

## پایگاه دانش دیجیتال معماری: الگوسازی اجزای وجودی و پیوندهای معنایی در سیستم‌های اکتساب دانش آنتولوژیک\*

الهام اندرودی\*\*

استادیار دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

( تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۱/۱۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۳/۴/۱ )

### چکیده

اکتساب دانش معماری با رویکرد شناخت اجزای وجودی و الگوسازی پیوندهای معنایی دسته‌بندی شده میان عناصر، سعی در پژوهش پیرامون خصوصیات مادی و محتوای مفهومی یک بنا را دارد. این فرآیند می‌تواند از فن‌آوری‌های هوشمند برای تجزیه و تحلیل علمی بهره برده و با ارایه‌ی الگوی دانش به‌عنوان پایگاه‌های دانش آنلاین یا شناسنامه‌های تحلیلی دیجیتال، به توزیع، بازیافت و نشر اطلاعات معماری دست یابد. این پژوهش با ارجاء به سیستم‌های هوشمند اکتساب دانش آنتولوژیک، به تهیه پایگاه دانش با جمع‌آوری اجزای وجودی بر پایه لغت‌شناسی تخصصی و تعریف پیوندهای معنایی طبقه‌بندی شده میان اجزای کالبدی و مفهومی معماری پرداخته است. الگوسازی پیوندهای درونی و برونی با ارجاء به استانداردهای فراداده و با همپوشانی مراجع بالادست، زیرمجموعه‌ی پدیده‌های تجربیدی وابسته به زمان، سبک، فعالیت، یا پدیده‌های مادی همانند فاعلین، مکان یا مصالح تعریف شده و با کمک نرم‌افزار اکتساب دانش آنتولوژیک به صورت ارتباطات میان متصل‌شیء محور ارایه شده‌اند. در این پژوهش برای گونه‌های مختلف معماری ایران در پایگاه دانش مدخل ایجاد شده که در مقاله نمونه‌ای (مسجد جامع اصفهان) تشریح شده‌است. در پایان نمونه‌سازی پایگاه دانش با تشریح ابنیه‌ی شاخص تاریخی و مدرن، اجزای ساختاری یا بخش‌های ساختمانی معماری ایران و همچنین نشر دانش به صورت آنلاین بر روی شبکه جهانی به بحث گذاشته می‌شود.

### واژه‌های کلیدی

پایگاه دانش، جزء وجودی، سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک، پیوند معنایی دسته‌بندی شده.

\* بخش‌هایی از این مقاله برگرفته از دو طرح تحقیقاتی زیر است:

۱- طرح تحقیقاتی "شناسنامه تحلیلی یادمان‌ها و ابنیه تاریخی ایران: بررسی استانداردهای جهانی فراداده (متادینا)" به شماره ۲۷۳۸۲/۱۰۱، معاونت پژوهشی پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران، ۱۳۹۰-۱۳۹۱، مجری: نگارنده.

۲- طرح تحقیقاتی بازسازی سه بعدی معنایی دیجیتال بم و منظر فرهنگی آن، انستیتو ملی انفورماتیک توکیو، ۲۰۰۶-۲۰۱۳، مجری: کینجی اونو، کیتاموتو آسانوبو، الهام اندرودی، محمدرضا متینی.

\*\* تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۰۹۶۹۶، شماره: ۰۲۱-۶۶۴۰۹۶۹۶-۰۲۱، E-mail: andaroodi@ut.ac.ir

## مقدمه

اگرچه در مقیاس جهانی الگوهای اکتساب دانش مختلفی بر پایه‌ی سیستم‌های طبقه‌بندی شده و هوشمند دیجیتال در حیطه‌ی معماری و یا آثار منقول و غیر منقول فرهنگی موجود است<sup>۵</sup>، پژوهش بالادست پیرامون شناخت و تجزیه و تحلیل روش‌مند آثار معماری ایران شامل لغت‌نامه‌های طبقه‌بندی شده، پایگاه‌های دانش دیجیتال و یا دانش‌نامه‌های پیشرفته معدودند. پیچیدگی ماهیت میان متصل صفات معمارانه در پیوند با وقایع، افراد و محیط، عملکرد اکتساب دانش معماری را بویژه در سیستم‌های دیجیتال مدیریت منابع و داده‌های معمارانه با چالش مواجه می‌کند.

اغلب داده‌های وابسته به معماری در یکی از مهم‌ترین منابع دهه‌ی حاضر یعنی اینترنت در پی جست‌وجوی کاربران به زبان فارسی، اغلب در مراجعی همانند ویکی‌پدیا یا بلاگ‌های شخصی یا پایگاه‌های داده‌های ابتدایی شامل ترکیبی از متن و تصویر یافت می‌شوند و بعضاً بدون دارا بودن ساختار مشخص تنها به صورت متن توصیفی بدون مرجع از روی یکدیگر کپی شده‌اند یا با مراجع کم‌اعتبار هستند. داده‌های بصری نیز با حجم وسیع در پرتال‌های عمومی تصویری به اشتراک گذاشته شده‌اند اما زمین مرجع<sup>۶</sup> بسیاری از داده‌های بصری بر روی سیستم‌های آنلاین مدیریت منابع جغرافیایی همانند گوگل ارث<sup>۷</sup> دارای مختصات و نام نادرست است. در معماری لغت‌نامه‌ی طبقه‌بندی شده‌ی معتبر به زبان فارسی در دسترس نیست و فهرست جامعی از آثار معماری تاریخی یا مدرن ایران به صورت شناسنامه‌ی تحلیلی یافت نمی‌شود.

نمونه‌ی پایگاه اطلاعات معماری همانند دانشنامه‌ی تاریخ معماری ایران شهر (http://www.iranshahrpedia.ir) داده‌های دسته‌بندی شده و دارای مرجع معتبر از معماری ایران ارایه می‌کند. یک پایگاه دانش در سطح بالاتر می‌تواند با ارایه‌ی پیوندهای معنایی طبقه‌بندی شده میان هر جزء وجودی معمارانه محتوای میان دانشی کالبدی و مفهومی معماری را الگوسازی کند. بعلاوه حجم وسیع داده‌های برداشت شده‌ی دیجیتال از آثار معمارانه نیازمند جمع‌آوری، دسته‌بندی، تفسیر، استنتاج و حاشیه نویسی با کمک پایگاه‌های دانش یا آرشیوهای دیجیتال است تا در جست‌وجوی پیشرفته، بازیافت سیستماتیک و به عبارتی نشر دانش، مورد استفاده‌ی حیطه‌ها و کاربران مختلف قرار گیرد. سیستم اکتساب دانش معماری ایران می‌تواند به تفسیر داده‌ها همانند عکس، نقشه، کروکی و ذخیره‌ی آرشیو و مستندات برداشت شده از بناها پرداخته و پایگاه دانش هوشمند و طبقه‌بندی شده را در اختیار متخصصین حیطه و کاربران عام قرار دهد. این مقاله به معرفی نتایج حاصله از مطالعات دو حوزه‌ی اکتساب دانش بر پایه‌ی الگوهای معنایی و ذخیره سازی آن با سیستم‌های مدیریت دانش آنتولوژیک در معماری ایران می‌پردازد.

دانش معماری بر پایه‌ی مطالعات علمی به تجزیه‌ی یک بنا و بستر قرارگیری آن به اجزای تشکیل دهنده پرداخته و با توجه به ماهیت عناصر سازنده، بخش‌های دارای صفات مشترک را در مطالعه‌ی جزء به کل طبقه‌بندی می‌کند. اما یکی از مهم‌ترین خصوصیات میراث معماری یعنی ماهیت میان‌دانشی با صفات به هم پیوسته‌ی مشترک بین حیطه‌های مختلف مادی و تجریدی، در نتیجه‌ی مطالعه‌ی شیوه‌ی ترکیب اجزای سازنده‌ی بنا، محوطه یا بافت هم‌جوار در بررسی کل به جزء به دست می‌آید. بدین معنی که اجزای تشکیل دهنده‌ی یک بنا به چه ترتیب و با چه ماهیتی قابل ترکیب با یکدیگرند، به شکلی که آشکارکننده‌ی خصوصیات مادی بنا و محتوای مفهومی پنهان در کالبد آن باشند.

این پژوهش به دنبال شناخت دانش بنیان مبتنی بر سیستم‌های نوین تجزیه و تحلیل داده‌ها در معماری است و قصد دارد به شناسایی و طبقه‌بندی اجزای وجودی تشکیل دهنده‌ی گونه‌های مختلف معماری ایران و الگوسازی پیوندهای معنایی گسترده‌ی پدیده‌های کالبدی و مفهومی وابسته به آن با کمک فن‌آوری‌های نوین بپردازد. اجزای وجودی طبقه‌بندی شده‌ی معماری در این پژوهش و صفات جمع‌آوری شده از آن‌ها در یک سیستم مدیریت دانش الگوسازی و ذخیره می‌شود. این سیستم می‌تواند به عنوان شناسنامه‌ی تحلیلی دیجیتال دانش محور برای ساختمان‌ها تهیه شود، ویژگی‌های چندجانبه‌ی معماری را طبقه‌بندی کند و یا همانند دانشنامه‌ی آنلاین به کسب و نشر اطلاعات معماری دست یابد. در عصر نوین با نام عصر اطلاعات هر حیطه‌ی علمی که بتواند داده‌های قابل اعتماد را استخراج نموده و دانش قابل قبول را به شکل سیستماتیک در سطح جهانی ارایه کند، جایگاه توانمندی را به بویژه با کمک شبکه‌های جهانی (همانند اینترنت و یا شبکه‌های مشابه) به دست خواهد آورد و در نشر علم در دنیا سهمیم خواهد بود. در این زمینه فن‌آوری دیجیتال ارتباطات و اطلاعات<sup>۱</sup> در دهه‌ی اخیر به ابزار هوشمندی در رویکرد دانش بنیان تجزیه و تحلیل، استنتاج داده‌ها و الگوسازی روابط میان پدیده‌های یک حیطه‌ی علمی تبدیل شده است. سیستم‌های نوین اکتساب دانش به شناسایی و طبقه‌بندی هر جزء وجودی یک پدیده و در گام بعدی الگوسازی روابط درونی و برونی میان اجزاء و عناصر سازنده‌ی آن با علوم وابسته می‌پردازد. فرمالیزم<sup>۲</sup> مورد استفاده سیستم‌های اکتساب دانش همانند آنتولوژی<sup>۳</sup>، الگوی دانش کسب شده را برای کامپیوتر قابل درک نموده و به عبارتی به کامپیوتر هوش مورد نیاز برای پژوهش در یک حیطه و فهم روابط پیچیده پدیده‌ها را اضافه می‌کند و زیر مجموعه‌ی هوش مصنوعی<sup>۴</sup> قرار می‌گیرد (Gruber, 1995). این سیستم‌ها نقش مهمی در اکتساب و نشر دانش دیجیتال یک حیطه به بویژه بر روی شبکه‌ی جهانی وب ایفا می‌کنند.

## ۱. پایگاه دانش معماری

راجع به یک ساختمان را همانند چه زمانی ساخته شده؟ توسط چه کسی ساخته شده؟ از چه مصالحی ساخته شده؟ دارای چه اجزایی است؟ در کجا واقع شده؟ و غیره را فراهم می‌سازد و یک بنا را به فرد، زمان، مکان و ماده پیوند می‌زند.

بدیهی است که هر سیستم دیجیتال از ابزارهای نرم افزاری برای کارآمد نمودن ساختار خود استفاده می‌کند. نرم افزارهای متعددی برای ساختار دادن به اطلاعات خام بر اساس قالب تعریف شده‌ی سیستم‌های اکتساب دانش آنتولوژیک با فرمالیزم زبان شیء محور (که هر جزء اطلاعاتی را همانند یک شیء فرض می‌کند و میان آنها پیوندهای بی شماری برقرار می‌سازد) موجودند. از میان ابزارهای مختلف اکتساب دانش، نرم افزار منتخب این پژوهش جهت الگوسازی دانش معماری با نام پروتژه (Protégé) 'محیط مناسبی برای متخصصین غیر علوم کامپیوتری (که در فن آوری اطلاعات به متخصصین دامنه یا حیطه<sup>۱۱</sup> معروفند)، پدید می‌آورد تا بدون آشنایی با کدهای برنامه نویسی، به طراحی پایگاه دانش بپردازند و بتوانند اطلاعات معماری را در سیستم ذخیره کنند (Noy, 2001). یک سیستم مدیریت دانش به بازیافت و توزیع پیچیده تر اطلاعات دست یافته و قابلیت‌هایی فراتر از جست و جوی معمول با کلمات کلیدی در پایگاه داده‌ها به وجود می‌آورد (به طور مثال جست و جوی ترکیبی برای یافتن یک بنا بر اساس نام معمار+ دوره ساخت+ مکان+ نوع آسیب یا پیوندهای معنایی دیگر)

## ۲. فرآیند الگوسازی دانش معماری بر پایه سیستم‌های اکتساب دانش آنتولوژیک

سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک می‌تواند برای هر حیطه، از جمله معماری، از صفر طراحی شود. هر محقق با جمع آوری لغات، درک طبقه‌بندی‌های موجود و پیوندهای میان اجزاء می‌تواند در این امر سهیم باشد. اما همواره جست و جوی سیستم بالادست بر پایه لغات و طبقه‌بندی قابل قبول که توسط مراجع قابل اعتماد ملی و یا جهانی تهیه شده اند ضروری است. اغلب سیستم‌ها می‌توانند در یک ابزار یا نرم افزار اکتساب دانش بارگزاری و توسعه داده شوند<sup>۱۲</sup>. استفاده‌ی مجدد از سیستم‌های موجود برای انطباق پایگاه دانش در دست طراحی با سایر سیستم‌های دیجیتال جهت افزایش قابلیت انطباق پذیری ضروری است (Noy, 2001). به همین منظور این مقاله پیش از ارایه‌ی سیستم اکتساب دانش توسعه یافته توسط این پژوهش، به مرور مراجع بالادست به عنوان جزء لاینفک فرآیند طراحی می‌پردازد.

در معماری، مطالعه بر پایه سیستم‌های آنتولوژیک در ابتدا به صورت یک لغت نام‌های تخصصی، بناها، اجزای تشکیل دهنده و پدیده‌های وابسته را با کمک منابع بالادست و مرجع شناسایی و جمع‌آوری می‌کند. در این فرآیند ابتدا خصوصیات معنای لغوی بنا و سپس فهرستی از اجزای تشکیل دهنده‌ی کلیدی بنا تهیه

معماری، دانشی وابسته به حیطه‌های مختلف علوم نظری و صنعتگری عملی را به محیط مصنوع تبدیل می‌کند. از جزئیات فنی و مهندسی و مصالح پیچیده تا وقایع اجتماعی و سبک‌های هنری در خلق آثار معمارانه سهیمند. نشر دانش معماری و داده‌های وابسته به آن نیازمند نگاهی همه جانبه به معماری است: از خصوصیات کالبدی تا فن آوری‌ها، ویژگی‌های محیطی و جزئیات تاریخی. در فرآیند خلق سیستم ذخیره و ارایه‌ی دانش دیجیتال معماری، ابتدا شناسایی اجزای وجودی شامل عناصر کالبدی و پس از آن خصوصیات مفهومی ضروری است. گام دوم کشف روابط میان اجزای معمارانه در ارتباط میان جزء و کل است که به خلق فضا می‌انجامد. بنابراین در مرحله‌ی بعدی طبقه‌بندی و الگوسازی پیوندهای معنایی میان اجزای وجودی معمارانه به صورت دیجیتال بر پایه‌ی سیستم‌های هوشمند اکتساب دانش اهمیت می‌یابد. این سیستم‌ها که در علوم نوین فن آوری اطلاعات و ارتباطات با نام آنتولوژی (هستی شناسی) شناخته می‌شوند، داده‌ی خام را در طبقه‌بندی به اطلاعات تبدیل می‌کند و در گام بعدی با دوختن اطلاعات به هم پیوسته با تعریف پیوندهای معنایی در جهت تولید دانش گام بر می‌دارند<sup>۱۳</sup>. نمونه‌های سیستم‌های مختلف اکتساب و ذخیره‌ی داده‌ها از یک پایگاه داده‌های ساده‌ی جدولی (همانند یک دانشنامه‌ی آنلاین ساده) تا پایگاه‌های دانش شیء محور میان متصل (همانند لغتنامه‌های طبقه بندی شده تصویری) را تشکیل می‌دهند.

سیستم‌های اکتساب دانش هوشمند در تهیه‌ی آرشیوهای طبقه بندی شده و پایگاه‌های دانش پیشرفت خود را در تعاریف نوین علوم کامپیوتری و هوش مصنوعی بر اساس الگوسازی پیوندهای معنایی اجزای وجودی دامنه‌های مختلف در سیستم‌های اکتساب دانش آنتولوژیک پایه ریزی می‌کنند. آنتولوژی یا هستی شناسی از اولین مفاهیم پایه جهت شناخت و طبقه بندی پدیده‌ها و شناسایی پیوندهای ماهوی آن‌ها است که توسط فلاسفه برای شرح چیستی هستی مطرح شده است<sup>۱۴</sup>. سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک، با تعریفی که از فلسفه وام گرفته است، به دلیل تعریف ساختار طبقه بندی شده و الگوسازی پیوندهای میان اجزاء، برای فهماندن چیستی پدیده‌ها با زبان‌های فرمال به کامپیوتر، در علوم نوین فن آوری اطلاعات و ارتباطات اهمیت ویژه‌ای یافته است. در سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک «ایده‌ی خلاصه» هر پدیده می‌تواند در دنیای مجازی توسط سیستم با تعریف «پیوند معنایی» بین این اجزاء قابل شناسایی باشد (Gruber, 1995).

تعاریف ارایه شده توسط سیستم‌های اکتساب دانش آنتولوژیک مطالعه‌ای روشمند را برای شناخت علمی پدیده‌های معمارانه پیش روی محققان قرار می‌دهد؛ چرا که امکان برقراری پیوندهای معنایی وابسته به خصوصیات فیزیکی و کالبدی اجزای معمارانه و یا خصوصیات مفهومی و ادراکی را فراهم می‌سازند. به طور مثال چهارچوب ذخیره‌ی اطلاعات و پاسخ به سؤالاتی پایه

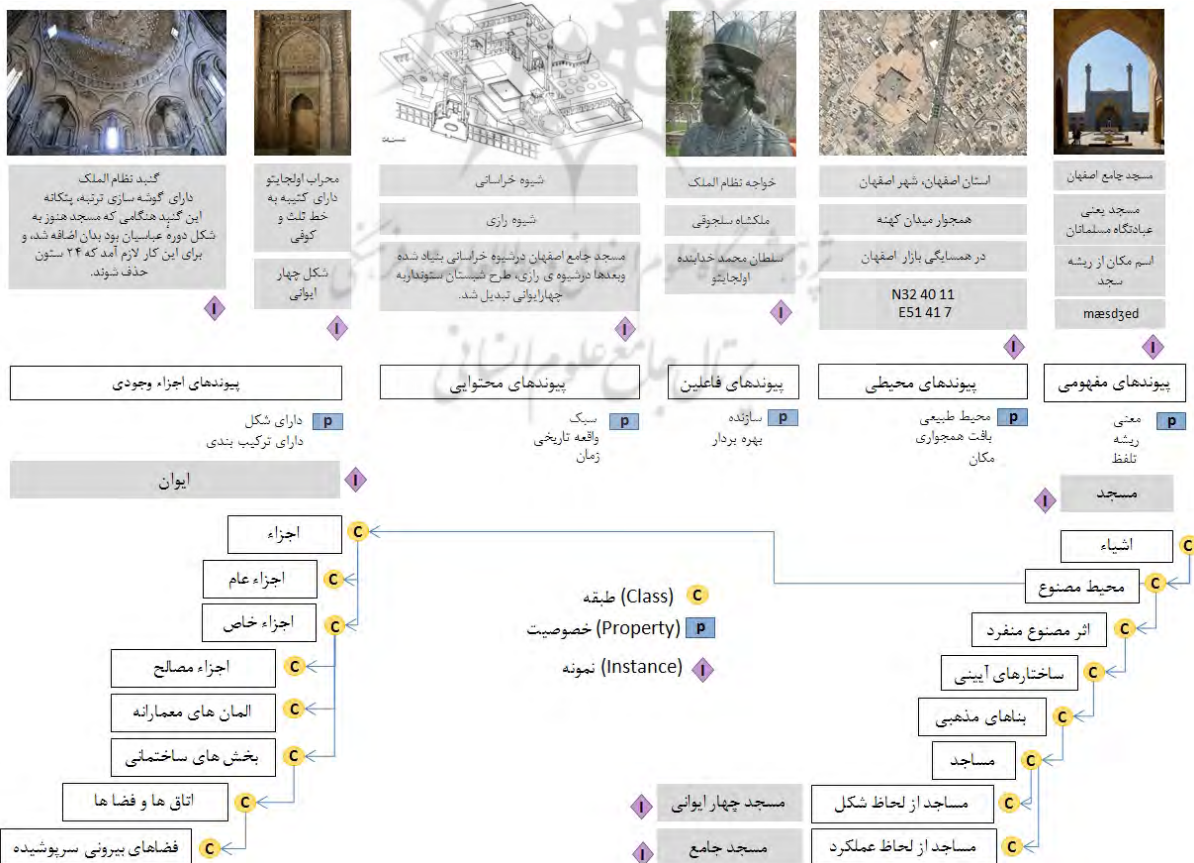
تصویری یکی از نمونه‌های پیچیده‌ی میراث معماری ایران به لحاظ تکامل کالبدی یعنی "مسجد جامع اصفهان" را در تصویر شماره‌ی یک ارائه کرده‌ایم. ابتدا "مسجد" به عنوان زیر مجموعه‌ی کلی یک "شیء" با توجه به عملکرد و شکل خود و همچنین اجزای سازنده طبقه‌بندی شده‌است. سپس پیوندهای مادی مانند فاعل، مکان، داده، اجزاء و پیوندهای تجربیدی همانند صفات، سبک، دوره یا محیط برای آن تعریف شده‌است که اجزای وجودی هر پیوند را به بنای مسجد مربوط می‌سازد. به‌طور مثال مسجد جامع اصفهان واقع در شهر اصفهان، دارای سبک رازی یا خراسانی، دارای سازنده یا بانی خواجه نظام‌الملک، دارای همجواری میدان کهنه و بازار یا دارای اجزاء ایوان، گنبدخانه و غیره است.

همانطور که در تصویر یک مشخص است در الگوسازی دانش ارائه شده برای مسجد جامع اصفهان بر اساس سیستم‌های اکتساب دانش، هر نمونه یک جزء وجودی یا "entity or instance"، هر پیوند معنایی یک خصوصیت یا "property" و هر دسته بندی یک طبقه یا "class" محسوب می‌شود. الگوی تعریف شده می‌تواند با داده‌های بصری همانند تصویر، نقشه یا کروکی پیوند برقرار نماید. هر یک از این مراحل در ادامه با مروری بر مراجع بالادست و ساختاردهی به داده‌های پایه معماری در نرم‌افزار اکتساب دانش آنتولوژیک تشریح شده‌اند. توجه به این نکته ضروری است که تهیه یک پایگاه دانش برای هر پدیده از جمله معماری ابداع از

می‌شود. در گام بعدی بناها با توجه به خصوصیات اصلی شکلی، عملکردی و یا مصالح، با اجزاء به لغت‌نامه‌های طبقه‌بندی شده‌ی بالادست یا "thesaurus" طبقه‌بندی می‌شوند. در مرحله‌ی سوم مهم‌ترین گام عملی اکتساب دانش یعنی دوختن داده‌های پایه به یکدیگر با پیوندهای معنایی آغاز می‌شود. پیوندهای معنایی صفات میان دانشی به هم پیوسته در معماری را الگوسازی می‌کنند و به دسته‌های زیر قابل تقسیم است:

- کالبدی و درونی (همانند اجزای تشکیل دهنده‌ی کالبدی)
- محیطی و بیرونی (همانند مکان، بافت همجوار)
- مادی و وابسته به انسان (همانند افراد وابسته به تاریخ بنا)
- محتوایی و وابسته به زمان (همانند سبک بنا و یا اصطلاحات اجرایی)

در تعریف پیوندهای معنایی دسته‌بندی شده‌ی فوق اجزای وجودی جمع‌آوری شده‌ی کاملی فراتر از صرفاً عناصر تشکیل دهنده‌ی بنا تهیه می‌شود. این نمونه‌ها می‌توانند نام یک شهر، میدان، سبک یا سلسله‌ی تاریخی، صاحب منصب و یا معمار، و یا حتی نام یک باد محلی یا یک گیاه بومی باشد که علت وجودی یک اثر را توجیه می‌کند. پیوندهای معنایی که بر اساس دستورالعمل‌های ملی یا استانداردهای توصیفی جهانی تعریف می‌شوند، مجموعه‌ی اجزای وجودی اصلی و وابسته به بنا را با یکدیگر مرتبط ساخته و دانش بنا را الگوسازی می‌کنند. برای درک بهتر فرایند اکتساب دانش در معماری مثال



تصویر ۱- ساختار اکتساب دانش آنتولوژیک برای الگوسازی پیوندهای معنایی در معماری ایران با نمونه‌ی موردی مسجد جامع اصفهان جهت توصیف داده‌ها همانند تصاویر، نقشه‌های معماری و غیره.

کاشانی، تکمیل همایون، ناصر، ۱۳۶۷).

• آثار استادکاران برجسته معاصر همانند آثار محمود ماهرالنقش حاوی لغات وابسته به آجرکاری (ماهرالنقش، ۱۳۸۱) و یا تزئینات کاشی‌کاری (ماهرالنقش، ۱۳۶۱) و یا آثار حسین زمرشیدی در مورد انواع طاق (زمرشیدی، ۱۳۶۱) یا آثار اصغر شعرباف در کاربردی (شعرباف، ۱۳۸۵).

• منابع گردآورنده‌ی اصطلاحات شفاهی همانند لغاتی که در بنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند یا بخش‌های ابنیه تاریخی همانند نمونه‌های ارایه شده در آثار استاد فقید دکتر محمدکریم پیرنیا (پیرنیا، ۱۳۶۹) و دکتر غلامحسین معماریان (معماریان، ۱۳۶۷).

• منابع وابسته توسط پژوهش‌گران مستقل (فلاحفر، ۱۳۸۹). لازم به ذکر است که این پژوهش به گردآوری اسامی عام پرداخته است. توجه به این نکته ضروری است که در مراجع بالادست جهانی همانند لغت‌نامه طبقه‌بندی شده هنر و معماری یا "AAT"<sup>۱۵</sup>، اسامی خاص وابسته به نام‌های جغرافیایی (TGN)<sup>۱۶</sup>، نام هنرمندان (ULAN)<sup>۱۷</sup>، و اشیاء هنری (CONA)<sup>۱۸</sup> در لغت‌نامه‌های مجزا از هم و جدا از نام‌های عام جمع‌آوری شده‌اند. در این پژوهش لغات خاص در دسته‌های جدا از هم جمع‌آوری شده و بسته به مورد مطالعه برای آن‌ها مدخل ایجاد شده است. نکته‌ی قابل توجه آن است که فرهنگ‌نامه با هدف گردآوری اعلام معماری یا اسم ابنیه‌ی خاص می‌بایست مراجع متعددی از جمله سفرنامه‌های تاریخی یا متون تاریخی (که به‌طور مفصل در مداخل<sup>۱۹</sup> وابسته در دانشنامه‌ی جهان اسلام<sup>۲۰</sup> ارایه شده‌اند) را مورد بررسی قرار داده و اسامی خاص مکان‌ها و یا افراد وابسته به تاریخ بناها را استخراج نماید.

مجموعه لغات گردآوری شده در این پژوهش به شرح زیر در پایگاه دانش برپایه‌ی آنتولوژی به شکل فرمال قابل ذخیره هستند.

## ۲.۱.۲. فرمالیزم لغت‌نامه تخصصی معماری ایران در پایگاه دانش معماری

در ساختار یک پایگاه دانش هر لغت وابسته به یک طبقه یا یک دسته در لغت‌نامه‌ای طبقه‌بندی شده است و به صورت یک "جزء وجودی" تعریف می‌شود. اما پیوندهای معنایی یک لغت‌نامه از خصوصیات تعریف شده در لغت‌نامه‌های بالادست وابسته به زبان‌شناسی<sup>۲۱</sup> همانند "معنی"، "آوا"، "مترادف"، "متضاد" و غیره تعیین می‌شود. مرجع اصلی بالادست در این حیطه، پایگاه دانش جامع زبان‌شناسی با نام گلد (GOLD)<sup>۲۲</sup> است. پیوندهای معنایی تعریف شده در این مرجع بالادست به شکل "ریشه گرفته از"، "دارای معنی"، "دارای آوای"، "پیوند تک‌واژشناسی"<sup>۲۳</sup> شامل "پسوند"، "میانوند"، "پیشوند"، "پیوند هجا"<sup>۲۴</sup>، "پیوند رسم الخط"<sup>۲۵</sup>، "پیوند بن واژه"<sup>۲۶</sup>، "پیوند لغت‌شناسی" شامل "متضاد"، "مترادف"، "جزء واژگی"<sup>۲۷</sup>، "زیرشمول"<sup>۲۸</sup>، "فراشمول"<sup>۲۹</sup> و پیوندهای دقیق‌تری از این نوع، وابسته به سه طبقه‌ی اصلی "شیء"، "فرآیند"، و "محتوا" هستند.

این پژوهش صفات اصلی فوق‌الذکر مراجع بالادست را در داخل ابزار اکتساب دانش پروتژه برای معماری ایران تعریف کرده است. تصویر دو فرمالیزم الگوی لغات و صفات وابسته به زبان‌شناسی لغات برپایه‌ی مراجع بالادست را ارایه می‌کند. همان‌طور که در این

صفر نیست و توان‌مندی هر پایگاه دانش به همپوشانی با مراجع بالادست و استانداردهای توصیفی ملی و جهانی است. بنابراین هر یک از بخش‌های سه‌گانه طراحی و الگوسازی این پژوهش با نقد و بررسی مراجع بالادست آغاز گردیده است.

## ۲.۱. لغت‌نامه‌ی تخصصی

اجزای وجودی معماری که در لغت‌نامه‌های تخصصی نام‌گذاری می‌شوند عمدتاً شامل عناصر کالبدی ماندگار سازنده‌ی یک بنا هستند. المان‌های معماری شامل زیرطبقه‌ی ساختار (همانند دیوار) یا زیر طبقه سطوح (همانند تزئینات) و یا زیر طبقه‌ی قسمت‌های ساختمانی (همانند بادگیر) مثال‌هایی از اشیاء معمارانه هستند. اما از آنجایی که یک بنا به‌عنوان عنصر مجرد قابل شناسایی نیست، پدیده‌های محتوایی همانند فاعلین (به‌طور مثال "خواجه نظام الملک" بانی گنبدخانه جنوب غربی مسجد جامع اصفهان در دوره‌ی سلجوقی (پیرنیا، ۱۳۷۲، ۴۲)، شیوه‌ها و دوره‌ی تاریخی (به‌طور مثال شیوه‌ی "رازی" متعلق به دوره‌ی "سامانیان"، "سلجوقیان" و "خوارزمشاهیان" (پیرنیا، ۱۳۶۹، ۱۴۳)، ابعاد و اندازه‌ها (به‌طور مثال "ذرع" یا "ارش" واحد طول ایران دارای اندازه‌های متفاوت در دوره‌های مختلف همانند ۱۰۴ سانتی‌متر، یا ۵۴،۵ سانتی‌متر به نقل از میر سید علی جناب (الاصفهان، ۱۳۰۳) و پدیده‌های وابسته محیطی همانند نوع ویژه‌ای از باد (همانند "باد کویر" میبد که سبب پشت کردن جهت بادگیرهای این شهر به سمت جنوب است (بهادری نژاد، ۱۳۸۷، ۲۲۷)) یا جهت ویژه‌ای از بارش باران (همانند "کج باران" های پاییز و زمستان گیلان که باعث بوجود آمدن ایوان نیمه محصور با دیواره بدون پنجره در جبهه‌های روبه کج باران در خانه‌های بومی این منطقه است (خاکپور، ۱۳۸۵، ۴۵))، پوشش گیاهی (همانند ردیف درختان "سرو" یا "چنار" که سبب پدید آمدن مسیرهای خطی در محوره‌های اصلی باغ ایرانی است (پورمند، ۱۳۹۰، ۵۶)) و غیره می‌توانند در لغت‌نامه‌های معماری ذخیره شوند. توجه به این نکته ضروری است که اعتبار یک لغت‌نامه به تشکیلات تهیه‌کننده‌ی بالادست و استاندارد است که یا به صورت سازمان متولی آثار معمارانه یا محققین برجسته‌ی ملی در حوزه‌های وابسته به مطالعات معماری فهرستی از لغات مربوطه را ارایه می‌کنند. مراجع بالادست لغت‌نامه‌ی معماری در ادامه بررسی شده‌اند.

## ۲.۱.۱. نقد و بررسی مراجع بالادست

لغت‌نامه‌ی دهخدا، فرهنگ سخن انوری، دایره‌المعارف فارسی مصاحب، دایره‌المعارف بزرگ اسلامی موسوی از منابع عمده‌ی لغات در زبان فارسی هستند. پژوهش وابسته به دانشنامه تاریخ معماری ایران شهر<sup>۱۳</sup> اصطلاحات و مفاهیم موجود در منابع ذکر شده را گردآوری و منتشر نموده است (بهشتی، قیومی، ۱۳۸۸). جهت پوشش لغات معماری تاریخی ایران که در لغت‌نامه‌های جامع ذکر شده گنجانده نشده‌اند این پژوهش مراجع مختلفی را به شرح زیر جست‌وجو کرده است.

• کتب تاریخی همانند آثار غیاث‌الدین جمشید کاشانی<sup>۱۴</sup> بویژه لغات وابسته به انواع پوشش‌ها (غیاث‌الدین جمشید

در منابع محدود منتهی می‌شود. اما در مراجع جهانی رویکردهای مختلفی جهت طبقه‌بندی کلی پدیده‌های دنیا و دسته‌بندی خاص هنر و معماری موجود است که مورد استفاده‌ی این پژوهش بوده است. یک پایگاه دانش ابزار قدرتمندی برای طبقه‌بندی حیطه‌های مختلف در اختیار الگوسازی دانش دامنه‌قرار می‌دهد. مرجع بالادست اصلی در طبقه‌بندی کلی پدیده‌های جهان، آنتولوژی با نام سومو<sup>۳۳</sup> (SUMO) است که اجزای وجودی مرجع خود را از لغت‌نامه‌هایی همانند وردنت (WordNet)<sup>۳۴</sup> جمع‌آوری کرده و کلیه‌ی کلمات ارایه شده در این لغتنامه بسیار بزرگ را دسته‌بندی می‌کند. در این لغت‌نامه طبقه‌بندی شده، هر جزء وجودی به دو دسته مادی و تجربیدی تقسیم بندی شده است. هر ساختمان یک شیء مصنوع غیر منقول است و با اتاق (فضا) و سکونت‌گاه هم‌ردیف است. طبقه‌بندی‌های بالادست عموماً دسته‌بندی اجزای خود را بر عهده‌ی متخصصین دامنه می‌گذارند. در حیطه‌ی وابسته به هنر و معماری لغت‌نامه‌ی طبقه‌بندی شده‌ی هنر و معماری با هدف ارایه‌ی کلمات ساختار بندی شده جهت بهبود دسترسی به اطلاعات در مورد هنر، معماری و فرهنگ کالبدی توسط بنیاد گتی<sup>۳۴</sup> تهیه و به صورت چاپ شده و هم‌چنین با فرمت قابل خواندن توسط کامپیوتر (با دارا بودن حق التالیف و نه به صورت منبع آزاد) در اختیار عموم قرار گرفته است<sup>۳۵</sup>. تعداد حدودی ۲۴۵۰۰۰ لغت وابسته به معماری و هنر در این لغت‌نامه به حدود ۳۴۰۰۰ زیر طبقه تقسیم بندی شده‌اند. دسته‌بندی عمومی ارایه شده در این مرجع در نمودار تصویر ۳ قابل مشاهده است. هر پدیده در این نمودار به هفت دسته‌ی فعالیت‌ها، فاعلین، مصالح، اشیاء، سبک‌ها و دوره‌های زمانی، صفات کالبدی و مفاهیم پیوسته تقسیم شده است. ابنیه‌ی معماری به عنوان بخشی از محیط مصنوع زیر مجموعه‌ی اشیاء قرار گرفته‌اند. به‌طور مثال یک مجموعه همانند «بازار» زیر مجموعه‌ی «مجموعه‌های تجاری»، «مجموعه‌ها بر

تصویر پیداست، در واسط کاربر<sup>۳۰</sup> محیط نرم افزار چهار ستون اصلی در کنار یکدیگر موجودند. ستون اول مرورگر طبقه‌بندی، ستون دوم مرورگر صفات یا خصوصیات، و ستون سوم مرورگر نمونه‌ها است. ستون چهارم صفات عنوان بندی شده برای هر طبقه را به صورت فیش‌های اطلاعاتی در کنار یکدیگر چیده است که می‌بایست توسط کاربر با اطلاعات جمع‌آوری شده پر شود. به‌طور مثال برای نمونه‌های ابنیه مذهبی موجود در ستون نمونه‌ها و بنای منتخب "مسجد" در پیوندهایی همانند "دارای معنی"، "دارای مترادف"، "دارای ریشه‌ی لغوی" و غیره صفات عنوان بندی شده در فیش‌های اطلاعاتی جمع‌آوری شده‌اند.

لازم به ذکر است که در وارد نمودن اطلاعات هر پیوند در فیش مربوطه، "معنی" هر لغت از لغت‌نامه‌های مرجع جمع‌آوری شده است و سایر داده‌ها از مراجع دست دوم به لحاظ اعتبار و سندیت گردآوری شده‌اند. چنین به نظر می‌رسد که وجود پژوهش مرجع بالادست ملی در ارایه‌ی صفات جامع زبان‌شناسانه‌ی لغات وابسته به معماری ایران ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اهمیت شیوه‌ی تلفظ یک کلمه این پژوهش آوای هر لغت را نیز بر اساس دستورالعمل مؤسسه بین‌المللی زبان‌شناسی<sup>۳۱</sup> در پیوند "دارای آوای" وارد نموده است.

## ۲.۲. طبقه بندی

طبقه‌بندی گام آغازین رویکرد علمی در شناخت پدیده‌ها است. در لغت‌نامه‌های سیستماتیک، طبقه‌بندی با ارایه‌ی شبکه پیوندهای دارای سلسله مراتب معنایی برای هر کلمه، به عنوان ابزار مهم پژوهش‌های محتوایی در مستندسازی، تهیه فهرست از روی لغات کنترل شده و بازیابی اطلاعات به‌ویژه در پایگاه داده‌ها یا پایگاه دانش نقش دارد.

جست‌وجوی منابع بالادست طبقه‌بندی معماری ایران به دسته‌بندی بر اساس سبک (پیرنیا، ۱۳۶۹) یا عملکرد (پیرنیا، ۱۳۷۲)

تصویر ۲- فرمالیزم لغت‌شناسی تخصصی معماری ایران در نرم افزار اکتساب دانش پروتزه: پیوندهای وابسته به لغت‌شناسی برای نمونه‌ی "مسجد" به عنوان یک بنای مذهبی از زیر طبقه‌های ساختارهای آیینی و آثار مصنوع منفرد در فیش‌هایی همانند دارای نام، دارای معنی، دارای مترادف گردآوری شده است.

«دارای مترادف»، «دارای آوای» و غیره است. جایگاه اصلی تعریف پیوندهای معنایی برای بناها دارای نام خاص بوده و در پی پاسخ دادن به سؤال‌های پایه‌ای «چه زمانی»، «چه مکانی»، «چه کسی»، «چه چیزی»، و «چگونه» (که در سیستم‌های مدیریت دانش به «Wh4»<sup>۳۹</sup> معروفند)، قصد دارد تا خصوصیات مکانی، زمانی، افراد وابسته، صفات و سبک‌ها، فعالیت‌ها، ایده‌ها و جزئیات پدیدآورنده‌ی یک بنا را مشخص کند. پیوندهای معنایی در این پژوهش برای طبقه‌ی مستقل «اشیاء فرهنگی خاص» تعریف شده‌اند. هرگروه پیوند معنایی به یک طبقه موجود در زیر مجموعه‌ی طبقه‌ی عام «جزء وجودی» وابسته‌اند.

تعریف پیوندهای معنایی همانند سایر مراحل طراحی یک پایگاه دانش می‌بایست با ارجاء به منابع بالادست تهیه گردد تا قابلیت همپوشانی میان عملکردی سیستم‌های مختلف را بهبود ببخشد.

### ۲.۳.۱. نقد و بررسی مراجع بالادست

در این مرحله از پژوهش دو منبع اصلی بالادست مورد مطالعه جهت اکتساب پیوندهای معنایی نقد و بررسی شده‌اند. یکی از مراجع بالادست مهم موجود در کشور دانش‌نامه‌ی تاریخ معماری ایران‌شهر است. این دانش‌نامه برای اجزای وجودی مادی و مفهومی معماری حوزه‌ی تمدن ایران مدخل ایجاد و مقالات معتبر پیرامون هر مدخل را به همراه مدارک همانند پرونده‌های ثبتی بنا به صورت آنلاین ارائه نموده‌است. مدخل دانش‌نامه دارای هشت دسته‌ی کلی همانند نام جغرافیایی، شخص، رویداد، دوره‌ی تاریخی و غیره هستند. دسته بندی موضوعی داخل دانش‌نامه‌ی ایران‌شهر در نمودار تصویر ۴ موجود است.<sup>۴۰</sup>

دسته بندی ارائه شده این دانش‌نامه برای هر مدخل در برخی شاخه‌ها همانند افراد، سبک، دوره زمانی، مفهوم و اثر بالغت‌نامه طبقه بندی شده بالادست جهانی مشترک است. اما به دلیل تفاوت یک دانش‌نامه با یک لغت‌نامه طبقه بندی شده دارای تناقضات شاخصی است. همان‌طور که گفته شد اسامی خاص در لغت‌نامه‌ی طبقه بندی شده‌ی اِتی (AAT) موجود نیستند (به‌طور مثال مدخل آثار شاخص همانند پارتنون<sup>۴۱</sup> در لغت‌نامه‌ی اشیاء هنری یا «CONA» فهرست شده است<sup>۴۲</sup>). در حالی که یکی

اساس عملکرد» و «مجموعه‌ها» از «محیط مصنوع» است (تصویر ۳). با وجود جامعیت لغت‌نامه‌ی طبقه بندی شده بالادست اِتی (AAT) در پوشش اجزای وجودی معماری چه در دوران تاریخی و چه معاصر، وابستگی آن به زبان طبیعی (انگلیسی) و صفات منطقه‌ای (معماری اروپا و آمریکا) مشهود است. برای بسیاری از جزئیات معماری مدرن می‌توان طبقه بندی مناسب را در این مرجع یافت، به‌طور مثال «دیوار» با تعریف «عضو معمارانه عمودی برای تعریف و تقسیم فضا» به سه دسته‌ی «دیوار بر اساس شکل»، «دیوار بر اساس عملکرد» و «دیوار بر اساس بافت و موقعیت مکانی» تقسیم بندی شده و نزدیک صد نمونه را در پایگاه داده‌ها فهرست نموده است. برخی از لغات وابسته به معماری اسلامی نیز در این مرجع فهرست شده است. به‌طور مثال مقرنس<sup>۴۳</sup> با معنی «شبکه‌ای از اشکال کوچک و تکرار پذیر سلول وار، شبیه طاقچه‌های بدون کف، برخی موارد به صورت کنسول و سازه‌ای اما اغلب به صورت معلق و تزئینی، که شکل دهنده‌ی سطوح زیرین طاق‌ها و گنبد‌ها بوده و در معماری اسلامی معمول است». زیرمجموعه‌ی المان معمارانه‌ی سطحی تزئینی است. با این وجود برای لغات مختلفی وابسته به معماری ایرانی مانند عملکردهای ویژه (زورخانه، تکیه و یا آب‌انبار)، مصالح (ساروج، اندود سیم گل یا آجر پیش بر)، و یا اجزاء و تزئینات (کاشی هفت رنگ، خط بنایی، رسمی بندی) مدخلی وجود ندارد. علاوه بر مراجع بالادست فوق، این پژوهش به بررسی و نقد طبقه بندی‌های مختلف وابسته به معماری و هنر همانند آنتولوژی بالادست سی‌داک سی آر ام (CIDOC CRM)<sup>۴۴</sup> برای الگوسازی داده‌های وابسته به میراث فرهنگی پرداخته و در نتیجه‌گیری، دسته بندی با رویکرد کل به جزء به صورت پایه (و نه تفصیلی) برای معماری ایران ارائه نموده است که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

### ۲.۳. تعریف پیوندهای معنایی

الگوی اولیه‌ی مفروض برای تعریف پیوندهای معنایی، توصیف کامل یک بنا با نام عام (همانند مسجد) و با نام خاص (همانند مسجد جامع اصفهان) است. پیوندهای این‌به‌دارای نام عام برگرفته از خصوصیات لغت‌شناسی همانند «دارای معنای»،

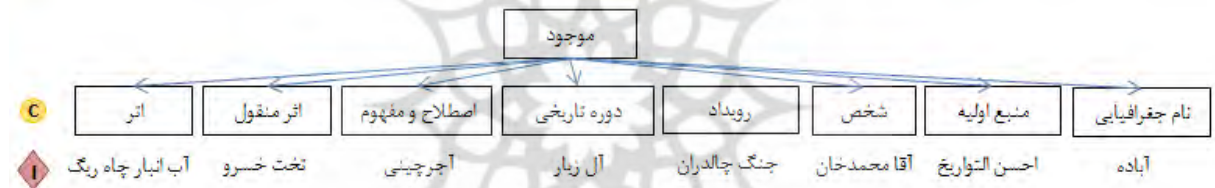


تصویر ۳- طبقه بندی هنر و معماری ارائه شده در مرجع بالادست اِتی (AAT)، ساختمان به عنوان زیرمجموعه‌ی محیط مصنوع دارای دسته بندی مفصل و با جزئیات است.

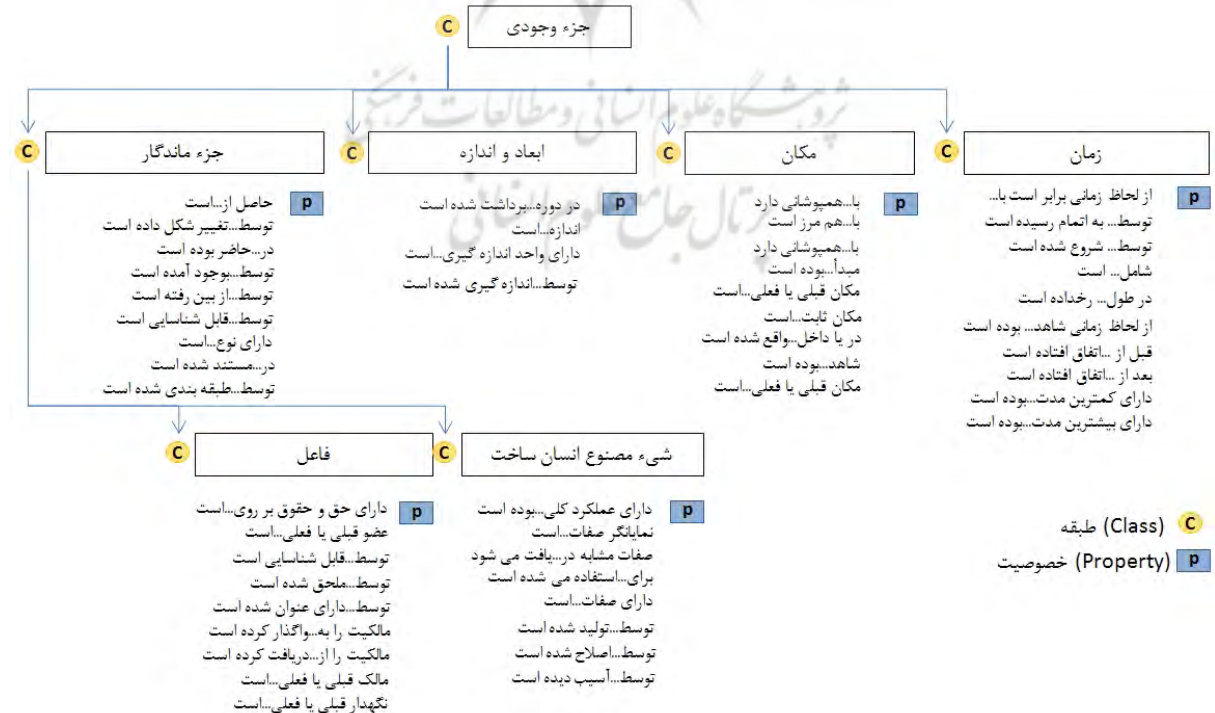
مجموعه‌ی "شیء مصنوع انسان ساخت" بوده و دارای پیوندهای معنایی از جمله "دارای عملکرد...، "دارای صفات...، "توسط... تولید شده است" باشد. همچنین افراد در این ساختار دارای پیوندهایی از جمله "دارای حق و حقوق بر روی...، "مالک قبلی یا فعلی...، "مالکیت به... واگذار شده است" هستند. از آنجایی که آرشیو اشیاء موزه‌ای محور این مرجع است، مالکیت‌ها یا افراد وابسته به نگهداری یک شیء جزو مهم‌ترین پیوندهای معنایی وابسته به فاعلین هستند (تصویر پنج). نکته‌ی قابل توجه در این مرجع بالادست پیچیدگی الگوسازی پیوندهای معنایی است به شکلی که برای هر طبقه علاوه بر پیوندهای مستقیم، برخی پیوندهای عام همانند "دارای موضوع... است"، "با... شناسایی می‌شود"، "دارای ظهور بصری... است"، "بر روی... تأثیرگذار است"، "برای... ایجاد انگیزه کرده است" برای طبقات مشترک هستند. ادغام پیوندهای اصلی یک طبقه با پیوندهای عام در یک سیستم اکتساب دانش بر پیچیدگی درک رابطه‌ی بین پیوندها با هم و با پدیده‌ی مورد نظر جهت ثبت صفات در سیستم افزوده و به همین دلیل کاربران الگوی مفهومی مرجع "CIDOC" نیازمند گذراندن دوره‌های آموزشی در بهره برداری از این سیستم مدیریت دانش هستند. با مرور این تجربه

از اهداف یک دانش نامه، گردآوری شرح موجود در منابع معتبر برای نمونه‌های مختلف آثار معماری است. بعلاوه در این دانشنامه برخی اصطلاحات معماری به اشیاء غیر منقول یا به مصالح اشاره می‌کند (همانند آجر ختایی) و می‌تواند از دسته بندی به همراه مفاهیم تجربیدی جدا شده و زیر مجموعه‌ی اشیاء قرار گیرند.

یکی از نمونه‌های شاخص پایگاه‌های مدیریت دانش میراث فرهنگی موجود در سطح جهانی، سیستم اکتساب دانش بالادست "الگوی مفهومی مرجع کمیته‌ی بین‌المللی مستندسازی ایکوم" یا "CIDOC CRM"<sup>۴۳</sup> است. این مرجع با زبان‌های برنامه نویسی فرمال همانند "XML" یا "OWL" بر روی اینترنت در وبسایت وابسته به ایکوم (ICOM) موجود است.<sup>۴۴</sup> در الگوی مفهومی مرجع "CIDOC" هر طبقه شامل پیوندهای معنایی وابسته به خود است. به طور مثال طبقه‌ی زمان شامل پیوند "از لحاظ زمانی برابر است با...، طبقه‌ی مکان شامل "مکان قبلی یا فعلی... است"، طبقه‌ی ابعاد و اندازه شامل پیوند "اندازه... است" (تصویر پنج). در تمامی این پیوندها جای خالی "... با یک شیء منقول، یک فرد، یک مؤسسه مانند یک موزه یا اجزای وجودی دارای هویت میراث فرهنگی پر می‌شود. یک بنا در ساختار الگوی مفهومی مرجع "CIDOC" زیر



تصویر ۴- طبقه بندی جزء وجودی در دانشنامه‌ی ایران‌شهر: ساختمان به عنوان نمونه در طبقه‌ی اثر قرار می‌گیرد.



تصویر ۵- چهارچوب مفهومی و پیوندهای معنایی تعریف شده در پایگاه دانش "CIDOC CRM". هر طبقه علاوه بر صفات اصلی تعریف شده در این تصویر دارای صفات غیر وابسته‌ی تکراری نیز هستند که این موضوع کاربر را در جمع‌آوری اطلاعات دچار چالش می‌کند.



سیستماتیک داده‌ها با کمک فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، کیفیت و کمیت فرآیند ثبت، آرشیو و مستندنگاری معماری ایران را بهبود بخشد. پیوندهای معنایی استخراج شده از فهرست پایه و تفصیلی معماری ایران در بخش بعدی تشریح می‌شوند.

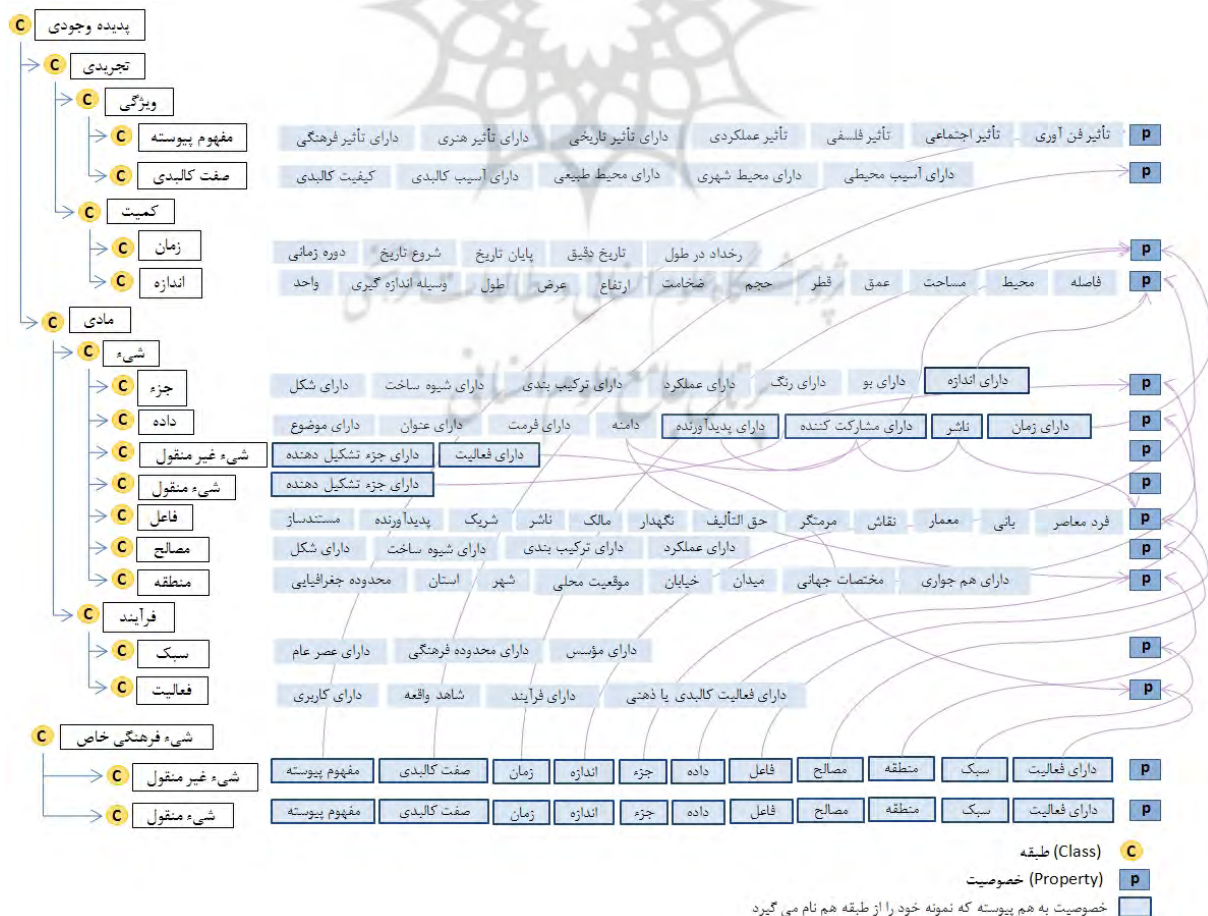
### ۲.۳.۲. تعریف پیوندهای معنایی معماری ایران و فرمالیزم آن در پایگاه دانش

پیوندهای معنایی تجربیدی و مادی یک پدیده‌ی وجودی در این پژوهش دسته‌بندی شده و در سیستم اکتساب دانش آنتولوژی به صورت یک خصوصیت یا "Property" الگوسازی شده است. شرح خلاصه‌ای از پیوندهای معنایی تعریف شده‌ی وابسته به هر طبقه که در تصویر شش ارایه شده عبارتست از:

- زیرمجموعه‌های "ویژگی‌های تجربیدی".
- پیوندهای طبقه‌ی "مفهوم پیوسته" شامل معرفی تأثیرات تاریخی، هنری، فرهنگی، عملکردی، فلسفی، اجتماعی و فن‌آوری بنا (با همپوشانی طبقه بندی "AAT").
- زیرمجموعه‌های "صفت کالبدی" شامل معرفی کیفیت کالبدی، آسیب‌های کالبدی و محیطی، خصوصیات محیط طبیعی و شرح همجواری‌های بافت شهری (با همپوشانی دستورالعمل ثبت ملی و توصیه‌نامه‌ی ایکوموس).
- زیرمجموعه‌های "کمیت‌های تجربیدی".

در این پژوهش برای هر طبقه پیوند اصلی مفهومی را تعریف نموده‌ایم و از تکرار پیوندهای عام پیچیده خودداری نموده‌ایم. هم‌چنین پیوندهای معنایی وابسته به اشیاء منقول با الگوی ارایه شده در این مرجع همپوشانی پیدا کرده است. اما با توجه به محدودیت این مرجع در توصیف آثار معمارانه پیوندهای وابسته به بناها را از مراجعی که به طور مستقیم برای آثار معماری تهیه شده‌اند جست‌وجو نموده‌ایم.

در یکی از طرح‌های بالادست این مقاله<sup>۴۵</sup> سه مرجع اصلی جهانی و ملی جهت جمع‌آوری صفات بناها در معماری ایران در شناسنامه‌های تحلیلی معرفی شده‌اند: فهرست پایه‌ی داده‌های یادمان‌ها و محوطه‌های میراث معماری<sup>۴۶</sup> وابسته به شورای بین‌المللی موزه‌ها (ICOM)<sup>۴۷</sup>، توصیه‌نامه‌ی ایکوموس در اصول ثبت یادمان‌ها و مجموعه بناها و محوطه‌ها<sup>۴۸</sup> و دستورالعمل ثبت آثار ارزشمند فرهنگی تاریخی کشور. در نوشتارهای قبلی هر یک از صفات منسوب به این مراجع بالادست را به تفصیل ارایه نموده و شناسنامه‌ی تحلیلی حدود پنجاه بنا در ایران را برپایه‌ی فهرست پایه و تفصیلی جمع‌آوری کرده‌ایم (جهت مطالعه جزئیات رجوع شود به (اندرودی، ۱۳۹۲). هدف از این مرحله از پژوهش استخراج پیوندهای معنایی از میات صفات تشریحی فهرست پایه و تحلیلی جمع‌آوری شده و طراحی یک پایگاه دانش بر پایه‌ی سیستم‌های آنتولوژیک است تا در ذخیره و بازیافت



تصویر ۶- الگوسازی پیوندهای معنایی برای معماری ایران با ارجاء به طبقه بندی پایه.

ه پیوندهای منطقه‌ی قرارگیری بنا شامل محدوده‌ی جغرافیایی، استان، شهر، موقعیت محلی، خیابان، میدان، مختصات جهانی، عناصر شاخص هم‌جوار با همپوشانی فهرست پایه داده‌ها و "CIDOC CRM".

ه پیوندهای اشیاء منقول و غیرمنقول (با نام عام) شامل فهرست اجزای تشکیل دهنده.

### ۳. نمونه‌سازی یا تعریف مدخل در پایگاه دانش

سیستم اکتساب دانش معماری ایران به صورت طبقه‌بندی جامع و انتساب پیوندهای معنایی برای هر طبقه به زبان فرمال برنامه‌نویسی آر دی اف (RDF) در نرم افزار پروتزه، ساختار پایه جهت یک پایگاه دانش را فراهم می‌کند. صفات تعریف شده برای هر بنا پایه و تفصیلی بوده و نیازمند مطالعه‌ی جامع ابنیه تاریخی و انجام برداشت‌های میدانی است. در تکمیل پژوهش وابسته، شناسنامه‌ی تحلیلی پایه و تفصیلی حدود پنجاه بنای تاریخی از میان گونه‌های مختلف معماری ایران (شامل مسجد، مدرسه،

ه پیوندهای "زمانی" شامل تعیین دوره‌ی زمانی، شروع تاریخ ساخت، پایان تاریخ ساخت، تاریخ دقیق بهره‌برداری، ورخدادها در تاریخ ویژه (با همپوشانی فهرست پایه داده‌ها).

• پیوندهای طبقه‌ی "ابعاد و اندازه‌ها" شامل تعیین واحد و وسیله‌ی اندازه‌گیری، ابعاد طول، عرض، ارتفاع، ضخامت، قطر، عمق، محیط، مساحت و فاصله‌ی مشخص (با همپوشانی "CIDOC CRM" و طبقه بندی "AAT") زیرمجموعه‌های "شیء مادی".

ه پیوندهای طبقه "اجزای وجودی" شامل توصیف شکل، شیوه‌ی ساخت، ترکیب بندی، عملکرد، اندازه، رنگ، بو و سایر خصوصیات مشابه یک جزء (با همپوشانی طبقه بندی "AAT").

ه پیوندهای وابسته به فاعلین یا افراد وابسته به بنا شامل مستندساز، برداشت کننده، پدیدآورنده، خالق، مشارکت کننده، بانی، سازنده همانند معمار، پیمان‌کار، بهره‌بردار، مرمت‌گر، هنرمند همانند نقاش، خطاط، کاتب، کاشی‌کار، افراد معاصر یا منسوب به بنا و غیره (با همپوشانی فهرست پایه داده‌ها و "CIDOC CRM").

ه پیوندهای وابسته به مصالح شامل شکل، شیوه‌ی ساخت، ترکیب بندی و عملکرد (با همپوشانی طبقه بندی "AAT").

The screenshot displays the CIDOC CRM software interface. On the left is the 'CLASS BROWSER' showing a hierarchy of classes under 'Iranian-Architecture'. The central 'INSTANCE EDITOR' is for the class 'Core-Dat-Index' and contains fields for 'Name' (مسجد جامع اصفهان), 'Coordinates' (3614888.01 m N, 564242.28 m E), 'Image' (C:\VANDAROCULT\Ontology\Uame\_mosque.jpg), and 'AAT' (WHC-UNESCO-Masjed-e Aline of Isfahan). A 'Data Image' window shows a photograph of the mosque. Below the screenshot are three labels: 'ستون طبقه‌ها' (Class column), 'ستون نمونه‌ها (مدخل‌ها)' (Sample column (entries)), and 'ستون پیوندهای میان متصل' (Link column).

تصویر ۷- فرمالیزم سیستم اکتساب دانش معماری ایران با استفاده از ابزار پروتزه: پیوندهای معنایی جهت تفسیر بنای خاص (مسجد جامع اصفهان). نمونه یا "instance" منطقه "گشوده شده و به پنجره صفات مکانی همانند نام خیابان، نام میدان، نام محله، مختصات جغرافیایی و غیره متصل شده است و مدخل پنجاه بنا در ستون میانی قابل مشاهده است.

خاص " این مسجد را با محراب اولجایتو، گنبد نظام الملک و گنبد تاج الملک (با خصوصیات وابسته همانند ابعاد، مصالح، عناصر تشکیل دهنده) مربوط می‌سازد. یا مشاهیر تاریخی یا معماری همانند سلطان محمد خدا بنده، تاج الملک یا اوجینو گالدیری<sup>۴۹</sup> به عنوان بانی یا مرمت‌گر در زیر مجموعه صفت فاعلین جمع آوری می‌شوند. همان‌طور که در تصویر هفت مشخص شده صفات مکانی بنا به صورت یک پیوند، پنجره دومی را باز می‌کند که حاوی فیش‌های متعددی شامل شهر، منطقه، خیابان، همجواری، مختصات جغرافیایی و غیره است. برای سایر صفات فیش‌های به هم متصل مشابهی وجود دارد که قابل استفاده جهت وارد نمودن اطلاعات است.

فرآیند نمونه‌سازی<sup>۵۰</sup> یا ایجاد مدخل در سیستم اکتساب دانش نیازمند آشنایی با فرآیند طراحی پایگاه دانش در نرم‌افزارهایی همانند پروتژه بوده و می‌بایست به دقت کنترل شود. در این پژوهش نمونه‌سازی ابنیه برداشت شده به دلیل پیچیدگی سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک توسط مجریان پژوهش انجام گرفته است. اما فرآیند تحلیل داده‌های برداشت شده از بناها به ویژه تصویربرداری سیستماتیک و تفسیر عکس‌ها با استفاده از ساختار فراداده‌ی دابلین کور (Dublin Core) بر عهده کارشناسان برداشت کننده گذاشته شده است، به شکلی که با شرکت در جلسات آموزشی نرم‌افزار، به تنهایی قادر به طراحی پایگاه دانش تصویری، تعریف طبقات، خصوصیات و نمونه جهت تفسیر هر عکس بوده‌اند و خروجی پایگاه دانش را به شکل فایل اچ تی ام ال (HTML) برای مرورگرهای عام<sup>۵۱</sup> قابل مشاهده نموده‌اند. پایگاه دانش تصویری در حال حاضر برای نیمی از ابنیه‌ی منتخب توسط گروه برداشت تکمیل شده است<sup>۵۲</sup>.

## نتیجه

طراحی شده است تا بتواند ماهیت میان متصل یک بنا با پدیده‌های مادی و تجریدی پیوسته را در محیط مجازی دیجیتال الگوسازی نماید و بر پایه تجزیه و تحلیل دانش بنیان بنا و داده‌های وابسته را تفسیر معنایی و در پایگاه دانش ذخیره نماید. این سیستم به همراه نمونه‌های موردی مدخل‌سازی شده و تصاویر تفسیر شده به عنوان یک پایگاه دانش می‌تواند به تنهایی یا با قرارگرفتن بر روی شبکه‌ی کامپیوتری محلی<sup>۵۳</sup> مورد استفاده کاربران و بخصوص کارشناسان تکمیل پرونده‌های ثبتی، شناسنامه‌های تحلیلی، آرشیو داده‌ها و یا دانش‌نامه‌ها یا پایگاه‌های داده مورد استفاده قرار گیرد. فرآیند ایجاد مدخل در سیستم اکتساب دانش برای معماری ایران نیازمند پژوهش پایه و در مقیاس ملی پیرامون لغت‌شناسی بنا، شناخت مدارک موجود، مطالعه‌ی کالبدی، تاریخی، محیطی، فاعلین و صفات مشابه است. بنابراین مرور مطالعات تاریخی، مراجع بالادست، برداشت میدانی و تفسیر متخصص از وضعیت یک بنا ضروری است. اما گام مهم بعدی انتشار پایگاه دانش بر روی شبکه وب است تا کاربران بتوانند صفحات طراحی شده در نرم‌افزار اکتساب دانش آنتولوژیک را در مرورگرهای عام به صورت صفحات معمول

بازار، خانه، کاخ و کاروانسرا) را با مطالعات جامع کتابخانه‌ای و برداشت‌های میدانی آرایه نموده‌ایم (اندرودی، ۱۳۹۲). در این مرحله از سیستم اکتساب دانش طراحی شده برای تکمیل شناسنامه‌های تحلیلی دیجیتال در پایگاه دانش استفاده شده است. بدین منظور برای نمونه‌های موردی برداشت شده در داخل سیستم اکتساب دانش مدخل ایجاد (حدود پنجاه مدخل) و پیوندهای معنایی را بر اساس بندهای شناسنامه‌های تفصیلی تکمیل نموده‌ایم.

هر صفت تعریف شده توسط نرم‌افزار همانند یک فیش اطلاعاتی دارای ماهیت متفاوت است. به طور مثال اطلاعات وابسته به تاریخ بنا یک داده‌ی زمانی، اطلاعات وابسته به ابعاد بنا یک داده‌ی عددی، و اطلاعات وابسته به سبک بنا یک داده‌ی توصیفی نوشتاری است. خصوصیت اصلی یک سیستم مدیریت اطلاعات انتساب نوع داده به یک خصوصیت یا یک "property" است (همانند عددی، تاریخ، متن نوشتاری، کلمه و غیره) است. اما سیستم‌های مدیریت دانش دارای یک توانمندی دیگر برگرفته از زبان‌های برنامه‌نویسی شیء محور هستند. هر دسته اطلاعات جمع‌آوری شده توصیفی می‌تواند همانند شیء با نوع داده به شکل نمونه یا "instance" تعریف شده و پیوندهای بی‌شماری با صفات جمع‌آوری شده در فیش‌های توصیفی دیگر برقرار کنند. بدین ترتیب الگوی مطلوب آرایه شده برای نمونه مسجد جامع اصفهان در تصویر یک در داخل سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک با کمک نرم‌افزار شیء محور پروتژه توسعه داده می‌شود (تصویر هفت). نام بنا، آوا، اجزاء تشکیل دهنده، فاعلین، زمان، سبک و اشیاء منقول موجود در بنا در فیش‌های مربوطه معرفی شده‌اند. به طور مثال پیوند معنایی "دارای اجزاء

فن‌آوری نوین دیجیتال هوشمند در دهه‌ی حاضر با سیستم‌های اکتساب دانش آنتولوژیک به دلیل تعریف ساختار طبقه‌بندی شده برای پدیده‌ها و تعریف ارتباط میان اجزاء در علوم نوین، توسط نظریه پردازان و دانشمندانمانند موزن<sup>۵۴</sup> و گروبر<sup>۵۵</sup> توسعه یافته و در حیطه‌های مختلف علوم کامپیوتر همانند سیستم‌های مدیریت دانش، وب معنایی<sup>۵۶</sup> و یا هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گرفته است. اکتساب دانش با رویکرد طبقه‌بندی و الگوسازی پیوندهای معنایی معماری ایران را از نگاه دوطرفه جزء به کل میان عناصر وجودی مادی یا مفهومی اصلی و وابسته مورد پژوهش قرار می‌دهد. نگاهی که عناصر معمارانه و حیطه‌های مختلف وابسته به چیستی اثر را در وحدت با یکدیگر قرار داده و به هم پیوند می‌زند. نگاه هستی‌شناسی آنتولوژی که از فلسفه وام گرفته شده با نگاه فلسفی به جهان بینی معماری ایرانی همسو است. با این تفکر بنا، ظهور مادی مجموعه پدیده‌هایی است که به صورت تجریدی هر کدام در اجزای مختلف کالبدی نمایان شده‌اند و در عین کثرت با یکدیگر در وحدتند.

پایگاه دانش معرفی شده در این مقاله برای معماری ایران

بندی کاربردی وب<sup>۵۷</sup> و همچنین ابزارهای کاربردی سروروب<sup>۵۸</sup> بر روی شبکه اینترنت توزیع شده است<sup>۵۹</sup> (جهت کسب اطلاعات بیشتر در مورد پایگاه دانش مختص ارگ بم دارای فهرست لغات پنج زبانه و فهرست تحلیلی دیجیتال بر پایه استانداردهای فراداده و مراحل نشر نسخه ی آر دی اف (RDF) سیستم بر روی وب رجوع شود به (Andaroodi and Kitamoto, 2010).

مجریان این پژوهش امید دارند تا سیستم اکتساب دانش معماری ایران با همکاری مراجع متولی نشر دانش معماری به مدخل سازی نمونه های مختلف ابنیه ی تاریخی و مدرن و تکمیل عناصر معمارانه، تزیینات و سازه و همچنین بخش های ساختمانی گونه های مختلف معماری ایرانی دست یابند و به صورت پرتال و پایگاه دانش آنلاین در دسترس عموم قرار گیرد.

اچ تی ام ال (HTML) مطالعه کنند و با بهره گیری از قابلیت های بالای سیستم در مطرح کردن پرسش یا جست و جوی پیشرفته ترکیبی در داخل پایگاه دانش به اطلاعات دست یابند. (به طور مثال پیدا نمودن ابنیه بر اساس ترکیبی از نام معمار، سال ساخت، مکان، اجزاء یا هر پیوند معنایی دیگر تعریف شده در داخل سیستم). بدین ترتیب یک کاربر بتواند به طور مثال کلیه مداخل وابسته به یک بانی خاص همانند خواجه نظام الملک که در شهری همانند اصفهان واقع شده است را در جست و جوی ترکیبی بیابد. در یکی از طرح های وابسته این پژوهش، سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک تهیه شده مخصوص یکی از محوطه های مهم معماری ایران که در فهرست میراث جهانی یونسکو ثبت شده است (ارگ بم)، با کمک ابزارهای چهارچوب

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله راهنمایی های ارزنده ی پروفیسور آسانوبو کیتاموتو و پروفیسور فردریک آندرس از انستیتو ملی انفورماتیک توکیو تقدیر و تشکر می شود. بخشی از برداشت های میدانی بویژه تهیه شناسنامه های تحلیلی پایه و طراحی پایگاه دانش تصاویر ابنیه برداشت شده توسط دانشجویان کارشناسی ارشد مرمت ابنیه و بافت های تاریخی دانشکده معماری دانشگاه تهران در سال های ۸۸ تا ۹۲ انجام گرفته است. این پژوهش از نرم افزار منبع آزاد اکتساب دانش Protégé برای طراحی پایگاه دانش استفاده کرده است.

## پی نوشت ها

پدیده ها، به منظور دستیابی به طبقه بندی کل موجودات عالم دست یابد (Aristotle, 2009). بر طبق نظراو، هستی جمع مواد مستقل یا اشیاء فیزیکی است که شکل دهنده کیفیت و یا ارتباط بینابین اشیاء است. این شیوه تفکر ماهیت وجودی پدیده ها و خصوصیات منتج از آن ها را مورد سؤال قرار می دهد و در دنیای معاصر توسط فلاسفه دیگری همانند هایدگر در ماهیت وجودی زبان (Heidegger, 1971) و سارتر در تعریف وجود و ذات فردی (Sartre, 1992) دنبال شده است.

10 Protégé Knowledge Acquisition System <http://protege.stanford.edu/>.

11 Domain Experts.

۱۲ کتابخانه های دیجیتال همانند آنتولینگو در وب موجود هستند که می توانند برای توسعه آنتولوژی جدید مورد استفاده قرار گیرند.

۱۳ دانشنامه ایران شهر <http://www.iranshahrpedia.ir>

۱۴ غیاث الدین جمشید کاشانی (حدود ۷۹۰-۸۳۲) ریاضی دان برجسته، اخترشناس و شمارشگر زبردست ایرانی.

15 The Art & Architecture Thesaurus® <http://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/>.

16 The Getty Thesaurus of Geographic Names (TGN)® <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/tgn/index.html>.

17 The Union List of Artist Names (ULAN)® <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/ulan/index.html>.

18 The Cultural Objects Name Authority (CONA)® <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/cona/index.html>.

19 Entries.

20 <http://www.encyclopaediaislamica.com/>.

21 Linguistic.

1 Information and Communication Technology.

2 Formalism.

3 Ontology.

4 Artificial Intelligence.

۵ همانند سیستم مدیریت دانش میراث فرهنگی و آنتولوژی بالادست "CIDOC CRM"، لغتنامه طبقه بندی شده "AAT"، میراث فرهنگی آنلاین یا "ECHO"، سیستم اکتساب دانش دامنه های ویژه همانند آنتولوژی "MONDIS" برای آسیب شناسی و مرمت، آنتولوژی توصیفی مراجع منتشر شده برای باستان شناسی یا "Ontological Description of Archaeological Scientific Publications" و نمونه های متعدد دیگر.

6 Geo reference.

7 Google Earth.

۸ در یکی از شناخته شده ترین الگوهای مدیریت اطلاعات و دانش یا هرم "DIKW" که داده، اطلاعات، دانش و خرد به ترتیب پایه و رأس هرم را تشکیل می دهد، تهیه اطلاعات از داده، فرآیند پاسخ به سؤال های متداول پنج گانه است: «چه کسی، چه چیزی، چه مکانی، چه تعدادی و چه زمانی». این فرآیند منجر به طبقه بندی و تعریف ساختار برای داده های خام اولیه می شود. با افزودن لایه دیگر مفهومی به داده های ساختار و سازمان یافته تحت عنوان اطلاعات، دانش در این هرم بدین صورت تعریف می شود: «ترکیب منابع مختلف اطلاعاتی در طول زمان، سازماندهی و پردازش برای رسیدن به مفهوم و اکتساب تدریجی محتوای اطلاعات، ارزشگذاری و تعریف قواعد» (Rowley, 2006). در این فرآیند تعریف پیوند میان اجزاء مختلف طبقه بندی شده، که پایه آنتولوژی را تشکیل می دهد، سبب برقرار کردن ارتباط مفهومی میان اجزای مختلف اطلاعاتی و اکتساب دانش نهفته پدیده هاست.

۹ ارسطو، فیلسوف یونانی قرن سوم قبل از میلاد در اثر خود با نام متافیزیک، بر مطالعه ای تأکید داشت که به شناخت صفات مشترک میان

## فهرست منابع

انوری، حسن و دیگران (۱۳۸۱)، فرهنگ بزرگ سخن، سخن.  
 انوری، حسن و دیگران (۱۳۸۳)، فرهنگ کنایات سخن، سخن.  
 اندرودی، الهام (۱۳۹۲)، مستندسازی دانش بنیان میراث معماری در ایران، نشریه هنرهای زیبا، دوره ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، صص ۷۹-۹۰.  
 بهادری نژاد، مهدی، دهقانی، علیرضا (۱۳۸۷)، بادگیر شاهکار مهندسی ایران، نشر یزدا.

بهشتی، سید محمد. قیومی بیدهندی، مهرداد (۱۳۸۸) فرهنگ‌نامه معماری ایران در مراجع فارسی، تهران: مؤسسه تالیف، ترجمه و نشر آثار هنری. پورمند، حسنعلی، کشتکار قلاتی، احمدرضا (۱۳۹۰)، تحلیل علت‌های وجودی ساخت باغ ایرانی، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، شماره ۴۷، پاییز ۱۳۹۰، صص ۵۱-۶۲.

پیرنیا، محمدکریم (۱۳۷۲)، تدوین معماریان، غلامحسین، آشنایی با معماری اسلامی ایران، دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ دوم، ۱۳۷۲.  
 پیرنیا، محمدکریم (۱۳۶۹)، تدوین معماریان، غلامحسین، شیوه‌های معماری ایرانی، مؤسسه نشر هنر اسلامی، چاپ اول، ۱۳۶۹.

خاکپور، مرگان (۱۳۸۵)، ساخت خانه‌های شکلی در گیلان، تهران، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۵، بهار ۱۳۸۵، صص ۴۵-۵۴.  
 ماهرنقش، محمود، عدل، کامران (۱۳۶۱)، طرح و اجرای نقش در کاشیکاری ایران، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اداره کل موزه‌ها، موزه رضاعیسی. ماهرنقش، محمود (۱۳۸۱)، میراث آجرکاری در ایران، انتشارات سروش. دهخدا، علی اکبر (۱۳۷۷)، لغت‌نامه، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.  
 زمرشیدی، حسین (۱۳۶۸)، طاق و قوس در معماری ایران، کیهان، چاپ اول، ۱۳۶۸.

شعرباف، اصغر (۱۳۸۵)، گره و کاربندی، فرهنگستان هنر.  
 فلاحفر، سعید، دهقانی، آزاده (۱۳۸۹)، فرهنگ واژگان معماری سنتی ایران، کاوش پرداز.

غیاث‌الدین جمشید کاشانی، ترجمه و تحشیه جذبی، علیرضا، نوشته تکمیل همایون، ناصر (۱۳۶۷)، رساله طاق و اراج، مجله ساختمان، شماره ۳، مصاحب، غلامحسین و دیگران (۱۳۸۰)، دایره‌المعارف فارسی، امیرکبیر. معماریان، غلامحسین (۱۳۶۷)، نیارش سازه‌های طاقی در معماری اسلامی ایران، جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت ایران.  
 موسوس بوجنوردی، محمدکاظم و دیگران (۱۳۸۵)، دایره‌المعارف بزرگ اسلامی، مرکز دایره‌المعارف بزرگ اسلامی.  
 میرسید علی جناب، کتاب الاصفهان (۱۳۰۳)، نمره ۵۲۸ وزارت معارف و اوقاف و صنایع مستظرفه.

Aristotle (2009), *Metaphysics*, Translated by W. D. Ross, Nu Vision Publications.

Andaroodi, Elham, Kitamoto, Asanobu (2010), *Architectural Heritage Online: Ontology-Driven Website Generation for World Heritage Sites in Danger*, Digital Heritage: Proceedings of Euromed 2010 (3rd International Euro-Mediterranean Conference), Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 6436, M. Ioannides (Eds.), pp277-290, Springer-Verlag.

Bonomi, A., Mantegari, G., and Vizzari, G. (2006), *A Framework for Ontological Description of Archaeological Scientific Publications*, in: Tummarello, G., Bouquet, P., Signore, O., Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Italian Semantic Web Workshop, volume 201, CEUR-WS.

Cacciotti, R., Valach, J., Kuneš, P., Čerňanský, M., Blaško, M., and Křemen, P. (2013), *Monument damage Information System (MONDIS), An Ontological Approach to Cultural Heritage Documentation*, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS Annals), II (5/W1), 55-60.

Gill, Tony (2000), *Touring the RLG Information Landscape: the CIDOC Conceptual Reference Model, (RLG Focus), ICOM, CIDOC CRM*.

Gruber, Thomas. R. (1995), *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*, in: International Journal of Human and Computer Studies, Vol. 43, No. 5-6, 1995, pp 907-928, Academic Press, Inc.

22 General Ontology for Linguistic Description.

<http://linguistics-ontology.org/gold-2010.owl>.

23 Morphological relation.

24 Onset.

25 Orthography.

26 Lexeme.

27 Meronym.

28 Hyponym.

29 Hypernym.

30 User Interface.

31 International Phonetic Association [http://en.wikipedia.org/wiki/Persian\\_phonology#cite\\_ref-ipa\\_handbook-1-0](http://en.wikipedia.org/wiki/Persian_phonology#cite_ref-ipa_handbook-1-0).

32 Suggested Upper Merged Ontology.

33 <http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>.

34 The Getty Research Institute.

35 <http://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/>.

36 Muqarnas. <http://www.getty.edu/vow/AATFullDisplay?find=muqarnas&logic=AND&note=&english=N&prev-page=1&subjectid=300081762>.

37 CIDOC Conceptual Reference Model (CRM) <http://www.cidoc-crm.org/>.

38 The visual Thesaurus <https://www.visualthesaurus.com/>.

39 Where? When? What? Who?.

40 <http://iranshahrpedia.ir/fa/indexer#limit:25|page:1> |

41 Parthenon.

42 Cultural Objects Name Authority® <https://www.getty.edu/cona/CONAFullSubject.aspx?subid=700000158>.

43 CIDOC Conceptual Reference Model (CRM) <http://www.cidoc-crm.org/>.

44 [http://www.cidoc-crm.org/official\\_release\\_cidoc.html](http://www.cidoc-crm.org/official_release_cidoc.html).

۴۵ طرح تحقیقاتی «شناسنامه تحلیلی یادمانها و ابنیه تاریخی ایران: بررسی استانداردهای جهانی فراداده (متادیتا)» به شماره ۲۷۳۸۲/۱۰/۰۱ که توسط نگارنده در معاونت پژوهشی پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران انجام شده است.

46 Core Data Index to Historic Buildings and Monuments <http://archives.icom.museum/objectid/heritage/core.html>.

47 International Council of Museums.

48 Principles for the recording of monuments, group of buildings and sites.

۴۹ اوجینو گالدیری Eugenio Galdieri ۱۹۲۵ - ۲۰۱۰، معمار و مرمت‌گراهل ایتالیا بود. گالدیری، مرمت بعضی از بناهای تاریخی ایران از جمله عالی قاپو، چهل ستون و هشت بهشت را به عهده داشت.

50 Instantiation.

51 Conventional Web Browsers (Internet Explorer, Mozilla, Netscape, etc).

۵۲ برداشت‌های میدانی و طراحی پایگاه دانش تصاویر برداشت شده ابنیه توسط دانشجویان کارشناسی ارشد مرمت ابنیه و بافت‌های تاریخی دانشکده معماری دانشگاه تهران در سالهای ۸۸ تا ۹۲ انجام گرفته است. در هر نیمسال برای دانشجویان کارگاه طراحی سیستم اکتساب دانش آنتولوژیک با استفاده از نرم‌افزار پروتزه توسط نگارنده برگزار شده و دانشجویان به تفسیر صدها عکس دیجیتال برداشت شده از بناها در پایگاه دانش تصویری طراحی شده توسط خودشان پرداخته‌اند.

53 Musen.

54 Gruber.

55 Semantic Web.

56 Local Area Network.

57 Web Application Framework.

58 Web Application Server.

59 <http://dsr.nii.ac.jp/Bam3DCG/>.

101: A guide to creating your first ontology, in: Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report, no. KSL-01-05, Stanford University.

Peterson, Tini (1994), Art & Architecture Thesaurus, Oxford University Press, 1990; and 2nd edition, 1994.

Rowley, Jennifer (2007), the wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy, Journal of Information Science 33 (2): 163-180.

Sartre, Jean-Paul (1992), Being and Nothingness: A Phenomenological Essay on Ontology, Translated by H. E. Barnes, WASHINGTON SQUARE PRESS, USA.

Heidegger, Martin (1971), On the Way to Language, Translated by Peter D. Hertz, Harper & Row, New York, USA.

Lassila, O., Swick, R. R. (1999) Resource description framework: (RDF) model and syntax specification, Note: World Wide Web Consortium, W3C Proposed Recommendation, PR-rdf-syntax-19990105. <http://www.w3.org/TR/PR-rdf-syntax/>.

Noy, Natalya F., Hafner, Carole D. (1997), the state of the art in ontology design: A survey and comparative review, in: AI magazine, Vol. 18, No.3, American Association for Artificial Intelligence (AAAI), pp 53-74.

Noy, Natalya F., McGuinness, D. L. (2001) Ontology development

