نموذج مقترح لتعزيز التوجُّه نحو التعلُّم المقارن في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي

إعداد

د./ محمد علي محمد عبدالمتجلي

مدرس الإدارة والتخطيط والدراسات المقارنة،

كلية التربية (بنين)بالقاهرة - جامعة الأزهر

نموذج مقترح لتعزيز التوجُّه نحو التعلُّم المقارن في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي

محمد علي محمد عبد المتجلي
قسم الإدارة والتخطيط والدراسات المقارنة، كلية التربية (بنين)- جامعة الأزهر بالقاهرة
البريد الإلكتروني/ dr.abdel.motajali.8@azhar.edu.eg

ملخص البحث:

هدف البحث إلى تقديم نموذجٍ مقترحٍ لتعزيز التوجُّه نحو التعلُّم المقارن في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي، وفي سبيل تحقيق ذلك، استخدم البحث المنهج الوصفي؛ للوقوف على أسس ومباديء مفهوم "التعلُّم المقارن" في أدبيات التربية المقارنة، وبيان أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تُدعِّم التوجُّه نحوه. ولتحديد مدى فعالية دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل بيئات التعلُّم، استقصاءً للواقع وتعزيزًا للتوجُّه نحو التعلُّم المقارن، تم توجيه أداة البحث (الاستبانة) إلى مجموعة من خبراء تكنولوجيا التعليم (٣٢ خبيرًا) ببعض الجامعات المصرية. وتوصل البحث إلى نموذجٍ مقترحٍ لتعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن" في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي. وقام النموذج على أربع مراحل؛ مرحلة جمع البيانات الخاصة بواقع بيئات التعلُّم عبر دمج بعض تقنيات إنترنت الأشياء داخلها، ومرحلة تحليل بيانات عملية التعلُّم عبر دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ومرحلة إدارة بيانات عملية التعلُّم محليًا عبر استخدام الحوسبة الضبابية، وأخيرًا مرحلة نشر بيانات عملية التعلُّم عالميًا عبر استخدام الحوسبة السحابية. وبذلك يمكن المقارنة بين بيئات التعلُّم وفق بيانات واقعية مستندة لتفسيرات الثقافة المحلية عبر منهج (Emic Approach).

الكلمات المفتاحية: نموذج مقترح، التعلُّم المقارن، تطبيقات الذكاء الاصطناعي

A Proposed Model for enhancing the Orientation towards Comparative Learnology based on incorporating some Artificial Intelligence Applications at Pre-university Institutions

by

Mohammad Ali Mohammad Abdel-Motajali

A Lecturer of Administration, Planning and Comparative Studies, College of Education for Boys - Al-Azhar University in Cairo

E- mail: dr.abdel.motajali.8@azhar.edu.eg

Absract:

The research aimed to propose a model to enhance the orientation towards comparative learnology based on incorporating some Artificial Intelligence Applications into Pre-university Institutions. To this end, the research adopted the descriptive approach to identify both the foundations of comparative learnology through comparative education literature, and the most convenient artificial intelligence applications that support this orientation. To investigate the effectiveness of incorporating these artificial intelligence applications into learning environments for both observing their lived reality and supporting the orientation towards comparative learnology, the research administered a questionnaire to a group of educational technology experts (32 experts) at some Egyptian universities. Based on the findings of the field study, the proposed model was formulated including four stages; the first for collecting data regarding the lived reality of learning environments through incorporating Internet of Things into them, the second stage for analyzing learning data through incorporating artificial intelligence applications, the third stage for managing learning data locally through fog computing, finally the stage of publishing learning data globally through cloud computing. Based on the findings, learning environments can be compared according to real data and based on interpretations of local culture (Emic Approach).

***Keywords*:** Proposed model, Comparative learnology, Artificial intelligence applications

المقدمة

يفرض القرن الحادي والعشرون تحديات بحثية جديدة، لا سيما مع الاعتراف المتزايد من باحثي التربية المقارنة بالحاجة إلى إعادة تصور اللبنات الأساسية للبحوث المقارنة، وإعادة هيكلتها نتيجةً لسيطرة العولمة، والرقمنة، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي من جانبٍ (Cowen, R., & Kazamias, A. 2009)، ونتيجةً لإعادة صياغة "الكفاءة العالمية" Global Competence كمفهوم يختص بدراسة الثقافات الأخرى، وتقديرها، والتفاعل مع أصحابها تحقيقًا للرفاهية الجماعية والتنمية المستدامة من جانبٍ آخر (OECD. 2018b)، وهذا بدوره كي تصبح التربية المقارنة قادرةً على تقديم نتائج بحثية ذات قيمة علمية، وأهمية دولية واسعة.

وإذا كان البحث التربوي المقارن ملزمًا بالبحث عن المفاهيم والمناهج الأكثر قيمةً للقرن الحادي والعشرين، فقد أصبح من الواضح أنَّ النموذج التقليدي (مقارنة نظم التعليم) غير مجهَّز للاستجابة لعالمٍ من تكنولوجيا المعلومات، مع غياب القيم والمعايير السلوكية المشتركة، وتلاشي الحدود بين التعليم الرسمي وغيره من الأنشطة الحياتية، بحيث أصبح عالم العمل والمنزل والترفيه والدراسة عالمًا متكاملًا. (Crossley, M., & Jarvis, P., 2001)

ويتطلب هذا التحوُّل الفكري، وضع مفهوم "التعلُّم" Learning في بؤرة الاهتمام، بما يساعد في التعرُّف على طرق انخراط الطلاب بنجاح في أشكال التعلُّم المختلفة التي لا حصر لها، والتي وفرها التطوُّر التكنولوجي. وهذا ينقل باحث التربية المقارنة من التركيز على أنظمة التعليم ومشكلات توفيره ووسائل تقييمه، إلى عملية التعلُّم ذاتها، ومن التركيز على الدول أو الأقاليم أو المناطق كوحدات للمقارنة إلى المتعلِّم نفسه من خلال استخدام المقارنة المنهجية للسياقات والثقافات المختلفة. وعليه، فقد أصبحت التربية المقارنة مطالبةً بالتركيز على كيفية تعلُّم الأفراد في بيئات وثقافات مختلفة، وهو ما يستلزم التحوُّل نحو "التعلُّم المقارن" Comparative Learnology. (Broadfoot, P., 2000; Cowen, R., & Kazamias, A. 2009)

وتأسيسًا على ذلك، تتطلب البحوث المقارنة لعملية التعلُّم منهجًا أكثر تعددًا للتخصصات، بحيث تتكامل التخصصات الاجتماعية (علم الاجتماع، والسياسة، والاقتصاد، والجغرافيا، والدراسات الثقافية، وعلم الإنسان، والتاريخ) مع العلوم الفيزيائية والصحية، لاستنباط الأسباب الكامنة التي تؤثر على عملية التعلُّم. وهذا يُعَدُ توجُّهًا نحو التركيز على التعلُّم، وليس التعليم في حد ذاته، والذي يستلزم تطوير واستخدام أدوات بحثية جديدة تستثمر بشكل كامل التقدم التكنولوجي المعاصر وقدرته على التقاط الواقع الاجتماعي المعايش ومقارنته. (Cowen, R., & Kazamias, A. 2009)

وإذا كانت نقطة البداية لمفهوم " التعلُّم المقارن" هو الواقع المعايش للمتعلِّم، ومشاعره، وتجاربه، فإنَّ ذلك يتطلب منهجًا قائمًا على الملاحظة والوصف من خلال تطبيق أساليب نوعية يمكنها التقاط تقاطع الزمان والمكان معًا، وتساعد في رصد تجارب وخبرات التعلُّم الفردية المتنوعة وأثرها في التغيير السلوكي. ويواجه تصميم مثل هذه الدراسات تحديًا كبيرًا يتمثَّل في الوصول إلى واقع عملية التعلُّم وملاحظتها، بجانب تراكم النتائج وتخزينها والوصول إليها في المستقبل (Elliot, J., & Norris, N., 2011). ومع تزايد الحاجة إلى إجراء مقارنات أكثر تعمقًا في السياق، بحيث تتجاوز السمات المعرفية الضيقة إلى معالجة حساسية السياق خلال عملية التعلُّم، تزداد ضرورة البحث عن أدوات أكثر فعالية في استنتاج أثر السياق المحلي في عملية التعلُّم. (Cardona, M. A., et al., 2023: 44)

ومع التطوُّر التكنولوجي، وانتشار تطبيقات الذكاء الاصطناعي، أمكن التغلب على أهم التحديات التي تعوق التوجُّه نحو التعلُّم المقارَن؛ بدءًا من رصد ممارسات التعلُّم المتنوعة، وتسجيلها تسجيلًا حيًا، ثم معالجتها إلكترونيًا، ثم تجاوز مشكلة الوقت والتكلفة، التي تحد من التعاون الدولي بين باحثي التربية المقارنة. وهذا يمكِّن من دراسة السياق الثقافي المحلي، والذي يُعَدُ أمرًا ضروريًا للدراسات المقارنة المتعمقة. (Cowen, R., & Kazamias, A. 2009)

كما ساعدت تطبيقات الذكاء الاصطناعي المعلمين في الفهم العميق لاحتياجات الطلاب، مما هيأ الفرصة لتعلُّم واقعي وفق احتياجات الطلاب الفعلية، بجانب المساهمة في إدارة المدرسة وتحليل نتائج الطلاب بشفافية. كما ساعدت بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي كخوارزمية "التعلُّم الشخصي" Personalized learning في تقديم حلول تعليمية بديلة تناسب احتياجات المتعلِّم بما يتيح الفرصة للتقدم والنمو وفقًا لقدراته ورغباته (Fitria, T. N., 2021). وفي ضوء ما سبق، يسعى البحث إلى تقديم نموذجًا مقترحًا لتعزيز التوجُّه نحو " التعلُّم المقارن" في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي.

مشكلة البحث وأسئلته

إذا كانت التربية المقارنة -بمفهومها التقليدي- تقوم على المقارنة بين نظم التعليم المختلفة؛ لاستخلاص جوانب التشابه والاختلاف فيما بينها، ومن ثمَّ إدراك أثر العوامل الثقافية المؤثرة فيها، استعدادًا لاستخلاص بعض المبادئ والسياسات، التي يمكن تطبيقها في مناطق أخرى لتطوير نظمها التعليمية. (Postlethwaite, T. N., 1988: xvii)

فإنَّه ومع توجُّه العلم نحو التخصصية (Casadevall, A., & Fang, F. C., 2014)، والمناهج نحو التمركز حول الطالب، والذي أثر بدوره على مكونات نظم التعليم كافةً، بل ومع التوجُّه نحو مراعاة بيئات التعلُّم داخل وخارج نظم التعليم، ضمانًا لتحقيق تعلُّمٍ نشطٍ وفعَّالٍ (Cullen, R., et al., 2012: 185-191)، أصبح لزامًا على باحث التربية المقارنة دراسة الفروق الفردية والسياقات الثقافية في صورتها المحلية -وليس القومية- بصورةٍ أعمق (Yan, X., 2016)

ومع ظهور الثورة الرابعة للتعليم "التربية ٤,٠"، التي فرضت تحولات جذرية على نظم التعليم قبل الجامعي تعزيزًا لمخرجاتها، بحيث أصبح الهدف الأبرز يتمركز حول إكساب الطالب مهارات عملية؛ كحل المشكلات، التفكير النقدي، إدارة الأشخاص، الحكم واتخاذ القرار، التفاوض، المرونة المعرفية (World Economic Forum, 2016)، بل ومع إطلاق مؤشر "الفقر التعليمي" Learning Poverty من قِبَل البنك الدولي ومنظمة اليونيسكو عام ٢٠١٩ (World Bank, UNESCO, and UNICEF. 2022: 7)، ومع ظهور تطبيقات الذكاء الاصطناعي، أمكن توسيع نطاق أنظمة التعليم، وتعزيز فعاليتها في إعداد طلاب المستقبل، وتخصيص تجارب التعلُّم، وتلبية الاحتياجات الفردية للطلاب، والتركيز بشكل أكبر على عملية التعلُّم والتوجيه الشخصي، وتشكيل نظم تعليمية أكثر استجابةً لمتغيرات المستقبل (World Economic Forum. 2024: 3). وهذا يدلل على تحول عالمي نحو الفردية في التعليم، وهو ما يُعَدُ تحديًا للتربية المقارنة وفق أدواتها التقليدية، مما يتطلب إجراء مقارنات متعمقة تركز على المتعلِّم ذاته.

ومما يبرهن كذلك على زيادة الحاجة للتوجُّه نحو التعلُّم المقارن، هذا التحوُّل الملحوظ في الأدوات التكنولوجية المستخدمة في مجال تحليلات التعلُّم Learning Analytics للتركيز على المتعلِّم، ومن المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه في النمو - بشكلٍ كبيرٍ- بسبب انتشار بيئات التعلُّم الرقمية، التي تسمح للمتعلِّم بالتنظيم الذاتي، وتكييف التعلُّم وفق خبراته الخاصة (Pinkwart, N., & Liu, S., 2020: 10).

وهكذا، فبدلاً من التركيز على أنظمة التعليم وسياساتها، والسياقات الوطنية، والمسوحات الدولية، فإنَّ البحث المقارن يشهد توجُّهًا نحو وحدات تحليلية أدق Micro Comparative Units، والتي يكتنفها تحديات منهجية؛ منها ما يتعلق بكيفية جمع خبرات التعلُّم الفردية، وتحليلها، ونشرها، وتخزينها، ومن ثمَّ كيفية إتاحتها للباحثين والأجيال القادمة. وهذا ما أكدت أدبيات التربية المقارنة ندرة تناوله، وأنَّه لم يحظ بقدر كبير من الاهتمام رغم أهميته لجودة البحوث المقارنة (Cowen, R., & Kazamias, A. 2009: 1249-1250).

وفي هذا الصدد، لا ينبغي إغفال قضايا البحوث الإجرائية المقارنة، والتي تتعلق بالتوقيت المتاح للبحث، والوصول إلى الميدان، وكلفة السفر والإقامة، واختلاف اللغة، وحساسية بعض البحوث، واتساع نطاق البحث المقارن ليشمل بيئات التعلُّم خارج المدرسة في ظل التوجُّه نحو الفردية (Crossley, M., & Broadfoot, P. 1992)، وغيرها من الأبعاد التي تفرض على باحث التربية المقارنة تحديًا يصعب تجاوزه دون مساعدة بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي، التي مكنت من رصد وتحليل كثير من بيئات التعلُّم ضمن إطار يتجاوز أغلب التحديات السابقة.

وفيما يخص بعض دول العالم النامي، والتي تعاني من مشكلة نقص البيانات وضعف موثوقيتها على مستوى نظم التعليم، إضافةً لصعوبة ربطها بالسياق الثقافي المحلي (World Bank. 2017)، وهو ما يُعَدُ من تحديات التوجُّه نحو التعلُّم المقارن، فإنَّ دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل مؤسسات التعليم قبل الجامعي بهذه الدول، بمساعدة بعض المنظمات الدولية الراعية للتعليم، سيوفر قدرًا كبيرًا من البيانات الدقيقة، التي ستعزز من التوجُّه نحو التعلُّم المقارن. وعلى ضوء ما سبق، يطرح البحث السؤال الرئيس الآتي :

ما النموذج المقترح لتعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن" في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي؟

ويتفرع من السؤال الرئيس السابق الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما الأسس النظرية لمفهوم "التعلُّم المقارن"؟
٢. ما أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي الداعمة للتوجُّه نحو "التعلُّم المقارن"؟
٣. ما آراء عينة البحث في مدى فعالية دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل بيئات التعلُّم استقصاءً للواقع وتعزيزًا للتوجُّه نحو "التعلُّم المقارن"؟
٤. ما وجهة نظر خبراء التخصص التربوي والتكنولوجي في جدوى النموذج المقترح؟

نظرية البحث:

يأخذ البحث بنظرية التبني Adoption theory، والتي تقوم على اختيار الفرد لتقنية أو ابتكار معين بالقبول أو الرفض. ثم دمج هذه التقنية في السياق المناسب لها بعد قبولها. وبالتالي، فإن نظرية التبني هي منظور مصغر Micro-perspective للتغيير، لا يركز على الكل بل على الأجزاء التي تشكِّل الكل. (Straub, E. T., 2009)

ويأتي نموذج "النظرية الموحدة لقبول وتطبيق التكنولوجيا" Unified Theory of Acceptance and Use of Technology، من بين نماذج نظرية التبني ليركز بصورةٍ أدق على قياس تصورات المشاركين حول تبني التقنيات الحديثة. ويقوم على أربعة أبعاد؛ توقُّع الأداء، توقُّع الجهد، التأثير الاجتماعي، ظروف التهيئة. فـ"توقع الأداء" يتضمن الشعور بأنَّ تبني تقنية معينة سيؤدي إلى إنجاز المهام المحددة. و"توقع الجهد" يتضمن السهولة عبر استخدام التكنولوجيا، أمَّا "التأثير الاجتماعي" فيرتبط بتشجيع المجتمع أو تثبيطه لتبني تقنيةٍ محددةٍ. أخيرًا، ترتبط "ظروف التهيئة" بعوامل دعم أو إعاقة تبني التقنية، ومنها الدعم التنظيمي، القيادة ، توافر البنية التحتية

لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (Shahzad, K., Khan, S. A., & Iqbal, A., 2024).

أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تقديم نموذج مقترح لتعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن" في ضوء دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم قبل الجامعي، وصولاً لتحقيق الأهداف الفرعية الآتية:

١. تحديد الأسس الفكرية لمفهوم "التعلُّم المقارَن".
٢. إبراز دور بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي في رصد وتحليل الواقع الفعلي لعملية التعلُّم.
٣. مساعدة الباحثين في تجاوز تحديات البحوث المقارنة في القرن الحادي والعشرين.
٤. إجراء بحوث مقارنة أكثر جودة وأعمق تفسيرًا في ضوء السياق المحلي.

أهمية البحث

تبرز أهمية البحث من جانبين، هما:

الأهمية النظرية، وتتمثل في:

١- ندرة الدراسات التي ركزت على "التعلُّم المقارن" ومنهجية البحث فيه.
٢- يمكن أن يمثل البحث الحالي نواةً لبحوث مستقبلية في مجال التربية المقارنة، تستثمر إمكانات الذكاء الاصطناعي في رصد الواقع المعايش للممارسات التربوية في سياقاتها المحلية.
٣- تجاوز حدود الزمان والمكان والكلفة الكبيرة التي قد تعوق إجراء البحوث المقارنة في التربية.

الأهمية التطبيقية، وتتمثل فيما يأمله الباحث من:

١- تحديد آليات إجرائية لتوظيف الذكاء الاصطناعي في تجويد البحوث المقارنة.
٢- وضع آليات إجرائية للتغلب على صعوبات البحوث المقارنة، والتي تبرز في التوجُّه نحو تبني وحدات مقارنة أدق في ضوء سياقات محلية أخص.
٣- توفير النموذج المقترح لبيانات ومعلومات وتحليلات دقيقة عن عملية التعلُّم لكل متعلِّم.
٤- التوصل لآليات إجرائية للتعاون البنَّاء بين الباحثين والممارسين في مجال التربية المقارنة.

حدود البحث:

يقتصر البحث في حدوده على:

الحدود الموضوعية: اقتصر البحث على دراسة "التعلُّم المقارَن" كفرع من فروع التربية المقارنة من حيث أسسه، ومنهجيته، وتحدياته، وبعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي (خوارزمية توصيات التعلُّم، خوارزمية التعلُّم الخاضع للإشراف، خوارزمية البرمجة اللغوية العصبية، خوارزمية التعلُّم المعزَّز) المدعومة ببعض تقنيات إنترنت الأشياء.

الحدود المكانية والبشرية: طبق البحث على عينة قصدية من خبراء التربية وتكنولوجيا التعليم بكليات التربية ببعض الجامعات المصرية.

الحدود الزمنية: تم تطبيق أداة البحث الميدانية في الفصل الدراسي الأول من العام الجامعي ٢٠٢٤-٢٠٢٥م.

منهج البحث وأداته:

وفقًا لطبيعة البحث، فقد تم استخدام المنهج الوصفي؛ وذلك بهدف وصف وتحليل آلية استخدام بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن". كما استخدم البحث الاستبانة شبه المغلقة كأداة لجمع البيانات من الخبراء عينة البحث.

مصطلحات البحث

يتحدد البحث بالمصطلحات الآتية:

١- **نموذج مقترح**: هو شكل أو مخطط متسلسل، يتم اقتراحه لمعالجة مشكلة بحثية محددة في

سياق أو تخصص معين. ويهدف إلى بناء علاقات محددة بين مكوناته، تتيح للمنفِّذ استبصار مسارات العمل بصورةٍ دقيقة ومحكمة، ويسمح بتقييم نتائجه بعد فترة زمنية مناسبة. ويشترط فيه أن يكون بسيطًا، قابلًا للتطبيق، دقيقًا، ملائمًا للتحليل (Andrade-Arenas, L., 2023). ويعرف إجرائيًا بأنَّه "مخطط نظري تصويري يتيح لباحثي التربية المقارنة التعمق في السياق المحلي لبيئات التعلُّم، وإدراك الفروق الفردية فيها، استعدادًا لاستخلاص مبادئ عامة تفيد في المقارنة بين بيئات التعلُّم المختلفة". وقد تم بناء النموذج المقترح وفقًا للخطوات الآتية التي حددها (Vinay, S. B., 2023):

- تحديد المشكلة أو التحدي الذي سيعالجه نموذج الذكاء الاصطناعي.
- جمع البيانات الخاصة بعملية التعلُّم من أداء المتعلِّم، بجانب معلومات ديموغرافية وبيئية.
- تحليل هذه البيانات من خلال تطبيق بعض خوارزميات الذكاء الاصطناعي لاستخلاص مبادئ وتعميمات تصف بيئات التعلُّم المختلفة.
- اختبار وتقييم النموذج المقترح للتأكد من فعاليته في حل المشكلة المحددة.
- تطبيق النموذج المقترح في بيئات التعلُّم وتطويره باستمرار وفق الملاحظات والتقييم الراجع.
- مراقبة النموذج وتطويره لضمان استدامة فعاليته ومواكبته للتطوُّر التكنولوجي.

ومن المتوقع أن يكتفي البحث بالخطوات الثلاث الأُول كأساس نظري، ثمَّ الاعتماد على خبراء التربية المقارنة في تنفيذ الخطوة الرابعة؛ لاختبار مدى صحة وقابلية النموذج للتطبيق. وأخيرًا إرجاء خطوتي التطبيق والمراقبة للائتلاف الدولي (المنظمات الدولية الداعمة للتعليم) المقترح لإدارة النموذج على المستوى الدولي.

٢- **"التعلُّم المقارن":** هو ذلك الفرع من فروع التربية المقارنة، والذي يركز بشكلٍ رئيسٍ على عملية التعلُّم -في صورتها الفردية- بدلاً من التركيز على التنظيم الكلي لنظم التعليم (Broadfoot, P. 2000). وفي ذات السياق، يعرف باعتباره "مجالًا للبحوث التي تسعى إلى فهم أعمق لطبيعة عملية التعلُّم من خلال استخدام مقارنات منهجية أقرب للسياقات والثقافات والقوى الفعلية التي تشكِّل تفاعل مكونات بيئة التعلُّم معًا" (Cowen, R., & Kazamias, A. 2009: 1252). ويعرف إجرائيًا بأنَّه "ذلك الفرع من التربية المقارنة الذي يركز على أسس ومنهجيات مقارنة الواقع المعاش لبيئات التعلُّم وفق سياقاتها المحلية الأصيلة، استخلاصًا لمبادئ فعلية تحكم تطوير نظم التعليم في عصر الرقمنة".

٣- **تطبيقات الذكاء الاصطناعي:** "صور من أنظمة التعلُّم الذكية والتكيفية التي تستهدف تحقيق نواتج تعلُّم أكثر فعالية وأرقى ارتباطًا بالسياقات الثقافية". وتعرف أيضًا بأنَّها "مجموعة من التقنيات المعقدة، تعمل وفق مستويات أعلى من الرياضيات والإحصاء وعلم البيانات، إضافةً إلى البرمجة". وتعرف كذلك بأنَّها " الأنشطة التي تقوم بها الآلات، والتي تتطلب تفكيرًا ووعيًا يحاكي ما يقوم به البشر" (UNESCO. 2018: 8-11). وتعرف إجرائيًا بأنَّها " تقنيات من أنظمة التعلُّم الذكية والتكيفية التي تحاكي السلوك البشري في معالجتها لكميات ضخمة من بيانات التعلُّم، وتستهدف دعم نواتج تعلُّم أكثر فعالية وأكثر ارتباطًا بالسياقات الثقافية ".

الدراسات السابقة:

١. دراسة Han, L., Long, X., & Wang, K. (2024)بعنوان "تحليل نموذج التعلُّم لإدارة المعلومات التعليمية في ضوء إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي". هدفت الدراسة إلى تحليل أثر نماذج

التعلُّم المعززة بإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على إدارة الطالب أثناء إدارة المعلومات التعليمية. وفي سبيل ذلك، قامت الدراسة باقتراح نموذج تعلُّم معزز قائم على نظرية الألعاب. وأظهرت النتائج أن نموذج التعلُّم المقترح القائم على الحوسبة الضبابية يحقق تعلُّمًا أسرع، مع وجود تأثير إيجابي لتقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على إدارة الطالب. كما يلبي نظام إدارة الطالب المقترح احتياجات الطلاب الفردية، ويعزز من نتائج التعلُّم، ويحدد احتياجات الطلاب بذكاء، ووسائل تخصيص موارد التعلُّم. كما تتنبأ الدراسة بأثر إيجابي للنموذج المقترح في تحسين جودة التعليم وتنمية شخصية الطلاب.

٢. دراسة (Vinay, S. B. 2023) بعنوان "تطبيق الذكاء الاصطناعي في عملية التعليم والتعلُّم المدرسي: دراسة تحليلية". هدفت الدراسة إلى تحليل قدرات بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تخصيص خبرات التعلُّم وفقًا لاحتياجات الطلاب الفردية، ونقاط القوة والضعف لديهم، ومدى الاستخدام الأخلاقي والمسؤول لهذه التقنيات في المدارس. واعتمدت الدراسة على المراجعة النظرية للأدبيات وتحليلها، وصولًا إلى نظرة شاملة لمراحل تطوُّر دمج هذه التقيات في المدارس، ومدى فعاليتها في تنمية عملية التعليم والتعلُّم. وخلصت الدراسة إلى تحديد الخطوات العامة المتبعة لدمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم.

٣. دراسة Alam, T., & Benaida, M. (2020)بعنوان " سلسلة الكتل **Blockchain** وإنترنت الأشياء في التعليم العالي". هدفت الدراسة إلى التحقق من مميزات تصميم بنية مبتكرة تقوم على تقنية سلسلة الكتل عبر منصة إنترنت الأشياء لنظام التعليم في تعزيز كفاءة الاتصال بين الطلاب والمعلمين وأصحاب العمل والمطورين والميسرين وجهات التوظيف المعتمدة على الإنترنت. واستخدمت الدراسة أسلوب المسح التجريبي. وأشارت النتائج إلى أنَّ للبنية المبتكرة مميزات عديدة منها؛ قدرة عالية على التخزين ومعالجة أسرع للبيانات في مختلف المواقف، القدرة الفائقة على حفظ البيانات والمعلومات بطريقة آمنة على الإنترنت. كما أظهرت الدراسة أنَّ البنية المقترحة لا تزيد من الإنتاجية فحسب، بل توفر اتصالًا مباشرًا بين عقد إنترنت الأشياء، مما يجعل النظام التعليمي أكثر استقرارًا.

٤. دراسة Osborn, M., Broadfoot, P., & McNess, E. (2003) بعنوان "عالم من الاختلاف؟ مقارنة بين المتعلمين في مختلف أنحاء أوروبا". هدفت الدراسة إلى فحص دور السياقات الثقافية التعليمية على المستوى الوطني والتحديات العالمية على مشاركة التلاميذ في المدرسة وتحقيق عملية التعلم، وذلك من خلال استكشاف العلاقة بين الثقافات القومية، والممارسات الصفية، والتجارب الفردية للتلاميذ في ثلاث دول أوروبية: الدنمارك، وإنجلترا، وفرنسا. سعت الدراسة إلى عرض صورة للتعلُّم، وسبل تعزيزه، والتحديات التي تواجه المعلمين والطلاب خلال تحقيقه. واستخدامت الدراسة أساليب ربط المستويات الكلية والجزئية للتعلُّم؛ لرسم صورة للسياق الثقافي. ولإجراء تحليل دقيق لدور السياق الثقافي في تحقيق التعلُّم، استخدم فريق البحث عبر الوطني تحليلًا على ثلاثة مستويات: المستوى القومي، واستخدم فيه تحليل الوثائق، والمستوى المؤسسي، واستخدم فيه مقابلات شخصية مع المعلمين، والمستوى الفردي، واستخدم فيه استطلاعات ومقابلات ومجموعات التركيز. وأجريت الدراسة على عينة من مدارس ثانوية في كل بلد، بحيث تشمل ثلاثة مستويات؛ مدرسة ثانوية للأثرياء، ومدرسة ثانوية ذات مستويات طبقية مختلفة، ومدرسة ثانوية للفقراء. وجاءت النتائج معبرةً عن وجهات نظر المعلمين الدنماركيين أو شخصية المتعلمين الفرنسيين، وقد جاءت النتائج محدودة النطاق نظرًا لقلة عدد المدارس.

٥. دراسة Broadfoot, P. (2000) بعنوان "التعلُّم المقارن في القرن الحادي والعشرين: نظرة إلى الماضي والآفاق المستقبلية". هدفت الدراسة إلى إعادة صياغة محتوى وتنظيم وتقييم نظم التعليم المعاصرة استجابةً للمتغيرات المجتمعية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي. وأشارت النتائج إلى أنَّه وعلى الرغم من ظهور منهجيات جديدة للدراسات المقارنة كأداة لصنع السياسات، إلا أنَّ التربية المقارنة لا زالت تسير وفق نموذج التوصيل التقليدي للتعليم **Delivery Model**. وتقترح الدراسة رؤية مستقبلية لأسلوب وهدف وسياق بحوث التربية المقارنة بما يتماشى مع التطلعات التعليمية الجديدة للقرن الحادي والعشرين، والتي ستركز على التعلُّم وعلاقته بالثقافة؛ وتوصي الدراسة بإعادة تصور التربية المقارنة على أنها "علم التعلُّم المقارن" كوسيلة لفهم كيفية تشجيع الأفراد على الانخراط بنجاح في العديد من أشكال فرص التعلُّم الجديدة التي تميز الألفية الثالثة.

٦. دراسة Broadfoot, P. (1999) بعنوان "نحو علم تعلُّم مقارن جديد للتربية". هدفت الدراسة إلى استعراض النقاش التاريخي الواقع داخل علم التربية المقارنة حول الدراسات النوعية التي تركز على الثقافة والمناهج الأكثر إيجابية. كما تستكشف التحديات، فضلاً عن الإمكانات الكامنة في الاهتمام المتزايد بالدراسات المقارنة. وتستنتج الدراسة أنَّ مجتمعات ما بعد الحداثة تمثل تحديًا لباحثي التربية لمقارنة، إذ تتطلب تركيزًا على السياق الثقافي المحلي لفهم أعمق للنظم التعليمية. وأخيرًا، تحدد الدراسة ما ينبغي أن تكون عليه التربية المقارنة في القرن الحادي والعشرين وبالأخص "علم التعلُّم المقارن" الذي يتكامل مع العلوم الاجتماعية.

٧. دراسة Crossley, M., & Broadfoot, P. (1992) بعنوان " البحث المقارن والبحث الدولي في التربية: النطاق والمشكلات والإمكانات". هدفت الدراسة إلى استكشاف أثر تراجع الحدود القومية لصالح الاتحادات الدولية والإقليمية في زيادة الاهتمام بالبحث المقارن والدولي في التربية. كما سعت الدراسة إلى تحليل وسائل تعزيز الدراسات المقارنة والدولية من قِبَل باحثي التربية المقارنة. وتشير النتائج إلى ضرورة تنظيم برامج تدريبية أوسع لباحثي المجال، بجانب دعم الاستشارات الدولية المقارنة، مع الحرص على مراعاة حساسية العوامل عبر الثقافية.

التعليق على الدراسات السابقة:

تصنَّف الدراسات السابقة إلى دراسات خاصة بالذكاء الاصطناعي، وأخرى بالتعلُّم المقارن. ففي الوقت الذي ركز فيه الصنف الأول على دمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التعليم بما توفره من إمكانات لجمع البيانات، وتحليل بيئات التعلُّم، جاء الصنف الآخر ليركز على اللبنات الأولى لمفهوم "التعلُّم المقارن"، بوصفه مرحلة لتطوُّر البحث التربوي المقارن. وتشير الدراسات إلى أنَّ نظم التعليم خلال القرن الحادي والعشرين في حاجه لمنهجيات مقارنة أكثر جدوى، تستخلص جوانب السياق الثقافي المحلي العميقة التي تؤثر على عملية التعلُّم. ونظرًا لأنَّ معظم الدراسات الخاصة بالتعلُّم المقارن أجريت في نهايات القرن الماضي وبدايات القرن الحالي، وحيث لم تشهد هذه الفترة تطوُّرًا ملحوظًا في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، فقد واجه التعلُّم المقارن ما يُعرف بتحدي جمع بيانات موثوقة عن الواقع المعايش لعملية التعلُّم. ومع انتشار هذه التطبيقات وتطوُّرها، لا سيما بعد فترة كورونا وتحوُّل نظم التعليم نحو التعليم الإلكتروني، أصبح من الممكن ملاحظة الواقع المعايش لعملية التعلُّم داخل مختلف نظم التعليم، ومن ثَمَّ إجراء دراسات مقارنة دقيقة تخص عملية التعلُّم الفردي، واستخلاص بعض المباديء التي سيكون لها أعمق الأثر في تطوير عملية التعلُّم على مختلف الأصعدة.

أولًا: الإطار النظري:

يسعى البحث في هذا الجزء إلى الوقوف على أسس "التعلُّم المقارن"، وأصول الذكاء الاصطناعي وبعض التطبيقات الداعمة لعملية التعلُّم. وهذا لاستخلاص محاور بناء الشق الميداني من البحث كجزء تالٍ.

أ)- "التعلُّم المقارن":

يعرف التعلُّم بأنَّه "عملية ينتج عنها تغيير في الأداء، وتحدث بسبب زيادة الخبرات". ويعبر عن ما يؤديه المتعلم عمليًا ويعتقده، لذا، فالسبيل الوحيد لتحقيق التعلُّم هو التأثير في أداء المتعلم. فالتعلُّم "*عملية*" وليس "*نتيجة*"، لأنه يحدث داخل العقل، ويستدل عليه من خلال أداء الطالب. كما أنَّ التعلُّم ينطوي على التغيير في المعارف، المعتقدات، السلوكيات، والاتجاهات (**Ambrose, S., 2010: 3**). وتعرف أيضًا عملية التعلُّم بأنَّها "نشاط تأمُّلي يمكِّن المتعلِّم من استثمار الخبرات السابقة في فهم وتقييم الحاضر، استعدادًا لتشكيل المستقبل وصياغة معرفة جديدة"(**Watkins, C. 2002**). وهذا يبين أنَّ ملاحظة أداء المتعلِّم الفعلي ينبئ عن إمكانية تفسير الخبرات السابقة له، مع توقُّع المسار المستقلي لأدائه. وهو ما يهيئ الوضع لعقد مقارنات أكثر دقة وأعمق تفسيرًا.

وتقوم عملية التعلُّم على مبادئ رئيسة منها؛ أنَّها عملية تنموية تتقاطع مع عمليات حياتية أخرى ترتبط بحياة الطالب. ويتأثر تعلُّم الطالب بمهاراته، معارفه، قدراته، خبراته الوجدانية والاجتماعية السابقة. كما يتأثر تعلُّم الطالب بطرق تنظيمه لبنيته المعرفية، وبناء علاقات بين أجزائها المختلفة. وتتوقف جودة التعلُّم على الممارسة العملية، بجانب تقديم التغذية الراجعة. ويُعَدُ السياق الثقافي عاملًا مؤثرًا في تطبيق هذه المبادئ عمليًا من خلال تصميم وتدريس المقررات الدراسية. فيعتمد التعلُّم على التفاعل بين الظروف البيئية والمتعلم (Arslan, H. (Ed.) 2018: 4; Ambrose, S., 2010: 4-5).

وللوقوف على أبعاد عملية التعلُّم لتسهيل جوانب مقارنتها، ينبغي على الباحث معرفة *خصائص المتعلِّم*، *خصائص المعلِّم*، *خصائص بيئة التعلُّم* الداخلية (غرف الدراسة، الإدارة المدرسية)، والخارجية (السياق الثقافي، والدعم الاجماعي)، و*معرفة نتائج التعلُّم*. ويمكن تبني هذه الأبعاد الأربعة لعملية التعلُّم على المستوى الفردي، الجمعي، التنظيمي. وتتفاعل هذه الأبعاد مع بعضها البعض في حالة من التأثير والتأثر؛ فنتائج التعلُّم تؤثر في إبراز خصائص معينة للمتعلِّم، والعكس صحيح، كما أن خصائص الفصل الدراسي والسياق المدرسي والمجتمعي تؤثر في عملية التعلُّم (**Watkins, C. 2002**). ومن هنا فالبحث عند إطلاقه لمصطلح "التعلُّم" أو "المتعلِّم"، فإنَّه يقصد المعنى متعدد المستويات؛ الفردي، الجمعي، التنظيمي.

أمَّا "التعلُّم المقارن" فهو مفهوم يبحث في وسائل وأساليب الوصول إلى فهم أعمق لعملية التعلُّم عبر استخدام مقارنة منهجية للسياقات والثقافات. ويُعَدُ نقلةً لمركز الاهتمام في الدراسات المقارنة من الكليات والنظم والسياسات التربوية، إلى عملية التعلُّم والعوامل التي تشكل انخراط الطالب فيها (Cowen, R., & Kazamias, A., 2009: 1252).

وترتكز دراسة وتحليل سياق التعلُّم على أبعاد رئيسة؛ التنوع العقلي والثقافي للطلاب، تنوع الخبرات الحياتية، تنوع الاهتمامات والدوافع، تنوع بيئات التعلُّم الرسمية (المدارس)، وغير الرسمية (المنزل) (**Cardona, M. A., et al., 2023: 47**). وهذه أبعاد ينبغي مراعاتها مع التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن"، وفي ذات المقام تنطوي على تحديات منهجية، تتطلب آليات علمية دقيقة.

المنهجية البحثية المطبقة خلال "التعلُّم المقارن":

من المتوقع أن تعتمد بحوث "التعلُّم المقارن" خلال عملية تحليلها للسياق الثقافي على أسلوب التحليل متعدد المستويات؛ تحليل المستوى القومي Macro-Level، تحليل على المستوى

المدرسي للممارسات الصفية Intermediate Level، تحليل على المستوى الفردي للخبرات الشخصية للطلاب Micro-Level. وفرض هذا التحليل على باحثي التربية المقارنة تحديات عديدة، لا سيما على المستوى الفردي، حيث يصعب على أساليب جمع البيانات- كالاستطلاعات والمقابلات ومجموعات التركيز- الوصول إلى العوامل الرئيسة المؤثرة في تعلُّم الطالب (Osborn, M. et. al., 2003). ويرجع ذلك إلى أنَّ هذه الوسائل لا تتمكن من وصف الواقع المعايش للطالب، ومن ثَمَّ تأتي التفسيرات والتحليلات ضعيفة، بحيث تعبِّر فقط عن وجهات نظر أصحابها، وهو ما ينتج عنه صعوبة التعميم.

وهذا ما أكدت عليه كثير من المنظمات الدولية التربوية، من ضرورة توفير بيانات متعددة المستويات عن عملية التعلُّم داخل نظم التعليم القومية؛ على مستوى كلٍ من النظام ككل، والمدرسة، وغرف الدراسة. وهذا لسد فجوة نقص بيانات التعلُّم، التي تلجأ بسببها معظم هذه المنظمات للاعتماد على نتائج الاختبارات الدولية كاختبارات (PIRLS, TIMSS, LLECE, PASEC, And SEA-PLM)؛ لتوفير بيانات عن معدل الفاقد التعليمي على مستوى العالم، وهو ما يعد غير كافٍ (World Bank, UNESCO, and UNICEF. 2022: 49).

وهذا يتطلب -وفق تصوُّر البحث الحالي- أن يتجه البحث في مجال "التعلُّم المقارن" من أسفل لأعلى Bottom - Up على العكس من اتجاه معظم البحوث في التربية المقارنة من أعلى لأسفل Top – Down، كما يتطلب الجمع بين المنهج العام والخاص "Etic and Emic approach" في دراسة السياقات الثقافية. وهو ما يتفق مع Bray, M., et al. (2014) في تمييزه بين "المنهج العام" Etic approach الذي يركز على مقارنة الثقافات وفق ما يُعتقد أنه فئات/معايير عالمية، و"المنهج الخاص" Emic approach الذي يختص بمقارنة الثقافات وفق مفاهيم/معايير خاصة بكل ثقافة (Bray, M., et al. 2014: 303). كما تتطلب منهجية البحث في التعلُّم المقارن الانتقال من المقارنات القائمة على المتغيرات variable-based comparisons إلى المقارنات القائمة على الحالات case-based comparisons (Broadfoot, 2009: 1258)؛ من أجل فهم خبرات التعلُّم الفردية، وسبب تنوعها من خلال التقاط تقاطع الزمان والمكان لتشكل مزيج من دراسات الحالة النوعية.

التحديات المنهجية للبحوث القائمة على "التعلُّم المقارن":

في الوقت الذي يستهدف فيه "التعلُّم المقارن" تحسين نواتج التعلَّم داخل سياقاتها الدقيقة، وهو ما يُعَدُ انعكاسًا لحرص المنظمات الدولية والحكومات القومية المتزايد لرفع معايير التعلُّم ونواتجه، فإنَّه يواجَه ببعض التحديات؛ كدراسة وتحليل تأثير البيئة الخاصة Micro - Environment (خصائص المتعلم والمعلم، سياق التعلُّم وبيئته) في فعالية عملية التعلُّم، وصعوبة المقارنة بين بعض جوانب التعلُّم المرغوبة (الاتجاهات، الميول، القيم، الهوايات)، وأثرها في نواتج التعلُّم، وصعوبة الحصول على دليل على التعلُّم في شكل يقنع المجتمعات المحلية James, M., & Brown S., 2005).

ومن بين التحديات التي تكتنف البحث القائم على"التعلُّم المقارن"، الحاجة إلى استخدام أساليب لتحليل الأثر المتبادَل بين المستويات الكلية والجزئية للتعلُّم، لرسم صورة واقعية للسياق الثقافي(Osborn, M. et. al., 2003). ويزداد هذا التحدي صعوبةً نتيجة ارتباطه بعلوم اجتماعية عديدة؛ علم الاجتماع والأنثربولوجي، علم السياسة، علم الاقتصاد، علم النفس. وعليه، تتطلب البحوث المقارنة في هذا المجال منهجيات متعددة التخصصات Multi-discipline Approach، وتتطلب عملية تحليل البيانات تحليلًا متعدد المستويات، وهو ما يزيد عبئًا أكاديميًا وبحثيًا على الباحثين في هذا المجال.

وفي تحليلها للتحديات المنهجية المتوقعه في البحوث المقارنة لعملية التعلُّم، أشارت بعض الأدبيات إلى النقاط التالية: (Cowen, R., & Kazamias, A., 2009: 1259; Osborn, M. et. al., 2003)

- مشكلة "فجوة المهارات"؛ وتتمثل في الحاجة إلى باحثين على مستوى عالٍ -ليس فقط- في إجراء دراسات كمية ونوعية مقارنة، بل وفي إتقان مهارات لغوية ونظرية ومنهجية متقدمة.
- إجراء تحليلات دقيقة متعددة المستويات، تصل لنقاط تلاقي الزمان والمكان خلال التعلُّم.
- الحاجة إلى عمل الباحثين في فرق متعددة التخصصات، للوصول إلى بيانات وصفية دقيقة.

مباديء البحث القائم على"التعلُّم المقارن" والذكاء الاصطناعي:

وفقًا لتحليل بعض الأدبيات التي أشارت إلى "التعلُّم المقارن" Kilag, O., 2023; Cowen, R., & Kazamias, A., 2009: 1256) وطرق تفعيل عملية المقارنة فيه، يمكن حصر بعض نقاط الالتقاء التي تجمع بين متطلبات البحث المقارن والذكاء الاصطناعي بوجهٍ عامٍ، وتتمثل في:

- تطوير أدوات بحثية جديدة، تستغل التقدم التكنولوجي في قدرتها على التقاط واقع عملية التعلُّم والسياق الاجتماعي وإمكانية مقارنته.
- تحليل الواقع المعايش للمتعلِّم، ومشاعره وخبراته، من خلال الملاحظة والوصف، وهذا بدوره يستلزم تطبيق أساليب نوعية محددة كالتقاط وتسجيل بيانات حيوية وبصرية للمتعلُّم.
- رصد خبرات التعلُّم الشخصية والتغير الطارئ بها، وهذا يتطلب أدوات لرصد الزمان والمكان معًا.
- المقارنة القائمة على الحالات وليس المتغيرات إدراكًا للمستويات المتعددة للسياق، والذي يتطلب معايشةً للواقع.
- استخدام أدوات بحث أكثر دقةً كالمراقبة المباشرة first hand observation والمقابلات الشخصية مع الطلاب والمعلمين والقيادات وأطراف المجتمع المحلي؛ استعدادًا للتحقق من أثر العوامل الثقافية والاجتماعية والتاريخية في تشكيل الخبرة التعليمية للمتعلم.
- تبني المرونة والتركيز على خبرات التعلُّم الهادفة، من بين الخبرات العديدة المرصودة. إضافةً للتركيز على نقاط تحقيق التوازن بين الاحتياجات الفردية والأهداف التعليمية المشتركة.

ومع التقدم التكنولوجي، تمكَّن الباحثون من تسجيل وملاحظة كثير من الخبرات التعليمية، بجانب حفظها، ثمَّ بفضل تطبيقات الذكاء الاصطناعي أمكن تحليل كميات ضخمة من البيانات لاستنتاج معلومات أكثر ارتباطًا بخصائص المتعلِّم وبيئة تعلُّمه. وهو ما أصبح أقل تكلفةً وأسرع معالجةً من ذي قبل.

ب)- تطبيقات الذكاء الاصطناعي:

يُعَدُ الذكاء الاصطناعي أحد دعائم الثورة الصناعية الرابعة، بما أنَّه يساعد في تسهيل عملية التعلُّم المدعوم بالتكنولوجيا. ويعرف بأنَّه "عملية نمذجة التفكير البشري عبر استخدام الآلة". ومن بين مميزاته تبسيط الجوانب شديدة التعقيد بحياة البشر، والتي تأتي عملية التعلُّم من أبرزها. ويعمل الذكاء الاصطناعي وفق مراحل ثلاثٍ متتابعةٍ؛ جمع *البيانات*، *معالجة البيانات*، *الخوارزميات الذكية*. ويمثل الذكاء الاصطناعي مجالًا واسعًا للدراسة يشمل تعلُّم الآلة، الشبكات العصبية، الحوسبة المعرفية، الرؤية الحوسبية، المعالجة اللغوية العلمية. وعلى الرغم من دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجالات عديدة كالمجال العسكري، مجال الإدارة، إلا أنَّ استثمار هذه التطبيقات داخل مجال التربية المقارنة لا يزال محدودًا للغاية، لا سيما مع ظهور خصائص لهذه التطبيقات تساعد في فهم احتياجات المتعلِّم، وتعزز من نتائج التعلُّم لتصبح أكثر إجرائيةً. (Fitria, T. N., 2021)

وتعود جذور الذكاء الاصطناعي كعلم إلى الخمسينيات من القرن الماضي، حيث ظهر الجيل الأول منه متمثلًا في شجرة القرارات القائمة على قواعد مبرمجة مسبقًا، أمَّا الجيل الثاني فيعتمد على تعلُّم الآلة من البيانات المقدمة، أمَّا الجيل الثالث وهو ما يعمل على توسيع مفهوم التعلُّم الآلي، أي تعليم الآلات حالة بحالة باستخدام اللغة الطبيعية(UNESCO., 2018).

وتصنَّف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التعليم إلى تطبيقات معززة للتعلُّم، وأخرى قائمة على تحليلات التعلُّم Learning Analytics. ويُعَدُ مجال تحليلات التعلُّم مجالًا بحثيًا ناشئًا سريع التطوُّر، حيث يركز على تطوير أساليب تحليل واكتشاف أنماط التعلُّم داخل البيانات المرصودة، والاستفادة من هذه الأساليب لدعم خبرات التعلُّم وفق بيئات وسياقات مختلفة. وهذا يتطلب تطبيق مناهج مختلطة الأساليب لمعالجة مجموعات واسعة من المشاركين ذوي الاهتمامات والاحتياجات والأهداف المتنوعة (Pinkwart, N., & Liu, S., 2020: 3).

ومع ظهور مجال تحليلات التعلُّم المفتوح Open Learning Analytics كمجال بحثي أدق، يقوم على استكشاف نقاط التقاء مجال تحليلات التعلُّم مع كلٍ من التعلُّم المفتوح، التقنيات المفتوحة، البحث المفتوح (Pinkwart, N., & Liu, S., 2020: 4)، أتاح لباحثي التربية المقارنة إمكانية التعمق في مقارنات لم يكن من السهل إدراكها من قبل.

ويشير مجال تحليلات التعلُّم المفتوح إلى منصات مفتوحة لدمج تقنيات تحليلات التعلُّم غير المتجانسة، بما يمكِّن الباحثين من إجراء تحليلات دقيقة تؤكد على التنوع الشامل لإدراك البيانات متعددة التخصصات (ماذا؟)، ويوفر معالجةً دقيقةً لأهداف مختلفة (لماذا؟)، وبما يتفق وثقافات وأصحاب مصلحة متنوعين (من؟) (Pinkwart, N. & Liu, S., 2020: 4).

وتدور معظم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التعلُّم حول جمع وقياس البيانات المتعلقة بالمتعلمين في سياقاتها المحلية، بغرض فهم عملية التعلُّم الفردي، واستخراج هذه البيانات من خلال تتبع أنشطة التعلُّم؛ كتتبع متى قام المتعلِّم بالوصول إلى المعلومة، وعدد مرات تردده عليها، والوقت المستغرق لعرض المعلومة، والترتيب الذي تم به إدخال مكونات الحل، والحلول المستخدمة لحل مشكلةٍ ما، وذلك بناءً على بصمة المستخدم الفردية Pinkwart, N., & Liu, S., (2020: 12).

ج)- إطار عمل مقترح لتطبيق الذكاء الاصطناعي مع مجال التعلُّم المقارن: (UNESCO. 2018)

في محاولة للتعمُّق في فهم كيفية دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي والاستفادة منها في مجال "التعلُّم المقارن"، يستعرض البحث الراهن الأبعاد التي حددتها وكالة مشاريع الأبحاث الدفاعية المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية في تصنيفها لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، والفوائد المحتمل تحقيقها عند استخدامها، والتي تتمثل في:

١. تكنولوجيا الإدراك Perception Apps: وتعتمد على استخدام أنظمة الحس واللغة sensory systems and language للحصول على معلومات حول واقع التعلُّم لكل طالب.
٢. تكنولوجيا تحليل البيانات: وتختص بمعالجة المعلومات التي تم الحصول عليها من أجل تحديد المشكلات وتحليلها واقتراح الحلول المناسبة لها.
٣. تكنولوجيا المعرفة المجردة : وتختص باستخلاص المعرفة من مجال وتطبيقها على مجال آخر.
٤. تكنولوجيا التعلُّم التجريبي: وتختص بالتعلُّم المستمر عبر أنماط البيانات والسياق الفعلي.

ومن خلال تحليل التصنيف السابق، يتبين أنَّ النموذج المقترح لتعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن" يتطلب أن يسير وفق مراحل متتالية، تبدأ بدمج "تكنولوجيا الإدراك" في بيئات التعلُّم لجمع بيانات التعلُّم وفقًا للأبعاد الأربعة المؤثرة في عملية التعلُّم (خصائص المتعلِّم،

خصائص المعلِّم، خصائص بيئة التعلُّم، نتائج التعلُّم). بعد ذلك، تأتي مرحلة تحليل هذه البيانات الضخمة عبر "تكنولوجيا تحليل البيانات"، والتي ستستفيد من "تكنولوجيا المعرفة المجردة"، "تكنولوجيا التعلُّم التجريبي".

وفيما يخص المرحلة الأولى، والتي تختص بجمع بيانات عملية التعلُّم، فإن ذلك يتطلب الاستعانة بإنترنت الأشياء؛ وهي شبكة من الأجهزة المادية المستخدمة بصورة لحظية والمتصلة بالإنترنت، والتي تتيح إدراك التفاعل القائم بين المتعلِّم وبيئة التعلُّم. ومن أهم هذه الأدوات تأتي أجهزة الاستشعار Sensors، والتي توفر خدمات مراقبة فعلية لعملية التعلُّم، ومن ثم تولد كمًا هائلًا من البيانات، يتم حفظها، وتقييمها بشكل يؤهل لإدراك الفروق الثقافية وأثرها في خبرات التعلُّم، مع الحفاظ على قيم الشفافية، والخصوصية، والنزاهة. ومع توفُّر الهواتف الذكية، وقدرتها على احتواء مجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار والمحركات لجمع البيانات وإرسالها عبر الإنترنت، أمكن رصد عملية التعلُّم داخل مؤسسات التعليم وخارجها ليتسع مفهوم بيئة التعلُّم ليشمل البيئة الخارجية (**Jamshed, A., et al., 2024; Khan, A. et al., 2022**).

ويمكن تصنيف إنترنت الأشياء إلى ثلاث مجموعات؛ تقنيات إدارة الأمن والخصوصية للمستخدمين، وتقنيات تسمح بالحصول على المعلومات، وتقنيات تسمح بمعالجة المعلومات؛ فالمستشعر الذكي هو تقنية تمكِّن من اكتشاف التغيرات البيئية والحركية (Abed, A. K., & Anupam, A., 2023). أمَّا الأجهزة القابلة للارتداء، فتتمتع بإمكانية استكشاف بيانات عن حالة المتعلِّم الوجدانية والإدراكية والسلوكية أثناء أنشطة التعلُّم، وتزود تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمجموعة واسعة من البيانات الواقعية؛ فالساعات الذكية وأساور المعصم -كأكثر أجهزة الاستشعار شيوعًا- تعطي إشارات فسيولوجية تعبر عن مظاهر التفاعل خلال التعلُّم؛ من إجهاد، استرخاء، مفاجأة، تفاعل، تركيز. أمَّا الكاميرا القابلة للارتداء كجهاز تسجيل صوتي بصري يمكن ارتداؤها على المعصم؛ لرصد البيانات من منظور فردي، وتسجيل المواقف الحياتية للمتعلِّم داخل وخارج مؤسسات التعليم، مع رصد الواقع التفاعلي المعزز للتعلُّم (Nahavandi, D., et al., 2022; Bustos-Lopez, M., et al., 2022; Cavallaro, A., & Brutti, A., 2019).

أمَّا الهواتف الذكية، فيمكنها استكشاف طرق وأساليب التعلُّم الخاصة بكل متعلِّم، إضافةً لاستشعار السياق الثقافي الفعلي المؤثر في عملية التعلُّم (Lorenzo, M., & Lovtskaya, A., 2021). ومع توفير تقنية تحديد الموقع العالمي، وتقنية الكشف عن نسب أول أكسيد الكربون والإشعاع في الهواء، وتقنية فحص نسب الكحول في الدم بأجهزة الهاتف الذكي، أمكن الحصول على بيانات تعلُّم ضخمة؛ منها قياس التفاعل الطلابي الفردي والجماعي داخل وخارج الفصل الدراسي، مما يسمح بمقارنة هذه البيانات ببيانات وبيئات تعلُّم أخرى (Paxton, M., 2007). وتساعد قارئات تحديد الهوية اللاسلكية Radio frequency Identification في التعرُّف التلقائي على لأشخاص، ويمكنها تتبُّع حالة المتعلِّم أثناء التعلُّم. (Jamshed, A., et al., 2024; Khan, A. et al., 2022; Raman, A., 2021; Vrbančič, F., & Kocijancic, S., 2011).

وتمثل الكاميرات والميكروفونات بُعْدًا آخر يختص برصد تعبيرات الوجه ونبرات الكلام؛ تقييمًا للمشاعر والتفاعلات البينية للمتعلِّمين، سواءً كانت تفاعلات حركية (توتر العضلات، الارتعاش)، أو سلوكية (الانفعال، الهروب، العدوان)، أو فسيولوجية (التعرق، الاحمرار، الشحوب، تسارع النبض، الخفقان، الشعور بالإعياء)، أو نفسية (أفكار إيجابية أو سلبية) خلال الدروس الصفية أو الامتحان أو الدراسة في المنزل (Kouahla, M. N., et al., 2023).

أمَّا أجهزة استشعار الحركة Motion Sensors والقابلة للارتداء أيضًا، فتسمح باستكشاف البيانات الدقيقة والعوامل المؤثرة في التفاعل داخل بيئات التعلُّم من تركيز وتفاعل

ونوعية الاتجاهات، وذلك عبر مراقبة التغيرات الفسيولوجية للمتعلِّم؛ استعدادًا لفهم سبب أداء الطلاب بطريقة معينة خلال عملية التعلُّم (Bustos-Lopez, M., et al., 2022).

وفيما يخص عملية تحليل البيانات، تستخدم بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحليل بيانات التعلُّم، ومن ثمَّ إمكانية صياغة رؤى حول أنماط التعلُّم والعوامل المؤثرة فيها والتقدم المحرز. وتوفر بعض هذه التطبيقات تحليلات دقيقة لبيئة المتعلِّم، بجانب حصر الخبرات التعليمية الجذابة. وهذا يساعد في تخصيص خبرات التعلُّم وفقًا لاحتياجات المتعلمين الفردية، ونقاط القوة والضعف لديهم (Vinay, S., 2023). وعليه، يمكن بناء مقارنات دقيقة لبيئات التعلُّم تتصل بالعوامل الفردية للمتعلِّمين، وظروفهم الثقافية الخاصة.

فخوارزمية توصيات التعلُّم الشخصي personalized learning recommendations تمكِّن من تحليل الأداء الأكاديمي للمتعلِّمين، وتقديم توصيات تعليمية شخصية، بترشيح موارد التعلُّم لكل متعلِّم، وتوصية المتعلِّم بالكتب والدورات ومصادر التعلُّم المناسبة له بناءً على اهتماماته وتاريخه الأكاديمي (Dhananjaya, G., et al., 2024; Syed, T. et al., 2017).

كما تعمل هذه الآلية على تحسين مشاركة الطالب ورفع مستوى إنجازه الأكاديمي، وذلك من خلال تقديم توصيات شخصية وفقًا لنمط وظروف وقدرات كل متعلِّم. كما تساعد في تخصيص الموارد التعليمية وتكييفها بما يلبي الفروق الفردية، والأصول المجتمعية والثقافية للطلاب (Cardona, M. A., et al., 2023: 2).

أمَّا خوارزمية التعلُّم الخاضع للإشراف Supervised Machine Learning، فهي من آليات التعلُّم الآلي، التي تعتمد على استنتاج فرضيات عامة من خلال بيانات وحالات تم إدراجها مسبقًا، ثمَّ تتنبأ بشكلها في المستقبل. كما تختص بتحليل البيانات الأكاديمية وأنماط سلوك الطلاب والتنبؤ باحتياجات التعلم والأداء المستقبلي لهم. وهناك تقنيات عديدة لهذا الصنف من التعلُّم الآلي منها، تقنية الشبكات العصبية، التي تعالج المدخلات غير المنظمة من صور ونصوص وصوت (Byeon, H., et al., 2023: 1-2; Shetty, S. H., et al., 2022; Osisanwo, F. Y., et al., 2017).

أمَّا خوارزمية معالجة اللغة الطبيعية Natural Language Processing، فهي تقنية تستخدم لفهم ومعالجة نصوص اللغة الطبيعية والكلام وتحليلها إلى بيانات. ويمكن من خلالها جمع معلومات عن اتجاهات الطلاب ودوافعهم، وتقديم ملاحظات آلية حول أدائهم، وأساليب التدخل المناسبة، وتقييم فهم الطالب وفق سياقات مختلفة بما يعزز عملية التعلُّم (Winder, E. 2023; Chowdhary, K., 2020; McNamara, D. S., et al., 2017).

أمَّا خوارزمية التعلُّم المعزز Reinforcement Learning، فتعتمد في جوهرها على المحاولة والخطأ لتحسين الأداء، وتختص بدعم أساليب التدريس، حيث توفر مساعدة ذكية للمعلمين في تحسين استراتيجيات التدريس، وتخصيص الموارد، وزيادة أثر التعلُّم. إضافةً إلى اقتراح تعديل محتوى التدريس، وعرض تقارير التحليل لسلوك الطلاب. وتعتمد هذه الخوارزمية على ملاحظة تفاعل الطالب مع بيئة التعلُّم، والاستجابة للنتائج، وتحليل الخبرات. فتبدأ بأهداف بسيطة، وتنتهي إلى أداء مهام معقدة AlMahamid, F., & Grolinger, K., 2021; Palmas, A., et al., 2020: (2-7).

وعلى الرغم من مميزات هذه الأجهزة والبرمجيات في جمع البيانات وتحليلها، إلا أنَّه يكتنفها بعض التحديات، والتي يتمثل أبرزها في: (Abed, A., & Anupam, Khan, J., & Yuce, M., 2019: 3; A., 2023)

- فشل بعض الأجهزة في توفير بيانات عالية الدقة بسبب التشوش البيئي وعيوبها الفنية.

- قد يثير دمج الكاميرات والميكروفونات مخاوف الطلاب بشأن انتهاكات الخصوصية.
- ضعف فعالية أجهزة إنترنت الأشياء بسبب أعطال الأجهزة أو مشكلات الشبكة.
- تتطلب أجهزة الاستشعار وأجهزة إنترنت الأشياء عالية الجودة تكاليف عالية.

ومع ظهور هذه التحديات من جانبٍ، والحاجة إلى توفير آليةٍ فعالةٍ لنشر بيانات التعلُّم وتفسيرها وفق السياق المحلي من جانبٍ آخر، تأتي الحوسبة الضبابية Fog Computing، والتي تمثل امتدادًا للحوسبة السحابية، لتتصل بحافة الشبكة، وتساعد في خفض زمن انتقال البيانات، وزيادة فعالية نطاق التردد، وكفاءة التوزيع الجغرافي، ومراعاة الخصوصية. وتتألف البنية الأساسية للحوسبة الضبابية ن ثلاث طبقات؛ طبقة السحابة، وعقد الضباب، وإنترنت الأشياء/المستخدمين النهائيين، تعمل طبقة إنترنت الأشياء على استشعار البيئة المحلية، ونقل البيانات إلى طبقة الضباب(Malukani, S., & Bhensdadia, C., 2021).

وعليه، تمتاز الحوسبة الضبابية بتوفير زمن انتقال أقل، يؤدي إلى الاستجابة والتحليل وفق إطار زمني أسرع، مع تقديم دعم قوي ومتنوع للمستخدم النهائي، وتوفير بيئة خاضعة للرقابة، مع إمكانية التفاعل والوعي بالسياق البيئي الفعلي، وتقديم خدمات عالية الجودة وفق التوزيع الجغرافي. وبصورةٍ أدق يمتاز تطبيقها في مجال التعليم بتوفير مصادر تعلُّم إلكتروني أقرب إلى المستخدم النهائي (Saieed, M., et al., 2021; Mahmood, Z. (Ed.), 2018: 4-9).

وعليه، توفر الحوسبة الضبابية إمكانية التعرف الذكي على احتياجات وسلوكيات المتعلمين في زمن أقل وأوقات استجابة أسرع. وتساعد في تخصيص موارد التعلُّم وفقًا لاحتياجات الطلاب، وتعمل على التحسين الديناميكي للعملية التعليمية من خلال مراقبة تقدُّم تعلُّم الطلاب وملاحظات الوقت الفعلي، كما تقدم دعمًا فنيًا قويًا لتلبية احتياجات التعلُّم، وتعزيز جودته، وتحقيق التعلُّم الشخصي (Han, L., Long, X., & Wang, K., 2024).

أمَّا الحوسبة السحابية، فتوفر للمستخدم إمكانية الوصول إلى المصادر المحدثة بما يتجاوز حدود الزمان والمكان، إضافة إلى إمكانية تخزين البيانات، ومرونة الاستخدام، وخفض التكلفة، مع إمكانية تأمين البيانات، وبناء علاقات وشراكات بحثية. وترتبط بتقنية البيانات الضخمة وتحليلاتها، وتقنية إنترنت الأشياء، والأنظمة الطرفية، والحوسبة الضبابية. (Paul, P., et al., 2023; Malukani, S., & Bhensdadia, C., 2021)

وتوفِّر الحوسبة السحابية إمكانية مشاركة بيانات التعلُّم على مستوى دولي، إضافةً لتحفيز جهود البحث والتحليل والمقارنة للتنبؤ بأداء المتعلِّمين، وفهم العوامل المؤثرة في عملية التعلُّم (Grover, V., & Nandal, M., 2024). ويُعَدُ دمج خصائص الحوسبة السحابية مع خصائص الحوسبة الضبابية مصحوبةً بأنظمة إنترنت الأشياء مجالاً بحثياً يتنامى خلال الآونة الأخيرة (Rastogi, S., 2021; Geetha, R., et al., 2020). وهو ما يُعَدُ بُعدًا أصيلًا في دعم وتعزيز التوجُّه نحو مقارنة عمليات التعلُّم في بيئات وسياقات مختلفة.

ثانيًا: الدراسة الميدانية (إجراءاتها ونتائجها):

بعد تناول الدراسات السابقة، والأدبيات التي تعرضت لمفهوم "التعلُّم المقارن" بالدراسة والتحليل؛ للوقوف على أسسه ومنهجيته، ثمَّ دراسة أهم التقنيات الإلكترونية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التي لها علاقة بعملية التعلُّم البشري، حاول البحث استخلاص بعض المحاور الرئيسة لعرضها على خبراء تكنولوجيا التعليم للتحقق من مدى فعاليتها في استقصاء واقع بيئات التعلُّم استعدادًا لبناء النموذج المقترح.

أ)- مجتمع وعينة البحث:

تمثَّل مجتمع البحث تحديدًا في أعضاء هيئة التدريس بقسمَي المناهج وتكنولوجيا التعليم ببعض الجامعات المصرية. وقد ارتكز البحث في اختياره للخبراء على معيار "توفر مساهمات بحثية وثيقة الصلة بمتغيرات البحث؛ عملية التعلُّم البشري وتطبيقات الذكاء الاصطناعي معًا"، وذلك كي يكون لهم خبرة عملية بمجال البحث. وبعد إرسال أداة البحث في صورتها الإلكترونية لـ (٤٤) من الخبراء وفق المعيار المحدد، تم استعادة (٣٢) استمارة، لتشكل العينة النهائية للبحث، والتي تمت معالجة استجاباتها إحصائيًا فيما بعد. والجدول الآتي يوضح توزع أفراد عينة الدراسة المستجيبة وفقًا لمتغيرَيْ الدرجة الوظيفية والجامعة:

جدول (1) وصف عينة البحث

الدرجة الوظيفية	الجامعة	التكرار	%	المجموع
أستاذ	الأزهر	٤	١٢,٥٪	٦ مشارك ١٨,٨٪
	العريش	صفر	صفر%	
	المنصورة	٢	٦,٢٥٪	
أستاذ مساعد	الأزهر	٥	١٥,٦٪	١٠ مشارك ٣١,٢٪
	العريش	٣	٩,٤٪	
	المنصورة	٢	٦,٢٥٪	
مدرس	الأزهر	٩	٢٨,١٣٪	١٦ مشارك ٥٠٪
	العريش	٤	١٢,٥٪	
	المنصورة	٣	٩,٤٪	
الإجمالي		٣٢		١٠٠٪

يتضح من الجدول السابق أنَّ عينة البحث من فئة "أستاذ" بلغت (٦) مشاركين بنسبة (١٨,٨٪)، ومن فئة "أستاذ مساعد" بلغت (١٠) مشاركين بنسبة (٣١,٣٪)، ومن فئة "مدرس" بلغت (١٦) مشاركًا بنسبة (٥٠٪). ويمكن تفسير ذلك بأنَّ الذكاء الاصطناعي من المجالات العلمية الحديثة، كما أنَّ دمجه واستخدامه بالبيئة التربوية والتعليمية من أحدث التخصصات فيه، فمن الطبيعي أن نجد معظم الباحثين المهتمين به من فئة "مدرس"، إذ يمثلون الجيل الذي واكب التقدم التكنولوجي واندمجوا معه بصورةٍ أكبر من الأجيال السابقة.

ب)- أداة البحث:

استخدم البحث الاستبانة المغلقة، كأداةٍ لجمع البيانات، واستخدم مقياس ليكرت ثلاثي (كبيرة – متوسطة – ضعيفة)، للتحقق من مدى فعالية مفردات الاستبانة في استقصاء واقع بيئات التعلُّم، استعدادًا لبناء النموذج المقترح لتعزيز التوجُّه نحو التعلُّم المقارن في ضوء بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي. وقد جاءت الاستبانة في صورتها النهائية مكونةً من أربعة محاور رئيسة؛ (محور جمع البيانات الخاصة بواقع بيئة التعلُّم، محور تحليل بيانات بيئة التعلُّم، محور إدارة بيانات التعلُّم محليًا، محور إتاحة ونشر بيانات التعلُّم عالميًا). وجاء عدد مفردات الاستبانة (٣٣) مفردةً موزعةً على المحاور الأربعة كما يوضحها الجدول الآتي.

جدول (٢) محاورومفردات الاستبانة

المحور	عدد المفردات	%
مرحلة جمع البيانات الخاصة بو اقع بيئة التعلّم	١١	٣٣,٣٣٪
مرحلة تحليل بيانات بيئة التعلّم	١٣	٣٩,٣٩٪
مرحلة إدارة بيانات التعلّم محليًا	٥	١٥,١٥٪

المحور	عدد المفردات	%
مرحلة إدارة بيانات التعلّم عالميًا	٤	٪١٢,١٢
الإجمالي	٣٣	٪١٠٠

يتضح من الجدول السابق أنَّ عدد مفردات أداة البحث بلغت (٣٣) مفردة، موزعةً على (٤) محاور، استأثر المحوران (١، ٢) منها على (١١، ١٣) مفردة على التوالي بنسبة (٣٣,٣٣٪ ، ٣٩,٣٩٪) على التوالي، بإجمالي (٧٢,٧٢٪). ويمكن تفسير ذلك بأنَّ المحورين (١، ٢) يمثلان وصفًا لواقع بيئة التعلُّم بمختلف جوانبها المادية والمعنوية بشرية وغير بشرية داخل وخارج مؤسسات التعليم، ووصفًا لأهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي ستحلل بيانات هذا الواقع المرصود. في المقابل بلغ عدد مفردات أداة الدراسة للمحورين (٣، ٤) (٥، ٤) مفردات بنسبة (١٥,١٥٪ ، ١٢,١٢٪) على التوالي، وبإجمالي (٢٧. ٢٧٪)، وهذا لأنَّهما لا يمثلان إلا مراحل لإدارة البيانات من نشرٍ وحمايةٍ استعدادًا لتعزيز التوجُّه نحو التعلُّم المقارن كنتيجةٍ نهائيةٍ للمحورين الأول والثاني.

ج)- تصحيح الاستبانة:

استخدمت الدراسة مقياس ليكرت ثلاثي (كبيرة – متوسطة – ضعيفة)، ويبيّن الجدول التالي مستوى ومدى الموافقة لكل استجابة على مفردات الاستبانة:

جدول (٣) مستوى ومدى الموافقة لكل استجابة

درجة التحقق	المدى
ضعيفة	من ١ إلى ١,٦٦
متوسطة	من ١,٦٧ إلى ٢,٣٣
كبيرة	من ٢,٣٤ إلى ٣

د) - نتائج الدراسة الميدانية ومناقشتها:

يتناول هذا الجزء من البحث عرضًا مفصلًا لنتائج استجابات المشاركين على محاور الاستبانة إجمالًا ومفرداتها تفصيلًا، وذلك كما يلي:

نتائج استجابات المحور الأول: تم حساب قيم المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد عينة البحث على عبارات المحور الأول، مع ترتيبها وفقًا لمتوسطاتها الحسابية، ويمكن تناول ذلك فيما يلي:

جدول (٤) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات المحور الأول

م	العبارة	المتوسط الموزون	الانحراف المعياري	درجة الفعالية	الترتيب
	المحور الأول: مرحلة جمع البيانات الخاصة بواقع بيئة التعلّم				
١.	تساعدنا أجهزة استشعار الحركة في تتبُّع حركة الطلاب والمعلمين الجسدية خلال مشاركتهم في عملية التعليم والتعلُّم	٢,٦٣	٠,٤٩٢	كبيرة	٢
٢.	تمكّننا أجهزة استشعار البيئة من مراقبة خصائص وظروف بيئة التعلُّم (برودة، حرارة، رطوبة، إضاءة، ضغط).	٢,٥٠	٠,٦٢٢	كبيرة	٣
٣.	تزوّدنا قارئات تحديد الهوية اللاسلكية بسجل حضور الطلاب، وتغيير مواقعهم.	٢,٧٥	٠,٤٤٠	كبيرة	١
٤.	تُمدنا الأجهزة الذكية القابلة للارتداء (الساعات الذكية، أساور المعصم) بتغييرات الحالة الشعورية للمتعلمين داخل بيئة التعلُّم.	٢,٥٠	٠,٧١٨	كبيرة	٤

م	العبارة	المتوسط الموزون	الانحراف المعياري	درجة الفعالية	الترتيب
٥.	استخدام الكاميرات يزودنا بو اقع تعبيرات وجه المتعلمين وحركة أجسادهم.	٢,٢٥	٠,٧٦٢	متوسطة	٧
٦.	استخدام الميكروفونات يمدنا بسجل لنبرات صوت المتعلمين.	٢,٢٥	٠,٧٦٢	متوسطة	٨
٧.	تمكِّننا هذه التقنيات من معرفة وقت التعلّم المناسب لكل متعلم	٢,٣٨	٠,٧٩٣	كبيرة	٥
٨.	تساعدنا هذه التقنيات من معرفة جو التعلّم المناسب لكل متعلم	٢,٢٥	٠,٨٤٢	متوسطة	١١
٩.	تمكِّننا هذه التقنيات من تمييز المقررات المفضلَة بالفعل لكل متعلم.	٢,٢٥	٠,٧٦٢	متوسطة	٩
١٠.	تزودنا هذه التقنيات بأساليب التعلّم الفعَّال لدى كل طالب.	٢,٣١	٠,٧٨٠	متوسطة	٦
١١.	تزودنا هذه التقنيات بثقافة التعلّم الخاصة بكل طالب.	٢,٢٥	٠,٧٦٢	متوسطة	١٠
	إجمالي المحور	٢,٣٩	٠,٧٠	كبيرة	

يشير الجدول إلى أنَّ متوسط إجمالي مفردات المحور الأول بلغ (٢,٣٩)، بانحراف معياري (٠,٧٠)، ودرجة فعالية كبيرة، وهو ما يشير إلى فعالية دمج تقنيات إنترنت الأشياء داخل بيئات التعلُّم بقصد رصد واقع عملية التعلُّم كمرحلة أولية لتيسير التوجُّه نحو "التعلُّم المقارن". وهذا قد يعود إلى أنَّ عينة البحث تُدْرِكْ أنَّ معظم هذه التقنيات أصبحت شائعة الاسخدام في كثير من البيئات التعليمية وغير التعليمية، مما زاد من درجة توقعهم لفعالية هذه التقنيات في رصد واقع بيئات التعلُّم وفق بُعْدَيْ الزمان والمكان الفعليين.

وبالنسبة لترتيب العبارات بحسب متوسطاتها، فقد جاءت العبارة "تزوِّدنا قارئات تحديد الهوية اللاسلكية بسجل حضور الطلاب، وتغيير مواقعهم" في الترتيب الأول بمتوسط (٢,٧٥)، وانحراف معياري (٠,٤٤٠)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يشير إلى أنَّ عينة البحث تُدْرِكْ فعالية هذه التقنية في رصد حضور وتحرك المتعلمين، طبقًا لفعاليتها في بيئات تجارية وصناعية عديدة. وجاءت العبارة "تساعدنا أجهزة استشعار الحركة في تتبُّع حركة الطلاب والمعلمين الجسدية خلال مشاركتهم في عملية التعليم والتعلُّم" في الترتيب الثاني بمتوسط (٢,٦٣)، وانحراف معياري (٠,٤٩٢)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يشير إلى توقع عينة البحث لفعالية هذه التقنية في رصد التفاعل بين المتعلمين والمعلمين، وتوفير بيانات واقعية عن عملية التعلُّم.

أما العبارة "تزودنا هذه التقنيات بثقافة التعلُّم الخاصة بكل طالب" فقد جاءت في الترتيب العاشر وقبل الأخير بمتوسط (٢,٢٥)، وانحراف معياري (٠,٧٦٢)، ودرجة فعالية متوسطة، مما يشير إلى أنَّ رصد ثقافة التعلُّم الشخصي وفقًا لهذه التقنيات يُعَدُ أمرًا ليس بالسهل؛ لتنوع هذه الثقافات، وحاجته إلى تحليل سلوكيات وحركات المتعلمين بصورةٍ دقيقة. أمَّا العبارة "تساعدنا هذه التقنيات من معرفة جو التعلُّم المناسب لكل متعلم" فقد جاءت في الترتيب الأخير بمتوسطٍ (٢,٢٥)، وانحرافٍ معياريٍ (٠,٨٤٢)، ودرجة فعالية متوسطة، مما يعكس وجود صعوبةٍ ما في رصد الجو المناسب للتعلُّم لدى كل متعلِّم وفقًا للتقنيات المحددة، وحاجته إلى تحليلٍ وتفسيرٍ دقيقٍ لخصائص المتعلمين وخصائص بيئة التعلُّم.

نتائج استجابات المحور الثاني: تم حساب قيم المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد عينة البحث على عبارات المحور الثاني، مع ترتيبها وفقًا لمتوسطاتها الحسابية، ويمكن تناول ذلك فيما يلي:

جدول (٥) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات المحور الثاني

	العبارات	المتوسط الموزون	الانحراف المعياري	درجة الفعالية	الترتيب
المحور الثاني: مرحلة تحليل بيانات بيئة التعلُّم؛ بناءً على البيانات المسجلة سابقًا كيف ترى فعالية					
١. خوارزميات توصيات التعلُّم في:	تحليل الأداء الأكاديمي لكل متعلم.	٢,٦٣	٠,٦١	كبيرة	٤
	ترشيح مصادر التعلّم المناسبة لكل متعلم	٢,٥٦	٠,٧٢	كبيرة	٩
	توصية كل طالب بالكتب المناسبة له.	٢,٦٩	٠,٤٧	كبيرة	٢
	ترشيح الدورات التعليمية المناسبة لكل متعلم	٢,٣٨	٠,٧٩	كبيرة	١٣
٢. خوارزمية التعلُّم الخاضع للإشراف في:	تحليل أنماط سلوك الطلاب .	٢,٥٦	٠,٥٠	كبيرة	٦
	التنبؤ باحتياجات التعلُّم المستقبلي لكل متعلم	٢,٥٠	٠,٦٢	كبيرة	١١
٣. خوارزمية البرمجة اللغوية العصبية في	تحليل البيانات النصية لكل متعلم.	٢,٥٠	٠,٧٢	كبيرة	١٢
	تحليل مشاعر الطلاب خلال عملية التعلُّم.	٢,٥٦	٠,٦٢	كبيرة	٧
	فهم الاحتياجات الأكاديمية الفعلية لكل طالب	٢,٦٣	٠,٦١	كبيرة	٥
	دعم أساليب التدريس الفعَّال لدى كل معلم	٢,٥٦	٠,٦٢	كبيرة	٨
٤. خوارزمية التعلُّم المعزَّز في:	تحسين استراتيجيات التدريس لدى كل معلم	٢,٥٦	٠,٧٢	كبيرة	١٠
	تعديل المحتوى التدريسي القائم لدى كل معلم	٢,٦٩	٠,٤٧	كبيرة	٣
	ملاحظة تفاعل كل طالب مع بيئة التعلُّم.	٢,٧٥	٠,٥٧	كبيرة	١
إجمالي المحور		**2.58**	**0.62**	كبيرة	

يتبين من الجدول السابق أنَّ إجمالي عبارات المحور جاءت بمتوسط موزون (2.58)، وانحراف معياري (0.62)، ودرجة فعالية كبيرة، وهو ما يشير إلى اقتناع عينة البحث بأنَّ دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي المحددة لها فعالية كبيرة في تحليل البيانات المرصودة عن واقع عملية التعلُّم وبيئته وسياقه الفعلي. وهذا يُنْبِئ عن إمكانية عقد مقارنات واقعية صحيحة بناءً على هذه التحليلات لبيئات التعلُّم المختلفة.

وبالنسبة لترتيب عبارات المحور الثاني بحسب متوسطاتها، جاءت العبارة "ملاحظة تفاعل كل طالب مع بيئة التعلُّم" في الترتيب الأول بمتوسط موزون (2.75)، وانحراف معياري (0.57)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يشير إلى أنَّ "خوارزمية التعلُّم المعزَّز" هي أكثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي فعاليةً في تحليل بيانات بيئة التعلُّم، لا سيما في رصد تفاعل الطلاب مع بيئة التعلُّم. أمَّا العبارة "توصية كل طالب بالكتب المناسبة له " فقد جاءت في الترتيب الثاني بمتوسط موزون (2.69)، وانحراف معياري (0.47)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يعكس فعالية "خوارزمية توصيات

التعلُّم" كثاني أهم التطبيقات المقترحة، لا سيما في ترشيح الكتب المناسبة لكل طالب وفق قدراته واهتماماته وميوله.

أمَّا العبارة "تحليل البيانات النصية لكل متعلم "فقد جاءت في الترتيب الثاني عشر بمتوسط موزون (2.50)، وانحراف معياري (0.72)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يدلل على أنَّ عملية تحليل النصوص المكتوبة والمنطوقة لكل متعلم باستخدام "خوارزمية البرمجة اللغوية العصبية" قد يكتنفها بعض الصعوبة، لا سيما في استنتاج المشاعر والميول والاهتمامات، كما قد تشير إلى حداثة مثل هذا التطبيق وقلة استخدامة من قِبَل مؤسسات التعليم الرسمية. وأخيرًا جاءت العبارة "ترشيح الدورات التعليمية المناسبة لكل متعلم "في الترتيب الأخير بمتوسط موزون (2.38)، وانحراف معياري (0.79)، ودرجة فعالية كبيرة، وهو ما يشير إلى فعالية "خوارزمية توصيات التعلُّم" في اقتراح دورات تعليمية مناسبة لكل طالب بصورةٍ أقل من فعاليتها في اقتراح الكتب المناسبة، وهذا لأنَّ معايير ترشيح الدورات التعليمية أكثر من معايير ترشيح الكتب، فالكتب وسيلة للقراءة، أما الدورة التعليمية فتتطلب قراءة واستماعاً وتفاعلاً.

نتائج استجابات المحور الثالث: تم حساب قيم المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد عينة البحث على عبارات المحور الثالث، مع ترتيبها وفقًا لمتوسطاتها الحسابية، ويمكن تناول ذلك فيما يلي:

جدول (٦) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات المحور الثالث

	العبارات	المتوسط الموزون	الانحراف المعياري	درجة الفعالية	الترتيب
المحور الثالث: مرحلة إدارة البيانات محليًا: بناءً على البيانات السابقة كيف ترى فعالية.....					
١. الحوسبة الضبابية Fog Computing في:	توفير زمن انتقال أقل لبيانات التعلّم بين الأجهزة الرقمية المحلية.	٢,٤٤	٠,٧٢	كبيرة	٣
	زيادة الوعي بالسياق الثقافي المحلي لمختلف بيئات التعلُّم.	٢,٤٤	٠,٦٢	كبيرة	١
	سهولة التنقل والتوزيع الجغرافي لبيانات بيئات التعلُّم المتنوعة.	٢,٤٤	٠,٦٢	كبيرة	٢
	تناسب حجم وسرعة وتنوع البيانات المحلية المرصودة للتعلُّم.	٢,٤٤	٠,٧٢	كبيرة	٤
	زيادة حماية الخصوصية وتحقيق الأمن السيبراني لبيانات التعلُّم	٢,٣٧	٠,٧٩	كبيرة	٥
الإجمالي		٢,٤٣	٠,٦٩	كبيرة	

يتضح من الجدول أنَّ إجمالي عبارات المحور الثالث جاءت بمتوسط موزون (2.43)، وانحراف معياري (0.69)، ودرجة فعالية كبيرة. وهذا يشير إلى أهمية الحوسبة الضبابية كمرحلة انتقالية بين البيئة التنفيذية لعملية التعلُّم، وبين المرحلة الرابعة التي تمثِّل عملية النشر الدولي للبيانات تيسيرًا لإتاحة مقارنتها بين بيئات التعلُّم المختلفة. وتزداد فعالية هذا المحور بسبب مكانته كممكون لحماية الخصوصية وسرية البيانات من جانبٍ، إضافةً لدوره المهم في فهم السياق المحلي لعملية التعلُّم من جانبٍ آخر. ويقوم بهذا الدور (تفسير بيانات التعلُّم التي تم تحليلها وفقًا للسياق المحلي لبيئة التعلُّم Emic approach) مجموعة من الممارسين لعملية التعلُّم (معلمين، إداريين) بمساعدة باحثين وأكاديميين في مجال التربية المقارنة. وتمثِّل هذه المرحلة عملية فلترة للبيانات، بحيث يمكن من خلالها حذف البيانات التي قد تنتهك خصوصية المتعلمين من قِبَل المتخصصين.

وبالنسبة لترتيب العبارات بحسب متوسطاتها، جاءت العبارة "زيادة الوعي بالسياق الثقافي المحلي لمختلف بيئات التعلُّم" في الترتيب الأول بمتوسط موزون (2.44)، وانحراف معياري

(0.62)، ودرجة فعالية كبيرة. وجاءت العبارة "سهولة التنقل والتوزيع الجغرافي لبيانات بيئات التعلُّم المتنوعة" في الترتيب الثاني بمتوسط موزون (2.44)، وانحراف معياري (0.62)، ودرجة فعالية كبيرة، وهو نفس المتوسط والانحراف، مما يدلل على فعالية الحوسبة الضبابية في فهم السياق المحلي لبيئات التعلُّم من خلال تفسير نتائج تحليل البيانات من قِبَلْ ممارسين وأكاديميين من ذات البيئة، مما يترتب عليه رصدٌ فعليٌ لواقع عملية التعلُّم. وهذا إضافةً إلى فعاليتها في سهولة نقل البيانات فيما بين بيئات التعلُّم المحلية والقومية.

كما جاءت كلٌ من العبارة "توفير زمن انتقال أقل لبيانات التعلُّم بين الأجهزة الرقمية المحلية" في الترتيب الثالث بمتوسط موزون (2.44)، وانحراف معياري (0.72)، ودرجة فعالية كبيرة، والعبارة "تناسب حجم وسرعة وتنوع البيانات المحلية المرصودة للتعلُّم" في الترتيب الرابع بمتوسط موزون (2.44)، وانحراف معياري (0.72)، ودرجة فعالية كبيرة، وهو نفس المتوسط والانحراف، مما يشير إلى فعالية الحوسبة الضبابية في توفير سرعة انتقال وحجم تخزين مناسبين لكم البيانات المرصود من بيئات التعلُّم المختلفة.

أمَّا العبارة "زيادة حماية الخصوصية وتحقيق الأمن السيبراني لبيانات التعلُّم " فجاءت في الترتيب الأخير بمتوسط موزون (2.37)، وانحراف معياري (0.79)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يعكس الدور البارز للحوسبة الضبابية في حماية البيانات من جانبٍ كدورٍ رئيس، رغم دورها الأكبر -بالنسبة للبحث الحالي- في فهم السياق المحلي وتوزيع البيانات بطريقة أسرع وأسهل.

نتائج استجابات المحور الرابع: تم حساب قيم المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد عينة البحث على عبارات المحور الرابع، مع ترتيبها وفقًا لمتوسطاتها الحسابية، ويمكن تناول ذلك فيما يلي:

جدول (٧) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعبارات المحور الرابع

	العبارات	المتوسط الموزون	الانحراف المعياري	درجة الفعالية	الترتيب
المحور الرابع: مرحلة إدارة البيانات عالميًا ؛ كيف ترى فعالية					
١. الحوسبة السحابية Cloud Computing في:	إتاحة البيانات دوليًا بما يسمح بالمقارنة بين نظم وأساليب التعلُّم.	٢,٦٢	٠,٦١	كبيرة	١
	حماية هذه البيانات من انتهاكات الخصوصية على المستوى الدولي.	٢,١٣	٠,٨٧	كبيرة	٤
	دراسة وتحليل هذه البيانات من قِبَل متخصصين على المستوى الدولي.	٢,٥٦	٠,٦٢	كبيرة	٢
	استثمار هذه البيانات لتحقيق عوائد مادية لنظم التعليم المحلية.	٢,٥٦	٠,٧٢	كبيرة	٣
إجمالي المحور		٢,٤٧	٠,٧٠	كبيرة	

يتضح من الجدول أنَّ إجمالي عبارات المحور الرابع جاءت بمتوسط موزون (٢,٤٧)، وانحراف معياري (٠,٧٠)، ودرجة فعالية كبيرة. وهذا يشير إلى فعالية الحوسبة السحابية كمرحلة نهائية لنشر بيانات بيئات التعلُّم على مختلف السياقات المحلية والقومية، مما يسمح بإجراء مقارنات واقعية بين هذه السياقات، وهو ما يُعَدُ تعزيزًا للتوجُّه نحو "التعلُّم المقارن". ومما يبرر ارتفاع درجة فعالية هذا المحور هو أنَّ معظم عباراته تمثِّل أدواراً فعلية مستخدمة في كثير من المجالات العلمية للحوسبة السحابية.

وبالنسبة لترتيب العبارات بحسب متوسطاتها، فقد جاءت العبارة "إتاحة البيانات دوليًا بما يسمح بالمقارنة بين نظم وأساليب التعلُّم" في الترتيب الأول بمتوسط موزون (٢,٦٢)، وانحراف معياري (٠,٦١)، ودرجة فعالية كبيرة، مما يشير إلى الدور البارز للحوسبة السحابية في نشر

البيانات دوليًا مما يزيد من إمكانية إجراء المقارنات من قِبَل المتخصصين والمنظمات الدولية المهتمة بالتعليم وتطويره. أمَّا العبارة "دراسة وتحليل هذه البيانات من قِبَل متخصصين على المستوى الدولي" فقد جاءت في الترتيب الثاني بمتوسط موزون (٢,٥٦)، وانحراف معياري (٠,٦٢)، ودرجة فعالية كبيرة، وهو ما يشير إلى فعالية الحوسبة السحابية - وفقًا لآراء الخبراء المشاركين- في إتاحة بيانات واقعية عن عملية التعلُّم في مختلف البيئات بحيث تصبح مادةً سهلة المنال من قِبَل المخصصين التربويين عامةً للدراسة والتحليل.

أمَّا العبارة "استثمار هذه البيانات لتحقيق عوائد مادية لنظم التعليم المحلية" فقد جاءت في الترتيب الثالث بمتوسط موزون (٢,٥٦)، وانحراف معياري (٠,٧٢)، ودرجة فعالية كبيرة. وهذا يشير إلى إمكانية استثمار مميزات الحوسبة السحابية في إتاحة بيانات التعلُّم بمقابل مادي يعود على نظم التعليم المحلية، إلا أنَّ هذه النظرة الاقتصادية قد تكون مهملةً أو غير مستغلةً على الوجه الأكمل في البيئات النامية عنه في البيئات المتقدمة، لذا فقد جاءت هذه العبارة في المرتبة الثالثة. أمَّا العبارة "حماية هذه البيانات من انتهاكات الخصوصية على المستوى الدولي" فقد جاءت في الترتيب الأخير بمتوسط موزون (٢,١٣)، وانحراف معياري (٠,٨٧)، ودرجة فعالية كبيرة. وهذا يشير إلى أنَّه وعلى الرغم من فعالية الحوسبة السحابية في حماية البيانات، إلا أنَّ إتاحتها يظل عُرضةً لبرامج الاختراق والهكر، وهو ما أتى بالعبارة في المرتبة الأخيرة.

وفي ضوء نموذج "النظرية الموحدة لقبول وتطبيق التكنولوجيا"، تم توجيه الصورة الأولية للنموذج إلى مجموعة من الخبراء والمتخصصين في الدراسات التربوية المقارنة، وبلغ عددهم (٧) خبراء، وذلك لاستطلاع أرائهم حول تبني التطبيقات المحددة للذكاء الاصطناعي، تعزيزًا للتوجه نحو "التعلُّم المقارن"، وفق معايير (تبني النموذج سيؤدي إلى تحقيق أهدافه، السهولة في تطبيق النموذج، يشجع المجتمع تبني النموذج، مدى توفير بنية تحتية لتطبيق النموذج، سلامة منهجية بناء النموذج)، والتي تم اشتقاقها من أبعاد النظرية الموحدة (توقُّع الأداء، توقُّع الجهد، التأثير الاجتماعي، ظروف التهيئة).

وجاءت نتائج التحكيم لتشير إلى أنَّ (٧١,٤٪) من الخبراء أفادوا أنَّ تحقيق النموذج لأهدافه يأتي بدرجة كبيرة، بينما (٥٧,١٪) أشاروا إلى أنَّ سهولة تطبيق النموذج تأتي بدرجة متوسطة، و(٥٧,١٪) أشاروا أيضًا إلى أنَّ تشجيع المجتمع لتبني النموذج يأتي بدرجة متوسطة، و(٧١,٤٪) أشاروا إلى أنَّ توفير بنية تحتية لتطبيق النموذج تأتي بدرجة كبيرة، و(٨٥,٧٪) أشاروا إلى سلامة منهجية بناء النموذج بدرجة كبيرة.

ثالثًا: النموذج المقترح:

يمثِّل النموذج المقترح المرحلة النهائية والنتيجة المستخلصة من دراسة الإطارين النظري والميداني، وهو الغاية النهائية من البحث. وقد تم بناء النموذج المقترح في صورته النهائية وفقًا لآراء وتوجهات خبراء التحكيم، حيث استفاد الباحث من رؤية الخبراء بالحذف والإضافة والتعديل لإخراج النموذج في صورته النهائية. وفيما يلي عرضٌ لعناصر ومكونات النموذج المقترح:

أ) - أهداف النموذج المقترح:

يهدف النموذج المقترح -في الأساس- إلى تعزيز عملية التوجُّه نحو "التعلُّم المقارَن" على المستويين النظري والميداني. وهذا كي تواكب الدراسات التربوية المقارنة التوجُّهات العالمية نحو الفردية في عملية التعليم والتعلُّم من مناهج، وطرقٍ للتدريس، وأنماطٍ للإدارة الذاتية. كما يهدف النموذج -إضافةً لذلك- تحقيق الآتي:

- مساعدة باحثي التربية المقارنة على تجاوز تحديات البحوث المقارنة في القرن الحادي والعشرين من ضرورة مراعاة السياق المحلي لنظم التعليم الفرعية.
- إجراء بحوث مقارنة أكثر جودة وأعمق تفسيرًا في ضوء تفسيرات وتحليلات تنطلق من خصوصية البيئات والمجتمعات المقصودة بالدراسة (Emic approach)، وليست تفسيرات عامة تنطلق من مفاهيم ومعايير عالمية وفقط (Etic approach).
- تقليل الفجوة بين النظرية والتطبيق في الدراسات التربوية المقارنة من خلال تقديم حلول إجرائية للمشكلات التربوية تتفق والثقافات المحلية، واقتراح سياسات تربوية أكثر ارتباطًا بالقدرات والميول والاهتمامات الشخصية للمتعلمين.
- التغلب على مشكلة "نقص بيانات عملية التعلُّم"، التي تلجأ بسببها معظم المنظمات الدولية إلى الاعتماد على نتائج الاختبارات الدولية للحكم على مدى تقدُّم نظم التعليم على مستوى العالم، وهو ما يعد معيارًا غير كافٍ.

ب)- منطلقات النموذج المقترح:

ارتكز النموذج المقترح لتعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارَن" في ضوء بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي على:

١. المنطلقات العالمية:

- وثيقة الأمم المتحدة لأهداف التنمية المستدامة؛ وتحديدًا الهدف الرابع "التعليم الجيد"، والذي ركز من بين مؤشراته على خفض نسب التفاوت بين الجنسين والشعوب في التعليم، وضمان تكافؤ فرص الوصول إلى جميع مستويات التعليم والتدريب المهني، بحلول عام ٢٠٣٠.
- التقدم التكنولوجي وتطوُّر وسائل الاتصال.
- التوجُّه العالمي نحو الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تعزيز عملية التعليم والتعلُّم.
- ظهور الثورة الرابعة للتعليم "التربية ٤,٠"، التي فرضت تحولات جذرية على نظم التعليم قبل الجامعي تعزيزًا لمخرجاتها، حيث أصبح الهدف الأبرز هو إكساب الطالب مهارات عملية.
- إطلاق مؤشر "الفقر التعليمي" Learning Poverty من قِبَل البنك الدولي ومنظمة اليونيسكو منذ ٢٠١٩، لقياس مدى القدرة على قراءة وفهم نص بسيط ببلوغ سن العاشرة.
- الصعوبات المعتادة التي تواجه باحثي التربية المقارنة من افتقارٍ للمعلومات والبيانات القابلة للمقارنة، والتباين في جودة وموثوقية الإحصاءات لدى كثير من دول العالم، والافتقار إلى الترجمة اللغوي الدقيقة، إضافةً لصعوبات السفر والإقامة في دول المقارنة.

٢. نتائج الدراسة النظرية:

تُعَدُ نتائج الدراسة النظرية منطلقًا رئيسًا لبناء النموذج المقترح، حيث استفاد الباحث من تحليل الأدبيات في بناء النموذج، ومن ذلك:

- تفرض مجتمعات ما بعد الحداثة على باحثي التربية لمقارنة تحديات منهجية كثيرة، من بينها التركيز -بصورةٍ أكبر- على السياقات الثقافية المحلية لا القومية لفهم أعمق لنظم التعليم.
- يتطلب"التعلُّم المقارن" في القرن الحادي والعشرين تكاملًا أوثق مع العلوم الاجتماعية.
- توصي الأدبيات بإعادة تصوُّر التربية المقارنة لتصبح "علم التعلُّم المقارن" تشجيعًا للانخراط بنجاح في العديد من أشكال وفرص التعلُّم الجديدة التي تتميز بها الألفية الثالثة.

٣. نتائج الدراسة الميدانية:

تُعَدُ نتائج الدراسة الميدانية منطلقًا لبناء النموذج المقترح، حيث استفاد الباحث كثيرًا من تحليل آراء عينة البحث، ومن ذلك:

- أشارت نتائج المحور الأول إلى الفعالية الكبيرة -بمتوسط (٢,٣٩)- لعملية دمج إنترنت الأشياء داخل بيئات التعلُّم لجمع بيانات واقع عملية التعلُّم وفق بُعْدَيْ الزمان والمكان الفعليين، كمرحلة أولية لتيسير التوجُّه نحو التعلُّم المقارن.
- أشارت نتائج المحور الثاني إلى الفعالية الكبيرة -بمتوسط (٢,٥٨)- لدمج بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي كأدوات للتحليل العميق للبيانات المرصودة عن واقع عملية التعلُّم وسياقه الفعلي. وهو ما يُنْبِئُ عن إجراء مقارنات دقيقة.
- أشارت نتائج المحور الثالث إلى الفعالية الكبيرة -بمتوسط (٢,٤٣)- للحوسبة الضبابية كمكون لحماية الخصوصية وسرية البيانات من جانبٍ، إضافةً لدورها في الفهم الدقيق للسياق المحلي لعملية التعلُّم من جانبٍ آخر.
- أشارت نتائج المحور الرابع إلى الفعالية الكبيرة -بمتوسط (٢,٤٧)- في استخدام الحوسبة السحابية كمرحلة نهائية لنشر وإدارة بيانات التعلُّم على مختلف السياقات المحلية والقومية، مما يسمح بإجراء مقارنات واقعية، وهو ما يُعَدُ تعزيزًا للتوجُّه نحو التعلُّم المقارن.

ج)- مبررات النموذج المقترح:

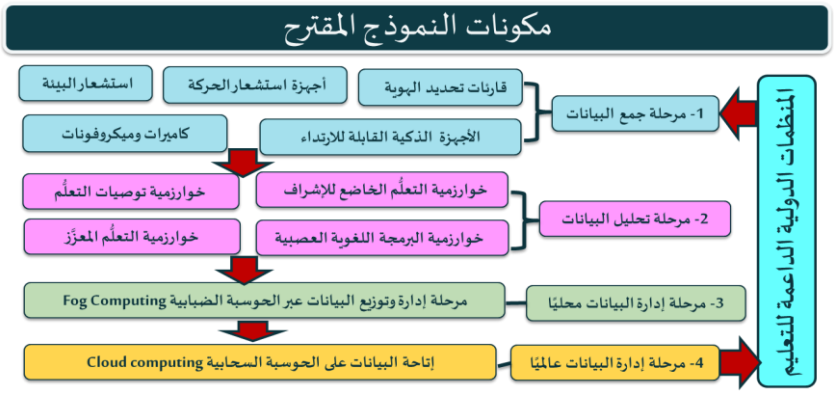
تتعدد الفئات المعنية بإجراء المقارنة بين نظم التعليم من منظمات دولية، إلى صانعين للقرار التربوي، ومنتسبين للعمل الأكاديمي والبحثي، وممارسين لعملية التعليم والتعلُّم، وأولياء أمور. وسواء كانت هذه المقارنات رسمية أو ممارسات فردية غير رسمية، فإنَّ هناك أوجه للتشابه والاختلاف بين أغراض ومناهج هذه الفئات في إجرائها للمقارنة. وتأتي معظم الأدبيات في التربية المقارنة لتركز على المقارنة الرسمية التي تخص عمل المنظمات الدولية، وصانعي القرار التربوي، والمنتسبين للعمل الأكاديمي والبحثي.

وفيما يخص المقارنات التي يقوم بها الممارسون (مديرو المدارس والمعلمون)، وأولياء الأمور، فعادةً ما تكون ناتجةً عن مشكلةٍ مؤسسيةٍ فرديةٍ أو مشكلةٍ شخصيةٍ؛ كالمقارنة بين المدارس أو المعلمين أو الطلاب أو أنماطٍ للتعليم داخل الوطن الواحد (الأزهري والعام مثلًا)، وغالبًا ما تكون مقارناتهم أكثر -تحديدًا- وأضيق من حيث البحث والمجال. وعادة ما تتبنى الفئتان -لا سيما فئة (أولياء الأمور) في مقارناتها- منهجيات محددة المعايير تتفق مع قدراتهم واهتماماتهم، وهو ما قد تغفل عنه كثير من أدبيات التربية المقارنة.

ويتطلب هذا المستوى الإجرائي للمقارنة بيانات دقيقة عن بيئات التعلُّم، ومنهجيات وآليات دقيقة تتجاوز (Etic approach) التفسيرات العامة القائمة على معايير عالمية، إلى (Emic approach) تفسيرات وتحليلات تنطلق من خصوصية البيئة، والمجتمع، والمعلم، والطالب، والمدرسة المقصودة بالمقارنة. وهذا ما يبرر سعي البحث الحثيث لبناء النموذج الحالي.

ج)- عناصر النموذج المقترح:

تُمثِّل عناصر النموذج المقترح لتعزيز التوجُّه نحو "التعلُّم المقارَن" في ضوء تطبيقات الذكاء الاصطناعي المكونات الرئيسة لبنية النموذج، والتي يمكن إيضاحها في الشكل الآتي:



شكل (١) مكونات النموذج المقترح (الشكل من عمل الباحث)

تظهر مكونات النموذج المقترح في صورة مراحل متتالية، تعتمد كل مرحلة على ما توفره المرحلة السابقة من بيانات ومعلومات:

المرحلة الأولى: مرحلة جمع البيانات؛ ويمكن وصفها بمرحلة جمع البيانات الحياتية المرتبطة بعملية التعلُّم. ويتسع مفهوم النموذج "لعملية التعلُّم" لتشمل كافة مكونات البيئة المدرسية كأصغر وحدة تعليمية داخل النظام التعليمي من متعلِّمٍ، ومعلِّمٍ، ومديرٍ، وإداريٍ، وأخصائيٍ، وموجهٍ، وبنيةٍ تنظيميةٍ. وهذا يعني أنَّ عملية التعلُّم هنا تشمل التعلُّم الفردي والتنظيمي معًا. فالطالب يتعلم مقرراته، والمعلِّم يتعلم وينمو مهنيًا من طلابه وأقرانه وموجهيه، والقائمون بالإدارة يتعلَّمون من ممارسات بعضهم البعض، والمدرسة كوحدة تنظيمية تتعلَّم من ممارساتها اليومية.

وتعتمد مرحلة جمع بيانات عملية التعلُّم هنا على مجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار Sensors وتقنيات إنترنت الأشياء Internet of Things لرصد سلوك المتعلِّم (الطالب وغيره)، وجمع بيانات فعلية وواقعية عن عملية التعلُّم الفردية والتنظيمية. ويمكن تحديد هذه الأجهزة مرتبةً وفقًا لدرجة فعاليتها كما أشارت عينة البحث فيما يلي:

١- علامات وقارئات تحديد الهوية اللاسلكية Radio frequency Identification؛ لتسجيل حضور الطلاب، وتغييرات مواقعهم، بمتوسط حسابي (٢,٧٥)، ودرجة فعالية كبيرة.

٢- أجهزة استشعار الحركة؛ لتتبع الأنشطة البدنية وحركات الطلاب خلال مشاركتهم في عملية التعلُّم، بمتوسط حسابي(٢,٦٣)، ودرجة فعالية كبيرة.

٣- أجهزة استشعار بيئية؛ لمراقبة الظروف المناخية لبيئات التعلُّم الداخلية والخارجية، بما يضمن راحة الطالب، بمتوسط (٢,٥٠)، وانحراف معياري (٠,٦٢) ودرجة فعالية كبيرة.

٤- الأجهزة الذكية القابلة للارتداء Wearable Devices من ساعات ذكية وأساور للمعصم؛ لمراقبة معدل ضربات قلب المتعلِّم وحالاته العاطفية. بمتوسط (٢,٥٠) وانحراف معياري (٠,٧٢) ودرجة فعالية كبيرة.

٥- كاميرات وميكروفونات؛ لتحليل تعبيرات وجه المتعلمين ونبرات أصواتهم بما يمكِّن من تقييم المشاعر والمشاركات أثناء عملية التعلُّم، بمتوسط (٢,٢٥) ودرجة فعالية متوسطة.

ويمكن من خلال استخدام مستشعرات إنترنت الأشياء جمع البيانات الأكاديمية للمتعلمين، مراقبة سلوك التعلُّم، ورصد أوقات الدراسة الأكثر تركيزًا لدي المتعلِّم، والمقررات الدراسية المفضلة لكل متعلِّم. كما تمكِّن هذه التقنيات من معرفة وقت التعلُّم المناسب لكل متعلِّم، والظروف المناخية الأكثر ملاءمة له، وأساليب التعلُّم الفعَّال له، وثقافة التعلُّم الخاصة به. ومن خلال جمع هذه البيانات من بيئات متنوعة، يمكن الخروج بتعميمات ومبادئ واقعية

تخص كل بيئة تعلُّم. ومع رصد هذا الكم الهائل من البيانات من مختلف المدارس، تظل هذه البيانات أولية "خام"، قد لا نشعر بأهميتها وفائدتها للنظام التعليمي إلا من خلال المرحلة التالية.

المرحلة الثانية: مرحلة تحليل البيانات؛ وتمثِّل هذه المرحلة جوهر النموذج، بما أنَّها تقوم على استخدام بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات، ومن ثمَّ الحصول على رؤى ومبادئ وتعميمات حول بيئة وعملية التعلُّم بأبعادها المختلفة، ومنها:

١. **خوارزمية توصيات التعلُّم الشخصي** personalized learning recommendations: بناءً على ما توفره هذه الآلية من مميزات، ووفقًا لآراء عينة البحث أمكن ترتيب أهم خصائص دمجها داخل بيئة التعلُّم وفقًا لدرجة فعاليتها الكبيرة من؛ توصية كل طالب بالكتب المناسبة له بموسط (٢,٦٩)، ثم تحليل الأداء الأكاديمي لكل متعلِّم بمتوسط (٢,٦٣)، فترشيح مصادر التعلُّم المناسبة لكل متعلم بمتوسط (٢,٥٦)، وأخيرًا ترشيح الدورات التعليمية المناسبة لكل متعلِّم بمتوسط (٢,٣٨).

٢. **خوارزمية التعلُّم الخاضع للإشراف** Supervised Learning Algorithm: بناءً على ما توفره هذه الآلية من مميزات، ووفقًا لآراء عينة البحث، أمكن ترتيب أهم خصائص دمجها داخل بيئة التعلُّم وفقًا لدرجة فعاليتها الكبيرة من؛ تحليلٍ لأنماط سلوك المتعلمين بمتوسط (٢,٥٦)، ثمَّ التنبؤ باحتياجات التعلُّم المستقبلي لكل متعلِّم بمتوسط (٢,٥٠).

٣. **خوارزمية البرمجة اللغوية العصبية** Natural language processing algorithm: بناءً على ما توفره هذه الآلية من مميزات، ووفقًا لآراء عينة البحث، أمكن ترتيب أهم خصائص دمجها داخل بيئة التعلُّم وفقًا لدرجة فعاليتها الكبيرة من؛ فهمٍ للاحتياجات الأكاديمية الفعلية لكل متعلِّم بمتوسط (٢,٦٣)،ثمَّ تحليل مشاعر الطلاب خلال عملية التعلُّم بمتوسط (٢,٥٦)، وأخيرًا تحليل البيانات النصية الخاصة بكل متعلِّم بمتوسط (٢,٥٠).

٤. **خوارزمية التعلُّم المعزَّز** Reinforcement Learning Algorithm: بناءً على مميزات هذه الآلية، ووفقًا لآراء عينة البحث، أمكن ترتيب أهم خصائص دمجها داخل بيئة التعلُّم وفقًا لدرجة فعاليتها الكبيرة من؛ "ملاحظة تفاعل كل طالب مع بيئة التعلُّم" بمتوسط (٢,٧٥)، ثم "تعديل المحتوى التدريسي القائم لدى كل معلم" بمتوسط (٢,٦٩)، ثم "دعم أساليب التدريس الفعَّال لدى كل معلِّم" بمتوسط (٢,٥٦) وانحراف (٠,٦٢)، وأخيرًا "تحسين استراتيجيات التدريس لدى كل معلم" بمتوسط(٢,٥٦) وانحراف (٠,٧٢).

تمثِّل المرحلتان السابقتان مدخلات وعمليات النموذج المقترح، وهو ما يمكن بيانه في:

١. **نظم الإدخال (المدخلات):** وفيها تقوم أجهزة إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار بجمع بيانات الطلاب أثناء عملية التعلُّم، عبر مراقبة مستمرة لأنشطة المتعلمين البدنية، والحالة الوجدانية، وتعبيرات الوجه، والحالة المناخية لبيئات التعلُّم. وبذلك يمكن إنشاء سجلات سلوكية مفصلة للمتعلمين في مختلف أوقات الدراسة.

٢. **نظم المعالجة (العمليات):** بمجرد توفُّر بيانات التعلُّم داخل خوارزميات الذكاء الاصطناعي، تبدأ عملية التحليل العميق للبيانات، وإنشاء تقارير تعليمية متخصصة، حيث يتم من خلالها تقييم سلوكيات التعلُّم، والحالات الوجدانية المصاحبة لها، ومواقف التفاعل، وطرق إتقان المعرفة، وثقافة التعلُّم لكل متعلِّم.

٣. **نظم الإخراج (المخرجات):** تعمل خوارزمية توصيات التعلُّم الشخصي على استنتاج وعرض استراتيجيات التعلُّم المثالي للمتعلمين، وتقترح موارد التعلم المناسبة بناءً على اهتمامات المتعلِّم والسجل التاريخي الخاص به. وتقوم خوارزمية البرمجة اللغوية العصبية بتحليل

المشاعر ونمذجة المواقف وفق البيانات النصية للمتعلِّم لفهم حالاته النفسية واحتياجاته الأكاديمية. وأخيرًا تتنبأ خوارزميات التعلُّم الخاضع للإشراف بالاحتياجات المستقبلية للمتعلِّم عبر تحليل بياناته الأكاديمية وأنماط سلوكه. ثم يقوم النظام بإنشاء تقارير أكاديمية مفصلة للمتعلمين، يمكن من خلالها استنتاج تعميمات ومبادئ مشتركة تحكم عملية التعلُّم الفعلي، وتساعد في إجراء مقارنات دقيقة تعبر عن واقع السياق المحلي.

وتزوِّد هذه النُظُم القيادات التعليمية بمعلومات دقيقة عن عملية التعلُّم في مختلف جوانب النظام التعليمي، وتساعد في استكشاف جوانب الضعف والقوة، واقتراح استراتيجيات تصحيحية مناسبة، يتبعها صياغة سياسات تعليمية تعبر عن الواقع الفعلي، وتأهِّل لمستقبلٍ تعليمي يلائم الإمكانات والقدرات الحقيقية للمجتمع وللمتعلمين. ولضمان فعالية هذه البيانات على المستوى المحلي من جانبٍ، وتأهيل نشرها على المستوى الدولي من جانبٍ آخر، ينبغي الانتقال إلى المرحلة التالية من النموذج المقترح.

المرحلة الثالثة: مرحلة إدارة البيانات محليًا عبر الحوسبة الضبابية Fog Computing: تجلب نظم الإدخال مواقف تعلُّم عديدة، وتوفِّر تطبيقات الذكاء الاصطناعي كمية بيانات ضخمة، تتطلب استدامتها وضمان فعاليتها إدارة رشيدة. ويُعَدُ إدارة مثل هذا الكم من البيانات وحماية خصوصيتها واحدة من أكبر التحديات التي لا تستطيع تقنيات إنترنت الأشياء التقليدية أو الحوسبة السحابية Cloud computing التعامل معها بفعالية.

وتمثِّل هذه المرحلة وفق النموذج المقترح عمليتي التفسير المحلي لعملية التعلُّم (Emic approach) من جانبٍ، والتهيئة لإتاحة ونشر البيانات دوليًا لتسهيل المقارنة بين نظم وبيئات التعليم المختلفة من جانبٍ آخر. وبناءً على ما توفره هذه الآلية من مميزات ووفقًا لآراء عينة البحث أمكن ترتيب أهم أدوار وخصائص دمج هذه المرحلة داخل النموذج المقترح وفقًا لدرجة فعاليتها بدءًا من؛ "زيادة الوعي بالسياق الثقافي المحلي لمختلف بيئات التعلُّم" بمتوسط (٢,٤٤)، وانحراف معياري (٠,٦٢)، ودرجة فعالية كبيرة. ثمَّ "سهولة التنقل والتوزيع الجغرافي لبيانات بيئات التعلُّم المتنوعة " بمتوسط (٢,٤٤)، وانحراف معياري (٠,٦٢)، ودرجة فعالية كبيرة. ثمَّ "توفير زمن انتقال أقل لبيانات التعلُّم بين الأجهزة الرقمية المحلية" بمتوسط (٢,٤٤)، وانحراف معياري (٠,٧٢)، ثمَّ "تناسب حجم وسرعة وتنوع البيانات المحلية المرصودة للتعلُّم" بمتوسط (٢,٤٤)، وانحراف معياري (٠,٧٢)، ثمَّ "زيادة حماية الخصوصية وتحقيق الأمن السيبراني لبيانات التعلُّم" بمتوسط موزون (٢,٣٧)، وانحراف معياري (٠,٧٩)، ودرجة فعالية كبيرة.

وهذا يعكس الدور البارز للحوسبة الضبابية في حماية البيانات من جانبٍ كدورٍ رئيس، رغم دورها الأكبر -بالنسبة للبحث الحالي- في فهم وتفسير السياق المحلي، وتوزيع البيانات بطريقة أسرع وأسهل. وتوفر هذه المرحلة تفسيرًا لنتائج تحليل البيانات من قِبَلْ ممارسين وأكاديميين من ذات البيئة، مما يترتب عليه رصد فعلي لواقع عملية التعلُّم (منهج Emic)، كما تقوم هذه المرحلة بعملية فلترة يمكن من خلالها الحفاظ على سرية البيانات بحذف ما لا يتفق وثقافة المجتمع.

المرحلة الرابعة: مرحلة إدارة البيانات عالميًا عبر الحوسبة السحابية Cloud computing: تمثِّل هذه المرحلة عملية نشر وإدارة بيانات التعلُّم دوليًا. وبناءً على ما توفره هذه المرحلة من مميزات ووفقًا لآراء عينة البحث، أمكن ترتيب أهم أدوار وخصائص فعالية دمج هذه المرحلة داخل النموذج بدءًا من؛ "إتاحة البيانات دوليًا بما يسمح بالمقارنة بين نظم وأساليب التعلُّم" بمتوسط (٢,٦٢)، ثمَّ "دراسة وتحليل البيانات من قِبَل متخصصين على المستوى الدولي" بمتوسط (٢,٥٦)، وانحراف (٠,٦٢)، ثمَّ "استثمار هذه البيانات لتحقيق عوائد مادية لنظم التعليم المحلية" بمتوسط (٢,٥٦)، وانحراف (٠,٧٢)، وأخيرًا "حماية هذه البيانات من انتهاكات الخصوصية على

المستوى الدولي" بمتوسط (٢,١٣). وجاءت هذه الأدوار بدرجة فعالية كبيرة مما يدلل على أهميتها في بناء النموذج المقترح.

د)- آليات تنفيذ النموذج المقترح:

لتنفيذ النموذج المقترح، ينبغي توفُّر آليات عديدة يأتي في مقدمتها:

١. تشكيل ائتلاف دولي من المنظمات الدولية الداعمة للتعليم؛ كالبنك الدولي، منظمة اليوسكو، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، برنامج الاتحاد الأوروبي للتعليم والشباب Erasmus، المجلات العالمية للتربية المقارنة (A Journal of Comparative and International Education, International Journal of Comparative Education and Development)، منظمة العالم الإسلامي للتربية والعلوم والثقافة، وذلك لإدارة النموذج على المستوى الدولي. ويقوم هذا الائتلاف بعملية التخطيط الجيد لتنفيذ وتطوير النموذج، القيام على تمويله، مراقبة حفظ وتداول البيانات. وينبغي أن تكون الإدارة لا مركزية، بحيث تسمح للمستويات القومية بإنجاز مرحلتَيْ جمع وتحليل البيانات بصورة لا مركزية.

٢. تشكيل ائتلاف قومي من الجمعيات القومية للتربية المقارنة، وأقسام التربية المقارنة بكليات التربية بكل دولة، لإدارة مراحل النموذج على المستوى المحلي. ويعمل هذا الائتلاف على تحديد مدارس متنوعة بكل بيئة أو إقليم جغرافي لدمج تقنيات إنترنت الأشياء بها، ثم متابعة عملية تحليل البيانات عبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ثم تفسير هذه التحليلات من قِبَل متخصصين في ضوء الثقافة المحلية لبيئات التعلُّم (Emic Approach).

٣. اختيار مدارس محددة في مختلف بيئات التعلُّم داخل كل دولة؛ كنموذج مدرسة ريفية، ومدرسة حضرية، ومدرسة نائية، ومدرسة بمنطقة صحراوية، ومدرسة بمنطقة زراعية، ومدرسة بمنطقة ساحلية، ومدرسة بمنطقة صناعية، ومدرسة خاصة، ومدرسة دولية. ويتم ذلك كمرحلة أولى لتنفيذ النموذج مراعاةً للكلفة من جانبٍ، والتدرج في تعميم النموذج على المستوى المحلي من جانبٍ آخر.

٤. **آليات تنظيمية:** تتمثَّل في سن قوانين تحكم عملية دمج تقنيات إنترنت الأشياء وتطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل بيئات التعلُّم على المستوى المحلي، نشر ثقافة تنظيمية داعمة لعملية دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي، صياغة معايير مشجعة لتطبيق النموذج بين المدارس استعدادًا لتعميمه.

٥. **آليات تقنية:** تتمثَّل في تهيئة بيئة إلكترونية مناسبة لتنفيذ النموذج بمختلف المناطق الجغرافية، لا سيما المناطق الفقيرة والريفية والنائية، توفير برامج حفظ وحماية خصوصية البيانات وفق المعايير الثقافية الخاصة بكل بيئة تعلُّم.

هـ)- التحديات المحتملة أمام تطبيق النموذج المقترح:

قد يواجه تطبيق النموذج المقترح بعض التحديات، التي ينبغي الاستعداد للتغلب عليها، ومنها:

١. **التمويل:** يتطلب دمج تقنيات إنترنت الأشياء وتطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل نظم التعليم تمويلًا ضخمًا قد يفوق قدرات بعض الدول، وهو ما يُعَدُ عبئًا إضافيًا قد يرهق اقصاديات الدول.

٢. **مقاومة العاملين بنظم التعليم:** وتنبع هذه المقاومة من الإحساس بالمراقبة أثناء العمل، والخوف من رصد التجاوزات والسلوكيات السلبية.

٣. **التقاليد المحافظة لبعض البيئات:** وتظهر هذه التقاليد ببعض المناطق الريفية، والمناطق ذات الطابع الديني المحافظ، والتي قد تعترض على دمج أجهزة المراقبة داخل بيئات التعلُّم.

٤. **المحافظة على خصوصية البيانات:** قد يتعرض كم البيانات المرصود عن عملية التعلُّم للانتهاك من خلال المخترقين وقراصنة الإنترنت، أو للتلف عبر برامج وفيروسات ضارة.
٥. **سياسات بعض الدول:** قد تعترض بعض الدول ذات الأنظمة المغلقة على تنفيذ النموذج، ظنًا منها بأنه تدخُّلٌ في شئونها الخاصة وتغييرٌ في ثقافة مجتمعاتها.
٦. **تسييس بعض بيانات التعلُّم:** ويظهر من خلال تدخُّل بعض الدول ذات النفوذ السياسي لنشر بيانات وحجب أخرى، مما يتسبب في ضعف الشفافية.

و)- مقترحات للتغلب على التحديات المحتملة:

للتغلب على التحديات السابقة يُقترَح عمل الآتي:

١. يقوم الائتلاف المشكَّل من المنظمات الدولية الداعمة للتعليم، والمختص بإدارة النموذج على المستوى الدولي بعملية التمويل. وهذا لا يُعَدُ عبئًا أو تكليفًا جديدًا على هذه المنظمات؛ إذ تدعِّم رسالتها وتعزز بالفعل إقامة مشاريع تعليمية عديدة، لا سيما في الدول النامية. إضافةً لهذا البند التمويلي، يمكن استثمار البيانات الناتجة عن تطبيق النموذج في تحقيق عوائد مالية تعزِّز من عمليات الإنفاق والتطوير.
٢. يقوم الائتلاف المشكَّل على المستوى القومي بنشر ثقافة تنظيمية ومجتمعية تُدعِّم تطبيق النموذج من خلال بيان إيجابياته وفوائده على مستوى:

- المعلمين والمتعلمين؛ حيث يساعد في بيان قدراتهم ومهاراتهم الشخصية ووسائل تنميتها الواقعية، وبهذا يمكن تخفيف مقاومة العاملين بالنظام التعليمي.
- الأسرة؛ ببيان قدرة النموذج في تحديد قدرات ومهارات أبنائهم الفعلية ومسارات تعليمهم المستقبلية، وبهذا يمكن تخفيف مقاومة أولياء الأمور لتطبيق النموذج، ومراعاة التقاليد المحافظة لهم.
- الدول؛ ببيان مميزات النموذج في تحديد مسارات التعليم الفعلية التي يحتاجها أبناء المجتمع، ومن ثمَّ توفير تكاليف الإنفاق على مسارات تعليمية لا تتفق وميول الطلاب. وأخيرًا بيان فائدة المرحلة الثالثة، التي تختص بإدارة البيانات محليًا عبر الحوسبة الضبابية، إذ تُعَدُ مرحلة للفلترة والتفسير، حيث يقوم من خلالها متخصصون في التعليم والسياسة أيضًا - ليس فقط- بتفسير البيانات بما يتفق وثقافة البيئة المحلية، بل أيضًا بحذف البيانات التي قد تشين المجتمع، أو لا تتفق وتقاليده وسياساته، بحيث تصبح البيانات مؤهلةً للمرحلة التالية بصورةٍ ترضي المجتمع وأبناءه، وبهذا يمكن التغلب على معظم التحديات السابقة من مقاومة، وتقاليد محافظة، وخصوصية البيانات، وسياسات معرقلة للنموذج.

٣. وضع ميثاق أخلاقي يحكم شفافية البيانات وحرية تداولها عبر المرحلة الرابعة بما يمنع محاولات تسييس البيانات، أو استخدامها لمصالح غير علمية. وهذا يتم من خلال الائتلاف الدولي الذي يمثل "عقل النموذج وضميره".

المراجع

Abed, A. K., & Anupam, A. (2023). Review of security issues in Internet of Things and artificial intelligence-driven solutions. *Security and Privacy*, *6*(3), 1-18.

Alam, T., & Benaida, M. (2020). Blockchain and internet of things in higher education. *Universal Journal of Educational Research*, *8*, 2164-2174.

Al Mahamid, F., & Grolinger, K. (2021, September). Reinforcement learning algorithms: An overview and classification. *In 2021 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*. pp. 1-7.

Ambrose, S. A. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*. John Wiley & Sons. P. 3.

Andrade-Arenas, L., Et al. (2023). Innovative Proposed Model between Formative Research and Accreditation of Engineering Programs. *International Journal of Engineering Pedagogy*, *13*(4), pp. 113–140. https://doi.org/10.3991/ijep.v13i4.37149

Arslan, H. (Ed.). (2018). *An introduction to education*. Cambridge Scholars Publishing.

Bonomi, F., Milito, R., Natarajan, P., & Zhu, J. (2014). Fog computing: A platform for internet of things and analytics. *Big data and internet of things: A roadmap for smart environments*, 169-186.

Bray, M., Adamson, B., & Mason, M. (Eds.). (2014). *Comparative education research: Approaches and methods* (Vol. 19). Springer. P. 303.

Broadfoot, P. (1999). Stones from Other Hills may Serve to Polish the Jade of this One: towards a neo-comparative 'learnology'of education. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, *29*(3), 217-231.

Broadfoot, P. (2000). Comparative education for the 21st century: Retrospect and prospect. *Comparative Education*, *36*(3), 357-371.

Broadfoot, P. (2009). Time for a scientific revolution? From comparative education to comparative learnology. In *International handbook of comparative education* (pp. 1258). Dordrecht: Springer Netherlands.

Bustos-Lopez, M., Cruz-Ramirez, N., Guerra-Hernandez, A., Sánchez-Morales, L. N., Cruz-Ramos, N. A., & Alor-Hernandez, G.

(2022). Wearables for engagement detection in learning environments: A review. *Biosensors, 12*(7), 509.

Byeon, H., Chandra, A., Verma, G., & Haider, A., (2023). *Supervised Learning Algorithms - Classification and Regression Algorithms*. Xoffencer International Publication. 1-2.

Cardona, M. A., Rodríguez, R. J., & Ishmael, K. (2023). *Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations*. U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. Washington. Pp. 2, 44.

Casadevall, A., & Fang, F. C. (2014). Specialized science. *Infection and immunity, 82*(4), 1355-1360.

Cavallaro, A., & Brutti, A. (2019). Audio-visual learning for body-worn cameras. In *Multimodal Behavior Analysis in the Wild* (pp. 103-119). Academic Press.

Chowdhary, K.R. (2020). Natural Language Processing. In: *Fundamentals of Artificial Intelligence*. Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7_19. 603-649.

Cowen, R., & Kazamias, A. M. (Eds.) (2009). *International handbook of comparative education* (Vol. 22). Springer Science & Business Media. P.1226.

Crossley, M., & Broadfoot, P. (1992). Comparative and international research in education: Scope, problems and potential. *British Educational Research Journal, 18*(2), 99-112.

Crossley, M., & Jarvis, P. (Eds.) (2001). Comparative education for the twenty-first century: An international response. *Comparative Education, 37*(4), 405–531.

Cullen, R., Harris, M., & Hill, R. R. (2012). The learner-centered curriculum: Design and implementation. John Wiley & Sons.

Dhananjaya, G., Goudar, R., Kulkarni, A., Rathod, V., & Hukkeri, G. (2024). *A Digital Recommendation System for Personalized Learning to Enhance Online Education: A Review*. IEEE Access.

Elliot, J., & Norris, N. (2011). *The work of Lawrence Stenhouse: Curriculum, pedagogy, and educational research*. London: Routledge, p. 134.

Fitria, T. N. (2021). Artificial intelligence (AI) in education: Using AI tools for teaching and learning process. *In Prosiding Seminar Nasional & Call for Paper STIE AAS. 4*(1), pp. 134-147.

Geetha, R., Suntheya, A. K., & Srikanth, G. U. (2020). Cloud integrated iot enabled sensor network security: research issues

and solutions. *Wireless Personal Communications*, *113*(2), 747-771.

Grover, V., & Nandal, M. (2024). Education System Using Cloud Computing: A Proposed Model. In *Educational Perspectives on Digital Technologies in Modeling and Management*. 178-194.

Han, L., Long, X., & Wang, K. (2024). The analysis of educational informatization management learning model under the internet of things and artificial intelligence. *Scientific Reports, 14*(1), 17811.

James, M., & Brown S. (2005). Grasping the TLRP nettle: A preliminary analysis and some enduring issues surrounding the improvement of learning outcomes. *The Curriculum Journal*, *16*(1), 7–30.

Jamshed, A., Dwivedi, A. K., Mehra, P. S., & Dagur, A. (2024). *Internet-of-Things-Enabled Networks: Vision Challenges and Smart Applications. In: IoT-enabled Sensor Networks: Architecture, Methodologies, Security, and Futuristic Applications*, Bentham Science Publishers. Pp. 1-3

Khan, A. A., Laghari, A. A., Shaikh, Z. A., Dacko-Pikiewicz, Z., & Kot, S. (2022). Internet of Things (IoT) security with blockchain technology: A state-of-the-art review. IEEE Access, 10, 122679-122695.

Khan, J. Y., & Yuce, M. R. (Eds.). (2019*). Internet of Things (IoT): systems and applications*. CRC Press. P.3.

Kilag, O. K., Catacutan, A., Carreon, P., Arcillo, M., Figer-Canes, R. M., & Mansueto, D. (2023). Lawrence Stenhouse in Curriculum Development: Integrative Review. *Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education (2994-9521)*, *1*(1), 77-86.

Kouahla, M. N., Boughida, A., Chebata, I., Mehenaoui, Z., & Lafifi, Y. (2023). Emorec: a new approach for detecting and improving the emotional state of learners in an e-learning environment. *Interactive Learning Environments*, *31*(10), 6223-6241.

Lorenzo, M. N., & Lovtskaya, A. (2021). Enhancing Students' Voices in a Voiceless IoT Ecosystem. *The Internet of Things for Education: A New Actor on the Stage*, 7-28.

Mahmood, Z. (Ed.). (2018). Fog computing: concepts, *frameworks and technologies*. Switzerland: Springer. Pp4-9.

Malukani, S. P., & Bhensdadia, C. K. (2021). Fog Computing Algorithms: A Survey and Research Opportunities. *Appl. Comput. Syst.*, *26*(2), 139-149.

McNamara, D. S., Allen, L. K., Crossley, S. A., Dascalu, M., & Perret, C. A. (2017). *Natural Language Processing and Learning Analytics*. Society for Learning Analytics Research. 93-104.

Nahavandi, D., Alizadehsani, R., Khosravi, A., & Acharya, U. R. (2022). Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 213, 106541.

OECD (2018b). *Education at a Glance 2018: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/eag-2018-en

Osborn, M., Broadfoot, P., & McNess, E. (2003). A World Of Difference? Comparing Learners Across Europe: Comparing Learners Across Europe. McGraw-Hill Education (UK).

Osisanwo, F. Y., Akinsola, J. E. T., Awodele, O., Hinmikaiye, J. O., Olakanmi, O., & Akinjobi, J. (2017). Supervised machine learning algorithms: classification and comparison. *International Journal of Computer Trends and Technology*. *48*(3), 128-138.

Palmas, A., Ghelfi, E., Petre, A. G., Kulkarni, M., Anand, N. S., Nguyen, Q., ... & Basak, S. (2020). *The Reinforcement Learning Workshop: Learn how to apply cutting-edge reinforcement learning algorithms to a wide range of control problems*. Packt Publishing Ltd. 2-3.

Paul, P., Aithal, P. S., & Saavedra, R. (2023). Cloud computing and its impact in education, teaching and research-a scientific review. *Teaching and Research-A Scientific Review. Book chapter in PK Paul et al. "Emergence and Research in Interdisciplinary Management and Information Technology"*. New Delhi: New Delhi Publishers, 1-26.

Paxton, M., Chamberlain, A., & Benford, S. (2007). Sensor-based systems for environmental education. In *Workshop of Emerging Technologies for Inquiry-Based Learning in Science*. (p. 15).

Pinkwart, N., & Liu, S. (Eds.). (2020). *Artificial intelligence supported educational technologies*. Switzerland: Springer. Pp. 3-4. https://linksshortcut.com/qzdrL

Postlethwaite, T. N. (Ed.) (1988) *The Encyclopaedia of Comparative Education and National Systems of Education*. Oxford: Pergamon Press.

Raman, A. (2021). Applicability of RFID in Higher Education. *International Journal of Instruction, Technology, and Social Sciences, 1* (3), 17-25.

Rastogi, S. (2021). *Cloud Computing Simplified: Explore Application of Cloud, Cloud Deployment Models, Service Models and Mobile Cloud Computing* (English Edition). BPB Publications.

Saieed, M., Ahmed, H., & Abbas, N. (2021). A proposed learning model based on fog computing technology. *International Journal of Computers and Information, 8*(2), 137-143.

Shahzad, K., Khan, S. A., & Iqbal, A. (2024). Identifying librarians' readiness to leverage artificial intelligence for sustainable competence development and smart library services: an empirical investigation from universities' librarians. *Global Knowledge, Memory and Communication*. Emerald Publishing Limited. 2514-9342. DOI 10.1108/GKMC-02-2024-0107

Shetty, S. H., Shetty, S., Singh, C., & Rao, A. (2022). Supervised machine learning: algorithms and applications. *Fundamentals and methods of machine and deep learning: algorithms, tools and applications*, 1-16.

Straub, E. T. (2009). Understanding technology adoption: Theory and future directions for informal learning. *Review of educational research, 79*(2), 625-649.

Syed, T. A., Palade, V., Iqbal, R., & Nair, S. S. K. (2017). A Personalized Learning Recommendation System Architecture for Learning Management System. In KDIR (pp. 275-282).

UNESCO. (2018). *AI and education Guidance for policy-makers*. France. Education Sector. UNESCO Publicaions. P. 8-11. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709

UNESCO. (2018). *Artificial intelligence and the future of education: exploring how artificial intelligence can take learning to a whole new level*. Mahatma Gandhi Institute of Education for Peace and Sustainable Development. Blue dot (9).

Vinay, S. B. (2023). Application of Artificial Intelligence (AI) In School Teaching and Learning Process-Review and Analysis. *Information Technology and Management, 14*(1), 1-5.

Vrbančič, F., & Kocijancic, S. (2011). Introducing the radio frequency identification technology to a vocational high school

programme in mechatronics. *The 2nd World Conference on Technology and Engineering Education*. Ljubljana, Slovenia, 5-8 September 2011

Watkins, C. (2002). *Effective Learning*. NSIN Research Matters. Institute of Education. Uniersity of London. No. 17. Pp. 1-2.

Winder, E. (2023). Natural Language Processing Algorithms. U.U.D.M. Project Report. Uppsala, Sweden. P.2.

World Bank, UNESCO, and UNICEF (2022). The State of Global Learning Poverty: 2022 Update. Conference Edition. P.7. https://2u.pw/BsNzYkYy

World Bank. (2018). *World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise*. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648

World Economic Forum (2016). *The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution: Top Skills in 2020*. https://n9.cl/m09a1

World Economic Forum (2024). *Shaping the future of learning: the role of AI in Education 4.0*. An Insight Report forward to the World Economic Forum. Switzerland. P. 3. https://2u.pw/o7szYZrX

Yan, X. (2016). The Challenges and Selection of Comparative Education Research under the Era of New Media. *The 3rd International Conference on Management, Education Technology and Sports Science*. Atlantis Press. pp. 642-644.