تحليل ببليومتري ومراجعة منهجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها

A Bibliometric Analysis and a Systematic Review for Using Artificial Intelligence in Teaching and Learning Mathematics

إعداد

دكتورة/ سحر ماهر خميس إبراهيم

أستاذ المناهج وتعليم الرياضيات المساعد

كلية التربية – جامعة الإسكندرية

mahersahar@yahoo.com

saharmaher@alexu.edu.eg

الملخص:

استهدف البحث الحاضر إجراء تحليل ببليومتري، ومراجعة منهجية لبحوث مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، خلال الفترة من عام ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٤م، حيث تم تحليل ٢٠٩٦ منشورًا بحثيًا مدرجًا في قاعدة بيانات Web of Science، من خلال تحليل الإنتاجية، والتعاون البحثي بين المؤلفين، والدول، والمؤسسات البحثية، وتحليل الاستشهاد، والاقتران الببليوجرافي، والاستشهاد المشترك، والتواجد المشترك، وذلك باستخدام برنامج VOSviewer، مما يوفر نظرة ثاقبة لمسار هذا المجال، وأشارت النتائج إلى النمو المتسارع في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وهو ما يؤكد استمرارية جذب هذا المجال لاهتمام الباحثين، كما سلط البحث الضوء على الاتجاهات الحالية، والاتجاهات المستقبلية في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية:

الذكاء الاصطناعي، تعليم الرياضيات وتعلمها، التحليل الببليومتري، VOSviewer، التأليف المشترك، الاقتران الببليوجرافي، الاستشهاد، الاستشهاد المشترك، التواجد المشترك.

Abstract:

The present research aimed to conduct a bibliometric analysis and a systematic review of studies on the use of artificial intelligence in mathematics education and learning from 2000 to 2024. A total of 2,096 research publications indexed in the Web of Science database were analyzed in terms of productivity, research collaboration among authors, countries, and research institutions, as well as citation analysis, bibliographic coupling, co-citation, and co-occurrence using VOSviewer software. This analysis provides insight into the trajectory of this field. The results indicated a rapid growth in research on the use of artificial intelligence in mathematics education and learning, confirming the continued attraction of this field to researchers. Additionally, the study highlighted current and future trends in this area.

Keywords: artificial intelligence, teaching and learning mathematics , bibliometric analysis, VOSviewer, co-authorship, bibliographic coupling, citation, co-citation, co-occurrence.

مقدمة:

يسعى البحث في تعليم الرياضيات إلى تحقيق هدفين رئيسين مترابطين بشكل وثيق: الأول هو فهم طبيعة التفكير الرياضياتي، وطرائق التدريس، والتعلم؛ والثاني هو استخدام هذا الفهم لتحسين تعليم الرياضيات .(Schoenfeld, 2000) لقد كان البحث في تعليم الرياضيات مجالاً حيوياً ونشطاً على مدار عدة عقود، حيث تزايدت المؤلفات التي تتناول طيفاً واسعاً من الموضوعات والقضايا، كما شهد هذا المجال تطورات كبيرة، مدفوعة بالتقدم التكنولوجي بشكل عام، والذكاء الاصطناعي بشكل خاص، مما أسهم في إحداث تغييرات ملموسة في السياسات والممارسات التعليمية. ومع استمرار تطور هذا المجال، يصير من الضروري تقييم وتحليل اتجاهات البحث وأنماطه في عمليتي تعليم الرياضيات وتعلمها بشكل عام، واستخدام الذكاء الاصطناعي فيها بشكل خاص؛ لتحديد فرص البحث والتطوير المستقبلية.

وفي هذا الصدد، تجدر الإشارة إلى أن العديد من الباحثين سعوا إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات من خلال مجموعة متنوعة من الأدوات والطرق لتحسين قدرات الطلاب في مختلف الموضوعات والمستويات التعليمية. على سبيل المثال، طوّر Arnau et al. (2013) نظام تدريس ذكي لتعلم الطرق الحسابية والجبرية لحل المسائل اللفظية. كما طوّر Voskoglou (2011) نموذج ذكاء اصطناعي ضبابي لتمثيل عدة عمليات في حل المسائل الرياضية. يعتمد بناء هذا النموذج الضبابي على إطار حل المشكلات متعدد الأبعاد، والذي يتضمن أربع مراحل هي: التوجيه، والتخطيط، والتنفيذ، والفحص. وفي عام ٢٠٠٨، قيّم Chien et al. تأثير نظام تدريس ذكي على تعليم الطلاب موضوع التعبيرات الجبرية. وفي عام ٢٠١٠، قام Beal et al. بإجراء ثلاث دراسات مع طلاب المدارس الإعدادية لتقييم نظام تدريس ذكي يستند إلى خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتقديم دعم شخصي للطلاب في مجال الحساب والكسور.

كما طور Noh et al.(2011) نظام تدريس ذكي للأطفال في المدارس الابتدائية في موضوعات الرياضيات، خاصة في موضوع الكسور، وصمم Rau et al.(2011) نظام تدريس ذكي للكسور باستخدام تمثيلات بيانية متعددة ، واقترح Isotani et al. (2010) تطوير معلم ذكي يستخدم تصنيف الأخطاء المتعلقة بالمفاهيم الخطأ حول الأعداد العشرية، المتعلقة بمقارنة الأعداد العشرية والعمليات الأساسية، لتوفير أداة تعليمية مفيدة لطلاب الرياضيات في المدارس الإعدادية، كما اقترح كل من Matsuda and VanLehn(2005) نظام تدريس ذكي لتعزيز تعلم إثبات النظريات الهندسية، أما Arroyo et al. (2010) فقد قام بتقييم تأثير تدريب

استرجاع الحقائق الرياضياتية المدمج مع معلم ذكي على أداء الطلاب في الرياضيات.

طور كل من Chen and Liu(2007) نظامًا لحل مشكلات الرياضيات بمساعدة الكمبيوتر ووجدا أنه فعال في تحسين أداء الطلاب واتجاهاتهم نحو التعلم، واستخدمت دراسة Rau et al.(2019) طريقة التعلم الآلي غير الخاضعة للإشراف، للتنبؤ بمشاركة الطلاب في التعلم وأدائهم في مقررات الرياضيات، واستخدمت دراسة كل من Bernacki, & Walkington(2018) التخصيص السياقي عبر أنظمة التدريس الذكية لتعزيز اهتمام المتعلمين بالموقف وأدائهم في مهام الرياضيات وبخاصة مسائل الجبر في المرحلة الثانوية، كما اقترح Hwang et al.(2020) نظامًا تعليميًا تكيفيًا لمقررات الرياضيات من خلال مراعاة الأداء المعرفي الفردي للطلاب.

يعكس هذا التنامي المتسارع في البحث في هذا المجال الحاجة إلى مزيد من دراسات المراجعة لتنظيم الأدبيات، وتقديم نظرة عامة على الفرص والتحديات التي يوفرها الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم، واقتراح اتجاهات بحثية مستقبلية . (Chiu et al., 2023)وفي هذا السياق، يمكن أن يسهم التحليل الببليومتري في تحليل اتجاهات وأنماط البحث حول استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها. حيث يساعد التحليل الببليومتري في تحليل البيانات الكمية لاستكشاف وتقييم وفحص كميات كبيرة من البيانات العلمية (Donthu et al., 2021; Zupic & Cater, 2015).

ويتضمن التحليل الببليومتري تحليل مجموعات كبيرة من البيانات المستخلصة من المنشورات العلمية، بما في ذلك عدد الاستشهادات، وشبكات التأليف المشترك، والبيانات الببليوجرافية الأخرى، ومن خلال فحص أنماط النشر، يمكن تحديد المؤلفين، والمؤسسات، والمجلات المؤثرة، فضلاً عن الموضوعات والاتجاهات البحثية الناشئة، وبالاعتماد على خرائط شبكة الأدبيات العلمية، يساعد التحليل الببليومتري في استكشاف مجالات بحثية معينة بشكل أكثر عمقًا وشمولاً، علاوة على ذلك، يمكنه تحديد الدول والمؤسسات والمؤلفين والأعمال واتجاهات البحث الأكثر تأثيرًا بناءً على النتائج الكمية للمنشورات العلمية (Bindra et al., 2019; Kammerer et al.,2021)، وبالمقارنة مع المراجعات التقليدية، يقدم التحليل الببليومتري منظورًا أوسع من حيث تغطية التحليل، وعمق مراجعة الأدبيات (Singh et al.,2020; Xue et al.,2021).

يستعرض التحليل الببليومتري مجموعة من الشبكات الببليومترية، وهي: شبكة الاستشهادات المرجعية (Citation Analysis) التي توضح الأعمال التي يكثر الاستشهاد بها(Clogh et al., 2015) ، وشبكة التأليف المشترك-Co)

(authorshipالتي تربط بين المؤلفين، أو المؤسسات، أو الدول بناءً على عدد المنشورات التي قاموا بتأليفها معًا (Glanzel, 2001) . أما شبكة الاقتران الببليوجرافي (Bibliographic Coupling) فتعكس التشابه بين المنشورات، أو المؤلفين، أو المجلات، في المراجع التي استشهدوا بها (Gao & Guan, 2009) . وكذا شبكة الاستشهاد المشترك (Co-Citation) التي تكشف عن تكرار الاقتباس من المنشورات أو المؤلفين أو المجلات معًا (McCain, 1991) . وأخيرًا، شبكة التواجد المشترك (Co-occurrence) التي تسمح بالكشف عن الموضوعات الناشئة، والتنبؤ بالتوجهات المستقبلية للبحوث في مجال معين(Lee & Su, 2010) .

تدعم نتائج التحليل الببليومتري للبحوث في مجال تعليم الرياضيات التعرف على الدول، والمؤسسات التي تتقاسم الخبرات البحثية في هذا المجال. كما يمكن أن يساعد في تحديد المساهمين المحتملين لتسهيل التعاون العلمي في بحوث تعليم الرياضيات. علاوة على ذلك، يكشف تحليل توزيعات الموضوعات عن قوتها البحثية من خلال تقديم موضوعات ناشئة لهذا المجال. فضلاً عن ذلك، يوضح التحليل الببليومتري المؤسسات، أو الدول ذات الاهتمامات البحثية المشتركة، مما يسهم في دمج نقاط القوة بين مختلف التخصصات أو الوحدات البحثية، ومن ثم التغلب على التحديات، وتحسين مجال البحث ككل (Abuhassna et al., 2022; Chen et al., 2019).

وعلى الرغم من ذلك، هناك نقص في المراجعات التي تتناول وجهات نظر متنوعة لمساعدة الباحثين، وخاصة المبتدئين، في الحصول على صورة شاملة لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وهو ما دفع كل من Hwang and Tu(2021) إلى إجراء تحليل ببليومتري ومراجعة منهجية لاستكشاف دور واتجاهات البحث في استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات، حيث تم الأخذ في الاعتبار عديد من أبعاد الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات، مثل: مجالات التطبيق، والمشاركين، وطرق البحث، والتكنولوجيات المستخدمة، وقضايا البحث، وأدوار الذكاء الاصطناعي، فضلاً عن علاقات الاستشهاد، والاستشهاد المشترك.

ويعكس ذلك الحاجة إلى منظور أكثر شمولية لتحليل دور الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات، وتعرف الفجوات البحثية في هذا الصدد، ومن ثم سعى البحث الحاضر إلى تقديم دراسة شاملة للاتجاهات الحالية، والاتجاهات المستقبلية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

أسئلة البحث:

على وجه التحديد تمثلت أسئلة البحث الحاضر فيما يأتي:

١. ما طبيعة تطور الإنتاج العلمي لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟

٢. ما المجلات، والمؤلفون، والدول، والمؤسسات الأكثر إنتاجًا في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟

٣. ما نمط التعاون/ التأليف المشترك في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بين كل من: المؤلفين، والمؤسسات، والدول؟ (Co-authorship)

٤. ما البحوث، والمجلات، والمؤلفون، والمؤسسات، والدول ذوو الأثر العلمي الأكبر/ الأكثر تأثيرًا في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟ (Citation Analysis)

٥. ما طبيعة الاقتران الببليوجرافي بين البحوث والمجلات والمؤلفين، والمؤسسات، والدول في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟ (Bibliographic Coupling)

٦. ما نمط الاستشهاد المشترك في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بالنسبة لكل من: المراجع، والمجلات، والمؤلفين؟ (Co-Citation)

٧. ما التواجد المشترك للموضوعات والمحاور البحثية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟ (Co-occurrence)

٨. ما التوجهات المستقبلية المحتملة لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحاضر إلى إجراء تحليل ببليومتري لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها في الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤ م لتحديد أنماط النشر، واتجاهاته، والمجلات، والمؤلفين، والدول، والمؤسسات المؤثرة، والاتجاهات المستقبلية المحتملة لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

أهمية البحث:

توفر نتائج البحث نظرة شاملة لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها في الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤ م، ومن ثم تحديد مجالات

البحث الرئيسة التي يمكن استقصاؤها في المستقبل، وهو ما يسهم في تقديم رؤى قيمة للباحثين، والممارسين، وصانعي السياسات في هذا الصدد.

حدود البحث:

يُلتزم في البحث الحاضر بالحدود الآتية:

- **حدود موضوعية:**

- اقتصر البحث الحاضر على حصر بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بقاعدة بيانات Web of Science، وتحديد سماتها النوعية، والعددية، وتحديد طبيعة التأليف، والجهات التي ينتمي إليها المؤلفون، ومدى التعاون الدولي، وتحديد المصادر، والمؤسسات التي تم النشر فيها، وكذا الكلمات المفتاحية الأكثر تكررًا للمؤلفين.
- أُلتزم في حصر بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بالبحوث التي تم نشرها باللغة الإنجليزية، وأُستبعدت الكتب، والمؤتمرات، وافتتاحيات الأعداد في المجلات، والخطابات الصادرة للمحررين.

- **حدود زمنية:**

أُلتزم في البحث الحاضر تحليل الإنتاج الفكري لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها في الفترة الزمنية من ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤ م.

مصطلحات البحث:

يتمثل التحديد الإجرائي لمصطلحات البحث فيما يلي:

التحليل الببليومتري:

هو تحليل النصوص، والمعلومات العلمية باستخدام الأساليب الكمية والإحصائية؛ بهدف تقييم، وتحليل الأنماط، والتوجهات في الإنتاج العلمي، بما في ذلك توزيع النشر، والاستشهادات المرجعية، والتعاون البحثي، وتأثير المنشورات العلمية، وذلك من خلال استخدام قواعد البيانات الكبيرة مثل Web of Science أو Scopus، وأدوات تحليل البيانات؛ مثل: VOSviewer أوCiteSpace.

المراجعة المنهجية:

عملية تهدف إلى جمع البحوث السابقة، وتقييمها، وتلخيصها بطريقة منظمة، وتحليل البيانات المستخلصة باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، وتقديم النتائج، وتلخيصها بطريقة واضحة، ومنظمة، مع مناقشة التوجهات الرئيسة، والفجوات البحثية؛ بما يوفر أساسًا قويًا لاتخاذ القرارات المستندة إلى الأدلة في المجالات المختلفة.

الإطار النظري:

يتناول الإطار النظري للبحث الحاضر مجموعة من المحاور المرتبطة بطبيعته والهدف منه. تمثلت أبرز هذه المحاور في مفهوم التحليل الببليومتري وطبيعته، ودور التحليل الببليومتري في بحوث تعليم الرياضيات، وكذا دور الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها. كما يشمل التحليل الببليومتري والمراجعة المنهجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها. وقد تم تناول هذه المحاور بالعرض والتحليل والاستقراء، بهدف الاستفادة منها في محاولة الإجابة عن أسئلة البحث، وعرض نتائجه وتفسيرها.

١- مفهوم التحليل الببليومتري وطبيعته:

يُعد التحليل الببليومتري أحد أساليب البحث التي تندرج ضمن المنهج الوصفي، وهو يُستخدم للتعبير الكمي عن العمليات المتعلقة بالاتصال المكتوب، ووصف الإنتاج الفكري، ودراسة العلاقات داخله، وتحليله، عبر مجموعة من وحدات التحليل التي تشمل المؤلفين، والكتب، والدوريات، والموضوعات، وغيرها من وحدات التحليل (محمود عبد الكريم الجندي، ٢٠١٢: ٣١٦). في هذا السياق، أشار شعبان خليفة (٢٠١٠) إلى أن التحليل الببليومتري يُعد أحد مناهج البحث التي تعتمد بشكل رئيس على إعداد قوائم لحصر، وتسجيل، وتصنيف الإنتاج الفكري، فضلاً عن دراسة الاتجاهات العددية، والنوعية لهذا الإنتاج.

ويمثل التحليل الببليومتري إحدى الأدوات المهمة في تقييم البحث الأكاديمي (Dede & Zdemir, 2022)، حيث يمكن من خلاله تحديد الاتجاهات البحثية الجديدة في مجال معين (Agbo et al., 2021; Kulakli et al., 2020) . وتستخدم منهجية التحليل الببليومتري تقنيات متنوعة؛ مثل: تحليل التواجد المشترك، والتحليل العنقودي، والخرائط الببليومترية (Song & Wang, 2020) ، مما يساعد في اكتشاف المزيد عن أنماط البحوث السابقة.(Gökçe & Güner, 2022)

تعتمد تقنية القياسات الببليومترية على فحص المقالات المنشورة لتحديد الأنماط على المستوى الدولي في مجالات محددة وفقًا لخصائص معينة (Al & Costur, 2007)، ويتيح هذا النهج إمكانية تحليل البيانات من الاستشهادات بهدف تقييم تأثير مؤلفين، ومنشورات بحثية معينة. فضلاً عن ذلك، يُمكّننا تحليل الاستشهادات الببليومترية من إجراء تقييم كمي لعناوين المجلات الرئيسة، والكلمات الرئيسة، وتدفق المنشورات البحثية في السياقات الأكاديمية بطريقة أكثر تنسيقًا. كما يساعد في تصور التفاعل بين المؤلفين من جامعات، ومؤسسات، وبلدان مختلفة (Cancino et al., 2017; Güzeller & Çeliker, 2018).

ويُعد التحليل الببليومتري أحد مجالات رسم الخرائط العلمية، التي تستخدم طرقًا متنوعة لتحليل بيانات الأعمال البحثية السابقة، ودراسة كيفية ارتباط المنشورات البحثية، والمؤلفين، والمجلات، والمؤسسات ببعضها البعض، وتتمثل هذه الطرق في: الاستشهاد Citation، والاستشهاد المشترك Co-citation، والاقتران الببليوجرافي Bibliographic coupling، والتأليف المشترك Co-author، والكلمات المشتركة Co-word)، لتحديد المجالات المهمة للبحث والكلمات الرئيسة والمؤلفين والبلدان والمنظمات في مجال معين من المعرفة (Zupic & cater, 2015).

وتُعد المجلات، والمنشورات البحثية، والمراجع المستشهد بها، والمؤلفين من وحدات التحليل الأكثر شيوعًا في رسم الخرائط الببليومترية. كما يمكن استخدام المؤسسة التي ينتمي إليها المؤلف (Author's Affiliation) ، والمصطلحات أو الكلمات الدالة، والمفتاحية (Börner et al., 2003) ، وفيما يلي استعراض لشبكات التحليل الببليومتري:

أ- شبكة الاستشهادات المرجعية Citation Network :

تبرز هذه الشبكة الأعمال التي لها أثر أكبر في مجالها العلمي، والتي يكثر الاستشهاد بها، وذلك بالنسبة للمؤلفين، أو المنشورات، أو المجلات، أو الموضوعات، وهي توضح الترابط بين الأحداث العلمية والمراحل التاريخية للأعمال العلمية (Clough et al., 2015).

ب- شبكة التأليف المشترك Co-authorship Network :

تساعد هذه الشبكة في تحليل البنية الاجتماعية للمجال العلمي، حيث توضح التأليف المشترك بين المؤلفين، أو المؤسسات، أو الجامعات، أو الدول، ومن ثم يتم دراسة البعد الدولي لمجال البحث(Glänzel, 2001) .

ج- شبكة الاقتران الببليوجرافي Bibliographic Coupling Network :

تكشف هذه الشبكة عن المراجع المشتركة بين المنشورات أو المؤلفين أو المجلات، ويشير وجود عدد أكبر من المراجع المشتركة إلى وجود علاقة اقتران ببليوجرافية قوية بينها، وهو يعد مؤشرًا على احتمال معالجة موضوعات ذات صلة (Gao & Guan, 2009,Kessler, 1963).

د- شبكة الاستشهاد المشترك Co-citation Network :

تُسهم هذه الشبكة في تعرف المؤلفين، أو المجلات، أو المنشورات التي يكثر الاستشهاد بهم كثيرًا معًا(McCain, 1991). وتجدر الإشارة هنا أنه كلما زاد عدد الاستشهادات المشتركة، زادت قوة علاقة الاستشهادات المشتركة(Small, 1973) ، ويختلف الاقتران الببليوجرافي عن الاستشهاد المشترك، فالاقتران الببليوجرافي هو علاقة ثابتة ودائمة؛ لأنها تعتمد على المراجع الموجودة في الوثائق المقترنة، في حين

الاستشهاد المشترك يتغير بمرور الوقت، إلا أن كل منهما يستخدم لتحليل البنية الفكرية لمجال البحث العلمي (Jarneving, 2005) .

ه- شبكة التواجد المشتركCo-occurrence Network

توضح هذه الشبكة مجموعات المفاهيم الرئيسة، والموضوعات الناشئة التي يعالجها مجال معين، والتغير في الموضوعات التقليدية؛ والعلاقات المفاهيمية، والدلالية، لهذا المجال؛ وذلك بهدف التنبؤ بمسار البحوث المستقبلية فيه (Lee & Su, 2010) . وفي حالة ظهور مفهومين رئيسين في آن واحد في منشور بحثي، يكون بينهما علاقة دلالية، ويشير تواتر التكرار الأعلى لمفهومين رئيسين بأنهما أكثر ارتباطًا (Khasseh et al., 2017).

يعرض جدول (١) تصنيف شبكات التحليل الببليومتري الأكثر شيوعًا وفقًا لوحدات التحليل المستخدمة، والعلاقات القائمة بينها.

جدول ١

أنواع الشبكات الببليومترية وخصائصها(Moral-Munoz et al.,2019)

الشبكات الببليومترية		وحدات التحليل المستخدمة	نوع العلاقات التي يتم تحليلها
تحليل الاقتباس/ الاستشهاد المشترك Co-citation analysis:	المؤلف	مراجع المؤلف	الاقتباس المشترك للمؤلف
	الوثيقة/ المقالة	المرجع	الاقتباس المشترك للوثائق
	المجلة/ الدورية	مراجع المجلة	الاقتباس المشترك للمجلة
الاقتران الببليوجرافي Bibliographic Coupling:	المؤلف	أعمال المؤلف	المراجع الشائعة بين أعمال المؤلفين
	الوثيقة/ المقالة	الوثيقة	المراجع المشتركة بين الوثائق
	المجلة/ الدورية	أعمال المجلة	المراجع الشائعة بين أعمال المجلات
التأليف المشترك Co-authorship networks	المؤلف	اسم المؤلف	التواجد المشترك للمؤلفين
	الدولة	البلد التي ينتمي إليها المؤلف	التواجد المشترك للدول
	المؤسسة	المؤسسة التي ينتمي إليها المؤلف.	التواجد المشترك للمؤسسات
التواجد المشترك Co-occurrence (الكلمات المشتركة Co-words)		الكلمات المفتاحية أو الدالة، المصطلحات المستخرجة من المستخلص، أو العنوان، أو النص الكامل للوثيقة,	التواجد المشترك للكلمات، أو المصطلحات.

تتكون الشبكات الببليومترية من مجموعة من العقد Nodes تمثل وحدات التحليل؛ مثل: المنشورات، أو المجلات، أو المؤلفين، أو الكلمات الرئيسة. كما تتكون

من مجموعة من الحواف Edges التي تربط بين أزواج العقد، وهى تمثل العلاقة بين وحدات التحليل (متولي الدكر، ٢٠٢٣: ١٩).

ويُسهم التحليل الببليومتري في مساعدة الباحثين على الكشف عن اتجاهات البحث في مجال معين، ورسم خرائط البحث له؛ لمعرفة بنيته المعرفية، وكذا تحديد الفجوات البحثية لهذا المجال، ومن ثم الكشف عن أفكار جديدة للبحث فيه (Donthu et al., 2021; Zupic ,& Cater, 2015). ومن ثم يُعد التحليل الببليومتري أداة قيمة لتحديد اتجاهات البحث، والمصادر الموثوقة، والاتجاهات المستقبلية في مجال ما، فضلاً عن ذلك، فإنه يساعد الباحثين على تحديد الموضوعات المحتملة، والمؤسسات المناسبة للتعاون، والتعرف على المساهمين الرئيسين، والعلماء المحتملين للتعاون العلمي (Geng et al., 2017;Martínez et al., 2015) . ومن بين الدراسات التي استخدمت التحليل الببليومتري دراسة Karakus(2018) التي اهتمت بتحديد خصائص المنشورات المتعلقة برأس المال النفسي في العلوم الاجتماعية، ودراسة كل من خليل شرقي، وفتحية يحياوي(٢٠٢١) التي عُنيت برصد للتوجهات الحديثة للتعليم الإلكتروني في التعليم العالي، ودراسة كل من بعزيز حمه، وجبار بوكثير(٢٠٢٣) التي أجرت تحليلًا ببليومتريًا لمتطلبات الإبداع والابتكار المقاولاتي، وكذا دراسة Wani(2023) التي ركزت على تقديم صورة شاملة للبحوث المتعلقة بمجال التسويق المستدام من منظور أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.

٢- التحليل الببليومتري وبحوث تعليم الرياضيات:

يُعد التقييم المنهجي للدراسات المتعلقة بتعليم الرياضيات مفيدًا لدراسة الوضع الحالي لمجال تعليم الرياضيات وتعلمها، وتحديد الاتجاهات الحالية، وكذا المستقبلية فيه (Ulutaş, & Ubuz, 2008). مما يساعد الباحثين على إجراء دراسات مستقبلية في هذا المجال.

وعلى الرغم من أنه في الآونة الأخيرة، ظهر غير قليل من المراجعات المنهجية حول مجال البحث في تعليم الرياضيات وتعلمها، التي ركزت على رصد الواقع إلى جانب المشكلات، والتحديات، والمساقات الدراسية المحتملة (Adler et al., 2017; Dreyfus et al., 2018; Engelbrecht et al., 2020; Nivens, & Otten, 2017; Schoenfeld, 2016; Yore & Lerman,2008). إلا أن الأسئلة الأساسية، مثل جوهر هذا المجال، وأنماط البحث فيه، ومسار نموه من منظور ببليومتري، ظل موضوعًا للمناقشات العلمية داخل المجتمع التربوي، ومن ثم فهناك حاجة إلى معلومات محدثة حول مجال البحث في تعليم الرياضيات وتعلمها؛ باستخدام تحليل البيانات الببليومترية (Julius et al.,2021).

ويُسهم التحليل الببليومتري للبحوث في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها في تحديد اتجاهات البحث، أو الفجوات، أو الموضوعات، أو المفاهيم التي تحتاج إلى مزيد من الدراسة في هذا المجال، وهو مما يوفر إسهامات كبيرة للباحثين في تعليم الرياضيات، ومطوري البرامج، وصانعي السياسات (Julius et al.,2021).

وبالنظر إلى استخدام التحليل الببليومتري لبحوث تعليم الرياضيات، يُلاحظ استخدامه بشكل غير كبير، حيث تم إجراء عدد محدود من الدراسات باستخدامه، على سبيل المثال تم إجراء بعض هذه الدراسات في سياق النمو التاريخي للرياضيات (Behrens, & Luksch, 2011; Ersozlu, & Karakus, 2019; Hernández-Torrano ,& Ibrayeva, 2020)، وكانت أكثر صلة بالرياضيات العامة، وقلق الرياضيات، والإبداع في التعليم ، كما أجري. Jiménez-Fanjul et al. (2013) دراسة ببليومترية حول بحوث تعليم الرياضيات.

٣- الذكاء الاصطناعي وتعليم الرياضيات وتعلمها:

يتزايد تأثير النمو الهائل للذكاء الاصطناعي بشكل كبير على طرق تفاعل الأفراد، وتواصلهم، ومعيشتهم، وتعلمهم، وعملهم (Chiu, 2021; Chiu et al., 2022; Xia et al., 2022; Pedró et al., 2019) ، وتنقسم التقنيات المرتبطة به إلى فروع مختلفة؛ مثل: رؤية الحاسوب، والكلام، والتعلم الآلي، والبيانات الضخمة، ومعالجة اللغة الطبيعية (Chiu, 2021; Chiu et al., 2022; Xia et al., 2022).

ويشير استخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم إلى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي؛ مثل: أنظمة التدريس الذكية، والروبوتات، والتقييم الآلي، في تطوير ممارسات التعليم والتعلم؛ حيث يتمتع الذكاء الاصطناعي بإمكانات هائلة يمكن أن تسهم بشكل كبير في تحسين عمليتي التعليم، والتعلم، والتقييم، والإدارة التعليمية، وذلك من خلال تقديم تعليم أكثر تخصيصًا وتكييفًا للطلاب، وكذا تعزيز فهم المعلمين لعملية تعلم الطلاب، وتوفير استفسارات مدعومة بالآلة، وتقديم ملاحظات فورية (Chiu et al,2023).

إن استخدام التقنيات الحديثة للذكاء الاصطناعي في التعليم يسهم في توفير بيئة تعليمية داخل أو خارج الفصل الدراسي، مما يتيح للجميع الوصول المتساوي إلى التعليم في أي مكان، وفي أي وقت، وكذا بناء بيئة تعليمية تتكيف مع احتياجات المستخدم، ودعم التواصل بين المستخدم والنظام أثناء حل المشكلات، وإنشاء محتوى يتكيف بشكل فعال مع المعرفة، وقدرات التعلم لدى المتعلم، وبصفة خاصة ساعد الذكاء الاصطناعي في تقديم تقنيات مختلفة للتعامل مع مشكلات تعليم الرياضيات (Chen et al.,2020)، فقد كشف غير قليل من البحوث السابقة عن إمكانات تطبيق

الذكاء الاصطناعي لمساعدة الطلاب في مواجهة المهام الرياضياتية المعقدة أو الصعبة (Chen, & Lian,2010; Wang,2021).

وفي هذا الصدد حدد الباحثون عديدًا من الأدوار التي يؤديها الذكاء الاصطناعي في التعليم، مثل المعلم الذكي، والمتعلم، وأداة التعلم، فضلاً عن دور المستشار لوضع السياسات التعليمية (Hwang,2020)، فمثلاً في دور المعلم الذكي، أثبت غير قليل من الباحثين فاعلية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لمحاكاة ذكاء المعلمين وتوفير التوجيه الشخصي، والدعم الفردي للطلاب أثناء عملية التعلم، فعلى سبيل المثال اقترح Hwang et al.(2020) نظامًا تعليميًا تكيفيًا لمساقات الرياضيات من خلال مراعاة الأداء المعرفي والعاطفي الفردي للطلاب.

إن التقدم السريع للذكاء الاصطناعي يُمكّن أنظمة الكمبيوتر من العمل مثل المعلم (Chen et al.,2020). كما يسهم بشكل فعال في تحليل عملية التعلم لدى الطلاب، بما في ذلك محتوى التفاعل، وسلوكيات التعلم، ونتائج الاختبارات، وإدراكات التعلم، لتوفير الدعم الفوري للطلاب، فضلاً عن توفير اقتراحات للمعلمين، لتحسين استراتيجيات التدريس (Hwang et al.,2014).

ويُعد تيسير التعلم الشخصي أحد الأهداف الرئيسة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم (Chen, &Liu,2007; Hwang et al.,2020; Hwang et al.,2014) ، كما تُسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل تعلم الطلاب، ومن ثم تقديم تدخلات فردية فعالة لهم، لتحسين دوافعهم وأدائهم في التعلم-Zawacki) (Richter,2019; Demir, & Basol,2014; Xie et al,2017، وفي هذا الصدد استخدمت دراسة Chen(2008) الخوارزمية الجينية لتنفيذ نظام تعليم ذكي قائم على الويب وفقًا لمسار التعلم الشخصي، وقدمت توصيات حول تسلسل المناهج المخصصة للمتعلمين بشكل فردي لتعزيز أدائهم في التعلم.

إن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في الإعدادات التعليمية يُمكّن أنظمة التعلم القائمة على الكمبيوتر من لعب أدوار المعلمين، أو المتدربين الأذكياء، أو ميسّري صُنع السياسات(Hwang et al.,2020; Xie et al.,2017) ، وقد مثل ذلك الجانب محور عناية بعض الدراسات؛ على سبيل المثال: استخدمت بعض الدراسات السابقة تقنيات الذكاء الاصطناعي لمحاكاة سلوكيات المعلمين في تشخيص مشكلات التعلم لدى الطلاب، وتوفير محتوى، ومسارات تعليمية شخصية، فضلاً عن تقديم الاقتراحات، أو الإرشادات للطلاب بشكل فردي في مقررات الرياضيات (Kele et al.,2009; Chu et al., 2010).

أفادت مراجعة حديثة بشأن التعلم التكيفي/الشخصي المعزز بالتكنولوجيا أن الذكاء الاصطناعي يسهم في توفير بيئات تعليمية شخصية، أو تكيفية لتحسين إنجازات الطلاب في التعلم(Xie et al.,2019). كما أوضحت بعض الدراسات أن

توفير التخصيص السياقي في أنظمة التدريس الذكية يُمكن أن يعزز اهتمام المتعلمين، وأدائهم في مهام الرياضيات (Bernacki, & Walkington,2018; Hershcovits, & Vilenchik,2019) . أما دراسة Rau et al.(2019) فقد استخدمت طريقة التعلم الآلي غير الخاضعة للإشراف للتنبؤ بمشاركة الطلاب في التعلم، وأدائهم في مقررات الرياضيات.

من جهة أخري تنعكس العناية باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم في عديد من المبادرات، والتقارير الوطنية، والدولية، فعلى سبيل المثال، في عام ٢٠١٩ م أطلقت حكومة الصين إستراتيجية تشجع على دمج أكبر للتكنولوجيا الذكية في التعليم، فضلاً عن المزيد من أنشطة التطوير المهني للمعلمين المتعلقة بدمج الذكاء الاصطناعي في ممارساتهم المهنية (Chiu, 2021; Chiu et al., 2022; Xia et al., 2022)، وفي الولايات المتحدة، تم توفير الموارد والمنح للمؤسسات والمنظمات المعينة للبحث وتطوير منصات تعلم شخصية قائمة على الذكاء الاصطناعي لتعزيز الأداء الأكاديمي وتعميق مشاركة الطلاب المعرفية وتقليل الفجوات التعليمية (Boninger et al.,2020; Williamson & Eynon,2020) ، كما أوصى تقرير منظمة التنمية والتعاون الاقتصادي المعلمين باستخدام تقنيات تحليلات التعلم، لتحسين عمليتي التعليم والتعلم (Kuhl et al., 2019) .

٤- التحليل الببليومتري لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها:

يسهم التحليل الببليومتري في مجال محدد، في تقديم معلومات قيمة للباحثين بشأن الاتجاهات، أو قضايا البحث المحتملة في هذا المجال (Hwang et al.,2020; Zawacki-Richter et al.,2019; Xie et al.,2019). وفي العقود الثلاثة الماضية، اهتم الباحثون بشكل أساسي باتجاهات، وقضايا الذكاء الاصطناعي في التعليم (Chen et al.,2020; Hwang et al.,2020) والذكاء الاصطناعي في التعلم الإلكتروني (Tang et al., 2021) ، والذكاء الاصطناعي في التعليم العالي (Zawacki-Richter et al.,2019) ، والذكاء الاصطناعي في التعليم الطبي (Han et al., 2019) ، والذكاء الاصطناعي في تطبيقات الهندسة (Shukla et al., 2019).

كما يبرز تحليل الأدبيات أن الذكاء الاصطناعي صار مؤثرًا بشكل متزايد في تعليم الرياضيات وتعلمها، وهو ما أظهرته دراسة كل من Zawacki-Richter et al.(2019) التي أجرت تحليلًا ببليومتريًا لدراسات الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي من عام ٢٠٠٧ إلى عام ٢٠١٨ م، وخلصت الدراسة إلى العناية في الدراسات السابقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجالات تطبيقية مختلفة، وخاصة علوم الكمبيوتر، والعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

كما أجرى كل من Gallagher et al. (2020) مراجعة للأدبيات حول قضية التدريس التكيفي في الرياضيات من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤، وأشاروا إلى أن استخدام التكنولوجيا يمكن أن يساعد الطلاب في تعلم المعرفة والمهارات الرياضياتية، كما يمكن أن ينمي إبداعهم.

أما دراسة Cevikbas et al.(2024) فقد استهدفت عمل تحليل ببليومتري، وتحليل تلوي؛ لتقديم نظرة شاملة، وفهم أعمق لدراسات المراجعة المنهجية في مجال تعليم الرياضيات، وخلصت إلى تحديد مجموعة من الموضوعات البحثية البارزة؛ تشمل: التقنيات الرقمية، وتعليم المعلمين، وتحصيل الرياضيات، وصعوبات التعلم، وقد أكدت نتائج الدراسة ضرورة وجود معايير، وإرشادات خاصة لأنواع المراجعات المختلفة في تعليم الرياضيات، مما قد يؤدي إلى دراسات مراجعة منهجية ذات جودة أعلى، ومن ثم تعزيز التقدم في تعليم الرياضيات.

٥- المراجعة المنهجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها:

تُعد المراجعات المنهجية الشاملة ركائز أساسية لتطوير الحوار العلمي؛ حيث تقدم رؤى نقدية حول البحوث المنشورة، كما تُسهم في تشكيل الاستفسارات المستقبلية عبر التخصصات. وفي مجال الكتابة الأكاديمية، بدءاً من المقالات العلمية إلى الأطروحات، تُعتبر المراجعات المنهجية ذات قيمة عالية لقدرتها على دمج المعرفة، وتحديد الفجوات، وتقديم إطار متماسك لفهم الموضوعات المعقدة (Boote & Beile, 2005) . فضلاً عن ذلك تؤدي المراجعات المنهجية دورًا مهمًا في الأوساط الأكاديمية؛ من خلال تحديد اتجاهات بحثية جديدة، وتوجيه عمليات صنع القرار (Kunisch et al., 2023)

مع ازدهار البحوث التجريبية، والنظرية في مجالات متنوعة، أصبحت الحاجة إلى دراسات المراجعة المنهجية أكثر وضوحًا، مما يسهل فهمًا أعمق لمجالات أو موضوعات بحثية محددة .(Hart, 2018; Nane et al., 2023) ، ومن العوامل الأخرى التي أسهمت في تطور دراسات المراجعة المنهجية في السنوات الأخيرة ظهور مجلات متخصصة في المراجعات المنهجية(Kunisch et al., 2023) ، وكذا التحديات المرتبطة بإجراء أنواع مختلفة من الدراسات التجريبية خلال أزمة COVID-19 الطويلة(Cevikbas & Kaiser, 2023)، فضلاً عن مناخ البحث التنافسي؛ حيث يكون لعوامل التأثير والاقتباسات أهمية كبيرة (Ketcham & Crawford, 2007)، فدراسات المراجعة المنهجية بشكل خاص تلقى عناية غير قليلة من الباحثين لأنها غالبًا ما تجلب لهم عددًا كبيرًا من الاقتباسات، مما يعزز تأثيرهم العلمي.(Grant & Booth, 2009; Taherdoost, 2023)

وفي مجال تعليم الرياضيات وتعلمها أيضًا قد تم توجيه عناية إلى دراسات المراجعة المنهجية، ويتضح ذلك من تضمين دراسات المراجعة المنهجية في الأعداد الخاصة ذات التوجه الموضوعي لمجلات مثل ZDM- تعليم الرياضيات (Kaiser & Schukajlow, 2024)، كما أن عدة أعداد خاصة لها، تؤكد على "المراجعات حول الموضوعات المهمة في تعليم الرياضيات"، وتُسلط الضوء على أهمية دراسات المراجعة المنهجية لما تقدمه من إسهامات قيمة في هذا المجال.

وفي هذا الصدد أجري بعض الباحثين مراجعة منهجية شاملة؛ بهدف تقديم نظرة عامة على الأنواع المختلفة من دراسات المراجعة المنهجية في تعليم الرياضيات، على مدى العقود القليلة الماضية (Becker & Oxman, 2008; Schryen & Sperling, 2023). حيث أُجريت عدة مراجعات منهجية، وتحليلات تجميعية حول أدوار التكنولوجيا في تعليم الرياضيات؛ مثل: تأثيرها على أداء الطلاب في الرياضيات (على سبيل المثال، Li & Ma ,2010، و Verbruggen et al.,2021)، وكذا تأثيرها على دوافع الطلاب، ومواقفهم (على سبيل المثال، Higgins et al.,2019)، وتُظهر هذه الدراسات أن إعادة فحص استخدام التكنولوجيا في تعليم الرياضيات ليست مجالاً جديدًا من البحث، ولكن تصنف هذه الدراسات استخدام التكنولوجيا بطرق مختلفة.

كما أُجرى Young (2017) تحليلًا بعديًا عُنى بتصنيف التحليلات التجميعية لأدوار التكنولوجيا في تعليم الرياضيات؛ وفقًا للوظيفة التعليمية للتكنولوجيا، واشتمل التصنيف على ثلاث فئات؛ تتمثل في: تقنيات تعزيز الحساب التي تستخدم الآلات الحاسبة، وتقنيات تعزيز العرض والنمذجة، التي تتضمن تطبيقات برامج محددة بالرياضيات؛ مثل :البرمجيات الهندسية الديناميكية، أو الأدوات التعليمية الافتراضية، وتقنيات تعزيز تقديم التعليم؛ التي تسمح للمعلمين بتخصيص التعليم؛ مثل: التعليم بمساعدة الكمبيوتر (CAI) ، أو التعليم القائم على الكمبيوتر، كما عَنيت المراجعة المنهجية التي أجراها كل من del Olmo-Muñoz et al.(2023) بفحص البحوث التجريبية التي شملت استخدام التكنولوجيا في تعليم الرياضيات بشكل منهجي، واستقصاء ما إذا كان هذا الاستخدام يُعزز من استقلالية تعلم الطلاب.

ومن جهة أخري فإنه مع التقدم المستمر لتقنيات الذكاء الاصطناعي، أصبح الذكاء الاصطناعي في التعليم مجال بحث ناشئ مهم لتحديد مستقبل التعلم (Holmes et al., 2021)، وتأثيراته محسوسة عبر مجالات التعلم والتعليم والتقييم والإدارة (González-Calatayud et al., 2021; Luckin, 2017).، وفي هذا السياق سلط غير قليل من الباحثين الضوء على دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في التعليم؛ حيث أُجريت مجموعة من المراجعات المنهجية في هذا الصدد، فعلى سبيل المثال،

استكشف Bozkurt وآخرون (٢٠٢١) اتجاهات النشر حول الذكاء الاصطناعي في التعليم؛ ومن بينها: المجالات، والتوزيع الجغرافي، والأنماط في البيانات النصية.

كما ركزت دراسات المراجعة المنهجية الأخرى على استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تخصصات معينة؛ مثل: اللغات، والرياضيات، والطب (Karaca et al., 2021)، وعلى أنشطة تعليمية معينة مثل التقييم-González) (Calatayud et al., 2021، وعلى تقنيات، أو تطبيقات معينة؛ مثل: الروبوتات المساعدة، والتعلم التكيفي، أو أنظمة المراقبة (Nigam et al., 2021; Papadopoulos et al., 2020). ، وقد ركزت هذه المراجعات على مجال رئيس محدد، إما التعلم، أو التدريس، أو التقييم، أو الإدارة، أو نتيجة تعليمية معينة.

وعلى الرغم من ذلك، إلا أن تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعليم التعليم بصفة عامة، وفي تعليم الرياضيات بصفة خاصة لا يزال غير واضح بشكل كافٍ (Holmes et al., 2021)، وهناك حاجة إلى إجراء مزيد من المراجعات المنهجية؛ لاستقصاء جوانب الإفادة من هذه التقنيات، وتحديد تأثيراتها المختلفة (Hussin, 2018) على الجوانب المختلفة لعمليتي تعليم الرياضيات، وتعلمها.

منهجية البحث وإجراءاته Methodology:

- **منهج البحث:**

استلزمت طبيعة البحث الحاضر استخدام المنهج الوصفي التحليلي كإطار عام، وأسلوب التحليل الببليومتري من أجل إجراء تحليل وصفي وإحصائي للإنتاج ، والتعاون البحثي بين المؤلفين، والدول، والمؤسسات البحثية، وتحليل الاستشهاد، والاقتران الببليوجرافى، والاستشهاد المشترك، وتحليل الكلمات المفتاحية لمؤلفي البحوث الخاصة بمجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؛ للوقوف على الاتجاهات العلمية لتلك البحوث في الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٤ م .

- **إجراءات البحث:**

لما كان الهدف من البحث الحاضر التحليل الببليومتري لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، التي تم جمعها عبر قاعدة بيانات Web of Science للفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤ م، حيث تم استرداد البيانات في 15 مايو ٢٠٢٤ م، وقد سار إطار العمل Prisma Framework في البحث الحاضر عبر ثلاث مراحل رئيسة تمثلت فيما يأتي:

- **المرحلة الأولى: جمع البيانات**

تم البحث عن الكلمة الرئيسة "الذكاء الاصطناعي" ودمجها مع مجال الموضوع "تعليم الرياضيات"، كما حُدد نوع المستند إلى "بحوث" مكتوبة باللغة الإنجليزية مع نوع المصدر "مجلة" و مجال البحث " البحوث التربوية في التعليم"

في الفترة من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠٢٤ م. تم الحصول على مجموع 2096 من البحوث، ويعرض شكل (1) آلية البحث في قاعدة بيانات Web of Science.

شكل 1

آلية البحث عن بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

Refine results for "AI" or "artificial intelligence" (Topic) AND "mathematics education" OR "mathematics curriculum" or" mathematics teaching" or " mathematics learning" or "mathematics teachers" or " mathematics schools" or " mathematics classrooms" or " Mathematics students" OR " students" or " STEM" or " STEAM" or "teachers" or " Curriculum" or " classrooms" or " education" or " schools" or" teaching" or " learning" (Topic) NOT "medical" or " medicine" or " nursing" or " patient" or " nurse" or "dentistry "or" music" or" physical education" (Topic) and 2024 or 2023 or 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 or 2014 or 2013 or 2012 or 2011 or 2010 or 2009 or 2008 or 2007 or 2006 or 2005 or 2004 or 2003 or 2002 or 2001 or 2000 (Publication Years) and Article (Document Types) and English (Languages) and Education Educational Research (Research Areas).

- **المرحلة الثانية: التحليل الببليومتري Bibliometric Analysis**

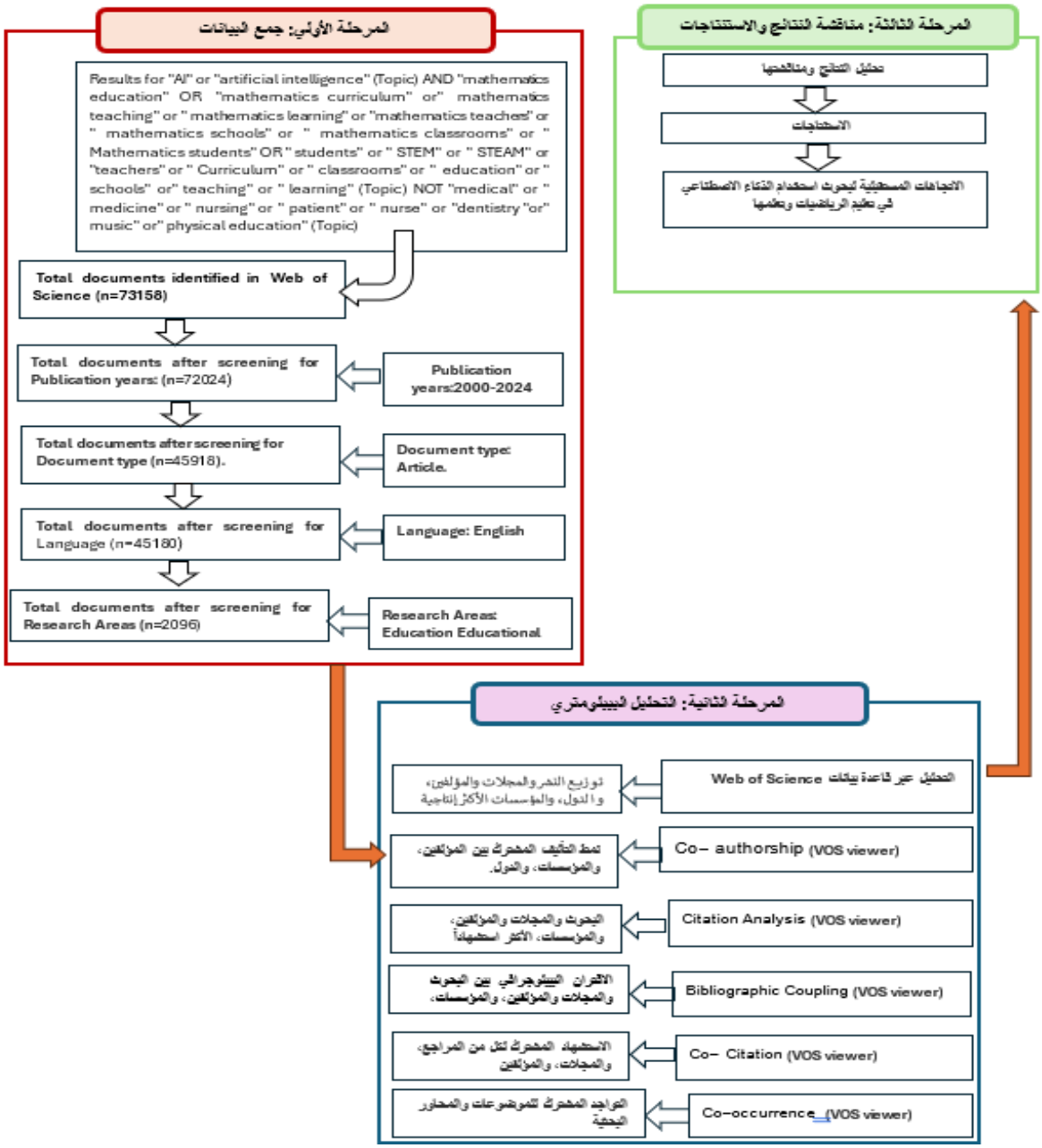
وفي هذه المرحلة تم تحليل توزيع النشر لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات للسنوات ٢٠٠٠-٢٠٢٤ م، ثم تحديد المجلات، والمؤلفين، والدول، والمؤسسات الأكثر إنتاجية في هذا الصدد، ونمط التأليف المشترك بين المؤلفين، والمؤسسات، والدول، وكذا البحوث، والمجلات، والمؤلفين، والمؤسسات، الأكثر استشهاداً، ثم الاقتران الببليوجرافي بين البحوث والمجلات والمؤلفين، والمؤسسات، فضلاً عن الاستشهاد المشترك لكل من المراجع، والمجلات، والمؤلفين، وأخيرًا التواجد المشترك للموضوعات والمحاور البحثية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وذلك باستخدام برنامج VOSviewer .

- **المرحلة الثالثة: مناقشة النتائج والاستنتاجات Discussion & Conclusions**

تمت مناقشة نتائج التحليل الببليومتري الكمية وتلخيصها، وتصور اتجاهات البحث المستقبلية، ويعرض شكل (٢) إطار العمل Prisma Framework في البحث.

شكل ٢

إطار العمل في البحث (Prisma Framework)



نتائج البحث ومناقشتها:

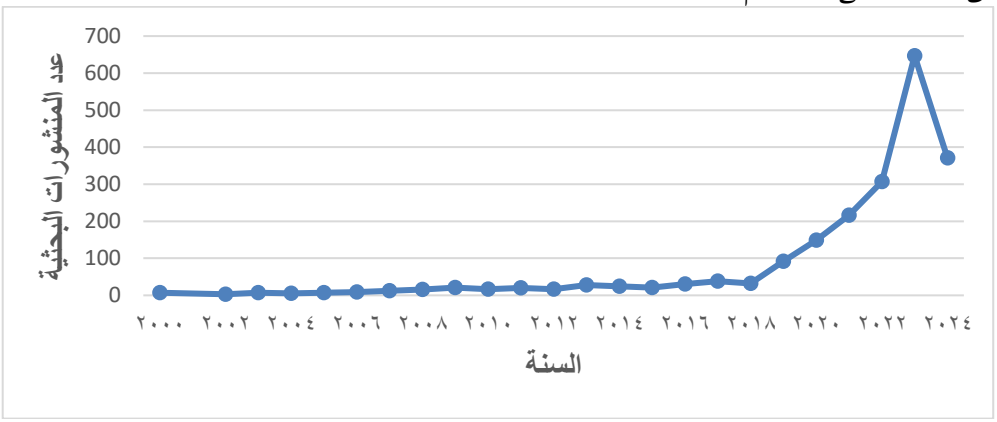
١- الإجابة عن السؤال الأول للبحث" ما طبيعة تطور الإنتاج العلمي لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟"

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث تم رصد عدد المنشورات البحثية Publications الخاصة باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها في الفترة الزمنية ٢٠٠٠ - ٢٠٢٤ م في قاعدة بيانات Web of Science؛ حيث يمثل عدد المنشورات البحثية Publications مؤشرًا مهمًا لقياس اتجاه تطور علم معين أو مجال بحثي معين(Van Nunen et al.,2018: 249) ، وهو ما يوضحه شكل (٣).

وباستقراء الشكل (٣) نجد أن إجمالي بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها يزداد بشكل متسارع سنويًا؛ حيث كانت نسبته 4.389% في عام ٢٠١٩، وفي عام ٢٠٢٠، بلغت 149 بحثًا بما يعادل 7.109%، و في عام ٢٠٢١، بلغ عدد البحوث 216 بحثًا وكانت نسبتها 10.305%، وفي عام ٢٠٢٢، بلغ عدد البحوث 307 وكانت نسبتها 14.647%. وفي عام ٢٠٢٣، بلغ عدد البحوث 647 وكانت نسبتها 30.868%. وتجدر الإشارة أنه منذ عام 2020 م، تجاوز العدد السنوي ١٠٠ بحث، ويشير هذا العدد المتزايد من بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات تنامي الوعي بأهميته واستخدامه بشكل أكثر انتشارًا في فصول الرياضيات.

شكل ٣

توزيع النشر السنوي لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها في الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤ م



٢- الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث" **ما المجلات، والمؤلفون، والدول، والمؤسسات الأكثر إنتاجًا في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟"**

للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث تم رصد عدد المنشورات البحثية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها لكل من: المجلات والمؤلفين، والدول، والمؤسسات، من خلال قاعدة بيانات Web of Science، وفيما يلي عرض للنتائج التي تم الحصول عليها في هذا الصدد:

أ- المجلات الأكثر إنتاجية: Most Productive Journals

يعرض جدول (٢) المجلات العشرة الأكثر إنتاجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها خلال الفترة ٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤ م، كما يعرض إجمالي عدد المنشورات البحثية لكل منها، ونسبتها، وتمثل مجلة Education and Information Technologies أكثر المجلات إنتاجية (عدد البحوث = 150 ، بنسبة 7.156%) ، يليها مجلة Education Sciences (عدد البحوث = 66، بنسبة 3.149%) ، ثم مجلة International Journal of Emerging Technologies In Learning (عدد البحوث = 58، بنسبة 2.767%)، ومجلة British Journal of Educational Technology (عدد البحوث= 53، بنسبة 2.529%)، ومجلة Interactive Learning Environments (عدد البحوث = 53، بنسبة 2.529%)، ومجلة IEEE Transactions on Learning Technologies (عدد البحوث = 48، بنسبة 2.29)، ومجلة Educational Technology Society(عدد البحوث = 43، بنسبة 2.052)، ومجلة Frontiers In Education (عدد البحوث = 41، بنسبة 1.956)، ومجلة International Journal of Educational Technology in Higher Education (عدد البحوث = 37، بنسبة 1.765)، ومجلة Techtrends(عدد البحوث = 33، بنسبة 1.574%).

جدول ٢

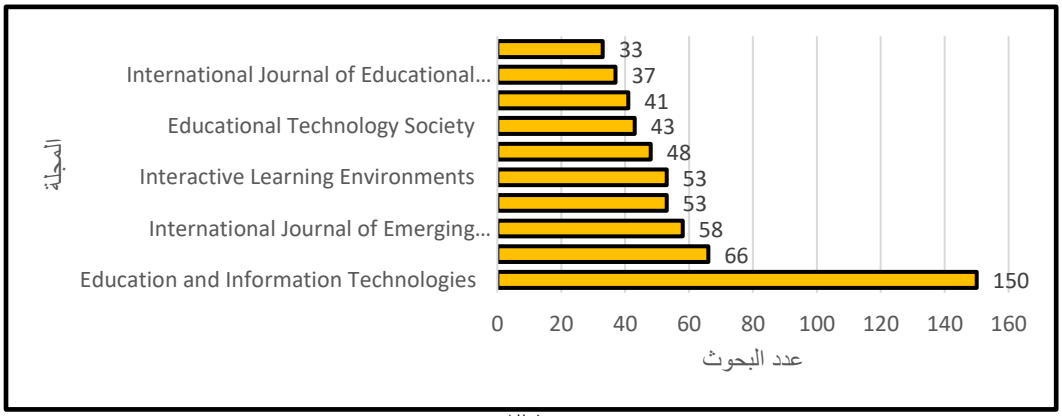
المجلات العشرة الأكثر إنتاجية في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها

Rank	Publication Titles	Record Count	% of 2,096
1	Education and Information Technologies	150	7.156
2	Education Sciences	66	3.149
3	International Journal of Emerging Technologies in Learning	58	2.767
4	British Journal of Educational Technology	53	2.529
5	Interactive Learning Environments	53	2.529
6	IEEE Transactions on Learning Technologies	48	2.29
7	Educational Technology Society	43	2.052
8	Frontiers In Education	41	1.956
9	International Journal of Educational Technology in Higher Education	37	1.765
10	Techtrends	33	1.574

ويوضح شكل (٤) التمثيل البياني للمجلات العشرة الأكثر إنتاجية في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويعكس إجمالي عدد المنشورات البحثية في كل مجلة من المجلات العشرة اهتمامًا متناميًا ومتصاعدًا على صعيد البحث التربوي عامة، وعلى صعيد البحث في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها خاصة، حيث بلغ إجمالي عدد المنشورات البحثية في حوالي ٥٠ % من هذه المجلات أكثر من ٥٠ منشورًا بحثيًا خلال الفترة موضع التحليل.

شكل ٤

المجلات العشرة الأكثر إنتاجية في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها



من جهة أخرى عُنى بتعرف وضع المجلات المتخصصة في تعليم الرياضيات، في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، حيث أمكن من خلال عملية التحليل رصد عدد البحوث ونسبتها في هذه المجلات كما هو موضح في جدول(٣)؛ حيث أتت مجلة Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education، ومجلة ZDM Mathematics Education في صدارة هذه المجلات بنسبة 0.239 % بالتساوي، يليها مجلة International Journal of Education in Mathematics Science and Technology و مجلة Teaching Mathematics and Its Applications بنسبة 0.143 % على حد السواء، وهي تعد نسبًا منخفضة مقارنة بالمجلات غير المتخصصة في تعليم الرياضيات التي تنشر في هذا المجال، الأمر الذى يعكس أهمية إنتاج مزيد من البحوث في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ونشرها في هذه المجلات المتخصصة، كما يوضح للباحثين الراغبين في نشر بحوث ترتبط بهذا المجال التوجه لهذه المجلات فهو يمثل أحد اهتمامات ونطاقات النشر فيها.

جدول٣

الإنتاج العلمي في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بالنسبة للمجلات المتخصصة في تربويات الرياضيات

Rank	Publication Titles	Record Count	% of 2,096
97	Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education	5	0.239
106	ZDM Mathematics Education	5	0.239
150	International Journal of Education in Mathematics Science and Technology	3	0.143
181	Teaching Mathematics and Its Applications	3	0.143
208	International Electronic Journal of Mathematics Education	2	0.095
239	Mathematics and Informatics	2	0.095
297	Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education	1	0.048
379	International Journal of Science and Mathematics Education	1	0.048

ب- المؤلفون الأكثر إنتاجية/ نشرًا:Most Productive Authors

يظهر الجدول (٤) المؤلفين العشرة الأكثر إنتاجية في مجال بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بناءً على إحصائيات Web of Science، ويستند الترتيب الإجمالي على عدد المنشورات حيث إن Chiu TKF هو المؤلف الأكثر إنتاجًا بإجمالي عدد منشورات قدره ١٦ منشورًا يليه في المرتبة الثانية Hwang GJ بإجمالي عدد منشورات قدره ١٤ منشورًا، والمرتبة الخامسة كانت لكل من Gulson KN ، و Ogata H على التوالي بإجمالي عدد منشورات قدره ١٠ منشورات ، أما كل من Jiang SY و Kim J فقد احتلا المرتبة السابعة على التوالي بإجمالي عدد منشورات قدره ٨ منشورات.

جدول ٤

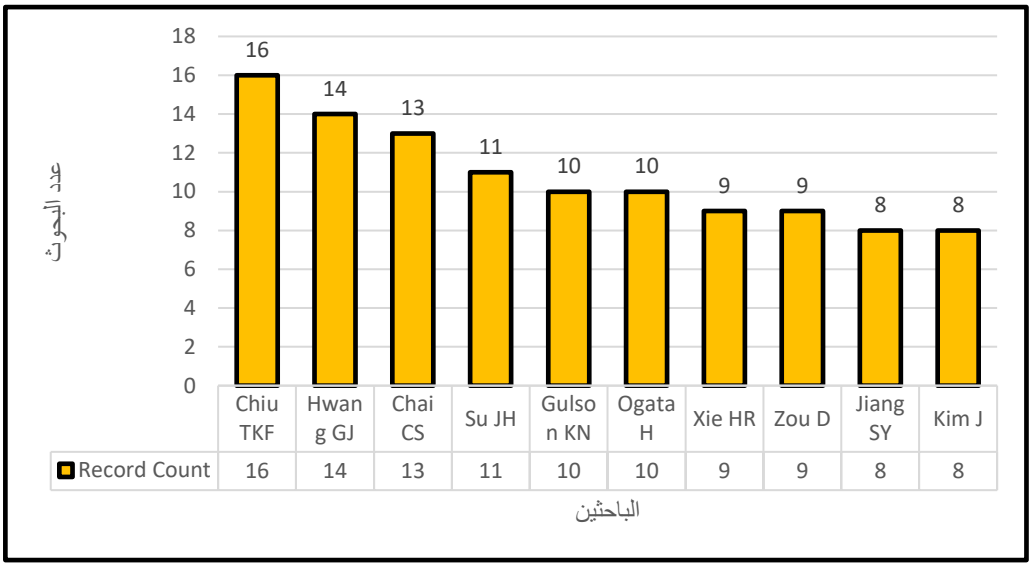
المؤلفون العشرة الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها

Rank	Authors	Record Count	% of 2,096
١	Chiu TKF	16	0.763
٢	Hwang GJ	14	0.668
٣	Chai CS	13	0.62
٤	Su JH	11	0.525
٥	Gulson KN	10	0.477
٥	Ogata H	10	0.477
٦	Xie HR	9	0.429
٦	Zou D	9	0.429
٧	Jiang SY	8	0.382
٧	Kim J	8	0.382

ويوضح شكل (٥) التمثيل البياني للمؤلفين العشرة الأكثر إنتاجية في مجال بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويُلاحظ أن النسبة المئوية لإجمالي عدد المنشورات البحثية لأكثر من نصف هؤلاء المؤلفين قد تخطت ٤٠٪، وهو ما يؤكد اتخاذ عديد من المؤلفين هذا المجال كتوجه بحثي ينشرون فيه كثيرًا من منشوراتهم البحثية، فضلاً عن تنامي المستجدات البحثية في هذا المجال الأمر الذي يدفع الكثير منهم في تأليف ونشر كل ما هو جديد حوله.

شكل ٥

المؤلفون العشرة الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات



ج- الدول الأكثر إنتاجًا/ نشرًا Most Productive Countries:

مثل عدد الدول التي أسهمت بمنشورات بحثية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها (١٠١ دولة)، ويوضح جدول (٥) الدول العشرة الأكثر إنتاجاً في هذا الصدد، وكانت الدولة الأكثر إنتاجية هي الولايات المتحدة، تليها الصين، ثم أستراليا. فضلاً عن ذلك جاءت إنجلترا، وكندا، وتايوان، وإسبانيا، والهند، وكندا، وألمانيا، وكوريا الجنوبية ضمن الدول العشرة الأكثر إنتاجية في هذا الصدد، **ويلاحظ عدم ظهور الدول العربية من بين العشر دول الأكثر تأثيرا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضات وتعلمها؛ بينما جاءت في مراتب تالية؛ فعلى سبيل المثال:** جاءت المملكة العربية السعودية في المرتبة ١٢ ؛ حيث مثلت عدد منشوراتها ٤٤ بنسبة ٢,٠٩٩ %، يليها الإمارات في المرتبة ٢٦ بعدد منشورات ٢٥ بنسبة ١,١٩٣ %، يليها المغرب في المرتبة ٣٣ بعدد منشورات ١٧ منشورًا بنسبة ٠,٨١١ %، ثم الأردن في المرتبة ٤٣ بإجمالي ١٢ منشورًا بنسبة ٠,٥٧٣ %، ثم يليها مصر في المرتبة ٥٨ بإجمالي ٧ منشورات بنسبة ٠,٣٣٤٪، يليها قطر في المرتبة ٦٧ بإجمالي ٥ منشورات بنسبة ٠,٢٣٩٪، يليها كل من لبنان وعمان في المرتبة ٦٨ بإجمالي ٤ منشورات بنسبة ٠,١٩١ %، يليها البحرين

والعراق في المرتبة ٦٩ بعدد منشورات ٣ بنسبة ٠,١٤٣٪، يليها الكويت في المرتبة ٧٠ بإجمالي عدد ٢ منشور بنسبة ٠٩٥.%. **وقد يرجع تفاوت الاهتمام في استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها إلى بعض العوامل الاجتماعية، والاقتصادية.**

جدول ٥

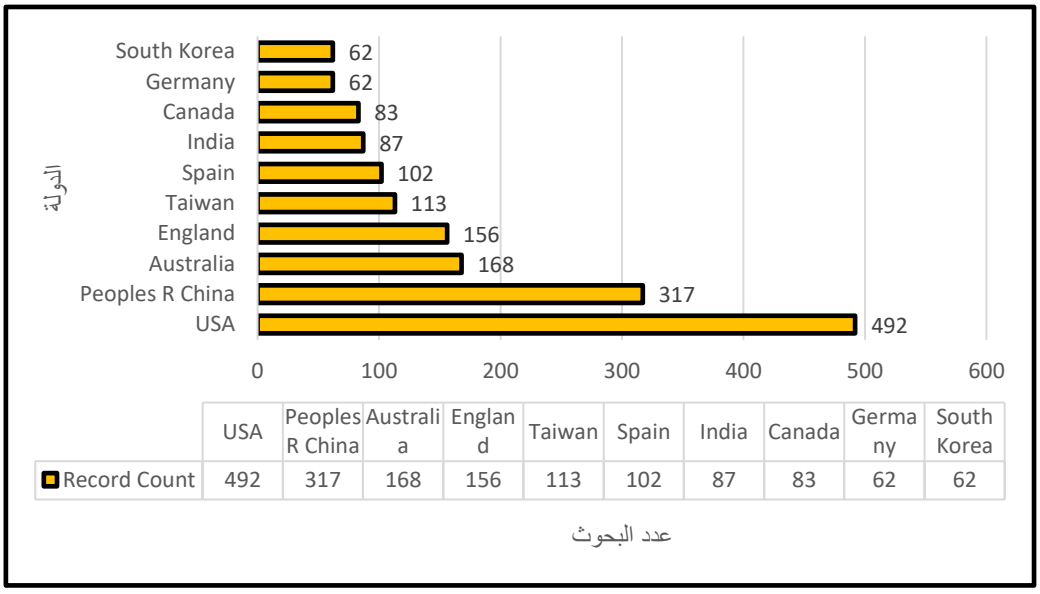
الدول العشرة الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها

Rank	Countries/Regions	Record Count	% of 2,096
1	USA	492	23.473
2	Peoples R China	317	15.124
3	Australia	168	8.015
4	England	156	7.443
5	Taiwan	113	5.391
6	Spain	102	4.866
7	India	87	4.151
8	Canada	83	3.96
9	Germany	62	2.958
٩	South Korea	62	2.958

ويوضح شكل (٦) التمثيل البياني للدول العشرة الأكثر إنتاجية في مجال بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويُلاحظ اهتمام كبير من الباحثين في الولايات المتحدة الأمريكية والصين بمجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في التعليم حيث أتت النسب المئوية لإجمالي المنشورات البحثية للباحثين في هاتين الدولتين في الصدارة، كما يوضح شكل (٧) تناميًا محدودًا للنشر في هذا المجال على مستوى الدول العربية مقارنة بالدول الأخرى التي جاءت في قائمة الدول الأكثر إنتاجية، وهو ما يؤكد ضرورة توجيه عناية في البحوث المستقبلية على مستوى الدول العربية بهذا المجال البحثي.

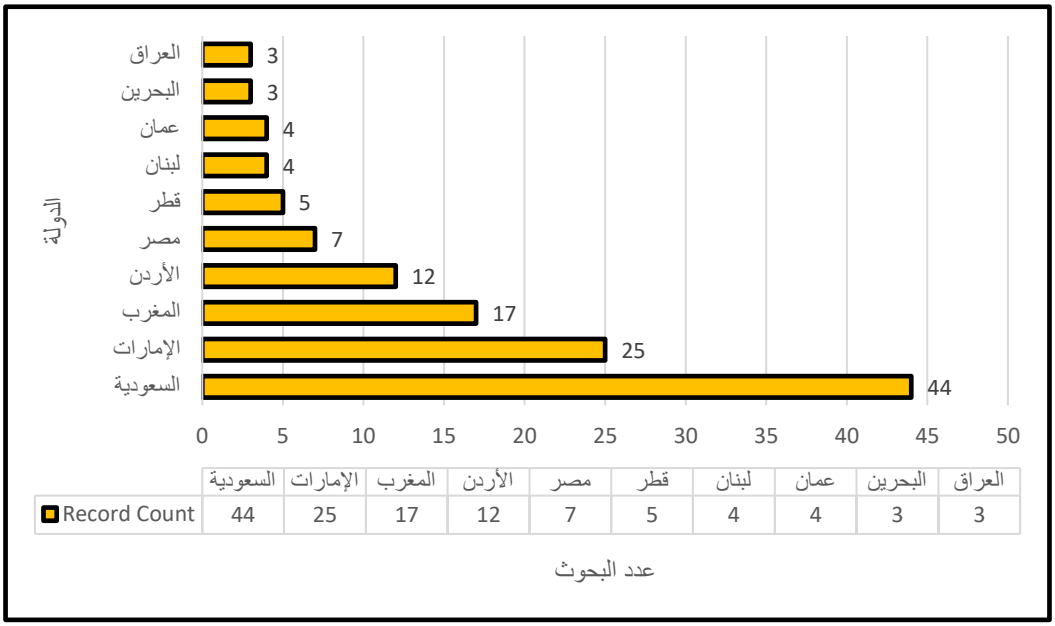
شكل ٦

الدول العشرة الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات



شكل ٧

إنتاجية الدول العربية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات



د. المؤسسات الأكثر إنتاجا / نشرًا Most Productive Institutions:

أظهر التحليل مشاركة ٢٢٨١ مؤسسة بحثية مختلفة في تأليف منشورات استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضات وتعلمها، وقد بلغ عدد المؤسسات الذي أنتج ١٠ منشورات بحثية فأكثر 62 مؤسسة بنسبة 2.7%، أما المؤسسات التي أنتجت أقل من عشر منشورات فقد تمثلت في ٢٢١٩ مؤسسة بنسبة 97.32%، ويوضح جدول (٦) المؤسسات العشر الأكثر إنتاجية في هذا الصدد مرتبة على أساس عدد المنشورات البحثية؛ حيث تُعد المؤسسات التابعة لجامعة University of London هي الأكثر نشرًا بنسبة 1.813% بإجمالي ٣٨ منشورًا، يليها كل من جامعة Chinese University of Hong Kong ، و Education University of Hong Kongبنسبة 1.765% بإجمالي ٣٧ منشوراً على التوالي، كما نجد أيضا اهتمام الصين بهذا المجال حيث نجد ثلاث مؤسسات تابعة لها مصنفة من المؤسسات العشر الأكثر إنتاجًا (Chinese University of Hong Kong، و Education University of Hong Kong، و University of Hong Kong) بمجموع ١١٠ منشورًا بنسبة 5.248 % لذلك يُعد من المهم توجيه عناية إلى تحديد الأسباب التي ربما دفعت هذه المؤسسات إلى إيلاء المزيد من الاهتمام لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

جدول ٦

المؤسسات العشرة الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات

Rank	Affiliations	Record Count	% of 2,096
١	University of London	38	1.813
٢	Chinese University of Hong Kong	37	1.765
٢	Education University of Hong Kong	37	1.765
٣	University of Hong Kong	36	1.718
٤	University System of Georgia	35	1.67
٥	State University System of Florida	33	1.574
٦	University College London	31	1.479
٧	Monash University	27	1.288
٨	Nanyang Technological University	26	1.24
٩	Beijing Normal University	25	1.193

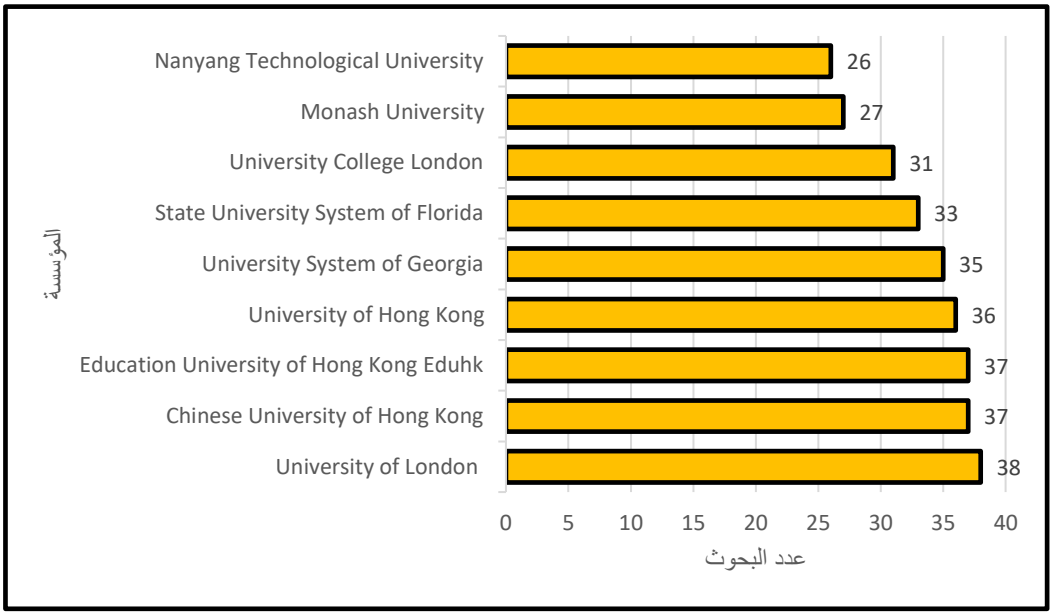
ويوضح شكل (٨) التمثيل البياني للمؤسسات العشرة الأكثر إنتاجية في مجال بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويُلاحظ تقارب الاهتمام البحثي لهذه المؤسسات حيث أتت النسب المئوية لإجمالي المنشورات البحثية

لهذه المؤسسات متقاربة وتراوح عددها ما بين ٢٥ و٣٨ منشورًا بحثيًا بمتوسط 29 منشورًا.

شكل ٨

المؤسسات العشرة الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات

٣- الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث " ما نمط التعاون/ التأليف المشترك



في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بين كل من: المؤلفين، والمؤسسات، والدول؟"(Co- authorship)

للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث تم **تحليل التأليف المشترك Co-authorship لكل من المؤلفين، والمؤسسات، والدول** لتحديد نمط التعاون في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بين كل من: المؤلفين، والمؤسسات، والدول، وفيما يأتي عرض للنتائج التي تم الحصول عليها في هذا الصدد:

أ- تحليل التأليف المشترك بين المؤلفين:

تم تحليل نمط تعاون المؤلفين، من خلال التأليف المشترك بين المؤلفين الذين نشروا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها باستخدام برنامج VOSviewer ، ويُعد التعاون بين المؤلفين هو الأسلوب الأكثر رسمية

للارتباط الفكري في مجال البحث العلمي (Baker et al.,2020)، وقد حُللت شبكة التأليف المشترك بإدراج المؤلفين الذين نشروا على الأقل منشورًا واحدًا في هذا المجال، أظهرت عملية التحليل في جدول (١) أهم ١٠ مؤلفين في هذه الشبكة وهم: Chiu, Thomas K. F.، و Jiang, Shiyan، و Ogata, Hiroaki، و Rakovic, Mladen، و Bormann, Charles L.، و Chai, Ching Sing، و Dimitriadis, Irene، و Gasevic, Dragan، و Shafiee, Hadi، و Souter, Irene، وتجدر الإشارة أن ٤ فقط من بين المؤلفين الرئيسين الأكثر تأثيرًا في شبكة التأليف المشترك قد ظهروا أيضًا في شبكة المؤلفين الأكثر إنتاجية، وهم Chiu, Thomas K. F.، و Jiang, Shiyan، و Ogata, Hiroaki، و Chai, Ching Sing.

جدول ٧

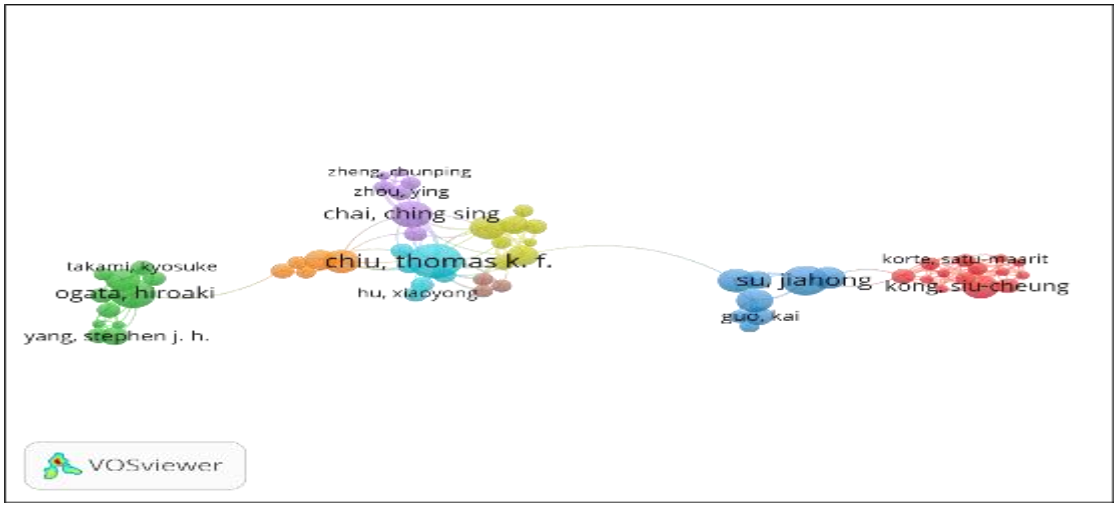
المؤلفون العشرة ذوو التأليف المشترك الأعلى

Rank	Author	Documents	Citations	Total link Strength
1	Chiu, Thomas K. F.	15	294	31
2	Jiang, Shiyan	8	10	25
٢	Ogata, Hiroaki	10	47	25
٢	Rakovic, Mladen	3	22	25
٣	Bormann, Charles L.	3	21	24
٣	Chai, Ching Sing	9	181	24
٣	Dimitriadis, Irene	3	21	24
٣	Gasevic, Dragan	5	51	24
٣	Shafiee, Hadi	3	21	24
٣	Souter, Irene	3	21	24

أظهر التمثيل البياني لشبكة التعاون بين المؤلفين (التأليف المشترك) في شكل (٩) وجود ٨ مجموعات Clusters؛ حيث تم تمثيل ٦٢ مؤلفًا فقط، ويشير حجم الدوائر إلى علاقة التعاون الكلية للمؤلف، والخط الفاصل بين المؤلفين يمثل التعاون بينهما، وتمثل الألوان مجموعات التعاون (Van Eck&Waltman,2018:8)، وفي هذه المجموعات نجد مؤلفين آخرين مرتبطين مع أحد المؤلفين الرئيسين العشرة السابق الإشارة إليهم.

شكل ٩

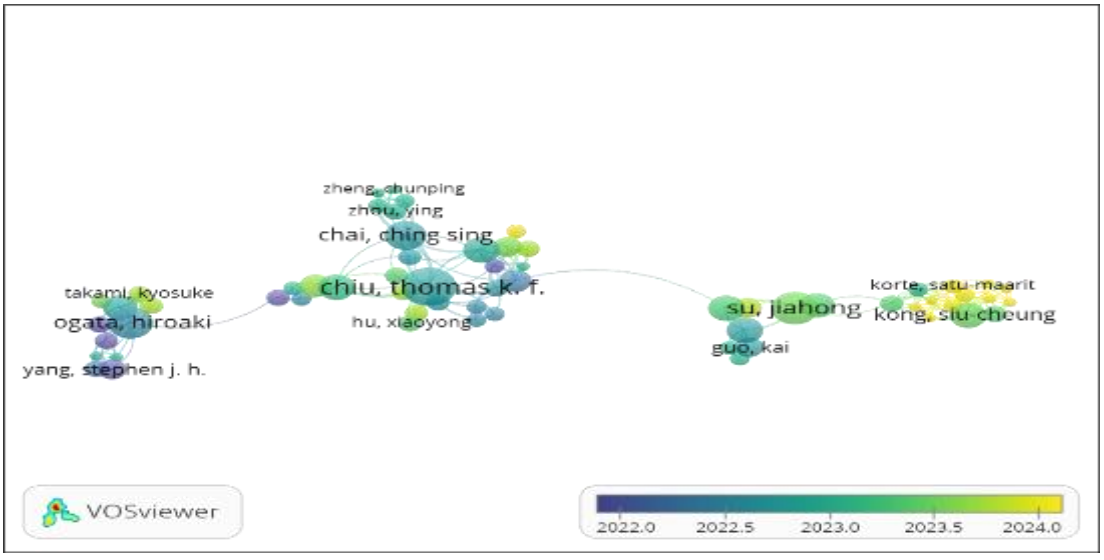
شبكة التعاون بين المؤلفين



وبالتحليل الزمنى لعملية التأليف المشترك بين الباحثين شكل (١٠)، نلاحظ وجود تأليف مشترك بين المؤلفين أكبر خلال عام ٢٠٢٣ م عن عام ٢٠٢٢ م، ولكن يُعد التأليف المشترك خلال ٢٠٢٤ م في بدايته حيث لم يكتمل العام بعد.

شكل ١٠

شبكة التعاون بين المؤلفين بناء على التسلسل الزمني



ب. تحليل التأليف المشترك بين المؤسسات:

تم تحليل شبكة التأليف المشترك بين المؤسسات المختلفة حيث تم إدراج المؤسسات التي نشرت على الأقل منشورين حول استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، أظهرت عملية التحليل في جدول (٨) أهم ١٠ مؤسسات في هذه الشبكة وهي مؤسسة Educ Univ Hong Kong، ومؤسسة Chinese Univ Hong Kong، ومؤسسة Monash Univ، ومؤسسة Univ Hong Kong، ومؤسسة Beijing Normal Univ، ومؤسسة Univ New South Wales، ومؤسسة Univ Sydney، ومؤسسة South China Normal Univ، ومؤسسة Carnegie Mellon Univ، ومؤسسة Univ Queensland ، وتجدر الإشارة أن ٥ فقط من بين المؤسسات الرئيسة الأكثر تأثيرًا في شبكة التأليف المشترك قد ظهروا أيضًا في شبكة المؤسسات الأكثر إنتاجية، وهم مؤسسة Educ Univ Hong Kong، ومؤسسة Chinese Univ Hong Kong، ومؤسسة Monash Univ، ومؤسسة Univ Hong Kong، ومؤسسة Beijing Normal Univ.

جدول ٨

المؤسسات العشرة ذوات التأليف المشترك الأعلى

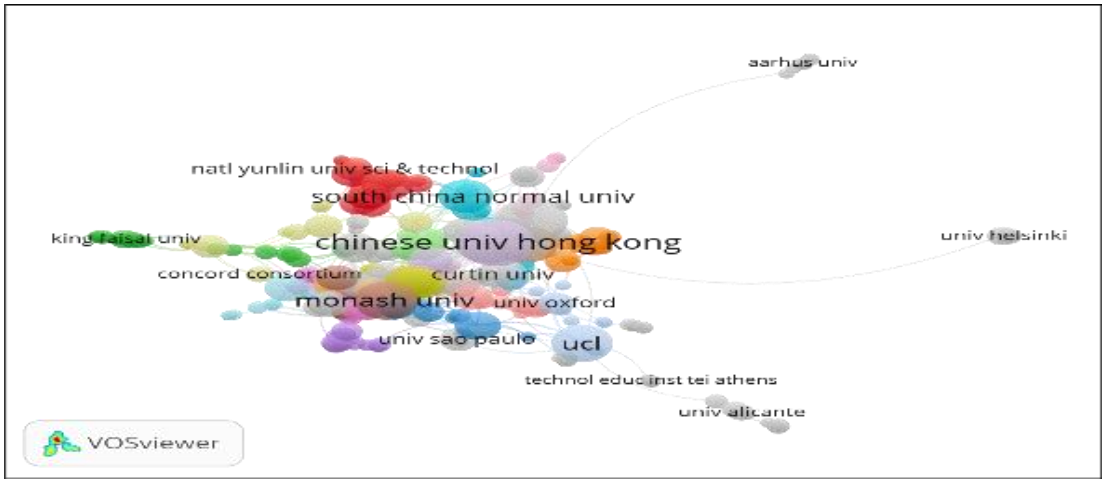
Rank	Organization	Documents	Citations	Total Link Strength
1	Educ Univ Hong Kong	36	279	56
2	Chinese Univ Hong Kong	39	412	48
3	Monash Univ	27	376	45
4	Univ Hong Kong	36	209	39
5	Beijing Normal Univ	25	391	38
6	Univ New South Wales	13	194	34
7	Univ Sydney	17	250	29
8	South China Normal Univ	20	45	24
9	Carnegie Mellon Univ	13	247	22
٩	Univ Queensland	16	85	22

يوضح شكل (١١) شبكة التعاون بين المؤسسات (التأليف المشترك)، وهى تضم ٣٤ مجموعة؛ حيث تم تمثيل ٣٩١ مؤسسة، وتمثل كل مجموعة منها لونًا مختلفًا، تعبر كل مجموعة عن عقدة، ويتناسب حجم العقدة طرديًا مع أرقام النشر، وكلما كانت العقدة أكبر، زاد عدد الوثائق المنشورة لدى المؤسسة، كما يشير رابط الاتصال إلى درجة التعاون الأكاديمي المؤسسي، ومثلت جامعة Educ Univ Hong Kong أهم المؤسسات في المجموعة الأولى، وفي المجموعة الثانية،

Chinese Univ Hong Kong ، وجامعة Monash Univ في المجموعة الثالثة، وجامعة Univ Hong Kong في المجموعة الرابعة، وفي المجموعة الخامسة جامعة Beijing Normal Univ، ومن الجدير بالذكر أن نصف المؤسسات الأكثر أهمية في مجموعات شبكة التعاون هي من الصين والنصف الآخر من أستراليا، وجامعة واحدة فقط من أمريكا وهى Carnegie Mellon Univ .

شكل ١١

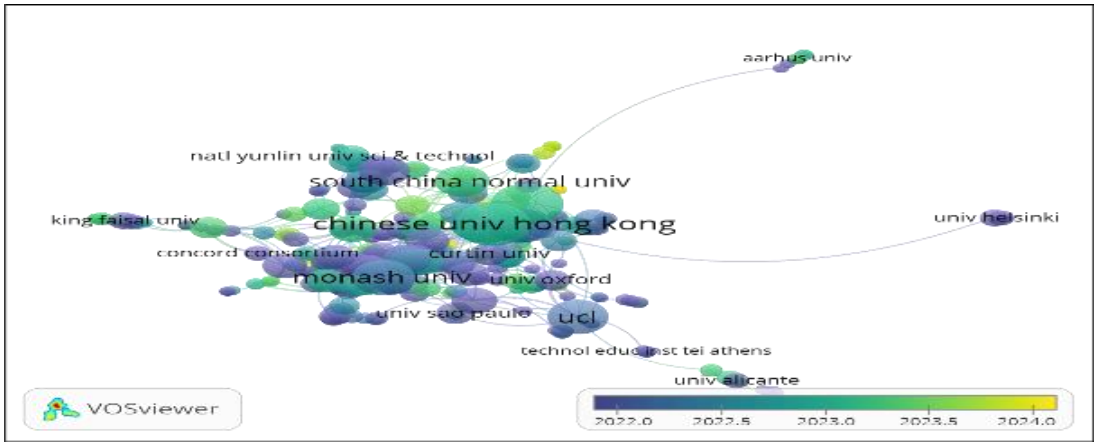
شبكة التعاون بين المؤسسات



وبالتحليل الزمنى لعملية التأليف المشترك بين المؤسسات شكل (١٢)، نلاحظ وجود تأليف مشترك بين المؤسسات بشكل أكبر خلال عامي ٢٠٢٢م ، و٢٠٢٣ م .

شكل ١٢

شبكة التعاون بين المؤسسات بناء على التسلسل الزمني



ج. تحليل التأليف المشترك بين الدول:

بلغ مجموع الدول التي نشرت في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها ١٠٠ دولة ، من مختلف قارات العالم، بلغ عدد الدول التي نشرت على الأقل منشورين ٧٧ دولة، ويعرض جدول (٩) الدول العشرة ذوات التأليف المشترك الأعلى في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ومن الجدير بالذكر أن الدول العشر هي من الدول المتقدمة وهي مرتبة حسب إجمالي قوة الارتباط، حيث جاءت الولايات المتحدة الأمريكية (USA) في المرتبة الأولى، وتليها أستراليا(Australia)، ثم يليها كل من: الصين، وإنجلترا، وكندا، وألمانيا، وفنلندا، واليابان، وإسبانيا، ونيوزيلاندا على الترتيب، وتجدر الإشارة هنا أنه على المستوى العربي بالرغم من ظهور المملكة العربية السعودية كأول دولة عربية أكثر إنتاجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؛ إلا أنها لم تظهر في شبكة التأليف المشترك بين الدول، بينما تكرر ظهور كل من مصر التي أتت في الترتيب الأول على مستوى الدول العربية في هذه الشبكة، ويليها كل من قطر، والعراق، والأردن، والكويت، والمغرب، وعُمان، على الترتيب.

جدول ٩

الدول العشرة ذوات التأليف المشترك الأعلى

Rank	Country	Documents	citations	Links	total link strength
1	USA	477	4604	51	181
2	Australia	159	1747	41	141
3	Peoples R China	312	2349	30	139
4	England	147	1291	43	127
5	Canada	80	637	28	79
6	Germany	56	790	28	60
7	Finland	31	240	19	43
8	Japan	39	177	22	38
9	Spain	98	674	22	36
10	Netherlands	21	302	21	32

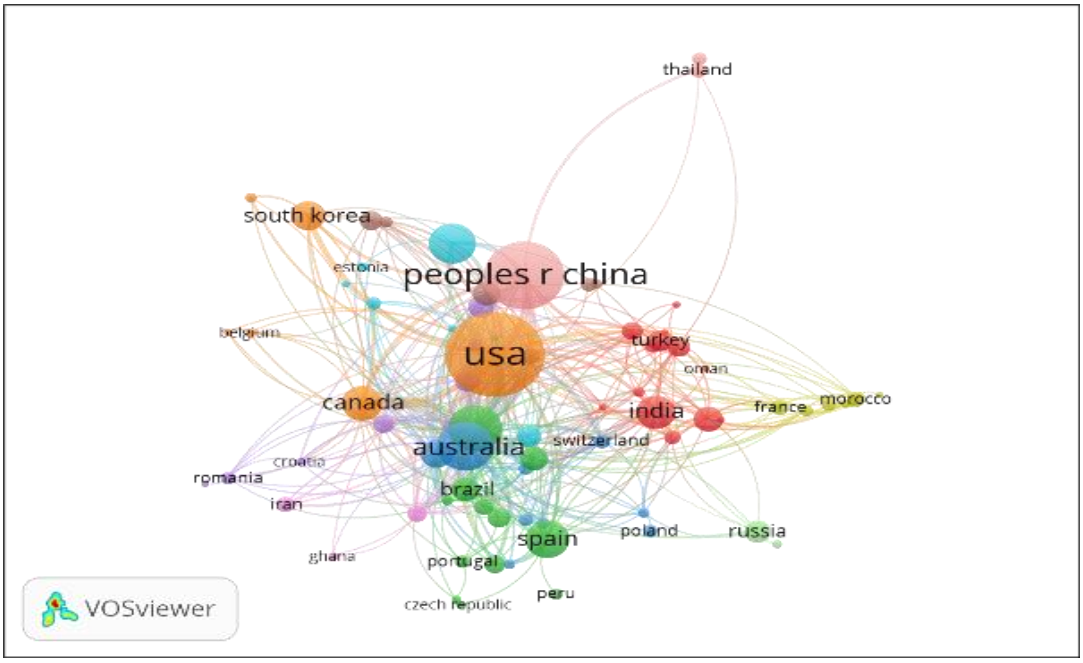
يوضح الشكل (١٣) التمثيل البياني لشبكة التعاون بين الدول في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها ، حيث يمثل حجم الدوائر علاقة التعاون الكلية للدولة مع باقي الدول ويمثل سمك الروابط قوة التعاون وتمثل الأولوان مجموعات/ شبكات التعاون، وفي هذا الصدد يمكننا تمييز ١١ مجموعة رئيسة، تتضمن الدول العشرة الأكثر تعاونًا ودول أخرى مرتبطة بها، ونلاحظ الولايات المتحدة الأمريكية كأحد أبرز هذه الدول ممثلة باللون البرتقالي، وتقع في

المجموعة ٧ ولديها ٥١ رابطًا للتعاون مع الدول الأخرى، وتتضمن معها في نفس المجموعة ٥ دول منها على سبيل المثال كوريا الجنوبية وكندا وبلجيكا، ثم أستراليا وهي ممثلة باللون الأزرق، وتقع في المجموعة ٣ ولديها ٤١ رابطًا للتعاون مع الدول الأخرى، وتتضمن معها في نفس المجموعة ٨ دول منها على سبيل المثال: مصر وألمانيا، وبولندا، ويليها الصين باللون الوردي، وتقع في المجموعة١٠ ، ولديها ٣٠ رابطًا للتعاون مع الدول الأخرى، وتتضمن معها في نفس المجموعة دولتين، وهما الفلبين، وتايلاند، أما إسبانيا باللون الأخضر، وتقع في المجموعة ٢ ولديها ٢٢ رابط تعاون مع الدول الأخرى، وتتضمن معها في نفس المجموعة ٨ دول منها المكسيك، وشمال أفريقيا، والبرازيل، أما نيوزيلاندا باللون البنفسجي الفاتح وتقع في المجموعة٩ ولديها ٢١ رابط تعاون وتتضمن معها في نفس المجموعة ٢ دولة وهما إيران وغانا.

وتجدر الإشارة هنا أن الهند على الرغم من عدم ظهورها بين الدول العشرة الأكثر تعاونًا في جدول (٩) إلا أنها ظهرت في شبكة التمثيل البياني لتحليل التعاون بين الدول، ووقعت في المجموعة ١ والتي لها ٢٢ رابط تعاون مع دول أخري، وتتضمن معها في نفس المجموعة ١٢ دولة من بينها: المملكة العربية السعودية وعُمان، والبحرين، وتركيا، ونيجريا، والعراق، وسيرلانكا.

شكل ١٣

شبكة التعاون بين الدول

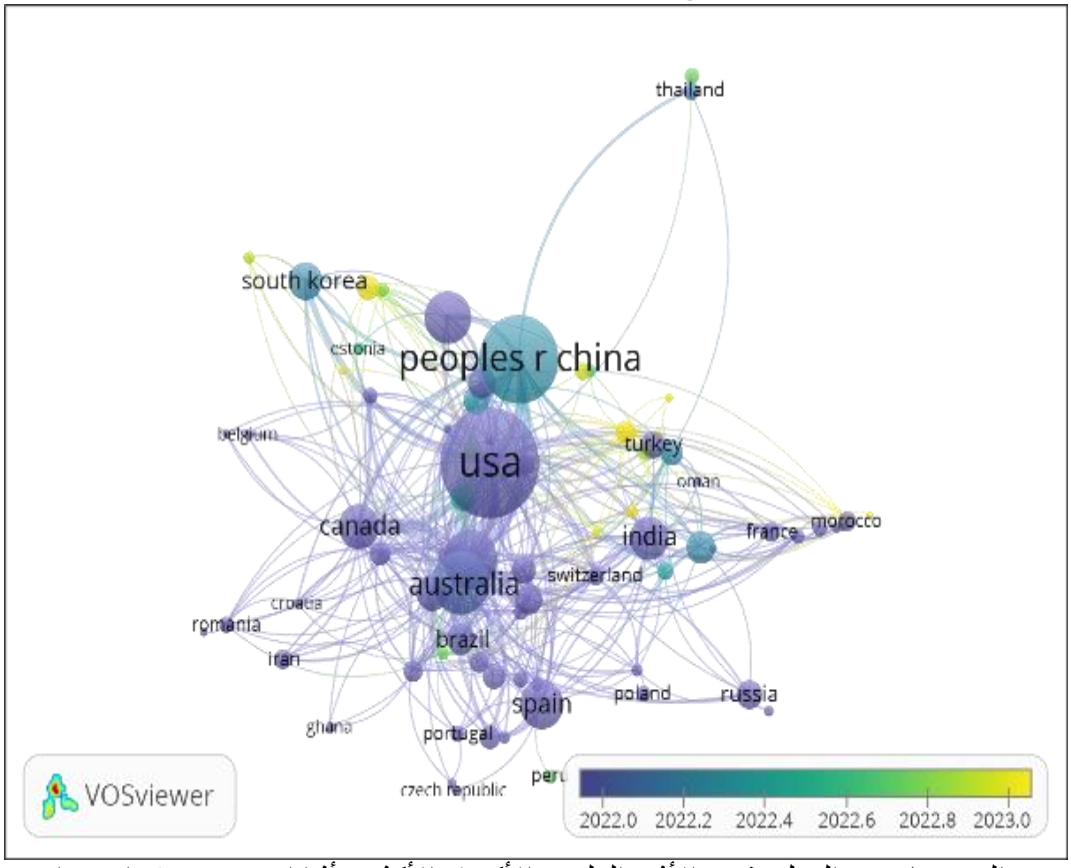


وبالتحليل الزمنى لعملية التأليف المشترك بين المؤسسات يوضح شكل (١٤) وجود تأليف مشترك بين الدول بصورة أكبر خلال عام ٢٠٢٢م.

شكل ١٤

شبكة التعاون بين الدول بناء على التسلسل الزمني

٤. الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث " ما البحوث والمجلات والمؤلفون، والمؤسسات، والدول ذوو الأثر العلمي الأكبر/ الأكثر تأثيرًا في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟ (Citation Analysis)"



للإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث تم **تحليل الاقتباس/ الاستشهادات المرجعية Citation Analysis**، للبحوث والمجلات والمؤلفين، والمؤسسات، والدول ذوي الأثر العلمي الأكبر/ الأكثر تأثيرًا في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وفيما يلى عرض للنتائج التي تم الحصول عليها في هذا الصدد:

أ- بالنسبة للمنشورات البحثية الأكثر استشهادًا:

بلغ عدد المنشورات البحثية التي لها ٥ اقتباسات فأكثر ٣٥١ منشورًا بحثيًا، تتوزع في ٣٠ مجموعة، تم ترتيبها وفقًا لعدد الاستشهادات، وحُدد المنشورات العشرة الأكثر استشهادًا وفقًا لمجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويوضح جدول(١٠) المنشورات العشرة الأكثر استشهادًا، وجاء في المرتبة الأولي منشور(2012) Chatti بعدد استشهادات ٣١٢ والذى استقصى العلاقة بين تحليلات التعلم Learning Analytics والتعلم الآلي، والذكاء الاصطناعي، والتحديات التي تواجه ذلك، واستهدف المنشور وضع نموذجًا مرجعيًا رباعي الأبعاد لتحليلات التعلم تتمثل في: البيانات والبيئات (ماذا؟)، وأصحاب المصلحة (من؟)، والأهداف (لماذا؟) والأساليب (كيف؟)، ثم جاء في المرتبة الثانية منشور Garcia (2007) بعدد استشهادات ٢٥٤ والذي استهدف تقييم الشبكات الافتراضية في اكتشاف أسلوب تعلم الطلاب في نظام تعليمي قائم على الويب، وقد تم تقييم النموذج الافتراضي المقترح في سياق دورة تدريبية على شبكة الإنترنت حول الذكاء الاصطناعي، وكانت النتائج التي تم الحصول عليها واعدة فيما يتعلق بالكشف عن أنماط التعلم لدى الطلاب، حيث تم العثور على مستويات مختلفة من الدقة للأبعاد أو الجوانب المختلفة لأسلوب التعلم.

ومثل منشور (2024) Cotton المرتبة الثالثة بعدد استشهادات ٢١٤ والذى استقصى فرص وتحديات استخدام ChatGPT في التعليم العالي، وناقش الإيجابيات والمخاطر المحتملة له، وجاء في المرتبة الرابعة (2023) Tlili بعدد استشهادات ٢٠٢ الذى تقصى استخدام ChatGPT في التعليم، وإيجابيات هذا الاستخدام وعواقبه، والتحقيق في تجارب المستخدمين، والقضايا المختلفة المرتبطة بهذا الاستخدام، وتوفر نتائج هذا المنشور البحثي عديدًا من الاتجاهات البحثية التي ينبغي أخذها في الاعتبار لضمان اعتماد آمن لروبوتات الدردشة، وتحديدًا استخدام ChatGPT في التعليم.

جاء في المرتبة الخامسة المنشور الذي أعده (٢٠٠٣) Hwang بعدد استشهادات ١٨٣ والذي استهدف اعتماد الذكاء الاصطناعي واستخدام شبكات الحاسوب لتطوير أنظمة التعليم بمساعدة الحاسوب، وكذا تطوير برامج أكثر فعالية لاختبار وتعزيز الأداء التعليمي للطلاب. أما منشور (٢٠٢٠) Goralski فقد جاء في المرتبة السادسة بعدد استشهادات ١٤٤ وهدف إلى استقصاء مدي مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وكذا تحديد الآثار المترتبة على قيادة الأعمال وتعليم قادة الأعمال في المستقبل، كما أنه يستخلص بعض الدروس حول التعلم الإداري وتنمية المهارات القيادية من أجل الاستدامة العالمية.

أما منشور(٢٠١٨) Kessler والذى جاء في المرتبة السابعة بعدد استشهادات ١٣٩ فقد تناول مدى سيطرة التفاعلات الاجتماعية التي تعتمد على التكنولوجيا على حياتنا اليومية، وكيف يمكننا الاستفادة من تلك التفاعلات لصالح المتعلمين، وإشراكهم في تجارب التعلم بطرق تشجعهم على ممارسة اللغة على نطاق واسع، بينما جاء منشور(٢٠٢٣) .Farrokhnia et al في المرتبة الثامنة بعدد استشهادات ١٢٩ وقد استخدم إطار تحليل SWOT لتوضيح نقاط القوة والضعف في ChatGPT ومناقشة الفرص، والتهديدات التي يواجهها التعليم في هذا الصدد، أما المنشور التاسع الذي أعده (٢٠٠٣) Chou فقد جاء بعدد استشهادات ١٢٥ وتناول القضايا المرتبطة بأنظمة التدريس الذكي، وهى المعلم كمدرب ذكي Teacher As An Intelligent Tutor والمعلم كمرافق للتعلم Teacher As A Learning Companion.

وجاء في المرتبة العاشرة منشور Cooper (2023) بعدد استشهادات ١٢٣ والذي عُنى باستكشاف إمكانية استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي ChatGPT في تعليم العلوم، والطرق التي يمكن للمعلمين من خلالها استخدام ChatGPT في طرائق تدريس العلوم الخاصة بهم، وكيف يضع المعلمون نموذجًا للاستخدام المسؤول لـ ChatGPT، وإجراء تقييم نقدي لأي مورد يتم إنشاؤه بواسطة الذكاء الاصطناعي، وتكييفه مع سياقات التدريس الخاصة بهم.

جدول ١٠

المنشورات البحثية الأكثر استشهادًا

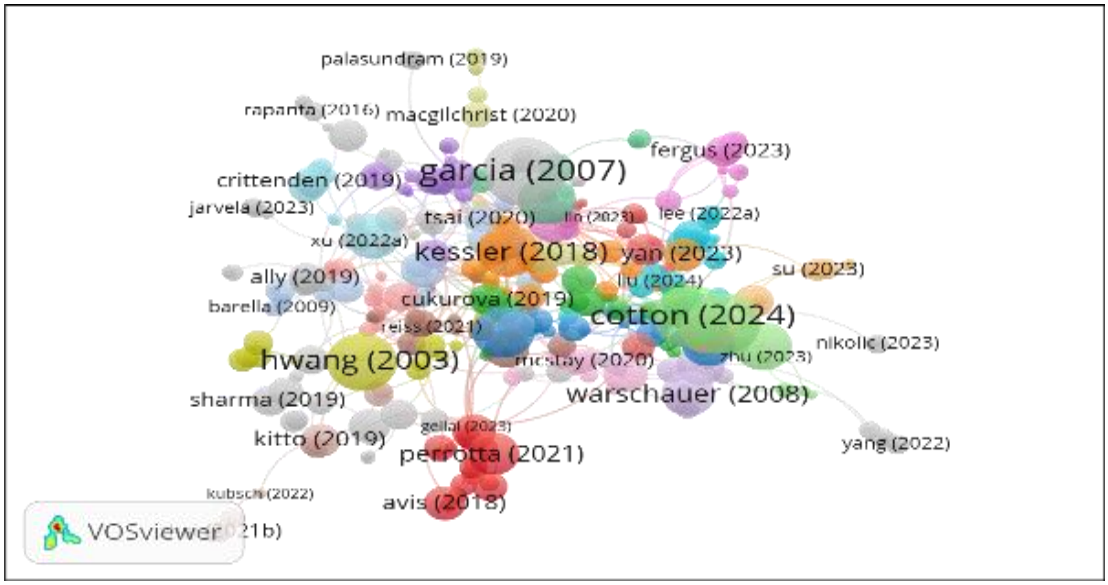
Rank	Author/s	Document title	Citations	Links
1	Chatti (2012)	A reference model for learning analytics	312	0
2	Garcia (2007)	Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles	254	5
3	Cotton (2024)	Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT	214	15
4	Tlili (2023)	What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education	202	14
5	Hwang (2003)	A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems	183	3
6	Goralski (2020)	Artificial intelligence and	144	4

Rank	Author/s	Document title	Citations	Links
		sustainable development.		
7	Kessler (2018)	Technology and the future of language teaching	139	2
8	Farrokhnia (2023)	A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research	129	6
9	Chou (2003)	Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents	125	4
١٠	Cooper (2023)	Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence	123	9

ويلاحظ من تحليل جدول المنشورات البحثية العشرة الأكثر استشهاداً أن عدد الاستشهادات لكل منها تخطى ١٠٠ استشهاد، وعلى الرغم من أن منشور chatti (2012) الذي جاء في المرتبة الأولى من حيث عدد الاستشهادات بإجمالي ٣١٢ استشهادًا إلا أن ليس لديه روابط تعاون مع مؤلفين آخرين في المجال ولم يظهر في شبكة تحليل البحوث الأكثر استشهادًا في شكل (١٥) .

شكل ١٥

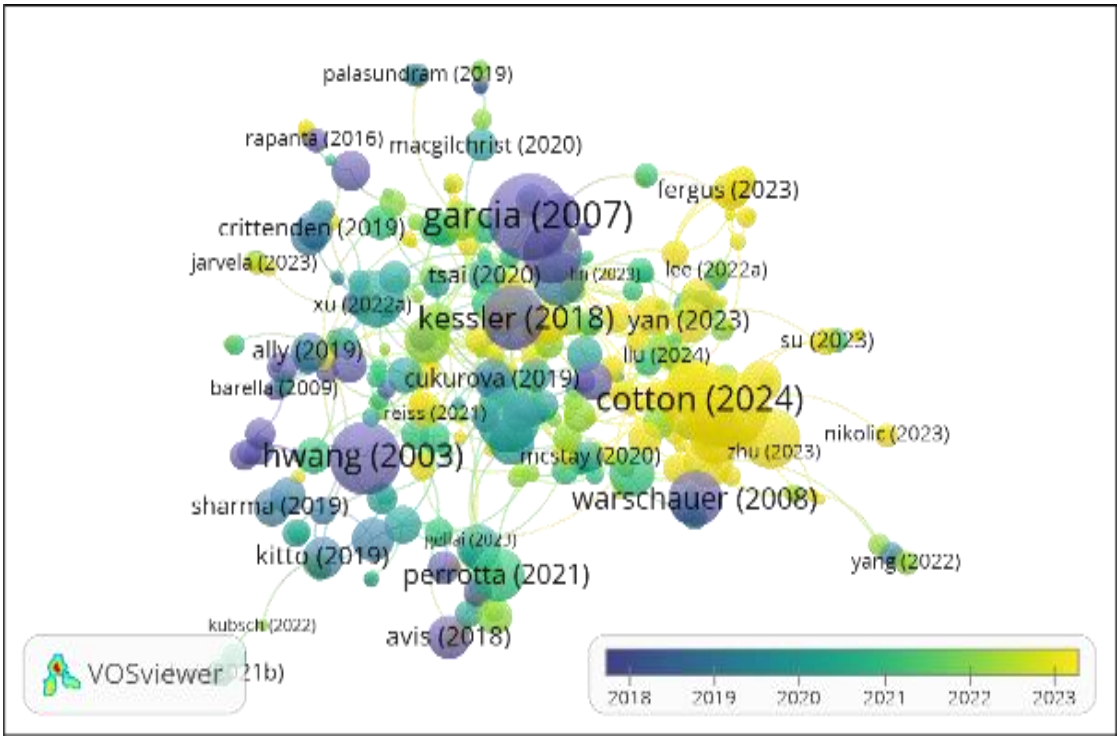
شبكة المنشورات البحثية الأكثر استشهادًا



ويعرض شكل (١٦) التحليل الزمنى للبحوث الأكثر استشهادًا، ويلاحظ من ذلك توزيع الاستشهادات لهذه البحوث بشكل متوازن عبر الفترات الزمنية المختلفة من ٢٠١٨ حتى ٢٠٢٣ م

شكل ١٦

شبكة المنشورات البحثية الأكثر استشهادًا بناء على التسلسل الزمني



فضلاً عن تحليل المنشورات العشرة الأكثر استشهادًا فقد عُني بتحليل بعض المنشورات البحثية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات التي ارتكزت على تقصى الإفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة في عمليتي تعليم الرياضيات وتعلمها بالنسبة للطلاب والمعلمين، ويُظهر جدول (١٠) أن أكثر هذه المنشورات استشهادًا هو منشور Jiménez-Hernández et al. (2020) وهو يقع ضمن منشورات المجموعة الثانية والذى استهدف استخدام تطبيق MiniBool كأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستندة إلى الويب، والتي تم تطويرها بهدف دعم تعلم الجبر البولي في بيئة التعلم المختلط باللعب، ويليه منشور Lin et al. (2021) والذى استهدف استخدام أنشطة قائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم

العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لدى الطلاب الجامعيين غير المتخصصين في الهندسة، يليه منشور lee & yeo(2022) الذى استهدف تعزيز مهارات التدريس الأصيلة الهادفة لدى معلمي الرياضيات قبل الخدمة عبر استخدام روبوت محادثة قائم على الذكاء الاصطناعي.

أما منشور Ellis& Slade (2023) فقد استهدف تقديم أمثلة لكيفية مساعدة ChatGPT في تعليم الإحصاء وعلوم البيانات، وتقديم الاقتراحات حول كيفية توجيه المعلمين طلابهم على استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي في الفصول الدراسية للإحصاء وعلوم البيانات، وبخاصة ChatGPT بشكل مسؤول، في حين اقترح منشور كل من Li et al.(2024) نموذجًا لضمان المساواة التعليمية؛ حيث تم تبنى تحولًا منهجيًا لتحقيق الذكاء الاصطناعي الدقيق والعادل لدعم التعلم والحد من التحيز، أما منشور Li et al.(2022) فقد هدف إلى معالجة تحديات السلامة التي تواجه وكلاء المحادثة (CA) المدعومين بالذكاء الاصطناعي (AI) والمبنية على بيانات تعليمية ضخمة لدعم تعلم طلاب المدارس الثانوية في منصة تعلم الجبر عبر الإنترنت، ودعم مشاركتهم في منتديات المناقشة، وذلك عبر نموذج مقترح من الباحثين والذى تم مقارنته مع نماذج أخرى، وأشارت النتائج أنه في حين أن النماذج الأخرى يمكنها توليد نصوص داعمة، فإن سلامتها معرضة للخطر، في حين أن النموذج المقترح يعزز بشكل فعال سلامة النصوص المولدة مع توفير دعم مماثل.

جدول ١٠

المنشورات البحثية الأكثر استشهادًا

Author/s	Document title	Source	cluster	Links	Citations
Jiménez-Hernández et al. (2020)	Using web-based gamified software to learn Boolean algebra simplification in a blended learning setting	Computer Applications in Engineering Education Volume 28, Issue 6 p. 1591-1611	2	1	6
Lin et al. (2021)	STEM-based Artificial Intelligence Learning in General Education for NonEngineering	Educational Technology & Society, 24 (3), 224–237	4	4	21

Author/s	Document title	Source	cluster	Links	Citations
	Undergraduate Students				
lee & yeo (2022)	Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics	Computers & Education Volume 191, December 2022, 104646	6	4	22
Ellis& Slade (2023)	A New Era of Learning: Considerations for ChatGPT as a Tool to Enhance Statistics and Data Science Education	Journal of Statistics and Data Science Education Volume 31, 2023 - Issue 2	11	1	6
Li et al. (2024)	Using fair AI to predict students' math learning outcomes in an online platform	Interactive Learning Environments Volume 32, 2024 - Issue 3	28	٣	٥
Li et al. (2022)	Building socially responsible conversational agents using big data to support online learning: A case with Algebra Nation	British Journal of Educational Technology Volume 53, Issue 4 p. 776-803	28	٣	٨

ب- بالنسبة للمجلات الأكثر استشهادًا:

بلغ عدد المجلات التي لها ٥ اقتباسات فأكثر ٨٣ مجلة، تتوزع في ١٤ مجموعة، تم ترتيبها وفقًا لعدد الاستشهادات، وحُددت المجلات العشرة الأكثر استشهادًا وفقًا لمجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويوضح

جدول(١١) المجلات العشرة الأكثر استشهادًا، حيث جاء في المرتبة الأولي مجلة Computers & Education بإجمالي عدد استشهادات ١١٠٥، وفى المرتبة الثانية مجلةEducation and Information Technologies بإجمالي عدد استشهادات ٩٩٢ ، وفى المرتبة الثالثة مجلة British Journal of Educational Technology، ثم مجلة Educational Technology & Society، ومجلة Interactive Learning Environments، ومجلة International Journal of Educational Technology in Higher Education، ومجلة International Journal of Emerging Technologies in Learning، ومجلة learning media and technology، ومجلة Journal of Chemical Education، ومجلة Innovations in Education and Teaching International وجميعها جاء بعدد استشهادات يتعدى ٣٥٠ استشهادًا.

جدول ١١

المجلات العشرة الأكثر استشهادًا

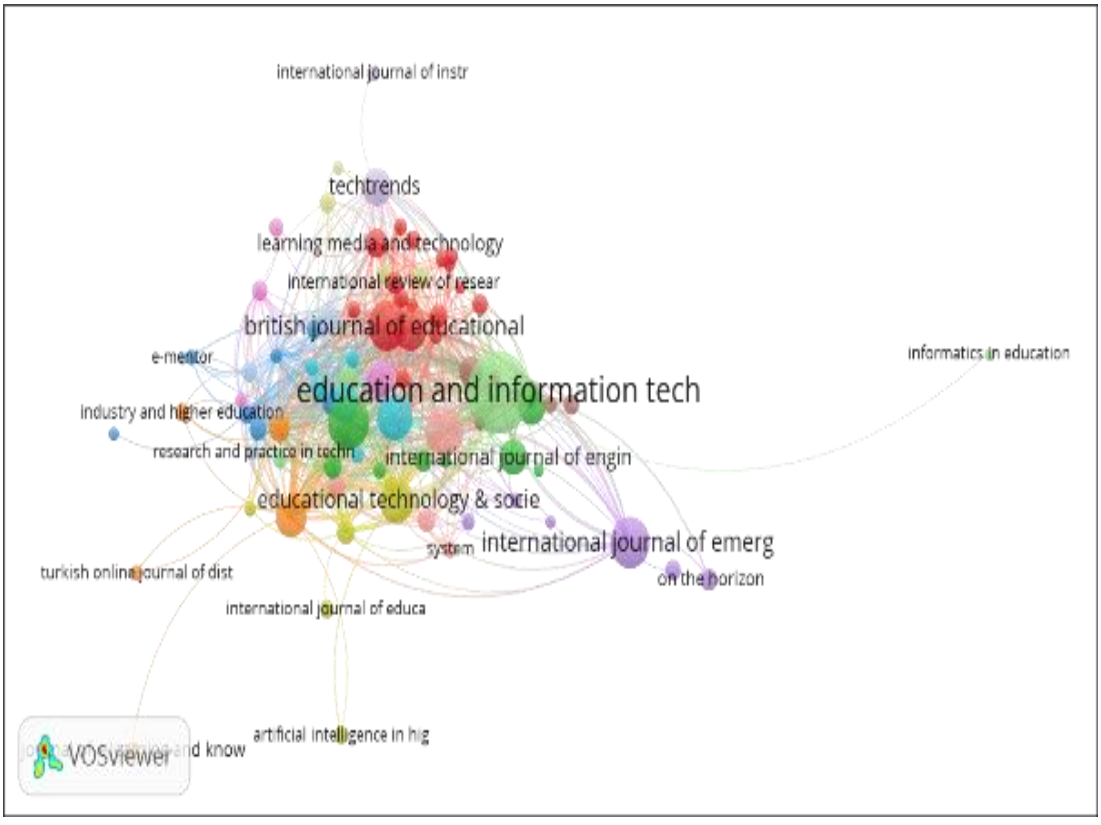
Rank	Source	Documents	Citations	Total link strength
1	Computers & Education	30	1105	103
2	Education and Information Technologies	150	992	410
3	British Journal of Educational Technology	53	749	156
4	Educational Technology & Society	43	667	147
5	Interactive Learning Environments	53	576	196
6	International Journal of Educational Technology in Higher Education	37	499	205
7	International Journal of Emerging Technologies in Learning	58	485	42
8	Learning Media and Technology	20	407	58
9	Journal Of Chemical Education	31	364	40
10	Innovations In Education and Teaching International	8	360	118

تجدر ملاحظة أنه من بين المجلات العشرة الأكثر استشهادًا يوجد ٦ من بينهم يمثلون أيضًا مجلات أكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها وهى مجلة education and information

British journal of educational technology، ومجلة technologies، ومجلة educational technology & society، ومجلة interactive learning environments، ومجلة international journal of educational technology in higher education، ومجلة international journal of emerging technologies in learning، ويعرض شكل (١٧) شبكات المجلات الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها

شكل ١٧

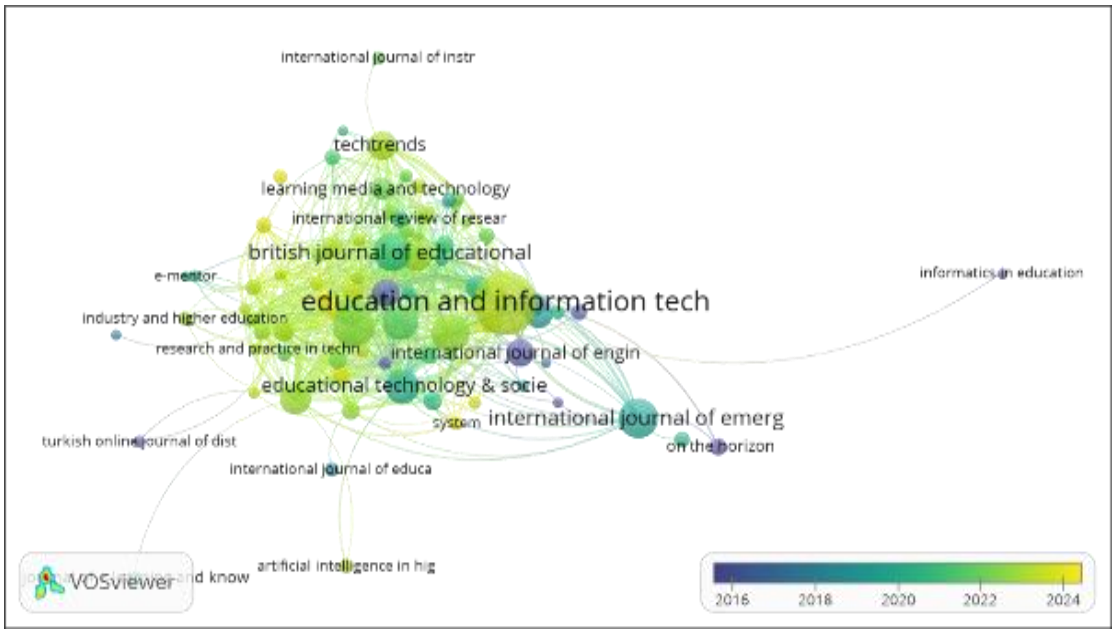
شبكة المجلات الأكثر استشهادًا



كما يعرض شكل (١٨) شبكات المجلات الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بناء على التسلسل الزمني والذي يوضح أن الفترة الزمنية من ٢٠٢٢ إلى ٢٠٢٣ مثلت الاسم الأكبر من الاستشهادات.

شكل ١٨

شبكة المجلات الأكثر استشهادًا بناء على التسلسل الزمني



وبالنسبة للمجلات المتخصصة في تربويات الرياضيات والأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها حققت مجلة Eurasia journal of mathematics science and technology education (٤٣) استشهادًا وجاءت في المرتبة (٥٠)، يليها مجلة ZDM-mathematics education التي حققت (١١) استشهادًا ، وجاءت في المرتبة (٨١) كما هو موضح في جدول (١٢).

جدول (١٢)

المجلات المتخصصة في تربويات الرياضيات والأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات

Rank	Source	Documents	citations	total link strength
50	Eurasia journal of mathematics science and technology education	5	43	0
81	ZDM-mathematics education	5	11	0

حظى تحليل بعض المنشورات البحثية لمجلة Eurasia journal of mathematics science and technology education، و لمجلة ZDM-

mathematics education ، ذات الصلة باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، بالعناية والرصد، ومن بين هذه المنشورات منشور Maj(2024) الذى عُنى بالتصدي لبعض التحديات التي تواجه مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مثل الحمل المعرفي، وجاء ذلك عبر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين الحمل المعرفي على الطلاب في مجالات STEM، أما منشور كل من Vasconcelos& dos Santos (2023) فقد هدف إلى تعزيز التعلم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات باستخدام تطبيقي ChatGPT وBing Chat وتعرف مدى تأثيرهما في تعزيز التفكير التأملي والنقدي وفهم المفاهيم في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، سلطت النتائج الضوء على قدرة ChatGPT وBing Chat على مساعدة المتعلمين على تطوير التفكير التأملي والنقدي والإبداع ومهارات حل المشكلات وفهم المفاهيم، وأشارت إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي مع التعلم التعاوني والأنشطة التعليمية الأخرى أمر بالغ الأهمية، كما أشارت إلى ضرورة معالجة القيود المحتملة مثل المخاوف بشأن دقة معلومات الذكاء الاصطناعي وموثوقية معلومات الذكاء الاصطناعي.

واستهدف منشور Wardat et al.(2023) دراسة وجهات نظر الطلاب والمعلمين، حول استخدام الذكاء الاصطناعي في تدريس الرياضيات، وخاصة بعد إطلاق ChatGPT، تبنت الدراسة نهج دراسة الحالة النوعية المكون من مرحلتين: تحليل محتوى المقابلات والتحقيق في تجربة المستخدم، وأظهرت المرحلة الأولى من الدراسة أن ChatGPT معروف بقدراته الرياضياتية المحسنة، وقدرته على زيادة النجاح التعليمي من خلال تزويد المستخدمين بالمعرفة الأساسية بالرياضيات والموضوعات المختلفة، كما أن ChatGPT يمكن استخدامه في تعليم الهندسة، وفي المرحلة الثانية من الدراسة، كشف التحقيق في تجارب المستخدم من خلال ثلاث سيناريوهات تعليمية عن قضايا مختلفة أن ChatGPT يفتقر إلى فهم عميق للهندسة ولا يمكنه تصحيح المفاهيم الخطأ بشكل فعال، كما كشف أن دقة وفعالية حلول ChatGPT يعتمد على تعقيد المعادلة وبيانات الإدخال والتعليمات المقدمة إليه، ومن المتوقع أن يصبح ChatGPT أكثر كفاءة في حل المشكلات الرياضياتية المعقدة بشكل متزايد، كما قدمت مجموعة من الاقتراحات من أجل الاستخدام الأمن لتطبيق ChatGPT، في تعليم وتعلم الرياضيات.

أما منشور Engelbrecht& Borba(2023) فقد استعرض بعض التطورات المهمة في استخدام التكنولوجيا الرقمية في تعليم الرياضيات وتعلمها على مدى السنوات الخمس الماضية، كما استعرض تطور مجال STEAM ونقده، فضلاً عن عملية إعادة تعريف مساحات التعلم في تحويل فصول الرياضيات، وكذا

الاستخدام المتزايد لأنظمة الجبر الحاسوبية وحزم الهندسة الديناميكية؛ وقضية تعاون الطلاب عبر الإنترنت، وخاصة باستخدام بيئات التعلم ووسائل التواصل الاجتماعي، وأنظمة الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك التخصيص المفرط للتعلم، وتعدد الوسائط ومقاطع الفيديو، وبعض المخاوف المحتملة، وبعض التوجهات الجديدة المحتملة للبحث في هذا المجال.

ويقدم منشور del Olmo-Muñoz et al. (2023) تقييمًا لكيفية استخدام التكنولوجيا في تدريس الرياضيات، مع أهمية خاصة للتعلم أثناء وباء كوفيد-١٩، ولهذا الغرض، تم إجراء مراجعة منهجية، والكشف عن الغياب شبه الكامل للتجارب التي لا يتم فيها استخدام التكنولوجيا من قبل المعلم، ويستعرض المنشور دراسة توضح إلى أي مدى يمكن أن تكون أنظمة التدريس الذكية فعالة من حيث التكلفة مقارنة بالتدريس البشري الفردي والحلول الموجهة نحو التعلم الرياضياتي للإشراف المكثف في تدريس حل المشكلات اللفظية، وخاصة المناسبة للإعدادات عن بعد، وعلى الرغم من إمكانات هذه التقنيات، فقد أظهرت التجربة أيضًا أن المستوى الاجتماعي والاقتصادي للطلاب كان عاملاً حاسمًا في معدل المشاركة في نظام التدريس الذكي، بغض النظر عما إذا كانت الإدارة تضمن وصول الطلاب إلى الموارد التكنولوجية أثناء وضع كوفيد-١٩ أم لا.

ج- بالنسبة للمؤلفين الأكثر استشهادًا:

بلغ عدد المؤلفين الذين لديهم ٣ اقتباسات فأكثر ١٤٥ مؤلفًا، يتوزعون في ١٣ مجموعة، تم ترتيبها وفقًا لعدد الاستشهادات، وحدد المؤلفون العشرة الأكثر استشهادًا وفقًا لمجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ويوضح جدول (١٣) المؤلفين العشرة الأكثر استشهادًا، وجاء في المرتبة الأولي chiu, thomas k. f. بإجمالي عدد استشهادات ٢٩٤، وجاء في المرتبة الثانية amandi, analia بإجمالي عدد استشهادات ٢٧٨، وفى المرتبة الثالثة كل من gulson, kalervo n. ، وtlili, ahmed باجمالى عدد استشهادات ٢٣٢ ، وفي المرتبة الرابعة huang, ronghuai بإجمالي عدد استشهادات ٢٣١.

جدول ١٣

المؤلفون العشرة الأكثر استشهادًا

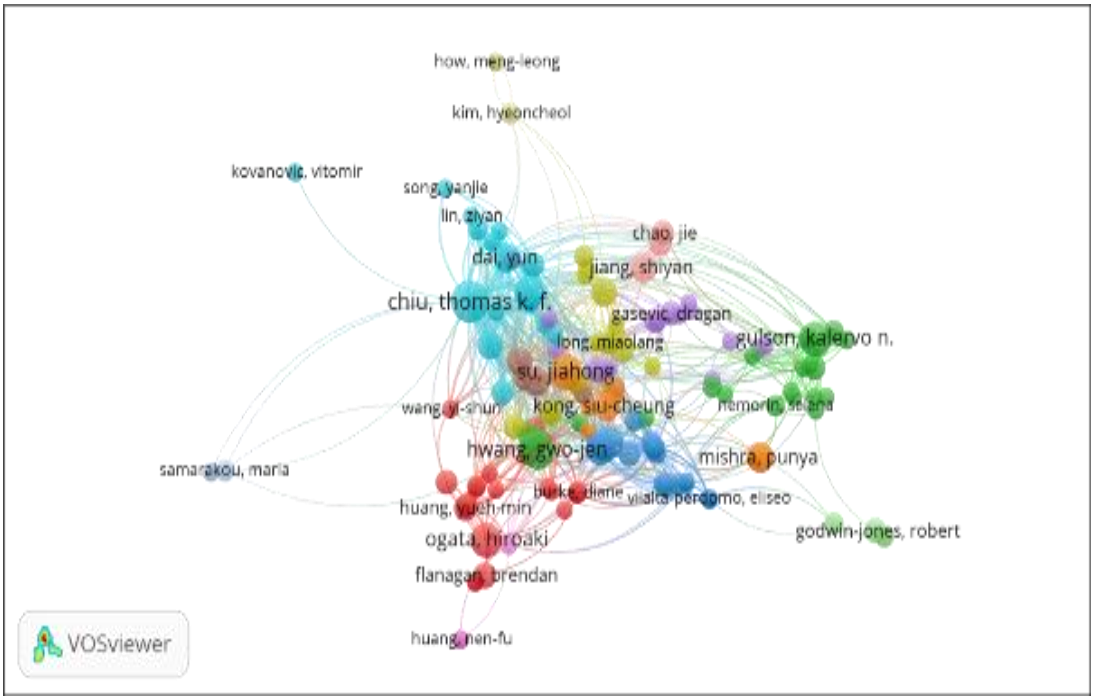
Rank	Author	documents	Citations	total link strength
1	chiu, thomas k. f.	15	294	209
2	amandi, analia	3	278	4
3	gulson, kalervo n.	10	232	72
٣	tlili, ahmed	5	232	20

٤	huang, ronghuai	4	231	20
٥	bozkurt, aras	4	215	23
٦	williamson, ben	5	194	39
٧	perrotta, carlo	3	182	38
٨	chai, ching sing	9	181	113
٩	xie, haoran	9	171	39

تجدر ملاحظة أنه من بين المؤلفين العشرة الأكثر استشهادًا يوجد ٤ من بينهم يمثلون أيضًا مؤلفين أكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها وهم: المؤلف chiu, thomas k. f.، و المؤلف gulson, kalervo n. ، و المؤلف chai, ching sing، والمؤلف xie, haoran، ويعرض شكل (١٩) شبكة المؤلفين الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، بينما يعرض شكل (٢٠) هذه الشبكة بناء على التسلسل الزمني والذى يوضح أن أكثر الاستشهادات للمؤلفين تركزت بشكل كبير على منشوراتهم البحثية في الفترة ما بين ٢٠٢١ حتى ٢٠٢٣ م واحتلت الفترة ما بين ٢٠٢٢ و٢٠٢٣ م القاسم الأكبر من تلك الاستشهادات .

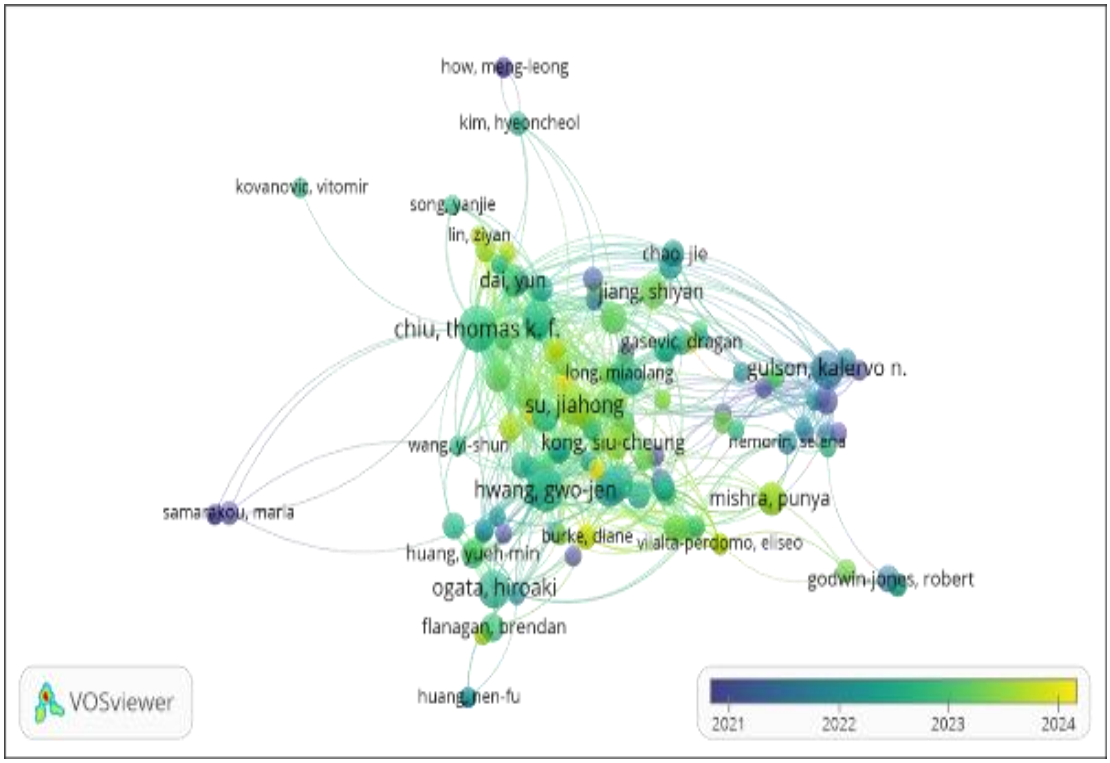
شكل ١٩

شبكة المؤلفين الأكثر استشهادًا



شكل ٢٠

شبكة المؤلفين الأكثر استشهادًا بناء على التسلسل الزمني



د- بالنسبة للمؤسسات الأكثر استشهادًا:

بلغ عدد المؤسسات التي لها ٥ اقتباسات فأكثر ١١٦ مؤسسة، يتوزعون في ١١ مجموعة، تم ترتيبها وفقًا لعدد الاستشهادات، وحُددت المؤسسات العشرة الأكثر استشهادًا وفقًا لمجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، كما هو موضح في جدول(١٤)، حيث جاء في المرتبة الأولي جامعة Chinese university Hong Kong بإجمالي استشهادات ٤١٢، وجاء في المرتبة الثانية جامعة Beijing normal university بإجمالي عدد استشهادات٣٩٢، وجاء في المرتبة الثالثة جامعة Monash University بإجمالي عدد استشهادات ٣٧٦، وفي المرتبة الرابعة جامعة University of Edinburgh بإجمالي عدد استشهادات ٣٠٢، يليها كل من جامعة Indiana University ، وجامعة Education

University of Hong Kong ، وجامعة University College London ، وجامعة University of Sydney ، وجامعة Carnegie Mellon University ، وجامعة National Central University وجميعها زاد عدد استشهاداتها عن ٢٠٠ استشهاد.

جدول ١٤

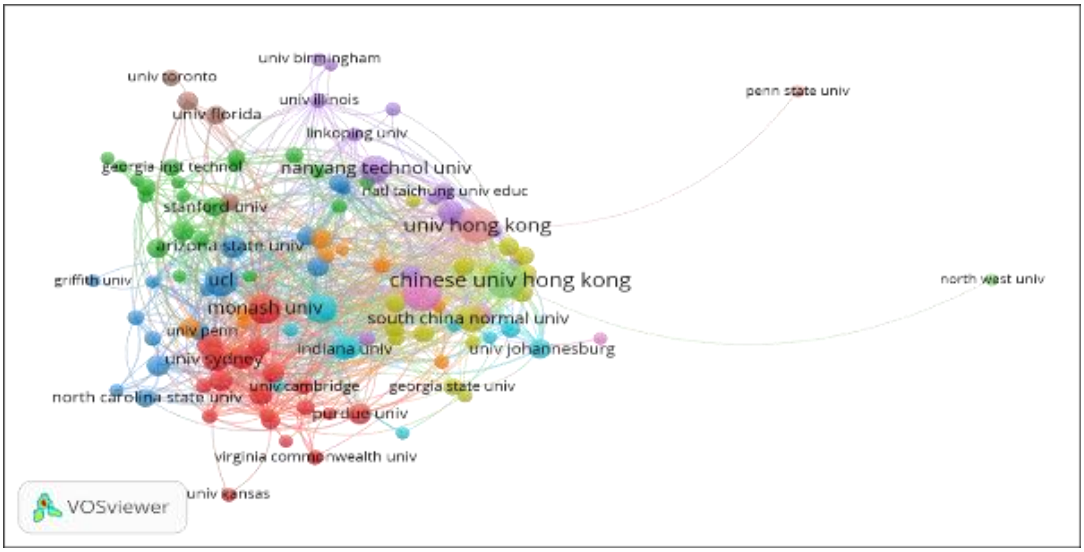
المؤسسات العشرة الأكثر استشهادًا

Rank	Organization	Documents	citations	total link strength
1	Chinese university Hong Kong	39	412	240
2	Beijing normal university	25	391	98
3	Monash University	27	376	135
4	University of Edinburgh	12	302	57
5	Indiana University	14	299	84
6	Education University of Hong Kong	37	279	164
7	University College London	26	275	85
8	University of Sydney	17	250	82
9	Carnegie Mellon University	13	247	31
10	National Central University	10	230	40

تجدر ملاحظة أنه من بين المؤسسات العشرة الأكثر استشهادًا يوجد ٤ مؤسسات منهم يمثلون أيضًا مؤسسات أكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها وهي: جامعة Chinese university Hong Kong ، وجامعة Beijing normal university، وجامعة Monash University ، وجامعة Education University of Hong Kong ، ويعرض شكل (٢١) شبكة المؤسسات الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها؛ حيث ارتكز العدد الأكبر من الاستشهادات لهذه المؤسسات خلال عام ٢٠٢٣ م كما هو موضح في شكل (٢٢).

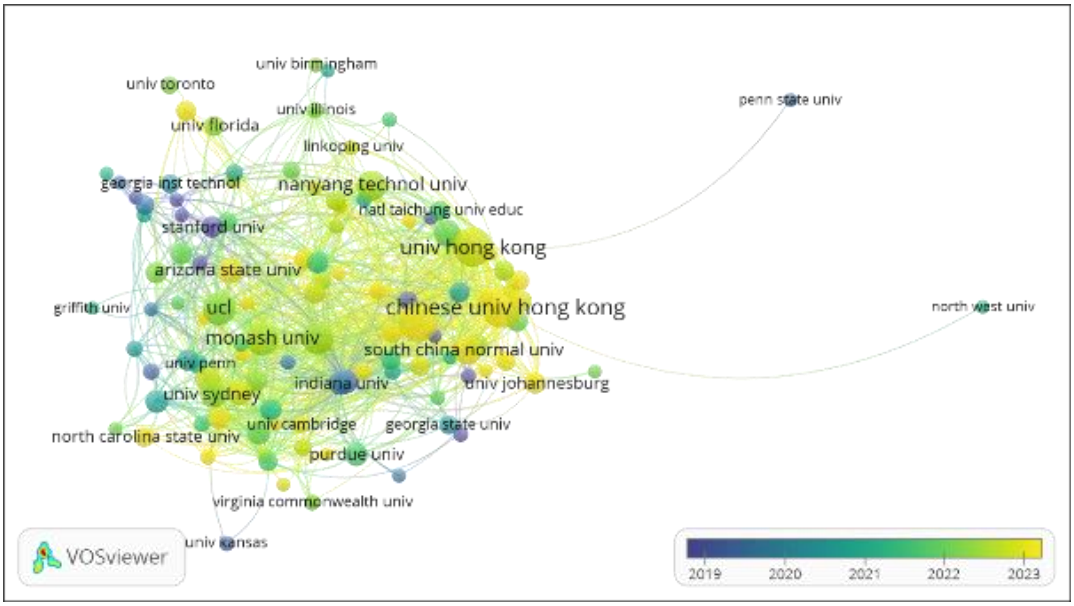
شكل ٢١

شبكة المؤسسات الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها



شكل ٢٢

شبكة المؤسسات الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها بناء على التسلسل الزمني



ذ- بالنسبة للدول الأكثر استشهادًا:

بلغ عدد الدول التي لها ٥ اقتباسات فأكثر ٦٦ دولة، يتوزعون في ١١ مجموعة، تم ترتيبها وفقًا لعدد الاستشهادات، وحُددت الدول العشرة الأكثر استشهادًا وفقًا لمجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، كما هو موضح في جدول(١٥)، وجاء في المرتبة الأولي دولة USA بإجمالي عدد استشهادات ٤٧٢٢ ، يليها Peoples r China بإجمالي عدد استشهادات ٢٣٨٢، ثم Australia بإجمالي عدد استشهادات ١٩٤٢، يليها England بإجمالي عدد استشهادات 1376 ، ثم Taiwan بإجمالي عدد استشهادات 1275، ثم كل من Germany، و Spain، و Canada، وSouth Korea ، وArgentina بعدد استشهادات يقل عن ١٠٠٠ استشهاد.

جدول ١٥

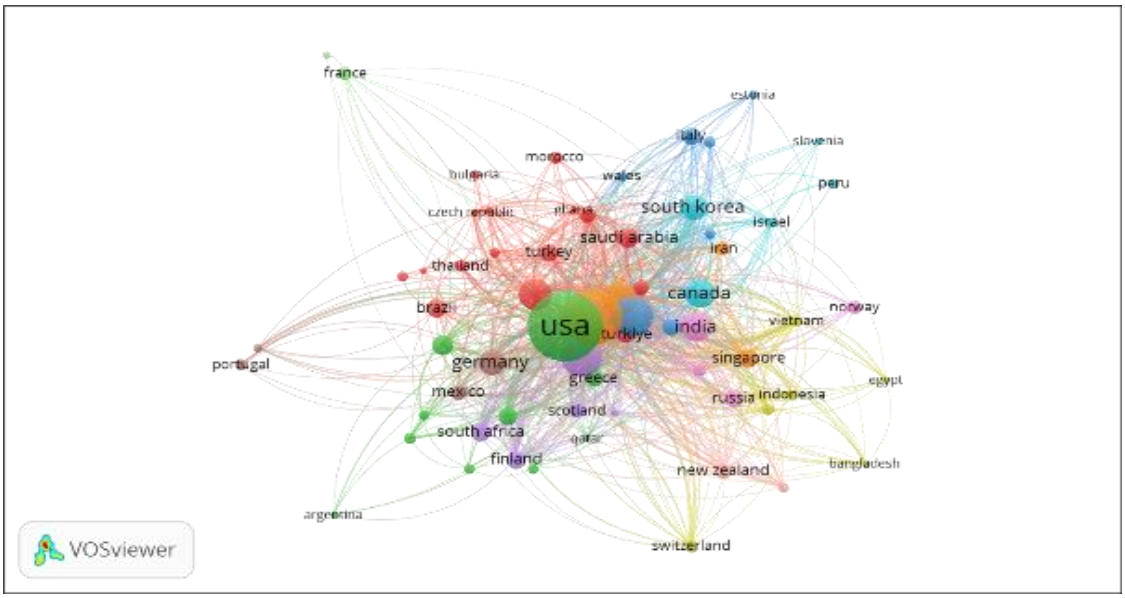
الدول العشرة الأكثر استشهادًا

Rank	Country	documents	citations	total link strength
1	USA	491	4722	1048
2	Peoples R China	317	2382	1232
3	Australia	168	1942	756
4	England	155	1376	641
5	Taiwan	113	1275	356
6	Germany	62	844	181
7	Spain	102	701	280
8	Canada	83	653	200
9	South Korea	62	405	250
10	Argentina	6	356	11

تجدر الإشارة أن الدول العشرة الأكثر استشهادًا قد جاءت جميعها في قائمة الدول الأكثر إنتاجية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها ما عدا دولة Argentina، كما تجدر الإشارة إلى تماثل ترتيب الدول الأكثر إنتاجية والدول الأكثر استشهادًا حتى المرتبة الخامسة، ويعرض شكل (٢٣) شبكة الدول الأكثر استشهادًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها، والذي مثل القاسم الأكبر منها خلال الفترة الزمنية ٢٠٢١ حتى ٢٠٢٢ م كما هو موضح في شكل (٢٤).

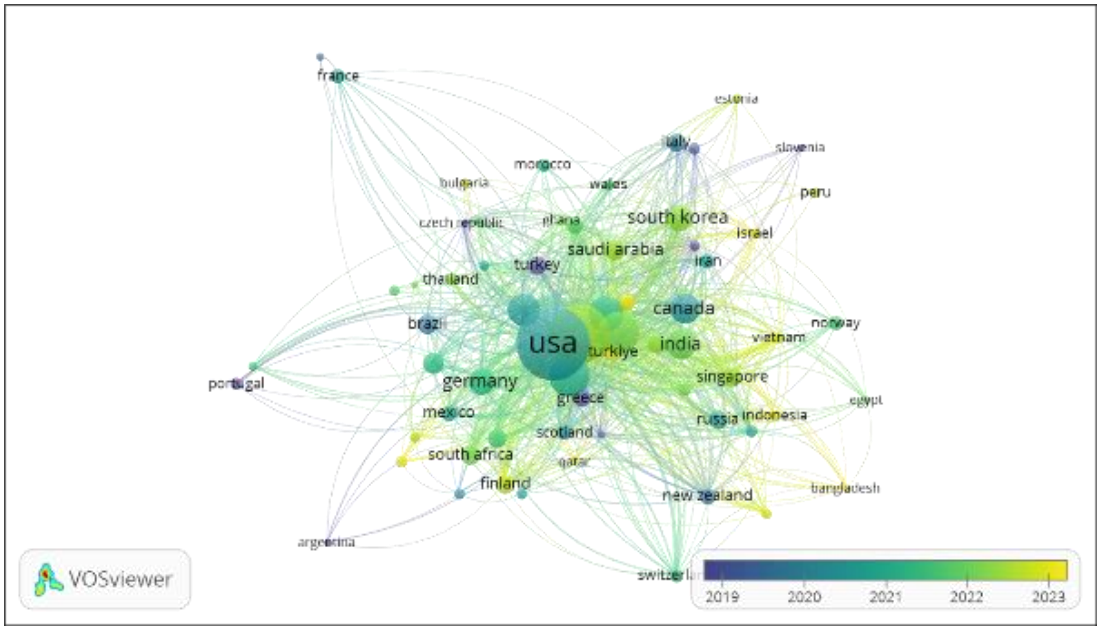
شكل ٢٣

شبكة الدول الأكثر استشهادًا



شكل ٢٤

شبكة الدول الأكثر استشهادًا بناء على التسلسل الزمني



٥- الإجابة عن السؤال الخامس من أسئلة البحث" ما طبيعة الاقتران الببليوجرافي بين البحوث والمجلات والمؤلفين، والمؤسسات، والدول في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟ (Bibliographic Coupling)"

للإجابة عن السؤال الخامس من أسئلة البحث تم إجراء تحليل الاقتران الببليوجرافي Bibliographic coupling، بين البحوث والمجلات والمؤلفين، والمؤسسات، والدول في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وفيما يأتي عرض للنتائج التي تم الحصول عليها في هذا الصدد:

أ- تحليل الاقتران الببليوجرافي بالنسبة للبحوث:

أُستخدم الحد الأدنى لعدد اقتباسات المنشور البحثي ٥ اقتباسات، ومن بين ٢٠٩٦ مصدرًا، حقق ٧٠٥ هذا الحد، بالنسبة لكل منشور بحثي من المنشورات ٧٠٥، تم حساب القوة الإجمالية لروابط الاقتران الببليوجرافية مع البحوث الأخرى، وتم اختيار المنشورات البحثية التي تتمتع بأكبر قوة ارتباط إجمالية ، و يوضح جدول (١٦) المنشورات البحثية العشرة ذوات الاقتران الببليوجرافي الأعلى.

جدول ١٦

المنشورات البحثية العشرة ذوات الاقتران الببليوجرافي الأعلى

Rank	Document	Citations	Total Link Strength	Cluster
1	Strzelecki (2024)	5	343	٤
2	Ng et al. (2023)	30	313	11
3	Holmes & Tuomi (2022)	32	298	1
4	Wang et al. (2021)	32	280	9
5	Adiguzel et al. (2023)	54	278	11
6	Seo et al. (2021)	48	262	7
7	Xia et al. (2023)	16	254	9
8	Sing et al. (2022)	11	253	5
9	Jeon & Lee (2023)	41	247	3
10	Strzelecki (2023)	69	238	9

جاء منشور Strzelecki (2024) في المرتبة الأولى ويقع في المجموعة ٤ بعدد ٥ استشهادات، و 343 قوة ارتباط إجمالية، وحاول هذا المنشور استكشاف العوامل التي تدفع الطلاب إلى قبول ChatGPT في التعليم العالي، وفي المرتبة الثانية جاء منشور Ng et al. (2023) ويقع في المجموعة ١١ بعدد ٣٠ استشهادًا، و ٣١٣ قوة ارتباط إجمالية، واستهدف هذا المنشور استكشاف الفرص والتحديات المتمثلة في استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي وكيف يمكنها تعزيز التدريس والتعلم

والتقييم. فضلاً عن تكييف إطار DigCompEdu وإطار P21 للتعلم في القرن الحادي والعشرين ومراجعتهما لاستيعاب تقنيات الذكاء الاصطناعي، بما يتماشى مع أطر الكفاءة الرقمية العامة.

وفي المرتبة الثالثة جاء منشور Holmes& Tuomi (2022) (٣٢؛ 298 ؛ ١)، حيث يوضح الرقم الأول عدد الاستشهادات، والثاني يوضح إجمالي قوة الارتباط، والثالث المجموعة التي يقع فيها هذا المنشور، وقد سعى إلى مراجعة لأنظمة الذكاء الاصطناعي الموجودة في التعليم وافتراضاتها التربوية والتعليمية، وكذا تطوير تصنيف لأنظمة وطرق الذكاء الاصطناعي في التعليم والتعلم ، فضلاً عن مناقشة بعض العوائق المحتملة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم والتعلم.

وفي المرتبة الرابعة جاء منشور Wang et al. (2021) (٣٢؛ 280 ؛ ٩)، الذي استهدف التحقيق في العوامل المؤثرة على نية المعلمين في الاستمرار في التدريس باستخدام الذكاء الاصطناعي، مثل القلق، والكفاءة الذاتية، والموقف تجاه الذكاء الاصطناعي، وسهولة الاستخدام المتصورة، والفائدة المتصورة ، كما استكشف المنشور كيف تعمل هذه العوامل معًا للتأثير على نية المعلمين في الاستمرار.

وفي المرتبة الخامسة جاء منشور Adiguzel et al. (2023) (٥٤؛ 278 ؛ ١١) الذي هدف إلى تقديم معلومات ثاقبة حول كيفية دمج الذكاء الاصطناعي بنجاح في البيئة التعليمية لصالح المعلمين والطلاب، مع تعزيز الاستخدام المسؤول والأخلاقي، وذلك عبر طرح نظرة عامة شاملة على تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها المحتملة في التعليم والصعوبات المرتبطة بها، و كذا ناقش برامج الدردشة الآلية والخوارزميات ذات الصلة التي يمكنها محاكاة التفاعلات البشرية وإنشاء نص يشبه النص البشري بناءً على المدخلات من اللغة الطبيعية، فضلاً عن مزايا برامج الدردشة الآلية المتطورة مثل ChatGPT ، مع التحديات الأخلاقية في هذا الصدد.

وفي المرتبة السادسة جاء منشور Seo et al. (2021) (٤٢؛ 262 ؛ ٧) الذى حاول تصميم لوحات قصصية لنظام الذكاء الاصطناعي تدعم بشكل إيجابي تفاعل المتعلم والمعلم عبر الإنترنت، وكذا استهدف تحديد مخاوف الطلاب والمعلمين بشأن أنظمة الذكاء الاصطناعي ، كما اقترح الآثار العملية لتعظيم التأثير الإيجابي لأنظمة الذكاء الاصطناعي وتقليل التأثيرات السلبية لها. وفى المرتبة السابعة جاء منشور Xia et al. (2023) (٤٨؛ 262 ؛ ٩) الذى عُني بتقصي العوامل التي تؤثر على التعلم المنظم ذاتيًا لدى الطلاب من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي، والتي تتمثل في: المعرفة المحدودة للذكاء الاصطناعي، والمعرفة التخصصية والتي قد تؤثر على دافعية الطلاب للتعلم.

وفي المرتبة الثامنة جاء منشور Sing et al. (2022) (١١؛ 253 ؛ ٥) الذى استهدف تعرف العلاقات المتبادلة بين كل من الفائدة المدركة للطلاب، والموقف

تجاه استخدام الذكاء الاصطناعي، والمعايير الذاتية للتعلم عن الذكاء الاصطناعي، ومحو الأمية الأساسية حول الذكاء الاصطناعي ونيتهم السلوكية للتعلم عن الذكاء الاصطناعي، وأشار المنشور إلى الحاجة إلى مراعاة هذه العوامل في تصميم مناهج الذكاء الاصطناعي لتعزيز النية السلوكية للطلاب لتعلم الذكاء الاصطناعي.

وفي المرتبة التاسعة جاء منشور(2023) Jeon& Lee (٤١؛ 247 ؛ ٣) الذى استكشف العلاقة بين ChatGPT والمعلمين مع التركيز بشكل خاص على تحديد الأدوار التكميلية لكل منهما في التعليم؛ حيث تم تحديد أربعة أدوار لـ ChatGPT (المحاور، ومقدم المحتوى، ومساعد التدريس، والمُقيِّم) وثلاثة أدوار للمعلم (تنسيق الموارد المختلفة مع القرارات التربوية الجيدة، وجعل الطلاب محققين نشطين، ورفع الوعي الأخلاقي للذكاء الاصطناعي)، وبناءً على النتائج، تم تقديم مناقشة متعمقة للتعاون بين المعلم والذكاء الاصطناعي، مع تسليط الضوء على أهمية الخبرة التربوية للمعلمين عند استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، وعرض الآثار المترتبة على الاستخدام المستقبلي لروبوتات الدردشة في التعليم.

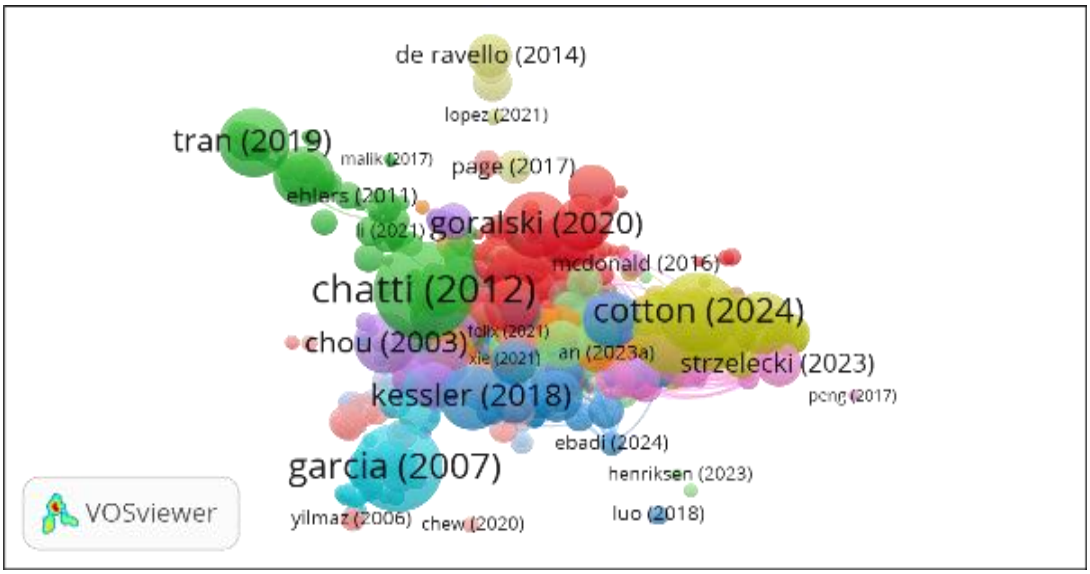
وفي المرتبة العاشرة جاء منشور(2023) Strzelecki (69؛ 238؛ ٩) الذي استهدف تطوير نموذج للتنبؤ باستخدام ChatGPT بين طلاب التعليم العالي، وتم تحديد مجموعة من العوامل التنبؤية في هذا الصدد تتمثل في العادة، وتوقعات الأداء، والدافع، والإبداع الشخصي، كما تم تسليط الضوء على الحاجة إلى مزيد من الفحص لكيفية اعتماد أدوات الذكاء الاصطناعي في التعلم والتدريس.

ويوضح شكل (٢٥) شبكة الاقتران الببليوجرافي للمنشورات البحثية حيث تتوزع في ١٣ مجموعة، تتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر الغامق من ٩٦ منشورًا بحثيًا، وتتكون المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر الغامق من ٨٢ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق الغامق من ٧٢ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٤ الموضحة باللون البنى من ٧١ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي الغامق من ٥٣ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني من ٤٦ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٧ الموضحة باللون الأحمر الفاتح من ٤٤ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٨ الموضحة باللون البنفسجي الفاتح من ٤١ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ٩ الموضحة باللون الروز الفاتح من ٣٩ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ١٠ الموضحة باللون الروز الغامق من ٣٤ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ١١ الموضحة باللون الأخضر الفاتح من ٣٠ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ١٢ الموضحة باللون الأزرق الفاتح من ٢٢ منشورًا بحثيًا ، وتتكون المجموعة ١٣ الموضحة باللون الزيتي من ١٠ منشورات بحثية، ويوضح شكل

(٢٦) الاقتران الببليوجرافي بناء على التسلسل الزمني الذى ارتكز على الفترة الزمنية من ٢٠١٤ حتى ٢٠٢٣ م.

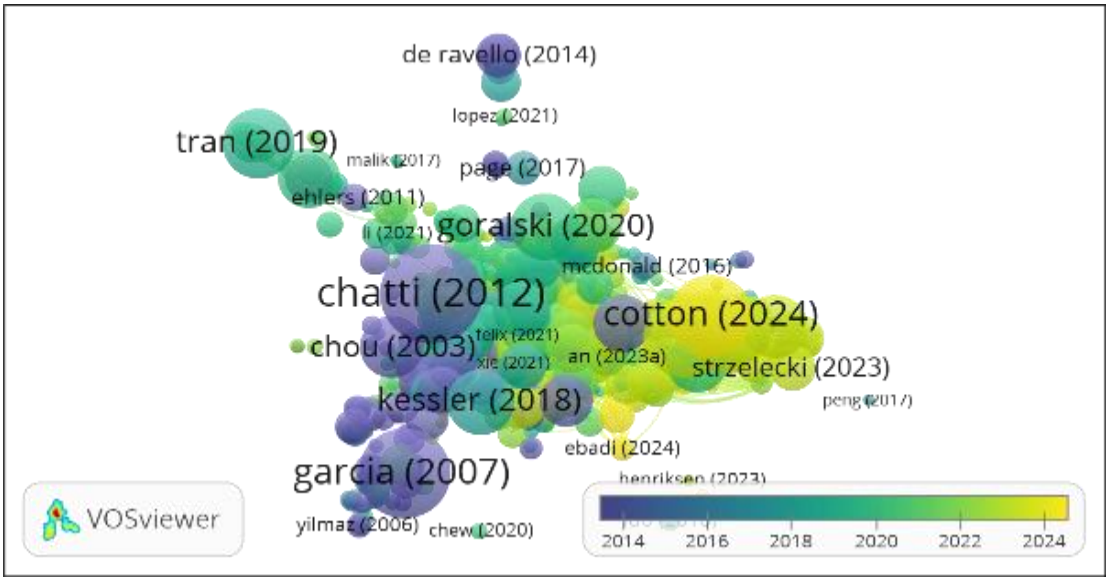
شكل ٢٥

شبكة المنشورات البحثية ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى



شكل ٢٦

شبكة المنشورات البحثية ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى بناء على التسلسل الزمني



فضلاً عن تحليل المنشورات العشرة ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى فقد عُني بتحليل بعض المنشورات البحثية في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات التي ارتكزت على تقصى الإفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة في عمليتي تعليم الرياضيات وتعلمها بالنسبة للطلاب والمعلمين، وتجدر الإشارة هنا أن بعض هذه المنشورات قد عُني بتحليلها كما سبق الإشارة ضمن المنشورات البحثية الأكثر استشهادًا، ويظهر جدول (١٧) هذه المنشورات البحثية، حيث يقع في المجموعة الثانية منشوران بحثيان الأول خاص بكل من Jiménez-Hernández et al. (2020) والذى يعنى باستخدام أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي(MiniBool) المستندة الى استخدام الويب في تعليم الجبر البولي، والثاني هو منشور لكل من Li et al. (2022) والذى استهدف استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بنواتج تعلم الطلاب للرياضيات من خلال أحد منصات التعلم عبر الإنترنت، وجاء في المجموعة الثالثة منشور كل من Lee& Yeo(2022) الذى استهدف توفير بيئة تدريب لمعلمي الرياضيات قبل الخدمة لتنمية ممارسات التدريس الأصيلة لديهم، وفي المجموعة الرابعة جاء منشور Li et al.(2022) والذى استهدف استخدام منتديات المناقشة القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في دعم تعلم الجبر.

ويأتي منشور Huang& Qiao (2024) في المجموعة السابعة والذي استهدف تحسين التفكير الحسابي باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم STEAM، وكشفت النتائج أن دمج تعليم الذكاء الاصطناعي مع نموذج STEAM قادر على تعزيز مهارات التفكير الحسابي، ودافعية التعلم، والكفاءة الذاتية، والنتيجة الرئيسة لهذه الدراسة هي أنه يمكن استخدام تعليم الذكاء الاصطناعي في ضوء نموذج STEAM كدليل تدريسي لدمج مناهج الذكاء الاصطناعي مع المعرفة متعددة التخصصات في المرحلتين الابتدائية والثانوية.

كما جاء منشور Nabiyev et al. (2016) في المجموعة العاشرة والذى اقترح نموذجًا لحل المشكلات الرياضياتية اللفظية الخاصة بموضوع الحركة كأحد موضوعات الرياضيات التطبيقية باستخدام نظم التدريب الذكية القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي، كما جاء في المجموعة العاشرة منشور بحثى آخر لـ Pappas & Drigas(2016) الذى مثل مراجعة منهجية لتقييم مدى مساهمة أنظمة التدريس الذكية القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات، أما منشور Lin et al.(2021) فقد وقع في المجموعة ١١ ، واستهدف استخدام أنشطة تعلم قائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لدى الطلاب الجامعيين غير المتخصصين في الهندسة، وأشار المنشور بأن معرفة الطلاب بالذكاء الاصطناعي ترتبط بشكل كبير بوعيهم بالقضايا الأخلاقية للذكاء

الاصطناعي وأن منهج الذكاء الاصطناعي القائم على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات زاد من الوعي بالقضايا الأخلاقية للذكاء الاصطناعي بين المتعلمين منخفضي معرفة الذكاء الاصطناعي.

جدول ١٧

المنشورات البحثية ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها

Article	Author/s	Source	Year	Cluster
Using web-based gamified software to learn Boolean algebra simplification in a blended learning setting	Jiménez-Hernández et al.	Computer Applications in Engineering Education 28(6), 1591-1611	2020	٢
Using fair AI to predict students' math learning outcomes in an online platform	Li et al.	Interactive Learning Environments , 32(3)	2022	٢
Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics	Lee& Yeo	Computers & Education 191, 104646	2022	٣
Building socially responsible conversational agents using big data to support online learning: A case with Algebra Nation	Li et al.	British Journal of Educational Technology 53(4),776-803	2022	٤
Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School	Huang& Qiao	Science & Education 33, 383–403	2024	7
Application of Graph Theory in an Intelligent Tutoring System for Solving Mathematical Word Problems	Nabiyev et al.	EURASIA J Math Sci Tech Ed, 12(4),687-701	2016	10
Incorporation of Artificial Intelligence	Pappas & Drigas	International Journal of	2016	10

Article	Author/s	Source	Year	Cluster
Tutoring Techniques in Mathematics		Engineering Pedagogy (iJEP) 6(4):12		
STEM based Artificial Intelligence Learning in General Education for Non-Engineering Undergraduate Students	Lin et al.	Educational Technology & Society ,24(3), 224-237	2021	11

ب. **تحليل الاقتران الببليوجرافي بالنسبة للمجلات:**

أستخدم الحد الأدنى لعدد منشورات المجلة ٥ منشورات، ومن بين ٤٧٣ مصدرًا، وصل ٩٨ منها إلى هذا الحد، بالنسبة لكل مجلة من المجلات الـ ٩٨، تم حساب القوة الإجمالية لروابط الاقتران الببليوجرافية مع المجلات الأخرى، وتم اختيار المجلات التي تتمتع بأكبر قوة ارتباط إجمالية، ويوضح جدول (١٨) المجلات العشرة ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى؛ حيث حصلت المجلة Education and Information Technologies على المرتبة الأولى بعدد من المنشورات (١٥٠) منشورًا، و 992 استشهادًا، و 25238 قوة ارتباط إجمالية، وفي المرتبة الثانية مجلة International Journal of Educational Technology in Higher Education بعدد من المنشورات (٣٧) منشورًا، و 499 استشهادًا، و9687 قوة ارتباط إجمالية.

وكانت المجلات الأخرى؛ Interactive Learning Environments (٥٣؛ 576؛ 8634)، ومجلة Education Sciences (٦٦؛ 257؛ 8044)، ومجلة British Journal of Educational Technology (٥٣؛ 749؛ 6716)، ومجلة Educational Technology & Society (٤٣؛ 667؛ 6242)، و مجلة International Journal of Technology In Education (١٦؛ ٨؛ 5703)، ومجلة Techtrends (٣٣؛ ١١٨؛ 5528)، ومجلة IEEE Transactions on Learning Technologies (٤٨؛ 318؛ 5330)، ومجلة Asia Pacific Journal of Education (١١؛ ٥؛ 4195)؛ حيث لكل مجلة، يوضح الرقم الأول عدد المنشورات، والثاني يوضح عدد الاستشهادات، والثالث يوضح إجمالي قوة الارتباط الإجمالية.

جدول ١٨

المجلات العشرة ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى

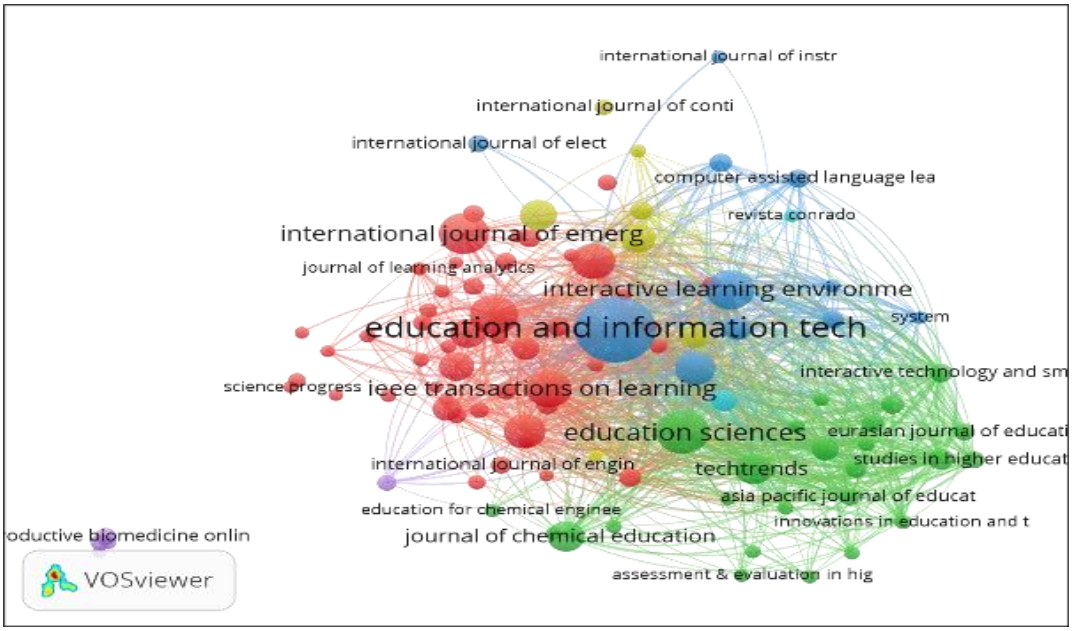
Rank	Source	documents	citations	total link strength
1	Education and Information Technologies	150	992	25238
2	International Journal of Educational Technology in Higher Education	37	499	9687
3	Interactive Learning Environments	53	576	8634
4	Education Sciences	66	257	8044
5	British Journal of Educational Technology	53	749	6716
6	Educational Technology & Society	43	667	6242
7	International Journal of Technology In Education	16	8	5703
8	Techtrends	33	118	5528
9	IEEE Transactions On Learning Technologies	48	318	5330
10	Asia Pacific Journal of Education	11	5	4195

ويبين شكل (٢٧) شبكة الاقتران الببليوجرافي للمجلات حيث تتوزع في ٦ مجموعات، تتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر من ٤٨ مجلة، وتتكون المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر من ٢٥ مجلة، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق من ١١ مجلة، وتتكون المجموعة ٤ الموضحة باللون البنى من ٧ مجلات، وتتكون المجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي من ٥ مجلات، وتتكون المجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني من ٢ مجلة.

حققت مجلة Educational Technology & Society في المجموعة ١ أعلي قوة ارتباط إجمالية تبلغ 6242، كما حققت مجلة International Journal of Technology in Education في المجموعة ٢ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٥٧٠٣، وحققت مجلة International Journal of Educational Technology in Higher Education في المجموعة الثالثة أعلى قوة ارتباط إجمالية 9687 ، أما مجلة Journal of Computer Assisted Learning في المجموعة ٤ حققت أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٣١٨٦، وحققت مجلة Language Learning and Technology في المجموعة ٥ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٧٨٢، وحققت مجلة Journal of Research on Technology in Education في المجموعة ٦ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٣٣٨٥ ، وتعبر الفترة الزمنية من ٢٠١٨ الى ٢٠٢٣ م اكبر الفترات الزمنية للاقتران الببليوجرافي كما يوضحها شكل (٢٨).

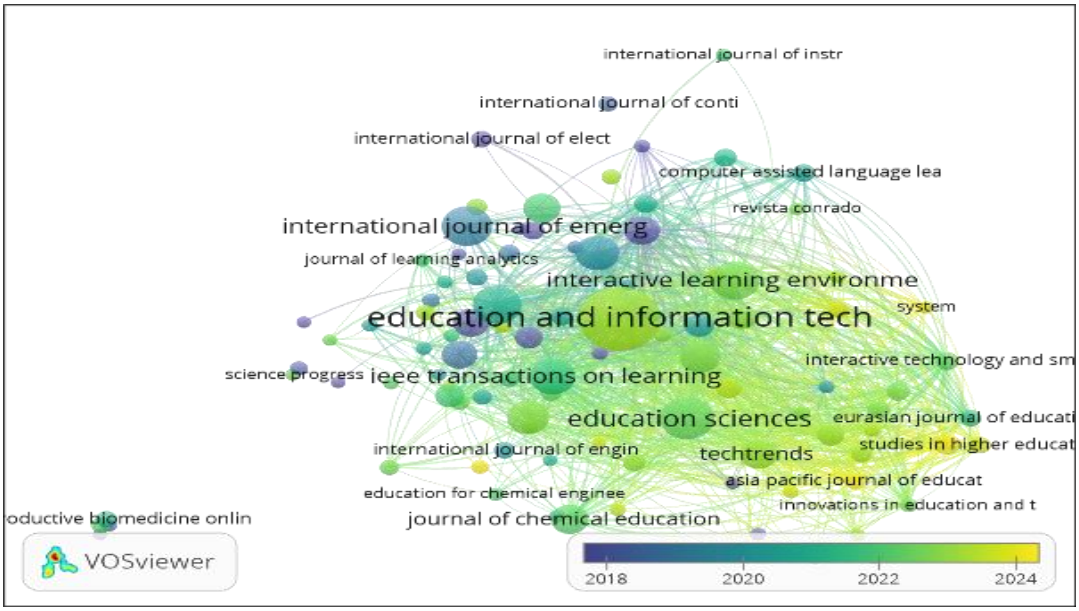
شكل ٢٧

شبكة الاقتران الببليوجرافي للمجلات



شكل ٢٨

شبكة الاقتران الببليوجرافي للمجلات بناء على التسلسل الزمني



وبالنسبة للمجلات الأكثر اقتران ببليوجرافي والمتخصصة في تربويات الرياضيات تأتى مجلة ZDM-Mathematics Education و مجلة Eurasia Journal of Mathematics Science And Technology Education كأعلى مجلتين لهما اقتران ببليوجرافي في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في بحوث تعليم الرياضيات وتعلمها، كما هو موضح في جدول (١٩).

جدول ١٩

المجلات المتخصصة في تربويات الرياضيات ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلي في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي تعليم الرياضيات وتعلمها

Rank	source	documents	Citations	total link strength
79	ZDM-mathematics education	5	11	228
95	Eurasia journal of mathematics science and technology education	5	43	45

ج. **تحليل الاقتران الببليوجرافي بالنسبة للمؤلفين:**

أستخدم الحد الأدنى لعدد منشورات المؤلف ٥ منشورات، ومن بين ٥٦٦٩ مؤلفًا، وصل ٤٠ منها إلى هذا الحد، بالنسبة لكل مؤلف من المؤلفين الـ ٤٠، تم حساب القوة الإجمالية لروابط الاقتران الببليوجرافية مع المؤلفين الآخرين، وتم اختيار المؤلفين الذين يتمتعون بأكبر قوة ارتباط إجمالية، ويوضح جدول (٢٠) المؤلفين العشرة ذوات الاقتران الببليوجرافي الأعلى؛ حيث حصل المؤلف Chiu, Thomas K. F. على المرتبة الأولى بعدد من المنشورات (١٥) منشورًا، و 294 استشهادًا، و 3240 قوة ارتباط إجمالية، وفي المرتبة الثانية جاء المؤلف Su, Jiahong بعدد من المنشورات (١١) منشورًا، و ٦٦ استشهادًا، و 2737 قوة ارتباط إجمالية.

وكان المؤلفون الآخرون هم Sanusi, Ismaila Temitayo (٧؛ ٧٠؛ 2289)، و Xie, Haoran (٩؛ ١٧١؛ 2274)، و Zou, Di Y (٩؛ ١٦٩؛ 2266)، و Chai, Ching Sing (٩؛ ١٨١؛ 2152)، و Chen, Xieling (٦؛ ١٦١؛ 2060)، Cheng, Gary (٦؛ ١٦١؛ 2060)، وNg, Davy Tsz Kit (٧؛ ٥٢؛ 1943)، Chu, Samuel Kai Wah (٧؛ ٨١؛ 1683)؛ حيث لكل مؤلف يوضح الرقم الأول عدد المنشورات، والثاني يوضح عدد الاستشهادات، والثالث يوضح إجمالي قوة الارتباط.

جدول ٢٠

المؤلفون العشرة ذوو الاقتران الببليوجرافي الأعلى

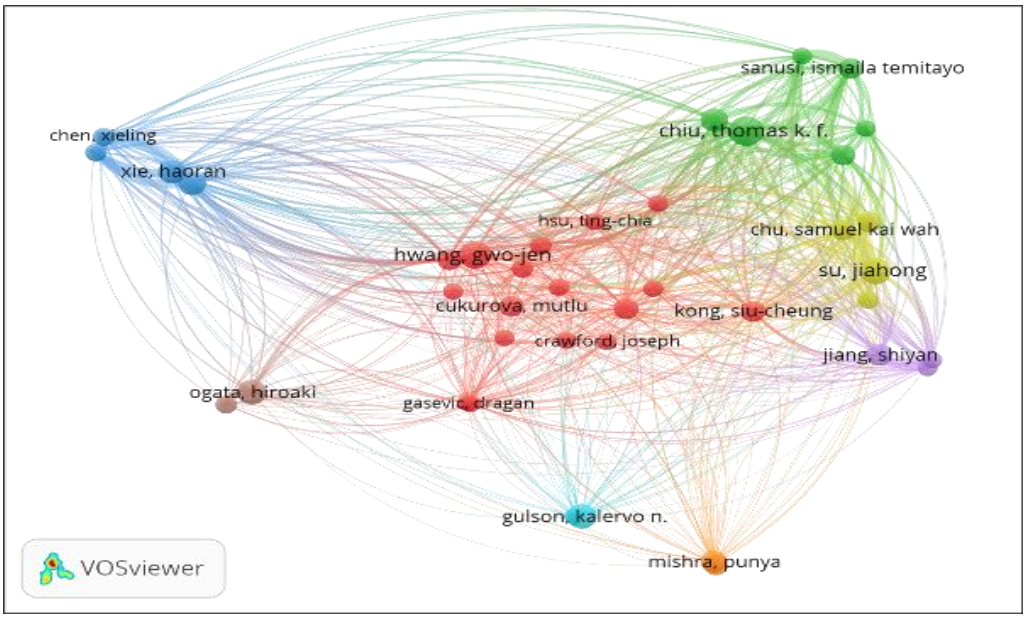
Rank	author	documents	citations	total link strength
1	Chiu, Thomas K. F.	15	294	3240
2	Su, Jiahong	11	66	2737
3	Sanusi, Ismaila Temitayo	7	70	2289
4	Xie, Haoran	9	171	2274
5	Zou, Di	9	169	2266
6	Chai, Ching Sing	9	181	2152
7	Chen, Xieling	6	161	2060
8	Cheng, Gary	6	161	2060
9	Ng, Davy Tsz Kit	7	52	1943
10	Chu, Samuel Kai Wah	7	81	1683

ويبين شكل (٢٩) شبكة الاقتران الببليوجرافي للمؤلفين حيث تتوزع في ٨ مجموعات، تتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر من ١٧ مؤلفًا، وتتكون المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر من ٦ مؤلفين، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق من ٤ مؤلفين، وتتكون المجموعة ٤ الموضحة باللون البنى من ٤ مؤلفين، وتتكون المجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي من ٣ مؤلفين، وتتكون المجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني من ٢ مؤلف، وتتكون المجموعة ٧ الموضحة باللون البرتقالي من ٢ مؤلف، وتتكون المجموعة ٨ الموضحة باللون النبيتى من ٢ مؤلف.

حقق المؤلف Hwang,Gwo-Jen في المجموعة ١ أعلي قوة ارتباط إجمالية تبلغ 1368، كما حقق المؤلف Chiu, Thomas K. F. في المجموعة ٢ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٣٢٤٠، وحقق المؤلف Xie, Haoran في المجموعة الثالثة أعلى قوة ارتباط إجمالية ٢٢٧٤ ، أما المؤلف Su, Jiahong في المجموعة ٤ حقق أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٢٧٣٧، وحقق المؤلف Jiang,Shiyan في المجموعة ٥ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 1142، وحقق المؤلف Williams,Ben في المجموعة ٦ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 349، وحقق المؤلف Mishra,Punya في المجموعة 7 أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 314، وحقق المؤلف Ogata,Hiroaki في المجموعة 8 أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٧٦٨، ويتضح من شكل (٣٠) تمركز شبكة الاقتران البيبلوجرافي للمؤلفين خلال الفترة الزمنية ٢٠٢٢ الى ٢٠٢٣م

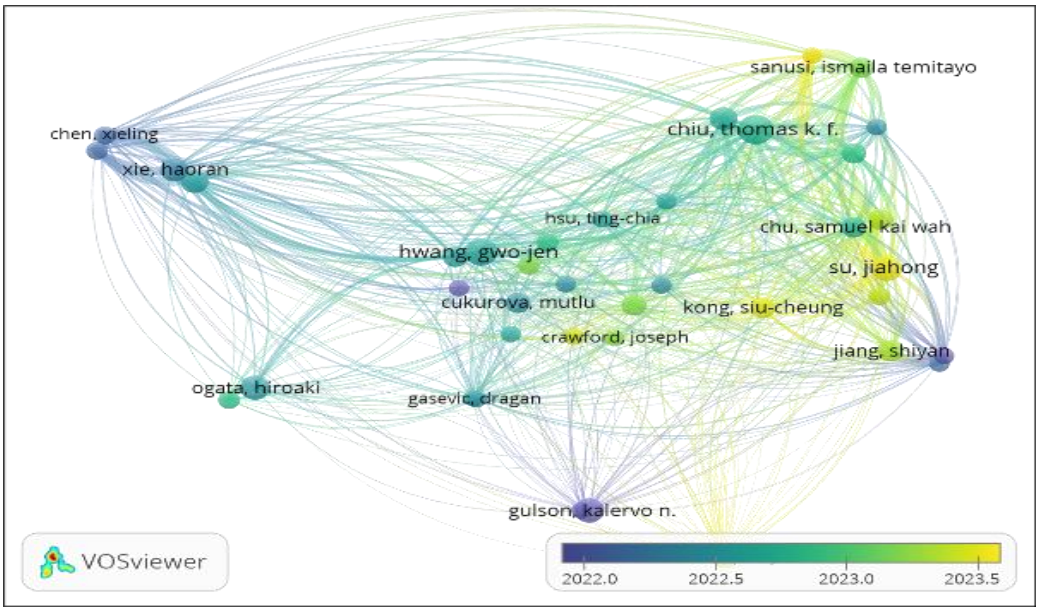
شكل ٢٩

شبكة الاقتران الببليوجرافي للمؤلفين



شكل ٣٠

شبكة الاقتران الببليوجرافي للمؤلفين بناء على التسلسل الزمني



د. تحليل الاقتران الببليوجرافي بالنسبة للمؤسسات:

أستخدم الحد الأدنى لعدد منشورات المؤسسة ٥ منشورات، ومن بين ٢٢٤٧ مؤسسة، وصل ١١٩ منها إلى هذا الحد، وبالنسبة لكل مؤسسة من المؤسسات الـ ١١٩، تم حساب القوة الإجمالية لروابط الاقتران الببليوجرافية مع المؤسسات الأخرى، وتم اختيار المؤسسات التي تتمتع بأكبر قوة ارتباط إجمالية، ويوضح جدول (20) المؤسسات العشرة ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى؛ حيث حصلت جامعة Chinese Univ Hong Kong على المرتبة الأولى بعدد من المنشورات (٣٩) منشورًا، و ٤١٢ استشهادًا، و 11401 قوة ارتباط إجمالية، وفي المرتبة الثانية جاءت جامعة Univ Hong Kong بعدد من المنشورات (٣٦) منشورًا، و ٢٠٩ استشهادًا، و 10559 قوة ارتباط إجمالية.

وكانت الجامعات الأخرى؛ Educ Univ Hong Kong (٣٧؛ ٢٧٩؛ 10303)، و Beijing Normal Univ (٢٥؛ ٣٩١؛ 5356)، و Monash Univ (٢٧؛ ٣٧٦؛ 4641)، و South China Normal Univ (٢٠؛ ٤٥؛ 4559)، و Natl Taiwan Univ Sci & Technol (١٨؛ ١٣٢؛ 4136)، Nanyang Technol Univ (٢٣؛ ١٤٣؛ 4088)، Ucl (٢٦؛ ٢٧٥؛ 3803)، Univ Eastern Finland (٩؛ ١٩؛ 3512)؛ حيث لكل جامعة، يوضح الرقم الأول عدد المنشورات، والثاني يوضح عدد الاستشهادات، والثالث يوضح إجمالي قوة الارتباط.

جدول 20

المؤسسات العشرة ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى

Rank	Organization	Documents	Citations	Total link strength
1	Chinese Univ Hong Kong	39	412	11401
2	Univ Hong Kong	36	209	10559
3	Educ Univ Hong Kong	37	279	10303
4	Beijing Normal Univ	25	391	5356
5	Monash Univ	27	376	4641
6	South China Normal Univ	20	45	4559
7	Natl Taiwan Univ Sci & Technol	18	132	4136
8	Nanyang Technol Univ	23	143	4088
9	University College London (UCL)	26	275	3803
10	Univ Eastern Finland	9	19	3512

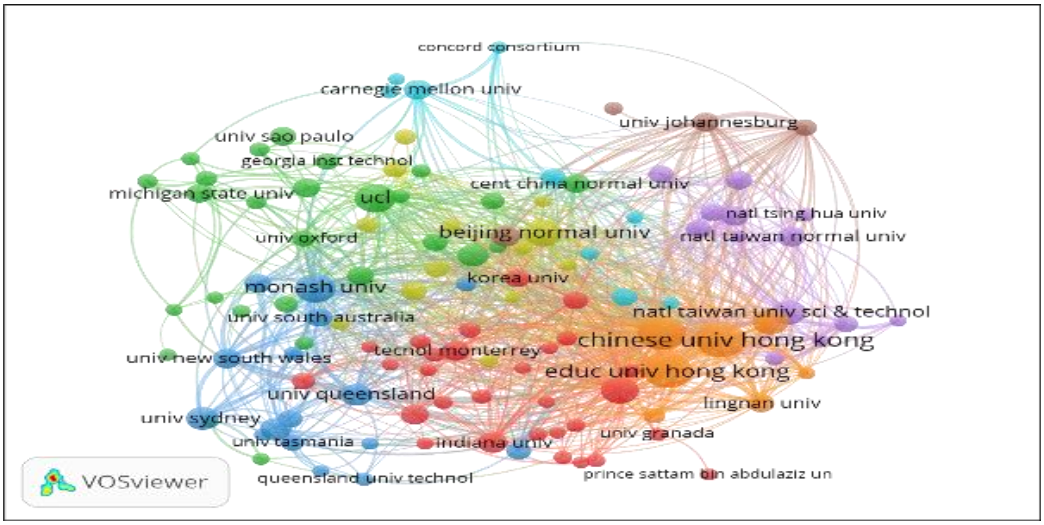
ويبين شكل (٣١) شبكة الاقتران الببليوجرافي للجامعات حيث تتوزع في ٨ مجموعات، تتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر من ٢٩ جامعة، وتتكون

المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر من ٢٧ جامعة، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق من ١٦ جامعة، وتتكون المجموعة ٤ الموضحة باللون البنى من١٣ جامعة، وتتكون المجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي من ١٣ جامعة، وتتكون المجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني من ٩ جامعات، وتتكون المجموعة ٧ الموضحة باللون البرتقالي من ٧ جامعات، وتتكون المجموعة ٨ الموضحة باللون النبيتي من ٤ جامعات.

حققت جامعة Nanyang Technol Univ في المجموعة ١ أعلي قوة ارتباط إجمالية تبلغ 4088، كما حققت Ucl في المجموعة ٢ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 3803، وحققت جامعة Monash Univ في المجموعة الثالثة أعلى قوة ارتباط إجمالية 4641، أما جامعة Beijing Normal Univ في المجموعة ٤ حققت أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 5356، وحققت جامعة Natl Taiwan Univ Sci & Technol في المجموعة ٥ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 4136، وحققت جامعة North Carolina State University في المجموعة ٦ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 2335 ، حققت جامعة Chinese Univ Hong Kong في المجموعة ٧ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 11401، حققت جامعة Univ Eastern Finland في المجموعة ٨ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 3512، ويوضح شكل (٣٢) شبكة المؤسسات ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى بناء على التسلسل الزمني حيث مثلت الفترة الزمنية ٢٠٢١ الى ٢٠٢٣ م الأعلى ظهور في هذه الشبكة.

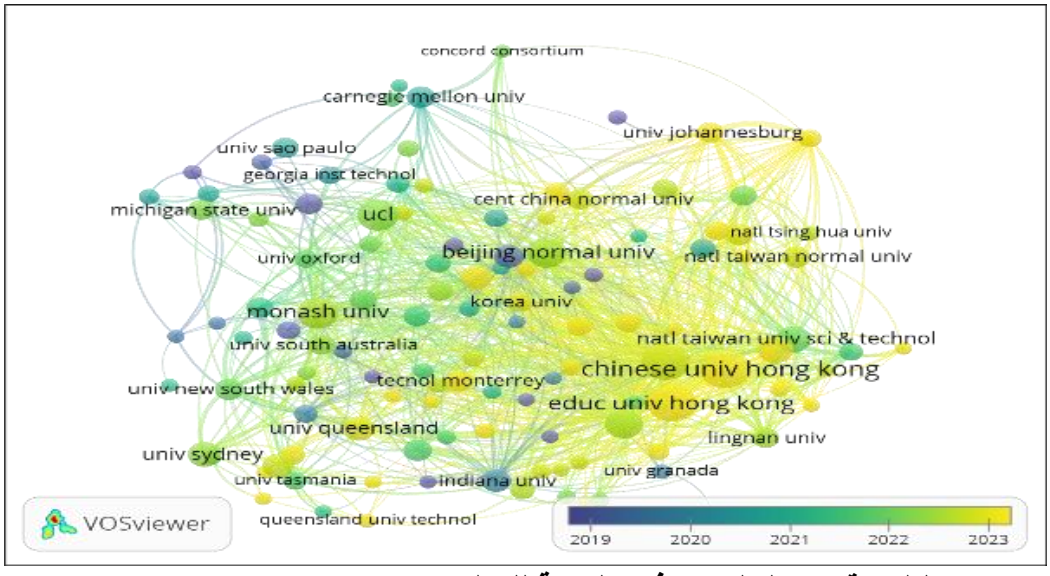
شكل ٣١

شبكة المؤسسات ذات الاقتران الببليوجرافي الأعلى



شكل ٣٢

شبكة المؤسسات ذات الاقتران البيليوجرافي الأعلى بناء على التسلسل الزمني



هـ . تحليل الاقتران الببليوجرافي بالنسبة للدول:

أُستخدم الحد الأدنى لعدد منشورات الدول ٥ منشورات، ومن بين ١٠١ دولة، وصل ٦٦ منها إلى هذا الحد، وبالنسبة لكل دولة من الدول الـ ٦٦، تم حساب القوة الإجمالية لروابط الاقتران الببليوجرافية مع الدول الأخرى، وتم اختيار الدول التي تتمتع بأكبر قوة ارتباط إجمالية، ويوضح جدول (٢١) الدول العشرة ذوات الاقتران الببليوجرافي الأعلى؛ حيث حصلت دولة Peoples r China على المرتبة الأولى بعدد من المنشورات (٣١٧) منشورًا، و 2382 استشهادًا، و 74257 قوة ارتباط إجمالية، وفي المرتبة الثانية جاءت دولة USA بعدد من المنشورات (٤٩١) منشورًا، و 4722 استشهادًا، و 73657 قوة ارتباط إجمالية.

وكانت الدول الأخرى؛ England (١٥٥؛ 1376؛ 37536)، و Australia (١٦٨؛ 1942؛ 34915)، و Taiwan (١١٣؛ 1275؛ 22957)، و Spain (١٠٢؛ ٧٠١؛ 18260)، و South Korea (٦٢؛ ٤٠٥؛ 16112)، Germany (٦٢؛ ٨٤٤؛ 15999)، Turkiye (٢٩؛ ٢٧٧؛ 13545)، Canada (٨٣؛ ٦٥٣؛ 13462)؛ حيث لكل دولة، يوضح الرقم الأول عدد المنشورات، والثاني يوضح عدد الاستشهادات، والثالث يوضح إجمالي قوة الارتباط.

جدول٢١

الدول العشرة ذوات الاقتران الببليوجرافي الأعلى

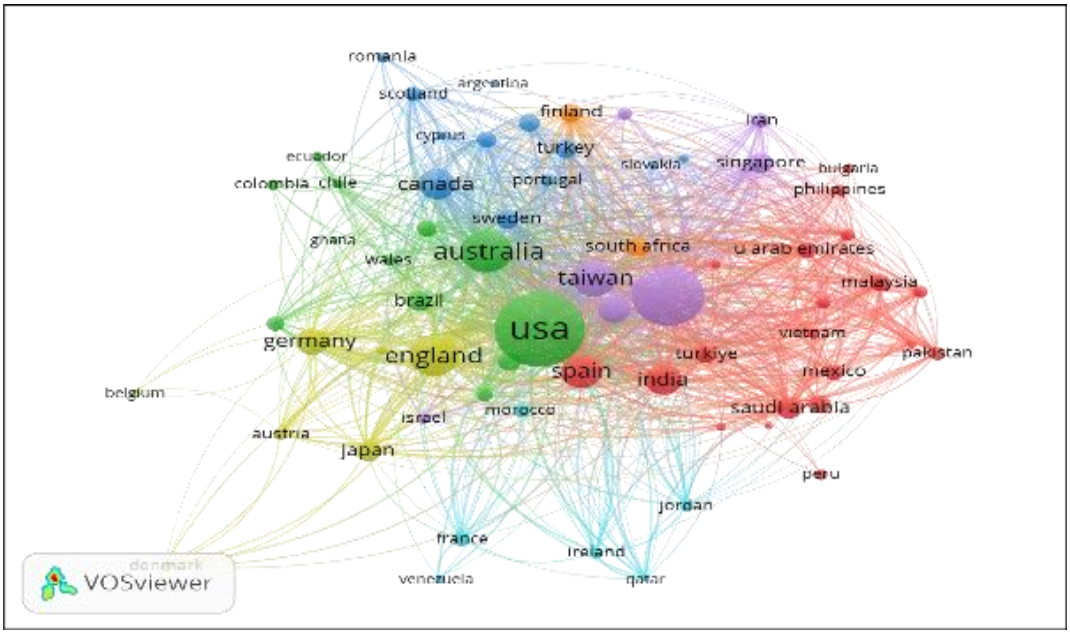
Rank	Country	Documents	Citations	Total link strength
1	Peoples R China	317	2382	74257
2	USA	491	4722	73657
3	England	155	1376	37536
4	Australia	168	1942	34915
5	Taiwan	113	1275	22957
6	Spain	102	701	18260
7	South Korea	62	405	16112
8	Germany	62	844	15999
9	Turkiye	29	277	13545
10	Canada	83	653	13462

ويبين شكل (٣٣) شبكة الاقتران الببليوجرافي للدول حيث تتوزع في ٧ مجموعات، تتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر من ٢٠ دولة، وتتكون المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر من ١٢ دولة، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق من ١٢ دولة، وتتكون المجموعة ٤ الموضحة باللون البنى من ٧ دول، وتتكون المجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي من ٧ دول، وتتكون المجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني من ٦ دول، وتتكون المجموعة ٧ الموضحة باللون البرتقالي من ٢ دولة.

حققت دولة England في المجموعة ١ أعلي قوة ارتباط إجمالية تبلغ 37536، كما حققت USA في المجموعة ٢ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 73657، وحققت دولة Canada في المجموعة الثالثة أعلى قوة ارتباط إجمالية 13462، أما دولة Germany في المجموعة ٤ حققت أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 15999، وحققت دولة Peoples r China في المجموعة ٥ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت 74257، وحققت دولة Jordan في المجموعة ٦ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ٣٥٦٧ ، وحققت دولة Finland في المجموعة ٧ أعلى قوة ارتباط إجمالية بلغت ١٢٩٥٩، وكما يتضح من شكل (٣٤) مثلت الفترة الزمنية ٢٠٢٠ الى ٢٠٢٢ م الفترة الزمنية الأكبر من حيث الاقتران الببليوجرافي بالنسبة للدول.

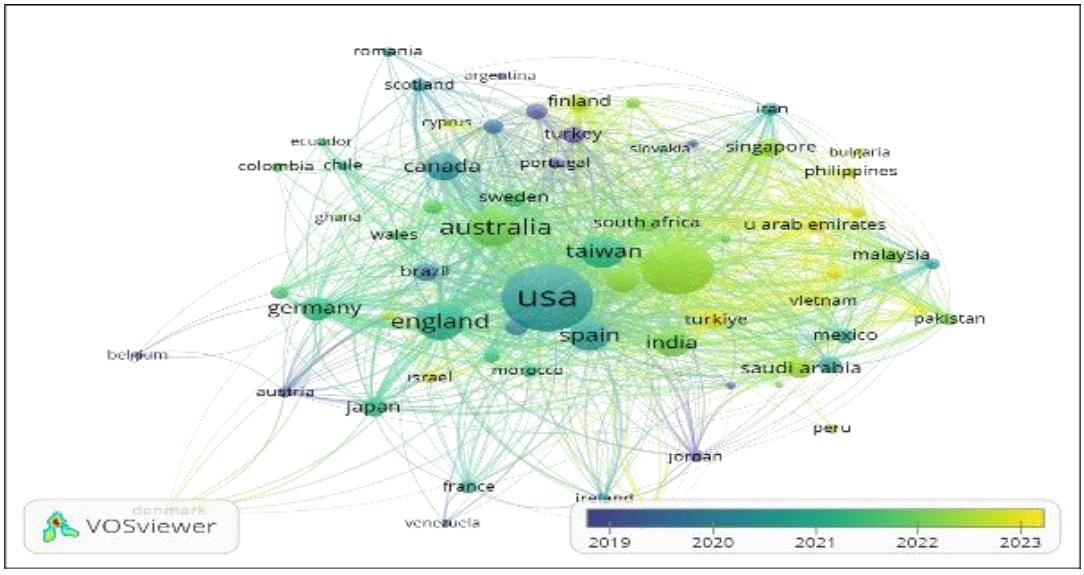
شكل ٣٣

شبكة الدول ذوات الاقتران الببليوجرافي الأعلى



شكل ٣٤

شبكة الدول *ذوات* الاقتران الببليوجرافي الأعلى بناء على التسلسل الزمني



٦. الإجابة عن السؤال السادس من أسئلة البحث **" ما نمط الاستشهاد المشترك في بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بالنسبة لكل من: المراجع، والمجلات، والمؤلفين؟"(Co-Citation)**

للإجابة عن السؤال السادس من أسئلة البحث تم إجراء استخدام تحليل الاقتباس/ الاستشهاد المشترك Co-citation analysis لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بالنسبة لكل من: المراجع، والمجلات، والمؤلفين، وفيما يأتي عرض للنتائج التي تم الحصول عليها في هذا الصدد:

أ. الاستشهاد المشترك بالنسبة للمرجع المستشهد به Cited Reference

تم تقييد تحليل الاقتباس المشترك للمراجع المستشهد بها البالغ عددها ٧٨١١٦ مرجعًا لـ 2096 منشورًا بحثيًا، إلى المراجع المستشهد بها والتي تتضمن ٢٠ استشهادًا على الأقل، مما أدى إلى تلبية ١٠٢ مرجعًا لهذا الحد، و يوضح جدول (٢٢) المراجع العشرة ذوات الاستشهاد المشترك الأعلى.

جدول ٢٢

المراجع العشرة ذوات الاستشهاد المشترك الأعلى

Rank	Cited Reference	Author	Source	Citations	Total link strength
1	Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education -where are the educators?	Zawacki-Richter et al. (2019)	International Journal of Educational Technology in Higher Education,16	139	646
2	ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education.	Kasneci et al. (2023)	Learning and Individual Differences, 103	99	702
3	Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology	Davis (1989)	Mis Quart, 13, 319	87	419
4	Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in	Cotton et al. (2024)	Innovations in Education and Teaching	81	578

Rank	Cited Reference	Author	Source	Citations	Total link strength
	the era of ChatGPT		International, 61, 228		
5	Artificial intelligence in higher education. A protocol paper for a systematic literature review.	Ismail et al. (2023)	Journal of Applied Learning & Teaching, 6 (2).56-63	80	530
6	Opinion Paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy.	Dwivedi et al. (2023)	International Journal of Information Management, 71	75	525
7	What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education	tlili et al. (2023)	Smart Learning Environments , 10	68	586
8	Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education.	Hwang et al. (2020)	computers and education: artificial intelligence, 1	67	276
9	A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research.	Farrokhnia et al. (2023)	Innovations in Education and Teaching International , 61(3).	59	483
10	Examining Science Education in ChatGPT: An	Cooper (2023)	Journal of Science Education and Technology,32, 444–	57	479

Rank	Cited Reference	Author	Source	Citations	Total link strength
	Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence		452		

وفى المرتبة الأولي لقائمة المراجع ذوات الاستشهاد المشترك الأعلى يأتي منشور Zawacki-Richter et al. (2019) حيث حقق ١٣٩ استشهادًا و ٦٤٦ قوة ارتباط إجمالية، وهو يقع في المجموعة الأولى، وقد قام بمراجعة منهجية لأبحاث تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي، وأشارت نتائجه إلى أربع مجالات لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في خدمات الدعم الأكاديمي والخدمات المؤسسية والإدارية، وتتمثل في تحديد الملفات الشخصية والتنبؤ، والتقييم والتقويم، والأنظمة التكيفية والتخصيص، وأنظمة التدريس الذكية، كما أشار المنشور إلى الافتقار شبه الكامل للتفكير النقدي في التحديات والمخاطر التي يفرضها الذكاء الاصطناعي، والضعف في الارتباط بالمنظورات التربوية النظرية، والحاجة إلى مزيد من الاستكشاف للنهج الأخلاقية والتعليمية في تطبيق الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي، وفي المرتبة الثانية يأتي منشور Kasneci et al.(2023) الذي حقق ٩٩ استشهادًا، و ٧٠٢ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثانية، وقد عُنى بتسليط الضوء على كيفية استخدام النماذج اللغوية لإنشاء محتوى تعليمي وتحسين مشاركة الطلاب وتفاعلهم وتخصيص تجارب التعلم، والتحديات المرتبطة بذلك، وكيفية معالجتها، وكيفية استخدام مثل هذه النماذج بطريقة مسؤولة وأخلاقية في التعليم.

وفي المرتبة الثالثة يقع منشور Davis (1989) حيث حقق ٨٧ استشهادًا، و 419 قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثالثة، ويدرس علاقة متغيرين محددين يتمثلان في الفائدة المتصورة، وسهولة الاستخدام المتصورة، كعوامل أساسية لتحديد القبول التكنولوجي. وفي المرتبة الرابعة يقع منشور Cotton et al.(2023) حيث حقق ٨١ استشهادًا ، و ٥٧٨ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثالثة، ويتقصى الفرص والتحديات المترتبة على استخدام ChatGPT في التعليم العالي، ويناقش المخاطر والمكافآت المحتملة لهذه الأدوات، كما يدرس الصعوبات المتمثلة في اكتشاف ومنع الغش الأكاديمي، ويقترح إستراتيجيات يمكن تبنيها لضمان الاستخدام الأخلاقي والمسؤول لهذه الأدوات، وتتضمن هذه الإستراتيجيات تطوير السياسات والإجراءات، وتوفير التدريب والدعم، واستخدام طرق مختلفة للكشف عن الغش ومنعه.

وفي المرتبة الخامسة يأتي منشور Ismail et al. (2023) حيث حقق ٨٠ استشهادًا ، و ٥٣٠ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثانية، ويسعى المنشور

إلى تقديم نهج منهجي لإنشاء مورد مفتوح المصدر لدعم الباحثين في مجال التعلم والتدريس في المستقبل للحصول على إمكانية الوصول في الوقت المناسب إلى الأدبيات التي تم فحصها مسبقًا حول أشكال مختلفة من الذكاء الاصطناعي التوليدي وتأثيرها على التعليم العالي، وفي المرتبة السادسة يأتي منشور Dwivedi et al. (2023) حيث حقق ٧٥ استشهادًا، و ٥٢٥ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثانية، ويقدم المنشور رؤى متعددة التخصصات لبعض تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في البحث والممارسة، ويحدد المنشور الأسئلة التي تتطلب المزيد من البحث عبر ثلاث مجالات موضوعية: المعرفة والشفافية والأخلاق؛ والتحول الرقمي للمنظمات والمجتمعات؛ والتدريس والتعلم والبحث العلمي.

وفي المرتبة السابعة يأتي منشور tlili et al. (2023) الذي حقق ٦٨ استشهادًا، و ٥٨٦ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثانية، ويناقش هذا المنشور استخدام روبوتات دردشة ChatGPT كدراسة حالة في التعليم، وذلك عبر ٣ مراحل ناقشت الأولى إمكانية استخدامه كوسيلة للتواصل الاجتماعي، وناقشت الثانية جودة الاستجابة والفائدة المتحققة والعوامل الأخلاقية المرتبطة بذلك، أما المرحلة الثالثة فناقشت بعض العوامل المرتبطة بالغش والصدق والتضليل المتعلق بالخصوصية والتلاعب، وتوفر نتائج هذا المنشور العديد من الاتجاهات البحثية التي يجب أخذها في الاعتبار لضمان التبني الآمن والمسؤول لروبوتات الدردشة، وخاصة ChatGPT، في التعليم. وفي المرتبة الثامنة يأتي منشور Hwang et al. (2020) الذي حقق ٦٧ استشهادًا، و ٢٧٦ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الأولى، وقد عُني بتقديم إطارًا لإظهار الاعتبارات المتعلقة بتنفيذ الذكاء الاصطناعي في بيئات التعلم والتدريس المختلفة، وحدد ١٠ موضوعات بحثية محتملة في استخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم.

وفي المرتبة التاسعة يقع منشور Farrokhnia et al. (2023) الذي حقق ٥٩ استشهادًا، و ٤٨٣ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثانية، واستخدم إطار تحليل SWOT لتحديد نقاط القوة والضعف في ChatGPT ومناقشة فرصها وتهديداتها للتعليم، واستعرض المنشور مجموعة من نقاط القوة مثل استخدام نموذج لغة طبيعية متطور لتوليد إجابات معقولة، والقدرة على تحسين الذات، وتوفير استجابات شخصية فورية، وزيادة الوصول إلى المعلومات، وتسهيل التعلم الشخصي والمعقد، وتقليل عبء العمل التدريسي، وبالتالي جعل العمليات والمهام الرئيسة أكثر كفاءة، كما استعرض المنشور نقاط الضعف، وتمثلت في الافتقار إلى الفهم العميق، وصعوبة تقييم جودة الاستجابات، وخطر التحيز والتمييز، والافتقار إلى مهارات

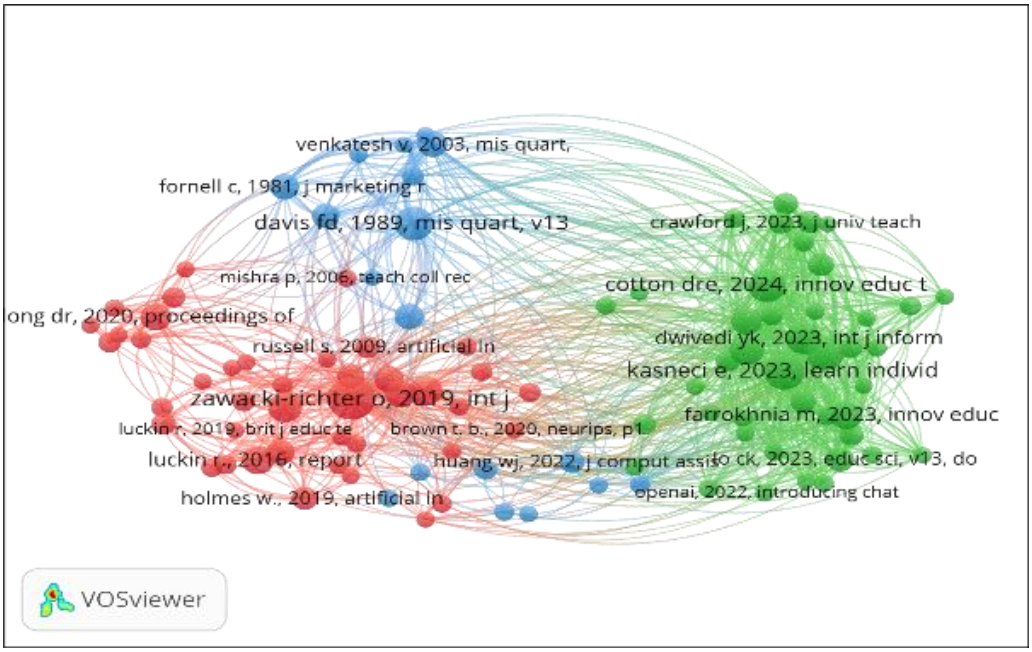
التفكير العليا، والافتقار إلى فهم السياق، وتهديد النزاهة الأكاديمية، وإدامة التمييز في التعليم، وإضفاء الطابع الديمقراطي على الانتحال، وتراجع المهارات المعرفية العليا>

وفي المرتبة العاشرة يقع منشور Cooper (2023) الذي حقق ٥٧ استشهادًا، و ٤٧٩ قوة ارتباط إجمالية، ويقع في المجموعة الثانية، ويهدف إلى استقصاء استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في تعليم العلوم، وذلك عبر ثلاث مجالات رئيسة: كيف يجيب ChatGPT على الأسئلة المتعلقة بتعليم العلوم؟، وما هي بعض الطرق التي يمكن للمعلمين من خلالها الاستفادة من ChatGPT في تدريس العلوم، وكيف تم استخدام ChatGPT ، وما هي الانعكاسات حول استخدامه كأداة بحث؟

ويوضح شكل (٣٥) شبكة الاستشهاد المشترك بالنسبة للمراجع المستشهد بها، وهي تتوزع في ثلاث مجموعات، وتتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر من ٤٢ مرجعًا، وتتكون المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر من ٤٢ مرجعًا، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق من ١٨ مرجعًا.

شكل ٣٥

شبكة المراجع ذوات الاستشهاد المشترك الأعلى



ب. الاستشهاد المشترك بالنسبة للمجلات المستشهد بها Cited Journals:

تم تقييد تحليل الاقتباس المشترك للمجلات البالغ عددها ٣٦٧٢٧ مجلة مستشهدًا بها يحتوي على ٢٠ اقتباسًا على الأقل مما أدي إلى تلبية ٥٧٢ مجلة لهذا الحد، ويوضح جدول (٢٣) المجلات العشرة ذوات الاستشهاد المشترك الأكبر.

جدول ٢٣

المجلات العشرة ذوي الاستشهاد المشترك الأعلى

Rank	Cited Journals	Citations	Total link strength
1	Computers & Education	1820	65470
2	Arxiv	1074	29165
3	Education and Information Technologies	926	36777
4	*Computers* in Human *Behavior*	848	30646
5	*British Journal* of Educational *Technology*	775	28340
6	Interactive Learning Environments	655	26233
7	*Educational Technology* & *Society*	575	20204
8	*International Journal* of *Artificial Intelligence*	525	17145
9	Computers And Education: Artificial Intelligence	509	19233
10	*International Journal* of Educational *Technology* in Higher *Education*	492	16882

وبالنسبة للمجلات المتخصصة في تربويات الرياضيات يوضح جدول (٢٤) وجود مجلتين هما مجلة Mathematics-Basel، ومجلة Eurasia Journal of Mathematics بقوة روابط إجمالية ١٤٨١، و٩٢٧ على الترتيب ضمن المجلات ذوات الاستشهاد المشترك وقد جاءتا في المرتبة ٣٢١، و٣٧٣ على الترتيب.

جدول ٢٤

المجلات المتخصصة في تربويات الرياضيات ذوات الاستشهاد المشترك الأعلي

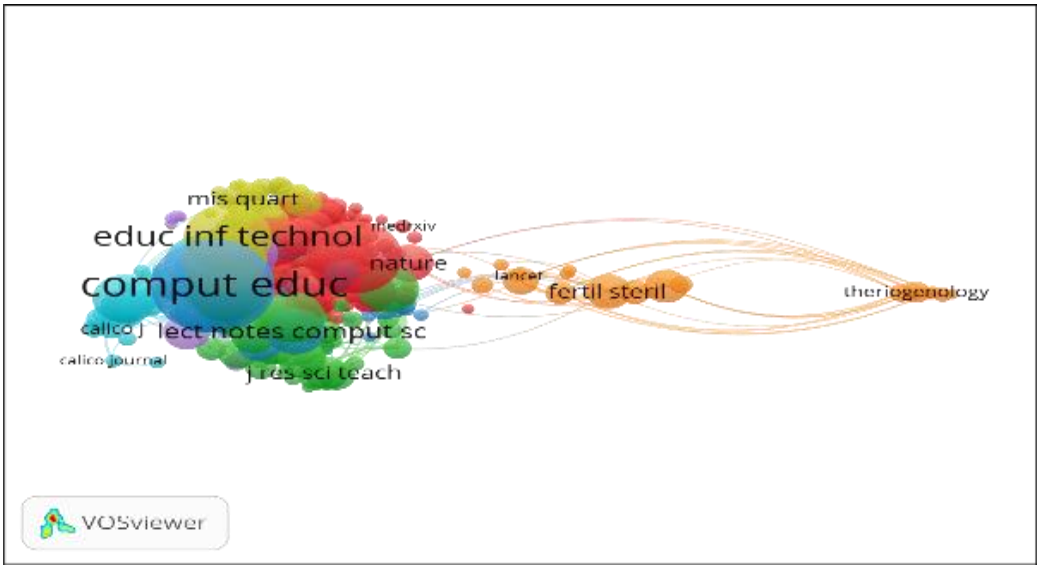
Rank	Cited Journals	citations	total link strength
321	Mathematics-Basel	33	1481
373	Eurasia Journal of Mathematics	28	927

يعرض شكل (36) تحليل الاستشهاد المشترك للمجلات، حيث يتوزع في ٧ مجموعات، وتتكون المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر من ٢١٤ مجلة، وتتكون المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر من ١٠٠ مجلة، وتتكون المجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق من ٧٤ مجلة، وتتكون المجموعة ٤ الموضحة باللون البنى من ٦٧ مجلة، وتتكون المجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي من ٤٩ مجلة، وتتكون المجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني من ٤٤ مجلة، وتتكون المجموعة ٧ الموضحة باللون البرتقالي من ٢٤ مجلة.

حققت مجلة Computers & Education في المجموعة ٣ أعلي استشهادًا وهو ١٨٢٠ استشهادًا كحد أقصى مع قوة ارتباط إجمالية تبلغ 65470، المجلات التي حصلت على أعلى الاستشهادات في المجموعة ١ والمجموعة ٢ والمجموعة ٤ هي Arxiv (1074 استشهادًا، 29165 قوة روابط إجمالية) و *British Journal* of Educational *Technology* (775 استشهادًا، 28340 قوة روابط إجمالية)، و Education and Information Technologies (926 استشهادًا، 36777 قوة روابط إجمالية) على التوالي، وفى المجموعة ٥ والمجموعة ٦ هي Computers And Education: Artificial Intelligence (509 استشهادًا، 19233 قوة روابط إجمالية)، و Interactive Learning Environments (655 استشهادًا، 26233 قوة روابط إجمالية) على التوالي، ولم تمثل المجموعة السابعة ضمن المجلات العشرة ذوات الاستشهاد المشترك الأعلى .

شكل ٣٦

شبكة المجلات ذوات الاستشهاد المشترك الأعلى



ج. الاستشهاد المشترك بالنسبة للمؤلفين المستشهد بهم Cited Authors:

اقتصر تحليل الاقتباس المشترك للمؤلفين البالغ عددهم ٥٢٦٩٩ على المؤلفين الذين لديهم ٢٠ استشهادًا على الأقل مما أدى إلى استيفاء ٣٣١ مؤلفًا لهذا الحد، ويوضح جدول(٢٥) المؤلفين العشرة ذوي الاستشهاد المشترك الأعلى.

جدول ٢٥

المؤلفون العشرة ذوو الاستشهاد المشترك الأعلى

Rank	Author	Citations	Total link strength
1	Hwang, Gj	226	2920
2	Chiu, Tkf	184	2495
3	Openai	176	1870
4	Unesco	176	1644
5	Williamson, B	169	1812
6	Zawacki-Richter, O	145	1947
7	Davis, Fd	136	1858
8	Luckin, R	129	1468
9	Venkatesh, V	129	1942
10	Selwyn, N	126	1450

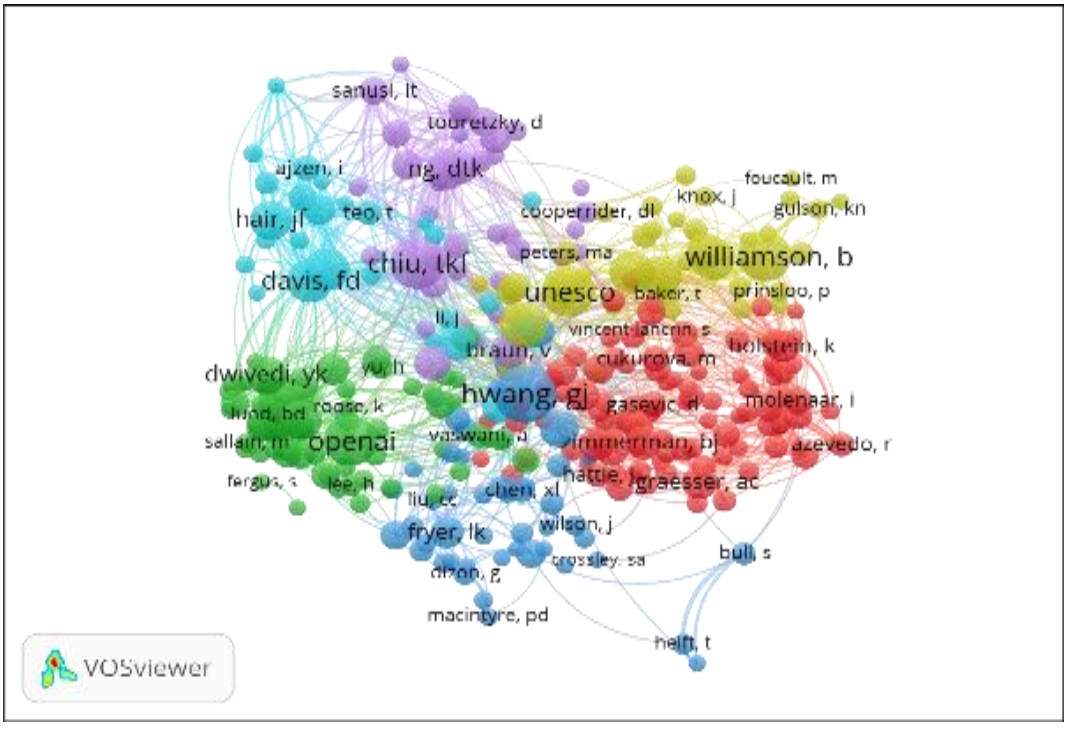
يعرض شكل (٣٧) شبكات المؤلفين ذوى الاستشهاد المشترك الأعلى، حيث يتوزعون في ٦ مجموعات، المجموعة ١ الموضحة باللون الأحمر تتكون من ١٠١ مؤلف، المجموعة ٢ الموضحة باللون الأخضر مكونة من ٤٧ مؤلفًا والمجموعة ٣ الموضحة باللون الأزرق مكونة من ٤٨ مؤلفًا ، والمجموعة ٤ الموضحة باللون البني مكونة من ٤١ مؤلفًا ، والمجموعة ٥ الموضحة باللون البنفسجي مكونة من ٤٠ مؤلفًا ، والمجموعة ٦ الموضحة باللون اللبني مكونة من ٢٧ مؤلفًا.

ويأتي Hwang في المرتبة الأولي بين المؤلفين العشرة ذوى الاستشهاد المشترك الأعلى، ويقع في المجموعة ٣ بإجمالي استشهادات ٢٢٦ مع قوة رابط اجمالية ٢٩٢٠، يليه Chiu, Tkf في المجموعة الخامسة بإجمالي استشهادات ١٨٤ وقوة روابط إجمالية ٢٤٩٥، يليه Openai في المجموعة ٢ بإجمالي استشهادات ١٧٦ وقوة روابط إجمالية ١٨٧٠، و Unesco في المجموعة ٤ بإجمالي استشهادات ١٧٦ وقوة روابط إجمالية ١٦٤٤ ، ويليه Williamson في المجموعة ٤ بإجمالي استشهادات ١٦٩ وقوة روابط إجمالية ١٨١٢ ، ثم Zawacki في المجموعة الرابعة أيضًا بإجمالي استشهادات ١٤٥ وقوة روابط إجمالية ١٩٤٧، يليه Davis في

المجموعة السادسة بإجمالي استشهادات ١٣٦ وقوة روابط إجمالية ١٨٥٨، ثم Luckin في المجموعة الرابعة بإجمالي استشهادات ١٢٩ وقوة روابط إجمالية ١٤٦٨، يليه Venkatesh في المجموعة السادسة بإجمالي استشهادات ١٢٩ وقوة روابط اجمالية ١٩٤٢، ويليه Selwyn في المجموعة الرابعة بإجمالي استشهادات ١٢٦ وقوة روابط إجمالية ١٤٥٠، وتجدر الإشارة عدم تمثيل المجموعة الأولي ضمن العشرة مؤلفين ذوى الحد الأكبر من الاستشهادات، بينما ظهر المؤلفون في المجموعة الرابعة أكثر من مرة بنسبة ٥٠٪.

شكل ٣٧

شبكة المؤلفين ذوى الاستشهاد المشترك الأعلى



ترتيبًا على جملة النتائج السابقة يمكن الرصد المقارن لمجموعة من عناصر التحليل الببليومترى المرتبطة بالمؤلفين، والمجلات، والدول، والمؤسسات؛ من حيث الأكثر إنتاجية، والتأليف المشترك، والأكثر استشهادًا، وكذا الاقتران الببليوجرافي الأعلى، بصورة عرضية، الأمر الذي يسهم في تعرف صورة أكثر

شمولية عن تلك العناصر في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها، وهو ما يوضحه جدول (٢٦).

جدول ٢٦

عناصر التحليل الببليومتري في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها

مجال المقارنة		المرتبة من حيث الأكثر إنتاجية	المرتبة من حيث التأليف المشترك	المرتبة من حيث الأكثر استشهادًا	المرتبة من حيث الاقتران الببليوجرافي الأعلى
المؤلفين	Chiu, Thomas K. F.	١	١	١	١
	Chai, Ching Sing	٣	٣	٩	٥
	Gulson, Kalervo N.	٥	-	٣	-
	Ogata, Hiroaki	٦	٢	-	-
	Xie, Haoran	٧	-	١٠	٤
	Jiang, Shiyan	٩	٢	-	-
المجلات	Education And Information Technologies	١	-	٢	١
	International Journal of Emerging Technologies In Learning	٣	-	٧	-
	British Journal of Educational Technology	٤	-	٣	٥
	Interactive Learning Environments	٤	-	٥	٣
	Educational Technology & Society	٦	-	٤	٦
	International Journal of Educational Technology In Higher Education	٨	-	٦	٢
الدول	USA	١	١	١	٢
	Peoples R China	٢	٢	٢	١

مجال المقارنة		المرتبة من حيث الأكثر إنتاجية	المرتبة من حيث التأليف المشترك	المرتبة من حيث الأكثر استشهادًا	المرتبة من حيث الاقتران الببليوجرافي الأعلى
	Australia	٣	٣	٣	٤
	England	٤	٤	٤	٣
	Taiwan	٥	-	٥	٥
	Spain	٦	٩	٦	٦
	India	٧	-	-	-
	Canada	٨	٥	٨	١٠
	Germany	٩	٦	٦	٨
	South Korea	٩	-	٩	٧
المؤسسات	Educ Univ Hong Kong	٢	١	٦	٣
	Chinese Univ Hong Kong	٢	٢	١	١
	Monash Univ	٨	٣	٣	٥
	Univ Hong Kong	٤	٤	-	٢
	Beijing Normal Univ	١٠	٦	٢	٤

يعكس تحليل البيانات في جدول (٢٦) أنه على الرغم من تباين الرتب التي يحققها كل عنصر من العناصر موضع التحليل من حيث الأكثر إنتاجية، والتأليف المشترك، والأكثر استشهادًا، وكذا الاقتران الببليوجرافي الأعلى إلا أن هناك بعض هذه العناصر قد حافظت تقريبًا على رتبتها في مواضع التحليل المقارن المختلفة، على سبيل المثال من حيث المؤلفين نجد Chiu, Thomas K. F. حقق المرتبة الأولى في كل مواضع التحليل ، بينما من حيث المجلات فقد حصلت مجلة Education and Information Technologies على المرتبة الأولي في كل من الإنتاجية والاقتران الببليوجرافي الأعلى، والمرتبة الثانية من حيث الاستشهاد الأكثر، أما من حيث الدول فقد حققت الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الأولى في كل مواضع التحليل والمرتبة الثانية فقط من حيث الاقتران الببليوجرافي الأعلى، وبالنسبة للمؤسسات فقد حققت جامعة Chinese Univ Hong Kong المرتبة الأولى في كل من الاستشهاد والاقتران الببليوجرافي الأعلى، والمرتبة الثانية من حيث الأكثر إنتاجية، والتأليف المشترك.

من جهة أخرى يمكن القول إن البيانات الواردة في جدول (٢٦) تعكس، وبصورة أكثر إجمالية عناصر التحليل الببليومتري لكل من المؤلفين، والمجلات، والدول، والمؤسسات في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال تعليم

الرياضيات وتعلمها ذوى التأثير العلمي الأكبر في هذا المجال من حيث الإنتاجية والتأليف المشترك، وكذا الاستشهاد والاقتران الببليوجرافي الأعلى؛ الأمر الذى يعكس ضرورة الاهتمام من قبل الباحثين في هذا المجال بهذه المجلات، والمؤلفين، والدول، والمؤسسات التي حققت هذه الرتب المتقدمة فيه عند النظر في الدراسات السابقة، وكذا عند التوجه إلى إجراء البحوث المستقبلية.

وبالجملة تعكس مراجعة بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها خلال الفترة ٢٠٢٠ حتى ٢٠٢٤ م إمكانية تصنيفها إلى ثلاث مجالات رئيسة؛ تتمثل في: التعلم، والتدريس، والتقييم، كما هو موضح في جدول (٢٧).

جدول ٢٧

تصنيف بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها خلال الفترة ٢٠٢٠ حتى ٢٠٢٤م

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
١.	Cotton	2024	التدريس	العالي	ChatGPT	تحديد فرص وتحديات استخدام ChatGPT في التعليم العالي، ومناقشة الإيجابيات والمخاطر المحتملة له.
٢.	Li et al.	2024	التقييم	العالي	fair AI	استخدام الذكاء الاصطناعي العادل للتنبؤ بنتائج تعلم الطلاب للرياضيات من خلال منصة تعلم عبر الإنترنت.
٣.	Strzelecki	2024	التعلم	العالي	ChatGPT	استكشاف العوامل التي تدفع الطلاب إلى قبول ChatGPT
٤.	Huang & Qiao	2024	التعلم	الثانوي	----	تحسين التفكير الحسابي باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم STEAM.
٥.	Maj	٢٠٢٤	التعلم	العالي	ChatGPT	استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين الحمل المعرفي على الطلاب في مجالات STEM

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
.٦	Tlili	2023	التدريس	الطلاب والمعلمين والمطورين والعاملين في مجال الذكاء الاصطناعي	ChatGPT	تقصى استخدام ChatGPT في التعليم، وإيجابيات هذا الاستخدام وعواقبه، والتحقيق في تجارب المستخدمين، والقضايا المختلفة المرتبطة بهذا الاستخدام
.٧	Ellis& Slade	2023	التدريس	المعلمين	ChatGPT	تقديم أمثلة لكيفية مساعدة ChatGPT في تعليم الإحصاء وعلوم البيانات
.٨	Ng et al.	2023	التدريس والتعلم والتقييم	المعلمين	---	استكشاف الفرص والتحديات المتمثلة في استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي وكيف يمكنها تعزيز التدريس والتعلم والتقييم.
.٩	Adiguzel et al.	2023	التدريس والتعلم	الطلاب والمعلمين	ChatGPT	طرح نظرة عامة شاملة على تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها المحتملة في التعليم والصعوبات المرتبطة بها
.١٠	Xia et al.	2023	التعلم	الثانوي	AI conversational chatbot	تقصي العوامل التي تؤثر على التعلم المنظم ذاتيًا لدى الطلاب من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي
.١١	Jeon& Lee	2023	التدريس	المعلم	ChatGPT	استكشاف العلاقة بين أدوار ChatGPT و أدوار المعلمين و تحديد الأدوار التكميلية لكل منهما في التعليم
.١٢	Strzele	2023	التقييم	العالي	ChatGPT	تطوير نموذج باستخدام

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
	cki					ChatGPT للتنبؤ بنتائج الطلاب في ضوء مجموعة من العوامل التنبؤية: الأداء، والدافع، والإبداع.
١٣.	Kasneci et al.	2023	التدريس والتعلم	المعلمين والطلاب	----	استخدام النماذج اللغوية لإنشاء محتوى تعليمي وتحسين مشاركة الطلاب وتفاعلهم وتخصيص تجارب التعلم، والتحديات المرتبطة بذلك، وكيفية معالجته.
١٤.	Ismail et al.	2023	التدريس	العالي	generative AI chatbot	مراجعة منهجية لبحوث نماذج روبوتات الدردشة التوليدية للذكاء الاصطناعي المتاحة في التعليم العالي.
١٥.	Dwivedi et al.	2023	التدريس والتعلم والبحث العلمي والتقييم	خبراء في علوم الكمبيوتر والتعليم وغيرها	ChatGPT	تقديم رؤى متعددة التخصصات لبعض تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في البحث والممارسة.
١٦.	Farrokhnia et al.	2023	التدريس والتعلم والبحث العلمي والتقييم	العالي	ChatGPT	إطار تحليل SWOT لتوضيح نقاط القوة والضعف في ChatGPT ومناقشة الفرص، والتهديدات التي يواجهها التعليم في هذا الصدد.
١٧.	Vasconcelos & dos Santos	2023	التعلم	العالي	ChatGPT Bing Chat	تعزيز التعلم، والتفكير التأملي والنقدي وفهم المفاهيم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات باستخدام ChatGPT وBing Chat

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
.١٨	Engelbrecht& Borba	2023	التعلم والتدريس والتقويم	------	------	تقصى التطورات المهمة في استخدام التكنولوجيا الرقمية في تعليم الرياضيات وتعلمها، ومساحات التعلم في تحويل فصول الرياضيات، وكذا الاستخدام المتزايد لأنظمة الجبر الحاسوبية وحزم الهندسة الديناميكية؛ وقضية تعاون الطلاب عبر الإنترنت، وخاصة باستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي، وتخصيص للتعلم.
.١٩	Warda t et al.	2023	التدريس والتعلم	الثانوي	ChatGPT	تعرف وجهات نظر الطلاب والمعلمين، حول استخدام ChatGPT في تدريس الرياضيات، وتقديم مجموعة من الاقتراحات من أجل الاستخدام الأمن له في تعليم وتعلم الرياضيات.
.٢٠	del Olmo-Muñoz et al.	2023	التدريس	الابتدائي	نظام التدريس الذكي HINTS	مراجعة منهجية، لاستخدام أنظمة التدريس الذكية في تدريس حل المشكلات اللفظية الرياضياتية.
.٢١	lee & yeo	2022	التدريس	معلمي الرياضيات قبل الخدمة	chatbot	تعزيز مهارات التدريس الأصيلة الهادفة عبر استخدام روبوت محادثة قائم على الذكاء الاصطناعي.
.٢٢	Li et al.	2022	التعلم	الثانوي	وكلاء المحادثة	دعم تعلم الجبر عبر الإنترنت، ودعم مشاركة

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
					(CA) المدعومون بالذكاء الاصطناعي (AI)	الطلاب في منتديات المناقشة عبر وكلاء المحادثة باستخدام الذكاء الاصطناعي.
٢٣.	Holmes& Tuomi	2022	التدريس والتعلم	---	----	مراجعة وتصنيف لأنظمة الذكاء الاصطناعي الموجودة في التعليم وافتراضاتها التربوية والتعليمية وعوائق استخدامها.
٢٤.	Sing et al	2022	التعلم	الثانوي	----	تعرف العلاقات المتبادلة بين الفائدة المدركة للطلاب، والاتجاه، والمعايير الذاتية للتعلم، والنية السلوكية للتعلم، فيما يرتبط بالذكاء الاصطناعي.
٢٥.	Lin et al.	2021	التعلم	العالي	----	استخدام أنشطة قائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، مما أسهم في تحسين معرفة الذكاء الاصطناعي بين الطلاب غير المتخصصين في الهندسة، وزيادة وعيهم بالقضايا الأخلاقية للذكاء الاصطناعي .
٢٦.	Wang et al.	2021	التدريس	المعلمين	----	التحقيق في العوامل المؤثرة على نية المعلمين في الاستمرار في التدريس باستخدام الذكاء الاصطناعي، مثل القلق، والكفاءة الذاتية،

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
						والموقف تجاه الذكاء الاصطناعي، وسهولة الاستخدام المتصورة ، والفائدة المتصورة
.٢٧	Seo et al.	2021	التدريس والتعلم	المعلمين ، الطلاب	----	تصميم لوحات قصصية لنظام الذكاء الاصطناعي تدعم بشكل إيجابي تفاعل المتعلم والمعلم عبر الإنترنت، وتحديد مخاوف الطلاب والمعلمين بشأن أنظمة الذكاء الاصطناعي
.٢٨	Lin et al.	2021	التعلم	العالي	----	أنشطة تعلم قائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات
.٢٩	Gorals ki	2020	التدريس	العالي	----	استقصاء مدي مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة
.٣٠	Jiméne z-Herná ndez et al.	2020	التعلم	العالي	MiniBool	دعم تعلم الجبر البولي في بيئة التعلم المختلط باللعب
.٣١	Hwan g et al.	2020	التدريس والتعلم	---	---	تقديم إطار لإظهار الاعتبارات المتعلقة بتنفيذ الذكاء الاصطناعي في بيئات التعلم والتدريس المختلفة
.٣٢	Zawac ki-Richte r et al.	2019	التدريس والتعلم والتقويم	العالي	----	مراجعة منهجية لأبحاث تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
.٣٣	Pappas & Drigas	2016	التدريس	---	أنظمة التدريس الذكية	مراجعة منهجية لتقيم مدى مساهمة أنظمة التدريس الذكية القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات
.٣٤	Nabiyev et al.	2016	التدريس	العالي	نظم التدريس الذكية	نموذج لحل المشكلات الرياضياتية اللفظية الخاصة بموضوع الحركة كأحد موضوعات الرياضيات التطبيقية باستخدام نظم التدريس الذكية القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي.
.٣٥	Chatti	2012	التقييم	----	---	وضع نموذجًا مرجعيًا رباعي الأبعاد لتحليلات التعلم عبر استخدام الذكاء الاصطناعي
.٣٦	Garcia	2007	التعلم	العالي	-----	تقييم الشبكات الافتراضية في اكتشاف أسلوب تعلم الطلاب في أحد دورات الذكاء الاصطناعي
.٣٧	Hwang	2003	التدريس والتعلم والتقييم	---	---	استخدام الذكاء الاصطناعي وشبكات الحاسوب لتطوير أنظمة التعليم بمساعدة الحاسوب، واختبار وتعزيز الأداء التعليمي للطلاب
.٣٨	Chou	2003	التدريس	----	أنظمة التدريس الذكي	مناقشة القضايا المرتبطة بأنظمة التدريس الذكي، وهى المعلم كمدرب ذكي Teacher as an Intelligent Tutor والمعلم كمرافق للتعلم

م	المؤلف/ المؤلفين	السنة	المجال	العينة	تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي	المخرجات
						Teacher as a Learning Companion.

من النتائج الموضحة بجدول (٢٧) يعكس تحليل المجالات الثلاثة الرئيسة لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها خلال الفترة ٢٠٢٠ حتى ٢٠٢٤ م، إمكانية تصنيفها إلى سبع مجالات فرعية، وفيما يلي توضيح لهذه المجالات، وما يندرج تحتها من بحوث:

أ- دعم مهارات تعلم الطلاب للرياضيات:

عُنى بعض الدراسات بتقصي استخدام الذكاء الاصطناعي بتطبيقاته المختلفة في دعم المهارات المتنوعة لدى الطلاب في صفوف الرياضيات فعلى سبيل المثال: استهدفت دراسة Huang & Qiao (2024) تعزيز مهارات التفكير الحاسوبي، والدافعية للتعلم، والكفاءة الذاتية لدى الطلاب دارسي STEAM، كما استخدمت دراسة Maj(2024) تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين الحمل المعرفي على الطلاب في مجالات STEM، ودراسة Vasconcelos& dos Santos (2023) التي هدفت إلى تعزيز التعلم، والتفكير التأملي والنقدي وفهم المفاهيم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات باستخدام ChatGPT وBing Chat ، ودراسة Li et al (2022). التي هدفت إلى دعم تعلم الجبر عبر الإنترنت، ودعم مشاركة الطلاب في منتديات المناقشة عبر وكلاء المحادثة باستخدام الذكاء الاصطناعي، ودراسة Lin et al.(2021) التي قدمت أنشطة تعلم قائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لدى الطلاب الجامعيين لتنمية التعلم العميق لديهم، ودراسة Jiménez-Hernández et al (2020). التي استهدفت تعرف أثر برنامج MiniBool كأحد البرامج المستندة إلى الويب، والذى تم تطويره بهدف دعم تعلم الجبر البولي في بيئة التعلم المختلط.

ب- تخصيص تعلم الرياضيات ودعم مشاركة الطلاب :

اهتم بعض الباحثين بكيفية الإفادة من الذكاء الاصطناعي في تخصيص التعلم، ودعم مشاركة الطلاب في تعلم الرياضيات، وانخراطهم في أنشطة التعلم فعلى سبيل المثال هدفت دراسة Kasneci et al. (2023) إلى استخدام النماذج اللغوية لإنشاء محتوى تعليمي وتحسين مشاركة الطلاب وتفاعلهم وتخصيص تجارب التعلم، والتحديات المرتبطة بذلك، وكيفية معالجته، وكذا دراسة Xia et al. (2023) التي عنيت بتقصي العوامل التي تؤثر على التعلم المنظم ذاتيًا لدى الطلاب من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي.

ج- **العلاقة بين خصائص الطلاب والمعلمين واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي:**

مثّل تعرف العلاقة بين الخصائص المختلفة للطلاب واستخدام الذكاء الاصطناعي في التعليم والتعلم عامة، وتعلم الرياضيات خاصة اهتمامًا كبيرًا من قبل الباحثين، فعلى سبيل المثال هدفت دراسة Strzelecki(2024) إلى استكشاف العوامل التي تدفع الطلاب إلى قبول استخدام ChatGPT ، ودراسة Tlili(2023) التي هدفت إلى تقصى استخدام ChatGPT في التعليم، وإيجابيات هذا الاستخدام وعواقبه، والتحقيق في تجارب المستخدمين، والقضايا المختلفة المرتبطة بهذا الاستخدام، ودراسة Sing et al.(2022) والتي عنيت بتعرف العلاقات المتبادلة بين الفائدة المدركة للطلاب، والاتجاه، والمعايير الذاتية للتعلم، والنية السلوكية للتعلم، فيما يرتبط بالذكاء الاصطناعي، ودراسة Wang et al.(2021) التي هدفت إلى التحقيق في العوامل المؤثرة على نية المعلمين في الاستمرار في التدريس باستخدام الذكاء الاصطناعي، مثل القلق، والكفاءة الذاتية، والموقف تجاه الذكاء الاصطناعي، وسهولة الاستخدام المتصورة، والفائدة المتصورة، ودراسة Garcia(2007) التي هدفت إلى تقييم الشبكات الافتراضية في اكتشاف أسلوب تعلم الطلاب في نظام تعليمي قائم على الويب.

د- تقييم نواتج تعلم الرياضيات والتنبؤ بها:

يُعد استخدام الذكاء الاصطناعي في تقييم نواتج تعلم الطلاب للرياضيات وكذا تحليل هذه النواتج والتنبؤ بها من الاستخدام المحورية للذكاء الاصطناعي في هذا الصدد، وهو ما شكل محور عناية غير قليل من الباحثين، ومن بين الدراسات التي عُنيت بذلك دراسة Li et al.(2024) التي هدفت إلى استخدام الذكاء الاصطناعي العادل للتنبؤ بنتائج تعلم الطلاب للرياضيات من خلال منصة تعلم عبر الإنترنت، ودراسة Strzelecki(2023) التي طورت نموذجًا باستخدام ChatGPT للتنبؤ بنتائج الطلاب في ضوء مجموعة من العوامل التنبؤية: الأداء، والدافع، والإبداع، ودراسة Chatti (2012) التي صممت نموذجًا مرجعيًا رباعي الأبعاد لتحليلات التعلم عبر استخدام الذكاء الاصطناعي، ودراسة Hwang(2003) التي سعت إلى استخدام الذكاء الاصطناعي وشبكات الحاسوب لتطوير أنظمة التعليم بمساعدة الحاسوب، واختبار وتعزيز الأداء التعليمي للطلاب.

ه- تنمية مهارات تدريس الرياضيات:

يسهم الذكاء الاصطناعي عبر التطبيقات المتنوعة له في تنمية مهارات تدريس الرياضيات في مجالاتها المختلفة فعلى سبيل المثال: سعت دراسة كل من Ellis& Slade (2023) إلى تقديم أمثلة لكيفية مساعدة ChatGPT في تعليم الإحصاء وعلوم البيانات، ودراسة Jeon& Lee(2023) التي هدفت إلى استكشاف العلاقة بين أدوار ChatGPT و أدوار المعلمين و تحديد الأدوار التكميلية لكل منهما

في التعليم، ودراسة Ismail et al.(2023) التي قدمت نهجًا منهجيًا لإنشاء مورد مفتوح المصدر حول أشكال مختلفة من الذكاء الاصطناعي التوليدي وتأثيرها على التعليم، ودراسة Adiguzel et al.(2023) التي عنيت بطرح نظرة عامة شاملة على تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتطبيقاتها المحتملة في التعليم، والصعوبات المرتبطة بها، ودراسة lee & yeo(2022) التي سعت إلى تعزيز مهارات التدريس الأصيلة الهادفة عبر استخدام روبوت محادثة قائم على الذكاء الاصطناعي، ودراسة Seo et al.(2021) التي استهدفت تصميم لوحات قصصية لنظام الذكاء الاصطناعي تدعم بشكل إيجابي تفاعل المتعلم والمعلم عبر الإنترنت، ودراسة Nabiyev et al.(2016) التي طورت نموذجًا لحل المشكلات الرياضياتية اللفظية الخاصة بموضوع الحركة كأحد موضوعات الرياضيات التطبيقية باستخدام نظم التدريب الذكية القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي.

و- استقصاء جوانب القوة وتحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها:

عُني غير قليل من الدراسات محل التحليل بتقصي جوانب القوة والتحديات التي تواجه عمليتي تعليم الرياضيات وتعلمها في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة فيها، ومن بين هذه الدراسات دراسة Cotton(2024) التي اهتمت بتحديد فرص وتحديات استخدام ChatGPT في التعليم العالي، ومناقشة الإيجابيات والمخاطر المحتملة له، ودراسة Farrokhnia(2023) التي قامت بعمل تحليل SWOT لتوضيح نقاط القوة والضعف في استخدام ChatGPT ومناقشة الفرص، والتهديدات التي يواجهها التعليم في هذا الصدد، ودراسة Ng et al.(2023) التي سعت إلي استكشاف الفرص والتحديات المتمثلة في استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي وكيف يمكنها تعزيز التدريس والتعلم والتقييم، ودراسة Adiguzel et al.(2023) التي طرحت نظرة عامة شاملة على تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها المحتملة في التعليم والصعوبات المرتبطة بها، ودراسة Wardat et al.(2023) التي استهدفت تعرف وجهات نظر الطلاب والمعلمين، حول استخدام ChatGPT في تدريس الرياضيات، وتقديم مجموعة من الاقتراحات من أجل الاستخدام الآمن له في تعليم وتعلم الرياضيات.

كما قدمت دراسة Dwivedi et al.(2023) رؤى متعددة التخصصات لبعض تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في البحث والممارسة، ودراسة Farrokhnia et al.(2023) التي اهتمت بتحديد نقاط القوة والضعف في استخدام ChatGPT ومناقشة فرص وتهديدات استخدامه، ودراسة Holmes& Tuomi(2022) التي قامت بمراجعة وتصنيف لأنظمة الذكاء الاصطناعي الموجودة في التعليم وافتراضاتها التربوية والتعليمية وعوائق

استخدامها، ودراسة Goralski (2020) التي سعت نحو استقصاء مدي مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، و دراسة Hwang et al. (2020) التي قدمت إطارًا لإظهار الاعتبارات المتعلقة بتنفيذ الذكاء الاصطناعي في بيئات التعلم والتدريس المختلفة، ودراسة Chou (2003) التي ناقشت القضايا المرتبطة بأنظمة التدريس الذكي.

ز- المراجعة المنهجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها:

اهتم بعض البحوث بعمل مراجعة منهجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، مثل: دراسة del Olmo-Muñoz et al.(2023) التي قامت بمراجعة منهجية، لاستخدام أنظمة التدريس الذكية في تدريس حل المشكلات اللفظية الرياضياتية، ودراسة Engelbrecht& Borba(2023) التي استهدفت تقصى التطورات المهمة في استخدام التكنولوجيا الرقمية في تعليم الرياضيات وتعلمها، ومساحات التعلم في تحويل فصول الرياضيات، وكذا الاستخدام المتزايد لأنظمة الجبر الحاسوبية وحزم الهندسة الديناميكية؛ وقضية تعاون الطلاب عبر الإنترنت، وخاصة باستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي، وتخصيص التعلم، ودراسة Zawacki-Richter et al. (2019) التي استهدفت عمل مراجعة منهجية لأبحاث تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي، ودراسة Pappas & Drigas(2016) التي قامت أيضًا بعمل مراجعة منهجية لتقييم مدى مساهمة أنظمة التدريس الذكية القائمة على استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات.

٧. الإجابة عن السؤال السابع من أسئلة البحث **" ما التواجد المشترك للموضوعات والمحاور البحثية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟"(Co-occurrence)**

للإجابة عن السؤال السابع من أسئلة البحث تم إجراء تحليل التواجد المشترك Co-occurrence (الكلمات المشتركة Co-words) للموضوعات والمحاور البحثية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وفيما يأتي عرض للنتائج التي تم الحصول عليها في هذا الصدد:

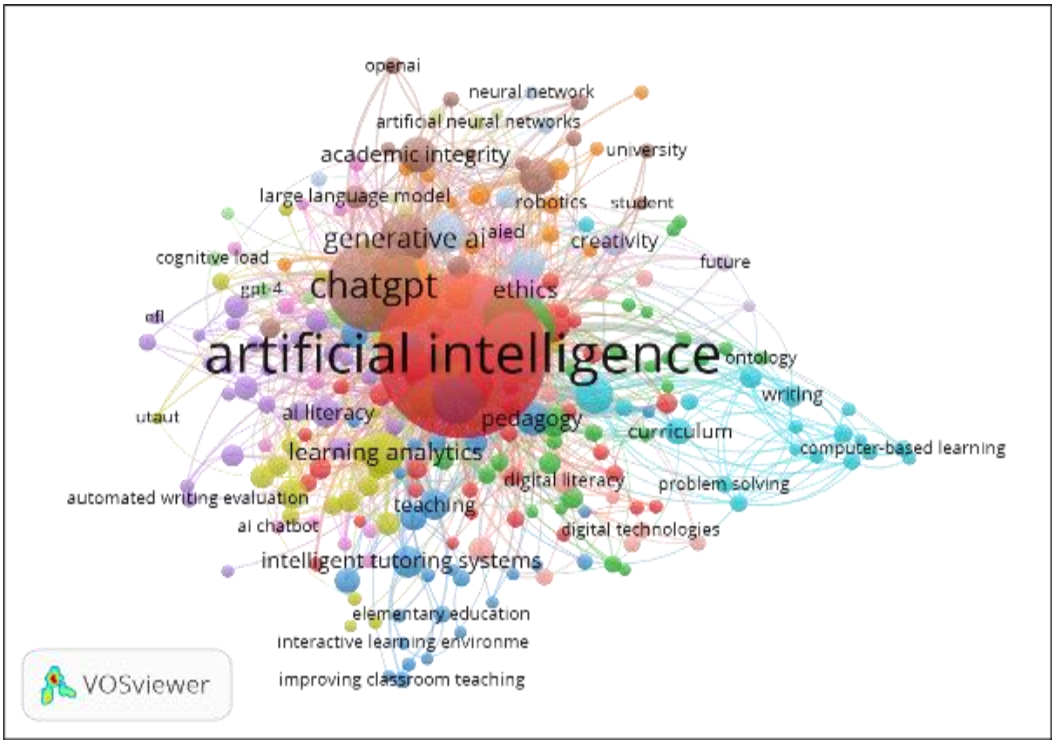
تم استخدام VOSviewer لإجراء تحليل التكرار عن طريق اختيار الكلمات الرئيسة التي ظهرت ٥ مرات على الأقل في المنشورات البحثية، وتم استخراج إجمالي ٢٥٢ كلمة رئيسة من أصل ٥٣٧٥ باستخدام هذا الحد، كما هو موضح في شكل(38)، وتبين أحجام الدوائر تكرار المصطلح في عناوين ومستخلصات المنشورات، وتبين الخطوط بين الدوائر قوة الارتباط بينها، وتتوزع الكلمات الرئيسة في ١٤ مجموعة، كما يلي:

- المجموعة الأولي باللون الأحمر الغامق وتتضمن ٣٦ مصطلحًا، ومثَّل مصطلح الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence في المجموعة الأولى المصطلح الأكثر تكرارا بعدد تكرارات ٧١٤، وقوة ارتباط إجمالية ١٣٦١.
- المجموعة الثانية باللون الأخضر وتتضمن ٣١ كلمة رئيسة، ومثَّل مصطلح E-learning في المجموعة الثانية المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٤٠ وقوة ارتباط إجمالية ٨٣.
- المجموعة الثالثة باللون الأزرق الغامق وتتضمن ٣٠ كلمة رئيسة، ومثَّل مصطلح Pedagogy في المجموعة الثالثة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٢٩ وقوة ارتباط إجمالية ٥٩ .
- المجموعة الرابعة باللون البني وتتضمن ٢٧ كلمة رئيسة، ومثَّل مصطلح Learning Analytics في المجموعة الرابعة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٤٦ وقوة ارتباط إجمالية ٩٧ .
- المجموعة الخامسة باللون البنفسجي الغامق وتتضمن ٢٧ كلمة رئيسة، ومثَّل مصطلح AI Literacy في المجموعة الخامسة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٢٥ وقوة ارتباط إجمالية ٤٨ .
- المجموعة السادسة باللون اللبني وتتضمن ١٩ كلمة رئيسة، وجاء مصطلح Assessment في المجموعة السادسة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٣٩ وقوة ارتباط إجمالية ١٠٢ .
- المجموعة السابعة باللون البرتقالي وتتضمن ١٨ كلمة رئيسة، وجاء مصطلح Higher Education في المجموعة السابعة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ١٣٣ وقوة ارتباط إجمالية ٢٩٥ .
- المجموعة الثامنة باللون النبيتي الغامق وتتضمن ١٦ كلمة رئيسة، وجاء مصطلح Higher Education في المجموعة الثامنة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٢١٩ وقوة ارتباط إجمالية ٥٢١ .
- المجموعة التاسعة باللون الروز وتتضمن ١٤ كلمة رئيسة، وجاء مصطلح Ethics في المجموعة التاسعة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٣٩ وقوة ارتباط إجمالية ١٢٩ .
- المجموعة العاشرة باللون الأحمر الفاتح وتتضمن ١٢ كلمة رئيسة، وجاء مصطلح Education في المجموعة العاشرة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ١٢٨ وقوة ارتباط إجمالية ٣٩٠ .

- المجموعة الحادية عشرة باللون الأخضر الفاتح وتتضمن ٧ كلمات رئيسة، وجاء مصطلح Engagament في المجموعة الحادية عشرة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ١٤ وقوة ارتباط إجمالية ٢٥ .
- المجموعة الثانية عشرة باللون الأزرق الفاتح وتتضمن ٦ كلمات رئيسة، وجاء مصطلح Deep Learning في المجموعة الثانية عشرة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٤٢ وقوة ارتباط إجمالية ٨٧.
- المجموعة الثالثة عشرة باللون الزيتي الفاتح وتتضمن ٥ كلمات رئيسة، وجاء مصطلح Artificial Neural Networks في المجموعة الثالثة عشرة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٩ وقوة ارتباط إجمالية ١٩.
- المجموعة الرابعة عشرة باللون البنفسجي الفاتح وتتضمن ٤ كلمات رئيسة، وجاء مصطلح Learning في المجموعة الرابعة عشرة المصطلح الأكثر تكراراً بعدد تكرارات ٣٣ وقوة ارتباط إجمالية ١٢٦.

شكل ٣٨

شبكة الكلمات الأكثر تكرارًا للمؤلفين Co-occurences of author keywords



ويعرض جدول (٢٨) الكلمات الرئيسة المتضمنة في كل مجموعة من المجموعات الأربعة عشرة للموضوعات والمحاور البحثية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

جدول ٢٨

الكلمات الرئيسة المتضمنة في كل مجموعة من مجموعات الموضوعات والمحاور البحثية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها

المجموعة	الكلمات المتضمنة بالمجموعة
المجموعة ١	الذكاء الاصطناعي، Chatbot، علم الكمبيوتر، تحليل المحتوى، تصميم المنهج، علم البيانات، الرقمنة، تعلم عن بعد، التصميم الهندسي، الذكاء الاصطناعي الشارح، التغذية الراجعة، التعلم القائم على اللعب، الألعاب، التدخل، الدافعية، الرياضيات، MOOC، التعلم عبر الإنترنت، السياسة، البحث الوصفي، الأنظمة المرشحة، الروبوتات، العلوم، الكفاءة الذاتية، الألعاب الخطرة، تعليم STEM، إعداد المعلم، المعلمين، التكنولوجيا، التدريب، الثقة .
المجموعة ٢	الأداء الأكاديمي، التعلم النشط، خوارزميات، الشبكات، البيانات الكبرى، المعلوماتية الحيوية، التصنيف، الحساب المعرفي، البيانات، تنقيب البيانات، تحديد البيانات، التعليم الرقمي، التكنولوجي الرقمية، تعلم عن بعد، تعلم عبر الإنترنت، سياسة التعليم، التقويم، الذكاء، أنماط التعلم، التعلم الآلي، الشبكات العصبية، التعليم عبر الإنترنت، التنبؤ، تحليل السياسة، لغة Python، تحليل المشاعر sentiment analysis، وسائل التواصل الاجتماعي، تصور البصري visualization.
المجموعة ٣	الاستفسار التقديري appreciative inquiry، الذكاء الاصطناعي، التعاون، الكفايات، التفكير الحاسوبي، تعليم علم الحاسوب، التعليم الابتدائي، تحسين التدريس الصفي، التعليم الشامل، أنظمة التدريب الذكية، بيئات التعلم التفاعلية، مجتمعات التعلم، استراتيجيات التعلم، تعلم الآلي، معالجة اللغة الطبيعية، القضايا التربوية، التربية، البرمجة، التأمل، تعزيز التعلم، السقالات التعليمية، التعليم الثانوي، المحاكاة، المهارات، تحليل المهمة، التدريس، الأدوات.
المجموعة ٤	التعلم التكيفي، الذكاء الاصطناعي في التعليم، الأتمتة، ببليومتري، التعلم المدمج، رؤية الحاسوب، شجرة القرار، تكنولوجيا التعليم، تكنولوجيا تنقيب البيانات، تعرف المشاعر، التعليم من k-12، تعلم اللغة، تحليلات التعلم، التعلم الشخصي، التعلم الدقيق تعليم العلوم، التعلم المنظم ذاتيا، التعليم الذكي، تعرف الكلام، تعليم STEM، التعلم المحسن باستخدام التكنولوجيا
المجموعة ٥	التبني، تعليم الذكاء الاصطناعي، ثقافة الذكاء الاصطناعي، تقويم الكتابة الآلية، التحليل الببليومتري، التحديات، التعليم في مرحلة الطفولة المبكرة، التكنولوجيات الغامرة، التلعيب، التعليم غير الرسمي، التصميم التعليمي، أنظمة التدريب الذكية، رسم المعرفة، تعليم اللغة، التعلم بالجوال، تعلم اللغة بمساعدة الجوال، الدافعية، نظرية التحديد الذاتي، المعلم، التنمية المهنية للمعلم، القبول التكنولوجي، وكيل المحادثة.

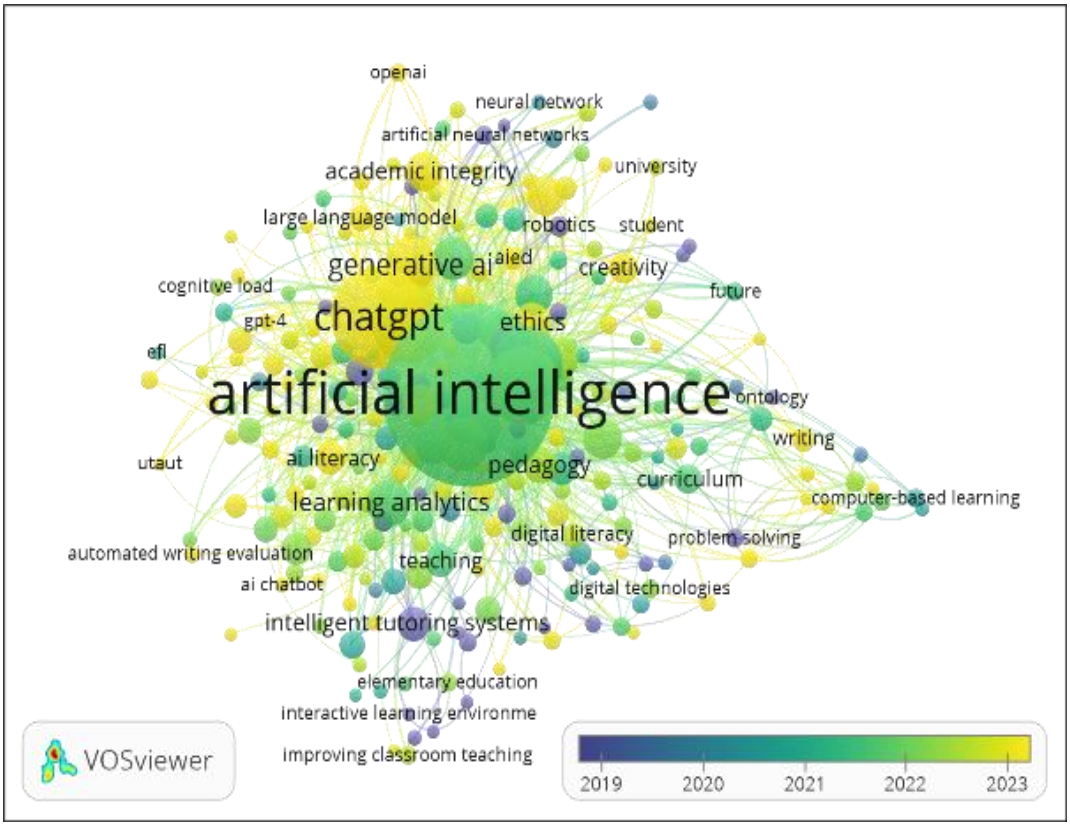
المجموعة	الكلمات المتضمنة بالمجموعة
المجموعة ٦	التقييم، التواصل، التعلم بمساعدة الحاسوب، المنهج، المدرسة الثانوية، التفاعل البشري مع الكمبيوتر، البينية وتعدد التخصصات، الإنترنت، التعلم القائم على الإنترنت، الكيمياء العضوية، حل المشكلات، التنمية المهنية، البحث، التعلم القائم على الشبكات، الكتابة
المجموعة ٧	ثقافة الذكاء الاصطناعي، التفكير المعقد، كوفيد ١٩، التفكير الناقد، أه الإبداع التعليمي، التكنولوجي التعليم، التعليم الهندسي، الثورة الصناعية الرابعة، إنترنت الأشياء، إدارة التعليم، تعلم القائم على المشروع، الروبوتات، التنمية المستدامة، التعليم الجامعي، الطلاب الجامعيين
المجموعة ٨	النزاهة الأكاديمية، التقييم الأصيل، تصنيف بلوم، ChatGPT، الغش، التقييم البنائي، الذكاء الاصطناعي التوليدي، ChatGPT3- نموذج تعلم اللغة- الذكاء الاصطناعي المفتوح- السرقة العلمية- هندسة الاستدعاء prompt engineering، الطلاب، الجامعة
المجموعة ٩	الكتابة الأكاديمية، روبوتات الذكاء الاصطناعي، الاتجاه، وكلاء المحادثة، التربية الناقدة، الأخلاقيات، التحول التدريبي التوليدي، تعليم الرياضيات، التصورات، المعلمين قبل الخدمة، المدرسة الابتدائية.
المجموعة ١٠	الواقع المعزز، Chatbots، رقمية، التكنولوجيا الرقمية، التعليم، ICT، نواتج التعلم المستهدفة، الميتافيرس، انخراط التلاميذ، بتدريب المعلمين، التعليم والتعلم، الواقع الافتراضي
المجموعة ١١	الحمل المعرفي، الانخراط، ChatGPT4، تكنولوجيا المعلومات، حل المشكلات، الرضا، المراجعة المنهجية
المجموعة ١٢	التعلم العميق، التعلم الخبراتي، MOOCs ، المعالجة اللغوية، الشبكة العصبية
المجموعة ١٣	التصحيح الآلي، القيادة، ترجمة الآلة، التحول
المجموعة ١٤	الإبداع، المستقبل، التعلم، الثقافة.

باستخدام البيانات نفسها الخاصة بتحليل المصطلحات ولكن بتطبيق تقنية التراكب (Overlay Visualization) التي يعتمد مبدأ تمثيلها لخريطة المصطلحات الأكثر تكرارًا على متوسط سنة النشر لكل مصطلح، أي تم حساب متوسط سنة النشر مثلاً لمصطلح الذكاء الاصطناعي من خلال متوسط سنوات النشر لكل منشور وجد فيه المصطلح في العنوان أو المستخلص(جفال خالد، ، ٢٠١٩، ٢١٤) يوضح لنا شكل(٣٩) تحليل مصطلحات بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها بناء على التسلسل الزمني حيث يبدو أن البحوث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي (تحليلات التعلم Learning Analytics وأنظمة التدريب الذكية Intelligent Tutoring Systems)، أغلبها نشر في الفترة من ٢٠١٩ حتى ٢٠٢٢ م، أما البحوث المتعلقة بكل من (ChatGPT، والذكاء الاصطناعي التوليدي Generative Artificial Intelligence ، والنزاهة الأكاديمية Academic

Integrity، والإبداع، وأخلاقيات الذكاء الاصطناعي) فهي حديثة النشر حيث نشرت في سنة ٢٠٢٣ م .

شكل ٣٩

شبكة الكلمات الأكثر تكرارًا للمؤلفين Co-occurences of author keywords بناء على التسلسل الزمنى



ويعرض جدول (٢٩) تكرار الكلمات الأكثر ظهورًا في شبكات الكلمات الأكثر تكرارًا للمؤلفين Co-occurrences of author keywords، وقوة الارتباط الإجمالية لكل منها، وهو ما يوضح المتغيرات البحثية التي يمكن توجيه العناية لها بشكل أكبر في الدراسات المستقبلية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها.

جدول ٢٩

تكرار الكلمات الأكثر ظهورًا في شبكات الكلمات الأكثر تكرارًا للمؤلفين Co-occurences of author keywords، وقوة الارتباط الإجمالية لكل منها

Keyword	occurrences	total link strength
Artificial Intelligence	714	1361
Chatgpt	219	521
Machine Learning	125	217
Generative Ai	67	184
Learning Analytics	46	97
Deep Learning	42	87
E-Learning	40	83
Technology	40	149
Assessment	39	102
Ethics	39	129
Online Learning	37	74
Natural Language Processing	35	92
Academic Integrity	34	106
Educational Technology	34	93
Chatbots	33	102
Pedagogy	29	59
Intelligent Tutoring Systems	26	45
Ai Literacy	25	48
Big Data	25	57
Self-Regulated Learning	23	48
Creativity	22	70
Appreciative Inquiry	20	17
Computational Thinking	20	36
Collaborative Learning	18	30
Covid-19	18	37
Virtual Reality	17	44
Technology Acceptance Model	16	19
Large Language Model	15	49
Motivation	15	36
Digital Literacy	14	42

Keyword	occurrences	total link strength
Educational Data Mining	14	29
Engagement	14	25
Fourth Industrial Revolution	14	28
Collaboration	13	51
Educational Innovation	13	37
Experiential Learning	13	26
Feedback	13	31
Personalized Learning	13	39
Research	13	50
Social Media	13	26
Stem Education	13	32
Task Analysis	13	54
Adaptive Learning	12	33
Distance Learning	12	34
Intelligent Tutoring System	12	27
Data Mining	11	25
Data Science	11	28
Online Education	11	31
Prompt Engineering	11	24
Automation	10	30
Blended Learning	10	25
Curriculum Design	10	24
Gamification	10	20
Machine Learning (Ml)	10	16
Precision Education	10	19
Robotics	10	26
Self-Efficacy	10	21
Academic Writing	9	38
Augmented Reality	9	32
Communication	9	28
Computer-Based Learning	9	17
Critical Thinking	9	20
Emerging Technologies	9	17

Keyword	occurrences	total link strength
Improving Classroom Teaching	9	17
Internet Of Things	9	30
Mobile Learning	9	18
Plagiarism	9	24
Privacy	9	18
Problem Solving	9	32
Self-Determination Theory	9	28
Teaching And Learning	9	27
Visualization	9	23
Academic Performance	8	16
Active Learning	8	10
Artificial Intelligence Literacy	8	14
Digital Technologies	8	8
Distance Education	8	16
Education Technology	8	13
Evaluation	8	18
Game-Based Learning	8	22
Ict	8	11
Internet	8	44
Openai	8	24
Programming	8	13
Project-Based Learning	8	15
Serious Games	8	21
Simulation	8	16
Student Engagement	8	15
Technology Acceptance	8	15
Technology-Enhanced Learning	8	16
Trust	8	19
Attitude	7	13
Authentic Assessment	7	21
Automated Writing Evaluation	7	14
Cheating	7	15
Cognitive Computing	7	15

Keyword	occurrences	total link strength
Cognitive Load	7	16
Computer Science	7	12
Digital Education	7	7
Digital Technology	7	15
Explainable Ai	7	11
Gpt-3	7	19
Gpt-4	7	25
Human-Computer Interaction	7	20
Information Technology	7	13
Machine Translation	7	11
Management Education	7	22
Moocs	7	14
Recommender Systems	7	19
Bibliometrics	6	10
Classification	6	13
Complex Thinking	6	15
Content Analysis	6	15
Conversational Agents	6	31
Critical Pedagogy	6	12
Datafication	6	15
Decision Tree	6	10
Digitalization	6	10
Educational Technologies	6	16
Explainable Artificial Intelligence	6	13
Formative Assessment	6	12
Industry 4.0	6	25
Instructional Design	6	11
Learning Strategies	6	17
Learning Styles	6	5
Metaverse	6	18
Perception	6	13
Primary School	6	12
Robots	6	21

Keyword	occurrences	total link strength
Scaffolding	6	11
Stem	6	18
Web-Based Learning	6	32
Adoption	5	13
Algorithms	5	7
Automated Scoring	5	11
Competencies	5	9
Computer Science Education	5	5
Data Science Applications In Education	5	8
Emotion Recognition	5	11
Games	5	20
Generative Pre-Trained Transformer	5	31
Inclusive Education	5	13
Informal Learning	5	12
Intelligence	5	8
Interactive Learning Environments	5	8
Internet/Web-Based Learning	5	12
Intrinsic Motivation	5	9
Leadership	5	5
Learning Communities	5	6
Literacy	5	18
Pedagogical Issues	5	12
Problem-Solving	5	14
Python	5	11
Reflection	5	7
Reinforcement Learning	5	6
Satisfaction	5	10
Simulations	5	15
Smart Education	5	7
Speech Recognition	5	16
Structural Equation Modeling	5	13
Sustainable Development	5	12

وترتيبًا على مجمل النتائج السابقة للتحليل الببليومتري، والمراجعة المنهجية لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؛ يمكن استنتاج مجموعة من التوجهات للبحوث المستقبلية في هذا الصدد، وهو ما تم رصده كمحاولة للإجابة عن السؤال الثامن من أسئلة البحث.

٨. الإجابة عن السؤال الثامن من أسئلة البحث **" ما التوجهات المستقبلية المحتملة لبحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؟"**

مثلت الإجابة عن الأسئلة السابقة من أسئلة البحث محور أساس في الإجابة عن السؤال الثامن من أسئلة البحث؛ فبالنظر إلى الدور الذي يؤديه استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، حاول البحث الحاضر تقديم نظرة بانورامية حول تطور بحوث استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠٢٤ م، وذلك من أجل تقييم اتجاهات البحث، وتحليل الموضوعات، والتوصية باتجاهات البحث المستقبلية بناءً على الواقع والأهداف الحالية.

لقد نمت بحوث مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها مع زيادة عدد المقالات المنشورة مع مرور الوقت، وعلى الرغم من أن مستقبل هذا الاتجاه واعد، إلا أن توزيع البحوث عبر الموضوعات العلمية المختلفة يظهر هيمنة كبيرة على موضوعات (استخدام ChatGPT، والتعلم الآليMachine Learning ، والذكاء الاصطناعي التوليدي Generative AI ، وتحليلات التعلم Learning Analytics ، والتعلم العميق Deep Learning)، مع وجود عدد قليل من المواضيع البحثية حول (ثقافة الذكاء الاصطناعي AI Literacy، Chatbots، ووكلاء المحادثة Conversational Agents، والقبول التكنولوجي Technology Acceptance ، والذكاء الاصطناعي الشارح Explainable Artificial Intelligence، والحمل المعرفي Cognitive Load ، والتنقيب عن البيانات التعليمية Educational Data Mining، وأنظمة التدريب الذكية Intelligent Tutoring System، وهندسة الاستدعاء Prompt Engineering، والأتمتة Automation) ، ومن ثم فهي من المصطلحات التي تحتاج مزيدًا من البحث في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

وينبغي أن تركز البحوث المستقبلية على معالجة متغيرات أصيلة ذات صلة باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها؛ مثل: أخلاقيات استخدام الذكاء الاصطناعي Ethics، والنزاهة الأكاديمية Academic Integrity، والإبداع Creativity، والاستقصاء التقديري Appreciative Inquiry، والتفكير الحاسوبيComputational Thinking، والثقافة الرقمية Digital Literacy، والابتكار التعليميEducational Innovation، والتعلم التجريبي Experiential Learning، والتعلم الشخصيPersonalized Learning، ومهارات البحث Research Skills، ومهارات تحليل المهمةTask Analysis Skills ، والتعلم التكيفي Adaptive Learning، والتعلم المختلط Blended Learning، وتصميم المنهج Curriculum Design، والتعلم الآلي Machine Learning، والتعليم الدقيق Precision

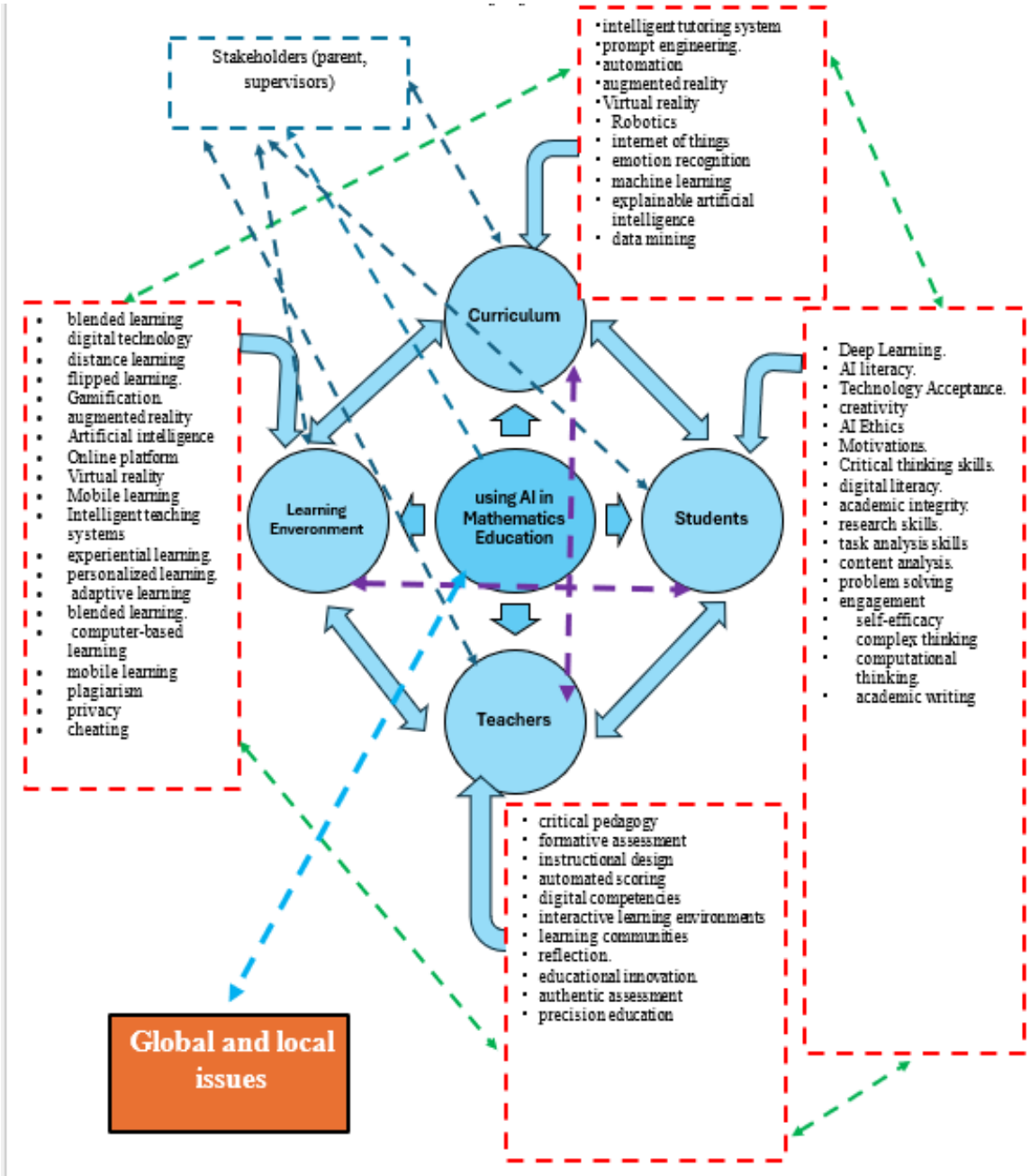
Education، وعلم الروبوتات Robotics، والكفاءة الذاتية Self-Efficacy، والكتابة الأكاديمية Academic Writing، والواقع المعزز Augmented Reality، والواقع الافتراضي Virtual Reality ، والتعلم المعتمد على الحاسوب Computer-Based Learning، والتفكير النقدي Critical Thinking ، وتحسين التدريس في الفصول الدراسية Improving Classroom Teaching ، وإنترنت الأشياء Internet Of Things ، والتعلم النقال Mobile Learning ، والسرقة العلمية Plagiarism ، والخصوصية Privacy، وحل المشكلات Problem Solving، وانخراط الطلاب Student Engagement ، والتقييم الأصيل Authentic Assessment، وتقييم الكتابة الآلي Automated Writing Evaluation، والغش Cheating، والترجمة الآلية Machine Translation ، والتعليم الإداري Management Education، والتصنيف Classification، والتفكير المعقد Complex Thinking ، وتحليل المحتوى Content Analysis، وتحويل البيانات Datafication، وشجرة القرارDecision Tree، والتقييم التكويني Formative Assessment، والتصميم التعليمي Instructional Design ، وإستراتيجيات التعليم Learning Strategies ، وأساليب التعلم Learning Styles ، والتصحيح الآلي Automated Scoring، والكفايات Competencies، وتحليل المشاعر Emotion Recognition، وبيئات التعلم التفاعلية Interactive Learning Environments ، ومجتمعات التعلم Learning Communities ، والتأمل Reflection.

وعلى المستوى الوطني ينبغي تعزيز التعاون المؤسسي مع الجامعات والبلدان ذات الأثر الأكبر من حيث الإنتاجية والتعاون البحثي في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها مثل الولايات المتحدة الأمريكية، وأستراليا، والصين، وإنجلترا، وكندا، وألمانيا، وفنلندا، واليابان، وإسبانيا، ونيوزيلاندا، والمملكة العربية السعودية، والإمارات، والمغرب، والأردن، وقطر، ولبنان، وعمان، والعراق، والكويت.

ويبين الشكل (٤٠) اتجاهات البحث المستقبلية المرتبطة باستخدام الذكاء الاصطناعي في عملية تعليم الرياضيات وتعلمها، والتي أمكن تصنيفها وفقًا لمجالات هذه العملية، والتي تتمثل في المنهج المدرسي، وبيئة التعليم والتعلم، والمعلم (إعداد المعلم، والمعلم أثناء الخدمة)، والطلاب، كما يوضح الشكل مدى ارتباط وتأثر هذه المجالات ببعضها البعض، وببعض المتغيرات الأخرى مثل المعنيين من أولياء الأمور والموجهين، وكذا تأثرها ببعض القضايا المحلية والعالمية.

شكل ٤٠

اتجاهات البحث المستقبلية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها



خاتمة واستنتاجات Conclusions:

حاول البحث الحاضر تحليل الإنتاج البحثي في استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، واعتمد في ذلك على نتائج التحليل البيبلومتري من خلال نظرة شاملة لمسار البحث من سنة ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٤ م، فشمل التحليل ٢٠٩٦ منشورًا بحثيًا مدرجًا في قاعدة بيانات Web of Science تم تقديم نظرة عامة على الخصائص الرئيسة لأدبيات الموضوع، حيث شملت تحليل الإنتاجية ، والتعاون البحثي بين المؤلفين، والدول، و المؤسسات البحثية، وتحليل الاستشهاد، والاقتران البيبلوجرافى، والاستشهاد المشترك، والكلمات المفتاحية، وذلك باستخدام برنامج VOSviewer، وأشارت النتائج إلى أن المنشورات البحثية حول موضوع البحث تتزايد باستمرار خاصة خلال الفترة ٢٠١٨ إلى ٢٠٢٤ م وهو ما يؤكد استمرارية جذب موضوع البحث لاهتمام الباحثين.

يعتبر كل من Chiu, Thomas K. F. ، و Chai, Ching Sing من أكثر المؤلفين تأثيرًا في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، وتعد كل من مجلة Education and Information Technologies، ومجلة International Journal of Emerging Technologies In Learning، ومجلةBritish Journal of Educational Technology، ومجلة Interactive Learning Environments، ومجلة Educational Technology & Society، ومجلة International Journal of Educational Technology In Higher Education ، أبرز المجلات التي يمكن النشر فيها مستقبلاً في هذا المجال، وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية، والصين، وأستراليا، وإنجلترا، وإسبانيا وكندا وألمانيا من أكثر الدول إنتاجا واستشهادًا وتعاون بحثى في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها، ومن ثم ضرورة العناية بها كمرجعية بحثية لمعرفة المستجدات في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم الرياضيات وتعلمها.

وقد لوحظ الاهتمام المتزايد في البحوث نحو استخدام ChatGPT، والتعلم الآلي Machine Learning، والذكاء الاصطناعي التوليدي Generative Ai، وتحليلات التعلم Learning Analytics، والتعلم العميق Deep Learning، كما لوحظ أن هناك اتجاهات متطورة تتطلب المزيد من البحث تتمثل في: الذكاء الاصطناعي الشارح Explainable Artificial Intelligence، والتنقيب عن البيانات التعليمية Educational Data Mining، وأنظمة التدريب الذكية Intelligent Tutoring System، وهندسة الاستدعاء Prompt Engineering، والأتمتة Automation، وثقافة الذكاء الاصطناعي، واستخدام Chatbots، وأخلاقيات استخدام الذكاء الاصطناعي Ethics، والنزاهة الأكاديمية Academic Integrity، وعلم الروبوتات Robotics، وإنترنت الأشياء Internet Of Things .

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

بعزيز حمه، وجبار بوكثير.(٢٠٢٣). متطلبات الإبداع والابتكار المقاولاتي: مراجعة الأدبيات ونظرة للتوجهات المستقبلية دراسة ببليومترية. **مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي،١٠**(٢). ١١٦-١٣٥.

جفال خالد. (٢٠١٩). دراسة ببليومترية لخمس وثلاثين سنة من البحث في مجال تعليم المحاسبة، **مجلة الدراسات المالية والمحاسبة الإدارية. ٦**(٣)، ١٩٩- ٢٢٠

خليل شرقي، وفتحية يحياوي.(٢٠٢١) . التوجهات الحديثة للتعليم الالكتروني في التعليم العالي: دراسة ببليومترية. **مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية،** ٨(٢). ٦٧٩-٦٩٤.

شعبان عبد العزيز خليفة (٢٠١٠). **المحاورات في مناهج البحث في علم المكتبات والمعلومات،** ط ٥، الدار المصرية اللبنانية.

متولي الدكر .(٢٠٢٣). برمجيات رسم الخرائط الببليومترية والسيانتومترية والتصور العلمي : دراسة تقويمية مقارنة. **المجلة العلمية للمكتبات والوثائق والمعلومات، ٥**(١٣)، جزء ١، ٦-٦٢.

محمود عبد الكريم الجندي(٢٠١٢). مناهج البحث في مقالات دوريات المكتبات والمعلومات العربية، دراسة تحليلية، **مجلة مكتبة الملك فهد الوطنية،** ١٨(٢).٢٩٤-٣٥٠

ثانيًا: المراجع غير العربية:

Abuhassna, H., Awae, F., Bayoumi, K., Alzitawi, D. U., Alsharif, A. H., & Yahaya, N. (2022). Understanding online learning readiness among university students: A bibliometric analysis. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 16(13), 81–94. https://doi.org/10.3991/ijim.v16i13.30605

Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep429. https://doi.org/10.30935/cedtech/13152

Adler, J., Alshwaikh, J., Essack, R., & Gcsamba, L. (2017). Mathematics education research in South Africa 2007–2015: Review and reflection. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 21(1), 1-14. https://doi.org/10.1080/18117295.2016.1265858

Agbo, F. J., Oyelere, S. S., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2021). Scientific production and thematic breakthroughs in smart learning environments: A bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 8(1), 1. https://doi.org/10.1186/s40561-020-00145-4

Al, U., & Coştur, R. (2007). Bibliometric profile of Turkish Journal of Psychology. *Turkish Librarianship*, 21(2), 142-163.

Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M., Puig, L., & González-Calero, J. A. (2013). Fundamentals of the design and the operation of an intelligent tutoring system for the learning of the arithmetical and algebraic way of solving word problems. *Computers & Education*, 63, 119-130. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.020

Arroyo, I., Woolf, B. P., Royer, J. M., Tai, M., & English, S. (2010, June). Improving math learning through intelligent tutoring and basic skills training. In *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 423-432). Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-13388-6_46

Baker, H. K., Pandey, N., Kumar, S., & Haldar, A. (2020). A bibliometric analysis of board diversity: Current status, development, and future research directions. *Journal of Business Research*, 108, 232-246. https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.jbusres.2019.11.025

Beal, C. R., Arroyo, I., Cohen, P. R., Woolf, B. P., & Beal, C. R. (2010). Evaluation of AnimalWatch: An intelligent tutoring system for arithmetic and fractions. *Journal of Interactive Online Learning*, 9(1), 64-77.

Behrens, H., & Luksch, P. (2011). Mathematics 1868–2008: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, 86(1), 179-194. https://doi.org/10.1007/s11192-010-0249-x

Bernacki, M. L., & Walkington, C. (2018). The role of situational interest in personalized learning. *Journal of Educational Psychology*, 110, 864–881. https://doi.org/10.1037/edu0000250

Bindra, S., Parameswar, N., & Dhir, S. (2019). Strategic management: The evolution of the field. *Strategic Change*, 28(6), 469–478. https://doi.org/10.1002/jsc.2299

Boninger, F., Molnar, A., & Saldaña, C. (2020). Big claims, little evidence, lots of money: The reality behind the Summit Learning Program and the push to adopt digital personalized learning platforms. Boulder, CO: National Education Policy Center. nepc.colorado.edu/publication/summit-2020

Boote, D., & Beile, N. (2005). Scholars before researchers: On the centrality of the dissertation literature review in research preparation. *Educational Researcher*, 34(6), 3–15.

Börner, K., Chen, C., & Boyack, K. W. (2003). Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37(1), 179-255.

Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldan, A. E., & Rodriguez, M. E. (2021). Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of AI studies in half a century. *Sustainability*, 13(2), 16. https://doi.org/10.3390/su13020800

Cancino, C. A., Merigó, J. M., & Coronado, F. C. (2017). A bibliometric analysis of leading universities in innovation research. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(3), 106-124. https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.03.006

Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2023). Can flipped classroom pedagogy offer promising perspectives for mathematics education on pandemic-related issues? A systematic literature review. *ZDM–Mathematics Education*, 55, 177–191.

Cevikbas, M., Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2024). Trends in mathematics education and insights from a meta-review and bibliometric analysis of review studies. *ZDM Mathematics Education*, 56, 165–188. https://doi.org/10.1007/s11858-024-01587-7

Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, 4(5/6), 318-331.

Chen, C. J., & Liu, P. L. (2007). Personalized computer-assisted mathematics problem-solving program and its impact on Taiwanese students. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26, 105–121.

Chen, C. M. (2008). Intelligent web-based learning system with personalized learning path guidance. *Computers & Education*, 51, 787–814. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.08.004

Chen, C. M., & Lian, Y. Y. (2020). Developing a computer-mediated communication competence forecasting model based on learning behavior features. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 00004.

Chen, S. H., Jakeman, A. J., & Norton, J. P. (2008). Artificial intelligence techniques: An introduction to their use for modelling environmental systems. *Mathematics and Computers in Simulation*, 78(2), 379-400. http://dx.doi.org/10.1016/j.matcom.2008.01.028

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Chen, X., Yu, G., Cheng, G., & Hao, T. (2019). Research topics, author profiles, and collaboration networks in the top-ranked journal on educational technology over the past 40 years: A bibliometric analysis. *Journal of Computers in Education*, 6, 563–585. https://doi.org/10.1007/s40692-019-00149-1

Chiu, T. K. F. (2021). A holistic approach to Artificial Intelligence (AI) curriculum for K-12 schools. *TechTrends*, 65, 796–807. https://doi.org/10.1007/s11528-021-00637-1

Chiu, T. K. F., Meng, H., Chai, C. S., King, I., Wong, S., & Yeung, Y. (2022). Creation and evaluation of a pre-tertiary Artificial Intelligence (AI) curriculum. *IEEE Transactions on Education*, 65(1), 30–39. https://doi.org/10.1109/TE.2021.3085878

Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118.

Chou, C., Chan, T., & Lin, C. (2003). Redefining the learning companion: The past, present, and future of educational agents. *Computers & Education*, 40, 255-269.

Chu, H. C., Hwang, G. J., & Huang, Y. M. (2010). An enhanced learning diagnosis model based on concept-effect relationships with multiple knowledge levels. *Innovations in Education and Teaching International*, 47, 53–67. https://doi.org/10.1080/14703290903525893

Clough, J. R., Gollings, J., Loach, T. V., & Evans, T. S. (2015). Transitive reduction of citation networks. *Journal of Complex Networks*, 3(2), 189-203.

Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444–452. https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y

Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228–239. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

Dede, E., & Özdemir, E. (2022). Mapping and performance evaluation of mathematics education research in Turkey: A bibliometric analysis from 2005 to 2021. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 1-19. https://doi.org/10.33902/JPR.202216829

del Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2023). Intelligent tutoring systems for word problem solving in COVID-19 days: Could they have been (part of) the solution? *ZDM Mathematics Education*, 55, 35–48. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01396-w

Demir, S., & Basol, G. (2014). Effectiveness of Computer-Assisted Mathematics Education (CAME) over academic achievement: A meta-analysis study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14, 2026–2035.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Dreyfus, T., Artigue, M., Potari, D., Prediger, S., & Ruthven, K. (2018). Developing research in mathematics education: Twenty years of communication, cooperation, and collaboration in Europe. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315113562

Dwivedi, Y. K., et al. (2023). Opinion paper: "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642

Ellis, A. R., & Slade, E. (2023). A new era of learning: Considerations for ChatGPT as a tool to enhance statistics and data science education. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 31(2), 128-133. https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2223609

Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2023). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 56, 281–292. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2

Engelbrecht, J., Llinares, S., & Borba, M. C. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM – International Journal on Mathematics Education*, 52, 825-841. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4

Ersozlu, Z., & Karakus, M. (2018). Mathematics anxiety: Mapping the literature by bibliometric analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), em1673. https://doi.org/10.29333/ejmste/102441

Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(3), 460–474. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846

Gallagher, M. A., Parsons, S. A., & Vaughn, M. (2020). Adaptive teaching in mathematics: a review of the literature. *Educational Review*, *74*(2), 298–320. https://doi.org/10.1080/00131911.2020.1722065

Gao, X., & Guan, J. (2009). Networks of scientific journals: An exploration of Chinese patent data. *Scientometrics*, 80(1), 283-302.

García, P., Amandi, A., Schiaffino, S., & Campo, M. (2007). Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles. *Computers & Education*, 49(3), 794–808. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.017

Geng, Y., Chen, W., Liu, Z., Chiu, A. S., Han, W., Liu, Z., & Cui, X. (2017). A bibliometric review: Energy consumption and greenhouse gas emissions in the residential sector. *Journal of Cleaner Production*, 159, 301–316.

Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51(1), 69-115.

Gökçe, S., & Güner, P. (2022). Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 27, 5301-5323. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10836-1

González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467. https://doi.org/10.3390/app11125467

Goralski, M. A., & Tan, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable development. *The International Journal of Management Education, 18*(1), 100330. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100330.

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91–108.

Güzeller, C. O., & Çeliker, N. (2018). Bibliometric analysis of tourism research for the period 2007-2016. *Advances in Hospitality and Tourism Research*, 6(1), 1-22.

Han, E. R., Yeo, S., Kim, M. J., Lee, Y. H., Park, K. H., & Roh, H. (2019). Medical education trends for future physicians in the era of advanced technology and artificial intelligence: An integrative review. *BMC Medical Education*, 19, 1–15. https://doi.org/10.1186/s12909-019-1891-5

Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination* (2nd ed.). Sage.

Hernández-Torrano, D., & Ibrayeva, L. (2020). Creativity and education: A bibliometric mapping of the research literature (1975–2019). *Thinking Skills and Creativity*, 35, 100625. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625

Hershcovits, H., Vilenchik, D., & Gal, K. (2019). Modeling engagement in self-directed learning systems using principal component analysis. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13, 164–171. https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2930406

Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283–319. https://doi.org/10.1177/0735633117748416

Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57, 542–570. https://doi.org/10.1111/ejed.12533

Holmes, W., Hui, Z., Miao, F., & Ronghuai, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO Publishing.

Huang, X., & Qiao, C. (2024). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, 33, 383–403. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6

Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92–98. https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92

Hwang, G. (2003). A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, 40, 217-235.

Hwang, G. J., Hung, P. H., Chen, N. S., & Liu, G. Z. (2014). Mindtool-assisted in-field learning (MAIL): An advanced ubiquitous learning project in Taiwan. *Educational Technology & Society*, 17, 4–16.

Hwang, G. J., Sung, H. Y., Chang, S. C., & Huang, X. C. (2020). A fuzzy expert system-based adaptive learning approach to improving

students' learning performances by considering affective and cognitive factors. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 00003. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100003

Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584. https://doi.org/10.3390/math9060584

Ismail, F., Tan, E., Rudolph, J., Crawford, J., & Tan, S. (2023). Artificial intelligence in higher education. A protocol paper for a systematic literature review. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(2), 56-63. https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.2.34

Isotani, S., McLaren, B. M., & Altman, M. (2010, June). Towards intelligent tutoring with erroneous examples: A taxonomy of decimal misconceptions. In *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 346-348). Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-13437-1_66

Jarneving, B. (2005). A comparison of two bibliometric methods for mapping of the research front. *Scientometrics*, 65(2), 245-263.

Jeon, J., & Lee, S. (2023). Large language models in education: A focus on the complementary relationship between human teachers and ChatGPT. *Education and Information Technologies*, 28, 15873–15892. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11834-1

Jiménez-Fanjul, N., Maz-Machado, A., & Bracho-López, R. (2013). Bibliometric analysis of the mathematics education journals in the SSCI. *International Journal of Research in Social Sciences*, 2(3), 26-32. https://core.ac.uk/download/pdf/290487221.pdf

Jiménez-Hernández, E. M., Oktaba, H., Díaz-Barriga, F., & Piattini, M. (2020). Using web-based gamified software to learn Boolean algebra simplification in a blended learning setting. *Computer Applications in Engineering Education*, 28, 1591–1611. https://doi.org/10.1002/cae.22335

Julius, R., Abd Halim, M. S., Abdul Hadi, N., Alias, A. N., Mohd Khalid, M. H., Mahfodz, Z., & Ramli, F. F. (2022). Bibliometric analysis of research in mathematics education using Scopus database. *Eurasia*

Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 17(12), em2040. https://doi.org/10.29333/ejmste/11329

Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2024). Literature reviews in mathematics education and their significance to the field. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 1–3.

Kammerer, K., Göster, M., Reichert, M., & Pryss, R. (2021). Ambalytics: A scalable and distributed system architecture concept for bibliometric network analyses. *Future Internet*, 13(8), 203. https://doi.org/10.3390/fi13080203

Karaca, O., Caliskan, S. A., & Demir, K. (2021). Medical artificial intelligence readiness scale for medical students (MAIRS-MS) - Development, validity and reliability study. *BMC Medical Education*, 21(1). https://doi.org/10.1186/s12909-021-02546-6

Karakus,M.(2018).Psychological Capital Research in Social Sciences: A Bibliometric Analysis. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS),4*(8), 39-58.

Kasneci, E., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, *103*, 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274.

Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023, January 30). ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. https://doi.org/10.35542/osf.io/5er8f.

Keleş, A., Ocak, R., Keleş, A., & Gülcü, A. (2009). ZOSMAT: Web-based intelligent tutoring system for teaching–learning process. *Expert Systems with Applications*, 36, 1229–1239. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.051

Kessler, G. (2018). Technology and the future of language teaching. *Foreign Language Annals*, 51, 205–218. https://doi.org/10.1111/flan.12318

Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific papers. *American Documentation*, 14(1), 10-25.

Khasseh, A. A., Soheili, F., Moghaddam, H. S., & Chelak, A. M. (2017). Intellectual structure of knowledge in iMetrics: A co-word analysis. *Information Processing & Management, 53*(3), 705-720.

Kuhl, P. K., Lim, S.-S., Guerriero, S., & Damme, D. V. (2019). Developing minds in the digital age. https://doi.org/10.1787/562a8659-en.

Kulakli, A., & Osmanaj, V. (2020). Global research on big data in relation with artificial intelligence (A bibliometric study: 2008-2019). *International Journal of Online and Biomedical Engineering, 16*(2), 31-46. https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i02.12617.

Kunisch, S., Denyer, D., Bartunek, J. M., Menz, M., & Cardinal, L. B. (2023). Review research as scientific inquiry. *Organizational Research Methods, 26*(1), 3–45.

Lee, D., & Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers & Education, 191*, 104646. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646.

Lee, P.-C., & Su, H.-N. (2010). Investigating the structure of regional innovation system research through keyword co-occurrence and social network analysis. *Innovation, 12*(1), 26-40.

Li, C., Xing, W., & Leite, W. (2022). Building socially responsible conversational agents using big data to support online learning: A case with Algebra Nation. *British Journal of Educational Technology, 53*, 776–803. https://doi.org/10.1111/bjet.13227.

Li, C., Xing, W., & Leite, W. (2022). Using fair AI to predict students' math learning outcomes in an online platform. *Interactive Learning Environments, 32*(3), 1117–1136. https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2115076.

Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review, 22*(3), 215–243. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9125-8.

Lin, C.-H., Yu, C.-C., Shih, P.-K., & Wu, L. Y. (2021). STEM based Artificial Intelligence Learning in General Education for Non-Engineering Undergraduate Students. *Educational Technology & Society, 24*(3), 224–237. https://www.jstor.org/stable/27032867.

Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *Nature Human Behaviour, 1*(3), 0028. https://doi.org/10.1038/s41562-016-0028.

Maj, S. P. (2024). Solving the global STEM educational crisis using Cognitive Load Optimization and Artificial Intelligence–A preliminary comparative analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(5), em2436. https://doi.org/10.29333/ejmste/14448.

Martínez, M. A., Cobo, M. J., Herrera, M., & Herrera-Viedma, E. (2015). Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping. *Research on Social Work Practice, 25*(2), 257–277.

Matsuda, N., & VanLehn, K. (2005, July). Advanced Geometry Tutor: An intelligent tutor that teaches proof-writing with construction. In *AIED* (Vol. 125, pp. 443-450).

McCain, K. W. (1991). Mapping economics through the journal literature: An experiment in journal cocitation analysis. *Journal of the American Society for Information Science, 42*(4), 290-296.

Moral-Muñoz, J. A., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Cobo, M. J. (2019). Science mapping analysis software tools: A review. In W. Glänzel, H. F. Moed, U. Schmoch, & M. Thelwall (Eds.), *Springer Handbook of Science and Technology Indicators* (pp. 159-185). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02511-3_7.

Nabiyev, V., Çakiroğlu, Ü., Karal, H., Erümit, A. K., & Çebi, A. (2016). Application of Graph Theory in an Intelligent Tutoring System for Solving Mathematical Word Problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(4), 687-701. https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1401a.

Nane, G. F., Robinson-Garcia, N., van Schalkwyk, F., & Torres-Salinas, D. (2023). COVID-19 and the scientific publishing system: Growth, open access and scientific fields. *Scientometrics, 128*(1), 345–362.

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Su, J., Ng, R. C. W., & Chu, S. K. W. (2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Education Tech Research Dev, 71*, 137–161. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10203-6.

Nigam, A., Pasricha, R., Singh, T., & Churi, P. (2021). A systematic review on AI-based proctoring systems: Past, present and future. *Education and Information Technologies, 26*(5), 6421–6445. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10597-x.

Nivens, R. A., & Otten, S. (2017). Assessing journal quality in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education, 48*(4), 348-368. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.48.4.0348.

Noh, N. M., Ahmad, A., Halim, S. A., & Ali, A. M. (2012). Intelligent tutoring system using rule-based and case-based: A comparison. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 67*, 454-463. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.350.

Papadopoulos, I., Lazzarino, R., Miah, S., Weaver, T., Thomas, B., & Koulouglioti, C. (2020). A systematic review of the literature regarding socially assistive robots in pre-tertiary education. *Computers & Education, 155*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103924.

Pappas, M., & Drigas, A. (2016). Incorporation of Artificial Intelligence Tutoring Techniques in Mathematics. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP), 6*(4), 12–16. https://doi.org/10.3991/ijep.v6i4.6063.

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. Paris: UNESCO.

Rau, M. A., Aleven, V., & Rummel, N. (2011). How to Schedule Multiple Graphical Representations? A Classroom Experiment with an Intelligent Tutoring System for Fractions. *Society for Research on Educational Effectiveness*.

Rau, M. A., Aleven, V., & Rummel, N. (2017). Making connections among multiple graphical representations of fractions: Sense-making competencies enhance perceptual fluency, but not vice versa. *Instructional Science, 45*, 331–357. https://doi.org/10.1007/s11251-017-9400-5.

Schoenfeld, A. H. (2000). Purposes and methods of research in mathematics education. *Notices of the AMS, 47*(6), 641-649.

Schoenfeld, A. H. (2016). Research in mathematics education. *Review of Research in Education, 40*(1), 497-528. https://doi.org/10.3102/0091732X16658650.

Schryen, G., & Sperling, M. (2023). Literature reviews in operations research: A new taxonomy and a meta review. *Computers & Operations Research*, 106269.

Seo, K., Tang, J., Roll, I., Fels, S., & Yoon, D. (2021). The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 18*, 54. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9.

Shukla, A. K., Janmaijaya, M., Abraham, A., & Muhuri, P. K. (2019). Engineering applications of artificial intelligence: A bibliometric analysis of 30 years (1988–2018). *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 85*, 517–532. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.06.010.

Sing, C. C., Teo, T., Huang, F., Chiu, T. K. F., & Wei, X. (2022). Secondary school students' intentions to learn AI: Testing moderation effects of readiness, social good and optimism. *Education Tech Research Dev, 70*, 765–782. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10111-1.

Singh, S., Dhir, S., Das, V. M., & Sharma, A. (2020). Bibliometric overview of the technological forecasting and social change journal: Analysis from 1970 to 2018. *Technological Forecasting and Social Change, 154*, 119963. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119963.

Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science, 24*(4), 265-269.

Song, P., & Wang, X. (2020). A bibliometric analysis of worldwide educational artificial intelligence research development in recent twenty years. *Asia Pacific Education Review, 21*(3), 473-486. https://doi.org/10.1007/s12564-020-09640-2.

Song, Y., Chen, X., Hao, T., Liu, Z., & Lan, Z. (2019). Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis. *Computers & Education, 137*, 12–31.

Strzelecki, A. (2023). To use or not to use ChatGPT in higher education? A study of students' acceptance and use of technology. *Interactive Learning Environments*, 1–14. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2209881.

Strzelecki, A. (2024). Students' Acceptance of ChatGPT in Higher Education: An Extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *Innovative Higher Education, 49*, 223–245. https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1.

Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2021). Trends in artificial intelligence-supported e-learning: A systematic review and co-citation network analysis (1998–2019). *Interactive Learning Environments*, 1–19. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1875001.

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments, 10*(15). https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x.

Ulutaş, F., & Ubuz, B. (2008). Research and trends in mathematics education: 2000 to 2006. *Elementary Education Online, 7*(3), 614-626.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2013). VOSviewer manual (1st ed., pp. 1-53). Leiden: Univeristeit Leiden.

Van Nunen, K., Li, J., Reniers, G., & Ponnet, K. (2018). Bibliometrics analysis of safety culture research. *Safety Science, 108*, 248-258.

Vasconcelos, M. A. R., & dos Santos, R. P. (2023). Enhancing STEM learning with ChatGPT and Bing Chat as objects to think with: A case study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19*(7), em2296. https://doi.org/10.29333/ejmste/13313.

Verbruggen, S., Depaepe, F., & Torbeyns, J. (2021). Effectiveness of educational technology in early mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Child-Computer Interaction, 27*, 100220. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100220.

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... & Nerini, F. F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications, 11*, 233. https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y.

Voskoglou, M. G. (2011). Fuzzy logic and uncertainty in mathematics education. *International Journal of Applications of Fuzzy Sets and Artificial Intelligence, 1*, 45-64.

Wang, J., Xie, H., Wang, F. L., Lee, L. K., & Au, O. T. S. (2021). Top-n personalized recommendation with graph neural networks in MOOCs. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100010. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100010.

Wang, Y., Liu, C., & Tu, Y. (2021). Factors affecting the adoption of AI-based applications in higher education: An analysis of teachers' perspectives using structural equation modeling. *Educational Technology & Society, 24*(3), 116-129. https://www.jstor.org/stable/27032860.

Wani,N.,S.(2023). Sustainable Marketing in line with SDGs: An

Extensive Bibliometric Analysis. *International Journal of Research and Review,10*(1).*315-323. DOI: https://doi.org/10.52403/ijrr.20230134*

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia*

Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19(7), em2286. https://doi.org/10.29333/ejmste/13272.

Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology, 45*(3), 223–235. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995.

Xia, Q., Chiu, T. K. F., Chai, C. S., & Xie, K. (2023). The mediating effects of needs satisfaction on the relationships between prior knowledge and self-regulated learning through artificial intelligence chatbot. *British Journal of Educational Technology, 54*, 967-986. https://doi.org/10.1111/bjet.13305.

Xia, Q., Chiu, T. K. F., Lee, M., Temitayo, I., Dai, Y., & Chai, C. S. (2022). A Self-determination theory design approach for inclusive and diverse Artificial Intelligence (AI) K-12 education. *Computers & Education, 189*, 104582. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104582.

Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education, 140*, 103599. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599.

Xie, H., Zou, D., Wang, F. L., Wong, T. L., Rao, Y., & Wang, S. H. (2017). Discover learning path for group users: A profile-based approach. *Neurocomputing, 254*, 59–70. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.11.049.

Xue, J., Reniers, G., Li, J., Yang, M., Wu, C., & van Gelder, P. H. A. J. M. (2021). A bibliometric and visualized overview for the evolution of process safety and environmental protection. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(11), 5985. https://doi.org/10.3390/ijerph18115985.

Yore, L. D., & Lerman, S. (2008). Meta-syntheses of qualitative research studies in mathematics and science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 6*(2), 217-223. https://doi.org/10.1007/s10763-008-9128-9.

Young, J. (2017). Technology-enhanced mathematics instruction: A second-order meta-analysis of 30 years of research. *Educational Research Review, 22*, 19–33. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.07.001.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in

higher education–where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*, 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0.

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods, 18*(3), 429-472. https://doi.org/10.1177/1094428114562629.