اعلم

مجلة علمية محكمة يصدرها الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات
بالتعاون مع مكتبة الملك عبدالعزيز العامة بالرياض

العددان التاسع والعاشر (مزدوج)

ذو القعدة 1432 - جمادى الأولى 1433هـ الموافق أكتوبر 2011 - إبريل 2012م

نظم المكتبات الرقمية الدلالية (دراسة تحليلية مقارنة)

Semantic Digital Library Systems: Analytical and Comparative Study

د. رحاب فايز أحمد سيد
قسم المكتبات والوثائق
كلية الآداب جامعة بني سويف

rehab_ysf@yahoo.com

المستخلص:

أحدثت الحاسبات الآلية تغيرات ثورية في كل مجالات الحياة، كما انتقلت المكتبات التقليدية إلى مفهوم المكتبات الرقمية التي جعلت اكتساب المعرفة أكثر كفاءة وتنظيماً، ويجب أن تستمر المكتبة الرقمية لأنها أكثر من شكل مركزي منظم من المعلومات[1]، وأن تمثل جوهر الاتصال، الذي كان في الأصل جانباً من جوانب التفاعل وجهاً لوجه بين المستفيدين في المكتبات التقليدية[2]. وتتميز المكتبات الرقمية بسهولة الوصول للمعلومات المطلوبة في أي وقت[3]، ويعيبها عدم كفاءة البحث، فهي لا توفر بيانات ذات معنى للمستفيد كنتيجة لاستفساره، وغالباً ما يوصل لمعلومات محددة محفوظة لها حق التأليف[4]؛ كما أن البيانات ثابتة، ومن ثم لا يمكن للمستفيدين مشاركة آرائهم أو خبراتهم[5]. وتلا ظهور المكتبة الرقمية مع انتشار تكنولوجيا الجيل الثاني من الويب ظهور المكتبات الرقمية الدلالية، وذلك لإتاحة البحث بطريقة مباشرة أكثر وذات معنى[6]، حيث تتيح للمستفيد إمكانية الحصول على المعلومات المطلوبة المتعلقة بشيء ما دون توافر مصطلح بحثي دقيق[7]. ويعتمد هذا النموذج المتكامل من المعلومات على واصفات بيانات مختلفة توفر المزيد من البيانات ذات المغزى، وتميل هذه المكتبات إلى توفير شكل أفضل وأكثر ملاءمة من تصفح الواجهات.[8]. ومن ثم تجعل المكتبات الرقمية الدلالية من السهل إيجاد المعلومات في ظل هذا الخضم الهائل من البيانات المتاحة، وهذا بفضل توافر البحث القائم على الأنطولوجيا[9]؛ ولا يقتصر الوصول على مكتبة رقمية واحدة، وإنما توفر آلية الانتقال من نظم مكتبات مختلفة[10]. في حين نجد من الضروري تحويل واصفات البيانات الحالية الخاصة بالمكتبات الرقمية إلى المستوى الدلالي، وقد لا تحتفظ المكتبات الرقمية والهيئات الحكومية بواصفات البيانات الخاصة بها. لذا فهناك كثير من نظم المكتبات الرقمية الدلالية التي تحاول تطوير تكامل واصفات البيانات والخدمات لزيادة إمكانية الوصول إليها، كما تشجع على الأنشطة التعاونية ومشاركة المستفيدين وتبادل المعلومات، وستركز الدراسة على ست منها وهي: نظام فيدورا، نظام جرينستون، نظام جروميدل، ونظام سيملي، ونظام بريكس، ونظام تاليا، ثم تعقد مقارنة بين النظم الستة.

الكلمات المفتاحية:

المكتبات الرقمية الدلالية= Semantic Digital Library، نظام فيدورا= Fedora، نظام جرينستون= Greenstone، نظام جروميدل= JeromeDL، نظام سيملي= Simile، نظام بريكس= Bricks، نظام تاليا= Talia.

اعلم: العدد التاسع - العاشر (مزدوج)
جمادى الأولى 1432هـ - أكتوبر 2011م - أبريل 2012م

0 مقدمة الدراسة

0/ 1 تمهيد:

أصبحت المكتبات الرقمية مصدراً مهماً للمعلومات طوال تاريخ البشرية، فهي موجودة في كل المجتمعات وبأشكال مختلفة، فلقد وجدت المكتبات الرقمية على أسطح مكاتب المستفيدين عن طريق الإنترنت، ثم اتخذت شكل المكتبات الرقمية الدلالية التي يمكن الوصول إليها في أي وقت، وتوفر البحث بعدة معانٍ للمصطلحات، ومن ثم فإن المكتبات الرقمية الدلالية هي الخطوة القادمة في تطور نظم إدارة المكتبات الرقمية الحالية، والتي توفر خدمات تستخدم فكرة الدلالية وتلبي رغبات مجتمع المستفيدين من المكتبات على الخط المباشر لمواكبة الطلبات المتزايدة التي تعتمد على جودة الخدمات المقدمة.

0/ 2 مشكلة الدراسة:

تتعدد نظم المكتبات الرقمية فيصل عددها أكثر من (60) نظاماً[11]، وكل له مزاياه وعيوبه، ومع ظهور تكنولوجيا الجيل الثاني من الويب ومن ثم ظهور الويب الدلالية، كان لا بد من ظهور المكتبات الرقمية الدلالية التي تستخدم الأنطولوجيا في عملياتها البحثية لمسايرة التطورات التكنولوجية الحديثة، وظهر معها كثير من نظم المكتبات الرقمية الدلالية التي تحاول تفادي عيوب النظم السابقة، مع توافر طرق جديدة للبحث والاسترجاع، ولا يزال حقل المكتبات الرقمية الدلالية في مراحله الأولى وفي حاجة لدراسات مختلفة ومتعددة لمعرفة ماهيتها، ومكوناتها، وطرق استرجاعها، وخدماتها، والنظم المتبعة فيها وغيرها من الموضوعات. وتحاول هذه الدراسة التعرف إلى ماهية المكتبات الرقمية الدلالية ومكوناتها ونظمها ومن ثم عقد مقارنة بين هذه النظم حتى يمكن للمكتبات استخدام النظام المناسب لها.

0/ 3 أهمية الدراسة ومبرراتها:

تتمثل أهمية الدراسة ومبرراتها فيما يلي:

1. ظهور كثير من نظم المكتبات الرقمية الدلالية في أمريكا والاتحاد الأوروبي والتي تحتاج إلى دراسات منفصلة.
2. ندرة الدراسات العربية في مجال المكتبات الرقمية الدلالية، ومن ثم لا توجد دراسة حول نظم المكتبات الرقمية الدلالية والمقارنة بينهم.
3. الحاجة ل إلى ماهية المكتبات الرقمية الدلالية ومكوناتها والنظم المتبعة فيها.
4. حاجة المكتبات العربية دراسة الاختلافات بين النظم المختلفة المتبعة في المكتبات الرقمية الدلالية حتى يمكن اختيار المناسب منها طبقا لاحتياجات المكتبة ومتطلبات المستفيدين.

هناك كثير من المكتبات على مستوى العالم تطبق أدوات الجيل الثاني من الويب في مكتباتها، فمن الضروري دراسة بعض منها لإمكانية الاسترشاد بها في المكتبات العربية.

0/ 4 أهداف الدراسة:

تعمل الدراسة على تحقيق الأهداف التالية:

1. دراسة تعريف المكتبات الرقمية وتطورها.
2. دراسة تعريف المكتبات الرقمية الدلالية وتطورها.
3. حصر بعض إمكانيات المكتبات الرقمية الدلالية وتطبيقاتها.
4. دراسة أهداف المكتبات الرقمية الدلالية ومتطلباتها التكنولوجية وتركيبها.
5. تحليل بعض نظم المكتبات الرقمية الدلالية في أمريكا والاتحاد الأوروبي.
6. عقد مقارنة بين نظم المكتبات الرقمية الدلالية المدروسة.
7. الخروج بتوصيات لدراسات أخرى حول المكتبات الرقمية الدلالية.

0/ 5 تساؤلات الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى الإجابة عن التساؤلات التالية:

1. ما تعريف المكتبات الرقمية والمكتبات الرقمية الدلالية وتطورها؟
2. ما الإمكانيات والتطبيقات المحتملة للمكتبات الرقمية الدلالية؟
3. ما الأهداف المتوقعة للمكتبات الرقمية الدلالية؟
4. ما متطلبات المكتبات الرقمية الدلالية المحتملة؟
5. ما مكونات تركيب وبناء المكتبات الرقمية الدلالية؟
6. ما النظم المتبعة في المكتبات الرقمية الدلالية؟
7. إلى أي مدى تختلف نظم المكتبات الرقمية الدلالية الصادرة في أمريكا عن الصادرة في الاتحاد الأوروبي؟
8. ما المتوقع لنظم المكتبات الرقمية الدلالية في المستقبل القريب؟

0/ 6 حدود الدراسة:

0/ 6/ 1 **الحدود الموضوعية:** تركز الدراسة على بعض نظم المكتبات الرقمية الدلالية والمقارنة بينهم.

0/ 6/ 2 **الحدود الزمنية**: تتناول الدراسة بعض نظم المكتبات الرقمية الدلالية والتي ظهرت في التسعينيات وتطورت لتتواكب مع المكتبات الرقمية الدلالية.

0/ 6/ 3 **الحدود المكانية**: تتناول الدراسة بعض نظم المكتبات الرقمية الدلالية في أمريكا والاتحاد الأوروبي مع المقارنة بينهم.

0/ 6/ 4 **الحدود النوعية**: تركز الدراسة على بعض نظم المكتبات الرقمية الدلالية دون نظم المكتبات الرقمية الأخرى.

0/ 6/ 5 **الحدود اللغوية**: تركز الدراسة على الإنتاج الفكري باللغة الإنجليزية والعربية (إن وجد).

0/ 7 مجتمع البحث وعينته:

اتخذت عينة عشوائية بسيطة لستة نظم من أنظمة المكتبات الرقمية الدلالية، حيث تبين أن معظم النظم الصادرة حتى الآن تصدرها أمريكا والاتحاد الأوروبي، وهم نظام فيدورا (Fedora)، ونظام جرينستون (Greenstone)، ونظام جروميدل (JeromeDL) ، ونظام سيملي(Simile)، ونظام بريكس (Bricks)، ونظام تاليا (Talia). ومن ثم تم اختيرت هذه العينة بناء على الشروط التالية:

ظهور هذه النظم منذ فترة، حتى يمكن تحديد ملامحها ومزاياها وعيوبها.

تنوع استخدام هذه النظم، لإمكانية وضع تصور عام لماهية هذه النظم.

أن يتميز بعضها بالدولية، أي التي يمكن استخدامها في عدة مكتبات بغض النظر عن نوعها.

أن يتوافر موقع نشط لهذه النظم، يمكن من خلاله تحميل النظام أو شرائه ومعرفة خصائصه.

0/ 8 منهج الدراسة وأدواتها:

اتبعت الدراسة ثلاثة مناهج:

1. المنهج التاريخي لوصف الأحداث التي مرت بها المكتبات الرقمية وتسجيلها، والمكتبات الرقمية الدلالية مع تفسير لها، للتوصل إلى حقائق وتعميمات تساعدنا في وضع مقترحات للمكتبات

في العالم العربي.

2. منهج تحليل النظم لدراسة نظم المكتبات الرقمية الدلالية بنظرة شاملة، لمعرفة علاقة النظم بعضها ببعض.
3. المنهج المقارن للمقارنة بين نظم المكتبات الرقمية الدلالية للوصول إلى الفروق بين النظم، ومن ثم التوصل إلى نتائج وإحصائيات تنبؤ بمستقبل المكتبات الرقمية الدلالية.

0/ 8/ 1 أدوات جمع البيانات:

اعتمدت الدراسة على أداتين:

1. أداة البحث الوثائقي ومصادر المعلومات الرقمية سواء كانت قواعد بيانات أو دوريات إلكترونية أو كتب إلكترونية على شبكة الإنترنت، حيث استقرئت أدبيات الإنتاج الفكري العالمي حول المكتبات الرقمية الدلالية، ونظم المكتبات الرقمية الدلالية، كل نظام منفرداً وذلك للإجابة عن تساؤلات الدراسة المطروحة.
2. المعايشة (الإبحار التفاعلي) مع الويب لدراسة مواقع نظم المكتبات الرقمية الدلالية.

0/ 9 الدراسات السابقة والمثيلة:

0/ 9/ 1 الدراسات التي تتعلق بالويب الدلالية:

ظهرت أولى الدراسات العربية حول الشبكة العنكبوتية العالمية والتي أعدها أبو الحجاج محمد بشير[12] وقد تناول فيها مفهوم شبكة الويب الدلالية ومكوناتها ومحتواها، ثم تناول محركات البحث في هذه الشبكة الجديدة وما ستتمتع به من قدرات في البحث والاسترجاع ويجدر الإشارة إلى أن الدراسة التي أعدها أحمد بدر[13] قد تناولت أحد القطاعات التكوينية في بنية الشبكة العنكبوتية الدلالية والتي تمثلت في تناول مفهوم الأنطولوجيا في علم المعلومات وقدرة فكرية في الاستفادة من هذه التقنية في التحليل الموضوعي، كذلك تناولت هبة عبد الستار [14] أحد الجوانب التكوينية الأخرى لبنية الشبكة العنكبوتية الدلالية وهي لغة التكويد الموسعة وأوجه الإفادة منها في التشغيل التبادلي قدراتها على تمثيل المصطلحات والعلاقات التي تربط بينها.

وتعد الدراسات الأجنبية في هذا الجانب هي أغزر وأوفر وقد تمثلت أولى هذه الدراسات في الدراسة التي أعدها تيم بيرنرز لي وجيم هندلر (Tim Berners-Lee، Jim Hendler)[15] والتي تمثل أول دراسة عالمية أعدت حول هذا الموضوع، بل هي أول دراسة استهلالية حول موضوع شبكة الويب الدلالية والتي أعلن فيها تيم بيرنرز لي ظهور شبكة الويب الدلالية موضحاً الهدف منها ومحتواها وملامح اختلافها عن شبكة الويب التقليدية، وتقدم هذه المقالة مقابلة شخصية مع تيم بيرنرز لي مخترع شبكة الويب الدلالية، ثم أوضح لي[16] في حديث صحفي له أن الهدف من هذا المشروع يتمثل في جعل بنية الشبكة العنكبوتية أيسر في البحث عن المعلومات ثم أتبع قوله بمقارنه هذا الجيل الجديد من الويب وما يحمله من خدمات في مقابل الخدمات المتاحة حاليا، ثم استطرف عن مقارنة محركات البحث الدلالية بمحرك جوجل، وتعد دراسة جولد شميدت (Goldschmidt)[17] من أكثر الدراسات المتعلقة بالويب الدلالية حيث هدفت إلى توضيح أن ما تعاني منه محركات البحث التقليدية من مشكلات بحثية قد أوجد لها تيم بيرنيرز لي حلاً متمثلاً في الويب الدلالي، ثم يتطرق إلى توضيح الفارق بين محركات البحث التقليدية ومحركات البحث الدلالية، ويجدر ذكر الدراسة التي أعدها كوين لي[18] والتي تناول فيها التعرف إلى الأنطولوجيات المختلفة في بيئة شبكة الويب الدلالية، والتعرف على نماذج البيانات المختلفة وأطر وصف مصادر المعلومات لمواجهة المشكلات التي تعانيها محركات البحث التقليدية، أما دراسة لي دنج[19] فقد هدفت إلى التعرف على إمكانيات البحث داخل محركات البحث الدلالية، إمكانيات التشغيل المتبادل بناءً على مكونات الشبكة الدلالية، وأن لغات تكويد الصفحات ستعتمد في المقام الأول على الإطار العام لوصف المصادر.

0/ 9/ 1 الدراسات التي تتعلق بالمكتبات الرقمية الدلالية:

عمل مسح للدراسات التي تتناول موضوع المكتبات الرقمية الدلالية، والنظم المستخدمة والمحتمل استخدامها فيها، سواء كانت دراسات أكاديمية، أي رسائل ماجستير ودكتوراة، أو دراسات بحثية في شكل مقالات منشورة بدوريات محكمة، وهناك دراسة دكتوراة واحدة تعود لعام 2005م (قاعدة بيانات بروكيست)، تتناول موضوع تطوير المكتبات الرقمية الدلالية عن طريق تقنية التنقيب عن البيانات، وهي:

(1) Kim, Hyunki. (2005) Developing Semantic Digital Libraries Using Data Mining Techniques.- Ph.D.- University of Florida, 126 pages

تهدف هذه الدراسة إلى تعريف المكتبات الرقمية الدلالية كمكتبات رقمية يمكنها اكتشاف المعلومات الخفية والمفيدة من كميات هائلة من البيانات المخزنة باستخدام تقنيات التنقيب عن البيانات مثل تجميع قواعد التنقيب وتقنيات العرض وتصنيفها وتكوينها. وتقترح الدراسة لبناء مكتبة رقمية دلالية أولاً نظام مكتبة رقمية متكامل يوفر وجهات نظر متعددة لمجموعات واصفات البيانات المتوفرة عن طريق دمج تقنيات البحث والتنقيب عن البيانات، ويوفر هذا النظام ثلاثة قيم مضافة، وهي:

1. توافر خدمة البحث عبر الأرشيف وجهة نظر مصطلح واصفات البيانات المجمعة.
2. توافر خدمة تصفح المفاهيم وجهة نظر موضوعية لواصفات البيانات المجمعة.
3. توافر خدمة ملخص المجموعة وجهة نظر المجموعة لكل مجموعة من واصفات البيانات.

كما تقترح الدراسة طريقة التنقيب عن البيانات النصية باستخدام خوارزمية خريطة التنظيم الذاتي الهرمية لبناء مفاهيم هرمية من واصفات بيانات دوبلن كور (Dublin Core). كما قدمت الدراسة طريقة التنقيب النصية التي تستخدم التنظيم النصي والمجموعات النصية لبناء مفاهيمي هرمي لاستشهادات الميدلاين، وقد يستخدم البناء الهرمي التلقائي لدعم المستفيدين في تصفح السلوك ومساعدتهم في تمييز نقاط البداية الجيدة للبحث.

أما مقالات الدوريات فقد مسحت من خلال قواعد البيانات العالمية، وأدلة الدوريات الإلكترونية مفتوحة المصدر والتي تقع ضمن تخصص المكتبات والمعلومات، وبلغ عدد المقالات والدراسات المسترجعة (94) مقالة تتناول الويب الدلالية وعلاقتها بالمكتبات الرقمية، (136) مقالة حول نظم المكتبات الرقمية الدلالية، ومن هذه الدراسات ما يلي:

(1) Papadakis, I., Avramidis, A. and Chrissikopoulos, V. (2005) Reasoning Against A Semantic Digital Library Framework Based On Grid Technology.- Library Management, 26 (45/): pp. 246 – 260.- Available at: http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1501541&show=html

تهدف هذه الدراسة إلى سد الفجوة بين شبكة الحاسبات والاستخدام الدلالي للمعلومات اللذين يجتمعان في بناء المكتبة الرقمية. وعلى الرغم من صعوبة الاستخدام الدلالي لمجموعات البيانات الكبيرة، وغالباً ما يحدث نشاط استهلاك المصادر في المعامل المتخصصة المجهزة تجهيزاً عالياً، ويدل

هذا العمل على أن التكنولوجيا الجديدة مثل الشبكة والمعايير الجديدة مثل إطار وصف المصدر ولغة أنطولوجيا الويب قادرة على جلب هذا البحث أقرب لحيز التنفيذ.

(2) Warren، P. and Alsmeyer، D. (2005) Applying Semantic Technology To A Digital Library: A Case Study.– Library Management، 26 (45 /): pp. 196 – 205.– Available at: http: / /www.emeraldinsight.com /journals.htm?articleid=1501537

تهدف هذه الدراسة إلى وصف كيفية استخدام تكنولوجيا المعرفة الدلالية لتطوير المكتبة الرقمية، وتوصلت هذه الدراسة إلى أن هناك أربع تحديات رئيسة وهي: تحقيق التبادل، ووصف الكائنات والمستودعات، وإدارة مجموعات الوسائط المتعددة، وتطوير واجهات المستفيد والتفاعل بين الحاسب والعنصر البشري.

(3) Sicilia, M. and Davies, J. (2005) Digital Libraries In The Knowledge Era: Knowledge Management And Semantic Web Technologies.- Library Management, 26 (45/): pp.170 – 175.- Available at: http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1501534&show=html

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم القضية الخاصة بالويب الدلالية، ولقد أجريت أبحاث مكثفة في جميع أنحاء العالم في المراكز البحثية، كما تمت إنجازات نحو الهدف النهائي وهو التعبير واستغلال المعرفة الجماعية للبشرية. وتوصلت الدراسة إلى تلخيص مقالات قضية الويب الدلالية وتوفير المساعدة في فهم خريطة الطريق الخاصة بالويب الدلالية للمكتبات الرقمية.

(4) Burke، Mary. (2009) The Semantic Web And The Digital Library.- Aslib Proceedings، 61 (3): pp. 316 - 322.- Available at:
http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=0001253-X&volume=61&issue=3&articleid=1793340&show=html

تهدف هذه الدراسة إلى مناقشة التعريفات البديلة للويب الدلالية والمسارات الخاصة بها، كما تهدف إلى توضيح العلاقة بين الويب الدلالية والجيل الثاني من الويب والجيل الثاني من المكتبات. وتوصلت هذا الدراسة إلى أن مجتمع المكتبات لديه كثير لتقديمه وللاستفادة منه، وهو الويب الدلالية، لكن هناك اهتمام محدود في مجتمع المكتبات، وتوصي الدراسة بتعاون كبير بين باحثي الويب الدلالية ومطوري

المشروع، ومزودي نظم إدارة المكتبة ومجتمع المكتبة، كما توصي بضرورة دخول المكتبات تطور معايير الويب الدلالية مثل واصفات البيانات والتكسونومي.

وتختلف الدراسة الحالية عن الدراسات التي تعرضت للمكتبات الرقمية الدلالية بأنها اتبعت منهجاً علمياً في تجميع التعريفات للمكتبات الرقمية والمكتبات الرقمية الدلالية، ثم تطورها وتطبيقاتها المختلفة، كما ركزت الدراسة على نظم المكتبات الرقمية الدلالية مع عقد مقارنة بين هذه النظم للتيسير على المكتبات في تقرير أي من النظم يمكن استخدامه وتطبيقه في المكتبة.

المبحث الأول: ماهية المكتبات الرقمية الدلالية: تعريفها وتطورها وتطبيقاتها

لقد أدت الإنترنت دوراً مهماً في تطور أنماط الحياة المتطورة، والتي أصبحت من ثم اختراعاً ذي قيمة ووفرت إمكانية الوصول للإنترنت أكثر ملاءمة للمستفيدين، وشكل هذا الاختراع الويب، حيث اخترع الويب عام 1989م بواسطة خريج من جامعة أكسفورد بإنجلترا وهو تيم بيرنرز لي (Tim-Berners Lee)، وكان مسؤولاً عن كتابة أول عميل ويب وخادم عام 1990م في معمل الفيزياء الذري الأوروبي سيرن (CERN). تمثلت رؤيته في تصميم نظام وسائط فائقة يعتمد على الويب، ييسر رفع المعلومات من كل أرجاء الأرض، ومن ثم يمكن لأي مستفيد الاستفادة من هذه المعرفة[20]. ولقد شهدت التطورات الأخيرة في الويب ظهور الويب الدلالية والتي كانت مستمدة من رؤية تيم بيرنرز لي في إتاحة المعلومات عالمياً للمستفيدين منها، وتوسع الويب الدلالية معنى (دلالية) المعلومات عن طريق إتاحة الويب لاستيعاب متطلبات المستفيدين والحاسبات، حتى يمكنهم الاستفادة من الويب في المعلومات المتاحة[21]. تعتمد الويب الدلالية على مجموعة من عناصر التصميم ومفهوم تقديم نتائج مفيدة للمستفيد. والجدير بالذكر أن الويب تقدم خدمات ومعلومات مفهومة للعنصر البشري فقط، في حين أن الويب الدلالية قادرة على إنتاج معلومات بطريقة يمكن للحاسبات فهمها[22].

وهناك كثير من تكنولوجيا الويب الدلالية، التي يمكن ذكر بعضها فيما يلي:

1. إطار وصف المصدر (RDF) (Resource Description Framework): طُبِّق في البداية كنموذج بيانات لواصفات البيانات، وتطور مع مرور السنوات إلى نمط من وصف المفاهيم وآلية لتوفير

معاني أكثر للمعلومات على الويب[23].

2. الانطولوجيا (Ontology): يمكن وصفها بأسلوب لتمثيل المعلومات بطريقة منظمة ورسمية بمساعدة مجموعة من المفاهيم والعلاقات الخاصة بها[24].
3. لغة أنطولوجيا الويب(OWL) (Web Ontology Language): توصف بمجموعة من لغات نماذج المعلومات التي يمكن الاستفادة منها في إنتاج الأنطولوجيا[25].

ولا توفر تكنولوجيا الويب الدلالية حلولاً مقترحة فقط، بل أصبحت واقعاً تستفيد منها مجالات مختلفة مثل: الويكي الدلالية، والمدونات الدلالية، والمكتبات الرقمية الدلالية.

1/ 1 المكتبات الرقمية: ماهيتها وتطورها:

جاء مصطلح المكتبة الرقمية (Digital Library) وتطور مع بداية التسعينيات حتى كان شغل المكتبيين الشاغل، ولكنه عجز أن يفي بالغرض –دلاليًا– ، لأنه يمكن أن تكون هناك مكتبة رقمية على أقراص ليزر أو على ذاكرة حاسب آلي، مما يعني أنها إلكترونية رقمية ولكن لها موقع محدد على الباحث أن يزوره حتى يفيد من محتويات المكتبة. وهذا المفهوم للمكتبة الرقمية لا يتيح لها التواصل والتعاون، بل الاعتماد على ذاتها، وهو ما يتنافى مع المفاهيم الحديثة للتعاون والترابط الشبكي على أعلى المستويات. ويؤكد ستيفن هارتر (1996م) أن مصطلح المكتبات الرقمية يُعد أحدث مصطلح في سلسلة طويلة من الأسماء لمفهوم المكتبية الكمبيوترية، والتي أضاف لها ارتباطها بالكمبيوتر مقدرة على أداء العمل بشكل أفضل وجعل بعضهم يعتقد أن اعتمادها هذا على الكمبيوتر ربما يعجل باحتلالها موقع المكتبات التقليدية ومكانتها (غير أن هذا المصطلح دلاليًا يصف نوع التقنية التي حدثت للحواسيب باستخدامها). غير أن هذا المصطلح دلاليًا يصف نوع التقنية التي حدثت للحواسيب باستخدامها للنظام الرقمي بدلاً من التقنية الصوتية، ولا يصف أو يشير إلى احتمال وصول الباحث من أمكنة مختلفة من العالم. فيمكن أيضا أن يكون هناك مكتبة رقمية على جهاز حاسب ولها مكان محدد[26].

ويعرف جرينشتين المكتبة الرقمية بأنها المكتبة التي تتضمن مقتنيات تم حفظها بصيغة رقمية (مماثلة للمطبوع، الأشكال المصغرة، أو وسائط أخرى) ويمكن للحاسبات الآلية الوصول إليها[27].

ولقد صُممت المكتبات الرقمية لتضمين الوسائط في نظم التشغيل، حتى يمكن لعدة برامج استخدام

روابط كود الوسائط بالمكتبة، والكود المصدري للمكتبات، وكود الوسائط المترجمة. ولقد ظهرت المكتبات الرقمية نتيجة الحاجة لنظام تشغيل لإيجاد الوسائط وتحميلها، لكن كانت نظم الملفات الموجودة محدودة جدا لدعم هذه الأنشطة في الوقت المناسب. ولا يزال التركيب الأساسي للمكتبات الرقمية الذي ظهر أول مرة معمولا به حتى الآن؛ ويتمثل في دليل أعضاء المكتبات الذي يتيح الأسماء وواصفات البيانات الأخرى للمقتنيات المتضمنة في مجموعة البيانات أو الملفات نفسها عن طريق الثنائي الفعلي لكل عنصر مشار إليه من قبل عضو الدليل. وبالطبع تختلف التفاصيل من مكتبة لأخرى طبقا لنوعها، لكن هناك طبيعة أساسية ثابتة للمستودع الرقمي في تسمية العناصر. كما ركبت وبنيت المكتبات الرقمية على معظم تراكيب تخزين البيانات الأساسية والتي يدعمها نظم التشغيل مباشرة، ومن النادر أن تدعم نظم التشغيل المكتبة كمستوى منخفض من تركيب البيانات، فتعتمد نظم التشغيل على الوصول للتسجيلات ذات العلاقة، وطرق الوصول المتسلسلة المكشفة، أو قواعد البيانات العلائقية. ولقد أُنشئت طريقة وصول للمكتبة الرقمية في بداية الثمانينات تعتمد على طريقة وصول التخزين الافتراضي لشركة آي بي إم (IBM Virtual Storage Access Method)، وبناء تسجيلات مجموعات البيانات ذات العلاقة والتي أطلق عليها طريقة وصول المكتبة الافتراضية (VLAM، the Virtual Library Access Method)[28].

كان الهدف من المكتبة الرقمية توفير عدة خدمات لا يمكن لطرق الوصول القديمة تقديمها، مثل: الأسماء الطويلة، والملفات كبيرة الحجم والتي يطلق عليها بلاب (BLOB)، ومساحة تخزين الوثيقة، والبحث السريع للدليل، والروابط بين الوسائط، والكميات الكبيرة من واصفات البيانات. ثم ظهرت طريقة التكشيف لإتاحة تكشيف نصوص كامل للأشياء لبحث واسترجاع متطور، وهذا كان تكشيفاً نقطياً جزئياً معروفاً بطريقة وصول الكشاف المجسم ((Holographic Index Access Method (HIAM)).

لقد تطورت المكتبات الرقمية منذ ذلك الوقت في العدد والاستخدام مع التطبيقات المتخصصة وتنفيذ هياكل البيانات المتخصصة، ولقد نشأت بعض منها على نظم تشغيل الحاسبات الشخصية مثل يونيكس ولينكس أو الويندوز، طبق بعضها على نظم قواعد البيانات العلائقية مثل أوراكل (Oracle) أو خادم إس كيو إل (SQL Server) أو قواعد البيانات 2 (DB/2). ولقد ظهرت في الآونة الأخيرة نظم

تشغيل المصدر المفتوح ومحركات قواعد البيانات مع مزايا مستوى المؤسسة والاعتمادية، والتي كان لها دور ملحوظ تجاه تطبيق المكتبات الرقمية على نظم تشغيل اللينكس وماي إس كيو إل (MySQL).

تكمن مزايا قواعد البيانات العلائقية للمكتبات في سهولة إنشائها وتخزينها وبحث كميات كبيرة من واصفات البيانات لكائنات المكتبات، ويمكن توزيع الأدلة على جداول منظمة، كما يمكن استبعاد واصفات البيانات المرتبطة لتطوير أداء البحث، لذا يمكن لتكلفة ترخيص وتثبت نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية تحقيق ذلك، بالإضافة إلى إتاحة محركات قواعد البيانات ذات العلاقة، مثل: ماي إس كيو إل (MySQL)[29]، لكن لا تزال تتطلب تركيب محرك ماي إس كيو إل على الخادم. فإذا كان هناك نظام مكتبة على أي جهاز من أجهزة المستفيدين، فهذه النسخ ستكون عائقاً، وبالتأكيد إذا كان النظام يعتمد على الخادم، سيكون استخدام نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية للمكتبة الرقمية أسهل بكثير، ومن ثم فلا تزال هناك كثير من المكتبات الرقمية تطبق نظام التشغيل الذي يتيح خدمات التخزين فقط؛ وهذا يدل على إنشاء كود جديد يعتمد خوارزميات التخزين المطبقة وتكشيفها، ومعالجة التحديث، ومكونات التخزين الأخرى اللازمة لتطبيق النظم.

وحيث إن كثيراً من المكتبات الرقمية تطبق مباشرة على نظام تشغيل الملفات، مع ملفات منفصلة تستخدم لكل كائن، فهناك مجموعة خاصة من ملفات التكشيف، وملفات الدليل التي تحتوي على واصفات بيانات لكل كائن. لكن لهذا المسار عيوب عديدة منها سهولة تعرض ملفات النظام المتعددة لمشكلات التلف والتزامن، الوصول لملفات النظام أبطأ من الوصول للكائنات في ملف واحد بسبب فتح ملف نظام التشغيل وغلقه المنطقي. وهناك كثير من طرق الوصول مفتوحة المصدر ونظم تشغيل المكتبات الرقمية والتي يمكن استخدامها في تسريع انتشار المكتبة الرقمية، لكن لا يزال من الضروري تكوين مكتبة رقمية من تطبيقات محددة للوصول لأعلى فائدة من التطبيقات والمستفيدين من محتويات المكتبة، وهذه إحدى المتطلبات المنبثقة لكي تكون المكتبة الرقمية مكتبة رقمية دلالية.

1/ 2 المكتبات الرقمية الدلالية:

إن شبكة الويب الدلالي (Semantic Web) ما هي إلا امتداد لشبكة الويب الحالية ((WWW، لكنها تتميز عنها بأنها تقدم معلومات محددة ودقيقة في نتائج البحث، وكذلك تمكن الحاسبات الآلية أو

بالأحرى برامج الحاسب من العمل بشكل تفاعلي وتعاوني مع المستفيدين، فشبكة الويب الدلالي تبدو وكأنها مجموعات شبكات متداخلة بعضها مع بعض، وتضم الفيض الهائل من المعلومات والبيانات والتي تم تجهيزها وإعدادها بصورة آلية وأرشفتها بصورة دقيقة من قبل برامج متخصصة، تعتمد على الاستفادة من تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وإمكاناته في تيسير عمليات البحث واسترجاع المعلومات المستخدمة في بناء محركات البحث، والقدرات الهائلة لشبكات الحواسيب في عمليات معالجة مصادر المحتوى الرقمي المتاح على شبكة الإنترنت، وكذلك إيجاد التطبيقات الملائمة للارتقاء بتكنولوجيا بناء المكتبات الرقمية والارتقاء بمستوى الخدمات المقدمة من هذا النوع الجديد من المكتبات[30].

وبهذه الطريقة يمكن تطبيق تكنولوجيا الويب الدلالي في المكتبات الرقمية والتي تتضمن كثيراً من واجهات الاستخدام (User Interface)، والواجهات التفاعلية بين الحاسب والمستفيد، وهي تتيح عرض المعلومات والبيانات ورؤية وتصفح مجموعات البيانات الرقمية، وحسابات المستفيدين (User Profiling) والتي تتضمن حرية التحرك للمستخدم في مساحة معينة من البيانات والتحكم فيها، والخصوصية (Personalization) والتي تتضمن الموازنة بين الفردية والعمومية في التخصيص، واجهات المستفيدين[31].

أما المكتبات الرقمية فيمكن بحثها من خلال الأدلة الخاصة بها أو عن طريق كشاف النص الكامل لإتاحة بحث محتويات الوسائط الخاصة بها، إذ يوفر إمكانية فحص الدليل آلية الإجابة عن الاستفسارات بقائمة مرتبة هجائياً أو زمنياً منذ تاريخ إنشائها في 13/ 5/ 2000م؛ حيث يمتد بحث كشاف النص الكامل لهذه الاستفسارات كقائمة بكل الأشياء التي تتضمن كلمات بث تلقائي أو كقائمة بالأشياء التي لا تحتوي على اسم جو بلوجز (Joe Bloggs)؛ لكن ليس هناك وسيلة لدعم استفسار مثل قائمة بكل الأشياء المرتبطة بموضوع "المأكولات الراقية"، خاصة إذا كان المصطلح "المأكولات الراقية" لا يظهر في المكتبة الرقمية، ومن هنا أصبحت إضافة الدلالية للمكتبة مفيدة، حيث يمكن استخدام المعلومات الدلالية التي تمثلها واصفات البيانات الملحقة بكل كائن، أو بواسطة الأنطولوجيا لتوفير سياق دلالي للبحث لحل مثل هذه الاستفسارات، وتجعل إمكانات البحث الإضافية التي توفرها هذه التقنية المكتبة الرقمية الدلالية أكثر قيمة من المكتبة الرقمية التقليدية للمستفيد المتوسط.

إن دمج البيانات الدلالية ومعالجتها في المكتبة الرقمية يتضمن إرفاق واصفات البيانات بالوسائط

المتاحة في المكتبة، وإتاحة إمكانية الوصول لمحركات البحث الدلالية للمستفيد. ويتم التعبير عن واصفات البيانات في سياق إطار وصف المصدر (RDF)، ويتكون من علاقات يتم التعبير عنها بقواعد ثلاثية تتكون من الموضوع، والمسند أو الأساس، والكائن، فعلى سبيل المثال: قد تكون ثلاثية وثيقة هي "رسالة لجو بصيغة البي دي إف، حيث إن الرسالة لجو هي الموضوع، وتكون هي المسند وصيغة البي دي إف هي الكائن، وتشير القواعد الثلاثية إلى أن كائن المكتبة يسمى رسالة لجو هي ملفات بصيغة البي دي إف.

لا يمكن بحث هذه البيانات الدلالية والرسوم البيانية التي تمثلها واسترجاعها بالأدوات المعيارية، مثل: قواعد البيانات العلائقية أو طرق وصول نمط طريقة وصول التكشيف المتسلسل (Indexed Sequential Access Method) (ISAM)، وخاصة أن عمليات التكشيف والاسترجاع واجتياز الرسم البياني لا تزال يعيبها السرعة والأداء. ولقد أُجريت كثير من الأبحاث لتحسين الأداء في مجال البحث الدلالي واسترجاعه، وبدأ تطور الأداء ليصل لمستويات المؤسسات التجارية.

3 /1 إمكانيات المكتبات الرقمية الدلالية وتطبيقاتها:

توفر المكتبات الرقمية الدلالية (Semantic Digital Libraries) (SemDLs) مستوى جديداً من التوافقية وترابط المستودعات الرقمية، وتتزايد أعداد هذه المستودعات بخطى أسرع من أي وقت مضى، ومن ثم أصبحت الحاجة والفرصة للبحث المتقدم وإمكانيات الاسترجاع عظيمة، حيث يوجد أكثر من (80٪) من المعلومات المخزنة على الإنترنت عبارة عن بيانات غير مرتبة، ومقيدة في الوثائق والصور وصفحات لغة تكويد النص الفائق والصيغ الأخرى. بالإضافة إلى ذلك فإن الترابط بين كل هذه المعلومات ضمنياً، يقتصر بشكل كبير على لغات البشر والخبرات المشتركة، ومن خلال استخدام التحليل اللغوي المتطور يمكن حل مصادر المعلومات واكتشاف نماذج العلاقات بين الدلالية وهذه الإمكانيات. وتقدم الأنطولوجيا قاموس مترادفات معروفاً ومجموعة رسمية من العلاقات المتبادلة التي تتيح لخوارزميات البحث إمكانية فهم البيانات غير المهيكل،ة وواصفات البيانات الخاصة بها، ومن ثم يمكن حل استفسارات "المأكولات الراقية" لتضمين الوثائق التي تتضمن معلومات عن الطبخ والخبز عند استخدام هذه المصطلحات في سياق ما، لتشير للمصطلحات الأخرى المرتبطة بها.

ومن أهم الإمكانيات التي توفرها التكنولوجيا الدلالية هي القدرة على تكويد معلومات المستفيد وفكها بطريقة دلالية وفعالة، ويتمثل التكويد (مثل إطار توصيف المصدر) في معلومات مفصلة ومتنوعة مثل موقع المستفيدين، وأذواقهم الغذائية، واتجاهاتهم، وطرق المواصلات، والأهداف، والتطلعات، وغيرها من الجوانب الشخصية المتعلقة بالمستفيدين، كما يتمثل في الوضع الذي يتيح لمحركات البحث الدلالية اشتقاق مجموعة من القواعد لتكوين نتائج البحث الأخرى بشكل ملائم.

تتضمن تطبيقات هذه الإمكانيات الرعاية الطبية، حيث يمكن للدلالات حل أوصاف أعراض المريض إلى نتائج بحثية توفر العلاج الملائم لمجموعة من الأعراض الغامضة. كما زادت قيمة الشبكات الاجتماعية مثل فليكر وماي سبيس مع زيادة الروابط بين المستفيدين والمحتوى، حيث يمكن للمستفيدين وضع التيجان أو العناوين الخاصة بهم واستخدامها، وقد تكون هذه التيجان غير ضرورية للآخرين، لذا يجب أن تكون آليات البحث والروابط قادرة على حل المصطلحات المختلفة والمفاهيم أيضاً، ومن ثم نجد أن استخدام الأنطولوجيا الدلالية مع واصفات البيانات للتيجان أو العناوين قادر على حل هذه المشكلة، ويمكن وضع المستفيد من هذه النظم في الشبكة بروابط صريحة وضمنية. كما يمكن لنظم التعلم استخدام المكتبات الرقمية الدلالية لتخزين وصف الدورات وقواعد إنشاء برامج التعلم المصممة خصيصاً لكل مستفيد، وهذه إحدى التطبيقات التي تستفيد بشكل كبير من إتاحة المعلومات الشخصية المفصلة للمستفيدين.

يمكن تطوير نظم الأرشفة باستخدام المكتبات الرقمية الدلالية لتكويد واصفات بيانات الوسائط الرقمية المخزنة أكثر من نظم الأرشفة التقليدية، ومن ثم سيكون هناك أرشيف أكثر فائدة يمكن لعدة مستفيدين مختلفين بحثه دون معرفة محتوياته، أو قد يكود الاستفسارات باستخدام سياق ودلالات مختلفة أكثر مما كان متوقعاً.

1/ 4 أهداف المكتبات الرقمية الدلالية (Goals of Semantic Digital Libraries):

لقد أصبحت المكتبات الرقمية سلعة في عالم الإنترنت، ويتم إنتاج معلومات أكثر وأكثر، وتُتاح المزيد من المعلومات غير الرقمية. وصاحب استخدام التكنولوجيا الأكثر ملاءمة للمستفيدين على شبكة الإنترنت مجموعة من التوقعات. لا يمكن للمكتبات الرقمية اللحاق بالتكنولوجيا الخاصة بها؛ ليس

من أجل معالجة الكمية الهائلة من المعلومات وتنوعها وسرعة إنتاجها، وإنما يجب أن توفر خبرة جيدة للمستفيدين أيضاً تتماشى مع المعايير التي تضعها هذه الصناعة وتفوقها. سيجمع الجيل القادم من المكتبات الرقمية الحلول التكنولوجية، مثل النظير مقابل النظير ((Social peer-to-peer processes P2P))، البنية الخدمية(SOA) (Service-oriented architecture)، والحوسبة الشبكية ((Grid مع البحوث التي أجريت مؤخرا على الدلالات والشبكات الاجتماعية. ولقد وضعت هذه الحلول موضع التنفيذ للإجابة عن مجموعة متنوعة من المتطلبات المفروضة على المكتبات الرقمية.

لا يكفي الحديث عن المكتبات الرقمية الدلالية بأنها الجيل القادم من المكتبات الرقمية، لكن يمكن اتباع أهداف الجيل الثاني من المكتبات، والتي بدورها يمكن الوصول لأهداف المكتبات الرقمية الدلالية. يعرف آجاوستي وآخرون[32] سبعة أهداف للجيل الثاني من المكتبات، وتتمثل في:

1. يمكن لأي فرد استخدامها.
2. يمكن الوصول لكل المعرفة.
3. يمكن الوصول إليها في أي وقت.
4. يمكن الوصول إليها في أي مكان.
5. من ملامحها واجهة صديقة للمستفيد متعددة النماذج.
6. توفر طرقاً فعالة وكافية للوصول إليها.
7. تستخدم أجهزة متعددة ومترابطة.

ويعرف بلايبرج (Blyberg) خمسة مكونات رئيسة للجيل الثاني للمكتبات: برامج المصدر المفتوح، والبرامج الاجتماعية، والدخول الفردي على الخط، والمعايير المفتوحة، والفهرس الموحد العام على الخط المباشر (أوباك) المتكامل[33]. ويتضح من التعريفين السابقين أن العناصر الرئيسة للجيل الثاني من المكتبات هي الانفتاح وصداقة المستفيد، ويعد الوصول للمعلومات أحد الوظائف الرئيسة في المكتبات الرقمية. ويمكن أن توفر التكنولوجيا الدلالية حلول أكثر كفاءة للوصول للمحتوى وواصفات البيانات، حيث يقدم الشرح الدلالي معلومات قوية لبناء الإجابة على استفسارات المستفيدين الشخصية، وبحث قائم على المتشابهات، ونظم تنقيد (فلترة) تعاونية[34].

لذا يجب تضمين التكنولوجيا الدلالية في المكتبات الرقمية، من أجل تقديم حلول أكثر صداقة

للمستفيدين، ويمكن للخدمات الدلالية والاجتماعية القيام بأدوار أخصائي المكتبات وتقديم الخدمات للمستفيدين في أي مكان. ويمكن دراسة المكتبات الرقمية من عدة جوانب (مثل: الناحية التاريخية أو التكنولوجية)، وعدة وجهات نظر (مثل: المكتبة، وعلم المعلومات، واسترجاع المعلومات، أو تفاعل الإنسان مع الآلة)، ونتيجة لطبيعة تعدد التخصصات المرتبطة بها (النص الفائق، والوسائط المتعددة، وقواعد البيانات) فيمكن التعبير عنها بمجموعة من الوثائق والتكنولوجيا والأعمال، أكثر منها مجموعات من المصادر أو التكنولوجيا المتاحة لهذه المجموعات[35]. لذا النماذج الرسمية والنظريات مهمة لتعريف المكتبات الرقمية بوضوح وفهم ملامحها وبنائها. إلا أن هناك تحديات أساسية للمكتبات الرقمية الدلالية، منها:

تكامل المعلومات بناء على مصادر واصفات بيانات مختلفة، مثل: الوصف الببليوجرافي، وملامح المستفيد، والإشارات المرجعية، والمصطلحات المحكمة؛ وهذا يتحقق بدلالات عالية الجودة، مثل: توصيل المعلومات الهادفة.

توفير التوافقية مع النظم الأخرى (ليس فقط المكتبات الرقمية) على مستوى التواصل أو واصفات البيانات، أو الاثنين؛ فإن استخدام إطار وصف المصدر كقاسم مشترك بين المكتبات الرقمية والخدمات الأخرى يمكن أن يدعم واصفات البيانات وتوافقية الاتصال.

التسليم أكثر قوة، حيث تكمن قوة واجهات التصفح والبحث المتوافقة مع المستفيدين في الدلالات (الشروح الاجتماعية، والرسمية، والقانونية)، وتفاعل المجتمع وملامح المستفيدين ومحركات السبب والتوصيات.

هذا ويجب على المكتبات الرقمية الدلالية تطبيق عدد من الخدمات المهمة، وهي:

1. **خدمات البحث والتصفح والتوصيات (Search، Browsing، and Recommendation Services):**

إن الهدف الأساسي من المكتبة الرقمية الدلالية تقديم اكتشاف المعلومات التي تقع خارج الحلول المعروفة من المكتبات الرقمية الحالية، ويجب أن يكون المستفيدون قادرين على استغلال المعلومات المترابطة حول المصادر أثناء التصفح أو الفلترة أو إيجاد كائنات المعلومات المشابهة[36]. يجب على محركات تحسين الاستفسارات توصيل النتائج لحلول تتناسب مع مواصفات المستفيدين؛

يجب أن تستغل المحركات العلاقات الدلالية المعقدة بين النتائج، كما يجب على المكتبات الرقمية الدلالية تقديم خدمات بتوصيات متعددة، مثل: أن تعتمد على السياق وشرح المصادر أو بالاعتماد على الفلترة الجماعية[37]. ويجب على محرك البحث السماح بالاستفادة من المعلومات حول أنواع الوسائط المختلفة، الأشياء والوسائط المعقدة[38]. وفي حالة المصادر ذات الشروح المعقدة، من المهم دعم البحث القائم على المحتوى وخوارزميات بحث التشابه[39]. أما في حالة شبكات مزودي المحتوى التنافسية، فيجب على المكتبات الرقمية الدلالية تطبيق خوارزمية الاستفسار التجارية لدعم المستفيدين في بحثهم[40].

2. خدمات لزيادة المصادر (Services for Augmenting Resources):

أحد أهم السمات المميزة للمكتبات الرقمية الدلالية هي الشروح الإضافية التي تزيد المعلومات الأصلية المقدمة خلال عملية رفع المصدر للتحميل. ومن المتوقع أنه يمكن للمكتبات الرقمية الدلالية تقديم الشروح الآلية من المستفيد، ويجب أن تستفيد شروح المستفيدين من الشبكات الاجتماعية، مثل: شروح المجتمعات، والتيجان ومعدلات الترتيب. كما يجب أن تكون خدمة الشروح مرنة بقدر كافٍ للتكيف مع مختلف مجموعات المستفيدين وزيادة المحتوى، مثل: وقت وضع عناوين الوسائط الصوت والفيديو أو شرح الأماكن المهمة (regions-of-interest) (ROI) في الصور والمصادر الجغرافية المكانية[41]. إن شروح المستفيدين هي التكنولوجيا الرئيسة لمشاركة المستفيدين بنشاط في عملية مشاركة المعلومات، ويجب على خدمات المكتبات الرقمية الدلالية ضمان أن المستفيدين الذي يقدمون شروحاً أو تعليقات يستفيدون من أفضل التوصيات ونتائج البحث.

3. خدمات البث والإعلام (Dissemination and Notification Services):

يجب أن تساعد المكتبات الرقمية الحديثة المستفيدين على الوصول إلى واصفات البيانات بصيغ مختلفة مع إتاحة إمكانية دمج مجموعة من الخدمات والمحتوى، ويجب أن تتاح واصفات البيانات كتغذية مرتدة للملخص البسيط الواقعي وآتوم (RSS[42] and ATOM feeds)، وواصفات مشروع المجتمعات المرتبطة دلالياً على الخط المباشر (Semantically-Interlinked Online Communities Project) (SIOC)[34] والرسوم البيانية لإطار وصف المصدر (RDF graphs)[44] وصيغة ترميز

جافا سكريبت ((JSON format([45]) يجب تقديم خدمات الإعلام الموسعة والمعدلة وخاصة عبر المكتبات الرقمية الموزعة أو الاتحادية كجزء من عملية استرجاع المعلومات، ويمكن أن يحسن هذا التكامل خبرة المستفيد المرتبطة بنظام المكتبة الرقمية([46]).

4. **خدمات الأمن وسياسة الضمان (Security and Policy Assurance Services):**

يجب أن تتواكب المكتبات مع القوى السياسية المختلفة، ويجب أن توفر آليات تحكم الوصول والتوثيق[47].

5. **توفير خدمات التوافق Services Providing Interoperability)):**

تتضمن هذه الخدمات توافق المحتوى وواصفات البيانات والخدمات ومعايير البروتوكولات، ولقد ميز الإنتاج الفكري مستويات التوافق التقني والمعلومات والمستوى الاجتماعي. يمكن دعم التوافق بشكل كبير من خلال نموذج كائن مناسب وشروح واصفات البيانات. يجب أن توفر المكتبة الرقمية الدلالية خدمات متوافقة مع المعايير الوصفية، مثل: داينست ([48])(Dienst)، ومعيار[49] (Z39.50) و(OAI-PM)[05] والبروتوكولات الحديثة، مثل: سباركل[51] أو (OAI-ORE)[25].

6. **خدمات الحفظ= Preservation Services:**

يجب على المكتبات المحافظة على الإصدارات كافة، وعمل أرشفة لها (كعمل نسخ احتياطية مضغوطة واستعادة المفقود)، مع إمكانية تتبع الأصول (ولاسيما في سياق اتجاه التكنولوجيا الاجتماعية والدلالية)، مع الاحتفاظ بالأحداث المرتبطة بوسائط المعلومات، فيجب على المكتبات التأكيد أن خدمات الحفظ تدعم الروابط بين الوسائط وزيادة المعلومات[53].

7. **خدمات ضمان الجودة= (Quality Assurance Services):**

يجب أن تولي المكتبات اهتماماً بجودة خدمات واصفات البيانات؛ فيجب على المكتبات الرقمية الدلالية ضمان الكفاءة والأمن ودلالية واصفات البيانات المحفوظة، ويمكن تحقيق الكفاءة عن طريق التكويد الثابت لأجزاء من واصفات البيانات، كما يمكن للقيود المفروضة على الأفعال

التي يمكن تنفيذها على واصفات البيانات أن تحسن وتطور من الأمن، ويمكن تقرير دلالات واصفات البيانات من خلال معنى المفاهيم الجديدة[54].

8. **الوثائق المتكاملة(Integrated Documentation):**

إن المكتبات الرقمية الدلالية والخدمات التي تقدمها في كثير من الأحيان تكون معقدة، ومن الصعب على المستفيدين غير التقنيين فهمها، ويجب أن تقدم المكتبات الرقمية الدلالية الوثائق المتكاملة ضمن نظام المكتبة الرقمية؛ فقد تكون مجموعة من لقطات الفيديو القصيرة التي ترفق ببعض ملامح المكتبة الرقمية الدلالية، كما يمكن للمكتبات الرقمية الدلالية استخدام التكامل في مجتمع المستفيدين، ومساعدتهم من خلال الفلترة الجماعية أو التصفح الجماعي على سبيل المثال[55].

5/1 متطلبات البرامج (Software Requirements)

يجب أن تدعم المكتبات الرقمية الدلالية عدداً من الملامح لتلبية الاحتياجات المتنامية للمستفيدين وأخصائي المكتبات ولمعالجة العدد المتنامي والمتنوع من المصادر، ومن الضروري أن يتميز تطبيق نظام إدارة المكتبة الرقمية الدلالية (DLMS) بالنموذجية وقابلية التوسعة، أي يدعم مزية البرامج المساعدة أو بناء الخدمة الموجهة، أو يدعم الاثنين، ومن ثم فيجب على النظام دعم عدد من المستويات المخصصة، متضمنة تقديم الخدمات والملامح[56].

ينبغي أن يوفر نظام إدارة المكتبة الرقمية الدلالية إدارة متكاملة لكل المصادر، مثل: واصفات البيانات والمحتوى والخدمات[57]، ويجب أن تتوافق مع مختلف أنواع التحميل سواء كان منفردا أو موزعا أو متنوع الخصائص[58]، فيجب أن يقدم البرنامج إطاراً مفتوحاً لضمان الوصول الموزع والتكشيف والإدارة. وتشدد بعض المشروعات[59] على أهمية التقليل من عقبات الوصول وتوفير إمكانية الزيادة التدريجية للمحتوى ومزودي الخدمات والمستفيدين. كما يجب أن تعمل الاتحادات على تحقيق ذلك وخاصة اتحادات المكتبات الرقمية الدلالية دون مستودع مركزي[60]، حيث يجب على المستودعات الموزعة التأكيد على بروتوكلات الإعلام بالتغيير، أما في حالة دعم تطبيقات المستفيدين المحمولة، فيجب على نظم إدارة المكتبات الرقمية الدلالية توفير نماذج معاملات صارمة وتكرار البيانات[61].

لم تعد الخدمات وواصفات البيانات التي توفرها المكتبات الرقمية الدلالية لخدمة تفاعل المستفيدين فقط، بل يمكن للخدمات الأخرى الوصول إليها، كما يجب على المكتبات إتاحة استخدام الخدمات الخارجية؛ حيث يجب أن تستفيد المكتبة من نموذج العمليات التجارية، وتدعم تأليف الأعمال وإدارتها وتنفيذها، ويعد دعم الأعمال والخدمات الخارجية خاصة التي توفرها البنية الشبكية ((Grid Infrastructures مهماً في عمليات التكشيف والمعالجة وإدارة تدفق البيانات المستمر، مثل الوسائط المتعددة، أو بيانات أجهزة الاستشعار أو أداء المهام الأخرى الثقيلة[62].

يمكن للمكتبات الرقمية الدلالية تطوير بناء أنواع محددة من المكتبات الرقمية من خلال نموذجها المرن للوسائط، ومن أمثلة المكتبات مكتبة العلوم الإلكترونية أو المكتبات الرقمية الافتراضية، وتتطلب المكتبات السابقة دعم الافتراضية والمحاكاة والتنقيب عن البيانات[63]. هذا ويمكن للمكتبات التالية توفير دعم للأنشطة المؤقتة لمجموعات صغيرة وموزعة وديناميكية من المستفيدين، ويمكن أن تتراوح هذه الأنشطة من الدورات والمعارض إلى المشروعات[64]. كما يمكن للحلول السهلة خفيفة الوزن تقديم الخدمة كمكتبات شخصية، وستصبح هذه المكتبات جزءاً من ما يطلق عليها الشبكة المؤقتة[65].

يعد المستفيد من أهم جوانب المكتبات الرقمية الدلالية واهتماماته. لذا يجب استخدام الشروح الدلالية للمصادر لدعم خصوصية المستفيدين، فينبغي توفير نتائج البحث للمستفيدين، ومجموعة من الخدمات وغيرها بالاعتماد على المعلومات المتاحة، مثل: ملامح المستفيد واهتماماته ومجتمعاته ومحتوى قاعدة البيانات ومكان المستفيد، كما يجب على بنية نظام إدارة المكتبات الرقمية الدلالية دعم تقديم مثل هذه الخدمات الخاصة بالمستفيدين[66] بالإضافة إلى أنه يجب على نظام إدارة المكتبات الرقمية الدلالية تقديم حلول تضمن درجة عالية من الإتاحة والمرونة والموثوقية وإمكانية الاعتماد عليها[67].

1/ 6 تركيب المكتبات الرقمية الدلالية (Architecture of Semantic Digital Libraries):

تتشابه المكتبات الرقمية الدلالية مع المكتبات الرقمية المعتادة من وجهة النظر عالية المستوى. وتهدف هذه المكتبات إلى تسليم محتوى معين لمستفيد محدد باستخدام نظام بنية تكنولوجيا المعلومات المتوفرة، كما يمكن استخدام المفاهيم نفسها التي قدمها فيور وآخرون(Fuhr et al.) في وصف المفاهيم عالية

المستوى للمكتبات الرقمية الدلالية؛ ويكمن الاختلاف في الإدراك والسلوك والعلاقات بين مكونات معينة. ويجب على المكتبات المعاصرة مواكبة المحتوى الجديد الأكثر ديناميكية وتجانساً، كما ينبغي التكيف مع متطلبات الأجيال الجديدة من المستفيدين، وخاصة جيل الإنترنت، ويتطلب المستفيد المعاصر المزيد من المكتبة ولديهم توقعات أكثر تجاه المكتبة، وأحد الأسباب أن المستفيدين لا يريدون العمل في عزلة، لكن كجزء من جماعة تقوم بزيارة المكتبة. يجب أن تمتد مكونات النظام والمحتوى مع الخدمات بالاعتماد على الويب الدلالية وحلول الشبكات الاجتماعية لتلبية رغبات المستفيدين كافة، كما ينبغي تعديل كل المكونات الثلاث عالية المستوى بعدما أصبحت أكثر تطوراً وتعقيداً[68]. كما يجب أن يوفر النظام وسائل جديدة للتفاعل للحفاظ على المستوى نفسه من الاستخدا، عن طريق توفير واجهات الوسائط الفائقة للمستفيد أو خدمات الفلترة الجماعية وخدمات التوصيات، بالإضافة إلى أنه يجب ألا تسبب تكنولوجيا الويب الدلالية والشبكات الاجتماعية ارتباكاً وقلقاً للمستفيد أو تقلل من خبرته في بعض الطرق، كما يجب أن تظل أنواع المصادر الجديدة وأنواع واصفات البيانات المختلفة مفيدة للمستفيدين، ومن الضروري ضمان أداء خدمة إدارة المكتبات الرقمية الدلالية الأساسية التي يجب أن تتعامل مع الأنواع الجديدة المطلوبة من المحتوى والمستفيدين.

المبحث الثاني: نظم المكتبات الرقمية الدلالية:

إن تطور الويب الدلالية بطيء وتدريجي، ويعود ذلك كما حددها تيم بيرنرز لي مشيراً إلى عدم اكتمال عمل الأنطولوجيا[69]، حيث تبنى كل طبقة من الطبقات الدلالية فوق الأخرى، ولا يكتمل العمل بناء على القواعد والمنطق دون اكتمال الأنطولوجيا. فنجد على سبيل المثال تطور الويب الدلالية على المكتبات الأمريكية، وتنفذ معظم المشروعات المتعلقة بالمكتبات بواسطة منظمة كبيرة أو في تخصص محدد بالتركيز على إنشاء أدوات دلالية خاصة في مجال تحويل مارك وقواعد الفهرسة إلى لغة التكويد الممتدة وإطار وصف المصدر. وتكشف مراجعة الإنتاج الفكري عن مناقشة جارية حول أهمية تحول القواميس المحكمة والمكانز إلى الأنطولوجيا. وتركز كثير من مقالات الدوريات على النماذج النظرية لتطور الويب الدلالية في المكتبات، لذا فإن معظم الأعمال المكتملة أو قيد التطور في مكتبات الولايات المتحدة تقع في أول مرحلة وهي التطوير، والتي يطلق عليها إنشاء الأدوات الدلالية. ولقد قامت المنظمات الكبرى مثل مكتبة الكونجرس ومركز مكتبة الحاسب الآلي على الخط المباشر بتنفيذ عمل

فرض المجموعات. ويُجرى دمج تكنولوجيا الويب الدلالية بثبات وببطء مع نظم إدارة المحتوى الرقمي المتاحة، حيث اندمجت تطبيقات المكتبة مع لغة التكويد الممتدة وطبقات إطار وصف المصدر الخاصة بالطبقات الدلالية. ولقد أجريت معظم مشاريع المكتبة على الويب الدلالية في الولايات المتحدة في عدة اتجاهات منها المكتبات الوطنية بما في ذلك مكتبة الكونجرس والمكتبة الوطنية الطبية ومبادرة واصفات بيانات دبلن كور، كما أن هناك مشروعات مكتبات فردية على نطاق أصغر على مستوى الدول، وفيما يلي بعض نماذج نظم المكتبات الرقمية الدلالية في الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوروبي مرتبة ترتيباً زمنياً طبقاً لتاريخ ظهورها:

2/ 1 نظام فيدورا (Fedora):

إن مشروع فيدورا جهد بحثي متطور ومستمر لتوفير إطار عمل لإنتاج أشكال المحتوى الرقمية الحالية والمستقبلية وإدارتها وحفظها[70]. تعود بدايات المشروع إلى البحث الممول داربا (DARPA) في بداية التسعينيات والذي يعرف فكرة الوسائط والأشياء الرقمية[71]، وتطبيق هيكل المكتبة الرقمية الشبكية دينست (Dienst) مع بث بروتوكولي للأشياء الرقمية في صيغ متعددة[72]. وتمد الأبحاث المستمرة هذه المفاهيم الأولية مع فكرة الأشياء الرقمية النشطة[73]، والعلاقات النشطة الموزعة[74]. ولقد عدلت هذه المفاهيم ووضعت في نموذج تركيب مستودع الوسائط الرقمية الممتدة المرنة (فيدورا) (Repository Architecture Flexible Extensible Digital Object) (Fedora) معتمد على كوبرا[75]، كجزء من بحث مبادرة البحث القومي التعاوني (Corporation for National) (CNRI Research Initiatives)[76]، وفي سياق مشروع الحفظ والتوثيق والتوافق والأمن وواصفات البيانات (بريزم) (Prism Preservation، Reliability، Interoperability، Security، Metadata) الذي يموله الاتحاد القومي العلمي (National Science Foundation) (NSF) [77]. يوفر هذا النموذج سياق أبرز المبادرات البحثية في مجال تطبيق سياسة الحبيبات الدقيقة[78] والحفظ[79].

لقد بدأ انتقال نظام فيدورا من النموذج البحثي إلى إنتاج برنامج مستودع عندما طلبت مكتبة جامعة فريجينا University of Virginia Library)) حلاً لإدارة المحتوى الرقمي المعقد المتزايد، وتجربته مع تركيب نظام فيدورا[80]. ولقد أجريت التجربة في سياق الابتكارات في أبحاث الإنسانيات[81]. وأثبتت التجارب نجاحها بتوفير الأساس للتمويل التالي من اتحاد آندور ميلون لكورنيل وفريجينا

(AndrewW. Mellon Foundation to Cornell and Virginia)[82] لتطوير فيدورا وجعله متاحا كبرنامج مصدر حر للمكتبات والمتاحف والأرشيفات ومديري المحتويات، وقادراً على مواجهة الزيادة الهائلة في المحتوى الرقمي الذي يديرونه[83]، واستمر تمويل ميلون طوال مرحلة التطوير حتى عام 2007م. ولقد ساعد ثراء نموذج فيدورا للوسائط والأشياء الرقمية، وامتداد تركيب خدمات فيدورا على انتشارها في مجالات مختلفة منها المكتبات الرقمية[84]، والمستودعات المؤسسية[85]، وأرشيفات التسجيلات الإلكترونية[86]، والمستودعات الموثقة للحفظ الرقمي[87]، ونظم المكتبات[88]، وتكنولوجيا التعليم[89]، ونشر الويب[90]، وشبكات المعلومات الموزعة[91].

ويطبيق نظام فيدورا كمجموعة من خدمات الويب التي توفر إدارة برمجية كاملة للكائنات الرقمية، وقادر على بحث تمثيلات متعددة من الوسائط والوصول إليها، وتوصف كل واجهات تطبيق البرامج لنظام فيدورا باستخدام لغة وصف خدمة الويب (WSDL) (Web Service Description Language)، لذا يناسب نظام فيدورا وجوده في إطار عمل واسع لخدمة الويب وأن يعمل كطبقة أساسية لمجموعة متنوعة من المستويات المختلفة، وتراكيب الخدمات الموجهة، وتطبيقات المستفيدين، وهذا ما يميز نظام فيدورا عن نظم الكائنات الأخرى التي تعد من أنظمة تسليم المفتاح، والتطبيقات العمودية لتخزين الكائنات المعقدة وتعديلها من خلال واجهة المستفيد الثابتة (مثل: دي بيس (DSpace)[92]، وأركيسف (arXiv)[93]، وإي برينتس (ePrints)[94]، وجرينستون (Greenstone)[95].

ولأن فيدورا توفر نموذجاً للوسائط الرقمية وخدمات المستودعات لإدارتها، فيمكن تمييزها عن الأعمال التي تركز على تعريف صيغ معيار لغة التكويد الممتدة لتمثيل الكائنات والوسائط المعقدة وبثها، مثل: (معيار بث واصفات البيانات وتكويدها (Metadata Encoding and Transmission (METS) (Standard)، [96] و (MPEG-21 DIDL))[97] و(IEEE LOM)[98]. والجدير بالذكر أن نظام فيدورا متوافق مع هذه الجهود، حيث إن لديه القدرة على استيعاب الكائنات الرقمية وتصديرها والتي يتم تكويدها في مثل هذه الصيغ من صيغ بث لغة التكويد الممتدة. ويتيح نظام فيدورا التوافر في الإطار الأرشيفي الذي يعرفه النموذج المرجعي لنظام المعلومات الأرشيفية الحرة Reference Model for an Open Archival Information System) (OAIS)[99]

يتشابه نظام فيدورا كتركيب قائم على الخدمة للكائنات الرقمية المعقدة مع تركيب مستودع الوسائط

الرقمية القائمة على المعايير والنماذج (آدور) a modular، standards-based Digital Object (Repository) (aDORe[100] الذي تطور في المكتبة البحثية بالمعمل القومي بلوس آلاموس (Los Alamos National Laboratory Research Library)، يوفر نظام آدور مستودع معياري لإدارة الوسائط الرقمية المعقدة والوصول إليها، ويتم تكويد الوسائط بلغة التكويد الممتدة باستخدام لغة إعلان العناصر الرقمية (ديدل) (DIDL)[101] ويمكن التعبير عن مجموعة محددة من عناصر المواد باستخدام إطار وصف المصادر (RDF). وتتاح خدمات بث العناصر عن طريق محدد العنوان المصدري الحر (OpenURL)[102] وبروتوكول مبادرة الأرشيف الحر لجمع واصفات البيانات (OAI-PMH)[103].

2/ 2 نظام جرينستون (GREENSTONE)

إن نظام جرينستون عبارة عن حزمة برمجيات لبناء وتوزيع مجموعات المكتبة الرقمية، ويوفر النظام طريقة جديدة لتنظيم المعلومات ونشرها على الإنترنت أو على الأقراص المدمجة[104]. يقوم بإنتاج نظام جرينستون مكتبة نيوزيلندا الرقميةNew Zealand Digital Library)) بجامعة وايكاتو (University of Waikato) ويوزع بالتعاون مع منظمة اليونسكوUNESCO)) ومنظمة هيومان إنفو(Human Info NGO)، كما أنه برنامج من "المصادر الحرة»، ووزع وفقاً لأحكام رخصة الاستخدام العام(GNU).

وتتمثل الأعمال الرئيسة التي يدعمها نظام جرينستون في: تصميم وبناء المجموعات، وتوزيعها على الويب أو الوسائط المتنقلة، وتعديل التركيب بناء على واصفات البيانات المتاحة، وواجهة تطبيق مجموعات المستفيد لأخصائي المكتبة، وواجهات أخصائي المكتبة والقارئ بعدة لغات، والتشغيل على عدة نظم تشغيل. ولقد كان للاتصال والتنسيق مع منظمة اليونسكو ومنظمة هيومان إنفو عاملاً حاسماً في تطور جرينستون. ولقد بدأت هيومان إنفو باستخدام جرينستون في إنتاج مجموعاتها عام 1998م، وقدم تغذية مرتدة واسعة على واجهة القراء، وتسعى اليونسكو لمساعدة الدول النامية في بناء مجموعات مكتباتهم الرقمية، وألا يكونوا مجتمعات للقراءة فقط في ثورة المعلومات. ولقد اختارت اليونسكو جرينستون في عام 2000م، وقامت بترتيب اختبار المستفيد، وتساعد مع زيادة عدد الدورات والعولمة. فالعولمة هي الهدف الرئيس، حيث تتاح واجهة القارئ جرينستون في أكثر من (35) لغة، وتتاح واجهة أخصائي المكتبات بما فيها كل الوثائق بأربع لغات الإنجليزية والفرنسية والأسبانية والروسية.

لقد صدر النظام عام 1996م[105]، وصممت الإصدارة الثانية من النظام (Greenstone2) عام 1998م، ولا زالت مستمرة فهي تدعم أحدث إصدارة من بروتوكول مبادرة الأرشيف الحر لجمع واصفات البيانات (OAI-PMH) (Open Archive Initiative Protocol for Metadata Harvesting)[106]، ومعيار بث وتكويد واصفات البيانات (Metadata Encoding and Transmission Standard METS))[107]. أما الإصدارة الثالثة من النظام (Greenstone3) فقد صدرت عام 2002م، وتتيح إمكانية إضافة الوثائق ديناميكياً للمجموعات، وتوفر طرقاً أكثر مرونة لتكوين نظام جارٍ عن طريق إضافة خدمات جديدة، وتقلل من الجهد الذي يتكبده مطور المجموعات عند الوصول لهذه المرونة في تنظيم المحتوى وعرضه، وعمل نموذج للتركيب الداخلي. لقد اعتمد التصميم على معايير مقبولة بشكل كبير والتي لم تكن متاحة عند تصميم الإصدارة الثانية من النظام[108]. والجدير بالذكر أن الإصدارة الثانية لا يزال ينصح باستخدامها لأخصائي المكتبات، في حين أن الإصدارة الثالثة عبارة عن نظام حديث يستهدف الاستخدام التجريبي بواسطة علماء الحاسب الآلي وأخصائي تكنولوجيا المعلومات بالاشتراك مع أخصائي المكتبات.

وقد بني عدد لا حصر له من المكتبات الرقمية بنظام جرينستون منذ إطلاقه العام على سورس فورج (SourceForge) عام 2000م، فمن الصحف التاريخية إلى الكتب عن المعونات الإنسانية، ومن محتوى الوسائط المتعددة الانتقائي عن الفنانين إلى الإصدارات الأولى من أعمال شوبان (Chopin)، ومن مستودعات المؤسسات العلمية إلى المجموعات الشخصية من الصور وصيغ الوثائق الأخرى، فيغطي النظام كل الموضوعات[109].

يبني نظام جرينستون كشافات نص كامل من نصوص الوثيقة، حيث تتيح هذه الكشافات إمكانية البحث بأي كلمة في النص الكامل في الوثيقة، ويمكن بحث الكشافات عن كلمات محددة، أو مجموعة من الكلمات، أو العبارات، وترتيب النتائج طبقاً لمدى ارتباطها بالاستفسار. ويرتبط بكل وثيقة بيانات وصفية مثل المؤلف والعنوان والتاريخ والكلمات المفتاحية وغيرها في معظم المجموعات، ويطلق على هذه المعلومات واصفات بيانات. كما تحتوى مجموعات وثائق متعددة على كشافات نص كامل لبعض أنواع من واصفات البيانات، مثل: معظم المجموعات لديها كشاف عناوين الوثيقة يمكن بحثه.

يمكن للمستفيدين التصفح التفاعلي حول القوائم، والهياكل الهرمية، التي نشأت من واصفات

البيانات المرتبطة بكل وثيقة في المجموعة، وتشكل واصفات البيانات المادة الخام للتصفح، ويجب أن تتوافر بوضوح أو يتم تسلم آلياً من الوثائق ذاتها. تقدم المجموعات المختلفة إمكانيات تصفح وبحث مختلفة، حيث تبنى الكشافات للبحث والتصفح أثناء عملية البناء طبقاً للمعلومات في ملف تكوين المجموعة. ينشئ جرينستون كل تراكيب الكشاف أوتوماتيكياً من الوثائق والملفات الداعمة، ولا يتم أداء أي شيء يدوياً. وإذا أتيحت وثائق جديدة بنفس الصيغة، فيمكن دمجها في المجموعة أوتوماتيكيا[110].

ويتضح مما سبق أن نظام جرينستون قد صمم لتمكين المستفيدين غير المتخصصين من إنتاج مجموعات مفردة شخصية، يتخيل نموذج النظام أخصائي المكتبة هو الذي يقوم بإنتاج المجموعات من المصادر الموجودة (يضم المواد ومصادر الوسائط المتعددة)، ويوزعها على الويب. ويوفر جرينستون مجموعة غنية من صيغ واصفات البيانات، كما يمكن للمستفيد تعريف مجموعات واصفات البيانات بشكل تفاعلي عن طريق استخدام محرر مجموعة واصفات جرينستون (Greenstone's Metadata Set Editor).

2/ 3 نظام جروميدل (JeromeDL – eLibrary with Semantics):

إن نظام جروميدل عبارة عن مكتبة رقمية دلالية اجتماعية، فهو يتيح كمكتبة رقمية للمؤسسات سهولة نشر الوثائق على الويب بسهولة، فهو يدعم مجموعة من صيغ الوثيقة، ويتيح إمكانية تخزين واستفسار وصف ببليوجرافي غني لكل وثيقة. ولإيجاد الوثائق ذات العلاقة في جروميدل يمكن للمستفيدين تصفح الملامح وبحثها، كما يمكن بحث محتوى الوثائق، وكذلك حقول فردية من وصف الوثائق، مثل: المؤلف أو سنة النشر. يمكن للمستفيد إيجاد الوثائق عن طريق تصفح محتوى التصنيفات الموضوعية والكلمات المفتاحية[111]. كما يمكن للمستفيد من خلال خدمات جروميدل الدلالية والاجتماعية الإشارة للكتب الشيقة والمقالات والمواد الأخرى في أدلة الحواشي الدلالية، كما يمكن للمستفيدين مشاركة الآخرين في عرض مراجعهم وإشارتهم، بالإضافة إلى إمكانية مشاركة المعارف الخاصة بهم مع الشبكة الاجتماعية. علاوة على ذلك يمكن لجروميدل معالجة مصدر واحد من مصادر المكتبة كإضافة على المدونة، ويمكن للمستفيدين التعليق على محتويات المصدر والرد على تعليقات الآخرين وبهذه الطريقة تخلق معرفة جديدة[112].

إن جروميدل مشروع مشترك بين المكتبة الرئيسة لجامعة جدانسك للتكنولوجيا (Main Library of Gdansk University of Technology)[113] وديري الدولي (DERI.International)[114] وتتمثل المتطلبات الرئيسة لجروميدل من أخصائي المكتبة والمستفيدين في:

- دعم تراث المكتبات التقليدية (مثل الكتب النادرة).
- توفير ملامح تصفح للمستفيدين.
- السماح بالبحث الكفء.
- تغطية القيود الأمنية والحسابية.
- دعم عدة صيغ للمصادر.
- إتاحة التواصل مع نظم المكتبة الرقمية الأخرى.

الاستفادة من نتائج أحدث نتائج بحث الويب الدلالية والاتصال وإدارة المعلومات[115].

يطبق وسطاء جروميدل الملامح مثل عرض المصادر، والبحث والتصفح، وإدارة ملامح المستفيد (بناء على صديق الصديق)، وإدارة المصادر. يتم عقد وصف المصادر ومحتواها في عدة مخازن، مثل: كشاف النص الكامل لمحتوى المصادر، والوصف الببليوجرافي بيبتكس ومارك 21 (MARC21 and BibTeX)، والوصف الدلالي طبقا لانطولوجيا الجروميدل[116]. وبصرف النظر عن المصادر النصية فإن نظام جروميدل صمم لمعالجة مجموعات الكتب القديمة الممسوحة ضوئياً والمصادر الثنائية الأخرى، مثل عروض ماكروميديا فلاش (Macromedia Flash presentations)، ويمكن لرابط التواصل بالعالم الخارجي البحث في شبكة من المكتبات الرقمية.

ويتوافر محتوى قاعدة بيانات نظام جروميدل في لغة تكويد النص الفائق الممتدة= XHTML يتبعها استفسار لغة تكويد النص الفائق HTTP))، كما يفيد نظام جروم آدمين (Jerome Admin) في إدارة محتوى قاعدة البيانات لوصف المصادر في قاعدة البيانات كتطبيق قائم بذاته. يتواصل جروم آدمين مع النظام الرئيس من خلال بروتوكول توسل الطريقة البعيدة (Remote Method Invocation) (RMI)، ويمكن بحث محتوى قاعدة بيانات جروميدل ليس فقط من خلال صفحات ويب المكتبة الرقمية لكن أيضا من المكتبات الرقمية الأخرى، وتطبيقات الويب الأخرى من خلال واجهة خدمات الويب الخاصة التي تعتمد على بروتوكول المكتبة الممتدة (Extensible Library Protocol) (ELP). وإن كان

المقصود من المكتبات التقليدية معالجة الكتب فقط، وعادة ما يجد المستفيد مجموعة أكبر من المصادر. ولا يدعم نظام جروميدل المصادر بصيغة الوثيقة المحمولة أو بصيغة النص الغني فقط، وإنما محتوى الوسائط المتعددة أيضاً (مثل: عروض الفلاش) ولدعم كل من المرونة والتخصص في معالجة المصادر، فإن كل مصدر له وصف لهيكله.

ومن المحتمل تخزين المصدر في صيغة كائنات لغة أوراق الأنماط الممتدة (Extensible) (XSL:FO Stylesheet Language Formatting Objects) والتي تتيح للمستفيد الاختيار بين أنواع الصيغ المختلفة المتوفرة مثل: صيغة الوثيقة المحمولة (PDF)، صيغة النص الغني (RTF)، ولغة تكويد النص الفائق (HTML)، كما يمكن حماية محتوى المصادر من الطباعة أو النسخ عن طريق قائمة تحكم الوصول= (Access Control List) (ACL) الملحقة بالمصدر. وعادة ما تظهر للمستفيد الذي يبحث عن المعلومات بالمكتبة الرقمية نتائج هائلة لكنها لا تفي بالاستفسار، ولقد أجريت كثير من المحاولات للتقليل من عدد الإجابات تلبية لاستفسارات المستفيدين، كما تغطي أبحاث إمكانية استخدام ملامح البحث طرقاً مختلفة ومتعددة؛ من توضيح حساسية الكلمة بالاعتماد على التعبيرات البولينية والمعاجم إلى واجهات استفسار المستفيد الديناميكية. والجدير بالذكر أنه يجب على نظام المكتبة الرقمية توفير اكتشاف المصادر ومزايا الإبحار بالإضافة إلى توفير الوصول للمصادر في قاعدة البيانات[117]. ويهدف نظام جروميدل لتوفير جودة عالية للبحث (الاكتشاف) ومزايا التصفح (الإبحار)، وتعكس المجموعة المتنوعة من واصفات البيانات في نظام المكتبة الرقمية مدى تطور خوارزمية البحث، ولقد طبقت مفاهيم المحتوى والمعاني ومفضلات المستفيدين لخوارزمية البحث الدلالي لتحقيق مجموعات من النتائج الأقرب لمتطلبات المستفيدين[118]. وأثناء تصفح المستفيد لقواعد بيانات جروميدل تشرح مواصفات المستفيد المتاحة دلاليا بمعلومات إحصائية، ثم استخدام هذه المواصفات في عملية البحث[119].

إن أكثر الطرق الملائمة لإضافة المصادر لنظام جيروميدل ووصفها هي استخدام تطبيق إدارة الجافا المستقل وهو جيرم آدمين، حيث يوفر واجهة لإنتاج وصف المصادر ورفع محتوى المصدر لقاعدة بيانات النظام، كما يمكن للمدير المسؤول من خلال هذا التطبيق إلحاق الوصف الببليوجرافي لمارك 21 وبيبتكس، بالإضافة إلى الشرح الانطولوجي للمصدر، ويمكن للمستفيدين أيضاً تقديم

المصادر لجروميدل[120]. ويلاحظ في هذه الحالة يتطلب مرحلتين، الأولى يقدم فيها المستفيد محتوى المصدر ومجموعة الوصف، ثم يوافق المدير المسئول بالموافقة عليها ومن ثم تقديم المصدر لقاعدة البيانات[121].

ويتضح من نظام جروميدل بأنه يتميز بمزايا تزيد من استخدامه كمكتبة رقمية، حيث يتوافر به خوارزميات بحث كفء تستخدم الوصف الدلالي للمصادر مع الوصف الببليوجرافي التقليدي المعتاد في المكتبات، والذي يتمثل في معيار دبلن كور ومارك 21 وبيبتكس، كما يستفيد النظام من المعلومات حول العلاقات بين المستفيدين. ولهذا يمكن للمستفيد الجديد الاستفادة من دقة العمليات البحثية وما يرغبه أو لا يرغبه، فيما يتشابه مع أصدقائه، وتساعد إمكانية وضع الإشارات والشروح المطبقة في النظام على سهولة تصفح فهرس المكتبة الرقمية.

2/ 4 نظام سيملي (SIMILE)

إن نظام سيملي مشروع بحثي مشترك يديره اتحاد شبكة الويب العالمية (World Wide Web W3C) (Consortium) ومعهد ماساتشوستس للمكتبات التكنولوجية (Massachusetts Institute of Technology) (MIT) ومعمل علم الحاسب الآلي والذكاء الصناعي (MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory) (CSAIL) ويمول المشروع اتحاد آندور ميلون (Andrew W. Mellon Foundation). يركز النظام على أدوات التطوير لزيادة التفاعل بين المجموعات الرقمية المختلفة، حيث تركز كثير من تكنولوجيا سيملي نحو تكنولوجيا الويب الدلالية والمعايير مثل إطار وصف المصدر (RDF).[122]

يعد سميلي اختصار للتوافق الدلالي لواصفات البيانات والمعلومات في البيئات المختلفة SIMILE Semantic Interoperability of Metadata and Information in unlike Environments. ولقد انبثق هذا النظام من نظام دي سبيس (DSpace) المستودع الرقمي لنظام المصدر الحر للمواد العلمية والذي طوره معهد ماساتشوستس للمكتبات التكنولوجية بعد ظهور دي سبيس بعامين أي تقريباً عام 2004م. ويستخدم دي سبيس في عدد من المؤسسات البحثية والمنشورات العلمية الأرشيفية وإتاحتها، ويهدف دي سبيس لإتاحة إمكانية توحيد مجموعات مقتنيات المكتبات المختلفة، مع تجنب

إعدام محتويات كل مكتبة رقمية داخل مجتمع بحثها الفردي، ونظام دي سبيس في حاجة للقدرة على دعم مخططات واصفات البيانات لما أبعد من معيار دبلن كور، لإتاحة المستفيدين إمكانية إيجاد المواد البحثية التي توصف بطرق محددة النطاق، كما يواجه نظام دي سبيس والمكتبات الرقمية الأخرى إمكانية مساعدة المجتمعات في التعامل مع مختلف المخططات وقواميس المفردات والأنطولوجيا وواصفات البيانات، وكذلك توفير الخدمات البحثية للمستفيدين[123].

يستخدم إطار وصف المصدر لتمثيل واصفات بيانات المصادر على الويب، ويهدف الحالات التي يتم فيها معالجة المعلومات بالتطبيقات، بدلاً من العنصر البشري. وتساعد أدوات سميلي على وجه التحديد في تخزين المجموعات الكبيرة واستعلامها وبثها وتخطيطها من بيانات إطار وصف المصدر. ويقصد بالأدوات التي تم تطويرها في نظام سميلي أن توفر للمستفيدين غير مطوري الويب الدلالية إمكانية إنتاج الأنطولوجيا التي تصف واصفات بيانات محددة، وإنشاء إطار وصف المصدر، وتحويل الأنواع الأخرى من مشاركة واصفات البيانات بتكلفة منخفضة([124]) .

2/ 5 نظام بريكس= BRICKS

يعد بريكس اختصاراً لبناء المصادر لخدمات المعرفة الثقافية المتكاملة Building Resources for Integrated Cultural Knowledge Services، وهو إطار عمل برنامج من المصادر المفتوحة لإدارة الأصول الرقمية الموزعة. ولقد انتشر النظام في عدد من المؤسسات الثقافية تحت مظلة شبكة التراث الثقافي بريكس (BRICKS Cultural Heritage Network)، وهي مجتمع من المنظمات الثقافية والتراثية والعلمية والصناعية في جميع أنحاء أوربا، وتم مشاركة النظام تحت رخصة جنو العامة الصغرى المجانية GNU Lesser General Public License (LGPL).[125] ولقد أطلق مشروع بريكس أول نموذج من إطار عمل البرنامج (الإصدارة الأولى) في ديسمبر عام 2005م، وأتيحت الإصدارة الثالثة في فبراير عام 2007م.[126]

تستخدم بنية شبكة بريكس الإنترنت كعمود لها، وتتكون من عقد بريكس اللامركزية BRICKS Nodes BNode لتجنب النقاط المركزية الذي يسبب فشلها أو ضغطها الزائد في توقف أو بطء الشبكة بأكملها، وتتواصل نقاط بريكس بعضهم بين بعض وتستخدم المصادر المتاحة لإدارة المحتوى

وواصفات البيانات. وتعرف كل نقطة من نقاط بيركس مباشرة مجموعة فرعية واحدة فقط من نقاط بريكس الأخرى، وإذا أرادت إحدى النقاط الوصول لنقطة أخرى مباشرة، لكنها غير معروفة، فإنه سيوجه طلب لبعض النقاط المجاورة التي تسلم الطلب للوجهة النهائية أو عودتها مرة أخرى. ويصل المستفيدون من بريكس للنظام من خلال نقطة بريكس محلية متاحة في مؤسستهم، لذا يرسل كل طلب للمستفيد إلى نقطة بريكس للمؤسسة، ومن ثم يوجه الطلب عن طريق نقطة بريكس أخرى للوجهة النهائية. وتقوم طلبات البحث بمثل هذا العمل، حيث تختار نقطة بريكس مسبقاً قائمة من نقاط بريكس، حيث يمكن استيفاء طلب البحث، ومن ثم توجهها نقطة بريكس مرة أخرى. وعندما يكون مكان المحتوى معروفاً كنتيجة للاستفسار فيتم الاتصال بنقطة بريكس مباشرة[127].

إن منطقة عمل بريكس عبارة عن تطبيق ويب لصفحات خادم الجافا تعتمد على إطار عمل الدعامات، فهو يقدم عرضاً لشبكة بريكس مع إتاحة إمكانية بحث وتصفح المجموعات المتاحة من الوسائط الرقمية والوسائط المجمعة في مجموعات منطقية، والإشارة للوسائط وإدارتها وتصديرها. ويجب تحميل منطقة عمل بريكس مع برنامج نقطة بريكس. كما أن سطح مكتب بريكس عبارة عن تطبيق (Eclipse-RCP) يوفر وصولاً أكثر تطوراً لخدمات نقطة بريكس، ويتميز بإطار عمل تطبيق المستفيد يتيح إمكانية تحرير واصفات البيانات المتطورة، وتصفح الأنطولوجيا، وبحث واسع النطاق، وإنشاء محتوى تفاعلي. وتوجد عدة تطبيقات أخرى تعتمد على نظام تشغيل بريكس، منها تطبيقات محددة لقطاع التراث الثقافي.

ويتبين مما سبق أن بريكس يهدف لبناء أسس منظمية وتكنولوجية للمكتبة الرقمية بمستوى الذاكرة الرقمية الأوروبية (European Digital Memory)، كما يهدف لتكامل المصادر الرقمية الموجودة في مكتبة رقمية مشاركة وعامة.

2/ 6 نظام تاليا (Talia)

يعد تاليا نظام للمكتبة الرقمية الدلالية الموزعة والتي صممت خاصة لاحتياجات البحث العلمي في العلوم الاجتماعية والإنسانيات. يجمع نظام تاليا ملامح نظام إدارة الأرشيف الرقمي ونظام التحكيم على الخط المباشر، لذا فهو قادر على دمج مكتبة رقمية مع نظام نشر إلكتروني، كما يمكن لنظام تاليا

معالجة مجموعة كبيرة من المصادر المختلفة مثل النصوص والصور والفيديو، ويتم تمييز كل المصادر المنشورة في تاليا بمحدد عنوان مصدري (URI) ثابت؛ حيث لا يمكن حذف الوثائق بمجرد نشرها ويتم حفظها في وضع ثابت إلى الأبد، ويُلاحظ أن هذا يجمع ما بينه وبين تقنيات الحفظ الأخرى طويلة الأمد، مما يتيح للعلماء والباحثين الرجوع لأعمالهم وإتاحة المجتمع البحثي إمكانية الوصول الفوري للمحتويات الجديدة. ومن أكثر الجوانب المبتكرة في تاليا هو اعتماده الكامل على تكنولوجيا الويب الدلالية التي تتيح توافق البيانات العميقة مع أداوت الويب الدلالي الأخرى وتطبيقاته، كما يتم حفظ قاعدة معرفة تاليا على وجه الخصوص في إطار وصف المصادر(RDF)، ويتم وصفه رسميا باستخدام هيكل إطار وصف المصادر وأنطولوجيا الويب (RDFS /OWL ontologies). ويدعم نظام تاليا في الأصل مجموعات البيانات غير المتجانسة والتي يختلف تركيب واصفات البيانات الخاصة بها، لذا فلا يعتمد النظام على الأنطولوجيا المعرفة مسبقا، حيث يضم نظام تاليا هيكلاً واسعاً جداً للأنطولوجيا فقط، يحتوي على المفاهيم العامة والعلاقات الأساسية فقط للربط بين المصادر. ويتم تشجيع المجتمعات البحثية لتطوير أنطولوجيا النطاق الخاصة بها لوصف المعرفة والمحتويات في مجالات اهتماماتهم، ويمكن تطوير أنطولوجيا النطاق باستخدام لغات الأنطولوجيا المعيارية مثل هيكل إطار وصف المصدر واستيرادها بسهولة في مخزن بيانات المكتبة. يتضمن نظام تاليا أيضاً تسهيلات لتطوير البيانات الدلالية، وشروح البيانات واسترجاعها، بالإضافة إلى أدوات خاصة أخرى.

تعتمد المكتبات الدلالية الرقمية على نظام تاليا، ومن ثم يمكنها الاشتراك في اتحاد تاليا لإنشاء شبكة تناظرية من المكتبات المترابطة (عقد)، ويوفر نظام تاليا آلية لمشاركة أجزاء من قاعدتها المعرفية، وتعتمد هذه الآلية على واجهة نقل تمثيل الحالة (ريست) (REST) (Representational state transfer).[128] وباستخدام هذه المزية يمكن للعقدة الواحدة تذكير العقدة الأخرى بوجود رابطة دلالية بينهم، ومن ثم يمكن استخدام هذه المعلومات بواسطة العقدة المبلغة في تحديث قاعدة معرفتها لإنشاء اتصال ثنائي بين المحتويات. يتيح هذا الملمح المجتمعات العلمية الفردية، كل مجتمع يدير عقدة مفردة من الاتحاد، للاحتفاظ بالتحكم في محتوياتهم، مع وجود تفاعل قوي بين محتوى العقد الأخرى. إن نظام تاليا يعمل كمكتبة رقمية وكناشر الوصول الحر للمساهمات الأصلية. يمكن قبول مفهوم الجودة المطلقة في المكتبة الرقمية حتى خارج حدود المجتمع الذي يدير المكتبة، ومن ناحية أخرى، فإن مفهوم الجودة للمساهمات المنشورة الحديثة يختلف اختلافاً كبيراً مع الثقافة والسياق، لذا يجب أن يحتفظ كل

مجتمع بالتحكم فيما يراه المستفيدين من خلال موقع ويب المجتمع. إن النهج المتبع في تاليا ترك كل عقدة تقرير العقدة الأخرى التي تثق فيها في الاتحاد، وسيتم معالجة إخطار الروابط الواردة فقط من العقد الموثقة. وتكمن النتيجة النهائية للمستفيد في عرض الروابط السابقة فقط للمحتوى في المصادر الموثقة، ويمكن في أي وقت لمدير العقدة تعديل سياسة الثقة واسترداد الإخطارات التي تم تصفيتها مسبقاً بواسطة محرك الثقة.

كما يتميز نظام تاليا بآلية التسجيل مرة واحدة بناء على تحديد هوية حر (OpenID)، وتعمل عقدة نظام تاليا كعميل تحديد هوية حر أو مفتوح، ويمكن للاتحاد تشغيل خادمة لهوية تحديد الهويات الحر بناء على سياسة النظام، أو يمكن للاتحاد أيضاً اختيار الاعتماد على أي خدمة خارجية موجودة. تحتفظ كل عقدة من عقد الاتحاد بنسخة من اعتماد المستفيد ودورهم، ويتم إدارة الأذون محلياً، حيث يمكن لمكونات الترخيص والمصادقة تحميلها وعمل نموذج كامل لها مثل أي من مكونات النظام الأخرى، لذا من المحتمل في المستقبل تطوير مكونات الترخيص والمصادقة بالاعتماد على البنى التحتية الأخرى مثل اتباع نهج مركزية المؤسسة بالاعتماد على نموذج شيبوليث (Shibboleth)[129] أو أي نموذج آخر.

الجدول رقم (1) مقارنة بين نظم المكتبات الرقمية الدلالية

	Fedora	Greenstone	JeromeDL	SIMILE	BRICKS	Talia
الاسم	نموذج تركيب مستودع الوسائط الرقمية الممتدة المرنة (فيدورا)	جرنستون (مشروع مكتبة نيوزلندا الرقمية الجديدة)	جروميدل (المكتبة الرقمية الدلالية & المكتبة الإلكترونية مع الدلاليات)	سميلي التوافق الدلالي لواصفات البيانات والمعلومات في البيئات المختلفة	بريكس	تاليا
المنظمة	مشروع مشترك بين جامعة فيرجينا وجامعة كورنيل	جامعة وايكاتو ويوزع بالتعاون مع منظمة اليونسكو UNESCO ومنظمة هيومان إنفو في بلجيكا	مشروع مشترك بين المكتبة الرئيسة لجامعة جدانسك للتكنولوجيا وديري الدولي	مكتبات معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ومعمل علم الحاسب الآلي والذكاء الصناعي، واتحاد شبكة الويب العالمية، ومعامل أبحاث هيوليد باكارد.	الاتحاد الأوروبي	الاتحاد الأوروبي

	Fedora	Greenstone	JeromeDL	SIMILE	BRICKS	Talia
الوصف	هو نظام بناء إدارة المجموعات الرقمية، ويمكن أن تستفيد منه المكتبات في بناء تطبيقات متعددة منها المكتبات الرقمية أو الأرشيفات والمؤسسات المؤسساتية. تكامل فيدورا التكنولوجيا الدلالية مثل المستودع الثلاثي لإطار وصف المصدر في خدماته لوصف الوسائط الرقمية المرتبطة وتقديم طريقة عملية لاستخدام هذه الإمكانيات الجديدة. ويتضمن البناء إطار وصف المصدر قائم على نموذج العلاقات الذي يمثل العلاقات بين الوسائط أو الكائنات ومكوناتها. يتم تطبيق التركيب كخدمة ويب مع كل محاور تركيب الوسيط المعقدة ووظائف الإدارة المتعلقة بها والمفروضة من خلال واجهات رست REST وسوب SOAP	مجموعة من البرامج لتنمية مقتنيات المكتبة الرقمية وتوزيعها. فهو يوفر طريقة جديدة لتنظيم المعلومات ونشرها على شبكة الإنترنت في شكل واصفات بيانات قابلة للبحث مؤدية إلى مكتبة رقمية. ولقد أطلقت الإصدارة من نظام جرينستون مع إضافة التكنولوجيا الدلالية. ومن ملامح النظام الدلالية خدمة التنبيه وتطبيق المتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية FRBR ، هذا بالإضافة إلى الوصول المعتمد على المكان. ويعد نظام جرينستون مصدر حرا متعدد اللغات، ويعمل على كل إصدارات الويندوز، واليونيكس/ اللينكس، وماك. وتشير إحصائيات	يخدم هذا المشروع هدفين: يتيح للمؤسسات إمكانية نشر الوثائق على الويب، ويتيح للمستفيدين المشاركة في الشروح الدلالية. يستخدم المشروع ماركونت= MarcOnt للمعلومات الببليوجرافية. يعد انطولوجيا جروميدل لوصف تركيب المصدر، انطولوجيا فوارريالم= FOAFRealm للمعلومات حول ملامح المستفيد والمؤلفين. ويتضمن النظام الملامح الدلالية الأخرى متضمنة البحث الدلالي.	مبادرة الويب الدلالي التي تهدف تحسين العمل المشترك بين الأصول الرقمية والهياكل وقواميس المفردات والأنطولوجيا وواصفات البيانات والخدمات. المبادرة عبارة عن مشروع مشترك لاتحاد الويب ومكتبات معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ومعمل علم الحاسب الآلي والذكاء الصناعي. أنشأ مشروع سميلي تطبيق يطلق عليه بنك بيجي= Piggy Bank الذي يعد امتداد لمتصفح الويب فايرفوكس والتي يتيح للمعلومات الحالية على الويب استخدامها بطرق مفيدة وأكثر مرونة.	برنامج يمكن تحميله كمصدر حر متعدد اللغات. يستخدم تركيب الخدمة الموجهة (SAO نظام لربط المصادر حسب الطلب، وتتاح فيه المصادر للتطبيقات الأخرى في الشبكة كخدمات مستقلة) لربط المصادر الرقمية والمكتبات الرقمية معا على شبكة الإنترنت. يمكن لكل مصدر أو مكتبة رقمية تحميل بريكس كعقدة بي. ويتكون بريكس من عدة مكونات: إدارة	يعد تاليا مكتبة رقمية موزعة قائمة على الويب ونظام نشر مصمم للبحث العلمي في الفلسفة. يعتمد تاليا على تكنولوجيا الويب الدلالي وهو نظام مصدر حر لإدارة المكتبة الرقمية الدلالية. يتم تطبيق الأنطولوجيا وإطار وصف المصدر الفعال، كما انه تطبيق حديث لنظام مكتبة الويب الرقمية الدلالية وجزء من مشروع الاكتشاف ديسكفري. نشر نظام تاليا تكنولوجيا الويب الدلالية واستخدم الأنطولوجيا الحسابية لتنظيم المعرفة والتي يمكنها مساعدة تعريف

	Fedora	Greenstone	JeromeDL	SIMILE	BRICKS	Talia
		موقع المشروع إلى أن هناك أكثر من (4500) موقع يعمل على نظام جرينستون.			المحتوى، إدارة المجموعة، إدارة واصفات البيانات، وإدارة الحقوق الرقمية وإدارة المستفيد، وإدارة الترخيص، ومدير الأمن. قد يتطلب زبون محلي على سطح المكتبة للوصول لهذه الخدمات. ومن ملامح النظام ما يلي: 1. البحث الدلالي 2. وصف واصفات البيانات يستخدم إطار وصف المصدر في مدير واصفات البيانات. 3. تعاريف الهيكل تستخدم لغة أنطولوجيا	الوضع الحالي لبيئة بحث ونشر الفلسفة.

	Fedora	Greenstone	JeromeDL	SIMILE	BRICKS	Talia
					الويب في مدير واصفات البيانات 4.سباركل استعلامات واصفات البيانات على الأنطولوجيا ونماذج الرسوم في مدير واصفات البيانات.	
المصنفات	1. أدوات – مصدر حر – مستودع إطار وصف المصدر 2. أدوات – الأرشفة الرقمية – واصفات البيانات – التسجيل 3. أداة – بحث تفسيري	1. أدوات – مصدر حر – إطار وصف المصدر 2. أدوات – الأرشفة الرقمية – واصفات البيانات 3. أدوات – نظم إدارة المحتوى 4. أدوات – بحث تفسيري 5. أدوات – بيانات مرتبطة	1. أدوات – البيانات المرتبطة – المكتبات الرقمية الدلالية 2. أدوات – مصدر حر – إطار وصف المصدر. 3. أدوات – نظم إدارة المحتوى 4. ممارسة أفضل – نظم الويب الدلالية للمكتبات	1. أدوات – النشر – محول – واصفات بيانات 2. أدوات – النشر – محول – إطار وصف المصدر 3. أدوات – بحث تفسيري	1.أدوات – البيانات – المرتبطة – المكتبات الرقمية الدلالية 2.أدوات – المصدر الحر – إطار وصف المصدر 3.أدوات – المصدر الحر – نظم إدارة المحتوى 4.ممارسة أفضل – نظم الويب الدلالية للمكتبات	1. أدوات – مصدر حر – إطار وصف المصدر 2. أدوات – نظم إدارة المحتوى – نطاق محدد
الأدوات	فيدورا	1. محرر واصفات البيانات. 2. البرامج المساعدة الإضافية للوثيقة	جروميدل	1. دليل أدوات تحويل الصيغ RDFizer 2. التطبيق التكنولوجي Gadget 3. عارض رسوم	بريكس	تاليا

	Fedora	Greenstone	JeromeDL	SIMILE	BRICKS	Talia
		للغة الوثيقة المحمولة، وبوست سكريبت والوورد. 3. البرامج المساعدة الإضافية لواصفات البيانات للغة التكويد الممتدة ومارك، ومعيار بث وتكويد واصفات البيانات، ودي سبيس، ومبادرة الأرشيفات الحرة. 4. البرامج المساعدة الإضافية للوسائط المتعددة للصور وصوت الإم بي ثري. 5. البرامج الإضافية المساعدة العامة التي يمكن تشكيلها لصيغ الوسائط الأخرى مثل إم بي إي جي.		قائم على إطار وصف المصدر Welkin 4. متصفح ويب قائم على إطار وصف المصدر Longwell 5. امتداد فايرفوكس الذي يقوم بتحويل المتصفح لنظام دمج مواقع مختلفة Piggy Bank 6. خادم مشترك مع بيجي بنك Semantic Bank 7. الجدول الزمني التفاعلي Timeline		
الموقع	مكتمل	مكتمل لكن إصدارات جديدة.	تحت التطوير	تحت التطوير	تحت التطوير	تحت التطوير
	http://www.fedora-commons.org/	www.greenstone.org	http://www.jeromedl.org/	http://dltj.org/article/simile/ http://simile.mit.edu/	http://www.brickscommunity.org	http://www.discovery-project./eu

ويتضح مما سبق اختلاف نظم المكتبات في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا، حيث تختلف طبيعة تطور الويب الدلالية والتأكيد عليها، حيث تؤكد المكتبات الأوروبية على تسليم الويب الدلالية وتطبيقات المكتبة الرقمية، في حين تعمل المكتبات الأمريكية على تطوير أدوات الويب الدلالية وبنيتها، مثل: تحويل القواميس المحكمة، ووضع أساس للتطور الدلالي المستقبلي. ولقد تم تطبيق كثير من مشروعات الويب الدلالية الأمريكية لتطبيقات محددة النطاق، مثل: الطب والقانون، والتي تتم في نهاية نظم المكتبة الرقمية، ولقد كانت هذه المشروعات أقل وضوحاً للجمهور، فيما عدا المنظمات الكبيرة مثل الكونجرس، ولا تزال الويب الدلالية مفهوماً مجرداً لأخصائي المكتبات في أمريكا ولم يأخذ الشكل الملموس. في حين بمجرد انتهاء المشروعات الأوربية تصبح تطبيقات مفيدة تجذب بدورها عامة المستفيدين ومن ثم تخدم كإعلانات لهذه التكنولوجيا الجديدة، وتظهر مزايا تكنولوجيا الويب الدلالية في هذه التطبيقات، مثل: جروميدل وبريكس وجرينستون.

وهناك بعض المشروعات لدلالة المكتبات الرقمية التي تعد عالمية في مجالها مثل تاليا وفيدورا، حيث تغطي هذه المشروعات جزءاً عريضاً من تطبيقات البيانات بداية من بناء المستودعات المؤسساتية إلى دعم التصفح والبحث والاسترجاع، وربط ويب البيانات وتغييرها على الإنترنت من خلال معايير وتكنولوجيا الويب الدلالية، كما تطورت هذه المشروعات عن طريق التعاون المغلق بين مؤسسات معايير واصفات البيانات والمجتمعات تيسيراً للاكتشاف السهل وإعادة الاستخدام والمرونة.

والجدير بالذكر أن هناك أكثر من (29) مشروعاً من نظم المكتبة الرقمية الدلالية في الولايات المتحدة الأمريكية، وأكثر من (15) مشروعاً من نظم المكتبة الرقمية الدلالية في أوربا[130]. هذا وتختلف مشروعات المكتبة الرقمية عن مشروعات المكتبة الرقمية الدلالية فيما يلي:

1. مشروع مكتبة الإسكندرية الرقمية (The Alexandria Digital Library) (ADL): يركز بشكل أساسي على مجموعات المواد المرجعية الجغرافية، وتوفر إمكانية البحث بالإحداثيات الجغرافية طبقاً لخطوط الطول والعرض وأسماء الأماكن، في حين نجد أن نظم المكتبات الرقمية الدلالية لا تركز على تخصص معين، ومن ثم تعالج كل أنواع الإشارات الدلالية بما فيها المعلومات الجغرافية.[131]
2. نظام دي ليبرا (DLibra) يدعم الإمكانيات الدلالية الأساسية مثل تصدير وصف المصادر في

لغة وصف المصادر، لكن ينقصه إمكانيات الاستفسار الدلالية المتقدمة، ويعرف هذا النظام ثلاث فئات من المستفيدين: الإداريين والمحررين والقراء. ويقرأ المستفيدون ما يمكنهم الوصول إليه في المكتبة، وليس هناك مزايا اجتماعية أو تعاونية يمكنهم الاستفادة منها، وعادة ما تكون مدخلات مجتمع المستفيدين قليلة جدا. ويوفر هذا النظام منهج يركز على المحتوى في المكتبات الرقمية[132].

3. برنامج إي برينت (EPrints software) يهدف لتقديم نظام أرشيف للوثائق على الويب، وعلى الرغم من ذيوعه وانتشاره إلا أنه ينقصه الدلالية، ولا يمكن للمستفيدين المشاركة فيه، ومن ثم ينقصه مدخلات المجتمع[133].

الخاتمة

تميل المكتبات الرقمية الدلالية للتركيز على استرجاع المعلومات المفيدة أكثر من إعطاء فرصة مشاركة خبرات المستفيد، ولقد أدى ذلك إلى تطوير المكتبات الرقمية الدلالية الاجتماعية[134]. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق دمج الويب الدلالية مع أدوات المشاركات على الويب[135]، وتطبق المكتبات الرقمية الدلالية الاجتماعية مزايا وملامح المكتبات الرقمية الدلالية نفسها عن طريق توفير فرصة المساهمة في المعلومات. تطور الجيل الأول للويب في نظام تعاوني حتى يمكن للمستفيدين التفاعل ومشاركة المعلومات من خلال الجيل الثاني للويب، وتطور الجيل الثاني للويب بواسطة تيم أوريلي عام 2005م[136]؛ ويوفر هذا الجيل للمستفيدين من الإنترنت إمكانية التفاعل والمقابلة ومشاركة المعلومات التي لم تتوافر من قبل، وتضمن مفاهيم مثل المدونات والويكي ومواقع الشبكات الاجتماعية.[137] لذا يمكن للمستفيد الاشتراك في المشروعات التعاونية بمساعدة هذه المكتبات، ومن ثم تحقيق أشياء لم تكن متاحة من قبل؛ كما يمكن بث المعلومات والخبرات الشخصية من مجموعة من المستفيدين إلى مجموعة أخرى، إلا أنه يعيبها المستفيدون الهواة الذين يقدموا معلومات غير صحيحة، كما أن الأمن محدود[138].

يتضح مما سبق أن المكتبات الرقمية الدلالية الاجتماعية والجيل الثاني للويب جعلا الويب جماعية

وتفاعلية، لكن نجد أن زيادة كم المعلومات أصبح من المشكلات التي تواجهها. ومع الزيادة المستمرة كذلك في عدد المستفيدين ومن ثم مستوى مشاركتهم في المنتديات، أصبح من الصعب الإشارة إلى الجزء المعرفي في المحتوى. ومن مشكلات المكتبات الرقمية الدلالية أيضاً أن صفحات الويب ديناميكية وغير منظمة، حيث تمكن أدوات الجيل الثاني من الويب تشكيل محتوى الصفحات وليس المحتوى نفسه.

النتائج:

1. ظهرت المكتبات الرقمية الدلالية، لإتاحة البحث بطريقة مباشرة أكثر وذات معنى، حيث تتيح للمستفيد إمكانية الحصول على المعلومات المطلوبة المتعلقة بشيء ما دون توافر مصطلح بحثي دقيق. وتميل هذه المكتبات لتوفير شكل أفضل وأكثر ملاءمة من تصفح الواجهات.
2. يمكن للمكتبات الرقمية الدلالية تطبيق كثير من الخدمات، ومنها: خدمات البحث والتصفح والتوصيات، وخدمات لزيادة المصادر، وخدمات البث والإعلام، وخدمات الأمن وسياسة الضمان، وتوفير خدمات التوافق، وخدمات الحفظ، وخدمات ضمان الجودة، والوثائق المتكاملة.
3. يجب أن تدعم المكتبات الرقمية الدلالية عدداً من الملامح لتلبية الاحتياجات المتنامية للمستفيدين وأخصائي المكتبات ولمعالجة العدد المتنامي والمتنوع من المصادر، ومن الضروري أن يتميز تطبيق نظام إدارة المكتبة الرقمية الدلالية (DLMS) بالنموذجية وقابلية التوسعة، أي يدعم مزية البرامج المساعدة أو بناء الخدمة الموجهة أو يدعم الاثنين، ومن ثم فيجب على النظام دعم عدد من المستويات المخصصة، متضمنة تقديم الخدمات والملامح.
4. هناك كثير من نظم المكتبات الرقمية الدلالية التي تحاول تطوير تكامل واصفات البيانات والخدمات لزيادة إمكانية الوصول إليها، كما تشجع على الأنشطة التعاونية ومشاركة المستفيدين وتبادل المعلومات، ومنها: نظام فيدورا، ونظام جرينستون، ونظام جروميدل، ونظام سيملي، ونظام بريكس، ونظام تاليا.
5. اختلاف نظم المكتبات في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا، حيث تختلف طبيعة تطور الويب الدلالية والتأكيد عليها، حيث تؤكد المكتبات الأوروبية على تسليم الويب الدلالية وتطبيقات

المكتبة الرقمية، في حين تعمل المكتبات الأمريكية على تطوير أدوات الويب الدلالية وبنيتها.

6. هناك أكثر من (29) مشروعاً من نظم المكتبة الرقمية الدلالية في الولايات المتحدة الأمريكية، وأكثر من (15) مشروعاً من نظم المكتبة الرقمية الدلالية في أوربا.

التوصيات

توفر المكتبات الرقمية الدلالية إمكانيات لاكتشاف المعرفة، والتنقيب عن بيانات النص شبه المنظم، وآليات ربط وبحث المفاهيم المرتبطة. وفي بعض الطرق الغامضة، تظهر المعرفة الجديدة من مجموعات البيانات الكبيرة، ومجلدات النصوص الكبيرة، والمجاميع الكبيرة من المعلومات، ومن هنا يمكن للتخصصات البحثية والتي تبدأ من المضادات الحيوية إلى محاربة الإرهاب الاستفادة من الروابط الخفية والصعب تفسيرها.

تعد المكتبات الرقمية الدلالية مستودعات لمساندة الوسائط دلاليا مثل الكتب، والأوراق، والصور، ومجموعات المعلومات الأخرى على توفير وسائل قوية لتنظيم المعرفة وبحثها وتمييزها من منظمات المعلومات الهائلة والشركات والأفراد. توفر هذه المكتبات طريقة أسهل لتغير وجهة النظر وتعديل تصورات المعلومات، ومن ثم فهي تقدم طريقة أسهل لاكتشاف الرؤى الجديدة للماضي الذي نشأت فيه والمستقبل الذي سيستخدمها.

إن مستقبل المكتبات الرقمية الدلالية مشرقا لأنها توفر طريقة جيدة لاستخدام المعرفة التي تتضاعف بسرعة هائلة، وبدون هذه التقنية المتقدمة ستفقد وجهات النظر والوجهات البديلة، ومعها تظهر آفاقا جديدة للاستفادة منها.

الهوامش

1 Kruk، S. (2004) Advanced Search And Browsing In Digital Libraries.- Proceedings of ISWC 2004.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.99.6897&rep=rep1&type=pdf

2 Lagoze، C. et. al. (2005) What Is a Digital Library Anymore، Anyway?.- D-Lib Magazine، 11 (11).- Available at: http://dlib.org/dlib/november05/lagoze/11lagoze.html

3 Candela، L.، Castelli، D. and Pagano، P. (2007) A Reference Architecture for Digital Library Systems: Principles and Applications.- In Digital Libraries: Research and Development، 1st International DELOS Conference، pp: 22–35.- Available at: http://www.springerlink.com/content/f530856w64866719/fulltext.pdf

4 Chen، C. (1999) Visualizing Semantic Space and Author co-citation Networks in Digital Libraries.- Information Processing and Management، 35 (3): pp. 401-420.- Available at: http://www.pages.drexel.edu/~cc345/papers/ip_m/ip_m.pdf

5 Baruzzo، A. et.al. (2009) A Conceptual Model For Digital Libraries Evolution. In WEBIST '09: Proceedings of 5th Informational Conference on Web Information Systems and Technologies، pages 299–304، Berlin. Springer-Verlag.

6 Celino، I. et.al. (2006) Squiggle Med: Semantic Search For Medical Digital Library.- Technical report، CEFRIEL.- Available at: http://iricelino.org/sites/default/files/publications/2006_W03.pdf

7 Baruzzo، A. et.al. (2009) Toward Semantic Digital Libraries: Exploiting Web 2.0 and Semantic Services in Cultural Heritage.- Journal of Digital Information، 10 (6) http://journals.tdl.org/jodi/article/viewArticle/688/576

8 Kruk، S. et.al. (2007) JeromeDL – a Semantic Digital Library.- Available at: http://vmserver14.nuigalway.ie/xmlui/bitstream/handle/10379/567/81n2JzC5_1.pdf?sequence=1

9 Kruk، S. et.al. (2007) Tutorial – Semantic Digital Libraries.- BANFF 2007.- http://semdl.info/taxonomy/term/1

10 Sicilia، M. and Davies، J. (2005) Digital Libraries In The Knowledge Era:

Knowledge.- Available at: Management And Semantic Web Technologies.- Library Management، 26 (4/5): pp.170 – 175 http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1501534&show=html

11 عصام شعبان. (24 يناير 2007) بعض نظم المكتبات المستخدمة في العالم.- متاح في:

http://librarianecho.blogspot.com/2007/01/blog-post_24.html

12 أبو الحجاج محمد بشير . الويب الدلالية: ثورة الإنترنت المقبلة . لغة العصر .- س6 ، ع71(نوفمبر2006).ص 17-35.

13 أحمد بدر. الأنطولوجيات وعلاقتها بعلم المعلومات والمكتبات . مجلة المكتبات والمعلومات العربية .- ع1 ، (يناير 2002) ص 5-24

14 هبة عبد الستار مصيلحي (يونيو 2004) XML: هل تغير مستقبل المكتبات الرقمية، cybrarians journal (1).- تاريخ الإتاحة (15/ 11/ 2006م).- متاح في: http: / /www.cybrarians. info /journal /no1 /xml.htm

15 Berners-Lee، T.، Hendler، J. and Lassila، O. (2001) The semantic web.- Scientific American، 284 (5): 35-43.

16 Berners-Lee، T. (2005) Building A Better Web.- Newsweek،146 (25): pp. 4-25.

17 Goldschmidt، D. (2005) A Comparison Of Keyword-Based And. Semantics-Based Searching. proquest dissertation and theses 2005.(ph.d.dissertation). Rensselaer Polytechnic Institute ، united states - New Yourk.- Available at: http://g-revisions.com/docs/goldschmidt-dissertation-final.pdf

18 Qin، Li. (2005) Change Detection And Management For The Semantic Web.- Proquest Dissertations And Theses 2005. (Ph.D. dissertation). Rutgers The State University of New Jersey.- Available at: http://proquest.umi.com/pqdweb?index=0&did=913525491&SrchMode=1&sid=1&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1327488287&clientId=93083

19 Ding، Li. Et. Al. (Oct. 2005) Search on the Semantic Web. Computer، 38 (10): pp 6-26.- Available at: http://ebiquity.umbc.edu/_file_directory_/papers/207.pdf

20 Diane، V. (2006) When did the Web start?.- Developed Traffic.- Available at: http://developedtraffic.com/2006/08/04/when-did-the-web-start/

21 Berners-Lee، T.، Hendler، J.، and Lassila، O. (17 May 2001) The Semantic Web: A New Form Of Web Content That Is Meaningful To Computers Will Unleash A Revolution Of New Possibilities Scientific American Magazine.- Available at: http://www.jeckle.de/files/tblSW.pdf

22 Bates، M.، (1990) Where Should the Person Stop and the Information Search Interface Start.- Scientific American، 284(5)، pp. 34–43.- Available at: http://comminfo.rutgers.edu/~muresan/IR/Docs/Articles/ipmBates1990.pdf

23 Klyne، G. (2000) Contexts for RDF Information Modelling.- Available at: http://www.ninebynine.org/RDFNotes/RDFContexts.html

24 Kovács، L. and Micsik، A. (2005) An Ontology-Based Model of Digital Libraries.- E.A. Fox et al. (Eds.): ICADL 2005، LNCS 3815، pp. 38 – 43.- Available at: http://www.springerlink.com/content/p74366w278p6vq17/fulltext.pdf

25 Antoniou، G. Franconi، E. and Harmelen، F. (2005) Introduction to Semantic Web

Ontology Languages.- Reasoning Web، Proceedings of the Summer School، Malta، 2005. Number 3564 in Lecture Notes in Computer Science.- Available at: http://www.inf.unibz.it/~franconi/papers/rewerse-chapter-05.pdf

26 سعد بن سعيد الزهري. (2009) المكتبة الاكاديمية الافتراضية في المملكة العربية السعودية.- الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.- ص ص -104 105.- متاح في:

http: / /www.kfnl.gov.sa /idarat /alnsher٪20el /mktbatakadmih /PubMain.htm

27 Greenstein، D. and Thorin، S. (2002) The Digital Library: A Biography.- Digital Library Federation.- Available at: http://www.clir.org/pubs/reports/pub109/pub109.pdf

28 Virtual Laboratory for e-Science - Grid enabled Virtual Laboratory Amsterdam. The WS-VLAM Users' Guide.- Available at: http://staff.science.uva.nl/~gvlam/wsvlam/Documentation/UserGuide.pdf

29 ماي إس كيو إل وتلفظ أحيانا ماي سيكويل= MySQL: هو نظام إدارة قواعد بيانات علائقي يعتمد التعامل معه على لغة إس كيو إل، وسمي بهذا الاسم تبعا لابنة مبرمجه الأصلي Michael Widenius، والتي اسمها My. ماي إس كيو إل هو من المنتجات مفتوحة المصدر ينشر كوده المصدري تحت رخصة جنو العمومية بالإضافة إلى بعض الاتفاقيات الاحتكارية، كانت تملكه وترعاه الشركة الربحية السويدية MySQL AB، لكن تملكه الآن صن ميكروسيستمز (والتي هي حاليا فرع من أوراكل.- متاح في: http: / /en.wikipedia.org /wiki /MySQL

30 رجب عبد الحميد. (2007) تقنيات الويب الدلالي للمكتبات الرقمية .- cybrarians journal، (14).- متاح في:

http://www.journal.cybrarians.info/index.php?option=com_content&view=article&id=417:2009-08-02-07-51-38&catid=137:2009-05-20-09-51-17&Itemid=56

31 مدونة العلم والمعرفة. الويب الدلالى – جديد العلم والمعرفة.- متاح في:

http://www.oman0.net/showthread.php?t=439091

32 Agosti، M. et.al. (2006) Evaluation and Comparison of the Service Architecture، P2P، and Grid Approaches for DLs.- Technical Report.- Available at: http://se.informatik.uni-oldenburg.de:30000/2/1/D1.1.1Evaluation_and_ComparisonServiceArchitectureP2PGrid.pdf

33 Blyberg، J. (Dec. 2006) Library 2.0 Websites: Where To Begin?

http://www.blyberg.net/2006/03/12/library-20-websites-where-to-begin/

34 C. Meghini and N. Spyratos. Information Access In Digital Libraries: Steps Towards A Conceptual Schema.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.99.1943&rep=rep1&type=pdf#page=54

35 Levy، D. and Marshall، C. (1995) Going Digital: A Look At Assumptions Underlying

Digital Libraries.- Communications of ACM، 38(4):77-84.- Available at: http://www.ifs.tuwien.ac.at/~andi/internal/vo_dl00/p77-levy.pdf

36 Kruk، S. et.al. (Jun. 2007) Tutorial on Semantic Digital Libraries at ESWC'2007.- Available at: http://www.slideshare.net/skruk/tutorial-on-semantic-digital-libraries-eswc2007

37 Kruk، S. and Decker، S. (6 Nov. 2005) Semantic Social Collaborative Filtering With Foafrealm. In S. Decker، J. Park، D. Quan، L. Sauermann، editors، Proc. of Semantic

Desktop Workshop at the ISWC، Galway، Ireland، 175.- Available at:

http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.89.6306&rep=rep1&type=pdf

38 Agosti، M. et.al. (2006) op.cit.

39 Novak، D. and Zezula، P. (2005) Indexing The Distance Using Chord: A Distributed Similarity Search Structure.- In 8th International Workshop of the DELOS Network of Excellence on Digital Libraries. Schloss Dagstuhl، Germany : Neuveden، 2005. pp. 94 .-108، Schloss Dagstuhl، Germany.- Available at: http://www.fi.muni.cz/~xnovak8/papers/novakzezula05delos.pdf

40 Pentaris، F. and Ioannidis، Y. Query Trading In Digital Libraries.- DELOS Workshop: Digital Library Architectures، LNCS: 223-235.- Available at: http://www.madgik.di.uoa.gr/sites/default/files/lncs_v3664.2005.pp223-235.pdf

41 Agosti، M. and Ferro، N. (2004) An Information Service Architecture For Annotations.- In

Agosti، M.، Schek، H.J.، T¨urker، C.، eds.: Digital Library Architectures: Peer-to-

Peer، Grid، and Service-Orientation، Pre-proceedings of the 6th Thematic Workshop

of the EU Network of Excellence DELOS، Edizioni Libreria Progetto، Padova، Italy 115–126.- Available at: http://delos-old.isti.cnr.it/eventlist/dla_04_preproceedings.pdf#page=120

42 Wu، W. and Li، J. (2007) RSS Made Easy: A Basic Guide For Librarians.- Medical

Reference Services Quarterly، 26(1):37-50.- Available at: https://www.icioffshore.com/news/fulltext/293.pdf

43 Breslin، J. et.al. (2005) Towards Semantically-Interlinked Online Communities.- Lecture Notes in Computer Science : The Semantic Web: Research and Applications، pp. 500-514.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.

106.424&rep=rep1&type=pdf

44 Manola، F. and Miller، E. (Feb. 2004) RDF Primer. W3C Recommendation.- World

Wide Web Consortium.- Available at: http://www.w3.org/TR/rdf-primer/

45 Vlist، E. et.al. (Nov. 2006) Professional Web 2.0 Programming: Wrox Professional Guides. Wrox.- Available at: http://www.wrox.com/WileyCDA/WroxTitle/productCd-0470087889.html

46 Buchanan، G. and Hinze، A. (2005) A Generic Alerting Service For Digital Libraries. In

JCDL'05: Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries، pages 131-140، New York، NY، USA،. ACM Press.- Available at: http://www.cs.waikato.ac.nz/~hinze/isdb/publications/buchanan_hinze_JCDL05.pdf

Hinze، A. and Buchanan، G. (2005) A Distributed Alerting Service For Open Digital Library Software. In ICDCSW'05: Proceedings of the Fourth International Workshop on Distributed Event-Based Systems (DEBS) (ICDCSW'05)، pages 444-450، Washington، DC، USA،. IEEE Computer Society.- Available at: http://www.cs.waikato.ac.nz/~hinze/isdb/publications/hinze_buchanan_DEBS05.pdf

47 Lagoze، C. (2005) Fedora Tutorial 1: Introduction to Fedora.- Technical report، Fedora

Commons.- The Rector and Visitors of The University of Virginia and Cornell University.- Available at: http://fedora-commons.org/download/2.1/userdocs/tutorials/tutorial1.pdf

48 Kovács، L. and Micsik، A. (1996) Dienst Architecture Issues with Respect to Replication.- 1st ERCIM DELOS Workshop.- Available at: http://www.ercim.eu/publication/ws-proceedings/DELOS1/kovacs.pdf

49 Lynch، C. (Dec. 1994) Using The Z39.50 Information Retrieval Protocol In The Internet Environment.- Network Working Group.- Available at: http://www.ietf.org/rfc/rfc1729.txt

50 Sompel، H. et.al. (Dec. 2004) Resource Harvesting Within The OAI-PMH Framework.

D-Lib Magazine، 10 (12).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/december04/

vandesompel/12vandesompel.html

51 Perez، J.، Arenas، M. and Gutierrez، C. Semantics And Complexity Of SPARQL.- ISWC06.- Available at: http://web.ing.puc.cl/~marenas/publications/iswc06.pdf

52 Lynch، C. et.al. (2007) The OAIORE Effort: Progress، Challenges، Synergies. In JCDL'07: Proceedings of the 7th ACM/IEEE joint conference on Digital libraries، pages 80{80، New York، NY، USA، 2007. ACM Press.- Available at: http://public.lanl.gov/herbertv/papers/Papers/2007/JCDLlynch.pdf

53 Lagoze، C. (2005) op. cit.

54 Candela، L. et.al. (2007) Setting the Foundations of Digital Libraries: The DELOS Manifesto. D-Lib Magazine، 13(3/4).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/march07/castelli/03castelli.html

Candela، L.، Castelli، D. and Ferro، N. (Nov. 2007) DELOS Digital Library Reference Model: Foundations For Digital Libraries.- Technical report، DELOS.- Available at: http://www.delos.info/files/pdf/ReferenceModel/DELOS_DLReferenceModel_0.98.pdf

55 Kruk، S. and Decker، S. (Nov. 2005) Semantic Social Collaborative Filtering With FOAFrealm.- Proc. of Semantic Desktop Workshop at the ISWC، Galway، Ireland، November 6، volume 175.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.89.6306&rep=rep1&type=pdf

Kruk، S. et.al. (2007) MultiBeeBrowse Accessible Browsing on Unstructured Metadata.- Proceedings of the 6th International Conference on Ontologies، DataBases، and Applications of Semantics، (1)(2007) 1063-1080.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.155.5404&rep=rep1&type=pdf

56 Bainbridge، D. et.al. (Springer 2004) Dynamic Digital Library Construction And Configuration. In Research and Advanced Technology for Digital Libraries 8th European Conference، ECDL 2004، Bath، UK، September 12-17، 2004. Proceedings (pp. 1-13). Berlin: Springer.- Available at: http://www.springerlink.com/content/wat3u9qhtqycdxq4/fulltext.pdf

57 Lagoze، C. (2005) op. cit.

58 Agosti، M. et.al. (2006) op. cit.

59 Halbert، M. (2003) The OCKHAM Library Nework.- Technical report، ockham.org. http://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=35&sessionId=1&resId=1&materialId=slides&confId=0514

Meghini، C. and Risse، T. (Apr. 2005) BRICKS: A Digital Library Management System for

Cultural Heritage. ERCIM News، (61).- Available at: http://www.ercim.eu/publication/Ercim_News/enw61/meghini.html

60 Frommholz، I. et.al. (2004) Supporting Information Access in Next Generation Digital Library Architectures. In DELOS Workshop: Digital Library Architectures، pp.49-60.- Available at: http://www.springerlink.com/content/8jdpjywxutlayfnr/fulltext.pdf

Kokkinidis، G. et.al. (2005) Semantic Query Routing and Processing in P2P Digital Libraries.- In Proceedings of the 8th International Workshop of the DELOS Network of Excellence on Digital Libraries on Future Digital Library Management Systems (System Architecture and Information Access)، Schloss Dagstuhl، Germany، Mar 29 - Apr 1، 2005.- Available at:

http://web.imis.athena-innovation.gr/~dalamag/pub/ksdc-delos05.pdf

61 Mlivoncic، M.، Schuler ، C. and Türker، C. (2004) Hyperdatabase Infrastructure For Management And Search Of Multimedia Collections. In: Proc. DELOS Workshop.- Available at: http://www.dbs.ethz.ch/publications/papers/mmcsts_delos2004.pdf

62 Khan، Z.، Odeh، M. and Mcclatchey، R. (Feb 2006) Digital Libraries: From Process Modelling

To Grid-Based Service Oriented Architecture.- Information and Communication Technologies، 2006. ICTTA '06. 2nd، pp. 280 - 285.- Available at: http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0602/0602082.pdf

Gioldasis، N. et.al. (2004) A P2P And SOA Infrastructure For Distributed Ontology-Based Knowledge Management.- In DELOS Workshop: Digital Library Architectures، pp. 93-104.- Available at: http://delosw.isti.cnr.it/files/pdf/events/2004_Jun_24_25/dla_04_preproceedings.pdf#page=98

Dempsey، L. and Lavoie، B. (17 May 2005) DLF Service Framework For Digital Libraries-A progress report for the DLF Steering Committee.- Available at: http://old.diglib.org/

architectures/serviceframe/dlfserviceframe1.pdf

63 Frommholz، I. et.al. (2004) op. cit.

64 Candela، L.، et.al. (2004) Moving Digital Library Service Systems to the Grid. In DELOS Workshop: Digital Library Architectures - LNCS Volume(2004)، pp. 236-259.- Available at:

http://www.springerlink.com/content/0ljl72h6bengw9k1/fulltext.pdf

65 Freeston، M. (2004) Towards A Global Infrastructure For Georeferenced Information. DELOS Workshop: Digital Library Architectures، pp: 175-182.- Available at:

http://v3d2.tu-bs.de/V3D2/Workshops/V3D2%20Workshop%202004%20Berlin/DFG_0411_abstract.pdf

66 Gupta، S. and Metcalfe، A. (2006) Using Peer-To-Peer Technology For Collaborative Knowledge Management: Concepts، Frameworks And Research Issues.- Knowledge Management Research & Practice، 4 (3): pp. 187-196.- Available at: http://www.nextcenturyelectronics.com/_MSalah/_Mail/_ToMaher/HKM-Assignment%201/Using%20peer-to-peer%20technology%20for%20collaborative%20knowledge%20management%3B%20concepts،%20frameworks%20and%20research%20issues.pdf

Koutrika، G. and Simitsis، A. (2006) An Enhanced Search Interface For Information

Discovery From Digital Libraries.- Research and Advanced Technology for Digital Libraries (2006)، pp. 87-98.- Available at: http://www.springerlink.com/content/53w78850q7223845/fulltext.pdf

67 Agosti، M. et.al. (2006) Op. Cit.

68 Fuhr، N. et. al (2007) Evaluation Of Digital Libraries.-International Journal of Digital Libraries.- Available at: http://www.springerlink.com/content/w2w0j4h272k26812/fulltext.pdf.

69 Harper، C. and Tillett، B. (2007) Library of Congress Controlled Vocabularies and Their Application to the Semantic Web.- Cataloging & Classification Quarterly، 43(3/4): pp. 47-68.- Available at: http://archive.ifla.org/IV/ifla73/papers/147-Tillet_Harper-en.pdf

70 Staples، T.، Wayland، R. and Payette، Sandra. (Apri. 2003) The Fedora Project: An Open-source Digital Object Repository Management System.- DLib Magazine، 9 (4).-

Available at: http://www.dlib.org/dlib/april03/staples/04staples.html

71 Kahn، R.، Wilensky، R. (Apr. 2006) A Framework For Distributed Digital Object Services.- International Journal on Digital Libraries، 6 (2).- Available at: http://doi.info/topics/2006_05_02_Kahn_Framework.pdf

72 Suleman، H. and Fox، E. (Dec. 2001) A Framework for Building Open Digital Libraries.- D-Lib Magazine،7 (12).- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.101.4902&rep=rep1&type=pdf

73 Daniel Jr.، R.، Lagoze، C. (Nov. 1997) Extending The Warwick Framework: From Metadata Containers To Active Digital Objects. D-Lib Magazine.- Available at: http://www.dlib.org/dlib/november97/daniel/11daniel.html

74 Daniel Jr.، R.، Lagoze، C. (1997) Distributed Active Relationships In The Warwick Framework.- IEEE Metadata Conference. Bethesda.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.41.5990&rep=rep1&type=pdf

75 Payette، S.، Lagoze، C. (1998) Flexible And Extensible Digital Object And Repository Architecture (FEDORA).- ECDL '98 Proceedings of the Second European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries.- Available at: http://www.cs.cornell.edu/payette/papers/ecdl98/fedora.html

76 Payette، S. et.al. (May 1999) Interoperability For Digital Objects And Repositories: The Cornell/CNRI Experiments.- D-Lib Magazine، 5 (5).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/may99/payette/05payette.html

77 About Project Prism - PRISM - Cornell University.- Available at: http://prism.cornell.edu/PrismWeb/AboutPrism.htm

78 Payette، S.، Lagoze، C. (2000) Policy-Enforcing، Policy-Carrying Digital Objects.- Fourth European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries. Lisbon، Portugal.- Available at: http://www.springerlink.com/content/lw0bjhnyvluj0433/fulltext.pdf

79 Payette، S.، Lagoze، C. (Jun. 2000) Value-Added Surrogates For Distributed Content: Establishing A Virtual Control Zone.- D-Lib Magazine، 6 (6).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/june00/payette/06payette.html

80 Staples، T.، Wayland، R. (Jul. 2000) Virginia Dons FEDORA: A Prototype For A

Digital Object Repository.- D-Lib Magazine، 6 (7/8).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/july00/staples/07staples.html

81 Unsworth، J. (Nov. 1999) Supporting Digital Scholarship: a project funded by the Andrew W. Mellon Foundation .- Available at: http://www3.isrl.illinois.edu/~unsworth//SDSproject.htm

82 Payette، S.، Staples، T. (2002) The Mellon Fedora Project: Digital Library Architecture Meets XML And Web Services.- European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries. Rome.- Available at: http://www.fedora.info/documents/ecdl2002final.pdf

83 Staples، T.، Wayland، R. and Payette، S. (2003) The Fedora project: An Open-source Digital Object Repository Management System.- D-Lib Magazine، 9(4).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/april03/staples/04staples.html

84 Kumar، A. et.al. (2004) Architecting An Extensible Digital Repository.- Proceedings of the 4th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries Tucson.- Available at: http://dca.lib.tufts.edu/dl/publications/pubs/jcdl2004-tufts.pdf

85 Treloar، A. (2003) Building An Institutional Research Repository From The Ground Up: The ARROW Experience. In: AusWeb04. Gold Coast، Australia.- Available at: http://andrew.treloar.net/research/publications/ausweb04/

86 Wilczek، E. and Glick، K. Fedora And The Preservation Of University Records.- Available at: http://dca.tufts.edu/features/nhprc/

87 Jantz، R.، Giarlo، M. (Jun. 2005) Digital Preservation: Architecture And Technology For Trusted Digital Repositories.- D-Lib Magazine، 11(6).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/june05/jantz/06jantz.html

88 Dye، B. and McCallum، T. Research Master to VITAL.- Available at: http://www.rubric.edu.au/techreports/rm_to_vital.book.pdf

89 Tufts University. VUE: Visual Understanding Environment.- Available at: http://vue.tufts.edu/

90 Bill Parod Scholarly Technology Architect Academic Technologies، Northwestern University: Encyclopedia of Chicago — Fedora Repository.- Available at:

http://www.fedora-commons.org/about/examples/encyclopediaofchicago

91 Lagoze، C.، et.al. (2005) An Information Network Overlay Architecture For The NSDL.- JCDL'04، June 7–11، 2005، Denver، CO، USA.- Available at: http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0501/0501080.pdf

92 Smith، M. et.al. (Jan. 2003) Dspace: An Open Source Dynamic Digital Repository. D-Lib Magazine، 9(1).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/january03/smith/01smith.html

93 arXiv.org e-Print archive.- Available at: http://arxiv.org/

94 EPrints - Digital Repository Software.- Available at: http://www.eprints.org/

95 Greenstone Digital Library Software.- Available at: http://www.greenstone.org

96 Metadata Encoding and Transmission Standard (METS).- Available at: http://www.loc.gov/standards/mets/

97 Burnett، I.، Davis، S. and Drury، G. (2005) MPEG-21 digital item declaration and

Identification-principles and compression.- Available at: http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1047&context=infopapers&sei-redir=1#search=%22MPEG-21%20Digital%20Item%20Declaration%22

98 Learning Technology Standards Committee of the IEEE. (2002) Draft Standard for Learning Object Metadata.- Available at: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf

99 Ccsds Recommendation For An Oais Reference Model. (Jan. 2002) Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS): Blue Book، Issue 1.- Available at: http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1.PDF

100 Bekaert ، J.، Liu، X. and Van de Sompel، H. aDORe، A Modular and Standards-Based Digital Object Repository at the Los Alamos National Laboratory.- Draft of Submission to Oxford University Press Computer Journal.- Available at: http://public.lanl.gov/herbertv/papers/aDORe_20050128_submission.pdf

101 Bekaert، J.، Hochstenbach، P. and Van de Sompel، H. (Nov. 2003) Using MPEG-21 DIDL to Represent Complex Digital Objects in the Los Alamos National Laboratory Digital Library.- D-Lib Magazine، 9 (11).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/

november03/bekaert/11bekaert.html

102 NISO Standards. (2004) ANSI/NISO Z39.88. - The OpenURL Framework for Context-Sensitive Services.- Available at:

http://www.niso.org/kst/reports/standards/kfile_download?id%3Austring%3Aiso-8859-1=Z39-88-2004.pdf&pt=RkGKiXzW643YeUaYUqZ1BFwDhIG4-24RJbcZBWg8uE4vWdpZsJDs4RjLz0t90_d5_ymGsj_IKVaGZww13HuDlZQ8NBt1sTxP_v4iiGqH7rSaAeVDnMfeKJrrJ_JSEGPB

103 Nelson، M. (2003) Advanced Tutorial on the Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting.- A proposal for a half day tutorial at the 2003 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries http://www.cs.odu.edu/~mln/jcdl03/tutorial.pdf

104 Witten، I. and Bainbridge، D. (2002) How To Build A Digital Library.- Elsevier Science Inc.،.- The Morgan Kaufmann Series in Multimedia Information and Systems.- Available at: http://www.nzdl.org/custom/howto/collect/howto/pdf/FrontMatter.pdf

105 Witten، I.، Cunningham، S. and Apperley، M. (1996) The New Zealand Digital Library Project.- DLib Magazine، 2(11).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/november96/newzealand/11witten.html

106 Lagoze، C. and Sompel، H. (2003) The Making Of The Open Archives Initiative Protocol For Metadata Harvesting.- Library Hi Tech، 21 (2): pp.118 – 128.- Available at: http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=0737-8831&volume=21&issue=2&articleid=861361&show=html&PHPSESSID=b87dn8515vsf8ter9lrjklldb7

107 Cundiff، M. (2004) An introduction to the Metadata Encoding and Transmission Standard (METS).- Library Hi Tech، 22(1): pp. 52-64.- Available at http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=861404&show=html

108 Bainbridge، D. et.al. (2004) Dynamic Digital Library Construction And Configuration.- In Research and Advanced Technology for Digital Libraries 8th European Conference، ECDL 2004، Bath، UK، September 12-17، 2004. Proceedings (pp. 1-13). Berlin: Springer.- Available at: http://www.greenstone.org/docs/greenstone3/Dynamic_DL_Construction.pdf

109 Witten، I. et. al. (Sep. 2005) StoneD: A Bridge between Greenstone and DSpace.- D-Lib Magazine، 11 (9).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/september05/

witten/09witten.html

110 Witten، I.، Boddie، S. and Thompson، J. Greenstone Digital Library: User's Guide.- Available at: http://41.188.150.27/dl/User-en-1.pdf

111 Kruk، S. et.al. (2007) op. cit.

112 Kruk، S. et. al. (2007) E-Learning on the Social Semantic Information Sources.- Creating New Learning Experiences on a Global Scale، pp. 172-186.- Available at: http://www.springerlink.com/content/755u848173949254/fulltext.pdf

113 Main Library، Gdansk University of Technology.- Available at: http://www.bg.pg.gda.pl/eng/?cont=linki

114 DERI International.- Available at: http://www.deri.org/

115 Kruk ، S.، Zimmermann، K. and Sapkota، A. (2006) Semantically Enhanced Search Services In Digital Libraries.- Telecommunications، 2006. AICT-ICIW '06. International Conference on Internet and Web Applications and Services.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.154.9028&rep=rep1&type=pdf

116 Kruk، S.، Synak، M. and Zimmermann، K. (2005) MarcOnt - Integration Ontology for

Bibliographic Description Formats.- International Conference on Dublin Core and Metadata Applications، DC-2005--Madrid Proceedings.- Available at:

http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.75.6219&rep=rep1&type=pdf

117 Kruk، S.; Kruk، E. and Stankiewicz، K. (2009) Evaluation of Semantic and Social Technologies for Digital Libraries.- Proceedings of the 12th European conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries.- Available at: http://www.springerlink.com/content/g4558t1mxl083805/fulltext.pdf

118 Kruk، S. et.al. (2006) DigiMe - Ubiquitous Search and Browsing for Digital Libraries.- Proceedings of the MoSO2006 Workshop، in conjunction with MDM 2006.- Available at: http://vmserver14.nuigalway.ie/xmlui/bitstream/handle/10379/489/ifQAJDfR_1.pdf?sequence=1

119 Kruk، S. and Decker ، S. (2005) JeromeDL and FOAFRealm - Taking Advantage

of Semantic Social Collaborative Filtering in Digital Libraries.- Proceedings of the Demo and Poster session at ECDL 2005.- Available at: http://vmserver14.nuigalway.ie/xmlui/bitstream/handle/10379/580/84c9193e_1.pdf?sequence=1

120 Kruk، S. et.al. (2006) The Role of Ontologies in Semantic Digital Libraries.- The 5th European Networked Knowledge Organization Systems (NKOS) Workshop.- Available at: http://www.comp.glam.ac.uk/pages/research/hypermedia/nkos/nkos2006/papers/paper-013.pdf

121 Kruk، S.، Decker، S. and Zieborak، L. (2005) JeromeDL - Adding Semantic Web Technologies to Digital Libraries.- Proceedings of the 16th International Conference on Database and Expert Systems Applications، 2005.- Available at: http://www.springerlink.com/content/3jyn8dwlu5r38gr8/fulltext.pdf

122 Butler، M. et. al. (31 Aug. 2004) Data conversion، extraction and record linkage using XML and RDF tools in Project SIMILE.- Available at: http://www.hpl.hp.com/techreports/2004/HPL-2004-147.pdf

123 Mazzocchi، S.، Garland، S. and Lee، R. (26 Jan. 2005) SIMILE: Practical Metadata for the Semantic Web.- Available at: http://www.xml.com/pub/a/2005/01/26/simile.html

124 Massachusetts Institute of Technology. (May. 2005) Project SIMILE: Semantic Interoperability of Metadata and Information in unLike Environments.- Available at: http://simile.mit.edu/funding/mellon_2005.pdf

125 BRICKS Project: BRICKS - Building Resources for Integrated Cultural Knowledge Services (IST 507457). (2004).- Available at: http://www.brickscommunity.org/

126 Risse، T. et.al. The BRICKS Infrastructure - An Overview.- Available at: http://www.l3s.de/~risse/pub/eva2005.pdf

127 Hecht، R. and Haslhofer، B. Joining the BRICKS Network - A Piece of Cake.- Available at: http://eprints.cs.univie.ac.at/742/1/_A_Piece_of_Cake.pdf

128 Fielding، R. (2000) Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures.- PhD thesis، UC Irvine، 2000.- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.91.9164&rep=rep1&type=pdf

129 About Shibboleth®.- Available at: http://shibboleth.internet2.edu/about.html

130 Yang، S.; Lee، Y. and Xu، A. (2009) The Semantic Web and Libraries in the United States: Experimentation and Achievements .- Available at: http://www.ifla2009satelliteflorence.it/meeting3/program/assets/SharonYang.pdf

131 Frew، J. et.al (1998) The Alexandria Digital Library Architecture.- Available at:

http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.80.188&rep=rep1&type=pdf

132 Gruszczyński، P. et.al. (April 2002) DLibra Content Maintenance for Digital Libraries.- in Euromedia'2002، pages 28–32، 7th Annual Scientific Conference.- Available at: http://stanislaw.osinski.name/papers/pdf/gruszczynski-euromedia02.pdf

133 Jayakanth، Francis. (Apr. 2002) Eprints.org Open Archive Software (EAS): An Overview.- Eprints.oerg Software: An overview.- Available at: http://www.ncsi.iisc.ernet.in/raja/opendl/eas-overview.pdf

134 Thomas، S. (2006) Web 2.0 And The Future For Library Systems، Technical Report، University of Adelaide.- Available at: http://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/14789/1/Web2.0.pdf

135 Avello، D. and Gutiérrez، D. (2002) The Cooperative Web: A Complement to the Semantic Web.- Proceedings of the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference COMPSAC 2002.، pp. 179-183.- Available at: http://di002.edv.uniovi.es/~dani/publications/gayod_cooperative.pdf

136 Reilly، T. (2005) What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software.- Available at: http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html

137 Lynch، C. (July/Aug. 2005) Where Do We Go From Here? The Next Decade for Digital Libraries.- D-Lib Magazine، 11 (7/8).- Available at: http://www.dlib.org/dlib/july05/lynch/07lynch.html

138 Kruk، S. et.al. (2005) Building Semantic Web Services Infrastructure for Digital Libraries .- Available at: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.101.8443&rep=rep1&type=pdf

▼▼▼▼▼