علاقة استراتيجيات حل المشكلات وسرعة تجهيز المعلومات بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية

د. وليد محمد ابو المعاطي
كلية التربية - جامعة المنصورة
جمهورية مصر العربية

الملخص

هدفت الدراسة تعرف علاقة استراتيجيات حل المشكلات الرياضية وسرعة تجهيز المعلومات بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية، وتكونت العينة من (٦٧) طالباً وطالبة بالمرحلة الثانوية، وباستخدام المنهج الوصفي وتطبيق مقاييس استراتيجيات حل المشكلات، والقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، ومقاييس سرعة تجهيز المعلومات وباستخدام اختبارات (ت) للمجموعات المستقلة، ومعامل الارتباط، وتحليل التباين الأحادي، وتحليل الانحدار؛ أسفرت الدراسة عن وجود فرق بين الطلاب والطالبات في القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات لصالح الطلاب، ووجود ارتباط موجب دال بين القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية تحليل الوسائل - الغايات، واستراتيجية المحاولة والخطأ، وسرعة تجهيز المعلومات، ويمكن التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من خلال سرعة تجهيز المعلومات وبعض استراتيجيات حل المشكلات الرياضية.

مقدمة

الإبداع حق متاح للبشر جميعاً، وتوظيفه، في حل المشكلات، من المهارات التي تساعد الفرد على التكيف مع المتغيرات المتسارعة في مجتمعه.

ورأى ليكن (Leikin, 2011: 174) أن الإبداع في الرياضيات، على وجه الخصوص، ينبغي أن ينمى لدى جميع الطلاب؛ فهو حق للجميع، ويكون ذلك من خلال تدريبهم على مشكلات تتحدى تفكيرهم، ومن خلال تعليمهم المداخل

المختلفة لحل المشكلات؛ فيتعودون تقديم حلول مبتكرة وأصيلة وغير معتادة، ويتوصلون إلى تفسيرات وعلاقات رياضية بأساليب جديدة. ولا غرو أنه ليس بالضرورة أن يكون كل الطلاب موهوبين رياضياً؛ فهناك فرق بين الإبداع في الرياضيات والموهوبين رياضياً.

الجدير بالذكر أن من أكثر ما ينادي به التربويون (في مجال تعليم الرياضيات وتعلمها) تحسين قدرة الطلاب على مهارات التفكير الإبداعي، بيد أنه ليس من السهل تنمية هذه المهارات بالمعالجات العادية داخل الفصول التقليدية؛ لأن الطالب - وفق الطرق التقليدية - يطبق القاعدة التي تعلمها فقط لكي يحل مشكلة ما، وربما أجرى هذا التطبيق دون فهم للمبادئ التي تقف وراء الحل، ولذلك يصبح التدريب على الاستراتيجيات الفعالة لحل المشكلات الرياضية من أفضل الوسائل؛ لتنمية مهاراته على التفكير الإبداعي؛ لما تتضمنه من قدرات على تصور المشكلة وتحديدها ومعالجتها، أو الالتفاف حولها (Hwang, Chen, Dung & Yang, 2007: 192).

ومن الضرورة بمكان فهم كيفية قيام الأفراد بحل المشكلات لسببين مهمين: أولهما: أن حل المشكلات يكسب الفرد المرونة، ويرفع كفاءة الأداء العقلي له؛ ذلك أن عملية فهم كيفية تفكير الفرد تتأتى من خلال تعرف تفكيره أثناء حل المشكلات. ثانيهما: إن فهم عملية حل المشكلات يساعد في وضع البرامج، واقتراح أساليب التدريس؛ لإكساب الأفراد القدرة على حل مشاكلهم بسرعة وفاعلية؛ بما يؤدي إلى أعظم عائد على عملية التربية، والتدريب المهني، (Wessells, 1982: 322). وهذا يقتضي أن يصبح حل المشكلات نشاطاً أساسياً في الفصول الدراسية؛ ويُقترح أن يشجع الطلاب على التعامل مع مشكلات ربما تأخذ ساعات أو أياماً، وأحياناً قد تستغرق أسابيع لحلها.

ويُفْهَمُ من القول السابق أن بعض الطلاب تنقصهم القدرة على حل المشكلات؛ وأن ذلك قد يرجع إلى أنهم يتدربون على مشكلات روتينية ومحددة مسبقاً، تقدم فيها كل المعلومات المطلوبة للحل، بصرف النظر عن الحاجة

الضرورية للتعامل مع مشكلات غامضة؛ تتطلب أن يتجاوز الطالب حدود المألوف، أي: يكون الإبداع جزءاً رئيساً من الحل، فالإبداع عندما يتكامل مع الحل تنمو القدرة الإبداعية على حل المشكلات وتعد أكثر فاعلية وقوة من مهارات حل المشكلات العادية في التعامل مع المشكلات اليومية، (Sibbaluca, 2009: 76).

ويستخدم الفرد استراتيجيات مختلفة لحل المشكلة، وبعض هذه الاستراتيجيات يستهلك الوقت والجهد: كالاستراتيجيات الروتينية (Alforithms) والاستراتيجيات الكشفية (Heuristics) كونها توفر الوقت والجهد، وتتطلب القيام بعمليات استبصار عند الحل، (Matlin, 1998: 354). وقد ذكر جانكي ونواسيزك (Jahnke, & Nowaczkyk, 1998: 35) أنه في بعض الأحيان نكون متصلبين بدرجة كبيرة في تفكيرنا ومداخلنا لحل المشكلات، وكلما التزم الفرد باستخدام المألوف والتقليدي للأشياء المتوافرة؛ قلَّ احتمال وصوله إلى حل المشكلة في وقت سريع، وعليه يعد تحديد الاستراتيجيات الفعالة والمرتبطة بالقدرة على التفكير الإبداعي مطلباً مهماً لبرامج تنمية الإبداع، وأصبح من الحقائق القول بأن جميع الناس مبدعون ولكن بدرجات مختلفة، ومرد ذلك الاختلاف بين الأفراد إلى قدراتهم العقلية، وخلفياتهم الثقافية، وأنماط تفكيرهم، وتجهيزهم للمعلومات ومعالجتهم لها، وقدرتهم على الخيال والتعبير، (Siswono, 2011: 549).

فالتفكير الإبداعي من العمليات العقلية المعرفية، التي تعتمد بدرجة كبيرة على كفاءة عملية التجهيز؛ حيث تعد كفاءة عملية تجهيز المعلومات مطلباً مهماً للإنتاج الإبداعي الأصيل، والإبداع يتطلب محتوى معرفياً يتم إدراكه بطريقة مختلفة، ولن يحدث الإبداع ما لم يتم التحكم في استرجاع المعلومات، وتصنيفها، وضبطها، ومعالجتها، والتعامل معها بالترميز، والربط، والتمثيل، ونحو ذلك من العمليات الضرورية التي تمكن الإنسان من إنتاج المعرفة أو الإبداع فيها، (Torrance & Safter, 1999: 52).

ويتحدد الأداء على كثير من المهام المعرفية بقيود التجهيز العامة، وقيود

المعرفة التي تشمل المعرفة التقريرية والإجرائية والاستراتيجية، وكذلك التباين في كفاءة العمليات الخاصة، وتعد سرعة تجهيز المعلومات من أكثر محددات الأداء على المهام المعرفية، وهي لا ترتبط فقط بالعمليات المطلوبة للمهمة؛ بل تعكس قدرة الفرد على التنفيذ السريع لمختلف أنواع عمليات التجهيز (Salthouse, 1996: 403).

ويؤيد هذا الرأي ما ذكره كوياتوسكي وفارتنيان ومارتندال (Kwiatkowski, Vartanian, & Matindale, 1999) من وجود علاقة متوقعة بين الإبداع والسرعة في معالجة المعلومات؛ لأن المعالجة العقلية الأسرع؛ تسمح للفرد أن يتعلم العناصر ذات الصلة بالمجال، وفحص المزيد من الأفكار الإبداعية المحتملة (بسرعة أكبر) ومع ذلك فهناك أدلة على أن الأشخاص الذين يمتلكون درجة عالية من الإبداع؛ يُظهرون المثابرة والانتباه للقيام بمهام غامضة، عندها فإن سرعتهم في معالجة المعلومات تكون بطيئة لأنهم يفتقدون القدرة على عزل المثيرات التي لا صلة لها بالموضوع، فالعلاقة غير مؤكدة بين الإبداع وفترة رد الفعل، وبخاصة وفقاً لدرجة غموض المهمة.

ويرى وسيلز (Wessells, 1982: 223) أن صعوبة المشكلة واحتمال الوصول إلى حل لها؛ يتحدد بنوعية الاستراتيجية التي يستخدمها القائم بالحل، ومن جانب آخر فإن الاستراتيجية المناسبة تتحدد بالسعات والسرعات والمهارات التي يمتلكها الفرد، فقد يمتلك الفرد سرعة غير عادية في عملية الجمع، بينما آخر تنقصه هذه المهارة، أو قد يكون لدى الفرد نقص في القدرة الموروثة على أداء العمليات الحسابية، ولكي تكون الاستراتيجية فعالة؛ ينبغي أن تتناسب مع طبيعة المشكلة، وتتناسب مع خصائص الفرد.

ومن هذا المنطلق فإن الدراسة الحالية تسعى إلى تعرف العلاقة بين القدرة على الإبداع في الرياضيات واستراتيجيات حل المشكلات وسرعة تجهيز المعلومات؛ للوقوف على أكثر استراتيجيات حل المشكلات ارتباطاً بالقدرة الإبداعية، وأهمية الزمن في الأداء العقلي للفرد.

مشكلة الدراسة

هناك شبه إجماع بين التربويين والباحثين على أن أفضل طريقة لتنمية التفكير الإبداعي هي التدرّب على حل المشكلات، فقد توصلت دراسة إليسبرمان وإيفانز وباسدور (Ellspermann, Evans & Basadur, 2007) إلى أن التدريب على حل المشكلات غير الروتينية يحسن من القدرة على التفكير الإبداعي من حيث كم الحلول ونوعها.

وأشار مان (Mann, 2006) إلى أن معظم المعلمين يستخدمون مشكلات ممغلقة، ومحددة الإجابة مسبقاً، ومداخلهم لحل المشكلات "روتينية" لا تعدو كونها تطبيقاً لما درسه الطالب، وهذه الممارسات تقتل الإبداع؛ فيتخرج الطالب ولديه كم كبير من المهارات الحسابية، لكنه يفتقد القدرة على توظيف هذه المهارات في حياته العامة.

كما ذكر وانكات وأوريوفيسز (Wankat & Oreovicz, 1993: 68) أن على المربين إذا أرادوا تنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات؛ أن يقوموا بإكساب الطلاب المفاهيم الأساسية، وتشجيعهم على التفكير العميق والخروج عن المألوف، وتدريبهم على بناء المعرفة في صورة نماذج مترابطة؛ ليسهل استدعاؤها بدلاً من أن تكون حقائق مفككة، كما ينبغي تنمية الثقة بالنفس فيهم وزيادة الدافعية لديهم، وتدريبهم على الاستراتيجيات التي يستخدمها الخبراء في حل المشكلات.

وبناء على ذلك؛ يبرز السؤال التالي:

ما أكثر استراتيجيات حل المشكلات ارتباطاً بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية بحيث يمكن تدريب الطلاب عليها لتتحسن قدرتهم على الحل الإبداعي للمشكلات؟

وبرغم أن سرعة تجهيز المعلومات؛ تؤثر في معظم العمليات العقلية، والأداء المدرسي، بل وتعد من محددات ذلك الأداء، إلا أن الدراسات التي

تناولت العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والإبداع كأحد العمليات العقلية قليلة جداً (Rindermann & Neubauer, 2004: 575).

كما أن معظم المهام المدرسية؛ تتطلب سرعة في تجهيز المعلومات، وبالتالي تقل فائدة الطلاب الأقل سرعة في التجهيز من هذه الأنشطة؛ إذ لا يكون أداؤهم بنفس سرعة أقرانهم، وقد يحكم عليهم بطريقة خاطئة بأنهم أقل ذكاء، مع أن العلاقة بين الذكاء وسرعة تجهيز المعلومات ضعيفة (Lundervold, Posserud, Ullebo, Sorensen & Fillberg, 2011: 122)، كما توصلت بعض الدراسات إلى أن سرعة تجهيز المعلومات تفسر فقط ١٠٪ من تباين الدرجات على اختبارات الذكاء (Fink, Neubauer, 2005: 6)، وقد يعتقد خطأ بأن الطالب أقل ذكاء، أو أقل إبداعاً؛ لمجرد أنه يأخذ وقتاً طويلاً في التفكير أو الحل، مع أن مشكلته، وببساطة، قد تكمن في أنه بطيء التجهيز، ولو أعطي وقتاً كافياً؛ لتغير الحكم عليه إلى العكس تماماً.

وهنا يبرز سؤال آخر: إلى أي مدى يسهم متغير سرعة تجهيز المعلومات في الأداء على اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية؟

وفي ضوء ما سبق تتحدد مشكلة الدراسة الحالية في تعرف العلاقة بين استراتيجيات حل المشكلات وسرعة تجهيز المعلومات والقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، ويمكن صياغة المشكلة في التساؤلات الآتية:

١ - ما دلالة الفروق بين الطلاب والطالبات في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية؟

٢ - ما العلاقة بين استراتيجيات حل المشكلات الرياضية (تحليل الوسائل والغايات، والعمل للأمام، والعمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ) والقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية؟

٣ - ما الفروق في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية وفقاً لنوع الاستراتيجية؟

٤ - ما أكثر استراتيجيات حل المشكلات تنبؤاً بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية؟

٥ - ما العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية؟

٦ - ما دلالة معامل الانحدار للتنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من خلال سرعة تجهيز المعلومات؟

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية إلى:

١ - تعرف الفروق في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية وفقاً للنوع والاستراتيجية.

٢ - فهم العلاقة بين القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية واستراتيجيات حل المشكلات وسرعة تجهيز المعلومات.

٣ - التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات من خلال استراتيجيات حل المشكلات وسرعة تجهيز المعلومامت.

٤ - تفسير القدرة عليل الحل الإبداعي للمشكلات من خلال استراتيجية حل المشكلات والسرعة في تجهيز المعلومامت.

أهمية الدراسة

تتمثل أهمية الدراسة الحالية فيما يلي:

١ - تتناول الدراسة الحالية متغيرات على درجة عالية من الأهمية، تتمثل في: القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، الذي ينشده كل التربويين، واستراتيجيات حل المشكلات التي تعد مفتاح أي تطوير تعليمي.

٢ - تتناول الدراسة - أيضاً - متغير سرعة تجهيز المعلومات وهو نادر في الدراسات العربية والذي أشارت دراسة (Lundervold, Posserud, Ullebo, Sorensen & Gillberg, 2011) إلى أن تقديرات المعلمين للتلاميذ

على أنهم أقل نشاطاً لم تتسق مع درجاتهم على مقاييس سرعة تجهيز المعلومات وبالتالي يجب أن تؤخذ في الاعتبار فئة بطيئي التجهيز وتُعرف عوامل بطء استجاباتهم مما يعظم أهمية هذا المتغير.

٣ - يمكن أن تساعد نتائج هذه الدراسة الباحثين عند تصميم برامج تنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات بمراعاة استراتيجيات حل المشكلات، وسرعة تجهيز المعلومات.

٤ - تقدم الدراسة اختبارات ومقاييس - وهي في حدود علم الباحث - من المقاييس النادرة في البيئة العربية، مثل: اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، واختبار سرعة تجهيز المعلومات، ومقياس استراتيجيات حل المشكلات الرياضية.

٥ - التركيز على عنصر الزمن ولفت النظر إلى أهميته متمثلاً في سرعة تجهيز المعلومات، وفي الحكم على الأداء العقلي للفرد من حيث درجة ذكائه أو إبداعه.

المفاهيم الإجرائية للدراسة

١ - **استراتيجيات حل المشكلات:** يرى كل من إليس وسيجلر (Ellis & Siegler, 1994) أن استراتيجيات حل المشكلات هي: مجموعة من الخطوات أو الإجراءات تصمم من أجل التغلب على العوائق، وبلوغ الأهداف. وتُعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنها: الإجراءات أو الخطوات التي يستخدمها طلاب المرحلة الثانوية في حل المشكلات الرياضية، وتقاس من خلال أسلوب تحليل البروتوكول لمجموعة من المشكلات الرياضية، ومقياس التقرير الذاتي لاستراتيجيات حل المشكلات الرياضية الذي يشمل استراتيجيات: تحليل الوسائل والغايات، والعمل للأمام، والعمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ.

٢ - **سرعة تجهيز المعلومات:** تشير إلى قدرة الفرد على إدارة واستيعاب وإتمام الأنشطة المعرفية والاستجابة في الوقت المناسب، وتقاس في

الدراسة الحالية من خلال وعي الفرد بمستوى سرعة التجهيز لديه من خلال مقياس التقرير الذاتي وقدرته الفعلية على تجهيز المعلومات من خلال اختبار الترميز.

٣ - **القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية:** عرّفها موسبكن (Musbikin, 2006: 32) بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات، وبأنها القدرة على تجميع الأفكار، ورؤية علاقات جديدة، وغير متوقعة، وصياغة مفاهيم جديدة، والتوصل إلى إجابات غير تقليدية للمشكلات الجديدة، وطرح أسئلة جديدة وغير متوقعة.

وتعرف إجرائياً في هذه الدراسة بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في أبعاد الطلاقة والمرونة والأصالة من اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من إعداد (Sup, Jou & Jin, 2003) المستخدم في الدراسة الحالية.

الإطار النظري

استراتيجيات حل المشكلات:

تتعدد الاستراتيجيات المستخدمة في حل المشكلات الرياضية، وتتباين في درجة بلوغها للهدف، ومن أكثر هذه الاستراتيجيات شيوعاً استراتيجية تحليل الوسائل - الغايات واستراتيجية العمل للأمام، واستراتيجية العمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التشابه، واستراتيجية المحاولة والخطأ.

وفي استراتيجية تحليل الوسائل - الغايات يحدد القائم بالحل النهاية التي يرغب بلوغها، وعندئذ يحاول إيجاد الوسائل اللازمة لبلوغ هذه النهاية؛ عن طريق وضع أهداف فرعية يحاول تحقيقها جزئياً (Anderson, 1995; Jahnke & Nowacyk, 1998: 344).

وقد ذكر مدين وروس (Mdein & Ross, 1997) أن الخطوة الأولى في هذه الاستراتيجية تتمثل في مقارنة الحالة المبدئية بحالة الهدف، وتحديد الاختلاف

بينهما، ثم استخدام ذلك في اتخاذ القرار بتحديد، أي: العمليات يجب أن تستخدم مع التركيز على إزالة الجزء الأكبر من الاختلاف أولاً، ثم يطبق هذا التكنيك مع الاختلاف الجديد، وهكذا حتى يتم إزالة أو خفض الاختلافات حتى يصل إلى الهدف، وهذه الاستراتيجية رغم أنها بسيطة ودقيقة إلا أنها متعبة، وقد رأى برتز ونابلس وسترنبرج (Pretz, Naples & Sternberg, 2003: 11) أن هذه الاستراتيجية مفيدة في أنها لا تمثل ضغطاً على عمليات التجهيز؛ خاصة عند وضع الفرد لأهداف فرعية، حيث يتجنب الفرد الأعباء الزائدة الناجمة عن التخطيط المفرط.

وفي استراتيجية العمل للأمام يبدأ القائم بالحل العمل من المعطيات (الحقائق والبيانات) المقدمة مع المشكلة، ويبنى عليها استنتاجات جديدة، وقد ذكر (Mickerson, 1994: 427) أن استخدام هذه الاستراتيجيات يعتمد على امتلاك الفرد قدراً كبيراً من المعلومات المرتبطة بالمشكلة، والفهم الكافي لها؛ حتى يستطيع عمل تصورات صحيحة لها تكون أقرب إلى واقع المشكلة من خلال التقارير اللفظية المقدمة، ويطلق أندرسون (Anderson, 1995: 285) على هذه الاستراتيجية الاستدلال للأمام، ولكي يكون الفرد ناجحاً في عمل هذه الاستدلالات؛ فإن عليه أن يحدد احتمالات ذلك الاستدلال المرتبط بالحل، وهذا ما يحسن الأداء؛ إذ يتعلم أن يربط استدلالات مختلفة مع نماذج مختلفة في سماتها من المشكلات.

وفي استراتيجية العمل للخلف يبدأ القائم بالحل العمل من المطلوب (أو الهدف) متجهاً إلى المعطيات، أي: أن الفرد يركز على المطلوب النهائي، ففي بعض المواقف يكون عدد المسارات للتحرك من المعطيات إلى المطلوب كبيراً، ويصعب على الفرد اختيار المناسب منها، وعندئذ يلجأ إلى العمل من الخلف؛ فيركز على المطلوب متسائلاً عما هو مطلوب؛ ليصبح ذلك المطلوب النهائي صحيحاً، فيصل إلى نقطة معينة وعندها يسأل نفس السؤال حتى يصل إلى المعطيات (Medin & Ross, 1997: 469)، ويذكر كيلوج (Kellogg, 1995) أن الفرد

يلجأ إلى هذه الاستراتيجية عندما يكون هدف المشكلة محدداً تحديداً جيداً، ويحتوي على معلومات أكثر من المعطيات، وعندئذ يكون من المفيد أن تختصر المسارات في حيز المشكلة بأن نبدأ من النقطة المراد إثباتها ثم نتجه إلى الخلف، ويسميها أندرسون (Anderson, 1995: 285) الاستدلال للخلف، وهي تسبب ضغطاً شديداً على الذاكرة العاملة، وربما تقود إلى أخطاء بالغة؛ إذ تتطلب الاحتفاظ بمسار معين أثناء الحل.

وفي الاستراتيجية المختلطة (العمل بين الأمام والخلف) يبدأ الفرد العمل للأمام، ثم يتحول إلى العمل للخلف، أو العكس، وهذه الاستراتيجية تجمع بين أسلوبي العمل للأمام والخلف، ويرى الزيات (١٩٩٥: ٣٨٦) أن في هذه الاستراتيجية يتم تقليب المشكلة على وجوهها بسرعة؛ بحيث يمكن الوصول إلى حلول سريعة أو لا حلول على الإطلاق، وتتضمن عملية التخطيط للحل، محاولة إضفاء نوع من التبسيط عن طريق تجاهل الفرد لبعض المعلومات المصاحبة للمشكلة؛ بهدف إنتاج مشكلة أبسط يسهل إيجاد حلها أو اكتشافه، مع استخدام حل المشكلة المبسطة في التوصل لحل شامل للمشكلة قبل تبسيطها، وترى أمينة شلبي (١٩٩٦: ١٢٦) أن استراتيجية العمل بين الأمام والخلف (والعكس بالعكس) تخفف إلى أدنى حد من الضغط على الذاكرة قصيرة المدى؛ مما يسمح باشتقاق هذه الأساليب، وتوظيف البنية المعرفية للفرد ومحتواها توظيفاً فعالاً ومنتجاً، كما تسمح هذه الاستراتيجية بالقفز في الاستنتاج وتحليل ما وراء المعلومات المعطاة.

وفي استراتيجية التشابه، أو القياس التمثيلي، تنسحب طريقة الفرد السابقة في حل مشكلة ما على حل مشكلة أخرى، أو يخطط لحل مشكلة قائمة من خلال خبرته بحل مشكلة مشابهة وعند استخدام الفرد لهذه الاستراتيجية فإنه يكون بصدد مشكلة قائمة تسمى المشكلة الهدف، ولكي يحل هذه المشكلة عليه أن يبحث عن مشكلة مشابهة قد حلها فيما سبق تسمى المشكلة المصدر؛ ذلك أن أي مشكلة لها معالم سطحية، ومعالم بنائية ومحور المشكلة في هذه

الاستراتيجية أنه قد يركز الفرد على المعالم السطحية ويغفل المعالم البنائية؛ فيقع في أخطاء التشابه (Matlin, 1998: 359)، ولتحقيق أفضل تشابه فإنه يتعين على الفرد القيام بعدد من العمليات الفرعية من أهمها: التمثيل، والاستدعاء، والتخطيط، والتوافق، والاستنتاج لطريقة عرض المعلومات بداية، والاستخدام الجيد لاستراتيجيات الحل، مع القبول بأثر بنية المشكلة في الوصول إلى تحقيق أفضل تشابه (Bauer, Dorceva & Tandra, 2010: 6).

وفي استراتيجية المحاولة والخطأ، أو استراتيجية البحث العشوائي، أو اختبار الفروض، يكون أمام الفرد عدة مداخل؛ للوصول إلى الحل، وعليه أن يجرب كل السبل حتى يصل إلى الحل الصحيح، وعندما يكون هناك مدى محدود من الحلول؛ فإن استراتيجية المحاولة والخطأ تصبح استراتيجية مفيدة في حل المشكلة، في حين أنه عندما يكون مدى الحلول كبيراً والمشكلة غير جيدة التعريف؛ فإن استراتيجية المحاولة والخطأ تضيع الوقت بشكل كبير (Hockenburg & Hockenburg, 1997: 293)، وأثناء محاولة الفرد الوصول إلى حل المشكلة؛ فإنه قد يلجأ إلى تجريب المداخل المختلفة، وقد يقع في أخطاء أثناء محاولته ذلك حتى يصل إلى المدخل الملائم، وقد يحدث ذلك؛ لاعتقاده بأن الوصول إلى الحل إنما يأتي بالتدريج واستخدام العمليات غير المباشرة، التي لا تتضمن الإدراك والفهم لمتطلبات المشكلة أو بنيتها (Dominowski & Bourne, 1994: 23).

وبالتدقيق فيما سبق يمكن استنتاج أنه توجد العديد من استراتيجيات حل المشكلات الرياضية، بعضها يختصر الوقت والجهد، ويقلل من الضغط على عمليات تجهيز المعلومات، وهي مفيدة في حل المشكلات الصعبة أو غير جيدة التعريف، كما توجد استراتيجيات أقل كفاءة، وتستهلك وقتاً وجهداً كبيرين، وتمثل ضغطاً على عمليات التجهيز، وهي مع ذلك مفيدة في حل المشكلات الروتينية، وبذلك فإن التحدي أمام الباحثين يتمثل في الكشف عن الاستراتيجيات التي تميز المبدعين خاصة، ومحاولة التعرف على خطوات هذه الاستراتيجية، وإكسابها لزملائهم من العاديين؛ انطلاقاً من أن الاستراتيجيات المعرفية مكتسبة.

سرعة تجهيز المعلومات

يفترض نموذج تجهيز المعلومات حدوث عدد من العمليات ومراحل التجهيز بين تقديم المثير وحدوث الاستجابة، وأن تمثيل المثيرات يحدث في مراحل متتابعة، وكل مرحلة تؤثر في المعلومات المتاحة لها، وهذه العمليات تحول المعلومات إلى صور مختلفة، والمعلومات الجديدة تمثل مدخلاً للمرحلة التالية (Swanson, Cooney & O'Shaughnessy, 1998: 118) ولا غرو أن عمليات التجهيز تضمُّ تكوينات فرضية، وهذه التكوينات تصف كيف يقوم الفرد بعملية الانتقاء، والانتباه لمثيرات بذاتها من بين العديد من المثيرات التي تقع عليها حواسه، ثم تكوين تصورات داخلية لهذه المثيرات يمكن أن تعالج عقلياً، وتتحول من صورة إلى أخرى، ثم يتم تخزينها الذاكرة (Kelleher, Stough, Sergejew, & Rolfde, 2004: 1214).

والقدرة على التعامل السريع مع هذه المدخلات؛ يسمح بظهور الاستجابة الأفضل في وقتها، ويحسن من قدرة الفرد على التوافق مع التغيرات الموقفية، وهذا ما يلاحظ لدى البعض من خلال طاقة الاستجابة للمثيرات وهو ما يطلق عليه سرعة تجهيز المعلومات (Ball, Edwards & Ross, 2007: 20) فهي مصطلح يشير إلى أي مدى يمكن للفرد التفاعل بسرعة مع المعلومات الواردة، وفهمها، والتفكير فيها، والاستجابة لها، وتنفيذ تلك الاستجابة، علماً بأن سرعة معالجة المعلومات ليست مرادفاً للذكاء؛ إذ من الممكن أن يكون الذكاء مرتفعاً ولكن معالجة المعلومات تتم ببطء، كما أنها لا تعني سرعة الاستجابة الحركية (Ylvisaker, Hibbard & Feeney, 2008).

وهناك مجموعة من المحددات لسرعة تجهيز المعلومات من أهمها: السن: فالمراهقين عادة ما يكونون أسرع في تجهيز المعلومات من الأطفال، والراشدين الأكبر سناً أسرع في تجهيز المعلومات من الأصغر سناً. والخبرة والممارسة: فعمليات الجمع العقلي، والتدوير العقلي، والبحث في الذاكرة، والمهارات المرتبطة بها تتأثر بالممارسة؛ ولذلك تختلف سرعة تجهيز المعلومات وفقاً لخبرة الفرد

بها، وصعوبة المهمة، ودرجة الإتقان، والدقة المطلوبة في العمل، وكفاءة عمليات التجهيز الأخرى: كالانتباه، والذاكرة، والاستدلال، ونحو ذلك مما يؤثر في سرعة التجهيز (Kail, 2000: 52-56).

وتعد سرعة تجهيز المعلومات من أهم متطلبات الحياة اليومية، فعلى سبيل المثال: تعد سرعة معالجة المعلومات البصرية منبئ بكفاءة قيادة السيارة، وأداء المهام الحركية، والبحث بسرعة وبدقة عن الأرقام الهاتفية، واكتشاف التغيير، والوصول للمطلوب بسرعة، وقراءة الملصقات، كما أن سرعة التجهيز ترتبط بالحالة الصحية، بل هي مؤشر على الوضع الصحي وبخاصة العمليات المعرفية للفرد، (Ball, Edwards & Ross, 2007: 20).

ويتضح مما سبق أن سرعة تجهيز المعلومات تشير إلى الوقت المستغرق في أداء المهمة، وتتحدد بكفاءة العمليات المعرفية الأخرى، وهي واحدة من العمليات العقلية التي تختلف عن الذكاء، وتعد من محددات الأداء على كثير من الأنشطة العقلية والاختبارات وبخاصة أن معظم الاختبارات العقلية موقوتة، وهي من المتغيرات المهمة في تفسير الفروق الفردية بين الأفراد، ويجب الانتباه لها عند تفسير درجات الأفراد على الاختبارات.

القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية

تتعدد مجالات الإبداع ومنها مجال الإبداع في الرياضيات، وتختلف التعريفات وفقاً لذلك إلا أن القاسم المشترك الذي وجد بين (١٠١) تعريف نشر حديثاً تصف الطريقة التي يقاس بها الإبداع بأنه القدرة على إنتاج أفكار أو أشياء جديدة ومفيدة، (Hwa, 2005: 194).

وقد ميز عدد من علماء الرياضيات بين نوعين من القدرات المعرفية في الرياضيات، وهما: القدرات الأكاديمية، والقدرات الإبداعية. وتشير القدرة الأكاديمية إلى التفوق في القدرة الحسابية التي تؤهل الطالب للتفوق في الرياضيات على أقرانه داخل الصف، والقدرة الإبداعية تتضمن إدراك النماذج

والعلاقات بطريقة مختلفة؛ باستخدام تفكير معقد وغير نمطي، وتفكير أصيل في الرموز الرياضية، ونتائج استخدام الاستراتيجيات المختلفة، (Livne & Milgram, 2006: 199-200).

والتفكير الإبداعي في الرياضيات من الأهمية بمكان؛ كونه يعد جوهرياً لكافة العمليات الأخرى؛ فهذه القدرة تتيح للطلاب أن يكونوا مرنين، متفتحي العقل، متوافقين نفسياً مع مختلف المواقف والمشكلات، وتدعم قدرتهم على اتخاذ القرار وحل المشكلات؛ فالطفل يكون لديه ميل للتفكير الإبداعي، ويظهر ذلك من خلال ميله لحب الاستطلاع، لكنه مع التقدم في السن تقل لديه هذه الرغبة، وأحد الأسباب لذلك هو طريقة التدريس؛ حيث يسعى المعلمون إلى إكسابه مفاهيم ليست ذات معنى لديه؛ فيضطر إلى استظهارها، وحفظ خطوات إجراء العمليات الحسابية للمشكلات الروتينية، أو يقلد المعلم في الحل، أو يحل المشكلة محاكياً الأمثلة التي في الكتاب، (Rohaeti, 2010: 99).

ويعرف الإبداع في الرياضيات بأنه القدرة على رؤية علاقات جديدة بين الأساليب، ومجالات التطبيق، وعمل روابط بين الأفكار التي ربما تبدو وكأنها غير مرتبطة، (Mann, 2005: 7).

وتوصل جوسوفيك (Jausovec, 2000) في دراسته إلى وجود فروق بين المبدعين والأذكياء والموهوبين وأقرانهم من العاديين في العمليات المتضمنة في حل المشكلات المعقدة من حيث درجة النشاط العقلي والتكامل العصبي، وكانت مجموعة المبدعين هي أبرز المجموعات.

ويرى ممفورد وكونلي (Mumford & Connelly, 1994: 242) أن الحل الإبداعي للمشكلات يختلف عن حل المشكلة بالطريقة المعتادة، في كونه يتطلب من الفرد القدرة على معالجة المشكلات الجديدة والتي لم تنجح المعرفة السابقة للفرد في حلها، ويتطلب من الفرد أن يكون قادراً على اكتساب خبرات جديدة، وتقديم عنصر الطرافة الذي يولد الدافعية لديه في الاستمرار في العمل على المهمة، بالرغم من وجود احتمالية للفشل في البداية، وينمي الاعتقاد لدى الفرد أن هناك مشكلات ليس لها حل واحد صحيح مباشر، ويزود الفرد

بأكثر من طريقة للحل وباستراتيجيات جيدة لحل المشكلة، ويُمَكن الفرد من استنباط أفكار جديدة.

والفرد الذي يفكر بطريقة إبداعية في الرياضيات؛ يمتاز بالقدرة على صياغة الفرضيات التي تركز على السبب والأثر في المواقف الرياضية، وتحديد النماذج الرياضية، وكسر الجمود في التفكير؛ من خلال طرح حلول جديدة للمشكلات الرياضية، وطرح الأفكار الرياضية غير المعتادة وتقييم نتائجها، وتحديد المعلومات المفقودة في المشكلة، وتجزئة المشكلة العامة إلى عدد من المشكلات الفرعية، (Mann, 2005: 27).

كما يتصف أيضاً بالحساسية نحو الجمال، وتقديره للانسجام والوحدة والتماثل في الحلول، ورؤية المشكلات في البيانات والحلول التي لا تثير فضول زملائه، والبحث عن النتائج أو الروابط بين المشكلة والمقترحات والمفهوم، والعمل باستقلال عن المعلم وعن غيره من الطلاب، والمتعة في التواصل والاهتمام بالرياضيات، والقدرة على تخمين ما سيحدث إذا تم تغيير واحدة أو أكثر من الفرضيات، والمتعة المستمدة من خلال إعطاء حل آخر أو إثبات جديد، والمتعة في التعامل مع الرموز، ورؤية الحل بصورة كلية، وتخيل صور الأشياء في الفراغ، ورؤية تطبيقات جديدة للنتائج، والاعتقاد بأن أي مشكلة لها حل، والمثابرة عند التعامل مع المشكلات الصعبة، وإجراء عمليات عقلية كثيرة، (Hong & Aqui, 2004: 192).

مما سبق يتضح أن القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من أهم ما يجب التركيز عليه في العصر الحالي؛ باعتبار أنها تجمع بين الرياضيات والإبداع، وكلاهما من مفاتيح التقدم؛ لذلك فإن دراسة العوامل المؤثرة فيهما على درجة كبيرة من الأهمية.

العلاقة بين متغيرات الدراسة

يتحدد حل المشكلة كأي نشاط إنساني بطبيعة نظام تجهيز المعلومات، وهناك اعتباران يجب الالتفات إليهما في هذا الصدد، هما: أن خطوات التجهيز التي تحدث عند حل المشكلات، تتم بصورة تتابعية، أكثر من كونها تتم في صورة

متوازية، وأن سعة وسرعة تجهيز المعلومات الحالية لها تأثير كبير في حل المشكلات، فعندما يكون الفرد بصدد حل مشكلة ما فإنه برغم رغبته في حل المشكلة بكفاءة، قدر المستطاع، إلا أنه يكون مقيداً بسعة التجهيز وسرعته، وعليه فقد يلجأ إلى مدخل أقل فعالية لحل المشكلة؛ ليحتفظ بحدود التجهيز المتاحة، (Bourne, Dominowdki, Loftus, & Healy, 1986: 341).

وقد ذكر كيم وشو وآهن (Kim, Cho & Ahn, 2003: 175) أنه من الممكن تنمية التفكير الإبداعي في الرياضيات بتنمية الاتجاهات والقدرات والأساليب والاستراتيجيات المستخدمة في حل المشكلات الرياضية، كما أن الكشف عن المبدعين في الرياضيات لا يتم باستخدام الأدوات المعتادة التي ثبت عدم جدواها؛ لأنها تضع المبدع مع زملائه تحت ضغط الوقت.

ويُستخلص من الفقرة السابقة ملمحان، الأول: أن تعرف الاستراتيجيات المستخدمة في حل المشكلات الرياضية مهم لتنمية الإبداع، كما أن سرعة التجهيز المتمثلة في وقت الأداء مهمة للوقوف على قيود عملية الإبداع الحالية، وقد ذكر سترنبرج (Sternberg, 1996: 305) أن التفكير الإبداعي على درجة مهمة للمشتغلين بحل المشكلات الرياضية وبخاصة عندما يتطلب الحل الخروج عن نطاق المألوف والتفكير باتجاهات مختلفة.

من ذلك يمكن استنتاج أن القدرة على حل المشكلات والتفكير الإبداعي نظامان متسقان يتبادلان التأثير والتأثر فالتفكير الإبداعي يحسن القدرة على حل المشكلات، والتدريب على حل المشكلات يحسن التفكير الإبداعي، كما أن استراتيجيات حل المشكلات تتأثر بسرعة تجهيز المعلومات، والقدرة على التفكير الإبداعي كأحد العمليات العقلية تتأثر أيضاً بسرعة التجهيز.

دراسات سابقة

يعرض الباحث عدداً من الدراسات التي ترتبط بالدراسة الحالية مصنفة إلى بعدين كالتالي:

أولاً - دراسات تناولت العلاقة بين استراتيجيات حل المشكلات الرياضية والتفكير الإبداعي

هدفت دراسة هينز (Heinze, 2005) إلى تعرف الفروق بين الموهوبين رياضياً وغير الموهوبين في استراتيجيات حل المشكلات وعمليات التفكير، وتكونت عينة الدراسة من سبعة تلاميذ من الصف الرابع الابتدائي موهوبين رياضياً ومثلهم من غير الموهوبين، ومن خلال تحليل إجابات الموهوبين ووصفهم لطريقة حلولهم لمجموعة من المشكلات والألغاز الرياضية؛ أسفرت الدراسة عن أن الموهوبين رياضياً تبرز قدرتهم في العمل بطريقة منظمة وسريعة، ويصلون إلى استنتاجات مختلفة من خلال بنية المشكلة، وأيضاً تبرز قدرتهم من خلال الوصف والشرح للحل.

وهدفت دراسة سوب وجو (Sup & Jou, 2007) تعرف الفروق بين الطلاب الموهوبين والعاديين في القدرة على حل المشكلات الرياضية، وتكونت العينة من (١٥٠) طالباً من الموهوبين، (١٦٨) طالباً من العاديين، وطبق عليهم اختبار يتكون من عشرة أسئلة لقياس القدرة على حل المشكلات الرياضية؛ وأسفرت الدراسة عن وجود فروق في الدرجة الكلية لاختبار القدرة على حل المشكلات الرياضية لصالح مجموعة الطلاب الموهوبين، وكانت أبرز جوانب الاختلاف في القدرة على طرح المشكلة وتمثيلها وتحديدها لصالح مجموعة الموهوبين.

وأجرت ليندسي (Lindsay, 2009) دراسة بهدف تحديد تأثير النوع والصف الدراسي ومستوى الإبداع على استخدام استراتيجيات حل المشكلات الرياضية بالتطبيق على مشكلات غير روتينية، وأجريت الدراسة على عينة بلغت (١٧٠) طالباً وطالبة بالصفين السادس والسابع، وقسمت العينة إلى أربع مجموعات فرعية بكل صف مجموعتان تلقت الأولى بعض الإرشادات والأخرى لم تتلق إرشادات؛ ومما أسفرت عنه الدراسة عدم وجود فروق في درجة تعقيد الحل ترجع للصف، ووجدت فروق في عدد الحلول ترجع للنوع لصالح الإناث بالصف السادس ولم تظهر تلك الفروق بالصف السابع، ولا توجد علاقة بين مستوى الإبداع وعدد الحلول أو درجة تعقيدها لدى أي من الصفين أو الجنسين.

وأجرى تاي وأوزكان وتاي (Tay, Özkan & Tay, 2009) دراسة هدفت تعرف مستوى المخاطرة الأكاديمية، ومستوى القدرة على حل المشكلات، والعلاقة بين درجة المخاطرة والقدرة على حل المشكلات لدى الطلاب الموهوبين، وأجدريت الدراسة على عينة بلغت (١٠٣) طلاب وطالبات من الصفوف من الرابع وحتى السابع؛ وتوصلت الدراسة إلى أن الطلاب الموهوبين أعلى من المتوسط المتوقع في المخاطرة الأكاديمية، وأعلى من المتوسط في القدرة على حل المشكلات، كما توجد علاقة بين المخاطرة والقدرة على حل المشكلات لدى الطلاب الموهوبين.

وأجرى سيبالوكا (Sibbaluca, 2009) دراسة بهدف تعرف تأثير التدريب على حل مشكلات غامضة على القدرة على حل المشكلات والاتجاه نحو الرياضيات، وما إذا كان التفكير الإبداعي يتوسط هذه العلاقة السببية أم لا، وتكونت عينة الدراسة من (٥٦) طالباً، وباستخدام المنهج شبه التجريبي قسمت العينة إلى مجموعتين تجريبية وضابطة حجم كل منها (٢٨) طالباً، ووجه للمجموعة التجريبية مشكلات غامضة، وبتطبيق اختبار القدرة على حل المشكلات ومقياس تقدير الاتجاه واختبار تورانس للتفكير الإبداعي؛ أسفرت الدراسة عن وجود فروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي في القدرة على حل المشكلات والاتجاه نحو الرياضيات والتفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية، غير أن التفكير الإبداعي لا يتوسط العلاقة بين طريقة التدريس والقدرة على حل المشكلات والاتجاه نحو الرياضيات فتدريس المشكلات الغامضة يفيد مع المستويات المختلفة من التفكير الإبداعي.

تعليق على الدراسات السابقة

١ - تناولت الدراسات السابقة الفروق بين العاديين والموهوبين رياضياً في القدرة على حل المشكلات ولم تتطرق للفروق في استراتيجيات حل

المشكلات في حين أن استراتيجيات الأداء أهم من الدرجة على اختبار للقدرة على حل المشكلات.

٢ - ركزت الدراسات السابقة على الموهوبين رياضياً وهم قلة، ولم تتناول القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات رغم أهميته حيث يمكن تنميته والتدريب عليه.

٣ - توصلت الدراسات السابقة إلى أن التدريب على استراتيجيات حل المشكلات يحسن من التفكير الإبداعي ويرى الباحث أنه استكمالاً لهذه النتائج فالحاجة ضرورية لمعرفة الاستراتيجيات التي يستخدمها ذوو القدرة المرتفعة على التفكير الإبداعي في الرياضيات لتكون أساساً لتنمية الإبداع.

٤ - بناء على ما سبق فإن هذه الدراسة تختلف عن الدراسات السابقة في تناولها لاستراتيجيات الأداء التي يستخدمها ذوو القدرة المرتفعة على التفكير الإبداعي، وتعد استكمالاً لجهود الباحثين في المجال وبخاصة عند إعداد برامج تنمية الإبداع، وقد استفاد الباحث من هذه الدراسات في بناء أدوات البحث وتفسير نتائجه.

ثانياً - دراسات تناولت العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والتفكير الإبداعي في الرياضيات

هدفت دراسة كوياتوسكي وفرتنيان ومارتندال (Kwiatkowski, Vartanian & Martindale, 2999) تعرف العلاقة بين الإبداع وسرعة تجهيز المعلومات من خلال الإجابة على الافتراض الذي ينص على أن المبدعين أسرع في زمن الرجع على المهام الأقل غموضاً بينما يكونون أبطأ في زمن الرجع عندما تكون المهام أكثر غموضاً مقارنة بالعاديين، وقد تكونت العينة من مجموعة من المشهود لهم بالإبداع طبق عليهم مقاييس تتضمن نوعين من المهام السهلة والصعبة، وقد أسفرت الدراسة عن تحقق هذا الافتراض إذ وجدت علاقة سالبة بين زمن الرجع والدرجة على المهام الأقل غموضاً، وعلاقة موجبة بين زمن الرجع والدرجة على اختبار المهام المعقدة.

كما هدفت دراسة رينرمان ونيوباور (Rindermann & Neubauer, 2004) إلى تعرف العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والذكاء والإبداع والأداء المدرسي والتوصل إلى نموذج يربط بين هذه المتغيرات، وقد أجريت الدراسة على عينة بلغت (٢٧١) طالباً من الصفوف التاسع إلى الحادي عشر، طبق عليهم مقاييس سرعة تجهيز المعلومات والذكاء والإبداع والتحصيل، وقد أسفرت الدراسة عن وجود ارتباط بين سرعة تجهيز المعلومات والذكاء بلغ ٠,٣١، ومعم الإبداع بلغ ٠,٣٣، ومع الأداء المدرسي بلغ ٠,٣٥ كما تبين من خلال النموذج أن سرعة تجهيز المعلومات ليس لها تأثير مباشر بذاتها على الأداء المدرسي ولكن تأثيرها غير مباشر من خلال توسطها للعلاقة بين القدرات المعرفية العليا والأداء المدرسي.

وهدفت دراسة فارتنين ومارتيندال وكوياتوسكي (Vartanian, Martindale & Kwiatkowski, 2006). تعرف العلاقة بين الإبداع والانتباه وسرعة تجهيز المعلومات، وبنيت الدراسة على افتراض أن الفروق في درجة تركيز الانتباه هي التي تحدد العلاقة بين الإبداع وسرعة تجهيز المعلومات، وأجريت الدراسة على عينة من طلاب الجامعة بأمريكا، وأسفرت الدراسة عن وجود ارتباط سالب بين زمن الرجع والإبداع على المهام التي ليس بها تداخل أو مشتتات، ووجدت علاقة موجبة بين زمن الرجع والإبداع على المهام التي بها عوامل مشتتة، وكان الاستنتاج النهائي للدراسة هو أن العلاقة بين الإبداع وزمن الرجع دالة للفروق في درجة تركيز الانتباه.

وأجرى دورفمان ورفاقه (Dorfman, & Martindale Gassimova, Vartanian, 2008) نفس الدراسة السابقة على عينة من طلاب المدارس الثانوية بالمجتمع الروسي وتوصلت لنتائج مختلفة عن الدراسة السابقة التي أجريت على المجتمع الأمريكي، حيث توصلت إلى أن المبدعين يكونون الأسرع عندما تكون المهام صعبة (مشتتة)، ويكونون الأبطاء عندما تكون المهام سهلة (غير مشتتة).

تعليق على دراسات البعد الثاني

١ - تناولت الدراسات السابقة العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والتفكير الإبداعي بوجه عام ولم تدرس العلاقة مع القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات.

٢ - تضاربت النتائج بخصوص العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والتفكير الإبداعي فمن الدراسات ما توصل لوجود علاقة موجبة مع المهام المعقدة مثل (Kwiatkowski, Vartamoam & Martindale, 1999) ومنها ما توصل لعلاقة سالبة مع المهام المعقدة مثل (Dorfman, Martindale, Gassimova & Vartanian, 2009).

٣ - اقتصرت الدراسات السابقة على نوع واحد من المقاييس (القدرة أو التقرير الذاتي) وربما يكون ذلك السبب في تضارب النتائج لذلك رأى الباحث الجمع بينهما مع التطبيق على التفكير الإبداعي في الرياضيات.

٤ - بناء على ما سبق فإن الدراسة الحالية تختلف عن الدراسات السابقة في تناولها للعلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والتفكير الإبداعي في الرياضيات خاصة، وجمعها بين طريقتين لقياس استراتيجيات حل المشكلات، ومحاولتها حسم العلاقة بين سرعة تجهيز المعلومات والتفكير الإبداعي، وقد استفاد الباحث من هذه الدراسات في اختيار أدوات البحث وتفسير نتائجه.

فروض الدراسة

في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة يمكن صياغة فروض الدراسة كما يلي:

١ - لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات الطلاب والطالبات على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٢ - توجد علاقة دالة إحصائياً بين درجات الطلاب على مقياس استراتيجيات حل المشكلات الرياضية (تحليل الوسائل والغايات، والعمل للأمام، والعمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ) ودرجاتهم على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٣ - لا توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات الطلاب على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية وفقاً لنوع الاستراتيجية.

٤ - يمكن التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من خلال بعض استراتيجيات حل المشكلات الرياضية (تحليل الوسائل والغايات، والعمل للأمام، والعمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ).

٥ - توجد علاقة دالة إحصائياً بين درجات الطلاب على مقياسي سرعة تجهيز المعلومات (القدرة والتقرير الذاتي) ودرجاتهم على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٦ - يمكن التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من خلال درجات الطلاب على مقياسي سرعة تجهيز المعلومات (القدرة والتقرير الذاتي).

إجراءات الدراسة

منهج الدراسة: استخدم الباحث في هذه الدراسة المنهج الوصفي القائم على وصف الظواهر كما هي وتعرف العلاقة فيما بينها.

عينة الدراسة: تكونت عينة الدراسة من (٦٧) طالباً وطالبة (٣٧ من الذكور، ٣٠ من الإناث) بالصف الأول الثانوي متوسط أعمارهم (١٧,٦) والانحراف المعياري (١,٢). واقتصرت العينة على هذا العدد نظراً لكثرة أدوات الدراسة وصعوبة التطبيق والتصحيح فبعض المقاييس تطبق فردياً.

أدوات الدراسة: تمثلت أدوات الدراسة فيما يلي:

١ - مقياس استراتيجيات حل المشكلات الرياضية إعداد الباحث

٢ - اختبار المشكلات الرياضية إعداد الباحث

٣ - مقياس سرعة تجهيز المعلومات (التقرير الذاتي) إعداد الباحث

٤ - اختبار رموز الأرقام من مقياس وكسلر - بلفيو لذكاء الراشدين والمراهقين.

٥ - مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية؛ إعداد (Sup, Jou & Jin, 2003) وترجمة الباحث.

وفيما يلي عرض لهذه المقاييس ولطرق تقنينها.

أولاً - مقياس استراتيجيات حل المشكلات الرياضية: أعد الباحث المقياس في الخطوات التالية:

١ - اطلع الباحث على أدبيات البحث في مجال استراتيجيات حل المشكلات، ولاحظ أن طريقة القياس اختلفت من دراسة لأخرى فبعض الدراسات استخدمت تحليل البروتوكول ودراسات أخرى استخدمت التقرير الذاتي ورأى الباحث أن أسلوب تحليل البروتوكول به بعض العيوب منها: التأثر بذاتية الفاحص، ووجود فجوات ينسى المفحوص فيها التحدث عما يدور بذهنه أو كتابته، وقد يقوم المفحوص بقفزات أثناء الحل دون أن يذكر خطوات ذلك، وصعوبة التطبيق على عدد كبير من الأفراد لأن تطبيقه فردي. لذلك وجد الباحث ضرورة للجمع بين الطريقتين في القياس فأعد مقياساً لاستراتيجيات حل المشكلات يعتمد على التقرير الذاتي، واستخدم أيضاً تحليل البروتوكول المكتوب.

٢ - حدد الباحث الخطوات التي تتبع عند استخدام لكل استراتيجية من الاستراتيجيات المحددة في الدراسة الحالية (استراتيجية تحليل الوسائل والغايات، واستراتيجية العمل للأمام، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ) من خلال الكتابات النظرية والدراسات السابقة.

٣ - وضع الباحث مقياساً يتكون من ٦٩ مفردة؛ ترجم فيه خصائص وخطوات كل استراتيجية في عبارات يجيب عنها المفحوص ذاتياً بتحديد درجة استخدامه لمحتوى العبارة باختيار بديل من ثلاثة بدائل هي (غالباً، أحياناً، نادراً) وتقدر درجة كل عبارة بدرجة تنحصر بين ٣-١، ولكل استراتيجية درجة ولا توجد درجة كلية للمقياس فجمع درجات الاستراتيجيات ليس له معنى.

٤ - حسب الباحث المؤشرات السيكومترية للمقياس كالتالي:

- **الصدق:** حسب صدق المقياس بطريقتين كالتالي: **صدق المحكمين:** عرض الباحث المقياس في صورته الأولية على تسعة من الأساتذة المتخصصين في علم النفس المعرفي بهدف الحكم على مفردات المقياس من حيث: مدى تمثيلها للاستراتيجية التي تندرج تحتها، ومدى ملاءمة صياغة المفردات، وأية ملاحظات أخرى، وفرغ ملاحظات ومقترحات السادة المحكمين مع قبول العبارات التي اتفق عليها ثمانية من تسعة محكمين بما يمثل نسبة اتفاق ٨٩٪ تقريباً، وأسفر ذلك عن حذف ٦ مفردات، وتعديل صياغة بعض المفردات الأخرى وبذلك أصبح عدد مفردات الاختبار ٦٣ مفردة.

- **الصدق المرتبط بالمحك:** وفيه طبق الباحث المقياس على عينة بلغت ١٨ طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوي، ثم طبق عليهم اختبار حل المشكلات الذي وضع لقياس استراتيجيات حل المشكلات من خلال تحليل البروتوكول الذي سيأتي ذكره فيما بعد، ثم قارن نتيجة المقياس بنتيجة تحليل البروتوكول باستخدام اختبار مربع كاي وجاءت النتائج بالجدول رقم (١):

جدول رقم (١)

قيمة كا^{٢} ودلالتها الإحصائية للفروق بين التكرارات على البروتوكول المكتوب ومقياس الاستراتيجيات

الاستراتيجية / الأداة	العمل للأمام	العمل للخلف	المختلطة	وسائل/ غايات	تماثل	المحاولة/ الخطأ	كا^{٢}	الدلالة
البروتوكول	٧	٣	١	٣	٢	٢	٠,٨١	غير دالة
مقياس التقرير الذاتي	٦	٣	٢	٢	٣	٢		

يتضح من جدول رقم (١) أن قيمة كا^{٢} - ٠,٨١ وهي غير دالة إحصائياً أي أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً بين استجابات العينة على كل من البروتوكول المكتوب ومقياس الاستراتيجية مما يشير إلى صدق مقياس التقرير الذاتي.

الثبات: تم حساب ثبات المقياس بطريقتي ألفاكرونباخ وإعادة التطبيق على عينة بلغت ١٨ طالباً وطالبة وجاءت النتائج كما بجدول رقم (٢):

جدول رقم (٢)

قيم معاملات الثبات لكل استراتيجية

الاستراتيجية		العمل للأمام	المحاولة والخطأ	العمل للخلف	التماثل	المختلطة	الوسائل/ الغايات
معامل الثبات	ألفاكرونباخ	٠,٨٢	٠,٧٧	٠,٧٦	٠,٨٣	٠,٧١	٠,٧٣
	إعادة التطبيق	٠,٨٥	٠,٧٨	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨٣	٠,٧٢

يتضح من جدول رقم (٢) السابق أن قيم معاملات الثبات بطريقة ألفاكرونباخ تتراوح بين ٠,٧١ - ٠,٨٣، وتراوحت بطريقة إعادة التطبيق بين ٠,٧٢ - ٠,٨٥ وهي قيم مقبولة وتشير إلى ثبات المقياس (عودة، ٢٠٠٢: ٣٦٦).

الاتساق الداخلي: قام الباحث بحساب معاملات ارتباط كل مفردة بالدرجة الكلية للاستراتيجية التي تمثلها على عينة بلغت ١٨ طالباً وطالبة؛ فأسفر ذلك عن حذف ثلاث مفردات ثم أعاد حساب معامل الارتباط وجاءت النتائج كما بجدول رقم (٣):

جدول رقم (٣)

قيم معاملات ارتباط درجات مفردات كل استراتيجية بالدرجة الكلية لها ومستوى دلالتها

الاستراتيجية	أرقام الفقرات ومعاملات ارتباطها بالدرجة الكلية للاستراتيجية									
العمل للأمام	١	٧	١٣	١٩	٢٥	٣١	٣٧	٤٣	٤٩	٥٥
	٠,٥١	٠,٦١	٠,٦٦	٠,٥١	٠,٤٩	٠,٥٦	٠,٦٦	٠,٥٩	٠,٦١	٠,٥٦
المحاولة والخطأ	٢	٨	١٤	٢٠	٢٦	٣٢	٣٨	٤٤	٥٠	٥٦
	٠,٥٧	٠,٥٣	٠,٥٨	٠,٥٣	٠,٤٨	٠,٥٨	٠,٥٣	٠,٥٦	٠,٥٧	٠,٤٩
العمل للخلف	٣	٩	١٥	٢١	٢٧	٣٣	٣٩	٤٥	٥١	٥٧
	٠,٤٦	٠,٤٨	٠,٦١	٠,٤٩	٠,٤٨	٠,٥١	٠,٥٣	٠,٤٨	٠,٥٣	٠,٥٨
التماثل	٤	١٠	١٦	٢٢	٢٨	٣٤	٤٠	٤٦	٥٢	٥٨
	٠,٤٥	٠,٤٧	٠,٥٨	٠,٥٥	٠,٦٥	٠,٤٨	٠,٦٤	٠,٤٩	٠,٥٣	٠,٥٦
المختلطة	٥	١١	١٧	٢٣	٢٩	٣٥	٤١	٤٧	٥٣	٥٩
	٠,٤٥	٠,٥٤	٠,٥٥	٠,٤٧	٠,٤٩	٠,٧١	٠,٥١	٠,٥٣	٠,٥٢	٠,٧٣
الوسائل/ الغايات	٦	١٢	١٨	٢٤	٣٠	٣٦	٤٢	٤٨	٥٤	٦٠
	٠,٤٢	٠,٧٥	٠,٦١	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٥٢	٠,٤٦	٠,٦١	٠,٥٦	٠,٥٦

يتضح من الجدول رقم (٣) السابق أن قيم معاملات ارتباط درجة كل مفردة بالدرجة الكلية للاستراتيجية التي تنتمي إليها دالة؛ حيث إن القيم الحرجة هي ٠,٤٤ عند مستوى ٠,٠٥ و ٠,٥٦ عند مستوى ٠,٠١؛ مما يشير إلى أن المفردة تقيس ما تقيسه الدرجة الكلية؛ أي أنه يوجد اتساق داخلي بين مفردات المقياس.

ثانياً - اختبار حل المشكلات:

يهدف هذا الاختبار إلى تعرف استراتيجيات حل المشكلات الرياضية من خلال تحليل البروتوكول المكتوب، وأعد الباحث الاختبار وفقاً للخطوات الآتية:

١ - اقتبس الباحث بعض المشكلات الرياضية بالاعتماد على المراجع التي سبق ذكرها في الإطار النظري والدراسات السابقة مع أخذ فكرة بعض التمارين من كتاب الوزارة المقرر على الصف الأول الثانوي.

٢ - وضع الباحث (٩) مشكلات رياضية يمكن حلها بمختلف الاستراتيجيات المحددة في الدراسة الحالية، ويطلب من الطالب الإجابة عن المشكلات وكتابة كل ما يدور في ذهنه أثناء الحل فلا يقتصر على كتابة القوانين ولكن يكتب كيف يفكر.

٣ - وضع الباحث قائمة بخطوات كل استراتيجية بحيث يعتمد عليها في تحديد الاستراتيجية ويكون اتباع الطالب لمعظم الخطوات دليل على تفضيله للاستراتيجية.

٤ - حسب الباحث المؤشرات السيكومترية للاختبار كالتالي:

- **الصدق:** عرض الباحث مجموعة المشكلات على خمسة من مدرسي الرياضيات بالمدارس الثانوية التي طبق بها بحثه وذلك للتأكد من مدى ملاءمتها لطلاب المرحلة الثانوية؛ وكان من نتيجة ذلك أن أبقى الباحث على (٦) مشكلات فقط، يمكن حلها بطرق مختلفة.
- **الثبات:** حسب الباحث ثبات التصحيح بإعادة التصحيح بفاصل زمني عشرة أيام وإعادة تصنيف الطلاب على الاستراتيجيات ثم حسب قيمة اختبار مربع كاي ثم حولها لمعامل ارتباط فاي حيث $\chi^2 = n\phi^2$ (الكناني، ٢٠٠٧) وجدول رقم (٤) التالي يوضح النتائج.

جدول رقم (٤)

قيمة كا^2 ودلالتها الإحصائية للفروق بين التكرارات على البروتوكول المكتوب في التطبيقين

الاستراتيجية / الأداة	العمل للأمام	العمل للخلف	المختلطة	وسائل/ غايات	تماثل	المحاولة/ الخطأ	كا^2	الدلالة
الأول	٧	٣	١	٣	٢	٢	١,٥٣	غير دالة
الثاني	٧	٣	٢	١	٣	٢		

يتضح من جدول رقم (٤) السابق أن قيمة كا^2 غير دالة مما يعني عدم وجود فروق بين تصنيف الطلاب في التطبيقين الأول والثاني، كما بلغت قيمة ϕ ٠,٩٢ وهي تشير لمعامل ارتباط قوي بين التطبيقين الأول والثاني مما يعد مؤشراً للثبات.

ثالثاً - مقياس سرعة تجهيز المعلومات (التقرير الذاتي):

أعد الباحث المقياس في الخطوات التالية:

١ - اطلع الباحث على الأدبيات المتعلقة بتجهيز المعلومات من كتابات نظرية ودراسات فوجد اتجاهين لقياس سرعة التجهيز الأول: يعتمد على التقرير الذاتي، مثل قائمة التجهيز المعرفي (CPI)، والثاني: يعتمد على الأداء، مثل اختبار الترميز، ورأى الباحث أن يأخذ بالطريقتين لقياس سرعة تجهيز المعلومات.

٢ - حدد الباحث خصائص الأفراد سريعي وبطيئي تجهيز المعلومات ثم ترجم هذه الخصائص إلى (٣٨) مفردة موجبة وسالبة تقيس عاملاً واحداً، ويحدد فيها المفحوص درجة انطباق محتوى العبارة عليه من خلال اختيار بديل من ثلاث بدائل هي (غالباً، أحياناً، نادراً)، وتقدر درجته على كل عبارة بدرجة تتراوح بين ٣-١؛ بحيث تعبر الدرجة الأعلى على سرعة تجهيز المعلومات.

٣ - حسب الباحث المؤشرات السيكومترية للمقياس كالتالي:

- **الصدق:** حسب الصدق بطريقتين، هما **صدق المحكمين**، وفيه عرض المقياس على متخصصين في علم النفس المعرفي لتحديد مناسبة المقياس لما وضع له وسلامة المفردات، وأية إضافات يرونها، فأسفر ذلك عن حذف مفردة واحدة وتعديل صياغة بعض المفردات الأخرى.
- **الصدق التلازمي:** وفيه حسب الباحث معامل الارتباط بين الدرجة الكلية لمقياس سرعة تجهيز المعلومات والدرجة الكلية للتحصيل في الفصل الدراسي الأول على عينة بلغت ٣٠ طالباً بالصف الأول الثانوي فبلغ ٠,٦٩ وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ٠,٠١ مما يعد مؤشراً آخر على الصدق.
- **الثبات:** حسب ثبات المقياس على عينة بلغت ٣٠ طالباً بطريقتين هما: إعادة التطبيق وألفاكرونباخ فبلغت ٠,٨١، ٠,٧٩ على التوالي وهي قيم ثبات مقبولة. (عودة، ٢٠٠٢: ٣٦٦).

- **الاتساق الداخلي:** حسب الباحث الاتساق الداخلي للمقياس بحساب معامل الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للمقياس على عينة بلغت ٣٠ طالباً، فأسفر ذلك عن حذف مفردة واحدة لم تكن مرتبطة بالدرجة الكلية، وقد تراوحت قيم الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية بين ٠,٤٣-٠,٦٨ بعد حذف المفردة، وهي قيم دالة مما يعني أن المفردات تقيس ما تقيسه الدرجة الكلية أي يوجد اتساق داخلي.

رابعاً - اختبار رموز الأرقام من مقياس وكسلر - بلفيو لذكاء الراشدين والمراهقين:

يعد هذا الاختبار أحد الاختبارات العملية من الاختبارات الإحدى عشر من اختبارات مقياس وكسلر لذكاء الراشدين والمراهقين الذي يطبق على الأفراد من سن ١٥-٦٠ سنة فما فوق.

وفي هذا الاختبار يطلب من المفحوص أن ينقل في مربعات مطبوعة في كراسة الإجابة الرموز المقابلة لكل رقم في المربع طبقاً لمفتاح الرموز المطبوع أعلى المربعات، والدرجة هي المجموع الكلي للرموز الصحيحة التي يقوم المفحوص بكتابتها في ٩٠ ثانية.

وهذا المقياس يقيس السرعة والدقة في الأداء، ويرى وكسلر أن الاختبار يعكس المرونة في التداعي حين يواجه الفرد موقفاً جديداً من مواقف التعلم، ونظراً لعامل السرعة فإن الاختبار يصبح أحياناً اختباراً في التركيز.

والاختبار يتكون من (٧٥) مربعاً منها ثمانية مربعات للتدريب، وبالتالي تكون الدرجة العظمى (٦٧) درجة حيث تحسب درجة لكل إجابة صحيحة بينما تحسب نصف درجة للإجابة الصحيحة التي يكون شكل الرمز فيها معكوساً.

واستخدمت العديد من الدراسات اختبار رموز الأرقام كمقياس لسرعة تجهيز المعلومات، ومن هذه الدراسات (Venkatraman et al., 2011; Joy, Kaplan & Fein, 2004; Blanch et al., 2011).

خامساً - اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية:

أعد هذا الاختبار سيوب وجوي وجين (Sup, Jou & Jin, 2003) بهدف قياس القدرة على التفكير الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى الموهوبين والعاديين.

يتكون الاختبار من خمسة مشكلات مفتوحة النهاية، تطبق بصورة جمعية، وزمن الاختبار (٥٥) دقيقة تخصص خمس دقائق منها للتعليمات، وتصحح الدرجة على الاختبار وفقاً لثلاثعوامل هي: الطلاقة وتتمثل في عدد الاستجابات والعدد الأقصى لكل سؤال (١٥) استجابة، والمرونة وتقاس بعدد الفئات المختلفة من الاستجابات، وقد حدد معدو الاختبار فئات الاستجابات التي جاءت من عينة التقنين، والأصالة وتقاس بدرجة التفرد في الاستجابات من خلال حساب نسبة تكرار الفكرة في المجموعة وفقاً للمعايير التالية: إذا تكررت الفكرة بنسبة ٣٪ فأكثر تأخذ الدرجة (صفر)، وإذا تكررت بنسبة أكبر من ٢٪ أو تساويها وأقل من ٣٪ تأخذ الدرجة (١)، وإذا تكررت بنسبة أكبر من ١٪ أو تساويها وأقل من ٢٪ تأخذ الدرجة (٢)، وإذا تكررت بنسبة أقل من ١٪ تأخذ الدرجة (٣).

حسب معدو الاختبار الثبات بطريقة ألفاكرونباخ فبلغ ٠,٨٠، كما حسب الصدق الداخلي للاختبار ودرجة الصعوبة باستخدام نموذج راش أحادي البارامتر؛ حيث تراوحت مؤشرات الملاءمة بين ٠,٨٥-١,١٠ وقيم الصعوبة بين -٠,١ - ٠,٤٠، وحسب الصدق التمييز باستخدام معامل الارتباط الثاني الحقيقي لحساب الارتباط بين درجة كل مشكلة ومجموع المشكلات الأخرى فتراوح بين ٠,٥١ - ٠,٧٣.

وفي الدراسة الحالية حسب الباحث الثبات بطريقة ألفاكرونباخ فبلغ ٠,٧٣، كما حسب الصدق التمييز بنفس الطريقة التي حسبها معدو الاختبار فتراوح معامل الارتباط بين ٠,٦٣ - ٠,٧٦.

مما سبق يمكن استنتاج أن أدوات الدراسة يتوافر لها قدر مقبول من الصدق والثبات.

نتائج الدراسة

الفرض الأول: "لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات الطلاب والطالبات على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية".

لاختبار هذا الفرض استخدم الباحث اختبار (ت) للفروق بين المجموعات المستقلة لحساب الفروق بين الطلاب والطالبات في الدرجة الكلية للقدرة على التفكير الإبداعي وجاءت النتائج كما بجدول رقم (٥) التالي.

جدول رقم (٥)

قيمة (ت) ودلالتها للفروق بين الطلاب والطالبات على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية

المجموعة	ن	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
الطلاب	٣٧	٣٧,٣	٨,٩	٣,٩٨	٠,٠١
الطالبات	٣٠	٢٩,٩	٥,٦		

يتضح من جدول رقم (٥) السابق أن قيمة (ت) للفرق بين الطلاب والطالبات في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية جاءت دالة في اتجاه الطلاب، مما يعني أن الطلاب أكثر قدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية بالمقارنة مع الطالبات، ويمكن رد هذه النتيجة للفروق بين الطلاب والطالبات في بعض القدرات العقلية كالاستدلال والقدرة على التصور البصري المكاني وفي بعض سمات الشخصية كالمخاطرة واعتماد اختبار القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات على مثل هذه القدرات، كما أن الطلاب بطبيعة الحال يتفوقون على الطالبات في مادة الرياضيات، وهذه النتيجة أيدتها العديد من الدراسات السابقة (Geist & King, 2008: 49).

وبناء على ذلك يتم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل الذي ينص على "يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات الطلاب والطالبات على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لصالح الطلاب".

الفرض الثاني: "توجد علاقة دالة إحصائياً بين درجات الطلاب على مقياس استراتيجيات حل المشكلات الرياضية (تحليل الوسائل والغايات، والعمل للأمام، والعمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ) ودرجاتهم على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية".

لاختبار هذا الفرض استخدم الباحث معامل ارتباط بيرسون لحساب الارتباط بين درجات الطلبة على مقياس استراتيجيات حل المشكلات الرياضية (التقرير الذاتي) ودرجاتهم على اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، ووفقاً لنتيجة الفرض السابق فقد حسب الارتباط لدى الطلاب والطالبات لوجود فروق بينهما، وجاءت النتائج بجدول رقم (٦) التالي:

جدول رقم (٦)

قيمة معاملات الارتباط بين درجة الاستراتيجيات ودرجات القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات

الاستراتيجية	الطلاب				الطالبات			
	الطلاقة	المرونة	الأصالة	الدرجة الكلية	الطلاقة	المرونة	الأصالة	الدرجة الكلية
العمل للأمام	٠,٠٨	٠,٠٢	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,١٧	٠,٠١	٠,٠٤	٠,٠٩
المحاولة والخطأ	٠,٢٨	٠,٣١	٠,٣٦*	٠,٣٧*	٠,١٢	٠,٣١	٠,٣٦*	٠,٣١
العمل للخلف	٠,٠٥	٠,٠١	٠,١٠	٠,٠١	٠,١١	٠,٢٤	٠,١٥	٠,٢٠
التماثل	٠,٠١	٠,١٤	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٩	٠,١٧	٠,١٩	٠,١٧
المختلطة	٠,٣٨*	٠,٢٥	٠,٣٤*	٠,٤٠**	٠,٣١	٠,٥٠**	٠,٥٨**	٠,٥٥**
الوسائل/ الغايات	٠,٣٤*	٠,٤٠**	٠,٤٠**	٠,٤٥**	٠,٢١	٠,٢١	٠,٤٦*	٠,٣٦*

يتضح من جدول رقم (٦) السابق وجود ارتباط موجب دال بين استراتيجية المحاولة والخطأ وبُعد الأصالة والدرجة الكلية للقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى الطلاب، بينما يوجد ارتباط موجب دال لنفس الاستراتيجية مع بُعد الأصالة فقط عند الطالب، كما يوجد ارتباط

موجب دال بين الاستراتيجية المختلطة وكل من بُعد الطلاقة والأصالة والدرجة الكلية لدى الطلاب، بينما يوجد ارتباط موجب دال لنفس الاستراتيجية وكل من بُعد المرونة والأصالة والدرجة الكلية لدى الطالبات، ويوجد ارتباط موجب دال بين استراتيجية تحليل الوسائل والغايات وجميع الأبعاد والدرجة الكلية للقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى الطلاب، بينما يوجد ارتباط موجب دال لنفس الاستراتيجية مع بُعد الأصالة والدرجة الكلية لدى الطالبات، ولا يوجد ارتباط بين القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية وبقية الاستراتيجيات، وسوف يفسر الباحث نتائج هذا الفرض مع نتائج الفرضين الثالث والرابع التاليين تجنباً للتكرار وتحقيقاً للتكامل بين النتائج.

الفرض الثالث: "لا توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات الطلاب على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية وفقاً لنوع الاستراتيجية".

لاختبار هذا الفرض اعتمد الباحث على نتائج تحليل البروتوكول والتي تصنف الطلاب إلى ست مجموعات وفقاً لنوع الاستراتيجية، واستخدم الباحث اختبار كروسكال وأليس لتحليل التباين الأحادي اللابارامتري نظراً لصغر حجم المجموعات، وجاءت النتائج بجدول رقم (٧) التالي:

جدول رقم (٧)

قيمة كا^2 ودلالتها للفروق في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات وفقاً لنوع الاستراتيجية

القدرة	البيان	الاستراتيجية					
		العمل للأمام	المحاولة والخطأ	العمل للخلف	التماثل	المختلطة	الوسائل/ الغايات
الطلاقة	العدد	١٢	١٧	١١	٨	٨	١١
	متوسط الرتب	١٩,٧	٤٠,٧	٣٥,٨	٩,٦	٤٨,٤	٤٤,٩
	قيمة كا^2	٢٩,١**					

تابع/ جدول رقم (٧)

قيمة كا^2 ودلالتها للفروق في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات وفقاً لنوع الاستراتيجية

القدرة	البيان	الاستراتيجية					
		العمل للأمام	المحاولة والخطأ	العمل للخلف	التماثل	المختلطة	الوسائل/ الغايات
المرونة	متوسط الرتب	٣٩,١	٤٠,٦	١٤,٤	١٤,٤	٣٩,٦	٤١,٨
	قيمة كا^2	١٧,٣❖❖					
الأصالة	متوسط الرتب	٢٨,٥	٤١,٨	٢٦,٨	١٢,٣	٤٥,٨	٤٢,٤
	قيمة كا^2	٢٠,٥❖❖					
الدرجة الكلية	متوسط الرتب	٢٠,٣	٤١,٦	٣٤,١	٧,٦	٤٧,٠	٤٦,٩
	قيمة كا^2	٣١,٨❖❖					

يتضح من جدول رقم (٧) السابق أن قيمة كا^2 للفروق في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات (الأبعاد والدرجة الكلية) وفقاً لاستراتيجية حل المشكلات دالة، ولمعرفة اتجاه الفروق تم استخدام طريقة Dwass - Steel - Chritchlow - Frligner للمقارنات البعيدة للمتوسطات في حالة الاختبارات اللابارامترية ببرنامج Stats Direct الإحصائي، وجاءت نتائج المقارنات بجدول رقم (٨) الآتي:

جدول رقم (٨)

المقارنات البعدية للمتوسطات

القدرة	الاستراتيجية	المتوسط	المحاولة والخطأ	العمل للخلف	التماثل	المختلطة	الوسائل/ الغايات
الطلاقة	العمل للأمام	١٤,٨٣	٥,٢٣❖	٤,٠٨❖	١,٩٥	٧,٥٥❖	٥,٩٩❖
	المحاولة والخطأ	٢٠,٠٦	–	١,١٥	٧,١٨	٢,٣٢	٠,٧٦
	العمل للخلف	١٨,٩١	–	–	٦,٠٣❖	٣,٤٧	١,٩١
	التماثل	١٢,٨٨	–	–	–	٩,٥❖	٧,٩٤❖
	المختلطة	٢٢,٣٨	–	–	–	–	١,٥٦
	الوسائل/ الغايات	–	–	–	–	–	–

تابع/ جدول رقم (٨)
المقارنات البعدية للمتوسطات

القدرة	الاستراتيجية	المتوسط	المحاولة والخطأ	العمل للخلف	التماثل	المختلطة	الوسائل/ الغايات
المرونة	العمل للأمام	٩,٤٢	٢,٤	٢,٠٣	٠,٦٧	٣,٤٦	٤,٢٢*
	المحاولة والخطأ	١١,٨٢	–	٠,٣٧	٣,٠٧	١,٠٦	٢,٨٢
	العمل للخلف	١١,٤٥	–	–	٢,٧	١,٤٣	٢,١٩
	التماثل	٨,٧٥	–	–	–	٤,١٣*	٤,٨٩*
	المختلطة	١٢,٨٨	–	–	–	–	٠,٧٦
	الوسائل/الغايات	–	–	–	–	–	–
الأصالة	العمل للأمام	٣,٦٧	١,٦٢	٠,١٢	١,٦٧	٢,٩٦	٢,٦٩
	المحاولة والخطأ	٥,٢٩	–	١,٧٤	٣,٢٩	١,٣٤	١,٠٧
	العمل للخلف	٣,٥٥	–	–	١,٥٥	٣,٠٨	٢,٨١
	التماثل	٢,٠٠	–	–	–	٤,٦٣*	٤,٣٦
	المختلطة	٦,٦٣	–	–	–	–	٠,٢٧
	الوسائل/الغايات	–	–	–	–	–	–
الدرجة الكلية	العمل للأمام	٢٧,٩٢	٩,٢٦*	٥,٩٩*	٤,٢٩*	١٣,٩٦*	١٢,٩*
	المحاولة والخطأ	٣٧,١٨	–	٣,٢٧	١٣,٥٥*	٤,٧٠*	٣,٦٤
	العمل للخلف	٣٣,٩١	–	–	١٠,٢٨*	٧,٩٧*	٦,٩١*
	التماثل	٢٣,٦٣	–	–	–	١٨,٢٥*	١٧,١٩*
	المختلطة	٤١,٨٨	–	–	–	–	١,٠٦
	الوسائل/الغايات	٤٠,٨١	–	–	–	–	–

يتضح من جدول رقم (٨) السابق وجود فروق بين مستخدمي الاستراتيجيات المختلفة في أبعاد القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات في اتجاه الاستراتيجية المختلطة، يليها استراتيجية تحليل الوسائل - الغايات، يليها استراتيجية المحاولة والخطأ وبخاصة في بعد الطلاقة والدرجة الكلية للقدرة على التفكير الإبداعي.

وبناء على ذلك يتم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل الذي ينص على :توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات الطلاب على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية وفقاً لنوع الاستراتيجية".

الفرض الرابع: "يمكن التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من خلال بعض استراتيجيات حل المشكلات الرياضية (تحليل الوسائل والغايات، والعمل للأمام، والعمل للخلف، والاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية التماثل، واستراتيجية المحاولة والخطأ)".

ولاختبار هذا الفرض تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد ذو التسلسل الهرمي Hierarchical Multiple Regression وهو يتيح إمكانية التنبؤ بالمتغير التابع من خلال عدد من المتغيرات المستقلة مع حذف تأثير متغير مستقل معين، واستبعد تأثير النوع كمتغير مستقل نظراً لوجود فروق بين الطلبة والطالبات في المتغير التابع، ومن خلال التحقق من افتراضات هذا النوع من الانحدار تم حذف استراتيجيات: العمل للأمام، والعمل للخلف، والتماثل؛ لأنها ارتبطت بالمتغير التابع ارتباطاً ضعيفاً (أقل من ٠,٣)، وأدخلت المتغيرات الأخرى في المعالجة فجاءت النتائج كما يلي: أسهم النوع بنسبة ٠,١٩٦ من تباين درجات الطلاب في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وبعد إضافة مجموعة الاستراتيجيات وصل إسهام المتغيرات جميعها ٠,٣٩ من تباين درجات المتغير التابع، وبعد حذف تأثير النوع بلغ إسهام الاستراتيجيات ٠,١٩٥ وقد كانت قيمة ف = ٦,٦ وهي قيمة دالة وتشير إلى حجم تأثير كبير للمتغيرات المستقلة، وجدول رقم (٩) التالي يوضح دلالة (ف) لمعامل الانحدار المتعدد:

جدول رقم (٩)

قيمة (ف) ودلالتها للانحدار المتعدد للتنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات من خلال استراتيجيات حل المشكلات الرياضية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	مستوى الدلالة
الانحدار	١٨١٣,٣	٤	٤٥٣,٣٢	٩,٩٥	٠,٠١
البواقي	٢٨٢٥,٥٧	٦٢	٤٥,٥٧		
الكلي	٤٦٣٨,٨٧	٦٦			

يتضح من جدول رقم (٩) السابق أن قيمة (ف) دالة مما يشير لدقة التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات من خلال النوع واستراتيجيات حل المشكلات المحددة.

ووفقاً لقيمة Beta فإن أكثر الاستراتيجيات تأثيراً في التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات هي: الاستراتيجية المختلطة حيث بلغت قيمة Beta (٠,٤٤)، يليها استراتيجية تحيل الوسائل/ الغايات حيث بلغت قيمة Beta (٠,٤٣)، ثم استراتيجية المحاولة والخطأ حيث بلغت قيمة Beta (٠,٠٥). وجاءت معادلة الانحدار كالتالي:

القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات = ٤,٣ + ٧,٢ النوع ٠,١٠ استراتيجية المحاولة والخطأ + ٠,٤٧ الاستراتيجية المختلطة + ٠,٥٠ استراتيجية تحليل الوسائل/ الغايات.

وتشير نتائج الفروض من الثاني إلى الرابع إلى أن أكثر الاستراتيجيات التي يستخدمها مرتفعو القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات هي: الاستراتيجية المختلطة، واستراتيجية تحليل الوسائل/ الغايات، واستراتيجية المحاولة والخطأ، بينما أقل الاستراتيجيات استخداماً هي: استراتيجية التماثل، استراتيجية العمل للأمام، استراتيجية العمل للخلف، ووفقاً لما ذكره برايت مان (Brightman, 1993: 13) أنه توجد أربعة أنواع من الحلول للمشكلات هي: الحل

الفجائي: وهو حل يبدأ ببعض النشاط ثم يتوقف النشاط ويمر الفرد بفترة ارتباك وحيرة، ولكنه لا يلبث أن يصل فجأة إلى الحل المطلوب، والحل التدريبي: وفيه يقوم الفرد بمحاولات عديدة أو بأنواع من النشاط يحاول من خلاله إزالة الفوارق بين الحالة المبدئية والحالة النهائية، والحل الثابت: وفيه يتوصل الفرد إلى الهدف بعد عدد من الخطوات يفترض فيها فروضاً تستبعد تماماً بعضها ويتكرر ذلك إذا لم يصل للحل الصحيح، والحل المباشر: وفيه يطبق الفرد معرفته السابقة مباشرة على المشكلة للتوصل إلى الحل.

وبناء على هذا التصنيف يمكن اعتبار الاستراتيجية المختلطة من نمط الحل الفجائي، واستراتيجية تحليل الوسائل/ الغايات من النمط الثاني (التدريجي)، واستراتيجية المحاولة والخطأ من النوع الثالث (الثابت)، بينما استراتيجيات التشابه والعمل للأمام والعمل للخلف من النوع المباشر.

فالاستراتيجية المختلطة تقوم على أساس تمكن القائم بالحل بالتحرك من المعطيات إلى الهدف للوصول إلى نتيجة مستخلصة عن سابقتها، والتحرك من الهدف متجهاً نحو المعطيات لبناء الاستنتاجات للحل، وتقوم هذه الاستراتيجية على القفز في الاستنتاج وتحليل ما وراء المعلومات المعطاة أو المقدمة والقيام بمسح محددات الموقف المشكل ومعطياته بصورة دينامية، وخطواتها تعتمد على إعادة بناء معطيات المشكلة إلى تصورات داخلية فرضية مع إحداث التكامل بينها وبين ما هو ماثل في البناء المعرفي وله علاقة بهذه المعطيات لتنتج في النهاية تصورات قائمة على المعنى لمعطيات المشكلة، وبناء تصورات رياضية نوعية من خلال بناء نموذج للمشكلة عبارة عن تصورات خاصة بالفرد تمثل فروضاً تقوم على أسس موضوعية، وتمثل هذه الفروض بناء خطة حل المشكلة من خلال فصل عناصر المجال عن بعضها وإعادة تركيبها بطريقة مختلفة خاصة بإدراك القائم بحل المشكلة، وبناء خطة الحل من خلال وضع الخطوات الضرورية لحل المشكلة واختبار صحة فروضه للوصول إلى الحل، كذلك فإنه يستطيع بسهولة وضع أكثر من بديل للحل والوصول إلى

موضع الخطأ، ومن ثم فهو يتحكم في عمليات الحل (Sternberg & Frensch, 1991: 120; Smith, 1991: 152; Gegarty, Mayer & Monk, 1995: 20).

وكل الخطوات السابقة هي من أبرز جوانب الاختلاف بين العاديين ومرتفعي القدرة على التفكير الإبداعي في الرياضيات حيث توصل سوب وجو (Sup & Jou, 2007) إلى أن القدرة على طرح المشكلة وتمثيلها وتحديدها تميز المبدعين رياضياً.

ويرى الباحث أن استراتيجية تحليل الوسائل/ الغايات تنطوي على درجة عالية من الوعي بالتفكير أو ما وراء المعرفة؛ حيث إنها تتطلب تحديد الحالة القائمة والحالة الهدف وتحديد الفروق بين الحالتين ثم تحديد العوامل أو الوسائل التي تقرب بين الحالتين والتخطيط لاختيار أكبر عامل يقلل أو يخفض الفرق بين الحالة القائمة والحالة الهدف والتقييم أو الحكم على مدى ملاءمة الوسائل المتاحة للغايات التي يتعين الوصول إليها أو تحقيقها بمعنى اختزال الفروق بين ما هو كائن وما يجب أن يكون "الحل"، وهذه المهارات تعد أساسية للقدرة على التفكير الإبداعي.

ووفقاً لاستراتيجية المحاولة والخطأ يحاول الفرد في البداية الإلمام بعناصر المشكلة وفقاً لما هو متوقع منه، ثم يطرح مجموعة من الحلول أو الفروض الممكنة، ويحاول تجريبها، ليتأكد من صحتها فإذا ما دحضت، يجرب مجموعة أخرى من الفروض؛ بحيث تحل الفروض أو الحلول الناجحة محل الحلول الفاشلة، وتظهر هذه الاستراتيجية جلية في المواقف الغامضة حيث لا يكون لدى الفرد معرفة سابقة تتعلق بالموقف وربما يفسر هذا وجود ارتباط بين القدرة على التفكير الإبداعي وهذه الاستراتيجية لأن المشكلات المتضمنة في الاختبار جديدة ومعقدة ولم تمر بخبرة الطالب من قبل، فالمحاولة والخطأ التي يقوم بها الإنسان في تفكيره ليست عشوائية، بل إنها اختيار منظم لعدة فروض يريد الإنسان أن يتحقق من صحتها (نجاتي، ١٩٨٨: ٢٦٠).

وقد ذكر مان (Mann, 2005: 27) أن الذي يفكر بطريقة إبداعية في الرياضيات يمتاز بالقدرة على صياغة الفرضيات التي ترتكز على السبب والأثر

في المواقف الرياضية، وتحديد النماذج الرياضية، وكسر الجمود في التفكير من خلال طرح حلول جديدة للمشكلات الرياضية، وطرح الأفكار الرياضية غير المعتادة وتقييم المترتبات عليها، وتحديد المعلومات المفقودة في المشكلة، وتجزئة المشكلة العامة إلى عدد من المشكلات الفرعية، وكل ذلك يعد من خطوات الاستراتيجيات الثلاث السابقة.

الفرض الخامس: "توجد علاقة دالة إحصائياً بين درجات الطلاب على مقياسي سرعة تجهيز المعلومات (القدرة، والتقرير الذاتي) ودرجاتهم على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية".

لاختبار هذا الفرض استخدم الباحث معامل ارتباط بيرسون لحساب الارتباط بين درجات الطلبة على مقياسي سرعة تجهيز المعلومات (التقرير الذاتي، واختبار رموز الأرقام) ودرجاتهم على اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وذلك لدى الطلاب والطالبات نظراً لوجود فروق بينهما في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، وجاءت النتائج بجدول رقم (١٠) التالي:

جدول رقم (١٠)

قيمة معاملات ارتباط سرعة تجهيز المعلومات والقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات

المتغير	المقياس	الطلاب		الطالبات	
		معامل الارتباط	الدلالة	معامل الارتباط	الدلالة
سعة تجهيز المعلومات	التقرير الذاتي	٠,٤٩	٠,٠١	٠,٥٧	٠,٠١
	رموز الأرقام	٠,٦٠	٠,٠١	٠,٨٢	٠,٠١

يتضح من جدول رقم (١٠) السابق وجود ارتباط موجب دال بين درجات الطلاب والطالبات على مقياس القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات وكل من مقياسي سرعة تجهيز المعلومات من خلال التقرير الذاتي والقدرة.

وسوف يفسر الباحث نتيجة هذا الفرض بعد الفرض السادس؛ حيث إن نتائجهما متكاملة.

الفرض السادس: "يمكن التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية من خلال درجات الطلاب على مقياسي سرعة تجهيز المعلومات (القدرة والتقرير الذاتي)".

لاختبار هذا الفرض تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد ذي التسلسل الهرمي Hierarchical Multiple Regression مع حذف تأثير النوع كمتغير مستقل نظراً لوجود فروق بين الطلبة والطالبات في المتغير التابع؛ فجاءت النتائج كما يلي: أسهم النوع بنسبة ٠,١٩٦ من تباين درجات الطلاب في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية، بينما بعد إضافة المتغيرين الأخيرين وصل إسهام المتغيرات جميعها ٠,٦١ من تباين درجات المتغير التابع، وبعد حذف تأثير النوع بلغ إسهام المتغيرين الأخيرين ٠,٤١، وكانت قيمة ف = ٣٢,٨٩، وهي قيمة دالة وتشير إلى حجم تأثير كبير للمتغيرات المستقلة، وجدول رقم (١١) التالي يوضح دلالة (ف) لمعامل الانحدار المتعدد.

جدول رقم (١١)

قيمة (ف) ودلالتها للانحدار المتعدد للتنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات من خلال سرعة تجهيز المعلومات

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	مستوى الدلالة
الانحدار	٢٨١٣,٦٤	٣	٩٣٧,٨٨	٣٢,٣٧	٠,٠١
البواقي	١٨٢٥,٢٣	٦٣	٢٨,٩٧		
الكلي	٤٦٣٨,٨٧	٦٦			

يتضح من جدول رقم (١١) السابق أن قيمة (ف) دالة مما يشير إلى دقة التنبؤ بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات من خلال النوع ومقياسي سرعة تجهيز المعلومات.

ووفقاً لقيمة Beta فإن أكثر المتغيرات تنبؤاً بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية هو الدرجة على مقياس سرعة تجهيز المعلومات كقدرة حيث بلغت قيمة Beta (٠,٥٥) ثم الدرجة على مقياس التقرير الذاتي لسرعة تجهيز المعلومات حيث بلغت قيمة Beta (٠,٢٧)، ثم النوع حيث بلغت قيمة Beta (٠,١٨)، وجاءت معادلة التنبؤ كالتالي:

القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات = ٦,٥ + ٢,٩٨ النوع + ٠,١٤ مقياس التقرير الذاتي لسرعة تجهيز المعلومات + ٠,٥٩ مقياس القدرة على تجهيز المعلومات.

والنتائج السابقة تشير إلى أن سرعة تجهيز المعلومات من محددات الأداء على اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات. فسعة وسرعة تجهيز المعلومات الحالية لها تأثير غير مباشر في حل المشكلات فعندما يكون الفرد بصدد حل مشكلة ما فإنه برغم رغبته في حل المشكلة بكفاءة قدر المستطاع إلا أنه يكون مقيد بسعة التجهيز وسرعته، وعليه فقد يلجأ الفرد إلى مدخل أقل فعالية لحل المشكلة ليحتفظ بحدود التجهيز المتاحة (Bourne, Dominowski, Loftus, & Healy, 1986: 341).

ويؤيد ذلك ما ذكره كوياتوسكي وفارنتيان ومارتندال (Kwiatkowski, Vartanian, & Martindale, 1999) من وجود علاقة متوقعة بين الإبداع والسرعة في معالجة المعلومات. فالمعالجة العقلية الأسرع تسمح للفرد أن يتعلم العناصر ذات الصلة بالمجال وفحص مزيد من الأفكار الإبداعية المحتملة بسرعة أكبر.

وإلى نفس النتيجة أشار وسيلز (Wessells, 1982: 223) إلى أن صعوبة المشكلة واحتمال الوصول إلى حل لها يتحدد بنوعية الاستراتيجية التي يستخدمها القائم بالحل، ومن جانب آخر فالاستراتيجية المناسبة تتحدد بالسعات والسرعات والمهارات التي يمتلكها الفرد. فإذا كان ذوي القدرة المرتفعة على التفكير الإبداعي يستخدمون استراتيجيات تخفف من الضغط على نظام التجهيز مثل الاستراتيجية المختلطة فمن المتوقع أن تكون سرعتهم أعلى وبالتالي ينعكس ذلك على أدائهم.

ويؤيد ذلك ما ذكره تورانس وسافتير (Torrance & Safter, 1999: 52) أن التفكير الإبداعي من العمليات العقلية المعرفية التي تعتمد بدرجة كبيرة على كفاءة عملية التجهيز؛ حيث تعد كفاءة عملية تجهيز المعلومات مطلباً مهماً للإنتاج الإبداعي الأصيل، فالإبداع يتطلب محتوى معرفي يتم إدراكه بطريقة مختلفة ولن يحدث الإبداع ما لم يتم استرجاع للمعلومات والتعامل معها بالترميز والربط والتمثيل وغيرها من العمليات الضرورية.

وهذا ما أشار إليه أيضاً سالثوس (Salthouse, 1996: 403) أن الأداء على كثير من المهام المعرفية يتحدد بقيود التجهيز العامة وقيود المعرفة التي تشمل المعرفة التقريرية والإجرائية والاستراتيجية وكذلك التباين في كفاءة العمليات الخاصة وتعد سرعة تجهيز المعلومات من أكثر محددات الأداء على المهام المعرفية وهي لا ترتبط فقط بالعمليات المطلوبة للمهمة بل تعكس قدرة الفرد على التنفيذ السريع لمختلف أنواع عمليات التجهيز.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات (Vartanian, Martindale & Kwiatkowski, 2006 & Gassimova, Dorfman, Martindale & Vartanian, 2008) التي توصلت لوجود علاقة موجبة بين سرعة تجهيز المعلومات والتفكير الإبداعي العام بينما تختلف مع دراسة (Kwiatkowski, Vartanian & Martindale, 1999) التي توصلت لوجود علاقة سالبة بين سرعة تجهيز المعلومات والقدرة على التفكير الإبداعي العام وبخاصة على المهام المعقدة.

مما سبق يمكن استنتاج أن استراتيجيات حل المشكلات وسرعة تجهيز المعلومات تعد من محددات الأداء على اختبار القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

توصيات الدراسة

١ - تدريب المعلمين على استخدام بعض الاستراتيجيات مثل العمل المختلط وتحليل الوسائل والغايات ليعلموها للطلاب حيث إنها من أكثر الاستراتيجيات ارتباطاً بالقدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٢ - تجنب الاستراتيجيات التي تنمط التفكير مثل استراتيجية التماثل والعمل للأمام والعمل للخلف.

٣ - توعية المعلمين بخطورة التركيز على سرعة الاستجابة كدليل على القدرة والاهتمام ببطيئي الاستجابة فقد تكون مشكلتهم ليست معرفية وإنما ترتبط بعوامل أخرى كنقص الدافعية.

٤ - مراعاة الفروق الفردية في تجهيز المعلومات عند الحكم على الأداء العقلي للفرد.

٥ - مراجعة قضية الزمن في اختبارات الذكاء والإبداع والتحصيل أو اختبارات القدرات بوجه عام.

بحوث مقترحة

١ - فاعلية برنامج لتحسين معالجة المعلومات وأثره في القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٢ - فعالية برنامج للتدريب على الاستراتيجية المختلطة وتحليل الوسائل والغايات وأثرهما على القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية.

٣ - أثر الزمن على الأداء في اختبارات القدرات العقلية.

٤ - دراسة للعوامل المرتبطة بسرعة تجهيز المعلومات.

The Relationship Between Problem Solving Strategies, Information Processing Speed and Mathematical Creative Problem Solving Ability of Students at the Secondary Stage

Dr. Waleed M. Abo Elmeaty
College of Education, Mansoura University
A.R.E

Abstract

The study aims at identifying the relationship between the problem solving strategies, information processing speed and mathematical creative problem solving ability. The study sample consists of (67) males and females from Secondary Stage. By using descriptive approach, measures of problem-solving strategies, mathematical creatibve problem solving ability, speed of information processing and t-test, correlation coefficient, ANOVA and regression analysis. The study concluded that: There is a difference between males and females in mathematical creative problem solving ability to males. There is a positive correlation between mathematical creative problem solving ability and mixed strategy, means - end analysis strategy, trial & error strategy and Information Processing Speed and can predict mathematical creative problem solving through information processing speed and some mathematical problem solving strategies.

المراجع

١ - الزيات، فتحي (١٩٩٥). **الأسس المعرفية للتكوين العقلي وتجهيز المعلومات**. المنصورة: دار الوفاء.

٢ - شلبي، أمينة (١٩٩٦). بعض أبعاد البنية المعرفية وأثرها على الاستراتيجيات المعرفية لدى المتفوقين والعاديين من طلاب المرحلة الجامعية. رسالة دكتوراه، قسم علم النفس، كلية التربية، جامعة المنصورة.

٣ - عودة، أحمد (٢٠٠٢). **القياس والتقويم في العملية التدريسية**. عمان: دار الأمل للنشر والتوزيع.

٤ - الكناني، ممدوح (٢٠٠٧). **الإحصاء الوصفي والاستدلالي في العلوم السلوكية والاجتماعية**. القاهرة: دار الفكر العربي.

٥ - نجاتي، محمد (١٩٨٨). **علم النفس في حياتنا اليومية**، ط١٢. الكويت: دار القلم.

6 - Andreson, H. R. (1995). **Cognitive Psychology and its Implications**, 4thed. Sanfrancisco: Freeman.

7 - Ball, K., Edwards, J. D., & Ross, L. A. (2007). The Impact of Speed of Processing Training on Cognitive and Everyday Functions. **The Journal of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences**, 62(1), 19-31.

8 - Bauer, C., Dorceva, I. & Tandra, M. (2010). Psychological and Computational Aspects of Analogies. In A., Schwering, U. K. Krumnack, K. U. Uhnberger, & H. Gust, (Eds). **Investigating Expermentally Problem Solving Stategies in Geometric Proprtional Analogies (5-26).** Publications of the Institute of Cognitive Science. Germany: Osnabrück.

9 - Blanch, C. G., Iglesias, R. P. Sánchez, J. M. R., Garcia, G. P., Garcia, O. M., Barquero, J. L. V. & Facorro, B. C. (2011). A Digit Symbol Coding Task as a Screening Instrument for Cognitive Impairment in Fiest-Episode Psychosis. **Archives of Clinical Neuropsychology**, 26(2), 48-58.

10 - Bourne, L. E., Dominowdki, R. L., Loftus, E. F. & Healy, A. F. (1986). **Cognitive processes.** Englwood Cliffs, N. J: Prentice-Hall.

11 - Brightman, H. (1990). **Problem Solving: A Logical and Creative Approach**. Atlanta: Georgia, Business Publishing Division.

12 - Domimowski, R. L. & Bourne, L. E. (1994). History of Research on Thinking and Problem Solving. In R. J. Sternberg (Eds.), **Thinking and Problem Solving**. San Diego: Academic Press.

13 - Dorfman, L. Martindale, C. Gassimova, V. & Vartanian, O. (2008). Creativity and Speed of Information Processing: A Double Dissociation Involving Elementary Versus Inhibitory Cognitive Tasks. **Personality and Individual Differences**, 44(6), 1382-1390.

14 - Ellspermann, S. J., Evans, G. W. & Basadur, M. (2007). The Impact of Training on the Formulation of Ill-Structured Problems. **Omega**, 35(2), 221-236.

15 - Frink. A. & Neubauer, A. C. (2005). Individual Differences in Time Estimation Related to Cognitive Ability, Speed of Information Processing and Working Memory. **Intelligence**, 33, 5-26.

16 - Geist, E. A. & King, M. (2008). Different, Not Better: Gender Diferences in Mathematics Learning and Achievement. **Journal of Instructional Psychology**, 35(1), 32-52.

17 - Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of Arithmetic Word Problems: A Comparison of Successful and Unsuccessful Cover. **Journal of Educational Psychology**, 87(1), 18-32.

18 - Heinze, A. (2005). Differences in Problem Solving Strategies of Mathematically Gifted and Non-gifted Elementary Students. **International Education Journal**, 6(2), 175-183.

19 - Hockenburg, D. H. & Hockenburg, S. (1997). **Psychology**. New York: Worth Publishers.

20 - Hong, E., & Aquim Y. (2004). Cognitive and Motivational Characteristics of Adolescents Gifted in Maghematics: Comparisons among Students with Different Types of Giftedness. **Gifted Child quarterly**, 48, 191-201.

21 - Hwa, I., K. (2005). The Relatioship between Creative Thinking Ability

and Creative Personality of Prezchoolers. **International Education Journal**, 6(2), 194-199.

22 - Hwang, W. Y., Chen, N. S., Dung, H. H., & Yang, Y. L. (2007). Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving Using a Multimedia Whiteboard System. **International Technology & Society**, 10(2), 191-212.

23 - Jahnke, J. C. & Nowaczyk, R. H. (1998). **Cognition**. New Jersy: Prentice Hall.

24 - Jaušovec, N. (2000). Differences in Cognitibe Processes Between Gifted, Intellignet. Creative, and Average Individuals While Solving Complex Problems: An EEG Study. **Intelligence**, 28(3), 213-237.

25 - Joy, S., Kaplanm E. & Fein, D. (2004). Speed and Memory in the WAIS-III Digit Symbol - Coding Subets Across the Adult Lifespan. **Archives of Clinical Newropsychology**, 19, 759-767.

26 - Kail, R. (2000). Speed of Information Processing: Developmental Change and Links to Intelligence. **Journal of School Psychology**, 38(1), 51-61.

27 - Kelleher, L. M., Stough, C., Sergejew, A. A., Rolfe, T. (2004). The Effects of Cannabis on Information - Processing Speed. **Addictive Behaviors**, 29, 1213-1219.

28 - Kellogg, R. T. (1995). **Cognitive Psychology**. London: SAGE publication.

29 - Kim, H., Cho, S., & Ahn, D. (2003). Development of Mathematical Creative Problem Solving Ability Test for Identification of Gifted in Math. **Gifted Education International**, 18, 174-184.

30 - Kwiatkowski, J. Vartanian, O. & Martindale, C. (1999). Creativity and Speed of Mental Processing. **Empirical Studies of the Arts**, 17(2), 187-196.

31 - Leikin, R. (2011). Thje Education of Mathematically Gifted Students: on Some Complexities and Questions. **Montana Mathematical Enthusiast Journal**, 8, 167-188.

32 - Lindsay, H. (2009). Problem Solving and Creativity: A Gender and Grade Level Comparison, A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy at the Tennesse State University.

33 - Livne, N. L. & Milgram, R. M. (2006). Academic Versus Creative Abilities in Mathematics: Two Components of the Same Construct? **Creativity Research Journal**, 18(2), 199-212.

34 - Lundercold, A. J., Posserud, M. Ullebo, A., Sorensen, L. & Gillberg, C. (2011). Teacher Rerports of Hypoactivity Symptoms Reflect Slow Cognitive Processing Speed in Primary School Children. **European Child & Adolescent Psychiatry**, 20, 121-126.

35 - Mann, E. L. (2005). mathematical Creativity and School mathematics: Indicators of mathematical Creativity in Middle School students, A Dissertation Submitted in Parital Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy at the University of Connecticut.

36 - Mann, E. L., (2006). Creativity: The Essence of Mathematics. **Journal for the Education of the Gifted**, 30(2), 236-262.

37 - Matlin, M. W. (1998). **Cognition**, 4th ed. New York: Harcourt - Brace.

38 - Medin, D. K., & Ross, B. H. (1997). **Cognitive Psychology**, 3rd. ed. San Diego: Harcourt Brace.

39 - Mumford, M. D., & Connelly, M. S. (1994). Creativity Problem Solving Cognition, Adaptability and Wisdom. **Reper Review**, 16(4), 241-246.

40 - Musbikin, I. (2006). **Creativity and Mathematics Education**. Yogyakarta: Mitra Pustaka.

41 - Nickerson. R. S. (1999). The Teaching of Thinking and Problem Solving in R. J. Sternberg, (Eds.). **Thinking and Problem Solving** (333-367). San Diego: Avademic Press.

42 - Prets, J. E., Naples, A. J., & Sternberg, R. J. (2003). Recognizing, Defining, and Representing Problems. In J. E. Davidson, & R. J. Strenberg, (Eds). **The Pshycology of Problem Solving**. United States of America: Cambridg University Press.

43 - Rindermann, H. & Neubauer, A. C. (2004). Processing Speed, Intelligence, Creaticity, and School Performance: Testing of Causal Hypotheses Using Structural Equation Models. **Intelligence**, 32, 573-589.

44 - Rohaeti, E. E. (2010). Critical and Creative Mathematical Thinking of Junior High School Students. **Educationist**, IV(2), 99-106.

45 - Salthouse, T. A. (1996). The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition. **Psychological Review**, 103(3), 403-428.

46 - Sibbaluca, L. M. (2009). Clarification of Ambiguous Problems: Effects on Problem Solving Ability and Attitude Towards Mathematics. **Alipato: A Journal of Basic Education**, 3(3), 76-87.

47 - Siswono, T. Y. (2011). Level of Student's Creative Thinking in Classroom Mathematics. **Educational Research and Review**, 6(7), 548-553.

48 - Smith, M. U. (1991). **Toward a Unified Theory for Problem Solving: Views from the Content Domains**. Hillsdale, J.J: Eflbaum.

49 - Sternberg, R. J. (1996). What is Mathematical Thinking, R. K., Sternberg, & T. Ben-Zeev. (Eds). **The Nature of Mathematical Thinking** (303-318). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

50 - Sternberg, R. J. & Fransch. P. A. (1991). **Complex Problem Solving: Principles and Mechanisms**. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

51 - Sup, L. K., & Jou, H. D. (2007). Difference between Gifted and Regular Students in Mathematical Problem Solving Ability. **The 3rd East Asia Regional Conference on Mathematics Education**, China: Shanghai, 7-12 Aug.

52 - Sup,L. K., Jou, G. D., & Kin, S. J. (2003). A Developmemt of the Mathematical Creative Problem solving Ability. **Journal of the Korea Society of Mahematical Education Seris D, Research in Mathematical Education**, 7(3), 163-189.

53 - Swanson, G. L., Cooney, J. B., & O'Shaughnessy, T. E. (1998). Learning Disabilities and Memory in Wong, B. T. L. (Eds). **Learning About Learning Disabilities** (107-160). San Digo, CA: Academic Press.

54 - Tay, B., Özkan, D., & Tay, B. A. (2009). The Effect of Academic Risk Taking Levels on the Problem Solving Ability of Gifted Students. **Procedia Social and Bahavioral Sciences**, 1, 1099-1104.

55 - Torrance, E. P., & Safter, H. T. (1999). **Making the Creative Leap Beyond**. Hadley, MA: Creative Education Foundation Press.

56 - Vartanian, O., Marindale, C. & Kwiatkowski, J. (2006). Creative Potential, Attention, and Speed of Information Processing. **Personality and Individual Differences**, 43(6), 1470-1840.

57 - Venkartaman, V., Aizenstein, H., Newman, A. B., Yaffe, K., Harris, T. Kritchevsky, S., Ayonayon, G. N., & Rosano, C. (2011). Lower Digit Symbol Substitution Score in the Oldest Old is Related to Magnetization Transfer and Diffusion Tensor Imaging of the White Matter. **Frontiers in Aging Neuroscience**, 3(11), 1-8.

58 - Wnakat, P. C., & Oreovicz, F. (1993). **Teaching Engineering**. New York: McGraw-Hill.

59 - Wessells, M. G. (1982). **Cognitive Psychology**. New York: Harper Row.

60 - Ylvisaker, M., Hibbard, M. Feeney, T. (2008). What is Slow Information Processing? New York: The Brain Injury Association.