

Ontology¹: The Foundations of Its Formation, Place, and Application in Information and Semantic Web

Rasul Sa'adat²
Mozafar Cheshmeh Sohrabi³

Abstract

With the advancement of science and the rise of information throughout the history of human civilization, the need for more effective storage and retrieval of this information has become increasingly significant. Therefore, through the scientific evolution, storage and retrieval tools were also evolved and shifted gradually from the keyword matching system toward meaning. The emergence of these tools, from ancient manual lists to the thematic headings in the nineteenth-century as well as thesauruses in the twentieth-century, illustrates such developments. Finally, with the arrival of computer sciences and digital environment specially web in the late twentieth century, the paradigm changed from the traditional storage and retrieval tools and based on keyword matching towards the tools of semantic relationship explanation, since with the emergence of the semantic web today, the use of ontologies has become crucial for the semantic and conceptual retrieval of information and knowledge on the Web. Among the conducted studies, there are only a few studies that have examined the history and foundations of ontology formation from the beginning and focused on its concept and application in the field of information. Accordingly, the current paper first deals with foundation of ontology formation, concept, and evolution from the beginning until now through a library research method and documentary research method, and then explains the place of ontologies in the field of information and retrieval of information especially semantic web.

Keywords

Creating ontology, ontologies, information retrieval, semantic web, information storage, information representation.

1. In recent years, in the Iranian academic community, the term "creating ontology" is used instead of "ontology". In the current study, the term "ontology" has been used to consider coherence in the text.

2. PhD student in information science and knowledge management. saadat.rasul@edu.ui.ac.ir

3. Associate professor in information science and knowledge management. mo.sohrabi@edu.ui.ac.ir

هستی‌شناسی^۱: مبانی شکل‌گیری و جایگاه و کاربرد آن در علم اطلاعات و وب معنایی

رسول سعادت*

مظفر چشمه‌سهرابی**

چکیده

به تناسب پیشرفت علم و افزایش اطلاعات در طول تاریخ تمدن بشر، نیاز به ذخیره و بازیابی مؤثرتر این اطلاعات نیز بیش از پیش خود را نشان داد. در نتیجه همگام با تحولات علمی، ابزارهای ذخیره و بازیابی نیز متحول شد و به تدریج از نظام تطبیق کلیدواژه‌ای به سمت معناگرایی یافت. پیدایش این ابزارها از فهرست‌های دستی دوران باستان گرفته تا سرعنوان‌های موضوعی در سده نوزدهم و اصطلاح‌نامه در سده بیستم حاکی از چنین تحولاتی است. در نهایت با پیدایش علوم رایانه و محیط دیجیتال به‌ویژه وب در اواخر سده بیستم، تغییر پارادایم از ابزارهای ذخیره و بازیابی سنتی و مبتنی بر تطبیق کلیدواژه به سمت ابزارهای تبیین روابط معنایی یعنی هستی‌شناسی‌ها صورت گرفت، به نحوی که امروزه با ظهور وب معنایی، کاربرد هستی‌شناسی‌ها جهت بازیابی معنایی و مفهومی اطلاعات و دانش در وب بسیار حیاتی است. در میان پژوهش‌های صورت گرفته، تاکنون پژوهشی که به صورت مفصل تاریخ و مبانی شکل‌گیری هستی‌شناسی را از ابتدا کاویده باشد و مفهوم و کاربرد آن را در حوزه علم اطلاعات بررسی کرده باشد، کمتر به چشم می‌خورد. بر این اساس، مقاله حاضر به روش کتابخانه‌ای و مطالعه اسنادی ابتدا به مبانی شکل‌گیری، مفهوم و سیر تطور هستی‌شناسی از ابتدا تاکنون پرداخته و در ادامه، جایگاه هستی‌شناسی‌ها در حوزه علم اطلاعات و بازیابی اطلاعات به‌ویژه وب معنایی را تبیین کرده است.

کلیدواژه‌ها

هستی‌نگاشت، هستی‌شناسی، بازیابی اطلاعات، وب معنایی، ذخیره اطلاعات، بازنمون اطلاعات.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۴

۱. در سال‌های اخیر در جامعه دانشگاهی ایران از اصطلاح هستی‌نگاشت به جای هستی‌شناسی استفاده می‌گردد.

در مقاله حاضر به‌منظور رعایت یک‌دستی در متن از اصطلاح هستی‌شناسی استفاده شده است.

** دانشجوی دکتری رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول) saadat.rasul@edu.ui.ac.ir

mo.sohrabi@edu.ui.ac.ir

** دانشیار علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه اصفهان

مقدمه

تحول و تکامل حوزه‌های دانش در طول تاریخ و رشد فزاینده آن، نیازی اساسی را به دنبال داشته و آن سازماندهی بهینه و کارآمد دانش به منظور بهبود بازیابی نظام‌مند دانش بوده است. سازماندهی دانش تحت تأثیر تحولات علمی دچار دگرگونی‌هایی شده و متناسب با نیازهای هر دوره از دانش بشری شکل جدید و کامل‌تری به خود گرفته است. با نگاهی اجمالی به تاریخ ذخیره و بازیابی اطلاعات می‌توان دریافت که از ابتدا تاکنون چهار رویکرد بر این حوزه حکم‌فرما بوده که خود بیانگر سیر تطور و تکامل ابزارهای سازماندهی و بازیابی دانش است:

دوره نخست از آغاز تا ۱۸۷۶م: در این دوره که از ابتدای شکل‌گیری تمدن بشری آغاز می‌شود و شروع آن را معمولاً از دوره پادشاهی آشور و کتابخانه آشوربانیپال می‌دانند، اطلاعات و دانش بشری بر روی الواح گلی ثبت و ضبط می‌شود و بعد از آن با تکامل تمدن بشری، به سوی پایپروس، پارشمن و در نهایت کتاب کاغذی سوق می‌یابد. در این دوره طولانی ابزار سازماندهی به صورت فهرست‌های دستی و عمدتاً موضوعی از منابع دانش بوده است (مزینانی، ۱۳۸۹: ص ۴۳)؛ البته همین فهرست‌ها، ابزار بازیابی منابع نیز بودند.

دوره دوم از ۱۸۷۶ تا ۱۹۴۵م: نقطه عطف در این دوره پیدایش رده‌بندی دهدهی دیویی است که به تبع آن فهرست سرعنوان‌های موضوعی نیز ظهور می‌کند و دوران جدیدی در حوزه ذخیره و بازیابی و ابزارهای سازماندهی منابع و اطلاعات شروع می‌شود. وجه مشخصه این دوره ظهور برگه‌دان در کتابخانه‌ها و جستجوی تطبیقی (کلیدواژه‌ای) بر اساس آن است (همان). همچنین مشخصه دیگر این دوره، ظهور جستجوی موضوعی و تکامل تدریجی ابزارها و قواعد آن است.

دوره سوم از ۱۹۴۵ تا ۱۹۹۸م: در این دوره و بعد از جنگ جهانی دوم با مسئله افزایش چشمگیر اطلاعات علمی و فنی مواجهیم. در همین زمان است که مفهومی جدید در حوزه ذخیره و بازیابی اطلاعات خود را نشان می‌دهد. در سال ۱۹۵۷ علم اطلاعات به وجود آمده و مفهوم اصطلاح‌نامه شکل می‌گیرد. بعد از آن مفاهیمی چون نمایه‌سازی، برگه‌های لبه منگنه، پایگاه‌های اطلاعاتی، نرم‌افزارهای کتابخانه‌ای، کتابخانه دیجیتال، فراداده و غیره به وجود می‌آید (میراندا لی، ۱۳۷۹: ص ۲۵). نقطه عطف در این دوره ظهور رایانه است و بعد از

آن در سال ۱۹۷۳ پدیده اینترنت و سپس در سال ۱۹۹۴ ابداع وب (Comer, 2006) تحولی عظیم در حوزه ذخیره، بازیابی و اشاعه اطلاعات به وجود آورد. با تمام این تحولات پارادایم غالب برای ذخیره و بازیابی اطلاعات در این دوره هنوز هم جستجوی تطبیقی (کلیدواژه‌ای) است.

دوره چهارم از ۱۹۹۸ تاکنون: در این دوره ناکارآمدی جستجو و بازیابی تطبیقی (کلیدواژه‌ای)، باعث طرح ایده جدیدی می‌گردد و آن ذخیره و بازیابی مفهومی بر اساس روابط معنایی است. این ایده در واقع به واسطه تکامل ایده‌ها و ابزارهای قبلی ذخیره و بازیابی از جمله فراداده‌ها فرصت بروز پیدا کرد. تحول و تکامل وب خود را با نیازهای جدید منطبق می‌سازد و بحث ذخیره و بازیابی معنایی برای برآوردن هرچه بهتر نیازهای اطلاعاتی مطرح می‌شود. وب معنایی اصطلاحی است که در نتیجه تکامل وب کنونی و ادامه آن به وجود آمده است و تافته جدا بافته‌ای نیست. پیرو طرح این ایده، مفاهیمی چون زبان ایکس ام ال، آر دی اف، هستی‌شناسی، منطق توصیفی و غیره نیز شکل می‌گیرد (Cure, 2006). یکی از مهم‌ترین این مفاهیم که در مقاله حاضر نیز بر آن تأکید شده است، هستی‌شناسی است، به گونه‌ای که امروزه هستی‌شناسی یکی از اجزای مهم و جدانشدنی در بازیابی اطلاعات و دانش با تکیه بر تحلیل معنایی مفهوم به‌ویژه وب معنایی است. با توجه به نقش مهمی که هستی‌شناسی در بازیابی اطلاعات معنایی و به طور خاص وب معنایی ایفا می‌کند، در نوشتار حاضر ابتدا مبانی شکل‌گیری و مفهوم هستی‌شناسی تبیین می‌شود، در ادامه با بررسی این مفهوم در حوزه علم اطلاعات و برشمردن انواع هستی‌شناسی‌ها، جایگاه آن در بازیابی اطلاعات، به‌ویژه وب معنایی بیان خواهد شد.

مبانی شکل‌گیری و مفهوم هستی‌شناسی

هستی‌شناسی که به‌طور کلی مترادف با متافیزیک در نظر گرفته می‌شود، شاخه‌ای از فلسفه است که به زمان ارسطو برمی‌گردد و او آن را فلسفه نخست می‌نامید. این مفهوم در اصطلاح به معنای مطالعه ماهیت وجود و واقعیت، مقولات وجود، و روابط بین آنها است. هستی‌شناسی به پرسش‌هایی از این قبیل می‌پردازد که چه موجودیت‌هایی وجود دارد و

چطور چنین موجودیت‌هایی را می‌توان بر اساس شباهت‌ها و تفاوت‌های‌شان به صورت سلسله‌مراتبی گروه‌بندی کرد (Van Inwagen & Sullivan, 2017).

از نظر ریشه‌شناسی، کلمه مرکب *Ontology*، از واژه یونانی *onto* به معنای موجود و نیز واژه *logy* به معنای شناخت و مطالعه تشکیل شده است (Harper, 2017). به گفته اسمیت و ولتی (Smith & Welty, 2001: p.iii) هستی‌شناسی فلسفی علم مربوط به چیستی، انواع و ساختارهای اشیا، خصوصیات، وقایع، فرایندها و روابط در هر حوزه‌ای از واقعیت است. اصطلاحاتی که هستی‌شناسان برای اشاره به «قالب‌های ذهنی» در شکل‌گیری دانش ایجاد کردند با نام مقولات (categories) شناخته می‌شوند. «شیء مادی» (Material Object)، «شخص» (person)، «زمان» (time)، و «تعداد» (number) برخی از مقولات پایه‌اند که هستی‌شناسان سنتی به کار برده‌اند. به احتمال قوی اثر ارسطو با نام مقولات را می‌توان نخستین تلاش بشر برای ایجاد یک قالب شکل‌گیری هستی‌شناسی رسمی دانست؛ اثری که ارتباط بسیار نزدیکی با منطق ارسطو داشت. در واقع ارسطو فهم قواعد استنتاجی و فهم مقولات را با یکدیگر و در ارتباط با هم می‌دانست. نکته جالب اینکه هرچند فیلسوفان بعد از ارسطو درصدد بودند تا هستی‌شناسی و منطق رسمی (formal logic) را به صورت دو رشته مجزا دنبال کنند، هستی‌شناسی رسمی (formal ontology) در کاربردهای فناوری اطلاعات ضرورتاً آنان را در کنار هم قرار داد (Legg, 2007: p.422).

بنابر روایت مشهور، ارسطو نخستین کسی بود که چارچوب جنس/انواع/تفاوت‌ها را برای مقوله‌بندی گروه‌های اشیا به صورت رسمی تعریف کرد (Smith, 2004) و به این صورت با تولد علوم مربوط به رده‌بندی، برای نخستین بار دانش به صورت رده‌ای، یعنی به صورت سلسله‌مراتبی، سازماندهی گردید و این مشخصه به‌تنهایی توانایی نظام‌های دانش‌محور را به میزان زیادی افزایش داد. هرچند تا سده نوزدهم این چارچوب منطقی متحول نشد، پایه و اساسی برای هستی‌شناسی‌های امروز گردید (Sowa, 2001a).

در پایان سده نوزدهم روح تازه‌ای در کالبد منطق رسمی با تلاش فرگه و پیرس (Frege & Peirce) با ابداع منطق مسند یا منطق مرتبه اول (first order logic) دمیده شد و این اولین پیشرفت عمده در منطق از زمان ارسطو بود که با تحول در منطق دویبخشی ارسطو، منطقی چندبخشی با تعریف روابط را پدید آورد. فرگه خود بر این باور بود که این

منطق بتواند سلطه واژه بر روح بشری را با آشکار کردن تصورات غلطی که به واسطه استفاده از زبان و اغلب به طور اجتناب‌ناپذیری با توجه به روابط بین مفاهیم بروز می‌کند، از بین ببرد (legg, 2007).

پیرس (Peirce, 1940) دیگر مبدع منطق مرتبه اول، دیدگاه نسبتاً متفاوتی را دنبال کرد. در واقع عملگرایی فلسفی پیرس باعث شد تا او در جهت رسمی‌سازی کل معنای پیکره دانش (یعنی معنا با توجه به کاربرد اصطلاح در موقعیت‌های گوناگون) تا حد ممکن تلاش کند؛ به عبارتی از دیدگاه پیرس یک بعد غیر قابل تقلیل از معنای هر اصطلاحی با تأثیراتی که یک عامل با موقعیت خود در جهان دارد و در موقعیت‌های مرتبط تجربه می‌کند، شکل می‌گیرد و کل چنین تأثیراتی هرگز از قبل شناخته شده نیست.

پیرس همچنین از دیدگاه فلسفی دکارت در مورد مدل معنایی انتقاد کرد. در این مدل، معنای یک علامت (sign) به واسطه نیت شخصی که آن علامت را به کار می‌برد، مشخص می‌شود. نزد دکارت این نیت ایده‌ای در ذهن شخص است که بسیار محرمانه و غیرقابل دسترس است؛ اما پیرس در صدد برآمد تا مدل معنایی را کاملاً در دسترس و غیرمحرمانه نشان دهد. در حالی که مدل معنایی دکارت به یک رابطه دوتایی بین نیت شخص (علامت در ذهن) و شیء موجود در جهان قائل بود، مدل معنایی پیرس بر اساس سه گانه رابطه بین یک علامت، شیء مورد نظر و استفاده دیگران از آن علامت به منظور اشاره به همان شیء استوار شد (ibid).

تفاوت مهم این مدل‌ها در این است که در حالی که دکارتی معنای مورد نظر شخص را در نتیجه نیت او می‌داند، پیرس می‌گوید معنای مورد نظر شخص از یک علامت بستگی به کاربردهای متوالی آن علامت توسط دیگران دارد؛ بنابراین معنایی که یک علامت برای کاربران اولیه دارد، ممکن است بسیار متفاوت از معنایی باشد که در نتیجه تفسیر آن علامت بعداً پیدا می‌شود. مثال خوب برای این نکته اصطلاحات علمی است (Peirce, 1940). با توجه به این نکته، لگگ (Legg, 2007) می‌گوید مسئله پیش‌بینی معنا در مقابل عدم پیش‌بینی آن، با هدف هستی‌شناسی رسمی از تعریف معنا به شکل ماشین فهم، بسیار مرتبط است.

در پایان دهه ۱۹۵۰، هستی‌شناسی رسمی (مفاهیم یا مقولات اساسی ماشین‌خوان که به

منظور فهم اطلاعات مرتبط با هر حوزه‌ای از دانش مورد نیاز است) در علوم رایانه ظهور کرد. علوم رایانه خود رشته‌ای بود که از پیشرفت‌های سده نوزدهم در منطق (که به طور خلاصه بیان شد) متولد شده بود. همزمان با پیشرفت‌های بیشتر در پایگاه‌های داده و تلاش برای یکپارچه‌سازی آنها، مشکلات خاصی در مقابل طراحان پایگاه‌ها خودنمایی می‌کرد که بیشتر ماهیت هستی‌شناسانه داشت؛ برای مثال یک شخص چیست؟ آیا هویتی است که در یک زمان خاص وجود دارد (که در این صورت می‌توان تصور کرد که یک شخص فقط یک آدرس دارد)؟ یا موجودیتی است که کل طول عمر شخص را در بر می‌گیرد (که در آن صورت پایگاه‌های داده نیاز به این دارند که به‌نوعی با شخص به‌عنوان کسی که چندین آدرس دارد برخورد کنند)؟ آیا سازمان‌ها به واسطه مکان‌های فیزیکی ساختمان‌هایشان موجودیت می‌یابند (که در آن صورت داشتن دو سازمان در یک مکان امکان‌پذیر نیست) یا به واسطه چیزی دیگر موجودیت می‌یابند؟ در آن صورت چه؟ (برای مثال رابطه بین شرکت مایکروسافت در آلمان و شرکت مایکروسافت در آمریکا چیست؟) (Smith, 2003b).

چنین مسائلی باعث شد تا کم‌کم به هستی‌شناسی به‌عنوان موضوع مورد علاقه در حوزه هوش مصنوعی توجه شود. در پایان دهه ۱۹۷۰ و آغاز دهه ۱۹۸۰ تلاش پژوهشی متمرکزی بر روی نظام‌های خبره صورت گرفت که در صدد بازنمون دانش یک حوزه با هدف پاسخگویی به پرسش‌ها در سطح یک متخصص انسانی بود، مانند DENDRAL برای حوزه شیمی ارگانیک و MYCIN برای تشخیص پزشکی. این نظام‌ها در حوزه تخصصی که برای آنها تعریف شده بود، موفقیت‌هایی به دست آوردند؛ اما در برابر مسائل جدید انعطاف لازم را نداشتند. یک مانع عمده در این مسیر، فهم مصنوعی از زبان طبیعی (مانند زبان انگلیسی) بود. در آن زمان به این نکته پی برده شد که فهم زبان طبیعی نیازمند زمینه‌ای از دانش کلی در مورد جهان است؛ اما نخستین معناشناسی رسمی به‌ویژه با هدف بازنمون دانش را برچمن (Brachman, 1978) توسعه داد که منجر به ایجاد زبانی معروف به KL-ONE گردید. هرچند بعداً مشخص شد که زبان KL-ONE توانایی استدلال جهت تصمیم‌گیری را ندارد، از این پروژه تحقیقاتی شاخه‌ای از منطق رسمی به نام منطق توصیفی (Description logic) به وجود آمد. این منطق بخشی از منطق مرتبه اول با قابلیت تصمیم‌گیری است که دارای

نسخه‌هایی با قدرت بیان بیشتر یا کمتر است. به هر حال، با رشد و توسعه حوزه بازنمون دانش، این نکته ضروری به نظر می‌رسید که قدرت بیان منطقی زبان‌های بازنمون به منظور پوشش گستره کاملی از بیانات معمولی انسان باید افزایش یابد، از جمله نفی و انکار (مانند: جان هیچ دیسک فشرده‌ای در زمینه موسیقی ندارد)، حروف انفصال (مانند: این دیسک فشرده یا موسیقی سنتی است یا پاپ)، و بیانات در مورد بیانات دیگر (مانند: ادعای باب در مورد جان که هیچ دیسک فشرده موسیقی ندارد، درست نیست). در نتیجه، این حوزه خیلی زود زبان‌هایی با قدرت بیان مرتبه اول و حتی مرتبه بالاتر منطبق کسب کرد؛ ولی با وجود این، دشواری استنتاج در این زبان‌ها خیلی زود آشکار شد و این پروژه‌ها نیز رو به افول نهادند (legg, 2007).

در علم اطلاعات برای نخستین بار ون ریجسبرگن (van Rijsbergen, 1986: p.194) متذکر شد که از مفهوم معنا در این حوزه غفلت شده است و خاطرنشان کرد که کل این حوزه در بحران قرار دارد. او مدعی شد به دلیل اینکه پایه و اساس همه آثار گذشته، از جمله آثار خودش، بر نادیده گرفتن معنا در حل مسائل بازیابی اطلاعات بنا نهاده شده، نمی‌توان آنها را آثار درست و مورد اعتمادی دانست (Hjorland, 2007). چنین بیانی از سوی یک پژوهشگر پیشرو در این حوزه، بایستی منجر به همکاری نزدیک‌تر بین علم اطلاعات و دیگر حوزه‌هایی که در زمینه معناشناسی به پژوهش می‌پردازند، بشود (ibid: p.370).

از آغاز دهه ۱۹۹۰ هستی‌شناسی به یک موضوع پژوهشی محبوب تبدیل شد که از سوی انجمن‌های فعال در حوزه هوش مصنوعی، از جمله مهندسی دانش، پردازش زبان طبیعی و بازنمون دانش مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت. اخیراً هستی‌شناسی همچنین در رشته‌هایی مثل یکپارچه‌سازی هوشمند اطلاعات، نظام‌های اطلاعات تعاونی، بازیابی اطلاعات، تجارت الکترونیک و مدیریت دانش گسترش یافته است (Fensel, 2004: p.8).

در سال ۱۹۹۳م گروبر تعریفی ساده از هستی‌شناسی ارائه داد که امروزه بیشتر محققان این حوزه به آن استناد می‌کنند (Guarino, Oberle, Staab, 2009). او اذعان می‌کرد که هستی‌شناسی، بیان دقیق ویژگی‌های یک مفهوم مشترک (Shared coceptualization) است (Gruber, 1993: p.1). بر اساس این تعریف، چنین فرض می‌شود که هر آنچه به عنوان واقعیت توسط گروهی خاص مفهوم‌سازی می‌گردد، همه واقعیتی است که باید بازنمایی شود. به

گفته ژاکوب (Jacob, 2003) این تعریف از طرفی کوتاه و مطلوب ذهن است؛ اما از سوی دیگر کامل نیست؛ به این علت که خارج از بافت (context) قرار گرفته است. در واقع گروبر بر آن است تا کاربرد خود از مفهوم مشترک را با تعریف آن به‌عنوان «چشم‌اندازی انتزاعی و ساده از جهان که برای هدفی می‌خواهیم ارائه دهیم» محدود کند؛ یعنی نگاهی جزئی به جهان که فقط از اشیاء، مفاهیم و موجودیت‌هایی که فرض می‌شود در حوزه‌ای مورد علاقه وجود دارند و بین آنها روابطی برقرار است. این نوع مفهوم برای هدفی صریح و واضح ایجاد می‌شود و به زبانی رسمی و قابل پردازش با ماشین تعریف می‌گردد.

سوا (Sowa, 2001a) در تعریفی از هستی‌شناسی بیان می‌کند هستی‌شناسی دسته‌بندی موضوعات یا عناصر موجود در یک حوزه خاص را بررسی می‌کند و بر اساس آن فهرستی از موضوعات را ارائه می‌دهد. در برخی متون نیز تعریف سوا را تعریفی مناسب، ساده و کاربردی برای هستی‌شناسی دانسته‌اند (Jacob, 2003؛ صنعت‌جو، ۱۳۸۴).

بنابر آنچه گذشت می‌توان نتیجه گرفت آنچه در درجه اول باعث مطرح‌شدن مفهوم هستی‌شناسی به‌عنوان ابزار ذخیره و بازیابی اطلاعات گردیده، مسئله معنای رسمی و دقیق مفاهیم در بافت‌ها و موقعیت‌های گوناگون است؛ در رویکردی پیچیده‌تر، ارتباط معنایی میان مفاهیم یک حوزه خاص از دانش بشری است، به نحوی که معنای هر مفهوم تحت تأثیر تفاسیر متفاوت بشری قرار نگرفته و برای تمام ماشین‌ها نیز این معنا یکسان باشد. با چنین تعریفی، مشخص است که به تناسب ماهیت هر علمی، هستی‌شناسی آن علم نیز دچار دگرگونی و تغییراتی خواهد شد؛ چنان‌که گاربکز (Garbacz, 2015: p.31-32) بیان می‌کند: هرچند هستی‌شناسی را بازنمون رسمی حوزه‌ای از دانش دانسته‌اند، در مورد علوم انسانی به‌ویژه در رشته فلسفه این قاعده نیاز به بازنگری دارد. پژوهش فلسفی مجموعه همگنی از دانش هماهنگ تولید نمی‌کند و کل این رشته در مورد جدل‌ها، تفسیرها و دیدگاه‌ها است. در واقع دامنه و عمق جدل به قدری است که حتی اصطلاح دانش فلسفی متناقض به نظر می‌رسد؛ بنابراین اگر بخواهیم دامنه پژوهش فلسفی را جهت بازنمون در هستی‌شناسی به حداکثر برسانیم، بایستی تأثیر فرضیات فلسفی خاص را به منظور ساخت هستی‌شناسی به حداقل برسانیم.

نکته دیگر اینکه آنچه باعث پیشرفت و شکوفایی مفهوم هستی‌شناسی در طول زمان

گردیده و تأثیر چشمگیری در مقبولیت و موفقیت آن داشته است، همان منطبق توصیفی است که بیان معانی یا تبیین روابط بین مفاهیم در یک حوزه خاص از دانش بشری را بیش از پیش با قابلیت فهم ماشینی میسر می‌سازد.

هستی‌شناسی در علم اطلاعات

در حوزه علم اطلاعات، برایان ویکری (Brian Vickery, 1997) از نخستین کسانی است که توجه اهل فن را به سمت هستی‌شناسی جلب کرد. او نیز در توصیف خود از این مفهوم، تعریف گروبر را سرلوحه کارش قرار داد. همچنین سورگل هستی‌شناسی را شکل گسترش‌یافته رده‌بندی دانسته و عقیده دارد رده‌بندی به مدت طولانی در نظام‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی برای فراهم کردن راهنما در شناسایی نیازهای اطلاعاتی و برای ارائه ساختاری در مرور نتایج جستجو به کار گرفته شده است؛ ولی به هر حال این عملکردها تا حد زیادی در جامعه‌ای که امکان بازیابی متن کامل منابع را دارد، نادیده گرفته شده است (صنعت‌جو، ۱۳۸۴: ص ۸۵).

همچنین حسینی بهشتی واژه‌ای (۱۳۹۴) در پژوهش خود اظهار کرده‌اند هستی‌شناسی معرفت‌واژگان همگانی و مفاهیم (معانی) آنها است که در توصیف و بازنمایی حوزه‌ای از دانش به کار رفته است؛ از این رو معانی اصطلاحات را معیارسازی می‌کند. هستی‌شناسی‌ها از سوی متخصصان، پایگاه‌های اطلاعاتی و دیگر سیستم‌های رایانه‌ای به کار گرفته می‌شوند تا اطلاعات موضوعی و تخصصی دامنه (حوزه تخصصی دانش مانند پزشکی، شیمی، فیزیک، و غیره) را به اشتراک بگذارند. هستی‌شناسی‌ها شامل تعاریف مفاهیم پایه یک دامنه موضوعی و روابط معنایی میان آنها هستند که برای رایانه کاربرد داشته باشند و دانش موجود در دامنه را قابل بهره‌برداری و استفاده مجدد متخصصان و پژوهشگران کنند. یکی از اهداف مهم هستی‌شناسی، کاهش ابهام مفهومی در حوزه‌ای خاص است. کاهش ابهام نتیجه مستقیم وجود روابط معنایی روشن و دقیق میان مفاهیم یک علم است.

در حوزه علم اطلاعات آنچه باعث گرایش به سمت هستی‌شناسی گردید، ظهور

محیط‌های تحت وب و کارآمدی نامتناسب ابزارهای قدیمی از جمله اصطلاح‌نامه در این محیط بود. تغییر محیط اطلاعاتی در سه بعد رفتار اطلاعاتی کاربران، فناوری‌های اطلاعاتی، و ماهیت منابع اطلاعاتی فاکتور مهمی است که ضرورت بازنگری در ساختار اصطلاح‌نامه را موجب شده است. در واقع اصطلاح‌نامه‌های ساختاریافته با استانداردهایی که غالباً متناسب با محیط چاپی تدوین شده‌اند، نمی‌توانند به‌طور کامل پاسخگوی کاربران در محیط اطلاعاتی جدید یا محیط‌های الکترونیک باشند. محدودیت در دسته‌بندی مفاهیم و کفایت نکردن روابط سه‌گانه (مترادف، سلسله‌مراتبی و مرتبط) در نشان‌دادن تفاوت میان مفاهیم و نوع آنها از جمله مشکلات این نوع نظام‌های سازماندهی اطلاعات است که ظهور هستی‌شناسی را در حوزه علم اطلاعات به دنبال داشته است. ظهور هستی‌شناسی‌ها در حقیقت ناشی از نیاز به یک ابزار معنایی است که روابط مفهومی به‌مراتب صریح‌تر و تعریف‌شده‌تر از روابط معنایی اصطلاح‌نامه‌ها فراهم آورد (همان). به‌طور کلی روابطی که در هستی‌شناسی بیان می‌شود، بسیار غنی‌تر از روابط موجود در اصطلاح‌نامه است (Aufaure & others, 2006).

از طرف دیگر، محدودیت وب سنتی در برآوردن نیازهای اطلاعاتی کاربران و ظهور وب معنایی به‌عنوان ابزاری که اطلاعات و خدمات موجود در آن از لحاظ معنایی قابل تفسیر و پردازش توسط ماشین باشد، عامل مهم دیگری بود که علم اطلاعات را بیش از پیش به سمت هستی‌شناسی رهنمون ساخت. امروزه وب معنایی به‌طور قابل توجهی وابسته به هستی‌شناسی‌های رسمی است تا داده‌های موجود را کاملاً ماشین‌فهم کند (Giri, 2011: p.116).

با توجه به عوامل تاثیرگذار در ورود هستی‌شناسی به علم اطلاعات می‌توان دریافت که در واقع نیاز به بازیابی بهینه و کارآمد اطلاعات، نقش تعیین‌کننده‌ای در این مسیر تکاملی داشته است.

انواع هستی‌شناسی

در متون مربوطه، با توجه به سطح شمول هستی‌شناسی‌ها و نقش متفاوت آنها در فرایند

ساخت نظام‌های دانش‌محور، پژوهشگران به انواع مختلف هستی‌شناسی‌ها قایل‌اند که به اختصار بیان می‌شود:

هستی‌شناسی‌های مربوط به حوزه‌ای خاص (Domain ontologies): به منظور اعتباربخشیدن به دانش در حوزه‌ای خاص (مانند برق، پزشکی، مکانیک).

هستی‌شناسی‌های فراداده‌ای (Metadata ontologies): مانند دابلین کور که واژگانی را به منظور توصیف محتوای منابع اطلاعاتی برخط فراهم می‌کند.

هستی‌شناسی‌های عمومی (Generic or common_sense ontologies): با هدف ثبت دانش عمومی در مورد جهان و فراهم کردن نظرها و مفاهیم پایه در مورد زمان، مکان، حالت، رویداد و غیره. در واقع این نوع هستی‌شناسی برای چندین حوزه معتبر است؛ برای مثال یک هستی‌شناسی در مورد علم اجزا در بسیاری از حوزه‌های فنی کاربرد دارد.

هستی‌شناسی‌های بازنمونی (Representational ontologies): خود را متعهد به حوزه‌ای خاص نمی‌دانند. چنین هستی‌شناسی‌هایی موجودیت‌های بازنمونی را بدون بیان اینکه چه چیزی باید بازنمایی شود، فراهم می‌کنند.

هستی‌شناسی‌های دیگر: در اصطلاح هستی‌شناسی‌های روش و وظیفه (Method and Task ontologies) نامیده می‌شوند. هستی‌شناسی وظیفه، اصطلاحات خاصی را برای وظایفی ویژه فراهم می‌کند. هستی‌شناسی روش اصطلاحات خاصی را برای روش‌های خاص حل مسئله فراهم می‌کند. هستی‌شناسی‌های روش و وظیفه دیدگاهی استدلالی در مورد دانش حوزه‌ای فراهم می‌کنند (Fensel, 2004: p.5.6).

همچنین ناندینی (Nandini, 2014: p.42-43) هستی‌شناسی‌ها را بر اساس دامنه و گستره به سه گروه بر مبنای هدف: هستی‌شناسی کاربردی (Application ontology)، هستی‌شناسی مرجع (Reference ontology)، قدرت بیان: (هستی‌شناسی سنگین (Heavyweight ontology)، هستی‌شناسی سبک (Lightweight ontology) و تخصص: هستی‌شناسی عمومی (Generic ontology)، هستی‌شناسی هسته (Core ontology)، هستی‌شناسی حوزه‌ای (Domain ontology) تقسیم می‌کند.

جایگاه هستی‌شناسی در وب معنایی

در سال ۲۰۰۱م تیم برنرز لی مخترع وب و خالق ایده وب معنایی، پیش‌بینی کرد در آینده حجم زیادی از اطلاعات روی وب فراداده‌های ماشین‌خوان خواهد بود که باعث می‌شود رایانه‌ها بتوانند محتوای موجود در وب را به طور خودکار و بدون دخالت بشر مدیریت کنند؛ بنابراین وب معنایی گسترش‌یافته وب فعلی تصور می‌شود که در آن اطلاعات معنادار خواهد بود و با کمک روش‌ها و فناوری‌هایی خاص به ماشین‌ها امکان فهم معنای اطلاعات روی وب را می‌دهد. به منظور تکمیل این فرایند، اطلاعات موجود در وب باید ساختارمند و همراه با مجموعه‌ای از قوانین استنتاجی باشد که رایانه‌ها برای انجام استدلال خودکار، از آنها استفاده می‌کنند (Berners-Lee, 2001).

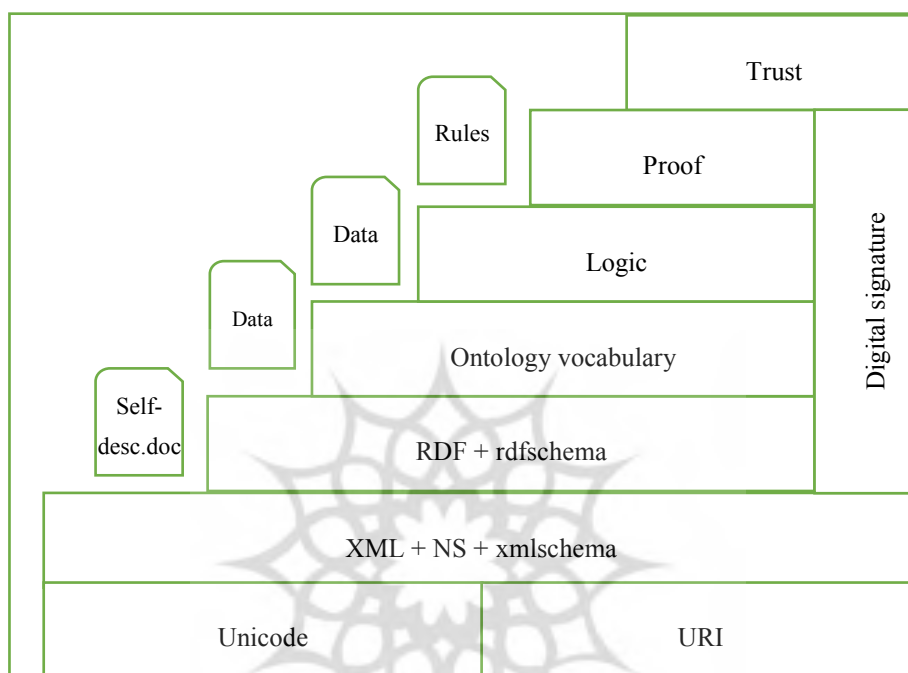
فنسل (Fensel, 2004) با تأکید بر نقش هستی‌شناسی‌ها در وب و با الهام از تعریف گروبر می‌گوید: هستی‌شناسی‌ها بیان خصایص مشترک و رسمی مفاهیم‌اند که فهمی مشترک از یک حوزه را فراهم و به این طریق امکان ارتباط بین افراد و سیستم‌ها را فراهم می‌کنند؛ بنابراین هستی‌شناسی‌ها دو جنبه اساسی را که به شکوفایی ظرفیت وب منجر می‌شود، یکجا گرد هم می‌آورند:

۱. هستی‌شناسی‌ها معنای رسمی و دقیق اطلاعات را تعریف کرده و به این ترتیب امکان پردازش اطلاعات با رایانه را فراهم می‌کنند.
۲. هستی‌شناسی‌ها پدیده‌های جهان بیرونی را تعریف می‌کنند و به این ترتیب امکان برقراری ارتباط بین محتوای قابل پردازش با ماشین با معنای مورد نظر انسان بر اساس اصطلاحات مورد توافق را فراهم می‌نمایند.

ویژگی‌های کاربردی هستی‌شناسی در محیط وب

برنرز لی (Berners-Lee, 2000) ساختاری از وب معنایی ارائه کرد که به منظور تعیین جایگاه هستی‌شناسی در وب معنایی می‌توان از آن بهره برد (شکل ۱).

شکل ۱. ساختار وب معنایی (Berners.Lee, 2000)



ساختار لایه‌ای وب معنایی در واقع نشان‌دهنده لایه‌های متعدد فراداده‌ها است که در هر سطح فراهم‌کننده درجات متفاوت قدرت بیان‌اند (Aufaure & others, 2006). این لایه‌ها را می‌توان به صورت زیر توصیف کرد:

لایه اول

اولین لایه، شناسگر یکنواخت منبع (Uniform Resource Identifier) و عدد منحصر به فرد برای هر کاراکتر Unicode است. شناسگر یکنواخت منبع به عنوان ابزار شناسایی منبع عمل می‌کند. مکان‌یاب یک‌شکل منبع (URL)^۱ و نام یک‌شکل منبع (URN)^۲ هر دو

1. Uniform Resource Locator

2. Uniform Resource Name

نمونه‌هایی از شناسگر یکنواخت منبع‌اند؛ برای مثال <https://www.w3.org/People/Berners-Lee> یک مکان‌یاب یک‌شکل منبع است (URL) که مکان یک صفحه وب قابل‌بازیابی را شناسایی می‌کند. همچنین isbn: 0451450523 که شناسه منحصر به فرد یک کتاب است و isan: 0000_0000_9E59_0000_O_0000_0000_2 که شناسه منحصر به فرد یک فیلم است. Unicode عددی منحصر به فرد برای هر کاراکتر مستقل از برنامه یا زبان آن کاراکتر است. قبل از ایجاد Unicode سیستم‌های کدگذاری متنوعی وجود داشت که این تنوع در کدگذاری، باعث پیچیدگی ویرایش داده‌ها می‌شد.

لایه دوم

دومین لایه مؤثر در وب معنایی زبان نشانه‌گذاری گسترش‌پذیر (Extensible Markup Language (XML)) است که به دلیل نقاط ضعف ناشی از زبان HTML در وب سنتی پدید آمد. از آنجایی که HTML در بیان اطلاعات ماشین فهم با مشکل مواجه شده و برای استفاده در وب معنایی نامناسب است، در پایان دهه ۱۹۹۰م زبان XML به‌عنوان روشی آسان و استاندارد برای ذخیره داده‌های خودتوصیف توسط کنسرسیوم جهانی وب معرفی شد. منظور از داده‌های خودتوصیف داده‌هایی است که هم محتوا و هم ساختار خود را بیان می‌کنند (شادگار و دیگران، ۱۳۹۳: ص ۱۴۱). XML به هر کس اجازه می‌دهد تا تگ‌های خود را ایجاد کند. این تگ‌ها در واقع برجسب‌های پنهان و یادداشت‌هایی بر صفحات وب‌اند که دستورها و برنامه‌های رایانه‌ای به شیوه‌های پیشرفته‌ای می‌توانند آنها را به کار گیرند؛ اما برنامه‌نویس باید بداند که شخص به چه منظوری تگ را ایجاد کرده است؛ به عبارت دیگر XML به کاربران امکان افزودن ساختار دلخواه به مدارکشان را می‌دهد؛ در عین حال، معنای ساختار ایجادشده را بیان نمی‌کند (Berners_Lee, 2001).

لایه سوم

این لایه، چارچوب توصیف منبع (Resource Description Framework (RDF)) است که معنا با آن بیان می‌شود. RDF معنا را در مجموعه‌های سه‌تایی رمزگذاری می‌کند. هر سه‌تایی را می‌توان مانند جمله‌ای که از فاعل، فعل و مفعول تشکیل شده در نظر گرفت که

با استفاده از زبان XML نوشته می‌شود. در RDF یک مدرک بیان می‌کند که چیزهای خاص (مانند افراد، صفحات وب، یا هر چیزی) ویژگی‌هایی (مانند «پدر ... است»، «نویسنده ... است») با مقادیر معین را دارا است. چنین ساختاری یک روش طبیعی برای توصیف حجم عمده‌ای از داده‌های پردازش شده به وسیله ماشین‌ها را فراهم می‌کند. فاعل و مفعول هر کدام با شناسگر یکنواخت منبع (URI) شناسایی می‌شوند؛ مانند آنچه که در لینک صفحه وب به کار می‌رود. در واقع، URL عمومی‌ترین نوع URI محسوب می‌شود. با توجه به منحصر به فرد بودن URI امکان تشخیص یک اصطلاح دارای معانی متفاوت توسط RDF میسر می‌گردد (همان).

لایه چهارم

این لایه که مقاله حاضر بر آن تأکید می‌کند و قبلاً در مورد مفهوم و سیر تطور آن مطالبی بیان شد، هستی‌شناسی است. در یک نگاه هستی‌شناسی را می‌توان ستون فقرات وب معنایی دانست (Cure, 2006: p.52). پژوهشگران حوزه هوش مصنوعی و حوزه وب به صورت مشترک این اصطلاح را به زبان تخصصی خود افزوده‌اند و منظورشان از هستی‌شناسی، سیستمی است که روابط میان اصطلاحات را به صورت رسمی تعریف می‌کند (Berners_Lee, 2001). در مورد وب معنایی، هستی‌شناسی را به طور کلی می‌توان دربردارنده فهرستی از اصطلاحات مرتبط با هم و قوانین استنتاجی دانست که بین کاربران و برنامه‌های کاربردی ارتباط برقرار می‌کند (Aufaure & others, 2006: p.260).

معمول‌ترین نوع هستی‌شناسی برای وب دارای طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی و مجموعه‌ای از قوانین استنتاجی است. این طبقه‌بندی رده‌های اشیا و روابط میان آنها را تعریف می‌کند. در اینجا رده‌ها و زیررده‌ها و روابط میان موجودیت‌ها ابزاری بسیار قدرتمند برای استفاده در وب‌اند. به کمک هستی‌شناسی می‌توان تعداد بسیار زیادی روابط را میان موجودیت‌ها با اختصاص ویژگی‌هایی به رده‌ها و اجازه‌دادن به زیررده‌ها برای به ارث‌بردن آن ویژگی‌ها بیان کرد (Berners_Lee, 2001).

قوانین استنتاجی در هستی‌شناسی‌ها باعث توانایی بیشتر در وب می‌شوند؛ به این دلیل که با کمک قوانین استنتاجی، رایانه می‌تواند اصطلاحات موجود را به شیوه‌ای که برای

کاربر انسانی مفید و معنادار باشد، مدیریت کند؛ برای مثال در هستی‌شناسی ممکن است بیان شود: «اگر کد یک شهر با کد یک استان مرتبط باشد و یک آدرس از آن کد شهر استفاده کند، آن‌گاه آن آدرس با کد آن استان نیز مرتبط است» (ibid)؛ بنابراین یک برنامه به‌آسانی می‌تواند استنباط کند که برای مثال آدرسی مربوط به دانشگاه اصفهان که موجودیتی در شهر اصفهان است، این آدرس با استان اصفهان که در ایران واقع شده نیز مرتبط است. رایانه بدون قوانین استنتاجی فهم درستی از این اطلاعات ندارد.

وجود هستی‌شناسی در وب باعث ظهور راه‌حلهایی برای مشکلات مربوط به اصطلاحات می‌شود. در واقع معنای اصطلاحات یا کدهای XML با آدرس‌ها در حافظه رایانه از صفحه وب برای هستی‌شناسی تعریف می‌شوند. در اینجا مشکل اصطلاحات گوناگون با معنای یکسان (مانند تخت‌جمشید و پرسپولیس یا فرش و قالی) نیز به واسطه تعریف روابط معادل در هستی‌شناسی‌ها برطرف می‌گردند (Nandini, 2014).

هستی‌شناسی‌ها همچنین باعث بهبود عملکرد وب به روش‌های گوناگون می‌شوند. از طرفی آنها می‌توانند دقت جستجوها در وب را بهبود بخشند و در واقع برنامه جستجو با حضور هستی‌شناسی این توانایی را دارد که فقط در صفحاتی که حاوی مفهوم دقیق مورد نظر جستجوگر هستند، کاوش کند و نه همه صفحات وب که صرفاً حاوی واژه‌های مبهم‌اند. از طرف دیگر برنامه‌های کاربردی پیشرفته‌تر، از هستی‌شناسی‌ها به منظور برقراری ارتباط بین اطلاعات در صفحه‌ای از وب با ساختارهای دانشی مرتبط و قوانین استنتاج استفاده می‌کنند (Berners-Lee, 2001)؛ برای مثال یک صفحه نشانه‌گذاری شده وب به آدرس www.cs.umd.edu/~hendler را در نظر بگیرید. چنانچه کاربر وارد این صفحه شود، یک صفحه وب عادی با عنوان "Dr. James A. hendler" مشاهده خواهد کرد. در جایگاه یک جستجوگر انسانی، او به‌آسانی پیوندی به سرگذشتنامه این شخص می‌یابد و در آن سرگذشتنامه اطلاعاتی در مورد اینکه او مدرک دکتری خود را از دانشگاه Brown دریافت کرده، خواهد یافت. یک برنامه رایانه‌ای که بخواهد چنین اطلاعاتی را بیابد باید دارای ساختار پیچیده‌ای باشد تا بتواند حدس بزند که این اطلاعات در قسمت سرگذشتنامه شخص موجود است و در آنجا اطلاعات ارائه‌شده به زبان انگلیسی را بفهمد.

اما در وب معنایی، ارتباطی بین این صفحه وب و هستی‌شناسی برقرار می‌شود که

اطلاعات در مورد گروه‌های علوم رایانه را تعریف می‌کند؛ برای نمونه اعضای هیئت علمی در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی کار می‌کنند و عموماً دارای مدرک دانشگاهی‌اند. نشانه‌گذاری بیشتر در مورد این صفحه وب، از مفاهیم هستی‌شناسی جهت مشخص کردن اینکه چنین شخصی مدرک خود را از موجودیتی به نام دانشگاه Brown دریافت کرده، استفاده می‌کند که در شناسگر یکنواخت منبع (Uniform Resource Identifier) یعنی صفحه وب دانشگاه به آدرس وب‌سایت دانشکده مورد نظر توصیف می‌شود. در این صورت، وب معنایی همچنین قادر به تشخیص نکاتی مانند این است که چنین شخصی دارای آدرس پست الکترونیک خاص یا دارای پروژه‌های تحقیقاتی است. همه این اطلاعات را رایانه به آسانی پردازش می‌کند و برای پاسخگویی به پرسش‌های جستجوگر به کار می‌روند.

یکپارچه‌سازی اطلاعات مورد تقاضای کاربر از وب‌سایت‌های مختلف و تحویل آن به کاربر به صورت یکجا از دیگر توانایی‌های مهم هستی‌شناسی‌ها در وب معنایی است؛ برای مثال اگر چندین سایت مختلف حاوی اطلاعات پزشکی یک هستی‌شناسی واحد در حوزه مربوطه را به اشتراک گذارند، آن‌گاه برنامه‌های هوشمند می‌توانند اطلاعات مورد درخواست کاربر را از این وب‌سایت‌ها استخراج کنند و به صورت یکپارچه تحویل کاربر دهند (Nandini, 2014)؛ البته چنین کارکردی مستلزم یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها در حوزه‌های مربوط به هم است و این مسئله امروزه به‌عنوان چالشی در مورد هستی‌شناسی‌ها مطرح است و راهکارهای متفاوتی نیز برای آن پیشنهاد شده که از جمله می‌توان به روش هم‌ترازی، نگاشت، انطباق، و ادغام هستی‌شناسی‌ها اشاره کرد (شادگار و دیگران، ۱۳۹۳: ص ۳۲۲).

در عین حال باید به این نکته توجه داشت که فراداده‌ها و هستی‌شناسی‌ها مکمل یکدیگرند و به‌عنوان اجزای سازنده وب معنایی نقش مهمی در اجتناب از ابهام در معنا ایفا می‌کنند و باعث بازیابی پاسخ‌های دقیق‌تر می‌شوند. همچنین علاوه بر دقت بیشتر در نتایج پرس‌وجو، هدف دیگر، توصیف روابط معنایی بین این پاسخ‌ها است.

لایه پنجم

لایه بعدی در وب معنایی منطبق است. این لایه به ایجاد چارچوبی مشخص و قواعدی استاندارد برای موتورهای استنتاج که وظیفه تولید دانش نهایی در وب معنایی را دارند،

می‌پردازد. لایه منطقی برای تقویت بیشتر زبان‌های مورد استفاده در هستی‌شناسی به کار رفته و برای استخراج اطلاعات موجود در هستی‌شناسی، استفاده می‌شود. باید توجه داشت که منطقی از هستی‌شناسی کلی‌تر است و عامل‌های هوشمند در وب معنایی با منطقی قادر به تصمیم‌گیری و انتخاب راه حل‌اند (همان)؛ برای مثال قانونی را در نظر بگیرید که بنابر آن، تمام افراد بیست سال به بالا می‌توانند در دوره‌های فلسفه ثبت‌نام کنند. آن‌گاه این قانون با استفاده از منطقی توصیفی به صورت زیر بیان می‌شود که برای ماشین نیز قابل فهم است:

Person (x), age (x) \geq 20 enrollment in Philosophy courses

استفاده از منطقی توصیفی (که زیرمجموعه منطقی مرتبه اول است و به صورت مختصر به آن اشاره شد)، منجر به توصیف و کنترل داده‌ها به صورت یکدست می‌شود. در منطقی توصیفی پایگاه دانش دربردارنده یک بخش اصطلاح‌شناسی و یک بخش بیانی است. بخش اصطلاح‌شناسی مفاهیم و روابط بین آنها را توصیف می‌کند؛ درحالی‌که بخش بیانی شامل بیاناتی است که یک موقعیت را شرح می‌دهند (Nakabasami, 2002).

لایه ششم

لایه بعد از منطقی، اثبات (proof) است. این لایه مسئول فرایند واقعی استنتاج و ارائه اثبات به زبان‌های وب و اثبات اعتبار است (شادگار و دیگران، ۱۳۹۳: ص ۹۵)؛ برای مثال همکاری‌هایی که نویسندگان در سطح صفحات HTML گروه‌های دانشگاه‌ها با یکدیگر دارند و به صورت خودکار قابل کاوش و شناسایی نیست، وب معنایی با کسب و تفسیر اطلاعات مورد نظر، پتانسیل زیادی برای پشتیبانی از چنین برنامه‌ای دارد؛ به عبارت دیگر با تجزیه و تحلیل صفحاتی از وب معنایی که دانشگاه‌ها و گروه‌ها از طریق آنها با هم در تعامل‌اند، سیستم می‌تواند حقایقی در مورد همکاری پژوهشگران و فعالیت‌های آنان شناسایی و همه آنها را در یک فهرست ارائه کند؛ بنابراین اثبات نتایج کسب‌شده از یک سیستم اطلاعات تخصصی امکان‌پذیر است (Sizov, 2007).

لایه هفتم

اما آخرین لایه که به منظور اطمینان کاربران از عملیات خود (امنیت) و کیفیت

اطلاعات موجود به کار می‌رود، لایه اطمینان (Trust) است. وب تنها زمانی به پتانسیل کامل خود دست می‌یابد که کاربران در مورد کار خود در بازیابی اطلاعات، احساس امنیت و اطمینان کنند (شادگار و دیگران، ۱۳۹۳: ص ۳۷). این لایه اصالت موجودیت و شواهد صحت داده‌ها و خدمات را فراهم می‌کند. چنان‌که شخص می‌تواند این‌طور اظهارنظر کند که «من به تمام اطلاعات فلان سایت اعتماد دارم و به اطلاعات فلان سایت اعتماد ندارم».

نتیجه‌گیری

تحول در حوزه ذخیره و بازیابی اطلاعات همگام با تحولات علمی و افزایش روزافزون حجم اطلاعات منجر به پیدایش ابزارهای جدیدی در این عرصه گردید که ظهور هستی‌شناسی‌ها نمونه بارز آن است. در سال‌های اخیر، با طرح ایده وب معنایی و متعاقب آن ذخیره و بازیابی معنایی، به کارگیری هستی‌شناسی‌ها شرط لازم و ضروری این رویکرد شناخته شده، به گونه‌ای که موفقیت وب معنایی بیش از پیش بستگی به تولید هستی‌شناسی‌های متعدد در محیط وب دارد؛ بنابراین لازم است در جهت تولید و مهندسی هستی‌شناسی تلاش کرد و از تأخیر و تعلل در این زمینه دوری نمود.

هدف هستی‌شناسی‌ها تعریف رسمی و دقیق مفاهیم درون حوزه‌های دانش موضوعی و ایجاد فهم مشترک و مورد توافق از یک حوزه است که برنامه‌های کاربردی و گروه‌های افراد از آنها استفاده می‌کنند، به گونه‌ای که معنای یک مفهوم تحت تأثیر برداشت‌های متفاوت قرار نگیرد و ماشین‌های گوناگون نیز درک یکسانی از آن داشته باشند. در واقع هستی‌شناسی‌ها شامل توصیفی سلسله‌مراتبی و چندبعدی از مفاهیم مهم یک حوزه و توصیف ویژگی‌های هر مفهوم‌اند که نقش مهمی در وب معنایی و بازیابی اطلاعات ایفا می‌کنند. به گفته گومز پرز و همکارانش (Gomez_Perez & Others, 2004) هستی‌شناسی‌ها در قلب فرایند بازیابی اطلاعات در میان موجودیت‌های سرگردان از اینترنت و منابع داده‌ها هستند.

امروزه بازیابی معنایی در وب با کمک هستی‌شناسی‌ها از یک سو باعث جستجوی دقیق و بدون ابهام درخواست اطلاعاتی کاربران شده و مشکل یک اصطلاح با معانی متفاوت و نیز اصطلاحات متفاوت با معنای یکسان را حل کرده است و از سوی دیگر با به کارگیری

قوانین استنتاجی در نقش یک تحلیل‌گر انسانی ظاهر می‌شود و نتایج منطقی را از میان انبوه اطلاعات به‌ظاهر نامرتب در اختیار کاربر قرار می‌دهد. جمع‌آوری اطلاعات مرتبط از سایت‌های مختلف و تحویل یکپارچه آن به کاربر از دیگر ویژگی‌های مهم هستی‌شناسی‌ها در بازیابی معنایی اطلاعات است.

در عین حال، وجود هستی‌شناسی‌های متعدد در وب معنایی خود به‌عنوان چالشی مهم مطرح است و راهکارهایی نیز به منظور یکپارچه‌سازی هستی‌شناسی‌ها در حوزه‌های گوناگون به‌عنوان راه حل این مشکل اندیشیده شده است.

البته هستی‌شناسی در عین حیاتی‌بودن برای وب معنایی، به‌تنهایی کافی نیست و عواملی مانند زبان نشانه‌گذاری گسترش‌پذیر (XML) که در قالب فراداده‌ها نمود می‌یابد، چارچوب توصیف منبع (RDF) به منظور تولید معنا، شناسگر یکنواخت منبع (URI)، و همچنین منطق (Logic) در استنتاج‌های قابل فهم برای ماشین از جمله فناوری‌های مهم دیگرند و در واقع مکمل هستی‌شناسی‌ها در این زمینه به‌شمار می‌روند.

با توجه به مباحث مطرح‌شده در خصوص هستی‌شناسی‌ها و اهمیت بسیار آنها در بازیابی اطلاعات از جمله در وب، ضروری است به‌ویژه صاحبان وب‌سایت‌های فارسی در جهت تولید بیش از پیش هستی‌شناسی‌ها متناسب با نیازهای حوزه‌ای بکوشند. این نکته از این‌رو حائز اهمیت است که امروزه با توجه به پیشرفت و توسعه فناوری‌های حوزه وب و تغییر رویکرد آن به سمت معناگرایی، به جرئت می‌توان گفت هستی‌شناسی‌هایی که بتوانند در حوزه زبان فارسی نیازهای وب معنایی را برآورده سازند، وجود ندارد؛ البته چنین رویکردی همچنین مستلزم تولید صفحات وب به زبان XML و توصیف منابع وب در قالب RDF است.

کتابنامه

۱. حسینی بهشتی، ملوک السادات و فاطمه اژه‌ای (۱۳۹۴)، «طراحی و پیاده‌سازی هستی‌شناسی علوم پایه بر اساس مفاهیم و روابط موجود در اصطلاح‌نامه‌های مرتبط»، پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ش ۳۰، ص ۶۷۷-۶۹۶.
۲. شادگار، بیتا، علیرضا عصاره و آزاده هراتیان نژادی (۱۳۹۳)، وب معنایی: مفاهیم و تکنیک‌ها، تهران: ارمغان.
۳. صنعت‌جو، اعظم (۱۳۸۴)، «ضرورت بازنگری در ساختار اصطلاح‌نامه‌ها: بررسی عدم کارایی اصطلاح‌نامه‌ها در محیط اطلاعاتی جدید و قابلیت هستی‌شناسی‌ها در مقایسه با آن»، فصلنامه کتاب، ش ۶۴، ص ۷۹-۹۲.
۴. مزینانی، علی (۱۳۸۹)، کتابخانه و کتابداری، تهران: سمت.
۵. میراندا لی، پائو (۱۳۷۹)، مفاهیم بازیابی اطلاعات، ترجمه: اسدالله آزاد و رحمت‌الله فتاحی، مشهد: دانشگاه فردوسی.
6. Aufaure, M., B. Grand, M. Soto & M. Bennaser (2006), "Metadata and Ontology-Based Semantic web mining", In *Web, semantics and Ontology*, London: Idea Group Publishing, pp.259-295.
7. Berners-Lee, T. (2000), Semantic Web, Paper presented at XML 2000, Washington DC. Retrieved August 9, 2017 https://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k_tbl/slide10_0.html.
8. Berners-Lee, T., J. Hendler & O. Lassila (2001), "The Semantic Web," *Scientific American*, 284(5), 34-43.
9. Brachman, R. (1978), "Structured inheritance networks," (Technical Report No. 3742) Cambridge, MA: Bolt Beranek & Newman.
10. Comer, D. (2006), *The Internet Book: Everything You Need to Know About Computer Networking and How the Internet Works* (4th Edition), London: Pearson.

11. Cure, O. (2006), "Mapping Databases to ontologies to design and maintain data in a semantic web environment," *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 4 (4), pp.52-57.
12. Fensel, D, (2004), *Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*, Berlin: Springer.
13. Garbacz, E. (2015), "Challenges for Ontological Engineering in the Humanities – A Case Study of Philosophy," In *Metadata and semantics research: 9th Research conference MTSR 2015*, pp.27-38.
14. Giri, K, (2011), "Role of Ontology in semantic web", *Journal of Library & Information Technology*. 31 (2), pp.116-120.
15. Gomez-Perez, A., M. Fernandez-Lopez & O. Corcho (2004), *Ontological engineering*, London: Springer-Verlag.
16. Gruber, T. (1993) "Translation approach to portable ontologies", *Knowledge Acquisition*, 5 (2), pp.199- 220.
17. Guarino, N, D. Oberle & S. Staab (2009), *In Handbook on Ontologies*, Berlin, Heidelberg: Springer, pp.1-17.
18. Harper, D. (2017), "Online Etymology Dictionary", Retrieved from <http://www.etymonline.com/> August 9, 2017.
19. Hjørland, B. (2007), "Semantics and Knowledge Organization", *Annual Review of Information Science and Technology*, 41(1), pp.367-405.
20. Jacob, E (2003), "Ontologies and the Semantic Web", *Bulletin of the Association for Information Science and Technology*, 24(9), pp.19-22.
21. Legg, C. (2007), "Ontologies on the Semantic Web," *Annual Review of Information Science and Technology*, 41(1), pp.407-451.
22. Nakabasami, C. (2002), "An inductive approach to assertional mining of Web ontology revision," *Proceedings of the International Workshop on RuleMarkup Languages for Business Rules on the Semantic Web*, Italy: RuleML.
23. Nandini, D. (2014), *Semantic web and Ontology*, London: Bookboon.
24. Peirce, C. S. (1940), *Philosophy of Peirce: Selected writings* (J. Buchler, Editor.), London: Routledge and Kegan Paul.

25. Sizov, S (2007), "What makes you think that? The semantic web's proof layer," *IEEE Intelligent Systems*, 2 (6), pp.94-99.
26. Smith, B., & C. Welty (2001), "Ontology: Towards a new synthesis," *Proceedings of the International Conference on Formal Ontology in Information Systems*, pp. iii-x.
27. Smith, B. (2003b), "Ontology", In *Blackwell guide to the philosophy of computing and information*, Oxford, UK: Blackwell, pp.155-166.
28. Smith, R. (2004), "Aristotle's logic," *Stanford encyclopedia of philosophy*. Stanford, CA: Stanford University, Retrieved August 26, 2017, from http://plato.stanford.edu/entries/aristotle_logic.
29. Sowa, J. (2001a), "Building, Sharing, and Merging Ontologies," Retrieved from <http://www.jfsowa.com/ontology/ontoshar.htm>, August 10, 2017.
30. Van Inwagen, P., Sullivan, M. (2017), "Metaphysics", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (editors.). Retrieved from <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/metapysics>, August 20, 2017.