www.refaad.com

المجلة الدولية للدراسات التربوية والنفسية
International Journal of Educational & Psychological Studies (EPS)
Journal Homepage: https://www.refaad.com/views/EPSR/Home.aspx
ISSN: 2520-4149 (Online) 2520-4130 (Print)

أثر توظيف التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي في الأردن

الاء أحمد الزعتري

طالبة دكتوراة في مناهج الرياضيات وأساليب تدريسها- قسم المناهج وطرق التدريس- كلية التربية- جامعة اليرموك- الأردن
Alaa2014403122@gmail.com

أمل عبدالله خصاونة

أستاذ في مناهج الرياضيات وأساليب تدريسها- كلية التربية- جامعة اليرموك- الأردن
amal.khasawneh@yu.edu.jo

DOI: https://doi.org/10.31559/EPS2021.9.1.14 استلام البحث: ٢٠٢٠/٤/٥ مراجعة البحث: ٢٠٢٠/٤/١٨ قبول البحث: ٢٠٢٠/٤/٢٥

المُلخّص:

هدفت الدراسة إلى تقصّي أثر التعلم القائم على المشروع (Project based learning (PBL)) في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي، واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي. وتكوّنت عينة الدراسة من (٤٧) طالبة من طالبات إحدى المدارس الحكومية التابعة لمديرية التربية والتعليم لمحافظة جرش للعام الدراسي ٢٠١٨/٢٠١٩، توزّعن إلى مجموعتين إحداهما تجريبية تكوّنت من (٢٦) طالبة، درست باستخدام التعلّم القائم على المشروع، والأخرى ضابطة تكوّنت من (٢١) طالبة، درست بالطريقة التقليدية. ولتحقيق أهداف الدراسة تمّ توظيف أربعة مشاريع لتدريس وحدة النسب المثلثيّة، وتطبيق اختبار القدرة الرياضيّة قبل وبعد التجربة، وأظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب متعدد المتغيرات التابعة (one way MANCOVA) أثرا إيجابياً للتعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضيّة ككل، وفي كل من مكوناتها المختلفة (التعميم، المنطق، الإنعكاسية، المرونة)، وذلك من خلال وجود فروق جوهرية بين المتوسطات الحسابية لعلامات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية. وأوصت الدراسة باستخدام التعلم القائم على المشروع في تدريس الرياضيات، لما له من أثر إيجابي في تحسين القدرة الرياضيّة للطلبة، بالإضافة إلى إجراء المزيد من الدراسات التي تتناول التعلم القائم على المشروع في الرياضيات لمستويات تعليمية وموضوعات رياضية مختلفة.

الكلمات المفتاحية: تعليم الرياضيات؛ التعميم؛ المنطق؛ الإنعكاسية؛ المرونة؛ نموذج كروتيسكي.

المقدّمة:

تلعب الرياضيات دوراً محورياً في تقدم الحضارة الإنسانية، وتُعدّ في مقدمة العلوم التي يمكن من خلالها تطوير تفكير الطلبة ومهاراتهم، علاوة على ارتباطها بالحياة والمواد الدراسية الأخرى. ومن هنا، لا بدّ من الإهتمام بتدريسها والبحث عن طرق واستراتيجيات تساعد الطلبة على فهمها بعمق، وإكسابهم القدرة على استخدامها لخدمة مصالحهم وخدمة الآخرين، وربما يتحقق ذلك من خلال ربط الرياضيات بالحياة ليعي الطالب ويثمّن قيمة ما يتعلمه في حصص الرياضيات، ويعي ارتباطاتها بالمواد والتخصصات الأخرى. ولتعزيز الجوانب المعرفية والنفسية عند الطلبة يجب تغيير بيئة التعلم والاستفادة من المهارات والقدرات الخاصة للطلبة في تنفيذ مشاريع أصيلة ذات طابع حياتي (Doppelt, 2003). ويتوجب على معلمي الرياضيات إشراك الطلبة بنشاطات على شكل مشاريع تساعدهم على ربط الرياضيات بالواقع وتسمح لهم بعرض ما تعلموه بطرق متعددة (Remijan, 2017)، وتشجعهم على عمل استقصاءات ذاتية عميقة لمشكلات من الحياة الواقعية ذات صلة ومعنى بحياتهم اليومية (Bell, 2010)، وتمكنهم من تطوير معرفة عميقة بالمحتوى بالإضافة إلى مهارات التعاون والإبداع والتواصل (Buck Institute for Education, 2018; Bender, 2012).

ويحدّد نول (Knoll, 2014) ملامح هذه المشاريع بأنها نشاطات عملية يشارك فيها الطلبة لحل مشكلة معقّدة، خلال فترة معينة من الزمن، بشكل فردي أوجماعي. أمّا التعلم القائم على المشروع، فقد عرّفه بل (Bell, 2010) بأنّه طريقة تدريس محورها الطالب، بحيث تكامل بين المعرفة الخاصة بموضوع معين ومهارات القرن الحادي والعشرين التي من أبرزها الإبداع والتواصل، وباستخدامها يتعلم الطلبة مفاهيم المنهاج من خلال مشروع موجّه بسؤال استقصائي يسمح لهم بتطبيق المعرفة المكتسبة. ويكون المشروع هو أساس التعلم في الوحدة الدراسية وليس نشاطاً إضافياً أو تكميلياً لدعم التعلم، حيث يواجه الطلبة تحدّيات من العالم الحقيقي، ويتعاونون في عمل استقصاءات متعمقة، ومراجعات، وتأملات للمخرجات التي تمّ تطويرها للخروج بحلول، وعرضها أمام الآخرين (Jones, 2019). ويضيف شن (Chin, 2014) بأنّ التعلم القائم على المشروع يدعم فهم الطلبة الحقيقي للمفاهيم الرياضية المجرّدة، ويشعرهم بالمتعة والفضول من خلال السماح لهم بإكمال المشاريع المتعلقة بمواقف واقعية، ويحتاج قدرة من المعلم على تطوير مشاريع تشجع الطلبة فردياً وجماعياً على التخطيط، وحل المشكلات، والتعاون، واتخاذ القرارات، واكتساب مهارات التواصل.

وبالنسبة لجذور التعلم القائم على المشروع، فقد أسّس لها العديد من التربويين التقدميين وعلماء النفس المعرفيّين أمثال ديوي وبياجيه وفيجوتيسكي، ووضعوا الأسس النفسية والمنهجية للتعلم القائم على المشروع، فقد لاحظ ديوي أنه يجب توجيه الأطفال وتزويدهم بخبرات التعلم المناسبة اذا أرادوا تطوير عادة التقصّي والتفكير الناقد، وركّز على مبدأ التعلم بالعمل، بينما ركز بياجيه وفيجوتسكي على التعلم المتمركز حول الطالب، وبناء المعرفة عن طريق الممارسة والتأمل (Lee, 2018; Peterson, 2012). كما أكّد بياجيه على أنّ الطلبة يبنون المعنى بالاعتماد على خبراتهم وتفاعلاتهم مع البيئة المحيطة، وأكد فيجوتيسكي على التفاعل الاجتماعي مع الآخرين للتعلم وتحقيق فهم عميق، وكل تلك الأفكار شكّلت المبادئ الرئيسة للتعلم القائم على المشروع. أمّا وليام كلباتريك، فقد جاء عام (١٩١٨) بطريقة التعلم بالمشروع معتمدا على فلسفة ديوي وبحث فيها بشكل معمّق وكان له الفضل باشتهارها، لتعود وتأخذ أوجها في القرن الحادي والعشرين تحت مسمّى التعلم القائم على المشروع (Knoll, 2014; Peterson, 2012).

وتتلخص مراحل أوخطوات النشاط الحقيقي للتعلم القائم على المشروع كما أوردها لي (Lee, 2018) بتقديم المشروع للطلبة من خلال سؤال موجّه، ليقوموا بعد ذلك بعمل إستقصاءات، ومن ثم مناقشة ما أسفَرَت عنه إستقصاءاتهم وأبحاثهم، وفي النهاية يتم تقييم المخرجات وفقاً لقاعدة تصحيح (Rubric). وللحكم على جودة التطبيق لطريقة التعلم القائم على المشروع فهناك معايير توجيهية تشكل الإطار العام لتصميم مشاريع عالية الجودة، وتساعد المعلم على معرفة إذا كان يُطبّق التعلم القائم على المشروع بطريقة صحيحة أم لا، وكذلك تساعده في ضمان تعلم الطلبة للمادة الدراسية والمشاركة في تعلم قائم على المشروع عالي الجودة. وقد حدّد ثوماس (Thomas, 2000) تلك المعايير بالآتي:

- المركزية (Centrality): تشير إلى ضرورة أن يتعلم الطلبة المفاهيم الرئيسة من خلال المشروع وأن لا تكون المشاريع لإثراء أوتطبيق التعلم السابق.
- السؤال الموجه (Driving question): تركيز المشاريع على المشكلات والتحديات التي تقود الطلبة وتدفعهم الى مواجهة المفاهيم والمبادئ الأساسية في المادة العلمية موضع الاهتمام في عمليتي التعليم والتعلم.
- الواقعية (Realism): تمحور المشروع حول مشكلة حياتية واقعية.
- الاستقصاءات البنائية (Constructive investigations): ضرورة أن تتضمن المشاريع إجراء استقصاءات تقود الطلبة إلى بناء معارف جديدة.
- القيادة الذاتية (Autonomy): أن يتولى الطلبة قيادة المشروع بينما يأخذ المعلم دور الموجّه.

ولا شك أنّ استخدام التعلم القائم على المشروع ينطوي على فوائد عدة منها تحسين الدافعية وزيادة التحصيل (هزهوزي، ٢٠١٦)، وتحسين الإتجاهات نحو الرياضيات (Koparan & Guven, 2014). ويشير يو وماهر (Yoo & Maher, 2017) إلى أن الطلبة يطوّرون مهارات التعلم الذاتي والموجّه ذاتياً من خلال تخطيط وتنفيذ مشاريعهم، مما يسمح لهم بمراقبة تقدمهم الذاتي، وقابلية أكبر لرؤية التطبيقات في الرياضيات، واحتمالية أقل لرؤية الرياضيات كمهارات منفصلة. كما ينمّي التعلم القائم على المشروع مهارات التواصل، ويعطي رؤية واضحة للمعلمين حول عادات وأنماط التعلم لطلبتهم؛ فكل مشروع يُنجزه الطالب يعطي إشارات حول قدراته، واهتماماته، ودافعيته، وطريقته في التعلم (Essien, 2018). إضافةً إلى إعداد الطلبة لمواجهة تحديات المستقبل، من خلال إكسابهم المهارات الضرورية لذلك (Bender, 2012). ويعدّ هذا هدفًا أساسيًا لطرق التدريس الحديثة، ويمكن تحقيقه من خلال التحول من تعليم متمركز حول المعلم، إلى تعلّم متمركز حول الطالب، بحيث ينمّي قدراته، ويوفر له فرصاً لاكتساب رياضيات غنية بالعمق والفهم، وامتلاك قدرات رياضية وليس فقط معرفة رياضية؛ قدرات تمكّنه من التعامل مع المشكلات الرياضية والحياتية.

وفي سياق القدرة الرياضية، تناولت الأبحاث تعريفات وأوصاف مختلفة للقدرة الرياضية التي من المهم أن يمتلكها الطلبة، فيصفها دوندار وتيميل وجوندز (Dündar, Temel & Gündüz, 2016) بأنها مركّب من خمسة عناصر وهي: المهارات السببية (تطوير الفرضيات، التبرير الاحصائي والاحتمالي، قراءة وتفسير الجداول والصور)، والمهارات المكانية (التدوير، وطي الورق)، والمهارات الاستقرائية والاستنتاجية (التبرير، وايجاد العلاقات والأنماط)، والمهارات الكمية (الحس العددي، ايجاد العلاقات بين الأعداد، التبرير الجبري، والعمليات الجبرية)، والمهارات النوعية (تمييز وتمثيل علاقات التشابه والاختلاف). ويرى متيلسكي (Metelski) المشار اليه في ميهاجلوفيك واجيريك وديجيك (Mihajlović, Egerić, & Dejić, 2008) أن الأوصاف التي تناولتها

أبحاث القدرة الرياضية تدور حول القدرة على التجريد، والقدرة المكانية أو الحس الهندسي، والحدس الرياضي، والمرونة، والقدرة المنطقية، والقدرة العددية، والتعميم.

ويُعدّ "نموذج كروتيسكي" رغم كل الدراسات التي أتت بعده لتحديد القدرة الرياضية هو الأهم والأجدر بالثقة (Szabo, 2017)، حيث يعطي صورة واضحة عن طبيعة القدرة الرياضية، لذلك يمكن اعتباره بمثابة أساس لتحديد الطلبة ذوي القدرات الرياضية، لأنه يحدد معايير دقيقة لذلك (Vilkomir & O'Donoghue, 2009). فقد قدّم كروتيسكي الخطوط العريضة لبنية القدرة الرياضية نتيجة إثنتي عشرة سنة من دراسة قدرات (٢٠٠) طالب من الأطفال في الرياضيات المدرسية، ليثبت أنّ القدرة الرياضية يمكن أن تتطور بصورة تدريجية مع مرور الوقت نتيجة للمرور بالخبرات الرياضية، بعد أن هيمنت فكرة أن القدرة الرياضية فطرية وغير قابلة للتطوير (Vilkomir & O'Donoghue, 2009). وتشير سابو(Szabo, 2017) إلى أنّه من الملائم عند دراسة القدرة الرياضية الأخذ بوصف كروتيسكي لها على أنّها ظاهرة ديناميكية معقدة تتشكل من مجموعة مكونات، حيث يمكن تطوير كل مكون من خلال الأنشطة المناسبة.

ويشير كروتيسكي (Krutetskii, 1976) إلى وجود ثلاثة مراحل أساسية للنشاط العقلي عند حل أي مشكلة رياضية وهي جمع المعلومات اللازمة لحل المشكلة؛ أي فهم جوهر المشكلة، ومعالجة المعلومات من أجل الوصول إلى حل، والاحتفاظ بالمعلومات حول الحل، ومن هنا خلص إلى أنّ بنية القدرة الرياضية لدى الطالب هي مركّب من هذه القدرات:

أولاً: القدره في الحصول على المعلومات الرياضية (Obtaining mathematical information)**:** الإدراك الرسمي للمشكلة؛ أي قدرة الطالب على تمييز البنية الرياضية في مشكلة معينة، ومدى قدرته على التعليق على وجود أو غياب المعلومات الضرورية والكافية لحل مشكلة ما، أو التعليق على المعلومات الزائدة المعطاة في تلك المشكلة.

ثانياً: القدره على معالجة المعلومات الرياضية (Processing mathematical information): تنطوي القدرة على معالجة المعلومات الرياضية على عدد من القدرات بما في ذلك:

- **المنطق** (Logic): القدرة على التوصل لنتيجة كإجابة لمشكلة رياضية ما من خلال عمل سلسلة من الاستنتاجات والمحاكمات بناءً على المعلومات المقدّمة في المشكلة.
- **التعميم** (Generalization): يتمثل بمستويين، القدرة على إدراج حالة خاصة ضمن مفهوم عام معروف؛ أي قدرة الطالب على تطبيق صيغة يعرفها مسبقاً على حالة خاصة، والاستنتاج العام من حالات خاصة لتشكيل مفهوم؛ أي قدرة الطالب على استنتاج صيغة غير معروفة له على أساس حالات خاصة.
- **التقليص** (Curtailment): اختصار العمليات الرياضية التي يمكن استدعاؤها وشرحها من قبل الطلبة أثناء حل المشكلة.
- **المرونة** (Flexibility): مرونة العمليات العقلية في النشاط الرياضي، وتتمثل في تنوع الطرق التي تؤدي الى الحل والتي تعكس بدورها أفكاراً وتصورات مختلفة حول الفكرة الرياضية.
- **أناقة الحل** (Elegance of Solution)**:** السعي من أجل الوضوح والبساطة والاقتصاد للحلول.
- **الإنعكاسية** (Reversibility)**:** تشكّل الإنعكاسية نوعا من شبكات الربط المعرفية، وتتمثّل بقدرة الطالب على التحوّل من الإتجاه المباشر للعملية العقلية إلى الإتجاه المعاكس؛ كأن ينتقل الطالب من النتيجة إلى البيانات الأولية.

ثالثاً: الاحتفاظ بالمعلومات الرياضية (Retaining mathematical information)**:** وتشير إلى الذاكرة الرياضية للطالب، وقدرته على تعميم طرق حل المشكلات، ومخططات الحجج والبراهين، والاحتفاظ بها لفترة طويلة، فالطالب قد ينسى محتوى المشكلة التي حلها بعد وقت قصير، لكن يجب أن يتمتع بذاكرة جيدة لطريقة حل ذلك النوع من المشكلات.

وفي ضوء ما سبق، اهتمت الدراسة الحالية بالقدرة على معالجة المعلومات الرياضية، ومكوناتها التي تمثلت بالتعميم، والمنطق، والإنعكاسية، والمرونة؛ إذ اعتبرها كروتيسكي من خلال تجاربه العمليّة بأنها هي الأساس في تحديد الطلبة الذين يمتلكون القدرة الرياضية.

الدراسات السابقة:

رغم تعدّد الدراسات التي تناولت التعلم القائم على المشروع في العلوم والدراسات الإجتماعية، إلاّ أنه لا يوجد حالياً سوى القليل من الأبحاث عن التعلم القائم على المشروع في مادة الرياضيات(Jacques, 2017). ومن هذه الدراسات:

- **دراسة مطرية (٢٠٠٩)** والتي اتبعت المنهج شبه التجريبي بهدف التعرف على أثر التعلم المستند إلى طريقة المشروع في حل المشكلات والكتابة الرياضية لدى (٨٨) طالبًا من طلبة الصف التاسع في مدارس الظهران في المملكة العربية السعودية، وتم توزيعهم عشوائياً على أربع شعب، حيث شكّلت شعبتان تضم كل منهما (٢٢) طالبًا المجموعة التجريبية، ودرست وفق التعلم المستند إلى المشروع، وشعبتان للمجموعة الضابطة تضم كل

منهما (٢٢) طالبًا، ودرست بالطريقة الاعتيادية. وتوصّلت الدراسة بعد تطبيق اختباري القدرة على حل المشكلات، والكتابة الرياضية إلى وجود فروق جوهرية في القدرة على حل المشكلات ومهارة الكتابة الرياضية لدى الطلبة تُعزى إلى طريقة التدريس، وذلك لصالح المجموعة التجريبية التي درست وفق التعلم المستند إلى طريقة المشروع.

- **وأكّدت دراسة عبد (٢٠١٢)** على ما توصّل إليه مطرية (٢٠٠٩) في ما يخص قدرة التعلم القائم على المشروع في تنمية القدرة على حل المشكلات الرياضية، في دراستها التي تقصّت أثر التعلم القائم على المشروع في تنمية القدرة على حل المشكلات والتحصيل الأكاديمي لدى طلبة السنة الثالثة في كلية العلوم التربوية والآداب (الأونروا) في الأردن. حيث اتبعت لتحقيق هدفها المنهج شبه التجريبي. وتكونت العينة من (٦١) طالبًا وزّعوا على مجموعة تجريبية تكوّنت من (٣٠) طالبًا، درست باستخدام التعلم القائم على المشروع، ومجموعة ضابطة تكوّنت من (٣١) طالبًا، درست بالطريقة التقليدية. وتوصّلت الدراسة بعد تطبيق اختباري القدرة على حل المشكلات والتحصيل الأكاديمي إلى الآثار الإيجابية للتعلم القائم على المشروع في كلٍ من تنمية القدرة على حل المشكلات، والتحصيل الأكاديمي.
- **وفي سياق موضوع الهندسة في الرياضيات، أجرت يو انقر (Uyangor, 2012)** دراسة في تركيا تقصّت فيها أثر استخدام طريقة التعلم القائم على المشروع في تدريس وحدة المضلعات والهندسة المستوية في تحصيل طلبة الصف التاسع، وإتجاهاتهم نحو الرياضيات، حيث اتبعت المنهج التجريبي بتصميم قبلي بعدي لمجموعة واحدة، وتكوّنت عينة الدراسة من (٣٢) طالبًا من طلبة الصف التاسع، درسوا لمدة أربعة أسابيع باستخدام طريقة المشروع. وتكونت المقاييس القبليّة والبعدية من اختبار للتحصيل، واستبانة لقياس الإتجاهات نحو الرياضيات. وأظهرت النتائج وجود فروق جوهرية في متوسط علامات اختبار التحصيل البعدي مقارنةً بالاختبار القبلي لصالح البعدي، وكذلك أظهرت النتائج تحسنًا كبيرًا في الإتجاه نحو الرياضيات.
- **أمّا دراسة شن (Chin, 2014)** فقد هدفت إلى التعرّف على أثر استخدام التعلم القائم على المشروع في أداء الطلبة في موضوع الهندسة ومدى انخراطهم في تعلمها، وتكوّنت عينة الدراسة من (٦٠) فردًا من طلبة المرحلة الثانوية في هاواي في الولايات المتحدة الأمريكية، توزّعوا إلى مجموعتين بالتساوي إحداهما تجريبية درست من خلال التعلم القائم على المشروع، والأخرى ضابطة درست بالطريقة التقليدية. وأظهرت النتائج النوعية للمقابلات شبه المقننة، والملاحظة، أنّ التعلم القائم على المشروع ينمّي القدرة على حل المشكلات الرياضية، وتطوير استراتيجيات متعددة لحلها، علاوةً على وجود فروق جوهرية بين متوسطي علامات المجموعتين التجريبية والضابطة على الاختبارات التي أُجريت بعد كل مشروع، والتي تناولت فهم المفاهيم، والمهارات الهندسية، وذلك لصالح المجموعة التجريبية.
- **وفي السياق ذاته، أجرى سيرفانتز وهيمر وكوزيكاناني (Cervantes, Hemmer & Kouzekanani, 2015)** دراسة اتبعت منهج المقارنة السببية، بهدف التعرف على أثر التعلم القائم على المشروع في الرياضيات، والقراءة، من خلال مقارنة التحصيل الأكاديمي في الرياضيات، والقدرة على القراءة بين مدرستين في ولاية تكساس الأمريكية، إحداهما تستخدم التعلم القائم على المشروع، بينما الأخرى تستخدم الطريقة التقليدية. تكوّنت عينة المجموعة التجريبية من (٨٧) طالباً وطالبة من الصف السابع، و(٨٤) طالباً وطالبة من الصف الثامن، بينما تكوّنت عينة المجموعة الضابطة من (١٤٠) طالباً وطالبة من الصف السابع، و(١٥٠) طالباً وطالبة من الصف الثامن. وخضعوا جميعاً لاختبار الاستعداد الأكاديمي للرياضيات والقراءة لولاية تكساس، الذي تمّ من خلاله قياس التحصيل في الرياضيات في خمسة مواضيع هي الأعداد والعمليات والتبرير الكمي، والأنماط والعلاقات والتبرير الجبري، والهندسة والاستدلال المكاني، والقياس، والإحصاء والاحتمالات. وأظهرت النتائج التي تخص الرياضيات تفوّق طلبة الصف السابع في المجموعة التجريبية التي تبنت التعلم القائم على المشروع بجميع المواضيع الرياضية المذكورة. أمّا فيما يخص نتائج الرياضيات للصف الثامن فقد أظهرت النتائج تفوق المجموعة التجريبية في موضوع الهندسة فقط.
- **في حين ركّزت هزهوزي (٢٠١٦)** في دراستها شبه التجريبية على تقصّي أثر التعلم المستند إلى المشروع في التفكير الرياضي والدافعية لدى عينة مكوّنة من (٦٢) طالبة من طالبات الصف السابع الأساسي في جنين/فلسطين، وذلك عند تدريس وحدة الإحصاء، حيث توزعت العينة إلى مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة، وتكوّنت كل منها من (٣١) طالبة، وأظهرت النتائج وجود فروق جوهرية بين متوسطات علامات المجموعتين التجريبية والضابطة في كلٍ من اختبار التفكير الرياضي الذي تمحور حول ثلاثة مظاهر للتفكير الرياضي وهي التفكير المنطقي، والتعميم الرياضي، والاستنتاج، ومقياس الدافعية لصالح المجموعة التجريبية.
- **وأجرى جيرهانا وماريديانا وبراموديا (Gerhana, Mardiyana & Pramudya, 2017)** دراسة شبه تجريبية تقصّوا فيها فاعلية التعلم القائم على المشروع في التحصيل في موضوع النسب المثلثية لدى طلبة الصف العاشر في أندونيسيا، وقسّم الطلبة إلى مجموعة ضابطة مكوّنة من (٣١) طالباً درسوا بالطريقة التقليدية، ومجموعة تجريبية مكوّنة من (٣٢) طالبًا درسوا باستخدام التعلم القائم على المشروع، وأظهرت النتائج تفوق طلبة المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في اختبار التحصيل.

- **كما أجرى أومّا و إنعام وعزمي (Ummah, In'am & Azmi, 2019)** دراسة نوعية، كان من أبرز أهدافها وصف تحسّن إبداع طلبة قسم تعليم الرياضيات في جامعة المحمدية في أندونيسيا، والذين درسوا مادة الوسائل التعليمية بالتعلم القائم على المشروع لمدة فصل دراسيّ واحد، وبلغ عددهم (٢٣) طالباً وطالبة. فقد أُجريت مقابلات مع العينة لتحليل الجوانب الإبداعية (المرونة والأصالة والجدة) في الوسائل التعليمية التي تمّ إنتاجها. وأظهرت النتائج وجود تحسّن في إبداع الطلبة في كلٍّ من الجوانب الإبداعية الثلاثة.
- **بينما أجرت الهمص (٢٠١٩)** دراسة هدفت إلى الكشف عن فاعلية برنامج تعليمي قائم على المشاريع لتنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طالبات الصف التاسع الأساسي في غزة/فلسطين، واتبعت فيها المنهج التجريبي. وتكوَّنت عينة الدراسة من (٧٤) طالبة، توزّعن إلى مجموعيتين إحداهما تجريبية، والأخرى ضابطة، وضَمّ كل منها (٣٧) طالبة. وخضعت المجموعتان لاختبار قبلي- بعدي يقيس أربع مهارات للتفكير الرياضي وهي التفكير المنطقي، والاستنتاج الرياضي، والإستقراء الرياضي، والنمذجة الرياضيّة. وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في علامات اختبار التفكير الرياضي بين المجموعتين الضابطة والتجريبية لصالح المجموعة التجريبية في المهارات الأربع.

يتّضح من الدراسات السابقة التي تمّ الوصول إليها، أنها تُجمع على الأثر الإيجابي للتعلم القائم على المشروع في تدريس الرياضيات بشكل عام. بينما ركّزت بعض الدراسات على الأثر الإيجابي للتعلم القائم على المشروع في موضوع الهندسة بشكل خاص (Cervantes, Hemmer & Kouzekanani, 2015; Chin, 2014; Uyanger, 2012؛ Gerhana, Mardiyana & Pramudya, 2017). كما يتّضح أنّ معظم الدراسات السابقة (هزهوزي، ٢٠١٦؛ Chin, 2014؛ عبد، ٢٠١٢؛ مطرية، ٢٠٠٩) تتبع المنهج شبه التجريبي، وبذلك تتفق الدراسة الحالية مع تلك الدراسات باستخدام المنهج نفسه. كما تباينت الدراسات السابقة في عينتها حيث اتخذ معظمها من طلبة المدارس عينة للدراسة (الهمص، ٢٠١٩؛ Gerhana, Mardiyana & Pramudya, 2017 ؛ هزهوزي، ٢٠١٦؛ Cervantes, Hemmer & Kouzekanani, 2015 ؛Chin, 2014؛ Uyanger, 2012 ؛مطرية، ٢٠٠٩)، واتفقت معها الدراسة الحالية في ذلك، بينما اتخذت دراسات أخرى من طلبة الجامعات عينةً لها (Ummah, In'am & Azmi, 2019؛ عبد، ٢٠١٢). أمّا بالنسبة لأهداف الدراسة فقد اختلفت الدراسة الحالية مع دراسات (Chin, 2014؛ عبد، ٢٠١٢؛ مطرية، ٢٠٠٩) والتي بحثت في أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة على حل المشكلات بشكل عام، حيث ركّزت الدراسة الحالية على أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية على معالجة المعلومات أثناء حل المشكلات من خلال مهارات التعميم، والإنعكاسية، والمرونة، والتي أسمتها الأبحاث بالعمليات الكروتيسكية، بالإضافة إلى المنطق، وبذلك تشابهت أهداف الدراسة الحالية مع بعض أهداف الدراسات السابقة (Ummah, In'am & Azmi, 2019؛ الهمص، ٢٠١٩؛ هزهوزي، 2016) والتي تناولت أثر التعلم القائم على المشروع في بعض مكونات القدرة الرياضية. والتي لم يتناول أيّاً منها الإنعكاسية، كأحد مكونات القدرة الرياضيّة، فضلاً عن عدم تناولها المكونات الأربعة للقدرة الرياضيّة مجتمعة، وهذا ما يميّز هذه الدّراسة عن غيرها من الدراسات السابقة.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

يواجه تعليم الرياضيات في الأردن تحديات، ولعلّ واحدة من أهمّها هو صعوبة تعلم وفهم الطلبة لمادة الرياضيات، حيث يظهر ذلك جلياً من خلال نتائج الطلبة في الاختبارات الدولية كالتمس (TIMSS) والبيزا (PISA)، لا سيّما وأنّ العديد من المهمات الرياضية المقدمة في هذه الاختبارات تتطلب قدرات متنوعة في الرياضيات لدى الطلبة، فقد تبيّن أنّ الأردن تحتل مراكز متأخرة ويحصل طلبتها على علامات متدنية تقل بصورة كبيرة عن المتوسط العام للعلامات على المستوى الدولي (Ababneh, Al-Tweissi & Abulibdeh, 2016). كما لمست إحدى الباحثتين من خلال عملها كمعلمة رياضيات أنّ الطلبة ينظرون للرياضيات على أنها من أكثر المواد الدراسية صعوبةً، وأكثرها تجريداً وبعداً عن الواقع، كما لاحظت ضعف مستوى الطلبة في الرياضيات بشكل عام، وضعف قدرتهم الرياضية بشكل خاص، ممّا يتطلب إعادة النظر في طرق التدريس المستخدمة لتدريس الرياضيات، والتركيز على الطرق التي تساعد الطلبة على ربط الرياضيات بالواقع، وتطوير قدرتهم الرياضية.

كما جاءت الدراسة الحالية استجابةً لتوصية العديد من الدراسات (Flanders, 2015; Usiskin, 1999)، والتي أشارت إلى ضعف القدرة الرياضية لدى الطلبة، ودعت إلى ضرورة إجراء المزيد من البحوث التجريبية لإقتراح طرق تدريس جديدة لتنمية القدرة الرياضية لديهم بشكل عام، ومكوناتها كالتعميم والمنطق والإنعكاسية والمرونة بصورة خاصة، كما جاءت استجابةً لتوصية العديد من الدراسات (Ramful & Olive, 2008;Teachy, 2003) التي أشارت إلى ضعف الإنعكاسية لدى الطلبة بصورة خاصة، ونقص الأبحاث التي تناولها، وتقترح طرقًا لتنميتها، ودعت إلى ضرورة تسليط الضوء عليها في أبحاث تعليم وتعلم الرياضيات. وتأسيساً على ما سبق، جاءت هذه الدراسة لتقديم التعلم القائم على المشروع، وتقصي أثره في القدرة الرياضية ككل ومكوناتها (التعميم، المنطق، الإنعكاسية، المرونة).

وبالتحديد تجيب الدراسة عن السؤال الآتي:

ما أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي في الأردن؟

وتنبثق عنه الفرضيتان الآتيتان:

- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين المتوسطين الحسابيين لعلامات مجموعتي الدراسة على اختبار القدرة الرياضية الكلّي البعدي يُعزى إلى طريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية).
- لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين المتوسطات الحسابية لعلامات طالبات الصف التاسع الأساسي على كل من مكونات القدرة الرياضية (التعميم، المنطق، الإنعكاسية، المرونة) تُعزى لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية).

أهمية الدراسة:

تكتسب الدراسة الحالية أهميتها النظرية من ما ستضيفه من معرفة إلى المكتبة العالمية والعربية حول التعلم القائم على المشروع كونه منهجاً تعليمياً – تعلمياً – قائماً على التعامل مع مشاريع واقعية ترتبط بحياة الطلبة، فهذا المنهج يتيح بيئة تعلم للمفاهيم الرياضية تعتمد على مهمات موجّهة، وذاتية في التعلم، إضافة إلى ممارسة الاستقصاءات وجمع المعلومات، والتعاون، والتواصل الرياضي.

بينما تظهر الأهمية العملية لهذه الدراسة من إمكانية استفادة المعلمين منها لكسر الجمود والملل الحاصل في حصص الرياضيات التقليدية القائمة على التلقين، لاعتمادها على حل المشكلات التي تربط الرياضيات بالواقع، والمشاركه الفاعلة في إنجاز المشاريع. وبالإمكان لمطوّري المناهج الإستفادة من هذه الدراسة في تصميم وحدات دراسية تستند الى التعلم القائم على المشروع بحيث تكامل بين الرياضيات وعدة مواد دراسية أخرى، لتحقيق عدد أكبر من الأهداف بدروس أقل وفائدة ومتعة أكبر، إضافة إلى الاستفادة من المشاريع المطروحة في هذه الدراسة وإطار منهجية تطبيقها من أجل تضمينها في دليل المعلم. كما يمكن للباحثين الإستفادة من الأداة التي استخدمتها هذه الدراسة لقياس القدرة الرياضية.

مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية

المشروع: نشاط يقوم على هدف محدّد، ينفّذ في مناخ اجتماعي حقيقي، ويؤدي إلى حل مشكلة حياتية معقدة باستخدام المعرفة الرياضية السابقة من أجل تعلم معرفة رياضية جديدة. ويتضمن مشاريع لتدريس وحدة النسب المثلثية لطالبات الصف التاسع الأساسي.

التعلم القائم على المشروع: بيئة تعليمية-تعلّمية تقوم على طرح مجموعة من الأنشطة على شكل مشاريع واقعية يتم تنفيذها من خلال مجموعة من الإجراءات داخل الغرفة الصفية أو خارجها، وذلك وفقاً للإطار (framework) الذي تم إعداده في هذه الدراسة (انظر صفحة ١٣)، وضمن مجموعات تعاونية، وبتوجيه من المعلمة والإستفادة من كل الموارد المتاحة لتحقيق الأهداف المنشودة.

القدرة الرياضية: مجموعة من المهارات الرياضية التي تؤدي الى تطوير أداء ناجح في الأنشطة الرياضية، وتتضمن في هذه الدراسة القدرة على معالجة المعلومات الرياضية من خلال التعميم، والمنطق، والإنعكاسية، والمرونة، وذلك حسب ما ورد عن كروتيسكي، وتتحدّد القدرة الرياضية بالعلامة التي تحصل عليها الطالبة نتيجة تعرضها لاختبار القدرة الرياضية الذي أعدّ لهذا الغرض. وفي ما يلي تعريف لكل مكون من مكونات القدرة الرياضية:

التعميم: القدرة على صياغة وتوسيع عبارة رياضية لتصبح أعم وأشمل بناءً على حالات خاصة.

المنطق: القدرة على تفسير وتحليل البيانات المعطاة وعمل سلسلة من الاستنتاجات المنطقية المدعّمة بالتبرير للوصول إلى حل للمشكلة الرياضية.

الإنعكاسية: القدرة على التحرك من المخرجات (النتيجة) إلى المدخلات (البيانات الأولية) للمشكلة الرياضية.

المرونة: القدرة على حل المشكلة الرياضية بأكثر من طريقة اعتماداً على تصورات مختلفة للأفكار الرياضية.

محددات الدراسة:

تتحدّد نتائج الدراسة باقتصارها على عينة من طالبات الصف التاسع الأساسي الملتحقات في إحدى المدارس الحكومية التابعة لمديرية التربية والتعليم لمحافظة جرش خلال الفصل الدراسي الثاني، من العام الدراسي ٢٠١٨/٢٠١٩، واقتصارها على المادة التعليمية لوحدة النسب المثلثية الواردة في كتاب الرياضيات للصف التاسع الأساسي. كما تتحدّد النتائج بعينة المشاريع التي تمّ إعدادها والتي لن تكون ممثلة لكافة السياقات الحياتية، علاوةً على اقتصار القدرة الرياضية في مجال معالجة المعلومات على أربعة مكونات فقط وهي: التعميم، والمنطق، والإنعكاسية، والمرونة حسب تعريف كروتيسكي. ونظرا لأنّ اختبار القدرة الرياضية ليس من الإختبارات المقننة، فربما تتأثر نتائج الدراسة بالخصائص السيكومترية لاختبار القدرة الرياضيّة، إضافة إلى تأثرها بقاعدة تصحيح الاختبار (Rubric).

الطريقة والإجراءات:

منهجية الدراسة:

استُخدم المنهج شبه التجريبي بتصميم قبلي- بعدي لمجموعتين، وذلك من أجل تقصّي أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي. وبذلك تتحدّد متغيرات الدراسة بالمتغير المستقل وهو طريقة التدريس بمستويها التعلم القائم على المشروع، والطريقة

التقليدية، والمتغيرات التابعة وهي أداء الطالبات على اختبار القدرة الرياضية بشكل عام، والأداءات على كل مكون من مكوناتها (التعميم، المنطق، الإنعكاسية، المرونة).

عينة الدراسة:

تمّ اختيار (٤٧) طالبة من الصف التاسع الأساسي الملتحقات بمدرسة بليلا الثانوية الشاملة للبنات، التابعة لمديرية التربية والتعليم لمحافظة جرش، للعام الدراسي ٢٠١٨/٢٠١٩ بالطريقة المتيسرة، وذلك لتعاون مديرة المدرسة، ووجود معلمة متعاونة وكفؤ لتطبيق الدراسة؛ إذ تحوي المدرسة شعبتين فقط للصف التاسع الأساسي، وتمّ بالتعيين العشوائي تحديد إحدى الشعبتين لتكون المجموعة التجريبية، وبلغ عدد أفرادها (٢٦) طالبة، ودرسن بطريقة التعلّم القائم على المشروع، والأخرى مجموعة ضابطة تكوّنت من (٢١) طالبة، ودرسن بالطريقة التقليدية.

أداة الدراسة:

اختبار القدرة الرياضية: من أجل تقصّي أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية، وبعد الإطّلاع على الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع القدرة الرياضية (Dougherty, B.Bryant, D.Bryant, Darrough & Pfannenstiel, 2015; Flanders, 2015; Maharani, 2014; Dindyal, 2007; Krutetskii, 1976)، بالإضافة إلى أسئلة تيمس (TIMSS)، تمّ إعداد اختبار القدرة الرياضية بأربعة مكونات كما حدّدها كروتيسكي وهي التعميم، والمنطق، والإنعكاسية، والمرونة (Krutetskii, 1976).

الصورة الأولية للاختبار: تكوّن الإختبار بصورته الأوّليّة من (١٦) فقرة مقالية، بحيث اشتمل كل مكوّن من مكونات القدرة الرياضية على (٤) فقرات.

الصدق الظاهري للاختبار: بعد إعداد الاختبار تمّ عرضه على لجنة من المحكّمين لإبداء الرأي في الدقة العلمية واللّغوية للفقرات، ومدى إنتمائها لمكونات القدرة المختلفة، وملاءمتها لمستوى الصف التاسع الأساسي، وقد تمّ الأخذ بكافة الملحوظات والإقتراحات المقدّمة من المحكّمين، وتمّ تعديل بعض الفقرات، مع المحافظة على عددها (١٦) فقرة موزّعة على أربع فقرات لكل مكوّن من مكوّنات القدرة الرياضية.

كما تمّ تجربة الصورة الأوّلية للاختبار على عينة استطلاعية تكوّنت من (٣٠) طالبة من الصف التاسع الأساسي من مجتمع الدراسة وخارج عينتها، وذلك للتحقق من صدق البناء للاختبار، بالإضافة إلى التعرّف على معاملات الصعوبة والتمييز، وكذلك التحقق من ثبات الاختبار؛ إذ تمّ الاعتماد على برمجية (SPSS) في التحقق من كل ما سبق. بالإضافة لاحتساب الزمن المناسب للإختبار، وفي ما يلي تفصيل لذلك:

صدق البناء للاختبار: تمّ تجربة الصورة الأوّلية للاختبار على العينة الاستطلاعية للتأكّد من صدق الإتّساق الداخلي للإختبار وذلك بإيجاد معاملات الإرتباط بين الأداء على كل فقرة مع المكون الذي تقيسه، ومع الإختبار الكلي، إضافة إلى الإرتباطات البينية لمكونات القدرة الرياضية الأربعة، وكذلك معاملات الارتباط بين كل مكون من المكونات الأربعة مع الاختبار ككل. وبناءً عليه، فقد تمّ استبدال إحدى الفقرات لعدم ارتباطها بالمكون الذي وضعت لقياسه، وكذلك بالعلامة الكلّية للاختبار، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بينها وبين العلامة الكلية أقل من (٠,٣٠). كما تمّ عرض الفقرة الجديدة على العينة الاستطلاعية للتأكد من ارتباطها بالمكون الذي تقيسه وكذلك بالاختبار الكلي. وبذلك بلغت معاملات الارتباط بين الفقرات بعد التعديل والعلامة الكلية للاختبار (٠,٥٣-٠,٩٠)، وتراوحت معاملات الارتباط بين كل فقرة مع المكوّن (٠,٦٠-٠,٩٢)، بينما بلغت معاملات الارتباط بين المكونات (٠,٥٨-٠,٧٦)، وبين المكونات والإختبار الكلي (٠,٨٦ -٠,٩١)، وتعدّ هذه القيم ذات دلالة إحصائية (α=٠,٠٥)، وملائمة لأغراض هذه الدراسة.

معاملات الصعوبة والتمييز للاختبار: تمّ من خلال تطبيق الاختبار عل العينة الاستطلاعية استخراج معاملات الصعوبة والتمييز لفقرات الاختبار، وبناءً عليه تمّ حذف فقرتين من الاختبار لصعوبتها، حيث بلغ معامل الصعوبة لهما (٠,١٧)،(٠,٢٠)، وهي قيم غير مقبولة تربوياً (Allen & Yen, 1979)، لذلك تمّ استبدال هذه الفقرات بأخرى. كما تمّ تطبيق الفقرات المعدّلة مرّة أخرى على العينة الاستطلاعية للتأكد من مناسبتها، فتراوحت معاملات الصعوبة لفقرات الاختبار بعد التعديل بين (٠,٣٠-٠,٦٠)، بينما تراوحت معاملات التمييز بين (٠,٦٢-٠,٧٩)، وتعد هذه القيم مقبولة تربوياً (Allen & Yen, 1979)، وملائمة لأغراض الدراسة.

ثبات الاختبار: تمّ من خلال تطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية التحقق من ثبات اختبار القدرة الرياضية المعدّل من خلال حساب معادلة كرونباخ ألفا؛ إذ بلغت قيمة معامل الثبات للاختبار (٠,٩٣)، وبلغت قيم معاملات الثبات للمكونات: التعميم، والمنطق، والإنعكاسية، والمرونة،(٠,٨٣)، (٠,٧٨)، (٠,٨٥)، (٠,٨٨) على التوالي. وكانت المعاملات جميعها دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (٠,٠٥) مما يشير لتوافر شرط الثبات بالنسبة للاختبار (علّام، ٢٠٠٢).

الزمن المناسب للاختبار: تمّ من خلال تطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية احتساب الزمن المناسب للإختبار، وذلك من خلال حساب متوسط الزمن الذي استغرقته العينة الاستطلاعية للإجابة عن فقرات الاختبار، وقد بلغ (٨٠) دقيقة.

قاعدة تصحيح الاختبار: لتصحيح اختبار القدرة الرياضية فقد اعتمد لهذا الغرض قاعدة تصحيح (Rubric) بتدريج رباعي (٠،١،٢،٣) لكل فقرة من فقرات الاختبار، كما هو مبين في الجدول (١) أدناه.وبذلك بلغت العلامة القصوى للاختبار ككل (٤٨)، والصغرى (٠). كما بلغت العلامة لكل مكون من مكونات القدرة الرياضية (١٢).

جدول (١): قاعدة تصحيح اختبار القدرة الرياضيّة

	٣	٢	١	٠
التعميم	يتوصل إلى التعميم الصحيح مع التبرير الدقيق والواضح لكيفية التوصل إليه	يتوصل إلى التعميم الصحيح بدون تبرير لكيفية التوصل إليه	يتوصل إلى تعميم خاطئ	لم يتوصل إلى تعميم
المنطق	يحلل ويفسر المعلومات المقدمة إليه بدقة ويتوصل إلى استنتاجات منطقية	يحلل ويفسر المعلومات المقدمة إليه ويتوصل إلى إستنتاجات ولكن بعضها غير منطقي	يحاول تحليل وتفسير المعلومات المقدمة إليه لكنه لا يتوصل إلى استنتاجات منطقية	- إعطاء حل غير قائم على التحليل أو التفسير للمعلومات المقدمة إليه. - لا حل.
المرونة	يحلّ المسألة بأكثر من طريقتين باستخدام تفسيرات مختلفة وكلها صحيحة	- يحلّ المسألة بطريقتين فقط باستخدام تفسيرات مختلفة وكلاهما صحيح - يحل بأكثر من طريقتين باستخدام تفسيرات مختلفة لكنها ليست كلها صحيحة	- يحلّ المسألة بطريقة واحدة صحيحة ثم يتوقف. – يحلّ بطريقتين واحدة فقط صحيحة.	يحلّ المسألة بطريقة واحدة خاطئة.
الإنعكاسية	ينتقل من النتائج النهائية أو المخرجات إلى البيانات الأولية أو المدخلات بطريقة صحيحة ودقيقة	يحاول الانتقال من النتائج النهائية أو المخرجات إلى البيانات الأولية أو المدخلات بطريقة صحيحة جزئياً	ينتقل من النتائج النهائية أو المخرجات إلى البيانات الأولية أو المدخلات بطريقة خاطئة	لا يوجد محاولات للحل

إعداد المادة التعليمية حسب التعلم القائم على المشروع:

تكوّنت المادة التعليمية من جزئين؛ تضمّن الجزء الأوّل تعريفا بماهية التعلم القائم على المشروع، وإيجابياته في تدريس الرياضيات، ومعاييره، بالإضافة لوصف دور كل من الطالب والمعلم في تطبيقه، وكذلك خطوات تنفيذه داخل الغرفة الصفية. أمّا في جزئها الثاني، فتضمّنت إعادة بناء لوحدة "النسب المثلثية" من كتاب الفصل الثاني للرياضيات للصف التاسع الأساسي ٢٠١٨/٢٠١٩ والذي أقرّ حسب قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٥/٣١) بتاريخ ٢٠١٥/٣/٢٦، من خلال تطوير وتصميم مشاريع تحقق أهداف الوحدة وتغطي المفاهيم الواردة فيها.

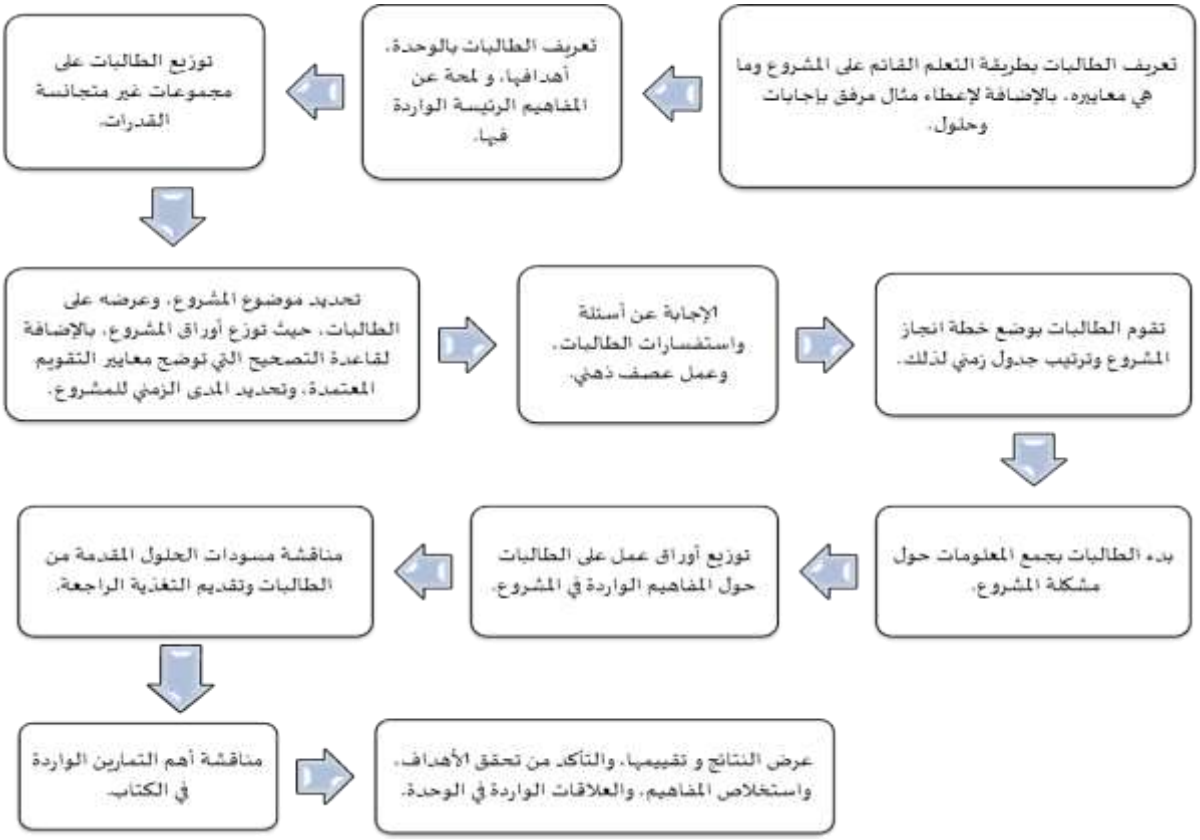
وقد تمّ تصميم المادة التعليمية وفقا لمعايير تتناسب والتعلم القائم على المشروع، وذلك بعد الاطّلاع على العديد من الدراسات (Lee, 2018; Stubbs, 2016; Mahmudi, 2011; Fleming, 2000; Thomas, 2000)، وكذلك المواقع الإلكترونية التي تعرض أمثلة لمشاريع تخص مادة الرياضيات مثل (Curriki Geometry، TeachThought، Pinterest). وتضمّنت أربعة مشاريع هي مشروع السخان الشمسي ويغطي موضوعات جيب الزاوية الحادة وجيب تمام الزاوية الحادة وظل الزاوية الحادة، ومشروع أنا معلم ويغطي موضوع العلاقات بين النسب المثلثية، ومشروع معرض الفنون ويغطي موضوع حل المثلث قائم الزاوية، ومشروع الميال ويغطي موضوع زوايا الإرتفاع والإنخفاض. كما تمّ إرفاق كل مشروع بنموذج تخطيط المشروع، وهو نموذج يعكس الاعتبارات والركائز التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم درس أو وحدة قائمة على المشروع وتظهر الصورة العامة للمشروع، إضافةً إلى التفاصيل الدقيقة، ويتضمن (اسم المشروع، فكرته، الموضوع الذي يغطيه، السؤال الرئيسي أو التحدي، نتاجات التعلم، آلية العرض، التقويم والتأمّل). وكذلك رزنامة المشروع التي تتضمن تخطيط مدى وتسلسل الرياضيات التي ستدرّس، وفرص التعلّم التي ستشترك بها الطالبات عبر المشروع. إضافةً إلى احتوائها على إرشادات للمعلم لتطبيق المشروع، وقاعدة تصحيح (Rubric) لتقويم المشروع، وتوضيح معايير الأداء للطالبات ومساعدتهن على فهم ما هو المتوقع منهن تعلّمه من محتوى ومهارات بعد أداء المشروع، كما تتيح لهن فرصة التقويم الذاتي. كما تمّ توزيع استبانات تأمل على الطالبات لملئها بعد إنجاز كل مشروع وذلك لمنحهن الفرصة للتأمل بما تمّ تعلمه، ومنح فرصة للمعلم لإجراء التحسينات في حال تكرار نفس المشروع مرّة أخرى. وبعد الإنتهاء من تصميم المادة التعليمية تمّ عرضها على مجموعة من المحكّمين من ذوي الاختصاص لإبداء رأيهم بمدى مناسبتها لتحقيق أهداف الوحدة ومستوى طالبات الصف التاسع الأساسي، وتمّ إجراء التعديلات المناسبة في ضوء ملحوظات المحكّمين.

واستغرق تدريس وحدة النسب المثلثية باستخدام التعلم القائم على المشروع (٢٠) حصة دراسية، بواقع (٤٠) دقيقة لكل حصة. وفي الجدول (٢) عرضًا تفصيليًا لذلك.

جدول (٢): الخطة الزمنية لتدريس وحدة النسب المثلثية باستخدام التعلم القائم على المشروع

عدد الحصص	الهدف
١	تعريف الطالبات بالتعلم القائم على المشروع وطرح أمثلة محلولة
٤	تدريب الطالبات على التعلم القائم على المشروع من خلال تنفيذ مشروع من خارج المشاريع التي أُعِدّت للدراسة
٥	مشروع السخان الشمسي
٣	مشروع أنا معلم
٣	معرض الفنون
٣	مشروع الميال
١	التأمّل بما تمّ تعلّمه

أمّا بالنسبة لمراحل أوخطوات التعلم القائم على المشروع التي تمّ تطبيقها داخل الغرفة الصفية فهي تتلخّص في الإطار الذي تمّ إعداده بالإعتماد على دراسة جيرهانا وماريديانا وبراموديا (Gerhana, Mardiyana & Pramudya, 2017)، وما أشار إليه لي (Lee, 2018)، والوارد في الشكل (١):



شكل(١): الإطار الذي يوضّح خطوات استراتيجية التعلم القائم على المشروع التي تمّ تطبيقها داخل الغرفة الصفيّة

تكافؤ مجموعتي الدراسة:

وللتحقق من تكافؤ المجموعات تمّ تطبيق اختبار القدرة الرياضية بصورته النهائية قبل البدء بإجراء الدراسة على المجموعتين التجريبية والضابطة، وذلك ضمن جلستين مدة كل منهما (٤٠) دقيقة، وتمّ استخراج المتوسطات الحسابية والإنحرافات المعيارية لعلامات أفراد الدراسة تبعًا لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، التقليدية)، ولبيان دلالة الفروق الإحصائية بين المتوسطات الحسابية تم استخدام اختبار "ت"، والجدول (٣) يوضح ذلك.

جدول (٣): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية واختبار"ت" تبعًا لطريقة التدريس للقدرة الرياضية في القياس القبلي

	طريقة التدريس	العدد	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	قيمة "ت"	درجات الحرية	الدلالة الإحصائية
التعميم قبلي*	PBL	٢٦	٨,٩٢	٥,٤٤	١,٠٩	٤٥	٠,٤٨٣
	التقليدية	٢١	٧,٣٣	٤,٣٠			
المنطق قبلي*	PBL	٢٦	٧,٧٣	٤,٣٣	١,٦١	٤٥	٠,٨٧٣
	التقليدية	٢١	٦,٠٥	٢,٣٣			
الإنعكاسية قبلي*	PBL	٢٦	٨,٥٤	٤,٨٨	٠,٠٥	٤٥	٠,٩٤٤
	التقليدية	٢١	٧,٩٣	٢,٥٤			
المرونة قبلي*	PBL	٢٦	٨,٨٥	٤,٩٤	١,٢٩	٤٥	٠,٧٣٥
	التقليدية	٢١	٧,٢٤	٣,١٦			
القدرة الرياضية قبلي**	PBL	٢٦	٣٤,٠٤	٨,٩٢	٢,٠٠	٤٥	٠,٩٠٩
	التقليدية	٢١	٢٨,٥٥	٩,٩٥			

*العلامة القصوى=١٢ **العلامة القصوى=٤٨

يتبين من الجدول (٣) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين المتوسطات الحسابية لمجموعتي الدراسة في جميع مكونات القدرة الرياضية وفي الدرجة الكلية، ممّا يشير إلى تكافؤ مجموعتي الدراسة بالنسبة لاختبار القدرة الرياضية القبلي.

إجراءات الدراسة:

١. إعداد أدوات الدراسة (المادة التعليمية، اختبار القدرة الرياضية)، والتحقق من صدقها وثباتها.
٢. الحصول على كتاب تسهيل مهمة من أجل تطبيق التجربة في المدرسة، واختيار عينة الدراسة.
٣. تطبيق اختبار القدرة الرياضية القبلي على مجموعتي الدراسة الضابطة والتجريبية، قبل البدء بتنفيذ الدراسة .
٤. تنفيذ مشروع - من خارج المشاريع المعدة للدراسة - بهدف تدريب معلمة الرياضيات على منهج التعلم القائم على المشروع، وبهدف تهيئة طالبات المجموعة التجريبية للتعلم القائم على المشروع ضمن أربعة لقاءات، مدة كل منها (٤٠) دقيقة، وذلك في حصص النشاط بعد موافقة إدارة المدرسة، وكان مضمون المشروع في تدريس الهندسة خارج نطاق النسب المثلثية.
٥. تطبيق المعالجة على المجموعة التجريبية من قبل معلمة الرياضيات، وتم تدريس المجموعة الضابطة من قبل نفس المعلمة التي التزمت بالدليل المعد لتدريس المجموعة التجريبية، كما التزمت بتدريس المجموعة الضابطة حسب الكتاب المدرسي. ومن أجل ضمان التطبيق الصحيح لطريقة التعلم القائم على المشروع حرصت الباحثة على حضور معظم الحصص.
٦. بعد الإنتهاء من تنفيذ الدراسة، طُبّق اختبار القدرة الرياضية البعدي.
٧. تصحيح الاختبار وتحليل البيانات، وتقديم خلاصة نتائج البحث، وتفسيرها، وكذلك تقديم الاستنتاجات، والتوصيات بناء على النتائج.

المعالجات الاحصائية:

لتحليل بيانات الدراسة، تمّ حساب المتوسطات الحسابية والإنحرافات المعيارية لعلامات أفراد مجموعتي الدراسة تبعًا لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، التقليدية) على اختبار القدرة الرياضية البعدي الكلي ومكوناتها، واستخدم اختبار تحليل التباين الأحادي المصاحب (one way ANCOVA)، لمعرفة أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية للطالبات على الإختبار البعدي الكلي، بالإضافة لاستخدام تحليل التباين الاحادي المصاحب المتعدد المتغيرات التابعة (one way MANCOVA) للتحقق من دلالة الفروق الظاهرية للمتوسطات الحسابية لأداء الطالبات على كل مكون من مكونات اختبار القدرة الرياضية البعدي.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

للإجابة عن سؤال الدراسة والذي يهدف إلى تقصّي أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي، تمّ اختبار الفرضية الأولى ونصها " لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين المتوسطين الحسابيين لعلامات مجموعتي الدراسة على اختبار القدرة الرياضية الكلّي يُعزى إلى طريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية). ولتحقيق ذلك، حُسِبت المتوسطات الحسابية والإنحرافات المعيارية لدرجات أفراد الدراسة في القياسين القبلي والبعدي لاختبار القدرة الرياضية الكلي تبعاً لطريقة التدريس، ولتحديد لصالح من تُعزى الفروق، تمّ استخراج المتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية لها، وذلك كما يتضح في الجدول (٤).

جدول (٤): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للقدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي للقياسين القبلي والبعدي تبعاً لطريقة التدريس والمتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية لها

طريقة التدريس	العدد	القياس القبلي		القياس البعدي			
		المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	المتوسط الحسابي المعدل	الخطأ المعياري
PBL	٢٦	٣٤,٠٤	٨,٩٢	٤٠,٥٠	٥,٣٤	٤١,٨٩	٠,٠٥١
التقليدية	٢١	٢٨,٥٥	٩,٩٥	٢٨,٨١	٣,٢١	٢٧,٥٠	٠,٠٥١

يتضح من الجدول (٤) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للقدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي في القياس البعدي لاختبار القدرة الرياضية وفقاً لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية). ولمعرفة فيما إذا كانت هذه الفروق الظاهرية ذات دلالة إحصائية، تم استخدام تحليل التباين الأحادي المصاحب (One way ANCOVA) للقياس البعدي للقدرة الرياضية وفقاً لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية) بعد تحييد أثر القياس القبلي، ويبين الجدول (٥) نتائج التحليل.

جدول (٥): نتائج تحليل التباين الأحادي المصاحب (One way ANCOVA) للقياس البعدي للقدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي ككل وفقاً لطريقة التدريس بعد تحييد أثر القياس القبلي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	مربع إيتا η^2
القياس القبلي	١٠٧٣,٧٦	١	١٠٧٣,٧٦	٩٧,٣٥	٠,٠٧٥	
طريقة التدريس	١٣٤٢,٦٤	١	١٣٤٢,٦٤	١٢١,٧٣	٠,٠٠٠	٠,٧٩٨
الخطأ	٤٨٥,٢٤	٤٤	١١,٠٣			
الكلي	٢٩٠١,٦٤	٤٦				

يبيّن الجدول (٥) وجود فرق ذي دلالة إحصائية ($P < 0.05$) في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي وفقاً لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية)، كما يتضح أنّ حجم أثر التعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي كان كبيرًا؛ فقد بلغت قيمة مربع إيتا $\eta 2$ (٠,٧٩٨)؛ أي أنّ ما نسبته (٧٩,٨٪) من التباين في أداءات الطالبات على اختبار القدرة الرياضية كان بسبب التعلم القائم على المشروع. وبالنظر إلى المتوسطات الحسابية المعدّلة الواردة في الجدول (٤) فإنّ الطالبات اللواتي درسن من خلال التعلم القائم على المشروع قد تفوقن وبدلالة إحصائية على اللواتي درسن بالطريقة التقليدية. وبذلك يتم رفض الفرضية الصفرية الأولى.

ولتقصّي أثر التعلم القائم على المشروع في كل مكوّن من مكوّنات القدرة الرياضية، تمّ اختبار الفرضية الثانية " لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين المتوسطات الحسابية لعلامات طالبات الصف التاسع الأساسي على كل من مكونات القدرة الرياضية (التعميم، المنطق، الإنعكاسية، المرونة) تُعزى لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية)" ولتحقيق ذلك تمّ حساب المتوسطات الحسابية والإنحرافات المعيارية للقياسين القبلي والبعدي لمكونات القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي وفقاً لطريقة التدريس (التعلم القائم على المشروع، الطريقة التقليدية)، كما تمّ حساب المتوسطات الحسابية المعدّلة والأخطاء المعيارية لها، كما هو مبين في الجدول (٦).

جدول (٦): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للقياسين القبلي والبعدي لمكونات القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي وفقاً لطريقة التدريس والمتوسطات الحسابية المعدلة والأخطاء المعيارية لها

المكونات	طريقة التدريس	العدد	القياس القبلي		القياس البعدي			
			المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	المتوسط الحسابي المعدل	الخطأ المعياري
التعميم	PBL	٢٦	٨,٩٢	٥,٤٤	٩,٧٣	٥,٩١	١٠,٩٣	٠,٠٨٦
	التقليدية	٢١	٧,٣٣	٤,٣٠	٧,٤٨	٤,٣٢	٧,٨٩	٠,٠٨٦
المنطق	PBL	٢٦	٧,٧٣	٤,٣٣	١٠,٢٧	٥,١٣	٩,٧٨	٠,٠٩٣
	التقليدية	٢١	٦,٠٥	٢,٣٣	٦,٧٦	٣,٨٣	٦,٢٣	٠,٠٩٣
الإنعكاسية	PBL	٢٦	٨,٥٤	٤,٨٨	١٠,٠٨	٥,٩٧	١٠,٦٢	٠,٠٦٣
	التقليدية	٢١	٧,٩٣	٢,٥٤	٧,٥٢	٣,٦٧	٦,١٢	٠,٠٦٣
المرونة	PBL	٢٦	٨,٨٥	٤,٩٤	١٠,٤٢	٥,٥٣	١٠,٥٦	٠,٠٨٢
	التقليدية	٢١	٧,٢٤	٣,١٦	٧,٠٥	٣,٠٥	٧,٢٦	٠,٠٨٢

يلحظ من الجدول (٦) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لعلامات مجموعتي الدراسة في القياس البعدي لمكوّنات القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي. وبهدف التحقق من جوهرية الفروق الظاهرية، تمّ حساب قيمة (Hotelling's Trace) وكانت قيمته تساوي (٠,٧٦٨) ويشير ذلك إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية ($P < 0.05$) لطريقة التدريس على القياس البعدي لمكونات القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي مجتمعة، ولتحديد على أي مكون من مكونات القدرة الرياضية يعود هذا الأثر تمّ تطبيق تحليل التباين الاحادي المتعدد المصاحب (One way MANCOVA)، ويبيّن الجدول (٧) نتائج التحليل.

جدول(٧): تحليل التباين الأحادي المصاحب المتعدّد (one way MANCOVA) لأثر طريقة التدريس على القياس البعدي لكل مكون من مكونات القدرة الرياضية لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بعد تحييد أثر القياس القبلي لديهم

مصدر التباين	المكون	مجموع المربعات	درجة الحرية	وسط مجموع المربعات	ف	مستوى الدلالة	حجم الأثر η^2
القبلي (المصاحب)	التعميم بعدي	٦٧,٥٤	١	٦٧,٥٤	٣٢,٤٧	٠,٧٨١	
	المنطق بعدي	٤٨,٩٧	١	٤٨,٩٧	١٩,٥١	٠,٠٩٩	
	الانعكاسية بعدي	٩٧,٢٥	١	٩٧,٢٥	٨٥,٣١	٠,١٦٠	
	المرونة بعدي	٨٧,٥٣	١	٨٧,٥٣	٤٦,٠٧	٠,٢٨٠	
طريقة التدريس	التعميم بعدي	١٢٩,٥٤	١	١٢٩,٥٤	٦٢,٢٨	٠,٠٠٠	٠,٤٢٤
	المنطق بعدي	٥٦,٤٣	١	٥٦,٤٣	٢٢,٤٨	٠,٠٠٢	٠,٥١٥
	الانعكاسية بعدي	٣٥,٣٩	١	٣٥,٣٩	٣١,٠٤	٠,٠١٠	٠,٢٣٦
	المرونة بعدي	٦٤,٣٤	١	٦٤,٣٤	٣٣,٨٦	٠,٠٠٠	٠,٦٩٩
الخطأ	التعميم بعدي	85.40	٤١	٢,٠٨			
	المنطق بعدي	١٠٢,٧٥	٤١	٢,٥١			
	الانعكاسية بعدي	٤٦,٨٧	٤١	١,١٤			
	المرونة بعدي	٧٧,٨٥	٤١	١,٩٠			
الكلي المصحح	التعميم بعدي	٢٨٢,٤٨	٤٦				
	المنطق بعدي	٢٠٨,١٥	٤٦				
	الانعكاسية بعدي	١٧٩,٥١	٤٦				
	المرونة بعدي	٢٢٩,٧٢	٤٦				

يتضح من الجدول (٧) وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($P < 0.05$) بين المتوسطات الحسابية لعلامات طالبات الصف التاسع الأساسي على جميع مكونات القدرة الرياضية وفقًا لطريقة التدريس. ولتحديد لصالح أي من مجموعتي الدراسة كانت الفروق الجوهرية، يتّضح من الجدول (٦) أنّ المتوسطات الحسابية المعدّلة كانت لصالح الطالبات اللواتي درسن وفق التعلم القائم على المشروع، كما يتّضح بأنّ حجم الأثر لمكونات القدرة الرياضية قد تراوح ما بين (٢٣,٦٪-٦٩,٩٪)، حيث كان الأثر الأكبر لطريقة التعلم القائم على المشروع في المرونة، يليها المنطق، ثم التعميم، بينما كان الأثر الأقل في الإنعكاسية.

مناقشة النتائج

استناداً لما أظهرته نتائج الدراسة، يمكن القول بوجود أثر إيجابي وجوهري للتعلم القائم على المشروع في القدرة الرياضية بمكوناتها الأربعة (التعميم، المنطق، الإنعكاسية، المرونة)، وذلك من خلال تفوّق أفراد المجموعة التجريبية التي درست بالتعلم القائم على المشروع على أفراد المجموعة الضابطة والتي درست بالطريقة التقليدية في مكونات القدرة الرياضية الأربعة. ويمكن تفسير هذه النتيجة بأنّ التعلم القائم على المشروع أتاح الفرصة للطالبات بربط المواضيع الرياضية التي يتم تعلّمها عادةً بصورة مجرّدة داخل حصص الرياضيات بالحياة الواقعية ورؤية التطبيقات العملية لها، وما يؤكد ذلك تأملات الطالبات *"أصبحت أرى الرياضيات بصورة مختلفة بعد أن كان كله قوانين مش [ليست] مفهومة أصبحت أشوفه [أراه] بعين [من خلال] التطبيق وهذا جعله مفهوم اكثر بالنسبة الي [لي]"*. كما يقوم التعلم القائم على المشروع على المشاركة النشطة للطالبات في حل هذه التحديات والمشكلات الواقعية، من خلال تخطيط وتنفيذ المشاريع اعتماداً على المناقشة والحوار بين أفراد المجموعة الواحدة، وذلك في بيئة آمنة، ومرنة، وتُقدّم فيها التغذية الراجعة باستمرار. وما يؤكد ذلك ما ورد في استبانات التأمل التي كانت توزّع على الطالبات بعد كل مشروع، فكتبت إحدى الطالبات: " *"استمتعت بسبب اني [أنّي] حسيت [شعرت] للحصة روح [تقصد المرونة والبعد عن الجمود] كنا نسكت والمعلمة تحكي والان صرنا [أصبحنا] نحكي والمعلمة تسمع وتتابع اذا حكينا [كلامنا] صح [صحيح] ولا [أم] لا*، وتذكر أخرى: *" استمتعت بسبب أن الحصة لم تكن جامدة زي [مثل] دايما [دائمًا] كانت ممتعة وكلها نشاط وحركة وتجعلك تشارك غصب عنك [تدفعك للمشاركة]"*. يتّضح من الاقتباسات أعلاه أنّ المشاركة الفعّالة في أداء المشاريع، في بيئة تعليمية-تعلمية تتميز بالمرونة والدافعية والمشاركة النشطة، كان أحد أهم أسباب استمتاع الطالبات في دراسة الرياضيات بطريقة التعلم القائم على المشروع، وتنمية قدرتهن على حل المشكلات والتحديات التي تتمحور هذه المشاريع حولها، ويتوافق هذا مع نتائج كل من دراسات شن وعبد ومطربة (chin, 2014؛ عبد، ٢٠١٢؛ مطربة، ٢٠٠٩).

كما يمكن القول بأنّ العمل على المشاريع، خلق بيئة تعليمية أكثر إثارة للاهتمام، وممتعة، ومفيدة للطالبات، وتسمح لهن ببناء المعرفة الرياضية في سياق أصيل بعيداً عن الروتين الممل في تلقي الرياضيات، وذلك من خلال منحه الفرصة للطالبات بإدارة وتنظيم تعلّمهن خطوة بخطوة، بدءًا من التأمل بتحدي المشروع، للخوض في رحلة الاستكشاف والبحث وممارسة مهارات الاستقصاء، للوصول لحلول للمشاريع، ووضع هذه الحلول موضع

التطبيق، والخروج بمنتجات أصيلة، وهذا يتطلب منهن تفحص المعلومات المتوافرة في المصادر المتعددة بدقة، والنظر في أوجه الشبه والاختلاف في هذه المعلومات، وإدراك العلاقات بينها، والتوصل لعلاقات جديدة، وصياغة أفكار رياضية عامة بناءً على حالات خاصة، وهو ما يمثل جوهر التعميم الرياضي. كما أنّ التعلم القائم على المشروع يتيح الفرصة للطالبات بربط المفاهيم الرياضية ببعضها البعض، وكذلك ربطها بالإجراءات، ممّا يساعدهن على بناء مفاهيم الوحدة من خلال التعميمات التي توصلن إليها أثناء أداء المشاريع. وبهذا تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة هزهوزي (٢٠١٦) من نتائج.

ولا شكّ أنّ ما قامت الطالبات بممارسته في تفحص المشاريع من جوانب متعددة، وجمع المعلومات من مصادر متاحة وإدارتها، مثل فصل المعلومات المناسبة واستثناء غير المناسبة، وتنظيمها، وتحليلها، واكتشاف الأخطاء والأفكار الرياضية غير المناسبة والعمل على تعديلها، بالإضافة إلى ممارسة النقد والتأمل والمراجعة للحلول من قبل المجموعات، والتوصل إلى تبريرات منطقية للوصول إلى تعريفات للمفاهيم والعلاقات فيما بينها من خلال معالجة المعلومات لمشاريع واقعية، حفزهن على التفكير المنطقي، وعمل سلسلة من الاستنتاجات المنطقية للخروج بمنتجات قابلة للعرض، وعرضها ومناقشتها على مستوى الصف. ويظهر ذلك في استبانات تأمل الطالبات *"ساعدني هذا المشروع على ترتيب معلوماتي بطريقة صحيحة للوصول إلى الحل"*، وأشارت أخرى *"واجهت صعوبة في تجميع المعلومات من مصادر مختلفة وبعدين (ثمّ) كتابتها بطريقة منظمة"*. ويتوافق هذا مع نتائج دراستي الهمص وهزهوزي (الهمص، ٢٠١٩؛ هزهوزي، ٢٠١٦).

كما يمكن أن تعزى النتيجة التي توصلت إليها الدراسة إلى أنّ التعلم القائم على المشروع يتيح الفرصة للطالبات للاشتراك بمهمات رياضية من الصعب حلها من خلال الحفظ عن ظهر قلب للخوارزميات والإجراءات، بل تتطلب تعلما عميقا وغنيا لما وراء هذه الإجراءات، وذلك ما حدث من خلال تسهيل المعلمة للمناقشة أثناء أداء المشاريع والتي تعدّ أداة مفيدة لمساعدة الطالبات على الفهم وعمل شبكة من الروابط بين الأفكار والمفاهيم والإجراءات الرياضية، والتي تشكل الإنعكاسية جانبا منها. وعلى الرغم من الصعوبة التي يواجهها الطلبة بشكل عام بالقدرة الانعكاسية، فإنّ تنفيذ بعض المشاريع التي تتعلق بالروابط بين المفاهيم، وضرورة التنقل بين المطلوب والمعطيات قد يعزّز تلك القدرة. ويظهر ذلك في تعليق الطالبات في استبانات التأمل "*واجهت صعوبة في تنفيذ مشروع "أنا معلم" لأنه لم يكن لديّ إلاّ عبارة جاس= جتا(٩٠-س) ونريد بناء جميع العلاقات الممكنة للنسب المثلثية معتمدين على هذه العبارة*"، وأشارت أخرى "*واجهت صعوبة في بناء "الميال" لانه لم نتعلم خطوة بخطوة كيف نبنيه رأينا نموذجا جاهزا وكان مطلوب منا بناؤه من المواد الموجودة*"، فما ذكرته الطالبات يدل على ممارسة الإنعكاسية من خلال بناء علاقة جديدة تمثل الجتا بدلالة الجيب مثلا، إلى جانب ممارسة إعادة بناء الميال من الأدوات المتاحة. علاوةً على أنّ المشاريع لا تتطلب إجراءات مقنّنة ومتسلسلة لإتمامها ولا يوجد مسار واحد يمكن عبوره للتوصل للحل، فهذا من شأنه أن يسمح للطالبات بالتحرك ذهابًا وإيابًا بين الأفكار الرياضية من المصادر المتعدّدة للخروج بالمنتج النهائي، ممّا يعزّز الإنعكاسية لدى الطالبات. ولا ننسى أن تحويل الحلول الكتابية والأفكار المطروحة بأشكالها المختلفة إلى عرض شفهي موجز وواضح له أثره في حرص الطالبات على تنظيم المعرفة وربطها بطريقة منظمة والانتقال بين التمثيلات المختلفة للفكرة الرياضية، وهذا بدوره يحفّز الإنعكاسية كما أشار فلاندرز (Flanders, 2015).

ويمكن إرجاع الأداء المميز لطالبات المجموعة التجريبية إلى ما يتميز به التعلم القائم على المشروع من مرونة في المعرفة والنتاجات التي تتوصل إليها المجموعات الصغيرة من خلال تعاونها وتواصلها الرياضي، وذلك أثناء ممارسة أنشطة ديناميكية تخلو من الرتابة، وأنشطة متنوعة السياقات تتطلب مهارات مختلفة لإنجازها، وتوفر الفرص للتفاعل وتطوير المهارات من خلال التعاون بين أفراد المجموعة، وتمنح المرونة في اختيار طرق الحل وعرض المشاريع، ممّا سمح للطالبات بالنظر إلى مهمات المشروع من وجهات نظر مختلفة، والبحث في البدائل، ونمذجة الأفكار الرياضية والفهم المفاهيمي بصور مختلفة للخروج بمنتجات ملموسة. ويظهر ذلك في ما ورد عن الطالبات "*"أرغب بالتعلم من خلال المشاريع في المواضيع الرياضية الأخرى بسبب أنه لا يوجد حل واحد صح والباقي خطا [خطأ] كل مجموعة كانت تحل بطريقة مختلفة وبالاخر كلنا صح"* وأخرى أجابت *"استمتعت بسبب اخترنا طريقة العرض التي نحبها وما كان [لم يكن] فيه قيود على اختيارنا لا لطريقة العرض ولا لطريقة الحل نفسها"*؛ إذ يمكن مما سبق اقتباسه ملاحظة أنّ التعلم القائم على المشروع ينمّي المرونة لدى الطالبات. وتتفق هذه الدراسة في ذلك مع نتائج دراسة أومّا وإنعام وعزمي (Ummah, In'am & Azmi, 2019).

الإستنتاجات والتوصيات:

إنّ تنمية القدرة الرياضية لا يحدث فجأة، ولا يمكن أن يكون عملية تلقائية، بل يحتاج إلى عمليات هادفة تتّم في بيئات تعلمية – تعليمية نشطة. وعليه، فقد تمّ اعتماد التعلم القائم على المشروع الذي يتصف بالديناميكية، وربط الرياضيات بالواقع من أجل الكشف عن أثره في تنمية القدرة الرياضية بمكوناتها: التعميم، والمنطق، والانعكاسية، والمرونة حسب ما جاء عن كروتيسكي. وفي ظل نتائج الدراسة، فقد خلصت إلى استنتاج رئيس وهو أنّ بيئة التعلم القائم على المشروع تعد ذات فاعلية في تعزيز القدرة الرياضية بشكل عام، ومكوناتها بشكل خاص. ونظرا لطبيعة المشاريع المستخدمة في هذه الدراسة بسياقات حياتية مختلفة، وضرورة استخدام العمل بمجموعات صغيرة، فقد قامت الطالبات بتوظيف أنماط تفكير متعددة للتعامل مع هذه المشاريع ممّا أدى إلى تفوق التعلم القائم على المشروع على الطريقة التقليدية في تنمية القدرة الرياضية لدى الطالبات. علاوة على ما سبق، فقد كان

للتعلم القائم على المشروع أثرا ملموسا وايجابيا في الدافعية نحو التعلم والمشاركة الصفية، إضافة إلى منح فرص التأمل والتقييم الذاتي من قبل الطالبات كجزء أساسي من إجراءات التعلم القائم على المشروع.

وفي ضوء ما سبق، يمكن التوصية بالآتي:

١. توظيف التعلم القائم على المشروع في تدريس الرياضيات من قبل المعلمين، لما أظهره من أثر إيجابي في تحسين القدرة الرياضية.
٢. طرح نماذج لمشاريع واقعية وأطر استخدامها في دليل معلم الرياضيات.
٣. تشجيع معلمي الرياضيات على توظيف المشاريع في تعليم الرياضيات، من خلال عقد ورشات عمل لمساعدتهم على تطبيقه عملياً في حصص الرياضيات.
٤. إجراء المزيد من الدراسات التي تتناول التعلم القائم على المشروع في الرياضيات، بحيث تشمل موضوعات رياضية مختلفة، ومراحل تعليمية أخرى، ومزيد من القدرات الرياضية.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

١. عبد، إيمان. (٢٠١٢). "أثر استخدام استراتيجية التعلم المستند إلى طريقة المشروع في تنمية حل المشكلات لدى طلبة كلية العلوم التربوية والآداب "الاونروا" وتحصيلهم الأكاديمي في الرياضيات". المجلة العربية للتربية: ٣٢(٢): ٨٩-١١٠.

٢. علام، صلاح الدين محمود. (٢٠٠٢). "القياس والتقويم التربوي والنفسي،أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة". القاهرة: دار الفكر العربي.

٣. مطرية، خضر. (٢٠٠٩). "أثر استراتيجية التعلم المستند إلى طريقة المشروع في حل المشكلات والكتابة في الرياضيات لدى طلبة المرحلة المتوسطة في السعودية". أطروحة دكتوراة غير منشورة. جامعة عمان العربية. عمان. الأردن.

٤. هزهوزي، فريال. (٢٠١٦). "أثر استراتيجية التعلم المستند الى المشروع في مهارات التفكير الرياضي والدافعية نحو تعلم الرياضيات لدى طالبات الصف السابع الأساسي في محافظة جنين". رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة النجاح الوطنية. نابلس: فلسطين.

٥. الهمص، ولاء. (٢٠١٩). "فاعلية برنامج تعليمي قائم على المشاريع (PBL) لتنمية مهارات التفكير الرياضي لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة." رسالة ماجستير غير منشورة. الجامعة الإسلامية. غزة: فلسطين.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

[1] Ababneh, E., Al-Tweissi, A., & Abulibdeh, K. (2016). "TIMSS and PISA impact – the case of Jordan". Research Papers in Education, 31(5): 542–555. https://doi.org/10.1080/02671522.2016.1225350.

[2] Allen, M. J., & Yen, W. M. (1979). "Introduction to measurement theory". Monterey, California: Brooks/Cole Pub. Co.

[3] Bell, S. (2010). "Project-based learning for the 21st century: Skills for the future". The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83(2): 39–43.

[4] Bender, W. N. (2012). "Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century". Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

[5] Buck Institute for Education. (2018). "What is Project Based Learning?" Retrieved September 12, 2018, from https://www.bie.org/about/what_PBL.

[6] Cervantes, B., Hemmer, L., & Kouzekanani, K. (2015). "The impact of project-based learning on minority student achievement: Implications for school redesign". NCPEA Education Leadership Review of Doctoral Research, 2(2): 1-50.

[7] Chin, W. (2014). "The effects of Project-Based learning in high school geometry". Unpublished Doctoral Dissertation, University of Manoa, Hawai.

[8] Dindyal, J. (2007). "High school students' use of patterns and generalizations (pp. 236–245)". the 30th Annual Conferences of the Mathematics Education Research Group of Australasia.

[9] Doppelt, Y. (2003). "Implementation and assessment of project-based learning in a flexible environment". International Journal of Technology and Design Education, 13: 255-272.

[10] Dougherty, B., Bryant, D. P., Bryant, B. R., Darrough, R. L., & Pfannenstiel, K. H. (2015). "Developing concepts and generalizations to build algebraic thinking: The reversibility, flexibility, and generalization approach". Intervention in School and Clinic, 50, 273–281. doi:10.1177/1053451214560892.

[11] Dündar, S., Temel, H., & Gündüz, N. (2016). "Development of a mathematical ability test: a validity and reliability study". International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 47(7): 1061-1075. https://doi.org/10.1080/0020739x.2016.1153734.

[12] Essien, A. M. (2018). "The effects of project-based learning on students' English language ability (pp. 438–443)". The 2018 International Academic Research Conference, Vienna.

[13] Flanders, S. (2015) "Investigating flexibility, reversibility, and multiple representations in a calculus environment". Unpublished Doctoral Dissertation, University of Pittsburgh.

[14] Fleming, D. S. (2000). "A Teacher's Guide to Project-Based Learning". Washington: ERIC.

[15] Gerhana, M., Mardiyana, M., &Pramudya, I. (2017)." The Effectiveness of Project Based Learning in Trigonometry". International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE), Conf. Series895. doi :10.1088/1742-6596/895/1/012027.

[16] Jacques, L. (2017). "What does Project-based Learning (PBL) Look like in the Mathematics Classroom?". American Journal of Educational Research, 5(4): 428-433.

[17] Jones, B. (2019). "Good practice: Scaffolded, Collaborative Project-based Learning". Journal of the European Honors Council, 3(1): 11-27. https://doi.org/10.31378/jehc.85.

[18] Knoll, M. (2014). "Project method. In C.D. Phillips (Ed), Encyclopedia of educational theory and philosophy (PP. 665-669)". London: SAGE.

[19] Koparan, T., & Guven, B. (2014). "The Effect on the 8th grade Students' Attitude towards Statistics of Project Based Learning". European Journal of Educational Research. 3(2): 73-85. https://doi.org/10.12973/eu-jer.3.2.73.

[20] Krutetskii, V. (1976). "The psychology of mathematical abilities in school- children". Chicago, IL: The University of Chicago Press.

[21] Lee, J. (2018). "An Inquiry-based Approach: project-based learning. NCTM. Rigor, Relevance, and Relationships: Making Mathematics Come Alive with project-based learning". Retrieved August 15, 2018, from https://www.nctm.org/Store/Products/Rigor,-Relevance,-and-Relationships--Making-Mathematics-Come-Alive-with-Project-Based-Learning/.

[22] Maharani, H.R. (2014). "Creative Thinking in Mathematics: Are We Able to Solve Mahematical Problems in a Variety of Way?". International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICMSE 2014). Semarang.

[23] Mahmudi, A. (2011). "Project-based learning. Material of Course on Joyful Learning in Mathematics for Primary School Mathematics Teacher". Quality Improvement of Teachers and Educational Personnel in Mathematics, tanggal 2-22 Juli 2011. Yogyakarta.

[24] Mihajlović, A., Egerić, M., & Dejić, M. (2008). "Mathematical Abilities: Identification and Development". Retrieved September 1, 2018, from https://www.researchgate.net/publication/290430034_MATHEMATICAL_ABILITIES_IDENTIFICATION_AND_DEVELOPMENT

[25] Peterson, B. W. (2012). "Uncovering the progressive past: The origins of project based learning". Unboxed: A Journal of Adult Learning in Schools, 8. Retrieved January 22, 2019, from http://gse.hightechhigh.org/unboxed/issue8/uncovering_the_progressive_past/.

[26] Ramful, A., & Olive, J. (2008). "Reversibility of thought: An instance in multiplicative tasks". Journal of Mathematical Behavior, 27(2): 138–151. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2008.07.005.

[27] Remijan, K. (2017). "Project-Based Learning and Design-Focused Projects to Motivate Secondary Mathematics Students". Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 11(1). Retrieved August 14, 2018, from http://docs.lib.purdue.edu/ijpbl /vol11/iss1/1/.

[28] Stubbs, S. (2016). "Project-Based Learning in Mathematics: A Middle School Curriculum Unit". Unpublished Master's Thesis, Brock University, Ontario.

[29] Szabo, A. (2017). "Mathematical abilities and mathematical memory during problem solving and some aspects of mathematics education for gifted pupils". Doctoral Dissertation, Stockholm University, Stockholm.

[30] Teachey, A.L. (2003). "Investigation in conceptual understanding of polynomial function and the impact of mathematical beliefs systems on achievement in an accelerated summer program for gifted students". Doctoral Dissertation. University of North Carolina, USA.

[31] Thomas, J.W. (2000). "A review of research on project-based learning". San Rafael, CA: Autodesk Foundation.

[32] Ummah, S.K., In'am, A., Azmi, R.D. (2019). "Creating Manipulatives: Improving Students' Creativity Through Project-Based Learning". Journal on Mathematics Education, 10(1): 93–102. https://doi.org/10.22342/jme.10.1.5093.93-102.

[33] Usiskin, Z. (1999). "The mathematically promising and the mathematically gifted". In L. J. Sheffield (Ed.), Developing mathematically promising students (pp. 57-69). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

[34] Uyangor, S. (2012). "The effects of project-based learning on teaching of polygon and plane geometry unit". New Educational Review, 29(3): 212-223.

[35] Vilkomir, T., & O'Donoghue, J. (2009). "Using components of mathematical ability for initial development and identification of mathematically promising students". International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 40(2): 183-199. https://doi.org/10.1080/00207390802276200.

[36] Yoo, J., & Maher, D. (2017). "Project-based Learning In The Primary School Classroom". Retrieved September 12, 2018, from https://www.researchgate.net/publication/314281465_Project_based_learning_in_the_primary_school_classroom.

www.refaad.com

المجلة الدولية للدراسات التربوية والنفسية
International Journal of Educational & Psychological Studies (EPS)
Journal Homepage: https://www.refaad.com/views/EPSR/Home.aspx
ISSN: 2520-4149 (Online) 2520-4130 (Print)

The effect of using project-based learning (PBL) on mathematical ability among 9th grade female students in Jordan

Alaa Ahmed AL-zatari
PhD student in mathematics curricula and teaching methods, Curriculum and Instruction Department, College of Education, Yarmouk University, Jordan
Alaa2014403122@gmail.com

Amal Abdallah Khasawneh
Professor in Mathematics Curricula and Teaching Methods, College of Education, Yarmouk University, Jordan
amal.khasawneh@yu.edu.jo

Received : 5/4/2020 **Revised : 18/4/2020** **Accepted : 25/4/2020** **DOI :** https://doi.org/10.31559/EPS2021.9.1.14

Abstract: This study aimed to investigate the effect of Project-Based Learning (PBL) on the mathematical ability of the ninth-grade female students. The study used a quasi-experimental approach. The study sample consisted of (47) female students enrolled in one of public school in Jerash for the academic year 2018/2019, they were distributed into two groups, the experimental group (n = 26) which was taught mathematics through project-based learning (PBL), and the control group (n = 21), which was taught through the traditional method. To achieve the objectives of the study, four projects were used to teach the unit of trigonometric ratios, and a mathematical ability test was applied before and after the experiment. The findings revealed that the experimental group scored higher than the control group on the mathematical ability test as a whole and on each of its components (generalization, Logic, reversibility, flexibility), which means that there were statistically significant differences between the means of the experimental and the control groups on the mathematical ability test and on its components due to the teaching method, in favor of the experimental group. In regard of the results, it was recommended that the teachers of mathematics could adopt the project-based learning approach in teaching mathematics and more studies dealing with project-based learning in mathematics should be conducted in different educational levels and different mathematics subjects.

Keywords*: Mathematics Education; Generalization; logic; Reversibility; Flexibility; Krutetskii model.*

References:

[1] 'bd, Eyman. (2012). "Athr Astkhdam Astratyjyh Alt'lm Almstnd Ela Tryqh Almshrw' Fy Tnmyh Hl Almshklat Lda Tlbt Klyh Al'lwm Altrbwyh Waladab "Alawnrwa" Wthsylhm Alakadymy Fy Alryadyat". Almjlh Al'rbyh Lltrbyh: 32(2): 89-110.

[2] 'lam, Slah Aldyn Mhmwd. (2002). "Alqyas Waltqwym Altrbwy Walnfsy,Asasyath Wttbyqath Wtwjhath Alm'asrh". Alqahrh: Dar Alfkr Al'erby.

[3] Alhms, Wla'. (2019). "Fa'lyt Brnamj T'lymy Qa'm 'la Almshary' (Pbl) Ltnmyh Mharat Altfkyr Alryady Lda Talbat Alsf Altas' Alasasy Bghzh." Rsalt Majstyr Ghyr Mnshwrh. Aljam'h Aleslamyh. Ghzh: Flstyn.

[4] Hzhwzy, Fryal. (2016). "Athr Astratyjyh Alt'lm Almstnd Ala Almshrw' Fy Mharat Altfkyr Alryady Waldaf'yh Nhw T'lm Alryadyat Lda Talbat Alsf Alsab' Alasasy Fy Mhafzt Jnyn". Rsalt Majstyr Ghyr Mnshwrh. Jam't Alnjah Alwtnyh. Nabls: Flstyn.

[5] Mtryh, Khdr. (2009). "Athr Astratyjyh Alt'lm Almstnd Ela Tryqt Almshrw' Fy Hl Almshklat Walktabh Fy Alryadyat Lda Tlbt Almrhlh Almtwsth Fy Als'wdyh". Atrwht Dktwrah Ghyr Mnshwrh. Jam't 'man Al'rbyh. 'man. Alardn.