# دمج الجداول الإلكترونية في تعليم وتعلّم الرياضيات في جميع مراحل التعليم

**وجيه ضاهر، نمر بياعة**

**تلخيص:**

يقدم هذا المقال الجداول الإلكترونية كبيئة تكنولوجية غنية بالأدوات المناسبة لتعليم مفاهيم رياضية مختلفة في مراحل التعلم المدرسي، ابتداء من الطفولة المبكرة، مرورا بالمدرسة الابتدائية وانتهاء بالمدرسة الإعدادية. بعض الفعاليات المقترحة ملائمة للمدرسة الثانوية أيضا. المقال يعرض الجداول الإلكترونية كبيئة تكنولوجية ملائمة لتعلم الرياضيات بثلاث صور: بتبيان المركبات المبنية بالجداول الإلكترونية وتفسير عملها الرياضي، بالاعتماد على أبحاث سابقة، وباقتراح فعاليات تستخدم الجداول الإلكترونية وملائمة لتعلم الرياضيات في مراحل التعلم المختلفة.

اليوم، معلمو الرياضيات مدعوون لتنويع طرق تعليمهم، وذلك لملاءمة طرق تعلم تناسب أكبر عدد من التلاميذ، وبالتالي تشجيعهم على أن يكونوا فعالين في درس الرياضيات. هذا المقال يحقق أكثر من هدف بنفس الوقت: يظهر كيف يمكن استغلال الجداول الإلكترونية في تعليم الرياضيات، يزود معلمي الرياضيات وطلاب كلّيات تأهيل المعلمين بمصدر غني بالفعاليات العملية والمادة النظرية التي تساعدهم على تنويع طرق تعليمهم، ويعرض أداة منتشرة في جميع المدارس ومتوفرة في بيوت التلاميذ والتي تساعد التلميذ ليذوت مفاهيم رياضية مختلفة.

**مقدمة:**

تسمى الجداول الإلكترونية بالانجليزية "spreadsheets"، ويمكن ترجمة الكلمة بالعربية لـ "الصحف الناشرة"، وهي صحف كان يستخدمها الحسبة في حساباتهم المالية والتي بواسطتها يطلعون أصحاب العمل على العمليات المالية لشركاتهم وورشهم. صحف الحسابات كانت تعرض وتبيّن لأصحاب العمل عملياتهم الحسابية، ولذلك سميت spreadsheets أي الصحف التي تعرض، تبيّن وتنشر.

ظهرت الجداول الإلكترونية سنة 1979 كأداة لحسابات مهنية أو تجارية، وكبديل للجداول الورقية. ويقول هافتون (Houghton, n.d.) بأن اختراع الجداول الإلكترونية جعل للحاسوب الشخصي قيمة حقيقية في السوق، وجعل لصناعة الحواسيب مشروعية. ويزيد بأنه لولا هذا البرنامج لتأخرت صناعة الحواسيب الشخصية عدة سنوات.

النسخة الأولى للجداول الإلكترونية كانت تسمى VisiCalc [1] وقد طورت بواسطة دان بريكلن – Bricklin Dan (فكرة) وبوب فرانكستون – Bob Frankston (برمجة) خصيصا لشركة أبل II (Apple II). بريكلن وفرانكستون باعا حقوقهما في البرمجية لشركة لوتوس التي طورت البرنامج سنة 1982 لبرنامج جديد دعي لوتوس 1-2-2 (Lotus 1- 2- 3 ) وذلك لكي يلائم الحاسوب الشخصي آي.بي.أم (IBM PC). وقد احتوت البرمجية المطورة على قاعدة بيانات ورسوم بيانية بدائية. هذه البرمجية سيطرت على سوق الجداول الإلكترونية معظم سنوات الثمانينيات من القرن الماضي. بعدها برزت اكسل من إنتاج ميكروسوفت لحاسوب أبل، ولكنها كانت أيضا أوّل برنامج من نوعه لنظام التشغيل "ويندوز"، بعد أن عملت تحت "دوس". من الجدير ذكره أنه طوّرت بنفس الوقت أنواع أخرى من الجداول الإلكترونية، ولكن البرمجية التي بقيت مستعملة هي "اكسل".

بعد ظهور برمجية لوتوس بسنة واحدة بدأ النقاش حول دمج الجداول الإلكترونية بالتعليم، وخصوصا أن الجداول الإلكترونية كانت أول البرامج التي لا يحتاج استعمالها إلى تعلم لغة برمجة (Morishita et al.،2001; Hsiao، 1985 ). من البداية تم التعرف على استعمالات مختلفة للجداول الإلكترونية في تعليم الرياضيات، ولكن في البداية تم الحديث أكثر عن استخدام الجداول الإلكترونية في تعلم وتعليم الرياضيات العالية مثل المتواليات التراجعية و معادلات دفرنسيالية عادية من الدرجة الأولى. وشيئا فشيئا تم التعرف واقتراح طرق لدمج الجداول الإلكترونية في تعليم وتعلم الرياضيات في مستويات المدرسة. يهدف هذا المقال بالأساس إلى عرض فعاليات رياضية تلائم مستويات التعليم المختلفة ويمكن لطالب الرياضيات القيام بها بمساعدة الجداول. في البداية نعرض صفات الجداول الإلكترونية كبيئات عمل رياضية، ثم نصف بعض الأبحاث التي عالجت استخدام الجداول الإلكترونية في تعليم وتعلم الرياضيات، وبعدها نعرض فعاليات تلائم مراحل التعليم المختلفة بدء من رياض الأطفال.

[1] يمكن معرفة المزيد عن VisiCac من موقع لمطوريه في http://www.bricklin.com/visicalc.htm.

**صفات الجداول الإلكترونية كبيئات عمل رياضية:**

يمكن العمل بالرياضيات في بيئة الجداول الإلكترونية بواسطة أفعال ديناميكية مختلفة. نصف فيما يلي هذه الأفعال الديناميكية:

- جر خليتين متتاليتين ترتبطان بعلاقة رياضية:

الجر يبقي نفس العلاقة بين كل خليتين متتاليتين. في الشكل 1 مثلا، جر الخليتين **A1** و **A2** اللتين فرقهما 2 بشكل تصاعدي، والأولى تحتوي على 0 والثانية تحتوي على 2، يجعلنا نحصل على خلايا متتالية الفرق بين كل اثنتين متتاليتين منها هو 2 بشكل تصاعدي. بالطبع، هذا يعطينا، لو بقينا نجر، الأعداد الزوجية الموجبة أو جزء منها.

| | A |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | 2 |
| 3 | 4 |
| 4 | 6 |
| 5 | 8 |
| 6 | 10 |
| 7 | 12 |
| 8 | 14 |
| 9 | 16 |
| 10 | 18 |
| 11 | 20 |
| 12 | |

**شكل1 : الحصول على علاقات رياضية بواسطة الجر**

بهذه الصورة يمكننا الحصول على مضاعفات الأعداد. يمكن القول بأننا هنا نعمل في بيئة من علاقات رياضية، ويمكن القول بأن البيئة هي أيضا بيئة متواليات رياضية.

- كتابة علاقة بين خليتين بواسطة التساوي:

من ناحية رياضية هذا يعطينا مبنى صورة عدد. في الشكل 2 محتوى الخلية **B1** يساوي ثلاث مرات محتوى الخلية **A1** زائد خمسة.

| C | B | A | |
|---|---|---|---|
| | 8 | 1 | 1 |
| | | | 2 |

**شكل2 : كتابة علاقة بين خليتين بواسطة التساوي**

هذا يعني أننا إن رمزنا للخلية **A1** ب x فان قيمة **B1** هي x+53.

إذا، هنا الجدول الإلكتروني يعمل بالأساس في بيئة من متغيرات وصور عدد.

• كتابة علاقة بين عمودين بواسطة التساوي والجر:

هذه العملية تعطينا أيضا صورة عدد ولكنها توضح لنا بصورة أكبر العلاقة العددية بين المتغير وصورة العدد، وذلك بسبب إظهارها لأزواج الأعداد الناتجة عن هذه العلاقة. الشكل 3 يعرض نفس العلاقة الموجودة بشكل 2 ولكن بأعمدة وأزواج أعداد.

| B | A | |
|---|---|---|
| 8 | 1 | 1 |
| 11 | 2 | 2 |
| 14 | 3 | 3 |
| 17 | 4 | 4 |
| 20 | 5 | 5 |
| 23 | 6 | 6 |
| 26 | 7 | 7 |
| 29 | 8 | 8 |

**شكل3 : كتابة علاقة بين خليتين بواسطة التساوي والجر**

• استخدام $ لتثبيت قيمة الخلية في علاقة معينة:

يمكننا كتابة صورة عدد مع بارامترات وذلك باستخدام إشارة خاصة هي $. لنفرض أننا نريد أن نتعرف كل مرة على أحد مضاعفات الأعداد الطبيعية أو كل مرة على مضاعفات أحد الأعداد الطبيعية. نكتب في العمود **A** الأعداد الطبيعية، وفي الخلية **C1** العدد 2. في العمود **B1** نضع محتوى =$C$1*A1. نلصق المعادلة عن طريق الجر في سائر خلايا العمود **B**. هكذا تصبح كل

خلية من خلايا العمود **B** ضعفي الخلية المجاورة لها من العمود **A**. إذا أردنا الحصول على ثلاثة أضعاف الأعداد الطبيعية أو مضاعفات العدد 3، كل ما علينا فعله هو تغيير قيمة الخلية **C1** من 2 إلى 3. الشكل 4 يبين هذه الإمكانية. نحن هنا نعمل في بيئة من متغيرات وبارامترات.

| C | B | A | |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 1 | 1 |
| | 6 | 2 | 2 |
| | 9 | 3 | 3 |
| | 12 | 4 | 4 |

**شكل4 : استخدام $ لتثبيت قيمة الخلية في علاقة معينة**

يوجد في بيئة الجدول الإلكتروني أدوات أخرى والتي تسهل العمل في الجداول الإلكترونية:

- استخدام دالة IF:

استخدام دالة IF يسهل العمل الرياضي في بيئة الجداول الإلكترونية. مثلا يمكننا أن نطلب كتابة العدد الأكبر من بين عددين، وإن كانا متساويين كتابة =. الشكل 5 يبين ذلك.

| C | B | A | |
|---|---|---|---|
| 1 | -1 | 1 | 1 |
| 5 | 4 | 5 | 2 |
| -1 | -3 | -1 | 3 |
| = | 7 | 7 | 4 |
| 6 | -8 | 6 | 5 |
| 0 | -8 | 0 | 6 |

**شكل5 : الدالة IF تساعد على فحص شرط معين وكتابة نتيجة الفحص**

- استخدام combo box والذي يمكننا من وضع أسئلة مع إجابات ممكنة للمستخدم ليختار من بينها الجواب الصحيح[2].

[2] أنظر الموقع http://www.techonthenet.com/excel/questions/create_combo.php الذي يتحدث عن بناء هذه الأداة.

- استخدام التحقق من البيانات (data validation) لبناء قائمة منسدلة. هذه الأداة تعطينا قائمة تشبه ما يمكن الحصول عليه في حالة بناء صندوق كومبو. الفرق بين الطريقتين هو انه في حالة صندوق الكومبو، القائمة المنسدلة تبدو ظاهرة للمستخدم، بينما في حالة التحقق من البيانات، القائمة المنسدلة لا تظهر بشكل واضح، وينبغي توضيحها بواسطة تلوين الخلية الملائمة مثلا.
- تنسيق مشروط:

هذه التقنية تعمل عملا شبيها بالدالة IF ولكن عبر تنسيق الخط وخلفية الخلية. الشكل 6 يبين كيف يمكن أن نلون الخلية التي تحوي عددا أصغر من الخلية التي على يمينها بالأخضر.

| | B | A |
|---|---|---|
| 1 | -1 | 1 |
| 2 | 8 | 5 |
| 3 | -3 | -3 |
| 4 | 7 | 7 |
| 5 | -8 | 6 |
| 6 | -8 | 0 |

**شكل6 : استخدام التنسيق المشروط لإبراز علاقات رياضية**

ملاحظة: نصنع ذلك بواسطة القيام بتنسيق مشروط على الخلية **B1** ثم ننسخ هذا التنسيق إلى باقي الخلايا. عندما نلصق هذا التنسيق لباقي الخلايا نقوم بلصق خاص، وهو لصق تنسيقي.

**إيجابيات الجداول الإلكترونية:**

1. التعريف على مفاهيم، وعناصر وأفكار رياضية والفرق بينها، مثلا الفرق بين العدد، البارامتر والمتغير.
2. توفير طرق عمل مختلفة مع مسائل ومشاكل رياضية، مثلا حل معادلات رياضية باستخدام الصفوف والجر، التعويض والفحص ثم التعويض ثانية، الرسم، إلخ.
3. توفير طرق للتلميذ كي يقوّم نفسه. هذه الطرق يمكن أن يجهزها له المعلم، مثلا عندما يستخدم دالة "إذا"، أو يستعملها هو بنفسه، مثلا الإجراء الصفي الذي يستخدم "control، shift، enter" لفحص صحة العمليات الحسابية على صفين من الأعداد.

4. القيام بعمليات حسابية بسرعة نسبية، مثلا جداول العمليات الحسابية، أو القيام بعمليات حسابية على صفين من الأعداد.
5. توفير بيئة للمعلم لتحضير وسائل إيضاح بشكل بسيط، مثل تحضير رسوم للكسور.

## أبحاث تتعلق باستخدام الجداول الإلكترونية في الرياضيات:

لقد تم اقتراح الجداول الإلكترونية كأدوات تعلّم وتعليم للرياضيات منذ ما يزيد عن عقدين (أنظر مثلاً: Arganbright 1985، ). يمكن استخدام الجداول الإلكترونية كأدوات لبحث المفاهيم الرياضية (Ploger, Klingler & Rooney, 1997)، لحل مشاكل رياضية (Lesser، 1999، ضاهر، 2008)، لتمثيل ظواهر وعلاقات رياضية (Russo & Passannante, 2001)، للتحقّق وإثبات علاقات وصيغ رياضية (Lannin، 2005 ). الإمكانيات الموجودة في الجداول الإلكترونية تجعلها بيئة مثالية لاستغلال وتطبيق المعايير الإجرائية للـ NCTM (حل مسائل، تعليل وبرهان، اتصال وتواصل، ارتباطات، والتمثيل). هذا الاستغلال والتطبيق يُغني عملية تعلم وتعليم الرياضيات.

إمكانيات وفوائد أخرى لدمج الجداول الإلكترونية في التربية الرياضية مذكورة في أبحاث تناولت استخدام الجداول الإلكترونية في التربية الرياضية: يمكن استخدام الجداول الإلكترونية كأدوات تكنولوجية لتعلم وتعليم مواضيع رياضية مختلفة (Abramovich, 1995; Abramovich & Sugden, 2004; Baker et al., 2005; Neuwirth, 1995). فيما يلي بعض المواضيع الرياضية المختلفة التي اقترحت لها فعاليات تستخدم الجداول الإلكترونية: الجبر (Smith , 2005). التفاضل والتكامل (Abramovich & Sugden, 2004)، نظرية الأعداد (Abramovich & Nabors, 1997)، الرياضيات الانفرادية (Neuwirth, 1995)، تحليل عددي (Soper & Lee, 1994)، احتمال (Daher ، 2009). بعض الباحثين اهتموا بشكل خاص بقدرة الجداول الإلكترونية على تمكين التلميذ من الانتقال بسهولة من الحساب إلى الجبر (Ainley, 1996; Dettori et al., 1995 ; Felloy & Rojano, 1989 ; Sutherland & Rojano, 1993 ; Tall, 1993). إنلة (Ainley, 1996) تصف الجداول الإلكترونية كأداة في بيئة تعلّمية تجعل التعامل مع الجانب الرمزي بالجبر ذا معنى. سوذرلاند وروحانو (Sutherland & Rojano, 1993) يصفان كيف أن الجداول الإلكترونية تدعم التلاميذ في انتقالهم من التفكير بحسب المحدد نحو العام، وذلك بواسطة مصطلحات مثل المجهول

والعلاقات الرياضية الموجودة في المسألة. ديتوري ورفاقه (Dettori et al., 1995) يصفون كيف يتعلم التلاميذ الفرق بين المتغيرات والبارامترات باستعمال الجداول الإلكترونية. ضاهر ( Daher, 2008) يصف كيف استخدم تلاميذ أكاديميون الجداول الإلكترونية كبيئة يحلون بها مسائل كلامية، ويشير إلى أن الجداول الإلكترونية توفر بيئة تشجع على تمثيل العناصر والمفاهيم الرياضية بعدة تمثيلات رياضية.

نعرض فيما يلي فعاليات ممكنة تدمج الجداول الإلكترونية في الرياضيات في مراحل التعليم المختلفة.

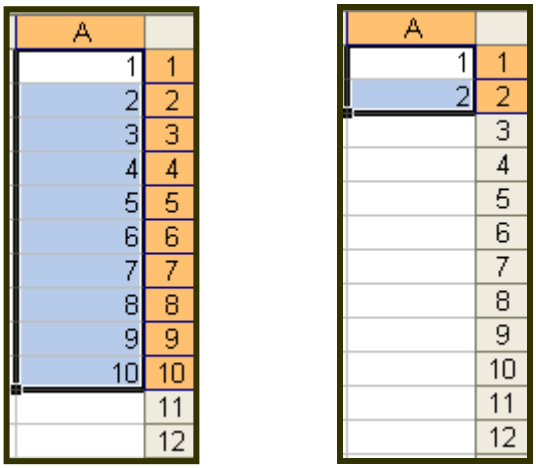
**فعاليات تعليمية:**

**<u>استخدام الجداول في تدريس الرياضيات في الحضانة والبستان</u>:**

يمكن استخدام الجداول الإلكترونية لتعريف التلاميذ على أو لتقوية معرفتهم بالجانب الرمزي أو الكمي من الأعداد. فعاليات ممكنة تستخدم الجداول الإلكترونية في هذا المجال هي:

- التعرف على الجانب الرمزي للعدد:

تقوية التعريف بالجانب الرمزي يتم عن طريق كتابة 1، 2 في خليتين متتاليتين عموديا والطلب من التلميذ أن يجر الخليتين، وعندها نسأله عن الرموز الناتجة وماذا تمثل. شكل 7 يبين هذا الاستخدام.

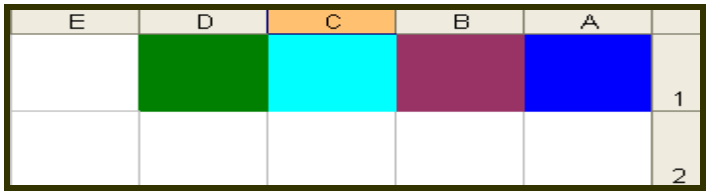



**شكل7 : الجداول الإلكترونية تعرفنا على رموز الأعداد**

- التعرف على الجانب الكمي للعدد:

**إمكانية أولى: تلوين**

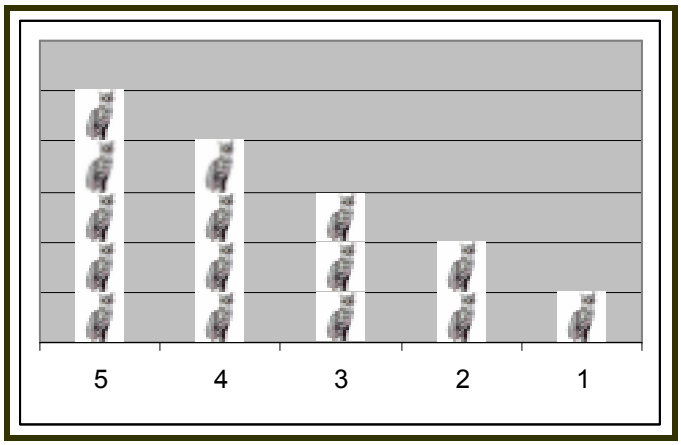
يمكن أن نجعل التلاميذ يلونون خلايا من جدول إلكتروني ونسألهم عن العدد الملائم للكمية التي لونوها. شكل 8 يعرض مثالا.




**شكل8 : التعرف على الجانب الكمي للعدد**

**إمكانية ثانية: رسوم بيانية كمصدر للمعطيات**

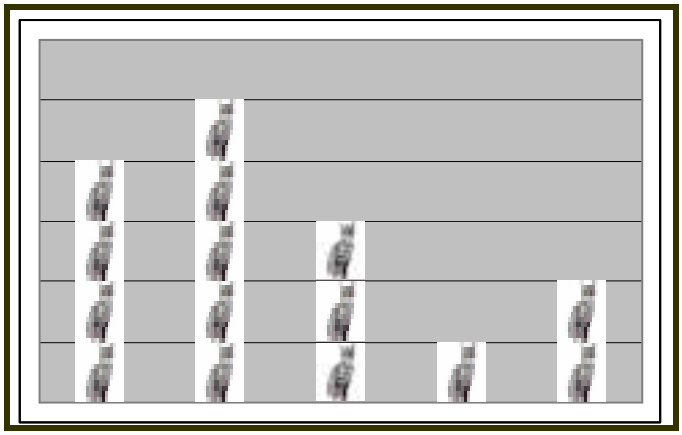
يمكننا تحضير رسم بياني من صور بواسطة الجداول الإلكترونية وسؤال التلاميذ عن الأعداد الملائمة. شكل 9 يبين مثالا على هذا[3].




**شكل9 : رسم بياني من صور في الجداول الإلكترونية**

يمكننا في البداية أن نعرض للتلاميذ رموز الأعداد مع كمياتها الملائمة، ثم بعد ذلك نعطيهم الكميات ونطلب منهم ملائمة رموزاً لها. شكل 10 يبين مثالا على ذلك.

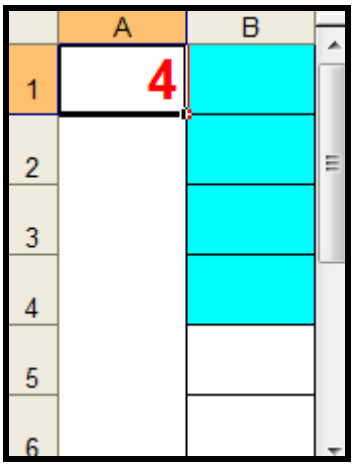
[3] يمكن رؤية كيفية فعل ذلك في الموقع http://teach.fcps.net/trt10/Documents/Pictogram.pdf.



**شكل10** : ملاءمة رموز عددية لكميات

**إمكانية ثالثة: تغيير الكمية بحسب الرمز العددي المدون في الخلية**

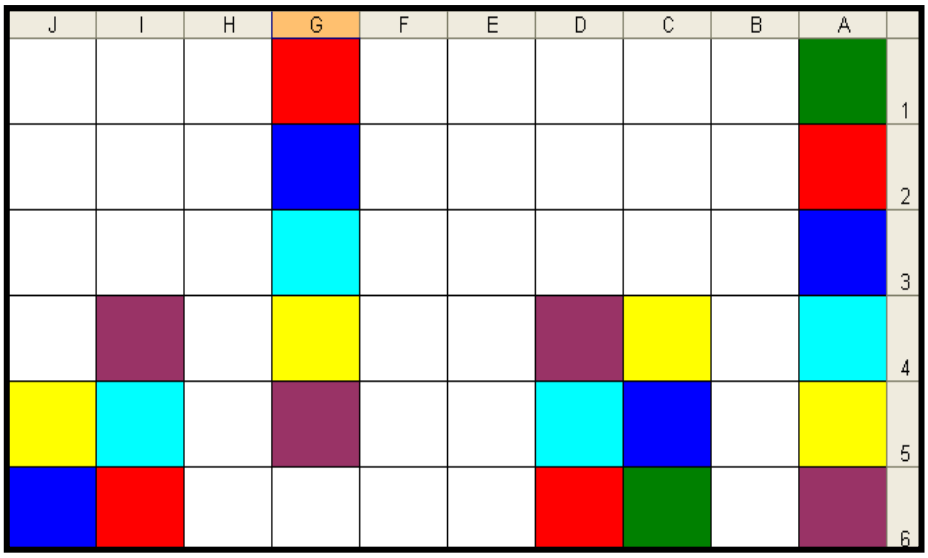
الشكل 11 يحوي جدولا إلكترونيا يلائم لرمز العدد كميته بالخلايا، وهو يستعمل التنسيق المشروط لفعل ذلك.




**شكل11** : ملاءمة الكمية للرمز العددي

- تدريس العدد الزوجي والفردي:

نطلب من التلاميذ أن يحاولوا بناء برجين متساويي الطول باستخدام عدد معطى من الخلايا. شكل 12 يبين مثالين على ذلك عندما يكون عدد الخلايا المعطى 5 و 6. يظهر في الشكل أن التلميذ لم يحصل على برجين متساويي الطول في حالة العدد الفردي.




**شكل12 : تدريس العدد الزوجي والفردي بواسطة الجداول الإلكترونية**

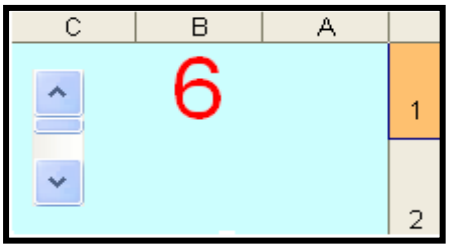
- استخدام الجداول في اكتشاف وإكمال الأنماط:

يمكن استخدام الجداول الإلكترونية في تعليم وتعلم الأنماط. نبدأ بنمط معين ونطلب من التلاميذ أن يكملوه. مثال على ذلك موجود في شكل 13. يمكن أن يستمر التلاميذ في تلوين الخلايا بالترتيب: أزرق، أخضر، حمر.

**شكل13 : بناء أنماط بواسطة الجدول الإلكتروني**

- التعرف على العدد التالي:

يمكننا أن نبني جدولا لنساعد التلاميذ في التعرف على العدد التالي وحدهم: ما على التلاميذ إلا النقر على الزر المناسب في شريط المرور ليروا العدد التالي. عند النقر على الزر يظهر العدد التالي أو السابق مكان العدد الحالي. شكل 14 يبين ذلك.



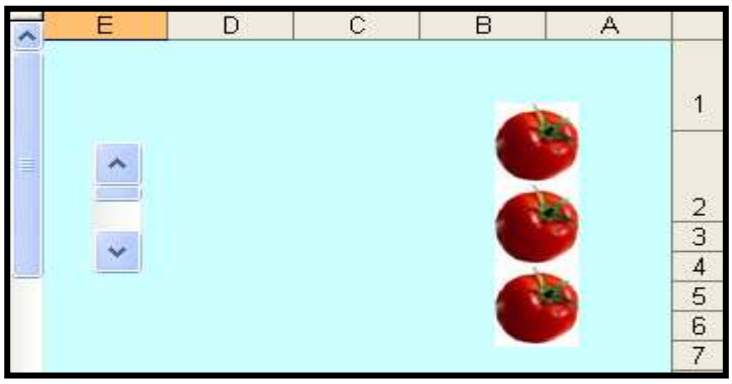

**شكل14 : جدول إلكتروني يعرض العدد التالي لعدد معين**

بالطبع يمكن للتلاميذ أن يخمنوا العدد التالي قبل أن ينقروا على شريط المرور.

- التعرف على العدد التالي بالكمية:

**إمكانية أولى:**

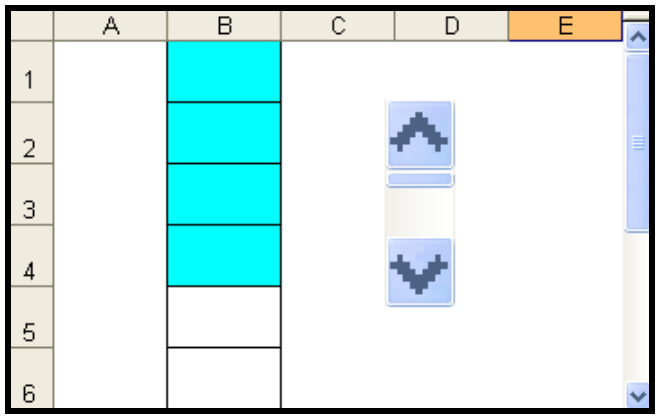
يمكن بناء رسم بياني يعرّف التلاميذ على العدد التالي من الجانب الكمي. هنا يزيد أو ينقص عدد حدود الكمية بواحد، بحسب النقر على الزر. شكل 15 يبين هذه الإمكانية:




**شكل15 : العدد التالي بشكل كمي**

**إمكانية ثانية:**

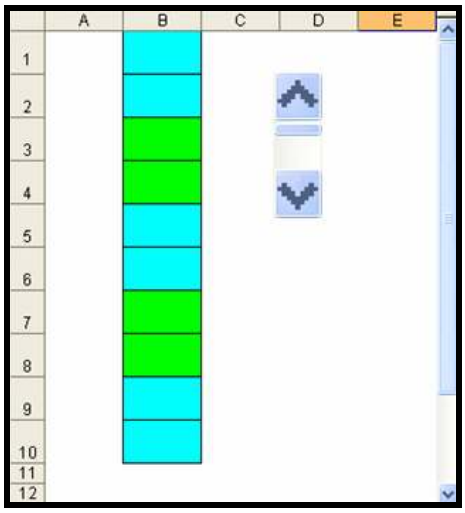
يمكن التعرف على العدد التالي أيضا بواسطة تلوين خلايا الجدول الإلكتروني كما في شكل 16:




**شكل16 : استخدام الجدول الإلكتروني للتعرف على العدد التالي بواسطة تلوين الخلايا**

- التعرف على الأعداد الزوجية بالكمية:

بنفس الصورة يمكن استخدام الجداول الإلكترونية لتعريف وعرض الأعداد الزوجية والأعداد الفردية كما في الشكل 17 الذي يعرض الأعداد الزوجية.




**شكل17 : استخدام الجدول الإلكتروني للتعرف على الأعداد الزوجية بواسطة تلوين الخلايا**

## استخدام الجداول الإلكترونية في تدريس الرياضيات في الصفوف الدنيا من المدرسة الابتدائية:

إعطاء تمارين والسماح للتلاميذ بفحص صحة أجوبتهم بأنفسهم. هنا يوجد نوعان من التمارين: تمارين مفتوحة وتمارين مع عدة أجوبة.

- تمارين مفتوحة:

**إمكانية أولى: تمارين معطاة**

حتى يفحص التلاميذ أنفسهم بأنفسهم نستعمل دالة IF.

شكل 18 يعرض أسئلة مفتوحة يحلها التلاميذ باستخدام الجداول الإلكترونية.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | + | 3 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 2 | 6 | + | 6 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 3 | 4 | + | 6 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 4 | 9 | + | 8 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 5 | 8 | + | 9 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 6 | 4 | + | 4 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 7 | 7 | + | 6 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |

**شكل18: أسئلة جمع مفتوحة بالجداول الالكترونية**

شكل 19 يبين ما يعرضه الجدول عندما يحل التلميذ بعض الأسئلة بشكل صحيح وبعضها بشكل خاطئ:

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | + | 3 | = | 5 | أحسنت |
| 2 | 6 | + | 6 | = | 10 | حاصل الجمع خطأ |
| 3 | 4 | + | 6 | = | 10 | أحسنت |
| 4 | 9 | + | 8 | = | 16 | حاصل الجمع خطأ |
| 5 | 8 | + | 9 | = | 16 | حاصل الجمع خطأ |
| 6 | 4 | + | 4 | = | 8 | أحسنت |
| 7 | 7 | + | 6 | = | 13 | أحسنت |

**شكل19: الجداول الإلكترونية تمكن التلميذ من فحص نفسه أثناء الحل**

**إمكانية ثانية: التلميذ يضع تمارينه بنفسه**

في هذه الحالة يمكننا أن نهيئ للتلميذ بيئة يضع فيها تمارينه بنفسه ويفحص صحة إجاباته. شكل 02 يبين كيف، عن طريق الجداول الإلكترونية، نهيئ للتلميذ جدولا يعمل فيه لوحده وبمساعدة تعليمات وتغذية راجعة.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 2 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 3 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 4 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 5 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 6 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 7 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 8 | | | | | | |

**شكل 20: بيئة جداول إلكترونية تمكن التلميذ من كتابة التمرين وحله وفحص الحل في آن واحد**

عندما يضع التلميذ عددا في العمود الأول يُطلب منه وضع عدد في العمود الثالث. أنظر الشكل 21.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | + | | = | | ضع عددا في العمود الثالث |
| 2 | 7 | + | | = | | ضع عددا في العمود الثالث |
| 3 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 4 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 5 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 6 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 7 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |

**شكل 21: الجدول يطلب من المستخدم تعبئة الخلايا في العمود الثالث**

عندما يضع التلميذ عددا في العمود الثالث، يُطلب منه إدخال حاصل جمع العددين في العمود الخامس. أنظر الشكل 22.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | + | 6 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 2 | 7 | + | 8 | = | | ضع حاصل الجمع في العمود الخامس |
| 3 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 4 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 5 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 6 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |
| 7 | | + | | = | | ضع عددا في العمود الأول |

**شكل22: الجدول يطلب من المستخدم كتابة حاصل الجمع**

إن أخطأ التلميذ في كتابة حاصل الجمع يتم إعلامه بذلك ويُعطى إمكانية تغيير الجواب، وإن أصاب يتم أيضا إخباره بذلك.

- تمارين مغلقة:

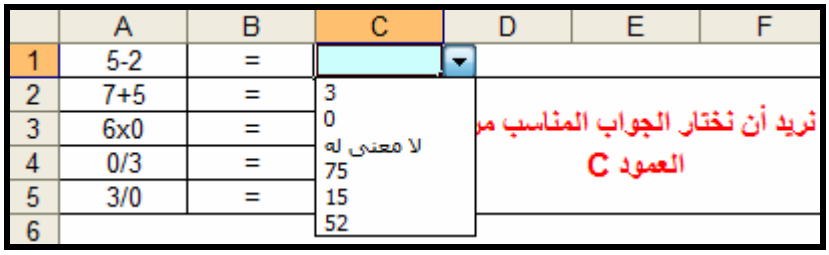
نكتب عدة إجابات ليختار التلميذ أحدها كالجواب الصحيح[4]. الشكل 23 يعرض مثالا على ذلك.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5-2 | = | | | | |
| 2 | 7+5 | = | | نريد أن نختار الجواب المناسب من العمود C | | |
| 3 | 6x0 | = | | | | |
| 4 | 0/3 | = | | | | |
| 5 | 3/0 | = | | | | |

**شكل23 : اختيار إمكانية واحدة من بين عدة إمكانيات**

حين ينقر التلميذ على خلية في العمود الثالث تظهر له عدة إجابات ليختار منها ما يراه مناسبا. أنظر شكل 24.

[4] يمكن رؤية كيفية فعل ذلك في الموقع: http://www.homeandlearn.co.uk/ME/mes10p2.html.




**شكل24: المستخدم يختار ما يراه مناسبا من الإمكانيات المختلفة للجواب**

بالطبع، يمكننا أيضا أن نستخدم الدالة IF هنا لنمكن التلاميذ من العمل بشكل مستقل وفحص إجاباتهم.

- تقويم نتائج العمل:

يمكن للتلميذ أن يستخدم تقنية المصفوفات – array لكي يفحص نفسه بنفسه بعملية واحدة. أنظر شكل 25 أدناه الذي فيه نطلب من التلاميذ أن يضربوا كل عدد في الصف الأول بالعدد الذي تحته في الصف الثاني. بعد أن يكتبوا حاصل الضرب يستطيع التلاميذ فحص عملهم بسرعة بواسطة إجراء صفي يستخدمون فيه control، shift، و enter[5].

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 7 | 8 | 9 | 5 | 8 | 9 | 3 | 4 |
| 2 | 6 | 7 | 5 | 8 | 9 | 4 | 8 | 7 | 9 |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | 12 | 49 | 40 | 72 | 45 | 32 | 72 | 21 | 36 |

**شكل25 : فحص حاصل ضرب صفين من الأعداد بعملية واحدة**

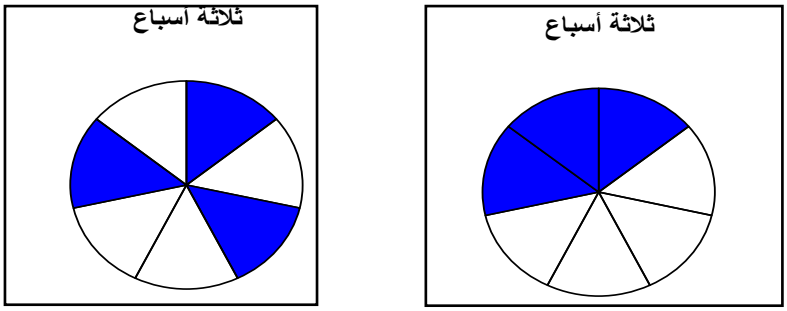
بالطبع، بنفس الصورة، يمكن تحضير جدول جمع أو قسمة أو أي عملية أخرى.

[5] يمكن رؤية كيفية فعل ذلك في الموقع:
http://office.microsoft.com/en-us/excel/HA010872901033.aspx.

**استخدام الجداول الإلكترونية في تدريس الرياضيات في الصفوف العليا من المدرسة الابتدائية:**

- رسم كسور:

الجداول الإلكترونية تمكننا من رسم الكسور بصورة بسيطة. الشكل 26 يعرض رسمين مختلفين




لثلاثة أسباع تم رسمهما بواسطة إكسل.

**شكل26 : رسم كسور بواسطة الجداول الإلكترونية**

رسم الكسر يتم بواسطة كتابة نفس العدد في سبعة خلايا متتالية في عمود واحد، وبعد ذلك بناء رسم بياني من نوع باي، ثم تغيير لون قطاعات الكعكة بحيث أن 3 أجزاء من الأجزاء السبعة المتساوية تلون بنفس اللون وباقي الأجزاء بيضاء.

- إيجاد مضاعفات الأعداد:

يمكننا في بيئة الجداول الإلكترونية إيجاد مضاعفات الأعداد الصحيحة عن طريق استخدام إشارة $. ارجع إلى وصف استخدام $ لتثبيت قيمة الخلية في علاقة معينة سابقا. ذلك الوصف يبين كيف نحصل على مضاعفات الأعداد الطبيعية. بنفس الصورة يمكن الحصول على مضاعفات الأعداد الصحيحة.

- إيجاد المضاعف المشترك الأصغر:

نعتمد على حقيقة أن المضاعف المشترك الأصغر لأعداد معطاة هو مضاعف مشترك لكل منها، وأنه ليس بالضرورة مضاعفا بنفس المرات لكل من الأعداد. شكل 27 يبين كيفية فعل ذلك.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | الأعداد | مرتان | ثلاث مرات | أربع مرات | خمس مرات | ست مرات | سبع مرات | ثماني مرات | تسع مرات |
| 2 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 |
| 3 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| 4 | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 |

**شكل27 : إيجاد المضاعف المشترك الأصغر بالجداول الإلكترونية**

يظهر واضحا من شكل 27 أن المضاعف المشترك الأصغر للأعداد 6، 4، و 8 هو 24. انتبه أننا حصلنا على مضاعفات كل عدد من الأعداد المعطاة في نفس السطر وليس في نفس العمود.

- إيجاد العامل المشترك الأكبر:

يمكننا بواسطة الجداول الإلكترونية أن نجد العوامل المشتركة لمجموعة أعداد، وذلك من خلال قسمة العمود **A** على 2، ثم على 3، ثم على 4، وهكذا، من أجل الحصول على الأعمدة **B**، ثم **C**، ثم **D** وهكذا. نتوقف عندما نحصل على نفس العدد في الأسطر الثلاثة. العامل المشترك الأكبر يكون العدد المتكرر. شكل 28 يبين كيف نفعل ذلك.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 54 | 27 | 18 | 13.5 | 10.8 | 9 | 7.714286 | 6.75 | 6 | 5.4 |
| 2 | 30 | 15 | 10 | 7.5 | 6 | 5 | 4.285714 | 3.75 | 3.333333 | 3 |
| 3 | 90 | 45 | 30 | 22.5 | 18 | 15 | 12.85714 | 11.25 | 10 | 9 |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | 4.909091 | 4.5 | 4.153846 | 3.857143 | 3.6 | | | | |
| 6 | | 2.727273 | 2.5 | 2.307692 | 2.142857 | 2 | | | | |
| 7 | | 8.181818 | 7.5 | 6.923077 | 6.428571 | 6 | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |

**شكل28 : إيجاد العامل المشترك الأكبر بالجداول الإلكترونية**

ملاحظة: الجداول الإلكترونية تهيئ بيئة غنية بالأدوات المساعدة على تعلم الرياضيات، ولكن الجداول وحدها قد لا تكفي لتذويت الأفكار والعلاقات الرياضية، ويُفضل أن تُرافق عملية دمج الجداول في تعلم الرياضيات نقاشات بين التلاميذ أنفسهم وبينهم وبين المعلم، وذلك لتذويت القضايا الرياضية المطروحة والتي تظهرها الجداول. مثلا في حالة العامل المشترك الأكبر، يجب الاهتمام بالأسئلة التالية ونقاشها:

- ما هو أكبر عامل لأصغر عدد بين الثلاثة غير نفسه؟

- ما هي العوامل المشتركة للأعداد الثلاثة المعطاة؟
- ما هي العلاقة بين هذه العوامل؟

• علامات القسمة:

يمكننا أن نعرّف التلاميذ على علامات القسمة على الأعداد، وذلك عندما نضع في أحد الأعمدة الأعداد من 1 حتى 100 أو أكثر وفي العمود المجاور نضرب في 2 أو 3 أو 4، إلخ. بعدها نطلب من التلاميذ أن يتمعنوا في الجدول ويخمّنوا متى ينقسم عدد على 2، 5، 10، 4، 25، 3، 9، إلخ، وذلك بفحص مميزات المضاعفات والأنماط المتكررة فيها. بالطبع لا يمكننا أن نعتمد على الجداول الإلكترونية وحدها وإنما نطلب من التلاميذ أن يفسروا لنا سبب صحة تخميناتهم وصحة علامات القسمة.

• مسائل كلامية:

الجداول الإلكترونية هي بيئات غنية ومناسبة لحل مسائل كلامية. لننظر مثلا إلى المسألة الكلامية التالية:

قياس حقل (مسألة مأخوذة من سوذرلاند وروحانو، 1993):

أ. محيط حقل مستطيل الشكل يساوي 102 مترا. طول الحقل هو ضعف عرضه. كم هو طول الحقل وكم هو عرضه؟

ب. ماذا يحدث عندما يكون محيط الحقل يساوي 162 مترا والنسبة بين الطول والعرض تبقى نفسها؟

ج. ماذا يحدث عندما يكون محيط الحقل يساوي 128 مترا ولكن طوله يساوي 3 أضعاف عرضه؟

يمكن حل هذه المسألة باستخدام تقنيات مختلفة موجودة في الجدول الإلكتروني والتي بيّناها في بداية المقال، ومنها:

**I. المساواة والجر:**

شكل 28 يبين حل هذه المسألة بواسطة المساواة والجر.

حل قسمي (أ) و(ب): المحيط المطلوب في (أ) هو 102. من النظر إلى الجدول نتوصل إلى أن العرض في هذه الحالة هو 17 والطول هو 34. بنفس الصورة يمكن التوصل إلى أن العرض المطلوب في (ب) هو 27 والطول هو 54.

حل قسم (ج): هنا نحتاج إلى جدول آخر، تكون قيمة الخلية **B2** فيه تساوي **3*A2** وليس **2*A2** كما في الشكل 29.

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | العرض | الطول | المحيط |
| 2 | 1 | 2 | 6 |
| 3 | 2 | 4 | 12 |
| 4 | 3 | 6 | 18 |
| 5 | 4 | 8 | 24 |
| 6 | 5 | 10 | 30 |
| 7 | 6 | 12 | 36 |
| 8 | 7 | 14 | 42 |
| 9 | 8 | 16 | 48 |
| 10 | 9 | 18 | 54 |
| 11 | 10 | 20 | 60 |
| 12 | 11 | 22 | 66 |
| 13 | 12 | 24 | 72 |
| 14 | 13 | 26 | 78 |
| 15 | 14 | 28 | 84 |
| 16 | 15 | 30 | 90 |
| 17 | 16 | 32 | 96 |
| 18 | 17 | 34 | 102 |
| 19 | 18 | 36 | 108 |
| 20 | 19 | 38 | 114 |
| 21 | 20 | 40 | 120 |
| 22 | 21 | 42 | 126 |
| 23 | 22 | 44 | 132 |
| 24 | 23 | 46 | 138 |
| 25 | 24 | 48 | 144 |
| 26 | 25 | 50 | 150 |
| 27 | 26 | 52 | 156 |
| 28 | 27 | 54 | 162 |
| 29 | 28 | 56 | 168 |
| 30 | | | |
| 31 | | | |

**شكل29 : حل مسألة كلامية بواسطة الجر**

## II. المساواة بدون جر:

هنا نستعمل سطرا واحدا وثلاث خلايا فقط، ونظل نعوض في خلية العرض حتى نحصل في خلية المحيط على المحيط المطلوب. شكل 30 يبين هذه الحالة.

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | العرض | الطول | المحيط | |
| 2 | 17 | 34 | 102 | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

**شكل30 : حل مسألة كلامية بواسطة المساواة والتعويض المستمر**

في هذه الحالة لا حاجة لجدولين مختلفين لحل الأقسام المختلفة. يمكننا فقط تغيير قيمة الخلية **B2** حسب شروط البند.

## III. استخدام شريط مرور يسهل عملية التعويض:

الجداول الإلكترونية تمكننا من بناء شريط مرور يجعل عملية التعويض مجرد تحريك لزر على شريط التمرير، كما يظهر في شكل31.

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | العرض | الطول | المحيط | |
| 2 | 7 | 14 | 42 | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

**شكل31 : حل مسألة كلامية بواسطة المساواة وباستخدام شريط المرور**

### IV. استخدام التساوي والجر مع دالة IF:

في هذه الحالة، تسهل علينا الدالة IF فحص المحيط وملاحظة الحل. الشكل 32 يعرض هذا الاستخدام.

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | العرض | الطول | المحيط | الفحص | |
| 2 | 1 | 2 | 6 | ليس حلا | |
| 3 | 2 | 4 | 12 | ليس حلا | |
| 4 | 3 | 6 | 18 | ليس حلا | |
| 5 | 4 | 8 | 24 | ليس حلا | |
| 6 | 5 | 10 | 30 | ليس حلا | |
| 7 | 6 | 12 | 36 | ليس حلا | |
| 8 | 7 | 14 | 42 | ليس حلا | |
| 9 | 8 | 16 | 48 | ليس حلا | |
| 10 | 9 | 18 | 54 | ليس حلا | |
| 11 | 10 | 20 | 60 | ليس حلا | |
| 12 | 11 | 22 | 66 | ليس حلا | |
| 13 | 12 | 24 | 72 | ليس حلا | |
| 14 | 13 | 26 | 78 | ليس حلا | |
| 15 | 14 | 28 | 84 | ليس حلا | |
| 16 | 15 | 30 | 90 | ليس حلا | |
| 17 | 16 | 32 | 96 | ليس حلا | |
| 18 | 17 | 34 | 102 | هو الحل | |
| 19 | 18 | 36 | 108 | ليس حلا | |
| 20 | 19 | 38 | 114 | ليس حلا | |

**شكل32 : استخدام الدالة IF لتسهيل فحص وملاحظة الحل**

### V. استخدام إشارة $ لبناء جدول واحد لحل الأقسام الثلاثة:

استخدام إشارة $ تغنينا عن بناء جدول خاص لكل بند من المسألة الكلامية. شكل 33 يوضح هذه الإمكانية:

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | العرض | الطول | المحيط | عدد مرات العرض في الطول | |
| 2 | 1 | 3 | 8 | 3 | |
| 3 | 2 | 6 | 16 | | |
| 4 | 3 | 9 | 24 | | |
| 5 | 4 | 12 | 32 | | |
| 6 | 5 | 15 | 40 | | |
| 7 | 6 | 18 | 48 | | |
| 8 | 7 | 21 | 56 | | |
| 9 | 8 | 24 | 64 | | |
| 10 | 9 | 27 | 72 | | |
| 11 | 10 | 30 | 80 | | |
| 12 | 11 | 33 | 88 | | |
| 13 | 12 | 36 | 96 | | |
| 14 | 13 | 39 | 104 | | |
| 15 | 14 | 42 | 112 | | |
| 16 | 15 | 45 | 120 | | |
| 17 | 16 | 48 | 128 | | |
| 18 | 17 | 51 | 136 | | |
| 19 | 18 | 54 | 144 | | |
| 20 | 19 | 57 | 152 | | |
| 21 | 20 | 60 | 160 | | |
| 22 | 21 | 63 | 168 | | |
| 23 | 22 | 66 | 176 | | |
| 24 | 23 | 69 | 184 | | |
| 25 | 24 | 72 | 192 | | |
| 26 | 25 | 75 | 200 | | |
| 27 | 26 | 78 | 208 | | |
| 28 | 27 | 81 | 216 | | |
| 29 | 28 | 84 | 224 | | |

**شكل33 : تثبيت قيمة خلية المرات لحل الأقسام الثلاثة بنفس الجدول**

الفرق بين الجدول في الشكل 28 والجدول في الشكل 32 هو أن قيمة الخلية **B2** في الجدول في الشكل 28 هي **2*A2** بينما قيمة الخلية **B2** في الجدول في الشكل 32 هي **$D$2*A2**. في البداية نجعل قيمة الخلية **D2** العدد 2 لأن الطول في البندين (أ) و (ب) يساوي ضعف العرض. في البند (ج) نغير قيمة الخلية **D2** إلى 3، وعندها كل الجدول يتغير ليلائم العلاقة الجديدة بين طول القطعة المستطيلة وعرضها.

### VI. استخدام التنسيق المشروط لتسهيل رؤية الحل:

الجداول الإلكترونية تمكننا أيضا من تلوين خانات تفي بشرط معين حسب رغبتنا. لذلك يمكننا الطلب من إكسل أن يلون بلون خاص الخلية التي يتحقق فيها الشرط المطلوب. شكل 34 يبين ذلك.

| | D | C | B | A |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | المحيط | الطول | العرض |
| 2 | | 6 | 2 | 1 |
| 3 | | 12 | 4 | 2 |
| 4 | | 18 | 6 | 3 |
| 5 | | 24 | 8 | 4 |
| 6 | | 30 | 10 | 5 |
| 7 | | 36 | 12 | 6 |
| 8 | | 42 | 14 | 7 |
| 9 | | 48 | 16 | 8 |
| 10 | | 54 | 18 | 9 |
| 11 | | 60 | 20 | 10 |
| 12 | | 66 | 22 | 11 |
| 13 | | 72 | 24 | 12 |
| 14 | | 78 | 26 | 13 |
| 15 | | 84 | 28 | 14 |
| 16 | | 90 | 30 | 15 |
| 17 | | 96 | 32 | 16 |
| 18 | | 102 | 34 | 17 |
| 19 | | 108 | 36 | 18 |
| 20 | | 114 | 38 | 19 |

**شكل34 : استخدام التنسيق المشروط لتسهيل رؤية الحل**

**استخدام الجداول الإلكترونية في تدريس الرياضيات في صفوف المدرسة الإعدادية:**

- صورة العدد ومجموعة تعويضها:

الجداول الإلكترونية هي بيئة جيدة للتعرف على مفهوم صورة العدد ومجموعة التعويض. يمكن تعريف التلاميذ على مفهوم صورة العدد من خلال الجداول الإلكترونية عن طريق مسألة كلامية. مثلا المسألة الكلامية التي عرضناها سابقا عن الحقل. هنا نزيد وصفا بالكلمات أيضا ونناقش مع التلاميذ فكرة المتغير. هنا يُفضل أن نستخدم المساواة والتعويض. بعد النقاش نتوصل مع التلاميذ

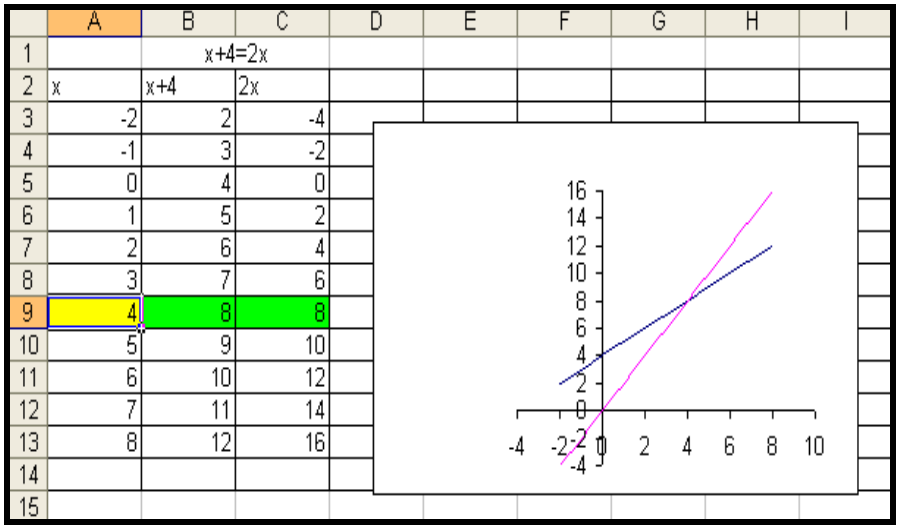
أنه يمكننا أن نرمز للعرض بحرف واحد، وعندها الصورة التي نحصل عليها للطول والصورة التي نحصل عليها للمحيط تدعيان صورة عدد.

حتى نعرّف التلاميذ على مفهوم مجموعة التعويض لصورة عدد، نطلب منهم التعويض في صورة عدد معطاة وملاحظة ما يحصل. في حالة عوضنا عددا غير موجود في مجموعة التعويض يَنتج لنا في الجدول تعبير يدل على وجود مشكلة في نتيجة التعويض، مثلا عندما نعوض 4 في صورة العدد $\frac{5}{X-4}$ نحصل على النتيجة !#DIV/0 والتي تعني أننا لم نحصل على عدد نتيجة تعويض 4 في صورة العدد $\frac{5}{X-4}$ لأن التعويض يجعلنا نقسم على 0 وهو أمر غير قابل للحساب.

بالطبع، في الجدول الإلكتروني لا يظهر المتغير X في صورة العدد، بل اسم الخلية التي تحوي قيمة المتغير X، مثلا: **A1**.

- حل معادلات:

يمكننا حل معادلات بالجداول الإلكترونية بحيث أننا نرى الحل بصورة جداول وبصورة بيانية، كما في شكل 35.



| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | | x+4=2x | |
| 2 | x | x+4 | 2x |
| 3 | -2 | 2 | -4 |
| 4 | -1 | 3 | -2 |
| 5 | 0 | 4 | 0 |
| 6 | 1 | 5 | 2 |
| 7 | 2 | 6 | 4 |
| 8 | 3 | 7 | 6 |
| 9 | 4 | 8 | 8 |
| 10 | 5 | 9 | 10 |
| 11 | 6 | 10 | 12 |
| 12 | 7 | 11 | 14 |
| 13 | 8 | 12 | 16 |
| 14 | | | |
| 15 | | | |



**شكل35 : حل معادلة بصورة جداول وبصورة بيانية**

• حل متباينات:

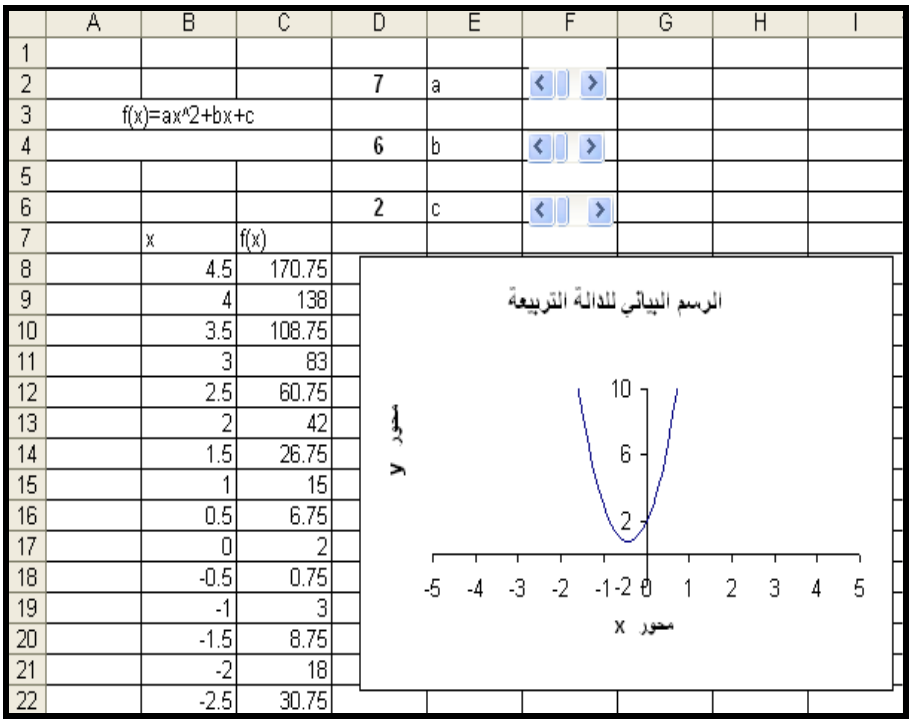
بمساعدة الجداول الإلكترونية يمكن أن نعرض للتلاميذ كيف يمكن حل متباينات بطريقة بسيطة باستخدام التنسيق المشروط. في الشكل 36 استعملنا التنسيق المشروط لنلون الخلية التي فيها $\frac{1}{x^2}>1$ باللون الزهري، والخلية التي فيها $\frac{1}{x^2}<1$ باللون الأزرق، والتي فيها $\frac{1}{x^2}=1$ باللون الأخضر. هكذا يلاحظ التلميذ أنواع المجالات التي تنتج عن المتباينة ويلاحظ المجال الذي يتحقق فيه شرط المتباينة المعطاة.

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/x^2 >1 | | | | |
| 2 | x | 1/x^2 | 1 | فحص | |
| 3 | -2 | 0.25 | 1 | < | |
| 4 | -1.8 | 0.308642 | 1 | < | |
| 5 | -1.6 | 0.390625 | 1 | < | |
| 6 | -1.4 | 0.510204 | 1 | < | |
| 7 | -1.2 | 0.694444 | 1 | < | |
| 8 | -1 | 1 | 1 | = | |
| 9 | -0.8 | 1.5625 | 1 | > | |
| 10 | -0.6 | 2.777778 | 1 | > | |
| 11 | -0.4 | 6.25 | 1 | > | |
| 12 | -0.2 | 25 | 1 | > | |
| 13 | 0 | #DIV/0! | 1 | #DIV/0! | |
| 14 | 0.2 | 25 | 1 | > | |
| 15 | 0.4 | 6.25 | 1 | > | |
| 16 | 0.6 | 2.777778 | 1 | > | |
| 17 | 0.8 | 1.5625 | 1 | > | |
| 18 | 1 | 1 | 1 | = | |
| 19 | 1.2 | 0.694444 | 1 | < | |
| 20 | 1.4 | 0.510204 | 1 | < | |
| 21 | 1.6 | 0.390625 | 1 | < | |
| 22 | 1.8 | 0.308642 | 1 | < | |
| 23 | 2 | 0.25 | 1 | < | |
| 24 | | | | | |

**شكل36 : حل متباينة باستخدام التنسيق المشروط**

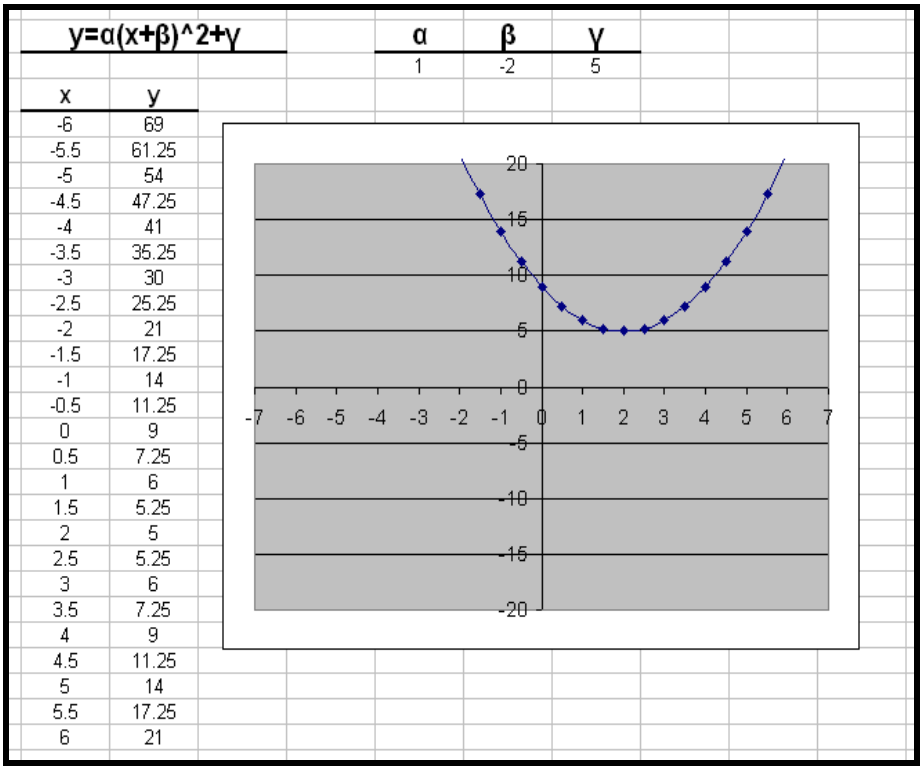
- بحث دلائل بيانية لبارامترات دالة معينة :

سنبيّن هنا كيف يمكن استخدام الجداول الإلكترونية لفحص الدلائل البيانية لبارامترات دالة خطية أو تربيعية أو دوال بولينمية من درجة أعلى. نعطي مثالا على بحث الدلائل البيانية لبارامترات دالة تربيعية. الشكل 37 يبين كيف يمكننا رؤية وبحث هذه الدلائل البيانية في دالة تربيعية مكتوبة بشكلها البولينومي.




**شكل37 : بحث الدلائل البيانية لبارامترات دالة تربيعية مكتوبة بشكلها البولينومي**

الشكل 38 يبين كيف يمكننا بحث هذه الدلائل في دالة تربيعية مكتوبة بشكلها الرأسي باستخدام الجداول الإلكترونية :




**شكل 38: بحث الدلائل البيانية لبارامترات دالة تربيعية مكتوبة بشكلها الرأسي**

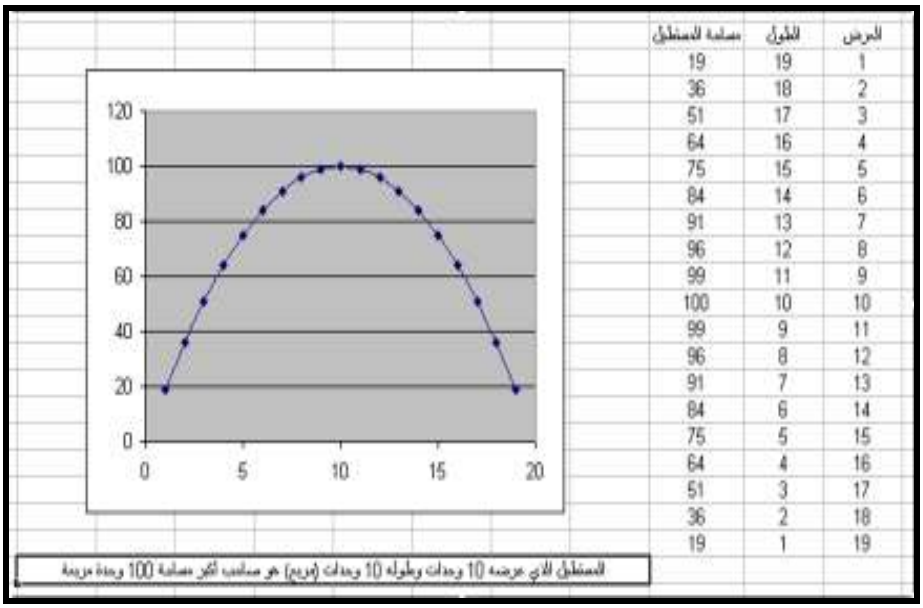
يمكنك استخدام الرابط أدناه لإنزال خطة درس كامل مع مواد تعليمية مساعدة.[6]
http://www.arabcomp.net/RunScript.asp?page=109&p=ASP\Pg109.asp

- حل مسائل مع نهايات قصوى:

جد المستطيل صاحب أكبر مساحة والذي قيمة محيطه ثابتة وتساوي 40 وحدة! الشكل 39 يبين كيف نفعل ذلك بواسطة الجداول الإلكترونية.

[6] الفعالية والمواد التعليمية المرافقة لها مأخوذة من موقع الحوسبة في الوسط العربي:
http://www.arabcomp.net

يجب الانتباه إلى أن التلميذ قد لا يلاحظ طول (أو عرض) المستطيل الذي يعطي أكبر مساحة إن كان هذا الطول كسريّا، وقد يعتقد أن هناك قيمتين للطول تعطيان أكبر مساحة للمستطيل. لذلك يجب على المعلم أن ينتبه لهذه الإمكانية ويحضر التلميذ لها.




**شكل 39: إيجاد طول وعرض المستطيل الذي له أكبر مساحة ومحيط ثابت**

**(في هذه الحالة قيمة المحيط 40 وحدة)**

- بيئات بحث: متى تتحقق شروط معينة؟

نعرف التلاميذ على ظاهرة معينة. مثلا: $\sqrt{64} = 6 + \sqrt{4}$

نسأل التلاميذ عن الأعداد ثنائية المنزلة الأخرى التي تحقق هذه الظاهرة. يمكن أن يحل التلاميذ هذه المسألة بالتخمين، ولكن هذا سيستهلك منهم وقتا طويلا، ويمكن أن يحلوا بالجبر. الجداول الإلكترونية تهيئ أيضا بيئة مناسبة لمعالجة مثل هذه الظواهر الرياضية. الشكل 40 يبين كيف يمكن معالجة المسألة باستخدام الجداول الإلكترونية. في الجداول المعروض نستخدم عدة دوال والتي تمكننا من مراجعة مواضيع جبرية مثل القيمة الصحيحة للعدد وباقي القسمة.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | العدد | رقم العشرات | رقم الآحاد | رقم العشرات+ الجذر التربيعي لرقم الآحاد | الجذر التربيعي للعدد | فحص تحقق الشرط | | عدد مرات تحقق الشرط | |
| 2 | 10 | 1 | 0 | 1.00000 | 3.16228 | لا يتحقق | | 3 | |
| 3 | 11 | 1 | 1 | 2.00000 | 3.31662 | لا يتحقق | | | |
| 4 | 12 | 1 | 2 | 2.41421 | 3.46410 | لا يتحقق | | | |
| 5 | 13 | 1 | 3 | 2.73205 | 3.60555 | لا يتحقق | | | |
| 6 | 14 | 1 | 4 | 3.00000 | 3.74166 | لا يتحقق | | | |
| 7 | 15 | 1 | 5 | 3.23607 | 3.87298 | لا يتحقق | | | |
| 8 | 16 | 1 | 6 | 3.44949 | 4.00000 | لا يتحقق | | | |
| 9 | 17 | 1 | 7 | 3.64575 | 4.12311 | لا يتحقق | | | |
| 10 | 18 | 1 | 8 | 3.82843 | 4.24264 | لا يتحقق | | | |
| 11 | 19 | 1 | 9 | 4.00000 | 4.35890 | لا يتحقق | | | |
| 12 | 20 | 2 | 0 | 2.00000 | 4.47214 | لا يتحقق | | | |

**شكل40 : فحص ظاهرة رياضية بواسطة الجداول الإلكترونية**

في العمود **A** نُدخل جميع الأعداد ثنائية المنزلة من 10 إلى 99. في العمود **B** نستخدم الدالة INT على نتيجة قسمة الأعداد في العمود **A** على العدد 10 للحصول على منزلة العشرات. في العمود **C** نطرح حاصل ضرب العمود **B** في العدد 10 من العمود **A** للحصول على منزلة الآحاد. في العمود **D** نحسب حاصل جمع العدد في العمود **B** (أي رقم العشرات) مع الجذر التربيعي للعدد في العمود **C** (أي الجذر التربيعي لرقم الآحاد). في العمود **E** نحسب الجذر التربيعي للعدد نفسه. أما في العمود **F** فنفحص تحقق شرط الظاهرة (العدد في العمود **D** = العدد في العمود **E**) باستخدام الدالة IF. في الخلية **H2** نحسب عدد الحالات التي يتحقق فيها الشرط في العمود **F**، وذلك باستخدام الدالة COUNTIF. الشكل 40 يبين بداية الجدول الذي نستخدمه، بينما يبين الشكل 41 جزء آخر منه، وذلك عندما نحصل على حالة يتحقق فيها الشرط:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | 39 | 3 | 9 | 6.00000 | 6.24500 | لا يتحقق | | | |
| 32 | 40 | 4 | 0 | 4.00000 | 6.32456 | لا يتحقق | | | |
| 33 | 41 | 4 | 1 | 5.00000 | 6.40312 | لا يتحقق | | | |
| 34 | 42 | 4 | 2 | 5.41421 | 6.48074 | لا يتحقق | | | |
| 35 | 43 | 4 | 3 | 5.73205 | 6.55744 | لا يتحقق | | | |
| 36 | 44 | 4 | 4 | 6.00000 | 6.63325 | لا يتحقق | | | |
| 37 | 45 | 4 | 5 | 6.23607 | 6.70820 | لا يتحقق | | | |
| 38 | 46 | 4 | 6 | 6.44949 | 6.78233 | لا يتحقق | | | |
| 39 | 47 | 4 | 7 | 6.64575 | 6.85565 | لا يتحقق | | | |
| 40 | 48 | 4 | 8 | 6.82843 | 6.92820 | لا يتحقق | | | |
| 41 | 49 | 4 | 9 | 7.00000 | 7.00000 | يتحقق | | | |
| 42 | 50 | 5 | 0 | 5.00000 | 7.07107 | لا يتحقق | | | |
| 43 | 51 | 5 | 1 | 6.00000 | 7.14143 | لا يتحقق | | | |

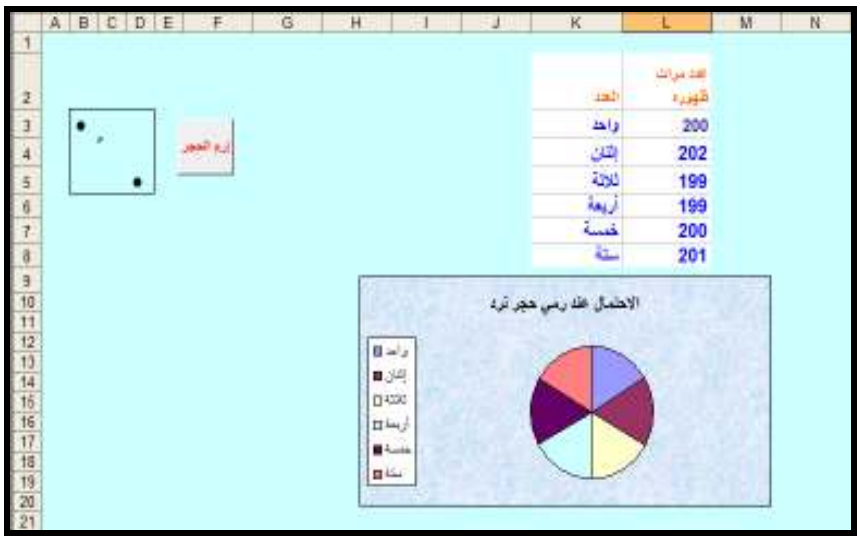
**شكل41: فحص ظاهرة رياضية بواسطة الجداول الإلكترونية – تحقق الشرط**

بالطبع يمكن استخدام الجداول الإلكترونية لفحص تحقق نفس الظاهرة ولكن بالنسبة لعدد ثلاثي المنزلة، رباعي المنزلة، إلخ.

- احتمالات مع الجداول الإلكترونية:

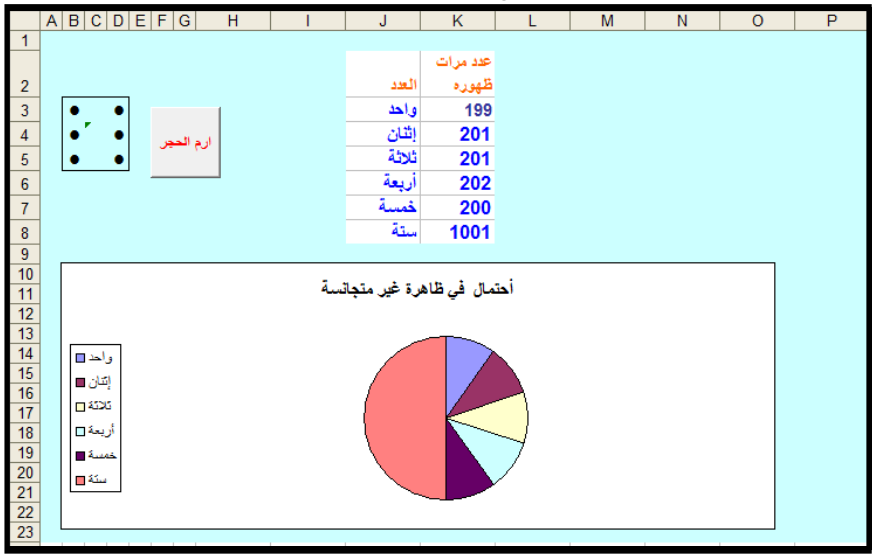
يمكننا بالجداول الإلكترونية أن نبني نموذجا احتماليا لرمي مكعب. الشكل 42 يبين ذلك[7]. عند رمي المكعب، عددا كبيرا من المرات، يقترب عدد ظهور وجه معين من عدد ظهور أي وجه آخر. هذا يتوافق مع الاحتمال النظري لظهور كل وجه من أوجه النرد في التجربة المتجانسة، وهو 1/6.

[7] الموقع http://www.emaths.co.uk/excel/MS/Spreadsheet%20Booklet.doc يبين كيفية فعل ذلك.




**شكل42 : نموذج احتمالي لرمي مكعب في الجداول الإلكترونية**

يمكننا أن نبني نموذجا لظاهرة فيها حجر النرد لا يعطينا تجربة متجانسة، مثلا عندما حجر النرد له عشرة وجوه، حيث على خمسة وجوه هناك ست نقاط، وعلى الوجوه الخمسة الباقية هناك الأعداد التالية من النقاط: 1، 2، 3، 4، 5. وحيث أن احتمال سقوط حجر النرد على كل وجه من وجوهه متساو. هذا النموذج موجود في الشكل 43.




**شكل43 : تجربة احتمالية غير متجانسة**

- النسبة الذهبية:

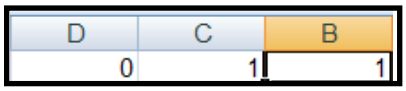
الفعالية الأخيرة نعرضها بالتفصيل، ويمكن لكل من الفعاليات السابقة أن تُبنى بنفس التفصيل أدناه، ولكنا لم نفصل كل الفعاليات لأننا أردنا عرض عدة فعاليات متنوعة يستطيع المعلم الانطلاق منها وتطويرها، إن شاء.

كلنا يعلم طبعًا متوالية فيبوناتشي التي اكتشفها العالم فيبوناتشي والتي سميت باسمه، وتبدأ بالأعداد 0، 1، ثم تأخذ حاصل جمع الحدّين السابقين، كما هو مبين أمامك :

$0 + 1 = 1,\ 1 + 1 = 2,\ 1 + 2 = 3,\ 2 + 3 = 5, \ldots..$

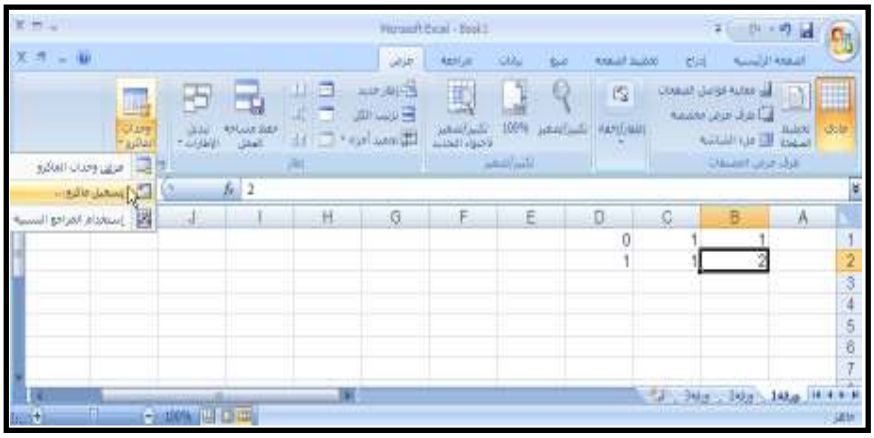
0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, .....

1. دعنا نقوم الآن ببناء المتوالية باستعمال الجدول الإلكتروني.
2. أدخل الأعداد 0،1 في الخليتين **C1**،**D1**، واكتب المعادلة =D1+C1 في الخلية **B1** لينتج لديك:

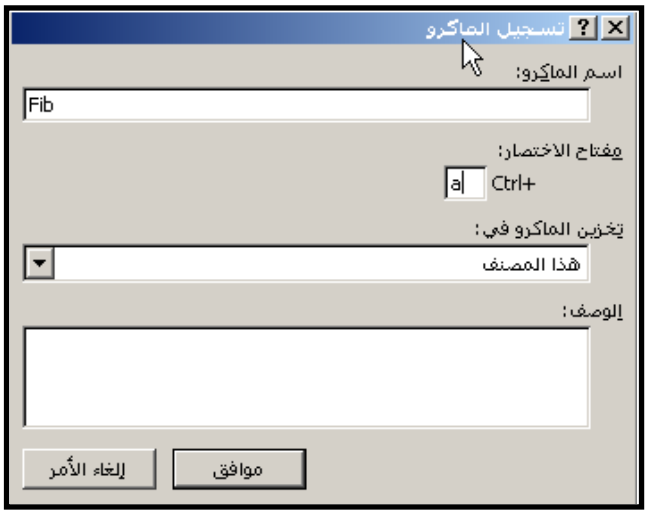



3. لإكمال بناء المتوالية في العمود **B**، نتبع الخطوات التالية:
   I. انسخ قيمة الخلية **C1** إلى الخلية **D2**.
   II. انسخ قيمة الخلية **B1** إلى الخلية **C2**. (باستخدام اللصق الخاص للقيمة وليس للمعادلة).
   III. انسخ المعادلة من الخلية **B1** إلى الخلية **B2**.
4. يمكننا تكرار هذه العملية لبناء حدود أخرى للمتوالية، أو يمكننا تسجيل ماكرو يساعدنا على بناء المتوالية بسرعة.
5. لتسجيل الماكرو نتبع الخطوات التالية:
   I. تأكد من وجود المؤشر في الخلية **B2**.

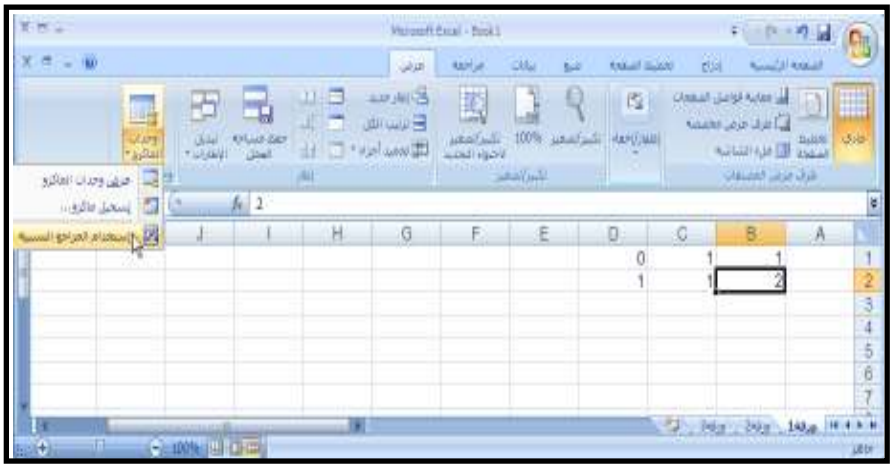
II. اختر علامة التبويب **عرض**، واختر الأمر **وحدات ماكرو**، ثم الأمر الثانوي **تسجيل ماكرو**.



III. في نافذة **تسجيل ماكرو**، أكتب في منطقة **اسم ماكرو** Fib، ثم اختر حرفًا في منطقة **مفتاح الاختصار**، مثلاً a، وانقر على الزر **موافق**.




IV. تأكد من اختيار الإمكانية **استخدام المراجع النسبية** في **وحدات ماكرو**.



**نبدأ الآن بتسجيل خطوات الماكرو.**

V. انسخ قيمة الخلية **C2**.

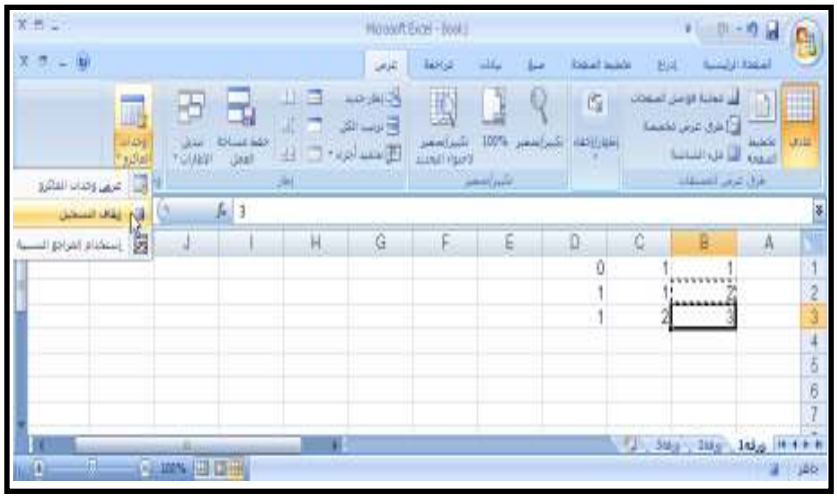
VI. ألصق القيمة إلى الخلية **D3**.

VII. انسخ قيمة الخلية **B2**.

VIII. ألصق بواسطة **اللصق الخاص**، قيمة الخلية في **C3**.

IX. ألصق الآن، **لصقًا عاديًا**، المعادلة من **B2** إلى **B3**.

X. انتهينا الآن من تسجيل خطوات الماكرو، لذا انقر على أيقونة **وحدات ماكرو** واختر **إيقاف التسجيل**.



6. ضع المؤشر في الخلية **B3**، جرّب الآن الاختصار **Ctrl+a** عشرين مرة لتتأكد من المتوالية التي تظهر لديك، أليست هذه هي متوالية فيبوناتشي؟

| D | C | B |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | 3 | 5 |
| 3 | 5 | 8 |
| 5 | 8 | 13 |
| 8 | 13 | 21 |
| 13 | 21 | 34 |
| 21 | 34 | 55 |
| 34 | 55 | 89 |
| 55 | 89 | 144 |
| 89 | 144 | 233 |
| 144 | 233 | 377 |
| 233 | 377 | 610 |
| 377 | 610 | 987 |
| 610 | 987 | 1597 |
| 987 | 1597 | 2584 |
| 1597 | 2584 | 4181 |
| 2584 | 4181 | 6765 |
| 4181 | 6765 | 10946 |

7. دعنا نَقسم كل عدد من أعداد المتوالية على العدد الذي قبله لنرى ماذا سيحدث!!

8. اختر الخلية **A2** واكتب داخلها المعادلة المناسبة، العدد في الخانة **B2** على العدد في الخانة **B1**.

| D | C | B | A |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 2 | =B2/B1 |

9. حاول أن تجر الفأرة من هذه القيمة وإلى أسفل، لتحصل على التالي:

| A |
|---|
| |
| 2 |
| 1.5 |
| 1.666667 |
| 1.6 |
| 1.625 |
| 1.615385 |
| 1.619048 |
| 1.617647 |
| 1.618182 |
| 1.617978 |
| 1.618056 |
| 1.618026 |
| 1.618037 |
| 1.618033 |
| 1.618034 |
| 1.618034 |
| 1.618034 |
| 1.618034 |
| 1.618034 |

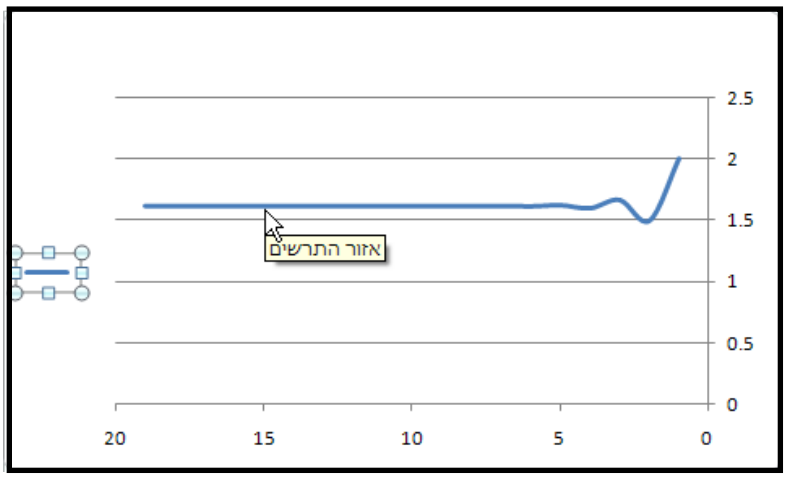
10. حاول أن توسع عرض العامود لترى العدد الذي حصلت عليه بدقة أكثر.

11. حسنًا، ماذا تستطيع أن تقول عن هذه المتوالية،هل "**تتقارب**" إلى عدد معين؟

12. حتى تتأكد من فرضيتك، قم برسم المتوالية.

I. ظلل جدول الخلايا في العمود **A**، ثم قم بإدراج **تخطيط س و ص مبعثر**.

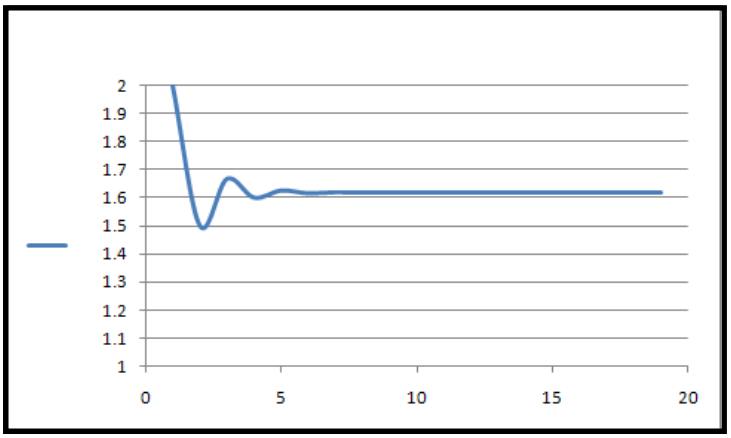
II. يظهر أمامك الآن تصرف المتوالية التي حصلت عليها، ولكن باتجاه محاور معكوس.




III. أنقل مؤشر الفأرة فوق محور X، وانقر على مفتاح الفأرة الأيمن، ثم اختر الأمر **تنسيق محور**.

IV. اختر **إمكانيات المحور**، ثم الغِ الإمكانية **القيم في ترتيب عكسي**، ثم انقر على الزر **إغلاق**.

V. اختر المحور Y وعدّله لتصبح القيمة الدنيا 1، والقيمة العليا 2، والقفزات 0.1، لتحصل على النتيجة التالية:



13. ماذا تستنتج من خلال الرسم؟

المتوالية التي حصلنا عليها **تتقارب** إلى عدد معين يدعى **النسبة الذهبية** وهي تساوي تقريبًا 1.618.

لمعرفة المزيد حول هذه النسبة توجه إلى المواقع التالية:

متوالية فيبوناتشي والنسبة الذهبية:
http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/phi.html

متوالية فيبوناتشي والطبيعية – قسم أ:
http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/fibnat.html

متوالية فيبوناتشي والطبيعية – قسم ب:
http://www.mcs.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/fibnat2.html

**خاتمة:**

عرضنا في هذا المقال أمثلة عديدة لاستخدام الجداول الإلكترونية في تدريس الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة، آملين أن يستخدمها معلم الرياضيات أثناء عرضه للمفاهيم الرياضية المتنوعة. بالطبع يحتاج المعلم لاستخدام مختبر الحاسوب لكي ينفذ هذه الأمثلة مع تلاميذه، ولكن بإمكانه أيضا، حين تعذُّر وجود مختبر حاسوب، أن يعرض الأمثلة باستخدام جهاز حاسوب واحد مع عاكس رقمي. في هذه الحالة، على المعلم تشجيع تلاميذه على قول أو كتابة معادلات أو دوال أو صور عدد يمكن استخدامها في بيئة الجداول الالكترونية لحل المسألة المطروحة. وعن طريق فتح نقاش معهم يرتكز على طرق الحل المعروضة أمامهم تتطور لغة الطلاب الرياضية ويتطور تفكيرهم الرياضي التحليلي والاستنتاجي.

**ببليوغرافيا:**

Abramovich & Nabors, (1997). Spreadsheets as Generators of New Meanings in Middle School Algebra. *Computers in Schools, 13(1-2)*, 13-25.

Abramovich, S. (1995). Technology-Motivated Teaching of Advanced Topics in Discrete Mathematics. *Journal of Computers in Mathematics and Science Education*, 14(3), 1995, 391-418.

Abramovich, S.; Sugden, S. (2004). Spreadsheet Conditional Formatting: An Untapped Resource for Mathematics Education. *Spreadsheets in Education, 1 (2), 85-105.*

Ainley, J. (1996) Purposeful Contexts for Formal Notation in a Spreadsheet Environment. *Journal of Mathematical Behavior*, 15(4) 405-422.

Arganbright, D. (1985). *Mathematical Applications of Electronic Spreadsheets*, McGraw-Hill.

Baker, J.; Hvorecky, J. & Sugden, S. (2005). Recursion and Spreadsheets. *Spreadsheets in Education*, 2 (1), 50-72.

Baker, J.; Sugden, S. (2003). Spreadsheets in Education –The First 25 Years. *Spreadsheets in Education*, 1 (1). Retrieved August 12, 2008 from http://epublications.bond.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=ejsie.

Daher, W. (2008). Approaches to the spreadsheets environment: the case of preservice teachers when they solve word problems. *Jamiea*, 12, 58-90. Retrieved August 12, 2008 from http://www.qsm.ac.il/mrakez/asdarat/jamiea/12/eng-3-wajeeh.pdf.

Daher, W. (2009). Students' Learning by Means of Spreadsheet Simulations: The Case of Probability. *The International Journal of Learning*, 16 (1), 283-293. Retrieved September 15, 2008 from http://ijl.cgpublisher.com/product/pub.30/prod.2021.

Dettori, D.; Garuti, R.; Lemut, E.; Netchitailova, L. (1995). An Analysis of the Relationship between Spreadsheet and Algebra. In Berton and Jaworski (editors), *Technology in Mathematics Teaching*. Chartwell-Bratt.

Filloy, E.; Rojano, T. (1989). Solving Equations: the Transition from Arithmetic to Algebra. *For the Learning of Mathematics*, 9(2), 19-25.

Greeson, A. (2005). *Spreadsheet Math Activities*. Retrieved September 15, 2008 from http://stamford.region14.net/webs/greesonl/spreadsheet_math_activities.htm.

Houghton, R. S. (n.d.). *Spreadsheets*. Retrieved September 15, 2008 from http://www.ceap.wcu.edu/Houghton/EDELCompEduc/Themes/spreadsheets/spreadsheets.html.

Hsiao, F. S. T. (1985). Micros in mathematics education - Uses of spreadsheets in CAL. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 16(6): 705-713.

Lannin, J. K. (2005). Generalization and Justification: The Challenge of Introducing Algebraic Reasoning Through Patterning Activities. *Mathematical Thinking and Learning*, 7 (3), 231 – 258.

Lesser, Lawrence M. (May 1999). Exploring the Birthday Problem with Spreadsheets. *Mathematics Teacher*, 92(5), 407-411.

Morishita, E., Iwata, Y., Yoshida K.Y., and Yoshida H. (2001). Spreadsheet fluid dynamics for aeronautical course problems. *International Journal of Engineering Education*, 17(3), 294-311.

Neuwirth, E. (1995). Spreadsheet structures as a model for proving combinatorial identities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Education*, 14(3), 419-434.

Ploger, D., Klingler, L., & Rooney, M. (1997). Spreadsheets, patterns, and algebraic thinking. *Teaching Children Mathematics*, 3(6), 330-334.

Russo, L. M. and Passannante, M. C. (2001). Statistics Fever. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6 (6), 370-376.

Smith, R. S., (2005).Spreadsheets in the Mathematics Classroom. *Proceedings of the 1st KAIST International Symposium on Enhancing University Mathematics Teaching. Korea*.

Soper, J. B. & Lee, M. P., (1994). Computer spreadsheets for numerical analysis. *International Journal of Mathematics, Education, Science and Technology*, 25 (2), 245-253.

Sutherland, R. and Rojano, T. (1993), A Spreadsheet Approach to Solving Algebra Problems, *Journal of Mathematical Behaviour*, 12(4), 351-383.

Swan, M. Spreadsheets in the Mathematics Classroom. Retrieved September 18, 2008 from http://www.emaths.co.uk/excel/MS/Spreadsheet%20Booklet.doc.

Tall, D., (1993). *The Transition from Arithmetic to Algebra: Number Patterns or Proceptual Programming? New Directions in Algebra Education*. Queensland University of Technology, Brisbane, 213-231. Retrieved September 18, 2008 from http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/List_of_papers.htm.

**תקציר**:

מאמר זה מציג את הגיליונות האלקטרוניים כסביבה לימודית עשירה בכלים המתאימים ללמידת מושגים מתמטיים שונים בחטיבות הלימוד השונות: הגיל הרך, בית הספר היסודי, וחט״ב. חלק מהפעילויות המוצגות במאמר גם מתאימות לתיכון. המאמר מציג את הגיליונות כסביבה טכנולוגית המתאימה ללמידת המתמטיקה בשלוש דרכים: על ידי הצגת מרכיבי הגיליונות וניתוחם מתמטית, בהסתמך על מחקרים קודמים, ועל ידי הצעת והצגת פעילויות מגוונות שמשלבות את הגיליון האלקטרוני בלמידת המתמטיקה בגילאים שונים.

היום מורי המתמטיקה נדרשים לגוון את שיטות הוראתם כדי להתאימן לאסטרטגיות השונות של למידת התלמידים. זה מעודד את התלמידים ללמוד מתמטיקה ולהיות פעילים בשיעורים. מאמר זה מממש שלוש מטרות באותו זמן: מציג איך אפשר להפיק תועלת מהגיליונות האלקטרוניים בהוראת המתמטיקה, מספק למורי המתמטיקה והמתכשרים להוראה מקור עשיר בפעילויות ובחומר תיאורטי שיכולים לעזור להם בגיוון דרכי הוראתם, ומציג כלי הנפוץ בכל בתי הספר ונמצא בבתי התלמידים ושאפשר להשתמש בו להבנת מושגים מתמטיים שונים.