

طراحی و توسعه یک سامانه اطلاعات مکانی فرا گستر به منظور مدیریت اتلاف انرژی ساختمان های مسکونی (محدوده مورد مطالعه: شهرستان شهریار - شاهد شهر)

رسول محمدی^{*۱}

Geoinfors@yahoo.com

ابوالقاسم صادقی نیارکی^۲

شهرام بیک پور^۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۵

چکیده

زمینه و هدف: محدود بودن منابع انرژی و لزوم صرفه جویی در مصرف آن بهینه سازی انرژی در بخش ساختمان را ضروری می سازد. در این راستا با توجه به فقدان روش های مناسب طراحی و توسعه فناوری های نوین فراگستر باهدف اندازه گیری اتلاف انرژی ساختمان دارای اهمیت خاصی می باشد. هدف از این پژوهش بررسی اتلاف انرژی ساختمان های مسکونی با طراحی و به کارگیری یک نمونه کاربردی مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی فراگستر^۴ می باشد

روش بررسی: تعدادی واحد مسکونی نمونه با شرایط هندسی و فیزیکی تقریباً یکسان در نظر گرفته شد. به منظور بررسی اتلاف انرژی سامانه مدیریت انرژی فراگستر^۵ که شامل حس گر گرمایی LM35 حس گر GPS، برد GSM می باشد طراحی و توسعه داده شد. مراحل این تحقیق شامل طراحی مفهومی سامانه مدیریتی انرژی، جمع آوری اطلاعات، پردازش اطلاعات و تهیه نقشه های اتلافی در محیط GIS می باشد. همچنین به منظور نمایش اطلاعات حرارتی از نرم افزار توسعه داده شده در محیط تلفن همراه و رایانه استفاده شد.

یافته ها: برای به دست آوردن مقدار اتلاف انرژی پنجره های ساختمان های مورد بررسی ضریب انتقال حرارت kave بر داده های اندازه گیری شده اعمال شد و میزان اتلاف انرژی هر بخش محاسبه شد. نتایج اندازه گیری نشان داد آشپزخانه های ساختمان های مسکونی مورد بررسی با داشتن مقادیر ۱/۴۰۶ بیشترین میزان اتلاف را داشته است بعد از آن اتاق ها با مقادیر ۱/۰۹۷ و حال پذیرای با مقادیر ۰/۹۳۵ در مرتبه بعدی قرار گرفته اند.

۱- کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه علوم تحقیقات تهران، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- استادیار گروه سیستم های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه برداری و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۳- رئیس مرکز تحقیقات زمین شناسی پزشکی واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴ Ubiquitous GIS

۵ Ubiquitous Energy Management system

بحث و نتیجه گیری: نتایج تحقیق نشان داد اکثر ساختمان‌های موردبررسی از جنبه استانداردهای انرژی بهینه نبوده و منابع انرژی از آن‌ها اتلاف می‌شود. همچنین یکی از منابع اصلی اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی موردبررسی پنجره‌ها می‌باشند که راندمان پایینی برای نگهداری انرژی دارند.

واژه‌های کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی فراگستر، حس گرها، مدیریت اتلاف انرژی، ساختمان‌های مسکونی.

Design and Implementation an Ubiquitous GIS in Order to Energy Waste Management of Residential Buildings (Case Study: Shahriar -Shahedshahr)

Rasoul Mohammadi^{1*}

Geoinfors@yahoo.com

Abolghasem Sadeghi Niaraki²

Shahram baikpour³

Admission Date:February 1, 2017

Date Received: December 25, 2016

Abstract

Background and Objective: Limited energy resources and the need to save on its consumption make energy optimization in the building sector necessary. In this regard, due to the lack of appropriate methods of design and development of new technologies to measure the energy loss of the building is of particular importance. The purpose of this study is to investigate the energy dissipation of residential buildings by designing and using a practical example based on a comprehensive spatial information system.

Method: A number of sample housing units with almost identical geometric and physical conditions were considered. In order to investigate the energy dissipation, an extensive energy management system was designed and developed, which includes the LM35 heat sensor, GPS sensor, and GSM board. The stages of this research include conceptual design of energy management system, data collection, information processing and preparation of waste maps in GIS environment. Software developed in mobile and computer environments was also used to display thermal information.

Findings: To obtain the amount of energy dissipation of the windows of the studied buildings, kave heat transfer coefficient was applied to the measured data and the amount of energy dissipation of each section was calculated. The measurement results showed that the kitchens of the studied residential buildings with the values of 1.406 had the highest amount of loss.

Discussion and Conclusion: The results showed that most of the buildings under study are not optimal in terms of energy standards and energy resources are wasted from them. Also, one of the main sources of energy loss in residential buildings is windows, which have a low efficiency for energy conservation.

Keywords: Ubiquitous GIS, Sensors, Energy West Management, Residential Building.

1- M.Sc., Remote Sensing and GIS, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran, Faculty of Natural Science and Environmen, *(Corresponding Author)

2- Assistant Prof., GIS Department, Faculty of Geodesy &Geomatics Engineering, K.N. Toosi University of Technology.

3-Head of Medical Geology Research Center, Science and Reserch Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مقدمه

در دو دهه گذشته با توجه به استفاده عظیمی از منابع انرژی، منابع فسیلی غالب در جهان در حال کاهش می‌باشد؛ بنابراین، امروزه نگرانی که در میان دولت‌ها، پژوهش‌گران، سیاست‌گذاران و دانشمندان کشورهای در حال توسعه علاوه بر تغییر آب و هوایی وجود دارد امنیت انرژی و تأثیرات نامطلوب آن بر محیط‌زیست می‌باشد (۱). یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که کشورهای جهان سوم امروزه با آن روبرو هستند مصرف بی‌رویه انرژی و سوخت می‌باشد. این موضوع اقتصاد کشورهای جهان سوم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مصرف انرژی در ساختمان‌های مناطق مسکونی به دلیل استفاده از وسایل الکتریکی بیش تر می‌باشد (۲). بنا بر گزارش اعلام شده اتحادیه اروپا ساختمان‌های مسکونی تقریباً (٪۳۵) از گازهای گلخانه‌ای که بیش تر گاز منواکسید کربن می‌باشد را تولید می‌کند. در صورتی که بخش‌های صنعتی حدوداً (٪۲۵) و بخش حمل‌ونقل (٪۳۲) را به خود اختصاص داده است. برآورد شده است که این افزایش مصرف انرژی در ساختمان‌های مناطق مسکونی در کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۵۰ (٪۲۵) بیش تر خواهد شد. این امر نیاز به یک برنامه‌ریزی ضروری برای کاهش مصرف انرژی در این کشورها را دارد (۳) بدین منظور سیاست‌هایی برای طراحی، برنامه‌ریزی ایمنی ساختمان-های مسکونی در بیش تر کشورهای در حال توسعه به منظور کنترل و یا کاهش مصرف انرژی از قبیل طراحی سیستم‌های کنترل و مدیریت انرژی ساختمان، استفاده از پنجره‌های باران‌دمان بالا، تهویه طبیعی مناسب و عایق بندی ساختمان‌ها با در نظر گرفتن شکل، جهت و اندازه ساختمان‌ها در دستور کار قرار داده شد (۴). طرح دیگری که از سال ۲۰۰۲ به منظور اصلاح روابط بین انرژی و ساختمان در بیش تر کشورهای در حال توسعه در حال اجرا می‌باشد، گواهی عملکرد انرژی ساختمان برای کاهش و یا به حداقل رساندن مصرف انرژی برای هر ساختمان در دستور کار قرار گرفت (۵) در دهه گذشته روند رو به رشد شدت اتلاف انرژی در کشورهای در حال توسعه و به ویژه در ایران بسیار سریع و نگران کننده بوده است. این روند بسیار بالاتر از میانگین رشد جهانی در کشورهای پیشرفته

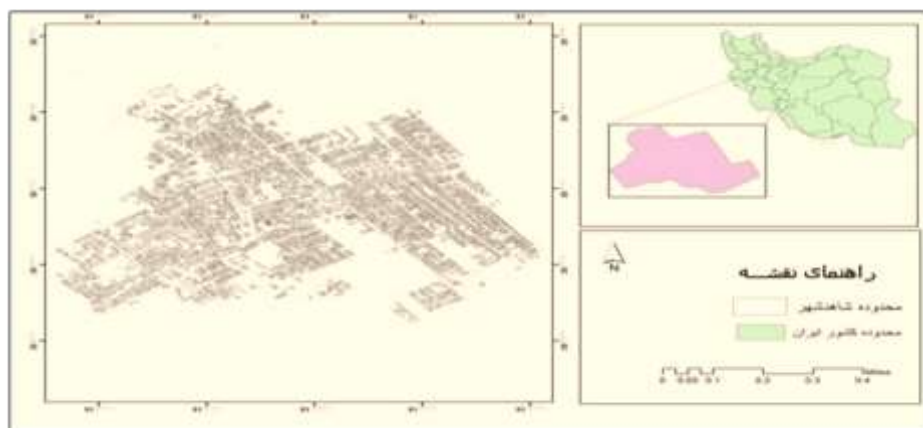
صنعتی می‌باشد. این مهم در ایران به دلیل در اختیار داشتن منابع انرژی و شرایط منطقه‌ای قابل توجه که حدود هفتاد درصد انرژی موجود جهان در شمال، جنوب و غرب آن قرار دارد از حساسیت و اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد (۶)؛ بنابراین با توجه به اهمیتی که انرژی در زندگی بشر دارد نیاز است که بتوان با روش‌ها و برنامه‌های آن را کنترل کرد. بدین منظور نقش سیستم‌های مدیریت انرژی شناخته شده و قابل توجه می‌باشد. مواردی از قبیل مدیریت و کنترل انرژی، صرفه‌جویی و بهره‌وری مناسب، تهویه مناسب، بررسی مقدار انرژی مصرف شده در ساختمان‌ها، کنترل سیستم‌های فعال گرمایش و سرمایشی و غیره از مزایایی استفاده کردن از سیستم‌های مدیریت انرژی در ساختمان‌ها می‌باشد (۷). در سال‌های اخیر فناوری اطلاعات به دلیل اینکه شرایط خاصی برای تحول در علوم مختلف ایجاد نموده است در بسیاری از علوم به صورت قابل توجهی تأثیرگذار بوده است؛ بنابراین با رشد سریع و تحولات بنیادین فناوری اطلاعات به‌ناچار علوم مربوطه به آن در ابعاد مختلف متحول شده است. یکی از جدیدترین انقلاب بنیادین در سال‌های اخیر در فناوری اطلاعات، فناوری رایانش فرا گستر می‌باشد که به معنی واقعی فناوری اطلاعات را دگرگون نموده است. به نحوی که تمام مفاهیم اصلی را در فناوری اطلاعات به صورت هوشمندانه‌ای کاربردی تر و نزدیک تر به نیاز جامعه بشری شده است. (۸) علاوه بر رشد فناوری اطلاعات امروزه سیستم‌های اطلاعات مکانی نیز رشد و پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است. سیستم‌های اطلاعات مکانی ابزاری قدرت و منسجمی هستند که برای حل مشکلات مکانی و جغرافیایی و تحلیل‌های خود نیازمند به رایانه و اطلاعات هستند (۹) بدین منظور امروز سیستم‌های اطلاعات مکانی با علوم رایانه و فناوری اطلاعات رابطه نزدیکی دارند: به طوری که از مفاهیم و الگوریتم‌های رایانه در علم اطلاعات مکانی استفاده می‌شود. علاوه بر این امروزه دستگاه‌های اطلاعات مکانی دچار تغییرات بسیار زیاد شده‌اند به طوری که یک سیستم اطلاعات

نشان داد امروزه با وجود توسعه تلفن‌های گوشی‌های همراه امکان ارسال و ذخیره اطلاعات برای آگاهی‌های متنوع با شبکه‌های فرا گستر مانند (وای فای، بلوتوث و جی پی اس) برای کاربران وجود دارد (۱۲). از تحقیقات دیگر می‌توان به مطالعات صورت گرفته توسط لی و تان اشاره کرد ایشان به توسعه پایدار شهرهای هوشمند کشور کره پرداختند به طوری که در تحقیق خود به این نکته اشاره کردند شهرهای مختلف کره در دهه جدید از لحاظ تکنولوژی پیشرفت زیادی داشته‌اند به طوری که به شهرهای فراگستر تبدیل شده‌اند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که شهرهای فراگستر کره به استانداردهای توسعه پایدار محیط‌زیست (Eco) نزدیک‌تر شده‌اند و بسیاری از پارامترهای اقتصادی، اجتماعی به‌طور مناسب در آن‌ها استفاده شده (۱۳). بدین منظور با توجه به چالش موجود تحقیق که اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی و فقدان روش‌های جدید به منظور بررسی آن می‌باشد هدف این پژوهش طراحی و توسعه سامانه مدیریتی انرژی فراگستر به منظور مدیریت اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی مبتنی بر حس گر گرمایی GPS، GSM، LM35 و برنامه توسعه داده‌شده در رایانه و تلفن همراه می‌باشد.

محدوده مورد مطالعه

شاهد شهر یکی از شهرهای استان تهران در ایران است. این شهر در بخش مرکزی شهرستان شهریار قرار دارد جمعیت این شهر در سرشماری سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۸۸۵۵ نفر بوده است. این شهر یکی از هشت شهر شهرستان شهریار است که از شمال به شهر شهریار و فردوس و از جنوب شرقی به اتوبان ساوه و اراضی حریم‌های رباط کریم و نسیم شهر، از شرق به صبا شهر و بالاخره از غرب و جنوب غربی به وسیله روستاهای ورامین و منجیل آباد و هم‌چنین اراضی شمال شرقی حریم شهر رباط کریم احاطه گردیده است.

مکانی سنتی به یک سیستم اطلاعات مکانی کاربردی تبدیل شده است. در ادامه این تغییرات در فضای GIS می‌توان به یکی از این انقلاب‌های بنیادی به نام سیستم‌های اطلاعات مکانی فرا گستر اشاره کرد. طراحی و توسعه شبکه‌های حس گر بی‌سیم نمونه کاربردی مبتنی بر GIS فرا گستر می‌باشد که برگرفته از تغییر و تحولات صورت گرفته در فناوری اطلاعات و رایانش فرا گستر اطلاعات را جمع‌آوری می‌کند (۱۰). یک شبکه حس گر بی‌سیم یک سیستم مستقل فضایی توزیع شده است که شامل مجموعه‌ای از حسگرهای بی‌سیم قدرتمند آگاهانه بدون حمایت از زیرساخت‌های موجود اطلاعات محیط و مکان‌های متنوع را دیده‌بانی و ثبت می‌کند. وظیفه یک حس گر بی‌سیم جمع‌آوری اطلاعات از محیط، پردازش داده‌های فشرده و نظارت بر مکان موردنظر سنجش و دیده‌بانی از راه دور می‌باشد. علاوه بر این یک شبکه حس گر بی‌سیم متشکل از تعداد زیادی از گره‌های حس گر که به‌طور تصادفی مستقر شده می‌باشد. این گره‌های حس گر در یک شبکه سازمان دهی شده باهم همکاری می‌کنند و سه وظیفه اصلی که شامل ثبت اطلاعات، محاسبات و ارتباطات می‌باشد را بر عهده‌دارند (۱۱)؛ بنابراین یک حس گر دستگاهی پیچیده‌ای است که کمیت‌های فیزیکی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما و غیره را به کمیت‌های الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیر پیوسته (دیجیتال) تبدیل می‌کند. استفاده از تکنولوژی فراگستر در زمینه‌های مختلف محیط‌زیست و انرژی امروزه رواج بیش تری یافته است که برای نمونه می‌توان به تحقیقات لئون و یانگ ژو اشاره کرد ایشان در تحقیقات خود برای دسترسی به اطلاعات مختلف در زمینه محیط‌زیست از مفاهیم آگاهی مکانی در موبایل استفاده کردند. آن‌ها تعاملی بین موبایل همراه و وای فای برقرار کردند به طوری که از وای فای برای دسترسی به اطلاعات و از برنامه‌نویسی جاوا برای توسعه نرم‌افزار در اندروید و ساخت بانک اطلاعاتی استفاده کردند نتایج تحقیقات آن‌ها



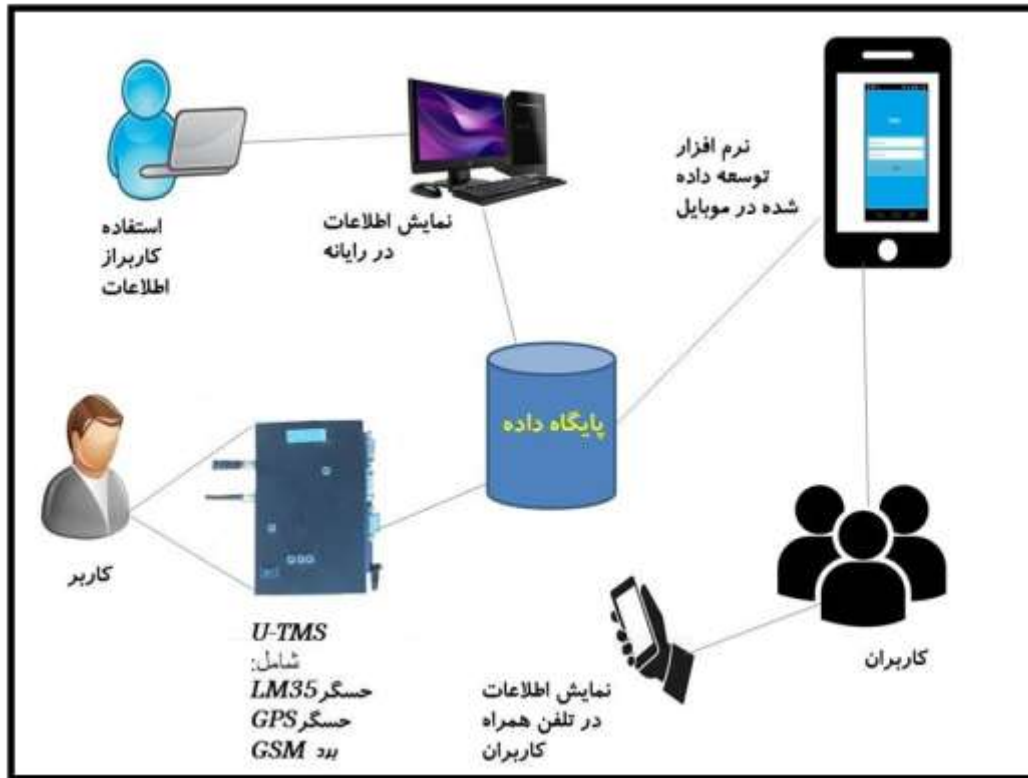
شکل ۱- محدوده مورد مطالعه (شهریار-شاهدشهر)

Figure 1. Case Study Shahriar - Shahedshahr

سامانه مدیریت انرژی فرا گستر

می تواند اطلاعات را به موبایل همراه و رایانه ارسال کند. در محیط تلفن همراه برای نمایش و پردازش اطلاعات نرم افزار اندرید طراحی و توسعه داده شده است به طوری که هر کاربر بعد از دریافت اطلاعات حرارتی در نرم افزار اندرید خود با طراحی یک شبکه سرور اطلاعات را به سایر کاربرانی که نرم افزار اندرید را در تلفن همراه خود دارند ارسال می کند. همچنین کاربر می تواند اطلاعات را به رایانه ارسال کند و در اختیار افراد دیگر قرار گیرد در محیط رایانه نیز نرم افزاری طراحی شده است که می تواند اطلاعات حرارتی را دریافت و تجزیه، تحلیل نماید. قابل ذکر است هر کدام از نرم افزارهای توسعه داده شده در محیط تلفن همراه و رایانه نیاز به یک بانک اطلاعاتی دارند که بتواند اطلاعات در آن مدیریت شود سپس مورد ارزیابی قرار گیرد بنابراین اطلاعات ابتدا در بانک اطلاعاتی ذخیره سپس مورد بررسی قرار می گیرند. توسعه سامانه مدیریت انرژی فرا گستر را در شکل (۲) مشاهده می کنید.

در این پژوهش به منظور ثبت اطلاعات حرارتی ساختمان های مسکونی مورد بررسی از سامانه مدیریت انرژی فرا گستر استفاده شده است. سامانه فرا گستر دارای اجزای مانند حس گر گرمایی سری LM35، حسگر GPS، برد GSM، آنتن GSM، پلت فرم و مدار الکترونیکی، کلیدهای کنترل و تنظیمات GPS، و غیره می باشد. از حس گر LM35 به منظور ثبت و ذخیره سازی اطلاعات حرارتی به طور میانگین و پهنه ای از حسگر GPS به منظور تعیین موقعیت ساختمان مسکونی مورد مطالعه و از برد GSM به منظور ارسال اطلاعات به موبایل همراه استفاده شده است. برای تعیین موقعیت یابی مناسب GPS و ارسال اطلاعات GSM بدون محدودیت های احتمالی ممکن از آنتن با برد بلند استفاده شده است. سامانه فرا گستر برای ثبت اطلاعات اولیه به یک کاربر نیاز دارد که بتواند تنظیمات اولیه مانند تاریخ، ساعت، روز، ماه و غیره را انجام دهد. همچنین با برنامه نویسی های که برای سامانه فرا گستر در نظر گرفته شده است کاربر در هر مکان بدون محدودیت خاصی



شکل ۲- سامانه مدیریت انرژی فراگستر

Figure 2. Ubiquitous Energy Management system

دستگاه ثبت انرژی فراگستر:

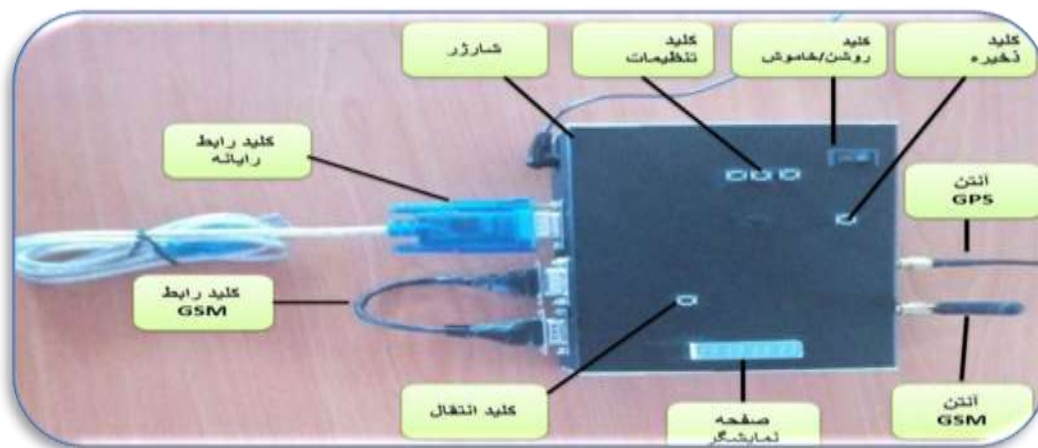
هسته مرکزی و اصلی سامانه فراگستردستگاه ثبت انرژی می باشد. در این بخش تمام حس گرهای تعبیه شده شامل $LM35$ ، GPS و برد GSM به همراه ماژول های کاربردی دیگر طراحی و توسعه داده شده است همچنین برای نمایش اطلاعات حرارتی از صفحه نمایش گر گماشته شده در آن استفاده شده است. در این دستگاه علاوه بر کلیدهای کنترل مرکزی کلیدی نیز برای ارسال اطلاعات به موبایل همراه طراحی شده است. آنتن GPS و GSM ، رابط های رایانه و GSM از دیگر بخش های این سامانه می باشد. در شکل (۴) دستگاه و اجزای آن را مشاهده می کنید.

همچنین در شکل (۳) روش جمع آوری داده و الگوریتم سامانه مدیریت انرژی فراگستر ترسیم شده است که مشاهده می کنید. با توجه به فلوچارت شکل (۳) برای پردازش اطلاعات حرارتی سامانه فراگستر از نرم افزار GIS استفاده شده است. همچنین از نقشه های کاداستر نیز برای نمایش اطلاعات حرارتی ساختمان های مسکونی استفاده شده است. سامانه فراگستر دارای اجزای مختلف با کارکردهای متفاوت می باشد که در ادامه به مهم ترین بخش های آن اشاره می شود.



شکل ۳- فلوجارت انجام تحقیق

Figure 3. flowchart Research Performance



شکل ۴- دستگاه ثبت انرژی فراگستر

Figure 4. Ubiquitous Energy Record Device



شکل ۶- برد SIM8080 و آنتن GPS

Figure 6. SIM8080 Bord and GPS antenna

خازن، کریستال، کلیدهای کنترل و غیره استفاده شده است که در شکل (۷) مشاهده می‌کنید

برای جانمایی حس گرهای مختلف سامانه فراگستر از مدار الکتریکی صفحه تخت استفاده شده است. در این مدار علاوه بر حس گرهای تعبیه شده از ماژول‌های دیگر مانند پردازش گر،

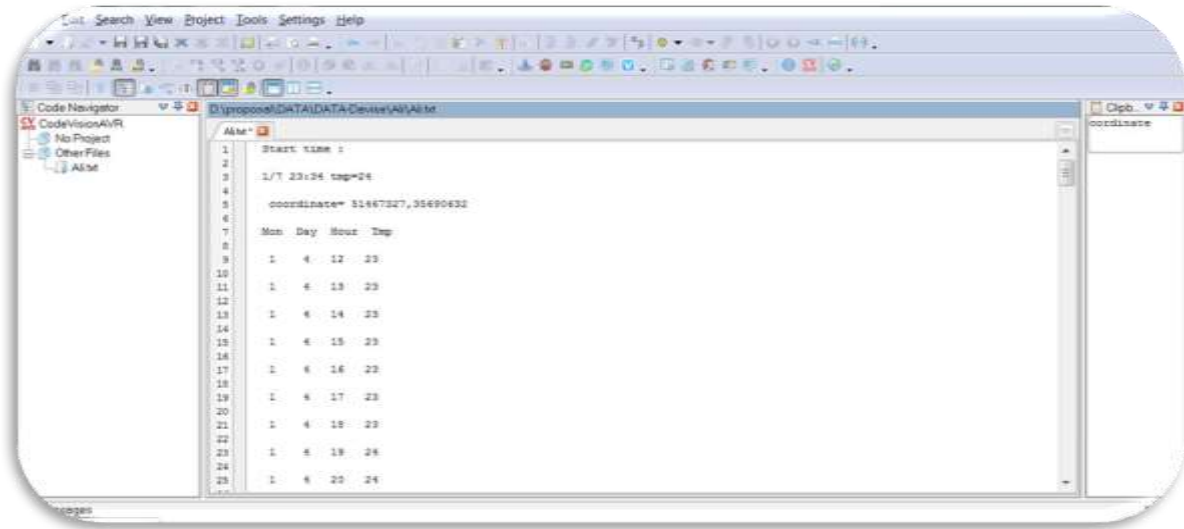


شکل ۷- مدار الکتریکی به کاررفته در سامانه فراگستر

Figure 7. Electrical circuit used in the Ubiquitous system

نرم افزار طراحی شده علاوه بر اطلاعات حرارتی ساختمان مورد ارزیابی، موقعیت جغرافیایی، تاریخ، روز، ساعت نمایش داده شده است.

برای نمایش اطلاعات ثبت شده در محیط رایانه از نرم افزار طراحی شده در یک این محیط استفاده شده است همان طور که در شکل (۸) مشاهده می‌کنید متغیرهای که به وسیله سامانه فراگستر ثبت شده‌اند در این محیط نمایش داده می‌شوند. در



شکل ۸- نمایش اطلاعات ثبت شده در نرم افزار توسعه داده شده در رایانه

Figure 8. Display registered information in extended software for computer

توسعه سامانه مدیریتی انرژی فرا گستر در تلفن همراه

باشد. توسعه نرم افزار TMS در تلفن همراه را در شکل (۹) مشاهده می کنید. همان طور که مشاهده می کنید در درجه اول برای ورود به اطلاعات و پایگاه داده از Username و password و برای ارسال اطلاعات حسگر به محیط اندروید از GSM و سرور استفاده شده است.

چندین سیستم عامل مانند ویندوز، سیمبین، IOS و اندروید را می توان در توسعه برنامه های کاربردی تلفن های هوشمند مورد استفاده قرار داد. هدف استفاده کردن از TMS در سیستم عامل اندروید این می باشد که پلت فرم اندروید منبع باز (open source) می باشد. همچنین پشتیبان کننده از فرآیندهای پس زمینه و غنی کننده نرم افزارهای داخلی می-



شکل ۹- توسعه سامانه مدیریتی انرژی فرا گستر در تلفن همراه

Figure 9. The Development of Ubiquitous Energy Management system for Cell phone

مصرف برق مشترکین

در این پژوهش میزان مصرف برق در واحد (وات در مترمربع) مشترکین مورد بررسی قرار گرفت. میزان مصرف کل انرژی برق مشترکین مورد بررسی مقدار (۱۹۹۱۶) می باشد که به طور متوسط هرماه میزان (۱۶۵۹) انرژی برق مصرف شده است. میزان مصرف عادی مقدار (۲۲۷۷۵) که نسبت به مصرف کل برق مشترکین مقدار (۲۸۵۹) بیش تر می باشد. متوسط مصرف مشترکین مقدار (۱۱۳۲۸) که نسبت به مصرف عادی و مصرف کل مقدار (۱۱۴۴۷) و (۸۵۸۸) کم تر می باشد. همچنین متوسط مصرف عادی مشترکین مقدار (۱۱۳۲۸) می باشد که با مقدار مصرف عادی برابر می باشد. شاخص های مصرف برق مشترکین در کم باری مقدار (۱۹۰۸)، اوج باری (۱۸۸۶) و میان باری مقدار (۱۸۹۸۱) می باشد. که در مقدار میان باری نسبت به اوج باری مقدار (۱۷۰۹۵) بیش تر مصرف شده است.



شکل ۱۰- نمایش اطلاعات ثبت شده سامانه مدیرتی

انرژی فراگستر در تلفن همراه

Figure 10. Display registered information the Ubiquitous Energy Management system for Cell phone

شرکت اندرید به تازگی اعلام کرد لوازم جانبی پروتکل^۱ (OAP) با کسب اجازه از گوگل با حسگرهای خارجی و دستگاه مجهز به اندرید درت عامل هستند. علاوه بر این، رابط های برنامه کاربردی برای دسترسی به بلوتوث، Wi-Fi و ارتباطات گسترده^۲ (NFC) رادیو در دستگاه های اندرید وجود دارد. این ارتباطات API اجازه می دهد دستگاه های اندرید دارای انواع اتصالات و حتی گسترده تر از حسگرهای خارجی داشته باشند. با این حال، ساخت برنامه های کاربردی که از حسگرهای خارجی استفاده می کند از دیدگاه توسعه دهندگان نرم افزار نسبتاً پیچیده است. در این تحقیق از ماژول GSM برای ارائه ارتباط بین USD (سیستم فراگستر) و برنامه TMS تلفن همراه استفاده می شود. دلیل این است که GSM یک روش کاربردی ارتباط بین دستگاه های مختلف می باشد. بسیاری از تلفن های هوشمند امروز توانایی برقراری ارتباط با استفاده از GSM را دارند.

مصرف گاز مشترکین

در این پژوهش تعدادی ساختمان مسکونی انتخاب و مصرف ماهانه گاز آن ها بررسی شد. میزان مصرف کل انرژی گاز مشترکین مورد بررسی مقدار (۲۰۰۶۸) مترمکعب می باشد. دی ماه با داشتن مقدار مصرف انرژی گاز (۳۲۵۵) پرمصرف ترین و تیرماه با مقدار (۳۸۹) کم مصرف ترین ماه بوده است. به طوری که نسبت مصرف دی به تیر مقدار (۲۸۶۶) مترمکعب بوده است. مشترکین مورد بررسی در فصل پاییز و زمستان، در ماه های دی، بهمن، آذر، اسفند با داشتن مقادیر (۳۲۵۵) (۳۱۰۷) (۳۱۰۷) (۲۳۶۱) انرژی گاز زیادی مصرف کرده اند. همچنین در فصل تابستان و بهار، در ماه های تیر، شهریور، خرداد، اردیبهشت، مرداد با داشتن مقادیر (۳۸۹) (۵۳۸) (۵۸۴) (۶۷۲) (۷۵۷) انرژی گاز کم تری مصرف کرده اند. میزان مصرف انرژی گاز در فصل زمستان و پاییز نسبت به فصل تابستان و بهار مقدار (۸۸۳۹) مترمکعب بیش تر بوده است.

1- Open Accessory Protocol
2- Near Field Communication

جدول ۱- مقدار مصرف انرژی گاز مشترکین در سال ۱۳۹۳

Table 1. The amount of gas Energy consumption Subscribers In 1393

۸۸۳۹	میزان مصرف در فصل زمستان و پاییز نسبت به فصل تابستان و بهار
۲۸۶۶	تفاضل بیش ترین و کم ترین میزان مصرف همراه
۱۲	متوسط مصرف در روز
۳۸۹	کم مصرف ترین ماه
۱۰۵	متوسط مصرف در روز
۳۲۵۵	بیش ترین ماه مصرف
۱۶۷۲	متوسط مصرف در همراه
۲۰۰۶۸	مصرف کل مترمکعب

جدول ۲- مقدار مصرف انرژی برق مشترکین در سال ۱۳۹۳

Table 2. The amount of electrical Energy Consumption Subscribers In 1393

مصرف کل	متوسط مصرف در همراه	اوج باری	کم باری	نسبت بین کم باری به اوج باری	متوسط مصرف	مصرف عادی	نسبت بین مصرف عادی و متوسط مصرف
۱۹۹۱۶	۱۶۵۹	۱۸۸۶	۱۹۰۸	۲۲	۱۱۳۲۸	۲۲۷۷۵	۱۱۴۴۷

بررسی اتلاف انرژی واحدهای مسکونی موردبررسی

با توجه تحلیل اطلاعات میزان مصرف انرژی سوختی در ساختمان‌های مسکونی مشترکین موردبررسی روند رو به افزایشی داشته است به نحوی که مصرف انرژی بیش تر از استاندارد موجود گزارش شده است. این روند افزایشی انرژی در ساختمان‌های موردبررسی به دلیل استاندارد نبودن ساختمان‌های مسکونی موجب اتلاف انرژی شده است. اتلاف انرژی در ساختمان‌های موردبررسی از قسمت‌های مختلف صورت گرفته است اما مهم ترین بخش آن پنجره‌ها بوده است. در این تحقیق پنجره‌های اتاق‌ها، حال پذیرایی و آشپزخانه در صورت موجود موردبررسی قرار گرفته است. بدین منظور برای ثبت و اندازه‌گیری اتلاف انرژی پنجره‌ها از حس گر طراحی شده LM35 استفاده شده است.

بررسی اتلاف انرژی پنجره‌های اتاق‌ها

معمولاً برای تهویه هوای اتاق‌ها پنجره احداث می‌شود؛ و معمولاً پنجره‌های اتاق‌ها نورگیر و به سمت مناسب که قابل رؤیت باشد احداث می‌شود. روند اتلاف انرژی پنجره‌ها بستگی به نوع مواد به کاررفته، جنس و نوع آن، دوجداره و یک جداره بودن متفاوت می‌باشد. پنجره اتاق‌های ساختمان‌های موردبررسی از لحاظ جنس، مواد به کاررفته و اصول مهندسی استاندارد نبوده که باعث افزایش اتلاف انرژی از آن شده است. در شکل (۱۱) حس گر توسعه داده شده برای اندازه‌گیری انرژی اتلافی پنجره نوع و جنسی پنجره‌های اتاق یکی از مشترکین موردبررسی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱- پنجره اتاق مشترک مورد بررسی ساختمان مسکونی

Figure 11. The Subscriber room window of Studied residential building

بررسی اتلاف انرژی پنجره‌های آشپزخانه

اصول مهندسی در آن‌ها رعایت نشده بود و پنجره‌ها فاقد عایق‌بندی مناسبی بوده است. با اندازه‌گیری دمای بیرون پنجره‌های ساختمان‌های مورد بررسی با استفاده از حس گر گرمایی مقادیر بالای اتلاف انرژی در این بخش از ساختمان ثبت شده است شکل (۱۲) نحو اندازه‌گیری میزان انرژی پنجره-های مشترک مورد بررسی و نوع و مواد سازنده آن را نشان می‌دهد.

روند اتلاف انرژی از پنجره‌های آشپزخانه‌ها نسبت به اتاق‌ها و حال پذیرایی بیشتر می‌باشد علت آن نیز استفاده کردن از این بخش ساختمان برای پخت‌وپز و موارد گرمایشی می‌باشد معمولاً در طراحی پنجره‌های آشپزخانه‌ها باید دقت بیش تری انجام می‌شود و اصول مهندسی رعایت شود به دلیل این که یکی از منابع اصلی تولید گرما و اتلاف انرژی در ساختمان‌ها قسمت آشپزخانه آن می‌باشد. در ساختمان‌های مورد بررسی پنجره‌های احداث شده وضعیت مناسبی نداشتن به طوری که



شکل ۱۲- پنجره آشپزخانه مشترک مورد بررسی ساختمان مسکونی

Figure 12. The Subscriber kitchen window of Studied residential

بررسی اتلاف انرژی پنجره‌های حال پذیرایی

کیفیت پایینی دارند به طوری ظرفیت نگه‌داری انرژی را ندارند و موجب اتلاف بیش از حد انرژی از این قسمت می‌شود در شکل (۱۳) پنجره‌های حال پذیرایی یک مشترک به همراه حسگر اندازه‌گیری مشاهده می‌کنید.

استفاده از پنجره برای حال پذیرایی برای تهویه مناسب ساختمان مناسب است ولی اگر پنجره‌ها راندمان پایینی داشته باشد و عایق‌بندی مناسبی نداشته باشد انرژی هدر می‌رود. پنجره حال پذیرایی ساختمان‌های مورد بررسی راندمان و



شکل ۱۳- پنجره حال پذیرایی مشترک مورد بررسی ساختمان مسکونی

Figure 13. The Subscriber reception window of Studied residential building

ارزیابی مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی

در این پژوهش پس از ثبت و اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی مشترکین، میانگین مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی که شامل اندازه‌گیری مصرف اتاق‌ها، آشپزخانه و حال پذیرایی

در این پژوهش پس از ثبت و اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی مشترکین، میانگین مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی که شامل اندازه‌گیری مصرف اتاق‌ها، آشپزخانه و حال پذیرایی

جدول ۳- میانگین مصرف انرژی پنجره‌های مشترکین

Table 3 Average energy consumption of the subscriber windows

مشترک شماره ۵			مشترک شماره ۴			مشترک شماره ۳			مشترک شماره ۲			مشترک شماره ۱		
حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق
۲۵	۲۷	۲۵	۲۵	۲۶	۲۵	۰	۲۸	۲۷	۰	۲۷	۲۵	۲۷	۲۷	۲۶
مشترک شماره ۱۰			مشترک شماره ۹			مشترک شماره ۸			مشترک شماره ۷			مشترک شماره ۶		
حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق	حالت پذیرایی	آشپزخانه	اتاق
۲۵	۲۶	۲۵	۲۱	۲۱	۲۷	۰	۲۵	۲۲	۰	۲۵	۲۴	۲۵	۲۷	۲۴

ارزیابی اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی

روز، تاریخ و میزان حرارت مصرفی در نظر گرفته شد. پنجره‌ها که شامل (پنجره‌های اتاق‌ها، آشپزخانه‌ها و حال پذیرایی) مورد ارزیابی قرار گرفت به طوری که در جدول (۴) میانگین اتلاف انرژی پنجره‌های اتاق‌ها، آشپزخانه‌ها، حال پذیرایی مشترکین را مشاهده می‌کنید.

در این تحقیق به منظور ثبت اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی از سامانه طراحی شده U-TMS استفاده شده است. به طوری که انرژی اتلافی مشترکین با استفاده از حس گرهای طراحی شده مورد اندازه‌گیری قرار گرفته شد. در اطلاعات ثبت شده متغیرهای از قبیل ماه اندازه‌گیری،

جدول ۴- میانگین اتلاف انرژی پنجره‌های مشترکین

Table 4. Average energy dissipation of the subscriber windows

مشترک شماره ۱			مشترک شماره ۲			مشترک شماره ۳			مشترک شماره ۴			مشترک شماره ۵		
اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال
۱۸	۱۶	۱۹	۲۱	۲۲	۰	۱۸	۲۲	۰	۱۷	۲۶	۲۵	۲۴	۲۷	۱۶
مشترک شماره ۶			مشترک شماره ۷			مشترک شماره ۸			مشترک شماره ۹			مشترک شماره ۱۰		
اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال	اتاق	آشپزخانه	حال
۲۷	۱۷	۰	۲۰	۲۷	۰	۲۴	۲۶	۲۳	۲۴	۲۴	۲۴	۲۳	۲۳	۲۵

یافته‌ها و نتایج

برای به دست آوردن مقدار اتلاف انرژی پنجره‌های ساختمان- های موردبررسی ضریب انتقال حرارت kave بر داده‌های اندازه‌گیری شده اعمال شد و میزان اتلاف انرژی هر بخش محاسبه شد

ضرایب انتقال حرارت متوسط Kave بر مبنای رابطه (۱) بر حسب $W/m^{\circ}C$ محاسبه می‌شود

رابطه (۱) ضرایب انتقال حرارت متوسط Kave

$$Kave = \frac{(K.A_{دیارها}) + (K.A_{پنجره}) + (K.A_{سقف}) + (K.A_{کف})}{(A_{دیارها} + A_{پنجره} + A_{سقف} + A_{کف})}$$

$$\frac{(K.A_{پنجره})}{A} = \frac{\text{سطح پنجره} \times \text{اتلاف} - \text{مصرف}}{\text{سطح پنجره}}$$

که در این رابطه A سطح، Kave ضریب انتقال حرارت متوسط و K ضریب انتقال حرارت می‌باشد. مقدار ضریب محاسبه شده پنجره‌های ساختمان‌های مسکونی موردبررسی را به شرح جدول (۵) مشاهده می‌کنید.

جدول ۵- ضریب انتقال حرارتی محاسبه شده پنجره‌های مشترکین

Table 5 Calculated Thermal transfer coefficient of the subscriber windows

مشترک شماره ۱			مشترک شماره ۲			مشترک شماره ۳			مشترک شماره ۴			مشترک شماره ۵		
اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی
۰/۲۲	۰/۶۵	۰/۵۸	۰/۰۵	۰/۱۴	۰	۰/۳۵	۰/۱۹	۰	۰/۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۲۲
مشترک شماره ۶			مشترک شماره ۷			مشترک شماره ۸			مشترک شماره ۹			مشترک شماره ۱۰		

اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی	اتاق	آشپزخانه	حال پذیرایی
۰/۰۳۷	۰/۱۲	۰	۰/۰۸	۰/۱۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶

همچنین میانگین کل اتلاف انرژی پنجره‌های هر مشترک به

شرح جدول (۶) محاسبه شده است.

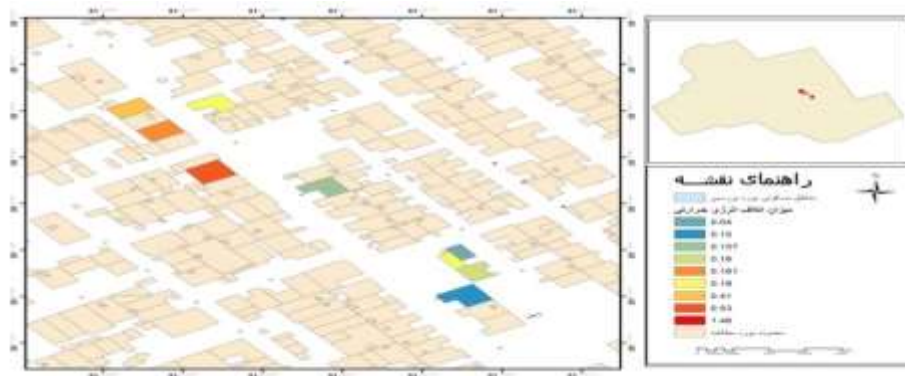
جدول ۶- مقدار کل اتلاف انرژی پنجره‌های مشترکین

Table 6. The total amount energy dissipation of the subscriber windows

مشترک شماره ۱	مشترک شماره ۲	مشترک شماره ۳	مشترک شماره ۴	مشترک شماره ۵
۱/۴۶	۰/۱۸	۰/۵۳	۰/۱۶۱	۰/۴۱
مشترک شماره ۶	مشترک شماره ۷	مشترک شماره ۸	مشترک شماره ۹	مشترک شماره ۱۰
۰/۱۵۷	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۱۶

نتایج اندازه‌گیری نشان داد آشپزخانه‌های ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی با داشتن مقادیر ۱/۴۰۶ بیشترین میزان اتلاف را داشته است بعد از آن اتاق‌ها با مقادیر ۱/۰۹۷ و حال پذیرایی با مقادیر ۰/۹۳۵ در مرتبه بعدی قرار گرفته‌اند. پس از محاسبه ضریب اتلاف انرژی حرارتی ساختمان‌های مورد بررسی

میانگین کل اتلاف انرژی هر مشترک به همراه میانگین اتلاف برق و گاز به عنوان یک اطلاعات توصیفی به نقشه‌های کاداستر شهری محدوده مورد مطالعه پیوست داده شد در نهایت از نرم‌افزار GIS و روش کریجینگ نقشه‌های پهنه‌بندی به دست آمد.



شکل ۱۴- نقشه ضریب اتلاف انرژی حرارتی ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی

Figure 14. Map of amount coefficient of thermal Energy dissipation in studied residential buildings

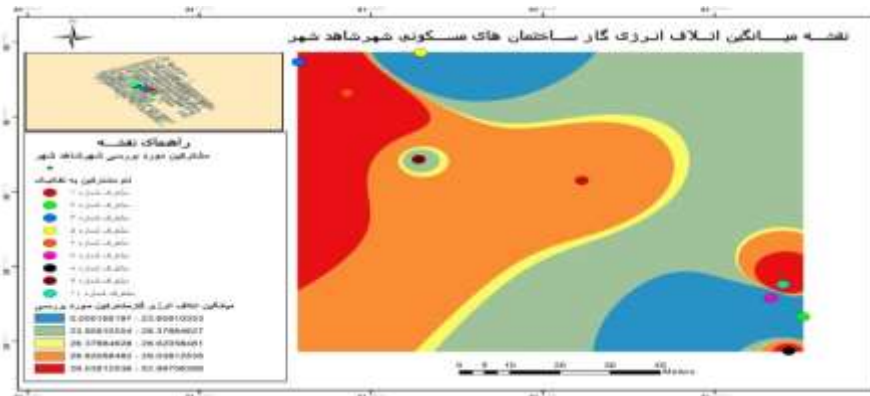
ارزیابی نتایج الگوی مصرف سوختی انرژی

با توجه به اینکه یکی از منابع اصلی اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی سوخت‌های فسیلی از قبیل (گاز، برق) و حرارت مصرفی می‌باشند شناسایی استاندارد مصرف سوخت و انرژی حرارتی برای بررسی اتلاف انرژی دارای اهمیت می‌باشد.

بر مبنای آمار سازمان استاندارد انرژی میانگین بهینه‌دمای واحدهای مسکونی ۲۲ درجه می‌باشد. در واقع اگر در ساختمان مورد نظر مقررات ملی ساختمان رعایت شود دمای ۲۲ درجه آسایش محیط فراهم می‌شود. استاندارد مصرف انرژی گاز برای

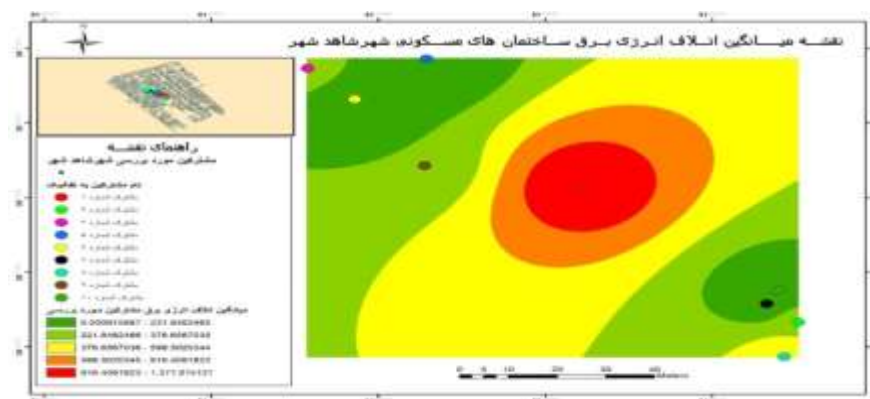
کرده‌اند. مشترکین به‌طور متوسط ۱۱۴ مترمکعب در سال در مصرف انرژی گاز اتلاف داشته‌اند که به ترتیب بیشترین مقادیر ماهانه شامل (۳۷۷،۳۶۵،۲۶۶،۱۳۸) مترمکعب انرژی بوده است. میانگین اتلاف انرژی برق مشترکین ۲۲۴،۷ کیلووات در ساعت بوده است به ترتیب مقادیر (۱۳۷۲،۵۳۷،۱۷۲،۱۰۳،۶۳) kwh بوده است. بیشترین میزان اتلاف انرژی برق مشترکین بوده است.

واحدهای مسکونی کمتر از ۱۲۰ متر ۶ مترمکعب در روز و متوسط استاندارد مصرف برق برای واحدهای کمتر از ۱۲۰ متر ۱۵۰ کیلووات در ساعت می‌باشد. بدین منظور استانداردهای موجود برای واحدهای مسکونی مورد بررسی اعمال شد و الگو و روند مصرف مشترکین با استانداردهای انرژی مقایسه‌شدن. نتایج ارزیابی نشان داد اکثر مشترکین در مصرف انرژی گاز صرفه‌جویی نکردن و بیشتر از استاندارد موجود انرژی مصرف



شکل ۱۵- نقشه مقدار اتلاف انرژی گاز ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی

Figure 15. Map of the amount dissipation of Gas Energy in studied residential buildings



شکل ۱۶- نقشه مقدار اتلاف انرژی برق ساختمان‌های مسکونی مورد بررسی

Figure 16. Map of the amount dissipation of electrical Energy in studied residential buildings

نتیجه‌گیری

اتلافی از حس گر LM35 که در آن تعبیه‌شده بود استفاده شد. حس گر GPS، برد GSM مدل SIM808 آنتن ارتباطی از دیگر امکانات سامانه U-TMS می‌باشد همچنین برای نمایش اطلاعات حرارتی ثبت‌شده حس گر از نرم‌افزار توسعه داده‌شده در رایانه و موبایل استفاده شد. سامانه U-

هدف این پژوهش بررسی میزان اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی شاهد شهر می‌باشد. به‌طوری‌که تعدادی ساختمان مسکونی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. برای به دست آوردن میزان اتلاف انرژی از سامانه طراحی‌شده U-TMS استفاده‌شده است. در سامانه U-TMS برای ثبت میزان انرژی

اندازه‌گیری اطلاعات حرارتی را بهبود بخشیده است. در پایان به منظور ادامه تحقیقات در این زمینه پیشنهادهایی از قبیل نمایش آنلاین اطلاعات حرارتی ساختمان‌ها در سرور و نرم‌افزارهای توسعه داده‌شده در این بخش، مطالعه همه بخش‌های در معرض اتلاف انرژی از قبیل کف، راهرو، سقف، دیوارها، توسعه حس گرهای باقابلیت شبکه‌ای، استفاده از فناوری‌های نوین مانند ترموگراف (ترمومتر) و حس گرهای سنجش‌از دور به‌منظور بررسی اتلاف انرژی ساختمان‌های مسکونی داده می‌شود.

تشکر قدردانی

در پایان از اساتید ارجمند و گرامی جناب آقای دکتر ابوالقاسم صادقی نیارکی (استاد محترم دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی) و آقای دکتر شهرام بیک پور (استاد محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات) به خاطر حمایت و پشتیبانی از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایم

Reference

1. Asgharyan Najaf abadi, S., and Ghasemzadeh h., 2016. Prioritization of waste disposal methods using Analytical Hierarchy Process. Journal of Environmental Science and Technology, 18 (3): 407-414. (In Persian)
2. Mostafa Mirabadi, M., and Abdi, A. H., 2017. Landfill locate in Bukan by Boolean logic and Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Environmental Science and Technology, 19 (1): 149 – 168. (In Persian)
3. PourAhmad, A., Habibi, K., Zahrabi, M., Adli, N. S., 2007. Using fuzzy algorithms and GIS for selection of urban equipment location case study: Babolsar. Journal of Environmental Studies, 33(42): 31-42. (In Persian)

TMS دارای محدودیت‌های مکانی و زمانی نمی‌باشد به‌طوری‌که کاربر در هر زمان می‌تواند با داشتن موقعیت ساختمان‌های موردنظر اطلاعات را ثبت و تجزیه، تحلیل کند. همچنین در این پژوهش میزان مصرف انرژی سوختی (گاز، برق) مشترکین نیز موردبررسی قرار گرفت و با استانداردها و الگوهای بهینه مصرف سوخت انرژی مقایسه شد. نتایج پژوهش نشان داد میزان اتلاف انرژی در ساختمان‌های موردبررسی روند افزایشی داشته است و مشترکین بیش از استانداردهای موجود انرژی مصرف کرده‌اند. همچنین با اندازه‌گیری انرژی حرارتی مشترکین با استفاده از حس گر طراحی شده این نتیجه حاصل شد که روند مصرف انرژی در ساختمان موردبررسی در ساعات‌های مختلف متعادل نبوده و نوسانات بسیاری داشته است. همچنین با بررسی‌های انجام‌شده و تجزیه تحلیل اطلاعات مشترکین می‌توان به این نکته اشاره کرد که بسیاری از منابع انرژی از ساختمان‌های مشترکین موردبررسی اتلاف می‌شوند این اتلاف انرژی بیش تر برگرفته از فقدان الگوی مصرف استاندارد، بی‌توجه بودن به اهمیت انرژی، پایین بودن نرخ هزینه‌های پرداختی برای انرژی و از همه مهم‌تر استاندارد نبودن ساختمان‌ها از لحاظ ایمنی و مقررات می‌باشد. همچنین از مهم‌ترین بخش‌های انرژی اتلافی در ساختمان‌های موردبررسی پنجره‌ها می‌باشند که راندمان پایین برای نگه‌داری حرارت دارند بدین منظور در این پژوهش میزان اتلاف انرژی پنجره‌های ساختمان‌های مسکونی با استفاده از حس گر تعبیه‌شده مورداندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج اندازه‌گیری نشان داد پنجره‌های آشپزخانه هابه دلیل استاندارد نبودن در برابر نگه‌داری انرژی با دارا بودن ضریب اتلاف انرژی ۱,۴۰۶ میزان اتلاف انرژی بیشتری نسبت به پنجره‌های بخش‌های دیگر دارند. از نتایج دیگر پژوهش می‌توان به طراحی و توسعه سامانه مدیریت حرارتی فراگستر اشاره کرد که شامل دستگاه ثبت‌کننده و نمایش‌دهنده انرژی، حس گرهای کاربردی GPS، LM35، برد GSM و نرم‌افزارهای توسعه داده‌شده در محیط دستاب و تلفن همراه می‌باشد اشاره کرد. استفاده از سامانه فراگستر به‌منظور مدیریت انرژی روند سرعت، دقت

- and Planning, 19 (54): 105-125. (In Persian)
11. Guler D. and Yomralioglu T., 2017. Alternative suitable landfill site selection using analytic hierarchy process and geographic information systems: a case study in Istanbul. *Environmental Earth Science*, 76:678, DOI 10.1007/s12665-017-7039-1
 12. Eskandari M., Homae M., Falamaki A., 2016. Landfill site selection for municipal solid wastes in mountainous areas with landslide susceptibility. *Environmental Sci Pollut Res*, DOI 10.1007/s11356-016-6459-x
 13. Maguiri A. E., Kissi B., Idrissi L., Souabi, S., 2016. Landfill site selection using GIS, remote sensing and multicriteria decision analysis: case of the city of Mohammedia, Morocco. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, DOI 10.1007/s10064-016-0889-z.
 14. Guiqin W., Li Q., Guoxue L., Lijun C., 2009. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management* 90, PP.2414–2421.
 15. Babalola A. and Busu I., 2011. Selection of landfill sites for solid waste treatment in damaturu town-using GIS Techniques. *Journal of Environmental Protection*, 2, PP. 1-10.
 16. Balasooriya B., Vithanage M., Nawarathna N. J., Kawamoto K., Zhang M., Herath G., 2014. Solid waste disposal site selection for Kandy district, Sri Lanka Integrating GIS and Risk Assessment. *International Journal of Scientific and Research*, 4 (10).
 17. Chabuk A., Al-Ansari N., Hussain H. M., Knutsson S., Pusch R., 2016. Entezari, S., Jashni, A., Bidokhti, N. T., 2012. Locating urban landfill in Marvdasht using GIS and Hierarchical Analysis. 6th National Congress on Waste Management, Mashhad, Iran. (In Persian)
 5. Amiri, M. J., Nikzad, W., Moarab, Y., Foroughi, N., 2015. Landfill sites site selection using fuzzy logic in GIS and Fuzzy Analytic Hierarchical Model (FAHP) (case study: Minoodasht city). *Journal of Environmental Studies*, 16(1):485-501. (In Persian)
 6. Heydarzadeh N., 2003. Criteria for locating municipal solid waste landfill. *Publications of the Municipalities of Iran*, 45 p. (In Persian)
 7. Saaty T.L., 1997. That is not the analytic hierarchy process: What the AHP is and what it is not. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6 (6), PP.324-335.
 8. Kyanfard, F., Lashkaripour, G., Hafezi, Moghaddas, N., 2013. Selection of municipal solid waste landfill site using GIS and Hierarchical case study: Ramhormoz city. 7th Geological National Conference of of Payame Noor University. (In Persian)
 9. Rahmat, Z. G., Vosoughi Niri M., Alavi N., Goudarzi G., Babaei A. A., Baboli Z. and Hosseinzadeh M., 2016. Landfill site selection using GIS and AHP: a case study: Behbahan, Iran. *Journal of Civil Engineering*, DOI 10.1007/s12205-016-0296-9.
 10. Hejazi, S. A., 2015. Urban Landfill site selection by using spatial information techniques and Hierarchical Analysis: A Case Study of Maragheh. *Journal of Geography*

- Iran, MSc. Thesis, University of Shahrood. (In Persian)
20. Sener b., 2004. Landfill site selection by using geographic information system. Mcs, thesis, School of natural and applied science of Middle East technical.
21. Management and Planning Organization of Iran, 2001. Design, implementation, maintenance and operation of sanitary landfills for municipal waste, Vice-Chancellor for Research, Science and Publications. (In Persian)
- Landfill site selection using geographic information system and analytical hierarchy process: A case study Al-Hillah Qadhaa, Babylon, Iraq. Waste Management & Research, DOI: 10.1177/0734242X16633778.
18. Momeni, M., Mobaraki, A., Jenabi, N., 2013. Land planning and spatial development management case study: Malekan county, Journal of Urban Management Studies, 5(13):46-56. (In Persian)
19. Eskandari, R., 2011. Site selection and assessment of environmental impacts of dangerous waste landfills in central