تطوير اختبار لقياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن

د. إيمان رسمي عبد
قسم المناهج والتدريس
كلية العلوم التربوية والآداب- الأنروا
eabed67@yahoo.com

د. عبدالحافظ قاسم الشايب
قسم القياس والتقويم
كلية العلوم التربوية- جامعة آل البيت
Alshayeb99@yahoo.com

أ. د. فريد كامل أبو زينة
قسم المناهج والتدريس
كلية العلوم التربوية- جامعة عمَان العربية
fabuzeinah@yahoo.com

تطوير اختبار لقياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن

د. إيمان رسمي عبد
قسم المناهج والتدريس
كلية العلوم التربوية والآداب- الأنروا

د. عبدالحافظ قاسم الشايب
قسم القياس والتقويم
كلية العلوم التربوية- جامعة آل البيت

أ. د. فريد كامل أبو زينة
قسم المناهج والتدريس
كلية العلوم التربوية- جامعة عمّان العربية

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تطوير اختبار لقياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن والتحقق من فاعلية فقراته ودلالات صدقه وثباته. تكوّنت عيّنة الدراسة من (١١٤٧) طالباً وطالبة من طلبة الصفوف الثامن والتاسع والعاشر الأساسي في محافظة العاصمة للعام الدراسي ٢٠١٢/٢٠١٣، تم اختيارهم بالطريقة العشوائية العنقودية. وقد أمكن التحقق من فاعلية فقرات الاختبار الذي تكوّن في صورته النهائية من (٢٧) فقرة، حيث أشارت النتائج إلى أن الفقرات تتمتّع بمؤشرات تمييز مقبولة، وتمتد على متّصل الصعوبة بصورة مقبولةً أيضاً. كما أسفر التحليل عن وجود ثلاثة أبعاد للاختبار (الاستدلال المنطقي، الاستقراء والتعميم، النمذجة الشكلية والرمزية) يندرج ضمن كل بُعد منها عدد متفاوت من المهارات. وتبيّن أن الاختبار يتمتع بدلالة اتساق داخلي مقبولة حيث تراوحت معاملات كرونباخ - ألفا للأبعاد الثلاثة والدرجة الكلية بين (٠,٤٩٢ ، ٠,٦٤٩). كما أسفرت نتائج تحليل التباين الأحادي عن وجود فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات أداء أفراد الدراسة على كل بُعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكليّة على الاختبار تُعزى لمتغيّر الصف ولصالح الصف الأعلى. وأظهرت النتائج عدم وجود فروق جوهرية بين متوسطات درجات الإناث والذكور على أبعاد الاختبار الثلاثة.

الكلمات المفتاحية: مقياس، الرياضيات، معايير الرياضيات المدرسية.

* تاريخ تسلم البحث: ٢٠١٣/١١/٢٠م
* تاريخ قبوله للنشر: ٢٠١٤/٤/١٤م

Developing a Mathematical Thinking Test for High Basic Stage Students in Jordan

Dr. Eman R. Abed
Faculty of Educational Sciences & Arts
UNRWA - Jordan

Dr. Abdelhafez Q. Al-Shayeb
Faculty of Educational Sciences
Al al-Bayt Univrsity- Jordan

Prof. Farid K. Abu Zeineh
Faculty of Educational Sciences Amman Arabian University
Jordan – Amman

Abstract

This study aimed at developing a mathematical thinking test for high basic stage students in Jordan. A cluster random sample technique was used to collect data from (1147) male and female 8th, 9th, and 10th graders from six schools belonging to Amman first directorate during 2012/2013 scholastic year. Item analysis revealed an acceptable discrimination and difficulty indices. The final version of the test includes (27) items. Construct validity has been investigated through examining the test factor structure. The factor analysis identified three major factors: logical reasoning, induction and generalization, and modal and symbolic. The total score and the sub-scales internal consistency coefficients ranged between (0.492, 0.649) and were found to be acceptable. One-Way ANOVA results revealed significant mean score differences on each sub-test due to the academic level variable. While males exceed females on total score, there were no significant mean score differences between males and females on all sub-scales.

Keywords: scale, mathematics, standards of school mathematics.

تطوير اختبار لقياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن

د. إيمان رسمي عبد
قسم المناهج والتدريس
كلية العلوم التربوية والآداب- الأنروا

د. عبدالحافظ قاسم الشايب
قسم القياس والتقويم
كلية العلوم التربوية- جامعة آل البيت

أ. د. فريد كامل أبو زينة
قسم المناهج والتدريس
كلية العلوم التربوية- جامعة عمّان العربية

المقدمة:

يُعدّ التفكير أعلى مستويات النشاط العقلي وأعقد أشكال السلوك الإنساني، وأهم الخصائص التي تميز الإنسان عن غيره من المخلوقات. والتفكير عبارة عن سلسلة من النشاطات العقلية التي يقوم بها الدماغ عندما يتعرض لمثير يتم استقباله عن طريق واحدة أو أكثر من الحواس الخمس؛ اللمس والبصر والسمع والشم والذوق (جروان، ١٩٩٩، ص٣٣). ويعرّف التفكير بمعناه الواسع بأنه عملية بحث عن معنى في الموقف أو الخبرة (Barell, 1991, p.7).

أما حركة تعليم مهارات التفكير فهي من الحركات التربوية النشطة في العالم وقد جاء الاهتمام بها في إطار ما أحرزته نتائجها في دول العالم المتقدم، حيث تبين أنه بقدر ما يجري من العمل على تعليم الطلبة وإعدادهم كمفكرين جيدين بقدر ما ينعكس عليهم في مجال حياتهم (عبد الكبير ومقبل وطائع وحزام وعبدالله والهتاري وعيوري، ٢٠٠٨).

فنحن بحاجة للتفكير في البحث عن مصادر المعلومات، كما نحتاجه في اختيار المعلومات اللازمة للموقف واستخدام هذه المعلومات في معالجة المشكلات على أفضل وجه ممكن. فتعلّم كيفية معالجة المعرفة والخبرات تفوق في أهميتها أهمية المعرفة نفسها وكميتها، لذلك فإن تعلّم كيفية الحصول على المعلومة أهم من تعلّم المعلومة نفسها. ويذكر برونر (Bruner, 1966) في كتابه (نحو نظرية في التعلم) نحن لا نعلّم الطلبة موضوعاً لنجعل منهم مكتبات حية في ذلك الموضوع، ولكن لجعل الطالب يفكر وحده تفكيراً رياضياً، ولينظر إلى الأمور كما يفعل المؤرخون وليشارك في اكتساب المعرفة فالمعرفة عملية وليست نتاجاً.

إن الثورة العلمية والتكنولوجية تحتِم علينا أن نفكر مليًا في تنمية التفكير لدى طلبتنا

(Pape, Bell & Yetkin, 2003)، كما يجب تعليمهم كيف يفكرون حتى يتمكنوا من مواجهة التحديات والمشكلات التي فرضها التقدم العلمي والتقني (جروان، ١٩٩٩)، إذ إن النجاح في مواجهة هذه التحديات لا يعتمد على الكم المعرفي (زيتون، ٢٠٠٤)، بل يعتمد عل كيفية استخدام تلك المعرفة وتنظيمها وتوظيفها في حل المشكلات بسرعة وكفاءة، ويتطلب ذلك تطوير المناهج التعليمية وتحسينها باستمرار، بحيث تمكن الطلبة من كيفية التفكير في ضوء مستجدات العصر والارتقاء بمهاراتهم.

ويتركَز اهتمام المؤسسات التربوية بتنمية أنواع مختلفة من التفكير كالتفكير الناقد والتفكير الإبداعي والتفكير الرياضي والتفكير المنظومي والتفكير العلمي وذلك لأهميتها في تمكين الطلبة من خوض مجالات التنافس بشكل فعال (البكر، ٢٠٠٤) وتقديم المنظرين والقادة الذين يحتاجهم المجتمع (السرور، ٢٠٠٥).

هذا وتؤكد الاتجاهات الحديثة نحو مناهج الرياضيات وأساليب تدريسها أن الرياضيات أسلوب في التفكير، أساسه الفهم والمنطق ويعتمد الاكتشاف والمناقشة للوصول إلى الحل (عبد الكريم، ٢٠٠٣).

وقد ركزت معايير تدريس الرياضيات التي صدرت عن المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠٠٠ (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000, p.17-18) على تعزيز استراتيجيات التفكير والتبرير وتوظيفها، والتواصل الرياضي الفعَّال، وعلى العلاقات والروابط الرياضية، وما يتطلبه ذلك من سبر عمق الرياضيات، لتوظيفها في مهمات حياتية؛ وذلك استجابة لنداء حركة التطور العالمية التي تعكس حاجات المجتمع في عصر اقتصاد المعرفة وتكنولوجيا المعلومات.

ويُعد التفكير الرياضي أحد مجالات التفكير المختلفة، ويشير أبو زينة وعبابنة (٢٠٠٧) إلى أن التفكير الرياضي عملية يتم بها البحث عن معنى في موقف أو خبرة مرتبط بسياق رياضي، فهو تفكير في مجالات الرياضيات حيث تتمثل عناصر أو مكونات الموقف أو الخبرة في أعداد أو رموز أو أشكال أو مفاهيم رياضية، وهو يُعد أوسع أنواع التفكير حيث يمكن نمذجة وتمثيل العديد من المواقف والمشكلات. وأشارت كوسا (٢٠٠١) إلى وجهتي نظر تتعلقان بطبيعة التفكير الرياضي: أولهما أن التفكير الرياضي يختلف عن أنواع التفكير الأخرى بوجه عام، حيث يشتمل على مصطلحات محددة تحديدًا دقيقًا من حيث العلاقات بين الأعداد، والرموز، والمفاهيم التي يمكن تمثيلها إما بالرسم أو الأشكال الأخرى، وثانيهما أن التفكير الرياضي يؤكد على النشاط العقلي، أو الأساليب المستخدمة في تدريس الرياضيات، ويمكن أن يأخذ

التفكير الرياضي مكانه من خلال التركيز على الإجراءات المتبعة للوصول إلى نتيجة معينة (خوارزمية التفكير)، أو اكتشاف القاعدة (النمط) التي سوف تنظم أو تبني بعض المعلومات، أو استخدام الطرق الشكلية، وغير الشكلية للتحقق من صحة الفروض، أو استخدام الطرق والأساليب المقترحة العامة المساعدة في حل المشكلات بوجه عام، أو استخدام الاستقراء في تكوين العلاقات، أو استخدام المنطق الشكلي.

ويمكن اعتبار التفكير الرياضي ذلك التفكير المصاحب للفرد في مواجهة المشكلات والمسائل الرياضية في محاولة لحلها، وتحدّه عدة اعتبارات تتعلق بالعمليات العقلية التي تتكون منها عملية الحل والعمليات المنطقية التي تتكون منها عملية حل مسائل مختلفة الأنواع والعمليات الرياضية التي ينبغي استخدامها لدى مواجهة مشكلة أو مسألة رياضية (الخطيب، ٢٠٠٤).

كما يعد التفكير الرياضي من المهارات الرياضية التي يجب أن تحققها المناهج من خلال توجيه الطلبة نحو القيام بالتخمينات وجمع الأدلة وبناء الحجج لدعم الأفكار. ويشير ستيرنبرغ (Sternberg, 1997, p.19) في هذا المجال إلى ضرورة امتلاك المعلمين الخبرة الكافية لتعليم مهارات التفكير من خلال المادة الدراسية؛ ليتمكنوا من دمج هذه المهارات في تعليم محتوى المواد الدراسية التي يقومون بتعليمها للطلبة.

ويوفر التفكير الرياضي والبرهان طرقًا قوية لتطوير الأفكار عن ظواهر عديدة والتعبير عنها، وتعتبر القدرة على التفكير من القضايا المهمة لفهم الرياضيات (NCTM, 2000)، كما تصبح الرياضيات ذات معنى بالنسبة للطلبة من خلال تنمية الأفكار واكتشاف الظواهر وتفسير النتائج واستخدام التخمينات الرياضية في جميع مجالات المحتوى ولجميع الصفوف.

لكن تحديد ماهية التفكير الرياضي ما زال يعتريه الغموض، ويعزى ذلك إلى اختلاف توجهات الباحثين واهتماماتهم العلمية ومدارسهم الفكرية، كما وتختلف هذه النظرة باختلاف خبرة الشخص الأكاديمية والمهنية (Lutifyya, 1998; Lesh and Herel, 2003)؛ لذا قام عدد من الباحثين والمختصين في مناهج الرياضيات في السعي لوضع تعريف للتفكير الرياضي، وتحديد مظاهره ومهاراته بصورة واضحة، يسهل معها العمل على تنمية التفكير الرياضي وتطويره لدى الطلبة. ولكن على الرغم من تلك المحاولات، فإنه لا يمكن وضع إطار منطقي يوضح جميع أنماط التفكير الرياضي ومظاهره (Schurter, 2002).

وفي هذا الصدد قام شايلك وشنزيلر وشايلد (Schielack, Chancellor & Childs, 2000) بتصنيف مهارات التفكير الرياضي على النحو الآتي: الاستدلال، الذي يتضمن الوصول إلى التعميمات، والتعبير بالرموز، والتحليل المنطقي، الذي يتضمن مقارنة النتائج، والتجريد،

والنمذجة حيث تتضمن استخدام الصور، والجداول، والمخططات السهمية، والتمثيلات البيانية وغيرها.

وأشار كل من (أبو زينة وعبابنة، ٢٠٠٧؛ بدوي، ٢٠٠٨؛ Lutifyya, 1998) إلى التفكير الاستقرائي كأحد مهارات التفكير الرياضي حيث يبدأ المتعلم بفحص حالات معينة للوصول إلى خاتمة عامة ويتضمن ذلك إدراك الانتظام من خلال البحث الاستكشافي عن الأنماط ثم إيجاد واستنتاج التعميم والقاعدة. في حين أن التفكير الاستنتاجي الذي صنِّف كأحد مهارات التفكير الرياضي يبدأ فيه المتعلم بالقضايا أو الأحكام العامة للوصول إلى خاتمة أو نتيجة مرتبطة بحالة خاصة أو تطبيق الحالة العامة على أمثلة وحالات خاصة.

ويؤكد بتوكز وبتوكز (Petocz & Petocz, 1997) على أن البرهان الرياضي هو أحد أنماط التفكير الرياضي في حين يعتبره تال (Tall, 1991) قمة هرم مظاهر التفكير الرياضي وخلاصة التفكير الرياضي.

ويرى عباس والعبسي (٢٠٠٦) أن التفكير المنطقي الرياضي كمهارة تفكير لها علاقة بالذكاءات المتعددة يرتبط بمقدرة المتعلم على استخدام العمليات الحسابية وتصنيف البيانات وتبويبها واستخلاص نتائج الأشياء من مقدماتها بطريقة تخضع لقواعد المنطق المتفق عليها.

كما أشار بدوي (٢٠٠٨) إلى التفكير الحدسي (التخمين) كأحد مهارات التفكير الرياضي حيث يتطلب من الفرد إعطاء خاتمة عن المظاهر أو ما يشعر بكونه صحيحًا (فرضية) حيث يستلزم ذلك نظرة تأملية جاهزة لاتخاذ القرار بناء على ما هو واضح أو الإحساس حيث لا يكون هناك كل المعلومات الضرورية لاتخاذ القرار.

إن تنمية التفكير الرياضي أصبح موضع اهتمام المربين باعتباره سمة أساسية تساعد الإنسان في التفاعل مع مواقف الحياة المختلفة وتمكنه من حل المشكلات التي يواجهها، وتساعد في إعداده للحاضر والمستقبل (سعد وعبد الحميد، ٢٠٠٣؛ Martines & Martines, 2010).

ويتمثل الاهتمام بالتفكير الرياضي في السنوات الماضية من هذا القرن بشكل واضح في تزايد أعداد البحوث والدراسات التي تعالج هذا الموضوع من جوانب مختلفة. فعلى سبيل المثال، قام أبو زينة (١٩٨٦) بدراسة هدفت إلى تحديد النمو الحاصل في القدرة على التفكير الرياضي بتقدم الطلبة في الدراسة الأكاديمية، من المرحلة الثانوية الى مرحلة التعليم الجامعي، واستقصاء أثر نوع الدراسة في القدرة على التفكير الرياضي عند الطلبة، تكوَّنت عينة الدراسة من ٨٥٤ طالبا وطالبة من مرحلتي التعليم الثانوي والجامعي ضمن المستويات التالية (الصف العاشر والحادي عشر والثاني عشر) من المرحلة الثانوية من طلبة العلمي

والأدبي، أما من المرحلة الجامعية فقد ضمت العينة طلبة في السنة الدراسية الثانية بعد الثانوية العامة وآخرين من السنة الدراسية الرابعة بعد الثانوية العامة، وقد كانت مجالاتهم: جامعيون سنة ثانية ومعاهد معلمين وجامعيون تخصص رياضيات وجامعيون تخصص علوم. وقد أعد الباحث اختبارًا لقياس التفكير الرياضي تضمَّن المظاهر التالية: الاستقراء والتعميم والاستنتاج والتعبير بالرموز والمنطق الشكلي والبرهان. وقد دلَّت النتائج على تحسن ونمو في القدرة على التفكير الرياضي بتقدم الطلبة في الدراسة من المرحلة الثانوية إلى المرحلة الجامعية، وتفوق البرامج الأكاديمية الدراسية التي تتضمن أنشطة وخبرات موجهة في الرياضيات، على تلك البرامج التي لا تتوجه بشكل واضح نحو الرياضيات وأسلوبها في المناقشات والمحاكمات، حيث تفوق طلبة المسار العلمي على طلبة المسار الأدبي من المرحلة الثانوية، كما تفوق طلبة الجامعة في المرحلة المتوسطة على نظرائهم الطلبة في معاهد المعلمين. وقد اتفق ذلك مع نتائج بعض الدراسات إلى أن المستوى الصفي وموضوع المسألة وعدد المتغيرات يؤثر بشكل مباشر في التفكير الرياضي (Dobrynina, 2001). وبالمثل، أشارت بعض الدراسات إلى أن تطور القدرة على التفكير الرياضي يتأثر بنوع المنهاج ونوع الدراسة أو التخصص الذي يلتحق به الطالب في أثناء دراسته بالمرحلة الثانوية أو الجامعية وتتطور هذه القدرة مع التقدم في العمر (شطناوي، ١٩٨٢). وتبيَّن أيضاً أن تنمية التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية لا تتأثر بجنس الطالب، فقد قام لطفية (Lutifyya, 1998) بدراسة هدفت إلى تطوير أداة لقياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الثانوية، وتحديد بعض خصائص التفكير الرياضي لديهم، ودراسة أثر نوع الجنس والمستوى الصفي على التفكير الرياضي. وقد تكونت عينة الدراسة من ٢٣٩ طالباً وطالبة، كما أعد الباحث اختباراً من ٣٥ فقرة بواقع ٦ فقرات لكل خاصية من الخواص: التعميم، الاستقراء، الاستنتاج، الترميز، التفكير المنطقي و٥ فقرات لخاصية البرهان الرياضي. ولم تظهر النتائج أي أثر لنوع الجنس على أداة التفكير الرياضي أو التفاعل بين المستوى الصفي ونوع الجنس.

وأكدَّت بعض الدراسات فاعلية برامج مقترحة في تنمية مهارات التفكير الرياضي (هلال، ٢٠٠٢؛ الليثي، ١٩٩٩، منصور، ١٩٩٨)، وقد اتفق ذلك مع نتائج دراسة الخطيب (٢٠٠٤) إذ أجرى دراسة هدفت إلى التعرف على أثر برنامج تدريبي مقترح لمعلمي الرياضيات على تنمية القدرة على التفكير الرياضي وعلى التحصيل في الرياضيات، لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا، والمتمثلة في الصف التاسع الأساسي وأثر ذلك على نوع الجنس. تكونت عينة الدراسة من (٢٩١) طالبا وطالبة من طلبة الصف التاسع الأساسي في مدينة الزرقاء. قام الباحث

بإعداد برنامجاً لتدريب المعلمين تم التدرب عليه قبل بدء التجربة، وقد أعد الباحث اختباراً لقياس التفكير الرياضي، واختباراً تحصيلياً للمحتوى الرياضي. وأظهرت النتائج تفوق المجموعة التي تدربت على معالجة المواقف المتعلقة بمظاهر التفكير الرياضي، وأنه لا يوجد أثر للبرنامج التدريبي لمعلمي الرياضيات على نوع الجنس من حيث القدرة على التفكير الرياضي والتحصيل.

من ناحية أخرى، تبيَّن أن هنالك علاقة طردية قوية بين التحصيل في الرياضيات والتفكير الرياضي (Fennema, Carpenter, Frank, Levit, Jacobs & Empson, 1996).

وأجرى برنر (Burner, 1999) دراسة هدفت إلى مقارنة نوعية التمثيل الرياضي التي يستخدمها طلبة الصف السادس الأساسي في الولايات المتحدة بما يستخدمه طلبة من المستوى نفسه من الصين واليابان وتايوان، إذ اعتبر الباحث التمثيل أحد المكونات الأساسية للتفكير الرياضي محل المسألة، وبالتالي مركب أساسي للتحصيل الجيد. تكوَّنت عينة الدراسة من ٢٢٣٠ طالباً. وقد طور الباحث اختباراً تحصيلياً. أظهرت النتائج فرقا شاسعاً بين تحصيل طلبة دول شرق آسيا والولايات المتحدة في بنود التمثيلات وبنود الحلول ولصالح طلبة دول شرق آسيا ويشير هذا الفرق إلى أن طلبة هذه الدول لا يتمتعون بقاعدة عريضة وقوية من المهارات فقط وإنما بفهم مفاهيمي واضح لهذه المهارات، كما أعطت هذه الدراسة دليلاً قوياً على أن معرفة تفكير الأطفال أداة فعالة لتزويد المعلمين بالمعلومات الكافية لتعديل طرق تدريسهم وتغييرها، وقد أكدت هذه النتائج دراسة جينفا و كاي (Jinfa, 2000, Cai, 2000). وتشير دوبرينينا Dobrynina 2001)) إلى أن معرفة تفكير الأطفال يُعدّ أداة فعالة لتزويد المعلمين بالمعلومات الكافية لتعديل طرق تدريسهم وتغييرها حيث يطوّر المعلمون نماذج محدّدة مبنية على الأبحاث التي يتم توظيفها في الغرفة الصفية.

كما أكدت نتائج بعض الدراسات أن إدراك المعلمين لتفكير الطلبة وتدريبهم على تعليم التفكير يزيد من قدرة الطلبة على التفكير الرياضي (Kazemi, 1999; Buck, 1997; Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang and Ioef, 1989).

وأبرز البحث أيضًا أن بعض طرق التدريس تزيد من قدرة الطلبة على التفكير الرياضي مثل الاستقصاء وحل المشكلات وتدريس المنطق والتدريس المنظومي (حمادة، ٢٠٠٥؛ عبد، ٢٠٠٤؛ مخلوف، ٢٠٠٠؛ محمود، ١٩٩٩؛ Kathleen & Ann, 2001; Fennema et al, 1996). كما بيَّنت بعض الدراسات دور المناقشة الصفية والتفاعل الصفي في زيادة مستوى التفكير الرياضي لدى الطلبة (Aachy, 2001; Kazemi, 1999; Jane, Wheatley & Smith, 1994).

وأشارت نتائج بعض الدراسات إلى أن نمط التنشئة الاجتماعية والاتجاهات نحو الرياضيات تؤثر في مستوى القدرة على التفكير الرياضي (Fennema et al, 1996; Achy, 2001).

وبرغم تزايد الاهتمام بالتفكير الرياضي ومحاولات تطوير أدوات لقياسه، إلا أن جميع المحاولات تناولت عدداً محدوداً من مظاهر التفكير الرياضي، إذ لم يتجاوز عدد مظاهر التفكير التي اشتملت عليها معظم هذه المقاييس ثلاثة مظاهر باستثناء دراسة شطناوي (١٩٨٢)، ودراسة أبو زينة (١٩٨٦)، ودراسة (Lutifyya,1998) والتي اشتملت على ستة مظاهر للتفكير الرياضي، فيما اشتملت دراسة الخطيب (٢٠٠٤) على ثمانية مظاهر.

يتّضح مما تقدم أهمية التفكير الرياضي، إذ تبرز الحاجة إلى تطوير مقياس للتفكير الرياضي في مرحلة التعليم الأساسي بحيث يمكّن المختصين من تحديد مستوى التفكير الرياضي، والتنبؤ بالنجاح في الجوانب المختلفة من حياة الطالب ومعالجة نقاط الضعف. لهذا، سعت الدراسة الحالية إلى تطوير مقياس للتفكير الرياضي تتحقق له فاعلية فقرات ودلالات صدق وثبات تمكن من الوثوق به واستخدامه لأغراض التشخيص والتطوير التربوي.

مشكلة الدراسة:

تلعب الرياضيات دورًا رئيسًا في تنمية التفكير؛ فهي مادة دراسية غنيّة بالمواقف التي تحوي مشكلات يواجهها المتعلّم تتطلب حلولاً متنوعة وجديدة لكل موقف من تلك المواقف. وتتم عملية تنمية التفكير الرياضي كذلك من خلال المواقف التي يتلقاها المتعلّم في حياته اليومية والتي يمكن إعطاؤها معنى من خلال مجموعة الأنشطة والعمليات العقلية المكوّنة لهذا التفكير. وقد جاءت المعايير العالمية للمباحث المختلفة لتؤكد بعض الأهداف العريضة، مثل التعليم في عمق المعرفة، والتعليم الموجّه لحل المشكلات واتخاذ القرارات، والتعليم الذي يجسّد الحياة اليومية في مهمات وأنشطة توظّف التفكير والتواصل الرياضي (الصبّاغ، ٢٠٠٣).

وتُعدّ عملية تنمية التفكير الرياضي لدى الطلبة في كافة المراحل أحد الأهداف الخمسة الجديدة لتدريس الرياضيات، والتي صاغتها الجمعية الوطنية الأمريكية لمعلمي الرياضيات (NCTM, 2000). وقد كان من بين الأهداف التي وردت في مناهج الرياضيات للمرحلتين الأساسية والثانوية في الأردن أن ينمي الطالب قدرته على التفكير المنطقي والبرهان وأن يكتسب اتجاهات إيجابية نحو التساؤل والابتكار والبحث (علاونة، ٢٠٠٢). كما ركّز علماء النفس التربوي على ضرورة دراسة الأساليب المعرفية واستراتيجيات حل المشكلة بوصفها من أبرز مكوّنات التفكير اللازم للتعلّم والتعليم (علاونة، ٢٠٠٢).

هذا وتتناول المناهج التعليمية في الرياضيات موضوعات مختلفة ضمن محاور المحتوى التي تبنتها معايير تدريس الرياضيات العالمية (NCTM, 2000)، فيغطي المنهاج الأردني مثلاً في الصف الثامن الموضوعات الآتية: الأعداد الحقيقية، المتغيرات والمعادلات والمتباينات، المساحات والحجوم، الإنشاءات والتحويلات الهندسية. ويغطي الموضوعات الآتية في الصف التاسع: العلاقات والاقترانات التربيعية، تحليل المقادير الجبرية إلى عواملها الأولية، النسب المثلثية الأساسية، العلاقات الهندسية المتعلقة بالتطابق والتشابه والتكافؤ، مقاييس النزعة المركزية، وتطبيق مفاهيم أساسية في الاحتمالات. في حين يغطي المنهاج الموضوعات الآتية في الصف العاشر: تطبيقات اقتصادية (رياضيات مالية)، المصفوفات، المساحات ومساحة السطح والأحجام للأشكال الهندسية المتشابهة والمجسمات، توسيع مفهوم الجيب وجيب التمام للزوايا حتى ١٨٠ درجة، خصائص هندسية للدائرة، مقاييس التشتت، واحتمالات الحوادث.

إن شعور الباحثين بالمشكلات التي تواجه المعلمين والطلبة على حد سواء في تعليم وتعلّم الرياضيات، وشعورهم بأهمية تنمية التفكير الرياضي لدى الطلبة في معالجة تلك المشكلات وذلك من خلال تعريف معلمي الرياضيات بمظاهر التفكير الرياضي، واقتراح طرائق لمعالجة المواقف الرياضية المتعلقة بمظاهر التفكير الرياضي دفعهم إلى إجراء هذه الدراسة التي استهدفت بشكل أساسي تطوير اختبار يقيس مظاهر التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن. وبالتحديد، فقد حاولت الدراسة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

أسئلة الدراسة:

١- ما فاعلية فقرات الاختبار الحالي في قياس التفكير الرياضي لطلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن؟

٢- ما دلالات صدق اختبار التفكير الرياضي على عينة من طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن؟

٣- ما دلالات ثبات اختبار التفكير الرياضي على عينة من طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن؟

٤- هل تختلف درجات الأفراد على الاختبار الحالي في قياس التفكير الرياضي باختلاف الصف؟

٥- هل تختلف درجات الأفراد على الاختبار الحالي في قياس التفكير الرياضي باختلاف النوع الاجتماعي؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى ما يلي:

١- تحديد درجة فاعلية فقرات الاختبار الحالي في قياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن.

٢- تحديد دلالات صدق اختبار التفكير الرياضي على عينة من طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن.

٣- تحديد دلالات ثبات اختبار التفكير الرياضي على عينة من طلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن.

٤- تعرُّف الفروق بين أداء طلبة الصفوف الثامن والتاسع والعاشر على اختبار التفكير الرياضي الحالي.

٥- تعرُّف الفروق بين أداء الذكور والإناث على اختبار التفكير الرياضي الحالي.

أهمية الدراسة:

انطلاقاً من أهمية التفكير الرياضي، تأتي هذه الدراسة لتوفّر بصورة مباشرة دليلاً عملياً للكشف عن مستوى القدرة على التفكير الرياضي التي تساعد بدورها على الفهم المعمّق لمادة الرياضيات، إذ أن المعلمين مسؤولون عن نوعية المهمات الرياضية التي يشارك بها الطلبة، ويلعبون دوراً أساسياً في رعاية فهم الطلبة الرياضي وتواصله. هذا بالإضافة إلى أنها محاولة لتوفير مقياس للتفكير الرياضي يتضمن عدداً من مظاهر التفكير الرياضي بصورة تفصيلية تتحدّد فيه مكوّنات التفكير الرياضي وأبعاده. الأمر الذي يقود إلى تخطيط برامج أكثر فاعلية في عملية إعداد المعلمين وتدريبهم، وفي توجيه تدريب المعلمين على المعايير وبناء نماذج تثير التفكير. وقد تفيد نتائج هذه الدراسة بشكل غير مباشر في تطوير مناهج وكتب الرياضيات المدرسية، وتضمين أدلة المعلمين أنشطة ملائمة لمستويات التفكير المختلفة. وقد تفتح هذه الدراسة آفاقاً جديدة في البحث عن استراتيجيات ينبغي على المعلمين التركيز عليها في تدريسهم الصفي لتنمية تفكير الطلبة وأهميته في تعليم المحتوى الرياضي.

التعريفات الاجرائية:

التفكير الرياضي: ويعرّف مفاهيمياً بأنه القدرة على بناء الفرضيات واستخلاص النتائج ومحاكمتها باستخدام خصائص وعلاقات رياضية، ويُحدّد بالمظاهر الآتية: التعميم وهو

القدرة على صياغة علاقة أو منطوقة عامة عن طريق الاستقراء، والاستقراء وهو الوصول إلى أحكام عامة أو نتائج اعتماداً على حالات خاصة أو جزئيات من الحالة العامة، والاستنتاج وهو الوصول إلى نتيجة خاصة اعتماداً على مبدأ عام أو مفروض وتعميمه، والتعبير بالرموز وهو التفكير من خلال الرموز والمجرّدات وليس من خلال البيانات المحسوسة، والنمذجة وهي التمثيل الرياضي للعناصر والعلاقات في نسخة مثالية من ظاهرة معقّدة، والتخمين وهو الحزر الواعي المؤدي والطريق الرئيس للاكتشاف، والبرهان الرياضي وهو الدليل أو الحجة لبيان صحة عبارة تنبع من صحة فرضيات سابقة لها، والتفكير المنطقي وهو قدرة عقلية تمكّن الفرد من الانتقال من المعلوم إلى غير المعلوم مسترشداً بقواعد ومبادئ المنطق (NCTM, 2000, P. 53). أما التعريف الإجرائي للتفكير الرياضي في سياق هذه الدراسة فهو عبارة عن درجة الطالب المتحقّقة على اختبار التفكير الرياضي الذي أعدّه الباحثون.

تطوير الاختبار: ويعرّف إجرائيًا بأنه إعداد فقرات تتوفر فيها الخصائص السيكومترية المطلوبة من معاملات تمييز لا تقل عن ٠,١٠ ومتوسط معاملات صعوبة لا تزيد عن ٠,٨٠ وفاعلية بدائل مناسبة لكي يكتسب الاختبار دلالات من الصدق والثبات بدرجة مقبولة.

طلبة المرحلة الأساسية العليا: وهم طلبة الصفوف الثامن والتاسع والعاشر الأساسي في الأردن والتي تتراوح أعمارهم بين (١٤- ١٦) سنة.

حدود الدراسة:

يتحدّد تفسير وتعميم نتائج هذه الدراسة في ضوء اقتصارها على عينة من طلبة المدارس الحكومية في محافظة العاصمة التابعة لوزارة التربية والتعليم في الأردن في الصفوف الثامن والتاسع والعاشر الأساسي للعام الدراسي ٢٠١٢/٢٠١٣.

الطريقة والإجراءات:

مجتمع الدراسة

تكوّن مجتمع الدراسة من (٢٢٨٣٠) طالباً وطالبة من الطلبة المسجلين في الصفوف الثامن والتاسع والعاشر الأساسي في المدارس التابعة لمديرية تربية عمّان الأولى في محافظة العاصمة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٢/٢٠١٣، موزعين حسب متغير النوع الاجتماعي إلى (١١٣١٧) طلاب ذكور و(١١٥١٣) طالبات إناث.

عينة الدراسة:

تكوّنت عيّنة الدراسة من (١١٤٧) طالباً وطالبة من طلبة الصفوف الثامن والتاسع والعاشر الأساسي من ثلاث مدارس للإناث وثلاث مدارس للذكور من المدارس التابعة لمديرية تربية عمّان الأولى في محافظة العاصمة، حيث تمّ اختيار المدارس بصورة قصدية من بين المدارس التي أبدى مديروها تعاوناً مع الباحثين، وتمّ اختيار الشعب من تلك المدارس بصورة عشوائية. ويبيّن الجدول (١) توزيع أفراد الدراسة بحسب متغيّري المستوى الدراسي (الصف)، والنوع الاجتماعي.

جدول (١)
توزيع أفراد عينة الدراسة بحسب متغيّري الصف والنوع الاجتماعي

النوع الاجتماعي	الصف			المجموع
	الثامن	التاسع	العاشر	
إناث	٢٤٩	١٦٠	١٧٠	٥٧٩
ذكور	٢٠٤	١٦٥	١٩٩	٥٦٨
المجموع	٤٥٣	٣٢٥	٣٦٩	١١٤٧

إجراءات تطوير الاختبار

في المرحلة الأولى من تطوير الاختبار، تمّ تحديد ثمانية مظاهر للتفكير الرياضي المراد بناء الاختبار في ضوئها وقد تم الاستفادة من مراجعة الدراسات التي تناولت التفكير الرياضي ودراسة الأدبيات التي تناولت مهاراته ومظاهره (أبو زينة، ١٩٨٦؛ Lutifyya, 1998؛ الخطيب، ٢٠٠٤، بدوي، ٢٠٠٨)، حيث تمّ التمييز بين نوعين من أنواع التفكير الرياضي هما التفكير الحدسي ويشمل (الاستقراء، والتعميم، والتعبير بالرموز، والنمذجة، والتخمين) ويمكن اكتسابه من خلال الخبرات المباشرة للمتعلّم وتعامله مع الأشياء مباشرة، وهو عامل مهم جداً لبناء الثقة بالنفس؛ والتفكير التحليلي ويشمل (الاستنتاج، والتفكير المنطقي، والبرهان الرياضي)، ويقوم على التفكير الاستنتاجي المبني على الافتراضات الرياضية، ويسير وفق خطوات متسلسلة ومتتابعة (Bruner, 1963).

وفي المرحلة الثانية، تمّت صياغة فقرات الاختبار بصورته الأوليّة والتي تكوّنت من (٣٠) فقرة موزّعة على المظاهر الثمانية السابقة بواقع أربع فقرات لكل مظهر من مظاهر الاستقراء، والتعميم، والنمذجة ، والتعبير بالرموز؛ وثلاث فقرات لكل من التخمين، والتفكير المنطقي، والبرهان الرياضي، وخمس فقرات للاستنتاج. وقد تمّ استخدام أسئلة الاختيار من متعدّد في

صياغة بعض الفقرات، وأسئلة الإكمال عند صياغة البعض الآخر. أما محتوى الاختبار، فقد اعتمد على أفكار رياضية عامة من خلال الاسترشاد باختبار أبو زينة (١٩٨٦)، وروعي عدم الاعتماد على المنهاج المدرسي لمرحلة ما. و هذه المظاهر الثمانية على النحو التالي:

١. الاستقراء: وهو الوصول إلى الأحكام العامة أو النتائج اعتماداً على حالات خاصة أو جزئيات من الحالة العامة، من مثل: اكتب الحد التالي في متتالية الأعداد:

٢، ٣، ٥، ٨، ١٣، .....

٢. التعميم: صياغة علاقة أو منطوقة عامة عن طريق الاستقراء، من مثل:

عدد أحرف الهرم الثلاثي= ٦، وعدد أحرف الهرم الرباعي= ٨، وعدد أحرف الهرم الخماسي= ١٠. اكتب قاعدة عدد أحرف الهرم النوني.

عدد أحرف الهرم الذي عدد أضلاع قاعدته ن = ...

٣. التعبير بالرموز: وهو الكتابة أو التعبير باستخدام الرموز والمجردات أو الألفاظ الكلامية، من مثل:

إذا كان عمر والد سعيد يزيد (٣) أعوام على أربعة أمثال عمر ابنه، إذا رمزنا لعمر والد سعيد بالرمز ص، ولعمر سعيد بالرمز س، فعبِّر عن عمر الوالد بدلالة عمر الابن، أي عبَّر عن ص بدلالة س.

ص = ...

٤. الاستنتاج: وهو الوصول إلى نتيجة خاصة اعتماداً على مبدأ عام أو مفروض، من مثل:

مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع الذي عدد أضلاعه ن يساوي (٢ن – ٤) زاوية قائمة، المضلع الذي مجموع قياسات زواياه (١٤) زاوية قائمة هو مضلع

أ) سباعي ب) ثماني

جـ) تساعي د) عشاري

٥. التخمين: هو الحزر الواعي أو التقدير للكم بالحدس ودون الانتظار لنتيجة التحليل، من مثل:

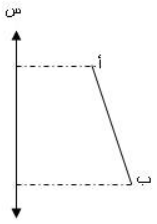
تصب حنفيتا ماء في حوض. إذا فتحت الحنفية الأولى فإنها تملأ البركة في (٣) ساعات، وإذا فتحت الثانية لوحدها تملؤه في (٦) ساعات، فإذا فتحت الحنفيتان معا فإن البركة تمتليء في:

أ) ٤،٥ ساعة ب) ٢،٥ ساعة

جـ) ١،٥ ساعة د) ٢ ساعة

٦. النمذجة: ويعني التمثيل الرياضي للعناصر والعلاقات في نسخة مثالية من ظاهرة أو علاقة،

من مثل: إذا دار الخط أ ب دورة كاملة حول المحور س، فإن الشكل الناتج:



أ) مخروط مائل ب) مخروط ناقص

جـ) قرص دائري د) أسطوانة مائلة

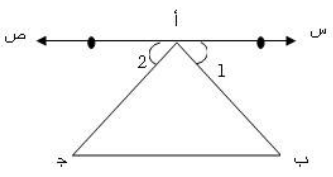
٧. التفكير المنطقي: هو قدرة عقلية تمكن الفرد من الانتقال المقصود من المعلوم إلى غير المعلوم مسترشداً بقواعد ومبادئ المنطق المتفق عليها، من مثل: إذا لعب الفريقان المباراة يوم الخميس يفوز أ، وإذا لعب الفريقان يوم السبت يفوز ب. جرت المباراة في يوم (غير معروف) وفاز الفريق أ، المباراة جرت:

أ) يوم الجمعة ب) يوم الأربعاء

جـ) يوم الأحد د) أحد أيام الأسبوع عدا السبت

٨. البرهان الرياضي: هو الدليل أو الحجة لبيان أن صحة عبارة تنبع من صحة عبارات سابقة لها، من مثل: لإثبات أن مجموع قياسات زوايا المثلث يساوي ١٨٠°.

نرسم خطاً موازياً للضلع ب جـ من الرأس أ كما في الشكل المجاور، يستمر البرهان على النحو التالي:



∠ ١ = ∠ ٢ ب بالتبادل (س ص // ب جـ)

..... والسبب .....

بعد ذلك تمّ عرض الفقرات على مجموعة مكوّنة من (٨) خبراء ومختصين في مجال الرياضيات وأساليب تدريسها، لإبداء آرائهم حول وضوح الصياغة اللغوية للفقرات، ومدى تمثيلها للمظهر الذي تندرج ضمنه، ومدى مناسبتها لطلبة الصفوف الثلاثة (الثامن، والتاسع، والعاشر)، بالإضافة إلى أية مقترحات وملاحظات أخرى حول الاختبار. وقد تم الأخذ بالمقترحات التي أبداها الخبراء، وتمّ إجراء التعديلات المناسبة على بعض الفقرات. وأعتبر ذلك دليلاً على صدق محتوى الاختبار. أما بالنسبة لتصحيح الاختبار، فقد أعطيت الإجابة الصحيحة عن كل فقرة درجة واحدة، والإجابة الخاطئة صفراً. ويبين الجدول (٢) توزيع فقرات الاختبار على مظاهر التفكير الرياضي.

جدول (٢)
توزيع فقرات الاختبار على مظاهر التفكير الرياضي

مظاهر التفكير الرياضي	أرقام الفقرات التي تنتمي لكل مظهر
الاستقراء	١، ٢، ١٣، ٢٣
التعميم	٥، ٨، ١٤، ٢٦
التعبير بالرموز	٣، ٦، ١٥، ٢٢
النمذجة	١٦، ١٩، ٢٠، ٢٥
التخمين	٩، ١١، ٢٨
التفكير المنطقي	١٧، ٢٩، ٣٠
البرهان الرياضي	٧، ١٨، ٢٧
الاستنتاج	٤، ١٠، ١٢، ٢١، ٢٤

المعالجة الإحصائية

للإجابة عن السؤال الأول تم حساب معاملات التمييز والصعوبة لكل فقرة من فقرات الاختبار والتحقق من فعالية البدائل، وتمّ حساب معاملات الارتباط بين أداء الأفراد على فقرات الاختبار للإجابة عن السؤال الثاني. كما تمّ حساب معاملات الاتساق الداخلي باستخدام معادلة كرونباخ – ألفا لكل بُعد من الأبعاد الثلاثة للاختبار وللدرجة الكليّة للإجابة عن السؤال الثالث. وللإجابة عن السؤال الرابع تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، ونتائج تحليل التباين الأحادي ANOVA. كما تم استخدام الإحصائي "ت" للعيّنات المستقلة للكشف عن دلالة الفروق بين متوسطات أداء الإناث والذكور على أبعاد الاختبار والدرجة الكلية للإجابة عن السؤال الخامس.

نتائج الدراسة:

استهدفت الدراسة الحالية تطوير اختباراً لقياس التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في الصفوف (الثامن، والتاسع، والعاشر) في الأردن. وفيما يأتي النتائج التي أسفرت عنها الدراسة مرتّبة وفقاً لتسلسل أسئلة الدراسة:

أولاً- للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة المتعلق بفاعلية فقرات الاختبار الحالي في قياس التفكير الرياضي لطلبة المرحلة الأساسية العليا في الأردن، تمّ حساب معاملات التمييز والصعوبة لكل فقرة من فقرات الاختبار، حيث تمّ حساب معامل الارتباط الثنائي المتسلسل النقطي المصحّح corrected item-total point-biserial rpb بين الأداء على

الفقرة والدرجة الكليّة على الاختبار كمؤشر على تمييزها، فيما تمّ حساب متوسط الأداء على الفقرة والمعبّر عنه بنسبة الأفراد الذين أجابوا إجابة صحيحة عنها كمؤشر على صعوبتها (p)، ويوضّح الجدول (٣) هذه المعاملات.

جدول (٣)
معاملات التمييز (rpb) والصعوبة (p) لفقرات اختبار التفكير الرياضي

الفقرة	rpb	p	الفقرة	rpb	p
١	٠,١٦	٠,٩٣	١٦	٠,٠٩	٠,٧٠
٢	-٠,٠٥	٠,٧١	١٧	٠,٢٢	٠,٧٩
٣	٠,١٧	٠,٨٣	١٨	٠,٢٢	٠,٧٢
٤	٠,٢٤	٠,٧١	١٩	٠,٢١	٠,٧٣
٥	٠,١٨	٠,٧٢	٢٠	٠,٢٢	٠,٧٧
٦	٠,٢٤	٠,٧٥	٢١	٠,٢١	٠,٦٨
٧	٠,٢١	٠,٧٨	٢٢	٠,١٨	٠,٧٣
٨	٠,١٧	٠,٦٨	٢٣	٠,٢٧	٠,٥٩
٩	٠,٠٦	٠,٦٣	٢٤	٠,٢٨	٠,٦٤
١٠	٠,٢٧	٠,٧٦	٢٥	٠,٤١	٠,٦٦
١١	٠,٢٤	٠,٦٦	٢٦	٠,٢٨	٠,٤٣
١٢	٠,٢٨	٠,٧٦	٢٧	٠,٣٠	٠,٤٤
١٣	٠,٢١	٠,٦٣	٢٨	٠,٤٠	٠,٥٥
١٤	٠,٢٢	٠,٦٥	٢٩	٠,٢٥	٠,٦٧
١٥	٠,٢٨	٠,٦٩	٣٠	٠,٣٩	٠,٤٨

يتّضح من الجدول (٣) أن معاملات تمييز فقرات الاختبار تراوحت بين (- ٠,٠٥) للفقرة (٢) و (٠,٤١) للفقرة (٢٥). ويتبيّن من الجدول أن هناك ثلاث فقرات من فقرات الاختبار منخفضة التمييز وهي الفقرات (٢، ٩، ١٦) والتي تنتمي لمظاهر (الاستقراء، والتخمين، والنمذجة على الترتيب) مما استدعى حذفها من الاختبار بصورته النهائية حيث يُستحسن حذف الفقرة التي يؤدي حذفها إلى زيادة معامل ثبات الاتساق الداخلي المصحّح للاختبار بما يزيد عن (٠,١٠) (Allen & Yen, 1979). وبهذا، فقد تراوحت معاملات تمييز الفقرات السبع والعشرون المتبقية بعد حذف الفقرات الثلاث من الاختبار بين (٠,١٦) للفقرة (١) و(٠,٤١) للفقرة (٢٥). ويُلاحظ من الجدول أيضاً أن معاملات صعوبة الفقرات السبع والعشرون التي تشكّل الصورة النهائية للاختبار امتدت على مدى مقبول من الصعوبة، حيث

تراوحت هذه المعاملات بين (٠,٩٣) للفقرة (١) و (٠,٤٣) للفقرة (٢٦)، وقد بلغ متوسط معاملات صعوبة الفقرات السبع والعشرين (٠,٦٨) مما يُشير إلى أن الاختبار يتمتع بدرجة مقبولة من الصعوبة ويناسب الفئة العمرية المستهدفة. وفيما يتعلق بفعالية البدائل لفقرات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد فقد أشارت نتائج التحليل أن البدائل الخطأ قد أخذت احتمالات متساوية تقريبًا مما يشير إلى أن بدائل هذه الفقرات تتمتع بفعالية مناسبة.

ثانياً- للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة الدراسة المتعلق بدلالات صدق الاختبار، تمّ التحقّق من دلالة صدق بناء المقياس باستخدام أسلوب التحليل العاملي الاستكشافي. ولهذا الغرض، تمّ حساب معاملات الارتباط بين أداء الأفراد على فقرات الاختبار السبع والعشرين التي تمّ الاحتفاظ بها استنادًا إلى نتائج تحليل الفقرات. وقد تراوحت قيم معاملات الارتباط بين (٠,١٧ و ٠,٤٣) وهي جميعها ذات دلالة إحصائية بمستوى يقل عن (٠,٠٥)، مما يُشير إلى أن فقرات الاختبار تقيس السمة ذاتها، ولا يوجد ما يبرّر حذف أي فقرة من فقرات الاختبار في هذه المرحلة (Field, 2005). بالإضافة لذلك، أشارت قيم مصفوفة معاملات الارتباط المحسوبة بين استجابات أفراد الدراسة لفقرات الاختبار إلى خلو المصفوفة من معاملات ارتباط تامة مما يوفّر أساساً سليماً لاستخدام أسلوب التحليل العاملي، ويمكّن من الكشف عن إسهام كل فقرة من فقرات الاختبار في تفسير البناء العاملي للاختبار. وقد تأكد هذا من خلال تفحّص قيمة محدّد مصفوفة معاملات الارتباط بين استجابات أفراد الدراسة لفقرات الاختبار والتي بلغت (٠,٠٥٨) وهي تزيد عن الحدّ الأدنى المقبول وهو (٠,٠٠٠٠١) (Field, 2005). من جانب آخر، بلغت قيمة مؤشر (Kaiser-Meyer-Olkin KMO) للكشف عن كفاية حجم العيّنة وملاءمة البيانات للتحليل العاملي (٠,٦٥٦) وهي تزيد عن الحد الأدنى المقبول لاستخدام التحليل العاملي وهو (٠,٥٠) (Field, 2005).

وبعد التأكد من ملاءمة البيانات لأسلوب التحليل العاملي، تمّ إخضاع مصفوفة معاملات الارتباط بين استجابات جميع أفراد الدراسة البالغ عددهم (١١٤٧) فردًا للتحليل العاملي باستخدام أسلوب تحليل المكوّنات الأساسية Principal Components Analysis PCA. وتدوير المحاور تدويراً متعامداً باستخدام طريقة Varimax، وذلك بهدف توفير درجة أفضل من التفسير للبناء العاملي المستخلص قبل التدوير. وقد أمكن استخلاص ثلاثة عوامل يقيسها اختبار التفكير الرياضي تفسّر ما مجموعه (٢٣,٩٤٨٪) من التباين الكلي في أداء أفراد الدراسة على الاختبار وهي الاستدلال المنطقي، والاستقراء والتعميم، والنمذجة الشكلية والرمزية. ويوضّح الجدول (٤) البناء العاملي للاختبار المستخلص من التحليل.

جدول (٤)
قيم الجذور الكامنة ونسب التباين المفسّر للعوامل المستخلصة بعد تدوير المحاور تدويراً متعامداً

العامل	الجذر الكامن	نسبة التباين المفسّر	نسبة التباين التراكمي المفسر
الاستدلال المنطقي	٢,٣٩٠	٨,٨٥٢	٨,٨٥٢
الاستقراء والتعميم	٢,٠٤٩	٧,٥٨٨	١٦,٤٤٠
النمذجة الشكلية والرمزية	٢,٠٢٧	٧,٥٠٨	٢٣,٩٤٨

ولتحديد هوية العوامل المستخلصة والفقرات التي تتشبع بكل منها، فقد حُسبت قيم تشبّع كل فقرة من فقرات الاختبار بكل عامل من العوامل الثلاثة، ويبيّن الجدول (٥) هذه القيم.

جدول (٥)
قيم تشبّع فقرات الاختبار بالعوامل الثلاثة المستخلصة من التحليل العاملي

الفقرة	العامل		
	الاستدلال المنطقي	الاستقراء والتعميم	النمذجة الشكلية والرمزية
١	٠,١٩٤	٠,٣٤١	٠,٠٥٦
٣	٠,٠٥٢	٠,٠١٤	٠,٥٣١
٤	٠,٥١٩	٠,٢١٠	٠,٠٥٤
٥	٠,١٠٣	٠,٤٨٩	٠,٠٥١
٦	٠,٠٧٨	٠,٠٤٥	٠,٣٣٩
٧	٠,٣٢٧	٠,٠٩٣	٠,٠٧٣
٨	٠,٠٩١	٠,٤٦١	٠,١٣٩
١٠	٠,٤٥٣	٠,٠٥٠	٠,٢٣٢
١١	٠,١٣٦	٠,٤٥٥	٠,١٠٣
١٢	٠,٥٠٨	٠,١٨٣	٠,٢٤٧
١٣	٠,٠٤٢	٠,٣٦٤	٠,١٦٥
١٤	٠,٠٠٧	٠,٣١٧	٠,٢٦٤
١٥	٠,٠٢٤	٠,٢٢٧	٠,٤٩١
١٧	٠,٣٧٤	٠,٠٤٧	٠,٠٦٣
١٨	٠,٣٣٧	٠,٠٦٧	٠,٢٢١
١٩	٠,٠٥٦	٠,٠٧٥	٠,٣٩٠
٢٠	٠,٢٤٧	٠,٠٠٧	٠,٣٠٧
٢١	٠,٣٠٥	٠,٠٦٩	٠,١٠٢
٢٢	٠,٠٨٩	٠,٢٦٦	٠,٦٠٢
٢٣	٠,٢٥٢	٠,٥١٣	٠,٠٦٨
٢٤	٠,٥٢٣	٠,٢١٢	٠,٠٩٤
٢٥	٠,٢٣٥	٠,٣٣١	٠,٤٦٧
٢٦	٠,٢٠٩	٠,٤٦٨	٠,٠٧٨

تابع جدول (٥)

الفقرة	العامل		
	الاستدلال المنطقي	الاستقراء والتعميم	النمذجة الشكلية والرمزية
٢٧	٠,٤١٥	٠,١٥٨	٠,١٧٠
٢٨	٠,٣١٤	٠,٢٥١	٠,٤٢٩
٢٩	٠,٤٩٩	٠,٠٠٠	٠,١٠٥
٣٠	٠,٤٦٦	٠,٢٦٧	٠,١٨١

ولفرز الفقرات بحسب قيم تشبّعاتها على العوامل المختلفة، فقد تمّ استخدام معيار جيلفورد Guilford الذي يُشير إلى أن الفقرة تنتمي لعامل معيّن إذا كان تشبّعها بهذا العامل أكبر من (٠,٣٠). وفي ضوء ذلك، تبيّن أن الفقرتين (٢٥، ٢٨) تشبعتا بعاملين اثنين حيث تشبّعت الفقرة (٢٥) بالعاملين الثاني (الاستقراء والتعميم) والثالث (النمذجة الشكلية والرمزية)، بينما تشبّعت الفقرة (٢٨) بالعاملين الأول (الاستدلال المنطقي) والثاني (الاستقراء والتعميم). ومع هذا يمكن القول أن الفقرة (٢٥) تنتمي للعامل الثالث (النمذجة الشكلية والرمزية) لأن الفرق بين قيم تشبّعها بهذا العامل والعامل الثاني يزيد عن (٠,١٠) بحسب معيار جيلفورد Guilford نفسه. وبالمثل يمكن القول أن الفقرة (٢٨) تنتمي لعامل النمذجة الشكلية والرمزية لأن الفرق بين قيم تشبّعها بها العامل وعامل الاستدلال المنطقي يزيد عن (٠,١٠) أيضاً. وفي المجمل، يمكن القول أن عامل الاستدلال المنطقي تقيسه إحدى عشرة فقرة هي الفقرات (٤، ٧، ١٠، ١٢، ١٧، ١٨، ٢١، ٢٤، ٢٧، ٢٩، ٣٠)، وعامل الاستقراء والتعميم تقيسه ثماني فقرات هي الفقرات (١، ٥، ٨، ١١، ١٣، ١٤، ٢٣، ٢٦)، وعامل النمذجة الشكلية والرمزية تقيسه ثماني فقرات أيضاً هي الفقرات (٣، ٦، ١٥، ١٩، ٢٠، ٢٢، ٢٥، ٢٨). من جانب آخر، تمّ حساب معاملات الارتباط الداخلية بين الدرجات الفرعية التي تمثّل العوامل الثلاثة التي يقيسها اختبار التفكير الرياضي، وهي موضّحة في الجدول (٦).

جدول (٦)
مصفوفة معاملات الارتباط الداخلية بين الدرجات الفرعية والدرجة الكلية على الاختبار

البُعد	الاستدلال المنطقي	الاستقراء والتعميم	النمذجة الشكلية والرمزية	الدرجة الكلية
الاستدلال المنطقي	١,٠٠٠	*٠,١٥٤	*٠,٢٨٢	*٠,٧٥١
الاستقراء والتعميم		١,٠٠٠	*٠,٢٥٠	*٠,٦٢٩
النمذجة الشكلية والرمزية			١,٠٠٠	*٠,٧٠٢
الدرجة الكلية				١,٠٠٠

* P < ٠,٠١

وفيما يُشير الجدول (٦) إلى أن قيم معاملات الارتباط بين الدرجات الفرعية المحسوبة على كل بُعد من الأبعاد الثلاثة التي يقيسها الاختبار ذات دلالة إحصائية بمستوى يقل عن (٠,٠١)، تبيّن أن هذه المعاملات البينية تقل بشكل واضح عن معاملات الارتباط بين الدرجات الفرعية من جهة والدرجة الكليّة من جهة ثانية. هذا ما يبرّر الاعتقاد بأن الأبعاد الثلاثة تقيس السمة ذاتها، ويسمح بحساب درجة كليّة على الاختبار.

ثالثاً- للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة الدراسة المتعلق بالتحقّق من دلالات ثبات الاختبار، تمّ حساب معاملات الاتساق الداخلي باستخدام معادلة كرونباخ – ألفا لكل بُعد من الأبعاد الثلاثة للاختبار وللدرجة الكليّة، ويلخّص الجدول (٧) هذه المعاملات.

جدول (٧)
معاملات الاتساق الداخلي (كرونباخ ألفا) المحسوبة لكل بُعد من أبعاد الاختبار والاختبار ككل

البُعد	عدد الفقرات	معامل الاتساق الداخلي (α)
الاستدلال المنطقي	١١	٠,٥٨٧
الاستقراء والتعميم	٨	٠,٤٩٢
النمذجة الشكلية والرمزية	٨	٠,٥٢٤
الدرجة الكلية	٢٧	٠,٦٤٩

* P < ٠,٠١

يتّضح من الجدول (٧) أن أبعاد الاختبار الثلاثة تتمتع بقدر معقول من الثبات، ويتبيّن أن معامل الاتساق الداخلي للاختبار يتمتع بدرجة جيدة من الثبات.

رابعاً- للإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة الدراسة المتّصل بدلالة الفروق بين أداء الأفراد على مظاهر التفكير الرياضي التي يقيسها الاختبار تبعاً لاختلاف المستوى الدراسي (الصف)، تمّ حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لأداء أفراد الدراسة في الصفوف الثلاثة (الثامن، التاسع، العاشر) على كل بُعد من أبعاد الاختبار بالإضافة إلى الدرجة الكلية على الاختبار ككل. ويوضّح الجدول (٨) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات أفراد الدراسة الفرعية (البُعد) والدرجة الكليّة.

جدول (٨)
المتوسطات الحسابية (م) والانحرافات المعيارية (ع) للدرجات الفرعية المحسوبة على كل بُعد من أبعاد الاختبار وللدرجة الكليّة موزّعة بحسب متغيّر الصف

	المستوى الدراسي					
	الثامن (ن= ٤٥٣)		التاسع (ن= ٣٢٥)		العاشر (ن= ٣٦٩)	
البُعد	م	ع	م	ع	م	ع
الاستدلال المنطقي	٦,٨٣٩	٢,٢٧٧	٧,٥٨٨	٢,٢٠	٨,٠٠٣	١,٩٣٧
الاستقراء والتعميم	٤,٦١٨	١,٧٣٣	٥,٤٣١	١,٦٣٨	٥,٩٨٦	١,٤٠٥
النمذجة الشكلية والرمزية	٥,٢٩٤	١,٧٨١	٥,٧٤٨	١,٦٦٩	٦,٢٠٦	١,٥١٦
الدرجة الكلية	١٦,٧٥١	٣,٩٤٦	١٨,٧٦٦	٣,٨٤٦	٢٠,١٩٥	٣,٠٥٥

يتبيّن من الجدول (٨) أن متوسطات أداء أفراد الدراسة الفرعية على أبعاد الاختبار الثلاثة، وعلى الاختبار ككل تختلف باختلاف الصف، وتزداد بزيادة المستوى الدراسي. وللكشف عن دلالة الفروق الظاهرية بين هذه الأوساط تمّ استخدام أسلوب تحليل التباين الأحادي للكشف عن دلالة الفروق بين هذه الأوساط تبعاً لاختلاف الصف. ويلخّص الجدول (٩) النتائج التي أسفر عنها التحليل.

جدول (٩)
نتائج تحليل التباين الأحادي لدلالة الفروق بين متوسطات أداء أفراد الدراسة على الأبعاد الفرعية للاختبار وعلى الاختبار ككل تبعاً لاختلاف الصف

البُعد	مصدر التباين	م.م	د.ح	م.م.م	قيمة «ف»
الاستدلال المنطقي	بين المجموعات	٢٨٧,٣٩٢	٢	١٤٣,٦٩٦	٣١,٠١١*
	داخل المجموعات	٥٣٠٠,٩٨٤	١١٤٤	٤,٦٣٤	
	الكلي	٥٥٨٨,٣٧٧	١١٤٦		
الاستقراء والتعميم	بين المجموعات	٣٨٩,٩٢٤	٢	١٩٤,٩٦٢	٧٥,٥١٥*
	داخل المجموعات	٢٩٥٣,٥٥٦	١١٤٤	٢,٥٨٢	
	الكلي	٣٣٤٣,٤٨٠	١١٤٦		
النمذجة الشكلية والرمزية	بين المجموعات	١٦٩,٧٣٥	٢	٨٤,٨٦٨	٣٠,٤٩٦*
	داخل المجموعات	٣١٨٣,٦٠٩	١١٤٤	٢,٧٨٣	
	الكلي	٣٣٥٣,٣٤٤	١١٤٦		
الدرجة الكلية	بين المجموعات	٢٤٦٤,١٠٩	٢	١٢٣٢,٠٥٤	٩٢,٣٣٤*
	داخل المجموعات	١٥٢٦٤,٩٩١	١١٤٤	١٣,٣٤٤	
	الكلي	١٧٧٢٩,١٠٠	١١٤٦		

* P < ٠,٠١

يتّضح من الجدول (٩) وجود فروق إجمالية ذات دلالة إحصائية بمستوى يقل عن (٠,٠١) بين متوسطات أداء أفراد الدراسة على كل بُعد من أبعاد الاختبار وعلى الاختبار ككل تُعزى لمتغيّر الصف ولصالح المستوى الأعلى. وهذا يعني أن التفكير الرياضي يزداد بزيادة المستوى الدراسي. وللكشف عن مصادر الفروق الإجمالية بين المتوسطات الحسابية لدرجات أفراد الدراسة تبعاً لمتغيّر الصف والتي أسفر عنها تحليل التباين، تمّ اختبار دلالة الفروق بين أزواج المتوسطات في المستويات الدراسية االثلاثة على كل بُعد من أبعاد الاختبار باستخدام اختبار شيفيه Scheffé، ويوضّح الجدول (١٠) نتائج هذا الاختبار.

جدول (١٠)
نتائج اختبار شيفيه Scheffé للمقارنات البعدية بين متوسطات درجات أفراد الدراسة في المستويات الدراسية الثلاثة على كل بُعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكليّة

			الصف		
البُعد	الصف	المتوسط	الثامن	التاسع	العاشر
الاستدلال المنطقي	الثامن	٦,٨٣٩	---	**٠,٧٤٩	**١,١٦٤
	التاسع	٧,٥٨٨		---	*٠,٤١٥
	العاشر	٨,٠٠٣			---
الاستقراء والتعميم	الثامن	٤,٦١٨	---	**٠,٨١٣	**١,٣٦٨
	التاسع	٥,٤٣١		---	**٠,٥٥٦
	العاشر	٥,٩٨٦			---
النمذجة الشكلية والرمزية	الثامن	٥,٢٩٤	---	**٠,٤٥٤	**٠,٩١٢
	التاسع	٥,٧٤٨		---	**٠,٤٥٨
	العاشر	٦,٢٠٦			---
الدرجة الكلية	الثامن	١٦,٧٥١	---	**٢,٠١٦	*٣,٤٤٤
	التاسع	١٨,٧٦٦		---	**١,٤٢٩
	العاشر	٢٠,١٩٥			---

*P < ٠,٠٥، **P < ٠,٠١

يبيّن الجدول (١٠) أن متوسط درجات طلبة الصف الثامن على كل بُعد من أبعاد الاختبار الثلاثة والدرجة الكليّة يختلف اختلافاً جوهرياً (P < ٠,٠١) عن متوسط درجات الطلبة في الصفين التاسع والعاشر. وفيما تبيّن أن متوسط درجات طلبة الصف التاسع على بُعد الاستدلال المنطقي يختلف اختلافاً جوهرياً (P < ٠,٠٥) عن متوسط درجات طلبة الصف العاشر، أشارت نتائج المقارنات البعدية إلى اختلاف متوسط درجات طلبة الصف التاسع على

بُعدي الاستقراء والتعميم، والنمذجة الشكلية والرمزية، وعلى الدرجة الكلية اختلافاً جوهرياً (P < ٠,٠١) عن متوسط درجات الطلبة في الصف العاشر.

خامساً- للإجابة عن السؤال الخامس من أسئلة الدراسة المتّصل بالفروق بين أداء الإناث والذكور على أبعاد الاختبار والدرجة الكليّة، فقد تم استخدام الإحصائي "ت" للعيّنات المستقلة للكشف عن دلالة الفروق بين متوسطات أداء الإناث والذكور على أبعاد الاختبار والدرجة الكلية. ويوضّح الجدول (١١) نتائج التحليل.

جدول (١١)
نتائج اختبار "ت" لدلالة الفروق بين متوسطات أداء الإناث والذكور على أبعاد الاختبار والدرجة الكلية

البُعد	النوع الاجتماعي	ن	م	ع	د.ح	«ت»
الاستدلال المنطقي	إناث	٥٧٩	٧,٣٠٦	٢,٢٤٠	١١٤٥	١,٨٥٦
	ذكور	٥٦٨	٧,٥٤٧	٢,١٧٣		
الاستقراء والتعميم	إناث	٥٧٩	٥,١٠٩	١,٧٣٣	١١٤٥	١,٨٣٧
	ذكور	٥٦٨	٥,٣٨٢	١,٦٧٩		
النمذجة الشكلية والرمزية	إناث	٥٧٩	٥,٦٨٩	١,٨٣١	١١٤٥	٠,٥٣٣
	ذكور	٥٦٨	٥,٧٤٣	١,٥٧٩		
الدرجة الكلية	إناث	٥٧٩	١٨,١٩٢	٣,٨٥٥	١١٤٥	×٢,٠٧٣
	ذكور	٥٦٨	١٨,٦٧٢	٤,٠٠٠		

* P < ٠,٠٥

يُلاحظ من الجدول (١١) أن متوسطات أداء الإناث على أبعاد الاختبار الثلاثة لا تختلف اختلافاً جوهرياً عن متوسطات أداء الذكور، فيما تبيّن أن متوسط أداء الإناث على الاختبار ككل يختلف عن متوسط أداء الذكور اختلافاً جوهرياً (P < ٠,٠٥) ولصالح الذكور.

مناقشة النتائج:

يمكن القول في ضوء نتائج الدراسة، أنه أمكن التوصل إلى هذا الاختبار مما يوفر أداة تمكن من الكشف عن جوانب الضعف لدى الطلبة فيما يتعلق بمظاهر التفكير الرياضي الثلاثة المتعلقة بالاستدلال المنطقي، والاستقراء والتعميم، والنمذجة الشكلية والرمزية.

ففيما يتصل بفاعلية فقرات الاختبار، بينت النتائج أن مؤشرات تمييز معظم الفقرات تزيد على (٠,٢٠) وهو الحد الأدنى المقبول لاعتبار الفقرة ذات تمييز جيد، فيما انخفض

تمييز البعض منها عن هذا الحد إلا أنه في الوقت نفسه لم يقل عن (٠,١٦). وأشارت النتائج أيضاً إلى أن مؤشرات صعوبة فقرات الاختبار تراوحت بين (٠,٩٣ و ٠,٤٣)، مما يشير إلى أن فقرات الاختبار تمتد على مدى جيد للصعوبة وتوفر كمًّاً جيداً من المعلومات حول الفروق الفردية في مظاهر التفكير الرياضي (Carpenter et al; 1989). من جانب آخر، أشارت النتائج إلى وجود اتساق بين ما تقيسه كل فقرة من فقرات الاختبار وما يقيسه البعد الذي تنتمي له الفقرة. وبشكلٍ عام، يمكن القول أن هذه المؤشرات جاءت نتيجة لإجراءات الصدق التي مرت بها عملية تطوير الاختبار.

وبالنسبة لدلالات الصدق، فقد كشف التحليل العاملي عن أن التفكير الرياضي ينطوي على ثلاثة عوامل هي: الاستدلال المنطقي، والاستقراء والتعميم، والنمذجة الشكلية والرمزية تفسر ما نسبته (٢٤,٠٠٪) من التباين الكلي في أداء الأفراد على فقرات الاختبار. في حين تشبَّعت الفقرات التي تقيس كل مظهر من المظاهر الثلاثة. وتشير هذه النتيجة إلى أن البناء العاملي لاختبار التفكير الرياضي ينسجم مع مفهوم التفكير الرياضي، والذي يشير إلى القدرة على بناء الفرضيات واستخلاص النتائج ومحاكمتها باستخدام خصائص وعلاقات رياضية، ويُحدد بعدد من المظاهر القابلة للقياس التي تعكس هذه القدرة. ومن جانب آخر، فقد أشارت الدراسات إلى وجود علاقة بين التفكير الرياضي والتحصيل الأكاديمي (Kathleen & Ann, 2001; Cai, 2000; Jinfa, 2000; Burner, 1999; Fennema et al, 1996). لذا يمكن اختبار العلاقة بين درجات الأفراد على كل مظهر من مظاهر التفكير الرياضي والتحصيل الأكاديمي للطالب معبراً عنه بعلامته في اختبار الرياضيات المدرسي وذلك للحصول على دلالة ثانية لصدق الاختبار؛ ومع أن التحصيل المدرسي في الرياضيات قد يبدو مشوَّهاً إلى الحد الذي يبرر الشك في الاعتماد عليه كمؤشر للتحصيل الأكاديمي، إلا أن استخدامه في مثل هذه الدراسات قد يُعد أمراً مقبولاً في ظل عدم توفر مؤشر آخر على التحصيل الأكاديمي أكثر صدقاً وثباتاً. لهذا، يوصي فريق البحث بإجراء دراسات أخرى بهدف اختبار العلاقة بين الدرجات على اختبار التفكير الرياضي ومقاييس أخرى للتحصيل الأكاديمي أكثر صدقاً وثباتاً من التحصيل المدرسي.

أما بالنسبة لدلالات ثبات الاختبار، فقد أمكن التوصل إلى مؤشرات مقبولة حول دلالتي الاتساق الداخلي والاستقرار لكل بُعد من أبعاد الاختبار مما يبرر الثقة به، واستخدامه كمؤشر على مدى امتلاك طلبة المرحلة الأساسية العليا للتفكير الرياضي على أبعاد الاختبار وبدرجة مقبولة من الدقة في القياس.

وفي سياق الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة الدراسة المتعلق بدلالة الفروق بين أداء الأفراد على مظاهر التفكير الرياضي التي يقيسها الاختبار تبعاً لاختلاف المستوى الدراسي (الصف)، فقد أشارت النتائج أن متوسطات أداء أفراد الدراسة على أبعاد الاختبار الثلاثة وعلى الاختبار ككل تختلف باختلاف الصف، وتزداد بزيادة المستوى الدراسي. ويمكن تفسير نمو القدرة على التفكير الرياضي من الثامن إلى العاشر بمجموعة من العوامل مثل العُمر والخبرات المدرسية والحياتية، إضافة إلى طبيعة تنظيم منهاج الرياضيات، حيث يقدم للطلبة المزيد من المعرفة الرياضية في مجالات البرهان والبنى الرياضية والتحليل الرياضي، وهذه المجالات تدعم فهم الطلبة لطبيعة البنية الرياضية وتكسبهم مهارة التفكير. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (هلال، ٢٠٠٢؛ الليثي، ١٩٩٩؛ منصور، ١٩٩٨؛ شطناوي، ١٩٨٢؛ أبو زينة، ١٩٨٦؛ Dobrynina, 2001)؛ لذا فإن المستوى النمائي للمتعلم يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند اتخاذ قرار يتعلق باستخدام هذا الاختبار.

ومع أن نتائج التحليل لم تكشف عن اختلاف في أداء أفراد الدراسة على اختبار التفكير الرياضي باختلاف متغير النوع الاجتماعي، إلا أنه تبَّين أن الذكور تفوقوا على الإناث على الاختبار ككل. وهذه النتيجة تختلف مع عددٍ من الدراسات التي أظهرت تفوق الذكور على الإناث في الرياضيات (Hyde and Jaffee, 1998; Sowder, 1998) وحيث أن الكثير من الباحثين عزا هذا الاختلاف إلى عوامل اجتماعية (Fennema and Carpenter, 1998; Ambrose and Fennema, 1997) منها توقع الأداء الرياضي المتدني للإناث، فإنه يمكن تفسير النتيجة بأن الإناث لم يتأثرن بعد بالتوقعات الاجتماعية، هذا ويمكن تفسير الفرق على الاختبار ككل لصالح الذكور بأن تعلم الرياضيات من المجالات التي تناسب الطلبة الذكور أكثر من الإناث وربما يعود إلى رغبة الطلاب في دراسة بعض التخصصات كالطب والهندسة؛ لأنها تضمن لهم مستقبلاً مادياً أفضل من التخصصات الأخرى، لذلك يحاول الطالب بشتى الوسائل أن ينتقل إلى الفرع العلمي بعد إكماله الصف العاشر بغض النظر عن إمكانياته وقدراته لهذا الفرع بينما لا نجد هذه الظاهرة بين الطالبات، فلا تذهب الطالبة إلى الفرع العلمي إلا إذا كانت ذات قدرات عالية في العلوم والرياضيات (شطناوي، ١٩٨٢). وتعارضت هذه النتيجة مع نتيجة الاختبار الدولي في الرياضيات لطلبة الثامن والعاشر؛ إذ أظهرت نتائج الاختبار تفوق الطلبة الإناث على الطلبة الذكور في الأردن من خلال تأديتهم للاختبار الدولي للرياضيات، ولعل ذلك يتضح من النتائج التي حصل عليها الطلبة في الأردن في الامتحان الدولي للأعوام ٢٠١١، ١٩٩٩، ٢٠٠٣، ٢٠٠٧ (TIMSS, 1999; 2003; 2007; 2011). في

حين أنها تتفق مع نتائج عدد من الدراسات (الخطيب، ٢٠٠٤؛ Lutifyya, 1998؛ شطناوي، ١٩٨٢).

وبشكلٍ عام، يمكن القول أنه تمَّ تطوير اختبار في التفكير الرياضي يتمتع بخصائص سيكومتريةٍ مقبولة تبرر استخدامه لأغراض التشخيص والتطوير، إذ يمكن استخدام هذا الاختبار في الكشف عن المظاهر التي تحتاج إلى تطوير لدى الأفراد، وربما مساعدتهم في تطوير هذه المظاهر واستخدام استراتيجيات وأنشطة ملائمة لمستويات التفكير ومظاهره المختلفة، وتدريب المعلمين على برامج أكثر فاعلية في بناء نماذج تثير التفكير. ويمكن توظيفه في تصنيف الأفراد وفقاً لدرجة امتلاكهم للمظاهر التي يقيسها الاختبار. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن استخدام هذا الاختبار في الكشف عن المظاهر التي تحتاج إلى تطوير لدى الأفراد، وربما مساعدتهم في تطوير هذه المظاهر واستخدام استراتيجيات وأنشطة ملائمة لمستويات التفكير ومظاهره المختلفة، وتدريب المعلمين على برامج أكثر فاعلية في بناء نماذج تثير التفكير. هذا ومع أنه يمكن استخدام الاختبار لطلبة المرحلة الثانوية، إلاّ أنه لا يُنصح باستخدامه لدى الطلبة الذين يقل مستواهم الدراسي عن الصف السابع الأساسي بسبب ارتباط بعض الفقرات بمعرفة رياضية لا تتلاءم مع الخصائص النمائية لهذه الفئة.

هذا ويوصي فريق البحث بإجراء المزيد من الدراسات للكشف عن دلالات أخرى لصدق الاختبار كالعلاقة بين الأداء على الاختبار ومقاييس أخرى للذكاء، بالإضافة إلى اختبار قدرة هذا المقياس على التنبؤ بمستوى التحصيل الأكاديمي والتفكير الإبداعي والتفكير الناقد والقدرة على حل المشكلات.

المراجع:

أبو زينة، فريد (١٩٨٦). نمو القدرة على التفكير الرياضي عند الطلبة في مرحلة الدراسة الثانوية وما بعدها. المجلة العربية للعلوم الإنسانية. جامعة الكويت، ٦(٢١)، ١٤٦-١٦٥.

أبو زينة، فريد وعبابنة، عبد الله (٢٠٠٧). مناهج تدريس الرياضيات للصفوف الأولى. الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

بدوي، رمضان مسعد (٢٠٠٨). تضمين التفكير الرياضي في برامج الرياضيات المدرسية. الأردن: دار الفكر.

البكر، رشيد بن النوري (٢٠٠٤). تنمية التفكير من خلال المنهج المدرسي. (ط٢)، السعودية: مكتبة الرشد للنشر والتوزيع.

جروان، فتحي (١٩٩٩). تعليم التفكير. الإمارات العربية المتحدة: دار الكتاب الجامعي.

حمادة، محمد (٢٠٠٥). فاعلية استراتيجية (فكر- زاوج- شارك) والاستقصاء القائمتين على أسلوب التعلم النشط في نوادي الرياضيات المدرسية في تنمية مهارات التفكير الرياضي واختلال قلق الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة التربية: جامعة حلوان، (١١)، ٢٣٣- ٢٥٤.

الخطيب، خالد (٢٠٠٤). استقصاء فاعلية برنامج تدريبي لمعلمي الرياضيات في تنمية قدرة الطلبة في المرحلة الأساسية العليا على التفكير الرياضي والتحصيل في الرياضيات. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمّان العربية للدراسات العليا، عمّان، الأردن.

زيتون، إيمان (٢٠٠٤). التفكير الرياضي في كتب الرياضيات للفرع العلمي في التعليم الثانوي في الأردن. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمّان، الأردن.

السرور، ناديا هايل (٢٠٠٥). تعليم التفكير في المنهج المدرسي (ط١). الأردن: دار وائل للنشر والتوزيع.

سعد، علاء الدين و عبد الحميد، عبد الناصر (٢٠٠٣). الحس الرياضي وعلاقته بالتفكير الإبداعي والإنجاز الأكاديمي لدى طلاب كلية التربية شعبة الرياضيات. المؤتمر العلمي الثالث (تعليم وتعلم الرياضيات)، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، دار الضيافة، ٨-٩ أكتوبر ٢٠٠٣، ٢٤٧-٢٨٩.

شطناوي، فاضل سلامة (١٩٨٢). تطوّر التفكير الرياضي عند طلبة المرحلة الثانوية في الأردن. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.

الصباغ، سميلة (٢٠٠٣). استراتيجيات تنمية التفكير التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات في المرحلة الأساسية المتوسطة في الأردن. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمّان العربية للدراسات العليا، عمّان الأردن.

عباس، محمد خليل والعبسي، محمد مصطفى (٢٠٠٦). مناهج وأساليب تدريس الرياضيات للمرحلة الأساسية الدنيا. الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

عبد، إيمان (٢٠٠٤). أثر استراتيجيتين تدريسيتين في الرياضيات قائمتين على الاستقصاء في التحصيل والتفكير الرياضي لدى طلبة الصف التاسع الأساسي في الأردن. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمّان العربية للدراسات العليا، عمّان، الأردن.

عبد الكبير، صالح ومقبل، سعيد و طائع، حسن وحزام، عديله وعبدالله، حسين والهتاري، محمد وعيوري، فرج (٢٠٠٨). معوقات تعليم مهارات التفكير في مرحلة التعليم الأساسي: دراسة ميدانية. مركز البحوث والتطوير التربوي، فرع عدن، الجمهورية اليمنية.

عبد الكريم، حبيب مجدي (٢٠٠٣). اتجاهات حديثة في تعليم التفكير. (ط١)، جمهورية مصر العربية: دار الفكر العربي.

علاونة، شفيق. (٢٠٠٢). تدريب طلبة الصف السادس على بعض استراتيجيات حل المشكلة وأثره في حلهم للمسائل الرياضية اللفظية. مجلة اتحاد الجامعات العربية. ١(١)، ٨٧-١٠٨.

كوسا، سوسن (٢٠٠١). التفكير الرياضي والتحصيل الدراسي في مادة الرياضيات لدى تلميذات المرحلة الابتدائية بمدينة مكة المكرمة. المؤتمر العلمي السنوي (محرر)، ٥٨٣-٦٠٥. القاهرة: الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات.

الليثي، خالد (١٩٩٩). أثر استخدام برنامج مقترح في الرياضيات على تنمية مهارات التفكير الرياضي لطلاب المرحلة الثانوية. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس، مصر.

محمود، حسن محمد (١٩٩٩). أثر استخدام طريقة حل المشكلات على التحصيل الدراسي والتفكير الرياضي لدى طلاب المرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية. مجلة كلية التربية. جامعة أسيوط، ١٥(١)، ٢٥-٥٦.

مخلوف، لطفي عمارة (٢٠٠٠). فعالية استخدام الثوابت المستترة في الجبر في تنمية التفكير المنطقي وتحصيل طلاب الصف الأول من المرحلة الثانوية. مجلة كلية التربية بالمنصورة. (٤٥)، ٤٥- ٦٨.

منصور، عبد المجيد (١٩٩٨). فعالية برنامج مقترح لتنمية التفكير الرياضي والاتجاه نحو الرياضيات لدى طلاب الصف الأول الثانوي الأزهري. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة القاهرة، مصر.

هلال، سامية (٢٠٠٢). برنامج لتنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طلاب كلية التربية شعبة الرياضيات. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بنها، مصر.

Aachey, S. (2001). *Generalizing in interaction: students' making and using mathematical generalizations in design projects*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Berkeley.

Allen, M., & Yen, W. (1979). *Introduction to measurement theory*. Monterey, CA: Wadsworth.

Ambrose, R., Levi. L., & Fennema, E. (1997). The complexity of teaching for gender Equity. In J. J. Trentacosta & M. J. Kenney (Eds.). *Multicultural and gender equity in the mathematics classroom: the gift of diversity*. 236-242. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Barell, J. (1991).*Creating our pathways: Teaching students to think and become self-directed*. In N Collagen T. G.A. David (Eds). Handbook of Gifted Education, 256 –270, Needham Heights, A: Allyn and Bacon.

Bruner, J. (1963).*The process of education*., United States of America, Massachusetts: Harvard University Press.

Bruner, J.S. (1966). *Towards A theory of instruction*. *Cambridge mass*., United States of America, Massachusetts: Harvard University Press.

Buck, H. (1997). *Thinking mathematics awareness training and evaluation*. Florida Institute of Technology. www. aft.org.

Burner, H.M. (1999). Cross -National comparison of representation competence. *Journal of Research in Math Education .1*(50) 541-588.

Cai, J. (2000). Mathematical thinking involved in U.S. and Chinese students solving of process-constrained and process-open problems. *Mathematical Thinking and Learning*. *2*(4), 309-341.

Carpenter T.P., Fennema, E., Peterson, P., Chiang, G., & Ioef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: *An experimental study American Education Research Journal*. *1*(26), 499- 531.

Dobrynina, G. (2001). *Reasoning process of grade 4-6 students solving two- and three variable problems*. Unpublished doctoral dissertation. Boston University, Boston, United States of America.

Fennema, E., Carpenter, T.P. (1998). New perspectives on gender differences in mathematics: an introduction and a reprise. *Educational Researcher, 27*(5), 4-5.

Fennema, E., Carpenter, T.P., Frank, M.L., Levit, L., Jacobs, V.R., & Empson, S.B. (1996). A longitudinal study of learning to use children's thinking in everyday mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*. *27*(1), 403-434.

Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS* (2nd edition). London: Sage.

Hyde, J. S., & Jaffee, S. (1998). Perspectives from social and feminist psychology. *Educational Researcher. 27*(5), 14-16.

Jane, J. L., Wheatley, G., & Smith, A. (1994). The participation, beliefs, and development of arithmetic meaning of the third-grade student in mathematics class discussion. *Journal of Research in Math Education*. *25*(1), 30-49.

Jinfa, C. (2000). Mathematical thinking involved in U.S .and Chinese students' solving of process–constrained and process open problems. *Mathematical Thinking and Learning Journal*. *2*(4), 309-340.

Kathleen, S., & Ann, L. (2001). *Improving student mathematical thinking skills through improved use of mathematical vocabulary and numerical operations*. Master of Arts Action Research Project, Saint Xavier University and Skylight Professional Development. Retrieved from Http://www.Edrs. com/Menber/SP.CFM?AN=ED455120, 2001.

Kazemi, E. (1999). *Teacher learning within communities of practice: using students mathematical thinking to guide teacher inquiry*. Unpublished doctoral dissertation. University of California, Los Angeles.

Lesh, D., & Herel, G. (2003). Problem solving, modeling and local conceptual development. *Mathematical Thinking and Learning, 5*(2/3), 157-189.

Lutifyya, Lutfi. (1998). Mathematical thinking of high school students in Nebraska. *Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. *29*(1), 55- 56.

Martines, J. G., & Martines, N. C. (2010). *The importance of mathematical thinking*. Pearson Allyn Bacon, an Imprint of Pearson Education Inc., United States of America: Pearson PLC, New Jersey.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Pape, S., Bell, C., & Yetkin, I. (2003). Developing mathematical thinking and self-regulated learning: a teaching experiment in a seventh grade mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*. *53*(3), 179-202.

Pectoz, P., & Pectoz, D. (1999). Pattern and proof: The art of mathematical thinking. *Australian Mathematics Teacher. 35*(3), 12-18.

Schielack, F., Chancellor, D. & Childs, K. (2000). Designing questions to encourage children's mathematical thinking. *Teachers Children Mathematics*. *6*(6), 398-402.

Schurter, W. (2002). Comprehension Monitoring and Polyas Heuristics as Tools for Problem Solving by Developmental Mathematics Students. *DAI, 62*(12), 2997.

Sowder, J. T. (1998). Perspectives from mathematics education. *Educational Researcher. 27*(5), 12-13.

Sternberg, R. (1997). *Thinking Styles*. Boston: Cambridge University Press.

Tall, D. (1991). *Advanced mathematical thinking*. Dordrecht. Nether-lands: Kluwer Academic Publishers.

Trends in International Mathematics and Science Study. TIMSS, 1999, 2003, 2007, 2011.