



Evaluation and analysis of the most widely used ontology production software in representing concepts¹

Yaghoub Norouzi

Associate Professor, Department of Knowledge and Information Science, University of Qom, Qom, Iran (**Corresponding author**). ynoprouzi@gmail.com

Afsaneh Yalveh

Masters, Department of Knowledge and Information Science, University of Qom, Qom, Iran. afsaneh.yalveh2018@gmail.com

Abstract

Objectives: The current research aims to evaluate and analyze the widely used ontology production software in representing concepts to select the most appropriate software.

Methods: This research was conducted in terms of applied purpose with a quantitative approach. The research method was evaluative and descriptive. The statistical population consists of five ontology production software including Apollo, Onto Studio, Protégé, Swoop, and TopBraid Composer Free Edition. In this research, due to the lack of a suitable evaluation list in the field of the research topic, by studying the resources about ontology software and guides, an appropriate evaluation tool was prepared. The data collection tool was a checklist whose formal validity was confirmed by information science experts. This list is divided into seven sections: important components of ontology software, input format component, language representation component, Software architecture and structure criteria with sub-indicators of components of interactivity, stability, availability, ability to be installed on a variety of platforms, the basic language of the software, and the component of interaction and interaction with the software related ontology and ontology storage format. Descriptive statistical techniques such as weight average and percentage were used to analyze the data.

Results: The results of the research findings showed that Protégé with 177 points out of the total points in terms of components studied in this research in the first place and Onto Studio software with points 126 of the total points is in the next rank. Finally, Top Braid Composer Free Edition software is in third place in terms of the components studied in this research, with 87 points out of the total. In examining the interoperability component of ontology software, two software includes, Protégé 5.2.0 and Onto Studio had interaction with other software with 41.66%, which is one of the strengths of this software. The Apollo and Swoop software do not interact with any of the different software and it can be considered one of their weak points of them.

Conclusions: This study was able to show some of the strengths and weaknesses of ontology software based on the evaluation of the studied components of ontology software. And

1. **Received:** 2021-12-30 ; **Revised:** 2022-02-04 ; **Accepted:** 2022-03-09 ; **Published online:** 2022-09-11
DOI: 10.22091/stim.2023.2372

© The Author(s).

Published by: University of Qom.

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



what is the status of the studied software in terms of its relationship with other software in the field of ontology and how is their interoperability? Also, the research results will help researchers in this field select the most appropriate ontology software to produce and represent concepts.

Keywords: Ontology, Semantic Web, Ontology Construction, Ontology Software, Information Representation.



ارزیابی و تحلیل نرم افزارهای پر کاربرد تولید هستی‌شناسی در بازنمون مفاهیم^۱

یعقوب نوروزی

دانشیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه قم، قم، ایران (نویسنده مسئول). ynorouzi@gmail.com

افسانه یلوه

کارشناسی ارشد، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه قم، قم، ایران. afsaneh.yalveh2018@gmail.com

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر ارزیابی و تحلیل نرم‌افزارهای پرکاربرد تولید هستی‌شناسی در بازنمون مفاهیم در جهت انتخاب مناسب‌ترین این نرم‌افزارها است.

روش: این پژوهش از نظر هدف کاربردی بوده و با رویکرد کمی انجام شد. روش انجام پژوهش از نوع تحقیقات ارزیابانه و با رویکرد توصیفی بود. جامعه آماری مورد مطالعه این پژوهش را منتخبی از نرم‌افزارهای تولید هستی‌شناسی شامل: Apollo، Onto Studio، Protégé، Swoop و TopBraid Composer Free Edition تشکیل می‌دهد. بنابراین، جامعه آماری پژوهش حاضر را پنج نرم‌افزار هستی‌شناسی مذکور تشکیل می‌دهند. در این پژوهش با توجه به نبود سیاهه ارزیابی مناسب در زمینه موضوع تحقیق، از طریق مطالعه منابع لاتین نرم‌افزارهای هستی‌شناسی و راهنماها، نسبت به تهیه ابزار مناسب ارزیابی اقدام شد. ابزار گردآوری داده‌ها، سیاهه و آرسی بود که روایی صوری آن به تأیید صاحب‌نظران علم اطلاعات رسید. این سیاهه در هفت بخش شامل مولفه‌های پراهمیت نرم‌افزارهای هستی‌شناسی، مولفه فرمت ورودی و مولفه زبان بازنمون مفاهیم، معیار معماری و ساختار نرم‌افزار با زیرشاخص‌های مولفه‌های قابلیت تعامل، پایداری، دسترس‌پذیری، قابلیت نصب بر روی انواع پلتفرم، زبان پایه نرم‌افزار، و مولفه تعامل و میان‌کنش‌پذیری با نرم‌افزارهای مرتبط هستی‌شناسی و قالب ذخیره‌سازی هستی‌شناسی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از فنون آماری توصیفی نظیر میانگین وزنی و درصد استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از یافته‌های پژوهش نشان داد که نرم‌افزار Protégé با کسب ۱۷۷ امتیاز از کل امتیازات، به لحاظ مولفه‌های مورد مطالعه در این پژوهش در رتبه اول و نرم‌افزار Onto Studio نیز با کسب امتیاز ۱۲۶ از کل امتیازات در رتبه بعدی قرار دارد.

۱. پژوهش حاضر برگرفته از: پایان نامه کارشناسی ارشد، با عنوان: **سنجش و رتبه‌بندی نرم‌افزارهای پرکاربرد تولید آنتولوژی در بازنمون مفاهیم**، دانشجو:

افسانه یلوه، استاد راهنما: یعقوب نوروزی، ارائه شده در دانشگاه قم، سال ۱۴۰۰ است.

استناد به این مقاله: نوروزی، یعقوب؛ یلوه، افسانه (۱۴۰۱). ارزیابی و تحلیل نرم‌افزارهای پرکاربرد تولید هستی‌شناسی در بازنمون مفاهیم. *علوم و فنون*

مدیریت اطلاعات، ۳۸(۳)، ص ۱۴۷-۱۷۶. DOI: 10.22091/stim.2022.7732.1706

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۰/۱۱/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۸؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰

ناشر: دانشگاه قم

© نویسندگان.

در نهایت نرم افزار Top Braid Composer Free Edition با کسب ۸۷ امتیاز از کل امتیازات به لحاظ مولفه های مورد بررسی در این پژوهش در رتبه سوم قرار دارد. در بررسی مولفه میان کنش پذیری نرم افزارهای هستی شناسی، دو نرم افزار هستی شناسی Protégé 5.2.0 و Onto Studio با ۴۱.۶۶٪ به یک نسبت با نرم افزارهای دیگر هستی شناسی دارای تعامل بودند که از نقاط قوت این دو نرم افزار است. دو نرم افزار Apollo و Swoop تعاملی با هیچ کدام از نرم افزارهای هستی شناسی ندارند و می توان آن را از نقاط ضعف دو نرم افزار دانست.

نتیجه گیری: پژوهش حاضر توانست براساس ارزیابی مولفه های بررسی شده در نرم افزارهای هستی شناسی برخی از نقاط قوت و ضعف مربوط به آنها را نشان دهد، و اینکه نرم افزارهای مورد مطالعه از لحاظ ارتباط با سایر نرم افزارهای حوزه هستی شناسی دارای چه وضعیتی هستند و میان کنش پذیری میان آنها چگونه است. همچنین نتایج پژوهش به پژوهشگران این حوزه در انتخاب مناسب ترین نرم افزار هستی شناسی در تولید و بازنمون مفاهیم کمک خواهد کرد.

کلیدواژه ها: هستی شناسی، وب معنایی، نرم افزارهای هستی شناسی، بازنمون اطلاعات، بازنمون مفاهیم.

۱. مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به رشد استفاده از هستی شناسی ها در نظام های اطلاعاتی، مباحث جدیدی مانند ساخت هستی شناسی، روش شناسی ساخت، ابزارهای ساخت، ساخت خودکار و یادگیری هستی شناسی ها، در میان پژوهشگران مطرح شده است (شمس فرد و عبدالله زاده بارفروش، ۱۳۸۱). از آنجایی که ساخت هستی شناسی های مناسب یکی از چالش های وب معنایی است، از جمله تصمیمات مهم در این فرایند، ساخت و انتخاب ابزار ویرایش هستی شناسی است. این مولفه روی چرخه حیات هستی شناسی، کیفیت و استانداردسازی آن تاثیر بسزایی دارد، و لازم است متناسب با ویژگی های مورد نیاز و حوزه مورد بررسی، مناسب ترین ابزار برای طراحی هر هستی شناسی مورد استفاده قرار گیرد (صنعت جو و فتحیان دستگردی، ۱۳۹۱، ص ۱۲۲). طیف وسیعی از ابزارهای منبع باز و تجاری در دسترس هستند که به توسعه هستی شناسی های مختلف به نام ویرایشگرهای هستی شناسی کمک می کنند. این ابزارها را می توان در چندین مرحله از چرخه عمر هستی شناسی از جمله ایجاد، پیاده سازی و نگهداری هستی شناسی ها به کار برد.

همانطور که در دنیای حقیقی نیاز به زبان مشترک برای انتقال مفاهیم و معانی وجود دارد، در دنیای مجازی نیز نیاز به آن احساس می شود. وب معنایی در پی آن است که این همبانی را به گونه ای به وجود آورد که با انتقال معنای اطلاعات، هم دسترسی به اطلاعات را بگونه ای بهینه امکان پذیر کند و هم امکان پردازش این اطلاعات توسط ماشین به درستی فراهم شود. برنرز لی، هندلر و لاسیلا^۱ (۲۰۰۱) معتقدند که هستی شناسی، عنصر اصلی و پایه ای در وب معنایی است. وب معنایی توسعه وب کنونی است؛ به نحوی که همکاری بیشتر میان انسان ها و رایانه ها تسهیل گردد. این توسعه از طریق تجهیز اطلاعات با اجزای معناشناختی دقیق و مشخص امکان پذیر می شود. وب معنایی از طریق ابزارهایی همچون زبان های هستی شناسی^۲ می تواند موجودیت هایی همچون افراد، اماکن، وقایع، سازمان ها، محصولات، تصاویر و فیلم را تشخیص دهد، و روابط بین آنها را بازنمایی کند و در نتیجه بر بازیابی مؤثر باشد. بنابر تعریف کنسرسیوم جهانی وب، «وب معنایی چارچوب مشترکی فراهم می آورد که اجازه می دهد داده ها به اشتراک گذاشته شده و در

http://stun.gom.ac.ir

1. Berners-Lee, Hendler & Lassila

2. Web ontology language

سراسر مرزهای کاربردی، اقتصادی و اجتماعی دوباره استفاده شوند». چون معنای رسمی را که قابل فهم برای رایانه هستند، با معنای دنیای واقعی که برای انسان قابل فهم هستند، پیوند می‌دهد (دینگ و فو^۱، ۲۰۰۲). نتیجه این خواهد بود که به انسان اجازه دسترسی به اطلاعات مورد نیاز خود را می‌دهد، و بین انسان و ماشین ارتباط موثرتری برقرار می‌کند. در دهه‌های گذشته، هستی‌شناسی‌های زیادی برای وب معنایی پیشنهاد شده است. صنعت جو و فتیحان دستگردی (۱۳۹۱) بیان می‌کنند که هستی‌شناسی‌ها امکان ایجاد فهم مشترک معنایی از اطلاعات، توصیف فرضیه‌ها به صورت واضح و صریح، تمایز دانش حوزه‌ای از دانش کاربردی، ارائه تعریف‌های واضح و روشن از واژه‌ها و استنتاج دانش مربوط به قواعد تعیین شده را فراهم می‌کنند. تمام نرم‌افزارهای هستی‌شناسی مورد بررسی در بخش طراحی و توسعه هستی‌شناسی‌ها گسترده و توسط جوامع وب معنایی قابل قبول هستند. این نرم‌افزارها همچنین حداقل قابلیت لازم را برای پشتیبانی از فرآیند توسعه هستی‌شناسی فراهم می‌کنند. هستی‌شناسی را سورگل^۲ و همکاران (۲۰۰۴) یک ابزار سازماندهی منابع وب و بازیابی دانش با کمک زبان طبیعی تعریف کرده‌اند. در این بین محیط وب نیز دستیابی گسترده به اطلاعات را فراهم کرده است. این محیط اطلاعاتی جدید و تغییر توانایی‌های کاربران و نیازهای اطلاعاتی متفاوت، نیاز به ابزارهای یاری‌دهنده در امر بازیابی و سازماندهی اطلاعات رو به رشد را ضرورت بخشیده که ازجمله این ابزارها هستی‌شناسی‌ها هستند. هاج^۳ (۲۰۰۰) معتقد است ابزارهای معناشناسی از طریق سازماندهی اطلاعات، می‌توانند بازیابی و مدیریت مجموعه را امکان‌پذیر سازند، و به عنوان پلی میان نیازهای اطلاعاتی کاربران و منابع موجود عمل کنند.

ابزارهای معناشناسی، ابزارهایی هستند که اطلاعاتی در مورد مفاهیم و روابط میان آنها در یک یا چند حوزه موضوعی فراهم می‌کنند. یورلند^۴ (۲۰۰۷). ضرورت وجود این نرم‌افزارها زمانی نمود پیدا می‌کند که به نیاز کاربران حوزه‌های مختلف جهت سازماندهی و تسهیل بازیابی جواب مثبت دهد و بتواند با این حجم عظیم اطلاعات که به سرعت در حال افزایش نیز است، کاربران را

1. Ding & Foo
2. Soergel
3. Hodge
4. Hjørland

در بازیابی اطلاعات یاری کند. یکی از این ابزارها که با گذشت زمان و ضرورت نیاز آن در عصر مدرن به عنوان یک ابزار دقیق تر و غنی تر ظهور پیدا کرد، هستی شناسی ها است. هستی شناسی به طور گسترده به عنوان ستون فقراتی برای پشتیبانی از انواع مختلف مدیریت اطلاعات از جمله بازیابی اطلاعات، ذخیره سازی و اشتراک گذاری در محیط وب در نظر گرفته می شود. برای ایجاد و نگهداری هستی شناسی های جامع ابزار نرم افزاری متعددی ارائه شده است که توجه به معیارهای قابل ارزیابی برای انتخاب مناسب ترین ابزار قابل تأمل است. در حال حاضر، هیچ تعریف مشترکی از روش ها و ابزارهای ارزیابی به خوبی تثبیت شده وجود ندارد، اما استفاده از معیارها در ارزیابی هستی شناسی ها می تواند نقاط قوت و ضعف مربوط به مدل های مختلف هستی شناسی را نشان دهد و مناسب ترین هستی شناسی آن است که بتواند اهدافی را که به آن منظور طراحی شده است را برآورده سازد. همچنین به نحو قابل قبولی در رفع نیازهای دانشی کاربران خود مفید و تأثیرگذار باشد. ضمن اینکه امروزه حیطه هایی مثل مهندسی نرم افزار، هوش مصنوعی و امثال آنها برای پاسخ به نیاز خود به ابزاری برای رده بندی مفاهیم وب به هستی شناسی روی آورده اند. سورگل^۱ (۱۹۹۹) بیان می کند که بازیابی بهتر منابع وب را منوط به ایجاد هستی شناسی ها می داند، و هستی شناسی ها را معرف شکل توسعه یافته رده بندی می داند و آن را یک ابزار سازماندهی منابع وب جهت کمک به بازیابی متون به زبان طبیعی تعریف کرده است. هستی شناسی در وب معنایی واژه ها و ارتباط بین آنها در دامنه ای که استفاده می شود را نشان می دهد. در واقع هستی شناسی به بررسی دسته بندی از موضوعات با عناصر موجود در یک حوزه خاص می پردازد، و ارائه کننده فهرستی از موضوعات بر مبنای آن است که به شرح، انواع موضوعات و روابط منطقی میان آنها می پردازد (سوا^۲، ۲۰۰۰).

با توجه به کاربرد هستی شناسی در وب، سورگل و همکاران (۲۰۰۴) هستی شناسی را به عنوان یک ابزار در سازماندهی منابع وب و بازیابی دانش با کمک زبان طبیعی بیان کرده است. هستی شناسی ها، با روابط معنایی دقیق در بهبود سیستم های بازیابی اطلاعات نقش بسزایی دارند (حسینی بهشتی، ۱۳۹۱) و با تغییر انتظارات کاربران، از وب برای ارتقای آن و برآوردن نیازهای کاربران ضروری هستند (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به کاربرد هستی شناسی در حوزه های

1. Soergel

2. Sowa

مختلف، ضروری است تا کاربران توانایی انتخاب بهترین هستی‌شناسی را در جهت رفع نیاز دانشی خود داشته باشند. شریف (۱۳۸۷) معتقد است که هستی‌شناسی نه تنها تسهیل‌کننده اشتراک و استفاده مجدد دانش توسط عاملان هوشمند و رایانه‌ها هستند، میان افراد نیز چنین نقشی را ایفا می‌کنند، به طوری که ارتباطات و امکان استفاده مجدد از دانش را فراهم می‌آورند. بنابراین، سنجش هستی‌شناسی، ضرورتی مهم برای توسعه و رشد وب معنایی و مدیریت دانش است. از نگاهی دیگر آنچه موجب اهمیت رویکردی خاص می‌گردد، قابلیت ارزیابی و مقایسه آن با سایر پدیده‌های مشابه در یک حیطه خاص است. هستی‌شناسی، ساختاری مبتنی بر داده برای مفهومی‌کردن دانش است، اما ممکن است هستی‌شناسی‌های مختلفی برای مفهومی‌کردن حوزه‌های مشابهی از دانش وجود داشته باشند. بنابراین، نیاز است که بتوان هستی‌شناسی‌هایی را که بیش از همه، معیارهای تعیین‌شده را در خود دارند، معین کرد (برانک، گروبلنیک و ملادنیک،^۱ ۲۰۰۵). استفاده از معیارها در ارزیابی هستی‌شناسی می‌تواند ضعف‌ها و نقاط قوت مربوط به انواع مختلف هستی‌شناسی را آشکار کند. جامع‌ترین هستی‌شناسی آن است که توانایی آن را داشته باشد که رسالت و مقاصد را که به آن منظور طراحی شده است را برآورده سازد و نیز باید به بهترین شکل، در رفع نیازهای دانشی کاربران خود، کارآمد و مفید باشد. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر تحلیل و ارزیابی نرم‌افزارهای پرکاربرد تولید هستی‌شناسی در بازنمون مفاهیم بوده و اینکه مناسب‌ترین این نرم‌افزارها کدام است؟

۲. پرسش‌های پژوهش

- (۱) مولفه‌های پراهمیت نرم‌افزارهای هستی‌شناسی مورد مطالعه شامل چه مواردی است؟
- (۲) ورودی‌های قابل پشتیبانی توسط نرم‌افزارهای مورد مطالعه دارای چه فرمتی هستند؟
- (۳) جهت بازنمون مفاهیم در نرم‌افزارهای مورد مطالعه از چه زبانی استفاده شده است؟
- (۴) نرم‌افزارهای مورد مطالعه از چه نوع معماری و ساختاری استفاده می‌کنند؟
- (۵) میان‌کنش‌پذیری نرم‌افزارهای مورد مطالعه با دیگر نرم‌افزارهای هستی‌شناسی به چه میزان است؟
- (۶) قالب ذخیره‌سازی نرم‌افزارهای هستی‌شناسی مورد مطالعه برچه اساسی است؟

۳. پیشینه پژوهش

برای پیشینه های خارجی این پژوهش در پایگاه های اطلاعاتی، معتبر علمی لاتین شامل: Scopus، Science Direct، Google Scholar و پیشینه های داخلی در پایگاه های اطلاعاتی، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، پایگاه مجلات تخصصی نور (نورمگز)، و پرتال جامع علوم انسانی و مرجع دانش (سیویلیکا)، مورد جستجو قرار گرفتند. همچنین از موتور جستجوی گوگل و علم نت نیز استفاده شد.

ترکیب کلیدواژه هستی شناسی با مطالعات ارزیابی، وب معنایی، ابزار ساخت هستی شناسی، ویرایشگرهای هستی شناسی، ارزیابی هستی شناسی، نرم افزارهای هستی شناسی، در پایگاه های داخلی مورد جستجو قرار گرفتند.

در پایگاه های خارجی نیز ترکیب کلیدواژه Ontology، با Semantic Web، Evaluation studies، Ontology construction tools، Ontology Editor، Ontological evaluation، Ontology، software، مورد جستجو قرار گرفتند. لذا، در ادامه نزدیک ترین پژوهش های انجام شده در ایران و خارج از کشور در این زمینه معرفی می شوند.

جدول ۱- منابع و تحقیقات مرتبط در زمینه پژوهش های صورت گرفته

نویسنده و سال انتشار	هدف پژوهش	یافته ها
Maalaoui, Beltaifa, Jilani & Mazo (2021)	ارائه یک هستی شناسی برای مدیریت دانش SO که یک مفهوم سازی مشترک در مورد ابعاد آن ایجاد و یک پایگاه دانش یکپارچه فراهم می کند. این هستی شناسی می تواند چندین فعالیت و اهداف مرتبط با مدیریت دانش داشته باشد، مانند تعریف یک دایره از لغات مشترک برای کارکنان دانشی با توجه به حوزه SO و سازماندهی و ارائه یک پایگاه دانش برای پیکربندی و توصیه خدماتی برای ساخت و انطباق پویا برنامه های کاربردی	نتیجه، غلبه بر فقدان مفهوم سازی چند بعدی و یکپارچه از دانش است. هستی شناسی برای مدیریت دانش که یک پایگاه دانش یکپارچه و قابل اشتراک فراهم می کند. این هستی شناسی می تواند چندین فعالیت SO-DSPL و اهداف مرتبط با KM را ارائه دهد.
Dolzhenkov, Maltzagov, Makarova, Kamarova & Kokhtin (2020)	تحلیلی از تحقیقات در زمینه مختلف توسعه هستی شناسی براساس بررسی تخصصی، دستورالعمل های اصلی استفاده از هستی شناسی در سیستم آموزشی، مشکلات اجرای رویکرد هستی شناسی در سیستم آموزشی و نیز معیارهای انتخاب ابزارهای نرم افزاری برای توسعه هستی شناسی	به معیارهایی برای انتخاب نرم افزار به عنوان معماری و توسعه ابزارها، قابلیت همکاری ابزارهای نرم افزاری، راحتی و سادگی ابزارهای نرم افزاری توجه نمود.

نویسنده و سال انتشار	هدف پژوهش	یافته‌ها
Rastogi, Verma & Kumar (2017)	تجزیه و تحلیل برخی از آخرین ابزارهای هستی‌شناسی که عبارتند از: (Odase, OwlGrEd, SWOOP, TODE, OntoStudio 3.1) و با روش مقایسه آنها با جدیدترین و رایج‌ترین نسخه ابزار Protégé 5.0 براساس ویژگی‌هایی مانند معماری، ذخیره‌سازی، قابلیت همکاری، طراحی کتابخانه و طراحی رابط کاربری گرافیکی ^۱ (GUI)	نتیجه تحلیل برای هر حوزه‌ای مانند دولت الکترونیکی، گردشگری، حمل و نقل، مراقبت‌های بهداشتی و... بررسی شده و درک هرچه بیشتر این ابزارها با توجه به هر حوزه‌ای را با توجه به هر دامنه، تضمین می‌کند.
Karaa, Lmouchib & Ramdane-Cherif (2016)	ارائه یک مدل کیفیت برای ارزیابی کیفیت نرم‌افزار با پیشنهاد رویکردهای مختلف که رویکردها به یک حوزه کاربری خاص محدود است.	بررسی داده‌های استخراج‌شده از یک سیستم توزیع‌شده و ایجاد یک مدل کیفیت نرم‌افزار جامع براساس چندین استاندارد کیفیت نرم‌افزار موجود و پیشنهاد یک الگوریتم به منظور استخراج مدل ارزیابی نرم‌افزاری مشخص‌شده از مدل‌های کیفیت نرم‌افزار عمومی و ارائه یک رویکرد ارزیابی جهانی جدید از مدل ارزیابی نرم‌افزار با استفاده از معیارهای اندازه‌گیری و منطق فازی.
Slimani (2015)	مقایسه برخی از ابزارهای توسعه هستی‌شناسی، ساختار و ویژگی‌های اساسی ابزارها، الگوها و زبان‌ها با توجه ویژه به قابلیت همکاری بین آن‌ها و معرفی چندین ابزار و زبان برای اطمینان بیشتر از استفاده از کاربرد آن‌ها با معیار اصلی علاقه کاربر و کاربرد آن‌ها.	یافته‌ها نشان داد، حل مشکلات ابزارها و زبان‌های فعلی، به تضمین توسعه آسان نسل جدید ابزارها و زبان‌های هستی‌شناسی‌ها کمک می‌کند.
Austria (2013)	مقایسه و توصیف چند نرم‌افزار هستی‌شناسی و بررسی ویژگی‌های اساسی این نرم‌افزارها و نحوه استفاده از آنها با معیار اصلی راحتی کاربر و امکان استفاده در انواع مختلف کاربردها.	یافته‌های پژوهش، هر ویرایشگر را متناسب با کاربرد آن برای کاربران خاص آن توصیف می‌کند.
Meenachi & Baba (2012)	تجزیه و تحلیل چهار نرم‌افزار Protégé، OntoStudio، Swoop و TopBraid، و خلاصه‌ای از روش ساخت هستی‌شناسی و ذکر ابزارهای موجود برای توسعه هستی‌شناسی.	یافته‌ها نشان داد نرم‌افزار Protégé به دلیل انعطاف‌پذیری و راحتی استفاده، انتخاب مناسبی برای توسعه هستی‌شناسی در حوزه انرژی هسته‌ای است.

نویسنده و سال انتشار	هدف پژوهش	یافته‌ها
Kapoor & Sharma (2010)	با روش مقایسه‌ای به بررسی تعدادی از ابزارهای قابل دسترس برای ساخت هستی‌شناسی به تجزیه و تحلیل معیارهایی از جمله قابلیت همکاری، منبع باز بودن، سهولت در به روزرسانی و نگهداری و غیره)	یافته‌ها نشان داد تشخیص مشترکات و تفاوت‌های بین هستی‌شناسی‌های مورد بررسی، هم در همان دامنه (منطقه کاربرد) و هم در حوزه‌های مختلف است.
Buraga, Kojukaro & Nicefur (2006)	بررسی ابزارهای هستی‌شناسی وب، با توجه به فناوری‌های وب معنایی از نظر خصوصیات‌های مختلفی مانند: انعطاف‌پذیری میزان بیان، انطباق با استانداردهای وب، پشتیبانی از استدلال، و قابلیت‌های همکاری.	ابزارهای مورد بررسی، ویژگی‌ها و ادراکات متفاوتی در مورد مدل‌سازی هستی‌شناسی داشتند که برخی از آن ویژگی‌ها توسعه هستی‌شناسی، ساده و برخی پیچیده نرم‌افزاری بودند که بدون توجه به تمرکز محتوا قادر به ایجاد هستی‌شناسی با هدف کلی بود.
Murshid & Singh (2005)	بررسی مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی و رتبه‌بندی سه ویرایشگر هستی‌شناسی (Protégé، Metis، OntoEdit، Free) براساس معیارهایی مانند قابلیت استفاده دوباره، قابلیت ذخیره داده‌ها، اعتبار و پایایی، دسترس‌پذیری، امکان نمایش گرافیکی و غیره.	یافته‌ها نشان داد Protégé می‌تواند برای طراحی هستی‌شناسی‌های کوچک استفاده شود و OntoEdit با تمام کارکردهای خود می‌تواند برای ایجاد هستی‌شناسی‌های متوسط تا بزرگ به کار رود. Metis برای مدل‌سازی معماری سازمانی مناسب است.
Lozano-Telo-Gomez (2004)	اندازه‌گیری یکی از روش‌های انتخاب هستی‌شناسی به نام ONTOMETRIC به منظور کمک به مهندسين دانش با هدف انتخاب مناسب‌ترین هستی‌شناسی با توجه به الزامات سیستم‌ها و تناسب هستی‌شناسی موجود در یک طرح ویژه.	نتایج نشان داد، می‌توان با ارزیابی دو هستی‌شناسی Cisholm's و BBW-ontology مناسب‌ترین هستی‌شناسی جهت تحلیل نظام‌های تجاری برگزیده شود.
Stojanovich & Motik (2002)	ارزیابی معیارهای ویرایشگرهای هستی‌شناسی Protege، OilEd، OntoEdit که چندین روش برای غنی‌سازی فهرستی از تغییرات ممکن به منظور فعال کردن کاربر در راه‌اندازی یکی از استراتژی‌های تکوینی هستی‌شناسی برای حل تغییرات و به دست آوردن نیازمندی‌های یک ویرایشگر هستی‌شناسی، در طراحی فرآیند تکامل هستی‌شناسی	نتایج نشان داد که ویرایشگر هستی‌شناسی که این الزامات در پژوهش ذکر شده را برآورده کند، امکان حفظ یک هستی‌شناسی را به راحتی و با توجه به ترجیحات کاربر فراهم کند.

نویسنده و سال انتشار	هدف پژوهش	یافته‌ها
رحمانی و حسینی بهشتی (۱۳۹۹)	طراحی سیستم یادگیری الکترونیک مبتنی بر هستی‌شناسی	با توجه به بررسی منابع در حوزه آموزش الکترونیک سه مؤلفه اصلی برای آموزش الکترونیک شناسایی شد که شامل منابع انسانی، محتوای آموزشی و زیرساخت‌های فناوری بود و هستی‌شناسی هر یک از بخش‌ها طراحی شد. در انتها با ادغام این مؤلفه‌ها، هستی‌شناسی اولیه و پیشنهادی برای حوزه آموزش الکترونیک ارائه گردید.
کریمی، بابایی و حسینی بهشتی (۱۳۹۸)	شناسایی چگونگی بهره‌گیری از ویژگی‌های معنایی ابزارهایی مانند هستی‌شناسی و اصطلاحنامه در روند بازیابی اطلاعات برای نظام‌های مطرح دنیا که مدعی بازیابی اطلاعات با استفاده از این ابزارها هستند.	در بین نظام‌های بازیابی اطلاعات مورد بررسی، پایگاه اطلاعاتی "اریک" بهتر از سایر نظام‌ها در زمینه معیارهای معنایی بوده است.
مازنی و وفادار (۱۳۹۸)	ارزیابی قابلیت استفاده نرم‌افزار، براساس دو روش نظرسنجی از طریق پرسشنامه و ارزیابی براساس عملکرد کاربران در یک آزمایش تجربی و مقایسه نتایج آن.	یافته‌ها نشان داد، بین ارزیابی حاصل از پرسشنامه با عملکرد کاربران در مورد سنجش همبستگی بین این دو، رابطه‌ای وجود ندارد.
هاشمی و برومندزاده (۱۳۹۲)	بررسی چند نمونه از برنامه هستی‌شناسی در سراسر چرخه حیات مهندسی نرم‌افزار با هدف کاربرد هستی‌شناسی در مهندسی نرم‌افزار به منظور مزایای استفاده از هستی‌شناسی و چارچوبی برای طبقه‌بندی استفاده از هستی‌شناسی در مهندسی نرم‌افزار	فازهای تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی گسترش و زمان اجرا و نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. تا در مورد رسیدگی به مشکلات رویکرد توصیفی و مزایای هستی‌شناسی توضیح دهد.
صنعت‌جو و فتحیان دستگودی (۱۳۹۱)	ساخت نمونه اولیه‌ای از هستی‌شناسی در قلمرو نمایه‌سازی با عنوان ASFAOnt در نرم‌افزار Protégé 3.4.4	هدف، ارائه مدلی از هستی‌شناسی در قلمرو کتابداری و اطلاع‌رسانی و گسترش این ابزار به عنوان ابزار معنایی در بازنمون دانش بود.
فتحیان دستگودی (۱۳۹۰)	در پژوهشی پیرامون ارزیابی هستی‌شناسی‌ها، به بررسی معیارها و رویکردها و سطوح مختلف ارزیابی هستی‌شناسی‌ها پرداختند.	مراحل مختلف ارزیابی هستی‌شناسی بررسی شد و در ادامه به توصیف مهم‌ترین رویکردها شامل استاندارد طلایی، وظیفه محور، استخراج داده، معیار محور و در انتها سطوح مختلف ارزیابی هستی‌شناسی‌ها و ساختار آن پرداخته شد.

هرکدام از آنها نرم افزارهای هستی شناسی را براساس معیارها و نرم افزارهای متفاوتی ارزیابی کرده اند. با توجه به اینکه رشته های مختلفی با نرم افزارهای هستی شناسی در تعامل هستند که هر کدام از دیدگاه متفاوت و با توجه به حوزه خاص موضوعی با این ویرایشگرها در ارتباط می باشند، لذا، انتخاب مناسب ترین ویرایشگر، موانعی را برای طراحان هستی شناسی ها ایجاد کرده است.

۴. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی بوده و با رویکرد کمی، به روش توصیفی و ارزیابانه انجام شده است. در این پژوهش برای گردآوری داده ها، از روش کتابخانه ای و بررسی متون استفاده شد. با توجه به نبود سیاهه ارزیابی مناسب در زمینه موضوع تحقیق، برای گردآوری اطلاعات، از طریق مشاهده مستقیم، و مراجعه به صفحات وب، کنسرسیوم وب جهانی، راهنماها و منابع لاتین نرم افزارهای هستی شناسی مورد مطالعه، و در نهایت خود نرم افزارها، اقدام به ارزیابی شد. این امر از طریق انجام مطالعه مقدماتی با هدف تهیه سیاهه واریسی مناسب برای ارزیابی نرم افزارهای هستی شناسی محقق شد. سیاهه واریسی پس از تهیه، برای سنجش روایی صوری، برای پنج نفر از استادان و صاحب نظران و متخصصان علم اطلاعات و دانش شناسی ارسال شد و پیشنهادهای آنها دریافت و در ویرایش نهایی آن اعمال شد.

در ارزیابی نرم افزارهای مورد پژوهش با توجه به اهمیتی که هر کدام از مولفه های ارزیابی دارند، برای معیار با اهمیت زیاد و ضروری ضریب ۴، برای مولفه با اهمیت زیاد ضریب ۳، برای مولفه با اهمیت نسبی ضریب ۲ و برای مولفه با اهمیت کم، ضریب ۱ در نظر گرفته شد. به این ترتیب، معیارهایی که در سیاهه گردآوری شده اند، با ۴ درجه اهمیت رتبه بندی شدند. برای پاسخ گویی به پرسش های پژوهش در بخش آمار توصیفی با استفاده از شاخص های آماری نظیر میانگین وزنی، و درصد، تحلیل داده ها با استفاده از رسم جداول توزیع آماری و نمودارهای آماری انجام شده است.

به دلیل گستردگی ویرایشگرهای هستی شناسی و منسوخ شدن اغلب آنها، از روش گزینشی با توجه به نمونه های موفق این نرم افزارها در زمینه تولید هستی شناسی نزد کاربران و متخصصان این حوزه ها استفاده شد. جامعه آماری مورد مطالعه این پژوهش را منتخبی از نرم افزارهای تولید هستی شناسی شامل پنج نرم افزار: Apollo، Onto Studio، Protégé 5.2.0، Swoop و TopBraid Composer Free Edition تشکیل می دهند.

۵. یافته‌های پژوهش

در این بخش قبل از بیان یافته‌های پژوهش، ابتدا جهت آشنایی با نرم‌افزارهای مورد مطالعه، معرفی کوتاهی از آنها ارائه می‌شود.

جدول ۲- اطلاعات مربوط به نرم‌افزارهای هستی‌شناسی

نرم‌افزار	بنیانگذار	پایه و اساس شکل‌گیری
Apollo	دانشگاه آزاد N.d	ویرایشگری مبتنی بر وب و متن باز بوده و در حال توسعه حاشیه‌نویسی ژنوم با رابط گرافیکی آسان است.
Onto Studio	موسسه رسانه‌های دانش دانشگاه آزاد انگلستان	محیط توسعه حرفه‌ای برای راه حل‌های مبتنی بر هستی‌شناسی که ابزارهای مدل‌سازی برای هستی‌شناسی‌ها و قوانین را با اجزایی برای ادغام منابع داده ناهمگن ترکیب می‌کند.
Protégé 5.2.0	دانشگاه استنفورد آمریکا	هدف، ساده‌سازی فرایند اکتساب دانش برای سیستم‌های خبره است.
Swoop	دانشگاه MND مریلند	ویرایشگر متن باز که در جاوا با اعتبارسنجی OWL طراحی شده است.
Top Braid	محصول شرکت (TBC) TOPQUadrant	محیط توسعه گرافیکی برای مدل‌سازی داده، و طراحی پرس‌وجوها و قوانین پردازش داده‌های معنایی

با توجه به اطلاعات جدول (۲)، نرم‌افزار آپولو^۱ که توسط موسسه رسانه‌های دانش دانشگاه آزاد بریتانیا توسعه داده شده است، یک برنامه کاربردی برای مدل‌سازی دانش بوده که به کاربر اجازه می‌دهد، هستی‌شناسی را با مواردی مانند کلاس‌ها، نمونه‌ها، توابع، روابط و غیره، مدل‌سازی کند. آنت استودیو^۲ با استفاده از ابزار گرافیکی، توسعه و نگهداری هستی‌شناسی را پشتیبانی می‌کند. این ابزار به کاربر اجازه می‌دهد سلسله مراتب مفاهیم یا کلاس‌ها را ویرایش کند. آنت استودیو توسعه هستی‌شناسی جمعی با استفاده از تجزیه و تحلیل هستی‌شناسی بین زبان‌های مختلف با کمک برنامه کاربردی وب سرویس را میسر می‌سازد. همچنین دارای سیستم مکانیسم استنباطی منطقی جهت ارائه قواعد قابل فهم در هستی‌شناسی است.

پورتزه^۳ که در سال ۱۹۸۷ توسط دانشگاه استنفورد^۴ آمریکا ارائه شد، ابزاری رایگان برای

1. Apollo: <http://apollo.berkeleybop.org>
2. Onto Studio
3. Protégé: <https://protege.stanford.edu/>
4. Stanford University

ویرایش هستی شناسی است. ابزاری که به کاربر امکان می دهد هستی شناسی را ایجاد و بر روی آن کلاس، ویژگی های داده و ویژگی های شیء، نمونه ها و غیره را اضافه نماید، و استنتاج کند. سوپ^۱ یک محیط چندگانه هستی شناسی را فراهم می کند که توسط آن می توان نهادها و روابط درون هستی شناسی های مختلف را مقایسه، ویرایش و ادغام کرد. هستی شناسی های مختلف را می توان در مقایسه با تعاریف مبتنی بر منطق توصیف آنها، ویژگی های مرتبط و نمونه ها مقایسه کرد.

تاپ برید کامپرسر فری ادیشن^۲ مدل سازی هستی شناسی ها و داده ها، پیوند منابع داده، طراحی پرسش ها، قوانین و زنجیره های پردازش داده های معنایی توسعه برنامه های کاربردی وب معنایی را ارائه می کند.

در ادامه به پرسش های پژوهش پاسخ داده می شود:

پرسش اول: مولفه های پراهمیت نرم افزارهای هستی شناسی مورد پژوهش شامل چه مواردی است؟
به منظور پاسخ به پرسش اول پژوهش در قالب جدول (۳)، مولفه های پراهمیت نرم افزارهای هستی شناسی مورد پژوهش ارائه شده است.

جدول ۳- بررسی مولفه های پراهمیت نرم افزارهای هستی شناسی مورد پژوهش

نام نرم افزار					درجه اهمیت	مولفه های عمومی نرم افزارهای هستی شناسی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
				✓	۳	برنامه مدل سازی دانش کاربرپسند
				✓	۳	ذخیره همزمان و ضبط خودکار در پایگاه داده، در صورت اختلال در شبکه
				✓	۳	قابلیت ذخیره سازی هستی شناسی (فقط فایل های XML) فرمت های ورودی خروجی
				✓	۳	مدل سازی سیستم کلاس طبق پروتکل اتصال پایگاه دانش آزاد (OKBC) ^۳ به صورت سلسله مراتبی

http://stim.gom.ac.ir

1. Swoop: <http://code.google.com/p/swoop>

2. Top Braid Composer Free Edition: <https://www.topquadrant.com/products/topbraid-composer/>

3. Open Knowledge Base Connectivity

نام نرم افزار					درجه اهمیت	مولفه های عمومی نرم افزارهای هستی شناسی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
			✓		۳	پشتیبانی از محیط مهندسی هستی شناسی با توسعه و نگهداری هستی شناسی، با استفاده از ابزارهای گرافیکی
			✓		۳	قابلیت یکپارچه سازی منابع اطلاعاتی ناهمگن در ترسیم هستی شناسی
✓		✓	✓		۲	امکان ساخت مشترک هستی شناسی
			✓		۳	توسعه هستی شناسی جمعی با استفاده از تجزیه و تحلیل هستی شناسی بین زبان های مختلف
			✓		۴	مناسب بودن برای مدل سازی هستی شناسی های بزرگ به دلیل مقیاس پذیری
			✓		۲	دارا بودن ساختار باز برای اضافه کردن افزونه ^۱
		✓	✓		۳	مشاهده گرافیکی، هرس ^۲ و زوم ^۳ در نرم افزار
		✓	✓		۳	هدف دار بودن چیدمان رابط و تجسم در هستی شناسی
			✓		۲	امکان ویرایش سلسله مراتبی مفاهیم و کلاس ها به کاربر
			✓		۲	توانایی دستیابی به هستی شناسی به روش شیء گرا
			✓		۲	داشتن یک مکانیسم استنباطی منطقی جهت ارائه قواعد قابل فهم
		✓			۳	امکان پیمایش تعاملی روابط هستی شناسی با ابزار تجسم
✓		✓	✓	✓	۲	دارا بودن کتابخانه هستی شناسی
		✓			۴	پشتیبانی در ایجاد و ویرایش بیش از یک هستی شناسی با استفاده از رابط کاربری کاملاً کاربر محور

<http://stun.gom.ac.ir>

1. Plug-in
2. Pruning
3. Zooming

نام نرم افزار					درجه اهمیت	مؤلفه‌های عمومی نرم افزارهای هستی‌شناسی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
		✓			۴	امکان یافت ناسازگاری با استفاده از یک پشتیبانی توضیح پیشرفته
		✓			۴	اجرای مجموعه غنی فعالیت‌ها جهت پشتیبانی از ایجاد، تجسم و دستکاری هستی‌شناسی در قالب‌های مختلف
		✓			۳	امکان سفارشی کردن افزونه‌ها توسط کاربران، برای فراهم کردن پشتیبانی دامنه، جهت ایجاد مدل‌های دانش و وارد کردن داده‌ها
		✓			۴	مقیاس‌پذیری و توسعه‌پذیری نرم افزار
		✓			۴	امکان ساخت و پردازش هستی‌شناسی‌های بزرگ به شیوه کارآمد
		✓			۳	امکان توسعه نرم افزار به صورت سفارشی، متناسب با نیاز کاربران
		✓			۴	دارا بودن افزونه tab با قابلیت‌هایی برای تجسم پیشرفته، ادغام هستی‌شناسی، مدیریت نسخه، استنتاج
		✓			۴	قابلیت ساخت تعریف مفاهیم پیچیده بر اساس تعاریف ساده
	✓				۲	دارا بودن ویژگی امکان ترمیم هستی‌شناسی و محاسبه مجدد رتبه و تقسیم هستی‌شناسی
	✓				۳	دارا بودن پرس‌وجو، موتور استنتاج Pellet, Pellet کنترل نسخه و همچنین تقسیم‌بندی هستی‌شناسی به طور خودکار
	✓				۳	دارا بودن ویژگی‌های ساده و مقیاس‌پذیر
	✓				۳	امکان جستجوی مفاهیم در چندین هستی‌شناسی
	✓				۲	عمل کردن به عنوان یک مرورگر و ویرایشگر هستی‌شناسی وب
		✓			۴	افزوده شدن موتورهای استنتاج نظیر Pellet و Hermit جهت امکان بررسی سازگاری و پایداری هستی‌شناسی در نرم افزار

نام نرم افزار					درجه اهمیت	مولفه های عمومی نرم افزارهای هستی شناسی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
	✓				۳	استفاده نرم افزار از الگوریتم جستجوی هستی شناسی جهت ترکیب کلمات کلیدی برای یافتن مفاهیم مرتبط در هستی شناسی بر روی تمامی هستی شناسی های ذخیره شده
✓					۲	پشتیبانی از استدلال های مختلف و سازوکارهای بررسی سازگاری
✓					۳	پشتیبانی جهت چک کردن و اشکال زدایی و یکپارچه سازی توسط موتور OWL، موتور جستجوی SPARQL و موتور قوانین
✓						پشتیبانی از منطق توصیفی OWL از طریق طیف وسیعی از موتورهای استنتاج داخلی OWL DL مانند Pellet و Jena، OWLIM
۱۳	۱۶	۵۱	۳۱	۱۴	۱۰۹	جمع امتیازات کسب شده
%۱۱،۹۲	%۱۴،۶۷	%۴۶،۷۸	%۲۸،۴۴	%۱۲،۸۴	۱۰۰	درصد امتیازات کسب شده

جدول (۳) نشان می دهد، نرم افزار Protégé 5.2.0 بیشترین مولفه های پراهمیت نرم افزارها را نسبت به سایر نرم افزارهای هستی شناسی دارد. به عبارت دیگر، نرم افزار Protégé 5.2.0 با ۴۶/۷۸٪ بیش از سایر نرم افزارهای هستی شناسی، مولفه های پر اهمیت مدنظر را پوشش می دهد. نرم افزار Onto Studio با ۲۸/۴۴٪ مولفه های پر اهمیت را پوشش می دهد. نرم افزار Swoop با ۱۴/۶۷٪ و Top Braid با ۱۱/۹۲٪ کم ترین پوشش مولفه های پر اهمیت را دارند.

پرسش دوم: ورودی های قابل پشتیبانی توسط نرم افزارهای مورد مطالعه دارای چه فرمتی هستند؟

دومین پرسش در این مرحله، زبان ورودی نرم افزارهای هستی شناسی است. این مولفه ها در ذیل ویژگی فرمت های ورودی جای دارند. برای پاسخ گویی به پرسش دوم، ابتدا به طور جداگانه به بررسی هر یک از مولفه ها در نرم افزارهای هستی شناسی در جدول (۴) پرداخته می شود.

جدول ۴- بررسی فرمت های ورودی
نرم افزارهای هستی شناسی مورد پژوهش

نام نرم افزار					درجه اهمیت	مولفه ها فرمت های ورودی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
		✓			۳	پشتیبانی از فرمت ورودی RDF
✓					۲	RDFa پشتیبانی از فرمت ورودی
				✓	۳	پشتیبانی از فرمت ورودی Metalanguage
	✓				۲	پشتیبانی از فرمت ورودی RDF and text
✓	✓	✓			۴	پشتیبانی از فرمت ورودی OWL
			✓		۲	پشتیبانی از فرمت ورودی Excel tables
		✓			۳	پشتیبانی از فرمت ورودی UML
			✓		۳	پشتیبانی از فرمت ورودی UML 2.0
			✓		۳	پشتیبانی از فرمت ورودی Outlook E Mails
			✓		۳	پشتیبانی از فرمت ورودی Database schemas (DB2, MSSQL, Oracle, MySQL)
		✓			۳	پشتیبانی از فرمت ورودی Clips
			✓		۲	پشتیبانی از فرمت ورودی file system
	✓	✓			۲	پشتیبانی از فرمت ورودی XML
✓		✓			۳	پشتیبانی از فرمت ورودی RDFS
		✓			۴	پشتیبانی از فرمت ورودی DAML+OIL
۹	۸	۲۲	۱۳	۳	۴۲	جمع امتیازات کسب شده
٪۲۱,۴۲	٪۱۹,۰۴	٪۵۲,۳۸	٪۳۰,۹۵	٪۷,۱۴	۱۰۰	درصد امتیازات کسب شده

<http://stlm.gom.ac.ir>

جدول (۴) نشان می دهد، نرم افزار هستی شناسی Protégé 5.2.0 با ۵۲/۳۸٪ نسبت به سایر نرم افزارهای هستی شناسی، فرمت های ورودی بیشتری را پوشش می دهد. نرم افزار Onto Studio ۳۰/۹۵٪ فرمت ورودی را پوشش می دهد. نرم افزار Top Braid ۲۱/۴۲٪ فرمت ورودی را پشتیبانی می کند، و نرم افزار Apollo با ۷/۱۴٪ پایین ترین پشتیبانی از فرمت های ورودی را دارد.

پرسش سوم: جهت بازنمون مفاهیم در نرم افزارهای مورد مطالعه از چه زبانی استفاده شده

است؟

جدول ۵- زبان بازنمون مفاهیم هستی‌شناسی در نرم‌افزارهای هستی‌شناسی مورد پژوهش

نام نرم‌افزار					درجه اهمیت	مولفه فرمت‌های خروجی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
			✓		۳	پشتیبانی از فرمت خروجی UML 2.0
✓	✓	✓			۳	پشتیبانی از فرمت خروجی RDF(S)
				✓	۲	پشتیبانی از فرمت خروجی OCML and CLOS
		✓			۲	پشتیبانی از فرمت خروجی XML
		✓			۳	پشتیبانی از فرمت خروجی Clips
			✓		۲	پشتیبانی از فرمت خروجی Outlook E Mails
		✓			۳	پشتیبانی از فرمت خروجی UML
	✓				۳	پشتیبانی از فرمت خروجی OIL and DAMLOWL
✓		✓			۴	پشتیبانی از فرمت خروجی OWL
	✓				۳	پشتیبانی از فرمت خروجی formats RDF and text
			✓		۲	پشتیبانی از فرمت خروجی file system
			✓		۲	پشتیبانی از فرمت خروجی Excel tables
✓					۳	پشتیبانی از فرمت خروجی Merge /Convert RDF Graphs
	✓	✓			۴	پشتیبانی از فرمت خروجی DAML+OIL
			✓		۴	پشتیبانی از فرمت خروجی Database schemas (DB2, MSSQL, Oracle, MySQL)
	✓	✓			۳	پشتیبانی از فرمت خروجی RDF
۱۰	۱۶	۲۲	۱۳	۲	۴۶	جمع امتیازات کسب شده
%۲۱,۷۳	%۳۴,۷۸	%۴۷,۸۲	%۲۸,۲۶	%۴,۳۴	۱۰۰	درصد امتیازات کسب شده

http://stim.gom.ac.ir

همان‌گونه که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، زبان بازنمون مفاهیم هستی‌شناسی در نرم‌افزارهای هستی‌شناسی، با Protégé 5.2.0 با ۴۷/۸۲٪ بیشترین فرمت خروجی را پوشش می‌دهد. نرم‌افزار Swoop ۳۴/۷۸٪ فرمت خروجی را پوشش می‌دهد. نرم‌افزار Onto Studio ۲۸/۲۶٪ فرمت خروجی را پشتیبانی می‌کند، و نرم‌افزار Apollo با ۴/۳۴٪ پایین‌ترین پوشش پشتیبانی از فرمت‌های خروجی را دارد.

پرسش چهارم: نرم‌افزارهای مورد مطالعه از چه نوع معماری و ساختاری استفاده می‌کنند؟
 برای پاسخ به پرسش چهارم پژوهش، در قالب جدول (۶)، نرم‌افزارهای هستی‌شناسی از نظر

معیارهای قابلیت تعامل، پایداری، دسترس پذیری، قابلیت نصب بر روی انواع پلتفرم و زبان پیاده سازی که شامل ۳۶ مولفه، قابل ارزیابی از مولفه های معماری نرم افزار هستی شناسی است، بررسی شده اند.

جدول ۶- بررسی معماری و ساختار نرم افزارهای هستی شناسی مورد پژوهش

معیارها	مؤلفه ها	درجه اهمیت	نام نرم افزار				
			Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo
قابلیت تعامل	ارتباط با سایر نرم افزارهای مرتبط	۳	✓		✓	✓	
	پشتیبانی از نسخه های مختلف نرم افزار	۴	✓	✓	✓	✓	✓
پایداری	کارکرد صحیح نرم افزار بعد از روزآمدسازی	۴	✓	✓	✓	✓	✓
	معماری مبتنی بر وب	۳		✓	✓		
	معماری مستقل ^۱	۳	✓			✓	✓
	معماری مبتنی بر مشتری / سرور ^۲	۳		✓	✓	✓	
	محیط توسعه مجتمع با ^۳ قابلیت اضافه کردن افزونه	۳	✓			✓	
	قابلیت نصب آسان	۲	✓	✓	✓	✓	✓
دسترس پذیری ^۴	قابلیت حذف	۲	✓	✓	✓	✓	✓
	قابلیت ویرایش	۲	✓	✓	✓	✓	✓
	امکان نصب رایگان	۳			✓		
	قابل دسترس از طریق مجوز استفاده از نرم افزار با صرف هزینه	۲	✓			✓	
	متن باز بودن	۲		✓	✓		✓
	قابلیت رویت امکانات اصلی برنامه برای کاربر	۳	✓	✓	✓	✓	✓
	گروه بندی درست منوهای برنامه	۳	✓	✓	✓	✓	✓
	همه پندگی رابط کاربر و وجود یک قالب ثابت در تمام نرم افزار	۳	✓	✓	✓	✓	✓

<http://stun.gom.ac.ir>

1. Standalone
2. Client/server
3. Eclipse plug-in
4. Availability

نام نرم افزار					درجه اهمیت	مولفه ها	معیارها
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		معماری نرم افزار	
		✓			۳	(32 and 64 bit) Windows	قابلیت نصب بر روی انواع پلتفرم
✓	✓			✓	۲	Windows	
			✓		۲	Windows XP	
		✓			۴	Linux (32 and 64bit)	
			✓		۳	Vista	
		✓		✓	۳	Mac OSX	
		✓			۳	Sun	
✓		✓		✓	۳	Solaris	
		✓			۳	HPUX	
		✓			۳	IBM	
			✓		۲	Windows 7	
			✓		۲	WindowsServer2003	
			✓		۲	SUSE Linux 10.x	
	✓			✓	۳	Linux	
✓					۳	Macintosh (32 and 64 bit)	
				✓	۲	generic Unix	زبان پایه ^۱ نرم افزار
		✓			۴	OKBC+ CLOS based meta model	
			✓		۳	F-Logic	
	✓				۳	OWL	
✓					۳	RDFS/OWL	
۴۵	۳۹	۶۳	۵۱	۴۱	۱۰۱	جمع امتیازات کسب شده	
%۴۴,۵۵	%۳۸,۶۱	%۶۲,۳۷	%۵۰,۴۹	%۴۰,۵۹	۱۰۰	درصد امتیازات کسب شده	

http://stim.gom.ac.ir

در بررسی مولفه معماری و ساختار نرم افزارهای هستی شناسی، Protégé 5.2.0، بیش از سایر نرم افزارهای هستی شناسی این مولفه را مورد پوشش قرار داده است. به عبارت دیگر، نرم افزار Protégé 5.2.0 با ۶۲/۳۷٪ بیشترین پوشش مولفه معماری و ساختار را دارد. نرم افزار Onto Studio ۵۰/۴۹٪ مولفه معماری و ساختار نرم افزارهای هستی شناسی را پشتیبانی می کند. نرم افزار Swoop با ۳۸/۶۱٪ پایین ترین پوشش پشتیبانی مولفه معماری و ساختار نرم افزارهای هستی شناسی را دارد.

پرسش پنجم: میان کنش پذیری نرم افزارهای مورد مطالعه با دیگر نرم افزارهای هستی شناسی به چه میزان است؟

پرسش پنجم پژوهش تعامل و ارتباط نرم افزارهای هستی شناسی مورد مطالعه با دیگر نرم افزارهای هستی شناسی را نشان می دهد.

جدول ۷- میان کنش پذیری نرم افزارهای هستی شناسی با دیگر نرم افزارهای مرتبط مورد پژوهش

نام نرم افزار					درجه اهمیت	قابلیت تعامل نرم افزار با دیگر نرم افزارهای مرتبط
Top Braid	Swoop	Protégé	Onto Studio	Apollo		
		✓			۳	PROMPT
			✓		۳	Annotate Onto
✓					۳	Sesame
✓		✓			۳	Jena
			✓		۳	Miner
			✓		۳	Semantic
		✓			۳	Fact
			✓		۳	Mat Onto
		✓			۳	JESS
			✓		۳	Broker Onto
✓					۳	Allegro Graph
		✓			۳	OKBC
۹	۰	۱۵	۱۵	۰	۳۶	جمع امتیازات کسب شده
%۲۵	۰	%۴۱,۶۶	%۴۱,۶۶	۰	۱۰۰	درصد امتیازات کسب شده

http://stlm.gom.ac.ir

جدول (۷) نشان می دهد دو نرم افزار هستی شناسی، 5.2.0 Protégé و Onto Studio با %۴۱/۶۶ به یک نسبت با نرم افزارهای دیگر هستی شناسی دارای تعامل هستند. دو نرم افزار Apollo و Swoop تعاملی با هیچ کدام از نرم افزارهای هستی شناسی ندارد. نرم افزار Top Braid با %۲۵ دارای تعامل نسبی کمتری است.

پرسش ششم: قالب ذخیره سازی هستی شناسی بر چه اساسی است؟

برای پاسخ به این پرسش، قالب ذخیره سازی نرم افزارهای هستی شناسی مورد بررسی قرار گرفت، که نتیجه آن در جدول (۸) آمده است.

جدول ۸- قالب ذخیره سازی نرم افزارهای هستی شناسی مورد پژوهش

نام نرم افزار					درجه اهمیت	قالب ذخیره سازی هستی شناسی
Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo		
✓				✓	۲	Files
	✓				۲	HTML models
			✓		۳	Files, DBMS
		✓			۴	Files & DBMs (JDBC)
۲	۲	۴	۳	۲	۱۱	جمع امتیازات کسب شده
%۱۸,۱۸	%۱۸,۱۸	%۳۶,۳۶	%۲۷,۲۷	%۱۸,۱۸	۱۰۰	درصد امتیازات کسب شده

نرم افزار هستی شناسی Protégé 5.2.0 بیشترین قالب ذخیره هستی شناسی نسبت به سایر نرم افزارهای هستی شناسی را مورد توجه قرار داده است. به عبارت دیگر، Protégé 5.2.0 با %۳۶/۳۶ بیشترین قالب ذخیره هستی شناسی را در بر دارد. نرم افزار Onto Studio %۲۷/۲۷ قالب ذخیره هستی شناسی را پوشش می دهد. سه نرم افزار Apollo و Swoop و Top Braid با %۱۸/۱۸ از قالب ذخیره هستی شناسی پشتیبانی می کنند.

در این پژوهش، براساس پرسش های پژوهش، به ارزیابی پنج نرم افزار هستی شناسی پرداخته شد، و نتایج به دست آمده با توجه به سوال های تحقیق بررسی شد. به عبارت دیگر، می توان تفاوت نرم افزارهای هستی شناسی را در مورد هر یک از سوال های تحقیق نیز مشخص نمود. جدول (۹) این تفاوت ها را نشان می دهد.

جدول ۹- مجموع امتیازات کسب شده به وسیله نرم افزارهای مورد بررسی براساس سوالات پژوهش حاضر

Top Braid	Swoop	Protégé 5.2.0	Onto Studio	Apollo	سوال های پژوهش
۱۲	۱۶	۵۱	۳۱	۱۴	ویژگی های پراهمیت نرم افزارها
۹	۸	۲۲	۱۳	۳	فرمت ورودی های قابل پشتیبانی
۱۰	۱۶	۲۲	۱۳	۲	زبان بازنمون مفاهیم در نرم افزارها
۴۵	۳۹	۶۳	۵۱	۴۱	معماری و ساختار موجود در نرم افزارها
۹	۰	۱۵	۱۵	۰	نحوه میان کنش پذیری نرم افزارهای مورد مطالعه با دیگر نرم افزارهای هستی شناسی
۲	۲	۴	۳	۲	قالب ذخیره سازی نرم افزارها
۸۷	۸۱	۱۷۷	۱۲۶	۶۲	جمع امتیازات

۶. نتیجه گیری

با توجه به کاربرد هستی شناسی ها در حیطه های مختلف ضروری است تا کاربران بتوانند مناسب ترین نرم افزار هستی شناسی را متناسب با نیاز دانشی خود انتخاب کنند. از این رو، بر اساس نتایج بدست آمده نرم افزار Protégé 5.2.0 دارای نقاط قوت دارا بودن افزونه tab به عنوان محبوب ترین نوع افزونه که دارای قابلیت هایی برای تجسم پیشرفته، ادغام هستی شناسی، مدیریت نسخه، استنتاج، و غیره دارد. قابلیت ساخت تعریف مفاهیم پیچیده براساس تعاریف ساده، افزوده شدن موتورهای استنتاج نظیر Hermit و Pellet جهت امکان بررسی سازگاری یا پایداری هستی شناسی در این نرم افزار، را نسبت به سایر نرم افزارهای هستی شناسی دارد. این نتایج با یافته های پژوهش رستوگی، ورما و کومار (۲۰۱۷) در مورد مولفه های عمومی همسو است. از دیگر نقاط قوت Protégé 5.2.0 و Onto Studio مشاهده گرافیکی، هرس و زوم است. از نقاط ضعف دو نرم افزار Swoop و Top Braid عدم مشاهده گرافیکی، هرس و زوم است.

در نتایج به دست آمده، نرم افزار هستی شناسی Protégé 5.2.0 با ۵۲/۳۸٪ بیشترین پوشش از زبان های ورودی را نسبت به سایر نرم افزارها دارد. نتایج با یافته های تحقیقات الاتریش (۲۰۱۳)، رستوگی، ورما و کومار (۲۰۱۷) همسو است. زبان بازنمون مفاهیم هستی شناسی در نرم افزار Protégé 5.2.0 با ۴۷، ۸۲٪ شامل: RDF، RDFS، DAML+OIL، XML، OWL، Clips، UML بیشترین فرمت خروجی را پوشش می دهد. این نتایج با یافته های تحقیقات الاتریش (۲۰۱۳)، رستوگی، ورما و کومار (۲۰۱۷) همسو است.

در بررسی مولفه معماری و ساختار نرم افزارهای هستی شناسی دو نرم افزار Apollo، Swoop با هیچ کدام از نرم افزارها در تعامل نیستند که می توان آن را از نقاط ضعف این دو نرم افزار دانست. همچنین یافته ها نشان داد از نظر معیار پایداری، با زیر مولفه های پشتیبانی از نسخه های مختلف نرم افزار، کارکرد صحیح نرم افزار بعد از روزآمدسازی، تمام نرم افزارها در یک سطح قرار دارند. معیار دیگر قابلیت پایداری بود که در این رابطه Protégé 5.2.0 و Swoop از معماری مبتنی بر وب پشتیبانی می کنند. Apollo، Onto Studio و Top Braid از معماری مستقل پشتیبانی می کنند. Protégé 5.2.0، Swoop و Onto Studio از معماری مبتنی بر مشتری/ سرور پشتیبانی می نمایند. Swoop و Onto Studio از محیط توسعه مجتمع با قابلیت اضافه کردن افزونه پشتیبانی می کنند.

نرم افزارهای Apollo، Protégé 5.2.0 و Swoop متن باز هستند که قابلیت رویت امکانات اصلی برنامه برای کاربر، گروه بندی درست منوهای برنامه و هماهنگی رابط کاربر و وجود

یک قالب ثابت در تمام نرم‌افزار را دارند. سایر مولفه‌های قابلیت دسترس‌پذیری در همه نرم‌افزارهای مور پژوهش، در یک سطح قرار دارند. قابلیت نصب بر روی انواع پلتفرم از دیگر مولفه‌های معماری و ساختار نرم‌افزارهای هستی‌شناسی Protégé 5.2.0 بر روی Mac OSX, Sun, Solaris, HPUNIX, IBM Linux (32 and 64bit), Windows (32 and 64 bit), قابل نصب است.

نرم‌افزار Onto Studio بر روی پلتفرم Windows, Windows 7, Vista, Windows XP Server2003 SUSE Linux 10.x قابل نصب می‌باشد. نرم‌افزار Top Braid نیز قابل نصب بر روی پلتفرم Linux Macintosh, Windows (32, 64 bit) است. یافته‌های پژوهش نشان داد معماری و ساختار نرم‌افزار Protégé 5.2.0 از زبان OKBC+CLOS based meta model پشتیبانی می‌کند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش میناچی و بابا (۲۰۱۲) همسو است. نرم‌افزار Onto Studio از زبان پایه F-Logic پشتیبانی می‌کند. نرم‌افزار Top Braid از زبان پایه RDFS/OWL پشتیبانی می‌نمایند. نرم‌افزار Protégé 5.2.0، بیشتر از سایر نرم‌افزارهای هستی‌شناسی معماری و ساختار نرم‌افزارهای هستی‌شناسی را مورد پوشش قرار داده است. بنابراین، یافته‌های این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش الاتریش (۲۰۱۳) همسو است. همچنین یافته‌ها نشان داد، نرم‌افزار Protégé 5.2.0 با ۶۲/۳۷٪ بیشترین پوشش مولفه معماری و ساختار را می‌دهد. نرم‌افزار Onto Studio با ۵۰/۴۹٪ مولفه معماری و ساختار نرم‌افزارهای هستی‌شناسی را پشتیبانی می‌کند و نرم‌افزار Swoop با ۳۸/۶۱٪ پایین‌ترین پوشش پشتیبانی مولفه معماری و ساختار نرم‌افزارهای هستی‌شناسی را دارد.

در بررسی مولفه میان‌کنش‌پذیری نرم‌افزارهای هستی‌شناسی، دو نرم‌افزار هستی‌شناسی، Protégé 5.2.0 و Onto Studio با ۴۱/۶۶٪ به یک نسبت با نرم‌افزارهای دیگر هستی‌شناسی دارای تعامل هستند که از نقاط قوت این دو نرم‌افزار است. دو نرم‌افزار Apollo و Swoop تعاملی با هیچ‌کدام از نرم‌افزارهای هستی‌شناسی ندارند و می‌توان آن را از نقاط ضعف دو نرم‌افزار دانست. یافته‌های این بخش از پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش الاتریش (۲۰۱۳) همسو است. ضمن اینکه نرم‌افزار Protégé 5.2.0 بیشترین قالب ذخیره هستی‌شناسی نسبت به سایر نرم‌افزارهای هستی‌شناسی را مورد توجه قرار داده است. به عبارت دیگر، Protégé 5.2.0 با ۳۶/۳۶٪ بیشترین قالب ذخیره هستی‌شناسی را پوشش می‌دهد. یافته‌های این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش الاتریش (۲۰۱۳) همسو است. نتایج کلی حاصل از پژوهش نیز نشان داد که نرم‌افزار

هستی شناسی Protégé 5.2.0 براساس مولفه های ذکر شده در پژوهش حاضر مناسب ترین و محبوب ترین نرم افزار هستی شناسی برای متخصصان و کاربران این حوزه معرفی کرد. در ادامه با توجه به یافته های بدست آمده، پیشنهاداتی برای پژوهش های کاربردی به شرح زیر ارائه می شود:

- ارزیابی چندین هستی شناسی مربوط به یک حوزه موضوعی خاص در انجام وظایف و فعالیت های مشابه؛

- ارزیابی هستی شناسی به وسیله معیارهای قابل سنجش و فرمول های آماری؛

- ارزیابی براساس سطح بافت و کاربرد هستی شناسی (یک هستی شناسی بزرگ ممکن است مفاهیم و تعاریفی را به هستی شناسی های دیگر ارجاع بدهد، یا توسط سایر هستی شناسی ها مورد ارجاع و استفاده قرار گیرد).

منابع

- حسینی بهشتی، م. (۱۳۹۱). *ایجاد هستی‌شناسی واژگانی از اصطلاحنامه‌های فارسی*. در: مجموعه مقالات هشتمین همایش زبان‌شناسی ایران. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی: ۱۴۸-۱۶۴.
- رحمانی، م.، حسینی بهشتی، م. (۱۳۹۹). طراحی سیستم یادگیری الکترونیک مبتنی بر هستی‌شناسی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۶(۱): ۲۹۴-۲۷۱.
- زاهدی، ر.، امین، غ. ر.، کریمی، م.، علی‌بیک، م. ر. (۱۳۹۲). روش‌شناسی ایجاد هستی‌نگاشت مبتنی بر نظام زبان واحد پزشکی: مطالعه موردی: هستی‌نگاشت گیاهان دارویی ایران. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۱۶(۳): ۸۴-۱۰۳.
- شریف، ع. (۱۳۸۷). کاربرد هستی‌شناسی‌ها در نظام مدیریت دانش. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۱۱(۳): ۹۷-۱۱۶.
- شمس‌فرد، م.، عبداله‌زاده بارفروش، ا. (۱۳۸۱). استخراج دانش مفهومی از متن با استفاده از الگوهای زبانی و معنایی. *تازه‌های علوم شناختی*، ۴(۱): ۴۸-۶۶.
- صنعت‌جو، ا.، فتحیان دستگردی، ا. (۱۳۹۱). روش‌شناسی طراحی، ساخت و پیاده‌سازی هستی‌شناسی: رویکردها، زبان‌ها و ابزارها (مطالعه موردی طراحی هستی‌شناسی ASFONT در حوزه کتابداری و اطلاع‌رسانی). *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۵۷(۱): ۱۴۲-۱۱۳.
- فتحیان دستگردی، ا. (۱۳۹۰). ارزیابی هستی‌شناسی‌ها: بررسی معیارها، رویکردها و سطوح. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۲: ۲۵-۳.
- کریمی، ا.، بابایی، م.، حسینی بهشتی، م. (۱۳۹۸). بررسی ویژگی‌های معنایی و هستی‌شناسانه نظام‌های بازیابی اطلاعات مبتنی بر اصطلاحنامه و هستی‌شناسی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۴(۴): ۱۶۱۲-۱۵۸۵.
- مازنی، ف.، وفادار، ش. (۱۳۹۸). ارزیابی قابلیت استفاده نرم‌افزار: بررسی مقایسه‌ای پرسشنامه و عملکرد کاربران. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۴(۴): ۱۸۴۹-۱۸۷۸.
- هاشمی، س. م.، برومندزاده، م. (۱۳۹۲). کاربرد هستی‌شناسی در مهندسی نرم‌افزار. در: مشهد: کنگره ملی مهندسی برق، کامپیوتر و فناوری اطلاعات.

References

- Alatrish, E. (2013). *Comparison some of ontology* (Vol. 8). Retrieved from: <https://www.ef.uns.ac.rs/mis/archive-pdf/2013%20-%20No2/MIS2013-2-4.pdf>
- Berners-Lee, T., Hendler, J. & Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific american*, 284(5): 34-43.
- Brank, J., Grobelnik, M. & Mladenic, D. (2005). *A survey of ontology evaluation techniques*. In: Paper presented at the Proceedings of the conference on data mining and data warehouses (SiKDD 2005).
- Buraga, S.C., Cojocaru, L. & Nichifor, O.C. (2006). *Survey on web ontology editing tools*. Transactions on Automatic Control and Computer Science, Romania: 1-6.
- Ding, Y. & Foo, S. (2002). Ontology research and development. Part 1-a review of ontology generation. *Journal of information science*, 28(2): 123-136.
- Dolzhenkov, V., Maltzegov, I., Makarova, A., Kamarova, N. & Kukhtin, P. (2020). Software tools for ontology development. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and*

- Engineering*, 9(2): 935-941.
- Fathian Dastgerdi, A. (2011). Assessing ontologies: examining criteria, approaches and levels. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 2: 3-25. [in persian]
- Hashemi, S.M. & Boroumandzadeh, M. (2013) *Application of ontology in software engineering*. In: Mashhad: National Congress of Electrical, Computer and Information Technology Engineering. [in persian]
- Hjørland, B. (2007). *Lifeboat for knowledge organization*. Retrieved from: http://www.iva.dk/bh/lifeboat_ko/home.htm.
- Hodge, G. (2000). *Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files*: ERIC.
- Hosseini Beheshti, M. (2012). *Creating a lexical ontology from Persian thesauri*. In: The Proceedings of the eighth Iranian Linguistics Conference. Tehran: Allameh Tabatabaei University Press: 148-164. [in persian]
- Kapoor, B. & Sharma, S. (2010). A comparative study ontology building tools for semantic web applications. *International journal of Web & Semantic Technology*, 1(3): 1-13.
- Kara, M., Lamouchi, O. & Ramdane-Cherif, A. (2016). Ontology software quality model for fuzzy logic evaluation approach. *Procedia Computer Science*, 83: 637-641.
- Karimi, E., Babaei, M. & Hosseini Beheshti, M. (2019). Investigation of semantic and ontological features of information retrieval systems based on thesaurus and ontology. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 34(4): 1612-1585. [in persian]
- Lozano-Tello, A. & Gómez-Pérez, A. (2004). Ontometric: A method to choose the appropriate ontology. *Journal of Database Management*, 15(2): 1-18.
- Maalaoui, N., Beltaifa, R., Jilani, L.L. & Mazo, R. (2021). *An Ontology for Service-Oriented Dynamic Software Product Lines Knowledge Management*. Paper presented at the ENASE.
- Mazeni, F. & Wafadar, Sh. (2019). Software usability evaluation: A comparative study of the questionnaire and user performance. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 34(4): 1849-1878. [in persian]
- Meenachi, N.M. & Baba, M.S. (2012). Web ontology language editors for semantic web-a survey. *International Journal of Computer Applications*, 53(12): 12-15.
- Murshed, M. & Singh, R. (2005). *Evaluation and ranking of ontology construction tools*. Retrieved from: <http://eprints.biblio.unitn.it/747/1/013.pdf>
- Rahmani, M. & Hosseini Beheshti, M. (2020). Design of ontology-based e-learning system. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 36(1): 294-271. [in persian]
- Rastogi, N., Verma, P. & Kumar, P. (2017). Analysing ontology editing tools for effective semantic information retrieval. *International journal of engineering science & research technology*, DOI: 10.5281/zenodo.571593
- Sanat Jo, A. & Fathian, A. (2012). Ontology Design, Construction, and Implementation Methodology: Approaches, Languages, and Tools (Case Study of ASFONT Ontology Design in the Field of Library and Information Science). *Journal of Library and Information Science*, 57(1): 142-113. [in persian]
- Shams Fard, M. & Abdollahzadeh Barforosh, A. (2002) Extraction of conceptual knowledge from

- the text using linguistic and semantic patterns. *Advances in cognitive sciences*, 4(1): 48-66. [in persian]
- Sharif, A. (2008). Application of ontologies in knowledge management system. *Library and Information Science*, 11(3): 97-116. [in persian]
- Slimani, T. (2015). Ontology development: A comparing study on tools, languages and formalisms. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(24): 1-12.
- Soergel, D. (1999). The rise of ontologies or the reinvention of classification. *Journal of the American Society for Information Science*, 550(12): 1119-1120.
- Soergel, D., Lauser, B., Liang, A., Fisseha, F., Keizer, J. & Katz, S. (2004). Reengineering thesauri for new applications: the AGROVOC example. *Journal of digital information*, 4: 1-23.
- Sowa, J. (2000). *Knowledge Representation*. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.
- Stojanovic, L. & Motik, B. (2002). *Ontology evolution within ontology editors*. In: Proceedings of the OntoWeb-SIG3 Workshop: 53-62.
- Zahedi, R., Amin, Gh., Karimi, M. & Ali Beyk, M.R. (2013). Methodology of creating ontography based on the language system of the medical unit: Case study: Ontography of Iranian medicinal plants. *Library and Information*, 16(3): 84-103. [in persian]