

نموذج الإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة بفهارس المكتبات: مراجعة علمية

أ.د. عماد عيسى صالح

أستاذ علم المعلومات،
كلية الآداب بجامعة العاصمة (حلوان سابقا)

رائيا رضا السيد

باحثة دكتوراه، قسم المكتبات والمعلومات،
كلية الآداب بجامعة العاصمة (حلوان سابقا)

مستخلص:

يتناول هذا المقال نموذج الإطار الببليوجرافي (BIBFRAME) بوصفه أحد الاتجاهات الحديثة في تطوير أساليب تمثيل البيانات الببليوجرافية، والتحول من الأساليب التقليدية إلى نماذج تعتمد على البيانات المترابطة (Linked Data). واتبعت الدراسة أسلوب المراجعة العلمية لرصد الإنتاج الفكري العربي والأجنبي المرتبط بالإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة، وتحليل الاتجاهات البحثية والتطبيقية المتعلقة بنشأته وتطوره وعلاقته بالبيانات المترابطة والويب الدلالي، إلى جانب أبرز مجالات تطبيقه في فهارس المكتبات والمشروعات الببليوجرافية. وركزت المراجعة العلمية على القضايا والتحديات المرتبطة بتطبيقه، ولا سيما الانتقال من تمثيل البيانات وفق معيار مارك 21 إلى نمذجتها وتمثيلها وفق نموذج الإطار الببليوجرافي، وربطها بمصادر البيانات الخارجية المتاحة على الويب.

وخلصت الدراسة لمجموعة من النتائج من أبرزها أنه برغم اهتمام مجتمع المكتبات بمبادرة الإطار الببليوجرافي إلا أنه لا توجد دراسة عربية تطرقت لتطبيقها على فهارس المكتبات العربية.

الكلمات المفتاحية: الإطار الببليوجرافي؛

البيانات المترابطة؛ مارك 21؛ الويب الدلالي؛ إطار وصف المصادر RDF؛ فهارس المكتبات؛ البيانات الببليوجرافية.

تمهيد

شهد مجال الفهرسة والوصف الببليوجرافي في المكتبات ومراكز المعلومات تطورًا ملحوظًا في الآونة الأخيرة ليوكب المتطلبات الحديثة التي فرضتها البيئة المعلوماتية الجديدة، التي تركز على البيانات المترابطة وتحليل المعلومات أكثر من وصفها. وتماشياً مع هذا التطور، بدأ المتخصصون في مجال المكتبات والمعلومات في تطوير المعايير المستخدمة في عمليات الفهرسة والوصف، سواء بتحويل بنيتها إلى بنية أنطولوجية أو إنشاء نماذج بيانات معيارية حديثة تتناسب مع التطورات التكنولوجية التي طرأت على عمليات إتاحة المعلومات واسترجاعها (اللبان، 2016)، مما أدى إلى استبدال معيار مارك 21 بنموذج معياري آخر يكفل فرص التشغيل البيئي بين فهارس المكتبات وبين مختلف الأنظمة وقواعد البيانات المتاحة على الويب بصورة تتسم بالتوافقية والتكامل مع مختلف الكيانات المعرفية المتاحة على الويب؛ وهو الإطار الببليوجرافي، الذي لا يهدف فقط إلى استبدال مارك 21، ولكن أيضاً إلى توفير إطار لتحسين البيانات الببليوجرافية بالمكتبات داخل بيئة الويب المترابطة التي تعتمد على مبادئ البيانات المترابطة Linked Data ونموذج إطار وصف المصادر RDF.

ويُعدّ نموذج الإطار الببليوجرافي الذي طوّره مكتبة الكونجرس الأمريكية من أبرز التطورات المعاصرة في ميدان تنظيم المعلومات، إذ جاء استجابةً للحاجة إلى نموذج جديد يتوافق مع بيئة الويب الدلالي. ويعتمد الإطار الببليوجرافي على بنية معرفية تستند إلى العلاقات الدلالية بين الكيانات الأساسية المكونة للتسجيلات الببليوجرافية، مثل العمل (Work)، والمثيل (Instance)، والضبط الاستنادي (Authority)، بما يوفر تمثيلاً أكثر ثراءً ودقةً للمصادر الفكرية وعلاقاتها. كما يُسهّم هذا النموذج في رفع مستوى الترابط بين البيانات الببليوجرافية على المستوى العالمي، وتحسين إمكانات الاكتشاف والوصول، وتمكين التكامل بين نظم المعلومات المختلفة. ومن ثم يُمثل الإطار الببليوجرافي تحوُّلاً جوهرياً من شكل التسجيلة التقليدية إلى نموذج دلالي مفتوح قائم على المعايير العالمية للبيانات المترابطة والويب الدلالي، إذ يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمبادرة البيانات المترابطة، والاعتماد على مبادئها في تمثيل البيانات الببليوجرافية ونشرها على الويب.

(Librarianship Studies & Information Technology, 2025)

مصطلحات الدراسة

البيانات المترابطة Linked Data

تم تعريفها رسميًا عام 2006 على يد "تيم بيرنرز لي" Tim Berners-Lee، مخترع شبكة الويب العالمية ومؤسس اتحاد الشبكة العالمية (W3C)، على أنه: "مجموعة من أفضل الممارسات لنشر وربط البيانات المهيكلية على الويب بطريقة يمكن قراءتها بواسطة الإنسان والآلة" (Berners-Lee, 2006 ; Bizer, Heath, & Berners-Lee, 2009). ويهدف هذا المفهوم إلى تحقيق ترابط البيانات المنشورة على الويب وتكاملها من خلال استخدام معرفات الموارد الموحدة (URIs) وصيغة معيارية لتمثيل البيانات مثل RDF/XML، بحيث تصبح المصادر قابلة للاكتشاف وإعادة الاستخدام من قبل البشر والأنظمة الذكية على حد سواء. (Knight, 2011; Ávila Barrientos, 2019)

الإطار الببليوجرافي Bibframe

مبادرة لتوظيف مبادئ البيانات المترابطة في مجال الضبط الببليوجرافي، والانتقال بالفهارس التي تعتمد على صيغة مارك 21 إلى الاعتماد على نموذج بيانات يكفل تبادل البيانات الببليوجرافية بهدف أن تتكامل فهارس المكتبات مع بيئة الويب (LOC, 2012). ويُعد الإطار الببليوجرافي خطوة استراتيجية لتطوير بنية البيانات الببليوجرافية، إذ يُعيد تمثيلها في صورة كيانات مترابطة (مثل: العمل، المثل، الضبط الاستنادي)، بما يتيح للمكتبات الانفتاح على بيئة الويب الدلالي وتعزيز تبادل البيانات على المستويين المحلي والعالمي.

أهداف الدراسة

1. تحديد السمات الرئيسة للإنتاج الفكري حول موضوعي الإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة.
2. التعرف على الفجوات المعرفية في الإنتاج الفكري حول موضوعي الإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة.

منهجية الدراسة وحدودها

اتبعت الدراسة أسلوب المراجعات العلمية لعرض الإنتاج الفكري المتعلق بموضوعي الإطار البليوجرافي، والبيانات المترابطة وذلك لارتباطهما الوثيق؛ إذ يعتمد الإطار البليوجرافي في تطبيقه على مبادئ البيانات المترابطة ومعاييرها في تمثيل البيانات البليوجرافية وربطها ونشرها في بيئة الويب؛ ومن ثم اقتضت طبيعة الدراسة تغطية كلا الموضوعين باعتبارهما المجال الموضوعي للدراسة.

وتمثلت حدود الدراسة في الإنتاج الفكري المنشور خلال الفترة الزمنية من عام 2010 حتى 2025 والمتاح باللغات العربية والأجنبية، واقتصرت الإنتاج الفكري على الرسائل الجامعية، ومقالات المجلات العلمية، وأعمال المؤتمرات.

وللتوصل للدراسات ذات الصلة تم البحث في عدة مصادر، وهي:

- قواعد البيانات العالمية المتاحة ببنك المعرفة المصري (Scopus- Web of Science).

- محركات البحث العالمية (Google Scholar – Google)

- أدوات الذكاء الاصطناعي (Research Rabbit)

- الفهرس الموحد لمكتبات الجامعات المصرية.

- الشبكات الأكاديمية (ResearchGate- Academia.edu).

- الدوريات المتخصصة في مجال المكتبات والمعلومات.

وقد أسفرت نتائج البحث عن وجود العديد من الدراسات ذات الصلة بموضوع الدراسة، تم تقسيمها إلى محورين أساسيين وهما الإطار البليوجرافي، والبيانات المترابطة. وفيما يلي عرضاً لأهم السمات والخصائص الرئيسة لهذه الدراسات:

أولاً: خصائص الإنتاج الفكري

التوزيع النوعي

في ضوء التوزيع النوعي للإنتاج الفكري (جدول 1)، يتضح أن المقالات العلمية استحوذت على النسبة الأكبر بنسبة 76.2%، مما يشير إلى الاعتماد الكبير على الأبحاث العلمية المنشورة حديثاً في المجالات المحكمة باعتبارها الأكثر حضوراً في مناقشة قضايا الإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة. يليها أعمال المؤتمرات بنسبة 19%، وهو ما يعكس أهمية الإنتاج العلمي المرتبط بالفعاليات العلمية، خاصة في المجالات التقنية سريعة التطور، التي تُقدّم مستجداتها عادة في المؤتمرات العلمية. أما الرسائل الجامعية فقد شكّلت نسبة ضعيفة (4.8%) وهو ما يشير إلى محدودية اهتمام الأقسام العلمية الأكاديمية بهذا المجال.

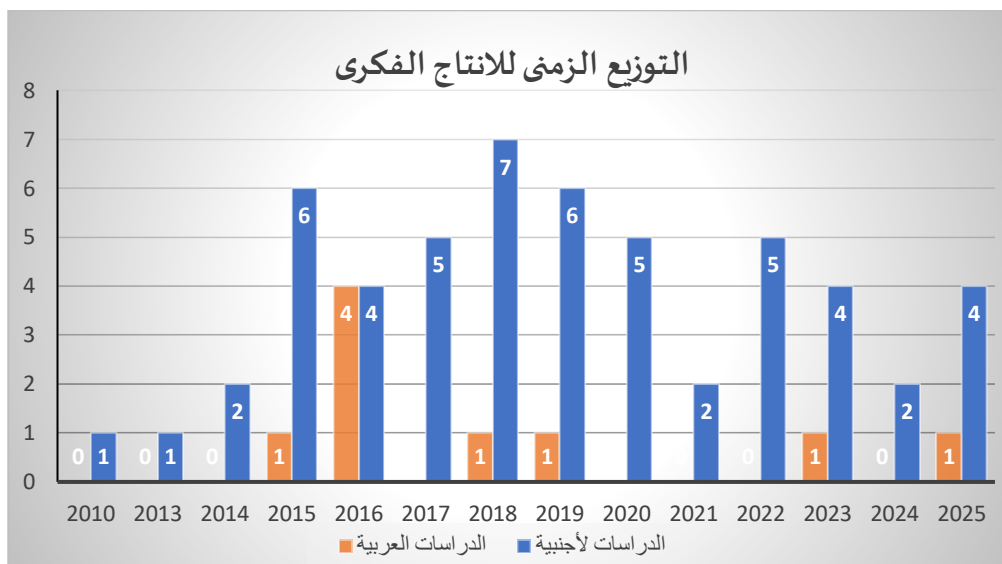
جدول (1) التوزيع النوعي للإنتاج الفكري

نوع المصدر	العدد	النسبة المئوية
المقالات العلمية	48	76.2%
أعمال المؤتمرات	12	19%
الرسائل الجامعية	3	4.8%
الإجمالي	63	100%

التوزيع الزمني

يعكس التوزيع الزمني للإنتاج الفكري (شكل 1) تطور الاهتمام البحثي بموضوع الدراسة على مدى أكثر من خمسة عشر عامًا، حيث بدأت الإسهامات الأجنبية بالظهور منذ عام 2010 بوتيرة منخفضة، ولكنها ثابتة، مع ملاحظة تصاعد تدريجي واضح في الاهتمام بعد عام 2015، مع ارتفاع أعداد الدراسات العربية والأجنبية على حد سواء، وصولاً إلى مرحلة نشاط بحثي مكثف بين 2015 و2019، التي سجلت أعلى معدلات الإنتاج العلمي. ويشير هذا الاتجاه إلى اتساع الاهتمام البحثي عالمياً بالقضايا المرتبطة بتحويلات البيانات المترابطة وتطور المعايير الببليوجرافية الحديثة. كما يظهر تفوّق واضح للدراسات الأجنبية، التي بلغت 54 دراسة من إجمالي 63، مقارنةً بالإسهامات العربية المحدودة نسبياً. حيث اتسم الإنتاج الفكري العربي

بالتوزيع المتقطع عبر السنوات، حيث سجل عام 2016 أعلى معدل بواقع أربع دراسات، بينما لم يتجاوز دراسة واحدة في كل من أعوام 2015 و2018 و2019 و2023 و2025، وهو ما يشير إلى الاهتمام العربي بالموضوع، لكنه ظل محدودًا وغير منتظم من حيث الاستمرارية الزمنية. أما الفترة بين 2020 و2025 فتتمثل مرحلة استقرار نسبي، إذ حافظت الدراسات الأجنبية على حضور ثابت، إلى جانب تجدد الإسهام العربي في السنوات الأخيرة، وهو ما يعكس عودة الاهتمام العربي بعد فترة من التراجع النسبي، وإن ظل هذا الاهتمام محدودًا مقارنة بالإنتاج الفكري الأجنبي.



شكل (1) التوزيع الزمني للإنتاج الفكري

التوزيع اللغوي

يوضح (جدول 2) هيمنة اللغة الإنجليزية على الإنتاج الفكري، حيث تمثل 73% من إجمالي الدراسات، في مقابل الدراسات المنشورة باللغة العربية التي بلغت 14.3%، وهو ما يعكس إسهامًا محدودًا إلا أنه مهم في إثراء المعرفة العربية حول الإطار البليوجرافي والبيانات المترابطة. كما لوحظ وجود بعض الدراسات بلغات أخرى أقل انتشارًا، مثل الإسبانية 7.9%،

والإيطالية والبرتغالية والصينية 1.6% لكل منها، مما يشير إلى اهتمام متفرق ومتعدد اللغات بالموضوع في سياقات جغرافية مختلفة.

جدول (2) التوزيع اللغوي للإنتاج الفكري

لغة مصدر المعلومات	عدد الدراسات	النسبة المئوية
اللغة الإنجليزية	46	73%
اللغة العربية	9	14.3%
اللغة الإسبانية	5	7.9%
اللغة الإيطالية	1	1.6%
اللغة البرتغالية	1	1.6%
اللغة الصينية	1	1.6%
الإجمالي	63	100%

ثانياً: المراجعة العلمية

تم تقسيم الدراسات في المراجعة العلمية تقسيماً موضوعياً إلى محورين رئيسيين وهما الإطار البليوجرافي، والبيانات المترابطة، وداخل كل محور تم تقسيمه إلى محاور فرعية موضوعية، وتم ترتيب الدراسات ترتيباً زمنياً وفقاً لتاريخ النشر.

المحور الأول: الإطار البليوجرافي

تنوعت الدراسات التي تناولت الإطار البليوجرافي في موضوعاتها واتجاهاتها البحثية، وتوزعت على عدد من المحاور التي تعكس الجوانب الرئيسة المرتبطة به وتطبيقاته في بيئة المكتبات.

التحول إلى نموذج الإطار البليوجرافي

تناولت "أنتونيلا ترومبوني" (Trombone, 2015) التحول الذي أحدثته مكتبة الكونجرس بإطلاقها مبادرة الإطار البليوجرافي كبديل لمعيار مارك 21، بهدف دمج البيانات البليوجرافية في بيئة البيانات المترابطة والويب الدلالي. واستعرضت الباحثة الخلفية النظرية للمشروع والتقارير التي مهدت له، وأوضحت الفئات الأربعة الأساسية الذي يقوم عليها النموذج (العمل،

المثيل، الضبط الاستنادي، والبيانات التوضيحية)، مؤكدة أن الفئة الأخيرة تمثل الابتكار الأبرز لدمج مساهمات المستخدمين ومصادر متعددة في البنية الببليوجرافية. وأوضحت الدراسة أن الإطار الببليوجرافي يمثل تطورًا مفاهيميًا يتجاوز نموذج المتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية FRBR ومعياري وصف المصادر وإتاحتها RDA، ويعتمد على بنية مرنة قائمة على العلاقات بدلاً من التسلسل الهرمي، وأكدت على أنه يمثل تحولًا جوهريًا من نموذج وصفي مغلق إلى نموذج علائقي مفتوح يعزز قابلية البيانات للاكتشاف، وإعادة الاستخدام، والتكامل مع شبكة الويب الدلالي.

كما تناول "هاوكينز" (Hawkins, 2015) دور مبادرة الإطار الببليوجرافي في دعم التحول نحو الويب الدلالي القائم على مبادئ البيانات المترابطة، موضحةً إمكانات توظيف البيانات الببليوجرافية للمكتبات ضمن بيئة الويب المفتوح وإتاحتها للربط مع مصادر بيانات خارجية، مما يعزز قدرة المكتبات على تلبية احتياجات المستخدمين عبر شبكات معرفية أوسع. وأكدت الدراسة أن الإطار الببليوجرافي يمثل توجهًا نحو تطوير الفهرسة بما يتجاوز البيئة التقليدية إلى بيئة تسمح بربط البيانات الببليوجرافية وإعادة استخدامها وتكاملها مع مصادر معرفية متعددة، وهو ما يسهم في تطوير دور المكتبات في بيئة الويب الدلالي.

كما عرض "مكلوم" (McCallum, 2017) تجربة مكتبة الكونجرس مع البيانات المترابطة المعتمدة على نموذج إطار وصف المصادر، والتحديات التي واجهتها بغرض تطوير مبادرة الإطار الببليوجرافي، بداية من كيفية استخدام إطار وصف المصادر، وخدمات البيانات المترابطة بالمكتبة، وصولاً إلى عرض نماذج التكويد مثل مارك 21، والإطار الببليوجرافي، ووصف المصادر وإتاحتها. وقد وصف "مكلوم" كيفية تطبيق مبادئ البيانات المترابطة بشكل يعزز مبادرة الإطار الببليوجرافي من خلال استخدام المعرفات الموحدة للمصادر (URI)، ونموذج إطار وصف المصادر لوصف العلاقات بين الكيانات الببليوجرافية، بالإضافة إلى لغة الاستعلام المهيكلية SPARQL لاسترجاع هذه الكيانات. كما تناول التجارب التطبيقية في بعض المؤسسات، كتجربة جامعة كلوراد لتحويل تسجيلاتها الببليوجرافية إلى الإطار الببليوجرافي، وجامعات ستانفورد وكاليفورنيا فيما يتعلق بفئات الخرائط والتسجيلات الصوتية والصور الثابتة وغيرها من الوسائط، ومشروع مكتبة كاسيليني الإيطالية Casalini Libri.

وفي السياق ذاته تناول "اكسيو" وآخرون (Xu et al., 2017) ما قامت به مكتبة الكونجرس من عمليات لتحويل تسجيلاتها الببليوجرافية من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي باستخدام خرائط تحويل (Mapping) حقول البيانات لتسجيلاتها، وقد بينت الدراسة أنه بالرغم من أن بنية المحولات الببليوجرافية التي قدمتها مكتبة الكونجرس نجحت في تحويل أكثر من 2000 عنصر من عناصر مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي، إلا أنه يعترضها بعض الصعوبات مثل تعريفات الكيانات "المصادر" في معيار وصف المصادر وإتاحتها، والعلاقات بينها، والبيانات التي تصف كل كيان، وعلاقات السلاسل وترقيمها، واللغات والعلاقات بين أجزاء العمل، بالإضافة إلى تمثيل المعارف الموحدة للمصادر. وقد أوصت الدراسة بضرورة توسيع خرائط التحويل لتشمل العديد من الفئات كالموسيقى وغيرها، بالإضافة إلى توفير منصات عمل يمكن من خلالها عرض ووصف عمليات التحويل وتطوير عمليات المشاركة مع المجتمع الدولي.

كما استعرضت "باختورينا" (Bakhturina, 2018) خلفيات تطوير الإطار الببليوجرافي بمكتبة الكونجرس، موضحةً اهتمام المهرسين الروس المتزايد بالمشروع نظرًا لإمكاناته في تحويل المعايير الببليوجرافية إلى نموذج أكثر ديناميكية يعتمد على ترابط الكيانات والمفاهيم. وقد أبرزت الدراسة الفروق الجوهرية بين مارك 21 والإطار الببليوجرافي، وأوضحت مراحل تطويره وخطط تطبيقه التدريجية، إلى جانب تحليل العلاقة بين الإطار الببليوجرافي ومعيار وصف المصادر وإتاحتها. كما عرضت لأراء الخبراء حول جدوى النموذج وآفاق استخدامه في ممارسات المكتبات العالمية. وتناولت كذلك قضايا المصطلحات والصعوبات المفاهيمية التي تواجه الفهرسة في هذا السياق الجديد، مؤكدةً على أهمية مواكبة المكتبات الروسية للتطورات العالمية والانخراط في بيئة الويب الدلالي كمساهم فعال في بناء المعرفة المترابطة عالميًا.

وناقشت "ماجدة الشربيني" (El-Sherbini, 2018) التحولات الكبرى التي شهدتها مجال الفهرسة الببليوجرافية مع تطبيق معيار وصف المصادر وإتاحتها وظهور الإطار الببليوجرافي. وأوضحت أن الانتقال إلى تطبيق معيار وصف المصادر وإتاحتها شكّل نقطة تحول في منهجية الفهرسة، إذ أعاد تعريف عناصر الوصف الببليوجرافي في ضوء نموذج المتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية، بما يسمح بتمثيل العلاقات بين الكيانات الببليوجرافية بطريقة أكثر دلالية وانفتاحًا على بيئات الويب. وأشارت إلى أن معيار وصف المصادر وإتاحتها والإطار الببليوجرافي يمثلان معًا مرحلتين متكاملتين في التطور المفاهيمي والتقني للفهرسة؛ فبينما يوفّر معيار

وصف المصادر وإتاحتها الأساس الوصفي الممنهج للعلاقات الببليوجرافية، يقدم الإطار الببليوجرافي البنية التقنية لتفعيل هذه العلاقات في بيئة الويب الدلالي. كما تناولت الدراسة التحديات المصاحبة لهذا التحول، مثل ضرورة مواءمة الممارسات التقليدية مع المعايير الجديدة، وإعداد الكوادر الفنية، إلى جانب الحاجة إلى سياسات دعم مؤسسي لضمان التحول المرن. وخلصت إلى أن نجاح هذا الانتقال يتوقف على مدى وعي مجتمع المكتبات بأهمية التحول من التركيز على التسجيلات النصية إلى بنية معرفية مترابطة قادرة على دعم التكامل الدلالي، وتوسيع إمكانات الاكتشاف والوصول إلى المعلومات في البيئات الرقمية.

كما تناول "وحيد" وآخرون (Wahid et al., 2018) الصعوبات التي تواجه اختصاصي المعلومات في تطبيق نموذج الإطار الببليوجرافي ودمج البيانات الببليوجرافية في بيئة الويب الدلالي، مؤكدين أن الانتقال من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي يواجه تحديات تقنية كبيرة، في ظل الانتشار الواسع لمارك 21 في المكتبات، وتفاوت المصطلحات، وتعقيد تقنيات البيانات المترابطة. وأوضحت الدراسة صعوبة تحويل التسجيلات إلى الإطار الببليوجرافي واستخراج العلاقات الأساسية للمتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية FRBR بسبب قيود خرائط التحويل، إضافة إلى عدم توافق الأنظمة الآلية للمكتبات مع نموذج الإطار الببليوجرافي. وأوصت الدراسة بضرورة تأهيل اختصاصي المكتبات معرفيًا ومهنيًا للتعامل مع أحدث معايير الفهرسة، وتعميق فهمهم للتحديات المرتبطة بالبيانات المترابطة؛ بما يدعم نجاح تطبيق الإطار الببليوجرافي في بيئة المكتبات.

وقد تناول "ستيل" (Steele, 2019) الأسس المفاهيمية والتقنية للإطار الببليوجرافي بوصفه نموذجًا بديلاً لمعيار مارك 21 الذي لم يعد قادرًا على تلبية متطلبات بيئات البحث والاكتشاف الحديثة، وما تفرضه من مستوى أعلى من الترابط الدلالي بين البيانات الببليوجرافية. وقد تضمنت الدراسة مراجعة تحليلية للأدبيات، وعرضًا لتجربة عملية باستخدام محرر الإطار الببليوجرافي لإنشاء التسجيلات الببليوجرافية. وخلصت الدراسة إلى أن تجربة المستخدم مع فهارس المكتبات شهدت تحولًا جوهريًا، إذ لم تعد تقتصر على البحث التقليدي، بل أصبحت تركز على إمكانات متقدمة للبحث والاسترجاع، تتحقق من خلال تمثيل البيانات الببليوجرافية وفق مبادئ البيانات المترابطة باستخدام إطار وصف المصادر، بما يتيح إنشاء علاقات دلالية بين المصادر وتحسين اكتشافها.

وقدّم "بارك" وآخرون (Park et al., 2019) دراسة تناولت وصف وتحليل نموذج الإطار الببليوجرافي، ومقارنته بالمعايير السابقة في مجال الوصف الببليوجرافي، بهدف تحديد الغرض منه، وإبراز أهم مميزاته، ورصد نقاط القوة والضعف المحتملة فيه. وتوصلت الدراسة إلى أن قدرة الإطار الببليوجرافي على توفير الأدوات والخدمات اللازمة لتحويل بيانات مارك 21 إلى بيانات مترابطة مع الحفاظ على المعلومات تمثل إحدى أبرز نقاط قوته، بما يعزز إمكانيات اعتماده نموذجًا دوليًا للوصف الببليوجرافي في مجتمع المكتبات، مع ضرورة التغلب على بعض التحديات التي قد تعوق تطويره وتطبيقه.

واستعرضا كلٌّ من "سامبلز" و"بيغلو" (Samples & Bigelow, 2020) دور برنامج الفهرسة التعاونية (PCC) في التحول نحو بيئة البيانات المترابطة من خلال اعتماد نموذج الإطار الببليوجرافي لما يمثله من ركيزة أساسية نظرًا لشراكاته الرسمية مع كلٍّ من مكتبة الكونجرس ومشروع بيئة الاكتشاف الافتراضية المشتركة Share-VDE (Share Virtual Discovery Environment) ومبادرة البيانات المترابطة للإنتاج Linked Data for Production المرحلة الثانية (LD4P2)، وهي الجهات التي تقود فعليًا التطوير التقني والتطبيقي لنموذج الإطار الببليوجرافي. كما تناولت الدراسة الجهود المشتركة بين هذه المؤسسات في عمليات تحويل التسجيلات، موضحةً المنهجيات والأدوات التجريبية المستخدمة لتقييم دقة التحويل وكفاءته. وخلصت إلى أهمية تطوير معايير تحويل خاصة (PCC BIBFRAME Conversion Specifications) لضمان الاتساق والمواءمة بين البيانات الناتجة عن التحويل في مختلف مؤسساته الأعضاء. ومن ثم يُعد هذا البحث توثيقًا مهمًا لمرحلة انتقالية في الفهرسة التعاونية نحو بنية بيانات دلالية أكثر انفتاحًا وقابلية للتكامل عبر البيئات المعرفية العالمية.

وعلى نحو مماثل تناول كلٌّ من "بيجلو" و"سبارلينج" (Bigelow & Sparling, 2022) التحول من صيغة مارك 21 التقليدية إلى بيئة البيانات المترابطة، وما ترتب عليه من تغيير جذري في أساليب إنشاء البيانات الببليوجرافية وإدارتها. وأكدوا على أنه رغم ما يبدو عليه هذا التحول من "فوضى ببليوجرافية"، إلا أنه يمثل في جوهره مرحلة تجريبية ضرورية لتطوير الممارسات والنماذج المعيارية الجديدة. وتشير الدراسة إلى أن محاولات التوفيق بين النماذج المختلفة قد أدت إلى تباينات أنطولوجية وتعدد في الامتدادات المطبقة حسب المؤسسات، مثل مكتبة الكونجرس وبرنامج الفهرسة التعاوني ومبادرة البيانات المترابطة للإنتاج Linked Data for

(LD4P) Production، ومشروع بيئة الاكتشاف الافتراضية المشتركة Share-VDE. ويرى الباحثان أن هذه التعددية في النماذج والتطبيقات، وإن بدت متناقضة، تمثل ثراءً تجريبيًا يسهم في بناء فهم جماعي نحو معيار موحد، لكنها في الوقت نفسه تفرض تحديات تتعلق بضرورة توحيد الجهود وتعزيز التشغيل البيني عبر آليات التغذية الراجعة الفعالة بين مشروعات الفهرسة المختلفة. وخلصت الدراسة إلى أن الحفاظ على الاتساق الببليوجرافي في بيئة الإطار الببليوجرافي يتطلب تخطيطًا مجتمعيًا منسقًا ومعايير مفتوحة تتيح للمكتبات تطوير نماذج بيانات مترابطة قادرة على دعم التكامل والاكتشاف، بما يعزز الدور المستقبلي للمكتبات في منظومة البيانات المفتوحة.

كما تناول "فورتيه" وآخرون (Fortier et al., 2022) تحليل مستوى الاستعداد المعرفي والتقني لتبني الإطار الببليوجرافي داخل المكتبات الكندية، اعتمدت الدراسة على استبيان ميداني وُجّه إلى العاملين في المكتبات الكندية لقياس مدى وعيهم بمفاهيم الإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة، وتقييم جاهزية مؤسساتهم للتحويل إليه. وأظهرت النتائج محدودية الوعي بالإطار الببليوجرافي وانخفاض مستوى الجاهزية المؤسسية، نتيجة نقص التدريب والموارد التقنية وغياب خطط التحويل الواضحة، رغم زيادة الاهتمام بالبيانات المترابطة وإدراك أهميتها لمستقبل الفهرسة. وخلصت الدراسة إلى أن نجاح التحويل يتطلب تعزيز التعاون المؤسسي للمكتبات الوطنية والجامعية، وتنمية القدرات البشرية، وتوفير البنية التحتية التقنية، ووضع استراتيجيات تدريجية للانتقال إلى بيئة البيانات المترابطة.

وفي إطار نقدي قدم "كارب" (Karp, 2025) دراسة لمبادرة الإطار الببليوجرافي، حيث شكك في جدوى استبدال مارك 21 بالإطار الببليوجرافي، معتبرًا أن الإطار الببليوجرافي يعاني من مشكلة "التقادم قبل الاكتمال" وأن معظم أهدافه يمكن تحقيقها ضمن بيئة مارك 21 الحالية. بتحسين البرمجيات والبنية التحتية، ما يجعل تبنيها مكلّفًا وغير ضروري في كثير من الحالات. وأشار إلى أن بطء تطوره يثير تساؤلات حول واقعية الاعتماد عليه كنموذج مستقبلي وحيد للفهرسة الببليوجرافية، مع الاعتراف بجهود المتخصصين. ودعا لإعادة تقييم الأهداف الواقعية لمشروعات البيانات المترابطة، مع التركيز على تطوير البرمجيات والبنية التحتية الحالية بدلًا من الاعتماد على وعود طويلة المدى.

النمذجة الدلالية والعلاقات الببليوجرافية

منذ صدور مسودة الإطار الببليوجرافي عام 2011 أثرت العديد من القضايا حول الشكل الذي يجب أن يبدو عليه التوافق بينه وبين البيانات المترابطة، وقد خلص العديد من خبراء تقنيات المكتبات وخبراء مركز المكتبات المحوسبة على الخط المباشر OCLC إلى أن الأنطولوجيا تحدد نموذجًا منطقيًا متماسكًا إلى حد مناسب مع الفئات والخصائص المهمة لوصف المصادر الببليوجرافية التي تديرها المكتبات، وأن تسلسل المفاهيم بأشكال متنوعة تتوافق مع فلسفة النمذجة التي يروج لها مجتمع الويب الدلالي. وهو ما أوضحه "جودباي" (Godby, 2013) من خلال وجود تقارب مفاهيمي بين الإطار الببليوجرافي ومبادرات قائمة على مخطط مفردات البيانات المهيكل على الويب Schema.org، بما يعكس إمكانية التكامل بين النماذج عبر مجموعة مشتركة من الكيانات والعلاقات الأساسية، استنادًا إلى تحليل البيانات المستمدة من تطبيق خرائط التحويل على تسجيلات الفهرس العالمي WorldCat.

وتناول "زابونيدو" وآخرون (Zapounidou et al., 2014) التكامل بين النماذج المفاهيمية للبيانات الببليوجرافية ونماذج التراث الثقافي في إطار الويب الدلالي. وقد ركزت دراستهم على مواءمة نموذج الإطار الببليوجرافي مع نموذج البيانات الأوروبي Europeana Data Model (EDM) المستخدم في المكتبة الرقمية الأوروبية Europeana، وأوضحوا أن تحقيق التشغيل البيئي الدلالي بين المكتبات والأرشفات والمتاحف يتطلب ربط الكيانات الجوهرية بمقابلاتها في النماذج الثقافية الأخرى. وأظهرت الدراسة أن النموذجين يشتركان في عدد من المفاهيم الأساسية، إلا أن لكل منهما منظورًا دلاليًا مختلفًا في تمثيل الموارد والعلاقات، حيث يركز الإطار الببليوجرافي على الموارد الببليوجرافية، بينما يتبنى نموذج البيانات الأوروبي رؤية أشمل للكيانات الثقافية. وخلصت الدراسة إلى أن بناء جسور دلالية بين هذه النماذج يمثل خطوة أساسية نحو تحقيق تكامل بيانات مؤسسات التراث الثقافي في بيئة موحدة.

كما تناول الباحثون أنفسهم (Zapounidou et al., 2017 a) إشكالية التحويل نحو تمثيل البيانات الببليوجرافية في بيئة الويب الدلالي، بهدف تحقيق التكامل الدلالي والتشغيل البيئي بين نظم الفهرسة الحديثة؛ وذلك من خلال تحليلًا مقارنًا لأربعة نماذج مفاهيمية رئيسية، وهي: المتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية، والنموذج الموجه نحو الكيانات Functional Requirements for Bibliographic Records – Object Oriented (FRBROO)، ومعياري وصف

المصادر وإتاحتها، والإطار الببليوجرافي. واعتمدت المقارنة على تحليل البنية المفاهيمية والعلاقات والدلالات التي يقدمها كل نموذج، ومدى توافقها مع متطلبات تمثيل البيانات في بيئة الويب الدلالي. وقد خلصت الدراسة إلى أن الإطار الببليوجرافي ونموذج الكيانات للمتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية يوفران أفضل الأسس لتمثيل البيانات الببليوجرافية اعتماداً على إطار وصف المصادر كنموذج مفاهيمي تأسيسي بما يدعم التكامل مع تقنيات الويب الدلالي، وأوصت بضرورة الربط بين النماذج المفاهيمية لتحقيق استدامة التبادل الببليوجرافي في بيئة البيانات المترابطة، وتبني نموذج الإطار الببليوجرافي كأساس للتكامل بين بيانات المكتبات والمصادر الثقافية والعلمية ضمن بيئة الويب الدلالي.

وفي السياق نفسه تناولوا (Zapounidou et al., 2017 b) إشكالية الحفاظ على العلاقات الببليوجرافية عند تحويل البيانات من النموذج المفاهيمي للمتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية FRBR إلى الإطار الببليوجرافي مع التركيز على تمثيل العلاقات داخل العائلة الببليوجرافية الواحدة، من خلال تحليل حالات تطبيقية متنوعة. وأظهرت النتائج أن الإطار الببليوجرافي قادر جزئياً على تمثيل هذه العلاقات، إلا أنه يعاني من قصور في تمثيل "العمل الأصلي" بعد التحويل، مما أدى إلى فقدان بعض الدلالات الببليوجرافية. وقد أرجع الباحثون ذلك إلى الفجوة المفاهيمية بين البنية الهرمية للمتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية التي تفصل بين العمل والتعبير والتجسيد، وبنية الإطار الببليوجرافي التي تميل إلى تبسيط العلاقات بين الكيانات، مؤكدين على ضرورة تطوير آليات أدق لتمثيل العلاقات لتحقيق التشغيل البيئي الدلالي، وإعادة تقييم قواعد التحويل في ضوء تطور النماذج المفاهيمية مثل النموذج المرجعي للمكتبات الصادر عن الاتحاد الدولي لجمعيات ومؤسسات المكتبات IFLA LRM.

أما فيما يتعلق بمدى ملائمة نموذج الإطار الببليوجرافي لتبادل البيانات الوصفية المنشأة وفق معيار وصف المصادر وإتاحتها، فقد قام "تانيجوتشي" (Taniguchi, 2017) بتحليل خرائط تحويل عناصر وصف المصادر وإتاحتها إلى خصائص الإطار الببليوجرافي. وأظهرت النتائج أن الإطار الببليوجرافي في إصداراته الأولى لا يتضمن فئة مستقلة تقابل كيان التعبير (Expression) في معيار وصف المصادر وإتاحتها، مما أدى إلى تمثيل التعبير بوصفه مصدراً للعمل. وكشفت عن وجود عناصر في وصف المصادر وإتاحتها لا تقابلها خصائص مباشرة في الإطار

الببليوجرافي، وهو ما أثر على دقة التحويل. وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء البيانات الوصفية أولاً باستخدام مخطط RDA schema، ثم تحويلها لاحقاً إلى الإطار الببليوجرافي، لضمان الحفاظ على البنية الدلالية للبيانات.

وفي إطار التركيز على العلاقة بين معيار وصف المصادر وإتاحتها ونموذج الإطار الببليوجرافي، تناولت دراسة "زابونيدو" وآخرون (Zapounidou et al., 2019) قضايا المطابقة الدلالية بين الكيانات والعلاقات في النموذجين، وخلصت إلى أنه يمكن تمثيل الكيانات الأساسية لوصف المصادر وإتاحتها بدرجة عالية من الدقة داخل الإطار الببليوجرافي، مع الإشارة إلى بعض الإشكاليات المرتبطة بتمثيل العلاقات المشتقة والهرمية، ولاسيما في حالات الأعمال المشتقة (المترجمة)، بالإضافة إلى إن تحسين وضوح العلاقات الهرمية داخل الإطار الببليوجرافي وتطوير قواعد المطابقة الدلالية يمثلان شرطاً أساسياً لتحقيق تكامل فعلي ومستدام بين معايير الوصف الحديثة وبيئة البيانات المترابطة.

كما قدّم "بيجلو" (Bigelow, 2022) دراسة تحليلية لآليات التطور المفاهيمي لمنظومة الفهرسة الحديثة، من خلال تحليل العلاقة بين معيار وصف المصادر وإتاحتها، ونموذج الإطار الببليوجرافي، وبيئة الاكتشاف الافتراضية المشتركة (Share-VDE) في إطار ما أطلق عليه "منظومة الأوبرا" Opera. وأوضح أن هذه النماذج لا تمثل أنظمة متعارضة، بل تمثل مراحل متكاملة في تطور نماذج تمثيل البيانات الببليوجرافية نحو بناء نموذج دلالي أكثر شمولاً لتمثيل الكيانات والعلاقات الببليوجرافية. كما اقترح إعادة تعريف بعض الكيانات المفاهيمية من خلال إعادة النظر في دور كيان التعبير وإدخال كيان Opus بوصفه تمثيلاً للعمل الفكري الجامع الذي يضم عدة أعمال فرعية ضمن بنية هرمية مترابطة، مؤكداً أهمية التغذية الراجعة بين التجارب التطبيقية والتقنين المعياري لضمان اتساق التطور النظري والتطبيقي.

وقد قدم "أوليفيرا" وآخرون (Oliveira et al., 2023) تحليلاً مقارناً متعمقاً لثلاثة نماذج مفاهيمية رئيسة في توصيف البيانات الببليوجرافية والثقافية، وهي: نموذج البيانات الأوروبية (EDM)، ونموذج الإطار الببليوجرافي، والنموذج المرجعي للمكتبات (IFLA LRM)، من حيث الوظيفة، والدلالة المفاهيمية، والبنية الهيكلية، بهدف اقتراح آلية للتناغم المفاهيمي بين هذه النماذج بما يتيح تحقيق التشغيل البيئي بين الأنظمة التي تعتمد عليها المكتبات والمؤسسات الثقافية في تمثيل بياناتها. وقد أسفرت النتائج عن وجود تكافؤ مفاهيمي كبير بين تلك النماذج

في معظم الفئات الأنطولوجية، مع ظهور اختلافات جوهرية في تمثيل المحتوى الفكري والوحدة المادية. وخلصت الدراسة إلى أن تحقيق التشغيل البيئي لا يمكن أن يعتمد فقط على خرائط التحويل الثنائية، بل يتطلب بناء إطار مرجعي دلالي يحافظ على المعاني والسياقات الأصلية للبيانات عند تبادلها بين الأنظمة.

وفي السياق نفسه قدم عبد العظيم (2025) دراسة مقارنة بين ثلاثة نماذج رئيسة لتنظيم وتمثيل البيانات البليوجرافية، وهي: نموذج المتطلبات الوظيفية للتسجيلات البليوجرافية، ومعياري وصف المصادر وإتاحتها، ونموذج الإطار البليوجرافي، وذلك من حيث قدرتهم على نمذجة البيانات البليوجرافية الزراعية في بيئة الويب الدلالي. واعتمدت الدراسة على المنهج المقارن لاختبار تمثيل العلاقات الدلالية بين الكيانات البليوجرافية، باستخدام أدوات بناء الأنطولوجيات والاستدلال الدلالي مثل Protégé و TopBraid Composer. وكشفت النتائج عن وجود قصور في تمثيل بعض العلاقات الدلالية بين البيانات البليوجرافية ومفردات أنطولوجيا الويب، وضعف التكامل بينها، مما أدى إلى انخفاض مستوى التشغيل البيئي بين النماذج البليوجرافية وبيئة الويب الدلالي. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير آليات أكثر تقدماً لنمذجة البيانات البليوجرافية، والاستفادة من خوارزميات التنقيب عن البيانات لتعزيز التكامل المعرفي وتحسين جودة البيانات المترابطة.

كذلك تناول "باتريسيو" وآخرون (Patrício et al., 2025) قضية التشغيل البيئي الدلالي لمجموعة من الأنطولوجيات، من خلال اقتراح أنطولوجيا مرجعية تعمل بوصفها طبقة وساطة دلالية عالية التجريد بين أبرز النماذج والمعايير البليوجرافية، مثل النموذج المرجعي للمكتبات، ومعياري وصف المصادر وإتاحتها، والإطار البليوجرافي. وأوضحت الدراسة أن هذا النهج يتجاوز القيود المرتبطة بخرائط التحويل التقليدية، ويحقق مستوى أعلى من التكامل الدلالي مع الحفاظ على استقلالية النماذج والمعايير الأصلية. وخلصت الدراسة إلى أن هذا التوجه يمثل مساراً واعداً لبناء بيئة بيانات بليوجرافية أكثر مرونة واستدامة، وتعزيز التشغيل البيئي في سياق الويب الدلالي للمكتبات.

الأدوات والتطبيقات البرمجية

قدّم "هان" (Hahn, 2021) دراسة تطبيقية حول استخدام تقنيات تعلم الآلة Machine Learning لدعم عمليات الفهرسة في بيئة الإطار الببليوجرافي، وبشكل خاص توصيف كيان العمل في محرر البيانات المترابطة "Sinopia". واستخدم الباحث برنامج الفهرسة الآلية "Annif"، والمفردات الموضوعية بقائمة رؤوس موضوعات مكتبة الكونجرس (LCSH) من خلال خدمة البيانات المترابطة بمكتبة الكونجرس. وقد أظهرت النتائج إمكانية دعم الفهرسة شبه الآلية دون إقصاء دور المفهرس البشري، كما بينت أن توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئة الفهرسة الدلالية أسهم في تحقيق كفاءة مبدئية في اقتراح رؤوس الموضوعات. وأوصت الدراسة بدمج واجهة Annif API في محرر "Sinopia" لإتاحة مقترحات موضوعية تلقائية تخضع لمراجعة المفهرس، مع ضمان الشفافية، مشيرة إلى أن نجاح هذا التوجه يتطلب بنية مستدامة لهندسة التعلم الآلي في المكتبات، بما يعكس تحول دور المفهرس من مُنشئ بيانات إلى منسق دلالي مدعوم بالذكاء الاصطناعي.

وتناول كلٌّ من "أجينجو - بولون" و"هيرنانديز - كاراسكال" (Agenjo-Bullón & Hernández, 2024) تحليلًا شاملاً لحالة تطبيق الإطار الببليوجرافي حتى عام 2023، مع عرض التطورات التقنية والتنظيمية المصاحبة لانتقال المكتبات من معيار مارك 21 إلى نموذج قائم على البيانات المترابطة، والتركيز على العلاقة بين الإطار الببليوجرافي ومعيار وصف المصادر وإتاحتها. وقد خلصت الدراسة إلى أن تعدد المحررات مثل "Marva" و"Sinopia"، وتعدد الملفات التعريفية والأنطولوجيات الممتدة، ترتب عليه صعوبات في التشغيل البيئي، مما استدعى ظهور مبادرات مثل مجموعة التشغيل البيئي للإطار الببليوجرافي Bibframe (BIG) Interoperability Group، مع التأكيد على أن نجاح الإطار الببليوجرافي يرتبط بمدى انفتاحه على بيئة الويب والتكامل مع مخطط مفردات البيانات المهيكلية على الويب "Schema.org"، والانتقال المفاهيمي من منطق التسجيلات إلى الكيانات المترابطة.

كما قدّم "هينج" وآخرون (Heng et al., 2024) تحليلًا مقارنًا لاثنتين من أبرز محررات الإطار الببليوجرافي لإنشاء البيانات المترابطة في بيئة المكتبات، وهما: "Marva" و"Sinopia". وخلصت النتائج إلى أن محرر "Marva" يتميز بالالتزام بالمعايير والتكامل مع الإطار الببليوجرافي، في مقابل ما تميز به "Sinopia" من مرونة ودعم للعمل التعاوني وتعدد الأنطولوجيات، وأن

الأداتين لا تزالان تواجهان تحديات تتعلق بالتشغيل البيئي وضبط الجودة وغياب المعايير الموحدة، مؤكدةً أن بناء محرر بيانات مترابطة فعال يتطلب تصميماً أنطولوجياً محايداً يوازن بين المرونة التقنية والالتزام بالمعايير الدلالية، مع تعزيز القدرات البشرية للمفهرسين بوصفهم منسقين دلاليين للبيانات في بيئة معرفية عالمية مترابطة.

التجارب والتطبيقات العملية

على المستوى التطبيقي قام "ثراني" (Tharani, 2015) بدراسة استكشافية لتقييم قابلية تطبيق الإطار الببليوجرافي كنهج لدمج البيانات الوصفية المتباينة في المكتبات ومشاركتها عبر بيئة الويب، وذلك من خلال إنشاء مجموعة بحثية موضوعية قامت بجمع البيانات الوصفية الببليوجرافية لمجموعة مكونة من ألف قصيدة تشبه الترانيم مكتوبة باللغات واللهجات الهندية الموجودة بمكتبة جامعة هارفارد (HUL) وتم توزيع البيانات الوصفية لهذه المجموعة عبر نظم آلية متعددة داخل المكتبة، وقد توصلت الدراسة إلى تحديد الخطوات الفعلية القابلة للتكرار عند تطبيق الإطار الببليوجرافي لجمع البيانات الوصفية الببليوجرافية ومشاركتها عبر بيئة الويب، كما أظهرت النتائج أن استخدام الإطار الببليوجرافي يمكن المكتبات الرقمية من سرعة الوصول للتسجيلات الببليوجرافية، ويتيح للمستخدمين التفاعل مع البيانات المترابطة كنقاط وصول فعّالة.

كذلك قام كلٌّ من "جين" وآخرون (Jin et al., 2016) بتحويل وإثراء ما يقرب من 300 ألف تسجيلة مارك للكتب الإلكترونية في فهرس مكتبة جامعة إلينوي إلى صيغة البيانات المترابطة بالإطار الببليوجرافي على الإنترنت، مع تصميم واجهتين للبحث لاكتشاف تلك المصادر، حيث هدفت الدراسة إلى تحسين طرق اكتشاف المجموعات المماثلة وربط البيانات بمشروعات أخرى مترابطة، وكشفت النتائج عن تحديات عدة مثل اختيار المعرفات الموحدة للعمل، وربط الأشخاص والعائلات والهيئات والملفات الاستنادية، كما قدمت الدراسة مجموعة من التوصيات لتجاوز هذه التحديات.

وعلى صعيد تحليل التجارب أعد "كاساليني" (Casalini, 2016) تحليلاً متعمقاً لمرحلة الانتقال من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي، من خلال عرض تجربة مؤسسة كاساليني Casalini Libri، التي تعدّ من الجهات الرائدة في أوروبا في مجال النشر والفهرسة، حيث اعتمدت خطة متعددة

المراحل تشمل: إثراء تسجيلات مارك21 بمعرفات المصادر الموحدة URI لتحسين قابلية التحويل إلى صيغة بيانات RDF/XML، وتطوير آلية للتحويل بين مارك21 والإطار الببليوجرافي، وإنشاء بنية إتاحة معرفية تربط البيانات الببليوجرافية بالويب الدلالي وتُمكن من تبادلها بشكل منظم وقابل للاستخدام لرفع كفاءة الاكتشاف. كما عرض مشروع SHARE Catalog، الذي دمج بيانات سبع مكتبات جامعية إيطالية ضمن بيئة دلالية موحدة، مما سمح بتوحيد نقاط الإتاحة للأعمال والمؤلفين وتعزيز قابلية إعادة استخدام البيانات. وأكدت الدراسة أهمية مواجهة التحديات التقنية والمؤسسية، وتعزيز التعاون بين المكتبات والمطورين، موضحةً أن نجاح الانتقال إلى بيئة الإطار الببليوجرافي يعتمد على تحقيق التوازن بين التجريب التقني، والالتزام بالمعايير، وبناء بنية معرفية مشتركة تسهم في تعزيز الوصول إلى البيانات وإعادة استخدامها.

وقد قدّم كلٌّ من "جوريني" و"بوسيماتو" (Guerrini & Possemato, 2016) طرق عرض البيانات الوصفية للتسجيلات الببليوجرافية في بيئة الويب الدلالي لهيكلية البيانات الوصفية مما جعل معاني المصادر التي تصفها وعلاقاتها بالمصادر الأخرى واضحة للبرمجيات. واستعرضت الدراسة عددًا من نماذج الفهرسة في بيئة البيانات المترابطة، مع التركيز على الإطار الببليوجرافي والإرشادات العامة التي ينبغي أن تستند إليها النظم الحديثة من نظم المكتبات المتكاملة (ILSs) لتحقيق التوافق معه. كما تناولت الدراسة استخدام معيار وصف المصادر وإتاحتها من خلال أداة RDA in Many Metadata Formats (RIMMF) بوصفها نموذجًا أوليًا لتمثيل البيانات في صيغ متعددة للبيانات الوصفية، وتيسير عمليات الفهرسة بما يتلاءم مع متطلبات بيئة البيانات المترابطة. كما قدمت الدراسة عرضًا لتجربة مكتبة كاساليني بإيطاليا من خلال ما قامت به شركة كولت Cult للبرمجيات والوكيل الببليوجرافي للمكتبة والمسؤولة عن تحويل تسجيلاتها إلى نموذج البيانات المترابطة باستخدام نظامٍ فرعيٍّ للفهرسة يسمى WeCat بالنظام الآلي OliSuite ILS، الذي يسمح بنمذجة التسجيلات وفقًا لمعيار وصف المصادر وإتاحتها، إذ يدمج المفردات والأنطولوجيات الموجودة بالفعل في الويب عن طريق هيكلية المعلومات في بيئة البيانات المترابطة المفتوحة.

وتناول "شيه" (Shieh, 2018) جهود برنامج الفهرسة التعاونية PCC في تطوير أفضل الممارسات المتعلقة بالبيانات المترابطة في بيئة الويب وتطبيقها من خلال العمل على كلٍّ من معيار مارك 21 ونموذج الإطار الببليوجرافي. وركزت الدراسة على جهود مجموعتين من فرق العمل المتخصصة، اختصت الأولى بإدراج المعرفات الموحدة للمصادر (URIs) في تسجيلات مارك 21 بهدف تعزيز ترابط البيانات الببليوجرافية وإتاحتها للاستخدام في بيئة الويب، بينما ركزت الثانية على تطوير المعايير اللازمة لتطبيق الإطار الببليوجرافي من خلال مواءمة متطلبات التسجيلية المعيارية لـ CONSER Standard Record – CSR (CONSER) والتسجيلية المعيارية لـ BIBCO Standard Record – BSR (BIBCO) مع أنطولوجيا الإطار الببليوجرافي. وأوضحت الدراسة أن هذه الجهود أسهمت في تهيئة البيانات الببليوجرافية لتطبيق مبادئ البيانات المترابطة، وتعزيز إمكانية تكاملها مع بيئة الويب. كما أشارت إلى أن إدراج المعرفات الموحدة في تسجيلات مارك 21 ومواءمة متطلبات التسجيلات المعيارية مع أنطولوجيا الإطار الببليوجرافي يدعمان تطوير ممارسات الوصف الببليوجرافي بما يتوافق مع بيئة البيانات المترابطة.

كما تناول كلٌّ من "كورمنزانا لوبيز" و"لوبيز-بورول" (Cormenzana López & López-Borrull, 2018) تحول المكتبات الإسبانية نحو تبني نماذج الفهرسة الحديثة، في ظل التغيرات التي طرأت على سلوك مستخدمي المعلومات وتزايد الاعتماد على محركات البحث العامة. واعتمدت الدراسة على تحليل الأدبيات والدراسات السابقة وأعمال المؤتمرات، إلى جانب إجراء مقابلات مع ممثلين عن عدد من المؤسسات والمكتبات الإسبانية. وأظهرت النتائج اتجاه بعض المؤسسات نحو تطبيق معيار وصف المصادر وإتاحتها ضمن بيئة مارك 21 ونشر البيانات الببليوجرافية في بيئات البيانات المترابطة المفتوحة، مع التأكيد على أن الانتقال المستقبلي من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي يتطلب إعادة هيكلة عمليات الفهرسة والأنظمة التقنية والممارسات المهنية، بما يدعم التحول نحو الفهرسة الدلالية والبيانات المترابطة.

كذلك عرض "جيت" وآخرون (Jett et al., 2020) تجربة مركز أبحاث HathiTrust (HTRC) في تطبيق نموذج الإطار الببليوجرافي على نطاق واسع داخل المكتبات الرقمية، واعتمد المشروع على بناء مخزن ثلاثي للبيانات الممثلة بصيغة RDF/XML المستخرجة من ملايين التسجيلات في مكتبة HathiTrust الرقمية، وذلك لتجريب آليات التحويل، والإثراء الدلالي للبيانات، والربط

بالمعرفات الموحدة مثل الملف الاستنادي الافتراضي VIF، ومركز المكتبات المحوسب على الخط المباشر OCLC، وواجهة خدمة البيانات المترابطة بمكتبة الكونجرس. وأظهرت الدراسة أن عملية التحويل لا تقتصر فقط على استبدال الشكل التقني للبيانات، بل تتطلب تطوير سير العمل بشكل متكامل بحيث يدمج بين التحويل الآلي وإضافة الروابط الدلالية، لتوسيع إمكانيات الاكتشاف والوصول. كما عرض البحث آلية توظيف البيانات الناتجة في إنشاء تصورات بصرية ديناميكية تُظهر الترابط بين الكيانات البليوجرافية من خلال واجهة تفاعلية شبيهة بخدمة Wikidata Query Service. وأوصت الدراسة بتطوير معايير أكثر نضجاً لتمثيل الكيانات وربطها بما يعزز توظيف الإطار البليوجرافي في بناء نظم معرفية مترابطة.

وتناولت دراسة "أفيليا باريننتوس" (Ávila-Barrientos, 2020) تحليل تطبيق الإطار البليوجرافي في المكتبات بهدف استكشاف الاتجاهات المستقبلية في وصف وربط واسترجاع مصادر المعلومات. وأظهرت أن تحويل البيانات البليوجرافية إلى بيانات مترابطة يتيح إنشاء واجهات بحث أكثر سهولة وجاذبية، معتمدة على مبدأ البيانات المترابطة لتحليل العلاقات بين الكيانات المختلفة. وتوصلت الدراسة إلى أن نجاح التطبيق يعتمد على قدرة النظم الآلية على إعادة هيكلة ملايين التسجيلات بصيغة مارك21، بما يتيح تحقيق التشغيل البيئي بين نظم المعلومات المختلفة عبر الويب على نطاق عالمي.

كما استعرضت "لينلين" (Linlin, 2020) مسار تطبيق الإطار البليوجرافي في عدد من المكتبات الوطنية الأوروبية بهدف استكشاف اتجاهات تطويره والاستفادة من الخبرة الأوروبية في السياق الصيني، واعتمدت الدراسة منهجاً تحليلياً استقصائياً تناول جوانب التحويل إلى الإطار البليوجرافي، من بينها تحويل البيانات من مارك21، وإتاحة ملفات الضبط الاستنادي كبيانات مترابطة، وتطوير نظم الفهرسة الآلية، وبناء نماذج بيانات بليوجرافية متكاملة، وتطبيق منصات البيانات المترابطة المفتوحة. وأظهرت النتائج إدراك المكتبات الوطنية الأوروبية لأهمية الانتقال إلى الإطار البليوجرافي في سياق التحويل نحو الويب الدلالي والبيانات المترابطة، مع التأكيد على ضرورة مواءمته مع معيار وصف المصادر وإتاحتها، وتعزيز الدعم المؤسسي والتقني لضمان نجاح التطبيق. وخلصت الدراسة إلى أهمية الخبرة الأوروبية بوصفها نموذجاً مرجعياً لتطوير النماذج البليوجرافية الحديثة وتوجيه مسارات التحويل إلى الإطار البليوجرافي في الصين.

وفي الإطار نفسه عرض "دريس" (Dresel, 2023) تجربة المكتبة الوطنية في سنغافورة NLB في بناء نظام إدارة البيانات المترابطة LDMS كخطوة استراتيجية لدمج وتوحيد البيانات الببليوجرافية الموزعة عبر المكتبة الوطنية، والمكتبات العامة، والأرشيف الوطني في إطار موحد قائم على مبادئ الويب الدلالي. وقد اعتمدت التجربة على تحويل البيانات من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي ثم إلى مخطط مفردات البيانات المهيكل على الويب لزيادة إمكانية الاكتشاف والتكامل عبر الويب المفتوح. وكشفت النتائج أن موثوقية المعرفات الموحدة للمصادر ودقة عمليات المواءمة الدلالية تمثل محور نجاح أي بنية بيانات مترابطة، وأن بناء الثقة في هذه البيانات يستلزم تطبيق آليات دقيقة للتحقق وضمان الاستدامة، تعتمد على معايير مقننة وإرشادات موحدة في إدارة البيانات الببليوجرافية. وخلصت الدراسة إلى أن التحديات الرئيسية تمثلت في تحسين جودة البيانات، وضبط الهوية الببليوجرافية للكيانات، وإدارة التوافق بين الأنظمة الآلية المتعددة، وأن المشروع يمثل تحولاً مفاهيمياً في إدارة البيانات الببليوجرافية نحو نموذج تشاركي مفتوح يربط بين المعرفة المحلية والعالمية، معززاً دور البيانات المترابطة في تحسين الوصول والاكتشاف في مؤسسات الذاكرة الوطنية.

كما تناول كلٌّ من "بيجلو" و"لوريمر" (Bigelow & Lorimer, 2023) جهود مجموعة التشغيل البيئي للإطار الببليوجرافي، التي تستهدف وضع إرشادات ومعايير لتبادل بيانات الإطار الببليوجرافي بشكل متوافق بين المؤسسات والمكتبات، وتحديد أشكال البيانات ومعايير التحقق باستخدام أدوات مثل SHACL وDCTAP، بما يعزز التشغيل البيئي بين المؤسسات. كما عرضت الدراسة أهم إنجازات المجموعة، بما في ذلك إجراء استبيانات لتطبيقات الإطار الببليوجرافي، وتحليل الاختلافات في نماذج البيانات بين المؤسسات. ووضعت خطة تطوير "لغة وسطية" لتسهيل التبادل بين الأنظمة المتعددة. وخلصت إلى أن تحقيق قابلية التشغيل البيئي يتطلب توحيد معايير التوصيف، تحديد الحد الأدنى لتبادل البيانات، وتطوير أدوات تحقق المعيارية لضمان تبادل فعال للبيانات المترابطة بين المكتبات.

واستعرض كلٌّ من "دينج" و"يراجوي" (Deng & Yragui, 2025) تجارب مؤسسية بارزة عُرضت خلال اجتماع جمعية المكتبات الأمريكية ALA Core، وفي مقدمتها تجربة جامعة كاليفورنيا - ديفيس (UC Davis) التي بدأت منذ 2013 بمشروع BIBFLOW في تطوير بيئة بيانات مترابطة متكاملة، وتوسعت لاحقاً عبر مشاريع مثل PCC ISNI Pilot و LD4P2، باستخدام أدوات مثل

محرم Sinopia ونظام Alma. كما تناول عدد من المبادرات الأوروبية والتجارية، مثل WorldCat Entities وShare Family، وجهود شركة Ex Libris في تكامل الكيانات. وأوضحت الدراسة التحديات المتعلقة بالتشغيل البيئي، وتحويل البيانات، ونقص الأدوات والتدريب. واختتمت الدراسة بالتأكيد على ضرورة التوسع في التدريب وتطوير ملفات تطبيق معيار وصف المصادر وإتاحتها المتوافقة مع النموذج المرجعي للمكتبات IFLA LRM لدعم الانتقال المستدام نحو الفهرسة الدلالية.

كذلك تناول كلٌّ من "ماكول" و"إدواردز" (McColl & Edwards, 2025) تجربة مكتبات جامعة Lehigh University بالولايات المتحدة الأمريكية في مراحلها الأولى للانتقال من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي، موضحةً التحديات التقنية والتنظيمية التي تواجه المكتبات الأكاديمية ذات الموارد المحدودة في التحول نحو بيئة البيانات المترابطة. وأكد الباحثان على أهمية معالجة وتحسين جودة بيانات مارك 21 لضمان دقة التحويل إلى الإطار الببليوجرافي، خاصة فيما يتعلق بتوحيد الصيغ المادية وتطبيق الضبط الاستنادي بوصفه خطوة أساسية لتهيئة البيانات للربط الدلالي. كما أبرزت الدراسة التحديات المتعلقة باختلاف أساليب استخدام المعارف الموحدة للمصادر واختلاف الأنطولوجيات المستخدمة بين الجهات والمبادرات المعنية بالبيانات الببليوجرافية مثل مركز المكتبات المحوسب على الخط المباشر OCLC ومشروع بيئة الاكتشاف الافتراضية المشتركة Share-VDE، ما يتطلب سياسات موحدة لإدارة التكامل بين الأنظمة. وخلصت الدراسة إلى أن تبني الإطار الببليوجرافي في المكتبات الأكاديمية لا يزال عملية تدريجية تواجه تحديات تتعلق بجودة البيانات، وتطوير البرمجيات، وتفاوت الجاهزية المؤسسية، إلا أنها تؤكد في المقابل أن هذا التحول ليس تقنيًا فحسب، بل مفاهيميًا، إذ يغير طريقة اكتشاف المعرفة من البحث في التسجيلات إلى استكشاف الكيانات والعلاقات الدلالية، ويستلزم نهجًا تدريجيًا يشمل تحسين جودة البيانات، بناء البنية التقنية، وتنمية مهارات المفهرسين للوصف الدلالي الحديث، وتكامل المكتبات مع بيئة الويب الدلالي.

أما على المستوى العربي، فقد هدفت يارة قناوي (2015) إلى التعرف على دوافع استخدام الإطار الببليوجرافي في المكتبات المصرية، ورصد المشكلات والعقبات التي واجهتها في الانتقال من معيار مارك 21 إلى نموذج الإطار الببليوجرافي، إلى جانب التعرف على سبل التغلب عليها. واعتمدت الدراسة في ذلك على استعراض المحاولات التي قامت بها بعض المكتبات

والمؤسسات المصرية والعربية للتحويل إلى التسجيلات الببليوجرافية القائمة على نموذج الإطار الببليوجرافي، فضلاً عن بحث مدى قدرة النظم الآلية على استيعاب المتطلبات والتغيرات اللازمة لهذا التحويل. وتوصلت الدراسة إلى عدم وجود خطط واضحة ومدرسة لدى المكتبات المصرية للانتقال إلى تطبيق مبادرة الإطار الببليوجرافي، باستثناء مكتبة الإسكندرية ومكتبة الجامعة الأمريكية، كما كشفت عن أن تحويل البيانات يمثل أحد أبرز التحديات التي تواجه هذا التحويل، تليه التحديات المادية، ثم نقص إلمام المهرسين بآليات تطبيق الإطار الببليوجرافي.

أما دراسة نرمين اللبان (2016)، فقد تناولت أوجه الاختلاف بين الأنطولوجيات الببليوجرافية، ممثلة في الدراسة بأنطولوجية مارك (MarcOnt)، ونموذج الإطار الببليوجرافي؛ بهدف التعرف على مزايا كل منهما وعيوبه، وتحديد مدى ملاءمتهما للمكتبات ومراكز المعلومات في البيئة العربية. واعتمدت الدراسة على المقارنة بين أنطولوجية مارك ونموذج الإطار الببليوجرافي، وتحليل أوجه الاختلاف بينهما، وبيان انعكاسات توظيف كل منهما على تطوير عمليات الفهرسة في المكتبات ومراكز المعلومات. وكشفت النتائج أن نموذج بيانات الإطار الببليوجرافي يمثل مرحلة متقدمة في تطوير عملية الوصف الببليوجرافي، بما يسهم في رفع كفاءة البحث والاسترجاع في المؤسسات المعلوماتية، وأن هناك العديد من الأساليب التي يمكن توظيفها لجعل الوصف الببليوجرافي متوافقاً مع متطلبات بيئة الويب الدلالي، من أبرزها استخدام لغة صفحات التنسيق / الأنماط الموسعة للتحويل Extensible Stylesheet Language Transformation (XSLT)، أو إنشاء مخطط لمعيار مارك باللغات والصيغ التي تتوافق مع بيئة الويب الدلالي مثل Dublin Core, XML Schema Definition Language (XSD)، أو توظيف أنطولوجية مارك (MarcOnt)، أو اعتماد نموذج الإطار الببليوجرافي. وأوصت الدراسة بضرورة مشاركة المؤسسات المعلوماتية العربية في مراحل التطبيق التجريبي لنموذج الإطار الببليوجرافي، والتأكد من ملاءمة بنيتها التكنولوجية لمتطلبات تطبيقه.

وفي سياق دراسة إمكانات إنشاء تسجيلات ببليوجرافية قائمة على نموذج الإطار الببليوجرافي في فهراس المكتبات العربية، أجرى النشرتي (2016) دراسة تطبيقية هدفت إلى بناء تسجيلات ببليوجرافية وفقاً لنموذج الإطار الببليوجرافي، وقياس مدى إسهامها في تحقيق التكامل بين الفهراس الببليوجرافية والكيانات المتاحة في بيئة الويب. وأظهرت الدراسة قدرة نموذج الإطار

الببليوجرافي على الإسهام في ضبط جودة الفهارس الببليوجرافية بصورة أكثر تكاملاً، إذ لا يقتصر الوصف على الكيان في حد ذاته، وإنما يمتد ليشمل الأعمال الفكرية والتجسيديات المرتبطة به والعلاقات فيما بينها. وفي المقابل، كشفت الدراسة عن وجود قصور في دعم النموذج لتمثيل البيانات الببليوجرافية المفهرسة باللغة العربية بصورة كاملة، نتيجة عدم قدرته على التعرف على أنماط العلاقات باللغة العربية. وأوصت الدراسة بضرورة أن يعمل متخذو القرار في مجال الفهارس العربية على توفير البنية البرمجية والوظيفية اللازمة للانتقال من البيئة الحالية القائمة على المتطلبات الوظيفية للتسجيلات الببليوجرافية (FRBR) وصيغة مارك 21 إلى نموذج الإطار الببليوجرافي.

واستكمالاً للدراسة السابقة قام النشرتي (2018) بتصميم وتطوير محرر عربي وفقاً لمعايير مبادرة الإطار الببليوجرافي لإنشاء التسجيلات الببليوجرافية، سعى من خلاله إلى اختبار قدرة الإطار الببليوجرافي على إنشاء تسجيلات ببليوجرافية لعينة من الإنتاج الفكري العربي المتنوع من حيث الشكل (الكتب، والخرائط، والنوت الموسيقية، والأفلام، والأقراص المدمجة). وقد أكدت نتائج الدراسة التجريبية نجاح المحرر في إنشاء التسجيلات والتمثيل لمختلف البيانات الوصفية لمفردات عينة الدراسة بصورة تمكّنها من أن يتم تضمينها داخل الأنظمة الآلية ونشرها على الويب.

المحور الثاني: البيانات المترابطة

تنوعت الدراسات التي تناولت البيانات المترابطة في موضوعاتها واتجاهاتها البحثية، وتوزعت بين الجوانب النظرية والتطبيقية المرتبطة بتوظيفها في بيئة المكتبات. كما ركزت هذه الدراسات على تجارب المؤسسات الببليوجرافية، ومتطلبات التطبيق وآلياته، وتقييم مدى الاستفادة منها في تعزيز ترابط البيانات وإتاحة العلاقات بينها. وترتبط البيانات المترابطة بنموذج الإطار الببليوجرافي ارتباطاً وثيقاً، إذ يستند تطبيق النموذج إلى مبادئها في تمثيل البيانات الببليوجرافية وبناء العلاقات بين الكيانات وربطها بمصادر البيانات الأخرى في بيئة الويب.

التحول إلى بيئة البيانات المترابطة

تناولت "مانريكويز" (Manriquez, 2017) التحولات الحديثة في إدارة البيانات الببليوجرافية في المكتبات القانونية، مركزة على دور تقنيات البيانات المترابطة في إعادة تشكيل بيئة الفهرسة والاكتشاف. وخلصت الدراسة إلى أن هذا التحول لا يقتصر على استبدال معيار بآخر، بل يُعدّ مرحلة جديدة من الأتمتة الذكية في المكتبات، خاصة عندما يقترن بتطور محركات البحث مثل جوجل وبخدمة الوصول الحر للمصادر العلمية (Access Open)، ووضحت بدعوة مكتبات القانون إلى تبني تقنيات البيانات المترابطة والانخراط في بيئة الويب الدلالي لتعزيز إمكانية الوصول، وتحسين التكامل بين البيانات القانونية والعلمية، وتقديم تجربة بحث أكثر دقة وثراءً للمستخدمين.

كما قدم "شريور" (Schreur, 2018) عرضاً لمبادرة البيانات المترابطة للإنتاج Linked Data for Production (LD4P) التي أُطلقت عام 2016، وتعد من المبادرات المؤسسية الكبرى التي تهدف إلى تحويل بيئة العمليات الفنية في المكتبات الأكاديمية من معيار مارك 21 إلى نموذج البيانات المترابطة المفتوحة من خلال تعاون ست مؤسسات رائدة تشمل مكتبة الكونجرس وعدداً من الجامعات الأمريكية البارزة مثل ستانفورد، كورنيل، وهارفارد. وقد ركزت المبادرة في مرحلتها الأولى على بناء القدرات التقنية اللازمة لإنتاج البيانات الوصفية في صورة بيانات مترابطة، إلى جانب تطوير أنطولوجيا الإطار الببليوجرافي لتشمل مختلف أنواع مصادر المعلومات التي تقتنيها المكتبات الأكاديمية، وتعزيز التعاون بين المؤسسات على المستوى الدولي بما يدعم استدامة المبادرة. وقد خلصت الدراسة إلى أن التعاون المؤسسي والتكامل بين الجهات المشاركة يسهمان في سرعة تطوير أدوات التحويل والمواصفات والمعايير التقنية اللازمة للانتقال من مارك 21 إلى الإطار الببليوجرافي، فضلاً عن توفير بيئة تطبيقية حقيقية لاختبار توظيف البيانات المترابطة في المكتبات، وأكدت على أهمية التطوير التعاوني للأدوات والمخططات والمعايير بوصفه أساساً لبناء نموذج جديد للفهرسة قائم على البيانات المترابطة، بما يسهم في تحسين جودة البيانات الببليوجرافية، وتوسيع نطاق الاستفادة منها داخل المجتمع الأكاديمي وخارجه.

وقد قدم "عرفان الله" وآخرون (Irfan Ullah et al., 2018) عرضاً لإمكانات البيانات المترابطة المفتوحة (LOD) والمفردات المترابطة المفتوحة (LOV) Linked Open Vocabularies لجعل البيانات الوصفية الببليوجرافية قابلة للنشر والربط والاستخدام والتشغيل البيئي في بيئة الويب، بالإضافة إلى تسليط الضوء على الدور المحتمل للبيانات الوصفية المتسقة اجتماعياً لإثراء فهارس المكتبات من خلال الجانب الاجتماعي التعاوني للفهرسة. وكشفت النتائج عن مجموعة من التحديات والقضايا التي تتطلب مزيداً من البحث، من أبرزها حاجة مجتمع المكتبات إلى تطوير مهارات المتخصصين، واعتماد أفضل الممارسات لمواكبة التحول إلى بيئة البيانات المترابطة، فضلاً عن تعدد معايير البيانات الوصفية، مما يزيد من صعوبة اختيارها وتطبيقها والتعامل معها في إطار الجهود العالمية لإتاحة البيانات الببليوجرافية على الويب بوصفها بيانات مترابطة مفتوحة. كما خلصت الدراسة إلى حاجة البيانات الوصفية المبنية اجتماعياً إلى آليات منهجية لتعزيز الجانب التعاوني في الفهرسة، من خلال إشراك مختلف الأطراف، بما في ذلك المؤلفون، ومديرو المستودعات، وأمناء المكتبات، واتحادات المجموعات الرقمية، والناشرون، والموردون، والمستخدمون، بما يحقق الاستفادة المثلى من إمكانات البيانات المترابطة.

وتناول "زيو" (Zhu, 2019) مستقبل الضبط الاستنادي في بيئة البيانات المترابطة، انطلاقاً من ملاءمة البيانات والمفردات الخاضعة للضبط الاستنادي، مثل رؤوس الموضوعات وأسماء الأشخاص والهيئات، لطبيعة بيئة البيانات المترابطة. وأوضح أن إتاحة هذه البيانات في صورة بيانات مترابطة تتيح إمكانية ربطها بمصادر بيانات أخرى على الويب، بما يعزز إمكانات اكتشاف المعلومات وإعادة استخدام البيانات الاستنادية، ويدعم تطوير ممارسات الضبط الاستنادي في البيئة الرقمية، وأن نموذج الإطار الببليوجرافي يعتبر وسيطاً للانتقال من بيئة مارك 21 إلى بيئة البيانات المترابطة. كما ناقش أبرز القضايا المرتبطة بتطبيق البيانات المترابطة في مجال الضبط الاستنادي، وفي مقدمتها تحديات الربط بين ملفات الاستناد المختلفة، مثل الملف الاستنادي الافتراضي (VIAF)، وملف الاستناد للأسماء بمكتبة الكونجرس (LCNAF)، والمعرف المعياري الدولي للأسماء (ISNI)، وويكي البيانات Wikidata. كذلك تناولت الدراسة سبل تطوير ملفات الاستناد المحلية وتحسين سير العمل المرتبط بها، إلى جانب توظيف إطار وصف المصادر في إدارة بيانات الضبط الاستنادي. كما استعرض مشروع BIBFLOW الذي نُفذ

بالتعاون بين مكتبة جامعة كاليفورنيا- ديفيس، وشركة زفير Zepheira، بوصفه تجربة تطبيقية للانتقال إلى بيئة البيانات المترابطة.

كما تناول "تشن" وآخرون (Chen et al., 2022) آلية توظيف البيانات المترابطة في إتاحة مصادر المجموعات الخاصة ضمن إطار الممارسات الإنسانية الرقمية، من خلال تطبيقها على التسجيلات المحلية. واعتمدت الدراسة منهجًا تطبيقيًا قائمًا على إعداد مطابقة أنطولوجية بين صيغة مارك الصينية (CNMARC) والإطار البليوجرافي، وتطوير آلية لتحويل البيانات إلى صيغة بيانات RDF/XML وتخزينها وتحديثها ضمن بيئة مترابطة، مع تمثيل العلاقات الدلالية بين الكيانات باستخدام الرسم البياني المعرفي. وأظهرت النتائج إمكانية تعميم هذه الآلية على المجموعات التاريخية الأخرى، فضلًا عن إسهامها في تعزيز إتاحة المجموعات الخاصة وإعادة استخدامها، وتوفير أساس تقني ومعرفي لتطوير قواعد معرفية رقمية تدعم التكامل بين المكتبات والإنسانيات الرقمية في بيئة الويب الدلالي.

وفي إطار تحليلي قدم "جيتانو" وآخرون (Gaitanou et al., 2024) تحليلًا منهجيًا لتطور تطبيقات البيانات المترابطة في المكتبات بوصفها امتدادًا للتحويل نحو الويب الدلالي. وأظهرت الدراسة من خلال تحليل الأدبيات الصادرة خلال الفترة من 2008 إلى 2021، أن اعتماد المكتبات لتقنيات البيانات المترابطة يُعد توجّهًا استراتيجيًا لمواكبة التحولات الرقمية ومواجهة التحديات المتزايدة في مجال البحث والاكتشاف ضمن البيئات المعرفية المتطورة والمتنامية. كما كشفت النتائج عن أن المكتبات تمر بمرحلة تحول هيكلية ومفاهيمية تتطلب إعادة تعريف أدوار المهرسين وتطوير سياسات وممارسات جديدة تتماشى مع مبادئ البيانات المترابطة المفتوحة، وأنه على الرغم من أن أغلب المشروعات التجريبية ركزت على تحويل بيانات مارك 21 إلى صيغة بيانات RDF/XML وبناء واجهات ربط بين البيانات، إلا أن الباحثين أوضحوا أن التباين في المنهجيات والمعايير ما يزال يشكل تحديًا أمام تحقيق التشغيل البيئي المتكامل. وأبرزت الدراسة كذلك أهمية انخراط المكتبات في مجتمع البيانات العالمي لتجنب تهميش دورها التاريخي كمصدر موثوق للبيانات المنظمة، داعيةً إلى تطوير نماذج معيارية موحدة وأدوات دعم معرفي وتقني لتعزيز استدامة التحويل نحو الفهرسة الدلالية.

النمذجة وجودة البيانات

تناولت دراسة كلٌّ من "بارك" و"كيب" (Park and Kipp, 2014) تقييم جودة ومواءمة مخططات البيانات المترابطة المستخدمة في تمثيل المصادر الببليوجرافية، من خلال تحليل تحويل بيانات مارك 21 إلى بيئة البيانات المترابطة ومقارنة نماذج الوصف المستخدمة في عدد من مشروعات المكتبات، منها مكتبة جامعة هارفارد، ومبادرة الإطار الببليوجرافي بمكتبة الكونجرس، والفهرس العالمي WorldCat، والمكتبة الوطنية الإسبانية. وأظهرت النتائج تباين المخططات والأنطولوجيات بين المؤسسات، مما يعوق التشغيل البيني وتكامل البيانات، إلى جانب اختلاف النماذج المفاهيمية في تمثيل الكيانات والعلاقات الببليوجرافية، وإهمال بعض العناصر المهمة للاسترجاع. وخلصت الدراسة إلى أن تحسين جودة البيانات وتحقيق التشغيل البيني يتطلبان اتساق العناصر الببليوجرافية وتطوير خرائط التحويل وصيانة المخططات بصورة مستمرة، بما يدعم تكامل البيانات الببليوجرافية وإتاحتها في بيئة الويب الدلالي.

كما تناول "باتريسيو" وآخرون (Patrício et al., 2020) إشكالية محورية تواجه تطبيق مبادئ الويب الدلالي في مجال البيانات الببليوجرافية، والمتمثلة في ضعف التكامل الدلالي رغم تحقق قدر مناسب من التشغيل البيني التقني وفق ممارسات البيانات المترابطة. وأشار الباحثون إلى أن هذا الضعف يرجع إلى تعدد النماذج المفاهيمية غير المتوافقة، وتنوع القواميس الاصطلاحية، وضعف الروابط بين الأنطولوجيات المستخدمة، إلى جانب الاعتماد المفرط على الربط الثنائي (Point-to-Point Mappings) وعدم الاستفادة الكاملة من إمكانيات تقنيات الويب الدلالي مثل إطار وصف المصادر RDF ولغة انطولوجيا الويب OWL. كما حذر الباحثون من ظاهرة "اختطاف الأنطولوجيات" Ontology Hijacking التي تؤدي إلى تكرار أو تحريف المفاهيم الأصلية أثناء عملية دمج البيانات. وفي ضوء هذه الإشكاليات، واقترحوا توجّهًا بحثيًا جديدًا يتمثل في تطوير نموذج مرجعي Reference Model وأنطولوجيا متقدمة Superontology لتوحيد الإطار المفاهيمي للبيانات الببليوجرافية، مع توظيف لغة قيود الأشكال (SHACL) Shapes Constraint Language لمعالجة القيود التي يعجز إطار وصف المصادر RDF عن التعبير عنها والتحقق من صحتها. ويسعى هذا النهج إلى الارتقاء بجودة البيانات الدلالية وضمان تكاملها المفاهيمي عبر مختلف معايير الوصف الببليوجرافي.

كذلك تناولت الدراسة التي أعدها "كانديلا" وآخرون (Candela et al., 2021) قضية جودة بيانات المكتبات في بيئة البيانات المترابطة المفتوحة، وذلك من خلال تطوير واختبار منهج يعتمد على تعبيرات الأشكال Shape Expressions (ShEx) للتحقق من مدى اكتمال واتساق البيانات في مجموعات البيانات البليوجرافية المنشورة بصيغة RDF/XML. واستندت الدراسة إلى أن التحول نحو البيانات المترابطة في المكتبات لا يقتصر على تحويل الصيغ البليوجرافية، وإنما يتطلب آليات دقيقة لضمان جودة البنية الدلالية للبيانات المنشأة. اعتمد الباحثون على مجموعة من بيانات المكتبات الرقمية التي تمثل نماذج فعلية لاختبار المنهج المقترح، حيث أُجريت عمليات تقييم تلقائية للتحقق من الالتزام بالمخططات المفاهيمية والمعايير والنماذج المستخدمة، مثل نموذج الإطار البليوجرافي ومعياري وصف المصادر وإتاحتها. وأظهرت النتائج أن استخدام ShEx يوفر إطاراً فعالاً للتحقق من جودة البيانات عبر الكشف عن الأخطاء الدلالية وبنية البيانات غير المكتملة، مما يعزز الثقة في البيانات ويُسهّم في تحسين قابلية التشغيل البيئي بين الأنظمة. كما أوصت الدراسة بضرورة دمج أدوات التحقق الآلي ضمن عمليات النشر والإتاحة في بيئات المكتبات، لضمان استدامة جودة البيانات المترابطة وتحقيق أقصى استفادة من إمكانيات الويب الدلالي في دعم الاكتشاف والوصول إلى المصادر المعرفية.

كما قدم "تانيجوتشي" (Taniguchi, 2023) تحليلاً دقيقاً لكيفية تمثيل ومعالجة أصل البيانات ومصدرها والبيانات الإدارية للبيانات الوصفية (الميتاداتا) في كلٍّ من معياري وصف المصادر وإتاحتها في صيغة بيانات RDF/XML، والإطار البليوجرافي، وويكي بيانات (Wikidata). وقد ركزت الدراسة على تصنيف أنواع المعلومات المرتبطة بالقيم البليوجرافية (مثل الأسماء والمُعرفات)، وتنظيمها ضمن وحدات التسجيل الوصفي، وتحديد أنماط التمثيل الأنسب في صيغة بيانات RDF/XML لكل نوع من هذه البيانات. وأظهرت النتائج أن هناك اختلافات في منهجية النمذجة بين النماذج الثلاثة، خاصةً فيما يتعلق بتوثيق أصل البيانات والمعلومات الإدارية المرتبطة بالبيانات البليوجرافية، مما أبرز الحاجة إلى توحيد معايير وصف المصادر وإدارتها في بيئة الويب الدلالي. وخلصت الدراسة إلى أن تحسين نمذجة معلومات المصدر يُعد خطوة أساسية نحو تحقيق التكامل الدلالي واستدامة البيانات المترابطة بالمكتبات.

التجارب والتطبيقات العملية

قدم كلٌّ من "هانيمان" و"كيت" (Hannemann & Kett, 2010) عرضًا لتجربة المكتبة القومية الألمانية في تفعيل مبادرة البيانات المترابطة في فهرسها المتاح على الخط المباشر، ورصدًا للتحديات التي واجهت المكتبة أثناء ذلك، مع طرح لأهم التقنيات المتاحة التي يمكن للمكتبات توظيفها. كما ناقشا وجهة نظر المكتبة الوطنية الألمانية بشأن مستقبل تبادل البيانات الببليوجرافية، وإمكانات إتاحة البيانات المترابطة للمكتبة على نطاق عالمي، وكيف يمكن تيسير هذه العملية وتطوير خدمات جديدة استنادًا إلى نمو مجموعات البيانات الوصفية. وقد خلصت الدراسة إلى أن مبادرة البيانات المترابطة أسهمت في بناء بيئة بيانات مترابطة للتراث الألماني، بما يعزز ربط مصادر البيانات وإتاحتها وإعادة استخدامها ضمن بيئة الويب.

كما قدم كلٌّ من "كيراكوس" و"سوجيموتو" (Kiryakos & Sugimoto, 2015) نموذجًا للبيانات المترابطة لتجميع البيانات الوصفية من موردي بيانات مصادر المعلومات ودمجها، حيث تم جمع البيانات من مكتبة المانجا (MML) التابعة لمركز الدراسات اليابانية بجامعة موناخ (ISC)، وقاعدة بيانات الفنون الإعلامية (MAD) للوكالة اليابانية للشؤون الثقافية، ومصادر الويب، ثم تم تطبيق مخططات البيانات الوصفية باستخدام معيار دبلن كور، ونموذج البيانات الأوروبي (EDM) Europeana، ومفردات الإطار الببليوجرافي القائم على صيغة بيانات RDF/XML لتيسير تطبيقها على النموذج المجمع باستخدام برنامج OpenRefine، والاستفادة من قاعدة البيانات الدلالية DBpedia المستخرجة من ويكيبيديا. وقد خلصت الدراسة إلى أن جمع البيانات الوصفية لمصادر مكتبة المانجا زاد من دقة التسجيلات الببليوجرافية، وقدم عددًا أكبر من نقاط الإتاحة للمستخدمين من خلال تضمين البيانات بلغات متعددة، بالإضافة إلى أن النموذج أنشأ علاقات متتالية وهرمية ذات أهمية، وربط المصادر ذات الصلة ببعضها البعض مع كيان العمل الذي تنتمي إليه.

أما دراسة "شيه" و"ريس" (Shieh & Reese, 2015) فقد قدمت وصفًا تحليليًا للمشروع التجريبي بمكتبات جامعة جورج واشنطن الذي استهدف دمج مبادئ البيانات المترابطة في البنية المعتمدة على مارك 21، تمهيدًا للانتقال التدريجي نحو بيئة فهرسة أكثر انفتاحًا وارتباطًا بالويب الدلالي. وقد خلصت الدراسة إلى أن التحدي الرئيس يكمن في كيفية مواءمة الأنظمة الآلية التقليدية لتتوافق مع متطلبات البيانات المترابطة دون الإضرار بالبنية التشغيلية

الراهنه بالمكتبات؛ لذلك اعتمد المشروع على إدراج معرفّات الموارد الموحدة (URIs) في التسجيلات الببليوجرافية كخطوة أولى لبناء روابط دلالية بين الكيانات، باستخدام أداة MARCNext لتيسير عملية تحديد الكيانات في البيانات الببليوجرافية القديمة وتحويلها إلى بيانات مترابطة قابلة للتوظيف والاستخدام خارج أنظمة المكتبات. وأظهرت النتائج أن دمج معرفّات الموارد الموحدة داخل تسجيلات مارك 21 لا يُعد بديلاً فورياً للنماذج الحديثة مثل الإطار الببليوجرافي، لكنه يؤسس لبنية تحتية معرفية تُسهّم في بناء جسر بين النظام التقليدي والنظام الدلالي الجديد؛ مما يتيح للمكتبات التحرك بخطوات مُمنهجة نحو التحول الرقمي، مع الحفاظ على موثوقية البيانات.

وفي السياق نفسه قدم كلٌّ من "سينسو" و"أرويو- ماتشادو" (Senso & Arroyo-Machado, 2015) دراسة تحليلية استهدفت بيان آلية تحويل التسجيلات الببليوجرافية إلى بيانات مترابطة من خلال بناء منهجية متكاملة استناداً إلى أفضل الممارسات بالمشروعات، ودراسة دورة حياة البيانات، واستعراض الأدوات التقنية المستخدمة في كل مرحلة من مراحل التحويل. وقد اعتمد الباحثان على منهج دراسة الحالة لتطبيق عملي على مجموعة من التسجيلات الببليوجرافية المختارة من مكتبة جامعة غرناطة، للكشف عن التحديات التقنية والمعارية التي قد تواجه أي مؤسسة معلومات تسعى لتحويل بياناتها إلى بيانات مترابطة دون الحاجة إلى تغيير نظامها الآلي. وخلصت الدراسة إلى أن تحويل البيانات الببليوجرافية إلى بيانات مترابطة لا يقتصر فقط على إعادة هيكلة البيانات، بل يشمل إثراءها من خلال ربطها بمجموعات بيانات خارجية، بما يعزز قيمتها المعرفية ويوسع نطاق إتاحتها وانتشارها على الويب. وأنه يمكن تنفيذ مثل هذه المشروعات في المكتبات الصغيرة والمتوسطة إذا توافرت منهجية دقيقة وأدوات مفتوحة المصدر، وأن نجاح تطبيق البيانات المترابطة في المكتبات لا يتوقف على البنية التقنية فحسب، بل على تبني استراتيجيات تنظيمية ومعارية تُعزز استدامة البيانات وفعاليتها في بيئة الويب الدلالي. إلا أن التجربة أبرزت أيضاً عقبات جوهرية تتعلق بعدم تجانس صيغ البيانات وصعوبة ربط الكيانات الببليوجرافية، مما استلزم تطوير أدوات معيارية وآليات ضبط جودة تضمن اتساق البيانات وقابليتها للتشغيل البيئي.

كما تناول معوض (2016) تطور البيانات المترابطة، مع التركيز على المعرفات الموحدة لمصادر البيانات المترابطة، ولا سيما المعرفات المرتبطة بالبيانات الاستنادية، واستعرض حقول مارك 21 التي يمكن توظيفها لتمثيل البيانات المترابطة وربطها بمصادرها الخارجية. كما حلل تجارب سبع مكتبات وطنية كبرى، هي: مكتبة الكونجرس، والمكتبة البريطانية، والمكتبة الوطنية الفرنسية، والمكتبة الوطنية الألمانية، والمكتبة الوطنية الإسبانية، والمكتبة الوطنية السويدية، والمكتبة الوطنية الهنغارية؛ بهدف تحديد مدى اعتمادها على مبادئ البيانات المترابطة. وتناولت الدراسة الإجراءات والتقنيات التي وظفتها هذه المكتبات في وصف بياناتها الاستنادية وهيكلتها وتبادلها، كما استعرضت حقول مارك 21 المناسبة لاستيعاب معرفات البيانات المترابطة المفتوحة (LOD) محلياً، وربطها بالمعرفات الموحدة للمصادر الخارجية (URIs). واختتمت الدراسة بعرض متطلبات نشر المعلومات الاستنادية الخاصة بفهارس المكتبات في صيغة ملائمة للاندماج ضمن بيئة البيانات المترابطة المفتوحة.

واستعرضت خلود حسن (2016) تجربة المكتبة الوطنية البريطانية في تطبيق البيانات المترابطة على الببليوجرافية الوطنية البريطانية، وآلية إلى تحويل التسجيلات من صيغة مارك 21 إلى صيغة بيانات RDF/XML وربطها بمصادر خارجية، مثل الملف الاستنادي الافتراضي، ورؤوس موضوعات مكتبة الكونجرس، وتصنيف ديوي العشري؛ وذلك بهدف التعرف على دوافع التطبيق ومراحله وما أضافه إلى البيانات الببليوجرافية من إمكانات جديدة. وخلصت الدراسة إلى أن تطبيق البيانات المترابطة أسهم في تعزيز إتاحة البيانات الببليوجرافية وربطها بمصادر أخرى، وزيادة إمكانية اكتشافها وإعادة استخدامها، مع وجود تحديات تتعلق بالبنية التحتية وجودة الروابط وتطوير الأنظمة الآلية وتدريب العاملين.

وقد استعرض شحاتة (2019) تجارب عدد من مؤسسات المعلومات في تطبيق البيانات المترابطة، مثل الببليوجرافية الوطنية البريطانية المتاحة على الخط المباشر، ومكتبة الكونجرس، ونماذج لمكتبات الرقمية مثل المكتبة الوطنية الألمانية، والمكتبة الرقمية على الإنترنت، ومكتبة معهد الدراسات الشرقية للآباء الدومنيكان (فهرس الكندي)، ومكتبة البرلمان الوطني في اليابان؛ وذلك بهدف التعرف على أوجه توظيف البيانات المترابطة ومدى الاستفادة منها في تطوير إتاحة البيانات الببليوجرافية وربطها بمصادر المعلومات الأخرى، ورصد أهم القضايا المرتبطة بتطبيق البيانات المترابطة، والتحديات التي قد تحد من الاستفادة الكاملة منها.

وخلصت الدراسة إلى أهمية البيانات المترابطة في تطوير خدمات المكتبات الرقمية، وتعزيز تمثيل بياناتها في بيئة الويب، مع التأكيد على ضرورة تهيئة المتطلبات الفنية والتنظيمية اللازمة لضمان نجاح تطبيقها وتحقيق أقصى استفادة ممكنة منها.

كما قدم "أوكيف" و"واكر" و"لأكوير-كويلهو" (O'Keefe, Wacker & L'Ecuyer-Coelho, 2019) عرضاً تحليلياً لمشروع ArtFrame، وهو أحد المشروعات المتخصصة ضمن مبادرة البيانات المترابطة للإنتاج (LD4P) Linked Data for Production، بقيادة مكتبات جامعة كولومبيا ومشاركة لجنة استشارات الفهرسة التابعة لجمعية مكتبات الفنون في أمريكا الشمالية (ARLIS/NA)، الذي استهدف تطوير نموذج مُوسَّع من الإطار الببليوجرافي صُمم خصيصاً ليتوافق مع ممارسات الوصف الببليوجرافي في مجال الفنون. من خلال هذا التعاون، سعى المشروع إلى معالجة الفجوة بين أنطولوجيات الوصف العامة ومتطلبات البيانات الفنية الدقيقة، ما أدى إلى تطوير أنطولوجيا مشتركة تسمى امتداد أنطولوجيا الإطار الببليوجرافي للمواد الفنية النادرة (ARM) Art & Rare Materials BIBFRAME Ontology Extension بالتعاون مع مجموعة العمل لامتداد المواد النادرة ضمن مبادرة البيانات المترابطة للإنتاج LD4P Rare Materials Extension Group.

واستعرض كلٌّ من "بينينجتون" و"كاجنازو" (Pennington & Cagnazzo, 2019) تصورات المتخصصين حول البيانات المترابطة ومدى تطبيقها في المكتبات الاسكتلندية والمكتبات الوطنية الأوروبية، بهدف التعرف على فوائد تطبيقها، ودوافع تبنيها من عدمه، والتحديات التي تعوق تنفيذها في المكتبات. واعتمدت الدراسة على المنهج النوعي والكمي في استقصاء تصورات المتخصصين وتجارب المكتبات في تطبيق البيانات المترابطة. وأظهرت النتائج أن تطبيق البيانات المترابطة يوفر إمكانات من شأنها تعزيز ظهور البيانات الببليوجرافية للمكتبات وقابليتها للاكتشاف، والتغلب على الحواجز اللغوية، ودعم التشغيل البيئي. إلا أن النتائج كشفت عن وجود عدد من التحديات التي تحد من انتشار تطبيقها، من أبرزها نقص الخبرة والموارد والوقت والعاملين، فضلاً عن القيود المتعلقة بالتراخيص، وصعوبة الحصول على الدعم الإداري للمبادرات الخاصة بالبيانات المترابطة. وأكدت الدراسة على أهمية التعاون بين المتخصصين في المعلومات وموردي النظم لتطوير الأدوات اللازمة للتطبيق، والاستفادة من

التجارب الناجحة في تعزيز تبني البيانات المترابطة والتغلب على الصعوبات العملية والمؤسسية المرتبطة بها.

كما استعرضت نعمة عبد العلي (2023) خمس تجارب عالمية، وهي: مكتبة الكونجرس الأمريكية، والمكتبة الوطنية البرلمانية في اليابان (NDL)، والمكتبة الوطنية الألمانية (DNB)، والمكتبة الوطنية الفرنسية (NLF)، والبيبلوجرافية الوطنية البريطانية (BNB)؛ بهدف التعرف على آليات تطبيق البيانات المترابطة وحقول البيانات ونماذج الربط بين التسجيلات، واستخلاص المتطلبات المرتبطة بهذا التطبيق. كما شملت عينة الدراسة أربع مكتبات عربية، هي: دار الكتب المصرية، ومكتبة الإسكندرية، واتحاد مكتبات الجامعات المصرية، ومكتبة قطر الوطنية، حيث جرى تحليل فهارسها في ضوء المتطلبات المستخلصة من تجارب المكتبات العالمية؛ بهدف التعرف على مدى توافر متطلبات تطبيق البيانات المترابطة في بيئة المكتبات العربية. وأظهرت النتائج أن المكتبات التي بادرت بتطبيق البيانات المترابطة تمثل نموذجاً مهماً في إتاحة مجموعاتها والاندماج في بيئة الويب الدلالي، وجاءت مكتبة الكونجرس الأمريكية في مقدمة المؤسسات العالمية عينة الدراسة من حيث تحقيق أهداف ومبادئ البيانات المترابطة ومتطلبات تطبيقها. كما كشفت الدراسة عن تنوع التنسيقات والمعايير والمخططات المستخدمة، ومن أبرزها RDF/XML وRDF/JSON وOWL وJSON-LD وTurtle وN-Triples.

الخلاصة

من خلال استعراض وتحليل الإنتاج الفكري السابق في موضوعي الإطار الببليوجرافي والبيانات المترابطة، اتضح هيمنة الإنتاج الفكري الأجنبي، مقابل محدودية الإسهامات العربية وعدم انتظامها، مع تنوع الاتجاهات البحثية التي تناولت الموضوعين بين الجوانب النظرية والتطبيقية. ففيما يتعلق بالإطار الببليوجرافي، ركزت الدراسات الأجنبية في معظمها على استعراض مراحل تطوره في سياق التحول إلى بيئة البيانات المترابطة، والتحول من معيار مارك 21 إلى نموذج الإطار الببليوجرافي، إلى جانب تناول عدد من التجارب التطبيقية لتوظيف الإطار الببليوجرافي في مشروعات تطوير المكتبات، وبحث دوره في تحقيق الربط الدلالي والتشغيل البيئي بين النماذج المفاهيمية في بيئة الويب الدلالي. في المقابل، اتجهت الدراسات العربية إلى التعريف بمبادرة الإطار الببليوجرافي وأهميتها ومكوناتها، وتقديم الإرشادات والتوجيهات المرتبطة بالممارسة والتطبيق، مع محدودية التجارب التطبيقية الفعلية في الفهارس العربية؛ باستثناء أطروحة النشرتي (2018) التي تناولت إعداد محرر عربي لتكويد البيانات الببليوجرافية وفقاً لنموذج الإطار الببليوجرافي وذلك على غرار محرر مكتبة الكونجرس.

أما دراسات البيانات المترابطة فقد ركزت على تجارب المؤسسات الببليوجرافية، ومتطلبات التطبيق وآلياته، وتقييم مدى الاستفادة منها في تعزيز ترابط البيانات وإتاحة العلاقات بينها. وتحقيق التكامل والتشغيل البيئي مع مصادر البيانات الأخرى، وأساليب نمذجة البيانات وجودتها. وقد اتسمت الدراسات الأجنبية بتنوع أكبر في التجارب التطبيقية وتناول آليات التطبيق وتقييم نتائجه، في حين شملت الدراسات العربية جوانب نظرية وتطبيقية، وتناولت بعض التجارب والممارسات المرتبطة بتوظيف البيانات المترابطة في المؤسسات الببليوجرافية، إلا أن هذه الجهود ظلت محدودة مقارنة بالدراسات الأجنبية. ومن ثم، تبلور الفجوة البحثية في محدودية الدراسات العربية التي تجمع بصورة تطبيقية بين نموذج الإطار الببليوجرافي ومبادئ البيانات المترابطة، ولا سيما في اختبار تطبيق النموذج على التسجيلات الببليوجرافية بإحدى فهارس المكتبات العربية وتقييم مدى فاعلية هذا التطبيق في تمثيل البيانات الببليوجرافية، والحفاظ على عناصرها، وبناء العلاقات بين كياناتها.

قائمة المصادر والمراجع

- حسن، خلود ممدوح إسماعيل (2016). تجربة المكتبة الوطنية في تطبيق البيانات المترابطة على الببليوجرافية الوطنية. *Cybrarians Journal*، ع.41، ص. 32-17. تم الاسترجاع بتاريخ 10/12/2019 من خلال: <http://search.mandumah.com/Record/753006>
- شحاتة، عبد العزيز فتحي (2019). البيانات المترابطة Linked data ودورها في استرجاع المعلومات : دراسة تحليلية تطبيقية / إشراف محمود عبد الكريم الجندي، أسامة لطفي محمد. أطروحة (ماجستير)- جامعة المنوفية، كلية لآداب. قسم المكتبات والمعلومات. 208 ص.
- عبد الحى، نعمة عبد القوي. (2023). متطلبات تطبيق البيانات المترابطة في فهرس المكتبات العربية / إشراف خالد عبد الفتاح محمد، زينب حسن أبو الخير. أطروحة (ماجستير) قسم علوم المعلومات، كلية الآداب، جامعة الفيوم. 172 ص.
- عبد العظيم، عمرو عبد اللطيف (أكتوبر 2025). نمذجة البيانات الببليوجرافية الزراعية في بيئة الويب الدلالي: دراسة مقارنة تحليلية للنماذج المفاهيمية الببليوجرافية (FRBR- RDA-BIBFRAME). مجلة بحوث الشرق الأوسط، المجلد 13 العدد (116)، ص. 177-226. https://mercj.journals.ekb.eg/article_454602.html
- قناوي، يارة ماهر (2015). الانتقال من صيغة مارك 21 إلى صيغة الاطار الببليوجرافي BIBFRAME في المكتبات المصرية : دراسة الواقع وتحديات المستقبل. أعمال مؤتمر البوابة العربية للمكتبات والمعلومات "النموذج المعياري BIBFRAME لوصف المصادر وإتاحتها في بيئة الويب : التحديات والتطبيق". تم الاسترجاع 30 / 12 / 2019 من خلال : http://cybrarians.info/files/bibframe/yara_maher.pdf

اللبان، نرمين إبراهيم علي (2016). الأنطولوجيات الببليوجرافية Bibliographic Ontologies ونموذج بيانات الإطار الببليوجرافي Framework The Bibliographic : دراسة مقارنة بين مارك 21 و نموذج BIBFRAME. *Cybrarians Journal*، ع. 41. تم الاسترجاع 30 / 12 / 2019 من خلال : <http://cybrarians.info/bibframe-papers.html?id=142>

معوض، محمد عبد الحميد (2016). معرفات البيانات المترابطة والمكتبات: القصة حتى الآن. *المجلة الدولية لعلوم المكتبات والمعلومات*، مج. 3، ع. 2، ص. 264-286. تم الاسترجاع بتاريخ 2019/12/1 من خلال: <http://search.mandumah.com/Record/774220>

النشرتي، مؤمن سيد (2016). دور مبادرة الإطار الببليوجرافي BIBFRAME في تحقيق جودة وفاعلية فهارس المكتبات: دراسة تحليلية تجريبية. *مجلة المكتبات والمعلومات والتوثيق في العالم العربي*، ع. 5، ص. 144-170. تم الاسترجاع بتاريخ 2019/12/11 من خلال : <http://search.mandumah.com/Record/854661>

النشرتي، مؤمن سيد (2018). دور العلاقات السليوحرافية في التكامل المعرفي : دراسة تحليلية تجريبية لنموذج الاطار السليوحرافي / إشراف شريف كامل شاهين. أطروحة (دكتوراه)- جامعة القاهرة، كلية الآداب. قسم المكتبات والوثائق والمعلومات.

Ávila Barrientos, E. (2019). The linked data and the discovery of links in the bibliographic universe [Los datos enlazados y el descubrimiento de vinculaciones en el universo bibliográfico]. *Bibliotecas*, 37(1), 1–20. <https://doi.org/10.15359/rb.37-1.3>

Ávila-Barrientos, E. (2020). BIBFRAME and the future of the description, linking and retrieval of information resources [BIBFRAME y el futuro de la descripción, vinculación y recuperación de los recursos de información]. *TransInformação*, 32, e190069. <https://doi.org/10.1590/1678-9865202032e190069>

- Agénjo-Bullón, X., & Hernández-Carrascal, F. (2024). Bibframe y la liebre de marzo. *Anuario ThinkEPI*, 18, e18e05. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2024.e18a05>
- Arakaki, F. A. (2019). Metadados administrativos e a proveniência dos dados: Modelo baseado na família PROV [Doctoral dissertation, Universidade Estadual Paulista]. Universidade Estadual Paulista Institutional Repository. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/180490/arakaki_fa_dr_mar.pdf
- Bakhturina, T. (2018). From MARC 21 to BIBFRAME model: The evolution of the machine-readable formats of the U.S. Library of Congress. *Scientific and Technical Libraries*, (3), 62–70. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2018-3-62-70>
- Berners-Lee, Tim (2006). *Linked Data - Design Issues*. Available on: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2009). Linked Data—The story so far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 5(3), 1–22. <https://doi.org/10.4018/jswis.2009081901>
- Bigelow, I. (2022). Conducting the Opera: The Evolution of the RDA Work to the Share-VDE Opus and BIBFRAME Hub. In: *Silvello, G., et al. Linking Theory and Practice of Digital Libraries. TPD L 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol 13541. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16802-4_30
- Bigelow, I., & Sparling, A. (2022). *Control or chaos: Embracing change and harnessing innovation in an ecosystem of shared bibliographic data. J LIS.it*, 13(1). <https://doi.org/10.4403/jlis.it-12735>

- Bigelow, I., & Lorimer, N. (2023, September 19). BIBFRAME Interoperability Group (BIG): Update. Paper presented at the *BIBFRAME Workshop in Europe (BFWE 2023), Europe*. <https://www.bfwe.eu/>
- Candela, G., Escobar, P., Sáez, M. D., & Marco-Such, M. (2021). A Shape Expression approach for assessing the quality of Linked Open Data in libraries. *Semantic Web*, 12(6), 1007–1023. <https://doi.org/10.3233/SW-210441>
- Carrasco, L. B. (2019). *Integração de conteúdos culturais heterogêneos em ambientes digitais do patrimônio cultural: Harmonização de modelos conceituais* [Doctoral dissertation, Universidade Estadual Paulista]. Repositório Institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/665c8458-831c-4d0f-bc56-3fb33e64b130/content>
- Casalini, Michele (2016). Implications of BIBFRAME and Linked Data for Libraries and Publishers. *Proceedings of the Charleston Library Conference*. <http://dx.doi.org/10.5703/1288284316449>
- Chen, T., Zhang, J., Zhao, Y., & Gao, H. (2022). Exploring the linked data implementation mechanism of special collection resources in digital humanities practice: Taking local chronicles resources as an example. *Information Studies: Theory and Application*, 45 (7), 25–35. <https://doi.org/10.16353/j.cnki.1000-7490.2022.07.025>
- Dresel, R. (2023). Designing a linked data service across borders and timezones: The National Library Board's experience. In *Proceedings of the International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*. <https://doi.org/10.23106/dcmi.953335608>

- Deng, S., & Yragui, C. (2025). BIBFRAME implementation in library systems: ALA core MARC formats transition interest group community meeting. *Technical Services Quarterly*, 42(2), 233–238. <https://doi.org/10.1080/07317131.2025.2467578>
- El-Sherbini, Magda (2018). RDA implementation and the emergence of BIBFRAME. *JLIS.it*, 9(1), 66–82. <https://doi.org/10.4403/jlis.it-12443>
- Fortier, A., Pretty, H. J., & Scott, D. B. (2022). Assessing the readiness for and knowledge of BIBFRAME in Canadian libraries. *Cataloging & Classification Quarterly*, 60(8), 708–735. <https://doi.org/10.1080/01639374.2022.2119456>
- Godby, Carol Jean (2013). *The Relationship between BIBFRAME and OCLC's Linked-Data Model of Bibliographic Description: A Working Paper*. Dublin, Ohio : OCLC Research. Available at: <http://www.oclc.org/content/dam/research/publications/library/2013/2013-05.pdf>.
- Guerrini, Mauro & Possemato, Tiziana (2016). From Record Management to Data Management: RDA and New Application Models BIBFRAME, RIMMF, and OliSuite/WeCat. *Cataloging & Classification Quarterly*, Available at : DOI:10.1080/01639374.2016.1144667
- Gaitanou, P., Andreou, I., Sicilia, M.-A., & Garoufallou, E. (2024). Linked data for libraries: Creating a global knowledge space, a systematic literature review. *Journal of Information Science*, 50(1), 204–244. <https://doi.org/10.1177/01655515221084645>

- Heng, G., Lampron, P., & Han, M.-J. (2024). Challenges and considerations of linked data editors: A comparison of Sinopia and Marva. *Library Resources & Technical Services*, 68(4), 225–243. <https://doi.org/10.5860/lrts.68n3.8226>
- Hannemann, J., & Kett, J. (2010). *Linked data for libraries*. In Proc of the world library and information congress of the Int'l Federation of Library Associations and Institutions (IFLA). Available at : <https://www.ifla.org/past-wlic/2010/149-hannemann-en.pdf>
- Hahn, Jim (2021). Semi-automated methods for BIBFRAME work entity description. *Cataloging & Classification Quarterly*, 59(8), 853–867. <https://doi.org/10.1080/01639374.2021.2014011>
- Hawkins, L. (2015). The Semantic Web and the BIBFRAME Initiative. *Serials Review*, 41(2), 106–107. <https://doi.org/10.1080/00987913.2015.1030962>
- Irfan Ullah, Khusro, S., Asim Ullah & Naeem, M. (2018). An overview of the current state of linked and open data in cataloging. *Information Technology and Libraries*, 37(4), 47–80. <https://doi.org/10.6017/ital.v37i4.10432>
- Jett, J., Kudeki, D., Worthey, G., Cole, T. W., & Downie, J. S. (2020). Applying BIBFRAME in large-scale digital libraries: The HathiTrust Research Center's experience. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 57(1), e410. <https://doi.org/10.1002/pr2.410>
- Jin, Q., Hahn, J., & Croll, G. (2016). BIBFRAME Transformation for Enhanced Discovery. *Library Resources & Technical Services*, 60(4), 223–235. <https://journals.ala.org/index.php/lrts/article/view/6134/7929>
- Knight, F. Tim (2011). Break On Through to the Other Side: The Library and Linked Data. *Librarian Publications & Presentations*. 17 P. Available at : <http://digitalcommons.osgoode.yorku.ca/librarians/17>

- Kiryakos, S., & Sugimoto, S. (2015). A linked data model to aggregate serialized manga from multiple data providers. In R. Allen, J. Hunter, & M. L. Zeng (Eds.), *Digital libraries: Providing quality information (ICADL 2015)* (pp. 120–131). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27974-9_12
- Karp, S. J. (2025). BIBFRAME without BIBFRAME: The infrastructure of next-generation cataloging workflows. *Cataloging & Classification Quarterly*. Available at : <https://doi.org/10.1080/07317131.2025.2512281>
- Cormenzana López, R., & López-Borrull, A. (2018). Estudio de la adaptación a RDA y BIBFRAME en el ámbito de las bibliotecas españolas: Estudios de caso. *Anales de Documentación*, 21(2). <https://doi.org/10.6018/analesdoc.21.2.323441>
- Librarianship Studies & Information Technology. (April, 2021). BIBFRAME: Bibliographic Framework Initiative. Retrieved from <https://www.librarianshipstudies.com/2017/12/bibframe.html>
- Library of Congress. (2012). *Bibliographic framework as a web of data : linked data model and supporting services*. Washington D.C.: Library of Congress. Available on : <https://www.loc.gov/bibframe/pdf/marclid-report-11-21-2012.pdf>
- Linlin, Song. (2020). Investigation and consideration on the process of BIBFRAME in European national libraries . *Documentation, Information and Knowledge*, Issue 6, Pages 34–43. <https://doi.org/10.13366/j.dik.2020.06.034>
- Manriquez, E. (2017). Stronger Together: Embracing Google and Linked Data in Law Libraries. *Legal Reference Services Quarterly*, 36(3–4), 190–215. <https://doi.org/10.1080/0270319X.2017.1413282>

- McColl, L. & Edwards, G., (2025) "BIBFRAME at the Doorstep", *NASIG Proceedings* 39. doi: <https://doi.org/10.3998/nasig.7746>
- McCallum, Sally H. (2017). BIBFRAME Development. *JLIS.it*. 8, 3. 71-85. Available at doi: 10.4403/jlis.it-12415.
- O'Keefe, E., Wacker, M., & L'Ecuyer-Coelho, M. (2019). The outcome of the ArtFrame project: A domain-specific BIBFRAME exploration. *Art Documentation: Bulletin of the Art Libraries Society of North America*, 38(1), 1–21. <https://doi.org/10.1086/703508>
- Oliveira, R. H. A. de, Gil, L. C. de C., Arakaki, A. C. S., & Castro, F. F. de. (2023). Analysis and correspondence between the entities of the Europeana Data Model, IFLA LRM, and BIBFRAME conceptual models. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 28, 1–22. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2023.e92822>
- Pennington, D., & Cagnazzo, L. (2019). Connecting the silos: Implementations and perceptions of linked data across European libraries. *Journal of Documentation*, 75(3), 643–666. <https://doi.org/10.1108/JD-07-2018-0117>
- Patrício, H. S., Cordeiro, M. I., & Ramos, P. N. (2020). From the web of bibliographic data to the web of bibliographic meaning: Structuring, interlinking and validating ontologies on the semantic web. *International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies*, 14(2), 124–134. <https://doi.org/10.1504/IJMSO.2020.108318>

- Park, H., & Kipp, M. E. I. (2014). Evaluation of mappings from MARC to linked data. *Advances in Classification Research Online*, Volume 25 Issue (1). DOI: [10.7152/acro.v25i1.14908](https://doi.org/10.7152/acro.v25i1.14908)
- Patrício, H., Nogueira Ramos, P., & Cordeiro, M. I. (2025). Weaving the threads of bibliographic ontologies: Application of a reference ontology to advance semantic interoperability. *Information Technology and Libraries*, 44(2). <https://doi.org/10.5860/ital.v44i2.17289>
- Park, J.-R., Richards, L. L., & Brenza, A. (2019). Benefits and challenges of BIBFRAME: Cataloging special format materials, implementation, and continuing educational resources. *Library Hi Tech*, 37(3), 549–565. <https://doi.org/10.1108/LHT-08-2017-0176>
- Pierre, M. St., Paul, S. K., Simmonds, A., & Laplante, B. (1999). We used to call it publishing: Issues in crosswalking content metadata standards. Against the Grain, 11(4), 74–76.
- Senso, J. A., & Arroyo-Machado, W. (2018). Publishing bibliographic records on Linked Data: Model and implementation [La publicación en Linked Data de registros bibliográficos: Modelo e implementación]. *Revista Española de Documentación Científica*, 41(4), e1535. <https://doi.org/10.3989/redc.2018.4.1535>
- Samples, J., & Bigelow, I. (2020). MARC to BIBFRAME: Converting the PCC to linked data. *Cataloging & Classification Quarterly*, 58(3–4), 403–417. <https://doi.org/10.1080/01639374.2020.1751764>
- Shieh, J. (2018). Reports from the Program for Cooperative Cataloging task groups on URIs in MARC & BIBFRAME. *JLIS.it*, Volume 9 Issue (1), Pages 110–119. <https://doi.org/10.4403/jlis.it-12429>

- Shieh, J., & Reese, T. (2015). The importance of identifiers in the new web environment and using the uniform resource identifier (URI) in subfield zero (\$0): A small step that is actually a big step. *Journal of Library Metadata*, 15(3–4), 208–226. <https://doi.org/10.1080/19386389.2015.1099981>
- Schreur, Philip E. (2018). *Linked data for production (LD4P): A multi-institutional approach to technical services transformation*. In *Companion of the The Web Conference 2018 (WWW '18) (pp. 181–182). Association for Computing Machinery*. <https://doi.org/10.1145/3184558.3186201>
- Steele, Thomas D. (2019); What comes next: understanding BIBFRAME. *Library Hi Tech*, 13; 37 (3): 513–524. <https://doi.org/10.1108/LHT-06-2018-0085>
- Trombone, A. (2015). Il progetto BIBFRAME della Library of Congress: Come stanno cambiando i modelli strutturali e comunicativi dei dati bibliografici. *AIB Studi*, 55(2), 215–226. <https://doi.org/10.2426/aibstudi-11100>
- Tharani, K. (2015). Linked data in libraries: A case study of harvesting and sharing bibliographic metadata with BIBFRAME. *Information Technology and Libraries*, 34(1), 5–19. <https://doi.org/10.6017/ital.v34i1.5664>
- Taniguchi, S. (2018). Mapping and merging of IFLA Library Reference Model and BIBFRAME 2.0. *Cataloging & Classification Quarterly*, 56(5–6), 427–454. <https://doi.org/10.1080/01639374.2018.1518501>
- Taniguchi, S. (2017). Examining BIBFRAME 2.0 from the Viewpoint of RDA Metadata Schema. *Cataloging & Classification Quarterly*. Available at : <http://dx.doi.org/10.1080/01639374.2017.1322161>

- Taniguchi, S. (2023). Data Provenance and Administrative Information in Library Linked Data: Reviewing RDA in RDF, BIBFRAME, and Wikidata. *Cataloging & Classification Quarterly*, 61(1), 67–90. <https://doi.org/10.1080/01639374.2023.2178048>
- Wahid, N., Warraich, N. F., & Tahira, M. (2018). Mapping the cataloguing practices in information environment: A review of linked data challenges. *Information and Learning Science*, 119(9/10), 586–596. <https://doi.org/10.1108/ILS-10-2017-0106>
- Xu, A., Hess, K., & Akerman, L. (2018). From MARC to BIBFRAME 2.0: Crosswalks. *Cataloging & Classification Quarterly*, 56(2–3), 224–250. <https://doi.org/10.1080/01639374.2017.1388326>
- Zhu, L. (2019) The Future of Authority Control: Issues and Trends in the Linked Data Environment, *Journal of Library Metadata*, Vol.19, No. :3-4, P.215-238, Available at : DOI: 10.1080/19386389.2019.1688368
- Zapounidou, S., Sfakakis, M., & Papatheodorou, C. (2014). Integrating library and cultural heritage data models: The BIBFRAME–EDM case. *Proceedings of the 18th Panhellenic Conference on Informatics*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/2645791.2645805>
- Zapounidou, S., Sfakakis, M., & Papatheodorou, C. (2017 a). Representing and integrating bibliographic information into the Semantic Web: A comparison of four conceptual models. *Journal of Information Science*, 43(4), 525–553. <https://doi.org/10.1177/0165551516650410>
- Zapounidou, S., Sfakakis, M., & Papatheodorou, C. (2017 b). Preserving bibliographic relationships in mappings from FRBR to BIBFRAME 2.0. In J. Kamps, G. Tsakonas, Y. Manolopoulos, L. Iliadis, & I. Karydis (Eds.), *Research and advanced technology for digital libraries: TPDL 2017* (Lecture Notes in

Computer Science, Vol. 10450, pp. 15–26). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-67008-9_2

Zapounidou, S., Sfakakis, M., & Papatheodorou, C. (2019). Mapping derivative relationships from RDA to BIBFRAME 2. *Cataloging & Classification Quarterly*, 57(5), 278–308.

<https://doi.org/10.1080/01639374.2019.1650152>