الواقع الممتد كبيئة تعليمة غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية

إعـــــداد

د/ مروة نبيل الاحول

مدرس المناهج وطرق تعليم الرياضيات

كلية التربية – جامعه طنطا

الواقع الممتد كبيئة تعليمة غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية

د/ مروة نبيل الاحول*

مستخلص البحث:

على الرغم من الاهتمام المتزايد بتعليم الرياضيات للطلاب ذوي الإعاقة العقلية، الا ان الدراسات اوصت بضرورة تنمية المهارات المكانية وربطها بتعليم الهندسة، وهدف البحث الحالي توظيف الواقع الممتد كبيئة تعليمة غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية، وتكونت عينة البحث من الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية والاعداد المهني وتتروح أعمارهم بين (١٤–١٨) سنة وهم مصنفين حسب مقياس الذكاء بنسبة (٥٠–٧٠)، وقد كانت نسب الذكاء للفئة التي تم اختيارها تراوحت بين (٥٧–٦٧)، وقد كان عددهم (١٣) طالبا، واستخدام البحث اختبار لقياس المهارات المكانية، واختبار لأداء الرسم الهندسي، واعتمد على المنهج التجريبي وذلك لملاءمته لطبيعة، وبواسطة التصميم شبة التجريبي. وتوصلت النتائج الى وجود فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار المهارات المكانية – واختبار أداء الرسم الهندسي في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي، وللتحقق من بقاء اثراء لبرنامج تم اجراء قياس تتبعي بعد فترة زمنية قدرها (١٨) يوما. ويوصى بضرورة أنشاء معامل مجهزة بتقنيات الواقع الممتد للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم تزيد من قدرتهم على الاستكشاف وتعلم العلوم والرياضيات.

كلمات مفتاحية: الواقع الممتد –أنشطة الدوران العقلي –المهارات المكانية –الرسم الهندسي– الرياضيات–المعاقين عقلياً.

* **د/ مروة نبيل الاحول:** مدرس المناهج وطرق تعليم الرياضيات– كلية التربية – جامعه طنطا.

Extended Reality as an Immersive Learning Environment Based on Mental Rotation Activities to Enhance Spatial Skills and Students' Performance in Geometry Drawing For students in educable mentally handicapped in prep School

Abstract:

Despite the growing interest in teaching mathematics to students with mental disabilities, studies have recommended the need to develop spatial skills and link them to geometry education. Middle school, the aim of the current research is to employ Extended Reality as an immersive learning environment based on Mental Rotation activities to enhance spatial skills and students' performance in geometry drawing for Educable Mentally Handicapped Students in middle. In addition, their ages range between (14-18) years, they are classified according to the IQ scale by (50-70), and the IQ ratios for the chosen category ranged between (57-70). 67). and their number was (13) students and the research used a test to measure spatial skills, and a test for the performance of geometry. The results revealed that there were statistically significant differences between the average grades of students of the experimental group on the spatial skills test - and the geometry test in measurement and dimensional measurement in favor of dimensional measurement. . It is recommended that laboratories equipped with extended reality technologies for Educable Mentally Handicapped Students increase their ability to explore and learn science and mathematics.

Key words: Extended Reality - Mental Rotation - Spatial Skills - Geometry - Mathematics - Mentally Handicapped.

مقدمة:

الرياضيات هي إحدى المواد التي يجب أن يدرسها الطلاب في كل مستوى تعليمي سوء اكان طلاب عادين او من هم لديهم صعوبات تعليمية، ولا يتم تعلم الرياضيات في الفصل فقط، ولكن الرياضيات قريبة من أنشطة الحياة اليومية، والهندسة هي أحد الفروع المهمة في الرياضيات وترتبط ارتباطًا وثيقًا بالحياة اليومية، وإنها المفتاح لفهم الطبيعة بكل أشكالها في العالم، وتعمل الهندسة على جسر الأحداث اليومية والمفاهيم الرياضية بحيث يكون للهندسة دور مهم جدًا في دراسة الرياضيات.

وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد بتعليم الرياضيات للطلاب ذوي الإعاقة العقلية، فقد اهتمت الدراسات بضرره التركيز على اكتساب المهارات الرياضية لهولاء الطلاب وبما يتناسب مع تطور العلم وطبيعته ومع خصائص المتعلمين وقدرتهم (Park, Bouck, & Josol, 2020)، واكتساب المهارات يعد أمرًا ضروريًا في العديد من جوانب الحياة اليومية، لتعليم الطلاب الذين يعانون من إعاقات، ويجب أن ترتبط المهارات بالبيئة المادية وتتناسب معهم (Saunders, Spooner, & Ley Davis, 2018,53)*. وتعد الهندسة هي إحدى الطرق الأساسية التي تسخدم لفهم وشرح البيئة المادية عن طريق قياس الطول ومساحة السطح والحجم، ويتعلم الطلاب ويستخدمون الأشكال لتعلم الهندسة، وتتطور من خلال مستويات قوية متزايدة من التفكير في الأشكال، إلي الاستدلال المكاني يكمل المعرفة الهندسية، حيث يعد الاستدلال المكاني عملية تكوين للأفكار من خلال العلاقات المكانية بين الأشياء. أو إنه شكل من أشكال النشاط العقلي الذي يسمح للشخص بعمل أشكال مكانية والتلاعب بها في حل المشكلات العملية والنظرية للطلاب العادين والقابلين للتعلم. (Hertanti, Retnawati, & Wutsqa, 2019)

ولطالما اعتبرت الهندسة أحد أهم أشكال المعرفة الرياضية في المدرسة، وعلى الرغم من تضمين الهندسة في جميع مناهج الرياضيات في العالم، لكن تشير التقييمات الدولية إلى أن العديد من الطلاب يواجهون صعوبات في تعلم الهندسة خصوصا الطلاب الذين يعانون من إعاقات تعليمية، ويكون لديهم قصور غير اللفظي الذي يمثل صعوبة معالجة المعلومات المرئية المكانية أو أنواع أخرى من المعلومات غير اللفظية في تعلم الهندسة، وبالرغم من استخدام معايير مختلفة لتشخيص الطلاب الذين يعانون من إعاقات تعليمية، إلا أنه يوجد

* اعتمد البحث في التوثيق على النسخة السابعة من نظام توثيق المراجع APA في كتابة المراجع باللغة الإنجليزية، والجداول، والأشكال.

اتفاق على أن الأعراض الرئيسية هي وجود تباين بين الذكاء اللفظي وغير اللفظي، البصري المكاني والحركي وضعف التنسيق، وصعوبات المدرسة، ولا سيما في مجال الرياضيات (Mammarella, Giofre, Ferrara, & Cornoldi, 2013).

حيث يتكون التفكير المكاني من عدة أنواع، بما في ذلك بناء ومعالجة كائنات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، وإدراك الأشياء من وجهات نظر مختلفة، واستخدام الصور والمخططات والرسومات والنماذج أو غيرها من الأشياء الملموسة لاستكشاف والتحقيق وفهم المفاهيم المجردة مثل الصيغ الجبرية أو نماذج العالم المادي، وتعد الهندسة مثال ملموس على التفكير المكاني في الرياضيات، ومعظم مهارات البحث عن الأشياء المطلوبة في الرياضيات العليا هي مهارات مكانية، ومن المعروف أن المهارات المكانية تنبئ بتحصيل الرياضيات في جميع مستويات الصف (Kinach ,2012)، ويعد الانتقال في تعليم الرياضيات في الصفوف المبكرة أمرًا أساسيًا، ويتطلب تحديد الأدوار والقواعد والتوقعات فيما يتعلق بكيفية التحدث عن الأفكار الرياضية؛ وإنشاء مجتمع الفصل الدراسي الذي يشجع المشاركة والاستماع النشط وأصوات الطلاب ووجهات النظر المتعددة (Pourdavood, McCarthy, & McCafferty, 2020, 241)

والرياضيات ترتبط بالمهارات المكانية وهي شيء مهم في أنشطة الطلاب اليومية، مما تساهم في أداء الرياضيات للتحكم في القدرات اللفظية والبصرية والحركية للقدرات الشخصية، ولها دعم كبير لتطوير الإدراك وبناء المفهوم لتحسين التعلم الرياضي، ويمكن أن يكون إشراك القدرات البصرية المكانية في الرياضيات أكبر في الهندسة منه في الحساب، ويمكن التأكيد عليه في حالة الطلاب ذوي الاعاقات العقلية القابلين للتعلم، حيث تتطلب الهندسة بالتعريف معالجة المعلومات المكانية للأنماط ثنائية وثلاثية الأبعاد (Aydin & Ubuz, 2010).

وتشير المهارات المكانية إلى تصور الأشياء من اتجاهات مختلفة، وأداء الدوران العقلي وتصور ترتيب الأشياء في الفضاء ثلاثي الأبعاد (Sutton, &Williams, 2007)، للمهارات المكانية والتي تتم بتحديد أحد المكونات الهامة للتمثيل الداخلي الذي يمثل النشاط العقلي الي يقوم شخص لتفسير الفكرة، وتشتمل عملية التمثيل الداخلي على عملية التحول التي يتم فيها الدوران العقلي، وهنا يشير الدوران العقلي إلى القدرة على الاحتفاظ ذهنيًا بشيء ما وتدويره بسرعة وبدقة لشكل ثنائي أو ثلاثي الأبعاد (Moe, 2009). والدوران العقلي له دور في المهارات المكانية، ويعد الدوران العقلي جانبًا مهمًا من جوانب التصور المكاني، وهو ضروري لفهم مفاهيم الهندسة مثل تصور المواد ثلاثية الأبعاد، ويرتبط بأداء مهام الدوران العقلي للطلاب (Bruce, &Hawes, 2015)، ويمثل تحدياً لأن الدوران العقلي يتطلب من المتعلمين

عمل استنتاجات مكانية حول وجهات النظر المخفية للكائن، وأداء مهام مثل التدوير وعكس تصور الاتجاهات المختلفة للكائن في الفضاء ثلاثي الأبعاد عقليًا (Lutke, Nikolay, &Lange-Küttner, 2015).

واظهر عدد من الدراسات البحثية أن الأفكار البشرية ترتكز على الخبرة الحسية الحركية ضمن إطار عمل تفاعلي (Di Paolo, Buhrmann, & Barandiaran, 2017)، للسمات المجسدة للإدراك التى تعزز مفهوم النشاط العقلي، الذى ينشئ عن الممارسات الواقعية والقائمة على الفعل، ويتعلم أثناء تدفق الإجراءات الفعالة (Merleau-Ponty, & Landes, 2013). وبالتالي، تنشأ المعرفة من أنواع مختلفة من التجارب، وكلها تنشأ من جسم يعمل في العالم ومجهز بقدرات حسية مختلفة مدمجة ومرتبطة بشكل متبادل في سياق بيولوجي ونفسي وثقافي، وهي تمثل العمليات المعرفية عالية المستوى لاكتساب المعرفة الأكثر تجريدًا والتي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالبيئة، ويمكن تصور هذه العناصر (الإدراك، واكتساب المعرفة، والبيئة) على أنها أنظمة تعمل وتتغير بشكل متبادل من خلال عمليات التعلم (Cox, 2018).

ومن النقاط المهمة التي يجب أخذها في الاعتبار، عند فحص العلاقة بين الهندسة والعمليات المعرفية الأساسية، لأن الهندسة هي منطقة واسعة لها العديد من الوجوه، ويمكن أن تتضمن الكفاءة الهندسية كلاً من المفاهيم البديهية، فضلاً عن الجوانب الأكثر ارتباطًا بالتعليم (Mammarella et al.,2013). خصوصا ان الطلاب الذين يعانون من اعاقات عقلية يجدون صعوبة فهم الصور المرئية على سبيل المثال عندما يُطلب منهم نسخ شكل مثل المكعب، فإنهم ينتجون "تشوهات عميقة" فهم لا يستطيعون إدراك المكعب بدقة، والأشكال التي يتكون منها، والعلاقات بينهم، ومن ثم لا يمكنهم نسخها، ولديهم أيضًا صعوبة في تقييم المعلومات المرئية المكانية، وهذا يعني أنهم يجدون صعوبة في استيعاب العلاقات بين الأشياء التي يرونها ولديهم إحساس واضح بمكان وجودهم (Miller, 2022).

وتوجد طرق مختلفة تستهدف تدريب مهارات الطلاب ذوي الاعاقات العقلية القابلين للتعلم في تعليم الهندسة وربطها بالحياة اليومية البيئية، وتشمل الأساليب التقليدية التدريب على الأشياء المادية ومهام طي الورق، وأيضا طرق التدريب المعتمدة على الكمبيوتر مثل البرامج المعتمدة على الويب لتدريس الهندسة ثلاثية الأبعاد، ومع ذلك، في مثل هذه الأساليب، يقتصر المستخدم على التفاعل والتعامل مع الكائنات على شاشة الكمبيوتر فقط، وقد لا يكون للأشياء والأشكال الموجودة على شاشات الكمبيوتر العمق المكاني المطلوب (Sorby, 2009).

ولكن مع ظهور تقنيات وأساليب مستحدثة مثل الواقع الافتراضي والواقع المعزز مؤخرًا لتطوير القدرات المكانية لبيئات حقيقية أو خيالية يمكن للمستخدم من خلالها الدخول وتنفيذ

إجراءات قريبة من الواقعية، وفقًا لنظرية الإدراك المتجسد، فإن الظروف المادية والأفعال لها تأثير أساسي على الإدراك البشري، وتلعب التفاعلات المعقدة مع البيئة، سواء كانت حقيقية أو افتراضية، دورًا حاسمًا في التعلم، وهو ما يسمى بالبيئات الافتراضية الغامرة التي تسمح باستخدام واجهات المستخدم الطبيعية (مثل العرض المثبت على الرأس، وحركة Leap Motion، وقفازات البيانات)، مما يتيح للمستخدم التفاعل مع الوضع الافتراضي، وتنفيذ الإجراءات، والتحرك في الفضاء الافتراضي بطريقة طبيعية (Ariali & Zinn 2020).

وتوجد أنظمة جديدة ظهرات امتداداً لبيئات الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR)، هي الواقع الممتد Extended Reality (XR)، فهى تمثل محاكاة رقمية لبيئة كاملة أو لأشياء معينة في العالم الحقيقي، ويتم استخدام الواقع الممتد في مجموعة متنوعة من الإعدادات، بما في ذلك الألعاب والتصميم والهندسة والتعليم، وبالإضافة إلى ذلك، تم إدخال الواقع الممتد في مجال علم النفس والعلوم المعرفية لكل من البحوث الأساسية وكذلك لتشخيص أو علاج الاضطرابات العصبية والنفسية، بينما في سياق الواقع الممتد، يمكن التحكم في "الواقع" المحاكي ويتعلم الأشخاص بأمان كيفية التعامل مع مشاعرهم وسلوكهم، حيث يتيح الواقع الممتد أيضًا محاكاة البيئات بطريقة أخرى (Ligthart et al., 2022,144)، وقد رصدت النتائج الخاصة بالدراسات في مجال الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم والمبادئ والممارسات من تعليم الرياضيات وعلم النفس التربوي وعلم النفس المعرفي وأدب تكنولوجيا التعليم، وتمكن مثل هذة التقنيات من تحسين نتائج الهندسة للطلاب الذين يعانون من اعاقات، ولكن هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات والبحث لفهم كيفية معالجة احتياجات تعلم الهندسة للطلاب الذين يعانون من إعاقات في الرياضيات بشكل أفضل (Zhang, 2021) حيث تسمح البيئات بدمج العناصر والعمليات التحفيزية في شكل رسوم متحركة أو التحفيز أو التصميم التكيفي الموجه للمستخدم للمواد التعليمية، ويمكنها تخصيص محتوى التعلم، وتصميمها بطريقة تجعلها تتكيف مع المواد التعليمية وفقًا لاحتياجات المتعلم أو مستوى مهارته من خلال تحديد المواد ذات الصلة بالتعلم، مما تعمل على زيادة القبول وكفاءة التعلم بالإضافة إلى دافع التعلم. وهو مايسعى البحث الحالي الى التحقق منه **في تعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية.**

مشكلة البحث واسئلته:

يتم تقديم مفاهيم الهندسة والتي تتناول التحويلات ثلاثية الأبعاد مثل التدوير للطلاب في المرحلة الإعدادية. ولقد تبين أن فهم هذه المفاهيم صعب على الطلاب لأنها تتضمن مهامًا معقدة مثل تصور كائن في مساحة ثلاثية الأبعاد، وتفسير وتحليل الأشكال المختلفة وتوجيه الكائن ثلاثي الأبعاد، وإجراء تحويلات بين العروض ثنائية وثلاثية الأبعاد للكائن، ومن خلال بعض الزيارات الميدانية التي قامت بها الباحثة لبعض مدراس التربية الفكرية داخل محافظة الغربية، وقد تم الاطلاع على بعض المناهج المقرر تدريسها في الرياضيات للتلاميذ المعاقين عقليا القابلين للتعلم فقد اتضح ما يلي: فيما يتعلق باستراتيجيات التدريس المستخدمة من قبل معلمي الرياضيات وأفكارهم في تسهيل التعلم للمتعلمين الذين يعانون من اعاقات في تعلم الرياضيات وقد قامت الباحثة باجراء دراسة استكشافية تم توجيها للقائمين على التدريس والتوجية لهولاء الفئة من الطلاب واتضح:

١. أن نسبة ٩٥% من المعلمين يعتمدون على عروض مباشرة للمعارف المتضمنة بمناهج الرياضيات.
٢. أن نسبة ١٠٠% من المعلمين والقائمين على التوجية أكدو أن الطلاب المعاقين عقلياً القابلين للتعلم يواجههون حواجز محددة تتمثل في نقل المواد إلى الطلاب أكثر من تلك الموجودة في المدارس العادية.
٣. وأن ٩٦% من المعلمين والقائمين على التوجية أكدو أن الطلاب المعاقين عقلياً القابلين للتعلم يعانون من قلة وجود وسائط رقمية يمكن استخدامها مع هؤلاء الفئة من الطلاب خصوصا في تعليم الهندسة.
٤. كما أكد نسبة ٩٦% من المعلمين أن تعليمهم لمفاهيم الرياضيات يتطلب استخدام طرق متعددة الحواس لتحفيز مهارات التفكير لديهم واستخدم كائنات مألوفة لإعدادهم فى الرياضيات.
٥. أن ٩٨% من المعلمين اكدو على أن المهارات المكانية دورًا مهمًا في تعلم المفاهيم التي تتضمن التصور والتلاعب كائنات في الفضاء ثلاثي الأبعاد ويتطلب ربطها بتعليم الرسم الهندسي للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم.

ونظراً للإهتمام الذي أولته الدولة لذوي الهمم بشكل عام والمعاقين عقليا بشكل خاص، وأن تكون عملية تعلم الرياضيات والمهارات المرتبطة بها ذات قيمة ومنفعة بالنسبة لهم، وإتاحة الفرصة لهؤلاء التلاميذ لاستخدام المفاهيم والمهارات الرياضية في مواقف عملية ذات معنى، وإمدادهم بالمهارات الأساسية للمشاركة في الحياة الاجتماعية اليومية (عبد الناصر

عبدالبر، ٢٠٢١) وما أكدته دراسة (محمود إبراهيم، زينب خليل، وحسام الدين أبو الهدى، ٢٠١٩) عن وجود عجز في توفير البرامج التعليمية التفاعلية التي تساعد على تكوين الصورة الذهنية للمعاقين عقليا القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية. وفقًا لـ دراسة (Sabaruddin, Mansor, Rusmar, & Husna, 2019) يجب أن يكون تحصيل الطلاب في تعلم الرياضيات لذوى الاعاقات مدعومًا بوسائط التعلم والدعائم المصممة لتلبية احتياجات الطلاب، كما يؤكد (Ngiamsunthorn,2020) بضرورة ان يتم توفير برامج تعليمية خاصة لا سيما في الرياضيات، والتي تتضمن استراتيجيات أو طرقًا أو مناهج بالإضافة إلى نوع التعليم الذي يلبي الخدمات التعليمية لمختلف الاحتياجات الخاصة للطلاب.

وما قدمته المؤتمرات والندوات المحلية والدولية مثل المؤتمر السادس عشر للجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم ٢٠١٨، حيث طالب بضرورة الاهتمام بذوي الاحتياجات الخاصة وتوفير الوسائل التكنولوجية الضرورية لهؤلاء الفئة من الطلاب فئات المجتمع المختلفة، ووقائع المؤتمر الدولي الثاني والعشرين لـACM SIGACCESS (٢٠٢٠) تعليم الرياضيات وذوى الاحتياجات الخاصة والذى اوصي بضرورة توفير أدوات التعلم الإلكتروني والافتراضية المتطورة للرياضيات للطلاب ذوي الاعاقات العقلية. وبذلك يتضح ان هناك حاجة لمزيد من البحث والتقصي حول الطرق والاستراتيجيات التدريسية التي يمكن أن تسهم في تعزيز المهارات المكانية للتلاميذ ذوي الإعاقة العقلية لمادة الرياضيات وتعليمهم الرسم الهندسي بما يتناسب مع طبيعتهم الخاصة، وبناء عليه تولدت فكرة البحث الحالي.

تتحدد مشكلة البحث في الإجابة على السؤال الرئيس التالي: **ما فاعلية الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية؟**

ويتفرع من السؤال الرئيس السابق الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما الأنشطة التعليمية المرتبطة بالدوران العقلي في شكل الواقع الممتد لمادة الرياضيات للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية؟
٢. ما فاعلية الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية للمعاقين عقليا القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية؟
٣. ما فاعلية الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز أداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقليا القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية؟

فروض البحث:

وقد تم صياغة فروض البحث فيما يلي:

١. لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار المهارات المكانية في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.
٢. لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار المهارات المكانية ككل في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.
٣. لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي
٤. لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي ككل في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي
٥. لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار المهارات المكانية – اختبار أداء الرسم الهندسي) بين القياس البعدي وبين القياس التتبعي.

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى استقصاء فاعلية الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقليا القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية.

مصطلحات البحث:

– **بيئة الواقع الممتد الغامرة** Immersive Extended Reality Environment

ظهر الواقع الممتد في وقت لاحق بعد الواقع الافتراضي والمعزز، ويمكن تعريفها على أنها حالة يتم فيها تقديم كائنات العالم الحقيقي والعالم الافتراضي معًا، يمكن أن يتكون الواقع المختلط من فكرتين رئيسيتين: الواقع المعزز (AR) والافتراضية المعززة (AV) (Yang, Zhou & Radu, 2018).

وتعرفة الباحثة إجرائيا بأنه: بيئة غامرة تتضمن الواقع المعزز (AR) والواقع الافتراضي (VR) والواقع المختلط (MR) تتيح التفاعل بين الطلاب ذوي الاعاقات العقلية القابلين للتعلم باستخدام الأجهزة الذكية والأجهزة القابلة للارتداء تضمن مستويات الواقعية من المدخلات في

تدريس الرياضيات بمثيرات تعمل على تخيل الأشياء المكانية والهندسية بطريقة ثنائية وثلاثية الأبعاد.

الدوران العقلي Mental Rotation:

تصف قدرة الدوران الذهني القدرة على تدوير او تحويل الأشكال والأشياء ثنائية أو ثلاثية الأبعاد عقليًا من خلال التصور المكاني (Carroll, 2007)، وتعرفها الباحثة اجرائيا بانها: قدرة محددة ترتبط بمهارات مختلفة متضمنة التفكير المكاني في علاقات متبادلة.

المهارة المكانية spatial skill

عرفها لأول كون (Olkun ,2003)، بانها هي القدرة على التلاعب عقليًا بالأشياء في مساحة ثنائية أو ثلاثية الأبعاد.

وتعرفة الباحثة إجرائيا بأنه: قدرة الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم على استقبال المثيرات البصرية والتفكير فيها من ألوان وخطوط ورسوم ثنائية وثلاثية تصف التصور البصري لحركة الأشكال المسطحة وهي ثلاثة الدوران العقلي، والتوجه المكاني، والتصور البصري المكاني، ويعرف بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعد لذلك.

الرسم الهندسي في الرياضيات Geometry Drawing:

وتعرفة الباحثة إجرائيا بأنه: قدرة الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم على استخدام الطرق العلمية والعملية لرسم الاشكال الهندسية وقيامهم بتحويل الشكل ثلاثي الأبعاد إلى وجهات ثنائية الأبعاد، واستخدام ورق نقطي متساوي القياس لتحويل وجهات ثنائية الأبعاد إلي شكل ثلاثي الأبعاد، ورسم العروض العلوية والأمامية والجانبية بعد الدوران، واستخدام ورق شبكي لرسم شبكة لأشكال ثلاثية الأبعاد، ورسم اشكال ثلاثية الأبعاد بمعلومية شبكاتها وذلك باستخدام تقنية الواقع الممتد كبيئة تعليمة غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي ويعرف بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعد لذلك.

المعاقين عقليا القابلين للتعلم Learnable Mentally Handicapped

"تعرف الجمعية الأمريكية للتخلف العقلي (AAMR) الإعاقة العقلية بكونها قصور فعلي في الأداء الوظيفي الحالي، ويتضح ذلك من خلال الانخفاض الدال والواضح في الوظائف العقلية، والذي يتزامن ظهوره مع وجود قصور في توظيف المهارات الأكاديمية" (يوسف القريوتي، عبدالعزيز السرطاوي، جميل الصمادي،٢٠١٣).

وتمثل ذوي الإعاقة العقلية في البحث الحالي: بكونهم هؤلاء الطلاب القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية والاعداد المهني وقد تروح أعمارهم بين (١٤-١٨) سنة وهم مصنفين

حسب مقياس الذكاء بنسبة (٥٠–٧٠)، وقد كانت نسب الذكاء للفئة التي تم اختيارها تراوحت بين (٥٧–٦٧) وقد كان متوسط العمر الزمنى (١٦,٦١) وانحراف معياري (١,١١) وهي مجموعه تجريبه واحدة عددها (١٣) طالبا

أهمية البحث: وقد تمثلت الأهمية النظرية والتطبيقية للبحث الحالي في:

١. توظيف بيئات تكنولوجية متمثلة في الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي في تعليم الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم.
٢. تقديم معلومات بحثية مهمة عن اليات تعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم.
٣. توجيه نظر الباحثين والقائمين على التعليم إلى الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي في تعليم الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم.
٤. تقديم اختبار لقياس المهارات المكانية مما قد يفيد القائمين بالتدريس في الكشف عن مدى توافر المهارات المكانية لدي الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم.
٥. تقديم اختبار لقياس أداء الرسم الهندسي لدي الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم.

محددات البحث: وقد تمثلت المحددات للبحث فيما يلي:

١. عينة من الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية والاعداد المهني وتتروح أعمارهم بين (١٤–١٨) سنة وهم مصنفين حسب مقياس الذكاء بنسبة (٥٠–٧٠)، وقد كانت نسب الذكاء للفئة التي تم اختيارها تراوحت بين (٥٧–٦٧). وتمثلت العينة المختارة من مدارسة التربية الفكرية بشارع سعيد بطنطا بمحافظة الغربية. وتم تطبيق البحث وادواته في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢١/٢٠٢٢م.
٢. الموضوعات المرتبطة بتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي في منهج الرياضيات الخاص بطلاب المرحلة الإعدادية المعاقين عقليا في مدارس التربية الفكرية.
٣. قياس المهارات المكانية عند المهارات (الدوران العقلي، والتوجه المكاني، والتصور البصري المكاني).
٤. قياس أداء مهارات الرسم الهندسي عند المهارات (تحويل الشكل ثلاثي الأبعاد إلى وجهات ثنائية الأبعاد، استخدام ورق نفطي متساوي القياس لتحويل وجهات ثنائية الأبعاد إلي شكل ثلاثي الأبعاد، رسم العروض العلوية والأمامية والجانبية بعد الدوران، استخدام ورق شبكي لرسم شبكة لأشكال ثلاثية الأبعاد، رسم اشكال ثلاثية الأبعاد بمعلومية شبكاتها).

منهج البحث: استخدم البحث المنهج التجريبي وذلك لملاءمته لطبيعة البحث، والتصميم شبة التجريبي ذو المجموعة التجريبية بالاعتماد على القياس القبلي البعدي.

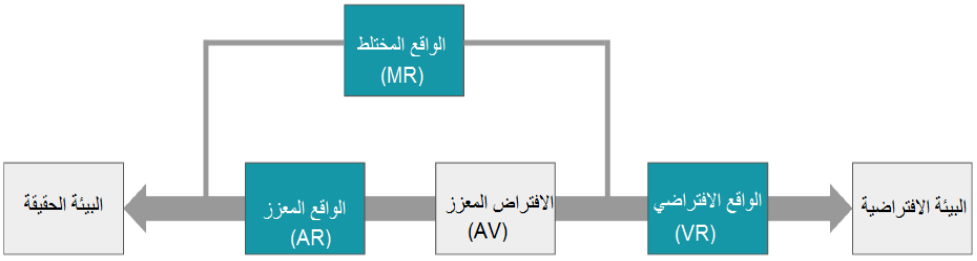
أولاً– الإطار النظري والدراسات السابقة:

المحور الأول–الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي:

١.مفهوم الواقع الممتد كبيئة غامر:

يعد الواقع الممتد امتداداً لبيئات التعلم السابقة الافتراضية والمعززة وهو من بين الظواهر التكنولوجية الرائدة في عام ٢٠٢٠. حيث انها تمثل بيئة تم إنشاؤها بواسطة تقنيات الكمبيوتر التي تسمح للمستخدم برؤية مشاهد أو أشياء واقعية، ويمكن للمستخدم رؤية هذه المشاهد أو الكائنات على الشاشة ويمكنه التفاعل معها من خلال أجهزة تحكم مختلفة، ويمكن للمستخدم تصور البيئات من خلال الأجهزة المعروفة باسم النظارات أو خوذات الواقع والتي تتصف بخصائص الانغماس التي يمكن أن تكون مصحوبة بأجهزة أخرى، مثل القفازات أو البدلات الخاصة، ويتيح الجمع بين هذه الأجهزة تجربة تفاعلية أكبر بكثير مع البيئة بالإضافة إلى زيادة الإدراك الحسي الذي يكثف الإحساس بالواقع، ودعمها باستخدام أدوات النمذجة ثلاثية الأبعاد وتقنيات التصور كجزء من عملية التصميم (Gomez -Tone et al., 2021).

واستخدام الواقع الممتد كمصطلح شامل لتمثيل جميع تقنيات الواقع بوساطة الكمبيوتر التي تدمج العالمين المادي والافتراضي للحصول على تجربة محسّنة ومن المهم التمييز بين الأنواع المختلفة لأنظمة الواقع الممتد. والنهج المعتمد هو استمرارية الواقع الافتراضي في حين أن بيئة العالم الحقيقي والبيئة الافتراضية موجودة في كل طرف كما هو موضح في الشكل (١)، مع زيادة مقدار الافتراضية من اليسار إلى اليمين، يأتي الواقع المعزز (AR) والواقع المختلط (MR) والواقع الافتراضي (VR) (Gong et al, 2021).



شكل (١) العلاقة بين التقنيات الممتدة والبيئة الغامرة

يشير الواقع الافتراضي (VR) إلى واقع محاكاة كامل تم إنشاؤه باستخدام أنظمة الكمبيوتر والتنسيقات الرقمية لإنشاء تجربة غامرة واقعية، ويمكن تعريفه على أنه "أجهزة وأنظمة برمجية تسعى إلى إتقان وهم شامل وحسي للوجود داخل بيئة أخرى" (Radianti et al., 2020)، وهو تقنية تمتلك ثلاث خصائص رئيسية: منظور الشخص الأول ضمن السيناريو، التفاعل في الوقت الفعلي مع بيئة افتراضية، المستخدم محاط تمامًا بالبيئة الافتراضية (Logeswaran, et al., 2021).

تم تعريف الواقع المعزز (AR): بانه تراكب المحتويات الرقمية مثل المعلومات والأشياء في العالم الحقيقي، وعادةً ما تقوم تقنيات الواقع المعزز بوضع العناصر الاصطناعية مثل الكائنات ثلاثية الأبعاد أو محتويات الوسائط المتعددة أو المعلومات النصية فوق صور العالم الواقعي (Hsieh & Koong, 2011). من وجهة نظر **الخبرة** التي يوفرها للمستخدمين، يمكن للواقع المعزز أن يوفر للمستخدمين تجارب غامرة بوساطة التكنولوجيا حيث يتم فيها مزج العوالم الحقيقية والافتراضية، حيث "يتم تراكب سياق العالم الحقيقي ديناميكيًا مع موقع متماسك أو معلومات افتراضية حساسة للسياق"، ومن وجهة نظر **التكنولوجيا**، عرّف الواقع المعزز كشكل من أشكال الواقع الافتراضي حيث تكون شاشة العرض المثبتة على الرأس شفافة، مما يتيح رؤية واضحة للعالم الحقيقي. من وجهة نظر **الميزات التي يدعمها**، عرف أزوما (Azuma, 1997) الواقع المعزز على أنه نظام يفي بثلاث ميزات أساسية: مزيج من العالمين الحقيقي والافتراضي، والتفاعل في الوقت الفعلي والتسجيل الدقيق ثلاثي الأبعاد للأشياء الافتراضية والحقيقية.

اما مصطلح الواقع الممتد Extended reality هو مصطلح شامل يتضمن كل من البيئات السابقة الواقع الافتراضي (VR)، وبيئات الواقع المعزز (AR)، ونتيجة للدمج والاستفادة منهما ظهر ما يطلق علية الواقع المختلط (MR) وهو تكامل سلس لكل من البيئات الافتراضية والرقمية التي يمكن التفاعل معها (Logeswaran, et al., 2021)، ويمكن الاشارة إليه أيضا بالواقع الممتد/ المختلط/ الهجين، حيث يجمع بين أفضل المميزات من الواقع الافتراضي والمعزز، وهنا لا تندمج الكائنات الافتراضية فقط في العالم الحقيقي ولكن يمكنك التفاعل معها، ويظل المستخدم في بيئة عالمه الحقيقي التي تمثل بيئة غامرة بالمحتوى الرقمي، يمكن للمتعلمين التفاعل مع هذه الكائنات الافتراضية (Taylor et al .,2022).

والواقع الممتد هو مصطلح تمت صياغته مؤخرًا على إنه يشمل التقنيات الغامرة التي "توسع" الواقع الذي نختبره، وإخراج الخيال من أذهاننا إلى العالم وإعطائه شكله وحجمه، ويغطي سلسلة الواقعية . الافتراضية الواقع الافتراضي من جهة والواقع المعزز مع وقوع الواقع

المختلط في المنتصف، والغرض الرئيسي من الواقع الممتد هو توسيع الخبرات البشرية، وخاصة تعدد الحواس واكتساب الإدراك (Lokesha, Banumathi, &Bhagya, 2020)، وتوجد إمكانات كبيرة لهذه البيئات لتغيير طريقة عملنا والتعاون وإنشاء المشاريع (Guo, 2015)، والواقع الممتد أكثر سهولة في الوصول إليه ومجدي اقتصاديًا ويستخدم الآن في الحياة اليومية خاصة في قطاع التعليم (Quint, Sebastian, &Gorecky, 2015)، ويمكن الاعتماد على مثل هذه التقنيات لعدد من الاستخدامات، مثل التعاون والتدريب والتعليم . (Scholz &Smith, 2016)

٢. الاتجاهات التربوية لبيئات الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة

قد تم إيلاء الكثير من الاهتمام لاستخدام تقنية الواقع الممتد (XR) في المؤسسات التعليمية نظرًا لمرونتها وفعاليتها وجاذبيتها لكنها مازالت في طور البدايات للتطبيق. وهناك فوائد تعليمية للواقع الافتراضي والواقع المعزز وهي (Edutrends, 2018):

١- يمكن لهذه الأنظمة أن تحفز الانتباه أكثر لأنها ترسل المزيد من المدخلات الحسية، ولكن يمكن أن تؤدي أيضًا إلى تحذير من أن التحفيز المفرط يمكن أن يؤدي إلى زيادة الحمل وتقليل الانتباه.

٢- يبدو أن للبيئات الغامرة تأثيرات إيجابية للتذكر طويل المدى للمواد المكتسبة نظرًا لأنها تسمح للمتعلم أن يعيش التجربة في السياق، مما قد يؤدي إلى حفظ أفضل للمواد المستفادة.

٣- وتيرة التعلم الفعالة والتي يمكن للمتعلم تعديل وتيرة التعلم وفقا لقدرته نظرا لتمكنه من تكرار المشهد.

٤- تتيح البيئات الغامرة للمتعلمين العيش في عمليات المحاكاة بحيث يمكن للمتعلمين المشاركة في تجربة التعلم بدلاً من الاستماع أو مشاهدة المحتوى النظري.

٥- لها تأثير إيجابي على تحفيز أداء المتعلمين.

٦- تقدم إمكانية تخصيص تجربة التعلم من قبل المتعلم بحيث يمكن للمتعلم ضبط الأنشطة والأداء وصعوبة تجربة التعلم.

كما ان هذه البيئات الغامرة تسمح للمتعلمين بتجربة محاكاة واقعية، ويمكن إنشاء سيناريوهات التعلم بناءً على استراتيجيات التعلم القائمة على التجربة؛ وباستخدام مزايا الاتصال اللاسلكي بالإنترنت في أي مكان في العالم، ويمكن للمتعلمين أن يقرروا متى وأينما يريدون أو يحتاجون إلى التدريب؛ وبدلاً من تجربة التعلم دون وجود مراقب خبير وردود الفعل، يُقترح

التعلم المدمج المدعوم بحضور وتوجيه فوري من مراقب أو معلم خبير، وباستخدام أدوات تطوير سهلة الاستخدام، يمكن للمتعلمين تصميم وإنشاء تجارب التعلم الخاصة بهم Balkaya (&Catak 2016, 28). **ومن آليات تقنيات الواقع الممتد في التعليم** (Alnagrat, Ismail & Idrus, 2021):

١. استخدم التصور ثلاثي الأبعاد للتدريس بطريقة أوضح أو أكثر جاذبية من الناحية المرئية.
٢. ربط العالم المادي والافتراضي لدعم المتعلمين في التعلم بالممارسة.
٣. زيادة العناصر المادية لتوفير معلومات رقمية أكثر ثراءً.
٤. لعب الأدوار أو المحاكاة التشاركية كجزء من معرفة الهدف.
٥. تضمين عامل تفاعلي في الواقع الممتد لتعزيز التعلم العاطفي الاجتماعي.
٦. توفير التحكم في المتعلم والوكالة من خلال وحدة تحكم الواقع الممتد وأجهزة الاستشعار.

ويمكن استخدام تقنيات الواقع الممتد كوسائط لتقديم المنهجيات التعليمية التقليدية، والتي تعمل على زيادة تحفيز الطلاب للأنشطة التعليمية بسبب الميزات الغنية لبيئة التعلم، والذي يسمح للمتعلمين بالتفاعل مع البيئة الغامرة والأشياء الافتراضية في عمليات المحاكاة، والتعامل بفعالية مع المحيط الظاهري لدراسة الحلول الممكنة للمشكلات التي تشكل جزءًا من تجربة التعلم الغامرة بدلاً من الاستماع بشكل سلبي أو مشاهدة المحتوى التعليمي، وأفضل الممارسات التعليمية التي تمت تجربتها تستند إلى النهج التعليمي البنائي المطبق مع منهجية التعلم بالممارسة (Edutrends, 2018).

ومن أفضل التقنيات التعلم بالممارسة حيث يسعى عدد كبير من أنظمة الواقع الممتد إلى تسهيل عملية التعلم من خلال العمل أو التعلم عن طريق العمل، عن طريق الربط بين العوالم الافتراضية والمادية وتوصيلها (Martin-Gutiérrez et al.,2017)، لكن على وجه التحديد، توفر هذه الأنظمة في كثير من الأحيان سقالات افتراضية وتلميحات ومعلومات أكثر ثراءً حيث يشارك المتعلمون في المهام في مجالات مختلفة، وتم استخدام تقنيات الواقع الافتراضي لإنشاء بيئات تعلم افتراضية ناجحة في مجال التعليم (Zulkifli,Alnagrat, &Che Mat, 2016). يمكن للتقنيات الافتراضية تحسين الأداء الأكاديمي للطلاب وتحفيزهم، وتحسين مهارات الطلاب الاجتماعية والتعاونية، والمهارات الحركية والمعرفية للطلاب، ولطالما كان الواقع الافتراضي والواقع المعزز مكانًا شائعًا لتصميم التكنولوجيا التعليمية، وفي الآونة الأخيرة، تقدم الواقع المختلط أيضًا بشكل متزايد للاستخدام التعليمي (Radianti et al.

(2020. وتتمتع هذه التقنيات الغامرة بالقدرة على زيادة تحفيز المتعلم ومشاركته، وتعزيز تجربة التعلم الكاملة التي تركز على الطالب، ودعم التعلم التعاوني وتمكين المتعلمين من الوصول بشكل ملموس إلى محتوى غير مرئي/ غير قابل للوصول إليه ماديًا في السابق Wu (et al. ,2013). في التعلم الفعال، لعبت مشاركة الطلاب وتحفيزهم دائمًا دورًا رئيسيًا، ويمكن أن يشجع اختيار طرق المشاركة والتحفيز الصحيحة على عملية التعلم للطلاب ويعززها.

يتم تحديد المناهج المبتكرة للتعليم من قبل المعلمين، باستخدام مختلف الموارد المتاحة لتعزيز عملية التعلم وتعزيز مشاركة الطلاب في الفصول الدراسية، مما أصبحت التكنولوجيا جزءًا مهمًا من الاستراتيجيات الإنتاجية، ويستخدمها المعلمون لتعليم المتعلمين، وأصبحت مدمجة في النظام التعليمي، ويكون للواقع الممتد أيضًا مكانًا لزيادة مشاركة وتشجيع الطلاب (Mundy, Hernandez , &Green, 2019).

٣. نظرية التعلم ومدخل التصميم التعليمي لنموذج الواقع الممتد

في مجال التعليم، حدد العديد من الأعمال السابقة مبادئ علوم التعلم القائمة على الأدلة لدعم التعلم الفعال، وتم اعتماد مجموعة متنوعة من الأساليب التعليمية لتصميم بيئات التعلم الواقع الممتد، بما في ذلك التعلم القائم على الألعاب، والتعلم القائم على المكان، والمحاكاة التشاركية، والتعلم القائم على حل المشكلات، ولعب الأدوار، وتركز معظم أدبيات الواقع الممتد التعليمية السابقة بشكل أكبر على نماذج التعلم الكلاسيكية (مثل الإدراك، والسلوكية، والبناء، والتوصيلية، والتجريبية) (Martín-Gutiérrez et al.,2017; Radianti et al., 2020). في حين أن نماذج التعلم هذه توفر المعرفة الأساسية، فقد تكون نظرية للغاية بحيث لا تحث على اتخاذ إجراءات فورية. وفيما يلي **المبادئ الأكثر أهمية وذات صلة بتصميم الواقع الممتد:**

١. **مبدأ الوسائط المتعددة:** يمكن أن يساعد استخدام الكلمات والرسومات بشكل متزامن، بدلاً من النص، في إشراك القنوات المرئية والسمعية للمتعلمين.
٢. **مبدأ التواؤم:** يجب تقديم الكلمات التي تشرح المفهوم والصور المصاحبة لها بالقرب من بعضها البعض (التواصل المكاني)، وفي نفس الوقت (التواصل الزمني) لتسهيل استبقاء المتعلمين وفهمهم.
٣. **مبدأ التماسك:** يجب حذف المعلومات غير الملائمة أو الخارجية أو غير القابلة للتطبيق (السمعية والبصرية والكلمات) للسماح للمتعلمين بالتركيز على العناصر الحاسمة فقط.

٤. **مبدأ الطريقة:** يجب أن تعتمد الطريقة التي نقدم بها المعلومات على مدى تعقيد المعلومات، على سبيل المثال قد يتم نقل عملية معقدة بشكل أكثر فاعلية في شكل مرئي لتقليل "الحمل الزائد للمعلومات" على المتعلمين.
٥. **مبدأ التخصيص:** غالبًا ما تكون الأنظمة التي تستخدم صوتًا أو نغمة محادثة بدلاً من نغمة رسمية أكثر ارتباطًا وإشراكًا، وتسهل على المتعلمين معالجة المعرفة والمحتوى.
٦. **مبدأ الإشارة:** التعلم الإلكتروني يكون أكثر فاعلية عند إضافة إشارات توجه انتباه المتعلمين إلى العناصر ذات الصلة، أو تسليط الضوء على تنظيم المواد.

وتعد المبادئ بالنسبة للإجراءات المنهجية للتصميم التعليمي لفهم طريق التصميم، ومدخل نظري معروف في هذا المجال، واقترح الباحثون التصميم الخلفي، وهو مدخل من ثلاث مراحل يجب على الممارسين اتباعه لتصميم تجربة التعلم، والتي تتكون من ١) تحديد النتائج المرجوة؛ ٢) تحديد الأدلة المقبولة. ٣) تخطيط خبرات التعلم والتعليم، ودمج هذه الأساليب المعروفة في التصميم التعليمي في دليل تعليمات الواقع الممتد، لمساعدة ممارسي الواقع الممتد على تبني طريقة قائمة على التعليم ومركزة على المتعلم لتصميم نظام الواقع الممتد (Wiggins, Wiggins, &McTighe, 2005).

ومن هنا كان لابد من وجود إطار عمل حول الواقع الممتد في التعليم فاقترح (Radianti et al.,2020) إطار عمل للواقع الافتراضي للتعليم يتضمن عناصر عملية التصميم التي يجب على الممارسين مراعاتها مثل المحيط الواقعي، والملاحظات السلبية. وقد اقترح (Wu et al.,2013) إطارًا يحدد ثلاثة مناهج تعليمية قابلة للتطبيق من أجل الواقع المعزز: عند تصميم الأنشطة أو الأنظمة التعليمية للواقع المعزز، يمكن للممارسين اختيار التأكيد على "الأدوار" أو "الموقع" أو "المهمة"، وكل منها يتعلق بتكلفة الواقع المعزز (على سبيل المثال، قد يؤدي التأكيد على "الأدوار" إلى زيادة إحساس المتعلمين بالوجود والفورية والانغماس؛ مع التأكيد على "المهام" قد يعزز المصداقية، وبالنسبة إلى للواقع المختلط، طور (Kommetter, &Ebner, 2019) إطارًا تربويًا لتقييم استخدام الواقع المختلط في التعليم بما في ذلك الأبعاد: ١) النوع (الواقع الافتراضي، الواقع المعزز)؛ ٢) موقع العملية (المدرسة، المنزل)؛ ٣) طريقة التدريس (فردي، جماعي، أقران)؛ ٤) مستوى الانتشار (مساعدة، تعزيز، استبدال)؛ ٥) الإشراف.

ويتم ربط الإطار الخاصة بالأنشطة والتقييم لدعم المحتوي، وذلك من خلال ما تقدمة تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز وبيئة الواقع الممتد الناشئة لأول مرة، تجربة تعليمية أصيلة غامرة للغاية بتنسيق ممكن تقنيًا لتدريس مجموعة كبيرة. يعد تدخل عناصر متعددة مثل

النماذج ثلاثية الأبعاد والرسوم المتحركة وعرض الصوت في بيئة تعليمية متكاملة تكنولوجيًا أمرًا بالغ الأهمية ويؤدي إلي تحسين فهم المحتوى. واستخدمت دراسة (Atiker et al., 2020) نموذج أكثر فاعلية للواقع الممتد **ويتكون من المراحل التالية:**

١. **أصول:** هي الموارد التي يتم استخدامها لتقديم المعلومات للتدريب والتطوير.
٢. **التلعيب:** سبب استخدام "التلعيب" في التعليم هو عنصر التحفيز الذي توفره. تستخدم آليات اللعبة المختلفة لتحفيز الشخص على العمل الذي يقوم به.
٣. **الانغماس** يُعرَّف الغمر على أنه درجة التورط في شيء ما. وهناك ثلاثة مستويات من الانغماس في الألعاب هم (المشاركة، الانغماس، الانغماس التام).
٤. **محتوى:** تغطي منطقة المحتوى جميع الموضوعات والأساليب التي يغطيها نموذج الواقع الممتد التعليمي، وتضم (الموضوعات، المهام، المرونة، سهل الاستخدام).
٥. **تكنولوجيا** تهدف إلى معالجة وتطبيق جميع تقنيات الواقع الممتد الموجودة في نطاق النموذج. وتضم (المهارات اللينة، ممارسة، التمتع، سهل الاستخدام).
٦. **خبرة** استمرارية اهتمام المتعلم واستدامة المفاهيم المكتسبة من المعايير الأساسية للحفاظ على تجربة التعلم الغامرة، ولتحقيق ذلك فمن الضروري التركيز على المحتوى التعليمي وأسلوب العرض والنتائج، وتضم (الانتباه، النتائج، استخدام الحياة الحقيقية).

من العرض السابق يتضح ان الواقع الممتد (XR) يشمل مجموعة من الأدوات التي تمزج بين البيئات المادية والافتراضية، وهي تمثل بيئة غامرة تربط بين ثلاثة انظمة هي الواقع الافتراضي والمعزز والواقع المختلط، ويمكن ان تستخدم المناهج الدراسية خصوصا فى تعليم الرياضيات التي تعتمد على التكنولوجيا قدرات التكنولوجيا كنقطة انطلاق لتطوير مواد التعلم الخاصة بالطلاب ذوي الاعاقات وحيث ان محور البحث هم ذوي الاعاقة القابلين للتعلم، ويجب ان تكون المناهج يحركها المتعلم، ويتمحور هذا النوع الرئيسي من طرق التدريس حول المتعلم، ومحور اعداد المنهجية هو المعلم، بحيث تعالج المشكلات في الأساليب التقليدية مثل المحاضرات التعليمية والممارسة المتعمدة على الحفظ الى بيئة تعليمية تحقق دور المتعلم وتجعله محورها.

٤.مفهوم الدوران العقلي في بيئة الواقع الممتد الغامرة

استكشفت العديد من الدراسات الدوران العقلي نظرًا لأهميته في الرياضيات، وخاصة الهندسة ثنائية وثلاثية الأبعاد. وقد عرّف الباحثون الدوران العقلي على أنه المحاكاة أو الصورة الذهنية أو القدرة على تدوير وتحريك أو تحويل الكائنات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد حول محور

واحد أو أكثر عقلياً، ويمكن أن تكون الصور الذهنية إما ثابتة أو ديناميكية، والدوران العقلي هو الأكثر شهرة بين الآخرين ويتطلب عمليات معرفية لتخيل كيف ستظهر الأشياء عند تدويرها وتقديم أزواج من الكائنات ثلاثية الأبعاد (في تمثيل ثنائي الأبعاد) للمشاركين في اتجاهات مختلفة (Fiantika,2021). وترتبط هذه العمليات المعرفية بالدوران المادي وتتسبب في تنشيط التمثيلات الحركية المرتبطة بالدوران المادي الفعلي للأشياء (Adams et al. 2014 ; Steiff et al. 2018). ويمكن تصنيفها تحت الخيال المكاني، والذي يعد مرة أخرى جانبًا مهمًا من جوانب الذكاء البشري (Hegarty & Waller 2005).

وبذلك تعرف أنشطة الدوران العقلي بأنها "قدرة فراغية تقوم على أساس الحكم على مثيرين بالتطابق، أو أنهما صورة مرآوية" (Wiedenbauer, & Jansen- Osmann., 2008) بينما وصفها (Kosslyn & Moulton, 2009) بأنها "حالة من التطابق العقلي، وهي عملية تعتمد على المثيرات البصرية والحركية التي تتداخل مع الموارد المعرفية لاستخدامها في معالجة الأجسام ثلاثية الأبعاد"، وقد اشار (Lisi & Wolford ,2010) بانها هي "إحدى القدرات المكانية لدى الفرد وتصوراته حول شيء ثنائي أو ثلاثي الأبعاد أو مجموعة من الأشياء، وكيف سيظهر بعد استدارته وتغيير موضعه."

على مر السنين، تم تطوير العديد من النماذج والنظريات حول الدوران العقلي. **هناك ثلاث مراحل وظيفية أثناء الدوران العقلي:** (١) **مرحلة البحث:** حيث يتم تحديد الأجزاء المطابقة المحتملة للأرقام بناءً على الاستدلال البسيط (٢) **مرحلة التحويل والمقارنة:** حيث يتم تدوير أحد هذه المقاطع ذهنيًا، (٣) **مرحلة التأكيد:** يمكن اتخاذ القرار النهائي إذا كانت الأرقام متشابهة أو مختلفة أم لا (Wetzel et al., 2019).

٥.خصائص أنشطة الدوران العقلي في بيئة الواقع الممتد الغامرة:

تتضمن معظم المقاييس المعرفية للدوران العقلي عرض الأشياء ثلاثية الأبعاد على هيئة صور ثنائية الأبعاد، ولذلك عند إكمال هذه المهام لا يقوم الأشخاص فقط بأداء الدوران الذهني ولكن قد يحتاجون أيضًا إلى تحويل صورة ثنائية الأبعاد إلى تمثيل عقلي ثلاثي الأبعاد، وهذا يطرح أسئلة حول ما إذا كان قد يكمن الاختلاف الحقيقي في هذه المهام في القدرة على إنشاء تمثيل ثلاثي الأبعاد من صورة ثنائية الأبعاد (Priest, 2019).

وجدت الأبحاث التي قارنت أداء الطلاب في الدوران العقلي باستخدام نماذج حقيقية ثلاثية الأبعاد أن الاختلاف بين الجنسين الذي يُرى عادةً في مهام الدوران العقلي غير موجود في الدوران العقلي باستخدام نماذج ثلاثية الأبعاد من الحياة الواقعية، وهذا يرجع إلى أن عرض كتلة حقيقية ثلاثية الأبعاد يستبعد الحاجة إلى اشتقاق تمثيل ثلاثي الأبعاد من صورة

ورقية ثنائية الأبعاد. وأنشئ (Parsons et al. 2004) أول مهمة للدوان العقلي في الواقع الافتراضي، وتتطلب مهام الدوران العقلي الكلاسيكي اختيارًا يقوم فيه المشاركون بإصدار حكم حول التشابه بين عنصرين (وأحيانًا أربعة) يتم تقديمهما بدرجات متفاوتة من الدوران، مما يضمن أن المشاركين يقومون بتدوير الصور في أذهانهم وليس جسديًا.

هناك استراتيجيات عقلية مختلفة تُستخدم بشكل شائع في مهام الدوران العقلي: استراتيجية شاملة واستراتيجية تحليلية، وتعد الإستراتيجية الشاملة الأسرع والأكثر دقة في مهام الدوران العقلي، وعلاوة على ذلك، وُجد أن نوع الإستراتيجية مسؤول عن قدر كبير من التباين في أداء الدوران العقلي (Wang, & Carr, 2014). ونظرًا لأهمية القدرة على الدوران العقلي الموصوفة حيث جذبت اهتمامًا كبيرًا في أبحاث الذكاء المكاني البصري والذكاء العام وكذلك **الواقع الممتد الذي يعتمد على تقديم مثيرات بصرية في شكل المحاكاة الحقيقة**، وتوجد أدلة كثيرة تظهر أن **الدوران العقلي** Mental Rotation يمكن تدريبه وتفترض الأبحاث حول تدريب المحاكاة العقلية أن التدريب اليدوي يمكن أن يحسن القدرة على الدوران العقلي، والكثير من الأدلة التجريبية على فعالية التدريب اليدوي للدوران العقلي، وتتيح التقنيات الجديدة مثل المحاكاة الحاسوبية ثلاثية الأبعاد في بيئات التعلم مثل الواقع الافتراضي والمعزز والممتد الغامرة، تنفيذ بيئات التدريب اليدوية، ويتميز التدريب مع التدوير اليدوي بأن التعليقات المرئية الفورية متاحة دائمًا أثناء التدوير اليدوي، وهو عامل مهم لفعالية التدريب (Adams, Stull, & Hegarty, 2014).

وتسمح البيئات الغامرة بدمج المزيد من إجراءات التغذية الراجعة مثل الصوت وتغيير اللون والحجم، وتوفر التكنولوجيا إمكانيات موسعة للحصول على معلومات أكثر دقة وشمولية حول العمليات المعرفية عند حل أنشطة الدوران العقلي، وفي هذا الصدد وجد بارسونز وآخرون (Parsons et al. 2004) أن العمليات المعرفية التي تحدث أثناء حل أنشطة الدوران العقلي القائمة على الواقع الافتراضي يمكن مقارنتها بالعمليات المعرفية التي يتم تنشيطها أثناء حل أنشطة الورق والقلم للدوران العقلي، وفي دراسة (Kozhevnikov &Dhond ,2012) حيث تم فحص ومقارنة قدرة الدوران العقلي في بيئة تقليدية ثنائية وثلاثية الأبعاد غير غامرة، وبيئة ثلاثية الأبعاد غامرة، وأظهرت النتائج أن الدوران حول المحور تمت معالجتها بشكل أبطأ في الحالة الغامرة مقارنة بالحالة غير الغامرة، وقد يكون هذا بسبب المعلومات الإضافية المتمركزة حول الذات التي يمكن توفيرها في البيئات الغامرة، مما يؤدي إلى معالجة أعمق للمحفزات، ومن هنا يمكن القول أن استخدام الواقع الممتد يمكن الاعتماد

علية لتدريب الدوران العقلي. كما سعت دراسة (نادية صحراوي، ٢٠١٨) للتعرف على التدوير العقلي الذهني للأشياء في فضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد: بين التلاميذ ذوي الإعاقة الحركية الدماغية والتلاميذ العاديين، وتتراوح أعمارهم بين ١٢ و١٦ سنة، وقد أظهرت النتائج وجود فروق في تدوير الصورة العقلية (الذهنية) للأشياء في فضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد بين التلاميذ من ذوي الإعاقة الحركية الدماغية والتلاميذ العاديين.

توجد بعض التطبيقات القائمة على الواقع المعزز والواقع الافتراضي لتعزيز القدرات المكانية بأنشاء أداة بناء هندسية مصممة خصيصًا لتعليم الهندسة والرياضيات وهي أداة قائمة على الواقع المعزز تستخدم شاشة مثبتة على الرأس وأداة تفاعل ثنائية اليد للتفاعل مع النماذج ثلاثية الأبعاد (Kaufmann &Schmalstieg, 2003)، ونظرًا لأن قدرة الدوران العقلي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بأداء الفرد في مجالات العلوم المختلفة، فهناك حاجة للنظر في دمج الدوران العقلي في المناهج الدراسية في أعقاب التكنولوجيا والأنظمة التعليمية الجديدة، والتي أصبحت الطرق الجديدة لتدريب قدرة الدوران العقلي متاحة الآن بسهولة، والتي تشمل الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد والتحكم في الحركة المادية تجربة افتراضية وردود فعل فورية للمستخدمين، مما يجعل تجربة التدريب أكثر تفاعلية، على الرغم من أن الدراسات قد أشارت إلى أن تقنية الواقع الافتراضي يمكن ان تعزز قدرة الدوران العقلي اذا تم توظيفها بطريقه تتناسب مع الفئة المستهدفة (Alhalabi, 2016).

لقد ثبت أن أداء مهام الدوران العقلي صعب لأنه يتضمن سلسلة من التلاعبات مثل تدوير الكائنات في الفضاء ثلاثي الأبعاد أو قلبها أو لفها عقليًا، ولمواجهة هذا التحدي استخدمت دراسة (Kaur et al., 2018) تطبيق GeoSolvAR كحل قائم على الواقع المعزز يستهدف طلاب المدارس المتوسطة لتوفير التدريب على مهارات الدوران العقلي، من خلال تسخير قوة الواقع المعزز التي تسمح للمتعلم بالتعلم في مساحة ثلاثية الأبعاد مباشرة. وفي الدراسة التي أجراها (Chang et al., 2018) تم استخدام الواقع الغامر كتقنية تعليمية سمحت للمستخدمين بتدوير الكائنات ثلاثية الأبعاد ويمكن ان تساعد في تعزيز قدرتهم المكانية، والتي ستكون مفيدة بشكل خاص في الوظائف المستقبلية خصوصا الرياضيات.

٦.أهمية دمج أنشطة الدوران العقلي بتطبيقات الواقع الممتد كبيئة غامرة:

يمكن استخدام قدرة الدوران العقلي كاستراتيجية مناسبة لتكوين وتحلل كائن ثنائي أو ثلاثي الأبعاد، وإثبات التناظر، وإيجاد الجزء المفقود من كائن ما(Cheng, &Mix, 2014)، وهذه القدرة مطلوبة أيضًا بشدة في الحياة اليومية حيث ترتبط قدرة الدوران الذهني ارتباطًا وثيقًا بمهارات مثل قراءة الخريطة والتوجيه والتنقل وذاكرة العمل اللفظي والبصري المكاني وحل

المشكلات، وترتبط أيضًا بشكل واضح بالرياضيات في المناهج الدراسية بما في ذلك الهندسة المدرسية والجبر والرياضيات العقلية (Pazzaglia , &Moe, 2013).

تمت دراسة الدوران العقلي حتى الآن في سياقات مختلفة ويعتبر مهارة لا غنى عنها في العديد من المجالات الأكاديمية خاصة في بيئة العمل الرقمية والتنافسية للقرن الحادي والعشرين، أصبح من المهم بشكل متزايد أن تكون قادرًا على فهم أشكال مختلفة من المعلومات واستخدامها والتفكير فيها وأمر لا غنى عنه للنجاح في المهن التقنية (Lane, Lynch & MCGarr 2019، وأثبت دراسة سوربي وآخرون (Sorby et al. 2013)، ودراسة ((Veurink , &Sorby ,2019 أن التحسن في القدرة على الدوران العقلي، يمكن أن يؤدي إلى أداء أفضل في الرياضيات والتحصيل العلمي (Thompson et al., 2013)، يوجد ارتباطات إيجابية عالية بشكل ملحوظ بين المهارات الرياضية والقدرات المكانية (Mix et al. 2016; Sella et al. 2016). واظهرت نتائج دراسة (Goktepe , &Ozdemir ,2020) أن الأنشطة الرياضية الهندسية والموجهة نحو التصميم لها تأثير إيجابي على تنمية القدرات المكانية للطلاب.

وحظي الدوران العقلي بقدر كبير من الاهتمام لأنها لا تُظهر روابط للقدرات في الرياضيات والعلوم لاحقًا فحسب، ولقد ثبت أن الدوران العقلي ضروري لفهم المقادير العددية، وتطبيق معادلات القياس، وإكمال الحسابات الأساسية، وتفسير الرسوم البيانية. علاوة على ذلك، يرتبط الدوران العقلي بالأداء في مسائل الهندسة والرياضيات اللفظية، وكذلك مع الكفاءة الرياضية العامة. أخيرًا، أظهر (Cheng, &Mix 2014) أن الطلاب الذين تلقوا تدريبًا في التدوير العقلي تحسنوا في قدرتهم على حل مشكلات المدى المفقود في الرياضيات، مما يشير إلى أن التدخلات التي تستهدف القدرة على الدوران العقلي قد تظهر تأثيرات انتقال إلى الرياضيات. وتشير هذه النتائج إلى الأهمية الحاسمة الدوران العقلي للنجاح في الرياضيات والأداء الأكاديمي (Alvarez-Vargas, Abad, &Pruden, 2020).

ويوجد عديد من العوامل التي يمكن أن تؤثر على قدرة المرء على الدوران العقلي، واستعرض موهلر أن الدوران العقلي للشخص يتأثر بالعمر، وعلم وظائف الأعضاء الدماغي، والنوع، والعوامل الاجتماعية والثقافية (Mohler, 2008). وتتحسن قدرة الدوران العقلي للشخص مع تقدمه في السن. وتؤكد النتائج التي توصلت إليها دراسة (Newcombe, 2013) أن الاشخاص من جميع الأعمار يمكن أن يظهروا زيادة في القدرة على الدوران العقلي، كما أكدت الدراسات ان الأفراد الذين يستخدمون عقولهم اليمنى بشكل مهيمن سيكون

لديهم قدرات دوران عقلية أفضل من أولئك الذين يستخدمون الدماغ الأيسر بشكل أكبر، وجدت دراسة كلاً من (Lombardia et al., 2019, Parsons et al., 2004) أن تعدد المتغيرات وتاثيرها لها أيضا مدلاولات خاصة فيما يتعلق بالدوران العقلي والعلاقات المكانية.

تعد بيئات الواقع الممتد قائمة على التعلم الرقمي، الذي يخلق الواقع كبيئة مشابهة لتلك الموجودة في الحياة الواقعية، ومن خلال هذا الواقع المحاكي، من المرجح أن يركز المتعلمون على نشاط التدريب، وبالتالي يحصلون على نتائج تدريب أفضل (Alhalabi , 2016)، ويصبح المستخدمون قادرين على التفاعل مع النظام بشكل حدسي وبتعليقات فورية، نظرًا لقدرتها على المحاكاة حيث تتيح التفاعل بين المستخدمين ونظام المعلومات المستخدم (Fernandes et al., 2016). وكذلك المهام المعرفة المكانية المعقدة يتم حلها في بيئات افتراضية بمعدل أعلى من البيئات المستندة إلى سطح المكتب، ولأن استخدام البيئات الافتراضية الغامرة يؤدي إلى انخفاض الحمل المعرفي ومعالجة أكثر كفاءة للمحفزات البصرية للمستخدمين مقارنة بالمحتوى ثنائي الأبعاد (Dan, &Reiner, 2017)، ومن العمليات المعرفية يمثل الدوران العقلي والتحول المكاني البصري، وهما ضروريان في الأنشطة القائمة على الشاشة لإجراء تغيير في المنظور (Zacks & Michelon, 2005). ويُعد الدوران العقلي إحدى العمليات المعرفية الأساسية التي يلجأ إليها الفرد في سعيه نحو تكوين الأفكار ولاكتساب الخبرات الجديدة، وبالتالي فإن عملية الدوران العقلي تؤدي دوراً مهماً في عمليات التعلم والتعليم، ومرتبطة بعمليات ومهام الذاكرة ومعالجة المعلومات للحصول على كل ما هو جديد (فاديا القضاة، ٢٠١٤). فالأشخاص الذين يفتقرون إلى الخيال المكاني قد يستفيدوا بشكل خاص من البيئات الافتراضية الغامرة (Dan & Reiner 2017؛ Ariali , &Zinn 2020,). وقد أشار (Hoyek et al,2012) إلى أهمية الدوران العقلي كقدرة أساسية يجب أن تسهم في تنمية المهارات الفرعية للتصور البصري والمتمثلة فيما يلي:

١. **مهارة الوصف اللفظي للأشكال:** وهي تعبير عن القدرة على ترجمة المثير البصري إلى مثير لفظي، كما انها تمكن الفرد من إعطاء وصف للخصائص المميزة للشكل، وفي حالة عرض مجسمات مركبة يمكنه تشبيهها بشيء آخر من البيئة المحيطة مثل (تشبيه البرتقال بالكرة)
٢. **مهارة التخيل:** وهي تمثل القدرة على تضمين فهم العلاقة المكانية للشيء، وتصور الأوضاع المختلفة لها في مخيلته، والقدرة على معالجة الأشياء دوراناً أو على إعادة تشكيل أو تغيير اتجاه الاشكال.

٣. **مهارة تمثيل الأشكال: وهي** قدرة الفرد بعمل تخطيط مطابق للشكل المرئي الذي تم دورانه عن طريق تقليد الشكل بعد الدوران، وعن طريق التمثيل بالتدوير اليدوي.

ويمكن ان يستفاد من المهارات البصرية السابقة التي تدعم الدوران العقلي للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم. حيث ان دمجها مع البيئات الغامرة تساعدهم أن يروا ويحسوا ويلمسوا من خلال المعلومات، حيث تجعلهم متفاعلون مع العالم المماثل للعام الحقيقي بواسطة تكوين المحاكاة للبيئات، فتساعدهم على رؤية المشهد ثلاثي الأبعاد بتحديد مقاساته سواء في القرب أو العمق أو المسافة (عصام محفوظ، ٢٠١٦). ويمكن أن تكون إمكانية الإدراك المدعوم بالواقع الافتراضي او المعزز او الممتد للأشياء ثلاثية الأبعاد مفيدة في إنشاء صور ذهنية ثلاثية الأبعاد مناسبة لمحتوى التعلم.

وفي هذا الصدد اهتمت دراسة (Chang et al., 2018) بمساعدة المتدربين في إكمال مهام الدوران العقلي وذلك باستخدام المحفزات البصرية وعمليات الترميز التي يمكن دمجها بوسطة البيئات الغامرة، وقد تمت مقارنة كائنات وتمثيلات ثلاثية الأبعاد لكل كائن بتلك التي تم إنشاؤها في أنشطة التدريب الورقية. ومن هنا يمكن للمتدربين ان يكونوا قادرين على تدوير الكائن المستهدف داخل البيئة المستخدمة إذا تم تدعيمها بمثيرات تعمل على زيادة التجربة الغامرة. ويؤكد (Doerr et al.,2021) ان هذا الدمج يتطلب تحليل المسارات التنموية للقدرات البصرية المكانية لدى الطلاب المعاقين عقليا. كما أظهرت الدراسة التي أجراها (Ariali, &Zinn ,2020) أن أنشطة الدوران العقلي ثلاثية الأبعاد يمكن حلها بسرعة أكبر في بيئات الافتراضية الغامرة مقارنة ببيئات الغامرة جزئيا. لذلك، يوصى باستخدام بيئة افتراضية غامرة لتحقيق بيئات التعلم والتدريب ذات القيمة التربوية التي تتضمن علاقات مكانية.

المحور الثاني– تعزيز المهارات المكانية للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم:

١. مفهوم المهارات المكانية للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم:

تعد المهارات المكانية موضوع بحث مكثف لأكثر من قرن وهي مجال مهم من البحث في علم النفس المعرفي والتربوي، ويتفق الباحثون في مجال الذكاء البشري على أن ذكائنا ليس فريدًا وأنه يتكون من عدة مكونات مختلفة، وتتفق جميع النظريات والدراسات التي أجريت في هذا المجال على أن أحد مكونات الذكاء يرتبط ارتباطًا مباشرًا بقدراتنا البصرية والمكانية لأنها تعمل ضمن التمثيل العقلي للمساحات ثنائية وثلاثية الأبعاد، فضلاً عن تسهيل حل المشكلات وتتضمن مشكلات مكانية سواء كانت حقيقية أو خيالية، والمهارات المكانية هي العوامل القابلة للقياس الكمي التي تشتمل على التفكير المكاني المتميزة ولكنها مرتبطة .(Carroll, 1993)

وتصنيفًا للمهام المكانية المصنفة حسب خصائص الكائن (الكائنات) المرجعية؛ سواء بقيت ثابتة (أي ثابتة) أو متحركة (أي ديناميكية) وما إذا كانت العلاقات المكانية داخل (أي جوهرية) أو بين (أي خارجية) (Newcombe and Shipley,2015)، ويتم إجراؤها أثناء المهام والمهارات المكانية في مجالات الرياضيات(Mix et al., 2018) .

وقد عرف (Bayrak, 2008, 14) المهارة المكانية بانها: مهارة لبناء وتحويل وتذكر الصور المرئية جيدة البناء في العقل. وهي قدرة يمكن تعلمها والوصول إليها وتطويرها من خلال التدريب، وتعد المهارة المكانية مهمة إلى حد ما في تعلم العلوم والرياضيات. ويوكد (Gomez -Tone et al., 2021) أن المهارة المكانية هي أحد مكونات الذكاء البشري. يُفهم على أنه القدرة على إنشاء صور بصرية جيدة التنظيم والاحتفاظ بها واسترجاعها وتحويلها. ومع ذلك، كما هو موضح في التعريف نفسه، لا يوجد اتفاق واضح حول المهارات الفرعية أو المكونات التي تشكل هذه القدرة، وتوجد خمسة مكونات للمهارات المكانية: الإدراك المكاني، والتصور المكاني، والدوران العقلي، والعلاقات العقلية، والتوجه المكاني.

والمهارات المكانية مهمة للأطفال ذوي الإعاقة وغير المعوقين(Gold et al.,2021)، وتتمثل المهارة المكانية في القدرة على استقبال الصور والتفكير فيها، وكذلك التعرف على كلا من الشكل والفراغ وما يتضمنه من ألوان وخطوط ورسوم، والعمل على نقل الأفكار البصرية والمكانية من الذاكرة واستخدامها لبناء المعاني، وتنقسم المهارة المكانية الى المهارة المكانية الثنائية وهي تدل او تصف التصور البصري لحركة الأشكال المسطحة، اما عن المهارة المكانية الثلاثية فهي تصف او تدل على القدرة على تدوير المجسمات والأشكال ذهنية من مكانها الأول إلى مكان أو موضع جديد بناء على مجموعة من التعليمات المحددة (فؤاد أبو حطب، ٢٠٠٧)، وبذلك تتضمن المهارات المكانية على عاملين: التنظيم المكاني وتمثل قدرة الفرد على تحديد اتجاه حركة كائن أو أحد مكوناته، والعامل الثاني هو الإدراك او التصور البصري، وهو يمثل قدرة الفرد على المعالجة الذهنية للأشياء التي تتضمن حركة انتقالية بتعاقب محدد، تقوم بسلسلة من العمليات المتتالية. وعليه فان المهارة المكانية تتضمن ثلاثة مكونات هي الإدراك المكاني، والتصور المكاني، والتوجيه المكاني.

وقد أظهرت الأبحاث الحديثة مثل نموذج كاتيل هورن كارول للذكاء (Schneider & McGrew, 2012) إحدى عشرة مهارة مكانية تشكل الإدراك المكاني، في حين أن الدراسات الأحدث التي تستند إلى النظريات المعاصرة الجديدة حددت أن تصور الإدراك المكاني يتكون من مكونين فقط هما: التصور المكاني، الذي يُفهم على أنه القدرة على التعامل العقلي مع الأشكال المعقدة، والدوران او التوجيه المكاني، والذي يُعرَّف بأنه السرعة العقلية لتدوير

الأشكال البسيطة والتعرف عليها أثناء التواجد في موضع آخر (Buckley, Seery & Canty, 2019).

٢. المهارات المكانية المطلوبة للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم:

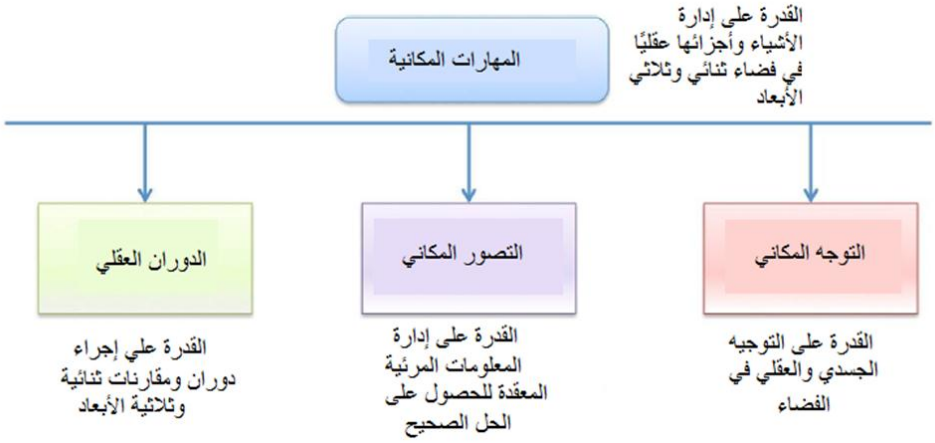
هناك فرضيتان متعارضتان تحيط بكيفية تأثير المهارات المكانية على الأداء في بيئات التعلم ثلاثية الأبعاد. تقترح فرضية القدرة على التعويض أن الأفراد ذوي المهارات المكانية المنخفضة يستفيدون أكثر عند التعلم من النماذج مقارنة بنظرائهم ذوي المهارات المكانية العالية بسبب الحمل المعرفي الأقل عند معالجة النماذج. أما فرضية القدرة كمُحسِّن العكس تفترض أن أولئك الذين يتمتعون بقدرات مكانية عالية لديهم حمولة معرفية متبقية كافية لمعالجة النماذج، ومن ناحية أخرى وجد الباحثون أن الأفراد ذوي المهارات المكانية العالية يكونوا قادرين على التعلم بشكل أكثر فعالية عند تقديمهم مع تصورات ثلاثية الأبعاد (Hoffler & Leutner, 2011)، ومن ناحية أخرى، الأفراد ذوي المهارات المكانية المنخفضة قادرين على بناء ومعالجة المخطط بمساعدة النماذج ثلاثية الأبعاد المحوسبة ويستفيدون أكثر من بيئة التعلم القائمة على الواقع الافتراضي لأنهم يكافحون لإعادة بناء تصوراتهم الذهنية (Dan & Reiner, 2017).

وغالبًا ما يواجه الطلاب صعوبة في فهم المفاهيم المجردة في المقررات العملية ولديهم قدرة مكانية منخفضة، خاصة في تصور التفاعلات لموضوع منهج الهندسة. ويمكن الاعتماد في تعلمهم على ثلاث مراحل؛ المشاركة والاستكشاف والشرح. ويمكن أن يستخدموا التلاعب العقلي وتناوب الكائنات ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد لتطوير فهمهم للهندسة (Rahmawati, Dianhar, & Arifin, 2021)، ويمكن استخدم العديد من النماذج المختلفة التي يتحرك فيها المشاركون بحرية ويتمتعون بإمكانية الوصول إلى مدخلات متماسكة من جميع الطرائق الحسية للتحقيق في قدراتهم المكانية المتمحورة حول الذات (المتمحورة حول الجسم أو المعتمد على وجهة النظر) والمخصصة (المتمركزة حول العالم أو المستقلة عن وجهة النظر)، وقد اظهرت النتائج أن معظم الأفراد الذين يعانون من اعاقات عقلية يُظهرون قدرات منخفضة في التركيز على الذات والتخصيص المكاني والذاكرة (Lavenex, & Lavenex,2021. حيث يعد اللعب الهندسي إطارًا جديدًا مرتبط بالرياضيات والتطور المكاني وقد يكون نهجًا تعليميًا مهمًا لدعم المهارات المعرفية والاستعداد للمدرسة في تنمية الطلاب ذوي الإعاقة (Gold et al.,2021). ولتنمية المهارات المكانية لدى الطلاب القابلين للتعلم ما يلي :(Sinclair & Bruce,2015)

١. استخدام الرسومات والرسوم البيانية، بما في ذلك الأدوات الرقمية، في تطوير الفهم المفاهيمي للمهارات المكانية.
٢. الدور الحاسم لمهارات التحول بما في ذلك مفاهيم التماثل وأخذ المنظور.
٣. عرض أكثر ديناميكية وتكاملًا لمناهج الهندسة بما في ذلك إنشاء الأشكال والتخلص منها والتصنيف ورسم الخرائط والتوجيه، وأهمية الصور الذهنية في تصور الأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد ومعالجتها.

وبمراجعه الدراسات المرتبطة بالتفكير المكاني في الرياضيات، والتي وضعت لوصف طبيعة المهارات المكانية والرياضية والصلات المحددة بين هذه القدرات، خاصة تلك التي تضمنت الروابط المكانية والرياضية القوية والانتقال من التدخلات المكانية إلى الفهم الرياضي، والمبادئ التي يمكن من خلالها تعزيز النتائج الرياضية من خلال التدريب المكاني في البيئات التعليمية (Young, Levine, & Mix, 2018). وفى ضوء ذلك صنفت المهارات المكانية وفق ما يلي:(Buckley, Seery & Canty, 2019)

- **الدوران العقلي:** القدرة على تخيل دوران الأجسام ثنائية وثلاثية الأبعاد كجسم كامل وقدرة الطلاب للحكم على ما يبدو علية الكائن لو تحول في بعدين ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد، في اتجاه عقارب الساعة وعكس اتجاه عقارب الساعة.
- **التوجه المكاني:** القدرة على توجيه نفسه جسديًا أو عقليًا في الفضاء.
- **التصور البصري المكاني:** القدرة على التلاعب الذهني، والتدوير، واللف، والعكس التصويري للمحفزات البصرية المعروضة للمعلومات المقدمة مكانياً.



شكل (٢) مخطط المهارات المكانية

ويستلزم مكون التصور المكاني تحريك كائن عقليًا، بينما يتطلب مكون التوجيه المكاني القدرة على تحريك كائن معين عقليًا بينما يظل الكائن ثابتًا في الفضاء، وينقسم مكون التصور المكاني إلى فئتين، الدوران العقلي والتحول العقلي، والفرق هو أنه مع الدوران العقلي، يتم تحويل الكائن بأكمله عن طريق تدويره في مساحة معينة، بينما مع التحول العقلي، يخضع جزء معين فقط من الكائن نوع من التحول (Gomez -Tone et al.,2021)

وتوكد دراسة (Gold et al.,2021) عن وجود علاقة ارتباط إيجابي معنوي بين استخدام الالعاب فى تدريس الهندسة للأطفال ذوي الإعاقة، وتدريس الرياضيات والتطور المكاني وقد يكون نهجًا تعليميًا مهمًا لدعم المهارات المعرفية والاستعداد للمدرسة في تنمية الطلاب العادين وذوي الإعاقة. وسعت دراسة رفاعي حسين (٢٠١٥) إلى معرفة القدرات المكانية وعلاقتها بقلق الرياضيات لدى التلاميذ ذوي الاعاقات في تعلم الرياضيات والعاديين وتوصلت الى المهارات المكانية التي تتناسب مع طرق تعليم الرياضيات وهي (الدوران العقلي، والتصور البصري، والإدراك/ التوجه المكاني). ويرى البحث الحالي ان المهارات المكانية مطلوبة في الأنشطة المدرسية اليومية التي يتم تقديمها للطلاب المعاقين عقليا مع إدخال الأشكال المعقدة بشكل متزايد لحل المشكلات الموجودة في مقرراتهم الدراسية.

٣. المهارات المكانية للمعاقين عقلياً والقدرة على الدوران العقلي:

النقطة التي يجب وضعها في الاعتبار هي أن المهارات المكانية ليست بنية واحدة، ولكنها مجموعة من عدة عوامل فرعية (Uttal,, Miller, & Newcombe, 2013)، وهى للطلاب العاديين والطلاب ذوي الاعاقات ونقاط القوة والضعف النسبية للأفراد الذين لديهم اعاقات قد تعتمد على الجانب المحدد الذي يتم النظر فيه (Yang, Conners, & Merrill,2014)، ويعتبر التفكير المكاني إما مهارة طارئة فردية أو متعددة الطبقات، ومن المفيد تعريف هذا المصطلح على أنه نظام معقد من المكونات المعرفية، بما في ذلك القدرة الأساسية على توصيل عالم ثلاثي الأبعاد متصور وبناء (Nagy-Kondor, 2017)، وهذا المنظور، يرتبط التعرف المكاني ارتباطًا وثيقًا بالمهارات، مثل توليد المعلومات غير اللغوية وتمثيلها وتحويلها واستدعائها، والتي تشارك بشكل كامل في عمليات تمثيل الكائن واستخدامه والعلاقات التي تحدث في الواقع (Williams, Gero, Lee, & Paretti, 2010)، والدوران العقلي: هو القدرة على تخيل كيف سيبدو كائن ثنائي أو ثلاثي الأبعاد إذا تم تدويره في الفضاء. يعتبر هذا أحد القدرات البصرية المكانية الأساسية وجزءًا من الذكاء العام (Lohman, 1996) وبالتالي، يمكن وصف المهارات المكاني بأنه معرفة إحداثيات الفضاء

في صميم كل عمل، ويوحي مثل هذا الوصف بتعريف واسع للتفكير المكاني كمجموعة من المهارات المرتبطة التي تشمل قدراتهم مثل التناظر وتحديد المكان والتوجيه والموازنة والتحليل/ إعادة التكوين والتحويل والقياس والمقارنة والتنقل (Augello et al., 2018)، وقد ينشأ تعقيد في فهم المهارات المكانية من العلاقة بين الأفعال العقلية والجسدية المتطورة والمتكاملة والمهارات المكانية المختلفة (Francis et al., 2016، وأظهرت الدراسات التي أجريت على التطور النموذجي أن الأطفال قادرون على الدوران العقلي إلى ما بعد مستوى الفرصة في سن ٥ سنوات (Kosslyn et al.,1990)، والذي يتوافق مع العمر العقلي الذي بلغه معظمهم، وكذلك الأفراد الذين يعانون من اعاقات في مرحلة البلوغ، وتوجد أيضًا بعض التقارير عن القدرة على الدوران العقلي حتى عند الرضع والأطفال الصغار(Lauer, &Laurenco,2016).

ومصطلح "الدوران العقلي" قد وضع لوصف عملية تعتمد على قدرة بصرية مكانية معينة، حيث يكون المتعلم قادرًا على تمثيل كيف تبدو الكائنات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد عند تدويرها، وتم وصف القدرة المرئية المكانية التي تشارك في أنشطة الدوران العقلي، على أنها القدرة على تصور دوران الكائنات في مساحة ثنائية/ ثلاثية الأبعاد من خلال التلاعب العقلي أو الفعلي لهذه الكائنات، ويوصف الدوران العقلي على أنه نشاط لمطابقة الأشكال، حيث يجب على المتعلم أن يقرر ما إذا كان عنصران (كائنين أو صورتين)، معروضين بشكل متزامن أو متتالي من اتجاهات زاوية مختلفة، متكافئين أو مختلفين في مهام التدوير العقلي التي تهدف إلى محاكاة عمليات الدوران العقلي، عادة ما تكون الأشياء متشابهة تمامًا أو صور معكوسة، ويتم تقديمهم أحيانًا مع تباينات في التوجيه حيث تختلف درجة الدوران، ضمن هذه المهام تظهر المهارات المكانية المختلفة على أنها مرتبطة بشكل متبادل وتكشف عن كل عملية دوران عقلي لتكون ظاهرة معقدة، متداخلة في نشاط مشترك يتضمن إجراءات جسدية وعمليات معرفية وبيئة معينة، تتضمن أنشطة الدوران العقلي علي العمليات الفرعية الأربع التالية (Wright, Thompson, Ganis, Newcombe, & Kosslyn, 2008):

- تحقيق ترميز مرئي من المحفزات.
- تدوير كائن (يشير إلى آخر).
- مقارنة كائنين (مماثلة أو مختلفة).
- الاستجابة.

وتوصف عمليات الدوران العقلي كإجراءات مشتركة تشمل هذه العناصر على الدور الرئيسي لتصور العمليات التي تحاول رؤية العلاقة بين فسيولوجيا الدماغ والقدرة على الدوران العقلي والتي يمكن أن تؤدي إلى تحسين المهارات المكانية (Meneghetti et al. 2017)، ومن الأساليب المثلي لاكتشاف تأثيرات التدريب علي الدوران العقلي مجموعات التحكم النشطة التي تكون فيها مهمة تدريب التحكم لديها مستويات بالمهمة التجريبية (Simons et al.

2016)، وعلاوة علي ذلك، من المهم استخدام خلال التدريب محفزات جديدة ثلاثية الأبعاد تنطبق بشكل مباشر على الحياة اليومية، بدمج مزيج من مكعبات ثلاثية الأبعاد ورسومات ثنائية الأبعاد (Rodán, Contreras, Elosúa, & Gimeno,2016) والتي يمكن أيضًا ان تعزز بالمهارات المكانية من خلال التدريب المكاني. على سبيل المثال، يرتبط استخدام الكمبيوتر وألعاب الفيديو بالتحسينات في الدوران العقلي والمهام المكانية الأخرى ذات الصلة، ويمكن تطوير الدوران من خلال المهام المكانية، مثل طي الورق، ومهام لوحة النموذج، ويمكن تسمية الأنشطة في اللعبة بالخبرة المكانية (Asis & Nurdin Arsyad ,2015). وأظهرت بعض الدراسات أن استخدام نموذج التصميم بمساعدة التكنولوجيا يمكن ان يؤدي إلى تحسين مهارات الطلاب المكانية(Kadam, 2017) .

وقد هدفت دراسة (Gomez -Tone et al.,2021) إلي تحسين المهارات المكانية من خلال رسم تخطيطي واسع النطاق للمساحات المعمارية في بيئات غامرة افتراضية وتحليل الإدراك المكاني في إشارة إلى التقاط الأحاسيس المكانية في بيئات غامرة افتراضية. كما هدفت دراسة (yurt & sunbul, 2012) الى تحديد تأثير الأنشطة القائمة على النمذجة في مقرر الرياضيات حيث يتم استخدام البيئة الافتراضية والأشياء الملموسة علي التفكير المكاني ومهارات الدوران العقلي. وأظهرت دراسة (Meneghetti et al. 2017) على الرغم من أن بعض القدرات الإبصارية المكانية، مثل الدوران العقلي، لها أهمية قصوى في الأنشطة اليومية، إلا أنه لم يتم استكشافها كثيرًا لدى الأفراد المعاقين. وبالطرح السابق يري البحث الحالي أن تعدد ممارسة الدوران العقلي في الواقع الافتراضي والمعززة يمكن أن يساعد في إعادة تأهيل القدرات البصرية المكانية لدى أولئك الذين يعانون من إصابات أو إعاقات مكتسبة، وتعزيز مهارات الدوران المكاني لدى الطلاب وهو مايسعى البحث الحالي إلى التحقق منه.

المحور الثالث: أداء الطلاب المعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية في الرسم الهندسي:

١.مفهوم أداء الطلاب في الرسم الهندسي:

الهدف الرئيسي للتعليم هو المشاركة الاجتماعية والأكاديمية لجميع الطلاب، وينصب التركيز على التحصيل الأكاديمي في الرياضيات لدى الطلاب ذوي الإعاقة العقلية في الفصول الدراسية (Schnepel et al.,2020)، ومهارات الرياضيات أمر بالغ الأهمية في الحياة اليومية للأشخاص ذوي الإعاقة العقلية ومهمة للعيش المستقل والمشاركة الاجتماعية (Cheong et al. 2017) ويعد تدريس الهندسة كفرع من فروع الرياضيات والذي يشتمل

على مجموعة متنوعة من الأنشطة التي تزود الطلاب بفهم للعلاقات في عالم متعدد الأبعاد، وتزود المتعلمين بسياق غني لتنمية التفكير المنطقي الرياضي وإثباته، بما في ذلك التفكير الاستنتاجي والاستقرائي، ولهذا فان دراسة علم الهندسة تسهم في بناء عقل المتعلم وتستثير اهتمامه (محمد النذير،٢٠١١).

وتطوير حزمة التدريب مع نماذج التصميم للتعلم للرسم الأساسي في الهندسة لتلبية معايير الكفاءة، وإيجاد أداء تقنيات الرسم للأشخاص المعاقين امرا يعد ضروري لان المهارات الهندسية الأساسية هي المهارة الأكثر تطلبًا (Nutkritta ,2018)، ويعد الرسم الهندسي لفهم ودراسة الأشكال، وقياس الحجوم والمساحات والتمكن بطريقة بصرية التي تنقل الطلاب من المحسوس إلى المجرد عبر وسيط المرحلة التصويرية، والطلاب ينشؤون خانات ويقسموها إلى وحدات وتعد الوحدات المنشأة جسراً موصلا لمفهوم الكمية المجهولة التي يجب إيجادها (Alvin,2022)، فيحول فيها المهام والمشكلات الرياضية إلى رسم توضيحي بوحدات تمثل القيم الواردة بالمشكلة ((Stipek, & Johnson, 2021).

وغالبًا ما يتم التعبير عن كائنات الرسم في الهندسة الأولية بالأرقام، وتكون هذه حواجز خطيرة في التواصل للأشخاص الذين يعانون من إعاقة؛ ومع ذلك، فإن الترجمة إلى عناصر المعلومات غير البصرية صعبة للغاية، وتوجد طريقتان شائعتان للتعبير: التعبير النصي والتفسير اللمسي، ولا يمكننا التعبير عن المستندات المعقدة فقط باستخدام هذه الأساليب ، وتغيير طريقة تعبير للمستندات الرياضية، لإنشاء مهام فى الرياضيات عامل مهم يمكن أن يساعد في فهم المحتوى بسرعة وسهولة(Fukuda, & Toyosaka, 2015) ، ويعتمد تدريس الهندسة على طريقة بصرية مثل: الرسومات والرسوم البيانية والخطوط والمنحنيات، وقد يكون منها ما هو متاح للأشخاص المعاقين ومنها ما هو غير متاح مثل المعاقين بصريًا، ويستخدم المعلم طريقة لتطوير مهارات الطلاب المعاقين عقليا بمعرفتهم بالأشكال إلى معرفة خصائص الأشكال ثم يطورون فهمهم للعلاقة بين الخصائص بالصور والأشكال والمساحات، ومع ذلك، فإن المفاهيم الهندسية لا معنى لها إلا إذا استحضرت خيالًا مناسبًا للمكان (Miarso, 2009) . ويشتمل تدريس الهندسة على تشكيلة من الأنشطة التي توفر للطلاب فهما للعلاقات في عالم متعدد الأبعاد، وتزويد المتعلمين بسياق غني لنمو التفكير الرياضي المنطقي والبرهان، متضمنا التفكير الاستنتاجي والاستقرائي على حد سواء، ولهذا فإن دراسة علم الهندسة تسهم في بناء عقل المتعلم وتستثير اهتمامه وتدفعه نحو الإبداع.

٢.أهداف تدريس الهندسة في المرحلة الإعدادية:

تحتل الهندسة مكانًا في مناهج الرياضيات، إما كدورة منفصلة أو مدمجة مع فروع الرياضيات الأخرى، وتشمل متطلبات التخرج من المدرسة الوصول إلى عدد من معايير الهندسة (NCTM 2009) ؛ ومع ذلك فان هناك قلق مستمر بشأن انخفاض أداء الطلاب في مجالات الهندسة والقياس، وهي المجالات التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمكان العمل، وأن أحد أسباب ضعف أداء الطلاب في الهندسة والقياس ربما لعدم المعرفة بالأهداف المطلوب تحقيقها والكفايات المطلوبة منها (Steele 2013, p. 246). وإن تدريس الهندسة بوجه عام يهدف إلى إكساب الطلاب في المراحل التعليمية لمهارات التفكير الهندسي، ومهارات استخدام الأدوات الهندسية التي تطلبها رسم الأشكال الهندسية، والتعرف على خصائصها وفهم مكوناتها، وهي أحد فروع الرياضيات الحديثة الغير تقليدية يمكنها أن (وليد القاضي، ٢٠١٢):

- تثري تفكير التلاميذ الهندسي بالمعارف والمهارات المرتبطة بالهندسة.
- تساعد التلاميذ في وصف الأجسام والأشكال الطبيعية وصفة مضبوطة.
- تجعل غير المألوف مألوفة (مثل تقديم خاصية التشابه الذاتي في الطبيعة).
- تساعد التلاميذ على تعلم مزج الفنون مع الرياضيات.
- تبرز الجوانب الجمالية في الرياضيات.
- تكسب التلاميذ مهارات استخدام الأدوات الهندسية بدقة.
- تجذب انتباه التلاميذ وتجعل تعلم الرياضيات عملية ممتعة.
- تساعد التلاميذ على اكتشاف الأنماط البصرية في الأشكال والعلاقات الرياضية.
- تنمي التحصيل والتفكير الإبداعي لدى التلاميذ

وهذه الاهداف لكي نتمكن من تحقيقها لابد أن يتم تصميم مجموعة من الأدوات بناءً على مواقف تعليمية مختلفة، وتقييم الأداء في المهمة، بالإضافة إلى تصميم المهام التي تغطي العلاقات بين الطول والمحيط والمساحة، والمعرفة اللازمة لتعليم هذه المفاهيم والعلاقات فيما بينها. وقد سعت دراسة (Ibanez, Portillo, Cabada, & Barrón, 2020) الى تأكيد الاعتماد على تقنية الواقع الغامر حيث لها تأثير إيجابي على النتائج المتعلقة بالتعلم لطلاب المدارس الإعدادية. وعلى ذلك يمكن استغلال تقنية الواقع المعزز والافتراضى بالدمج في بيئة ممتدة كبيئة تعليمية فعالة لمساعدة طلاب المدارس المتوسطة من المدارس العامة والخاصة على ممارسة المبادئ الأساسية للهندسة.

٣. العلاقة بين المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي:

إن الإلمام بالشكل والبنية والموقع والتحولات وتطوير التفكير المكاني يمكّن الطلاب من فهم ليس فقط عالمهم المكاني ولكن أيضًا موضوعات الرياضيات الأخرى، وعندما يحسب الطلاب جوانب الأشكال ثنائية الأبعاد أو وجوه المكعب، فإنهم يتعلمون عن علاقات الأرقام، ويمكن ملاحظة أنماط الجبر ووظائفه وحتى أساسياته عندما يتعرف الطلاب على الأنماط في الفضاء أو عندما يرون العلاقات بين عدد الوجوه والحواف والرؤوس للأشكال ثلاثية الأبعاد، وعندما يقارن الطلاب الأشكال والاتجاهات والمواقف في الفضاء، فإنهم يطورون المفاهيم ويكتسبون المفردات التي يستخدمونها أيضًا في القياس، ويعد تجميع العناصر، أحيانًا حسب الشكل أو أي ميزة هندسية أخرى، مهارة أساسية أيضًا لجمع البيانات، ويمكن للمتعلمين تسجيل الأشكال والإبلاغ عنها في نشاط أو في البيئة (Copley, 2000) .

ترتبط المهارات المكانية ارتباطًا وثيقًا بالنجاح في تعليم الرياضيات (Wang, L, & Carr ,2020). حيث يستمتع المتعلمين بمعالجة الأشكال في الفضاء، وغالبًا ما تتجاوز قدراتهم المكانية مهاراتهم العددية (NCTM 2000) ، ومن الأفضل تعليم الهندسة والمهارات المكانية من خلال إرشاد الطلاب باتباع التوجيهات المكانية الشفوية أو المكتوبة المعطاة وذلك من خلال: تحديد موقع الأشياء في الفصل الدراسي أو المدرسة أو المجتمع، وتشجع الطلاب على تحديد موقع الأشكال داخل البيئة عند الانتقال من خلال المدرسة أو في اثناء التقل والتجول، وبدمج أنشطة العد والنمذجة وأرقام الاقتران بمجموعات من الكائنات، وتشجع الطلاب على اتباع التوجيهات واستخدام أجهزة لجعل الرياضيات ممتعة من خلال دمج الرسوم البيانية والمخططات وألعاب الورق واللوح، وتضمين أنماط الرياضيات والمفاهيم الموضعية بالمصادفة في أنشطة الحياة اليومية (Willings, 2020). ويمكن تعزيز هذه القدرة لترتبط بشكل إيجابي بمهارات الرياضيات لدى الطالب، وأن الطلاب في مجموعة واسعة من مستويات القدرة يمكنهم المشاركة والاستفادة من أنشطة الدوران العقلي في الفصل الدراسي، وان التطبيقات العملية في برنامج الهندسة الذي يجمع بين الدوران العقلي ثنائي وثلاثي الأبعاد له العديد من المكاسب إذا تم تطبيقه في تعليم الهندسة (Bruce , &Hawes, 2015)

وأكدت دراسة (Grazia et al. ,2014) أن القدرة المكانية تتنبأ بالأداء في الرياضيات والخبرة النهائية في الهندسة، وأشارت نتائج دراسة (Unal, Jakubowski, & Corey, 2009) إلى وجود علاقة سببية بين القدرة المكانية ومستوى تحقيق الهندسة، حيث يكون المتعلمون ذوي القدرات المكانية المنخفضة أكثر تحديًا لمتعلمي الهندسة، بينما أظهر المتعلمون ذوي القدرات المكانية العالية مستويات عالية في الاداء الهندسي. وهدفت دراسة

(Martín-Gutiérrez et al., 2010) إلى تصميم كتاب قائم على الواقع المعزز لتحسين القدرات المكانية وتوفير نماذج افتراضية ثلاثية الأبعاد لمساعدة الطلاب على أداء المهام المتعلقة بالرسم الهندسي.

وبذلك يري البحث الحالي ان استخدام تقنية الواقع الممتد بالاعتماد على أنشطة الدوران العقلي يمكن أن تكون استراتيجية ممارسة توضيحية ومقترنة بالخطوات المعرفية المتضمنة في الدوران العقلي حيث تؤدي فاعليتها إلي تطوير المهارات المكانية في سياق الرسم الهندسي للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم، وهو ما سوف يتضح في إجراءات البحث الحالي ونتائجها.

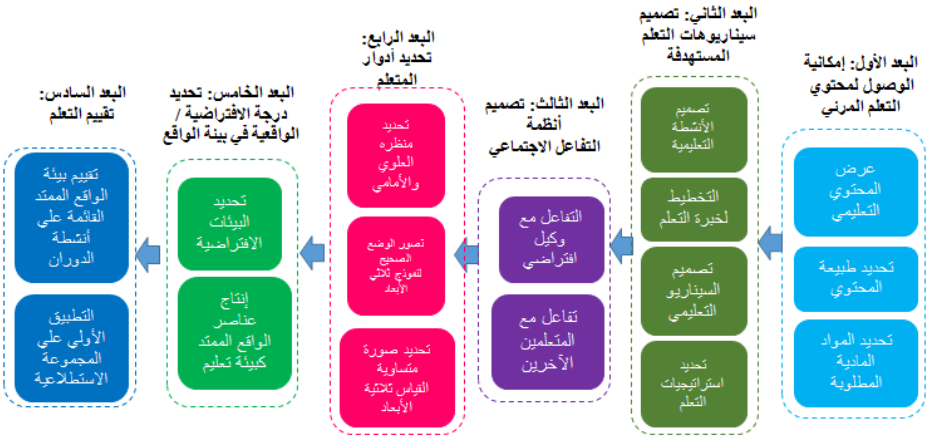
ثانيًا- إجراءات البحث:

١. **عينة البحث:** تم اختيار عينة البحث من الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية والاعداد المهني وقد تروح أعمارهم بين (١٤-١٨) سنة وهم مصنفين حسب مقياس الذكاء بنسبة (٥٠-٧٠)، وقد كانت نسب الذكاء للفئة التي تم اختيارها تراوحت بين (٥٧-٦٧) وقد كان متوسط العمر الزمنى (١٦,٦١) وانحراف معياري (١,١١) وهي مجموعه تجريبه واحدة عددها (١٣) طالب.

٢. إطار التصميم التعليمي للواقع الممتد القائم على أنشطة الدوران العقلي:

سعت الباحثة الى التعرف على إطار التصميم التعليمي المناسب الذي يمكن ان تعتمد عليه في تصميم تجربة البحث الحالي وبما يتناسب مع المتغير المستقل حيث ان المصممون التعليميون الذين يغامرون بتصميمات ثلاثية الأبعاد على نفس مجموعة المهارات المستخدمة في التصميم ثنائي الأبعاد. وهو الذى يتناسب مع اطار تقديم أنشطة الدوران العقلي في بيئة التعلم الممتد، وهذا يتطلب إنشاء مساحات افتراضية لاستضافة أنشطة الدوران يجب أن يتبع معايير تصميم مماثلة من حيث الدقة والجودة، وقد قامت الباحثة بالتعرف على خطوات نموذج تصميم ADDIE وإلى قدمة برانسون، ونموذج التفكير التصميمي (Brown & Wyatt, 2010)، وبعض من النماذج المستحدثة التي تتوافق مع تجربة المستخدم، ونموذج تصميم تجربة التعلم ثلاثي الأبعاد الذى قدمة (Kapp & O'Driscoll, 2009) كما تم الاطلاع على بعض النماذج العربية في هذا السياق ومنها نموذج (محمد عطية خميس، ٢٠٠٧؛ ونموذج عبداللطيف الجزار ٢٠١٣؛ ونموذج ابراهيم الفار ؛ ٢٠١٢) ولكن كان الهدف هو الاعتماد على إطار للتصميم التعليم يتماشى مع بيئة التعلم الممتد الغامرة للتعليم ولذلك اعتمد البحث على النموذج الذى قدمته دراسة كلا من (Yang, Zhou, & Radu,

2020; Dodds, 2021; Rauschnabel ET AL,2022)، وبعد الاطلاع النماذج المقدمة في الدراسات والتى تكشف عن مساحة تصميم غنية لتطبيق الواقع الممتد للاستخدام التعليمي، ووضع مجموعه من الأبعاد كل بُعد يمثل إطار عمل الواقع الممتد في سياقه وقد قامت الباحثة بدمج خطوات النماذج بما يتناسب مع البحث التالي ليمر بالأبعاد التالية:



شكل (٣) اطار التصميم التعليمي للواقع الممتد القائم على أنشطة الدوران العقلي

البعد الأول: إمكانية الوصول وسهولة المادي لمحتوى التعلم المرئي، والمعرفة المستهدفة، وقد تضمنت المراحل التالية:

١. **عرض المحتوي التعليمي:** تم تحديد الهدف العامة للمحتوي التعليمي ويتحدد بدراسة امكانية تطبيق الواقع الممتد القائم على أنشطة الدوران العقلي للاستفادة منه في تنمية وتعزيز المهارات المكانية واداء الرسم الهندسي للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم، ذلك من خلال تقنيات بالاعتماد على النماذج ثنائية وثلاثية الأبعاد والمحاكاة والتصور لتصميم الأنشطة حيث يمكن للمتعلمين تصور والتفاعل مع التمثيلات الديناميكية للقوى الخفية، لجعل المفاهيم الصعبة مرئية وفي متناول المبتدئين مما ممكن المتعلمين من مشاهدة الافتراضي.

٢. **تحديد طبيعة المحتوى الذي يمكن الوصول إليه بشكل طبيعي:** حيث يحدد البحث الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية والاعداد المهني وتم تحديد أعمارهم والمتوسط، ونسب الذكاء ، وقد سعت الباحثة إلى وضع تصور والسماح للمتعلمين برؤية وتجربة المعرفة والمهارة المطلوبة التي يتعذر الوصول إليها بالطرق التقليدية المقدمة في محتوي الرياضيات، والوصول إليها بشكل طبيعي لتكون أكثر ثراءً أو تفاعلاً ببناء

نظام وتطبيقات الواقع الممتد الذي يعلم الطلاب المهارات المكانية واداء الرسم الهندسي بشكل مختلف، والذي يمكن للمتعلمين من خلاله مشاهدة باستخدام نظارة او تطبيق معزز بأنشطة الدوران العقلي المقدمة بتقنية ثنائية وثلاثة الأبعاد كما لو كانوا ينظرون إليها في العالم الحقيقي، وهذه الزيادة على الوسائط التقليدية لتزويد المتعلمين بمعلومات أكثر ثراءً حتى يتمكنوا من فهم إيماءة اليد بشكل أفضل من خلال التحكم في حركة النموذج ثلاثي الأبعاد وتدويره.

٣. **تحديد المواد المادية المطلوبة:** توظيف تطبيقات الواقع المتمدد بعد ان قامت الباحثة بربطها بتصميم تطبيق مخصص ورفعه على نظام APK، وتضمينه بالمواد والمصادر لكي يوفر للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم في محتوي الرياضيات تجربة تعليمية فريدة وجديدة للمتعلمين وقد تم وضع بطاقة معايير تضمن (٦) معايير رئيسية، وعدد ٣٦ موشر فرعي للحكم على تصمييم بيئة الواقع الممتد.

شكل (٤)

تحميل التطبيق على الأجهزة والوجة الرئيسية لبيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي

البعد الثاني– تصميم سيناريوهات التعلم المستهدفة وقد تضمنت المراحل التالية:

١. **تصميم الأنشطة التعليمية المنظمة والموجهة نحو الهدف:** وقد تم تصميم الأنشطة بحيث يقودها المعلم وقد تم استخدام بيئة الواقع الممتد كتطبيق مدعم بأنشطة الدوران العقلي مدعمة بنماذج ثنائية وثلاثية البعد وقد تم تحديد أنشطة ومهام

التعلم المحددة للمهارات المكانية واداء الرسم الهندسي باستخدام الواقع الممتد القائم على أنشطة الدوران العقلي والتواصل باستخدام الادوات المتوفرة.

٢. **التخطيط لخبرة التعلم (تصميم أنشطة التدريس):** وقد تم تفعيل مراحل معالجة الدوران العقلي في بيئة الواقع الممتد الغامرة عن طريق المهام المختلفة التي يؤديها طلاب المرحلة الاعدادية في مراحل مختلفة من أنشطة التعلم. يتم عرض المهام ومراحل الدوران العقلي المستهدفة في الجدول التالي. نظرًا لأن هذه المهام تتوافق مع مراحل الدوران العقلي، فإننا نطلق عليها اسم أنشطة الدوران العقلي وقد تم تصميمها وفق خطوات الجدول.

جدول (١) التخطيط لخبرة التعلم (تصميم أنشطة التدريس) بالدوران العقلي

المراحل المعرفية للدوران العقلي	الأهداف التعليمية لكل مرحلة	التنفيذ
تكوين تمثيل عقلي لشكل.	- تصور ذهنيًا الشيء الموضح في سؤال التوقع.	مشاهدة الرسوم المتحركة للإجابة الصحيحة ومقارنتها بالدوران العقلي الذي يتم إجراؤه في مرحلة التنبؤ والدوران المادي الذي يتم إجراؤه في مرحلة الملاحظة.
	- راقب النموذج المعزز ثلاثي الأبعاد باستخدام تطبيق الواقع الممتد.	
تدوير الشكل عقليًا في اتجاه عقارب الساعة أو عكس اتجاه عقارب الساعة حتى يسمح اتجاهه المحوري بالمقارنة مع المعيار.	- قم بتدوير الشكل عقليًا حتى يسمح اتجاهه بالمقارنة. - قم بإجراء عمليات التدوير على النموذج المعزز ثلاثي الأبعاد باستخدام تطبيق الواقع الممتد.	
إجراء المقارنة بين شيئين.	- قارن النموذج العقلي بالخيارات المقدمة في السؤال. - قم بإجراء مقارنة مع الإجابات المحددة في مرحلة التنبؤ.	
صنع حكم ما إذا كانت الأشكال هي نفسها أم لا.	- إصدار حكم عن طريق وضع علامة على الخيار المحدد.	
	- سجل القرار إما بالاحتفاظ بالإجابة أو تغييرها.	
سجل القرار والوقت لإكمال المهمة.	- سجل القرار عن طريق وضع علامة على الخيار المحدد.	

٣. **تصميم السيناريو التعليمة للواقع الممتد:** حيث اعتمد التعلم الرسمي الذي يحدث في الفصل الدراسي، واستهداف المعرفة المنصوص عليها في المعايير التعليمية بما يتماشى مع هؤلاء الفئة من الطلاب وقد تم تقسيم السناريو الى مجموعة من الأنشطة تتناسب مع المهارات المكانية وداء الرسم الهندسي وفق المنهج المقرر مدعم بمحتوى وسائط رقمية ثنائية وثلاثية البعد ويكون المتعلم قادر على تدويرها.

٤. **تحديد استراتيجيات التعلم:** تم استخدام تطبيقات الواقع الممتد بالإعتماد على أنشطة الدوران العقلي بشكل متكرر لتوفير تجربة ألعاب، ولإشراك المتعلمين بشكل أفضل لتعلم محتوى التعلم من خلال سرد القصص بنظام التعزيز حيث تم دمج تطبيقات مرتبطة ببيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي المصمم لتسهيل تعلم الرياضيات تقوم بعرض نماذج مكانية ويتطلب معرفتها والقيام باستخدام الرسم لأنشاء الرسوم الهندسية، والتعلم من خلال العمل باستخدام النماذج والتدوير، ولعب الأدوار أو المحاكاة التشاركية. وقد تم بناء الأنشطة التعليمية على استراتيجية التنبؤ والملاحظة والشرح لأنها استراتيجية فعالة لتحديد المفاهيم البديلة للمتعلمين وتعزيز فهمهم المفاهيم. في مرحلة التنبؤ، يحصل الطلاب على الفرصة للتعرف على معرفتهم السابقة، وفي مرحلة الملاحظة، يلاحظون الظاهرة التي لا تتوافق في الغالب مع التوقعات. غالبًا ما تؤدي هذه التجربة من الصراع المعرفي إلى عملية التغيير المفاهيم. شرح وتقييم تنبؤاتهم في مرحلة التفسير يعزز مفاهيمهم ويساعدهم على بناء معانٍ جديدة.

شكل (٥)

الاستراتيجية المستخدمة في بناء الأنشطة ببيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي

البعد الثالث: تصميم انظمة التفاعل الاجتماعي، والى يحدد ما مقدار الدعم للتفاعل الاجتماعي الموجود في بيئة الواقع الممتد القائم على أنشطة الدوران العقلي: حيث تعلق بمقدار التواصل الذي يتمتع به المتعلمون أثناء الانخراط في بيئة الواقع الممتد القائم على

أنشطة الدوران العقلي المدمج مع مواضيع مختلفة (مثل الوكيل أو المتعلمين البشريين). وقد تضمنت المراحل التالية:

١. **التفاعل مع وكيل افتراضي:** تم تضمين بيئة الواقع الممتد بنظام تفاعل مع الوكيل الافتراضي حيث مكن المتعلمين للمتعلمين التفاعل معه بعد انتهاء المهمة والنشاط يخبر المتعلم الانتقال الى المرحلة التالية وهو توجيه المتعلمين للتقدم من خلال أنشطة التعلم (أي المتعلقة بمبدأ المكانية والرسم)، وقد ساعد المتعلمين ولفت انتباههم بالشكل المناسب اثناء ممارسة أنشطة الدوران العقلي المرتبطة بالمهارات المكانية وداء الرسم الهندسي.

٢. **تتفاعل مع المتعلمين الآخرين:** حيث تمكن الطلاب من التفاعل مع المحتوى المقدم في بيئة الواقع الممتد والانخراط في التواصل مع الاخرين فيمن خلال ممارسة محتوي الرياضيات معًا، ونجاح الطلاب في تنفيذ المهام التي تطلب منهم بشكل جماعي وتحديد مساهمة كل عضو، وعقد كل شخص مسؤول عن حل المشكلة معًا، وبما يتناسب مع أهداف التعلم المحددة، وفيما يتعلق بدمج ببيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي في المنهج الدراسي.

البعد الرابع– تحديد وظائف وادور المتعلم في بيئة الواقع الممتد القائم على أنشطة الدوران: حيث تمثلت الفاعلية لدى المتعلمين في "القدرة على التصرف"، وانهاء الأنشطة بناء على تحديد التعلم النشط، واتاحة تشارك المتعلمين بشكل أفضل في عملية التعلم على محتوى التعلم والشكل (٦) يصف توزيع المحتوي الخاص بالمهارات المكانية وأداء الرسم الهندسي في بيئة الواقع الممتد القائمة على أنشطة الدوران العقلي.

شكل (٦) تنفيذ المحتوي الخاص بالمهارات المكانية وأداء الرسم الهندسي في بيئة الواقع الممتد القائمة على أنشطة الدوران العقلي

وذلك بتضمين أنشطة التعلم التي تسعى إلى مزيد من المتعلم المدخلات، لتحقيق لعب الأدوار والمحاكاة التشاركية والتعلم عن طريق الممارسة ودمج تقنيات مثل الواقع للتعلم بشكل تعاوني في حل المسائل، والتنقل والتقاط الأدوات ومعالجتها واستكشاف مجموعة كاملة من التفاعل المادي للكائنات والرسومات داخل ببيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي المستخدم، وقد تم كما يلي:

١. في النشاطين الأولين، يُعطى المتعلم صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد لنموذج

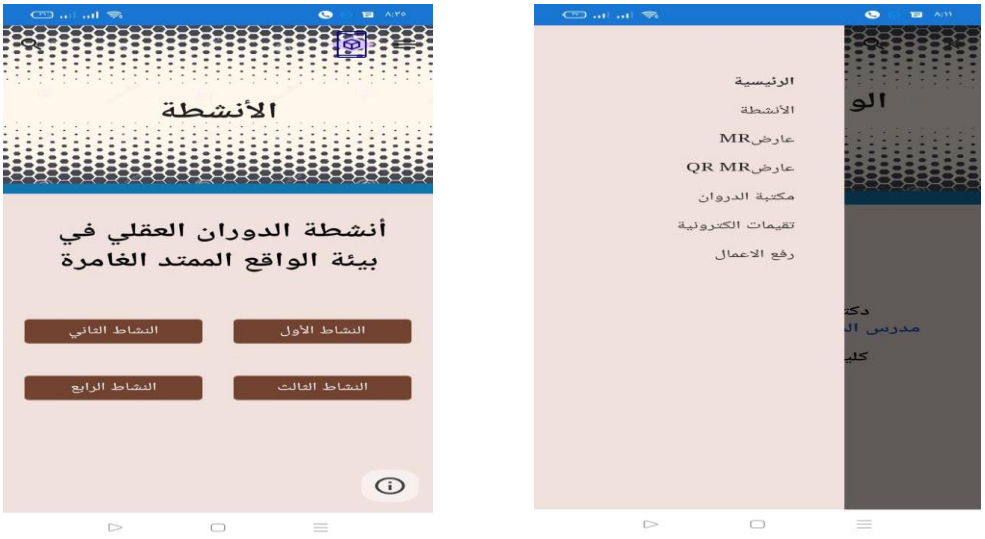
- يجب على المتعلم تحديد منظره العلوي والأمامي والجانبي من الخيارات الأربعة المحددة. في هذه الأنشطة.
- يُطلب من المتعلم صراحةً تصور النموذج في الصورة والتنبؤ بمناظره العلوية والجانبية والأمامية.
- يُطلب من المتعلم مراقبة نموذجه ثلاثي الأبعاد عن طريق مسح بطاقة العلامة المقابلة للنشاط المحدد، باستخدام تطبيق الواقع الممتد.
- ثم يتحقق المتعلم من إجابته ومراجعتها إذا طلب ذلك.
- يُطلب من المتعلم شرح أسبابه من خلال الإجابة على السؤال: "كيف ساعدك هذا النشاط في الوصول إلى الإجابة النهائية المحددة؟"
- في النهاية، يتم تقديم الملاحظات إلى المتعلم في شكل صور متحركة توضح الإجابة الفعلية مع الإجراء الصحيح.

٢. في النشاطين الثالث والرابع، قام الطلاب بأداء ما يلي:

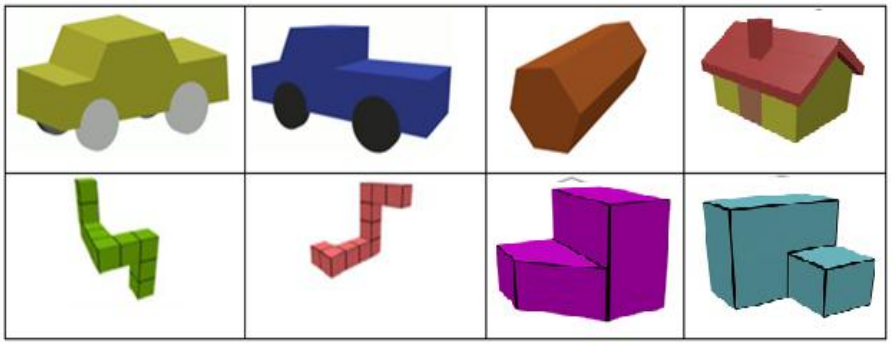
- يُطلب من المتعلم أولاً تصور الوضع الصحيح لنموذج ثلاثي الأبعاد معين والتنبؤ به عند تدويره وفقًا لمعايير معينة.
- يظهر معيار الدوران باستخدام صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد لنموذج آخر.
- يجب على المتعلم بعد ذلك أن يتنبأ بمنظر منفصل (علوي أو جانبي أو أمامي) للإجابة التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق معايير الدوران.
- يجب على المتعلم تحديد الإجابة الصحيحة من الخيارات الأربعة لكل سؤال.
- يجب على المتعلم مراقبة النماذج ثلاثية الأبعاد وإجراء عمليات الدوران باستخدام تطبيق الواقع الممتد.
- يتحقق المتعلم من إجابته ومراجعتها إذا لزم الأمر.
- يجيب المتعلمون بعد ذلك على السؤال في مرحلة التفسير ويشاهدون التغذية الراجعة.

٣. في النشاطين الخامس والسادس، قام الطلاب بأداء ما يلي:

- يُعطى المتعلم صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد لكائن متعدد النوى.
- من بين الخيارات الأربعة المقدمة، يجب على المتعلم أن يتنبأ بأن أي من الخيارين يتكون من نفس النموذج ثلاثي الأبعاد كما هو مذكور في السؤال، ولكن مع اتجاه مختلف.



شكل (٧) توزيع الأنشطة في ببيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي



شكل (٨) نماذج ثلاثية الأبعاد في بيئة الواقع الممتد القائمة على أنشطة الدوران العقلي

البعد الخامس: درجة الافتراضية/ الواقعية في بيئة الواقع الممتد وقد تضمنت المراحل التالية:

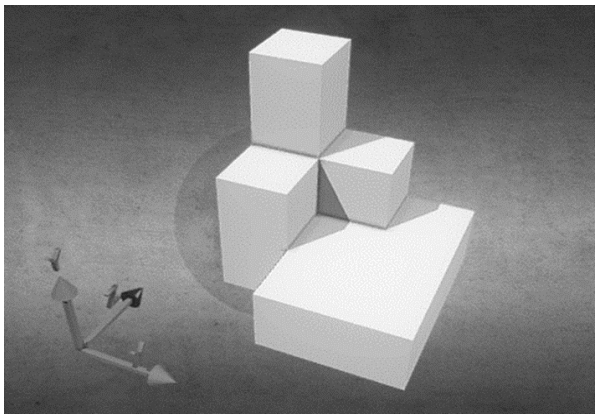
١. تحديد البيئات الافتراضية المحسنة ماديًا باستخدام نفس المحتوى التعليمي، عملت الباحثة في تصميم البيئة مع المصمم القائم بالتصميم في تحديد مقدار الافتراضية

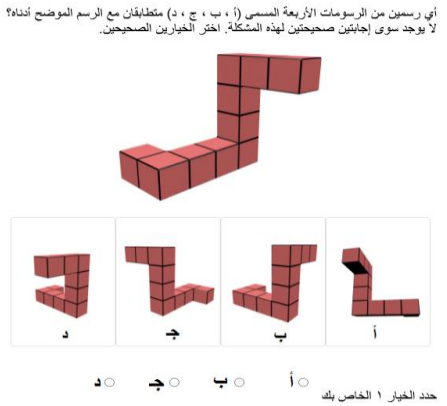
التي ستوفرها التكنولوجيا في تجربة التعلم. حيث تم دمج تطبيقات جاهزة تستخدم خصيصا لتنفيذ أنشطة الدوران العقلي وقد تم تنفيذ الأنشطة في بيئة الواقع الممتد غامر قائمة على الدوران العقلي: للمعلم والطلاب والجدول (٢) يعرض اليات تنفيذ الأنشطة في الجلسة.

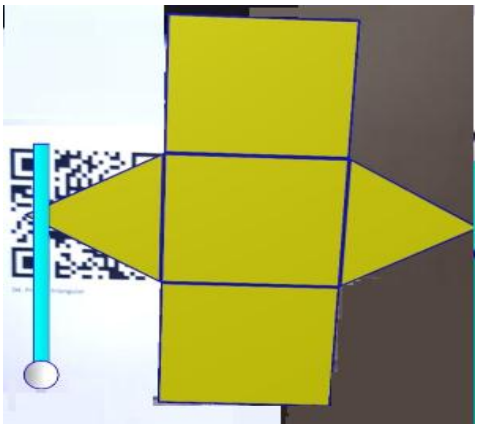
جدول (٢) توزيع وقت تنفيذ النشاط بالواقع الممتد الغامر القائم على الدوران العقلي: للمعلم والطلاب

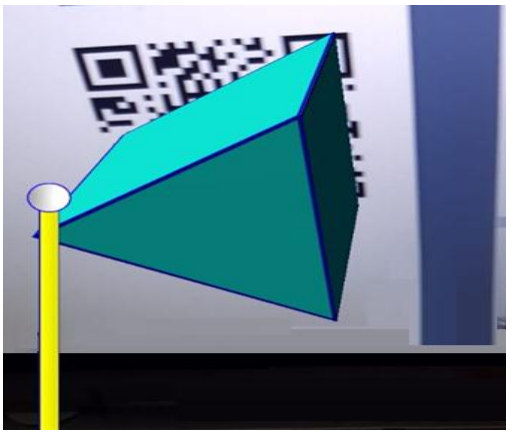
مثال لمدة ٤٥ دقيقة لنشاط الواقع الممتد غامر قائمة على الدوران العقلي: للمعلم والطلاب		
الخطوة	**النشاط**	**الوقت**
١	يقدم المعلم وحدة التعلم ويطرح مهام التعلم على الطالب.	١٠ د
٢	يقوم المعلم بتعيين طالب واحد من المجموعة الفرعية (خمسة طلاب لكل منهم) لارتداء HMDs، ويشاهد الطلاب الآخرون شاشة العرض.	٥ د
٣	يستخدم المعلم أجهزة الهاتف اللوحي المحمول لعرض المشهد الافتراضي.	
٤	يستخدم طالب واحد من المجموعة الفرعية HMDs لتعلم الوحدة، بينما يتعلم الطلاب الأربعة المتبقون من خلال شاشة العرض. وفي الوقت نفسه، يراقب المعلم عملية التعلم ويساعد الطالب على حل المشكلات الفنية لـ HMDs.	
٥	يعين المعلم الطلاب الأربعة المتبقين من المجموعة الفرعية بالتناوب لتعلم نفس الوحدة. عملية التعلم مشابهة للخطوات ٢، ٣، ٤.	٢٠د
٦	يقوم كل طالب في مجموعة فرعية بإجراء أنشطة تعاونية وجهاً لوجه ويكمل المهام في ورقة نشاط واحدة.	٧ د
٧	يلخص الإجابات.	٣د

وقد تم ربط الأنشطة التطبيق المصمم ويمكن للمتعلم الوصول اليها بالضغط على الرابط بعد ان قامت بتحميل التطبيق ببيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي على أجهزة الطلاب أو زاويهم، وقد تطلب ان تكون المعرفة الرياضية أساسية عند ربطها بمهام الحياة الحقيقية، وربطها بالمشاكل الواقعة في المجال ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد، وقد تم تقديم الأنشطة التي تعمل على تعزيز المهارات المكانية والرسم الهندسة.





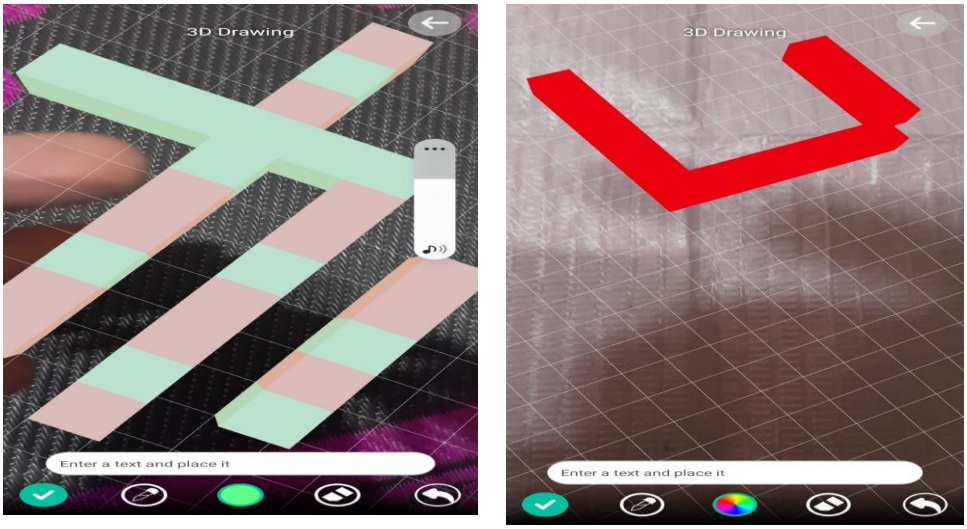




شكل (٩)

استخدام المحسنات المادية للمحتوى التعليمي بنماذج الدوران ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد

التي تتطلب مكانية يصعب أحيانًا فهم المهارات على الطلاب، حيث ان الطلاب يواجهون صعوبات في الخيال المكاني ويفتقرون إلى القدرات المكانية ولذا قد تم ربط بيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي، وذلك لأشراك الطلاب في مواقف الرياضيات الافتراضية مع صور رمزية حية، ومحاورات لرواية القصص بالتفاعل الملموس مع الأشياء اليومية، وتفعيل ممارسات الحياة الواقعية.

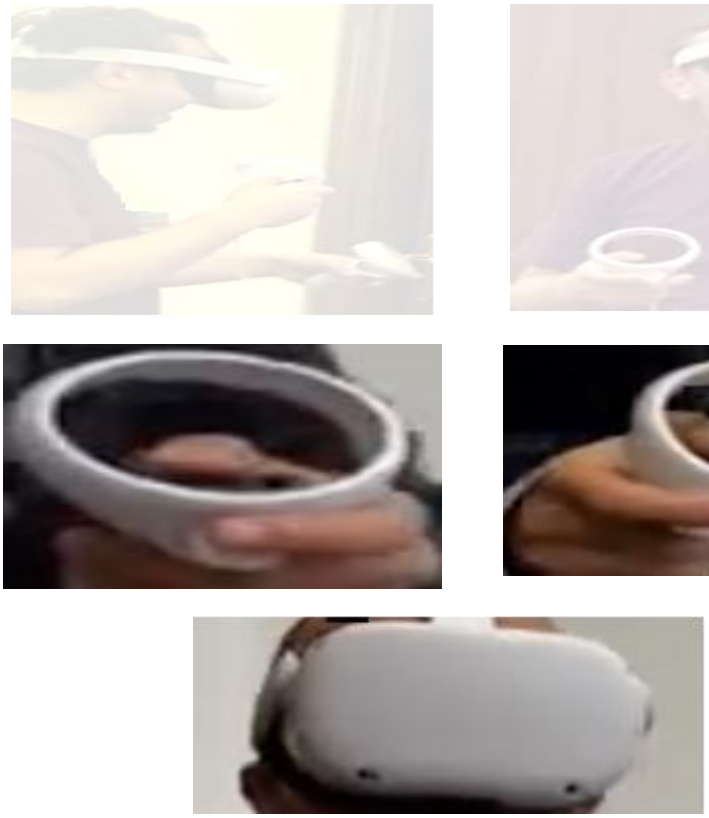


شكل (١٠) التفاعل الملموس مع الأشياء باستخدام الواقع الممتد

٢. إنتاج عناصر الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي:

- **الوصول / الحصول على الوسائط والمصادر، والأنشطة وكائنات التعلم المتوفرة:** قامت الباحثة بتحديد الوسائط والمصادر والمتطلبات اللازمة لإنتاج الواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي، والتي تتمثل في الوصول الى بعض المصادر من خلال xredu.tech الذي يتح بعض الوسائط ثنائية وثلاثية الأبعاد لتحسين قدراتهم المكانية. ودمج التطبيق ببعض التطبيقات للتمكن من اداء الرسم الهندسي والى يرتبط بالمهارات المكانية لحل الأنشطة والتدريبات التعليمية من خلال تطبيق Real Note حيث أتاح للطلاب نشر الرسائل والصور والملصقات وخلق المساحات في الفضاء لأداء الرسم الهندسي والرموز التعبيرية ثلاثية الأبعاد أتاح الكتابة على الجدران او في منطقة داخل الفصل او الطرقات.
- **تجميع وإنتاج الوسائط في ببيئة الواقع الممتد: والتي** تدعم المهارات المكانية وأداء الرسم الهندسي وربطها بالتطبيق المستخدم كوعاء كامل باستخدام أنشطة الدوران العقلي التي تتيح للطلاب التفاعل الحقيقي مع العناصر والرسومات ورسمها في الحقيقة والتفاعل معه.
- **توفير معدات التفاعل مع الواقع الممتد بأنشطة الدوان العقلي:** حيث ان محتوى الواقع الممتد يمكن ان يتم في الفضاء الخارجي وكذلك يمكن باستخدام نظارات

مخصصة تم تجهزها أثناء شرح المحتوي بتوفير مجموعة من النظارات وأدوات التحكم الخاصة عبارة عن نظارة بلاستيكية تحتوي على قطعتين من الزجاج، ويقوم الطالب بارتدائها. ويمكنه بعدها أن يقوم بالإشارة الكائن المطلوب والتجول معه الرموز الموجودة أسفل كل عنصر إلى التقنية التي تحتاجها لاستخدامه.



شكل (١١)

بعض المعدادت المستخدمة اثناء تنفذ تجربة الواقع الممتد بأنشطة الدوان العقلي

البعد السادس– تقييم التعلم: ومراقبة سلوك الطالب ورسم استنتاجات حول معرفة الطالب وقدراتهم والتطبيقات المستخدمة وقياس إمكانات تصميمها وقد تضمنت المراحل التالية:

١. قامت بعرض بيئة الواقع الممتد علي مجموعة من المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم والحاسب الألى بكلية التربية والتربية النوعية وفقاً لبطاقة المعايير المعدة للتأكد من بيئة الواقع الممتد القائمة علي أنشطة الدوران العقلي مطابقة من حيث الموصفات التربوية

والفنية، وبناء على مقدمة السادة المحكمين من توجيهات تم عمل التعديلات اللازمة حتى تصبح البيئة جاهزة للاستخدام، وبذلك أصبحت بيئة الواقع الممتد جاهزة للتطبيق في تجربة البحث الاستطلاعية وهى تمثل عملية **التقويم الخارجي من قبل العينة الاستطلاعية،** وقامت الباحثة بالتطبيق الأولي علي المجموعة الاستطلاعية تكونت من (٦ طلاب)، للتأكد من سهولة التعامل مع التطبيق المستخدم وخلوة ممن أي أخطاء او اعطال قبل التطبيق على العينة الاساسية.

ثالثا– أداوات البحث:

اختبار المهارات المكانية:

١. **تحديد هدف الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس المهارات المكانية المرتبطة بمقرر الرياضيات للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية.

٢. **إعداد الاختبار:** قامت الباحثة بالنظرإلى الأطر والدراسات السابقة في هذا المجال وكذلك مقياس اختبار القدرة/ المهارات المكانية مثل ثيرستون وثيرستون (1973)، Thurstone & Thurstone، وكذلك الاطلاع على الاختبارات والمقياس التي قدمت في مجال تعليم الرياضيات في هذا الشأن، وتم بناء اختبار مصور يتضمن (٣) مهارات رئيسية هي:

- **الدوران العقلي:** القدرة على تخيل دوران الأجسام ثنائية وثلاثية الأبعاد كجسم كامل وقدرة الطلاب الحكم على يبدو علية الكائن لو تحول في بعدين ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد، في اتجاه عقارب الساعة وعكس اتجاه عقارب الساعة.
- **التوجه المكاني:** القدرة على توجيه نفسه جسديًا أو عقليًا في الفضاء.
- **التصور البصري المكاني:** القدرة على التلاعب الذهني، والتدوير، واللف، والعكس التصويري للمحفزات البصرية المعروضة للمعلومات المقدمة مكانياً.

٣. **صياغة مفردات الاختبار:** وقد تضمنت كل مهارة مجموعة من المهارات الفرعية يكون الطالب قادر على، تحديد نتيجة دوران كائن ثنائي الأبعاد، وتحديد نتيجة دوران كائن ثلاثي الأبعاد، وتحديد موضع كائن بالنسبة إلى موضع المراقب، وتحديد المناظر الامامية أو العلوية أو الجانبية لشيء ما، وتصور نتيجة طي/ كشف تكوين معين، وبناء شكل ثلاثي الأبعاد من شبكة معينة والعكس صحيح تحتوى كل مسألة في هذا الاختبار على نموذج مرسوم وان يتتبع خطواته وقد كانت الأداة المطلوبة للمهارة الأولى الدوران العقلي ١٢ أداء، والمهارة الثانية التوجه المكاني ١١ أداء،

والمهارة الثالث ١٠ أداة وبذلك يتكون الاختبار من ٣٣ موقف ادائي على الطالب ان يمر بمهم مراعيا ما يلى:

- دراسة كيفية دوران الشيء المرسوم في أعلي يمين السؤال.
- صور في ذهنك ذلك الشكل الذي سينجم عن نفس طريقة الدوران هذه لو أدير بها الشكل المرسوم في وسط السؤال.
- اختر واحدة من الرسوم (أ، ب، ج، د) المعطاة في أسفل السؤال والتي تعين ها الشكل عند دورانه بنفس الطريقة وبشكل صحيح.
- وقد اعطى مثال يوضح ما هي الإجابة الصحيحة للمثال أعلاه؟ وقد تمثلت الإجابات أ، ب، ج خاطئة. (د) هي الصحيحة فقط، وهي التي تعين دوران الشكل في الوسط بنفس طريقة الدوران المعطاة في الأعلى.

٤. **تقدير درجات التصحيح للاختبار:** وقد تم تقدير الإجابة بدرجة واحدة للصحيحة لكل سؤال، وصفر لكل إجابة خاطئة.

٥. **الصدق المنطقي للاختبار:** تم عرض الاختبار على مجموعه من المتخصصين في مناهج وطرق تدريس الرياضيات، وقد أشار المحكمون إلى ارتباط أسئلة الاختبار بالهدف منه وللعينة المختارة من المعاقين، وبذلك أصبح الاختبار صالحاً للتطبيق على أفراد التجربة الاستطلاعية للبحث.

٦. **ثبات الاختبار:** تم تطبيق الاختبار عينة استطلاعية المكونة من (٦) طلاب بفاصل زمني قدرة ١٥ عشر يوما، وقد تم حساب معامل الارتباط بينهما، وقد بلغ (٠.٨٣) وهي مقبولة للثبات، وتم حساب معامل الفا كرونباخ وبلغ معامل الثبات (٠.٨٦) وهي قيمة مقبولة وتعد قيمة مقبولة وهي نفس الطريقتين التي تم استخدامهم في أكثر الاختبارات والمقياس المشابه لقياس المهارات المكانية.

اختبار مهارات الرسم الهندسي:

- **الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس مستوى أداء مهارات الرسم الهندسي المتضمنة بالأنشطة المقدمة للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية
- **إعداد جدول المهارات للاختبار:** في ضوء مهارات الرسم الهندسي المتضمنة بالوحدة، قد تم صياغة مفردات الاختبار في ضوء عدد المفردات الخاصة بكل موضوع (درس)، وفي ضوء مهارات الرسم الهندسي المتضمنة بالوحدة، وقد اشتمل الاختبار على المهارات التالية:

جدول (٢) مستوى أداء مهارات الرسم الهندسي المتضمنة بالأنشطة المقدمة للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية

المهارة	عدد الأداة الفرعية للمهارة
- تحويل الشكل ثلاثى الأبعاد إلى وجهات ثنائية الأبعاد.	٦
- استخدام ورق نفطي متساوي القياس لتحويل وجهات ثنائية الأبعاد إلى شكل ثلاثى الأبعاد.	٣
- رسم العروض العلوية والأمامية والجانبية بعد الدوران.	٣
- استخدام ورق شبكى لرسم شبكة لأشكال ثلاثية الأبعاد.	٣
- رسم اشكال ثلاثية الأبعاد بمعلومية شبكاتها.	٣
الاجمالى	**١٨**

- **مفردات الاختبار ودرجة الاداء:** تضمن الاختبار عدد (خمس اسئلة) يتطلب عدد ١٨ أداء للرسم الهندسي في الرياضيات من ولكل سؤال عدد من الدرجات تختلف باختلاف درجة الأداء حيث السؤال الأول تضمنت درجاته (١٨) درجة والسؤال الثاني تضمن (٣) درجات، والسؤال الثالث تضمن (٣) درجات، والسؤال الرابع تضمن (٣) درجات، والسؤال الخامس تضمن (٣)، وبذلك يصبح عدد أجمالي الدرجات ٣٠ درجة واقل درجه هي صفر درجة.
- **صدق الاختبار وثباته:** تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين في تخصص طرق تعليم الرياضيات عددهم (٣) وعدد اثنان من أستاذة الصحة النفسية وعلم النفس وذلك للتأكد من: ملاءمة الاختبار لمستوى التلاميذ ولفئة المعاقين القابلين للتعلم، وارتباط الأسئلة بالأهداف، ومدي مناسبة الأسئلة لما وضعت لقياسه، والصياغة اللغوية والدقة العلمية لأسئلة الاختبار، وقد تم الأخذ بملاحظات وآراء السادة المحكمين. وقدم تطبيقه على عينة استطلاعية مكون من (٦) تلاميذ وذلك لحساب ما يلي:
  - **تم حساب معامل الاتساق الداخلي للاختبار بمعامل (الفاكرونباخ)**، وقد أظهرت نتائج التطبيق أن قيمة معامل الثبات هي (٠.٨٨) وهي قيمة مقبولة تؤكد ثبات الاختبار وإمكانية تطبيق على التلاميذ عينة البحث الأساسية.
  - **تحديد زمن الاختبار:** وقد تم تحديد زمن الاختبار بحساب جميع ازمنة التلاميذ للإجابة عن أسئلة الاختبار ككل، وبأخذ المتوسط الحسابي لجميع الأزمنة (طريقة حساب الزمن التتبعى)، وجد الباحثة زمن الاختبار هو ساعة ونصف أي (٩٠) دقيقة الصورة النهائية للاختبار.

رابعًا– إجراء التجربة الأساسية للبحث:

١. تم تطبيق المعالجة التجريبية للبحث وادواته في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢١/٢٠٢٢م في الفترة من الاحد ٢٠٢٢/٣/٦ الى حتى الخميس ٢٠٢٢/٤/١٤ ولمدة ستة أسابيع بواقع جلستين في الأسبوع بما في ذلك الجلسات التمهيدية والتطبيق القبلي والبعدي للأدوات.
٢. تطبيق الأدوات قبليا على الطلاب أفراد المجموعات التجريبية للتلاميذ المعاقين عقلياً القابلين للتعلم.
٣. بعد تطبيق الأدوات الاعداد والتمهيد لجلسات أفراد المجموعة التجريبية للتلاميذ المعاقين عقلياً القابلين للتعلم.
٤. بعد الانتهاء من دراسة عينة البحث للمحتوى المقدم بالواقع الممتد كبيئة تعليم غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز المهارات المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية المهنية تم إجراء التطبيق البعدي للاختبار المهارات المكانية واختبار ادار الرسم الهندسي.
٥. بعد الانتهاء من تطبيق أدوات البحث على العينة، بدأت في عملية تصحيح الاختبارات ورصد الدرجات في كراسة خاصة على هيئة أعمدة لكل اختبار تمهيداً للمعالجة الإحصائية

خامسًا– المعالجات الإحصائية: تم استخدام حزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS.22، لإجراء المعالجات الإحصائية لدرجات الطلاب أفراد العينة بعد تطبيق أدوات البحث.

سادسًا– نتائج البحث وتفسيرها:

نتائج تحليل البيانات الخاصة بالبحث ومناقشاتها:

تم الإجابة على السوال الأول في الإطار التجريبى بتحديد الأداة المطلوبة للمهارة الأولى الدوران العقلي ١٢ أداء، والمهارة الثانية التوجه المكاني ١١ أداء، والمهارة الثالث ١٠ أداة وبذلك يتكون الاختبار من ٣٣ موقف ادائي على الطالب ان يمر بمهم.

أولاً– الفروض الخاصة باختبار المهارات المكانية:

الفرض الأول:

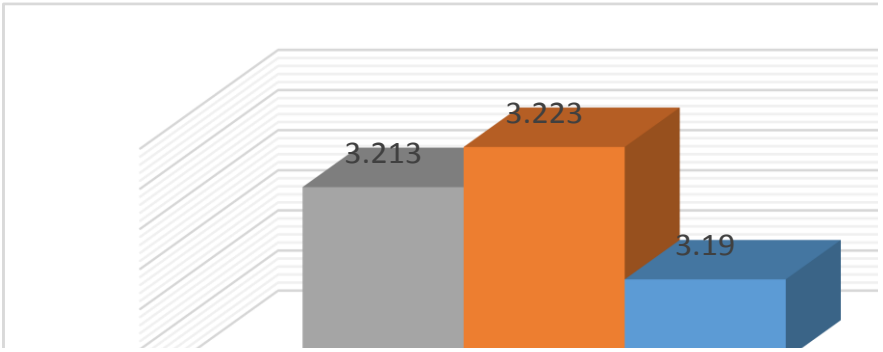
للتحقق من صحة الفرض الأول من فروض البحث والذي ينص علي: لا يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار المهارات المكانية في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.

اعتمدت الباحثة على نتائج اختبار ويلكوكسون للعينتين المرتبطتين كأسلوب إحصائي للتحقق من دلالة واتجاه الفروق بين عينتين مرتبطتين فيما يتعلق بمتغير تابع معين، ويعد بديلاً لابارامترياً لاختبار T لعينيتين مرتبطين وايجاد قيمة Z في القياس القبلي والبعدي لأبعاد اختبار المهارات المكانية

جدول (٤) نتائج اختبار ويلكوكسون وقيمة Z ودلالة الفروق بين متوسط الرتب لأبعاد اختبار المهارات المكانية بين القياس القبلي والقياس البعدي

نوع المقاس	اتجاه الرتب / الاشارة	ن	متوسط الرتب	مجموع الترب	قيمة (Z)	مستوى الدلالة	قيمة الدلالة
مهارة الدوران العقلي	(قبلي) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.١٩	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠			
مهارة التوجه المكانى	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٢٣	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠			
مهارة التصور المكاني	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٢١٣	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠			

باستقراء النتائج في الجدول يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى٠.٠١ بين متوسطي رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار المهارات المكانية في القياسين القبلي والبعدي، وذلك لصالح القياس البعدي، حيث ان متوسط الرتب للمجموعة التجريبية في القياس القبلي كان (صفر) بينما كان متوسط الرتب للقياس البعدي كان (٧.٠٠) وقد كان مجموع الرتب (٩١,٠٠)، وقد كانت قيمة (Z) دالة عند مستوي (٠.٠١)، ويمكن إيضاح الفروق بين المهارات من حيث قيمة (Z) في الشكل.



شكل (١٢)

مخطط بياني لقيمة Z لأبعاد اختبار المهارات المكانية بين القياس القبلي والقياس البعدي

وبذلك يتم رفض الفرض الصفري الأول وقبول الفرض البديل بوجود فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار المهارات المكانية في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.

الفرض الثاني:

للتحقق من صحة الفرض الثاني من فروض البحث والذي ينص علي: لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار المهارات المكانية ككل في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.

اعتمدت الباحثة على نتائج اختبار ويلكوكسون للعينتين المرتبطتين كأسلوب إحصائي للتحقق من دلالة واتجاه الفروق بين عينتين مرتبطتين فيما يتعلق بمتغير تابع معين، ويعد بديلاً لا بارامترياً لاختبار T لعينيتين مرتبطين وايجاد قيمة Z في القياس القبلي والبعدي لأبعاد اختبار المهارات المكانية، كما تم حساب حجم التأثير "effect size" باستخدام معامل الارتباط الثنائي لرتب الازواج المرتبطة "MatchedPairs Rank Biserial Correlation rprb".

جدول (٥) نتائج اختبار ويلكوكسون وقيمة Z ودلالة الفروق بين متوسط الرتب لأبعاد اختبار المهارات المكانية بين القياس القبلي والقياس البعدي

نوع المقاس	اتجاه الرتب / الاشارة	ن	متوسط الرتب	مجموع الترب	قيمة (Z)	مستوى الدلالة	قيمة الدلالة	حجم الثاثير
الاختبار ككل	(قبلي) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.١٨٨	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	١.٠٠ كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				

باستقراء النتائج في الجدول يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى٠.٠١ بين متوسطي رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار المهارات المكانية ككل في القياسين القبلي والبعدي، وذلك لصالح القياس البعدي، حيث ان متوسط الرتب للمجموعة التجريبية في القياس القبلي كان (صفر) بينما كان متوسط الرتب للقياس البعدي كان (٧.٠٠) وقد كان مجموع الرتب (٩١,٠٠)، وقد كانت قيمة (Z) عن (٣.١٨٨) وهى دالة عند مستوي (٠.٠١) وبذلك يتم رفض الفرض الصفري الثاني وقبول الفرض البديل بوجود فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار المهارات المكانية ككل في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي، كا يتضح من الجدول ان حساب حجم التأثير "effect size" باستخدام معامل الارتباط الثنائي لرتب الازواج المرتبطة "rprb" يدل حجم تاثير (كبير).

مناقشة النتائج الخاص بالفرض الأول والثاني الخاص بالمهارات المكانية:

تتفق النتائج الخاص بالفرض الأول والثاني الخاص بالمهارات المكانية مع دراسة (Cheng & Mix 2014) أن الطلاب الذين يلقوا تدريبًا بأنشطة الدوران العقلي قد تظهر تأثيرات انتقال إلى الرياضيات. ودراسة (Alvarez-Vargas et al .,2020). أن دمج المهارات المكانية بالدوران العقلي يساعد تحقيق الرياضيات ويزيد من الأداء الأكاديمي للطلاب، ودراسة (Gomez -Tone et al., 2021) أن تحسين المهارات المكانية من خلال الرسومات التي تنتجها البيئات الغامرة الافتراضية، ودراسة (Rodán et al. ؛2016) ان الاعتماد على محفزات جديدة خلال التدريب ثلاثية الأبعاد تنطبق بشكل مباشر على الحياة اليومية، بدمج مزيج من مكعبات ثلاثية الأبعاد ورسومات ثنائية الأبعاد تزيد من تحقيق المهارات المطلوبة. وتعزي الباحثة النتيجة الى:

أ. أن تنوع المثيرات في بيئة الواقع الممتد بالدوران العقلي وفر أرضية خصبة للطلاب ذوي الاعاقات العقلية القابلين الى التعلم الى تجربة جديدة لم يتم استخدمها من قبل وربطها بالمنهج ساعدهم على تحقيق المهارات المكانية المطلوبة وربطها بمقرر الرياضيات.

ب. توفير سيناريوهات محددة مسبقًا ومهام وأنشطة تتناسب مع محتوي المهارة عزز قدرة الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم على اكتساب المهارات التي استهدفها البحث بالاعتماد على الواقع الممتد بالدوران العقلي

ج. تنوع التفاعلات التي قدمتها بيئة الواقع الممتد بالدوران العقلي ضمن التجربة، ساعد الطلاب المعاقين على الانخراط في ممارسة الأنشطة المكانية والاستمتاع بالتجربة والتفاعل مع بعضهم البعض

د. توظيف أجهزة الواقع الممتد بالقدرة على عرض المحتوي المقدم بشكل كامل ثلاثي الأبعاد أو "نوافذ افتراضية" ثنائية الأبعاد منح الطلاب مرونة أكبر في نقل هذه المعلومات وتغيير حجمها وإخفائها حسب الحاجة للمساعدة بصريًا إدارته.

هـ. تمكينهم من استخدام تقنيات لرسم المحتوي للمهارات المكانية وربط الكائنات الافتراضية بالجسم المادي العالم الفصل والمدرسة، حيث يوفر هذا التفاعل للطلاب تجربة جديدة.

ثانيًا– الفروض الخاصة باختبار مهارات أداء الرسم الهندسي:

الفرض الثالث:

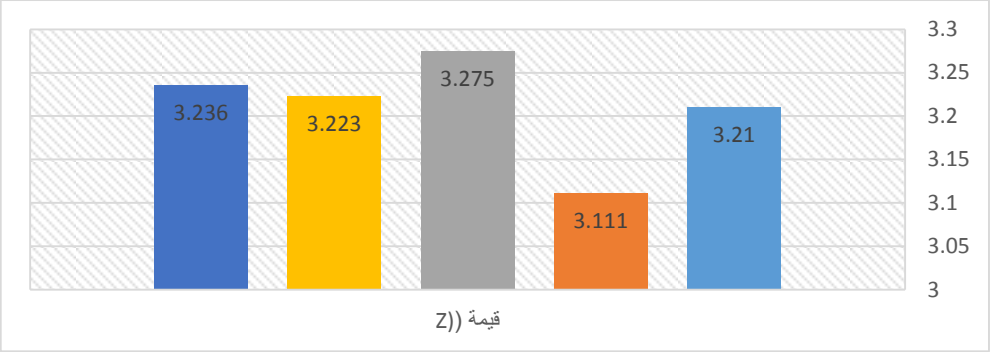
للتحقق من صحة الفرض الثالث من فروض البحث والذي ينص علي: لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.

اعتمدت الباحثة على نتائج اختبار ويلكوكسون للعينتين المرتبطتين كأسلوب إحصائي للتحقق من دلالة واتجاه الفروق بين عينتين مرتبطتين فيما يتعلق بمتغير تابع معين، ويعد بديلاً لا بارامترياً لاختبار T لعينيتين مرتبطين وايجاد قيمة Z في القياس القبلي والبعدي لأبعاد اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي.

جدول (٦) نتائج اختبار ويلكوكسون وقيمة Z ودلالة الفروق بين متوسط الرتب لأبعاد اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي بين القياس القبلي والقياس البعدي

نوع المقاس	اتجاه الرتب / الاشارة	ن	متوسط الرتب	مجموع الترب	قيمة (Z)	مستوى الدلالة	قيمة الدلالة	حجم التاثير
المهارة الأولى	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٢١	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				
المهارة الثانية	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.١١١	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				
المهارة الثالثة	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٧٥	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				
المهارة الرابعة	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٢٣	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				
المهارة الخامسة	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٣٦	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				

باستقراء النتائج في الجدول يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى٠.٠١ بين متوسطي رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار وأداء الطلاب في الرسم الهندسي في القياسين القبلي والبعدي، وذلك لصالح القياس البعدي، حيث ان متوسط الرتب للمجموعة التجريبية في القياس القبلي كان (صفر) بينما كان متوسط الرتب للقياس البعدي كان (٧.٠٠) وقد كان مجموع الرتب (٩١,٠٠)، وقد كانت قيمة (Z) دالة عند مستوي (٠.٠١)، ويمكن إيضاح الفروق بين المهارات من حيث قيمة (Z) في الشكل:



شكل (١٣) مخطط بياني لقيمة Z لأبعاد اختبار أداء الطلاب للرسم الهندسي بين القياس القبلي والقياس البعدي

وبذلك يتم رفض الفرض الصفري الثالث وقبول الفرض البديل بوجود فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على ابعاد اختبار أداء الطلاب في الرسم الهندسي في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي.

الفرض الرابع:

للتحقق من صحة الفرض الرابع من فروض البحث والذي ينص علي: لا يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي ككل في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي"

اعتمدت الباحثة على نتائج اختبار ويلكوكسون للعينتين المرتبطتين كأسلوب إحصائي للتحقق من دلالة واتجاه الفروق بين عينتين مرتبطتين فيما يتعلق بمتغير تابع معين، ويعد بديلاً لا بارامترياً لاختبار T لعينيتين مرتبطين وايجاد قيمة Z في القياس القبلي والبعدي لأبعاد اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي، كما تم حساب حجم التأثير "effect size" باستخدام معامل الارتباط الثنائي لرتب الازواج المرتبطة "MatchedPairs Rank Biserial Correlation rprb".

جدول (٧) نتائج اختبار ويلكوكسون وقيمة Z ودلالة الفروق بين متوسط الرتب لاختبار مهارات أداء الرسم الهندسي بين القياس القبلي والقياس البعدي

نوع المقاس	اتجاه الرتب / الاشارة	ن	متوسط الرتب	مجموع الترتب	قيمة (Z)	مستوي الدلالة	قيمة الدلالة	حجم التاثير
الاختبار ككل	(قبلى) الرتب السالبة	٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٣.١٨٤	٠.٠١	دالة للتطبيق البعدي	كبير
	(بعدي) الرتب الموجبة	١٣	٧.٠٠	٩١.٠٠				

باستقراء النتائج في الجدول يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى٠.٠١ بين متوسطي رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي ككل في القياسين القبلي والبعدي، وذلك لصالح القياس البعدي، حيث ان متوسط الرتب للمجموعة التجريبية في القياس القبلي كان (صفر) بينما كان متوسط الرتب للقياس البعدي كان (٧.٠٠) وقد كان مجموع الرتب (٩١,٠٠)، وقد كانت قيمة (Z) عن (٣.١٨٤) وهى دالة عند مستوي (٠.٠١) وبذلك يتم رفض الفرض الصفري الرابع وقبول الفرض البديل بوجود فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار مهارات أداء الرسم الهندسي ككل في القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي، كا يتضح من الجدول ان حساب حجم التأثير "effect size" باستخدام معامل الارتباط الثنائي لرتب الازواج المرتبطة "prb"ر" يدل حجم تاثير (كبير).

مناقشة النتائج الخاص بالفرض الثالث والرابع الخاص مهارات أداء الرسم الهندسي:

مع دراسة (Rahmawati, Dianhar, & Arifin, 2021) ان استخدام الدوران العقلي وتناوب الكائنات ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد تكون أكثر تطورًا لتطوير فهم الطلاب للهندسة، ودراسة (Ibanez, Portillo, Cabada, & Barrón, 2020) التي اكدت ان الاعتماد على تقنية الواقع المعزز لها تأثير إيجابي على النتائج المتعلقة بالتعلم لطلاب المدارس الإعدادية، وممارسة المبادئ الأساسية للهندسة. وتعزي الباحثة النتائج السابقة إلى:

أ. تنوع المعلومات المقدمة هنا لتغطية كيفية تعيين الوضع المادي وتوجيه رأس المستخدم أثناء إرتداء أجهزة الواقع الممتد، بالإضافة إلى أجزاء أخرى من الجسم مثل اليدين، ربط الرسم لكل من الكائنات المادية والافتراضية أثناء تحركها، بحيث يمكن تقديم المشهد وتركيبه بشكل صحيح مما ساعد الطلاب على تكوين الافكار المطلوبة للرسوم الهندسية التي يتطلب انشائها.

ب. إمكانيات استخدام بيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي كجزء من دروس الرياضيات سهل استخدام الطلاب للأدوات المطلوبة والتخلص من بعض المشكلات التي يواجها في تعلم الهندسة بحل المهام الهندسية خاصة تلك التي تتطلب خيالًا مكانيًا.

ج. تنوع المهام والأنشطة المقدمة بالرسوم المتحركة التي تؤدي إلى إنشاء كائنات ثلاثية الأبعاد وتعديلها في نفس المشاهد مكن الطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم من امتلاك المهارات المطلوب لأداء الرسومات الهندسية دون الخوف من الخطأ.

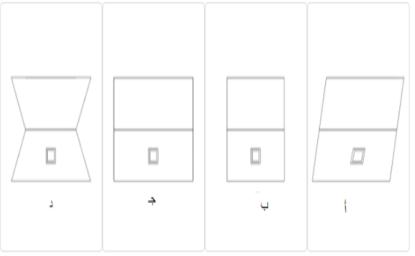
د. تعدد الأنشطة التي استهدفت تدريب الطلاب ذوي الاعاقات العقلية القابلين للتعلم في تعليم مهارات الهندسة وربطها بالحياة اليومية البيئية.

تحليلات نوعية لاداء الطلاب بالمهارات المكانية، ومهارات أداء الرسم الهندسي باستخدام النشطة الدوران العقلي.

المطلوب تحقيقه	ما تم تنفيذه لتحقيق المهارات المكانية والرسم الهندسي

أولا- تحقيق ممارسة النشاطين الأول والثاني:

١. اعطى للمتعلمين صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد لنموذج، والمطلوب تحديد منظره العلوي والأمامي والجانبي من الخيارات الأربعة المحددة. فى هذه الأنشطة.



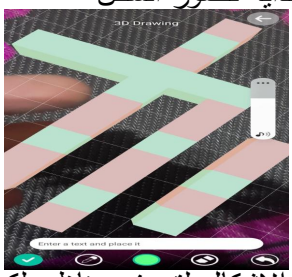
٢. كانت الممارسة المطلوبة من الطلاب المعاقين عقلين القابلين للتعلم تصور النموذج في الصورة والتنبؤ بمناظره العلوية والجانبية والأمامية.

٣. يُطلب من المتعلم مراقبة نموذجه ثلاثي الأبعاد عن طريق مسح بطاقة العلامة المقابلة للنشاط المحدد، باستخدام تطبيق الواقع الممتد.

٤. ثم يتحقق المتعلم من إجابته ومراجعتها إذا طلب ذلك.

٥. يُطلب من المتعلم شرح أسبابه من خلال الإجابة على السؤال: "كيف ساعدك هذا النشاط فى الوصول إلى

تم تحديد ان الأشكال ثلاثية الأبعاد لها أعداد مختلفة من الوجوه والحواف والرؤوس. جميع الأسطح المسطحة للشكل تسمى الوجوه، وهذه الوجوه هي أشكال ثنائية الأبعاد. وتنفيذا للممارسة (٣) يسمى جزء الخط حيث تلتقي وجوه الأشكال ثلاثية الأبعاد مع بعضها البعض بحافة الشكل. تسمى الزوايا أو النقاط التي تلتقي فيها حواف الشكل ببعضها البعض بالرؤوس (إذا كانت هناك نقطة واحدة، فإنها تسمى قمة الرأس). وقد تم عرض الصور في شكلها الأصلي ولكن بعد ان قام المتعلمين بممارسة الدوران العقلي للأشكال في بيئة الواقع الممتد اتضح أن يبدو الكائن أو الشكل ثلاثي الأبعاد مختلفًا عن المواضع (أو الجوانب) المختلفة بحيث يمكن رسمها من وجهات نظر مختلفة وقد اتاح للطلاب ممارسة ذلك من خلال بيئة الواقع الممتد المدعمة بأنشطة الدوران العقلي فى بداية تصور الشكل



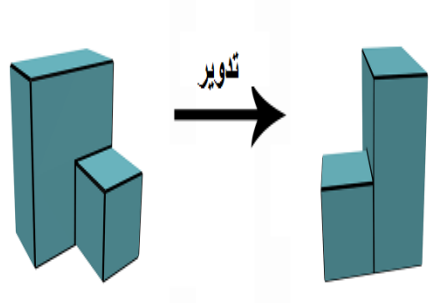
، ووضعت الاشكال لتصف مناظر لكوخ او منزل بثلاثة مكعبات من جوانب مختلفة. ولكن عند الرسم وممارسات الهندسة التي تمت يتضح لهم كما هو موضح في الممارسة (٢) للنشاط وكذلك، فإن المنظر الأمامي للكوخ هو مزيج من مربع مع قمة مخروطية، ومنظر جانبي ومنظر علوي هو مزيج من سطحين مستطيلين. وقد اتاحة لهم الواقع الممتد المدعم بأنشطة الدوران العقلي ممارسة الرسم والتدوير للأشكال كما لوكان في بيئة حية لممارسة الدوران والرسم للأشكال وذلك للوصول إلى الإجابة النهائية المحددة بإعطاء فرصة للطلاب المعاقين القابلين للتعلم الوصول الى فهم صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد

المطلوب تحقيقه	ما تم تنفيذه لتحقيق المهارات المكانية والرسم الهندسي

الإجابة النهائية المحددة؟"

٦. في النهاية، يتم تقديم الملاحظات إلي المتعلم في شكل صور متحركة توضح الإجابة الفعلية مع الإجراء الصحيح.

ثانياً– تحقيق ممارسة النشاطين الثالث والرابع:



١.طلب من الطلاب ذوي الاعاقات العقلية تصور الوضع الصحيح لنموذج ثلاثي الأبعاد معين والتنبؤ به عند تدويره وفقا لمعايير معينة.

٢.وتوضيح معيار الدوران باستخدام صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد لنموذج آخر.

٣.وقد على الطالب أن يتنبأ بمنظر منفصل (علوي أو جانبي أو أمامي) للإجابة التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق معايير الدوران.

٤.على الطلب مراقبة النماذج ثلاثية الأبعاد واجراء عمليات الدوران باستخدام تطبيق الواقع الممتد.

٥.يجيب المتعلمون بعد ذلك على السؤال في مرحلة التفسير ويشاهدون التغذية الراجعة.

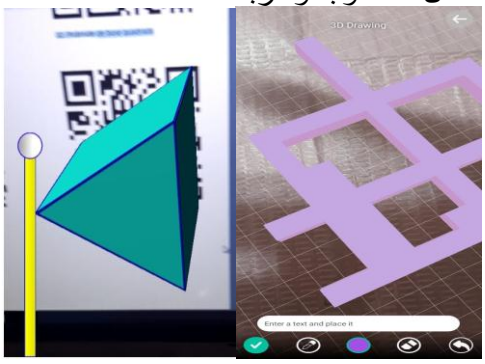
ثالثاً– تحقيق ممارسة النشاطين الخامس والسادس:

لنموذج

ماذا يمكن وهذا المثال يوضح

أن نستنتج من الرسم التوضيحي أعلاه؟ عندما نرسم صورة، نحاول تمثيل الواقع كما يُرى بكل تفاصيله، بينما تصور الخريطة فقط موقع كائن ما، فيما يتعلق بالكائنات الأخرى. ثانيًا، يمكن لأشخاص مختلفين إعطاء أوصاف لصور مختلفة تمامًا عن بعضها البعض، اعتمادًا على الموقف الذي ينظرون منه إلى المنزل او لكوخ. لكن هذا ليس صحيحًا في حالة الخريطة. تظل خريطة المنزل كما هي بغض النظر عن موقع المراقب. بمعنى آخر، المنظور مهم جدًا لرسم صورة ولكنه غير مناسب للخريطة.

وقد اختلفت إجابات الطلاب وفقا لمنظور ولكن بيئة الواقع الممتد اتاحه للطلاب القدرة على الدوران العقلي لشكل ثنائي أو ثلاثي الأبعاد بسرعة وبدقة، وتدوير كائن ما في الطالب المرء ومقارنته بأمر معين. وقد تم إجراؤه في المجال ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد بتدوير جسم ما في الفضاء وهي تسمى العملية المعرفية لتخيل كائن يستدير بالدوران العقلي ورسمها على مخطط وتم انتاجها يدويا من خلال بيئة الواقع الممتد حيث تمثل الصورة التالية:

المطلوب تحقيقه	ما تم تنفيذه لتحقيق المهارات المكانية والرسم الهندسي
١.اعطي للطلاب صورة متساوية القياس ثلاثية الأبعاد لكائن متعدد، ويجب على المتعلم أن يتنبأ بأن أي من الخيارين يتكون من نفس النموذج ثلاثي الأبعاد، ولكن مع اتجاه مختلف.	الاعتماد على عينة من المحفزات. عينة من الصور المستهدفة مكن الطلاب من رسمها باستخدام بيئة الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي مما سهلت دوران ثنائي الأبعاد، دوران ثنائي الأبعاد / تصور مدمج، وتصور ثنائي الأبعاد، ودوران / تصور ثلاثي الأبعاد معًا، ودوران ثلاثي الأبعاد وتصور ثلاثي الأبعاد. تتضمن مهام الدوران الذهني التعرف على الشكل الذي قد يبدو عليه الكائن عند النظر إليه من زوايا أخرى أو عند توجيهه بشكل مختلف في الفضاء، واتاحة الفرصة للطلاب المعاقين القدرة على تدوير التمثيلات للأشياء ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد وتتضمم خلق صورة ذهنية للكائن، وقيام الطلاب بتدوير الكائن عقليًا في اتجاه عقارب الساعة أو عكس اتجاه عقارب الساعة، واجراء مقارنة مع كائن آخر، وقرر ما إذا كانت الكائنات هي نفسها أم لا، وهنا تم سجل القرار ووقت الإكمال بتنفيذ العمل المطلوب واخرجه 

الفرض الخامس:

للتحقق من صحة الفرض الخامس من فروض البحث والذي ينص علي : يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار (المهارات المكانية – اختبار أداء الرسم الهندسي) بين القياس البعدي وبين القياس التتبعي.

اعتمدت الباحثة على نتائج اختبار ويلكوكسون للعينتين المرتبطتين كأسلوب إحصائي للتحقق من دلالة واتجاه الفروق بين عينتين مرتبطتين فيما يتعلق بمتغير تابع معين، ويعد بديلاً لا بارامترياً لاختبار T لعينيتين مرتبطين وايجاد قيمة Z في القياس القبلي والبعدي لاختبار (المهارات المكانية – اختبار أداء الرسم الهندسي).

جدول (٨) نتائج اختبار ويلكوكسون وقيمة Z ودلالة الفروق بين متوسط الرتب لاختبار اختبار (المهارات المكانية – اختبار أداء الرسم الهندسي) بين القياس البعدي والقياس التتبعي

نوع المقاس	اتجاه الرتب / الاشارة	متوسط الرتب	مجموع الترب	قيمة (Z)	مستوى الدلالة	قيمة الدلالة
اختبار المهارات المكانية	(بعدي) الرتب السالبة	٢.٠٠	٤.٠٠	٠.٣٧٨	٠.٧٠٥	غير دالة
	(تتبعي) الرتب الموجبة	٣.٠٠	٦.٠٠			
مهارات الرسم الهندسي	(بعدي) الرتب السالبة	٢.٢٥	٤.٥٠	٠.٨١٦	٠.٤١٤	غير دالة
	(تتبعي) الرتب الموجبة	١.٥٠	١.٥٠			

باستقراء نتائج الجدول السابق يتضح عدم وجود فرق دال إحصائيا بين درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار (المهارات المكانية – اختبار أداء الرسم الهندسي) بين القياس البعدي وبين القياس التتبعي وهذا يعني أن تأثير الواقع الممتد كبيئة تعليمة غامرة قائمة على أنشطة الدوران العقلي لتعزيز القدرة المكانية وأداء الطلاب في الرسم الهندسي للمعاقين عقلياً القابلين للتعلم بالمرحلة الإعدادية صمد أمام متغيرات البحث. وبذلك يتم رفض الفرض الخامس من فروض البحث وقبول الفرض بعدم وجود فرق دال إحصائيا بين متوسط رتب درجات الطلاب أفراد المجموعة التجريبية على اختبار (المهارات المكانية – اختبار أداء الرسم الهندسي) بين القياس البعدي وبين القياس التتبعي للتأكد من تأثير البيئة والتطبيقات وبقاء أثر بيئة الواقع الممتد بعد مدة من تطبيقية. وتتفق النتائج مع دراسة (Chang et al., 2018) ان التدريب بالدوران العقلي والمحفزات البصرية وعمليات الترميز التي يمكن ان تدمج بوسطة البيئات الغامرة تعمل على بقاء تعلم أطول فترة ممكنة، ودراسة (Ariali , &Zinn ,2020) أن أنشطة الدوران العقلي ثلاثية الأبعاد يمكن حلها بسرعة أكبر في بيئات غامرة. لتحقيق بيئات التعلم والتدريب ذات القيمة التربوية التي تتضمن علاقات مكانية.

سابعا- التوصيات:

في ضوء ما توصل اليه البحث من نتائج يوصى البحث بما يلي:

١. أن تسعى وزارة التربية والتعليم لأنشاء معامل مجهزة بتقنيات الواقع الممتد للطلاب المعاقين عقليا القابلين للتعلم تزيد من قدرتهم على الاستكشاف وتعلم العلوم والرياضيات.
٢. تدريب العاملين بقطاع التربية والتعليم من العاملين بمدارس التربية الفكرية على اليات توظيف تطبيقات الواقع الممتد وأنشطة الدوران العقلي في تدريس الرياضيات في مجالاتها المختلفة.
٣. الاستفادة من الأنشطة المقدمة في البحث الحالي في تدريس الرياضيات خصوصا الهندسة للمعاقين عقليا القابلين للتعلم.
٤. العمل على توظيف تقنية البيئات الغامرة بأشكالها المختلفة كأداة مفيدة لتدريس الهندسة في تعليم المعاقين عقليا القابلين للتعلم فهي تساعد الطلاب على تنظيم معرفتهم الهندسية وزيادة تفكيرهم المكاني وإبداعهم.
٥. العمل على تنمية قدرة الدوران العقلي لدى الطلاب المعاقين عقليا والتي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بأداء الفرد في مجالات العلوم المختلفة، فهناك حاجة، خاصة في مرحلة رياض الاطفال وحتى التعليم الثانوي والتعليم الجامعي.

ثامنا- البحوث والدراسات المستقبلية:

في ضوء ما توصل اليه البحث يوصى بأجراء مزيد من البحث:

١. توظيف تقنيات الواقع الممتد بأنشطة الدوران العقلي في فرع اخر من فروع الرياضيات لدى الطلاب المعاقين عقلين القابلين للتعلم.
٢. استخدام أجهزة الواقع الممتد القابلة للارتداء في تعليمة مهارات هندسية مرتبطة برياضيات المراحل التعليمية المختلفة لدى المعاقين عقلين القابلين للتعلم.
٣. اجراء دراسة مقارنة بين البيئات الافتراضية التقليدية والغامرة في تعليم مهارات التفكير الرياضي لدى المعاقين عقليا القابلين للتعلم.
٤. إجراء دراسة للمقارنة بين الجنسين في القدرة المكانية.

المراجع

خالد أبو لوم. (٢٠٠٧)).**الهندسة طرق وإستراتيجيات تدريسها** .عمان:دار المسيرة للنشر والتوزيع.

رفاعي حسين. (٢٠١٥) .(القدرة المكانية وعلاقتها بقلق الرياضيات لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلم الرياضيات والعاديين بالصف الرابع الابتدائي The Spatial Ability and its Relationship with Math Anxiety of Pupils with Math Learning Disabilities and Normal Achieving Pupils in the Primary Fourth Grade. *التربية (الأزهر)*: **مجلة علمية محكمة للبحوث التربوية والنفسية والاجتماعية** *34* ,(١٦٥جزء٣)، ١٣-٦٣.

صالح بطارسة.(٢٠١٤). **الرياضيات الشاملة** .عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع.

عبدالناصر محمد عبدالحميد عبدالبر. (٢٠٢١). تطوير تعليم الرياضيات للتلاميذ المعاقين عقليا القابلين للتعلم بمدارس التربية الفكرية في مصر: رؤية مستقبلية. **مجلة تربويات الرياضيات**، مج٢٤، ع٤، ٣٨٠ – ٤٠٠.

عصام محمد محفوظ. (٢٠١٦). " برنامج تدريبي متكامل لإثراء الصورة الذهنية من خلال المتحف الإفتراضي للأطفال المعاقين ذهنياً القابلين للتعلم". **المجلة العلمية لجمعية امسيا – التربية عن طريق الفن**، ٢(٥)، ٦٦-٩٣.

فؤاد أبو حطب. (٢٠٠٧). **القدرات العقلية. القاهرة:** الفكر والثقافة العامة.

محمد بن عبدالله بن عثمان النذير. (٢٠١١). فاعلية استعمال اللوحة الهندسية المثقبة على تحصيل طلاب الصف الثاني المتوسط المعاقين بصريا في وحدة الأشكال الرباعية. **المجلة التربوية**، مج ٢٥، ع ٩٩، ٢٨١ – ٣١٤.

محمود إبراهيم، زينب خليل، وحسام الدين أبو الهدى. (٢٠١٩).استخدام تقنية التفاعل المرئي الذكي لتنمية مهارات تكوين الصور الذهنية للمعاقين عقليا القابلين للتعلم المأفونون وبقاء اثر التعلم .**مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية**،مج. ٢٠١٩، ع. ١١، ج. ١، ص ص. ٢١٥-٢٥٢.

المؤتمر السادس عشر.(٢٠١٨). الابتكارية وتكنولوجيا التعليم والتدريب مدى الحياة . الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، في الفترة من١٩-. ٢٠إبريل

نادية صحراوي. (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.

وليد القاضي.(٢٠١٢). فاعلية تدريس وحدة مقترحة قائمة على هندسة الفراكتال في تنمية التحصيل والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية. **رسالة ماجستير**، كلية التربية، جامعة المنوفية

يوسف القريوتي، عبدالعزيز السرطاوي، جميل الصمادي.(٢٠١٣). **المدخل إلى التربية الخاصة**. دبي: دار القلم.

Adams, D. M., Stull, A. T., & Hegarty, M. (2014). Effects of mental and manual rotation training on mental and manual rotation performance. *Spatial Cognition & Computation*, *14*(3), 169-198.

Alhalabi, W. (2016). Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education. *Behaviour & Information Technology*, *35*(11), 919-925.

Alnagrat, A. J. A., Ismail, R. C., & Idrus, S. Z. S. (2021, May). Extended reality (XR) in virtual laboratories: a review of challenges and future training directions. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1874, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

Alvarez-Vargas, D., Abad, C., & Pruden, S. M. (2020). Spatial anxiety mediates the sex difference in adult mental rotation test performance. *Cognitive research: principles and implications*, *5*(1), 1-17.

Alvin, B. (2022). Upgrading the Problem-Solving Experiences of the Primary Students Using an Online Singapore Mathematics Platform. *American Journal of Education and Technology*, *1*(3), 9-17.

Ariali, S. & Zinn, B. (2020.). Virtual Reality – eine Studie zur chronometrischen Analyse der mentalen Rotationsfähigkeit. In B. Zinn (Hrsg.), Virtual, Augmented und Cross Reality in Praxis und Forschung. Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (243–256). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Arıcı, S., & Aslan-Tutak, F. (2015). The effect of origami-based instruction on spatial visualization, geometry achievement, and geometric reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(1), 179-200.

Asis, M., & Nurdin Arsyad, A. (2015). Profil kemampuan spasial dalam menyelesaikan masalah geometri siswa yang memiliki kecerdasan logis matematis tinggi ditinjau dari perbedaan gender. *Daya Matematis: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, *3*(1), 78-87.

ASSETS '20: Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility

Atiker, B., Süngü, E., Tinç, K., & Gürbüz, A. B. (2021). Asset-Based Extended Reality Model for Distance Learning. In *Game+ Design Education* (pp. 375-392). Springer, Cham.

Aydın, U., & Ubuz, B. (2010). Structural model of metacognition and knowledge of geometry. *Learning and Individual Differences*, *20*(5), 436-445.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, *6*(4), 355-385.

Balkaya, M., & Catak, G. (2016). Why games are fun? The reward system in the human brain. In *Gamer Psychology and Behavior* (pp. 21-38). Springer, Cham.

Bayrak, M. E. (2008). *Investigation of effect of visual treatment on elementary school student's spatial ability and attitude toward spatial ability problems* (Master's thesis, Middle East Technical University).

Bleda, S., De Haro, J., Acin, F., Varela, C., Esparza, L., & de Maturana, I. L. (2013). Inflammatory burden predicts long-term outcomes in endovascular therapy in peripheral arterial disease. *Annals of Vascular Surgery*, *27*(4), 459-466.

Brown, T., & Heywood, D. (2011). Geometry, subjectivity and the seduction of language: the regulation of spatial perception. *Educational Studies in Mathematics*, *77*(2), 351-367.

Bruce, C. and Hawes, Z. (2015), "The role of 2D and 3D mental rotation in mathematics for young children: what is it? Why does it matter? And what can we do about it?", ZDM Mathematic Zdm, Vol. 47 No. 3, pp. 331-343, doi: 10.1007/s11858-014-0637-4.

Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2019). Investigating the use of spatial reasoning strategies in geometric problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, *29*(2), 341-362.

Chang, C. Y., Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2018). Trends and research issues of mobile learning studies in nursing education: A review of academic publications from 1971 to 2016. *Computers & Education*, *116*, 28-48.

Cheng, Y. L., & Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of cognition and development*, *15*(1), 2-11.

Copley, J. V. (2000). Geometry and spatial sense in the early childhood curriculum. *The young child and mathematics*, *34*(6), 105-124.

Cox, A. M. (2018). Space and embodiment in informal learning. *Higher Education*, *75*(6), 1077-1090.

Dan, A., & Reiner, M. (2017). EEG-based cognitive load of processing events in 3D virtual worlds is lower than processing events in 2D displays. *International Journal of Psychophysiology*, *122*, 75-84.

Di Paolo, E., Buhrmann, T., & Barandiaran, X. (2017). *Sensorimotor life: An enactive proposal*. Oxford University Press.

Doerr, E. M., Carretti, B., Toffalini, E., Lanfranchi, S., & Meneghetti, C. (2021). Developmental trajectories in spatial visualization and mental rotation in individuals with Down syndrome. *Brain Sciences*, *11*(5), 610.

Edutrends .(2018). platforms Extended Reality. http://www.edutrends.in / Accessed 17 May,2022.

Fernandes, A. S., & Feiner, S. K. (2016, March). Combating VR sickness through subtle dynamic field-of-view modification. In *2016 IEEE symposium on 3D user interfaces (3DUI)* (pp. 201-210). IEEE.

Fiantika, F. R. (2021, February). Mathematical and mental rotation skill in internal representation of elementary students. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1776, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.

Fukuda, R., & Toyosaka, Y. (2015). Text-Based Communication Tool for Mathematical Docu ments for Visually Handicapped. *Proceedings of the 20th Asian Technology Confe rence in Mathematics*.

Goksun, T., Goldin-Meadow, S., Newcombe, N., & Shipley, T. (2013). Individual Differences in Mental Rotation: What Does Gesture Tell Us? Cognitive Process. 14. 153-162.

Goktepe Y. S., & Ozdemir, A. S. (2020). The effects of engineering design processes on spatial abilities of middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(1), 127–148.

Gold, Z. S., Elicker, J., Kellerman, A. M., Christ, S., Mishra, A. A., & Howe, N. (2021). Engineering play, mathematics, and spatial skills in children with and without disabilities. *Early Education and Development*, *32*(1), 49-65.

Gomez -Tone, H. C., Bustamante Escapa, J., Bustamante Escapa, P., & Martin-Gutierrez, J. (2021). The drawing and perception of architectural spaces through immersive virtual reality. *Sustainability*, *13*(11), 6223.

Gong, L., Fast-Berglund, Å., & Johansson, B. (2021). A framework for extended reality system development in manufacturing. *IEEE Access*, *9*, 24796-24813.

Grazia, M., Ken, B., Claire, M., Oliver, S., Stephen, A., Philip, S., Sergey, M. and Robert, P. (2014), "Why do spatial abilities predict mathematical performance?", Developmental Science, Vol. 17 No. 3, pp. 462-470.

Guo, Q. (2015). Learning in a Mixed Reality System in the Context of ‚Industrie 4.0 '. *Journal of Technical Education (JOTED)*, *3*(2).

Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). *Individual differences in spatial abilities*. Cambridge University Press.

Hertanti, A., Retnawati, H., & Wutsqa, D. U. (2019, October). The role of spatial experience in mental rotation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1320, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.

Hoffler, T. N., & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations–Evidence for an ability-as-compensator hypothesis. *Computers in human behavior*, *27*(1), 209-216.

Hoyek, N., Collect, C. Fargier, P. & Guillot, A. (2012). The Use of the Vandenberg and Kuse Mental Rotation Test in Children. Journal of Individual Differences, 33(1). 62-67.

Hsieh, M. C., & Lin, H. C. K. (2011). A conceptual study for augmented reality e-learning system based on usability evaluation. *Communications in Information Science and Management Engineering*, *1*(8), 5-7.

Ibanez, M. B., Portillo, A. U., Cabada, R. Z., & Barrón, M. L. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. *Computers & Education*, *145*, 103734.

Kadam, K. (2017). *Development of Mental Rotation Skills Using 3D Visualization Tool* (Doctoral dissertation, INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, BOMBAY).

Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. In *ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications* (pp. 37-41).

Kaur, N., Pathan, R., Khwaja, U., Sarkar, P., Rathod, B., & Murthy, S. (2018, December). GeoSolvAR: Augmented reality based application for mental rotation. In *2018 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 45-52). IEEE.

Kinach, B. M. (2012). Fostering spatial vs. metric understanding in geometry. *The mathematics teacher*, *105*(7), 534-540.

Kommetter, C., & Ebner, M. (2019). A pedagogical framework for mixed reality in classrooms based on a literature review. *EdMedia+ Innovate Learning*, 919-929.

Kosslyn, S. & Moulton, S. (2009). Imagining Predictions: Mental Imagery as Mental Emulation. Philosophical Transaction o the Royal Society. Biology. 364-1273. 12.

Kosslyn, S. M., Margolis, J. A., Barrett, A. M., Goldknopf, E. J., & Daly, P. F. (1990). Age differences in imagery abilities. *Child development*, *61*(4), 995-1010.

Kozhevnikov, M., & Dhond, R. P. (2012). Understanding immersivity: image generation and transformation processes in 3D immersive environments. *Frontiers in psychology*, *3*, 284.

Lane, D., Lynch, R., & McGarr, O. (2019). Problematizing spatial literacy within the school curriculum. *International Journal of Technology and Design Education*, *29*(4), 685-700.

Lavenex, P. B., & Lavenex, P. (2021). A Critical Review of Spatial Abilities in Down and Williams Syndromes: Not All Space Is Created Equal. *Frontiers in Psychiatry*, *12*.

Ligthart, S., Meynen, G., Biller-Andorno, N., Kooijmans, T., & Kellmeyer, P. (2022). Is virtually everything possible? The relevance of ethics and human rights for introducing extended reality in forensic psychiatry. *AJOB neuroscience*, *13*(3), 144-157.

Lisi, R. & Wolford, J. (2010). Improving Children's Mental Rotation Accuracy with Computer Game Playing. The Journal of Genetic Psychology Research and Theory on Human Development. 163(3). 272-282.

Logeswaran, A., Munsch, C., Chong, Y. J., Ralph, N., & McCrossnan, J. (2021). The role of extended reality technology in healthcare education: Towards a learner-centred approach. *Future healthcare journal*, *8*(1), e79.

Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97–116). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lokesha, V. B., Banumathi, D., & Bhagya, R. (2020). Progressing with extended reality. *Journal of Critical Reviews*, *7*(18), 1405-1411.

Lombardi, C. M., Casey, B. M., Pezaris, E., Shadmehr, M., & Jong, M. (2019). Longitudinal analysis of associations between 3-D mental rotation and mathematics reasoning skills during middle school: Across and within genders. *Journal of Cognition and Development*, *20*(4), 487-509.

Lutke, N., & Lange-Küttner, C. (2015). Keeping it in three dimensions: Measuring the development of mental rotation in children with the Rotated Colour Cube Test (RCCT). *International journal of developmental science*, *9*(2), 95-114.

Mammarella, I. C., Giofrè, D., Ferrara, R., & Cornoldi, C. (2013). Intuitive geometry and visuospatial working memory in children showing symptoms of nonverbal learning disabilities. *Child neuropsychology*, *19*(3), 235-249.

Martin-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(2), 469-486.

Meneghetti, C., Toffalini, E., Carretti, B., & Lanfranchi, S. (2018). Mental rotation ability and everyday-life spatial activities in individuals with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, *72*, 33-41.

Meneghetti, M. A. S. S. I. M. O., Natarajan, P., Coe, D., Contini, E., De Lucia, G. A. B. R. I. E. L. L. A., Giocoli, C., ... & Zitrin, A. (2017). The Frontier Fields lens modelling comparison project. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *472*(3), 3177-3216.

Merleau-Ponty, M. (2013). *Phenomenology of perception*. Routledge.

Miarso, Y.(2009). Menyemai Benih Teknologi Pendidikan. Jakarta: Kencana Pranada Media Group.

Miller,C.(2022). What Is Non-Verbal Learning Disorder?. Childmind.

Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y.-L., Young, C., Hambrick, D. Z., Ping, R., & Konstantopoulos, S. (2016). Separate but correlated: The latent structure of space and mathematics across development. *Journal of Experimental Psychology*: General, 145(9), 1206–1227.

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

Mohler, J. L. (2008). A review of spatial ability research. *The Engineering Design Graphics Journal*, *72*(2),19–30.

Mulligan, J. (2015). Looking within and beyond the geometry curriculum: connecting spatial reasoning to mathematics learning. *Zdm*, *47*(3), 511-517.

Mundy, M. A., Hernandez, J., & Green, M. (2019). Perceptions of the effects of augmented reality in the classroom. *Journal of Instructional Pedagogies*, *22*.

Murcia-López, M., & Steed, A. (2016). The effect of environmental features, self-avatar, and immersion on object location memory in virtual environments. *Frontiers in ICT*, *3*, 24.

NCTM. (2009). Common core state standards. http://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Common

_Core_State_Standards/Math_Standards.pdf. Accessed 4 Apr 2022.Return to ref 2009 in article

Newcombe, N. S. (2013). Seeing Relationships: Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. *American Educator*, *37*(1), 26.

Ngiamsunthorn, P. S. (2020). Promoting creative thinking for gifted students in undergraduate mathematics. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, *5*(1), 13-25.

Nutkritta Thongbo. (2018). Development of the Training Package Based on Universal Design for Learning (UDL) Principle to develop the Competencies of the Handicapped Person in Drawing Skills. Journal of Graduate Studies Suan Sunandha Rajabhat University, 11(2). , 39-49.

Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International journal of mathematics teaching and learning*, *3*(1), 1-10.

Park, J., Bouck, E. C., & Josol, C. K. (2020). Maintenance in mathematics for individuals with intellectual disability: A systematic review of literature. *Research in Developmental Disabilities*, *105*, 103751.

Parsons, S., Beardon, L., Neale, H. R., Reynard, G., Eastgate, R., Wilson, J. R., ... & Hopkins, E. (2004, September). Development of social skills amongst adults with Asperger's Syndrome using virtual environments: the 'AS Interactive'project. In *Proc. The 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, ICDVRAT* (pp. 23-25).

Parsons, T. D., Larson, P., Kratz, K., Thiebaux, M., Bluestein, B., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*, *42*(4), 555-562.

Pazzaglia, F., & Moe, A. (2013). Cognitive styles and mental rotation ability in map learning. *Cognitive Processing*, *14*(4), 391-399.

Pourdavood, R., McCarthy, K., & McCafferty, T. (2020). The Impact of Mental Computation on Children's Mathematical Communication, Problem Solving, Reasoning, and Algebraic Thinking. *Athens journal of Education*, *7*(3), 241-253.

Priest, M. J. (2019). *Taking Gender out of Mental Rotation: Reexamining Gender Differences in Mental Rotation Using Virtual Reality and 3D Models* (Doctoral dissertation, ProQuest Dissertations Publishing).

Quint, F., Sebastian, K., & Gorecky, D. (2015). A mixed-reality learning environment. *Procedia Computer Science*, *75*, 43-48.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, *147*, 103778.

Rahmawati, Y., Dianhar, H., & Arifin, F. (2021). Analysing students' spatial abilities in chemistry learning using 3D virtual representation. *Education Sciences*, *11*(4), 185.

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.

Sabaruddin, S., Mansor, R., Rusmar, I., & Husna, F. (2020). Student with Special Needs and Mathematics Learning: A Case Study of an Autistic Student. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, *5*(3), 317-330.

Saunders, A. F., Spooner, F., & Ley Davis, L. (2018). Using video prompting to teach mathematical problem solving of real-world video-simulation problems. *Remedial and Special Education*, *39*(1), 53-64.

Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence.

Schnepel, S., Krähenmann, H., Sermier Dessemontet, R., & Moser Opitz, E. (2020). The mathematical progress of students with an intellectual disability in inclusive classrooms: results of a longitudinal study. *Mathematics Education Research Journal*, *32*(1), 103-119.

Scholz, J., & Smith, A. N. (2016). Augmented reality: Designing immersive experiences that maximize consumer engagement. *Business Horizons*, *59*(2), 149-161.

Schone, H. (2014). *Spatial orientation: The spatial control of behavior in animals and man* (Vol. 588). Princeton University Press.

Sella, F., Sader, E., Lolliot, S., & Cohen Kadosh, R. (2016). Basic and Advanced Numerical Performances Relate to Mathematical Expertise but Are Fully Mediated by Visuospatial Skills. *Journal of Experimental Psychology*. Learning, Memory, and Cognition, 42(9), 1458–1472.

Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. (2016). Do "brain-training" programs work?. *Psychological Science in the Public Interest*, *17*(3), 103-186.

Sinclair, N. & Bruce, C. (2015). New opportunities in geometry education at the primary school. *ZDM Mathematics Education*, *47*(3). doi:10.1007/s11858-015-0693-4 **(this issue)**.Return to ref 2015 in article

Sorby, S. (2009). Developing spatial cognitive skills among middle school students. *Cognitive Processing*, *10*(2), 312-315.

Sorby, S., Casey, B., Veurink, N., & Dulaney, A. (2013). The role of spatial training in improving spatial and calculus performance in engineering students. *Learning and Individual Differences*, *26*, 20-29.

Steele, M. D. (2013). Exploring the mathematical knowledge for teaching geometry and measurement through the design and use of rich assessment tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education, 16*(4), 245–268.Return to ref 2013 in article

Stipek, D., & Johnson, N. C. (2021). Developmentally appropriate practice in early childhood education redefined: The case of math. *Advancing knowledge and building capacity for early childhood research*, *35*.

Sutton, K. J., & Williams, A. P. (2007). Spatial cognition and its implications for design. *International Association of Societies of Design Research, Hong Kong, China*.

Taylor, L., Dyer, T., Al-Azzawi, M., Smith, C., Nzeako, O., & Shah, Z. (2022). Extended reality anatomy undergraduate teaching: A literature review on an alternative method of learning. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, *239*, 151817.

Thompson, J. M., Nuerk, H. C., Moeller, K., & Kadosh, R. C. (2013). The link between mental rotation ability and basic numerical representations. *Acta psychologica*, *144*(2), 324-331.

Unal, H., Jakubowski, E., & Corey, D. (2009). Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics

teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *40*(8), 997-1012.

Uttal, D. H., Miller, D. I., & Newcombe, N. S. (2013). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics?. *Current Directions in Psychological Science*, *22*(5), 367-373.

Van Garderen, D. (2006), "Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities", Journal of Learning Disabilities, Vol. 39 No. 6, pp. 496-506.

Veurink, N. L., & Sorby, S. A. (2019). Longitudinal study of the impact of requiring training for students with initially weak spatial skills. *European Journal of Engineering Education*, 44(1–2), 153–163.

Wang, L, & Carr, M. (2020), "Understanding the relationship between spatial ability and mathematics achievement through the lens of information processing theory", North American Journal of Psychology, Vol. 22 No. 2, p. 173.

Wang, L., & Carr, M. (2014). Working memory and strategy use contribute to gender differences in spatial ability. *Educational Psychologist*, *49*(4), 261-282.

Wetzel, S. Bertel,S. Montag, M. & Zander,S.(2019) .Spatial task solving on tablets: analysing mental and physical rotation processes of 12–13−year olds, *Education Tech Research Dev*, 68:363–381.

Wiedenbauer, G., & Jansen-Osmann, P. (2008). Manual training of mental rotation in children. *Learning and instruction*, *18*(1), 30-41.

Wiggins, G., Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. Ascd.

Willings,c.(2020). Geometry & Spatial Adaptations. teachingvisuallyimpaired.com

Wright, R., Thompson, W. L., Ganis, G., Newcombe, N. S., & Kosslyn, S. M. (2008). Training generalized spatial skills. *Psychonomic bulletin & review*, *15*(4), 763-771.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, *62*, 41-49.

Yang, K., Zhou, X., & Radu, I. (2020). XR-ed framework: Designing instruction-driven andLearner-centered extended reality systems for education. *arXiv preprint arXiv:2010.13779*.

Yang, Y., Conners, F. A., & Merrill, E. C. (2014). Visuo-spatial ability in individuals with Down syndrome: Is it really a strength?. *Research in developmental disabilities*, *35*(7), 1473-1500.

Young, C. J., Levine, S. C., & Mix, K. S. (2018). The connection between spatial and mathematical ability across development. *Frontiers in psychology*, *9*, 755.

Yurt, E., & Sunbul, A. M. (2012). Effect of Modeling-Based Activities Developed Using Virtual Environments and Concrete Objects on Spatial Thinking and Mental Rotation Skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *12*(3), 1987-1992.

Zacks, J. M., & Michelon, P. (2005). Transformations of visuospatial images. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, *4*(2), 96-118.

Zhang, D. (2021). Teaching geometry to students with learning disabilities: Introduction to the special series. *Learning Disability Quarterly*, *44*(1), 4-10.

Zulkifli, A. N., Alnagrat, A. J. A., & Mat, R. C. (2016). Development and evaluation of i-Brochure: A mobile augmented reality application. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, *8*(10), 145-150.