مقاله پژوهشی/مروری/سخن سردبیر
تاریخ دریافت: ۰۰/۰۰/۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۰۰/۰۰/۰۰
eISSN: ISSN:

--نام مجله---------
دوره ؟، شماره ؟، نام فصل، سال، ص ص
.atu.ac.ir
DOI:

Identifying Components of Semantic Web Architecture and its Technologies in Scientific Databases: A Meta-Synthesis Approach

Fatemeh Ranjbary — PhD Student, Department of Information Science, Faculty of Education and Psychology, Alzahra University, Tehran. Iran.

Amir Ghaebi* — Associate Professor, Department of Information Science, Faculty of Education and Psychology, Alzahra University, Tehran. Iran.

Zoya Abam — Associate Professor, Department of Information Science, Faculty of Education and Psychology, Alzahra University, Tehran. Iran.

Abstract

The exponential growth of scientific knowledge has intensified the need for precise information retrieval, exposing limitations in traditional databases, including data heterogeneity, semantic mismatches, and limited interoperability. Semantic Web technologies offer opportunities to address these challenges through semantic data representation, knowledge integration, and intelligent information retrieval. This study aims to identify, classify, and synthesize the main and subsidiary components of Semantic Web architecture and technologies applicable to scientific databases.

1. Introduction

Scientific databases face increasing challenges in organizing heterogeneous data and providing accurate, context-sensitive information retrieval. Semantic Web technologies can improve interoperability, data integration,

* Corresponding Author: Ghaebi@alzahra.ac.ir
How to Cite: xxxxxxx

زودآیند ویراستاری شده(فصلنامه پژوهش در دانش و نظام‌های معنایی)

accessibility, and retrieval performance by representing information in a structured and machine-interpretable form. This study seeks to identify and synthesize the components of Semantic Web architecture and technologies to provide an integrated basis for designing and implementing semantic scientific databases.

2. Literature Review

Previous research on scientific databases has addressed Persian-language processing, information retrieval, user information-seeking behavior, and interface design. Studies on Semantic Web technologies have examined ontologies, RDF, semantic search engines, digital libraries, journal management systems, library software, and linked data applications. Existing approaches have employed knowledge graphs, DBpedia, RDF-based data modeling, linked data, and pretrained language models to improve semantic search and knowledge discovery. Despite these advances, challenges remain in scalability, contextual understanding, user interaction, external knowledge integration, and the combination of complementary methods. Moreover, the literature lacks a coherent synthesis of the components required for an integrated Semantic Web-based scientific database.

3. Methodology

This qualitative meta-synthesis followed the approach of Sandelowski and Barroso (2006). A systematic search of Scopus, Web of Science, and Google Scholar identified 112 potentially relevant studies. After applying the inclusion and exclusion criteria and assessing methodological quality using the Critical Appraisal Skills Program (CASP) and Glynn's appraisal tool, 23 studies were retained for synthesis. The selected studies were repeatedly reviewed, and relevant information concerning technologies, tools, standards, algorithms, strategies, and architectural layers was extracted. Initial coding, concept synthesis, and thematic classification were conducted iteratively. Four experts reviewed the extracted codes in two stages to enhance credibility. Of the 168 components assessed, agreement was observed in 137 cases, yielding a reported Cohen's kappa coefficient of 0.70, indicating substantial inter-rater agreement.

4. Results

زوداینڈ ویراستاری شده/نسخه اصلاحه بازبابی دانش و نظام‌های معنایی

The synthesis identified 168 components related to applying Semantic Web technologies in scientific databases. These components were organized into six architectural layers and 11 main dimensions:

- **Data and Semantic Layer:** Knowledge Representation and Modeling; Natural Language Processing and Information Extraction.
- **Knowledge and Ontology Layer:** Ontology Engineering; Knowledge Graphs and Semantic Databases.
- **Processing and Query Layer:** Machine Learning Algorithms and Big Data; Query Languages.
- **Logic and Inference Layer:** Logic; Inference Engines.
- **Presentation and User Interface Layer:** User Interface; Information Visualization.
- **Application Layer:** Semantic Search and Related Technologies; Security and Trust; Semantic Web Development Frameworks.

These layers collectively represent the progression from semantic data representation and knowledge organization to processing, inference, and the delivery of intelligent information services.

5. Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that Semantic Web technologies for scientific databases can be understood through three complementary levels: semantic data and knowledge infrastructure; processing, querying, and reasoning mechanisms; and application-oriented services, interfaces, security, and development frameworks.

At the infrastructure level, RDF serialization formats, including Turtle, N-Triples, and JSON-LD, support structured data representation and exchange. Integrating semantic data with natural language processing and language models can improve information extraction, contextual understanding, and knowledge generation. Fuzzy logic and rough set theory can also help address uncertainty, ambiguity, and incomplete data.

At the processing and reasoning level, combining Semantic Web technologies with machine learning and big data can enhance semantic retrieval and knowledge discovery. Topic modeling and pretrained

زودایند ویراستاری شده(فصلنامه پژوهای دانش و نظامهای معنایی)

language models, such as BERT, support thematic analysis and contextual language representation. SPARQL, rule-based languages, and reasoning frameworks, including Apache Jena and Pellet, can facilitate ontology-based inference. However, fuzzy ontologies still face challenges involving standardization, scalability, and evaluation.

At the application level, effective semantic scientific databases require accurate and interpretable retrieval, interactive interfaces, graphical knowledge representations, and transparent reasoning mechanisms.

Accordingly, this study recommends integrating RDF, OWL, SPARQL, ontologies, language-processing methods, and reasoning frameworks within a coherent architecture rather than implementing them as isolated technologies. Future research should prioritize standardized evaluation methods for uncertainty-aware ontologies and develop distributed, adaptive, and context-aware reasoning approaches. Overall, the findings provide a structured foundation for designing semantic scientific databases in which data representation, knowledge processing, inference, and user-oriented services operate as interconnected components.

Keywords: Semantic Web Technologies, Components of Semantic Web Architecture, Meta-Synthesis Approach, Scientific Databases

زوداینڈ ویرایستاری سندرامصاحبہ بازیابی دانش و نظام‌های معنایی

مؤلفه‌های معماری وب معنایی و فناوری‌های آن در پایگاه‌های داده علمی: رویکرد فراترکیب

فاطمه رنجبری دانشجوی دکتری گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

امیر غائبی * دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

زویا آبام دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

چکیده

با توجه به رشد چشم‌گیر تولید دانش و افزایش نیاز کاربران به بازیابی دقیق اطلاعات علمی، پایگاه‌های داده سنتی با مشکلاتی از قبیل ناهمگونی داده‌ها، عدم تطابق معنایی، ضعف در میانکنش‌پذیری و بازیابی غیرمرتبط مواجه هستند. وب معنایی با هدف سازماندهی مفهومی داده‌ها و فراهم‌سازی امکان بازیابی هوشمند، راهکاری نوین برای ارتقای عملکرد این پایگاه‌ها ارائه می‌دهد. هدف این پژوهش، شناسایی، دسته‌بندی و تلفیق مؤلفه‌های معماری وب معنایی و فناوری‌های وب معنایی است.

این پژوهش به روش فراترکیب، با رویکرد کیفی و با استفاده از رویکرد «سندلوسکی و باروسو» انجام شده است. ابتدا با جست‌وجوی نظام‌مند در پایگاه‌های اسکوپوس، وب‌آو ساینس، و گوگل اسکالر، تعداد ۱۱۲ عنوان مطالعات مرتبط با کاربرد وب معنایی در پایگاه‌های داده استخراج شد. پس از اعمال معیارهای ورود و خروج، ۲۳ مطالعه برای تحلیل انتخاب گردید. تحلیل داده‌ها با کدگذاری اولیه، تجزیه و ترکیب مفاهیم و استخراج مقوله‌های اصلی انجام گرفت. بر اساس یافته‌های پژوهش تعداد ۱۶۸ مؤلفه اصلی در زمینه کاربرد وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی شناسایی شد.این مؤلفه‌ها در قالب ۶ لایه معماری وب معنایی و ۱۱ بعد اصلی فناوری‌های وب معنایی از جمله بازنمون و مدل‌سازی دانش، مهندسی هستان‌شناسی، استخراج اطلاعات و پردازش زبان طبیعی و نظایر آن دسته‌بندی شدند. همچنین شکاف‌های دانش مانند کمبود مطالعات در حوزه یکپارچه‌سازی معنایی و لزوم توجه به فناوری‌های گذر از وب معنایی به هوش مصنوعی مشخص شدند.

* نویسنده مسئول: امیر غائبی(Ghaebi@alzahra.ac.ir)

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه الزهرا است.

زودآیند ویراستاری نشده(فصلنامه پردازش دانش و نظام‌های معنایی)

کلیدواژه‌ها: فناوری‌های وب معنایی، مؤلفه‌های معماری وب معنایی، رویکرد فراترکیب، پایگاه‌های داده علمی

مقدمه

پایگاه‌های داده علمی، شبکه‌ای از موجودیت‌ها مانند پدیدآورندگان، مقالات، مجلات، سازمان‌ها، موضوعات، روش‌های پژوهش، منابع استنادی و نتایج علمی هستند. میان این موجودیت‌ها نیز روابط گوناگونی از قبیل رابطه تألیف، استناد، هم‌موضوعی، وابستگی سازمانی و ارتباط مفهومی برقرار است. بااین‌حال، در بسیاری از پایگاه‌های داده علمی، این روابط یا به‌صورت صریح و استاندارد بازنمایی نشده‌اند یا در فرایند جست‌وجو و بازیابی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. در نتیجه، بخش قابل توجهی از ظرفیت نهفته در داده‌های علمی برای تولید دانش جدید و ارائه نتایج دقیق و مرتبط به کاربران بلااستفاده باقی می‌ماند(Arakaki et al, 2025; Bi, 2025).

وب معنایی در حوزه‌ی جست‌وجو وبازیابی اطلاعات تحول بسیاری ایجاد کرده است. فناوری‌های وب معنایی امکان می‌دهند داده‌های علمی بر اساس معنا و روابط میان اجزای آن‌ها بازنمایی و پردازش شوند. هنگامی که این روابط در یک ساختار معنایی بازنمایی می‌شوند، اطلاعات علمی می‌تواند از مجموعه‌ای از رکوردهای منفرد به شبکه‌ای از دانش مرتبط تبدیل شود. در چنین محیطی، جست‌وجو می‌تواند از سطح تطبیق یک عبارت یا متن یک سند فراتر رود و بر اساس روابط، مفاهیم، زمینه و ارتباطات میان موجودیت‌ها انجام شود(Fabre & Azerual, 2024). همچنین، استفاده از استدلال معنایی می‌تواند به سیستم‌ها کمک کند تا روابط پنهان میان داده‌ها را کشف کرده و نتایج دقیق‌تر و مرتبط‌تری را در اختیار کاربران قرار دهند(Masmoudi et al, 2024).

با وجود این ظرفیت‌ها، استقرار معماری و فناوری‌های وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی با چالش‌های قابل توجهی مواجه است. مطالعات مختلف به موانعی مانند دشواری یکپارچه‌سازی داده‌ها، نبود استانداردهای مشترک، پیچیدگی‌های فنی و زیرساختی، مسائل مربوط به بازنمون دانش، ابهام و عدم قطعیت داده‌های علمی و چالش‌های مقیاس‌پذیری اشاره کرده‌اند(Amara et al., 2022; Scherp et al., 2024; Bi, 2025).

زودآیند ویراستاری نشده/فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی

این پژوهش با هدف شناسایی فناوری‌های وب معنایی و مؤلفه‌های کلیدی معماری وب معنایی برای به‌کارگیری در پایگاه‌های داده علمی انجام شده است. پژوهش‌های متمرکز بر این موضوع در داخل و خارج از کشور (بهاری ورزنه، ۱۴۰۱؛ طاهری و همکاران، ۱۴۰۳؛ نوروزی و بابایی، ۱۳۹۸؛ Lan et al., 2022 و Mithun et. al., 2020) نشان می‌دهد که پایگاه‌های داده برای توسعه کمّی و کیفی نیازمند بهره‌گیری از این ساختار نوین هستند.

پژوهش‌های پیشین عمدتاً بر معرفی فناوری‌ها، تحلیل تک‌مؤلفه‌ها یا ارائه نمونه‌های محدود متمرکز بوده‌اند و کمتر به تبیین ابعاد فناوری، استاندارد، الگوو راهبرد به‌صورت جامع پرداخته‌اند. در مطالعات داخلی نیز، با وجود تأکید بر ضرورت به‌کارگیری فناوری‌های نوین برای ارتقای کیفیت و توسعه پایگاه‌های داده علمی، هنوز شناسایی و دسته‌بندی نظام‌مند فناوری‌های مرتبط با وب معنایی به‌طور کامل انجام نشده است. دانش موجود به‌صورت یکپارچه و منسجم نشان نمی‌دهد که برای استقرار وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی، چه مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها، در چه ابعادی و با چه ارتباطی با یکدیگر باید در نظر گرفته شوند(بهاری ورزنه، ۱۴۰۱؛ نوروزی و بابایی، ۱۳۹۸؛ طاهری و همکاران، ۱۴۰۳). این پژوهش با رویکردی نظام‌مند، به شناسایی، تحلیل و دسته‌بندی جامع فناوری‌های کلیدی مرتبط با وب معنایی می‌پردازد.

بنابراین، مسئله اصلی صرفاً نبود فناوری یا عدم استفاده از یک استاندارد مشخص نیست؛ بلکه پراکندگی و تنوع مؤلفه‌های موردنیاز برای طراحی و پیاده‌سازی پایگاه‌های داده علمی مبتنی بر وب معنایی و نبود جمع‌بندی منسجم از این مؤلفه‌ها است. ازاین‌رو، شناسایی و جمع‌بندی مؤلفه‌های مؤثر در طراحی و پیاده‌سازی پایگاه‌های داده علمی مبتنی بر وب معنایی می‌تواند به درک جامع‌تر ابعاد و الزامات این پایگاه‌ها کمک کند. نوآوری این پژوهش در آن است که ابعاد، استانداردها، مؤلفه‌ها، فناوری‌ها و راهبردهای مؤثر بر طراحی و پیاده‌سازی پایگاه‌های داده علمی مبتنی بر وب معنایی را به‌صورت نظام‌مند شناسایی و دسته‌بندی می‌کند، روابط و وابستگی‌های میان این مؤلفه‌ها را تبیین می‌کند به‌گونه‌ای که هم از پشتوانه نظری برخوردار است و هم قابلیت به‌کارگیری در محیط‌های واقعی را دارد.

زودآیند ویراستاری نسخه فضلانه پایان دانش و نظام‌های معنایی

برای عملیاتی کردن مسئله و هدایت فرایند پژوهش، دو پرسش اصلی به‌صورت زیر مطرح می‌شود: الف) ابعاد و مؤلفه‌های اساسی معماری، استانداردها، فناوری‌ها و راهبردهای موردنیاز برای طراحی و پیاده‌سازی پایگاه‌های داده علمی مبتنی بر وب معنایی کدام‌اند؟ ب)ابعاد و مؤلفه‌های شناسایی‌شده چگونه می‌توانند برای پایگاه‌های داده علمی مبتنی بر معماری و فناوری‌های وب معنایی سازمان‌دهی و طبقه‌بندی شوند؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، پیشینه و مبانی نظری در سه بخش معماری وب معنایی، فناوری‌های وب معنایی و کاربرد آن در پایگاه‌های داده علمی بررسی می‌شود.

پیشینه پژوهش

چارچوب نظری و پیشینه‌ی پژوهش‌های انجام‌شده در این پژوهش شامل سه حوزه‌ی کلی: معماری وب معنایی، فناوری‌های وب معنایی، و کارکرد آن در پایگاه‌های داده علمی است. پژوهش‌های حوزه‌ی معماری وب معنایی، در یک حوزه یا محیط خاص انجام شده‌اند و چارچوب‌هایی را پیشنهاد کرده‌اند. از جمله در کتابخانه‌های دیجیتالی، سامانه‌های مدیریت مجلات، مراقبت‌های بهداشتی، نرم‌افزارهای کتابخانه‌ای، محیط داده‌های پیوندی و نرم‌افزارهای کتابخانه دیجیتال پژوهش انجام شده است.

باقری ودیگران(۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «ارائه الگوی به‌کارگیری فناوری معنایی در بازیابی اطلاعات در کتابخانه‌های دیجیتالی»، یک مدل مفهومی در سه بخش فناوری معنایی، ابزارهای فناوری معنایی و فناوری معنایی در بازیابی اطلاعات ارائه کردند. مدل ساختار معماری فناوری معنایی در کتابخانه دیجیتالی شامل مؤلفه‌های URI جهت آدرس‌دهی یکسان و منحصربه‌فرد منابع در وب، آردی‌اف جهت توصیف منابع و ارتباط بین گزاره‌های مختلف در جملات، آردی‌اف به عنوان روشی جهت توصیف فراداده با استفاده از ایکس‌ام‌ال، شمای آردی‌اف برای توصیف شبکه واژگانی و ایجاد ارتباط معنایی بین لغات، هستی‌شناسی برای سازماندهی، ذخیره و بازیابی اطلاعات و مدیریت منابع دیجیتال، همچنین هستی‌شناسی جهت ارتباط دقیق معنایی بین مفاهیم،

زودآیند ویراستاری نشده (فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی)

توانایی پردازش دانش و به‌اشتراک‌گذاری آن بین عامل‌های مختلف و امکان بازنمایی معنایی مفاهیم و روابط میان آنها می‌باشد.

در پژوهشی دیگر با عنوان «بررسی کاربرد لایه‌های وب معنایی در سامانه‌های مدیریت مجلات ایران»، عظیمی و رفیعی نسب(۱۴۰۱) لایه‌های وب معنایی را در ۵ سامانه مدیریت مجلات؛ یعنی سیناوب، سمیناوب، نئواسکرایبر(کوثر)، یکتاوب، مادرایان بررسی کردند. لایه‌های وب معنایی در این سامانه‌ها عبارتند از: یوآرال، ایکس‌ام‌ال، آردی‌اف، هستی‌شناسی و متادیتا.

پژوهان ودیگران(۱۴۰۲) یک الگوی مفهومی برای تبیین به‌کارگیری فناوری معنایی-اجتماعی در کتابخانه‌های دیجیتالی ایران ارائه کردند. در الگوی پیشنهادی شش متغیر اصلی بر اساس پرسش‌های پژوهش شناسایی شد که شامل ساختار معماری فناوری معنایی-اجتماعی، ابزارهای معنایی، جست‌وجو، بازیابی، داده‌ها و منابع و محتوا، تعامل بود.

Rafes & Germain, 2015 در پژوهشی با عنوان «چارچوبی برای به اشتراک‌گذاری داده‌های علمی»، چارچوب LinkedWiki را معرفی و تشریح کرده‌اند. این پژوهش بر پایه‌ی «توسعه نمونه اولیه» و «استفاده از فناوری‌های استاندارد وب معنایی» انجام شده است. این چارچوب با هدف تسهیل کشف و به‌کارگیری مجموعه داده‌ها با استفاده از فناوری‌هایی مانند آردی‌اف، اسپارکل و داده‌های پیوندی باز ارائه شده است.

Wu, 2020 پژوهشی با عنوان «چارچوب پیشنهادی برپایه وب معنایی برای منابع آموزشی در یادگیری الکترونیک»، انجام داد. این چارچوب شامل شش مؤلفه است که عبارت از منابع، فرادادهٔ منابع، هستی‌شناسی، پروفایل کاربری، قوانین استدلال و اصول یادگیری است. در این چارچوب، از هستان‌شناسی برای فراهم آوردن دانش پایه استفاده شده است. منابع و پروفایل کاربری در قالب سه‌گانه‌های آردی‌اف توصیف شده و اسپارکل نیز برای پشتیبانی از استنتاج قوانین به‌کار گرفته شده است.

زوداینند ویراستاری شده افضلنامه بر مبنای دانش و نظام‌های معنایی

در پژوهش‌های جدید، معماری وب معنایی با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تری مانند پردازش زبان طبیعی و هوش مصنوعی، بهبود قابل توجهی در جست‌وجوی معنایی ایجاد کرده است و ادغام وب معنایی با مدل‌های زبانی بزرگ[1]، اهمیت آن را دوچندان کرده است. Rajak et al, 2025 چارچوبی هوشمند برای حکمرانی الکترونیک ارائه کرده‌اند که از بازنمایی دانش مبتنی بر هستان‌شناسی، یادگیری تقویتی عمیق و پردازش زبان طبیعی بهره می‌گیرد. جهت ساختاربندی معنایی از RDF و OWL، برای پرس‌وجو از SPARQL و برای پردازش درخواست‌های شهروندان از مدل‌های پردازش زبان طبیعی استفاده کرده‌اند. در معماری این سیستم، وب معنایی مکمل هوش مصنوعی مولد است و گراف‌های دانش برآمده از وب معنایی، برای مهار خطاهای هوش مصنوعی استفاده می‌شوند(Rajak et al, 2025).

تیم برنرزلی در کنسرسیوم جهانی وب، یک معماری هفت لایه برای وب معنایی ترسیم کرده است که شامل لایه‌های «یوآرآی۲/ یونیکد۳»، «زبان ایکس‌ام‌ال۴»، «آردی‌اف۵ یا چارچوب توصیف منبع و شمای آردی‌اف۶»، «هستی‌شناسی۷، پرس‌وجو و قوانین»، «منطق۸»، «اثبات۹» و «اطمینان۱۰» است که در این پژوهش به عنوان مدل مفهومی معماری وب معنایی در نظر گرفته شده است.

تفاوت معماری و فناوری‌های وب معنایی در این است که معماری وب معنایی ماند مدل لایه‌ای برنرز-لی، یک نقشه راه نظری است که لزوم معنادار کردن داده‌ها برای پردازش خودکار و استنتاج را تبیین می‌کند، اما فناوری‌های آن اجزای عملیاتی این معماری را شامل می‌شوند(Shalom, 2024; Lan et al, 2022). کنسرسیوم وب جهانی، فناوری‌های وب معنایی

---

1 . Large Language Models(LLMs)
2 . URI(Uniform Resource Identifier)
3 . Unicode
4 . XML(Extensible Markup Language)
5 . RDF(Resource Description Framework)
6 . RDFS(Resource Description Framework Schema)
7 . Ontology
8 . Logic
9 . Proof
10 . Trust

زودآیند ویراستاری نشده(فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی)

را در چارچوب لایه‌ای دسته‌بندی می‌کند. در این چارچوب هر لایه نمایان‌گر سطح مشخصی از قابلیت‌های معنایی و منطقی است و لایه‌های بالایی با تکیه بر لایه‌های زیرین پیاده می‌شوند. در جدول ۲-۱ فناوری‌ها و مؤلفه‌های اصلی وب معنایی که در مطالعات پیشین و استانداردهای بین‌المللی از جمله کنسرسیوم وب جهانی معرفی شده‌اند، ارائه شده است.

جدول۱. دسته‌بندی فناوری‌های وب معنایی از دیدگاه کنسرسیوم وب جهانی

نام لایه	فناوری/ استاندارد	توضیحات کلیدی
لایه‌های پایه‌ای[11]	آی‌آرآی/ یوآرآی[12]	استاندارد پایه و پیش‌نیاز همه لایه‌ها جهت شناسایی یکتای هر منبع
	یونیکد[13]	نمایش و پردازش متن در زبان‌های مختلف و پشتیبانی از چندزبانی
	فضای نام ایکس‌ام‌ال[14]	ساختاردهی داده‌ها و ترکیب اسناد از منابع متفاوت
فناوری‌های توصیف و بازنمون داده‌ها	آردی‌اف[15]	مدل داده پایه جهت نمایش گرافی داده‌ها به صورت سه‌گانه‌های نهاد-گزاره-مفعول
	آردی‌اف‌اس[16]	تعریف واژگان پایه: سلسله مراتب کلاس‌ها و ویژگی‌ها
	ترتل[17] و جیسان‌ال‌دی[18]	قالب‌های نحوی استاندارد برای ذخیره و انتقال داده‌های آردی‌اف
فناوری‌های آنتولوژی و معنایی	زبان هستی‌شناسی وب[19]	زبان ساخت آنتولوژی با قدرت بیانی بالا (منطق توصیفی)؛ قابلیت استدلال خودکار (مانند کاردینالیتی، هم‌ارزی)
	اف‌اُ‌ای‌اف[20]	آنتولوژی حوزه‌ای برای نمایش افراد، گروه‌ها و روابط اجتماعی
	اسکاس[21]	نمایش نظام‌های سازماندهی دانش: اصطلاح‌نامه‌ها، رده‌بندی‌ها، سرعنوان‌ها
	شِیکِل[22]	زبان استاندارد برای تعیین شکل داده‌ها و اعتبارسنجی گراف‌های آردی‌اف

11 . Hypertext Web Technologies
12 . IRI/URI
13 . Unicode
14 . XML+ Namespace
15 . RDF
16 . RDFS(RDF Schema)
17 . Turtle
18 . JSON-LD
19 . OWL
20 . FOAF
21 . SKOS
22 . SHACL(Shapes Constraint Language)

زوداینه ویراستا
نسخه اولیه پایان‌نامه کارشناسی ارشد
معنایی

نام لایه	فناوری/ استاندارد	توضیحات کلیدی
فناوری‌های پرس‌وجو و استدلال	اسپارکل[۲۳]	زبان پرس‌وجوی استاندارد برای بازیابی و دستکاری داده‌های آردی‌اف
	آرآی‌اف[۲۴]	قالب تبادل قوانین بین سیستم‌های مختلف
	زبان قانون وب معنایی[۲۵]	استاندارد وب معنایی جهت نوشتن قوانین منطقی
لایه‌های بالایی[۲۶]	رمزنگاری و امضای دیجیتال[۲۷]	استاندارد اثبات اصالت و صحت دیجیتال داده‌ها
	اعتماد و اثبات[۲۸]	مکانیزم ترکیب رمزنگاری و استدلال منطقی برای ایجاد اعتماد به عبارات مشتق‌شده
	رابط کاربری نهایی[۲۹]	لایه نهایی برای تعامل یکپارچه کاربران انسانی با برنامه‌های وب معنایی

پژوهش‌هایی که در حوزه فناوری‌های وب معنایی انجام شده است، یک یاچند مورد از فناوری‌ها را به صورت جداگانه در محیط‌های مختلف بررسی کرده‌اند. از جمله در رابطه بافناوری‌های هستان‌شناسی، داده‌های پیوندی، جست‌وجوی معنایی، موتورهای جست‌وجوی معنایی، آردی‌اف پژوهش‌هایی انجام شده است.

مرادی (۱۳۹۱) با بررسی کاربرد آردی‌اف در محیط‌های اطلاعاتی، قابلیت این مدل را در بازنمایی و ارتباط میان منابع بررسی کرد و نشان داد که استفاده از آردی‌اف می‌تواند زمینه ایجاد ارتباط میان داده‌ها و افزایش تعامل‌پذیری منابع اطلاعاتی را فراهم کند. دری (۱۳۹۳) نیز با مطالعه موتورهای جست‌وجوی معنایی، تفاوت میان جست‌وجوی سنتی و جست‌وجوی مبتنی بر معنا را مورد توجه قرار داد و بر نقش روابط مفهومی در بهبود فرایند بازیابی تأکید کرد. حاجی‌احمدی (۱۳۹۴) با بررسی فناوری‌های وب معنایی در نرم‌افزارهای کتابخانه دیجیتال، کاربرد هستان‌شناسی و فناوری‌های معنایی را در سازماندهی و بازیابی منابع بررسی کرد.

23 . SPARQL
24 . RIF(Rule Interchange Format)
25 . SWRL(Semantic Web Rule Language)
26 . Unrealized/Emerging Technologies
27 . cryptography and digital signatures
28 . Trust and Proof
29 . User Interface

زوایند ویراستاری شده فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی

پژوهش «ارتقای بازیابی معنایی اطلاعات با استفاده از برچسب‌گذاری و هستان‌شناسی» توسط جعفری پاورسی ودیگران (۱۳۹۹) انجام شده است. جامعه این پژوهش پایگاه اطلاعاتی طراحی‌شده توسط پژوهشگران شامل ۳۱۳ مقاله حوزه بازیابی اطلاعات برگرفته از پایگاه اطلاعاتی نورمگز است. نشان می‌دهد به‌کارگیری ابزارهای پردازش زبان طبیعی و هستان‌شناسی در نظام‌های بازیابی اطلاعات به بهبود نتایج بازیابی اطلاعات و افزایش میزان دقت(مانعیت) کمک شایان می‌کند.

احمدی و دلقندی(۱۴۰۱) در پژوهشی در با عنوان «ماهیت و فرایند نظام‌های نوین سازماندهی دانش(هستی‌شناسی، وب معنایی و فوکسونومی) در بازیابی اطلاعات»، با معرفی اسکاس، هستی‌شناسی و فوکسونومی بر ضرورت به‌کارگیری ابزارهای نوین سازماندهی دانش و نقش آنها در فرایند سازماندهی، ذخیره و بازیابی تاکید کردند.

Callahan at al, 2013 در پژوهشی پایگاه Bio2RDF را مورد بررسی قرار دادند. Bio2RDF یک پروژه کد منبع باز است که از فناوری‌های وب معنایی برای ایجاد و ارائه داده‌های پیوندی در علوم زیستی استفاده می‌کند. این پایگاه، داده‌های زیست‌شناسی را به فرمت آردی‌اف تبدیل می‌کند و امکان پرس‌و جو و یکپارچگی را فراهم می‌کند. فناوری‌های وب معنایی این پروژه عبارتند از: آردی‌اف، شمای آردی‌اف، واژگان دابلین‌کور، واژگان مجموعه داده‌های پیوندی[۳۰]، واژگان منشا[۳۱]، اسپارکل و زبان هستی‌شناسی وب.

«حاشیه‌نویسی معنایی» در پژوهش «بازیابی اطلاعات با حاشیه‌نویسی معنایی» توسط Viltres Sala et al, 2019 مورد مطالعه قرار گرفت. این پژوهش، مدلی برای بازیابی اطلاعات با استفاده از حاشیه‌نویسی معنایی ارائه کرد که به کاربران کمک می‌کند تمام اطلاعات موجود در وب را با بیشترین میزان ربط بازیابی کنند. با درک نقش محوری وب معنایی در بازنمایی و بازیابی هوشمند اطلاعات، ضروری است بسترهای داده‌ای که این فناوری بر آنها استوار است شناسایی

30 . VoID(Vocabulary of Interlinked Datasets)
31 . PROV(Provenance Vocabulary)

زودآیند ویراستاری نشده و صفحه‌آرایی نشده بازیابی دانش و نظام‌های معنایی

گردد؛ از این‌رو، بخش بعدی به مطالعه پیشینه و چارچوب نظری پایگاه‌های داده علمی اختصاص می‌یابد.

در حوزه پایگاه‌های داده علمی، نقش کلیدی وب معنایی، گذار از بازیابی واژه‌محور و سطحی(کیسه کلمات) به بازیابی هوشمند برپایه معناشناسی است که در آن بستر مفهومی و استدلال منطقی، جایگزین تطابق ساده‌ی رشته‌های متنی شده است.در زمینه پایگاه‌های داده علمی و فناوری‌های وب معنایی، موضوعات متنوعی از مشکلات زبان و رسم‌الخط، جست‌وجو و بازیابی اطلاعات و ویژگی‌های رابط کاربر تا هستان‌شناسی، آردی‌اف، داده‌های پیوندی و جست‌وجوی معنایی را دربرگرفته‌اند.

منصوری و نوروزی (۱۳۹۴) و شهبازی و شاهینی (۱۳۹۴) به بررسی ویژگی‌های ساختاری و کارکردی پایگاه‌های اطلاعاتی پرداختند و اهمیت امکانات جست‌وجو، سازماندهی اطلاعات و نحوه ارائه نتایج را در استفاده مؤثر کاربران مورد تأکید قرار دادند. محمودی (۱۳۹۵) نیز با بررسی جنبه‌های ظاهری و محتوایی پایگاه‌های اطلاعاتی، رابط کاربر و ساختار ارائه اطلاعات را از عوامل مؤثر بر تعامل کاربران با پایگاه‌ها معرفی کرد. بخشی از مطالعات داخلی، مشکلات خاص زبان فارسی را در پایگاه‌های اطلاعاتی بررسی کرده‌اند. رنجبر و جوادپور (۱۳۹۷) با تمرکز بر مشکلات زبان و رسم‌الخط فارسی، تأثیر تنوع صورت‌های نوشتاری را بر جست‌وجو و بازیابی اطلاعات بررسی کردند. هماوندی، نوروزی و بهشتی (۱۳۹۷) نیز با مطالعه مسائل موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی، بر ضرورت توجه به سازماندهی و بازیابی اطلاعات و ویژگی‌های زبان فارسی تأکید داشتند. باقری و دیگران (۱۳۹۸) نیز با بررسی فناوری‌های وب معنایی در کتابخانه‌های دیجیتال، ظرفیت هستان‌شناسی، آردی‌اف و داده‌های پیوندی را برای ایجاد ارتباط میان منابع و بهبود کشف و بازیابی اطلاعات مورد تأکید قرار دادند.آخشیک، نگهداری و امامی (۱۴۰۱) نیز مشکلات زبان و رسم‌الخط فارسی را در پایگاه‌های اطلاعاتی بررسی کردند و ضرورت توجه به ویژگی‌های زبانی در طراحی سازوکارهای جست‌وجو و بازیابی فارسی را مورد تأکید قرار دادند.

زودآیند ویراستاری شده (فصلنامه پژوهش و مطالعات معنایی)

مرور نظام‌مند پیشینه نشان می‌دهد که خلأ پژوهشی قابل‌توجهی در حوزه‌ی کاربرد یکپارچه و نظام‌مند وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی وجود دارد. برآیند مطالعات پیشین نشان می‌دهد که وب معنایی ظرفیت قابل توجهی برای ارتقای بازنمایی و سازمان‌دهی داده‌های علمی، برقراری ارتباط میان موجودیت‌ها، توسعه گراف‌های دانش، بهبود جست‌وجو و بازیابی و ایجاد امکان استنتاج از روابط میان داده‌ها دارد. با این حال، پژوهش‌های موجود کمتر به این پرسش پرداخته‌اند که برای تبدیل یک پایگاه داده علمی به یک محیط اطلاعاتی مبتنی بر وب معنایی، چه مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها باید به‌صورت همزمان در نظر گرفته شوند و این مؤلفه‌ها چگونه باید در یک معماری منسجم با یکدیگر ارتباط داشته باشندبنابراین، پژوهش حاضر با تکیه بر معماری استاندارد وب معنایی و فناوری‌های آن می‌تواند گامی مؤثر در جهت رفع مشکلات بازیابی هوشمند در پایگاه‌های داده علمی بردارد. در بخش روش پژوهش، روش فراترکیب جهت شناسایی و دسته‌بندی مؤلفه‌ها به کار گرفته می‌شود.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر رویکرد، کیفی است که با استفاده از روش فراترکیب انجام شده است. هدف پژوهش، شناسایی مؤلفه‌ها و فناوری‌های مرتبط با معماری وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی است. فرایند فراترکیب بر اساس مراحل هفت‌گانه پیشنهادی Sandelowski and Barroso (۲۰۰۶)، شامل تنظیم سؤال پژوهش، جست‌وجوی نظام‌مند منابع، انتخاب و ارزیابی مطالعات، استخراج اطلاعات، تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌ها، کنترل کیفیت و ارائه یافته‌ها انجام گرفت. جامعه پژوهش شامل کلیه مطالعات علمی منتشرشده به زبان‌های فارسی و انگلیسی در زمینه معماری و فناوری‌های وب معنایی و کاربرد آنها در پایگاه‌های داده علمی بود. جست‌وجوی منابع در پایگاه‌های بین‌المللی گوگل اسکالر[۳۲]، اسکاپوس[۳۳]، وب‌آو ساینس[۳۴]، ساینس دایرکت[۳۵]، کراس‌رف[۳۶]، پروکوئست[۳۷] و نیز پایگاه‌های داده داخلی از جمله سامانه گنج ایرانداک، پرتال جهاد دانشگاهی، پرتال جامع علوم انسانی، مگیران و سیویلیکا انجام شد. برای

32 . Google Scholar
33. Scopus
34 . Web of Science
35 . Science Direct
36 . Crossref
37 . Proquest

زوداینند ویراستاری شده (فصلنامه پایایی دانش و نظام‌های معنایی)

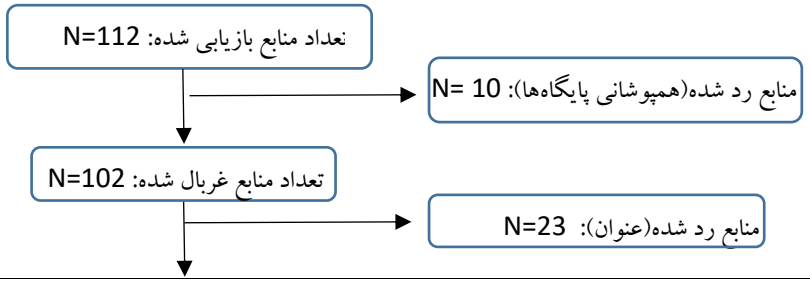
جست‌وجوی مقالات، از کلیدواژه‌ها و عبارت‌های semantic web architecture، scientific databases، semantic web technologies، knowledge representation، ontologies، Linked Data، semantic interoperability و معادل‌های فارسی آنها، همراه با عملگرهای بولی و منطقی استفاده شد.

نمونه گیری به شیوه هدفمند و بر اساس معیارهای ورود و خروج از پیش تعیین‌شده انجام گرفت. معیارهای ورود به پژوهش و خروج از پژوهش عبارتند از:

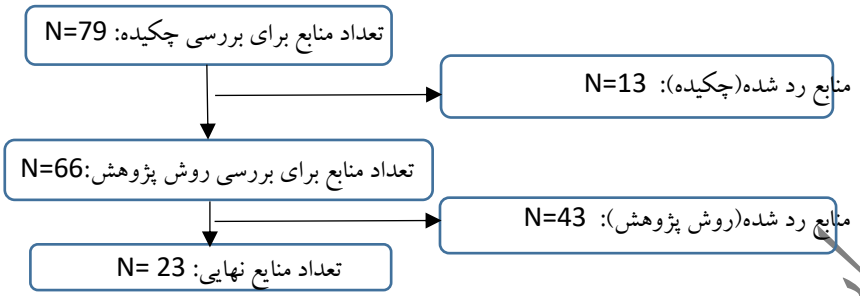
معیارهای ورود به پژوهش	معیارهای خروج از پژوهش
پژوهش‌هایی که به ارائه چارچوب یا مدل در زمینه معماری و فناوری‌های وب معنایی پرداخته بودند	پژوهش‌هایی که فقط به مطالعه یکی از فناوری‌های وب معنایی پرداخته بودند، بدون آن که سایر فناوری‌ها یا معماری وب را بررسی کنند
پژوهش‌هایی که صراحتا به فناوری‌های وب معنایی پرداخته اند	پژوهش‌هایی که به زبانی غیر از فارسی یا انگلیسی منتشر شده بوند
به دلیل محدود بودن تعداد پژوهش‌ها در این زمینه، محدودیت زمانی و مکانی تعیین نشده است	مقالات تکراری یا دارای هم‌پوشانی و منابع خیلی قدیمی
پایگاه‌هایی که از معماری و فناوری‌های وب معنایی بهره برده‌اند و بخشی از آن را پیاده‌سازی کرده اند و مقالاتی که به معرفی این پایگاه‌ها پرداخته‌اند	مقالاتی که اعتبارسنجی نشده بودند یا پس از انتشار سلب اعتبار[۳۸] شده بودند

در مجموع، ۱۱۲ منبع در جست‌وجوی اولیه بازیابی شد که پس از غربالگری عنوان، چکیده و متن کامل، ۶۶ منبع برای بررسی دقیق‌تر باقی ماند. سپس با اعمال معیارهای کیفی و محتوایی، در نهایت۲۳ مطالعه به‌عنوان منابع نهایی فراترکیب انتخاب و تحلیل شدند.

شکل۱- فرایند انتخاب و غربال‌گری منابع در فراترکیب



زودآیند ویراستاری
بازیابی دانش و نظام‌های معنایی



ابزار گردآوری اطلاعات، فرم استخراج داده‌های پژوهشگرساخته بود که بر اساس اهداف پژوهش طراحی شد. در این فرم، اطلاعات کتاب‌شناختی و یافته‌های مرتبط با فناوری‌ها، استانداردها، زبان‌ها، ابزارها، الگوریتم‌ها، راهبردها و لایه‌های معماری وب معنایی استخراج و کدگذاری شد. هر بخش از مطالعات منتخب که به‌صورت مستقیم یا ضمنی به یکی از مؤلفه‌های مرتبط با وب معنایی اشاره داشت، به‌عنوان واحد تحلیل در نظر گرفته شد.

جدول۲- کاربرگه استخراج کدها از منابع منتخب درفراترکیب

شماره کد	نام کد	توضیحات	منابع مرتبط با کد	فراوانی کد
۱	چارچوب توصیف منبع(RDF)	فناوری توصیف و بازنمون داده‌ها	نوروزی و همکاران(۱۴۰۲)، پژوهان و همکاران(۱۴۰۲)، حسین‌زاده(۱۴۰۲)، عظیمی و رفیعی‌نسب(۱۴۰۱)، کعب‌عمیر و عصاره(۱۴۰۰)، نریمی‌سایی(۱۴۰۰)، باقری و همکاران(۱۳۹۸)، بهلول حق و همکاران(۲۰۲۲)، لان وهمکاران(۲۰۲۲)، تریفونوا و گالابو(۲۰۲۱)، هیتزلر(۲۰۲۱)، شارما و کومار(۲۰۲۰)، پاتل و جین(۲۰۱۹)، رودریگز(۲۰۱۶)، رافز و جرمن(۲۰۱۵)	۱۵
۲	ترتل(Turtle) Terse RDF Triple Language	فناوری کدگذاری و تبدیل داده‌ها به فرمت آر.دی.اف	پژوهان و همکاران(۱۴۰۲)، لان وهمکاران(۲۰۲۲)، پاتل و جین(۲۰۱۹)، رافز و جرمن(۲۰۱۵)	۴

برای ارزیابی کیفیت مطالعات از چک‌لیست برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی[39] استفاده شد. به این منظور، از سیاهه وارسی مشتمل بر ۱۰ سؤال استفاده شد که در بررسی دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات کیفی پژوهش محقق را یاری نمود. سوالات شامل بررسی اهداف پژوهش، منطق روش، طرح پژوهش، روش نمونه‌برداری، جمع‌آوری داده‌ها، انعکاس‌پذیری یا رابطه میان محقق و

39. Critical Appraisal Skills Programme(CASP)

زودآیند ویراستاری شده(فصلنامه ارزیابی دانش و نظام‌های معنایی)

مشارکت‌کنندگان، ملاحظات اخلاقی، دقت تجزیه و تحلیل داده‌ها، بیان واضح و روشن یافته‌ها و ارزش پژوهش است.

در مرحله بعد، برای ارزیابی روایی پژوهش، از «ابزار ارزیابی گلین» استفاده شد. در این ابزار، «فرم ارزیابی کیفیت پژوهش‌ها» بر اساس چهار معیار اصلی: جامعه آماری، گردآوری داده‌ها، طرح تحقیق و نتایج طراحی شد. مجموع امتیازات ارزیابی این بخش نشان داد ابزار مورد استفاده برای این بخش پژوهش از روایی قابل قبولی برخوردار است. همچنین، برای بررسی روایی و اعتبار یافته‌های استخراج‌شده، کدها و مؤلفه‌های اولیه در اختیار چهار متخصص حوزه موضوعی قرار گرفت و پس از دریافت نظر آنان، اصلاحات لازم در کدگذاری و دسته‌بندی انجام شد. برای سنجش پایایی کدگذاری، ۱۶۸ مؤلفه استخراج‌شده به‌وسیله دو ارزیاب مستقل بررسی و میزان توافق میان آنها با استفاده از ضریب کاپای کوهن محاسبه شد. از مجموع ۱۶۸ مورد، در ۱۴۷ مورد توافق میان دو ارزیاب وجود داشت.

به‌منظور سنجش میزان توافق بین دو ارزیاب در فرایند غربال‌گری و استخراج داده‌ها، از ضریب کاپای کوهن استفاده گردید. طبق جدول ۳-۵، این ضریب، میزان توافق مشاهده‌شده را با توافق مورد انتظار مقایسه می‌کند.

جدول ۳. ضریب کاپای کوهن

توافق واقعی	توافق مورد انتظار برای بله	توافق مورد انتظار برای خیر	کاپا
۰/۹۰	۰/۲۲۵	۰/۲۷۵	۰/۷۰

ضریب کاپای کوهن مطابق اطلاعات مندرج در جدول۳، ۰/۷ محاسبه شده است که نشان‌دهنده توافق قابل توجه بین دو ارزیاب است.

در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، مطالعات منتخب چندین بار مطالعه و یافته‌های مرتبط استخراج شد. سپس کدهای اولیه با رویکرد مقایسه‌ای و تفسیری بررسی، کدهای مشابه ادغام و مفاهیم مرتبط در قالب مؤلفه‌ها و مقوله‌های اصلی و فرعی سازمان‌دهی شدند. در نهایت، مؤلفه‌های استخراج‌شده بر اساس ماهیت و کارکرد اصلی فناوری‌ها و نه صرفاً کاربرد آنها، استانداردسازی و طبقه‌بندی شدند.

زوایند ویراستاری شده فصلنامه ارزیابی دانش و نظام‌های معنایی

حاصل این فرایند، شناسایی مجموعه‌ای منسجم از مؤلفه‌های معماری و فناوری‌های وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی بود که در بخش یافته‌های پژوهش به آن پرداخته می‌شود.

یافته‌های پژوهش

در این مرحله، اطلاعات ۲۳پژوهش نهایی انتخاب شده، استخراج شدند. پژوهش‌های انتخاب شده، به طور کلی به سه دسته تقسیم می‌شوند: الف)پژوهش‌هایی که مرور نظام‌مند انجام داده‌اند و بر اساس نتایج مرور نظام‌مند، مؤلفه‌های وب معنایی را دسته‌بندی کرده‌اند (۱۰مقاله)؛ ب)پژوهش‌هایی که یک یا چند وجه از مؤلفه‌های وب معنایی را در یک محیط خاص بررسی کرده‌اند(۵مقاله)؛ ج)پژوهش‌هایی که چارچوب جامع از معماری و فناوری‌های وب معنایی در یک محیط خاص ارائه داده‌اند (۸مقاله).

در مجموع ۱۶۸ کد باز به‌دست آمد. در مرحله تحلیل و گزینش کدها، موارد تکراری حذف، موارد مشابه ادغام و کدهای غیرمرتبط با اهداف پژوهش کنار گذاشته شدند. با اجرای مراحل مختلف فراترکیب، ساختار اصلی فناوری‌های وب معنایی در قالب شش لایه معماری و ۱۱بُعد اصلی شناسایی شد. در سطح معماری، شش لایه «داده و معناشناختی»، «دانش و هستان‌شناسی»، «پردازش و پرس‌وجو»، «منطق و استنتاج»، «نمایش و رابط کاربری» و «کاربرد» شناسایی شد. این لایه‌ها، جریان تبدیل داده‌هام خام به اطلاعات و دانش قابل پردازش و در نهایت ارائه خدمات معنایی به کاربر را پوشش می‌دهند.**لایه‌های معماری وب معنایی** و ابعاد اصلی فناوری‌های وب معنایی شناسایی شد و در جدول ۴ آمده است.

جدول۴. مؤلفه‌های فناوری وب معنایی

لایه معماری	مؤلفه اصلی	مؤلفه فرعی
لایه داده و معناشناختی	بُعد اول: بازنمون و مدل‌سازی دانش (Knowledge Representation)	
	نحو RDF (RDF (Syntax	RDF/XML
		طرح‌واره ایکس‌ام‌ال(XML Schema)
		Turtle
		N-Triples

زودآیند ویراستاری شده(فصلنامه رایانی دانش و نظام‌های معنایی)

		Notation3 (N3)
		Quadruples
		JSON-LD (JSON for Linked Data)
	داده‌های پیوندی (Linked Data)	Linked Data
		LinkedWiki Platform
لایه دانش و هستان‌شناسی (Knowledge and Ontology Layer)	بُعد دوم: مهندسی هستان‌شناسی (Ontology Engineering)	
	چارچوب‌های طراحی و نگاشت هستان‌شناسی	هستان‌شناسی فازی(Fuzzy ontology)
		سیستم بازیابی اطلاعات هوشمند مبتنی بر هستان‌شناسی فازی (Fuzzy Ontology-based Intelligent IR System)
		چارچوب تولید هستان‌شناسی فازی (Fuzzy Ontology Generation Framework (FOGA)
	فناوری‌های توسعه و پردازش هستان‌شناسی	OWL API
		ابزار طراحی هستان‌شناسی(Protege ontology editor)
		ابزار تحلیل هستان‌شناسی (ontology analyzer tool)
		Open-Cyc
		Web Service Modeling Ontology(WSMO)
		چارچوب طراحی هستان‌شناسی (Ontology mapping framework)
	هستان‌شناسی‌های دامنه‌ای	هستان‌شناسی افراد (FOAF)
		Schema(https:// schema. org/)
	پایگاه داده هستان‌شناسی	ontology database
		DAMLJessKB
		پایگاه داده db4OWL
	زبان هستان‌شناسی	زبان هستان‌شناسی DARPA Agent Markup (DAML+OIL) Language
		طرح‌واره آردی‌اف (RDF Schema)
		زبان هستان‌شناسی وب (OWL)
لایه داده و معناشناختی (Data and Semantic Layer)	بُعد سوم: پردازش زبان طبیعی و استخراج اطلاعات (NLP and IE)	
	تشخیص موجودیت‌های نامدار (Named Entity Recognition)	تشخیص موجودیت‌های نامدار شامل اسامی افراد، مکان‌ها، رویدادها، سازمان‌ها
		Entity Linking (شناسایی و رفع ابهام از موجودیت‌های نامدار به وسیله اتصال آنها به پایگاه دانش)
	استخراج ویژگی‌های زبانی	توکن‌سازی(Tokenization)
		برچسب‌گذاری اجزای کلام (POS-tagging)
		بخش‌بندی یا تقطیع(chunking)
		تجزیه(Parsing)
		تجزیه‌گر جنا(Jena's parser)

زودآیند ویژه‌نامه‌ی نشریه‌ی دانش و نظام‌های معنایی

			ریشه‌یابی (Stemming and lemmatization)
			بررسی درست‌نویسی واژه‌ها (Spell check technique)
			QTAG
		استخراج اطلاعات (Information Extraction)	استخراج اصطلاحات (Term Extraction)
			استخراج اطلاعات نیمه‌ساختاریافته (Semi-structured Information Extraction)
			استخراج اطلاعات برپایه هستان‌شناسی (Ontology-Based Information Extraction)
			استخراج فراداده (Metadata extraction)
			استخراج روابط (Relation Extraction)
			خوشه‌بندی روابط (Relation clustering)
		نشانه‌گذاری (Markup) و نمایه‌سازی (Indexing)	HTML
			زبان نشانه‌گذاری گسترش‌پذیر (XML)
			نمایه‌سازی واژگانی-معنایی (Lexical-semantic indexing)
			حاشیه‌نویسی عمیق (Deep Annotation)
			حاشیه‌نویسی معنایی (Semantic Annotation)
			Java Annotation Patterns Engine (JAPE)
			نمایه‌سازی مبتنی بر ان-گرام N-Gram based indexing
			خلاصه‌نویسی خودکار (Automatic summarization)
لایه دانش و هستان‌شناسی (Knowledge and Ontology Layer)	بُعد چهارم: گراف دانش و پایگاه‌های معنایی (Knowledge Graphs and Semantic Databases)		
		پایگاه داده آردی‌اف	Sesame
			Jena TDB Jena Triple Database)
			Jena SDB (Jena Storage Database)
			Mysql
		گراف دانش (Knowledge graph)	گراف آردی‌اف (RDF graph)
			YARS2
			گراف فیس بوک (Facebook Open Graph)
			پایگاه داده گراف (Graph DB)
			Neo4j
			DBpedia
			Freebase
			YAGO
		پایگاه دانش (Knowledge base)	ویکی‌دیتا (Wikidata)
			Wordnet API
			WordNet Agent
			JWordNet
			FrameNet
			VerbNet
			PropBank

لایه پردازش و پرس‌وجو (Processing and Query Layer)	بُعد پنجم: الگوریتم‌های یادگیری ماشین و کلان‌داده	
	الگوریتم‌های یادگیری ماشین	الگوریتم مرغ مگس‌خوار گوگل(Hummingbird Google)
		مدل‌های زبانی بزرگ(Large Language Modeling)
		Topic Modeling
		شبکه عصبی بازگشتی Recursive Neural Network (RNN Model)
		شبکه عصبی مصنوعی(ANNs) Artificial Neural Networks
		جدول درهم‌ساز توزیع‌شده(DHT) Distributed Hash Table
		مدل زبانی پیش‌آموزش‌دیده (BERT)
		الگوریتم خوشه‌بندی K-Means
		شبکه مفهومی(Concept lattice)
		سیستم‌های یادگیری جمعی یا گروهی(Ensemble systems)
	پردازش کلان‌داده‌ها	OLAP (OnLine Analysis Processing)
		امتیازدهی و هرس کردن(Scoring and pruning)
		تکنیک خوشه‌بندی پرس‌وجو(Query clustering technique)
		TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency)فرکانس عبارت-فرکانس معکوس سند
		Enhanced cluster-based routing protocol (ECBR algorithm)پروتکل مسیریابی مبتنی بر خوشه بهبودیافته
	بُعد ششم: زبان‌های پرس‌وجو	
	زبان پرس‌وجوی آردی‌اف	SPARQL
		PHP SPARQL
		Apache Fuseki
		RDF Data Query Language (RDQL)
		Sesame RDF Query Language(SeRQL)
		RDF Query Language(RQL)
	سایر زبان‌های پرس‌وجو	SQL
		DL Query
		Query Management module
		Semantic Query Language
		Python-based QUERY framework
		زبان نشانه‌گذاری قاعده(RuleML)
لایه کاربرد (Application Layer)	بُعد هفتم: جست‌وجوی معنایی و فناوری‌های وابسته	
	راهبردهای جست‌وجو	بسط پرس‌وجو(Query expansion)
		ابهام‌زدایی(Disambiguation)
		امکانات جست‌وجوی پیشرفته
		اعمال فیلتر در نتایج جست‌وجو
		جست‌وجوی چندوجهی (Multi-facet search)
		میانکنش‌پذیری

زودآیند ویرایش نشده مقاله پذیرفته شده در مجله پردازش علائم و داده‌های معنایی

		دسترسی باز (Openness)
		موتور جست‌وجوی معنایی
	موتور جست‌وجو و مرورگر وب معنایی	آپاچی لوسن(Apache Lucene)
		Tabulator
		Disco
		Open Link
		RDF Browser
		Object viewer
		Zitgist
		Heritrix
		MultiCrawler
		BioCrawler
		Wikibase
لایه نمایش و رابط کاربری (UI and Presentation Layer)	بُعد هشتم: رابط کاربری و نمایش اطلاعات	
	رابط کاربری	فراداده Metadata
		فرمت ذخیره‌سازی داده‌ها CSV
		HTTP
		فراهم کردن API
		RSS
	زبان نمایش اطلاعات	زبان شبکه جهانی(Universal Networking Language (UNL
		Rule Language and Description Logic
		زبان مدل‌سازی سرویس وب Web Service Modeling Language (WSML)
		نظام ساده سازماندهی دانش (SKOS)
		زبان قوانین وب معنایی (SWRL)
	شناسایی و کدگذاری منابع	Unicode
		شناسگر یکتای منبع(URI)
		مکان‌یاب منبع یکسان(URL)
		شناسگر اشیاء دیجیتال(DOI)
		شناسه منبع بین‌المللی Internationalized Resource Identifier (IRI)
لایه منطق و استنتاج (Reasoning and Logic Layer)	بُعد نهم: منطق و استنتاج	
	منطق	منطق توصیف زبان هستان‌شناسی وب(OWL- DL)
		نظریه مجموعه‌های راف(Rough set approximations)
		تحلیل مفهوم رسمی فازی(Fuzzy FFCA)
		مجموعه‌های فازی نوع ۲(Type-2 fuzzy sets)
		مدل فضای برداری توسعه‌یافته Extended Vector Space Model (VSM))
		منطق توصیف(description logic)

زودآیند ویژه‌نامه‌ی پایان‌نامه‌های دانش و نظام‌های معنایی

		منطق فازی (fuzzy logic)
		فرمت تبادل NLP (NLP Interchange Format (NIF))
		فرمت تبادل قوانین (RIF)
	استنتاج‌گرها	استنتاج‌گر جنا (Jena's reasoner)
		SPIN (SPARQL Inferencing Notation)
		موتور استنتاج (inferenceEngine)
		استدلال‌گر معنایی مثل .CB, CEL,FaCT++
		استدلال‌گر معنایی HerMiT
		استدلال‌گر معنایی ELK
		قوانین استنتاج (Inference rules)
		استنتاج‌گر پلت (Pellet Reasoner)
		Jena Semantic Framework Reasoner
		استنتاج مبتنی بر مورد Case-Based Reasoning (CBR)
لایه کاربرد (Application Layer)	بُعد دهم: امنیت و اعتماد	
	ابزارهای ارتباط امن و رمزنگاری	Zemanta
		Twine
		WS-Trust
		Crypto
		رمزنگاری (Cryptography)
	بُعد یازدهم: چارچوب‌های توسعه وب معنایی	
	چارچوب توسعه وب معنایی	Apache Jena
		Apache Istanbul
		Top Quadrant

بحث و نتیجه‌گیری

در مجموع، یافته‌ها بیانگر آن است که فناوری‌های وب معنایی برای پایگاه‌های داده علمی را می‌توان در سه سطح مکمل در نظر گرفت: نخست زیرساخت‌های داده، معنا و دانش برای بازنمایی و سازماندهی منابع؛ دوم، سازوکارهای پردازش، پرس‌وجو و استنتاج برای تبدیل داده به دانش قابل بازیابی؛ و سوم، قابلیت‌های کاربردی، رابط کاربری، امنیت و چارچوب‌های توسعه برای ارائه خدمات معنایی به کاربران. بنابراین محور اصلی یافته‌های پژوهش، حرکت از داده و بازنمایی به سوی دانش و استنتاج و در نهایت جست‌وجو ارائه خدمات معنایی دانست.

زیرساخت‌های داده، معنا و دانش: در این سطح، بنیادی‌ترین مولفه، قالب‌های گرامری RDF هستند که زیربنای تمام لایه‌های بعدی محسوب می‌شود و ضعف یا نارسایی در آن، کل زنجیره پردازش معنایی را با اختلال مواجه می‌سازد. یافته‌های پژوهش تأیید می‌کند که انتخاب قالب‌های گرامری خواناتر و توسعه‌پذیرتر، نقش مهمی در پذیرش و پیاده‌سازی عملی وب معنایی در پایگاه‌های داده علمی دارد. آردی‌اف/ایکس‌ام‌ال از نظر تاریخی، اولین قالب گرامری برای آردی‌اف است که توسط کنسرسیوم جهانی وب تعریف شده است. این قالب برای استفاده انسان طراحی نشده است، چرا که خواندن آنها برای انسان سخت بوده و جملات تقریبا طولانی هستند(یو، ۱۳۹۴). ازجمله نمادسازی۳[40] که یک ترتیب غیر ایکس‌ام‌الی از مدل آردی‌اف است که از خوانایی بالاتری برخوردار است. همچنین مدل لاک‌پشتی[41] به عنوان زیرمجموعه ای خلاصه شده و آردی‌اف محض از نمادسازی۳ ایجاد شده است. به علاوه N- تایی ها[42] نسبت به نمادسازی۳ و مدل لاک‌پشتی ساده‌تر بوده و پشنهاد مناسب دیگری برای توسعه‌دهندگان می‌باشد. مدل لاک‌پشتی در بین توسعه‌دهندگان محبوب‌تر است به علاوه اسپارکل، تقریبا همه چیز را برای ایجاد زبان پرس‌و جویش از مدل لاک‌پشتی استفاده می‌کند (یو، ۱۳۹۴).

پس از استقرار زیرساخت داده‌های ساختاریافته، گام بعدی همگرایی این داده‌های معنایی با ابزارهای پردازش زبان طبیعی است. امروزه ابزارهای هوش مصنوعی نیز از پردازش زبان طبیعی برای تحلیل پرس‌وجوها استفاده می‌کنند. براون و دیگران (۲۰۲۰) نیز در پژوهش خود به نتایج مشابهی رسیده‌اند. آنها مدل‌های زبان طبیعی را در موتور جی‌پی‌تی۳ پیاده‌سازی کردند وسپس مدل‌های زبان سنتی و زبان طبیعی را در سطح جمله و پاراگراف ارزیابی کردند. توانایی درک مطلب، استدلال و یادگیری مدل‌های زبان طبیعی به طرز چشمگیری افزایش یافت. همگرایی روزافزون میان پردازش زبان طبیعی و مدل‌های یادگیری عمیق نیز نشان می‌دهد که آینده پایگاه‌های داده علمی به سمت سیستم‌های خودکار فهم متن و تولید دانش در حرکت است. میرعرب و دارستانی فراهانی(۱۴۰۳) در پژوهش خود، به این نتیجه رسیده‌اند که ترکیب

40. Notation3
41. Turtle
42. N-Triples

زوداینند ویراستاری نسخه(فصلنامه ارزیابی دانش و نظام‌های معنایی)

گراف‌های دانش در سطح روابط و قواعد منطقی-استنتاجی با مدل‌های زبانی برگ می‌تواند به سیستم‌های پردازش زبان طبیعی قدرتمندتر و مؤثرتر منجر شود.

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در پردازش معنایی و هوشمندسازی جست‌وجو، همچنان چالش اساسی مدیریت عدم‌قطعیت و ابهام ذاتی دانش علمی باقی است. منطق فازی می‌تواند به هستان‌شناسی متصل شود تا اطلاعات عدم اطمینان را نشان دهد. بر اساس نتایج پژوهش مسحنه و شکوهی‌نیا (۱۳۹۷) در هستان‌شناسی کلاسیک، منطق بولی برای نشان دادن دانش مبهم که معمولا در حوزه‌های دنیای واقعی یافت می‌شود، کافی نیست. یک راه‌حل برای این مشکل وارد کردن توانایی منطق فازی برای گسترش هستان‌شناسی کلاسیک است. هستان‌شناسی فازی با استفاده از مفاهیم فازی، دانش مبهم را بیان می‌کند (مسحنه و شکوهی‌نیا، ۱۳۹۷). نتایج پژوهش مرتضایی(۱۴۰۴) نشان می‌دهد که پیوند میان هستان‌شناسی و منطق فازی، امکان رتبه‌بندی دقیق‌تر منابع، بهبود بازیابی اطلاعات و پشتیبانی از تصمیم‌گیری علمی را فراهم می‌کند.

سازوکارهای پردازش، پرس‌وجو و استنتاج: همکاری سه‌گانه بین وب معنایی (به عنوان ارائه‌دهنده چارچوب معناشناسی)، کلان‌داده (به عنوان منبع غنی اطلاعات) و یادگیری ماشین (به عنوان موتور تحلیل) تحولی اساسی در نحوه انجام تحقیقات علمی و کشف دانش ایجاد کرده است.

نقطه‌ی آغازین این تحول را می‌توان در تغییر پارادایم موتورهای جست‌وجو مشاهده کرد. الگوریتم مرغ مگس‌خوار گوگل نقطه عطفی در گذار از تطابق صرف کلیدواژه‌ای به درک معنایی پرسش‌ها محسوب می‌شود؛ این الگوریتم با تمرکز بر نیت کاربر، زمینه را برای به‌کارگیری مدل‌های زبانی و شبکه‌های عصبی در بازیابی اطلاعات فراهم کرد. در همین راستا، Topic Modeling به‌عنوان ابزاری برای کشف ساختارهای پنهان موضوعی در متون علمی، نقش کلیدی در غنی‌سازی لایه معنایی و خوشه‌بندی دانش ایفا می‌کند (Blei et al., 2003).با گسترش این رویکردهای معنایی، ظهور مدل‌های زبانی بزرگ و به‌ویژه مدل‌های زبانی پیش‌آموزش‌دیده مانند BERT، توانایی سامانه‌ها در فهم بافت، وابستگی‌های معنایی، و روابط مفهومی متون را به‌طور چشمگیری افزایش داده است. این مدل‌ها که مبتنی بر شبکه‌های عصبی

رودآیند ویراستاری نسخه‌ی نهایی بازیابی دانش و نظام‌های معنایی

مصنوعی و به‌طور خاص شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) و معماری‌های عمیق‌تر هستند، امکان پردازش توالی‌محور زبان طبیعی و استنتاج معنایی پیشرفته را فراهم می‌کنند (Devlin et al., 2019؛ Mikolov et al., 2010).

در محیط‌های علمی ترکیب زبان‌های پرس‌وجو ازجمله اسپارکل با ابزارهایی مانند آپاچی نیوسکی و استفاده از زبان‌های قاعده‌مند، مانند RuleML می‌تواند به ایجاد سیستم‌های هوشمند استخراج دانش منجر شود. استنتاج‌گرهای عمومی و چارچوب‌های جامع مانند جنا و پلت، کارایی بالایی در استنتاج روی هستان‌شناسی‌های بزرگ دارند. جنا یک پلتفرم جاوای متن باز و رایگان برای نرم‌افزارهای کاربردی بر روی وب معنایی می‌باشد. این پلتفرم ابتدا در آزمایشگاه‌های اچ‌پی توسعه یافت. در حال حاضر، جنا رایج‌ترین بسته نرم‌افزاری جاوا برای ساخت نرم‌افزارهای کاربردی بر روی وب معنایی می‌باشد.

منطق فازی اغلب در کنار هستان‌شناسی‌ها و نه به‌صورت مستقل استفاده می‌شود و به غنای استنتاج معنایی در محیط‌های واقعی به‌ویژه در سیستم‌های توصیه‌گر و تحلیل محتوای علمی کمک می‌کند. مجموعه‌های راف نقش مکمل مهمی در تحلیل داده‌های ناقص، ناسازگار یا مبهم دارند. برخلاف منطق توصیفی که بر دانش صریح و ساخت‌یافته تکیه دارد، نظریه مجموعه‌های راف امکان تقریب مفاهیم از طریق کران‌های بالا و پایین را فراهم می‌سازد.

هستان‌شناسی‌های فازی، اگرچه از نظر نظری پاسخی مناسب برای مدل‌سازی عدم قطعیت و ابهام علمی ارائه می‌دهند، اما در عمل هنوز با کمبود ابزارهای استاندارد، چارچوب‌های مقیاس‌پذیر و معیارهای ارزیابی مواجه‌اند. این شکاف میان نظریه و عمل، یکی از مهم‌ترین حوزه‌های پژوهشی آینده محسوب می‌شود.

قابلیت‌های کاربردی، رابط کاربری، امنیت و چارچوب‌های توسعه: تحلیل انتقادی نشان می‌دهد که بسیاری از سیستم‌های جست‌وجوی معنایی هنوز از منظر تجربه کاربر، فاصله معناداری با انتظارات کاربران علمی دارند. جست‌وجوی معنایی زمانی موفق خواهد بود که نه‌تنها نتایج دقیق‌تر، بلکه قابل فهم‌تر، قابل تفسیرتر و قابل اعتمادتر ارائه دهد. این امر مستلزم طراحی رابط‌های تعاملی هوشمند، نمایش گرافیکی دانش و ارائه مسیرهای استدلال به کاربر است.

زودآیند ویراستاری شده (فصلنامه برای دانش و نظام‌های معنایی)

بر اساس یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌شود طراحان پایگاه‌های داده علمی، در گام نخست، به‌جای اتکای صرف بر قالب سنگین و کم‌خوانRDF/XML ، از جایگزین‌های خواناتر و توسعه‌پذیرتر مانند Turtle، N-Triplesو JSON-LD بهره گیرند تا پذیرش و پیاده‌سازی عملی وب معنایی تسهیل شود. در گام بعد، با توجه به همگرایی روزافزون پردازش زبان طبیعی و مدل‌های یادگیری عمیق، لازم است این پایگاه‌ها داده‌های ساختاریافته‌ی خود را با ابزارهای هوش مصنوعی مانند مدل‌های زبانی پیش‌آموزش‌دیده همچون BERT و مدل‌های زبانی بزرگ یکپارچه کنند تا از سیستم‌های خودکار فهم متن و تولید دانش بهره‌مند شوند. همچنین برای رفع چالش عدم‌قطعیت و ابهام ذاتی دانش علمی، توصیه می‌شود هستان‌شناسی‌های کلاسیک با منطق فازی تلفیق شده و از مجموعه‌های راف به‌عنوان مکمل در تحلیل داده‌های ناقص و ناسازگار استفاده گردد؛ در همین راستا، سرمایه‌گذاری بر توسعه‌ی ابزارهای استاندارد، چارچوب‌های مقیاس‌پذیر و معیارهای ارزیابی برای هستان‌شناسی‌های فازی، به‌عنوان یک اولویت پژوهشی مطرح می‌شود. در سطح فنی، ترکیب زبان پرس‌وجوی اسپارکل با ابزارهایی مانند آپاچی فیوسکی و زبان‌های قاعده‌مند نظیرRuleML ، همراه با استفاده از استنتاج‌گرهای جامع مانند جنا و پلت، می‌تواند به ایجاد سیستم‌های هوشمند استخراج دانش منجر شود. در نهایت، با توجه به شکاف میان زیرساخت معنایی و کاربرد نهایی در بسیاری از سامانه‌های علمی، ضروری است که پایگاه‌های داده از به‌کارگیری جزیره‌ای فناوری‌هایی مانندRDF ، OWLو SPARQL پرهیز کرده و آن‌ها را در پیوندی مؤثر با فرآیندهای بازیابی معناگرا، تصمیم‌یار و تولید دانش قرار دهند؛ این امر مستلزم طراحی رابط‌های تعاملی هوشمند، نمایش گرافیکی دانش و ارائه مسیرهای استدلال به کاربر، و در افقی بلندمدت، حرکت به سمت استنتاج توزیع‌شده، تطبیقی و زمینه‌محور (Context-aware Reasoning) است.

منابع

آخشیک، سمیه‌سادات؛ نگهداری، خدیجه؛ و امامی، علیرضا. (۱۴۰۱). خط فارسی در گنج: واکاوی تأثیر مسائل صرف، معنا و رسم‌الخط بر بازیابی اطلاعات در پایگاه اطلاعات علمی ایران. *علوم و فنون مدیریت اطلاعات*، ۲۶ (۸)، ۲۲۰-۱۹۵.

باقری، توران؛ نوروزی، یعقوب؛ اسفندیاری مقدم، علیرضا؛ و زارعی، عاطفه (۱۳۹۸). ارائه الگوی به کارگیری فناوری معنایی در بازیابی اطلاعات در کتابخانه های دیجیتالی. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۰ (۲): ۱۵۱-۱۲۹

پژوهان، مهدی؛ حریری، نجلا؛ نوروزی، یعقوب؛ باب‌الحوائجی، فهیمه. (۲۰۲۴). به کارگیری فناوری‌های معنایی–اجتماعی در کتابخانه‌های دیجیتال: الگویی مبتنی بر خرد و تخصص. کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۲۶ (۴)، ۱۱۱–۱۴۸.

زودآیند ویراستاری شده/فصلنامه بازیابی دانش و نظام‌های معنایی

جعفری پاورسی، حمیده؛ حریری، نجلا؛ علیپور حافظی، مهدی؛ باب الحوائجی، فهیمه و خادمی، مریم. (۱۳۹۹). ارتقای بازیابی معنایی اطلاعات با استفاده از برچسب گذاری و هستان شناسی. *مطالعات کتابداری و سازماندهی اطلاعات*. ۳۱ (۱): ۱۸-۳۸

حاجی احمدی، سیمین (۱۳۹۴). بررسی کاربرد فناوری معنایی برای سازماندهی اطلاعات در نرم افزارهای کتابخانه دیجیتالی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه قم، ۱۳۹۴.

درّی، راحله.(۱۳۹۳). مقایسه و ارزیابی موتورهای جست‌وجوی معنایی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، (۲)، ۴۹۰-۴۶۷.

شهبازی، مهری؛ شاهینی، شبنم. (۱۳۹۴). بررسی میزان کارآیی پایگاه‌های اطلاعاتی مگیران ، نورمگز و اس.آی.دی. در بازیابی و ربط مباحث علم اطلاعات و دانش‌شناسی با استفاده از کلیدواژه‌های آزاد و مقایسه آنها از نظر میزان استفاده از کلیدواژه‌های مهارشده. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*; ۳۱ (۲) :۴۵۴-۴۳۱

عصاره، فریده؛ کعب عمیر، فریده و گزنی، علی (۱۴۰۰). ارائه مدل بهینه ی کاربردپذیری فناوری‌های وب معنایی در نظام ذخیره و بازیابی اطلاعات در کتابخانه و ارزیابی آن. *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، ۳۲ (۴): ۷۷-۶۱

عظیمی، محمدحسن؛ رفیعی نسب، فاطمه. (۱۴۰۱). بررسی کاربرد لایه‌های وب معنایی در سامانه‌های مدیریت مجلات ایران. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ، ۳۸ (۱) :۱۰۸-۸۹

مرادی، خدیجه. (۱۳۹۱). آر.دی.اِی. و وب معنایی- ماشین‌خوان نمودن داده‌های آر.دی.اِی. به واسطه آردی‌اف. *کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۱۵ (۲)، ۲۵۹-۲۸۴.

هماوندی، هدی؛ نوروزی، یعقوب؛ حسینی بهشتی، ملوک السادات (۱۳۹۷). بررسی مشکلات جست‌وجو و بازیابی اطلاعات در پایگاه‌های اطلاعاتی از جنبه ویژگی‌های نگارشی زبان فارسی. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات ، ۳۳ (۳) :۱۱۱۰-۱۰۸۷

یاری، شیوا؛ حسینی بهشتی، ملوک السادات (۱۳۹۸). هستان‌شناسی‌ها و برچسب‌زنی اجتماعی: روابط و کاربردها. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۵ (۱) :۷۶-۵۱

References

Arakaki, F. A., Arakaki, A. C. S., & Novaes, A. C. (2025). Semantic Mapping of Bibliographic Models in National Libraries. *Language (SPARQL)*, *8*, 9.

Berners-Lee, T., Hendler, J. A., & Lassila, O. (2023). The Semantic Web: A New Form of Web Content that is Meaningful to Computers will Unleash a Revolution of New Possibilities. *ACM EBooks*, *23* (3), 91–103. https://doi.org/10.1145/3591366.3591376

Bi, R. (2025). An adaptive semantic retrieval framework for digital libraries integrating graph neural networks, ontology, and user behavior. *Scientific Reports*, *15*(1), 40528.

Callahan, A., José Cruz-Toledo, Ansell, P., & Dumontier, M. (2013).

زوداینند ویرایش (پیش نویس) سامانه افضلنامه رایی دانش و نظام‌های معنایی

Bio2RDF release 2: improved coverage, interoperability and provenance of linked data for the life sciences. *F1000Research*, *4* (1). https://doi.org/10.7490/f1000research.1093020.1

Fabre, R., & Azeroual, O. (2024). Knowledge graphs–the future of integration in CRIS systems for uses of assistance to scientific reasoning. *Procedia Computer Science*, 249, 264-279.
https://doi.org/10.1002/widm.1293

Lan, G., Liu, T., Wang, X., Pan, X., & Huang, Z. (2022). A semantic web technology index. *Scientific Reports*, *12* (1), 3672. https://doi.org/10.1038/s41598-022-07615-4

Masmoudi, M., Ben Abdallah Ben Lamine, S., Karray, M. H., Archimède, B., & Baazaoui Zghal, H. (2024). Semantic data integration and querying: A survey and challenges. *ACM Computing Surveys*, 56(8), 1-35.

Mithun, A. M., & Bakar, Z. A. (2020). Empowering Information Retrieval in Semantic Web. *International Journal of Computer Network and Information Security*, *12* (2), 41–48. https://doi.org/10.5815/ijcnis.2020.02.05

Rafes, K., & Germain, C. (2015). A platform for scientific data sharing. *HAL –(Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe)*. Centre National de la Recherche Scientifique.

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer publishing company.

References (In Persian)

Akhshik, S., Negahdari, K. & Emami, A. (2022). Persian Writing in GANJ: Investigating the Impact of Morphology, Semantics, and Writing Style on Iran's Treasure of Scientific and Technical Information. *Sciences and Techniques of Information Management*, 8 (1): 193-220. DOI: 10.22091/stim.2021.6418.1505

Bagheri, T., Norouzi,Y., Isfandyari Moghaddam, A., & Zarei, A. (2019). Application of Semantic Technology in Information Retrieval in the Digital Libraries: Proposing a Conceptual Model. *Librarianship and Information Organization Studies (Journal of National Studies on Librarianship and Information Organization)*, 30 (2 (118)), 129-151.

Homavandi, H., Norouzi, Y., Hoseine Beheshti, M.S. (2018). Survey of Information Searching and Retrieving Challenges in Databases in Connection with Persian Language Writing Features, *Journal of Information Processing and Management,* 33 (3), 1087-1110.

زودآیند ویراستاری شده توسط پایگاه دانش و نظام‌های معنایی

Jafari Pavarsi, H., Hariri, N., Alipour Hafezi, M., Babalhavaeji, F., & Khademi, M. (2020). Optimizing Semantic Information Retrieval by Labeling and Ontology. *Librarianship and Information Organization Studies (Journal of National Studies on Librarianship and Information Organization)*, 31 (1 (121)), 18-38.

Kaabomeir, F., Osareh, F., Gazni, A. (2021). Meta- Analysis of Studies in the Field of Usability of Library Information Storage and Retrieval System based on Semantic Web Technologies, *Information management,* 7 (1), 157-178.

Morady, K. (2012). RDA and Semantic Web: machine-readable RDA's elements with RDF, *Library and Information Science,* 15 (2), 259-284.

Osareh, F., Kaabomeir, F., Gazni, A. (2022). Proposing an Optimal Model for the Usability of Semantic Web Technologies in the Library Information Storage and Retrieval System and its Evaluation, *Librarianship and Information Organization Studies,* 32 (4), 61-77.

Pazhouhan, M., Hariri, N., Norouzi, Y., & Babalhavaeji, F. (2023). Application of Semantic-Social Technologies in Digital Libraries: A Model Based on Wisdom and Expertise. *Library and Information Sciences*, 26 (4), 111-148.

Shahbazi, M., Shahini, S. (2016). Study of the the efficacy Magiran, Noormags and SID database in retrieval and relevance of Information Science and Knowledge subject by free keywords and compare them in terms of the use of controlled keywords, *Journal of Information Processing and Management,* 31 (2), 431-454.

Yari, S., Hosseini Beheshti, M. (2019). Ontologies and Social Tagging: Relationships and Applications. Iranian Journal of Information Processing & Management (Information Science and Technology), 35 (1), 51-76.

زودآیند ویراستاری شده فصلنامه پژوهش و نظام‌های معنایی