱). Shapash یکی از روش‌های معمول هوش مصنوعی قابل توضیح، یک کتابخانه پایتون است که کمک می‌کند یادگیری ماشین به سادگی قابل درک و تفسیر باشد. کتابخانه Shapash یک داشبورد مجسم سازی برای اجرای خروجی‌های مدل یادگیری ماشین تولید می‌کند (Shapash, n.d.; Molnar, n.d؛ امین و همکاران، ۲۰۲۲). Shapash با استفاده از ترسیم هدف نتایج دقیقی را نمایش می‌دهد تا به کاربران کمک کند مدل‌ها را با

استفاده از یک برنامه کاربردی اینترنتی که به آنها امکان می‌دهد به سادگی بین قابلیت توضیح جهانی و محلی تغییر وضعیت دهند، درک کنند. قابلیت توضیح مدل در سطح جهانی روی مشخصه‌هایی تمرکز دارد که بیشترین تأثیر را بر خروجی‌ها دارند، در حالی که بر تصمیمات فردی تمرکز دارد. خروجی‌های Shapash عبارتند از نمودارهای نمایش دهنده اهمیت مشخصه، سهم مشخصه، و توضیح‌های محلی (صابونی و همکاران، ۲۰۲۲).

یادگیری ماشین و مزایای آن

یادگیری ماشین یک روش با دوام برای تحلیل با سرعت اجرای بالا و پیاده سازی آسان است (دوگان و بیرانت، ۲۰۲۱). یادگیری ماشین یک حوزه فرعی از هوش مصنوعی است که از الگوریتم‌ها برای پیش بینی یک مجموعه داده استفاده می‌کند (ژی و همکاران، ۲۰۲۲). یادگیری ماشین به واسطه شناسایی آسان روندها و الگوهای یک مدل رایج است. یادگیری ماشین می‌تواند داده‌های بزرگ و پیچیده را بررسی کند و روندها و الگوهایی که کار دستی با آنها برای انسان دشوار است را شناسایی کند (خانزود، ۲۰۲۰). همچنین یادگیری ماشین قادر به کار با داده‌های چندبعدی در محیط‌های دینامیک است. این مطالعه از یادگیری ماشین برای شناسایی الگوهای داده‌های مربوط به انرژی استفاده می‌کند، اما به واسطه کاربردهای گسترده آن، بسیاری از حوزه‌ها می‌توانند از یادگیری ماشین بهره بگیرند، مانند مراقبت سلامت (داهیا و همکاران، ۲۰۲۲). به طور خاص، یادگیری ماشین نظارت شده از

یک مجموعه داده برچسب دار برای پیش بینی استفاده می کند (ولنگ و همکاران، ۲۰۲۱). این مدل ها از دو شرایط آزمون استفاده می کنند: تفکیک آموزش-آزمون و اعتبارسنجی متقابل. بخش بندی داده به k زیرمجموعه یا قسمت، روش اعتبارسنجی متقابل k بخشی است که هر بخش به نوبه خود به عنوان داده آزمون عمل می کند که در آن صورت بخش های دیگر به عنوان داده آموزشی عمل می کنند و یک روش آزمون مطمئن است (چو و بوی، ۲۰۱۴).

ساناس و زیفارا (۲۰۱۲) از یادگیری ماشین برای مدل سازی جنگل تصادفی و میانگین مربعات مکرراً وزن دهی شده برای پیش بینی بار گرمایش و سرمایش یک ساختمان استفاده کردند. آکلان و همکاران (۲۰۱۴) بار سرمایشی و گرمایشی را با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و تحلیل خوشه پیش بینی کردند.

بیان مسئله

افزایش بازدهی انرژی ساختمان نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی بازی می کند که در مقابل منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای می شود. یکی از سنجش های اساسی برای محاسبه مصرف انرژی یک ساختمان، اندازه گیری بار گرمایشی و بار سرمایشی است. پژوهش های پیشین روش هایی برای شناسایی بهترین الگوریتم یادگیری ماشین با دقت و تأثیر بالا از متغیرهای ورودی برای پیش بینی بار گرمایشی و سرمایشی توسعه دادند. مسئله، نیاز به

شناسایی تأثیر مثبت و منفی متغیر ورودی بر متغیرهای خروجی و رابطه میان پارامترهای طراحی بود. همچنین این پژوهش به تحلیل اهمیت نسبی ویژگی‌های ساختمان و بررسی تأثیر مشخصه‌های مکانی بر مصرف انرژی ساختمان نیاز داشت.

اهداف

ساختمان‌های مسکونی و تجاری ۴۱.۱۰٪ از کل انرژی را مصرف می‌کنند و ۴۰٪ گازهای گلخانه‌ای را منتشر می‌کند (احمد و ژانگ، ۲۰۲۰). مصرف کمتر انرژی با استفاده از شرایط بهینه سازی شده به افزایش بازدهی انرژی ساختمان کمک می‌کند. بنابراین این پژوهش روش‌های افزایش بازدهی انرژی ساختمان با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین را بررسی کرد.

بدین منظور اهداف زیر به عنوان هدف پژوهش مطرح می‌شود:

۱. مطالعه تأثیرات مثبت و منفی متغیرهای طراحی ساختمان بر مصرف انرژی.
۲. مطالعه بازدهی انرژی ساختمان با استفاده از رابطه متغیرهای ورودی.
۳. شناسایی مهم‌ترین مشخصه‌های ورودی در مصرف انرژی ساختمان.
۴. بررسی تأثیر مشخصه‌های ساختمان بر مصرف انرژی.
۵. کاهش مصرف انرژی ساختمان و بنابراین کاهش انتشار CO_2 .