

Methodology of Construction and Design of Ontologies: a Case Study of Scientometrics Field

Morteza Mohammadi Ostani

PhD Candidate in Knowledge and Information Science;
University of Isfahan mmohamadiostani@gmail.com

Maryam Azargoon

PhD Candidate in Knowledge and Information Science;
University of Isfahan maryam.azargoon@yahoo.com

Mozaffar Cheshmesohrabi

Associate Professor; Department of Communication
and Information Science; University of Isfahan;
Corresponding Author mo.sohrabi@edu.ui.ac.ir

Received: 13. Jul. 2016 Accepted: 11, Nov. 2017

Abstract: Ontology is a useful tool for organizing resources and on the other hand is a useful tool for the knowledge representation. With the development of semantic web technologies, building and creating ontologies to expedite the process is necessary. The aim of the study is to explain the situation of methodologies, designing scientometrics conceptual model, and steps of ontology construction as ScientometricsOnt. The method of the study is applied research. The research population of the study is book, article, glossary, thesaurus, dissertation, and research projects of the field of scientometrics in Persian language. To collect terms internal databases are used and related resources are searched. For creating scientometrics conceptual model and explaining relationships and individuals domain analysis approach is used. The reliability and validity of scientometrics conceptual model have been approved by experts in the field of scientometrics. The tool for building ontology is Protégé 5 software. The used methodology was OAsys method Bermejo (2007) with some changes. The results revealed that Ontology of scientometrics was formed in eleven major class which has 20 relationships and 100 individuals. This ontology can be a very useful tool for better knowledge representation in this field. Also, Scientometrics ontology can be a basis for extending and developing terms and future concepts in the field.

Keywords: Ontology, Methodology, Scientometrics, Domain Analysis Approach, Protégé Software

Iranian Journal of
Information
Processing and
Management

Iranian Research Institute
for Information Science and Technology
(IranDoc)

ISSN 2251-8223

eISSN 2251-8231

Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA

Vol. 33 | No. 4 | pp. 1777-1804

Summer 2018



روش‌شناسی ساخت و طراحی

هستی‌نگاشت‌ها:

مورد پژوهی حوزه علم‌سنجی

مرتضی محمدی استانی

دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛
گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشگاه اصفهان؛
mmohamadiostani@gmail.com

مریم آذرگون

دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛
گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشگاه اصفهان؛
maryam.azargoon@yahoo.com

مظفر چشمه‌سهرابی

دکتری؛ علوم اطلاعات و ارتباطات؛ دانشیار گروه علم
اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشگاه اصفهان؛
mo.sohrabi@edu.ui.ac.ir



مقاله برای اصلاح به مدت ۱۶ روز نزد پدیدآوران بوده است.

پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۰

دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۴

فصلنامه | علمی پژوهشی

پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران

(ایرانداک)

شاپا (جایی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱

شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱

نمایه در SCOPUS، LISTA، ISC، و

jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۳ | شماره ۴ | صص ۱۷۶۵-۱۷۹۲

تابستان ۱۳۹۷



چکیده: هستی‌نگاشت از یک‌سو ابزاری مفید جهت سازماندهی منابع و از سوی دیگر ابزاری مفید جهت بازنمون دانش است. با پیشرفت فناوری‌های وب معنایی، ساخت و طراحی هستی‌نگاشت‌ها جهت تسریع در این روند، ضروری به نظر می‌رسد. هدف پژوهش حاضر تبیین روش‌شناسی‌های موجود، طراحی مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی، و مراحل ساخت هستی‌نگاشت آن با عنوان ScientometricsOnt است. پژوهش حاضر از نوع کاربردی و جامعه پژوهش شامل کتاب، مقاله، وازه‌نامه تخصصی، اصطلاحنامه، پایان‌نامه و طرح‌های پژوهشی حوزه علم‌سنجی به زبان فارسی است. به‌منظور گردآوری داده‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و جست‌وجو در منابع مرتبط استفاده شد. برای ایجاد مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی و تبیین روابط و نمونه‌ها از رویکرد تحلیل حوزه بهره‌جویی شد. روایی صوری و محتوایی مدل مفهومی علم‌سنجی توسط متخصصان حوزه علم‌سنجی مورد تأیید قرار گرفت. ابزار مورد استفاده جهت ساخت هستی‌نگاشت، نرم‌افزار «پروتزه» و ویرایش ۵ است. روش مورد استفاده روش (2007) OASysBermejo با اعمال برخی تغییرات بود. نتایج نشان داد که هستی‌نگاشت علم‌سنجی در یازده کلاس اصلی شکل گرفت که دارای ۲۰ رابطه و ۱۰۰ نمونه است. هستی‌نگاشت فوق می‌تواند ابزاری

مفید و کارآمد برای بازنمون دانش در این حوزه باشد. همچنین، این هستی‌نگاشت می‌تواند مبنایی برای گسترش و توسعه اصطلاحات و مفاهیم آتی این حوزه باشد.

کلیدواژه‌ها: هستی‌نگاشت، روش‌شناسی، علم‌سنجی، رویکرد تحلیل حوزه، نرم‌افزار پروتژه

۱. مقدمه

هستی‌شناسی به معنای مطالعه هستی و وجود، در اصل ریشه در فلسفه دارد و یکی از شاخه‌های آن به حساب می‌آید. این مفهوم به تدریج بسط یافته و در حوزه‌های دیگری از معرفت بشری همچون ادبیات، هنر، زبان‌شناسی، مهندسی نرم‌افزار، معماری اطلاعات، هوش مصنوعی، علم اطلاعات، و وب معنایی مورد توجه قرار گرفته است. البته، بین معنای فلسفی هستی‌شناسی با معنای آن در سیستم‌های اطلاعاتی تفاوت اساسی وجود دارد. افزون بر این، در علوم رایانه هستی‌نگاشت^۱ را «توصیف واضح و رسمی از مفهوم‌سازی به اشتراک گذاشته از یک حوزه مورد علاقه» (صنعت‌جو و فتحیان ۱۳۹۰) تعریف کرده‌اند. یا در قلمرو وب، «سورگل» و همکاران هستی‌نگاشت را یک ابزار سازماندهی منابع وب و بازیابی دانش با کمک زبان طبیعی معرفی کرده‌اند (Soergel et al. 2004).

هستی‌نگاشت‌ها زمینه معنایی غنی برای توصیف واحدهای معنا و تنوع تفسیرها ایجاد می‌کنند و با کاهش ابهام مفاهیم، طرح‌های استنتاجی قدرتمندی را برای استدلال و طرح پرسش‌های جست‌وجو ارائه می‌دهند (صنعت‌جو و فتحیان دست‌گردی ۱۳۹۰). به همین دلیل با ظهور وب معنایی، هستی‌نگاشت‌ها به عنوان ستون فقرات آن به حساب می‌آیند (Taye 2010). برای درک عملکرد هستی‌نگاشت‌ها در وب معنایی، تعریف «جان سوا» مناسب به نظر می‌رسد. او می‌گوید: هستی‌نگاشت دسته‌بندی از موضوعات را ارائه یا عناصر موجود در یک حوزه خاص را بررسی می‌کند و بر اساس آن بررسی، فهرستی از موضوعات را ارائه می‌دهد که انواع موضوعات و روابط میان آن‌ها را در حوزه مورد بررسی بیان می‌کند (Sowa 2010، نقل در شیخ شعاعی ۱۳۸۴). هستی‌نگاشت، مفاهیم حوزه‌ای خاص، خصیصه‌های آن‌ها، و روابط ممکن میان مفاهیم و خصیصه‌ها را

۱. اصطلاح هستی‌شناسی در فلسفه رایج است، اما به زعم نگارندگان در بافت میراث فرهنگی (کتابخانه، آرشیو و موزه) عبارت هستی‌نگاشت مناسب‌تر است. از این رو، در نوشتار حاضر اصطلاح هستی‌نگاشت به کار رفته است.

مشخص می‌کند و به پردازش منابع بر پایه تفسیر معنا دار محتوای منابع کمک می‌کند (شیخ‌شعاعی ۱۳۸۴).

بدین ترتیب، یکی از دلایل ظهور هستی‌نگاشت‌ها، نقش آن‌ها به‌عنوان ابزار معناشناسی بوده است (صنعت‌جو و فتحیان دست‌گردی ۱۳۹۰). هستی‌نگاشت‌ها با روابط معنایی دقیق در بهبود سیستم‌های بازبایی اطلاعات نقش به‌سزایی دارند (حسینی بهشتی ۱۳۹۱) و با تغییر انتظارات کاربران از شبکه جهان‌گستر وب برای ارتقای آن و برآوردن نیازهای کاربران ضروری هستند (زاهدی و همکاران ۱۳۹۲). هستی‌نگاشت روابط معنایی را بیش از سایر ابزارها، همچون سرعنوان‌های موضوعی، تاکسونومی‌ها، اصطلاحنامه‌ها و غیره مورد توجه قرار می‌دهد. در این مورد «داکوتتا، اوپرست و اسمیت» در ترسیم ابزارهای رده‌بندی معناشناختی، ترتیبی از معناشناسی ضعیف به قوی را بدین صورت نمایش می‌دهند: تاکسونومی (رده‌بندی)، اصطلاحنامه (RDF/S, XTM, Extended ER)، نظریه دامنه موضوعی (DAML, OIL, OWL)، هستی‌نگاشت (نظام مفاهیم) (Daconta, Obrst, and Smith 2003)، نقل در حسینی بهشتی و اژه‌ای (۱۳۹۴). از این رو، هستی‌نگاشت‌ها و روش ایجاد آن بسیار حائز اهمیت است.

با توجه به مطالب پیش‌گفته مبنی بر اهمیت هستی‌نگاشت و روش‌شناسی آن در فرایند بازنمون دانش، مسئله اصلی تحقیق حاضر بررسی روش‌های ساخت و توسعه هستی‌نگاشت‌ها (به‌عنوان فناوری اصلی وب معنایی و یکی از رویکردهای مهم در حوزه مدیریت و بازنمون دانش) به همراه ایجاد و تبیین مراحل هستی‌نگاشت حوزه علم‌سنجی است. بدین منظور طراحی مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی برای ایجاد هستی‌نگاشت و ارائه گام‌به‌گام و عملی این فرایند از مسائل این پژوهش محسوب می‌شود. لازم به ذکر است که نویسندگان این سطور سعی در ساده‌نگاری ایجاد هستی‌نگاشت‌ها و همچنین ایجاد ارتباط با سایر هستی‌نگاشت‌های مرتبط با حوزه علم‌سنجی را ندارند؛ زیرا توسعه و ارتباط این هستی‌نگاشت با سایر حوزه‌ها بسیار پیچیده و نیازمند تحلیل بیشتری است که از حوصله این پژوهش خارج است. پژوهش حاضر تلاشی اولیه در طراحی و روش‌شناسی سیستم‌های هستی‌نگاشت به‌طور کلی و طراحی و ایجاد هستی‌نگاشت علم‌سنجی به‌طور خاص است. از این رو، هدف اصلی این پژوهش، تبیین روابط و روش موجود برای طراحی و ایجاد هستی‌نگاشت‌ها به‌عنوان یکی از فناوری‌های پایه‌ای تحقق وب معنایی است؛ زیرا تبیین این روابط بیش از آن که امری فنی باشد، امری محتوایی است که لزوم

توجه کتابداران را موجه و ضروری می‌نماید.

۲. روش‌ها و ابزارهای ساخت و توسعه هستی‌نگاشت‌ها

پژوهشگران برای ساخت و طراحی هستی‌نگاشت‌ها روش‌های مختلفی را مطرح کرده‌اند. برای مثال، «آشولد» چهار روش را برای طراحی هستی‌نگاشت ارائه کرده است:

۱. طراحی هستی‌نگاشت از پایه و بدون استفاده از هستی‌نگاشت‌های موجود؛
۲. طراحی هستی‌نگاشت بر مبنای هستی‌نگاشت‌های موجود (هستی‌نگاشت‌های جهانی یا محلی)؛
۳. طراحی هستی‌نگاشت بر مبنای مجموعه‌ای از منابع اطلاعاتی؛ و
۴. ترکیبی از دو رویکرد قبلی (هستی‌نگاشت‌های موجود و منابع اطلاعاتی) (Uschold (2000))
نقل در صنعت جو و فتحیان دستگردی (۱۳۹۱).

همچنین، با توجه به میزان بهره‌گیری هستی‌نگاشت‌ها از فناوری، سه نوع روش طراحی دستی، طراحی با استفاده از ابزارهای مهندسی هستی‌نگاشت، و طراحی (نیمه) خودکار وجود دارد که برای استخراج مفاهیم و روابط، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در روش ساخت دستی، دانش مفهومی توسط افراد در ماشین کدگذاری می‌گردد و مبتنی بر ایجاد پایگاه‌های بزرگ از دانش عمومی یا تخصصی است. در روش استفاده از ابزارهای مهندسی هستی‌نگاشت برای پشتیبانی از ساخت هستی‌نگاشت ابزارهایی مانند «پروتزه»^۱، «آنتولینگوا»^۲، «آنتوساروس»^۳، «وب‌آنتو»^۴، «دودله»^۵، و «سوتلان»^۶ ایجاد شده‌اند. در روش ساخت (نیمه) خودکار و استفاده از روش‌های اکتساب دانش، دو راهکار کلی شامل یکپارچه‌سازی و استفاده دوباره از هستی‌نگاشت‌های موجود و یادگیری و ساخت خودکار هستی‌نگاشت‌ها از منابع موجود، مانند نظام‌های تکست-تو-آنتو^۷ و سیندیکیت^۸

-
1. Protégé
 2. Ontolingua
 3. Ontosaurus
 4. WebOnto
 5. Doddle II.
 6. Svetlan
 7. Text-to-onto
 8. Syndikate

برای طراحی هستی‌نگاشت‌ها پیشنهاد شده است (صنعت‌جو و فتحیان دستگردی ۱۳۹۱؛ شریف ۱۳۸۸). «احمدی» و همکاران نیز روشی نیمه‌خودکار برای ساخت هستی‌نگاشت‌ها ارائه کرده‌اند که مبتنی بر روش‌های C-value (برای استخراج واژه‌های اصلی)، شبکه عصبی MATLAB به روش k-means (برای خوشه‌بندی اطلاعات)، روش وزن‌دهی TF-IDF (برای انتخاب مفهوم متناظر با خوشه‌های استخراج‌شده)، و با استفاده از روش تحلیل هم‌رخدادی واژگانی (برای استخراج سلسله‌مراتب و ساخت هستی‌نگاشت) است (۱۳۹۶). در ایجاد هستی‌نگاشت، استخراج مفاهیم و روابط از طریق تحلیل داده‌ها صورت می‌گیرد. به‌طور کلی، داده‌های اولیه که برای تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرند، در سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: داده‌های ساخت‌یافته مانند داده‌های موجود در یک پایگاه کتاب‌شناختی (فیلدها و فیلدهای فرعی)، داده‌های نیمه‌ساخت‌یافته مانند مستندات در زبان XML و HTML، و تحلیل و استخراج از متون به‌زبان طبیعی (شریف ۱۳۸۸).

هر هستی‌نگاشت باید شامل کلاس، روابط، ویژگی یا خصایص، قواعد کلی، توابع، و نمونه‌ها باشد؛ به‌گونه‌ای که هنگام ایجاد هستی‌نگاشت ابتدا باید مفاهیم هر کلاس تعریف شود. سپس، این مفاهیم در یک طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی سازماندهی شده و روابط بین آن‌ها مشخص شود. همچنین، ویژگی‌ها، ارزش‌ها و نمونه‌ها تعیین گردند (Bermejo 2007). «نوی و مک‌گینس» در راهنمایی برای ایجاد هستی‌نگاشت، به‌طور کلی هفت مرحله را ارائه دادند:

۱. تعیین حوزه و دامنه هستی‌نگاشت: در این مرحله به چندین سؤال اساسی پاسخ داده می‌شود؛ از قبیل حوزه‌ای که هستی‌نگاشت ارائه خواهد داد، چیست؟ به چه دلیل ما از هستی‌نگاشت استفاده می‌کنیم؟ هستی‌نگاشت برای چه نوع سؤالاتی باید پاسخ فراهم آورد؟ و چه کسی از هستی‌نگاشت استفاده و محافظت خواهد کرد؟
۲. بررسی استفاده مجدد از هستی‌نگاشت‌های موجود؛
۳. برشمردن اصطلاحات مهم هستی‌نگاشت؛
۴. تعریف کلاس‌ها که شامل سه روش بالا به پایین، پایین به بالا، ترکیبی از دو روش بالا به پایین و پایین به بالا است؛
۵. تعریف ویژگی‌های کلاس‌ها که شامل ویژگی‌های درونی و بیرونی است؛
۶. تعریف چهریزه‌های ویژگی‌ها مانند نوع ارزش (رشته‌ای، عددی، و ...)، ارزش‌های مجاز، تعداد ارزش‌ها؛ و

۷. ایجاد نمونه‌ها (Noy and McGuinness 2001).

- «برمجو» نیز در روش‌شناسی با عنوان OAsys مراحل مشابه با روش «نوی و مک‌گینس» برای ایجاد هستی‌نگاشت بیان نموده است:
۱. تعیین حوزه و دامنه یا هدف هستی‌نگاشت؛
 ۲. شناسایی منابع، مانند اسناد، متخصصان، و هستی‌نگاشت‌های موجود؛ و
 ۳. ساختن هستی‌نگاشت که خود شامل مراحل است:
- الف) برشمردن اصطلاحات مهم؛ ب) تعیین طبقه‌بندی‌های مفاهیم؛ ج) تعریف روابط؛ د) تعریف ویژگی‌ها؛ ه) تعریف نمونه‌ها؛ و (و) تعریف قواعد کلی، قوانین، و توابع (Bermejo 2007).

به‌منظور طراحی هستی‌نگاشت‌ها از ویرایشگرها و ابزارهای مهندسی هستی‌نگاشت زیادی مانند «پروتزه»، «آنتولینگوا»، «آنتوساروس»، «وب‌آنتو»، «آنتوآدیت فری»، «متیز»^۱، «کاکتوس تولکیت»^۲، «آنتویبلدر»^۳ و غیره استفاده می‌شود. هر یک از این ابزارها دارای قابلیت‌های متفاوتی هستند و باید با توجه به ویژگی‌های مورد نیاز و حوزه مورد بررسی ابزاری مناسب برای طراحی هستی‌نگاشت انتخاب گردد (صنعت جو و فتحیان دستگردی ۱۳۹۱). برخی از پژوهشگران مانند (Morshed and Singh (2005)، (Lambrix and Denny (2002)، (Edberg (2003)، (Stojanovic and Motik (2002) برای ارزیابی ابزارهای هستی‌نگاشت معیارهایی را ذکر کرده‌اند.

در بین نرم‌افزارهای موجود جهت طراحی و ویرایش هستی‌نگاشت‌ها و سیستم‌های هوشمند، «پروتزه» جایگاه ویژه‌ای دارد. این نرم‌افزار که رایگان و در دسته نرم‌افزارهای منبع باز قرار می‌گیرد، توسط «دانشگاه استنفورد» طراحی و پشتیبانی می‌شود (Standford University Site). این دانشگاه اولین پیشنهاددهنده در زمینه طراحی هستی‌نگاشت‌ها بوده و تجربه‌های باارزشی در زمینه ابزارهای هستی‌نگاشت به دست آورده است (فتحیان دستگردی ۱۳۹۱). «پروتزه» واسط کاربری فراهم می‌آورد که در آن امکان تعریف مفاهیم، نمونه‌ها، ویژگی‌ها، محدودیت‌های مفاهیم و همچنین، روابط وجود دارد. مزیت استفاده از این ابزار

1. OntoEdit Free
2. Metis
3. KACTUS Toolkit
4. OntoBuilder

آن است که در صورت وجود، می‌توان از مفاهیم و روابط موجود در سایر هستی‌نگاشت‌ها به‌منظور ساخت و توسعه هستی‌نگاشت جدید استفاده کرد (شریف ۱۳۸۸).

«پروتزه» دو راهبرد برای مدل‌سازی هستی‌نگاشت‌ها ارائه می‌کند: Protégé-Frame و Protégé-OWL. در ویرایش Protégé-Frame یک هستی‌نگاشت از مجموعه‌ای از رده‌ها، ویژگی‌ها و روابط میان این رده‌ها تشکیل و برای هر رده تعدادی نمونه ارائه شده است که مقادیری خاص برای هر یک از روابط مربوط به آن رده را مشخص می‌کند. راهبرد Protégé-OWL افزونه‌ای است که به «پروتزه» الحاق شده است و در آن ایجاد هستی‌نگاشت با استفاده از OWL مورد نظر است. این محیط امکان طراحی هستی‌نگاشت‌های مبتنی بر قاب و تبدیل آن به OWL را نیز فراهم می‌کند (صنعت‌جو و فتحیان دستگردی ۱۳۹۱).

۳. پیشینه پژوهش

بررسی پژوهش‌های صورت‌گرفته در این حوزه نشان داد که می‌توان این پژوهش‌ها را به پنج بخش کلی تقسیم کرد که در هر بخش به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. بخش اول، شامل پژوهش‌هایی است که بر تبدیل اصطلاحنامه به هستی‌نگاشت متمرکز است. اکثر پژوهش‌های این حوزه نظیر پژوهش‌های Kless et al. (2012)، (2016) Sharma، (2007) Khosravi and Vazifedoost، و «صنعت‌جو و فتحیان دستگردی» (۱۳۹۱) ناظر بر همین بخش است. برخی از این پژوهش‌ها عبارت‌اند از:

«سورگل» رویکردی برای تبدیل اصطلاحنامه کشاورزی «آگرووک»^۱ به هستی‌نگاشت و رفع ابهام روابط موجود ارائه داده است. او فرایند تبدیل روابط موجود در اصطلاحنامه به روابط هستی‌نگاشت را در سه مرحله بیان می‌کند: تعریف ساختار هستی‌نگاشت، پرکردن ساختار از طریق یک یا چند سیستم دانش سازماندهی‌شده، و ویرایش دستی با کمک یک ویرایشگر هستی‌نگاشت (رفع ابهام از روابط موجود و اضافه کردن روابط و مفاهیم جدید به هستی‌نگاشت) (Soergel 2004). «چان و ونلین» بخشی از اصطلاحنامه کشاورزی چینی را به هستی‌نگاشت تبدیل نمودند که در آن واژه‌های دارای رابطه مرتبط با عنوان، روابط هستی‌نگاشت در نظر گرفته شدند و روابط «به کاررفته» و «به کار برید» به روابط مترادفی و روابط سلسله‌مراتبی به رابطه «is-a» (نوعی از) در هستی‌نگاشت تبدیل شدند

1. AGROVOC

(Chun and Wenlin 2004).

«حسینی بهشتی و اژه‌ای» به منظور ساخت هستی‌نگاشت علوم پایه از اصطلاحنامه‌های ادغام‌شده حوزه‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و ریاضی استفاده کردند. در این هستی‌نگاشت با استفاده از روش «مت‌آنتولوژی»^۱ به طراحی مفهومی هستی‌نگاشت بر اساس مفاهیم و روابط موجود در اصطلاحنامه پرداختند (۱۳۹۴).

بخش دوم پژوهش‌ها بر روابط موجود در هستی‌نگاشت‌ها متمرکز است؛ زیرا ساخت و توسعه خودکار هستی‌نگاشت‌ها که مجموعه‌ای از مفاهیم و روابط معنایی‌اند، به استخراج مفاهیم و روابط وابسته هستند (شریف ۱۳۸۸). به‌طور کلی، آنچه اصطلاحنامه‌ها را از هستی‌نگاشت‌ها مجزا می‌کند، غنی‌تر شدن روابط و سهولت امکان برقراری روابط بیشتر و صریح‌تر است که امکان بازیابی معنایی و درک توسط رایانه را فراهم می‌آورد. برخی از این پژوهش‌ها عبارت‌اند از:

«کاو تراکول» و همکاران به اصلاح و پالایش روابط موجود در اصطلاحنامه «اگرووک» به روش (نیمه) خودکار پرداختند تا هنگام تبدیل اصطلاحنامه به هستی‌نگاشت روابط مشکل‌آفرین شناسایی شده و روابط دقیق تعریف گردند. این سیستم شامل سه بخش اصلی فراهم‌آوری قوانین، کشف و پیشنهاد، و تأیید قوانین است. بخش فراهم‌آوری قوانین برای به‌دست آوردن قوانین تعیین شده توسط متخصصان و یادگیری ماشین به کار برده می‌شود. بخش کشف و پیشنهاد برای کشف روابط نادرست و پیشنهاد روابط مناسب از تحلیل عبارت اسمی و همترازی «وردنت»^۲ استفاده می‌کند. بخش تأیید نیز ابزاری برای تأیید روابط پیشنهادشده است (Kawtrakul et al. 2005). «شریف» به بررسی امکان‌سنجی استخراج روابط معنایی از متون فارسی و تعیین میزان پیدایی آن‌ها پرداخت. بدین ترتیب که نمونه‌ای از متون تخصصی فارسی در حوزه ربط تحلیل و روابط معنایی موجود در آن‌ها با روش‌های مبتنی بر الگو استخراج گردید. امکان استخراج و تعیین روابط معنایی در نمونه مورد تحلیل تأیید شد، اما میزان پیدایی روابط در سطح پایین ارزیابی گردید

۱. در روش مت‌آنتولوژی (MethOntology)، ساخت هستی‌نگاشت‌ها در سطح مفهوم‌نویان بیان می‌گردد. مبنای این روش، فعالیت‌های اصلی مشخص شده در فرایند تولید نرم‌افزار و متدولوژی‌های مهندسی دانش است و شامل مشخص کردن فرایند تولید هستی‌نگاشت و روش‌های اجرای هر یک از فعالیت‌های مدیریت، توسعه و پشتیبانی می‌شود (حسینی بهشتی و اژه‌ای ۱۳۹۴).

2. WordNet

(۱۳۸۸).

در بخش سوم، هستی‌نگاشت بر پایه هستی‌نگاشت‌های موجود طراحی می‌شوند که پژوهش‌های چندی در این بخش صورت گرفته است. برای مثال، «زاهدی» و همکاران روشی را برای ساخت هستی‌نگاشت‌های پزشکی فارسی بر مبنای نظام زبان واحد پزشکی پیشنهاد کردند. بدین منظور هستی‌نگاشت گیاهان دارویی ایران را در نرم‌افزار «پروتزه» نسخه 4.2 beta ایجاد کردند. مبنای روش به کاررفته در ایجاد این هستی‌نگاشت، روش‌های مورد استفاده در پژوهش‌های «نوی و مک‌گینس» و «دامونتییر و ویلانویواروسالس»^۱ بود. روش پیشنهادی برای طراحی هستی‌نگاشت شامل هفت مرحله بود: تعیین دامنه و پوشش هستی‌نگاشت، استفاده از «یوام‌ال‌اس» به عنوان هستی‌نگاشت پایه، تعیین جفت‌های مفهومی و ترسیم آن‌ها در ساختار «یوام‌ال‌اس»، تعیین رده‌ها، توصیف ویژگی‌ها، تعریف چهریزه‌ها و ایجاد نمونه‌ها (۱۳۹۲).

«سلتمن» هستی‌نگاشتی به نام CELDA^۲ را برای نمایش کامل انواع سلول‌ها در سیستم‌های پیچیده ایجاد کرد. در ساخت این هستی‌نگاشت که از تلفیقی از روش‌های ارائه‌شده توسط «نوی و مک‌گینس»، «برمجو»، «اسچولز»^۳ و همکاران استفاده شده بود، از ده هستی‌نگاشت موجود استفاده کردند. فقط گسترش اندکی صورت گرفت تا کلاس‌ها و حوزه‌هایی را که در هستی‌نگاشت‌ها موجود نبودند، پوشش دهد (Seltmann 2013).

در بخش چهارم، بعضی از هستی‌نگاشت‌ها بر مبنای مجموعه‌ای از منابع اطلاعاتی و متون ایجاد شده‌اند. برخی از این پژوهش‌ها عبارت‌اند از:

«احمدی» و همکاران در پژوهشی با عنوان «طراحی سامانه نیمه‌خودکار ساخت هستی‌نگاشت به کمک تحلیل هم‌رخدادی واژگان و روش C-value (مطالعه موردی: حوزه علم‌سنجی ایران)» سعی در ایجاد سامانه نیمه‌خودکار ساخت هستی‌نگاشت علم‌سنجی بر مبنای مجموعه منابع دارند. در این شیوه، اسناد مرتبط با حوزه علم‌سنجی را با روش متن‌کاوی، خوشه‌بندی، وزن‌دهی، و مفهوم‌سازی می‌کنند تا بتواند هستی‌نگاشت آن را ایجاد کنند. نتایج نشان داد که روش مذکور در مقایسه با روش‌های مشابه دقت بسیاری در یادگیری ساخت هستی‌نگاشت داشته است (۱۳۹۶).

1. Dumontier & Villanueva-Rosales

2. CELDA (Cell: Expression, Localization, Development, Anatomy)

3. Schulz

«رویز-مارتینز» و همکاران در پژوهش خود روشی برای ایجاد هستی‌نگاشت‌های حوزه زیست‌پزشکی برگرفته از متون معرفی کردند. این شیوه بر پایه پردازش زبان طبیعی و تکنیک‌های توسعه‌ای فراهم‌آوری دانش استوار است. همچنین، الگوریتمی برای مرتبط کردن مفاهیم منفرد موجود در هستی‌نگاشت با استفاده از نظام زبان واحد پزشکی ایجاد شد (Ruiz-Martinez et al. 2011). «شمس‌فرد و عبدالله‌زاده بارفروش» به معرفی راهکاری خودکار در اکتساب دانش مفهومی و ساخت هستی‌نگاشت از پایه بر اساس متون زبان طبیعی پرداختند. ورودی این سیستم متون زبان فارسی و خروجی آن واژگان و هستی‌نگاشت بسط‌یافته و یادگرفته‌شده از متن است (۱۳۸۱).

بخش آخر پژوهش‌ها نیز پژوهش‌هایی است که به بررسی کارآمدی اصطلاحنامه‌ها و هستی‌نگاشت‌ها در بازیابی اطلاعات و مفاهیم آن می‌پردازند. به‌عنوان مثال، «صنعت‌جو و فتحیان دستگردی» بر اساس هستی‌نگاشت ASFAOnt در یک مطالعه «کاربردپذیری» به مقایسه کارآمدی اصطلاحنامه و هستی‌نگاشت در بازیابی مفاهیم پرداختند و به کارآمدی بیشتر هستی‌نگاشت‌ها در مقابل اصطلاحنامه‌ها پی بردند (۱۳۹۰). همچنین، «نوروزی» به مقایسه کارآمدی اصطلاحنامه تحت وب ASIS و هستی‌نگاشت آن در بازنمون مفاهیم و روابط معنایی پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که در قیاس دو ابزار معنایی از حیث کارآمدی در بازنمون مفاهیم و روابط بین آن‌ها از دیدگاه نمایه‌سازان، هستی‌نگاشت ASIS Onto از کارآمدی بیشتری نسبت به اصطلاحنامه ASIS برخوردار است (۱۳۹۴).

بررسی متون نشان داد که اکثر پژوهش‌های این حوزه بر تبدیل اصطلاحنامه‌ها به هستی‌نگاشت‌ها متمرکز است. این امر ناشی از لزوم توجه به هستی‌نگاشت‌ها، کاربردها و مزایای آن‌ها نسبت به اصطلاحنامه‌هاست. پژوهش‌های داخلی این حوزه در حال رشد است و اکثر آن‌ها مربوط به تبدیل اصطلاحنامه به هستی‌نگاشت است. این امر لزوم توجه به ایجاد یک هستی‌نگاشت بنیادی، معرفی روش‌شناسی و تبیین آن به صورت گام‌به‌گام را متمایز می‌کند. از این رو، در پژوهش حاضر ضمن بررسی روش‌شناسی‌های ساخت هستی‌نگاشت‌ها به ایجاد چارچوب مفهومی حوزه علم‌سنجی جهت ایجاد هستی‌نگاشت و تبیین مراحل آن مبادرت گردید.

۴. روش پژوهش

با بررسی متون مشخص شد که تا به حال، هستی‌نگاشتی بر روی حوزه علم‌سنجی

تولید نشده است تا بتوان از آن به‌عنوان مبنایی برای بازیابی و توسعه آن استفاده کرد. معمولاً برای به‌دست آوردن دانش پایه و تعیین روابط سلسله‌مراتبی مفاهیم در ساخت هستی‌نگاشت حوزه‌های علمی از سه روش (۱) هستی‌نگاشت‌های قبلی، (۲) اصطلاحنامه‌های موجود، و (۳) داده‌های غیرساختاریافته استفاده می‌شود (احمدی و همکاران ۱۳۹۶). بنابراین، طراحی چارچوب مفهومی هستی‌نگاشت علم‌سنجی بدون استفاده از هستی‌نگاشت‌های موجود و بر اساس متون و منابع موجود در این حوزه به‌صورت دستی صورت گرفت و از روش داده‌های غیرساختاریافته استفاده شد. پژوهش حاضر از نوع کاربردی است. جامعه آماری پژوهش شامل کتاب، مقاله، واژه‌نامه تخصصی، کتابشناسی، اصطلاحنامه، پایان‌نامه و طرح‌های پژوهشی حوزه علم‌سنجی به‌زبان فارسی است. به‌منظور گردآوری داده‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و جست‌وجو در منابع مرتبط از جمله کتابشناسی علم‌سنجی^۱ استفاده شد. برای ایجاد مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی و تبیین روابط و نمونه‌ها از رویکرد تحلیل حوزه بهره‌جویی شد. به‌منظور تأیید روایی و محتوایی، مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی ایجادشده به متخصصان این حوزه ارسال شد که در برخی موارد اصلاح و مورد تأیید قرار گرفت. ابزار مهندسی هستی‌نگاشت نیز نرم‌افزار «پروژه» (Beta17) ویرایش ۵ است. از آنجا که این نرم‌افزار (به ویژه در قسمت‌های مربوط به ایجاد محدودیت‌ها، سوره‌های عمومی و وجودی^۲ و استفاده از استدلال‌گر) با زبان فارسی همخوانی ندارد، معادل تمام اصطلاحات به زبان انگلیسی انتخاب و یا ترجمه شد و در نهایت، وارد نرم‌افزار گردید. مبنای هسته اولیه روش مورد استفاده برای ایجاد هستی‌نگاشت علم‌سنجی، روش (OAsys Bermejo (2007 با اعمال برخی تغییرات و اضافات بود. مراحل این روش به قرار زیر است:

۱. تعیین حوزه و دامنه یا هدف هستی‌نگاشت؛
۲. شناسایی منابع: اسناد، کتب، مقالات، متخصصان، و هستی‌نگاشت‌های موجود؛
۳. جمع‌آوری اصطلاحات و مفاهیم؛

۱. جمالی مهموثی، حمیدرضا. ۱۳۹۱. کتابشناسی علم‌سنجی. ویراست ۴. تهران: پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات، پژوهشکده علوم اطلاعات، گروه اطلاع‌سنجی.

۲. سورها که خود به دو نوع عمومی (Universal Quantification) و وجودی (Existential Quantification) تقسیم می‌شوند، در منطق گزاره‌ای کاربرد دارد. برای سوره عمومی از واژه Only و برای سوره وجودی از واژه Some استفاده می‌شود.

۴. تعیین پوشش موضوعی، دامنه و طبقات اصلی؛
۵. ایجاد ساختار سلسله‌مراتبی و اصطلاحنامه‌ای از اصطلاحات؛
۶. تعریف روابط بین اصطلاحات و مفاهیم؛
۷. تعریف ویژگی‌های کلاس‌ها و روابط؛
۸. تعریف نمونه‌ها؛
۹. ایجاد ارتباط بین نمونه‌ها؛ و
۱۰. ایجاد محدودیت‌ها، توابع و قوانین.

۵. یافته‌های پژوهش

با توجه به روش اشاره‌شده به توضیح هر یک از این مراحل در فرایند ایجاد هستی‌نگاشت علم‌سنجی و ذکر برخی نمونه‌ها و یافته‌ها مبادرت می‌شود:

الف. تعیین حوزه و دامنه یا هدف هستی‌نگاشت: هدف از هستی‌نگاشت فوق، ایجاد یک مدل مفهومی از حوزه علم‌سنجی و مفاهیم موجود آن در منابع و ایجاد ابزار معناشناسی در جهت سازماندهی منابع علم‌سنجی است که می‌تواند مورد استفاده کتابداران، نمایه‌سازان و علاقه‌مندان حوزه سنجش و ارزشیابی علم قرار گیرد.

ب. شناسایی منابع: در حوزه علم‌سنجی، کتب و مقالات زیادی منتشر و چاپ شده است. همچنین، این حوزه دارای واژه‌نامه‌های تخصصی است که مورد بررسی و شناسایی قرار گرفتند. افزون بر این، به‌منظور بررسی اصطلاحات حوزه علم‌سنجی، به برخی از اصطلاحنامه‌ها و مجلات تخصصی نیز مراجعه گردید. در این مرحله سعی شد که اکثر منابع و متون مورد توجه قرار گیرد. بدین منظور از نظرات متخصصان این حوزه جهت شناسایی منابع، مجلات هسته، اصطلاحات و مفاهیم بهره‌جویی گردید.

ج. جمع‌آوری مفاهیم و اصطلاحات از متون: به‌منظور ایجاد مدل مفهومی علم‌سنجی جهت ساخت هستی‌نگاشت، مفاهیم و کلیدواژه‌ها از متون و منابع همچون مقالات، کتب، کتابشناسی‌ها، اصطلاحنامه‌ها، واژه‌نامه‌های تخصصی، پایان‌نامه‌ها و جز این‌ها استخراج گردید. بر این اساس مفاهیم و اصطلاحات مرتبط همراه با روابط احتمالی میان آن‌ها در حوزه علم‌سنجی، استخراج گردید. در این مرحله تمام اصطلاحات و مفاهیم سودمند و مرتبط جمع‌آوری گردید.

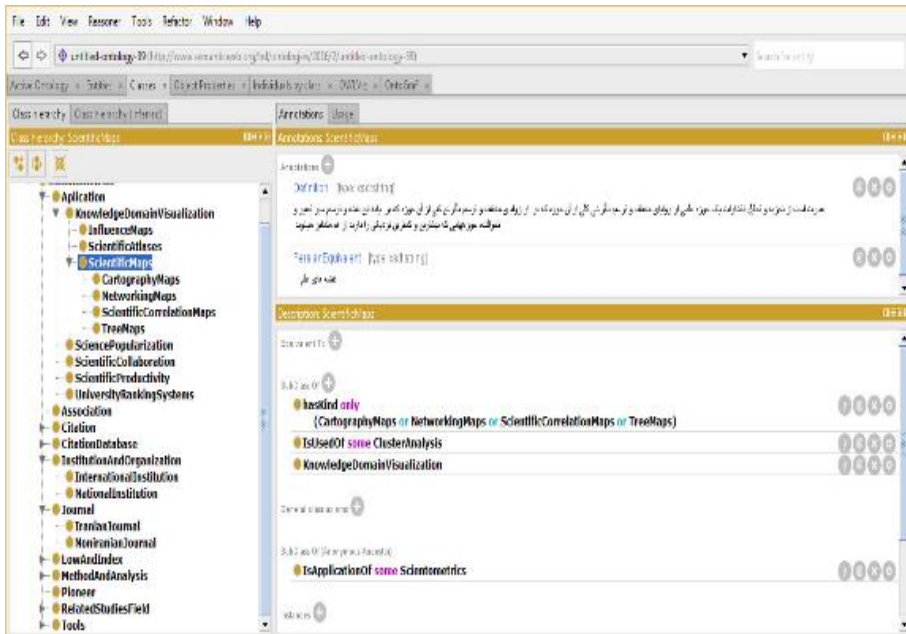
د. تعیین پوشش موضوعی، دامنه و طبقات اصلی هستی‌نگاشت: پس از بررسی متون و اصطلاحات مندرج در حوزه علم‌سنجی، به تجزیه و تحلیل اصطلاحات و ایجاد مدل مفهومی با استفاده از رویکرد تحلیل حوزه پرداخته شد. رویکرد تحلیل حوزه، هم در بخش جمع‌آوری اصطلاحات از متون و هم در بخش تجزیه و تحلیل اصطلاحات و تعیین روابط بین آن‌ها استفاده گردید. با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل حوزه، فعالیت‌ها و مفاهیم تخصصی موجود در یک رشته (علم‌سنجی) شناسایی و روابط میان آن‌ها تمییز داده می‌شود که می‌تواند نوعی جهت‌دهی به پژوهش‌های آن حوزه نیز قلمداد گردد. در این رویکرد، به همه حوزه‌های مرتبط توجه کافی مبذول می‌گردد. با استفاده از این رویکرد روابط و اصطلاحات موجود در این حوزه مورد تحلیل قرار گرفت که بعد از تجزیه و تحلیل اصطلاحات موجود و ایجاد مدل مفهومی، یازده رده یا همان کلاس اصلی در نظر گرفته شد. این یازده رده، کلاس‌های اصلی هستی‌نگاشت را تشکیل می‌دهند که عبارت‌اند از:

۱. ابزارها ۲. استناد ۳. انجمن‌ها ۴. پایگاه‌های استنادی ۵. حوزه‌های مطالعاتی مرتبط
۶. روش و تحلیل‌ها ۷. علم‌سنجان ۸. قواعد، شاخص‌ها و ضریب‌ها (سنجه‌ها) ۹. کاربردها
۱۰. مؤسسات و سازمان‌ها و ۱۱. نشریات.

هر یک از این طبقات خود دارای طبقات فرعی‌تر هستند که اصطلاحات و مفاهیم در آن‌ها به صورت سلسله‌مراتبی قرار دارند. بدین منظور، هر اصطلاح به عنوان یک کلاس در نظر گرفته شد. تعداد اصطلاحات مدل مفهومی ایجادشده ۱۸۵ اصطلاح است. البته، لازم به ذکر است که برخی از این اصطلاحات، نمونه و یا مترادف یکدیگر هستند که نمونه‌ها در بخش نمونه‌های کلاس‌ها و مترادفات در بخش مربوط به یادداشت همان اصطلاح ثبت می‌شوند. این عمل از پیچیده‌ترین فعالیت‌ها در طراحی هستی‌نگاشت است. در بسیاری از اصطلاحنامه‌ها و واژه‌نامه‌ها میان نمونه‌ها و مفاهیم تمایزی قائل نشده‌اند، اما در هستی‌نگاشت باید این موارد از یکدیگر تفکیک گردد. بسیاری از اصطلاحات مصداقی از مفاهیم هستند که کنترل این امر در روش‌های خودکار و نیمه‌خودکار استخراج مفاهیم و اصطلاحات باید انجام گیرد. به عنوان مثال، در هستی‌نگاشت علم‌سنجی اصطلاح «پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)» مصداقی از مفهوم «پایگاه استنادی» است که در بسیاری از اصطلاحنامه‌ها یا واژه‌نامه‌های این حوزه به صورت اصطلاح ذکر شده است. از این رو، هر اصطلاح یا مفهوم تحلیل می‌شود و جایگاه آن به همراه روابط پیشنهادی در مدل

مفهومی جای گذاری می گردد. هنگام ایجاد طبقات و کلاس‌ها سعی شد که مفاهیم در مدل مفهومی به صورت ساختار سلسله‌مراتبی ارائه گردد؛ زیرا در ساختار سلسله‌مراتبی می‌توان روابط موجود بین مفاهیم را بهتر درک کرد. همچنین، روابط غیر سلسله‌مراتبی نیز با سایر مفاهیم و اصطلاحات شناسایی و تبیین گردید.

بعد از ایجاد مدل مفهومی اصطلاحات حوزه علم‌سنجی در قالب کلاس‌ها، روایی صوری و محتوایی این کلاس‌ها و زیر کلاس‌ها توسط چهار تن از متخصصان حوزه علم‌سنجی مورد بررسی و اصلاح قرار گرفت. پس از تأیید صوری و محتوایی، کلاس‌ها و زیر کلاس‌ها به همراه روابط جهت ایجاد هستی‌نگاشت حوزه علم‌سنجی وارد نرم‌افزار «پروتژه» گردید. نمایی از این کلاس‌ها و زیر کلاس‌ها در شکل ۱، قابل رؤیت است:



شکل ۱. نمایی از کلاس‌های اصلی هستی‌نگاشت علم‌سنجی

به منظور غنی‌تر شدن کلاس‌ها، باید عملیاتی روی آن‌ها صورت گیرد. به همین منظور، از آنجا که کلاس‌های موجود، به جز در یک مورد با یکدیگر تداخلی ندارند،

از یکدیگر منفصل^۱ شدند. این عمل از ورود اشتباه اصطلاحات جلوگیری خواهد کرد. منفصل کردن کلاس‌ها بدین معناست که نمونه‌های دو کلاس منفصل شده نمی‌تواند یکی باشد و در صورت تشابه، سیستم استدلالگر هستی‌نگاشت این خطا را نشان می‌دهد. از میان یازده کلاس، تنها در دو کلاس «پایگاه‌های استنادی» و «ابزارها» به‌علت وجود نمونه‌های مشترک، با یکدیگر مرتبط بودند و از یکدیگر منفصل نشدند. ذکر این نکته لازم است که عمل منفصل کردن کلاس‌ها به معنای عدم رابطه میان کلاس‌ها نیست، بلکه فقط به معنای نداشتن نمونه واحد است.

هد تعیین روابط بین مفاهیم و اصطلاحات: برای غنی‌تر کردن هستی‌نگاشت لازم است روابط بین کلاس‌ها تعیین شود. سهولت تعریف ارتباطاتی، غیر از اعم، اخص، و مرتبط (همبسته) بین کلاس‌ها و مفاهیم باعث غنی‌تر شدن روابط معنایی می‌شود. همین امکان و سهولت ایجاد، موجب کارایی و کارآمدی بیشتر هستی‌نگاشت‌ها در بازیابی‌های معنایی نسبت به اصطلاحنامه‌ها می‌شود.

به‌طور کلی، در هستی‌نگاشت‌ها سه نوع رابطه را می‌توان تصور کرد: ۱. رابطه شیء^۲ (برای ایجاد ارتباط میان نمونه‌ها)؛ ۲. رابطه نوع داده^۳ (برای ایجاد ارتباط میان نمونه‌ها و مقادیر نوع داده الگوی XML و RDF)؛ و ۳. رابطه تفسیری^۴ (برای افزودن اطلاعات و توضیحات به کلاس‌ها، نمونه‌ها، روابط شیء و روابط نوع داده). برای همه انواع رابطه‌های بیان‌شده، می‌توان روابط فرعی نیز تعریف کرد (صنعت‌جو و فتحیان دستگردی ۱۳۹۱). در ساخت هستی‌نگاشت علم‌سنجی از رابطه نوع داده استفاده نشد، اما از دو نوع رابطه دیگر، یعنی رابطه شیء و تفسیری استفاده شد. در این هستی‌نگاشت برای هر مفهوم، روابط تفسیری همچون تعریف، معادل فارسی، مترادفات، یادداشت، آدرس وبسایت و اصطلاحات مشابه، به‌منظور کنترل واژگان، ایجاد و استفاده گردید. این نوع از روابط حتی برای رابطه شیء و رابطه نوع داده نیز کاربرد دارد. این نوع از روابط در شکل ۱، که مربوط به کلاس نقشه‌های علمی است، قابل مشاهده هستند. در این کلاس دو نوع رابطه تفسیری تعریف و معادل فارسی برای کلاس نقشه‌های علمی ذکر شده است.

1. disjoint
2. object property
3. datatype property
4. annotation property

در هستی‌نگاشت علم‌سنجی با توجه به نتایج رویکرد تحلیل حوزه در تشکیل کلاس، روابط و نمونه‌ها بیست نوع رابطه تشخیص داده شد^۱. لازم به ذکر است که برخی از این روابط دارای رابطه معکوس^۲ نیز هستند. این روابط به همراه رابطه معکوس آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. هست کاربردی از (Is Application of)؛
۲. هست مفهومی از (Is Concept of)؛
۳. هست شاخصی از (Is Index of)؛
۴. نوعی دارد (has Kind) / هست نوعی از (Is Kind of)؛
۵. بخشی دارد (has Part) / هست بخشی از (has Part of)؛
۶. سنجه‌ای دارد (has Measurement) / هست سنجه‌ای از (Is Measurement of)؛
۷. روشی است از (Is Method of)؛
۸. تأثیر منفی دارد (has Negative Influence)؛
۹. محصولی دارد (has Product) / محصولی است از (Is Product of)؛
۱۰. حوزه مرتبطی است از (Is Related Fields of)؛
۱۱. به کار می‌رود (Used For) / هست مورد استفاده در (Is Used of)؛
۱۲. ابزاری است از (Is Tools of)؛
۱۳. قانونی است از (Is Low of)؛
۱۴. نظریه‌ای است از (Is Theory of)؛
۱۵. مرتبط است با (Is Related for)؛

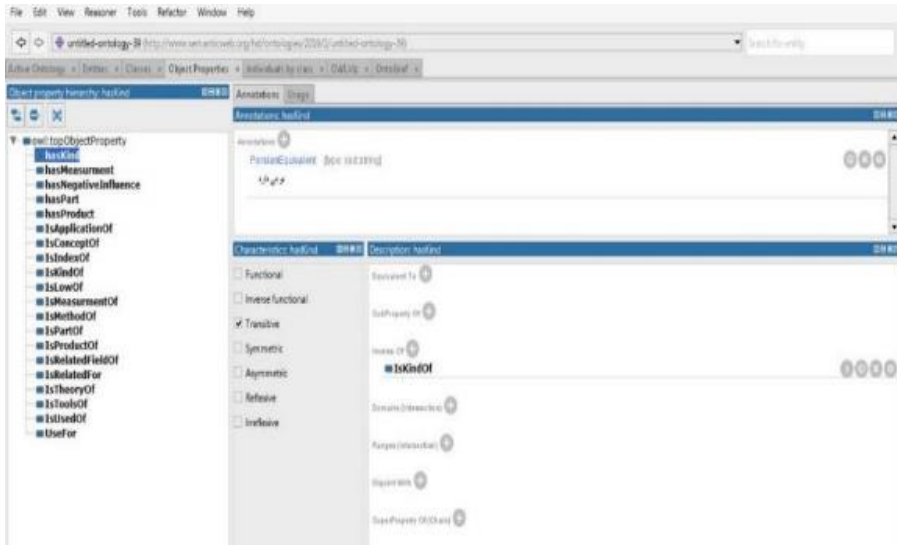
به‌عنوان مثال، بین دو اصطلاح (کلاس) «قانون زیف» و «علم‌سنجی»، رابطه «قانونی است از» وجود دارد که بدین صورت تفسیر می‌شود. «قانون زیف» قانونی در حوزه «علم‌سنجی» است که در هستی‌نگاشت ScientometricsOnt بدین گونه نمایش داده می‌شود: “Zpif’s Law” Is Law of “Scientometric”

مابقی اصطلاحات نیز بدین گونه با استفاده از رویکرد تحلیل حوزه مورد تجزیه و

۱. لازم به ذکر است که امکان دارد با گسترش اصطلاحات و مفاهیم این حوزه، تعداد روابط بیشتری نیز تعریف و شناسایی گردد.

2. inverse property

تحلیل قرار گرفت و روابط میان آن‌ها با حوزه اصلی و حتی سایر کلاس‌ها مد نظر و روابط مورد نیاز ایجاد گردید. شکل ۲، پنجره مربوط به روابط به همراه تعریف ویژگی (خصیصه)‌های آن‌ها را در هستی‌نگاشت علم‌سنجی نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمایشی از روابط موجود در هستی‌نگاشت علم‌سنجی

و. تعیین مشخصات و ویژگی‌های هر یک از روابط: نرم‌افزار «پروتژه» این امکان را دارد که بتوان برای هر یک از روابط تعریف‌شده، ویژگی‌هایی را جهت استدلال بیشتر به آن اضافه کرد. برخی از این ویژگی‌ها عبارت‌اند از: تک‌ارزشی بودن^۱ (ویژگی ای که نشان می‌دهد هر شیء یا مفهوم حداکثر می‌تواند یک مقدار داشته باشد؛ مثل سن)، و ارون تک‌ارزشی بودن^۲ (ویژگی ای که نشان می‌دهد دو شیء یا مفهوم مختلف نمی‌توانند مقادیر یکسانی داشته باشند؛ مثل شماره ملی یا دانشجویی)، متعدی بودن^۳ (ویژگی ای که حاکی از رابطه تراگذاری بین دو شیء یا مفهوم است؛ مثل بلندتر از یا مسن تر از)^۴،

1. functional
2. Inverse Functional
3. Transitive

۴. مثلاً سه گزاره «علی بلندتر از حسن است» و «حسن بلندتر از حسین است»، بنابراین «علی نیز بلندتر از حسین می‌باشد» را در نظر بگیرد. حال این گزاره‌ها نشان می‌دهد که رابطه «بلندتر» دارای ویژگی متعدی بودن است.

مقارن بودن^۱ (ویژگی‌ای که حاکی از رابطه تقارن بین دو شی یا مفهوم است؛ مثل رابطه برادری یا خواهری)، نامقارن بودن^۲ (ویژگی‌ای که حاکی از نداشتن رابطه تقارن میان دو شیء یا مفهوم دارد؛ مثل رابطه پدری)، بازتابی بودن^۳ (مثل رابطه شناختن)، و غیربازتابی بودن^۴. به‌عنوان مثال، در شکل ۲، رابطه «نوعی دارد»، دارای ویژگی متعددی بودن است که در بخش میانی پنجره ویژگی مشخص شده است.

در هستی‌نگاشت فوق برای هر رابطه‌ای که بین اصطلاحات یا مفاهیم تشخیص داده می‌شود، تحلیلی برای شناسایی ویژگی‌های آن‌ها نیز صورت می‌گیرد که این موارد برای سیستم استدلالگر هستی‌نگاشت بسیار حائز اهمیت است و از ایجاد روابط و استدلال اشتباه جلوگیری به عمل می‌آورد.

برای هر رابطه می‌توان دامنه^۵ و ارزش^۶ مشخصی تعیین کرد. بدین معنا که هر یکی از روابط مذکور دارای دامنه‌ای خاص از یک کلاس و ارزشی خاص از کلاس دیگر هستند. این عمل موجب عدم خطا و استدلال منطقی بر روی روابط خواهد شد که در صورت وارد کردن رابطه اشتباه، استدلالگر هستی‌شناسی آن را تشخیص می‌دهد. در هستی‌نگاشت علم‌سنجی برخی از روابط همچون «نوعی دارد» (has Kind) به‌علت وجود در چندین کلاس دارای چندین دامنه و ارزش بودند و برخی از روابط که فقط خاص یک کلاس هستند، هم دامنه و هم ارزش آن‌ها فقط کلاسی است که در آن رابطه وجود دارد. البته، لازم به ذکر است که در هستی‌نگاشت علم‌سنجی دامنه و ارزشی برای روابط در نظر گرفته نشد؛ زیرا ممکن است با توسعه بعدی این هستی‌نگاشت روابط جدیدی در برخی از کلاس‌ها ایجاد شود که نیازمند اصلاح دامنه و ارزش است.

ز. ایجاد محدودیت‌ها: به‌طور کلی، محدودیت‌ها و ایجاد روابط میان کلاس‌ها و خصیصه‌ها در چهار دسته کلی قابل تقسیم‌بندی است که عبارت‌اند از: روابط بین کلاس‌ها، روابط بین خصیصه‌ها، روابط بین کلاس‌ها و خصیصه‌ها، و روابط میان اعضای کلاس‌ها یا ارزش خصیصه‌ها (شریف ۱۳۸۵).

1. symmetric
2. asymmetric
3. reflexive
4. irreflexive
5. domain
6. range

روابط مربوط به کلاس‌ها مشتمل بر رابطه زیر کلاس (owl:subclassOf)، هم‌ارز (owl:equivalentClass)، و رابطه تمایز (owl:disjointWith) است. روابط مربوط به خصیصه‌ها نیز مشتمل بر رابطه زیر خصیصه (owl:subpropertyOf)، هم‌ارز (owl:equivalentProperty)، و معکوس (owl:inverseOf) است. میان کلاس‌ها و خصیصه‌ها امکان برقراری منطقی بولی و عملگرهای آن نیز وجود دارد. عملگرهای اجتماع (owl:unionOf)، اشتراک (owl:intersectionOf) و نفی (owl:complementOf) را نیز می‌توان میان کلاس‌ها و خصیصه‌ها برقرار کرد. همچنین، میان اعضای کلاس یا خصیصه‌ها می‌توان روابطی مشتمل بر هم‌ارزی (owl:sameAs)، تفاوت (owl:differentFrom)، و تفاوت دودویی (owl:allDifferentFrom) را متصور شد.

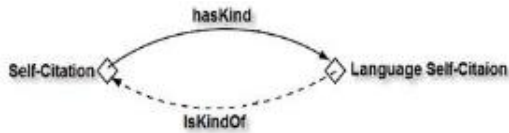
همچنین، نوع دیگری از محدودیت‌ها در هستی‌نگاشت‌ها وجود دارد که شامل سور عمومی (Only)، سور وجودی (Some) و کاردینالیته (Cardinality) است که در هستی‌نگاشت علم‌سنجی از سور وجودی و عمومی در بخش ایجاد روابط میان کلاس‌ها و خصایص تعریف شده استفاده شد. نحوه استفاده از سورهای عمومی و وجودی و نحوه ایجاد آن را می‌توان در هستی‌نگاشت علم‌سنجی با ذکر مثال نشان داد.

کلاس «استناد»^۱ دارای زیر کلاس فرعی «خوداستنادی»^۲ است که این کلاس دارای انواع زیر کلاس‌های فرعی نظیر «خوداستنادی زبانی»، «خوداستنادی سازمانی» و جز این‌هاست. بنابراین، می‌توان بین این دو کلاس رابطه «نوعی دارد» را متصور شد. نحوه ارتباط این رابطه با استفاده از سورها امکان‌پذیر است. در مثال فوق، همین رابطه و رابطه معکوس آن به زبان هستی‌نگاشت با استفاده از سور وجودی بدین گونه نشان داده می‌شود:

Self-Citation has kind Some Language Self-Citation
Language Self-Citation Is Kind of Some Self-Citation

این دو عبارت بدین گونه تفسیر می‌شوند که کلاس «خوداستنادی» نوعی دارد که یک مورد آن «خوداستنادی زبانی» است و کلاس «خوداستنادی زبانی» نوعی از کلاس «خوداستنادی» است. ذکر این نکته لازم است که رابطه معکوس را سیستم استدلالگر هستی‌شناسی ایجاد خواهد کرد. این عبارت به صورت شماتیک به شکل زیر خواهد بود:

1. citation
2. self-citation



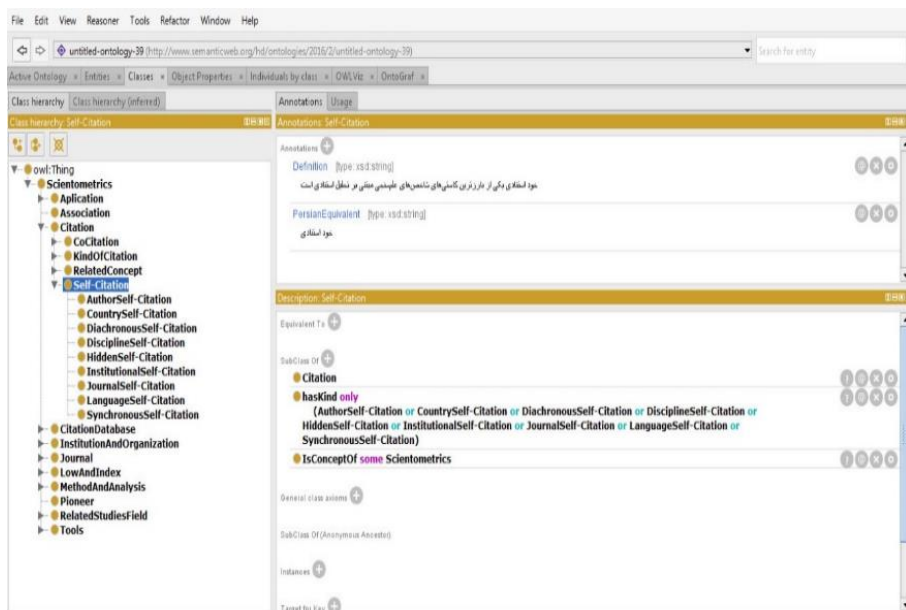
شکل ۳. رابطه hasKind و معکوس آن

این محدودیت‌ها در بین تمام کلاس‌هایی که با یکدیگر رابطه دارند، اعمال شد. محدودیت‌های ایجادشده از نوع محدودیت‌های ضروری^۱ است. حال، می‌توان به محدودیت‌های لازم^۲ نیز پرداخت. محدودیت‌های لازم همان سورهای عمومی است که در مورد مثال بالا بدین گونه نشان داده می‌شود:

Self-Citation has kind only (Language Self-Citation or Institutional Self-Citation or Discipline Self-Citation or Journal Self-Citation or Author Self-Citation or

این عبارت بدین گونه تفسیر می‌شود که کلاس «خوداستنادی» نوعی دارد که تنها کلاس‌هایی که داخل پراتنز قرار دارند، است و چیز دیگری غیر از موارد ذکرشده نیست. این محدودیت لازم برای این کلاس است. حال، اگر مورد دیگری برای خوداستنادی ایجاد شد، علاوه بر ایجاد محدودیت ضروری آن باید در محدودیت لازم نیز ذکر گردد. این موارد در شکل ۴، به تصویر کشیده شده است.

1. primitive class
2. defined class



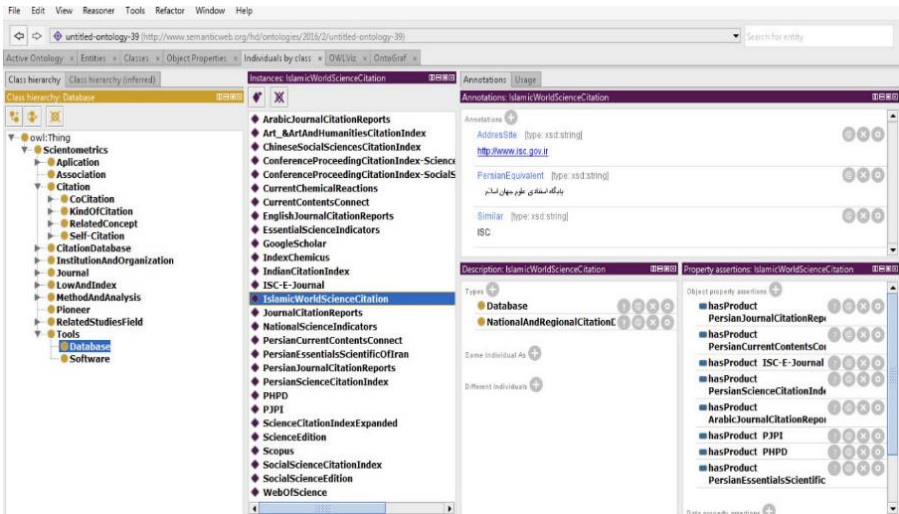
شکل ۴. روابط و محدودیت‌های کلاس خوداستنادی

ح. ایجاد نمونه‌ها: نمونه‌ها موجودیت‌هایی از مصادیق مفاهیم و اصطلاحات علم‌سنجی هستند. برخی از اصطلاحات جمع‌آوری شده مفهوم نبودند، بلکه مصادیقی از این مفاهیم بودند که به‌عنوان نمونه‌ای از این مفاهیم در نظر گرفته شدند. به‌عبارت دیگر، در زبان هستی‌نگاشت این موارد نمونه‌هایی از کلاس‌های مورد نظر هستند. در پژوهش حاضر از بین ۱۸۵ اصطلاح در مدل مفهومی علم‌سنجی، ۱۰۰ اصطلاح به‌عنوان نمونه شناسایی شدند. نمونه‌ها نیز می‌توانند دارای روابط تفسیری و یا شیء باشند. همان‌طور که در شکل ۵، مشاهده می‌شود، در کلاس «ابزارها»، کلاس فرعی «داده پایگاه» دارای نمونه‌هایی است. هر کدام از این نمونه‌ها دارای روابط تفسیری از قبیل معادل فارسی، مترادفات، آدرس وب‌سایت، و یادداشت هستند. همچنین، این نمونه‌ها دارای روابط شیء «محصولی دارد» است. در این مثال، «پایگاه استنادی علوم جهان اسلام» به‌عنوان نمونه‌ای از کلاس «داده پایگاه‌ها» مشاهده می‌شود. رابطه «محصولی دارد» در سمت راست پایین صفحه مشخص است.

عبارت Islamic World Science Citation has product Persian Journal Citation Report

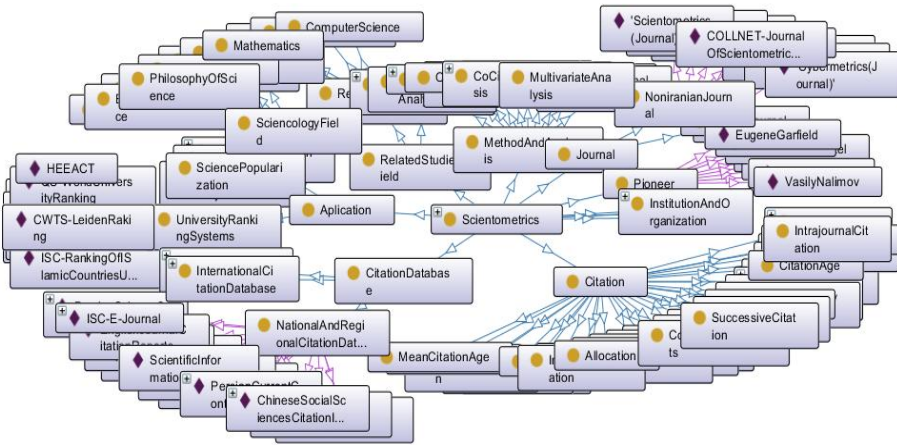
در پنجره مربوط به روابط شیء بین نمونه‌ها مشاهده می‌شود که به‌معنای داشتن رابطه

«محصولی دارد» است. تفسیر این عبارت بدین گونه است که «پایگاه استنادی علوم جهان اسلام» «محصولی دارد» با نام «گزارش استنادی نشریات فارسی» که خود «گزارش استنادی نشریات فارسی» نیز نمونه‌ای از همین کلاس است که بدین گونه نمایش می‌شود. همچنین، معکوس آن نیز توسط استدلالگر ایجاد خواهد شد.



شکل ۵. نمایی از بخش نمونه‌ها در هستی‌نگاشت علم‌سنجی

نرم‌افزار «پروتزه» دارای قابلیت نمایش تصویری هستی‌نگاشت ایجادشده در تمام کلاس‌ها و نمونه‌هاست. این نرم‌افزار دارای دو قابلیت OWLviz و OntoGraf است که هر کدام دارای برخی ویژگی‌ها هستند. در این پژوهش با استفاده از قابلیت OntoGraf نمایش تصویری کلاس‌ها و برخی نمونه‌های هستی‌نگاشت علم‌سنجی ارائه شده است (شکل ۶).



شکل ۶. نمای از هستی‌نگاشت علم‌سنجی با استفاده از OntoGraf

لازم به ذکر است که بعد از ساخت و ایجاد هستی‌نگاشت علم‌سنجی، امکان جست‌وجو و پرسش در آن نیز وجود دارد. پرسش، در هستی‌نگاشت نیاز به زبان خاصی دارد؛ زیرا بر اساس گراف‌های سه‌گانه RDF ذخیره شده‌اند. همچنان‌که SQL برای پرسش در داده‌پایگاه ایجاد گردیده، برای پرسش در هستی‌نگاشت، نیاز به زبانی با نام SPARQL است. SPARQL از SQL الهام گرفته است. امکان جست‌وجو با زبان SPARQL در نرم‌افزار «پروژه» وجود دارد. از آنجا که گراف‌های RDF به صورت سه‌گانه ذخیره شده است، سؤالات نیز باید به صورت سه‌گانه پرسیده شود. نمونه این نوع جست‌وجو در پایگاه DBpedia، که بر اساس RDF ذخیره شده است، قابل مشاهده است که باید همانند SQL با زبان خاص خود به جست‌وجو در آن پرداخت. تحقیقات در این زمینه هنوز در جریان است که رابط کاربری ساده‌تری برای جست‌وجو در پایگاه داده‌های مبتنی بر RDF طراحی گردد.

۶. نتیجه‌گیری

هستی‌نگاشت حوزه علم‌سنجی با عنوان ScientometricsOnt از لحاظ طراحی، از نوع هستی‌نگاشت مبتنی بر منابع اطلاعاتی غیرساختاریافته است. همچنین، به منظور ایجاد

1. Simple Protocol and RDF Query Language

هستی‌نگاشت از ابزار مهندسی هستی‌نگاشت «پروتزه» ویرایش ۵، بهره‌جویی گردید. اصطلاحات و کلیدواژه‌ها از منابع موجود در زمینه علم‌سنجی مشتمل بر کتاب، مقاله، واژه‌نامه تخصصی، اصطلاحنامه، پایان‌نامه و طرح‌های پژوهشی گردآوری شد و به‌منظور ایجاد مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی از رویکرد تحلیل حوزه استفاده گردید. روایی صوری و محتوایی کلاس‌ها و زیرکلاس‌ها توسط پنج تن از متخصصان حوزه سنجش و ارزشیابی علم، که در دانشگاه‌های دولتی ایران مشغول پژوهش و آموزش بودند، مورد تأیید قرار گرفته است. مبنای روش مورد استفاده در ساخت هستی‌نگاشت فوق روش (2007) OAsys Bermejo با ایجاد برخی تغییرات بود. هستی‌نگاشت مشتمل بر ۱۸۵ اصطلاح در حوزه علم‌سنجی است. نتایج و تحلیل‌ها نشان داد که مدل مفهومی حوزه علم‌سنجی مشتمل بر ۱۸۵ اصطلاح است که در یازده کلاس اصلی با زیرکلاس‌های مختلف به همراه ۲۰ رابطه و ۱۰۰ نمونه ایجاد گردید.

پژوهش حاضر به لحاظ روش‌شناسی با پژوهش (Seltman 2013)، از جهت استفاده از روش ترکیبی «برمجی و نوی و مگ‌گینس» جهت ایجاد هستی‌نگاشت مشابهت دارد. همچنین، با پژوهش‌های «احمدی» و همکاران (۱۳۹۶)، «شمس‌فرد و عبدالله‌زاده بارفروش» (۱۳۸۱) و (Ruiz-Martinez et al. 2001) به لحاظ استفاده از متون و منابع اطلاعاتی جهت ایجاد هستی‌نگاشت در یک راستا قلمداد می‌گردد، اما از لحاظ رویکرد و روش‌شناسی متفاوت است. در این سه پژوهش از شیوه‌های پردازش زبان طبیعی برای اکتساب و گردآوری مفاهیم و اصطلاحات استفاده گردید (روش نیمه‌خودکار)، اما در پژوهش حاضر از روش دستی برای جمع‌آوری و از رویکرد تحلیل حوزه برای تحلیل روابط و خصیصه‌ها بهره‌جویی شد. در نهایت، بین پژوهش حاضر با پژوهش‌های «احمدی» و همکاران (۱۳۹۶)، «زاهدی» و همکاران (۱۳۹۲) و «صنعت‌جو و فتحیان دستگردی» (۱۳۹۱) به لحاظ بهره‌جویی از ابزار مهندسی هستی‌نگاشت «پروتزه» مشابهت وجود دارد.

از کاربردهای اصلی پژوهش حاضر این است که از هستی‌نگاشت علم‌سنجی می‌توان به‌عنوان مبنایی برای سایر هستی‌نگاشت‌های این حوزه بهره‌برد که امکان اصلاح و ویرایش آن مهیاست. از این رو، امکان گسترش و افزوده‌شدن اصطلاحات دیگری که در آینده به آن اضافه می‌شود، نیز وجود دارد. بدین قرار با اضافه‌شدن هر اصطلاح ابتدا لازم است جایگاه آن با استفاده از رویکرد تحلیل حوزه تعریف و سپس، روابط و خصیصه‌های آن نیز مشخص گردد و آن‌گاه به هستی‌نگاشت افزوده گردد. همچنین،

روش گام‌به‌گام معرفی شده در این هستی‌نگاشت می‌تواند برای ایجاد هستی‌نگاشت سایر حوزه‌های موضوعی مفید باشد. از هستی‌نگاشت فوق می‌توان در بسیاری از داده‌پایگاه‌هایی که دارای فناوری‌های معنایی است و امکان بازیابی معنایی را دارد، استفاده کرد. با توسعه و تحقیق بیشتر بر روی هستی‌نگاشت‌ها و ایجاد رابط کاربرهای کاربرپسند، امکان پیاده‌سازی هستی‌نگاشت‌ها در حوزه بازیابی موتورهای کاوش نیز مهیا می‌شود؛ زیرا به کارگیری هستی‌نگاشت‌ها در حوزه بازیابی، کمک شایان توجهی خواهد داشت. کاربرد هستی‌نگاشت‌ها در هنگام کاوش در موتورهای کاوش و تنظیم پرسش‌های کاربران، موجب پیراستن از ابهامات و ایجاد ارتباطات معنایی خواهد شد. ایجاد هستی‌نگاشت‌هایی از این نوع، باعث تداوم حرکت و شتاب بازیابی معنایی و تکامل فناوری‌های وب معنایی است.

نرم‌افزار «پروتزه» یک ویرایشگر ایجاد هستی‌نگاشت است که به‌علت این که کد باز است و به‌علت رایگان بودن مورد استفاده بسیاری از محققان این حوزه قرار می‌گیرد. روزآمدسازی این نرم‌افزار باعث کاربرپسند بودن آن خواهد شد و تولیدکنندگان آن نیز سعی در برطرف کردن برخی از اشکالات آن دارند. به‌عنوان نمونه، نرم‌افزار «پروتزه» در پنجره نمونه دارای برخی اشکالات است که نیاز به برطرف کردن آن از سوی تولیدکنندگان دارد. اگر پنجره نمونه‌ها (Individual) همچون پنجره کلاس‌ها و روابط، امکان ایجاد ساختار سلسله‌مراتبی داشت، درک نمونه‌ها بسیار راحت‌تر بود؛ زیرا ارائه و نمایش یک جای تمام نمونه‌ها بدون نظم، ساختار و ارتباط با یکدیگر مناسب نیست. مثلاً در هستی‌نگاشت علم‌سنجی، کلاسی دارای نمونه بود که خود آن نمونه‌ها نیز دارای زیرمجموعه‌هایی بودند که امکان نمایش سلسله‌مراتبی آن وجود ندارد. در تحقیق حاضر، «پایگاه وب آوساینس»، که نمونه‌ای از کلاس «داده پایگاه‌های استنادی بین‌المللی» است، خود دارای اجزای متفاوتی از قبیل «نمایه استنادی علوم اجتماعی»، «نمایه استنادی علوم انسانی و هنر»، «نمایه شیمی» و ... است که امکان نمایش آن به‌صورت سلسله‌مراتبی وجود ندارد.

پژوهش حاضر سرآغازی برای پژوهش‌های دیگر در این زمینه است. در ارتباط با پژوهش حاضر پیشنهاد می‌گردد سایر پژوهش‌ها بر توسعه و ایجاد ارتباطات بیشتر و غنی‌تر کردن مدل مفهومی فوق متمرکز شوند. همان‌طور که بیان شد، پژوهش حاضر قابلیت گسترش و توسعه بیشتر به‌ویژه در بخش روابط و مترادفات دارد و می‌تواند به‌عنوان

مبنایی در جهت تکمیل هستی‌نگاشت این حوزه باشد. همچنین، پیشنهاد می‌گردد پژوهش در سایر حوزه‌های موضوعی علم اطلاعات و دانش‌شناسی جهت ایجاد هستی‌نگاشت آن صورت گیرد. با توجه به نگاه استانداردهای جدید حوزه سازماندهی دانش به رویکردهای هستی‌شناسانه، لزوم درک و شناخت هستی‌شناسی‌ها، روابط و چگونگی عمل و کار آنها بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

فهرست منابع

احمدی، حمید، فریده عصاره، ملوک‌السادات حسینی بهشتی، و غلامرضا حیدری. ۱۳۹۶. طراحی سامانه نیمه‌خودکار ساخت هستی‌نگاشت به کمک تحلیل هم‌رخدادی واژگان و روش C-value (مطالعه موردی: حوزه علم سنجی ایران). *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۳ (۱): ۱۸۷-۲۱۸. (دسترسی در ۲۰/۱۰/۱۳۹۶) <http://ijpm.irandoc.ac.ir/article-1-3066-fa.pdf>

حسینی بهشتی، ملوک‌السادات. ۱۳۹۱. تبدیل اصطلاحنامه به هستان‌شناسی. *کلیات کتاب ماه (اطلاعات، ارتباطات و دانش‌شناسی)* ۱۶ (۲): ۲۶-۳۳.

_____، و فاطمه اژه‌ای. ۱۳۹۴. طراحی و پیاده‌سازی هستی‌نگاشت علوم پایه بر اساس مفاهیم و روابط موجود در اصطلاح‌نامه‌های مرتبط. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۰ (۳): ۶۷۷-۶۹۶.

زاهدی، راضیه، غلامرضا امین، مهرداد کریمی، و محمدرضا علی‌بیک. ۱۳۹۲. روش‌شناسی ایجاد هستی‌نگاشت مبتنی بر نظام زبان واحد پزشکی: مطالعه موردی: هستی‌نگاشت گیاهان دارویی ایران. *کتابداری و اطلاع‌رسانی* ۱۶ (۳): ۸۴-۱۰۳.

شریف، عاطفه. ۱۳۸۵. شناختی از روابط معنایی در هستی‌نگاشت وب. *اطلاعات‌شناسی* ۴ (۱ و ۲): ۶۶-۸۴.

_____ . ۱۳۸۸. مهندسی خودکار هستی‌نگاشت: امکان‌سنجی استخراج روابط معنایی از متون فارسی و تعیین میزان پیدایی آنها. *کتابداری و اطلاع‌رسانی* ۱۲ (۲): ۲۴۳-۲۶۳.

شمس‌فرد، مهنوش، و احمد عبدالله‌زاده. ۱۳۸۱. ساخت هستی‌نگاشت از روی متون زبان طبیعی. در مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس سالانه انجمن کامپیوتر ایران. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد. (دسترسی در ۱۰/۰۳/۱۳۹۵) http://www.civilica.com/Paper-ACCSI08-ACCSI08_061.html

شیخ‌شعاعی، فاطمه. مترجم. ۱۳۸۴. هستی‌نگاشت و وب معنایی. نوشته الین ک. ژاکوب. ۲۰۰۳. *فصلنامه کتاب* ۱۶ (۴): ۱۸۹-۱۹۴.

صنعت‌جو، اعظم، و اکرم فتحیان دستگردی. ۱۳۹۰. مقایسه کارآمدی اصطلاحنامه و هستی‌نگاشت در بازیابی مفاهیم موضوعی (مطالعه موردی اصطلاحنامه اصفهان). *پژوهشنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی* ۱ (۲۷): ۱۳۵-۱۵۶.

فتحیان دستگردی، اکرم. ۱۳۹۰. ارزیابی هستی‌نگاشت‌ها: بررسی معیارها، رویکردها و سطوح. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات: ویژه‌نامه ذخیره، بازیابی و مدیریت اطلاعات* ۲۷ (۲): ۵۳۳-۵۵۹.

- _____ . ۱۳۹۱. روش‌شناسی طراحی، ساخت و پیاده‌سازی هستی‌نگاشت: رویکردها، زبان‌ها و ابزارها (مطالعه موردی: طراحی هستی‌نگاشت ASFAOnt در حوزه کتابداری و اطلاع‌رسانی). فصلنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی ۱۵ (۱): ۱۱۳-۱۴۲.
- _____ . مترجم. ۱۳۹۱. ارزیابی و رتبه‌بندی ابزارهای ساخت هستی‌نگاشت. نوشتهٔ احسان المرشد و رامانجیت سینگ. ۲۰۰۵. کلیات کتاب ماه (اطلاعات، ارتباطات و دانش‌شناسی). ۶ (۲): ۴۸-۵۵.
- نوروزی، مریم. ۱۳۹۴. مقایسه کارآمدی اصطلاحنامه و هستی‌شناسی در بازنمون مفاهیم و روابط معنایی: مطالعه موردی اصطلاحنامه تحت وب ASIS و هستی‌شناسی طراحی شده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه شیراز.
- Bermejo, J. 2007. *A Simplified Guide to Create an Ontology*. <http://tierra.aslab.upm.es/documents/controlled/ASLAB-R-2007-004.pdf> (accessed Feb. 10, 2016).
- Chun, C., and L. Wenlin. 2004. from agricultural thesaurus to ontology. In 5th AOS workshop, April 27-29. Beijing, China. <http://www.fao.org/agris/aos/> (accessed Feb. 14, 2016).
- Daconta, M. C., L. J. Obrst, and K. T. Smith. 2003. *The semantic web: a guide to future of XML web services and knowledge management*. Indianapolis: Wiley Publishing Inc.
- Denny, M. 2002. *Ontology building: A survey of editing tools*. www.xml.com/pub/a/2002/11/06/ontologies.html (accessed 3 Feb. 2016).
- Kawtrakula, A., A. Imsombutb, A. Thunyakijjanukit, D. Soergeld, A. Liange, M. Sinif, G. Johannseng, and J. Keizerh. 2005. Automatic term relationship cleaning and refinement for AGROVOC. In *Proceedings of EFITA/WCCA*. 247-260. Vila Real, Portugal.
- Khosravi, F. and A. Vazifedooost. 2007. Creating a Persian ontology through thesaurus: Reengineering for organizing the digital library of the national library of Iran. In *Building an Information Society for All: Proceedings of the International Conference on Libraries, Information and Society, ICOLIS 2007*. 14-53. Petaling Jaya, Malaysia.
- Kless, D. L. Jansen, J. Lindenthal, and J. Wiebensohn. 2012. A method for re-engineering a thesaurus into an ontology. In *Proceedings of the 7th International Conference, Graz, Austria*, 239, 133-146.
- Lambrix, P. and A. Edberg. 2003. Evaluation of ontology emerging tools in bioinformatics. In *Proceedings of the 8th Pacific symposium on Biocomputing PSB03, 589-600, Kauai, Hawaii, USA*.
- Noy, N. F., and D. L. McGuinness. 2001. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf (accessed Feb. 10, 2016).
- Ruiz-Martínez, J. M. R. Valencia-García, J. T. Fernández-Breis, F. García-Sánchez, and R. Martínez-Béjar. 2011. Ontology learning from biomedical natural language documents using UMLS. *Expert Systems with Applications* 38 (10): 12365-12378.
- Schlz, T. C., A. M. Swistowska, Y. Liu, A. Swistowski, G. Palmarini, S. N. Brimble, E. Sherrer, A. J. Robins, M. S. Rao, and X. Zeng. 2007. A large-scale proteomic analysis of human embryonic stem cells. *BMC Genomics* 478 (8): 1-16
- Seltmann, Stefanie. 2013. CELDA- an ontology for the comprehensive representation of cells in complex systems. *BMC Bioinformatic*, 228 (14), 1-13 <http://bmcbioinformatics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2105-14-228> (accessed Feb. 17, 2016).
- Sharma, Abhishek. 2016. Nanotechnology ontology: semantic access to information in the nano world. *DESIDOC journal of library & information technology* 36 (1): 29-39.
- Soergel, Dagobert, B. Lauser, A. Liang, F. Fisseha, J. Keizer, and S. Katz. 2004. Reengineering thesauri for new applications: The AGROVOC example. *Journal of digital information* 4 (4): 1-23.

Stojanovic, L. and B. Motik. 2002. Ontology evolution within ontology editor. *13th International conference on knowledge engineering and knowledge management EKAWO2*, Siguenza (Spain).

Stanford University Site. 2018. *Protégé*. <https://protege.stanford.edu/> (accessed Aug. 15, 2018).

Taye, Mohammad Mustafa. 2010. Understanding semantic web and ontologies: theory and applications. *Journal of computing 2* (6): 182-192.

Uschold, M. 2000. Creating, integrating and maintaining local and global ontologies. *In proceedings of the first workshop on Ontology learning (OL-2000) in conjunction with the 14th European conference on Artificial Intelligence (ECAI 2000)*. Berlin, Germany.

مرتضی محمدی استانی

متولد ۱۳۶۴، دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه اصفهان است. وب معنایی، هستی‌شناسی، سازماندهی اطلاعات، فراداده و مدیریت دانش از جمله علایق پژوهشی وی است.



مریم آذرگون

متولد ۱۳۶۳، دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه اصفهان است. وب معنایی، هستی‌شناسی، سازماندهی اطلاعات، و سیستم‌های پیشنهاددهنده جست‌وجو از جمله علایق پژوهشی وی است.



مظفر چشمه‌سهرابی

متولد ۱۳۵۳، دارای مدرک دکتری علوم اطلاعات و ارتباطات است. ایشان هم‌اکنون دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه اصفهان است. علم‌شناسی، سنجش و ارزشیابی علم و پژوهش، اخلاق علمی، بازیابی معنایی، وب معنایی و هستی‌شناسی از جمله علایق پژوهشی وی است.

