Analyzing the Development of IoT Business Ecosystem, for Empowering the Disabled People in the Field of Rehabilitation in Iran

(A Simulation Model with Agent Based Approach)

Aida Aghili Ashtiani[1], Abbas Toloie Eshlaghy[2*], Mohammadreza Motadel[3]

1. Ph.D. Candidate Department of Information Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Faculty member, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Faculty member, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*. Corresponding Author: toloie@gmail.com

Received: 16 February 2022 Revised: 22 April 2022 Accepted: 7 May 2022

Abstract

The development of the Internet of Things can be used to empower and improve the quality of human life, especially for the disabled. In this regard, the use of Internet of Things services in the field of rehabilitation requires the new Internet of Things businesses; Therefore, it is necessary to determine competitive and cooperation strategies in completing the product chain for the development and evolution of new businesses. The key issue is how to analyze the components of the business ecosystem and evaluate the role and behavior of actors who interact with each other to achieve co-evolution. This research aims to provide an analytical model for the development of the business ecosystem of the Internet of Things and to analyze the interactions and behaviors of its actors. According to the complexity and uncertainty of the mentioned ecosystem, a model based on the agent-based approach in the technology management system was proposed, and in the following, the simulation and analysis of the said model to network businesses based on the layers of the Internet of Things architecture and actors' interactions in Economic, technological, social and legal environments took place. The findings indicated a change in the behavior of associations, partners, government, and stakeholders in different roles and their influence on each other; Therefore, based on the analysis of the behavior of the agents, it led to the determination of the

contribution and role of the actors in the direction of the evolution of the ecosystem. The findings of the present research can help policymakers and executive managers to improve the development strategy of the Internet of Things business to provide the services needed by the disabled.

Keywords: ecosystem analysis, IoT, agent-based simulation, analytical modeling, disabled people

Citation: Aghili Ashtiani, A., Toloie Eshlaghy, A., & Motadel, M. (2022). Analyzing the development of IoT business ecosystem, for empowering the disabled people in the field of rehabilitation in Iran (A simulation model with agent based approach) [In Persian]. *Journal of Technology Development Management, 10*(1), 93-124.
https://doi.org/10.22104/jtdm.2022.5471.2966

تحلیل توسعه زیست‌بوم کسب‌وکار فناوری اینترنت اشیا به‌منظور توانمندسازی معلولان در حوزه توان‌بخشی ایران

(ارائه مدل شبیه‌سازی با رویکرد عامل‌بنیان)

آیدا عقیلی آشتیانی[۱]، عباس طلوعی اشلقی[۲*]، محمدرضا معتدل[۳]

۱. دانشجوی دکتری رشته مدیریت فناوری اطلاعات، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
۲. عضو هیئت‌علمی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
۳. عضو هیئت‌علمی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.
*. نویسنده مسئول: toloie@gmail.com

دریافت: ۲۷ بهمن ۱۴۰۰ بازنگری: ۲ اردیبهشت ۱۴۰۱ پذیرش: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۱

چکیده

گسترش و توسعه اینترنت اشیا می‌تواند در توانمندسازی و بهبود کیفیت زندگی انسان و به‌ویژه معلولان مورداستفاده قرار گیرد. دراین‌راستا به‌کارگیری خدمات اینترنت اشیا در حوزه توان‌بخشی، نیازمند توسعه کسب‌وکارهای نوین اینترنت اشیا است؛ بنابراین تعیین راهبردهای رقابتی و همکاری، در تکمیل زنجیره خدمات برای توسعه و تکامل کسب‌وکارهای نوین ضروری است. مسئله کلیدی، شناخت اجزای زیست‌بوم کسب‌وکار و ارزیابی نقش و رفتار بازیگرانی است که برای دستیابی به هم‌تکاملی با یکدیگر در تعامل‌اند. براین‌اساس هدف پژوهش حاضر، ارائه مدل تحلیلی برای توسعه زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا و تحلیل تعاملات و رفتارهای بازیگران آن می‌باشد. دراین‌راستا باتوجه‌به پیچیدگی و عدم‌قطعیت زیست‌بوم مذکور، مدلی مبتنی بر رویکرد عامل‌بنیان در نظام مدیریت فناوری پیشنهاد شد و در ادامه، شبیه‌سازی و تحلیل مدل مذکور با هدف شبکه‌سازی کسب‌وکارها مبتنی بر لایه‌های معماری اینترنت اشیا و تعاملات بازیگران در محیط‌های اقتصادی، فناوری، اجتماعی و قانونی صورت پذیرفت. یافته‌ها حاکی از تغییر رفتار انجمن‌ها، شرکا، دولت و ذی‌نفعان در نقش‌های مختلف و تأثیرپذیری آن‌ها از یکدیگر بود؛ براین‌اساس تحلیل رفتار عامل‌ها به تعیین سهم و نقش بازیگران در راستای تکامل زیست‌بوم منجر شد. یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران اجرایی برای بهبود راهبرد توسعه کسب‌وکار اینترنت اشیا به‌منظور ارائه خدمات موردنیاز معلولان کمک نماید.

کلمات کلیدی: ارزیابی زیست‌بوم، اینترنت اشیا، شبیه‌سازی عامل‌بنیان، مدل‌سازی تحلیلی، معلولان

مقدمه

اینترنت اشـیا[1] متشـکل از تعدادی از اشـیای ناهمگون است که به‌صورت شـبکه‌ای در بستر اینترنت بـا یکدیگر در تعامل هسـتند (رایان و واتسـون[2]، ۲۰۱۷). امروزه، محصولات و خدمات اینترنت اشـیا کاربردهای روزافزونی در زندگی بشر و در صنایع مختلف خصوصاً در بخش رفاه و سلامت دارند. باتوجه‌به این‌که بخشـی از اقشـار جامعه را افراد معلول با انواع معلولیت اعم از ذهنی، روانی، حسی و جسمی-حرکتی تشـکیل می‌دهند، محصولات و خدمات مبتنی بر اینترنت اشـیا می‌توانند در افزایش و بهبود کیفیت زندگی معلولان نیز نقش مؤثری ایفا نمایند.

توسـعه اینترنت اشـیا امـری اجتناب‌ناپذیر اسـت کـه براسـاس چارچوب و معماری مشـخصی قابل‌پیاده‌سـازی است. هریک از لایه‌های معماری اینترنت اشـیا، در تولید و ارائه بخشی از محصول و خدمت یا یک محصول و خدمت نهایی نقش اساسی دارند؛ از این‌رو، ایجاد و فعال‌سازی کسب‌وکارهای متنوع، در هریک از لایه‌های معماری اینترنت اشـیا ضروری اسـت. دراین‌راستا حاکمیت و بنگاه‌های کوچک و بزرگ برای تأمین تقاضای روزافزون محصولات و خدمات مبتنی بر اینترنت اشیا، نیاز به توسعه و یا تغییر مدل‌های کسب‌وکار و الگوهای خود دارند. درواقع، قابلیت اثرپذیری کسب‌وکارها از توسعه اینترنت اشـیا، تأثیرگذاری ایـن رویکرد جدید بر اقتصاد و محیط اجتماعـی و نهایتاً توانایی پیش‌بینی‌کنندگی اینترنت اشیا (باتکیه‌بر قابلیت‌های جمع‌آوری و تبدیل داده‌ها) به ایجاد رویکردی نوین در کسب‌وکارها و اقتصاد منجر شـده است (هویی[3]، ۲۰۱۴). از سـوی دیگر پویایی و دیجیتالی‌شدن کسب‌وکارها نیز به تأثیرپذیری توسـعه و تکامل مدل‌های کسـب‌وکار و نهایتاً توسعه نگاه زیسـت‌بومی در چرخه حیات محصول و خدمت منتج می‌شـود (آهاکنوس[4] و همکاران، ۲۰۱۴). در یک تعریف جامع، زیسـت‌بوم را می‌توان شامل اجتماعی از سـازمان‌ها، نهادها، افراد دانست که بر سرنوشت کسب‌وکارها، مشتریان و تأمین‌کنندگان تأثیر می‌گذارد و با ایجاد ارزش به هم‌تکاملی در اجتماع پویا و هدفمند مشارکت‌کنندگان منجر می‌شـود. نکته قابل‌توجه، وابستگی اجزای زیست‌بوم به یکدیگر برای دستیابی به تکامل و ایجاد ارزش است که ناشی از تعدد و پیچیدگی تعاملات میان سازمان‌ها و فعالیت‌ها می‌باشد (آدنر[5]، ۲۰۱۶). براسـاس مطالعات صورت‌پذیرفته، ذی‌نفعان هر کسب‌وکار رفتار خاصی را طی چرخه‌حیات زیست‌بوم

1 . Intenet of Things (IoT)
2 . Ryan & Watson
3 . Hui
4 . Ahokangas
5 . Adner

بروز می‌دهند و تعامل میان کسب‌وکارها و رقابت و همکاری آن‌ها در دستیابی به سرنوشتی مشترک برای کسب و خلق ارزش در چرخه حیات سازمان حائز اهمیت است (شانگ و شی[1]، ۲۰۱۳). ازاین‌رو، همگرایی شبکه‌های ارزش در زیست‌بوم‌های مبتنی بر اینترنت اشیا ضروری می‌باشد.

اما تنوع اشیا، نارسایی در نوآوری‌ها و عدم‌بلوغ کامل محصولات و خدمات مبتنی بر اینترنت اشیا از یک‌سو و وجود زیست‌بوم‌های غیرساختاری (وسترلاند[2] و همکاران، ۲۰۱۴)، عدم‌قطعیت و الزامات مربوط به قابلیت همکاری میان مشارکت‌کنندگان در زیست‌بوم (رانگ[3] و همکاران، ۲۰۱۵) از سویی دیگر، از چالش‌های کسب‌وکارهای اینترنت اشیا به‌شمار می‌روند. عدم‌قطعیت، رویدادهای ناشناخته آشکار و ناآشکاری است که تأثیر آن‌ها، ناشناخته و تغییرات احتمالی آن‌ها ازپیش‌تعیین‌نشده است (جانسون و سافتسن[4]، ۲۰۱۵). برای مدیریت عدم‌قطعیت، اطلاع از منابع و حیطه‌های مرتبط ضروری است (وارد و چپمن[5]، ۲۰۰۸) چراکه آشنایی ناکافی کسب‌وکارها از نقش بازیگران و عملکرد زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا (فوگل[6]، ۲۰۱۵)، موجب تصمیم‌گیری نادرست در نحوه سرمایه‌گذاری در اینترنت اشیا (رایان و واتسون، ۲۰۱۷) و تعیین راهبردهای نامناسب برای توسعه و مدیریت آن می‌شود. به همین دلیل شناخت فرایند و تعاملات وابسته در زیست‌بوم کسب‌وکار، تأکید بر بررسی چگونگی عملکرد مدل نوین کسب‌وکار اینترنت اشیا، فراتر از مرزهای روابط سنتی دارد (لیواری[7] و همکاران، ۲۰۱۶).

دراین‌راستا مطالعاتی صورت پذیرفته است که از حیث رویکرد، روش، نقاط تمرکز و دستاوردها تفاوت‌های فراوانی داشته‌اند و هریک به جنبه‌های متفاوتی پرداخته‌اند. لیکن نکته قابل‌تأمل، فقدان مدل تحلیلی زیست‌بوم برای توسعه کسب‌وکارهای مرتبط با محصولات و خدمات اینترنت اشیا است. براین‌اساس در پژوهش حاضر با به‌کارگیری رویکرد عامل‌بنیان، تعاملات بازیگران و رفتارهای پیچیده عامل‌ها در محیط زیست‌بوم کسب‌وکارهای مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا برای تولید محصولات موردنیاز معلولان، در چارچوبی مشخص شبیه‌سازی می‌شود. در حوزه توان‌بخشی، کسب توانمندی و استقلال و همچنین امکان تعامل در محیط زندگی برای معلولان و کم‌توانان از ارزش‌های کلیدی است چراکه با تمرکز بر حصول این ارزش‌ها، کیفیت زندگی این قشر از جامعه بهبود خواهد یافت. براین‌اساس، دیدگاه

1 . Shang & Shi
2 . Westerlund
3 . Rong
4 . Johnansson & Safsten
5 . Ward & Chapman
6 . Fugl
7 . Livari

راهبردی جهت تکامل زیست‌بوم و توسعه کسب‌وکار اینترنت اشیای کشور و به‌ویژه توجه به توانمندسازی و بهبود کیفیت زندگی معلولان با رویکردهای عامل‌بنیان، نوآوری موضوعی پژوهش حاضر است که در پژوهش‌های داخلی و خارجی کمتر موردتوجه قرار گرفته است. در ادامه، ابتدا مطالعات پیشین مرور و پس از بیان مسئله، روش اجرای پژوهش تشریح می‌شود. سپس مدل پیاده‌سازی‌شده در ۱۷ سناریو موردبررسی قرار می‌گیرد و با اجرای آزمون‌های صحت‌سنجی و اعتبارسنجی، مدل نهایی باتکیه‌بر نظر خبرگان استخراج می‌شود. درنهایت نیز تحلیل اجزای زیست‌بوم و پیش‌بینی آینده صورت می‌پذیرد.

پیشینه پژوهش

اینترنت اشیا برمبنای توسعه اینترنت با استفاده از تعداد زیادی اشیا ازجمله حسگرها، محرک‌ها و کاربران با توانایی پردازش و عملکرد در محیط شبکه‌ای جهت ارائه اطلاعات با وضوح بالا بنا شده است (رایان و واتسون، ۲۰۱۷). به‌کارگیری محصولات اینترنت اشیا زمینه‌ساز بهبود در فرایندهای عملیاتی، ایجاد ارزش، کاهش هزینه و تهدید می‌شود که ناشی از شفافیت، ردیابی، سازگاری، مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری این فناوری است (رانگ و همکاران، ۲۰۱۵ به نقل از چویی[1]، ۲۰۱۰). مطالعات بسیاری در زمینه تأثیر اینترنت اشیا و کاربردهای آن در صنایع و حوزه‌های مختلف انجام شده که هریک به ابعاد متفاوتی از آن پرداخته‌اند و در برخی موارد پلتفرم‌های فنی تولید محصولات و خدمات اینترنت اشیا را مدنظر قرار داده‌اند. در بررسی پلتفرم‌های فنی، معماری‌های متفاوتی با تعداد لایه‌های مختلف معرفی شده‌اند. براساس نوع کاربرد محصول اینترنت اشیا و ماهیت پژوهش، معماری خاصی با تعداد لایه‌ای مشخص انتخاب می‌شود. دراین پژوهش مدل هفت‌لایه‌ای معماری اینترنت اشیا شامل لایه‌های دستگاه‌های فیزیکی، شبکه، ارتباطات، ذخیره‌سازی داده، خدمت، برنامه کاربردی، همکاری و فرایندها (زافستاس[2]، ۲۰۱۸) انتخاب شد؛ زیرا توجه به جزئیات لایه‌ها در این معماری، از سایر معماری‌ها مناسب‌تر ارزیابی شد.

از سوی دیگر، مطالعات انجام‌شده نشان داد که برای توسعه محصولات و خدمات، توسعه مدل‌های کسب‌وکارهای مبتنی بر اینترنت اشیا امری اجتناب‌ناپذیر است. در پژوهش‌های مطالعه‌شده، مدل‌های کسب‌وکار مختلف با ابعاد و شاخص‌های گوناگون موردبررسی قرار گرفته‌اند. یکی از پرکاربردترین مدل‌ها، مدل بوم کسب‌وکار[3] است که شامل شرکای اصلی، فعالیت‌های اصلی، منابع اصلی، گزاره‌های

1 . Chui
2 . Tzafestas
3 . Business Model Canvas (BMC)

ارزش، کانال‌های توزیع، ارتباطات مشـتری، گروه مشـتریان، سـاختار هزینه و جریان درآمد می‌باشد (دیجیکمانا[1] و همکاران، ۲۰۱۵). این مدل از وضوح قابل‌ملاحظه‌ای برخوردار اسـت و شـاخص‌های مهمی از کسـب‌وکار را در بر می‌گیرد اما کلیه ویژگی‌های زیسـت‌بوم را در نظر نمی‌گیرد. از سوی دیگر لمینن[2] و همکاران (۲۰۱۲) عناصر اصلی اینترنت اشـیا شـامل «زیسـت‌بوم»، «هسـته زیست‌بوم» و «مدل کسـب‌وکار» را به‌عنوان چارچوبی تحلیلی تعریف کردند و تنوع مدل‌های کسب‌وکار در زیست‌بوم اینترنت اشیا را براساس نوع شبکه‌ای-خصوصی[3] و نوع مشتریان دسته‌بندی کردند. این مدل علی‌رغم نقش‌آفرینی به‌عنوان مبنایی برای پژوهش‌های آتی، ابعاد دیگر زیست‌بوم را نادیده گرفته است. زیست‌بوم اینترنت اشیا، فضایی است که اشیا متنوع با فناوری اینترنت اشیا با یکدیگر در تعامل هستند و باتوجه‌به وسـعت و پیچیدگـی روابط، دارای اجزایی شـامل سـخت‌افزار، ارتباطات، امنیت، پلتفـرم، نگهداری و پردازش اطلاعات، برنامه‌ها، سـرویس‌ها، آنالیز داده می‌باشد. زیسـت‌بوم کسب‌وکار نیز شبکه‌ای از خریـداران، تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان محصولات یا خدمـات مرتبط و همچنین محیط اجتماعی - اقتصادی و چارچوب نهادی و قانونی اسـت (فوگل، ۲۰۱۵ به‌نقل از مور[4]، ۱۹۹۶)؛ بنابراین بررسـی مدل‌های ترکیبی زیست‌بومی در دو زمینه کسب‌وکار و اینترنت اشیا ضروری می‌باشد. اگرچه زیست‌بوم کسـب‌وکار در محیط فناوری اینترنت اشـیا، از نظریه‌های زنجیره تأمین پویا توسعه‌یافته است (رانگ و همکاران، ۲۰۱۳)، سـطح تعاملات آن بیش از یک زنجیره تأمین است. مشارکت‌کنندگان در زیست‌بوم قابلیت‌های خود را پیرامون مجموعه‌ای مشـترک از فناوری‌ها، همکاری و رقابت (ماژلیس[5] و همکاران، ۲۰۱۲) برای حمایت از محصولات جدید و نیازهای مشـتریان (آدنر، ۲۰۱۶) و در تعامل و هماهنگی و یک سرنوشت مشترک ذی‌نفعان (رانگ و همکاران، ۲۰۱۳) دنبال می‌کنند شانگ و شی (۲۰۱۳) بر این باور هسـتند که هریک از ذی‌نفعان رفتار خاصی را در زیست‌بوم کسب‌وکار نشان می‌دهند؛ درحالی‌که هم‌تکاملی و دستیابی به سرنوشتی مشـترک در طول چرخه حیات زیست‌بوم کسب‌وکار نیز موردتوجه پژوهشـگران قرار گرفته اسـت (فوگل، ۲۰۱۵، به نقل از مور[6]، ۱۹۹۳). در دیدگاه زیست‌بومی، آپوارد و جونز[7] (۲۰۱۶) بر ارتباطات و وابسـتگی‌های قوی درون‌سـاز و عملکرد درونی زیست‌بوم تأکید کردند.

1 . Dijkmana
2 . Leminen
3 . Network-Private
4 . Moore
5 . Mazhelis
6 . Moore
7 . Upward & Jones

آهاکنوس و همکاران (۲۰۱۴) نیز در توسعه و تحلیل زیست‌بوم بر همگرایی نقش مدل‌های کسب‌وکار اشاره داشتند. دراین‌راستا اوچیهیرا[1] و همکاران (۲۰۱۶) بوم «اشتراک، اتصال، تحلیل و شناسایی»[2] و بوم «راهبرد باز و بسته»[3] را در خانه هوشمند و کارخانه هوشمند بررسی و چهار عنصر پیشنهادهای ارزش، منابع کلیدی، فعالیت‌های کلیدی، شرکای کلیدی را ارائه کردند. این مدل علی‌رغم تعیین نقش‌های بازیگران زیست‌بوم، صرفاً بر پلتفرم‌های فنی متمرکز بود که قابلیت تعیین راهبردها را ندارند. یورولا[4] و همکاران (۲۰۱۵) مدل چهارلایه‌ای متمرکز بر ارتباطات، محتوا، زمینه، راه‌حل‌های زیست‌بوم اینترنت اشیا را با تأکید بر وابستگی ارائه دادند که صرفاً قابلیت تحلیل پایین‌به‌بالا را دارا بود. رانگ و همکاران (۲۰۱۵) نیز مدل شش‌لایه‌ای متمرکز بر زمینه، همکاری، ساخت، پیکره‌بندی، قابلیت و تغییرات را برای درک ساختار زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا ارائه دادند که راهبردی برای رهبری پلتفرم ماشین - ماشین[5] بود و درنتیجه به تعاملات زیست‌بوم و راهبرد رقابت و همکاری اشاره‌ای نداشت. لیواری و همکاران (۲۰۱۶) موقعیت شرکت‌ها در زیست‌بوم را از لحاظ مرحله، دامنه و مقیاس همکاری در ایجاد و کسب ارزش تعیین نمودند، اما این مطالعه صرفاً کیفی نیز قادر به تعیین نقش بازیگران نبود. فراتر از رقابت و همکاری، آدنر (۲۰۱۶) راهبرد زیست‌بوم را به‌عنوان ساختار[6] و همچنین به‌عنوان وابستگی[7] برای هم‌راستایی فعالیت‌ها، نقش‌آفرینان، موقعیت‌ها و ارتباطات تعریف کردند. در پژوهش مذکور نیز علی‌رغم بررسی متغیرهای متعددی نظیر چگونگی ارتباط ایده‌های مرتبط با مدل‌های کسب‌وکار، پلتفرم‌ها، همکاری، بازارهای چندجانبه، شبکه‌ها، نظام‌های فناوری، زنجیره‌های عرضه، شبکه‌های ارزش، حدود مرزها، هم‌پوشانی، افزونگی و کاربردپذیری، کماکان رویکردی کیفی به متغیرها اتخاذ شد. همچنین فوگل (۲۰۱۵) نقش راهبرد کسب‌وکار اینترنت اشیا (چه‌کسی، چه، چه‌زمانی، کجا، چرا و چگونه) را در طول زنجیره ارزش اینترنت اشیا در سه سطح سازمان، زیست‌بوم و صنعت بررسی کرد اما این پژوهش نیز صرفاً به تجزیه‌وتحلیل کیفی و مقایسه مدل‌های پیشین پرداخت. نهایتاً مؤذن‌زاده و حمیدی[8] (۲۰۱۶) نیز با رویکردی مشابه به ارزش مشتری و ارتباط با مشتری اشاره داشتند و همکاری

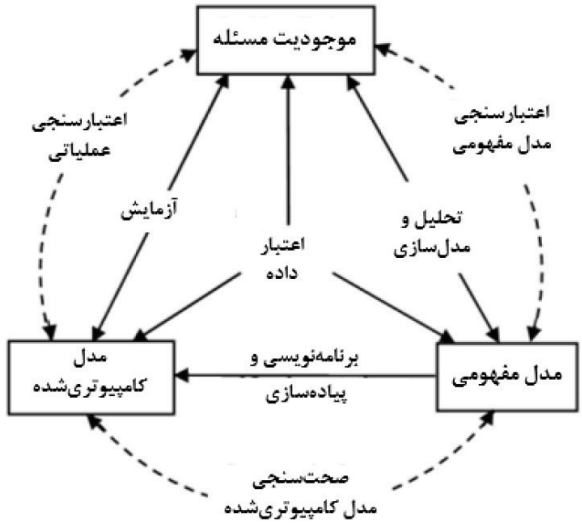
1 . Uchihira
2 . Share-Connect-Analyze-Identify
3 . Open & Closed Strategy Canvas
4 . Yrjölä
5 . M2M
6 . Ecosystem-as-Structure
7 . Ecosystem-as-Affiliation
8 . Moazenzade & Hamidi

را به‌عنوان مهم‌ترین سازه در مدل کسب‌وکار اینترنت اشیا معرفی کردند. مرور بر مطالعات انجام‌شده نشان داد که عدم‌کمّی‌سازی متغیرها، توجه صرف به دیدگاهی خاص و فقدان دیدگاه یکپارچه مبتنی بر تعیین نقش‌ها و چگونگی تعاملات اجزا، خلأهای پژوهشی عمده در مطالعات مرتبط با این موضوع می‌باشند و ازاین‌رو ضرورت انجام پژوهشی جامع احصا می‌شود.

درراستای انتخاب روش پژوهش، اصغرپور ماسوله و امیری[1] (۲۰۱۴) به نقل از گیلبرت و رویتزش[2] (۲۰۰۵)، مدل‌سازی عامل‌بنیان را را به‌عنوان روشی پایین‌به‌بالا و بالابه‌پایین برای رفع مناقشات خرد و کلان معرفی نمودند و آن را روش تحلیلی جدیدی در علوم اجتماعی می‌دانند؛ چراکه در این روش مقیاس ساده و کوچک‌تر می‌شود و جزئیات و پیچیدگی کمتری موردتوجه قرار می‌گیرد. گومز[3] و همکاران (۲۰۱۷) به کاربرد و نقش شبیه‌سازی عامل‌بنیان در مطالعات رفتار سازمانی، راهبرد، تصمیم‌گیری و حل مسئله اشاره کردند. ماکال و نورث[4] (۲۰۱۴) به ساختار مدل‌های عامل‌بنیان، عناصر، ارتباطات، فرایند، شرایط به‌کارگیری و انگیزه گرایش به این مدل اشاره دارند. ابوالفتحی[5] و همکاران (۲۰۲۰) به تحلیل عملیاتی برای ایجاد مدل‌سازی عامل‌بنیان در ۸ گام پرداختند و چگونگی اعتبارسنجی مدل را باتکیه‌بر مقایسه محدوده، ساختار، ورودی و خروجی مدل با دنیای واقعی تشریح کردند. همچنین ابوالفتحی و همکاران (۲۰۱۸) به ارائه مدل مفهومی دسته‌بندی پژوهش‌ها در به‌کارگیری ساختار عامل‌بنیان براساس نوع پژوهش (شامل بدون نظریه و فرضیه، با فرضیه کیفی تحلیل‌شده، با فرضیه کمی تحلیل شده، با نظریه کیفی و با نظریه کمی) پرداختند. باسینگاب[6] (۲۰۱۷) روش‌شناسی مدل‌سازی کسب‌وکار اینترنت اشیا را در سه گام ایده‌پردازی، درک چالش‌ها و آمادگی برای انجام فعالیت‌ها معرفی کرد و به اهمیت و مؤثربودن مدل‌سازی عامل‌بنیان دراین‌راستا اشاره کرد. کولی و سولانو[7] (۲۰۱۱) علاوه‌بر دسته‌بندی اعتبارسنجی در سه دسته ساختاری، پیشگویانه و تکرار، به تشریح دسته‌بندی مدل‌های عامل‌بنیان و ویژگی‌های آن‌ها اشاره کردند و افزایش درك سازوکارهای اساسی پدیده را به‌عنوان هدف مدل‌سازی معرفی کردند. بالچی[8] (۱۹۹۴) فرایندها و قابلیت روش‌های اعتبارسنجی، صحت‌سنجی و

1 . Asgharpour Masole & Amiri
2 . Gilbert & Troitzsch
3 . Gomez
4 . Macal & North
5 . Abolfathi
6 . Basingab
7 . Cooley & Solano
8 . Balci

آزمایش را از طریق چرخه حیات شبیه‌سازی، در ۶ دسته ۱-غیررسمی، ۲-ایستا[1]، ۳-پویا، ۴-نمادین[2]، ۵-روش‌های ثابت و ۶-رسمی معرفی کرد. در این پژوهش جامع -که درکل شامل بیش از ۴۵ روش بود- ادغام روش‌ها طی گام‌های مختلف پژوهش موردتأکید قرار گرفته بود. سرگنت (۲۰۰۴) بر فرایندی‌بودن اعتبارسنجی و صحت‌سنجی در شبیه‌سازی از گام اولیه تعریف مسئله تا پیاده‌سازی و تحلیل خروجی‌های دریافتی ادامه اشاره کرد (شکل ۱). البته هیچ‌یک از فرآیندها و یا روش‌ها، اطمینان مطلق از صحت‌سنجی را تضمین نمی‌کند؛ بنابراین این موضوع در پژوهش‌های کیفی با چالش‌هایی مواجه است. ژانگ[3] و همکاران (۲۰۰۵)، مدل اعتبارسنجی و صحت‌سنجی مدل‌سازی عامل‌بنیان را براساس منطق استنتاجی و منطق مقایسه‌ای مدل-مدل تعریف کردند. براین‌اساس، ترکیب روش‌ها و متناسب‌سازی آن با دسته‌بندی پژوهش‌ها در یک روش فرایندی می‌تواند اعتبار مناسبی را برای پژوهش‌های کیفی تأمین نماید.



شکل ۱: فرایند مدل‌سازی و صحت‌سنجی سرگنت[4] (۲۰۰۴)

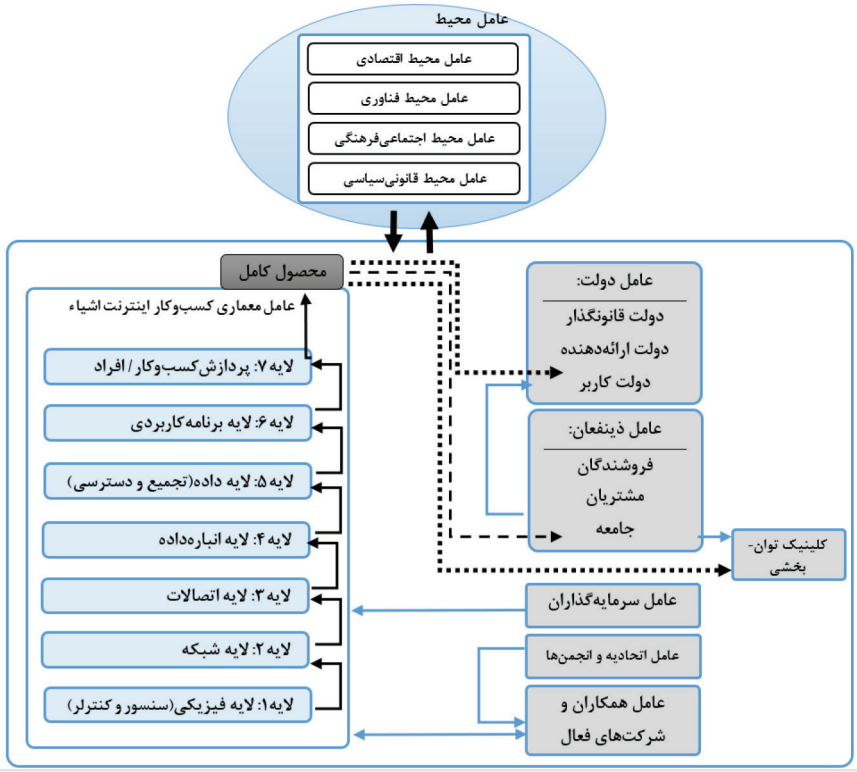
باتوجه‌به اهمیت رفع نیاز معلولان، بررسی پژوهش‌های مرتبط نشان داد که اغلب مطالعات صرفا به

1 . Static
2 . Symbolic
3 . Xiang
4 . Sargent

ابعاد خاصی توجه داشته‌اند. آناگنوستوپولوس[1] و همکاران (۲۰۱۸) صرفاً به پلتفرم‌های فنی (ماشین-ماشین[2]) و ارتباط دستگاه‌ها در این حوزه اشاره داشته‌اند. براساس بررسی‌های صورت‌پذیرفته، به جنبه‌های کلی و جزیی زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا در کشور با دیدگاه راهبردی و تعیین نقش بازیگران در یک فرایند اجرایی توجه نشده است. دراین‌راستا مدل عقیلی آشتیانی[3] و همکاران

(۲۰۲۱) به ارائه ترکیبی از دسته‌بندی بازیگران زیست‌بوم و مدل بوم کسب‌وکار در شرایط محیطی اقتصادی، فناوری، اجتماعی-فرهنگی، قانونی-سیاسی باتوجه‌به معماری هفت‌لایه‌ای اینترنت اشیا پرداخته است. اعتبار این مدل با توزیع پرسش‌نامه ۱۱۹ گویه‌ای در میان ۱۰۰ خبره و باتکیه‌بر روش تحلیل محتوا و محاسبه بارهای عاملی تأیید شده است؛ هرچند دراین‌راستا بازار و چرخه‌حیات زیست‌بوم از مدل حذف شدند. پژوهش حاضر براساس ابعاد مدل پایه عقیلی آشتیانی و همکاران (۲۰۲۱)، به مدل‌سازی ازطریق مدل فرایندی مبتنی‌بر تعاملات و رفتار عامل‌ها و شبکه‌سازی کسب‌وکارها در لایه‌های معماری اینترنت اشیا می‌پردازد و مدل مفهومی پیشنهادی (شکل ۲) را جهت تحلیل و پیش‌بینی رفتارها در زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا، ازطریق رویکرد عامل‌بنیان شبیه‌سازی می‌نماید. هدف پژوهش حاضر ارائه مدلی بومی برای توسعه فناوری اینترنت اشیا و کسب‌وکارهای مرتبط جهت بهبود کیفیت زندگی معلولان است.

1 . Anagnostopoulos
2 . M2M
3 . Aghili Ashtiani



شکل ۲: مدل مفهومی تحلیل زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر ازنظر هدف کاربردی است و شبیه‌سازی با رویکرد عامل‌بنیان صورت پذیرفته است. مدل مفهومی پیشنهادی تحلیل زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا (شکل ۲) براساس ترکیبی از مدل بازیگران زیست‌بوم و مدل بوم کسب‌وکار با شاخص‌های محیطی اقتصادی، فناوری، اجتماعی - فرهنگی، قانونی - سیاسی و شبکه‌سازی در معماری هفت‌لایه‌ای اینترنت اشیا، باتوجه‌به خصوصیات و رفتارهای عامل‌ها طراحی شده است. مطابق با اصول مدل‌سازی عامل‌بنیان، گام‌های شبیه‌سازی در پیاده‌سازی روابط و قوانین حاکم بر تعاملات مدل در نرم‌افزار انیلاجیک[1] (نسخه ۸/۷) دنبال شدند: در گام اول برای بررسی مناسب‌بودن اجرای پژوهش حاضر توسط رویکرد عامل‌بنیان، مدل مفهومی

1 . Anylogic 8/7

پیشنهادی اولیه (شکل ۲) برای تبیین زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا ارائه شد.

جدول ۱: متغیرها و مقداردهی اولیه مدل‌شبیه‌سازی

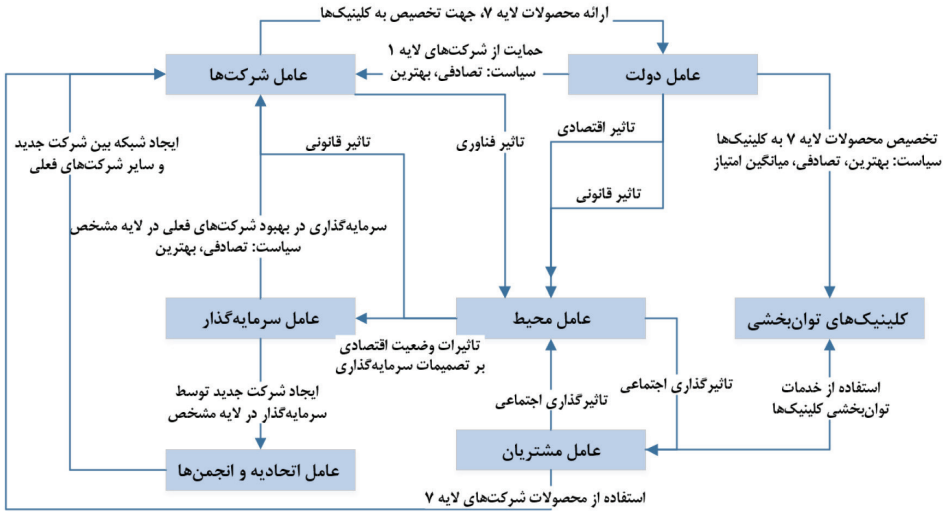
عنوان متغیرها در مدل شبیه‌سازی	مقداردهی اولیه	عنوان متغیرها در مدل شبیه‌سازی	مقداردهی اولیه
تعداد کل شرکت‌ها	۳۵	احتمال ایجاد شرکت جدید توسط سرمایه‌گذار	۰/۰۵
تعداد شرکت‌ها در هر لایه معماری	توزیع ۳۵ شرکت بین لایه‌های ۱ تا ۷ معماری	احتمال بهبود شرکت فعلی توسط سرمایه‌گذار	۰/۹۵
حداکثر تعداد شرکت‌ها در هر لایه	۵ شرکت (کسب‌وکار) و هر شرکت یک محصول	درصد نیاز معلولان به خدمات	۰/۱
تعداد مشتریان	۱۰۰	تأثیر نوع در شدت معلولیت	۰/۱
زمان شبیه‌سازی	۱۰۰ ماه	رضایت از محصول پس از استفاده	۰/۸
نرخ تماس مشتریان	۰/۰۱	میزان آگاهی مشتری	۰/۱
سیاست شبکه‌سازی بین شرکت‌ها	۱- تصادفی ۲- ایده‌آل‌گرایانه	اگر امتیاز شرکت ۱ باشد (تعداد ارتباط حداکثری با n شرکت)	۳
احتمال بهبود شرکت‌ها براثر وضع قانون توسط دولت قانون‌گذار	٪۷	اگر امتیاز شرکت ۲ باشد (تعداد ارتباط حداکثری با n شرکت)	۵
میزان تأثیر قانون توسط دولت قانون‌گذار	٪۱۰	اگر امتیاز شرکت ۳ باشد (تعداد ارتباط حداکثری با n شرکت)	۷
سیاست توسعه لایه‌ها توسط دولت ارائه‌دهنده	۱- تصادفی ۲- بهینه	اگر امتیاز شرکت ۴ یا ۵ باشد (تعداد ارتباط حداکثری با n شرکت)	۱۰
سیاست‌های انتخاب محصول توسط دولت کاربر (براساس امتیاز)	۱- اتفاقی ۲- امتیاز بالا ۳- امتیاز متوسط	دوره زمانی اقدام دولت به‌عنوان تسهیل‌گر	۶ ماه
درصد تغییرات اقتصادی اعمال‌شده توسط دولت (سالیانه)	٪۱	دوره زمانی اقدام سرمایه‌گذار	۶ ماه

در گام دوم بـرای انتخاب نظریه یا فرضیه به‌منظور تطبیق مدل، از نظریه کیفی مبتنی بر مدل پایه

پژوهش استفاده شد و تعاملات و رفتار عامل‌ها بررسی شد.

در گام سوم طراحی مدل قابل‌پیاده‌سازی برای اجرای قوانین حاکم بر تعاملات عامل‌ها در شبیه‌سازی انجام شد (شکل ۳). براین‌اساس محدوده مدل، ارزیابی زیست‌بوم کسب‌وکارهای اینترنت اشیا در فعالیت حوزه توان‌بخشی برای کم‌توانان و معلولان کشور بود. در تطبیق نظریه در سطح خُرد نیز برای بررسی ابزار انطباق در مدل‌سازی عامل‌بنیان، تعاملات عامل‌ها در فواصل زمانی مشخص (متناسب با برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت) تعیین شد. در ادامه برای تعیین تأثیرات محیطی توسط مؤلفه‌های ورودی و خروجی و مقداردهی اولیه (طبق جدول ۱) براساس داده‌های تجربی، وضع موجود و سیاست‌های قابل‌اتخاذ برای کلیه بازیگران و متغیرها و همچنین ازطریق آزمایش‌های مکرر حاصل شد. سپس تعریف عامل‌ها و ویژگی‌های هریک در تعاملات براساس ابزار انطباق انجام شد و تعریف و نمایش رفتارهای مدل صورت پذیرفت. در نهایت زمان به‌عنوان مؤلفه اثرگذار در عامل‌ها و در شبکه‌سازی درنظر گرفته شد.

در گام چهارم برای سنجش اعتبار مدل، شامل صحت‌سنجی و اعتبارسنجی، از ترکیب روش بالچی (۱۹۹۴) و روش فرایندی سرگنت (۲۰۰۴) استفاده شد. صحت‌سنجی مدل، انطباق فرایند با الگوها، قوانین و مدل مفهومی است (ابوالفتحی و همکاران، ۲۰۲۰)؛ بنابراین بخشی از صحت مدل مفهومی پایه پژوهش حاضر براساس مدل پژوهش عقیلی آشتیانی و همکاران (۲۰۲۱) شامل صحت شاخص‌ها و مؤلفه‌ها، به‌صورت کیفی و کمی ازطریق تحلیل محتوا و معادلات ساختاری تأیید شد. در ادامه فرایند صحت‌سنجی، با طراحی مدل ارتباطی، تبدیل مدل پایه به مدل قابل‌درک جهت نمایش تعاملات عامل‌های شناسایی‌شده انجام شد (شکل ۲) و کنترل مدل توسط خبرگان ازطریق پرسش‌نامه صورت پذیرفت. سپس مدل پیاده‌سازی‌شده (شکل ۳) جهت شبیه‌سازی، در نرم‌افزار انیلاجیک اجرا شد. خطاهای دستوری-منطقی با اجرای مکرر برنامه، استخراج و اصلاح شد. براین‌اساس با تغییر در مؤلفه‌های ورودی، خروجی، مؤلفه‌های رصد و مدل توسط خبرگان بررسی شد.



شکل ۳: مدل پیاده‌سازی نمایش قوانین حاکم‌بر تعاملات عامل‌ها در شبیه‌سازی

اعتبارسنجی، انطباق مناسب مدل عامل‌بنیان با دنیای واقعی طبق نظریه انطباقی پژوهش است که شامل محدوده و ساختار مدل، ورودی و خروجی‌های مدل است (ابوالفتحی و همکاران، ۲۰۲۰). در پژوهش حاضر از روش تجربی و اعتبارسنجی ظاهری، مبتنی بر بررسی خبرگان استفاده شد. دراین‌راستا اعتبارسنجی ظاهری ازطریق نمایش نگاشتاری[1] متغیرهای آماری و نمایش نمودارهای خروجی، تعاملات و رفتار عامل‌ها در دامنه تعریف‌شده و متناسب با فرضیات پیش‌بینی‌شده و براساس دنیای واقعی انجام شد. ذیل این‌گونه اعتبارسنجی، بررسی تغییرپذیری ازطریق مؤلفه‌های ورودی مؤثرتر برای تعیین تأثیر بر خروجی مدل صورت پذیرفت. همچنین اعتبارسنجی ظاهری پیش‌بینی‌کننده ازطریق مقایسه رفتار واقعی سیستم و پیش‌بینی مدل با بررسی اجرای برنامه، خروجی‌ها و نمودارهای آماری و کل فرایند توسط خبرگان تأیید شد. اعتبارسنجی اجزاء نیز با تأکید بر روابط علی و معلولی متغیرها، صورت پذیرفت؛ براین‌اساس قابلیت تکرارشوندگی و پیش‌بینی‌کنندگی مدل با کنترل ورودی و خروجی‌ها، تغییر در مؤلفه‌ها با تکرار آزمایش و اجرای مدل انجام شد. آزمایش‌ها ۱۵۰ بار و در هر مرحله، ورودی و تأثیرات مؤلفه‌ها بر خروجی، کنترل و بررسی شد. براین‌اساس باتوجه‌به اعتبارسنجی صورت‌پذیرفته، مشخص شد که فرایندها و نتایج در چارچوب مبانی نظری و دانش ضمنی خبرگان

1 . Graphical

سیستم یا ذی‌نفعان، منطقی و قابل‌قبول هستند. درنهایت مدل در قالب ۱۷ سناریو مبتنی بر متغیرهای جدول ۱ مقداردهی و شبیه‌سازی شد و براساس آن نتایج نهایی مشخص شد.

اعتبارسنجی براساس روش‌های پیشنهادی بالچی (۱۹۹۴) انجام پذیرفت؛ دراین‌راستا اعتبارسنجی با روش میزکار[1] به بررسی اطمینان از صحت، کامل‌بودن، ثبات و عدم‌ابهام مدل از ابتدای فرایند مدل‌سازی می‌پردازد؛ اعتبارسنجی با روش مرور[2] به بررسی مجموعه‌ای از شاخص‌های مرتبط با مناسب‌بودن تعریف، کفایت مفروضات، پایبندی به استانداردها، روش مدل‌سازی مورداستفاده، کیفیت نمایش مدل، ساختار مدل، سازگاری مدل، کامل‌بودن مدل و مستندسازی در گام‌های مدل‌سازی اشاره دارد؛ اعتبارسنجی رصد[3] در اجرا بر آشکارسازی خطاهای دستوری - منطقی برنامه با بررسی کد و رویدادهای رابط‌های زیرمدل و مسیرهای اجرای مدل و همچنین تشخیص کدهای اضافی، ساختار معیوب و خطاهای مدل توجه دارد و نهایتاً اعتبارسنجی آزمون جعبه سفید[4] به بررسی عناصر مدل طبق منطق داخلی مدل مفهومی، نمایش داده‌های داخلی، بازبینی طراحی مدل می‌پردازد. البته شایان‌ذکر است که اعتبارسنجی‌های مذکور با روش اعتبارسنجی فرایندی سرگنت (۲۰۰۴) تلفیق شد. درنهایت، اعتبارسنجی نهایی با توزیع پرسش‌نامه‌ای با ۲۳ سؤال در میان ۱۰ خبره (متشکل از ۵ تن از استادان دانشگاه و ۵ تن از مدیران ارشد اجرایی با مدرک تحصیلی دکتری مسلط به حوزه مدیریت فناوری اطلاعات و حوزه توان‌بخشی) صورت پذیرفت. براین‌اساس کمترین و بیشترین امتیاز ۴ و ۵، کمترین و بیشترین مقدار انحراف معیار ۰ و ۰/۵، کمترین و بیشترین مقدار واریانس ۰ و ۰/۲۶ بود (شکل ۴). انحراف معیار اندک از میانگین، مبین اجماع نظر خبرگان و نزدیکی توزیع پاسخ‌ها به نرمال می‌باشد.

در گام پنجم می‌بایست قابلیت توسعه مدل موردتوجه قرار گیرد، اما این مورد خارج از محدوده پژوهش حاضر می‌باشد.

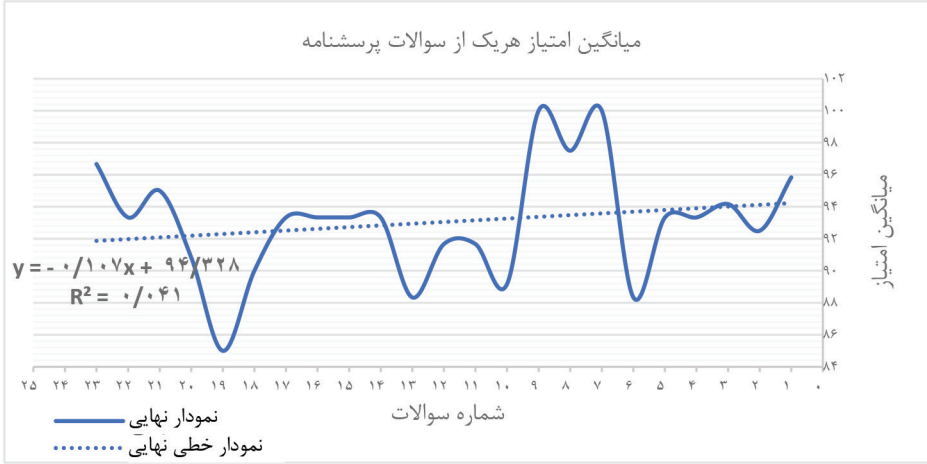
در گام ششم نتایج به‌دست‌آمده با طراحی آزمایش‌ها طبق مؤلفه‌های ورودی طراحی با نتایج قابل‌پیش‌بینی مقایسه شد.

در گام هفتم جهت سنجش اعتبار آزمایش، خروجی‌ها در شرایط مختلف با یکدیگر مقایسه شدند.

در گام آخر، آزمایش‌ها، نتایج و تحلیل‌ها، مبنای اجرای سناریوهای نهایی قرار گرفتند. براین‌اساس

1 . Check Desk (Validation, Verification, and Testing Techniques (VV & T))
2 . Reviews (Validation, Verification, and Testing Techniques (VV & T))
3 . Execution Monitoring (Validation, Verification, and Testing Techniques (VV & T))
4 . White-box testing (Validation, Verification, and Testing Techniques (VV & T))

۱۷ سناریو طراحی شد و به‌ازای هریک نیز ۵ خروجی استخراج شد.



شکل ۴: روند اجماع‌نظر خبرگان در تأیید اعتبارسنجی و صحت‌سنجی

یافته‌ها

پژوهش حاضر به‌فراخور وجود پیچیدگی در تعاملات بازیگران و برای توسعه کسب‌وکارها، به ارزیابی زیست‌بوم مدل‌های کسب‌وکار اینترنت اشیا جهت بهبود کیفیت زندگی معلولان در حوزه توان‌بخشی پرداخت و با رویکرد عامل‌بنیان، مدل را شبیه‌سازی و از روش‌های ترکیبی اعتبارسنجی استفاده کرد. یافته‌ها براساس قوانین حاکم بر تعاملات عامل‌ها، رفتار عامل‌ها، خروجی‌های مدل و اجرای مدل در سناریوها ارائه شد.

۱) قوانین حاکم بر تعاملات عامل‌ها در مدل، بررسی و تأیید شد. دراین‌راستا عامل دولت بر عامل محیط و عامل شرکت‌ها به ترتیب تأثیر اقتصادی و قانونی دارد. عامل دولت بر عامل شرکت‌ها با حمایت از شرکت‌های لایه اول (با سیاست انتخاب تصادفی و یا بهینه شرکت‌ها) تأثیر دارد. عامل دولت بر عامل کلینیک‌های توان‌بخشی با تخصیص محصولات لایه ۷ (با سیاست بهینه، تصادفی و میانگین امتیاز محصول) اثرگذار است. عامل مشتریان با استفاده از محصولات شرکت‌های لایه ۷ بر عامل شرکت‌ها تأثیر دارد. عامل مشتریان بر عامل محیط با تأثیرگذاری اجتماعی اثرگذار است. عامل مشتریان با استفاده از خدمات توان‌بخشی بر کلینیک‌های توان‌بخشی تأثیر دارد. عامل اتحادیه و انجمن‌ها بر عامل شرکت‌ها

با ایجاد شبکه بین شرکت‌های تازه‌تأسیس و سایر شرکت‌های فعلی اثرگذار است. عامل سرمایه‌گذار بر عامل اتحادیه و انجمن‌ها با ایجاد یک شرکت جدید توسط سرمایه‌گذار در لایه مشخص تأثیر دارد. عامل سرمایه‌گذار بر عامل شرکت‌ها با سرمایه‌گذاری در بهبود شرکت‌های فعلی در لایه مشخص (با سیاست انتخاب تصادفی و یا بهینه شرکت) اثرگذار است. عامل شرکت‌ها بر عامل محیط از منظر فناوری اثر دارد. عامل محیط بر عامل سرمایه‌گذاری براساس متغیرها و وضعیت اقتصادی بر تصمیمات سرمایه‌گذاری تأثیرگذار است.

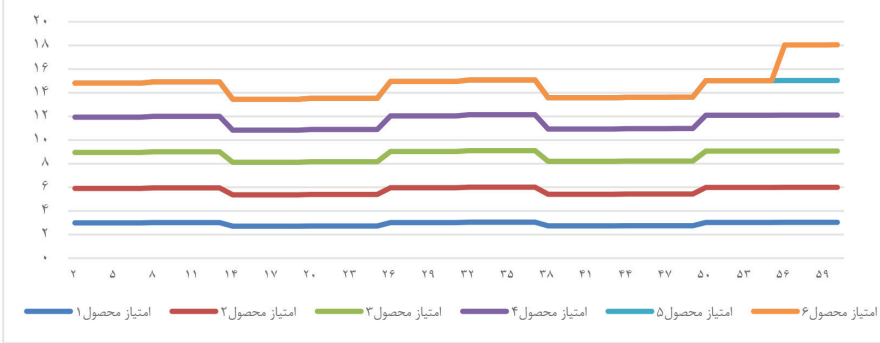
۲) رفتار عامل‌ها در تعاملات تأیید شد. در فاز اول اجرای مدل، وضعیت محیط بر عامل‌ها اثرگذار است. در هنگام اجرای مدل، عامل بازیگران نیز بر محیط اثر خواهد گذاشت. دولت-قانون‌گذار در یک‌لایه، قوانین و استانداردهای لازم را وضع می‌کند. با تعیین اولویت‌های استانداردها و قوانین، وضعیت جذابیت برای سرمایه‌گذاری شرکت‌ها ممکن است کاهش یا افزایش یابد. دولت-ارائه‌دهنده لایه‌های معماری مرتبط ۱ تا ۶ را حمایت می‌نماید و مطلوبیت سرمایه‌گذاری را برای سرمایه‌گذارها افزایش می‌دهد. دولت کاربر از محصولات لایه ۷ بهره‌برداری و در لایه‌هایی که دارای ضعف هستند، سرمایه‌گذاری می‌کند. ذی‌نفعان/مشتریان براساس جذابیت محصول ترغیب به استفاده از محصولات لایه ۷ می‌شوند. سرمایه‌گذاران در لایه‌ای که ضعف وجود دارد، برای بهبود وضعیت شرکت (امتیاز) اقدام و یا شرکتی جدید ایجاد می‌کنند؛ این درحالی است که مخاطره بهبود شرکت فعلی ممکن است کمتر از ایجاد یک شرکت جدید باشد. اتحادیه و انجمن‌ها به بنگاه برای یافتن و شراکت با همکاران جدید (سطح بالاتر و پایین‌تر و یا همسطح) کمک می‌کنند. درخصوص عامل شرکا و همکاران، در ابتدای اجرای مدل شبیه‌سازی، عامل‌هایی (شرکت‌ها) که در لایه‌های مختلفی قراردارند، شروع به یافتن شریک تجاری و ایجاد شبکه می‌کنند. این شبکه‌یابی به‌گونه‌ای است که حداقل یک شرکت از هر لایه معماری در شبکه قرار گیرد. لازم‌به‌ذکر است که جذابیت محصول نهایی براساس کیفیت عامل شرکا و همکاران تعیین می‌شود. براین‌اساس عامل شرکا و همکاران دارای ارتباط دوطرفه با عامل معماری کسب‌وکار اینترنت اشیا می‌باشد. این عامل بر هریک از لایه‌ها تأثیرگذار است و از سویی هریک از لایه‌ها برای تشکیل شبکه تعاملی خود با شرکا و همکاران در ارتباط می‌باشد. در زمینه عامل معماری اینترنت اشیا و کسب‌وکار، برای اجرای شبیه‌سازی در این بخش، شبکه‌سازی بین شرکت‌ها (کسب‌وکارها) الزامی است. شبکه‌سازی کسب‌وکارها بدین‌معنا است که هر کسب‌وکار می‌تواند با کسب‌وکار هم‌سطح خود در هر لایه در تعامل باشد اما تعامل با کسب‌وکارهای سطح بالا و پایین ضروری است؛ چراکه محصول هر

لایه، ورودی محصول لایه معماری بالایی خود خواهد بود. در ابتدای اجرای مدل، هریک از شـرکت‌ها یکی از شـرکت‌های لایه پایین‌تر را انتخاب می‌کند. درنهایت، شـبکه‌ای از کسب‌وکارها شکل می‌گیرد که متشـکل از شرکت‌هایی از لایه ۱ تا لایه ۷ است. برای تعیین میزان مشارکت و تعامل هر کسب‌وکار با شرکت‌های دیگر، فرض شده است که حداکثر تعداد مشارکت‌هایی که یک شرکت می‌تواند با شرکت‌های دیگر داشـته باشد، متأثر از کیفیت آن شرکت اسـت؛ بنابراین شرکتی با کیفیت بالاتر می‌تواند با تعداد شـرکت‌های بیشتری همکاری داشته باشد. در صورت ایجاد شرکتی جدید در لایه‌ای مشخص (توسط دولت یا سـرمایه‌گذار)، تصمیم‌گیری در خصوص نحوه ورود به شبکه‌های همکاری فعلی توسط عامل اتحادیه و انجمن‌ها به‌عنوان تسهیلگر مشخص می‌شود. فرض اولیه بر این است که هر شرکت حداکثر می‌توانـد با ۳ شـرکت لایه بالاتر خود همکاری نمایـد. هر لایه محصول خود را تولیـد می‌کند که قابل به‌کارگیری توسـط دیگر شرکت‌ها در سطوح خود و یا سـطوح بالاتر است. در انتخاب شریک در شبکه همکاری و تعاملی، دو سیاسـت مشارکت با شرکت با امتیاز بالا و مشارکت با شرکت به‌صورت تصادفی، دنبال می‌شود. تمایل به استفاده از بهترین محصول از لایه ۷ موجب تغییر رفتار در مدل می‌شود. پس از گذشـت زمان و بهبود شرکت‌ها، احتمال انتخاب شرکت با امتیاز مناسب‌تر افزایش می‌یابد. جذابیت محصول طبق رابطه (۱) براساس میانگین شرکت‌های حاضر در لایه‌های ۱ تا ۷ در فرایند تولید محصول محاسبه می‌شود. امتیاز شرکت، مجموعه‌ای از شاخص‌های هر لایه است (رابطه ۱) که در آن x جذابیت محصول، N تعداد شرکت‌ها، Score امتیاز شرکت‌ها و ۱ تا ۷ تعداد لایه‌های معماری است.

$$\boldsymbol{x} = \frac{\sum_1^7 \boldsymbol{score}}{\boldsymbol{N}} \qquad (۱)$$

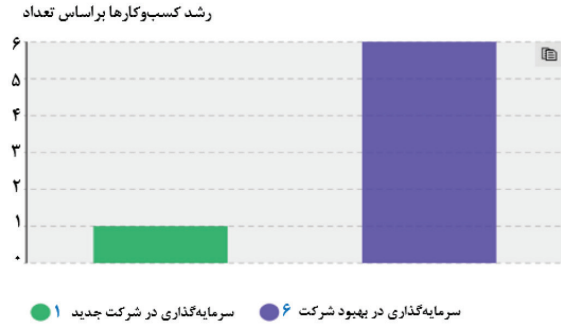
مطابق با رفتارهای مدل، شـرکت جدید توسط عامل سـرمایه‌گذار ایجاد یا بهبود می‌یابد؛ بنابراین براسـاس امتیاز شـرکت‌ها، شـبکه تعاملی شـکل می‌گیرد. امتیاز محصولات لایه ۷ (محصول نهایی) در محیـط فنـاوری، از طریـق میزان آگاهی تمام مشـتریان در محیـط اجتماعـی و فرهنگی، میزان سـرمایه‌گذاری در محیط اقتصادی و نحوه قانون‌گذاری دولت در محیط قانون‌گذاری در عامل محیط انعکاس می‌یابد. دولت-کاربر، محصول تولیدشـده لایه ۷ را (به‌صورت ۱- اتفاقی، ۲-شـرکت با امتیاز بالا و ۳- متوسـط) ارائه می‌دهد. دولت-قانون‌گذار، در وضع قوانین و اسـتاندارد مناسب، شرکت‌ها را تقویـت یا تضعیف می‌نماید. دولت-ارائه‌دهنده نیز در راسـتای بهبود لایه‌های معماری با ارائه خدمات

(۱- تصادفی و ۲- بهینه) تأثیرگذار است. نحوه دسترسی عامل مشتری به محصول ۱- ازطریق کلینیک و ۲- دسترسی مستقیم به محصول است و مطابق با وضعیت «نیاز به خدمات» و یا «استفاده از خدمات» در محیط باعث تغییر در میزان آگاهی و رضایت، می‌شود. عامل‌سرمایه‌گذار نیز براساس امتیاز وضعیت اقتصادی (۵-۱)، ۱- یک شرکت را بهبود می‌دهد و یا ۲- یک شرکت جدید خلق می‌کند.



شکل ۵: کیفیت محصولات در لایه ۷

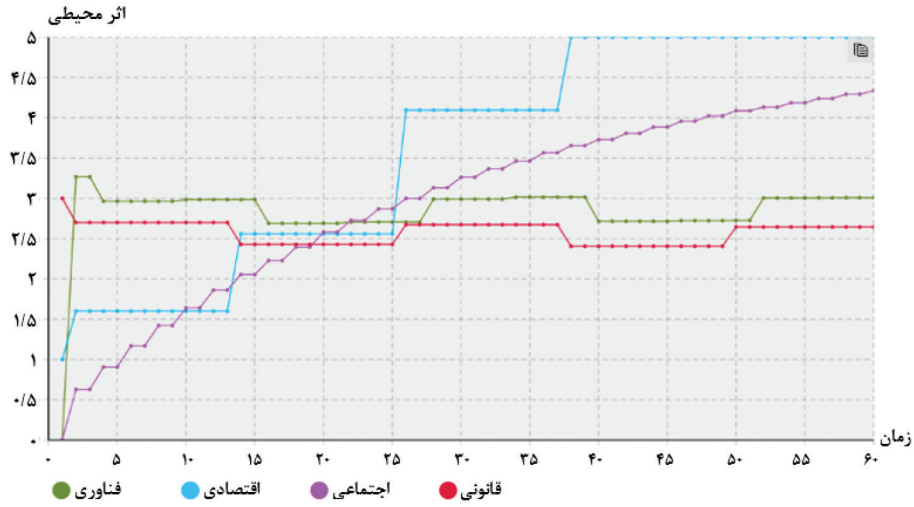
۳) خروجی‌های مدل براساس ۵ نمودار و در قالب یک ماتریس ارائه شد. ماتریس ۱x۷ تعداد کسب‌وکارها در لایه ۷ معماری را نشان می‌دهد. ماتریس دارای سطر و ستون‌های متغیری است که به‌تناسب تعداد شرکت‌های نهایی (محصول) ایجادشده است (نظیر ۳/۰، ۲/۹، ۳/۰۳، ۳/۰۷، ۲/۹ و ۳/۰۳). هر مؤلفه از ماتریس، نماینده میانگین امتیاز کیفیت محصول تولیدشده است. شکل ۵ نمودار میانگین و کیفیت محصولات نهایی، شکل ۶ نمودار وضعیت کسب‌وکارهای ایجادشده و یا بهبودیافته، شکل ۷ اثر تغییرات شاخص‌های محیطی در بعد زمان، شکل ۸ میزان افزایش مشتریان و نهایتاً شکل ۹ امتیاز کسب‌وکار در هر لایه معماری را به تصویر می‌کشند[۱].



شکل ۶: وضعیت کسب‌وکارها

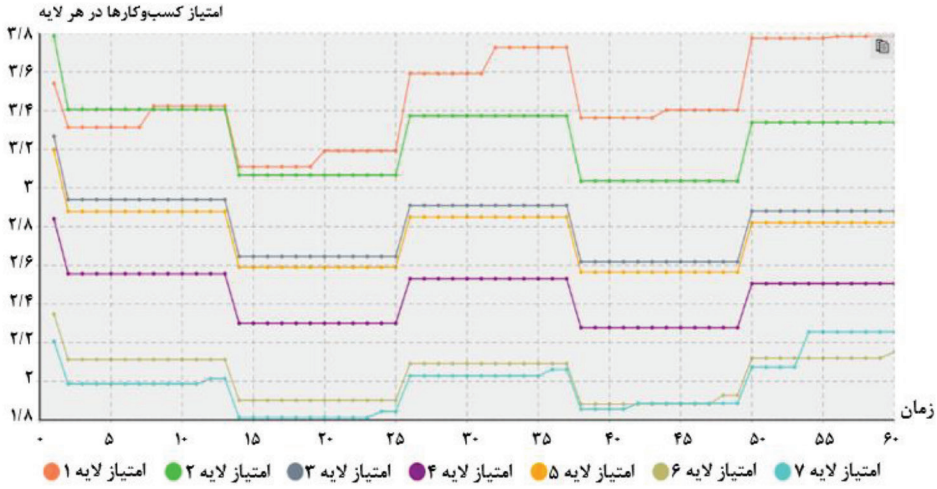
۱ . جدول داده‌های اشکال ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ از طریق نویسنده مسئول قابل ارائه است.

۴) اجرای مدل در ۱۷ سناریو با ورودی‌های مختلف طبق جدول پیوست انجام شد. براین‌اساس نمودارهای ارائه‌شده به‌عنوان نمونه و حاصل‌از اجرای سناریوی ۱۲ می‌باشند. در سناریوی ۱۲، دوره زمانی ۶۰ ماه و تعداد مشتریان ۱۰٫۰۰۰ بوده و میزان تغییر اقتصادی توسط دولت (سالیانه) از ۰/۱ به ۰/۶ افزایش یافته است. طبق شکل (۷) تعداد محصولات ایجادشده در لایه ۷ معماری، ۵ بود. براساس میانگین امتیاز (کیفیت) هر محصول (۳، ۲/۹، ۳، ۳، ۲/۹ و ۳)، با افزایش تأثیر اقتصادی، امتیاز محصولات تفاوت تغییر چشمگیری نیافت، اما تعداد محصول نهایی افزایش یافت.



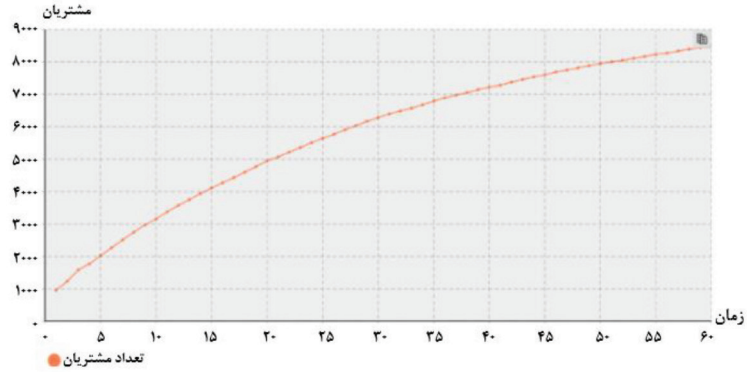
شکل ۷: اثر محیطی

براساس شکل (۶) در این دوره زمانی، سرمایه‌گذاران ۱ شرکت جدید ایجاد کردند و وضعیت ۶ شرکت نیز توسط دولت و سرمایه‌گذاران بهبود یافت. دراین‌راستا شایان‌ذکر است که فرض بر این است که بهبود و تغییرات در سرمایه‌گذاری هر شش ماه یک‌بار انجام می‌شود.



شکل ۸: امتیاز کسب‌وکارها در ۷ لایه معماری اینترنت اشیا

شکل (۷) در دوره زمانی ۶۰ ماه، روند افزایشی تأثیر خصوصیات عامل محیطی شامل محیط فناوری، محیط اقتصادی، محیط اجتماعی-فرهنگی و محیط قانونی-سیاسی را به‌تصویر می‌کشد. خصوصیت فناوری و قانونی، با روندی مشابه، در مقایسه با سناریوی ۱۱ (مطابق با جدول پیوست) به‌صورت نسبتاً یکنواخت بین امتیازات ۲/۵ تا ۳/۵ نوسان داشت و براین‌اساس مشخص شد که خصوصیت اجتماعی-فرهنگی با میزان افزایش آگاهی و رضایت مشتریان رابطه معنادار دارد. خصوصیت اقتصادی، در مقایسه با سناریوی ۶ (مطابق با جدول پیوست)، با شیب بسیار زیاد و پلکانی روبه افزایش است. نمودار کیفیت کسب‌وکارها در هر لایه معماری براساس رضایت مشتریان و مصرف‌کنندگان رو به افزایش است. مطابق با شکل (۸) کسب‌وکارها در هر لایه معماری، محصول خود را در لایه خود استفاده می نماید و یا به لایه بالاتر ارائه می‌دهد تا درنهایت در لایه آخر (لایه ۷)، به‌صورت یک محصول نهایی و با کیفیت مناسب ارائه گردد. در مقایسه با سناریوی ۶ (مطابق با جدول پیوست) ، امتیازات کسب‌وکارها در هر لایه معماری شامل؛ لایه۲، ۱، ۳ و ۵، ۴، ۶ و ۷ (ترتیب امتیازات از امتیاز بالا به امتیاز پایین) می‌باشد. شکل (۹) نشان می‌دهد که تعداد مشتریان در بازه زمانی ۶۰ ماه، روند افزایشی داشته است این میزان افزایش، وابسته به میزان آگاهی و رضایت مشتریان از محصولات است. نوع و شدت معلولیت بر میزان تقاضا و تعداد مشتریان تأثیر دارد و همچنین از تغییرات محیطی تأثیر می‌پذیرد.



شکل ۹: نمودار تعداد مشتریان

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل تحلیل زیست‌بوم کسب‌وکار فناوری نوین اینترنت اشیا در حوزه توان‌بخشی انجام شد. دراین‌راستا علی‌رغم انجام پژوهش‌های مختلف در این حوزه، مطالعات جامعی که به‌صورت توأمان به تحلیل کمّی اجزای زیست‌بوم اینترنت اشیا و اجزای مدل‌های کسب‌وکار اینترنت اشیا با تأکید بر راهبردهای توسعه توانمندسازی معلولان بپردازد، بسیار محدود بود. بدیهی است که متناسب با سرعت گسترش فناوری اینترنت اشیا در جهان و شکل‌گیری زیست‌بوم‌های توسعه‌ای این فناوری در کشورهای مختلف، توجه به شکل‌گیری این زیست‌بوم در تولید و گسترش محصولات و خدمات اینترنت اشیا اهمیت می‌یابد. براین‌اساس، تعیین راهبردهای توسعه و تحلیل زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا در شرایط کنونی ضروری است. ازاین‌رو، فقدان وجود ابزاری که بتواند به بررسی اجزا، نقش و رفتار بازیگران در زیست‌بوم و تأثیر محیط بپردازد به‌عنوان خلأ پژوهش حاضر شناسایی شد. معرفی زیست‌بوم با رویکرد کل‌نگر و جزءنگر متناسب با شرایط بومی کشور و ارائه مدلی با رویکرد مدل‌سازی عامل‌بنیان از یک‌سو و به‌کارگیری الگوی ترکیبی برای اعتبارسنجی و صحت‌سنجی در شبیه‌سازی مدل از سویی دیگر، نوآوری‌های پژوهش حاضر می‌باشند. در پژوهش حاضر از مولفه‌ها و متغیرهای پژوهش پیشین آشتیانی و همکاران (۲۰۲۱) استفاده شد؛ هرچند در این پژوهش رابطه میان مولفه‌ها، خطی و یک‌طرفه است و این مسئله پیش‌فرض‌های لازم را برآورده نمی‌کند. براین‌اساس، برای درک و مدیریت پیچیدگی‌های این زیست‌بوم، تمرکز بر اجزا، رفتار و تعاملات آن‌ها ضروری است.

برای رفع این محدودیت از شبیه‌سازی عامل‌بنیان استفاده شد. مدل ارائه‌شده برمبنای تبیین تعاملات عامل‌ها و تغییر متغیرها در یک فرایند طراحی شد و مدل‌سازی عامل‌بنیان ازطریق شبیه‌سازی مدل تعاملی، با اجرای ۱۷ سناریو مبتنی‌بر مختصات زمانی راهبرد توسعه کسب‌وکار اینترنت اشیا انجام گرفت. همچنین اعتبارسنجی و صحت‌سنجی مدل، مبتنی بر فرایند و ترکیبی از روش‌ها و درنهایت نظر خبرگان صورت پذیرفت.

براساس یافته‌ها در بررسی عامل محیط، ویژگی‌ها و متغیرهای اقتصادی، فناوری، اجتماعی–فرهنگی و قانونی-سیاسی بر دیگر عامل‌های زیست‌بوم اثرگذار هستند. باتوجه‌به ویژگی اقتصادی عامل محیط، میزان سرمایه‌گذاری در توسعه کسب‌وکارهای جدید و یا تلاش برای بهبود کسب‌وکارهای موجود توسط سرمایه‌گذاران غیردولتی و یا دولت مؤثر است؛ به‌نحوی‌که تغییر در آن، به طور مستقیم موجب بهبود و تغییر در تعداد محصولات و خدمات در هر لایه معماری و تعداد محصولات و خدمات نهایی و به‌تبع آن توسعه کسب‌وکارها می‌شود. با درنظرگرفتن ویژگی فناوری عامل محیط، شیوه شبکه‌سازی بین شرکت‌ها در راستای همگرایی و دستیابی به توازن رقابت و همکاری بسیار حیاتی است. کسب‌وکارهای مرتبط با فعالیت‌های لایه‌های معماری اینترنت اشیا توسط شرکای مؤثر شکل می‌گیرند که برای رسیدن به سرنوشتی مشترک در قالب تکمیل محصولات و خدمات، در تعامل هستند. انتخاب شرکای بهینه در شبکه، کیفیت محصولات نهایی و کلیه محصولات حاصل از هریک از لایه‌های معماری کسب‌وکار را افزایش می‌دهد. هرچه امتیاز یک شرکت بیشتر باشد امکان مشارکت در شبکه بیشتر است.

از ویژگی فرهنگی-اجتماعی عامل محیط، آگاهی و رضایت مشتریان از خدمات، نرخ تماس مشتریان با افراد و همچنین تغییر در نوع تقاضای معلولان متناسب با نوع معلولیت (جسمی-حرکتی، شنوایی، ذهنی و بینایی) و شدت معلولیت (شدید، متوسط و خفیف) منجر به تغییر در الگوهای به‌کارگیری محصولات و خدمات می‌شود و به‌طور غیرمستقیم زمینه‌ساز تغییر در رفتار دیگر اجزای زیست‌بوم می‌شود. باتوجه‌به ویژگی قانونی-سیاسی عامل محیط، تغییر قوانین و استانداردهای مرتبط با کسب‌وکارها و پلتفرم‌های فنی تعیین‌شده و یا تغییر سیاست‌های توسعه‌ای هم‌افزای دولت بر عملکرد کسب‌وکارها، بر کسب‌وکارهای هر لایه معماری و درنهایت بر میزان و کیفیت محصولات و خدمات نهایی تأثیر مستقیم دارند. ازسویی رفتار دیگر بازیگران متاثر از تغییرات مستقیم و غیرمستقیم این متغیر می‌باشند.

بر اساس رویکرد پژوهش، عامل بازیگران شامل دولت در سه نقش به‌عنوان قانون‌گذار، ارائه‌دهنده و

کاربر، ذی‌نفعان در سه نقش به‌عنوان فروشندگان، مشتریان و جامعه و همچنین اتحادیه‌ها و انجمن‌ها، همکاران و شـرکا مشـخص می‌شـوند. دولت- قانون‌گذار با تغییر در سیاسـت‌گذاری سخت‌گیرانه و یا تسـهیل‌گرایانه، تعییـن اسـتانداردها و تنظیم مقررات زیرسـاخت، در تغییر وضعیت کسـب‌وکارها در زیست‌بوم نقش مؤثری ایفا می‌نماید و همچنین با تسهیلگری در وضعیت اقتصادی، زمینه‌ساز بهبود و افزایش محصولات می‌شود. دولت-ارائه‌دهنده با تأمین بخشی از زیرساخت موردنیاز زیست‌بوم اینترنت اشیا در توسعه لایه‌های معماری و دولت-کاربر به‌عنوان مشتری محصولات و خدمات نهایی و یا مرتبط با هر لایه، در تأمین سلامت جامعه، معلولان و کم‌توانان در حوزه توان‌بخشی مؤثر می‌باشند. دولت با تغییر سیاسـت خود در انتخاب محصول و خدمت باکیفیت، علاوه‌بر تقویت کسـب‌وکارها، زمینه‌ساز تکامل محصولات نیز می‌شود. از سوی دیگر نیز با انتخاب محصول بهینه، دولت در طول زمان زمینه‌ساز بهبود کیفیت محصول نهایی می‌شود. ذی‌نفعان-فروشندگان در هر لایه معماری اینترنت اشیا براساس کیفیت محصولات و خدمات، کسـب‌وکار خود را توسعه می‌دهند. ذی‌نفعان-مشتریان با به‌کارگیری محصولات باکیفیت مناسـب در بهبود و توسـعه شرکت‌ها مؤثر هستند. از سـوی دیگر، کلینیک‌های توان‌بخشی متناسـب با تقاضای مشـتریان خاص خود با انواع و شـدت متفاوت معلولیت‌ها، برای رسیدن به سطح بالایی از امکان تعامل با دیگران و محیط و به‌منظور کسـب استقلال و توانمندی معلولان، از محصولات نهایی استفاده می‌نمایند. فروشندگان و مشتریان نیز تشکیل‌دهنده شبکه‌ای از شرکای کاری در تکمیل محصولات و خدمات برای توسـعه کسب‌وکار خود هسـتند. عامل همکاران و شرکا در زمینه‌های کاری در یک شـبکه کاری در جریان فعالیت و فرایند کاری یکدیگر قرار می‌گیرند. ذی‌نفعان-جامعه می‌تواند مصرف‌کننده و متقاضی هریک از محصولات باشـد. همچنین با افزایش تقاضا، سـایر عوامل نیز متأثر می‌شوند. عامل سـرمایه‌گذار، به‌صورت مستقیم و غیرمسـتقیم در بهبود وضعیت شرکت‌ها و یا ایجاد کسـب‌وکارهای جدید و تشکیل شبکه‌ای از کسب‌وکارها در سطوح و لایه‌های مختلف معماری اینترنت اشیا اثرگذار می‌باشد و بر ویژگی‌های عامل محیطی و دیگر بازیگران مؤثر است. عامل اتحادیه و انجمن‌ها نیز در شناسـاندن و توسعه شـبکه همکاری نقش مکملی دارد. این عامل در تعداد شرکت‌های جدید و بهبود آن‌ها تغییر ایجاد می‌نماید و موجب جلب مشارکت و جذب سرمایه‌گذاران می‌شود.

باتوجه‌به عامل معماری اینترنت اشـیا، شرکت‌ها ازطریق ایجاد و یا بهبود کسب‌وکارها در هریک از لایه‌های معماری اینترنت اشـیا با یکدیگر مشـارکت و همکاری دارند و درواقع برای عضویت در شـبکه تأمیـن و تکمیل محصولات و خدمات اینترنت اشـیا خود ناچار به شبکه‌سـازی در حیطه فعالیت‌های

موردنیاز هستند؛ چراکه یک محصول و یا خدمت اینترنت اشیا مجموعه کاملی از محصولات و خدمات در لایه‌های مختلف معماری اینترنت اشیا است؛ بنابراین محصول هر لایه، بخشی از محصول لایه بعدی و درنتیجه بخشی از محصول نهایی اینترنت اشیا است.

زیســت‌بوم طراحی‌شده بر ایجاد شــبکه تعاملی بین اجزاء متمرکز است. ازآنجایی‌که چرخه حیات این زیســت‌بوم در کشــور در مراحل اولیه قرار دارد، برای رسیدن کســب‌وکارها به مراحل بعدی، ثبات و گسترش محصولات و خدمات اینترنت اشیا ضروری است؛ چرا که محصولات و خدمات نهایی اینترنت اشــیا، محصولاتی با شــبکه تأمینی پیچیده هســتند. براین‌اســاس کلیه اجزای زیســت‌بوم درراستای همگرایی و دســتیابی بــه تکامل هم‌زمان در همکاری و رقابت توأمان هســتند زیرا در این زیســت‌بوم، رشــد و توسعه هم‌زمان کســب‌وکارهای تولیدکننده محصول و ارائه‌دهنده خدمت به‌منظور پرکردن خلأ ارائه نوآورانه محصولات و خدمات اینترنت اشــیا بیش‌ازپیش حیاتی اســت. براساس تغییرات هریک از ویژگی‌های محیطی، نقش هریک از بازیگران در زیســت‌بوم متناسب با دوره‌های زمانی تغییر می‌کند. مدل شبیه‌سازی ارائه‌شده، مدلی پایه برای ارزیابی زیست‌بوم کسب‌وکار اینترنت اشیا و بررسی وضعیت تعاملات و تغییر رفتارها است؛ بنابراین مدیران اجرایی و سیاست‌گذاران در حوزه‌های مدیریت سلامت و رفاه اجتماعی و همچنین مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌توانند براین‌اساس علاوه‌بر بررسی وضعیت موجود، چشم‌انداز جامعی از تعاملات موردنیاز و پیش‌بینی رفتارهای تعاملی جهت تکامل این زیست‌بوم ارائه کنند. سیاســت‌گذاران همچنین می‌توانند باتکیه‌بر این مدل، راهبردها و سیاست‌های کلان زیست‌بوم را برای بهبود کسب‌وکارهای اینترنت اشیا اتخاذ نمایند. باتوجه‌به گستردگی زمینه‌های مرتبط با اینترنت اشــیا، به پژوهشــگران آتی پیشنهاد می‌شــود که از داده‌ها و تعداد سناریوی بیشتری اســتفاده کرده و به بررســی یافته‌ها بپردازند. بسط جنبه‌های دیگری از ابعاد و قوانین حاکم بر عامل‌ها در سایر مدل‌های کسب‌وکارهای اینترنت اشیا در این مدل پایه، قابل‌بررسی است. همچنین بسط مدل این پژوهش در دیگر کاربردهای اینترنت اشیا و در توسعه خدمات هوشمند نظیر دولت هوشمند، شهر هوشمند، سلامت هوشمند و خانه هوشمند برای توانمندسازی معلولان با انواع معلولیت‌ها (جسمی، حرکتی، شنوایی، بینایی، ذهنی) به‌طور خاص و همچنین در دیگر صنایع پیشنهاد می‌شود.

منابع

Abolfathi, E., Toloie Eshlaghy, A., & Hamidizadeh, M. (2020). Enhancing diffusion of innovation through operational analysis of agent-based modelling [In Persian]. *Journal of Industrial Management Perspective*, *10*(1), 117-142. https://doi.org/10.52547/jimp.10.1.117

Abolfathi, E., Toloie Eshlaghy, A., & Hamidizadeh, M. (2018). An operating anatomy for agent-based modeling stand on the categorization of research done in the humanities: The diffusion of innovation in Iran [In Persian]. *Modern Research in Decision Making*, *3*(2), 1-25. http://journal.saim.ir/article_32495.html?lang=en

Adner, R. (2016). Navigating the leadership challenges of innovation ecosystems. *Sloan Management Review*, *58*(1), 141-146. https://sloanreview.mit.edu/article/navigating-the-leadership-challenges-of-innovation-ecosystems

Aghili Ashtiani, A., Toloie Eshlaghy, A., & Motadel, M. (2021). Introducing a new model for the analysis of IoT business model ecosystem in the field of rehabilitation in Iran with a SEM approach [In Persian]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. Advance online publication. http://medrehab.sbmu.ac.ir/article_1101389.html

Ahokangas, P., Juntunen, M., & Myllykoski, J. (2014). Cloud computing and transformation of international e-business models. *Research in Competence-Based Management*, *7*, 3-28. https://doi.org/10.1108/S1744-211720140000007001

Anagnostopoulos, T., Ntalianis, K., Skourlas, C., & Ramson, S. J. (2018, November). IoT-enabled fall verification of elderly and impaired people in Smart Cities. In K. Nikitas, M. Basilis, K. John, P. Grammati, G. Stefanos, & D. Christos (Eds.), *Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic conference on informatics* (pp. 88-92). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3291533.3291553

Asgharpour Masole, A., R., & Amiri, S. (2014). *Agent-based model* [Paper presentation, in Persian]. 2nd Sociology & Social Sciences Conference, Tehran, Iran. https://civilica.com/doc/348927

Basingab, M. (2017). *A Methodology for intenet of things business modeling and analysis using agent-based simulation* [Doctoral dissertation, University of Central Florida]. Electronic Theses and Dissertations. https://stars.library.ucf.edu/etd/5721

Balci, D. O. (1994). Validation, verification, and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. *Annals of Operations Research*, *53*, 121-173. https://doi.org/10.1007/BF02136828

Cooley, P., & Solano, E. (2011). Agent-based model (ABM) validation considerations. In *Proceedings of the Third International Conference on Advances in System Simulation* (pp. 134-139). https://www.rti.org/sites/default/files/resources/simul_2011_7_10_50045.pdf

Dijkmana, R.M., Sprenkelsa, B., Peetersa, T., & Janssenb, A. (2015). Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management, 35*(6), 672–678. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.07.008

Fugl, K. L. (2015). *Business model framework proposal for internet of things*. Copenhagen Business School. https://research.cbs.dk/da/studentProjects

Gómez-Cruz, N. A., Loaiza Saa, I., & Ortega Hurtado, F. F. (2017). Agent-based simulation in management and organizational studies: A survey. *European Journal of Management and Business Economics*, 26(3), 313–328. https://doi.org/10.1108/EJMBE-10-2017-018

Hui, G. (2014). How the internet of things changes business models. *Harvard Business Review*, *92*(7/8), 1-5. https://hbr.org/2014/07/how-the-internet-of-things-changes-business-models

Johnansson, G., & Safsten, K. (2015). Managing uncertainty, complexity and deispresion in product development projects, *International Journal of Product Development*, *20*(1), 25-48. https://doi.org/10.1504/IJPD.2015.067275

Leminen, S., Westerlund, M., Rajahonka, M., & Siuruainen, R. (2012). Towards IoT ecosystems and business models. In S. Andreev, S. Balandin, & Y. Koucheryavy (Eds.), *Internet of things, smart spaces, and next generation networking* (pp. 15-26). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32686-8_2

Livari, M. M., Ahokangas, P., Komi, M., Tihinen, M., & Valtanen, K. (2016). Toward ecosystemic business models in the context of industrial internet. *Journal of Business Models*, *4*(2). 42-59. https://doi.org/10.5278/ojs.jbm.v4i2.1624

Macal, C., & North, M. (2014, December). Introductory tutorial: Agent-based modeling and simulation. In *Proceedings of the winter simulation conference 2014* (pp. 6-20). IEEE. https://doi.org/10.1109/WSC.2014.7019874

Mazhelis, O., Luoma, E., & Warma, H. (2012). Defining an internet-of-things ecosystem.

In S. Andreev, S. Balandin, & Y. Koucheryavy (Eds.), *Internet of things, smart spaces, and next generation networking* (pp. 1-14). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32686-8_1

Mezen, M. (2014). Business ecosystems and new venture business models: An exploratory study of participation in the Lead To win job-creation engine [Doctoral dissertation, Carleton University]. https://curve.carleton.ca/8d87b142-a388-4afa-9ea4-0b4773f6e5f7

Moazenzade, D., & Hamidi, H. (2016). *A framework for examining IoT applications in business models* [In Persian]. The Second International Conference on New Research Findings in Electrical Engineering and Computer Science, 24th, Ramsar, Iran. https://civilica.com/doc/546053

Rong, K., Hu, G., Lin, Y., Shi, Y., & Guo, L. (2015). Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. *International Journal of Production Economics*, *159*, 41-55. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.003

Rong, K., Lin, Y., Shi, Y., & Yu, J. (2013). Linking business ecosystem lifecycle with platform strategy: A triple view of technology, application and organisation. *International Journal of Technology Management*, *62*(1), 75-94. https://doi.org/10.1504/IJTM.2013.053042

Ryan, P. J., & Watson, R. B. (2017). Research challenges for the internet of things: What role can or play?. *Systems*, *5*(1), 24. https://doi.org/10.3390/systems5010024

Sargent, R. G. (2004). Validation and verification of simulation models. In *Proceedings of the Simulation Conference* (pp. 17-28). IEEE. https://doi.org/10.1109/WSC.2004.1371298

Shang, T., & Shi, Y. (2013). The emergence of the electric vehicle industry in Chinese Shandong Province: A research design for understanding business ecosystem capabilities. *Journal of Chinese Entrepreneurship, 5*(1), 61–75. https://doi.org/10.1108/17561391311297888

Tzafestas, S. G. (2018). The internet of things: A conceptual guided tour. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, *5*(10), 745-767. https://ejaet.com/PDF/5-10/EJAET-5-10-745-767.pdf

Uchihira, N., Ishimatsu, H., & Inoue, K. (2016, September). IoT service business ecosystem design in a global, competitive, and collaborative environment. In *2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*

(PICMET) (pp. 1195-1201). IEEE. https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806694

Upward, A., & Jones, P. H. (2016). An ontology for strongly sustainable business models: Defining an enterprise framework compatible with natural and social science. *Organization & Environment*, *29*(1), 97-123. https://doi.org/10.1177/1086026615592933

Ward, S., & Chapman, C. (2008). Stakeholders and uncertainity management in projects. *Construction Management and Economies*, *26*(6), 536-577. https://doi.org/10.1080/01446190801998708

Westerlund, M., Leminen, S., & Rajahonka, M. (2014). Designing business models for the internet of things. *Technology Innovation Management Review*, *4*(7), 5-14. https://doi.org/10.22215/timreview/807

Xiang, X., Kennedy, R., Madey, G., & Cabaniss, S. (2005). Verification and validation of agent-based scientific simulation models. In *Agent-Directed Simulation Conference* (Vol 47, p. 55). https://api.semanticscholar.org/CorpusID:785905

Yrjölä, S., Ahokangas, P., & Matinmikko, M. (2015). Evaluation of recent spectrum sharing concepts from business model scalability point of view. In *Proceedings at the IEEE DySPAN 2015 – Dynamic Spectrum Access Networks* (pp. 241-250). IEEE. https://doi.org/10.1109/DySPAN.2015.7343907

پیوست

عناوین متغیرها در مدل شبیه‌سازی	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴	سناریو ۵	سناریو ۶	سناریو ۷	سناریو ۸	سناریو ۹	سناریو ۱۰	سناریو ۱۱	سناریو ۱۲	سناریو ۱۳	سناریو ۱۴	سناریو ۱۵	سناریو ۱۶	سناریو ۱۷
تعداد کل شرکت‌ها	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
تعداد مشتریان	۱۰۰			۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
افق زمانی در اجرای مدل (ماه)	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
نرخ تماس مشتریان	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۷	۰/۷
سیاست تشکیل شبکه‌کاری*	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
دولت قانونگذار؛ احتمال تاثیر قانون	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
دولت قانونگذار؛ میزان تاثیر قانون	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۵
دولت ارائه‌دهنده؛ سیاست توسعه لایه‌ها (۱-تصادفی ۲-بهینه)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
دولت کاربر؛ انتخاب محصول**	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲

عناوین متغیرها در مدل شبیه‌سازی	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴	سناریو ۵	سناریو ۶	سناریو ۷	سناریو ۸	سناریو ۹	سناریو ۱۰	سناریو ۱۱	سناریو ۱۲	سناریو ۱۳	سناریو ۱۴	سناریو ۱۵	سناریو ۱۶	سناریو ۱۷
میزان تغییر اقتصادی توسط دولت (سالیانه)	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۵
احتمال ایجاد شرکت جدید	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
احتمال بهبود شرکت فعلی	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
تعیین طیف نیازمندی شامل (درصد معلولیت، درصد نیاز به خدمات	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
وزن تاثیر نوع و شدت معلولیت	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
وزن رضایت از محصول	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
وزن آگاهی	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۶	۰/۶	۰/۶

* ۱-تصادفی ۲- بهینه

** ۱- تصادفی ۲- بهینه ۳- متوسط