كلية التربية

إدارة: البحوث والنشر العلمي (المجلة العلمية)

=======

استخدام تطبيق إلكتروني لاختبارات شبيهة باختبار TIMSS لقياس مدى الاختلاف في سعة الذاكرة العاملة بين الطلبة من ذوي الأداء المنخفض والمرتفع

إعـــــــــــــداد

د./ خديجة بنت أحمد البلوشية
وزارة التربية والتعليم، سلطنة عمان
Khadija.balushi@moe.om

أ.د/ سليمان بن محمد البلوشي
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان
sbalushi@squ.edu.om

أ.د/ راشد بن سيف المحرزي
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان
mehrzi@squ.edu.om

د./ ابراهيم بن سلطان الحارثي
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان
ibrahimh@squ.edu.om

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى البحث في طبيعة الاختلاف في سعة الذاكرة العاملة بين ذوي الأداء المنخفض والعالي في اختبار شبيه لاختبار TIMSS في مادة العلوم، وتكونت عينة الدراسة من (٤٠٦) طالبا وطالبة، منهم (٢٠٧) من الصف الخامس، و(١٩٩) من الصف التاسع، وقد تم إعداد اختبار شبيه باختبار الدراسة الدولية (TIMSS)، كما تم استخدم مقاييس سعة الذاكرة البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام). أشارت نتائج تحليل التباين المتعدد (MANOVA) إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الصف الخامس في مقاييس سعة الذاكرة العاملة الثلاثة، بينما كانت هناك فروق دالة إحصائيا في الصف التاسع في سعة الذاكرة البصرية لصالح ذوي الأداء المرتفع، وفي سعة الذاكرة اللفظية (بالكلمات) لصالح ذوي الأداء المنخفض. وعند المقارنة بين منخفضي ومرتفعي الأداء في الأسئلة ذات المستويات المعرفية الدنيا في الاختبار، لم تكن هناك فروق دالة إحصائيا في المقاييس الثلاثة لسعة الذاكرة العاملة في الصف الخامس، بينما كانت هناك فروق دالة إحصائيا في الصف التاسع في سعة الذاكرة البصرية لصالح ذوي الأداء المرتفع، وفي سعة الذاكرة اللفظية (بالكلمات) لصالح ذوي الأداء المنخفض. تشجع النتائج الحالية على إجراء دراسات أكثر عمقا في القدرات العقلية المرتبطة بالأداء في اختبارات العلوم.

الكلمات المفتاحية: سعة الذاكرة العاملة البصرية، سعة الذاكرة العاملة اللفظية والبصرية، الدراسة الدولية TIMSS.

Abstract:

This study aimed to explore the difference in Working Memory Capacity (WMC) for students with low and high performance in TIMSS-like science tests. The sample consisted of (406) students, (207) in grade five and (199) in grade nine. TIMSS-like science tests were designed for each grade level. Visual and verbal (word recall and digits span) WMC tests were also used. MANOVA analysis revealed no significant differences between students with high and low performance in the TIMSS-like science test in grade five. There were significant differences between students with high and low performance in grade nine regarding the visual WMC in favor of the high performing students and the verbal WMC in favor of the low performing students. Comparing low and high-performing student's knowledge and understanding, a significant difference appears for grade five students. However, there were differences in grade nine regarding the visual WMC for the high performing students and the verbal WMC for the low performing students. These findings urge to conduct more studies to explore further the association between student cognitive abilities and their performance in science.

Keywords: verbal WMC (words recall and digits span); visual WMC; science; TIMSS

المقدمة:

تتميز مادة العلوم بتنوع في المثيرات التي تفرضها عليها طبيعة المفاهيم التي تعالجها، فالمفاهيم العلمية إما أن تتعلق بظواهر أو أجسام بعيدة جدا كالكواكب والنجوم والمجرات، أو بظواهر ترتبط بعوالم صغيرة جدا كالذرات والجزئيات والميكروبات، وهذان النوعان من الظواهر البعيدة جدا أو الصغيرة جدا يتطلبان قدرات تخيل عالية من المتعلمين لاستيعابها، كما أن المفاهيم المرتبطة بالظواهر المحسوسة والمحيطة بالمتعلم مليئة بالمثيرات البصرية والحسية التي تساهم في تشكيل صورة ذهنية حية عنها. لذلك تجد أن مادة العلوم مليئة بالتمثيلات البصرية والفراغية، التي تتطلب قدرات عقلية تمكن المتعلمين من معالجتها ذهنيا (Al-Balushi, 2009, 2011, 2013; Al-Balushi & Coll, 2013; Al-Balushi & Martin-Hansen, 2019; Bowen & Roth, 2005; Crawford & Cullin, 2004; Halpern et al., 2007; Pozzer & Roth, 2005;).

وتعد سعة الذاكرة العاملة من العمليات العقلية المرتبطة بأداء المتعلم في العلوم، حيث تعد متنبئا بالأداء في حل المشكلات (Ashcraft & Krause, 2007; Bühner, et al., 2008) التي تعد من العمليات الرئيسية في مادة العلوم، فالطلبة مرتفعو التحصيل في العلوم والرياضيات يتفوقون في سعة الذاكرة العاملة على الطلبة ضعيفي التحصيل (Al-Balushi & Al-Battashi, 2013). وحيث أن الذاكرة أساس العمليات المستمرة التي يقوم بها دماغ الفرد ولها دور كبير في تعلم الطالب، فسعته تحددها عوامل كثيرة مرتبطة بالتعلم من خلال ترميز وتخزين وتجهيز أو معالجة المعلومات الداخلة أو المنتجة واسترجاعها، كما يمثل البناء المعرفي الذي يدعم نجاح الجهود التعليمية (Pera, 2014). والذاكرة العاملة هي بمثابة مساحة العمل العقلي الذي يمكن استخدامها بمرونة لدعم الأنشطة المعرفية اليومية التي تتطلب تجهيز وتخزين المعلومات (Alloway, 2006). كما أوضحت نتائج البحوث أن سعة الذاكرة العاملة واحدة من أكثر القدرات المعرفية أهمية، كما أنها ضرورية لأنشطة يومية لا حصر لها، مثل: مواصلة الانتباه، واتباع التعليمات، وتنفيذ التعليمات ذات الخطوات المتعددة، وتذكر المعلومات، والتفكير (أبو الديار، ٢٠١٢؛ Willis, 2007).

وقد أجري عدد من الدراسات عن العلاقة بين سعة الذاكرة العاملة والأداء المعرفي وقدرات التفكير لدى المتعلمين، فعلى سبيل المثال قام (Gathercole et al., 2004) بدراسة العلاقة بين مهارات الذاكرة العاملة والتحصيل الدراسي على مجموعتين من الطلبة ذوي الأعمار (٧، ١٤) في مقررات العلوم والرياضيات واللغة الإنجليزية في المملكة المتحدة، وأشارت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطية بين الذاكرة العاملة والتحصيل الدراسي في العلوم والرياضيات لدى المجموعة من ذوي عمر (١٤) سنة. كما كشفت دراسة اللقطة (٢٠٠٧) التي هدفت إلى تقصي علاقة سعة الذاكرة العاملة والنمط المعرفي اللفظي والتخيلي في حل المشكلات لدى طلبة

الأول الثانوي إلى وجود علاقة ارتباطية موجبة بين سعة الذاكرة وحل المشكلات، وقد يعزى ذلك إلى أن الأفراد الذين يتمتعون بسعة ذاكرة عالية لهم قدرة أكبر على استحضار عدد أكبر من المخططات الذهنية من الذاكرة طويلة المدى، كما أنهم يكونون أكثر قدرة على إجراء عدد أكبر من المعالجات في الذاكرة. وتشير دراسة مصطفى (٢٠١٠) إلى تفاعل إيجابي بين سعة الذاكرة العاملة لدى الطلبة ومستواهم التحصيلي.

كما أجرى الحربي (٢٠١١) دراسة لكشف الفروق في سعة الذاكرة وتعلم الطلاب مرتفعي ومنخفضي التحصيل، ووجد أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات الطلاب مرتفعي ومنخفضي التحصيل على مقياس سعة الذاكرة العاملة لصالح مرتفعي التحصيل. وأجرى أيضا (Lejbak, et al., 2011) دراسة للتحقق من الاختلافات المتعلقة بالجنس في سعة الذاكرة اللفظية والمكانية على عدد (١٨) من الإناث و (١٨) من الذكور من خلال مهام شملت ثلاثة مستويات، ووجدوا أن الذكور تفوقوا في سعة الذاكرة المكانية إلا أن الجنسين قد تساووا في سعة الذاكرة اللفظية. في المقابل قامت الأحمدي وعريف (Al-Ahmadia & Oraif, 2009) بدراسة لتتبع العلاقة بين سعة الذاكرة العاملة والتفكير العلمي لدى الطلبة، ووجدتا أن هناك علاقة ضعيفة جدا بينهما مما يشير إلى أن المهارات اللازمة للإجابة على الأسئلة التفكير العلمي غير مرتبطة بسعة الذاكرة العاملة المرتفعة لدى عينة الدراسة.

وأجريت بعض الدراسات لاستكشاف إمكانية تحسين أداء المتعلمين في سعة الذاكرة، فقد قام (Holmes & Gatercole,2014) بالتحقق من فاعلية برنامج حاسوبي مكثف على ٥٠ طالبا من المرحلة المتوسطة في انجلترا على سعة الذاكرة وتحسين الأداء المدرسي باستخدام مقاييس سعة الذاكرة اللفظية والبصرية والمكانية وتوصلت الدراسة إلى تفوق المجموعة التجريبية في اختبارات سعة الذاكرة وتحسن أدائهم المدرسي. ودراسة أخرى قام بها (Anjariyah, & Siswono, 2022) لتحديد تأثير WMC على القدرات الرياضية للطلبة، من الطلبة ذوي الأعمار ١٥-١٧ عامًا، حيث أظهرت النتائج أن WMC كان لها تأثير كبير على القدرات الرياضية للطلبة وحل المشكلات، كما مكنتهم على تذكر المعلومات وإدارتها. وبالمثل في دراسة قام بها (St Clair &Thompson, et al., 2010) لتحسين الذاكرة العاملة والإنجاز لدى الأطفال باستخدام استراتيجيات تدريب الذاكرة من خلال قياس المهام اللفظية، والبصرية والمكانية، ووجدوا أن استراتيجيات تدريب الذاكرة أدى إلى تحسينات كبيرة في مهام الذاكرة المختلفة.

يتضح من معظم هذه الدراسات أن أداء الطلبة في المقاييس التحصيلية والمعرفية والعقلية يرتبط بسعة الذاكرة العاملة، وأنه يمكن تنميتها من خلال استراتيجيات تتضمن تدريبات وأنشطة توظف الإمكانيات العقلية للمتعلمين. ولأن مادة العلوم مجال خصب لتنمية المهارات العقلية وتوظيفها لتطوير التعلم، فقد جاءت هذه الدراسة لتحري طبيعة الترابط بين سعة الذاكرة العاملة والأداء في العلوم.

مشكلة البحث:

لاشك أن مسؤولية المدرسة اليوم لا تقتصر على إكساب الطلبة المعارف والمعلومات فقط، وإنما تخطى ذلك إلى إكسابهم المهارات التي تؤهلهم للعيش والتعامل مع التغييرات بأسلوب علمي حكيم يفيدون أنفسهم والآخرين، والمتفحص للواقع التربوي يجد أن استخدام الطلبة لمهاراتهم العقلية بالقدر المناسب لازال في خطواته الأولى، فقد توصلت مجموعة من الدراسات التي أجريت على طلبة الوطن العربي بشكل عام وعلى طلبة السلطنة بشكل خاص إلى ضعف في مهارات التفكير (فورا والطهراوي، ٢٠٠٤؛ المؤتمر التاسع لوزراء التربية والتعليم، ٢٠١٢؛ وزارة التربية والتعليم والبنك الدولي، ٢٠١٢). كما كشفت الدراسة الدولية للعلوم والرياضيات (TIMSS) في نتائجها في الدورات السابقة عن تدني مستوى الطلبة في الدول العربية، ومنها سلطنة عمان ((IEA, 2020; Martin et al, 2012)، وهذا مؤشر على وجود تدني في قدرات الطلبة المعرفية واستيعابهم للمفاهيم العلمية، مما يستدعي بحثا أعمق في العلاقة بين أداء الطلبة في الاختبارات المشابهة لاختبار TIMSS والعوامل الإدراكية المختلفة كسعة الذاكرة العاملة، التي ربطتها البحوث السابقة بالتحصيل والتفكير في العلوم ومواد أخرى (Al-Balushi & Al-Battashi, 2013; Ashcraft & Krause, 2007; Bühner, et al., 2008) ، والتي يعتمد استيعاب المفاهيم وحل المشكلات فيها على عمليات ذهنية متنوعة (Al-Balushi, 2009, 2011, 2013a, 2013b, 2019; Bowen & Roth, 2005; Crawford & Cullin, 2004; Halpern et al., 2007) والمتفحص في الدراسات التي أجريت على أداء الطلبة في الدراسة الدولية TIMSS يجد ندرة كبيرة في الدارسات التي درست العلاقة بين أداء الطلبة في هذه الاختبارات وسعة الذاكرة العاملة لديهم. وبناءً على ذلك جاءت الحاجة إلى إجراء هذا البحث التي يمكن أن يفيد الباحثين في تعليم العلوم بما يسهم في تحسين أداء الطلبة في اختبارات العلوم خاصة وأدائهم في مادة العلوم بشكل عام.

أهداف البحث:

في ضوء مشكلة البحث، تمثلت أهدافه في تحري مدى وجود اختلاف في سعة الذاكرة العاملة بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع من طلبة الصفين الخامس والتاسع في اختبارات العلوم الشبيهة لاختبار TIMSS.

أسئلة البحث:

يسعى البحث الحالي للإجابة عن السؤال البحثي الرئيسي الآتي:

هل يوجد اختلاف في سعة الذاكرة العاملة بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في اختبارات العلوم الشبيهة لاختبار TIMSS ؟

ويتفرع من السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية الآتية:

١. هل يوجد اختلاف في سعة الذاكرة العاملة بأنواعها البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام) بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الصف الخامس في اختبار العلوم الشبيه لاختبار **TIMSS**؟
٢. هل هناك اختلاف في سعة الذاكرة العاملة بأنواعها البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام) بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الصف الخامس وفقا للمستويات المعرفية (الدنيا والعليا) لاختبار العلوم الشبيه لاختبار **TIMSS**؟
٣. هل يوجد اختلاف في سعة الذاكرة العاملة بأنواعها البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام) بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الصف التاسع في اختبار العلوم الشبيه لاختبار **TIMSS**؟
٤. هل هناك اختلاف في سعة الذاكرة العاملة بأنواعها البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام) بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الصف التاسع وفقا للمستويات المعرفية (الدنيا والعليا) لاختبار العلوم الشبيه لاختبار **TIMSS**؟

أهمية البحث:

يستمد البحث الحالي أهميته من تناوله أنواع سعة الذاكرة العاملة، وتحري علاقتها بأداء الطلبة في اختبارات العلوم، كما استند هذا البحث إلى ما جاء في الأطر المعرفية والنظريات التربوية المتوافرة في الأدب التربوي؛ مضافا إليها خبرات ونتائج متخصصة في سعة الذاكرة العاملة والعمليات التي تحدث في الدماغ من جهة وأداء الطلبة من جهة أخرى، وعموما تتمثل أهمية البحث الحالي في أنه:

- يكشف عن اختلاف الأداء في الاختبارات المشابهة لاختبارات **TIMSS** وفقا لأنواع سعة الذاكرة.

- يتطرق على جوانب مهمة في الأداء في اختبارات **TIMSS** يندر البحث فيه وهو علاقة الأداء في هذه الاختبارات والعمليات والقدرات العقلية والإدراكية للمتعلمين، خاصة سعة الذاكرة العاملة.

- توجيه نتائج البحث وتوصياته نحو تطوير ممارسات تدريس العلوم، ورفع مستوى الأداء في اختبارات الدراسات الدولية.

حدود البحث:

الحدود الموضوعية: اقتصر البحث تحري مدى الاختلاف في سعة الذاكرة العاملة بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في اختبارات العلوم الشبيهة لاختبار TIMSS.

الحدود الزمانية: طبق البحث في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ١٤٤٠/ ١٤٤١هـ.

الحدود المكانية: طبق البحث على طلبة الصفين الخامس والتاسع في محافظات السلطنة الثلاث: مسقط وجنوب الباطنة والداخلية.

مصطلحات البحث:

يركز البحث على عدد من المصطلحات التي وجب توضيح معناها حسب ما جاءت في الأدب التربوي، وهي كالآتي:

الذاكرة العاملة: تعرفها (Alloway, 2006, p.134) بأنها "النظام المسؤول عن تخزين المعلومات ومعالجتها بصورة مؤقتة".

سعة الذاكرة العاملة: تعرفها (Alloway, 2006, p.134) على أنها "**السعة المتاحة للفرد للتعامل المؤقت مع المعلومات**". ويتفرع من ذلك سعة الذاكرة العاملة البصرية، والتي تُعنى "بالسعة المتاحة للفرد للتعامل المؤقت مع الصور البصرية" (Todd, et al., 2011, p.1527)، وسعة الذاكرة العاملة اللفظية، وهي "السعة المتاحة للفرد للتعامل المؤقت مع المعلومات اللفظية" (Schwering & MacDonald, 2020, p.2).

منهج البحث وإجراءاته:

اتخذ البحث المنحى الوصفي التحليلي، فهي تصف الاختلاف في سعة الذاكرة العاملة بين ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في اختبار العلوم الشبيه لاختبار TIMSS، وتحلله في ضوء المستويات المعرفية لأسئلة الاختبار، وفي ضوء سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام).

عينة البحث:

تكونت عينة الدراسة من (٤٠٦) طالب وطالبة، منهم (٢٠٧) من الصف الخامس، و(١٩٩) من طلبة الصف التاسع، علما بأن عدد المشاركين في الدراسة بلغ (١١٨٦) طالبا وطالبة، أكمل جميعهم الاختبار الشبيه باختبارات TIMSS، ولكن أنجز (٨٥٥) منهم مقياسا أو أكثر من مقاييس سعة الذاكرة العاملة، وكان منهم (٤٠٦) ممن أكملوا المقاييس الثلاثة لسعة الذاكرة العاملة، وأصبحوا بالتالي العينة الفعلية للدراسة الحالية الذين يمكن استخدام استجاباتهم لإجراء التحليلات الإحصائية المناسبة للإجابة على الأسئلة البحثية.

أدوات البحث وإعدادها:

أولا: الاختبارات المشابهة لأسئلة الدراسة الدولية TIMSS:

تم إعداد اختبار شبيه بأسئلة الدراسة الدولية (TIMSS) يتضمن أسئلة موضوعية ومقالية (اختيار من متعدد – أسئلة ذات الإجابات القصيرة – أسئلة التكملة)، ويهدف هذا الاختبار إلى قياس ما اكتسبه الطالب من بنية معرفية خلال فترة دراسته القبلية في مادة العلوم، فمثلا اختبار الصف الخامس تضمن جميع المواضيع التي درسها الطالب من الصف الأول إلى الرابع، بينما يشمل اختبار الصف التاسع معظم المواضيع التي مرت على الطالب في دراسته للعلوم من الصف الخامس إلى الثامن، وقد تم استخدام أسئلة متنوعة لتناظر أسئلة الدراسة الدولية، حيث استرشد الباحثون بالإطار المعرفي لبناء اختبارات TIMSS ومواصفات الأسئلة الداخلة فيه عند بناء الاختبارات الشبيهة بها (Mullis, et al., 2009).

صدق أداة البحث: تم التأكد من صدق الاختبار بعرضه على مجموعة من المحكمين والذين بلغ عددهم (١٢) محكما؛ من أعضاء التقويم من المديرية العامة للتقويم التربوي بوزارة التربية والتعليم، ومجموعة من المشرفين القائمين على إشراف مادة العلوم بالوزارة، وعدد من معلمي العلوم من ذوي الخبرة، وقد طلب منهم إبداء ملاحظاتهم وآرائهم في ملائمة أسئلة الاختبار لمستوى الطلبة، والمستويات المعرفية وغيره. وفي ضوء آراء المحكمين، تم إجراء بعض التعديلات التي وضعها المحكمون من حيث إعادة صياغة بعض المفردات، أو تعديل مستويات بعض الأسئلة، أو تغيير بعض الصياغات اللغوية. تكون اختبار الصف الخامس في صورته النهائية من (٢٤) سؤالا، وتوزعت مفرداته على موضوعات الصفوف الأول إلى الخامس، بينما تكون اختبار الصف التاسع من (٢٧) سؤالا.

ثبات أداة البحث: تم حساب معامل ثبات الاتساق الداخلي باستخدام معامل ثبات ألفا، والذي تراوح بين ٠.٦٥٥-٠.٨٨٥ بمتوسط حسابي وقدره ٠.٧٧٨ للصف الخامس، وتراوح بين ٠.٦٦١-٠.٨٨٥ بمتوسط حسابي وقدره ٠.٧٧٩ للصف التاسع، وذلك بعد تطبيق الاختبار بنسختيه على عينة مقدارها (١١٧٢) من الصفين. كما تم تحديد زمن الاختبار وذلك من خلال حساب انتهاء أول طالب من الإجابة على الاختبار، وزمن انتهاء آخر طالب من الإجابة على الاختبار، ومن ثم استخراج متوسط الزمنين والذي بلغ (٤٠) دقيقة.

تصحيح الاختبار: تم تصحيح الاختبار إلكترونيا، حيث خصصت درجة واحدة للإجابة الصحيحة، وصفر للإجابة الخطأ في أسئلة الاختيار من متعدد وخصصت درجة واحدة للإجابة الصحيحة ونصف درجة للإجابة الصحيحة غير المكتملة وصفر للإجابة الخطأ في الأسئلة المقالية ذات الإجابة القصيرة، أما الأسئلة القائمة على التفسير والتحليل فقد خصصت لها درجتان للإجابة الصحيحة المكتملة حسب النموذج، ودرجة للإجابة الصحيحة غير المكتملة، وصفر للإجابة الخاطئة.

مقاييس سعة الذاكرة العاملة Working Memory Capacity (WMC) measures:

استخدم البحث ثلاثة مقاييس لسعة الذاكرة العاملة، وصفها كالآتي:

أولا: مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات):

تم قياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية باستخدام طريقة استدعاء الكلمات (word recall) الذي طبق على نطاق واسع في الأدب التربوي (Alloway, et al., 2006; Archibald & Gathercole, 2006, Henry & Winfield, 2010)، وتكوّن هذا المقياس من سبعة مستويات، ويعطى المستجيب محاولتين في كل مستوى، ففي المستوى الأول تعرض شاشة الحاسوب مجموعة عشوائية من ٣ كلمات مختلفة (مثل: عربة، قلم، كرة) لمدة ثانيتين. ثم تختفي الكلمات، وتعرض الشاشة بعد ذلك قائمة من عشر كلمات من بينها الكلمات الثلاث المعروضة في الخطوة الأولى، وعلى المستجيب أن ينقر على الكلمات الثلاث، ويُعطى ثانية واحدة للاستجابة، كما في المثال المبين في الشكل رقم (١). فإذا كان رد المستجيب غير صحيح، فيتم عرض مجموعة عشوائية أخرى من نفس المستوى. أما إذا استجاب المستجيب بشكل صحيح، فيتم عرض مجموعة جديدة من الكلمات من المستوى التالي والذي يحتوي على أربع كلمات هذه المرة. ويتوقف الاختبار عندما يفشل الطالب في محاولتي المستوى والواحد. يحصل الطالب على درجة مطابقة للمستوى الأخير الذي استجاب له بشكل صحيح. على سبيل المثال، إذا فشل في كلتا المحاولتين في المستوى الثالث، فسيحصل على الدرجة ٤، وهو عدد الكلمات في المستوى الثاني.

شكل ١

مثال على مصفوفة المستوى الأول في مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات)

ثانيا: مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالأرقام):

لقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية تم استخدام طريقة نطاق الأرقام (Digit-span)، والمستخدم على نطاق واسع في الأدب التربوي (Alloway, et al., 2006; Archibald & Gathercole, 2006; Garcia, et al., 2011; St Clair-Thompson, et al., 2010)، وتكوّن المقياس من سبعة مستويات، حيث يبدأ المستوى الأول بثلاثة أرقام، وينتهي المستوى السابع بتسعة أرقام، فتعرض شاشة الحاسوب اللوحي مجموعة عشوائية من ٣ أرقام مختلفة (مثل ٠ ، ٤، ٩) لمدة ثانيتين، ثم تختفي هذا الأرقام، وتظهر لوحة بها الأرقام من ٠ إلى ٩، ويتوقع من الطالب أن ينقر على الأرقام الثلاثة الصحيحة بنفس الترتيب الذي ظهر به على الشاشة السابقة، كما هو موضح في الشكل رقم (٢). يُمنح الطالب ثانية واحدة للرد. فإذا استجاب الطالب بشكل صحيح، فيتم عرض مجموعة عشوائية أخرى من المستوى التالي. وإذا كان رد الطالب غير صحيح، فيتم عرض مجموعة عشوائية أخرى من نفس المستوى الأول، وإذا استجاب الطالب بشكل صحيح للمحاولة الثانية؛ فيتم عرض مجموعة جديدة من الأرقام من المستوى التالي. ويتوقف الاختبار عندما يفشل الطالب في محاولتي المستوى الواحد.

شكل ٢

مثال على مصفوفة المستوى الأول في مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالأرقام)

ثالثا: مقياس سعة الذاكرة العاملة البصرية:

تم قياس سعة الذاكرة العاملة البصرية باستخدام استدعاء الكتل (block recall) المعتمد على نطاق الأنماط (pattern span)، وهو مقياس مستخدم في الأدب التربوي (Alloway, et al., 2006; Henry & Winfield, 2010; St-Claire-Thompson, et al., 2010)، وتكون من سبعة مستويات، ويعطى المستجيب محاولتين في كل مستوى، حيث يبدأ المستوى الأول بمصفوفة (٣×٣)، والمستوى الثاني بمصفوفة (٤ × ٤) وهكذا حتى المستوى السابع بمصفوفة (٩×٩)، وفي كل مستوى يتم تظليل عدد من المربعات، ففي المستوى الأول يتم تظليل ثلاثة مربعات، وفي المستوى الثاني أربعة مربعات، وهكذا حتى تصل إلى ١١ مربعا

في المستوى التاسع، حيث تعرض شاشة الحاسوب اللوحي نمطًا عشوائيًا من كل مصفوفة لمدة ثانيتين كما في المثال المبين في الشكل رقم (٣)، ثم تختفي الشاشة. وتظهر مصفوفة فارغة ويطلب من المستجيب النقر على المربعات التي كانت مظللة في الشاشة السابقة، فإذا استجاب بشكل صحيح، فيتم عرض نمط عشوائي آخر من المستوى التالي، وإذا كان رد المستجيب غير صحيح، فيتم عرض نمط عشوائي آخر من نفس المستوى. وإذا استجاب بشكل صحيح للمحاولة الثانية، فيتم عرض نمط جديد من المستوى التالي، وهكذا. ويتوقف المقياس عندما يفشل المستجيب في محاولتي المستوى الواحد. هذا يعني أن الطالب لا يغطي جميع المستويات إذا فشل. ويحصل الطالب على درجة مطابقة للمستوى الأخير الذي استجاب له بشكل صحيح. على سبيل المثال، إذا فشل في محاولتي المستوى الثالث، فيحصل على درجة ٤، وهي عدد المربعات المظللة في هذا المستوى الثاني الذي استجاب له بشكل صحيح.

شكل ٣

مثال على مصفوفة المستوى الأول في مقياس سعة الذاكرة العاملة البصرية

صدق وثبات مقاييس سعة الذاكرة العاملة: تمت الإشارة أعلاه أن مقاييس سعة الذاكرة العاملة المستخدمة في الدراسة الحالية تم تبنيها من الأدب التربوي، وتم استخدامها في طيف واسع من الدراسات المذكورة أعلاه، والتي أظهرت مستوى مقبولا من الثبات لهذه المقاييس. وفي الدراسة الحالية تم التحقق من صدقها بعرضها على مجموعة من المحكمين من المتخصصين من أعضاء هيئة التدريس في علم النفس والمناهج وطرق التدريس؛ للحكم على مدى مناسبتها للبيئة العمانية، وللمراحل السنية المرتبطة بالصفين الخامس والتاسع، وأجريت ملاحظات طفيفة عليها. كما بلغت قيمة معامل الثبات باستخدام طريقة إعادة الاختبار للأنواع الثلاثة من سعة الذاكرة العاملة كما يلي: البصرية (٠.٥٨)، واللفظية (بالأرقام) (٠.٦٠)، واللفظية (بالكلمات) (٠.٧٠)، وذلك بعد تطبيقها على عينة مقدارها (٢٥) من الصفين. وهذه القيم تقع في نفس مستوى القبول الذي وردت لهذه المقاييس في الدراسات السابقة التي استخدمتها.

إجراءات تنفيذ البحث:

تم بناء تطبيق محمول خاص بالدراسة الحالية، وذلك تسهيلا لعملية جمع البيانات، وتقديم مقاييس الدراسة للطلبة، وتم تحميل التطبيق في أجهزة الحواسيب اللوحية، بحيث يستلم كل مشارك جهازا لوحيا أثناء تطبيق المقاييس، وتم تطبيق الدراسة على ١١ صفا من صفوف الصف الخامس و١٥ صفا من صفوف الصف التاسع في ١٢ مدرسة من مدارس ثلاث محافظات من محافظات السلطنة، وتم تدريب المعلمين في هذه الصفوف على طريقة استخدام الحواسيب اللوحية، وتقديم مقاييس الدراسة، كما تم تخصيص اثنين من الفنيين التقنيين يكونا موجودين أثناء تطبيق الدراسة في المدرسة لتقديم الدعم الفني للمعلمين والطلبة. بدأ التطبيق بتقديم الاختبار الشبيه بـ TIMSS، والذي استغرق ٤٠ دقيقة، ثم مقاييس سعة الذاكرة العاملة، والتي استغرقت في المعدل ١٠ دقائق شاملا سرد التعليمات على الطلبة. علما بأن التطبيق اللوحي لمقاييس الدراسة تم تجريبه قبل التنفيذ الفعلي للدراسة على ١٢٠ متعلم في صفوف لم تشملها العينة الفعلية للدراسة، وذلك للتأكد من ضبط التفاصيل الفنية لتقديم المقاييس، ومن خلوها من أي تعليمات أو إجراءات مبهمة. كما نود أن نشير أن البيانات كانت تسجل مباشرة في المخزن السحابي التابع للتطبيق المحمول فور تسجيل المتعلم لاستجابته في الحاسوب اللوحي. بعد تطبيق مقاييس الدراسة، قام المعلمون المطبقون للدراسة بتصحيح الأسئلة المقالية أو المفتوحة لكل طالب وفقا لمفتاح الإجابة المعد لهذا الغرض، أما بخصوص الأسئلة الموضوعية فكانت تسجل درجتها مباشرة في سجل الطالب، وكذلك نتيجته في مقاييس سعة الذاكرة العاملة.

المعالجات الإحصائية:

تمثلت الطرق الإحصائية الوصفية في المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، كما تم استخدام الطرق الإحصائية التحليلية والمتمثل في اختبار التباين المتعدد MANOVA وذلك للتعامل مع نتائج المقاييس الثلاثة من سعة الذاكرة العاملة (مقاييس سعة الذاكرة العاملة اللفظية والبصرية) كأبعاد لنفس المتغير (Baddeley, 2000; Goldstein, 2011). لقد تم تحليل النتائج، وتقسيم المشاركين في الصفين الخامس والتاسع إلى منخفضي ومرتفعي الأداء بناء على مستوى أدائهم في الاختبار. ويعرض جدول (١) عدد الاسئلة ودرجات القطع (في تدريج متوسط الدرجات وتدريج مجموع الدرجات) المستخدمة لتقسيم المشاركين في الصفين الخامس والتاسع إلى منخفضي ومرتفعي الأداء في عموم الاختبار وفي اسئلة مستوى التنكر والفهم (المستويات الدنيا)، وفي اسئلة مستوى التطبيق والاستدلال (المستويات العليا).

جدول (١) عدد الاسئلة ودرجات القطع (في تدريج متوسط الدرجات وتدريج مجموع الدرجات) المستخدمة لتقسيم المشاركين في الصفين الخامس والتاسع إلى منخفضي ومرتفعي الأداء في الاختبار

الصف	المستويات الدنيا		المستويات العليا		الاختبار ككل	
	عدد الأسئلة	درجة القطع *	عدد الأسئلة	درجة القطع *	عدد الأسئلة	درجة القطع *
الخامس	١١	٠.٣٦٤ (٤)	١٣	٠.٣٠٨ (٤)	٢٤	٠.٣٣٣ (٨)
التاسع	٨	٠.٣٧٥ (٣)	١٩	٠.٣١٦ (٦)	٢٧	٠.٤٠٧ (١١)

*** الأرقام في الأقواس تعبر عن مجموع الدرجات**

الاعتبارات الأخلاقية للبحث:

يعد هذا البحث جزء من مشروع بحثي ممول من مجلس البحث العلمي في سلطنة عمان، ولقد مر المشروع البحثي بإجراءات التحقق من الالتزام بالاعتبارات الأخلاقية للبحث عن طريق لجنة رئيسية فحصت جميع الإجراءات، ثم وافقت على إجراء البحث. بعد ذلك تم التقدم بطلب إلى وزارة التربية والتعليم للموافقة على إجراء البحث، فمر المشروع البحثي بإجراءات التحقق من الالتزام بالاعتبارات الأخلاقية، الذي وافق على إجراء المشروع، وأخطار المدارس المشاركة، والتي قامت بدورها بإجراءاتها من حيث موافقة المعلمين على المشاركة في البحث، وموافقة وأولياء الأمور على مشاركة أبنائهم فيها.

نتائج البحث ومناقشتها:

للإجابة على السؤالين البحثيين الأول والثاني، فقد استخرجت المتوسطات الحسابية والانحرافات لمعيارية لسعة الذاكرة بمقاييسها الثلاثة لطلبة الصف الخامس منخفضي ومرتفعي الأداء في الأسئلة ذات المستويات الدنيا والعليا والاختبار ككل؛ كما في الجدول (٢).

جدول (٢) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمقاييس سعة الذاكرة العاملة لمنخفضي ومرتفعي الأداء في المستويات المختلفة للاختبار للصف الخامس

نوع الذاكرة	مستوى الأداء	الأسئلة ذات المستويات الدنيا*			الأسئلة ذات المستويات العليا**			الاختبار ككل***		
		العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري
البصرية	منخفض	٨٧	١.٩٨	٠.٧٩	٨٤	٢.١٤	٠.٧١	٧٩	٢.٠١	٠.٧٨
	مرتفع	١٢٠	٢.١٢	٠.٦١	١٢٣	٢.٠٠	٠.٦٨	١٢٨	٢.٠٩	٠.٦٤
اللفظية (بالأرقام)	منخفض	٨٧	٢.٣٩	٠.٩٨	٨٤	٢.٤٦	٠.٨١	٧٩	٢.٣٩	٠.٨٤
	مرتفع	١٢٠	٢.٤٩	٠.٧٧	١٢٣	٢.٤٤	٠.٩٠	١٢٨	٢.٤٨	٠.٨٨
اللفظية (بالكلمات)	منخفض	٨٧	٢.٦٧	١.٧٦	٨٤	٢.٤٥	١.٤٨	٧٩	٢.٣٣	١.٤٩
	مرتفع	١٢٠	٢.٣٥	١.٣٨	١٢٣	٢.٥٠	١.٦١	١٢٨	٢.٥٨	١.٥٩

*** ويليكس لمبدا (٠.٩٧)، فـ=١.٨٢، القيمة الاحتمالية = ٠.١٤**

**** ويليكس لمبدا (٠.٩٩)، فـ=٠.٧٥، القيمة الاحتمالية = ٠.٥٢**

***** ويليكس لمبدا (٠.٩٩)، فـ=٠.٧١، القيمة الاحتمالية = ٠.٥٥**

يشير الجدول (٢) إلى المتوسطات الحسابية في مقاييس سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية بنوعيها لدى المشاركين من الصف الخامس ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الاختبار، بمستوياته الدنيا والعليا، وللكشف عما إذا كانت الفروق بين أداء الفئتين دالة إحصائيا، تم استخدام تحليل التباين المتعدد، وتظهر قيم ويليكس لمبدا المبينة أسفل الجدول أنها غير دالة إحصائيا، وبذلك فيمكن الاستنتاج إلى أنه لم تكن هناك فروق دالة إحصائيا في المتوسطات الحسابية لمقاييس سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية بنوعيها بين منخفضي ومرتفعي الأداء في الاختبار في الصف الخامس الأساسي، سواء بالنسبة للأداء في الأسئلة الدنيا، أو العليا، أو الاختبار ككل.

وللإجابة على السؤالين البحثيين الثالث والرابع فقد استخرجت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمقاييس سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية بنوعيها لطلبة الصف التاسع منخفضي ومرتفعي الأداء في الاختبار؛ كما في الجدول (٣).

جدول (٣) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمقاييس سعة الذاكرة العاملة لمنخفضي ومرتفعي الأداء في المستويات المختلفة للاختبار للصف التاسع

نوع الذاكرة	مستوى الأداء	الأسئلة ذات المستويات الدنيا*			الأسئلة ذات المستويات العليا**			الاختبار ككل***		
		العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري
البصرية	منخفض	٧٣	٢.٢٣	٠.٧٩	٦٢	٢.٣١	٠.٨٨	٦٨	٢.١٩	٠.٨٣
	مرتفع	١٢٦	٢.٥٦	٠.٨٢	١٣٧	٢.٥٠	٠.٨٠	١٣١	٢.٥٧	٠.٧٩
اللفظية (بالأرقام)	منخفض	٧٣	٢.٨٨	١.١٨	٦٢	٢.٧٩	١.٠٣	٦٨	٢.٩١	١.٢١
	مرتفع	١٢٦	٢.٩٧	١.٠٣	١٣٧	٣.٠٠	١.١١	١٣١	٢.٩٥	١.٠٢
اللفظية (بالكلمات)	منخفض	٧٣	٣.٠٤	١.٧٤	٦٢	٢.٦٣	١.٥٦	٦٨	٢.٨٤	١.٧٥
	مرتفع	١٢٦	٢.٢٤	١.١١	١٣٧	٢.٤٩	١.٣٦	١٣١	٢.٣٧	١.٢٠

*** ويليكس لمبدا (٠.٨٧)، ف =٩.٤٦، القيمة الاحتمالية = ٠.٠٠٠**

**** ويليكس لمبدا (٠.٩٨)، ف=١.٦٠، القيمة الاحتمالية = ٠.١٩**

***** ويليكس لمبدا (٠.٩٢)، ف=٥.٥٦، القيمة الاحتمالية = ٠.٠٠١**

يشير الجدول (٣) إلى المتوسطات الحسابية لمقاييس سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية بنوعيها لدى المشاركين من الصف التاسع ذوي الأداء المنخفض والمرتفع في الاختبار، بمستوياته الدنيا والعليا، وللكشف عما إذا كانت الفروق بين أداء الفئتين دالة إحصائيا، تم استخدام تحليل التباين المتعدد، وتظهر قيم ويليكس لمبدا المبينة أسفل الجدول أنها دالة إحصائيا بالنسبة للأداء في الأسئلة الدنيا وفي الاختبار ككل، ولمعرفة أي مقاييس سعة الذاكرة العاملة كانت فيها الفروق دالة إحصائيا، يستعرض الجدول (٤) نتائج تحليل التباين المتعدد، التي تشير إلى وجود فروق دالة إحصائيا في كل من سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية (بالكلمات)، حيث تفوق مرتفعو الأداء في الاختبار بصورة دالة إحصائيا في مقياس سعة الذاكرة العاملة البصرية على منخفضي الأداء، بينما تفوق منخفضو الأداء في الاختبار بصورة دالة إحصائيا في مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات) على مرتفعي الأداء، بينما لم تكن هناك فروق دالة إحصائيا بينهما فيما يتعلق بمقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالأرقام).

جدول (٤) تحليل التباين الأحادي المتعدد للمقارنة بين منخفضي ومرتفعي الأداء في الصف التاسع وفقا لمقاييس سعة الذاكرة العاملة

نوع سعة الذاكرة	مصدر التباين	الأداء في الأسئلة ذات المستويات الدنيا			الأداء في جميع الأسئلة		
		متوسط المربعات	ف (١، ١٩٧)	القيمة الاحتمالية	متوسط المربعات	ف (١، ١٩٧)	القيمة الاحتمالية
البصرية	مستوى الأداء	٥.٠٥	٧.٦٥	٠.٠٠٦	6.51	9.97	0.002
	الخطأ	٠.٦٦			0.65		
اللفظية (بالأرقام)	مستوى الأداء	٠.٣٩	٠.٣٣	٠.٥٦٨	0.054	0.05	0.831
	الخطأ	١.١٩			1.19		
اللفظية (بالكلمات)	مستوى الأداء	٢٩.٨٠	١٥.٧٩	٠.٠٠٠	9.64	4.85	0.029
	الخطأ	١.٨٩			2.00		

المناقشة والاستنتاجات:

سعت الدارسة الحالية إلى البحث في الاختلاف في سعة الذاكرة العاملة بنوعيها البصرية واللفظية (بالكلمات والأرقام) بين منخفضي ومرتفعي الأداء في الاختبار في العلوم، واستخدمت الدراسة اختبارا شبيها باختبارات TIMSS، وأشارت نتائجها إلى عدم وجود فروق في الصف الخامس، بينما كانت هناك فروقا في الصف التاسع في سعة الذاكرة العاملة البصرية لصالح مرتفعي الأداء في الاختبار، وفي سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات) لصالح منخفضي الأداء، وكان ذلك للأداء في الاختبار ككل، وللأداء في الأسئلة ذات المستويات المعرفية الدنيا، بينما لم تكون هناك فروق وفقا للأداء في الأسئلة ذات المستويات المعرفية العليا. إن هذه النتائج لها دلالات من أهمها أن الفروق بين المتعلمين كانت في أسئلة مستوى المعرفة والفهم في اختبار الصف التاسع، والتي يعتمد حلها على عمليات عقلية كالتعرف، واستدعاء المعلومات، والربط بين المفاهيم، حيث كان المتفوقون في هذه الأسئلة من ذوي سعة الذاكرة العاملة البصرية. وتتوافق هذه النتيجة مع طبيعة العلم وطبيعة مفاهيمها، التي تعتمد كثيرا على الصور البصرية والخيال (Al-Balushi, 2009, 2011, 2013a, 2013b, 2019; Bowen & Roth, 2005; Crawford & Cullin, 2004; Pozzer & Roth, 2005; Rodríguez et al., 2019) فللنجاح في العلوم، والتمكن من استيعاب مفاهيمها، لابد من تمتع المتعلم بقدرات بصرية وخيالية عالية (Al-Balushi, 2009; Reisbberg & Heuer, 2005)، وكثير من مفاهيمها هي مفاهيم فراغية (Al-balushi & Coll, 2013b; Clement, 2008).

إن تفوق ذوي المستوى المنخفض في الأسئلة ذات المستويات المعرفية الدنيا في الصف التاسع في مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات) يعزز ما أكد عليه كثير من الباحثين في معالجة المعلومات اللفظية والبصرية إلى أن المتعلمين إما بصريين أو لفظيين، فالبصريون (visualizers) تسهل لديهم عملية معالجة المعلومات البصرية في الفراغ، لذلك فيسهل عليهم التعاطي مع الأسئلة ذات الطبيعة البصرية أو التي تتطلب

معالجات فراغية. في المقابل فاللفظيون (verbalizers)، يعالجون المعلومات اللفظية، ويسهل عليهم التعاطي مع الأسئلة ذات الطبيعة اللفظية، والتي لا تتطلب معالجات فراغية أو بصرية، ولا شك أن هناك مفاهيم علمية تعتمد كثيرا على المعالجات اللفظية، لكن أسئلة اختبارات TIMSS تركز على فهم الأشكال البصرية والربط بين المفاهيم العلمية (Mullis, et al., 2009) التي يتطلب استيعابها قدرا كبيرا من الخيال والتفكير في المستوى الدقائقي للمادة، حيث أن هذه المفاهيم هي في الأساس مفاهيم مجردة مرتبطة بظواهر طبيعية يتطلب فهمها قدرا من القدرات الفراغية. إن وجود هذه الفروق بين المتعلمين في سعة الذاكرة العاملة تتوافق مع عدد من الدراسات التي أخذت سعة الذاكرة بأنواعها البصرية والرقمية واللفظية، ووجدت فروقا ذات دلالة (سليمان، ٢٠١٠؛ Al-Ahmadia& Oraif, 2009; Archibald & Gathercole, 2006; Cornoldi, et al., 2001; Juniati, & Budayasa, 2020; Holmes & Gathercole 2014; Iash, etal.,2020; Rowe, 2010; Sumiati et al. 2021).

في المقابل لم تكن الفروق حاسمة في الصف الخامس، فعلى الرغم أن نمط الأداء وفقا للمتوسطات الحسابية كانت مشابهة للصف التاسع، لكن الفروق لم تكن دالة إحصائيا، وعند النظر في طبيعة المفاهيم التي تعالجها مادة العلوم في الصفوف الدنيا، فهي في مجملها مفاهيم حسية تتوافق مع طبيعة مرحلة النمو التي نظّر لها بياجيه لتلك السن، والتي سماها بياجيه بمرحلة العمليات الحسية (توبن، ٢٠١٠). ويبدو من نتائج المشاركين من الصف الخامس في الدراسة الحالية أن أسئلة الاختبار، التي جاءت مشابهة لأسئلة اختبارات TIMSS، لم تتطلب كثيرا من المعالجات البصرية، لذلك لم يتفوق فيها ذوي الذاكرة العاملة البصرية فقط، وإنما خالطهم من ذوي الذاكرة العاملة اللفظية أيضا، فجاءت الفروق غير حاسمة بين مرتفعي ومنخفضي الأداء في أي من مقياسي سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية (بالكلمات). ولم تكن الفروق أيضا حاسمة فيما يخص سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالأرقام)، سواء للصف الخامس أو التاسع، وسواء للأداء العام في الاختبار، أو لأسئلة المستويات الدنيا أو العليا. ولعل هذه النتيجة طبيعية بالنظر في طبيعة أسئلة TIMSS، التي تأتي نسبة بسيطة منها ذات طابع رقمي، بينما الغالبية غير ذلك. أما عدم وجود فروق فيما يتعلق بأسئلة المستويات العليا، فلعل هذا يتفق مع ما توصلت إليه دراسة كل من الأحمدي وعريف (Al-Ahmadia & Oraif, 2009) بخصوص وجود علاقة ضعيفة بين سعة الذاكرة العاملة وأسئلة التفكير العلمي، والتي تأتي عادة في مستويات معرفية عليا. إن هذه النتيجة بالخصوص، تتطلب إجراء دراسات متعمقة بخصوص العلاقة بين سعة الذاكرة العاملة وأداء الطلبة في أسئلة القدرات العليا في اختبارات العلوم. وبشكل عام فإن عدم وجود فروق في سعة الذاكرة العاملة في جوانب تعلم معينة تتوافق مع ما توصلت إليه دراسات سابقة (الشريدة، ٢٠١٢، عبد الحميد، ٢٠١٢، الرقاد، ٢٠١٠، Archibald, & Gaercole, 2006; Gathercole, et al., 2004; Lejbak, et al, 2011; Novaes, Zuanetti, & Fukuda, 2019, Rowe, 2010; Zhao, Xu, Fu, & Maes, 2018).

أهم الاستنتاجات التي خلص إليها البحث:

- لا توجد فروق دالة إحصائيا في المتوسطات الحسابية لمقاييس سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية بنوعيها بين منخفضي ومرتفعي الأداء في الاختبار في الصف الخامس الأساسي، سواء بالنسبة للأداء في الأسئلة الدنيا، أو العليا، أو الاختبار ككل.
- كانت هناك فروقا ذات دلالة إحصائية لطلبة الصف التاسع في سعة الذاكرة العاملة البصرية لصالح مرتفعي الأداء في الاختبار ككل، وفي سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات) لصالح منخفضي الأداء، بينما لم تكون هناك فروق وفقا للأداء في الأسئلة ذات المستويات المعرفية العليا.
- وجود فروق دالة إحصائيا في كل من سعة الذاكرة العاملة البصرية واللفظية، حيث تفوق مرتفعو الأداء في الاختبار بصورة دالة إحصائيا في مقياس سعة الذاكرة العاملة البصرية على منخفضي الأداء، بينما تفوق منخفضو الأداء في الاختبار بصورة دالة إحصائيا في مقياس سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالكلمات) على مرتفعي الأداء.
- لا توجد تكن فروق دالة إحصائيا بين المجموعتين (مرتفعي ومنخفضي الأداء)؛ فيما يتعلق بمقياس سعة الذاكرة العاملة البصرية (بالأرقام).

التوصيات:

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة؛ فقد خرجت بمجموعة من التوصيات، منها:

١. اهتمام معلمي العلوم ومصممي مناهجها بالأنشطة التعليمية التي تساعد على تنشيط سعة الذاكرة العاملة البصرية لدى المتعلمين لعلاقتها بالأداء الإيجابي في اختبارات العلوم، خاصة تلك المشابهة لاختبارات TIMSS.

٢. استقصاء العلاقة بين سعة الذاكرة العاملة اللفظية (بالأرقام) واختبارات العلوم المعتمدة على الحسابات الرقمية، كتلك المرتبطة بالحسابات الفيزيائية والكيميائية ومسائل الوراثة وغيرها.

٣. إجراء بحوث أكثر عمقا فيما يتعلق بسعة الذاكرة اللفظية وعلاقتها بالأداء في اختبارات العلوم، وطبيعة تفوق ذوي الأداء المنخفض فيها.

٤. البحث في أسباب ضعف العلاقة بين سعة الذاكرة العاملة بأنواعها المختلفة والأداء في الأسئلة المرتبطة بالمستويات المعرفية العليا في العلوم، خاصة مع توافق نتائج الدراسة الحالية مع الأدب التربوي.

المراجع العربية:

أبو الديار، مسعد. (٢٠١٢). *الذاكرة العاملة وصعوبات التعلم*. ط١، مكتبة الكويت الوطنية للنشر، الكويت.

الحربي، مروان بن علي. (٢٠١١). الفروق في سعة الذاكرة العاملة ومداخل الدراسة واستراتيجيات التعلم لدى مرتفعي ومنخفضي التحصيل من طلاب الجامعة. *مجلة كلية التربية بالمنصورة* ، ٣ (٧٥)، ١٤١ - ١٩٠.

الرقاد، مي محمد. (٢٠١٠). *استقصاء الذاكرة العاملة والمشكلات السلوكية وعلاقتها باضطراب النوم لدية عينة من الأطفال التوحديين وذوي صعوبات التعلم وذوي الإعاقة العقلية البسيطة*، رسالة دكتوراه)، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، الأردن.

سليمان، عبدربه مغازي. (٢٠١٠). دور الذاكرة العاملة اللفظية والبصرية -المكانية في التحصيل الدراسي لدى تلاميذ التعليم الأساسي. *مجلة العلوم الاجتماعية*، ٨٣ (٤)، ٤٣- ٧١.

الشريدة، أمل. (٢٠١٢). دور سعة الذاكرة العاملة ومستوى تجهيز المعلومات في الفهم القرائي لدى تلاميذ وتلميذات الصف الخامس. *مجلة كلية التربية، جامعة بنها*، ٢٣ (٩٢) ٣٩٥- ٤٣٨ .

عبد الحميد، هالة رمضان. (٢٠١٢). ذاكرة الأحداث في نموذج الذاكرة العاملة لدى الأطفال ذوي الإعاقة الفكرية والعاديين. *مجلة كلية التربية، الإسماعيلية*، ٢٤ ، ١٣٣ -١٦٠.

فورا، ناهد صبحي، الطهراوي، جميل حسن (٢٠٠٦). *مهارات النقد والتحليل والتفكير المستقل في امتحانات علم النفس التربوي بجامعتي الأقصى الإسلامية (دراسة تحليل مضمون)، مجلة جامعة الأقصى: سلسلة العلوم الإنسانية، ١٠* (٣١) ، ٢١٦ – ٢٢٨.

اللقطة، رندة. إبراهيم. (٢٠٠٧). *سعة الذاكرة العاملة والنمط المعرفي (لفظي/تخيلي) وسرعة الادراك وعلاقتها بالعمليات العقلية المستخدمة في حل المشكلات لدى الطلبة الاردنيين*] رسالة دكتوراه غير منشورة] . جامعة عمان العربية.

مصطفى، هالة عبد الوهاب جاد. (٢٠١٠). أثر سعة الذاكرة العاملة وقلق الاختبار على التحصيل الدراسي لدى طلاب الصف الأول الثانوي .مجلة*كلية التربية بالإسماعيلية، ١٨* (٩)، ٢١ – ٤٨.

المؤتمر التاسع لوزراء التربية (٢٠١٢). بمشاركة دولة قطر: اختتام المؤتمر التاسع لوزراء التربية والتعليم انعقاد المؤتمر تحت شعار (المعلم العربي بين التكوين الناجع والتمكن المهني) .*مجلة التربية، ٤١*، (١٨٠)، ٩-٢٠.

وزارة التربية والبنك الدولي. (٢٠١٢). *التعليم في سلطنة عُمان: المضي قدما في تحقيق الجودة*. دراسة مشتركة بين وزارة التربية والتعليم والبنك الدولي. مطبعة عُمان ومكتبتها المحدودة.

المراجع الأجنبية

Ábd Āl Ḥamīd, H. (2012). Zāhakirat Āl'ahdath fī nāmudhaj aldhaakirat aleamilat ladaa al'atfal dhawi al'iieaqat alfikriat waleadiiyn (in Arabic). *Majallat kuliat altarbiat Ismailia , 24,* 133-160.

Abū Al-Diyār.(2012). *Āldhaakirat aleamilat wasueubat altaealum* (in Arabic). maktabat Kuwait alwataniat lilnashr.

Al-Ahmadia, F.& Oraif, F. (2009). Working memory capacity, confidence and scientific thinking. *Research in Science & Technological Education, 2,* (27), 225–243.

Al-Balushi, S. M. & Al-Battashi, I. A. (2013). Ninth graders' spatial ability and working memory capacity (WMC) in relation to their science and mathematics achievement and their gender. *Journal of Turkish Science Education, 10*(1), 12-27.

Al-Balushi, S. M. & Coll, R. K. (2013). Exploring verbal, visual and schematic learners' static and dynamic mental images of scientific species and processes in relation to their spatial ability. *International Journal of Science Education, 35*(3), 460-489,

DOI: 10.1080/09500693.2012.760210.

Al-Balushi, S. M. (2009). Factors influencing pre-service science teachers' imagination at the microscopic level in chemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education, 7*(6), 1089–1110. doi:10.1007/s10763-009-9155-1.

Al-Balushi, S. M. (2011). Students' evaluation of the credibility of scientific models that represent natural entities and phenomena. *International Journal of Science and Mathematics Education, 9*(3), 571-601. DOI: 10.1007/s10763-010-9209-4.

Al-Balushi, S. M. (2013). The relationship between learners' distrust of scientific models, their spatial ability, and the vividness of their mental images. *International Journal of Science and Mathematics Education, 11*(3), 707-732. DOI: 10.1007/s10763-012-9360-1.

Al-Balushi, S.M & Martin-Hansen, L. (2019). The development of students' justifications for their positions regarding two theoretical models—electron cloud or sodium chloride crystal—after engaging in different learning activities. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(8), 1011-1036. DOI: 10.1002/tea.21535.

Āl-Ḥarbī, M., (2011). Differences in working memory capacity, study approches, and learning strategies among high and low achievers of university students (in Arabic). *Majallat kuliat altarbiat AL Mansoura, 3* (75), 141 - 190.

Āllaqta, R. (2007). *Working memory capacity, cognitive pattern (verbal / imaginative), speed of perception and its relationship to the mental processes used in solving problems among Jordanian students* (in Arabic) ['utruhat dukturah ghayr manshura]. jāmieat Oman ale Arābia.

Alloway, T. & Copello, E. (2013). Working Memory: The What, the Why, and the How. *The Australian Educational and Developmental Psychologist, 30*, 105-118. 10.1017/edp.2013.13.

Alloway, T. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews, 1* (4), 134-139.

Alloway, T., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, *77*(6), 1698-1716.

. https://doi.org/10.1111/J.1467-8624.2006.00968.X.

Āl-Raqād, M. (2010). *(Āistiqsā' aldhaakira aleamilaya walmushkilat alsulukia waealaqatuha biaidtirab alnawm lidaa eayinat men al'atfal altawahudiiyn wadhawi sueubat altaealum wadhawi al'iieaqat aleaqliat albasita* (in Arabic). [Risalat dukatūra], kuliyat aldirasat aleulya aljamieat aljordana, Jordan.

Anjariyah, D., Juniati, D., & Siswono, T. Y. E. (2022). How Does Working Memory Capacity Affect Students' Mathematical Problem Solving?. *European Journal of Educational Research, 11*(3), 1427-1439.

Archibald, L. & Gathercole S. (2006). Visuospatial immediate memory in specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research ,49,* 265–277.

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, mathematics performance, and mathematics anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(2), 243-248.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417– 422.

Bowen, G. M., & Roth, W.-M. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(10), 1063–1088.

Bühner, M., Kröner, S., & Ziegler, M. (2008). Working memory, visual–spatial-intelligence and their relationship to problem-solving. *Intelligence, 36*, 672-680.

Clement, J. (2008). *Creative model construction in scientists and students: The role of imagery, analogy, and mental simulation.* Dordrecht: Springer.

Cornoldi, C., Marzocchi, G., Belotti, M., Caroli, M, Meo T. & BragaC. (2001) Working memory interference control deficit in children referred by teachers for ADHD symptoms, child neuropsychology: *A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence, 7* (4), 230-240.

Crawford, B. A. & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education, 26*(11), 1379–1401.

Fūra, N., Al-Tahrāwi, J. (2004). Maharat alnaqd waltahlil waltafkir almustaqilu fi amtihanat eilm alnafs altarbawii bijamieatay al'aqsaa al'iislamia(in Arabic). *Al-Aqsa University Journal: Humanities Series, 10* (31), 216-228.

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology, 18*(1), 1-16. doi:10.1002/acp.934.

Garcia, L., Nussbaum, M., & Preiss, D. D. (2011). Is the use of information and communication technology related to performance in working memory tasks? Evidence from seventh-grade students. *Computers & Education, 57*(3), 2068-2076.

Goldstein, E. (2011). *Cognitive Psychology*. Canada: Wadsworth Cengage Learning

Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences in science and Mathematics. *Psychological Science in the Public Interest, 8*(1), 1-51.

Henry, L., & Winfield, J. (2010). Working memory and educational achievement in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research, 54*(4), 354-365.

Holmes, J & Gathercole, S. (2014) Taking working memory training from the laboratory into schools, *Educational Psychology, 34* (4), 440-450, DOI: 10.1080/01443410.2013.797338.

IEA (2020). *TIMSS International Results in Mathematics and Science*. Available https://timssandpirls.bc.edu/index.html.

Iasha, V., Al Ghozali, M. I., Supena, A., Wahyudiana, E., Setiawan, B., & Auliaty, Y. (2020, September). The Traditional Games Effect on Improving Students Working Memory Capacity in Primary Schools. *In Proceedings of the 4th International Conference on Learning Innovation and Quality Education (pp. 1-5).*

Juniati, D., & Budayasa, I. K. (2020). Working memory capacity and mathematics anxiety of mathematics undergraduate students and its effect on mathematics achievement. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, *8*(1), 271-290.

Lejbak, L., Crossley, M., Vrbancic, M. (2011). A male advantage for spatial and object but not verbal working memory using the n-back task. *Brain and Cognition 76*, 191–196.

Martin M, Mulis I, & Foy P (2012). *Timss 2011 International results of Science. Netherland*: IEA.

Wizārat al-tarbiya wa al-ta‘līm, Oman, wa albank alduwalī (2012). Alta‘līm fī Oman almuḍiy qudiman fī taḥqīq aljawada (in Arabic). dirasat mushtarakat bayn wizarat altarbiat waltaelim walbank alduwli, maṭābi‘a Oman almaḥdūda.

Mullis, I., Martin, M., Ruddock, G., O'Sullivan, C., & Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 assessment framework*. Amsterdam, the Netherlands: The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

Mūstafa, H. (2010). Áthar sieat aldhaakirat aleamila waqalaq alaikhtibar ealaa altahsil aldirasiu ladaa tulaab alsafi al'awal althaanawi (in Arabic). *Majalat kuliyat altarbiat bial'iismaeilia, 18* (9), 21-48.

Novaes, C. B., Zuanetti, P. A., & Fukuda, M. T. H. (2019). Effects of working memory intervention on students with reading comprehension difficulties. *Revista CEFAC, 21*.

Pera, A. (2014). Neural Machanism Underlying school-based learning Contemporary. *Readings in Law and Social Justice, 6* (1), 7–12.

Reisberg, D., & Heuer, F. (2005). Visuospatial images. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 35–80). New York, NY: Cambridge University Press.

Rodríguez Naveiras, E., Verche Borges, E., Hernández Lastiri, P., Montero López, R., & Borges del Rosal, M. Á. (2019). *Differences in working memory between gifted or talented students and community samples: A meta-analysis. Psicothema*.

Rowe, G. (2010). *Determinants of working memory performance*, Doctor of Philosophy Dissertation, University of Toronto, Canada.

Schwering, S., & MacDonald, M. (2020). Verbal working memory as emergent from language comprehension and production. Frontiers. *Human Neuroscience, 14*. doi: 10.3389/fnhum.2020.00068.

Shārida, A. (2012). Dawr sieat aldhaakirat aleamila wamustawaa tajhiz almaelumat fī alfahm alqarayiyi ladaa talamidh watilmidhat alsafi alkhamis (in Arabic), *Majalat kuliyat altarbiat, Jamiea , Benha University, 23* (92) 395-438.

St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly journal of experimental psychology, 59*(4), 745-759.

St Clair-Thompson, H., Stevens, R., Hunt, A., & Bolder, E. (2010). Improving children's working memory and classroom performance. *Educational Psychology*, *30*(2), 203-219.

Suleīmān, A. (2010). dawr aldhaakirat aleamilat allafziat walbasaria-almakaniat fi altahsil aldirasii ladaa talamidh altaelim al'asasii (in Arabic), Majalat aleulum aliajtimaeia 83 (4), 43-71.

Sumiati, S., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. A., Rabiullizani, Y., & Nurhasanah, N. (2021). Application of android-based online learning on students' mathematical connection ability during the Covid-19 Pandemic. *ICE-TPD*.

The Ninth Conference of Education Ministers (2012). With the participation of the State of Qatar: The conclusion of the Ninth Conference of Ministers of Education The conference was held under the slogan (The Arab teacher between effective training and professional mastery. *Education Journal, 41*, (180), 9-20

Todd, J.J., Han, S., Harrison, S., & Marois, R. (2011). The neural correlates of visual working memory encoding: A time-resolved fMRI study, Neuropsychologia, (49) 1527–1536.

Willis, J. (2007). Brain-based teaching strategies for improving students' memory, learning, and test-taking success. *Childhood Education, 83*(5), 310-315.

Zhao, X., Xu, Y., Fu, J., & Maes, J. H. (2018). Are training and transfer effects of working memory updating training modulated by achievement motivation?. *Memory & cognition, 46*, 398-409.