

کاربرد اینترنت اشیا در مدیریت بهینه مصرف انرژی سازمان های دولتی

صدف صفوی

مدرس موسسه آموزش عالی بهار مشهد

الهام عرفانیان

دانشجو موسسه آموزش عالی بهار مشهد

چکیده

همانطور که تکنولوژی به تکامل خود ادامه می دهد، جامعه ما با دستگاه های هوشمندتری غنی شده که به ما کمک می کند تا فعالیت های روزانه خود را به طور کارآمدتر و موثرتری انجام دهیم. یکی از مهم ترین پیشرفت های فناوری زمان ما، اینترنت اشیا است که دستگاه های هوشمند مختلف (مانند تلفن های همراه هوشمند، یخچال های هوشمند، ساعت های هوشمند، اعلام حریق هوشمند، قفل های هوشمند درب و بسیاری موارد دیگر) را به هم متصل می کند و به آنها اجازه می دهد با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و به صورت یکپارچه داده ها را مبادله کنند. اینترنت اشیا با جمع آوری و تحلیل داده های گسترده می تواند فرآیندهای مختلف را بهینه کرده و جنبه های زندگی انسان را بهبود بخشد و همچنین به عنوان یک فناوری نوظهور در دانشگاه ها و صنایع جذابیت دارد. یکی از کاربردهای مهم اینترنت اشیا کمک به کاهش و مدیریت بهینه مصرف انرژی است. اهمیت این موضوع در تحقق دولت هوشمند، از طریق بهره گیری از فناوری هایی مانند اینترنت اشیا، بلاک چین و داده های کلان، نهفته است. این فناوری ها به بهینه سازی خدمات شهری، افزایش شفافیت و مشارکت شهروندان کمک می کنند. استفاده از الگوریتم های پیشرفته و فناوری های ذخیره انرژی، موجب تقویت پایداری شبکه های انرژی و بهبود کیفیت زندگی می شود. در این مقاله، به بررسی اینترنت اشیا و کاربردهای آن پرداخته، سپس مروری بر تحقیقات مدیریت مصرف انرژی داشته و کاربرد اینترنت اشیا در این زمینه مورد بررسی قرار می گیرد. سازمان های دولتی و مدیریت هوشمند مصرف انرژی مورد تحقیق قرار گرفته و در مورد چالش ها و آینده کاربرد اینترنت اشیا در مدیریت بهینه انرژی مطالبی عنوان شده است. از اینرو، هدف اصلی این پژوهش، ارتقای بهره وری انرژی با استفاده از اینترنت اشیا است.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیا، مدیریت مصرف انرژی، سازمان های دولتی، دولت هوشمند

مقدمه

اینترنت اشیا به عنوان یکی از بهترین راه حل ها در ارائه خدمات برای کاربردهای مختلف مانند حمل و نقل هوشمند، شهر هوشمند، خانه های هوشمند، ایمنی عمومی، خدمات سلامت، فرآیندهای صنعتی، کشاورزی و زندگی مستقل داشته و پتانسیل زیادی در تأثیرات اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی دارد. از جهتی افزایش روزافزون شهرنشینی یک مشکل جهانی چندگانه شدید است که پاسخی چندوجهی می طلبد. جمعیت ساکن در مناطق شهری به دلیل افزایش ورود مردم به شهرها افزایش یافته است. سازمان ملل پیش بینی می کند که جمعیت شهری جهان تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۴.۹ میلیارد نفر برسد. این موضوع مسائل بسیاری مانند آلودگی، ترافیک، منابع و غیره را ایجاد می کند. این دستگاه ها به طور مداوم داده ها را جمع آوری می کنند و داده ها را برای تجزیه و تحلیل بیشتر به گره های محاسباتی ارسال می کنند. با توجه به پیشرفت قابل توجه تکنیک های یادگیری عمیق، بسیاری از برنامه ها از یادگیری عمیق برای تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده و دستیابی به "هوش" و "اتوماسیون" استفاده می کنند. از این رو، بر اساس تجزیه و تحلیل داده ها و زیرساخت های اینترنت اشیا، شهرهای هوشمند، به عنوان یک برنامه کاربردی عمومی که شامل شبکه های هوشمند، حمل و نقل هوشمند، تولید هوشمند، ساختمان های هوشمند و بسیاری موارد دیگر است، محبوبیت بیشتری پیدا کرده است (Oladimeji, et al, ۲۰۲۳).

در زیرساخت مبتنی بر شبکه اینترنت اشیا، چندین حسگر یا دستگاه هوشمند به دروازه اینترنت اشیا متصل می شوند. این دستگاه ها در مقایسه با سنجش داده ها از طریق حسگرها یا پردازش داده ها، در هنگام انتقال یا دریافت داده ها از فرستنده به دروازه، انرژی بیشتری مصرف می کنند. دستگاه های الکترونیکی مورد استفاده در ساختمان های هوشمند، شهرهای هوشمند و سیستم های کشاورزی هوشمند انرژی بیشتری نسبت به تجهیزات الکترونیکی سنتی مصرف می کنند. برای حفظ تقاضای رو به رشد لوازم هوشمند، بهینه سازی دستگاه های الکترونیکی هوشمند از نظر مصرف برق ضروری است. بسیاری از محققان و دانشمندان اکنون در حال کار بر روی بهینه سازی مصرف انرژی به عنوان یک تمرکز اصلی، همراه با ایجاد فضای راحتی برای پروژه های کاربردی هوشمند هستند (Afzaal, et al, ۲۰۲۵).

پیشرفت های اینترنت اشیا و همگرایی آن با هوش مصنوعی منجر به شکل گیری اینترنت اشیا هوشمند^۱ شده است که تحولات بزرگی در صنایع مختلف ایجاد می کند. مقاله (Aouedi, et al, ۲۰۲۴)، کاربردهای اینترنت اشیا هوشمند در حوزه هایی نظیر مراقبت های بهداشتی هوشمند، شهرها، حمل و نقل و صنایع هوشمند را بررسی کرده و مسائل امنیتی نظیر حملات شبکه، محرمانگی و یکپارچگی داده ها را تحلیل

^۱ مخفف «IIoT» می تواند به «Industrial Internet of Things» و «Intelligent Internet of Things» اشاره داشته باشد. در زمینه این مقاله، «اینترنت اشیا صنعتی» به کاربرد فناوری های اینترنت اشیا در تنظیمات صنعتی برای اهدافی مانند بهبود بهره وری و کارایی اشاره دارد، در حالی که «IIoT» به اینترنت اشیا هوشمند اشاره دارد که نشان دهنده ادغام روش های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای ساخت دستگاه ها است. و سیستم های اینترنت اشیا هوشمندتر و مستقل تر هستند.

می‌کند. همچنین، چالش‌های مربوط به نشت حریم خصوصی داده‌ها، مکان و مدل بررسی و راه‌حل‌های احتمالی برای آنها پیشنهاد شده است. مطالعه (Abdulaziz, et al, ۲۰۲۳) به بررسی چالش‌ها و مزایای پیاده‌سازی اینترنت اشیا در مالزی پرداخته و چارچوبی برای تسهیل اجرای آن پیشنهاد می‌دهد. چالش‌هایی مانند کمبود مهارت و بودجه شناسایی شده، اما این فناوری با بهبود ارتباطات، کاهش خطاها و افزایش کیفیت، رقابت‌پذیری را تقویت می‌کند.

بلاک چین به عنوان یک فناوری کلیدی، محیطی امن و غیرمتمرکز برای اینترنت اشیا فراهم می‌کند. اما محدودیت‌هایی نظیر توان عملیاتی پایین و مقیاس‌پذیری شبکه همچنان مانع از عملکرد مطلوب آن می‌شود. به عنوان مثال، شبکه بلاک چین اتریوم تنها ۱۲ تا ۱۵ تراکنش در ثانیه را پردازش می‌کند، که برای نیازهای دستگاه‌های اینترنت اشیا ناکافی است. برای بهبود این مشکلات، از الگوریتم اجماع Raft جهت افزایش توان عملیاتی و از zkLedger مبتنی بر رمزنگاری دانش صفر برای حفظ حریم خصوصی استفاده شده است. این راهکارها به رفع چالش‌های مقیاس‌پذیری و امنیتی اینترنت اشیا کمک می‌کنند (Dhar Dwivedi, et al, ۲۰۲۴).

شاخص‌های مصرف انرژی ابزار مؤثری برای ارزیابی و نظارت بر مصرف انرژی هستند. این شاخص‌ها باید ساده، قابل درک، و عملی باشند تا اطلاعات لازم را به ذینفعان ارائه دهند. شاخص‌ها به سه دسته مصرف، انتشار و اقتصادی (هزینه انرژی) تقسیم می‌شوند و امکان تحلیل عملکرد انرژی ساختمان‌ها را در بازه‌های زمانی مشخص فراهم می‌کنند و تکامل مصرف انرژی را نمایش می‌دهند. شاخص‌های کاربرد شامل انرژی مصرفی در واحد سطح، زمان، و افراد است که به بهبود مدیریت انرژی کمک می‌کنند (de Oliveira Cavalcanti, et al, ۲۰۲۳).

ساختمان‌های عمومی مانند بیمارستان‌ها و استخرهای شنا با چالش‌های منحصربه‌فردی در مصرف انرژی مواجه هستند. سیستم‌های گرمایش و سرمایش نیز با سهمی بین ۴۰ تا ۶۵ درصد، بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در این ساختمان‌ها محسوب می‌شوند. علاوه بر این، مقاومت‌سازی شامل اقدامات غیرفعال مانند عایق‌کاری و اقدامات فعال مانند استفاده از فناوری‌های پیشرفته است. رفتار کاربران و عادات عملیاتی نیز نقش مهمی در کارایی مداخلات فناوری ایفا می‌کنند، درحالی‌که عوامل اقلیمی و سیاست‌های دولتی تأثیر قابل‌توجهی بر الگوهای مصرف انرژی دارند (Papadakis, Nikolaos, et al, ۲۰۲۳). محاسبات مه با بهره‌گیری از حسگرها و گره‌های لبه، نقش حیاتی در نظارت بر سلامت، محاسبات توزیع‌شده، و بهینه‌سازی انرژی ایفا می‌کند. طرح پیشنهادی QoS-EO توانسته است زمان تأخیر اجرای CPU را به ۰.۰۶ ثانیه کاهش داده، استفاده از شبکه را به ۶۱۱,۶۴۳.۳ و هزینه اجرا را به ۸۳,۱۴۲.۲ کاهش دهد و در عین حال کارایی پردازش اطلاعات و انتقال داده را بهبود بخشد. این طرح با تضمین انتقال داده سریع و قابل‌اعتماد، غلبه بر محدودیت‌های پهنای باند و تأخیر شبکه، و افزایش توان عملیاتی و در دسترس بودن شبکه، عملکرد کلی سیستم را ارتقا داده است. از مزایای کلیدی آن می‌توان به کاهش ازدحام و هزینه‌های اجرا،

^۲ Central Processing Unit

تصمیم‌گیری سریع و آگاهانه، و استفاده از پایگاه‌های داده لایه میان‌افزار برای مقابله با خرابی سرورها و ارائه پاسخ‌های محلی اشاره کرد (Reyana, A., et al, ۲۰۲۳).

اینترنت اشیا با میلیاردها دستگاه متصل و وابسته به حسگرها، تأثیر اقتصادی و زیست‌محیطی قابل توجهی دارد که به دلیل مصرف انرژی زیاد، نیازمند توجه به پایداری است. به همین دلیل، توسعه فناوری‌های کارآمد انرژی و راه‌حل‌های پایدار برای اینترنت اشیا ضروری است. در این راستا، چهار، چارچوب اصلی برای بهینه‌سازی کارایی انرژی پیشنهاد می‌شود: ارتباطات ماشین به ماشین کارآمد انرژی، شبکه‌های حسگر بی‌سیم (WSN^۳) سازگار با محیط‌زیست، فناوری شناسایی فرکانس رادیویی (RFID^۴) کارآمد انرژی، و میکروکنترلرها و مدارهای مجتمع (IC^۵) با مصرف انرژی بهینه (Alsharif, Mohammed H., et al, ۲۰۲۳). در حوزه مراقبت‌های بهداشتی، اینترنت اشیا نقش مهمی در نظارت بر وضعیت سلامت بیماران ایفا می‌کند. دستگاه‌های حسگر شبکه‌ای، مانند سنسورهای دما، فشار خون و سطح قند خون، اطلاعات مفیدی را برای ارزیابی سلامت بیماران جمع‌آوری می‌کنند. چالش اصلی در این زمینه انتقال این داده‌ها به پزشک و اتخاذ تصمیمات مناسب بر اساس آن‌ها است. (Rupanetti, et al, ۲۰۲۴) به استفاده از ESP8266 و GPS برای ردیابی موقعیت بیمار پرداخته و داده‌های جمع‌آوری شده را از طریق اینترنت برای تجزیه و تحلیل ارسال می‌کند. در صورت تشخیص وضعیت جدی، سیستم هشدار فعال می‌شود و داده‌های سلامت به پزشک منتقل می‌شود.

مداخله دولت‌ها برای پیشبرد نوآوری و تقویت رقابت در بازارهای جهانی ضروری است. با توجه به تأثیر فناوری و نوآوری بر رقابت بین کشورها، دولت‌ها باید سیاست‌هایی را تدوین کنند که رشد اقتصادی، توسعه فناوری، و موفقیت شرکت‌های محلی را در رقابت جهانی تضمین کند. این سیاست‌ها باید بر حمایت از نوآوری، مقررات‌زدایی مالی، تقویت منابع انسانی، و انتقال فناوری تمرکز داشته باشند. همچنین همکاری بین دولت‌ها و بخش خصوصی و باز بودن بازارها برای رقابت جهانی بسیار حیاتی است (Katz, Yaron, ۲۰۲۵).

در این مقاله ابتدا به معرفی اینترنت اشیا و کاربردهای آن می‌پردازیم. سپس در مورد مصرف انرژی و مدیریت بهینه آن مطالبی ارائه کرده و در سازمان‌های دولتی و دولت هوشمند آنرا بررسی می‌کنیم. در انتها چالش‌ها و آینده کاربرد اینترنت اشیا در مدیریت بهینه انرژی مورد بحث قرار می‌گیرد.

^۳ Wireless Sensor Networks - WSN

^۴ Radio Frequency Identification - RFID

^۵ Integrated Circuit

^۶ Global Positioning System-GPS

۱- مروری بر اینترنت اشیا

اینترنت اشیا^۷ تکنیکی است که منابع موجود در اینترنت را ترکیب کرده و امکان کنترل دستگاه‌ها را فراهم می‌کند. مفهوم اولیه آن در اوایل دهه ۱۹۹۰ در آزمایشگاه Auto-ID موسسه فناوری ماساچوست^۸ معرفی شد. در طول سال‌ها پیشرفت‌های زیادی در این حوزه صورت گرفته و تعاریف مختلفی توسط سازمان‌ها ارائه شده است. اتحادیه بین‌المللی مخابرات^۹ اینترنت اشیا را به عنوان زیرساختی جهانی برای جامعه اطلاعاتی که خدمات پیشرفته را از طریق اتصال اشیاء فیزیکی و مجازی فراهم می‌کند، تعریف کرده است. اینترنت اشیا به اتصال اشیاء از طریق اینترنت پرداخته و با راهنمایی انسان‌ها عملی می‌شود.

پژوهشگران در حال تلاش هستند تا مفاهیم هوش مصنوعی^{۱۰} را بر روی دستگاه‌های متصل اعمال کنند تا این دستگاه‌ها بتوانند بدون نیاز به مداخله انسانی تصمیم‌گیری کرده و عمل کنند. ممکن است مرحله بعدی اینترنت اشیا به عنوان "اینترنت اشیا مبتنی بر هوش مصنوعی"^{۱۱} شناخته شود. مراحل تحول اینترنت اشیا در شکل ۱ نشان داده شده است (Khanna, A, et al, ۲۰۲۰).



شکل ۱- رابطه سه بخشی بین سه جنبه اینترنت اشیا

^۷ Internet of Things (IoT)

^۸ Massachusetts Institute of Technology

^۹ International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)

^{۱۰} Artificial Intelligence (AI)

^{۱۱} Internet of Things and Artificial Intelligence (IoTAI)

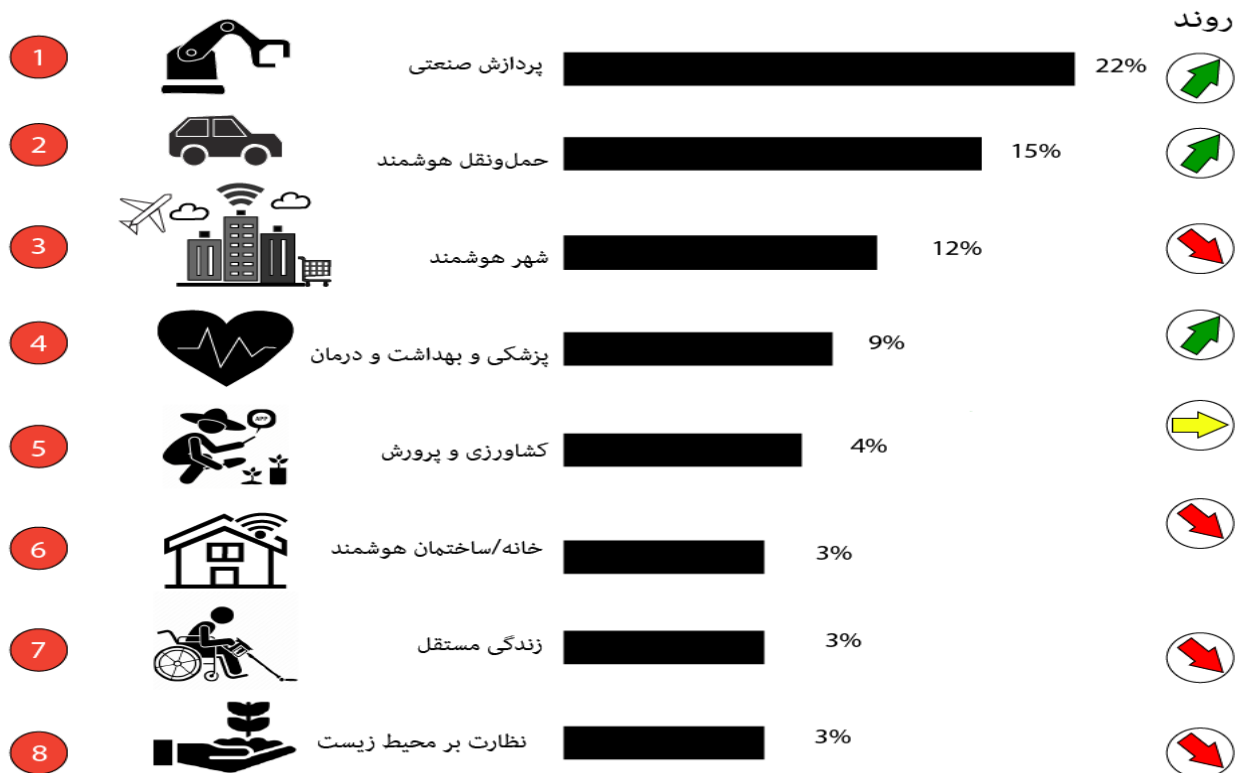
رواج دستگاه‌های اینترنت اشیا در حوزه‌های مختلف موجب تولید حجم زیادی از داده‌ها شده و تاثیرات زیادی بر چشم‌انداز فناوری گذاشته است. این داده‌ها دارای پتانسیل زیادی برای بهینه‌سازی فرآیندها و افزایش تجربیات کاربر دارند. برای تحلیل این داده‌ها، تکنیک‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق به‌طور گسترده استفاده می‌شوند تا نوآوری‌ها را در زمینه‌های مختلف تقویت کنند. آموزش فدرال^{۱۲} به دستگاه‌ها این امکان را می‌دهد که بدون افشای داده‌های خام، به‌صورت محلی مدل‌ها را آموزش دهند، که چالش‌های مربوط به حریم خصوصی و سربار ارتباط را حل می‌کند.

اینترنت اشیا با تغییرات عمیق در سبک زندگی و فرآیندهای کاری، به‌ویژه در خانه‌ها، مراقبت‌های بهداشتی و صنایع، امکانات جدیدی را ایجاد کرده است. دستگاه‌های متصل مانند گجت‌های شخصی و تجهیزات پزشکی، خدمات بهداشتی و راحتی روزمره را بهبود می‌بخشند. این فناوری همچنین در شهرهای هوشمند، حمل‌ونقل و انرژی، بهبودهایی ایجاد کرده و به کاهش ترافیک و مصرف انرژی کمک می‌کند. علاوه بر این، اینترنت اشیا می‌تواند در کشاورزی، صنعت و مدیریت انرژی تحولی عظیم به وجود آورد. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که تعداد دستگاه‌های متصل از ۹.۷ میلیارد در سال ۲۰۲۰ به ۲۹ میلیارد در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید، که به گسترش چشمگیر بازار اینترنت اشیا و تاثیرات اقتصادی آن اشاره دارد (Dubey, et al, ۲۰۲۵).

۱-۱ کاربردهای اینترنت اشیا

اینترنت اشیا پتانسیل زیادی برای تاثیرات اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی دارد و مفاهیمی مانند حمل‌ونقل هوشمند، شهر هوشمند، خانه‌های هوشمند، ایمنی عمومی، خدمات سلامت، فرآیندهای صنعتی، کشاورزی و زندگی مستقل از جمله کاربردهای آن هستند. این فناوری‌ها به‌شدت با زندگی ما مرتبط شده‌اند و استفاده از آن‌ها نقش مهمی در زندگی ایفا کرده است. در سال‌های اخیر، اهمیت آن‌ها به سطحی راهبردی رسیده و آینده اینترنت بر اساس مفهوم اینترنت اشیا شکل خواهد گرفت، که به‌طور عملی ما را به سمت آینده هدایت می‌کند [۱]. در شکل ۲ روند پیشرفت اینترنت اشیا در زمینه‌های مختلف نشان داده شده است.

^{۱۲} Federal Learning



شکل ۲- روند پیشرفت اینترنت اشیا در علوم مختلف

حمل و نقل هوشمند

با پیشرفت فناوری، اینترنت اشیا نقش مهمی در اتصال دستگاه‌های هوشمند و بهبود کارایی فعالیت‌های روزمره ایفا می‌کند. یکی از حوزه‌های کلیدی، حمل و نقل هوشمند است که با استفاده از اینترنت اشیا و فناوری‌هایی مانند یادگیری ماشینی و داده‌های بزرگ، مزایایی نظیر مدیریت ترافیک، بهینه‌سازی مسیرها، و افزایش ایمنی ارائه می‌دهد. این فناوری‌ها همچنین در بهبود سیستم‌های پارکینگ، نگهداری جاده‌ها، و پیشگیری از تصادفات مؤثرند. (Oladimeji, et al, ۲۰۲۳) حمل و نقل هوشمند را و معماری‌های مختلف مورد استفاده در آن را مانند محاسبات ابری، محاسبات لبه و محاسبات مه را بررسی کرده و به پروتکل‌های ارتباطی نظیر Wi-Fi و بلوتوث می‌پردازند. همچنین چالش‌هایی چون امنیت داده، مقیاس‌پذیری شبکه و تعامل‌پذیری دستگاه‌ها را شناسایی کرده و مسیرهای تحقیقاتی آینده مانند استفاده از پتانسیل خودروهای خودران، فناوری بلاک چین و استفاده از سیستم‌های احراز هویت پیشرفته را پیشنهاد می‌کنند.

شهر هوشمند

شهرهای هوشمند با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات^{۱۳} و اینترنت اشیا بهبود کارایی عملیات شهری و ارتقای کیفیت خدمات را برای شهروندان فراهم می کنند. این فناوری ها می توانند به توسعه پایدار در حوزه های مختلفی مانند شبکه های هوشمند، حمل و نقل، مراقبت های بهداشتی و مدیریت منابع کمک کنند. مثال هایی همچون کاهش مصرف انرژی در هلسینکی و مدیریت سیستم های حمل و نقل هوشمند در برلین نشان دهنده اثربخشی این فناوری ها هستند. اینترنت اشیا نقش کلیدی در جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها، پیش بینی خطرات و مدیریت محیطی ایفا می کند. به عنوان مثال، از آن برای نظارت بر کیفیت هوا در لندن و مدیریت زباله ها در سنگاپور استفاده می شود. همچنین، این فناوری می تواند در بهبود امنیت، مراقبت های بهداشتی و امداد رسانی در بلایای طبیعی مؤثر باشد. به طور کلی، اینترنت اشیا کمک می کند تا شهرهای هوشمند به توسعه پایدار زیست محیطی و اجتماعی دست یابند (Zeng, et al, ۲۰۲۴).

خانه/ساختمان هوشمند

خانه یا ساختمان هوشمند محیطی است که با تجهیزاتی مانند گرمایش، روشنایی و دستگاه های الکترونیکی قابل کنترل از راه دور با تلفن هوشمند یا رایانه، متمایز می شود. این مفهوم در سال های اخیر با اتصال دستگاه های مختلف به اینترنت توسعه یافته است (Khanna, et al, ۲۰۲۰). خانه هوشمند یک محیط مسکونی پیشرفته است که از فناوری اینترنت اشیا برای کنترل از راه دور لوازم خانگی، مدیریت مصرف انرژی، بهبود امنیت و افزایش راحتی استفاده می کند. این خانه ها از سیستم های مدیریت انرژی برای بهینه سازی مصرف انرژی بهره می برند و می توانند با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند پنل های خورشیدی و توربین های بادی، وابستگی خود را به شبکه برق کاهش دهند. این سیستم ها با کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره وری، هزینه ها را به حداقل می رسانند. الگوریتم های بهینه سازی مصرف انرژی و فناوری هایی مانند ذخیره انرژی در این خانه ها به پایداری شبکه های انرژی کمک می کنند. فناوری اینترنت اشیا ارتباط بین سیستم های مختلف مانند لوازم خانگی و سیستم های مدیریت انرژی را تسهیل می کند (Bikku, et al, ۲۰۲۵).

ایمنی عمومی و نظارت بر محیط زیست

نظارت بر ایمنی عمومی و محیط زیست شامل مشاهده شرایط آب و هوا، حفاظت از گونه های در خطر، و بررسی کیفیت آب است. این فرآیند از حسگرها و دستگاه های رصدی برای پایش تغییرات محیطی به موقع استفاده می کند (Khanna, et al, ۲۰۲۰). مشکلاتی مانند دمای نامناسب، کاهش سطح آب آشامیدنی، گازهای مضر، و ورود حیوانات به پناهگاه های حیوانات، سلامت دام ها را تهدید می کند. این عوامل می توانند بر

^{۱۳} Information and Communication Technology (ICT)

رفتار، سلامت، و تولید شیر تأثیر منفی بگذارند. همچنین، پخش مواد اشتعالزا در نزدیکی پناهگاهها موجب خسارات جدی به کشاورزان می شود. (Pillewan, et al, ۲۰۲۳) با استفاده از اینترنت اشیا، دستگاهی توسعه داده اند که کشاورزان را قادر می سازد شرایط پناهگاهها را کنترل کرده و در صورت وقوع موارد خطرناک، هشدار دریافت کنند. این سیستم با سنسورهای PIR^{۱۴} حرکت را شناسایی کرده، هشدار ارسال می کند و با دوربین Pi تصاویر مربوطه را ثبت می کند. این فناوری به حل مشکلات امنیتی و زیست محیطی پناهگاههای حیوانات کمک می کند.

پزشکی و بهداشت و درمان

رشد سریع دستگاههای پوشیدنی و دسترسی آسان به آنها منجر به افزایش حجم دادههای پزشکی خصوصی شده است. این دستگاهها قادر به جمع آوری دادههای مربوط به پارامترهای فیزیولوژیکی، حرکت کاربران و متغیرهای محیطی هستند که به افراد امکان می دهند تا مجموعههای داده شخصی سازی شده ای درباره سلامت و سبک زندگی خود داشته باشند. دستگاههای پوشیدنی در نظارت بر سلامت، ایمنی، پیشرفت توانبخشی، ارزیابی درمانها و تشخیص زودهنگام بیماری نقش مهمی ایفا می کنند. این فناوریها با امکان تجزیه و تحلیل دادهها به صورت بلادرنگ، مراقبت های مستمر و اقدامات پیشگیرانه را فراهم می آورند.

استفاده از دادههای جمع آوری شده برای ساخت مدل های تشخیص، پیش آگهی و بهینه سازی مداخلات، روندی مهم در بهبود مراقبت های بهداشتی است. فناوری هایی مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی و اینترنت اشیا در حال همگرایی هستند تا مراقبت های بهداشتی شخصی تر و پیشرفته تری ارائه دهند. این رویکردهای جدید، مانند پزشکی دقیق، با استفاده از دادههای شخصی و علمی، به بهبود پیشگیری و درمان بیماری ها کمک می کنند. به طور کلی، تجزیه و تحلیل دادههای پزشکی دقیق به تدریج جایگزین روش های سنتی در مراقبت های بهداشتی می شود (Wang, et al, ۲۰۲۳).

پردازش صنعتی

فناوری اینترنت اشیا صنعتی^{۱۵} با تمرکز بر اتوماسیون، شبکه سازی، و یکپارچه سازی، تحول بزرگی در صنعت ایجاد کرده است. این فناوری مدل های کسب و کار سنتی را تغییر داده و باعث نوآوری هایی مانند تبدیل محصولات به خدمات، نگهداری پیش بینی کننده، و بهینه سازی فرآیند تولید شده است. همچنین در ردیابی جریان مواد و بهبود کارایی در سایت های تولیدی مؤثر است. با این حال، پیچیدگی و سرعت پیشرفت آن

^{۱۴} PIR (Passive Infrared Sensors)

^{۱۵} Industrial Internet of Things

چالش‌هایی برای استانداردسازی ایجاد کرده و نیازمند توسعه راهکارها و استانداردهای جدید برای مدیریت بهتر این فناوری است (Mu,et al, ۲۰۲۴).

کشاورزی و پرورش

صنعت کشاورزی با زمین‌های گسترده، ناوگان وسیع، و نیروی انسانی زیاد نیازمند راهکارهای نوآورانه برای مدیریت منابع و افزایش تولید است. تحول دیجیتال این صنعت شامل استفاده از هوش مصنوعی، بلاک‌چین، پهپادها، اینترنت اشیا، سیستم‌های برنامه ریزی منابع انسانی^{۱۶}، و آموزش کارکنان در فناوری اطلاعات است. مشکلات مکانیزاسیون در کشاورزی باعث تلفات قابل توجهی در تولید محصولات می‌شود، از جمله ۵۷٪ در میوه و سبزیجات، ۷۹٪ در محصولات ریشه‌ای، و ۵۳٪ در دامپروری شیر. دیجیتالی‌سازی کشاورزی با هدف کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری، و بهبود فرآیندها با استفاده از فناوری‌های بی‌سیم و اصول مازولار، راهکاری اساسی برای توسعه این صنعت است.

(Zolkin,et al, ۲۰۲۴)

زندگی مستقل

زندگی مستقل به افراد مسن کمک می‌کند تا یک سبک زندگی ایمن و مستقل داشته باشند. افزایش امید به زندگی و تغییر جمعیت به سمت سالمندی، نیاز به خدمات حمایتی برای سالمندان را افزایش داده است. گجت‌های اینترنت اشیا نقش کلیدی در توسعه خانه‌های هوشمند دارند که راحتی و پشتیبانی بیشتری برای افراد با توانایی‌های کاهش‌یافته فراهم می‌کنند. سیستم‌های هوشمند مانند اتوماسیون خانگی، حسگرهای سلامت و فناوری‌های پوشیدنی، در خانه‌های هوشمند به کار گرفته می‌شوند. چالش‌هایی مانند آزمایش‌های میدانی بیشتر، دسترسی‌پذیری، امنیت، قابلیت همکاری و پشتیبانی طولانی‌مدت باید رفع شوند تا این سیستم‌ها قابل اعتمادتر و کاربردی‌تر برای سالمندان و افراد ناتوان شوند (Perez,et al, ۲۰۲۳).

۲-مدیریت و کاهش مصرف انرژی

در سال‌های اخیر به دلیل هدر رفت بی‌مورد انرژی الکتریکی، نیاز به بهینه‌سازی انرژی و راحتی کاربر اهمیت حیاتی یافته است. در مقالات متعدد، تکنیک‌های مختلفی برای پرداختن به مسئله بهینه‌سازی انرژی پیشنهاد شده است. هدف هر کدام تکنیک حفظ تعادل بین راحتی کاربر و نیازهای انرژی است، به طوری که کاربر می‌تواند با حداقل میزان مصرف انرژی به سطح راحتی مطلوب دست یابد. محققین با کمک

^{۱۶} Enterprise Resource Planning

الگوریتم‌های بهینه‌سازی مختلف و تغییرات موجود در آن، به این موضوع پرداخته‌اند. گرم شدن کره زمین و انتشار کربن مشکلات زیست‌محیطی بزرگی به همراه داشته که توجه دولت‌ها را در سطح جهانی جلب کرده است. حمل‌ونقل شهری، به‌ویژه ترافیک جاده‌ای، منبع اصلی انتشار CO_2 جهانی است و تقریباً ۲۴ درصد از انتشار CO_2 جهانی در سال ۲۰۲۰ مربوط به بخش حمل‌ونقل است. کربن‌زدایی حمل‌ونقل به یکی از چالش‌های بزرگ تبدیل شده است. سیاست‌های کم‌انتشار و استراتژی‌های کاهش انرژی برای کاهش اثرات محیط‌زیستی به سرعت نیازمندند. برقی‌سازی حمل‌ونقل یکی از فناوری‌های نوظهور است که می‌تواند به کاهش تغییرات آب‌وهوایی و وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک کند. خودروهای الکتریکی به‌عنوان راهی مؤثر برای کاهش انتشار CO_2 و بهبود کیفیت هوای شهری مطرح هستند و مزایای زیست‌محیطی قابل توجهی دارند. خودروهای الکتریکی نسبت به خودروهای با موتور احتراق داخلی بازده انرژی بالاتری دارند و از ترمز احیاکننده برای بازگرداندن انرژی از دست رفته استفاده می‌کنند، که منجر به کاهش هدررفت انرژی می‌شود (Zhang, et al, ۲۰۲۴).

مقاله Dingbang و همکاران (Dingbang, et al, ۲۰۲۱) با استفاده از روش‌های مختلفی مانند اندازه‌گیری کارایی انرژی، رگرسیون به ظاهر نامرتب و شبیه‌سازی سناریو، اثرات مصرف انرژی جدید بر مصرف انرژی فسیلی و انتشار کربن (CO_2) در چین را بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری انرژی فسیلی به تدریج بهبود می‌یابد، در حالی که بازده انرژی جدید تمایل به کاهش دارد. مصرف انرژی جدید به‌طور مستقیم می‌تواند مصرف انرژی فسیلی و انتشار کربن را مهار کند، اما اثر غیرمستقیم آن از طریق تعامل با بهره‌وری انرژی فسیلی، تأثیر بیشتری دارد. شبیه‌سازی سناریو نشان می‌دهد که اثر ارتقای مصرف انرژی جدید در کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد و در بلندمدت به‌طور کلی مصرف انرژی فسیلی و انتشار کربن را کاهش می‌دهد. در نهایت، رابطه‌ای معکوس و U شکل بین بازده انرژی جدید و مصرف انرژی فسیلی وجود دارد، و برای کاهش مصرف انرژی فسیلی و انتشار کربن، باید به بهبود بهره‌وری انرژی‌های نو توجه بیشتری شود.

تحقیقات جهانی در حال تطبیق با روندهای جهانی در صنعت انرژی سبز هستند. در کره، سه جهت اصلی تحقیقاتی در نظر گرفته شده است: (۱) توسعه منابع انرژی بدون انتشار گازهای گلخانه‌ای، (۲) توسعه فناوری برای سوخت‌های فسیلی پاک، و (۳) بهبود کارایی سیستم‌های تولید. در حالی که دو جهت اول به وضوح تعریف شده و تحقیقات فعال دارند، جهت سوم، یعنی بهبود کارایی کلی سیستم تولید، هنوز به طور کامل توسعه نیافته است و تحقیقات در این زمینه به دلیل عدم تعریف روشن از اهداف فنی بهره‌وری کمتر توجه شده است (Aljohani, et al, ۲۰۲۴).

(۲۰۲۴) طبق گزارش جهانی ساختمان و ساخت‌وساز، ساختمان‌ها مسئول ۳۸٪ از انتشار دی‌اکسید کربن مرتبط با انرژی هستند. کاهش مصرف انرژی در این بخش نسبت به سایر بخش‌ها کم‌هزینه‌تر و با بازدهی بالاتر است. یکی از دلایل هدررفت انرژی، آگاهی پایین شهروندان از تغییرات اقلیمی و نقش خود در مقابله با آن است. مطالعات نشان می‌دهند که رفتار ناآگاهانه می‌تواند تا یک سوم هزینه اضافی به عملکرد انرژی

ساختمان‌ها اضافه کند. برای کاهش مصرف انرژی، برنامه‌های تغییر رفتار مانند آگاهی‌بخشی، بازخورد بصری، مشوق‌ها و ارائه اطلاعات طراحی شده‌اند تا عادات کم‌مصرف انرژی را تقویت کنند ([Ramallo-González, et al, ۲۰۲۲](#)).

۱-۲ معرفی استانداردهای مدیریت انرژی

الکتریسیته در حال تبدیل شدن به منبع اصلی انرژی است و مصرف آن در آینده افزایش خواهد یافت. پیش‌بینی می‌شود مصرف انرژی خانگی در ۲۰ سال آینده بیش از ۴۰ درصد افزایش یابد. بنابراین، برای تأمین این تقاضا، بهبود سیستم‌های مدیریت انرژی خانه^{۱۷} ضروری است. یکی از جنبه‌های مهم مدیریت انرژی خانه، پیش‌بینی بار و برنامه‌ریزی مصرف انرژی است که به دقت و زمان‌بندی دقیق بستگی دارد

([Raza, A, et al, ۲۰۲۴](#)).

یک دستگاه مدیریت انرژی هوشمند^{۱۸} با قابلیت اینترنت اشیا برای مصرف‌کنندگان انرژی با منابع انرژی توزیع‌شده^{۱۹} توسعه داده شده است. این دستگاه از طریق پروتکل Modbus RTU و ارتباط RS۴۸۵ با زیرساخت اندازه‌گیری موجود ارتباط برقرار می‌کند و شامل سه ماژول نرم‌افزاری است: پیش‌پردازش داده، پیش‌بینی و بهینه‌سازی. که هدف آن کاهش هزینه‌های انرژی مصرف‌کنندگان است. معماری آن به‌گونه‌ای طراحی شده که قابلیت پیاده‌سازی در زمان واقعی را دارد. آزمایش‌های انجام شده محققین بر روی دستگاه آزمایشی در موسسه فناوری هند گاندیناگار نشان می‌دهد که مدیریت انرژی هوشمند قادر به برآورده کردن محدودیت‌های فنی و کمک به کاهش هزینه‌های انرژی است. این دستگاه به مصرف‌کنندگان این امکان را می‌دهد تا به‌طور فعال در برنامه‌های مدیریت انرژی سمت تقاضا مشارکت کنند ([Jha, et al, ۲۰۲۴](#)).

۲-۲ فناوری صرفه جویی در انرژی

شرکت‌های شهرهای مبتنی بر منابع با چالش‌های خاصی در توسعه پایدار مواجه‌اند. ساخت دولت دیجیتال با استفاده از فناوری اطلاعات، ظرفیت حکمرانی را تقویت کرده و بهره‌وری انرژی شرکت‌ها را بهبود می‌بخشد. این افزایش بهره‌وری انرژی تحت تأثیر عواملی مانند زیرساخت دیجیتال، سیاست‌های زیست‌محیطی، محدودیت‌های مالی و ساختار مالکیت شرکت قرار دارد. بهبود عمدتاً از طریق نوآوری‌های فناوری و کاهش هزینه‌های غیرمولد حاصل می‌شود و نقش کلیدی دولت دیجیتال را در توسعه پایدار شهرهای مبتنی بر منابع برجسته می‌کند ([Jiaomei, et al, ۲۰۲۵](#)). فناوری‌های پیشرفته صرفه‌جویی در انرژی می‌توانند بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها را بهبود داده و مصرف انرژی را کاهش دهند. این فناوری‌ها با ترکیب هوشمند اطلاعات، شبکه‌ها، کنترل خودکار و مدیریت انرژی، عملکرد ساختمان را بهینه می‌کنند. تمرکز بر

^{۱۷} home energy management system

^{۱۸} Smart Energy Management

^{۱۹} Distributed Energy Resources

بهره‌وری انرژی پوششی، استفاده از تجهیزات کارآمد و مدیریت هوشمند انرژی، به دستیابی به استانداردهای بالاتر صرفه‌جویی و کاهش مصرف کمک می‌کند (Wei, et al, ۲۰۱۱). محققان با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مختلف برای کاهش مصرف انرژی تلاش کرده‌اند، اما این مشکل هنوز حل نشده و شکاف‌های موجود به دلیل پیشرفت فناوری و مشکلات الگوریتم‌هاست (Shah, et al, ۲۰۱۹).

با رشد صنعتی و افزایش تولید در چین، مصرف انرژی به شدت بالا رفته و به یکی از مشکلات عمده برای توسعه پایدار تبدیل شده است. صنعت تولید بیش از ۵۷ درصد از مصرف انرژی کشور را به خود اختصاص داده است. به همین دلیل، سیاست‌های ملی مانند «ساخت چین ۲۰۲۵» و «برنامه پنج‌ساله چهاردهم» بر بهبود بهره‌وری انرژی و تولید سبز تأکید دارند تا مصرف انرژی در بخش تولید کاهش یابد و حفظ انرژی به یک اولویت استراتژیک برای توسعه پایدار کشور تبدیل شود (Gao, et al, ۲۰۲۴).

ترویج ابزارهای فنی صرفه‌جویی در انرژی در ساختمان‌های روستایی ضروری است، اما تشویق ساکنان به پذیرش این فناوری‌ها دشوار است. بر اساس مدل‌سازی معادلات ساختاری و تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده در مقاله (Li, et al, ۲۰۲۴)، نتایج نشان می‌دهند که نگرش‌های رفتاری، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتار ادراک‌شده تأثیر زیادی بر پذیرش فناوری‌های انرژی کارآمد دارند. نگرش‌های مثبت و هنجارهای ذهنی می‌توانند تمایل ساکنان روستایی به استفاده از این فناوری‌ها را افزایش دهند. این مقاله پیشنهادهایی برای بهبود بهره‌وری انرژی و مدیریت انرژی در مناطق روستایی ارائه می‌دهد از جمله افزایش آگاهی ساکنین روستا از آن و همچنین دانش آنها در مورد حفاظت محیط زیست و تقویت تبلیغات و بهبود خدمات فنی موثر می‌باشند.

۳- بهینه سازی مصرف انرژی مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا

اینترنت اشیا به عنوان یک فناوری نوظهور برای مدیریت مصرف انرژی در محیط‌های صنعتی، تجاری و مسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک سیستم مدیریت انرژی هوشمند برای محیط‌های هوشمند است که از کنترلر انرژی و مازول میان‌افزار اینترنت اشیا برای بهینه‌سازی مصرف انرژی استفاده می‌کند. این سیستم با جمع‌آوری داده‌های مصرف انرژی از دستگاه‌های هوشمند و انتقال آن‌ها به یک سرور ابری، به بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های تهویه مطبوع کمک می‌کند. نتایج آزمایش بر روی چهار ساختمان نشان می‌دهد که سیستم پیشنهادی توانسته است مصرف انرژی را بین ۱۵٪ تا ۴۹٪ کاهش دهد و مزایای چشمگیری همچون صرفه‌جویی در هزینه، کنترل بهتر بر تهویه مطبوع، مزایای زیست‌محیطی و عمر طولانی‌تر تجهیزات را به همراه داشته باشد (Saleem, et al, ۲۰۲۳).

بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها یک فرآیند جامع است که کل چرخه عمر ساختمان را پوشش می‌دهد. برای دستیابی به بهره‌وری انرژی، چالش‌های مختلفی در زنجیره ارزش ساختمان شناسایی می‌شود و شاخص‌های اندازه‌گیری کارایی انرژی در مراحل مختلف بازمهندسی

می‌شوند تا با شرایط خاص ساختمان هماهنگ شوند. مدل استاندارد EN15251 چارچوب‌هایی را برای مدیریت انرژی ساختمان‌ها با حفظ شرایط محیطی داخلی پیشنهاد می‌دهد. این استاندارد بیان می‌کند که شناسایی و تحلیل عوامل تأثیرگذار بر مصرف انرژی، مانند شرایط ایستا و دینامیک، ضروری است. پس از شناسایی و پایش این عوامل، می‌توان مدل‌هایی برای مصرف انرژی طراحی کرد و استراتژی‌های صرفه‌جویی ارائه داد (Moreno, et al, ۲۰۱۶).

افزایش تقاضا و قیمت انرژی باعث شده است تا سازمان‌ها استراتژی‌های هوشمند برای مدیریت انرژی توسعه دهند. یکی از استراتژی‌های کلیدی، مدیریت سمت تقاضا است که می‌تواند به بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش اختلالات عرضه کمک کند. سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند می‌توانند به کاهش هزینه‌ها و بهینه‌سازی مصرف انرژی کمک کنند.

سیستم مدیریت یکپارچه انرژی شامل دو بخش اصلی است:

۱. **ماژول جمع‌آوری داده‌ها:** این ماژول داده‌های مصرف انرژی تجهیزات مختلف ساختمان را از گره‌های جمع‌آوری مختلف (مانند گره‌های مصرف انرژی و آب) دریافت می‌کند. داده‌ها از طریق شبکه بی‌سیم به سرور متمرکز ارسال و در پایگاه داده ذخیره می‌شوند تا برای مشاهده و تحلیل قابل دسترسی باشند.

۲. **ماژول نمایش داده‌ها:** این ماژول داده‌های مصرف انرژی را به صورت گرافیکی در یک پلتفرم نرم‌افزاری نمایش می‌دهد. کاربران می‌توانند با استفاده از مرورگر وب، روند تغییرات مصرف انرژی را مشاهده و تحلیل کنند (Moreno, et al, ۲۰۱۶).

بر اساس استاندارد IEC ۶۱۹۷۰، سیستم مدیریت انرژی^{۲۰} یک پلتفرم نرم‌افزاری است که عملکرد تأسیسات تولید و انتقال برق را برای تأمین انرژی ایمن و مقرون‌به‌صرفه مدیریت می‌کند. سیستم مدیریت انرژی، در ریزشبکه‌ها شامل قابلیت‌هایی مانند پیش‌بینی تولید منابع انرژی توزیع‌شده^{۲۱}، بار مصرفی، قیمت بازار انرژی و شرایط جوی است (Bishnoi, et al, ۲۰۲۰).

۴- مدیریت مصرف بهینه انرژی در سازمان های دولتی

^{۲۰} Energy Management System (EMS)

^{۲۱} Distributed Energy Resources (DERs)

بر اساس داده‌های دپارتمان امور اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد (۲۰۲۲)، رشد جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹.۷ میلیارد نفر خواهد رسید، که چالش‌های گسترده‌ای برای شهرها و مدیریت عمومی ایجاد می‌کند. این چالش‌ها نه تنها به دلیل رشد جمعیت بلکه به دلیل نیاز به ارتقای عملکرد، رقابت‌پذیری و معیشت شهروندان اهمیت دارند. سیاست‌گذاران باید رویکردهای جدیدی برای تضمین آینده‌ای بهتر اتخاذ کنند. فناوری‌های نوین به عنوان ابزارهایی قدرتمند در صنایع مختلف شناخته می‌شوند و نویدبخش تحولات مثبت برای دولت، جامعه و اقتصاد هستند. با این حال، نبود تعریف دقیق از دامنه این فناوری‌ها، اجرای آن‌ها در حوزه دولتی را با چالش‌هایی مواجه می‌کند. این فناوری‌ها می‌توانند با افزایش بهره‌وری، ساده‌سازی فرآیندها و کاهش تعهدات، تأثیر چشمگیری بر بهبود خدمات دولتی داشته باشند. با وجود این مزایا، موانع بین‌رشته‌ای مانند چالش‌های ارتباطی و تأخیر در ارائه خدمات باید برطرف شوند. چارچوب نظری سازمانی نیز می‌تواند برای درک بهتر فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با به کارگیری فناوری‌های نوین در خدمات عمومی به کار گرفته شود. پذیرش این فناوری‌ها نیازمند رویکردی استراتژیک است که پیامدهای اخلاقی، اجتماعی و سازمانی را مدنظر قرار دهد و بر تأثیرات تحول‌آفرین آن‌ها بر ارائه خدمات دولتی تمرکز کند.

(Alhosani, et al, ۲۰۲۴)

در پژوهش Nasreddin Maarouf و همکاران (Nasredin Maroof, et al, ۲۰۲۵) به مصاحبه با ۱۵ نفر از ۱۲ سازمان جهانی و محلی با مأموریت‌های متفاوت (امداد اضطراری و کمک‌های توسعه‌ای بلندمدت) پرداخته و تحلیل داده‌های ثانویه را انجام دادند. نتایج نشان می‌دهد سازمان‌های جهانی با بازپیکربندی زنجیره تأمین و قراردادهای بلندمدت به بحران‌ها پاسخ می‌دهند، در حالی که سازمان‌های محلی با تکیه بر یادگیری تجربی و زیرساخت‌های مقیاس‌پذیر، انعطاف‌پذیری بیشتری دارند. در همین راستا محققین (Son, et al, ۲۰۲۵) با استفاده از روش دلفی فازی و تحلیل ۱۷۵ پرسشنامه نشان دادند که به کارگیری کنترل‌های داخلی مبتنی بر ریسک می‌تواند شفافیت مالی در سازمان‌های دولتی را بهبود بخشد. این رویکرد پیشگیرانه، با انطباق بر استانداردهای بین‌المللی INTOSAI، نقش مهمی در تقویت پاسخگویی و مدیریت مؤثر بحران‌ها در سازمان‌های مختلف ایفا می‌کند.

دولت‌ها در مراحل اولیه ادغام هوش مصنوعی با چالش‌های متعددی مواجه هستند. در این زمینه Cipriano و همکاران (Cipriano, et al, ۲۰۲۴)، ۱۵ چالش کلیدی برای پذیرش هوش مصنوعی در بخش دولتی هند شناسایی کردند و در قالب یک چارچوب سلسله‌مراتبی ساختاریافته ارائه شده است. این چارچوب با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری توسعه یافته و به درک بهتر پیچیدگی‌های پیاده‌سازی هوش مصنوعی کمک می‌کند. یافته‌ها جنبه‌های نظری و عملی اجرای هوش مصنوعی در دولت را روشن می‌سازند.

۴-۱ بررسی مصرف بهینه انرژی در دولت الکترونیکی



دولت الکترونیک با استفاده از فناوری، اینترنت و رسانه‌های جدید، روابط داخلی و خارجی را تغییر داده و به طور مستمر خدمات، مشارکت اجتماعی و حکمرانی را بهینه می‌کند. این سیستم به شش دسته تقسیم می‌شود: دولت به افراد^{۲۲}، دولت به افراد در فرآیند سیاسی^{۲۳}، دولت به مشاغل به عنوان شهروند^{۲۴}، دولت به مشاغل در بازار^{۲۵}، دولت به کارکنان^{۲۶} و دولت به دولت. دولت الکترونیک مزایای زیادی دارد، از جمله کاهش مصرف کاغذ در معاملات دولتی و تجاری، بهبود خدمات به شهروندان، تعامل بهتر با مشاغل و صنایع، افزایش شفافیت و کاهش فساد. این سیستم می‌تواند هزینه‌ها را کاهش داده و به کارآمدتر شدن فرآیندهای دولتی کمک کند. در مثال روابط دولت به مشاغل در بازار، دولت می‌تواند با یک شرکت خصوصی همکاری کرده و راه‌حل‌های مدیریت انرژی را برای کاهش هزینه‌های عملیاتی خود به کار گیرد.

(Branco, et al, ۲۰۲۰).

۲-۴ دولت هوشمند و فناوری های هوشمند

در دهه گذشته، فناوری‌های نوظهور به دولت‌ها، کسب‌وکارها و جوامع این امکان را داده‌اند تا شیوه‌ها و ارزش‌های خود را تغییر دهند. دولت هوشمند با استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، اینترنت اشیا، رسانه‌های اجتماعی، بلاک چین و داده‌های کلان، به دنبال ارائه خدمات هوشمند به شهروندان و دینفعان خود است. این تحول نه تنها بر دیجیتالی کردن فرآیندهای دولتی متمرکز است، بلکه به دنبال بازنگری در نحوه عملکرد دولت‌ها و تغییر روابط دولت و شهروندان است. هدف دولت هوشمند، مدرن‌سازی بخش عمومی، بهبود تصمیم‌گیری‌ها و افزایش مشارکت و شفافیت است. با این حال، هنوز درک کاملی از پذیرش عمومی خدمات دولتی هوشمند وجود ندارد و نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه احساس می‌شود (Hujran, et al, ۲۰۲۳).

مقاله کنگ، و همکاران (Kong, et al, ۲۰۲۵) با بررسی استراتژی‌های توسعه شهر هوشمند Siheung-si در کره جنوبی و NeoCity فلوریدا، به شکاف دانش در درک اثرات پذیرش فناوری در شهرها پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که توجه به جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی، زیرساخت‌ها، حاکمیت و تنوع فرهنگی برای موفقیت این برنامه‌ها ضروری است. همچنین، مشارکت مؤثر دولت با دولت و اشتراک دانش نقش مهمی در بهبود اکوسیستم شهر هوشمند دارد و به عنوان راهنمایی برای تحقیقات و سیاست‌گذاری‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

۵- چالش های بکارگیری اینترنت اشیا در حوزه بهینه سازی مصرف انرژی

^{۲۲} Government to Individuals and Society (G^YIS)

^{۲۳} Government to Individuals in the Political process (G^YIP)

^{۲۴} Government to Business as Citizen (G^YBC)

^{۲۵} Government to Business in the Market (G^YBMKT)

^{۲۶} Government to Employees (G^YE)

اینترنت اشیا دنیای جدیدی از اتصال و راحتی را ایجاد کرده است که در آن میلیاردها دستگاه به طور یکپارچه با یکدیگر ارتباط دارند. با این حال، این اتصال گسترده چالش‌های متعددی را به همراه دارد که باید در نظر گرفته شوند. یکی از رایج‌ترین این چالش‌ها مسائل امنیتی است که تهدیدی برای یکپارچگی، محرمانه بودن و دسترسی سیستم‌های اینترنت اشیا هستند که درک دقیق آنها ضروری است (Khalil, et al., ۲۰۲۴). برنامه‌های کاربردی متعددی در حوزه اینترنت اشیا و مصرف بهینه انرژی پیاده‌سازی شده‌اند. اکثر آنها بر اساس سیستم‌های عمیق تعبیه‌شده که باید روی منابع محدود یا غیرقابل اعتماد انرژی مانند باتری‌ها یا برداشت‌کننده‌های انرژی کار کنند. برآورده کردن نیازهای انرژی برای چنین برنامه‌هایی یک چالش سخت است که رشد آینده اینترنت اشیا را تهدید می‌کند. نرم افزار کنترل نهایی را بر سخت افزار دارد. بنابراین نقش آن در بهینه‌سازی مصرف انرژی یک سیستم قابل توجه است. در حال حاضر، برنامه نویسان هیچ بازخوردی در مورد اینکه چگونه نرم افزار آنها بر مصرف انرژی یک سیستم تأثیر می‌گذارد، ندارند. چنین بازخوردی را می‌توان با شفافیت انرژی بررسی کرد، مفهومی که مصرف انرژی یک برنامه را از سخت افزار گرفته تا نرم افزار آنرا مشاهده کند. تکنیک‌های جدید شفافیت انرژی مورد نیاز است که بتواند مصرف انرژی یک برنامه را در سطوح مختلف انتزاع نرم‌افزار، تقریبی کند. برآوردهای مصرف واقعی انرژی برای استفاده به عنوان معیاری برای بهینه‌سازی انرژی بالقوه ضروری است (Guo, et al., ۲۰۲۵).

از دیگر چالش‌ها استقلال زبان هدف و برنامه‌نویسی است و باید در یک چارچوب مشترک ارائه شوند تا توسعه آگاهانه انرژی عملی و مقرون‌به‌صرفه را برای تعداد زیادی از معماری‌های تعبیه‌شده امکان‌پذیر سازد.

از دیگر موارد می‌توان به معماری‌های تعبیه‌شده چند هسته‌ای و چند رشته‌ای جدید اشاره کرد که در دهه گذشته پدید آمدند، و ناشی از افزایش تقاضا برای قدرت محاسباتی بیشتر بود. از آنجایی که انتظار می‌رود این روند در آینده رشد کند، توجه به چنین معماری‌هایی مهم است. همچنین، آنها باید برای کدهای موازی مورد بررسی قرار گیرند، زیرا با افزایش تعداد هسته‌ها و کاهش ولتاژ و فرکانس هسته‌ها، صرفه‌جویی بالقوه زیادی در انرژی ارائه می‌کنند.

چالش دیگر در این حوزه فعال کردن کاوش فضای طراحی برای توسعه‌دهندگان و زنجیره‌های ابزار می‌باشد و باید بهینه‌سازی‌های چند هدفه را برای یافتن تعادل بهینه بین منابع موجود، مانند زمان اجرا، انرژی، اندازه کد، تعداد هسته‌ها و رشته‌های استفاده‌شده، اعمال کنند. برای فعال کردن این امر، تکنیک‌های شفافیت انرژی باید بازخورد دقیق کافی در مورد تأثیری که هر پیکربندی مختلف بر منابع مورد نظر دارد ارائه دهد. یکی دیگر از ضروریات پیاده‌سازی اینترنت اشیا در این حوزه، استقرار سریع و آسان است. سرعت تخمین مصرف انرژی برای فرآیند بهینه‌سازی نرم افزار حیاتی است. بعلاوه، استفاده از تکنیک‌های شفافیت انرژی باید آسان باشد. مورد دیگر بهینه‌سازی انرژی است که نیاز است تکنیک‌هایی در زنجیره‌های ابزار توسعه ادغام کرد تا بهینه‌سازی انرژی مبتنی بر بازخورد را ارائه دهند.



و شاید بزرگترین چالش ایجاد امکان توسعه نرم افزاری آگاه از مصرف انرژی باشد و فروشندگان سخت افزار و برنامه نویسان از مصرف انرژی مطلع بوده و به درستی نرم افزارهایی را توسعه دهند که از لحاظ مصرف انرژی بهینه باشند.

نتیجه گیری

در نهایت، با توجه به مباحث مطرح شده، می توان نتیجه گرفت که کاربرد اینترنت اشیا در سازمان های دولتی و کمک به کاهش مصرف انرژی نقش بسیار مهمی در تحول اینترنت اشیا و ادغام آن با هوش مصنوعی، به ویژه در قالب اینترنت اشیا ی هوشمند ایفا می کند و همچنین چالش هایی نظیر ماهیت پویا و ناهمگون سیستم ها و وابستگی های پیچیده آن ها شناسایی شده و راه حل هایی مانند مدولار سازی، هوش مصنوعی و استاندارد سازی پیشنهاد شده است. این فناوری ها نه تنها به مدیریت هوشمند منابع و بهینه سازی مصرف انرژی کمک می کنند، بلکه در مواجهه با چالش های جهانی مانند کاهش منابع طبیعی و افزایش قیمت انرژی، راهکارهای قابل توجهی برای صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار دی اکسید کربن ارائه می دهند. در بخش ساختمان ها، استفاده از اینترنت اشیا می تواند مصرف انرژی را تا ۴۹٪ کاهش دهد. از سوی دیگر، با رشد جمعیت و تحولات دیجیتال، ظهور دولت های هوشمند به کمک این فناوری ها توانایی بهبود خدمات دولتی، افزایش شفافیت و مشارکت شهروندان را فراهم کرده است. بنابراین، هدف اینترنت اشیا ی الهام گرفته از زیست شناسی، رفع چالش های مقیاس پذیری، کارایی انرژی، سازگاری و تحمل خطا در سیستم های سنتی است. این فناوری با الهام از سیستم های زیستی به توسعه سیستم های خود ترمیم و سازگار با تغییرات محیطی کمک می کند. تحقیقات در این حوزه، هر چند در مراحل اولیه، در بلندمدت به طراحی راه حل های قوی و انعطاف پذیر منجر خواهد شد.

منابع

- Khanna, A., & Kaur, S. (۲۰۲۰). Internet of things (IoT), applications and challenges: a comprehensive review. *Wireless Personal Communications*, ۱۱۴, ۱۶۸۷-۱۷۶۲.
- Dubey, P., & Kumar, M. (۲۰۲۰). Integrating Explainable AI with Federated Learning for Next-Generation IoT: A comprehensive review and prospective insights. *Computer Science Review*, ۵۶, ۱۰۰۶۹۷.
- Khalil, M. I. K., Khan, I. A., Nawaz, A., Latif, S., Ahmed, S., & Ahmed, S. (۲۰۲۴). Unveiling the security Maze: A comprehensive review of challenges in Internet of things. *Journal of Computing & Biomedical Informatics*.
- Dingbang, C., Cang, C., Qing, C., Lili, S., & Caiyun, C. (۲۰۲۱). Does new energy consumption conducive to controlling fossil energy consumption and carbon emissions?-Evidence from China. *Resources policy*, ۷۴, ۱۰۲۴۲۷.
- Ramallo-González, Alfonso P., et al. "Reducing energy consumption in the workplace via IoT-allowed behavioural change interventions." *Buildings* ۱۲,۶ (۲۰۲۲): ۷۰۸.
- Wei, C., & Li, Y. (۲۰۱۱, September). Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of things. In ۲۰۱۱ international conference on electronics, communications and control (ICECC) (pp. ۳۶۵۰-۳۶۵۲). IEEE.
- Shah, A. S., Nasir, H., Fayaz, M., Lajis, A., & Shah, A. (۲۰۱۹). A review on energy consumption optimization techniques in IoT based smart building environments. *Information*, 10(۳), ۱۰۸.
- Moreno, M. V., Dufour, L., Skarmeta, A. F., Jara, A. J., Genoud, D., Ladevie, B., & Bezian, J. J. (۲۰۱۶). Big data: the key to energy efficiency in smart buildings. *Soft Computing*, 20, ۱۷۴۹-۱۷۶۲.
- Ren, G., Yu, M., Yin, D., Huang, S., Xu, H., & Yuan, M. (۲۰۲۱). Design and optimization of integrated energy management network system based on internet of things technology. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 30, ۱۰۰۵۰۲.
- Bikku, T., Sivakumar, S., Chinthamani, S. A. M., & Patro, P. (۲۰۲۰). IoT-Based Renewable Energy Management Systems in Apartment. *Sustainable Smart Homes and Buildings with Internet of Things*, ۳۵-۵۲.
- Wang, W., Li, X., Qiu, X., Zhang, X., Brusica, V., & Zhao, J. (۲۰۲۳). A privacy preserving framework for federated learning in smart healthcare systems. *Information Processing & Management*, 60(۱), ۱۰۳۱۶۷.
- Mu, X., & Antwi-Afari, M. F. (۲۰۲۴). The applications of Internet of Things (IoT) in industrial management: a science mapping review. *International Journal of Production Research*, 62(۵), ۱۹۲۸-۱۹۵۲.
- Oladimeji, D., Gupta, K., Kose, N. A., Gundogan, K., Ge, L., & Liang, F. (۲۰۲۳). Smart transportation: an overview of technologies and applications. *Sensors*, 23(۸), ۳۸۸۰.
- Pillewan, M., Agrawal, R., Wyawahare, N., & Thakare, L. (۲۰۲۳, June). Development of Domestic Animals Shelter Environment Monitoring System using Internet of Things (IoT). In 2023 International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems (ICSCSS) (pp. ۹۷۲-۹۷۶). IEEE.
- Zolkin, A. L., Matvienko, E. V., Shevchenko, O. P., Bityutskiy, A. S., & Ozhiganov, V. E. (۲۰۲۴). Digital technologies and automation in breeding and agriculture. In *E3S Web of Conferences* (Vol. ۴۷۴, p. ۰۱۰۱۷). EDP Sciences.
- Perez, A. J., Siddiqui, F., Zeadally, S., & Lane, D. (۲۰۲۳). A review of IoT systems to enable independence for the elderly and disabled individuals. *internet of Things*, 21, ۱۰۰۶۵۳.
- Rupanetti, D., & Kaabouch, N. (۲۰۲۴). Combining Edge Computing-Assisted Internet of Things Security with Artificial Intelligence: Applications, Challenges, and Opportunities. *Applied Sciences*, 14(۱۶), ۷۱۰۴.
- Alabdulatif, A., & Thilakarathne, N. N. (۲۰۲۳). Bio-inspired internet of things: current status, benefits, challenges, and future directions. *Biomimetics*, 8(۴), ۳۷۳.

- Zhang, X., Zhang, Z., Liu, Y., Xu, Z., & Qu, X. (۲۰۲۴). A review of machine learning approaches for electric vehicle energy consumption modelling in urban transportation. *Renewable Energy*, 234, ۱۲۱۲-۱۲۴۳.
- Raza, A., Jingzhao, L., Ghadi, Y., Adnan, M., & Ali, M. (۲۰۲۴). Smart home energy management systems: Research challenges and survey. *Alexandria engineering journal*, 92, ۱۱۷-۱۲۰.
- Jha, B. K., Tiwari, A., Kuhada, R. B., & Pindoriya, N. M. (۲۰۲۴). IoT-enabled smart energy management device for optimal scheduling of distributed energy resources. *Electric Power Systems Research*, 229, ۱۱۰-۱۲۱.
- Saleem, M. U., Shakir, M., Usman, M. R., Bajwa, M. H. T., Shabbir, N., Shams Ghahfarokhi, P., & Daniel, K. (۲۰۲۳). Integrating smart energy management system with internet of things and cloud computing for efficient demand side management in smart grids. *Energies*, ۱۶(۱۲), ۴۸۳۰.
- Alhosani, K., & Alhashmi, S. M. (۲۰۲۴). Opportunities, challenges, and benefits of AI innovation in government services: a review. *Discover Artificial Intelligence*, 4(۱), ۱۸.
- Cipriano, C., Kilag, O. K., Echavez, R., Book, J. F., Taboada, A. R., & Rabi, J. I. I. (۲۰۲۴). Exploring the Landscape of Fitness Programs for Government Employees. *International Multidisciplinary Journal of Research for Innovation, Sustainability, and Excellence (IMJRISE)*, 1(۴), ۵۳-۵۹.
- Correia, P. M. A. R., Pedro, R. L. D., Mendes, I. D. O., & Serra, A. D. (۲۰۲۴). The challenges of artificial intelligence in public administration in the framework of smart cities: reflections and legal issues. *Social sciences*, 13(۲), ۷۰.
- Branco, T. T., Kawashita, I. M., de Sá-Soares, F., & Monteiro, C. N. (۲۰۲۰, September). An IoT application case study to optimize electricity consumption in the government sector. In *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance* (pp. ۷۰-۸۱).
- Hujran, O., Al-Debei, M. M., Al-Adwan, A. S., Alarabiat, A., & Altarawneh, N. (۲۰۲۳). Examining the antecedents and outcomes of smart government usage: An integrated model. *Government Information Quarterly*, 40(۱), ۱۰۱۷-۱۸۳.
- Afzaal, R., & Haq, H. B. U. (۲۰۲۰). A Review and Comparative Study of Cloud Computing and the Internet of Things. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 3(۱), ۱۸-۲۷.
- Zeng, F., Pang, C., & Tang, H. (۲۰۲۴). Sensors on internet of things systems for the sustainable development of smart cities: a systematic literature review. *Sensors*, 24(۷), ۲۰۷۴.
- Gao, M., Wang, Q., Shan, X., Li, Q., & Zhang, L. (۲۰۲۴). Application of Hydraulic Energy-Saving Technology in the Teaching, Research, and Practice of Mechanical Engineering. *Sustainability*, 16(۳), ۱۳۱۰.
- Li, S., & Hu, W. (۲۰۲۴). Rural Residents' Willingness to Adopt Energy-Saving Technology for Buildings and Their Behavioral Response Path. *Buildings*, 14(۴), ۸۹۲.
- Bishnoi, D., & Chaturvedi, H. (۲۰۳۰). A review on emerging trends in smart grid energy management systems. *carbon*, 60, ۶۰.
- Son, B. G., Roscoe, S., & Sodhi, M. S. (۲۰۲۰). Dynamic capabilities of global and local humanitarian organizations with emergency response and long-term development missions. *International Journal of Operations & Production Management*, 45(۱), ۱-۳۲.
- Nasredin Maroof, N., MAHMOODI KHOSHROO, O. M. I. D., & Amini, P. (۲۰۲۰). Presenting a conceptual model of financial internal controls based on possible risks and transparency of government financial reporting (case study: Kurdistan Regional Government of Iraq). *Journal of Management Accounting and Auditing Knowledge*, 14(۰۰), ۲۷۹-۲۹۷.
- Kong, J., Hwang, J., & Kim, H. (۲۰۲۰). Building smarter cities together: Government-to-government partnerships in the development of smart cities. *Cities*, 156, ۱۰۰۵۳۲.
- Aouedi, O., Vu, T. H., Sacco, A., Nguyen, D. C., Piamrat, K., Marchetto, G., & Pham, Q. V. (۲۰۲۴). A survey on intelligent Internet of Things: Applications, security, privacy, and future directions. *IEEE communications surveys & tutorials*.

- Abdulaziz, Q. A., Mad Kaidi, H., Masrom, M., Hamzah, H. S., Sarip, S., Dziyauddin, R. A., & Muhammad-Sukki, F. (۲۰۲۳). Developing an IoT framework for industry ۴.۰ in Malaysian SMEs: an analysis of current status, practices, and challenges. *Applied Sciences*, 13(۶), ۳۶۵۸.
- Krichen, M. (۲۰۲۳). A survey on formal verification and validation techniques for internet of things. *Applied Sciences*, 13(۱۴), ۸۱۲۲.
- de Oliveira Cavalcanti, G., & Pimenta, H. C. D. (۲۰۲۳). Electric energy management in buildings based on the internet of things: a systematic review. *Energies*, 16(۱۵), ۵۷۵۳.
- Papadakis, N., & Katsaprakakis, D. A. (۲۰۲۳). A review of energy efficiency interventions in public buildings. *Energies*, 16(۱۷), ۶۳۲۹.
- Reyana, A., Kautish, S., Alnowibet, K. A., Zawbaa, H. M., & Wagdy Mohamed, A. (۲۰۲۳). Opportunities of IoT in fog computing for high fault tolerance and sustainable energy optimization. *Sustainability*, ۱۵(۱۱), ۸۷۰۲.
- Alsharif, M. H., Jahid, A., Kelechi, A. H., & Kannadasan, R. (۲۰۲۳). Green IoT: A review and future research directions. *Symmetry*, 15(۳), ۷۵۷.
- Dhar Dwivedi, A., Singh, R., Kaushik, K., Rao Mukkamala, R., & Alnumay, W. S. (۲۰۲۴). Blockchain and artificial intelligence for ۵G-enabled Internet of Things: Challenges, opportunities, and solutions. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 35(۴), e۴۳۲۹.
- Katz, Y. (۲۰۲۵). The Role of Government in Institutional Enhancement of Innovation and Competition. *Athens Journal of Politics & International Affairs* (forthcoming) <https://www.athensjournals.gr/politics/2024-5986-AJPIA-Katz-02.pdf>.
- Aljohani, A. (۲۰۲۴). Deep learning-based optimization of energy utilization in IoT-enabled smart cities: A pathway to sustainable development. *Energy Reports*, 12, ۲۹۴۶-۲۹۵۷.
- Guo, C., Wang, S., Xie, R., & Song, J. (۲۰۲۵). Estimating energy consumption of neural networks with joint Structure–Device encoding. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 45, ۱۰۱۰۶۲..
- Tang, J., Li, W., Hu, J., & Ren, Y. (۲۰۲۵). Can government digital transformation improve corporate energy efficiency in resource-based cities?. *Energy Economics*, 141, ۱۰۸۰۴۳.

Applying the Internet of Things in Optimal Energy Consumption Management for Government Organizations

Sadaf Safavi

Lecturer at Bahar Higher Education Institute of Mashhad

Elham Erfaniyan

Student at Bahar Higher Education Institute of Mashhad

Abstract

As technology continues to evolve, our society is enriched with smarter devices that help us perform our daily activities more efficiently and effectively. One of the most important technological advancements of our time is the Internet of Things, which connects various smart devices (such as smartphones, smart refrigerators, smart watches, smart fire alarms, smart door locks, and many more) and allows them to communicate with each other and exchange data seamlessly. By collecting and analyzing vast amounts of data, the Internet of Things can optimize various processes and improve aspects of human life, and is also attractive as an emerging technology in universities and industries. One of the important applications of the Internet of Things is to help reduce and optimally manage energy consumption. The importance of this lies in realizing smart government through the use of technologies such as the Internet of Things, blockchain, and big data. These technologies help optimize municipal services, increase transparency, and citizen participation. The use of advanced algorithms and energy storage technologies strengthens the sustainability of energy networks and improves the quality of life. This article reviews the Internet of Things and its applications, then reviews energy management research and examines the application of the Internet of Things in this field. Government organizations and smart energy management are investigated, and some material is provided on the challenges and future of the application of the Internet of Things in optimal energy management. Therefore, the main goal of this research is to improve energy efficiency using the Internet of Things.

Keywords: Internet of Things, energy consumption management, government organizations, smart government