



## چالشهای بکارگیری نوآوری در اینترنت اشیا (مطالعه موردی دیدگاه کاربری)

فرشید قلمبازدانش آموخته دکتری اقتصاد دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران  
شرکت همراه اول Core اداره کل طرح و مهندسی شبکه  
Ghalambaz@gmail.com

پیام علوی زاده دانش آموخته مهندسی سخت افزار و مدیر فنی شبکه ارتباطات سیار  
اداره کل تنظیم روابط با رگولاتوری شرکت همراه اول  
payam.alavi@gmail.com

### چکیده

اگرچه اهمیت نوآوری کاربر اغلب پذیرفته شده است لیکن توسعه اینترنت اشیا در درجه اول توسط بازیگران تجاری بزرگ هدایت می‌گردد. این مقاله از چشم‌انداز نوآوری، به شناسایی چگونگی ترکیب نوآوری کاربر و نوآوری مبتنی بر بازار پرداخته و سعی در خلق زیست‌بوم‌های کاربرمحور دارد که ضمن باز بودن، انگیزه‌هایی برای نوآوری به کاربران نهائی ارائه می‌دهند. برای شناسایی چالش‌های تحقق زیست‌بوم‌های کاربرمحور در اینترنت اشیا، قلمرو خانه هوشمند<sup>۱</sup> به عنوان نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**واژگان کلیدی:** اینترنت اشیا، نوآوری کاربر، زیست‌بوم نرم افزاری، کسب و کار نرم افزاری

---

<sup>۱</sup> Smart home



## ۱- مقدمه

آیفون و فروشگاه برنامه‌های کاربردی آیفون، موج بی‌سابقه‌ای از نوآوری به راه انداخته اند. این دو شرکت، نه تنها دسترسی بی‌وقفه به تعداد گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی تلفن همراه را به مصرف‌کنندگان ارائه داده‌اند بلکه افراد با حداقل مهارت برنامه‌نویسی را قادر ساخته اند برای برنامه‌های کاربردی خود به مخاطبان انبوه دست یابند. در نتیجه، سکوی آیفون، افراد را قدرتمند ساخته و رسانه‌ای جدید برای شهروندی آگاهانه<sup>۲</sup>، عملگرایی اجتماعی<sup>۳</sup> و روزنامه نگاری شهروندی<sup>۴</sup> ایجاد نموده است. از آنجائی که محققان (از جمله نویسندگان مقاله حاضر) در جهت تحقق اینترنت اشیا تلاش می‌کنند، با این پرسش مواجه می‌شوند که چگونه می‌توان اطمینان حاصل کرد که فناوری در حال ظهور اینترنت اشیا می‌تواند از نوآوری هدایت شده توسط کاربر پشتیبانی کرده و افراد عادی، شهروندان و اشخاص غیر تجاری را به همان شکلی که آیفون در عرصه تلفن همراه عمل کرده است، توانمند سازد.

اینترنت اشیا به عنوان انقلاب بعدی در فناوری اطلاعات انگاشته می‌شود. در حالی که پارادایم‌های مرتبط نظیر محاسبات سیار<sup>۵</sup>، محاسبات فراگیر<sup>۶</sup>، مفهوم اتصال در هر زمان، هر مکان و برای همه را جا انداخته اند، اصطلاح اینترنت اشیا برای تجسم بخشیدن به چشم‌اندازی از جهانی شامل اشیا و آیتم‌های متصل به هم یا همان اتصال به ازاء همه چیز بکار می‌رود. در حال حاضر، اینترنت اشیا با فناوری RFID و برنامه‌های کاربردی صنعتی ارتباط نزدیکی دارد. موفقیت این برنامه‌های کاربردی و گردانندگان تجاری پشت سر آنها، جنبش بزرگی ایجاد کرده است که پیشرفت‌های فنی و گفت‌وگوهای عمومی را در یک جهت هدایت می‌کند. مگر اینکه ما عمداً بحث را گسترش داده و برای نیازها، تمایلات و نگرانی‌های شهروندان عادی، همانقدر اهمیت قائل گردیم که نیازمندی‌های بازیگران صنعتی حائز اهمیت است که در اینصورت این خطر وجود دارد که اینترنت اشیا از قابلیت‌های بالقوه خود ضعیف‌تر عمل کند [۲]. بر اساس نظر بنیاد حسگری منبع باز<sup>۷</sup> «یک نبرد طولانی و پرهزینه» بین آنان که از حسگرها برای جمع آوری داده‌ها استفاده می‌کنند و آنان که داده‌هایشان در حال جمع شدن است بر سر حرمانگی، دقت، مالکیت و حاکمیت در حال وقوع است [۳].

این پرسش که چگونه نگرانی‌های شهروندان در توسعه اینترنت اشیا را می‌توان اداره کرد، قلمرویی ناشناخته است. با مروری بر ادبیات اخیر می‌توانیم به طور گسترده دو رویکرد را شناسایی کنیم: از یک سو، محققان، محصولات عینی اینترنت اشیا را که به افراد عادی سود می‌رسانند توسعه داده‌اند و از سوی دیگر محققان، نقش فعال کاربر نهائی را در شکل‌گیری

### <sup>۲</sup> Informed citizenship

آگاه بودن شهروندان جامعه لازمه عملکرد صحیح دموکراسی در آن جامعه است. وقتی میانگین شهروندان یک جامعه آگاه بمانند، دموکراسی را تقویت کرده و عملکرد دولت را نسبت به تضمین آزادی افراد کنترل می‌کنند. آگاه ماندن باعث می‌شود که شهروندان نسبت به حقوق و وظایف خود آگاهی داشته و بر اساس دانش خود رفتار مناسبی داشته باشند.

### <sup>۳</sup> Social activism

عملگرایی اجتماعی یک فعالیت بین المللی با هدف ایجاد تغییرات اجتماعی است. یک عملگر اجتماعی معمولاً بر شرایطی تمرکز دارد که مستقیماً استانداردهای زندگی آن جامعه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. مانند درمان، سموم و سیستم‌های شیمیایی و ...

### <sup>۴</sup> Citizen journalism)street journalism(

ایفای نقش عموم شهروندان در فرایند جمع آوری، گزارش دادن، آنالیز و انتشار اخبار و اطلاعات.

### <sup>۵</sup> mobile computing

### <sup>۶</sup> ubiquitous computing ,pervasive computing

### <sup>۷</sup> Open Source Sensing Foundation



اینترنت اشیاء مورد تاکید قرار داده اند. برای مثال، میشاهلس<sup>۸</sup> در [۵] بحث کرده است که اعطای ابزار به کاربران نهائی برای خلق و ابداع برنامه های کاربردی اینترنت اشیاء، راهی برای اطمینان از این است که نگرانی های افراد به اندازه کافی برطرف شده است. و کوثر<sup>۹</sup> اثبات نموده است که چگونه توانمند سازی کاربران نهائی در ساخت اینترنت اشیاء به روشی خودکفا<sup>۱۰</sup> می تواند تجارب کاربران را افزایش دهد [۶]. این رویکردها همسو با مشاهدات ون هپیل و کتز<sup>۱۱</sup> است که با ارائه مجموعه ابزارهای کافی به کاربران، امکان انتقال نوآوری از شرکتها به کاربران نهائی را میسر می سازند. [۷]

با این وجود، ارائه ابزار توسعه به کاربران کافی نمی باشد زیرا نوآوری مستلزم انتشار<sup>۱۲</sup> موفق (فرایندی که نوآوری بواسطه آن بین کاربران احتمالی مرادده می شود) و نیز اتخاذ/پذیرش<sup>۱۳</sup> (فرایندهای تصمیم گیری کاربر/خریدار /مصرف کننده احتمالی) است. بنابراین، اگر بخواهیم اطمینان حاصل کنیم که کاربران نهائی قادر به تولید و انتشار نوآوری ها هستند، ابتدا باید اطمینان حاصل کنیم که آنها قادر به برقراری ارتباط موثر و توزیع ایده ها و محصولات خود هستند. مثال آیفون<sup>۱۴</sup> نشان می دهد که چگونه این مهم با معطوف ساختن توجهی خاص به مکانیزم مبتنی بر بازار قابل دستیابی می باشد. اپل با ترکیب ابزارهای برنامه نویسی، سکوی برنامه کاربردی و کانال توزیع، محیطی را خلق نموده است که به طور موثر از شبکه های نوآوری کاربر پشتیبانی می کند [۸] که در این شبکه ها، توسعه، تولید، توزیع و مصرف نوآوری توسط کاربران (یا به طور دقیق تر توسط کاربر یا توسعه دهندگان و شرکت های تولید ریز-نرم افزار) انجام می گردد. ون هپیل پیشنهاد می دهد که «شبکه های نوآوری کاربر» می توانند کاملاً مستقل از کارخانجات عمل کنند وقتی که ۱- حداقل برخی کاربران انگیزه کافی برای نوآوری داشته باشند، ۲- حداقل برخی کاربران انگیزه ای برای آشکار سازی داوطلبانه نوآوری های خود داشته باشند و ۳- انتشار نوآوری ها توسط کاربران کم هزینه بوده و قابل رقابت با تولید و توزیع تجاری باشد [۳، ۸، p]. شبکه نوآوری کاربر پشتیبانی شده توسط زیست بوم آیفون، افقی است و در آن، نوآوری - در قالب برنامه های کاربردی آیفون- توسط و برای کاربران<sup>۱۵</sup> تولید می شود. در مقابل نظر ون هپیل، که به توسعه منبع باز و توانایی کپی کردن (تکرار) و وفق دادن یک محصول اشاره دارد، شبکه نوآوری آیفون، کاربران را وادار نمی کند نوآوری خود را به طور باز در اختیار دیگران قرار دهد. در عوض، انتقال نوآوری بین کاربران از طریق یک بازار دو سویه (که توسط فروشگاه اپ<sup>۱۶</sup> تحقق می یابد) تسهیل می گردد که کاربران یا توسعه دهندگان در یک سو و کاربران صرف در سوی دیگر آن قرار دارند<sup>۱۷</sup>. اثرات شبکه ای تحقق یافته از این بازار، امکان انتقال موثر ایده ها (در قالب برنامه های کاربردی) و استخدام موثر کاربران برای برنامه های کاربردی که موفقیت آنها مستلزم جمعیت کاربری بزرگی است (نظیر برنامه های کاربردی انبوه سپاری<sup>۱۸</sup> و حسگری مشارکتی<sup>۱۹</sup>) فراهم می سازد. در مجموع، اگر چه زیست بوم آیفون برای

<sup>۸</sup> Michahelles

<sup>۹</sup> Kawsar

<sup>۱۰</sup> Do it Yourself (DiY)

<sup>۱۱</sup> Von Hippel and Katz

<sup>۱۲</sup> diffusion

<sup>۱۳</sup> adoption

<sup>۱۴</sup> برای سادگی بر اپل و آیفون تمرکز نموده ایم اگر چه سایر فروشندگان موبایل نظیر نوکیا، گوگل، مایکروسافت، زالم و آر-آی-ام به طور فزاینده ای در حال کپی کردن عناصر زیستبوم آیفون هستند.

<sup>۱۵</sup> نوآوری رهبری شده توسط کاربر، نوآوری تجاری سنتی را تکمیل می کند.

<sup>۱۶</sup> App store

<sup>۱۷</sup> اصطلاح بازار (Market) دلالت بر تراکنش های تجاری ندارد. به طور حتم اغلب داندوهای نرم افزاری آیفون شامل نرم افزارهای رایگان هستند (نسبت برنامه های کاربردی پولی به رایگان برابر ۱.۸ به ۷ است).

<sup>۱۸</sup> Crowd sourcing/crowd +Outsourcing



توسعه دهندگان تجاری نرم افزار، موهبتی بوده است و اساسا برای منفعت رساندن به اپل ایجاد شده است، لیکن از نوآوری دموکراتیک برخوردار بوده و راه نوآوری کاربرگردان را هموار نموده است.<sup>۲۰</sup> در نتیجه این امر منجر به توسعه و اتخاذ موفق برنامه‌های کاربردی در عملگرایی اجتماعی، علم شهروندی<sup>۲۱</sup> و روزنامه نگاری شهروندی می‌شود.

در خصوص اینترنت اشیا این سوال مطرح می‌شود که چگونه می‌توان به شهروندان عادی، نه تنها به عنوان مفسران پیشرفت‌های در حال وقوع اینترنت اشیا بلکه به عنوان نوآوران و شکل دهندگان فناوری، صدائی برای ابراز وجود داد؟ چگونه می‌توانیم اطمینان حاصل کنیم که اینترنت اشیا امکان هدایت نوآوری توسط کاربر (علاوه بر هدایت نوآوری توسط شرکت) را می‌دهد؟ چگونه می‌توانیم مکانیزم‌های نوآوری در اینترنت اشیا را همانند مکانیزم‌های مبتنی بر بازار بکار گرفته شده توسط اپل (وسایر فروشندگان رو به رشد موبایل) خلق و ترغیب کنیم؟

در ادامه این مقاله، پاسخ‌های اولیه‌ای به این سوالات ارائه می‌کنیم. هدف ما برجسته نمودن اهمیت ترکیب مکانیزم هدایت نوآوری توسط کاربر و نوآوری مبتنی بر بازار برای توسعه آینده اینترنت اشیا است. ما زیست‌بوم‌های کاربر محور را به عنوان چارچوب نظری با استفاده از قلمرو خانه هوشمند (به عنوان مثال) معرفی کرده و به بحث در مورد چگونگی ترویج دادن نوآوری کاربر توسط چنین زیست‌بوم‌هایی می‌پردازیم. در نهایت، پنج چالش برای تحقق زیست‌بوم‌های اینترنت اشیا کاربر محور را شناسایی خواهیم کرد.

## ۲- نوآوری باز و نوآوری کاربر در اینترنت اشیا

اینترنت اشیا با اینترنت و وب درون آن که توسعه اولیه آن توسط بازیگران بزرگ صنعتی و علایق تجاری هدایت شده است، تفاوت دارد. تا زمانی که این تفاوت وجود دارد، می‌توانیم تلاش‌هایی در جهت باز کردن اینترنت اشیا شاهد بیاوریم و توسعه آن را فراگیرتر (غیر انحصاری‌تر) سازیم. بسیاری از جالب‌ترین ایده‌ها در فضای اینترنت اشیا در حال حاضر از جوامع نوآوری هنرمندان، طراحان، علاقه‌مندان، محققان و شرکت‌های فناوری کوچک اختصاص یافته به خلق و انتشار رایگان نوآوری‌ها (مثال‌های آن شامل ThingM [۱۶]، Tinker [۱۷] و Berg London [۱۸]) نشأت می‌گیرند. جنبه مهم این جمعیت جهانی، توسعه نرم افزار منبع باز و سکوی سخت افزاری باز برای ساخت نمونه اولیه نامحدود و آزمایشگری است (برای مثال آردینو [۱۹]). روح عقاید مشارکتی و انجمنی پروژه‌های منبع‌باز نیز در حال بسط یافتن به جنبه‌های داده‌ای اینترنت اشیا است [۳].

توسعه استانداردهای باز برای اینترنت اشیا، یکی دیگر از گرایش‌های اصلی است. به طور مشابه زیر پرچم "وب اشیا"،

---

ترکیبی از دو کلمه جمعیت و برون‌سپاری است. به معنای برون‌سپاری به انبوه مردم است. انبوه‌سپاری نوعی برون‌سپاری است اما نه به شرکت‌ها و سازمان‌های خاص بلکه به گروه فراوانی از افراد ناشناخته. ناشناخته بدین معنا که یک شرکت نمی‌تواند جمعیت خویش را بشناسد. این جمعیت ممکن است شامل افراد کارآمد یا بی‌تجربه باشد. این کار معمولا از طریق فراخوان‌های عمومی در اینترنت انجام می‌شود.

### <sup>۱۹</sup> Participatory sensing

جوامع (یا گروهی از افراد) که در جمع‌آوری اطلاعات حسگری را برای ساختن بدنه دانش با هم مشارکت می‌کنند. رشد دستگاه‌های موبایل نظیر آیفون که از حسگرهای متعدد تشکیل می‌شوند، حسگری مشارکتی را در مقیاس وسیع میسر ساخته است و می‌تواند برای بازیابی اطلاعاتی در مورد محیط، آب و هوا، نقل و انتقال شهری و ... بکار رود.

<sup>۲۰</sup> علیرغم اینکه اپل سکوها، ابزار و فروشگاه اپ آیفون را به شدت کنترل می‌کند.

### <sup>۲۱</sup> Citizen science/crowd science/crowd-sourced science

به معنی تحقیقات علمی است که کاملا و یا بخشی از آن توسط دانشمندان آماتور یا غیر حرفه‌ای انجام شده است. علم شهروندی گاهی به عنوان مشارکت عمومی در تحقیقات علمی توصیف می‌شود.



دانشگاهها و بازیگران تجاری در جهت توسعه پروتوکل های باز که اشیاء را به وب متصل کنند کار می کنند. برای مثال با تحقیق در مورد زیرساخت سرویس وب RESTful برای اشیاء [۲۱، ۲۲].

در مقایسه با استانداردهای اختصاصی، استانداردهای باز، عرصه هموارتری را برای نوآوری ایجاد می کنند و بنابراین به بازیگران کوچک هم امکان می دهند نوآوران اثر بخشی باشند (اگر چه اغلب استانداردهای باز نظیر IPSO [۲۳] توسط بازیگران صنعتی بزرگ هدایت می شوند). وجود بازیگران مستقل کوچکتر، به جای اینکه صرفا سود اندک تجاری حاصل کنند، احتمال سود رساندن نوآوری های بیرون آمده به شهروندان را افزایش می دهند.

علی رغم این پیشرفت های خوشایند در زمینه نوآوری باز، تا کنون در مورد نقش بالقوه کاربران نهایی به عنوان انگیزه دهندگان و خالقان نوآوری های اینترنت اشیاء هیچ بررسی عمیقی قرار نگرفته است به عنوان مثال، مقالات [۶، ۲۴] تنها بر پشتیبانی ابزار تمرکز می کند. همانطور که مثال آیفون نشان می دهد، نوآوری افراد عادی می تواند در یک بازارگاه (دقیقا کنترل شده) ظاهر شود به شرط آن که فضایی در زیست بوم برای کاربران نهایی وجود داشته باشد که مخاطب پیدا کنند و از به اشتراک گذاری نوآوری هایشان سود ببرند. همانطور که جنبش منبع باز و تعداد زیادی از برنامه های کاربردی رایگان آیفون تصدیق می کنند، سود لزوما به معنی سود مالی نیست، لیکن در اغلب موارد به رضایت فردی و درک عمومی مربوط می شود. جوامع نوآوری مبتنی بر بازار، به نرم افزار و محصولات دیجیتال محدود نمی شوند، بلکه برای کالاهای فیزیکی دست ساز ایجاد شده اند. برای مثال، پونکو [۲۵] یک بازارگاه برخط موفق برای اشیاء فیزیکی دست ساز ("یک جمعیت دیجیتال سازی") است که به طراحان، خالقان، سازندگان دیجیتال، تهیه کنندگان مواد و خریداران امکان همکاری در ساختن اشیاء می دهند.

در بخش بعدی، در مورد این موضوع تحقیق می کنیم که چگونه یک بازارگاه باز برای اینترنت اشیاء ممکن است تحقق یابد که به افراد با حداقل مهارت های فنی، توانایی خلق، توزیع و احتمالا ارزش پولی دادن به محصولات اینترنت اشیاء نوآورانه آنها را در یک جمعیت کاربران یا توسعه دهندگان می دهد. بدین منظور، توجه خود را بر خانه های هوشمند، قلمرو مهمی در اینترنت اشیاء، معطوف ساخته ایم، خصوصا با توجه به اینکه اخیرا راه حل های مصرف هوشمندانه انرژی رواج یافته اند.

### ۳- در جهت زیست بوم های کاربر محور

تحقیقات خانه هوشمند به طور سنتی بر فناوری ها و برنامه های کاربردی توانمند ساز تمرکز نموده است. [۲۶] هدف پروژه های تحقیقاتی به طور فزاینده ای در جهت ایجاد زیست بوم های فنی و کسب و کاری می باشد [۲۷، ۲۸]. لیکن این تلاش ها اساسا فروشنده گردان و در سمت تامین کننده متمرکز بوده و نگاهی به نوآوری کاربر نهایی ندارند<sup>۲۲</sup>. محققان دانشگاهی، از سوی دیگر در مورد برنامه نویسی و قابلیت سفارشی سازی کاربر نهایی خانه های هوشمند تحقیق نموده اند [۳۰، ۳۱] لیکن این تحقیقات از جنبه مهم انتشار نوآوری غافل مانده است.

به منظور پوشش دادن این کاستی، ما مفهوم زیست بوم خانه هوشمند کاربر محور را به عنوان مجموعه ای از بازیگران (کسب و کار و افراد) توسعه می دهیم که در ساخت، نگهداری و استفاده از خانه های هوشمند به همراه مولفه های نرم افزاری و سخت افزاری زیست بوم، با هم تعامل و همکاری می کنند. هدف اصلی این زیست بوم کاربر محور (و تفاوت اصلی با زیست بوم غیر کاربر محور) این است که به صاحبان یا ساکنین آن امکان خلق، بکارگیری و انتشار نوآوری خانه هوشمند در قالب برنامه های کاربردی سخت افزاری و نرم افزاری می دهد.

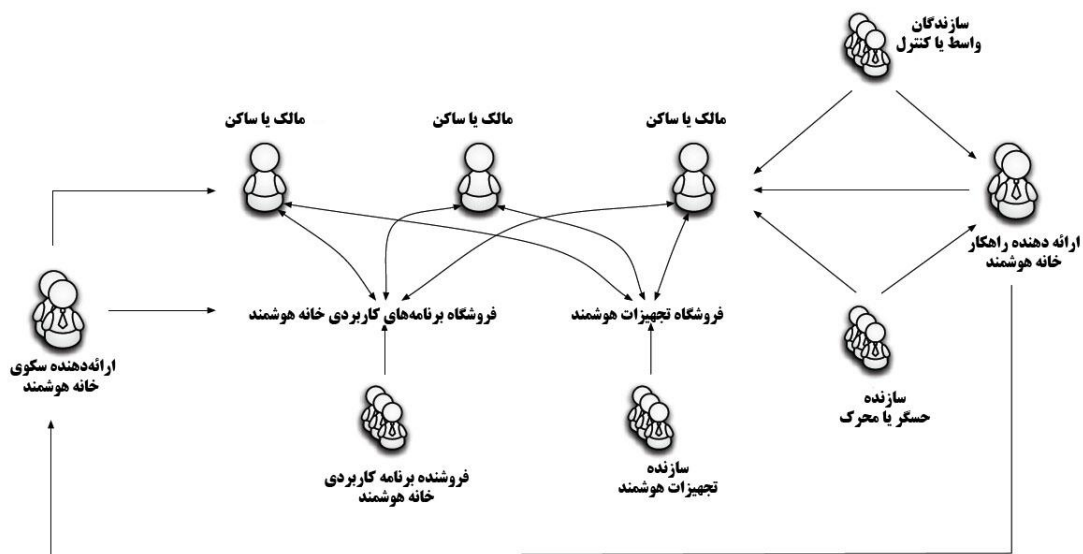
به منظور تامین این هدف اصلی، تعدادی از بازیگران زیست بوم در میان دیگران باید وجود داشته باشند: ارائه دهندگان سکو، ارائه دهندگان برنامه کاربردی، فروشگاه برنامه کاربردی، و یک فروشگاه تجهیزات هوشمند (شکل ۱). ارائه دهندگان سکو در ارائه بهترین راه حل با یکدیگر رقابت می کنند، ارائه دهندگان مستقل، برنامه های کاربردی خانه هوشمند را بر روی این

<sup>۲۲</sup> تنها استثنای قابل ذکر پروژه تجارب هوشمند خود ساخته (DiYSE) است لیکن نتایج ملموس و واقعی هنوز بسیار اندک است. [۲۹]





سکوها ساخته و به فروش می‌رسانند و توزیع کنندگان برنامه‌های کاربردی را جمع آوری و دسته بندی می‌کنند. صاحبان یا ساکنین خانه‌ها از این برنامه‌های کاربردی و فروشگاه تجهیزات برای انتشار برنامه‌های کاربردی سرگرمی، امنیتی، آسایش و سبک زندگی توسعه یافته توسط خود استفاده کرده و برنامه‌های کاربردی تولید شده توسط بازیگران تجاری و صاحبان یا ساکنین سایر خانه ها را جستجو و ایتباع می‌کنند.



(شکل ۱- زیست بوم اینترنت اشیا برای (بازیگران) خانه‌های هوشمند)

اغلب تحقیقات، خانه‌های هوشمند را به عنوان یک سامانه پیچیده واحد در نظر می‌گیرند که از صفر طراحی و ساخته شده و اغلب جنبه‌ها (ساختمان فیزیکی، زیرساخت دیجیتال، مبلمان و تجهیزات) تحت کنترل یک توسعه دهنده خانه هوشمند فرض می‌شود. این فرض در صورتی که ساختمان‌های مورد تحقیق نظیر خانه هوشمند جورجیا تک<sup>۳۳</sup> در نظر گرفته شوند ممکن است درست و زمانی که سبک زندگی و سیر تکاملی نمونه خانه‌ها [۳۳] در نظر گرفته می‌شود ممکن است غلط باشد. زیست‌بوم کاربر محور فوق این واقعیت را منعکس می‌کند که ساختمان‌ها، مجموعه‌هایی هستند که توسط کمک کنندگان بسیاری جمع می‌شود و اینکه توسعه‌های خانگی خودکفا که توسط خود مالکین یا ساکنین خانه ایجاد می‌شوند نقش مهمی در طول عمر یک خانه ایفا می‌کنند.

زیست بوم خانه هوشمند باید توسط یک زیرساخت فنی مرتبط پشتیبانی گردد که از قابلیت مالکین یا ساکنین برای تنظیم و بهبود کارکرد خانه آنها پشتیبانی کرده و از روابط کاری ضمنی بین بازیگران تجاری حمایت می‌کند. مثالی از چنین زیرساخت خانه هوشمند در شکل ۲ نشان داده می‌شود که شامل مولفه های زیر است:

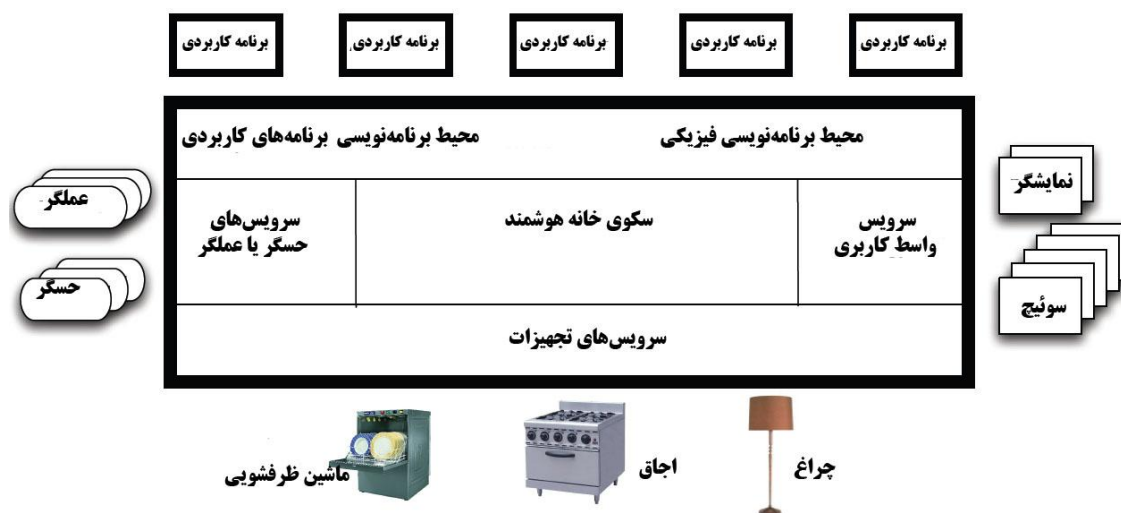
سکوی نرم افزاری خانه هوشمند: این سکو، انتزاع‌های نرم‌افزاری به همه زیر سیستم‌ها و سرویس‌های خانه هوشمند ارائه می‌دهد. بسیار شبیه همان کاری که یک سیستم عامل در یک رایانه انجام می‌دهد.

حسگرها و عملگرها: زیر ساخت اصلی برای شناسایی و خودکاری سازی فعالیت را ارائه می‌دهند. تجهیزات هوشمند: شامل (نسخه های آینده) تجهیزات نظیر اجاق گاز، ماشین ظرفشویی، چراغ‌ها و غیره واسط‌ها و کنترل‌ها: این مقوله شامل هر آن چیزی است که به ساکنین امکان کنترل کردن یک خانه هوشمند را داده و

<sup>۳۳</sup> Georgia Tech



شامل سوئیچ ها و نمایشگرهای دیجیتال ساده و غیره است.  
برنامه های کاربردی خانه هوشمند: برنامه های کاربردی، مرکز عملکرد کاربر نهائی و واحدهای توسعه کاربر نهائی محسوب می شوند.



(شکل ۲- زیست بوم اینترنت اشیا در (فناوری) خانه های هوشمند)

زیست بومها، توانمندسازهای نوآوری هستند. زیست بومها تقاضا را از کاربر نهائی به توزیع کنندگان و ارائه دهندگان منتقل کرده و در پاسخ، آنها را به توسعه محصولات نوآورانه ترغیب می کند. به طور مشابه، زیست بومها امکان ظهور، منتشر شدن و یافتن مخاطبان پذیرنده متشکل از افراد هم عقیده را برای نوآوری های کاربر فراهم می سازند. بحث ما این است که یک زیست بوم کاربر محور که به درستی برای نوآوری در خانه های هوشمند پیکر بندی شده باشد، می تواند همان کاری را انجام دهد که زیست بوم آیفون برای نوآوری در فضای موبایل انجام داده است.

یک زیست بوم خانه هوشمند همانطور که در بالا اشاره گردید ممکن است برای مثال امکان توسعه یک برنامه کاربردی اندازه گیری انرژی را برای صاحب خانه در خانه خود فراهم کرده و از طریق فروشگاه برنامه کاربردی، آن برنامه کاربردی را در اختیار سایر صاحبان یا مستاجران خانه قرار دهد. آنچه تعیین کننده است این است که این نوع نوآوری کاربر به مجموعه ای غنی از قابلیت های فنی خانه های هوشمند وابسته است که توسط زیست بوم و بازیگران تجاری و غیر تجاری آن ارائه می شود. بدون وجود چنین زیست بومی، نوآوری کاربر اثربخش نخواهد بود یعنی به مقیاس وسیع نخواهد رسید.

زیست بوم خانه هوشمند و اینترنت اشیا به چند دلیل پیچیده تر از زیست بوم آیفون هستند: ۱- اینترنت اشیا ممکن است بیش از دیجیتال بودن، فیزیکی باشد. و صرفا برنامه های کاربردی نباشد. ۲- بیشتر ارزش اینترنت اشیا وابسته به داده های اخذ شده توسط حسگرهای تعبیه شده است برای مثال داده هایی در مورد مصرف انرژی. این داده ها ممکن است خودشان به یک کالای قابل داد و ستد در بازار اینترنت اشیا بدل شوند به طوری که کاربران ممکن است قادر به فروختن داده های خود به دیگر بازیگران زیست بوم باشند. ۳- یک بازار اینترنت اشیا ممکن است نسبت به بازار دو سویه نسبتا سراسر برنامه های کاربردی آیفون نیازمند شرکای بیشتری باشد. همانند یک خانه که توسط برقکاران، نقاشان و لوله کشان ساخته و نگهداری می شود، می توانیم انتظار داشته باشیم که یک زیست بوم اینترنت اشیا در برگیرنده بازیگران متخصص و شاید بازارهای تخصصی متعددی باشد.

#### ۴- چالش های زیست بوم کاربر محور



رویکردهای زیست بوم به طور فزاینده‌ای توجه را در تحقیقات کسب و کار نرم افزاری به خود معطوف می‌کنند [۳۴،۳۵]، لیکن این توجه تا کنون به اینترنت اشیا معطوف نشده است. با وجود این که زیست‌بوم‌های اینترنت اشیا محلی، قطعا در قلمرو صنعتی وجود دارند، برای مثال در ارتباط با سیستم و سکوهایی خاص RFID، این زیست بوم‌ها برای افراد به اندازه زیست بوم آیفون باز نیستند و بنابراین از نوآوری کاربر گردان پشتیبانی نمی‌کنند. توانمند سازی کاربران نهایی برای خلق تجارب این‌ترنت اشیا هوشمند خود، مستلزم زیست بوم‌هایی است که موانع ایجاد و توزیع را برطرف می‌کنند. در ادامه پنج چالش اصلی برای ظهور یا خلق با عزم و اراده زیست بوم‌های کاربر محور اینترنت اشیا را مشخص می‌کنیم:

#### ۴-۱ چالش اول: درک و پشتیبانی نکات تماس نوآوری کاربر

نوآوری کاربر در مثال خانه هوشمند می‌تواند به روش‌های زیادی رخ دهد: با توسعه برنامه‌های کاربردی نوآورانه خانه هوشمند، با خلق یا اصلاح و تغییر اشیا و تجهیزات هوشمند، با بروزرسانی زیرساخت حسگر یا عملگر و غیره. چالش در شناسایی نقاط تماس نوآوری و ارائه ابزار کافی مطرح می‌شود. توسعه برنامه کاربردی می‌تواند به طور سنتی با ارائه مجموعه ابزار نرم افزاری<sup>۲۴</sup> پشتیبانی گردد. مجموعه ابزار ارائه شده برای اصلاح تجهیزات هوشمند چه شکلی هستند؟ چگونه این اصلاحات/تغییرات می‌توانند به سایر مالکین یا کاربران به روش‌های اثر بخشی منتقل شوند؟ چگونه از به اشتراک گذاری مصنوعات فیزیکی تولید شده توسط کاربر توسط زیست بوم پشتیبانی می‌گردد؟

#### ۴-۲ چالش دوم: درک مشخصات سکوهایی نوآوری باز

سکوها در قلب بسیاری از زیست‌بوم‌های سخت افزاری یا نرم افزاری قرار دارند [۳۶] و ممکن است نقش مهمی را در اینترنت اشیا ایفا کند. چالش در درک علل ضرورت وجود سکوی اینترنت اشیا از دیدگاه کسب و کار و مهندسی مطرح می‌شود. این سکوها چه انتزاعاتی را باید برای بیشینه کردن پذیرش و نوآوری ارائه دهند؟ پیچیدگی سکوهایی اینترنت اشیا از این نظر است که باید به طور پویا حسگرها و عملگرها و نیز دیگر اشیا هوشمند را یکپارچه سازند. این سکوها چگونه تعامل پذیری بین مولفه‌ها و محصولات خریداری شده از فروشندگان مختلف را مدیریت می‌کنند؟

#### ۴-۳ چالش سوم: درک محرک‌های کاربران

محرک‌ها (انگیزاننده‌ها)، هسته نوآوری کاربر محسوب می‌گردند. از یک طرف، کاربر یا توسعه‌دهندگان ممکن است فرایند نوآوری را به دلیل لذت یا یادگیری که برای آنها به ارمغان می‌آورد، به سادگی ارزش‌دهی کنند و از سوی دیگر ممکن است بتوانند نوآوری خود را توسط فروش محصولات در یک بازارگاه باز به پول تبدیل کنند. غنی‌سازی حسگری اینترنت اشیا، فرصت‌های نوینی برای داد و ستد و رواج پولی دادن به داده‌های تولید شده توسط کاربر ایجاد می‌کند. راهبردهای مناسب برای رواج پولی دادن به داده‌های تولید شده توسط کاربر کدامند؟ چگونه کاربران تعارض بین حفظ محرمانگی و درک ارزش بالقوه داده‌ها را حل کنند؟ چگونه کاربران می‌توانند داده‌های تولید شده توسط کاربر را بدون دخالت تراکنش‌های پولی، داد و ستد کرده یا جمع آوری کنند؟

#### ۴-۴ چالش چهارم: شناسایی مدل‌های کسب و کاری اینترنت اشیا

زیست بوم‌های اینترنت اشیا فرصت‌هایی برای روابط کسب و کاری نوین و مدل‌های کسب و کاری خلق می‌کنند. آیا تجهیزات هوشمند آینده که اطلاعاتی در مورد استفاده آن به سازنده بر می‌گرداند، می‌تواند مانند تجهیزات امروزی به فروش برسد، آیا می‌تواند بر اساس پرداخت به ازاء مصرف کرایه داده شود یا برای دسترسی به داده‌های تولید شده توسط کاربر به طور رایگان ارائه شود؟ این چالش به شناسایی مدل‌های کسب و کاری جدید مرتبط با اشیا فیزیکی هوشمند و توسعه ابزار فنی برای پشتیبانی از آنها در زیست بوم (برای مثال با تسهیل اخذ و انتقال داده‌های کاربر بین خانه هوشمند و سازنده

<sup>۲۴</sup> toolkits





تجهیزات) می پردازد. اکنون نمی دانیم چگونه ارزش سرویس ها و برنامه های کاربردی را در یک بازارگاه باز تعیین کنیم. مدل های کسب و کاری که به فروشندگان اینترنت اشیا امکان رقابت بر اساس کارکرد، سطح سرویس یا کیفیت را بدهد، در اختیار نداریم.

#### ۴-۵- چالش پنجم: شناسایی و نگاشت زیست بوم های بالقوه باز اینترنت اشیا

خانه های هوشمند تنها یک مثال از اینترنت اشیا هستند که رویکرد زیست بوم در آن می تواند مفید باشد. چالش در شناسایی سایر قلمروهایی است که در آنها زیست بومها ممکن است ظاهر شوند، نگاشت آنها بر حسب مولفه های فنی و فعالان کسب و کار و در درک چگونگی پشتیبانی از نوآوری مبتنی بر بازار و کاربر گردان است. زیست بوم های نرم افزاری می توانند در سطوح سیستمی مختلف (سکوها، برنامه های کاربردی، زبان ها و ...) تعریف شوند [۳۴،۳۵] بنابراین تنوع نسبتا نامحدودی از زیست بوم های احتمالی وجود دارند. تا کنون تحقیقات در مورد خلق محیطی که نوآوری کاربر در زمینه اینترنت اشیا را تقویت می کند، انجام نشده است.

اداره کردن این پنج چالش مستلزم تحقیقات بین سیاستی و مشارکتی در علوم کامپیوتر، مهندسی نرم افزار، مدیریت کسب و کار نرم افزاری و اقتصاد است. اغلب سوالات مطرح شده، جدید نیستند لیکن اهمیت دوباره ای یافته اند و مستلزم پاسخ های جدید در دنیای محصولات فیزیکی یا دیجیتال و محیط های غنی از حسگر ها هستند.

#### ۵- نتیجه گیری

نگرانی هایی در مسیر توسعه اینترنت اشیا در حال وقوع است. به منظور تکمیل تاثیر بازیگران صنعتی اینترنت اشیا، نیازمند جستجوی روش هایی برای ترویج نوآوری کاربر هستیم مشابه آنچه زیست بوم آیفون در محاسبات موبایل بدان دست یافته است. با تقویت نمودن کاربران نهایی اینترنت اشیا برای خلق و به اشتراک گذاری نوآوری های خود، این کاربران به تولید کنندگان در زیست بوم جدید تبدیل می شوند که در این زیست بوم کاربران یا توسعه دهندگان و شرکت ها می توانند به طور ثمربخشی مشارکت کنند. استدلال می کنیم که تصمیمات در مورد سکوها و مدل های کسب و کاری باید دست به دست بگردند. مهم تر از همه اینکه ما نوآوری مبتنی بر بازار و نوآوری هدایت شده توسط کاربر را به عنوان مکمل های لازم در مسیر رو به جلو توسعه اینترنت اشیا می دانیم.

#### مراجع

- [۱] International Telecommunication Union (۲۰۰۵). The Internet of Things. Internet Report ۲۰۰۵. Available at <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings>.
- [۲] van Kranenburg, R (۲۰۰۷). The Internet of Things: A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID, Network Notebooks ۰۲, Institute of Network Cultures, Amsterdam, ۲۰۰۷.
- [۳] Open Source Sensing Initiative (۲۰۱۰). Home page <http://opensourceensing.org>. Accessed ۲ April ۲۰۱۰.
- [۴] Guinard, D., Baecker, O., & Michahelles, F (۲۰۰۸). Supporting a Mobile Lost and Found Community. In Proceedings of the ۱۰th International Conference on Human-Computer Interaction



- with Mobile Devices and Services )pp. ۴۰۷-۴۱۰. (New York.
- [۵] Michahelles, F )۲۰۰۹. (How the Internet of Things will gain momentum :Empower the users, Invited Paper, International Conference of Impact on Ubiquitous RFID/USN Systems to Industry, Sunchon, Oct ۶, ۲۰۰۹.
- [۶] Kawsar F)۲۰۰۹. (A Document-Based Framework for User Centric Smart Object Systems, PhD dissertation, Dept. Computer Science, Waseda Univ., Feb. ۲۰۰۹.
- [۷] von Hippel, E., & Katz, R)۲۰۰۲. (Shifting Innovation to Users via Toolkits .Management Science, ۴۸)۷(, ۸۲۱-۸۳۳.
- [۸] von Hippel, E)۲۰۰۲. (Open Source Projects as Horizontal Innovation Networks -By and For Users )June ۲۰۰۲. (MIT Sloan Working Paper No. ۴۳۶۶-۰۲. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=۳۲۸۹۰۰>
- [۹] Admob.com )۲۰۱۰. (January ۲۰۱۰ Mobile Metrics Report, )Available online at <http://metrics.admob.com/۲۰۱۰/۰۲/january-۲۰۱۰-mobile-metrics-report/>
- [۱۰] von Hippel, E)۲۰۰۵. (Democratizing Innovation .MIT Press.
- [۱۱] The Extraordinaries .<http://app.beextra.org>
- [۱۲] The WildLab .<http://www.thewildlab.com>
- [۱۳] Noah .<http://www.networkedorganisms.com>
- [۱۴] SparkVue .<http://www.pasco.com/featured-products/sparkvue-for-iphone/index.cfm>
- [۱۵] News .<http://www.۳۶۰ne.ws>
- [۱۶] ThingM <http://thingm.com>
- [۱۷] Tinker <http://www.tinker.it>
- [۱۸] Berg London <http://berglondon.com>
- [۱۹] Arduino .<http://www.arduino.cc>
- [۲۰] Trifa, V and Guinard, D )۲۰۱۰. (Towards the Web of Things, Whitepaper ۱.۰. Available online at <http://www.scribd.com/doc/۱۶۲۹۲۶۲/ Web-of-Things-whitepaper-v۱>



- [۲۱] Stirbu, V).۲۰۰۸.(Towards a RESTful Plug and Play Experience in the Web of Things .In Semantic Computing, ۲۰۰۸ IEEE International Conference on, ۵۱۲-۵۱۷, ۲۰۰۸.
- [۲۲] Wilde, E).۲۰۰۷.(Putting Things to REST, UCB iSchool Report ۲۰۰۷-۰۱۵, School of Information, UC Berkeley, ۲۰۰۷.
- [۲۳] IPSO <http://www.ipso-alliance.org>
- [۲۴] Guinard, D.and Trifa, V).۲۰۰۹(Thomas Pham and Olivier Liechti.Towards Physical Mashups in the Web of Things .In International Conference on Networked Sensing Systems, INSS ۲۰۰۹.
- [۲۵]<http://www.ponoko.com>
- [۲۶] Chan, M., Estève, D., Escriba, C., and Campo, E).۲۰۰۸.(A review of smart homesPresent state and future challenges .Comput .Methods Prog .Biomed .۹۱, ۱ )Jul .۲۰۰۸(, pp.۸۱-۵۵ .
- [۲۷] <http://www.sofia-project.eu>
- [۲۸] <http://www.diem.fi>
- [۲۹] Trappeniers, L., Roelands, M., Godon, M., Criel, J., Dobbelaere, P).۲۰۰۹.(Towards Abundant DiY Service Creativity.Successfully Leveraging the Internet-of-Things in the City and at Home, ICIN ۲۰۰۹, Bordeaux, September ۲۰۰۹.
- [۳۰] Davidoff, S., Kyung Lee, M., Yiu, C., Zimmerman, J.and Dey .A )۲۰۰۶.(Principles of Smart Home Control .In Proceedings UbiComp ۲۰۰۶.
- [۳۱]Kawsar, F., Nakajima, T., Fujinami, K).۲۰۰۸.(Deploy spontaneously.supporting endusers in building and enhancing a smart-home .In Proceedings UbiComp ۲۰۰۸, pp.۲۸۲-۲۹۱.
- [۳۲]<http://awarehome.imtc.gatech.edu/>
- [۳۳]Rodden, T., Benford, S).۲۰۰۳.(The evolution of buildings and implications for the design of ubiquitous domestic environments.Proceedings of the conference on Human factors in computing systems '۰۳, ۹ – ۱۶, ۲۰۰۳.
- [۳۴]Jansen, S., Brinkkemper, S., Finkelstein, A).۲۰۰۹.(A Sense of Community :A Research Agenda for Software Ecosystems .۳۱st International Conference on Software Engineering, New and Emerging



نخستین کنگره بین المللی  
چالش های الکترونیکی ۲۰۱۶-تهران  
**1st Tehran eChallenges**  
**International Congress 2016**  
17-18 October 2016 / مهرماه ۱۳۹۵ و ۲۶ و ۲۷

Research Track, ۲۰۰۹.

[۳۵] Bosch, J. ۲۰۰۹. (From Software Product Lines to Software Ecosystems. ۱۳th International Software Product Line Conference, August ۲۰۰۹.

[۳۶] Evans, D., Hagi, A., Schmalensee, R. ۲۰۰۶. (Invisible Engines. How software platforms drive innovation and transform industries. MIT Press ۲۰۰۶.