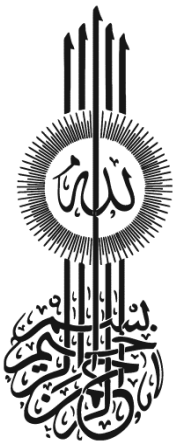
بسم الله الرحمن الرحيم

تعليم وتعلم الرياضيات في القرية العالمية

تعليم الرياضيات في العصر الرقمي

تأليف

Marcel Danesi

ترجمة

د. رفعت عبد الصمد أبو الغيط قنديل

الأستاذ المشارك بقسم العلوم الأساسية

السنة الأولى المشتركة – 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، ١٤٤١هـ (٢٠٢٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

دانيزي، مارسيل.

تعليم وتعلم الرياضيات في القرية العالمية- تعليم الرياضيات في العصر الرقمي/ مارسيل دانيزي؛ رفعت عبد الصمد أبو الغيط قنديل - الرياض، ١٤٤١هـ.

٢٩٦ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٣ - ٨٦٠ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الرياضيات التربوية ٢- تعليم الرياضيات أ. قنديل، رفعت عبد الصمد أبو الغيط (مترجم) ب. العنوان

ديوي ٥١٠,٧ ١٤٤١/١٠٢٣٩

رقم الإيداع: ١٤٤١/١٠٢٣٩

ردمك: ٣ - ٨٦٠ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Learning and Teaching Mathematics in the Global Village
Math Education in the Digital Age
By: Marcel Danesi
© Springer International Publishing Switzerland 2016
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الحادي عشر للعام الدراسي ١٤٤١هـ، المعقود بتاريخ ٢/ ٦/ ١٤٤١هـ، الموافق ٢٧/ ١/ ٢٠٢٠م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء 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

مقدمة المترجم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد النبي الأمي الأمين، وعلى آله وأصحابه أجمعين، وبعد.،

يطيب لي أن أقدم لكم ترجمة كتاب "تعليم وتعلم الرياضيات في القرية العالمية: تعليم الرياضيات في العصر الرقمي"، تأليف مارسيل دانيزي، البروفسور بجامعة تورونتو بكندا، وأحمد الله سبحانه وتعالى أن وفقني إلى اختيار وترجمة هذا الكتاب القيم من وجهة نظري، حيث يقدم هذا الكتاب نقلة نوعية في تعليم وتعلم الرياضيات في العصر الرقمي، وتدور الفكرة الأساسية للكتاب حول كيفية تحويل الفصل في القرية العالمية بطريقة تدريجية إلى فصل مختلف عن الماضي، لذلك يدور النقاش في هذا الكتاب حول إدراك هذه الحقيقة، وكيف نشأت، وماذا تعني، دون العودة إلى الوراء.

يقدم الكتاب مداخل تربوية تفاعلية جديدة لتعليم الرياضيات، تعتمد على التكنولوجيا بصورة أكبر، مثل: المقررات والمواد التي تستخدم المصادر الرقمية بصورة أكبر، والتي تتفوق على جميع الاستخدامات السابقة للأجهزة والأدوات المساعدة في تعليم الرياضيات داخل الحجرة الصفية، ويؤكد الكتاب على فكرة التفاعل والترابط بين الرياضيات الإلكترونية (مثل البرامج التلفزيونية ومواقع الإنترنت المختلفة) والرياضيات المطبوعة، وأنه يمكن أن تتكامل هذه الطرق مع طرقنا التقليدية أثناء تعليم الرياضيات.

ويتناول الكتاب أيضاً كيف يمكن لهذا التكامل أن يتحقق عملياً من خلال تطبيق مجموعة من المبادئ التربوية ذات الصلة على موضوعات أساسية في الرياضيات مثل: العدد، والحساب، والجبر، والمشكلات القصصية، ونظرية الاحتمال الأساسية، بالإضافة إلى أن الكتاب يوضح كيف يمكن ربط الرياضيات بمواضيع الثقافة الشعبية، وتقنيات المعلومات ، وغيرها من المجالات.

يتكون الكتاب من خمسة فصول، يركز فيها الفصل الأول على تعليم وتعلم الرياضيات بدايةً من العصور القديمة، حتى عصرنا الحالي (العصر الرقمي)، ويعطي نظرة أولية على الطريقة التي يمكن بها تدريس الرياضيات والتي تتجاوز النماذج التقليدية عن طريق دمج موضوعات مثل: الرياضيات القصصية، وعلاقة الرياضيات باللغة، والرياضيات عبر الإنترنت، والعالم الرقمي، ويقدم الفصل الثاني من هذا الكتاب مناقشات حول استخدام الوسائل المطبوعة والإلكترونية في تعليم الرياضيات، والعلاقة بين الرياضيات وعلوم الكمبيوتر، والرياضيات الشعبية، ويتعرض الفصل الثالث لوسائل التواصل الاجتماعي، ومجتمع المعرفة، وفصول الرياضيات في الوقت الحالي، والفصول المفتوحة بدون جدران، ويحلل وسائل التواصل الاجتماعي (فيسبوك، تويتر، ويوتيوب) فيما يتعلق بتعليم الرياضيات، ويوضح الفرق بين المخ الفردي والمخ الجماعي، كما يؤكد على نظرية الذكاء التواصلي ومجتمع المعرفة، ويعرض الفصل الرابع دمج بعض الثقافات الشعبية (الكتب الكوميدية، والأفلام، والتلفزيون، وألعاب الفيديو) ضمن تعليم الرياضيات، وطبيعة المبنى المدرسي الجديد، ويعرض الفصل الخامس من هذا الكتاب تطبيقات البحوث العلمية والعصبية في التعليم على مدى العقود السابقة، وأنماط المزج النفسي والتربوي والتكنولوجي، والعلاقة بين المخ والرياضيات واللغة.

وقد استعنت بمحرك البحث جوجل وموسوعة ويكبيديا في التعرف على بعض المواد (أفلام، ومسلسلات، وبرامج تلفزيونية)، والمصطلحات المذكورة في هذا الكتاب، كما استعنت أيضاً بقاموس المعاني وقاموس جامعة كامبريدج في التعرف على بعض المصطلحات الأخرى.

وفي النهاية أتقدم بأسمى آيات الشكر والعرفان للقائمين على مركز الترجمة بجامعة الملك سعود بجميع درجاتهم الوظيفية، على ما قدموه من دعم وتحفيز ومساعدة في جميع مراحل ترجمة هذا الكتاب، كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير لجميع الزملاء المراجعين والمحكمين، والقائمين على إخراج وطباعة هذا الكتاب، والشكر والتقدير كذلك لزوجتي وأبنائي على ما قدموه لي أثناء ترجمتي لهذا الكتاب، وأسأل الله العلي القدير أن ينفع بهذا الكتاب، وأن ينفعني به يوم لا ينفع مال ولا بنون، وأن يجعله في ميزان حسناتي.

والله ولي التوفيق والقادر عليه ...،

مقدمة المؤلف
Preface

اليوم، وبعد أكثر من قرن من التكنولوجيا المتنامية؛ وسعنا نظامنا العصبي المركزي نفسه، ضمن الإطار العالمي، وتلاشت الحدود المكانية والزمانية في كل ما يتعلق بكوكبنا.

Marshall McLuhan (1911–1980)

أصبح مصطلح القرية العالمية واسع الانتشار في أواخر الستينيات من القرن العشرين بعد أن تم تقديمه من قبل منظر الاتصالات الكندي مارشال ماكلوهان Marshall McLuhan (١٩١١–١٩٨٠)، في العديد من كتبه بين عامي (١٩٦٢ – ١٩٦٤)، وقد وصف هذا المصطلح، بشكل دقيق، الحقبة الزمنية التي نشأت عندما مكنت تكنولوجيا الاتصال الإلكتروني الجماعي الناس في جميع أنحاء العالم من الاتصال الدائم ببعضهم البعض، بشكل روتيني، منتجةً بذلك شكلاً من أشكال "الوعي العالمي"، وقد أشار ماكلوهان إلى أن هذا هو التحول العظيم الثاني في الحضارة الإنسانية، حيث جاء التحول الأول بعد اختراع الحروف الأبجدية (الكتابة اللفظية) في العالم القديم، التي بدأت في تحطيم جذور الثقافات الشفهية والقبلية، ومع ظهور تقنية الطباعة الآلية بنهاية القرن الرابع عشر، أصبحت الكلمة المكتوبة متاحة على نطاق واسع وبتكلفة منخفضة، وأصبح الإنسان أكثر إلماماً بالقراءة والكتابة، ومن ثم أكثر انعزالية، حيث نشأت هذه الانعزالية من خلال بُنية الطباعة، وقراءة الناس بأنفسهم، وأطلق ماكلوهان على العصر الذي نشأ وتطور من خلال هذه التقنية "عصر الطباعة"، وكان الوعي الطباعي وراء الثورات الاجتماعية ذات الطبيعة المدمرة للعالم، بداية من البروتستانتية والتنوير إلى الحركات السياسية التي تفضل الأمة، وقد رأى ماكلوهان قبل وفاته عام ١٩٨١، نهاية هذا العصر والعودة إلى شكل من أشكال الوعي القبلي، الذي أحدثته الوسائط

الإلكترونية، التي توحد الناس من جميع أنحاء العالم كما لو كانوا في قرية واحدة، وسُمي هذا العصر منطقياً؛ بـالعصر الإلكتروني، ومع وصول الإنترنت والتكنولوجيا الرقمية؛ تطور هذا العصر إلى "العصر الرقمي" الحالي.

يحثنا العصر الرقمي على الانخراط بصورة أكبر مع بعضنا البعض، بغض النظر عن لغتنا أو ثقافتنا، وقد أدى ذلك إلى ظهور تصور جديد لما ينبغي أن يكون عليه التعليم بصفة عامة، وتعليم الرياضيات بصفة خاصة؛ حيث يزداد التصور بأن يأخذ تدريس الرياضيات مكاناً في الفصل الدراسي المتصل عالمياً، بواسطة الوسائط الجديدة مثل: فيسبوك وتويتر، والذي وصفه ماكلوهان بأنه "فصل دراسي بدون جدران"، حيث ينتمي الفصل المعزول، وما به من معلم وحيد يُعلّم الطلاب، ويتفاعل مع مجموعة صغيرة منهم في منطقة واحدة محددة من العالم إلى عصر الطباعة، وهذا يتعارض بصورة أكثر وأكثر مع العصر الرقمي، وينقسم هدفي من هذا الكتاب إلى شقين: (١) مناقشة القول بأن التحول من "الفصول الدراسية ذات الجدران" إلى "الفصول الدراسية بدون جدران" بدأ يكتسب زخماً، لم يعد من الممكن تجاهله، (٢) استكشاف ما يستلزمه هذا التحول بالنسبة لتعليم وتعلم الرياضيات في وقتنا الحالي بشكل ملموس.

لقد أدركتُ قوة الوسائل الحديثة في توسيع الفصول الدراسية التقليدية بعد تدريس مقرر تجريبي بعنوان "الرياضيات لمن يعانون فوبيا الرياضيات Math for Math Phobics" في كلية الدراسات المستمرة بجامعة تورونتو قبل بضع سنوات، بعد أن جاء أحد الطلاب إلى مكتبي بعد فترة قصيرة من انتهاء تدريس المقرر وأخبرني بأن عرض الفيديو الذي قام شابان بتصميمه وتنفيذه على اليوتيوب حول مفهوم اللانهاية (www.youtube.com/watch v = xyFdwpM4Vb0)، اعتماداً على كتابي؛ المفارقة الكاذبة وأبراج هانوي The Liar Paradox and The Towers of Hanoi (٢٠٠٤)، ساعده على فهم مفهوم اللانهاية، وأتذكر عدداً من ردود الأفعال على هذه المعلومات غير المتوقعة. أولاً: لقد شعرت بالسعادة والإطراء التام لأن كتابي ألهم ولدين في سن ما قبل المراهقة لبذل الوقت والجهد في تقديم عرض فيديو، معتمداً على أحد فصول الكتاب. فقد وجدت هذا العرض التقديمي مسلياً ومفيداً على حد سواء (تعلمت منه حقاً). ثانياً: حدث لي نوع من "أنا المعلم" عندما أوضح لي الطالب السابق أن الفيديو تفوق على تدريسي، وتفوق أيضاً على كتابي، ويتضح من ذلك أن الفيديو

كان أكثر فعالية من التعليم الذي تلقاه هذا الطالب داخل الفصل الدراسي. ثالثاً: وهو الأهم، لقد أدركت قوة الوسائل الحديثة في تقديم تعليم رياضيات فعال، وببساطة يمكن القول إن فيديو اليوتيوب وضع اللمسات الأخيرة على تدريس المفهوم الرياضي الذي تم تقديمه والتدريب عليه داخل الفصل الدراسي، وكان ذلك مثالاً على طريقة عمل "الفصل الدراسي بدون جدران".

قد تكون الطريقة التقليدية للتدريس باستخدام الكتب الدراسية وأدوات الاختبارات المعتادة غير متوافقة مع الأزمنة، و لكن على الرغم من ذلك فما يزال لهذه الطريقة فائدة بطرق شتى. أستطيع أن أتخيل موقفاً مماثلاً في قرى القرون الوسطى، حيث كانت الكلمة المنطوقة هي الوسيلة الأساسية للتعليم، وكان الذهاب إلى المدرسة يعني اكتساب المعرفة في المقام الأول من خلال الاستماع إلى المعلم، ومع ظهور الكتب التي تم إنتاجها بأسعار منخفضة بعد ثورة تكنولوجيا الطباعة، كان اكتساب المعرفة يعني قراءة المواد المطبوعة جنباً إلى جنب مع توجيه المعلم، ومع وصول الإنترنت، تغير الوضع (أو سوف يتغير) مرة أخرى، فلا يتم اكتساب المعرفة الآن عن طريق الاستماع والقراءة فقط، بل يتم أيضاً من خلال الإبحار عبر الفضاء الإلكتروني والتفاعل مع الآخرين في هذا الفضاء.

يعتقد ماكلوهان أن الوسيلة المستخدمة لتوصيل المحتوى يمكن أن تغير طريقة فهم المحتوى، وقد كشف "مذهب ماكلوهان McLuhanism" عن نفسه اليوم، لكي يكون قانوناً حقيقياً للتحول الاجتماعي، ولم يكن يُتصور أن تحمل حلقات الفيديو على اليوتيوب أي تطبيقات تعليمية في العصر السابق، حتى لو كان ذلك ممكناً تقنياً؛ فقد اتضح لي من خلال حلقة الفيديو أن الوسائل والمحتوى متشابكان، وكان ماكلوهان على دراية أيضاً بالدور القوي الذي لعبته الثقافة الشعبية في عالم الاتصالات الجماهيرية، لأن الناس من جميع الخلفيات الثقافية شاركوا في هذا التواصل الجماهيري، وهذا لا يعني بأي حال من الأحوال أن الثقافة الشعبية تافهة أو ضحلة، فقد تعلمت بنفسي كشاب الكثير حول الأساطير الكلاسيكية، وروايات الأدب العظيم، من خلال قراءة الكتب الكوميدية، أكثر مما تعلمت من خلال قراءة النصوص الفعلية في المدرسة، مع شرح المعلم (الكثير منها جعلني جامداً). كانت الكتب الكوميدية تُسمى "كوميديا كلاسيكية Classic Comics"، تم نشرها لأول مرة في عام ١٩٤١ من قبل شركة إيليوت للنشر Elliot Publishing Company، وكانت

القضايا الثلاث الأولى التي تدور حولها الكتب هي: الفرسان الثلاثة The Three Musketeers، وإفانهو أو الفارس الأسود Ivanhoe، والكونت دي مونت كريستو The Count of Montecristo، وقد قرأتُها جميعاً في منتصف الخمسينيات كصبي نشأ في تورونتو، ويعتقد مؤلف الكتب الكوميدية ألبرت لويس كانتر Albert Lewis Kanter أن الكتاب الكوميدي يقود الشاب والقراء المعارضين بشكل حقيقي إلى مادة أدبية ثرية.

لقد كنت أستاذاً تقليدياً طوال حياتي، ومستمراً في ذلك إلى حد كبير، فما زلت أعتقد أن الطريقة السقراطية (الحوارية) في التعامل مع الطلاب لم يتم التفوق عليها مطلقاً في أي عصر من العصور – عصر الطباعة أو العصر الرقمي –، لكن لا يمكن إنكار أن التكنولوجيا اليوم تعيد تشكيل العالم، بما في ذلك النواحي الأكاديمية، فهي تقودها إلى العالمية، فقد أصبحت الرياضيات الآن موضوعاً شائعاً في أشكال الترفيه الشعبية (في الأفلام والبرامج التلفزيونية وغير ذلك)، وهذا الدمج في الخيال الشعبي، كما سوف أُناقش، يمكن الاستفادة منه في عمليات التدريس داخل الفصل الدراسي. إن التوسع في فصول الرياضيات نحو عالم الثقافة الشعبية يعتبر مثالاً آخر على كيفية انتشار الفصل الدراسي بدون جدران.

من الضروري أن تصبح المهارة الرياضية عملية بصورة أكبر، وليست موضوعاً مجرَّداً محمياً من العالم، كما قال الصحفي توماس فريدمان Thomas Friedman (٢٠٠٧: ٣٠٠) إن "العالم ينتقل إلى عصر جديد من الأعداد"، حيث "تتضافر الشراكات بين علماء الرياضيات وعلماء الكمبيوتر في مجالات عمل جديدة كلياً، وفي تعظيم الكفاءات في الرياضيات. إن البرامج التلفزيونية مثل مسلسل الدراما الإجرامية الأرقام Numb3rs، والأفلام مثل فيلم تل على الجانب المظلم من القمر A Hill on the Dark Side of the Moon، جود ويل هانتينج Good Will Hunting، باي Pi، حَمْل آدا Conceiving Ada، ودليل Proof؛ كلها معتمدة على الرياضيات أو مليئة بها، وعلى الرغم من شعبية الرياضيات في هذه الوسائل؛ فلا يزال يُنظر إليها على أنها "تخصص مجرد" ، مخصص لأولئك الذين يميلون إلى تعلمه بطريقة ذهنية، على سبيل المثال، كان العنوان الرئيس لموقع Thinkport.org قبل بضع سنوات: هو "كم مرة نقول فيها نحن الكبار لبعضنا البعض، أنا لست جيداً في الرياضيات؟ (Friedman, 2007: 32)، وبالنظر إلى أن القدرة على العد وفهم المفاهيم الرقمية الأساسية (الجمع

، الطرح) يتم اكتسابها بسهولة في مرحلة الطفولة، فلماذا يوجد هذا التصور السلبي؟ هل هو نتيجة لتدريس الرياضيات كمادة داخل الفصل ذي الجدران بصورة مستمرة ؟.

جودة المواد التعليمية الحديثة المستخدمة أو التزام المعلمين ليس محل شك بالتأكيد، ولم يحدث من قبل في تاريخ تعليم الرياضيات أن كان لدينا هذا الكم الكبير من الكتب الدراسية التي كتبها الخبراء، والمواد المتاحة للاستخدام كما هو الحال في واقعنا الحالي، وشهد عدد كبير من الكتب والدوريات والمواقع الإلكترونية والجمعيات المهنية المهتمة بعلم التربية، أنه لم يكن هناك اهتماماً كبيراً بفعالية تدريس الرياضيات، ومع ذلك، لا يزال العديد من الناس يُحملون المدارس المسؤولية عن عدم كفاءة بعض الطلاب (ربما الكثير منهم) في الرياضيات، حتى المشاهير قفزوا إلى عربة الناقدين، وتقترح نجمة الدراما الكوميدية التلفزيونية (السنوات العجيبة والجناح الغربي The Wonder Years and The West Wing) دانيكا ماكيلار Danica McKellar في كتابها الأكثر مبيعاً بعنوان "الرياضيات لا تُرضع Math Doesn't Suck " (٢٠٠٧)، أن الخوف من الرياضيات يبدأ في المدرسة.

كان كتاب تيم شارتييه Tim Chartier (٢٠١٤: ix) في نفس السياق، حيث ناقش؛ كيف تمكنت بعض الأفكار، مثل خوارزمية تصنيف صفحات جوجل، وبناء متاهات بواسطة فن مشكلة البائع المتجول (TSP Art)، من تغيير رؤية الناس للرياضيات، ويقدم شارتييه وآخرون مثله بعض الحقائق المثيرة للاهتمام حول الترابط بين الرياضيات والحياة اليومية، لكن بعض المعلمين يرون أن دمج العالم اليومي في جوهر علم الرياضيات هو مجرد تعليم ترفيهي، وليس تعليماً فعالاً يمكن الاعتماد عليه، ووجهة نظري هي أن الفصول الدراسية التقليدية لا تزال مفيدة، مع وجود حوار سقراطي مباشر بين المعلم الحقيقي والطلاب الحقيقيون، ومع بعضهم البعض، فلم يعد بإمكاننا عزل هذا الحوار عن العالم الخارجي.

كل شيء يتغير، وما زلنا لا نغير أي شيء، ونقوم بممارسات آلية، مملة لكل المعنيين (الطلاب والمعلمين على حد سواء)، وكذلك العمل الجماعي، فقد قدمت ويندي وارد هوفر Wendy Ward Hoffer في كتاب شيق عام ٢٠١٢، نموذجاً لكيفية القيام بعمل جماعي بطريقة جديدة، من خلال تشكيل ورشة عمل رياضية مشابهة لورشة عمل الكاتب، بحجة أن المتعلمين سوف يكتسبون فهماً عميقاً للرياضيات عندما يشاركون في هذا النوع من التعلم (انظر أيضاً بيترسون Peterson

٢٠١٣). أحب أساليب "العمل معاً" في التعليم، لكني أشعر أن الطلاب يعملون بشكل أفضل مع المعلمين الجيدين بالنسبة لهم. أنا كطالب كنت أرغب دائماً في أن يعلمني المعلم الجيد، بصرف النظر عن زملائي، لأنهم لا يفهمون مثل المعلم تماماً أو كما ينبغي أن يكون، ويعمل نموذج العمل الجماعي بشكل متقطع وغير منتظم داخل الفصول الدراسية، ولكن في القرية العالمية، حيث يمكن الوصول إلى مجتمع أوسع من المتعلمين خارج الفصل الدراسي، ربما يمكن للعمل الجماعي أن يعمل بشكل أفضل في هذا المجتمع العالمي.

قد يجد القارئ أن أفكاري عبارة عن تصورات شائعة أو بسيطة للمفاهيم الموجودة في تعليم الرياضيات؛ لذا أشير إلى أن هذا فقط عن طريق الصدفة، فأنا أحب الرياضيات، وأريد أيضاً أن يحبها الجميع، وأن يتحول الفصل في القرية العالمية تدريجياً إلى فصل مختلف عن الماضي، لذلك يدور نقاشي حول إدراك هذه الحقيقة، وكيف نشأت، وماذا تعني، ولا يوجد عودة إلى الوراء، لتوظيف الأكليشية (الطريقة كما هي بالضبط) التي استخدمها ماكلوهان نفسه في كثير من الأحيان في فصوله في جامعة تورونتو.

المحتويات
CONTENTS

الفصل الأول : تعليم وتعلم الرياضيات..... ١

ملاحظات تمهيدية ١

العصور القديمة..... ٤

فترات القرون الوسطى وعصر النهضة..... ١٤

عصر التنوير والعصر الرومانسي والعصر الصناعي..... ١٦

القرن العشرون..... ٢٢

الرياضيات القصصية..... ٣٠

الرياضيات والإنترنت..... ٣٨

الرياضيات واللغة..... ٤٠

لمحة عامة ٤٣

العالم الرقمي..... ٤٧

المراجع ٥٢

الفصل الثاني : التكنولوجيا والمجتمع والتعليم..... ٥٧

ملاحظات تمهيدية..... ٥٧

التكنولوجيا والرياضيات..... ٦٢

مجرة غوتنبرج..... ٦٨
تعليم الرياضيات بواسطة الطباعة..... ٧١
الرياضيات الشعبية..... ٧٣
المجرة الرقمية..... ٨٠
الرياضيات عبر الإنترنت..... ٨٣
الرياضيات وعلوم الحاسوب..... ٩٢
خاتمة تربوية..... ١٠١
المراجع ١٠٩

الفصل الثالث : ى وسائل التواصل الاجتماعي والفصل الدراسي بدون جدران ١١٣
ملاحظات تمهيدية..... ١١٣
فضاء وسائل التواصل الاجتماعي..... ١١٦
المخ الفردي في مقابل المخ الجماعي ١٢٠
الفصل الدراسي بدون جدران..... ١٢٤
الفيسبوك ١٢٧
تويتر..... ١٣٢
يوتيوب..... ١٣٨
الشفهية الثانوية ١٤٨
مجتمع المعلومات..... ١٥٤
فصل الرياضيات اليوم..... ١٥٨
المراجع ١٦١

الفصل الرابع : الثقافة الشعبية وتعليم الرياضيات..... ١٦٣

ملاحظات تمهيدية..... ١٦٣
نموذج الثقافة الشعبية..... ١٦٥
المبنى المدرسي الجديد..... ١٦٩
الكوميديا..... ١٧٣
الكتاب الكوميدي التربوي..... ١٧٦
فيلم الرياضيات..... ١٧٩
الرياضيات التلفزيونية..... ١٨٦
ألعاب الفيديو وتعليم الرياضيات..... ١٩١
خلاصة تربوية..... ٢٠١
المراجع ٢٠٩

الفصل الخامس : مزج الرياضيات والتكنولوجيا..... ٢١١
ملاحظات تمهيدية..... ٢١١
المخ والرياضيات واللغة..... ٢١٢
المزج النفسي..... ٢٢٢
المزج التكنولوجي..... ٢٣١
المزج التربوي..... ٢٣٤
التوضيح العملي..... ٢٣٧
خاتمة تعليمية..... ٢٤٥
المراجع ٢٦٠
قائمة المراجع ٢٦٢
ثبت المصطلحات ٢٦٥

أولاً : عربي – إنجليزي ٢٦٥
ثانياً إنجليزي – عربي ٢٧٨
كشاف الموضوعات ٢٨٩