

## اتوماسیون وسایل خانه‌های هوشمند با تلفن اندرویدی به منظور کاهش انرژی مصرفی ساختمان‌ها

عبدالمجید جعفرخادم<sup>۱\*</sup>، افشین لشکرآرا<sup>۲</sup>

\*۱- کارشناس ارشد برق-قدرت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران majid\_kh65@yahoo.com

۲- استادیار، گروه تحصیلات تکمیلی برق-قدرت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران lashkarara@iust.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۰۱

**چکیده:** با توسعه بکارگیری فناوری اطلاعات در سطح جامعه، ساختمان‌ها نیز به منظور کاهش مصرف انرژی و همچنین ایجاد محیطی با راحتی بیشتر از این فناوری بهره‌مند شده‌اند. در سال‌های اخیر گرایش به استفاده از تلفن‌های هوشمند اندرویدی در خانه‌های هوشمند، به دلیل سادگی و توانایی این وسایل در برقراری ارتباطات رو به افزایش است. در این مقاله پس از مطالعه و بررسی تکنولوژی‌های به کار رفته در اتوماسیون خانه، مراحل طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم اتوماسیون خانگی جهت ایجاد امکان کنترل و مانیتور از راه دور وسایل آن ارایه شده است. در سیستم کنترلی اصلی، از تکنولوژی بی‌سیم **WIFI**، وب و اینترنت جهت امکان دسترسی کاربر از هر نقطه از جهان استفاده شده است. یک برنامه اندرویدی تحت وب با رابط کاربری ساده نیز جهت ارتباط با وسیله و کنترل و مانیتور رله‌های آن طراحی شده است. هدف اصلی این تحقیق، طراحی و پیشنهاد یک سیستم ساده، امن و مقرون به صرفه جهت کنترل و مانیتورینگ از راه دور وسایل برقی خانگی با استفاده از یک رابط گرافیکی کاربرپسند بر روی تلفن‌های اندرویدی می‌باشد. همچنین نقش چنین سیستم‌هایی در کاهش مصرف انرژی ساختمان‌ها و مدیریت بهتر منابع انرژی مورد مطالعه قرار گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** اتوماسیون خانه، برنامه کاربردی اندرویدی، پروتکل بی‌سیم **WIFI**، کاهش انرژی مصرفی ساختمان، کنترل و نظارت از راه دور وسایل خانه

### ۱- مقدمه

خانه‌های هوشمند به شمار می‌روند که با استفاده از فناوری‌های مخابراتی و تکنولوژی‌های وب برای کنترل از راه دور خانه و همچنین پشتیبانی از بیماران به صورت از راه دور به کمک مراکز

خانه هوشمند شامل ترکیبی از روش‌های هوشمند سازی در داخل مسکن برای ایجاد آسایش، بهداشت، امنیت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌باشد. سیستم‌های مانیتورینگ از راه دور از اجزای مشترک

موجود در ساختمان و یا به وسیله استفاده از شبکه‌های بی‌سیم قابل پیاده‌سازی است. علاوه بر این، کاربران از برنامه‌های کاربردی موبایل، برای کنترل منازل خود از فواصل طولانی استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه قسمت عمده‌ای از زمان زندگی بشر در ساختمان‌های مختلف اداری، مسکونی و تجاری سپری می‌شود، لذا توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها به عنوان یکی از دغدغه‌های متخصصین قرار گرفت. همچنین علاوه بر مباحث مربوط به بهینه‌سازی مصرف انرژی، استفاده از امکانات قابل ارایه توسط فناوری اطلاعات در ساختمان‌ها، به منظور ایجاد محیطی مناسب‌تر برای زندگی بشر، شرکت‌های مختلفی را به تولید و ارائه محصولات مرتبط تشویق نمود. کنترل و دسترس سیستم‌های اتوماسیون خانگی با استفاده از نرم‌افزارهای طراحی شده از هر نقطه در داخل ساختمان و خارج از آن از طریق تلفن و اینترنت به سهولت مقدور می‌باشد [5].

تجهیزات خانه هوشمند برای اشتراک‌گذاری و تبادل اطلاعات نیاز به استفاده از شبکه‌های ارتباطی دارند. این پروتکل‌ها با دیگر پروتکل‌های بنیادی همانند مخابرات از راه دور و اینترنت آمیخته شده‌اند تا عملکرد بهتری داشته باشند. این تکنولوژی‌ها را به طور کلی می‌توان به سه دسته باسیم، بی‌سیم و ترکیبی تقسیم کرد. در پروتکل‌های باسیم می‌توان از خطوط برق AC، خطوط تلفن و زوج‌سیم تابیده شده برای انتقال اطلاعات استفاده کرد. از جمله پروتکل‌های پرکاربرد سیم‌دار می‌توان به پروتکل‌های X10 و KNX اشاره کرد. مشکل اصلی این پروتکل‌ها این است که برخی از دستگاه‌های الکتریکی مدرن که دارای فیلتر نویز هستند ممکن است داده‌های آنها را نیز به عنوان نویز فیلتر کنند [1]. لذا از این تکنولوژی بیشتر در جاهایی که امنیت کمتری لازم است و امکان تلورانس بالای خطا وجود دارد و صرفاً به علت هزینه پایین و نصب آسان آن استفاده می‌شود [5]. از پروتکل‌های مهم بی‌سیم نیز می‌توان به Zigbee، WIFI، بلوتوث، GSM و ... اشاره کرد.

در [6] سه پروتکل بی‌سیم Zigbee، WIFI و بلوتوث با هم مقایسه شده‌اند که تکنولوژی WIFI توان بیشتری در مقایسه با دو پروتکل دیگر مصرف می‌کند اما پهنای باند و برد مسافتی بیشتری دارد. لذا در این تحقیق، برای ارتباط بین موبایل و وسیله در داخل منزل از این تکنولوژی استفاده شده تا امکان پوشش بیشتری در داخل خانه برای ساکنین فراهم شود. در برخی پروژه‌ها نیز از هر دو پروتکل باسیم و بی‌سیم به صورت ترکیبی استفاده می‌شود. وسیله‌ای که در [7] طراحی و پیشنهاد شده، در آن از تکنولوژی بلوتوثی برای ارتباط تلفن همراه اندرویدی و برد کنترلی استفاده شده است. در واقع یک رابط گرافیکی برای کاربران تلفن‌های اندرویدی طراحی شده که با استفاده از تکنولوژی بلوتوثی به برد متصل شده و از این طریق امکان کنترل و مانیتورینگ رله‌ها فراهم شده است. وسایل نیز به صورت مستقیم و بدون استفاده از هیچ پروتکلی به رله‌ها و صل

درمانی تخصصی صورت می‌گیرد [1]. تعریف اولیه از خانه‌های هوشمند توسط Lutolf انجام شده است [2]. مطابق این تعریف، مفهوم خانه‌های هوشمند ادغام خدمات مختلف در یک خانه با استفاده از یک سیستم ارتباطی مشترک است. این خدمات مختلف باعث بهره‌برداری امن‌تر و راحت‌تر از خانه‌های هوشمند می‌شود که نتیجه آن رسیدن به درجه بالایی از قابلیت‌های هوشمندسازی و انعطاف‌پذیری است. Berlo و همکارانش خانه هوشمند را به عنوان یک خانه و یا محیط کار شامل تکنولوژی‌هایی تعریف کرده‌اند که اجازه می‌دهد تا دستگاه‌ها و سیستم‌ها به صورت خودکار کنترل شوند [3]. مطابق تعریف Winkler خانه هوشمند، خانه‌ای است که قادر به تغییر فعالانه محیط خود و ارایه خدمات برای ترویج شیوه زندگی مستقل برای سالمندان است [4]. در واقع Winkler فقط افراد سالخورده را جزو کاربران خانه هوشمند به حساب آورده است. یک تعریف جزیی و دقیق‌تر از خانه‌های هوشمند در سال ۲۰۰۳ از سوی Intertek که با خانه‌های هوشمند وزارت تجارت و صنعت انگلستان در ارتباط است، منتشر شده است. مطابق این تعریف، خانه‌های هوشمند، مسکن‌هایی شامل یک شبکه ارتباطی هستند که به لوازم الکتریکی متصل و اجازه کنترل و مانیتورینگ از راه دور آنها را فراهم می‌کنند. تعریف جدیدتر توسط Satpathy مفهوم مناسب‌تری از خانه‌های هوشمند را فراهم می‌کند. براساس این تعریف، خانه‌های هوشمند است، در صورتی که بتواند به کمک فناوری‌ها به اندازه کافی امکان داشتن زندگی مستقل و راحت را برای ساکنان خانه فراهم کند. براساس این تعریف در خانه‌های هوشمند، همه دستگاه‌های مکانیکی و دیجیتالی به شکل یک شبکه به هم پیوسته هستند که می‌توانند با یکدیگر و با کاربر برای ایجاد یک فضای تعاملی ارتباط برقرار کنند. بر طبق این تعاریف مختلف در تحقیقات خانه هوشمند، می‌توان خانه هوشمند را به عنوان یک کاربرد همه منظوره در نظر گرفت که می‌تواند زمینه‌های یک کنترل اتوماتیک با استفاده از سرویس‌های خدماتی را در دسترهای مختلف، از جمله هوشمندی محدود، کنترل از راه دور خانه و اتوماسیون خانگی برای کاربر فراهم آورد [1].

در دنیای امروزی که همه چیز به سمت عملکرد اتوماتیک پیش می‌رود، اتوماسیون خانه و وسایل درون آن، بیش از پیش می‌تواند مورد توجه خانوارها قرار گیرد. در حالیکه امروزه خیلی از وسایل صنعتی به سمت سیستم‌های کاملاً خودکار پیش می‌روند، فقط تعداد کمی از ساختمان‌ها، کاملاً هوشمند هستند و این بیشتر به دلیل هزینه‌های بالای سیستم‌های اتوماسیون خانگی است. به محض به کارگیری تجهیزات هوشمند در ساختمان، به طور خودکار خیلی از اهداف به سمت اتوماسیون کارهای روزمره خانگی پیش می‌رود. با ورود تکنولوژی‌های ارتباطی تلفن همراه (موبایل)، یک شاخه جدید از اتوماسیون خانگی در ارتباط با سیستم‌های هوشمند برای کنترل و وسایل خانگی پدید آمده است. این کار چه از طریق سیم‌کشی‌های

آن بیان شده است. در بخش ۴، نتیجه گیری نهایی به صورت خلاصه بیان شده است.

## ۲- طرح پیشنهادی

در این طرح از یک برد با پردازنده ARM و یک برد رله متصل به آن و یک مودم خانگی WIMAX استفاده شده است. همچنین برای این وسیله یک رابط گرافیکی اندرویدی طراحی شده تا کاربران بتوانند با استفاده از تلفن های هوشمند اندرویدی و یا تبلت، و سایل خانگی خود را کنترل کنند و وضعیت خاموش یا روشن بودن آنها را مشاهده نمایند. این کار به گونه ای طراحی شده که ساکنین بتوانند هم در داخل منزل (از طریق تکنولوژی بی سیم WIFI) و هم در بیرون از ساختمان و در هر نقطه از جهان (از طریق شبکه جهانی اینترنت) ساختمان خود را مدیریت کنند. در بخش های ذیل جزئیات بیشتری از این طرح ابتکاری به صورت مجزا تشریح شده است.

### ۲-۱- برد اصلی شامل میکروکنترلر

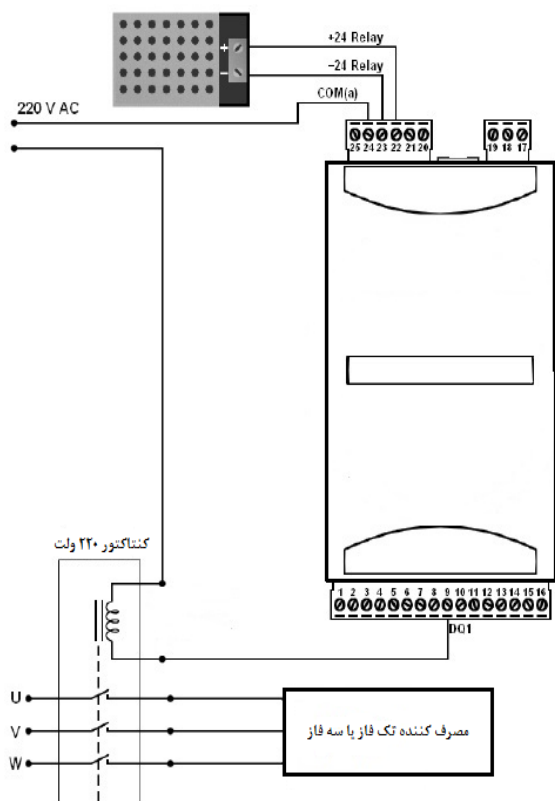
این برد شامل پردازنده ۳۲ بیتی ARM7 به عنوان مغز اصلی سیستم می باشد. دارا بودن پورت شبکه RJ45، یکی از ویژگی های مهم این برد کنترلی است و امکانی را فراهم آورده تا این وسیله را بتوان از طریق همین پورت به روترهای (Router) بی سیم WIFI متصل کرد و تبادل اطلاعات را بدون نیاز به هیچ سیمی انجام داد. میکروکنترلرهای خانواده ARM، دارای واحد EMAC هستند که تنها با اتصال یک آی سی PHY به آن با قیمت ناچیز، می توان سیستم میکروکنترلر خود را به یک سیستم تحت شبکه متصل نمود. از مزایای طراحی این سیستم می توان به هزینه پایین قطعات و استفاده از حداکثر پهنای باند پورت شبکه اشاره کرد. در این برد نیز واحد EMAC موجود در میکروکنترلر، به لایه PHY متصل شده تا بتوان پورت شبکه میکرو را راه اندازی کرد.

بر روی این میکروکنترلر، یک وب سرور داخلی نیز تعبیه شده و صفحات وب با فرمت HTML، روی حافظه دستگاه ذخیره شده اند و از طریق پروتکل HTTP امکان ارتباط با دستگاه فراهم شده است. شکل (۱)، این برد کنترلی را نشان می دهد. همچنین این برد، دارای نمایشگرهای LED (جهت نمایش وضعیت کانال های ورودی و خروجی، ارتباط با شبکه، وضعیت خطا و تغذیه ورودی)، کلید RUN/STOP (جهت راه اندازی و توقف پردازنده)، و سوئیچ تنظیم ID (جهت استفاده چندین دستگاه در شبکه) می باشد.

شده اند. در [8] یک سیستم اتوماسیون خانگی طراحی و پیاده سازی شده که در آن از تکنولوژی GSM و ارسال پیام کوتاه (SMS) استفاده شده است. دلیل استفاده از این تکنولوژی بی سیم، گستردگی مناطق تحت پوشش شرکت های مخابراتی برای سرویس های SMS و همچنین امنیت بالای این تکنولوژی بوده تا قابلیت اطمینان بالایی را برای کاربر فراهم آورد. این سیستم به گونه ای طراحی شده که به محض تغییر در وضعیت هر کدام از وسایل خانگی، پیامی تحت نرم افزار برای کاربر ارسال شود و او را از تغییر وضعیت شرایط خانه مطلع سازد. البته در این سیستم برای ارتباط و تعامل کاربر علاوه بر تکنولوژی GSM، سرویس های اینترنت و برنامه تشخیص صدا نیز در نظر گرفته شده است. در [9] طرحی معرفی شد که در آن با استفاده از مانیتورینگ لحظه ای و از راه دور بخش های ساختمان، بتوان مصرف انرژی را تا حد زیادی کاهش داد. این طرح که هدف آن کاهش مصرف انرژی ساختمان به خصوص در ساعات پیک بار (۱۱ تا ۱۵) در فصل تابستان بود، به صورت آزمایشی در سوپرمارکتی به مساحت ۱۴۰ متر مربع در یکی از شهرهای یونان در سال ۲۰۱۱ نصب گردید. این فروشگاه مجهز به چهار کولر خنک کننده بود که استفاده همزمان آنها مصرف برق قابل توجهی را به همراه داشت. در نرم افزار آنالیزور آن، یک سناریوی اتوماتیک جهت در سرویس قرار دادن کولرها تعریف شد به شکلی که ابتدا کاربر از طریق رابط کاربری طراحی شده بر روی کامپیوتر، دمای مطلوب را انتخاب می نمود. سپس در ساعات پیک بار، در صورتیکه دما از حد مطلوب تجاوز می کرد، برنامه کنترلی به صورت اتوماتیک، با بازه زمانی بیست دقیقه، یک خنک کننده را روشن و پس از بیست دقیقه آن را خاموش و خنک کننده دیگر را روشن می کرد، ولی به محض رسیدن دما به حد مطلوب، همه آنها را خاموش می نمود. اما در ساعات غیر پیک، هر چهار خنک کننده با همدیگر روشن و خاموش می شد. این طرح کنترلی، نقش قابل توجهی در مصرف برق این فروشگاه و کاهش هزینه های ناشی از آن به دنبال داشت.

هدف اصلی این مقاله، طراحی و پیاده سازی یک سیستم مقرون به صرفه، جهت کنترل و مانیتورینگ از راه دور وسایل خانگی به کمک استفاده از تلفن ها و تبلت های هوشمند اندرویدی بوده است تا علاوه بر ایجاد آسایش و امنیت برای ساکنین، زمینه صرفه جویی در مصرف انرژی ساختمان نیز برای آنها فراهم گردد.

در بخش ۲ مقاله، طرح پیشنهادی به طور کامل شرح داده شده و در بخش ۳، وسیله به صورت آزمایشی مورد تست قرار گرفته و نتایج



شکل (۳): نحوه اتصال کنتاکتور ۲۲۰ ولت به خروجی رله‌ها

### ۲-۳- مودم خانگی

همانطور که ذکر شد، برد کنترلی دارای پورت شبکه می‌باشد. لذا با اتصال یک روتر (مودم) که دارای پورت LAN باشد، می‌توان این وسیله را به صورت بی سیم کنترل کرد. در این تحقیق آزمایشی از مودم بی سیم WIMAX استفاده شده تا نیازی به اتصال خط تلفن به مودم نباشد. اما کاربران خانگی با توجه به نوع اینترنت مورد استفاده در منزل می‌توانند از هر کدام از مودم‌های باسیم ADSL یا بی سیم WIMAX برای این کار استفاده کنند و نیازی به پرداخت هزینه اضافی برای خرید مودم نیست.

### ۲-۴- صفحات وب دینامیکی

سرویس Web Server این دستگاه، از یک زبان اسکریپت نویسی پشتیبانی می‌کند که به وسیله آن می‌توان صفحات وب دینامیکی را طراحی و بر روی حافظه دستگاه ذخیره نمود. صفحاتی که با این زبان طراحی می‌شوند، با فرمت CGI. ذخیره می‌شوند و به آنها فایل CGI گفته می‌شود. برای اینکه بتوان مقدار متغیری را در حافظه دستگاه تغییر داد، باید مقدار مورد نظر را از طریق صفحه وب برای دستگاه ارسال کرد. در اینجا، در طراحی صفحه وب دینامیکی وب سرور، برای ارسال فرمان روی خروجی‌های دیجیتال دستگاه از فرم با متد post استفاده شده و در آن تگ‌های ورودی Radio Button با متد کار برده شده تا کاربر فقط با یک کلیک ON یا OFF و زدن کلید



شکل (۱): برد اصلی شامل پردازنده ARM

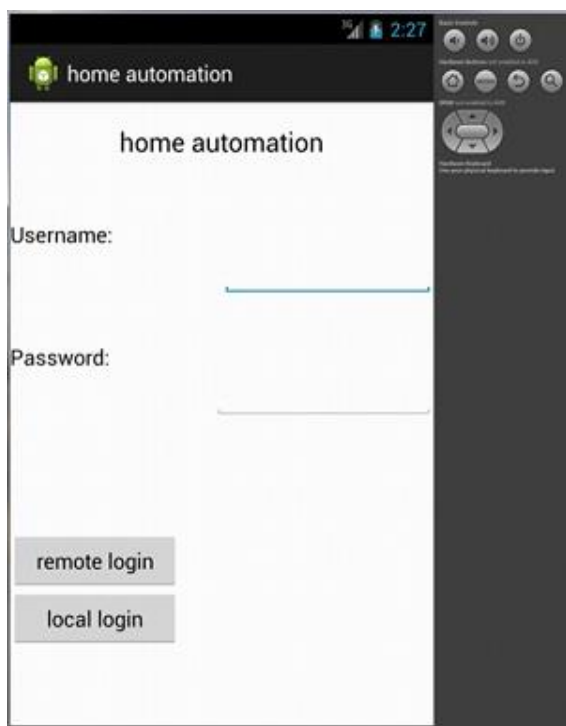
### ۲-۲- برد رله

این ماژول که در زیر برد اصلی قرار گرفته، دارای ۸ کانال خروجی دیجیتال و ۸ کانال ورودی دیجیتال ایزوله می‌باشد. خروجی‌های دیجیتال از نوع رله هستند و برای اتصال انواع بار مانند رله، کنتاکتور، لامپ و ... با سطوح ولتاژ مختلف، مناسب هستند. ورودی‌های دیجیتال نیز از نوع ترانزیستوری PNP هستند و برای اتصال ورودی‌های به صورت کلید مناسب هستند. ایزولاسیون کانال‌های ورودی و خروجی با سایر المان‌های مدار از طریق وصل‌کننده‌های نوری (Opto Coupler) انجام شده است. شکل (۲)، المان‌های این برد را نشان می‌دهد.

همچنین به دلیل توان پایین رله‌های نصب شده روی برد، بهتر است برای اتصال بارهای خانگی، کنتاکتورهایی با توان بالا، در مسیر ترمینال‌های خروجی رله‌ها قرار داده شود تا امکان کنترل وسایل خانگی با توان بالا مانند خنک‌کننده‌ها نیز فراهم شود. نحوه اتصال یک کنتاکتور سه فاز در شکل (۳) نشان داده شده است. این کنتاکتور برای اتصال بارهای تک فاز و سه فاز قابل استفاده است.



شکل (۲): برد رله شامل ورودی‌ها و خروجی‌های دیجیتال



شکل (۴): لایه اصلی نرم افزار اندرویدی

در صورتیکه که کاربر بیرون از منزل باشد، برای اتصال به وسیله و کنترل وسایل خانگی، ابتدا باید تلفن همراه خود را به اینترنت متصل کند، سپس با کلیک روی گزینه remote login می تواند به صفحه مورد نظر دسترسی و وسایل خانگی خود را کنترل نماید. اما گزینه local login برای موقعیت هایی تعبیه شده که کاربر در منزل است و در محدوده برد مودم قرار دارد. در چنین حالتی کاربر می تواند بدون نیاز به اینترنت و صرف هزینه اضافی، به صورت محلی، به وسیله متصل و رله ها را کنترل و مانیتورینگ نماید. البته دسترسی به صفحات بعدی در صورتی امکان پذیر است که مشخصات کاربر به طور صحیح وارد شوند. در غیر این صورت با فشردن این کلیدها پیغام خطا، برای کاربر ظاهر می شود. پس از اجازه دسترسی به کاربر، چه در حالت کنترل از راه دور و چه به صورت محلی، تصویری مانند شکل (۵) بر روی صفحه نمایش ظاهر می شود. رله های دستگاه با نام های DO1 تا DO8 مشخص شده اند. به عنوان مثال DO1 می تواند وسیله ای مانند خنک کننده و DO2 مربوط به روشنایی پارکینگ و یا هر مصرف کننده دیگری باشد. با انتخاب گزینه های ON یا OFF و سپس فشردن کلید ENTER می توان وسایل را به ترتیب روشن و یا خاموش کرد. در مقابل هر سطر نیز وضعیت هر وسیله و روشن یا خاموش بودن آن با نمایش عدد ۱ یا ۰، قابل تشخیص است. در تصویر شکل (۶) فلوجارت کلی این برنامه اندرویدی نشان داده شده است.

ENTER بتواند رله ها را روشن و یا خاموش نماید. این دستورات به شکل بایت برای دستگاه قابل دریافت می باشد.

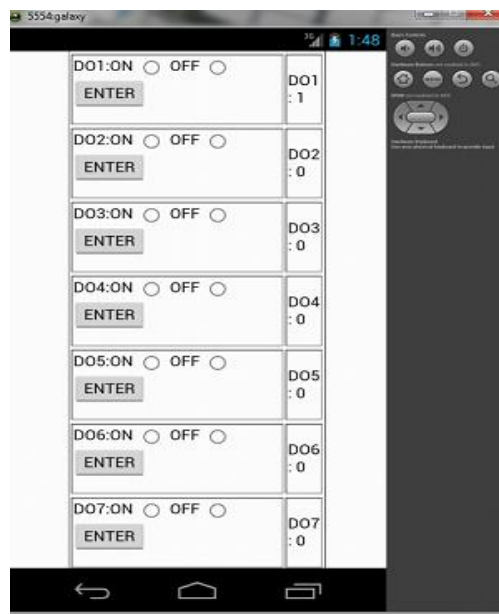
## ۲-۵- نرم افزار اندرویدی

نرم افزار اندرویدی، همانند سایر ابزارهای ساخت رابط کاربری گرافیکی (GUI) مثل جاوا، اجازه استفاده و نمایش اطلاعات وب با پسوند html را فراهم نموده است تا بتوان در برنامه های تحت وب آن، یک مرورگر داخلی اینترنت پیاده سازی کرد. این مرورگر بر پایه ابزار WebKit طراحی شده و تمام پکیج های جاوا با نام Android.WebKit را در خود جای داده است. برای دسترسی به صفحات وب در نرم افزار اندرویدی و نمایش اطلاعات آنها، کافی است ویجت (Widget) به نام WebView استفاده و متدی با نام Loadurl فراخوانی شود. آدرس سایت مورد نظر نیز به عنوان پارامتر به آن اعمال می شود [10]. در اینجا برای برقراری ارتباط با وسیله و نمایش صفحات وبی که بر روی وب سرور آن قرار گرفته، از ویجت WebView استفاده شده است. در واقع یک رابط گرافیکی اندرویدی تحت وب، طراحی شده که کاربر پس از نوشتن صحیح نام کاربری (username) و رمز عبور (password) در کادرهای مربوطه، اجازه دسترسی به وب سرور را پیدا کرده و می تواند وضعیت رله ها را مشاهده و به آنها فرمان دهد.

این برنامه در محیط برنامه نویسی ADT Bundle نوشته شده است. این محیط برنامه نویسی دقیقاً همان محیط برنامه نویسی Eclipse است با این تفاوت که خود شرکت گوگل تغییراتی در آن صورت داده و آن را منتشر کرده است. این محیط برنامه نویسی بر خلاف Eclipse که برای توسعه اندروید می بایست تنظیمات خاصی در آن انجام داد، دربرگیرنده کلیه ابزارهای لازم برای توسعه اندروید از جمله SDK، ADT و شبیه ساز (Emulator) بوده و کاربران دیگر نیازی به دانلود این ابزارها به صورت مجزا نخواهند داشت. شکل (۴)، لایه اصلی برنامه را که پس از اجرا برای کاربر نمایش داده می شود، نشان می دهد. همانطور که در تصویر مشخص است، کاربر باید در ابتدا نام کاربری و رمز عبور تعیین شده را به طور صحیح وارد نماید و سپس یکی از کلیدهای remote login و یا local login را فشار دهد. این کلیدها به ترتیب برای دسترسی و کنترل به صورت از راه دور و محلی طراحی شده اند.

برای اطمینان از کارکرد وسیله پیشنهادی برای مصرف‌کننده‌های خانگی، ترمینال Common رله‌ها به تغذیه برق شهری (۲۲۰ ولت AC) متصل و یک کنتاکتور و لامپ کم‌مصرف ۲۲۰ ولت نیز همانند شکل (۸)، به خروجی DO8 متصل گردید و فایل اندرویدی با پسوند APK نیز از برنامه استخراج و بر روی یک موبایل اندرویدی با سیستم‌عامل Android 4.2.2 نصب شد. به این ترتیب امکان روشن و خاموش کردن این لامپ و همچنین مشاهده وضعیت آن، روی صفحه نمایش تلفن همراه فراهم شد.

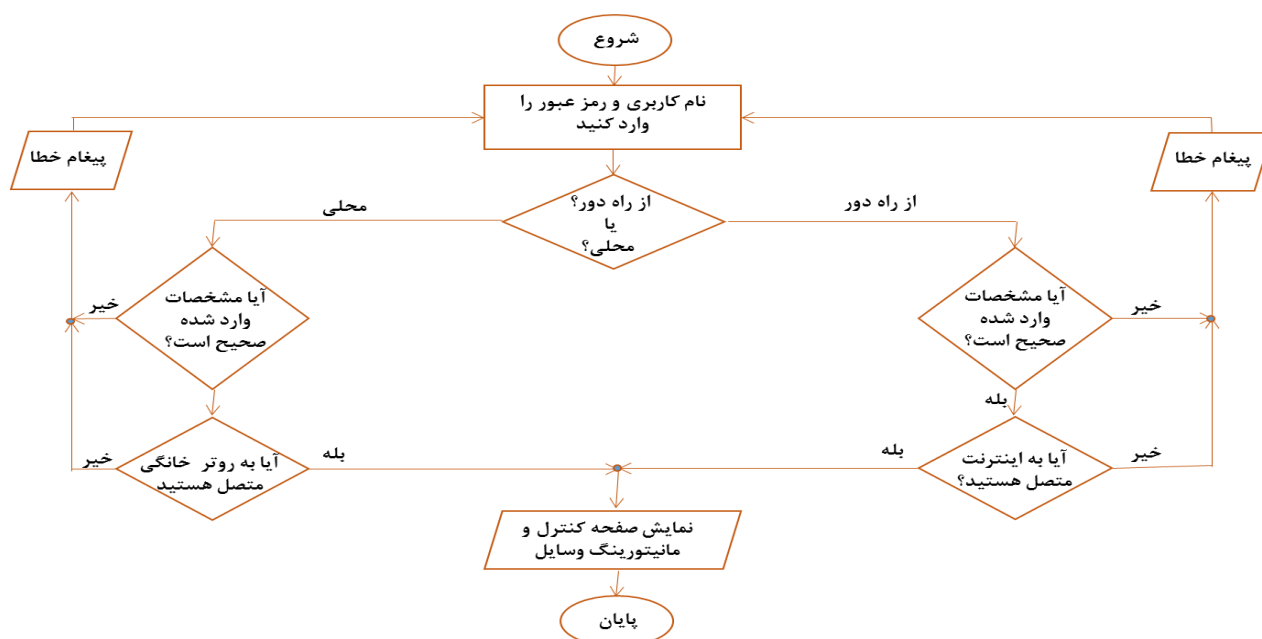
بدین ترتیب با استفاده از این وسیله ابتکاری می‌توان یک طرح کنترلی برای خانه‌های هوشمند پیاده‌سازی کرد و وسایل مهم خانگی را کنترل و وضعیت روشن یا خاموش بودن آنها را در هر جایی که دسترسی به اینترنت وجود داشته باشد، با استفاده از یک تلفن اندرویدی مشاهده کرد. به عنوان مثال، کاربر می‌تواند سی دقیقه قبل از ورود به منزل، خنک‌کننده خود را روشن کند و یا قفل درب منزل خود را با استفاده از موبایل باز نماید.



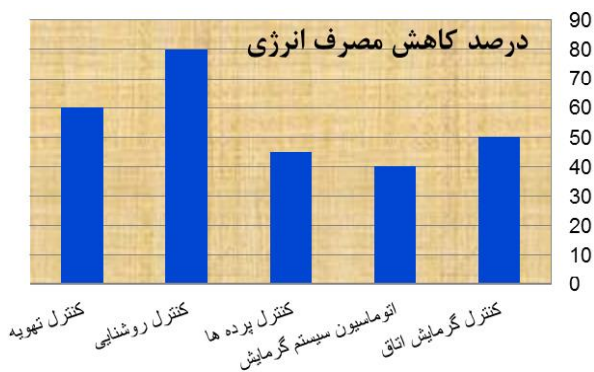
شکل (۵): صفحه کنترل و مانیتورینگ وسایل در شبیه‌ساز نرم‌افزار Eclipse

### ۳- پیاده‌سازی و نتایج

برای تست وسیله و صحت کارکرد و انطباق آن با برنامه نوشته شده، در ابتدا ترمینال مشترک (Common) رله‌ها به منبع تغذیه ۲۴ ولت DC متصل و ۴ لامپ LED نیز به خروجی‌های DO1 تا DO4 وصل گردید. برنامه نیز در محیط شبیه‌ساز نرم‌افزار Eclipse اجرا شد و امکان فرمان‌دادن به رله‌ها و مشاهده وضعیت هر کدام از خروجی‌ها، مطابق شکل (۷)، فراهم گردید. همانطور که در تصویر مشخص است، در اینجا لامپ‌های LED متصل به DO1 تا DO4 فرمان داده شده‌اند که عدد ۱ مقابل آنها روی نمایشگر شبیه‌ساز، نشان‌دهنده وضعیت روشن آنها می‌باشد. در مرحله بعدی



شکل (۶): فلوچارت برنامه کاربردی اندرویدی



شکل (۹): بیشینه صرفه‌جویی انرژی هر یک از بخش‌های ساختمان [11].

#### ۴- نتیجه‌گیری

بحران انرژی و مزایای عمده ناشی از فناوری اطلاعات دو موضوع اساسی است که بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند را در ساختمان‌های امروزی به صورت یک ضرورت تبدیل می‌کند. استفاده مناسب از سیستم‌های هوشمند ساختمان باعث کاهش هزینه‌های نگهداری ساختمان‌ها و همچنین افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی در انرژی می‌گردد. به‌طور کلی در این مقاله، مراحل طراحی و پیاده‌سازی سیستمی تشریح شد که امکان کنترل و نظارت بر وسایل خانگی را با استفاده از یک رابط کاربری ساده بر روی تلفن‌های هوشمند اندرویدی، برای ساکنین خانه‌ها فراهم می‌کند. این سیستم در بیرون از منزل و در هر نقطه از جهان، از طریق شبکه جهانی اینترنت و در داخل منزل به‌وسیله تکنولوژی بی‌سیم WiFi، این امکان را برای ساکنین فراهم می‌آورد. این کار علاوه بر ایجاد آسایش و رفاه برای ساکنین، آنها را قادر به مدیریت بهتر انرژی مصرفی در ساختمان می‌سازد.

#### مراجع

- [1] M. Raisul Alam, M. Bin Ibne Reaz, and M. Alauddin Mohd Ali, "A Review of Smart Homes-Past, Present, AND Future", *IEEE Transaction on Systems, MAN, and Cybernetics-part C: Applications and Reviews*, Vol. 42, No. 6, pp. 1190-1203, November 2012.
- [2] R. Lutolf, "Smart Home concept and the integration of energy meters into a home based system," in *Proc. 7th Int. Conf. Metering Apparatus Tariffs Electr. Supply*, pp. 277-278, 1992.
- [3] A. V. Berlo, A. Bob, E. Jan, F. Klaus, H. Maik, and W. Charles, *Design Guidelines on Smart Homes: A COST 219bis Guidebook*. Brussels, Belgium: Eur. Commission, 1999.
- [4] B. Winkler, "An Implementation of an ultrasonic indoor tracking system supporting the OSGi architecture of the ICTA Lab," Master thesis, Univ. Florida, Gainesville, 2002.
- [5] K. Baraka, M. Ghobril, S. Malek, R. Kanj, and A. Kaysi, "Low Cost Arduino/Android-based Energy-Efficient Home Automation System with Smart Task Scheduling", *Fifth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks*, pp. 296-301, 2013.



شکل (۷): کنترل LEDهای ۲۴ ولت DC با شبیه‌ساز نرم‌افزار Eclipse

نتایج تحقیقات در برخی دانشگاه‌های معتبر اروپایی نشان می‌دهد که بخش مهمی از پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها مربوط به کاهش مصرف انرژی به‌وسیله استفاده از تجهیزات الکتریکی مدرن است. استفاده از این تجهیزات می‌تواند به‌طور میانگین بین ۱۱ تا ۳۱ درصد، در کاهش مصرف انرژی نقش داشته‌باشد. مقدار بیشینه صرفه‌جویی انرژی برای هر کدام از بخش‌های ساختمان با استفاده از وسایل اتوماسیون به صورت یک نمودار ستونی در شکل (۹) نشان داده شده است [11]. از این منظر می‌توان به خانه هوشمند به عنوان ابزاری برای بهره‌وری از انرژی نگاه کرد که ساکنین را قادر به مدیریت بهتر از منابع انرژی می‌سازد و این امر برای داشتن آینده‌ای ایمن و سالم ضروری به نظر می‌رسد [5].



شکل (۸): کنترل مصرف‌کننده ۲۲۰ ولت با موبایل اندرویدی

## رزومه



**عبدالمجید جعفر خادم** در دزفول متولد شده است (۱۳۶۵). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول به ترتیب در سال‌های (۱۳۸۹) و (۱۳۹۳)

سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه شبکه‌های هوشمند برق و به خصوص خانه‌های هوشمند و مبحث صرفه‌جویی و مدیریت انرژی مصرفی ساختمان‌هاست.



**افشین لشکرآرا** در سال (۱۳۵۲) در تهران متولد شد. مدارک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری خود را در سالهای (۱۳۷۴)، (۱۳۸۰) و (۱۳۸۹) بترتیب از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دانشگاه مازندران و

دانشگاه علم و صنعت ایران در رشته مهندسی برق - قدرت اخذ نموده است. ایشان هم اکنون عضو انجمن مهندسی برق و الکترونیک امریکا (IEEE) و از سال (۱۳۸۰) تاکنون عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول می‌باشند. زمینه تحقیقاتی ایشان مطالعات استاتیکی و دینامیکی سیستم‌های قدرت، شبکه‌های هوشمند، بهینه‌سازی، پایداری و کنترل سیستم‌های قدرت و ادوات FACTS می‌باشد.

- [6] A. Corneliu Olteanu, G. Daniel Oprina, N. Tapus, and S. Zeisberg, "Enabling mobile devices for home automation using ZigBee", *19th International Conference on Control Systems and Computer Science*, pp. 189-195, 2013.
- [7] R.A. Ramlee, M.A. Othman, M.H. Leeong, M.M. Ismail, and S.S.S. Ranjit, "Smart Home System Using Android Application", *International conference of Information and Communication Technology (ICoICT)*, pp. 277-280, 2013.
- [8] B. Yuksekkaya, A. Apler Kayalar, M. Bilgehan Tosm, M. Kaan Ozcan, and Ali Ziya Alkar, "A GSM, Internet, and Speech Controlled Wireless Interactive Home Automation System", *IEEE Transaction on consumer Electronics*, Vol. 52, No. 3, pp. 837-843, August 2006.
- [9] V. Marinakis, C. Karakosta, H. Doukas, S. Androulaki, and J. Psarras, "A Building Automation and Control Tool for Remote and Real Time Monitoring of Energy Consumption", *Sustainable Cities and Society*, Vol. 6, pp. 11-15, 2013.
- [10] M. Murphy, *Beginning Android 2*. Apress, pp. 141-147, 2010.
- [11] Smart Home and Intelligent Building Control Energy Efficiency in Buildings with ABB i-bus® KNX, <[http://www.knxgebaeudesysteme.de/sto\\_g/English/GENERAL\\_DOCUMENTATION/2CDC500060M0201\\_HB\\_EnergyEfficiency\\_EN.pdf](http://www.knxgebaeudesysteme.de/sto_g/English/GENERAL_DOCUMENTATION/2CDC500060M0201_HB_EnergyEfficiency_EN.pdf)>[accessed01.10.2013].