مدل شبکه توسعه فناوری در وب ۵ بر پایه اصول توسعه فناوری نرم

ساسان عظیمی*
دانشگاه تهران، تهران، ایران
s.azimi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۷
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۰/۰۵/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۴

چکیده

برخی از فناوری‌ها در مقام مقایسه، بسیار سریع‌تر و گسترده‌تر، توسعه یافته و فراگیر می‌شوند. بررسی روند توسعه آنها نشان می‌دهد که نه تنها مسیری خطی و یکنواخت را طی نکرده‌اند، بلکه این فناوری‌ها، سال‌ها پس از ابداع و تولد خود، از توسعه و اقبال محدودی برخوردار بوده‌اند؛ اما به یکباره، جهش کرده و در مقیاس جهانی توسعه یافته‌اند. بررسی دلایل اصلی این رشد نشان می‌دهد که قواعد توسعه، کلی‌تر بوده و در مصداق فناوری نیز باعث توسعه سریع می‌شود. این مقاله، برای وضوح بیشتر این قواعد، فناوری‌هایی از این دست را بررسی کرده است. روند توسعه نسل‌های مختلف وب از وب ۱ که همان صفحات ساده و اولیه وب بودند تا حرکت به سمت مفاهیم پیچیده، گراف‌پایه و مرکب وب ۵، به‌عنوان یک نمونه جامع و نزدیک به موضوع این مقاله یعنی شبکه توسعه فناوری، با دقت بیشتری مطالعه گردیده است. اصول و پایه‌های استخراج شده، سکوی پرتاب توسعه بوده و مدل‌سازی و پایش آنها در شبکه توسعه فناوری، زیرساخت شتاب نظام‌مند در توسعه فناوری را فراهم می‌سازد. هر یک از این مفاهیم پایه، متناسب با شبکه توسعه فناوری، ارائه شده و نحوه‌ی مدل‌سازی و چارچوب پیاده‌سازی آنها آورده شده است. روند توسعه وب ۵ نشان می‌دهد که حیطه‌ای بسیار گسترده‌تر از نسل‌های پیشین خود داشته و متناسب با هر حوزه کاربری، موجودیت‌های دیگری خارج از دنیای فناوری اطلاعات را نیز شامل می‌شود. روش تحقیق در این مقاله مبتنی بر روش تحقیقات بنیادی نظری است و در بخش پایانی، نحوه مدل‌سازی و پیاده‌سازی رویکردهای مطرح شده، آورده شده است.

واژگان کلیدی

فن‌کاوی؛ شبکه توسعه فناوری؛ وب ۵؛ گراف ارتباط فناوری‌ها؛ زبان توسعه فناوری.

۱- مقدمه

زبان و خط از عوامل مهم پیشرفت بشر در طول تاریخ بوده‌اند [۱]. با افزایش استفاده‌کنندگان از یک زبان یا خط جدید، مجموعه تعاملی بزرگ‌تری از انسان‌ها شکل گرفته و تعامل بیشتر، سنجه‌های فردی و اجتماعی پایه، همچون فرهنگ، سطح فکر، شعور اجتماعی و علم و دانش را رشد داده است. چنین روندی در طول تاریخ بارها تکرار شده و دگرگونی جوامع بشری را به دنبال داشته است. در قرن اخیر چنین دگرگونی‌هایی افزایش یافته و قله‌های بسامد تکامل به هم نزدیک‌تر شده‌اند. اما در صدسال گذشته این دگرگونی‌ها به دلیل اختراع زبان یا خط طبیعی رخ نمی‌دهند بلکه این زبان‌ها و پروتکل‌های جدید دنیای فناوری اطلاعات و ارتباطات هستند که قله‌های دگرگونی را ایجاد می‌کنند. طی سال‌های اخیر، پدیده‌های جدیدی به دنیا اضافه شده‌اند که سنت دگرگونی توسعه برای آنها نیز در حال تکرار است که یکی از بارزترین و گسترده‌ترین نمونه‌های آن، اینترنت است. پدیده اینترنت زمانی شکل می‌گیرد که رایانه‌ها یاد می‌گیرند با یک زبان مشترک با یکدیگر سخن بگویند. تشویق به افزایش این نوع تعامل‌ها گاهی کاملاً مستقیم مطرح شده و تلاش چندانی برای ارائه زیرساخت نمی‌شود. مواردی همچون نوآوری باز یا مدیریت دانش، در سال‌های اخیر با شعار به اشتراک‌گذاری پدیده‌هایی از جنس دانش، شکل گرفته و در مقیاس سازمانی تا جهانی، مؤثر بوده‌اند. در مواردی هم تلاش برای ایجاد زیرساختی صورت گرفته است که در نهایت سطح تعاملات را بالا برده است.

در سال ۱۹۹۷، اولین نسخه پروتکل ارتباطی بین اپراتورهای مخابراتی در سطح جهانی به تصویب رسید [۲] و در سال‌های بعد این پروتکل توسعه یافت که در نتیجه آن، ظهور اپراتورهای جدید تلفن ثابت و تلفن همراه شتاب گرفت. اگر این پروتکل وجود نداشت، مشترکین یک اپراتور جدید، فقط می‌توانستند با سایر مشترکین همان اپراتور تماس بگیرند و از آنجایی‌که تعداد مشترکین اپراتور تازه تأسیس خیلی محدود بود، کمتر کسی تمایل داشت که از خدمات اپراتور جدید استفاده کند. از سوی دیگر، ایجاد ارتباط با سایر اپراتورها برای اپراتور جدید بسیار دشوار، زمان‌بر و پر هزینه می‌شد و ریسک ایجاد یک اپراتور جدید را برای سرمایه‌گذاران

* نویسنده مسئول

بسیار افزایش می‌داد. به جنبه فنی این پروتکل در این مقاله اشاره خواهد شد اما این‌بار آنچه که باعث می‌شد این پروتکل فضای رشد و توسعه در حوزه اپراتورهای مخابراتی را فراهم آورد، علاوه بر جنبه فنی، توجه این پروتکل به جنبه مالی تعامل بود.

فرض کنید اپراتور مخابراتی A یک اپراتور بزرگ باشد و اپراتور مخابراتی B، یک اپراتور تازه تأسیس و کوچک. اپراتورها به ازای دریافت هر تماس از یک اپراتور دیگر، هزینه‌ای را دریافت می‌کنند. یعنی اگر مشترک b از اپراتور B با مشترک a در اپراتور A تماس بگیرد، اپراتور A هزینه‌ای را از اپراتور B دریافت می‌کند. اما در عمل از آنجایی‌که اپراتورهای بزرگ علاقه‌ای ندارند یک رقیب جدید برای آنها ایجاد شود، هزینه تماس از B به A را چند ده برابر هزینه تماس از A به B تعیین می‌کنند و اپراتور B نیز یا مجبور است این توافق را قبول کند و این هزینه را به کاربران خود تحمیل کند و یا اینکه کاربران خود را از امکان تماس با مشترکین اپراتور بزرگ‌تر، محروم نماید. هر یک از این دو حالت کاملاً به ضرر اپراتور جدید خواهد بود. اما پروتکل اتصال متقابل[1] با ورود به بخش مالی، اجازه نمی‌دهند که تعرفه‌های اتصال متقابل از تعادل نسبی خارج شده و نسبت‌های چندبرابری داشته باشد. تصویب این پروتکل در سال ۱۹۹۷ بین اعضای WTO، با حذف قدرت انحصار، امکان توسعه اپراتورهای جدید همراه را فراهم آورد که به دنبال آن صدها اپراتور جدید متولد شده و این رقابت جدید، هزاران فناوری و نوآوری جدید را به همراه آورد.

از سال ۲۰۰۹ با جدی‌شدن حضور اندروید در بازار تلفن‌همراه، رقابت بین بازیگران اصلی بازار تلفن‌همراه و تبلت برای ارائه یک زبان برنامه‌نویسی خاص این نوع دستگاه‌ها آغاز گردید. توسعه‌دهندگان نرم‌افزارهای تلفن‌همراه در رقابتی داغ بین گوگل و اپل، سال‌هاست که سعی می‌کنند تا زبان برنامه‌نویسی خاص خود را تکمیل نموده و گسترش دهند. اما سرانجام PWA[2] ظهور می‌کند و به‌عنوان یک بلوغ فناوری، ابزاری برای ساخت برنامه‌های تلفن‌همراه می‌شود. برنامه‌های PWA هم بر روی گوشی‌های موبایل کار می‌کنند و هم بر روی رایانه‌های رومیزی. شرکت‌های بزرگی همچون گوگل و مایکروسافت برای توسعه آن به توافق می‌رسند و شرکت اپل نیز درحالیکه بخاطر ماهیت متن باز PWA و از دست‌دادن درآمد خود از AppStore نگران است، خود را ناچار می‌بیند که گوشی‌ها و رایانه‌های اپل نیز این زبان را پشتیبانی کنند.

در دنیای فناوری اطلاعات، PWA راه‌حلی برای ساخت نرم‌افزار است که از زبان جاوا اسکریپت[3] استفاده می‌کند. زبان جاوا اسکریپت حداقل از نظر اسمی، فرزند زبان قدرتمندی بنام جاوا[4] است که در برخی از نوشته‌ها و فیلم‌های متعصّبانه ادعا می‌شود در صورت خاموش‌شدن جاوا، دنیا نیز خاموش می‌شود و اکنون بیش از سه میلیارد دستگاه در جهان با جاوا کار می‌کنند. بدون آنکه بخواهیم با دیدگاه فنی در مورد قدرت بالای این زبان شک کنیم، اصلی‌ترین دلیل جهانی‌شدن آن خاصیت چند سکویی[5] آن است. به این معنا که نرم‌افزارهای جاوایی، بر روی سیستم‌عامل‌های مختلفی همچون Windows، Unix، Linux، Android، IOS و Solaris قابل اجرا هستند و این تقریباً یعنی ۹۹ درصد سیستم‌عامل دستگاه‌های دنیا!

در ادامه این مقاله و در بخش دوم، با ترکیب دو رویکرد تاریخی و فنی، از یک زاویه خاص پیشینه پژوهش بررسی می‌شود. در بخش سوم با تمرکز بر موضوع توسعه فناوری، درخصوص پایه‌های اصلی توسعه بحث می‌شود. در بخش چهارم، تعریفی دقیق‌تر از مفاهیمی که زیست‌بوم توسعه را شکل می‌دهند ارائه شده است و در بخش پنجم شبکه توسعه فناوری با رویکرد وب ۵، مدل می‌شود. بخش ششم نیز به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد برای کارهای آتی می‌پردازد.

۲- روش تحقیق و مبانی نظری

روش تحقیق در این نوشتار مبتنی بر روش تحقیقات بنیادی نظری بوده و با بررسی نظریه‌های کلی توسعه و تطابق آن با سایر پدیده‌های مشابه، تسری این قوانین و تبعیت پدیده‌هایی دیگر از قوانین کلی توسعه که در تاریخ رخ داده‌اند، با رویکرد تحقیق همبستگی، بررسی شده‌اند. در بخش چهارم، با رویکری کاربردی، سعی شده تا نحوه‌ی مدل‌سازی و پیاده‌سازی نظریه‌های مطرح شده، ارائه گردد. در این مقاله با تمرکز بر موضوع خاص توسعه فناوری، سعی شده تا با شناخت فناوری‌های چشم‌گیر در حوزه فناوری اطلاعات، تطابق دلایل توسعه جهشی آنها با مدل مرجع، بررسی گردد. بنابراین با توجه به روش تحقیق این مقاله و برای درک بهتر تطابق و همبستگی مورد اشاره، روند توسعه وب به‌عنوان یک مطالعه تطبیقی، با جزئیات بیشتر و به شکل ساخت‌یافته، در ادامه ارائه می‌شود.

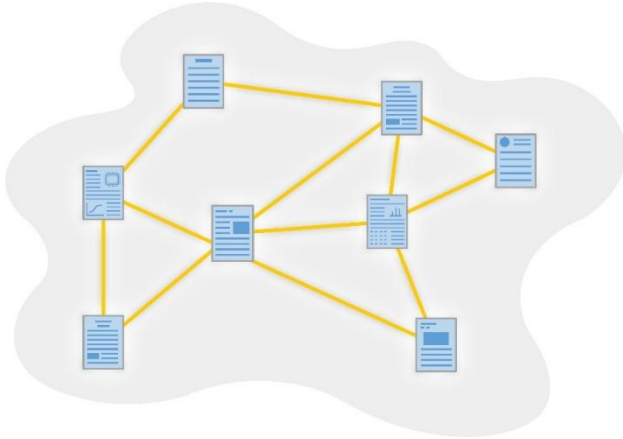
۲-۱- وب ۱.۰: وب فقط خواندنی

وب ۱، به وب فقط خواندی معروف است. در این وب فقط امکان جستجوی اطلاعات و خواندن آن وجود دارد و ارتباط در آن یک طرفه است. در این وب تعامل با کاربر و امکان تولید محتوا توسط کاربر، محدود است. این وب با استفاده از لینک‌ها، اطلاعات را به هم متصل می‌کند (شکل ۱). هر چند که باید ریشه‌های وب ۱ را در کاربردهای نظامی و مراکز پژوهشی جستجو نمود، اما اگر فاز ابداع وب ۱ را کنار بگذاریم، کسب و کارهایی که تمایل داشتند تا محتوای مدنظر آنها در هر زمان و در هر مکان قابل مشاهده باشد به رشد وب ۱ کمک کرده‌اند. این شرکت‌ها، اطلاعات را در قالب وب تولید کرده و در وب‌گاه‌ها بارگذاری می‌کنند. سایت‌های جدید با استفاده از پیوند[6]، در سایت‌های پربازدید معرفی شده و

1. Interconnect
2. Progressive Web Apps
3. Java Script
4. JAVA

5. Multi Platform
6. Link

با استفاده از موتورهای جستجو، امکان یافتن سایت‌های مرتبط با یک موضوع فراهم می‌شود. فروشگاه‌های اینترنتی اولیه که سعی می‌کنند کالا یا خدمتی را به مشتری احتمالی معرفی کنند و بیشتر شبیه بروشور الکترونیکی هستند، نسلی از وب‌گاه‌های وب ۱ محسوب می‌شوند.



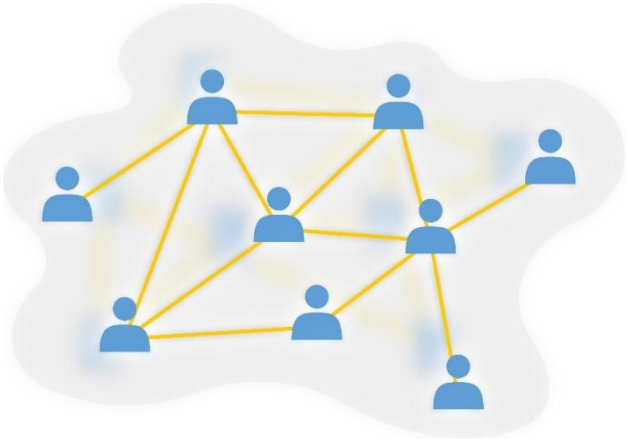
شکل ۱- وب ۱، ارتباط بین صفحات وب از طریق لینک‌ها

جدول ۱- ویژگی‌ها و چالش‌ها در وب ۱

رویکرد کلی:	ایجاد ارتباط بین اطلاعات
ویژگی‌ها:	استفاده از فناوری‌های پایه وب شامل پروتکل HTTP برای اتصال به وب‌گاه‌ها، زبان HTML برای ساخت صفحات وب و URL برای ساخت پیوند و متصل‌کردن صفحات وب
چالش‌ها:	صفحات ثابت و فقط قابل خواندن هستند. محتوای ارائه‌شده فقط توسط انسان‌ها قابل درک است. اکثر با کلیک‌کردن بر روی یک لینک، کل صفحه دوباره بارگذاری می‌شود. مدیریت وب‌گاه شامل تغییر محتوا و مدیریت کاربران فقط توسط مدیر وب‌گاه ممکن است.

۲-۲-وب ۲.۰: وب خواندن و نوشتن

در وب دو، امکان خلق محتوا توسط کاربر و تعامل با سایر کاربران وجود دارد. کاربر وب دو، علاوه بر خواندن محتوای فراهم شده، خودش نیز می‌تواند به راحتی محتوا تولید کند. در ساده‌ترین حالت، کاربر می‌تواند نظرش بنویسید، وبلاگ درست کند و یا صفحه شخصی داشته باشد. پس از چندی، امکان اضافه‌نمودن تصویر و سایر المان‌های چند رسانه‌ای فراهم می‌شود. این حالت تعاملی جدید، برای کاربران زیادی جذاب بود و به سرعت باعث توسعه بنیادی وب شد. در این زمان سایت‌هایی پدید می‌آیند که به تمامی براساس محتوای ارائه‌شده توسط کاربران خود کار می‌کنند. مواردی همچون یوتوب[1]، فیس‌بوک و تویتر از این دست هستند. از نظر فنی، وب دو یعنی به‌کارگیری زبان‌ها و فناوری‌های خاص کامپیوتری همانند Ajax یا Ruby and rails که سرعت ساخت و تعامل با وب را افزایش می‌دهند. یک نمونه از مفهوم افزایش سرعت تعامل با وب را اینگونه می‌توان شرح داد که در وب ۱، برای ثبت نظر راجع به یک موضوع روال کار در بیشتر موارد اینگونه بود یک دکمه ثبت نظر وجود داشت که با کلیک‌کردن بر روی آن پس از چند ثانیه یک صفحه جدید باز می‌شد و در آن یک فرم ـ هر چند مختصر ـ وجود داشت که پس از انتخاب گزینه‌های مورد نظر، و با کلیک‌نمودن بر روی دکمه ارسال، مراحل درج نظر به پایان می‌رسید. اما در وب ۲ در کمتر از یک ثانیه با کلیک‌کردن بر روی دکمه‌هایی شبیه یا ثبت نظر انجام می‌شود. این فناوری‌ها، باعث افزایش تعامل گردید و در نهایت این‌بار در وب ۲، به‌جای اینکه اطلاعات با لینک‌ها به هم متصل شوند، کاربران به یکدیگر متصل می‌شدند (شکل ۲).



شکل ۲- وب ۲ بر روی وب ۱ ساخته شده و مهم‌ترین مشخصه آن متصل‌شدن کاربران و افزایش نقش آنهاست.

جدول ۲- ویژگی‌ها و چالش‌ها در وب ۲

رویکرد کلی:	ارتباط بین کاربران
ویژگی‌ها:	ایجاد امکان تعامل کاربران با وب افزایش قدرت کاربران در کنترل محتوای دریافتی افزایش تعداد کسانی که محتوای وب تولید می‌کردند افزایش تولید دانش و به اشتراک‌گذاری آن
چالش‌ها:	مسائل مربوط به اخلاق حرفه‌ای و اخلاق اجتماعی در تولید یا بازنشر محتوا افزایش محتوای تکراری در وب و دشواری مدیریت آن

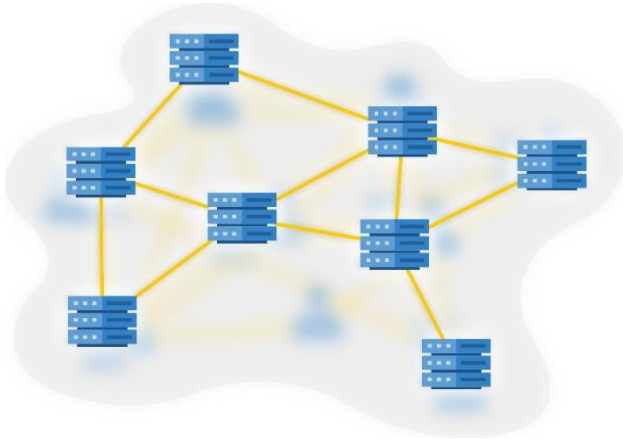
۲-۳- وب ۳.۰: وب خواندن، نوشتن، اجراکردن

در وب ۳، امکان تعامل سیستم‌ها با یکدیگر فراهم می‌شود. با استفاده از نشانه‌گذاری معنایی[2]، سعی می‌شود تا چیزهایی که تاکنون فقط توسط انسان قابل درک بود، برای نرم‌افزارها نیز قابل فهم شود. نشانه‌گذاری معنایی نوعی ابزار تبادل مفاهیم برای ماشین‌هاست و بنابراین در وب سه، ماشین‌ها هم می‌توانند محتوای مورد نیاز خود را خوانده و درک کنند. در این فضا، ماشین‌ها شروع به تبادل اطلاعات می‌کنند و قادر هستند تا دانسته‌های خود

1. YouTube

2. Semantic Markup

را به سایر ماشین‌ها انتقال دهند. اطلاعات در نسخه‌های قبلی وب نیز وجود داشت اما روش و زبان مشترکی برای مدل‌کردن اطلاعات و دانش و تبادل آن وجود نداشت. در وب سه، این مدل و زبان مشترک با مفهومی بنام وب سرویس رواج یافت. یک ماشین با استفاده از وب سرویس، از اطلاعات و دانسته‌های سایر ماشین‌ها استفاده می‌کند. فرض کنید یک وب‌سایت (ماشین) مدیریت اشتراک خدمات شما همانند آب و برق و اینترنت را برعهده می‌گیرد. این ماشین با استفاده از وب سرویس شرکت برق، اطلاعات قبض شما را دریافت کرده و با استفاده از وب سرویس بانک، آن‌را پرداخت می‌کند. چارچوب‌هایی همچون RDF[1]، به شکل‌گیری وب معنایی و تعامل ماشین‌ها با یکدیگر کمک می‌کنند (شکل ۳).



شکل ۳- در وب ۳، ماشین‌ها (رایانه‌ها) با یکدیگر تعامل داشته و امکان خواندن و درک داده‌ها برای آنها فراهم می‌شود.

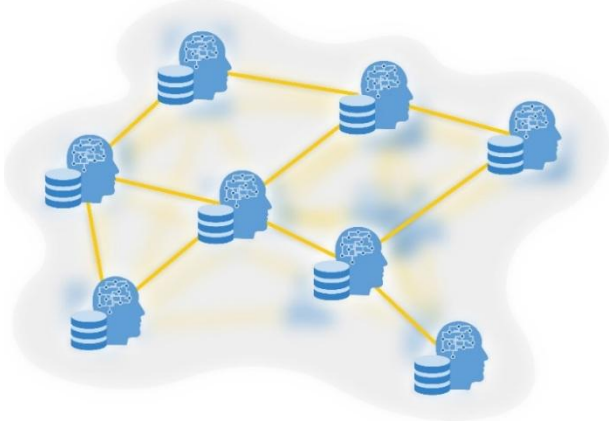
جدول ۳- ویژگی‌ها و چالش‌ها در وب ۳

رویکرد کلی:	ارتباط بین دانایی‌ها
ویژگی‌ها:	ایجاد امکان تعامل ماشین‌ها در لایه اطلاعات و دانش انتقال بخشی از نقش‌های کاربران به ماشین‌ها گسترش برنامه‌های کاربردی ابری در وب معروف به "نرم‌افزار به‌عنوان یک سرویس[2]" دسترسی به داده‌های شخصی بدون محدودیت مکانی
چالش‌ها:	پیچیدگی وب ۳ برای کاربران جدید چالش ناشناس‌بودن و انتشار بیش از پیش داده‌های شخصی چالش مدیریت مسأله خوش‌نامی و شهرت در وب چالش مبهم‌بودن درخواست کاربران و عدم درک صحیح درخواست توسط ماشین

۲-۴-وب ۴.۰: وب یادگیرنده

واقعیت مجازی و واقعیت افزوده[3]، تعامل با وب ۴ را بسیار فراتر از گفتن چند کلمه دستوری برده و در این وب با ماشین‌ها عملاً حرف می‌زنیم و نظرات آنها را می‌شنویم. حیطه این تعامل از داده‌های معمول فراتر بوده و هر کسی دارای یک شخصیت دیجیتال نیز خواهد بود و با ربات‌های هوشمندی سر و کار داریم که شخصیت دیجیتال ما را درک می‌کنند.

در وب ۴، برای رزرو یک اتاق در شیراز، گفتن همین جمله کافی است. ماشین مبتنی بر وب ۴، با پردازش صدا، درخواست را درک کرده و با منابع ارائه‌دهنده خدمات اسکان و گردشگری در شیراز ارتباط برقرار کرده و انواع اتاق‌های موجود و قیمت‌های آنها را بررسی می‌کند. ماشین از حدود قیمت مدنظر کاربر و سلیقه‌ی او مطلع بوده و از سوی دیگر با بررسی قیمت‌ها، متوسط قیمت‌ها را در روزهای مختلف و ماه‌های قبل بررسی می‌کند. درصورتی‌که احساس کند قیمت‌ها دارای رشد خاص زمان تعطیلات هستند، این موضوع را به کاربر یادآوری کرده و فهرستی از اتاق‌های نزدیک به سلیقه کاربر ارائه می‌کند. پس از تأیید نهایی کاربر، عملیات رزرو را انجام داده و نتیجه را از طریق رسانه‌ای همانند واتساپ یا ایمیل به کاربر اطلاع می‌دهد. در حین اقامت در شیراز هم با طرح سؤالاتی، ضمن کسب جزئیات بیشتری از سلیقه کاربر، اطلاعات خود را نیز در مورد محل اقامت، تکمیل می‌کند و در آینده، این اطلاعات خود را با سایر سامانه‌های هوشمند وب ۴، به اشتراک می‌گذارد. بعد از این سفر، وب ۴، چیزهای زیادی در مورد کاربر و محل اقامت او یاد گرفته است. این یادگیری آنقدر سریع و دقیق است که پس از مدتی، کاربران تقریباً مطمئن هستند که پیشنهادهای وب ۴، بهترین گزینه خواهند بود.



شکل ۴- در وب ۴، ماشین‌های هوشمند همچون انسان‌ها برای انجام کارهایی که برعهده آنها، آموزش می‌بینند، مشورت می‌کنند، یاد می‌گیرند و فکر می‌کنند.

جدول ۴- ویژگی‌ها و چالش‌ها در وب ۴

رویکرد کلی:	ماشین‌های هوشمند مرتبط
ویژگی‌ها:	گسترش استفاده از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده تعامل گفتاری (صوتی) کاربران با ماشین‌ها نقش‌آفرینی مؤثر داده‌های حجیم و هوش مصنوعی
چالش‌ها:	چالش حفظ حریم شخصی که اکنون حتی ماشین‌ها هم وارد آن می‌شوند افزایش نقش ماشین‌ها در تصمیم‌گیری‌های انسانی و افزایش قدرت القای ماشین‌ها

1. Resource Description Framework
2. Software as a Service (SaaS)
3. Virtual Reality and Augmented Reality

۲-۵- وب ۵

برای تعریف مرزهای وب ۵ لازم است تا از دو دیدگاه کاربری و فناوری به آن نگاه شود. از دیدگاه فناوری، وب ۵ ترکیبی از حضور بازیگران مختلف است. عوامل و شخصیت‌های هوشمندی که همانند انسان‌ها، نه تنها صدا را می‌شوند و چهره‌ها را تشخیص می‌دهند، بلکه احساسات را از لحن صدا و فرم صورت درک کرده و براساس آن تصمیم گرفته و به ارائه خدمت می‌پردازند. مفهوم هوشمندی از وب ۳ شروع شده و یکی از ویژگی‌های اصلی وب ۴، هوشمندی آن است اما خود واژه هوشمندی، تعریف بسیار گسترده‌ای داشته و از یک انتخاب ساده شروع شده و تا یادگیری و تحلیل‌های سلسله‌مراتبی عوامل مؤثر بر تصمیم و در برخی از جنبه‌ها، فراتر از هوش انسانی ادامه می‌یابد.

از منظر کاربری، شبکه وب ۵ بسیار گسترده بوده و این شبکه از رایانه‌ها و تلفن‌های همراه فراتر رفته و بیش از پیش وارد جنبه‌های مختلف زندگی انسان‌ها می‌شود. بنابراین در همین‌جا، گونه‌های مختلفی از وب ۵ متناسب با جنبه‌های مختلف زندگی شکل می‌گیرد. مدل وب ۵ در مواردی همچون خرید، سلامت، سرگرمی، حمل و نقل و آموزش متفاوت بوده و سطح بلوغ وب در هر یک از این زمینه‌ها متفاوت خواهد بود. فناوری‌های خاص هر یک از این حوزه‌ها توسعه‌یافته و بازیگران جدیدی به شبکه اضافه می‌شوند. وب ۵ برای افزایش هوشمندی خود از اینترنت اشیاء سود برده و به وسایل خانه، ابزارهای پوشیدنی، حسگرهای سلامت، اتومبیل و دوربین‌های محیطی متصل می‌شود. سامانه‌های هوشمند نرم‌افزاری در شرکت‌های خدماتی و سازمان‌های دولتی، نقش مؤثری در وب ۵ بر عهده خواهند داشت. اما با همه‌ی این اوصاف، گسترده‌شدن وب ۵ را نمی‌توان مشخصه اصلی آن دانست!

۲-۶- قابلیت اعتماد و سنجش کارایی در وب ۵

هر چند حضور بازیگران جدید در وب ۵ مشهود است اما آنچه آنرا متمایز می‌کند، نحوه معروف‌شدن این بازیگران است. شخصیت‌های حقیقی، حقوقی و عوامل هوش‌مصنوعی زیادی در وب ۵ حضور داشته و به ارائه اطلاعات می‌پردازند. اما وب ۵ با استفاده از روش‌های هوشمند خود در سنجش قابلیت اعتماد و کارایی، امکان کسب شهرت را دشوار می‌کند. پیشنهاد خرید یک خانه، یک ماشین دست دوم، یک سامانه سرمایشی، یک دوره آموزشی و یا یک تور تفریحی، در وب‌گاهی مورد توجه قرار می‌گیرد که بیشترین دقت، صداقت و هوشمندانه‌ترین تحلیل را ارائه نموده باشد. از منظر فلسفی، این هوشمندی وب ۵ به گسترش اخلاق در وب منجر می‌شود که البته این رویکرد در بسیاری از موارد با سود و منفعت‌طلبی یک‌جانبه در تضاد بوده و مسأله را پیچیده‌تر می‌کند.

۲-۷- سؤالات کلیدی پژوهش

در این پژوهش سعی خواهد شد تا به سه سؤال اصلی پاسخ داده شود:

پایه‌های اصلی شبکه توسعه فناوری که بیشترین تأثیر را در رشد این شبکه دارند، کدامند؟

چگونه می‌توان هر یک از پایه‌های اصلی در شبکه توسعه فناوری را مدل کرده و با پایش آنها، توسعه فناوری را سرعت بخشید؟

چگونه می‌توان یک زبان خاص برای توصیف و ارتباط بین اجزای شبکه توسط فناوری بر پایه وب ۵ ارائه نمود؟

۳- پایه‌های اصلی در شبکه توسعه فناوری

در نمونه‌هایی از جهش فناوری که مرور شد، در ابتدا برای مدتی حضور گروه‌هایی از نقش‌آفرینان در یک زیرساخت ارتباطی اولیه دیده می‌شود؛ سپس ناگاه شاهد یک نوع بلوغ شعور ماشینی هستیم. در این نوع از بلوغ، ماشین‌ها بر روی یک استاندارد یا زبان مشترک به توافق می‌رسند و به سرعت همه چیز عوض می‌شود. به‌طور نمونه پروتکل‌های ارتباطی TCP/IP در سال ۱۹۷۰ توسط وینت سرف[1] و بات کان[2] ایجاد می‌شود، این پروتکل نحوه ارتباط بین دو رایانه را از لایه فیزیکی که همان کابل مسی بوده، مدل کرده و طی هفت لایه، ارتباط را تا تحویل اطلاعات به مرورگر و نمایش صفحه وب، ادامه می‌دهد. این مدل یا زبان ارتباطی طی ۱۹سال در نسخه‌های متفاوتی عرضه شده و در شبکه‌های جزیره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما در سال ۱۹۸۹ استفاده از این پروتکل مورد اجماع جهانی قرار می‌گیرد و در فاصله کوتاهی پس از توافق بر سر رسمیت TCP/IP، میلیون‌ها کامپیوتر در سراسر دنیا توسط این پروتکل به هم متصل شده و پدیده‌ی وب ایجاد می‌شود. پدیده‌ای که اولین نسل آن‌را وب ۱ می‌نامیم و از سال ۱۹۸۹ شروع شده و تا ۲۰۰۵ ادامه می‌یابد [۳].

تا به این جای کار، پایه اول، شبکه و زیرساخت ارتباطی است و پایه دوم، زبان مشترک تعامل است. در شبکه اینترنت، علاوه بر کاربران، بازیگران دیگری نیز وجود که در کنار هم، این شبکه بزرگ را شکل می‌دهند. به‌طور نمونه، روترها وظیفه مسیریابی و انتخاب خط انتقال داده را بر عهده دارند و یا DNS[3]ها، موظف هستند که یک URL همانند www.techmining.ir را به آدرس IP معادل آن یعنی ۱۳۸.۲۰۱.۲۲۸.۶۱ ترجمه کنند و نقش «دفتر تلفن» اینترنت را بازی می‌کنند. بازیگران اینترنت، از طریق شبکه به یکدیگر متصل هستند و با زبان TCP/IP با هم سخن می‌گویند اما آنچه که باعث می‌شود شبکه اینترنت با کارایی مناسبی به فعالیت خود ادامه دهد، مدل‌های سنجشی است که میزان کارایی عناصر کلیدی همچون روترها، DNSها یا میزان ترافیک خطوط را پایش کرده و نقش متناسب با هر یک از بازیگران را مشخص می‌نماید. به بیان ساده و برای مثال، مقدار توان یک روتر برای انجام وظیفه خود با یک سیستم امتیازدهی مشخص شده و متناسب با این

1. Vint Cerf
2. Bob Kahn
3. Domain Name Service

امتیاز که در طول زمان متغیر است، ترافیک متناسبی نیز به روتر فرستاده می‌شود. ارسال ترافیک بیشتر باعث قفل‌شدن روتر شده و ارسال ترافیک کمتر، اتلاف منابع و عدم بهره‌برداری از ظرفیت خواهد بود.

مسأله مدل شهرت، راستی آزمایی و یک سوی بودن افزایش امتیازها در شبکه‌های اجتماعی نقدهای بسیاری به دنبال داشته است. در اکثر شبکه‌های اجتماعی، معیار مشخصی برای امتیازدادن به محتوای ارائه‌شده توسط کاربران وجود ندارد و محتوای ارائه‌شده توسط یک کاربر در نهایت با دو گزینه با مفهوم دوست داشتن یا دوست نداشتن، امتیازدهی می‌شود. بدیهی است که این موضوع نسبی بوده و ممکن است یک محتوای نامناسب توسط کاربران هم سلیقه، امتیاز مثبتی بگیرد و از سوی دیگر، کاربران با امتیاز منفی بالا نیز مشهور می‌شوند. هر چند که گاهی مشخص نیست امتیازهای مثبت از کجا و چرا آمده است. این نقص باعث شده است تا مسأله اخلاق در وب، به یک چالش بزرگ تبدیل شود. در مقابل، مدل "قابلیت اعتماد به عملکرد" در شبکه اینترنت عملکردی کاملاً موفق دارد. در این مدل براساس متغیرهای کاملاً مشخص، توان روترهای مسیر سنجیده شده و مطابق با این توان، بهترین مسیرهای هدایت ترافیک در شبکه تعیین می‌شود. دلیل اصلی این موفقیت، ایجاد امکان اندازه‌گیری متغیرهای مهم در ساخت مدل است.

نمونه دیگر از نوع امتیازها، نظام امتیازدهی به تأمین‌کنندگان و فروشندگان در فروشگاه‌های اینترنتی بزرگی است که با تعداد زیادی فروشنده دیگر همکاری دارند و این امتیاز برای شناسایی و جلوگیری از لطمه یک فروشنده بی‌تعهد به برند اصلی، محاسبه می‌شود. در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، تعداد کنفرانس‌ها، کتاب‌ها و مقاله‌ها در حوزه مدل اعتماد در انواع مختلف شبکه توسط محققین چینی، چهار رقمی می‌شود و با مدل‌های ریاضی مختلفی، مسأله اعتماد و مدل شهرت بین اجزای شبکه‌های ارتباطی ارائه و پیاده‌سازی می‌شود [۴]،[۵]،[۶]. یکی از دستاوردهای این پژوهش‌ها، وب‌گاه غول پیکری مثل علی‌بابا[1] می‌شود با ایجاد مدل پایش عملکرد ارائه‌کنندگان کالا و ایجاد فضای اعتماد، چنان کسب و کار خود را توسعه می‌دهد که در نیمه دوم سال ۲۰۲۰ رتبه ششم ارزشمندترین شرکت‌های دنیا را با کنارزدن فیس‌بوک به خود اختصاص می‌دهد [۷].

بدون وجود اعتماد، فعالیت شبکه به سرعت به هرج و مرج تبدیل شده یا شبکه غیرفعال می‌شود [۶] به این معنا که هیچ‌یک از گره‌های شبکه، دلیلی برای ادامه برقراری ارتباط نمی‌بینند. وضعیت فعلی در زیست‌بوم توسعه فناوری را شاید بتوان این‌طور بیان کرد که برخی از کارفرمایان چندان علاقه‌مند به عقد قراردادهای توسعه فناوری نبوده اما با هدف کسب اطلاعات با هزینه کم و یا نیاز به ارائه نوعی گزارش انجام کار پژوهشی به مدیران خود و گاهی برای شبکه‌سازی شخصی، با مجریان پروژه‌های پژوهشی وارد مذاکره می‌شوند. از سوی دیگر در میان مجریان پروژه‌های پژوهشی نیز مواردی وجود دارد که تقریباً هیچ پیشنهادی را رد نکرده و سعی می‌کنند تا پس از عقد قرارداد به تیم‌سازی بپردازند که در اکثر موارد نیز اعضای این تیم‌ها از دانشجویانی تشکیل می‌شود که مجبور به انجام درخواست‌های استاد خود هستند و سعی می‌کنند تا این کار را با صرف کمترین زمان ممکن انجام دهند. در چنین زیست‌بومی علاوه بر شبکه ارتباطی و زبان مشترک، پیاده‌سازی مدل اعتماد، حیاتی است.

بنابر آنچه که تا به اینجا عنوان شد، تحول در توسعه فناوری بر سه پایه اصلی شکل می‌گیرد: پایه اول رسانه ارتباطی، پایه دوم زبان مشترک و پایه سوم مدل سنجش عملکرد است. در مثال جوامع انسانی، کاغذ و قلم رسانه ارتباطی و پایه اولیه است. خط، یک زبان مشترک ارتباطی محسوب می‌شود و قوانین حق مالکیت نویسندگان یا سرقت ادبی، از جنس پایه سوم هستند. در مثال اینترنت، شبکه‌های کابل مسی یا بیسیم، زیرساخت‌های فیبر نوری و ارتباطات ماهواره‌ای، رسانه‌ی ارتباطی را شکل داده و TCP/IP، نقش زبان مشترک را داشته و نظام امتیازدهی به روترها، یک نمونه از مدل سنجش عملکرد است.

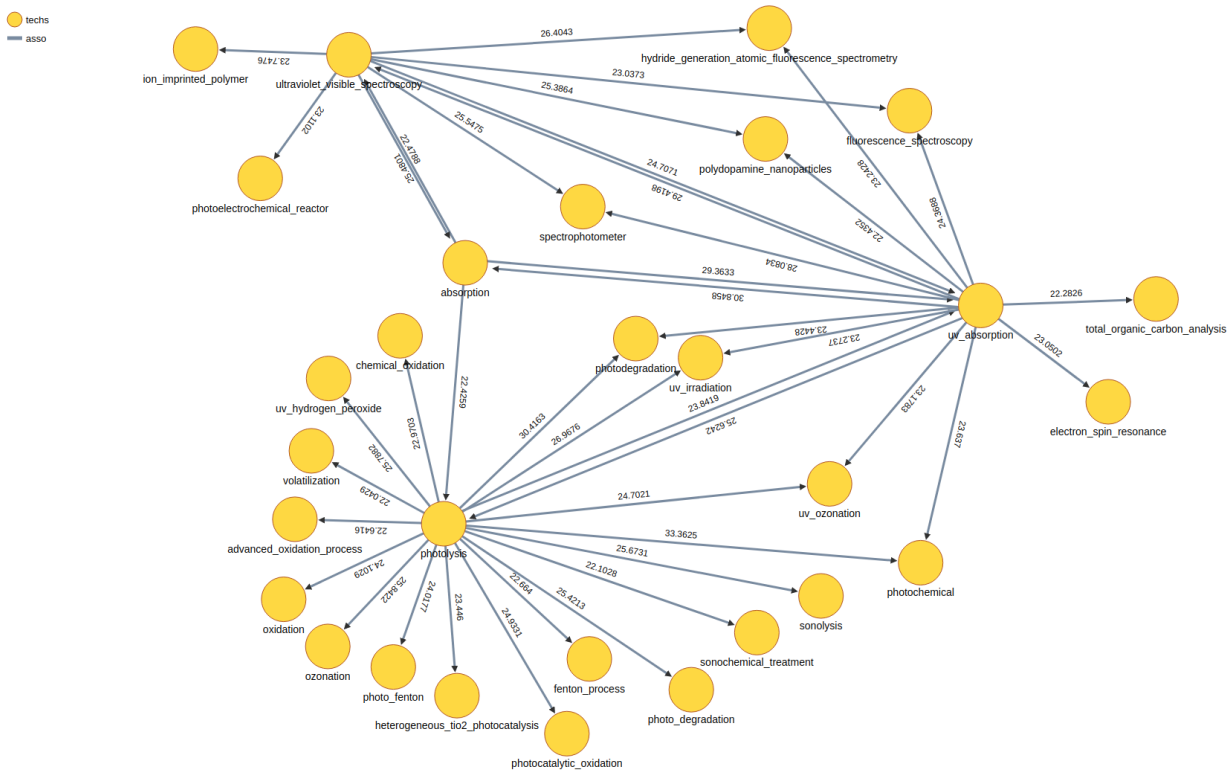
۴- تعریف مفاهیم پایه در شبکه توسعه فناوری

نقش‌آفرینان اصلی در توسعه فناوری، انسان‌ها (بیشتر در قالب محقق و متخصص)، سازمان‌ها و نهادهای پژوهشی و خود فناوری‌ها هستند. سازمان‌ها و مجموعه‌های پژوهشی حتی با لحاظ‌نمودن تجهیزات موجود در آنها، کاملاً وابسته به نیروی انسانی خود بود و ماهیت مستقلی ندارند. یک متخصص نیز ممکن است ۱۰ سال قبل در یک حوزه فناوری توانمند و دارای دانش بوده باشد اما به دلیل تغییر رشته کاری یا تحصیلی، آن دانش قبلی خود را تا حد زیادی فراموش کرده و اکنون در حوزه‌های دیگری به‌روز باشد. اما فناوری، ذات و موضوع اصلی این شبکه است. فناوری‌ها در چرخه عمر خود، متولد شده، رشد کرده و به اوج رسیده و گاهی در انتهای این چرخه و گاهی هم زودتر، منسوخ می‌شوند. اما همواره با تعریفی مشخص در مراجع علمی ثبت شده و در شبکه توسعه فناوری، همواره عنصر اصلی شبکه بوده‌اند [۸]،[۹]،[۱۰]. فناوری‌ها نیز در سه لایه ۱) مفاهیم، ۲) روش‌ها، چارچوب‌ها و استانداردها و ۳) ابزار، قابل تفکیک هستند. گراف ارتباط فناوری‌ها یک رویکرد نوین در مدل‌کردن فضای توسعه فناوری است [۱۱].

۴-۱- مدل شبکه توسعه فناوری: گراف ارتباط فناوری‌ها

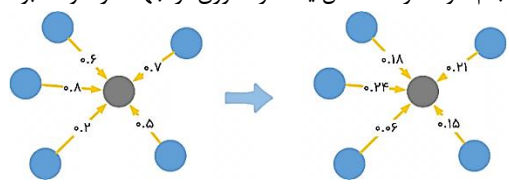
در گراف ارتباط فناوری‌ها، گره‌ها از جنس فناوری بوده و یال‌های گراف، مقدار عددی ارتباط بین فناوری‌ها است. به دلیل رشد نمایی فناوری‌ها در سال‌های اخیر و تعدد گره‌ها، این گراف برای هر یک از حوزه‌های خاص فناوری به‌طور مجزا ساخته می‌شود. در [۱۲] نحوه ساخت گراف فناوری با استفاده از هوش مصنوعی و قواعد فن‌کاوی، ارائه شده است. فن‌کاوی علمی راهبردی برای شناخت فناوری‌ها، ارتباط بین آنها و کشف فرصت‌ها برای توسعه اقتصادی و فناورانه است. شکل ۵، بخشی از گراف ارتباط فناوری‌ها در حوزه فناوری‌های آب را نشان می‌دهد که با استفاده از روش‌های مذکور، ایجاد گردیده است.

1. Alibaba.com



شکل ۵- نمای بخشی از گراف ارتباط فناوری‌های حوزه آب که با کمک هوش مصنوعی تهیه شده است. این گراف دارای بیش از ۱۰۰۰ گره است.

در این گراف، وزن ارتباط بین فناوری‌ها با کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی محاسبه می‌شود. یال‌های ورودی به یک گره، میزان وابستگی آن گره به سایر فناوری‌ها را نشان می‌دهد. بیان میزان وابستگی‌های یک فناوری با اعداد ۰.۸، ۰.۶، ۰.۷، ۰.۵ و ۰.۲ درک واضحی ایجاد نمی‌کند. اما با نرمال‌کردن این اعداد به نحوی که مجموع آنها یک شود (یا تبدیل آنها به درصد)، درک واضح‌تری از میزان وابستگی به‌دست می‌آید. بنابراین وزن‌ها ابتدا شبیه گراف سمت چپ در شکل ۶ بوده و پس از نرمال‌شدن، به حالت گراف سمت راست، در می‌آیند. در صورتیکه این نرمال‌سازی برای تمامی گره‌ها انجام شود، گراف حاصل یک گراف وزن‌دار جهت‌دار خواهد بود.

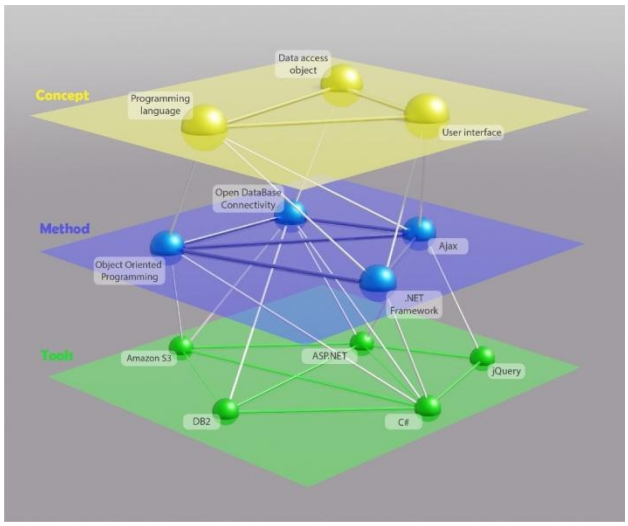


شکل ۶- سمت چپ: وزن‌های وابستگی یک گره قبل از نرمال‌سازی. سمت راست: مقدار وابستگی پس از نرمال‌سازی وزن‌های وابستگی در گراف ارتباط فناوری‌ها

تعریف‌های مختلفی از فناوری وجود دارد که تقریباً تمامی آنها طیف بسیار وسیعی را شامل شده و بنابراین دسته‌بندی فناوری‌ها در سه لایه زیر می‌تواند تا حد زیادی به ارتقای دقت در گراف ارتباط فناوری‌ها کمک کند.

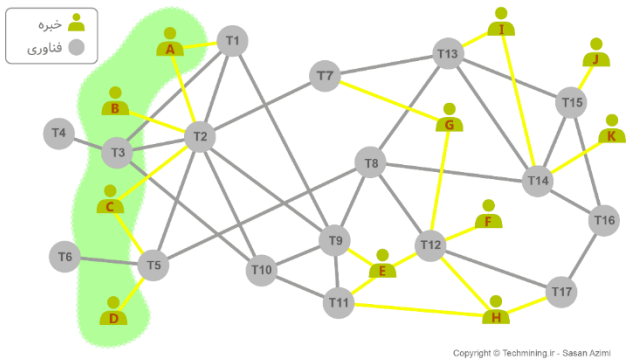
- لایه مفاهیم: فناوری‌هایی که شامل مفاهیم کلی بوده و دارای تعریف عام هستند
- لایه روش‌ها: فناوری‌هایی که از حالت عام خارج شده و به‌طور مستند و خاص تعریف شده‌اند. اما ابزار قابل‌اجرا نیستند. مواردی همچون روش‌ها، استانداردها، الگوریتم‌ها و چارچوب‌ها
- لایه ابزارها: فناوری‌هایی که در قالب یک ابزار مشخص عینیت یافته‌اند.

در چنین حالتی گراف ارتباط فناوری‌ها حالتی سه بعدی پیدا می‌کند (شکل ۷) اما برای سادگی و تمرکز بر روی موضوع حاضر، در ادامه مقاله از نمود دو بعدی آن استفاده شده است.



شکل ۷- مدل سه لایه از گراف ارتباط فناوری‌ها

گراف ارتباط فناوری‌ها، زیرساخت ارتباطی توسعه بوده اما نقش اصلی توسعه فناوری بر عهده انسان‌ها است. درصد بالایی از وزن شرکت‌ها و سازمان‌ها را نفرات آنها مشخص می‌کند. سهم سایر مواردی مثل تجهیزات، مکان و سرمایه، هر روز کمتر شده و برخی از این موارد با خود نفرات جابه‌جا شده و موجودیت مستقلی ندارند. سطح تخصصی، نوع مالکیت، راهبرد درست توسعه، رویکرد مدیریت توسعه و قدرت لابی، همگی از عوامل موفقیت توسعه هستند [۱۳] که بر پایه منابع انسانی تعریف می‌شوند. تا به این جای کار، فضای بزرگ فناوری‌ها و روابط بین آنها با استفاده از هوش مصنوعی مدل شد. اکنون ورود موجودیت پیچیده‌ای همچون انسان به گراف ارتباط فناوری‌ها، نیازمند مدل و سازوکار دقیقی است. برای این کار گره‌هایی از نوع خبره در گراف تعریف شده و با توجه به تخصص آنها، به فناوری‌های متصل می‌شوند. شکل ۸، طرحواره‌ای یک لایه از گراف ارتباط فناوری‌ها را نشان می‌دهد که خبرگان نیز به آن متصل شده‌اند. پس از این مرحله، یک مجموعه منطقی از خبرگان، یک مجموعه توسعه فناوری را شکل می‌دهند.



شکل ۸- طرحواره‌ای از گراف ارتباط فناوری‌ها در حالتی که خبرگان نیز به آن متصل شده‌اند. یک مجموعه منطقی از خبرگان می‌تواند یک مجموعه توسعه فناوری را ایجاد کند (ناحیه سبز رنگ).

۴-۲- زبان شبکه توسعه فناوری: TechML

در این مقاله یک زبان جدید با عنوان TechML برای تعامل اجزای شبکه توسعه فناوری پیشنهاد شده است. برخی از هدف‌های ارائه این زبان عبارتند از:

- مدل‌سازی اطلاعات اولیه از عناصر شبکه
- دریافت اطلاعات مربوط به یک فناوری از گراف ارتباط فناوری‌ها
- درخواست انجام محاسبات اولویت‌گذاری و دریافت نتایج آن
- تعامل با موتور محاسباتی گراف برای تعریف پروژه‌های توسعه فناوری و پیشنهاد تیم بهینه
- تعامل درخصوص مجموعه‌های توسعه فناوری و حیطه تخصصی آنها

طی سال‌های اخیر ساختار XML از موفقیت قابل توجهی در تشریح ساختارهای پیچیده و مدل‌سازی برخوردار بوده است [۱۴]،[۱۵]،[۱۶]. زبان TechML نیز مبتنی بر XML بوده و برای تشریح این ساختار آن از زبان XSD استفاده می‌کنیم که یک روش استاندارد برای توصیف فرمال المان‌های به‌کار رفته در یک فایل‌های XML است. در جدول ۵ برخی از تگ‌های پیشنهادی در این ساختار شرح داده شده است.

جدول ۵- نمونه برخی از تگ‌های به‌کار رفته در ساختار TechML.xml

تگ	اجزا	شرح
tech_graph	graph_version	این ویژگی، نسخه فعلی گراف را بیان می‌کند. نسخه گراف بعد از هر به‌روزرسانی افزایش می‌یابد.
	graph_date	تاریخ ارائه نسخه گراف
	association_threshold	مقدار آستانه‌ای که نشان می‌دهد یال‌هایی با مقدار association_val کمتر از association_threshold از گراف حذف شده‌اند. مقدار صفر بیانگر عدم حذف یال است.
node_id	Edge, tech, expert	هر گره دارای یک شماره منحصر به فرد است که با node_id نمایش داده می‌شود. انواع گره‌ها درون این تگ درج می‌شوند.
edge	In	با استفاده از تگ edge، یال های گراف مشخص می‌شوند که دارای سه ویژگی اجباری و یک تگ اختیاری است. این تگ در یال‌هایی که یک متخصص را به یک فناوری متصل می‌کنند استفاده شده و نشان‌دهنده سطح تخصص است.
	out	
	association_val	
	expert_level (optinal)	
tech	tech_title	تگ tech، گرهی را معرفی می‌کند که از نوع فناوری است. فناوری‌ها در یکی از سه لایه مفاهیم، روش‌ها و ابزار قرار می‌گیرند.
	tech_desc	
	tech_layer	
expert	expert_name	تگ expert گره‌هایی از نوع متخصص معرفی می‌کند. این تگ دارای شش ویژگی است.
	expert_lastname	
	expert_address	
	expert_tel	
	expert_affiliation	
	expert_job_title	
tech_center	tech_center_title	تگ tech_center مراکز پژوهشی را معرفی می‌کند. یک مرکز پژوهشی می‌تواند یک دانشکده، یک مؤسسه، یک مرکز پژوهشی، یک شرکت و یا موارد مشابه باشد که نوع آن با استفاده از ویژگی tech_center_type مشخص می‌شود.
	tech_center_type	
	tech_center_fundation_date	
	tech_center_status	
expert_level [17]	Fundamental Awareness (basic knowledge) Novice (limited experience) Intermediate (practical application) Advanced (applied theory) Expert (recognized authority)	در یال‌هایی که خبرگان را به فناوری‌ها متصل می‌کنند، با استفاده از این تگ، سطح تخصص مشخص می‌شود.

نمونه کد زیر، یک گره از نوع فناوری را نمایش می‌دهد.

```
  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <tech_node>
     <node_id>12321</node_id>
     <tech_title>application            programming
interfaces</tech_title>
     <tech_desc>Application Programming Interfaces
(API) is a collection of definitions and protocols
to create and integrate application software. APIs
let your product or service communicate with other
software without knowing much about them ...
    </tech_desc>
     <tech_layer>methods</tech_layer>
  </tech_node>
```

ساختار یک گره از نوع فناوری با استفاده از کد XSD زیر، تشریح می‌شود.

```
  <xs:schema xmlns:xs='http://www.w3.org/2001/XMLSch
ema' xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:simpleType name="node_id">
     <xsd:restriction base="xsd:unsignedLong">
        <xsd:maxInclusive value="4294967295"/>
     </xsd:restriction>
  </xs:simpleType>

  <xs:element name="tech_node" type="tech"/>
  <xs:complexType name="tech">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="node_id" type="node_id" />
           <xs:element name="tech_title" type="xs:str
ing"/>
           <xs:element name="tech_desc" type="xs:stri
ng"/>
           <xs:element name="tech_layer" type="xs:str
ing"/>
        </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  </xs:schema>
```

۴-۳- مدل اعتماد در شبکه توسعه فناوری

پایه سوم در شبکه توسعه فناوری، مدل اعتماد است. منظور از این مدل، ایجاد امکان محاسبه قابلیت اعتماد و اطمینان به ارتباطات و داده‌های ارائه‌شده در گراف توسعه فناوری است. در این گراف، یال‌های وزن‌دار، گره‌هایی از جنس فناوری‌ها، خبرگان و مجموعه‌های توسعه را متصل نموده و سطح و حوزه تخصصی آنها را تعیین می‌کنند. داده‌های دیگری نیز برای گره‌ها وجود دارد که شناخت دقیق‌تری از این گره‌ها را فراهم می‌سازد. براساس این اطلاعات پروژه‌های توسعه فناوری تعریف‌شده و یا هنگام بروز مسائل فنی، سعی می‌شود تا در کمترین زمان، منابع خبرگی لازم جهت رفع مشکل یافته شود. هدف از مدل اعتماد، دستیابی به احتمال بالا در عملکرد موفق و تعهد در انجام کار خواسته‌شده توسط گره‌هایی از جنس خبرگان و مراکز پژوهشی مرتبط است. این مدل را می‌توان نمونه‌ای از پیاده‌سازی ریاضیات اخلاق توصیف کرد. در روند رشد شبکه توسعه فناوری، هنگامیکه افراد و مراکز پژوهشی به آن متصل می‌شوند، به سه مسأله مهم پاسخ داده می‌شود:

مسأله اول: متخصصین چگونه به فناوری‌ها متصل می‌شوند؟

در این شبکه، متغیرهایی که قابل اندازه‌گیری باشند، به‌عنوان متغیر عددی در محاسبات وارد شده و سایر اطلاعاتی که قابل اندازه‌گیری نیستند، از نوع داده‌های اطلاع‌رسانی یا برچسب محسوب‌شده و پردازش خاصی روی آنها صورت نمی‌گیرد. نام، نام‌خانوادگی، آدرس یا سمت، از این نوع داده‌ها هستند. محاسبه ارتباط یک خبره با فناوری‌ها، براساس مستندات علمی تولیدشده توسط خبره و با روشی مشابه روش کشف ارتباط فناوری‌ها، انجام می‌گیرد. در این شبکه، برقراری ارتباط بین فناوری‌ها و افرادی که در حوزه توسعه فناوری کار می‌کنند اما هیچ برون‌داد قابل ثبتی نداشته‌اند، بسیار دشوار است. هرچند که به احتمال زیاد، شخصی که مدت‌ها در شبکه توسعه فناوری مشغول به‌کار بوده اما هیچ نوع برون‌داد مشخصی نداشته است، در شبکه تعاملی توسعه فناوری نیز چندان نقش‌آفرین نخواهند بود. مستندسازی پروژه‌های انجام‌شده، ثبت دانش، تهیه محتوا، برگزاری کلاس آموزشی یا ارائه مقاله، نوعی برون‌داد علمی قابل انتشار و استفاده در شبکه توسعه فناوری است. به سختی می‌توان برای موجودیتی بدون هیچ‌یک از این موارد، نقشی مانا و مؤثر متصور بود. برای محاسبه میزان ارتباط، موارد دیگری را نیز که قابل اندازه‌گیری هستند، می‌توان با وزن کمتری به محاسبات قبلی اضافه نمود اما تا زمانی‌که هنوز سامانه اندازه‌گیری آنها چندان تکامل نیافته باشد، از ورود داده‌های غیرقابل اثبات جلوگیری می‌شود. به‌طور نمونه، تحصیل یا تدریس در یک رشته فنی، تا زمانی‌که اندازه‌گیری نشود، یک برچسب خواهد بود اما وجود داده‌های زیر در قالب یک سامانه می‌تواند به محاسبه ارتباط یک فناوری با یک نفر کمک کند.

- رتبه دانشگاه محل تحصیل یا تدریس
- امتیازدهی مدرس به دانشجو و یا امتیاز دانشجویان به مدرس
- ساعت‌های تحصیل یا تدریس در سال‌های گذشته (وزن هر سال از گذشته به حال افزایش می‌یابد)

نحوه مدل‌سازی تجربه صنعتی نیروی انسانی و مهارت در مراجع متعددی مورد بحث قرار گرفته است که از موضوع این مقاله خارج است اما این روش‌ها نیز می‌توانند مراحل تکامل را شبیه نمونه پیش گفته طی نموده و با تبدیل‌شدن به یک پروتکل جامع و استاندارد، بخشی از داده‌های لازم برای محاسبه خبرگان به فناوری‌ها را فراهم سازند.

همانطور که عنوان شد، فناوری‌ها در سه لایه مفاهیم، روش‌ها و ابزار قرار دارند. یک فناوری از لایه مفاهیم، به تعدادی فناوری در لایه روش‌ها یا ابزار متصل است و اتصال یک خبره به یک فناوری از نوع مفهوم، متناسب با میزان ارتباط او با فناوری‌های متصل به آن مفهوم در لایه روش و ابزار محاسبه شده و رابطه مستقیمی بین خبره و فناوری‌های لایه مفاهیم ایجاد نمی‌شود.

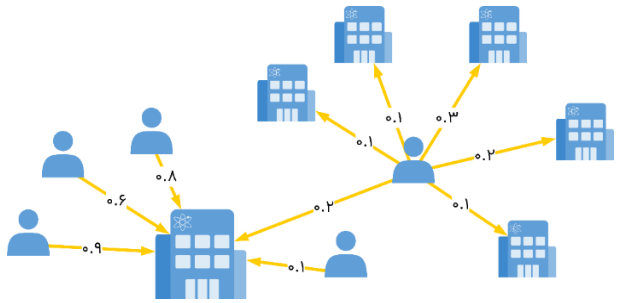
مسأله دوم: حیطه فناورانه یک نهاد پژوهشی چگونه مشخص می‌شود؟

این مسأله به راحتی با استفاده از گراف پاسخ داده می‌شود. به‌طور مثال در شکل ۸، اگر نفرات A، B، C و D درصد بالایی از زمان خود را به

یک مجموعه پژوهشی اختصاص داده باشند، می‌توان پیش‌بینی کرد که این مجموعه در حوزه فناوری T2 از توان مناسبی برخوردار بوده و تا حدی نیز در حوزه فناوری T5 حرف‌هایی برای گفتن داشته باشد. اما در حوزه فناوری T1 اگر پروژه‌ای تعریف شود، این پروژه به احتمال زیاد فردی انجام خواهد شد. با در نظر گرفتن این محاسبات، تعریف پروژه با این مجموعه در حوزه‌هایی به غیر از فناوری‌های T2 و T5، ریسک زیادی را به دنبال خواهد داشت و انجام این کار توسط آن مجموعه، امتیاز منفی به دنبال خواهد داشت. این محاسبات بخشی از نظام امتیازدهی در شبکه توسعه فناوری را شکل می‌دهد.

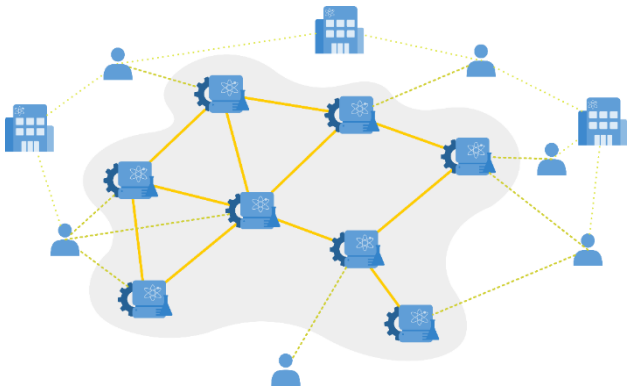
مسأله سوم: میزان ارتباط یک متخصص با نهادهای پژوهشی چگونه تعیین می‌شود؟

هنگامی‌که مقدارهای وابستگی یک فناوری به سایر فناوری‌ها نرمال می‌شوند تا درصد وابستگی یک فناوری به سایر فناوری‌ها شفاف شود، چطور می‌توان میزان نقش‌آفرینی یک نفر در شبکه توسعه فناوری را نرمال ننموده و فرض کرد که یک نفر به هر مقدار می‌تواند در همه جا حضور داشته باشد؟ در این شبکه، میزان نقش‌آفرینی یک متخصص در نهادهای مختلفی همچون سازمان، شرکت، مرکز، دانشکده و پژوهشکده نرمال می‌شود. پس از نرمال‌شدن، مجموع ایفای نقش یک محقق در نهادهایی که نام او وجود دارد برابر با یک خواهد بود. در مدل محاوره‌ای نیز می‌توان با ضرب این اعداد در ۱۰۰، نسبت‌های ایفای نقش را به درصد بیان نمود. در شکل ۹ بخشی از یک گراف نمایش داده شده است که در آن یک نهاد پژوهشی از حضور پنج متخصص استفاده می‌کند و همینطور یک متخصص را نشان می‌دهد که با شش نهاد پژوهشی در ارتباط است اما میزان همکاری وی، نرمال شده است.



شکل ۹- حوه نرمال‌سازی میزان ارتباط خبرگان با مجموعه‌های توسعه فناوری

شکل ۱۰، تصویری الگووار از گراف نهایی شبکه توسعه فناوری را نشان می‌دهد که در آن فناوری‌ها، خبرگان و مجموعه‌های توسعه فناوری به یکدیگر متصل شده‌اند. در نمونه واقعی، یال‌های این گراف، وزن‌دار و جهت‌دار هستند.



شکل ۱۰- در مدل تکامل یافته شبکه توسعه فناوری، عناصر اصلی شبکه شامل فناوری‌ها، خبرگان و مجموعه‌های توسعه فناوری در یک گراف وزن‌دار جهت‌دار به یکدیگر متصل می‌شوند. در این شکل برای سادگی، جهت‌ها و وزن‌ها مشخص نشده است.

۵- نمود وب ۵ در شبکه توسعه فناوری

وب ۵، ترکیبی از حضور بازیگران مختلف است اما این‌بار، این حضور آنها سایه‌ای مبهم نبوده و نمودی شفاف از اجزای شبکه وجود خواهد داشت. وب ۵ در حیطه‌های مختلف زندگی انسان‌ها گسترش داشته و در هر حوزه، زیربنای تعامل عناصر آن حوزه خواهد بود. بنابراین در مورد دو موضوع بحث می‌شود: اول، حیطه‌های مختلف زندگی و دوم میزان گسترش وب در آن حیطه‌ها. نسبت ورود وب در این حیطه‌ها کاملاً متفاوت بوده و نباید همچون وب ۱ یا وب ۲، به دنبال تعریفی عملیاتی و جامعه‌گرایانه برای وب ۵ باشیم. در برخی از حیطه‌های کاربری همچون نامه‌نگاری، گفتگو و پیام‌رسانی، بیش از سی سال از حضور وب می‌گذرد و این حضور بلندمدت، بلوغ معماری و چارچوب‌های شبکه را بسیار توسعه داده‌است. در حیطه‌هایی همچون خرید اینترنتی و آموزش مجازی، گسترش به‌کارگیری وب در جامعه در حال افزایش است و در حیطه‌های همچون سلامت، مدیریت کسب و کار و دورکاری، طی چند سال اخیر سامانه‌های تحت وب زیادی تولید شده که در اکثر موارد محدوده فعالیت آنها، مجزا و جزیره‌ای است.

این مقاله بر مدل وب ۵ در توسعه فناوری متمرکز است. در این شبکه، فناوری‌ها به‌طور شفاف معرفی شده، با روابطی محاسبه شده به یکدیگر متصل هستند و در زیست‌بومی پویا، از یکدیگر تأثیر گرفته و در روند توسعه و نوآوری، رشد می‌کنند. انسان‌ها در نقش خبرگان به مثابه روح در کالبد فناوری، حلول کرده و به فناوری حیات بخشیده و آن را جاری می‌سازند. نقش خبرگان در این شبکه کاملاً شفاف بوده و در مراتب مختلفی از آشنایی، به‌کارگیری یا توسعه‌دهنده فناوری قرار می‌گیرند. این شبکه در شفاف‌سازی اجزای خود، هوشمند بوده و هر لحظه درک شفاف‌تری از اجزای خود پیدا می‌کند. عناصر مبهم در این شبکه به سرعت کم‌رنگ شده و عناصر شفاف در جایگاه درست خود قرار می‌گیرند. زبان

ارتباطی در شبکه توسعه فناوری وظیفه بیان ارتباط میان عناصر شبکه و تعامل آنها را برعهده دارد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

گسترش نمایی حجم فضای فناوری، چالش‌های توسعه فناوری را دو چندان نموده و در صورت عدم استفاده از خود فناوری برای مدیریت توسعه آن، پیچیدگی مسأله باعث سردرگمی، کاهش اثربخشی و کندی توسعه خواهد شد. روند توسعه فناوری نشان می‌دهد که سه عامل در ترکیب با یکدیگر توانسته‌اند مدلی کامل از یک شبکه پایدار را ارائه کنند. عامل اول زیرساخت ارتباطی است. منظور زیرساختی است که گره‌های شبکه در آن بتوانند به یکدیگر دسترسی داشته باشند. عامل دوم زبان تعامل است. درصورتی‌که تمام اجزای شبکه بتوانند با یک زبان مشترک ارتباط داشته باشند، سرعت رشد شبکه با شتاب زیادی افزایش می‌یابد. عامل سوم مدل سنجش عملکرد، قابلیت و شهرت است که آن‌را مدل اعتماد می‌نامیم. عدم وجود مدل سنجش و عدم پایش شبکه، در مدت کوتاهی باعث بروز هرج و مرج در شبکه شده و با افزایش ریسک عملیاتی، اعضای شبکه به تدریج آن‌را ترک می‌کنند. طراحی و پیاده‌سازی صحیح هر یک از این سه بخش، توسعه شبکه را به دنبال خواهد داشت. وب پنج، رویکردی استعاره‌گونه از شبکه‌هایی است که با استفاده از هوش‌مصنوعی، اجزای متفاوتی از دنیای واقعی را با دانایی بیشتری به یکدیگر متصل می‌کنند. با استفاده از این ایده و در پاسخ به چالش پیچیدگی فضای توسعه فناوری، مدل کلی شبکه فناوری‌ها و عناصر توسعه‌دهنده آن در این مقاله بررسی گردید و قوانین اصلی و روش ساخت گراف پایه در شبکه توسعه فناوری ارائه شد و مدل زبان تعامل در شبکه توسعه فناوری پیشنهاد گردید. همچین مدل اعتماد در این شبکه به‌عنوان پایه سوم و الزام موفقیت آن ارائه گردید. شبکه توسعه فناوری پیشنهاد شده، بسیاری از ویژگی‌های فنی و پایه وب را به‌کار می‌گیرد اما با تکیه بر هوش مصنوعی، داده‌های حجیم و رویکرد خود یادگیرنده، نسل پنجم وب در شبکه توسعه فناوری را ایجاد می‌کند. محدودیت‌های اصلی این پژوهش، نحوه اتصال شبکه فناوری‌ها به خبرگان است. تشخیص درست خبرگی، علاقه به اظهار خبرگی بیشتر یا عدم علاقه به مطرح‌شدن در سطح گسترده از محدودیت اصلی این پژوهش است.

پیشنهاد اول برای ادامه این پژوهش، مدل‌سازی کامل‌تر زبان تعامل در شبکه توسعه فناوری با جزئیات بیشتر است؛ به نحوی که قابلیت پیاده‌سازی صنعتی آن افزایش یابد. پیشنهاد دوم این پژوهش، تبیین جزئیات مدل اعتماد با استفاده از رویکردهای شناخت اجتماعی و مدیریت است. در این بین معیارهای دیگری همچون رعایت حقوق فردی و اجتماعی، حفظ محیط‌زیست و رشد مفاهیم والای بشری همچون عدالت و خانواده نیز مطرح هستند که ترکیب این معیارها، تعریف اخلاق در وب آینده را شکل می‌دهد.

۷- مراجع

1- A. Robinson, Writing and script: a very short introduction, vol. 208. Oxford University Press, 2009.
2- H. Intven, Telecommunications regulation handbook. Washington, DC: World Bank, 2000.
3- N. Choudhury, “World wide web and its journey from web 1.0 to web 4.0,” Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol., vol. 5, no. 6, pp. 8096–8100, 2014.
4- Zhaoyu Liu, A. W. Joy, and R. A. Thompson, “A dynamic trust model for mobile ad hoc networks,” in Proceedings. 10th IEEE International Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, 2004. FTDCS 2004., May 2004, pp. 80–85, doi: 10.1109/FTDCS.2004.1316597.
5- Y. Wang and J. Vassileva, “Bayesian network-based trust model,” in Proceedings IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence (WI 2003), Oct. 2003, pp. 372–378, doi: 10.1109/WI.2003.1241218.
6- Y. Zhang, H. Chen, and Z. Wu, “A social network-based trust model for the semantic web,” in International Conference on Autonomic and Trusted Computing, 2006, pp. 183–192.
7- D. Price, “Alibaba overtakes Facebook as world’s sixth-most valuable company after shares soar by 10 per cent in Hong Kong.” .
8- A. L. Porter, “Tech mining for future-oriented technology analyses,” Futur. Res. Methodol., 2009.
9- A. Schoen et al., “The network structure of technological developments; Technological distance as a walk on the technology map,” 2012.
10- G. M. Garland and others, “Technology Forecasting (TF) using Hybrid Tech Mining, TRIZ TF for Research and Development Planning: Forecast for Nonwoven Air Filtration Media.,” 2013.
11- S. Azimi, R. Rahmani, and M. Fateh-rad, “Investment cost optimization for industrial project portfolios using technology mining,” Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 138, pp. 243–253, 2019, doi: 10.1016/j.techfore.2018.09.011.
12- S. Azimi, H. Veisi, M. Fateh-rad, and R. Rahmani, “Discovering Associations Among Technologies Using Neural Networks for Tech-Mining,” IEEE Trans. Eng. Manag., 2020.
13- S. F. Karabag, “Factors impacting firm failure and technological development: A study of three emerging-economy firms,” J. Bus. Res., vol. 98, pp. 462–474, 2019.
14- M. Mani, D. Lee, and R. R. Muntz, “Semantic data modeling using XML schemas,” in International Conference on Conceptual Modeling, 2001, pp. 149–163.
15- R. Conrad, D. Scheffner, and J. C. Freytag, “XML conceptual modeling using UML,” in International Conference on Conceptual Modeling, 2000, pp. 558–571.
16- D. W. Embley, S. W. Liddle, and R. Al-Kamha, “Enterprise modeling with conceptual XML,” in International Conference on Conceptual Modeling, 2004, pp. 150–165.
17- NIH, “Competencies Proficiency Scalee,” Natinal Instituts of Health - Office of management - Office of Human Resources. https://hr.nih.gov/working-nih/competencies/competencies-proficiency-scale (accessed Aug. 13, 2020).