

اولویت‌بندی کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران: محرکی برای توسعه پایدار

روح‌اله قاسمی^۱، علی محقر^۲، حسین صفری^۳، محمدرضا اکبری جوکار^۴

چکیده: توجه به سلامت یکی از زمینه‌های توسعه پایدار در کشورهاست. فناوری اینترنت اشیا در این بخش کاربردهای متنوعی دارد که در ایران بررسی نشده است. هدف این پژوهش اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران برای دستیابی به توسعه پایدار است. روش پژوهش از نظر هدف کاربردی است و از لحاظ ابزار گردآوری اطلاعات، توصیفی به‌شمار می‌رود و با توجه به روش پژوهش (فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی) در میان پژوهش‌های توصیفی از نوع پیمایشی- تک‌مقطعی است. پس از جمع‌آوری ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی توافقی، به شاخص‌ها وزنی اختصاص یافت و اولویت کاربردهای فناوری اینترنت اشیا تعیین شد. براساس یافته‌های پژوهش، شاخص‌های کامیابی اقتصادی و کیفیت زندگی به‌ترتیب بیشترین اهمیت را برای توسعه پایدار اینترنت اشیا در بخش سلامت ایران دارند. همچنین براساس نتایج پژوهش، مهم‌ترین اولویت در ایران برای استفاده از فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان، به‌ترتیب کاربردهای «مدیریت بیماری‌های مزمن»، «نظارت بر بیماران»، «کنترل آلودگی» و «تشخیص افتادن» شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا، توسعه پایدار، سلامت هوشمند، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴. استاد دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۲۱

نویسنده مسئول مقاله: روح‌اله قاسمی

E-mail: ghasemir@ut.ac.ir

مقدمه

انقلاب اینترنت در دهه‌های اخیر نشان داد انواع تازه‌ای از فناوری‌ها می‌توانند تمام ابعاد کسب‌وکارها را تحت تأثیر قرار دهند (پریمکومار و رابرتز، ۱۹۹۹). امروزه به کمک فناوری‌های نوین مانند اتصالات، ارتباطات بی‌سیم و سنسورهای آن، ارتباطات همه‌جایی امکان‌پذیر شده است. اینترنت از مدل WWW^۱ یا به بیان دیگر صفحات ثابت عبور کرده است و Web2 نیز که معروف به شبکه‌های اجتماعی است، به سوی Web3 یا همان دنیای پردازش‌های همه‌مکانی حرکت می‌کند (گابی، بویا، ماروسیک و پالانیسوامی، ۲۰۱۳).

صاحبان کسب‌وکارها نیز از «اینترنت اشیا» مطالب بسیاری را منعکس کرده‌اند و آن را راهکاری تازه در فناوری ارتباطات و اطلاعات (ICT)^۲ می‌دانند و معتقدند اینترنت اشیا برای کسب درآمد پتانسیلی خوبی دارد (مرکز تحقیقات مخابرات ایران^۳، ۱۳۹۴ الف). براساس تخمین‌های مؤسسه تحقیقات فناوری اطلاعات گارتنر^۴ (منتشر شده در جولای ۲۰۱۴)، در چرخه فناوری‌های نوظهور^۵ انتظار می‌رود فناوری اینترنت اشیا^۶ بین ۵ تا ۱۰ سال آینده به تکامل برسد (لی - هونگ، فن و تویت، ۲۰۱۴).

هدف اینترنت اشیا توانمندسازی اشیا برای اتصال در هر زمان و مکان، با هر چیزی و هر شخصی است که از هر مسیر یا شبکه و خدمت به صورت ایده‌آل استفاده می‌کند. اینترنت اشیا تکامل جدیدی از اینترنت است. اینترنت اشیا فناوری جدیدی است که به حضور نافذ محیطی توجه می‌کند و از تنوع چیزهایی با اتصالات بی‌سیم و سیم‌دار به محاوره با یکدیگر می‌پردازد. این اشیا برای ایجاد کاربردها یا خدمات جدید و دستیابی به اهداف مشترک با یکدیگر همکاری می‌کنند و در واقع چالش‌های توسعه برای ایجاد جهانی هوشمند و بزرگ به‌شمار می‌روند. جهانی که به شکل واقعی، دیجیتال و مجازی است و به سمت شکل‌گیری محیط‌های هوشمند، همگرا می‌شوند و حوزه‌های هوشمندتر انرژی، حمل‌ونقل، سلامت، شهرها و بسیاری دیگر را به وجود می‌آورند (آنزوری، ایرا و مورابیتو، ۲۰۱۰؛ ساندمایکر، گویلمین، فرایسس، و وولفله، ۲۰۱۰؛ تان و وانگ، ۲۰۱۰؛ ورمسان و همکاران، ۲۰۱۱).

-
1. World Wide Web
 2. Information and communications technology (ICT)
 3. Iran Telecommunication Research Center (ITRC)
 4. Gartner, Inc.
 5. Hype Cycle of Emerging Technologies
 6. Internet of things (IoT)

اکنون اینترنت اشیا از دوران کودکی خارج شده و کاربردها و خدمات متنوع نوآورانه‌ای را برای کسب‌وکارها، افراد و دولت‌ها، فراهم کرده است. از این رو پژوهشگران و سازمان‌های پژوهشی بین‌المللی آن را انقلاب بعدی فناوری اطلاعات و ارتباطات معرفی کرده‌اند (میوراندی، چلامتک، سیکاری و دیپلیگرینی، ۲۰۱۲؛ ورمسان و همکاران، ۲۰۱۳؛ پیرا، زاسلاوسکی، کریستین، و جئورگاگولوس، ۲۰۱۴: الف)، اما درحقیقت در کاربرد نیز اینترنت اشیا پیشرفت‌های چشمگیری داشته است (لی، هویو، لیو، و لیو، ۲۰۱۲). بیشترین صنایع بهره‌مندشده از کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در حوزه‌های انرژی (ورمسان و همکاران، ۲۰۱۱؛ تسای، لای، چیانگ و یانگ، ۲۰۱۴)، حمل‌ونقل^۱ (آلتورچمن، الفقیه، الصالح و حسنین، ۲۰۱۳؛ آتزوری و همکاران، ۲۰۱۴)، خرده‌فروشی^۲ (ژنگ، سیمپلات-ریل، بیستیکیان و موفتاج، ۲۰۱۱؛ داخی، هی و لی، ۲۰۱۴)، خانه هوشمند^۳ (میوراندی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ورمسان و همکاران، ۲۰۱۳) و بهداشت و درمان^۴ (آتزوری و همکاران، ۲۰۱۴؛ گلاهاک و همکاران، ۲۰۱۴) گزارش شده است.

در عمل نیز، کشورهای مختلف از جمله ایالات متحده آمریکا (پروژه چالش آمریکای هوشمند^۵، ۲۰۱۵)، چین (اینترنت اشیای چین^۶، ۲۰۱۵)، اتحادیه اروپا (خوشه پژوهشی اروپایی اینترنت اشیا^۷، ۲۰۱۵) و هند (دیتی، ۲۰۱۵) با انگیزه‌های متفاوت از گسترش فناوری اینترنت اشیا حمایت می‌کنند.

براساس گزارش خوشه پژوهشی اینترنت اشیا اروپا (IERC)، سه محرک برای توسعه اینترنت اشیا در کشورها، دستیابی به شاخص‌های کامیابی اقتصادی^۸، افزایش کیفیت زندگی^۹ و حفاظت از محیط زیست^{۱۰} است (اسمیت، ۲۰۱۲: ۲۳۲) که در ادبیات توسعه پایدار به آنها توجه شده است (کارتو و استون، ۲۰۱۱).

از سوی دیگر تا کنون در ایران تنها دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی معدودی اهمیت این موضوع را درک کرده‌اند. برای نمونه کنفرانس همایش بین‌المللی اینترنت اشیا در ۲۴ شهریور ۱۳۹۳ در دانشگاه اصفهان برگزار شد و مرکز تحقیقات مخابرات ایران نیز در قالب چند پروژه پژوهشی

1. Transportation
2. Retailing
3. Smart home
4. Healthcare
5. The SmartAmerica Challenge
6. China Internet of Things
7. IoT European Research Cluster (IERC)
8. Economic Prosperity
9. Quality of Life
10. Environmental Protection

موضوع اینترنت اشیا را در ابعاد حاکمیت، فناوری، وسیله‌ها، بازار، شبکه، امنیت و کاربردها بررسی کردند. براساس این بررسی‌ها می‌توان گفت هنوز اهمیت و پتانسیل اینترنت اشیا در ایران به‌درستی درک نشده است و کاربردهای اینترنت اشیا به ارتباطات ماشین با ماشین^۱ (M2M) و یا توسعه فناوری‌های مبتنی بر شناساگر فرکانس رادیویی^۲ محدود می‌شود (مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ۱۳۹۴:الف؛ مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ۱۳۹۴ ب، مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ۱۳۹۴ ج).

در مرکز تحقیقات مخابرات ایران، براساس پیمایشی که برای ترسیم نقشه راه اینترنت اشیا در ایران برای دستیابی به جایگاه مناسب در چشم‌انداز ۱۴۰۴ انجام شد، صنعت بهداشت و درمان، اولویت اصلی ایران برای توسعه اینترنت اشیا شناسایی شده است (مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ۱۳۹۴ الف). با این حال هنوز هیچ اولویتی از کاربردهای اینترنت اشیا در این صنعت مشخص نشده است و به نظر می‌رسد استفاده از فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان به تعریف و اولویت‌بندی حوزه‌های کاربردی نیاز دارد. به‌بیانی دیگر، اولویت‌بندی حوزه‌هایی از کاربرد اینترنت اشیا در بخش بهداشت که بیشترین پتانسیل را برای توسعه پایدار بخش بهداشت و درمان در ایران دارند، ضروری است.

شایان ذکر است در ایران، کاربرد نوآورانه فناوری‌های نوین همواره مد نظر پژوهشگران بوده است (محرر، لوکس، حسنی، علی منشی، ۱۳۸۷؛ خداداد حسینی و فتحی، ۱۳۹۰) اما تا کنون پژوهشی درباره کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در ایران (به‌ویژه در بخش بهداشت و درمان) اجرا نشده است. هدف این پژوهش، اولویت‌بندی زمینه‌های کاربردی توسعه فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان در ایران است؛ به‌گونه‌ای که دستیابی به پایداری در حوزه سلامت را تسهیل کند. از این رو پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به سؤال‌های زیر است:

۱. وزن هر یک از شاخص‌های کامیابی اقتصادی، کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست، برای ارزیابی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران چقدر است؟
۲. اولویت هر یک از کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران به چه ترتیب است؟

1. Machine to Machine (M2M)
2. Radio-frequency identification (RFID)

پیشینه پژوهش

فناوری اینترنت اشیا

عبارت اینترنت اشیا را برای اولین بار کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ به کار برد و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی شامل افراد، حیوانات، گیاهان و حتی اشیای بی‌جان (مانند ماشین‌ها)، بتوانند برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به رایانه‌ها اجازه دهند آنها را سازماندهی و مدیریت کنند. اینترنت در حال حاضر همه مردم را به هم متصل می‌کند، ولی با اینترنت اشیا تمام اشیا به هم متصل می‌شوند و می‌توان به کمک اپلیکیشن‌های موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت، آنها را کنترل و مدیریت کرد (اشتون، ۲۰۰۹). در واقع اینترنت اشیا مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات است که به عنوان فناوری‌ای مدرن قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی، اعم از اینترنت یا اینترنت، را برای هر چیزی (انسان، حیوان یا اشیا) فراهم می‌کند (چیوئی، لافلر و رابرتز، ۲۰۱۰؛ فاکس، کامبوروگاموف، و هارتمن، ۲۰۱۲). کسب و کارها به شدت به اینترنت اشیا توجه کرده‌اند و این موضوع به توسعه کسب و کارهای الکترونیک^۱ منجر شده است (یوکلمن، هریسون و میکائیلز، ۲۰۱۱) و در بسیاری از موارد مدیریت روابط با مشتریان از طریق این فناوری اطلاعاتی آسان می‌شود (شاکونگ و جیدونگ، ۲۰۱۰). در واقع اینترنت اشیا رویکردی است که تعامل‌پذیری بین شی با شی، شی با انسان، و انسان با شی را ارتقا می‌دهد و به کمک چنین رویکردی خدمات جدیدی ظهور خواهند کرد (میورانندی و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین یکی از اهداف اصلی اینترنت اشیا، افزایش هوشمندی در زندگی، کسب و کار و اقتصاد است (تان و وانگ، ۲۰۱۰).

معماری لایه‌ای اینترنت اشیا^۲

اتحادیه بین‌المللی ارتباطات (ITU)^۳ یکی از مراجع جهانی در حوزه ارتباطات، به طراحی معماری اینترنت اشیا (شکل ۱) اقدام کرده است. این معماری با لایه‌های کاربردها^۴ (اپلیکیشن)، پشتیبانی^۵، شبکه‌ها^۶ و وسیله‌ها^۷ به کمک قابلیت‌های مدیریتی و امنیتی و با استفاده از کاربردهای اینترنت اشیا به توسعه شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، ساختمان هوشمند، انرژی هوشمند، صنعت هوشمند، سلامت هوشمند و زندگی هوشمند کمک می‌کند.

1. Electronic Business (e-Business)
2. IoT layered architecture
3. International Telecommunication Union (ITU)
4. Application layer
5. Service and application support layer
6. Network layer
7. Device layer



شکل ۱. مدل لایه‌ای معماری اینترنت اشیا (ورمسان و فرایسس، ۲۰۱۴: ۱۵، به نقل از ITU)

همان‌طور که در این مدل معماری اینترنت اشیا مشاهده می‌شود، کاربردهای اینترنت اشیا می‌توانند به افزایش هوشمندی سلامت در جامعه منجر شوند.

سلامت هوشمند

کاربردهای اینترنت اشیا، بازار بالقوه آینده‌داری در حوزه خدمات سلامت الکترونیک و صنعت ارتباطات از راه دور دارد (ورمسان و فرایسس، ۲۰۱۴: ۶۴). اینترنت اشیا می‌تواند با افزایش هوشمندی کسب‌وکار در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، خدمت‌رسانی به بیماران را آسان کند (رومان، ناجرا و لویز، ۲۰۱۱). همچنین اینترنت اشیا زمینه‌های بهبود سلامتی و پیشگیری از بیماری‌ها را با نظارت‌های مداوم بر فعالیت افراد عادی یا مستعد بیماری فراهم می‌کند (ورمسان

و فرایس، ۲۰۱۴: ۶۲؛ باندیو پادهیای و سن، ۲۰۱۱). به بیماران کمک می‌کند توانمندتر شوند و کسب و کارها نیز می‌توانند سود اقتصادی از این بازار نوآورانه جدید را از آن خود کنند. به‌نوعی هم مشکلات اجتماعی بیماران و افراد نگران نسبت به سلامت، راحت‌تر برطرف می‌شود و کیفیت زندگیشان به‌نوعی بهبود می‌یابد (هلال، کوک و اسچمالز، ۲۰۰۹) و هم به رونق اقتصادی در بخش بهداشت و درمان کمک می‌کند (هالر، کارنوسکوس و اسچروث، ۲۰۰۹). همچنین با کمک این فناوری می‌توان تأثیرات فعالیت‌های بیمارستانی بر محیط زیست (مانند تولید و از بین بردن زباله‌های بیمارستانی) را بهتر مدیریت کرد و به محیط زیست نیز کمتر صدمه زد (پیرا، زاسلاوسکی، کریستین، و جنورگاکوگولوس، ۲۰۱۴: ب). کاربردهای اینترنت اشیا می‌توانند به توسعه سکوهایی^۱ (پلت‌فرم‌هایی) بینجامند که با افزایش هوشمندی سلامت، خدمات نوآورانه‌ای را برای بیماران و نیازمندان به مراقبت‌های پزشکی فراهم کنند و علاوه بر بهبود کیفیت زندگی مردم جامعه، به ارتقای سلامت، امنیت، دسترسی آسان به خدمات پزشکی اضطراری، مراقبت‌های مداوم و پشتیبانی سریع بپردازند (ورمسان و فرایس، ۲۰۱۴: ۶۳).

حوزه‌های کاربردی اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان

بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و سیاستگذاران بخش بهداشت و درمان در کشورها همواره در پی استفاده از فناوری‌های جدید اطلاعاتی بوده‌اند (بیوسکارت- زفیر، برنر، بیواسکارت، و مناچر- دپرستیر، ۱۹۹۷؛ پونو و همکاران، ۲۰۰۶؛ جوه، گائو و آگاروال، ۲۰۱۱؛ آنکر، کیرن، أبرامسون، کاپوشال، ۲۰۱۲). اینترنت اشیا به‌عنوان فناوری اطلاعاتی نوظهور، جایگاه ویژه خود را در بخش بهداشت و درمان (سلامت) به‌دست آورده است. فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان کاربردهای متنوعی دارد (اکیلدیز، سو، سانکاراسوبرامانیام و کاییرکی، ۲۰۰۲؛ لین و همکاران، ۲۰۰۹؛ لی و همکاران، ۲۰۱۱؛ میوراندی و همکاران، ۲۰۱۲؛ آلتورجمن، الفقیه، الصالح و حسنین، ۲۰۱۳؛ گابی و همکاران، ۲۰۱۳؛ آتزوری و همکاران، ۲۰۱۴؛ گلاهاک و همکاران، ۲۰۱۴).

خوشه پژوهشی اینترنت اشیا اروپا (IERC) دسته‌بندی جامعی برای زمینه‌های کاربرد اینترنت اشیا برای سلامت هوشمند در بخش بهداشت و درمان (سلامت) ارائه کرده است. برخی کاربردها از نوع خدمت و برخی از نوع محصول هستند. کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان (سلامت هوشمند) عبارت‌اند از:

- تشخیص افتادن^۲: این کاربرد متمرکز بر افراد مسن و ناتوان است و در پی کمک به زندگی آنهاست، به طوری که بتوانند مستقل زندگی کنند؛

1. Platforms
2. Fall detection

- نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی افراد سالمند^۱: با نصب ادواتی خاص می‌توان فعالیت‌های فیزیکی و وضعیت فیزیولوژیکی افراد (به‌ویژه افراد سالمند) را رصد کرد. در این صورت می‌توان داده‌هایی را در طول زمان از این افراد به‌دست آورد و به تحلیل آنها پرداخت؛
- یخچال‌های پزشکی (کنترل دمای درونی محافظت‌کننده‌ها)^۲: برخی المنت‌های ارگانیک باید در محفظه‌هایی با شرایط (دمایی) خاص نگهداری شوند. اینترنت اشیا می‌تواند به‌خوبی این وظیفه را برعهده گیرد و تعامل اشیا را ایجاد کند؛
- مراقبت از ورزشکاران^۳: این کاربرد درخصوص اندازه‌گیری وزن، خواب، تمرین، وزن، فشار خون و دیگر پارامترهای مهم برای ورزشکاران حرفه‌ای به‌کار می‌رود؛
- نظارت بر بیماران^۴: برای نظارت درون‌بیمارستانی، از راه دور (به‌ویژه سالمند) یا مراقبت در منزل بیماران به‌کار می‌رود؛
- مدیریت بیماری‌های مزمن^۵: مراقبت از بیماران با بیماری‌های مزمن، بدون نیاز به حضور در محل. این فناوری حضور افراد به بیمارستان‌ها را کاهش می‌دهد و نتیجه آن هزینه کمتر، کاهش زمان اقامت در بیمارستان و کاهش رفت و آمدها (حتی کاهش مصرف سوخت) را به دنبال دارد؛
- اشعه ماورای بنفش^۶: اندازه‌گیری اشعه ماورای بنفش و مطلع‌ساختن افراد از اینکه به مناطقی خاص وارد نشوند یا در ساعاتی خاص از قرارگرفتن در معرض اشعه ماورای بنفش خودداری کنند؛
- کنترل آلودگی (کنترل بهداشت دست)^۷: با اتصال ادواتی مانند RFID های طراحی‌شده برای اندازه‌گیری آلودگی‌ها، می‌توان آلودگی محیطی یا دست و بدن را شناسایی کرد؛
- کنترل خواب^۸: وسایلی که با اتصال به فرد، علائمی مانند ضربان قلب، فشار خون و... را طی زمان خواب شناسایی می‌کنند و می‌توان این داده‌ها را پس از گردآوری تحلیل کرد؛
- سلامت دندان^۹: مسواک‌های مجهز به بلوتوث که با کمک اپلیکیشن‌های تلفن‌های هوشمند اطلاعات مسواک‌زدن افراد را ثبت می‌کنند و براساس آن می‌توان عادات مسواک‌زدن فرد را

1. Physical activity monitoring for aging people
 2. Medical fridges
 3. Sportsmen care
 4. Patient surveillance
 5. Chronic disease management
 6. Ultraviolet radiation
 7. hygienic hand control
 8. Sleep control
 9. dental health

به‌عنوان اطلاعات شخصی بررسی کرد یا آمارها را با دندانپزشک به اشتراک گذاشت (ورمسان و فرایس، ۲۰۱۴: ۳۳-۳۲).

شاخص‌های پایداری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان

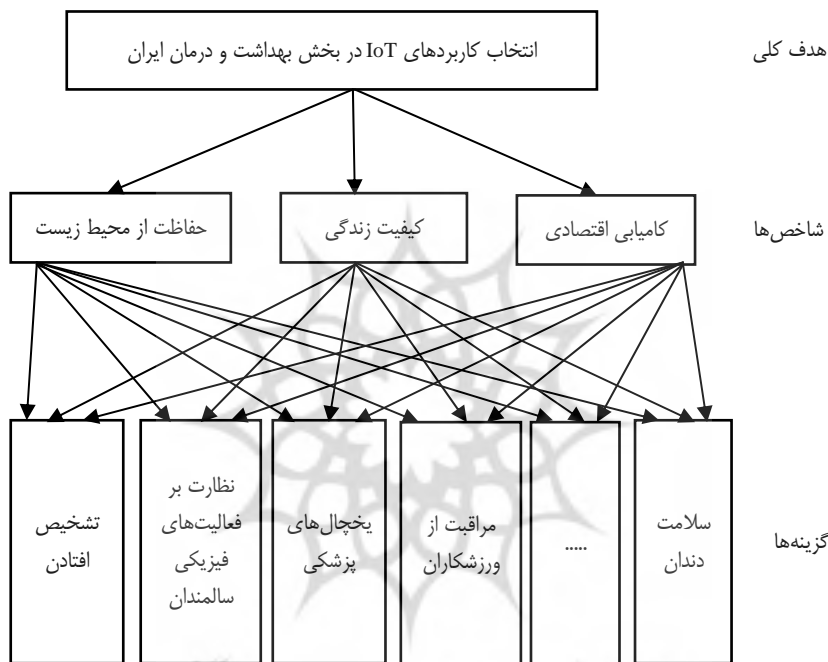
سازمان ملل متحد^۱ (۱۹۸۷) پایداری^۲ را مفهومی تعریف کرد که به دنبال رفع نیازهای کنونی بشر بدون به خطر انداختن توانایی‌های نسل‌های آتی برای رفع نیازهایشان است. از طرفی، پورتر و کرامر (۲۰۱۱) در مقاله خود بیان کردند که در سال‌های اخیر، کسب‌وکارها عامل اصلی مشکلات اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی شناخته می‌شوند. کاهش اعتماد به کسب‌وکار سبب می‌شود رهبران سیاسی خط‌مشی‌هایی تدوین کنند که موجب تضعیف رقابت‌پذیری و رشد اقتصادی شود. گزینش چنین خط‌مشی‌هایی در چند دهه اخیر این تصور را به‌وجود آورد که بین «کارایی اقتصادی» و «پیشرفت اجتماعی» رابطه عکس وجود دارد. دولت باید مدیریت به روش‌هایی را بیاموزد که خلق ارزش مشترک اجتماعی و اقتصادی را آسان کند، نه آنکه جلوی آن را بگیرد. خلق ارزش مشترک به‌طور هم‌زمان بر ارتباط پیشرفت اجتماعی و اقتصادی متمرکز است و قدرت ترغیب موج بعدی رشد جهانی را دارد. کرین، پالازو، اسپنس و ماتین (۲۰۱۴) با بررسی مفهوم مطرح‌شده پورتر و کرامر، بیان کردند که ایده خلق ارزش مشترک نقش دولت را در رفتارهای پاسخ‌گویانه نسبت به توسعه پایدار شفاف می‌کند.

در این پژوهش برای ارزیابی حوزه‌های کاربردی فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان در ایران از شاخص‌های کامیابی اقتصادی، افزایش کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست استفاده می‌شود. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، این شاخص‌ها را خوشه پژوهشی اینترنت اشیا اروپا (IERC)، به‌عنوان محرک‌های توسعه اینترنت اشیا در کشورها معرفی کرده است (اسمیت، ۲۰۱۲: ۲۳۲) و در ادبیات توسعه پایدار نیز به آن توجه می‌شود (کارتر و استون، ۲۰۱۱). در ادبیات نظری پژوهش نیز، شاخص‌های کامیابی اقتصادی در حوزه اقتصادی (بانسال، ۲۰۰۵)، کیفیت زندگی در حوزه اجتماعی (بایود و همکاران، ۲۰۰۱) و حفاظت از محیط زیست در حوزه محیطی (ژانگ و ون، ۲۰۰۸) قرار دارد. دیاکین (۲۰۰۱) نیز کامیابی اقتصادی را در کنار کیفیت محیط زیست برای توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل ضروری دانست. پورتنی (۲۰۰۳) برای داشتن شهرهای پایدار در ایالات متحده آمریکا، توجه به کیفیت زندگی و توسعه اقتصادی و زیست‌محیطی را مهم تلقی کرد.

1. United Nations
2. Sustainability

مدل مفهومی پژوهش

نمودار سلسله‌مراتبی این پژوهش که براساس آن کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار اینترنت اشیا اولویت‌بندی می‌شوند، با توجه به منطق روش «فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)» به شکل زیر است:



شکل ۲. نمودار سلسله‌مراتبی پژوهش

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف در دسته پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد، از نظر چگونگی گردآوری اطلاعات در میان پژوهش‌های کمی از نوع توصیفی- غیر آزمایشی محسوب می‌شود و از آنجا که برای وزن‌دهی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان (سلامت

هوشمند) از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) استفاده می‌شود، در میان پژوهش‌های توصیفی از نوع پیمایشی - تک‌مقطعی است.

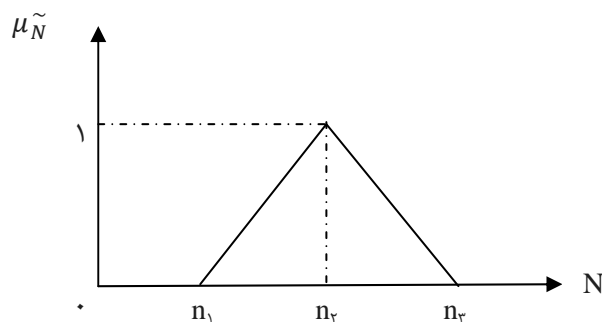
ابتدا هر یک از شاخص‌های کامیابی اقتصادی، کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست وزن‌دهی شدند. سپس در قالب سه پرسشنامه مقایسه زوجی^۱، هر یک از کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان براساس هر شاخص به‌طور جداگانه مقایسه شدند و درنهایت ماتریس تصمیم^۲ به‌دست آمد. برای سنجش روایی پرسشنامه، از روش روایی محتوا^۳ استفاده شد و اجزای ماتریس تصمیم شامل شاخص‌ها و گزینه‌های تصمیم را پنج نفر از خبرگان حوزه سلامت هوشمند و اینترنت اشیا تأیید کردند.

جامعه آماری پژوهش شامل خبرگان آشنا با فناوری اینترنت اشیا است که سابقه همکاری تجاری، ارائه خدمات یا مشاوره به بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی و درمانی در زمینه استفاده از فناوری‌های نوین را داشتند. با توجه به محدودبودن تعداد خبرگان از روش گلوله‌برفی استفاده شد؛ به این ترتیب که پس از مراجعه به مرکز تحقیقات مخابرات ایران، به‌عنوان پیشگام تحقیقات اینترنت اشیا در ایران، خبرگان حوزه بهداشت و درمان شناسایی شدند. جلسه مشترکی با خبرگان برای رسیدن به توافق درباره هر یک از مقایسه‌های زوجی برگزار شد و از ۱۲ نفر از خبرگان دعوت به عمل آمد که تنها ۵ نفر در این جلسه شرکت کردند و پرسشنامه‌های مقایسه‌های زوجی توافقی به‌دست‌آمده، مبنای محاسبات و تحلیل داده‌ها قرار گرفت.

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، روش تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ای^۴ است که پرفسور ساعتی^۵ در دهه ۱۹۷۰ آن را مطرح کرد (ساعتی، ۱۹۹۸). در سال ۱۹۹۶ پژوهشگری چینی با نام چانگ روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی را براساس روش تحلیل توسعه‌ای مطرح کرد (چانگ، ۱۹۹۶). درواقع روش FAHP براساس روش AHP و منطق فازی توسعه داده شد (بویوکوزکان، سیفکی و گولریوز، ۲۰۱۱). اعداد استفاده‌شده در این روش اعداد مثلثی فازی^۶ هستند. فضای هندسی چنین مجموعه‌ای در محیط فازی در شکل ۳ آمده است:

-
1. Pair-Wise Comparison Questionnaire
 2. The Decision Matrix
 3. Content validity
 4. Multi Attribute Decision Making (MADM)
 5. Thomas L. Saaty
 6. Triangular Fuzzy Number



شکل ۳. یک عدد فازی مثلثی، N

منبع: بویوکوزکان و همکاران، ۲۰۱۱

در این روش تابع عضویت و تعریف مقیاس فازی به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱. تابع عضویت و تعریف مقیاس فازی

تابع عضویت ^۱	تعریف	اعداد فازی	شدت اهمیت
(۱۰،۹،۸)	بی نهایت مهمتر ^۲ (EMI)	۶	۹
(۸،۷،۶)	خیلی مهمتر ^۳ (VSI)	۷	۷
(۶،۵،۴)	مهمتر ^۴ (SI)	۵	۵
(۴،۳،۲)	نسبتاً مهم ^۵ (MI)	۳	۳
(۲،۱،۱)	اهمیت برابر ^۶ (EI)	۱	۱

منبع: بویوکوزکان و همکاران، ۲۰۱۱

مراحل اجرای روش FAHP به شرح زیر است:

۱. بررسی ادبیات نظری پژوهش برای تعیین شاخص‌های پایداری و کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان (سلامت هوشمند)؛

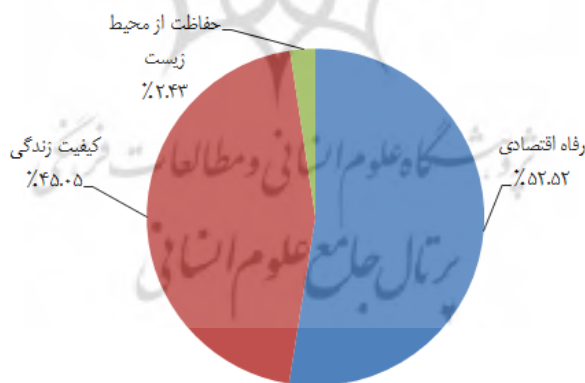
1. Membership function
2. Extremely more importance (EMI)
3. Very strong importance (VSI)
4. Strong importance (SI)
5. Moderate importance (MI)
6. Equal importance (EI)

۲. تشکیل تیم تصمیم برای بررسی روایی پرسشنامه؛
۳. توزیع پرسشنامه‌ها و تشکیل ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی توافقی با واژگان فازی برای هر پرسشنامه؛
۴. وزن‌دهی به شاخص‌ها و تعیین امتیاز هر یک از گزینه‌ها در هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روش FAHP؛
۵. رتبه‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان با روش FAHP. محاسبات مربوط به روش FAHP برای رسیدن به وزن شاخص‌ها و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان نیز با روش چانگ (۱۹۹۶) انجام شده است.

یافته‌های پژوهش

تعیین وزن‌های شاخص‌ها و امتیاز گزینه‌ها در هر شاخص

پس از برگزاری جلسات برای پرکردن پرسشنامه توافقی، چهار پرسشنامه مقایسه زوجی (یک پرسشنامه برای مقایسه زوجی شاخص‌ها با یکدیگر و سه پرسشنامه برای مقایسه کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان براساس هر یک از شاخص‌ها) به کمک کلمات فازی (با کمک جدول ۱) تکمیل شد و به روش FAHP، وزن شاخص‌ها از ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی توافقی شاخص‌ها به شرح شکل ۴ به دست آمد.



شکل ۴. وزن شاخص‌های پایداری

به همین ترتیب امتیاز هر یک از گزینه‌ها در هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روش FAHP، محاسبه شد و ماتریس تصمیم به صورت جدول ۲ شکل گرفت.

جدول ۲. ماتریس تصمیم به دست آمده از وزن نرمال شده هر یک از گزینه‌ها برای هر شاخص

گزینه‌ها	کامیابی اقتصادی	کیفیت زندگی	حفاظت از محیط زیست
تشخیص افتادن	۰/۰۸۳۷	۰/۱۹۲۴	.
نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی افراد سالمند	.	.	.
یخچال‌های پزشکی	.	.	.
مراقبت از ورزشکاران	.	.	.
نظارت بر بیماران	۰/۲۹۸۹	۰/۲۱۳۰	.
مدیریت بیماری‌های مزمن	۰/۲۳۵۲	۰/۵۰۰۳	۰/۱۷۶۴
اشعه ماورای بنفش	.	.	۰/۴۱۱۸
کنترل آلودگی	۰/۲۷۷۰	۰/۰۹۴۴	۰/۴۱۱۸
کنترل خواب	.	.	.
سلامت دندان	۰/۱۰۵۳	.	.

رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از روش FAHP

در نهایت به کمک وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌های توسعه پایدار (شکل ۴) و ماتریس تصمیم (جدول ۲)، امتیاز و رتبه نهایی هر یک از کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران در روش FAHP به شرح جدول ۳ به دست می‌آید.

جدول ۳. امتیاز و اولویت هر یک از کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران

گزینه‌ها	اولویت	امتیاز
مدیریت بیماری‌های مزمن	۱	۰/۳۵۳۲
نظارت بر بیماران	۲	۰/۲۵۲۹
کنترل آلودگی	۳	۰/۱۹۸۰
تشخیص افتادن	۴	۰/۱۳۰۶
سلامت دندان	۵	۰/۰۵۵۳
اشعه ماورای بنفش	۶	۰/۰۱۰۰
نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی افراد سالمند	۷	.
مراقبت از ورزشکاران	۷	.
کنترل خواب	۷	.
یخچال‌های پزشکی	۷	.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مراکز بزرگ پژوهشی دنیا از اینترنت اشیا به‌عنوان انقلاب بعدی در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات یاد کردند و کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه سرمایه‌گذاری در این فناوری را برای افزایش بهره‌وری و نوآوری‌شان در اولویت قرار دادند. در ایران تلاش‌های صورت‌گرفته محدود بوده است و تنها مرکز تحقیقات مخابرات ایران، متولی پژوهش در حوزه اینترنت اشیا، در مطالعات مقدماتی به ترسیم نقشه راه ایران برای رسیدن به جایگاه مناسب برای بهره‌مندی از فناوری اینترنت اشیا تا سال ۱۴۰۴ پرداخته است. براساس نتایج مطالعات این مرکز تحقیقاتی، «بخش سلامت» اولویت اصلی ایران برای توسعه اینترنت اشیاست (مرکز تحقیقات مخابرات ایران، ۱۳۹۴ الف).

هدف این پژوهش اولویت‌بندی کاربردهای نوآورانه فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران براساس شاخص‌های توسعه پایدار اینترنت اشیا بود. با توجه به نتایج پژوهش، مهم‌ترین شاخص برای توسعه پایدار اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان، شاخص کامیابی اقتصادی با وزن ۵۲/۵۲ درصد است و پس از آن افزایش کیفیت زندگی با وزن ۴۵/۰۵ درصد در اولویت بعدی قرار دارد. خبرگان وزن شاخص حفاظت از محیط زیست را برای توسعه اینترنت اشیا در بخش سلامت هوشمند ۲/۴۳ درصد برآورد کردند.

از این رو به سیاستگذاران حوزه بهداشت و درمان توصیه می‌شود، در توسعه فناوری‌های نوین از جمله فناوری اینترنت اشیا در بخش سلامت بیش از همه بر معیارهای اقتصادی (مانند اشتغال‌زایی، جلوگیری از خروج ارز از کشور، درآمدزایی) تمرکز کنند. سپس به معیارهای اجتماعی (مانند افزایش رفاه بیماران و شهروندان و افزایش رضایت کارکنان مراکز درمانی در استفاده از ابزار پزشکی) توجه داشته باشند. همچنین در بخش محیط زیست تأثیرات زیست‌محیطی این فناوری‌ها (مانند تشعشعات احتمالی، امواج رادیویی مضر، جلوگیری ایجاد پسماند و پس‌آب) را نباید فراموش کرد.

براساس نتایج جدول ۲، اگر تنها شاخص کامیابی اقتصادی مد نظر باشد، به‌ترتیب کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه‌های «نظارت بر بیماران»، «کنترل آلودگی»، «مدیریت بیماری‌های مزمن»، «سلامت دندان» و «تشخیص افتادن» در اولویت هستند و بیشترین کامیابی اقتصادی را چه از نظر درآمدی یا کاهش هزینه‌های سلامت در جامعه به دنبال دارند. براساس همین نتایج اگر تنها افزایش کیفیت زندگی در نظر باشد، به‌ترتیب کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه‌های «مدیریت بیماری‌های مزمن»، «نظارت بر بیماران»، «تشخیص افتادن» و «کنترل آلودگی» در اولویت قرار دارند و بیشتر از سایر حوزه‌های کاربردی، کیفیت زندگی شهروندان را بهبود می‌دهند.

در نهایت اگر تنها شاخص حفاظت از محیط زیست در نظر باشد، به ترتیب کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه‌های «کنترل آلودگی»، «اشعه ماورای بنفش» و «مدیریت بیماری‌های مزمن» در اولویت قرار می‌گیرند و بیشتر از سایر حوزه‌های کاربردی اینترنت اشیا در بخش سلامت هوشمند، به بهبود حفاظت از محیط زیست کمک می‌کنند.

حال آنکه در این پژوهش هر سه شاخص براساس اهمیتشان بر انتخاب کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران مؤثرند. نتایج رتبه‌بندی به روش FAHP که مبتنی بر نظر خبرگان و براساس مقایسه‌های زوجی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان با توجه به شاخص‌های سه‌گانه پایداری مطرح‌شده در پژوهش به‌دست آمد (جدول ۳) نشان می‌دهد اولویت‌بندی کاربردهای فناوری اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان ایران با استفاده از شاخص‌های توسعه پایدار به ترتیب «مدیریت بیماری‌های مزمن»، «نظارت بر بیماران»، «کنترل آلودگی»، «تشخیص افتادن»، «اشعه ماورای بنفش» و «سلامت دندان» است. حوزه‌های کاربردی «نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی افراد سالمند»، «مراقبت از ورزشکاران»، «کنترل خواب» و «یخچال‌های پزشکی» در رتبه‌های آخر قرار دارند.

بنابراین، به دولت و نهادهای ذی‌ربط توصیه می‌شود از کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه‌های «مدیریت بیماری‌های مزمن»، «نظارت بر بیماران»، «کنترل آلودگی» حمایت کنند؛ زیرا بیشترین منافع پایداری را به دنبال دارد. سایر حوزه‌ها نیز در اولویت‌های بعدی قرار دارند. کنترل مدیریت بیماری‌های مزمن بسیاری از مشکلات بخش را کاهش می‌دهد. همچنین نظارت بر بیماران، کار کارکنان بیمارستان را آسان می‌کند و خطاهای پرستاران را کاهش می‌دهد و به‌علاوه خیال بیماران و همراهانشان آسوده‌تر خواهد شد. در نهایت کنترل آلودگی‌ها هم برای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، هم برای شهروندان مفید خواهد بود.

نتایج این پژوهش آگاهی ما را درباره فناوری اینترنت اشیا افزایش می‌دهد، ما را با کاربردهای نوآورانه از این فناوری جدید در حوزه بهداشت و درمان آشنا می‌کند، برای توسعه خدمات جدید با استفاده از فناوری اینترنت اشیا به‌عنوان نوعی فناوری اطلاعاتی و ارتباطی تأکید دارد و توجه به شاخص‌های توسعه پایدار در استفاده از فناوری‌های نوین را تشویق می‌کند. با وجود این پژوهش محدودیت‌هایی نیز دارد، برای مثال از آنجا که فناوری اینترنت اشیا در کشور هنوز رشد نکرده و تجربه‌های کاربردی آن در بخش بهداشت و درمان محدود است، ممکن است انگیزه‌های سرمایه‌گذاری براساس اولویت‌بندی صورت‌گرفته را تحت تأثیر قرار دهد که مطالعات امکان‌سنجی فنی و اقتصادی را قبل از پیاده‌سازی توسعه این کاربردها ضروری می‌کند. همچنین هنوز دولت از حاکمیت اینترنت اشیا، تنظیم مقررات آن، حقوق مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

پشتیبانی نمی‌کند، بنابراین این مسئله می‌تواند موضوع اجرای پژوهش‌های آتی در زمینه استفاده از فناوری اینترنت اشیا در کشور باشد.

References

- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y. & Cayirci, E. (2002). A survey on sensor networks. *Communications magazine, IEEE*, 40(8): 102-114.
- Al-Turjman, F.M., Al-Fagih, A.E., Alsalih, W.M. & Hassanein, H S. (2013). A delay-tolerant framework for integrated RSNs in IoT. *Computer Communications*, 36(9): 998 - 1010.
- Ancker, J. S., Kern, L. M., Abramson, E., & Kaushal, R. (2012). The Triangle Model for evaluating the effect of health information technology on healthcare quality and safety. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 19(1): 61-65.
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID Journal*, 22(7): 97-114.
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15): 2787-2805.
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2014). From " smart objects" to " social objects": The next evolutionary step of the internet of things. *Communications Magazine, IEEE*, 52(1): 97-105.
- Bandyopadhyay, D. & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1): 49-69.
- Bansal, P. (2005). Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic management journal*, 26(3): 197- 218.
- Baud, I. S. A., Grafakos, S., Hordijk, M. & Post, J. (2001). Quality of life and alliances in solid waste management: contributions to urban sustainable development. *Cities*, 18(1): 3-12.
- Beuscart-Zephir, M. C., Brender, J., Beuscart, R., & Menager-Depriester, I. (1997). Cognitive evaluation: how to assess the usability of information technology in healthcare. *Computer methods and programs in biomedicine*, 54(1): 19-28.

- Büyüközkan, G., Çifçi, G. & Gülerüz, S. (2011). Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology. *Expert Systems with Applications*, 38(8): 9407-9424.
- Carter, C. R. & Easton, P. L. (2011) Sustainable supply chain management: evolution and future directions, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1): 46 - 62.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3): 649-655.
- China Internet of Things*. [online] <http://iot.cqna.gov.cn/> (Accessed 25 June 2015).
- Chui, M., Löffler, M. & Roberts, R. (2010). The internet of things. *McKinsey Quarterly*, 2: 1-9.
- Crane, A., Palazzo, G., Spence, L. J. & Matten, D. (2014). Contesting the value of “creating shared value”. *California management review*, 56(2): 130-153.
- Da Xu, L., He, W. & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4): 2233 - 2243.
- Deakin, E. (2001). *Sustainable development and sustainable transportation: strategies for economic prosperity, environmental quality, and equity*. IURD Working Paper Series. Available in: <http://escholarship.org/uc/item/0m1047xc#page-1>.
- Deity (Department of Electronics & Information Technology)*. [online] <http://deity.gov.in/content/draft-internet-thingsiot-policy/> (Accessed 8 March 2015).
- Fox, G. C., Kamburugamuve, S. & Hartman, R. D. (2012). Architecture and measured characteristics of a cloud based internet of things. In *Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, 2012 International Conference on. pp. 6-12). IEEE.
- Gluhak, A., Krco, S., Nati, M., Pfisterer, D., Mitton., N. & Razafindralambo, T. (2014). A Survey on Facilities for Experimental Internet of Things Research. *IEEE Communications Magazine*, 49(11): 58 - 67.
- Goh, J. M., Gao, G. & Agarwal, R. (2011). Evolving work routines: Adaptive routinization of information technology in healthcare. *Information Systems Research*, 22(3): 565-585.

- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7): 1645-1660.
- Haller, S., Karnouskos, S. & Schroth, C. (2009). *The internet of things in an enterprise context* (pp. 14-28). Springer Berlin Heidelberg.
- Helal, A., Cook, D. J. & Schmalz, M. (2009). Smart home-based health platform for behavioral monitoring and alteration of diabetes patients. *Journal of diabetes science and technology*, 3(1): 141-148.
- IERC (European Research Cluster on the Internet of Things). [online] http://www.internet-of-things-research.eu/about_iot.htm (Accessed 20 June 2015).
- ITRC (2015:a). *Investigating Market and Business of Internet of Things In Iran*, Tehran: Iran Telecommunication Research Center, Institute of Policy and Strategic Management in ICT. (in Persian)
- ITRC (2015:b). *Analysis of security challenges in Internet of Things In Iran*, Tehran: Iran Telecommunication Research Center. Institute of ICT Security Research in ICT. (in Persian)
- ITRC (2015:c). *Identification and Analysis of Relevant Technologies and Orientations In Internet Of Things*, Tehran: Iran Telecommunication Research Center, Institute of Information Technology. (in Persian)
- Khodadad Hosseini, S. H. & Fathi, S. (2011). The Relationship between Country e-Readiness and Effectiveness of Applying Information Technology in Firms using Meta-Analysis Approach, *Journal of Information Technology Management*, 3(8): 81-96. (in Persian)
- LeHong, H., Fenn, J. & Toit, R. (2014). *Hype Cycle for Emerging Technologies 2014*, Gartner.
- Li, X., Lu, R., Liang, X., Shen, X., Chen, J. & Lin, X. (2011). Smart community: an internet of things application. *Communications Magazine, IEEE*, 49(11): 68-75.
- Li, Y., Hou, M., Liu, H., & Liu, Y. (2012). Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things. *Information Technology and Management*, 13(4): 205-216.

- Lin, X., Lu, R., Shen, X., Nemoto, Y. & Kato, N. (2009). SAGE: a strong privacy-preserving scheme against global eavesdropping for ehealth systems. *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on*, 27(4): 365-378.
- Miorandi, D., Sicari, S., DePellegrini, F. and Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges', *Ad Hoc Networks*, 10(7): 1497-1516.
- Mohaghar, A., Lucas, C., Hosseini, F. & Alimaneshi, A. (2008). Use of Business Intelligence as a Strategic Information Technology in Banking: Farud Discovery & Detection. *Journal of Information Technology Management*, 1(1): 105-120. (in Persian)
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P. & Georgakopoulos, D. (2014:a). Context aware computing for the internet of things: A survey, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(1): 414 - 454.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P. & Georgakopoulos, D. (2014:b). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1): 81-93.
- Poon, E. G., Jha, A. K., Christino, M., Honour, M. M., Fernandopulle, R., Middleton, B., ... & Kaushal, R. (2006). Assessing the level of healthcare information technology adoption in the United States: a snapshot. *BMC medical informatics and decision making*, 6(1): 1.
- Porter, M. E. & Kramer, M. R. (2011) Creating shared value, *Harvard business review*, 89 (1/2): 62 - 77.
- Portney, K. E. (2003). *Taking sustainable cities seriously: Economic development, the environment, and quality of life in American cities* (Vol. 67). Cambridge, MA: MIT Press.
- Premkumar, G. & Roberts, M. (1999). Adoption of new information technologies in rural small businesses. *Omega*, 27(4): 467-484.
- Roman, R., Najera, P. & Lopez, J. (2011). Securing the internet of things. *Computer*, 44(9): 51-58.
- Saaty, T. L. (1988). *What is the analytic hierarchy process?* (pp. 109-121). Springer Berlin Heidelberg.

- Smith, I.G. (2012). *The Internet of Things 2012 New Horizons*. [online] European Research Cluster on the Internet of Things, Halifax, UK. http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Cluster_Book_2012_WEB.pdf (Accessed 16 April 2015).
- Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P. & Woelfflé, S. (2010). *Vision and challenges for realising the Internet of Things*, CERP- IoT – Cluster of European Research Projects on the Internet of Things.
- Tan, L., & Wang, N. (2010, August). Future internet: The internet of things. In *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference on*. 5: V5-376. IEEE.
- The SmartAmerica Challenge*. [online] <http://smartamerica.org/news/u-s-government-promoting-development-of-the-internet-of-things/> (Accessed 22 June 2015).
- Tsai, C.W., Lai, C.F., Chiang, M.C. & Yang, L.T. (2014). Data mining for internet of things: A survey, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16 (1): 77 - 97.
- Uckelmann, D., Harrison, M. & Michahelles, F. (2011). *Architecting the internet of things*. Springer Science & Business Media.
- United Nations (UN); UN Documents: Gathering a body of global agreements. (1987) *Report of world commission on Environment and Development: One Common Future*. [online] United Nations (UN), General Assembly document A/42/427. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> (accessed 19 June 2015).
- Vermesan, O. & Friess, P. (Eds.). (2014). *Internet of Things-From Research and Innovation to Market Deployment*. River Publishers.
- Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., Jubert, I.S., Mazura, M., Harrison, M., Eisenhauer, M. and Doody, P. (2011) Internet of Things Strategic Research Roadmap, in Vermesan, O. and Friess, P. (Eds.), *Internet of Things - Global Technological and Societal Trends*, River Publishers, Denmark, pp.9–52.
- Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Sundmaeker, H., Eisenhauer, M., Moessner, K., Gall, F.L. and Cousin, P. (2013). Internet of Things Strategic Research and Innovation Agenda, in Vermesan, O. and Friess, P. (Eds.), *Internet of things: converging technologies for smart*

environments and integrated ecosystems, River Publishers, Denmark, 7 – 152.

Xiaocong, Q. & Jidong, Z. (2010, November). Study on the structure of “Internet of Things (IOT)” business operation support platform. In *Communication Technology (ICCT), 2010 12th IEEE International Conference on* (pp. 1068-1071). IEEE.

Zhang, K. M and Wen, Z. G. (2008) Review and challenges of policies of environmental protection and sustainable development in China, *Journal of environmental management*, 88(4): 1249 - 1261.

Zheng, J., Simplot-Ryl, D., Bisdikian, C. & Mouftah, H. T. (2011). The internet of things. *Communications Magazine, IEEE*, 49(11): 30-31.

