مدى انسجام كتب الرياضيات المطورة مع معايير البرنامج الدولي لتقييم الطلبة PISA 2022

المركز الوطني لتطوير المناهج

2024

ملخص تنفيذي

دأب المركز الوطني لتطوير المناهج على تقديم كتب مدرسية تواكب أحدث المستجدات التربوية؛ ولذلك جاءت كتب الرياضيات المطورة منسجمة من حيث البنية والفلسفة والمحتوى الرياضي مع مناهج الرياضيات المدرسية في كثير من الدول المتقدمة، فهي تقدم المفاهيم الرياضية بشكل متدرج معززةً بسياقات حياتية بهدف زيادة دافعية الطلبة نحو تعلم الرياضيات، كما توظف أسلوب الاستكشاف في تقديم تلك المفاهيم مع توازنٍ حصيفٍ بين الجانبين المعرفي والمهاري، وتنمي كتب الرياضيات المطورة لدى الطلبة مهارات التفكير بمستوياتها المختلفة، وانطلاقًا من حرص المركز الوطني لتطوير المناهج على تقديم مناهج تُسهم في إكساب الطلبة المعارف والمهارات التي يتمتع بها الإنسان الفاعل في مجتمعات القرن الحادي والعشرين _ والتي تُقيمها عادة الاختبارات الدولية _ نقدم فيما يلي تحليلاً لكتب الرياضيات المطوّرة في ضوء الأسسَ النظريّة لتقييم الجانبين المعرفيّ والمهاريّ اللذين تغطيهما دورة العام 2022 لاختبار (PISA). شمل التحليل كتابي الطالب والتمارين ودليل المعلم (إن وجد) للصفوف من الأول وحتى الثاني عشر، وعُزز التحليل بمقتطفات من عناصر تلك الكتب كالأمثلة والمسائل الحياتية ودروس حل المسألة، وأظهرت نتائج التحليل انسجامًا كبيراً بين محتوى هذه الكتب والأطر النظرية للجانبين المعرفيّ والمهاريّ اللذين تغطيهما دورة العام 2022 لاختبار (PISA)، لا سيما التركيز على السياقات الحياتية، ومهارات حل المسألة (النمذجة الرياضية).

مقدمة

بهدف الحصول على بياناتٍ من مصادرَ محايدةٍ حول أداءِ نظامه التعليميّ، ومقارنتِه بالأنظمةِ التعليميّةِ العالميّةِ، يشارك الأردنُّ في ثلاثِ دراساتٍ دوليّةٍ هي: دراسة تيمس للصفّ الثامن منذُ عام 1999م، والدراسة نفسُها للصفِّ الرابع بدءًا بدورة عام 2023م، ودراسة البرنامج الدوليّ لتقييم الطلبة (بيزا) منذ عام 2006م، ودراسة بيرلز منذ دورة عام 2021م. يعدُّ اختبار البيزا (PISA) تقييمًا دوليًا مُقنَّنًا تُطبّقُهُ الدول المشاركة على الطلبة في سِنّ الخامسة عشْرة، وتُشرِفُ على تطبيقه منظّمة التعاون الاقتصاديّ والتنمية (OECD). وبحسب بيانات الموقع الرسميّ لمنظمة التعاون الاقتصاديّ والتنمية فقد بلغَ عددُ الدول المشاركة في دورة عام 2022م لهذا التقييم نحو (88) دولةً ونظامًا تعليميًّا، ويشملُ تقييم اختبار بيزا ثلاثة مجالات أساسيّة، هي: المهارات القرائيّة، والرياضيات، والعلوم. وتوجدُ مجالات اختياريّة مثل المعرفة الماليّة، ومجالٌ ابتكاريٌّ في كلّ دورة، حيث كان المجال الابتكاريّ في دورة عام 2022م هو التفكير الإبداعيّ، علمًا بأنّ الأردنّ لا يُشارِكُ في مجال المعرفة الماليّة، في حين أنّه يشارك في اختبار التفكير الإبداعيّ. كما يُركّزُ الاختبار في كلّ دورة على مادة معيّنة، حيث كان التركيزُ في دورة عام 2022م على مادة الرياضيات (حوالي 70% من فقرات الاختبار). لا يعتمدُ اختبار بيزا على إتقان محتوى المنهاج المدرسيّ، وإنّما على المعارف والمهارات اللازمة للطلبة في سِنّ الخامسة عشرة؛ لذا فهو يُركّزُ على فهم المبادئ، وإتقان العمليّات، والقدرة على توظيفها في سياقاتٍ مُتباينةٍ في كلٍّ من المجالات التي يشملُها التقييم.

يُعقَدُ اختبار بيزا مَرَّةً كلَّ ثلاث سنوات، ويهدف إلى حساب مُؤشّراتٍ أساسيّةٍ لمعارف الطلبة ومهاراتهم في الرياضيات والعلوم والقراءة، وحساب مُؤشّراتٍ أخرى لسياقات التعلُّم التي تربط نتائج الطلبة بخصائصهم النمائيّة وخصائص المدرسة التي ينتمون إليها، وكذلك دراسة مُؤشّرات اتجاه التغيُّر في النتائج بمرور الزمن؛ وهذا من شأنه أن يؤسّس قاعدة بيانات يُمكِنُ الاستناد إليها عند مراجعة السياسات التربويّة وتقويمها. وعند مقارنة دراستَيْ تيمس وبيزا، يلاحظ أن دراسة تيمس تعتمد على الصفوف

الدراسيّة؛ أي اختبار الطلبة في الصفّ الرابع والصفّ الثامن، في حين تعتمد دراسة بيزا على العمر؛ أي اختبار الطلبة الذين لا تتجاوزُ أعمارُهم سِنَّ الخامسة عشرة، وأوشكوا أنْ يُكمِلوا مرحلة التعليم الإلزاميّ في الأردنّ. وبينما تُعْنى فقرات اختبار تيمس بالمحتوى أو بمعايير الكتاب المدرسيّ، فإنّ فقرات اختبار بيزا تُعْنى أكثرَ بالمعرفة والمهارات؛ إذ يُركِّزُ اختبار بيزا على حساب مُؤشِّراتٍ أساسيةٍ لمعارف الطلبة ومهاراتهم في الرياضيات والعلوم والقراءة، وبالمقابل، فإنّ اختبار تيمس يُعْنى بقياس مقدار ما اكتسبَهُ الطلبةُ من معارفَ ومهاراتٍ وقِيَمٍ في المنهاج المدرسيّ.

إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022

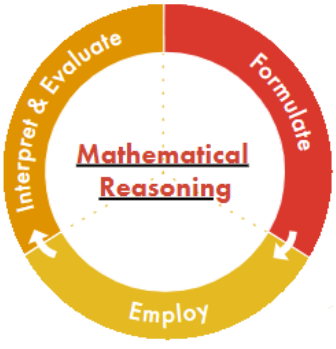
بهدف التأطير لاختبار (PISA) وضمان مشاركة فاعلة وعادلة لجميع الدول المشاركة، تصدرُ منظمة التعاون والتنمية الاقتصاديّة (OECD) في كلّ دورة اختبارية إطارًا نظريًّا خاصًّا بكلِّ مبحثٍ تحدِّدُ فيه الأسسَ النظريّة لتقييم الجانبين المعرفيّ والمهاريّ اللذين تغطيهما تلك الدورة الاختباريّة في ذلك المبحث.

وبحسب موقع منظمة التعاون والتنمية الاقتصاديّة فإنّ الهدف العامّ لإصدار إطار مبحث الرياضيات لبرنامج PISA 2022 هو توضيح ما تعنيه المعرفة الرياضيّة اللازمة في حياة الطلبة البالغين من العمر (15) في ضوء التطورات العلميّة والتكنولوجيّة المتسارعة، وهي قدرة الفرد على التفكير رياضيًّا، وبناء النماذج الرياضيّة، وتوظيفها لحلِّ المسائل في مجموعةٍ متنوعةٍ من سياقات العالم الحقيقيّ.

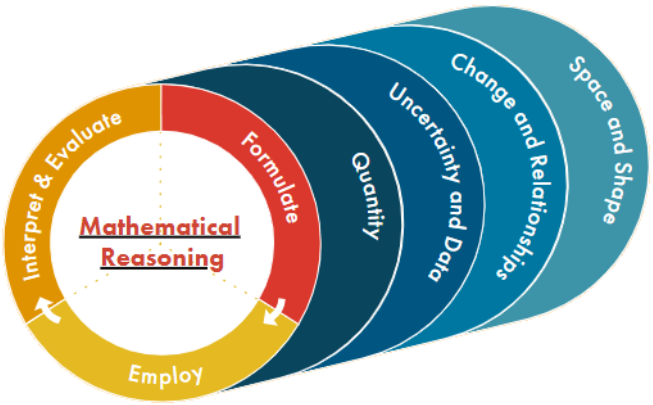
وتتضمنُ المعرفةُ الرياضيّةُ كلًّا من: المفاهيم والإجراءات والحقائق والأدوات اللازمة لوصف الظواهر وتفسيرها والتنبؤ بها، وتساعد هذه المعرفة الرياضيّة الأفراد على معرفة الدور الذي تلعبُهُ الرياضيات في العالم وإصدار الأحكام والقرارات المبنية على أسسٍ سليمةٍ، والتي يحتاجها إنسان القرن الحادي والعشرين الفاعل والمنتج.

يصف إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 أربعة محاور أساسيّة للمعرفة والمهارات الرياضيّة التي يحتاج إليها الطلبةُ البالغونَ من العمر (15)، بحيث يكونون قادرين على العمل في أيِّ مجالٍ تحت مختلف الظروف، فهؤلاء الطلبة على وشك استكمال تعليمهم الإلزاميّ ومواجهة التحديات اليوميّة في مجتمعاتهم، والاندماج سوق العمل، وهذه المحاور الأربعة هي: حلّ المسألة، والمعرفة الرياضيّة، والسياقات، ومهارات القرن الحادي والعشرين.وفيما يأتي توضيح لكلٍّ من هذه المحاور:

1. **دورة حل المسألة الرياضية (النمذجة):** يصف إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 ثلاث مراحل لدورة حل المسألة الرياضية، هي: مرحلة صياغة (Formulate) النموذج الرياضي، ومرحلة توظيف (Employ) المعارف والمهارات الرياضية لحل المسألة، ومرحلة تفسير وتقييم (Interpret & Evaluate) النتائج، كما يؤكد إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 أهمية التبرير الرياضي (Mathematical Reasoning) بالنسبة لدورة حل المسألة الرياضية، ويضعه في مركز هذه الدورة كما يظهر في النموذج المجاور.



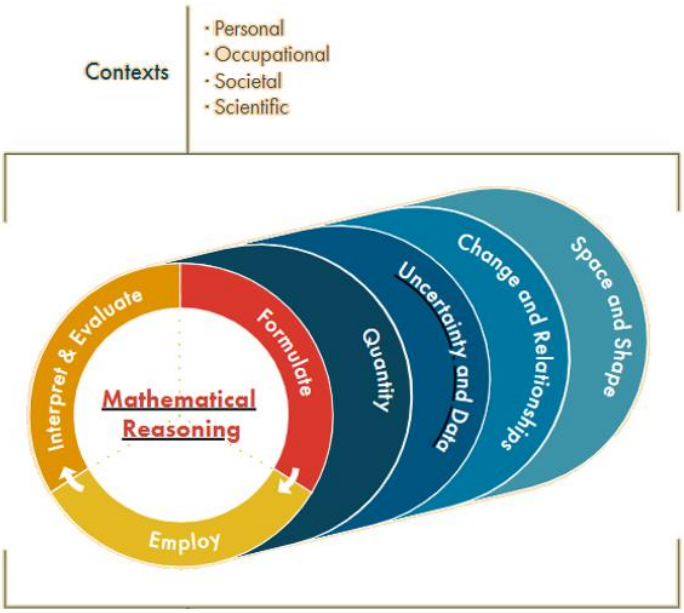
2. **المعرفة الرياضية:** يصف إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 أربعة مجالات أساسية من المعرفة الرياضية، ويؤكد أهمية هذه المجالات في قدرة المتعلم على حل المسألة، ويظهرها بوصفها أساسًا لدورة حل المسألة الرياضية كما في الشكل أدناه، وهذه المجالات المعرفية هي:



- الكميات (Quantities)
- البيانات وعدم اليقين (Uncertainty and Data)
- التغير والعلاقات (Change and Relationships)
- الفراغ والأشكال (Space and Shapes)

يلاحظ في الشكل أعلاه تشكل إطار معرفي ومهاري يشتمل على دورة حل المسألة الرياضية، إضافة إلى أربعة مجالات أساسية من المعرفة الرياضية التي تعزز القدرة على حل المسألة.

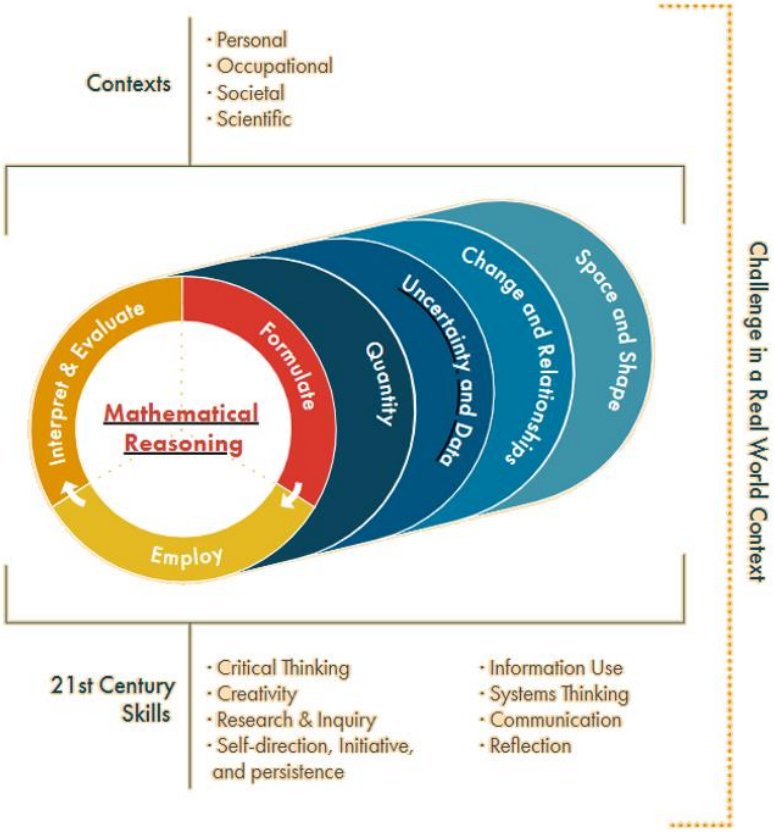
3. **السياقات (Contexts):** يصف إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 أيضًا أربعة أنواع من السياقات التي يواجه الطلبة فيها تحديًا عند حل المسائل الرياضية، وهذه السياقات هي:



- شخصية (Personal)
- مهنية (Occupational)
- مجتمعية (Societal)
- علمية (Scientific)

يلاحظ من الشكل المجاور توسع الإطار المعرفي والمهاري واشتماله على الأنواع الأربعة من السياقات المبينة أعلاه.

4. **مهارات القرن الحادي والعشرين:** يؤكد إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 أيضًا أهمية اكتساب الطلبة لمهارات القرن الحادي والعشرين (21ST Century Skills)، وقد تم إدخال بعض تلك المهارات بطريقة مبتكرة في فقرات الرياضيات لدورة عام 2022 لا سيما المهارات الآتية ذات الصلة بمبحث الرياضيات والتي تعد جزءًا طبيعيًّا من تدريسه:



- التفكير الناقد (Critical Thinking)
- البحث والاستقصاء (Research and Inquiry)
- الإبداع (Creativity)
- استعمال المعلومات (Information Use)
- التفكير المنظم (Systems Thinking)
- التواصل (Communication)
- التأمل (Reflection)
- التوجيه الذاتي والمبادرة والمثابرة (Self - direction, Initiative, and Persistence)

يلاحظ في الشكل المجاور أن الإطار المعرفي والمهاري قد توسّع ليشمل بعض مهارات القرن الحادي والعشرين، وهذه هي الصورة النهائية لهذا الإطار كما وردت في الوثائق الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية.

تحليل محتوى كتب الرياضيات المطورة في ضوء إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022

فيما يأتي نتائج مسح أجري لمحتوى كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الأول إلى العاشر في ضوء إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022، وقد ركز المسح على المحاور الأربعة الأساسية للمعرفة والمهارات التي غطاها برنامج PISA 2022 وهي: حل المسألة، والمعرفة الرياضية، والسياقات، ومهارات القرن الحادي والعشرين.

1. محور حل المسألة

يصف إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 ثلاث مراحل لدورة حل المسألة الرياضية، هي:

- مرحلة الصياغة (Formulate): و تشير إلى قدرة المتعلم على تعرف فرص استخدام المهارات الرياضية وتوظيفها من أجل بناء نموذج رياضي لمسألة مقدمة في سياق ما. يتطلب بناء النموذج الرياضي للمسألة الرياضية المقدمة في سياق حياتي أو علمي فهمًا عميقًا للمحددات والقيود والافتراضات في تلك المسألة.
- مرحلة التوظيف (Employ) : وتشير إلى قدرة المتعلم على تطبيق المفاهيم والحقائق والإجراءات، إضافة إلى الاستدلال الرياضي بشكل سليم لحل مسألة رياضية بنى نموذجًا رياضيًّا لها؛ بهدف الحصول على استنتاجات رياضية.
- مرحلة التفسير والتقييم (Interpret & Evaluate): وتشير إلى قدرة المتعلم على التفكير في الحلول أو النتائج أو الاستنتاجات الرياضية التي تم التوصل إليها، وتفسيرها في ضوء السياق الحياتي أو العلمي الذي قدمت فيه المسألة. يتضمن ذلك تحديد ما إذا كانت النتائج معقولة ومنطقية أم لا في سياق المشكلة.

تمنح كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الأول وحتى السابع الطلبة فرصة لتطوير مهاراتهم في حلّ المسألة، عن طريق إفراد دروس خاصة يتدرَّبون فيها على استعمال خطوات محددة لحلّ أيّ مسألة رياضية، ثم التحقُّق من صحة الحل، وهذه الخطوات هي: أفهم، أخطّط، أحلّ، أتحقّق. تمثل هذه الخطوات الأربع مراحل حل المسألة الرياضية (النمذجة) الواردة في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022، فخطوتا "أفهم وأخطط" في كتب الرياضيات المطورة تمثلان مرحلة "الصياغة" في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022، وخطوة "أحلّ" تمثل مرحلة "التوظيف"، وخطوة "أتحقّق" تمثل مرحلة "التفسير والتقييم". كما ذهبت كتب الرياضيات المطورة أبعد من ذلك بتدريب الطلبة على خطط محددة لحل بعض الأنواع من المسائل، وهي خطط "بوليا"، في كل من هذه الدروس،بحيث يركز كل درس على إحدى خطط حل المسألة، مثل:

- خطّة الحلّ العكسي.
- خطّة التخمين والتحقُّق.
- خطّة البحث عن نمط.
- خطّة حلّ مسألة أسهل.
- خطة رسم شكل توضيحي.

كما اعتُمدت هذه الاستراتيجيات أساسًا لحل المسائل الرياضية الواردة في كتب الصفوف من الثامن وحتى الثاني عشر بمختلف أنواعها، وذلك بافتراض أن الطلبة درسوا هذه الاستراتيجيات في صفوف سابقة، وهذا النهج متبع في كثير من مناهج الرياضيات الإصلاحية في الدول المتقدمة. يظهر في الصورة أدناه أحد دروس حل المسألة من كتاب الرياضيات المطور للصف السابع منوهًا بأن هذا النوع من الدروس لم يكن موجودًا في كتب الرياضيات التي كانت تنتجها وزارة التربية والتعليم قبل إنشاء المركز الوطني لتطوير المناهج.

الدرسُ 6 خطةُ حلِّ المسألةِ: الحلُّ العكسيُّ

فكرةُ الدرسِ
أحلُّ مسائلَ باستخدامِ خطةِ «الحلِّ العكسيِّ».

رحلةٌ: انطلقَتْ شذى في رحلةٍ بسيّارتها، فاستهلكَتْ 6.3 L منَ الوقودِ، ثمَّ توقَّفَتْ عندَ المحطَّةِ وزوَّدَتْها بمقدارِ 15 L منَ الوقودِ، وأكملَتْ رحلتَها، فاستهلكَتِ السيّارةُ $11\frac{4}{5}$ L أخرى، وعندَ نهايةِ الرحلةِ بقيَ في السيّارةِ 8.9 L
ما كمّيّةُ الوقودِ التي كانَتْ في خزّانِ السيّارةِ بدايةَ الرحلةِ؟

1 أفهمُ
المُعطياتُ: استهلكَتِ السيّارةُ 6.3 L وَ $11\frac{4}{5}$ L منَ الوقودِ وزوَّدَتْها شذى بمقدارِ 15 L، وبقيَ فيها 8.9 L
المطلوبُ: إيجادُ كمّيّةِ الوقودِ في خزّانِ السيّارةِ بدايةَ الرحلةِ.

2 أخطّطُ
أستخدمُ خُطّةَ الحلِّ العكسيِّ حينَ تكونُ النتيجةُ النهائيّةُ لسلسلةٍ منَ الخطواتِ الحسابيّةِ مُعطاةً، والمطلوبُ إيجادُ القيمةِ التي بدأْتَ بها تلكَ السّلسلةَ، إذنْ، أبدأُ بالقيمةِ النهائيّةِ، وهيَ 8.9 L، وأحلُّ عكسيًّا.

3 أحلُّ

كمّيّةُ الوقودِ المتبقّيةُ في السيارةِ	8.9
أجمعُ كمّيّةَ الوقودِ التي استهلكَتْها السيارةُ بعدَ تزويدِها بالوقودِ	$8.9 + 11\frac{4}{5}$
	$= 8.9 + 11.8$
	$= 20.7$
أطرحُ كمّيّةَ الوقودِ التي أُضيفَتْ	$20.7 - 15 = 5.7$
أجمعُ الكمّيّةَ التي استهلكَتْها السيّارةُ قبلَ مَلْئِها بالوقودِ	$5.7 + 6.3 = 12$

إذنْ، كانَتْ كمّيّةُ الوقودِ في السيّارةِ بدايةَ الرحلةِ 12 L

4 أتحقّقُ
أفترضُ أنَّ ما كانَ في السيّارةِ 12 L منَ الوقودِ، ثمَّ أطرحُ كمّيّاتِ الاستهلاكِ، وأجمعُ الكمّيّةَ التي أُضيفَتْ إليها في محطّةِ الوقودِ. فهلِ الناتجُ النهائيُّ 8.9 L؟

32

يُعدُّ التجريد أهم ركائز حل المسألة بحسب إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022، فهو عملية استخلاص نموذج رياضي جبري أو هندسي أو عددي يمثل ظاهرة حياتية (مسألة حياتية)، مع إزالة أي اعتماد للنموذج على السياق الحياتي للظاهرة بهدف تسهيل عملية تفسيرها باستعمال أدوات رياضية (مفاهيم أو مهارات).

تَمنحُ كتبُ الرياضيات المطورة الطلبة فرصة التدرب على مهارة التجريد بشكل ممنهج في كثير من الدروس كما يظهر في المقتطف الآتي من كتاب الرياضيات المطور للصف الثامن، والذي يُعبّرُ فيه عن سياقٍ حياتي بمعادلة جبرية:

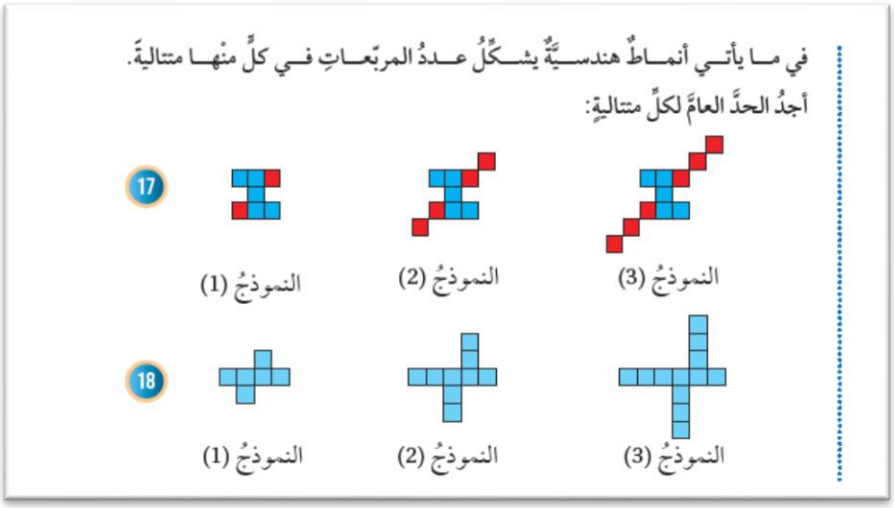
بِالْكَلِماتِ	مُحيطُ الشّاشَةِ يُساوي مِثْلَيْ طولِها مُضافًا إِلَيْهِ مِثْلا عَرْضِها.
بِالرُّموزِ	14 يُساوي 2×4 مُضافًا إِلَيْهِ $2w$
الْمُعادَلَةُ	$2w + 8 = 14$

2. محور المعرفة الرياضية

- **الكميات:**

يتضمن محور الكميات في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 القياسات الكمية لخصائص الأشياء والعلاقات، وفهم الأشكال المختلفة لتلك القياسات، والحكم على التفسيرات والاستنتاجات على أساس كمّي. كما يتضمن هذا المحور على المستوى التفصيلي الأعداد والعمليات عليها، ووحدات قياس الطول والكتلة والسعة والزمن، والتبرير النسبي، والأنماط العددية.

يغطي محور الأعداد والعمليات في كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الأول وحتى السابع بشكل تفصيلي جميع ما ورد في محور "الكميات" في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022، مع تركيز كبير على موضوعي التبرير النسبي (النسبة والتناسب والنسبة المئوية) والأنماط العددية اللذين أفردت لهما دروس عدة في صفوف متتالية، وهما موضوعان يردان كثيرًا في فقرات اختبار PISA؛ ولذا صممت كثير من أمثلة دروس الأنماط والتبرير النسبي ومسائلها على نمط فقرات الاختبارات الدولية كما يظهر في المقتطفات الآتية من كتب الرياضيات المطورة:



كما يغطي محور الهندسة والقياس في كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الثاني وحتى الخامس وحدات قياس الطول والكتلة والسعة والزمن والتحويل بينها، ويستمر توظيف هذه المفاهيم في كتب جميع الصفوف التالية حتى الثاني عشر بوصفها مفاهيم ومهارات "تأسيسية" للموضوعات الرياضية الأخرى التي تقدم في تلك الصفوف.

- **البيانات وعدم اليقين:**

يتضمن محور البيانات وعدم اليقين في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 تحديد مواطن عدم اليقين في المسائل الرياضية والتعبير عنه كميًّا، وتعرّف أنواع الاحتمالات، إضافة إلى تفسير وتقييم الاستنتاجات المستخلصة في المواقف التي يكون فيها عدم اليقين أمرًا أساسيًّا.

يبدأ تقديم مفهوم عدم اليقين مبكرًا في كتب الرياضيات المطورة التي أنتجها المركز الوطني لتطوير المناهج، إذ يتعرّف الطلبة مفهوم الاحتمال وأنواعه (الاحتمال الأكيد، والاحتمال الممكن، والاحتمال المستحيل) في الصف الثالث كما يظهر في المقتطف الآتي من كتاب الطالب:

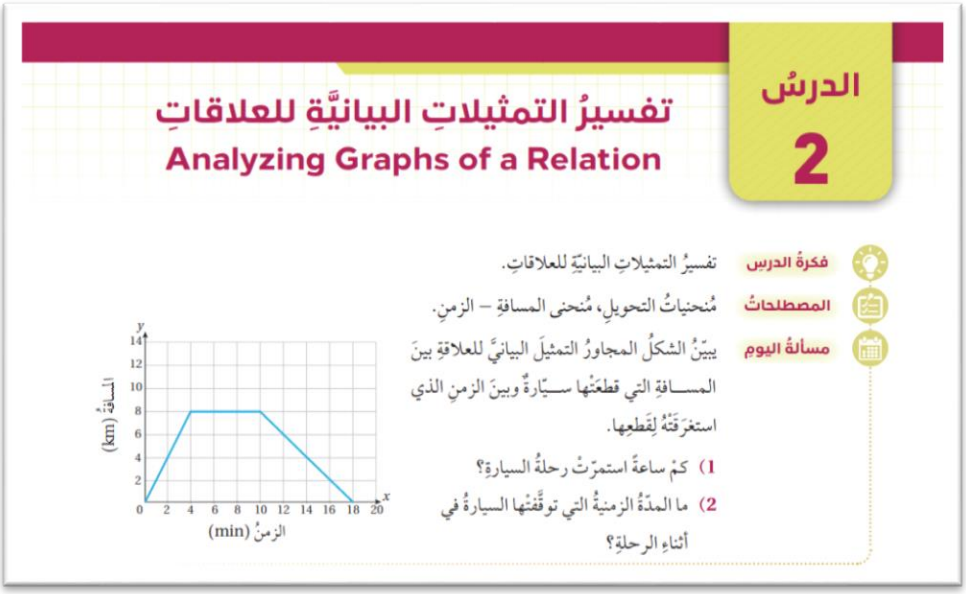
يتطور مفهوم الاحتمال في الصف الخامس فيتعرّف الطلبة مفهوم الفضاء العيني للتجارب العشوائية (عد النواتج)، ومن ثم يتعرّفون مفهوم احتمال الحادث البسيط في الصف السادس، ويميزون بين الاحتمال النظري والاحتمال التجريبي في الصف السابع، والحادث المركب في الصف الثامن، والاحتمال المشروط في الصف التاسع، والحوادث المتنافية في الصف العاشر. كما يتعرّف الطلبة مفهوم الاستدلال الإحصائي غير الرسمي (informal statistical inference) والشروط

الضابطة له في كتاب الصف الثامن، وهو موضوع برز مؤخرًا في الأدب التربوي، ويعد تقديم هذا المفهوم سابقة في المنهاج الأردني، كما أنه غير مقدم في أي من مناهج دول الجوار. أما التمثيلات الإحصائية فيبدأ تقديمها في الصف الأول ويستمر حتى الصف السابع لتشمل جميع التمثيلات الإحصائية على المستوى المدرسي، وبعض هذه التمثيلات لم تكن متضمنة في الكتب التي كانت تصدر عن وزارة التربية والتعليم قبل إنشاء المركز الوطني لتطوير المناهج رغم أهميتها، ومثال ذلك: الصندوق ذو العارضتين الذي يعد أساسًا لتقديم مفهوم انتشار البيانات وتباينها. يتفق هذا التقديم المكثف والمتدرج لمفهوم عدم اليقين ومفهوم الاستدلال الإحصائي وجمع البيانات وطرق تمثيلها مع إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 ويتفق كذلك مع معايير الرياضيات المدرسية في معظم الدول المتقدمة في المجال التعليمي.

- **التغير والعلاقات:**

يتضمن محور التغير والعلاقات في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 العلاقات ذات الطبيعة المؤقتة أو الدائمة بين الأشياء، والتغيرات التي تحدث في تلك العلاقات مع مرور الزمن، أو التغيرات النسبية (تغير كمية بالنسبة لكمية أخرى)، واستخدام نماذج رياضية مناسبة لوصف التغير والتنبؤ به رياضيًّا ونمذجة التغيير والعلاقات باستخدام الاقترانات والمعادلات، بالإضافة إلى تفسير التمثيلات البيانية للعلاقات والاقترانات واستخدامها لصياغة تنبؤات.

تغطي كتب الرياضيات المطورة للصفوف من السابع إلى العاشر بشكل صريح جميع الموضوعات الواردة في وصف محور التغير والعلاقات أعلاه، وفي مقدمتها موضوع تفسير التمثيلات البيانية للعلاقات واستخدامها لصياغة تنبؤات الذي يقدَّم عادة بشكل ضمني في الكتب المدرسية، فقد خُصص لهذا الموضوع درس بأكمله في كتاب الصف التاسع تضمن تمثيلات بيانية لعلاقات بمختلف أنواعها وفي سياقات حياتية وعلمية متنوعة كما تظهر المقتطفات الآتية من كتاب الصف التاسع:


الدرسُ 2

تفسيرُ التمثيلاتِ البيانيَّةِ للعلاقاتِ

Analyzing Graphs of a Relation

فكرةُ الدرسِ تفسيرُ التمثيلاتِ البيانيّةِ للعلاقاتِ.

المصطلحاتُ مُنحنياتُ التحويلِ، مُنحنى المسافةِ – الزمنِ.

مسألةُ اليومِ يبيّنُ الشكلُ المجاورُ التمثيلَ البيانيَّ للعلاقةِ بينَ المسافةِ التي قطعَتْها سيّارةٌ وبينَ الزمنِ الذي استغرَقَتْهُ لِقَطعِها.

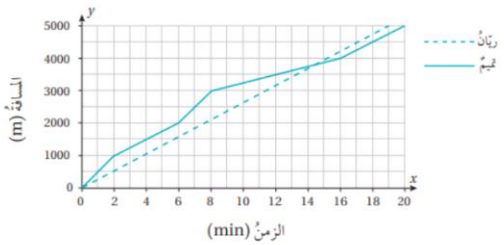
1) كمْ ساعةً استمرّتْ رحلةُ السيارةِ؟

2) ما المدّةُ الزمنيةُ التي توقَّفَتْها السيارةُ في أثناءِ الرحلةِ؟

المسافةُ (km)

الزمنُ (min)

شاركَ تميمٌ وريّانُ في سباقِ الجريِ لمسافةِ 5000 m، ويبيّنُ الشكلُ المجاورُ العلاقةَ بينَ المسافةِ التي قطعَها كُلٌّ منهُما والزمنِ الذي استغرقَهُ في أثناءِ السباقِ.



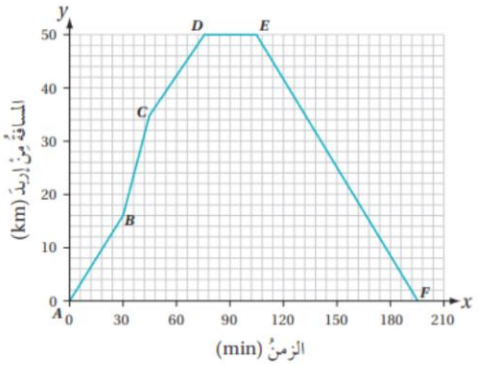
9 أيُّهُما ركضَ بسرعةٍ ثابتةٍ؛ تميمٌ أم ريّانُ؟ أبرّرُ إجابتي.

10 أجدُ سرعةَ ريّانَ خلالَ السباقِ.

11 مَنْ فازَ بالسباقِ؛ ريّانُ أم تميمٌ؟ أبرّرُ إجابتي.

مثال 3

يمثلُ مُنحنى المسافةِ – الزمنِ رحلةَ حافلةٍ نقلتْ ركّابًا من مدينةِ إربدَ إلى مدينةِ المفرقِ؛ حيثُ توقّفَ سائقُ الحافلةِ في الموقفِ مدّةً منَ الزمنِ لتحميلِ الركّابِ، ثمَّ عادَ إلى مدينةِ إربدَ.



1 ما المسافةُ بينَ إربدَ والمفرقِ؟

كما تغطي كتب الرياضيات المطورة للصفوف من السابع وحتى العاشر الاقترانات الخطية والتربيعية واقترانات كثيرات الحدود والعلاقات الأسية، وتقدمها في سياقات حياتية وعلمية متنوعة، ما يتيح للطلبة فرصة تحليل التغيرات الزمانية أو النسبية التي تمثلها تلك العلاقات، واستخدام تلك الاقترانات والعلاقات الجبرية لوصف التغير والتنبؤ به رياضيًّا، ونمذجته كما تظهر المقتطفات الآتية من الكتب المطورة:

رياضةٌ: يمثّلُ الاقترانُ $h(t) = -4.9t^2 + 3.8t + 0.5$ ارتفاعَ كرةِ مضربٍ بالأمتارِ فوقَ سطحِ الأرضِ، بعدَ t ثانيةً مِنْ ضربِ سميرٍ لها.

20 أجِدُ ارتفاعَ الكرةِ لحظةَ ضربِ سميرٍ لها.

21 أجِدُ أقصى ارتفاعٍ يمكنُ أنْ تَصِلَ إليهِ الكرةُ.

آليـاتٌ ثقيلةٌ: يمثّلُ الاقترانُ $l(t) = -t^2 + 200$ العلاقةَ بينَ عددِ لتراتِ الوقودِ $l(t)$ المُتبقيةِ في خزّانِ آليّةٍ ثقيلةٍ والزمنِ t بالساعاتِ خلالَ مدّةِ عملِها؛ حيثُ $t \geq 0$.

19 ماذا تمثّلُ نقطةُ رأسِ القطعِ المُكافئِ في سياقِ المسألةِ؟ أبرّرُ إجابتي.

20 هلْ يمكنُ أنْ يكونَ معاملُ t^2 موجبًا في مواقفَ حياتيّةٍ مشابهةٍ؟ أبرّرُ إجابتي.

21 أصفُ العلاقةَ بينَ مُنحنى الاقترانِ $l(t)$، وَمُنحنى الاقترانِ الأصليِّ $f(t) = t^2$.

- **الفراغ والأشكال:**

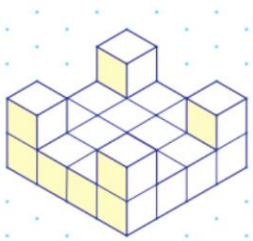
يتضمن محور الفراغ والأشكال في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 مجموعة واسعة من الظواهر التي نواجهها حولنا، مثل: خصائص الأشكال المستوية والمجسمة، ومواقعها، واتجاهاتها، وحركتها والتفاعل الديناميكي مع الأشكال الحقيقية والنماذج الهندسية والتمثيلات. تُعَدّ الهندسة أساسًا لمحور الفراغ والأشكال، لكن هذا المحور يمتد إلى ما هو أبعد من الهندسة التقليدية، وذلك من خلال الربط مع مجالات رياضية أخرى، مثل: التبرير المكاني، والقياس، والجبر.

تغطي كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الأول إلى العاشر جميع الموضوعات الواردة في وصف محور الفراغ والأشكال والعلاقات في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 ، وتضمن ذلك موضوعات تقليدية في الرياضيات المدرسية، مثل: الأشكال المستوية والمجسمة وخصائصها، والتحويلات الهندسية المحافظة وغير المحافظة، والهندسة الديكارتية، إضافة إلى ربط هذه الموضوعات بالمجالات الأخرى في الرياضيات لا سيما الأعداد والعمليات والجبر، كما تضمنت كتب الرياضيات المطورة موضوعات غير تقليدية غير معهودة في المناهج الأردنية، مثل: الرسم المتساوي، والمقاطع، والمساقط، والحجوم الدورانية، كما يظهر في المقتطفات التالية من كتاب الصف الثامن، وهي موضوعات تظهر كثيرًا في فقرات اختبار PISA:

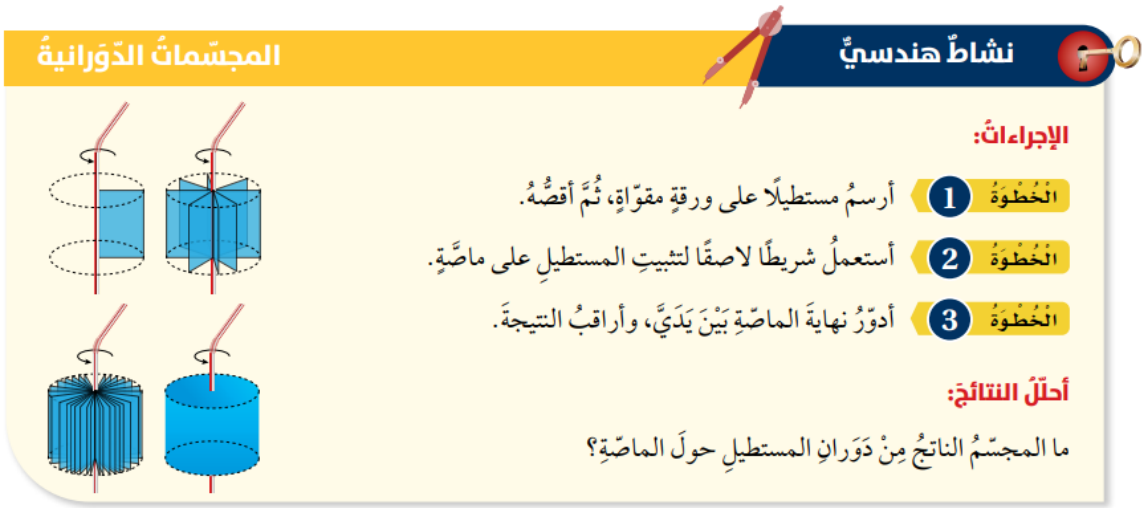
إرشادٌ
أستعملُ أوراقَ المربعاتِ الموجودةَ في نهايةِ كتابِ التمارينِ.

أرسمُ المَساقطَ: العُلويَّ، والأماميَّ، والجانبيَّ، لكلٍّ مِنَ المجسّماتِ الآتيةِ:

13



14



3. محور السياقات

السياق هو الجانب العلمي أو المهني أو الشخصي أو المجتمعي الذي تقدم المسألة الرياضية فيه، وغالبًا ما يعتمد اختيار الاستراتيجيات والتمثيلات الرياضية المناسبة عند حل المسألة الرياضية على السياق الذي تقدم فيه تلك المسألة، ويُعَدّ توظيف السياقات أمرًا أساسيًّا مرتبطًا بفلسفة برنامج PISA، ويلاحظ أن نسبة كبيرة جدًّا من فقرات اختبار PISA في الدورات الاختبارية السابقة (الفقرات المصرح عنها) تتضمن سياقات. يحدد إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022 أربعة أنواع رئيسة من السياقات التي يتم تضمينها عادة في الفقرات الاختبارية، وهي: السياقات الشخصية، والسياقات المهنية، والسياقات المجتمعية والسياقات العلمية. تزخر كتب الرياضيات المطورة بهذه الأنواع الأربعة من السياقات، إذ تتضمن جميع الدروس عناصر محددة يتم فيها توظيف هذ السياقات، مثل فقرة افتتاح الدرس والمثال الحياتي وغيرهما. وفيما يأتي مقتطفات من كتب الرياضيات المطورة تظهر فيها هذه الأنواع الأربعة من السياقات التي تم تأكيدها في إطار الرياضيات لبرنامج PISA 2022:

سياقات شخصية

أَسْتَكْشِفُ

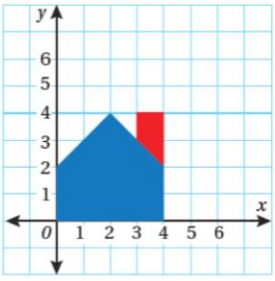
سَأَلَتْ سَمَرُ عَدَدًا مِنْ صَديقاتِها عَنِ الْفاكِهَةِ الَّتي يُفَضِّلْنَها، وَنَظَّمَتِ الْبَياناتِ في الشَّكْلِ الْمُجاوِرِ. ما الْكَسْرُ الَّذي يُمَثِّلُ الطّالِباتِ اللّاتي يُفَضِّلْنَ التُّفّاحَ؟

أستكشف

تمارسُ سميرةُ الرياضةَ كلَّ صباحٍ لمدّةِ 40 دقيقةً، بحيثُ تلعبُ أوّلًا تمارينَ الإطالةِ الّتي تحرقُ بِها 4 سعراتٍ حراريةٍ في الدقيقةِ، ثُمَّ تلعبُ مجموعةً مِنَ التمارينِ الهوائيةِ؛ لتساعدَها على حرقِ 11 سعرةً حراريةً في الدقيقةِ. كَمْ دقيقةً عَلى سميرةَ أَنْ تلعبَ مِنْ كُلِّ نشاطٍ لتحرقَ 335 سعرةً حراريةً؟

سياقات مهنية

11 **تصميمٌ جرافيكيٌّ:** أنشأَ مصمّمٌ الشعارَ المجاورَ لِشركةِ عقاراتٍ، وَلكنّهُ يحتاجُ إلى جعلِهِ أكبرَ مرتَينِ لِاستخدامِهِ على لافتةٍ. أرسمُ الشعارَ تحتَ تأثيرِ تكبيرٍ مركزُهُ نقطةُ الأصلِ وَمعاملُهُ 2 .



أتحققُ من فهمي:

تسويقٌ: ترغبُ ريمُ في الإعلانِ عَنْ منتجاتِ شركتِها على موقعٍ إلكترونيٍّ مقابلَ 10 JD شهريًّا، إضافةً إلى 0.05 JD عَنْ كلِّ مَنْ يزورُ موقعَ الإعلانِ. أكتبُ متباينةً وأحلُّها؛ لأجدَ أقلَّ عددٍ مِنَ الزّياراتِ الشهريةِ لموقعِ الإعلانِ ليكونَ المبلغُ الشهريُّ الّذي يتقاضاهُ الموقعُ الإلكترونيُّ مِنْ شركةِ ريمَ 100 JD على الأقلِّ.

سياقات مجتمعية

مثال 4 : منَ الحياةِ

أعمالٌ منزليةٌ: يستغرقُ تنظيفُ المنزلِ منْ رغدَ وزوجِها أحمدَ 4 ساعاتٍ منَ العملِ. إذا كانَتْ سرعةُ رغدَ هيَ مثليْ سرعةِ أحمدَ في التنظيفِ، فأجدُ الوقتَ الذي تستغرقُهُ رغدُ في تنظيفِ المنزلِ وحدَها.

الخطوةُ 1: أُحدِّدُ مُعدَّلَ إنجازِ العملِ لكلٍّ منْ رغدَ وأحمدَ.

- أفترضُ أنَّ x هوَ عددُ الساعاتِ التي يستغرقُها أحمدُ في تنظيفِ المنزلِ وحدَهُ. وبما أنَّ أحمدَ يُنظِّفُ المنزلَ في x ساعةً، فإنَّهُ يُنظِّفُ $\frac{1}{x}$ منَ المنزلِ في الساعةِ الواحدةِ.
- بما أنَّ سرعةَ رغدَ هيَ مثلا سرعةِ أحمدَ، فإنَّها تُنظِّفُ $\frac{2}{x}$ منَ المنزلِ في الساعةِ الواحدةِ.
- بما أنَّ رغدَ وأحمدَ يُنظِّفانِ المنزلَ في 4 ساعاتٍ إذا عملا معًا، فإنَّهُما يُنظِّفانِ $\frac{1}{4}$ المنزلِ في الساعةِ الواحدةِ.

معلومة

كانَ النبيُّ صلّى اللهُ عليْهِ وسلَّمَ المَثَلَ والقدوةَ معَ أهلِهِ في بيتِهِ؛ فقدْ سُئِلَتِ السيِّدةُ عائشةُ رضيَ اللهُ عنْها: ما كانَ يصنعُ النبيُّ في بيتِهِ؟ فقالَتْ: كانَ يكونُ في مهنةِ أهلِهِ (تعني خدمةَ أهلِهِ)، فإذا حضرَتِ الصلاةُ خرجَ إلى الصلاةِ. رواهُ البخاريُّ.

الدَّرْسُ 6 خُطَّةُ حَلِّ الْمَسْأَلَةِ: الْجوابُ الدَّقيقُ أَمِ التَّقْديريُّ

تَبَرَّعَ سالِمٌ بِمَبْلَغِ 2144 JD لِإِحْدى الْجَمْعِيّاتِ الْخَيْرِيَّةِ، وَتَبَرَّعَتْ إيمانُ بِمَبْلَغِ 1995 JD، كَمْ دينارًا تَقْريبًا تَبَرَّعَ بِهِ الإِثْنانِ مَعًا؟

أَتَعَلَّمُ الْيَوْمَ

تَحْديدَ إِنْ كانَ الْمَطْلوبُ في الْمَسْأَلَةِ الْحَياتِيَّةِ الْجَوابَ الدَّقيقَ أَمِ التَّقْديريَّ.

سياقات علمية

مثال 2: من الحياة

بكتيريا: يتضاعفُ عددُ الخلايا البكتيرية في عينةٍ مخبريةٍ 4 مراتٍ كلَّ ساعةٍ، إذا استُعمِلَتِ المعادلةُ $y = 3(4^{x-1})$ لحسابِ عددِ الخلايا البكتيرية y في العينةِ بعدَ مرورِ x ساعةً مِنْ زمنِ تحضيرِ العينةِ، فما الزمنُ اللازمُ ليصبحَ في العينةِ 192 خليةً؟

المعادلةُ المعطاةُ	$y = 3(4^{x-1})$
بتعويضِ $y = 192$ في المعادلةِ	$192 = 3(4^{x-1})$
بقسمةِ طرفَيِ المعادلةِ على 3	$64 = (4^{x-1})$
$64 = 4^3$	$4^3 = (4^{x-1})$
بمساواةِ الأُسُسِ	$3 = x-1$
بحلِّ المعادلةِ الخطّيةِ الناتجةِ	$x = 4$

قدْ يحتوي الغرامُ الواحدُ منَ التربةِ على نحوِ 10^{10} خلايا بكتيريةٍ مختلفةِ الأنواعِ.

أفكّر

تُظهِرُ الأبحاثُ أنّ مستوياتِ الرقمِ الهيدروجينيِّ القاعديةِ للشامبو تُطلِقُ شحناتٍ كهربائيةً سالبةً، تؤدي إلى تلفِ البشرةِ وتكسّرِ ألياف الشعر. فهل الشامبو في سؤالِ أتحقّقُ من فهمي مناسبٌ للشعرِ أم لا؟ أُبرّرُ إجابتي.

أتحقّقُ من فهمي

أجدُ الرقمَ الهيدروجينيَّ (pH) لشامبو طبيعيٍّ تركيزُ أيوناتِ الهيدروجينِ فيهِ 5.88×10^{-7} mol/ L، ثمّ أحدّدُ إذا كانَ الشامبو حمضيًّا أم قاعديًّا. (أُقرّبُ إجابتي إلى أقربِ جزءٍ من مئةٍ).

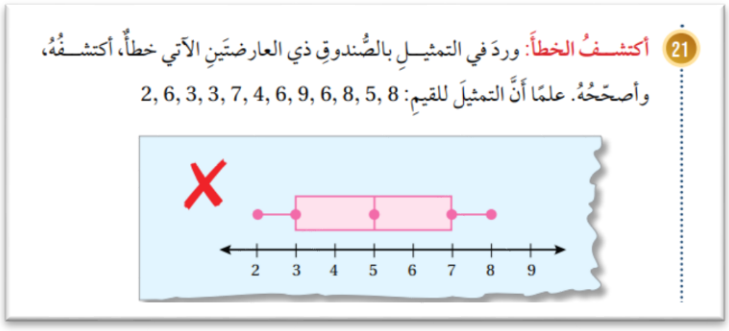
175

4. محور مهارات القرن الحادي والعشرين

يعد إكساب الطلبة مهارات القرن الحادي والعشرين إحدى أهم أولويات المنهاج المدرسي في الدول المتقدمة في المجال التعليمي، إلا أنه لا يتم عادة إنتاج كتب أو دروس مخصصة لتعلم هذه المهارات بشكل محدد، بل تُدمج بوصفها مهارات عابرة للمباحث. يعد مبحث الرياضيات من أكثر المباحث قدرة على احتضان مهارات القرن الحادي والعشرين؛ لاشتباك كثير من هذه المهارات مع فلسفة تعلم الرياضيات وتوظيفها حياتيًّا. تزخر كتب الرياضيات المطورة ولجميع الصفوف بمهام ومسائل وأنشطة تتطلب توظيف مهارات القرن الحادي والعشرين، وفيما يأتي أمثلة على ذلك:

1. التفكير الناقد

تنمي مسائل (أكتشف الخطأ) مهارة التفكير الناقد لدى الطلبة، ويرد هذا النوع من المسائل كثيرًا في دروس كتب الرياضيات المطورة لكافة الصفوف.



2. البحث والاستقصاء

تحتوي كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الرابع إلى العاشر (كتاب الطالب) كثيرًا من المهام التي تستلزم من الطلبة البحث في مكتبة المدرسة أو في شبكة الإنترنت عن معلومات محددة؛ بهدف تعزيز تعلمهم الحالي أو إثرائه، كما تحتوي أدلة المعلمين أيضًا فقرات خاصة بالبحث والاستقصاء تتضمن مقترحات وإرشادات للمعلم/ المعلمة حول نشاط بحثي/ استقصائي يكلفون الطلبة به بهدف تعزيز تعلمهم.

3. الإبداع

تحتوي كل وحدة دراسية في كتب الرياضيات المطورة للصفوف من الأول إلى العاشر نشاطاً جماعيًّا يسمى (مشروع الوحدة) يتيح للطلبة فرصة تنمية مهارة الإبداع من خلال تقديم تصاميم هندسية ومنتجات فريدة غير مألوفة، والبحث عن برامج وتطبيقات حاسوبية جديدة، وتوظيفها لتصميم منتجاتهم وعرضها كما يظهر في الصورة الآتية:

مشروعُ الوحدةِ

صنعُ كلينومترٍ واستعمالُهُ

فكرةُ المشروعِ صنعُ جهازٍ بسيطٍ لإيجادِ قياساتِ زوايا الارتفاعِ والانخفاضِ، ثمَّ استعمالُهُ.

الموادُّ والأدواتُ ماصَّةُ شرابٍ، مقلةٌ، خيطٌ، كتلةٌ (مفتاحٌ، أوْ ممحاةٌ)، لاصقٌ شفّافٌ، شريطُ قياسٍ.

خطواتُ تنفيذِ المشروعِ:

1. **صنعُ الكلينومترِ:** أُثبِّتُ ماصَّةَ الشرابِ على الحافةِ المستقيمةِ للمقلةِ باستعمالِ لاصقٍ شفّافٍ، ثمَّ أُثبِّتُ طرفَ الخيطِ في مركزِ المقلةِ، وأربطُ بطرفِهِ الآخرِ كتلةً صغيرةً، مثلَ: المفتاحِ، أوِ المشابكِ المعدنيةِ؛ على أنْ تتدلّى رأسيًّا إلى أسفلَ مثلِ خطِّ الشاقولِ.

2. **استعمالُ الكلينومترِ:** أستعملُ أنا وأفرادُ مجموعتي الكلينومترَ لإيجادِ ارتفاعِ بنايةٍ أوْ شجرةٍ باتِّباعِ الخطواتِ الآتيةِ:

- أختارُ شيئًا لأقيسَ ارتفاعَهُ، وليكنْ شجرةً.
- أقفُ على مسافةٍ منْ قاعدةِ الشجرةِ، مُمسِكًا بماصَّةِ الشرابِ.
- أنظرُ منْ فتحةِ ماصَّةِ الشرابِ إلى قمَّةِ الشجرةِ، ثمَّ أطلبُ إلى زميلي/ زميلتي أنْ يقرأَ الزاويةَ x التي يشيرُ إليْها الخيطُ، مُلاحِظًا أنَّ هذهِ الزاويةَ تقعُ بينَ خطِّ النظرِ والخطِّ الرأسيِّ. وبذلكَ، تكونُ زاويةُ ارتفاعِ قمَّةِ الشجرةِ: $(90^\circ - x)$.

- أقيسُ المسافةَ بينَ المكانِ الذي أقفُ عندَهُ وقاعدةِ الشجرةِ.
- أستعملُ القياساتِ التي دوَّنْتُها لإيجادِ ارتفاعِ الشجرةِ فوقَ مستوى عيني، باستعمالِ العلاقةِ الآتيةِ:

$$\tan(90^\circ - x) = \frac{h}{l} \Rightarrow h = l \tan(90^\circ - x)$$

- أُضيفُ المسافةَ بينَ الأرضِ ومستوى عيني إلى القيمةِ التي توصَّلْتُ إليْها لإيجادِ ارتفاعِ الشجرةِ فوقَ سطحِ الأرضِ.

عرضُ النتائجِ:

أكتبُ معَ أفرادِ مجموعتي تقريرًا يتضمَّنُ ما يأتي:

- صورةً لجهازِ الكلينومترِ المصنوعِ.
- صورٌ لجميعِ الأشياءِ التي قِيسَتْ ارتفاعاتُها، وتدوينُ الحساباتِ التي تمَّتْ في أثناءِ القياسِ بجانبِ كلٍّ منْها.

111

مشروعُ الوحدةِ: أبني جسرًا

أستعدُّ ومجموعتي لتنفيذِ مشروعِنا الخاصِّ، الَّذي سنوظفُ فيهِ ما نتعلمُهُ في هذهِ الوحدةِ حولَ تطابقِ المثلثاتِ، لِعملِ نموذجِ جسرٍ.

الموادُّ والأدواتُ اللازمةُ:

- أعوادُ آيسكريم.
- سيليكون لاصقٌ.

خُطواتُ تنفيذِ المشروعِ:

تُستعملُ المثلثاتُ المتطابقةُ كثيرًا في تصميمِ الجسورِ؛ لأنَّها توزعُ الأحمالَ بالتساوي بَيْنَ أجزاءِ الجسرِ، ممّا يزيدُ مِنْ قدرتِهِ على تحمّلِ الأثقالِ.

1. أبحثُ في شبكةِ الإنترنتِ عَنْ تصاميمَ لجسورٍ باستعمالِ أعوادِ الآيسكريمِ، مستعينًا بالكلماتِ المفتاحيةِ الآتيةِ: ice cream stick bridge, popsicle stick bridge.

2. أختارُ تصميمًا جميلًا وجاذبًا للجسرِ، ثُمَّ أرسمُ مخططًا لَهُ على ورقةٍ، وأحرصُ على استعمالِ المثلثاتِ المتطابقةِ الضلعَينِ والمتطابقةِ الأضلاعِ بشكلٍ متماثلٍ في تصميمي.

3. أبدأُ تصميمَ الجسرِ، وإلصاقَ الأعوادِ بشكلٍ جيدٍ؛ لضمانِ ثباتِ الجسرِ، ويمكنُني البحثُ عَنْ مقاطعِ فيديو تساعدُني على تنفيذِ التصميمِ باستعمالِ الكلماتِ المفتاحيةِ السابقةِ.

4. أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا يتضمنُ صورَ جسورٍ معدنيةٍ عالميةٍ استُعملَتِ المثلثاتُ في تصميمِها. أضيفُ بعضَ المعلوماتِ حولَ كلِّ جسرٍ، مثلَ: الطولِ، والبلدِ الَّذي يقعُ فيهِ، وتاريخِ الإنشاءِ.

عرضُ النتائجِ:

- أعرضُ جسري أمامَ الصفِّ، وأحددُ المثلثاتِ المتطابقةَ فيهِ.
- أقدِّمُ العرضَ التقديميَّ، وأتحدثُ بالتفصيلِ حولَ الجسورِ الَّتي يحتويها.
- نصوِّتُ لأجملِ جسرٍ.

+962-5376262/5 P.O.BOX: 2088 Amman 11941 info@nccd.gov.jo www.nccd.gov.jo

4. استعمال المعلومات

تماشيًا مع أحدث التوصيات التربوية في حقل تعليم الإحصاء المدرسي، تقدم كتب الرياضيات المطورة للطلبة في الصفوف من الخامس وحتى الثامن "دورة الاستقصاء الإحصائي" التي تبدأ بتعليم الطلبة كيفية كتابة السؤال الإحصائي، وتصميم الاستبانة واستعمالها لجمع البيانات (المعلومات) النوعية والكمية حول موضوع ما، ثم تحليل تلك البيانات وإصدار استنتاجات حولها. ينمي هذا الأسلوب قدرة الطلبة على جمع معلومات بأنفسهم حول موضوعات ذات اهتمام بالنسبة لهم، كما يساعدهم على تمييز المعلومات المضلّلة. يظهر في المقتطفات الآتية من كتب الرياضيات المطورة أمثلة على مهام يكلف فيها الطلبة بجمع بيانات وتحليلها:

مشروعُ الوحدةِ: جمعُ البياناتِ، وتحليلُها

أستعدُّ ومجموعتي لتنفيذِ مشروعِيَ الخاصِّ الّذي سنستعملُ فيهِ ما سنتعلّمُهُ في هذِهِ الوَحدةِ لجمعِ بياناتٍ، وتحليلِها، وكتابةِ استنتاجاتٍ حولَها.

خُطواتُ تنفيذِ المشروعِ:

1. أختارُ موضوعًا شائقًا، وأكتبُ ثلاثةَ أسئلةٍ إحصائيةٍ حولَهُ تكونُ إجاباتُها بياناتٍ عدديةً، وسؤالَينِ إحصائيَّينِ تكونُ إجاباتُهُما بياناتٍ نوعيةً. مثلًا، قَدْ يكونُ الموضوعُ (الحفاظُ على البيئةِ) أَوْ (خطرُ التدخينِ).
2. أصمّمُ استبانةً بطريقةٍ جاذبةٍ، وأكتبُ فيها الأسئلةَ الإحصائيةَ الّتي أعددتُها، ثُمَّ أطبعُ 20 نسخةً مِنْها على الأقلِّ.
3. أطلبُ إلى 20 طالبًا / طالبةً في مدرستي الإجابةَ عَنْ فقراتِ الاستبانةِ.
4. أجدُ للبياناتِ العدديةِ الّتي حصلْتُ عليها:
   - مقاييسَ النّزعةِ المركزيةِ (الوسطَ الحسابيَّ، والوسيطَ، والمنوالَ).
   - المَدى، والرُّبَيعِيّاتِ، والمَدى الرُّبَيعيَّ.
5. أمثّلُ البياناتِ بالصُّندوقِ ذي العارضتَينِ.
6. أحدّدُ القِيَمَ المتطرّفةَ لكلِّ مجموعةِ بياناتٍ (إنْ وُجِدَتْ).
7. أمثّلُ البياناتِ الّتي حصلْتُ عليها مِنْ إجاباتِ كلِّ سؤالٍ باستعمالِ إحدى طرائقِ تمثيلِ البياناتِ الّتي تعلمْتُها سابقًا، وأبرّرُ اختيارَ كلِّ تمثيلٍ.

8. أكتبُ استنتاجًا اعتمادًا على إجاباتِ الطلبةِ عَنْ كلِّ سؤالٍ.
9. أصفُ حادثًا بسيطًا وحادثًا مركّبًا حولَ البياناتِ النوعيةِ الّتي حصلْتُ عليها.

عرضُ النتائجِ:

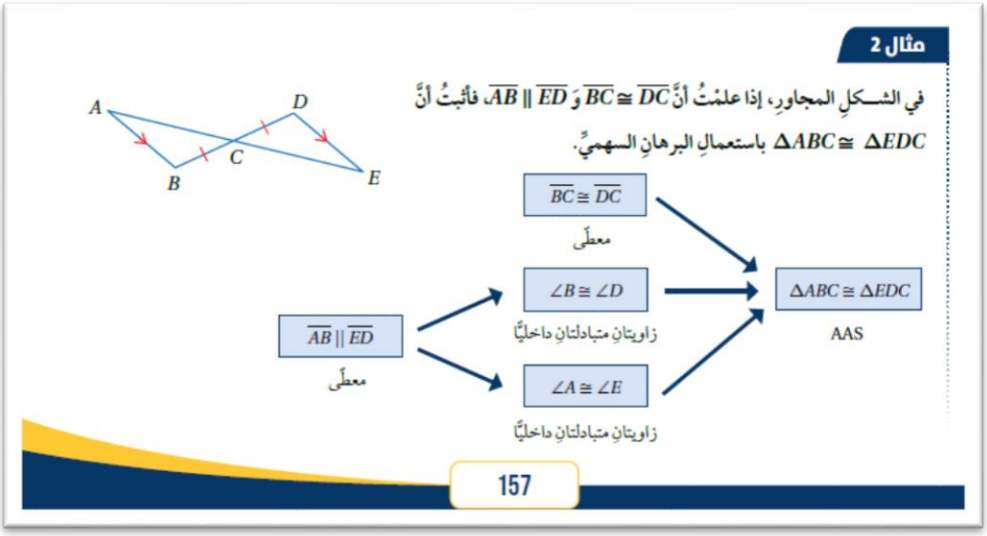
- أكتبُ تقريرًا أضمّنُهُ الأسئلةَ الإحصائيةَ الّتي كتبْتُها، بحيثُ يَلي كلَّ سؤالٍ التمثيلُ الإحصائيُّ للبياناتِ الّتي حصلْتُ عليها مِنْ إجاباتِ السؤالِ، والاستنتاجَ الّذي وضعْتُهُ حولَ هذِهِ البياناتِ.
- أضمّنُ التقريرَ مقاييسَ النّزعةِ المركزيةِ، ومقاييسَ التشتّتِ، والقِيَمَ المتطرّفةَ لكلِّ مجموعةِ بياناتٍ.
- أناقشُ مَعَ زملائي / زميلاتي صحّةَ الاستنتاجاتِ الّتي توصلْتُ إليها.

143

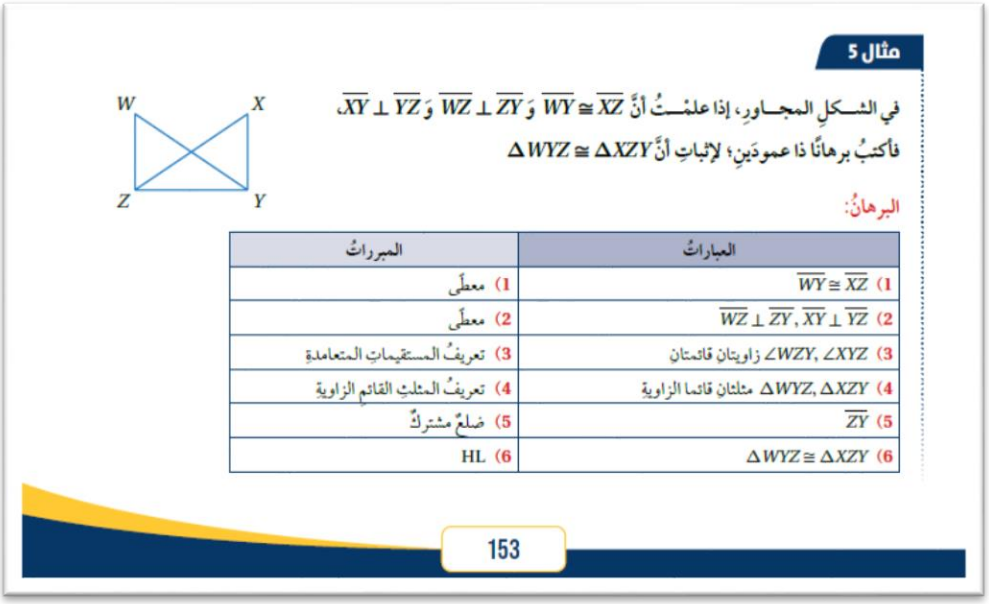
5. **التفكير المنظم**

توسع كتاب الرياضيات المطور للصف التاسع في البرهان الهندسي، وأفرد له دروسًا يتدرب فيها الطلبة على طرق مختلفة لكتابة البرهان (البرهان السهمي، والبرهان ذي العمودين، والبرهان النصي)، ويساعد البرهان الرياضي الطلبة على اكتساب مهارة التفكير المنظم.

البرهان السهمي

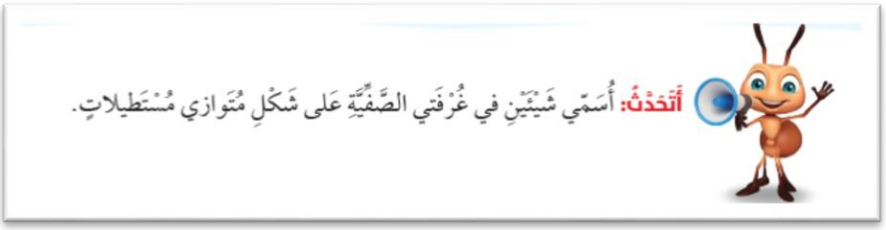


البرهان ذو العمودين



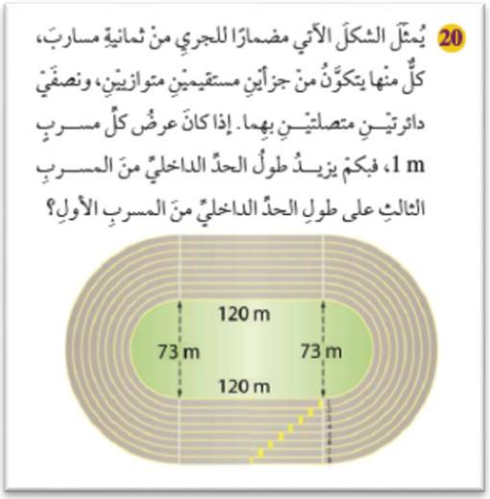
6. التواصل

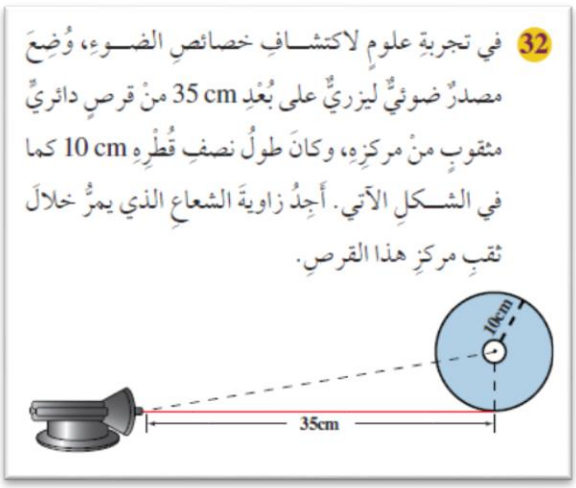
تتيح كتب الرياضيات المطورة للطلبة فرصًا عديدة لتنمية مهارة التواصل في أثناء تعلمهم الدروسَ الاعتيادية التي تتضمن مهام يعبّر فيها الطلبة لفظيًّا عن تعلمهم (في الصفوف الخمسة الأولى)، وكتابة في بقية الصفوف كما في الصور الآتية:



نماذج من فقرات اختبار PISA

يقدم كتاب الرياضيات المطور للصف العاشر فرصة التدرب على فقرات اختبارية مشابهة لفقرات اختبار PISA، وهذه الفقرات منسجمة من حيث المحتوى الرياضي مع الموضوعات التي يدرسها الطلبة في كتابهم المدرسي؛ بهدف زيادة ألفتهم مع اختبار PISA وتنمية الإحساس لديهم بأن الرياضيات المتضمنة في فقرات اختبار PISA مشابهة للرياضيات التي يدرسونها في كتبهم كما يظهر في المقتطفات الآتية من كتاب الصف العاشر المطور.





References

Ababneh, E, Al-Bursan, I, Abu-Ghalyoun, O. (2023). Assessing the Readiness of the Ministry of Education in Jordan to its Participation in the Program for International Student Assessment (PISA) in 2022 from the Perspective of the Educational Supervisors. Accepted for publication at Journal of Educational Sciences (King Saud Universty).

Abu-Ghalyoun, O. (2021). Pre-service teachers' difficulties in reasoning about sampling variability. *Educational Studies in Mathematics*, 108 (3), 1–25.

Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A preK-12 curriculum framework. Alexandria, VA: American Statistical Association.

Lange, J. & Schmidt, W. (2006). What are PISA and TIMSS? What do they tell us? *Proceedings of the International Conference of Mathematicians*. *3*(1), 1663-1672. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3140718

OECD (2018). PISA 2021 Mathematics Framework (Draft), OECD Publishing, Paris, Retrieved from: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pisa2022-maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf.