مروری بر چالش‌ها و فرصت‌های اینترنت اشیاء در کشاورزی هوشمند

معصومه خان احمدی[۱]، پوریا مطیع پور[۲*]، شیما صفری[۱]

۱- استادیار، شیمی، پژوهشکده گیاهان دارویی، جهاد دانشگاهی،ایران ، تهران
۲- کارشناسی ارشد، مهندسی برق-الکترونیک، دانشگاه رازی، کرمانشاه
* کرمانشاه، صندوق پستی ۶۷۱۵۶۶۹۷۶۳، pmotiepor@yahoo.com

چکیده

با توجه به پیش بینی سازمان‌های جهانی کشاورزی افزایش تقاضا برای غذا تا جایی پیش خواهد رفت که به منظور تامین مواد غذایی جمعیت جهان، باید حجم تولیدات کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ به دو برابر افزایش یابد، لزوم تحقق این امر استفاده از راه حل کشاورزی هوشمند و بهره گیری از بستر اینترنت اشیا می‌باشد. از طرفی کشور ایران با داشتن حدود ۱۴,۷ میلیون هکتار اراضی زیر کشت بستری بسیار مناسب برای تحقق این امر مهم می‌باشد. جهت پیاده سازی کشاورزی هوشمند بر بستر اینترنت اشیا ابتدا شناخت معماری اینترنت اشیا مورد نیاز است. برای این موضوع معماری سه لایه در نظر گرفته شده و پس از توضیح عملکرد هر لایه به الزامات پیاده سازی لایه‌ها و همچنین روش‌های ارتباطی بین لایه‌ها پرداخته شده است.

فناوری اینترنت اشیا با بکارگیری علوم مختلف در کنار هم و با توجه به نیاز روز افزون و فضای مناسب (اشباع نشده) برای کار دراین حوزه و به علاوه میزان ظرفیت‌های بسیار زیاد کشاورزی در کشور، فرصت‌های زیادی به وجود خواهد آورد. با این حال شناخت چالش‌های موجود در بکار بردن این فناوری دارای اهمیت ویژه می‌باشد.

کلیدواژگان

فناوری، اینترنت اشیا، کشاورزی هوشمند، کشاورزی، هوشمند

g

Reviewing the challengs and opportuneties of internet of things in smart agriculture

Masoumeh Khan Ahmadi[1], Pouria Motiepor[2*], Shima Safari[1]

1-Assistant Professor, Chemistry, Research Institute of Medicinal Plants, University Jihad, Iran, Tehran
2-Department of Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

* P.O.B. 6715669763 Kermanshah, Iran, pmotiepor@yahoo.com

Abstract

Considering the prediction of international agricultural organizations the demand for food are so increasing that the production of food must be increased to 70 percent to support the world population food to 2050.the solution is the use of smart agriculture and profiting from internet of things, in addition Iran has the great potential for this solution thanks to the 14.7 millions of hectare subculture lands, in order to implementation of smart agriculture based on internet of things ,at first we need to know the architecture of internet of things. For this purpose we consider 3 layers architecture and then after describing each layer, the implementation requirements of layers and the protocols between them are discussed.

The internet of things technology creates many opportunity because of using different science, regional agricultural potential, population demand and etc. ,by the way knowing the challenges of implementation of internet of things are very important.

Keywords
thechnology, internet of thing, smart agriculture, agriculture, smart.

۱- مقدمه

مفهوم اینترنت اشیا[1]در سال ۱۳۹۰ مطرح شد و هم اکنون یکی از ۵ فناوری برتر و ابر روندهای دنیا می باشد.
ابتدا که دسترسی اینترنت برای انسان‌ها میسر شد، این ایده که اشیا بتوانند به اینترنت متصل شوند و با همدیگر و همچنین با انسان‌ها ارتباط برقرار کنند مطرح شد. هم اکنون بیش از ۱۴ میلیارد دستگاه به اینترنت متصل شده است و پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۲۱ این عدد به بیش از ۲۵ میلیارد دستگاه برسد[1].

ارزش افزوده اینترنت اشیا بسیار زیاد می‌باشد و به طور کلی در تمامی حوزه‌ها مانند حمل و نقل، اقتصاد، پزشکی، کشاورزی و ... کاربرد دارد، و قرار است این صنعت‌ها را دگرگون کند. به عنوان مثال در صنعت حمل و نقل تصور کنید تمامی خودروها اطلاعات خود را بتوانند با همدیگر به اشتراک بگذارند، در این حالت اگر یک خودرو دچار تصادف شده و به دنبال آن ترافیکی ایجاد شود، تمامی وسایل نقلیه در آن محدوده از این اتفاق با خبر می‌شوند و مسیریابی را مجددا انجام خواهند داد، یا در صنعت پزشکی هر بیمار می‌تواند به صورت دائمی در منزل یا محل کار رصد شود و به یک مرکز پردازش ارسال شود و در صورت بروز کوچکترین مشکل هشدارهایی برای بیمار و پزشک مربوطه ارسال می-گردد. مثال‌های ذکر شده تنها نمونه‌های بسیار کوچکی از کاربردهای اینترنت اشیا می‌باشد.

۱-۱- نقش اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند:[3]

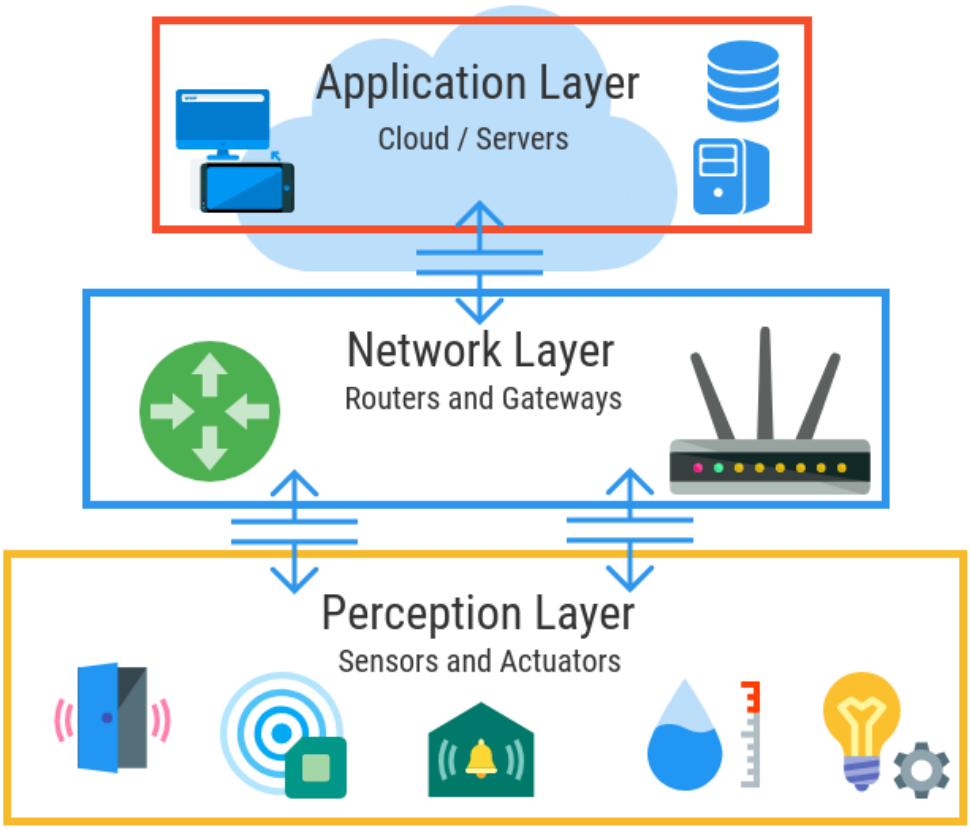
در سال‌های اخیر با توجه به چالش‌های کم آبی و نیاز به افزایش حجم محصولات کشاورزی با کیفیت جهت تامین غذای جمعیت جهان، نیاز به فناوری‌های پیشرفته بیشتر احساس می‌شود و تحقق این امر نیز بدون بکار بردن این موارد میسر نخواهد بود.

فناوری اینترنت اشیا می‌تواند با پایش دائمی وضعیت محصولات در حال تولید و به وجود آوردن بستری مناسب جهت رشد محصولات با توجه به شرایط محیطی لازم، حجم تولید را افزایش دهد و در مصرف آب و انرژی صرفه جویی کند. به کمک اینترنت اشیا وضعیت محصولات در هر نقطه از جهان را می توان تحت بررسی قرار داد و با توجه به محصولات تولید شده الگوهای رشد را نمونه برداری کرد و برای سایر مناطق این الگوها را پیاده سازی نمود. روند کار به این صورت می‌باشد که به عنوان مثال گیاهان با توجه به حسگرهای[4] نصب شده در اطراف آنها شرایط مختلف همانند نور، رطوبت خاک، رطوبت محیط، دما و ... را از طریق اینترنت به یک سرویس دهنده[5]ارسال می‌نمایند. در سرویس دهنده اطلاعات پردازش شده و متناسب با نتایج فرمان‌هایی به سمت تجهیزات هوشمند سازی در محیط رشد گیاه فرستاده می‌شود تا شرایط رشد را در حالت بهینه نگه دارد. این وضعیت برای تمامی گیاهان در مناطق مختلف در حال انجام می‌باشد و نتایج با هم مقایسه می‌شوند و سپس الگوی رشد بهترین نتیجه به بقیه موارد پیشنهاد داده می-شود و موجب بهینه سازی و افزایش بازدهی محصولات می‌گردد.

۱-۲- پیاده سازی اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند:

1 Internet of Things
2 Mega terends
3 Smart agriculture
4 Sensors
5 Server

جهت پیاده سازی فناوری اینترنت اشیا اولین گام، شناخت معماری اینترنت اشیا و سپس پیاده سازی لایه‌های موجود به نحو مطلوب می‌باشد. شکل زیر معماری ساده شده اینترنت اشیا را نمایش می‌دهد[2]:



شکل ۱ معماری ساده شده اینترنت اشیا

۲- توصیف لایه‌ها:

۲-۱- لایه اول: آماده سازی و برداشت اطلاعات

در این لایه اطلاعات مورد نظر از طریق حسگرهای مختلف تولید می‌شود و همچنین توسط عملگرها[۱] دریافت می‌گردد.

۲-۲- لایه دوم: لایه شبکه[۲] و ارسال اطلاعات

۱Actuators
۲Network layer

در این لایه اطلاعات تولید شده از طریق لایه اول به پروتکل[1]های بخصوص از طریق اینترنت به لایه سوم ارسال می-گردد.

۳-۲- لایه سوم: لایه کاربری[2] و ذخیره و پردازش اطلاعات

در این لایه اطلاعات از طریق لایه دوم دریافت و سپس ذخیره می‌شود، همچنین پردازش و نمایش نتایج و اطلاعات به کاربر در این لایه انجام می‌پذیرد.

۳- پیاده سازی لایه‌ها :

۳-۱- تجهیزات :

۳-۱-۱-لایه اول :

در این لایه همانطور که توضیح داده شد، اطلاعات از طریق حسگرها تولید می‌شوند. حسگرهای مختلف اطلاعات محیطی گیاه را دریافت می‌کنند و متناسب با آن اطلاعات سیگنالی قابل ارسال تولید می‌کنند[3]. نمونه‌های مهم این حسگرها که در کشاورزی هوشمند استفاده می‌شود، به شرح زیر می‌باشد:

حسگر دما و رطوبت:

این حسگر جهت برداشت دمای محیط اطراف گیاه به کار می‌رود. شکل زیر یک نمونه از این حسگر را نشان می‌دهد:

شکل ۲ حسگر دما و رطوبت

حسگر رطوب خاک:

این حسگر جهت برداشت رطوبت خاک[3] گیاه استفاده می‌شود و درصد رطوبت خاک را اندازه گیری می‌کند. در شکل زیر یک نمونه حسگر رطوبت خاک را مشاهده می‌نمایید:

۱Protocol

۲Aplication layer

۳Soil moisture

شکل ۳ حسگر رطوب خاک

حسگر نور:

نور نیز یکی از پارامترهای رشد گیاه می‌باشد که باید مد نظر قرار بگیرد. شکل زیر یک حسگر نور را نمایش می‌دهد:

شکل ۴ حسگر نور

حسگر های هواشناسی :

به منظور اطلاع از شرایط جوی و اتخاذ تصمیمات مناسب سیستم هوشمند استفاده از مجموعه حسگر های هواشناسی که شامل حسگر باران، جهت و سرعت باد می‌باشد مرسوم است. شکل زیر یک نمونه حسگر هواشناسی را نشان می-دهد:

شکل ۵ حسگر هواشناسی

حسگر سنجش میزان اسیدی بودن[1]خاک و آب:

میزان ph خاک و آب در رشد گیاه موثر می‌باشد و این پارامتر همواره باید مد نظر قرار گیرد و کنترل شود. شکل زیر یک نمونه حسگر ph خاک را نشان می‌دهد:

شکل ۶ حسگر ph خاک

حسگر دی اکسید کربن[2]:

سطح دی اکسید کربن در محیط رشد گیاه خصوصا در محیط‌های گلخانه ای دارای میزان مشخصی می‌باشد و باید به صورت استاندارد کنترل شود. در شکل زیر یک حسگر دی اکسید کربن را مشاهده می‌کنید:

۱PH meter
۲Co2

شکل ۷ حسگر دی اکسید کربن

هر کدام از حسگرها به دستگاهی (انتقال دهنده یا ترنسمیتر[۱] متصل می‌شوند به طوری که قابلیت ارسال اطلاعات به شبکه مورد نظر را داشته باشند.

۲-۱-۳-لایه دوم :

در این لایه اطلاعات از لایه اول دریافت می‌شود و توسط دروازه‌های خروج[۲]به دنیای اینترنت متصل می‌شود. در این لایه از هر ابزاری که بتواند اطلاعات را از طریق اینترنت به سرویس دهنده‌ها ارسال کند، می‌توان استفاده نمود. تجهیزاتی که در این لایه استفاده می‌شود معمولا به صورت مودم‌های اینترنتی[۳] اینترنت موبایل، روتر[۴]و سوییچ‌های شبکه[۵]می‌باشد. در شکل زیر نمونه‌هایی را مشاهده می‌نمایید:

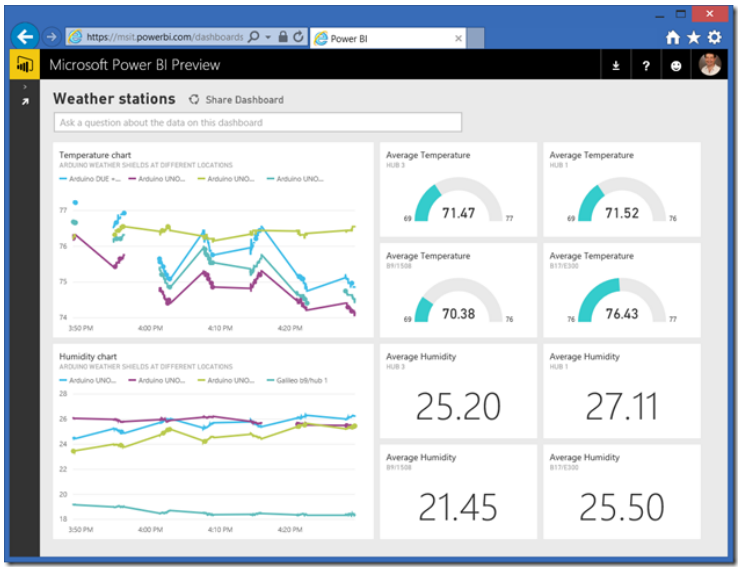
شکل ۸ مودم اینترنتی

۱Transmitter
۲Gate way
۳Internet modems
۴Router
۵Network switches

شکل ۹ روتر

۳-۱-۳-لایه سوم :

در این لایه سرویس دهنده‌های اینترنتی و تجهیزات مانیتورینگ[1] قرار می‌گیرند. اطلاعات ارسال شده در این سرویس دهنده‌ها ذخیره و پردازش می‌شوند و می‌توانند در این لایه به کاربران نمایش داده شوند و همچنین کاربران می‌توانند علاوه بر مشاهده اطلاعات کنترل‌های مد نظر خود را نیز انجام دهند. در شکل زیر نمونه ای از موارد گفته شده را مشاهده می‌کنید:



شکل ۱۰ پردازش اطلاعات ارسال شده

[1] Monitoring

شکل ۱۱ تجهیزات مانیتورینگ

۴- پروتکل‌های ارتباطی لایه‌ها[4]:

۴-۱- لایه اول

حسگر ها و عملگرها در لایه اول می‌توانند توسط پروتکل‌های محلی[1] با همدیگر و با لایه بالاتر (لایه دوم) ارتباط برقرار کنند. پروتکل‌های معروف در این لایه شامل موارد زیر می‌باشد:

لورا[2]: یک پروتکل رادیویی بین اجزا در محدوده فرکانسی ۴۰۰ تا ۹۰۰ مگا هرتز می‌باشد[4].
مزایا: برد بسیار بلند، بی سیم[3] بودن، مصرف توان کمتر
معایب: حجم کمی از اطلاعات را می‌تواند ارسال نماید.

زیگبی[4]: نوعی ارتباط رادیویی در فرکانس ۲,۴ گیگا هرتز می‌باشد.[5]
مزایا: بی سیم بودن، حجم انتقال اطلاعات زیاد، مصرف توان کم
معایب: برد کوتاه، تجهیزات گران قیمت

ان آر اف[5]: نوعی ارتباط رادیویی در فرکانس ۲,۴ گیگا هرتز می‌باشد.
مزایا: بی سیم بودن، حجم انتقال اطلاعات زیاد، مصرف توان کم
معایب: برد کوتاه، تجهیزات گران قیمت

اترنت[6]: ارتباط شبکه ای بین اجزا که این اطلاعات معمولا از طریق کابل شبکه صورت می‌گیرد.
مزایا: سرعت بالا، حجم انتقال اطلاعات زیاد
معایب: سیمی بودن، گران قیمت بدلیل نیاز به کابل کشی

[1] Local
[2] LoRa
[3] Wireless
[4] Zigbee
[5] nRF
[6] Ethernet

مدباس[1] پروتکلی مرسوم در شبکه‌های صنعتی[2] در اتوماسیون[3] می‌باشد که معمولا بر بستر یک زوج سیم صورت می-گیرد.

مزایا: قابلیت اطمینان بالا به دلیل استفاده از زوج تفاضلی

معایب: سیمی بودن، گران قیمت بدلیل نیاز به سیم کشی

۲-۴- پروتکل انتقال اطلاعات از لایه اول به دوم:

تمامی اطلاعات در لایه اول از طریق یک دروازه خروج به لایه دوم می‌رسد. این انتقال معمولا بر بستر وای فای[4] فیبر نوری، لینک رادیویی و ... صورت می‌گیرد و پروتکل ارتباطی معمولا به صورت تی سی پی/آی پی[5] می‌باشد.

۳-۴- پروتکل انتقال اطلاعات از لایه دوم به سوم:

اطلاعات در لایه دوم باید از طریق اینترنت به سرویس دهنده‌ها در لایه سوم برسند (عموما TCP/IP). از پروتکل‌های موجود، پروتکل ام کیو تی تی[6] دارای محبوبیت زیادی می‌باشد. این پروتکل یک پروتکل سریع و سبک در اینترنت اشیا می‌باشد[6].

۵- چالش‌های پیاده سازی اینترنت اشیا[7]:

۱-۵- چالش ذخیره سازی اطلاعات:

در اینترنت اشیا همانطور که از نام آن مشخص است، قرار است میلیون‌ها شیء به اینترنت متصل شوند که ذخیره این حجم عظیم اطلاعات نیازمند در نظر گرفتن ملاحظات و امکانات خاصی می‌باشد.

۲-۵- چالش پردازش اطلاعات:

پردازش حجم عظیمی از اطلاعات و اتخاذ تصمیم گیری بر مبنای آن، نیازمند پهنای باند گسترده و سرویس دهنده-های گران قیمت می‌باشد.

۳-۵- چالش امنیت:

اطلاعات همواره در اینترنت اشیا بسیار حائز اهمیت است و عدم رعایت این مورد میتواند خسارت‌های بسیار سنگینی به بار آورد. محیط ناامن نگهداری اطلاعات (فضای ابری[7]) ، فضای انتقال (بی سیم) و کمبود افراد متخصص محور چالش-ها در این بخش می‌باشند.

۴-۵- چالش کمبود متخصص:

در فناوری اینترنت اشیا علوم مختلفی همچون برق، کامپیوتر، کشاورزی و ... در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. لازمه این امر این است که متخصصان دارای توان عملیاتی و بعضاً بین رشته ای باشند. در این حالت تامین متخصصان مورد نیاز یک چالش می‌باشد.

---

[1] Modbus
[2] Industrial networks
[3] Automation
[4] WiFi
[5] TCP/IP
6 MQTT
7Cloud

۶- نتیجه گیری:

با توجه به توصیف معماری و تفصیل بخش‌های مختلف پیاده سازی اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند به این نتیجه می‌رسیم که فناوری اینترنت اشیا نیازمند بکارگیری علوم مختلف در کنار هم از جمله برق، الکترونیک، کشاورزی، کامپیوتر، شبکه و ... می باشد، همچنین با توجه به نیاز روز افزون و وجود فضای کافی (اشباع نشده) برای کار دراین حوزه و به علاوه میزان ظرفیت‌های بسیار زیاد کشاورزی در کشور، این فناوری با ایجاد فرصت‌های بسیار زیاد باعث ارزش افزوده جهت پیشبرد اشتغال آفرینی و تحقق اقتصاد دانش بنیان خواهد شد.

۷- مراجع

[1] Gartner Top strategic technology trends for 2021,learn what's driving the future of business, November 2020.

[2] Pallavi Sethi Smruti R, Sarangi, Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications, *Journal of Eletrical and Computer Engineering*, Vol.2017, pp. 1-26, 2017.

[3] R.Khan, S.U.Khan, R.Zaheer, and S.Khan (2012), "Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges." *In Proceedings of the 10th International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT '12),* pp. 257-260, December.

[4] BadreddineMiles, El-BayBourennane, SamiaBoucherkha, SalimChikhi, *A study of LoRaWAN 0 protocol performance for IoT applications in smart agriculture, Computer Communications*, Vol.164, pp. 148-157, 2020.

[5] O.P.Bodunde[ab], U.C.Adie[a], O.M.Ikumapayi[ac]J.O.Akinyoola[a], A.A.Aderoba[a], Architectural design and performance evaluation of a ZigBee technology based adaptive sprinkler irrigation robot, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 160, May 2019, Pages 168-178.

[6] A Novel MQTT Security framework In Generic IoT Model", *Author links open overlay panel****ChintanPatel****[1]****NishantDoshi****[1], Procedia Computer Science*, Volume 171, 2020, Pages 1399-1408.

[7] Kheirollah RahseparFard [1], Reza Molaei, investigating Challenges on the Internet of things by Using Interpretive Structural Modeling, *Scince and technics information manegment jornal*. (in Persian)