فصلنامه آنالیز سازه – زلزله
دوره ۱۹، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱
J. Analysis of Structure and Earthquake
Volum 19,Issue 2, Summer 2022

مروری بر کاربردها و چالش‌های اینترنت اشیا در مهندسی عمران (آب و سازه هیدرولیکی)

بهرضا نورمند
استادیار، مهندسی عمران، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران
behnoo@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

چکیده

اینترنت اشیا یک الگوی جدیدی است که با نام اینترنت آینده شناخته شده است و ایده اصلی آن، اتصال اشیا به اینترنت می باشدکه اولین بار در سال ۱۹۹۰ توسط مارک ویزر مطرح و در سال ۱۹۹۹ توسط کوین آشتون معرفی شد. اینترنت اشیاء اصطلاحی است برای توصیف دنیایی که در آن اشیاء قادر خواهند بود با اتصال به اینترنت یا به کمک ابزارهای ارتباطی، با سایر اشیاء تعامل داشته باشند و اطلاعات خود را با هم و یا با انسان‌ها به اشتراک بگذارند و کلاس جدیدی از قابلیت‌ها، برنامه‌های کاربردی را ارائه دهند. یکی از اهداف مهم اینترنت اشیا ،هوشمندسازی مدیریت و بهبود کیفیت است.امروزه کمبود آب یکی از مشکلات کنونی بشر علی‌الخصوص در مناطق گرم و خشک بوده و بیشتر قابل درک است.از سوی دیگر با روند رو به گسترش جمعیت جهان و نیاز آبی آن، اینترنت اشیا و برنامه‌های کاربردی آن می‌تواند نقش محوری در فن‌آوری و مدیریت هوشمند آب داشته باشد که نهایتا به ایجاد ارزش افزوده منجر گردد. در این بررسی، مروری بر پژوهش‌ها و تجارب داخلی در زمینه بکارگیری فن‌آوری اینترنت اشیا در مهندسی عمران (آب و سازه‌های هیدرولیکی) همچون مدیریت رواناب شهری، پیش‌بینی و هشدار سیل، تبخیر و تعرق، ایمنی سدها، صنعت آب و فاضلاب، آبیاری هوشمند، مدیریت مصرف منابع آب ، هیدرولوژی (مدیریت کمی و کیفی) آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است. از آنجائی که اینترنت اشیاء در مهندسی عمران یکی از جدیدترین راهکارها در فراهم نمودن امکان داده کاوی و پردازش اطلاعات برای توسعه و بهبود کیفیت زیرساخت‌های عمرانی است، با چالش‌های بکارگیری پیش‌رو خواهد شد.

کلید واژگان: اینترنت اشیا، آب و سازه هیدرولیکی، مدیریت هوشمند آب، ، چالش

مقدمه

اینترنت اشیا بیانگر تعداد و تنوع اشیا فیزیکی متصل به هم در بستر اینترنت است. اینترنت اشیا، انسان‌ها ، وسایل و مکان‌ها را به هم گره می‌زند[۱]. اینترنت اشیا دارای پتانسیل ایجاد تغییرات اساسی در روش تعامل انسان با محیط اطرافش است. ایده اصلی اینترنت اشیا، اتصال همه اشیا در جهان به اینترنت می‌باشد و در صدد آن است که کاربردهای وسیعی را برای ایجاد بهبود در زندگی انسان‌ها و اقتصاد جهانی ایجاد کند. در نتیجه فرصت‌های کسب و کار زیادی در زمینه اینترنت اشیا ایجاد خواهد شد. پس از سه انقلاب صنعتی پیشین که بر اثر مکانیکی شدن، الکتریسیته و IT به وجود آمدند از اینترنت اشیا و سرویس‌های مبتنی بر آن به عنوان انقلاب صنعتی چهارم یاد می‌شود. اینترنت اشیاء اکوسیستم گسترده‌ای از اشیاء فیزیکی متصل به اینترنت است که نه تنها قابلیت شناسائی خود را دارند بلکه توانائی برقراری ارتباط با داده‌های تولید شده توسط دیگر اشیاء موجود درون شبکه را نیز دارند. آب کالایی اساسی است که همه جوانب فعالیت روزمره شهرها،جوامع و صنایع را با پیامدهای مستقیم سیاسی، اجتماعی، اقتصادی به هم متصل می‌کند[۲] که کمبود آن در کشور یکی از جدی‌ترین مباحثی است که می‌تواند باعث بحران و تنش آبی در هر یک از جوامع انسانی، بخش‌های صنعت، کشاورزی و زیست بوم شود. از جمله این بحران‌ها می‌توان به جنگ بر سر منابع آب اشاره کرد که توسط تحلیل گران پیش‌بینی شده و مواردی از آن نیز در حافظه تاریخی بخش‌های مختلف جهان به ثبت رسیده است[۳]. مدیریت مصرف آب از جمله موارد بسیار حیاتی است که می‌تواند زندگی انسان‌ها را تحت تاثیر قرار دهد به طوریکه بخش کشاورزی با برداشت تقریبا سه چهارم کل آب شیرین قابل استفاده، بزرگترین مصرف کننده آب شیرین است و سهم عمده‌ای در مصرف منابع محدود آب دارد[۴]. بنابراین سیاست‌گذاری در مدیریت مصرف بهینه آب ضروری بوده و برای تحقق این امر، بهبود طراحی و استفاده از فن‌آوری‌های مبتکرانه و شیوه‌های پیشرفته‌ی مدیریت لازم است. مطابق گزارش‌های مجمع جهانی اقتصاد در خصوص ریسک‌های جهانی، ریسک‌های زیست محیطی را مقدم بر ریسک‌های اقتصادی دانسته و ریسک دسترسی به آب سالم را جز سه چالش اصلی در این حوزه معرفی نموده‌اند. لذا تا سال ۲۰۵۰، هفتاد درصد جمعیت جهان در شهرها مستقر بوده و تقریبا نیمی از این جمعیت در خصوص دسترسی به آب سالم در مخاطره قرار خواهند گرفت. برای برون رفت از این چالش، اینترنت اشیا می‌تواند کمک قابل توجهی در حفظ و کنترل منابع داشته باشد. لذا توسعه سیستم‌های هوشمند ناظر بر آب یک امر حیاتی می‌باشد.

اینترنت اشیا

اینترنت اشیا مفهومی جدید در دنیای فن‌آوری و ارتباطات است و به طور کلی به بسیاری از اشیا و وسایل پیرامونمان اشاره دارد که به شبکه اینترنت متصل شده و می‌توان آنها را توسط اپلیکیشن‌های موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت کنترل و مدیریت کرد. لذا اینترنت اشیا[۲۱] به عنوان انقلابی در اینترنت به حساب می‌آید که جهت دستیابی به اهداف هوشمندسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در سال ۱۹۹۰ توسط مارک ویزر در موسسه فن‌آوری ماساچوست مطرح و نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون[۲۲](یکی از بنیان‌گذاران گروه پژوهشی Auto ID Labs در انستیتو تکنولوژی ماساچوست، MIT) ارائه گردید. مفاهیم و تعاریفی که از اینترنت اشیا یاد می‌شود شامل،

جهانی را توصیف می‌کند که در آن هر چیزی از جمله اشیای بی جان برای خود هویت دیجیتال داشته و به کامپیوترها اجازه داده می‌شود تا آنها را سازماندهی و مدیریت کنند. به میلیاردها دستگاه[۲۳] فیزیکی در سراسر جهان گفته می‌شود که به اینترنت متصل بوده و اطلاعات را جمع‌آوری و با کاربر و سایر دستگاه‌های متصل، به اشتراک می‌گذارند. تقریبا هر چیزی که بتواند به شبکه اینترنت متصل شود بخشی از اینترنت اشیا است[۵]. یک پارادایم نسبتا جدیدی است که سناریوهای ارتباطات بی‌سیم و مدرن به سرعت در حال رشد بوده و ایده اصلی آن حضور فراگیر انواع اشیا با هویت دیجیتالی در اطراف ما

---

21 Internet of Things
22 Kevin Ashton
23 Device

است. اینترنت اشیا با ادغام جهان دیجیتالی و فیزیکی، جهان پیرامون ما را هوشمندتر و واکنشی‌تر می‌کند. در واقع با اتصال تمام اشیا به یکدیگر و افزودن حسگرها باعث می‌شود که این اشیا نوعی هوش دیجیتالی کسب کنند و داده‌های لحظه‌ای زنده را بدون دخالت انسان به یکدیگر ارتباط دهند. اصطلاحی است برای توصیف دنیایی که در آن اشیا قادر خواهند بود با اتصال به اینترنت یا به کمک ابزارهای ارتباطی، با سایر اشیا تعامل داشته و اطلاعات خود را با هم یا با انسان‌ها به اشتراک بگذارند و کلاس جدیدی از قابلیت‌ها، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها را ارائه دهند. دنیایی که در آن تمامی اشیا و دستگاه‌های نامتجانس قابلیت ادرس‌دهی و در نتیجه قابلیت کنترل‌پذیری دارند[۶]. بنابراین اینترنت اشیا با ترکیب دو عرصه دیجیتالی و فیزیکی، دسترسی به فناوری اطلاعات را گسترده‌تر ساخته است[۷].

اینترنت اشیا در مهندسی عمران

از زمان به وجود آمدن بشر، مدیریت مصرف آب موضوعی حیاتی برای بقای انسان‌ها بوده و صیانت از منابع آب در بستر اینترنت اشیا یکی از فن‌آوری‌هایی است که در سال‌های اخیر به کمک مدیریت منابع انرژی کشورها در سطح جهان آمده است. تحقیقات و تجارب داخلی که در این زمینه وجود دارد چشم‌انداز بهره‌گیری از آن را در حوزه مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی متصور می‌سازد. صنعت آب و فاضلاب به عنوان یکی از صنایع خدمت‌رسان با بهره‌جوئی از اینترنت اشیا می‌تواند با مدیریت بحران‌های پیش‌رو، تصمیمات صحیحی را اتخاذ کند[۸]. لزوم استفاده از دو فن‌آوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و اینترنت اشیا در هوشمندسازی شبکه‌های صنعت آب و فاضلاب به عنوان روشی بهتر جهت درک آنچه که در اطراف انسان می‌گذرد و نقش اساسی آنها در جمع‌آوری داده، اذعان شده است[۲]. میرزائی و همکاران[۳] از تکنولوژی اینترنت اشیا شامل سنسور جریان آب برای اندازه‌گیری شار جریان آب در لوله، میکرو کنترلر به منظور برقراری ارتباط بی‌سیم وای‌فای و انتقال همزمان اطلاعات ثبت شده بر روی وب سرور و یک نرم‌افزار به منظور مشاهده برخط اطلاعات در موبایل ، تبلت، کامپیوتر به منظور کنترل و قطع و وصل جریان آب با استفاده از شیر برقی با هدف مدیریت هوشمند مصرف آب شرب، بررسی کرده‌اند. مدیریت هوشمند بحران رواناب و سیلاب‌های شهری به کمک زیرساخت‌های سبز و اینترنت اشیا دو سامانه ای است که می‌تواند فشار را از طبیعت و سیستم آب و فاضلاب برداشته و باعث حفاظت از زیست بوم منطقه گردد[۹]. ابوذرجمهری و همکاران[۱۰] از اینترنت اشیا به عنوان مدل مدیریت هوشمند آب برای درهم آمیختگی فرآیندهای کسب و کار و لوازم پشتیبانی در صنعت آب به منظور بهینه‌سازی و کاهش هزینه‌های عملیاتی، معرفی کرده‌اند. یکی از روش‌های افزایش راندمان مصرف آب در بخش آبیاری، استفاده از سیستم‌های هوشمند آبیاری در مزرعه است که با اندازه‌گیری دقیق رطوبت خاک و وضعیت آب و هوا، مصرف به موقع و به اندازه آب مشخص می‌شود و می‌توان از سامانه‌های آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا در دستیابی به مصرف بهینه آب و کشاورزی دقیق، کمک گرفت[۱۱].

حیدری و احمدی[۱۲] مدلی از سامانه هوشمند آبیاری مزارع بر پایه اینترنت اشیا و سنسورهای بی‌سیم پایه گذاری شده، طراحی و ساخته‌اند. مصفا و عطریان فر[۱۳] تحقیقی را با هدف بکارگیری فن‌آوری اینترنت اشیا در بهینه‌سازی مصرف آب در آبیاری گیاهان بر مبنای داده‌های سنسورهای رطوبت خاک و باز و بسته شدن شیرهای برقی انجام داده‌اند. در همین راستا (کشاورزی دقیق) لایی و همکاران[۱۴] طی تحقیقی با استفاده از سنسور رطوبت سنج خاک، داده‌های آن به کمک سیستم کنترل و پردازش مرکزی مورد پردازش قرار می‌گرفته تا زمان شروع و پایان آبیاری قطره‌ای به کمک سیستم کنترل برخط هوشمند مشخص گردد. همچنین به کمک سیستم کنترل برخط بر اساس داده‌های سنسورهای رطوبت خاک و دمای هوای محیط گلخانه، مدیریت مصرف آب در آبیاری قطره‌ای محصول خیار مورد ارزیابی قرار گرفته و از این سیستم به عنوان جایگزین مطمئن با کارائی مطلوب‌تر بر سیستم آبیاری دستی معرفی شده است[۱۵]. دستگاه حسگر هوشمند رطوبت خاک به عنوان سامانه آبیاری هوشمند جهت تعیین زمان مناسب قطع آبیاری در سامانه‌های آبیاری جویچه‌ای با هدف جلوگیری از تلفات آب توسط آمیجی [۱۶] طرح ریزی و ساخته شده است.

پذیرش اینترنت اشیا در مدیریت هوشمند آبیاری فضای سبز به صورت مطالعه موردی در پردیس فارابی دانشگاه تهران توسط

فراهانی و موحدی[۱۷] مورد ارزیابی قرار گرفته است. ابعاد مدل پذیرش، به کمک پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط خبرگان حوزه فناوری اطلاعات و شاخص‌های عملیاتی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهند که برای تقویت پذیرش می‌بایست بعد رفتار استفاده را ارتقا داده بدین صورت که ابعاد سودمندی پذیرش با هنجارهای ذهنی دانش فن‌آوری، هزینه، امنیت و حریم خصوصی مواجه بوده و در کل مدل پذیرش در سطح مطلوبی قرار دارد. رادیوم و همکاران[۱۸] بکارگیری فن‌آوری اینترنت اشیا در برآورد میزان تبخیر و تعرق را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه از سنسورهای اینترنت اشیا برای اندازه‌گیری دقیق دمای هوا در ارتفاع دو متری از سطح زمین، رطوبت هوا و سرعت باد در مزارع کشت و صنعت مغان استفاده شده است. در پژوهشی دیگر با بکارگیری فن‌آوری اینترنت اشیا در جمع‌آوری اطلاعات محیطی اراضی کشاورزی و ارائه آنها در بستر وب و گوشی های هوشمند، روشی را برای دریافت اطلاعات از حسگرهای اطلاعاتی، ذخیره‌سازی آنها، ساخت وب سرویس‌ها و نمایش آنها در بستر وب و گوشی‌های هوشمند مورد ارزیابی قرار داده‌اند. در این پژوهش با استفاده از وب سرویس‌های تحت وب برای ارائه اطلاعات برداشتی از حسگرها و از استاندارد وب[۲۴] نقشه[۲۵] سرویس[۲۶] برای نمایش و بهره‌گیری از اطلاعات مورد نیاز اندازه‌گیری نیاز آبی اراضی گل محمدی نزدیک استان قم جهت مشاهده برخط و اتخاذ تصمیمات توسط کشاورزان و کارشناسان ذیربط مورد استفاده قرار گرفته است[۱۹].

مهدی‌پور[۲۰] نمونه کنترلرهای آبیاری هوشمند ارزان قیمت مبتنی بر اینترنت اشیا را طراحی و ساخته است که از مزایای چنین سامانه‌ای، افزایش برد عملیاتی، جریان مصرفی بسیار کم، امکان کنترل هوشمند سامانه بر اساس اطلاعات دریافتی از سنسورهای محیطی، اشاره شده است. به منظور ارسال آنی داده‌های دقیق شرایط حوزه کشاورزی، همچون رطوبت خاک و دمای هوا به مرکز اصلی داده، جهت تجزیه و تحلیل، سادات زنجانی‌زاده اصفهانی و همکاران[۲۱] فن‌آوری اینترنت اشیا مبتنی بر پروتکل سی ام تی[۲۷] با هدف بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. محمدیان و همکاران[۲۲] با شناسائی کاربردهای نوآورانه اینترنت اشیا در هشت حوزه کشاورزی به کمک روش فراترکیب و بر اساس شاخص‌های توسعه پایدار، اولویت اول کاربرد اینترنت اشیا در گلخانه‌های هوشمند اولویت‌بندی گردید. لذا اولین گام در بحث کشاورزی دقیق در ایران بر اساس تحقیق عطارزاده و پردل نوقابی[۴] شناخت توانائی‌ها و قابلیت‌های بالقوه فن‌آوری‌های سخت افزاری و نرم افزاری بهبود کاربرد آب در آبیاری مزرعه با رویکرد محلی شدن فن‌آوری و از طرف دیگر اطلاعات و آموزش و بکارگیری آنها امری مهم در توسعه و اجرای فن‌آوری‌های ابزار دقیق، شبکه حسگر بی‌سیم است. اثر بخشی اینترنت اشیا بر برنامه‌های ایمنی سدها در عصر دیجیتال نیز از قابلیت‌های این فن‌آوری نوظهور بوده که توانسته محدودیت‌های تکنولوژی حسگرها را به کمک اتصال و اتوماتیک کردن آنها در راستای پیاده‌سازی ابزار دقیق به عنوان یکی از مولفه‌های اساسی مدیریت ریسک و ابزار کارآمد مانیتورینگ و پایش ابعاد مختلف سلامتی سدها، گام بردارد. لذا در مورد سدها اکثرا هزینه نقش مهمی در تصمیم گیری برای مدیریت نگهداری سدها دارد و استفاده از تکنولوژی سنسورهای مربوط به اینترنت اشیا، عملیات ایمن‌سازی زیرساخت‌ها و عمر مفید سازه‌های آبی را افزایش می‌دهد. پورغلام آمیجی[۱۶] پژوهشی مبتنی بر مطالعه کتابخانه‌ای از اطلاعات معتبر بین‌المللی در زمینه اینترنت اشیا و کاربرد آن در مزرعه با تمامی اجزای کوچک تا بزرگ آن انجام داده است. ابزارهای رایج جهت نیل به ارتباط اینترنت اشیا و سامانه‌های هوشمند آبیاری مزارع نظیر حسگرهای درون مزرعه‌ای، شبکه حسگرهای بی‌سیم، ماهواره‌ها، پهپادها معرفی گردیده و چالش‌های پیش‌روی حال و آتی اینترنت اشیا در آبیاری بیان شده است. فرخی و گاپله[۲۳] با مطالعه پژوهش‌های انجام شده در زمینه فن‌آوری اینترنت اشیا و مدرنیزاسیون کشاورزی بر مرور مزایای بکارگیری این فن‌آوری در بخش کشاورزی هوشمند از جمله بهینه‌سازی مصرف آب با بکارگیری روش‌های مناسب آبیاری پرداخته که بر بهره‌مندی از اطلاعات دریافتی از حسگرهای مستقر در مزرعه اذعان شده

[24] Web
[25] Map
[26] Service
[27] CMT-SCTP

است. بسیاری از مناطق ایران در برابر سیل به شدت آسیب‌پذیرند و سامانه پیشگیری از وقوع سیل و کاهش آسیب‌های آن مبتنی بر تکنولوژی اینترنت اشیا می‌تواند بسیار حیاتی باشد. در این راهکار، ۸۵ درصد آب‌های سطحی و زیرزمینی با استفاده از سنسورهای نصب شده در مناطق مختلف به طور پیوسته رصد و اطلاعات لحظه‌ای آنها به مرکز کنترل سیل ارسال می‌شود. با استفاده از این اطلاعات می‌توان احتمال وقوع سیل را ۱۲ تا ۴۸ ساعت قبل از وقوع آن پیش‌بینی کرد. از طرفی، در هنگام وقوع سیل، اطلاعات لحظه‌ای کمک بزرگی به مدیریت بحران می‌کند. پیاده‌سازی چنین سامانه‌ای، نیاز به نیروی انسانی در مناطق صعب‌العبور را برطرف می‌کند و از دقت بالا، افزایش سرعت پاسخ‌گوئی، کاهش هزینه هم برخوردار است. ایالات متحده آمریکا از جمله کشورهائی است که توانسته در زمینه پیاده‌سازی آن با موفقیت گام بردارد. فرشته پور و همکاران[۲۴] تحقیقی را در زمینه طراحی سیستم پایش سیلاب با سه مشخصه جمع آوری بی درنگ داده ها، پیش بینی امکان وقوع سیلاب بر اساس داده‌های جمع آوری شده، اطلاع رسانی به موقع انجام داده‌اند که چارچوب‌های عملی پیاده‌سازی چنین ساختاری مبتنی بر اینترنت اشیا مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. اسکوهی و اسماعیلی [۲۵] استفاده از فن‌آوری اینترنت اشیاء در پیش‌بینی و هشدار وقوع سیل به کمک ایجاد سامانه هشدار سیل از طریق تعامل‌پذیری سرویس‌های مکانی و استفاده از داده‌های زمانی– مکانی را معرفی کرده‌اند بطوریکه استفاده از اطلاعات حسگرها و پردازش آنها توسط سرویس‌های پردازشگر کمک زیادی را در ایجاد سامانه هشدار سیل نموده است. پایش کیفیت آب در طیف وسیعی از منابع آب متعارف و غیر متعارف، عنصر کلیدی در مدیریت و حفاظت از اکوسیستم آبی است. سیستم‌های پایش کیفی سنتی علاوه بر محدودیت‌های مربوطه دارای عامل خطا بوده و در نهایت بر رویکرد پایش سنتی آب تاثیر می‌گذارند. در حالت ایده‌ال پایش کیفی آب باید به صورت زمان واقعی[۲۸] انجام شود تا بتوان دقیق‌ترین و صحیح‌ترین قضاوت در خصوص کیفیت آب، ارائه داد. سیستم های هوشمند پایش کیفی آب بر اساس شبکه حسگر بی سیم[۲۹] و اینترنت اشیا کار می‌کنند و می‌توانند داده‌های کیفی آب را به صورت زمان واقعی و پیوسته از راه دور انتقال و پردازش کنند. در این ارتباط مبینی لطف آباد و فدایی[۲۶] پژوهشی را در زمینه لزوم کاربرد سیستم‌های هوشمند پایش کیفی آب انجام داده‌اند و استفاده حداکثری از آن را به مسئولین و تصمیم‌سازان مدیریت منابع آب توصیه کرده‌اند.

چالش‌های بکارگیری

اینترنت اشیا مانند هر فناوری نوین دیگر دارای فرصت ها و تهدیداتی است که باید با آنها به صورت علمی و سنجیده برخورد کرد. رهسپار فرد و مولائی[۲۷] ، سعیدی و خاطری [۲۸] با بررسی چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء ، به کمک مدل‌سازی ساختاری تفسیری، چالش نیروی انسانی وتکنولوژی در سطح اول، چالش امنیت و حریم خصوصی، قوانین، فرهنگ در سطح دوم، چالش کسب و کار در سطح سوم ارزیابی کرده‌اند. میر محمدیان و همکاران[۲۹] ، سادات باطنی و همکاران[۳۰] با اشاره به مزایای اینترنت اشیاء (کاهش هزینه، صرفه‌جوئی در وقت، هوشمند شدن اشیاء) و کاربردش در زمینه‌های مختلف، چالش‌های پیش‌رو این فن‌آوری را تامین انرژی، مدیریت داده‌ها، کلان داده، استاندارد واحد، امنیت معرفی کرده‌اند بطوریکه، امنیت و کلان داده را به عنوان چالش‌های کلیدی بیان کرده‌اند. علی حسینی و روستائی[۳۱] امنیت، تعداد بسیار زیاد داده‌ها، عدم وجود زیرساخت‌ها، تعداد بسیار زیاد وسایل، تجاری‌سازی را از چالش‌های پیش‌رو اینترنت اشیا معرفی کرده‌اند. سلطانی[۳۲] ، اینترنت اشیاء را راهبرد رشد هوشمند و از طرف دیگر، وجود آن را برای جامعه چالش مهم دانسته و لذا برقراری تعادل بین محرمانه نگه داشتن اطلاعات شخصی شهروندان و مزایای قابل توجه تجزیه و تحلیل چنین منابع غنی از داده‌ها به کمک پشتیبانی دولت‌ها و سرمایه‌گذاری تحقیقاتی را توصیه کرده است. گلدوزیان و همکاران[۳۳] با بررسی چالش‌های اجتماعی و اقتصادی اینترنت اشیاء، شاخص‌های دغدغه حریم و امنیت خصوصی افراد را یکی از موارد بسیار مهم در توسعه و بکارگیری اینترنت اشیاء در مصارف خانگی دانسته و از دیگر چالش‌های اجتماعی، چالش اخلاقی و انسان محور، نظارت گسترده حکومت و نگرانی سوء

[28] Real time

[29] WSN: Wireless Sensor Network

استفاده از داده‌ها می‌داند. در خصوص چالش‌های اقتصادی، چالش مدل‌های سنتی کسب و کار، ساختار اداره سنتی و متعصب در شرکت‌ها، عدم پذیرش اینترنت اشیاء و مقاومت کارمندان در بکارگیری آن به دلیل ترس از دست دادن موقعیت کاری معرفی کرده‌اند. ساکت[۳۴] چهار مشکلی که اینترنت اشیاء را تهدید می‌کند، نقض حریم شخصی، امنیت، اعتماد بیش از اندازه بر فن‌آوری، محرمانگی معرفی کرده و تضمین امنیت سرویس‌ها و کاربردهای آن را فاکتور بسیار مهم در ایجاد اعتماد در کاربران می‌داند. حق‌شناس و همکاران[۳۵]، ارکیان و همکاران[۳۶] امنیت داده‌ها و اطلاعات مبادله شده میان لایه‌های متفاوت اینترنت اشیاء و حفظ حریم خصوصی را از مهمترین دغدغه‌های آن نتیجه گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری

بعد از انقلاب صنعتی شاهد انقلاب دیجیتالی بودیم که اینترنت، محور توسعه آن بود. از زمانی که اینترنت پا به عرصه وجود گذاشت تقریبا سه دهه می‌گذرد و در همین زمان نسبتا کوتاه، تاثیر زیادی در امور زندگی گذاشته است. اینترنت، امروزه خواسته و یا ناخواسته باعث دغدغه فکری انسان‌ها شده و راه گریزی از آن نیست. انقلاب بعدی در مسیر توسعه آینده اینترنت، انقلاب حاصل از توسعه اینترنت اشیا و کاربردهای آن است. حال زمان آن رسیده که توجه خود را به سمت اینترنت اشیا برده و منتظر تاثیر آن به مراتب بیشتر از اینترنت باشیم. اینترنت اشیا شرایطی را فراهم می‌کند که تمامی اشیا در اکوسیستم بتوانند با هم و با افراد مختلف در تعامل باشند. واژه اینترنت اشیا به شبکه‌ای گفته می‌شود که در آن هر چیزی از جمله اشیای بی جان برای خود یک آدرس و هویت دیجیتالی دارند و می‌توانند بر بستر اینترنت با یکدیگر و با افراد مختلف در هر کجای جهان که باشند و در هر زمان دلخواه از طریق ابزارهای هوشمند مانند گوشی همراه و رایانه‌ها، ساماندهی و مدیریت شوند و با یکدیگر تعامل داشته و اطلاعات، دریافت و ارسال نمایند. اینترنت اشیا یک فن‌آوری مجرد مانند رایانه نیست و یک تعریف کلاسیک و مشخصی ندارد بلکه مفهومی است که با کنار هم قرار گرفتن مجموعه‌ای از فن‌آوری‌های نوین، در دنیای اینترنت و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات شکل گرفته است. فن‌آوری‌های نوین اینترنت اشیا شامل فن‌آوری‌های حوزه نرم‌افزار مانند رایانش ابری و سکوهای نرم‌افزاری خاص اینترنت اشیا، حوزه سخت‌افزار شامل سنسورها، ابزارهای دسترسی و محاسباتی نظیر رایانه‌ها،گوشی‌های هوشمند و مراکز داده‌های محاسباتی می‌باشند. دسترسی به آب از جمله حقوق اساسی بشر بوده و صنعت آب به عنوان یکی از صنایع مهم محسوب می‌شود. راهکارهای هوشمند آب شامل طیف وسیعی از فن‌آوری‌ها و مولفه‌ها از جمله سنسور اینترنت اشیا، آنالیز کلان داده، ظرفیت پردازش، ماژول‌های شبکه ارتباطی، نرم‌افزارهای مدیریت، مدل‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیائی، کنتورهای هوشمند و موارد دیگر است. اینترنت اشیا، داده‌های جدید، به موقع و دقیق‌تری را از طریق فن‌آوری دیجیتال ارائه می‌دهد و می‌تواند موجب صرفه‌جوئی در منابع آب و انرژی و هزینه عملیاتی آنها شود. بدون تردید اینترنت اشیا یکی از مهم‌ترین ارکان مدیریت هوشمند منابع آبی است و لازم است در ایران بیش از پیش به مدیریت هوشمند منابع آب توجه و تجربه کشورهای توسعه یافته در این زمینه را الگوی خود قرار داد.

منابع

۱- کریمی قهرودی، م. کیان‌خواه، الف. چالش‌آفرینی اینترنت اشیا بر ارکان امنیت ملی کشور، فصلنامه علمی امنیت ملی، سال چهارم، شماره ۱۶. ۱۳۹۴.

۲- هزارخانی، ف. هوشمندی شبکه‌ی آب و فاضلاب مبتنی بر فن‌آوری‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و اینترنت اشیا، سومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران. ۱۳۹۹.

۳- میرزائی، م. عروجی، م. عقیقی، ح. متکان، ع الف. سیستم هوشمند مدیریت آب شرب با استفاده از تکنولوژی اینترنت اشیا، اولین همایش شهر هوشمند و اینترنت اشیا۱۳۹۶.

۴- عطارزاده، ف. پردل‌نوقابی، ر. کشاورزی و آبیاری دقیق، نشریه آب و توسعه پایدار، سال پنجم، شماره ۲. ۱۳۹۷.

۵- شیخی، م. اینترنت اشیا چیست، از تاریخچه تا انواع کاربرد آن. ۱۴۰۰.

۶-یزدان‌پناه، ح. حسنی‌آهنگر، م. اینترنت اشیا: کاربردها، فن‌آوری‌ها و چالش‌های مورد بحث، کنفرانس بین‌المللی فن‌آوری اطلاعات و دانش. ۱۳۹۵.

۷- مصلحی، م. ابراهیم‌پورکومله، ح. اینترنت اشیا و چالش‌های امنیتی آن، کنفرانس ملی فن‌آوری‌های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر. ۱۳۹۶.

۸- حبیبی، ر. آل شیخ، ع الف. اینترنت اشیا در صنعت آب و فاضلاب، اولین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در صنعت آب و برق۱۳۹۹.

۹- صراطی، پ. اصغری کلشانی، ف. مدیریت رواناب شهری با کمک فیلترهای سبز و اینترنت اشیا، نشریه علمی دانشجویی حفاظت آب و خاک و هوا، سال اول، شماره اول. ۱۳۹۹.

۱۰- ابوذرجمهری، الف. حق‌پرست،م. حبیبی لشکری،الف. ۱۳۹۵، استفاده از اینترنت اشیا در مدیریت بحران با طراحی وضعیتی برای کنترل هوشمند چرخه آب، همایش ملی دانش و فن‌آوری مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران۱۳۹۵.

۱۱- سجودی، ز. میرزائی، ف. سجودی، ح. کاربرد اینترنت اشیا در آبیاری هوشمند، نشریه مدیریت آب در کشاورزی، شماره ۲. ۱۳۹۷.

۱۲- حیدری، ص. احمدی، م. بکارگیری اینترنت اشیا در ارائه یک مدل از سامانه هوشمند آبیاری مزارع با رویکرد مدیریت بهینه کاهش مصرف آب در ایران، دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی فن‌آوری اطلاعات کامپیوتر و مخابرات ایران۱۳۹۹.

۱۳- مصفا، ح. عطریان‌فر، ه. استفاده از اینترنت اشیا در ساخت سیستم کنترل آبیاری، سومین کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها. ۱۳۹۸.

۱۴- لایی، ک. موسوی‌سیدی، س ر. کلانتری، د. طراحی و ساخت سیستم کنترل برخط هوشمند آبیاری قطره‌ای، همایش ملی راهبردهای مدیریت منابع آب و چالش‌های زیست‌محیطی. ۱۳۹۷.

۱۵- موسوی‌سیدی، س ر. لایی، ک، کلانتری، د. طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای کنترل برخط گلخانه، نشریه علمی آبیاری و زه‌کشی ایران. ۱۳۹۷.

۱۶- پورغلام آمیجی، م، مزایا، کاربردها و چالش‌های مربوط به اینترنت اشیا در آبیاری، نشریه مدیریت آب در کشاورزی، جلد ۷، شماره ۲. ۱۳۹۸.

۱۷- فراهانی، الف. موحدی، ز. ارزیابی قابلیت پذیرش اینترنت اشیا در مدیریت هوشمند آبیاری فضای سبز مورد مطالعه پردیس فارابی دانشگاه تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، نوآوری تکنولوژی. ۱۳۹۸.

۱۸- رادیوم،س. عقیقیریال ح، صالحی شهرابی، ح. بکارگیری فن‌آوری اینترنت اشیا در برآورد میزان تبخیر و تعرق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، سنجش از دور و GIS ایران، سال ۱۲، شماره ۲. ۱۳۹۹.

۱۹- قاسملو، ن. متکان، ع الف. علی‌محمدی، ع. عقیقی، ح. میرباقری، ب. استفاده از فن‌آوری اینترنت اشیا در جمع‌آوری اطلاعات محیطی، اراضی کشاورزی و ارائه آن در بستر وب و گوشی‌های هوشمند. ۱۴۰۰.

۲۰- مهدی‌پور، م. طراحی و ساخت نمونه کنترلرهای آبیاری هوشمند ارزان قیمت مبتنی بر اینترنت اشیا، نشریه علوم و فنون سازندگی.۱۴۰۰.

۲۱- سادات زنجانی‌زاده اصفهانی، ز. چراغی تخته چوبی، م.شریفی هرستانی، ز. ارائه روشی مبتنی بر پروتکل CMT-SCTP جهت بهینه سازی مصرف آب در کشاورزی، ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک۱۳۹۹ .

۲۲- محمدیان، الف. حیدری‌دهولی، ج. قربانی،ع. اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در کشاورزی با استفاده از شاخص‌های توسعه پایدار، مجله تحقیقات اقتصادی و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲-۵۱، شماره ۴. ۱۳۹۹.

۲۳- فرخی، غ. گاپله، م. کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، فصلنامه رشد فن‌آوری، سال ۱۵، شماره ۵۹. ۱۳۹۸.

۲۴- فرشته‌پور، م. اسماعیل‌زاده، م، لطیف، ع. باقرپور مجاور، ن. بررسی کاربرد اینترنت اشیا در پیش‌بینی هشدار سیل، هشتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۹،

۲۵- اسکوهی، م. اسماعیلی، ک. ۱۳۹۹. چشم انداز کاربست فناوری اینترنت اشیاء در سیستم هشدار سیل . هشتمین کنگره ملی علوم ترویج و آموزش کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست پایدار. ۱۳۹۹.

۲۶- مبینی‌لطف‌آباد، م. فدایی، ع الف م. لزوم کاربرد سیستم‌های هوشمند پایش کیفی، مجله علوم پزشکی رفسنجان، دوره ۲۰. ۱۴۰۰،

۲۷- رهسپار فرد، خ الف. مولائی، ر. بررسی چالش‌های اینترنت اشیاء با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری. فصلنامه علوم و فنون مدیریت اطلاعات. سال چهارم. شماره چهارم. شماره پیاپی ۱۳. ۱۳۹۷.

۲۸- سعیدی، ف. خاطری، الف ح. بررسی چالش‌های کلیدی استفاده از اینترنت اشیاء . فصلنامه علمی-تخصصی رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری. سال پنجم. شماره ۸۳. ۱۴۰۰.

۲۹- میر محمدیان، س م. برهلیا، س. بابا محمودی، ر. آخوندی، ز. مروری بر چالش‌ها و راهکارهای پیشگیری از چالش‌های اینترنت اشیاء. دهمین همایش پژوهش‌های نوین در علوم و فناوری. ۱۳۹۶.

۳۰- سادات باطنی، ش. هاشم‌نژاد، ح. مصلحی، م. مروری بر کاربردها و چالش‌های اینترنت اشیاء.کنفرانس ملی فن‌آوری‌های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر. ۱۳۹۶.

۳۱- علی‌حسینی، م. روستائی، ر. اینترنت اشیاء ، چالش‌ها و راهکارها. اولین همایش بین‌المللی افق‌های نوین در علوم پایه و فنی و مهندسی. ۱۳۹۵.

۳۲- سلطانی، ب. اینترنت اشیاء ، فرصت‌ها و چالش‌ها. اولین کنفرانس ملی مهندسی کامپیوتر، علوم کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات. ۱۳۹۵.

۳۳- گلدوزیان، ب. سلطانی‌فر، م. رحمان‌زاده، ع. فتحی، س. محمدپور، س. مروری بر چالش‌های اجتماعی-اقتصادی پیاده‌سازی اینترنت اشیاء. مطالعات رسانه‌ای. سال شانزدهم. شماره ۳. پیاپی ۵۴. ۱۴۰۰.

۳۴- ساکت، ت. امنیت اینترنت اشیاء : نقش چالش‌ها و کاربردها. مجله علمی پژوهشی در علوم رایانه. شماره ۱۳. ۱۳۹۸.

۳۵- حق‌شناس، م. عاطفه، م. ناصربخت، م. بررسی چالش‌های بکارگیری فن‌آوری اینترنت اشیاء در ایران. پنجمین همایش علمی پژوهشی یافته‌های نوین علوم مدیریت، کارآفرینی و آموزش ایران. ۱۳۹۶.

۳۶- ارکیان، ح. پورخلیلی، ع. خوش اخلاق، ح. امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء . دو فصلنامه علمی ترویجی منادی امنیت فضای تولید و تبادل اطلاعات. شماره ۲. پیاپی ۸. ۱۳۹۴.

A Review of Applications and challenges of Internet of Things in civil engineering (water and hydraulic structures)

Behreza Nourmand
Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Maragheh Branch, Islamic Azad University, Maragheh, Iran
behnoo@yahoo.com

Abstract

The Internet of Things is a new model known as the future Internet, and its main idea is to connect things to the Internet, which was first proposed in 1990 by Mark Weiser and introduced in 1999 by Kevin Ashton. The Internet of Things is a term used to describe a world in which objects will be able to interact with other objects by connecting to the Internet or using communication tools and share their information with each other or with humans to provide a new class of capabilities and applications. One of the important goals of the Internet of Things is to make management smarter and improve quality. Around the world today, water scarcity is one of the current problems of mankind, especially it is more understandable in hot and dry areas. On the other hand, with the growing trend of the world's population and its water needs, the Internet of Things and its applications can play a key role in the technology and intelligent management of water, which will ultimately lead to the creation of added value. In this study, an overview of internal researches and experiences in the field of using Internet of Things technology in civil engineering including urban runoff management, flood forecasting and warning, evaporation and transpiration, dam safety, water and sewage industry, smart irrigation, management of water resources consumption, hydrology (quantitative and qualitative management) of surface and underground waters has been carried out. Since the Internet of Things in civil engineering is one of the modern solutions in providing the possibility of data mining and information processing for the development and improvement of the quality of civil infrastructures, it will face the challenges of application.

Keywords: Internet of Things, Water and hydraulic structures, Intelligent water management, Challenge

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license: (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)