البحث التاسع

مهارات التعامل مع التمثيلات الرياضية للمواقف الطبيعية لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا.

د. أحمد محمد الدويري*
د. خلف محمد المفلح**

الملخص

استهدفت هذه الدراسة الكشف عن المهارات الخاصة لطلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن بالتمثيلات الرياضية. وبالتحديد، وقد حاولت الدراسة الإجابة عن السؤالين الآتيين: ما درجة إتقان طلبة المرحلة الأساسية العليا للتعامل مع التمثيلات الرياضية؟ هل يختلف متوسط أداء طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن في التعامل مع التمثيلات الرياضية باختلاف مستوياتهم الدراسية (الصف التاسع، الصف العاشر)، أو مستوياتهم التحصيلية (مرتفع، متوسط، متدنٍ)؟ ولتحقيق أهداف الدراسة أعدت أنشطة اختباريه خاصة تتضمن موقفاً علمياً يتطلب التعامل مع التمثيلات الرياضية لتمثيله والتعبير عنه، واستخدمت تلك التمثيلات في اشتقاق الادعاءات العلمية المدعومة بالبيانات. وجرى من صدق محتوى الأنشطة من خلال عرضه على لجنة محكمين، كما وجرى من مؤشرات ثباتها. بلغ مجموع أفراد الدراسة (٥٧١) طالبا بواقع (٣٢١) طالباً من طلبة الصف التاسع الأساسي و (٢٥٠) طالباً من طلبة الصف العاشر من مديرية تربية البادية الشمالية الغربية للفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٠٨/٢٠٠٩. ولتحليل بيانات الدراسة حُسبت تكرارات أنماط التعامل مع التمثيلات الرياضية للمواقف العلمية، كما استخدم تحليل التباين الثنائي لاختبار فرضية الدراسة. وكشفت الدراسة عن تدنّي مهارات التعامل مع التمثيلات الرياضية للمواقف العلمية واستخدامها في بناء الاستنتاجات العلمية السليمة، كما كشفت الدراسة عن وجود أثر دال إحصائيا (α=٠.٠٥) لكل من صف الطالب، ومستواه المعرفي. وفي ضوء هذه النتائج أوصت الدراسة بمجموعة من التوصيات النوعية التي تدعم ترقية مهارات الطلبة في التعامل مع التمثيلات، والتعبيرات الرياضية، واستخدامها في بناء الاستنتاجات العلمية.

*كلية التربية، جامعة آل البيت، الأردن.
**وزارة التربية والتعليم، الأردن.

١ـ المقدمة:

يعد الاستقصاء العلمي الدينامية الأساسية التي يتطور العلم وفقها ومن خلالها، كما يعد جزءاً من المعرفة العلمية التي يجب على أي مشتغل بالعلوم أن يدركها، ويتمثلها، ويتقن تطبيقها في سبر أغوار الظواهر الطبيعية، والرياضية المختلفة، وتكوين المعارف العلمية المتصلة بها. من هنا، تزايد اهتمام التربويين عموماً والمهتمين بالتربية العلمية وعلى نحو أساسي بالطرائق العلمية التي يستخدمها العلماء في تدشين المعارف العلمية، وتنميتها، واختبار موثوقيتها من خلال سلامة تلك الطرائق أولاً، ثم من خلال اتساق المعارف المنتَجة مع المعارف العلمية الأخرى التي تم التأكّد منها. وتوالت دعوات التربويون إلى ضرورة إتاحة الفرصة أمام المتعلمين للانخراط في بيئات تعليمية تهيئ لهم ممارسة البحث والاستقصاء العلمي على النحو الذي يسمح لهم ببناء أفكارهم، واستنتاجاتهم، وتأويلاتهم بطريقة فاعلة؛ وبشكل واقعي كما يحدث للمشتغلين في كل من الرياضيات، والعلوم (AAAS, 1993; National Research Council, 1996)، وعدت عمليات تصميم البحوث العلمية، وجمع البيانات، وتحويلها من شكل إلى آخر، والتعبير عنها بتمثيلات متعددة (Multirepresentation)، وتأويل هذه التمثيلات، وتفسيرها من الممارسات العلمية التي تسود في سلوك العلماء (Latour, 1993)، وهذا ما جعلها تحظى باهتمام المربين من حيث ضرورة إكسابها للمتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة. وهو ما دفع إلى تحديد قائمة من السلوكات العلمية التي يجب على المتعلمين امتلاكها، وهي (NCTM, 1989): وصف العلاقات، وتمثيلها باستخدام الجداول، والأشكال البيانية، والتعبيرات الرمزية، وتحليل العلاقات الاقترانية لتوضيح كيفية تغيّر كمية ما على تغيّر كمية أخرى، وجمع البيانات بطريقة منظّمة، وتنظيمها، ووصفها، واستخدام القياس لوصف الظواهر، والمقارنة بينها، وبناء التمثيلات الرياضية، وقراءتها وتأويلها، وبناء الاستنتاجات، والمجادلات العلمية المقنِعَة المبنية على تحليل البيانات، وتقويمها، وتمثيل المواقف، والظواهر من خلال أنماط، واضحة في جداول، أو أشكال بيانية، أو معادلات رياضية وتفحّص العلاقات بينها، وتحليل بيانات الجداول، والأشكال لتحديد الأنماط، والسمات، والعلاقات.

وتشكّل السلوكات السابقة ما يقوم العلماء به عندما ينفّذون استقصاءً علمياً، فهم يصممون الاستقصاء، ويجمعون البيانات، ويبنون الاستنتاجات، ويكتبون التقارير النهائية لعمليات الاستقصاء (Roth, 2003, 2004; Roth & Bowen, 1999)، كما أن هذه السلوكات تمثل محتوى تحويل الظواهر الطبيعية إلى كينونات، وتمثيلات رياضية، وهي عملية محورية لكل من العلم، وبناء الادعاءات

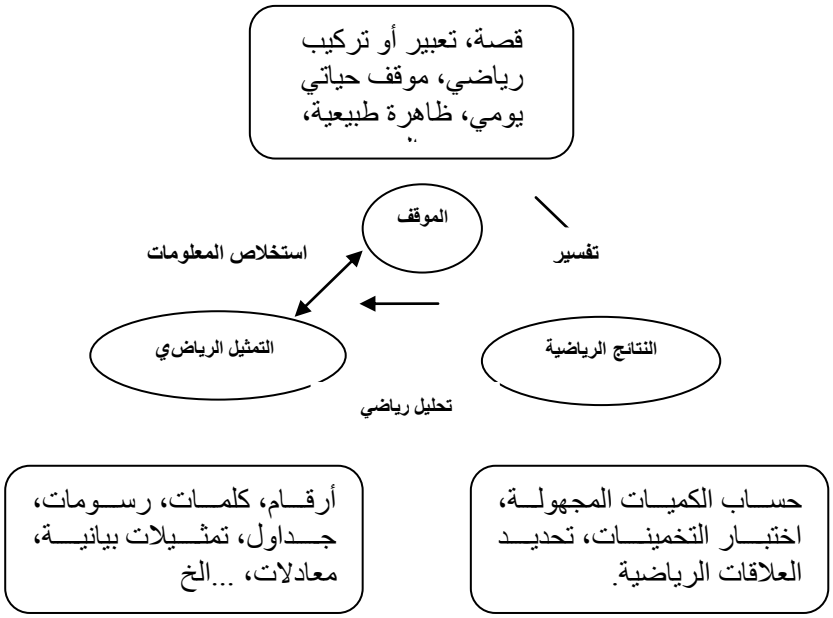
والمعارف العلمية (Latour, 1993). ويبرر لاتور (Latour, 1987) استخدام التمثيلات الشكلية بأن العلماء يوظّفون الجداول، والرسوم البيانية في تقاريرهم البحثية لما لها من فائدة في تلخيص بيانات عديدة بصورة اقتصادية من ناحية، وتقديم الدليل العلمي المقنع من الناحية الأخرى.

وفي مجال الرياضيات؛ تشير الدراسات إلى أن التدريس الفعال للمفاهيم الرياضية يجب أن يعتمد على نظم تمثيل متعددة، تستدعي تمثيلات متنوعة ومتباينة للمفهوم الواحد؛ ولنأخذ مفهوم الاقتران (الدالة الرياضية) الذي يمكن تمثيله بصور متعددة: الكلمات، والأرقام، والتمثيلات البيانية، والرموز والمعادلات. وسوغت تلك الدراسات استخدام التمثيلات المتعددة بأن حل المشكلات (المسائل) في سياقاتها الطبيعية يتطلب تغييراً مستمراً لتلك التمثيلات، وقدرة عالية على الربط بينها (Yerushalmy, 2006).

ولا يقتصر الأمر على الرياضيّات فحسب إنما ينسحب على المواد الدراسية الأخرى؛ وقد أشارت دراسات أخرى إلى أهمية التمثيلات المتعددة للمفاهيم في بنية التدريس من أجل الفهم (Teaching for Understanding) الذي يتطلبه تعليم المواد الدراسية جميعها، إضافة إلى ضرورتها في التدريس من أجل الطلاقة (Teaching for Fluency) التي يعد منحىً ذا أهمية قصوى في عملية تمهير المتعلمين في إنجاز حل المشكلات في المواقف الجديدة في زمن أقل من ناحية، وبكفاية أعلى من ناحية أخرى (Murata & Fuson,2006 ;Murata,2004). ويمكن توصيف منظومة تفاعلية تحدد العلاقات بين كل من المواقف (الظواهر الطبيعية، والاجتماعية) والتعبيرات الرياضية الشكلية، والنتائج الرياضية التي يجري تأويلها لاحقاً لبناء الاستنتاجات العلمية (سواء كانت خاصة بظواهر طبيعية أو اجتماعية)، ويتم الانتقال من ركن إلى آخر في هذه المنظومة عبر جملة من العمليات العقلية؛ إذ يتم توظيف استخلاص المعلومات للانتقال من المواقف إلى التعبيرات الرياضية الشكلية ، كما يتم توظيف التحليل الرياضي للانتقال من النتائج الرياضية إلى التمثيل الرياضي في حين يتم توظيف التفسير، والتطبيق في مرحلة الانتقال من المواقف إلى النتائج الرياضية من جديد لاختبار دقة الاستنتاجات، ووظيفيّتها وفائدتها، في تحسين فهم الموقف. والشكل (١) يوضح ذلك.

الشكل (١):

منظومة استخدام التعبيرات الرياضية الشكلية



ومن الجدير ذكره هنا أن عمليات التحليل، والتفسير ينتقل فيها من الموقف إلى التمثيل الرياضي التي تمثل استخلاص المعلومات يجب أن تكون عملية تفاعلية تحدث باتجاهين؛ إذ على الباحث أن يحوّل متغيرات الموقف إلى تعبيرات، وتمثيلات رياضية كما يتأكد من أن التعبيرات الرياضية من حيث درجة تمثيلها لمتغيرات الموقف، وإحاطتها، وشمولها لأركان الموقف، أو محافظتها على الكميات الثابتة فيه. ويصدق ذلك على العمليتين الأخريين؛ التفسير، والتطبيق، والتحليل الرياضي اللتين تحققان الانتقال من الموقف قيد الدراسة إلى النتائج الرياضية، ومن النتائج الرياضية إلى التمثيل الرياضي، على الترتيب.

وعلى أهمية إدماج مهارات التعامل مع التعبيرات الرياضية الشكلية للبيانات المتعلقة بالظواهر الطبيعية والاجتماعية في عملية التدريس بشكل عام وتدريس الرياضيات، والعلوم بشكل خاص، فإن الممارسات التدريسية لم ترق بعد إلى تحقيق الغرض منها في زيادة قدرة المتعلم على التعامل معها، وتوظيفها في عمليات البحث الواقعي؛ إذ أشار توبين (Tobin, 1990) إلى أن المعلمين في حاجة إلى زيادة الجهود لتوفير فرص البحث للمتعلم بوصفها المختبر الحقيقي الذي تُطبَّق فيه سلوكات التعامل مع التمثيلات الرياضية بما يسمح للمتعلم اكتساب الكفاية اللازمة في ممارستها، واستخدامها.

وتؤكد هذه النتيجة ظاهرة مهمة مفادها مقاومة المعلمين لاستخدام المناحي الفاعلة في التدريس مثل الاستقصاء الصحيح مع أن ظهورها كان مبكراً؛ منذ عام ١٩٦٠، وتوالت الدعوات لاستخدامها في التدريس، وتبع ذلك ظهور دراسات عدة تؤكد فاعلية استخدام الاستقصاء لدى المتعلمين في التعليم العام (Fraser & Tobin, 1998) كما تبع ذلك دراسات تناولت مهارات المعلمين في الاستقصاء واستخدامه في التدريس، خصوصاً أن معظم المعلمين يتعرضون لخبرات استقصائية ذات طبيعة مخبريه تتبع خطوات، وإجراءات محددة بشكل صارم مما يجعلهم يتفاعلون معها بصورة آلية دون انتباه لما يقومون به حقيقة، وما السبب الكامن وراءه (Tobin, 1990). وفي هذا السياق، أشارت دراسة روث ومك جن و بوين (Roth, McGinn & Bowen, 1998) إلى أن ما يتعلمه المعلمون نظرياً من ممارسات متصلة بالبيانات والتعبير عنها بصور شكلية وتأويل هذه التعبيرات لا يلبي الطموحات التي تتضمنها وثائق المعايير الخاصة بكل من العلوم والرياضيات، ولعل هذا يجعل الأمر صعباً عليهم في محاولاتهم لتعليم طلبتهم. كما توجه الاهتمام إلى المعلمين قبل الخدمة (Pre-service Teachers) لتعرف ممارساتهم في التعبير عن البيانات، وتأويلها في أثناء انخراطهم في سياقات استقصاء حقيقية خصوصاً في فترات تدريبهم العملي (Roth & Roychoudhury, 1993).

ولما كان الحال كذلك لدى المعلمين فإن من اللازم تقصّي مدى امتلاك المتعلمين لمهارات، وسلوكات التعامل مع التمثيلات الرياضية كإنتاجها والتعبير عنها، ولاسيما أن التطوير التربوي نحو الاقتصاد المعرفي (Educational Reform for Knowledge Economy ERfKE) الذي يشهده الأردن حاول تجذير هذه التوجهات في الممارسات التربوية بدءاً من النتاجات العامة التي تقود المنهاج مروراً بالخبرات التعلّمية التي تضمنتها المقررات الدراسية وأساليب التدريس التي دعت إلى تبنّي استراتيجيات تعلم، وتعليم تتيح للطالب ممارسة الاستقصاء الواقعي السياقي، وانتهاءً بطرائق التقويم التي ركزت على ما يستطيع المتعلم إنتاجه فضلاً عمّا يستطيع فهمه.

وقد دعت وثائق المشروع إلى تبني التعلم الاتقاني، وحددت سبل تحقيق ذلك؛ كاستخدام المواد، أو تطوير الأفكار، أو المنتجات الجديدة، والاستجابة لمستويات عليا من الأسئلة، وقضاء وقت أكبر في مناقشة النشاطات التي ينخرط فيها المتعلمون، أو يشاركون فيها بأفكارهم (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٣). ويؤمل – مما سبق – ضرورة انعكاس أثر مثل هذه التوجهات على الطلبة الأردنيين الذي يتعرضون لمنتجات وعمليات التطوير التربوي نحو اقتصاد المعرفة الذي يؤكد اكتساب ممارسات راقية، ومهارات دقيقة في التعامل مع التمثيلات الرياضية من حيث إنتاجها، وقراءتها.

٢- مشكلة الدراسة:

يشهد واقع المدارس الأردنية في توجهها، وممارستها للأنشطة التعليمية انعطافات واضحة لتوجيه الممارسات التربوية عموماً، والتدريسية بشكل خاص التوجه نحو السعي لتضمين وثائق مشروع التطوير التربوي نحو الاقتصاد المعرفي (ERfKE)، ومن ضمن هذه الاهتمامات توجيه التدريب، والتدريس لتمكين المتعلمين من امتلاك مهارات التعامل مع التمثيلات الرياضية المتعددة، وبنائها، وقراءتها وتأويلها. ومن المتوقع أن تعمل الممارسات التدريسية، والمناهج، وطرائق التقويم التي دعا مشروع التطوير إلى تبنّيها على إكساب الطلبة مهارات الاستقصاء، واستخدام التمثيلات الرياضية المتعددة بكفاية عالية. وعليه، كان لا بد من الوقوف على مستوى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن فيما يتصل بمهاراتهم، وممارساتهم المرتبطة بالتمثيلات الرياضية، وبنائها، وقراءتها، وتأويلها.

وتكمن مشكلة الدراسة بالاستجابة لوجود حاجة لتعرف واقع هذه المهارات لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا بعد خضوعهم للمناهج الجديدة التي هدفت إلى التطوير التربوي نحو الاقتصاد المعرفي (ERfKE) وما تبع ذلك من عمليات حوسبة للمناهج، وعمليات تدريب مكثف لتجويد أساليب التدريس الواجب تبنيها في الغرف الصفية ومنها الاستقصاء الواقعي الذي يزيد من فرص تعرض المتعلمين للتعامل مع التمثيلات الرياضية بما يُكسبهم المهارات اللازمة لبنائها وقراءتها، وتأويلها.

٣- أسئلة الدراسة:

أجابت الدراسة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما واقع سلوكات، ومهارات طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن في التعامل مع التمثيلات الرياضية من حيث بناؤها، وقراءتها، وتأويلها؟ وتفرع عن هذا السؤال سؤالان فرعيان هما:

٣-١- ما درجة إتقان طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن للتعامل مع التمثيلات الرياضية ؟

٣-٢- هل يختلف متوسط أداء طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن في التعامل مع التمثيلات الرياضية باختلاف مستوياتهم الدراسية (الصف التاسع، الصف العاشر)، أو مستوياتهم التحصيلية (مرتفع، متوسط، متدنٍ)؟

٤- فرضيات الدراسة:

في ضوء الأسئلة السابقة حاولت الدراسة اختبار الفرضية الإحصائية الآتية:

٤–١– لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية (عند مستوى الدلالة α = ٠.٠٥) بين متوسطات درجات استجابات الطلبة على الاختبار تبعاً لصف الطالب.

٤–٢– لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية(عند مستوى الدلالة α = ٠.٠٥) بين متوسطات درجات استجابات الطلبة على الاختبار تبعاً للمستوى المعرفي للطالب.

٤–٣– لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية(عند مستوى الدلالة α = ٠.٠٥) بين متوسطات درجات استجابات الطلبة على الاختبار تبعاً لصف الطالب، ومستواه المعرفي معاً.

٥– أهمية الدراسة:

تعود أهمية الدراسة إلى مجالين وهما: الأهمية النظرية، والأهمية العمليّة؛ أما الأهمية النظرية فتكمن في أن هذه الدراسة قد تسهم – بجانب الدراسات العديدة الأخرى المشابهة في تطوير فهمنا لأنماط تعامل الطلبة مع التمثيلات الرياضية كالمعادلات والرسوم البيانية بوصفها أدوات شائعة لمعالجة المعلومات الكمية، وتداولها في المجتمعات المختلفة، ويرتبط بهذه الفائدة النظرية حقيقة زيادة فرص الطلبة في التعامل مع الحواسيب المزودة ببرمجيات التمثيلات الرياضية المختلفة، وزيادة استخدام التمثيلات الرياضية المتعددة حتى في السياقات غير الصفية كالصحف، والمجلات، والحاسوب، وغيرها من الوسائط، والمعينات التي يتعامل الطالب معها يوميّاً. فتطوير فهمنا لمداخل لطلبة في التعامل مع التمثيلات الرياضية يساعد على توجيه استراتيجياتنا التعلمية – التعليمية بما يحقق أعلى عائد تربوي في توظيف هذه التمثيلات.

كما تؤسس الدراسة على المستوى النظري لمفهوم الفرد المتمهر بالتمثيلات (Graphicate) والذي يقف جنباً إلى جنب مع مفاهيم ضرورية أخرى مثل (Literate) المرتبط بمعرفة القراءة، والكتابة و(Numerate) المرتبط بمعرفة الأرقام، وعملياتها. وعليه، فإن هذه الدراسة تؤسس لهذا المفهوم من حيث إظهار علاقته بكل من المواقف الطبيعية، والاجتماعية، وبالتمثيل الرياضي المتعدد، وبالاستنتاجات الرياضية المبنية على تلك التمثيلات التي باتت تلعب دوراً محورياً في التواصل، والإقناع.

أما الأهمية العملية للدراسة فتكمن في إتاحة الفرصة لمعلمي العلوم لتعرف الأنماط المختلفة لاستجابات الطلبة للمواقف التي يتم التعامل فيها مع التمثيلات الرياضية كي يساعدهم ذلك على تحسين أدائهم في غرفة الصف، ويسهّل عليهم الانتقال بالمتعلمين من الأنماط المتدنية للتعامل مع التمثيلات الرياضية إلى الأنماط الأكثر تقدّماً، والأكثر قدرة على تكوين استدلالات علمية سليمة مدعومة بتحليل دقيق للتمثيلات الرياضية التي تسندها. وفي هذا المجال، تقدم الدراسة الحالية توضيحاً لتلك الأنماط، وأمثلة

عليها، ومناقشة مستفيضة لنشأتها، ومترتباتها بما يعين المعلم على تتبعها في دروسه من خلال تعرفها، وتصنيفها، وتنميتها نحو التمهير المرغوب فيه اعتماداً على ما يجده لدى طلبة.

٦- مصطلحات الدراسة والتعريفات الإجرائية:

وردت في الدراسة بعض المصطلحات التي تعرف إجرائياً على النحو الآتي:

٦-١- التمثيلات الشكلية (Inscriptions):

يعرفها لاتور (Latour, 1987) بأنها أنواع من التحويلات التي تجسّد، أو تصوّر كينونة معينة في شكل، أو نمط آخر، وهي بذلك تؤدي وظائف منها: عرض المعلومات، وتنظيم البيانات، وإظهار الأنماط والعلاقات، وتداول المعرفة العلمية. ولا تقتصر فائدتها على دور تبويب المعلومات، والبيانات، وتقديمها فحسب بل يتعدّاه إلى إعادة بناء معانٍ جديدة، ومتنوعة للموقف الذي تتم دراسته، أو للمعلومات، والبيانات المتعلقة به (Lemke, 1998).

٦-٢- التمثيلات الرياضية (Mathematical Graphics):

وهي فئة خاصة من التمثيلات الشكلية متعلقة بالمعالجة الرياضية للنماذج المرتبطة بالمواقف التي تجري دراستها؛ وقد عُرِّفت إجرائياً في هذه الدراسة بأنها الرسومات البيانية بأنواعها المختلفة، والجداول الحسابية التي يستخدمها الطلبة للتعبير عن الموقف المقدَّم لهم.

٦-٣- درجة إتقان الطلبة للتعامل مع التمثيلات الرياضية:

وقد عُرِّفت إجرائياً بأنها أنواع الاستجابة المتكررة في استجابات أفراد الدراسة بحيث تعبّر عن سلوك شائع لدى الطلبة في أثناء تعاملهم مع التمثيلات الرياضية اللازمة لتحليل الموقف المقدَّم لهم، وبناء الاستنتاجات اللازمة له. وتختلف هذه الدرجات في دقتها ودرجة تقدّمها، وقد صنفت وفق جملة من مستويات الإتقان مماثلة لما ورد في دراسة بوين وروث (Bowen & Roth, 2005)، وسيجري تفصيل ذلك في بند الطريقة، والإجراءات.

٧- حدود الدراسة ومحدداتها:

عند تعميم النتائج يجب أخذ ما يلي بعين الاعتبار:

اقتصر تطبيق هذه الدراسة على عينة قصديه من طلبة الصفين التاسع الأساسي والعاشر الأساسي في مديرية تربية البادية الشمالية الغربية/ محافظة المفرق في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي

٢٠٠٨/٢٠٠٩. ويعتمد تعميم نتائج الدراسة خارج مجتمعها الأصلي على مدى مماثلة المجتمع الخارجي لمجتمع الدراسة.

طبقت الدراسة على محتوىً خاص بالعلوم البيئية بعرض مهمة بسيطة للغاية من التجارب المخبرية التي لم يألفها الطلبة لكنها مما قد يتعرّضون له في دروس العلوم المعتادة. وعلى هذا تتحدد نتائج هذه الدراسة بدرجة تمثيل العمليات التي يتطلبها التعامل مع هذا المحتوى من العمليات التي يتطلبها التعامل مع محتويات أخرى خاصة بالظواهر العلمية، أو الاجتماعية.

وقد حددت درجة الإتقان التي أظهرها الطلبة من خلال الاختبار الذي أعد لهذه الغاية. وعلى هذا تتحدد النتائج بالطريقة التي يتفاعل فيها المستجيبون مع الاختبار، ولا سيما وأن الاستجابات تحريرية يطلب فيها إلى المستجيب تدوين طريقته في التعامل مع الموقف.

٨– الدراسات السابقة:

– أجرى بوين وروث ومكجن (Bowen, Roth & McGinn, 1999) دراسة هدفت إلى تقصّي أوجه الشبه، والاختلاف في الممارسات العلمية الخاصة بالتمثيلات الرياضية لدى كل من الباحثين المتخصصين، وطلبة الكليات العلمية الذين يدرسون موضوعاً بيئياً ضمن مساق في البيولوجيا. وأظهرت النتائج أن العلماء يعكسون خبرات معتبرة في إنتاجهم للتمثيلات وتأويلها، إضافة إلى توظيفهم معارف ومفاهيم الفرع المعرفي الذي يتعاملون معه في حين أظهر الطلبة عدم التفريق اللغوي بين المفاهيم العلمية مما قادهم إلى عدم الوضوح في أثناء المناقشات الجماعية، كما أظهروا اهتماماً بتقديم الإجابات السليمة التي تخص التمثيلات الرياضية على حساب اهتمامهم باكتساب مهارات متقدمة في إنتاج تلك التمثيلات، وبناء التأويلات المناسبة لها، واكتفوا بالتفسيرات، والتأويلات التي يقدمها مدرس المساق للتمثيلات التي يتضمنها موضوع المساق.

– وفي السويد أجري مشروع بحثي موسع لتعرف الصعوبات التي تواجه المتعلمين بما يتصل بطرائق تعاملهم مع التمثيلات الرياضية؛ وهدفت دراسة أبيرغ بينغتسون وأوتوسون (Aberg-Bengtsson & Ottosson, 2006) إلى بناء أداة (اختبار) لتقصّي الطرائق التي يتعامل فيها الطلبة مع التمثيلات الرياضية المختلفة، وتألّف الاختبار من ثماني عشرة صفحة تضمنت كل منها عرضاً لتمثيل رياضي معين تليه مجموعة من المهمات.

وقد وزع الاختبار على ٣٦٣ طالباً وطالبة من الفئة العمرية (١٥ –١٦) سنة من خمس مدارس مختلفة. ولأنّ من المتوقع أن يكون أداء الطلبة على الاختبار متعدد الأبعاد استُخدم التحليل العاملي التوكيدي (Confirmatory Factor Analysis)، وأمكن تحديد مجموعة من العوامل المؤثرة في قدرة الطالب على التعامل مع التمثيلات الرياضية مثل تحصيل الطالب في كل من العلوم، والرياضيات، وقدرته اللغوية وطلاقته في التعبير.

– ولدراسة تأثير التدريس بالاستقصاء على ممارسات الطلبة الخاصة بالتمثيلات الرياضية أجرى وو وكراجسيك (Wu & Krajcik, 2006) دراسة هدفت إلى تقصي تأثير التدريس الاستقصائي في تحسين مهارات طلبة الصف السابع في التعامل مع التمثيلات الرياضية الخاصة بالمواقف العلمية كإنشاء جداول البيانات، والرسوم، والتعبيرات الشكلية المرتبطة بها. واستُخدم المنحى الطبيعي (Naturalistic Approach) لجمع بيانات متعددة خلال فترة التدريس الاستقصائي الذي استمر ثمانية أشهر، وتناول موضوعات خاصة بنوعية المياه، والمفاهيم المرتبطة بها. وقد أظهر تحليل البيانات أن بناء التمثيلات الرياضية، وتأويلها زوَّد المتعلمين بفرص لمناقشة الأسئلة المتعلقة بالمفاهيم المدروسة، ومراجعتها، وتوضيحها، كما أظهر قدرة الطلبة على تصميم تمثيلات رياضية أكثر تقدماً إضافة إلى تحسن قدرتهم على تأويل تلك التمثيلات.

– واهتم المتخصصون في التربية العلمية بممارسات المعلمين المتصلة بالتمثيلات الرياضية، وأجرى بوين وروث (Bowen & Roth, 2005) دراسة هدفت إلى تقصّي قدرة المعلمين قبل الخدمة على تدريس الاستقصاء الذي يهدف إلى تمكين الطلبة من امتلاك مهارات تحويل البيانات، وتحليلها إضافة إلى مهارات تأويل التمثيلات الرياضية، ولجمع البيانات، قُدّمت للمعلمين مهمات تتطلب تأويلاً لبيانات، وتمثيلات رياضية متعلقة بموضوعات علمية. مع ما توفره برامج إعداد المعلمين من خبرات عن الاستقصاء العلمي، وما يحمله المعلمون من مؤهلات في العلوم البحتة أظهرت النتائج أن المعلمين لا يعكسون الممارسات التي يتبعها العلماء عادة عندما ينتجون التمثيلات الرياضية، أو يقومون بتأويلها على نحو مناسب، كما أظهرت النتائج أن المعلمين يظهرون فهماً خاصاً للتعبيرات الرياضية التي تمثل المواقف الطبيعية؛ إذ يفترضون أن التعبيرات الرياضية يجب أن تمثّل بدقة المواقف، والظواهر الطبيعية مما أثّر في طبيعة ممارساتهم المتعلقة بمعالجة تلك التمثيلات.

– ولتعميق فهم تعامل الكتب المدرسية مع التمثيلات الرياضية المستخدمة في التعبير عن الظواهر العلمية، أجرى روث وبوين ومكجن (Roth, Bowen & McGinn, 1999) دراسة هدفت إلى

تقصّي الممارسات المطلوبة لقراءة الأشكال، والتمثيلات الرياضية في المجلات العلمية، وكتب العلوم المقررة للمراحل الدراسية العليا، كما هدفت تعرف على دور كتب العلوم في تلك المراحل في تبنّي الطلبة للممارسات المرتبطة بالتمثيل الرياضي للمواقف العلمية. وقد اختيرت خمسة مجالات علمية خاصة بالقضايا البيئية، وستة كتب ممثلة لكتب البيولوجيا التي تُدَرَّس في المراحل الدراسية العليا. ومع عدم وجود فروق في العدد الكلي للتمثيلات الرياضية الشكلية المستخدمة في كل من الكتب الدراسية من ناحية، والمجلات العلمية من ناحية أخرى، ظهرت فروق في تكرارات التمثيلات الرياضية الشكلية (الكارتيزية) التي تعتمد المحاور لتمثيل الكميات لصالح المجلات العلمية.

٩– الطريقة والإجراءات:

فيما يلي وصف لأفراد الدراسة، والأدوات المستخدمة فيها، ومتغيراتها، وتصميمها، والإجراءات التي اتبعت في أثناء تطبيقها، والأساليب النوعية، والإحصائية التي اتبعت في تحليل بيانات الدراسة.

٩–١ أفراد الدراسة:

طبقت الدراسة على (٥٧١) طالباً في الصفين التاسع، والعاشر الأساسيين للفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي٢٠٠٨/٢٠٠٩ توزعوا على أربع عشرة شعبة صفية في ست مدارس من مدارس مديرية تربية البادية الشمالية الغربية اختيرت بطريقة قصديه تسهيلاً لإجراءات تنفيذ الدراسة، وبلغ عدد طلبة الصف العاشر الأساسي (٢٥٠) طالباً في حين بلغ عدد طلبة الصف التاسع الأساسي (٣٢١) طالباً.

واختيرت المدارس المشاركة في الدراسة من بين المدارس التي تضمّ شعباً عدة لكل من الصف التاسع الأساسي، والصف العاشر الأساسي، وحددت شعبة، أو شعبتان من كل صف في كل مدرسة من الباحثين بشكل قصدي، كما حددت مستويات تحصيل الطلبة اعتماداً على درجاتهم في مادة الرياضيات، ومادة العلوم بفروعها الثلاثة: الفيزياء، والكيمياء، والأحياء في نهاية الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٠٧ / ٢٠٠٨ م. وعليه، صُنف أفراد الدراسة إلى ثلاثة مجموعات وفقاً لمستويات الطلبة المعرفية: مرتفعو التحصيل، ومتوسطو التحصيل، ومتدنو التحصيل. والجدول (١) يبين توزيع أفراد الدراسة بحسب متغيري المستوى المعرفي للطالب، وصفه الدراسي.

الجدول (١)

توزيع أفراد الدراسة حسب متغيري مستوى الطالب المعرفي والصف

الصف	مستوى الطالب المعرفي			المجموع
	مرتفعو التحصيل	متوسطو التحصيل	متدنو التحصيل	
التاسع الأساسي	٨٠	١٧٤	٦٧	٣٢١
العاشر الأساسي	٦٢	١٣٥	٥٣	٢٥٠
المجموع	١٤٢	٣٠٩	١٢٠	٥٧١

٩-٢- أداة الدراسة:

تمثلت أداة الدراسة في مهمة اختبارية إجرائية اعتمدت على الإجابة المفتوحة، واشتُقت من فكرة بوين وروث (Bowen & Roth, 2005) المتمثلة في مهمة كرّاسة المشروع المفقودة (Lost Field Notebook)، واستخدمت مهمة كراسة المشروع المفقودة لأول مرة في دراسة أجراها روث وبوين (Roth & Bowen, 1994) لاستكشاف ممارسات طلبة الصف الثامن في تعاملهم مع تأويل البيانات، وبناء الاستنتاجات بعد انخراطهم في مشروع استقصائي على مدى عشرة أسابيع متتالية.

وتتطلب المهمة الاختبارية المستخدمة في الدراسة إجراءين من التحويل، هما:

- استكشاف العلاقة (المحتملة) بين القياسات المتوفرة من خلال تقدير خط الملاءمة الأفضل.
- التعبير (كتابة) عن العلاقة التي استنتجت، ودعم النتيجة بتأويل البيانات تأويلاً مناسباً للنتيجة المعبر عنها.

وتشتمل المهمة الاختبارية المستخدمة في الدراسة على ثمانية قياسات مترابطة لمتغيرين هما كثافة النبات، ومتوسط كمية الضوء التي يتلقاها النبات كما في الجدول (٢) الآتي :

الجدول (٢)

كثافة النبات ومتوسط كمية الضوء التي يتلقاها حسب المنطقة

المنطقة	الكمية المقيسة	
	كثافة النبات (٪)	متوسط كمية الضوء (شمعة)
أ	١٠	١٠٠٠
ب	١٥	٨٠٠
ج	٣٠	٥٠٠
د	٤٠	١٢٠٠

هـ	٣٠	١٥٠٠
و	٠٠	٥٠٠
ز	١٠	٧٥٠
ح	١٥	١٢٥٠

أمّا من حيث بنية المهمة المقدمة للمفحوصين في أداة الدراسة فتألفت من الأجزاء الآتية:

– تبت مقدمة للمهمة تضع المفحوص في سياق المهمة (المحتوى البيئي)، وتوضح ما قام به باحث من قياس كميتين خاصتين بموقف بيئي بهدف الكشف عن وجود علاقة بين متغير كثافة انتشار نبات الحرمل، وكمية الضوء التي يتلقاها النبات. كما أُعلِمَ المفحوصون في هذه المقدمة بأن الباحث (تيسير) قد فقد الكراسة التي يدوّن فيها المعلومات الخاصة بمشروعه البحثي.

– زُوِّد المفحوصون برسمٍ لخريطة المنطقة البيئية بأجزائها الثمانية، ودُوِّن إزاء كل جزء من الأجزاء الثمانية برقمان يمثلان قيمة كثافة النبات في الجزء المعني ومتوسط كمية الضوء التي يتلقاها النبات في هذا الجزء. ولم يتم إظهار أي ترتيب في البيانات على الخريطة في كل من رموز الأجزاء، أو كثافة نبات الحرمل، أو كمية الضوء التي يتلقاها النبات.

– طُلب إلى المفحوصين دراسة الخريطة، وما فيها من بيانات بهدف اكتشاف ما إذا كانت هناك علاقة بين المتغيرين، كما طُلِب إليهم تعرف شكل تلك العلاقة، ووصفها لفظياً. كما طُلِب من المفحوصين تقديم الاستنتاجات التي يتوصّلون إليها بعد تحليل البيانات، ودعم هذه الاستنتاجات، والادعاءات بما يناسب من أدلّة أفضى تحليل البيانات إليها.

– أُخبر المفحوصون بإمكانية بناء جداول، أو رسومات يرون أنها تساعدهم على الإجابة عن الأسئلة المطروحة في الموقف، كما زوّدوا بورق رسم بياني لتنفيذ ذلك.

٩–٣– صدق الأداة:

جرى تحكيم محتوى الأداة من خلال عرضها على لجنة تحكيم مؤلفة من عضو هيئة تدريس حاصل على درجة الدكتوراه في مناهج العلوم، وعضو هيئة تدريس حاصل على درجة الدكتوراه في مناهج الرياضيات،بالإضافة لمشرف تربوي حاصل على درجة الماجستير في مناهج، وتدريس العلوم، وأربعة معلمي العلوم، وثلاثة من معلمي الرياضيات ممن لديهم خبرة تزيد على عشر سنوات في تدريس العلوم والرياضيات على الترتيب. وتم الطلب إليهم إبداء الرأي في الصياغة العلمية، واللغوية للمهمة الاختبارية، وإبداء أية

ملاحظات يرونها مناسبة. وبعد ذلك عدلت صياغة محتوى المهمة بعد أن عدها بعض المحكمين غامضة، كما أضيفت أوراق رسم بياني للمهمات المقدمة للمفحوصين بناءً على اقتراح خمسة من المحكمين.

وتم التأكد من صدق الأداة عن طريق الصدق التمييزي؛ إذ طُبقت الأداة على عينة من غير أفراد الدراسة، تألفت من مجموعتين: مجموعة دُربت على المشروعات الاستقصائية، وتوفرت لأفرادها فرصة جمع البيانات، ومعالجتها، والتعبير عنها، ومجموعة اعتيادية لم تخضع لتدريب استقصائي لكنها مارست معالجة البيانات في حدود التجارب المخبرية التي تتضمنها كتب العلوم. ولطبيعة المهمة الاختبارية، وطريقة الاستجابة على بنودها، تقرر استخدام الإحصاء اللا معلمي (اللا بارامتري) بحيث تُقرأ إجابة المفحوص ثم تصنف إلى متقن، أو غير متقن وفق محكات تصنيفية محددة (ملحق ٢) ويعد الطالب متقناً في حال تعبيره عن إجابة تتجاوز محك (رسم انتشار + تحديد نقاط الشذوذ (Outliers) + تعبير كتابي). والجدول (٣) يبين نتائج الطلاب في المجموعتين اللتين استخدمتا في الصدق التمييزي للأداة

الجدول (٣)

نتائج مجموعتي الصدق على الاختبار

المجموعة	الاستجابة		الكلي
	متقن	غير متقن	
تدريب استقصائي	١٣	٧	٢٠
اعتيادية	٦	١٤	٢٠
الكلي	١٩	٢١	٤٠

وتشير النتائج في الجدول السابق إلى أن عدد الطلبة المتقنين للمهمة من المجموعة التي خضعت للتدريب الاستقصائي يفوق عدد الطلبة المتقنين ممن ينتمون للمجموعة الاعتيادية (ممن لم يتعرضوا لتدريب استقصائي خاص)، وقد كانت قيمة كاي تربيع (٤.٩١٢) وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (α = ٠.٠٢٧ ≤ ٠.٠٥)؛ وتؤكّد هذه النتيجة تحقق الصدق التمييزي للمهمة الاختبارية.

٩-٤- ثبات الأداة:

للتأكّد من مؤشرات ثبات الأداة، أُعيد تطبيقها على مجموعتي الصدق بعد مضي ثلاثة أسابيع، واستخدمت في التحليل الإحصاءات اللامعلمية لطبيعة الاستجابة على المهمات، وأظهر اختبار مك نيمار (McNemar Test) عدم وجود تغيّر في استجابات الأفراد بين التطبيقين الأول والثاني؛ إذ بلغت قيمة الاختبار (٠.٥٤٩) وهي غير دالة إحصائياً. والجدول (٤) يبين ذلك.

الجدول (٤)

نتائج التطبيقين القبلي، والبعدي لعينة الثبات على الاختبار

الاستجابة الأولى	الاستجابة الثانية		الكلي
	متقن	غير متقن	
متقن	١٢	٧	١٩
غير متقن	٤	١٧	٢١
الكلي	١٦	٢٤	٤٠
McNemar Test = ٠,٥٤٩			

وقد عدّ الطالب متقناً في حال تعبيره عن إجابة تتجاوز محك (رسم انتشار + تحديد نقاط الشذوذ (Outliers) + تعبير كتابي).

٩–٥– متغيرات الدراسة: اشتملت الدراسة على المتغيرات الآتية :

٩–٥–١– المتغيرات المستقلة: وتمثلت في:

– الصف الدراسي، وهو متغير تصنيفي وله فئتان هما:

– الصف التاسع الأساسي.

– الصف العاشر الأساسي.

– مستوى الطالب المعرفي، وهو متغير تصنيفي وله ثلاث فئات هي:

– مرتفعو التحصيل.

– متوسطو التحصيل

– متدنو التحصيل.

٩–٥–٢– المتغير التابع: ويتمثل في درجة إتقان طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن للتعامل مع التمثيلات الرياضية.

١٠– منهج الدراسة والتحليل الإحصائي:

اتبع منهج الدراسات المسحية في هذه الدراسة. ولتحليل بيانات الدراسة، استخرجت تكرارات درجة إتقان الطلبة للتعامل مع التمثيلات الرياضية في الاختبار، والنسب المئوية المقابلة لها، كما استخدم تحليل التباين الثنائي لاختبار فرضيات الدراسة المتعلقة بالمقارنة بين أداء الطلبة وفق فئات متغيري الصف، والمستوى المعرفي.

١١- نتائج الدراسة ومناقشتها:

١١-١- النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول:

ما درجة إتقان طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن للتعامل مع التمثيلات الرياضية ؟

للإجابة عن هذا السؤال، دُرست إجابات الطلبة، وحُدِّدت درجة إتقان الطالب للتعامل مع التمثيلات الرياضية وفق المحكّات المعتمدة لتصنيف الاستجابات ملحق(٢)، وكانت النتائج المتعلقة بالإجابة عن هذا السؤال كما في الجدول (٥) الآتي:

الجدول (٥)

النسب المئوية لكل درجة من درجات إتقان أفراد الدراسة للتعامل مع التمثيلات الرياضي

درجات الإتقان	المستوى المعرفي	الصف التاسع		الصف العاشر	
		العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية
غير محددة	مرتفع	٨	٢,٥	٤	١,٦
	متوسط	٣٤	١,٦	١٣	٥,٢
	متدن	١٦	٥,٠	٨	٣,٢
كتابية فقط	مرتفع	١٩	٥,٩	٨	٣,٢
	متوسط	٧٣	٢٢,٧	٣٨	١٥,٢
	متدن	٤٣	١٣,٦	١٥	٦,٠
بناء جدول بيانات غير منظم + تعبير كتابي	مرتفع	٢٩	٩	٢٠	٨,٠
	متوسط	٦٥	٢٠,٢	٦٩	٢٧,٦
	متدن	٨	٢,٥	٢٨	١١,٢
بناء جدول بيانات منظم + تعبير كتابي	مرتفع	٢٤	٧,٥	٢٧	١٠,٨
	متوسط	٢	٠,٦	١٥	٦,٠
	متدن	٠	٠	٢	٠,٨
رسم انتشار البيانات + تعبير كتابي	مرتفع	٠	٠	٣	١,٢
	متوسط	٠	٠	٠	٠
	متدن	٠	٠	٠	٠
رسم انتشار + تحديد نقاط الشذوذ (Outliers) + تعبير كتابي	مرتفع	٠	٠	٠	٠
	متوسط	٠	٠	٠	٠
	متدن	٠	٠	٠	٠

رسم انتشار + خط لتوصيل النقاط + تعبير كتابي	مرتفع	٠	٠	٠	٠
	متوسط	٠	٠	٠	٠
	متدن	٠	٠	٠	٠
رسم انتشار + خط الملاءمة الأفضل + تعبير كتابي	مرتفع	٠	٠	٠	٠
	متوسط	٠	٠	٠	٠
	متدن	٠	٠	٠	٠

يلاحظ من النتائج الواردة في الجدول (٥) أعلاه أن الممارسات الأكثر رقياً لم تظهر في استجابات الطلبة؛ ومن هذه الممارسات ما يتعلق برسم انتشار البيانات، وتحديد النقاط الشاذة، ورسم الانتشار، ثم وصل البيانات عن طريق خط يدل على العلاقة، أو رسم الانتشار وتحديد خط الملاءمة الأفضل واستغلال ذلك في بناء التعبير اللفظي الذي يدل (بصراحة ووضوح) على شكل العلاقة التي تم استنتاجها، ويظهر ذلك لدى طلبة الصفين التاسع والعاشر على حد سواء مما يشير إلى تقارب أداء طلبة الصفين من حيث التعامل مع التمثيلات الرياضية.

وتظهر النتائج السابقة عدم تحقيق الأهداف المعلنة لتعليم الرياضيات، والتفكير الرياضي المرتبطة بتطوير ممارسات الطلبة في بناء المجادلات العلمية المستندة على تحليل البيانات من خلال تطوير مهاراتهم في تمثيل المواقف من خلال الجداول، والرسوم، والتعبيرات اللفظية، والمعادلات الرياضية المعبرة عن العلاقات بين متغيرات تلك المواقف (NCTM, 1989)؛ فالنسبة المتدنية من الطلبة الذين قاموا ببناء جداول منظمة لعرض البيانات، ومحاولة اشتقاق استنتاجات علمية متصلة بتلك النتائج تدل على النتيجة. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة الدراسة التي أجراها روث ومكجن وبوين (Roth, McGinn & Bowen, 1998) إذ بينت تلك الدراسة أن نسبة قليلة من أفراد الدراسة تمكنوا من إظهار ممارسات راقية فيما يتصل باستخدام التمثيلات، والتعبيرات الرياضية على الرغم من أن أفراد الدراسة كانوا من المعلمين، وليسوا من طلبة المرحلة الأساسية كما في الدراسة الحالية مما يدل على أن الممارسات المتصلة بالتمثيلات الرياضية، واستخدامها في معالجة المواقف يتطلب بناء ثقافة بيداغوجية متجذرة لدى كل من المعلمين، والمتعلمين بشكل يسمح بتسهيل ظهورها في ممارسات المتعلمين.

ويعزّز الاستنتاجات السابقة ما ظهر في استجابة (٣٤,٣٣٪) من أفراد الدراسة من قفز مباشر إلى إطلاق تعبيرات كتابية عن العلاقة بين المتغيرين لا تستند على أية معالجة للبيانات التي يتضمنها الموقف؛ ويمكن تفسير هذا السلوك بالطرائق التي تدرّس وفقها العلوم الطبيعية، والاجتماعية والتي تقدّم للطلبة

كمجموعة من الحقائق وليست من خلال مشروعات استقصائية، كما أن التجريب المخبري الذي قد يتعرض الطلبة له لا يتعدى غاية التحقق من نتائج درسها الطالب سلفاً مما يفقد العمل المخبري غايته الرئيسة بوصفه مدخلاً استقصائياً يستنطق المتعلمون فيه الموقف الطبيعي لتعرف العلاقات التي تربط متغيراته. وقد يكون اعتماد الطالب في وصف العلاقة بين المتغيرين في الموقف المقدم له على معلومات يعرفها بخصوص أثر الضوء في النبات الأمر الذي لم يدفعه إلى إجراء أية معالجة للبيانات التي تضمنها الموقف.

ولعل النتائج السابقة تفسّر بما أشار إليه بوين وروث (Bowen & Roth, 2005) من تجذر الاعتقاد لدى الطلبة بمثالية المواقف الطبيعية بحيث يجب أن تعبر الرياضيات عنها بطريقة مثالية لا تتضمن أية بيانات شاذة؛ ويلاحظ من النتائج السابقة عدم ظهور أية ممارسات في استجابات الطلبة من نوع رسم خط الملاءمة الأفضل، أو تحديد النقاط الشاذة بما يشير إلى عدم مثالية البيانات في التعبير عن التمثيل الأقرب لشكل العلاقة بين المتغيرين. كما قد تفسّر هذه النتائج بالممارسات التي تتبعها كتب الرياضيات، والعلوم في تمثيل المواقف، والاقترانات الرياضية التي كثيراً ما تقدّم تمثيلات مثالية تماماً تدعم اعتقاد الطالب بمثالية الطبيعة، وخضوعها لتعبيرات، وتمثيلات رياضية صارمة.

١١-٢- النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني:

هل يختلف متوسط أداء طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن للتعامل مع التمثيلات الرياضية باختلاف مستوياتهم الدراسية (الصف التاسع، الصف العاشر)، أو مستوياتهم التحصيلية (مرتفع، متوسط، متدنٍ)؟

للإجابة عن هذا السؤال، دُرست إجابات الطلبة، وحُدِّد كل نمط من أنماط التعامل مع البيانات، والتمثيلات الرياضية وفق المحكّات المعتمدة لتصنيف الاستجابات (ملحق ٢)، والجدول رقم (٦) أدناه يبين متوسطات أداء الطلبة على الاختبار وفق فئات متغيري الصف الدراسي، والمستوى المعرفي إضافة إلى الانحرافات المعيارية للأداء.

الجدول (٦)

متوسطات أداء الطلبة على الاختبار وفق فئات متغيري الصف الدراسي والمستوى المعرفي

الصف	المستوى المعرفي	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	العدد
التاسع	مرتفع	٢,٨٦	٠,٩٦	٨٠
	متوسط	٢,٢٠	٠,٧٦	١٧٤

	متدن	١,٨٨	٠,٥٩	٦٧
	الكلي	٢,٣٠	٠,٨٦	٣٢١
العاشر	مرتفع	٣,٢٧	٠,٩٨	٦٢
	متوسط	٢,٦٤	٠,٨١	١٣٥
	متدن	٢,٤٥	٠,٨٠	٥٣
	الكلي	٢,٧٦	٠,٩٠	٢٥٠
الكلي	مرتفع	٣,٠٤	٠,٩٩	١٤٢
	متوسط	٢,٣٩	٠,٨١	٣٠٩
	متدن	٢,١٣	٠,٧٤	١٢٠
	الكلي	٢,٥٠	٠,٩٠	٥٧١

وللحكم على معنوية الفروق بين المتوسطات الحسابية لأداء الطلبة على الاختبار أُجري تحليل التباين الثنائي (٢ × ٣) والجدول (٧) الآتي يبين نتائج التحليل :

الجدول (٧)

تحليل التباين الثنائي (٢ × ٣) لأداء الطلبة على الاختبار وفق فئات متغيري الصف الدراسي والمستوى المعرفي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	حجم الأثر
الصف	٢٦,٦٧٣	١	٢٦,٦٧٣	٤٠,١٦٩	٠,٠٠٠	٠,٠٦٦
المستوى المعرفي	٥٩,٨٥١	٢	٢٩,٩٢٥	٤٥,٠٦٦	٠,٠٠٠	٠,١٣٨
الصف*المستوى المعرفي	٠,٤٩٨	٢	٠,٢٤٩	٠,٣٧٥	٠,٦٨٧	٠,٠٠١
الخطأ	٣٧٥,١٧٨	٥٦٥	٠,٦٦٤			
الكلي	٤٦٦,٧٥٠	٥٧٠				

تشير النتائج إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطات أداء الطلاب على الاختبار تعزى إلى الصف إذ بلغت قيمة ف (٤٠,١٦٩)، وهي ذات دلالة إحصائية (٠٠٠) وبالرجوع إلى الجدول (٦) يتبين أن الفروق لصالح الطلبة من الصف العاشر hg`dk fgy المتوسط الحسابي لأدائهم على الاختبار (٢,٧٦)، وهو أعلى من متوسط أداء زملائهم في الصف التاسع (٢,٣٠). كما أن حجم الأثر في أداء الطلبة على الاختبار الناتج من تأثير الصف قد بلغ (٠,٠٦٦).

وأشارت النتائج إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطات أداء الطلاب على الاختبار يعزى إلى المستوى المعرفي إذ بلغت قيمة ف (٤٥,٠٦٦) وهي ذات دلالة إحصائية (٠,٠٠٠). ولتحديد مصدر الفروق أجريت المقارنات البعدية باستخدام اختبار شافيه، والجدول رقم (٨) الآتي يوضح ذلك:

الجدول (٨)

المقارنات البعدية وفق اختبار شافيه بين متوسطات أداء الطلاب حسب فئات متغير المستوى المعرفي

المستوى المعرفي	المستوى المعرفي	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري	مستوى الدلالة
مرتفع التحصيل	متوسط التحصيل	٠,٦٥٠٧*	٠,٠٨٢٦٢	٠,٠٠٠
	متدني التحصيل	٠,٩٠٨٩*	٠,١٠١٠٤	٠,٠٠٠
متوسط التحصيل	مرتفع التحصيل	-٠,٦٥٠٧*	٠,٠٨٢٦٢	٠,٠٠٠
	متدني التحصيل	٠,٢٥٨٣*	٠,٠٨٧٦٥	٠,٠١٣

بالرجوع إلى الجدول أعلاه يتبين أن هناك فرقاً ذا دلالة إحصائية بين متوسط أداء الطلبة مرتفعي التحصيل إذا ما قورنوا بكل من نظرائهم متوسطي التحصيل، ومتدني التحصيل، ولصالح الطلبة مرتفعي التحصيل، كما أن هناك فرقاً ذا دلالة إحصائية بين متوسط أداء الطلبة متوسطي التحصيل إذا ما قورنوا بنظرائهم متدني التحصيل لصالح الطلبة متوسطي التحصيل.

أما حجم الأثر في أداء الطلبة على الاختبار والناتج من تأثير المستوى المعرفي فقد كان أعلى من حجم الأثر الناتج عن الصف؛ إذ بلغ (٠,١٣٨).

ولم يكن هناك أثر ذو دلالة إحصائية للتفاعل بين الصف، والمستوى المعرفي في التباين بين أداء الطلبة على الاختبار؛ إذ بلغت قيمة ف (٠,٣٧٥) وتقابل مستوى دلالة (٠,٦٨٧).

وتشير هذه النتائج إلى وجود تغيّر في ممارسات الطلاب المتصلة بالتعامل مع المواقف التي تتطلّب التعبير عن علاقات متغيراتها باستخدام البيانات، والتمثيلات الرياضية يمكن أن يعزى إلى التمدرس بكل مكوناته من مقررات دراسية، وأنشطة إثرائية وما إليها؛ وقد أظهرت النتائج فرقاً ذا دلالة إحصائية في متوسطات أداء المجموعتين (طلبة الصف العاشر وطلبة الصف التاسع) على المهمة الواردة في الاختبار. وتفسّر هذه النتيجة بزيادة الفرص التربوية التي تتوافر للطلبة في الصف العاشر للتعامل مع المواقف الطبيعية التي تستدعي استقصاءات علمية تقود إلى ممارسة جمع البيانات، وتبويبها وتمثيلها، والتعبير عنها بصور، وأشكال متعددة فضلاً عن استخدام هذه التمثيلات في اشتقاق الاستنتاجات المستندة إلى تحليل البيانات.

وقد تعلل بتعرّض طلبة الصف العاشر للتعامل مع الإحداثيات والمستوى الديكارتي، ورسم الاقترانات من خلال وحدة دراسية كاملة خاصة بالاقترانات، وهو الأمر الذي لا يتاح لنظرائهم من طلبة الصف

التاسع الذين لا يدرسون هذا الموضوع. ومع ظهور هذا التحسن، فالنتائج تتحدد بانخفاض تكرارات الطلبة الذين يستطيعون التعامل مع التمثيلات الرياضية تعاملاً يصل حد الإتقان المتقدم من نوع : رسم انتشار + تحديد نقاط الشذوذ (Outliers) + تعبير كتابي، أو رسم انتشار + خط لتوصيل النقاط + تعبير كتابي، أو رسم انتشار + خط الملاءمة الأفضل + تعبير كتابي والتي تعد درجات إتقان متقدمة.

ويمكن أن يعلل ذلك بعدم اهتمام المعلمين بتدريس المهارات الخاصة بتمثيل المواقف الطبيعية باستخدام التمثيلات الرياضية، وتوظيف تلك التمثيلات في صياغة ادعاءات علمية مستندة على البيانات بعد تحليلها؛ ويسهم ذلك في انتقال الطلاب من صف إلى الذي يليه بلا اكتساب لتلك المهارات، أو تعميقها، وتجويدها. وقد تعلل بطبيعة الفرص التي توفرها المقررات الدراسية التي يتعرض المتعلمون لها؛ فقد لا تسهم تلك المقررات – في تقدمها من صف إلى آخر — في تنمية ممارسات الطلاب فيما يتصل بتمثيل المواقف، وتحليل العلاقات بين متغيراتها، والتعبير عن البيانات بالتمثيلات الرياضية المناسبة، واشتقاق الاستنتاجات، والادعاءات العلمية المستندة على بيانات يتم تمثيلها، أو تحليلها بطرائق فاعلة.

١٢ – التوصيات:

في ضوء نتائج الدراسة، يوصي الباحثان بما يلي:

١٢–١– توفير فرص تربوية للمتعلمين تسمح لهم بالتعامل مع المواقف الطبيعية بما يحقق عمليات جمع البيانات، وتمثيلها، والتعبير عنها بتمثيلات رياضية متعددة، واشتقاق الادعاءات العلمية من هذه التمثيلات، وتقديمها للآخرين.

١٢–٢– بناء مصفوفة لمؤلفي الكتب الدراسية في الرياضيات، والعلوم تتيح لمصممي الخبرات التربوية التدرج في تقديم مهارات التعامل مع البيانات، والتمثيلات الرياضية المتعددة للمتعلمين بحيث تسمح بترقيتها، وتجويدها من صف إلى الذي يليه.

١٢–٣– إجراء المزيد من الدراسات فيما يخص تحليل كتب العلوم والرياضيات للوقوف على نوعية الممارسات التي تقدمها في مجال التعامل مع التمثيلات الرياضية إضافة إلى الدراسات التي تتعلق بمستويات المعلمين في امتلاك هذه الممارسات، والمهارات.

المراجع

المراجع العربية:

- وزارة التربية والتعليم. (٢٠٠٣). *الإطار العام للمناهج والتقويم* ، عمان، الأردن.

المراجع الأجنبية:

-Aberg-Bengtsson, L. & Ottosson, T. (2006). -What Lies behind Graphicacy? Relating Students' Results on a Test of Graphically Represented Quantitative Information to Formal Academic Achievement *Journal of Research in Science Teaching, 43(1*), 43–62 .

-American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

-Bowen, G., & Roth, W. (2005). Data and Graph Interpretation Practices among Preservice Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching,* 42 (10), 1063–1088.

-Bowen, G. Roth, W. and McGinn, M. (1999). Interpretations of Graphs by University Biology Students and Practicing Scientists: Toward a Social Practice View of Scientific Representation Practices, *Journal of Research in Science Teaching. 36(9),* 1020–1043.

-Crawford, B. (1999). Is it realistic to expect a preservice science teacher to create an inquiry based classroom*? Journal of Science Teacher Education, 10 (2),* 175–194.

-Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). (1998). *International handbook of science education.* Dordrecht: Kluwer Academic.

-Latour, B. (1987*). Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes, UK: Open University Press.

-Latour, B. (1993). La clef de Berlin et autres lec¸ons d'un amateur de *sciences [The key to Berlin and other lessons of a science lover]*. Paris: E ´ ditions la De´couverte.

-Lemke, J.L. (1998**).** *Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text*. In: J.R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading science* (87–113). London: Routledge.

-Melear, C.T; Goodlaxson, J.D; Warne, T.R. & Hickok, L.G. (2000). Teaching preservice science teachers how to do science: Responses to the research experience. *Journal of Science Teacher Education,* 11(1), 77–90.

-Murata, A. (2004). Paths to Learning Ten – Structured Understanding of Teen Sums: Addition Solution Methods of Japanese Grade 1 Students. *Cognition and Instruction*. 22 (2), 185 – 218.

-Murata, A. and Fuson, K. (2006). Teaching as Assisting Individual Constructive Paths Within an Interdependent Class Learning Zone: Japanese First Graders Learning to Add Using 10. *Journal of Research in Mathematics Education,* 37 (5), 421 – 456.

-National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

-National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

-Roth, W., Bowen, G., & McGinn, M. (1999). Differences in Graph-Related Practices between High School Biology Textbooks and Scientific Ecology Journals. *Journal of Research in Science Teaching.* 36(9), 977–1019.

-Roth, W. M. & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching,* 30 (2), 127–152.

-Roth, W. M. (2003**).** *Toward an anthropology of graphing*. Dordrecht: Kluwer Academic.

-Roth, W. M. (2004). Emergence of graphing practices in scientific research. *Journal of Cognition and Culture*, 4 (6), 595–627.

-Roth, W. M. & Bowen, G.M. (1994). Mathematization of experience in a Grade 8 openinquiry environment: An introduction to the representational practices of science. *Journal of Research in Science Teaching***,** 31 (3), 293–318.

-Roth, W. M.& Bowen, G.M. (1999). Digitizing lizards or the topology of vision in ecological fieldwork. *Social Studies of Science*, 29 (8), 719–764.

-Roth, W. M. McGinn, M.K. & Bowen, G.M. (1998). How prepared are preservice teachers to teach scientific inquiry? Levels of performance in scientific representation practices. *Journal of Science Teacher Education,* 9 (1), 25–48.

-Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics,* 90 (5), 403–418.

-Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice*? Science Education,* 87(2), 112–143.

-Windschitl, M. (2004). Folk theories of ‘‘inquiry’’: How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an a theoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5), 481–512.

-Wu, H. & Krajcik, J. (2006). Inscriptional Practices in Two Inquiry-Based Classrooms: A Case Study of Seventh Graders’ Use of Data Tables and Graphs**.** *Journal of Research in Science Teaching.* 43(1), 63–95.

-Yerushalmy, M. (2006). Slower Algebra Students Meet Faster Tools: Solving Algebra Word Problems With Graphing Software. *Journal of Research in Mathematics Education*, 37 (5), 356 – 387.

<< وصل هذا البحث إلى المجلة بتاريخ ٢٠١٠/٦/١١، وصدرت الموافقة على نشره بتاريخ ٢٠١١/١/٣ >>