دراسات، العلوم التربوية، المجلّد 38، ملحق 5، 2011

تصورات الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات عن أنواع صورهم الذهنية وعلاقتها بقدراتهم المكانية في ضوء بعض المتغيرات

*سليمان بن محمد بن سليمان البلوشي وعلي بن هويشل الشعيلي**

ملخص

هدفت الدراسة إلى استقصاء العلاقة بين أنواع الصور الذهنية (تفصيلية وتخطيطية وبدون صورة) والقدرات المكانية تبعا لمتغيري التخصص والجنس. اشتملت عينة الدراسة على (82) طالبا معلما في تخصصي العلوم والرياضيات بجامعة السلطان قابوس. تم تصميم أداة لمسح أنواع الصور الذهنية، كما تم استخدام مقياس دوران النماذج لقياس القدرات المكانية. أشارت النتائج إلى عدم وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين تصورات الطلبة المعلمين حول استخدام أنواع الصور الذهنية وقدراتهم المكانية. وبينت النتائج كذلك وجود فروق دالة بين القدرات المكانية لدى الطلبة لصالح تخصص الرياضيات، ولصالح الطلاب الذكور كذلك. في المقابل فإنه ظهرت عند الإناث صور ذهنية أكثر تفصيلاً عن الذكور.

الكلمات الدالة: الصور الذهنية، القدرات المكانية، الطلبة المعلمون، العلوم، الرياضيات، الجنس.

المقدمة

يعتبر الخيال الجسر الواصل بين العالم المرئي المدرك عن طريق الحواس وبين العالم غير المرئي (Ganguly, 1995) الذي يزخر بكينونات يصعب إدراكها على كثير من المتعلمين. فمن المعلوم بأن المتعلمين يتعاملون عند دراستهم للعلوم مع العديد من المفاهيم العلمية التي تتطلب جهدا تخيليا قائما على تكوين صور ذهنية واضحة للكينونات غير المرئية كالذرات والجزيئات والميكروبات والخلايا (أمبوسعيدي والبلوشي، 2009؛ Al-Balushi, 2009; Mathewson, 1999). وإذا لم يتم صقل القدرة على تخيل هذه الكينونات، سواء أكانت عملية الصقل بصورة منهجية مخطط لها أو كانت بصورة تلقائية تتأتى من الدراسة المكثفة للمفاهيم العلمية، فإن صعوبات معرفية تظهر عند المتعلمين متعلقة باستيعابهم للمفاهيم العلمية والقدرة على تكوين تفسيرات علمية دقيقة في المستوى الميكروسكوبي (Black, 2005; Gooding, 2004; Wu, Krajcik, & Soloway, 2000)، وقد تؤدي هذه الصعوبات المعرفية إلى تكوّن مجموعة من المفاهيم البديلة لدى المتعلمين حول الكينونات الدقائقية والطبيعة التفاعلية بينها (Ozmen, Demircioglu, & Coll, 2009; Day, 2004; Harrison & Treagust, 1996; Vos & Verdonk, 1996).

في المقابل فإن التخصص في العلوم، والدراسة الأكاديمية لأحد فروعها، يسهم في بناء قدرات تخيلية وقدرات تفكير مكاني، وبموجب ذلك تم تصنيف العلماء والمهندسين على أنهم مفكرون بصريون (Mathewson, 1999; Shepard, 1988). فقد تميّز مايكل فاراداي، على سبيل المثال، بقدرة تخيلية فراغية مكّنته من تخيل خطوط القوى حول الأجسام المشحونة وأقطاب المغناطيس، بصورة عوّضت نقص القدرات الرياضية لديه، كما عُرف عن أينشتاين استخدامه المستمر للتجارب التفكيرية (Thought Experiments) لسبر أغوار أفكاره العلمية المتعلقة بالضوء والظواهر الكونية، وكانت لدى المخترع نيكولا تيسلا قدرة تفكير فراغية عالية مكّنته من تخيل نماذج ميكانيكية متكاملة قبل وضعها على الورق، كما كان للقدرات التخيلية الفراغية دور في اكتشاف عالم الكيمياء العضوية فريدريك كيكولي للتركيب الحلقي للبنزين (Mathewson, 1999, p. 38)، وفي اكتشاف جيمس واتسون لتركيب الـ DNA (Shepard, 1988, p. 168)، وفي اكتشاف ألفرد وورنر لتركيب المركبات التناسقية (Rodgers, 1994, p. 15). بذلك فإن للتفكير البصري المكاني، ولقدرات التخيل في العوالم المستعصية على العين المجردة دوراً في كثير من الاكتشافات المهمة في تاريخ العلم (Black, 2005; Gooding, 2004; Mathewson, 1999; Shepard, 1988).

ورغم تأكيد الأدبيات التربوية على دور الخيال في استيعاب

* قسم المناهج والتدريس، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، عُمان. تاريخ استلام البحث 2010/5/16، وتاريخ قبوله 2011/1/27.

© 2011 عمادة البحث العلمي/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

المتعلمين للعمليات والمفاهيم في العلوم والرياضيات، وفي بناء القدرات الفراغية لديهم، إلا أن هناك تساؤلاً عن طبيعة هذا الخيال، أو نوعية الصور المتكونة نتيجة له، بما يسهم في صقل القدرات الفراغية لدى المتعلمين. وما إذا كانت هذه الصور تظهر خطوطا عريضة للأشياء والأجسام من دون تفصيل، أم تبدو غنية بالتفاصيل والألوان؟ ووفقا لما وجده الباحثان، فإن الدراسات السابقة التي أطلعا عليها لم تتطرق للإجابة على هذا التساؤل بصورة واضحة. كما تبين للباحثَين في أثناء زيارتهما المتكررة لصفوف التعليم العام كمشرفي تربية عملية أن وصف بعض من المتعلمين لصورهم الذهنية خلال الأنشطة التخيلية تكون غنية بالتفاصيل، رغم أنهم ليسوا بالضرورة أن يكونوا من المتميزين في مادتي العلوم والرياضيات. وعلى ذلك سعت الدراسة الحالية إلى استكشاف العلاقة بين نوعية الصور الذهنية التي يبنيها المتعلمون في مخيلتهم وبين قدراتهم المكانية.

الإطار النظري والدراسات السابقة

يشير الأدب التربوي إلى أن للتخيل وما يرتبط به من صور ذهنية دوراً أساسياً في التفكير، فقد اعتبر بياجيه أن التفسير سلوك تخيلي (Mashhadi & Woolnough, 1998)، كما وصف عبيد وعفانه (2003) التفكير بأنه عملية ذهنية قائمة على استدعاء العقل للخبرات السابقة المرتبطة بالمشكلة أو الموقف الذي يفكر فيه الفرد، ويتفق مع هذا دينس (Denis, 1991) الذي يرى أن للتخيل دوراً كبيراً في حل المشكلات، خاصة في بداية عملية حل المشكلات، بينما يبدأ التفكير بالتحول إلى صور لغوية أكثر تجريدا في المراحل النهائية من حل المشكلات.

ويُعدّ التخيل من العمليات الأساسية للتفكير المكاني (أولسن وكوفياك، 2004)، ويمكن تعريفه على أنه قدرة الفرد على تكوين صور ذهنية للأشياء وإمكانية التعامل الذهني مع هذه الصور في مخيلته (ميتشلمور، الوارد في البطاشي (2009 :20)). ويتخذ التخيل هنا أبعادا مكانية مرتبطة باستعمال الفراغ أو الفضاء، وشكل الجسم والقدرة على تدويره في الفراغ، وتكوين صور ذهنية دقيقة للجسم عند النظر إليه من زوايا واتجاهات مختلفة، وإدراك العلاقات الفراغية بين الأجسام (Kondor, 2007; Velez, Silver & Tremaie, 2005; Corner & Serbin, 1980). ويعتبر بودزر وراينر (Botzer & Reiner, 2005) أن الصور الذهنية تتمتع بعنصر فطري يعزز الحدس الفراغي (المكاني)، وأن هذه الخاصية الفراغية في الصور الذهنية تسهّل عملية استخدامها أثناء عمليات حل المشكلات التي تتطلب تفاعلا ذا علاقات فراغية مع البيئة المحسوسة المحيطة بالفرد.

ويؤدي التخصص الأكاديمي دورا مهماً في صقل التفكير المكاني، فقد وجد بالراند وسيبر (Pallrand & Seeber, 1984) أن دراسة الطلبة الجامعيين لمقرر الفيزياء التمهيدية يطوّر بصورة دالة إحصائيا من التفكير المكاني لديهم، وأن أداء الطلبة الذين انسحبوا من المقرر في اختبار التفكير المكاني كان أضعف بصورة دالة إحصائيا من أداء الذين أكملوا المقرر، كما أن هناك فروقا دالة إحصائيا في التفكير المكاني بين طلبة تخصصي الفيزياء والفنون لصالح تخصص الفيزياء. وقارن نوردفك (Nordvik & Amponsah, 1998) كذلك بين طلبة تخصص تقنية المعلومات وتخصص العلوم الاجتماعية، وأشارت نتائج الدراسة إلى تفوق طلبة تقنية المعلومات على نظرائهم في تخصص العلوم الاجتماعية في اختبار التفكير المكاني.

وقد أكدت عدد من الدراسات (البطّاشي، 2009؛ مصطفى، 1987) (Black, 2005; Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 2002; Rudmann, 2002; Carter, Larussa & Bodner, 1987; Pribyl & Bodner, 1987) على تفوّق ذوي التفكير المكاني المرتفع على ذوي التفكير المكاني المنخفض تحصيليا، وكان العامل المشترك بين معظم هذه الدراسات أنها درست علاقة التفكير المكاني مع التحصيل العلمي المتضمن قدرات حسابية وتمثيلية صورية في الفيزياء والكيمياء، لكن هذه العلاقة بين التحصيل والتفكير المكاني لا تكون دائما قوية، خاصة عندما لا يتطلب الاختبار التحصيلي إجراء تحويلات ذهنية فراغية معقدة (Stieff, Bateman & Uttal, 2005).

ويتميز ذوو التفكير المكاني المرتفع عن ذوي التفكير المكاني المنخفض بعدة مهارات وسلوكيات، فقد أشارت دراسة برايبل وبودنر (Pribyl & Bodner, 1987) إلى أن تحليل أعمال الطلاب من تقارير وتكليفات منزلية بيّنت أن الطلبة ذوي التفكير المكاني المرتفع استخدموا الرسومات والمخططات التوضيحية بصورة أكثر مما استخدمها ذوو التفكير المكاني المنخفض. كما أشارت دراسة كوزيفنيكوف وهجارتي وماير (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 2002) التي أجريت على الطلبة الجامعيين الذين درسوا مقررا واحدا في الفيزياء إلى أن الطلبة ذوي التفكير المكاني المرتفع يتعاملون بنجاح مع أكثر من مركبة من مركبات الحركة، بينما لم يستطع الطلبة ذوو التفكير المكاني المنخفض من التعامل مع المركبتين الأفقية والرأسية في الوقت الواحد.

وفي دراسة أخرى قام كوزيفنيكوف وهجارتي وماير

(Kozhevnikov, Motes & Hegarty, 2007) بتتبع حركة العين (eye movement) للطلاب الجامعيين أثناء قراءة الرسوم البيانية التابعة لمسائل الحركة في الفيزياء، ووجد الباحثون أن الطلاب ذوي التفكير المكاني المرتفع كانت أعينهم تتحرك أفقيا يمينا ويسارا، وعموديا إلى الأعلى والأسفل، بالإضافة إلى حركتها بشكل قطري في دلالة على محاولتهم تخيّل الدمج بين المكونتين الأفقية والرأسية للحركة، في المقابل فإن حركة العين أفقيا لم تظهر لدى ذوي التفكير المكاني المنخفض.

وعن الفروق بين الذكور والإناث في القدرات المكانية، أكدت عدد من الدراسات (Kaufman, 2007; Halpern, 1992; Thomas & Turner, 1991) تفوق الذكور على الإناث في القدرات المكانية في المرحلتين الثانوية والجامعية، وأن لسعة ذاكرة المعالجة الفراغية دوراً في هذه الفروق. كما أشارت دراسة لي ونتال وزاو (Li, Nuttall & Zhao, 1996) إلى أن الطلاب الذكور في الصفوف من الخامس إلى الثاني عشر حققوا تطوّرا ملحوظا في قدراتهم المكانية المتعلقة بكاشف مستوى الماء الذي صممه بياجيه وانهلدر، حيث تستدعي النسخة الورقية من هذا الكاشف رسم خط يمثّل مستوى الماء في قنينة يتم تغيير كيفية تموضعها على الطاولة، بينما لم تحقق الإناث هذا التطوّر. كما أشارت دراسة فيكتشي (Vecchi, 2000) التي أجريت على عينة من المكفوفين إلى تفوق الذكور على الإناث في القدرات المكانية خاصة تلك التي تتطلب تفكيرا فراغيا نشطا، كما أظهرت النتائج أن قدرات الإناث تظهر محدودية في التعامل مع زيادة تعقيد العناصر الداخلة في المشهد المتخيل، بينما لا تتأثر قدرات الذكور بذلك التعقيد.

في المقابل توصل سنج وتان (Seng & Tan, 2002) إلى عدم وجود فروق بين الذكور والإناث السنغافوريين الدارسين في الصفوف من الثالث إلى السادس في قدراتهم المكانية، التي تم فحصها باستخدام كاشف مستوى الماء. كما عزز ستايف وآخرون (Stieff, *et al.*, 2005) هذه النتائج عندما لم تتوصل دراستهم لفروق بين الذكور والإناث في قدرات التفكير الفراغي، وذلك بعد أن تدربوا على النمذجة الحاسوبية للمركبات الكيميائية العضوية، فكانوا يركبون أشكالا ثلاثية الأبعاد لهذه المركبات ويستخدمونها في حل المسائل المتعلقة بعمليات التدوير في الفراغ. وقد عزا المؤلفون عدم وجود فروق بين الذكور والإناث إلى أن القدرات المكانية الفراغية تتأتى غالبا بالتدريب والخبرة، وأن التدريب طويل الأمد الذي قام به المتعلمون ألغى الفروق المتعلقة بالجنس فيا يخص التفكير الفراغي.

بناء واستخدام الصور الذهنية

يقسّم الأفراد من حيث استخدام الصور الذهنية في التفكير إلى بصريين (visualizers) ولفظيين (لغويين) (verbalizers). ففي الوقت الذي تكون الصور الذهنية المتخيلة لدى البصريين تفصيلية وتتميز بعناصر حسية كالحركة والصوت والملمس والرائحة، ويتعاملون مع كثير من المشكلات بطريقة تفكير تعتمد على التخيل المكاني، يتميز اللفظيون بصور ذهنية باهتة وضعيفة، وتركز أنماط تفكيرهم على استخدام الكلمات والتعميمات وتتسم بالتجريد (Kozhevnikov, *et al.*, 2002; Denis, 1991; Naveh, 1985). كما يؤيد هذه النتائج ما ذهب إليه ستايف (Stieff, 2007) إلى تصنيف الأفراد، سواء أكانوا خبراء أم مبتدئين، إلى صنفين عند قيامهم بحل المشكلات في العلوم: بصريين–مكانيين (visuo-spatial) وتحليليين (analytical). ففي الوقت الذي يعتمد البعض في إنتاج الصورة المعكوسة للمركب الكيميائي العضوي على تخيل ذلك المركب بصورة ثلاثية الأبعاد، ثم عكس صورته في الفراغ، يعتمد البعض الآخر في حل هذه المشكلة على تحليل أجزاء المركب وإنتاج الصورة المعكوسة على الورق من دون اللجوء إلى إنتاج صورة ذهنية عنه. وينطبق ذات التصنيف على المهندسين، حيث يستخدم بعضهم الطريقة البصرية– المكانية لتخيل وتحديد اتجاه ترس ما ضمن مجموعة من التروس المترابطة، بينما يطبق البعض الآخر الطريقة التحليلية القائمة على قاعدة أن كل ترسين متجاورين يسيران في اتجاهين متعاكسين. كما يورد ستايف (Stieff, 2007) أن بعض الفيزيائيين يشيرون إلى أنهم لا يستطيعون إحراز تقدم في حل أي مشكلة من دون تكوين شكل لها، كما يبين بعضهم الآخر أن الطريقة البصرية تساعدهم على استكشاف خصائص نوعية مهمة عن المشكلة.

ويشير كلمنتس (Clements, 1998) أنه في الوقت التي تشير بعض الدراسات إلى تفوق مستخدمي الطريقة البصرية في التحصيل الدراسي وحل المشكلات، تشير دراسات أخرى إلى تفوق مستخدمي الطريقة التحليلية، ويرى أيضا أنه على الرغم من اعتماد التفكير الفراغي على تكوين صور ذهنية لما يراد معالجته وتدويره ذهنيا، إلا أن تلك الصور الذهنية يجب أن تكون أكثر تجريدا ومرونة من مجرد "صورة"، وأن التفاصيل غير الضرورية قد تعيق الوصول إلى مستوى عال في التفكير الفراغي وحل المشكلات، كما يرى أن ارتباط الموقف المتعلَّم بصورة بعينها قد يعيق عملية التفكير في المشكلة، فمثلا ارتباط صورة المثلث في ذهن التلميذ بصورة مثلث متساوي الأضلاع رأسه للأعلى قد يحد من المعالجة المرنة للمشكلة فراغيا إذا كانت وضعية المثلث في المشكلة مختلفة. وتوصلت دراسة

كوزيفنيكوف وهجارتي ومايار (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999) إلى أن البصريين ينقسمون من حيث قدراتهم المكانية إلى مستويين: عاليي ومنحفضي القدرات المكانية. ففي الوقت الذي كان فيه منخفضو القدرات المكانية من البصريين يكوّنون صورا ذهنية ذات تفاصيل بصرية من حيث اللون والشكل والحجم، حيث صورهم للكرات والبكرات والسيارات التي ترد في المسائل هي صور مطابقة للحقيقة بتفاصيلها المختلفة كالألوان والتقسيمات والأجزاء، كان عاليو القدرات المكانية من البصريين يكونون صورا ذهنية تخطيطية تختفي فيها التفاصيل غير الضرورية، ويتم التركيز فيها على الأبعاد الفراغية لعناصر الصورة. كما أشارت النتائج إلى أن التخيل المعتمد على تكوين صور تفصيلية أعاق حل المشكلات الفيزيائية لدى الطلبة الجامعيين بحيث يركّز المتعلم انتباهه على التفاصيل الصورية المحسوسة مما يصعّب الوصول إلى مستوى التجريد الضروري لحل المشكلات الفيزيائية والرياضية.

ويتضح البعد الفراغي التخطيطي للصور الذهنية في الخرائط الذهنية التي يركبها الفرد في مخيلته ليتمكن من تحديد مكانه ومساره ليصل إلى مكان ما، فقد بيّن كلمنتس (Clements, 1998) أن الصور الذهنية المتعلقة بالخرائط ليست مجرد صورة ذهنية لخارطة ورقية، فالفرد حقيقة لا يمتلك خرائط في مخيلته، كتلك التي توجد في أجهزة تحديد المسار (Navigators)، وإنما هي مجموعة من الصور الذهنية والمعارف والأفكار والعمليات، والتي تنتظم بعلاقات مكانية بصورة تسمح للفرد من السير ذهنيا إلى المكان الذي يريد بلوغه، كما يحتاج عقل الفرد أن يربط بين المعلومات المحسوسة عن المكان والرموز المجردة التي تكثر في الخرائط الأكثر تعقيدا، فبينما تكون هذه العلاقات المكانية التي تربط الصور والمعارف ضعيفة في مرحلة الطفولة، تصبح أكثر كفاءة في المراحل اللاحقة من العمر، فهي عملية مكانية (spatial)، أكثر من أن تكون بصرية (visual)، وتعزز هذه النتيجة قدرة الذين يولدون مكفوفي البصر على بناء العديد من العلاقات المكانية في سن متقدمة.

وتتأثر الصور الذهنية للبصريين بمواقعهم المحسوس، فقد توصل البلوشي (Al-Balushi, 2009) في دراسة أجراها لتحديد الصور الذهنية للطلبة الجامعيين في سلطنة عمان إلى أنه في الوقت الذي كانت الصور الذهنية لبعض الأفراد ثرية وخصبة مكّنتهم من تخيّل الذرات والجزيئات على شكل كرات تتحرك وتتفاعل فيما بينها، مع وجود ترميز لوني واضح لكل نوع من أنواع الذرات، تخيل بعضهم الآخر هذه الذرات والجزيئات على شكل حروف انصبغت باللونين الأبيض والأسود كما تظهر في الكتب الدراسية. وفي الوقت الذي كانت الحركة عنصرا أساسيا في تخيلات عدد من الطلبة، ظهرت الصور الذهنية لدى البعض الآخر ساكنة عديمة الحركة، وعاني بعض الطلبة من انعدام التفصيلات الدقيقة لصورهم الذهنية. كما ظهرت لدى عدد من الأفراد صور ذهنية قائمة على التجسيم وذلك بظهور الكينونات الدقيقة على شكل كرات لها أعين وأطراف. وظهر تأثر الصور الذهنية بالواقع الظاهري المحسوس عند تخيل الكينونات الدقائقية أيضا في دراسة بودزر ورايز (Botzer & Reiner, 2005) حيث أشارت النتائج إلى أنه على الرغم من أن عرض المادة العلمية كان مرتكزا على المستوى الدقائقي للمادة، إلا أن أكثر من ثلث الرسومات التي رسمها طلاب الصف التاسع لتخيلاتهم حول تفسير ظاهرة جذب المغناطيس للمواد الحديدية ظهرت فيها صفات حسية ظاهرية لعناصر من البيئة المحيطة بالمتعلم، لكن مع مزيد من التدريس القائم على استخدام التمثيلات الدقائقية بدأت العناصر الظاهرية بالتناقص، وبدأت العناصر الدقائقية بالتزايد في الصور الذهنية للمتعلمين، بذلك يرى بودزر ورايز (Botzer & Reiner, 2005) أن الصور الذهنية للمتعلمين تتشكل وتتطور نتيجة التفاعل مع الأنشطة والمواد التدريسية.

كما تتأثر عملية تكوين الصور الذهنية بالمرحلة التعليمية والكم المعرفي عند المتعلم، فالصور الذهنية الخاصة بالمستوى الميكروسكوبي غير المرئي أكثر ثراءً وتفصيلاً لدى الطلبة الجامعيين (البلوشي، 2004)، وأن قدرة المتعلمين على بناء النماذج الذهنية في مخيلاتهم تزيد بزيادة التقدم في المراحل التعليمية (Solomon, Scott & Duveen, 1996). بالإضافة إلى تأثر عملية بناء الصور الذهنية لدى متعلمي العلوم بالتقدم في الدراسة العلمية، فإن الأدب التربوي يشير إلى أن هناك عاملاً آخر مؤثرًا في هذه العملية وهو طبيعة التخصص، فقد وجد راينر وجلبرت (Reiner & Gilbert, 2000) أن عملية التخيل لدى المتخصصين في الفيزياء منظمة جدا ولها هدف واضح، بصورة أكثر فاعلية عن المتخصصين في الأحياء، فكان من السهل على المتخصصين في الفيزياء على سبيل المثال القيام بعملية التدوير الذهني لجسم ما بسرعة ثابتة، وتكبير وتصغير ذلك الجسم حسب متطلبات الموقف الفيزيائي، أو نقل الجسم في مخيلتهم والتنبؤ بالمسارات التي قد يسلكها الجسم لو أثرت عليها قوة ما.

كما تختلف قدرة الأفراد على معالجة الصور الذهنية باختلاف نوعية هذه الصور، فقد وجد كورنولدي وآخرون (Cornoldi *et al.*, 2007 المشار إليه في De Beni *et al.*, 2007) أن الصور العامة، كصورة السيارة مثلا من دون تحديد نوعها

وموديلها، أسرع في الاستدعاء والتكوّن في المخيلة من الصور الخاصة، كصورة سيارة تويوتا كورولا موديل هذه السنة، وأسرع أيضا من الصور المتعلقة بحدث معين في حياة الفرد، كأول سيارة قادها مثلا. كما وجدوا أن الصور الخاصة أكثر بروزا وتجليا في المخيلة من النوعين الآخرين، وأن الصور المتعلقة بحدث معين في حياة الفرد تستغرق وقتا أطول في التوليد والتكوّن. كما كشفت الدراسات التي استخدمت تصوير الرنين المغناطيسي إلى اختلاف المراكز الدماغية التي تنشط عند توليد ومعالجة كل نوع من هذه الأنواع من الصور الذهنية، فقد قام جارديني وآخرون (Gardini *et al*., 2009) بمسح أدمغة الأفراد باستخدام تقنية (functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI))، وتوصلت الدراسة إلى أن الجانب الأمامي الأيمن من الدماغ المتعلق بمعالجة الأشكال الفراغية يكون أكثر نشاطاً عند توليد الصور العامة التي تبين فقط الخطوط العريضة للجسم عنه عند توليد الصور الخاصة التي ترتبط بمناطق المهاد والقشرة الطوقية الخلفية.

أما عن ديناميكية الصورة الذهنية، وإمكانية تحريكها في الفراغ، كتحريك كتاب ذهنياً من مكان لآخر، فيبين بياجيه (المشار له في (Clements, 1998)) أن الأطفال لا يتمكنون من القيام بعمليات ديناميكية ذات معنى للصور الذهنية حتى سن المرحلة الابتدائية. كما تظهر صعوبة التحريك الديناميكي للصور الذهنية في قدرات الطلبة المعلمين في العلوم الذين طلب منهم تكوين صور ذهنية للمركبات الكيميائية فقد بينت دراسة البلوشي (Al-Balushi, 2009) أن (20%) من الطلبة يجدون صعوبة في تخيل الذرات والجزيئات والالكترونات وهي تتحرك خطيا، وزاد مستوى الصعوبة عندما طلب منهم تخيل الجزيئات وهي تدور في الفراغ، فلم ينجح في تخيل جزيء الماء وهو يدور حول نفسه في الفراغ سوى ثلث أفراد العينة. كما توصلت هاجرتي (Hegarty, 1992) أيضا إلى نوع آخر من الصعوبات التي يواجهها المتعلمون في أثناء تخيل المواقف الفيزيائية المتعلقة بالمسائل العلمية، فقد لاحظت أن المتعلمين يستطيعون تخيل البندول وهو ينزل من أعلى نقطة وصل إليها بصورة أسرع من تخيله وهو يرتفع إلى الأعلى.

وتتأثر عملية معالجة الصور الذهنية الديناميكية بالمعرفة السابقة للفرد، ففي دراسة أجراها شوارتز (Schwartz, 1999) لمعرفة الصور الذهنية التي يكونها الطلبة الجامعيون لحركة انسكاب السائل من أنبوب زجاجي، وجد أن عملية تخيل الوقت الذي سيستغرقه السائل حتى يبدأ بالانسكاب من الأنبوب الذي يتم تحريكه تأثرت بمدى معرفتهم بطبيعة لزوجة هذا السائل، وهل هو أكثر لزوجة من الماء. كما لاحظ أنه في حالة أن الهدف من التخيل هو تخيل عملية تحرك جسم ما ككأس مملوء بالماء (التخيل الديناميكي – dynamic)، فإن الحركة المتخيلة للأفراد تأثرت بتحسبهم لتأثير الجاذبية الأرضية على ذلك الجسم، بينما عندما كان الهدف من التخيل هو توقع وضعية الجسم النهائية (التخيل الثابت – stationary) بعد سلسلة من الحركات، فإن حسابات الجاذبية الأرضية غابت عن تلك التوقعات.

كما أن لعلمية بناء واستخدام الصور الذهنية علاقة بالسعة العقلية للفرد، فقد أشارت نتائج دراسة مياكي وآخرون (Miyake, *et. al*, 2001) أن الطلبة الجامعيين الذين كانت لديهم سعة عقلية عالية كانت لديهم قدرة أعلى على الاحتفاظ بالصور الذهنية في الذاكرة قصيرة المدى، مما سهّل عليهم عملية معالجة هذه الصور ذهنيا، ولفترة أطول من دون فقد أياً من أجزائها، وهذا بدوره ساهم في ارتفاع مستوى أدائهم في اختبارات التفكير الفراغي التي طبقت عليهم.

كما أشارت بعض الدراسات إلى أن عدد من المتعلمين يقرنون إيماءات جسدية كحركة الأيدي عند محاولتهم تخيل المواقف الفيزيائية ضمن عملية حل المشكلات، فأشارت دراسة كلمنت وزايتسمان ومونـاغان (Clement, Zietsman, & Monaghan, 2005) أن طلبة الصف الثامن استخدموا المحاكاة الذهنية القائمة على تخيل الموقف الفيزيائي مقرونة بحركة الأيدي للتنبؤ بالوضعية الأسهل لتحريك الروافع، وأنهم كانوا يقومون بتكوين صورة للشيء ثم يطبقون عليه عدداً من التنبؤات القائمة على المحاكاة الذهنية الحركية، كما أنهم يركزون تخيلهم على الأشياء الأكثر أهمية في حل المشكلة، ويهملون الأشياء التي لا يرون أنها تؤثر في تنبؤاتهم، كما أن تكوين الصور الذهنية ساعدهم في المقارنة بين التنبؤات المختلفة، وزادت الإيماءات الحركية من ثقة المتعلمين في اتخاذ القرار لتحديد التنبؤ الأكثر دقة. تعزز هذه الاستنتاجات ما توصلت إليه دراسة نوبل (Noble, 2003) في أن المتعلمين يستخدمون الإيماءات الجسدية للتعبير عن صور ذهنية وعلاقات مكانية وفراغية لا يستطيعون التعبير عنها لغويا، وساعد استخدام الطلبة لهذه الإيماءات في زيادة قدرتهم على تحويل الظواهر غير المرئية إلى قوالب حركية بصرية قابلة للشرح والتفسير، كما ساعدتهم هذه الإيماءات الحركية في الربط بين الصور الذهنية التي يتخيلونها للظاهرة الفيزيائية، كحركة السيارة، وبين التمثيل البياني الذي يبرز العلاقة بين سرعة السيارة واتجاه حركتها والمسافة التي تقطعها في زمن محدد، فكانت تسهّل عليهم عملية ترجمة تخيلهم للحركة التي تمثلها هذه التمثيلات البيانية إلى تمثيل فيزيائي حركي مرئي

للظاهرة.

وبشكل عام فإن نتائج الدراسات السابقة تشير إلى وجود علاقة إرتباطية دالة إحصائيا بين القدرات المكانية والتحصيل في الرياضيات (Seng & Tan, 2002)، وكذلك التحصيل في العلوم (Mathewson, 1999)، وعلوم الأرض (Black, 2005)، وعلوم الفلك (Rudmann, 2002). وأن هناك علاقة دالة إحصائيا بين القدرات المكانية وقدرات حل المشكلات لدى الطلاب الجامعيين (Buhner, Stephan & Ziegler, 2008). كما أكدت دراسة رود وطومسون (Rohde & Thompson, 2007) على أن القدرات المكانية الفراغية وسرعة المعالجة لدى طلبة السنة الجامعية الأولى تظهر بصورة جلية في الجزء الخاص بالرياضيات في اختبار SAT، وليس بالجزء اللغوي أو المجموع الكلي لدرجات الاختبار. كما يشير الأدب التربوي إلى أهمية التصور الذهني في المعالجات الفراغية لعدد من المفاهيم في العلوم الرياضيات (Gooding, 2004; Mathewson, 1999; Shepard, 1988).

ومن خلال ما سبق استعراضه من دراسات وجد الباحثان تفاوتاً في نتائج الدراسات التي تناولت التصورات الذهنية والقدرات الفراغية لدى المتعلمين، وكذلك قلتها، بحدود علمهما، الأمر الذي يستدعي إجراء مزيد من الدراسات في هذا الموضوع. هذا وإن اتفقت الدراسة الحالية مع بعض الدراسات السابقة في تحديدها لطبيعة الصور الذهنية المتكونة لدى المتعلمين وفي القدرات المكانية لديهم وفق متغيرات محددة، إلا أنها تظل تختلف من حيث: المجتمع المستهدف وهو سلطنة عمان، وكذلك عينة الدراسة؛ الطلاب المعلمون والذين هم في طريقهم للانخراط للعمل التربوي، وتحديدا معلمي العلوم والرياضيات باعتبار أن مجال هذين التخصصين هما من أهم التخصصات المنوط إليها تنمية التصورات الذهنية والقدرات المكانية. كما تختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة في أداة الدراسة، فقد اعتمدت تصميم مقياس لمسح أنواع الصور الذهنية ودرجة استخدام المتعلمين لكل نوع من أنواع الصور الذهنية (التخطيطية والتفصيلية). كما يبرز اختلافها كذلك في تحديدها للعلاقة بين استخدام المتعلمين لأنواع الصور الذهنية وبين قدراتهم المكانية.

وقد استفاد الباحثان من خلال استعراضهما لهذه الدراسات في إثراء الإطار النظري لهذه الدراسة وفي تحديد منهجية الدراسة الحالية من حيث تحديد المشكلة واختيار أدوات الدراسة، واختيار المتغيرات والأساليب الإحصائية والمناقشة والتفسيرات وغيرها.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

في الوقت الذي يؤكد فيه عدد من الباحثين (Gooding, 2004; Mathewson, 1999; Shepard, 1988) على أهمية بناء واستخدام الصور الذهنية أثناء تدريس العلوم والرياضيات، ودورها في صقل القدرات المكانية للمتعلمين، يرى فريق آخر (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999 & 2002; Clements, 1998) أن هذه الصور يجب أن تكون تخطيطية تركز على الأبعاد الفراغية للأشياء المتخيلة، فلا تكون مغرقة في التفاصيل التي يمكن أن تشتت انتباه المتعلم مما يصعّب الوصول إلى مستوى التجريد الضروري لحل المشكلات الفيزيائية والرياضية. إن مشكلة الدراسة تنبع من أهمية الوقوف على طبيعة العلاقة بين تفاصيل الصور الذهنية والقدرات المكانية للمتعلمين، بذلك فإن الكشف عن هذه العلاقة سيساعد في توجيه عناصر العملية التعليمية، سواء نحو تشجيع المتعلمين لزيادة كمية التفاصيل في صورهم الذهنية، أو نحو تدريبهم على الوصول لمستوى عال من التجريد في تصوراتهم الذهنية.

لذلك تحددت مشكلة هذه الدراسة في محاولتها دراسة العلاقة بين القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات بجامعة السلطان قابوس وتصوراتهم حول نوعية الصور الذهنية المتكونة لديهم، ودراسة طبيعة الاختلاف في قدراتهم المكانية والتصورات حول نوعية الصور الذهنية تبعا لمتغيرات التخصص والجنس، الأمر الذي سيسهم في فهم دور التخصص والجنس في القدرات المكانية وطبيعة الصور الذهنية لدى المتعلمين. وتحقيقا لهذه الأهداف تحاول الدراسة الحالية الإجابة عن الأسئلة الآتية:

السؤال الأول: ما درجة استخدام الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات لكل نوع من أنواع الصور الذهنية من وجهة نظرهم؟

السؤال الثاني: هل توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين تصورات الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية وقدراتهم المكانية؟

السؤال الثالث: هل توجد فروق دالة إحصائيا في القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات تبعا لمتغيري التخصص والجنس؟

السؤال الرابع: هل توجد فروق دالة إحصائيا في تصورات الطلبة المعلمين عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية تبعا لمتغيري التخصص والجنس؟

فرضيات الدراسة

الفرضية الأولى: لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (0.05) بين تصورات الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية وقدراتهم المكانية.

الفرضية الثانية: لا توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (0.05) في القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات تبعا لمتغير التخصص.

الفرضية الثالثة: لا توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (0.05) في القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات تبعا لمتغير الجنس.

الفرضية الرابعة: لا توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (0.05) في تصورات الطلبة المعلمين عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية تبعا لمتغير التخصص.

الفرضية الخامسة: لا توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (0.05) في تصورات الطلبة المعلمين عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية تبعا لمتغير الجنس.

أهمية الدراسة

تنبع أهمية الدراسة الحالية من أهمية الموضوع الذي تتناوله، حيث إنها تبحث في موضوع الصور الذهنية والقدرات المكانية التي تعتبر أساسا للتقدم في العلوم والرياضيات، حيث تمكن القدرات المكانية من توليد الصور الذهنية والتلاعب بها لتصبح جزءا لا يتجزأ من الفرضيات والنظريات النماذج العلمية (Gooding, 2004)، وتبرز الحاجة إلى تكوين الصور الذهنية عند التعامل مع المفاهيم العلمية عند محاولة دراسة الظاهرة في المستوى الدقائقي (مثال: الجزيئات والذرات) وتحت الدقائقي (مثال: الالكترونات والبروتونات) للوقوف على مسبباتها وتأثيراتها والعلاقات بين مكوناتها. كما أن الدارس للعلوم لابد وأنه يحمل صورة ذهنية خاصة به كوّنها عن الذرة، وأخرى عن القوة، وثالثة عن الجين، وهكذا (Gilbert, 2005).

ولا تستقصي الدراسة الحالية الصور الذهنية بشكل عام، وإنما تركّز على أنواعها المختلفة، والتي أشارت بعض الدراسات إلى دور أحد أنواعها في تعزيز القدرات المكانية لدى المتعلمين، ألا وهو الصور التخطيطية التي تركز على أبعاد الشيء، والعلاقات المكانية بين أجزائه، أكثر من تركيزها على التفاصيل والألوان (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999 & 2002; Clements, 1998). ما أن الدراسة الحالية تدرس العلاقة بين تصورات المتعلمين عن أنواع صورهم الذهنية وقدراتهم المكانية، وتبحث في طبيعة الاختلافات في هذين المتغيرين تبعا للتخصص والجنس. وبذلك فإن الدراسة الحالية تعتبر من الدراسات النادرة، بحدود علم الباحثين، في البحث في هذا الموضوع بصورة كميّة، خاصة في المجتمع العماني.

ولذا فإن الباحثين يأملا أن تفيد الدراسة الحالية في الإسهام في تحسين الممارسات التعليمية في العلوم والرياضيات فيما يخص استيعاب المفاهيم والعمليات ذات الطابع المكاني والتخيلي، وأن ترشد مصممي المناهج والمواد التعليمية إلى الممارسة السليمة فيما يخص بتدريس هذه المفاهيم. كما يأمل الباحثان في أن تضيف نتائج الدراسة الحالية إلى الأدب التربوي فيما يخص التصورات الذهنية في العلوم والرياضيات، وأن تمهد لدراسات مستقبلية، ذات منهجيات بحثية متنوعة، تستكمل عملية البحث والاستقصاء في طبيعة الصور الذهنية للمتعلمين ودورها في بناء المعرفة والفهم.

أهداف الدراسة

سعت الدراسة الحالية إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1. استقصاء استخدام الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات لكل نوع من أنواع الصور الذهنية من وجهة نظرهم وعلاقته بقدراتهم المكانية.
2. دراسة الفروق في القدرات المكانية تبعا لمتغيري التخصص والجنس.
3. دراسة الفروق في استخدام الصور الذهنية تبعا لمتغيري التخصص والجنس.

حدود الدراسة ومحدداتها

اقتصرت الدراسة الحالية على دراسة تصورات الطلبة المعلمين عن أنواع صورهم الذهنية، وقدراتهم المكانية باختبار قدرتهم على تدوير النماذج. كما اقتصرت على طلبة تخصصي العلوم والرياضيات بكلية التربية/جامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان، الدارسين في فصل الخريف من العام الأكاديمي 2010/2009. وتتحدد نتائج هذه الدراسة جزئيا بخصائص المقاييس المستخدمة من حيث الصدق والثبات وقدرتها على تحديد تصورات الأفراد حول أنواع صورهم الذهنية أو قدراتهم المكانية. كما تتحدد أيضا بمدى ضبط المتغيرات الأخرى التي لم تتناولها الدراسة.

التعريفات الإجرائية

الصور الذهنية: هي الصور التي تنطبع في مخيلة الفرد أو يبنيها بنفسه حول الأشياء والأحداث، وتظهر فيها عدد من

التفاصيل، وقد تبرز فيها أيضا العلاقات المكانية بين أجزائها، وفي الدراسة الحالية تم تحديد تصورات الأفراد حول استخدامها بواسطة مقياس صمم لهذا الغرض.

الصور الذهنية التخطيطية: هي نوع من الصور الذهنية التي يتخيل فيها الفرد الخطوط العامة للأشياء والأجسام مركّزا اهتمامه على العلاقات المكانية بين أجزائها، ويهمل التفاصيل والألوان التي قد تشتت انتباهه، وتم تحديد تصورات الأفراد حول استخدامها بواسطة مقياس صمم لهذا الغرض.

الصور الذهنية التفصيلية: هي نوع من الصور الذهنية التي يتخيل فيها الفرد تفاصيل الأشياء وألوانها، وتم تحديد تصورات الأفراد حول استخدامها بواسطة مقياس صمم لهذا الغرض.

القدرات المكانية: هي قدرة الفرد على معالجة الأجسام والأشكال ذهنيا وإدراك العلاقات المكانية بينها، وتم قياسها في الدراسة الحالية باستخدام اختبار القدرة المكانية (دوران النماذج) والذي قننه العابد (1994) على البيئة العربية.

الطريقة والإجراءات

منهجية الدراسة

استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي في تطبيق هذه الدراسة، حيث تم مسح استخدام الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات للصور الذهنية التخطيطية، وقياس قدراتهم المكانية باستخدام اختبار القدرة المكانية (دوران النماذج)، وإيجاد العلاقة بين هذين المتغيرين، وعلاقتهما بمتغيري التخصص والجنس.

مجتمع الدراسة وعينتها

تكون مجتمع الدراسة من جميع طلبة كلية التربية تخصصي العلوم والرياضيات في السنة الأخيرة لمرحلة البكالوريوس والبالغ عددهم (96) طالباً معلماً للعام الأكاديمي 2010/2009، أما عينة الدراسة فقد بلغت (82) طالباً معلماً، أي أن عينة الدراسة نقصت (15) طالباً عن مجتمع الدراسة بسبب تغيب هؤلاء الطلاب في يوم تطبيق أدوات الدراسة في الشعب المختلفة التي يدرسون فيها. فيما يتعلق بالتخصص فقد كانت عينة الدراسة (54) طالباً في تخصص العلوم، و(27) طالباً في تخصص الرياضيات، ولم يشر طالب واحد إلى تخصصه. بينما كان هناك (30) من الذكور، و(52) من الإناث.

أدوات الدراسة

لتحقيق هدف الدراسة المتمثل في قياس العلاقة بين أنواع الصور الذهنية والقدرات المكانية، تم استخدام أداتين هما: استبيان مسح أنواع الصور الذهنية، واختبار القدرات المكانية (دوران النماذج) (العابد، 1994). وفيما يلي تفصيل لهاتين الأداتين.

الأداة الأولى: استبيان مسح أنواع الصور الذهنية:

تم الرجوع إلى الأدب التربوي، ووجد الباحثان أن ما اتبعه نافه (Naveh, 1985) في مسح الصور الذهنية لدى المتعلمين يعتبر أساسا جيدا لبناء أداة الدراسة، حيث اعتمدت أداة دراسته على عرض مجموعة من المواقف الحياتية على الأفراد، ثم طرح مجموعة من الأحداث والصور ضمن ذلك الموقف، بحيث يتم الطلب من الفرد بيان درجة وضوح الصورة الذهنية في مخيلته لكل واحدة منها. غير أن نافه (Naveh, 1985) بحث في وضوح الصور الذهنية، فيما أن الدراسة الحالية تبحث في أنواع الصور الذهنية، لذلك تمت كذلك الاستفادة من البيانات والاستنتاجات النوعية التي عرضت في دراسة كلمنتس (Clements, 1998) ودراستي كوخفيكوف وزملاؤها (Kozhevnikov, et al., 1999 & 2002) والتي ركزت على دور الصور الذهنية التخطيطية، وليس التفصيلية، في تعزيز القدرات المكانية للمتعلمين في العلوم والرياضيات. وعلى ذلك تم بناء أداة مسح أنواع الصور الذهنية لتحتوي على عدة مواقف، منها حياتية يومية، وأخرى تعلقت بظواهر علمية، ثم عرضت عدة أسماء لأشياء وأحداث ضمن تلك المواقف، وطلب من المشارك تحديد نوعية الصور الذهنية التي استحضرها أثناء قراءته لتلك المواقف، هل هي تخطيطية أم تفصيلية، أم أنه لم يتخيل شيئا (بدون صورة).

تعليمات التطبيق: احتوت الصفحة الأولى من الأداة على بعض التعليمات للمشاركين، واختصت هذه التعليمات ببيان الهدف من الدراسة، وتأكيد سرية البيانات المطلوبة واقتصار استخدامها لأغراض البحث العلمي. وتتضمن هذه الصفحة كذلك بيانات المفحوصين الشخصية كالتخصص، والجنس. وبما أن اختيار المشارك لنوعية الصور يعتمد على معرفته بكل نوع، فقد تم إدراج تعريف لنوعي الصور: التخطيطية والتفصيلية، متضمناً صورة تدل على كل نوع، حيث وضعت مقابل تعريف الصورة التفصيلية صورة لمبنى توضّح تفاصيل النوافذ وتدرج اللون الرمادي وتفاصيل لأخرى للمبنى، بينما وضعت أمام تعريف الصور التخطيطية صورة الهيكل العام لنفس المبنى ونوافذه، من دون تفاصيل، وتم تنويه المشاركين إلى ضرورة الانتباه لذلك، وتكرر تعريف نوعي الصور في كل صفحات الأداة لزيادة التأكيد.

فقرات الاستبيان: بلغ عدد فقرات أداة مسح أنواع الصور

الذهنية (35) فقرة، توزعت على ستة مواقف، منها ثلاثة مواقف حياتية هي: جلسة، ومنظر طبيعي، والأدوات المدرسية. وثلاثة مواقف اختصت بشرح ثلاث ظواهر علمية هي: المقذوف (في الفيزياء)، ووهج الجمرة (في الكيمياء)، والفيروسات (في الأحياء). حيث تم شرح كل موقف من المواقف، ثم طلب من المفحوص تحديد نوعية الصور الذهنية التي استحضرها لعدد من الأشياء والأحداث التي ورد ذكرها في الموقف، وعليه أن يحددها بين ثلاثة خيارات هي: (صورة تفصيلية)، أو (صورة تخطيطية)، أو (لا تظهر في مخيلتي). كما أعطيت ملاحظة للمشارك لمساعدته على تحديد نوعية الصور والتي نصّت على: "قد يساعدك لو أغمضت عينيك وقمت بتخيل هذا الموقف في مخيلتك". وقد اعتمد عدد الفقرات التابعة لكل موقف على الصور والأحداث التي تضمنها.

وقد تمت مراعاة التوازن بين تخصصات الرياضيات والعلوم في هذه المواقف، فقد تضمن موقف (الأدوات المدرسية) على أشياء يستخدمها طلاب الرياضيات كثيرا كالمسطرة والفرجار والآلة الحاسبة، وتضمن موقف (المقذوف) على معالجة مسألة فيزيائية تتعلق بحساب ارتفاع نافذة مبنى، وبذلك فهي تجمع بين الرياضيات والفيزياء، بينما تعلق موقف (وهج الجمرة) بالكيمياء، وموقف (الفيروسات) بالأحياء. ولأن هذه المواقف العلمية في مستوى الصف الثاني عشر والسنة الجامعية الأولى التي يدرس فيها طلاب العلوم والرياضيات بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس مواد أولية في الرياضيات والأحياء والكيمياء والفيزياء، لذلك يفترض الباحثان أن دراسة هذه الظواهر مرت على جميع عينة الدراسة في أثناء دراستهم الجامعية.

صدق الأداة وثباتها: تم التحقق من صدق الأداة من خلال عرضها على عدد من المتخصصين من أعضاء هيئة التدريس في مناهج وطرق تدريس العلوم والرياضيات، وفي تخصص علم النفس، بكلية التربية جامعة السلطان قابوس. ولقد ألغيت بعض من الفقرات التابعة لكل موقف التي اعتبر المحكمين أنه يصعب تكوين صورة ذهنية لها، وأخرى رأى المحكمون أنها متكررة، وأضيفت بعض الفقرات التي اقترحها المحكمون، وأعيدت صياغة فقرات أخرى لتكون أكثر وضوحا، كما كانت هناك بعض التعديلات اللغوية البسيطة، أما الثبات فقد تم التحقق منه عن طريق ثبات الاتساق الداخلي بطريقة كرونباخ ألفا، وقد بلغت قيمة الفا (0.86) وهو يعد مناسبا لغرض الدراسة.

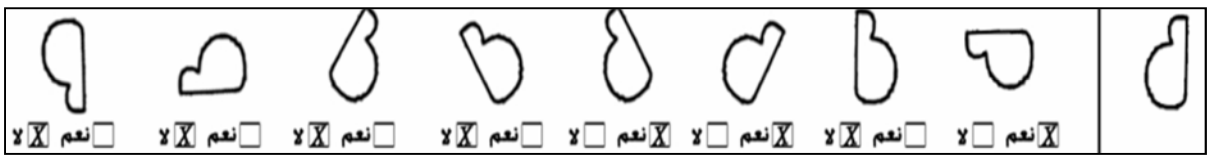
تطبيق أداة مسح أنواع الصور الذهنية: تم تطبيق الأنشطة أثناء المحاضرة النظرية لمقرر طرق التدريس (2) الذي يدرسه طلبة مرحلة البكالوريوس في السنة الرابعة، واستغرقت مدة التطبيق (15) دقيقة.

تحديد مستوى استخدام كل نوع من أنواع الصور الذهنية: تم تحديد مستوى استخدام الفرد لكل نوع من أنواع الصور الذهنية بحساب عدد الفقرات التي حدد فيها أن صورته الذهنية للشيء أو الحدث هل هي صورة تفصيلية أم تخطيطية أو بدون صورة، بذلك يكون الحد الأعلى لمستوى استخدام كل نوع هو (35) وهو مجموع فقرات الأداة.

الأداة الثانية: اختبار القدرات المكانية (دوران النماذج):

استخدمت الدراسة اختبار القدرات المكانية (دوران النماذج) الذي قام العابد (1994) بترجمته وتقنينه على البيئة العربية، حيث بلغ معامل الثبات (0.84). ويعتبر هذا الاختبار، كما يشير العابد (1994) مناسباً لقياس القدرات المكانية للمتعلمين من الصف الثامن إلى نهاية المرحلة الجامعية الأولى، والتي يقع مجتمع الدراسة الحالية ضمن إطارها.

أجزاء وفقرات الاختبار: يُعطى المشارك في كل فقرة من فقرات هذا المقياس رسماً لشكل غير منتظم، ثم تقدم على يساره ثماني رسومات لنفس الشكل، يمثل بعضها دورانا لنفس الشكل، بينما يمثل الآخر قلبا (صورة مرآة) للشكل الأصلي، ويطلب من المشارك أن يجيب بـ (نعم) تحت كل شكل من الأشكال الثمانية إذا كان هذا الشكل مجرد دوران للشكل الأصلي، بينما يجيب بـ (لا) إذا كان صورة معكوسة للشكل الأصلي. يبين الشكل (1) مثالا على فقرات الاختبار.



شكل (1) مثال محلول على فقرات اختبار القدرات المكانية (دوران النماذج) (العابد، 1994)

وتعرض الصفحة الأولى من المقياس تعليمات الاختبار، والتي تتضمن مثالا توضيحيا يوضح الفرق بين دوران الأشكال

وانعكاسها في المرآة، ثم تعرض مثالا محلولا، ومثالين غير محلولين، ويطلب من المشارك أن يتفحص كيف تم حل المثال المحلول، ثم يبدأ بحل التمرينين، بانتظار أن يقوم مطبق الاختبار (أحد الباحثين) ببيان الحلول الصحيحة للتمرينين لجميع من في قاعة الاختبار. كما تضمنت تعليمات الاختبار آلية احتساب درجة الاختبار بطرح الإجابات الخاطئة من الإجابات الصحيحة. لذلك يتوقع من المفحوص عدم التخمين، مع مراعاة سرعة الحل. وتعرض الصفحتين الثانية والثالثة من الاختبار فقرات الاختبار التي بلغ عددها (20) فقرة، موزعة بالتساوي على صفحتين، بواقع (10) فقرات لكل صفحة.

تصحيح الاختبار واحتساب الدرجة: يعطى الطالب (+1) على الإجابة الصحيحة، و(−1) على الإجابة الخاطئة، بذلك يكون مجموع درجاته هو عدد الإجابات الصحيحة مطروحا منه عدد الإجابات الخاطئة. ويكون الحد الأعلى للدرجة هو (8×20=160)، والحد الأدنى هو (8×−20=−160)، حيث أن (8) هو عدد الأشكال المعطاة في كل فقرة من فقرات الاختبار، و(20) هو عدد فقرات الاختبار.

زمن الاختبار: يُعطى المشاركون ثلاث دقائق لكل صفحة، والتي تحتوي على (10) فقرات. بذلك فإن المجموع الكلي لزمن الاختبار هو ست دقائق. علما بأنه تم إعطاء المشاركين الوقت الكافي (5 دقائق) لدراسة طريقة الاختبار والتدرب على التمارين المعطاة في الصفحة الأولى المصممة لهذا الغرض ضمن أقسام الاختبار.

نتائج الدراسة ومناقشتها

هدفت الدراسة الحالية إلى استقصاء تصورات الطلبة المعلمين عن استخدامهم للأنواع المختلفة من الصور الذهنية وعلاقتها بقدراتهم المكانية، وسيتم استعراض نتائج الدراسة حسب ترتيب أسئلتها.

أولا: النتائج المتعلقة بالسؤال الأول ومناقشتها:

نص السؤال الأول على: ما درجة استخدام الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات لكل نوع من أنواع الصور الذهنية من وجهة نظرهم؟

وللإجابة عن هذا السؤال تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستخدام الطلبة المعلمين لأنواع الصور الذهنية، ويبين الالجدول (1) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والرتبة لكل نوع من أنواع الصور (تفصيلية، تخطيطية، بدون صورة). يتضح من هذه النتائج تفاوت استخدام الطلبة المعلمين لأنواع الصور الذهنية: التفصيلية التي تبرز تفاصيل الصورة وألوانها، والتخطيطية التي تبرز هياكل الأشياء والعلاقات المكانية بين أجزائها دون إبراز لألوانها وتفاصيلها الأخرى، أو أنهم لا تظهر لديهم أي صورة ذهنية للموقف (الحدث المعطى).

الجدول (1) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والرتبة لكل نوع من أنواع الصور

نوع الصورة الذهنية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الرتبة
الصور التفصيلية	17.00	5.74	1
الصور التخطيطية	14.21	5.56	2
بدون صورة	3.63	3.98	3

جاءت الصور التفصيلية في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (17.00)، تليها الصور التخطيطية وبمتوسط حسابي (14.21)، في حين كان متوسط عدم ظهور الصور الذهنية في بعض المواقف التخيلية صغيرا (3.36). وتدل هذه النتيجة على قدرة هؤلاء الطلاب على بناء صور ذهنية حول المواقف العلمية. وتعزى هذه النتيجة كذلك إلى الخبرات التعلّمية الجيدة التي تعرّض لها هؤلاء الطلاب أثناء فترة إعدادهم في مراحل التعليم الأساسي وما بعد الأساسي، وما تحتويه المواد العلمية في هذه الصفوف من مضامين لها مدلولها الكبير في بناء قدراتهم التخيليّة، وبالإضافة إلى هذا يمكن تبرير النتيجة كذلك إلى أن المواقف التعليمية التي تضمنتها أداة الدراسة هي في مستوى الصف الثاني عشر والسنة الجامعية الأولى، وهي سنة تأسيسية إلزامية لهؤلاء الطلاب تتضمن مواداً أولية في الأحياء والكيمياء والفيزياء والرياضيات، لذلك فإن هذه الظواهر وتفاصيلها الدقائقية درست من قبل جميع طلبة هذين التخصصين أثناء دراستهم الجامعية. وتتفق هذه النتيجة مع ما أشارت دراسة البلوشي (2004) إلى أن الصور الذهنية لدى الطلبة الجامعيين حول الكينونات العلمية الدقائقية غالبا ما تكون ثرية وتفصيلية، ويعزز هذه النتائج أيضا نتيجة دراسة سلمون وسكوت ودوفين (Solomon, Scott & Duveen, 1996) التي توصلت إلى أنه بزيادة التقدم في المراحل التعليمية تزيد قدرة المتعلمين على بناء النماذج الذهنية في مخيلاتهم. كما أن طبيعة تخصصي هؤلاء الطلبة وما يتضمناه من مقررات في العلوم الطبيعية يسهّل عليهم عملية بناء الصور الذهنية بصورة أكثر تفصيلا (Reiner & Gilbert, 2000; Pallrand & Seeber, 1984). ويمكن أيضا عزو هذه النتيجة كذلك للسعة العقلية لهؤلاء الأفراد، فتشير الدراسات (Al-Balushi, 2009; Miyake

et al, 2001) إلى أن بناء الصور الذهنية، وإضافة تفاصيل مختلفة إليها، وإجراء المعالجات والتعديلات عليها، يحتاج إلى سعة عقلية مرتفعة، الأمر الذي يتوفر في المراحل التعليمية المتقدمة، كالمرحلة الجامعية، بصورة أكبر.

ثانيا: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني ومناقشتها:

نص السؤال الثاني على: هل توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين تصورات الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية وقدراتهم المكانية؟

وللإجابة عن هذا السؤال تم حساب معاملات ارتباط بيرسون بين أنواع الصور الذهنية لدى الطلاب المعلمين وقدراتهم المكانية. يبين الالجدول (2) هذه النتائج.

الجدول (2) معاملات ارتباط بيرسون بين أنواع الصور الذهنية لدى الطلاب وقدراتهم المكانية

نوع الصور الذهنية	معامل الارتباط مع القدرة المكانية	مستوى الدلالة عند ($\alpha \leq 0.05$)
الصور التفصيلية	0.119-	0.287
الصور التخطيطية	0.071	0.527
بدون صورة	0.053	0636

رغم ما تشير إليه النتائج من عدم وجود علاقة ارتباطيه دالة إحصائيا بين تصورات الطلبة المعلمين حول استخدام الصور الذهنية والقدرات المكانية لديهم عند ($\alpha \leq 0.05$)، إلا أن اتجاه معامل الارتباط لم يكن متشابها في الأنواع الثلاثة، حيث كان معامل الارتباط سالبا في حالة الصور التفصيلية (-0.119)، والذي يشير إلى اتجاه عكسي في العلاقة بين كثرة التفاصيل في الصور الذهنية والقدرة المكانية لدى الفرد، وهذا يعضد ما ذهبت إليه عدد من الدراسات إلى أن كثرة التفاصيل في الصور الذهنية قد يعيق الوصول إلى قدرات مكانية عليا (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999 & 2002; Clements, 1998). في المقابل فإن اتجاه معامل الارتباط كان موجبا في حالة الصور التخطيطية (0.071)، والتي لا تكون مغرقة في التفاصيل التي يمكن أن تشتت انتباه المتعلم مما يصعّب الوصول إلى مستوى التجريد الضروري لحل المشكلات الفيزيائية والرياضية، وإنما تركز على الأبعاد الفراغية للأشياء المتخيلة.

إن العلاقة الارتباطية الضعيفة بين التصور الذهني والقدرات المكانية، والتي ظهرت في الدراسة الحالية، تمت الإشارة إليها، ولو بصورة نادرة، في الأدب التربوي، حيث يشير كوزيفنيكوف وكوسلاين وشيبارد (Kozhevnikov, Kosslyn & Shepard, 2005) إلى أن المتعلمين ليسوا فقط بصريين (عاليي التفاصيل الذهنية) وفراغيين (عاليي القدرات المكانية)، وإنما هناك مجموعة من المتعلمين يصنفون على أنهم لغويين، يستخدمون قدراتهم التحليلية في معالجة المسائل والمفاهيم الرياضية والعلمية، ولا يلجئون إلى استخدام عمليات عقلية ذات طابع بصري أو فراغي. وعليه، وحسب ما تقترح كوزيفنيكوف وزملاؤها، أن وجود اللغويين التحليليين ضمن عينة الدراسة يضعف من العلاقة الارتباطية بين التصور الذهني والقدرات المكانية.

ثالثا: النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث ومناقشتها:

نص السؤال الثالث على: هل توجد فروق دالة إحصائيا في القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين في تخصصي العلوم والرياضيات تبعا لمتغيري التخصص والجنس؟

وللإجابة عن هذا السؤال تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للقدرات المكانية حسب متغيري التخصص والجنس، ثم تم استخدام اختبار ت بغرض المقارنة بين تخصصي العلوم والرياضيات، والذكور الإناث. يظهر الجدول (3) هذه النتائج.

الجدول (3) اختبار ت للقدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين تبعا للتخصص والجنس

المتغير	الوصف	العدد#	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	ت	مستوى الدلالة
التخصص	علوم	54	33.78	69.61	79	2.325	*0.023
	رياضيات	27	69.26	53.52			
الجنس	ذكر	30	78.07	52.08	80	3.564	**0.001
	أنثى	52	27.50	66.81			

لم يذكر أحد المشاركين تخصصه لذلك ظهر مجموع أفراد التخصصين أقل من عينة الدراسة بواحد.

* دال إحصائيا عند ($\alpha \leq 0.05$)

** دال إحصائيا عند ($\alpha \leq 0.01$)

تشير النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين تعزى لمتغير التخصص الأكاديمي لصالح تخصص الرياضيات، ولمتغير الجنس لصالح الطلاب الذكور. ويمكن أن يُعزى ارتفاع القدرات المكانية لدى الطلبة في تخصص الرياضيات عن تخصص العلوم إلى طبيعة التخصص في الرياضيات الذي يقتضي تعامل الطلبة مع المعلومات بشكل رمزي وبياني وبصري أكثر من تعاملهم مع المعلومات ذات الطابع اللغوي، حيث تتضمن خطتهم الدراسية مقررات تتطلب عمليات حسابية وأشكال هندسية وعلاقات بيانية ورسومات رياضية وأشكال ونماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد ونحوها، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع قدرتهم على إدراك العلاقات بين الأشياء والتصوير والتمثيل الذهني لها، والاحتفاظ بالمعلومات البصرية واسترجاعها وتحويلها في سياق مكاني (Velez, Silver & Tremaine, 2005). لقد جاءت هذه النتائج موافقة لما ذهبت إليه الأدبيات التي تبين تفوق التخصصات ذات الطبيعة الرياضية فيما يتعلق بالقدرات المكانية (Rohde & Thompson, 2007; Black, 2005; Rudmann, 2002; Mathewson, 1999; Shepard, 1988; Pallrand & Seeber, 1984).

أما فيما يرتبط بارتفاع القدرات المكانية لدى الطلاب الذكور فيتوافق هذا مع ما ذهبت إليه الأدبيات من تفوق الذكور على الإناث في القدرات المكانية (Kaufman, 2007; Vecchi, 2000; Li, Nuttall & Zhao, 1996; Halpern, 1992; Thomas & Turner, 1991)، خاصة تلك التي تتطلب تفكيرا فراغيا نشطا. ففي حين تظهر قدرات الإناث محدودية في التعامل مع زيادة تعقيد العناصر الداخلة في المشهد المتخيل، لا تتأثر قدرات الذكور بذلك التعقيد (Vecchi, 2000). كما أشارت الدراسات السابقة أن الذكور يستطيعون تكوين صور ذهنية ذات طابع ديناميكي بصورة أسرع من الإناث (Kozhevnikov, Kosslyn & Shepard, 2005). وتختلف هذه النتائج مع نتيجة دراسات أخرى (Stieff, et al., 2005; Seng & Tan, 2002) التي لم تظهر فروقا بين الذكور والإناث.

رابعا: النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع ومناقشتها:

نص السؤال الرابع على: هل توجد فروق دالة إحصائيا في تصورات الطلبة المعلمين عن استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية تبعا لمتغيري التخصص والجنس؟

وللإجابة عن هذا السؤال تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتصورات الطلبة المعلمين حول استخدامهم لكل نوع من أنواع الصور الذهنية تبعا لمتغيري التخصص والجنس، ثم تم استخدام اختبار ت بغرض المقارنة بين تخصصي العلوم والرياضيات، والذكور الإناث. يظهر الجدول (4) هذه النتائج.

تظهر النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين تخصصي العلوم والرياضيات فيما يتعلق بالصور التفصيلية والتخطيطية. ويمكن عزو هذه إلى المواقف التخيلية التي اشتملت عليها أداة الدراسة والتي كانت في المقررات التأسيسية في السنتين الأولى والثانية، حيث إن النظام الأكاديمي المعتمد في الجامعة هو دراسة طلبة تخصصات العلوم والرياضيات لمقررات أكاديمية أساسية إلزامية لجميع الطلاب، بعدها يتم التشعيب في تخصصاتهم في السنة الدراسية الثالثة. ورغم أنه تم تطبيق أداة الدراسة خلال الفصل الدراسي الأول للسنة الرابعة للطلبة إلا أنه يبدو بأن طبيعة المقررات التخصصية لهؤلاء الطلبة التي درسوها في السنة الثالثة ليست بعيدة في محتواها العلمي الأمر الذي أدى إلى ثراء متقارب للصور الذهنية لديهم فيما يتعلق بالمواقف التي اشتمل استبيان مسح أنواع الصور الذهنية، ناهيك عن كونهم تخرجوا من مدارس تعليم عام درسوا خلالها نفس المواد العلمية وحصلوا على مستويات تحصيلية متقاربة أهلتهم دخول نفس الكلية وذات التخصص (العلوم والرياضيات)، وعلى ذلك فقد تقاربت الصور الذهنية لدى هؤلاء المتعلمين ولم يكن للتخصص أثر ذو دلالة إحصائية في إكساب منسوبيه تصورات ذهنية.

الجدول (4) اختبار ت للصور الذهنية لدى الطلاب المعلمين تبعا للتخصص والجنس

الصورة الذهنية	المتغير	الوصف	العدد#	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	ت	مستوى الدلالة
الصور التفصيلية	التخصص	علوم	54	17.61	6.22	79	1.195	0.236
		رياضيات	27	16.00	4.55			
	الجنس	ذكر	30	14.90	5.41	80	2.604	*0.011
		أنثى	52	18.21	5.62			
الصور التخطيطية	التخصص	علوم	54	14.20	5.29	79	0.042	0.967
		رياضيات	27	14.15	6.26			
	الجنس	ذكر	30	15.20	5.47	80	1.233	0.221
		أنثى	52	13.63	5.58			
بدون صورة	التخصص	علوم	54	2.98	3.29	79	2.351	*0.021
		رياضيات	27	5.07	4.61			
	الجنس	ذكر	30	4.87	3.89	80	2.181	*0.032
		أنثى	52	2.92	3.88			

لم يذكر أحد المشاركين تخصصه لذلك ظهر مجموع أفراد التخصصين أقل من عينة الدراسة بواحد.

*دال إحصائيا عند ($\alpha \leq 0.05$)

لقد أشارت دراسات سابقة (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999 & 2002; Clements, 1998) إلى أن القدرات المكانية العليا تتطلب عدم الإغراق في تفاصيل الصور الذهنية، وبالنظر في نتيجة السؤال الثالث من هذه الدراسة والتي أظهرت تفوق تخصص الرياضيات على العلوم في القدرة المكانية، فإن هذا يدفع في اتجاه تفوق تخصص الرياضيات في الصور التخطيطية، لكن عدم وجود فروق بين التخصصين في متوسطي ذلك النوع من الصور، فإن هذا يشير إلى أن تخصص الرياضيات، على الرغم من أن مفاهيميه أكثر تجريدا من العلوم، إلا أن هناك مجموعة من الطلبة في هذا التخصص يتمتعون بقدرة على بناء صور ذهنية تفصيلية. ويشير في الوقت نفسه أيضا، أن تخصص العلوم، بالرغم أنه مليء بالظواهر الطبيعية والخبرات التي تعزز وجود التفاصيل الكثيرة في الصور الذهنية للمتعلمين، إلا أن مجموعة من طلبة هذا التخصص يتمتعون بصور ذهنية تخطيطية، الأمر الذي قد يكون وراء عدم ظهور فروق دالة بين التخصصين. بالإضافة إلى ذلك فإن من بين التخصصات الفرعية في تخصص العلوم بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس هو تخصص الفيزياء، وله تخصص تحت فرعي هو الرياضيات، وهما تخصصان يميلان إلى التجريد. إن وجود هذه الفئات المتباينة في تخصصي العلوم والرياضيات، لابد أنه أثّر على وضوح الفروق بينهما عند تكوين الصور الذهنية التفصيلية والتخصصية.

في المقابل ظهرت فروق ذات دلالة إحصائية بين تخصصي العلوم والرياضيات في الفئة الأخيرة وهي (بدون صورة)، والتي أشار فيها الطالب أنه لا تظهر له صورة للشيء أو الحدث الذي يتم السؤال عنه في استبيان مسح أنواع الصور الذهنية، وكانت الفروق لصالح الطلبة المعلمين في تخصص الرياضيات الذي كان متوسط عدم ظهور صور ذهنية لديهم أعلى من تخصص العلوم، الأمر الذي قد يعزز الافتراض الذي ذهب إليه ستايف (Stieff, 2007) بأن هناك فئة من المتعلمين التحليليين الذين لا يلجئون إلى تكوين صور ذهنية حول المشكلات التي يقومون بحلها، وإنما يتعاملون مع المشكلة بتحليلها وإجراء خطوات الحل ورقيا. وتزيد نسبة هذه النوعية من المتعلمين في التخصصات ذات الطابع التجريدي كالرياضيات مثلا. لعل هذا هو الفرق الجوهري بين تخصصي العلوم والرياضيات، فبعد انعدام الفروق الدالة إحصائيا في تكوين الصور التفصيلية والتخطيطية، نتيجة خبراتهم البصرية المتقاربة التي يمرون بها، ظهرت فروق دالة في فئة (بدون صورة). الأمر الذي قد يدفع باتجاه الاستنتاج أن المتعلمين في تخصص الرياضيات قد طوّروا، نتيجة التمارين المكثفة على حل المسائل، طرقا تحليلية أغنتهم عن تكوين صور ذهنية، سواء أكانت تفصيلية أم تخطيطية. كما إن هذا الاستنتاج قد يشير إلى أن طبيعة القدرات المكانية التي يتفوقون فيها هي

ذات طابع غير بصري، أي لا يرتبط بتكوينهم صور بصرية متخيلة، الأمر الذي ذهب إليه عدد من الدراسات السابقة (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999 & 2002; Clements, 1998).

أما فيما يتعلق بالجنس، فقد ظهرت فروق دالة إحصائيا لصالح الإناث في الصور التفصيلية، ولصالح الذكور في فئة (بدون صورة)، وهذا يتماشى مع الافتراض الذي ذهبت له عدد من الدراسات حول تمتع أصحاب القدرات المكانية العالية بتفاصيل أقل في صور الذهنية (Kozhevnikov, Hegarty & Mayer, 1999 & 2002; Clements, 1998)، وفي هذه الحالة فإن الذكور، وكما أشارت نتائج السؤال الثالث للدراسة الحالية ونتائج عدد من الدراسات (Kaufman, 2007; Kozhevnikov, Kosslyn & Shepard, 2005; Vecchi, 2000; Halpern, 1992; Thomas & Turner, 1991) يتمتعون بقدرات مكانية أعلى من الإناث، كما إن الإناث يتمتعن بذاكرة تفصيلية تعنى بالتفاصيل الدقيقة للأشياء والأحداث أكثر من الذكور (Gurian & Stevens, 2004) الأمر الذي قد يكون أعاق وصولهن لمستويات عالية في القدرات المكانية، لذلك فإن هذا يبرر تفوق الإناث في متوسط الصور التفصيلية، وتفوق الذكور في فئة (بدون صورة).

التوصيات والمقترحات:

في ضوء نتائج الدراسة فإن الباحثين يوصيان بما يلي:

1. تصميم أنشطة للتدريب على صقل العلاقات المكانية التي تزخر بها المواضيع العلمية والرياضية بصورة تصل بالمتعلم لبناء واستخدام صور ذهنية تخطيطية غير مغرقة في التفاصيل، ويكون ذلك عن طريق برامج نمذجة حاسوبية سواء المرتبطة بالمركبات الكيميائية أو المسائل الفيزيائية أو مواضيع الفلك أو الهندسة الرياضية.
2. التركيز في الدراسات الجامعية وقبل الجامعية على الاهتمام بتدريب المتعلمين على صقل العلاقات المكانية، والتخلص من التفاصيل التي قد تعيق الوصول إلى قدرات مكانية عليا، فالتدريب والخبرة كفيل بتقليص الفجوة بين الإناث والذكور في القدرات المكانية.
3. الاهتمام في برنامج إعداد معلم العلوم بتبني وتصميم برامج نمذجة حاسوبية في المواضيع العلمية المختلفة، وذلك لرفع مستوى القدرات المكانية لدى الطلبة المعلمين في تخصص العلوم، وتقليص الفجوة بينهم وبين نظرائهم في تخصص الرياضيات الذين تتيح دراستهم للمقررات الرياضية فرصة أكبر لصقل قدراتهم المكانية.
4. استخدام منهجية البحوث النوعية، وخاصة المقابلات الفردية، لدراسة أنواع الصور الذهنية المختلفة، وذلك للوقوف على الصور الذهنية الفعلية التي يستخدمها المتعلمون.
5. دراسة علاقة نوعية الصور الذهنية بمتغيرات أخرى كأنماط التعلم والمرحلة العلمية وطبيعة البيئة التعليمية.

المراجع

أمبوسعيدي، عبدالله خميس، والبلوشي، سليمان محمد. 2009. طرائق تدريس العلوم: مفاهيم وتطبيقات عملية (ط1). عمّان: دار المسيرة.

أولسن، كارين، وكوفياك، سوزان. 2004. تجاوز التوقعات: دليل المعلم لتطبيق أبحاث الدماغ في غرفة الصف. الدمام: دار الكتاب التربوي.

البطاشي، إسماعيل أحمد .2009. التفكير المكاني وعلاقته بالقدرة على حل المسائل الفيزيائية لدى طلبة الكلية الفنية الجوية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان.

البلوشي، سليمان محمد. 2004. استقراء الصور الذهنية لدى طلبة العلوم في سلطنة عمان باستخدام إستراتيجية التخيل الموجه Guided Imagery. مجلة القراءة والمعرفة بجامعة عين شمس، العدد 39: 14-42.

العابد، عدنان. 1994. القدرات المكانية (الفراغية) والتحصيل في الرياضيات لدى طلبة الصف العاشر من مرحلة التعليم الأساسي. المجلة العربية للتربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 14(1)، 205-225.

عبيد، وليم، وعفانة، عزو. 2003. التفكير والمنهاج المدرسي. بيروت: مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع.

مصطفى، نضال. 1987. نمو الطلاب السعوديين المعرفي وقدراتهم على إدراك العلاقات المكانية وتحصيلهم في مادة العلوم. المجلة العربية للبحوث التربوية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 7(1): 137-138.

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.

Black, A.A. 2005. Spatial ability and earth science conceptual

Gurian, M., & Stevens, K. 2004). With boys and girls in mind. *Educational Leadership*, 62(3), 21-26.

Hegarty, M. 1992. Mental animation: Inferring motion from static displays of mechanical systems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 18, 1084–1102.

Halpern, D.F. 1992. *Sex Differences in Cognitive Abilities*. Hillsdale, New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. 1996. Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.

Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. 1999. Students' use of imagery in solving qualitative problem in kinematics. *ERIC Document Reproduction Service*, No. ED 433239.

Kozhevnikov, M.; Hegarty, M. & Mayer, R. 2002. Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition & Instruction*, 20(1), 47-77.

Kozhevnikov, M., Kosslyn, S. M., & Shepard, R. N. 2005. Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 33, 710-726.

Kozhevnikov, M.; Motes & Hegarty, M. 2007. Spatial visualization in physics problem solving. *Cognition & Instruction*, 31(1), 549-579.

Kondor, R. N. 2007. Spatial ability of engineering students. *Annales Mathematicae et Informaticae*, 34, 113-122.

Kaufman, S. B. 2007. Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity? *Intelligence*, 35, 211-223.

Li, C., Nuttall, R., & Zhao, S. 1996. *Gender differences among Chinese undergraduate students in the performance of the water-level task*. Paper presented at the Asian American Psychological Association Annual Convention, Toronto, Canada.

Mashhadi, A., & Woolnough, B. 1998. Students' Conceptions of the "Reality Status" of Electrons. *ERIC Document Reproduction Service*, No. ED 431 597.

Mathewson, J. H. 1999. Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. *Science Education*, 83, 33-54.

Miyake, A., Friedman, N., Rettinger, D., Shah, P., & Hegarty, M. 2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621-640.

understanding. *Journal of Geosciences Education*, 53(4); 402-414.

Botzer, G., & Reiner, M. 2005. Imagery in physics learning - from physicists' practice to naive students' understanding. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 147-168). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

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

Carter, C. S., Larussa, M. A., & Bodner, G. M. 1987. A study of two measures of spatial ability as predictors of success in different levels of general chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(7), 645-657.

Clements, D. H. 1998. Geometric and spatial thinking in young children. (*ERIC Document Reproduction Service* No. ED 436232).

Clement, J., Zietsman, A., & Monaghan, J. 2005. Imagery in science learning in students and experts. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 169-184). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

Corner, J. & Serbin, L. 1980. Mathematics, visual spatial ability and sex roles. (*ERIC Document Reproduction Service No. ED 205305)*

Day, R.2004). *Visual cognition in understanding biology labs; can it be connected to conceptual change*? A paper presented at the National Association of Research in Science Teaching Conference, Vancouver, Canada.

De Beni, R., Pazzaglia, F., & Gardini, S. 2007. The generation and maintenance of visual mental images: Evidence from image type and aging. *Brain and Cognition*, 63, 271-278.

Denis, M. 1991. Imagery and thinking. In Cornoldi, C. & McDaniel, M. A. (Eds.), *Imagery and Cognition*. New York, NY: Springer-Verlag.

Ganguly, I. 1995. Scientific thinking in the mind's eye. *(ERIC Document Reproduction Service No. ED 391504)*

Gardini, S., Cornoldi, C., De Beni, R., & Venneri, A. 2009. Cognitive and neuronal processes involved in sequential generation of general and specific mental images. *Psychological Research*, 73, 633-643.

Gilbert, J. 2005. Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 9-27). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

Gooding, D.C. 2004. Envisioning explanations- the art in science. *Interdisciplinary Science Reviews*, 29(3): 279-294.

in spatial ability of young children. Paper presented at the *Annual Meeting of the Association for Childhood Education*, San Fiego, CA, USA, April 3-6.,

Shepard, R. 1988. The imagination of the scientist. In Egan, K. & Nadaner, D. (Eds.) *Imagination and Education*. New York, NY: Teachers College Press.

Solomon, J., Scott, L., & Duveen, J. 1996. Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493-508.

Stieff, M. 2007. Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning & Instruction*, 17, 219-234.

Stieff, M., Bateman, R., & Uttal, D. 2005. Teaching and learning with three-dimensional representations. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 93-120). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

Schwarz, D. L. 1999. Physical imagery: Kinematic versus dynamic models. *Cognitive Psychology*, 38, 433-464.

Thomas, H. & Turner, G. 1991. Individual differences and development in waterlevel task performance. Journal of Experimental Child Psychology, 51, 171-194.

Vecchi, T. 2001. Visuo-spatial processing in congenitally blind people: Is there a gender-related preference*? Personality and Individual Differences*, 30, 1361-1370.

Velez, M. C., Silver, D., & Tremaine, M. 2005. *Understanding visualization through spatial ability differences.* Paper presented at the IEEE Visualization, Minneapolis, MN, USA, October 23-28.

Vos, W. & Verdonk, A. H. 1996. The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 657-664.

Wu, H,; Krajcik, J.S. & Soloway, E. 2000. *Promoting conceptual understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom*. Journal of Research in Science Teaching, 38(7), 821-842.

Naveh, D. 1985. *Holistic Education in Action: An Exploration of Guided Imagery in A Middle Grade Science Class and Its Impact on Students*. Unpublished PhD Dissertation, Atlanta, GA, USA: Georgia State University.

Noble, T. 2003. Gesture and the mathematics of motion. *(ERIC Document Reproduction Service No. ED478190*).

Nordvik, H., & Amponsah, B. 1998). Gender differences in spatial abilities and spatial activity among university students in an egalitarian educational system. *Sex Roles*, 38(11), 1009-1023.

Ozmen, H., Demircioglu, G., & Coll, R. 2009. A Comparative study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on Turkish high school students' understanding of acid-base chemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 1-24.

Pallrand, G. J., & Seeber, F. 1984. Spatial ability and achievement in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(5), 507-516.

Pribyl, J. R., & Bodner, G. M. 1987. Spatial ability and its role in organic chemistry: A study of four organic courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 229-240.

Reiner, M. & Gilbert, J. 2000. Epistemological resources for thought experimentation in science teaching. *International Journal of Science Education*, 22(5), 489-506.

Rodgers, G. E. 1994. *Introduction of Coordination, Solid State, and Descriptive Inorganic Chemistry*. New York, USA: McGraw-Hill, Inc.

Rohde, T. E., & Thompson, L. A. 2007. Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35, 83-92.

Rudmann, D. S. 2002. Solving Astronomy Problems Can Be Limited by Intuited Knowledge, Spatial Ability, or Both. Paper presented at the *Annual Meeting of the American Educatioanl Research Association*. New Orleans, LA April 1-5

Seng, A. S., & Tan, L. C. 2002. Cultural and gender differences

Science and Mathematics Student Teachers' Perception of Their Mental Images Types and the Relationship with Their Spatial Abilities in The Light Of Some Variables

Suleiman Al-Balooshi and Ali Al-Sheaali *

ABSTRACT

The aim of the study was to explore the relationship between three types of student teachers' mental models (detailed, sketched and no-image) and their spatial ability in terms of major and gender. The sample included (82) science and mathematics student teachers at Sultan Qaboos University. A mental image types survey and the card rotation test were administered. The study results showed that there was no statistically significant relationship between student teachers' mental images perceptions and their spatial abilities. Math students outperformed science students in their spatial ability, and males outperformed females. On the other hand, females expressed more detailed mental images.

Keywords: Mental images, Spatial Ability, Student Teachers, Mathematics, Science, Gender

.

* Faculty of Education, Sultan Qaboos University. Received on 16/5/2010 and Accepted for Publication on 27/1/2011.