V 6 – Issue 1, Nov. 2026
ISSN 3071-5792
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

النمذجة العصبونية للتعلم: تكامل علم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي

Neural Modeling of Learning: Integrating Cognitive Psychology and Artificial Intelligence Applications

أ.د. أحمد رمضان محمد علي

أستاذ ورئيس قسم علم النفس التربوي - كلية التربية - جامعة الوادي الجديد

e-mail: dareef99@edu.nvu.edu.eg

النمذجة العصبونية للتعلم: تكامل علم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي

Neural Modeling of Learning: Integrating Cognitive Psychology and Artificial Intelligence Applications

المستخلص:

تسعى هذه الورقة إلى تقديم تصور تكاملي يجمع بين ثلاث مجالات رئيسية: النمذجة العصبونية، وعلم النفس المعرفي، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وذلك في سياق تطوير عمليات التعلم والبحث التربوي. تنطلق الورقة من إشكالية مفادها وجود فجوة واضحة بين التقدم المنفرد في كل مجال من هذه المجالات من جهة، وغياب نموذج تطبيقي يدمجها في إطار تربوي موحد من جهة أخرى. تهدف الورقة إلى: بناء أرضية مفاهيمية مشتركة، وتصميم أنشطة تطبيقية تحاكي مبادئ النمذجة العصبونية، واستشراف تطبيقات تربوية مستقبلية تعتمد على هذا التكامل. تعتمد منهجية ورقة العمل على أسلوب تفاعلي تطبيقي يتضمن عصفًا ذهنيًا، ومحاكاة ورقية وحاسوبية لشبكات عصبونية بسيطة، وتصميم سيناريوهات تعليمية في مجموعات صغيرة، ومناقشة جماعية للتحديات الأخلاقية والعملية. من أبرز النتائج المتوقعة: فهم مشترك لمفاهيم التكامل بين المجالات الثلاثة، وقدرة المشاركين على تصميم سيناريوهات تعليمية أولية، وبلورة قائمة بالتحديات والفرص. توصي الورقة بإجراء دراسات تجريبية تختبر فعالية النماذج التكاملية، وتطوير أدوات قياس جديدة تجمع بين المؤشرات السلوكية والعصبونية، وبناء مدونات أخلاقية تحكم استخدام الذكاء الاصطناعي القائم على الأسس المعرفية في التعليم. تؤكد الورقة في ختامها على أن النمذجة العصبونية التكاملية تمثل أفقًا واعدًا للبحث التربوي، شريطة أن تظل الأدوات التقنية في خدمة المتعلم الإنساني ورفاهه، لا أن تحل محله أو تختزله.

الكلمات الدالة :النمذجة العصبونية، علم النفس المعرفي، الذكاء الاصطناعي التربوي، التعلم التكيفي، الشبكات العصبونية الاصطناعية، الحمل المعرفي، الذاكرة العاملة.

Abstract:

This paper aims to present an integrative framework combining three main fields: neural modeling, cognitive psychology, and artificial intelligence applications, within the context of developing learning processes and educational research. The paper addresses the problem of a clear gap between the individual progress made in each of these fields on the one hand, and the absence of an applied model that integrates them within a unified educational framework on the other. The paper seeks to: build a shared conceptual foundation, design practical activities that simulate principles of neural modeling, and explore future educational applications based on this integration. The workshop methodology adopts an interactive, hands-on approach including brainstorming, paper-based and computer-based simulations of simple neural networks, collaborative design of educational scenarios in small groups, and group discussion of ethical and practical challenges. Expected outcomes include: a shared understanding of integration concepts across the three fields, participants' ability to design preliminary educational scenarios, and the development of a list of challenges and opportunities. The paper recommends conducting experimental studies to test the effectiveness of integrative models, developing new measurement tools that combine behavioral and neural indicators, and establishing ethical codes governing the use of cognitive-based artificial intelligence in education. The paper concludes that integrative neural modeling represents a promising horizon for educational research, provided that technological tools remain in service of the human learner and their well-being, not as a substitute or reduction of them.

Keywords:

Neural Modeling, Cognitive Psychology, Artificial Intelligence in Education, Adaptive Learning, Artificial Neural Networks, Cognitive Load, Working Memory.

أولاً: المقدمة

يشهد العصر الحالي تحولًا جذريًا في فهم طبيعة التعلم الإنساني، حيث لم يعد يُنظر إليه كعملية سلوكية أو معرفية مجردة، بل كنشاط بيولوجي عصبي معقد يرتبط بآليات تشابك الخلايا العصبية، وتكوين الدوائر الوظيفية في الدماغ، والتعديل المستمر لقوة الارتباطات المشبكية (Synaptic Plasticity) استجابةً للخبرة والتدريب .(Squire & Dronkers, 2021) هذا الفهم الجديد للتعلم كظاهرة بيولوجية عصبية في جوهرها قد فتح الباب أمام محاولات جادة لمحاكاة هذه الآليات حاسوبيًا، وهو ما يعرف بـ" النمذجة العصبونية للتعلم.(Neural Modeling of Learning) "

في هذا السياق، برزت النمذجة العصبونية كأحد أهم الاتجاهات الحديثة في علوم الأعصاب الحاسوبية (Computational Neuroscience)، حيث تسعى إلى بناء نماذج رياضية وحاسوبية تحاكي بنية وأداء الجهاز العصبي المرتبطة بالتعلم والذاكرة والانتباه واتخاذ القرار .(O'Reilly, Munakata, Frank, & Hazy, 2020) تعتمد هذه النماذج على مبدأ أن الدماغ هو نظام معالجة متوازي موزع (Parallel Distributed Processing) يتكون من عدد هائل من الوحدات البسيطة (الخلايا العصبية) التي تتعلم من خلال تعديل أوزان الارتباطات بينها استجابةً للمدخلات البيئية والتغذية الراجعة.

يتقاطع هذا التوجه بشكل وثيق مع مبادئ علم النفس المعرفي (Cognitive Psychology) الذي أسهم لعقود طويلة في تفسير العمليات العقلية العليا كالانتباه، والذاكرة (العاملة والطويلة الأمد)، والتمثيل المعرفي، والتخطيط، وحل المشكلات، وما وراء المعرفة .(Metacognition) (Baddeley, 2019) تقدم النظريات المعرفية، مثل نظرية الحمل المعرفي (Cognitive Load Theory)لسويلر(Sweller, 2020) ، ونموذج الذاكرة العاملة متعددة المكونات لبادلي (Baddeley, 2019)، إطارًا لفهم حدود وقدرات نظام المعالجة المعلوماتية البشرية، وهو أمر ضروري عند تصميم تجارب تعلم تحاكي الدماغ أو تعزز أداءه.

ومع التطور المتسارع في تطبيقات الذكاء الاصطناعي(Artificial Intelligence Applications) ، خاصة الشبكات العصبونية الاصطناعية (Artificial Neural Networks - ANNs) والتعلم العميق (Deep Learning) والتعلم المعزز(Reinforcement Learning) ، أصبح من الممكن تصميم أنماط تعلم هجينة تحاكي الدماغ البشري بل وتتوقع أداءه في بعض المهام .(LeCun, Bengio, & Hinton, 2015) لم تعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي محدودة بالأدوات المساعدة، بل أصبحت قادرة على محاكاة العمليات المعرفية نفسها، مثل الانتباه (Attention Mechanisms) والذاكرة العاملة (Working Memory in Neural Networks) كما في نماذج Neural Turing Machines (Graves, Wayne, & Danihelka, 2014).

رغم التقدم الملحوظ في كل مجال من هذه المجالات الثلاثة بشكل منفصل، فإن التكامل الحقيقي بينها - أي بناء نموذج تعلم واحد يستفيد من النمذجة العصبونية كآلية، وعلم النفس المعرفي كنظرية، والذكاء الاصطناعي كأداة - لا يزال في مراحله الأولى، خصوصًا في حقل علم النفس التربوي والبحوث التربوية التطبيقية (Clark, 2020; Luck, Aylett, & Dautenhahn, 2022).

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

لذلك، تأتي ورقة العمل هذه لتستشف أفق تكامل هذه المجالات الثلاثة بوصفه رؤية مستقبلية لإعادة هندسة العمليات التعليمية، وتقديم إطار عملي يمكن للباحثين والممارسين التربويين من خلاله البدء في تطبيق مبادئ النمذجة العصبونية التكاملية في سياقات التعلم الحقيقية.

ثانياً: مشكلة ورقة العمل

على الرغم من التقدم النظري والتقني في كل من علم النفس المعرفي والنمذجة العصبونية والذكاء الاصطناعي بشكل منفصل، إلا أن هناك **فجوة بحثية وتطبيقية واضحة** في الأدبيات المتعلقة بتكامل هذه المجالات ضمن إطار تربوي تطبيقي واحد .(Clark, 2020) ويمكن تفصيل هذه المشكلة في النقاط التالية:

١. الانعزال بين التخصصات:

تعمل المجالات الثلاثة غالبًا ضمن مجتمعات بحثية منفصلة (علوم الأعصاب الحاسوبية، علم النفس المعرفي، هندسة الذكاء الاصطناعي، والتربية)، مما يؤدي إلى ندرة الدراسات المشتركة والتكاملية.(Holmes, Bialik, & Fadel, 2019)

غياب النماذج التربوية التكاملية:

معظم النماذج التعليمية الحالية لا تستفيد من المخرجات الحديثة لعلوم الأعصاب الحاسوبية (مثل النماذج العصبونية للذاكرة العاملة أو الانتباه)، كما أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم غالبًا ما تفتقر إلى الأسس المعرفية والعصبونية المرتبطة بكيفية تعلم الدماغ البشري فعليًا.(O'Reilly et al., 2020)

٢. قلة الأدوات التطبيقية:

لا توجد أدوات تربوية كافية (مناهج، أنشطة، برمجيات) مصممة بشكل منهجي لتعكس مبادئ النمذجة العصبونية التكاملية، مما يجعل الانتقال من النظرية إلى التطبيق صعبًا أمام المعلمين والباحثين التربويين.(Luck et al., 2022)

٣. تحديات القياس والتقييم:

كيف يمكن قياس أثر النماذج العصبونية التكاملية على التعلم؟ هل المقاييس السيكومترية التقليدية كافية، أم نحتاج إلى مقاييس عصبونية (مثل التخطيط الكهربائي للدماغ EEG أو مقاييس حاسوبية (مثل تحليل أداء الشبكات العصبونية)؟ هذا السؤال لا يزال دون إجابة واضحة.(Clark, 2020)

السؤال الرئيس لورقة العمل:

بناءً على ما سبق، تتمحور مشكلة ورقة العمل حول السؤال التالي:

كيف يمكن بناء تصور تكاملي للنمذجة العصبونية للتعلم يجمع بين رؤى علم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وما الآليات والأنشطة التطبيقية التي يمكن من خلالها توظيف هذا التكامل في تطوير عمليات التعلم المستقبلية؟

الأسئلة الفرعية:

١. ما الأسس النظرية والتشغيلية التي يمكن أن تربط بين النمذجة العصبونية وعلم النفس المعرفي في سياق التعلم؟ (McClelland, 2019)
٢. كيف يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي (خاصة الشبكات العصبونية الاصطناعية وآليات الانتباه والذاكرة الخارجية) أن تحاكي العمليات المعرفية العليا مثل الانتباه الانتقائي، والذاكرة العاملة، والتذكر طويل الأمد؟(Graves et al., 2016)
٣. ما التطبيقات التربوية الممكنة لنموذج التعلم العصبوني التكاملي، سواء في تصميم المحتوى، أو تخصيص مسارات التعلم، أو التقويم؟(Holmes et al., 2019)
٤. ما التحديات الأخلاقية والعملية التي قد تواجه تطبيق هذه النماذج في المؤسسات التعليمية الحقيقية؟(Luck et al., 2022)

ثالثاً: أهداف ورقة العمل

تسعى ورقة العمل هذه إلى تحقيق الأهداف التالية:

الهدف العام:

تقديم إطار تكاملي للنمذجة العصبونية للتعلم يجمعه مع مبادئ علم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، مع تقديم أنشطة تطبيقية وتوصيات بحثية تمهد الطريق لاستخدام هذه الرؤية في البحوث والممارسات التربوية المستقبلية.

الأهداف التفصيلية:

١. **بناء أرضية مفاهيمية مشتركة :**تعريف المشاركين بالمفاهيم الأساسية للنمذجة العصبونية، وعلم النفس المعرفي، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وكيفية تقاطعها في سياق التعلم.
٢. **تحليل آليات المحاكاة العصبونية :**عرض وتحليل كيفية عمل الشبكات العصبونية الاصطناعية وآليات الانتباه والذاكرة فيها كمحاكاة للعمليات المعرفية البشرية (مثل الانتباه، والتذكر، وحل المشكلات، والتحكم التنفيذي)
٣. **تصميم سيناريوهات تربوية تطبيقية :**تدريب المشاركين على تصميم سيناريوهات تعليمية (في مجالات مختلفة كالرياضيات، اللغة، العلوم، المهارات) تستفيد من مبادئ النمذجة العصبونية التكاملية.
٤. **مناقشة التحديات الأخلاقية والعملية :**فتح حوار نقدي حول التحديات الأخلاقية (مثل خصوصية البيانات العصبية، العدالة في الوصول إلى التقنيات، مخاطر التبسيط المفرط للنماذج) والعملية (مثل الكلفة، التدريب، البنية التحتية)
٥. **استشراف آفاق مستقبلية :**صياغة رؤية استشرافية لكيفية تطور البحث التربوي في ضوء هذا التكامل خلال السنوات ٥-١٠ القادمة.
٦. **تقديم توصيات بحثية وتطبيقية محددة :**صياغة قائمة بتوصيات قابلة للتنفيذ للباحثين التربويين والمصممين التعليميين وصناع السياسات.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

رابعاً: مفاهيم أساسية (قاموس المصطلحات)

قبل الدخول في الإطار النظري، يمكن توضيح المفاهيم الأساسية التالية:

جدول ١ مفاهيم أساسية

المصطلح (بالإنجليزية)	التعريف الموجز
Neural Modeling	بناء نماذج حاسوبية تحاكي بنية ووظيفة الجهاز العصبي، خاصة عمليات التعلم والتشابك العصبي.
Cognitive Psychology	دراسة العمليات العقلية الداخلية كالانتباه، الذاكرة، التفكير، حل المشكلات، وما وراء المعرفة.
Artificial Neural Networks (ANNs)	نماذج تعلم آلي مستوحاة من الدماغ البيولوجي، تتكون من طبقات من الخلايا العصبية الاصطناعية المتصلة عبر أوزان قابلة للتعديل.
Synaptic Plasticity	قدرة المشابك العصبية (الوصلات بين الخلايا العصبية) على تقوية أو إضعاف ارتباطاتها استجابة للنشاط والتعلم.
Working Memory	النظام المعرفي المسؤول عن الاحتفاظ المؤقت والمعالجة المتزامنة للمعلومات اللازمة للمهام المعرفية المعقدة.
Attention Mechanisms	آليات في الشبكات العصبونية الاصطناعية تسمح للنموذج بالتركيز على أجزاء محددة من المدخلات، محاكية للانتباه البشري.
Reinforcement Learning	نوع من التعلم الآلي حيث يتعلم الوكيل (Agent) السلوك المثالي من خلال التفاعل مع البيئة وتلقي المكافآت أو العقوبات.
Computational Cognitive Neuroscience	مجال متعدد التخصصات يهدف إلى بناء نماذج حاسوبية للعمليات المعرفية مستندة إلى البنية والوظيفة العصبية.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

جدول ٢ مفاهيم مرتبطة

المصطلح (عربي)	المصطلح (إنجليزي)	تعريف مختصر
الانتباه	Attention	آلية معرفية وعصبونية تسمح بتركيز الموارد الحاسوبية/العصبية على أجزاء محددة من المدخلات.
الانتشار العكسي	Backpropagation	خوارزمية تدريب الشبكات العصبونية تحسب خطأ المخرج وتنشره للخلف لتعديل الأوزان.
التحكم التنفيذي	Executive Control	العمليات المعرفية العليا المسؤولة عن التخطيط والتثبيط والمرونة المعرفية.
الحمل المعرفي	Cognitive Load	مقدار الجهد العقلي المستخدم في الذاكرة العاملة أثناء أداء مهمة تعليمية.
الذاكرة العاملة	Working Memory	النظام المعرفي للاحتفاظ المؤقت والمعالجة المتزامنة للمعلومات.
الشبكة العصبونية الاصطناعية	Artificial Neural Network (ANN)	نموذج حاسوبي مستوحى من الدماغ البيولوجي، يتكون من طبقات من الوحدات (الخلايا العصبية الاصطناعية).
التعلم المعزز	Reinforcement Learning (RL)	نوع من التعلم الآلي حيث يتعلم الوكيل السلوك الأمثل من خلال التفاعل مع البيئة وتلقي المكافآت أو العقوبات.
التشابك العصبي (اللدونة المشبكية)	Synaptic Plasticity	قدرة المشابك العصبية على تقوية أو إضعاف ارتباطاتها استجابة للنشاط، وهي الآلية الحيوية الأساسية للتعلم والذاكرة.
النمذجة العصبونية	Neural Modeling	بناء نماذج حاسوبية ورياضية تحاكي بنية ووظيفة الجهاز العصبي.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

المصطلح (عربي)	المصطلح (إنجليزي)	تعريف مختصر
قاعدة هيب	Hebbian Rule	قاعدة تعلم غير إشرافية تنص على أن "الخلايا التي تنشط معًا ترتبط معًا (Cells that fire together wire together)."
ما وراء المعرفة	Metacognition	معرفة الفرد بعملياته المعرفية، وقدرته على مراقبتها وتنظيمها.
نموذج المحول	Transformer	بنية شبكة عصبونية تعتمد على آليات الانتباه متعددة الرؤوس وغير معتمدة على التكرار (Non-recurrent).

خامساً: الإطار النظري

المحور الأول: النمذجة العصبونية للتعلم(Neural Modeling of Learning)

تعني النمذجة العصبونية بناء نماذج حاسوبية رياضية تحاكي بنية وأداء الجهاز العصبي، خاصة عمليات التعلم والتشابك العصبي .(Synaptic Plasticity) تستند هذه النماذج إلى مبادئ الدماغ الموزع المتوازي (Parallel Distributed Processing)حيث تتم المعالجة عبر شبكات من الوحدات البسيطة (الخلايا العصبية الاصطناعية) التي تتعلم من خلال تعديل أوزان الارتباطات بينها.(O'Reilly et al., 2020)

أ. أسس النمذجة العصبونية:

- **الوحدة الأساسية (الخلية العصبية الاصطناعية :(**تستقبل مدخلات متعددة، تجمعها (عادة بجمع مرجح)، وتطبق دالة تنشيط (مثل سيجمويد أو ReLU) لإنتاج مخرج.
- **الشبكة :**مجموعة من الخلايا العصبية الاصطناعية مرتبة في طبقات (مدخلات، مخفية، مخرجات).
- **التعلم (التدريب :(**عملية تعديل أوزان الارتباطات لتقليل الخطأ بين المخرج الفعلي والمخرج المطلوب، باستخدام خوارزميات مثل الانتشار العكسي.(Backpropagation)
- **التشابك العصبي الاصطناعي :**قاعدة هيب (Hebbian Rule) التي تنص على أن "الخلايا التي تنشط معًا ترتبط معًا " (Cells that fire together wire together).

ب. أنواع النماذج العصبونية في سياق التعلم:

- **النماذج الإشرافية :(Supervised)** تتعلم من أمثلة مصنفة (مثل التمييز بين صور قطط وكلاب).

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

- **النماذج غير الإشرافية :(Unsupervised)** تكتشف أنماطًا بدون تصنيف مسبق (مثل التجميع).
- **النماذج المعززة :(Reinforcement)** تتعلم من خلال المكافآت والعقوبات.

ج. أهمية النمذجة العصبونية لفهم التعلم البشري:

تسمح النماذج العصبونية باختبار الفرضيات حول آليات التعلم البشري بشكل دقيق وقابل للقياس. على سبيل المثال، يمكن محاكاة كيفية تعلم الطفل للمضارع المنتظم والشاذ في اللغة الإنجليزية من خلال شبكة عصبونية بسيطة، ثم مقارنة أداء النموذج بأداء الأطفال الحقيقيين.(McClelland, 2019)

المحور الثاني: علم النفس المعرفي(Cognitive Psychology)

يركز علم النفس المعرفي على دراسة العمليات العقلية الداخلية كالانتباه، والذاكرة (العاملة والطويلة الأمد)، والتمثيل المعرفي، وما وراء المعرفة .(Baddeley, 2019) تقدم نظريات علم النفس المعرفي إطارًا لفهم حدود وقدرات معالجة المعلومات البشرية، وهو أمر ضروري عند تصميم تجارب تعلم تحاكي الدماغ أو تعزز أداءه.

أ. الذاكرة العاملة:(Working Memory)

تعد الذاكرة العاملة أحد أهم المفاهيم المعرفية لفهم التعلم. نموذج بادلي (Baddeley, 2019) يقسمها إلى أربعة مكونات:

١. **الحلقة الفونولوجية :(Phonological Loop)** مسؤولة عن معالجة المعلومات الصوتية واللفظية.
٢. **اللوح البصري المكاني :(Visuospatial Sketchpad)** مسؤول عن معالجة المعلومات البصرية والمكانية.
٣. **المُنسق المركزي :(Central Executive)** مسؤول عن الانتباه والتحكم التنفيذي وتنسيق النظامين الفرعيين.
٤. **المخزن المؤقت للحوادث :(Episodic Buffer)** يربط المعلومات من الأنظمة الفرعية مع الذاكرة طويلة الأمد.

ب. نظرية الحمل المعرفي:(Cognitive Load Theory)

اقترح سولير (Sweller, 2020) هذه النظرية التي تميز بين ثلاثة أنواع من الحمل المعرفي:

١. **الحمل المعرفي الجوهري :(Intrinsic Load)** يعتمد على تعقيد المادة التعليمية نفسها.
٢. **الحمل المعرفي الخارجي :(Extraneous Load)** ينشأ من طريقة عرض المحتوى (مثل التصميم السيئ).
٣. **الحمل المعرفي النافع :(Germane Load)** يرتبط بالعمليات المعرفية التي تؤدي إلى بناء تمثيلات معرفية وتعلم عميق.

الهدف من التصميم التعليمي الجيد هو تقليل الحمل الخارجي، وإدارة الحمل الجوهري، وتعظيم الحمل النافع.

ج. ما وراء المعرفة:(Metacognition)

تشير إلى قدرة المتعلم على مراقبة وتنظيم عملياته المعرفية، بما في ذلك التخطيط، والمراقبة، والتقييم(Flavell, 1979) ، مرجع كلاسيكي، مع تحديثات في .(Brown, 2018 وقد أظهرت الدراسات أن تعزيز مهارات ما وراء المعرفة يحسن التعلم بشكل كبير.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

المحور الثالث: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعلم(AI Applications in Learning)

تتضمن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعلم تقنيات عدة، أبرزها:

أ. الشبكات العصبونية الاصطناعية:(ANNs)

وهي نماذج تعلم عميق مستوحاة من الدماغ البيولوجي، تستخدم في التصنيف، والتوقع، والتعرف على الأنماط. في السياق التربوي، يمكن استخدامها لـ:

- التنبؤ بأداء الطلاب.(Predictive Analytics)
- تصنيف أنماط التعلم.(Learning Styles Classification)
- كشف صعوبات التعلم مبكرًا.(Early Detection of Learning Difficulties)

ب. آليات الانتباه والمحولات:(Attention Mechanisms & Transformers)

أحدثت تقنية المحولات (Vaswani et al., 2017) ثورة في معالجة اللغة الطبيعية. آليات الانتباه تسمح للنموذج بالتركيز على أجزاء مختلفة من المدخلات (مثل كلمات في جملة) بشكل تكيفي. في التعليم، يمكن استخدامها لـ:

- بناء أنظمة تدريس ذكية (Intelligent Tutoring Systems) تفهم أسئلة الطلاب بلغة طبيعية.
- تحليل النصوص الطويلة (مثل مقالات الطلاب) وتقديم تغذية راجعة مركزة.

ج. التعلم المعزز:(Reinforcement Learning - RL)

حيث يتعلم الوكيل (Agent) من خلال التفاعل مع البيئة وتعزيز السلوكيات الناجحة بالمكافآت. في السياق التربوي، يمكن استخدام RL لـ:

- تصميم مسارات تعلم شخصية تتكيف مع استجابات الطالب (مثل نظام يزيد صعوبة المسائل عندما يجيب الطالب بشكل صحيح ويقللها عندما يخطئ).
- محاكاة بيئات تعلم تفاعلية (مثل ألعاب تعليمية).

د. الأنظمة التكيفية:(Adaptive Systems)

هي أنظمة تضبط المحتوى والمسار التعليمي وفقًا لأداء المتعلم واحتياجاته الفردية. تعتمد غالبًا على مزيج من الشبكات العصبونية والتعلم المعزز والتقنيات الإحصائية.(Holmes et al., 2019)

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

المحور الرابع: التكامل المقترح بين المجالات الثلاثة

يتقاطع المجالات الثلاثة في مفهوم**" المعالجة الموزعة المتوازية للتعلم (Parallel Distributed Processing) " (for Learning)**، حيث:

جدول ٢ التكامل المقترح بين النمذجة العصبونية وعلم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي

المجال	الدور في التكامل
النمذجة العصبونية	تقدم الآلية الحسابية الأساسية (كيف تتم المعالجة والتمثيل والتعلم على مستوى الشبكة).
علم النفس المعرفي	يقدم الإطار الوظيفي والنظري (ما العمليات العقلية التي تحدث، وما حدودها).
تطبيقات الذكاء الاصطناعي	تقدم الأدوات التقنية والتطبيقية (كيف ننفذ هذه الآليات برمجيًا وفي سياقات حقيقية).

نموذج التكامل الهرمي المقترح (الطبقات الثلاث):

- **طبقة نظرية عليا :(Top Theory Layer)** مبادئ علم النفس المعرفي (نظرية الحمل المعرفي، الذاكرة العاملة، ما وراء المعرفة).
- **طبقة آلية وسطى :(Middle Mechanism Layer)** النماذج العصبونية الرياضية والحاسوبية (شبكات عصبونية، آليات انتباه، تعلم معزز).
- **طبقة تطبيقية دنيا :(Bottom Application Layer)** أدوات وتطبيقات ذكاء اصطناعي (أنظمة تكيفية، منصات تعلم، برمجيات محاكاة).

مثال تطبيقي لتوضيح التكامل:

- **الهدف التعليمي :**تعزيز قدرة الطالب على تذكر المفردات الجديدة في لغة أجنبية.
- **المعرفة المعرفية (علم النفس المعرفي :(**الحلقة الفونولوجية في الذاكرة العاملة محدودة السعة وتحتاج إلى تكرار وإعادة ترميز للانتقال إلى الذاكرة طويلة الأمد.
- **النمذجة العصبونية :**يمكن استخدام شبكة عصبونية متكررة (RNN) لمحاكاة عملية التكرار والتعزيز المشبكي، حيث يزيد وزن الارتباط بين وحدة تمثل المفردة ووحدة تمثل معناها كلما تم التكرار.
- **تطبيق الذكاء الاصطناعي :**تطبيق تكيفي للهاتف المحمول يستخدم التعلم المعزز لجدولة مراجعة المفردات في أوقات مثالية (حسب نموذج منحنى النسيان لإبنجهاوس ولكنه معدل باستخدام الشبكات العصبونية التي تتنبأ بلحظة النسيان الفردية لكل طالب).

سادساً: النماذج التفسيرية الرئيسية للتكامل

النموذج الأول: نموذج المعالجة الموزعة المتوازية لـ(1986) McClelland & Rumelhart ، ومراجعات ٢٠١٩)

يعد هذا النموذج الكلاسيكي أساسًا للعديد من المحاولات التكاملية. يفترض النموذج أن الإدراك والتعلم ينشأ من تفاعل عدد كبير من الوحدات البسيطة (الشبيهة بالخلايا العصبية) المتصلة فيما بينها، دون الحاجة إلى قواعد صريحة أو تمثيلات رمزية. في هذا النموذج، التعلم هو تعديل تدريجي لأوزان الارتباطات.

ما يقدمه للتكامل:

- يوفر آلية عصبونية واضحة لعمليات التعلم والتذكر والتعميم.
- يتوافق مع نتائج علم النفس المعرفي حول التعلم الضمني والتصنيف.
- يمكن تنفيذه بسهولة باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي الحالية (مثل مكتبات TensorFlow و.(PyTorch

النموذج الثاني: نموذج الذاكرة العاملة العصبوني (Neural Working Memory Model) لـ O'Reilly et al. (2020)

يقدم هذا النموذج تفسيرًا عصبونيًا للذاكرة العاملة، حيث يتم الاحتفاظ بالمعلومات ليس من خلال نشاط مستمر في حلقة مغلقة فقط، بل من خلال آليات تشابكية قصيرة المدى وآليات انتباه انتقائي.

ما يقدمه للتكامل:

- يربط بين بنية القشرة الجبهية (المرتبطة بالذاكرة العاملة في علم النفس العصبي) وآليات الشبكات العصبونية المتكررة.
- يقدم تفسيرًا لظاهرة الانتباه الانتقائي وكيفية توجيه الموارد العصبونية للمعلومات الأكثر صلة.
- يسمح بتصميم بيئات تعلم تحاكي نقاط الضعف في الذاكرة العاملة (مثل حالات عسر الانتباه) وتقدم دعمًا مخصصًا.

النموذج الثالث: نموذج المحولات العصبوني المعرفي (Cognitive Neural Transformer) المقترح في هذه الورقة

بناءً على المراجع السابقة، تقترح ورقة العمل نموذجًا أوليًا يجمع بين:

- **آليات الانتباه متعددة الرؤوس (Multi-Head Attention)** من نماذج المحولات (Vaswani et al., 2017) لمحاكاة الانتباه البشري الانتقائي والقابل للتوجيه.
- **مكون ذاكرة عاملة صريح (Explicit Working Memory Component)** مستوحى من نموذج بادلي (٢٠١٩)، ويكون قابلاً للقراءة والكتابة كما في.(Neural Turing Machines (Graves et al., 2014
- **قاعدة تعلم تشابكية مستوحاة من النماذج العصبونية الحيوية** مثل قاعدة هيب المعدلة.(O'Reilly et al., 2020)
- **طبقة ما وراء معرفة (Metacognitive Layer)** تراقب أداء النموذج وتضبط معلماته الداخلية (مثل معدل التعلم، مدى الانتباه)، محاكية للعمليات ما وراء المعرفية لدى الإنسان.(Brown, 2018)

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

سابعاً: منهجية ورقة العمل والأنشطة التطبيقية

تتبنى ورقة العمل **المنهج التفاعلي التطبيقي القائم على التدريب العملي والمحاكاة والنقاش الجماعي**، وذلك عبر الأنشطة التالية. المدة الإجمالية المقترحة لورقة العمل **3 :ساعات)** مع استراحة لمدة ١٥ دقيقة).

النشاط الأول (٢٠ دقيقة): عصف ذهني تمهيدي ومناقشة الخبرات السابقة

الهدف :استكشاف التصورات القبلية للمشاركين حول العلاقة بين التعلم البشري والذكاء الاصطناعي.

الإجراءات:

١. يطرح facilitator السؤال المفتوح" :كيف يتعلم الدماغ البشري في رأيك؟ وما أوجه الشبه والاختلاف بين طريقة تعلم الدماغ البشري وطريقة تعلم الذكاء الاصطناعي (مثلChatGPT؟"
٢. يُطلب من المشاركين كتابة إجاباتهم على بطاقات لاصقة(Post-it) ، ثم لصقها على سبورة رقمية أو حائطية مقسمة إلى عمودين (شبه / اختلاف).
٣. يناقش facilitator الإجابات الأكثر تكرارًا، ويربطها بالمفاهيم الأساسية (التشابك العصبي، الذاكرة العاملة، الانتشار العكسي، التعلم المعزز).
٤. يُختتم النشاط بتقديم خريطة تمهيدية لمحاور ورقة العمل.

المخرجات :قائمة جماعية بالتصورات الأولية، وكشف للفجوات والمفاهيم الخاطئة الشائعة.

النشاط الثاني (٤٠ دقيقة): محاكاة شبكة عصبونية بسيطة - تطبيق عملي

الهدف :إتاحة الفرصة للمشاركين لبناء وتجربة شبكة عصبونية بسيطة بشكل مباشر، وفهم مبادئ التعلم والتشابك العصبي الاصطناعي.

الإجراءات:

١. **جزء أول (٢٠ دقيقة) - محاكاة ورقية :(Unplugged Activity)** في مجموعات صغيرة (٣-٤ أشخاص)، يقوم المشاركون بمحاكاة شبكة عصبونية بسيطة باستخدام بطاقات وأوزان مرسومة. المهمة: تصنيف أشكال بسيطة (مثل: دائرة، مربع، مثلث) استنادًا إلى مدخلين (عدد الزوايا، وجود انحناءات). تقوم كل مجموعة بتعديل الأوزان "يدويًا" لتقليل الخطأ. هذا النشاط الورقي يوضح مبدأ الانتشار العكسي بشكل ملموس.
٢. **جزء ثان (٢٠ دقيقة) - محاكاة حاسوبية :**يستخدم المشاركون أداة تفاعلية مبسطة (إذا توفرت الأجهزة، يمكن استخدام TensorFlow Playgroundعلى المتصفح، أو تطبيق محاكاة مبسط يتم توزيعه مسبقًا) لبناء شبكة عصبونية بسيطة من طبقة مخفية واحدة تتعلم التمييز بين أنماط بصرية أو منطقية (مثل.(XOR
٣. يناقش facilitator التجربة، ويطرح أسئلة مثل" :كيف تتصرف الشبكة عند زيادة عدد الخلايا العصبية في الطبقة المخفية؟ ماذا يحدث عند زيادة معدل التعلم؟ كيف يمكن ربط ذلك بظواهر تعلم بشري مثل التسرع في التعلم أو الحفظ عن ظهر قلب؟"

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

المخرجات :فهم عملي (ولو مبسط) لآليات الشبكات العصبونية، وقدرة على الربط بين المصطلحات المجردة (الوزن، التحيز، دالة التنشيط) وعمليات التعلم.

النشاط الثالث (٤٥ دقيقة): تصميم سيناريو تعليمي تكاملي (عمل مجموعات مصغر)

الهدف :تطبيق الإطار التكاملي (النمذجة العصبونية - علم النفس المعرفي - الذكاء الاصطناعي) لتصميم سيناريو تعليمي حقيقي (أو جزء منه) في مجال محدد.

الإجراءات:

١. يُقسم المشاركون إلى مجموعات صغيرة (٤-٥ أشخاص)، وتختار كل مجموعة (أو تُخصص) مجالاً تعليميًا: (أ) تعليم الرياضيات (مثل الكسور، الجبر)، (ب) تعليم اللغة (مثل اكتساب المفردات، القواعد)، (ج) تعليم العلوم (مثل الدورة الدموية، التفاعلات الكيميائية)، (د) المهارات الاجتماعية أو حل المشكلات.

٢. تطلب كل مجموعة تصميم سيناريو تعليمي واحد (أو فكرة تطبيقية) يستوفي العناصر الثلاثة التالية:

- **عنصر معرفي (علم نفس معرفي :(**مبدأ معرفي واحد على الأقل مستخلص من الإطار النظري (مثال: تقليل الحمل المعرفي الخارجي، استخدام التكرار المتباعد، تنشيط المعرفة السابقة، تعزيز ما وراء المعرفة).
- **آلية عصبونية محاكاة :**اقتراح لآلية مستوحاة من النمذجة العصبونية (مثال: تغذية راجعة قائمة على تعزيز التشابكات العصبية، تكييف صعوبة المهمة استجابة لـ "خطأ التوقع" الشبيه بالانتشار العكسي، محاكاة منحنى النسيان باستخدام شبكة عصبونية).
- **أداة ذكاء اصطناعي :**اقتراح لتقنية ذكاء اصطناعي محددة يمكنها تنفيذ هذه الآلية (مثال: نظام تكيفي يعتمد على التعلم المعزز، شبكة عصبونية متكررة لمحاكاة التكرار، نموذج محول لتحليل إجابات الطلاب المفتوحة).

٣. بعد انتهاء التصميم (٢٥ دقيقة)، تُعرض كل مجموعة سيناريوها على بقية المشاركين في جلسة سريعة (٣-٤ دقائق لكل مجموعة).

٤. يقدم facilitator تغذية راجعة موجزة ويلفت الانتباه إلى الأفكار المبتكرة والتحديات المشتركة.

المخرجات :مجموعة من ٤-٦ سيناريوهات تعليمية تكاملية أولية يمكن تحويلها لاحقًا إلى مشاريع بحثية أو تطويرية. (سيتم توثيق هذه السيناريوهات وتوزيعها على المشاركين بعد الورشة).

النشاط الرابع (٣٠ دقيقة): مناقشة جماعية للتحديات والفرص (باتجاهين)

الهدف :فتح نقاش نقدي حول الجوانب العملية والأخلاقية لتطبيق النمذجة العصبونية التكاملية في السياقات التربوية الحقيقية.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

الإجراءات:

تُطرح الأسئلة التالية على المجموعة الكبيرة، ويتم تسجيل الإجابات الرئيسية على سبورة رقمية أو لوحة قلب:

أولاً: التحديات (الواقعية والأخلاقية)

١. ما المعوقات العملية التي قد تواجه تطبيق هذه النماذج في المدارس أو الجامعات (من حيث التكلفة، البنية التحتية، تدريب المعلمين، مقاومة التغيير)؟
٢. ما التحديات الأخلاقية المحتملة؟ (خصوصية البيانات العصبية للطلاب - إن تم جمعها، العدالة في الوصول إلى التقنيات المتقدمة، مخاطر استبدال المعلم بالآلة، التحيز الخوارزمي).
٣. كيف يمكن تجنب "التبسيط المفرط" للتعلم البشري عند النمذجة؟ (هل يمكن أن تؤدي النماذج العصبونية إلى اختزالية غير مبررة؟)

ثانيًا: الفرص والإمكانات

١. ما الفرص التعليمية التي قد تتيحها هذه النماذج والتي لا تستطيع النماذج التقليدية تحقيقها؟ (مثل التعلم شديد التخصيص، التنبؤ المبكر بصعوبات التعلم، تصميم تدخلات دقيقة).
٢. كيف يمكن لهذه النماذج أن تفيد فئات خاصة (مثل الطلاب ذوي صعوبات التعلم، الموهوبين، متعلمي اللغة الثانية)؟

المخرجات :قائمة جماعية بالتحديات والفرص، بالإضافة إلى توصيات أولية (سيتم صقلها في قسم التوصيات لاحقًا).

النشاط الخامس (٢٠ دقيقة): صياغة فكرة بحثية أو تطويرية أولية

الهدف :تحويل الأفكار التي تمت مناقشتها إلى خطة عمل ملموسة (حتى لو كانت أولية) يمكن للمشاركين البدء فيها بعد الورشة.

الإجراءات:

١. يُطلب من كل مشارك (أو كل مجموعة صغيرة) كتابة **بطاقة فكرة** واحدة في الصيغة التالية:
   - **عنوان الفكرة (سطر واحد)**
   - **المجال التعليمي المستهدف**
   - **العنصر التكاملي الرئيسي (أي من المجالات الثلاثة يحظى بالتركيز الأكبر)**
   - **خطوة عملية واحدة يمكن تنفيذها خلال ٣ أشهر)** مثل: مراجعة أدبيات، تصميم نموذج أولي بسيط، إجراء دراسة حالة، تطوير مقياس).
٢. يجمع facilitator هذه البطاقات، ويقرأ بعض الأمثلة المتميزة بصوت عالٍ.

المخرجات :مجموعة من الأفكار العملية التي يمكن تحويلها إلى مشاريع صغيرة أو رسائل علمية أو مقترحات تطويرية.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

ثامناً: تطبيقات تربوية مقترحة (سيناريوهات)

استكمالاً للنشاط الثالث، نقدم هنا نماذج من السيناريوهات التطبيقية المحتملة (يمكن استخدامها كأمثلة في بداية النشاط أو توزيعها على المشاركين):

السيناريو ١: التكيف مع منحنى النسيان الفردي (لتعلم المفردات)

- **المجال :**تعلم اللغة الثانية.
- **المبدأ المعرفي :**منحنى النسيان (Ebbinghaus) والتكرار المتباعد - (Spaced Repetition) يحتاج الدماغ إلى تعرضات متكررة ومتباعدة زمنيًا لتثبيت الذاكرة طويلة المدى.
- **الآلية العصبونية :**نموذج عصبوني يحاكي قوة المشبك (Synaptic Weight) كدالة لعدد التكرارات ومدى تباعدها الزمني.
- **أداة الذكاء الاصطناعي :**نموذج تعلم معزز (RL) يقرر متى يعرض كل بطاقة تعليمية (مفردة) بحيث يكون التوقيت "على حافة النسيان" لكل طالب على حدة. يتعلم النموذج من استجابات الطالب (صحيح/خطأ، زمن الاستجابة).
- **التطبيق العملي :**تطبيق هاتف مثل Anki لكن مزود بخوارزمية عصبونية معززة (بدلاً من SM-2 التقليدية).

السيناريو ٢: معلم الرياضيات التكيفي (دعم الذاكرة العاملة)

- **المجال :**تعليم الرياضيات (مثل حل المعادلات).
- **المبدأ المعرفي :**الحمل المعرفي الجوهري (حل المعادلة يتطلب تذكر عدة خطوات واحتفاظها في الذاكرة العاملة) والحمل الخارجي (طريقة عرض المسألة).
- **الآلية العصبونية :**نموذج عصبوني يراقب "الذاكرة العاملة" للنموذج نفسه (عدد المتغيرات المخزنة مؤقتًا)، وعندما يقترب من السعة القصوى، يقترح تبسيطًا.
- **أداة الذكاء الاصطناعي :**شبكة عصبونية متكررة (RNN) مع آلية انتباه وذاكرة خارجية قابلة للقراءة والكتابة (Neural Turing Machine)لتتبع حالة حل الطالب للمسألة خطوة بخطوة. تقدم النظام تغذية راجعة فورية، وإذا اكتشفت أن الطالب يحاول الاحتفاظ بعدد كبير جدًا من الخطوات الوسيطة، تقترح تقسيم المسألة أو توفير "مذكرة رقمية" مؤقتة لتخفيف الحمل المعرفي.
- **التطبيق العملي :**نظام تعليمي ذكي (ITS) للرياضيات يتكيف مع سعة الذاكرة العاملة الفردية للطالب، وهو مفيد بشكل خاص للطلاب ذوي صعوبات التعلم وعسر الانتباه.

السيناريو ٣: المحاكي ما وراء المعرفي (لتنمية مهارات التفكير)

- **المجال :**التفكير النقدي وحل المشكلات.
- **المبدأ المعرفي :**ما وراء المعرفة (مراقبة الفرد وتنظيمه لعملياته المعرفية). الطالب الماهر ما ورائيًا يستطيع السؤال: "هل أفهم؟ ما الاستراتيجية التي أستخدمها؟ كيف يمكنني تحسينها؟"

- **الآلية العصبونية :**نموذج عصبوني بطبقتين: طبقة سفلية تحل المشكلة، وطبقة عليا (ما ورائية) تراقب أداء الطبقة السفلية وتضبط معالمها (مثل معدل "التعلم" للشبكة أو درجة "الانتباه" لجزء معين من المشكلة).
- **أداة الذكاء الاصطناعي :**نظام يعتمد على التعلم المعزز العميق (Deep RL) حيث تتلقى الطبقة الماورائية "مكافأة" كلما تحسن أداء الطبقة السفلية (أي كلما تعلم الطالب بشكل أفضل). يقوم النظام بتدريب الطالب ليس فقط على حل المشكلات، بل أيضًا على التفكير بصوت عالٍ (الذي يحلله نموذج معالجة لغة طبيعية) ثم يقدم تغذية راجعة حول مدى دقة مراقبته الذاتية.
- **التطبيق العملي :**بيئة تعلم تفاعلية تدمج بين تمارين حل المشكلات و"مدرب ما ورائي" اصطناعي يساعد الطالب على تطوير حديثه الذاتي التنظيمي.

تاسعاً: تحديات وآفاق مستقبلية

أ. التحديات الرئيسية:

١. **تحديات معرفية منهجية:**

- **الاختزالية :**خطر تبسيط التعلم البشري الشديد التعقيد إلى مجرد شبكات رياضية، وتجاهل دور العواطف، والسياق الاجتماعي، والخبرة الجسدية (الجسدنة Embodiment).
- **مشكلة القياس :**كيف نثبت أن نموذجًا عصبونيًا معينًا يحاكي فعليًا عملية تعلم بشري حقيقية وليس مجرد أداء إحصائي مشابه؟ هناك حاجة إلى "قياس مشترك" يجمع بين المؤشرات السلوكية (زمن الاستجابة، الصحة (والمؤشرات العصبيةEEG) ، (fMRIوالمؤشرات الحاسوبية (دقة النموذج، سرعة التقارب).

٢. **تحديات تقنية وعملية:**

- **الكلفة :**تدريب نماذج عصبونية عميقة يتطلب بنية تحتية حسابية ضخمةGPUs) ، (TPUsوقد لا تكون متاحة للمؤسسات التعليمية في البلدان النامية.
- **الشفافية وقابلية التفسير :(Explainability)** غالبًا ما تكون نماذج التعلم العميق "صناديق سوداء". إذا أعطى النظام توصية تعليمية (مثل: "هذا الطالب يحتاج إلى تدخل خاص")، فيجب على المعلم فهم سبب هذه التوصية. مجال الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI) لا يزال في بداياته.
- **خصوصية البيانات :**جمع البيانات العصبونية (مثل تخطيط الدماغ) أو حتى السلوكية الدقيقة (كل نقرة، كل تأخير في الاستجابة) يثير مخاوف خصوصية كبرى.

٣. **تحديات بشرية وأخلاقية:**

- **استبدال المعلم؟ :**هناك قلق من أن تؤدي هذه التقنيات إلى تقليص دور المعلم، بينما الرؤية الصحيحة هي أن تكون أداة مساعدة للمعلم، وليست بديلة عنه.
- **التحيز والتمييز :**إذا دُرِّبت النماذج على بيانات من مجموعات طلابية معينة (مثل مدارس خاصة في المدن الكبرى)، فقد لا تعمل بشكل جيد (بل وقد تميز) ضد طلاب من خلفيات مختلفة.
- **العدالة في الوصول :**قد تزيد هذه التقنيات من الفجوة التعليمية بين الأغنياء (الذين يمكنهم تحمل تكاليف الأنظمة المتقدمة) والفقراء.

ب. الآفاق المستقبلية:

١. **دمج العلوم العصبية التجريبية:** بدلاً من استخدام النماذج العصبونية فقط كأدوات حاسوبية، يمكن دمجها مع بيانات فعلية من تخطيط الدماغ (EEG) أو التصوير الوظيفي (fMRI) لبناء نماذج "مزدوجة" (أي نموذج حاسوبي يتم معايرته بواسطة بيانات عصبية حقيقية من المتعلمين الأحياء).

٢. **التعلم العاطفي العصبوني:(Affective Neural Learning)** إضافة مكونات عاطفية إلى النماذج (محاكاة للدوبامين، السيروتونين، والأدرينالين كإشارات للمكافأة، والإنذار، والتشويق). هذا يمهد الطريق لأنظمة تعلم حساسة للحالة العاطفية للطالب.

٣. **النمذجة على مستوى الدائرة العصبية:(Circuit-Level Modeling)** بدلاً من الخلايا العصبية الاصطناعية المبسطة، يمكن بناء نماذج تحاكي دوائر قشرية محددة (مثل الحُصين للذاكرة المكانية والسيرية، القشرة الجبهية للتخطيط). هذا سيزيد من الدقة البيولوجية.

٤. **من التكامل إلى التكافل:(Integration to Symbiosis)** الهدف النهائي ليس مجرد نموذج يحاكي التعلم البشري، بل نظام تكافلي (معلم-آلة-طالب) حيث يقوم الذكاء الاصطناعي بتوسيع قدرات المتعلم المعرفية، والمتعلم يقوم بتوجيه الذكاء الاصطناعي وإثرائه (وهذا يشبه مفهوم الذكاء المعزز.(Augmented Intelligence -

عاشراً: نتائج ورقة العمل المتوقعة

بناءً على الأنشطة والنقاشات المذكورة، يُتوقع أن تخرج ورقة العمل بالنتائج التالية:

١. **فهم مشترك :**يكتسب المشاركون فهمًا مشتركًا وأساسيًا لمفاهيم النمذجة العصبونية وعلم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وقدرتهم على التمييز بين النماذج التقليدية والنماذج العصبونية التكاملية للتعلم.

٢. **قدرة على التصميم الأولي :**يتمكن المشاركون من تصميم سيناريوهات تعليمية بسيطة (لكن منهجية) تستفيد من هذا التكامل، في مجالات تعليمية متنوعة.

٣. **قائمة تحديات وفرص :**تتبلور قائمة بالتحديات العملية والأخلاقية التي تحتاج إلى بحث معمق، وكذلك الفرص التعليمية الواعدة.

٤. **شبكة تعاون محتملة :**يتم تحديد مشاركين مهتمين بالتعاون المستقبلي (مشاريع بحثية مشتركة، تطوير أدوات، نشر ثقافي) بين الباحثين التربويين والمتخصصين في علوم الحاسوب وعلم النفس المعرفي.

٥. **توصيات أولية :**يتم صياغة توصيات أولية قصيرة المدى (٦-١٢ شهرًا) ومتوسطة المدى (١-٣ سنوات).

٦. **مخرجات ملموسة :**حقيبة إلكترونية (موارد، أوراق مرجعية، أمثلة سيناريوهات، روابط لأدوات مجانية) يتم توزيعها على المشاركين بعد الورشة.

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

حادي عشر: توصيات ورقة العمل

بناءً على مجمل النقاشات والنتائج المتوقعة، تقدم ورقة العمل التوصيات التالية مقسمة حسب الجهة المعنية:

أولاً: توصيات للباحثين التربويين(Academic Researchers)

١. **إجراء دراسات تجريبية مزدوجة :(Double-Blind Experimental Studies)** تصميم دراسات تقارن بين مجموعات تتعلم باستخدام أنظمة مبنية على النمذجة العصبونية التكاملية مقابل مجموعات تتعلم بالطرق التقليدية أو بأنظمة ذكاء اصطناعي غير معتمدة على الأسس المعرفية العصبونية.

٢. **تطوير أدوات قياس جديدة :(New Measurement Tools)** تصميم بطاريات قياس (سيكومترية وعصبونية وسلوكية) لتقييم أثر النماذج التكاملية على متغيرات مثل: الحمل المعرفي، فعالية الذاكرة العاملة، النقل المعرفي(Transfer) ، وما وراء المعرفة.

٣. **بناء نماذج أولية مفتوحة المصدر :(Open-Source Prototypes)** نشر نماذج عصبونية تكاملية بسيطة على منصات مثل GitHub وHugging Face، ليتمكن باحثون آخرون من اختبارها وتطويرها، مما يسرع وتيرة التقدم الجماعي.

٤. **تبني منهجيات بحثية مختلطة :(Mixed Methods)** الجمع بين المقاييس الكمية (أداء النماذج، تحسين التحصيل) والمقاييس النوعية (مقابلات مع المعلمين والطلاب، تحليل عمليات التفكير) لفهم كيفية تفاعل البشر مع هذه الأنظمة.

ثانيًا: توصيات للمصممين التربويين وصناع المحتوى(Instructional Designers)

١. **تصميم مبادئ توجيهية مؤقتة :(Provisional Guidelines)** صياغة وثيقة مبادئ أولية لتصميم خبرات تعلم تستفيد من النمذجة العصبونية التكاملية، مع أمثلة تطبيقية وتنبيهات بالمزالق المحتملة.

٢. **دمج المبادئ بشكل تدريجي :(Incremental Integration)** لا ينبغي محاولة إعادة تصميم المناهج بأكملها دفعة واحدة. البدء بوحدات صغيرة (مثل أنشطة إثرائية، ركن تعلم مخصص) ثم التوسع بناءً على الأدلة.

٣. **تطوير مواد تدريبية للمعلمين :(Teacher Training Materials)** إنتاج أدلة ومقاطع فيديو وورش عمل قصيرة للمعلمين حول "مبادئ النمذجة العصبونية التكاملية المبسطة" دون الحاجة إلى خلفية حاسوبية عميقة.

ثالثًا: توصيات لصناع السياسات وقادة المؤسسات التعليمية(Policymakers)

١. **تشجيع التخصصات البينية :(Interdisciplinary Programs)** إنشاء برامج دراسية أو مسارات بحثية تجمع بين علم النفس التربوي، علوم الأعصاب الحاسوبية، وهندسة الذكاء الاصطناعي في الجامعات ومراكز البحوث.

٢. **تمويل المشاريع التكاملية :(Funding Integrative Projects)** تخصيص منح بحثية للمشاريع التي تقدم مقترحات تكاملية واضحة (وليس مشاريع أحادية التخصص) مع متطلبات واضحة للتعاون بين كليات التربية وعلوم الحاسوب.

٣. **بناء شراكات أخلاقية مع قطاع التكنولوجيا :(Ethical Tech Partnerships)** تشجيع التعاون مع شركات التكنولوجيا على تطوير أدوات تعليمية تكاملية مع وضع شروط صارمة لحماية البيانات والشفافية والعدالة، بدلاً من ترك السوق بالكامل لشركات ذات دوافع ربحية فقط.

٤. **إطلاق مبادرات وعي مجتمعي :(Awareness Initiatives)** تنظيم ندوات عامة ولقاءات مع أولياء الأمور والمعلمين حول طبيعة هذه التقنيات الجديدة، فوائدها المحتملة، وحدودها، وخصوصية البيانات، لبناء ثقة مستنيرة.

رابعًا: توصيات أخلاقية وقانونية(Ethical & Legal)

١. **صياغة مدونة أخلاقية خاصة :(Code of Ethics)** تطوير مدونة أخلاقية لاستخدام النماذج العصبونية التكاملية في التعليم، تشمل على الأقل: (أ) حق المتعلم في فهم كيفية عمل النظام الذي يتفاعل معه، (ب) عدم تخزين البيانات العصبية الحساسة (مثل EEG) دون موافقة صريحة ومستنيرة، (ج) وجود "آلية تدخل بشري" تسمح للمعلم بتجاوز توصيات النظام إن رآها غير مناسبة، (د) المراجعة الدورية للنماذج لاكتشاف التحيزات الخوارزمية.

٢. **تطوير أطر المساءلة :(Accountability Frameworks)** تحديد المسؤولية في حالة حدوث ضرر تعليمي بسبب نظام تكاملي (مثلاً: نظام يستبعد طالبًا من مسار تعليمي معين بناءً على توقع خاطئ). من يتحمل المسؤولية؟ المطور؟ المؤسسة التعليمية؟ المعلم الذي وثق بالتوصية؟

SCHOLAR
ISSN 3071-5792
https://researchnetwork.us

Ali, A
V 6– Issue 1, Nov. 2026
https://doi.org/10.66773/r2pzdy78

ثاني عشر: خاتمة ورقة العمل

تمثل النمذجة العصبونية للتعلم، في ضوء تكامل علم النفس المعرفي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، أحد الآفاق الواعدة لتطوير البحث التربوي وممارساته. لم تعد حدود هذه التخصصات منفصلة كما كانت قبل عقدين من الزمن؛ فبينما يمنحنا علم النفس المعرفي الفهم النظري لكيفية تعلم البشر (ما العمليات العقلية التي تحدث، وما حدودها وقدراتها)، تمنحنا النمذجة العصبونية الآلية الحاسوبية لمحاكاة هذا التعلم على مستويات دقيقة (من التشابك الفردي إلى الدوائر الوظيفية)، وتزودنا تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالأدوات التقنية (الشبكات العصبونية، التعلم المعزز، المحولات) لتحقيق ذلك على أرض الواقع في أنظمة تكيفية وتفاعلية.

ورقة العمل هذه لم تكن محاولة لتقديم إجابة نهائية أو نموذج مكتمل، فهذا المجال لا يزال في بداياته. بل كانت دعوة مفتوحة لحوار موسع بين هذه المجالات، وتقديم إطار أولي وأدوات عقلية وأنشطة عملية يمكن للباحثين والممارسين التربويين البدء بها. لقد ناقشنا الأسس النظرية، وجربنا نماذج محاكاة بسيطة، وصممنا سيناريوهات تعليمية، وتوقفنا عند التحديات الأخلاقية والعملية بكل شفافية.

الرسالة الختامية لهذه الورقة هي دعوة لتجاوز الحدود التقليدية لعلم النفس التربوي، والانفتاح على أدوات ومناهج جديدة من علوم الأعصاب الحاسوبية وهندسة الذكاء الاصطناعي، ولكن دون سذاجة تقانوية. يجب أن يظل السؤال الأخلاقي والتربوي حاضرًا بقوة: "كيف يخدم هذا النموذج التكامل المتطور حياة المتعلمين الحقيقية ورفاههم وخياراتهم المستقبلية؟" إذا ظل هذا السؤال محوريًا، فإن النمذجة العصبونية التكاملية قد تكون بالفعل إحدى أهم ركائز البحث التربوي في العقود القادمة.

والتعلم، في جوهره الإنساني، ليس مجرد معالجة معلومات أو تعديل أوزان مشبكية، بل هو أيضًا علاقة، ورغبة، ودهشة، وأمل. وأي نموذج، مهما كان دقيقًا، إذا تجرد من هذه الأبعاد، يبقى مجرد أداة. أما إذا أُحسن توظيفه لتحرير المتعلم من الصعوبات غير الضرورية وتوسيع آفاقه، فإنه يصبح نعمة حقيقية.

ثالث عشر: أسئلة للنقاش الجماعي المعمق (زمن إضافي أو للمراسلة بعد الورشة)

١. **السؤال الفلسفي :**هل يمكن لأي نموذج عصبوني اصطناعي أن "يفهم" حقًا، أم أنه سيظل دائمًا محاكاة لسلوك الفهم دون الوعي المصاحب له؟ وماذا يعني هذا للتعلم البشري؟

٢. **السؤال التربوي :**إذا أصبح لدينا نموذج عصبوني تكاملي يتنبأ بأداء الطالب بدقة عالية جدًا، فهل يجب أن نستخدم هذا التنبؤ في اتخاذ قرارات مصيرية (مثل قبوله في برنامج دراسي، أو وضعه في مسار تقني بدلاً من أكاديمي)؟

٣. **السؤال الاقتصادي السياسي :**كيف نمنع أن تصبح هذه التقنيات حكرًا على الدول الغنية أو الشركات الكبرى، ونضمن نقلها بشكل عادل إلى البلدان النامية والمدارس المحرومة؟

٤. **السؤال المهني :**كيف سيتغير دور المعلم في ظل أنظمة تعلم تكاملية قادرة على تقديم تعليم مخصص بفعالية قد تفوق في بعض الجوانب ما يقدمه المعلم البشري؟ هل سيتحول المعلم إلى "مدرب تعلم" ومرشد علائقي وعاطفي بشكل أكبر؟

رابع عشر: خطة بحث مستقبلية مقترحة:

فيما يلي خطة زمنية مرحلية لدورة بحثية مدتها ٣ سنوات في موضوع ورقة العمل:

السنة الأولى: البناء والتطوير

- **الربع الأول والثاني :**مراجعة أدبيات منهجية (Systematic Literature Review) للتكامل بين المجالات الثلاثة، ونشر ورقة نظرية.
- **الربع الثالث والرابع :**تطوير نموذج أولي (Prototype) مبسط للنظام التكاملي (ربما باستخدام Python و TensorFlow) واختباره في بيئة معملية على عينة صغيرة من الطلاب.(N=30-50)

السنة الثانية: الاختبار التجريبي

- **الربع الأول :**تحسين النموذج بناءً على نتائج السنة الأولى، وتطوير أدوات القياس اللازمة (مقياس للحمل المعرفي المدرك، اختبارات تحصيلية، بروتوكول لجمع البيانات السلوكية)
- **الربع الثاني والثالث :**تنفيذ دراسة تجريبية (Quasi-Experimental Design) بمجموعة تجريبية (تستخدم النظام التكاملي) ومجموعة ضابطة (تستخدم تعليمًا تقليديًا أو نظام ذكاء اصطناعي عادي). عينة أكبر.(N=150-200)
- **الربع الرابع :**تحليل البيانات (كميًا ونوعيًا)، ونشر النتائج الأولى.

السنة الثالثة: التعميم والاستدامة

- **الربع الأول :**إجراء دراسة مكررة (Replication Study) في سياق مختلف (مثل مرحلة تعليمية مختلفة، مادة مختلفة، بيئة ثقافية أخرى) لاختبار قابلية التعميم.
- **الربع الثاني :**بناء مجتمع ممارسة عبر الإنترنت (Community of Practice) يضم باحثين ومطورين ومعلمين مهتمين، وتنظيم ورشة عمل متقدمة.
- **الربع الثالث والرابع :**كتابة دليل إرشادي (Handbook) لتصميم وتنفيذ أنظمة تعلم قائمة على النمذجة العصبونية التكاملية، وتطوير مقترح لمشروع أوروبي/عالمي أكبر (مثل.(Horizon Europe

المراجع

Baddeley, A. D. (2019). Working memory: Theories, models, and controversies. In The Oxford Handbook of Memory (pp. 77-92). Oxford University Press.

Brown, A. L. (2018). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In Metacognition, motivation, and understanding (pp. 65-116). Routledge.

Clark, A. (2020). Surfing uncertainty: Prediction, action, and the embodied mind. Oxford University Press.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. American Psychologist, 34(10), 906-911.

Graves, A., Wayne, G., & Danihelka, I. (2014). Neural Turing machines. arXiv preprint arXiv:1410.5401.

Graves, A., Wayne, G., Reynolds, M., Harley, T., Danihelka, I., Grabska-Barwińska, A., ... & Badia, A. P. (2016). Hybrid computing using a neural network with dynamic external memory. Nature, 538(7626), 471-476.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436-444.

Luck, M., Aylett, R., & Dautenhahn, K. (2022). Cognitive architectures for socially intelligent agents. Connection Science, 34(1), 1-25.

McClelland, J. L. (2019). The parallel distributed processing approach to semantic cognition. In The Cognitive Neurosciences (6th ed., pp. 245-258). MIT Press.

O'Reilly, R. C., Munakata, Y., Frank, M. J., & Hazy, T. E. (2020). Computational cognitive neuroscience (2nd ed.). Center for Computational Cognitive Neuroscience.

Squire, L. R., & Dronkers, N. F. (2021). Memory: From mind to molecules (3rd ed.). Oxford University Press.

Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. Educational Psychology Review, 32(1), 1-24.

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. Advances in Neural Information Processing Systems, 30, 5998-6008.

Willingham, D. T. (2021). Why don't students like school?: A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom (2nd ed.). Jossey-Bass.