SCIENCES AND TECHNIQUES OF INFORMATION MANAGEMENT
VOL. 4, NO. 4, WINTER 1398
DE/2018

علوم و فنون مدیریت اطلاعات
سال چهارم، شماره چهارم ــ زمستان ۱۳۹۷ شماره پیاپی ۱۳

Exploring Challenges of Internet of Thing Using Interpretive Structural Modeling

Reza Molaei [1]
Kheirollah RahseparFard [2]

(Received: 2019 February 2 , Saturday**; Accepted:** 2019 February 24)

Abstract

Purpose: *The research aimed to provide a structured model for challenges related to the Internet of things and to examine the position of the proposed challenge of human resources.*

Methodology: *The research is applied in terms of its purpose. Following a literature review, the challenges of implementation of the Internet of things were identified and a proposed research challenge as well. Interpretive structure modeling was used to achieve importance, levels, and relationships between the challenges.*

Findings: *Challenges of the implementation of the Internet of Things and their possible relationships were identified. Level and importance of each challenge were also recognized.*

Conclusion: *Organizational managers are facing different challenged regarding the use and importance of the Internet of things. The challenge of human resources was the main one.*

Keywords: *Challenges of Internet of Things, Interpretive Structural Modeling, Structured Model.*

1 Ph.D. student,Department of Computer and Information Technology, Faculty of Engineering, University of Qom, Qom, Iran. R.Molaei@stu.qom.ac.ir
2 Assistant Professo r,Department of Computer and Information Technology, Faculty of Engineering, University of Qom, Qom, Iran (Corresponding Author). rahsepar@qom.ac.ir

علوم و فنون مدیریت اطلاعات
سال چهارم، شماره چهارم ــ زمستان ۱۳۹۷ شماره پیاپی ۱۳

SCIENCES AND TECHNIQUES OF INFORMATION MANAGEMENT
VOL. 4, NO. 4, WINTER 1398
DE/2018

بررسی چالش‌های اینترنت اشیاء با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری*

خیراله رهسپارفرد[۱]
رضا مولایی[۲]

(صفحات ۶۳-۸۲)

چکیده

هدف: *پژوهش، ارائه مدل ساختار یافته از چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء و بررسی جایگاه چالش پیشنهادی نیروی انسانی می‌باشد.*

روش پژوهش: *پژوهش از نظر هدف، کاربردی بوده و فرایند اجرا به این شکل است که، بعد از مرور ادبیات در حیطه موضوع پژوهش، چالش‌های مطرح در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، شناسایی شد و چالش پیشنهادی تحقیق مطرح گردید. برای رسیدن به اهمیت، سطح‌بندی و ارتباطات بین چالش‌ها از روش مدلسازی ساختار تفسیری استفاده شد.*

یافته‌ها: *چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء شناسایی و ارتباطات بین چالش‌ها نشان داده شد و همچنین سطح و اهمیت هر کدام از چالش‌ها مشخص گردید.*

نتیجه‌گیری: *مدیران سازمانی در رابطه با پیاده‌سازی اینترنت اشیاء با چه نوع چالش‌هایی روبرو هستند و اهمیت و ارتباطات هر کدام از چالش‌ها به چه صورت است و همچنین چالش نیروی انسانی به عنوان یکی از چالش‌های مهم در سطح اول مطرح است.*

کلیدواژه‌ها: *اینترنت اشیاء، مدل‌سازی ساختار تفسیری، مدل ساختاریافته.*

---

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۵.

۱ استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده فنی، دانشگاه قم، قم، ایران (نویسنده مسئول).
rahsepar@qom.ac.ir

۲ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده فنی، دانشگاه قم، قم، ایران.
R.Molaei@stu.qom.ac.ir

مقدمه

اینترنت اشیاء[1] یک الگوی جدیدی است که با نام "اینترنت آینده" شناخته شده است و ایده اصلی آن، اتصال همه اشیاء در جهان به اینترنت می باشد (تسای، لی، چینگ و یانگ[2]، ۲۰۱۴) و برای اولین بار توسط پروفسور اشتون معرفی شد (اشتون[3]، ۲۰۰۹). اینترنت اشیاء، سنسورهای مختلف، اشیاء و گره‌های هوشمند را ادغام می‌کند که می‌توانند بدون دخالت انسان با هم ارتباط برقرار کنند (آمبروسین و همکاران[4]، ۲۰۱۶) و در حال حاضر کاربردهای وسیعی در شبکه‌های هوشمند، مراقبت‌های بهداشتی و حمل و نقل دارد (چیفور، بیکا، پاتریسیو و پاپ[5]، ۲۰۱۷). اینترنت اشیاء در صدد آن است که کاربردهای وسیعی را برای ایجاد بهبود در زندگی انسان‌ها و اقتصاد جهانی ایجاد کند (آل فقها و همکاران[6]، ۲۰۱۵). در نتیجه فرصت‌های کسب و کار زیادی در زمینه اینترنت اشیاء ایجاد خواهد شد.

براساس شاخص‌های رقابت جهانی۷ (GCI)، یک‌سری از کشورها از جمله کشور ایران، در حال گذار از اقتصاد مبتنی بر فاکتور به سمت بهروری بالا می‌باشند و تلاش دارند

1 Internet of Things
2 Tsai, Lai, Chiang & Yang
3 Ashton
4 Ambrosin et all
5 Chifor, Bica, Patriciu & Pop
6 Al-Fuqaha et all
7 global competitiveness index

تا وضعیت رقابتی خود را بهبود دهند (زارعی، محمدیان و قاسمی[1]، ۲۰۱۶). یکی از پایه‌های رقابت‌پذیری، آمادگی برای پذیرش فناوری جدید است (محمدزاده و همکاران[2]، ۲۰۱۸). بنابراین، برای افزایش قدرت رقابت جهانی، باید آمادگی‌های لازم برای رویارویی با فناوری‌های نوظهور که انتظار می‌رود سهم قابل توجهی در رقابت آینده داشته باشند، کسب شود. براساس، گزارش گارتنر در سال ۲۰۱۵، اینترنت اشیاء یکی از مقوله‌هایی است که در آینده، بسیار مورد توجه خواهد بود. در بسیاری از کشورها، اینترنت اشیاء به عنوان فناوری پیشرو محسوب می‌شود که روی آن سرمایه‌گذاری شده است (لی[3]، ۲۰۱۵). در کنار توسعه اینترنت اشیاء، مسایل امنیتی نظیر حریم خصوصی، کنترل دسترسی، برقراری ارتباط امن و امنیت داده‌های ذخیره شده ظهور کرده است (زارپلو، میانی، کاواکانی و آلوارنجا[4]، ۲۰۱۷). رشد سریع ابزارها و سرویس‌های اینترنت اشیاء، باعث توسعه بسیاری از گره‌های آسیب‌پذیر و ناامن شده است (گیرتتا، بالزبامانیام و کنتی[5]، ۲۰۱۶).

با توجه به توضیحات ارائه شده، ضرورت و اهمیت فناوری‌های نوظهور از جمله اینترنت اشیاء مشخص شده و پیش‌بینی می‌شود که توسعه اینترنت اشیاء در آینده بسیار زیاد خواهد بود و در کنار این توسعه‌ها چالش‌هایی مطرح می‌شود که توجه به این چالش‌ها را می‌توان به عنوان اولین گام در نظر گرفت؛ بر این اساس، در این مقاله به اهداف زیر توجه شده است:

- شناسایی چالش‌های موجود در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء
- درک و تشخیص روابط بین چالش‌های شناسایی شده

برای بدست آوردن روابط بین چالش‌ها از روش مدلسازی ساختار تفسیری[6] استفاده شده که در بخش بعدی در مورد این روش بیشتر توضیح داده شده است. ساختار مقاله بدین صورت است که در بخش بعدی، مفاهیم و چالش‌های اینترنت اشیاء، تحقیقات پیشین

1 Zarei, Mohammadian & Ghasemi
2 Mohammadzadeh et all
3 Lee
4 Zarpelao, Miani, Kawakani & Alvarenga
5 Giaretta, Balasubramaniam & Conti
6 Interpretative structure modeling (ISM)

در این حوزه و همچنین روش ISM مرور شده است. در بخش سوم مدل پژوهشی مقاله ارائه شده و در بخش چهارم یافته‌های پژوهش آمده است. در بخش پایانی مقاله نیز نتیجه‌گیری حاصل از پژوهش ارائه می‌شود.

پیشینه پژوهش

در این بخش چالش‌های اینترنت اشیاء و تحقیقات پیشین این حوزه و نیز مفهوم روش ISM بیان شده است.

چالش‌های اینترنت اشیاء

پیاده‌سازی اینترنت اشیاء دارای چالش‌های متعددی بوده که در هر کدام از تحقیقات پیشین به جنبه‌های خاصی از این چالش‌ها توجه شده است. با توجه به مرور کارهای پیشین، برخی از دسته‌بندی‌های کلی از چالش‌های مطرح در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

چالش امنیت و حریم خصوصی

یکی از چالش‌های مطرح در بحث پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، چالش امنیت است. این چالش در قالب مفاهیمی مانند احراز هویت، کنترل دسترسی، حریم خصوصی، معماری و ساختار امن تقسیم‌بندی می‌شود (کانتی، دهقان تنها، فرانک و واتسون[1]، ۲۰۱۸). با توجه به مقیاس وسیع بستر اینترنت اشیاء، چالش امنیت و حریم خصوصی در مقایسه با سایر چالش‌های اینترنت اشیاء، مهمتر است (موسوی و همکاران[2]، ۲۰۱۶). برای اینکه بستر اینترنت اشیاء با موفقیت راه‌اندازی شود، باید نقش امنیت و حریم خصوصی به صورت جدی مورد توجه قرار گیرد. وقتی میلیاردها شیء به هم متصل می‌شوند، برای حفاظت از اطلاعات، اشتراک گذاری داده‌ها بر روی رسانه انتقال اینترنت اشیاء و حفظ حریم خصوصی افراد، به مکانیزم‌های امنیتی دقیق نیاز است (لوترا، گارگ، منگل و بروال[3]، ۲۰۱۸).

1 Conti, Dehghantanha, Franke & Watson
2 Moosavi et all
3 Luthra, Garg, Mangla & Berwal

چالش قوانین

وقتی یک فناوری نوپا وارد بازار و صنعت می‌شود، بحث قوانین و استانداردها در مورد آن بسیار مهم است. با توجه به این مساله که هر روز مولفه جدیدی به بستر اینترنت اشیاء اضافه می‌شود، تقسیم‌بندی و تعریف استانداردها برای سازمان‌ها و استفاده از مزایا و امکانات اینترنت اشیاء دشوار خواهد بود (چن و همکاران[1]، ۲۰۱۴). بنابراین، با ورود اینترنت اشیاء به بازار و صنعت، چالش‌هایی در زمینه تنظیم مقررات و قوانین مناسب تحت عنوان استانداردها برا رسیدن به هماهنگی به عنوان یک چالش مطرح شده است.

چالش تکنولوژی

اینترنت اشیاء شامل طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها و تکنولوژی‌ها می‌باشد، بنابراین، مشکلات و چالش‌های موجود در هر کدام از این فناوری‌ها و تکنولوژی‌ها می‌تواند در بدنه اینترنت اشیاء نفوذ کند (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۸). در زمینه چالش مربوط به تکنولوژی تحقیقات متعددی انجام شده است و این چالش در قالب دسته‌های مربوط به چالش معماری و طراحی، نحوه آدرس‌دهی یکتا، ناهمگونی دستگاه‌ها، مدیریت اطلاعات، ساختار سخت‌افزاری و تحمل خطا مطرح می‌شود. در تحقیق دیگری، ارتباط اینترنتی ضعیف به عنوان مهمترین چالش تکنولوژی در مبحث اینترنت اشیاء معرفی شده است (رز، الدریج و چپین[2]، ۲۰۱۵).

چالش فرهنگ

برای استفاده مناسب از امکانات و بستر اینترنت اشیاء، باید آموزش و فرهنگ‌سازی‌های لازم در سطح کشور انجام شود تا مردم قدرت و دانش استفاده از آن را داشته باشند (یان، ژانگ و واسیلاکس[3]، ۲۰۱۴). اگر این فرهنگ‌سازی و آموزش‌ها انجام نشود، چالشی به نام چالش فرهنگی می‌تواند موفقیت پیاده‌سازی اینترنت اشیاء را به شدت تحت تاثیر قرار دهد. در فرهنگ

1 Chen et all
2 Rose, Eldridge & Chapin
3 Yan, Zhang & Vasilakos

کشورها، اعتماد به اینترنت اشیاء، تاثیر قابل توجهی در استفاده و برقراری ارتباط کاربران با آن دارد. اگر تلاش برای اعتمادسازی و فرهنگ‌سازی در اینترنت اشیاء ناموفق باشد، رسیدن به توسعه سریع و پایدار مقدور نخواهد بود (ویتمور، آگاروال و ایکسیو[1]، ۲۰۱۵).

چالش مدل کسب و کار

اینترنت اشیاء می‌تواند بسیار از مدل‌های کسب و کار قدیمی را متحول کند. در این راستا وقتی سازمانی تصمیم به پیاده‌سازی اینترنت اشیاء دارد، لازم است یک‌سری تغییرات را در مدل کسب و کار خود انجام دهد و مدل کسب و کار خود را به روزرسانی کند (میورندی، سیاری، پلگرینی و چامتک[2]، ۲۰۱۲). بنابراین، وقتی اینترنت اشیاء وارد بدنه سازمان‌ها می‌شود، سازمان‌ها را با چالش جدی مواجه می‌کند که این چالش مدل کسب و کار و حتی مدل درآمدی سازمان را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

علاوه‌بر دسته‌بندی کلی از چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء که مطرح شد، در جدول ۱ برخی از کارهایی که در سال‌های اخیر در این حوزه انجام شده است، به صورت خلاصه آمده است.

جدول ۱- تحقیقات پیشین

ردیف	منبع	خلاصه تحقیق
۱	(میورندی، سیاری، پلگرینی و چامتک[3]، ۲۰۱۲)	در این مقاله مروری بر کاربردها، تکنولوژی و چالش‌های مطرح در تحقیقات اینترنت اشیاء، انجام شده و چالش امنیت از بعد محرمانگی داده، حریم خصوصی و اعتماد بررسی شده است.
۲	(رومان، ژو و لوپز[4]، ۲۰۱۳)	این مقاله چالش‌های مطرح در معماری توزیع‌شده اینترنت اشیاء را مورد مطالعه قرار داده و ماهیت چالش‌هایی مانند شناسایی منحصر به فرد اشیاء، کنترل دسترسی، پروتکل و امنیت شبکه، حریم خصوصی، سیستم مدیریت اعتماد، نقش حکومت و تحمل خطا، در اینترنت اشیاء توزیع شده و متمرکز مقایسه شده است.

1 Whitmore, Agarwa & Xu
2 Miorandi, Sicari, Pellegrini & Chlamtac
3 Miorandi, Sicari, Pellegrini & Chlamtac
4 Roman, Zhou & Lopez

ردیف	منبع	خلاصه تحقیق
۳	(چینگ و همکاران[1]، ۲۰۱۴)	در این مقاله معماری لایه‌ای برای اینترنت اشیاء پیشنهاد شده است که شامل سه لایه کاربرد، حمل و نقل و لایه ادراک می‌باشد. چالش‌ها و مشکلات امنیتی که در هر لایه می‌تواند رخ دهد، شناسایی شده و برای هر کدام از این چالش‌ها، راه‌حل‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری (استفاده از تکنولوژی شبکه‌های بی‌سیم، Adhoc، 3G و RFID) مناسب پیشنهاد شده است.
۴	(آلبیشی، ساح، اولا و آلگارنی[2]، ۲۰۱۷)	کاربردهای اینترنت اشیاء در سلامت هوشمند، ساختمان هوشمند، مدیریت انرژی هوشمند و شهر هوشمند بررسی شده است و مهمترین چالش‌هایی که در این کاربردها مطرح شده است، شامل برقراری امنیت در ارتباطات و تبادل داده و مصرف بهینه انرژی، می‌باشد.
۵	(اسفار، ناتالیزیو، چلال و چوتورو[3]، ۲۰۱۸)	در این پژوهش یک نقشه راه برای بررسی چالش‌هایی نظیر حریم خصوصی، اعتماد، شناسایی اشیاء و کنترل دسترسی ارائه شده است. رویکرد این تحقیق بدین صورت بوده که تاثیر و جایگاه هر مولفه را بحث امنیت کل سیستم با جزئیات بیشتر بررسی کرده است.
۶	(زونس، کاتسیلیس، بارتزناس، کیتس[4]، ۲۰۱۷)	کاربرد اینترنت اشیاء در بحث کشاورزی به منظور دستیابی به تولیدات باکیفیت مدنظر قرار گرفته و به چالش‌هایی از جمله چالش‌های نرم‌افزاری، سازمانی، شبکه ارتباطی و امنیت آن اشاره شده است.
۷	(کانتی، دهقان تنها، فرانک و واتسون، ۲۰۱۸)	در این پژوهش که اخیرا انجام شده است، در ابتدا به سرعت رشد و توسعه اینترنت اشیاء و کاربردهای آن اشاره شده و در مورد چالش‌های امنیتی و فارنزیک که در حوزه اینترنت اشیاء می‌تواند به وجود آید، بحث شده است.
۸	(لوترا، گارگ، منگل و بروال، ۲۰۱۸)	در این پژوهش، چالش‌هایی که در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء مطرح هستند، از منظر یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره بررسی شده‌اند و با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل رابطه خاکستری، این چالش‌ها را از نظر اهمیت رتبه‌بندی کرده‌اند.
۹	(شا و همکاران[5]، ۲۰۱۸)	در این مقاله چالش‌های امنیتی بستر اینترنت اشیاء مورد بررسی گرفته و با در نظر گرفتن یک ساختار لایه‌ای برای معماری اینترنت اشیاء، سه طرح امنیتی اجرایی برای برقراری امنیت در اینترنت اشیاء پیشنهاد شده است.

1 Jing et all
2 Albishi, Soh, Ullah & Algarni
3 Sfar, Natalizio, Challal & Chtourou
4 Tzounis, Katsoulas, Bartzanas & Kittas
5 Sha et all

ردیف	منبع	خلاصه تحقیق
۱۰	(محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۸)	در این پژوهش بعد از مرور ادبیات در مورد چالش های مطرح در اینترنت اشیاء، چالش‌ها شناسایی شده از منظر یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از روش ANP رتبه‌بندی شده‌اند.
۱۱	(مهتا، سانی و خنا[1]، ۲۰۱۸)	در این تحقیق، چشم‌انداز، کاربرد و چالش‌های موجود در کاربردهای خاص از اینترنت اشیاء بررسی شده است. چالش‌هایی نظیر شناسایی منحصر به فرد اشیاء، استانداردسازی، حریم خصوصی، حفظ فیزیکی اشیاء، محرمانگی اطلاعات و امنیت شبکه بررسی شده است.

در اکثر این تحقیقات، چالش‌های مطرح به صورت جامع در نظر گرفته نشده و تمرکز اصلی کارهای پیشین بر روی چالش‌های محیط خارج سازمان می‌باشد. به نظر می‌رسد برای اینکه بتوان چالش‌ها را با جامعیت بیشتری بررسی کرد، باید نقص عوامل محیط داخلی سازمان از جمله نیروی انسانی را به عنوان یک دسته کلی دیگر، به صورت جدی در نظر گرفت. در بخش بعدی در مورد مفاهیم و ابعاد این چالش توضیحاتی ارائه شده است.

در برخی از تحقیقات دیگر، بحث اولویت‌بندی چالش‌ها، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شده است؛ به نظر می‌رسد بهتر است که قبل از انجام تحلیل روی اولویت‌بندی چالش‌ها، درک و شناخت کافی از روابط و سطوح چالش‌ها با استفاده از روش‌هایی مانند روش ISM به دست آورد.

روش مدل‌سازی ساختار تفسیری

روش ISM به عنوان یکی از روش‌هایی است که برای درک و شناخت روابط بین عناصر مساله استفاده می‌شود. این روش یک فرایند یادگیری تعاملی است که در آن عناصری که از جنس مختلف، ولی دارای یک رابطه هستند، در یک ساختار جامع و سیستماتیک مدل می‌شوند (سیج[2]، ۱۹۹۷) و این مدل می‌تواند روابط بین عناصر خاصی که یک مشکل یا

1 Mehta, Sahni & Khanna
2 Sage

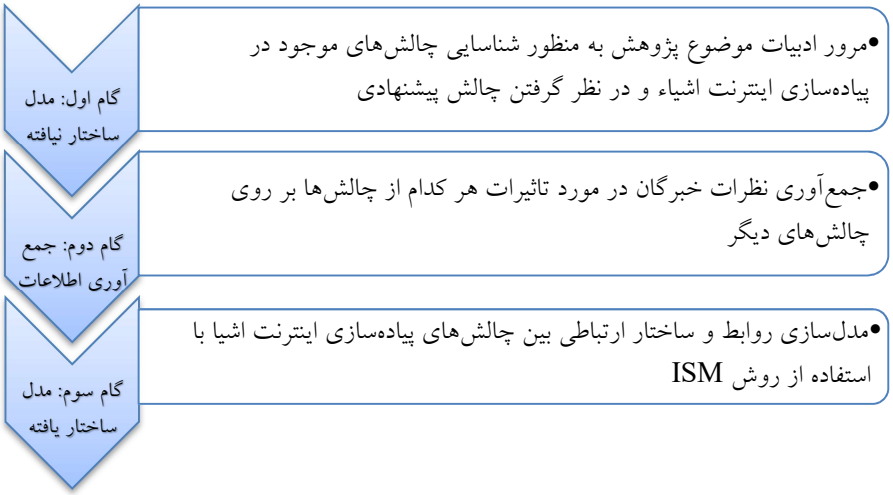
مساله را تعریف می‌کنند، نشان دهد (اصفهانی، رامایا و نیلاشی[1]، ۲۰۱۷، جرخاریا و شانکار[2]، ۲۰۰۵). ISM یک مدل تفسیری است، زیرا قضاوت یک گروه پاسخ‌دهنده تعیین می‌کند که ارتباطات بین عناصر به چه شکلی باشد و از این منظر که می‌تواند ساختار کلی از یک مجموعه پیچیده از عناصر را استخراج کند، ساختاری است (اتری، گورر، دوو و کومار[3]، ۲۰۱۳).

روش ISM توسط تعدادی از محققان در زمینه‌های مختلف برای درک بهتر از سیستم‌های پیچیده از جمله تجزیه و تحلیل معیارهای انتخاب فروشنده (ماندال و دشموخ[4]، ۱۹۹۴)، بررسی عوامل موثر بر انعطاف‌پذیری در سیستم‌های انعطاف‌پذیر (راج و اتری[5]، ۲۰۱۲) و تعیین روابط متقابل بین تامین‌کنندگان صنعت توریسم (اتری، گورر، دوو و کومار، ۲۰۱۳) مورد استفاده قرار گرفته است. لازم به توضیح است که در روش‌های مشابه مانند مدل‌یابی معادلات ساختاری[6]، پژوهشگران به بررسی روابط بین متغیرهای مختلف در قالب مدل یا شبکه‌ای از روابط می‌پردازند و براساس فرضیه‌های خود در مورد روابط بین متغییرها، شمای کلی از این روابط را در قالب مدلی از پیش ساخته طراحی می‌نمایند. در روش SEM، تلاش بر این است که به این سوال جواب داده شود: آیا ساختار مدل پیش‌ساخته در شرایط واقعی توسط داده‌ها حمایت می‌شود؟ (کلین[7]، ۲۰۱۱)؛ ولی در پژوهش حاضر فرضیه یا مدل از پیش‌ساخته بیان نشده است.

مدل پژوهش

در این بخش، مدل پژوهش در قالب شکل ۱ ارائه شده است. در ادامه در مورد هر کدام از گام‌های این مدل، توضیح داده شده است.

1 -Esfahan, Ramayah & Nilashi
2 Jharkharia & Shankar
3 Attri, Grover, Dev & Kumar
4 Mandal & Deshmukh
5 Raj & Attri
6 structural equation model (SEM)
7 Kline



شکل ۱- مدل پژوهش

مدل ساختار نیافته از چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء

در بخش دوم، دسته‌بندی کلی از برخی چالش‌های مطرح در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، از منظر تحقیقات مختلف ارائه شد.

مدیریت نیروی انسانی به عنوان فرآیند جذب، آموزش، به‌کارگیری و نگه‌داری نیروی کار مستعد به منظور تحقق اهداف، ماموریت‌ها و استراتژی سازمان، تعریف می‌شود که ابعاد جذب، استخدام، انگیزش و حفظ نیروی انسانی، چهار بعد قابل تامل در مدیریت نیروی انسانی سازمان می‌باشند (هایتون[1]، ۲۰۰۵). هدف از مدیریت راهبردی و توجه به نیروی انسانی، طراحی الگوی برنامه‌ریزی شده از فعالیت‌های نیروی انسانی در جهت تحقق اهداف سازمان است (مک ماهان، ویریک و رایت[2]، ۱۹۹۹). مدیریت نیروی انسانی معطوف به سیاست‌ها، اقدامات و سیستم‌هایی است که رفتار، طرز فکر و عملکرد کارکنان را تحت تاثیر قرار می‌دهند و شاید بتوان مدیریت نیروی انسانی را به عنوان ابزاری در نظر

1 Hayton
2 McMahan, Virick & Wright

گرفت که شرکت‌ها می‌توانند از این ابزارها برای کاهش مشکلاتی که سازمان با آن مواجه هستند، استفاده کنند.

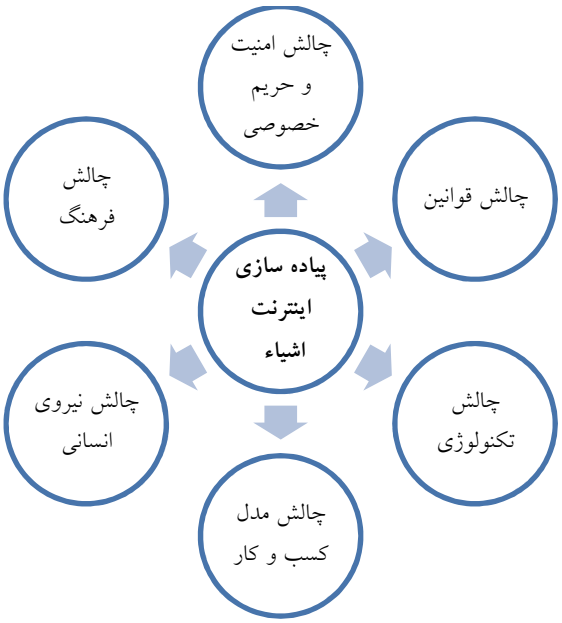
یافته‌های پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که وجود و استفاده از نیروی انسانی با انگیزه و ماهر به عنوان یکی از عوامل کلیدی و ارزشمند برای موفقیت سازمان‌ها و پروژه‌ها محسوب می‌شود (هورنسبی، کوراتکو[1]، ۲۰۰۳). استفاده بهینه از نیروی کار در سازمان‌ها و پروژه‌ها برای رشد و دوام سازمان حیاتی است (مارلو[2]، ۲۰۰۰) و شناخت توانایی نیروی انسانی می‌تواند برای سازمان و اجرای پروژه ارزش افزوده بالایی ایجاد کند (وین و سلز[3]، ۲۰۱۰).

با توجه به مفاهیم و پژوهش‌های پیشین در حوزه نیروی انسانی، نقش و کارکرد نیروی انسانی در سازمان و اجرای پروژه بسیار مهم است. بنابراین، در بحث پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، برای اینکه سازمان به اهداف و ماموریت‌های خود در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء نایل شود، ضروری است که مقوله نیروی انسانی و چالش‌های مرتبط با آن را مورد توجه قرار دهد. در حقیقت اهمیت نیروی انسانی و توجه کمتر به چالش نیروی انسانی در پژوهش‌های پیشین، از دلایلی بود که باعث شد، چالش نیروی انسانی به مولفه‌های مدل این پژوهش افزوده شود. لازم به توضیح است که قبل از اضافه شدن این مولفه به مدل، از خبرگان تحقیق با استفاده از روش مصاحبه، نظرسنجی انجام شد و آن‌ها نیز اضافه شدن این مولفه را منطقی و ضروری قلمداد کردند و همچنین به نظر می‌رسد انجام تحقیق مجزا در زمینه بررسی نقش و ابعاد نیروی انسانی دخیل در توسعه اینترنت اشیاء و چالش‌های این حوزه، لازم است.

با در نظر داشتن دسته‌بندی ارائه شده در بخش ۲، چالش‌های مطرح در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء به همراه چالش پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، روابط بین چالش‌های موجود مشخص نشده است و هیچ شناخت و درکی از روابط بین چالش‌ها قابل برداشت نیست. در اکثر تحقیقات قبلی روابط و

1 Hornsby & Kuratko
2 Marlo
3 Winne & Sels

ارتباطات ساختاری- تفسیری بین چالش‌های موجود در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، مدنظر قرار نگرفته است. به نظر می‌رسد، ضروری است، قبل از اینکه با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نظیر AHP و ANP و غیره، در مورد رتبه‌بندی چالش‌ها بحث شود، ابتدا روابط و ساختار ارتباطی بین چالش‌های موجود را بررسی کنیم.



شکل۲- چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء

جمع آوری اطلاعات

برای کمّی کردن میزان تاثیر هر کدام از چالش‌ها بر روی چالش‌های دیگر و رعایت مفهوم تفسیری بودن روش ISM، از نظرات خبرگان در زمینه موضوع پژوهش استفاده شده است. در این پژوهش برای جمع‌آوری نظرات خبرگان، پرسشنامه‌ای برای بررسی ارتباط بین عناصر طراحی و برای ۱۱ نفر از خبرگان موضوع ارسال گردید که در نهایت پنج نفر خبره که سه نفر از دانشگاه‌ها و دو نفر از صنعت، با سابقه کار بالای ۷ سال بودند، موافقت کردند که پرسشنامه را تکمیل کنند. بدین صورت که خبرگان نظرات خود را در مورد شدت تاثیر چالش‌ها بر روی یکدیگر، با استفاده از مفاهیم جدول ۲ مشخص کرده‌اند.

جدول ۲- تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد کمی

عبارات کلامی	مقدار عددی مربوطه
تاثیر ندارد	۰
تاثیر کم دارد	۱
تاثیر دارد	۲
تاثیر نسبتا زیادی دارد	۳
به شدت تاثیر دارد	۴

مدل ساختار یافته از چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء

مراحل اجرای روش ISM برای رسیدن به مدل ساختاریافته از چالش‌ها (عناصر مساله) به شرح زیر می‌باشد (سینگ و گارج[1]، ۲۰۰۷):

- شناسایی عناصر مرتبط با موضوع یا مساله، که این عمل شناسایی می‌تواند براساس مرور ادبیات یا تکنیک‌های دیگری مانند مصاحبه و غیره انجام شود. برای مثال، در این تحقیق برخی چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، براساس مرور ادبیات مشخص شدند.
- تشکیل ماتریس دستیابی اولیه برای مشخص کردن روابط بین هر جفت از عناصر
- تشکیل ماتریس دستیابی نهایی که روابط تعدی بین عناصر را نیز نشان می‌دهد. برای مثال اگر عنصر A مرتبط با عنصر B باشد و همچنین عنصر B مرتبط با عنصر C باشد، آنگاه A مرتبط با C است.
- افراز ماتریس دستیابی به سطوح مختلف
- ترسیم گراف ارتباطات براساس اطلاعات ماتریس دستیابی و سطوح عناصر
- نتیجه حاصل از گراف، از طریق جایگزینی عناصر با جملات به یک خروجی ISM تبدیل می‌شود.
- بررسی مدل ISM برای بررسی مفاهیم و ایجاد تغییرات لازم.

1 Singh & Garg

یافته‌های پژوهش

در بخش‌های قبلی برخی از چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء مشخص شد (گام اول روش ISM). برای رسیدن به مدل ساختاریافته از این چالش‌ها و یافته‌های پژوهش، مراحل روش ISM به شرح زیر اجرا شده است:

تشکیل ماتریس دستیابی

برای تجزیه و تحلیل ارتباطات بین چالش‌ها، یک رابطه متنی "منجر به" انتخاب شده است. برای بیان میزان رابطه بین چالش‌ها از مقادیر عددی معرفی شده در جدول ۲ استفاده شده که برای کمترین ارتباط از مقدار صفر و برای بیشترین ارتباط از مقدار ۴ استفاده می‌شود. براساس این قوانین، ماتریس دستیابی اولیه S که مجموع درایه‌های نظیر به نظیر شدت رابطه بین عناصر را از دیدگاه خبرگان نشان می‌دهد، به شرح جدول ۳ می‌باشد. برای تبدیل ماتریس S به یک ماتریس دودویی M، از رابطه ۱ استفاده شده و ماتریس M تحت جدول ۴ آمده است. پس از اعمال روابط تعدی که در مرحله سوم روش ISM شرح داده شد، ماتریس دستیابی نهایی M^* به صورت جدول ۵ به دست آمد. لازم به توضیح است که مفهوم رابطه تعدی معادل رابطه ۲ می‌باشد.

جدول۳- ماتریس دستیابی اولیه

ماتریس S	Technology	Security	Business	Legal	Cultural	human resources
Technology	1	6	8	6	6	8
Security	3	1	8	8	8	6
Business	3	4	1	5	4	6
legal	6	8	6	1	6	4
Cultural	4	7	6	7	1	6
human resources	7	8	6	3	6	1

Mod(S)=6 $\quad M_{ij}=\begin{cases}1 & if\ Sij > mod(S)\\ 0 & if\ Sij \le mod(S)\end{cases}$ (1)

جدول٤- ماتریس دودویی دستیابی اولیه

ماتریس M	Technology	Security	Business	Legal	Cultural	human resources
Technology	1	0	1	0	0	1
Security	0	1	1	1	1	0
Business	0	0	1	0	0	0
legal	0	1	0	1	0	0
Cultural	0	1	0	1	1	0
human resources	1	1	0	0	0	1

$$M^* = M^k = M^{k+1} \qquad k>1 \qquad k=3 \qquad (2)$$

جدول٥- ماتریس دستیابی نهایی

ماتریس M^*	Technology	Security	Business	Legal	Cultural	human resources
Technology	1	1	1	1	1	1
Security	0	1	1	1	1	0
Business	0	0	1	0	0	0
legal	0	1	1	1	1	0
Cultural	0	1	1	1	1	0
human resources	1	1	1	1	1	1

تعیین سطوح هر کدام از چالش‌ها

بعد از مشخص شدن ماتریس دستیابی نهایی، مجموعه ورودی و خروجی برای هر عنصر مشخص می‌شود که مجموعه ورودی $R(t_i)$ و مجموعه خروج $A(t_i)$ تحت رابطه ۳ و ۴ تعریف می‌شود. برای هر عنصر، اشتراک مجموعه ورودی و خروجی، تحت عنوان مجموعه تقاطع محاسبه شده (رابطه ۵) و عنصری که مجموعه ورودی و تقاطع یکسانی دارد به عنوان عنصر سطح بالا محسوب می‌شود. بعد از شناسایی عنصر سطح بالا، این عنصر از بقیه عناصر جدا می‌شود و در حقیقت از فرایند بررسی سطوح عناصر حذف می‌شود و به همین روند عناصر سطوح بعدی نیز مشخص می‌گردد. بعد از اجرای فرایند تعیین سطوح، سطوح هر کدام از عناصر در جدول ۶ نشان داده شده است.

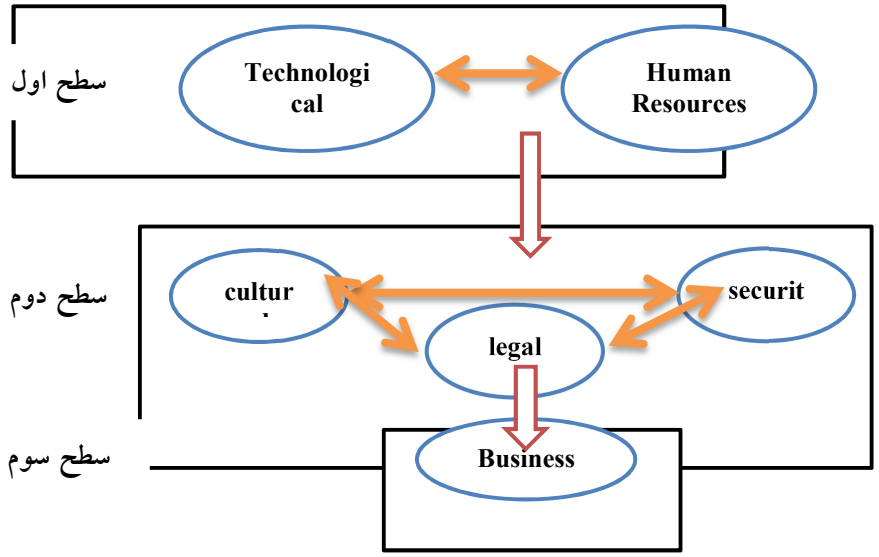
$$R(t_i)= \{e_i \mid M^*_{ji}=1\} \qquad (3)$$
$$A(t_i)= \{e_i \mid M^*_{ij}=1\} \qquad (4)$$
$$A(t_i) \cap R(t_i)= R(t_i) \qquad (5)$$

جدول٦- سطوح عناصر

عناصر	$R(t_i)$	$A(t_i)$	$R(t_i) \cap A(t_i)$	Level
1	1,6	1,2,3,4,5,6	1,6	1
2	1,2,4,5,6	2,3,4,5	2,4,5	2
3	1,2,3,4,5,6	3	3	3
4	1,2,4,5,6	2,3,4,5	2,4,5	2
5	1,2,4,5,6	2,3,4,5	2,4,5	2
6	1,6	1,2,3,4,5,6	1,6	1

ترسیم گراف برای رسیدن به مدل ساختار یافته چالش‌ها

براساس اطلاعات ماتریس دستیابی و سطوح عناصر، برای نمایش ارتباطات بین عناصر، از گراف ارتباطی استفاده شده که این روش در مراجع معتبر (تزنگ و هوانگ[1]، ۲۰۱۱) مورد استفاده قرار گرفته است. گراف ارتباطی بین عناصر مساله به شرح شکل ۳ می‌باشد.



شکل۳- مدل ساختاریافته روابط بین چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء

مدیران و تصمیم گیرندگان سازمان، می‌توانند قبل از انجام هر گونه تحلیل یا رتبه‌بندی بر روی چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، با بررسی مدل ساختاریافته،

1 Tzeng & Huang

اطلاعات و درک کافی از فضای مساله که همان چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء است، بدست آورند.

نتیجه‌گیری

در ابتدا با مرور ادبیات حوزه پژوهش، برخی از چالش‌های موجود در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء شناسایی شد. در اکثر تحقیقات قبلی، تمرکز اصلی بر روی چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء از بعد محیط خارجی بوده است. در این مقاله بررسی چالش‌های محیط داخل سازمان از جمله نیروی انسانی نیز پیشنهاد شد. در ابتدا، روابط و ساختار ارتباطی بین چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، غیرمعلوم و نامفهوم بود؛ برای اینکه بتوان در مورد رتبه‌بندی و یا هر تحلیل دیگر بر روی این چالش‌ها بحث کرد، بهتر است که با استفاده از مفاهیم مدل‌سازی ساختار تفسیری، شناخت و درک کافی از مساله بدست آید. در این مقاله تلاش شد با دخیل کردن نظرات خبرگان در مورد شدت تاثیر هر کدام از چالش‌ها بر دیگر چالش‌ها، روابط و ساختار ارتباطی بین چالش‌ها به صورت ساختاریافته مدل شود و درک و شناخت لازم از روابط بین چالش‌ها ایجاد گردد.

بعد از تحلیل نتایج، چالش پیشنهادی در سطح اول قرار گرفت و این موضوع فرض اهمیت و ضرورت در نظر داشتن چالش نیروی انسانی را از نظر تفسیری و ساختاری تایید کرد. چالش نیروی انسانی و تکنولوژی در سطح اول، چالش امنیت و حریم خصوصی، قوانین و فرهنگی در سطح دوم و چالش کسب و کاردر سطح سوم قرار گرفتند. با توجه به چالش‌های موجود در هرسطح، ارتباطات افقی و عمودی هر کدام از چالش‌ها و اهمیت آن‌ها، قابل توضیح است. برای مثال در سطح دوم، چالش‌های امنیت و حریم خصوصی، قوانین و فرهنگی، رابطه افقی دوطرفه دو به دو را تشکیل می‌دهند، در حالی که قرار گرفتن چالش کسب و کار در سطح آخر را می‌توان بدین صورت تحلیل کرد که، در نهایت همه چالش‌ها در سطوح مختلف به صورت عمودی، بر روی مدل کسب و کار سازمان، تاثیرگذار هستند و بر این اساس، باید نقش و اهمیت هر چالش بر روی مدل کسب و کار سازمان در حین پیاده‌سازی اینترنت اشیاء در نظر گرفته شود.

خروجی مقاله از این منظر مهم است که، مدیران سازمان می‌توانند با در نظر گرفتن چالش‌های مطرح در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء و همچنین با درنظر داشتن اهمیت، ساختار ارتباطی و روابط بین این چالش‌ها، قبل از پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، با اطلاعات و دانش کافی اقدام کنند.

منابع

1. Albishi, S., Soh, B., Ullah, A., Algarni, F. (2017). Challenges and Solutions for Applications and Technologies in the Internet of Things. *Procedia Computer Science*, 124: 608–614.
2. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4): 2347–2376.
3. Ambrosin, M., Anzanpour, A., Conti, M., Dargahi, T., Moosavi, S.R., Rahmani, A.M., Liljeberg, P. (2016). On the feasibility of attribute-based encryption on Internet of Things devices. *IEEE Micro*, 36(6): 25–35.
4. Ashton, K. (2009). I could be wrong, but I'm fairly sure the phrase “Internet of Things” started life as the title of a presentation I made at Procter & Gamble (P&G) in 1999. *RFID Journal*, 22: 1–10.
5. Attri, R., Grover, S., Dev, N., Kumar, D. (2013). Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM). *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 4(4): 365–377.
6. Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu,B., Wang, H. (2014). A vision of IoT: applications, challenges, and opportunities with China perspective. *IEEE Internet of Things Journal,* 1(4):349-359.
7. Chifor, B.C., Bica, I., Patriciu, V.V., Pop, F. (2017). A security authorization scheme for smart home Internet of Things devices. *Future Generation Computer Systems*, 86: 740-749.
8. Conti, M., Dehghantanha, A., Franke, K.,Watson, S. (2018). Internet of Things security and forensics: Challenges and Opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 78(3): 544–546.
9. Dalvi-Esfahani M., Ramayah, T., Nilashi, M. (2017). Modelling upper echelons' behavioural drivers of green IT/IS adoption using an integrated Interpretive Structural Modelling analytic network process approach. *Telematics and Informatics*, 34(2): 583–603.
10. De Winne, S., Sels, L. (2010). Interrelationships between human capital, HRM and innovation in Belgian start-ups aiming at an innovation strategy. *The International Journal of Human Resource Management,* 21(11):1863-1883.
11. Giaretta, A., Balasubramaniam, S., Conti,M. (2016). Security vulnerabilities and countermeasures for target localization in bio-nanothings communication networks. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 11(4): 665–676.
12. Hayton, J.C. (2005). Promoting corporate entrepreneurship through human resource management practices: A review of empirical research. *Human Resource Management Review,* 15(1): 21-41.
13. Hornsby, J. S., Kuratko, D. F. (2003). Human resource management in US small businesses: A replication and extension. *The International Journal of developmental entrepreneurship,* 8(1): 73-81.
14. Jharkharia, S., Shankar, R. (2005). IT-enablement of supply chains: Understanding the barriers. *Journal of Enterprise Information Management*, 18(1): 11–27.
15. Jing, Q., Vasilakos, A.V.,Wan, J., Lu, J., Qiu, D. (2014). Security of the Internet of Things: perspectives and challenges. *Wireless Network*,20(8): 2481–2501.
16. Kline, R.B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. 3rd ed. New York*:* THE GUILFORD PRESS.
17. Lee, I., Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): applications, investments, andchallenges for enterprises. *Business Horizons,* 58(4): 431-440.
18. Luthra, S., Garg, D., Mangla, S.K., Berwal, Y. (2018). Analyzing challenges to Internet of Things (IoT) adoption and diffusion: An Indian context. *Procedia Computer Science*, 125: 733-739.
19. Mandal, A., Deshmukh, S.G. (1994). Vendor selection using Interpretive Structural Modelling (ISM). *International Journal of Operations & Production Management*, 14(6): 52–59.
20. Marlo, S. (2000). Investigating the use of emergent strategic human resource management activity in the small firm. *The International Journal of Small Business and Enterprise Development,* 7(2): 135-148.
21. McMahan, G.C., Virick, M., Wright, P.M. (1999). Alternative theoretical perspectives for strategic human resource management revisited: progress, problems and prospects. *Research in Personnel and Human Resources Management,* 4(99):122-132.
22. Mehta, R., Sahni, J., Khanna, K. (2018). Internet of Things: Vision, Applications and Challenges. *Procedia Computer Science*,132:1263–1269.
23. Miorandi, D., Sicari, S., Pellegrini, F.D., Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7): 1497–1516.
24. Mohammadzadeh, A.K., Ghafoori, S., Mohammadian, A., Mohammadkazemi, Mahbanooei, B., Ghasemi, R. (2018). A Fuzzy Analytic Network Process (FANP) approach for prioritizing internet of things challenges in Iran. *Technology in Society*, 53: 124-134.

25. Moosavi, S.R., Gia, T.N., Nigussie, E., Rahmani, A.M., Virtanen, S., Tenhunen,H., Isoaho, J. (2016). End-to-end security scheme for mobility enabled healthcare Internet of Things. *Future Generation Computer Systems,*64:108-124.
26. Raj, T., Attri, R. (2012). Modelling the factors aecting flexibility in FMS. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 11(4): 350–374.
27. Roman, R., Zhou, J., Lopez, J. (2013). On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things. *Computer Networks*, 57(10): 2266–2279.
28. Rose, K., Eldridge, S., Chapin, L. (2015). The internet of things: an overview. *The Internet Society (ISOC),* 1-50.
29. Sage, A.P. (1977). *Methodology for Large Scale Systems*. New York ; London [etc.] : McGraw-Hill.
30. Sfar, A.R., Natalizio, E., Challal, Y., Chtourou, Z. (2018). A Roadmap for Security Challenges in Internet of Things. *Digital Communications and Networks,* 4(2): 2118-137.
31. Sha, K., Wei, W., Yang, T.A., Wang, Z., Shi, W. (2018). On Security Challenges and Open Issues in Internet of Things. *Future Generation Computer Systems*, 83: 326-337.
32. Singh, R.K., Garg, S.K. (2007). Interpretive structural modelling of factors for improving competitiveness of SMEs. *International Journal Productivity and Quality Management,* 4(2): 423-440.
33. Tsai, C.W., Lai, C.F., Chiang, M.C., Yang, L.T. (2014). Data mining for Internet of Things: a survey. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 16(1): 77–97.
34. Tzeng, G.H., Huang, J.J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and applications*. United states: *CRC Press*, Teylor & Francis Group.
35. Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering,* 164:31-48.
36. Whitmore, A., Agarwal, A., Xu, L.D. (2015). The Internet of things—a survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2): 261–274.
37. Yan, Z., Zhang, P., Vasilakos, A.V. (2014). A survey on trust management for Internet of Things. *Journal of Network and Computer Applications*, 42: 120-134.
38. Zarei, M., Mohammadian, A., Ghasemi, R. (2016). Internet of things in industries: a survey for sustainable development. *International Journal Innovation and Sustainable Development,* 10(4): 419-442.
39. Zarpelao, B.B., Miani, R.S., Kawakani, C.T., Alvarenga, S.C. (2017). A survey of intrusion detection in Internet of Things. *Journal of Network and Computer Applications*, 84: 25–37.

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI) 10.22091/stim.2019.4057.1297

رهسارفرد، خ.؛ مولایی، ر. (۱۳۹۷). «بررسی چالش‌های اینترنت اشیاء با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری». *علوم و فنون مدیریت اطلاعات*، ۴ (۱۳)، ۶۳-۸۲