# تكنولوجيا المعلومات والاتصال في تعليم الرياضيات: دراسات من البلدان المتقدمة والبلدان النامية

إيمان أسطة[1]
الجامعة اللبنانية الأميركية – لبنان

## مقدمة

في البدء، عندما عرف الحاسوب الميكروي طريقه إلى المدارس في البلدان المتقدمة وانتشر استعماله فيها، ساد الانبهار بقدراته، وتمحور اهتمام اختصاصيّي التربية والقيّمين على المناهج حول الآلة بحدّ ذاتها، وحول هدف تزويد التلاميذ بالثقافة الحاسوبية، دون اهتمام كافٍ بدور الحاسوب كأداة تعليمية مساعدة في مختلف مواد المنهج. وهكذا جرى تعديل المناهج في بلدان عدة، لاستحداث مواد مدرسية جديدة تهدف إلى تزويد التلاميذ بمهارات الحاسوب وتدريس مادة المعلوماتية، كمادة منفصلة مستقلة. ولم تطَل التعديلات المواد الدراسية الأخرى، بحيث يُدمَج استخدام الحاسوب فيها. وكانت البرمجة (خاصة بلغَتي باسيك Basic وباسكال Pascal) موضوعاً أساسياً ضمن هذه المواد الدراسية الجديدة. وظهر خلال الثمانينات كمّ كبير من الأبحاث والدراسات التي تبيّن فوائد تعلّم البرمجة في تطوير قدرات حل المسائل والتفكير النقدي وبعض المهارات الرياضية. وترتكز معظم هذه الأدبيات على فرضية أن صياغة برنامج حاسوبي لتنفيذ عملية أو خوارزمية ما يتطلب من التلاميذ تنظيم تفكيرهم وخطوات الحل، بحيث يمكن إيصالها للحاسوب خطوة خطوة، باستعمال دقيق للبنية المحدّدة للغة البرمجة المستعملة، كما يتطلب منهم أن يأخذوا بالاعتبار كل الحالات الممكنة للمسألة المطروحة، وإيجاد الحل المناسب لكل حالة، بحيث تكون خطوات الحل شاملة.

1 Iman Osta. Division of Education and Social Sciences, Lebanese American University (LAU), iman.osta@lau.edu.lb.

وقد أكّدت الأدبيات أن هذه العملية الفكرية والمعالجة الشاملة تعزّز فهم التلاميذ للموضوع المطروح، وترتقي به إلى درجات أعلى في سلّم التفكير.

ولكن، منذ ذلك الحين، ومع التطورات السريعة في عتاد الحاسوب وبرمجياته، ومع تطور الوسائل المتعددة الوسائط multimedia ووسائل الاتصال، أخذ محور الاهتمام ينتقل من التكنولوجيا وتقنياتها إلى المعرفة التي ينبغي أن تنمّيها وتعزّزها. فقد تنامت النظرة إلى التكنولوجيا كوسيلة لتعلّم مختلف المواضيع المدرسية وكوسيلة في خدمة المعرفة لا كهدف معرفي بحد ذاتها. وباستثناء البرامج الجامعية أو المدرسية التي تؤدي إلى الحصول على شهادات تخصّص في حقل تكنولوجيا المعلومات، فإن المناهج المدرسية في البلدان المتقدمة تولي اليوم اهتماماً أكبر لاستخدام التكنولوجيا كأداة وكوسيلة، يطغى على اهتمامها بها كمادة تعليمية. فمن المفترض أن يكتسب المتعلمون مهارات الحاسوب والمفاهيم العامة الأساسية لتكنولوجيا الاتصال من خلال استخدامها وتطبيقاتها في تعلّم مواضيع مدرسية متنوّعة. ومع شيوع استخدام تكنولوجيا المعلومات، تمّ تعديل مناهج مختلف المواد المدرسية في بلدان متقدمة عديدة ليتسنى دمج هذه التكنولوجيا في تعليمها وتعلّمها.

وقد قام العديد من البلدان النامية بمحاولات مماثلة لدمج تكنولوجيا المعلومات في مناهج التعليم، غير أن الكثير من هذه المحاولات مازال يراوح في مرحلة التمحور حول التكنولوجيا كهدف تعليمي قائم بذاته. فقد اشتملت مناهج التعليم على مواد منفصلة مخصصة لتنمية الثقافة الحاسوبية computer literacy، دون أن يتم ربط المهارات المكتسبة بالمواد التعليمية الأخرى أو الاستفادة منها في تنفيذ فروض مدرسية متنوّعة. وهكذا لم يؤدِّ توافر أجهزة الحاسوب في المدارس واكتساب التلاميذ لمهاراته، في معظم الحالات، إلى استخدام متكامل للتكنولوجيا، بحيث تدمج في تعليم وتعلّم المواد المدرسية كافة.

تقدّم هذه الورقة مراجعة لنماذج مختلفة من الاستخدامات التعليمية لتكنولوجيا المعلومات والاتصال في تعليم مادة الرياضيات. وتبدأ المراجعة بإلقاء نظرة عامة على أنماط استخدام تكنولوجيا المعلومات التي تمّ اعتمادها حتى الآن في تعليم الرياضيات، ثم تقدم أمثلة محددة لتجارب من عدد من البلدان المتقدمة والبلدان النامية. ويؤمل أن تقدم هذه الأمثلة نماذج ممكنة لإدماج استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال في التعليم، على نطاق أوسع.

# أنماط من استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال في تعليم وتعلّم الرياضيات

منذ دخول التكنولوجيا حقل تعليم الرياضيات، تبلورت أنماط عديدة من استخدامها، وتطورت مع تطوّر بيئات الحاسوب السائدة (Dos, Macintosh, Windows) ومع التطورات الحاصلة في الحاسوب، عتاده وبرمجياته.

## الرياضيات والبرمجة

كما ذكرنا آنفاً، كانت البرمجة أول مجال ترك فيه الحاسوب بصماته على العملية التربوية عموماً، غير أن مادة الرياضيات كموضوع تربوي مدرسي كانت دائماً تحظى بمكان خاص ومميّز في ما يتعلق باستخدام تكنولوجيا الحاسوب. فالاستخدامات الأولى للحاسوب على أنه حاسب إلكتروني ينفّذ العمليات الحسابية بسرعة وفعالية جعلت الكثير من التربويين يربطون بينه وبين الرياضيات. وفي الكثير من مناهج التعليم أُلحقَت وحدة تعليمية جديدة بمقرر الرياضيات، تستخدم فيها البرمجة (في الأغلب بلغة "بيسك") سبيلاً لفهم وإتقان عمليات رياضية. ولكن مع التطور المتصاعد في عتاد الحاسوب وبرمجياته، وفي الواجهة البينية interface لهذه البرمجيات، فقد فقدت البرمجة تدريجياً مكانتها ومكانها في مناهج تعليم الرياضيات ولم يبق منها سوى استخدام لغة البرمجة "لوغو" Logo التي تُعتبَر، نظراً لارتكاز واجهتها البينية على الرسوم، أداة لاستكشاف خصائص الأشكال الهندسية ولتطوير قدرات حل المسائل، أكثر مما هي لغة للبرمجة.

## البرمجيات التعليمية Tutorials

تشكل البرمجيات التعليمية نمطاً آخر من هذه المحاولات الأولى لاستخدام تكنولوجيا المعلومات في مساعدة المعلمين والطلبة على تعليم الرياضيات وتعلّمها. كانت هذه البرامج تؤدي دور "المعلّم" لجهة طرحها مفاهيم جديدة وشرحها للمادة والتأكد من فهم الطالب لها من خلال طرح الأسئلة والتمارين، وكذلك تقديمها تغذية راجعة feedback على إجابات المتعلّم. وتشبه طريقتها في العرض طريقة الكتاب المدرسي، مع الاستفادة من الإمكانيات التفاعلية interactivity التي يقدّمها الحاسوب. وقد استُخدِمت هذه

البرمجيات لتعزيز التعلّم أو لسد بعض الثغرات في معرفة الطالب أو لمساعدة المعلّم. إلا أنها لم تكن فعالة، إذ اقتصرت في الأغلب على مواضيع رياضية محدودة، كما أن " أسلوبها التعليمي شديد الجمود، مرتكز على نموذج "المثير- الاستجابة" (Dettori et al. 1998, p. 303) stimulus - response)، ومتمركز حول المعلم، فهو العنصر الفاعل، بينما يبقى التلميذ في موقع سلبيّ، يتلقى المعلومات من المعلم ليس إلا. ومن نقاط ضعف هذه البرمجيات أن تقويم عمل التلاميذ فيها يتمّ بناء على نسق جامد محدّد مسبقاً, الأمر الذي جعلها غير قادرة على تلبية حاجات التلاميذ المختلفة ، ولا على التكيف مع طرق تفكيرهم المتنوعة أو أساليب تعبيرهم المختلفة.

## النظم التعليمية الذكية Intelligent Tutoring Systems (ITS)

تجمع النظم التعليمية الذكية بين الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence وبين نظريات علم نفس التعلّم psychology of learning. فهي تقوم بتشخيص مستوى معرفة التلميذ الذي يستخدمها، وتقوّم عمله في كل مرحلة، ثم تقدّم له أنشطة ومعلومات تلائم حاجاته، بناءً على قرارات تعليمية مبنيّة على نتائج التشخيص والتقويم. هذه البرمجيات تأخذ بالاعتبار إذاً الفروقات الفردية بين التلاميذ وحاجاتهم التعلّمية المختلفة التي تعكسها إجاباتهم على بعض الأسئلة التشخيصية. ويطلق على هذه البرمجيات اسم "أدوات تربوية" (Pea, 1985)، وهي تهدف إلى تعزيز آليّات في تنفيذ عمليات رياضية معيّنة، باعتماد التدريب والتمرين المتكرّر Drill and practice.

وقد تمّ إنتاج أنماط عديدة من هذه البرمجيات في أواخر الثمانينات وخلال التسعينات من القرن الماضي، وطُرحت في السوق تجارياً، واستُعملت على نطاق واسع، لا سيّما على مستوى التعليم الابتدائي. وقد اشتمل بعضها على أنشطة تدمج التدريب على العمليات الحسابية ضمن ألعاب حاسوبية مختلفة لترغيب الأولاد بالاستمرار في التدريب.

## العوالم الميكروية microworlds وبيئات التعلم

أدت المحاولات لتطوير نظم تعليمية ذكية تدريجياً إلى تصميم وتطوير برمجيات ترمي في تكوينها إلى توليد بيئات للتعلّم بالاستكشاف بدلاً من التعليم الموجّه. وتتميز هذه البيئات، التي تسمى أيضا عوالم ميكروية Microworlds، بأن المتعلم لا يتلقى التعليم

استناداً إلى مجموعة متكاملة من المعلومات المعدّة سلفاً، كما هو الحال في البرمجيات التعليمية، وإنما يستكشف الموضوع بنفسه ويبني معرفته عن طريق حل المسائل واستنباط الحلول. ذلك "أن العوالم الميكروية المعتمدة على الحاسوب قد صُمِّمت بناءً على فرضية أن التلاميذ يتعلمون من خلال تفكيرهم الذاتي البنّاء...وقد أُطلِق عليها لقب "أدوات عقلية فكرية" cognitive tools أو "أداوت متّجهة نحو الأداء" performance-oriented tool". وتضم هذه البيئات لتعليم الرياضيات برمجيات مثل لغة "لوغو" وبرامج الجدولة spreadsheets وبيئات الهندسة الديناميكية (Sutherland, 1998, p. 152) dynamic geometry environment".

ويعود السبب الرئيسي لاستخدام لغة "لوغو" في تعلّم الرياضيات إلى أحد مكوناتها الذي يحمل اسم "هندسة السلحفاة" Turtle Geometry. ويساعد هذا المكوّن على تطوير القدرة على الإدراك الفراغي spatial sense وعلى فهم الخصائص والعلاقات الهندسية وعلى بناء مفهوم المتغيّر variable. وقد استخدمت التجربة السلوفاكية، التي سنتطرق إليها فيما بعد، بعض النظم التي تعتمد على لغة "لوغو".

أما الجَدوَلة الإلكترونية spreadsheet، فهي تُستخدم إجمالاً في تعليم الإحصاء statistics وفي التمثيل البياني للتوزيع الإحصائي graphic representations of distributions، كما تسمح بتحرير القواعد الرياضية formula editing. وهي توفّر إمكانية تعديل قيم متغيّر معيّن وملاحظة تأثير ذلك في المتغيرات الأخرى المرتبطة به. وكل ذلك يجعلها أداة استطلاعية فعالة. ومن التجارب البارزة في استخدام الجدوَلة الإلكترونية، التجربة التي أطلقتها وطوّرتها جامعة بابوا–غينيا الجديدة، والتي سنتطرق إليها فيما بعد. فهي تستخدم الجدوَلة الإلكترونية بكثير من الفعالية، الأمر الذي يشجع على استخدامها في البلدان المشابهة التي تعاني شحّاً نسبياً في موارد تكنولوجيا المعلومات.

أما بيئات الهندسة الديناميكية فتضم برامج مثل "كابري الهندسي" Cabri Geometer و"دفتر الرسم الهندسي" Geometer Sketchpad وغيرها من البرامج. وهي تزوّد الطالب بأدوات لِرسم أشكال وفقاً لعلاقات هندسية، ومن ثم تسمح له بتحريك العناصر الأساسية من كل شكل، فيتحرك الشكل بكامله مع المحافظة على هذه العلاقات الهندسية. وقد شاع استخدام بيئات التعلّم هذه في جميع أنحاء العالم.

ونجد أيضاً ضمن هذه الفئة من بيئات التعلّم "نظم الحاسوب لعلم الجبر" Computer Algebra Systems (CAS)، مثل "مايبل" Maple و"ديرايف" Derive

و"ماثماتيكا" Mathematica، وجميعها "تعِدُ باستبدال التمارين الرياضية الرتيبة بأنشطة إبداعية" (Oberschelp, 1998, p. 53). وهذه النظم فعالة جداً في تعلّم علم الجبر وحساب التفاضل والتكامل. فهي تضع في تصرّف مستخدمها إمكانيات كبيرة لحلّ الدالاّت functions ومفاضلتها differentiation ومكاملتها integration وكذلك تمثيلها برسوم بيانية، الأمر الذي يقلل من هدر الوقت على عمليات حسابية مطوّلة أو على تدريس تلقيني لخطوات إعداد الرسوم البيانية. وهكذا يتاح المجال أمام أنشطة ذات طابع فكري نقدي، مثل تعظيم جزء من الرسم البياني zooming أو جوار نقطة ما على الرسم البياني لدراستها، أو المقارنة بين الرسوم البيانية لدالتين أو أكثر، أو استجلاء العلاقة بين أشكال الرسوم البيانية وبين الحالات الواقعية التي تمثلها، أو استكشاف التغيرات الحاصلة في الرسم البياني لدالة ما، نتيجة تغيير قِيَم بعض مُعامِلاتها، وأنشطة أخرى كثيرة من هذا القبيل.

إن أدوات البحث والاستطلاع هذه، التي تسمى أيضاً بيئات للتعلّم أو عوالم ميكروية، شائعة الاستعمال في البلدان المتقدمة اليوم. وهي تعتمد المقاربات البنائية constructivist approaches لتعليم الرياضيات، كما تنمّي روح البحث في علوم الرياضيات لدى الطالب, وتستبدل التعليم عن طريق الإملاء والتوجيه بالتعلّم بواسطة الاستكشاف. ويظهر الآن عدد من التجارب في استخدام تلك الأدوات في تعليم الرياضيات في البلدان النامية، لكنّ هذه التجارب ما زالت متفرقة ومرتبطة بالمبادرات الفردية.

## التعلّم المعتمد على شبكة الاتصال والمعلومات، والتعلّم من بعد، لمادة الرياضيات

تعتبر الشبكة العالمية للاتصال والمعلومات World Wide Web اليوم أداة فعالة وقليلة التكلفة، تضيف إلى تكنولوجيا المعلومات قوة تكنولوجيا الاتصال، الأمر الذي يتيح المجال أمام تبادل المعرفة والخبرات ونشر مواد تربوية للمعلمين والطلبة على السواء. ومن المرجّح أن يشكل هذا الاتصال من بعد طريقة جيدة للتغلّب مستقبلاً على مشكلة عزلة المناطق الريفية والمواقع النائية، الأمر الذي يسمح بعمل تعاوني بين مجتمعات تختلف في خصائصها الاجتماعية والثقافية، كما يعزز التشاور وتبادل المعلومات مع أخصائيين ذوي خبرة طويلة. ويجري اليوم تداول مجموعة من النماذج لمقررات في التعليم من بعد telecourses يلجأ إليها الطلاب الراغبون بالحصول على المعرفة وعلى

شهادة، دون الانتقال من أماكن سكنهم أو عملهم. ويُتوقّع أن يزداد اللجوء إلى مثل هذه المقررات على الشبكة أكثر فأكثر في المستقبل.

إلى ذلك هناك عدد كبير من المواقع المختلفة على شبكة الإنترنت تعرض مواضيع في الرياضيات. وتأخذ هذه المواضيع شكل برامج تعليمية tutorials أو تدريبية drill and practice أو ألعاب. كما قد تقدّم بيئات للاستكشاف وتنمية قدرات حل المسائل.

ولعل المجال الأكثر استفادة من إمكانيات التعلّم من بُعد هو مجال التطوير المهني للمعلّم، حيث أن تشكيل مجموعات من المعلّمين على الشبكة وإمكانية الاتصال بالخبراء في جميع أنحاء العالم هما في الوقت الحاضر طريقتان ممكنتان لتعزيز التقدّم في تطوير قدرات المعلّمين. بل يُتوقّع أن "يجتاح شبكة الإنترنت العديد من المقررات للتطوير المهني للمعلّمين. وتقدّم أفضل هذه المقررات فرصاً من الطراز العالمي تدمج الأبحاث التعلّمية، والفلسفات التربوية، ومحتوى المواد التعليمية، ومساندة مستمرّة حتى خلال التجريب المدرسي. ويمكن للمشاركين في هذه المقررات العمل مع مجموعات دراسية محلية أو مع مجموعات منتشرة في أنحاء العالم. أما فريق المشرفين على هذه المقررات والمتابعين لتطوّر مستخدميها المهني، فهو من الخبراء العالميين، والمعلمين ذوي الخبرة، والباحثين المعروفين" (Tinker and Haavind, 1997, p. 5).

ومن المتوقع أن يؤدي التعلّم من بُعد دوراً مهمّاً في تعليم الرياضيات بشكل خاص في أنحاء العالم كافة" (Ito, 1996)، وأن يساهم في ردم الهوّات بين الاختصاصات التربوية المختلفة وأيضاً بين الحضارات المختلفة، وبالتالي توطيد التجارب المتعددة الحقول والمتنوعة الثقافات. وتقدّم التجربة اليابانية–الألمانية التي سنتطرق إليها فيما بعد، أمثولة جيدة لاستخدام الاتصالات والتعلّم من بُعد في تعليم الرياضيات.

## تكنولوجيا المعلومات والاتصال في تعليم الرياضيات: دراسات حالة من بعض البلدان المتقدمة والنامية

هناك كم هائل من البحوث في الأدبيات الخاصة بآثار استخدام تكنولوجيا المعلومات على تعلّم الرياضيات، وقد جرى معظمها في البلدان المتقدمة على يد معلّمين أو مدرّبي معلّمين قاموا بتجارب على استخدام الآلات الحاسبة أو الحواسيب في تعليم أو تعلّم

الرياضيات. وتندرج برمجيات مثل لغة "لوغو" و" كابري الهندسي " و" دفتر الرسم الهندسي " و"ديرايف" و"الجدولة الإلكترونية" وغيرها ضمن البرمجيات المستعملة، إما لأغراض البحث وإما للتطبيق الفعلي في الصف المدرسي، ليَتِم فيما بعد استعراض نتائج هذا التطبيق من فوائد وآثار. وتدلّ معظم الدراسات على فعالية استعمال هذه البرمجيات في تعلّم الرياضيات، سواء من ناحية التحصيل achievement أو من الناحية التعلّمية cognitive أو التطوّرية developmental. وعلى الرغم من ذلك، فقد اقتصرت أغلب التجارب على حالات منفردة ومحليّة وعائدة إلى مبادرات فردية قام بها تربويّون ومعلّمو مدارس أو جامعات، الأمر الذي يجعل استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال في تعلّم الرياضيات يبدو، على طول تاريخه، وكأنه مسلسل من "الموجات" التي لا تبلغ نطاقاً واسعاً لتشكل ممارسة عامة متواصلة ومتكاملة. تقول كريستيانسدوتير في هذا السياق: "إن طريق تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها في الرياضيات مفروشة بالصرعات. ويُذكر على سبيل المثال لا الحصر، صرعة البرمجة وصرعة التعلّم بمساعدة الحاسوب Computer-Assisted Learning CAL وصرعة استخدام البرمجيات العمومية مثل الجدولة الإلكترونية، وصرعة التواصل الإلكتروني، والآن لدينا أيضاً صرعة تصفّح الشبكة browsing (Kristjansdottir, 1998, p. 165) the web.

وتقدم قلة قليلة من هذه الدراسات "نموذجاً" متكاملاً مناسباً للبلدان النامية يمكن الاستعانة به وتطبيقه فيها، مع الأخذ بعين الاعتبار البعد الاجتماعي الاقتصادي وعوامل أخرى عديدة اجتماعية وثقافية وتربوية.

وفي ما يلي عرض لدراسات مستقاة من بلدان متقدمة ونامية، عسى أن تفي بهذا الغرض.

## تجربة كلية غولدسميث Goldsmith في بريطانيا

إن لتطوير التعاون والشراكة بين دور المعلمين وكليات التربية من جهة، والمدارس من جهة أخرى، انعكاسات هامة على التعليم بشكل عام. ويتجلى هذا الأمر بشكل خاص في تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصال، إذ تستخدم في كل المواد التعليمية، فتتضاعف الفائدة مرات ومرات. ونجد عند هيل (Hill,1997) مراجعة لتجربة جرت في كلية غولدسميث في لندن، وقامت على التعاون مع عدد من المدارس يقوم فيها طلاب كلية

التربية الساعون إلى شهادة في التعليم بممارسة تدريبهم المهنيّ. وامتدت التجربة من عام ١٩٩٠ إلى عام ١٩٩٥، ومن أبرز مقوماتها أن يستخدم المعلمون المتدربون تكنولوجيا المعلومات في تعليم مواضيع مختلفة، وذلك تحت إشراف معلمين ذوي خبرة، من معلمي المدارس ذاتها.

وفي ما يتعلّق بمادة الرياضيات، فقد شمل التعاون كلاً من كلية غولدسميث واثنتي عشرة مدرسة. ولدى وضع الأهداف النهائية والمواصفات المرجوّة، اتفق المعلمون المشرفون في المدارس على أن المعلّمين الجدد لمادة الرياضيات يجب أن يتقنوا استعمال كل من لغة "لوغو" والحاسبة البيانية graphics calculator ومعالجة البيانات واستخدام الجدولة الإلكترونية (ولا سيّما في التحليل الإحصائي). وتنسجم هذه المؤهلات المتوقّعة من المعلّمين الجدد إجمالاً مع التوصيات الصادرة بشأن استخدام تكنولوجيا المعلومات في مجال الرياضيات عن كل من المجلس الوطني للتكنولوجيا التربوية (National Council for Educational Technology, NCET) (العامين ١٩٩٣ و١٩٩٥) ومصلحة مناهج التعليم والتقويم المدرسيّين (School Curriculum and Assessment Authority, SCAA) (العام ١٩٩٥).

وتُبيّن نتائج هذه التجربة أن إتقان الطلاب لاستخدامات البرمجيات التعليمية، أظهر تبايناً شديداً وأن بعضهم لم يكن ملمّاً حتى بالجدوَلة الإلكترونية. أما استخدام البرمجيات ذات التوجه التجاري، مثل الألعاب الرامية لتعليم الرياضيات، فلم يواجه فيه الطلاب، على العموم، أية مشكلة. و كمنت الصعوبة الكبرى في الترتيبات التي كان على المعلمين المشرفين من داخل المدارس أن يؤمّنوها للمعلمين/الطلاب، لتمكينهم من استعمال مختبرات الحاسوب. وهذا الأمر سبّب فجوة بين المؤهلات في استخدام التكنولوجيا الجديدة التي حاول المعلمون المشرفون تطويرها عند الطلاب المتدربين وبين الفرص التي كان بوسعهم إتاحتها لهم لاستعمال الحاسوب في المدرسة.

## تعلّم الرياضيات من بُعد بين اليابان وألمانيا

يستعرض غراف ويوكوشي (Graf & Yokoshi,1998) مثالاً لافتاً لتجربة في التعلّم من بُعد، حيث تبادل طلاب يابانيون من مدارس مختلفة على الأراضي اليابانية استراتيجيات في حل المسائل وفي بناء النماذج، ثم جرى تبادل بين طلاب في اليابان وطلاب في ألمانيا ضمن تجارب مماثلة. وجاءت هذه التجربة بمبادرة من "مجموعة

دراسات النظم التربوية المعتمدة على الحاسوب والاتصال والمشاهدة" Educational System Study Group Computer, Communication, and Visual (CCV) التي نشأت أصلاً في اليابان في عام ١٩٩٥ لأغراض التعلّم من بُعد، ثم التحقت بها فيما بعد مجموعة ألمانية.

منذ عام ١٩٩٥ والمجموعة تقوم بعدد من الاختبارات في تعلّم الرياضيات من بُعد. والمهم في الأمر أن هاتين المجموعتين تعاونتا مع شركة ميتسوبيشي للكهرباء Mitsubishi Electric Corporation التي تولّت توفير الأجهزة والمعدات اللازمة للتجارب، وأحياناً توفير المكان أيضاً. لذا فإن تجربتهما هذه تُعتبر نموذجاً جيداً لمشاركة الصناعة بشكل فعال في تطوير واختبار النظم التربوية التي تعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصال.

وقدّم رئيس كل مجموعة، الألمانية واليابانية، ملخصاً عن هذه التجربة ونتائجها في تقرير صادر عن الاتحاد الدولي لمعالجة المعلومات Information Processing, IFIP International Federation for والمنشور ضمن وقائع "المؤتمر حول الرياضيات في المدارس الثانوية في عالم تكنولوجيا الاتصال: التعلّم والتعليم والمنهج" الذي تم انعقاده بمدينة غرينوبل Grenoble الفرنسية في تشرين الأول/أكتور ١٩٩٧. وفي ما يلي أهم ما ورد في هذا التقرير (Graf and Yokoshi, 1998):

تبنّت التجارب خمسة أهداف رئيسية هي:

* إثارة روح الإبداع الرياضي عند الطالب،
* تعلّم أوجه استخدام الرياضيات ضمن مواضيع أخرى،
* تنمية إتقان الطلاب الرياضيات،
* تقدير الخصائص الثقافية الرياضية الخاصة بكل منطقة أو بلد،
* التبادل الثقافي بين التلاميذ من صفوف ومدارس وبلدان مختلفة.

أما الأجهزة والمعدات المستخدمة (سواء في الصف أو في مختبر شركة ميتسوبيشي) فهي:

* وسائل مرئية ومسموعة لعمليات التبادل بين الصفوف، وقد شملت التصوير بالكاميرا والتواصل بالصوت.
* أجهزة حاسوب مع شاشة عرض حجمها ٨٠ بوصة يجري عليها إسقاط مشاهد من الحاسوب الشخصي أو الوسائل المرئية.

جرى ربط هذين النظامين بخط للخدمات الرقمية المتكاملة على الشبكة ISDN integrated services digital network, بلغت سرعته ٣٨٤ ألف كيلوبايت في الثانية kbps. وأجريت التجارب في البداية على مدرستين بعيدتين إحداهما عن الأخرى داخل الأراضي اليابانية، وبعد ذلك وعلى ضوء النتائج الإيجابية للاختبارات اليابانية، قام الباحثون بإعداد أربعة دروس للتعلّم من بُعد لمدرسة ابتدائية يابانية في كوفو وأخرى ألمانية في برلين. عند ذلك اتضح أن الأمر يستدعي إضافة غايتين إلى الغايات الخمس الآنفة الذكر، أولاهما تنفيذ وضعيات تفاعلية محكومة بعوامل مقيّدة، كالاختلاف في اللغة مثلاً، والثانية الإقرار بالاختلاف الثقافي في التقاليد والاتجاهات والمواقف حيال حل المسائل الرياضية. علاوة على ذلك كانت هناك مشكلات خاصة يجب حلها في هذه الجلسات الدولية من التعلّم من بُعد، مثل فارق الوقت وتعدد اللغات واختلاف طرق التعليم وجودة الصور المتحرّكة.

**ويقدّم الجدول أدناه ملخصاً عن الاختبارات التي جرت.**

| الاختبارات | المدرسة المعنية | عدد الطلبة | المحتوى الرياضي |
|---|---|---|---|
| النمط الأول من الاختبارات | مدرسة ابتدائية مرتبطة بجامعة يامناشي Yamanashi | ٤٠ | بناء نماذج من ورق لبعض المجسمات. الصف الثالث الابتدائي |
| | مدرسة ابتدائية مرتبطة بجامعة يامغاتا Yamagata | ١٦ | |
| النمط الثاني من الاختبارات | مدرسة ابتدائية مرتبطة بجامعة يامناشي | ٤٠ | "سرعة السلحفاة" و"سرعة الريح". الصف الثالث الابتدائي |
| | مدرسة كانبي Kanbe الابتدائية | ٣٧ | |
| ..... | يامناشي | ٤٠ | تحديد الأماكن والإحداثيات على سطح مستو. الصف الأول الابتدائي |
| | يامغاتا | ٤٠ | |
| ..... | يامناشي | ٤٠ | تشكيل نماذج من المعجون بسطوح منحنية. الصف الأول الابتدائي |
| | يامغاتا | ٤٠ | |
| ..... | يامناشي | ٣٧ | استخدام الأحرف في حل مسائل عملية. الصف الرابع الابتدائي |
| | يامغاتا | ٨ | |
| ..... | يامناشي | ٣٧ | |
| | يامغاتا | ٨ | |
| اختبار إضافي | مدرسة أشيزاوا Ashizawa الابتدائية | ٣٧ | إعداد بطاقات مصورة، ورسم خطوط منحنية بحسب درجة الانحناء وخصائص الدائرة. الصف الرابع الابتدائي |
| | | ٨ | |
| الاختبار الياباني الألماني | مدرسة كانبي الابتدائية | ٣٨ | الخلفية الرياضية للأنماط المستطيلة rectangular patterns، تصنيف التحوّلات transformations. الصف الخامس الابتدائي |
| | يامناشي | | |
| | المدرسة الألمانية في برلين | ٢٠ | |

وقد شمل كل اختبار عدداً من الدروس، تبادل التلاميذ خلالها عروضاً لأعمالهم، وذلك عبر الفيديو وبإشراف معلّميهم. وبعد ذلك حاول كل صف استخدام الطرائق التي استعملها الصف الآخر، الأمر الذي أدى إلى بلورة طرائق جديدة وأكثر إبداعاً من أي من الطرق الأصلية.

ويعرض الباحثان تفاصيل نتائج هذه التجارب (Graf and Yokoshi, 1998) التي بيّنت في مجملها أنه بإمكان التعلّم من بُعد الذي يجري بين صفّين في البلد الواحد بلوغ تلك الغايات الخمس المدرجة أعلاه. غير أن التجربة الإضافية ما بين اليابان وألمانيا واجهت مشكلات سبّبها عدد من الظروف السلبية إذ استخدمت فيها وسائل اتصال أكثر بطئاً. تضاف إلى ذلك مشكلات مثل الفارق الكبير في التوقيت بين البلدين وحداثة المضامين التعليمية وغير ذلك.

هذا وقد أدّت جميع التجارب إلى مستويات أعلى من تعلّم الرياضيات، كما حققت عند التلاميذ نظرة أكثر شمولية للرياضيات، وذلك بفضل حل مسائل مأخوذة من صميم الواقع، وبفضل التفاعل مع طلاب آخرين في أماكن بعيدة، الأمر الذي أدى إلى تعزيز الابتكارية والإبداع والتبادل الثقافي. وتجدر الإشارة هنا إلى نتيجة مهمة قد توصّل إليها الباحثان، لعلّها تشكل درساً مفيداً لأي مبادرة من هذا القبيل، وقد أوضحاها بقولهما: "إن جلساتنا في التعلّم من بُعد قد تكللت بالنجاح لأننا قمنا أولاً بوضع الأهداف الرياضية ومن ثم استخدمنا تكنولوجيا المعلومات والاتصال كوسيط، وليس العكس بالعكس" (Graf and Yokoshi, 1998).

## استخدام الجدولة الإلكترونية في بابوا-غينيا الجديدة

يمكن استخدام الجداول الإلكترونية بشكل فعّال في تعليم الرياضيات. ويغدو استخدامها أكثر أهمية وأكبر قيمة حين يُنظَر إليه كعامل محفّز لتطبيق تكنولوجيا المعلومات في البلدان النامية بتكلفة منخفضة نسبياً. فإن توفّرت الحواسيب في مدرسة ما، تكون برمجيات الجدولة الإلكترونية عادة من ضمن رزمة التطبيقات التي تقدّم للمستخدم، الأمر الذي يجعلها سهلة المنال وغير مكلفة. ورغم أن هدف الجدولة الإلكترونية الأساسي كان أصلاً تسهيل تخزين البيانات والحسابات لأي مستخدِم على العموم، إلا أن معلمي الرياضيات على الخصوص يستطيعون استخدامها لأغراض التعليم والتعلّم بشكل فعّال، ومن شأن ذلك أن يتيح المجال أمام استخدام مفيد

لتكنولوجيا المعلومات مع تفادي إنفاق مصروفات إضافية على شراء البرمجيات. من جهة ثانية قد يؤدي هذا التطبيق الأوّلي في البلدان النامية إلى نوع من ثقافة الحاسوب والخبرة التقنية في تكنولوجيا المعلومات، وجميعها ضرورية لأي تطوير أو استخدام متنامٍ لهذه التكنولوجيا في مجال التربية والتعليم. كما يزوّد المتعلم بمهارات في تشغيل الجداول الإلكترونية ووظائفها المختلفة، وهي مهارات مطلوبة وذات قيمة كبيرة في أسواق البلدان النامية.

يعرض أرغنبرايت (Arganbright, 1998) تجربة أجراها فريق من الأساتذة في دائرة الرياضيات في جامعة بابوا–غينيا الجديدة UPNG وذلك لحث المعلمين على استخدام الجداول الإلكترونية في صفوفهم لتعليم الرياضيات، كطريقة غير مكلفة لدمج استخدام تكنولوجيا المعلومات في تعليمهم. وقام هؤلاء بوضع وتطوير مواد يستطيع معلمو الرياضيات استخدامها. علاوة على ذلك، تمّ تنظيم صفوف خاصة للتدريب على استخدام هذه المواد حضرها عدد من المعلمين المتدربين ليكتسبوا مهارات في صياغة الجداول الإلكترونية واستخدامها في تعليم الرياضيات، بحيث يستطيعون تطبيق هذه المهارات في مهنتهم.

وفي معرض تبيان المسوّغات لهذه الطريقة، يقدم أرغنبرايت بعض المعلومات عن بابوا–غينيا الجديدة: يبلغ عدد سكانها أربعة ملايين نسمة يقطنون بلداً تقع على خط الاستواء في جنوب المحيط الهادىء. وتبيّن المواصفات التفصيلية التي يعرضها أن ظروف هذا البلد الاقتصادية والاجتماعية تشبه ظروف الكثير من البلدان النامية التي هي في صدد السعي إلى الاستفادة من قدرات تكنولوجيا المعلومات والاتصال، ومن بين هذه الظروف ما يلي:

* تفرض الدولة منهجاً تعليمياً على المدارس أن تلتزمه في أرجاء الوطن كافة، الأمر الذي يجعل الوقت غير كافٍ عموماً لإعطاء دروس خاصة أو لتنمية المهارات في استخدام الحاسوب.

* التباين شديد بين المدارس الثانوية المختلفة، من حيث الإمكانيات التكنولوجية المتوافرة، ومن حيث كفاءات المعلمين في استخدامها.

* تواجه المدارس على الدوام ضغوطاً مالية خانقة، الأمر الذي يجعل أي تعليم لاستخدامات الحاسوب عادة جزءاً ثانوياً من منهج التعليم.

* لا يجري عادة دمج تكنولوجيا المعلومات في تعليم مواضيع أخرى، بما في ذلك مادة الرياضيات.

تزوّد الجداول الإلكترونية الطلاب والمعلمين بأداة فعّالة للاستكشاف ولتطوير القدرة على حل المسائل. وتتجلى فائدتها، من جانب آخر، في بُعدها الاجتماعي والثقافي، حيث إن القدرات والإمكانيات التي توفّرها الجداول الإلكترونية في معالجة المعلومات العددية مكّنت القيّمين على التجربة من وضع مسائل رياضية مستقاة من صميم واقع الأمة والمجتمعات المحلية، مثل مسائل تحقيق المستوى الأمثل من الفائدة في الزراعة المحلية وتلبية احتياجات المجتمع ومعالجة القضايا السكانية المتعلّقة بتنظيم الأسرة، ومسائل الحد من انتشار الجريمة، وكذلك مشكلات انتشار الأوبئة في المناطق النائية التي تفتقر إلى إمكانيات طبية كافية وانتشار التلوث من المناجم وتغلغله في أنهر البلاد، وكلها مشكلات وقضايا على جانب كبير من الأهمية لمناطق مختلفة من البلاد.

وانطلاقاً من الجهود التي بذلتها جامعة بابوا-غينيا الجديدة سطّر أرغنبرايت (Arganbright, 1998) الطرق التي من خلالها يمكن للجداول الإلكترونية أن تساعد على التغلّب على صعوبة الحصول على برمجيات، وأوضح كيفية استخدامها بفعالية في تعليم الرياضيات في أي بلد نامٍ. وتتجلى فائدة الجداول الإلكترونية في الحقول التالية:

* تطوير مهارات في حل المسائل،
* تعلّم مفاهيم رياضية وبناء نماذج رياضية،
* معالجة قضايا اجتماعية واقتصادية في صف الرياضيات،
* دراسة مواضيع ذات طابع رياضي مأخوذة من حقول اختصاص أخرى،
* استخدام الجداول الإلكترونية لتصوّر ظواهر رياضية وتمثيلها،
* تطبيق مسائل ثقافية الطابع ومأخوذة من بلدان نامية،
* استكشاف تطبيقات إحصائية،
* تزويد الطلبة والمعلمين بتمثيلات ورسوم بيانية رياضية مرئية من النوع الجيّد، لردم الهوة الناجمة عن نقص هذه الرسوم الجيّدة في الكتب المحلية وارتفاع ثمن الكتب المستوردة،
* إيجاد فرص مهنية للمعلمين في البلدان النامية.

ومن النتائج الملموسة التي أوردها أرغنبرايت (١٩٩٨)، انطلاقاً من هذه التجربة، ملاحظته عن حدوث انتقال في نشاط الطلبة الرياضي من المذاكرة والحفظ إلى تطوّر قدرتهم على حل المسائل، وقد أعرب عن اعتقاده بأن استخدام الجداول الإلكترونية قد يساهم في توسيع آفاق الطالب وقدراته على حل المسائل، لا في الرياضيات فحسب بل في حقول اختصاص أخرى أيضا. كما أن للجداول الإلكترونية فوائد عديدة لمعلمي الرياضيات إذ إنها تزودهم بأداة لا تشعرهم بالتهديد، فهم يستطيعون تعلّم استخدامها بشكل فعال وفي فترة وجيزة من الزمن. علاوة على ذلك، "يقدّم تصميم الجداول الإلكترونية وبناء النماذج من خلالها فرصة ثمينة لممارسة نوع جديد من البحث العلمي والكتابة والنشر المهني" (Arganbright, 1998).

## تجربة سلوفاكيا في استخدام نظم لغة "لوغو"

يستند النموذج الآتي إلى مبادرة قام بها أساتذة تعليم الرياضيات في جامعة كومينيوس في براتسلافا Comenius University, Bratislava، فقد نظّم هؤلاء بالتعاون مع طلابهم في الجامعة، الذين سيصبحون معلمي رياضيات ومعلوماتية informatics في المستقبل، مقرراً خاصاً حول تطبيق المعلوماتية في التعليم للمرحلتين الابتدائية والمتوسطة. وكان هدف المقرر للسنة المدرسية ١٩٩٥-١٩٩٦ تطوير مواد تعليمية جديدة على مدى عام واحد مخصص لتعليم طلاب المرحلة المتوسطة، ومدعوم بسلسلة من العوالم الميكروية المفتوحة open microworlds، ترمي حسب ما هو متوقع إلى تشكيل مختبرات إبداعية لبحث الأفكار الكبرى الكامنة في كل من "هندسة السلحفاة" والرياضيات والوسائل المتعددة الوسائط وعلم المنطق وعلم الخوارزميات (Kalas and Blaho, 1998). وكان المقرر مرتكزاً على لغة "لوغو" للبرمجة، باستخدام صيغة جديدة من لغة "لوغو" أصدرتها جامعة كومينيوس في براتسلافا في عام ١٩٩٤ وهي مستخدمة في عدد من البلدان تحت أسماء مختلفة (مثل "سوبرلوغو" SuperLogo و"كومينيوس لوغو" Comenius Logo و"مولتيلوغو" MultiLogo و"ميغالوغو" MegaLogo).

ويتبنى هذا المقرر الأهداف التربوية العامة التالية:

* تشجيع الطلاب على استخدام تكنولوجيات المعلومات،
* تطوير الإبداع والاستقلالية،

* تطوير مهارات في حل المسائل والتفكير المنطقي والتفكير الخوارزمي،

* دعم العمل التعاوني في المشاريع،

* دعم مقاربة بنائية في استكشاف بعض المفاهيم الرياضية مثل المسافة والزاوية والمضلّع على أنها نتائج لعمليات حسابية في استخدام "هندسة السلحفاة"،

* الجمع بين وسائط مختلفة لتفسير ظواهر معقدة.

تعرض ورقة (Kalas and Blaho, 1998) مضمون المقرر (المكون من ١٢ موضوعاً رئيسياً) والمفاهيم المطلوب استكشافها والبيئات الميكرويّة التي تستخدم في كل موضوع. كما تقدم عرضاً لمختلف البيئات الميكرويّة التي تعتمد على لغة "لوغو" والتي طُورت لأجل المقرر واستخدمت فيه، بالإضافة إلى البيئات النمطية المعتادة التي تستخدم عادة (مثل برنامج الرسم Paintbrush).

أما النتائج فقد بيّنت أنه، على الرغم من وجود بعض العوائق والمشاكل، فقد كانت التجربة مفيدة جداً لهيئة التعليم في الجامعة وللمعلمين المتدربين على حد سواء، في تطوير بيئات تربوية للطلاب. وعلى الرغم من كون هذه المحاولات بدائية وحدسية إلا أنها مهمة، فقد ساعدت على بلورة أفكار جديدة وقدمت رؤية عميقة للقرارات والمحاولات الممكنة التي قد تتكلل بالنجاح. ومن بين نواقص التجربة أن بعض العوالم الميكرويّة الناتجة عنها لم تكن واعدة أو فعّالة، بل كانت نوعاً من التطبيقات التجريبية لأفكار ومداولات لم يجرِ في تلك المرحلة تقويم متماسك لها.

## تجربة سلطنة عمان

جرى استعراض التجربة العمانية في "دمج تكنولوجيا المعلومات في التعليم الأساسي للرياضيات والعلوم" خلال مؤتمر منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو) حول "التطوير التربوي من خلال استخدام التكنولوجيا" الذي انعقد في دولة الإمارات العربية المتحدة (Al-Kindi and Al-Kindi, 2001). ونكتفي هنا بذكر الجوانب الرئيسية لهذه التجربة لاعتقادنا أن العديد من بلدان المنطقة، وكذلك العديد من البلدان النامية في العالم، قد تبنّت نماذج مماثلة في ظروف مشابهة.

تشكّل تكنولوجيا المعلومات كموضوع تربوي مكوّناً حديث العهد من مكونات منهج التعليم في سلطنة عمان، إذ جرى إدخالها حديثاً، خلال حركة الإصلاح في السلطنة

المعروفة باسم التعليم الأساسي Basic Education. وقبل العمل بهذا البرنامج، كان أي استخدام للحاسوب في التعليم رهناً بالمبادرات الفردية المحلية. وكما هو الحال في جميع مواضيع التعليم الأساسي، تم تطبيق منهج تكنولوجيا المعلومات ابتداء من مراحل التعليم الأولى. وفي موازاة تطوير منهج تعليم تكنولوجيا المعلومات، تصاعد اقتناء الحواسيب، وظهرت الحاجة لإجراء تعديلات لا في أجهزة الحاسوب فقط بل في مباني المدارس أيضاً لتصبح صالحة لاحتواء مختبرات الحاسوب.

وتبنّت التجربة مفهوم "التوازي في التخطيط وتطوير منهاج التعليم" parallel planning and curriculum development وذلك لدعم وتحقيق دمج تكنولوجيا المعلومات في تعليم المواضيع التربوية المختلفة، إذ جاء في التقرير عن هذه التجربة:

إن دمج تكنولوجيا المعلومات في مواضيع تربوية مثل مواد اللغة العربية، واللغة الإنجليزية، والدراسات الإسلامية، والرياضيات والعلوم وثقافة المعلومات، أمر يستدعي التمعّن في التخطيط. فكلمة "دمج" تعني أن تكنولوجيا المعلومات ستكون جزءاً لا يتجزأ من عملية تعلّم مضمون موضوع ما ومهاراته. ولتحقيق هذه الغاية يجب أن تقوم عملية تخطيط متوازٍ حيث توضع المعرفة والمهارات والقيم لكل حقل جنباً إلى جنب مع مقابلها في تكنولوجيا المعلومات. وعلى كل تجربة تعليمية يعيشها الطالب أن تحقق على الأقل واحداً من أهداف التعلّم في كل من المجالين. وبذلك لا تبقى تكنولوجيا المعلومات مجرد موضوع آخر يجب تعليمه وتعلّمه بل تصبح هذه التكنولوجيا طريقة لتفعيل تعلّم المواضيع المختلفة مع توفير مهارات في التعلّم وفي الحياة يمكن نقلها واستعمالها في مجالات أخرى (Al-Kindi and Al-Kindi, 2001).

وفي الرياضيات بشكل خاص، يترتب على دمج تكنولوجيا المعلومات تعديل استراتيجيات التعليم والانتقال من التشديد على المذاكرة والتلقين إلى التشديد على الاستكشاف والاستطلاع وحل المسائل والتفكير النقدي والارتقاء بالقدرات الذهنية إلى مراتب أعلى. وقد وُضعت للمعلمين معايير لاختيار مواضيعهم، بحيث يحققون أكبر قدر ممكن من الاستفادة من التكنولوجيا، وكانت هذه المعايير على النحو التالي:

* إيجاد مواضيع دلّت التجربة على أن الطلاب يواجهون صعوبة في تعلمها،

* استخدام مواد محسوسة وتجارب مستقاة من خارج الصف المدرسي،

* استخدام عمل فريقي يؤدي فيه كل تلميذ دوراً معيّناً،

* استعمال استراتيجيات موجّهة تهدف لإكساب التلاميذ مهارات جديدة، وتشجيع نقل المفاهيم والمهارات من وضعية لأخرى،

* انتقاء وضعيات مفتوحة open–ended situations تتيح المجال للابتكار والإبداع ،

* وضع التلاميذ في وضعيات تتحدى تفكيرهم لحل مسائل مأخوذة من صميم الواقع المألوف،

* تشجيع التلاميذ على التفكير في معرفتهم الجديدة وطريقة تعلُّمهم، وعلى استشراف إمكانيات توسيع هذه المعرفة والتخطيط لامتداداتها المحتملة.

هذا ولمساعدة المعلّمين وإرشادهم في جميع جوانب عملية التدريس، ولمساعدتهم على تنفيذ التغيير المطلوب في منهج التعليم، تم تطوير مخططات للتدريس، انطلاقاً مما هو مرجوّ من تعلّم التلاميذ (أي من الأهداف)، مروراً بالموارد والمواد المطلوبة لمزاولة خطة موجّهة خطوة فخطوة، وصولاً إلى أعمال التقييم والتقويم.

وانتقلت الدراسة بعد ذلك إلى تقديم أمثلة عن بعض تطبيقات الحاسوب في تعليم الرياضيات، ومنها:

* أشكال مدرّجة stepped shapes حيث يواجه التلميذ تحدّياً يتطلب منه أن ينضّد بالتسلسل، من الأكبر إلى الأصغر، أشكالاً معروضة على الشاشة.

* تحديات في المقاطع السبعة للمربع الصيني تانغرام tangram حيث يتوجب على التلميذ تحريك هذه الأشكال السبعة المختلفة في المربّع والمعروضة على الشاشة لملء فراغات مختلفة.

* حل مسائل الهندسة الفراغية GeoSpace problem solving حيث تُعرض محاكاة لِلَوحة المسامير الهندسية geobaord ويطلب من التلميذ رسم خطوط مختلفة الطول عليها، وكذلك رسم مضلّعات أو أشكال مختلفة. وبإمكانه أيضا بناء، استنساخ، أو تحريك أشكال ثنائية البعد وفق تحوّلات هندسية مختلفة.

* بناء المكعّبات cube construction الذي يمكّن التلميذ من استكشاف نماذج لمقاطع سداسية المربعات hexominoes. والمطلوب أن يقرر التلميذ أيّها يشكل مكعّباً عند طيّه. وبعد القرار يقوم التلميذ بطباعة الأشكال المنتقاة على الورق المقوّى وتركيب المكعبات فعلياً.

* حل مسائل مرتكزة على إدراك مفهوم الحيز spatial awareness، حيث تُرسم على أرضية من الإحداثيات طرق تسير بين أشجار من النخيل، وعلى التلميذ أن يسيّر زرافة عبر هذه الطرق لتنتقل من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

* قاعدة بيانات للألعاب المحشوة stuffed toy database حيث يقوم التلميذ بجمع خصائص عن ألعاب محشوة على شكل حيوانات، وتنظيمها في قاعدة بيانات.

وكما هو الحال في الكثير من البلدان النامية، لا تزال عملية دمج تكنولوجيا المعلومات في عمان في مرحلة التكوين. وتبين النتائج التي توصّل إليها تقرير الكندي والكندي (Al-Kindi & Al-Kindi,2001) أن التجربة واجهت الكثير من التحديات وتكللت ببعض النجاح. ومن اللافت "ان المعلّمين استطاعوا ابتكار طرق جديدة مختلفة لدمج الحاسوب في مواضيع تربوية مختلفة، وقد زوّد المنهج المركزي للتعليم هؤلاء المعلّمين بشيء يختلفون به عن غيرهم إذ يزاولون نموذج التخطيط الموازي". وهذا يقيم الدليل على أن دمج تكنولوجيا المعلومات يمنح المعلّمين فرصاً للتطور المهني ويتيح لهم آفاقاً لتطوير الذات والإبداع في حياتهم المهنية.

## نموذج للعمل على الشبكة بين مجموعات لتعلّم الرياضيات

في جزء سابق من هذه الورقة أشرنا إلى أهمية شبكة الإنترنت في نشر المواد التربوية وتوزيعها. يتوفر على الشبكة اليوم الكثير من المواقع التي تحقق لزوارها إمكانية للتواصل، مؤدية بذلك إلى تجمعات من المشاركين المتعاونين في عمليات الاتصال والدعم المتبادل والتعاون من أجل التعلّم. ويتخطى استخدام الشبكة (الإنترنت) حدود المكان والزمان وبالتالي يضاعف الفرص المتاحة ويرفع سقف التوقعات بشأن التعلّم.

ويقدّم كانينغس وستاغر (Cannings and Stager, 1998) أمثلة عن كيفية استخدام شبكة المعلومات لدعم مجتمع باحث في الرياضيات. فموقع "مغامرة النت" Netadventure الموجود على "الإنترنت"[1] مثلاً، بإدارة "مجموعة كونكورد" Concord Consortium، مُوَجَّه بشكل خاص لطلاب المرحلة الثانوية، إلا أنه غني إلى حد يجعله ممتعاً لشريحة عريضة من المستخدمين ، كباراً وصغاراً على السواء.

1 http:// www.concord.org/netadventure.

وتقوم "مغامرة النت" على الاستكشاف والبحوث وحل المسائل وعلى أسلوب طليق ومرن جداً في التعلّم. وقد صممت المغامرة أصلاً بحيث تحاكي مخيماً صيفياً في الرياضيات والعلوم، فتتطلب من المشاركين الالتحاق بفريق من المستكشفين، وكل أسبوع تطرح موضوعاً في الرياضيات يستدعي البحث والاستكشاف. كما تعرض على المستخدم "موضوع اليوم" مع إمكانية لاستكشاف المواضيع السابقة.

كذلك تعرض قائمة بأسماء المستخدمين الآخرين المشاركين في "المغامرة" إلى جانب أسماء المرشدين الخبراء الذين يتولّون قيادة كل "بعثة". ويشمل كل موضوع يوميّ معلومات أساسية وفرصة للمشاركة في البيانات والمعطيات بين المتعلمين، وكذلك فرضيات وأسئلة للزملاء الباحثين، وثلاث مسائل بدرجات متزايدة من التعقيد. ووفقاً لتقرير كانينغس وستاغر (Cannings and Stager, 1998) يجمع موقع "مغامرة النت" مجتمعاً من المشتغلين بالرياضيات، متحدياً أفراده لبناء معرفة رياضية جديدة، كما يدعم نقل الأفكار الرياضية ويوفر مجالاً فعالاً للتعلّم من خلال الرواية والتأريخ والصلة بواقع الحياة.

وما ورد هو مجرد مثل واحد لنموذج تعلّم الرياضيات على الشبكة، ولبناء مجتمعات معرفية لتعلّم الرياضيات، وبالتالي تفعيل قدرات المعلمين والمتعلمين وترسيخ ثقافة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال في مجال التربية والتعليم. وتكنولوجيا الاتصالات السلكية واللاسلكية المتوافرة اليوم تضع في حيز الإمكان تطوير بيئات شبيهة بـ"مغامرة النت" ومصممة خصيصاً لتلبية احتياجات مجموعات معيّنة من التربويين في الرياضيات، والمعلمين المتدربين قبل الخدمة، أو المعلمين الممارسين، وكذلك تلبية احتياجات الطلبة في مراحل مختلفة من التعليم في المدارس والجامعات. وتتميز هذه المواد للتعليم من بُعد بالجدوى المالية وتولّد فرصاً ممتازة للتعلّم في مجتمع يتطور بسرعة وتتوسع حاجاته. فكما قال كانينغس وستاغر : "إن الجهود المبذولة لتكوين مثل هذه التجمعات المستعلِمة على الشبكة online learning communities ستحصد فوائد هائلة لجامعاتنا وللطلاب الملتحقين بصفوف الرياضيات" (Cannings and Stager, 1998).

# نتائج وخلاصة

تتميّز النماذج المعروضة هنا بأنها تستثير التفكير حول الطرق المختلفة التي يمكن من خلالها دمج استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال في تعليم وتعلّم الرياضيات في البلدان النامية. كما أنها تشجع هذا الاستخدام بإظهار إمكاناته وحدوده والاستراتيجيات التي تجعله ممكناً. وفي ما يلي بعض الدروس العملية التي تقدمها هذه النماذج:

## أهمية الشراكة

جرى في أغلب النماذج التي تطرقنا إليها بناء شراكات واتفاقات تعاون لجعل تطوير النظم التي تعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصال أمراً ممكناً، منها:

- الشراكة بين الجامعة (في الأغلب دوائر التربية وأقسام إعداد وتدريب المعلمين) والمدارس التي يجري فيها تدريب هؤلاء المعلمين عملياً، كما في تجربة كلية غولدسميث، وكذلك تجربة جامعة بابوا-غينيا الجديدة. وهذا النوع من الشراكة يردم الهوة بين النظرية والممارسة ويساهم في وضع معايير مهنية تساعد على تحديد الحد الأدنى من الأهلية في تكنولوجيا المعلومات والاتصال المطلوب توافرها عند معلمي المستقبل.

- الشراكة بين البلدان، كما بين ألمانيا واليابان. ومن شأن هذا النوع من الشراكة توطيد العلاقات الثقافية وإغناء المقاربات التعليمية عبر تبادل طرائق مختلفة من التعليم واستكشاف أنماط جديدة من التعلم.

- الشراكة بين الجامعات وقطاع الصناعة الخاص، كما في التجربة اليابانية الألمانية في التعلّم من بُعد مثلاً، حيث تجمع هذه التجربة بين طاقات متعددة الاختصاص لتطوير نظم تعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصال متميّزة بتصميمها التربوي المدروس ومقوماتها التقنية الفعالة. وتسهّل هذه الشراكة تمويل المشروعات التي يمكن أن تشكل استثمارات قصيرة المدى أو بعيدة المدى، فيستفيد منها القطاع التربوي والقطاع الصناعي على السواء.

## أهمية الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والثقافية

يجب مراعاة الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والثقافية لمجتمع ما عند تطوير النظم التي تعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصال، فمن شأن ذلك أن يزيد الفرص لجعلها فعالة ومنتجة، كما يساهم في فهم أفضل للمجتمع ومقوّماته ويعطي معنى ومسوّغاً لتعلّم الموضوع. وقد بيّنت تجربة التبادل الياباني- الألماني، وتجربة استخدام مسائل من صميم الواقع في الجدولة الإلكترونية هذا الأمر.

## بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية

يبين استعراض النماذج التي تعتمد على تكنولوجيا المعلومات والاتصال في البلدان المتقدمة وفي البلدان النامية أن العديد من المشكلات التي تواجهها تلك البلدان متشابهة، ومنها مشكلات صعوبة الوصول إلى عتاد الحاسوب وتحقيق الاستخدام الأمثل لمختبرات الحاسوب ومشكلة التمويل، وكذلك مشكلة مؤهلات المعلمين ومهاراتهم. ويكمن الاختلاف إذن ما بين البلدان النامية والبلدان المتقدمة في مدى هذه المشكلات وشدتها وزمن مواجهتها، لا في طبيعتها. وهذا يعني أن في استطاعة البلدان النامية الاستفادة من تجارب البلدان المتقدمة، كما بإمكانها تبنّي بعض الحلول المعتمدة مثل مساهمة القطاع الخاص في إطار التعاون مع المؤسسات التربوية الحكومية وغير الحكومية.

## رياضيات حديثة لأدوات حديثة

لقد كان لاستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال والإمكانيات المتوقعة منه أثر بليغ على مناهج تعليم الرياضات. وكما أفاد كانينغس وستاغر: "إن تكنولوجيا المعلومات تعيد اختراع الرياضيات، وفي نفس الوقت تزيد فرص تعلّمها وترفع سقف التوقعات في هذا الشأن" (Cannings and stager, 1998). ومنذ وضع المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics NCTM معايير المنهج والتقويم في الرياضيات المدرسية (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) في عام ١٩٨٩، تتجه غالبية مناهج تعليم الرياضيات بوضوح نحو الارتقاء بمهارات حل المسائل والتفكير النقدي والتواصل، مع التقليل من الاعتماد على التلقين أواستظهار القواعد أو الصيغ أو العمليات الحسابية. وتحبّذ معايير المجلس

الوطني هذه التوجهات وتعزوها بوضوح لانتشار استخدام الحاسوب والآلات الحاسبة. وهذا التوجّه يفقد معناه، بل يغدو مضراً، إذا استمر غياب تكنولوجيا المعلومات والاتصال عن مناهج تعليم الرياضيات. وسرعان ما سيكتشف منظمو المناهج الجديدة أنها لن تكون مفيدة إلا إذا دمجت تكنولوجيات المعلومات في تعليم الرياضيات.

## أهمية مؤهلات المعلّم ودوره

لقد كان واضحاً في جميع النماذج المذكورة أعلاه أن ثقة المعلّمين بقدراتهم في تكنولوجيا المعلومات والاتصال وفي الرياضيات تؤثر على فرص نجاح التجارب المختلفة. فأي محاولة لدمج تكنولوجيا المعلومات والاتصال في التعليم ستتعثر بأذيال الخيبة إذا لم يكن المعلمون مستعدين للالتحاق بالعملية أو مؤهلين لذلك. ولا تقتصر مؤهلات المعلّمين هنا على مهاراتهم في استخدام التكنولوجيا نفسها فقط بل تتعلّق أيضاً بمعرفتهم التربوية للموضوع pedagogical content knowledge التي تشمل، إلى جانب إتقانهم الرياضيات، المقاربات التعليمية والمهارات التربوية في تعليمها. وتؤيد أرتيغ (Artigue, 1998) ذلك بشدة حيث تعتبر أن "لمعرفة المرء للرياضيات أثراً كبيراً على طريقة استخدامه تكنولوجيا الحاسوب في تعليمها. وإذا لم يحظ المعلمون بالأدوات التعليمية didactical tools لإجراء التحليل، وإذا لم تكن الملاحظات والتجارب التعليمية معدّة بعناية، فلن يؤدي ذلك إلا إلى ترسيخ الانطباعات والتصورات الأولية" (ص ١٢٧).

وهذا كله يتناقض مع النموذج الذي اعتمده الكثير من المدارس في الكثير من البلدان النامية، حيث يُشرف شخص واحد هو "خبير الحاسوب" (وهو فنيّ مختبر الحاسوب أو الخبير في علوم الحاسوب المسؤول عن المختبرات في المدرسة) على أنشطة الطلاب على الحاسوب في أي موضوع تربوي. فمعلّم المادة المعنية يقوم بمجرد شرح الدرس في الصف ثم يرسل الطلاب إلى مختبر الحاسوب لأغراض التدعيم أو أنشطة إضافية تحت إشراف مسؤول المختبر. وأثبت هذا النموذج أنه غير فعال، بل هو مضر لعملية التعلّم. فعلى أنشطة تكنولوجيا المعلومات والاتصال في الرياضيات مثلاً أن تكون جزءاً لا يتجزأ من عملية التعليم/التعلّم في صف الرياضيات، وأن ينظمها ويراقبها ويتابعها معلّمو الرياضيات لا تقنيّو الحاسوب.

وهذا بدوره يطرح أسئلة مختلفة حول مؤهلات المعلّمين، وحول الإطار الأفضل لتحقيق التعلّم المتكامل القائم على تكنولوجيا المعلومات والاتصال: هل الأفضل جمع الأجهزة

والمعدات في مقر واحد، "يُنقَل" إليه الطلبة للعمل فيه، أم توفير بعض أجهزة الحاسوب في كل صف، مع احتمال اتخاذ المعلّم والطلبة قراراً باستخدامه في أي لحظة وفق الحاجة؟ تفيد الدراسات أن الاتجاه في هذا الشأن هو نحو الخيار الثاني، لأنه يعزز التكامل على نحو أفضل وبشكل طبيعي أكثر، هذا إذا ما جرى على يد معلّم ماهر في استخدام تكنولوجيا المعلومات وفي الأساليب التعليمية لمادته على حد سواء، ومتدرب على الطرق التكنولوجية لتعليم مواضيع معينة ضمن مادته.

أما فيما يتعلق بمؤهلات المعلّمين فقد باشرت الكثير من الهيئات التربوية الحكومية وغير الحكومية بطرح بعض التوصيات والتوجيهات في هذا الصدد. وعلى غرار ما جاء به، في بريطانيا، المجلس الوطني للتكنولوجيا التربوية (NCET, 1993, 1995) ومصلحة مناهج التعليم والتقويم في المدارس (SCAA, 1995)، من توصيات بشأن الأهلية المتوقعة من المعلمين الجدد في استخدام تكنولوجيا المعلومات في الرياضيات، فقد قام النظير الأميركي، المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (NCTM, 1991) بوضع "معايير مهنية لتعليم الرياضيات". وتشدد هذه المعايير على تحديث دور المعلّمين والطلبة بحيث يعكس التعليم متطلبات سوق العمل وينمّي المهارات المطلوبة مستقبلاً في أماكن العمل، سواء على مستوى التعليم الثانوي أوالتعليم الابتدائي. ويتطلب سوق العمل اليوم قوى عاملة قادرة على استخدام التكنولوجيا بطريقة مناسبة وفعالة وذلك والقدرة على حل مسائل رياضية مفتوحة ومرنة في عملية صنع القرار.

## المراجع

Al-Kindi, N.; Al-Kindy, S. (2001). Integrating information technology into primary math and science: The Omani experience. In Billeh, Victor; Abd-El Mawgood, Ezzat (Eds). *Education Development Through Utilization of Technology*. Beirut UNESCO Regional Office and Ministry of Education and Youth, UAE, 337-350.

Arganbright, D. (1998). Spreadsheets for mathematics in a developing nation. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information and Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. Chapman & Hall, 255-264.

Artigue, M. (1998). Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information and Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. Chapman & Hall, 121-129.

Cannings, T.; Stager, G. (1998). On-line communities as a vehicle for developing secondary mathematics educators. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information ad Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. Chapman & Hall, 275-278.

Dettori, G.; Greco, S.; Lemut, E. (1998). Information technology and problem solving in mathematics education. In Marshall, Gail; Ruohonen, Mikko (Eds). *Capacity Building for IT in Education in Developing Countries*. IFIP Series. Chapman & Hall, 299-307.

Graf, K.-D.; Yokoshi, K. (1998). Educational experiments of distance learning and reorganisation of mathematics education. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information ad Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. London: Chapman & Hall, 265- 273.

Hill, G. B. (1997). Partnership in initial teacher education. In Somekh, Bridget; Davis, Niki (Eds). *Using Information Technology Effectively in Teaching and Learning. Studies in Pre-Service and In-Service Teacher Education*. London: Routledge, 150-165.

Ito, T. (ed.) (1996). *Technology in the 21st Century*. OHM Press.

Kalas, I.; Blaho, A. (1998). Young students and future teachers as passengers on the logo engine. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information and Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. Chapman & Hall, 42-52.

Kristjansdottir, A. (1998). Moving from fashions to a continuous stream of change: teacher development and IT. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information and Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. Chapman & Hall, 163-167.

NCET (1993). *Mathematics: Approaches to IT Capability, Key Stage 3*. Coventry: NCET.

NCET (1995). *Getting IT Across: Developing IT Capability at Key Stages 3 and 4*. Coventry: NCET.

NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. National Council for Teachers of Mathematics.

NCTM (1991). Professional Standards for Teaching Mathematics. National Council for Teachers of Mathematics.

Oberschelp, W. (1998). How informatics and discrete thinking return to school. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information and Communications Technologies in School Mathematics*. IFIP Series. Chapman & Hall, 53-64.

Pea, R. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist, 20,* 167-182.

SCAA (1995). *Information Technology and the National Curriculum: Key Stage 3*. London: School Curriculum and Assessment Authority (SCAA).

Sutherland, R. (1998). Teachers and technology: the case of mathematical learning. In Tinsley, David; Johnson, David (Eds). *Information and Communications Technologies in School Mathematics.* IFIP Series. Chapman & Hall, 151-160.

Tinker, R; Haavind, S. (1997). *Netcourses and Netseminars: current practice and new designs*. [On-line]. Available: http://www.concord.org/publications/. Concord, MA: The Concord Consortium.