Arch

JCWR2020

کنفرانس بین المللی وب پژوهی
ایران، تهران، ۲۲ خرداد ۱۳۹۹

The Application Of Green Iot Technology In Green Libraries

Aazam Aghaei Mirakabad[1], Mohsen Haji Zeinolabedini[2]

[1]PhD Student of Information Science & Knowledge,Alzahra University, Tehran,Iran.
aazamaghaee@yahoo.com

[2]Assistant Professor. Information Science & Knowledge Dep. Education and Psychology School. Shahid Beheshti University,Tehran, Iran.
zabedini@gmail.com

Abstract

Mankind's present life has progressed in such a way that objects play a vital role. In the past, objects functioned as a separate entity in a limited domain. But modern IoT technology, where communication goes beyond human-machine to machine-to-machine communication, has been assumed to enable data functions in objects and to see semi-intelligent functions in objects. IoT is a new telecommunications paradigm that envisions a near future that, by connecting virtual and physical objects to the Internet, will automatically send and interact with the environment, making these intelligent objects an integral part of the Internet. IoT can also be a good solution for green information technology because it has high potential, is easily updated and renewable, and can have significant environmental benefits. On the other hand, in the last few years, the topic of green libraries, which has made them ideal locations for the emergence of green technology and strategically become a sustainable model for society, has received much attention from researchers. In this study, while reviewing the concept of IoT in general, the use of IoT in green libraries is presented to provide better services and energy saving. In this regard, we will explain some of the IoT technologies such as Green RFID, Green Wireless Sensor Network, Machine-to-Machine Communication and Green Data Centers, and finally the principles and rules of IoT technologies and recommendations. It is referred to for future research.

Keywords: Internet Of Things, Green Internet Of Things, Library,Green Library.

www.SID.ir

Arch

JCWR2020

کنفرانس بین المللی وب پژوهی
ایران، تهران، ۲۲ خرداد ۱۳۹۹

کاربرد فناوری اینترنت اشیا سبز در کتابخانه‌های سبز

اعظم آقایی میرک آباد،[۱] محسن حاجی زین‌العابدینی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران
aazamaghaee@yahoo.com

[۲] گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
zabedini@gmail.com

چکیده

زندگی کنونی بشر به شکلی پیش رفته است که اشیاء نقشی حیاتی در آن ایفا می‌کنند. در گذشته اشیاء به عنوان موجودیت منفک در حوزه محدودی عملکرد داشتند. اما فناوری نوین اینترنت اشیا که ارتباطات در آن فراتر از ارتباط انسان با انسان و ماشین با ماشین است باعث شده که کارکردهای داده‌ای در اشیاء فعال شده و عملکردهای نیمه هوشمندانه‌ای را در اشیا شاهد باشیم. اینترنت اشیا یک الگوی مخابراتی جدید است که آینده نزدیکی را مجسم می‌کند که با اتصال اشیای مجازی و فیزیکی به اینترنت، قابلیت ارسال داده و تعامل با محیط را به صورت خودکار فراهم می‌آورد که این اشیا هوشمند در نهایت بخش جدایی ناپذیر اینترنت خواهند شد. همچنین اینترنت اشیا می‌تواند یک راه‌حل مناسب برای فناوری اطلاعات سبز باشد، زیرا پتانسیل بالایی دارد، به آسانی به روز رسانی و تجدید می‌شود و می‌تواند بطور قابل توجهی منافع محیطی را در برداشته باشد. از طرفی در چند سال اخیر موضوع کتابخانه‌های سبز که آن‌ها را به مکان‌هایی ایده‌آل برای ظهور تکنولوژی سبز و از نظر استراتژیک به مدل پایداری برای جامعه تبدیل می‌سازد، بسیار مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. در این پژوهش ضمن مروری بر مفهوم اینترنت اشیا به طور عام، به کاربرد اینترنت اشیا سبز در کتابخانه‌های سبز در جهت ارائه خدمات بهتر و صرفه‌جویی در انرژی پرداخته می‌شود. در این راستا به توضیح برخی از فناوری‌های اینترنت اشیا سبز مانند آر.اف.آی.دی سبز، شبکه حسگر بی‌سیم سبز، ارتباط ماشین با ماشین سبز و مراکز داده سبز پرداخته می‌شود و در انتها به اصول و قواعد فناوری‌های اینترنت اشیا سبز و پیشنهادهایی برای پژوهش بعدی اشاره می‌شود.

کلمات کلیدی

اینترنت اشیا، اینترنت اشیا سبز، کتابخانه، کتابخانه سبز

۱. مقدمه

امروزه با گسترش روزافزون فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات شاهد تأثیر انکار ناشدنی آن بر زندگی روزمره هستیم، چنانکه اطلاعات به‌جز لاینفک زندگی انسان و امور سازمانی تبدیل شده و بهره‌گیری از این اطلاعات و قدرت پردازش آن از توانمندی‌های انسان امروز در استفاده از این فناوری‌ها محسوب می‌شود. اینترنت اشیا یکی از این فناوری‌ها است که در چند سال اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. اینترنت اشیا، برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، از جمله اشیا بی‌جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند آن‌ها را سازماندهی و مدیریت کنند، اینترنت اشیا توصیفگر وضعیتی است که در آن تعداد زیادی از دستگاه‌ها (اشیاء) توسط حسگرهایی از طریق اینترنت به هم متصل می‌شوند، حسگرها قادر هستند تقریباً هرگونه اطلاعاتی درباره محیط اطراف خود را از جمله درجه حرارت، نور، صدا، زمان، حرکت، سرعت و فاصله را جمع‌آوری کنند[۱]. همچنین اینترنت اشیا شامل تمام اجزای اشیای دنیای واقعی مانند مبلمان، لباس، فرهنگ، تجهیزات، غذا و ... می‌شود [7].که این اشیا می‌توانند فکر کنند، احساس کنند و با همدیگر صحبت کنند، همچنین آن‌ها می‌توانند با انسان‌ها ارتباط برقرار کرده و ما را قادر سازند تا آن‌ها را در هر زمان و هر مکان ببینیم و کنترل کنیم و از خدمات هوشمندشان لذت ببریم [8]. با

www.SID.ir

شکل‌گیری روند رو به رشد یکپارچه‌سازی داده‌های دنیای واقعی به اینترنت، هدف اینترنت اشیاء توسعه فن‌آوری‌ها و ایجاد زیرساخت‌هایی است که امکان ادغام میلیاردها دستگاه حسگر و دنیای واقعی را با ارائه قابلیت‌هایی چون تولید و تبادل اطلاعات فراهم می‌آورد[9]. ازنظر اتحادیه بین‌المللی مخابرات اینترنت اشیاء بر پایه سه مفهوم «هر زمان»«هر جا»«هر چیز» بنا شده است [10] ، بنابراین می‌توان گفت اینترنت اشیاء با برقراری ارتباط هر چیزی در هر مکانی و در هرزمانی در پی تحقق هدف ارتباط اشیا به هم است. اینترنت اشیاء از رویکردی‌های نوینی محسوب می‌شود که موجب شده تا بتوانیم با بهره‌گیری بهینه منابع، از هدر رفتن منابع و انرژی جلوگیری کرده و زمان بیشتری را برای انجام کار بهتر داشته باشیم، رویکردی که در آن‌همه‌چیز به شبکه‌ای بدل می‌شود که اطلاعات را در هر زمان باکیفیت مطلوب دسترس‌پذیر می‌سازد و به‌تبع آن تصمیم‌گیری‌ها بر مبنای داده‌های واقعی مناسب‌تر خواهند بود.

کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی نیز از این امر مستثنی نبوده و به عنوان نقطه آغاز پژوهش برای اکثر کاربران همواره در حال تغییر و تحول بوده است، اینترنت اشیا نیز یکی از فناوری‌هایی است که کتابخانه‌ها در آینده برای ارتقا خود و رضایت کاربران ناگزیر از پذیرش آن هستند. بهره‌گیری از فناوری اینترنت اشیاء می‌تواند به تقویت ارتباط میان کتاب و خواننده نیز کمک کند و می‌تواند به مفهوم «هر خواننده‌ای کتابش» را که رانگاناتان به عنوان اصل دوم کتابخانه معرفی می‌کند، جامه عمل بپوشاند[11]. بررسی مطالعات در حوزه اینترنت اشیا حاکی از آن است که اولین جرقه‌ها برای ورود اینترنت اشیا در کتابخانه‌ها در سال ۲۰۱۱ زده شده است، به طوریکه بررسی مراجع و متون منتشر شده در آن زمان نشان می‌دهد که به طور کلی استنادات به حوزه اینترنت اشیا بوده است و به صورت نظری مطالعاتی صورت گرفته و فرضیات و بیاناتی در مورد کاربرد و قابلیت‌های بالقوه اینترنت اشیا در کتابخانه‌ها ارائه شده است[۲]. از طرفی در دنیای کنونی به دلیل کمبود انرژی، زمین و محیط‌زیست با سهل‌انگاری انسان و شرایط آب و هوایی بد به خطر افتاده است، لذا باید به دنبال هماهنگی و همخوانی ساختمان کتابخانه‌ها با طبیعت باشیم تا محیط‌زیست حفظ شود از همین رو مسئولان جنبش محیط‌زیست برای بهبود وضع زمین، مردم و متخصصان را برای حفظ محیط زیست تشویق نموده و موضوع کتابخانه سبز را مطرح کرده‌اند. کتابخانه سبز، کتابخانه‌ای است که با سازگار کردن ساختمان‌شان با استانداردهای ساختمان‌های سبز، هزینه‌های ساختمانی و مصرف انرژی ساختمان را به مقدار قابل‌توجهی می‌تواند کاهش دهد. کتابخانه سبز ابعاد مختلفی مانند ساختمان سبز، مدیریت سبز، سیستم‌های اطلاعاتی سبز و خدمات و برنامه‌های سبز و مدیریت منابع سبز را شامل می‌شود. از همین رو کتابخانه‌های سبز به عنوان یکی از نهادهای اجتماعی که رویکرد محیط‌زیستی دارند می‌توانند به محیط زیست فایده رسانده و با ایجاد محیط سالم‌تر مزایایی را برای جهان فراهم آورند.

بنابراین در این پژوهش به قابلیت‌ها و توانایی‌هایی فناوری اینترنت اشیا سبز در جهت پیشبرد خدمات کتابخانه‌های سبز می‌پردازیم تا بتوانیم به اهدافی مانند حفظ انرژی و جلوگیری از هدررفتن آن و استفاده از تمامی سرویس‌های فناوری اطلاعات مانند سرویس‌های نرم افزاری، ارتباطی و... دست پیدا کنیم.

۲. پیشینه پژوهش

بررسی پژوهش‌های این حوزه در ایران نشان می‌دهد، مطالعات زیاد پژوهشی به زبان فارسی به موضوع اینترنت‌اشیاء و کتابخانه‌ها نپرداخته‌اند و در این میان مطالعات اندکی انجام‌شده‌اند که در ادامه از آن‌ها یاد می‌شود:

سلیمانزاده نجفی (۱۳۹۸) در رساله دکتری خود با عنوان " توسعه و ارزیابی مدل تبادل اطلاعات علمی کتابخانه دیجیتال در بستر اینترنت اشیا " با استفاده از روش اسنادی به استخراج عناصر اصلی، فرعی و خصیصه های مدل عمومی تبادل اطلاعات علمی در کتابخانه دیجیتال در بستر اینترنت اشیا پرداخت. بر اساس یافته های گروه کانونی، نه عنصر اصلی شامل کاربر اطلاعاتی، دستگاه کاربر سرور کتابخانه دیجیتال، خدمات اطلاعاتی خودکار، منابع فیزیکی، منابع مجازی، کلیه منابع اطلاعاتی در وب، منابع اطلاعاتی موجود در سرور کتابخانه دیجیتال، امنیت و حفاظت از داده ها شناسایی و تعیین گردید. نهایتا مدل عمومی تبادل اطلاعات علمی کتابخانه دیجیتال در بستر اینترنت اشیا توسعه و چگونگی ارتباط و تعامل عناصر با یکدیگر ترسیم گردید [۳].

رضوی (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان مطالعهٔ نگرش کتابداران کتابخانه مرکزی دانشگاه‌های سطح یک کشور درباره اینترنت‌اشیاء به ارائه الگوی کاربرد آن در کتابخانه دانشگاهی پرداخت. یافته های این پژوهش نشان داد که فناوری اینترنت‌اشیاء در بسیاری از فرایندهای کتابخانه و در فعالیت‌های بخش‌های خدمات عمومی، خدمات فنی، خدمات جنبی کتابخانه قابل‌استفاده است. پاسخ‌های دریافت شده از کتابداران و همچنین مطالعات انجام‌شده مبین این موضوع است که گرچه بهره‌گیری از فناوری اینترنت‌اشیاء هزینه‌هایی را به کتابخانه‌ها تحمیل خواهد کرد اما از سویی دیگر به دلیل ارزش‌افزوده بالای استفاده از این فناوری و همچنین سرعت و سهولتی که در فعالیت‌های اجرایی و مدیریتی کتابخانه به وجود خواهد آمد، بهره‌گیری از این فناوری در کتابخانه مطلوب است [۱].

شیرزاد و همکارانش (۱۳۹۵) با بررسی نقش اینترنت‌اشیاء در سیستم‌های بازیابی اطلاعات کتابخانه‌ای با اشاره به تأثیر اینترنت‌اشیاء و لزوم بهره‌گیری کتابخانه‌ها از فناوری‌های جدید به چالش‌های امنیتی و فرهنگی آن اذعان کرده و تأمین نشدن هزینه‌های استفاده از این فناوری‌ها را موجب تعمیق بیشتر شکاف دیجیتالی می‌داند [۴].

در خارج از کشور نیز پژوهش هایی با موضوع اینترنت اشیا و کتابخانه ها صورت گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می شود.

کابا و رامایا[۱] (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان اینترنت اشیا :فرصت ها و چالش ها برای کتابخانه ها به این نکته که می توان با استفاده از فناوری اینترنت اشیا و ار.اف.آی.دی به انتقال داده های بین دستگاه ها پرداخت، اشاره کردند. آنها در این پژوهش به این موضوع که فن آوری های اینترنت اشیا فرصت های مطلوبی را از ردیابی منابع در کتابخانه تا نظارت بر میزان رطوبت برای مجموعه ها را فراهم می آورد.در این پژوهش، مورد ماهیت

www.SID.ir

اینترنت اشیا، فرصت ها و چالش های استفاده از آن در کتابخانه ها بحث می شود. یافته ها نشان داد که علیرغم داشتن چالش ها، اینترنت اشیا به طور مؤثر در تحول و نوآوری منابع و خدمات کتابخانه مؤثر خواهد بود [12].

آلبریم و همکاران[۲] (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان اینترنت اشیا سبز به این نکته اشاره می کنند که می توان برای صرفه جویی در مصرف انرژی اینترنت اشیا از قابلیت های اینترنت اشیا سبز استفاده کرد. آنها در این پژوهش ضمن مروری کلی بر اینترنت اشیا سبز فناوری هایی مانند برچسب های سبز، شبکه های سنجش سبز و فناوری های اینترنتی سبز را مورد بحث قراردادند [13].

وجسیک[۳] در سال ۲۰۱۶ ، در پژوهش خود اینترنت اشیا را پتانسیلی برای کتابخانه ها معرفی کرد. او در این پژوهش یک مدل نظری برای کاربرد اینترنت اشیا در کتابخانه ارائه داد و موانع اینترنت اشیا و منافع آن را برشمرد. وی در این تحقیق موانع اینترنت اشیا را شامل موانع مالی و سازمانی، امنیت اطلاعات و حریم خصوصی، فقدان استاندارد و طبقه بندی دیجیتالی کاربران و غیرکاربران اینترنت اشیا بیان کرده و بهبود سرویس دهی، ساده سازی فرایندها، آموزش و ارتقاء را جز منافع آن ذکر کرده است [14].

نگ و نیکام[۴] (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان کاربردهای اینترنت‌اشیاء در کتابخانه‌های دانشگاهی ضمن اشاره به این نکته که اینترنت‌اشیاء دارای پتانسیل ارائه راه‌حلی است که باعث بهبود کارایی خدمات و امنیت کتابخانه دانشگاهی می‌شود. در مورداستفاده احتمالی اینترنت‌اشیاء بحث کرده و به‌طور خاص، رایانش ابری ، آینه جادو و حس‌گر پد فشاری با استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم (WSN) را در نظر گرفته و رویکردی برای بهبود امکانات کتابخانه و ارائه سیستم حمایتی را پیشنهاد می‌کنند [15].

در مروری که بر پیشینه‌های مرتبط با پژوهش صورت گرفت عمده پژوهش‌های انجام‌شده در ایران و خارج از کشور به‌نوعی مقدمه‌ای بر کاربرد اینترنت‌اشیاء در کتابخانه‌ها بوده و با توجه به فرایندها کاری و روندهای فعالیتی کتابخانه‌ها به استفاده از این فناوری در کتابخانه پرداخته نشده است. بنابراین در این پژوهش با رویکردی نو به بررسی استفاده از اینترنت اشیا سبز در کتابخانه های سبز می پردازیم.

۳. اینترنت اشیا سبز

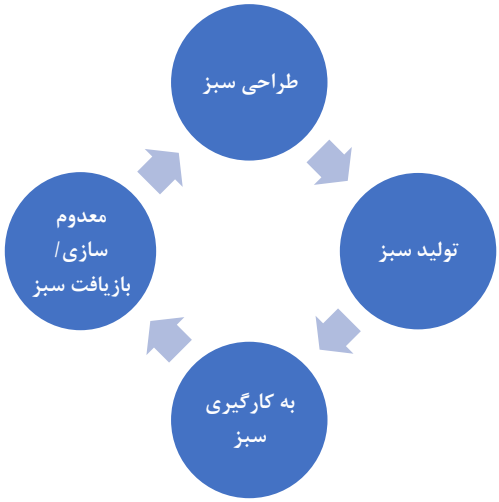
شورای ملی اطلاعات پیش‌بینی کرده است که "تا سال ۲۰۲۵، گره‌های اینترنت ممکن است در هر چیزی قرار گیرد، از جمله، بسته‌های غذا، مبلمان، مستندات کاغذی و موارد دیگر". با این حال، برای میسر ساختن یک دنیای هوشمند پایدار، بایستی اینترنت اشیا در کارآمدی مصرف انرژی تعریف و مشخص شود[16].به خصوص از آنجایی که تمامی دستگاه‌های موجود در دنیای هوشمند قرار است با افزونه‌های اضافی حسگر و ارتباطی مجهز شوند تا بتوانند دنیا را حس و با همدیگر ارتباط برقرار کنند، بنابراین نیازمند انرژی بیشتری هستند. علاوه بر این، با توجه به رشد علاقه‌مندی و تصمیم سازمان‌های مختلف، تقاضای انرژی در آینده به صورت فزآینده‌ای رشد خواهد کرد. تمامی این موارد اینترنت اشیا سبز را که بر روی کاهش مصرف انرژی متمرکز است، به لحاظ تحقق دنیایی هوشمند با قابلیت پایداری، ضروری می‌سازد. با در نظر گرفتن کارآمدی انرژی به عنوان کلیدی در حین طراحی و توسعه اینترنت اشیا، اینترنت اشیا سبز را می‌توان به شرح ذیل تعریف کرد [17].

"رویه‌های کارآمد انرژی (سخت‌افزاری یا نرم‌افزاری) اتخاذ شده توسط اینترنت اشیا؛ به عبارتی دیگر برای داشتن یک دنیای هوشمند پایدار، اینترنت اشیا بایستی به واسطه بهره‌وری انرژی برای کاهش تاثیرات ناشی از گازهای گلخانه‌ای و انتشار دی‌اکسیدکربن توسط حسگرها، دستگاه‌ها، برنامه‌های کاربردی و خدمات مورد استفاده قرار گیرد. همانطور که شکل (۱) نشان می‌دهد کل چرخه حیات اینترنت اشیا سبز بایستی بر روی طراحی سبز، تولید سبز، به کارگیری سبز و نهایتا معدوم‌سازی/ بازیافت سبز متمرکز باشد تا هیچ تاثیری و یا تاثیر بسیار اندکی بر روی محیط داشته باشد.

درباره فناوری اینترنت اشیا سبز، کاربردها و خدمات بسیار زیادی وجود دارد که می‌توان به مواردی مانند شهرهای هوشمند، انرژی هوشمند و سیستم‌های هوشمند شبکه‌ای، زیرساختار هوشمند، کارخانه هوشمند، سیستم‌های پزشکی هوشمند و تدارکات هوشمند اشاره نمود.

٤. کتابخانه سبز

خبرهای گوناگون در مورد تغییرات آب و هوایی کره زمین و گرم شدن آن و نیز قیمت رو به رشد انرژی در سال‌های اخیر، اصل صرفه‌جویی را به عنوان یکی از اصول اساسی در جامعه مطرح ساخته است. بنابراین مباحثی مانند کتابخانه‌های سبز مطرح می‌شوند که رویکردشان بر مصرف بهینه انرژی، کاهش اثرات زیست‌محیطی، حذف سموم و مواد شیمیایی و بازیافت تأکید دارد. کتابخانه سبز کتابخانه‌ای است که در آن با به‌کار بستن تدبیرهای مناسب اثرات منفی بنا و فعالیت‌های کتابخانه بر محیط زیست طبیعی به حداقل می‌رسد. مهم‌ترین این تدبیرها تعیین محل مناسب برای ساختمان، استفاده از مصالح طبیعی و فرآورده‌های تجزیه پذیر در بنا تهیه تجهیزات کمتر آسیب‌رسان صرفه‌جویی در مصرف آب، انرژی و مواد (ازجمله کاغذ) و بازیافت پسماند است. علاوه بر اینها کتابخانه سبز خود را موظف می‌داند منابع اطلاعاتی مروج حفظ و حمایت از محیط زیست را برای جامعه کتابخانه تهیه



شکل(۱). چرخه اینترنت اشیا سبز[13].

www.SID.ir

کند و با به‌کار زدن انواع ابتکارات، آگاهی‌های محیط زیستی را در سطح جامعه بالفعل و بالقوه کتابخانه ترویج دهد[18].

دلایل متعددی را برای تمایل به ایجاد ساختمان سبز یا استفاده از تجهیزات سبز برشمرده‌اند. ازجمله هزینه کمتر ساختمان، منابع انرژی آسان‌یاب و تجدیدپذیر (مانند تهیه الکتریسته از نور خورشید در محل و جمع‌آوری آب باران برای مصرف در کتابخانه در مناطق پر باران) و استفاده از شوینده‌ها و پاک‌کننده‌های سازگار با محیط زیست این تدبیرها بر سلامت کارکنان و کاربران و افزایش بهره‌وری اثر مثبت دارد [19].

برای تحقق کتابخانه سبز رعایت این ملاحظات ضرورت دارد:

۱. انتخاب مکان: علاوه بر پراکندگی جمعیت و سهولت دسترسی محلی و تأمین پارکینگ، انتخاب محل ساختن کتابخانه و توجه به شرایط جوی نظیر طوفان، میزان فرسایش، رطوبت و گرد و غبار و جز آن لازم است؛

۲. حفاظت از منابع آب: استفاده از مخازن برای ذخیره‌سازی آب در بام ساختمان، سرویس‌های بهداشتی سبز، بازیافت آب و مانند آن می‌تواند حجم زیادی از آب را برای فضای سبز ساختمان و محوطه کتابخانه تامین کند؛

۳. حفظ انرژی: مهم‌ترین جنبه تحول سبز است. استفاده از انرژی باد و نور خورشید می‌تواند از مصرف انرژی الکتریکی برای تامین حرارت و نور و آلودگی ناشی از مصرف سوختهای فسیلی بکاهد؛

۴. مواد و مصالح ساختمانی: ساخت بنای کتابخانه با مواد و مصالح قابل بازیافت، آسیب به طبیعت را کاهش می‌دهد. استفاده کمتر از چوب، جنگل‌ها را حفظ می‌کند. استفاده از مواد و مصالح موجود در منطقه و محل کتابخانه هزینه حمل و نقل را نیز کاهش می‌دهد. فناوری‌های ساختمان‌سازی وجود دارند که در ساخت کتابخانه نیز استفاده می‌شوند و بسیار اقتصادی‌تر هستند؛

۵. کیفیت هوای ساختمان: نبود یا نامناسب بودن تهویه در مکان‌های عمومی عامل عفونت می‌شود. استفاده ازسیستم‌های تهویه مطبوع، آلودگی گازهای آسیب‌رسان به لایه اوزون و افزایش دهنده گرمای زمین را کاهش می‌دهد؛

۶. تفکیک پسماند، حذف کیسه‌های پلاستیکی، محدود کردن استفاده از ظروف یکبار مصرف و استفاده از لیوان‌های کاغذی و تهیه تدارکات شرط دریافت گواهینامه سبز است؛

۷. کاهش اتکا به منابع اطلاعاتی کاغذی در مجموعه‌سازی و ارائه خدمات مجازی به کاربران به جای خدمات حضوری[20].

۵. فناوری‌های توانمند ساز اینترنت اشیا سبز برای کتابخانه سبز

فناوری اطلاعات سبز اشاره به یک برنامه منظم از معیارهای زیست محیطی پایداری تولید مانند جلوگیری از آلودگی، نظارت محصول، استفاده از فن‌آوری‌های پاک، یافتن منابع با استفاده از زیرساخت‌های فنی فناوری و همچنین فناوری اطلاعات، روش‌های مدیریت انسانی و مدیریتی است که به پایداری محیط‌زیست در سازمان رسیدگی می‌کند. در ادامه به برخی از این فناوری‌ها به عنوان عوامل تقویت کننده اینترنت اشیا برای کتابخانه‌های سبز اشاره می‌شود:

۵-۱. آر .اف .آی .دی.[5] سبز

آر. اف. آی. دی. یکی از انواع فناوری‌های شناسایی خودکار است که بعنوان یکی از ده فناوری برترکمک کننده به جهان علم در قرن بیستم شناخته شده است که از امواج رادیویی برای شناسایی، پیگیری و ردیابی اجسام متحرک بصورت خودکار استفاده می‌کند و بااستفاده از سیگنال‌های رادیویی به انتقال داده بین قرائت‌گر و اجسام برچسب‌دار می‌پردازد[۵]. آر. اف. آی. دی. از لحاظ استفاده بسیار شبیه به بارکدها است با این تفاوت که برای خواندن خطوط موازی بارکدها، این خطوط باید مستقیم در برابر اسکنر قرار بگیرند تا محصول دارای بارکد، شناسایی شود در حالی که آر. اف. آی. دی. برای شناسایی و پیگیری اجسام برچسبدار نیاز به مسیر مستقیمی برای ارتباط بین قرائت‌گر و این اجسام ندارد[۶]. دو نوع برچسب آر. اف. آی. دی. (یعنی، برچسب‌های فعال و برچسب‌های غیرفعال) وجود دارد. برچسب‌های فعال دارای باتری‌هایی هستند که انتقالات سیگنال و محدوده‌های انتقال را افزایش می‌دهند، در حالی که برچسب‌های غیرفعال بدون باتری هستند و نیازمند گرفتن انرژی از سیگنال برچسب خوان با اصل القایی می‌باشند. برای آر. اف. آی. دی. سبز ۱) کاهش اندازه برچسب‌های آر. اف. آی. دی. بایستی جهت کاهش میزان مواد غیرقابل تجزیه استفاده شده در ساخت آنها (برای نمونه، برچسب‌های تجزیه‌پذیر، برچسب‌های قابل چاپ آر. اف. آی. دی. ، برچسب‌های مبتنی بر کاغذ آر. اف. آی. دی. مدنظر قرار گیرد، چرا که به طور کلی بازیافت برچسب‌ها دشوار است؛ ۲) الگوریتم‌ها و پروتکل‌های کارآمد از لحاظ مصرف انرژی بایستی برای بهینه‌سازی تخمین برچسب، تنظیم سطح انتقال انرژی به صورت پویا، پیشگیری از برخورد برچسب، پیشگیری از شنود، و غیره، مورد استفاده قرار گیرد[17؛ 21؛ 22].

۵-۲. شبکه حسگر بی سیم[6] سبز

شبکه حسگر بی‌سیم معمولا شامل تعداد معینی از گره‌های حسگر و یک ایستگاه پایه (یعنی گره جمع آوری کننده داده ها) است. گره‌های حسگر از پردازش کم، توان و ظرفیت ذخیره‌سازی محدودی برخوردار هستند، در حالی که ایستگاه پایه بسیار قدرتمند است. گره‌های حسگر مجهز به چندین حسگر هستند، خوانش‌ها (مثلا، دما، رطوبت، شتاب، و غیره) را ابتدا از محیط اطراف می‌گیرند. سپس با همدیگر همکاری کرده و داده‌های حسگر را عموما به صورت موردی به استگاه پایه تحویل می‌دهند.

در خصوص شبکه حسگر بی‌سیم سبز، تکنیک‌های ذیل بایستی اتخاذ شود ۱) گره‌های حسگر تنها زمانی که نیاز هستند کار کنند، در حالی که مابقی زمان حیات آنها برای ذخیره مصرف انرژی در حالت خواب صرف شود؛ ۲)

www.SID.ir

روش‌های کاهش انرژی (مثلا، شارژ بی‌سیم، به کارگیری مکانیزم‌های جمع‌آوری انرژی که انرژی را از طریق محیط تولید می‌کنند (مثلا، خورشید، انرژی جنبشی، لرزش، اختلافات دمایی، و غیره) استفاده شود؛ ۳) تکنیک‌های بهینه‌سازی رادیو (مثلا، کنترل توان انتقالی، بهینه‌سازی تعدیل، ارتباطات مشارکتی، آنتن‌های جهت‌دار، رادیو شناختی کارآمد از لحاظ مصرف انرژی ؛ ۴) مکانیزم‌های کاهش داده‌ها (برای نمونه، تجمیع، نمونه‌گیری تطبیقی، فشرده‌سازی، کدگذاری شبکه‌ای)؛ ۵) تکنیک‌های مسیریابی کارآمد از لحاظ مصرف انرژی (مثلا، معماری‌های خوشه ای، انرژی به عنوان معیار مسیریابی، مسیریابی چند مسیره، قرار دادن گره تقویت کننده، قابلیت جابجایی گره) [17؛ 23؛ 24].

۵-۳. رایانش ابری[۷] سبز

رایانش ابری یعنی ارائه سرویس‌های پردازشی که معمولا بر بستر اینترنت و با پرداخت هزینه انجام می‌شود. رایانش ابری در واقع ارائه سرویس‌های رایانشی برای سرورها، ذخیره‌سازی، پایگاه داده‌ها، شبکه، نرم افزار و آنالیزها است. در رایانش ابری، منابع به عنوان خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرند، به عنوان مثال (زیرساخت ، پلتفرم و یا نرم‌افزار می‌توانند به عنوان خدمات در نظر گرفته شوند. برحسب درخواست‌های کاربر، رایانش ابری به صورت انعطاف‌پذیر منابع مختلفی را به کاربران ارائه می‌دهد. کاربران به جای مالکیت و مدیریت منابع خودشان، دسته‌ای از منابع عظیم و مدیریت شده، با دسترسی راحت را به اشتراک می‌گذارند. با رشد انتقال برنامه‌های کاربردی به ابر، منابع بیشتری بایستی مستقر و انرژی بیشتری مصرف شود، که منجر به مشکلات محیطی بیشتر و انتشار بیشتر گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. در خصوص رایانش ابری سبز، راه حل‌های بالقوه به شرح ذیل هستند ۱) اتخاذ سخت‌افزار و نرم‌افزاری که مصرف انرژی را کاهش دهند. در این راستا، راه‌حل‌های سخت‌افزاری بایستی در طراحی و ساخت دستگاه‌هایی که انرژی کمی مصرف می‌کنند مورد توجه قرار گیرد. راه‌حل‌های نرم‌افزاری بایستی سعی کنند طراحی‌های کارآمد نرم‌افزاری که انرژی کمتری با حداقل استفاده از منابع را دارند ارائه کنند؛ ۲) تکنیک‌های ماشین مجازی برای ذخیره انرژی ۳) مکانیزم‌های مختلف کارآمد از لحاظ انرژی تخصیص منابع (مثلا، تخصیص منابع مبتنی بر مزایده) و مکانیزم‌های زمانبندی کار مرتبط؛ ۴) مدل‌های دقیق و کارآمد و رویکردهای ارزیابی در خصوص سیاست‌های ذخیره انرژی؛ ۵) طرح‌های رایانش ابری سبز برپایه فناوری‌های پشتیبان ابر (مثلا، شبکه‌ها، ارتباطات، و غیره) [17؛ 25؛ 26؛ 27].

۵-۴. ارتباط ماشین با ماشین[۸] سبز

در رابطه با ارتباطات ماشین با ماشین گره‌های بزرگ که به صورت هوشمندانه داده‌های نظارت شده را جمع‌آوری می‌کنند در دامنه این ارتباط به کار گرفته می‌شوند. در دامنه شبکه، شبکه بی‌سیم/ سیمی داده‌های جمع‌آوری شده را به ایستگاه داده‌ها می‌فرستد. ایستگاه داده‌ها برنامه‌های مختلف را در دامنه برنامه کاربردی از طریق شبکه پشتیبانی می‌کند. در مورد ارتباط ماشین با ماشین سبز، با وجود ماشین‌های عظیم موجود در ارتباطات ماشین با ماشین، انرژی بسیار زیادی مصرف می‌شود. روش‌های ذیل را می‌توان برای افزایش بهره‌وری انرژی به کار برد:۱) تنظیم هوشمندانه انتقال انرژی (برای نمونه، به حداقل سطح مورد نیاز)؛ ۲) طراحی پروتکل‌های کارآمد ارتباطی (مثلا، پروتکل‌های مسیریابی) با استفاده از تکنیک‌های محاسباتی توزیع شده و الگوریتمی؛ ۳) زمانبندی فعالیت، که هدف از آن تغییر حالت عملیاتی برخی از گره‌ها به کم مصرف ("خواب") است به طوری که تنها زیرمجموعه‌ای از گره‌های متصل فعال باقی می‌مانند در حالی که کارکرد (مثلا، جمع‌آوری داده‌ها) شبکه اصلی حفظ می‌شود؛ ۴) مکانیزم‌های مشترک ذخیره انرژی (مثلا، با مراقبت از سربار و تخصیص منابع)؛ ۵) به کارگیری جمع‌آوری انرژی و مزایای (مثلا، حسگر طیف، مدیریت طیف، کاهش تداخل، بهینه‌سازی انرژی) [28؛ 29؛ 30].

۵-۵. مرکز داده[۹] سبز

وظیفه اصلی مراکز داده ذخیره کردن، مدیریت، پردازش و انتشار داده‌ها و برنامه مختلف ایجاد شده توسط کاربران، اشیا، سیستم‌ها، و غیره می‌باشد. به طور کلی، این مراکز به دلیل تعامل با داده‌ها و برنامه‌های مختلف، مقادیر زیادی انرژی مصرف و هزینه‌های بالای عملیاتی دارند. علاوه بر این، با افزایش تولید مقادیر زیاد داده توسط اشیای مختلف و فراگیر(برای نمونه، تلفن‌های همراه، حسگرها، و غیره) در راه دنیای هوشمند، بهره‌وری انرژی برای این مراکزضروری‌تر شده است.

در خصوص مراکز داده سبز، تکنیک‌های ممکن برای بهبود بهره‌وری انرژی را می توان از جنبه‌های ذیل به دست آورد ۱) استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر یا سبز (مثلا، باد، آب، انرژی خورشیدی، پمپ‌های حرارتی، و غیره)؛ ۲) به کارگیری فناوری‌های کارآمد مدیریت پویای انرژی (برای نمونه، Turboboost، vSphere)؛ ۳) طراحی سخت‌افزار کارآمدتر از لحاظ مصرف انرژی (برای نمونه، بهره بردن از مزایای تکنیک‌های DVFS (مقیاس‌بندی پویای ولتاژ و فرکانس) و تکنیک‌های VOVO (تغییر-روشن/ تغییر-خاموش)؛ ۴) طراحی معماری‌های جدید مراکز داده کارآمد از لحاظ مصرف انرژی (برای نمونه، مراکز داده نانو)؛ ۵) طراحی الگوریتم‌های مسیریابی انرژی-آگاهانه برای تلفیق جریان‌های ترافیکی به زیرمجموعه‌ای از شبکه و خاموش کردن دستگاه‌های بیکار؛ ۶) ساختن مدل‌های کارآمد و دقیق انرژی مرکز داده؛ ۷) جذب حمایت از طریق تکنیک‌های ارتباطی و محاسباتی (برای نمونه، ارتباط نوری، مهاجرت به ماشین مجازی و غیره) [31؛ 32].

بر اساس یافته‌های جدول (۱) می‌توان به جمع‌بندی زیر برای برخی از فناوری‌های سبز توانمند ساز اینترنت اشیا سبز اشاره نمود:

۱) خاموش کردن تسهیلاتی که مورد نیاز نیستند (مثلا، زمانبندی خواب)؛
۲) تنها ارسال داده‌هایی که مورد نیاز است (مثلا، تحویل پیشگویانه داده‌ها)؛
۳) کاهش طول مسیر داده‌ها (مثلا، طرح‌های مسیریابی، مکانیزم‌های کاری شبکه)؛

www.SID.ir

جدول ۱. خلاصه ای از فناوری‌های سبز توانمندساز اینترنت اشیا سبز

طرح	تکنیک ها
آر.اف.آی.دی سبز	۱) کاهش اندازه برچسب‌های RFID بایستی جهت کاهش میزان مواد غیرقابل تجزیه استفاده شده در ساخت آنها؛ ۲) الگوریتم‌ها و پروتکل‌های کارآمد از لحاظ مصرف انرژی بایستی برای بهینه‌سازی تخمین برچسب، تنظیم سطح انتقال انرژی به صورت پویا، پیشگیری از برخورد برچسب، پیشگیری از شنود، و غیره، مورد استفاده قرار گیرد.
شبکه حسگر سبز سبز	۱) گره‌های حسگر تنها زمانی که نیاز هستند کار کنند، در حالی که مابقی زمان حیات آنها برای ذخیره مصرف انرژی در حالت خواب صرف شود؛ ۲) مکانیزم‌های کاهش انرژی (مثلا، شارژ بی‌سیم، به کارگیری مکانیزم‌های جمع‌آوری انرژی که انرژی را از طریق محیط تولید می‌کنند (مثلا، خورشید، انرژی جنبشی، لرزش، اختلافات دمایی، و غیره))؛ ۳) تکنیک‌های بهینه سازی رادیو (مثلا، کنترل توان انتقالی، بهینه‌سازی تعدیل، ارتباطات مشارکتی، آنتن‌های جهت‌دار، رادیو شناختی کارآمد از لحاظ مصرف انرژی (CR))؛ ۴) مکانیزم‌های کاهش داده‌ها (برای نمونه، تجمیع، نمونه‌گیری تطبیقی، فشرده‌سازی، کدگذاری شبکه‌ای)؛ ۵) تکنیک‌های مسیریابی کارآمد از لحاظ مصرف انرژی (مثلا، معماری‌های خوشه‌ای، انرژی به عنوان معیار مسیریابی، مسیریابی چند مسیره، قرار دادن گره تقویت کننده، قابلیت جابجایی گره).
رایانش ابری سبز	۱) اتخاذ سخت‌افزار و نرم‌افزاری که مصرف انرژی را کاهش دهند؛ ۲) تکنیک‌های ماشین مجازی (VM) ذخیره انرژی (مثلا، تقویت VM، انتقال VM، جایگزینی VM، تخصیص VM)؛ ۳) مکانیزم‌های مختلف کارآمد از لحاظ انرژی تخصیص منابع (مثلا، تخصیص منابع مبتنی بر مزایده، تخصیص منابع مبتنی بر شایعه) و مکانیزم‌های زمانبندی کار مرتبط؛ ۴) مدل‌های دقیق و کارآمد و رویکردهای ارزیابی در خصوص سیاست‌های ذخیره انرژی؛ ۵) طرح‌های CC سبز برپایه فناوری‌های پشتیبان ابر (مثلا، شبکه‌ها، ارتباطات، و غیره).
ارتباط ماشین با ماشین سبز	۱) تنظیم هوشمندانه انتقال انرژی (برای نمونه، به حداقل سطح مورد نیاز)؛ ۲) طراحی پروتکل‌های کارآمد ارتباطی (مثلا، پروتکل‌های مسیریابی) با استفاده از تکنیک‌های محاسباتی توزیع شده و الگوریتمی؛ ۳) زمانبندی فعالیت، که هدف از آن تغییر حالت عملیاتی برخی از گره ها به کم مصرف ("خواب") است. ۴) مکانیزم‌های مشترک ذخیره انرژی (مثلا، با مراقبت از سربار و تخصیص منابع)؛ ۵) به کار گیری جمع‌آوری انرژی و مزایای (مثلا، حسگر طیف، مدیریت طیف، کاهش تداخل، بهینه سازی انرژی) CR.
مراکز داده سبز	۱) استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر یا سبز (مثلا، باد، آب، انرژی خورشیدی، پمپ های حرارتی، و غیره)؛ ۲) به کارگیری فناوری‌های کارآمد مدیریت پویای انرژی (برای نمونه، Turboboost، vSphere)؛ ۳) طراحی سخت افزار کارآمدتر از لحاظ مصرف انرژی (برای نمونه، بهره بردن از مزایای تکنیک‌های DVFS (مقیاس‌بندی پویای ولتاژ و فرکانس) و تکنیک‌های VOVO (تغییر-روشن/ تغییر-خاموش))؛ ۴) طراحی معماری‌های جدید مراکز داده کارآمد از لحاظ مصرف انرژی (برای نمونه، مراکز داده نانو)؛ ۵) طراحی الگوریتم‌های مسیریابی انرژی-آگاهانه برای تلفیق جریان‌های ترافیکی به زیرمجموعه‌ای از شبکه و خاموش کردن دستگاه‌های بیکار؛ ۶) ساختن مدل‌های کارآمد و دقیق انرژی مرکز داده؛ ۷) جذب حمایت از طریق تکنیک‌های ارتباطی و محاسباتی (برای نمونه، ارتباط نوری، مهاجرت به ماشین مجازی، بهینه سازی جایگزینی، و غیره).

۴) کاهش طول مسیر داده‌های بی سیم (مثلا، طراحی‌های معمارانه کارآمد از لحاظ مصرف انرژی، تقویت مشارکتی)؛

۵) پردازش مبادلات برای ارتباطات (مثلا، ادغام داده‌ها، حسگر فشرده)؛

۶) تکنیک‌های پیشرفته ارتباطی (مثلا، چندین ورودی چندین خروجی ؛

۷) منابع انرژی سبز تجدیدپذیر (مثلا، اکسیژن، آب شیرین، انرژی خورشیدی، چوب، و زیست توده)

٦. نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین چالش‌ها و مسائل موجود، مسائل زیست محیطی

است هشدارهای زیست محیطی فراوانی داده می‌شود اما تا اتفاقی نیفتد، کسی آن را جدی نمی‌گیرد. این گونه مسائل ریشه‌ای پایه‌ای و فرهنگی دارند و همکاری دولت و مردم را می‌طلبد.

وقتی از مسائل زیست محیطی و سبزاندیشی صحبت می‌کنیم کتابخانه‌ها به عنوان مراکز فرهنگی نیز مطرح می‌شوند و از آنجا که کتابخانه نقش آموزش و سازندگی دارد، می‌توان آن را به گونه‌ای طراحی کرد که کمترین اثر منفی روی محیط زیست داشته باشد. بر همین اساس مفهوم کتابخانه سبز مطرح شد. از جمله اقداماتی که در این زمینه می‌شود انجام داد می‌توان به مجموعه‌سازی سبز، نگهداری منابع در حوزه توسعه پایدار، برگزاری کارگاه‌های آموزشی مختلف و ... اشاره نمود. کتابخانه‌ها دو نقش فعال و انفعالی در این زمینه دارند، نقش فعال در اقداماتی است که برای مسائل زیست محیطی و رسیدن به توسعه پایدارانجام می‌دهند، در نقش انفعالی، کتابخانه محلی است که هدف مسائل سبز قرار می‌گیرد. در نقش انفعالی نیز کتابخانه به عنوان نهادی است که خود راهبردهای زیست محیطی را مورد توجه قرار می‌دهد. در این زمینه باید به چند فاکتور توجه کنیم؛ معماری

www.SID.ir

کتابخانه‌ها به گونه‌ای باشد که از اتلاف انرژی جلوگیری کنیم، تجهیزات مورد استفاده بازگشت پذیرباشند و آلودگی ایجاد نکنند. سبزاندیشی سخت است اما باید به آن توجه کنیم. یکی از راهکارهای ارتقاء سبزاندیشی در کتابخانه‌های سبز، استفاده از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا است. اینترنت اشیا یعنی ایجاد هوشمندسازی و ارائه سرویس‌ها و ابزارهایی برپایه آن. این فناوری ابزاری در اختیار ما می‌گذارد تا کارها هوشمندانه‌تر صورت بگیرد و در وقت و زمان نیز صرفه‌جویی شود. به‌وسیله اینترنت اشیا می‌توان سرویس‌هایی برای بهبود وضعیت محیط زیست ارائه کرد. دنیا با شتاب به سمت هوشمندسازی سرویس‌های کتابخانه‌ای پیش می‌رود. یکی از مصادیق آن هم وجود ابزارهای هوشمندی است که تولید محتوا و فهرست نویسی را انجام می‌دهند. با استفاده از اینترنت اشیا می‌توانیم خدمات امانت را بدون حضور مراجعه کنندگان به آنها عرضه کنیم. همچنین محل نگهداری محتواها و کتاب‌ها با ابزارهای هوشمند قابل کنترل و مدیریت هستند. سرویس‌های اینترنت اشیا در زمینه کتابخانه باعث می‌شود که با حفظ محیط زیست، استفاده از کتابخانه راحت‌تر و سریع‌تر شود. در این راستا و برای صرفه‌جویی در انرژی و هزینه، در این مقاله، فناوری اینترنت اشیا سبز مورد بحث قرار گرفت. همچنین در این مقاله چرخه حیات اینترنت اشیا سبز و همچنین به فناوری‌های مورد نیاز برای دستیابی به سیستم اینترنت اشیا سبز برای کتابخانه‌های سبز اشاره شد.

اگرچه کارها و تلاش‌های تحقیقاتی شگرفی برای دستیابی به فناوری سبز وجود دارد، اما فناوری اینترنت اشیا سبز هنوز هم در مرحله اولیه است. موضوعات چالش برانگیز و موانع زیادی وجود دارند که بایستی مورد بررسی قرار گیرند. در ذیل، ما چالش های کلیدی را ذکر می‌کنیم:

- یکپارچگی بین بهره‌وری انرژی در معماری اینترنت اشیا برای دستیابی به کارایی قابل قبول.
- کاربردها بایستی برای کمینه کردن تاثیرات آنها بر روی محیط، سبز باشند.
- قابلیت اتکای اینترنت اشیا سبز به وسیله مدل‌های مصرف انرژی.
- بافت آگاهی به وسیله سیستم اینترنت اشیا با انرژی کارآمد.
- هم دستگاه‌ها و هم پروتکل‌های مورد استفاده برای ارتباطات بایستی از لحاظ مصرف انرژی با مصرف پایین انرژی کارآمد باشند.
- کاهش پیچیدگی زیرساخت اینترنت اشیا سبز.
- معادلات و مبادلات مابین حسگر کارآمد پویای طیف و مدیریت کارآمد طیف.
- مکانیزم کارآمد انرژی برای اینترنت اشیا از جمله بادی، خورشیدی، جنبشی، گرمایی برای مطمئن کردن اینترنت اشیا
- مدیریت کارآمد ابر با توجه به مصرف انرژی.
- مکانیزم کارآمد امنیتی همانند رمزنگاری و کنترل دستورات.

پیشنهادهایی که در این حوزه برای پژوهش‌های آینده می‌توانند مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند را می‌توان به صورت زیر ارائه نمود:

۱) طراحی اینترنت اشیا سبز، براساس برآورده کردن اهداف خدمت و دستیابی به کارایی قابل قبول بایستی از منظر مصرف کلی انرژی سیستم مورد بررسی قرار گیرد.

۲) ویژگی‌های مربوط به برنامه های مختلف اینترنت اشیا و نیازمندی‌های خدماتی برای این برنامه‌ها، بایستی بهتر درک شوند.

۳) مدل‌های واقع گرایانه مصرف انرژی مربوط به بخش‌های مختلف سیستم‌های اینترنت اشیا (مانند شبکه حسگر بی‌سیم، شبکه مرکزی، سیستم‌های نهفته و غیره) مورد نیاز هستند.

۴) با استقرار گسترده حسگرها، یک حسگر مجازی سازی شده به عنوان خدمت ممکن است در آینده نیاز باشد، که در آن کاربران به اینترنت اشیا مجازی خصوصی خودشان دسترسی و کنترل دارند.

منابع

[۱] رضوی، سحر (۱۳۹۷). مطالعهٔ نگرش کتابداران کتابخانه مرکزی دانشگاه‌های سطح یک کشور درباره اینترنت‌اشیاء و ارائه الگوی کاربرد آن در کتابخانه دانشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی.

[۲] سلیمانزاده نجفی, نیره سادات؛ عاصمی، عاصفه ؛ چشمه سهرابی، مظفر و شعبانی، احمد (۱۳۹۶)، اینترنت‌اشیاء: فناوری کارآمد در کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی، اولین کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیاء کاربردها و زیرساخت‌ها، اصفهان، دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه اصفهان.

[۳] سلیمانزاده نجفی، نیره (۱۳۹۸). توسعه و ارزیابی مدل تبادل اطلاعات علمی کتابخانه دیجیتال در بستر اینترنت اشیا ". رساله دکتری. دانشگاه اصفهان، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی.

[۴] شیرزاد، مجید؛ دریایی، مهدی؛ کمرخانی، حبیب؛ ترقی خواه دیلمقانی، نیبر (۱۳۹۵). بررسی نقش اینترنت اشیا در سیستم های بازیابی اطلاعات کتابخانه ای، کنفرانس بین المللی بازیابی تعاملی اطلاعات، دانشگاه تهران، پردیس بین المللی کیش.

[۵] زارع رواسان، احد، پاشایی سورکالی، زهرا (۱۳۹۰). مطالعه پذیرش فناوری RFID توسط مصرف کنندگان با استفاده از مدل TAM (مطالعه موردی دانشجویان دانشگاه علم و صنعت ایران). علوم و فناوری اطلاعات ایران (ویژه نامه مدیریت کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع رسانی)، ۱۷۱-۱۸۸.

[۶] فرزین یزدی، محبوبه (۱۳۹۱). بررسی عوامل موثر بر پذیرش فناوری شناسایی با فرکانس رادیویی میان کتابداران کتابخانه‌های دانشگاهی شهر یزد. دانشگاه الزهرا(س)، تهران.

[7] Erfanmanesh, Amin (2018). Mapping Worldwide research on the Internet of things during 2011-2016.The Electronic Library.

[8] Li Guilin. “Study on the application of modern information”. RFID technology in foreign library. Vol. 30, No. 11, pp. 156 – 158, 2011.

[9] Ganz, F., Puschmann, D., Barnaghi, P., & Carrez, F. (2015). A practical evaluation of information processing and abstraction techniques for the internet of things. IEEE Internet of Things journal, 2(4), 340-354

www.SID.ir

[10]Wrycza, S. (Ed.). (2016). Information Systems: Development, Research, Applications, Education: 9th SIGSAND/PLAIS EuroSymposium 2016, Gdansk, Poland, September 29, 2016, Proceedings (Vol. 264) Springer.
[11]Pujar, S. M., & Satyanarayana, K. V. (2015). Internet of Things and libraries. Annals of Library and Information Studies (ALIS), 62(3), 186-190.
[12]Kaba, A., & Ramaiah, C. K. (2019). The Internet of Things: Opportunities and Challenges for libraries.Proc. of the 4th IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA).p:1-10.
[13]Albreem, M. A., El-Saleh, A. A., Isa, M., Salah, W., Jusoh, M., Azizan, M. M., & Ali, A. (2017, November). Green internet of things (IoT): An overview. In 2017 IEEE 4th International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Application (ICSIMA) (pp. 1-6). IEEE.
[14]Wójcik, M. 2015. Potential use of Augmented Reality in LIS education. Education and Information Technologies, pp. 1-15
[15]Nag, A., & Nikam, K. (2016). Internet of things applications in academic libraries. International Journal Of Information Technology And Library Science, 6(1), 1-7.
[16]Sathyamoorthy, P., Ngai, E. C. H., Hu, X., & Leung, V. C. (2015). Energy efficiency as an orchestration service for mobile Internet of Things. In 2015 IEEE 7th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom) (pp. 155-162). IEEE.
[17]Shaikh, F. K., Zeadally, S., & Exposito, E. (2015). Enabling technologies for green internet of things. IEEE Systems Journal, 11(2), 983-994.
[18]Antonelli, Monika (2008) the green library movement: An overview and beyond, electronic green Journal, 1(27), 1-11.
[19]Hauke, Petra; Werner, Klaus Ulrich (2012) the second hand library building: Sustainable thinking through recycling old buildings into new libraries, IFLA Journal, 38(1) 60–67.
[20]Shah, Leena, Kumar, Sudhir; Kumar Shah, Mukesh (2015) GREEN libraries in academic institutions: need of the hour. International journal of Research Granthaalayah, 3(9).
[21]V. Namboodiri and L. Gao(2010), ``Energy-aware tag anticollision protocols for RFID systems," IEEE Trans. Mobile Comput., vol. 9, no. 1, pp. 44.
[22]T. Li, S. S.Wu, S. Chen, and M. C. K. Yang, ``Generalized energy-efcientalgorithms for the RFID estimation problem," IEEE/ACM Trans. Netw,.vol. 20, no. 6, pp. 19781990, Dec. 2012.
[23]. Anastasi, M. Conti, M. Di Francesco, and A. Passarella, ``Energy conservation in wireless sensor networks: A survey," Ad Hoc Netw., vol. 7,no. 3, pp. 537 568, May 2009
[24]T. Rault, A. Bouabdallah, and Y. Challal, ``Energy efciency in wireless sensor networks: A top-down survey," Comput. Netw., vol. 67, pp. 104.122 ,Jul. 2014.
[25]Farahnakian, F., Ashraf, A., Pahikkala, T., Liljeberg, P., Plosila, J., Porres, I., & Tenhunen, H. (2014). Using ant colony system to consolidate VMs for green cloud computing. IEEE Transactions on Services Computing, 8(2), 187-198.
[26]Y.-J. Chiang, Y.-C. Ouyang, and C.-H. Hsu, ``An ef_cient green control algorithm in cloud computing for cost optimization," *IEEE Trans. Cloud Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 145_155, Apr./Jun. 2015.
[27]N. Xiong, W. Han, and A. Vandenberg, ``Green cloud computing schemes based on networks: A survey," IET Commun., vol. 6, no. 18, pp. 3294_3300, Dec. 2012.
[28]C.-H. Chang, R. Y. Chang, and H.-Y. Hsieh, ``High-_delity energy-ef_cient machine-to-machine communication," in Proc. IEEE 25th Annu.Int. Symp. Pers., Indoor, Mobile Radio Commun., Sep. 2014, pp. 91_96.
[29]Q. D. Vo, J.-P. Choi, H. M. Chang, and W. C. Lee,(2010) ``Green perspective cognitive radio-based M2M communications for smart meters," in Proc. Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Converg., pp. 382_383.
[30]Y. Liu, Z. Yang, R. Yu, Y. Xiang, and S. Xie, ``An efcient MAC protocol with adaptive energy harvesting for machine-to-machine networks," *IEEE Access*, vol. 3, pp. 358_367, Apr. 2015.
[31]T. Wang, Y. Xia, J. Muppala, M. Hamdi, and S. Foufou, ``A general framework for performance guaranteed green data center networking," inProc. IEEE Global Commun. Conf., Dec. 2014, pp. 2510_2515.
[32]F. T. Chong, M. J. R. Heck, P. Ranganathan, H. M. G. Wassel, and A. A. M. Saleh, ``Data center energy ef_ciency: Improving energy ef_ciency in data centers beyond technology scaling," IEEE Des. Test,vol. 31, no. 1, pp. 93_104, Feb. 2014.

زیرنویس‌ها

[1] Kaba, A., & Ramaiah, C. K.
[2] Albreem, M. A.
[3] Wójcik, M.
[4] Nag, A., & Nikam, K.
[5] Radio Frequency Identification (فناوری شناسایی از طریق فرکانس رادیویی)
[6] WSN
[7] Cloud Copmuting
[8] M2M (ماشین با ماشین) فناوری که به دستگاه‌های بی‌سیم و سیمی اجازه اتصال و برقراری ارتباط با دیگر دستگاه‌های هم نوع را می‌دهد.

www.SID.ir

[۹] DC (مرکز داده): انباره ای (فیزیکی یا مجازی) برای ذخیره‌سازی، مدیریت، و انتشار داده‌ها و اطلاعات.

www.SID.ir