

## تأثیر وب معنایی در اینترنت اشیاء

سینا قاضی نژاد\*<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ایران

sinaghazinezhad@gmail.com

### چکیده

اینترنت اشیاء چشم اندازی رو به پیشرفت است. ایده‌ی جذابی که در آن هر شیء و هر دستگاهی دارای هویت دیجیتال و قابلیت اتصال به اینترنت و تبادل داده خواهد بود. ماهیت پویای اینترنت اشیاء، همچنین مقیاس پذیری و وجود دستگاه‌های متعدد ناهمگن چالش‌های بزرگی را پیش روی ما خواهند گذاشت. یکی از چالش‌های کلیدی در برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیاء قابلیت همکاری و تعامل بین اشیاء مختلف است. مجموعه‌ای از فناوری‌های توسعه یافته در وب معنایی از قبیل آنتولوژی-ها، حاشیه‌نویسی و وب سرویس‌های معنایی می‌توانند به عنوان راهکاری برای تحقق اینترنت اشیاء و رفع مشکلات تعامل ما بین اشیاء به کار روند. که در مقاله به تشریح برخی از این راهکارها پرداخته شده است و همچنین یک معماری معنایی پیشنهادی از سوی سازمان oneM2M مورد بررسی و کاوش قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیاء، اینترنت معنایی اشیاء، وب معنایی اشیاء

### ۱- مقدمه

ظهور اینترنت اشیاء یکی از پدیده‌های قابل توجه در تاریخ محاسبات دیجیتال است. رشد سریع دستگاه‌های با قابلیت اتصال به اینترنت، از حسگرهای ساده تا سرورهای ابری پیچیده منجر به شکل‌گیری اینترنت اشیاء شد. اینترنت اشیاء باید قادر به اتصال میلیاردها اشیاء ناهمگن از طریق اینترنت باشد. از این رو یکی از مسائل کلیدی در برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیاء قابلیت همکاری و تعامل بین اشیاء مختلف است [۱]. ذات ناهمگن اشیاء مانع از اتخاذ راه‌حل‌های عمومی در مقیاس جهانی می‌شود. این مشکل بخاطر وجود دستگاه‌هایی حاصل می‌شود که از داده‌ها و پروتکل‌های اختصاصی استفاده می‌کنند و استاندارد می‌باشند. ما بین تمامی دستگاه‌ها وجود ندارد. علاوه بر این، حجم، سرعت و نوسانات داده‌ها در اینترنت اشیاء چالش‌های مهمی را برای سیستم‌های اطلاعاتی موجود اعمال می‌کند. مجموعه‌ای از فناوری‌های توسعه یافته در وب معنایی می‌توانند به عنوان راهکاری برای تحقق اینترنت اشیاء به کار روند [۲]. که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت.

### ۲- وب اشیاء<sup>۱</sup> و وب معنایی اشیاء<sup>۲</sup>

وب اشیاء با هدف یکپارچه‌سازی ویژگی‌های اینترنت اشیاء به شکل موثر و کارا تر معرفی شد. در این سطح اشیاء می‌توانند از طریق بهره‌گیری از برخی پروتکل‌های رایج وب از قبیل پروتکل انتقال ابرمتن<sup>۳</sup> و پروتکل برنامه محدود شده<sup>۴</sup> به وب متصل شوند. و قابلیت همکاری و تعامل بین اشیاء از طریق رست<sup>۵</sup> و پروتکل دسترسی آسان<sup>۶</sup> افزایش یابد. با این وجود وب اشیاء مقیاس پذیری بالایی ندارد چرا که هیچ تعریف دقیقی از اینکه این سرویس چیست و چه کاری را انجام می‌دهد وجود ندارد. همچنین این ویژگی مانع توسعه سیستم‌های هوشمند خودکار می‌شود [۳].

<sup>1</sup> Web of Things

<sup>2</sup> Semantic Web of Things

<sup>3</sup> Hypertext transfer protocol (http)

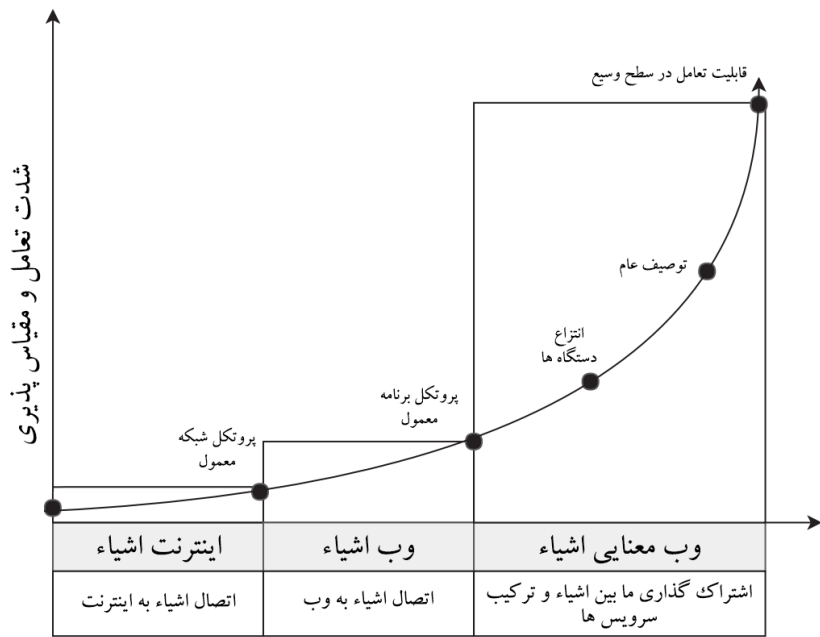
<sup>4</sup> Constrained Application Protocol (CoAP)

<sup>5</sup> Representational State Transfer

<sup>6</sup> Simple Object Access Protocol (SOAP)

## سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

اما می توان مشکلات همکاری و تعامل بین اشیاء را به کمک وب معنایی اشیاء برطرف نمود. در اینجا دانشی در مورد اشیاء، اینکه هر شیء چیست، چه کاری انجام می دهد و به چه چیزی نیاز دارد ارائه می شود. همچنین بدون توجه به تکنولوژی استقرار آن ها می توان یک انتزاع از هر شیء به وجود آورد. علاوه بر این نمونه های یکسان از اشیاء می توانند توصیفات مشترکی را به اشتراک بگذارند. این ویژگی امکان همکاری و تعامل بین اشیاء را در سطح وسیعی میسر می کند. شکل ۱ مراحل تکامل اینترنت اشیاء را نشان می دهد و منحنی نشان دهنده روند رو به رشد امکان تعامل و مقیاس پذیری در اینترنت اشیاء، وب اشیاء و وب معنایی اشیاء را نشان می دهد [۴].



شکل ۱: تکامل اینترنت اشیاء

### ۳- دلایل اهمیت مفاهیم معنایی برای اینترنت اشیاء

پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۲۰ تعداد دستگاه های متصل به اینترنت به ۵۰ میلیارد برسد. ایجاد اتصال ما بین چنین تعداد زیادی از دستگاه ها که به صورت توزیع شده و ناهمگن هستند نیاز به سناریوهای مختلفی دارد. این بدان معنی است که فراهم کردن قابلیت تعامل متقابل میان اشیاء مختلف یکی از اساسی ترین ملزومات برای پشتیبانی از آدرس دهی، ردیابی و اکتشاف منابع و همچنین نمایش، ذخیره و تبادل اطلاعات است [۵]. مجموعه ای از فناوری های توسعه یافته در وب معنایی از قبیل آنتولوژی ها، حاشیه نویسی، ایجاد اتصال بین داده ها و وب سرویس های معنایی می توانند به عنوان راهکاری برای تحقق اینترنت اشیاء به کار روند [۲]. در ادامه به مرور سناریوهای متفاوت که نشان دهنده اهمیت معناسازی برای تحقق و توسعه اینترنت اشیاء است می پردازیم [۶].

### ۳-۱: اطلاعات معنایی برای تعامل بین اشیاء

تعامل معنایی به معنی دسترسی و تفسیر داده به شکل غیر مبهم و صریح توسط اشیاء و دستگاه های مختلف است. اشیاء نیاز به تبادل داده بین یکدیگر و انسان ها از طریق اینترنت دارند. ارائه ای صریح به شکلی که هم قابل تفسیر برای ماشین ها و هم عامل های نرم افزاری باشد عاملی کلیدی برای ارتباطات و تعاملات ما بین اشیاء مختلف خواهد بود. حاشیه نویسی معنایی داده با فراهم کردن این امکان که داده به چه شکل باز نمود پیدا می کند، منشا آن کجاست، چگونه با محیط پیرامون مرتبط می شود و چه شیء ای آن را ارائه کرده است می تواند قابلیت تفسیر داده برای ماشین را فراهم کند [۶].

## ۲-۲: یکپارچه سازی داده ها در اینترنت اشیاء

ریشه ی داده ها در اینترنت اشیاء معمولا انسان ها یا دستگاه ها هستند. و هر داده انعکاس گر ویژگی های یک پدیده و یا موجودیتی در دنیای واقعی است. داده های تولید شده توسط منابع مختلف می توانند جهت ساخت سطوح انتزاعی متفاوتی از محیط پیرامون با یکدیگر ترکیب شوند. مساله مهم ترکیب داده های ناهمگنی است که از منابع متفاوتی برگرفته شده اند. توصیف معنایی با پشتیبانی از قابلیت تعامل متقابل<sup>۷</sup> بین منابع مختلف می تواند یکپارچه سازی را میسر سازد [۷].

## ۳-۳: تفسیر و استنتاج معنایی

استنتاج معنایی به عنوان ابزاری ارزشمند در حوزه اینترنت اشیاء و برای تحقق اهدافی همچون اکتشاف منابع و استخراج دانش مورد استفاده قرار می گیرد. الگوریتم های مهمی در حال حاضر درون برخی استنتاج کننده های خودکار پیاده سازی شده اند که از میان آن ها می توان به FACT++ و Jena اشاره نمود. بنابر این توسعه دهندگان نگرانی ای بابت انجام فرآیندهای پیچیده استنتاج ندارند. همچنین می توان از زبان پرس و جوی معنایی اسپارکل<sup>۸</sup> جهت اکتشاف منابع و همچنین ایجاد پیوند بین داده های ناهمگن بهره برد [۲، ۸].

## ۴- معماری معنایی

در این قسمت یک معماری معنایی پیشنهادی از سوی سازمان oneM2M معرفی شده است. در این معماری یک منبع توصیف گر معنایی به لایه سرویس اینترنت اشیاء و یا برنامه ها اجازه حاشیه نویسی منابع و یا داده های موجود را با اضافه کردن اطلاعات معنایی و با انتخاب آنتولوژی ها می دهد. اطلاعات معنایی اضافه شده سپس به منظور پالایش، اکتشاف و همچنین درهم آمیختگی معنایی<sup>۹</sup> مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین این معماری قادر به پشتیبانی از مخازن معنایی به منظور نگهداری از تمامی اطلاعات معنایی در یک ساختار سه تایی متمرکز را دارا می باشد. سپس یک پرس و جوی اسپارکل می تواند به طور مستقیم بر روی اطلاعات معنایی ذخیره شده اعمال شود [۹، ۱۰].

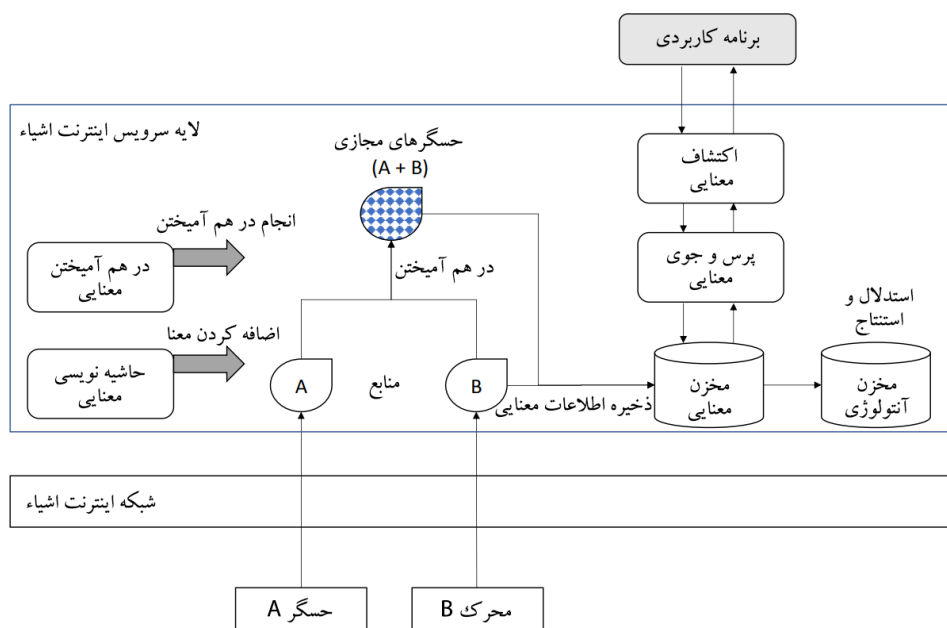
به منظور ارائه سرویس های معنایی به کاربران، تعریف واژگان رایج، داده های با ساختار استاندارد شده و همچنین قواعد توصیفی که بتوانند چالش قابلیت تعامل که از داده های ناهمگن منابع مختلف در اینترنت اشیاء حاصل می شود را برطرف کنند، لازم است. زبان استاندارد RDF می تواند برای توصیف اطلاعات معنایی استفاده شود. همچنین پس از آن فراداده های معنایی حاشیه نویسی شده توسط پلتفرم در یک منبع جدید که به منظور تطبیق اطلاعات معنایی در ساختار RDF طراحی شده است ذخیره می شوند. فراداده ها همچنین می توانند به عنوان سه تایی در مخازن ذخیره شوند [۹، ۱۰].

این معماری روش هایی را به منظور اتصال دستگاه های مختلف در اینترنت اشیاء بدون توجه به فن آوری دسترسی آن ها، شیوه های جمع آوری داده ها از این دستگاه ها و مدیریت داده های جمع آوری شده ارائه می کند. همچنین از طریق بهره گیری از قابلیت های معنایی، امکان پشتیبانی از حاشیه نویسی معنایی برای منابع نیز فراهم می شود. شکل ۲ یک طراحی سطح بالا از این معماری را نمایش می دهد. به منظور پشتیبانی از خدمات معنایی، لایه سرویس باید حداقل از سه ویژگی پایه زیر پشتیبانی کند [۹، ۱۰].

<sup>7</sup> Interoperability

<sup>8</sup> SPARQL Query Language

<sup>9</sup> Semantic Mashup



شکل ۲: شکل کلی معماری و قابلیت های آن

#### ۴-۱: حاشیه نویسی معنایی<sup>۱۰</sup>:

برای تحقق قابلیت تعامل متقابل ما بین اشیاء لایه سرویس ابتدا باید بتواند از توصیف معنای منابع/داده ها پشتیبانی کند. منابع در لایه سرویس را می توان با داده های معنایی و همچنین به کارگیری آنتولوژی ها و ساختارهای داده ای استاندارد حاشیه نویسی نمود. بنابر این منابع حاشیه نویسی شده می توانند به شکل معنایی توسط برنامه های مختلف اینترنت اشیا مورد اکتشاف قرار گیرند. اطلاعات معنایی توسط RDF و یا OWL به شکل یک سه تایی<sup>۱۱</sup> باز نمود پیدا می کنند [۹، ۱۱].

#### ۴-۲: پرس و جو و اکتشاف معنایی<sup>۱۲</sup>:

پلتفرم باید قادر به پشتیبانی از پرس و جو از طریق برنامه های اینترنت اشیا بر مبنای پرس و جوی معنایی باشد. زمانی که یک پرس و جوی معنایی دریافت می شود، پلتفرم از طریق باز یابی اطلاعات معنایی برای منابع هدف و فرآیند اکتشاف پرس و جو، پرس و جو را اجرا می کند [۱۲].

#### ۴-۳: درهم آمیختن معنایی<sup>۱۳</sup>

در هم آمیختن معنایی به پروسه ی اکتشاف و جمع آوری داده از بیش از یک منبع داده ای و اعمال منطق کسب و کار مرتبط بر روی داده های تولید شده به منظور کسب نتایج معنادار اطلاق می شود. به عنوان مثال کاربری علاقه مند به سرویسی تحت عنوان شاخص رضایت آب و هوا است که در آن سطح رضایت یک فرد نسبت به شرایط آب و هوایی را بیان می کند. میزان رضایت بر اساس دما و رطوبت اندازه گیری شده توسط سنسورهای مستقر شده در یک مکان با شرایط آب و هوایی خاص سنجیده می شود. و این در حقیقت یک فرآیند درهم آمیختگی است و می تواند به عنوان یک سرویس توسط پلتفرم اینترنت اشیا ارائه شود [۱۳].

<sup>10</sup> Semantic annotation

<sup>11</sup> Triple

<sup>12</sup> Semantic query and discovery

<sup>13</sup> Semantic Mashup

#### ۴-۱-۱: مراحل انجام حاشیه نویسی معنایی

منظور از حاشیه نویسی معنایی فرآیند اضافه کردن اطلاعات معنایی به منابع است، به شکلی که این منابع بتوانند توسط برنامه‌های ناهمگن اینترنت اشیا مورد اکتشاف قرار گیرند. اطلاعات معنایی توسط سه تایی‌ها به کمک RDF (ویا OWL) بازنمود پیدا می‌کنند. از آنجایی که در این مدل از یک ساختار درختی سلسله مراتبی به منظور ذخیره و مدیریت منابع استفاده می‌شود، اطلاعات معنایی به عنوان یک منبع معنایی ویژه اضافه می‌شوند. برای این منظور یک سیستم حاشیه‌کننده معنایی<sup>۱۴</sup> معرفی شده است که در این مدل اجرا می‌شود تا به صورت خودکار منابعی که بازنمود اطلاعات سنسورها و دستگاه‌های ثبت شده‌ی مختلف هستند را حاشیه‌نویسی معنایی کند. این کار در ۵ مرحله زیر انجام می‌شود [۱۰].

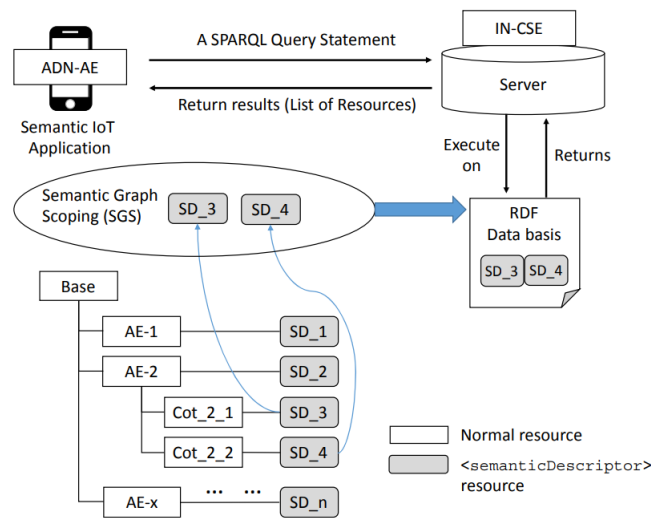
- ۱) به عنوان ورودی برای حاشیه‌کننده معنایی، کاربر و یا مدیر سیستم منبعی (منابعی) را که میبایستی حاشیه نگاری شود و همچنین آنتولوژی (آنتولوژی‌هایی) که باید در طول این حاشیه نگاری انتخاب شوند را انتخاب می‌کند.
- ۲) سپس حاشیه‌کننده معنایی آنتولوژی انتخابی را به منظور بازیابی کلاس‌ها و ویژگی‌ها تجزیه تحلیل می‌کند. حاشیه-کننده معنایی همچنین سایر منابع را که دارای اطلاعات معنایی مرتبطی هستند به عنوان منبع کاندید برای ایجاد یک رابطه بازیابی می‌کند. اطلاعات معنایی مرتبط سپس توسط ویژگی `<relatedSemantic>` که شامل شناسه واحد منبع<sup>۱۵</sup> سایر منبع (منابع) توصیف‌گر مرتبط هستند بازیابی می‌شوند.
- ۳) کاربران و یا مدیران فرآیند انتخاب اطلاعات معنایی در قالب سه تایی‌ها بر مبنای کلاس دریافتی و همچنین ویژگی‌های دریافتی از آنتولوژی را تکرار می‌کنند.
- ۴) منابع انتخاب شده و اطلاعات معنایی سپس به یک ساختار RDF تبدیل می‌شوند و حاشیه‌کننده معنایی سه تایی رمزگذاری شده را برای منبع `<semanticDescriptor>` آپلود می‌کند.
- ۵) منابع حاشیه‌نویسی شده می‌توانند مورد اکتشاف نرم افزارهای اینترنت اشیا قرار گیرند. اطلاعات معنایی بروز شده سپس می‌تواند توسط کاربران و یا مدیران سیستم مورد دسترسی و استفاده قرار گیرد.

#### ۴-۲-۱: مراحل انجام پرس و جو و اکتشاف معنایی

اکتشاف معنایی منابع از طریق بهره گیری از زبان پرس و جوی اسپارکل محقق می‌شود. شکل ۳ روند اکتشاف معنایی را نشان می‌دهد. یک برنامه پس از مطلع شدن از منابع اکتشاف شده، می‌تواند منابع مورد نظر را بر اساس شناسه واحد منبع بازگردانده شده بعد از یک پرس و جوی معنایی بازیابی کند. برنامه‌ای که می‌خواهد منابع را با بهره گیری از مفاهیم معنایی اکتشاف کند می‌بایست یک پرس و جوی اسپارکل را بر اساس نیاز خود فراخوانی کند. زمانی که یک پرس و جوی اسپارکل یک منبع خاص را هدف قرار می‌دهد (که به عنوان منبع هدف شناخته می‌شود)، دریافت کننده (IN-CSE در شکل ۳) با ایجاد یک گراف معنایی در مورد محدوده اجرای پرس و جو تصمیم‌گیری می‌کند. (به عنوان مثال تنظیم بنیان RDF برای اجرای یک پرس و جوی اسپارکل). سپس توصیف‌گرهای معنایی که در ساختار منابع پلتفرم اینترنت اشیا توزیع و میزبانی شده‌اند در کنار هم قرار می‌گیرند تا اساس داده‌های RDF را تنظیم کنند [۹].

<sup>14</sup> IoT semantic annotator (IoT-SA)

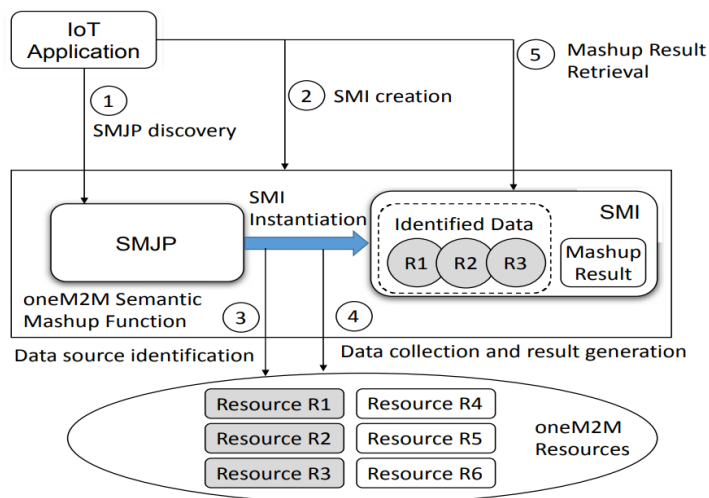
<sup>15</sup> Uniform Resource Identifier



شکل ۳: اکتشاف منابع و پرس و جوی معنایی

#### ۴-۳-۱: مراحل انجام درهم آمیختن معنایی

درهم آمیختن معنایی به پروسه‌ای اکتشاف و جمع آوری داده از بیش از یک منبع داده‌ای و اعمال منطق کسب و کار مرتبط بر روی داده‌های تولید شده به منظور کسب نتایج معنادار اطلاق می‌شود. در شکل ۴ یک سرویس درهم آمیختگی معنایی که از طریق مجموعه‌ای از فرآیندهای درهم آمیخته پیاده سازی شده است نشان داده شده است. برای استفاده از یک سرویس مش‌آپ یک برنامه اینترنت اشیا بایستی ابتدا SMJP (که تحت عنوان <semanticMashupJobProfile> در گام ۱ نشان داده شده است) مربوطه را اکتشاف کند. یک SMJP اطلاعات لازم مورد نیاز برای یک سرویس مش‌آپ خاص از قبیل پارامترهای ورودی، تعداد منابع، توابع مش‌آپ و پارامترهای خروجی را توصیف می‌کند. همچنین SMJP باید شامل <semanticMashupInstance>، <semanticDescriptor> و <subscription> به عنوان منابع فرزند باشد. بر اساس مشخصاتی که در SMJP توصیف می‌شود، سازنده (Aes) می‌تواند نمونه‌های معنایی مش‌آپ متناظر را ایجاد کند که در آن نتایج معنایی تولید و در <semanticMashupResult> ذخیره خواهند شد. درخواست‌دهنده‌ی مش‌آپ می‌تواند <semanticMashupResult> را به منظور بازیابی نتایج فراخوانی کند [۹، ۱۰].



شکل ۴: اکتشاف منابع و پرس و جوی معنایی

بر اساس SMJP اکتشاف شده، گام بعدی برای نرم افزار اینترنت اشیا ایجاد یک نمونه مش آپ منبع است (SMI). که این کار از طریق وارد کردن پارامترهای ورودی مناسب انجام می شود (گام ۲). نمونه مش آپ دربردارنده پارامترهای ورودی، منابع عضو، و نتیجه مش آپ تولید شده است. SMJP در مورد اینکه چگونه یک نمونه مش آپ باید ایجاد و نتایج آن محاسبه شود راهنمایی هایی را ارائه می کند. در ادامه نرم افزار اینترنت اشیا به اکتشاف و جمع آوری داده های اصلی از هر یک از منابع عضو می پردازد. (از طریق روال های اکتشاف معنایی منابع) (گام ۳). پس از جمع آوری داده ها از منابع عضو، نرم افزار اینترنت اشیا نتایج را منطبق با منطق کسب کار همانطور که در SMJP تشریح شد محاسبه می کند (گام ۴). نتایج معنایی تولید شده سپس در SMI ذخیره می شوند که می تواند توسط نرم افزار اینترنت اشیا و سایر موجودیت ها موردبازایی قرار گیرد (گام ۵) [۹].

## ۵- نتیجه گیری

مجموعه ای از فناوری های توسعه یافته در وب معنایی از قبیل آنتولوژی ها، حاشیه نویسی، تفسیر و استنتاج معنایی می توانند به عنوان راهکارهایی برای تحقق اینترنت اشیا و حل مشکلات همکاری و تعامل بین اشیا مختلف به کار روند. که در مقاله به معرفی و تشریح برخی از این راهکارها پرداختیم. همچنین یک معماری معنایی پیشنهاد شده توسط سازمان M2M مورد بررسی قرار گرفت.

## منابع :

- [1]. B. Gupta and M. Quamara, "An overview of Internet of Things (IoT): Architectural aspects, challenges, and protocols," *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, pp. 291-319, 2018.
- [2]. P. Barnaghi, W. Wang, and C. Henson, "Semantics for the Internet of Things: Early Progress and Back to the Future," *International Journal on Semantic Web & Information Systems* vol. 8, no. 1, pp. 1-21, 2012.
- [3]. A. J. Jara, A. C. Olivieri, Y. Bocchi, M. Jung, W. Kastner, and A. F. Skarmeta, "Semantic Web of Things: an analysis of the application semantics for the IoT moving towards the IoT convergence," *International Journal of Web and Grid Services* vol. 10, no. 2/3, pp. 244-272 2014
- [4]. A. L. M. Silva, J. d. J. Pérez-Alcázar, and S. T. Kofuji, "Interoperability in semantic Web of Things: Design issues and solutions," *International Journal of Communication Systems*, vol. 32, no. 6, p. e3911, 2019.
- [5]. D. Pfisterer et al., "SPITFIRE: toward a semantic web of things," *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 11, pp. 40-48, 2011.
- [6]. M. Ganzha, M. Paprzycki, W. Pawlowski, P. Szmeja, and K. Wasielewska, "Semantic Technologies for the IoT - An Inter-IoT Perspective," presented at the First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation Berlin, Germany, 2016.
- [7]. V. Charpenay, S. Käbisich, and H. Kosch, "Semantic data integration on the web of things," in proceedings of the 8th International Conference on the Internet of Things, 2018.
- [8]. A. I. Maarala, X. Su, and J. Rieki, "Semantic Reasoning for Context-Aware Internet of Things Applications," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 461 - 473, 2017.
- [9]. J. Swetina, G. Lu, P. Jacobs, F. Ennesser, and J. Song, "Toward a standardized common M2M service layer platform: Introduction to oneM2M," *IEEE Wireless Communications*, vol. 21, no. 3, pp. 20-26, 2014.
- [10]. K. Gilani, J. Kim, J. Song, D. Seed, and C. Wang, "Semantic Enablement in IoT Service Layers— Standard Progress and Challenges," *IEEE Internet Computing* vol. 22, no. 4, pp. 56 - 63, 2018.
- [11]. B. Hassan and S. Dasmahapatra, "Towards Semantic Web: Challenges and Needs," *International Journal Of Engineering And Computer Science*, vol. 4, no. 10, pp. 14585-14588, 2015.
- [12]. E. Kovacs, M. Bauer, J. Kim, J. Yun, F. L. Gall, and M. Zhao, "Standards-Based Worldwide Semantic Interoperability for IoT," *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 12, pp. 40 - 46, 2016.
- [13]. A. K. Kalou and D. A. Koutsomitropoulos, "Towards Semantic Mashups: Tools, Methodologies, and State of the Art," *International Journal of Information Retrieval Research*, vol. 5, no. 2, pp. 1-25, 2015.