8th International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering and Technology
September 19, 2023
Tbilisi - Georgia
CINVU
Avicenna International Community College LLC
Archive of SID

برنامه ریزی و تاثیر پیاده راه هوشمند جهت تشویق تردد پیاده در شهر هوشمند

راضیه مظفری[۱]، مجتبی نامی[۲]

۱-کارشناسی مهندسی شهرسازی دانشگاه بجنورد

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مدارات مجتمع الکترونیک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

این مقاله به بررسی و برنامه ریزی و تاثیر پیاده راه هوشمند جهت تشویق تردد پیاده در شهر هوشمند می پردازد که از دو دیده تخصصی ساختار و تاثیر پذیری آن در شهر هوشمند پرداخته شده است که در ساختار از صفحات پیزوالکتریک استفاده شده است و دلیل استفاده از این صفحات به دلیل داشتن صرفه جویی در هزینه ها و منابع تجدید ناپذیر است و همچنین از نظر مدیریت شهر سازی و دید مهندسی شهر سازی به شهر هوشمند پرداخته شده است و نمونه هایی از شهر هوشمند موفق را به عنوان مثال آورده و به بررسی آن پرداخته شده است، اهمیت شهر هوشمند از هر دو دید مهندسی شهرسازی و مهندسی برق باعث ایجاد پروژه مشترکی و بین رشته ای بین این دو رشته می شود و این موضوع باعث پیشرفت در شهر هوشمند و داشتن متد مناسبی برای ارائه عملی این پروژه می شود در ادامه نمودار ها و شکل های ارائه شده بیشتر این موضوعات را روشن می نمایند .

واژگان کلیدی: پیاده راه، شهر هوشمند، مولفه های شهر هوشمند

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه خیلی از شهرها با معضل ترافیک و کاهش سلامت ناشی از وابستگی به اتومبیل روبرو هستند. چندی است برای حل این موضوع راه کارهای متفاوتی از جمله استفاده از حمل و نقل همگانی، آرام سازی ترافیک، حمل و نقل فعال و پیاده مداری در دستور کار مدیران و برنامه ریزان شهری است اما تا کنون با نتایج دلخواه و موردی پذیرش همگانی روبرو نبوده است. معضلات ترافیک و کاهش سلامت افراد جامعه از یک سو و تاثیرات حضور مردم بر کیفیت فضاهای شهری و ایجاد سرزندگی شهرها از سوی دیگر موجب میشود تا با کمک از تجارب، راه حل ها و سیاست های گذشته و با استفاده از فناوری های نوین شهری به دنبال روش و انگیزه هایی باشیم تا بتواند شهروند امروزی را از استفاده از وسیله نقلیه منصرف سازد و به شبکه حمل و نقل همگانی متصل سازد. پیاده رو هوشمند می تواند ابزاری جهت ایجاد انگیزه و همچنین اتصالی هوشمند و حسابگر به شبکه حمل و نقل شهری باشد. این مقاله به بررسی پیاده رو های هوشمند و تاثیر آن بر تشویق شهروندان بر ای استفاده از پیاده رو های هوشمند پرداخته است ، از این جهت در ادامه مباحث مربوط به ترفند های مدیریت شهر سازی و هوشمند سازی شهر و همچنین ساختار تشکیل دهنده پیاده رو هوشمند را از جنبه الکترونیک مورد بررسی قرار داده است .

یافته ها

۱-پیشینه شهر هوشمند

تاریخچه شهرهای هوشمند را می‌توان در دهه ۱۹۹۰ که مفهوم محاسبات فراگیر[1] معرفی شد، ردیابی کرد. محاسبات فراگیر به ادغام پردازش اطلاعات در اشیا و فعالیت‌هایی که انسان به‌صورت روزانه با آنها سروکار دارد، گفته می‌شود (Giffinger et al., 2007). بعد از آن، ایده ایجاد یک محیط هوشمند که بتواند نیازهای افراد را پیش‌بینی کرده و به آنها پاسخ دهد، مطرح گشت. بنابراین مفهوم "شهر هوشمند" در اوایل دهه ۲۰۰۰ ابداع شد و با معرفی فناوری اینترنت اشیا[2] توسعه بیشتری یافت (Albino et al., 2020). اینترنت اشیا به اتصال دستگاه‌ها و سیستم‌ها از طریق اینترنت اشاره دارد که آنها را قادر به برقراری ارتباط و تبادل داده می‌کند (Munoz, 2021). این فناوری جزء حیاتی شهرهای هوشمند است زیرا امکان جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها را برای بهبود خدمات شهری فراهم می‌کند. برای شرکت‌هایی مانند آی‌بی‌ام، سیسکو و زیمنس، مولفه فن‌آوری جزء کلیدی تصورات آن‌ها از شهرهای هوشمند محسوب می‌شد (Albino et al., 2015). به مرور این رویکرد، توسط بسیاری از پژوهش‌گران مورد انتقاد قرار گرفت. چنانچه می‌توان گفت شهر هوشمند مفهومی با ۹۰ درصد مسائل جامعه شناسی و تنها ۱۰ درصد مسائل زیرساختی است که نیازمند رویکردهای جدید برنامه‌ریزی و مشارکت کل جامعه شهری است (Kolesnichenko et al., 2021:582). بنابراین، مفهوم «شهر هوشمند» در ابتدا به طرح‌هایی اشاره داشته است که از

[1] .Ubiquitous computing
[2]. Internet of things

www.SID.ir

Archive of SID

نوآوری مبتنی بر دیجیتال و فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بهبود کارایی خدمات شهری و ایجاد فرصت‌های اقتصادی جدید در شهرها استفاده می‌کردند (OECD, 2020). شهر هوشمند به‌عنوان شهری است که از فناوری‌های پیشرفته و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان خود، کاهش مصرف منابع و افزایش کارایی خدمات شهری استفاده می کند (Agyeman et al., 2020). به‌طورکلی، مفهوم شهرهای هوشمند در پاسخ به چالش‌های فعلی شهرها مانند تاب‌آوری، پایداری و شهرنشینی پدیدار شد (Torku et al., 2020:3). در واقع، هدف نهایی یک شهرهوشمند، ایجاد محیطی برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات، همکاری و تجربیات یکپارچه در هر نقطه از شهر است (Albino et al., 2015). امروزه شهر هوشمند، به اهداف توسعه پایدار مانند رشد اقتصادی، توسعه اجتماعی و حفاظت از محیط زیست اهمیت بیشتری می‌دهد (Tomczyk & Klimczuk, 2016:4) به بیان دیگر، حرکت به سمت شهر هوشمند نیازمند سطح بالایی از سرمایه اجتماعی، مشارکت جوامع محلی و تمایل همه نهادهای مستقر در یک منطقه برای مشارکت در همکاری است.

۲-تعریف و مفهوم شهر هوشمند

مؤلفه‌ای که در تعاریف اولیه از شهر هوشمند وجود ندارد، مردم و شهروندان هستند، درصورتی‌که شهروندان شهرهوشمند کسانی هستند که از طریق تعاملات مداوم، آن‌را شکل می‌دهند (Albino et al., 2015). درواقع خلاقیت، آموزش، یادگیری و دانش نقش مرکزی در شهر هوشمند ایفا می‌کنند (Thuzar, 2011، به نقل از Albino et al., 2015). بنابراین رویکردهای بالا به پایین و پایین به بالا باید همواره بایکدیگر عمل نمایند (بالا به پایین در جهت بسیج جمعیت شهری و از پایین به بالا برای آگاهی از نیازهای شهروندان و ساکنین جهت ایجاد ارتباط با فناوری) (Duygan et al., 2022). شهر هوشمند باید توان بازیابی در ابعاد کالبدی، اجتماعی، زیست‌محیطی، اقتصادی و مدیریت شهری را داشته باشد و ویژگی‌های جمعیت محلی مانند خودکفایی و پیوند اجتماعی را مقوله‌ای مهم درنظر بگیرد. به‌عبارتی دیگر، "شهر هوشمند سیستم‌گرا نیست، بلکه خدمات‌محور(سرویس‌گرا) است؛" (پوراحمد و دیگران، ۱۳۹۶: ۱۷) که علی‌رغم افزایش راه‌حل‌های هوشمند با هدف بهبود کیفیت زندگی، بدون توجه به نیازهای ساکنان قابل اجرا نمی‌باشد (Tomczyk & Klimczuk, 2016:4). بنابراین، شهر هوشمند ترکیبی هوشمندانه از سیستم‌های فناوری اطلاعات است که امکان مدیریت فعال حوزه‌های مختلف شهری، مشارکت فعال و خلاق شهروندان را فراهم می‌کند (RWE, 2013، به نقل از Brdulak, 2018). پایداری، شهروندان، کیفیت زندگی، تعامل و فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات، موضوعات رایجی هستند که در ساخت شهرهای هوشمند ظهور می‌یابند (Colnar et al., 2021). از طرفی، دیجیتالی شدن و داده‌سازی فضای عمومی تأثیر به‌سزایی بر چگونگی توسعه، مدیریت

www.SID.ir

Archive of SID

و استفاده شهرها دارد (Rijshouwer et al., 2022). در ارتباط با پررنگ شدن ابعاد اجتماعی شهرهای هوشمند، آنجلیدو[3] (۲۰۱۵)، مدلی از شهر هوشمند یکپارچه[4] با ویژگی‌های زیر ارائه کرده است:

- ارتقای سرمایه انسانی: به معنی توانمندسازی شهروندان (شهروندان آگاه، تحصیل‌کرده و مشارکت‌کننده)، سرمایه فکری و ایجاد دانش
- پیشرفت سرمایه اجتماعی: به معنی پایداری اجتماعی و شمول دیجیتال
- تغییر رفتار – احساس عاملیت و معنا: احساس اینکه همه ما مالک هستیم و به یک اندازه مسئول شهر خود می‌باشیم
- رویکرد انسانی: به معنی فناوری پاسخگو به نیازها، مهارت‌ها و علایق کاربران با رعایت تنوع و فردیت آنها (Kolotouchkina et al., 2022).

استراتژی‌های شهرهوشمند یکپارچه به شهروندان کمک می‌کند تا بیشتر از همیشه آگاه و مشارکت‌پذیر شوند و بتوانند به کسب و کارها کمک کنند تا نوآور، مولد و کارآمد باشند. درواقع، استراتژی‌های شهر هوشمند یکپارچه با هدف پیوند فضای کالبدی شهرها با حوزه اقتصادی و اجتماعی اجرا می‌شود (Angelidou, 2015:102). شهر هوشمند بارسلون در اسپانیا نمونه‌ای از این استراتژی است. چشم انداز شهر شامل اهداف مبتنی‌بر فناوری، بهره‌وری و پیشرفت سرمایه انسانی از طریق توسعه اقتصاد دانش‌بنیان است (Barcelona Smart City official website, 2023). با این وجود، سازماندهی اکوسیستم‌های پیچیده مردم، مؤسسات و ذی‌نفعان دشوار است (Angelidou, 2015). داوس و پاردو[5] (۲۰۰۲)، معتقدند که اجزای مفهوم یک شهر هوشمند به سه دسته، فناوری، مردم و سازمان تقسیم می‌شود ؛ ازاین‌روی "یک شهر زمانی می‌تواند هوشمند باشد که سرمایه‌گذاری در این سه حوزه منجر به رشد پایدار و ارتقاء کیفیت زندگی شود" (پوراحمد و دیگران، ۱۳۹۷: ۸). شهرهای هوشمند همچنین بر ادغام داده‌های مربوط به فعالیت‌های جوامع و تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها تمرکز دارند که امکان ایجاد «راه‌حل‌های متناسب[6]» را در سطح محلی فراهم می‌کند (Tomczyk & Klimczuk, 2016). بنابراین، کارآمدی فضای شهری مستلزم رویکردی است که عاملیت انسانی شهروندان را برجسته کند، زیرا استفاده از «رویکرد فن‌محور[7]» باعث ایجاد حس انسان‌زدایی و عدم استقلال فردی می‌شود، ازاین‌روی بهترین راه‌حل‌های هوشمندسازی بدون توجه به سرمایه اجتماعی و انسانی، نمی‌تواند پاسخگو باشد (Bendyk et al., 2012 به نقل از Klimczuk, 2016:4 & Tomczyk). می‌توان گفت موفقیت پروژه‌های شهر هوشمند تا حد زیادی به میزان تایید و استفاده شهروندان از آن‌ها،

[3] .Angelidou
[4]. Integrated smart city
[5] .Dawes & Pardo
[6] .tailored solutions
[7] .technocentric approach

www.SID.ir

Archive of SID

حمایت از فرآیند تصمیم‌گیری بیان شده در نظرات کاربران و تغییرات در رفتار کاربر بستگی دارد (Podgórniak-Krzykacz et al., 2020:4).

۳-ابعاد و شاخص های شهرهوشمند

در منابع مرور شده، ابعاد متفاوتی از شهرهای هوشمند ذکر شده است که مهم‌ترین عامل، ارتباط میان آنهاست. این ارتباط نشان می‌دهد مفهوم هوشمندسازی در تمام لایه‌های جامعه از جمله روابط اجتماعی، برابری در دسترسی به خدمات ضروری برای زندگی، مشارکت موثر شهروندان در مسائل شهری –نه از طریق دولت، زیرا نمی‌تواند به‌عنوان تسهیل‌گر عمل کند و ساختارهای قدرت موجود را پنهان می‌کند– وجود دارد. به‌طور کلی شهرهای هوشمند بر اساس چهار مؤلفه؛ زیرساخت نهادی، زیرساخت فیزیکی، زیرساخت اجتماعی و زیرساخت اقتصادی برنامه‌ریزی می‌شوند که ابعاد شهرهای هوشمند برای حمایت از این مؤلفه‌ها، ساخته شده است (Silva et al., 2018، به نقل از Pokharel & Al Sharif, 2022:3). برای نمونه، گیفینگر[8] و همکاران (۲۰۰۷)، چهار بعد شهر هوشمند را شامل؛ صنعت، آموزش، مشارکت و زیرساخت فنی می‌دانند (Albino et al., 2015) اما شش بعد زیر که توسط دانشگاه فناوری وین معرفی شده است در ادبیات مربوط به شهرهوشمند کاربرد بیشتری دارد:

۱. اقتصاد هوشمند[9]: اقتصاد هوشمند شامل دستورالعمل‌ها و سیاست‌هایی است که با همکاری تحقیقات علمی، فناوری پیشرفته و توجه به مفهوم پایداری محیط زیست، الهام‌بخش نوآوری و خلاقیت هستند (Sharif & Pokharel, 2022). به‌عبارتی دیگر، اقتصاد هوشمند، میزان توانایی تغییر شهر است که با استفاده از نوآوری، کارآفرینی، اقتصاد محلی، همکاری بین‌المللی، کارایی و انعطاف‌پذیری بازار کار سنجیده می‌شود (Torku et al., 2020).

۲. مردم هوشمند[10]: این بخش به سرمایه انسانی و اجتماعی ساکنان شهر مربوط است. مردم هوشمند با ویژگی‌های تمایل به یادگیری، تنوع نژادی و اجتماعی، انعطاف‌پذیری و مشارکت در زندگی عمومی مشخص می‌شوند (Winkowska et al., 2019; Gil-Garcia et al., 2015، به نقل از Torku et al., 2020). به‌طور کلی این اصطلاح به معنای یافتن راه‌حل‌های هوشمند توسط شهروند هوشمند برای مشکلات شهری است. معیارهایی مانند سطح تحصیلات، تنوع اجتماعی و قومیتی، انعطاف‌پذیری، خلاقیت، جهان وطنی، گشودگی فرهنگی و مشارکت در زندگی عمومی برای اندازه‌گیری این بعد استفاده می‌گردد (Tomczyk & Klimczuk, 2016:4).

[8] .Giffinger
[9] .smart economy
[10] .smart people

www.SID.ir

Archive of SID

۳. حکمروایی هوشمند[11]: حکمروایی هوشمند به‌عنوان مشارکت اجتماعی شناخته می‌شود (Klimczuk, 2016:4 & Tomczyk) که نشان‌دهنده مشارکت شهروندان در ساختار تصمیم‌گیری، حوزه خدمات عمومی، اجتماعی و شفافیت در سیاست‌گذاری‌ها است (Winkowska et al., 2019; Gil-Garcia et al., 2015، به نقل از Torku et al., 2020). دراین بخش، حکمرانی به واسطه فناوری اطلاعات و ارتباطات، که به آن حکمرانی الکترونیکی نیز می‌گویند، در ارائه طرح‌های شهرهوشمند به شهروندان و شفاف نگه‌داشتن فرآیند تصمیم‌گیری و اجرا عمل می‌کند (Albino et al., 2015).

۴. تحرک هوشمند[12]: این بخش همزمان به حمل و نقل و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات مرتبط است (Tomczyk & Klimczuk, 2016:5). تحرک هوشمند با دسترسی محلی و بین‌المللی شهر از طریق فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، حمل و نقل ایمن، پایدار و نوآورانه سنجیده می‌شود (Winkowska et al., 2019; Gil-Garciaet al., 2015، به نقل از Torku et al., 2020). همچنین از طریق اینترنت اشیا به جمع‌آوری داده‌های زمانی در جاده‌ها و تحلیل مسیریابی برای مسافران احتمالی استفاده می‌پردازد (Sharif & Pokharel, 2022:4).

۵. محیط‌زیست هوشمند[13]: این بخش رویکردی است به منابع طبیعی و شامل دفع مناسب زباله، کنترل آلودگی، مدیریت انرژی، شبکه‌های هوشمند، مدیریت خانه و تأسیسات، کیفیت هوا و آب، افزایش فضای سبز و نظارت بر انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Sharif & Pokharel, 2022).

۶. زندگی هوشمند[14]: آخرین بخش "زندگی هوشمند" است که به‌عنوان کیفیت زندگی تعریف می‌شود. این بعد شامل عواملی است که زندگی ساکنان شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Tomczyk & Klimczuk, 2016:5). زندگی هوشمند با موسسات فرهنگی-آموزشی، شرایط زندگی مانند بهداشت، ایمنی، مسکن و انسجام اجتماعی مرتبط است (Winkowska et al., 2019; Gil-Garcia et al., 2015، به نقل از Torku et al., 2020).

٤-معیارها و شاخص‌های شهر هوشمند

رشد سریع شهرهای هوشمند در سراسر جهان نیاز مبرمی به ابزارها و روش‌هایی ایجاد کرده است که بتوانند عملکرد آنها را در حوزه‌های مختلف توسعه ارزیابی و اندازه‌گیری کنند. معیارها و شاخص‌های شهر هوشمند یکی از این ابزارها هستند که چارچوبی ساختاریافته برای ارزیابی و مقایسه سطح پیشرفت و دستاورد شهرها در زمینه‌هایی مانند زیرساخت دیجیتال، پایداری و کیفیت زندگی ارائه می‌دهند. مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌های واضح و قابل اندازه‌گیری، سیاست‌گذاران و مقامات

[11] .smart governance
[12] .smart mobility
[13] .smart environment
[14] .smart living

www.SID.ir

Archive of SID

دولتی را در قبال تصمیمات و اقدامات خود مسئول می‌کند. در این صورت توسعه شهر هوشمند با نیازها و اولویت‌های شهروندان همسو می‌شود و منابع به طور کارآمد و موثر تخصیص می‌یابد (Caragliu et al., 2011).

به‌عنوان نمونه، یکی از رویکردهای کمیسیون اروپا برای رسیدگی به چالش‌های خاص در شهرهای هوشمند (مانند موانع نظارتی، استانداردسازی و نظارت بر عملکرد «فعالیت‌های افقی[15]» بود که در قالب پروژه CITYKeys تعریف شد (CORDIS[16] official website, 2023). پروژه CITYKeys با هدف توسعه یک چارچوب اندازه‌گیری عملکرد برای ترویج نظارت مشترک، شفاف و قابل مقایسه راه‌حل‌های شهر هوشمند در سراسر شهرهای اروپایی بود (OECD, 2021:31). چارچوب ارزیابی، شامل 3Ps (مردم برای پایداری اجتماعی[17]، زمین برای پایداری محیطی[18]، و رفاه برای پایداری اقتصادی[19]) است. از آنجایی که تحولات فناوری مبتنی بر تصمیمات سیاسی است که بر زندگی روزمره مردم تأثیر می‌گذارد و همه به یک اندازه از آن سود یا آسیب نمی‌بینند، «شهر هوشمند» باید بخشی از بحث عمومی مستمر باشد (OECD, 2021:31).

۵- ساختارپیاده رو شهری

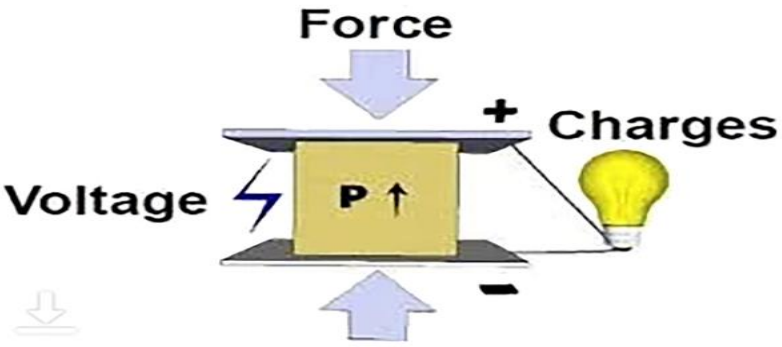
ساختار مورد نظر برای پیاده رو ها شامل صفحه های تولید کننده انرژی است که بتواند علاوه بر تولید انرژی برق با فشار حاصل از پیاده روی انرژی لازم برای روشنایی های پیاده رو نیز فراهم نماید . این صفحات که از ساختار پیزوالکتریکی ساخته شده اند قابلیت تولید برق از فشار را دارند .

در واقع کلمه پیزوالکتریک از دو واژه تشکیل شده است که واژه یونانی پیزو به معنای فشار و واژه دوم الکتریک هم معنای الکتریسیته و یا برق را میدهد . این ساختار همانطور که در شکل -۱ نشان داده شده است از فشار های حاصل به صفحات می تواند جریان لحظه ای را تولید کند . با سری کردن یک مدار خازنی-مقاومتی می توان یک خازن را شارژ کرد و از شارژ حاصل، روشنایی های پیاده رو را و یا هر مصرف کننده دیگر را می توان تامین الکتریسیته کرد .

[15] .horizontal activities
[16]. The Community Research and Development Information Service in Europe
[17] .people for social sustainability
[18] .planet for environmental sustainability
[19] .prosperity for economic sustainability

www.SID.ir

Archive of SID



شکل-۱ طرح کلی نشان دهنده استفاده از پیزوالکتریک(Hari.a 2019)

طبق تحقیقات جی سونگ و همکارانش با عنوان، توسعه یک برداشت کننده انرژی پیزوالکتریک بلوک روسازی برای کاربردهای پیاده رو های خود نیرو(Development of a pavement block piezoelectric energy harvester for self-powered walkway applications) انجام دادند برای هر فرد که با وزن به صفحه ها فشار وارد میکند نتایج قابل ملاحظه ای را گرفتند که در این آزمایش دوم وزن ۱۰۰ کیلو گرم و ۶۰ کیلو گرم را تست کردند .در این گزارش اعلام شده است که : ما یک برداشت کننده انرژی پیزوالکتریک بلوک روسازی (PBPEH) را پیشنهاد می کنیم که می تواند در یک پیاده رو واقعی نصب شود. ما یک سیستم اینترنت اشیا (IoT) توسعه دادیم که می‌تواند نشانگر سیگنال پیاده رو را تغذیه کند و همچنین داده‌های محیطی (مانند رطوبت و دما) را در نزدیکی پیاده‌رو با استفاده از PBPEH، بدون باتری جمع‌آوری کند. یک ماژول بسیار یکپارچه با ۲۴ دستگاه پیزوالکتریک در داخل PBPEH ثابت شد. در شرایط حداکثر وزن، یعنی در صورت عبور فردی با وزن ۱۰۰ کیلوگرم از روی ماژول، ولتاژ خروجی ۳۸.۵۲ Vmax، جریان ۳.۸۵ mAmax و توان ۱۴۸.۳ (3.7W/m2) mWmax در مقاومت بار تولید می شود. از ۱۰ کیلو اهم. آزمایش ذخیره انرژی همانطور که در شرایط واقعی اعمال می شود، یعنی زمانی که یک فرد ۶۰ کیلوگرمی (شرایط وزن متوسط) ۱۰ بار از ماژول عبور می کند که یک خازن (۱۰۰۰μF) تا ۵۵.۶ mJ شارژ می کند. در نتیجه، پس از ۴.۸ ثانیه با موفقیت یک نور خطی نصب شده در یک پیاده رو واقعی را روشن کرد و سیستم حسگر اینترنت اشیا را بدون منبع انرژی خارجی تامین کرد.

طبق فرمول های زیر موارد اندازه گیری شده رو می توان محاسبه کرد :

$v = RI$ قانون کیرشهف

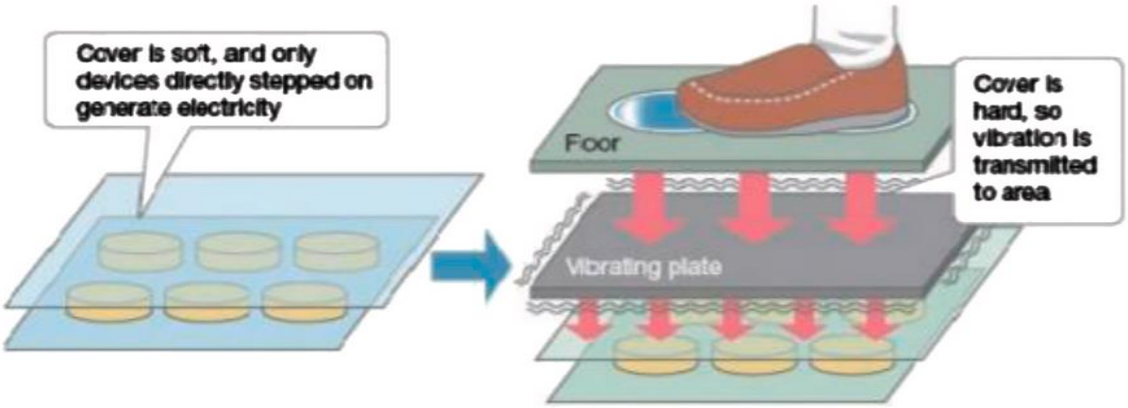
$p = vI$ توان

$$U = {}^{1}/_{2}\, Cv^{2}$$

www.SID.ir

Archive of SID

ساختار کلی برای تولید انرژی از صفحات پیزالکتریک همانند شکل -۲ است که لایه های استفاده شده در این صفحات را به صورت تفصیل شده نشان میدهد ،در هر صفحه تعداد زیادی از این نوع پیزو الکتریک ها استفاده شده است که در صفحه ای که روی تمامی پیزو الکتریک ها را گرفته است به دلیل یک دست بودن با کمترین ارتعاش تمامی نیرو به صورت یکسان بر روی تمامی پیزوالکتریک ها منتقل می شود .



شکل-۲ ساختار لایه های استفاده شده در صفحات پیزو الکرتیک (De Gruyter January 15, 2021)

با توجه به موارد بیان شده باید دقت کرد که استفاده از پیزو الکتریک به عنوان یک انرژی هاروستینگ[20] چقد در هزینه ها صرفه جویی میکند.

در ابتدا برای کاربردهای جاده(۲۰۱۹ ، Chaohui Wang و همکاران) ماژول‌های جمع‌آوری انرژی پیزوالکتریک را برای بلوک‌های روسازی ۱۰۰×۱۰۰ میلی‌متر مربع و ۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر مربع توسعه دادند، حداکثر توان خروجی ماژول ۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر مربع ۵۰.۴۱ میلی‌وات (با مقاومت بار ۴ کیلو اهم و بارگذاری ۰.۷ مگا پاسکال در ۱۵ هرتز) بود. (عباس جاسم و همکاران، ۲۰۲۰) یک برداشت کننده انرژی پیزوالکتریک آرایه ای تولید کرد که می تواند برای جاده ها استفاده شود. حداکثر توان خروجی mW۲.۱ در Hz۵ با مقاومت بار kΩ۳۰۰ بود.(جائه یونگ چو و همکاران) یک برداشت کننده انرژی پیزوالکتریک سازگار با جاده چند منظوره با ۸۰ دستگاه پیزوالکتریک دو طرفه ثابت توسعه داد. این در یک جاده واقعی نشان داده شد و دارای حداکثر توان خروجی W/m2۲۰.۷۹ در سرعت وسیله نقلیه ۳۰ کیلومتر بر ساعت بود. یون هوان شین و همکاران. یک برداشت کننده انرژی پیزوالکتریک جاده ای مبتنی بر پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF) را نشان داد که می تواند در جاده ها اعمال شود و آزمایش هایی را در جاده های واقعی انجام داد. ماژول برداشت کننده انرژی پیزوالکتریک مبتنی بر PVDF توسعه یافته به عنوان یک ساختار چند لایه آرایه ای با ۸۰ برداشت کننده انرژی به شکل دو شکل طراحی شده است.

[20] harvesting

www.SID.ir

Archive of SID

هنگامی که سرعت خودرو در جاده های واقعی ۸۰ کیلومتر بر ساعت بود، حداکثر توان خروجی ۱۶.۵ وات بر متر مربع چگالی انرژی بود

طبق اعلام شرکت توزیع برق برای تولید ۱ کیلو وات برق ۳ لیتر اب مصرف می شود و ۲۰۰۰۰ ریال هزینه دارد اما طبق جدول ۱- مقادیر بسیار قابل توجه و موثر می باشند .

در مقابل هزینه هر صفحه در ابعاد ۱۵*۱۵سانتی متر برای تولید در ابتدا ۱۲ دلار است که تنها هزینه این صفحات است اما با توجه به جدول ۱- هر روز ۴۲۰ کیلو ژول انرژی تولید میکند و هر سال ۴۳کیلو وات ساعت برق تولید میکند.

در جدول ۱- موارد اعلام شده برای وزن یک فرد ۶۰ کیلو گرمی است که به طور میانگین روزانه ۷۰۰۰ قدم روی صفحات دارد .

جدول-۱ براورد یک صفحه پیزوالکتریک

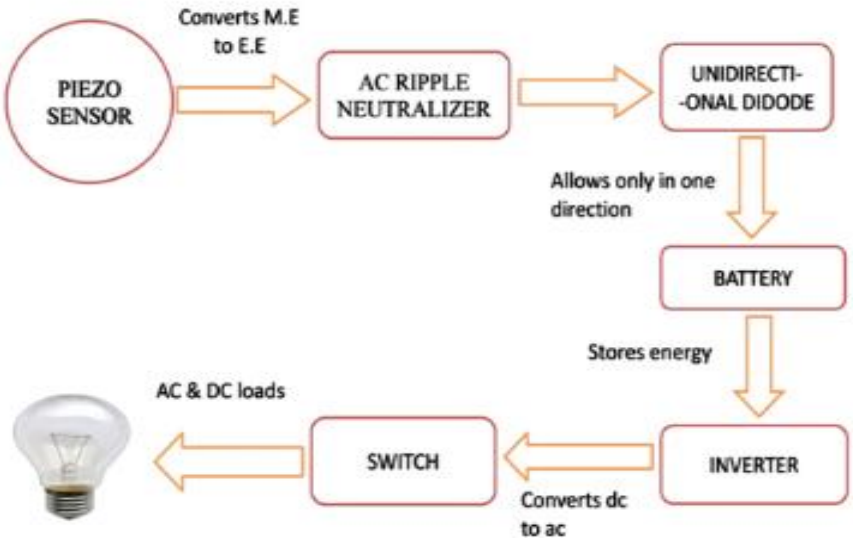
پارامتر	واحد	مقدار
هزینه هر صفحه	دلار	12
تعداد قدم هر روز	قدم	7000
مجموع قدوم(با فرض گذشتن در مجموع سه نفر)	قدم	21000
انرژی هر قدم	ژول	20
مجموع انرژی هر روز	ژول	420000
مجموع انرژی هر روز (کیلو وات ساعت)	کیلو وات ساعت	.11kwh
مجموع انرژی هر سال	کیلو وات ساعت	42.5kwh
ماندگاری	سال	15

٦-پیاده راه هوشمند

تولید انرژی از صفحات پیزو الکتریک مستلزم یک سری مرحله پشت سرهم است که به ترتیب شکل ۳- نشان داده شده است که هر قسمت از این بلوک دیاگرام دارای مدار مشخص وکاربردی است .

www.SID.ir

Archive of SID



شکل -۳ بلوک دیاگرام تولید انرژی از یک صفحه پیزوالکتریک(Singh, 2020)

به دلیل استفاده از باتری در این ساختار برق تولیدی dc است که اگر مصرف کننده ای ac از این انرژی استفاده کند باید تبدیل به ac شود همانطور که در شکل -۳ نشان داده شده است از یک اینورتر برای این تبدیل استفاده میکنیم ولی برای مصارفی که مصرف کننده از نوع dc است این مشکلات را نداریم .در یک پیاده رو هوشمند علاوه بر روشنایی می توان جایگاه هایی را برای شارژ مصرف کننده های باتری دار تعبیه کرد که بدون استفاده از انرژی نیروگاه ها با کمترین هزینه ممکن مصرف کننده خود را شارژ کند. روشنایی پیاده رو ها و یا روشنایی از کف پیاده رو و یا کنترل هوشمند خطوط عابر پیاده و ... از مواردی هستند که امکان استفاده از انرژی صفحات پیزوالکتریک را دارد .

بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله از دو جهت برنامه ریزی و تاثیر پیاده راه هوشمند جهت تشویق تردد پیاده در شهر هوشمند را مورد بررسی قرار داده است که از جهت شهر سازی بیان گر آن است که هوشمند سازی شهرها این اجازه را به شهروندان می‌دهد مشارکت پذیر شوند و بیشتر از همیشه آگاهی پیدا کنند و بتوانند کارآمد و خلاقانه عمل کنند. در واقع هدف از این کار پیوند فضاهای کالبدی شهرها با حوزه های مختلف است از جمله اجتماعی تا شهروندان بتوانند به گونه های مختلف تعاملات اجتماعی بر قرار کنند

www.SID.ir

Archive of SID

و در شهر حضور پررنگ تری نسبت به گذشته داشته باشند. شهروندان با حضور داشتن در فضاهای شهری ای که به آنها احساس امنیت بدهد و برآورد کننده نیازهایشان باشد احساس خوب و مثبتی دارند و باعث می شود نسبت به آن فضا احساس تعلق داشته باشند و در ذهن هایشان خاطرات و تصاویری ثبت گردد. بنابراین حضور آنها در تمامی ساعات مختلف شبانه روز در پیاده رو ها باعث سرزندگی و پویایی فضاهای شهری شده و شهر از نو زنده می شود. و جهت مهندسی برق که در تولید برق و صرفه جویی هزینه و منابع و همچنین ساختار تشکیل دهنده صفحات توضیح داده شده است که با توجه به موارد بیان شده در جدول -۱ و هزینه برای تولید یک کیلو وات برق طبق اعلام شرکت توزیع برق ایران سالانه یک صفحه پیز الکتریک ۳میلیارد ریال صرفه جویی هزینه دارد و از هدر رفت ۳۰۰هزار لیتر اب جلوگیری میکند. تمامی این موارد باعث اهمیت استفاده از صفحات پیزوالکتریک را در شهر هوشمند و پیاده رو های هوشمند می شود .

منابع

1. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of urban technology*, *22*(1), 3-21.
2. Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, *47*, 95-106.
3. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, *9*(1), 1-12.
4. Torku, A., Chan, A. P., & Yung, E. H. (2021). Implementation of age-friendly initiatives in smart cities: Probing the barriers through a systematic review. *Built Environment Project and Asset Management*, *11*(3), 412-426.
5. Klimczuk, A., & Tomczyk, Ł. (2016). Smart, age-friendly cities and communities: the emergence of socio-technological solutions in the central and eastern Europe. *Chapter in:] F. Flórez-Revuelta, AA Chaaraoui (eds.), Active and Assisted Living: Technologies and Applications, The Institution of Engineering and Technology, London, 2016*, 335-359.
6. Colnar, S., Dimovski, V., & Bogataj, D. (2021). Review of Telecare in Smart Age-Friendly Cities. *IFAC-PapersOnLine*, *54*(13), 744-749.
7. Kolotouchkina, O., Barroso, C. L., & Sánchez, J. L. M. (2022). Smart cities, the digital divide, and people with disabilities. *Cities*, *123*, 103613.
8. Podgórniak-Krzykacz, A., Przywojska, J., & Wiktorowicz, J. (2020). Smart and age-friendly communities in Poland. An analysis of institutional and individual conditions for a new concept of smart development of ageing communities. *Energies*, *13*(9), 2268.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Kolesnichenko, O., Mazelis, L., Sotnik, A., Yakovleva, D., Amelkin, S., Grigorevsky, I., & Kolesnichenko, Y. (2021). Sociological modeling of smart city with the implementation of UN sustainable development goals. *Sustainability Science*, *16*(2), 581-599.
10. Brdulak, A. (2017). The concept of a smart city in the context of an ageing population. *Research Journal of University of Gdańsk. Transport Economics and Logistics*, *68*(1), 65-75.
11. Rijshouwer, E. A., Leclercq, E. M., & van Zoonen, L. (2022). Public views of the smart city: Towards the construction of a social problem. *Big Data & Society*, *9*(1), 20539517211072190.
12. Al Sharif, R., & Pokharel, S. (2022). Smart city dimensions and associated risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, *77*, 103542.
13. Duygan, M., Fischer, M., Pärli, R., & Ingold, K. (2022). Where do Smart Cities grow? The spatial and socio-economic configurations of smart city development. *Sustainable cities and society*, *77*, 103578.
14.)Singh, Piezoelectric energy generation in India: an empirical investigation, 2020(
15. Bouzidy, F. Z. 2017. *Footsteps: Renewed Tiles*. Ifrane, Middle Atlas region of Morocco: Al Akhawayn University.
16. Guo, L., and Q. Lu. 2017. "Potentials of Piezoelectric and Thermoelectric Technologies for Harvesting Energy from Pavements." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72: 761–73

۱۷. پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت اله، حاتمی نژاد، حسین، پارسا پشاه آبادی، شهرام، ۱۳۹۶. مفهوم و ویژگی های شهر هوشمند، باغ نظر، ۱۵(۵۸)، ۲۶-۵.

www.SID.ir