

Methodologies for Building the Ontology (Knowledge Maps)

Abdassalam Mohammad Al-Ghamdi

**PhD researcher - Department of Information Science - Knowledge Management - King
Abdulaziz University- KSA**

Abstract: The rapid advancement and development of information and communication technology has contributed to the provision and circulation of a tremendous momentum of information and knowledge; Consequently, an important research problem has arisen in the necessity of developing a standardized and objective methodology for information and knowledge institutions to support them in keeping pace with the changes of the times and improving and developing the concept of organization for their incubating environment, with the aim of organized storing and preserving, and enabling the beneficiaries in general to access and retrieve the information and knowledge stock in high efficiency, effectiveness, speed and ease. Thus, it was important to ensure the provision of tools and applications that contribute to developing solutions to this problem and to identify the best mechanisms and methods for organizing a standardized and objective process of the knowledge content. From this standpoint, the researcher is going to try answering the current study's research question that asks about the best possible method and methodology for building an Ontology or Knowledge maps. In this research, according to the inductive descriptive approach of previous research and studies, the researcher will provide a brief presentation of the concept of the semantic web in short as it is the practical application environment, and then focus on the concept of Ontology as one of the tools and applications of the semantic web, highlight the role of Ontology in this environment, achieve knowledge integration on the web, and refer to its definition, importance, objectives, components of its structure, types, languages used in it, tools and programs for its editors, and clarification of the Ontology's relationship with the search and retrieval process and its elimination of chaos and random information in the Internet environment. Hence, the importance of this research paper lies in reviewing a number of methodologies that clarify the stages, steps and rules for building the Ontology according to what research studies have shown in the literature on this topic, especially the study of (Fernández-López, 1999), and benefitting from these methodologies in developing a proposed model from the researcher's perspectives for the methodology of building Ontology and Knowledge Maps.

منهجيات بناء الأنطولوجيا (خرائط المعرفة)

إعداد الباحث :

عبد السلام محمد أحمد الغامدي

دكتوراه - قسم علم المعلومات - إدارة المعرفة

جامعة الملك عبدالعزيز - المملكة العربية السعودية

المستخلص

ساهم التقدم والتطور المتسارع في التقنيات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في توفير وتداول زخم هائل من المعلومات والمعرفة وبالتالي برزت مشكلة بحثية هامة تكمن في ضرورة وضع منهجية مقننة وموضوعية للمؤسسات المعلوماتية والمعرفية لدعمها في مواكبة متغيرات العصر وتحسين وتطوير مفهوم التنظيم للبيئة الحاضنة لديها بهدف التخزين والحفظ المنظم وتمكين المستفيدين بشكل عام من الوصول والاسترجاع للمحتوى المخزون المعلوماتي والمعرفي بكفاءة وفعالية وسرعة وسهولة عالية، وبالتالي كان من المهم الحرص على توفير الأدوات والتطبيقات التي تساهم في وضع حلول لهذه المشكلة والتعرف على أفضل الآليات والطرق الكفيلة بعملية تنظيم مقننة وموضوعية للمحتوى المعرفي. من هذا المنطلق سيحاول الباحث الوصول لحل تساؤل الدراسة الحالية المتمثل في ماهية أفضل طريقة ومنهجية ممكنة لبناء الأنطولوجيا أو الخرائط المعرفية، وسيقدم في هذا البحث وفق المنهج الوصفي الاستقرائي للأبحاث والدراسات السابقة عرضاً موجزاً لمفهوم الويب الدلالي باختصار باعتباره بيئة التطبيق العملية ومن ثم التركيز على مفهوم الأنطولوجيا باعتبارها إحدى أدوات وتطبيقات الويب الدلالي والتنويه بدور الأنطولوجيا في هذه البيئة وتحقيق التكامل المعرفي على الويب والاشارة إلى تعريفها وأهميتها وأهدافها ومكونات بنيتها وأنواعها واللغات المستخدمة فيها وأدوات وبرامج محرراتها، وتوضيح علاقة الأنطولوجيا بعملية البحث والاسترجاع وقضاياها على فوضى وعشوائية المعلومات في بيئة الأنترنت. ومن ثم تكمن الأهمية لهذه الورقة البحثية في استعراض عدد من المنهجيات التي توضح المراحل والخطوات والقواعد الكفيلة ببناء الأنطولوجيا وفق ما اظهرته الدراسات والأبحاث لأدبيات هذا الموضوع، خاصة دراسة (Fernández-López, 1999) والاستفادة من هذه المنهجيات في وضع وتحديد نموذج مقترح من وجهة نظر الباحث لمنهجية بناء الأنطولوجيا والخرائط المعرفية.

المقدمة:

لقد أصبحت قضية تنظيم المواد المعلوماتية والمعرفية من أهم الموضوعات التي تشغل مؤسسات المعلومات المختلفة وبيئة (الويب) شبكة الأنترنت في عصرنا الحاضر، حيث يعد التنظيم حلقة رئيسية في دورة حياة المعلومات والمعرفة والتي تعاقبت العقود على تطويرها واستحداث

أدوات جديدة وحديثة تواكب التطورات السريعة والمتغيرة في عامل التقنية والتكنولوجيا ووسائل الاتصال. ولذلك يمكن القول: بأن هناك تشابه حالي بين دور المكتبات ومراكز المعلومات وبين شبكة الإنترنت في عملية التنظيم وتوفير امكانية البحث والوصول والاسترجاع الفعال Effective Retrieval، بالرغم من أن هذا التشابه لا يمكن حدوثه على صعيد الحجم والسرعة في تلبية حاجات المستخدمين المتزايدة، حيث أصبحت الطرق والأساليب التقليدية في التنظيم عاجزة عن مواجهة الفيضان الهائل لكمية المعارف والمعلومات، مما دفع اهتمام الباحثين في كثير من الدراسات والأبحاث في مجال إدارة المعرفة بالبحث في منهجيات أدوات تنظيم المعلومات والمعرفة وتطويرها، وبما يضمن دعم وتسهيل حفظها و الوصول لها واسترجاعها. ومن بين هذه الأدوات الخرائط المعرفية أو ما يطلق عليه خرائط المفاهيم (الأنطولوجيا) التي يمكن اعتبارها كتمثيل وتصوير مرئي يساعد في تخطيط وترتيب الأفكار والمفاهيم وعرضها بطريقة تُمكن الآخرين من الوصول إليها واسترجاعها ونقلها وتبادلها ومشاركتها. كما ساهم أخصائيو المعلومات ومهندسو المعرفة في المشاركة في تنظيم بنية الويب الدلالي Semantic Web، ويتطلب تحقيق ذلك التشخيص والفهم الدقيق للمجالات المعرفية المختلفة، وتحديد المشاكل التنظيمية التي يمكن التغلب عليها من خلال استخدام المنهجيات المناسبة التي تهدف بالدرجة الأولى إلى التفسير والفهم والتحليل والتنظيم للبيانات والمعلومات، ومن ثم الاستعانة بتطبيقات وبرمجيات الويب الدلالي ومنها الأنطولوجيا Ontology التي تساهم في إثراء البيئة بمعاني المفاهيم والمصطلحات وتساعد في تمثيل هذه المفاهيم عن طريق الربط بينها بعلاقات ذات معنى تسهل ربط الأشياء الموجودة مع بعضها البعض وتمكن من فهم أوسع للمفاهيم المختلفة. وتعمل على تسهيل نظم التشغيل البيئي Interoperability Systems وإمكانية النقل والتبادل عبر شبكة الأنترنت والتطبيقات المختلفة. كما تعمل على تحديد ومعالجة المفاهيم الرئيسة والعلاقات فيما بينها وذلك لحل مشاكل تمثيل المعرفة وتيسير المعاني وفهمها دلاليًا عن طريق الحواسيب، لذا تعتبر الأنطولوجيا كما أشار (العمران، 2012: 23) العمود الفقري وحجر الأساس للويب الدلالي، وذلك لأنها تساعد في تحويل الويب الحالي من المقروء آلياً Machine-Readable إلى المفهوم آلياً Machine-Understandable. وبالتالي فإن أهمية هذه الورقة البحثية تكمن في تسليط الضوء على مفهوم بيئة الويب الدلالي وأهم تطبيقاتها المتمثلة في خرائط المعرفة أو المفاهيم (الأنطولوجيا)، ودورها وأهميتها في تحقيق التكامل المعرفي على الويب، وأفضل المنهجيات المستخدمة لبنائها.

مفهوم الويب الدلالي Semantic Web:

يعد الويب الدلالي من أهم التقنيات الحديثة في مجال محركات البحث واسترجاع المعلومات، وتعد المكتبات الرقمية المتاحة على شبكة الأنترنت إحدى تطبيقاته. وباعتبار ما تم الإشارة إليه في مقدمة هذا البحث من أن الويب الدلالي يمثل البيئة العملية الخصبة والغنية لتطبيق وتمثيل الأنطولوجيا نضير ما تحتويه هذه البيئة من فيضان وكَم هائل من المواد المعلوماتية والمعرفية بتنوع أشكالها؛ جعلت من الويب مستودع ومخزن كبير للمعرفة Knowledge repository، والذي يفتقر غالباً لعملية التنظيم الذي يخدم الاسترجاع الفعال، مما جعله يحتاج بالفعل إلى خلق وتوفير بيئة مناسبة تمكن محركات البحث من إدارة المحتوى الرقمي والعمل على تنظيم وتصنيف ذلك المحتوى وفقاً للتقارب الموضوعي بينها في مجال معرفي معين عبر تمثيل المفاهيم والمصطلحات وفهم معانيها دلاليًا وتوضيح العلاقات فيما بينها عبر تمثيل رسوم

خرائط معرفية (الأنطولوجيا)، لذا فإنه من الأهمية تسليط الضوء بشكل مختصر على مفهوم الويب الدلالي في هذا الجزئية والتي من خلالها نستطيع فهم العلاقة والدور الذي تلعبه الأنطولوجيا في هذه البيئة .

هناك تعريفات عديدة لمفهوم الويب الدلالي أو ما يطلق عليه "الويب ذات الدلالات اللفظية"، ويمكن استعراض بعضا من هذه المفاهيم على النحو التالي:

يُعرف الويب الدلالي على أنه ثورة جديدة في عالم الويب حيث تصبح المعلومات قابلة للمعالجة من قبل الحاسبات بدلاً من كونها بشرية التوجيه في الويب الحالي ، وبالتالي فإن الويب الدلالي يسمح للمتصفح أو البرمجيات العميلة بالبحث والعثور على المعلومات ومشاركتها بدلاً عنها. (ويكيبيديا .ويب دلالي) . ويعرف معجم (W3C) الويب الدلالي بأنه: عبارة عن شبكة من البيانات تستطيع البرامج الحاسوبية من خلالها قراءة هذه البيانات ومعرفة دلالاتها والمقصود منها. ويعرفه (رمود، 2014) بأنه: يتمثل في مجموعة من الطرائق والتكنولوجيات المتبعة لجعل الآلات قادرة على فهم المعاني ودلالات المعلومات الموجودة على شبكة الانترنت، في العديد من تطبيقات الويب ودمج المعلومات بطريقة ذكية ، وتوفير الوصول المعنوي الدلالي الى الانترنت، واستخراج المعرفة من النصوص بشكل سهل وميسور. بينما اعتبر (العباسي، 1432) الويب الدلالي بأنه: امتداد للشبكة الحالية بحيث يكون هناك معنى محدد للمعلومات، لكي تتمكن أجهزة الحاسوب والبشر على العمل في تعاون أفضل وبصورة واضحة ومنظمة. كما تعرف الويب الدلالي (بامفلح، 2010) بأنه نقلة في معالجة وتنظيم المعلومات عن طريق التأكد من استيعاب الويب لمعاني ودلالات الكلمات بعكس تعامله في السابق مع الألفاظ من خلال التعرف على اللغة الثنائية. ويشير (الأكلي، 2012) إلى أنه يسمى بالويب ذو الدلالة اللفظية أو ويب دلالات المعاني.

ومن خلال عرضي وإطلاعي على هذه التعريفات يمكن تعريف الويب الدلالي بأنه: عبارة عن مجموعة من التطبيقات والأدوات التي تقوم على ترميز وفهم الصفحات المتاحة على الويب من خلال فهمه لنمط الترميز المرتبط بالعنوان ومعرفة ما يعني بدقة وتوفير روابط علائقية للمفاهيم والمصطلحات المرتبطة في مجال معين عبر رسوم تمثيلية مقننة ومنهجية ليسهل على المستفيد استرجاع المعلومات بسرعة ودقة.

وأشار (الأكلي، 2012) إلى أن أهمية الويب الدلالي تتمثل في تقديم معايير قياسية Standards مفتوحة من الممكن استخدامها في الكشف عن محتويات مصادر المعلومات؛ وذلك عن طريق استخدام مجموعة من الأدوات الموحدة التي تساعد في تحقيق ذلك؛ ومن هذه الأدوات محور موضوع البحث الأساسي المتمثل في الأنطولوجيا Ontology ، وتشمل الأدوات ما يلي:

- لغة الترميز الموسعة: (XML Extensible Markup Language).
- خرائط المفاهيم أو الأنطولوجي: (Ontology).
- المعيار العام لوصف المصادر: (Resource Describe RDF Schema Framework).
- لغة أنطولوجيا الويب: (Web Language Ontology OWL).

ونستنتج مما سبق أن الويب الدلالي يقوم في الأساس على أدوات وتطبيقات معينة تعمل على استرجاع المادة المعلوماتية والمعرفية من شبكة الانترنت عن طرق محركات البحث القائمة، ومن تلك التطبيقات الأنطولوجيات **Ontology** ؛ والتي تعد من أهم تطبيقات الويب الدلالي؛ حيث تعتبر الأنطولوجيا بمثابة قطعة معمارية هندسية، ويشار إليها على أنها تسمية رسمية مصورة وتعريف لأنواع وخصائص وعلاقات المفاهيم والمصطلحات لكيانات البيانات في مجال معرفي معين. وسوف يتناول البحث في الجزء التالي هذا العنصر كأحد أهم تطبيقات الويب.

مفهوم الأنطولوجيا **Ontology**:

استخدمت في مجتمع المعلومات الأنطولوجيا للدلالة على كتل البناء **Blocks building** والتي تستخدم لكي تمكن وتساعد الحاسبات والبشر في المشاركة في المعرفة. (عبد الهادي، 2009). وقدمت وثيقة لغة أنطولوجيا الويب تعريفاً للأنطولوجيا علي أساس الاستخدام وذلك بأنها تقوم بتعريف المصطلحات المستخدمة في وصف وتمثيل أحد المجالات المعرفية، وعادة ما تستخدم الأنطولوجيات الأفراد وقواعد البيانات والتطبيقات التي تحتاج إلي تقاسم أو مشاركة المعلومات فيما بينها، وتشمل الأنطولوجيات التعريفات الحاسوبية للمفاهيم الأساسية في المجال المعني، مع تحديد طبيعة العلاقات بينها كما أنها تقوم بتمييز المعرفة في مجال ما، وكذلك المعرفة المشتركة بين المجالات وهي بهذه الطريقة تجعل المعرفة قابلة لإعادة الاستخدام وفي هذا السياق سعت لجنة مهام أنطولوجيا الويب **Web Ontology Working Group** في ائتلاف الويب **W3C** إلى تطوير لغة أنطولوجيا الويب **OWL**. (<http://www.w3.org>). ويذكر الشامي في معجمه أن مصطلح الأنطولوجيا **Ontology** في مجال الحاسب يقصد به دراسة المفاهيم وعلاقتها في نظام المعلومات، وهي في هذا المفهوم عبارة عن شجرة العائلة الخاصة بالتصنيفات (عبد الهادي، 2009: 93). في علم المعلومات يمكن أن يتسع مفهوم الأنطولوجيا كما أشار بدر نقلا عن براين فيكري أن الأنطولوجيا هي: خطة أو منهج يمكن أن يتضمن استخدام الفئات الدلالية للمفاهيم الهامة في تخصص معين، (وقد يكون هذا التخصص عريضا كعالم المعرفة) مع تعريف أو نطاق كل مفهوم، فضلا عن عرض العلاقات بين المفاهيم المختلفة (بدر، وعبد الهادي، 1415). ويعرف (Gruber, 1993) الأنطولوجيا بأنها: تحديد ضمني للتصور المفاهيمي، أي أنها تمثل مواصفات لتصور مجموعة مفاهيم وهذه المفاهيم هي مجموعة الوحدات أو المفردات التي تشكل ميدان معين وتستهل هذا التصور المفاهيمي بتحديد الكيانات المجردة، أو المادية، والعلاقات بينهما.

كما قدم نيشيز **Neches** ، أحد التعاريف الأولى لمفهوم الأنطولوجيا. حيث عرفها على النحو التالي: أنها تحدد المصطلحات الأساسية والعلاقات التي تشمل المفردات من مجال الموضوع وكذلك قواعد الجمع بين المصطلحات والعلاقات لتحديد ملحقات للمفردات. وهذا التعريف الوصفي يروي ما يجب القيام به من أجل بناء الأنطولوجيا، ويعطينا بعض المبادئ التوجيهية: ويحدد المصطلحات الأساسية والعلاقات بين المصطلحات، ويحدد القواعد إلى الجمع بين المصطلحات، ويوفر تعريفات لهذه المصطلحات والعلاقات

(Neches, 1991). وعرفها قاموس Harrods للمكتبات: نقلاً عن (أبو شرحه) على أنها: المجال الذي يعمل على توفير مجموعة مشتركة من المصطلحات والمفاهيم وتحديد العلاقات بينهما بدقة شديدة من أجل توصيف مجال موضوعي أو معرفي محدد بطريقة تمكن نظام الحاسبات من الاتصال والتواصل مع بعضها البعض بحيث تكون بمنأى عن نظام التشغيل الفردية والمعماريات المعلومات ونطاقات البرامج. (أبو شرحه ، 2016).

من خلال عرض التعريفات السابقة نستنتج أن تعريف (Gruber, 1993) هو أبسط التعريفات للأنطولوجيا، وهو الأساس لكل التعريفات التي أتت قبله، كما يتضح أيضاً أن مفهوم الأنطولوجيا يرتبط ارتباطاً وثيقاً بعلم المعلومات بكونه يهتم بطرق تنظيم المعرفة وإدارتها سواء في البيئة التقليدية أو البيئة الرقمية. ومن ثم فإن هذا العلم يعد أحد فروع هندسة البرمجيات والمعلوماتية الحديثة التي تهتم بأساليب ومنهجيات بناء الأنطولوجيات ورسم وتمثيل العلاقات المفاهيمية بين المصطلحات. ويمكن تعريف الأنطولوجيا من وجهة نظر الباحث بأنها: الطريقة التصويرية المرسومة التي من خلالها توضح العلاقات بين المفاهيم المشتركة من ناحية والمصطلحات من ناحية أخرى؛ فتصبح قابلة للقراءة والفهم والاسترجاع سواءً من قبل العنصر البشري أو العنصر المادي الآلي.

دور الأنطولوجيا في تحقيق التكامل المعرفي على الويب:

تقوم الأنطولوجيا بدور فعال في تحقيق التكامل المعرفي من خلال ترتيب وتنظيم المعلومات؛ حيث يرى النشري (2012) أن دور الأنطولوجيا في تحقيق التكامل المعرفي على الويب يتمثل في النقاط التالية:

- ✓ توفر الأنطولوجيا القدرة للتطبيقات والبرامج علي إدارة ودمج وتكامل المعرفة بين الأقطاب والمصادر والمحتوي المتاح علي الويب من خلال استخدام المنطق وقواعد الاستدلال.
- ✓ تعمل الأنطولوجيا علي جعل شبكة الانترنت بمثابة قاعدة بيانات معرفية تمكن المستخدمين من البحث والاسترجاع وتحديد المعلومات بسهولة ويسر وفاعلية.
- ✓ تساعد الأنطولوجيا علي توفير بنية فئوية ذات تبويب موضوعي للمحتوي المتاح مما يكفل القدرة علي الاسترجاع بكفاءة عالية.

بالإضافة إلى ما سبق ذكره من أدوار هامة، فإنه يمكن من خلال إطلاع وقراءة الباحث الإشارة إلى أن الأنطولوجيا يمكن استثمارها في تطبيقات مختلفة ومن ذلك: تنظيم المحتوى وترميز كيانات البيانات المترابطة الموجودة في صفحة الويب في مجال معرفي معين، وكذلك نشر ذلك المحتوى وإمكانية نقله حيث أن استخدام التوصيف في نشر المحتوى يزيد من ترتيب المواقع ونتائج البحث وسهولة استرجاعها، كما يمكن استخدامه في التعليق التوضيحي على المحتوى والتكامل الدلالي للبيانات من مصادر متعددة.

ويشير (النشري، 2012) إلى أن مصطلح التنقيب على شبكة الويب Web Mining له القدرة على اكتشاف المعرفة من واقع البيانات المتاحة على شبكة الويب، مركزة في ذلك على ثلاثة قطاعات رئيسية:

- ✓ التنقيب عن محتوى الويب. Web content mining .
- ✓ التنقيب اعتماداً على بنية الروابط المتاحة على الويب. Web structure mining .
- ✓ التنقيب من واقع أنماط الاستفادة والاستخدام على الويب. Web usage mining .

وتلعب الأنطولوجيا دوراً رئيسياً في كل من القطاعات الثلاث إذ تعمل على تمثيل المحتوى وفقاً للمفاهيم والدلالات المراد التعبير عنها معتمدة في ذلك على أنماط المنطق والاستدلال الرياضي، كما تعمل على تحدي العلاقات والروابط بين البيانات المختلفة على الويب، وتعمل على تصنيف المحتوى لفئات وفقاً لموضوعية استخدامه. وتعمل قوائم المفاهيم على تحديد المفاهيم الرئيسة المعالجة في وثيقة ما، وتحديد العلاقات ما بين هذه المفاهيم وذلك لحل مشاكل تمثيل المعرفة وتيسير المعاني وفهمها عن طريق الحواسيب، وتساهم الأنطولوجيا بتوضيح محدد وأكيد لمفهوم مشترك حيث يكون هذا التوضيح بواسطة مجموعة من المصطلحات مرتبة شجرياً في ميدان علمي معين، أي أن الأنطولوجيات تعد تطوراً في تمثيل الكلمات والمفاهيم (محمد، 2011: 37).

من خلال ما سبق يتضح أن الأنطولوجيا تعدّ إحدى أهم تطبيقات الويب الدلالي، وإن صح لي التشبيه يمكن القول: أن الأنطولوجيات تشبه غابة كثيفة من الأشجار في بيئة الويب الدلالي وكل أنطولوجيا عبارة عن شجرة منفردة في مجال معرفي معين تترابط أجزائها التي تتمثل في أغصان وفروع المفاهيم والمصطلحات بواسطة العلاقات الهرمية التي تحدد علاقة كل مفهوم أو مصطلح بالآخر.

أهمية وأهداف الأنطولوجيا:

يذكر (السريحي، 2018) بأن أهمية التحليل الموضوعي تبرز في كلمتين أساسيتين وهي الاسترجاع الفعال Effective Retrieval، ويمكن تحديد قيمة هذا الاسترجاع الفعال من خلال العلاقة Relevancy والدقة Accuracy. وهذا يمثل أهمية كبيرة للأنطولوجيا حيث تكمن أحد أهم أهدافها في توفير تنظيم وتصنيف للمادة المعلوماتية والمعرفية بشكل ممنهج ومقتن بحيث يتكامل مع بقية التطبيقات والبرمجيات وقواعد البيانات على الويب، وبالتالي يتحقق للمستفيد كفاءة الاسترجاع السريع بوضوح ويسر وسهولة من خلال محركات البحث المتاحة. وتكمن أهمية بناء منهجية الأنطولوجيا وتمثل الأنطولوجيا أو كما يطلق عليها "المفاهيم أو المعاني الدلالية" أحد أبرز مكونات الويب الدلالي، لكونها وسيلة فعالة من وسائل التحليل المتقدم للمحتوى، وارتباطها الوثيق بأدوات البحث والملاحظة الدلالية، وعملها على الحد من درجة الغموض المفاهيمي لهذه الأدوات عبر تنظيم المصادر واسترجاعها بصورة دلالية. ويشير (أحمد؛ و قبلان؛ و قريعة، 2013) أن الأنطولوجيا تعد جسراً مهماً بين تمثيل المعرفة ودلالات المفردات، وقد نظر الباحثون إلى مفهوم الأنطولوجيا من زوايا كثيرة فبعضهم يرى الأنطولوجيا هي مفردات غنية لغوياً لوصف مجال يمكن أن يكون مفهوماً من قبل أجهزة الحاسوب.

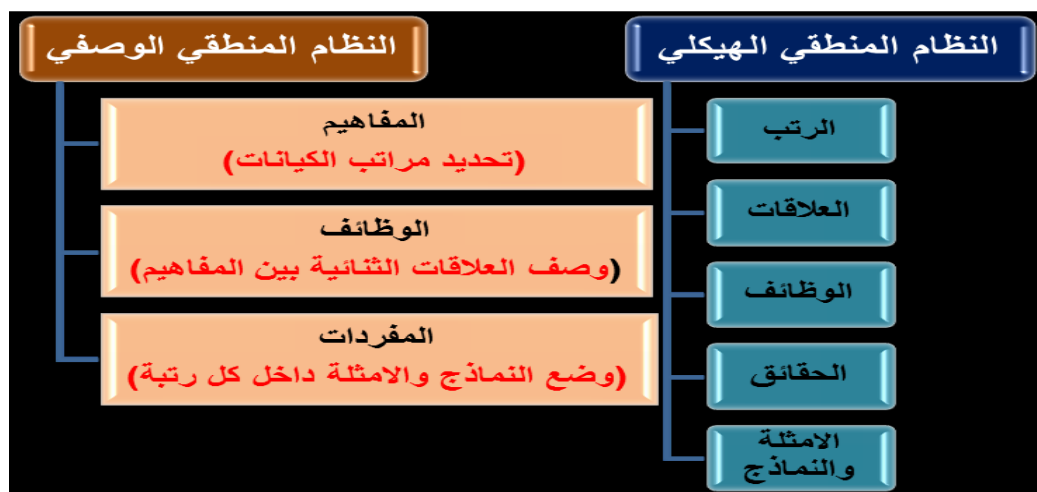
وتتمثل أهداف الأنطولوجيا كما أشار إليها (الحلوة، 2011: 8) في تعزيز كفاءة التطبيقات الحاسوبية في معالجة اللغات الطبيعية وذلك من خلال قدرتها على الاستدلال المنطقي ونجاحها في ذلك يسهم في تحليل النصوص، الترجمة الآلية، والتعبير الآلي، والبحث الدلالي وتوليد عدد من المعاجم اللغوية المتنوعة، وفك اللبس الدلالي كما تساهم في مد الجسور بين المعرفة والمادة النصية لتقليل الفجوة بينهما،

والقدرة على التمثيل المعرفي وربط الألفاظ بالمفاهيم، والمفاهيم بالكليات من خلال العلاقات بينهما؛ مما يسهم في تشكيل وبناء قواعد المعرفة ويسهل تداولها. والقدرة على تحليل المفردة الى ذراتها الدلالية، وذلك يساعد على التمييز الدقيق بين دلالات المفردات، كما يمكن من عمل معادلة دلالية تكوينية شبه رياضية يقبلها الحاسوب. وبالتالي تسهم تطبيقات الأنطولوجيا في الكشف عن الكليات اللغوية لذلك يمكن اعتبارها لبنه أساسية في بناء الويب الدلالي، وتوسيع قدرتها على الإنجاز.

وهنا أرى أهدافا أخرى فهمتها من قراءاتي الأدبية للدراسات حول الأنطولوجيا لا تقل أهمية عن الأهداف الأخرى سابقة الذكر، وهي أن تحليل المجال المعرفي إلى مكوناته المفاهيمية واعتبارها الكيانات الرئيسية Main Entity والتي ينبثق عنها كيانات أخرى فرعية Branch Entity وتوضيح السمات والصفات والعلاقات المشتركة فيما بينها وتمثيل تلك الروابط في رسوم تصويرية يوفر لنا بنية أساسية لإدارة محتوى المجال المعرفي وبالتالي يوفر لنا على مستوى المصطلحات هدف التشغيل البيني Interoperability وتبادل ونقل المادة المعلوماتية والمعرفية والفهم المشترك لبيئة المعلومات بين الأنظمة والمستفيدين والمعنيين بذلك المجال. كل هذا يساهم بشكل أو بآخر في تحديد المفاهيم والكيانات والمصطلحات والفئات في ميدان معرفي معين Knowledge domain وبالتالي نمذجة العلاقات بينها أو صياغتها بشكل مترابط يسهل الاستدعاء لها وجعل الغموض المفاهيمي والدلالي في حده الأدنى في بيئة معلوماتية ثرية وتكنولوجية مرنة . ومن هنا سنلقي الضوء في الجزء التالي على مكونات بنية الأنطولوجيا للتعرف على الوحدات التي تتألف منها وكيفية بنائها فيما بعد.

مكونات بنية الأنطولوجيا:

تختلف مكونات البنية بين العديد من الأنطولوجيات القائمة ومع ذلك توجد بعض العناصر المشتركة فيما بينها ويوضح الشكل التالي العناصر الرئيسة المكونة لأي أنطولوجيا:



شكل يوضح مكونات الأنطولوجيا (أحمد، 2014)

ومن مكونات الانطولوجيا كما ذكرها (السريحي، 2018) نقلا عن الشرقي ما يلي:

كيانات Entity: والتي تعرف في مجال بالمفردات Individuals وتعد المكون الأساسي في بيئة الانطولوجيا وتمثل المستوى الأول داخل الانطولوجيا وتشير كلمة المفردات إلى مختلف الكيانات المادية والمجردة.

الأفكار Ideas: أو ما يسمى الفئات Classes وتعد المكون الثاني في بيئة الانطولوجيا وتشير إلى التصنيف الأساسي في مجال ما، حيث تشمل على مجموعة من المفردات Individuals أو الكيانات Objects والتي تجمع صفات مشتركة تجعلهم ينتمون إلى هذه الفئة التي تم تسكينهم فيها، ولا يقتصر اشتغال الفئات على المفردات فحسب بل تمتد لتشمل فئات فرعية Subclasses لتكون بذلك فئة رئيسية أخرى تشمل على فئات فرعية في تسلسل هرمي وبالتالي فإن أعضاء الفئة الفرعية ينتمون بحكم المنطق إلى الفئة الرئيسية.

الخصائص Properties: والتي تعرف أيضاً بالسمات Attributes توصف كل من الفئات Classes والمفردات Individuals في الانطولوجيا وفق الخصائص المميزة لها عن غيرها والمحددة لذاتها، ولا يقتصر أمر السمات على توصيف المفردات والفئات بل يمتد ليقوم بتوصيف العلاقات التي تربط هذه الكيانات كلها مع بعضها البعض، حيث يقوم بتحديد طبيعة ونوع العلاقة التي تربط مفردة بمفردة وفئة بفئة ومفردة بفئة.

العلاقات Relationship: تعد العلاقات أحد أهم السمات التي تميز الانطولوجيا حيث تتسم العلاقات في بيئة الانطولوجيا بأنها تتمتع بالتوصيف والمسميات والدلالات الأمر الذي يكفل لأنظمة الحاسب الآلي تحقيق التكامل المعرفي بين الكيانات المختلفة.

أنواع الانطولوجيا:

رغم تعدد واختلاف أنواع الأنطولوجيا المطروحة في فكر أدبيات الأبحاث المتعلقة بالموضوع خاصة الدراسات الأجنبية والتي تنوعت الأنطولوجيا فيها تبعاً لنوع المهام فمنها الشاملة ومنها المهمة أو تبعاً لنوع المجال فمنها مخصص للبيانات المصورة أو قاعدة المعرفة ومنها تبعاً لنوع البيانات أو خصائص الوثيقة ومنها التأسيسية أو العليا والأساسية أو الوسطى والمجال أو المنخفضة ومنها أيضاً العامة والمشاركة وأنطولوجيا التطبيقات أو المجال ومنها ما هو متعلق بنمط اللغات المستخدمة والتقنيات المتاحة مثل النمط المعماري الخاص بتقنية التواصل عبر الشبكة باستخدام (HTTP) أو (XML) أو النمط المتغير باستخدام (RDF) أو البيانات المتغيرة باستخدام (RDFTP) (مصلوم، 2017)، إلا أن هذا المحور سيسلط الضوء على الأنواع التالية فقط لارتباطها من وجهة نظر شخصية بمنهجية البناء التي سنذكرها لاحقاً:

أولاً: أنطولوجيا المجال المحدد Domain Department Ontology: وهو يمثل المعاني المحددة للمصطلحات، كما تنطبق في ذلك المجال، مثل مشروع الأنطولوجيا في مجال الزراعة (Agricultural Ontology Services (AOS)، الذي يقوم به المركز العالمي للمعلومات الزراعية، التابع لمنظمة الأغذية والزراعة.

ثانياً: الأنطولوجيا العامة Generic ontology: والتي تمثل المعرفة الممتدة عبر الميادين، وهي نموذج للأشياء العامة التي تنطبق عموماً عبر مدى عريض من انطولوجيات الميادين، مثل شبكة الكلمات Word Net (الأنطولوجيات اللغوية)، والهدف من هذا التيار عام لكل أو معظم الفئات التي تواجهها، وهذه الأنطولوجيات تكون شاملة ولكنها غير مفصلة. (عبد الواحد، 2012: 31).

كما قسم عبد الهادي الأنطولوجيا إلى نوعين أيضاً:

النوع الأول: انطولوجيا المجال المحدد وتمثل المعاني المحددة للمصطلحات كما هي مطبقة في هذا المجال.

النوع الثاني: الأنطولوجيا العامة والتي تمثل المعرفة الممتدة عبر المجالات. (عبد الهادي، 2009).

اللغات المستخدمة للأنطولوجيا.

ذكر (السريحي، 2018) نقلاً عن الأكلي بأنّه يتم بناء الأنطولوجيا باستخدام مجموعة من اللغات من بينها كما ذكر (النشري، 2012) ما يلي:

✓ **لغة الاستدلال الأنطولوجي (OIL) Ontology Interface Language** وتعمل على تسهيل التشغيل البيئي

الدلالي بين مصادر المعلومات المتاحة على الويب، وقد تم تطويرها من قبل الاتحاد الأوروبي وذلك عن طريق مشروع (Ontoknowledge)

✓ **لغة (DAML) Darpa Agent Markup Language** وتعمل على تطوير لغة تكويد تمكن الحاسبات من

تفسير المعاني والدلالات التي تحتويها مصادر المعلومات على الويب، وقد تم عرضها لأول مرة في سنة 2000 عن طريق مشروع (Defense Advanced Research Projects Agency).

✓ **لغة أنطولوجيا الويب (OWL) Web Ontology Language** وتفيد في إمكانية تمثيل المعرفة بالطريقة التي

تنسجم واحتياجات المستخدم، ووفقاً للقيود والضوابط لكل مستوى، ويقدم هذا الشكل من لغة الويب الدلالي معارف كثيرة عن الأشياء والعلاقات فيما بينها، وتستخدم فيها الحاسبات لاعتمادها على الحساب والمنطق، وتعتبر جزءاً من تكنولوجيا الويب التي تأتي بالصيغ التالية (RDF, SPARQL, RDFS)، وتعدّ لغة أنطولوجيا الويب (OWL) Web Ontology Language:

Ontology Language: بمثابة مخطط للعلاقات الذي يعمل على تسهيل وصف وتمثيل خرائط المفاهيم والمصطلحات والعلاقات التي تربط بينها ضمن مجال محدد. وتعد هذه اللغة أحدث من إطار وصف المصادر RDF الذي يمكن أن يستخدم أيضاً لتمثيل الخرائط، فهي تقدم مميزات أوسع منها في تمثيل المفاهيم، حيث تركز OWL على (ربط المعلومات مع بعضها، وتأسيس العلاقات بين المعلومات والمفاهيم التي تجمعها علاقة ما، وذلك اعتماداً على قوانين مقتبسة من علوم فلسفية، وهذه العلاقات والروابط التي تؤسس بين المعلومات تستفيد منها البرمجيات المختلفة في فهم وبالتالي تحليل ومعالجة المعلومات طبقاً للعلاقات التي تربطها (بامفلح، 2010). وعلاوة لما سبق عرضه من اللغات يضيف (الأكلي، 2014) اللغة التالية:

✓ **لغة التوكيد القابلة للامتداد والتوسع (XML) Extensible Markup Language**: وهذه اللغة سهلة في تكوينها وقادرة على التعامل مع البيانات والنصوص الرقمية الضخمة أو ذات البنية الهيكلية المعقدة ووصفها، وتعمل هذه اللغة على توصيف المصادر باستخدام واصفات البيانات ومنهجية تقدم نسق منظم من البيانات، وتقدم لغة XML بيانات نصية ما يجعل قراءتها أسهل من غيرها، وتحتاج لغة XML إلى وجود أداة تساعد في التعريف بالمفاهيم الأساسية التي ترد في الوثيقة وتكويداتها، وبما يمكنها من التمثيل والتعبير الدلالي عن طريق الاستعانة بإطار وصف المصادر العام (RDF) Resource Description Framework.

ويمكن أن تستخدم هذه اللغات في برامج وأدوات محررات الأنطولوجيا مفتوحة المصدر والتي نذكر منها ما يلي :

أدوات وبرامج محررات الأنطولوجيا مفتوحة المصدر Ontology Open Source Editors

يرى الزهيري (2017) أن أهم أدوات بناء العلاقات الأنطولوجية تتمثل في الأدوات التالية:

أ- **لغة الويب الدلالي (OWL)**: والتي يتم استخدامها في التحكم ببيانات الويب وتتميز بأنها تسهل عملية توصيف المفاهيم والعلاقات في مجال معرفي معين.

ب- **أداة (HOZO)**: وهي عبارة عن أداة برمجية مفتوحة المصدر متخصصة في تطوير الأنطولوجيا وتعد أحد أهم محررات الرسوم البيانية القائم على لغة الجافا، وتعمل على تقديم منهجية عمل قائمة على مبادئ الأنطولوجيا وإدارة المعلومات في بيئة الويب بطريقة منظمة وواضحة بهدف تفعيل دور الأنطولوجيا كواحدة من تقنيات الويب الدلالي.

ج- **أداة (Portege)**: عبارة عن محرر أنطولوجيا مفتوح المصدر، متاح مجانياً يستخدم لعمل الإطارات الذكية، وتعمل باستخدام لغة الجافا، وتتيح للجميع التواصل كمستخدمين للأنطولوجيا ويقومون بتطوير تطبيقاتها وتبادل الخبرات من خلالها، كما أنها بيئة عمل واسعة ومرنة قابلة للتطوير بسهولة.

د- **أداة (OBO)**: تم تصميم هذه الأداة في معهد بيركلي للمشاريع مفتوحة المصدر في الولايات المتحدة الأمريكية عام 2007م، ومن مميزات أنها توفر واجهة تعامل سهلة لعرض وبناء الأنطولوجيا برمجية مهنية عالية، حيث تعمل على تحرير وإنشاء الأنطولوجيا بشكل سريع ودقيق بالتركيز على الصفات التي تربط بينها.

وتستخدم هذه البرامج والأدوات لمحررات الأنطولوجيا لغات متعددة لتمثيل الأنطولوجيا في بيئة الأنترنت الجديدة والمتمثلة في بيئة الويب الدلالي ليتم استرجاع المادة المعلوماتية للمجال المعرفي من خلال محركات بحث متعددة تعمل وفق منطق المعاني الدلالية للمفاهيم وهو ما سنناقشه في الفقرة التالية:

الأنطولوجيا وعلاقتها بالبحث والاسترجاع والتغلب على فوضى وعشوائية المعلومات في بيئة الأنترنت:

إن الباحث والمستخدم لأدوات الوصول للمعلومات المتاحة علي شبكة الأنترنت يقع دائماً تحت وطأة المعلومات المتجددة وكثرتها، وتحت وطأة الفوضى المعلوماتية في بيئة الأنترنت، وكثرة وفوضى المعلومات تؤدي إلى صعوبة في إيجاد المعلومات الهادفة والمفيدة في الوقت

المناسب حيث يكثر الشك دائماً في المعلومات المسترجعة، علي جانب آخر فإن الشبكة العنكبوتية الحالية مهما كانت تعمل علي تطوير قدراتها في البحث الذكي عن المعلومات وتحليلها فإنها محدودة في النهاية بقيود البحث الشكلي وفقاً لطبيعة تكويد محتوى مصادر المعلومات، فمازالت أدوات البحث تعتمد علي استرجاع الصفحات والمواقع التي وردت فيها كلمات أو عبارات معينة دون فهم لمضمون المواقع ودون الربط بين المواقع الشبيهة، بالإضافة إلي الاعتماد علي الكلمات التي يحتويه مصدر معلومات معين أي أن محركات البحث التقليدية مثل : Google جوجل، وألتافيسـتا AltaVista وغيرها، يعتمد عملها عموماً على تقديم واجهة البحث عن النصوص باستعمال التقنيات الإحصائية كأن تفتش النصوص بالاستناد إلى عدد الكلمات المطابقة لتلك المستخدمة في كتابة الطلب، ثم ترسل النصوص إلى المستخدم تراتبياً بحسب عدد تلك الكلمات داخل النص، هذه العملية سهلة نسبياً لكنها تفتقر إلى الدقة، فمن وجهة نظر علمية ولغوية، لا يحدد العدد أهمية الكلمات بالنسبة إلى النص، كما أن وجود كلمة في أحد النصوص، وإن تكررت لا يعني أن الموضوع يتحدث عنها بالضرورة (غسان ؛ و عماد، 2010).

هذا مع العلم بأن البيئة الجديد للأنترنت والمتمثلة في الويب الدلالي بتطوراتها واصداراته الديناميكية المتعاقبة كما يوضح (الأكلي؛ وعارف، 2015) قد واكبت بداية اصداراتها الثالثة وهو ما يعرف الآن بـ Web3 ، حيث ساهمت في تطوير إدارة المعلومات وخلق مساحات أوسع وقدرات أكبر في التحكم والسيطرة على البيانات وفعالية نتائج البحث والاسترجاع. ويضيف (الأكلي؛ وعارف، 2015) بأن شبكة الأنترنت تزرخ بكثير من محركات البحث الدلالية التي تعمل وفق المنطق الدلالي المبني على الفهم للعلاقات الموضحة من خلال الأنطولوجيا، وذكر منها عدة محركات مثل:

- ✓ **محرك Swoogle:** المستخدم لتكشاف الوثائق ووثائق الوثائق وفقاً لمعايير البحث الدلالي .
- ✓ **محرك Exalead:** المستخدم بشكل أكبر في البحث عن واسترجاع وإدارة محتوى الصور.
- ✓ **محرك Watson:** المستخدم للإجابة الدقيقة على استفسارات المستخدمين ومساعدتهم في الوصول الفعال إلى ما يحتاجونه من معلومات.
- ✓ **محرك Falcon:** المستخدم للبحث عن طريق الكلمات المفتاحية واسترجاع الكيانات والمفاهيم والأنطولوجيات ووثائق .RDF.
- ✓ **محرك Kngine :** المستخدم على أساس إعطاء المستخدمين اجابات مباشرة ودقيقة لاستفساراتهم على شبكة الأنترنت.

فعلي سبيل المثال وجود كلمة " الصناعة " في نص معين لا يعني أن هذه المحركات ستتناول الصناعة وأنواعها وأشكالها ، وصورها بشكل عام دفعة واحدة، وفي المقابل قد تحتوي بعض النصوص علي معلومات مهمة عن الصناعة دون أن تكرر تلك الكلمة كثيراً في متن النص وهكذا فإننا أحياناً لا نحصل علي المطلوب وأحياناً أخرى نحصل علي كمية هائلة من المعلومات حول المجال المعرفي المطلوب،

ونجد أنه ليس في استطاعتنا قراءتها ولا حتي مراجعتها، كما أن لكل مستفيد هدفاً معيناً وحاجات معرفية متنوعة ومتغيرة يريدها في النص، لهذا يجب الوصول لمحركات بحث مختلفة ومتطورة تراعي المعني والمنطق الدلالي المبني على فهم العلاقات الموضحة من خلال الأنطولوجيا والخرائط المعرفية. مما يساعد في إعطاء كل باحث ومستخدم حاجته من المعلومات التي يفترض وجودها ضمن محتوى مادة معلوماتية ومعرفية دقيقة تنتقى بطريقة مناسبة. ومن خلال ذلك يتضح للباحث أن الهدف الكامن خلف عمليات الأدوات المختلفة لاسترجاع المعلومات بشكل مناسب هو معالجة مشكله فوضي المعلومات الحالية ومما يحقق للويب الدلالي هدفه في تنظيم أكثر للمواقع وفهم أكثر لمحتوي الويب. وتساعد الأنطولوجيا كما تم الإشارة سابقا في تطوير نظم استرجاع المعلومات، وتطوير تقنيات الويب الدلالي.

علي جانب آخر يساعد بناء الأنطولوجيات الصحيحة في سهولة عمل محركات البحث الآلية، وهذا يتم من قبل أخصائيو المعلومات وهندسة المعرفة للقيام بجميع العمليات الفنية والتوثيقية من أجل توفير مصادر ومحتوى المواد المعلوماتية والمعرفية إلي المستخدمين بأسرع وقت وبأقل مجهود وبأعلى دقة وكفاءة وفعالية، ومن هنا تبرز أهمية ضرورة وجود منهجية مقننة ومعيارية في بناء الخرائط المعرفية والأنطولوجيا، وهذا ما سنحاول في الجزء التالي إلقاء نظرة للدراسات الأدبية حول منهجية بناء الأنطولوجيا:

منهجية بناء الأنطولوجيا (الخرائط المعرفية)

في عصر الأنترنت والبحث الرقمي، تعد إحدى التحديات والمعوقات الأساسية لعمل محركات البحث في بيئة الويب الدلالي هي قدرتها على جعل المادة المعلوماتية والمعرفية باختلاف مصادرها وأشكالها متاحة بطريقة منظمة ومرتبطة بشكل دقيق يضمن استرجاعها بفعالية وسرعة فائقة تلبي حاجات المستخدمين والباحثين عنها في أي مكان وزمان. لذا فإنه كلما كان بناء الأنطولوجيا (الخرائط المعرفية) معد ومهيأ بشكل كفؤ وبطريقة معيارية ومنهجية متقنة المراحل والعمليات والتقنيات كلما ساهم ذلك في براعة عمل محركات البحث الدلالية والوصول السريع والفعال للمعرفة المطلوبة. وقد تباينت المنهجيات وتعددت وتنوعت طرقها وأشكالها حسب المجال domain المعرفي الذي تتناوله، حيث تعمل كل فئة متخصصة في مجال معرفي معين باتباع منهجيتها الخاصة التي تلبي احتياجاتها. وقد وضع (أبو شرحة، 2016) أن مناهج وأساليب بناء الأنطولوجيا تتضمن ثلاث خطوات أساسية هي : الحصول على الأنطولوجيا ، وترميز الأنطولوجيا . ، والتكامل والاندماج . ورغم قلة الدراسات الأدبية في اللغة العربية لهذا المجال إلا أن محاولتي في هذا البحث ستركز على تسليط الضوء على أهم الدراسات التي تناولت المنهجيات واستعراض مراحلها وخطواتها وعملياتها وتقنياتها وعناصرها كما يلي:

اشار (اليامي، 2017) نقلا عن بيريز Perez إلى **العناصر الرئيسة التي ينبغي مراعاتها في آلية بناء نموذج الأنطولوجيا والتي**

تشمل:

✓ **الصفوف Classes:** وهي تمثل المفاهيم ويتم تنظيمها في تصنيفات Taxonomies. مثل حقل أو مجال الرياضة فتكون المفاهيم المرتبطة بالمجال هي الملاعب (كرة القدم – كرة الطائرة – كرة السلة ...)، أو الممارسين مثل (اللاعب – المدرب – المدير الفني...).

✓ **العلاقات Relations:** وهي تمثل نوع من الارتباط بين العلاقات الثنائية في المجال.

✓ **الوظائف Functions:** وهي تمثل وجوه معينه أو عنصر من عناصر المفاهيم أو الفئات.

✓ **المسلمات الرسمية Formal Axioms:** وهي تستخدم لتمثيل المعرفة وتمثل استنتاج المعرفة الجديدة التي لا يتم تحديدها رسميا من قبل المكونات الأخرى.

✓ **التمائل Instances:** وهي تمثيل العناصر في الأنطولوجيا مثل الرموز والأرقام المعبرة دلالاتها ومعانيها إلى عناصر مفاهيمية أخرى، كأرقام الرحلات الجوية أو تذاكر السفر أو أرقام الهوية الوطنية وجوازات السفر... الخ.

وقد استعرض (اليامي، 2017) عددا لا بأس به من الدراسات الأدبية في مجال منهجيات بناء الأنطولوجيا والتي يمكن إجمال ما جاء في دراسته على النحو التالي:

المنهجية	المراحل والخطوات الأساسية	العمليات والأنشطة الفرعية
ستاب وآخرون (Staab, et al, 2001)	دراسة الجدوى	تحديد إطار المشاكل أو الفرص والحلول الممكنة لها.
		توضيح الدراسة بشكل تنظيمي واسع لاختيار افضل الطرق.
		اتباع منهجية نظام توثيق وتحليل المعرفة.
	الانطلاق لتطوير الأنطولوجيا	وصف الهدف من الأنطولوجيا.
		وصف الإطار والمجال.
		وصف التطبيقات الداعمة للأنطولوجيا.
		وصف مصادر المعرفة (خبراء المجال، خرائط المنظمة، القواميس، الخطط التجارية، قوائم الفهارس، المخططات...)
		وصف نوعية المستخدمين وحالات الاستخدام.
	التحسين	جمع المعرفة المترادفة غير الرسمية التي تحتوي مفاهيم مترابطة.
		استنباط المعرفة بواسطة خبراء المجال والتركيز على المدخلات الأولية بهدف تطوير اصول الأنطولوجيا التي تحتوي على مفاهيم ذات علاقات قائمة بينها.
		وضع التعريفات بهدف نقل أصول الأنطولوجيا والتعبير عنها بلغة رسمية.
	التقييم	فحص ومراجعة الأنطولوجيا التي تلي المتطلبات الخاصة بالوثيقة .
		اختبار استخدام الأنطولوجيا في بيئة التطبيق.

وجود قواعد وتقنيات صارمة لتحديث عمليات المسح داخل الأنطولوجيا.	الصيانة والتطبيق	
اختبار التأثيرات المحتملة للتطبيق.		
جمع الأنطولوجيا ومبادرات التحول إلى أنطولوجيا جديدة.		
اجراء التحسين والاعتماد على التغذية الراجعة لتحديد التغييرات اللازمة.		
تحديد الوحدات اللازمة لتمثيل كل نموذج من نماذج المعرفة.	تحديد وتوصيف النماذج المعرفية	بنتو ومارتنز (Pinto, Martins, 2004)
دراسة إمكانية التكامل بين اللغات الأنطولوجية .		
التحليل الشامل لكل الأنطولوجيا واختيار المناسب منها.		
اختيار الأنطولوجيا لتمثيل المعرفة وأداء الهندسة العكسية للمعرفة بفعالية.		
الاستعانة بالخبراء والمعايير المختصة بالتقييم.		
الاختيار بينى على الملائمة والمناسبة للاحتياجات والقدرة على التكامل والتوافق مع قواعد البيانات والتطبيقات المختلفة.		
تحديد نوعية التكامل المرغوب وكيفية تضمين المعرفة في مصدر أنطولوجي.		
تقييم جودة الأنطولوجيا لضمان تمثيل المعرفة بشكل فعال.		
تحديد الأنطولوجيا	تحديد الأنطولوجيا	
الحصول على الأنطولوجيا المرشحة	الحصول على الأنطولوجيا المرشحة	
دراسة وتحليل الأنطولوجيا المرشحة	دراسة وتحليل الأنطولوجيا المرشحة	
اختيار مصدر الأنطولوجيا	اختيار مصدر الأنطولوجيا	
تطبيق العمليات التكاملية	تطبيق العمليات التكاملية	
تحليل الأنطولوجيا الناتجة	تحليل الأنطولوجيا الناتجة	

العمليات والأنشطة الفرعية	المراحل والخطوات الأساسية	المنهجية
تحديد المجال المعرفي الذي تغطية الأنطولوجيا.	تحديد مجال ونطاق الأنطولوجيا	باجوا (Bajwa, 2011)
تحديد الغرض من استخدام الأنطولوجيا.		
تحديد المستخدمين والمستخدمين وكيف سيحافظون على الأنطولوجيا. .		
فحص امكانية تحسين وتوسيع مصادر الأنطولوجيا في المجال المحدد.	النظر في إعادة استخدام الأنطولوجيا	
وضع قائمة بالمصطلحات الأنطولوجية المهمة وتعريفها للمستخدم .	حصر المصطلحات المهمة	
التعريف بخصائص هذه المصطلحات وشروطها.		
تحديد الصفوف الرئيسية والفرعية للمجال بشكل هرمي متسلسل.	تحديد الصفوف والتسلسل الهرمي	

تحديد الصفات والعلاقات	تحديد الصفات والسمات والعلاقات التي تربط بين الصفوف الاساسية والفرعية في المجال.	
تحديد السمات	تحديد السمات المرغوبة في الصفوف وتحديد عددها وأهميتها.	
المنهجية	العمليات والأنشطة الفرعية	
لو وآخرون (Lu, et al, 2004)	التحليل	اختيار الهدف والحل المناسب في عملية اشاء الأنطولوجيا.
	التصميم	تصميم نطاق المعرفة.
		إنشاء بنية الأنطولوجيا وتعريف العلاقة بين جميع الكيانات.
		التمثيل باستخدام لغة الأنطولوجيا.
		التعاون مع خبير المجال ومهندس المعرفة ومستخدم النظام.
	التطوير	التطوير من خلال تمثيل الانطولوجيا عن طريق اللغات المستخدمة.
	النشر	تسهيل وصول المستخدم للمعرفة من خلال نشرها في بيئة الويب.
	التقييم	إجراء التقييم مرحليا بعد الانتهاء من كل مرحلة .
		تقييم نموذج الصيغ الانطولوجية بعد إنشاؤه.
		تقييم قابلية الاستخدام ومدى اتساق بنية الأنطولوجيا بشكل فعال.
المنهجية	العمليات والأنشطة الفرعية	
أبورو وبابو (Abburu, Babu, 2013)	التحليل	اختيار الهدف والحل المناسب في عملية اشاء الأنطولوجيا.
	المجال	معرفة الجاهزية للقيام ببناء النموذج المعرفي ومدى توفر المصادر والمعلومات.
		الحصول على اجابات للأسئلة التالية: ما هي مقاييس النموذج المرغوب بناؤه؟ وما هي مصادر المعرفة للنموذج؟
		وضع تصور مفاهيمي حول هدف النموذج المعرفي والربط بين (المفردات - البيانات - المعلومات - الأفراد - سياسة المنظمة).
	المعرفة المفاهيمية	
	الصفة الرسمية للمعرفة	تعريف المفاهيم والعلاقات التي تربط بينهم داخل النموذج المعرفي .
	التطبيق المعرفي	بناء الأنطولوجيا باستخدام أحد المحررات .

التأكد من الاجابة على الاسئلة التي طرحت في المرحلة الأولى.	تقييم المعرفة	
التأكد من درجة اتساق التمثيل المعرفي وتقليل الأخطاء إن وجدت.		
تحويل المعلومات إلى صيغة منظمة واختزان المعرفة المكتسبة في قاعدة بيانات.		

وفي دراسة استقصائية أخرى قام بها (Fernández-López, 1999) حول منهجيات بناء الانطولوجيا، سنستعرض فيما يلي أهم المنهجيات التي وردت في هذه الدراسة البحثية وملخص لنتائجها:

الأنشطة الفرعية	العمليات الأساسية	المنهجية
ينبغي أن توصي المنهجية بدورة حياة برمجية واحدة أو أكثر بحيث يقوم مطور الأنطولوجيا باختيار أحدها.	نموذج دورة حياة البرمجيات	IEEE Standard 1074-1992 منهجية خاصة بتقنيات وبرمجيات الأنطولوجيا.
النشاطات المقترحة من قبل معيار هذه العمليات ينطبق على أي منتج للبرنامج ولذلك ، من المستحسن أن يتم تطبيقها في تطوير الأنطولوجيا.	إدارة المشروع	
ما قبل مرحلة التطوير: إجراء دراسة الجدوى بعض النظر عن نوع البرنامج ومراجعة إمكانية دمج الأنطولوجيا في النظم الأخرى.		
المتطلبات: كما هو موضح في [Góm98] تستطيع الأنطولوجيا ولو جزئيا بتحديد ما هو متوقع منها.		

وهو معيار ينظم إنتاج الأنطولوجيا باستخدام برامج وأدوات محررات الأنطولوجيا.	البرامج الموجهة نحو التطوير ويتم طلبها وفقاً لنوع العمليات	مرحلة التطوير	التصميم: تصميم الأنطولوجيا حتى وإن اختلفت عن البرامج. ووفقاً لفلسفة هذا المعيار، لا يُصح بالانتقال مباشرةً من مواصفات المتطلبات إلى الترميز.
		التنفيذ; لا بد من عملية التنفيذ عقب استخدام الأنطولوجيا من قبل أجهزة الكمبيوتر.	
التكامل		ما بعد مرحلة التطوير: الأنشطة الشائعة لأي نوع من البرامج.	
		تطبيق الأنشطة التي يقترحها المعيار لهذه العمليات على أي نوع من البرامج .وهذا يشمل التدريب، لحاجة الموظفين المسؤولين عن الحفاظ على الأنطولوجيات للتوجيه والتعليمات.	
المنهجية	العمليات الأساسية	الأنشطة الفرعية	
Uschold & King تستند هذه المنهجية على تجربة تطوير الأنطولوجيا الخاصة بالمؤسسات ، وهو أنطولوجيا عمليات نموذجية المشروعات الخاصة بقطاع الاعمال . [Usc95].	تحديد الغرض	توضيح لماذا يتم بناء الأنطولوجيا وما هي استخداماتها المقصودة.	
	بناء الأنطولوجيا	امتلاك الأنطولوجيا:	تحديد نطاق المفاهيم والعلاقات الرئيسية في مجال الاهتمام.
			إنتاج تعاريف نصية دقيقة لهذه المفاهيم والعلاقات.
			تحديد المصطلحات للإشارة إلى هذه المفاهيم والعلاقات.
			الاجماع والاتفاق على كل ما سبق.
	التقييم	الترميز : تمثيل المعرفة المكتسبة بعد امتلاك الأنطولوجيا بلغة رسمية.	
		دمج الأنطولوجيات الموجودة: العمل على استخدام الأنطولوجيات السابقة خلال عمليتي الامتلاك والتميز.	
	التوثيق	لإصدار حكم في أو تفني للأنطولوجيات، وبيئة البرامج المرتبطة بها، والوثائق المتعلقة بها، قد يكون متطلبات المواصفات هو الإطار المرجعي لتحديد الكفاءة وضمان جودة التقييم.	
		القواعد الإرشادية لتوثيق الأنطولوجيات تختلف بحسب نوع وغرض الأنطولوجيا .	
	المنهجية	العمليات الأساسية	الأنشطة الفرعية
	امتلاك أساليب التحفيز	يتم تحفيز تطوير الأنطولوجيا من خلال أساليب السيناريوهات التي تنشأ في التطبيق. وتعد سيناريوهات التحفيز ملخصا لمشاكل وأمثلة لم تتم التطرق لها من خلال الأنطولوجيات الموجودة. وبالتالي توفر هذه	

السيناريوهات حلولاً تعطي دلالات مقصودة غير رسمية للأشياء والعلاقات التي سيتم تضمينها لاحقاً في الأنطولوجيا.		
وتستند هذه الأسئلة إلى السيناريوهات التي تم الحصول عليها في الخطوة السابقة، تعتبر الأسئلة بمثابة قيود على ما يمكن أن تكون عليه الأنطولوجيا ومعرفة مدى التزامها بتوفير متطلبات المجال المعرفي المحدد المراد تمثيله. وتُطرح أسئلة الكفاءة على مستويات مختلفة ولا بد للأنطولوجيا أن تكون قادرة على تمثيل هذه الأسئلة باستخدام المفاهيم والمصطلحات، وتوصيف الإجابات على هذه الأسئلة باستخدام المسلمات والتعريفات والعلاقات.	صياغة أسئلة الكفاءة غير الرسمية	Grüninger & Fox تستند هذه المنهجية على الخبرة في تطوير نظام TOVE* للأنطولوجيا [Grü95] ضمن مجال العمليات التجارية ونمذجة الأنشطة.
الحصول على المصطلحات غير الرسمية: بمجرد إتاحة أسئلة الكفاءة غير الرسمية، يمكن منها استخلاص مجموعة المصطلحات المستخدمة.	تحديد مصطلحات الأنطولوجيا باستخدام لغة رسمية	*Toronto Virtual Enterprise
مواصفات المصطلحات الرسمية: بمجرد طرح أسئلة الكفاءة غير الرسمية على الأنطولوجيا الجديدة المقترحة أو الموسعة، فإنه يتم تحديد مصطلحات الأنطولوجيا باستخدام رسومات شكلية مثل KIF . [Gen92]	صياغة أسئلة الكفاءة الرسمية باستخدام مصطلحات الأنطولوجيا	
بمجرد طرح أسئلة الكفاءة بشكل غير رسمي وتم تحديد مصطلحات الأنطولوجيا، بعد ذلك يتم تحديد أسئلة الكفاءة رسمياً.	تحديد البديهيات والتعاريف للمصطلحات في الأنطولوجيا باستخدام اللغة الرسمية	
هذا التحديد يقود لتوضيح القيود على تفسيرات المسلمات والتعريفات وبالتالي تحديد دلالة أو معنى المصطلحات، وهي عملية تكرارية بحيث أنه لو كانت المسلمات المقترحة غير كافية لتمثيل وحل أسئلة الكفاءة الرسمية فيجب إضافة كائنات أو مسلمات إضافية إلى الأنطولوجيا حتى تكفي.	وضع شروط لتوصيف اكتمال الأنطولوجيا	
بمجرد الإعلان عن أسئلة الكفاءة، يجب أن نحدد الشروط التي تكتمل بموجبها حلول الأسئلة ومن ثم بناء الأنطولوجيا بموجب هذه الحلول.		

الأنشطة الفرعية	العمليات الأساسية	المنهجية
يوفر سياق التطبيق وعرض المكونات التي يحاول التطبيق تصميمها.	تحديد مواصفات التطبيق	

يتم استخدام قائمة المصطلحات والمهام التي تم تطويرها خلال المرحلة السابقة كمدخلات للحصول على وجهات نظر عديدة للنموذج العالمي وفقًا لفئات أنطولوجية ذات المستوى الأعلى. وتتضمن عملية التصميم هذه عمليات بحث مطورة للتطبيقات الأخرى ، والتي يتم تنقيحها وتوسيعها للاستخدام في التطبيق الجديد.	التصميم الأولي بالاعتماد على الفئات العليا الأنطولوجية ذات الصلة بالمجال	Amaya Berneras et al. تم استخدامه في مشروع Esprit KACTUS [KAC96]. والذي كان أحد أهداف المشروع التحقق من جدوى إعادة استخدام المعرفة في الأنظمة التقنية المعقدة ودور الأنطولوجيا في دعمها. [Sch95]
من أجل التوصل إلى تصميم نهائي . يمكن استخدام مبادئ الحد الأدنى من الاقتراح للتأكد من أن الوحدات لا تعتمد بشكل آبير على بعضها البعض وتكون متناغمة قدر الإمكان، وتتطلع إلى الحصول على أقصى قدر من التجانس.	صقل هيكلية وبنية الأنطولوجيا	
الأنشطة الفرعية	العمليات الأساسية	المنهجية
تشمل أنشطة التخطيط والرقابة وضمان الجودة . التخطيط: يحدد المهام التي سيتم تنفيذها، وكيف سيتم ترتيبها، وكم من الوقت وما هي الموارد اللازمة لإنجازها . يعتبر هذا النشاط ضروريًا في مرحلة بناء الأنطولوجيا والتي تحتاج إلى استخدام الأنطولوجيات التي تم إنشاؤها بالفعل أو الأنطولوجيات التي تتطلب مستويات العمومية والتجريد . الرقابة: تتضمن متابعة الانتهاء من المهام المخططة بالطريقة التي كان يقصد بها تنفيذها . ضمان الجودة: تؤكد أن جودة كل منتج (الأنطولوجيا ، والبرمجيات ، الترميز) هي تحقيق الرضا.	إدارة المشروع	Methontology تم تطوير هذه المنهجية في مختبر الذكاء الاصطناعي في جامعة البوليتكنيك في مدريد
تشمل الأنشطة الموجهة نحو التطوير المواصفات ، ووضع المفاهيم ، وإضفاء الطابع الرسمي والتنفيذ . توضح المواصفات سبب بناء الأنطولوجيا وما هي الاستخدامات المقصودة ومن هم المستخدمون النهائيون . تصمم المفاهيم تفيد في معرفة المجال كنماذج ذات معنى على مستوى المعرفة . يحول النظام الرسمي النموذج المفاهيمي إلى نموذج رسمي أو شبه نموذج شبه محوسب . يبنى التنفيذ نماذج قابلة للحساب بلغة حاسوبية . وأخيرًا، تقوم الصيانة بالتحديث وتصحيح الأنطولوجيا .	التطوير	و يمكن إطار [Fer97] [Góm98] ، [Fer99] من بناء الأنطولوجيات على مستوى مجالات المعرفة.

التطوير	ويعطي [Fer99] تفاصيل عن كيفية تنفيذ جميع أنشطة التطوير ، ما عدا الصياغة الرسمية والصيانة.
الدعم	تشمل أنشطة الدعم سلسلة من الأنشطة، تتم في نفس الوقت مع الأنشطة الموجهة نحو التطوير، والتي بدونها لا يمكن بناء الأنطولوجيا . وهي تشمل اكتساب المعرفة والتقييم والتكامل والتوثيق وإدارة تهيئة المكونات التقنية . اكتساب المعرفة بامتلاك معرفة مجال معين .يعطي التقييم تقديراً تقنياً للأنطولوجيات وبيئات البرامج المرتبطة بها والوثائق المتعلقة بإطار مرجعي خلال كل مرحلة وبين مراحل دورة حياتها . [Góm95] التكامل مطلوب عند بناء أنطولوجيا جديدة أو إعادة استخدام الأنطولوجيا الأخرى المتوفرة بالفعل .تفاصيل التوثيق، بشكل واضح وشامل، لكل مرحلة من المراحل والنتائج المنجزة .ومن المهم أيضا الدعم وإدارة التهيئة للمكونات التقنية للتحكم في التغييرات المستقبلية .
المنهجية	
مراحل وخطوات المنهجية	
تحديد سلسلة من المصطلحات كـ (نواة) ، وهي الكينونة الصغرى في بناء الانطولوجيا.	
ربط هذه الكينونات الصغرى للمصطلحات بمنهجية SENSUS	
تضمن جميع المفاهيم في مسار المجال المعرفي المحدد من الكينونات الصغرى للمصطلحات إلى النطاق الاوسع في قاعدة منهجية SENSUS.	
اضافة جميع المصطلحات التي يمكن أن تكون ذات صلة بالمجال المعرفي ولم تظهر بعد.	
بالنسبة للعقد التي تحتوي على عدد كبير من المسارات خلالها، تتم أحياناً إضافة الشجرة الفرعية بالكامل تحت العقدة، استناداً إلى فكرة أنه إذا وجد أن العديد من العقد في الشجرة الفرعية ذات صلة، من المحتمل أن تكون العقد في الشجرة الفرعية ذات صلة أيضاً .ويتم تنفيذ هذه الخطوة يدوياً، حيث يبدو أنها تتطلب بعض الفهم للمجال لاتخاذ القرار ومن الواضح أن العقد ذات المستوى العالي جداً في	
SENSUS- Based Methodology	
وهي أنطولوجيا تستخدم في معالجة اللغات الطبيعية وتم تطويره في مجموعة اللغات الطبيعية ISI (معهد علوم المعلومات)	

لتوفير بنية مفاهيمية واسعة النطاق لتطوير المترجمين الآليين [Kni94]. [Kni95].	الأنطولوجيا سيحظى دائماً بالعديد من المسارات خلالها، ولكن من الصعب دائماً تضمين جميع الأشجار الفرعية تحت هذه العقد.
--	---

وقد حدد (Fernández-López, 1999) عددا من المعايير التي اعتمد عليها لإجراء دراسته التحليلية للمقارنة بين هذه المنهجيات ومدى علاقتها بمنهجية معيار IEEE Standard 1074-1992 ، وبما أن هذا البحث ليس بصدد استعراض دراسات المقارنة في هذا المجال وما تمخضت عنه من نتائج فإنه سيتم عرض هذه المعايير بشكل مختصر وموجز كما يلي:

- ✓ تأثير هندسة المعرفة على المنهجية ومدى ارتباطها وعلاقتها بها.
 - ✓ التفاصيل عن المنهجية بالنظر فيما إذا كانت الأنشطة والتقنيات المقترحة بواسطة المنهجية محددة بدقة.
 - ✓ توصيات لإضفاء الطابع الرسمي على المعرفة، النظر في التصوير والرسومات الشكلية المقترحة لتمثيل المعرفة (المنطق ، الإطارات ، إلخ).
 - ✓ استراتيجية بناء الأنطولوجيا، هل هي تعتمد على التطبيق أو شبه التطبيق أو باستقلالية عن التطبيق لمجال نظم وتطبيقات قاعدة المعرفة.
 - ✓ استراتيجية لتحديد المفاهيم. الاستراتيجية الممكن اتباعها هي [UsG96] . وتشمل: (من أسفل إلى أعلى) ، (من أعلى لأسفل) ، أو (المنبثق من الوسط).
 - ✓ دورة الحياة الموصى بها، وتحليل ما إذا كانت المنهجية تقترح بشكل ضمني أو صريح دورة حياة.
 - ✓ الاختلافات بين المنهجية و IEEE 1074-1992 ومناقشة أي من العمليات والأنشطة المقترحة من قبل معيار IEEE 1074-1992 لم يتم ذكرها في المنهجية.
 - ✓ التقنيات الموصى بها، تحديد الموصفات للتقنيات المقترحة لأداء الأنشطة المختلفة التي تتكون منها المنهجية.
 - ✓ ما هي الأنطولوجيات التي تم تطويرها باستخدام المنهجية، وما هي الأنظمة التي تم بناؤها باستخدام هذه الأنطولوجيات.
- ومن خلال ما سبق ذكره من منهجيات، نستطيع أن نحدد **القواعد المرشدة في تصميم وبناء الأنطولوجيات** في مجموعة من القواعد التي يتم الاستناد عليها عند تصميم وبناء الأنطولوجيات في معظم المنهجيات المتوفرة في أدبيات الدراسات والبحوث ويمكن إدراجها على النحو التالي كما رسمها لنا (بدر، 2002):

أولاً: المجال والحدود

- ✓ لا بد أن يكون تعريف نص اللغة الطبيعية دقيقاً ومحدداً علي قدر المستطاع.
- ✓ التأكد من انتظام تعريف المصطلحات مع تلك المستخدمة فعلاً وذلك بالإفادة الكافية من القواميس والمكانز وغيرها.
- ✓ توضيح العلاقات مع المصطلحات المشابهة (المترادفات).

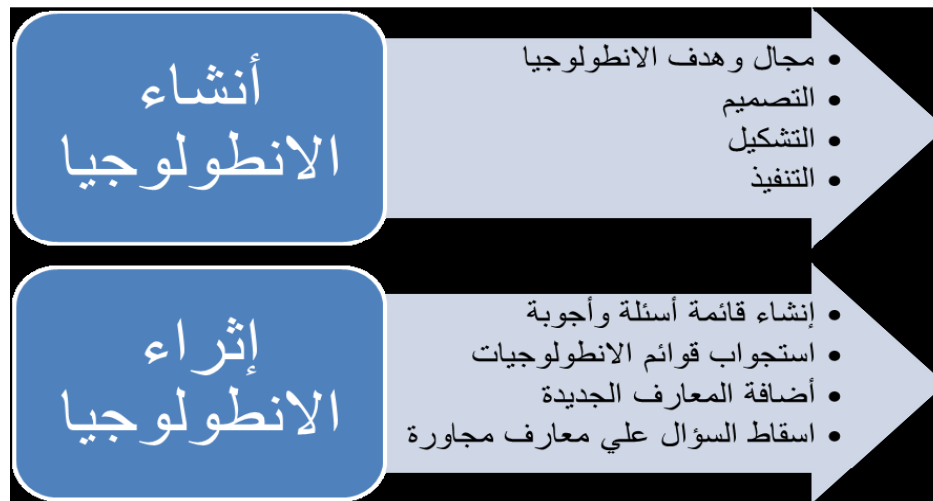
ثانياً: الهندسة والبناء

- ✓ لا بد أن تكون الأنطولوجيا سهلة الاستخدام والتصفح.
- ✓ لا بد أن تكون الأنطولوجيا مرنة وقياسية بحيث يمكن إضافة مفاهيم وعلاقات جديدة.
- ✓ الدقة أي لا بد أن يكون كل مفهوم مميزاً عن الآخرين.

ثالثاً: التصميم والعرض

- ✓ الوضوح والبعد عن الغموض عن طريق وضع الأمثلة لمساعدة فهم التعاريف.
- ✓ التماسك أي أن تكون الأنطولوجيا متماسكة داخلياً ومنطقية في الانتظام.
- ✓ الامتداد أي أن تكون الأنطولوجيا مصممة لتوقع استخدامات المصطلحات المشتركة مع تخصصات أخرى.
- ✓ أن يكون المصمم قادراً علي تعريف المصطلحات الجديدة للاستخدامات الخاصة. (بدر، 2002 : 10-11).

كما نستطيع أيضاً القول بأن هذه القواعد يمكن تنفيذها عبر مرحلتين أساسيتين أفرزتها لنا الدراسات الفكرية والأدبيات لمنهجيات بناء الأنطولوجيا حيث تتكون **عملية بناء الأنطولوجيات من مرحلتين أساسيتين** تتمحور حولها جميع الخطوات المتبعة في منهجيات بناء الأنطولوجيا كما اشار إلى ذلك (أحمد، 2014)، وتمثل المرحلة الأولى في إنشاء الأنطولوجيا التي تحتوي على المعارف الأساسية في المجال المراد تمثيله، وتمثل المرحلة الثانية في إثراء الأنطولوجيا بالاعتماد على قائمة أسئلة وأجوبة كما يتضح من الشكل التالي:



مراحل إنشاء الأنطولوجيا (أحمد، 2014: 429).

المرحلة الأولى: إنشاء الأنطولوجيا

تهدف هذه المرحلة إلى إنشاء الأنطولوجيا التي تمثل المعارف الأساسية في الميدان المراد تمثيله . ويقع تمثيل هذه المعارف يدويا بالاستعانة بخبراء في الميدان أو باستسقاء المعارف من مرجع يمثل موجزا لأهم معارف الميدان ، وآلياً من خلال الاستثمارات المرسلة عبر البريد الإلكتروني وغيرها من منافذ الإرسال والقواميس والمكانز الآلية وتشمل مرحلة إنشاء الأنطولوجيا أربع مراحل فرعية وهي على التوالي تحديد المجال والغرض والمواصفات ثم التصميم وأخيرا التشكيل والتنفيذ.

أ - **تحديد المجال والغرض من الأنطولوجيا** : تهدف هذه الخطوة إلى تحديد الغرض من الأنطولوجيا المراد إنشاؤها ، ومستوى تشكيلها وفهم حدود المجال المراد تمثيله.

ب - **التصميم** : هي المرحلة الأهم في إنشاء الأنطولوجيا حيث يتم خلالها بلورة المعارف وتصميمها، وتتكون من المراحل التالية:

- ✓ اختيار المصطلحات والمفاهيم وهي الكلمات المميزة للمجال المعرفي والتي تمثل فئات تجريدية أو ملموسة لمكونات ذلك المجال.
- ✓ تشكيل البنية العمودية وهي بنية تشتمل على مختلف المفاهيم التي وقع الربط بينها بعلاقات هرمية.
- ✓ إضافة العلاقات الدلالية (Semantic Relations) وهي العلاقات التي تربط بين المفاهيم بعلاقات مخالفة للعلاقات الهرمية.
- ✓ إضافة علاقات البيانات وهي العلاقات التي تضيف بيانات حول المفهوم بذاته وليس حول علاقته بالمفاهيم الأخرى.
- ✓ إضافة الأمثلة لمختلف المفاهيم.
- ✓ إضافة المعارف الاستنتاجية على شكل قواعد منطقية .

ج - **التشكيل والتنفيذ** : تتمثل مرحلة التشكيل في صياغة نموذج شكلي للمعارف يكون مستقلا عن أي لغة برمجة، ثم يقع لاحقا تمثيل هذا النموذج بواسطة إحدى لغات تمثيل الأنطولوجيا مثل لغة أنطولوجيا الويب OWL وهذا ما يسمى بمرحلة التنفيذ. وبفضل استعمال برامج الصياغة الرسمية للأنطولوجيا تصبح مرحلة التشكيل مرحلة ضمنية مدججة مع مرحلة التنفيذ. ويمكن الاستعانة بأحد أدوات محررات وبرامج الصياغة الرسمية مثل بروتيجي (Protégé) لإنشاء الأنطولوجيات.

المرحلة الثانية: إثراء الأنطولوجيا

يرتكز إثراء الأنطولوجيا على استعمال أسئلة مطروحة سابقاً في المجال المعرفي المراد تمثيله. وذلك عن طريق استمارات يضع فيها كافة المتخصصين مجموعه كبيرة من الأسئلة وأيضاً الطلبة وجميع المهتمين والعاملين في المجال، ثم إعادة صياغة هذه الأسئلة بإحدى لغات الاستعلام ثم استجواب الأنطولوجيا. غالباً ما تتضمن الأسئلة تفاصيل لا طائل من تمثيلها في الأنطولوجيا، يجب عندئذ إعادة صياغتها بالتخلص من هذه التفاصيل. (أحمد، 2014: 430-433).

المنهجية المقترحة لبناء الأنطولوجيا:

إن أغلب الدراسات في موضوع بناء الأنطولوجيا اتفقت على مجموعة من الآليات والخطوات المتتالية لبنائها، ورغم اختلاف الأساليب والطرق المتبعة في عرض هذه المنهجيات كما أتضح لنا فيما سبق عرضه ودراسته في هذا البحث، فإنه وبشكل عام يمكن أن ننطلق من النتائج التي تم عرضها وتلخيصها في هذا البحث ونعتبرها أساسا ومنطلقا لوضع منهجية الباحث المقترحة والتي يمكن إيجازها في التالي:

المرحلة الأساسية	المرحلة الفرعية	العمليات والأنشطة
إنشاء وتكوين الأنطولوجيا	إنطلاق التخطيط	تحديد المجال أو النطاق المعرفي الذي ستغطيه الأنطولوجيا.
		تحديد الغرض أو الهدف من الأنطولوجيا.
		تحديد مصادر الأنطولوجيا الأساسية بالاعتماد على المكانز وأدوات التصنيف.
		تحديد المستفيدين والمستخدمين للأنطولوجيا والفريق المكلف بإدارتها والمشرف والداعم لها.
	التحليل	وضع دراسة جدوى بتحديد إطار المشاكل والفرص والحلول الممكنة.
		تحديد علاقة الأنطولوجيا بالهندسة المعرفية ومدى تأثيرها بها.
		التأكد من توفر أو عدم توفر أنطولوجيات سابقة في نفس المجال المعرفي.
		تطبيق أساليب سيناريوهات التحفيز بدراسة الأنطولوجيات المتاحة إن وجدت والعمل على تطويرها .
		صياغة أسئلة الكفاءة الرسمية وغير الرسمية لمعرفة قيود الأنطولوجيا ومدى التزامها بتوفير متطلبات المجال المعرفي.
		اتباع منهجية تحليل وتوثيق المعرفة.
		توضيح التحليل بشكل تنظيمي واسع لاختيار أفضل الطرق.
		تحديد أداة وبرنامج التحرير التطبيقي المناسب لتمثيل الأنطولوجيا حاسوبيا.
التصميم		حصر وجمع المفاهيم وهي تمثل (مفردات أو مصطلحات أو كيانات) المستوى الأعلى الأساسي للمفاهيم الخاصة بالمجال المعرفي Knowledge Domain للأنطولوجيا المرغوب إنشاؤها.
		تحديد الصفوف الفرعية للمفاهيم التي تمثل المستوى الأدنى في بنية الأنطولوجيا وفيها تندرج المفردات أو المصطلحات أو الكيانات تحت الصفوف الرئيسية في ترتيب هرمي مترابط بصفات مشتركة فيما بينها.
		توضيح الخصائص والسمات وذلك بوصف العلاقات التي تربط بين الصفوف الأساسية والفرعية للمفاهيم في المجال.

التصميم		إنشاء وتكوين الأنطولوجيا
نمذجة بنية الأنطولوجيا وتصميم نطاقها المعرفي وفق الطريقة التصويرية المرسومة من خلال اختيار الاستراتيجية المناسبة لبناء الأنطولوجيا.		
التعاون مع خبير المجال ومهندس المعرفة والمبرمج مستخدم النظام والاجماع والاتفاق على ما سبق ذكره من بنود التصميم.		
التنفيذ والتطبيق		إنشاء وتطوير الأنطولوجيا
تمثيل بناء الأنطولوجيا من خلال تصميم خارطة المصطلحات وبناء شبكة المصطلحات الدلالية بواسطة أداة محررات برامج حاسوبية تم تحديدها مسبقا بما يتلائم مع معايير البرنامج وتوافقه مع الأنطولوجيا المرغوب إنشاؤها.		
ترميز الانطولوجيا وتكويدها حاسوبيا باستخدام لغة رسمية وذلك عبر الحصول على صيغ تكويد النصوص وتوصيفاتها بلغة XML وإطار وصف المصادر RDF للمصطلحات المدرجة ومن ثم إدراج الأنطولوجيا.		
النشر والبت للأنطولوجيا عبر مرحلتين: تجريبية ونهائية في بيئة الويب الدلالي حتى تتم الاستفادة منها من خلال محركات البحث والاسترجاع، مع تقييم المرحلة التجريبية وتلافي الأخطاء والسلبيات أو النواقص إن وجدت .		
التوثيق لمخرجات الأنطولوجيا وصيغ التكويد الناتجة.		إثراء وتطوير الأنطولوجيا
المرحلي	التأكد من الإجابة على أسئلة الكفاءة التي تم تحديده في المراحل السابقة.	
	التأكد من تقييم كل مرحلة على حده ، وتقييم تنفيذ المهام كما خطط لها.	
النهائي	التأكد من درجة اتساق التمثيل المعرفي وتقليل الأخطاء إن وجدت.	
	تقييم قابلية الاستخدام ومدى اتساق بنية الأنطولوجيا بشكل فعال.	
	تقييم ضمان جودة المخرجات (أنطولوجيا – برمجيات – ترميز)، والتأكد من صحة ودقة الصيغة النهائية للأنطولوجيا واختزانها في قاعدة بيانات معرفية.	

الاعتماد على التغذية الراجعة لتحديد التغييرات اللازمة وذلك من خلال أدوات البحث العلمي (استبيانات - ملاحظة - مقابلة) للوصول إلى خبراء المجال المعرفي وأراء المستفيدين والمستخدمين للأنطولوجيا ومدى تحقيق كفاءتها وفعاليتها.	الدعم والصيانة	إثراء وتطوير الأنطولوجيا
جمع الأنطولوجيات ومبادرات التحول الجديدة من خلال عمليات تحديث الأنطولوجيا والتحسين المستمرة وفق القواعد والتقنيات المسموح بها وبما يتلائم مع التغذية الراجعة التي تم الحصول عليها.		
اختبار التأثيرات المحتملة للتطبيق.		
عقد الاجتماعات الدورية لخبراء المجال ومهندسو المعرفة لوضع التصورات المستقبلية ولدراسة مشروع الأنطولوجيا القائم وتحديد أوجه التكامل والتعاون لتحديد التغييرات اللازمة.		

الخاتمة:

حاولت في هذا البحث التنقيب عن كل ما من شأنه إثراء الموضوع الخاص برصد أدبيات منهجيات بناء الأنطولوجيا وما يتعلق بها من مراحل وخطوات وقواعد ومعايير وتقنيات. وكان لابد في البداية من وضع أسس وأطر موضوعية ننطلق منها للتعريف بماهية مفهوم الأنطولوجيا من جميع جوانبها وعلاقتها بالمفهوم الآخر والمتمثل في بيئة الويب الدلالي واستكشاف كيف إن الأنطولوجيا عملت منذ بداية العمل بها على السير في تنظيم المعلومات والمجالات المعرفية في البيئة الرقمية، فوحدت المصطلحات، وبنّت العلاقات، ورسمت المفاهيم، في تسلسل منطقي مترابط. وقد تلخصت أهم نتائج هذا البحث في الخروج بتصور مقترح لمنهجية بناء الأنطولوجيا بالاعتماد على ما تم عرضه من أفكار وأطروحات سابقة في هذا المجال، كما تم استنتاج أنه كلما كانت منهجية بناء الأنطولوجيا محكمة البناء والتمثيل سهّل ذلك إمكانية الترابط وبالتالي أداء الأنطولوجيا للتنظيم المطلوب على شبكة الويب وبالتالي سهّل عملية الوصول والاسترجاع الفعال بأكثر دقة واكتشاف للمادة المعلوماتية والمعلوماتية المرغوب البحث عنها. ولعلنا في البحث القادم نقوم بتطبيق بناء أنطولوجيا وتمثيلها باستخدام أحد الأدوات وبرامج المحررات مفتوحة المصدر.

Table 1. Methodology Compliance With IEEE 1074-1995

	Project management processes	Project development-oriented processes					Integral processes
		Pre-development Processes	Development process			Post-development processes	
			Requirements process	Design process	Implementation process		
Uschold and King	Not proposed	Not proposed	Proposed	Not proposed	Proposed	Not proposed	Activities not identified for: training, environment study, and configuration management
Grüninger and Fox	Not proposed	Not proposed	Proposed	Proposed	Proposed	Not proposed	Activities not identified for: training, environment study, and configuration management
Bernaras	Not proposed	Not proposed	Proposed	Proposed	Proposed	Not proposed	Not proposed
METHONTOLOGY	Establish project environment activity is not identified	Not proposed	Proposed	Proposed	Proposed	Activities not identified for: installation, operation, support, retirement, and training	Activities not identified for training and environment study.
SENSUS	Not proposed	Not proposed	Proposed	Not proposed	Proposed	Not proposed	Not proposed

Table 2. Summary of methodologies

Inheritance from Knowledge Engineering	Detail of the methodology	Recommendations for formalization	Strategy for building applications	Strategy for identifying concepts	Recommended life cycle	Differences from IEEE 1074-1995	Recommended techniques	Ontologies and applications	Collaborative and distributive construction
Uschold y King	Very little	None in particular	Application-independent	Middle-out	None	- Processes missing - Activities missing	Not known	One domain only	Not documented
Grüninger y Fox	Little	Logic	Application-semi-independent	Middle-out	To be detailed	- Processes missing - Activities missing	Not known	One domain only	Not documented
Bernaras	Very little	None	Application-dependent	Top-down	None	- Processes missing - Activities missing	Not known	One domain only	Not documented
METHONTOLOGY	A lot	None	Application-independent	Middle-out	Evolving prototypes	-Pre-development process missing - Activities missing	Some activities missing	Several domains	Not documented
SENSUS	Medium	Semantic networks	Application-semi-independent	Not specified	To be detailed	- Processes missing - Activities missing	Not known	Several domains	Not documented

المراجع العربية:

أبو شرحة، ماجد (2016). منهجية بناء الأنطولوجيا. تاريخ الدخول (11-10-2018). متاح على الرابط:

http://mabusharha.blogspot.com/2016/02/blog-post_27.html

أحمد، صقر أحمد؛ و قبلان، قاسم؛ و قريعة، عبد الحميد (2013). استخدام المصادر المفتوحة في بناء انطولوجيا باللغة العربية، -مجلة جامعة تشرين للبحوث والداسات العلمي، سلسلة العلوم الهندسية المجلد (53) العدد (1)، 2013.

أحمد، عبدالله هندي (2014). بناء انطولوجيا علم المكتبات والمعلومات في بيئة الويب الدلالي. - المؤتمر الرابع والعشرون للاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات (أعلم).

الأكلي، علي بن ذيب (2012). تطبيقات الويب الدلالي في بيئة المعرفة. مجلة مكتبة الملك فهد الوطنية- السعودية، مج 18، ع 2، ص- ص 249-260

الأكلي، علي ذيب (2014). بناء انطولوجيا عربية في مجال المكتبات والمعلومات (دراسة استشرافية). - جدة : جامعة الملك عبدالعزيز . - أطروحة دكتوراه.

الأكلي، علي ذيب؛ و عارف، محمد جعفر (2015). دور الأنطولوجيا في دعم محركات البحث الدلالية في البيئة العربية. الرياض: مجلة مكتبة الملك فهد الوطنية، مج 21، ع 1.

الحلوة، نوال إبراهيم بن محمد (٢٠١١). أنطولوجيا الأرض: دراسة دلالية حاسوبية، حقل المكان أنموذجاً. مصر: علوم اللغة، مج ١٤، ع ٣، ص ٨.

الزهيري، طلال ناظم (2017). أدوات تصنيف وتنظيم المحتوى الرقمي في بيئة الانترنت. - المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات، المجلد(8)، العدد(1)، ص 102

السريحي، حسن عواد (2018). مقدمة في علم المعلومات: رؤية حديثة . ط1، الرياض: الشقري

العمران، حمد (2012). أساسيات الكفايات الأساسية اللازمة لاختصاصي المعلومات للعمل في الجيل الثاني من مؤسسات المعلومات. - مجلة مكتبة الملك فهد الوطنية، مجلد(16)، العدد(2)، نوفمبر(2012) ص- ص 6-36.

اليامي، عبدالناصر سالم (2017). إدارة المعرفة الرقمية: (عمليات- لغات- محركات- معايير). عمان- الأردن: دار الرنيم .

بامفلح، فاتن سعيد (2010). محركات البحث الدلالي في ظل تطبيقات الويب الدلالي، المجلة العربية للأرشيف والتوثيق المجلد(1) العدد(27).

بدر، أحمد (2002). الانطولوجيا وعلاقتها بعلم المعلومات والمكتبات. -مجلة المكتبات والمعلومات العربية المجلد (22) العدد(1).

- بدر، أحمد أنور؛ و عبد الهادي، محمد فتحي (1415) التصنيف فلسفته وتاريخه، نظريته ونظمه وتطبيقاته العملية. الرياض.
- رمود، ربيع عبد العظيم (2014). تصميم محتوى الكتروني كفي قائم على الويب الدلالي وأثره في تنمية التفكير الابتكاري والتحصيل لدى طلاب تكنولوجيا التعليم وفق لأسلوب تعلمهم ، مجلة تكنولوجيا التعليم ، المجلد (24)، العدد (1)، ص- ص 393 – 462
- عبد الهادي، محمد فتحي (2003). مناهج البحث في علوم المكتبات والمعلومات. القاهرة : الدار المصرية اللبنانية.
- عبد الهادي، محمد فتحي (٢٠٠٩). الاتجاهات الحديثة في التحليل الموضوعي للمعلومات وموقف قطاع المعلومات منها. - المؤتمر العشرين للاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات (أعلم) . - الدار البيضاء، ص685.
- عبد الهادي، محمد فتحي (2012) تنظيم المعلومات: المفاهيم الأساسية والاتجاهات الحديثة. القاهرة: مكتبة الإمام البخاري.
- عبد الواحد، ضياء الدين (٢٠١٢). الأنطولوجيا ونظم استرجاع المعلومات: دراسة لتقنية البحث بالمفهوم. - مجلة علوم المكتبات ، المجلد (13) العدد(3)، ص ٣١.
- غسان، مراد؛ و عماد بشير (2010). ندوة حول الرصد الاستراتيجي للمعلومات: الأساليب الحديثة للبحث عن المعلومات والويب الدلالي. بيروت: المركز الاستشاري للتوثيق.
- محمد، إبراهيم حسن (2011). بناء أنطولوجيات التنقيب عن البيانات: تحليل لآليات التنفيذ في بيئة مفتوحة المصدر. - مجلة المكتبات والمعلومات العربية، المجلد(30)، العدد(3) يوليو(2011) ص- ص 51-52.
- نشرقي، مؤمن سيد (2011) الشبكة العنكبوتية الدلالية: هوية تبحث عن الوجود: دراسة تأصيلية تحليلية. - Journal Cybrarians ، العدد(27)، ديسمبر، 2011.
- نشرقي، مؤمن سيد (2012). نحو التكامل المعرفي من واقع توظيف الانطولوجيات في إطار التنقيب عن البيانات. - دراسة تحليلية. قطر: المؤتمر الثالث والعشرون للاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات (أعلم).
- ويكيبيديا. ويب دلالي. تاريخ الدخول في 2018/10/8.

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%88%D9%8A%D8%A8_%D8%AF%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%8A.

العباسي ، حسين مصطفى: الويب الدلالي، تاريخ الدخول (2018 /10/8) متاح على الرابط:

<http://alabbassyblogger.blogspot.com/2009/10/semantic-web.html>. .

المراجع الأجنبية:

Fernández-López, M. (1999). Overview of methodologies for building ontologies.

Gruber, T. (1993). A Translation Approach To Portable Ontologies.- Knowledge Acquisition.- Vol.5, No.2.- pp.199-220.

Neches, R.E. Fikes, T. Finin, T.R. Gruber, T. Senator, W.R. Swartout, (1991).Enabling technology for knowledge sharing, AI Magazine 12 (3),p. 36.

W3C, Owl. Web Ontology Language Overview.-<reviewed in 9/10/2018>.- Available at:

[/https://www.w3.org/TR/owl-features](https://www.w3.org/TR/owl-features)