



## فرصت ها، چالش ها و لزوم راه اندازی بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیاء از دیدگاه حاکمیت

پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

[WWW.ITRC.AC.IR](http://WWW.ITRC.AC.IR)



## خلاصه مدیریتی

علی‌رغم پیشرفت‌های مختلف در فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، شبکه‌های نسل جدید مخابراتی و زنجیره‌بلوکی، چالش‌های مربوط به ارزیابی راهکارهای ابتکاری تحت سناریوهای واقعی و توسعه‌های تجربی هنوز مانع توسعه قابل توجه خدمات و محصولات مرتبط با این فناوری‌های نوین هستند. تست راهکارها در مقیاس بزرگ‌تر و خارج از آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، به‌عنوان مثال در محیط‌های واقعی و با کاربران نهایی واقعی، از اوایل دهه دوم قرن بیست و یکم مورد توجه قرار گرفته‌است. یک بستر تست و توسعه محیطی است که اجازه انجام آزمایش و توسعه محصولات و خدمات را به‌منظور تحقیق و توسعه می‌دهد. با وجود تمامی چالش‌ها و مشکلات موجود، بسترهای تست و توسعه به اصلی‌ترین روش تست و توسعه راهکارهای مبتنی بر فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیا در جهان امروز تبدیل شده‌اند. این توسعه روزافزون تنها به دلیل مزایای غیرقابل انکار و خدمات مناسبی است که این بسترها ارائه می‌نمایند. این گزارش مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا تهیه شده است و تلاش شده است تا ابعاد مختلف بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا را مورد بررسی قرار دهد. اما این رویکرد و مفهوم محدود به فناوری اینترنت اشیا نیست و می‌تواند به عنوان راهکاری در توسعه فناوری‌های نوین دیگر نظیر هوش مصنوعی (AI)، زنجیره‌بلوکی (Blockchain) و نسل پنجم شبکه‌های مخابراتی (5G) مورد توجه قرار گیرد. لذا در اقدامات پیشنهادی در انتهای این گزارش، اقدامات مرتبط با فناوری‌های دیگر نیز مورد توجه قرار گرفته است.

در صنایع مختلف، بسترهای تست و توسعه بسیاری در سطح دنیا در حال فعالیت می‌باشند که استفاده از تجربیات آن‌ها می‌تواند ما را در دستیابی سریع‌تر به اهداف پیش‌بینی شده یاری نماید. بررسی مستندات مربوط به این شرکت‌ها نشان می‌دهد که ایشان راهکار ارائه خدمات متنوع، ارزان و همیشه در دسترس را در تشکیل فدراسیون بسترهای تست و توسعه یافته و اقدام به تشکیل فدراسیون‌های متنوع نموده‌اند که

مهم‌ترین آن در ذیل اتحادیه اروپا و با عنوان *FIESTA* تشکیل شده است. در این فدراسیون تعدادی از بسترهای تست و توسعه غیراروپایی نیز عضو هستند.

زیست‌بوم بسترهای تست و توسعه از اجزا بسیاری تشکیل شده است که موفقیت آن را منوط به وجود همکاری و همراهی تمامی این اجزا نموده است. در این میان شرکت‌های بزرگ و دولت‌ها وظیفه خود می‌دانند به منظور توسعه فناوری، دستیابی به خدمات فناورانه و در نتیجه توسعه اقتصادی، بسترهای تست و توسعه را برای توسعه‌دهندگان محصولات، شرکت‌های نوپا و دانش‌بنیان و محققین فراهم نمایند. در کشور ما همیشه وجود یک محور اصلی که معمولاً با عنوان نخ تسبیح نام‌برده می‌شود در تشکیل یک زیست‌بوم پایا که منافع تمامی اجزا به خصوص کاربران را فراهم نماید ضروری بوده و معمولاً این نقش به‌عهده یکی از دستگاه‌های دولتی قرار داده می‌شود. بر اساس اصل 40 قانون اساسی پس از به بلوغ رسیدن زیست‌بوم، دستگاه دولتی از زیست‌بوم خارج گردیده و تنظیم روابط براساس اصول رقابت و عرضه-تقاضا صورت می‌پذیرد. لذا به نظر می‌رسد وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات نیز براساس وظایف و حوزه تخصصی خود، باید این نقش را در زیست‌بوم بسترهای تست و توسعه ایفا نماید.

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در راستای نظارت بر کیفیت تجهیزات مورد استفاده در صنعت ارتباطات از ایام گذشته نیز اقدام به راه‌اندازی آزمایشگاه‌های تأیید نمونه برای کنترل کیفیت تجهیزات مخابراتی و ارتباطی نموده است اما در دوران جدید و با تغییر پارادایم تست و تأیید نمونه و یکپارچه شدن آن با زیرساخت‌های توسعه لازم است در مسیر قبلی تغییراتی ایجاد نماید. علاوه بر آن بر اساس قانون وظایف و اختیارات این وزارتخانه، متولی نظارت و کنترل کیفیت خدمات فناوری اطلاعات نیز این وزارتخانه می‌باشد. در نتیجه ضروری است تمهیدات لازم جهت آماده‌سازی بسترهای لازم برای کنترل و نظارت بر کیفیت خدمات نیز فراهم گردد.

در این گزارش 5 اقدام دارای اولویت جهت ایجاد، تحریک و توسعه بسترهای تست و توسعه در حوزه اینترنت اشیا به وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات پیشنهاد گردیده است که در زمینه‌های فراهم‌سازی بستر

فنی، قوانین و مقررات و فرهنگ همکاری و فدراسیون در بین فعالان این حوزه است. شایان ذکر است در صورت تامین توان اجرایی و منابع مالی، فعالیت‌های دیگری نیز پیش‌بینی گردیده است که در اولویت‌های کمتری نسبت به این گروه قرار دارند. مهم‌ترین فعالیت‌های پیشنهادی عبارتند از:

1. راه‌اندازی بستر تست و توسعه شهر هوشمند مبتنی بر فناوری‌های اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی
2. راه‌اندازی بستر تست و توسعه خودروهای هوشمند مبتنی بر فناوری‌های اینترنت اشیاء و نسل پنجم

#### شبکه‌های مخابراتی

3. تدوین و ارائه پروانه راه‌اندازی مراکز تست و توسعه
4. تدوین و انتشار استانداردهای تعامل مراکز تست و توسعه
5. حمایت از دانشگاه‌ها برای راه‌اندازی بسترهای تست و توسعه کوچک و دانشگاهی

## مقدمه

سامانه‌ها مستعد خطا هستند. سامانه‌های بزرگ اشتباهات زیادی دارند. اینترنت اشیا ما را به یکی از بزرگ‌ترین و گسترده‌ترین سامانه‌های دنیا تبدیل می‌کند که در آن اشتباهات به‌طور مستقیم زندگی مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تست، فرآیند شناسایی شکست‌ها است که در آن، یک شکست، از هر واریناسی بین نتایج واقعی و مورد انتظار تشکیل شده است. تست و تأیید به معنی مواجهه با خطاها است اما تست و تأیید یک زیست‌بوم بزرگ، ناهمگن و همیشه در حال رشد، چالش‌ها و خصوصیات خاص خود را دارد. باوجود تمامی پیشرفت‌های تحقق‌یافته در راستای تست این دسته از سامانه‌ها، متأسفانه امروزه، راهکارهایی که برای آزمایش این سامانه‌ها در دسترس هستند، ناکافی و پراکنده هستند.

سامانه‌های بزرگ نیازمند زیرساخت‌های بزرگ برای توسعه هستند؛ اما در دنیای امروز تأمین کردن زیرساخت‌های بزرگ به‌صورت انحصاری برای هیچ شرکتی امکان‌پذیر نبوده و مسیر حرکت به‌سوی استفاده اشتراکی از منابع است که اصلی‌ترین جلوه آن در مبحث خدمات ابری جلوه‌گر شده است. بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده و مقالات منتشر شده از تجربیات تست و توسعه محصولات و خدمات اینترنت اشیا، با توجه به گستردگی فیزیکی، استانداردها و پروتکل‌های متنوع، کاربران متفاوت و تجهیزات زیرساختی گوناگون در کنار تنوع سناریوهای قابل‌ارائه برای خدمات، علاوه بر شرکت‌های نوپا، شرکت‌های بزرگ نیز به‌سوی استفاده اشتراکی از زیرساخت‌های توسعه حرکت نموده‌اند.

با توجه به تنوع تجهیزات، خدمات، نوع کاربران و سایر پارامترهای مؤثر بر یک خدمت یا محصول، تعریف کردن یک سناریو برای تست محصول ناممکن گردیده و در نتیجه بخشی از تست‌ها به‌صورت تست در زمان کاربری تعریف می‌گردند. تست در زمان کاربری نیازمند آن است که به‌محض بروز خطا، سیستم توسعه‌یافته و مشکلات رفع گردند. لذا بخش تست و توسعه از یکدیگر جدا نمی‌باشند. از طرفی رایج شدن روش توسعه افزایشی و ماهیت آن در تست مرحله‌به‌مرحله در طول چرخه عمر توسعه یک خدمت یا محصول، ارتباط بین تست و توسعه را نزدیک‌تر نموده است.

به همین دلیل در دنیای فناوری امروز مفهوم بسترهای تست و توسعه گسترش یافته است. در این گزارش ابتدا نگاهی مختصر بر مفهوم، تعریف و معماری بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا خواهد شد و سپس دلایل ضرورت توجه به این حوزه ذکر خواهد شد. در ادامه، زیست‌بوم بسترهای تست و توسعه مورد بررسی قرار گرفته و نقش و جایگاه وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در آن مشخص خواهد شد. در پایان تعدادی از اقدامات پیشنهادی برای

توسعه بسترهای تست و توسعه در سطح کشور که می تواند توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات صورت پذیرد، مشخص شده است.

## 1- بستر تست و توسعه چیست؟

علی رغم پیشرفت های مختلف در فناوری اینترنت اشیا، چالش های مربوط به ارزیابی راهکارهای ابتکاری تحت سناریوهای واقعی و توسعه های تجربی هنوز مانع توسعه قابل توجه اینترنت اشیا هستند؛ بنابراین، شبیه سازی و آزمایش برای طراحی کاربردهای بزرگ، مهم ترین مؤلفه های یک فرآیند توسعه خواهند بود. برای این کار، نیاز به یک ابزار یا روش برای آزمایش و مدیریت برنامه های کاربردی می باشد.

برای طراحی برنامه ها و راهکارهای بزرگ و قوی در حوزه اینترنت اشیا، توسعه دهندگان به ابزار و روش های مناسب برای آزمایش و مدیریت برنامه های خود در زمینه سخت افزار و نرم افزار در مقیاس بزرگ نیاز دارند. غلبه بر چالش های فنی و موانع اجتماعی-اقتصادی یک راهکار اینترنت اشیا نیازمند یک ارزیابی جامع، عملی در محیط های واقعی، میان رشته ای، فن آورانه، در مقیاس بزرگ و واقع بینانه است. تست راهکارها در مقیاس بزرگ تر و خارج از آزمایشگاه های تحقیقاتی، به عنوان مثال در محیط های واقعی و با کاربران نهایی واقعی، از اوایل دهه دوم قرن بیست و یکم مورد توجه قرار گرفته است. این مهم ترین هدف از طراحی و استقرار بسترهای تست و توسعه<sup>1</sup> جدید در محیط های آزمایشی است که به ما (1) امکان ارزیابی فنی راهکارهای ابتکاری در شرایط واقعی، (2) ارزیابی پذیرش اجتماعی راهکارهای نوآورانه و (3) ارزیابی قابلیت استفاده و به کارگیری راهکار توسط کاربران نهایی را می دهد.

مزایای اجرای تجربی (انجام آزمایش در بسترهای تست) به دست آوردن تجربه در تعامل نزدیک با محیط واقعی یا کاملاً واقعی و شناخت مسائل رفتاری و نوع کاربری سامانه ها است. بررسی های نویسندگان نشان می دهد امروزه تمایل برای تست پیشنهاد های فناورانه با استفاده از بسترهای تست افزایش چشمگیری داشته است.

---

<sup>1</sup> Testbeds



## 1-1- تعریف بستر تست و توسعه

تعاریف زیادی برای بستر تست و توسعه ارائه شده است. یک بستر تست و توسعه محیطی است که اجازه انجام آزمایش محصولات را به‌منظور تحقیق و توسعه می‌دهد. یک بستر تست و توسعه، محیطی دقیق و شفاف برای آزمایش فراهم می‌کند. در یک مفهوم کلی، یک بستر تست و توسعه می‌تواند به‌عنوان نوعی محیط توسعه تعریف شود که به‌موجب آن توسعه‌دهنده‌ی کد یا ماژول می‌تواند بدون هیچ‌گونه دغدغه نسبت به حضور گروه تست و به‌صورت مستقل محصول خود را تست نماید. با این حال، یک بستر تست و توسعه تنها مختص یک گروه توسعه نیست. از منظر گروه تست یا تست‌کننده، بستر تست چیزی نیست جز یک پلتفرم که برای آزمایش محصول یا خدمت فراهم شده است. لذا این امکان وجود دارد که به‌صورت هم‌زمان و به‌صورت ارائه‌دهنده خدمت فعالیت نماید.

## 1-2- چالش‌های تست و توسعه در اینترنت اشیا

بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده و مقالات منتشر شده از تجربیات تست و توسعه محصولات و خدمات اینترنت اشیا، پشتیبانی از آزمایش‌های اینترنت اشیا در مقیاس مناسب (در حوزه اینترنت اشیا گاه تا هزاران نود) یک چالش مهم در واقع‌گرایی آزمایش‌های اینترنت اشیا است که این امر نیازمند مدیریت تعداد زیادی از منابع و داشتن مکانیسم پشتیبانی جهت تسهیل در انتخاب منابع کافی موردنیاز و مدیریت ترکیب منابع است.

همچنین ناهمگنی موجود در وسایل و راهکارها در دنیای واقعی، این ضرورت را ایجاد می‌نماید تا مشابه این ناهمگنی در بسترهای سخت‌افزاری و پروتکل‌های تست نیز وجود داشته باشد. این امر به ابزارهایی نیاز دارد که امکان پیکربندی مؤثر و اجرای آزمایش‌ها در میان منابع بستر تست ناهمگن و مدیریت وسایل را فراهم نمایند.

تکرارپذیری علاوه بر کمک به افزایش دقت علمی، ساخت راهکارهای دیگر و در نتیجه پیشرفت علمی جامعه را تسریع می‌کند. تعامل و تجمیع‌پذیری با سایر بسترهای تست برای دستیابی به مقیاس یا افزودن قابلیت‌های تست برای هر محیط تست ضروری است. این روش بخشی از مشکلات موجود در هزینه ساخت‌افزار، محدودیت‌های فضایی، فقدان تخصص یا منابع مدیریتی موردنیاز بسترهای تست را رفع می‌نماید.

با افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، پشتیبانی از تست کاربران چندگانه هم‌زمان در آزمایش‌ها یک ضرورت برای یک عملیات پایدار اقتصادی در بسترهای تست مقیاس‌پذیر بزرگ‌تر است. فناوری‌های اینترنت اشیا به‌شدت وابسته

به شرایط محیطی هستند که در آن مستقر بوده و با توجه به محیط، خدماتی متنوع را ارائه می‌نمایند. انتقال آزمایش به خارج از آزمایشگاه و محیط واقعی نیاز به فن‌های قوی‌تر برای کنترل شرایط خارج از کنترل محیطی دارد. نقش کلیدی اینترنت اشیا، تأمین اطلاعات در دنیای واقعی با استفاده از موجودیت‌ها، اتفاقی‌ها یا روابط فی‌مابین آن‌ها است که بسیاری از آن‌ها در یک محیط واقعی متحرک بوده یا دستگاه‌های متحرک اینترنت اشیا به آن‌ها متصل شوند. لذا، مکانیسم‌های کنترل و بهره‌برداری از تحرک واقعی دستگاه‌های اینترنت اشیا و نهادهای دنیای واقعی، در طول آزمایش ضروری هستند.

همچنین، بسیاری از برنامه‌های اینترنت اشیا بر روی کاربران انسانی متمرکز شده‌اند یا حداقل به مشارکت فعال آن‌ها نیاز دارند. زیرساخت‌های آزمایشی که شامل کاربران هستند باید مکانیسم‌هایی را ارائه دهند که اجازه ارزیابی تأثیر اجتماعی و پذیرش راهکارهای اینترنت اشیا و برنامه‌های کاربردی را فراهم نمایند. این مکانیسم‌ها شامل ابزارهای تشخیص خودکار شرایطی است که رفتار کاربر بر اعتبار داده‌های جمع‌آوری شده تأثیر می‌گذارد و همچنین مکانیسم‌های چندوجهی کارآمد برای دریافت بازخورد کاربر را نیز فراهم می‌نماید.

### 3-1- فدراسیون در بسترهای تست و توسعه

به‌طور فزاینده‌ای و با گسترش روز افزون فناوری‌ها و کاربران، محققان باید آزمایش‌های بزرگ‌تری را انجام دهند که دارای تنوع گسترده‌ای از دستگاه‌ها و فناوری‌های مختلف است. برآورده کردن این نیاز با مراکز آزمایشی جداگانه کاری دشوار است، زیرا هر بستر آزمایشی در اندازه و امکانات محدود بوده و تمایل به تمرکز بر روی یک نوع خاص از منابع را دارد. اگر محققان و توسعه‌دهندگان سامانه‌ها می‌توانستند مجموعه‌ای از بسترهای آزمایشی را در اختیار داشته باشند، می‌توانستند آزمایش‌های بزرگ‌تر و کامل‌تری را انجام داده و از منابع متنوعی استفاده کنند. این نیاز منجر به یک الگوی فدرال می‌شود که در آن بسترهای تست و توسعه منفرد باهم کار می‌کنند تا چارچوبی مشترک برای بهره‌گیری از منابع را در اختیار کاربران خود قرار دهند. این چارچوب مشترک باید تعدادی از الزامات را برآورده نماید. مفهوم فدراسیون در زمینه شبکه‌های ارتباطی کاربرد گسترده‌ای دارد و قبلاً در دهه 90 معرفی شده بود و این مفهوم به قابلیت اتصال شبکه‌های مختلف برای تبادل داده طبق یک توافق مشترک اشاره داشت و از آن زمان این مفهوم به همراه اینترنت و فناوری‌های ارتباطی تکامل یافته است.



روند تحقیقات فعلی اینترنت اشیاء نیاز به فدراسیون را نشان داده است. به‌عنوان مثال برای تضمین مقیاس‌پذیری سامانه‌های توزیع‌شده به روشی غیر برنامه‌ریزی شده و ایجاد خدمات پیچیده جدید با ترکیب سرویس‌های موجود که دامنه‌های مختلفی دارند، قطعاً نیاز به فدراسیون خواهد داشت؛ بنابراین، قابلیت همکاری، هماهنگی و اشتراک در حوزه‌های مختلف ضروری است. به عبارتی فدراسیون «الگویی برای ایجاد زیرساخت‌های گسترده و متنوع برای فناوری‌ها، خدمات و برنامه‌های کاربردی است که به‌طور کلی می‌تواند شامل به‌هم‌پیوستگی و یکپارچگی دو یا چند واحد اداری مستقل برای ایجاد یک محیط غنی‌تر و افزایش مزایای بهره‌مندی چندجانبه استفاده‌کنندگان از دامنه‌ها نسبت به استفاده از یک دامنه، باشد».

فدراسیون می‌تواند ضمن حفظ مقیاس‌پذیری و استقلال واحدهای مستقل، راه‌حلی برای قابلیت همکاری در خدمات و امکانات باشد و به‌عبارت‌دیگر، توانایی چندین سیستم برای تعامل و همکاری با یکدیگر برای رسیدن به یک هدف مشترک است. به‌طور خاص، برای بسترهای تست و توسعه، فدراسیون به ساختن یک مجموعه جهانی از امکاناتی که می‌توان از طریق یک رابط استاندارد و یکپارچه به آن دسترسی داشته و از آن استفاده کرد، کمک می‌کند. بدین ترتیب یک بستر تست و توسعه جهانی، بزرگ‌تر و کامل‌تر ایجاد می‌کند. همچنین، باید اعتماد بین فدراسیون‌ها برقرار شود و درعین‌حال به هر یک از اعضای فدراسیون اجازه داده شود تا استقلال خود را حفظ کنند. هر فدراسیون باید کنترل محلی مستقل بر سیاست‌های استفاده و نگهداری منابع داشته باشد. فدراسیون باید از بسترهای آزمایشی قدیمی که از قبل موجود هستند پشتیبانی کند و برای مدیریت انواع مختلف منابع راهکار مناسب داشته باشد. درحالی‌که این ناهمگنی در ذات فدراسیون‌ها وجود دارد، فدراسیون باید یک رابط واحد ارائه داده و یک محیط یکسان برای همه انواع منابع در اختیار کاربر قرار دهد تا به مجموعه‌ای از منابع غنی‌تر از آنچه بتواند به‌تنهایی تأمین کند، دسترسی داشته باشد. درنهایت، فدراسیون باید بدون ایجاد مقاومت در اعضا، آن‌ها را هماهنگ نماید زیرا یک سیستم پیچیده و توزیع‌شده بزرگ، نقاط مستعد بسیاری را برای شکست در خود دارد.

## 2- معرفی تعدادی از بسترهای تست و توسعه

بسترهای تست از دیرباز و در صنایع مختلف به کار گرفته شده‌اند. برخی از بسترهای تست سابقه 30 ساله داشته و برخی جدید می‌باشند. تعدادی از این صنایع عبارتند از برق و انرژی، محیط‌زیست، هوافضا و فضاوردی، خودرو و فناوری اطلاعات.

فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز از سال‌های گذشته از بسترهای تست و توسعه استفاده نموده است. بستر تست *TRIANGLE* یک راهکار ساده را برای یک مشکل پیچیده فراهم می‌کند: سنجش و تست سناریوهای مختلف 5G در محیط واقعی. این بستر تست به بسیاری از کاربران با درجات مختلف از دانش در مورد شبکه‌های تلفن همراه، از توسعه‌دهندگان برنامه تا محققان شبکه، خدمات متنوعی را ارائه می‌نماید. نیازی نیست که یک متخصص باشید تا نتایج مفیدی به دست آورید، اما اگر متخصص باشید، می‌توانید بسیاری از پارامترها را با استفاده از معیارهای موردنظر خود، اجرا کنید. از دهه گذشته، رویکرد ارزیابی مبتنی بر بستر تست در تحقیقات شبکه‌های بی‌سیم، به دلیل تأکید بر عملی بودن، به یک ابزار محبوب تبدیل شده است. بسیاری از کارهای اولیه و بسترهای تست اولیه مانند *Roofnet*، *MeshNet*، *orbit* و *QuRiNet*، تجربه‌های ناب و بینش‌های ارزشمندی را فراهم نمودند. در سال‌های اخیر، در دسترس بودن حس‌گرهای گسترده ارائه‌شده در تلفن‌های هوشمند، امکان برداشت مقادیر زیادی از داده‌ها را فراهم کرده است، در نتیجه به اصطلاح «جمع‌سپاری سنجش همراه» امکان‌پذیر شده است. بستر *ParticipAct Living Lab* در دانشگاه بولونیا، با حضور ۳۰۰ دانشجو، برای یک سال دسترسی به حس‌گرهای موجود در گوشی‌های همراه را فراهم نموده و بستر لازم برای جمع‌سپاری سنجش همراه را فراهم نموده است. با وجود جدید بودن فناوری اینترنت اشیا، بسترهای تست و توسعه بسیاری در سطح جهان در این حوزه فعال گردیده است.

بستر تست *WOTT*، یک بستر تست مبتنی بر وب‌چیزها و نوآورانه است که توسعه‌دهندگان را قادر می‌سازد تا خدمات و کاربردهای جدید را به‌سادگی در یک محیط واقعی طراحی و ارزیابی کنند. *FIT-IOT-LAB* یک پلتفرم آزمایشی با مقیاس گسترده را ارائه می‌دهد که به محققان، طراحان اینترنت اشیا، توسعه‌دهندگان و مهندسين برای ساخت، ارزیابی و بهینه‌سازی پروتکل‌ها، کاربردها و خدمات آن‌ها، کمک می‌کند. آزمایشگاه نوآوری اینترنت یک مرکز آزمون تجربی برای آزمایش، تحقیق، توسعه و بررسی معماری، فناوری‌های کلیدی، خدمات و برنامه‌های کاربردی در حوزه اینترنت اشیا است. در *FIESTA-IOT* بر روی مسئله فرموله کردن و مدیریت داده‌های اینترنت چیزها که از

سامانه‌های ناهمگن، محیط و موجودیت‌های مختلف (مانند دستگاه‌های هوشمند، حسگرها، عملگرها و غیره) جمع‌آوری می‌گردند، تمرکز شده است.

شهر هوشمند به‌عنوان یکی از شاخه‌های اینترنت اشیا و با توجه به تنوع خدمات و گستردگی فیزیکی آن همیشه نیازمند محیط‌های تست و توسعه خاص‌منظوره بوده است. لذا بسترهای تست و توسعه متنوعی برای آن راه‌اندازی شده است. *City of Things*، یک بستر تست است که در شهر آنورس بلژیک واقع شده است. این بستر امکان راه‌اندازی و اعتبار سنجی شهرهای هوشمند جدید را، هم در سطح فناوری و هم در سطح کاربر، فراهم می‌آورد. یک بستر تست با مقیاس بزرگ دیگر، *SmartSantander* است که متشکل از حدود 20,000 گره مستقر در شهرهای مختلف سراسر اروپا می‌باشد.

در ادامه نتایج بررسی دقیق و با جزئیات سه بستر تست و توسعه معروف در حوزه اینترنت اشیا ارائه خواهد شد.

## 1-2-1- بستر تست و توسعه SmartSantander

بستر تست و توسعه *SmartSantander* یک پلتفرم منحصربه‌فرد در دنیا است که آزمایش‌ها و ارزیابی‌های اینترنت اشیا در شرایط عملی و واقعی در یک سناریوی مقیاس بزرگ را فراهم می‌آورد. هدف اصلی این پروژه ایجاد زیرساختی جهت انجام آزمایش‌های اینترنت اشیا بر روی آن است، درعین‌حال ارائه خدمات مربوط به حوزه‌های مختلف عملیات شهری را پشتیبانی می‌کند. هدف بستر تست *SmartSantander* ارائه امکانات تست برای تحقیقات و آزمایش مربوط به معماری، فناوری‌های کلیدی توانمند ساز، خدمات و برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا در زمینه شهر هوشمند می‌باشد. از کاربران برای تست خدمات در سطوح بالا مبتنی بر داده‌های ارائه‌شده از شبکه حسگر جهت انجام تست الگوریتم‌های شبکه، پروتکل‌های چندتایی، رابط‌های رادیویی و خدمات پشتیبانی کلیدی مانند کشف، مدیریت هویت و امنیت حمایت می‌کند.

### 1-1-2- اندازه و حوزه کاری

حوزه کاری بستر تست *SmartSantander*، خدمات و برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا در زمینه شهر هوشمند است. پروژه *SmartSantander* برای ایجاد چهار بستر تست اروپایی در شهرهای بلگراد، گیلدفورد، لوبک و سانتاندر در نظر گرفته شده است. اصلی‌ترین بستر تست در شهر *Santander* واقع است و توسعه و استقرار آن در زمینه شهر

هوشمند است. این پروژه بهره‌برداری از 20,000 حس‌گر را در این چهار بسترست با استفاده از فناوری‌های متنوع زیادی پیش‌بینی کرده است. مشتریان این بسترست شامل توسعه‌دهندگان نرم‌افزار اینترنت اشیا، فراهم‌کنندگان سخت‌افزار و ارتباطات اینترنت اشیا، جوامع تحقیقاتی اینترنت اشیا، صادرکنندگان گواهی مرتبط با اینترنت اشیا و شرکای پروژه و شرکای مخاطب (open call) می‌باشند.

## 2-1-2- مدیران و سهامداران

شرکای کلیدی بسترست SmartSantander شامل:

- بانک Santander به‌عنوان شریک مالی استراتژیکی و شورای شهر Santander جهت تدارکات نقش مهمی را به عهده دارند.
- دانشگاه Cantabria نقش یکپارچه‌کننده استراتژیکی سیستم را به عهده دارد.
- در مورد فناوری‌ها نیز، TST و Libelium (ارائه‌دهنده خدمات مخابراتی در اسپانیا) به‌عنوان فراهم‌کننده انتخاب شده‌اند.
- صدور گواهی هم در حال حاضر توسط ESTI (موسسه استاندارد ارتباطات اروپا) انجام می‌شود که سازمان‌ها را در استانداردسازی و صدور گواهی هدایت می‌کند.
- خدمات داده و ذخیره‌سازی داده توسط Telefónica (شرکت مخابراتی اسپانیایی) و از طریق پلتفرم IDAS این شرکت تضمین می‌شود.
- سازمان SmartSantander نیز به‌عنوان هماهنگ‌کننده است.

## 2-1-3- روش تأمین منابع مالی

- اجاره بسترست به‌منظور انجام آزمایش‌ها
- صدور گواهی برای راهکارها
- اعتبارسنجی و صدور گواهی‌نامه برای راهکارهای اینترنت اشیا
- همچنین تأمین مالی از طریق پروژه‌های تحقیقاتی ملی و بین‌المللی



- موسسه ملی تحقیقات انفورماتیک و اتوماتیک رن
- دانشگاه استراتبورگ
- موسسه مینز تلکام پاریس
- Onelab

### 3-2-2- روش تأمین منابع مالی

این بسترست به صورت دولتی و کاملاً رایگان به ارائه سرویس می‌پردازد و درآمد آن از طریق حمایت وزارت علوم و تحصیلات تکمیلی فرانسه تأمین می‌شود.

### 3-2-3- بستر تست و توسعه IOT Innovation Lab

آزمایشگاه نوآوری اینترنت اشیا سامانه‌ای است که یک سرویس ابری امن، پایدار و ساده را فراهم می‌کند که به عنوان سیستم پشتیبان برای بسیاری از انواع مختلف برنامه‌های کاربردی شبکه حس‌گر استفاده می‌شود. هدف اصلی این پلتفرم فراهم کردن ابزاری برای افراد، شرکت‌ها و سازمان‌ها برای طراحی، نمونه‌سازی و اجرای برنامه‌های کاربردی امن و کارآمد شبکه حس‌گر بدون نیاز به سرمایه‌گذاری زمان و هزینه اولیه برای توسعه یک سیستم پشتیبان پیچیده است. این آزمایشگاه در حقیقت یک محیط فیزیکی اینترنت اشیا برای تست حس‌گرها در شرایط ناهمگون فراهم می‌کند که شامل خدمات ذیل است:

- تست حس‌گرها در محیط‌های موردنیاز و تقاضای مشتری
- ایجاد دسترسی به پلتفرم حس‌گر ابری از طریق سرویس‌های ارائه‌شده
- ایجاد دسترسی به پلتفرم از طریق برنامه‌های کاربردی موبایل

### 1-3-2- اندازه و حوزه کاری

آزمایشگاه نوآوری اینترنت اشیا توسط مرکز فناوری‌های از راه دور CDT در شمالی‌ترین نقطه سوئد میزبانی می‌شود. CDT دانش گسترده و عمیقی از نوآوری‌ها و آزمایش‌های مبتنی بر تحقیق را دارد و بنیان‌گذار و صاحب بسترست "Botnia" اولین و بزرگ‌ترین آزمایشگاه‌های متن‌باز سوئد برای خدمات تلفن همراه است. این بسترست مبتنی بر آزمایشگاه نوآوری اینترنت اشیا است و دارای پایگاه داده‌ای برای ۶۰۰۰ کاربر است. آزمایشگاه نوآوری اینترنت



اشیا به شرکت‌های IT فرصت تست ایده‌ها، سرویس‌ها و محصولات را برای کاربران واقعی در یک محیط واقعی فراهم می‌کند. این آزمایشگاه نه تنها یک محیط تست فیزیکی فراهم می‌کند، بلکه در حوزه‌های ذیل نیز کمک می‌کند:

- درک مدیریت آزمایش
- مشارکت کاربر، متدولوژی‌ها و ابزارهای مربوطه
- پلتفرم و ابزارهای فنی آزمایش
- تست در زمینه‌ها و تنظیمات دنیای واقعی
- تماس با ذی‌نفعان اجتماعی و صنعتی برای ایجاد راهکارهای آگاهانه و خوب
- برقراری ارتباط مشتریان با ICT و اینترنت اشیا و انجام تحقیقات لازم برای بهبود قابلیت‌های آزمایشگاهی آنها

### 2-3-2- مدیران و سهامداران

شرکای آزمایشگاه نوآوری اینترنت اشیا شامل دانشگاه فناوری *Luleå*، مرکز فناوری‌های از راه دور *CDT*، *CTI*، شهرداری *Skellefteå Kraft*، *Skellefteå*، *Skebo*، *SP Trä*، *Martinsons Trä*، *DFRC.NEC*، *Cartesia*، *DataDuctus*، *Explizit*، *AquaDuctus*، *Xarepo*، *Codemill* و راهکارهای رسانه‌ای سیاره‌ای است. همان‌طور که اشاره شد، یکی از شرکای اصلی و میزبان این آزمایشگاه، *CDT* است که دسترسی وسیعی به یک شبکه گسترده در سطح اروپا فراهم می‌کند و شرکای آن در ۶ دسته مختلف طبقه‌بندی شده‌اند که شامل شرکای اصلی، شرکای تجاری، شرکای بخش دولتی، سازمان‌های غیرانتفاعی، مؤسسات و حامیان مالی است.

### 2-3-3- روش تأمین منابع مالی

آزمایشگاه نوآوری اینترنت اشیا حاصل سرمایه‌گذاری مشترک دانشگاه فناوری *Luleå* و صنعت فناوری اطلاعات است.

## 3- دلایل و ضرورت راه‌اندازی بسترهای تست و توسعه

بر اساس تعاملات انجام شده با شرکت‌های توسعه‌دهنده محصولات و خدمات اینترنت اشیا در کشور و پروژه‌های کلان دستگامی و ملی که در طی چند سال اخیر مطرح و وارد فاز طراحی و پیاده‌سازی شده است و همچنین تجربیات

مشابه بین المللی، کاربران و بهره‌برداران دو هدف اصلی از نتایج حاصل از آزمون و تست محصول دارند. این دو هدف عبارتند از:

- تأیید صحت عملکرد و رعایت استانداردها: این هدف مورد توجه دولت‌ها، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان و کاربران محصول می‌باشد. در این هدف صحت عملکرد محصول و تطابق مشخصات آن با استانداردهای ملی و بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته و ارزیابی می‌گردد.
- شناسایی رفتار و نوع عملکرد محصول در محیط کاربری: دسته دیگری از تست‌ها به بررسی رفتار و نوع عملکرد محصول در محیط‌های کاری مختلف می‌پردازند. این تست‌ها مورد نیاز توسعه‌دهندگان و تولیدکنندگان محصول بوده و سایر ذینفعان حوزه تست توجه کمتری به آن دارند.

سامانه‌های اینترنت اشیا ذاتاً به دلیل داشتن اجزای نرم‌افزاری و سخت‌افزار مختلف، ماژول‌ها و معماری‌های متنوع، تولید شدن توسط طیف وسیعی از تولیدکنندگان و با ویژگی‌های کاری مختلف، سامانه‌های پیچیده‌ای هستند. به همین دلیل، نیازهای متنوعی در متغیرهای مورد نیاز آزمون آن‌ها ظاهر می‌شوند. تعدادی از چالش‌های شناسایی شده در این حوزه عبارت‌اند از ناهمگنی بالا، محیط پویا، نیاز به حریم خصوصی، مفاهیم امنیت و دشواری در خودکارسازی تست. از این‌رو، از منظر لایه‌های مختلف اینترنت اشیا، به تست‌های متنوعی نیاز می‌باشد.

### 1-3- از دیدگاه دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی

معمولاً ظهور یک فناوری از دانشگاه‌ها و توسط پژوهشگران و اساتید آن‌ها که به دنبال تحقیقات در خصوص فناوری‌های لبه هستند شروع می‌شود. با توجه به حوزه تخصصی دانشجویان، تحقیقات در حیطه‌های مختلف یک موضوع شروع می‌شود و نتایج این تحقیقات در قالب مقالات، کتاب و یا نمونه‌های اولیه محصول نمود پیدا می‌کند. پژوهشگران و توسعه‌دهندگان محصولات اینترنت اشیا اغلب به محیط‌های تست و توسعه اینترنت اشیا نیاز دارند تا رویکردهای پیشنهادی خود را در این محیط‌ها آزمایش کرده و عملکرد طرح‌ها و راه‌حل‌های پیشنهادی خود را ارزیابی کنند. با این حال، به دلیل ناهمگن بودن تجهیزات اینترنت اشیا، برای یک پژوهشگر و دانشجو ساخت یک نمونه آزمایشی دشوار و هزینه‌بر است. به همین دلیل، وجود بسترهای تست و توسعه در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و یا هر سازمانی که بتواند امکانات تست را در اختیار پژوهشگران، دانشجویان و اساتید قرار دهد امری ضروری است.

## 2-3- از دیدگاه شرکت‌های تولیدکننده محصول

اینترنت اشیا در حال تبدیل شدن به یکی از بزرگ‌ترین و گسترده‌ترین سامانه‌های دنیا است که در آن اشتباهات به‌طور مستقیم زندگی مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نقش پررنگ این فناوری در افزایش بهره‌وری و کارایی حوزه‌هایی همچون کشاورزی، نیرو، سلامت و ... انگیزه‌هایی را برای شرکت‌ها ایجاد نموده است تا به سمت توسعه محصولات و خدمات اینترنت اشیا مرتبط با حوزه‌های مختلف حرکت کنند.

در حوزه توسعه خدمات و محصولات اینترنت اشیا نیز با توجه به گستردگی فیزیکی، استانداردها و پروتکل‌های متنوع، کاربران متفاوت و تجهیزات زیرساختی گوناگون در کنار تنوع سناریوهای قابل‌ارائه برای خدمات، علاوه بر شرکت‌های نوپا، شرکت‌های بزرگ نیز به‌سوی استفاده اشتراکی از زیرساخت‌های و بسترهای توسعه حرکت نموده‌اند. با اینکه برخی از شرکت‌ها ممکن است استطاعت خرید تجهیزات اینترنت اشیا را داشته باشند، اما به دلیل عدم اطمینان حاصل از تحقیقات خود، به‌ندرت به خرید وسایل اینترنت اشیا مبادرت می‌ورزند؛ بنابراین، بسیار مهم است که یک آزمایشگاه راهکار اینترنت اشیا برای ارائه مجموعه‌ای از خدمات فراهم گردد که در آن یک فرد بتواند خدمات مرتبط با تست اینترنت اشیا را بدون انجام هزینه‌ای برای راه‌اندازی زیرساخت‌های لازم و صرفاً در قالب یک خدمت و با هزینه اندک دریافت نماید.

در نمونه‌های مشابه بررسی‌شده، جامعه هدفی که بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا دنبال می‌کردند اکثراً پژوهشگران، مراکز تحقیقاتی، توسعه‌دهندگان محصولات و شرکت‌های تولیدکننده محصولات و خدمات فعال در حوزه اینترنت اشیا بوده‌اند و دغدغه تست و ارزیابی محصول و یا خدمت خود را داشتند. این دغدغه از آنجا اهمیت پیدا می‌کند که جهت ایجاد و راه‌اندازی محیط تست موضوعات متعددی مطرح است که در بخش چالش‌های تست و توسعه خدمات اینترنت اشیا ذکر گردید. این دغدغه‌ها نشان از آن دارد که توسعه زیرساخت‌ها و بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا موضوعات متعددی را شامل می‌شود و برای شرکت‌ها بسیار مهم است که به بسترهای تست با این ویژگی‌ها دسترسی داشته باشند.

### 3-3- از دیدگاه شرکت‌های نوپا

اگرچه شرکت‌های نوپا تازه تأسیس هستند و مدت زمان زیادی از فعالیت آن‌ها نمی‌گذرد ولی اکثراً متشکل از گروه‌های جوان، نخبه و با انگیزه هستند که فناوری‌های روز را دنبال می‌کنند و علاقه‌مند به تحقیق و توسعه محصولات و خدمات جدید می‌باشند. برنامه‌های کاربردی و خدماتی که توسط این نوع از شرکت‌ها ارائه می‌شود در بسیاری مواقع بسیار پرکاربرد است و نیاز روز را برطرف می‌کند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، ایجاد زیرساخت‌های تست محصولات به‌خصوص محصولات اینترنت اشیا بسیار هزینه‌بر است و شرکت‌های نوپا ممکن است که سرمایه کافی برای توسعه بسترهای تست و توسعه محصول را نداشته باشند. در نتیجه ایجاد محیط‌ها و بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا، می‌تواند به این نوع شرکت‌ها کمک کند که محصولات خود را با کمترین دغدغه تست نموده و علاوه بر اطمینان از صحت عملکرد و رعایت استانداردها، عملکرد محصول در محیط کاربردی را نیز بررسی نمایند.

### 3-4- از دیدگاه حاکمیت و کنترل کیفیت

معمولاً با ورود فناوری‌های جدید به کشور، استانداردها و پروتکل‌های آن نیز اهمیت پیدا می‌کند و حاکمیت و نهادهای متولی امر استانداردسازی به آن ورود پیدا می‌کنند. شرکت‌های تولیدکننده محصولات نیز جهت کسب سهمی از بازار فناوری و محصولات آن ملزم به رعایت استانداردها می‌باشند. متولیان امر صدور مجوز برای استاندارد و کیفیت محصولات و خدمات با صدور گواهی‌نامه‌های مربوطه منجر به اطمینان مشتریان و مردم در استفاده از محصولات و خدمات شده و به‌نوعی کیفیت آن‌ها را تضمین می‌کنند. اکثر محصولات و خدمات مرتبط با اینترنت اشیا به‌نوعی طیف وسیعی از افراد جامعه را درگیر می‌کند و به همین دلیل ورود دولت جهت کنترل کیفیت آن‌ها امری ضروری است. یکی از مهم‌ترین الزامات برای صدور گواهی و تأیید محصول، وجود آزمایشگاه‌ها و بسترهای تست و توسعه می‌باشد. به‌نوعی بسترهای تست، صحت عملکرد محصول و تطابق مشخصات آن با استانداردهای ملی و بین‌المللی را ارزیابی می‌کنند. هزینه‌های زیاد راه‌اندازی بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا، حمایت و سرمایه‌گذاری بخش دولتی را می‌طلبد.

## 4- بوم کسب‌وکار بسترهای تست و توسعه و جایگاه وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات

با توجه به بررسی‌ها و هم‌اندیشی‌های صورت گرفته از میان سناریوهای محتمل برای پیاده‌سازی این بستر، سناریوی توسعه انبوه خدمات که با حمایت وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری ذیل طرح نوآفرین با کارفرمایی سازمان فناوری اطلاعات و نقش مشاور و راهبری توسط پژوهشگاه ارتباطات و فناوری به‌عنوان سناریوی غالب انتخاب شد و مبتنی بر این مفروضات، مدل کسب‌وکار پیشنهادی در ادامه تشریح شده است.

### 4-1- اجزای بوم کسب و کار بسترهای تست و توسعه

#### 4-1-1- بخش مشتریان

- پژوهشگران صنعت و دانشگاه
- دانشجویان و دانش‌آموزان و مؤسسات آموزشی
- توسعه‌دهندگان برنامه‌های کاربردی حوزه اینترنت اشیا
- فراهم‌کنندگان شبکه‌های ارتباطی و سخت‌افزاری حوزه اینترنت اشیا
- واردکنندگان و تأمین‌کنندگان قطعات و تجهیزات و حس‌گرهای مربوط به اینترنت اشیا
- پارک‌ها و مراکز رشد، مراکز نوآوری، مراکز توسعه فناوری و شتاب‌دهنده‌های فعال حوزه اینترنت اشیا
- شرکت‌های نوپا و هسته‌های فناورانه فعال در حوزه اینترنت اشیا

#### 4-1-2- ارزش پیشنهادی

- بستر متمرکزی برای تست و آزمایش مطمئن تجهیزات و حس‌گرهای ارتباطی حوزه اینترنت اشیا
- اعطای تأییدیه و صدور گواهی‌نامه معتبر

#### 4-1-3- کانال توزیع

- از طریق فراخوان و اطلاع‌رسانی از سایت پژوهشگاه
- اطلاع‌رسانی از طریق سایت وزارتخانه و دستگاه‌های تابعه

- اطلاع‌رسانی از طریق سایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- عضویت و اطلاع‌رسانی از طریق شبکه آزمایشگاه‌های کشور
- از طریق وبسایت بستر تست و صفحات عضو شده در مراجع تخصصی مرتبط با اینترنت اشیا
- از طریق معرفی توسط نهادهای اعضای مجوز و گواهی و استاندارد از جمله سازمان تنظیم مقررات رادیویی و سازمان استاندارد

#### 4-1-4- ارتباط با مشتری

- ثبت‌نام در پرتال طراحی شده برای بستر تست و دریافت خدمات برخط
- از طریق ایمیل آدرس
- از طریق گیت‌های مجاز
- از طریق صفحه اختصاصی در شبکه‌های اجتماعی (اینستاگرام، گپ، سروش، ...)

#### 4-1-5- جریان درآمدی

- فروش خدمات (تست محصول، داشبورد مدیریتی، ارزیابی و رتبه‌بندی، پشتیبانی مشتریان)
- صدور گواهی و تأییدیه معتبر
- مشاوره تخصصی
- آموزش علمی و تخصصی
- اخذ تسهیلات حمایتی، بودجه، پژوهانه، کمک‌های مالی داخلی و بین‌المللی

#### 4-1-6- منابع اصلی کسب‌وکار

منابع فناورانه و تجهیزاتی:

- حس‌گرها و تجهیزات سخت‌افزاری
- سیستم‌عامل، ابزارها و برنامه‌های تست و توسعه و آنالیز آن

منابع مالی:

- دریافت تسهیلات و بودجه از وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
- دریافت تسهیلات از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- سرمایه‌گذاری مشترک با صنعت و دانشگاه



منابع انسانی:

- 2-6 نفر به منظور اداره و پشتیبانی از بستر تست

منابع فیزیکی:

- مکان قابل اخذ از پژوهشگاه، دانشگاه، پارک یا مرکز رشد با توجه به ابعاد آزمایشگاه و خدمات

قابل ارائه

منابع معنوی:

- برند ایجاد شده
- مجوزهای دریافت شده

### 7-1-4- فعالیت های اصلی

با عنایت به مطالعات صورت گرفته در بخش فنی و معماری پایه و عمومی آزمایشگاه ها و بسترهای تست حوزه اینترنت اشیا، به طور کلی می توان خدمات و فعالیت های اصلی یک بستر تست را به صورت زیر یکپارچه و جمع بندی نمود:

1. خدمات مدیریت تجهیزات و شبکه
2. خدمات مدیریت بستر تست
3. خدمات مدیریت داده ها
4. خدمات حوزه کاربری بستر
5. خدمات اتصال به سایر بسترهای تست
6. خدمات نظارت

در شکل 1 فهرست خدمات قابل ارائه در بسترهای تست و دسته بندی آن ها بر اساس معماری بسترهای تست ارائه شده است. این امکان وجود دارد که با توجه به امکانات، سیاست ها و توانمندی تجهیزات، در گام نخست تنها برخی از این خدمات توسط بستر تست ارائه شود.



شکل 1. دسته بندی خدمات بستری تست مبتنی بر معماری

به طور کلی فعالیت های اصلی این بستر تست به صورت زیر پیشنهاد شده است:

- ایجاد بستری برای توسعه نرم افزارهای تست کارکردهای تجهیزات ارتباطی
- ارائه پلتفرم سخت افزاری و نرم افزاری پایدار و تحت وب در مقیاس بزرگ و برای تست تجهیزات و

#### حس گرها

- انتشار کدهای منبع و مستندات فنی از طریق گیت های مجاز
- ارائه خدمات تست شبکه های ارتباطی به پژوهشگران علمی و دانش آموزان و صنعت
- مدیریت و نگهداری زیرساخت و تجهیزات ارتباطی

- پشتیبانی کاربران
- تأیید و صدور گواهی‌نامه
- ارائه داده‌های واقعی، تست و سناریوهای مرتبط با تست تجهیزات
- ارزیابی و رتبه‌بندی تجهیزات و خدمات
- مدیریت شرکا و توافق‌نامه‌های همکاری با مؤسسات علمی، آموزشی، تحقیقاتی، صنعت و سازمان‌های مرتبط (ملی و بین‌المللی)

### 8-1-4- شرکای کلیدی

فناورانه و همکاری تخصصی:

- اپراتورهای مخابراتی
- پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات
- شرکت‌های بزرگ تولید و تأمین‌کننده قطعات و تجهیزات حوزه اینترنت اشیا
- دانشگاه‌ها و مراکز علمی داخلی و بین‌المللی

مالی:

- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- صندوق نوآوری و شکوفایی
- صندوق صفا
- صندوق کارآفرینی امید و ...
- شهرداری
- دانشگاه‌ها
- سرمایه‌گذاران صنعتی
- سازمان فناوری اطلاعات

تدارکات و پشتیبانی:

- تأمین‌کننده مکان و فضای موردنیاز بستر تست

- پژوهشگاه ارتباطات و فناوری
- پارک تخصصی علم و فناوری سجاد (ع)
- دانشگاه آزاد اسلامی
- سایر دانشگاه ها، پارک ها و مراکز رشد، نوآوری
- خدمات داده و ذخیره داده:
- مرکز داده پژوهشگاه ارتباطات و فناوری
- شرکت زیرساخت
- سازمان فناوری اطلاعات

صادرکننده گواهی:

- سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
- سازمان ملی استاندارد

مدیریت، راهبری و مشاوره:

- سازمان فناوری اطلاعات
- معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
- پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

#### 9-1-4- ساختار هزینه ها

هزینه های راه اندازی:

- هزینه خرید تجهیزات و زیرساخت لازم
  - هزینه خرید یا اجاره مکان آزمایشگاه
  - هزینه نیروی انسانی
  - ثبت آزمایشگاه و اخذ مجوزهای لازم
- هزینه های جاری و اجرایی:
- هزینه حفظ و نگهداری تجهیزات و حس گرها

- هزینه نگهداشت پرتال
- هزینه نگهداشت سرورها و مرکز داده
- پرداخت حق اشتراک‌ها و مجوزهای لازم
- هزینه توسعه و گسترش بستر تست

<p><b>شکل 2. بوم کسب و کار پیشنهادی برای بسترهای تست و توسعه</b></p>	<p><b>پیش‌متریان</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• پژوهشگران صنعت و دانشگاه</li> <li>• دانش‌جویان و دانش‌آموزان</li> <li>• موسسات آموزشی</li> <li>• توسعه‌دهندگان برنامه‌های کاربردی حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• فراهم‌کنندگان شبکه‌های ارتباطی و سخت‌افزاری حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• واردکنندگان و تأمین‌کنندگان قطعات و تجهیزات و سنسورهای مربوط به اینترنت اشیا</li> <li>• پارک‌ها و مراکز رشد، مراکز نوآوری، مراکز توسعه فناوری و مشاوره‌های فعال حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• شرکت‌های نوپا و هسته‌های فناور فعال در حوزه اینترنت اشیا</li> </ul>	<p><b>ارتباط با مشتریان</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• از طریق ثبت نام در پورتال مربوطه</li> <li>• از طریق ارسال آدرس</li> <li>• از طریق گیت‌های مجاز</li> <li>• از طریق صفحه اختصاصی در شبکه‌های اجتماعی (اینستاگرام، کپ، سروش، بله، واتس‌آپ و دیگر برنامه‌های رایج ارتباطی و شبکه اجتماعی)</li> </ul>	<p><b>انواع توزیع</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• توزیع آدرس، پورتال بستر تست از طریق زیر: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ از طریق فرآیندهای و اطلاع‌رسانی از سایت پژوهشگاه</li> <li>✓ اطلاع‌رسانی از طریق سایت وزارتخانه و دستگاه‌های تابعه</li> <li>✓ عضویت و اطلاع‌رسانی از طریق شبکه ارتباطی‌های کشور</li> <li>✓ از طریق وبسایت بستر تست و صفحات غیر شده در منابع تخصصی مرتبط با اینترنت اشیا</li> <li>✓ از طریق معرفی توسط پیمانکاران محلی و گواهی و استاندارد از جمله سازمان تنظیم مقررات رادیویی و سازمان استاندارد</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>ساختار هزینه</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه‌های راه‌اندازی: <ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه خرید تجهیزات و وسایط لازم</li> <li>• هزینه خرید یا اجاره مکان آزمایشگاه</li> <li>• هزینه نیروی انسانی</li> <li>• ثبت آزمایشگاه و اخذ مجوزهای لازم</li> </ul> </li> <li>• هزینه‌های جاری و اجرایی: <ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه حفظ و نگهداری تجهیزات و سنسورها</li> <li>• هزینه نگهداری پورتال</li> <li>• هزینه نگهداشت سرویس‌ها و مرکز داده</li> <li>• پرداخت حق اشتراک‌ها و مجوزهای لازم</li> <li>• هزینه توسعه و گسترش بستر تست</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>فناورانه و همکاری تخصصی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• اپراتورهای خدمات ارتباطی</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• شرکت‌های بزرگ تولید و تأمین کننده قطعات و تجهیزات حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• دانشگاه‌ها و مراکز علمی داخلی و بین‌المللی</li> </ul> <p><b>مالی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• صندوق نوآوری و شکوفایی</li> <li>• صندوق صفا</li> <li>• صندوق کارآفرینی امید و ...</li> <li>• جهادداری</li> <li>• دانشگاه‌ها</li> <li>• سرمایه‌گذاران شخصی</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> </ul> <p><b>تدارکات و پشتیبانی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تأمین کننده مکان و فضای مورد نیاز بستر تست</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• پارک تخصصی علم و فناوری (ع)</li> <li>• دانشگاه آزاد اسلامی</li> <li>• سایر دانشگاه‌ها، پارک‌ها و مراکز رشد، نوآوری</li> </ul> <p><b>خدمات داده و ذخیره‌دهنده:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• مرکز داده پژوهشگاه ارتباطات و فناوری</li> <li>• شرکت زیر ساخت</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>صادرکننده گواهی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>مدیریت، راهبری و مشاوره:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> </ul>	<p><b>فناورانه و همکاری تخصصی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• اپراتورهای خدمات ارتباطی</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• شرکت‌های بزرگ تولید و تأمین کننده قطعات و تجهیزات حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• دانشگاه‌ها و مراکز علمی داخلی و بین‌المللی</li> </ul> <p><b>مالی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• صندوق نوآوری و شکوفایی</li> <li>• صندوق صفا</li> <li>• صندوق کارآفرینی امید و ...</li> <li>• جهادداری</li> <li>• دانشگاه‌ها</li> <li>• سرمایه‌گذاران شخصی</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> </ul> <p><b>تدارکات و پشتیبانی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تأمین کننده مکان و فضای مورد نیاز بستر تست</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• پارک تخصصی علم و فناوری (ع)</li> <li>• دانشگاه آزاد اسلامی</li> <li>• سایر دانشگاه‌ها، پارک‌ها و مراکز رشد، نوآوری</li> </ul> <p><b>خدمات داده و ذخیره‌دهنده:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• مرکز داده پژوهشگاه ارتباطات و فناوری</li> <li>• شرکت زیر ساخت</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>صادرکننده گواهی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>مدیریت، راهبری و مشاوره:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> </ul>	<p><b>فناورانه و همکاری تخصصی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• اپراتورهای خدمات ارتباطی</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• شرکت‌های بزرگ تولید و تأمین کننده قطعات و تجهیزات حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• دانشگاه‌ها و مراکز علمی داخلی و بین‌المللی</li> </ul> <p><b>مالی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• صندوق نوآوری و شکوفایی</li> <li>• صندوق صفا</li> <li>• صندوق کارآفرینی امید و ...</li> <li>• جهادداری</li> <li>• دانشگاه‌ها</li> <li>• سرمایه‌گذاران شخصی</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> </ul> <p><b>تدارکات و پشتیبانی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تأمین کننده مکان و فضای مورد نیاز بستر تست</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• پارک تخصصی علم و فناوری (ع)</li> <li>• دانشگاه آزاد اسلامی</li> <li>• سایر دانشگاه‌ها، پارک‌ها و مراکز رشد، نوآوری</li> </ul> <p><b>خدمات داده و ذخیره‌دهنده:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• مرکز داده پژوهشگاه ارتباطات و فناوری</li> <li>• شرکت زیر ساخت</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>صادرکننده گواهی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>مدیریت، راهبری و مشاوره:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> </ul>	<p><b>فناورانه و همکاری تخصصی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• اپراتورهای خدمات ارتباطی</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• شرکت‌های بزرگ تولید و تأمین کننده قطعات و تجهیزات حوزه اینترنت اشیا</li> <li>• دانشگاه‌ها و مراکز علمی داخلی و بین‌المللی</li> </ul> <p><b>مالی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• صندوق نوآوری و شکوفایی</li> <li>• صندوق صفا</li> <li>• صندوق کارآفرینی امید و ...</li> <li>• جهادداری</li> <li>• دانشگاه‌ها</li> <li>• سرمایه‌گذاران شخصی</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> </ul> <p><b>تدارکات و پشتیبانی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تأمین کننده مکان و فضای مورد نیاز بستر تست</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> <li>• پارک تخصصی علم و فناوری (ع)</li> <li>• دانشگاه آزاد اسلامی</li> <li>• سایر دانشگاه‌ها، پارک‌ها و مراکز رشد، نوآوری</li> </ul> <p><b>خدمات داده و ذخیره‌دهنده:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• مرکز داده پژوهشگاه ارتباطات و فناوری</li> <li>• شرکت زیر ساخت</li> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>صادرکننده گواهی:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی</li> <li>• سازمان ملی استاندارد</li> </ul> <p><b>مدیریت، راهبری و مشاوره:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سازمان فناوری اطلاعات</li> <li>• معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری</li> <li>• پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات</li> </ul>
--	--	---	---	--	--	--	--	--



## 2-4- نقش و جایگاه وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در زیست بوم بسترهای تست و

### توسعه

در این بخش نقش و جایگاه وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات از منظر مختلف حقوقی، توسعه بازار و امنیت ملی در زیست بوم بسترهای تست و توسعه اینترنت اشیا مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### 1-2-4-1 از منظر حقوقی و نظارت بر محصولات و خدمات

در حالی که فناوری اینترنت اشیا هرروز با سرعت بیشتری در حال پیشرفت و گسترش در فضای عام جامعه است، بر اساس بند " ل ماده 3 " قانون تأسیس وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات موظف به کنترل کیفیت و صیانت از حقوق کاربران در خدمات و محصولات ارائه شده است. لذا این وزارتخانه موظف است همچون سایر حوزه های کنترل کیفیت (تجهیزات شبکه، تجهیزات ارتباطی و غیره) با استفاده از مراکز تأیید نمونه وابسته به خود یا همکاری مراکز خصوصی و دانشگاهی امکانات لازم برای این دسته از کنترل کیفیت ها را در حوزه خدمات و تجهیزات اینترنت اشیا فراهم نماید. به همین منظور، یک برنامه اقدام اولویت بندی شده در ادامه ارائه شده است.

### 2-2-4-2 از منظر توسعه بازار و کسب و کار

بر اساس بندهای " ه، ی، ط و م از ماده سوم " قانون تأسیس وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، این وزارتخانه موظف است بسترهای لازم جهت توسعه کسب و کارهای مرتبط را فراهم نماید. همان گونه که در بخش های قبل دیده شد، بسترهای تست و توسعه بیش از آنکه برای کنترل کیفیت و ارزیابی نمونه محصولات مفید و مؤثر باشند، در مسیر توسعه خدمات و محصولات نقش سازنده ایفا می نمایند. لذا نقش این وزارت در زیست بوم بسترهای تست و توسعه می تواند به عنوان مشوق راه انداز، متولی و راه انداز یک بستر تست و توسعه مرجع، حامی یا ناظر بسترهای تست و توسعه باشد.

با توجه به جایگاه عمومی دولت و دستگاه های اجرایی و همچنین وضعیت اقتصادی و ریسک های موجود در راه اندازی بسترهای تست و توسعه، به نظر می رسد لازم است این وزارتخانه به عنوان پیشرو اقدام به راه اندازی یک بستر تست و توسعه مرجع در حوزه اینترنت اشیا نموده و سپس با فراهم نمودن مشوق های مختلف از جمله حمایت های مالی و قانونی، مسیر را برای راه اندازی بسترهای تست و توسعه بخش خصوصی هموار سازد. بستر تست و توسعه مرجع می تواند به عنوان محور اصلی یک همکاری پایدار فی مابین تمامی بسترهای تست و توسعه نقش ایفا کرده و در بازه زمانی مشخصی، مدیریت و مالکیت این بستر تست به کنسرسیومی از سایر بسترهای تست و توسعه همکار با آن واگذار گردد.

### 3-2-4- از منظر امنیت ملی

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات به عنوان یکی از اجزا دولت وظیفه دارد در راستای حفظ امنیت ملی فعالیت های لازم را در دستور کار خود قرار دهد. بی شک امنیت ملی تنها محدود به حفاظت از مرزهای فیزیکی نبوده و حفظ امنیت اقتصادی، حفظ آرامش ذهنی و روحی جامعه و همچنین ایجاد استقلال در فناوری های کاربردی از جنبه های دیگر امنیت ملی است. لذا به نظر می رسد که این وزارتخانه با راه اندازی، حمایت و جهت دهی به بسترهای تست و توسعه می تواند به اهداف زیر دست یابد:

- کاهش هزینه های توسعه فناوری و خدمات با بهره گیری از مفهوم استفاده اشتراکی از منابع
- ایجاد بخشی از فضای نوآوری در کشور برای فعالان حوزه اینترنت اشیا که موجب شادابی و ایجاد انگیزه در جوانان می گردد.
- فراهم شدن زیرساخت بومی سازی فناوری که می تواند منجر به استقلال فناوری کشور گردد.
- آماده شدن بستر تست خدمات و محصولات که به صورت مستقیم مورد استفاده آحاد افراد جامعه قرار گرفته و نیازمند نظارت حاکمیت بر کیفیت آن ها است.
- بالا رفتن کیفیت خدمات و محصولات بومی و فراهم شدن امکان رقابت آن ها با نمونه های خارجی

### 5- جمع بندی و پیشنهاد اقدامات کلیدی

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در راستای نظارت بر کیفیت تجهیزات مورد استفاده در صنعت ارتباطات از ایام گذشته نیز اقدام به راه اندازی آزمایشگاه های تأیید نمونه برای کنترل کیفیت تجهیزات مخابراتی و ارتباطی نموده است اما در دوران جدید و با تغییر پارادایم تست و تأیید نمونه و یکپارچه شدن آن با زیرساخت های توسعه لازم است در مسیر قبلی تغییراتی ایجاد نماید. علاوه بر آن بر اساس قانون وظایف و اختیارات، این وزارتخانه، متولی نظارت و کنترل کیفیت خدمات فناوری اطلاعات نیز این وزارتخانه می باشد. در نتیجه ضروری است تمهیدات لازم جهت آماده سازی بسترهای لازم برای کنترل و نظارت بر کیفیت خدمات نیز فراهم گردد.

مجموعه اقداماتی که لازم است توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات صورت پذیرد به سه دسته کلی

تقسیم می گردد:

- 1- دسته اول اقداماتی است که بر اساس آن ها یک بستر تست و توسعه مرجع راه اندازی می شود. معمولاً این بسترهای تست و توسعه تخصصی متناسب با نیاز موجود در جامعه یا اولویت حاکمیتی تعیین شده اند. بدیهی است کلیه این بسترها باید در یک بازه زمانی مشخص ابتدا از منظر مدیریت و سپس از منظر مالکیت به بخش خصوصی واگذار گردند.
- 2- دسته دوم فعالیتها مربوط به تدوین و اصلاح پروانه های بهره برداری مرتبط با این حوزه است. تدوین و انتشار استانداردهای همکاری و تعاملات بین شرکتی بسترهای تست و توسعه خصوصی با بستر مرجع نیز در این دسته قرار می گیرد. در ادامه به صورت مفصل در مورد این دو بخش صحبت خواهیم کرد.
- 3- دسته سوم فعالیتها از دیدگاه حمایتی است که معمولاً شامل بخش های دولتی و حاکمیتی می گردد. در این زمینه نیز در ادامه یک پیشنهاد برای حمایت محدود از تعدادی دانشگاه جهت راه اندازی بسترهای تست و توسعه تخصصی در یک فیلد خاص با تمرکز بر فعالیت های پژوهشی ارائه شده است.

اقدامات پیشنهادی ذیل بخش های فوق عبارتست از:

- راه اندازی بستر تست و توسعه خودروهای هوشمند مبتنی بر فناوری های اینترنت اشیا و نسل پنجم شبکه های مخابراتی توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و با مشارکت وزارت صنعت، معدن و

#### تجارت یا یکی از خودروسازها

طراحی و ساخت خودروهای هوشمند در برنامه کاری بسیاری از شرکت های بزرگ فناوری اطلاعات و خودروساز قرار گرفته است. با داغ شدن تب تولید این دسته از خودروها تعداد قابل توجهی از دانشگاه ها و پژوهشگران نیز گام در این مسیر گذارده اند. از طرفی تعدادی از شرکتها موفق به تولید این خودرو گردیده و به زودی وارد بازار تجاری ایران خواهند شد. لذا به نظر می رسد با توجه به پیامدهای ناشی از ورود این دسته از محصولات به کشور بدون انجام آزمایش های لازم، ضروری است در اولویت وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، راه اندازی بستر تست و توسعه خودروهای هوشمند قرار گیرد.

با توجه به عدم امکان فنی و مالی برای فراهم کردن چنین محیطی توسط شرکت های نوپا و دانش بنیان و همچنین حضور دولت در بخش تولید خودرو لازم است تا این بستر توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و مشارکت وزارت صنعت، معدن و تجارت یا یکی از خودروسازها راه اندازی گردد.

در این بستر لازم است امکانات مورد نیاز برای توسعه خودروهای هوشمند از جمله جاده هوشمند، موانع متحرک، علائم راهنمایی و رانندگی هوشمند و ابزارهای لازم جهت اندازه گیری پارامترهای مختلف را در کنار یک متحرک معمولی که تجهیزات هوشمند سازی قابلیت نصب بر روی آن را داشته باشند تهیه گردد. جامعه مخاطبین و کاربران این بستر علاوه بر محققین دانشگاه ها، شرکت های نوپا و حتی خودروسازان بزرگ کشور می باشند.

چنانچه زیرساخت های لازم برای تست و توسعه خودران های هوشمند فراهم گردد این انتظار وجود دارد که این صنعت با سرعت قابل توجهی توسعه یافته و با توجه به توانمندی ها و مزیت رقابتی ایران در خصوص نیروی انسانی متخصص در حوزه نرم افزار ان شاء الله بتوان در جایگاه مناسبی از این صنعت قرار گرفت.

مهم ترین مراحل اجرایی این فعالیت عبارتند از: شناسایی و تعیین خدمات قابل ارائه در این بستر، طراحی فنی بستر تست و توسعه، تهیه لیست و تأمین تجهیزات مورد نیاز برای جاده هوشمند و زیرساخت های ارتباطی، تدوین طرح و مدل تجاری و در نهایت نصب و راه اندازی بستر.

- راه اندازی بستر تست و توسعه شهر هوشمند مبتنی بر فناوری های اینترنت اشیا و هوش مصنوعی توسط

### وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و با مشارکت شهرداری

یکی از حوزه های مورد توجه در مبحث بسترهای تست و توسعه، شهرهای هوشمند هستند که به دلایل زیر مورد توجه قرار گرفته اند:

- تعداد و تنوع خدمات قابل ارائه در شهر هوشمند بسیار زیاد بوده و در نتیجه مشتریان بالقوه زیادی برای این حوزه وجود دارد.
- شهرهای هوشمند دارای گستردگی فیزیکی، تنوع تجهیزات و کاربران زیادی است که فراهم کردن محیط تست و توسعه به صورت اختصاصی برای فعالان این حوزه امکان پذیر نیست.

- معمولاً مشتریان نهایی خدمات شهر هوشمند افراد عادی جامعه هستند که نه تنها سطح آشنایی آن ها با فناوری و خدمات گوناگون است بلکه رفتارهای آن ها نیز قابل پیش بینی نیست. در نتیجه برای تست یک خدمت تنها گزینه استفاده عملی از آن توسط کاربران اصلی است.

به همین دلیل پیشنهاد می شود وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات نیز بر روی راه اندازی یک بستر تست و توسعه تخصصی در حوزه شهر هوشمند متمرکز گردد. به منظور دسترسی بهتر به زیرساخت های اطلاعاتی شهر و جلوگیری از مشکلات آتی پیشنهاد می شود مشارکت شهرداری تهران نیز در این زمینه اخذ گردد.

نوع و تعداد خدماتی که دارای مشتری باشند نیازمند بررسی بیشتر بازار و تعامل با فعالان این حوزه است. زیرساخت فنی مورد نیاز این بستر با استفاده از مشاوره شرکت های خارجی به خصوص بسترتست *SmartSantander* قابل طراحی و پیاده سازی است. در این حوزه کاری می توان به سمت همکاری تجاری با بسترهای تست و توسعه موجود نیز حرکت نمود.

#### - تدوین و ارائه پروانه راه اندازی مراکز تست و توسعه مبتنی بر بازار

تجربیات گذشته نشان داده است که یکی از راه های تحریک بازار و ایجاد توجه به یک بازار خاص، تعریف و ارائه پروانه های راه اندازی و بهره برداری است. به همین دلیل پیشنهاد می شود تدوین یک پروانه مناسب راه اندازی و بهره برداری از بسترهای تست و توسعه در دستور کار وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات قرار گیرد. این پروانه نباید به حدی پیچیده و سخت گیرانه باشد که اجرایی شدن آن مشکل گردیده و از طرفی نباید تمام بازارهای موجود را بپوشاند که از ورود فعالانی بدون داشتن پروانه جلوگیری نماید.

این پروانه حداقلی از استانداردهای لازم را با توجه به نیاز بازار و مشتریان بالقوه و بالفعل برای بسترهای تست و توسعه پیش بینی نموده و همین موضوع باعث جهت یافتن شرکت های بخش خصوصی برای فعالیت در بخش هایی که نیازمند پروانه نیست می گردد. با گذشت زمان و توسعه بازار این حوزه می توان اقدام به حذف پروانه ها نموده و تنظیم بازار به عهده عرضه و تقاضا گذاشته شود.

حوزه های صدور پروانه می تواند بر اساس اولویت حاکمیتی، سرویس های گران قیمت دارای متقاضی زیاد یا مواردی باشد که برخلاف دیدگاه مرسوم، بخش خصوصی علاقه مند به سرمایه گذاری در آن ها باشد. در خصوص تعداد پروانه های صادره و چگونه حفظ تعادل بازار نیاز به بررسی و مطالعات بیشتر می باشد.

## - تدوین و انتشار استانداردهای تعامل مراکز تست و توسعه

تجربیات دنیا و ماهیت گسترده اینترنت اشیا نشان داده است که راه اندازی یک بستر تست و توسعه کامل و جامع بسیار گران قیمت و بعضاً از نظر فنی غیرممکن است. از این رو همکاری و تعامل فی مابین بسترها به یک فرایند رایج در دنیا تبدیل شده است. از طرفی باید بنا بر آن باشد که بسترهای تست و توسعه راه اندازی شده توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات به کنسرسیومی از شرکت های همکار آن واگذار گردد. لذا تهیه و انتشار استانداردهای تعامل مراکز تست و توسعه از منظر مالی، فنی و داده ای از اولویتهای اول فعالیت در این حوزه می باشد. انتشار این استانداردها می تواند از دوباره کاری و تحمیل هزینه های مجدد به خصوص به بسترهای تست و توسعه خصوصی جلوگیری به عمل آید.

## - حمایت از دانشگاه های برای راه اندازی بسترهای تست و توسعه کوچک و دانشگاهی

دانشگاه ها یکی از مراکز اصلی توسعه فناوری و نوآوری در خدمات و محصولات هستند. یکی از تفاوت های عمده در فعالیت های دانشگاه نسبت به فعالیت های صنعتی، عدم توجه به بازار است اما در مقابل معمولاً از آخرین فناوری های روز دنیا استفاده نموده و آن را توسعه می دهند. به همین دلیل ساختار و سطح بسترهای تست و توسعه در دانشگاه ها با بسترهای تست و توسعه صنعتی متفاوت است. هزینه ارائه خدمات در بسترها، سطوح دسترسی، زیرساخت های فناوری و همچنین روش مدیریت دارای تفاوت های عمده ای با سایر بسترها است. به همین دلیل و به منظور توسعه فناوری پیشنهاد می شود که وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در چند فاز، اقدام به حمایت از دانشگاه های منتخب جهت راه اندازی بسترهای تست و توسعه تخصصی در زیرشاخه های فناوری اینترنت اشیا نماید. این نکته در بسترهای تست و توسعه دانشگاهی حیاتی است که آن ها دارای تعاملات فعال کاری و همکاری ساخت یافته باشند و شرط حمایت باید ملحق شدن به *Federation* راه اندازی شده توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات باشد.





نشانی: تهران، انتهای کارگر شمالی،  
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات،  
معاونت پژوهش و توسعه ارتباطات علمی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۵

نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۶