REASONIX

الطبعة المُحدَّثة · 2026

مِن مقاسٍ واحدٍ يناسب الجميع

إلى ←

التعلُّم الشخصي

التعلُّم التكيُّفي المدعوم بالذكاء الاصطناعي — كيف تنتقل الفصول من قالبٍ جامعٍ للجميع إلى مسارٍ يُفصَّل على مقاس كلِّ متعلِّم.

تأليف: إسماعيل ياسين

linkedin.com/in/ismailz

مِن مقاسٍ واحدٍ يناسب الجميع إلى التعلُّم الشخصي

التعلُّم التكيُّفي المدعوم بالذكاء الاصطناعي – الطبعة المُحدَّثة.

تأليف: إسماعيل ياسين

linkedin.com/in/ismailz

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف © 2026.

حُدِّثت معلومات هذه النسخة استنادًا إلى مراجع عالمية معتمدة موثَّقة في نهاية الكتاب.

إلى كل معلِّمٍ رفض أن يرى تلاميذه أرقامًا في قائمةٍ واحدة،

وآمن أن لكلِّ عقلٍ إيقاعَه الخاص.

المحتويات Table of contents

01 أزمة «المقاس الواحد»: النموذج الصناعي في التعليم

02 جذور الفكرة: رحلةٌ من سكينر إلى الخوارزمية

03 ما هو التعلُّم التكيُّفي؟ المفاهيم والتعريفات

04 كيف يعمل؟ داخل المحرِّك التكيُّفي

05 الذكاء الاصطناعي التوليدي والمعلِّم الافتراضي

06 أدوات ونماذج عالمية على أرض الواقع

07 ماذا تقول الأدلّة؟ فاعلية التعلُّم التكيُّفي

08 التحديات والمخاطر الأخلاقية

09 دور المعلِّم: من مُلقِّنٍ إلى مُصمِّمٍ للتعلُّم

10 خارطة طريقٍ للتطبيق في المدرسة

— الخاتمة · المراجع · عن المؤلف

كيف تقرأ هذا الكتاب؟ الهوامش الجانبية تحمل التعريفات السريعة، والصناديق المرسومة تحمل الأفكار المفتاحية، والأرقام بين قوسين تُحيلك إلى قائمة المراجع في الختام.

مقدمة

صفٌّ واحد... وثلاثون إيقاعًا

تخيَّل معلِّمًا يقف أمام ثلاثين تلميذًا. يشرح الدرس مرةً واحدة، بالسرعة نفسها، وبالأمثلة نفسها، ثم ينتقل إلى الدرس التالي في موعده المُقرَّر. لكنَّ خلف تلك المقاعد ثلاثين عقلًا مختلفًا: أحدهم أتقن الفكرة قبل أن تكتمل الجملة، وآخرُ ما زال يبحث عن أرضٍ يقف عليها، وثالثٌ يفهم لكن بلغةٍ أخرى غير التي نُطِقت بها. هذا هو جوهر أزمة «المقاس الواحد الذي يناسب الجميع».

لم يكن هذا النموذج خطأً بقدر ما كان ضرورة. فقد وُلد النظام المدرسي الحديث في ظلِّ الثورة الصناعية ليُعلِّم أعدادًا هائلة بكفاءةٍ واقتصاد، فاستعار منطق المصنع: دفعةٌ واحدة، سرعةٌ ثابتة، ومُخرجٌ موحَّد (1). لكنَّ ما يصلح لإنتاج السلع لا يصلح بالضرورة لصناعة العقول.

في عام 1984 وضع الباحث بنجامين بلوم إصبعه على الجرح بما سُمِّي «مشكلة الانحرافَين المعياريَّين»: حين يُدرَّس الطالب فرديًّا بأسلوب الإتقان، يقفز أداؤه إلى مستوًى يفوق فيه غالبية طلاب الفصل التقليدي. المشكلة لم تكن في معرفة الحلّ — فالتعليم الفردي هو الحلّ — بل في استحالة توفير معلِّمٍ خاصٍّ لكل طفلٍ على وجه الأرض (2).

> **مفارقة بلوم**
>
> التلميذ الذي يتلقّى تعليمًا فرديًّا يتفوّق على 98% من أقرانه في الفصل التقليدي — فجوة «الانحرافَين المعياريَّين». (2)

ظلَّت تلك المعادلة عصيَّةً لأربعين عامًا. ثم تغيَّر شيءٌ جوهري: صار بإمكان الآلة أن تُنصِت لكل متعلِّمٍ على حدة، وأن تتذكَّر أين تعثَّر بالأمس، وأن تُعيد رسم الطريق أمامه اليوم. هذا الكتاب رحلةٌ في تلك النقلة — من القالب الجامع إلى المسار الشخصي — نتتبَّع فيها الفكرة من جذورها، ونفكِّك محرِّكها، ونزن أدلّتها، ولا نتجاهل مخاطرها.

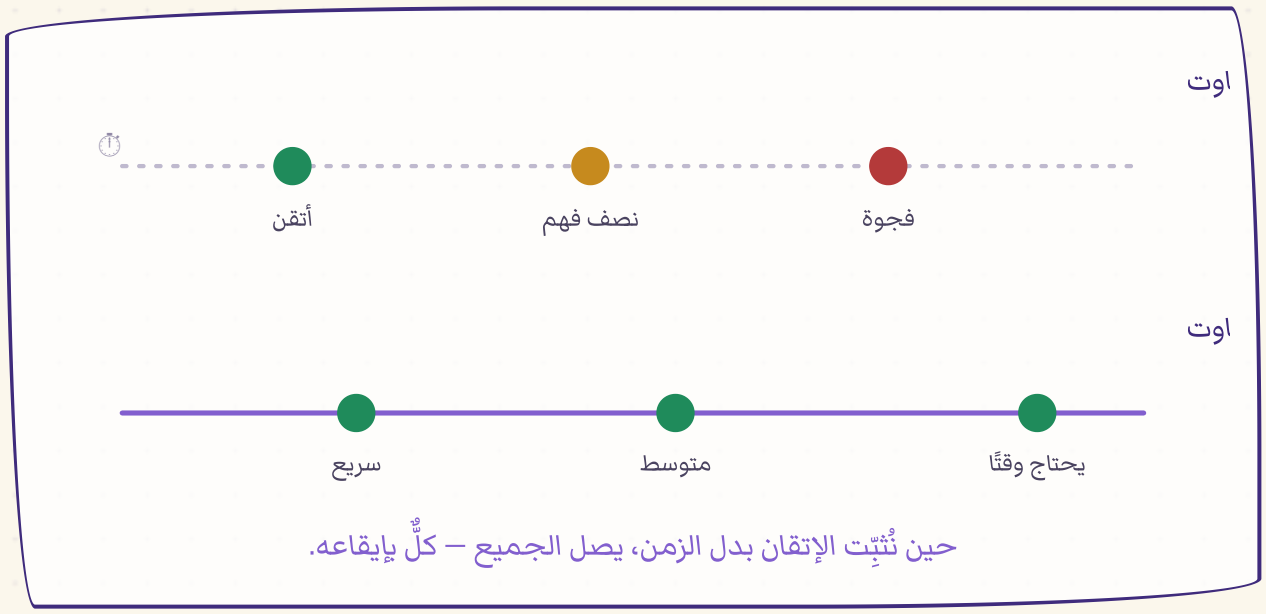
> «التعليم ليس ملء دلوٍ، بل إشعال نار» — والنار لا تُشعَل بالمقاس نفسه في كل موقد.

الفصل الأول

أزمة «المقاس الواحد»

حين نتأمَّل الفصل الدراسي التقليدي، نجده مُصمَّمًا حول افتراضٍ صامت: أن جميع المتعلِّمين يبدأون من النقطة نفسها، ويتقدَّمون بالسرعة نفسها، ويصلون في الوقت نفسه. عالِم النفس التربوي جون كارول فكَّك هذا الافتراض مبكِّرًا عام 1963 حين اقترح أن «الاستعداد» ليس سقفًا لِما يستطيع الطالب تعلُّمه، بل هو ببساطة مقدار *الزمن* الذي يحتاجه لِيتعلَّم (3). المعنى ثوريٌّ في بساطته: لو منحنا كلَّ طالبٍ الوقت والدعم المناسبَين، لأمكن للأغلبية أن تُتقن.

لكنَّ المدرسة الصناعية قلبت المعادلة: ثبَّتت الزمن (حصةٌ واحدة، فصلٌ دراسيٌّ واحد) وجعلت التعلُّم هو المتغيِّر. والنتيجة المنطقية أن يتراكم لدى بعض الطلاب ما يُسمّى «فجوات المعرفة» — ثغراتٌ صغيرة في الأساسات تكبر مع كل درسٍ جديدٍ يُبنى فوقها، حتى يعجز الطالب لا لأنه غير قادر، بل لأن الأرض تحته مثقوبة.



هنا يظهر الوعد الحقيقي للتعلُّم الشخصي: ليس أن نُسرِّع النابغين وحدهم، ولا أن نُبطئ الجميع انتظارًا للمتعثِّرين، بل أن نمنح كلَّ متعلِّمٍ المسار الذي يناسب نقطة انطلاقه وسرعته. وهذا بالضبط ما عجز البشر عن توفيره على نطاقٍ واسع — وما بدأت الآلة تجعله ممكنًا.

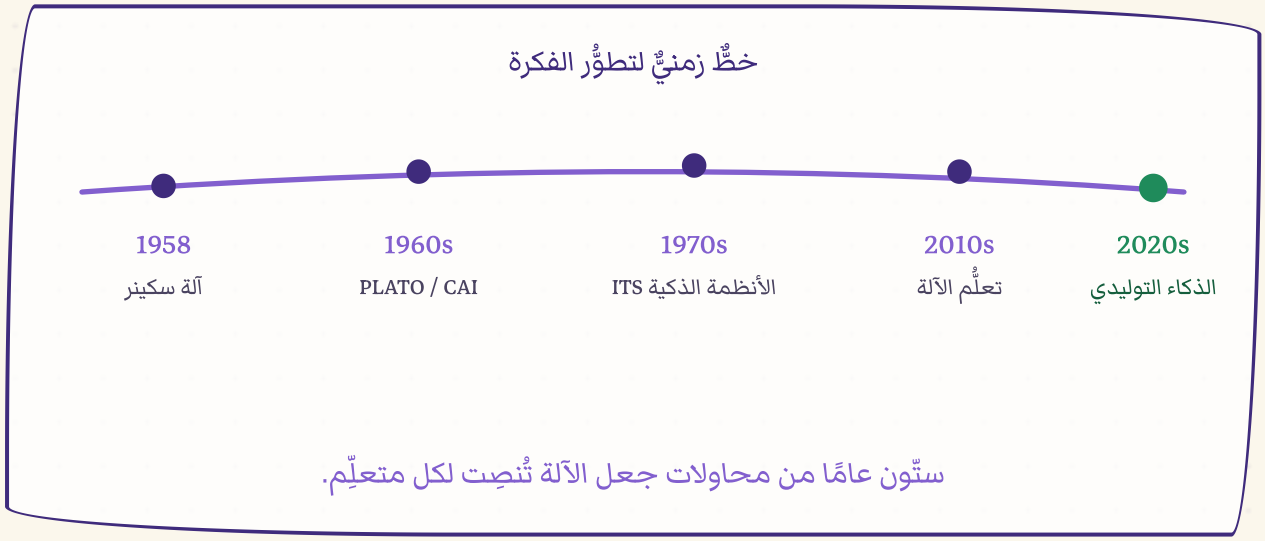
الخلاصة: المشكلة ليست في الطلاب ولا في المعلِّمين، بل في بنيةٍ تُجبر التنوُّع البشري على قالبٍ واحد. والحلُّ ليس مزيدًا من التوحيد، بل مزيدٌ من التكيُّف.

الفصل الثاني

2 جذور الفكرة: من سكينر إلى الخوارزمية

فكرة أن تتكيَّف عملية التعلُّم مع المتعلِّم ليست وليدة عصر الذكاء الاصطناعي؛ إنها حلمٌ قديمٌ يعود إلى منتصف القرن العشرين. في خمسينيات القرن الماضي صمَّم عالِم النفس السلوكي بورهوس سكينر «آلة التعليم»: جهازٌ يعرض للطالب سؤالًا صغيرًا، ولا ينتقل به إلى الخطوة التالية إلا بعد أن يُجيب إجابةً صحيحة، فيتقدَّم كلُّ متعلِّمٍ بسرعته الخاصة (4). كانت الآلة بدائية، لكنَّ مبدأها — التغذية الراجعة الفورية والتقدُّم القائم على الإتقان — لا يزال قلب كل نظامٍ تكيُّفي حتى اليوم.

في الستينيات ظهر مصطلح «التعليم بمساعدة الحاسوب» (CAI)، ثم مشروع PLATO الرائد الذي قدَّم دروسًا تفاعلية على شاشاتٍ متصلة بحاسوبٍ مركزي. لكنَّ تلك الأنظمة كانت «متفرِّعة» أكثر منها «تكيُّفية»: تتبع شجرةً ثابتة من القرارات المُعَدَّة سلفًا، لا تتعلَّم من الطالب ولا تُعيد تشكيل نفسها.



القفزة الحقيقية جاءت في السبعينيات مع «الأنظمة التعليمية الذكية» (Intelligent Tutoring Systems)، التي أضافت ثلاثة نماذج داخلية: نموذجًا للمعرفة المُراد تعليمها، ونموذجًا للطالب يتتبَّع ما أتقنه وما لم يتقنه، ونموذجًا تربويًّا يقرِّر الخطوة التالية (5). هذه البنية الثلاثية هي الأساس النظري الذي بُنيت عليه المنصّات التكيُّفية الحديثة.

ما الذي تغيَّر إذن في العقد الأخير؟ ثلاثة أشياء: وفرة البيانات عن سلوك المتعلِّمين، وقوة الحوسبة، وخوارزميات تعلُّم الآلة القادرة على استخلاص الأنماط من تلك البيانات بدل الاعتماد على قواعد يكتبها الإنسان يدويًّا. ومع وصول النماذج اللغوية التوليدية عام 2022 وما بعده، صار بإمكان النظام أن يُحاور المتعلِّم بلغةٍ طبيعية، لا أن يعرض له خياراتٍ جاهزة فحسب — وهو ما نفرد له الفصل الخامس.

الفصل الثالث

3 ما هو التعلُّم التكيُّفي؟

قبل أن نمضي، لا بدَّ من تمييزٍ دقيق بين ثلاثة مصطلحاتٍ كثيرًا ما تُستخدم كأنها مترادفة، وهي ليست كذلك:

التعلُّم المُفرَّد (Individualized)

الهدف واحدٌ للجميع، لكنَّ *السرعة* تختلف. كلُّ متعلِّمٍ يقطع المسار نفسه بإيقاعه الخاص.

التعلُّم المُمايَز (Differentiated)

الهدف واحد، لكنَّ *طريقة العرض* تختلف: فيديو لأحدهم، نصٌّ لآخر، نشاطٌ عمليٌّ لثالث.

التعلُّم الشخصي (Personalized)

تختلف السرعة *والطريقة والأهداف* معًا، وتُبنى على اهتمامات المتعلِّم وحاجاته. وهنا يأتي «التكيُّفي» بوصفه المُحرِّك التقني الذي يجعل التخصيص ممكنًا على نطاقٍ واسع.

فالتعلُّم التكيُّفي (Adaptive Learning) هو نهجٌ تعليميٌّ تُعدِّل فيه التقنية المحتوى ومساره في الزمن الحقيقي بناءً على أداء كل متعلِّمٍ وتفاعله، بهدف تقديم التجربة الأنسب لكل فردٍ على حدة (6). باختصار: النظام يلاحظ، ويستنتج، ثم يُقرِّر ما يعرضه تاليًا.

الأساس النفسي لهذا كله فكرةٌ طرحها ليف فيجوتسكي: أنَّ التعلُّم الفعّال لا يحدث حين تكون المهمّة سهلةً جدًّا (فيَملّ المتعلِّم) ولا صعبةً جدًّا (فيُحبَط)، بل في تلك المنطقة الوسطى «القابلة للتحدّي بدعم». وظيفة المحرِّك التكيُّفي، في جوهرها، أن يُبقي كلَّ متعلِّمٍ في هذه المنطقة الذهبية أطول وقتٍ ممكن — لا يعرض سؤالًا يعرف إجابته سلفًا، ولا سؤالًا يفوق طاقته الحالية.

منطقة النمو القريبة

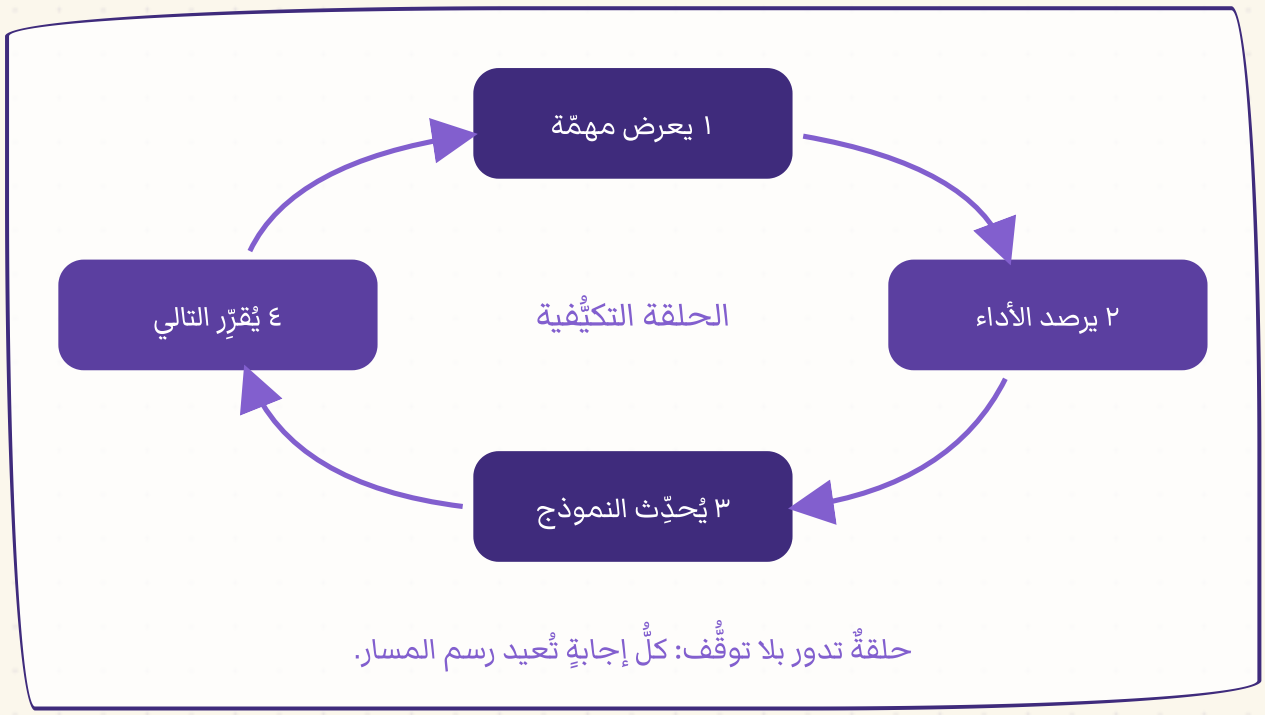
مفهوم فيجوتسكي: التعلُّم الأمثل يحدث في المنطقة بين ما يستطيع المتعلِّم فعله وحده وما يستطيعه بدعم. النظام التكيُّفي يسعى إلى إبقاء المتعلِّم فيها دائمًا. (7)

تذكَّر: «تكيُّفي» صفةٌ للتقنية، و«شخصي» صفةٌ للتجربة. التقنية وسيلة، والتجربة هي الغاية.

الفصل الرابع

4 داخل المحرِّك التكيُّفي

كيف «يعرف» النظام ما يحتاجه المتعلِّم؟ لا سحر هنا، بل حلقةٌ متكرِّرة من أربع خطوات تدور آلاف المرّات خلال الحصّة الواحدة. تقوم البنية على ثلاثة نماذجٍ داخلية ورثناها من الأنظمة الذكية: نموذج المجال (ما نُعلِّمه)، ونموذج المتعلِّم (أين هو الآن)، والنموذج التربوي (ما الخطوة المثلى تاليًا) (5).



لتقدير ما أتقنه المتعلِّم، تستخدم كثيرٌ من الأنظمة تقنيةً تُسمّى «تتبُّع المعرفة» (Knowledge Tracing): نموذجٌ احتماليٌّ يُقدِّر، بعد كل إجابة، احتمال أن يكون المتعلِّم قد أتقن مهارةً بعينها. وقد طوَّرت الأبحاث هذا المفهوم من نماذج بيزية بسيطة إلى شبكاتٍ عصبية عميقة قادرة على التقاط علاقاتٍ خفيّة بين المهارات (8).

لكنَّ الرصد لا يقتصر على «صحيح/خطأ». تلتقط الأنظمة المتقدِّمة إشاراتٍ أدقّ: كم استغرق المتعلِّم قبل أن يُجيب؟ كم مرّةً تردَّد وغيَّر إجابته؟ متى طلب تلميحًا؟ هذه «البيانات الدقيقة» ترسم صورةً أغنى من مجرد الدرجة النهائية، وتسمح للنظام بأن يميّز بين من يعرف بثقة ومن خمَّن فأصاب.

نقطةٌ جوهرية: جودة أي نظامٍ تكيُّفي لا تفوق جودة نموذج المتعلِّم بداخله. فإن أساء النظام تقدير ما يعرفه الطالب، أساء اختيار الخطوة التالية — ومن هنا تأتي أهمية التحقُّق البشري الذي نعود إليه في الفصل التاسع.

الفصل الخامس

5

الذكاء التوليدي والمعلِّم الافتراضي

حتى وقتٍ قريب، كان النظام التكيُّفي يختار من بين محتوًى أعدَّه بشرٌ سلفًا: بنك أسئلةٍ ثابت، ومجموعة تلميحاتٍ مكتوبة مسبقًا. جاءت النماذج اللغوية الكبيرة (LLMs) لتكسر هذا القيد: صار بإمكان النظام أن يُولِّد الشرح والسؤال والتلميح في اللحظة، مُصاغًا خصِّيصًا لهذا المتعلِّم بعينه، وبلغته، وانطلاقًا من خطئه تحديدًا.

هذا التحوُّل يقرِّب الحلم من مفارقة بلوم أكثر من أي وقتٍ مضى: معلِّمٌ خاصٌّ صبورٌ متاحٌ على مدار الساعة. لقد أظهرت دراساتٌ حديثة أنَّ المساعدين التعليميين المبنيين على هذه النماذج قادرون على تقديم دعمٍ حواريٍّ يقترب من فاعلية التدريس الفردي في مهامّ محدَّدة، حين يُصمَّم بعناية (9).

النظام التقليدي		مع الذكاء التوليدي
• محتوًى مكتوبٌ مسبقًا	←	• شرحٌ يُصاغ لحظيًّا
• تلميحاتٌ ثابتة		• حوارٌ بلغةٍ طبيعية
• يختار من قائمة		• يُولِّد ما يناسب الخطأ

من الاختيار من مكتبةٍ جاهزة... إلى التأليف الفوري.

لكنَّ لهذه القوة وجهًا آخر. النماذج التوليدية قد «تهلوس»: تُنتج معلوماتٍ تبدو واثقةً وهي خاطئة. وفي سياقٍ تعليمي، الخطأ المُقدَّم بثقةٍ أخطر من عدم الإجابة. لذا فإنَّ المبدأ الهندسي الحاكم — كما تقوله فلسفة Reasonix — أن تتحقَّق خبرةٌ بشرية من كل مُخرجٍ يُولِّده الذكاء الاصطناعي قبل أن يصل إلى المتعلِّم. الآلة تُولِّد، والإنسان يُصادِق.

تنبيه: النموذج التوليدي مساعدٌ بارع، لا مرجعٌ معصوم. اجعله دائمًا تحت إشرافٍ بشري وربطه بمصادر محتوًى موثوقة (ما يُعرف بالتوليد المُعزَّز بالاسترجاع) لتقليل الأخطاء.

الفصل السادس

6 نماذج عالمية على أرض الواقع

لم تعد الفكرة نظريةً في المختبر؛ إليك نماذج مطبَّقة، لكلٍّ منها درسٌ مختلف:

Khanmigo

مساعد أكاديمية خان المبني على الذكاء التوليدي. لا يُعطي الإجابة مباشرةً، بل يقود المتعلِّم بالأسئلة إلى أن يكتشفها بنفسه — تجسيدٌ رقميٌّ للطريقة السقراطية. (10)

DreamBox

منصّة رياضيات تكيُّفية تُعدِّل الدرس بناءً على كيفية وصول الطفل للإجابة لا مجرد صوابها، فتلتقط الاستراتيجية الذهنية خلف الحلّ.

ALEKS

يستخدم «نظرية الفضاء المعرفي» لرسم خريطةٍ لِما يعرفه المتعلِّم وما هو مستعدٌّ لتعلُّمه تاليًا، فيتجنَّب تعليمه ما يعرفه أصلًا. (11)

Duolingo

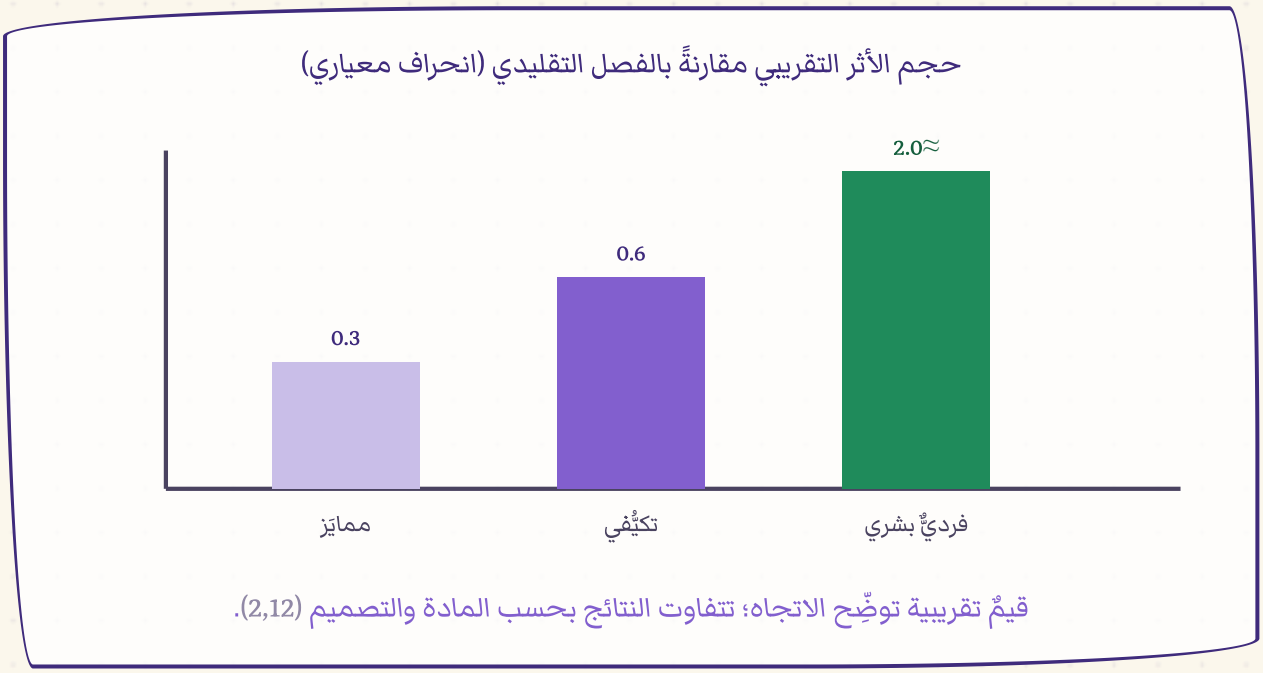
يُوظِّف نماذج تتبُّع المعرفة لتحديد توقيت المراجعة المثالي (التكرار المتباعد)، فيُعيد الكلمة قبيل نسيانها بالضبط.

القاسم المشترك بينها ليس التقنية بحدِّ ذاتها، بل فلسفةٌ واحدة: أن يُقابَل كلُّ متعلِّمٍ عند نقطته هو، لا عند نقطةٍ متوسَّطةٍ افتراضية لا وجود لها إلا في دفتر الحضور.

الفصل السابع

7 ماذا تقول الأدلّة؟

الحماس وحده لا يكفي؛ فما الذي يقوله البحث التربوي المُحكَّم؟ الصورة واعدةٌ لكنها مشروطة. المراجعات المنهجية للأنظمة التعليمية الذكية تُشير إلى أنها تُحقِّق، في المتوسط، مكاسب تعلُّمٍ تقترب من فاعلية المعلِّم البشري الفردي وتتفوَّق بوضوح على التعليم الجماعي التقليدي في كثيرٍ من السياقات (12).



لكنَّ لُبَّ المسألة في كلمة «مشروطة». الأثر لا يأتي من مجرد وضع الطلاب أمام الشاشات، بل من جودة التصميم التربوي خلفها: بنك مهامّ متقنٌ، ونموذج متعلِّمٍ دقيق، ودمجٌ ذكيٌّ مع المعلِّم في الفصل. التقنية نفسها، بتصميمٍ رديء، قد لا تُحدث فرقًا يُذكر — بل قد تضرّ.

كما تُذكِّرنا أدبيّات علم النفس المعرفي بأنَّ فكرة «أنماط التعلُّم» (سمعيٌّ/بصريٌّ/حركي) بوصفها وصفةً لتحسين التحصيل لم تصمد أمام الأدلّة التجريبية (13). فالتخصيص المفيد يقوم على ما *أتقنه* المتعلِّم فعلًا، لا على تصنيفه في خانةٍ ثابتة. وهذا تمييزٌ يحمي النظام التكيُّفي من أن يعيد إنتاج خرافةٍ قديمةٍ بثوبٍ رقميٍّ جديد.

الفصل الثامن

8

التحديات والمخاطر الأخلاقية

أيُّ أداةٍ بهذه القوة تحمل مسؤوليةً بحجمها. أربعة تحدياتٍ لا يجوز تجاوزها:

١ · خصوصية البيانات

النظام يجمع كمًّا هائلًا من البيانات الحسّاسة عن أطفال. من يملكها؟ وأين تُخزَّن؟ ومن يصل إليها؟ الحوكمة الصارمة شرطٌ لا رفاهية. (14)

٢ · التحيُّز الخوارزمي

الخوارزمية تتعلَّم من بياناتٍ تاريخية قد تحمل تحيُّزات المجتمع، فتُعيد إنتاج الفجوات بدل ردمها إن لم تُراقَب بعناية.

٣ · الفجوة الرقمية

التقنية التي تَعِد بالإنصاف قد توسِّع الفجوة إذا حُرِم منها من لا يملك جهازًا أو اتصالًا. العدالة في الوصول أولًا.

٤ · فقدان اللمسة الإنسانية

التعلُّم علاقةٌ ودافعٌ وانتماء، لا نقلَ معلوماتٍ فحسب. الآلة تُدير المعرفة، أمّا الإلهام والقدوة فمن اختصاص الإنسان وحده.

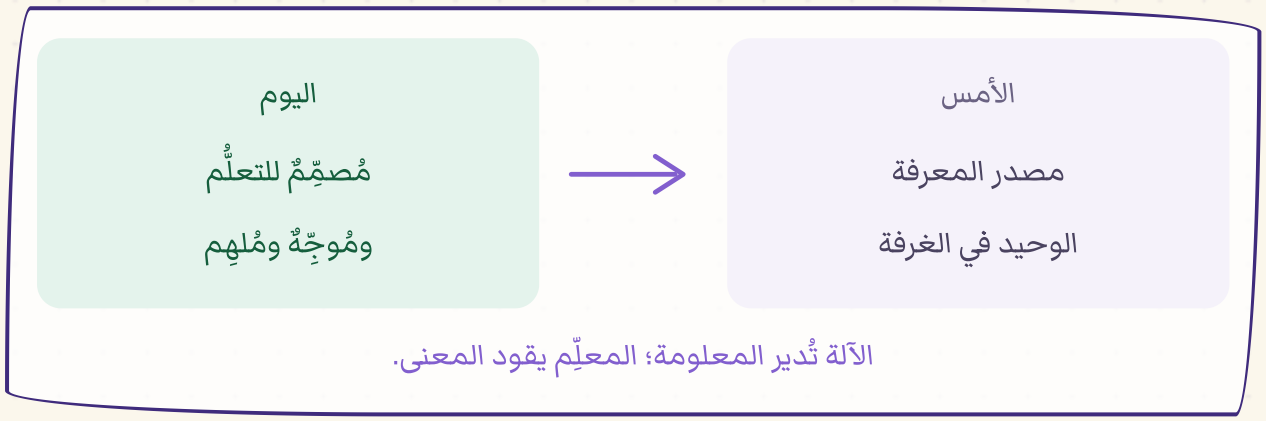
القاعدة الذهبية: صمِّم النظام ليخدم المتعلِّم، لا ليُراقبه؛ وليُمكِّن المعلِّم، لا ليَحلَّ محلَّه.

الفصل التاسع

9

دور المعلِّم: من مُلقِّنٍ إلى مُصمِّم

السؤال الذي يقلق كثيرًا من المعلِّمين: هل ستحلُّ الآلة محلَّنا؟ الجواب المستند إلى الأدلّة: لا، لكنها ستُغيِّر جوهر عملنا. حين يتولّى النظام التكيُّفي عبء التمرين والتقويم التكويني وتتبُّع الإتقان، يتحرَّر وقت المعلِّم لما لا تُتقنه الآلة: بناء العلاقة، وإشعال الدافعية، وتوجيه النقاش، ورعاية النمو الأخلاقي والاجتماعي.



في هذا النموذج الجديد، يصبح المعلِّم قارئًا للوحة بياناتٍ حيّة: يرى في لحظةٍ من تعثَّر في أي مفهوم، فيتدخَّل تدخُّلًا مقصودًا بدل أن يشرح للجميع ما يعرفه أغلبهم. هذا ما يسمّيه الباحثون «التعليم القائم على البيانات» — لا ليحكم على الطالب، بل ليخدمه في الوقت المناسب.

مهارات المعلِّم الجديدة: قراءة بيانات التعلُّم، وتصميم المهامّ، وإدارة الفصل المُدمج، والتحقُّق النقدي من مُخرجات الذكاء الاصطناعي.

الفصل العاشر 10

خارطة طريقٍ للتطبيق في المدرسة

كيف ننتقل من الإعجاب بالفكرة إلى تطبيقها بمسؤولية؟ خمس خطواتٍ عملية، على منهج «صمِّم أولًا، ثمَّ ابنِ»:

١ **ابدأ بالمشكلة لا بالأداة**

حدِّد بدقّة أيَّ فجوة تعلُّمٍ تريد معالجتها قبل اختيار أي منصّة.

٢ **جرِّب على نطاقٍ صغير**

ابدأ بصفٍّ أو مادّةٍ واحدة، وقِس الأثر قبل التوسُّع.

٣ **درِّب المعلِّمين أولًا**

لا تنجح الأداة بلا معلِّمٍ يفهم متى يثق بها ومتى يتدخَّل.

٤ **احمِ البيانات**

ضع سياسةً واضحةً للخصوصية والموافقة قبل جمع أي بيانات.

٥ **قِس، وحسِّن، وكرِّر**

اجعل القرار قائمًا على الأدلّة لا على الحماس. التطبيق دورةٌ لا حدث.

الخاتمة

المقاس الذي يناسب واحدًا

بدأنا من صفٍّ فيه ثلاثون إيقاعًا يُجبَرون على إيقاعٍ واحد، وانتهينا إلى أفقٍ يَعِد بأن يُقابَل كلُّ متعلِّمٍ عند نقطته هو. هذه ليست نبوءةً بمدرسةٍ بلا معلِّمين، بل دعوةٌ إلى مدرسةٍ يتفرَّغ فيها المعلِّم لأنبل ما في مهنته، وتتكفَّل الآلة بما هو متكرّرٌ وقابلٌ للقياس.

لكنَّ التقنية تبقى وسيلةً محايدة؛ قيمتها في اليد التي توجِّهها. يمكن أن تُستخدم لتعميق الإنصاف أو لتوسيع الفجوة، لتمكين المعلِّم أو لتهميشه، لخدمة المتعلِّم أو لمراقبته. الفارق ليس في الخوارزمية، بل في الفلسفة التربوية والأخلاقية التي نُشغِّلها بها.

> لم يَعُد السؤال: هل نستطيع أن نُعلِّم كلَّ طفلٍ على مقاسه؟ صار السؤال: هل نملك الحكمة لِنفعل ذلك جيدًا؟
>
> — إسماعيل ياسين

المراجع References · APA

1. Robinson, K., & Aronica, L. (2015). *Creative schools: The grassroots revolution that's transforming education*. Viking.

2. Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher, 13*(6), 4–16.

3. Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record, 64*(8), 723–733.

4. Skinner, B. F. (1958). Teaching machines. *Science, 128*(3330), 969–977.

5. VanLehn, K. (2006). The behavior of tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 16*(3), 227–265.

6. U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). *Artificial intelligence and the future of teaching and learning*. Washington, DC.

7. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

8. Piech, C., Bassen, J., Huang, J., Ganguli, S., Sahami, M., Guibas, L., & Sohl-Dickstein, J. (2015). Deep knowledge tracing. *Advances in Neural Information Processing Systems, 28*, 505–513.

9. Kestin, G., Miller, K., Klales, A., Milbourne, T., & Ponti, G. (2025). AI tutoring outperforms in-class active learning. *Scientific Reports, 15*, 17458.

10. Khan Academy. (2023). *Khanmigo: An AI-powered tutor and teaching assistant*. khanacademy.org.

11. Falmagne, J.-C., Cosyn, E., Doignon, J.-P., & Thiéry, N. (2006). The assessment of knowledge, in theory and in practice. In *Formal concept analysis* (pp. 61–79). Springer.

12. Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research, 86*(1), 42–78.

13. Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest, 9*(3), 105–119.

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

عن المؤلف

إسماعيل ياسين

مهتمٌّ بتقاطع التربية والتقنية، وبكيفية تسخير الذكاء الاصطناعي لخدمة المتعلِّم لا للحلول محلَّ المعلِّم. يكتب ويُحاضر في التعلُّم الشخصي والتصميم التعليمي، مؤمنًا بأنَّ لكلِّ عقلٍ إيقاعَه الذي يستحقُّ أن يُحترَم.

linkedin.com/in/ismailz