تأثير زاوية التدوير وحالة المثير على كفاءة عملية التدوير العقلي لدى الجنسين باختلاف نوع المثير

The Effect of Rotation Angle and Stimulus State on Mental Rotation Process Efficiency among Male and Female in Terms of Stimulus Variety

سعيد رمضان خضير

أستاذ علم النفس التجريبي المساعد

قسم علم النفس- كلية الآداب- جامعة بني سويف

الملخص:

اتجهت كثير من الدراسات إلى الكشف عن تأثير زاوية التدوير أو نوع المثير أو حتى الفروق بين الجنسين في التدوير العقلي، لكن البحث الحالي هدف إلى محاولة الكشف عن التأثير المعدل للفروق بين الجنسين على العلاقة القائمة بين زاوية التدوير وحالة المثير (وضعية قياسية في مقابل وضعية معكوسة أو مرآوية) من ناحية، والتدوير العقلي من ناحية أخرى، وكذلك الكشف عن التأثير المعدل لنوع المثير (حروف وأرقام في مقابل أشكال) على العلاقة نفسها. وقد أجريت التجربة على عينة من الطلاب والطالبات بجامعة بني سويف، معتمدين في تصميم التجربة على نموذج شيبرد-ميتزلر لمهمة التدوير العقلي.

أشارت النتائج إلى اتساق النتائج الحالية مع النتائج السابقة من حيث تأثير كل من زاوية المثير وحالته على دقة التدوير العقلي، كما أشارت النتائج إلى اختلاف تأثير كل من زاوية التدوير وحالة المثير على دقة التدوير العقلي باختلاف كل من الجنس ونوع المثير، في حين لم تشر النتائج إلى أي دلالة مرتبطة بسرعة التدوير العقلي.

الكلمات المفتاحية: التدوير العقلي- شيبرد-ميتزلر- زاوية التدوير – زمن الاستجابة – دقة الاستجابة- الفروق بين الجنسين

المقدمة:

تعد المعالجة البصرية المكانية أداة أساسية وضرورية لتحقيق أداء جيد في بعض الأنشطة اليومية، والعمل الأكاديمي والمجالات المهنية، كما أنها تتنبأ بالنجاح في تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. ولذلك، أبدى العلماء في العقود الأخيرة اهتمامًا قويًا بدراسة تحسين القدرات البصرية المكانية، وقد وُجد من خلال الدراسات التي استخدمت التحليل البعدي[١] أن الممارسة المتكررة والتدريب على المواد البصرية المكانية يمكن أن يحسن من أداء مهارة التدوير العقلي كأحد المهارات البصرية المكانية (Rodán et al., 2016).

ومن ثم تعد القدرات المكانية وثيقة الصلة بالأنشطة اليومية مثل الملاحة وترتبط أيضًا، على سبيل المثال، بالقدرة الرياضية. ويمكن التمييز بين القدرات المكانية وفقًا لبعدين: خارجي مقابل داخلي[٢] وثابت مقابل ديناميكي[٣]. وتعد القدرة الديناميكية الجوهرية للتدوير العقلي إحدى القدرات المكانية الأكثر بحثًا، حيث يتم تدوير الجسم في عقل الفرد (Jansen et al., 2020)، حتى لدى الفئات الخاصة مثل القراء الذين يعانون من عسر القراءة؛ وجد أنهم يعانون من ضعف في التدوير العقلي بشكل عام، كما يعانون من نقص في القدرات المكانية الأخرى مثل تحديد الحروف أو الأشكال بين المشتتات (Russeler et al., 2005). فالقدرة المكانية عنصر مهم في ذكائنا العام، حيث يتم الاعتماد عليها في التفكير المكاني اليومي، وترتبط ارتباطًا وثيقًا بالنجاح عبر عديد من تخصصات ومجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات[٤]. حيث تستخدم هذه التخصصات بشكل شائع التصورات البصرية لتوصيل المفاهيم والعلاقات المعقدة وراء الظواهر غير المحسوسة أو المجردة، وبالتالي فإن التفسيرات الدقيقة لهذه التصورات البصرية تعتبر بالغة الأهمية. ومع ذلك، وعلى الرغم من اعتمادنا على التصورات البصرية؛ تظل الأسئلة المتعلقة بمن ومتى تكون التصورات البصرية

---

[١] Meta-Analyses

[٢] Extrinsic Versus Intrinsic

[٣] Static Versus Dynamic

[٤] Science, Technology, Engineering, and Math (STEM)

أكثر فعالية دون إجابة، بسبب العلاقة المعقدة بين القدرة المكانية والتعلم من التصورات البصرية (Lochhead et al .,2022).

وقد نال مفهوم التدوير العقلي قدرًا كبيرًا من الاهتمام بوصفه أحد تلك المهارات البصرية المكانية، حيث يمكن تناوله من منظور القياس النفسي والمنظور المعرفي. علاوة على ذلك، فإن قدرة التدوير العقلي وعلاقتها بالأداء الأكاديمي لها أهمية خاصة في التخصصات السابق ذكرها (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات)، والتي تتضمن غالبًا مهامًا مثل الرسم الفني، أو حل المشكلات الهندسية، أو تمثيل البنية الجزيئية[1] (في مجال الكيمياء)، والتي تتطلب إحساسًا بصريًا مكانيًا قويًا لفهم الديناميات والتحول المكاني للهياكل والأشياء. ووفقًا لتصنيف المهارات البصرية المكانية؛ فإنه يُنظر إلى التدوير العقلي على أنه القدرة على تدوير الأشكال ثنائية أو ثلاثية الأبعاد بسرعة ودقة تدويرًا تصوريًا[2] وليس واقعيًا (Rodán, et al., 2016)، حيث يرتبط مفهوم التدوير العقلي بعديد من العمليات المعرفية كالتصور الفراغي، وإدراك الأشكال والأجسام، كما يمثل جانباً جوهريا وهاماً في القدرة الفراغية والذكاء المكاني. وقد تناول الباحثون في علم النفس المعرفي القدرة على التدوير العقلي في محاولة لتقديم تعريف أو تحديد لها، فتنوعت التعريفات تبعا للمجال المعرفي الذي تناول هذه القدرة (حجيرات، والتل، ٢٠١٩).

يعد التدوير العقلي مهارة مكانية أساسية تم التحقق منها بشكل كبير في عدد من الدراسات على مستوى المجموعات، مثل: (Frick et al., 2009; Just et al., 2001)، وعلى مستوى الفروق الفردية، مثل: (Jansen-Osmann & Heil, 2007; Peters et al., 2006).

جدير بالذكر أن التدوير العقلي يتم قياسه بشكل أساسي من خلال نوعين مختلفين من الاختبارات: فهناك اختبار التدوير العقلي المستند إلى الكمبيوتر، حيث يُطلب من المشاركين الحكم على ما إذا كان شكلان مجردان تم عرضهما على شاشة الكمبيوتر "متماثلين" (غير مرآويين) أم "مختلفين" (مرآوي)، وفي هذه الحالة تكون المتغيرات التابعة هي زمن الاستجابة

[1] Molecular Structures
[2] Imagination

ومعدل الخطأ. إلى جانب ذلك، توجد اختبارات التدوير العقلي التي تتم بالورقة والقلم، حيث يُطلب من المشاركين التمييز بين شكلين تم تدويرهما مع وجود اثنين من عوامل التشتيت (مرآوي أو شكل مختلف هيكليًا) مقارنة بالشكل الهدف. وفي هذه الاختبارات، يتم تسجيل عدد البنود التي تم حلها بشكل صحيح (Jost & Jansen, 2022).

وقد أكد شيبرد وميتزلر (1982) Shepard and Cooper اقتراحهما حول تأثير تنويع المنبهات (ثنائي الأبعاد- ثلاثي الأبعاد)، وتغيير طريقة العرض للمنبهين (تزامن - تتابع) على عملية التدوير العقلي. ولأن المعالجة العقلية لتمثيل البنود أو المنبهات لها أهمية كبرى في التكيف مع البيئة؛ فإن تحديد الركائز العصبية الداعمة لمثل هذه العملية والإشارات الحسية المستخدمة تعد ضرورية لفهم كيفية بناء الدماغ للتمثيل الداخلي للفضاء، ولذلك تم استخدام التدوير العقلي كنموذج تجريبي لدراسة طبيعة التمثيلات الداخلية (Sekiyama, 1983).

وتتأثر كفاءة عملية التدوير العقلي بطبيعة المثير وبُعده ودرجة تدويره، فالمثيرات ثلاثية الأبعاد تتطلب من المشاركين زمنًا أكبر في الاستجابة لها، مقارنة بالمثيرات ثنائية الأبعاد، في حين تزيد الأخطاء عند التعرض للمثيرات ثلاثية الأبعاد مقارنة بالمثيرات ثنائية الأبعاد، رغم تنوع المثيرات المستخدمة في اختبارات التدوير العقلي، كصور الحيوانات والأرقام والأحرف. ويمكن القول بأن المثيرات البسيطة والمألوفة للفرد يسهل تدويرها عقلياً، وتحتاج إلى زمن استجابة أقل من المثيرات المعقدة وغير المألوفة (حجيرات، والتل، ٢٠١٩).

ويمكن للأفراد التعرف على معظم الأشياء عند تدويرها ١٨٠ درجة من اتجاهها الطبيعي. وقد أشار شيبرد وميتزلر إلى أنه يمكن تمييز هذه البنود أو الأشياء من خلال عملية "التدوير العقلي". فقد أجرى الباحثان تجربة طلبا فيها من المشاركين الحكم على ما إذا كان شكلان مؤلفان من خطوط ثلاثية الأبعاد متماثلين أم أنهما مجرد صورة مرآوية[1]، حيث تم تقديم الصورتين في وقت واحد ولكن بزاويتي عرض مختلفين، من خلال تدوير أحدهما إما حول خط الرؤية ("دوران مستوى الصورة") أو حول المحور الرأسي للشاشة (دوران العمق). وقد تبين عند تسجيل زمن الاستجابة، كدالة للفرق في الاتجاه بين الصورتين، أن زمن

[1] Enantiomorphs

الاستجابة ازداد خطيًا كلما زاد اختلاف الزاوية، وقد كانت النتائج مماثلة لكلا محاور الدوران. وافترض الباحثان أن الأشخاص يبنون تمثيلًا عقليًا ثلاثي الأبعاد للشيء الواحد، ثم يقومون بتدوير هذه الصورة العقلية، حتى لا يستمر التناقض الزاوي بينها وبين الشكل الثاني المقدم، من أجل الحكم على تشابهها (Shepard & Metzler, 1971).

مشكلة البحث:

يهدف هذا البحث إلى الإجابة عن السؤال الآتي:

هل هناك فروق بين تأثير كل من زاوية التدوير وحالة المثير على كفاءة التدوير العقلي لدى الجنسين، مع اختلاف نوع المثير؟

أهداف البحث:

- الكشف عن الفروق بين الذكور والإناث في كفاءة عملية التدوير العقلي.
- عما إذا كانت كفاءة عملية التدوير العقلي تختلف باختلاف زاوية التدوير أم لا.
- الكشف عما إذا كانت كفاءة عملية التدوير العقلي تختلف باختلاف نوعية المثير (مقروء كالحروف والأرقام في مقابل غير مقروء كالأشكال) أم لا.
- الكشف عما إذا كانت كفاءة عملية التدوير العقلي تختلف باختلاف حالة المثير (تقديمه في صورة مرآوية أم صورة قياسية عادية) أم لا.

أهمية البحث:

الأهمية النظرية:

١. محاولة إلقاء الضوء على مفهوم التدوير العقلي كأحد القدرات المعرفية المرتبطة بمهارات القدرة على التخيل، والتي تتطلب ترميزاً أو معالجة ذهنية للنماذج الفراغية. حيث تحفز هذه القدرة الطلاب على تكوين حلول تخيلية لكثير من المشكلات التعليمية التي تواجههم، وبشكل خاص في مادتي الرياضيات والعلوم.
٢. الكشف عن دور بعض المتغيرات التي يمكن أن تعدل من تأثير متغيرات أخرى على كفاءة عملية التدوير، وتوضيح أن عملية التدوير العقلي في علاقتها بمتغيرات أخرى ليست بمنأى عن إمكانية أن يتم تغيير هذه العلاقة وفقا لطبيعة هذه المتغيرات.

٣. تظهر الفروق بين الجنسين في القلق من الرياضيات على الرغم من أن الفروق بين الجنسين في القدرات الحسابية غير موجودة أو ضئيلة في حجم التأثير. ومن ثم يمكن البحث حول تعزيز قدرات التدوير العقلي للإناث وإدراكهن لهذه المهارات لتقليل الفروق بين الجنسين في القلق من الرياضيات (Rahe & Quaiser-Pohl, 2021).

الأهمية التطبيقية:

١. إمكانية المساهمة في تطوير برامج تربوية تنظر بعين الاهتمام إلى هذه القدرة من خلال إدخال مهام حل المشكلات التي تتطلب من الطلاب التحرك فراغياً مما يجعلهم أكثر مرونة في التعامل مع المقررات الدراسية.

٢. إمكانية المساهمة في اكتشاف الحالات التي تعاني ضعفاً في القدرة على التدوير العقلي، والتي يحتاج لها البشر عموماً في الرياضيات والعلوم والمسائل الهندسية. القلق من الرياضيات هو رد فعل سلبي عاطفي في المواقف المتعلقة بالرياضيات ويرتبط بضعف الأداء الرياضي ومفهوم الذات الرياضي الأقل.

الإطار النظري:

يذكر كيرلي Curley (2001) أن هالبيرن Halpern (1992) (في كتابه المعنون "الفروق بين الجنسين في القدرات المعرفية" Sex Differences in Cognitive Abilities) قد عرّف مصطلح القدرات المكانية على أنها تلك القدرات التي تتحكم في كيفية تصور الفرد للطريقة التي يظهر بها الشكل غير المنتظم عند تدويره في الفضاء، أو قدرة الشخص على تمييز العلاقة بين الأشكال والأشياء. ولذا يقترح هالبيرن أن القدرات المكانية تتكون من العوامل الأربعة التالية:

١. الإدراك المكاني[1]: يتطلب من الفرد إصدار أحكام رأسية أو أفقية مع تجاهل أي معلومات مشتتة للانتباه.

٢. التدوير العقلي: هو القدرة على تصور كيف سيظهر الشيء عندما يتم تدويره في الفضاء.

٣. التصور المكاني[1]: هو التحليل المعقد للمعلومات المكانية.

[1] Spatial Perception

٤. القدرة الزمانية المكانية[2]: وتتكون من الحكم والاستجابة للعروض المرئية المتحركة.

يعرف التدوير العقلي بأنه القدرة على تدوير التمثيلات العقلية للأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد، كما هي مرتبطة بالتمثيل البصري لمثل هذا التدوير داخل العقل البشري. أو هو قدرة الفرد على تدوير أشكال بأبعاد مختلفة تدويرًا عقليًا، وتقتضي عملية التدوير العقلي أن يقارن أشكالا ثنائية أو ثلاثية الأبعاد؛ حتى يقرر ما إذا كان كل زوج من هذه الأشكال متطابقين، أم أنهما صورة مرآوية (الشقور، والتل، ٢٠١٥).

وقد حظي مفهوم التدوير العقلي باهتمام واسع من الباحثين منذ بداية سبعينيات القرن الماضي بمقارنته مع القدرات الفراغية الفرعية الأُخرى لما له من ارتباط بالفروق الفردية بين الجنسين (التل، وأبو وردة، ٢٠١٣). وتكمن أهمية هذه القدرة المعرفية في أنها تسمح للأفراد بالتنبؤ بعواقب أفعالهم من خلال متابعتها وتحديثها باستمرار (Tomasino et al., 2005). وللتدوير العقلي دورٌ مهمٌ في الملاحة البشرية، بالإضافة إلى القدرات المعرفية الأخرى مثل سرعة المعالجة والذاكرة العاملة والانتباه، فهي مهمة للغاية بالنسبة للملاحة الجوية (Verde et al., 2013). حيث تتطلب مهنة الطيار والمهن المشابهة لها أن يكون لدى المشتغلين بها قدرات معرفية مكانية عالية، مثل التدوير العقلي للأشياء ثلاثية الأبعاد، المتحركة والثابتة، في الفراغ. ولاختبار هذه القدرة يتم استخدام مهمة شيبرد-ميتزلر Shepard-Metzler للتدوير العقلي، والتي تستخدم أيضًا بشكل متكرر أثناء التقييم المسبق للمرشحين لمهنة الطيار، حيث يتم اختيار من هم أكثر سرعة ودقة في أداء مهام التدوير العقلي (Sladky, etal. 2016).

ويشير الأدب النظري إلى أن التدوير العقلي كمفهوم يستخدم للإشارة إلى القدرة الفراغية، والتي تتضمن إدراك الأشياء، والأشكال، والأجسام، وإحداث تغييرات عليها، ثم استعادة أجزاء من تلك الخبرة، وهو ما يمثل جوهر الذكاء الفراغي الذي تحدث عنه جاردنر. ويمكن القول بأن التدوير العقلي مؤشر دالّ على الذكاء الفراغي، وأنه يؤدي إلى التطور المعرفي

[1] Spatial Visualization
[2] Spatiotemporal Ability

لدى الفرد؛ لأنه لا يمكن أن يتم إلا في ظل مخططات معرفية يقوم الفرد ببنائها، وهي مخططات دالة على التطور المعرفي (الشقور، والتل، ٢٠١٥).

وتستخدم مهام التدوير العقلي لدراسة سرعة معالجة المعلومات المكانية، فهو مؤشر دال على الذكاء الفراغي، حيث يؤدي إلى التطور المعرفي الذي لا يمكن أن يتم إلا في ظل مخططات معرفية يقوم الفرد ببنائها، تلك المخططات التي تدل على التطور المعرفي لدى الفرد (صحراوي، ٢٠١٨).

وتتضمن مهمة التدوير العقلي أربع مراحل أساسية، وهي: الترميز البصري للأشكال، وتدوير أحد الأشكال، ومقارنة الشكلين، ثم الاستجابة وإصدار حكم فيما يتعلق بالمثير الذي تم تدويره ومدى مطابقته للمثير الأصلي (Göksun et al., 213).

يمتاز الطيارون بواحدة من الجدارات الرئيسة للطيارين في شركات الطيران، وهي القدرة الاستثنائية على التعرف المكاني والتصور العقلي للأجسام ثلاثية الأبعاد الساكنة والمتحركة في الفضاء. وتعد مهمة التدوير العقلي لشيبرد-ميتزلر من المهام المعروفة للتحقق من هذه القدرات، والتي تُستخدم أيضًا بشكل متكرر في بطاريات اختبارات التقييم المسبق للطيارين للمرشحين. وعلى الرغم من أنه قد ثبت أن أداء الطيارين (العسكريين) على سبيل المثال أفضل من أداء غير الطيارين في مهام مماثلة ثلاثية الأبعاد؛ إلا أنه يبدو واضحًا أن الأداء على مهمة التدوير العقلي وحدها لا يكفي لاستنتاج مهارات التعرف المكاني العام الواقعي. وبدلاً من ذلك، يعد التعرف المكاني أحد مكونات المفهوم المعقد للدراية* الموقفية[1]، والذي يشمل عديدًا من العمليات المعرفية رفيعة المستوى مثل الإدراك والفهم والإسقاط، والتي تتأثر بالمفاهيم الفرعية الخاصة بالمجال والمهنة وتعتمد عليها. ففي مجال الطيران مثلًا، يمثل هذا

* هناك فرق بين الوعي Consciousness والدراية Awareness، وقد التزم الباحث بترجمة المصطلح الإنجليزي Awareness بمعنى الدراية. فالدراية هي معرفة شيء موجود في مكان ما. الوعي هو التجربة الفسيولوجية لحالتك الحالية، ويتم فك تشفيرها بواسطة أجزاء الدماغ الحسية والذاكرة، فالوعي تجعلك مستعدًا للوضع الحالي. الوعي النفسي هو القدرة على سرد أفكارك ومشاعرك والآخرين والبيئة بلغة مفهومة. في علم النفس، الإدراك هو الإدراك، قدرتك على استخلاص المعنى. أما الوعي فهو حالة الدراية أو صفتها. وبالتالي يمكن الإشارة إلى الدراية على أنها شرط ضروري للوعي. في حين أن الوعي النفسي هو قدرتك على التفكير بعمق في هذا المعنى لاتخاذ قرار بشأن إجراء ما. وباختصار فإن الدراية تساعدك على التفكير أما الوعي فيساعدك على اتخاذ القرار (Das, 2022).

[1] Situational Awareness (SA)

المفهوم الفرعي للدراية الموقفية الدراية الموقفية المكانية. وبالتالي، فمن المتوقع أن يؤدي الانخفاض أو الانهيار في الدراية الموقفية المكانية إلى تقليل الدراية الموقفية إجمالًا، وبالتالي يمكن أن يؤثر على أداء طاقم الطائرة، فقد يحدث قصور أو فقد للدراية الموقفية المكانية (بمعنى عدم القدرة على التفسير الصحيح لاتجاه الطائرة وارتفاعها وسرعتها الجوية اعتمادًا على النقاط المرجعية) على ثلاث مراحل مختلفة هي: (١) ارتباك مكاني** غير محدد[١]، أي عدم معرفة الحالة الراهنة. (٢) ارتباك مكاني محدد، حيث قد يتم تحديد الحالة الراهنة أو لا يتم تحديدها كما يجب أن يكون، ولكن مع الدراية بأن الحالة (الحالات) المدركة لا تتطابق مع المعلومات الحالية من الأدوات أو غيرها من المدخلات البيئية (بمعنى، سوء تفسير الحالة الحالية). (٣) الدراية بالارتباك المكاني بما في ذلك عدم القدرة على الاستجابة للحالة المحددة (Sladky, et al., 2016).

أسس التدوير العقلي:

يعتمد التدوير العقلي على عدة أسس، وهي:

١- عمليات الصورة: والتي تتضمن سلسلة الفعاليات العصبية البصرية التي تُجرى على الشكل المدرك، إذ أن التدوير العقلي للأشكال ثنائية الأبعاد يكون أسرع من التدوير العقلي للأشكال ثلاثية الأبعاد (كما في حالة إدراك العمق). ورغم أن عملية إدراك العمق تعتمد على عدد كبير من المتغيرات المتصلة بالمنبه البصري، إلا أن المؤثر الرئيس يتعلق بالدور الذي تؤديه العينان إذ أن تباين العينين يساعد في إعطاء صورتين مختلفتين على شبكية العين، حيث أن كل صورة تؤخذ من زاوية محددة ثم تقوم المنطقة البصرية في الدماغ

** الارتباك المكاني هو حالة تصيب الطيارين أثناء رحلة الطيران بالاعتماد على العين في توجيه الطائرة، في حالة عدم وجود أفق مرئي وخاصة في ليلة مظلمة، حيث يعجز الطيار عن تحديد موقعه في الفضاء، فيصاب بالوهم المكاني، بحيث يعجز عن تحديد وضع الطائرة أثناء الطيران، وهو ما قد يتسبب في إصدار الطيار لقرارات خاطئة. مثال: طائرة تميل إلى اليسار ولابد من التوجه إلى اليمين، في هذه الحالة يظن الطيار المصاب بالارتباك المكاني أن الطائرة تميل إلى جهه اليمين ولابد من التوجه إلى اليسار، مع العلم أن الطائرة في الواقع تميل إلى جهه اليسار، إلا أن الطيار مصاب بارتباك مكاني يعجز عن تحديد وضع الطائرة الفعلي، ولذلك يقوم الطيار باصدار قرارات خاطئة. فالطيار المصاب بحالة الارتباك المكاني لا يستطيع معرفة حركة الطائرة الفعلية، وبالتالي سيتخذ قرارات غير صحيحة، قد تكون قاتلة. فمثل هذه الحالة تؤدي إلى عدم فهم الطيار لما يدور حوله. وفي هذه الحاله لابد من الاعتماد على الأجهزة الموجودة بالطائرة (Nuttall, 1958; Takada et al., 2009).

[١] Spatial Disorientation Unrecognized

بتوحيد الصورتين بحيث يستطيع الإنسان أن يدرك صورة موحدة تضم بعدًا ثالثًا هو العمق. ولذا يرى الباحثون أن إدراك العمق يؤثر فيه عاملان رئيسيان، هما:

أ) التلاقي حيث تتحرك العينان معا للنظر إلى الأشياء القريبة وتكوّن مصدر معلومات مفيد لإدراك العمق.

ب) التفاوت الشبكي[١] حيث أن المسافة الفاصلة بين العينين والتي تتراوح بحدود (٧سم) وهي ليست مسافة كبيرة ولكنها كافية لكي تكشف عن منظورين مختلفين قليلا عن بعضهما بعضًا، حيث يقوم الدماغ بمزج هاتين الصورتين أو المنظورين في مشهد واحد يدركه الشخص كصورة واحدة لها بعد مضاف وهو العمق.

٢- عملية التوليد: والتي تتضمن عملية توليد صور متعددة من صورة عقلية واحدة، حيث تؤدي فعاليات استقبال المثير البصري وتمثيله ومن ثم تخزينه في الذاكرة الصورية دورًا مهمًا في إجراء فعاليات مهمة في عملية التوليد هذه، من قبيل استحضار تفصيلات المدرك واستدعاء خصائصه المنظورة ومن ثم توقع الأجزاء والتفصيلات غير المنظورة من خلال تدوير وتعديل أبعاد الشكل المدرك (عبد الستار، ٢٠١١). ومن ثمّ تشمل هذه العملية استدعاء الصور وإجراء المقارنات، فالشيء المهم هنا هو كيفية تخزين الصورة الأساسية، ومن ثم استدعائها لغرض تفحصها ومقارنتها من أجل التعرف على مدى التغير أو التعديل أو التدوير في بنائها الشكلي الهيكلي (عناد، ٢٠١٥).

٣- عملية التفحص والتقريب: وتشمل سلسلة فعاليات زوايا النظر للصورة المدركة. ويمكن تصنيف عملية التفحص إلى سبعة اتجاهات (من الأمام أو من الخلف، من اليمين أو من اليسار من الأسفل أو من الأعلى، أو من خليط تنائي الأبعاد). أما عملية التقريب فيمكن أن تصنف بموجب زاوية النظر، على أن تركيز الانتباه يشكل جوهر العمليتين، فإذا كان التفحص يحتاج إلى وضع التفصيلات في مركز الوعي فإن التقريب يتضمن إضافة تفاصيل أخرى للشكل المدرك عند التدوير (عبد الستار، ٢٠١١).

---

[١] Binocular Parallax

وقد سعى كثير من الدراسات المعاصرة، التي تهدف إلى دراسة التعرف على البنود البصرية، إلى تحديد التمثيلات والعمليات المستخدمة في التعرف على هذه البنود، وكان أحد الأساليب في ذلك هو دراسة تأثير تدوير مخطط الصورة على التعرف على الرسوم الخطية للبند (الصورة أو الشيء المرسوم)، وعادةً ما كان يتم عرض هذه الصور بزاوية تدوير (٠°) و(٦٠°) و(١٢٠°) و(١٨٠°) و(٢٤٠°) و(٣٠٠°) درجة باتجاه عقارب الساعة، حيث يُطلب من المشاركين حينها تسمية الصور المقدمة بشكل فردي في أسرع وقت ممكن. وتشير أزمنة الاستجابة المستغرقة في عملية التسمية هذه إلى أن التعرف الأولي للبنود (التي تم تدويرها) حساس بدرجة عالية لدرجة التدوير. فعندما يتم عرض رسومات خطية للبنود، يزداد وقت التسمية بشكل رتيب كدالة لدرجة زاوية البند الذي تم تدويره مقارنة بالوضع المعتدل (Murray, 1997).

الدراسات السابقة:

لا شك أن الدراسات التي أجريت حول التدوير العقلي كانت كثيرة ومتنوعة، نظرًا لارتباط مفهوم التدوير العقلي بالقدرة المكانية خاصة والقدرة العقلية عامة، إلا أننا حاولنا أن نركز في عرضنا للدراسات السابقة على تلك الدراسات التي اهتمت بمتغيرات البحث الحالي، من حيث زاوية التدوير وما إذا كان هذا المثير معروضا بشكل معكوس (مرآوي) أم بشكله المثالي المعتاد، مع الإشارة إلى الفروق بين الجنسين في التدوير العقلي وما يترتب على هذه الفروق من فروق في قدرات أخرى. ففي دراسة كروميناوزملائه Krumina et al. (2015) وجدوا أن زمن الاستجابة في التدوير العقلي بطيئ في حالة التدوير ثنائي وثلاثي البعد، لكن معدل الخطأ كان أكبر في التدوير العقلي ثلاثي البعد مقارنة بالتدوير العقلي ثنائي البعد، كما وجد الباحثون أنفسهم أنه على الرغم من ملاحظة أن الأشخاص الذين يعانون من التعب كان لديهم أخطاء أقل؛ إلا أن سرعة التدوير العقلي لم تتأثر بهذا التعب.

وفي دراسة لتشين وزملائه Chen et al. (2014) للكشف عن سرعة ودقة التدوير العقلي لكل من المثيرات المرآوية والعادية (القياسية)، تم إجراء الدراسة على (٢٩) طالبًا، وقد وجد الباحثون أن الاستجابة كانت أسرع في حالة المثيرات العادية، مقارنة بالمثيرات المرآوية، في

حين لم تكن هناك فروق جوهرية فيما يتعلق بالدقة. كما وجد أن زمن الاستجابة ودقتها أفضل كلما اقتربت زاوية التدوير من الصفر.

وفي دراسة لباشك وزملائه Paschke, et al. (2012) عن أهمية دور الإدراك البصري في عملية التدوير العقلي للمثيرات ثلاثية الأبعاد، حاول الباحثون التفكير في أي مرحلة من عملية التدوير العقلي يبدأ التعامل مع المثيرات المرآوية والعادية. وكما هو متوقع، كانت أزمنة الاستجابة للمهام ذات المنبهات المرآوية أطول مقارنة بالمهام ذات المنبهات القياسية (العادية) ذات المطلب المعرفي المرتفع. علاوة على ذلك، لاحظنا مقدارًا أقل لحركة العين السريعة في حالة المثيرات المرآوية مقارنة بالعادية، مما يشير إلى مجال رؤية وظيفي أصغر أثناء إدراك المثير. تم استكمال نتائج حركة العين من خلال النتائج الوظيفية العصبية، ووجد أن معالجة المثيرات المرآوية أدت إلى تنشيط أقل في أجزاء من القشرة البصرية الأولية التي تستجيب للمحيط البصري مقارنة بمعالجة الأشكال العادية. وقد استمر اختلاف التنشيط هذا بعد استبعاد التنشيطات المرتبطة بحركة العين. وهكذا، يبدأ التمايز مبكرا في التعامل مع المثيرات المرآوية والعادية خلال عملية التدوير العقلي، كما يرتبط هذا التمايز في التعامل مع نوعية المثيرات بالاختلافات في المعالجة البصرية.

كما أظهر تحليل زمن الاستجابة لرواد الفضاء في دراسة ماتساكيس وزملائه Matsakis et al. (1993) أن مهمة التدوير العقلي لم تتضرر كثيرًا بسبب انعدام الوزن، بل على العكس من ذلك؛ كانت هناك مؤشرات على وجود تيسير في أداء المهمة، كما يلي: (١) كان متوسط زمن التدوير أقصر في حالة انعدام الجاذبية مقارنة به على الأرض، (٢) بدا أن هذا الاختلاف ملحوظ بشكل خاص للمثيرات المحددة بالتدوير حول المحور. وهو ما يتوافق مع نتائج ليون وزملائه Leone et al. (1995) التي أشارت إلى أن الجاذبية الصغرى لم تؤثر سلبيًا على عملية التدوير العقلي، حيث زاد أداء رواد الفضاء مع الممارسة، على غرار أداء المجموعة الضابطة، مما يشير إلى أن انعدام الوزن لم يضعف التعلم الضمني لدى رواد الفضاء.

وفي دراسة أجراها ريهي وكويسربول Rahe and Quaiser-Pohl (2021) حول القلق من الرياضيات، أجريت دراسة بهدف معرفة الفروق بين الجنسين والعمر في القلق من

الرياضيات والأداء على مهام التدوير العقلي. كما تم التحقق من تأثير التدوير العقلي كمتغير معدل محتمل للعلاقة بين الجنس والقلق من الرياضيات. وقد أجريت هذه الدراسة على (٩٧) طفلاً (٥٤ إناثًا) تتراوح أعمارهم بين (١١) و (١٥) عامًا و(٨٤) طالبًا جامعيًا (٥٩ من الإناث) قاموا بالأداء على اختبار التدوير العقلي، وتقييم أدائهم في هذا الاختبار، وملء استبيان حول القلق من الرياضيات. أشارت النتائج إلى زيادة الفروق بين الجنسين مع العمر في القلق من الرياضيات، وفي الأداء على مهام التدوير العقلي. كان أداء التدوير العقلي متغيرا معدلا للاختلافات بين الجنسين في القلق من الرياضيات. بيد أن يانج (Yang, 2015) أشار في دراسته عن الفروق بين الجنسين في عملية التدوير العقلي إلى أن السيدات أفضل من الرجال في التعرف على الأشكال التي تم تدويرها نحو العمق، في حين لم تكن هناك فروق دالة بينهما عند استخدام الأشكال الظلية[1] في التدوير نحو العمق.

وعلى الرغم من أن الاختلافات بين الجنسين في التدوير العقلي لدى صغار العمر بارزة في اختبارات التدوير التي تستخدم الورقة والقلم؛ إلا أن يانسن وهيل Jansen and Heil (2010) قد رأيا ضرورة الكشف عن طبيعة هذه النتائج في الفئات العمرية الأكبر سنًا. لذلك، تم تقييم الأداء من خلال اختبار التدوير العقلي باختبار القلم الورقي وكذلك باستخدام مثير مزدوج يعتمد على الكمبيوتر، وذلك على عينة مكونة من ١٥٠ بالغًا مقسمة إلى ثلاث مجموعات عمرية، (٢٠-٣٠) و(٤٠- ٥٠) و(٦٠-٧٠) سنة. وقد وجد الباحثان أن الأداء انخفض مع تقدم العمر، وتفوق أداء الرجال على النساء في جميع الفئات العمرية. وبينما أشارت دراسة Rahe and Quaiser-Pohl (2021) إلى زيادة الفروق بين الجنسين مع العمر؛ نجد في هذه الدراسة أن تأثير الجنس قد انخفض مع تقدم العمر، ومع ذلك ظلت الفروق بين الجنسين ثابتة عبر العمر، في معدلات الخطأ للمهمة الحاسوبية.

وتأكيدا على ما تشير إليه الأدبيات المتعلقة بمهام التدوير العقلي باستمرار إلى أن أداء الذكور أفضل من أداء الإناث ربما لأسباب بيولوجية أو ثقافية أو استراتيجية؛ اختبرت مويي Moè (2009) الفرضية القائلة بأن الإناث يمكن أن يعملن بشكل أفضل عندما يتم حثهن على امتلاك معتقدات وتوقعات إيجابية. حيث تم تقسيم جميع العينات من الإناث والذكور

[1] Silhouettes

إلى ست مجموعات، استمعت كل مجموعة إلى تعليمات مختلفة: ١) الرجال أفضل من النساء في هذه المهمة؛ ٢) المرأة أفضل من الرجل. ٣) تعليمات التحكم مع عدم وجود مرجع جنسي. إضافة لما سبق تعرض المشاركون لظرفي توقع سهولة أو صعوبة المهمة. وقد وجد تأثير لهذا التصميم التجريبي على الأداء بشكل مختلف فيما يتعلق بالجنس، حيث تأثر أداء السيدات بالتعليمات الإيجابية حول الجنس، كما تأثر الرجال بالتعليمات المتعلقة بصعوبة المهمة. بالإضافة إلى أن أداء السيدات قد تحسن ووصل إلى درجات الرجال في التدوير العقلي عندما قيل لهن أنهن أفضل من الرجال. وهو ما يشير إلى دور التعليمات كمتغير معدل للفروق بين الجنسين في التدوير العقلي.

وقامت فلاهيرتي (2005) Flaherty بمحاولة لفحص تأثير الثقافة والخبرة مع الأنشطة المكانية في الأداء على اختبار التدوير العقلي. وقد تكونت عينة الدراسة من (١١٥) إكوادورياً و(١٢٠) قوقازياً إيرلندياً و(١٢٨) يابانياً. وكان نصف المشاركين في كل مجموعة من الذكور والنصف الآخر من الإناث. وبعد أدائهم على اختبار التدوير العقلي الجماعي واستبيان الأنشطة المكانية، تفوق الذكور على الإناث في اختبار التدوير العقلي الجماعي في جميع الثقافات الثلاث، كما ارتبطت المشاركة في "الأنشطة الذكورية" من استبيان الأنشطة المكانية بدرجات التدوير العقلي الجماعي العالية، في حين ارتبطت "الأنشطة الأنثوية" مع الدرجات المنخفضة للتدوير العقلي الجماعي. كما وجد الباحثون تأثيرا دالا لجنسية المشاركين؛ حيث سجل المشاركون الذين هم من أيرلندا واليابان درجات أعلى من نظرائهم الذين هم من الإكوادور. وهي نتيجة تدفعنا إلى التساؤل حول مدى تأثير الجنسية على القدرة المكانية.

وفي دراسة لريتشاردسون (1994) Richardson تم إجراؤها بهدف مقارنة أداء الطلاب والطالبات في مراحل تعليمية مختلفة على مهام تتطلب تدويرا عقليا. وقد أشارت النتائج إلى أن الفروق بين الجنسين في بعض جوانب التدوير العقلي على الأقل قد يتم إلغاؤها من خلال الخبرة التعليمية وأن الفروق بين الجنسين في التدوير العقلي قد أصبحت أقل على مدار العشرين عامًا الماضية. وتميل مثل هذه النتائج إلى تفضيل تلك التفسيرات الاجتماعية والثقافية للاختلافات بين الجنسين في التدوير العقلي بدلاً من التفسيرات البيولوجية.

ومع ذلك فإن رحمن وويلسون Rahman and Wilson (2003) كانا قد أجريا دراسة للكشف عن أداء الرجال والنساء من جنسين مختلفين والمثليين جنسياً في اختبارين للمعالجة المكانية، والتدوير العقلي، حيث تكونت العينة من العينة من (٦٠) رجلاً، و(٦٠) امرأة، و(٦٠) رجلاً مثليًا، و(٦٠) امرأة مثلية. وقد كشف الباحثان عن وجود تأثير دال للجنس، حيث كان الرجال يحققون درجات أعلى بشكل عام. كما كان هناك دلالة للتفاعلات بين الجنس والتوجه الجنسي، وقد كشف تحليل هذه التفاعلات عن اختلافات كبيرة بين مجموعات الذكور العاديين، في حين كان هناك فرق متواضع بين المجموعات النسائية في التدوير العقلي لصالح النساء المثليات. وقد اقترح الباحثان أن هذه الأدلة ربما تشير إلى اختلافات محتملة في القشرة الجدارية بين المثليين جنسياً والأشخاص العاديين.

ويلاحظ من عرض الدراسات السابقة أنها كانت تهتم بدراسة تأثير متغيرات مثل زاوية التدوير أو حالة وضعية المثير (من حيث كونه يتم عرضه بشكل مرآوي أو عادي)، على العملية العقلية المرتبطة بتدوير المثيرات تدويرا عقليا بشكل صحيح مع حساب زمن التدوير لها. ورغم أن هذه الدراسات تناولت الفروق بين الجنسين في عملية التدوير العقلي؛ إلا أنه بلاحظ أيضًا اهتمام بعض الدراسات بدراسة متغيرات أخرى كمتغيرات معدلة على الفروق بين الجنسين في أحد المتغيرات الأخرى، كدراسة (Rahe & Quaiser-Pohl, 2021) حول القلق من الرياضيات، والتي اهتمت بتأثير التدوير العقلي كمتغير معدل محتمل للعلاقة بين الجنس والقلق من الرياضيات، ودراسة (Moè, 2009) حول دور التعليمات كمتغير معدل للفروق بين الجنسين في التدوير العقلي. بيد أننا في البحث الراهن سنتناول التأثير المعدّل لمتغير حالة المثير ومتغير الجنس على تأثير زاوية التدوير وكذلك نوعية المثير (مقروء الحروف والأرقام في مقابل غير مقروء كالأشكال) في عملية التدوير العقلي، لمعرفة ما إذا كان تأثير زاوية التدوير أو حتى نوعية المثير يختلف عند الذكور مقارنة بالإناث أم لا، وما إذا كان هذا التأثير أيضا يختلف باختلاف حالة المثير أم لا.

فروض البحث:

في ضوء ما تم عرضه من إطار نظري ودراسات سابقة ونتائجها، صاغ الباحث فرض الدراسة على النحو الآتي:

هناك فروق بين تأثير كل من زاوية التدوير وحالة المثير على كفاءة التدوير العقلي لدى الجنسين، مع اختلاف نوع المثير.

منهج البحث:

تم استخدام المنهج التجريبي، حيث التحكم بالمتغيرات المستقلة (زاوية التدوير - حالة المثير) وقياس المتغيرات التابعة (دقة وسرعة الاستجابة لمهمة التدوير العقلي)، في ظل وجود متغيرات معدّلة (نوع المشاركين- نوع المثير)، مع ضبط المتغيرات الدخيلة.

التصميم التجريبي:

لكي ندرس التأثير المعدّل لكل من نوع المشاركين (ذكور-إناث) ونوع المثير (حروف وأرقام-أشكال) على تأثير كل من زاوية التدوير (٤٥°-١٨٠°) وحالة المثير (غير معكوس-معكوس) والتفاعل بينهما على كفاءة عملية التدوير، تم استخدام التصميم التجريبي العاملي المختلط (٢ X ٢ X ٢ X ٢)، حيث تم تقسيم العينة إلى ٤ مجموعات هي:

أ) مجموعة الذكور مع التعرض لمثيرات عبارة عن حروف وأرقام.

ب) مجموعة الذكور مع التعرض لمثيرات عبارة عن أشكال.

ج) مجموعة الإناث مع التعرض لمثيرات عبارة عن حروف وأرقام.

د) مجموعة الإناث مع التعرض لمثيرات عبارة عن أشكال.

ثم سندرس داخل كل مجموعة تأثير زاوية التدوير وحالة المثير والتفاعل بينهما على الأداء لدى كل مجموعة من المجموعات الأربع. ويوضح كل من الشكل والجدول الآتيان التصميم التجريبي للبحث.

- **المتغيرات المعدّلة:** **نوع المشاركين X نوع المثير**

ذكور حروف	ذكور أشكال	إناث حروف	إناث أشكال

- **المتغيرات المستقلة:** زاوية التدوير – حالة المثير – التفاعل بينهما
- **المتغير التابع:** كفاءة عملية التدوير العقلي (سرعة التدوير ودقته)

جدول 1 يوضح التصميم التجريبي لمتغيرات البحث

جدول ١ يوضح التصميم التجريبي لمتغيرات البحث

متغيرات البحث		حالة المثير				المتغير التابع
		قياسي (عادي)		معكوس (مرآوي)		
	زاوية التدوير	٤٥°	١٨٠°	٤٥°	١٨٠°	
مجموعات البحث (نوع المشاركين x نوع المثير)	ذكور حروف وأرقام	√	√	√	√	سرعة التدوير العقلي ودقته
	ذكور أشكال	√	√	√	√	
	إناث حروف وأرقام	√	√	√	√	
	إناث أشكال	√	√	√	√	

متغيرات الدراسة وتعريفها إجرائيًا:

أ) المتغيرات المستقلة:

١. حالة المثير: حيث يوجد مستويان لهذا المتغير؛ الأول يتم خلاله عرض المثيرات، سواء أكانت حروفا وأرقاما أو أشكالا، في حالتها العادية القياسية مع تغيير زاوية التدوير، أما المستوى الثاني لهذا المتغير فهو عرض المثيرات بصورة مرآوية (معكوسة) بغض النظر عن زاوية التدوير.

٢. زاوية تدوير المنبه: يتم تدوير المثيرات جميعها إما بزاوية (٤٥°) أو بزاوية (١٨٠°).

ب) المتغيرات التابعة:

١. كفاءة التدوير العقلي: سرعة التدوير – دقة التدوير

ويقصد بسرعة التدوير ودقته، قدرة المشارك على التعرف على المثير المقدّم له والحكم عليه ومطابقته بالمثير الأصلي (الهدف) رغم اختلاف زاوية عرضه. بحيث يحكم على المثير المقدم له بأنه صورة مرآوية (معكوسة) للمثير الأصلي أو أنه بالفعل يطابق المثير الأصلي رغم

اختلاف زوايا العرض لهذه المثيرات. وخلال كل محاولة يحسب للمشارك سرعة الاستجابة ودقتها.

ج) المتغيرات المعدّلة:

١. نوع المشاركين: ذكور – إناث

٢. نوع المثير: حيث يتم تقديم نوعين من المثيرات؛ أحدهما مثيرات مقروءة وهي عبارة عن حروف وأرقام، والآخر مثيرات غير مقروءة وهي عبارة عن أشكال.

د) ضبط المتغيرات الدخيلة:

روعي خلال إجراء التجربة عدد من المتغيرات التي تحتاج للضبط، ولعل من أبرزها ما يلي:

- ترتيب تقديم المحاولات: وقد روعي في تقديم المحاولات أن يتم تقديمها وفقا للترتيب العشوائي، بحيث أنه قد تعرض في البداية محاولة تختص بالحرف يليها محاولة تختص بالشكل أو الرقم وهكذا، وكذلك الحال في تقديم المثير بزاويا التدوير أو حالة العرض (مرآوي أم عادي قياسي)، حيث روعي فيها العرض العشوائي أيضًا.
- ترتيب تقديم المشاركين: تم مراعاة الموازنة بين الذكور والإناث في وقت إجراء التجربة، علمًا بأن التطبيق كان فرديًا.
- مراعاة ثبات التعليمات والتأكد من فهم المشاركين لها، مع تثبيت المسافة بين المشارك وشاشة الحاسوب.
- تثبيت ظروف التجربة من حيث الإضاءة وظروف التهوية، وعدم تشتيت المشاركين وقت التجربة.

العينة:

تم تطبيق الدراسة على (٣٨) طالبًا (٢٠ من الإناث، و١٨ من الذكور) بلغ متوسط أعمارهم (٢٠.٩) بانحراف معيارى (١.٦)، تم اختيارهم عشوائيًا من طلاب كلية الآداب بجامعة بني سويف، وقد تم التأكد من سلامتهم الصحية والبصرية وقدرتهم على تمييز الألوان والقراءة.

أدوات البحث:

١. جهاز حاسوب بملحقاته.

٢. برنامج E_Prime، لتصميم المهام وعرض تجربة التدوير العقلي. حيث تم تصميم تجربة التدوير العقلي وفقًا لنموذج شيبرد-ميتزلر (Shepard & Metzler, 1971)، حيث تم تقديم الصورتين في وقت واحد ولكن بزاويتي عرض مختلفين، من خلال تدوير أحدهما إما حول خط الرؤية ("دوران مستوى الصورة") والذي يعني عرض المثير في حالته العادية، أو تدوير المثير حول المحور الرأسي للشاشة (دوران العمق) والذي يعني عرض المثير في حالته المعكوسة المرآوية. وفيما يلي عرض لجميع المثيرات بحالات وزوايا التدوير:

جدول ٢ يوضح المثيرات المقدمة بالتجربة وزوايا تدويرها في محاولات التجربة

نوع المثير	م	المثير الأصلي	الحالة العادية		الحالة المرآوية (المعكوسة)	
			تدوير بزاوية ٤٥	تدوير بزاوية ١٨٠	تدوير بزاوية ٤٥	تدوير بزاوية ١٨٠
أرقام	١	2				
	٢	3				
	٣	4				
	٤	5				
	٥	7				
حروف	٦	ع				
	٧	ج				
	٨	ك				
	٩	س				
	١٠	و				
أشكال	١١					

نوع المثير	م	المثير الأصلي	الحالة العادية		الحالة المرآوية (المعكوسة)	
			تدوير بزاوية ٤٥	تدوير بزاوية ١٨٠	تدوير بزاوية ٤٥	تدوير بزاوية ١٨٠
	١٢					
	١٣					
	١٤					
	١٥					

الخصائص السيكومترية لأداة البحث:

١) الصدق:

كثير من الدراسات والبحوث استخدمت مهام شيبرد-ميتزلر في تجارب التدوير العقلي، ومن هذه الدراسات على سبيل المثال (Paschke, et al., 2012; Göksun et al., 213; Gardony et al., 2014) حتى أن هناك من الدراسات من استخدم هذه المهام في الصدق التلازمي للتحقق من صدق أداة دراسته، ومنها ما ذكره Wiedenbauer, et al (2007) أنه أجرى تجربة بهدف التحقق من صدق اختبار التدوير العقلي الافتراضي. واستخدم الصدق التلازمي من خلال حساب معامل الارتباط بين اختباره واختبار فاندنبرج وكوز Vandenberg and Kuse للتدوير العقلي (Hoyek et al., 2012)، الذي استخدم مهام شيبرد-ميتزلر وهي أداة اختبار معترف بها جيدًا لقياس قدرة التدوير العقلي. وأظهرت التجربة بوضوح أن التدوير العقلي الافتراضي هو أداة محوسبة مناسبة لقياس قدرة التدوير العقلي

٢) الثبات:

تم حساب ثبات أداة القياس بطريقة القسمة النصفية، حيث تم تقسيم محاولات التجربة إلى فردية وزوجية، مع استخدام معادلة "سبيرمان – بروان" لتصحيح الطول، وقد كان معامل الارتباط (٠.٩٣)، وهو معامل ثبات مرتفع.

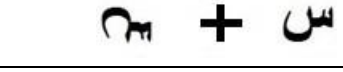
إجراءات البحث:

تبدأ التجربة بتقديم التعليمات للمشاركين، والتي تنص على ما يلي: *"عزيزي الطالب: نجري هذه التجربة بهدف معرفة مدى دقة وسرعة الإدراك لديك. كل ما هو مطلوب منك أن تصدر حكما في كل محاولة بناء على ما تراه. سوف تشاهد في كل محاولة حرفا أو رقما أو شكلا تم تدويرهم بزوايا متنوعة. وعليك أن تقرر ما إذا كان الحرف أو الرقم أو الشكل مكتوبا بشكل عادي وتم تدويره، أم أنه مجرد انعكاس لصورة مرآوية، وذلك بالضغط على مفتاح الرقم١ إذا كان ما يتم عرضه مكتوبا بشكل عادي أو تم تدويره، أو الضغط على مفتاح الرقم٢ إذا كان ما يتم عرضه مجرد انعكاس لصورة مرآوية. ملاحظة: عليك الاستجابة بعد اختفاء المثير مباشرة بأسرع ما يمكن مع الاحتفاظ بالدقة... اضغط مفتاح مسافة لتبدأ إذا كنت مستعدا"*.

وبعد ذلك يتم تقديم المحاولات التدريبية ثم المحاولات التجريبية، وذلك على النحو الآتي: تبدأ المحاولة بعرض علامة التثبيت (+) لمدة (١٠٠٠) مللي ثانية، ثم يليها عرض المثير الأصلي على شاشة الحاسوب بحيث يكون على يمين المشارك وفي منتصف الشاشة علامة التثبيت وعلى يسار المشارك يعرض المثير نفسه بحالاته وزواياه المختلفة، ويتم عرض المثير مع المثير المطلوب الحكم على تدويره في زمن (٢٥٠) مللي ثانية، ثم مدة فاصلة بين المحاولات مقدرة بـ(١٠٠٠) مللي ثانية لا يقدم فيها أي مثير. علما بأن كل محاولة تتصمن حالة واحدة وزاوية واحدة فقط للعرض. وتنتهي التجربة بتوجيه رسالة شكر للمشارك على مشاركته الطوعية بالتجربة.

مثال على طريقة عرض الحروف والأرقام والشكل: حيث يأتي المثير الأصلي في كل محاولة مع واحد فقط من المثيرات المشابهة، مثل ما هو موضح في الجدول الآتي:

جدول ٣ يوضح أمثلة على محاولات تدوير المثيرات

مثال على محاولة لتدوير الأرقام	
مثال على محاولة لتدوير الشكل	
مثال على محاولة لتدوير الحروف	

وبلغ عدد المحاولات التي قام المشارك بأدائها (٦٠) محاولة. بحيث تتضمن كل محاولة تقديم المثير الأصلي مع المثير نفسه لكن بحالات مختلفة من حيث زاوية التدوير أو الانعكاس.

أساليب التحليل الإحصائى:

أ) *حساب المتوسط والانحراف المعياري.*

ب) *اختبار تحليل التباين في اتجاهين Two – Way ANOVA لمعرفة دلالة الفرق بين الظروف التجريبية وفقا لمتغيرات البحث والكشف عن التفاعل بين هذه المتغيرات.*

النتائج:

للتحقق من فروض البحث تم استخدام اختبار تحليل التباين في اتجاهين لمعرفة مدى تأثير كل من زاوية التدوير والنوع المثير على زمن ودقة الاستجابة في عملية التدوير العقلي، وذلك لدى المجموعات التي تم تقسيمها وفقا لما سبق ذكره. وقد كانت النتائج على النحو الآتي:

أ) زمن الاستجابة في مهمة التدوير العقلي:

جدول ٤ يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لزمن الاستجابة لدى مجموعات البحث وفق متغيرات البحث

متغيرات البحث			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	ن
ذكور مع الأشكال	صورة قياسية	°٤٥	٧٠٥.٠٦	٤٢٣.٤٧	١٨
		°١٨٠	٥٩٤.٣٩	٣٥٦.٥٥	١٨
		الإجمالي	٦٤٩.٧٢	٣٨٩.٨٧	٣٦
	صورة مرآوية	°٤٥	٦٢٩.٨٠	٤٢٩.٩٦	١٥
		°١٨٠	٧١٦.١٣	٣٣٢.٨٤	١٥
		الإجمالي	٦٧٢.٩٧	٣٨٠.٣٤	٣٠
	الإجمالي	°٤٥	٦٧٠.٨٥	٤٢١.٤٢	٣٣
		°١٨٠	٦٤٩.٧٣	٣٤٦.١١	٣٣

متغيرات البحث			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	ن
		الإجمالي	٦٦٠.٢٩	٣٨٢.٧٨	٦٦
إناث مع الأشكال	صورة قياسية	°٤٥	٧٥١.٣٧	٣٦٢.٤٣	١٩
		°١٨٠	٦٧٩.٣٥	٣١١.٢٤	٢٠
		الإجمالي	٧١٤.٤٤	٣٣٤.٦٤	٣٩
	صورة مرآوية	°٤٥	٨٦٦.٦٧	٣٩٤.٣٢	١٥
		°١٨٠	٩٢٣.٣١	٥١٠.٣٩	١٣
		الإجمالي	٨٩٢.٩٦	٤٤٤.١٠	٢٨
	الإجمالي	°٤٥	٨٠٢.٢٤	٣٧٥.٤٨	٣٤
		°١٨٠	٧٧٥.٤٥	٤١٢.١٤	٣٣
		الإجمالي	٧٨٩.٠٤	٣٩١.١٩	٦٧
ذكور مع الحروف والأرقام	صورة قياسية	°٤٥	٦٤١.٧٨	٣٠٦.٦٢	١٨
		°١٨٠	٧٣٣.٥٣	٥١٨.٣٦	١٧
		الإجمالي	٦٨٦.٣٤	٤١٩.٠٧	٣٥
	صورة مرآوية	°٤٥	٧٧١.٥٣	٣٤١.٧٤	١٧
		°١٨٠	٧٠٤.٤١	٣٨٤.٣٠	١٧
		الإجمالي	٧٣٧.٩٧	٣٥٩.٧١	٣٤
	الإجمالي	°٤٥	٧٠٤.٨٠	٣٢٦.٠٣	٣٥
		°١٨٠	٧١٨.٩٧	٤٤٩.٥٦	٣٤
		الإجمالي	٧١١.٧٨	٣٨٨.٩٤	٦٩
إناث مع الحروف والأرقام	صورة قياسية	°٤٥	٦٥٢.٣٧	٢١٩.٠٨	١٩
		°١٨٠	٨١٢.٣٧	٣٦٤.٤٩	١٩
		الإجمالي	٧٣٢.٣٧	٣٠٧.٥٠	٣٨

متغيرات البحث			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	ن
	صورة مرآوية	°٤٥	٧٨٢.١١	٣٠٩.٣٣	١٩
		°١٨٠	٨٣٣.٦٠	٣٦١.٣٢	١٥
		الإجمالي	٨٠٤.٨٢	٣٢٩..٢	٣٤
	الإجمالي	°٤٥	٧١٧.٢٤	٢٧٢.٤٤	٣٨
		°١٨٠	٨٢١.٧٤	٣٥٧.٧٢	٣٤
		الإجمالي	٧٦٦.٥٨	٣١٧.٦٧	٧٢

جدول ٥ يوضح تحليل التباين في اتجاهين Two – Way ANOVA لزمن الاستجابة لدى مجموعات البحث وفق متغيرات البحث

متغيرات البحث		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة
ذكور مع الأشكال	حالة المثير	٢٠٩٩٨٠.٩٦	١	٢٠٩٩٨٠.٩٦	١.٥٦	٠.٢١
	زاوية التدوير	٥٠٤٠.٩٠	١	٥٠٤٠.٩٠	٠..٤	٠.٨٥
	حالة المثير x زاوية التدوير	٢١٩٤٠٥.٨٩	١	٢١٩٤٠٥.٨٩	١.٦٣	٠.٢٠
إناث مع الأشكال	حالة المثير	٢٠٣٨٨٧.٨٩	١	٢٠٣٨٨٧.٨٩	١.٢٥	٠.٢٧
	زاوية التدوير	٨٨٤٠.٣٨	١	٨٨٤٠.٣٨	٠..٥	٠.٨٢
	حالة المثير x زاوية التدوير	٨٦٦٨..٦	١	٨٦٦٨..٦	٠..٥	٠.٨٢
ذكور مع الحروف والأرقام	حالة المثير	١٠٨٣٧٤.٢٢	١	١٠٨٣٧٤.٢٢	٠.٧٧	٠.٣٨
	زاوية التدوير	١٦٢٩٧.١٠	١	١٦٢٩٧.١٠	٠.١٢	٠.٧٣
	حالة المثير x زاوية	٤٩٤٥٢.٣٩	١	٤٩٤٥٢.٣٩	٠.٣٥	٠.٥٦

متغيرات البحث		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة
	التدوير					
إناث مع الحروف والأرقام	حالة المثير	٢٠٨١٣١.١٩	١	٢٠٨١٣١.١٩	١.٩٥	٠.١٧
	زاوية التدوير	١٩٢٠١٥.٧٩	١	١٩٢٠١٥.٧٩	١.٨٠	٠.١٨
	حالة المثير x زاوية التدوير	٢١٠١٨٥.٢١	١	٢١٠١٨٥.٢١	١.٩٧	٠.١٦

يشير جدول السابق رقم (٤) إلى ما يلي:

- عدم وجود أي فروق دالة في سرعة التدوير العقلي لدى كل من الذكور والإناث سواء في حالة تدوير الحروف والأرقام أو تدوير الأشكال، رغم اختلاف زاوية التدوير أو حالة تقديم المثير (قياسي عادي أو مرآوي معكوس).

ب) دقة الاستجابة في مهمة التدوير العقلي:

جدول ٦ يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لدقة الاستجابة لدى مجموعات البحث وفق متغيرات البحث

متغيرات البحث			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	ن
ذكور مع الأشكال	صورة قياسية	°٤٥	٢.٩٤	١.٢١	١٨
		°١٨٠	٢.٥٠	١.٣٨	١٨
		الإجمالي	٢.٧٢	١.٣٠	٣٦
	صورة مرآوية	°٤٥	٢.٠٠	١.٢٤	١٨
		°١٨٠	١.٥٦	٠.٩٨	١٨
		الإجمالي	١.٧٨	١.١٢	٣٦
	الإجمالي	°٤٥	٢.٤٧	١.٣٠	٣٦
		°١٨٠	٢.٠٣	١.٢٨	٣٦

		الإجمالي	٢.٢٥	١.٣٠	٧٢
إناث مع الأشكال	صورة قياسية	°٤٥	٣.٥٥	١.٤٣	٢٠
		°١٨٠	٣.٤٠	١.١٠	٢٠
		الإجمالي	٣.٤٨	١.٢٦	٤٠
	صورة مرآوية	°٤٥	١.٧٠	١.٣٨	٢٠
		°١٨٠	١.٢٠	١.٣٦	٢٠
		الإجمالي	١.٤٥	١.٣٨	٤٠
	الإجمالي	°٤٥	٢.٦٣	١.٦٧	٤٠
		°١٨٠	٢.٣٠	١.٦٥	٤٠
		الإجمالي	٢.٤٦	١.٦٦	٨٠
ذكور مع الحروف والأرقام	صورة قياسية	°٤٥	٦.٧٨	٢.٢٦	١٨
		°١٨٠	٤.٥٠	٢.٨٥	١٨
		الإجمالي	٥.٦٤	٢.٧٩	٣٦
	صورة مرآوية	°٤٥	٤.٧٨	٢.٦٩	١٨
		°١٨٠	٥.١١	٢.٦٣	١٨
		الإجمالي	٤.٩٤	٢.٦٣	٣٦
	الإجمالي	°٤٥	٥.٧٨	٢.٦٥	٣٦
		°١٨٠	٤.٨١	٢.٧٢	٣٦
		الإجمالي	٥.٢٩	٢.٧١	٧٢
إناث مع الحروف والأرقام	صورة قياسية	°٤٥	٧.٦٠	٢.٤٤	٢٠
		°١٨٠	٥.٩٠	٢.٨٨	٢٠
		الإجمالي	٦.٧٥	٢.٧٧	٤٠
	صورة مرآوية	°٤٥	٤.٧٠	٢.٩٤	٢٠
		°١٨٠	٣.٢٠	٢.٥٠	٢٠

		الإجمالي	٣.٩٥	٢.٨٠	٤٠
	الإجمالي	°٤٥	٦.١٥	٣.٠٤	٤٠
		°١٨٠	٤.٥٥	٣.٠٠	٤٠
		الإجمالي	٥.٣٥	٣.١١	٨٠

جدول ٧ يوضح تحليل التباين في اتجاهين Two – Way ANOVA لدقة الاستجابة لدى مجموعات البحث وفق متغيرات البحث

متغيرات البحث		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة
ذكور أشكال	حالة المثير	١٦.٠٦	١	١٦.٠٦	١٠.٩٣	٠.٠٠
	زاوية التدوير	٣.٥٦	١	٣.٥٦	٢.٤٢	٠.١٢
	حالة المثير x زاوية التدوير	٠.٠٠	١	٠.٠٠	٠.٠٠	١.٠٠
إناث أشكال	حالة المثير	٨٢.٠١	١	٨٢.٠١	٤٦.٨١	٠.٠٠
	زاوية التدوير	٢.١١	١	٢.١١	١.٢١	٠.٢٨
	حالة المثير x زاوية التدوير	٠.٦١	١	٠.٦١	٠.٣٥	٠.٥٦
ذكور حروف وأرقام	حالة المثير	٨.٦٨	١	٨.٦٨	١.٢٧	٠.٢٦
	زاوية التدوير	١٧.٠١	١	١٧.٠١	٢.٤٨	٠.١٢
	حالة المثير x زاوية التدوير	٣٠.٦٨	١	٣٠.٦٨	٤.٤٧	٠.٠٤
إناث حروف وأرقام	حالة المثير	١٥٦.٨٠	١	١٥٦.٨٠	٢١.٥١	٠.٠٠
	زاوية التدوير	٥١.٢٠	١	٥١.٢٠	٧.٠٢	٠.٠١
	حالة المثير x زاوية	٠.٢٠	١	٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٨٧

متغيرات البحث		مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة
	التدوير					

يشير الجدول السابق رقم (٦) إلى ما يلي:

- وجود فروق دالة في دقة التدوير العقلي بين تدوير المثيرات القياسية العادية والمثيرات المرآوية المعكوسة، وذلك لدى كل من الذكور والإناث في حالة تدوير الأشكال، وعند الإناث في حالة تدوير الحروف والأرقام، حيث كان التدوير في حالة الصورة العادية أكثر دقة من التدوير في حالة الصورة المرآوية.
- وجود فروق دالة في دقة التدوير العقلي بين دقة تدوير المثيرات التي كانت بزاوية (٤٥°) مقارنة بتلك التي كانت بزاوية (١٨٠°)، وذلك لدى الإناث في حالة تدوير الحروف والأرقام.
- وجود دلالة للتفاعل بين حالة المثير وزاوية التدوير عند مجموعة الذكور أثناء تدوير الحروف والأرقام، حيث برزت الفروق الدالة بشكل أكبر في دقة التدوير للحروف والأرقام عند الذكور في حالة تدوير المثيرات القياسية مقارنة بتدوير المثيرات المعكوسة.
- لم تكن هناك أي فروق دالة أخرى في أي ظروف تجريبية أخرى.

مناقشة النتائج:

سعى البحث الحالي إلى الإجابة على السؤال المتعلق بالتأثير المعدّل لكل من الجنس (نوع المشاركين) ونوع المثير على التأثير الذي يحدثه كل من زاوية التدوير وحالة المثير في كفاءة عملية التدوير العقلي. وقد كشفت نتائج البحث الحالي عن تحقق جزئي لفروض البحث المتعلقة بهذا التأثير المعدل لمتغيري الجنس ونوع المثير. حيث أشارت النتائج الخاصة بزمن الاستجابة لمهمة التدوير العقلي إلى عدم وجود أي تغير في تأثيرات كل من حالة المثير أو زاوية التدوير على سرعة التدوير العقلي باختلاف الجنس أو نوع المثير.

أما النتائج المتعلقة بدقة الاستجابة فتشير إلى وجود تأثيرات دالة عند الذكور والإناث، في حالة الأشكال وفي حالة الحروف والأرقام، إلا أن بعض النتائج لم تكن دالة في

حالة تدوير الأشكال مقارنة بتدوير الحروف والأرقام، سواء عند الذكور أو الإناث. فقد كشفت النتائج الخاصة بدقة الاستجابة لمهمة التدوير العقلي عن وجود تأثيرات دالة لاختلاف حالة المثير (قياسي-مرآوي) عند تدوير الأشكال لدى كل من الذكور والإناث، وعند تدوير الحروف والأرقام عند الإناث فقط.

حيث كشفت النتائج عن أن تدوير الأشكال لدى كل من الذكور والإناث في حالة الصورة القياسية أكثر دقة من تدويرها في حالة الصورة المرآوية. أما تدوير الحروف والأرقام، فقد كان التدوير أكثر دقة في حالة الصورة القياسية مقرانة بالصورة المرآوية، كما كان أكثر دقة في حالة زاوية التدوير الأقل (٤٥°) وذلك عند الإناث فقط دون الذكور.

في حين ظهر التفاعل بين زاوية التدوير ونوع المثير في حالة تدوير الحروف والأرقام عند الذكور فقط، حيث زادت دقة التدوير العقلي للحروف والأرقام عند عرضها بزاوية أقل في حالة الصورة القياسية، بينما حدث عكس ذلك في حالة الصورة المرآوية، حيث زادت دقة التدوير عند عرض الحروف والأرقام بزاوية أكبر (١٨٠°).

من النتائج السابقة يتضح لنا أن متغيري الجنس أو نوع المثير لم يغيرا من تأثير متغيرات الدراسة المسقلة (زاوية التدوير أو حالة المثير) في سرعة عملية التدوير العقلي، في حين أنه حدث تغير في تأثيرات المتغيرات المستقلة على دقة التدوير العقلي.

ورغم هذه النتائج الدالة وغير الدالة، إلى أننا نود التأكيد على أن هذا البحث لا يهدف بشكل رئيس إلى الكشف عن تأثير زاوية التدوير أو حالة المثير على كفاءة عملية التدوير، بل إن الهدف هو معرفة التأثير المعدل لمتغير الجنس ونوع المثير على ما تحدثه زاوية التدوير أو حالة المثير من تأثيرات في عملية التدوير العقلي، وإن كان عدم العثور على فروق جوهرية بين الجنسين فيما يتعلق بسرعة التدوير سواء أكان ذلك في حالة تدوير المثيرات المقروءة (الحروف والأرقام) أو المثيرات غير المقروءة (الأشكال)، قد عزته إحدى الدراسات إلى التفسير بأن الذكور والإناث ذوي معدل الذكاء المنخفض والمرتفع متطابقين في مستوى القدرات اللفظية والعددية والمكانية البصرية (Neubauer et al., 2002).

وبشكل عام تتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة تشين وزملائه (Chen, et al., 2014) ودراسة باشك وزملائه (Paschke, et al., 2012) اللتان أشارتا إلى أن

الاستجابة كانت أسرع في حالة المثيرات العادية، مقارنة بالمثيرات المرآوية حتى ولو كانت المثيرات العادية (الوضعية القياسية) ذات مطلب معرفي مرتفع، وأن زمن الاستجابة ودقتها أفضل كلما اقتربت زاوية التدوير من الصفر.

ويبدو من النتائج أن تدوير الأشكال يختلف نوعا ما عن تدوير الحروف، وهو ما يتسق مع نتائج دراسة خوشبه وهيجرتي (Khooshabeh & Hegarty, 2010) التي أشارت إلى أن الأفراد الذين يتمتعون بقدرة تدوير جيدة لا يقومون بعملية تمثيل للون أثناء التدوير العقلي ويقومون بتدوير الأشكال الكاملة، بينما من لديهم قدرة ضعيفة على التدوير يقومون بعملية تمثيل للون وتدوير القطع الفردية للشكل باستخدام استراتيجيات التجزئة. وهو ما يشير إلى أن استراتيجيات معالجة المعلومات المختلفة قد تكون أحد أسباب الاختلافات الفردية في الأداء على مهام التدوير العقلي. كما تتسق نتائج الدراسة مع ما أشارت إليه نتائج دراسة (Rusiak et al., 2007) التي أجريت للمقارنة بين العاديين ومن لديهم عسر القراءة Dyslexia في التدوير العقلي للحروف والأشكال. حيث وجد أن زمن الاستجابة الإجمالي كان متساويا عند تدوير الأشكال في كلتا المجموعتين، بينما كان أبطأ في حالة عسر القراءة بالنسبة للحروف، وتم تفسير النتائج على أنها دعم لمفهوم عسر القراءة التنموي كعجز في التنسيق الوظيفي بين تمثيلات الحروف التخطيطية (البصرية) والصوتية.

ويمكن من خلال النتائج الحالية تعزيز النتائج السابقة القائلة بأن الرجال والنساء يختلفون في القدرات المكانية، وخاصة تلك القدرات التي تنطوي على التدوير العقلي. خاصة وأن أحد التفسيرات تشير إلى احتمالية أن تكون المعرفة السابقة بالفيزياء هي العامل الأكثر أهمية فيما يتعلق بالأداء. فأولئك الذين يعرفون مبدأ الأفقية قبل المشاركة في التجربة ربما كانوا أكثر احتمالية لحل المهمة بشكل صحيح من أولئك الذين لا يعرفون المهمة (Curley, 2001). فقد كان واضحا وجود فروق بين الطلاب والطالبات في ظروف التدوير العقلي، كما كان واضحا اختلاف تأثير زاوية التدوير أو حالة المثير على كفاءة عملية التدوير العقلي عند الذكور مقارنة بالإناث. وهو ما يتسق مع نتائج الدراسات السابقة، كدراسة ريهي وكويسربول (Rahe & Quaiser-Pohl, 2021) التي أشارت إلى وجود فروق بين الجنسين في الأداء على مهام التدوير العقلي، وأن التدوير العقلي كان بمثابة متغير معدل للاختلافات بين الجنسين في

القلق من الرياضيات، ودراسة يانسن وهيل (Jansen & Heil, 2010) التي وجدا فيها تفوق أداء الرجال على النساء في التدوير العقلي، وكذلك دراسة رحمن وويلسون (Rahman & Wilson, 2003) التي أشارت إلى وجود تأثير دال للجنس.

ومع أن دراسة فلاهيرتي (Flaherty, 2005) أوضحت تفوق الذكور على الإناث في اختبار التدوير العقلي؛ فإن نتيجتها المتعلقة بوجود فروق بين مجموعات العينة وفقا لجنسية المشاركين، قد فتحت الباب للحديث حول تأثير الثقافة والجنسية على القدرة المكانية، وهو ما أشار إليه سابقا ريتشاردسون (Richardson, 1994) من انخفاض أو تلاشي الفروق بين الجنسين في بعض جوانب التدوير العقلي من خلال الخبرة التعليمية.

وهو ما أكدته نتائج دراسة مويي (Moè, 2009) حين وجدت أن أداء السيدات تحسن بسبب التعليمات الإيجابية حول الجنس، في حين تأثر أداء الرجال سلبيا بالتعليمات المتعلقة بصعوبة المهمة، لدرجة اختفاء الفروق بين الجنسين بسبب تحسن أداء السيدات عندما أشارت تعليمات التجربة لهن بأنهن أفضل من الرجال. حتى أن دراسة يانج (Yang, 2015) أشارت إلى أن السيدات أفضل من الرجال في التعرف على الأشكال التي تم تدويرها نحو العمق. وتميل مثل هذه النتائج إلى تفضيل تلك التفسيرات الاجتماعية والثقافية للاختلافات بين الجنسين في التدوير العقلي بدلاً من التفسيرات البيولوجية.

ويرى بعض الباحثين (Kerkman, et al., 2000; Hegarty & Waller, 2004; Toth, et al., 2017) أن أحد عوامل الأداء المهمة في عملية التدوير هو الاستراتيجية المعتمدة لإكمال مهمة التدوير العقلي، حيث يرون أن الإناث يستخدمن استراتيجية أكثر حذراً مقارنة بالرجال، لا سيما عند تحديد ما إذا كانت الصور المرآوية تتطابق مع الصورة القياسية أم لا. في حين أن الذكور يميلون إلى الاعتماد على استراتيجية "القفز" حيث يتقدمون إلى المحاولة التالية بمجرد تحديدهم للصور المتطابقة.

ومن الاستراتيجيات التي يمكن إلقاء الضوء عليها في إطار الحديث عن الفروق بين الجنسين في مهام التدوير العقلي؛ هي استخدام المشاركين لاستراتيجية التحديق؛ فقد استخدم توث وكامبل (Toth & Campbell, 2019) قياس حدقة العين Pupillometry لمعرفة ما إذا كان الجهد المعرفي يختلف بين الجنسين أو يختلف في المحاولات السهلة عن

المحاولات الصعبة. لكن النتائج أظهرت عدم وجود فروق في الأداء بين الجنسين. ومع ذلك قدمت أنماط التثبيت دليلًا على أن استراتيجية التحديق كانت مرتبطة بالأداء. علاوة على ذلك، ظهرت المطالب المعرفية للمهمة في الزيادة الكبيرة في اتساع حدقة العين للمشاركين. ومثل هذه البحوث تسلط الضوء على القيمة المضافة لتتبع العين لإلقاء الضوء على الاستراتيجيات المستخدمة أثناء المهام المعرفية، كما يفتح النقاش حول طبيعة الاختلافات الجنسية في مهام التدوير العقلي. علاوة على ذلك، فإنه يشير إلى أن مقاييس النظر وقياس الحدقة قد تساعد في توضيح ما إذا كان يمكن اعتماد استراتيجيات مختلفة أثناء الاختبارات المعرفية من قبل الأفراد الذين يعانون من إعاقات معرفية، ونتيجة لذلك، يمكن استخدامها كعلامة تشخيصية بيولوجية للضعف الإدراكي.

إن نجاح وكفاءة عملية التدوير العقلي يتوقف على مدى توفر معلومات في الذاكرة طويلة المدى حول هذه المثيرات، ولقد أشار Shepard and Cooper (1982) إلى أن التدوير العقلي غير مطلوب للمثيرات المقدمة بزاوية تدوير أقل نسبيًا من الوضع المستقيم. ومن ثم فإن المنبه المألوف يمكن أن يكون مستقيماً إدراكيًا على الرغم من أنه ليس في اتجاهه الفيزيائي المستقيم أو الطبيعي، وعليه يكون التدوير العقلي مطلوبًا فقط في الاتجاهات التي لم تكن فيها المنبهات المألوفة مستقيمة إدراكيًا. حيث يرى نموذج الاستقامة الإدراكية للتعرف على المثيرات غير المعتدلة إلى أنه يتم ترميز تمثيل الذاكرة لمثير مألوف مكانيًا عن طريق تعيين "أعلى" و"أسفل" وفقا لنقاط المثير في اتجاهه الطبيعي المستقيم الموضوعي.

وهو ما أشار إليه أيضًا روك وهيمر Rock and Heimer (1957) أن تمثيلات الذاكرة للمثيرات المألوفة عادةً ما يتم ترميزها على أساس اتجاهها المستقيم الموضوعي، حيث يتم ترميز التمثيل الإدراكي للمثير بالطريقة نفسها؛ يتم تخصيص "أعلى" و"أسفل" لأعلى وأدنى نقطة من المثير. إذا كان "الجزء العلوي" و"السفلي" المخصص للتمثيل الإدراكي للمثير متسقًا مع "القمة" و"السفلية" المخصصة لتمثيل الذاكرة لهذا المثير؛ يكون المنبه مستقيماً إدراكيًا ويمكن للأفراد الحكم على ما إذا كان طبيعيًا أم لا. ومع ذلك، إذا كانت الرموز المكانية للتمثيلات الإدراكية والذاكرة غير متسقة، فإن التدوير العقلي مطلوب قبل أن يصل الشخص إلى قرار مخالف للواقع. وهذا يعني أنه من الضروري إعادة تعيين "أعلى" و"أسفل" باستمرار

للتمثيل الإدراكي حتى يتوافق الرمز المكاني للتمثيل الإدراكي مع الكود المكاني لتمثيل الذاكرة (Hock & Tromley, 1979).

لذلك، يجب أن تأخذ نظرية التدوير العقلي في الاعتبار طبيعة كل من التمثيل العقلي المستخدم والعملية العقلية المستخدمة. كما أن الفهم الأعمق لأي من التمثيل العقلي أو تلك العمليات المستخدمة في التدوير العقلي، سيؤدي بنا إلى فهم أعمق للآخر منها. فربما يكون من المستحيل تحديد طبيعة عملية التدوير العقلي دون معرفة التمثيل في التدوير العقلي. ومع ذلك، فإنه على الرغم من وفرة المعلومات حول التدوير العقلي؛ إلا أن هناك حاجة لمزيد من الدراسات حول تمثيل العمليات والتمثيل الإدراكي والتمثيل الحركي لعملية التدوير العقلي (Liesefeld, 2012).

قائمة المراجع

أولا: المراجع العربية

التل، شادية، وأبو ورده، تهاني. (٢٠١٣). فاعلية برنامج تدريبي يدوي في تنمية القدرة على التدوير العقلي. *دراسات العلوم التربوية*، م٤٠. ١٠٠٠-١٠٢١.

الشقور، وليد حامد، والتل، شادية أحمد. (٢٠١٥). تطور القدرة على التدوير العقلي لدى عينة من الطلبة الأردنيين. *دراسات العلوم التربوية*، م٤٢، ع٢، ٤٤٣-٤٦٠.

حجيرات، يوسف حسن، والتل، شادية أحمد. (٢٠١٩). القدرة على التدوير العقلي لدى الطلابة ثنائيي اللغة وأحاديها: دراسة مقارنة. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، ٢٧ (٢)، ٨٥٣-٨٧٦.

صحراوي، نادية. (٢٠١٨). التدوير العقلي الذهني للأشياء في فضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد : دراسة مقارنة بين التلاميذ ذوي الإعاقة الحركية الدماغية والتلاميذ العاديين. *مجلة الحكمة للدراسات التربوية والنفسية*، ع١٥، ٢٨٨-٢٩٩.

عبد الستار، مهند محمد. (٢٠١١). *دراسات معاصرة في علم النفس المعرفي*. دار غيداء للنشر والتوزيع.

عناد، شيماء نصيف. (٢٠١٥). تطور القدرة على التدوير العقلي لدى المراهقين من عمر (١٥-١٩) سنة. *مجلة كلية التربية بجامعة واسط*، ١٩، ٤١١-٤٤٨.

https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=110323

ثانيا: المراجع الأجنبية

Chen, H., Guo, X., Lv, Y., Sun, H. & Tong, S. (2014). Mental Rotation Process for Mirrored and Identical Stimuli: A Beta-band ERD Study. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 4948-51. doi: 10.1109/EMBC.2014.6944734.

Curley, J. B. (2001). *Effects of Gender and Position of Test Stimuli on Undergraduates' Spatial Task Performance*. Masters Theses. 1448. https://thekeep.eiu.edu/theses/1448

Das, R. (2022). *Simple Differences of Consciousness and Awareness of Mind You Need to Know Today*. https://www.lyfas.com/philosophy/simple-differences-of-consciousness-and-awareness-of-mind-you-need-to-know-today/rupam_lyfas/

Flaherty, M. (2005). Gender Differences in Mental Rotation Ability in Three Cultures: Ireland, Ecuador and Japan. *Psychologia*, 2005, 48, 31–38.

Frick, A., Daum, M. M., Walser, S. & Mast, F. W. (2009). Motor processes in children's mental rotation. *Journal of Cognition and Development, 10*:18–40

Gardony, A. L., Taylor, H. A., Brunye, T. T. (2014). What Does Physical Rotation Reveal About Mental Rotation?. *Psychological Science*, 25(2), 605–612.

Göksun, T., Goldin-Meadow, S., Newcombe, N. & Shipley, T. (213). Individual differences in mental rotation: What does gesture tell us? *Cogn Process*, *14(*2): 153–162

Hegarty, M. & Waller, D. (2004) .A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence* 32, 175–191.

Hock, H. & Hilton, T. (1979). Spatial coding and oblique discrimination by children. *Journal of experimental child*, 27, 1, 96-104

Hoyek, N., Collet, C., Fargier, P. & Guillot, A. (2012). The Use of the Vandenberg and Kuse Mental Rotation Test in Children. *Journal of Individual Differences*, 33. 62-67.

Jansen, P. & Heil, M. (2010). Gender Differences in Mental Rotation across Adulthood. *Experimental Aging Research*, 36: 1, 94 - 104.

Jansen-Osmann, P. & Heil, M. (2007). Suitable stimuli to obtain (no) gender differences in the speed of cognitive processes involved in mental rotation. *Brain and Cognition, 64*:217–227

Jansen, P., Render, A., Scheer, C. & Siebertz, M. (2020). Mental rotation with abstract and embodied objects as stimuli: evidence from event-related potential (ERP). *Exp Brain Res* 238, 525–535.

Jost P. & Jansen, L. (2022). Manual training of mental rotation performance: Visual representation of rotating figures is the main driver for improvements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 75(4) 695–711

Just, M.A., Carpenter, P. A., Maguire, M., Diwadkar, V. & McMains, S. (2001). Mental rotation of objects retrieved from memory: A functional MRI study of spatial processing. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*:493–504

Kerkman, D. D., Wise, J. C. & Harwood, E. A. (2000). Impossible "mental rotation" problems: A mismeasure of women's spatial abilities? *Learning and Individual Differences*, 12, 253–269.

Khooshabeh, P. & Hegarty, M. (2010). Representations of Shape during Mental Rotation.. *AAAI Spring Symposium - Technical Report.*

Krumina G., Liakhovetckii V., Skilters J. (2015). Impacts of fatigue on mental rotation. *The 38thEuropean Conference on Visual Perception (ECVP)*

Leone, G., Lipshits, M., Gurfinkel, V. & Berthoz, A. (1995). Is there an effect of weightlessness on mental rotation of three-dimensional objects? *Cognitive Brain Research*, 2, 255-267

Liesefeld, H.R. (2012). *The mental representation in mental rotation: its content, timing, and neuronal source.* [Doctoral Thesis, Faculties of Saarland University]. https://publikationen.sulb.unisaarland.de/bitstream/20.500.11880/23409/1/Diss_Liesefeld_SciDok.pdf

Lochhead I., Hedley N., Çöltekin, A. and Fisher, B. (2022) The Immersive Mental Rotations Test: Evaluating Spatial Ability in Virtual Reality. *Front. Virtual Real*. 3: 820237. doi: 10.3389/frvir.2022.820237

Matsakis, Y., Lipshits, M., Gurfinkel, V. & Berthoz, A. (1993). Effects of prolonged weightlessness on mental rotation of three-dimensional objects. Exp Brain Res, 94:152-162

Moè, A. (2009). Are males always better than females in mental rotation? Exploring a gender belief explanation. *Learning and Individual Differences*, 19, 1, 21-27.

Neubauer, A. C., Fink, A. & Schrausser, D. G. (2002). Intelligence and neural efficiency: The influence of task content and sex on the brain–IQ relationship. *Intelligence, 30,* 515–536.

Nuttall, J. B. (1958). The problem of spatial disorientation. *J Am Med Assoc; 166* (5): 431–8

Paschke, K., Jordan, K., Wüstenberg, T., Baudewig, J. & Müller, J. L. (2012).Mirrored or identical-is the role of visual perception underestimated in the mental rotation process of 3D-objects?: a combined fMRI-eye tracking-study. *Neuropsychologia*, 50(8):1844-51

Peters, M., Lehmann, W., Takaira, S., Takeuchi, Y. & Jordan, K. (2006). Mental rotation test performance in four cross-cultural samples (N=3367): Overall sex differences and the role of Academic Program in performance. *Cortex, 42*:1005–1014

Rahman, Q. & Wilson, G. D. (2003). Large Sexual-Orientation-Related Differences in Performance on Mental Rotation and Judgment of Line Orientation Tasks. *Neuropsychology*; 17(1):25-31.

Rahe, M., Quaiser-Pohl, C. (2021). Can (perceived) mental-rotation performance mediate gender differences in math anxiety in adolescents and young adults?. *Math Ed Res J*. https://doi.org/10.1007/s13394-021-00387-6

Richardson, T. E. (1994). Gender Differences in Mental Rotation. *Percept Mot Skills*; 78(2):435-48.

Rock, I. & Heimer, W. (1957). The Effect of Retinal and Phenomenal Orientation on the Perception of Form. *American Journal of Psychology*, 70, 493-511.

Rodán, A., Contreras, M. J., Elosúa, M. R. & Gimeno, P. (2016). Experimental But Not Sex Differences of a Mental Rotation Training Program on Adolescents. *Frontiers in Psychology. 7*, 1050. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01050

Rusiak, P., Lachmann, T., Jaskowski, P., & van Leeuwen, C. (2007). Mental Rotation of Letters and Shapes in Developmental Dyslexia. *Perception*, 36(4), 617–631. https://doi.org/10.1068/P5644

Russeler, J., Scholz, J., Jordan, K., & Quaiser-Pohl, C. (2005). Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children: *Child Neuropsychology*, 11(6) Dec 2005, 497-512.

Shepard, R. N. & Metzler, J., (1971). Mental rotation of three dimensional objects, *Science, 171*, 701-703

Shepard, R. N. & Cooper, L. A. (1982). *Mental Images and their Transformations*, MIT Press, Massachussets, London, England.

Sekiyama, K. (1983). Mental and physical movements of hands: Kinesthetic information preserved in representational systems. Japanese Psychological Research. 25, 2, 95-102

Sladky, R., Stepniczka, I., Boland, E., Tik, M., Lamm, C., Hoffmann, A., Buch, J. P., Niedermeier, D., Field, J. & Windischberger, C. (2016). Neurobiological differences in mental rotation and instrument interpretation in airline pilots. *Scientific Reports, 21*; 6:28104. DOI: 10.1038/srep28104

Takada, Y., Hisada, T., Kuwada, N., Sakai, M. & Akamatsu, T. (2009). Survey of Severe Spatial Disorientation Episodes in Japan Air Self-Defense Force Fighter Pilots Showing Increased Severity in Night Flight. *Military Medicine, 174*, 626-630

Tomasino, B. Borroni, P. Isaja, A. & Rumiati, RI. (2005). The role of the primary motor cortex in mental rotation: a TMS study. *Cognitive Neuropsychology*, *22*(3): 348-63

Toth, A. J., Campbell, M. J. (2019). Investigating sex differences, cognitive effort, strategy, and performance on a computerised version

of the mental rotations test via eye tracking. *Scientific Reports*, 9, 19430. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56041-6

Toth, A. J., Harris, L. R., Zettel, J. & Bent, L. R. (2017) .Vision can recalibrate the vestibular reafference signal used to re-establish postural equilibrium following a platform perturbation. *Experimental brain research*, 235, 407–414.

Verde, P., Piccardi, L., Bianchini, F., Trivelloni, P., Guariglia, C. & Tomao, E. (2013). Gender effects on mental rotation in pilots vs. nonpilots. *Aviat Space Environ Med*, *84*(7): 726-9

Wiedenbauer, G., Juliane Schmid, J. & Jansen-Osmann, P. (2007). Manual Training of Mental Rotation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19 (1), 17-36

Yang, J. (2015). Gender difference in 3D face recognition. *The 38thEuropean Conference on Visual Perception (ECVP)*. Liverpool, UK.

The Effect of Rotation Angle and Stimulus State on Mental Rotation Process Efficiency among Male and Female in Terms of Stimulus Variety

Said Ramadan Khodier
Assistant Professor of Experimental Psychology
Department of Psychology - Faculty of Arts - Beni Suef University

Abstract:

Many studies have tended to reveal the effect of the rotation angle, the type of stimulus or even sex differences in mental rotation. However, the current research aimed to reveal the modified effect of sex differences on the relationship between the rotation angle and the state of the stimulus (identical versus mirrored) on one hand and mental rotation on the other hand. As well as the modifier effect for the type of stimulus (letters and numbers versus shapes) on the same relationship. The experiment was designed according to the Shepard-Metzler model of the mental rotation task.

The results indicated the consistency of the current results with the previous results in terms of the effect of the angle of the stimulus and its state on the accuracy of mental rotation, and the results indicated the difference in the effect of the angle of rotation and the state of the stimulus on the accuracy of mental rotation according to gender and the type of stimulus, while the results did not indicate to any significant associated with the speed of mental rotation.

Keywords: Mental Rotation- Shepard-Metzler- Rotation Angle- Response Time (RT) - Response Accuracy- Sex Differences