بسم الله الرحمن الرحيم

التدريس الناجح للعلوم والهندسة

الجوانب النظرية، وجوانب التعلم

تأليف

Calvin S. Kalman

ترجمة

د. عمر بن محمد التويجري

أستاذ مشارك – قسم التكنولوجيا الطبية الحيوية
كلية العلوم الطبية التطبيقية
جامعة الملك سعود

د. محمد سمير طليمات

أستاذ مساعد – قسم الأجهزة الطبية كلية
المجتمع (سابقاً) – جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

(ح) دار جامعة الملك سعود للنشر ، ١٤٤٢هـ ، ٢٠٢٠م.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كالمان، كالفن س

التدريس الناجح للعلوم والهندسة: الجوانب النظرية ، وجوانب التعلم./ كالفن س، كالمان؛ عمر بن محمد التويجري؛ محمد سمير طليمات .- الرياض، ١٤٤٢هـ

٣٩١ ص؛ ١٧×٢٤سم

ردمك: ٢-٩٠٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- العلوم – طرق التدريس ٢-الهندسة – طرق التدريس . أ. التويجري، عمر بن محمد (مترجم) ب. طليمات ، محمد سمير (مترجم). ج. العنوان

ديوي ٥٠٧ ١٤٤٢/١١٠٤

رقم الإيداع: ١٤٤٢/١١٠٤

ردمك : ٢-٩٠٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Successful Science and Engineering Teaching: Theoretical and Learning Perspectives
By: Calvin S. Kalman
© Springer, 2017
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثامن عشر للعام الدراسي ١٤٤١هـ المعقود بتاريخ ٢٠/ ٩/ ١٤٤١هـ الموافق ١٣/ ٥/ ٢٠٢٠م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواءً كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

إهداء المترجمين

قيل مرة: أنه عندما يرسب طالب، أو يفشل في مادة من المواد، فإن هذا الفشل فشل للمعلم في تدريسه، قبل أن يكون فشلاً للطالب في الاستيعاب.

نُهدي هذا الكتاب إلى كل مدرس يسعى إلى التميز، وأن يكون تدريسه ناجحًاً. التدريس أشرف مهنة في الوجود. والتعليم كما قال نيلسون مانديلا: هو السلاح الأمضى الذي يمكنك استخدامه لتغيير العالم.

كما نُهدي هذا الكتاب إلى كل طالب مُجد، ونقول له ما تقوله حكمة صينية: بأن المعلمين يفتحون الباب، ولكن عليك أنت أن تدخل بنفسك. فالمعلمون أشبه ما يكونون باللوحات على الطرق، إنها تدلك على الاتجاه الذي عليك اتباعه للوصول إلى مبتغاك، إلا أن الوصول مهمتك أنت.

يقول مايكل دِل (Michael Dell): "حاول ألا تكون الشخص الأذكى في الغرفة، وإن كنت كذلك، فأقترح عليك أن تدعو أناسًاً أذكى منك . . . أو جِد غرفة أخرى". أقصى ما يتمناه المعلم، أو المدرس هو أن يُسهم في أن يكون طلابه (أو بعضهم على الأقل) أفضل منه ذكاء وعلمًاً، وأقصى ما نرجوه أن يُسهم هذا الكتاب في ذلك.

سمير و عمر

أهدي ثواب هذا العمل إلى روح والديّ اللذين كنت بنور رضاهما أستنير، وفي ظل دعائهما أسير، وفي رثائهما أقول:

ارحمهما كرماً

لا شيء يعدل في هذا الوجود أباً لا شيء يعدل أماً حبها انسكبا
ما زلت في حجره طفلاً يداعبه ما زلت في حجرها تعبان مكتئبا
مهما كتبت بهم شعراً، فإنهما أعلى وأكبر من كل ما كُتبا
يا ليتني طمعاً قد زدت برّهما يا ليتني طمعاً وفّيتهم تعبا
فارحمهما كرماً يا رب مرحمة واغفر لهم لطفاً يا رب ما ذهبا
يا رب، واسقهما لطفاً ومكرمة من ورد أحمد ماء قط ما نضبا
واجمع بنا كرماً يا رب مثوبة في ورد أحمد ورداً خالصاً عذبا

كما أهدي هذا العمل إلى زوجتي، رفيقة دربي في هذه الحياة بحلوها ومرّها، وإلى أولادي فلذة كبدي، وإلى كل من علمني حرفاً، أو دعمني، أو أسدى إلي معروفاً.

سمير

مقدمة المترجمين

يقدم هذا الكتاب الجوانب النظرية، وجوانب التعلم لتدريس ناجح لمقررات العلوم، والهندسة في المرحلة ما بعد الثانوية. ويمكن استخدامه لتطوير الذات لأعضاء هيئة التدريس، وللتميز بتدريس ناجح للعلوم، والهندسة.

يتناول الباب الأول للكتاب: موضوع كيفية تعلم الطلاب للعلوم، ويتطرق الفصل الأول فيه إلى بدايات الأبحاث التعليمية: للفيزياء، والعلوم، والهندسة، وإلى النظام التعليمي في أمريكا الشمالية، وإلى الأسئلة البحثية في الأبحاث التربوية للعلوم.

يتناول الفصل الثاني للكتاب: موضوع النمو الفكري، والأنواع النفسية، ويتطرق إلى مستويات النمو الفكري للطلاب، ومفهوم منطقة النمو الوشيك، وموضوعات التعلم عموماً في العلوم، والهندسة.

يتناول الفصل الثالث: موضوع المفاهيم العلمية البديلة للطلاب، ويتطرق إلى الصعوبات التي تواجه طالب العلوم/ الهندسة، والصعوبات المفاهيمية للطلاب، والتنافر المعرفي (Cognitive dissonance)، والصراع المفاهيمي.

يركز الفصل الرابع على: موضوع الكتابة للتعلم، والكتابة التأملية، والكتابة الحرة والدائرة التأويلية، بينما يبحث الفصل الخامس: في نظرة الطلاب للعالم، ويتطرق إلى مصطلحات، مثل: البُنى المعرفية المعزولة، وانعدام قابلية التلاؤم، والتغيير المفاهيمي ومراحله، والاستقراء المعاكس (counter-induction).

يتناول الباب الثاني من الكتاب: الجوانب النظرية، وجوانب التعلم. ويتطرق الفصلُ السادس إلى: النماذج التعليمية المستندة إلى فلسفة العلوم، وإلى الصراع المفاهيمي، والعقلية التي

توصف بأنها: "معرفة مجزأة" (knowledge in pieces). كما يتطرق إلى تغيير كيفية تعلم الطلاب، وإلى ضرورة تطوير مهارات التفكير النقدي لدى الطلاب.

موضوع الفصل السابع هو: تطوير التفكير النقدي، وحاجة الطلاب إلى أن يحلّلوا بشكل نقدي فهمهم المفاهيمي. إذ عندما يطوّر الطلاب مهاراتهم في التفكير النقدي، ويصلون إلى فهم وجهات نظرهم وتحليلها بشكل نقدي، عندئذ فقط يمكنهم دراسة تطور العلوم، وتطور الأفكار حول كيفية عمل العلم. تتم في هذا الفصل مناقشة مصطلح (التجربة الحاسمة)، كما يتم الحديث عن فلاسفة العلوم في القرن العشرين الميلادي.

يتطرق الفصل الثامن إلى كيفية: بناء نظرية معرفية، وإلى الاعتقادات المعرفية للطلاب، وإلى تطور فلسفة العلوم، وتطور علم التأويل، وإلى الحاجة إلى بيئة بنّاءة للطلاب.

أما الفصل التاسع فيناقش: تغيير كيفية تعلم الطلاب، ويتطرق إلى موضوعات، مثل: الإطار النظري المتماسك، وإلى استبانة المعتقدات المعرفية المركزة على الاختصاص (DFEBQ)، وإلى موضوع الأدوات التعليمية، ورؤية المقرر كدراما مسرحية تنطوي على صراع ممثلين، وإلى الدروس المخبرية (labatorials) وميزاتها.

عنوان الباب الثالث من الكتاب هو: "أفكار أخيرة"، وفيه يتطرق الفصل العاشر إلى: مسألة المقررات لطلاب غير طلاب العلوم، وإلى طريقة ملف المقرر كأحد الأنشطة الإضافية. تأخذ طريقةُ ملف المقرر الطلابَ إلى ما وراء الكتابة التأملية عن الكتاب الدراسي، وإلى استخدام الكتابة؛ لاستكشاف المواد المقدمة في الصف بشكل نقدي. أما الجزء الأخير من الفصل العاشر: فيتعلق بالمقررات التجميعية (المكوكبة) (constellation courses) ومحاولة هذه المقررات ربط العلم، وتطوراته بالتاريخ، والفلسفة، والدين، والأدب، والعلوم الاجتماعية.

ختام الكتاب هو الفصل الحادي عشرو ويتطرق إلى موضوع مهم للغاية، هو: التعليم بمساعدة الحاسوب، واستخدام الحاسوب في مقررات العلوم، والهندسة.

تتأثر جودة تعلم الطلاب بمعتقداتهم المعرفية (أي: وجهة نظرهم بخصوص طبيعة المعرفة والتعلم)، وهذه المعتقدات تؤثر على عقليتهم، وممارستهم ما وراء الإدراكية وعاداتهم الدراسية. والتدريس الناجح للعلوم، والهندسة هو ذاك الذي يغير كيفية تعلم الطلاب ووجهة نظرهم

بخصوص العلوم والهندسة، من كونها مسألة حل مسائل باستخدام مجموعة مستقلة من الأدوات مصنفة وفق نوع المسألة، إلى وجهة نظر تتمثل في أن العلوم، والهندسة موضوع مكوَّن من شبكة من المفاهيم المترابطة. وهذا الكتاب يشرح الطرق التي يمكن بها تحقيق ذلك، وبالتالي رفع جودة تعلم الطلاب.

فهم السياق الاجتماعي التاريخي لتطور العلوم، ودراسة تاريخ العلوم، وتاريخ فلسفة العلوم وتطوّرها، وفلاسفتها كلها أمور لا تلقَى الاهتمام الذي تستحقه في تدريس العلوم، والهندسة في الجامعات، على الرغم من أنها تساعد الطلاب على تطوير رؤية متماسكة للعلوم، وعلى تطوير مهارات التفكير النقدي لديهم. هذا الكتاب يساهم في سد هذه الفجوة، ويُغني المكتبة العربية.

ترتبط الترجمة دائمًا بالفهم. وفهم النص ضمن عالم لغوي جديد يستلزم التعبير بطريقة جديدة. إن الترجمة العلمية مغامرة محفوفة بالمصاعب، وتتطلب تحقيق اجتماع عناصر في الترجمة لا يقدِّر صعوبة اجتماعها إلا من خاض غمار هذه التجربة، وتتلخص هذه العناصر في: الالتزام بالنص الأصلي، وفي السلامة والسلاسة اللغوية للترجمة العربية، وفي نفس الوقت عكس المفهوم العلمي، والمعنى الصحيح بشكل دقيق، ولكن مفهوم للقارئ العربي. لقد بذلنا كل جهد ممكن؛ لتحقيق هذه العناصر مجتمعة، ونرجو من الله أن نكون قد وُفّقنا إلى ذلك.

نشكر مركز الترجمة في جامعة الملك سعود على موافقته على ترجمة هذا الكتاب، ونرجو أن يساعد هذا الكتاب على تحسين تدريس العلوم، والهندسة والتميز في ذلك، فالتدريس الناجح يعني خريجين ناجحين، ومتميزين، والتعليم الناجح هو أساس بناء الأمم.

والله من وراء القصد، وهو يهدي السبيل.

المترجمان

إهداء المؤلف

أهدي هذه الطبعة الثانية لزوجتي ماريلين، ولأولادي: بن وسام، ولأحفادي: جوش، وليلي، وماكس. وكما أشرت في صفحة الشكر والعرفان، فإن هذا العمل ما كان ليؤتي ثماره لولا إلهام وأفكار زوجتي الراحلة جودي كالمان (٢٣ شباط (فبراير) ١٩٤٦م – ٢٩ حزيران (يونيو) ٢٠٠٦م)، ولولا دعمها الدؤوب وتشجيعها. لقد كانت حقًا مدرسة عظيمة، ونموذجًا أحتذي به أنا شخصيًا في تدريسي.

تمهيد للطبعة الأولى

القصد من هذا الكتاب، هو: وصف كيف يمكن أن يوفر الأستاذ بيئة تعليمية تساعد الطلاب على التعامل مع طبيعة العلوم، والهندسة، وعلى فهم مفاهيمها، وعلى حل المسائل في مقررات العلوم والهندسة. وبذلك فإن غاية هذا الكتاب، هي: أن يكون مفيداً لأي أستاذ للعلوم، أو الهندسة يريد تغيير مسار مقرره؛ لكي يتضمن طرق تدريس أكثر فعالية، وللمعلمين في المعاهد ما بعد الثانوية الذين هم في بداية حياتهم المهنية، وكدليل لمساعدي التدريس (TAs). ولأن الكتاب مبني على مقالات نشرتها في مجلة الأبحاث التربوية للعلوم (Science Educational Research) ، والتي كانت ترتكز على البحوث التربوية التي قمت بها (سواء الكمية منها، والنوعية) على مدى سنوات عديدة، فإن هذا الكتاب سيكون أيضاً محل اهتمام أي شخص منخرط في أبحاث في تدريس العلوم، والهندسة في المستوى ما بعد الثانوي. لقد حاولت أيضاً أن أضمّن الكتاب ما يكفي من الخلفية بحيث يمكن استخدامه ككتاب دراسي لمقرر في الممارسة التعليمية في العلوم والهندسة.

يحتوي الكتاب على: محورين رئيسين للتطوير. يتعلق المحور الأول: بكيفية جعل الطلاب يغيرون نظريتهم المعرفية بحيث لا تكون نظرتهم إلى المادة الدراسية مكونة من مجموعة أدوات من الممارسات المتنوعة المصنَّفة حسب نوع المسألة، وإنما بالأحرى أن الموضوع مكوّن من بنية مترابطة من المفاهيم، أما المحور الثاني: فهو مساعدة الطلاب ؛ليكون لديهم فهم أعمق للعلوم والهندسة.

قمت في الباب الأول من الكتاب "كيف يتعلم الطلاب العلوم" بتطوير نوع من الخلفية الأساسية حول الفهم الحالي لكيفية محاولة الطلاب التعامل مع المقررات في العلوم والهندسة. ربما كان من الأفضل أن يكون عنوان هذا الباب: "كيف يفشل الطلاب في فهم المواد العلمية على الرغم

من أفضل الجهود لمدرسين حسني النية؟". حجر الزاوية في هذا الباب هو الفصل الثالث: الذي يتناول حقيقة أن للطلاب تصورات عن موضوع مقرراتنا مختلفة جداً عن الإطار المفهومي الموجود في هذه المقررات، وأنه من الصعب للغاية جعل الطلاب يتخلصون من هذه المفاهيم. يستطيع أعضاء هيئة التدريس الذين هم على دراية فعلاً بالمراجع المتعلقة بنظرية التغيير المفاهيمي تخطّي هذا الباب، والمُضي قدمًا مباشرة إلى الباب الثاني.

الباب الثاني: "تغيير النظرية المعرفية للطلاب" هو بمثابة قلب هذا الكتاب. فهو يطوّر نوعاً من تقديم الدعم (scaffolding) اللازم لمساعدة الطالب على تحقيق فهم أعمق للموضوع، مثل: الكتابة التأملية، وأنشطة الصراع المفاهيمي المستندة إلى منهجيات تنطوي على استخدام مجموعات تعاونية، وأشكال مختلفة من أنشطة كتابية. كما أنه يطور الفكرة الحديثة المتمثلة في أن برامج تغيير مفهومي بسيطة ليست فعالة؛ لأنها تحاول مهاجمة الأعراض التي تمنع نجاح الطلاب في مقررات العلوم بدلاً من مهاجمة الأسباب الجذرية الأصلية الكامنة وراء هذه المشكلة. وبذلك فإن هذا الباب من الكتاب يتفحص كامل مشكلة مساعدة الطلاب؛ لكي يصبحوا مفكرين نقديين، ومساعدتهم على تغيير نظرياتهم المعرفية.

يتناول الباب الأخير من الكتاب في فصلين متتاليين، أولاً: المشكلات الخاصة بالمقررات لطلاب غير طلاب العلوم، وثانياً: استخدام الحاسوب لتدريس الطلاب.

كالفن س كالمان، مونتريال، كندا.

تمهيد للطبعة الثانية

حدثت العديد من التطورات في الأبحاث في تدريس العلوم منذ ظهور الطبعة الأولى من هذا الكتاب لأكثر من تسع سنوات خلت. على سبيل المثال: يوجد الآن فهم أكثر لكيفية استفادة الطلاب من الكتابة التأملية. فالآن يُنظر إلى الكتابة التأملية على أنها ذات صلة بالمقاربة، أو المنهجية التفسيرية، أو التأويلية لغادامر ((Gadamer (1975/1960). ولذلك فقد استُبعدت الفقرة (٢ , ٤) من الطبعة الأولى، واستُبدل بها مادة أخرى جديدة كلياً. هناك تعليمات أفضل بكثير متاحة للطلاب حول كيفية استخدام الكتابة التأملية. كما أُنشِئ عنوان يبسط توسيم الكتابة التأملية. استندت الفقرة (٢ , ٣) "نظرية للتغيير المفاهيمي" بشكل خاص على أعمال G. Posner، و K. Strike، و P. Hewson، و W. Gertzog. ومنذ ذلك الحين كان هناك جدل في مجتمع تدريس العلوم بين أولئك الذين يعتقدون بأن الطلاب يأتون إلى الفصل مع نظرية حول الموضوع مختلفة عن تلك التي يصفها المدرس، والموجودة في كتبهم المقررة، وبين أولئك الذين يشعرون أن معرفة الطلاب تتكوّن من: بُنى، أو هياكل منعزلة تسمى الأوليات الظواهرية، أو البارزة ((Phenomenological primitives (p – prims). لقد أُخذ هذا الجدال، والضوء الذي أُلقي عليه من قبل M. Lattery في كتابه: "التعلم العميق في الفيزياء التمهيدية: دراسات استكشافية للتفكير المُستند إلى النمذجة" (Deep Learning in Introductory Physics: Exploratory Studies of Modeling-Based Reasoning) (الناشر: Information Age Publishing ، عام النشر: ٢٠١٦م) في الاعتبار بالتفصيل. لقد وصفت طريقة ملف المقرر (course dossier) في الفقرة (٣،٩) من الطبعة الأولى – لم تُجرَ أبحاث حول، وقد عُولِج هذا النقص بظهور مقالة: "تنفيذ، وتقييم طريقة ملف المقرر" التي نشرها: Wahidun N. Khanam،

و Calvin S. Kalman في عام ٢٠١٧م، في المجلد ٧ من مجلة The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning. لقد كان عنوان الباب الثاني في الطبعة الأولى: "تغيير النظرية المعرفية للطالب"، وهو أيضاً عنوان الفصل الأخير في القسم. وفيما عدا ذلك كان هناك نقص واضح في مناقشة المراحل في التطور المعرفي لدى الطلاب. ولذلك نُقل في هذه الطبعة معظم المادة في الفصل الثامن إلى الفصل التاسع "تغيير كيفية تعلم الطلاب"، ويبدأ فصل ثامن جديد: "بناء نظرية معرفة" بنموذج بيري (Perry)، ويستمر عبر تطورات لاحقة. قمنا الآن في هذه الطبعة بتضمين مناقشة حول كيف يمكن للمدرس تمكين الطالب من حل التنافر المعرفي في الصعوبات، التي يواجهها الطلاب في تجاوز تصوراتهم الخاطئة باتجاه الأفكار الهدف. تواصل نظرية التنافر المعرفي (Festinger 1957) التطور وإلهام أبحاث جديدة (للمراجعات، انظر: Harmon-Jones and Harmon Jones (2007) و Cooper (2007)). إن وجود إدراكات ذات صلة، وغير متناسقة يخلق انزعاجاً، أو تنافراً نفسياً. لقد وجد Linenberger and Bretz (2012) أن التنافر المعرفي الذي تولد في المقابلات قدَّم رؤى مهمة في فهم الطلاب لتفاعلات الأنزيم-الركيزة. وربما لم يكن تسرب الطلاب من المقررات بالضرورة بسبب نقص القدرة، وإنما بسبب أن نظريتهم المعرفية (وجهة نظرهم حول طبيعة المعرفة والتعلم) ليست مناسبة لهم للنجاح. نذهب في هذه الطبعة إلى أبعد من مسألة ما إذا كان الأسلوب التربوي فعالاً، أم لا باتجاه مزيد من التركيز على الإجابة عن السؤال المتمثل بلماذا يكون أسلوب معين، أو صنف معين من الأساليب فعالاً. وفي محاولة للإجابة على هذه الأسئلة، فإننا ننظر في مفاهيم نفسية، ونمائية، ونظريات، ونماذج راسخة (التنافر المعرفي، والنمو المعرفي على سبيل المثال)؛ لتوفير بنية، أو هيكل لدراساتنا، ودعم التحليل، وتفسير النتائج. من الواضح على وجه الخصوص أن الاعتقادات المعرفية للطلاب يمكن أن تصبح أكثر شبهاً بالخبراء من خلال مزيج من أنشطة التدريس المناسبة.

كما تمت أيضاً الإشارة بحق إلى أنه لم يكن هناك مناقشة لتدريس النظراء في الطبعة الأولى. منذ ذلك الحين أُجريت بحوث تقارن تدريس النظراء بنشاط المجموعة التعاونية للصراع المفاهيمي الذي تم وصفه في الطبعة الأولى.

وأخيراً، لدي خبرة في استخدام الطبعة الأولى ككتاب دراسي لمقرر مكون من ١٣ محاضرة من ساعتين قدمتها لـ ٣٧ أستاذاً في جامعة Tra Vinh في فيتنام. عشرة منهم كانوا من كلية التربية، والباقي من جميع التخصصات العلمية. تكرمت دار النشر Springer بالسماح لي بترجمة الطبعة الأولى مجاناً لهذه المجموعة من المدرسين. لقد كان المقرر ناجحاً جداً. لقد كان إلى حد كبير مقرراً موجهاً للمشاركين مع استخدام المشاركين، وتجربتهم جميع الأنشطة على مدى المقرر. ينبغي أن تكون الطبعة الثانية الجديدة ذات فائدة كبيرة للجميع كمرجع أو ككتاب دراسي.

كالفن س كالمان، مونتريال، كندا.

شكر وعرفان

بادئ ذي بدء، أدين لزوجتي الأولى الراحلة جودي كالمان (Judy Kalman) (٢٣ شباط (فبراير) ١٩٤٦م – ٢٩ حزيران (يونيو) ٢٠٠٦م) التي حققت العديد من النجاحات في تدريس الكتابة في جامعة كونكورديا (Concordia)، وكلية دوسون (Dawson)، بإلهام الكثير من جهودي لجعل الكتابة جزءاً من فصول دراسة العلوم. لقد أقنعتني أيضاً أن أضع جانباً شكوكي الأولية في طرق الكتابة، مثل: الكتابة اليومية وأن أحضر ورشة عمل مكثفة لمدة يومين في جامعة فيرمونت (Vermont). لقد حازت هذه الورشة على إعجابي بما يكفي لمحاولة بعض الأساليب الجديدة بنفسي (ملف المقرر). لقد كانت لها ولمارجوري ماكينون (Marjorie McKinnon) دور أساسي في إقناعي باستخدام المجموعات التعاونية (collaborative groups) في تدريسي. لقد كانت مارجوري في ذلك الوقت مديرة مشاركة لمركز جامعة كونكورديا؛ لتطوير هيئة التدريس. وما كان لجهودي الأولى في التدريس الابتكاري (innovative teaching) المستند إلى التعليم بمساعدة الحاسوب؛ لتؤتي ثمارها من دون مساعدة رون سميث (Ron Smith)، وديفيد كاوفمان (David Kaufman). لقد ألهمني كريج نيلسون (Craig Nelson) الذي لم أقابله أبداً فكرتي في إتباع تمارين المجموعة التعاونية للصراع المفاهيمي بنشاط كتابة. ومن دون ما قدّمه مارك أولس (Mark Aulls) من الدعم والعديد من المناقشات، ما كان لي أن أصل إلى فهمي لكيفية عمل الكتابة التأملية المشروحة في الفصل الثالث. كما أنني ممتن على وجه الخصوص لفيم جيسيلير (Win Gijselaers) محرر سلسلة كتب الابتكار، والتغيير في التعليم المهني (Innovation and Change in Professional Education). لقد ذهب إلى ما هو أبعد

من واجبات المحرر في مساعدتي على إجراء تغييرات رئيسة على مسودة الطبعة الأولى من هذا الكتاب لتصل إلى الشكل الحالي.

أود أن أشكر إيغال غاليلي (Igal Galili) على الإذن بتضمين مقتطف طويل من واحدة من أوراقه العلمية التي نُشرت في مجلة العلوم، والتعليم (Science & Education). كما أود أيضاً أن أشكر دار النشر John Wiley & Sons, Inc على سماحها بتضمين مقاطع من مقالة بقلم ديكسترا وآخرين (Dykstra et al) نُشرت في مجلة العلوم والتعليم (Science & Education) والموسوعة المعرفية البريطانية (Encyclopædia Britannica, Inc.) على سماحها بإعادة إنتاج مقتطفات من الطبعة الأولى من الموسوعة. لقد كان مقصوداً من الصفحات القصيرة في الفصل العاشر في الأصل أن تكون كفصل في كوكبة من المقررات التي قمت بتحريرها كجزء من كتاب عن العلوم والمجتمع. ما كان للتمويل أن يتحقق أبداً، وبالتالي ما كان للكتاب أن يظهر. أود أن أشكر كلاً من: Joseph L. Spradley و Arlen R. Zander و Martin A. Ludington و Alan J. Friedman و Lawrence S. Lerner، و Judith Eger (أرملة Martin Eger) الذين وافقوا على نشر هذه المقالات هنا. ربما كانت صدفة في رأيي أنهم جزء أساسي من هذا الكتاب. لقد ظهر بعض أجزاء من هذا الكتاب في مقالات كتبتها لمجلات Physical Review Physics Education Research و American Journal of Physics و Science & Education و Academic Exchange Quarterly و Journal of College Science Teaching و Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning.

المحتويات
CONTENTS

إهداء المترجمين ..... هـ
مقدمة المترجمين ..... ز
إهداء المؤلف ..... ك
تمهيد للطبعة الأولى ..... م
تمهيد للطبعة الثانية ..... س
شكر وعرفان ..... ق

الباب الأول

كيف يتعلم الطلاب العلوم

الفصل الأول: مقدمة ٣
(١ , ١) بدايات الأبحاث التربوية في الفيزياء ٣
(١ , ٢) برامج الدراسات العليا الأولى في الأبحاث التربوية في الفيزياء ٦
(١ , ٣) الأبحاث التربوية في تخصصات علمية/ هندسية أخرى ٧
(١ , ٤) النظام التعليمي في أمريكا الشمالية ٩
(١ , ٥) الأسئلة البحثية في أبحاث العلوم التربوية ١٠
(١ , ٦) أفكار أخيرة ١٤
المراجع ١٥

الفصل الثاني: النمو الفكري والأنواع النفسية..... ١٧١٧
(١ , ٢) مقدمة ١٨
(٢ , ٢) بياجيه والنمو الفكري للطلاب ٢٠
(١ , ٢ , ٢) مستويات النمو الفكري لدى طلاب الجامعات.....٢٤
(٣ , ٢) نظرية يونغ للأنواع النفسية. ومؤشر مايرز-بريغز ٢٥
(١ , ٣ , ٢) ربط الأنواع النفسية لمايرز-بريغز بمستويات النمو لبياجيه ٢٦
(٤ , ٢) مقاربة فيغوتسكي.....٢٦
(١ , ٤ , ٢) منطقة النمو الوشيك ٢٧
(٢ , ٤ , ٢) نمو الوظائف في منطقة النمو الوشيك.....٢٨
(٣ , ٤ , ٢) تقديم الدعم ٢٨
(٥ , ٢) التعلم في العلوم والهندسة.....٢٩
المراجع .....

الفصل الثالث: المفاهيم العلمية البديلة لدى الطلاب ٣١
(١ , ٣) الصعوبات التي تواجه الطالب في مقرر تمهيدي ٣١
(١ , ١ , ٣) الدراسات المبكرة ٣٢
(٢ , ١ , ٣) التنافر المعرفي ٣٤
(٣ , ١ , ٣) الصعوبات المفاهيمية التي يواجهها الطلاب ٣٦
(٤ , ١ , ٣) ربط قائمة مفهوم القوة بنموذج بياجيه للنمو الفكري ٣٨
(٢ , ٣) نموذج قائم على فكرة الصراع المفاهيمي ٤٥
(١ , ٢ , ٣) اجعل الطالب يحلل المفهومَين بشكل نقدي، ويصل إلى إدراك أن المفهوم العلمي الشخصي يحتاج إلى أن يُستبدل.....٤٥
(٢ , ٢ , ٣) التمارين الجماعية التعاونية ٤٦
(٣ , ٢ , ٣) أداة الاختبار.....٤٨

(٤ , ٢ , ٣) المفاهيم المدروسة ٤٨
(٥ , ٢ , ٣) التجارب الأولى ٤٩
(٦ , ٢ , ٣) تجربة معدَّلة بأدوات تحكّم أكثر صرامة ٥٠
(٧ , ٢ , ٣) تحليل الأسئلة الفردية المهمة ٥١
(٨ , ٢ , ٣) استنتاجات ٥٤
الملحق (١): أسئلة إضافية ٥٦
الملحق (٢) ٥٩
ورقة مهمة ٥٩
ورقة مهمة ٥٩
ورقة مهمة ٦٠
ورقة مهمة ٦١
المراجع ٦٢

الفصل الرابع: الكتابة للتعلم: الكتابة التأملية ٦٥
(١ , ٤) دعم الطلاب؛ بتشجيع الحوار الذاتي ٦٥
(١ , ١ , ٤) الكتابة كحوار ذاتي مشجع ٦٥
(٢ , ١ , ٤) التحدث إلى شخص ما عن مشكلة ٦٥
(٣ , ١ , ٤) الكتابة التأملية، ومنطقة النمو الوشيك ٦٦
(٢ , ٤) كتابة ورقة بحثية ٦٧
(١ , ٢ , ٤) كتابة سيرة ذاتية ٦٨
(٢ , ٢ , ٤) الكتابة الحرة (الخربشة) ٦٨
(٣ , ٤) علاقة الكتابة التأملية بالكتابة الحرة ٦٨
(٤ , ٤) الكتابة التأملية كدائرة تفسيرية ٧١
(٥ , ٤) الأبحاث النوعية حول الكتابة التأملية ٧٦

(١ ,٥ ,٤) مناهج الدراسة ٧٨
(٢ ,٥ ,٤) الدراسة المسحية للطلاب ٧٩
(٣ ,٥ ,٤) المقابلات ٧٩
(٤ ,٥ ,٤) تحليل المحتوى ٨١
(٥ ,٥ ,٤) النتائج ٨١
(٦ ,٤) الدائرة التفسيرية ٨١
(١ ,٦ ,٤) تهيئة الطلاب لآفاقهم، وربط معرفتهم الأولية بنص سابق ٨١
(٢ ,٦ ,٤) عنصر بنيوي إنشائي في الفهم ٨٢
(٣ ,٦ ,٤) توضيح المفاهيم ٨٣
(٤ ,٦ ,٤) دليل للطلاب المقاربين للمادة النصية بأسلوب الدائرة التفسيرية المنبثقة أيضًا من المقابلات ٨٤
(٥ ,٦ ,٤) النشاطُ الذهني في أثناء القيام بالكتابة التأملية، وفقًا لوصف الطلاب مختلفٌ عن الحفظ الصم لنص، بعد قراءته قراءة صامتة ٨٦
(٦ ,٦ ,٤) عيّنة من كتابة تأملية ٨٨
(٧ ,٤) تعليمات للطلاب حول كيفية القيام بالكتابة التأملية ٨٩
(٨ ,٤) مقارنة الكتابة التأملية بكتابة الملخص ٩١
(٩ ,٤) استنتاجات ٩٣
المراجع ٩٤

الفصل الخامس: ما هي نظرة الطلاب للعالم ٩٧
(١ ,٥) هل تتألف معرفة الطلاب من بنى معزولة، أم أنهم يأتون إلى قاعة المحاضرات بنظرية حول المادة الدراسية؟ ٩٧
(١ ,١ ,٥) انعدام قابلية التوافق ٩٩
(٢ ,٥) التغيير المفاهيمي ١٠٠

(١, ٢, ٥) نظريات الإطار ١٠٢
(٢, ٢, ٥) كيف توجه المعرفة المجزأة، التغير المفاهيمي؟ ١٠٢
(٣, ٥) المراحل التي يمر بها طالب يمر بتغير مفاهيمي ١٠٣
(١, ٣, ٥) نموذج لتطبيق مفهوم ١٠٤
(٢, ٣, ٥) تحديد المفاهيم ١٠٦
(٣, ٣, ٥) الاستيعاب، والتأقلم، وانعدام التوازن ١٠٦
(٤, ٥) نموذج جديد ١٠٨
(١, ٤, ٥) مبدأ فايرآبند للاستقراء المضاد..... ١٠٩
(٢, ٤, ٥) دور الكتابة في التعلم..... ١١١
(٣, ٤, ٥) مجموعة آراء ١١٢
(٤, ٤, ٥) التدريب على النقد..... ١١٢
(٥, ٤, ٥) دراسة المقرر ١١٣
(٦, ٤, ٥) استنتاجات..... ١١٦
(٧, ٤, ٥) ترتيب الطالب للكتابة التأملية والأنشطة الجماعية، ونشاط كتابة النقد للتعلم .. ١١٧
ملحق: انتقادات ١١٧
المراجع ١٢٠

الباب الثاني

الجوانب النظرية، وجوانب التعلم

الفصل السادس: النماذج التربوية القائمة على فلسفة العلوم ١٢٥
(١, ٦) بوسنر وآخرون (١٩٨٢م) ١٢٥
(١, ١, ٦) النموذج..... ١٢٥
(٢, ١, ٦) النقد ١٢٦
(٣, ١, ٦) النواة الصلبة لبرنامج البحث..... ١٢٦

(٦,٢) الصراع المفاهيمي ١٢٧
(٦,٢,١) هيوسن، و هيوسن (١٩٨٤م) ١٢٧
(٦,٣) تسايتلين، و غاليلي (٢٠٠٥م)..... ١٢٧
(٦,٣,١) نموذج للتعليم ١٢٧
(٦,٣,٢) الفيزياء ليس فقط كمعرفة، وإنما كفضاء لمقولات ١٣٢
(٦,٣,٣) ثقافة الاختصاص ١٣٣
(٦,٣,٤) التغير المفاهيمي..... ١٣٨
(٦,٣,٥) منهج الفيزياء..... ١٣٩
(٦,٤) كثير من الطلاب الذين يأتون إلى مقررات العلوم التمهيدية
ليس لديهم عقلية علمية متماسكة ١٤١
(٦,٤,١) تغيير طريقة تعلم الطلاب..... ١٤١
(٦,٤,٢) أنظمة المعرفة المنظمة بشكل ضعيف ١٤٢
(٦,٤,٣) المقاربة البنيوية..... ١٤٣
(٦,٥) استنتاجات ١٤٨
المراجع ١٤٩

الفصل السابع: التفكير النقدي ١٥٣
(٧,١) التفكير النقدي..... ١٥٣
(٧,١,١) سمة مرتبة بمجال معين، أم أنه ينطوي على مبادئ عامة ١٥٣
(٧,١,٢) مسح آراء الفلاسفة، والعلماء..... ١٥٣
(٧,١,٣) تعريف عملي ١٥٤
(٧,١,٤) وجهات نظر ماكبيك ١٥٥
(٧,١,٥) دراسة فلاسفة العلوم؛ لتعزيز التفكير النقدي..... ١٥٦
(٧,١,٦) لماذا يدرس الطلاب فلسفة العلوم؟ ١٥٦

(٧, ١, ٧) العمل الجماعي التعاوني ١٥٧
(٧, ١, ٨) واجبات المجموعات ١٥٨
(٧, ١, ٩) ما الذي يشكل نظرية علمية "جيدة"؟..... ١٦٠
(٧, ١, ١٠) باكون ١٦٢
(٧, ١, ١١) مواد معرفية خلفية تُقدَّم في قاعة محاضرة ١٦٤
(٧, ١, ١٢) ملخص ١٦٨
(٧, ٢) العلوم النظرية ١٦٩
(٧, ٣) التجربة الحاسمة ١٧١
(٧, ٣, ١) السير جون هِرشِل..... ١٧١
(٧, ٣, ٢) التجارب الحاسمة ١٧٢
(٧, ٣, ٣) بيير دوهِم ١٧٢
(٧, ٣, ٤) ينبغي لنظرية علمية أن تقدِّم تنظيمات نظرية متماسكة، ومتسقة، وواسعة النطاق.. ١٧٤
(٧, ٤) فلاسفة العلوم في القرن العشرين ١٧٧
(٧, ٤, ١) بوبر ١٧٧
(٧, ٤, ٢) كون..... ١٧٩
(٧, ٤, ٣) لاكاتوس..... ١٨٣
(٧, ٤, ٤) فايَرآبند ١٨٦
(٧, ٥) ماري هِسِه ١٨٧
(٧, ٦) استنتاجات ١٩١
ملحق: تقييم النظير لأعضاء مجموعة..... ١٩٢
تقييم النظير لفريق أعضاء مجموعة ١٩٢
المراجع ١٩٣

الفصل الثامن: بناء نظرية معرفية ١٩٥
(٨,١) المفاهيم، والتفكير المعرفي، والتغيير المفاهيمي في تعلّم الفيزياء ١٩٥
(٨,٢) العلاقة بين المعتقدات المعرفية للطلاب، وتطور فلسفة العلوم، والتأويلات ٢٠١
(٨,٣) التأويل في العلوم، وتعليم العلوم ٢٠٤
(٨,٤) تطور علم التأويل ٢٠٨
(٨,٤,١) علم التأويل الأُنطولوجي ٢١٠
(٨,٤,٢) التشابه بين تطور فلسفة العلوم، وتطور فلسفة التأويل ٢١٢
(٨,٥) الحاجة إلى بيئة بنّاءة للطلاب ٢١٣
المراجع ٢١٥

الفصل التاسع: تغيير طريقة تعلم الطلاب ٢١٩
(٩,١) الإطار النظري المتماسك ٢١٩
(٩,٢) استبيان المعتقدات المعرفية المتمركزة حول التخصص (DFEBQ) ٢٢٠
(٩,٢,١) أبعاد المعرفة الشخصية في استبيان هوفر ٢٢١
(٩,٣) الأدوات التعليمية ٢٢٣
(٩,٣,١) المجموعات التعاونية للصراع المفاهيمي مقارنة بالتعليم من الأقران ٢٢٤
(٩,٤) رؤية المقرر من منظور مسرحي تقريبًا كرؤية دراما تنطوي على صراع الممثلين: أرسطوطاليس، وغاليليو، ونيوتن وآخرون ٢٣٣
(٩,٤,١) تعلم النموذج الأرسطوطالي يقوّي فهم نظيره النيوتوني ٢٣٤
(٩,٤,٢) تصميم المقرر ٢٣٧
(٩,٤,٣) النتائج ٢٤٥
(٩,٤,٤) الاستنتاجات ٢٥٠
(٩,٥) الدروس المخبرية ٢٥٠
(٩,٦) جعل الطلاب يغيرون الطريقة التي يتعلمون بها العلوم ٢٥١

(٩,٦,١) مقدمة ٢٥١
(٩,٦,٢) دراسة مونتريال/ بي سي: الكتابة التأملية، والمجموعة التعاونية، والمقالة الجدلية .. ٢٥٥
(٩,٦,٣) دراسة كالغاري: الكتابة التأملية، والدروس المخبرية ٢٥٨
المراجع ٢٦٧

الباب الثالث

أفكار أخيرة

الفصل العاشر: مقررات للطلاب غير المتخصصين في العلوم ٢٧١
(١٠,١) ثلاثة أنواع من المتعلمين ٢٧١
(١٠,٢) ملف المقرر ٢٧٣
(١٠,٢,١) إعطاء الكلمة للطالب: تحويل كل محاضرة إلى ورقة بحثية صغيرة ٢٧٣
(١٠,٢,٢) نهاية الفصل الدراسي ٢٧٤
(١٠,٢,٣) دراسة طريقة ملف المقرر ٢٧٦
(١٠,٣) المقررات المجمَّعة ٢٨٨
(١٠,٣,١) دراسات في الفيزياء، والأدب ٢٨٩
(١٠,٣,٢) الفيزياء، والمجتمع من منظور تاريخي ٢٩٣
(١٠,٣,٣) العلوم، والإنسانيات عن طريق الخيال العلمي ٢٩٧
(١٠,٣,٤) الفلسفة في الفيزياء، والفيزياء في الفلسفة ٣٠١
(١٠,٣,٥) الفيزياء المعاصرة: حلقة دراسية (سيمينار) لمستجدي تخصصات الفيزياء ٣٠٥
(١٠,٣,٦) سلسلة مقررات علوم-إنسانيات ٣٠٨
(١٠,٣,٧) مجموعة من مقررات علمية-إنسانية لجمهور يمزج بين التخصصات العلمية، وغير العلمية ٣١٢
(١٠,٤) خاتمة ٣١٥

الفصل الحادي عشر: التدريس بمساعدة الحاسوب ٣١٧
(١ ,١١) استخدام التدريس بمساعدة الحاسوب في مقررات العلوم/ الهندسة ٣١٧
(٢ ,١١) لغة حاسوب للتدريس بمساعدة الحاسوب ٣١٨
(١ ,٢ ,١١) قالب نوح شيرمان ٣١٨
(٣ ,١١) درس في التفاضل لمقرر ميكانيكا تمهيدي ٣٢٠
(١ ,٣ ,١١) المبررات ٣٢٠
(٢ ,٣ ,١١) الاختبار القبلي لدرس التفاضل ٣٢٠
(٣ ,٣ ,١١) تجريب الأسئلة ٣٢١
(٤ ,٣ ,١١) الاختبار البعدي ٣٢٤
(٥ ,٣ ,١١) الاستنتاج ٣٢٥
(٤ ,١١) استخدام محاورة التفاضل كأداة لدراسة آثار التغذية الراجعة الارتباطية على التعلم، ولفحص تفاعل التغذية الراجعة الارتباطية مع خصائص متعلم مختارة ٣٢٥
(١ ,٤ ,١١) الخلفية ٣٢٥
(٢ ,٤ ,١١) العيّنة ٣٢٨
(٣ ,٤ ,١١) الإجراء ٣٢٨
(٤ ,٤ ,١١) التصميم ٣٢٨
(٥ ,٤ ,١١) ما قبل الدرس ٣٢٩
(٦ ,٤ ,١١) المنطق التدريسي للدرس رئيس ٣٢٩
(٧ ,٤ ,١١) تعريفات إجرائية للمعالجات ٣٣٠
(٨ ,٤ ,١١) المواد التدريسية ٣٣١
(٩ ,٤ ,١١) أدوات القياس ٣٣١
(١٠ ,٤ ,١١) النتائج ٣٣٤
(٥ ,١١) الاستنتاج ٣٣٩
المراجع ٣٤١

الفصل الثاني عشر: تلخيص ما سبق ٣٤٣
المراجع ٣٤٩
ثبت أسماء الإعلام **٣٥١**
أولًا: عربي – إنجليزي ٣٥١
ثانيًا: إنجليزي – عربي ٣٦٥
ثبت المصطلحات **٣٨١**
أولًا: عربي – إنجليزي ٣٨١
ثانيًا: إنجليزي – عربي ٣٨٦
كشاف الموضوعات ٣٩١