

Comparative Performance Evaluation of Syntax Structure of Digital Identifier Systems

Hamid Reza Khedmatgozar*

PhD in Information Technology Management; Assistant Professor;
Iranian Research Institute for Information Science and Technology
(IranDoc); Tehran, Iran Email: khedmatgozar@irandoc.ac.ir

Mehdi Alipour-Hafezi

PhD in Knowledge and Information Science; Assistant Professor;
Faculty of Psychology and Educational Sciences; Allameh
Tabataba'i University; Tehran, Iran Email: meh.hafezi@gmail.com

Received: 27, Nov. 2018

Accepted: 07, Jul. 2019

Abstract: Digital identifier systems are considered as one of the main areas of application in the identifiable Web approach in digital object theory. Based on the nature of these identifiers, which are based on the implementation of the resolution mechanism and also their differences from other identifiers, the syntax structure of these identifiers has particular importance. The syntax is a set of rules used to combine characters to form an identifier string. This study aims to evaluate the performance of the syntax structure of different digital identifier systems through an illustrative evaluation method and two sequential steps. In the first step, through a Delphi method, a framework was designed to evaluate the structure of systems' syntax. The framework included 11 performance indicators: Uniqueness, machine readability, stability, interoperability, simplicity, scalability, verifiability, granularity, character insensitivity, human readability, and syntax resolution. In the second step, 6 well-known global digital identifier systems were mapped in the framework and compared through an illustrative evaluation and TOPSIS methods. According to the findings, DOI (Digital object Identifier) and UCI (Universal Content Identifier) have a robust performance in their syntax structure and Handle, ARK (Archival Resource Key), URN (Uniform Resource Name) and PURL (Persistent Uniform Resource Locator) systems have mediocre performance in this component. Furthermore, the solutions of the robust performance systems in verification, including using the resolution mechanism, the TCP/ IP protocol, and the identifiers with check digits in the suffix, as well as the advantages of qualifiers, in particular, in the more precise identification of the Identified object are discussed. These results can be used by researchers of this field and administrators and users of these systems.

Keywords: Digital Identifier System, Syntax Structure, Identifier String, Performance, Comparative Evaluation

* Corresponding Author

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. 35 | No. 1 | pp. 700-700

Autumn 2019



ارزیابی تطبیقی کارایی ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی

حمیدرضا خدمتگزار

دکتری مدیریت فناوری اطلاعات؛ استادیار؛ پژوهشگاه
علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)؛ تهران؛
khedmatgozar@irandoc.ac.ir

مهدی علیپور حافظی

دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ استادیار؛ گروه
علم اطلاعات و دانش‌شناسی؛ دانشکده روان‌شناسی
و علوم تربیتی؛ دانشگاه علامه طباطبائی؛ تهران؛
meh.hafezi@gmail.com



دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۰۶ | پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۶ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۷ روز نزد پدیدآوران بوده است.

فصلنامه | علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۲۳
شاپا (الکترونیکی) ۸۳۳۱-۲۲۵۱
نمایه در SCOPUS و ISI، LISTA و
jipm.irandoc.ac.ir
دوره ۳۵ | شماره ۱ | صص ۲۰۱-۲۳۲
پاییز ۱۳۹۸



چکیده: نظام‌های شناسگر دیجیتالی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین حوزه‌های کاربرد در رویکرد «وب قابل شناسایی» در تئوری شیء دیجیتالی مطرح شده‌اند. بر اساس ماهیت این شناسگرها، که مبتنی بر سازوکار وضوح، طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند و با شناسگرهای دیگر متفاوت‌اند، ساختار نحو (رشته شناسگر) این شناسگرها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نحو شناسگر مجموعه‌ای از قوانینی است که برای ترکیب کاراکترها برای شکل‌گیری یک رشته شناسگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف این پژوهش ارزیابی کارایی ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی است. به‌منظور دستیابی به این هدف، بر مبنای روش ارزیابی روشنگرانه، فرایندی شامل دو گام طراحی و اجرا شد. در گام نخست، اقدام به طراحی چارچوب پایه ارزیابی کارایی ساختار نحو به‌روش دلفی شد. چارچوب پایه ارزیابی استخراج‌شده در این گام شامل ۱۱ شاخص کارایی از جمله: یکتایی، قابلیت ماشین‌خوانی، ثبات، قابلیت همکاری، سادگی، مقیاس‌پذیری، اثبات‌پذیری، گرانولیت، عدم حساسیت کاراکتر، قابلیت نقل‌انسانی، و قابلیت وضوح نحو است. در گام دوم، با استناد به چارچوب پایه طراحی‌شده، اقدام به ارزیابی تطبیقی ۶ نظام شناسگر دیجیتال مطرح در سطح جهان به روش «تاپسیس» شد. نتایج این ارزیابی نشان داد که نظام‌های «دی‌آی» و «یوسی‌آی» انطباق بالا و نظام‌های «هندل»، «آرک»، «یوآران» و «پی‌یوآرال» انطباق متوسطی را با شاخص‌های کارایی ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی دارند. در تحلیل این نتایج نیز راهکارهای نظام‌های با کارایی بالا در اثبات‌پذیری رشته شناسگر، از جمله به‌کارگیری سازوکار وضوح، پروتکل «TCP/IP» و

استفاده از شناسگرهای دارای ارقام چک اعتبار در پسوند، و همچنین مزایای استفاده از کدهای توصیف کننده به ویژه در شناسایی دقیق تر شیء مورد شناسایی مورد بحث قرار گرفته است. این نتایج می تواند توسط کاربران این نظام ها و شناسگرهای آن و همچنین، پژوهشگران این حوزه مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه ها: شناسگر دیجیتال، ساختار نحو، رشته شناسگر، ارزیابی تطبیقی، کارایی

۱. مقدمه

در دنیای امروز و با توسعه فناوری اطلاعات، شاهد تولد و رشد اشیای دیجیتالی در محیط دیجیتالی هستیم. با توجه به یکی از مشخصه های اصلی این اشیاء، یعنی قابلیت ویرایش و تغییر سریع آنها، یکی از رویکردهایی که در عمل در مواجهه با این اشیای دیجیتالی شکل گرفته، تمرکز بر روی شناسایی نسخه ها و اشکال مختلف این اشیاء در محیط وب است (Kallinikos, Aaltonen and Marton 2010). این شناسایی از طریق دو عنصر شناسگر^۱ و فراداده امکان پذیر است (Arms 2001).

یکی از رویکردهایی که در حوزه محیط دیجیتالی و به طور خاص در خصوص اشیای دیجیتالی طی دو دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته، شناسایی دیجیتالی اشیای دارای هویت در این محیط است. ماهیت وجودی این شناسگرها به دو مشکل اصلی شناسایی در محیط دیجیتال بر می گردد. نخستین مشکل شناسایی یکنای اشیاء در محیط دیجیتالی به گونه ای بود که یک شیء، یک شناسگر داشته باشد و هر شناسگر فقط و فقط به یک شیء اشاره کند (Coyle 2006). مشکل اصلی دوم در این حوزه ثبات بود، بدان معنا که یک شناسگر نه باید تغییر کند، نه قابل تغییر باشد و نه به شیء دیگری تخصیص یابد (Paskin and Rust 1999; Campbell 2007). این دو مشکل در کنار مشکلات جانبی دیگر در این حوزه باعث شد تا نظام های شناسگر دیجیتالی پا به عرصه بگذارند (Khedmatgozar and Alipour-Hafezi 2015).

یکی از مؤلفه های اصلی در چارچوب این نظام ها، ساختار نحو^۲ شناسگرهای مورد استفاده در آنهاست. نحو را در حوزه شناسگر مجموعه ای از قوانین برای ترکیب کاراکترها برای شکل گیری یک رشته شناسگر تعریف کرده اند (Kunze 2003). از سوی دیگر،

۱. این واژه معادل Identifier است و برای آن ترجمه های شناسه گر، شناسه و شناساگر نیز ذکر شده است.

۲. Syntax

نتایج مطالعه «خدمتگزار، علیپور حافظی و حنفی‌زاده» نشان داده است که از تعداد بسیار زیاد نظام‌های شناسگر، در حال حاضر تنها تعداد ۶ نظام شناسگر در سطح جهان، انطباق کاملی با معیارها و مشخصات پایه یک نظام شناسگر کارآمد را دارند. آن‌ها در نتایج پژوهش خود علاوه بر معیارهای تشخیصی نظام‌های شناسگر دیجیتالی مورد استفاده در پژوهش خود، به ضرورت توجه به معیارهای کیفی در مقایسه کارایی مؤلفه‌های مختلف این نظام‌ها اشاره کرده‌اند (۱۳۹۳). در پژوهش «خدمتگزار و علیپور حافظی» که بر تحلیل ساختار مؤلفه فراداده نظام‌های شناسگر دیجیتالی متمرکز است، آن‌ها در نتیجه‌گیری خود از ساختار نحو به‌عنوان یکی دیگر از مؤلفه‌های مهم شناسگرها نام برده و بر ضرورت مقایسه کارایی این مؤلفه در کنار دیگر مؤلفه‌ها به‌منظور ارزیابی کارایی نظام‌های شناسگر دیجیتالی تأکید داشته‌اند (۱۳۹۶). با توجه به اهمیت اشاره‌شده در خصوص توجه به ساختار نحو در نظام‌های شناسگر دیجیتالی و کاربردهای این نظام‌ها در محیط دیجیتالی در بافت‌های گوناگون با ذی‌نفعان مختلف مانند مدیریت محتوای دیجیتالی، پیوند و ارجاع تقاطعی^۱، کتابخانه‌های دیجیتالی، سلامت الکترونیکی، آموزش الکترونیکی و خدمات مالی (که در ادامه تشریح خواهد شد)، مؤلفه ساختار نحو را می‌توان یکی از مؤلفه‌های مهمی دانست که باید در تحلیل کارایی نظام‌های شناسگر مورد توجه قرار گیرد. با بررسی‌های عمیق انجام‌شده و بر اساس یافته‌های نویسندگان، متأسفانه پژوهشی که به تحلیل کارایی این مؤلفه نظام‌های شناسگر دیجیتال پرداخته باشد، یافت نشد. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی کارایی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی موجود در سطح جهان تعیین شد. همچنین، پاسخ به دو پرسش زیر نیز در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است: ۱. شاخص‌های کارایی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی کدام‌اند؟ و ۲. کارایی نسبی نظام‌های شناسگر دیجیتالی در مؤلفه ساختار نحو به چه میزان است؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

این بخش از دو دیدگاه مبانی نظری و پیشینه پژوهش تشریح خواهد شد. در بخش نخست، تئوری اشیای دیجیتال و نقش شناسگرهای دیجیتالی در آن‌ها مورد بررسی قرار

1. cross referencing and linking

خواهد گرفت. در بخش دوم نیز ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتال تحلیل خواهد شد.

۲-۱. تئوری شیء دیجیتال

تئوری اشیای دیجیتال (دی‌اُتی)^۱ که توسط (Kallinikos, Aaltonen and Marton (2010 ارائه شده، سه حوزه و ویژگی‌های متمایزکننده اشیای دیجیتال از دیگر اشیاء، مشخصات ذاتی فناوری ایجادکننده این تمایزها، و رویکردهای عمل اجتماعی این ویژگی‌ها را مورد توجه قرار داده است. در بخش نخست، آن‌ها مصنوعات دیجیتالی را از منظرهای مختلف متفاوت با اشیای فیزیکی و دیگر رکوردهای فرهنگی (مانند اشیای هنری و فایل‌های مبتنی بر کاغذ) با سرشت غیردیجیتال می‌دانند و بیان می‌کنند که روی هم‌رفته این تفاوت‌ها باعث می‌شود که اشیای دیجیتالی در ویژگی‌های عملکردی زیر متمایز باشند:

- ◇ اشیای دیجیتال قابل ویرایش^۲ هستند: برعکس مصنوعات معمولی، اشیای دیجیتالی قابل انعطاف هستند و همیشه ممکن است به‌طور مداوم و سیستماتیک بر روی آن‌ها اعمالی انجام شود و تغییر کنند.
- ◇ اشیای دیجیتال تعاملی^۳ هستند: بدین معنا که مسیرهای جایگزینی را ارائه می‌دهند که از طریق آن‌ها عوامل انسانی می‌توانند کارکردهای جاسازی‌شده در شیء را فعال کنند و یا آرایش اقلام اطلاعاتی اصلی و خدمات قابل ارائه توسط آن را جست‌وجو کنند. این مشخصه اشیای دیجیتالی بیشتر بر ماهیت کنشگرایی آن‌ها، در مقابل ماهیت تغییر آن‌ها تأکید دارد.
- ◇ اشیای دیجیتالی باز^۴ هستند: بدین معنا که دسترسی به آن‌ها می‌تواند از طریق دیگر اشیای دیجیتالی انجام شود یا تغییر داده شود. به بیان دیگر، اشیای دیجیتالی باز و قابل برنامه‌ریزی مجدد به معنای قابل دسترسی توسط یک برنامه (یک شیء دیجیتال) به غیر از اصول پایه‌ای حاکم بر خود آن‌ها هستند.
- ◇ اشیای دیجیتالی توزیع‌شده^۵ هستند: به‌عنوان نتایج تعاملی بودن و باز بودن، اشیای

1. digital object theory (DOT)

2. editable

3. interactive

4. open

5. distributed

دیجیتالی توزیع شده هستند و در نتیجه، به‌ندرت در یک منبع یا یک نهاد واحد موجود هستند. در این معنا، اشیای دیجیتالی چیزی بیش از جمعی موقت از توابع، کارکردها، اقلام اطلاعاتی و یا مؤلفه‌های گسترش‌یافته از طریق زیرساخت‌های اطلاعاتی و اینترنت نیستند. این توزیع یافتگی برخی ویژگی‌های خاص را به اشیای دیجیتالی اعطا می‌کند؛ ویژگی‌هایی مانند بدون مرز بودن، سیال و قابلیت دگرگونی و قابلیت ایجاد پیوندها.

آن‌ها سپس مشخصه‌های ذاتی فناوری‌های دیجیتال را، که این ویژگی‌ها از آن استخراج شده، پیمانه‌ای بودن^۱ و گرانولیت^۲ بیان می‌کنند. از نظر آن‌ها پیمانه‌ای بودن به سازماندهی آیتم‌ها و عملیات‌های تشکیل‌دهنده یک شیء دیجیتالی و یا اکولوژی تعاملی آن اشیا در بلوک‌ها یا واحدهای جداگانه‌ای اشاره دارد. این پیمانه‌ای بودن اجازه استقلال را در یک شبکه گسترده‌تر اما سست‌تر از نظر وابستگی‌ها و روابط عملکردی می‌دهد. آن‌ها همچنین، گرانولیت را اندازه دقیق و انعطاف‌پذیر از واحدها یا آیتم‌های ابتدایی می‌دانند که شیء دیجیتالی را تشکیل داده‌اند.

«کالینیکاس»، «آلتونن» و «مارتون» در ادامه، به بیان نوع انتقال این ویژگی‌ها به سمت عمل اجتماعی می‌پردازند و دو عمل اجتماعی این ویژگی‌ها را در دو رویکرد که دو سمت یک طیف قرار دارند، مورد بررسی قرار می‌دهند (Kallinikos, Aaltonen and Marton 2010). در رویکرد نخست، یعنی رویکرد «وب به یادماندنی»^۳ (آرشیو)، مشکل شناسایی اسناد در چارچوب کلی حافظه اجتماعی برای رکوردهای دیجیتالی مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی در این رویکرد تحت کنترل در آوردن ویژگی سیالیت ذاتی اشیای دیجیتالی و حفظ قابلیت شناسایی آن‌ها در طول زمان، با اهدافی مانند سازماندهی بهتر و حفظ فرهنگ دیجیتالی است. رویکرد دوم که رویکرد «وب قابل پیمایش»^۴ (موتور جست‌وجو) نامیده شده است، یافت‌پذیری اشیای دیجیتالی از طریق جست‌وجوی عمیق در محیط آنلاین دیجیتالی مورد توجه قرار گرفته است. در این رویکرد موتورهای جست‌وجو بجای توجه به خود اشیا، تمرکز اصلی خود را برای روی یافت‌پذیر کردن آن‌ها قرار داده‌اند.

1. modular
2. granularity
3. Memorable Web
4. Navigable Web

در توسعه رویکردهای عمل اجتماعی در تئوری اشیای دیجیتال، «خدمتگزار و علیپور حافظی» بیان کرده‌اند که رویکرد موجود در نظام‌های شناسگر دیجیتالی را می‌توان به‌عنوان رویکرد سومی با نام «وب قابل شناسایی» در طیفی مابین رویکردهای وب به یادماندنی و قابل پیمایش در این تئوری در نظر گرفت (Khedmatgozar and Alipour-Hafezi 2017). در این مطالعه همچنین کارکردها، چالش‌ها و روش‌های در حال ظهور در این رویکرد در مقابل دو رویکرد دیگر مورد بررسی قرار گرفته است. این موارد در جدول ۱، قابل مشاهده است.

جدول ۱. کارکردها، چالش‌ها و روش‌های در حال ظهور در رویکرد وب قابل شناسایی
(برگرفته از Khedmatgozar and Alipour-Hafezi 2017)

نظام‌های شناسگر دیجیتالی	قالب اجرا
شناسایی و وضوح	کارکرد
استفاده از هستی‌شناسی‌های پایه و مکانیزم‌های مختلف وضوح	مکانیزم
سطوح شناسایی و تفکیک، مکانیزم‌های فنی برای وضوح	چالش‌ها
استفاده از چارچوب‌های نگاشت، شناسایی کاربردهای بالقوه در زمینه‌های مختلف، مدیریت حقوق دیجیتال	شیوه‌های در حال ظهور

به زبان ساده باید گفت، عملکرد نظام‌های شناسگر دیجیتالی مبتنی بر سازوکاری با نام وضوح است. وضوح به معنای استفاده از نام‌های غیرمستقیم است که برای سیستم نام دامنه «دی‌ان‌اس» در ایجاد ثبات برای نام‌های میزبان بوده و برای ارجاع محتواهای دیجیتالی معرفی شده است. در پیشینه بر مزایای استفاده از شناسگرها به این شکل اشاره شده است: مدیریت حقوق دیجیتالی، پیوندگذاری سریع و دقیق داده‌های پژوهشی و کاربرد آن در انتشارات علمی، افزایش مراجعات و کاهش زمان مربوط به مدیریت آن‌ها در مراحل ذخیره، بازیابی و توزیع اشیای دارای هویت در فضای دیجیتالی، ثبات دسترسی و همچنین غنی‌سازی فراداده‌های آن‌ها، حفظ مکان دائمی، تأمین حقوق مالکیت معنوی، افزایش حجم توزیع، استانداردسازی فراداده، آسانی جست‌وجو، افزایش درآمد اشیای دیجیتالی و مدیریت کاراتر با صرف زمان و هزینه کمتر (خدمتگزار و علیپور حافظی ۱۳۹۶).

۲-۲. ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی

تعاریف مختلفی از نحو ارائه شده است. در شکل کلی، نحو مجموعه‌ای از قوانین حاکم بر ترکیب کلمات در بندها، عبارات و جملات است. اما در حوزه فناوری اطلاعات نیز تعاریفی برای این واژه ارائه شده است: «مایکروسافت» نحو را مجموعه‌ای از قوانینی می‌داند که توسط آن حروف و نمادها در یک عبارت به درستی ترکیب می‌شوند (Microsoft 2015). از نظر «گئورگیوا» نحو مجموعه‌ای از قوانینی است که بر اساس آن‌ها داده‌ای با داده دیگر ترکیب می‌شود (Georgieva 2005). از نظر «مورر، بوتنی و فورر» نیز نحو مجموعه‌ای از قوانین برای ترکیب کاراکترها برای شکل‌گیری یک عبارت مشخص شده توسط یک گرامر مشخص است (Murer, Bonati and Furrer 2010).

در حوزه شناسگرها، واژه‌ای که برای عبارت یا جمله‌ای که برای شناسایی موجودیت‌ها به کار می‌رود، رشته نامیده می‌شود. شناسگرها عموماً در فضای وب با نام رشته شناخته می‌شوند (Kunze 2003). بنابراین، می‌توان نحو را در حوزه شناسگر، مجموعه‌ای از قوانین برای ترکیب کاراکترها برای شکل‌گیری یک رشته شناسگر تعریف کرد. در این حوزه بر ضرورت ارتباط یک به یک بین شناسگر و موجودیت شناسایی شده اشاره شده و آن را یکتایی^۱ نامید (Coyle 2006). در یک جمع‌بندی باید گفت ابزاری که از طریق آن یک شناسگر تفکیک‌پذیری بین موجودیت‌های شناسایی شده را ایجاد می‌کند، ساختار نحو آن شناسگر است.

از سوی دیگر، به‌طور کلی، شناسگرهای دیجیتالی در قالب نظام‌های شناسگر دیجیتالی اجرا شده‌اند. هر کدام از این نظام‌ها ساختار نحو اختصاصی را برای شناسایی یکتای اشیای دارای هویت در فضای دیجیتالی طراحی و به کار گرفته‌اند. همان‌طور که در بخش قبل نیز بیان شد، مطالعه «خدمت‌گزار، علی‌پور حافظی و حنفی‌زاده» نشان داد که بر اساس ارزیابی تطبیقی نظام‌های شناسگر مطرح در سطح جهان بر پایه یک چارچوب پایه، شش نظام «دی‌آی»، «هندل»، «یوسی‌آی»، «یوآران»، «آرک» و «پی‌یوآرال» را می‌توان به‌عنوان نظام‌های اصلی شناسگر دیجیتالی در سطح جهان معرفی کرد (۱۳۹۳). بر این اساس در ادامه، به شکل مختصر به معرفی ساختار نحو هر کدام از این شش نظام

1. string

2. niquness

می پردازیم:

نظام آرک: این نظام توسط رشته‌ای از کاراکترهایی که توسط نماد "ark:" برچسب گذاری شده‌اند، نشان داده می‌شود. هنگامی که «آرک» در یک «یوآرال» قرار می‌گیرد، قبل از آن پروتکل و نام سرویس پشتیبان «آرک» قرار می‌گیرد. این نام سرویس یا مقام نگاشت به نام «ان‌ای»^۱ تغییر پذیر و قابل تعویض است. قسمت تغییرناپذیر و یکتای این شناسگر بعد از برچسب ذکر شده شامل شماره مقام تخصیص نام «ان‌ای‌ان»^۲ است که توسط سازمان نام گذاری شناسایی می‌شود، و به دنبال آن نام تخصیص یافته به شی است. شناسگر «آرک» به‌طور کلی، دارای شکل ساختاری زیر است:

[توصیف کننده]/[نام]/[شماره مقام تخصیص نام]/ark://[میزبان مقام نگاشت نام]/[پروتکل]
[Protocol]/ [NMAH]/ark:/[NAAN]/[Name]/[Qualifier]

در ادامه، به‌طور مختصر به معرفی هر کدام از بخش‌های مشخص شده در بالا بر اساس شماره خواهیم پرداخت:

- این برچسب یکی از قسمت‌های شناسگر «آرک» نیست، اما پروتکلی را که باید مورد استفاده قرار گیرد، مشخص می‌کند؛
- «ان‌ای‌اچ»^۳ نام سرویس پشتیبان شی مورد شناسایی را مشخص می‌کند. شکل بیان این قسمت همانند نام یک دامنه است که در یک «یوآرال» نمایش داده می‌شود. این قسمت تغییرپذیر بوده و بخشی از شناسگر «آرک» محسوب نمی‌شود؛
- این پیشوند نشان دهنده محلی است که شناسگر «آرک» شروع می‌شود. این قسمت و قسمت‌هایی که بعد از آن می‌آیند، می‌تواند توسط دیگر طرح‌های شناسگر استخراج شده و مورد استفاده قرار گیرد؛
- این آیتیم به شماره مقام تخصیص دهنده نام «ان‌ای‌ان» مربوط می‌شود. به هر «ان‌ای‌ای» یک عدد اعشاری ۵ تا ۹ رقمی به‌عنوان یک شناسگر تخصیص می‌یابد.

1. Name Mapping Authority (NMA)
 2. Name Assigning Authority Number (NAAN)
 3. Name Mapping Authority Host (NMAH)

این تخصیص توسط راهبر اصلی نظام یعنی کتابخانه دیجیتال کالیفرنیا انجام می‌شود. این عنصر از رشته شناسگر «آرک» اجباری است، زیرا این آیتم سازمانی را شناسایی می‌کند که یک نام باثبات برای شیء دیجیتال را تخصیص می‌دهد. این شماره باید در بین مقام‌های تخصیص نام یکتا باشد؛

۵. یکی از عناصر اجباری در شناسگر است که توسط «ان‌ای‌ای» تخصیص داده می‌شود. این عنصر باید در بین «ان‌ای‌ای» یکتا باشد (این یکتایی، آن را در کل نظام تضمین می‌کند). «ان‌ای‌ای‌ان» و این آیتم از آیتم‌های غیرقابل تغییر شناسگر هستند که مفهوم ثبات را برای شیء مورد نظر حفظ می‌کنند. عناصر تخصیص داده شده به این نام باید از عناصر «اسکی»^۱ تخصیص یابد که البته، چهار کاراکتر از آن به‌عنوان کاراکترهای رزرو است و معانی خاصی دارند؛

۶. این عنصر یکی از عناصر اختیاری در «آرک» است. استفاده از توصیف‌کننده‌ها (مانند شناسایی زیرمجموعه‌ها یا انواع شیء دیجیتال به شکل زبان‌ها، فرمت‌ها و نسخه‌ها) توسط «ان‌ای‌ای» یا «ان‌ام‌ای» مرتبط مشخص می‌شود. به‌طور کلی، این توصیف‌کننده‌ها در دو شکل اجزای تشکیل‌دهنده (با جداکننده «/») و شناسایی انواع (قالب فایل، رزولوشن، و ویرایش) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به‌طور کلی، «آرک» جاگذاری شده در یک «یوآرال»، به همان ساختاری که اشاره شد، برخی از شرایط لازم برای ایجاد ثباتی معتبر را فراهم می‌کند. در واقع، هر «آرک»، یک «یوآرال» قابل پیگرد است که کاربران را به‌جای یک آیتم، به سه آیتم متصل می‌کند: ۱. شیء اطلاعاتی مورد نظر، ۲. فراداده مرتبط با شیء شناسایی شده، و ۳. یک بیانیه تعهد توسط فراهم‌کننده خدمت که همان «ان‌ام‌ای» است. ساختار نحو این نظام طوری طراحی شده که در قالب «یوآرال» آن، قرار دادن کاراکتر «?» در انتهای شناسگر، نمایش فراداده مربوط به شیء شناسایی شده و قرار دادن کاراکتر «??» در انتهای شناسگر، نمایش بیانیه تعهد تأمین‌کننده خدمت مشخص شده در ساختار «یوآرال» شناسگر را به نمایش می‌گذارد (kunze and Rodgers 2013).

نظام هَندل: در فضای نام «هندل»، هر شناسگر شامل دو بخش است: پیشوند و پسوند (یا نام محلی تحت نظر پیشوند). در نحو «هندل»، پیشوند و پسوند توسط کاراکتر «/» از هم

1. ASCII

جدا می‌شوند. به این ترتیب، ساختار نحو یک «هندل» به شکل زیر است:

handle:[پیشوند هندل]/[پسونند هندل]

handle:[Prefix]/[Suffix]

به‌طور مثال، "10.1045/january2010-reilly" یک شناسگر هندل است که پیشوند آن "10.1045" و پسوند آن "january2010-reilly" است.

به‌طور کلی، بخش پیشوند نمایانگر ساختار تخصیص و ثبت نام «هندل» است. در این بخش مقام نام‌گذاری که اقدام به پذیرش ثبت نام «هندل» کرده، به‌همراه ساختار زیرمجموعه آن‌ها نمایش داده می‌شود. فضای نام «هندل» را می‌توان به‌عنوان مجموعه‌ای از تعداد زیادی از فضاهای نام محلی در نظر گرفت که در آن هر فضای نام محلی پیشوند مخصوص به خود را دارد. پیشوند به‌طور کلی، واحد راهبری «هندل»‌های مرتبط را مورد شناسایی قرار می‌دهد. در نظام «هندل» یکتا بودن هر پیشوند تضمین شده است، به‌طوری که هر فضای نام محلی می‌تواند از طریق دریافت پیشوند یکتا، به فضای نام جهانی پیوندد. در این صورت، شناسگرهای حاصل ترکیبی از پیشوند و نام محلی یا پسوند تخصیص داده شده است. هر پیشوند می‌تواند پیشوندهای مشتق شده نیز داشته باشد که باید توسط کاراکتر «.» از پیشوند اصلی جدا شود. با این توصیف اکثراً پیشوندهای مشتق شده تحت مدیریت پیشوند اصلی تعریف و مدیریت می‌شود.

پسوند هندل نیز اشاره مستقیم به شناسه تخصیص داده شده به شیء یا آیتم مورد نظر توسط ساختار راهبری آیتم مورد نظر (که در بخش پیشوند مشخص شده است) دارد. به بیان دیگر، مجموعه نام‌های محلی (پسوندهای) تحت مدیریت یک پیشوند، فضاهای نام محلی برای آن پیشوند محسوب می‌شوند که هر نام محلی باید در فضای نام محلی خود یکتا باشد. به‌طور کلی، یکتا بودن یک پیشوند و یک نام محلی تحت مدیریت آن پیشوند، این اطمینان را ایجاد می‌کند که هر شناسگر در محتوای نظام «هندل» به‌صورت جهانی یکتاست. از مشخصه‌های مهمی که می‌توان برای شناسگرهای هندل اشاره کرد، استفاده از «یونیکد ۲»^۱ و «یوتی اف ۸»^۲ و حساس بودن آن‌ها به حروف کوچک و بزرگ است (Handle system Fundamentals 2018).

1. Unicode v2.0

2. UTF-8

نظام دی‌آی: نحو شماره «دی‌آی» ساختاری شامل یک رشته کاراکتر نامشخص همراه با مرجع است که تخصیص آن از طرف یک «مقام ثبت نام»^۱ مدیریت می‌شود (مقام ثبت نام در این نظام «آی‌دی‌اف»^۲ است). در اصل، این نحو ظرف شناسگری است که می‌تواند هرگونه شناسگر موجود را در خود جای دهد. نام‌های «دی‌آی» دو بخش دارند: پیشوند^۳ و پسوند^۴.

در بخش پیشوند «کد راهنما»^۵ و «کد ثبت‌کننده»^۶ وجود دارد. پسوند نیز از رشته پسوند «دی‌آی»^۷ تشکیل شده است. ترکیب نحو «دی‌آی» از چپ به راست به شکل زیر است:

[پسوند]/[کد ثبت‌کننده].[کد راهنما]

[DIR].[REG]/[DSS]

هیچ محدودیت عملیاتی در طول شماره «دی‌آی» یا هر یک از اجزای آن وجود ندارد. نظام «دی‌آی» برای کاراکترهای با حروف کوچک (z-a) و بزرگ (Z-A) در نام غیرحساس است و هر کاراکتری در آن به حروف بزرگ^۸ تبدیل می‌شود. کاراکترهای قانونی در این نظام همانند کاراکترهای گرافیکی «یونی‌کد»^۹ هستند. این امر مانع از استفاده از کاراکترهای کنترل‌لی «0x00-0x1f» و «0x80-0x9f» می‌شود که کاراکترهای معتبر «دی‌آی» فاقد آن‌ها هستند.

◇ پیشوند: متشکل از دو بخش است. تمام نام‌های «دی‌آی» با عدد ۱۰ شروع می‌شوند. این عدد نام «دی‌آی» را از سایر نام‌ها در سیستم «هندل» قابل شناسایی می‌کند. عنصر بعدی در پیشوند شماره‌ای است که به ثبت‌کننده «دی‌آی» اختصاص می‌یابد. هیچ محدودیتی در اختصاص پیشوند برای ثبت‌کننده وجود ندارد. شماره پیشوند ممکن است به بخش‌های فرعی دیگری نیز تقسیم شود که با استفاده از کاراکتر «.» از یکدیگر قابل تشخیص هستند. این شماره توسط «آی‌دی‌اف» تخصیص می‌یابد.

1. registration authority
2. International DOI Foundation (IDF)
3. prefix
4. suffix
5. Directory Code <DIR>
6. Registrant Code <REG>
7. DOI Suffix String <DSS>
8. Upper Case
9. Unicode

◇ پسوند: در ادامه پیشوند و پس از کاراکتر «/»، پسوند منحصر به فردی در آن پیشوند جهت شناسایی موجودیت اطلاعاتی قرار می‌گیرد. پسوند می‌تواند هر رشته الفبایی/ عددی باشد که ثبت‌کننده آن را مشخص می‌کند. پسوند می‌تواند عددی ترتیبی باشد، یا می‌تواند از کد شناسایی موجود مانند «شابک» استفاده کند. به‌طور کلی، دو امکان در اختصاص پسوند محتمل است: ۱) موجودیت‌های اطلاعاتی در حال حاضر از کد خاصی استفاده می‌کنند، یا ۲) آن‌ها هنوز کدگذاری نشده‌اند.

به‌طور کلی، هر ناشری می‌تواند شمای خودش را حفظ کند و نیازی به تغییر آن به شمای جدید نیست؛ اگرچه تمام ناشران نیاز به توافق بر سر نظام فراداده‌ای مشترک برای نام‌های «دی‌آی» شان دارند، اما باید همواره در نظر داشت که پسوند نمی‌تواند با کاراکتر "X" شروع شود (IDF 2018).

نظام پی‌یوآرال: ساختار نحو «پی‌یوآرال» از سه بخش به شرح زیر تشکیل شده است. در این ساختار آدرس مبدل و نام با هم شناسگر این نظام را تشکیل می‌دهند.

[نام]/[آدرس مبدل]/[پروتکل]

[Protocol]/[Resolver Address]/[Name]

◇ **پروتکل:** «پی‌یوآرال» از پروتکل «اچ‌تی‌تی‌پی»^۱ استفاده می‌کند. نمونه‌ای از «پی‌یوآرال» نیز به شکل زیر است:

<http://purl.abcd.org/ABC/DEF/200>

◇ **آدرس مبدل:** «پی‌یوآرال» از خدمات نام دامنه «دی‌ان‌اس»^۲ برای به‌دست آوردن آدرس «آی‌پی»^۳ تخصیص داده شده به مبدل استفاده می‌کند. به‌طور مثال، آدرس مبدل «اُسی‌ال‌سی» purl.oclc.org است. این آدرس‌ها باید با «پی‌یوآرال» شروع شوند.

◇ **نام:** این بخش توسط فرد یا سازمانی که اقدام به ایجاد «پی‌یوآرال» می‌کند، تخصیص داده می‌شود. کاراکترهای مجاز و غیرمجاز در این نام نیز وجود دارد.^۴ «فضای نام»^۵ها به‌صورت سلسله‌مراتبی از دامنه‌ها، شامل یک نام دامنه سطح بالا،

1. HTTP

2. DNS (Domain Name System)

3. IP

4. for more information: <http://purl.oclc.org/docs/faq.html#toc3.3>

5. namespace

6. top-level domain

که با نماد (/) از زیردامنه‌های بعدی جدا شده‌اند، تشکیل شده‌اند. در مثال بالا ABC دامنه سطح بالا را نشان می‌دهد، DEF زیردامنه ABC است و ۲۰۰ فایل خاصی است که مورد شناسایی قرار گرفته است.

در تئوری یک نام یکسان می‌تواند به دو فایل متفاوت اختصاص داده شود. اما در مبدل آن چیزی که شناسگر را یکتا می‌کند این نکته است که ایجاد دو نام یکسان در یک مبدل امکان‌پذیر نیست. پایگاه داده مبدل شامل جزئیات تمام نام‌های تخصیص داده شده است که می‌تواند قبل از تخصیص نام بازبینی شود. این نظام این اطمینان را حاصل می‌کند که یک نام در فضای نام خود یکتاست (Shafer et al. 2001; Purl Federation, 2013).

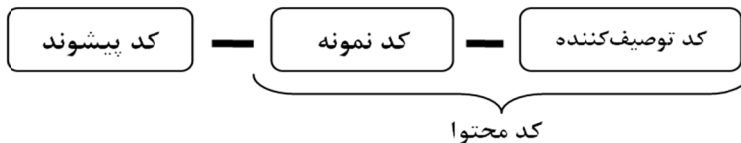
نظام یوسی‌آی: این نظام ساختار نحو خود را در سه بخش خصوصیات نحو، مدل توسعه نحو و ساختار نحو تشریح کرده است. در بخش خصوصیات نحو بیان شده است که این نظام با توجه به این که یکی از نظام‌های زیرمجموعه نظام «یوآران» محسوب می‌شود، باید مشخصه‌های عملیاتی مورد نظر این نظام را در نحو شماره‌گذاری رعایت کند. از دیگر مشخصه‌هایی که این نظام در حوزه نحو بیان کرده و رعایت می‌کند، می‌توان به کدگذاری واحد، مقایسه واحد، قابلیت نقل انسانی، انتقال سازگار، مصرف ماشینی و تشخیص متن اشاره کرد (Masinter and Sollins 1994).

در بخش مدل توسعه نحو، «یوسی‌آی» یک روش مدل‌سازی در بخش‌های خلق، تحویل و مدیریت محتوا به‌منظور ایجاد ساختار نحو «یوسی‌آی» را ارائه داده است. **مدل خلق محتوا** نمایش‌دهنده یک شیء دیجیتال در سه سطح اثر^۱، نمونه^۲ و توصیف‌کننده^۳ است و بیان می‌کند که چگونه به اشیای دارای هویت دیجیتال که دارای محتوا و ساختار متفاوت هستند، رشته‌های «یوسی‌آی» متفاوت تخصیص داده می‌شود. **در مدل تحویل محتوا**، مراحل تولید و توزیع محتوای دیجیتال مد نظر قرار گرفته است. در این مدل محتوای دیجیتال از طرف گروه تأمین‌کنندگان محتوا شامل: دارنده حقوق، تأمین‌کننده محتوا و توزیع‌کننده برای هر کدام از خرده‌فروشان و در نهایت، کاربران فراهم می‌شود.

1. sub-domain
2. work
3. instance
4. qualifier

در مدل مدیریت محتوا نیز با توجه به این که سازمان با چه نگاهی اقدام به شناسایی محتواها می کند، در سه سطح اقدام به تفسیر آیتم های نحو که شامل کد آژانس ثبت نام، کد آژانس ثبت نام فرعی، کد ثبت کننده و کد محتواهاست، می پردازد. این سه سطح عبارت اند از: مدل سازمان، مدل هاب^۱ و مدل منطقه ای.

در بخش سوم، یعنی ساختار نحو باید گفت که در شکل کلی نحو نظام «یوسی آی» از سه بخش تشکیل شده است که در شکل ۲، قابل مشاهده است.



شکل ۲. ساختار نحو «یوسی آی» (National Computerization Agency 2007)

در ادامه، به تشریح هر کدام از سه بخش این نحو خواهیم پرداخت:

◇ **پیشوند:** این بخش به تشریح ساختار مدیریتی شناسایی شیء مورد نظر می پردازد و به

خود محتوا کاری ندارد. پیشوند خود شامل سه بخش است:

Prefix = 1*(alphaDigit) *1(":" 1*(alphaDigit)) *1("+" 1*(alphaDigit))

Prefix = RA code – extension code – registrant code

۱. کد آژانس ثبت نام (RA code): که با توجه به انواع بیان شده در مدل مدیریت

محتوا می تواند در سه شکل سازمانی (O)، منطقه ای (R) و سبک محتوا (G)^۲ وجود داشته باشد؛

۲. کد توسعه (extension code): در صورتی که آژانس ثبت نام شعبه زیرمجموعه ای

داشته باشد، می تواند تخصیص یابد؛

۳. کد ثبت کننده (registrant code): کد تخصیص یافته به کسی است که درخواست

ثبت نام محتوا را دارد. این کد با توجه به نوع آژانس ثبت نام در بند ۱، اختیاری است.

◇ **کد نمونه:** این نظام نمونه را آیتم شناخته شده در فرم داده دیجیتال معرفی کرده

است. این کد همان شناسه ای است که ثبت کننده برای شناسایی محتوای خود به کار

1. hub

2. Regional(R), Content Genre (G), Organization (I)

می‌برد. مدیریت یکتایی و ثبات این کد به عهده آژانس ثبت نامی است که اقدام به تخصیص شیء مورد نظر می‌کند.

◇ توصیف‌کننده: این بخش به منظور حمایت از تغییر قالب محتوای دیجیتال، و نه تغییر معنا، به کار گرفته شده است. در این نظام تخصیص دو شناسگر به دو فایل از یک محتوای واحد که فقط فرمت فایل‌های آن‌ها متفاوت است، مد نظر قرار گرفته است. این حالت فقط برای فرمت فایل رخ نمی‌دهد، بلکه ممکن است در موارد مختلف دیگر مانند شماره نسخه یا سایت‌های قرینه‌ای نیز رخ دهد. به‌طور کلی، توصیف‌کننده خصوصیات زیر را منعکس می‌کند:

- ◇ پشتیبانی از فرمت محتواهای مختلف؛
- ◇ پشتیبانی از اقتباس محتواها بر اساس شرایط و محیط‌های خاص؛
- ◇ پشتیبانی مقیاس‌پذیری محتوا: در مورد کتاب، این به معنای پشتیبانی از تعریف محتواها به ترتیب فصل، عبارت و عکس است.

توصیف‌کننده حاوی اصطلاحی با نام هد^۱ است که از سه حرف C، R و F تشکیل شده است. این حروف فقط یک‌بار می‌توانند در نحو مورد استفاده قرار گیرند. هر کدام از این حروف در توصیف‌کننده به منظور استفاده در موارد زیر به کار می‌رود:

- ◇ حرف C مخفف کپی^۲، برای مدیریت کپی‌های محتوا که کپی‌های کامل، منطقه، زبان، بخش را به‌طور خاص پوشش می‌دهد.
- ◇ حرف R مخفف رزولوشن^۳، برای پهنای باند محتوا، اندازه نمایش، تکرار نمونه‌برداری از اصل موسیقی در مورد موسیقی و تغییر وضوح در مورد ویدئو است.

◇ حرف F مخفف فرمت^۴، نشان‌دهنده فرمت‌های محتوای مختلف از جمله فرمت در فایل‌های ویدئو، متن، صوتی / تصویری، عکس‌ها و فایل‌های فشرده است.

با این توصیف باید گفت ساختار نحو «یوسی‌آی» به زبان ساده از چپ به راست به شکل زیر تعریف می‌شود:

-
1. Head
 2. Copy
 3. Resolution
 4. Format

[توصیف کننده]:[کد نمونه]-[کد ثبت کننده]+[کد توسعه]:[کد آژانس ثبت نام]

[RA code]:[extension (Sub RA) code]+[registrant code]-[instance code]:[qualifier]

نظام یوآرآِن: این شناسگر مشخصه‌های اصلی ساختار نحو خود را قلمرو جهانی، یکتا بودن در سطح جهان، مقیاس پذیری، ثبات، حمایت میراث، قابلیت توسعه، استقلال و قابلیت وضوح بیان کرده است. یک «یوآرآِن» همیشه با نماد "urn:" شروع می‌شود. شکل ساختار کلی نحو این نظام از چپ به راست به شرح زیر است:

ارشته مخصوص فضای نام:[شناسگر فضای نام]:urn:

urn:[NID]:[NSS]

«ان‌آی‌دی»: شناسگر فضای نام، فضای نامی را که مورد استفاده قرار می‌گیرد، شناسایی می‌کند. فضاهای نام در رجیستری «یوآرآِن» نگهداری می‌شود که توسط مقام شماره‌های تخصیص یافته اینترنت «آی‌آی‌ان‌آی»^۲ اداره می‌شود. این لیست رجیستری شامل لیست همه انواع طرح‌های نام‌گذاری، و نه فقط به شکل خاص برای محیط دیجیتال است. از طرح‌های نام‌گذاری این بخش که برای شکل غیرالکترونیکی هستند، می‌توان به «آی‌اس‌بی‌ان»^۳ و «آی‌اس‌اس‌ان»^۴ اشاره کرد. «ان‌آی‌دی» می‌تواند شامل حروف، اعداد و خط فاصله باشد. مقام تخصیص دهنده فضاهای نام در این نظام در شکل کلی سه نوع «ان‌آی‌دی» را مورد شناسایی خود قرار می‌دهد. به بیان دیگر، فضای نام مجموعه‌ای از شناسگرهای تخصیص یافته یکتاست. فضای نام «یوآرآِن» خودش یک شناسگر به منظور اهداف اطمینان از یکتایی جهانی «یوآرآِن»‌ها و ایجاد راهنمایی برای ساختار شناسگر را ایجاد می‌کند.

ان‌اس‌اس: رشته مخصوص فضای نام^۵ است که به دنبال «ان‌آی‌دی» می‌آید و توسط ":" جدا می‌شود. این رشته می‌تواند شامل هر کاراکتری باشد که می‌تواند کدگذاری شود و از روش‌های کدگذاری مشابه «یوآرآِن» استفاده کند. قالبی که این رشته می‌گیرد به فضای نامی که از آن می‌آید وابسته است (مانند رشته اعدادی که در شناسگر «آی‌اس‌بی‌ان» می‌آید). به بیان دیگر این بخش توسط فضای نام مشخص شده در بخش «ان‌آی‌دی»

1. Namespace Identifier (NID)

2. Internet Assigned Numbers Authority (IANA)

3. International Standard Book Number (ISBN)

4. International Standard Serial Number (ISSN)

5. NSS (Namespace Specific String)

تخصیص داده می‌شود (Daigle et al. 2002).

در مجموع و بر اساس بررسی و جست‌وجوی انجام‌شده توسط نویسندگان، هر چند در پژوهش‌ها و مستندات مربوطه به هر نظام شناسگر (بیان‌شده در هر کدام از شش نظام شناسگر دیجیتالی) به مشخصه‌ها و شاخص‌های اصلی کارایی ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی به‌طور پراکنده اشاره شده است، اما پژوهشی که اقدام به ارزیابی مقایسه‌ای کارایی ساختار نحو این نظام‌ها در یک قالب در یک چارچوب اعتباریابی شده بکند، یافت نشد. از سوی دیگر، همان‌طور که در ساختار تشریح‌شده نحو این شش نظام مشاهده می‌شود، هر کدام از آن‌ها ضمن آن‌که رویکردهای متفاوتی در فلسفه شناسایی شیء یا موجودیت مورد شناسایی خود دارند، از نظر ساختار شکلی، قالب، مشخصه‌ها، قابلیت‌ها و سطوح نحو خود تفاوت‌های زیادی با هم دارند. همین تفاوت‌ها، ضرورت شناسایی شاخص‌های اصلی کارایی ساختار نحو و مقایسه این نظام‌ها مبتنی بر آن را بیشتر نمایان می‌کند.

۳. روش پژوهش

برای پاسخ‌گویی به سؤالات مطرح‌شده در ابتدای مقاله، برای ارزیابی انطباقی از روش ارائه‌شده توسط «وارتاینن» استفاده شد. وی بیان می‌کند که به‌منظور انجام ارزیابی تطبیقی لازم است چهار اصل مهم مشخص شود (Vartiainen 2002).

◇ انتخاب شیء برای ارزیابی: در این مرحله باید شیء مورد ارزیابی و روش انتخاب آن مشخص شود. در این مطالعه شیء مورد نظر نظام شناسگر مطرح در سطح جهان به‌منظور ارزیابی تطبیقی مؤلفه ساختار نحو آن‌هاست. این اشیاء بر اساس نتایج مطالعه «خدمتگزار» و همکارانش (۱۳۹۳) شامل شش نظام شناسگر دیجیتالی شامل «دی‌آی»، «هندل»، «یوسی‌آی»، «یوآران»، «آرک»، «پی‌یوآرال» هستند.

◇ سطح مقایسه: قلمرو، اصول حاکم و سطح تشابه یا تفاوت اشیاء مورد ارزیابی در این مرحله مشخص می‌شود. قلمرو ارزیابی محدود به ساختار نظام‌های شناسگر مطرح در سطح جهان است. اشیاء مورد بررسی همگی نظام‌های شناسگر هستند. بر اساس بررسی اولیه بر روی نظام‌های شناسگر انتخاب‌شده در بخش قبل مشخص شد که هر شش نظام انتخاب‌شده، در کنار ساختار تخصیص شناسگر خود دارای مؤلفه ساختار نحو هستند. بنابراین، در این ارزیابی، این شش نظام در قلمرو مقایسه جای می‌گیرند.

◇ درک مفهومی: در این مرحله باید به صورت شفاف مفاهیم موجود تعریف شود. این تعاریف، شامل تعریف شناسگر، شناسگر دیجیتال و ساختار نحو است که در بخش قبل ارائه شد.

◇ آنالیز یافته‌های ارزیابی: روش ارزیابی و تحلیل یافته‌های حاصل از آن را مشخص می‌کند. با توجه به هدف ارزیابی، روش منتخب در پژوهش حاضر ارزیابی روشنگرانه^۱ است. در این روش واحدهای ارزیابی به صورت غیرمستقیم و بر اساس چارچوب یا مدل پیشنهادی مطالعه مورد مقایسه قرار می‌گیرند. کاربرد اصلی این روش نیز استانداردسازی و بیان تعمیم کاربرد چارچوب مورد استفاده در ارزیابی است. با توجه به این اصول، اجرای این پژوهش در دو گام اصلی مد نظر قرار گرفت:

۱. طراحی چارچوب ارزیابی: با توجه به این که موضوع مورد بررسی در این بخش اکتشافی بود و به دنبال ساخت ساختار و چارچوب در حوزه خود است، رویکرد کیفی انتخاب شد. این انتخاب با معیارهای مورد نظر در مطالعه (Collis and Hussey 2003) در رویکرد کیفی انطباق دارد. اما در رویکرد کیفی، پیدایش مسائل پیچیده و دشوار که مبنای تئوریک مشخص نداشته و اطلاعات درباره آن‌ها کافی نیست، موجب شد تا استفاده از روش‌هایی موسوم به اتفاق نظر (اجماع)^۲ گسترش یابد (Hasson, Keeney, and McKenna 2000). هدف اصلی این روش‌ها تعریف سطوحی از توافق کلی اکثریت قابل توجه در خصوص موضوعات مورد بحث است (Fink et al. 1984). از این روش‌ها می‌توان به «دلفی»، مصاحبه گروه متمرکز، گروه اسمی و طوفان مغزی اشاره کرد که همگی آن‌ها به منظور تصمیم‌گیری گروهی، فرایندها و مکانیزم‌هایی را با رویکرد کیفی ارائه داده‌اند و خود می‌توانند به عنوان روش‌های اعتباریابی نیز مورد استفاده قرار گیرند (Potter, Gordon, and Hamer 2004). در پژوهش حاضر با استناد به مقایسه روش‌های اجماع انجام شده توسط Potter, Gordon, and Hamer (2004) و مزایای ذکر شده برای روش «دلفی» توسط «علیدوستی» (۱۳۸۵) و همچنین، Skulmoski, Hartman and Krahn (2007)، این روش به عنوان روش منتخب برای شناسایی چارچوب پایه متشکل از شاخص‌های کارایی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر مورد بررسی انتخاب شد.

1. illustrative comparisons

2. consensus methods

فرایندی که به‌عنوان فرایند منتخب در روش «دلفی» در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت، روند ارائه‌شده توسط «علیدوستی» (۱۳۸۵) است. بر اساس این فرایند انجام گام‌های زیر مد نظر قرار گرفت:

◇ تعریف مسئله: تعیین شاخص‌های کارایی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی به‌عنوان چارچوب پایه ارزیابی تطبیقی؛

◇ تعیین تخصص‌های لازم: اعضای پانل متخصصان بر اساس نمونه‌گیری هدفمند و با در نظر گرفتن معیارهایی از جمله داشتن حداقل مدرک کارشناسی ارشد در رشته‌های مرتبط با مدیریت اطلاعات، دارا بودن سوابق پژوهشی و اجرایی در حوزه مدیریت یا مهندسی اطلاعات، آشنایی کامل با فلسفه و سازوکار شناسگرهای دیجیتالی و همچنین، تمایل به همکاری انتخاب شدند؛

◇ تعیین اعضای پانل و گزینش اعضای آن: بر اساس معیارهای بند قبل پانل متخصصان متشکل از ۷ متخصص تشکیل شد. این تعداد در محدوده مجاز تعداد اعضای پانل روش «دلفی» در حوزه علوم و فناوری اطلاعات که توسط Skulmoski, Hartman and Krahn (2007) بیان شده، قرار دارد؛

◇ اجرای دوره‌های «دلفی»: در این بخش اجرای دوره‌های روش «دلفی» تا رسیدن به اجماع مد نظر قرار گرفت. بر اساس فرایند منتخب در این بخش، در دور نخست، توزیع پرسشنامه باز، پاسخ به اعضای پانل و سپس، دریافت پرسشنامه تکمیل شده و تحلیل محتوای پاسخ‌های دریافت‌شده انجام شد. در دور دوم، ابتدا اقدام به طراحی پرسشنامه متشکل از شاخص‌های تحلیل‌شده دور نخست شد. این پرسشنامه شامل نام و تعریف شاخص‌های جمع‌بندی‌شده دور نخست با امکان پاسخ بر اساس طیف «لیکرت» ۵ تایی از کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم برای اعضای پانل بود. توزیع پرسشنامه و دریافت پاسخ‌ها نیز در ادامه انجام شد. در این دور، به‌منظور تحلیل پاسخ‌های دریافت‌شده، بر اساس پژوهش Von Der Gracht (2012) که به بررسی تحلیلی معیارهای اجماع در روش «دلفی» و مزایا و معایب آن‌ها پرداخته است، ترکیبی از سه معیار (میانگین $<= 4$)، (انحراف معیار $>= 1$) و (ضریب تغییرات $>= 0/5$) به‌عنوان سه معیار لازم اجماع برای نمرات تخصیص داده‌شده توسط اعضا انتخاب شد. در انتهای دور دوم «دلفی»، نتایج نشان از اجماع اعضای پانل متخصصان بر روی همه شاخص‌ها داشت.

۲. انجام ارزیابی تطبیقی: پس از طراحی چارچوب پایه شامل شاخص‌های کارایی در

گام قبلی، مقایسه روشنگرانه ۶ نظام شناسگر دیجیتال منتخب بر اساس این چارچوب انجام شد. در خصوص روش منتخب برای انجام این ارزیابی نیز باید اشاره شود که مقایسه بر اساس متدولوژی تصمیم‌گیری چندمعیاره و با روش «تاپسیس»^۱ و در افزونه «سانا»^۲ در «اکسل»^۳ انجام شد. روش «تاپسیس» به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، روشی ساده ولی کارآمد در رتبه‌بندی محسوب می‌شود. الگوریتم «تاپسیس» یک تکنیک چندشاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه کردن به جواب ایده‌آل است. در این روش، گزینه انتخاب شده می‌باید کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایدئال و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد (اصغرپور ۱۳۸۵). از دلایل اصلی انتخاب این روش برای ارزیابی در این بخش، در کنار آشنایی کامل پژوهشگران با این روش، می‌توان به مزایایی از جمله در نظر گرفتن هر دو حال جواب‌های ایدئال مثبت و منفی، آسانی استفاده و قابل درک بودن الگوریتم آن، امکان به‌کارگیری توأم معیارهای کمی و کیفی، ارائه خروجی با مشخص کردن ترتیب اولویت گزینه‌ها و بیان آن‌ها به صورت کمی، در نظر گرفتن تضاد و تطابق بین شاخص‌ها، روش کار ساده و سرعت بالا و منطبق بودن نتایج این روش با روش‌های تجربی اشاره کرد (Shih, Shyur and Lee 2007). در خصوص وزن شاخص‌های چارچوب، پژوهشگران تصمیم گرفتند که به‌منظور ساده‌سازی فرایند ارزیابی، وزن همه شاخص‌ها را مساوی در نظر بگیرند. بررسی اولیه وزن‌دهی بر اساس مقادیر معیار اجماع در مورد همه شاخص‌ها را، که نشان از نزدیکی نسبت این مقادیر به هم داشت، و همچنین استخراج چارچوب ارزیابی از یک روش اجماع کیفی یعنی روش «دلفی» را، که همه متخصصان بر روی اهمیت این شاخص‌ها بر اساس یک مجموعه معیار کمی حداقلی به اجماع رسیده‌اند، می‌توان تأییدی بر این تصمیم پژوهشگران دانست.

برای اندازه‌گیری میزان انطباق در این روش نیز از مقیاس دو قطبی فاصله‌ای با مقادیر

۰- عدم انطباق، ۱- انطباق بسیار کم، ۳- انطباق کم، ۵- انطباق متوسط، ۷- انطباق زیاد، ۹- انطباق بسیار زیاد و ۱۰- انطباق کامل استفاده شده است. مطالعه عمیق ساختار مؤلفه ساختار نحو هر کدام از نظام‌ها توسط دو پژوهشگر این مطالعه، تحلیل هر کدام از

1. Topsis

2. Sanna

3. Excel

شاخص‌ها توسط دو پژوهشگر به صورت جداگانه، برگزاری جلسه مشترک، بحث در خصوص میزان کارایی هر کدام از نظام‌ها در هر کدام از شاخص‌ها و توافق بر روی تخصیص یک مقدار به آن شاخص، مراحل بودند که به منظور ارزیابی در این مرحله انجام شدند. انجام این مراحل را می‌توان در انطباق کامل در روش سه‌سوی‌سازی بررسی‌کننده^۱ به عنوان روشی برای اعتباردهی به نتایج دانست (دانایی‌فرد، الوانی و آذر ۱۳۹۱). نکته قابل توجه در تخصیص مقادیر، میزان انطباق آن است که در ارزیابی این پیش‌فرض‌ها مد نظر قرار گرفت: فاصله بین مقادیر برابر است، فرض بر این است که به طور مثال ارزش ۶، سه برابر بیشتر از ارزش ۲ است، و ترکیب ارزش‌ها (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) برای شاخص‌های مختلف مجاز است، زیرا اختلاف بین هر دو ارزش خاص برای هر شاخص یکسان است. این سه فرض با توجه به فاصله‌ای بودن مقیاس مورد تأیید است (اصغری‌پور ۱۳۸۵).

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. چارچوب ارزیابی

بر اساس برگزاری دو دور «دلفی» که فرایند آن در بخش قبل تشریح شد، اعضای پانل متخصصان بر روی چارچوب ارزیابی متشکل از ۱۱ شاخص کارایی به اجماع رسیدند. شاخص‌های چارچوب پایه ارزیابی به همراه مقادیر معیارهای اجماع روش «دلفی» و تعریف آن‌ها در جدول ۲، قابل مشاهده است.

به عنوان نخستین نکته در تشریح این چارچوب باید به این موضوع اشاره کرد که ترتیب شاخص‌های این چارچوب در جدول بر اساس ترتیب صعودی معیار ضریب تغییرات اشاره شده به عنوان یکی از سه معیار اجماع اعضای پانل متخصصان بر روی هر کدام از شاخص‌هاست. به بیان دیگر، بر اساس این معیار می‌توان گفت که اعضای پانل متخصصان بر روی شاخص یکتایی بیشترین اجماع و بر روی شاخص قابلیت نقل انسانی و قابلیت وضوح کمترین اجماع را داشته‌اند.

از دلایل اصلی اجماع کمتر بر روی شاخص قابلیت وضوح می‌توان به این موضوع اشاره کرد که قابلیت وضوح به عنوان یک سازوکار فنی، خود به عنوان یک مؤلفه

1. investigator triangulation

اصلی در نظام‌های شناسگر دیجیتالی مورد توجه بوده و مورد ارزیابی قرار گرفته است (خدمتگزار و علیپور حافظی ۱۳۹۶). با این حال، متخصصان بر این عقیده بوده‌اند که خود نحو شناسگر نیز باید زمینه‌های لازم برای ایجاد این سازوکار فنی را در اختیار مؤلفه ساختار وضوح این نظام‌ها قرار دهد. بنابراین، بر روی حضور این شاخص در فهرست نهایی به اجماع رسیدند. در خصوص شاخص قابلیت نقل انسانی نیز باید گفت با توجه به این که این شناسگرها در فضای مجازی و با هدف کاربردهای خودکار رایانه‌محور ایجاد شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین در طیف بین دو شاخص قابلیت نقل ماشینی و قابلیت نقل انسانی، گرایش بیشتر باید به سمت شاخص قابلیت نقل ماشینی باشد. این نتیجه به خوبی در ترتیب میزان اجماع در این دو شاخص مشخص است. اما باید توجه کرد که همه این شاخص‌ها حداقل معیار اجماع در روش «دلفی» را کسب کرده و در چارچوب نهایی جای گرفته‌اند. نزدیکی بسیار زیاد این مقادیر به هم نشان از اجماع نظر اعضای پانل متخصصان در خصوص نزدیکی میزان اهمیت این شاخص‌هاست.

در پژوهش (Lee and Stvilia 2014) به اهمیت یکتایی، سادگی، اثبات‌پذیری، قابلیت همکاری، گرانولیت، قابلیت وضوح و مقیاس‌پذیری رشته‌های شناسگر دیجیتالی اشاره شده است. در پژوهشی دیگر که بر روی داده‌های استنادی در انتشارات علمی انجام شده، پژوهشگران بر دو عامل مهم قابلیت ماشین‌خوانی و قابلیت نقل انسانی تأکید داشته‌اند (Starr et al. 2015). «آر‌نَب و هاچیسون» نیز در مطالعه خود بر روی اثبات‌پذیری شناسگرهای دیجیتالی بر مشخصه‌های قابلیت وضوح، اثبات‌پذیری و حساسیت رشته شناسگرهای دیجیتالی تأکید داشته‌اند (Arnab and Hutchison 2006). نتایج حاصل در چارچوب پژوهش حاضر با عوامل اشاره‌شده در پژوهش‌های اشاره‌شده به‌عنوان نمونه، خود تأییدی بر اعتبار آن به‌منظور ارزیابی دارد.

۴-۲. نتایج ارزیابی

همان‌طور که در بخش قبل بیان شد، در گام دوم، نسبت به ارزیابی تطبیقی ۶ نظام شناسگر دیجیتال بر مبنای چارچوب پایه ایجادشده در گام نخست اقدام شد. تحلیل ساختار مؤلفه نحو به تفکیک هر کدام از شاخص‌های چارچوب پایه و مقادیر تخصیص یافته به هر کدام از آن‌ها و همچنین، نتایج ارزیابی تطبیقی این سه نظام در جدول ۳، ارائه شده است.

در مجموع، نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که نظام‌های «دی‌آی» «یوسی‌آی» انطباق بالا و نظام‌های «هندل»، «آرک»، «یوآران» و «پی‌یوآرال» انطباق متوسطی را با شاخص‌های مبنای طراحی مؤلفه نحو پژوهش حاضر دارند.

جدول ۲. چارچوب پایه ارزیابی کارایی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی

ردیف نام شاخص	مقادیر معیارهای اجماع			تعریف شاخص
	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	
۱ یکتایی	۴/۸۵۷	۰/۳۷۸	۰/۰۷۸	هر رشته شناسگر به یک شیء اشاره کرده و هر شیء تنها یک شناسگر داشته باشد.
۲ قابلیت ماشین‌خوانی	۴/۷۱۴	۰/۴۸۸	۰/۱۰۴	ساختار نحو شناسگر باید برای سیستم‌های رایانه‌ای قابل تفکیک و شناسایی باشد.
۳ ثبات	۴/۷۱۴	۰/۷۵۶	۰/۱۶۰	نحو شناسگر شیء شناسایی شده باید برای مدت طولانی معتبر باشد، به طوری که همیشه یک شناسگر به یک شیء خاص اشاره نماید.
۴ قابلیت همکاری نحو	۴/۵۷۱	۰/۵۳۵	۰/۱۱۷	نحو نظام باید با هم‌تایان دیگر خود (چه فیزیکی و چه دیجیتال) سازگار بوده و امکان ایجاد میان‌کنش‌پذیری بین آن‌ها وجود داشته باشد.
۵ سادگی نحو	۴/۴۲۹	۰/۷۸۷	۰/۱۷۸	نحو شناسگر باید هم در تولید و هم در استفاده ساده باشد.
۶ مقیاس‌پذیری نحو	۴/۴۲۹	۰/۷۸۷	۰/۱۷۸	ظرفیت تخصیص شناسگر نظام در شناسایی تمامی اشیاء، با در نظر گرفتن گسترش‌های آینده باید مد نظر قرار گیرد.
۷ اثبات‌پذیری	۴/۲۸۶	۰/۹۵۱	۰/۲۲۲	باید قابلیت اثبات صحت و اعتبار نحو شناسگر وجود داشته باشد.
۸ گرانولیته	۴/۲۸۶	۰/۹۵۱	۰/۲۲۲	میزان کفایت تفکیکی که شناسگر نظام در شناسایی اجزای یک شیء دیجیتال و تخصیص شناسگر به آن‌ها دارد باید مشخص شود.
۹ حساسیت کاراکتر	۴/۱۴۳	۰/۹۰۰	۰/۲۱۷	شناسگر نباید در نحو نسبت به حروف کوچک و بزرگ حساس باشد.
۱۰ قابلیت نقل انسانی	۴/۰۰۰	۰/۸۱۶	۰/۲۰۴	محتوا، ساختار و الگوی نحوی شناسگر باید برای انسان قابل فهم و کاربرد باشد.
۱۱ قابلیت وضوح	۴/۰۰۰	۰/۸۱۶	۰/۲۰۴	نحو شناسگر نظام باید قابلیت اقدام برای مکان‌یابی شیء را ایجاد نماید.

جدول ۳. نتایج ارزیابی تطبیقی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتال بر اساس چارچوب ارزیابی به‌روش «تاپسیس»

ردیف شاخص	نظام‌های شناسگر مورد بررسی						
	(1) ARK	(2) DOI	(3) Handle	(4) PURL	(5) UCI	(6) URN	توضیح
۱	۱۰	۱۰	۷	۱۰	۷	۷	مشکلات ۴ و ۶ در ایجاد یکتایی در فضای‌های نام ایجادشده توسط نظام و عدم راهبری یکتا
۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	ساختار نحو همگی این قابلیت را دارد.
۳	۱۰	۹	۹	۶	۹	۵	وجود مزیت شرح تعهد در ۱، وابستگی ۴ به ثبات سرور مبدل و ۶ به ثبات فضای نام
۴	۷	۹	۷	۳	۹	۹	قابلیت قرارگیری شناسگرهای دیگر در ساختار نحو در اکثر نظام‌ها و وجود ضوابط خاص آن در ۲، ۵ و ۶
۵	۷	۸	۹	۶	۵	۹	ساده‌ترین شکل در ۳ و ۶ به شکل پیشوند / پسوند ساده
۶	۱۰	۱۰	۱۰	۷	۱۰	۱۰	وابستگی مقیاس‌پذیری نحو ۴ به ظرفیت سرور مبدل
۷	۷	۷	۷	۵	۷	۳	عدم وجود کاراکتر چک، قابلیت اقدام، پروتکل‌های TCP/IP، شناسگرهای میراثی در پسوند دارای کاراکتر چک
۸	۱۰	۹	۵	۶	۱۰	۵	امکان تفکیک ساختار (قالب) دیجیتال علاوه بر محتوا در ۱ و ۵، عدم قاعده خاص و وابستگی به فضای نام در ۴ و ۶
۹	۰	۱۰	۷	۱۰	۱۰	۱۰	عدم حساسیت کاراکتر وجود حساسیت در ۱ و امکان تنظیم حساسیت یا عدم حساسیت دامنه‌ها در ۳

ردیف شاخص	نظام‌های شناسگر مورد بررسی						توضیح
	(1) ARK	(2) DOI	(3) Handle	(4) PURL	(5) UCI	(6) URN	
۱۰	۸	۷	۶	۵	۸	۶	وجود توصیف‌کننده در ۱ و ۵، مشخص کردن نام آژانس در ۵، وابستگی به فضای نام زیرمجموعه در ۴ و ۶
۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۵	مشکلات ایجاد و وضوح در همه فضاها نام زیرمجموعه و عدم الزام استاندارد به ایجاد آن در ۶
روش Topsis	مقادیر روش	۰/۵۵۱	۰/۸۷۷	۰/۶۴۹	۰/۴۹۹	۰/۷۷۸	۰/۵۴۲
رتبه	رتبه	۴	۱	۳	۶	۲	۵

در تحلیل این نتایج، علاوه بر توضیحات اشاره شده در جدول ۲، باید به چند نکته مهم اشاره شود. بر اساس مدل مفهوم «اف آربی آر» موجودیت‌ها به‌طور کلی در ۴ سطح شناسایی می‌شوند: اثر^۱، برداشت^۲، قالب^۳، مورد^۴. اثر و برداشت که بیشتر جنبه انتزاعی داشته و محتوا را نشان نمی‌دهند، و دسته دوم قالب و مورد که بیشتر جنبه فیزیکی داشته و شکل ظاهری را نمایان می‌کنند (Tillett 2005). در انطباق با این مفهوم و همچنین مشخصه‌های ذاتی فناوری‌های دیجیتال که در بخش ۲-۱ تشریح شد، شاخص گرانولیته در چارچوب پژوهش بر این نکته اشاره دارد که شناسگر باید بتواند اشیا (موجودیت‌های) قابل تعریف در فضای دیجیتال در هر کدام از این سطوح را شناسایی و تفکیک کند. در نظام‌های مورد بررسی، تنها نظام «آرک» و «یوسی‌آی» با ایجاد بخشی با نام توصیف‌کننده سعی در تفکیک موجودیت‌های مورد شناسایی خود در سطح قالب و تا حدی مورد داشته‌اند. از سوی دیگر، بررسی‌ها نشان داد که دقت نظام «یوسی‌آی» در گرانولیته شناسایی، موجب پیچیدگی نسبی ساختار نحو طراحی شده برای آن، نسبت به دیگر نظام‌ها شده است. همین مثال نشان می‌دهد که شاخص‌های این چارچوب، در برخی موارد ضمن آن که خود مفهوم مستقلی را به نمایش می‌گذارند، از نظر ساختاری و یا مفهومی با

1. work
2. expression
3. manifestation
4. item

شاخص‌های دیگر نیز در ارتباط هستند. همین نکته، درستی به کارگیری روش «تاپسیس» را در این ارزیابی، که از مفروضات اصلی آن عدم استقلال شاخص‌ها نسبت به یکدیگر است، نشان می‌دهد.

در خصوص شاخص اثبات‌پذیری، مشاهده شد که هیچ‌کدام از نظام‌های مورد بررسی، بر خلاف دیگر شناسگرها در ساختار نحو خود از راهکار معمول استفاده از ارقام یا کاراکترهای چک اعتبار شناسگر استفاده نمی‌کنند. دلیل این عدم استفاده را هم می‌توان در ماهیت محیط استفاده این شناسگرها، یعنی محیط دیجیتال جست‌وجو کرد. با بررسی انجام‌شده مشخص شد که شناسگرهای دیجیتال، یک یا چند راهکار زیر را به‌منظور تأیید صحت و دقت رشته‌های تعریف‌شده خود به کار می‌گیرند:

- ◇ استفاده از مکانیزم وضوح به‌منظور اتصال به آدرس میزبان شیء شناسایی‌شده؛
- ◇ استفاده از پروتکل‌های زمینه‌ای TCP/IP در ساختار فنی نظام که بخش تصحیح خطا دارد و جلو خطاهای احتمالی را می‌گیرد؛
- ◇ تعریف قابلیت همکاری ساختار نحو شناسگر با دیگر شناسگرها به شکل اضافه‌شدن آن‌ها در پسوند شناسگر، این امکان را فراهم می‌کند که اگر در ساختار نحو شناسگر تعریف‌شده در پسوند، کاراکترهای بازبینی اعتبار وجود داشته باشد، ساختار پسوند شناسگر دیجیتال بر آن اساس بازبینی شود.

البته، حتی با وجود به کارگیری این سازوکارهای تأییدکننده، «آرنَب» و «هاچیسون» معتقدند که نظام‌های شناسگر دیجیتالی نیاز به راهکارهای تکمیلی در حوزه‌های فرایندهای اعتبارسنجی، قالب شناسگر و دستورالعمل‌های قابل اجرا در نظام مبتنی بر آن دارند (Arnab & Hutchison 2006).

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی، شناسگرها از کاراکترهایی ساخته شده‌اند که بر اساس مفاهیم و چارچوب از پیش تعیین‌شده در قالب رشته‌هایی قرار می‌گیرند. این چارچوب رشته شناسگرها با نام ساختار نحو شناخته می‌شود. در محیط دیجیتال، ساختار نحو شناسگرها، با توجه به ساختار، ابعاد، کارکردها و گستره این محیط از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Bazzanella and Bouquet 2015). در نظام‌های شناسگر دیجیتالی که بر پایه سازوکاری با نام وضوح شکل گرفته‌اند، این ساختار باید به‌منظور کارایی لازم ویژگی‌های خاصی را

دارا باشد. بر این اساس، هدف این پژوهش شناسایی چارچوب پایه کارایی مؤلفه ساختار نحو نظام‌های شناسگر دیجیتالی و در ادامه، ارزیابی کارایی این مؤلفه در نظام‌های منتخب در این حوزه تعریف شد.

به‌منظور دستیابی به این اهداف، در گام نخست بر اساس برگزاری دو دور روش «دلفی»، چارچوب پایه‌ای متشکل از ۱۱ شاخص کارایی استخراج شد. از شاخص‌های کارایی اصلی در این چارچوب می‌توان به لزوم وجود یکتایی، قابلیت ماشین‌خوانی، ثبات، قابلیت همکاری، سادگی، مقیاس‌پذیری، اثبات‌پذیری، گرانولیت، عدم حساسیت کاراکتر، قابلیت نقل انسانی و قابلیت وضوح نحو شناسگرهای دیجیتالی اشاره کرد. در گام دوم نیز با مبنا قرار دادن چارچوب ایجادشده و بر اساس اصول ارزیابی تطبیقی، بر اساس روش «تاپسیس» اقدام به مقایسه کارایی ۶ نظام شناسگر دیجیتالی مطرح در سطح جهان شد. نتایج این ارزیابی نشان داد که در بین ۶ نظام شناسگر دیجیتال مطرح در سطح جهان، نظام‌های «دی‌آی» و «یوسی‌آی» جزو نظام‌های دارای بیشترین انطباق با چارچوب ارزیابی کارایی قرار دارند.

از حوزه‌های کاربرد موجود نظام‌های شناسگر دیجیتالی می‌توان به یکپارچه‌سازی زنجیره و شبکه محتوای دیجیتالی (Sidman and Davidson 2001)، مدیریت حقوق دیجیتالی (Mooney 2001; Chandrakar 2006)، پیوند و ارجاع تقاطعی (Galyani-Moghadam and URS 2006)، کتابخانه‌های دیجیتالی (Wang 2007)، تحلیل استنادی^۱ (Simons 2012; Scopus 2018) و خدمات مالی (Inambao, Phiri and Kunda 2018) اشاره کرد. این موارد در کنار کاربردهای بالقوه در فضاهایی مانند ابزارهای چندرسانه‌ای (مانند تلویزیون‌های تعاملی)، موزه‌های دیجیتالی، گردشگری مجازی، سلامت الکترونیکی و آموزش الکترونیکی است که در گام‌های پژوهش و طراحی خود هستند (علیپور حافظی و خدمت‌گزار ۱۳۹۳). با این توضیح باید گفت نتایج به‌دست آمده از یک‌سو می‌تواند به کاربران شناسگرهای دیجیتالی در تطبیق نیازهای کاربردی و اطلاعاتی خود در ساختار نحو با هر کدام از شاخص‌های کارایی استخراج‌شده کمک کند. به‌طور مثال، در حوزه‌های کاربردی که نیاز به شناسایی شیء دیجیتال در سطح قالب است، استفاده از شناسگرهای دارای این قابلیت در ساختار نحو، یعنی «آرک» یا «یوسی‌آی» می‌تواند راهگشا باشد. از سوی دیگر، نتایج این پژوهش

1. citation analysis

می‌تواند به مجریان اصلی این نظام‌ها در ایجاد، اصلاح و توسعه ساختارهای نحو کمک نماید. به‌عنوان نمونه، تمرکز بر روی ساختار نحو در شاخص قابلیت همکاری در نظام «پی‌یوآرال»، اثبات‌پذیری در نظام «یوآران» و عدم حساسیت کاراکتر در نظام‌های «آرک» و «هندل» می‌تواند مورد توجه ویژه این نظام‌ها قرار گیرد.

همانند تمامی پژوهش‌ها، پژوهشگران در اجرای این پژوهش نیز با ملاحظات مواجه بودند. به‌عنوان نخستین نکته باید گفت که در این پژوهش تنها یکی از مؤلفه‌های اصلی نظام‌های شناسگر دیجیتالی، یعنی ساختار نحو مورد ارزیابی قرار گرفت. در پژوهش‌های دیگر تاکنون نیز مؤلفه‌های ساختار وضوح و ساختار فراداده این نظام‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به ساختار این نظام‌ها، قطعاً مؤلفه‌های اصلی دیگری نیز همانند ساختار مدیریت و اداره و مدل کسب و کار هستند که نیاز به ارزیابی کارایی آن‌ها احساس می‌شود. بنابراین، به‌عنوان نخستین پیشنهاد ایجاد چارچوب‌های پایه برای ارزیابی کارایی دیگر مؤلفه‌های نظام‌های شناسگر می‌تواند در پژوهش‌های آتی مورد توجه قرار گیرد. دومین ملاحظه پایه در این پژوهش مبتنی بر این بود که نظام‌های منتخب برای ارزیابی، محدود به نظام‌های شناسگر دیجیتال دارای جامعیت حوزه شناسایی، آن هم بر مبنای یک پژوهش پایه در این حوزه است. این ارزیابی در شکل توسعه‌ای خود می‌تواند به‌طور مثال برای نظام‌های شناسگر دیجیتالی در حوزه‌های تخصصی خاص، مانند نظام‌های «آ‌اس‌ان‌آی»، «ماریام»، «ارکید» و «ان‌بی‌ان»^۱ نیز انجام شود. همچنین، به‌عنوان آخرین نکته باید به این موضوع اشاره کرد که مطالعه موردی سرویس‌های ارزش افزوده مبتنی بر استفاده از این نظام‌ها می‌تواند به‌عنوان یک ایده برای انجام یک پژوهش تحلیلی توسعه قابل استفاده در حوزه کسب و کار مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

- اصغرپور، محمدجواد. ۱۳۸۵. *تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره*. تهران: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- خدمتگزار، حمیدرضا، و مهدی علیپور حافظی. ۱۳۹۶. ارزیابی تطبیقی کارایی ساختار فراداده نظام‌های شناسگر دیجیتالی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۳ (۱): ۴۲۳-۴۵۰.
- _____، و پیام حنفی‌زاده. ۱۳۹۳. نظام‌های شناسه‌گر دیجیتالی: ارزیابی تطبیقی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۰ (۲): ۵۲۵-۵۴۸.

دانایی‌فرد، حسن، مهدی الوانی، و عادل آذر. ۱۳۹۲. روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع. تهران: انتشارات صفار.

علیدوستی، سیروس. ۱۳۸۵. روش دلفی: مبانی، مراحل و نمونه‌هایی از کاربرد. فصلنامه مدیریت توسعه ۳۱ (زمستان): ۹-۲۳.

References

- Arms, William Y. 2001. *Digital libraries*. Cambridge, MA: MIT press.
- Arnab, Alapan, and Andrew Hutchison. 2006. Verifiable digital object identity system. In Proceedings of the ACM workshop on Digital rights management, pp. 19-26. ACM. DOI: 10.1145/1179509.1179514. Alexandria, Virginia, USA
- Bazzanella, Barbara, and Paolo Bouquet. 2015. An Interoperability Infrastructure for Digital Identifiers in e-Science. Italian Research Conference on Digital Libraries, 167-178. Springer, Cham. Bozen-Bolzano, Italy
- Campbell, Douglas. 2007. Identifying the identifiers. In DCMI '07 Proceedings of the 2007 international conference on Dublin Core and Metadata Applications: application profiles: theory and practice, 74-84. Singapore
- Chandrakar, Rajesh. 2006. Digital object identifier system: an overview. *The Electronic Library* 24 (4): 445-452.
- Collis, Jill, and Roger Hussey. 2003. *Business research*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Coyle, Karen. 2006. Identifiers: Unique, persistent, global. *The Journal of academic librarianship* 32 (4): 428-431. DOI: 10.1016/j.acalib.2006.04.004
- Daigle, L., D. van Gulik, Renato Iannella, and Patrik Faltstrom. 2002. Uniform Resource Names (URN) Namespace Definition Mechanisms. IETF, RFC 3406. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc3406> (Accessed Nov 7, 2018).
- Fink, Arlene, Jacqueline Kosecoff, Mark Chassin, and Robert H. Brook. 1984. Consensus methods: characteristics and guidelines for use. *American journal of public health* 74 (9): 979-983. DOI: 10.2105/AJPH.74.9.979
- Galyani Moghaddam, Golnessa, and Shalini R Urs. 2006. Electronic Scholarly Journals: A Review of Technical Issues in Digital Environment. *Journal of Educational Media & Library Sciences* 44 (2): 235-245.
- Georgieva, Radostina. 2005. Ontology-Based Information Representation. Technische Universität München, Institut für Informatik, Boltzmannstr. 3, D-85748 Garching b. München. <http://lxmlayr1.informatik.tu-muenchen.de/konferenzen/Jass05/courses/6/Papers/04.pdf> (accessed Nov. 2, 2018).
- Handle system Fundamentals: http://www.handle.net/overviews/system_fundamentals.html (Accessed Nov. 20, 2018).
- Hasson, Felicity, Sinead Keeney, and Hugh McKenna. 2000. Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of advanced nursing* 32 (4): 1008-1015. DOI: 10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x
- IDF. 2018. DOI Handbook. DOI: 10.1000/182.
- Inambao, Wakwinji, Jackson Phiri, and Douglas Kunda. 2018. Digital Identity Modelling for Digital Financial Services in Zambia. *ICTACT Journal on Communication Technology* 9 (3): 1829-1837.
- Kallinikos, Jannis, Aleksi Aaltonen, and Attila Marton. 2010. A theory of digital objects. *First Monday* 15 (6-7). DOI: 10.5210/fm.v15i6.3033

- 2013 ._____. The Ambivalent Ontology of Digital Artifacts. *Mis Quarterly* 37357-370 :(2) .
- Khedmatgozar, Hamid Reza, and Mehdi Alipour-Hafezi. 2015. A Basic Comparative Framework for Evaluation of Digital Identifier Systems. *Journal of Digital Information Management* 13 (3): 190-197.
- 2017 ._____. The role of digital identifier systems in the theory of digital objects. *International Journal of Information Management* 37 (3): 162-165.
- Kunze, John. 2003. Towards electronic persistence using ARK identifiers. In Proceedings of the 3rd ECDL Workshop on Web Archives. <https://confluence.ucop.edu/download/attachments/16744455/arkcdl.pdf> (accessed November 15, 2018).
- _____, and Richard Rodgers. 2013. The ARK Identifier Scheme. Available on: <http://tools.ietf.org/html/draft-kunze-ark-18> (Accessed Nov. 7, 2018).
- Lee, Dong Joon, and Besiki Stvilia. 2014. Developing a data identifier taxonomy. *Cataloging & Classification Quarterly* 52 (3): 303-336. DOI: 10.1080/01639374.2014.880166
- Masinter, Larry, and Karen Sollins. 1994. Functional Requirements for Uniform Resource Names. Available on: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1737.txt> (Accessed Nov. 7, 2018).
- Microsoft .2015. Guide to expression syntax. <https://support.office.com/en-us/article/Guide-to-expression-syntax-ebc770bc-8486-4adc-a9ec-7427cce39a90> (accessed Nov. 7, 2018).
- Mooney, Stephen. 2001. Digital object identifiers for eBooks: What are we identifying? *Publishing research quarterly* 17 (1): 29-36.
- Murer, Stephan, Bonati, Bruno, and Frank J. Furrer. 2010. *Managed Evolution: A Strategy for Very Large Information Systems*. Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-01633-2
- National Computerization Agency. 2007. UCI Specification. Ver 2.2. http://www.uci.or.kr/kor/download/UCI_specification_ver2.2.pdf (Accessed Nov. 7, 2018).
- Paskin, Norman, and Godfrey Rust. 1999. The digital object identifier initiative: metadata implications. No. 2. DOI discussion paper. DOI:10.1000/131.
- Potter, Margaret, Sandy Gordon, and Peter Hamer. 2004. The nominal group technique: a useful consensus methodology in physiotherapy research. *New Zealand Journal of Physiotherapy* 32 (3): 126-130.
- PURL Federation. 2013. Persistent URLs. <http://www.purlz.org/> (Accessed Nov. 20, 2018).
- Scopus. 2013. Scopus: Facts and Figures. http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0007/148714/scopus_facts_and_figures.pdf (Accessed May 28, 2019).
- Shafer, Keith E., Stuart L. Weibel, and Erik Jul. 2001. The PURL project. *Journal of Library Administration* 34 (1-2): 123-125.
- Shih, Hsu-Shih, Huan-Jyh Shyur, and E. Stanley Lee. 2007. An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and Computer Modelling* 45 (7): 801-813. DOI: 10.1016/j.mcm.2006.03.023
- Sidman, David, and Tom Davidson. 2001. A practical guide to automating the digital supply chain with the digital object identifier (DOI). *Publishing research quarterly* 17 (2): 9-23.
- Simons, Natasha. 2012. Implementing DOIs for Research Data. *D-Lib Magazine*, 18(5/6). <http://dx.doi.org/10.1045/may2012-simons> (Accessed may 28, 2019).
- Skulmoski, Gregory, Francis Hartman, and Jennifer Krahn. 2007. The Delphi method for graduate research. *Journal of information technology education* 6 (1):1-21.
- Starr, Joan, Eleni Castro, Mercè Crosas, Michel Dumontier, Robert R. Downs, Ruth Duerr, Laurel L. Haak et al. 2015. Achieving human and machine accessibility of cited data in scholarly publications." *Peer J Computer Science* 1 (2015): . e1. DOI: 10.7717/peerj-cs.1
- Tillett, Barbara B. 2005. FRBR and Cataloging for the Future. *Cataloging & classification quarterly* 39 (3-4): 197-205. DOI: 10.1300/J104v39n03_12

Vartiainen, Pirkko. 2002. On the principles of comparative evaluation. *Evaluation* 8 (3): 359-371. DOI: 10.1177/135638902401462484

Von Der Gracht, Heiko A. 2012. Consensus measurement in Delphi studies: review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting and Social Change* 79 (8): 1525-1536. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.04.013

حمیدرضا خدمتگزار

متولد سال ۱۳۶۳، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته مدیریت فناوری اطلاعات از پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) است. ایشان هم‌اکنون به‌عنوان استادیار در این پژوهشگاه مشغول به فعالیت است. مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، تعامل انسان و رایانه، سیستم‌های شناسگر دیجیتالی، تجارت الکترونیکی و مدل‌های کسب‌وکار الکترونیکی از جمله علائق پژوهشی وی است.



مهدی علیپور حافظی

متولد سال ۱۳۵۲، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات است. ایشان هم‌اکنون استادیار دانشگاه علامه طباطبائی است. حوزه‌های مدیریت منابع اطلاعاتی و کتابخانه دیجیتالی از جمله علائق پژوهشی وی است.

