برنامج قائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية لتنمية الكفاءة الاستراتيجية والنزعة المنتجة لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات

د / سحر ماهر خميس إبراهيم الغنام

مدرس المناهج وتعليم الرياضيات

كلية التربية – جامعة الإسكندرية

الملخص:

هدف البحث الحالى إلى تعرف فاعلية برنامج قائم على النمذجة الرياضياتية؛ فـي تنميـة الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات فـى دراستهم مقرر المعادلات التفاضلية؛ ولتحقيق هذا الهدف استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبـى ذا المجموعتين. وتكونت عينة البحث من (122) طالبًا وطالبة من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات في كلية التربية – جامعة الإسكندرية؛ حيث تكونت كـل مـن المجمـوعتين: التجريبية، والضابطة من (61) طالبًا وطالبة. واعتمد البحث على أداتين؛ هما: اختبـار الكفـاءة الاستراتيجية، ومقياس النزعة المنتجة، وأثبتت النتائج فاعلية البرنامج المقترح القائم على النمذجة فى تنمية متغيرى البحث التابعَيْن؛ حيث تفوقت المجموعة التجريبية التى طُبِّق عليهـا البرنـامج على المجموعة الضابطة التى لم يطبَّق عليها.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الرياضياتية، البراعة الرياضياتية، الكفـاءة الاسـتراتيجية، النزعـة المنتجة.

Abstract

The present research aimed to figure out the effectiveness of a program based on mathematical modeling to develop strategic competence and productive disposition for third year mathematics student teachers in their study of differential equations course. To achieve this purpose, the researcher used the quasi-experimental method with a sample of (122) third year mathematics student teachers (males and females) in Alexandria University. Both the experimental and control groups consisted of (61)

students, and the research was based on two tools; strategic competence test and productive disposition scale. Research findings showed the effectiveness of the suggested program based on mathematical modeling in developing both research variables as the experimental group, on which the program was applied, surpassed the control group.

Key words: Mathematical Modeling; Strategic Competence; Productive Disposition; Mathematical Proficiency

مقدمة:

تمتاز المعرفة الإنسانيّة بتعدُّد مجالاتها، وتنوُّعها، ومع هذا التعدد، والتنوع فإن تلك المجالات مُترابِطة، ومتكاملة فيما بينها. وتُعَدُّ الرياضيات أحد أهمّ مجالات المعرفة الإنسانيّة، التى تتسم بالتجريد، والتنظيم، وتعتمد أسلوب تفكيرٍ، وبرهانٍ، يساعد الذهن في تفسير، وتحليل عديد من المشكلات، والظواهر التي قد يمرُّ بها الإنسان، وتمكننا من الوصول إلى الحلول، والنتائج؛ من خلال عرض البيانات، والأفكار، وتفسيرها، وتحليلها.

وتشكل الرياضيات – أيضًا – أساسًا منظمًا لحياتنا اليومية؛ فهى تسهم فى مساعدتنا في التعامل مع مشكلات الحياة اليومية؛ ومن ثم يجب أن نُعنَى بفهم الطلاب الرياضيات؛ بدلاً من الاعتماد على حفظها فقط، فضلاً عن العناية بمساعدتهم في امتلاك المعرفة، والمهارات الإجرائية، وتطبيق هذه المعرفة، والمهارات فى حل المشكلات اليومية التى تواجههم؛ ففهم الرياضيات يُعد أساسًا لطلاب اليوم؛ حيث يتطلب النجاح اليوم فى سوق العمل ما هو أكبر من الكفاءة الحسابية؛ إنما يتطلب القدرة على تطبيق الرياضيات فى حل المشكلات.

فالهدف الرئيس لتعليم الرياضيات يجب أن يتوجه إلى بناء مهارات الطالب فى معالجة المواقف الحيوية، وتفسيرها. وبالنظر في الواقع المعيش يلاحَظ عزوف كثير من الطلاب عن دراسة الرياضيات؛ ويرجع ذلك إلى القصور فى وظيفية الخبرات الرياضياتية المقدمة إليهم، أو تبنى القائمين على تعليمها استراتيجيات، ترتكز على العرض المباشر، والتركيز على الجانب المفهومي، وعرضه بصورة مجردة دون التركيز على تطبيق المعرفة الإجرائية، ولا المعرفة المرتبطة بحل المشكلات الرياضياتية؛ ومن ثم وجود قصور فى مكونات البراعة الرياضياتية لديهم؛ والتى تشير إلى ما يجب أن يتقنه

الطلاب خلال برامج تعليم الرياضيات، وتعلمها.

وفى هذا الصدد أصدر المجلس الوطنى للبحث National Research Council (NRC) فى الولايات المتحدة الأمريكية عام (٢٠٠١) تقريرًا عن الرياضيات التى يحتاجها الطلاب للتعلم، وكيف يمكن تدريسها لهم بشكل أكثر فاعلية، ووضع المجلس رؤية شاملة لما يعتقد أن يُشكل تعليمًا ناجحًا للرياضيات؛ وهو ما أطلق عليه: "البراعة الرياضياتية" Mathematical Proficiency . ووفقًا لتقرير المجلس فإن البراعة الرياضياتية تتكون من خمسة أبعاد أساسية؛ هى: الاستيعاب المفهومي Coceptual Understanding، والطلاقة الإجرائية Procedual Flunency ، والكفاءة الاستراتيجية Strategic Competence ، والاستدلال التكيفى Adaptive Resoning، والرغبة المنتجة Productive Dispostion.

وفى سبيل رصد مستويات الطلاب فى أبعاد البراعة الرياضياتية أشار Hoffman et al. (2014) إلى تدنى مستويات الطلاب فيها، وأرجع ذلك إلى الاستراتيجيات التقليدية المتبعة فى التدريس؛ مما يؤثر في استمرارية تعلم الرياضيات فى مستويات متقدمة، واتفق معه كل من: Gaillard (2018) و Humphreys & Parker (2015) و Stott & Graves (2015) و (2012) Nihan و Figgins (2010) و Samuelsson (2010)، وSchoenfeld (2007) و Milgram (2007)، وأكدوا أن استخدام استراتيجيات تدريس تقليدية يتسبب فى تدنى مستويات الطلاب فى مكونات البراعة الرياضياتية، وأشاروا إلى ضرورة استخدام استراتيجيات تدريس، تساعد فى توجيه الطلاب لبناء ترابطات رياضياتية بين المفهومات، والموضوعات الرياضياتية، وبين التجارب الحيوية، والمشكلات الواقعية، واستخدام استراتيجيات، تعمل على تشجيع الطلاب على فهم الرياضيات؛ بدلاً من حفظها*.

ومن بين أهم هذه الاستراتيجيات: استراتيجية النمذجة الرياضياتية؛ فهى تسهم فى تحسين كثير من نواتج تعلم الرياضيات، وفى ربط التعلم بالحياة؛ ومن ثم يصير لدى المتعلمين دافعية أكثر للتعلم؛ حيث يدركون فائدة ما يتعلمونه فى حياتهم؛ مما يؤدى إلى تغيير تفكيرهم، ومعتقداتهم عن الرياضيات؛ فتصير مادة شائقة، ومفيدة؛ وبذلك يزاد فهمهم إياها (Sauer, 2000; Abrams, 2001)

---

* اتبعت الباحثة نظام توثيق الجمعية النفسية الأمريكية (الإصدار السادس)(٦ - American Psychological Association (APA

وقد شهد استخدام النمذجة فى تعليم الرياضيات، وتعلمها عنايةً متزايدةً فى الآونة الأخيرة، وتغيرت النظرة إليها من مجرد مدخل فى تعليم الرياضيات، وتعلمها فى المرحلة الثانوية فقط، إلى جميع مراحل التعليم؛ بدءًا من المرحلة الابتدائية، وانتهاءً بالتعليم العالى (Erbas & et al, 2014)، وتبدت هذه العناية؛ من خلال تبنِّي عديد من الدراسات التدريس بالنمذجة الرياضياتية، وتأكيد ضرورة توظيفها فى تعليم الرياضيات، وتعلمها. ومن بين هذه الدراسات: Matson (2018) و Schwerdtfeger (2017) و (2017) Yolcu، وHuson (2016)، و (2014) Williams وTumur (2012) ، و Soylu (2010)، وسميلة أحمد الصباغ (2006)، و Mousoulides, Pitalis & Christou (2006)، حسن محمد عرسان وفريد كامل أبو زينة (2005)، و Fong & Lee (2005) ، و Cheong (2002).

وفى هذا الصدد أكدت معايير المجلس الوطنى لمعلمى الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000) أن البرامج التعليمية يجب أن تمكن الطلاب – فى جميع المراحل – من بناء التمثيلات الرياضياتية، واستخدامها؛ لنمذجة الظواهر الطبيعية، وتفسيرها، واستخدام الرياضيات فى مشكلات حقيقية؛ من خلال النمذجة.

فالنمذجة الرياضياتية توفر للطلاب الفرص لاكتساب مهارات التفسير، والتبرير، وتبسيط المواقف الحقيقية، وحل المشكلات فى العالم الحقيقى(Lesh & Doerr, 2003)، وفى هذا السياق ذكر وائل كيحر(2007) أن استخدام النمذجة الرياضياتية يُعد بمثابة تحويل الرياضيات إلى بنية واقعية، تُشعِر الطالب بأهمية الرياضيات عبر مواقف عملية، كما تتضح أمامه مفرداتها بشكل محس.

وأضاف Jiang et al. (2000:65) أن استخدام النمذجة الرياضياتية يسهم فى تحسين كثير من نواتج تعلم الرياضيات؛ فالمتعلمون يصيرون أكثر دافعية للتعلم عندما يمكنهم رؤية أن ما يتعلمونه مفيد فى حياتهم؛ ومن ثم تغيير معتقداتهم عن الرياضيات ورؤيتها كمادة شيقة، ومفيدة مما يزيد فهمهم لها، ومن ثم تتضح أهمية النمذجة الرياضياتية فى تنمية البراعة الرياضياتية، ومكوناتها.

ووفقًا لما أكده Meyer (2013) فإن النمذجة الرياضياتية تعد واحدة من معايير الممارسة الأكثر حاجة للتوضيح للمعلمين؛ حيث يتعلم كثير من الطلاب العمليات الرياضياتية دون صلة بالمعنى، ولا التطبيق الذي يتطلب هذه الإجراءات؛ فالنمذجة

الرياضياتية ممارسة قوية، تسهم فى إشراك الطلاب، وزيادة فهمهم الرياضيات (Wolf ، ٢٠١٥)، وعلى المعلمين إيجاد طرائق مجدية لدمج مهام النمذجة الرياضياتية في المنهج (Gould &Wasserman,2014).

وفى ضوء ما سبق يُعنى البحث الحاضر بتقصى أثر استخدام البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى تنمية بعض أبعاد البراعة الرياضياتية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.

الإحساس بمشكلة البحث

إذا ما وجهنا العناية لبرامج إعداد معلم الرياضيات، وتأملنا المقررات التى يدرسها الطلاب المعلمون فى شعبة الرياضيات؛ نجد أنها تتسم بدرجة كبيرة من التجريد، ولا تتضمن تطبيقات لمشكلات حيوية، ترتبط بواقع الطلاب؛ مما يترتب عليه ضعف استيعاب المفهومات، والعلاقات الرياضياتية لديهم، وضعف قدراتهم على اختيار الإجراءات، والاستراتيجيات المناسبة لحل المشكلات الرياضياتية، وضعف قدرتهم على تحديد المعلومات الضرورية للحل، والعمليات التى يجب إجراؤها لحل المشكلة، وتنفيذ إجراءات الحل؛ ومن ثم وجود قصور لديهم فى أبعاد البراعة الرياضياتية.

وتبين ذلك للباحثة؛ من خلال الاختبار الاستطلاعى* الذى طبقته الباحثة على عينة استطلاعية من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات، بلغ عددها (٢٠) طالبًا، واتضح من إجابات الطلاب أنهم يركزون – فى حلولهم – على تطبيق الإجراءات النمطية للحلول، وأن لديهم صعوبة فى حل المشكلات الرياضياتية التى يوجد بها ربط بالحياة الواقعية؛ والتى تتطلب التبرير، والاستدلال على صحة الحل.

واتضح لدى الباحثة أسباب هذا القصور؛ من خلال مقابلة (١٠) من أفراد هذه العينة؛ والتى أكدوا فيها أن مقررات الرياضيات التي يدرسونها يجرى التركيز فيها على الجانب المفهومي المجرد دون العناية بالتطبيقات الحيوية؛ وهذا ما أكدته – أيضًا – دراسة كل من: Ally & Chistiansen (2013)، ودراسة Seigfried (2012)؛ من أن هناك عناية فى تعليم الرياضيات بتنمية الاستيعاب المفهومي إلى حد ما، فضلاً عن ضعف فى العناية بالطلاقة الإجرائية.

أما العناية بتنمية الكفاءة الاستراتيجية، والرغبة المنتجة؛ فقد تكون محدودة، ويرجع السبب إلى استخدام القائمين على تعليم

* انظر ملحق (١).

الرياضيات استراتيجيات تدريس تقليدية قائمة على العرض المباشر، وإهمال التطبيقات المختلفة للرياضيات فى الحياة اليومية، ومعالجة مشكلات العالم الحقيقى الواقعى الذى نعيشه.

وحيث إن استراتيجية النمذجة الرياضياتية تتأسس على ربط الرياضيات بمشكلات العالم الحقيقى، وتعتمد على استخلاص نموذج رياضياتي لفهم هذه المشكلات، وحلها، وتفسيرها؛ لذا فالحاجة ملحة إلى تطوير برامج تعليمية، تتأسس على استخدام النمذجة فى تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية؛ ومن ثم جاء البحث؛ كمحاولة لتنمية بعض أبعاد البراعة الرياضياتية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة بشعبة الرياضيات؛ وهما: الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة؛ حيث إنهما من أقل الأبعاد عنايةً من قبل بحوث تعليم الرياضيات؛ كما أشار كل من: Ally&Chistiansen (2013)، و Seigfried (2012) ؛ وذلك فى مقرر المعادلات التفاضلية الذى يتسم بدرجة عالية من التجريد، فضلاً عن خلوه من التطبيقات الحيوية التى تسهم فى تنمية فهمه.

أسئلة البحث:

حُدد السؤال الرئيس للبحث فيما يأتي:

- ما فاعلية برنامج قائم على النمذجة الرياضياتية فى تنمية البراعة الرياضياتية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟

- وحُددت الأسئلة الفرعية للبحث فيما يأتي:

- ما أسس البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟
- ما البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟
- ما فاعلية البرنامج فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية فى المعادلات التفاضلية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟
- ما فاعلية البرنامج فى تنمية النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟

أهداف البحث:

سعى البحث نحو تحقيق الأهداف الآتية:

تحديد أسس البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.

تصميم برنامج قائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.

تحديد فاعلية البرنامج فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة نحو الرياضيات فى المعادلات التفاضلية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.

أهمية البحث:

نبعت أهمية البحث مما يأتي:

- اعتماد البحث الحاضر على استراتيجية النمذجة الرياضياتية؛ كإحدى استراتيجيات تعليم الرياضيات المهمة فى مراحل التعليم المختلفة التى تسعى نحو تحقيق ممارسة إنشاء التمثيلات الرياضياتية لظواهر العالم الحقيقى، ومشكلاته، وتحليلها، وتفسيرها؛ ومن ثم تحقيق مستوى متقدم فى تعليم الرياضيات، وتعلمها.
- عناية البحث بدراسة بعدين، يحظيان بعناية كافية من قِبل بحوث تعليم الرياضيات، وتعلمها؛ مما قد يفيد الباحثين، والطلاب المعلمين، ومعلمى الرياضيات.
- توجيه عناية القائمين على تعليم الرياضيات، وتعلمها، وتخطيط برامجها التعليمية؛ لأهمية تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية، ولأهمية النمذجة الرياضياتية؛ كإحدى الاستراتيجيات المهمة فى تعليم الرياضيات، وتعلمها.
- قد تسهم مقترحات البحث فى إجراء دراسات مستقبلية، تستهدف تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية المختلفة، واستخدام استراتيجيات غير تقليدية فى تعليم الرياضيات، وتعلمها؛ كالنمذجة الرياضياتية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحاضر على الحدود الآتية:

- اثنان من أبعاد البراعة الرياضياتية؛ وهما: الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ حيث إن العناية بهذين البُعدين فى بحوث تعليم الرياضيات، وتعلمها؛ محدودة.
- عينة من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات فى العام الجامعى ٢٠١٨م- ٢٠١٩ م.
- محتوى مقرر المعادلات التفاضلية بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؛ والذى يتسم بدرجة كبيرة من التجريد، فضلاً عن قلة التطبيقات الحيوية المرتبطة به.

فروض البحث:

- لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين: البعدى، والقبلي لاختبار الكفاءة الاستراتيجية.

- لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية .
- لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين: البعدى، والقبلي لمقياس النزعة المنتجة.
- لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدى لمقياس النزعة المنتجة .

مصطلحات البحث :

فيما يأتي التعريف الإجرائى لمصطلحات البحث:

البراعة الرياضياتية: هى استيعاب المفهومات، والعمليات الرياضياتية، والمهارة فى تنفيذ الإجراءات الرياضياتية بمرونة، وتدقيق، وكذلك القدرة على التفكير المنطقى، والتأملى، والتفسير، والتبرير، وتمثيل المشكلات الرياضياتية التى تواجه المتعلم، وصوغها؛ مما يجعله يشعر بفائدة الرياضيات، وقيمتها فى حياته اليومية، فضلاً عن استخدامه إياها بثقة تامة.

الكفاءة الاستراتيجية: استخدام المعرفة المفهومية، والإجرائية فى الرياضيات؛ لتفسير مشكلات العالم الحقيقى، وتبريها، وتمثيلها، ثم حلها.

النزعة المنتجة: الاعتقاد فى أن الرياضيات مادة مفيدة فى حل مشكلات العالم الواقعى، وأنها مادة، يسهل فهمها، وتعلمها.

النمذجة الرياضياتية: تمثيل المشكلات الواقعية فى نموذج رياضياتي؛ وفق شروط رياضياتية معينة؛ للتعامل مع هذه المشكلات بصورة أبسط؛ ومن ثم إيجاد حلول لهذه المشكلات، وتفسيرها، وتبريرها.

خطوات البحث، واجراءاته:

اتبع البحث الخطوات الآتية:

- دراسة تحليلية للكتابات التربوية، والبحوث، والدراسات السابقة فى البراعة الرياضياتية، ومكوناتها، وكيفية تنميتها، وكذلك الكتابات التربوية التى عُنيت بالنمذجة الرياضياتية؛ لتحديد أهم عملياتها، والدراسات التى تناولتها بالعناية، وكيفية استخدام النمذجة فى تنمية البراعة الرياضياتية.
- تحديد أسس بناء البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.
- تحليل مقرر المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات، وتحديد أوجه التعلم المتضمنة فيه،

واستخلاص المفهومات، والتعميمات، والمهارات الرياضياتية المتضمنة؛ تمهيدًا لمعالجتها فى البرنامج المقترح.

- **اعداد البرنامج المقترح، وقد تم صوغه فى:**
  - محتوى البرنامج (ملحق ٢).
  - دليل المدرب (ملحق ٣).
  - دليل الطالب المعلم (ملحق ٤).
- **اعداد أداتي البحث، والتحقق من صدقهما، وثباتهما؛ وتَمثلا فى:**
- اختبار الكفاءة الاستراتيجية (إعداد الباحثة – ملحق ٥).
- مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات (إعداد الباحثة– ملحق ٦).
- اختيار مجموعتى البحث من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات (مجموعة تجريبية، وأخرى ضابطة).
- تطبيق أداتي البحث على المجموعتين: التجريبية، والضابطة قبليًا.
- دراسة المجموعة التجريبية – فقط – محتوى البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية.
- تطبيق أداتي البحث على المجموعتين: التجريبية، والضابطة بعديًا.
- المعالجة الإحصائية لدرجات التطبيقين: القبلى، والبعدى لأداتي البحث.
- استخلاص النتائج، ومناقشتها، وتفسيرها.
- وضع توصيات، ومقترحات فى ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث.

الخلفية النظرية للبحث:

هدف الإطار النظرى للبحث إلى تحديد مفهوم البراعة الرياضياتية، وأبعادها، وأساليب، واستراتيجيات تنميتها، وكذا النمذجة الرياضياتية، وأهميتها فى تنمية البراعة الرياضياتية، والدراسات السابقة التى تناولتهما بالعناية؛ وذلك تمهيدًا لاستقراء أسس، وخطوات بناء البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية؛ لتنمية الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة؛ كبعدين من أبعاد البراعة الرياضياتية اللذين لم يحظيا بالعناية الكافية.

أولاً:البراعة الرياضياتية Mathematical Proficiency:

طرح المجلس القومى للبحث National Research Council (NRC) بالولايات المتحدة الأمريكية نظرة مركبة، وشاملة لما يعنيه "النجاح فى تعلم الرياضيات"؛ حيث حدد الطرائق التى تكفل تعلم الرياضيات لأى شخص بنجاح، والوصول إلى الهدف الرئيس الذى ينبغى أن تسعى الرياضيات المدرسية إلى تحقيقه؛ وهو ما أطلق عليه: "البراعة الرياضياتية" والذى يشمل جوانب الخبرة، والكفاءة، والمعرفة بالرياضيات(NRC,2001:115).

وقد حدد المجلس خمسة أبعاد للبراعة الرياضياتية (NRC,2001:5) تتمثل فيما يأتي:

- **الاستيعاب المفهومي: ويقصد به:** استيعاب المفهومات، والعمليات، والعلاقات الرياضياتية.
- **الطلاقة الإجرائية: وتعنى:** إجراء العمليات الإجرائية؛ من خوارزميات، ومهارات رياضياتية بمرونة، وتدقيق، وكفاءة، وبطريقة سليمة ملائمة للموقف.
- **الكفاءة الاستراتيجية: وتعنى:** القدرة على صوغ المسائل الرياضياتية، وتمثيلها، وحلها.
- **الاستدلال التكيفى:** ويمثل القدرة على التفكير المنطقى، والتأمل، والتفسير، والتبرير الملائم للموقف.
- **النزعة المنتجة: ويقصد بها:** النظر للرياضيات على أنها واقعية، ومفيدة، ومجدية، وأنها مجال يعتمد على الحس، ويقترن ذلك باجتهاد الشخص، وكفاءته، ويعتقد الطلاب الذين ينجذبون إلى الرياضيات أن بإمكانهم حل المسائل، فضلاً عن تعلم مفاهيم، وإجراءات؛ حتى وإن كانت تتطلب مجهودًا.

وفى هذا الصدد ظهر عديد من التعريفات التى تناولت البراعة الرياضياتية؛ ومنها: تعريف Groves (2012:122) الذى عرفها بأنها: المهارة فى تنفيذ الإجراءات الرياضياتية بمرونة، وتدقيق عالٍ، واستيعاب المفهومات، والعمليات الرياضياتية، في أثناء التفكير المنطقى، والتأملى، وصوغ المشكلات الرياضياتية، وتمثيلها وحلها، وتبريرها؛ حتى يصل المتعلم إلى رؤية الرياضيات؛ كمادة مفيدة، وذات قيمة، ويكتسب الثقة فى استخدامها.

واتفق مع هذا التعريف تعريف شيماء محمد حسن (2016:58) الذى أشارت فيه إلى أن البراعة الرياضياتية هى مجموعة من العمليات، ومهارات التفكير، والاتجاهات، والميول التى تعزز تعلم الطلاب للرياضيات، والتى تتضمن فهم المفهومات الرياضياتية، وتنفيذ الإجراءات بمرونة، وتدقيق، وشكل ملائم، والقدرة على صوغ حلول للمشكلات، وتمثيلها؛ باستخدام استراتيجيات التفكير المنطقى، والتأملى، وتبرير الحلول، وتفسيرها.

وأشار Freund (٢٠١١) إلى أنه لابد من التركيز على تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية؛ لتحسين تعلم الرياضيات. وأكد تقرير المجلس القومى للبحث (NRC,2001:118) أن هذه الأبعاد متداخلة، ومترابطة، وأن كل واحد منها يدعم الأبعاد الأخرى، ويعززها.

وفى هذا الصدد أكد MacGrogor (2013:5-6) أن حل المشكلات الرياضياتية ببراعة يتطلب الجمع بين الاستيعاب المفهومي، والطلاقة الإجرائية، والكفاءة الاستراتيجية؛ حيث يُستخدم الاستيعاب المفهومي؛ لتقييم طبيعة المشكلة، كما تُستخدم الطلاقة الإجرائية؛ لحل المشكلة بتدقيق، وكفاءة، ومع الكفاءة الاستراتيجية يُطبق الطلاب معرفتهم بالرياضيات؛ كى يختاروا الإجراءات الأكثر ملاءمة حينما يواجَهون بمشكلات رياضياتية.

وأوضح Ally&Christiansen (2013:110)، و Seigfried (2012:13) أن ثمة عناية – إلى حد ما – بتنمية الاستيعاب المفهومي، فضلاً عن ضعف العناية بتنمية الطلاقة الإجرائية، على حين أن العناية بتنمية كل من: الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة الرياضياتية المنتجة تعد محدودة. ونادرًا ما يُعطَى الطلاب فرصًا لحل المشكلات الرياضياتية التى تعمل على تنمية الكفاءة الاستراتيجية.

ومن هذا المنطلق يوجه البحث الحاضر عنايةً لهذين البعدين من أبعاد البراعة الرياضياتية؛ وهما: الكفاءة الاستراتيجية، والرغبة المنتجة نحو الرياضيات؛ بوصفهما مكونَيْن لم يحظيا بالعناية الكافية فى تعليم الرياضيات. وفيما يأتي تناول هذين البعدين بشيء من التفصيل:

الكفاءة الاستراتيجية:

أشار MacGrogor (2013:6) إلى أن الكفاءة الاستراتيجية يمكن أن نطلق عليها "التمكن من استراتيجيات حل المسألة"، وهى تعنى: القدرة على تفسير المسائل الرياضياتية، وصوغها، وتمثيلها، وحلها. كما أنه يمكن تنمية الكفاءة الاستراتيجية؛ من خلال تقديم مشكلات للطلاب، تعكس مواقف حقيقية واقعية من العالم الحقيقى، وأن نطلب إليهم تفسير المشكلات، والتمييز بين المعطيات فيها؛ من حيث علاقتها بالمشكلة، فضلاً عن تمثيل المشكلة رياضياتيًّا، ثم حلها.

وأوضح Samuelsson (2010 :62) أن الكفاءة الاستراتيجية تعنى: القدرة على صوغ المشكلة الرياضياتية، وتمثيلها، وحلها، ويقتضى هذا من الطلاب معرفة مجموعة متنوعة من الحلول، وكذلك الاستراتيجيات التى قد تكون مناسبة لحل مشكلة معينة (NRC,2001:124)، وهى تشمل المعرفة المفهومية، والإجرائية لحل المشكلات الرياضياتية؛ فالمفهومات، والإجراءات ليست مفيدة ما لم يعرف الطلاب متى؟ وأين تستخدم؟ (Figgins,2010:23).

ويُعد الطلاب ذوى كفاءة استراتيجية مرتفعة؛ إذا كان لديهم القدرة على صوغ

المشكلة، واستخدام المعرفة الموجودة لـديهم في حلها، وتحديد الاستراتيجيات المناسبة لحلها، والاستفادة من الخبرات السابقة فى المشكلات المشابهة لحل المشكلة الحاضرة . (Siegfried, 2012:16)

وقد بينَ تقرير NRC (2001:124) أن الكفاءة الاستراتيجية يمكن أن تظهر لدى الطلاب؛ من خلال البحث عن المشكلات المشابهة فى حلها، وصوغها، وتمثيل المشكلة رياضياتيًّا، وتحديد المعطيات المهمة، وتجاهل المعطيات الزائدة، وتوليد نماذج من المشكلة الرياضياتية.

النزعة المنتجة:

تشير النزعة المنتجة إلى ميل الطلاب المعتاد إلى الاحساس بمعنى الرياضيات، والشعور بأنها مادة، يمكن فهمها، وأنها مفيدة، وذات أهمية، ورؤية التلاميذ أنفسهم أنهم متعلمون فاعلون فى الرياضيات (Samuelsson, 2012: 62; NRC, 2001:131).

ويُعد الطلاب ذوى نزعة منتجة، ومرتفعة فى الرياضيات؛ إذا كان لديهم إيمان بأن الرياضيات مادة، يجب فهمها، وأنه لابد من بذل الجهد لتعلمها، وكذلك يمكن استخدامها فى حياتهم، والثقة فى قدراتهم على تعلمها، واستخدامها (NRC,2001:131). كما يرون الرياضيات نظامًا من المفهومات التى يمكن فهمها؛ عن طريق جهدهم الدؤوب؛ وليست مجموعة من القواعد التى يجب حفظها كما هى (Siegfried, 2012:18) .

وتتطور النزعة المنتجة لدى الطلاب؛ عندما تساعدها أبعاد البراعة الأخرى؛ لتطويرها؛ فعلى سبيل المثال: عندما يبني الطلاب كفاءتهم الاستراتيجية فى حل المشكلات غير الروتينية؛ فإن مواقفهم من أنفسهم؛ كمتعلمين للرياضيات تصير أكثر إيجابية، كما يزاد فهمهم المفهومات الرياضياتية، وعندما يرى الطلاب أنفسهم قادرين على تعلم الرياضيات، واستخدامها فى حل المشكلات؛ فإنهم يصيرون قادرين على تطوير مزيد من الطلاقة الإجرائية، والاستدلال التكيفى (NRC,2001:131-132).

وفى هذا الصدد أشارت مجموعة من الدراسات إلى أن أحد أهم محفزات التعلم لدى الطلاب: وجود القناعة لديهم أن بإمكانهم أن يتعلموا، وأن يُقدِّروا أن ما يتعلمونه ذو قيمة كبيرة (NRC,2001:131)؛ فالطلاب الناجحون فى الرياضيات لديهم مجموعة من المعتقدات التى تدعم تعلمهم؛ فهم يرون الرياضيات ذات معنى، وأنها نشاط جدير بالعناية، ويعتقدون أنهم قادرون على تعلمها، ولديهم الدافعية لبذل الجهد المطلوب لتعلمها.

ويمكن أن يتحقق هذا المكون؛ بتنمية اتجاهات إيجابية لدى الطلاب نحو مادة الرياضيات، وأن تُرسَّخ لديهم فكرة أننا جميعًا نحتاج – فى تعلمنا الرياضيات – بذل الجهود المناسبة التى تؤدى إلى زيادة الثقة بأنفسنا، وأن الرياضيات واقعية، ومفيدة فى الحياة العملية (مها عبد النعيم، ٢٠١٢: ٦).

وتأكيدًا لذلك أشار المركز القومى للإحصاء التربوى بالولايات المتحدة الأمريكية National Center for Education Statistics(NCES) ؛ إلى أن أحد العوامل المهمة فى تحقيق الرغبة المنتجة نحو الرياضيات؛ هو المدى الذى يلمس فيه الطلاب الإنجاز؛ كناتج للمجهود الذى يبذلونه (NCES,2000).

ويُعد الاستخدام المؤثر للنماذج، والمواقف الواقعية، وتوظيف المواد المحسة، والتعلم التعاونى، والمناقشات داخل حجرة الصف؛ من بين العوامل المهمة فى إدراك الطلاب، وتقديرهم فائدة الرياضيات، وجمالها؛ فبيئة التعلم التى تمتاز بصلتها الوظيفية مع مواقف العالم الحقيقى الواقعى تشجع الطلاب على التعامل معها، وحلها ببراعة (بوسامنتير، وستبلمان، ٢٠٠٤: ٢٥).

تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية:

أشار Gray (2014:3-10) إلى مجموعة من الاستراتيجيات التى تهدف إلى تنمية البراعة الرياضياتية؛ من بينها: استراتيجيات حل المشكلة الرياضياتية، والتمثيلات الرياضياتية والبصرية، والسقالات التعليمية الداعمة للطلاب، كما اقترح Jennifer (2007:164-168) مجموعة من ممارسات التدريس التى يمكن أن تسهم فى تنمية مكونات البراعة الرياضياتية؛ ومنها:

- نمذجة المواقف الرياضياتية، وتمثيلها؛ فالنمذجة تُعد من أفضل الطرائق لتعليم البراعة الرياضياتية، وتنميتها؛ حيث يكون التلاميذ أكثر فهمًا للفكرة الرياضياتية عند تناولها عبر سياق واقعى.
- إشعار الطلاب بقيمة الرياضيات؛ فلابد من أن يشعر الطلاب دائمًا أن الرياضيات مادة مفهومة، ويمكن تعلمها، واستخدامها، وأنها ذات صلة بحياتهم؛ حتى يمكنهم الاقتناع بحل المشكلات المقدمة إليهم؛ مما ينمى لديهم النزعة المنتجة نحو الرياضيات.
- جعل التلاميذ يعيشون مشكلة من واقع الحياة، يمكن حلها رياضياتيًّا.
- إتاحة الفرص للتلاميذ لمناقشة أفكارهم الرياضياتية، وتبرير منطقهم؛ فلتنمية الكفاءة الاستراتيجية، والاستدلال التكيفى؛ يحتاج التلاميذ فرصة؛ لتبادل استراتيجيات الحل، ومقارنتها، واستكشاف ممارسات الحل البديلة، ومن خلال التبرير، والمنطق

يتعلم التلاميذ أن الرياضيات منطقية؛ مما يعزز – بدوره – النزعة المنتجة لديهم.

ومن ثم استخدمت الباحثة النمذجة الرياضياتية؛ فى بناء البرنامج المقترح؛ لتنمية الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؛ وذلك لما تحققه من تنمية لفهم الأفكار، والمفاهيم الرياضياتية، وتحليلها فى سياق واقعى تطبيقى؛ مما يسهم فى تنمية قدرتهم على حل المشكلات الرياضياتية، و تفسيرها، وتبريرها.

وفى هذا الصدد أجريت مجموعة من الدراسات التى استهدفت تنمية البراعة الرياضياتية؛ من بينها: دراسة محمد علام محمد (2018) التى استهدفت تعرف فاعلية استخدام استراتيجية PDEODE فى تدريس الرياضيات فى تنمية الكفاءة الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. ودراسة (2018) Gaillardالتى هدفت إلى تعرف أثر تدخل "محادثات حول الأرقام" في تنمية الحس العددى، والبراعة الرياضياتية لدى تلاميذ الصف الثالث الابتدائى، ودراسة (2017) Stevens التى بحثت فاعلية الاستدلال فى تنمية المشاركة فى الحديث الصفى، وتنمية البراعة الرياضياتية لدى الطلاب ذوى صعوبات التعلم، ودراسة ناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٧) التى هدفت إلى تعرف فاعلية نموذج تدريس قائم على أنشطة PISA فى تنمية مكونات البراعة الرياضياتية والثقة الرياضياتية لدى طلاب الصف الأول الثانوى، ودراسة رشا هاشم عبد الحميد (2017) التى استقصت فاعلية استخدام استراتيجية الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كويست) فى تدريس الهندسة لتنمية البراعة الرياضياتية لدى طالبات المرحلة المتوسطة.

على حين عُنيت دراسة علاء أبو الرايات (2014) بتعرف فاعلية استخدام نموذج أبعاد التعلم لمارزانو فى تدريس الرياضيات؛ في تنمية البراعة الرياضياتية لدى طلاب المرحلة الإعدادية، أما دراسة رانيا السعيد محمد سلامة (2014)؛ فقد أثبتت فاعلية وحدة مطورة فى الأنماط والدوال الجبرية الخطية فى ضوء بعض المعايير العالمية؛ فى تنمية البراعة الرياضياتية لدى طلاب الصف الثانى من المرحلة الإعدادية. وعنيت دراسة خالد بن عبد الله المعثم، وسعيد جابر المنوفى (2014) بإلقاء الضوء على مفهوم البراعة الرياضياتية؛ بوصفه مفهومًا جديدًا فى تربويات الرياضيات.

بينما اعتمدت دراسة Jbeili (2012) على استخدام استراتيجية السقالات المعرفية المتضمنة فى التعلم التعاونى، وأثبتت فاعليتها فى تنمية الفهم المفهومي، والطلاقة الإجرائية

لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائى ، أما دراسة مها عبد النعيم محمد المصاروة (2012) فعُنيت بتعرف أثر التدريس وفق استراتيجية قائمة على الربط والتمثيل الرياضياتى؛ فى البراعة الرياضياتية لدى طلاب الصف السادس الأساسى، على حين استخدمت دراسة Samuelsson (2010) استراتيجية حل المشكلات فى تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

وتجدر الإشارة هنا أن الدراسات السابقة التى عُنيت بتنمية البراعة الرياضياتية لم تأخذ فى الحسبان النمذجة الرياضياتية كأحد الاستراتيجيات المهمة فى تنمية البراعة الرياضياتية كما أكد (2007:164-168) Jennifer ، وهذا ما تُعنى به الدراسة الحاضرة، هذا فضلاً عن أن عناية الدراسات السابقة بتنمية أبعاد البراعة الرياضياتية جاءت مرتكزة فى الغالبية منها على تنمية الاستيعاب المفهومى والطلاقة الإجرائية، فى حين جاءت محدودة فى بُعدى الكفاءة الاستراتيجية والنزعة المنتجة وهذا ما أكده كل من Ally&Christiansen (2013:110)، و Seigfried (2012:13)، ومن ثم تُعنى الدراسة الحاضرة بتنمية هذين البُعدين من أبعاد البراعة الرياضياتية.

ثانيًا:النمذجة الرياضياتية Mathematical Modeling:

النمذجة الرياضياتية هى عملية، تتضمن ملاحظة الظاهرة، وتخمين العلاقات، وتطبيق التحليلات الرياضياتية؛ من معادلات، وتراكيب رمزية.... إلخ، والتوصل إلى نتائج رياضياتية، وإعادة تفسير النموذج (Grandgenet et al، ٢٠٠٠: ٣٥)، وفى هذا الصدد أوضح ضياء ناصر الجراح(2000:90) أن النماذج الرياضياتية تعتمد على استخدام العلاقات، والمفهومات الرياضياتية فى بنيتها؛ لتصف مشكلات بدلالة متغيراتها، ومدخلاتها المختلفة، والعلاقات السببية بينها، ويُعبر عن ذلك فى صورة علاقات.

وقد اتفق كل من Ang (2001:22) وKhan&Kyle (2002) حول تعريف النمذجة الرياضياتية بأنها: ترجمة مشكلة من العالم الحقيقى، وتمثيلها رياضياتيًا، ومحاولة إيجاد حلول لتلك المشكلات؛ باستخدام نموذج رياضياتي، يمكن التعامل معه بصورة أيسر من تعقد المشكلة فى العالم الحقيقى. ويرتبط بالنمذجة الرياضياتية مجموعة من ألوان النشاط يجب أن يتعلمها الطلاب، وتتمثل فى: تحديد المشكلة، وتعريفها، وبناء أو اختيار النموذج الرياضياتي، وحل الموقف؛ من خلال النموذج المقترح، فضلاً التوصل إلى

مجموعة من التعميمات المرتبطة بالنموذج، والموقف (Hyang&Ryan,2002:2).

وفى هذا الصدد أشار فايز مراد مينا(٢٠٠٦: ٢١٧) ان النمذجة الرياضياتية هى تطبيق الرياضيات فى حل مشكلات حقيقية؛ حيث يجرى فيها تحويل الموقف، أو المشكلة الحيوية إلى مسألة رياضياتية، ثم حلها، واختبار الحلول على المشكلة الحيوية، واختيار أفضل الحلول لها؛ ومن ثم التعميم، والتنبؤ؛ إن أمكن ذلك (صالح لحمر، ٢٠٠٧)، ويمكن استخدام النموذج الرياضياتى فى توضيح بعض المشكلات، وتفسيرها، وحلها؛ باستخدام المعادلات، والجداول، والرسوم البيانية؛ لتمثيل تلك العلاقات، وتحليلها (فريد كامل أبو زينة ، ٢٠٠٧: ٢٩).

كما أوضح Ang (2010) أن عملية النمذجة للمشكلة Modeling هى تصوير الظروف، والعوامل المحيطة بالمشكلة فى شكل معادلات، ومتباينات، تُمكِّن من إيجاد حل للمشكلة بالطرائق الرياضياتية، ومن ثم فهى أسلوب لفهم الطبيعة، والمجتمع (Kang,2012:1-2)؛ من خلال تمثيل مشكلات العالم الحقيقى؛ وفق شروط رياضياتية، وإيجاد حلول لتلك المشكلات؛ باستخدام نموذج رياضياتى، يمكِّننا من التعامل مع المشكلة، بصورة أيسر من تعقيدها فى العالم الحقيقى(رباب أحمد عبد القادر توبة، 11:2014).

وفى هذا السياق أشارت كريمة داوود (47-38:2008) إلى أن النمذجة الرياضياتية تتمثل فى مجموعة من الخطوات؛ هى:

فهم المشكلة، وتحديدها: وتهدف إلى الإلمام بأبعاد المشكلة، وتحديد كل من: المعطيات، والمطلوب.

وضع الفروض اللازمة لبناء النموذج: وفى هذه المرحلة يكون التفكير بعمق، ويجرى دراسة العلاقات بين المتغيرات المستقلة، والتابعة.

بناء النموذج الرياضياتى: وفى هذه المرحلة تجرى محاولة تركيب الأجزاء؛ للوصول إلى النموذج، ومحاولة تعديله؛ للوصول إلى الشكل الأفضل.

حل النموذج: باستخدام طريقة الحل التى يراها الطالب مناسبة.

تفسير الحل الرياضياتى: من خلال العودة إلى الواقع مرة أخرى، ومحاولة التأكد من إمكانية تطبيق الحل على الواقع.

التأكد من صحة الحل: فى هذه الخطوة تجرى مراجعة خطوات الحل السابقة، والتأكد من سلامة الخطوات منطقيًّا، ورياضياتيًّا، وصحة الناتج فى كل خطوة.

وتتفق معظم آراء الباحثين في عمليات النمذجة الرياضياتية (Abrams, 2001: 272 ; Lesh & Doer, 2003, Warwick, 2007; Geiger, 2011) ، والتى تتمثل فى:

تحديد المشكلة، وصوغها بتدقيق.

- ابتكار النموذج الرياضياتى؛ وذلك بترجمة الموقف الحقيقى إلى لغة الرياضيات، وتحديد المتغيرات، والعلاقات، والفروض المتعلقة به.
- حل النموذج؛ من خلال الأساليب التحليلية، والعددية، والبيانية.
- التحقق من النموذج، وتفسيره، واستخدامه؛ للتحقق من أن إجابته عن أسئلة الموقف الحقيقى يمكن تطبيقها فى الواقع.

وفى هذا الصدد أشار Grandgenett et al. (2000) إلى أن هناك أربع مراحل دائرية، يمكن أن تؤخذ فى الحساب داخل عمليات النمذجة الرياضياتية؛ تتمثل المرحلة الأولى فى: الملاحظة، والبصيرة (ملاحظة الظاهرة، أو المشكلة)، وتتمثل المرحلة الثانية فى: التخمين (اقتراح تمثيل رياضياتي، أو رمزى للمشكلة)، وتتمثل المرحلة الثالثة فى: تطبيق التحليل الرياضياتى (تحويل البيانات إلى معادلات، أو تعبيرات رياضياتية) ، وتتمثل المرحلة الرابعة فى: تفسير النتائج (اختبار النموذج، الحصول على النتائج، وتفسيرها داخل محتوى المشكلة الأصلية).

وتعد عمليات النمذجة الرياضياتية أحد الأبعاد الأساسية لعمليات حل المشكلة فى الرياضيات ؛ حيث يتضمن حل المشكلة الرياضياتية عدة أبعاد (NCTM, 1989: 137)؛ مثل:

- استخدام المداخل المختلفة لحل المشكلة في شرح محتوى الرياضيات، وفهمه.
- تطبيق استراتيجيات حل المشكلات الرياضياتية على المشكلات الرياضياتية، وغير الرياضياتية.
- تعرف المشكلات، وصوغها من المواقف الرياضياتية، وغير الرياضياتية.
- تطبيق عمليات النمذجة الرياضياتية فى مواقف حقيقية.

وفى إطار تأكيد أهمية النمذجة الرياضياتية؛ أشارت وثيقة NCTM (2000,285) إلى أهمية النمذجة الرياضياتية؛ بوصفها عملية، تحقق أهداف تعليم الجبر، وتعزز التمثيلات الرياضياتية؛ حيث نادت باستخدام النماذج الرياضياتية؛ لتمثيل العلاقات الرياضياتية، وفهمها، واستخدام التمثيلات؛ لنمذجة الظواهر الفيزيائية، والاجتماعية، والرياضياتية، وتفسيرها ضمن أهداف عملية التمثيل الرياضى.

وأشارت الوثيقة – أيضًا – إلى أن استخدام الطلاب النمذجة الرياضياتية؛ سواء أكانت رسومًا، أم صورًا ذهنية، أم مواد ملموسة، أم معادلات، أم قوانين، أم أشكالا؛ يساعد الطلاب في تنظيم تفكيرهم، ويمكِّنهم من تجربة توجهات مختلفة، تؤدى إلى فهم واضح، وإلى حل المشكلات التى تواجههم.

وأكد Hansson (2010) أنه – من خلال النمذجة الرياضياتية – يستطيع المتعلم تعلم الرياضيات؛ لتمثيلها المفهومات الرياضياتية، وتجسيدها، وربطها بواقع المتعلمين، كما تسهم فى تنمية التفكير، والفهم لديهم. والطلاب – خلال ممارستهم أنشطة النمذجة الرياضياتية – يقضون غالبية الوقت فى مواقف تطبيقية؛ لمحاولة إيجاد الأنماط، والعلاقات فى فئات البيانات، وهذه البيانات تأتى من مصادر متنوعة؛ مثل: الكتب، والمجلات، والإنترنت، وقد تكون جزءًا من نشاط حجرة الدراسة؛ مما يعطى الطلاب قوة دافعة لفهم الرياضيات لا بوصفها مجالاً، يبحث عن الحلول المعقدة للمشكلات المجردة فى وقت قصير؛ بل مجالاً يوظَّف فى مختلف المواقف الحقيقية داخل الرياضيات، وخارجها (Ostler,2001;Ostler and Grandgenett et al.,2000).

وقد أوضحت وثيقة NCTM (2000) أن طلاب المرحلة المتوسطة يجب أن يستخدموا معادلات خطية؛ لنمذجة مدى واسع من الظواهر، واكتشاف عدد من الظواهر غير الخطية؛ على حين يدرس طلاب المرحلة الثانوية النمذجة بعمق أكبر فى إنتاج البيانات، أو استخدامها، واستكشاف الاقترانات التى تتلاءم بتدقيق مع تلك البيانات، كما أكد فريد كامل أبو زينة (2007) أن النمذجة الرياضياتية للظواهر إحدى أقوى استخدامات الرياضيات؛ لذا يجب أن تتاح الفرص لجميع الطلاب فى جميع المستويات لنمذجة عديد من الظواهر رياضياتيًّا بطرائق تتناسب ومستوياتهم.

وفى هذا السياق أشار Ostler (2001) إلى أن تضمين النمذجة فى برامج إعداد المعلم قبل الخدمة يمكن أن يساعده فى إعادة التركيز على الأساليب التعليمية التى تحوى طرائق غير تقليدية لحل المشكلة؛ مثل: النمذجة.

وأضاف Jiang et al. (2000) أن النمذجة الرياضياتية تنمى قدرة الطلاب المعلمين على تفسير المشكلات رياضياتيًّا، والانتقال من التفكير الجبرى إلى مستويات أعلى من الرياضيات، كما تسهم فى تنمية دافعيتهم للتعلم؛ وبذلك يكون ما يتعلمونه مفيدًا فى حياتهم؛ حيث تشجع النمذجة الرياضياتية على ربط التعلم بالحياة، فضلاً عن إدراكهم مشكلات مجتمعية كثيرة مؤثرة مليئة

بالرياضيات؛ مما يؤدى إلى تغيير تفكير المعلمين، ومعتقداتهم عن الرياضيات، ورؤية الرياضيات كمادة شائقة، ومفيدة؛ مما يزيد فهمهم إياها؛ كعملية استقصاء، وحل مشكلات، كما يلاحظون مجال الرياضيات فى مواقف متنوعة؛ مما قد ينعكس على زيادة دافعيتهم لاستخدام، وتضمين مواقف، وألوان نشاط، تتطلب استخدام النمذجة فى تدريسهم المستقبلى؛ مما يؤثر بالإيجاب في أداء تلاميذهم.

وفى إطار العناية بالنمذجة الرياضياتية أُجريت مجموعة من الدراسات؛ من بينها: دراسة ضياء ناصر الجراح (2000) التى هدفت إلى تحليل كتب الرياضيات للمرحلة الإلزامية والثانوية فى الأردن فى ضوء معيار النمذجة الرياضياتية، ووضع مخطط مقترح لتطوير مناهج الرياضيات فى ضوء النمذجة الرياضياتية.

ودراسة Lege (2003) التى عُنيت بالمقارنة بين مداخل تدريس متقابلة؛ لتقديم النمذجة الرياضياتية، على حين هدفت دراسة Crouch&Haines (2004) إلى استقصاء مظاهر سلوك المتعلم، وفهمه فى عملية النمذجة. ودراسة نهيل محمد رجب (2005) التى هدفت إلى تعرف أثر تعلم لغة برمجة الحاسوب فى تنمية القدرة على النمذجة الرياضياتية، وحل المشكلات لدى طلاب الجامعة فى الأردن.

أما دراسة أحمد محمد الرفاعى (2006) فقد استقصت أثر برنامج فى النمذجة الرياضياتية فى تنمية استراتيجيات ما وراء المعرفة وسلوك حل المشكلة ومهارات التدريس الإبداعية لدى الطالب المعلم شعبة الرياضيات. وعُنيت دراسة أحمد صالح يسلم لحمر (2007) بتنمية مهارات النمذجة الرياضياتية اللازمة للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة عدن. كما عُنيت دراسة كريمة حسن أحمد (2008) بتعرف أثر استخدام النمذجة فى حل المشكلات التطبيقية فى الرياضيات لدى طلاب الحلقة الثانية من التعليم الأساسى.

ومن جهة أخرى هدفت دراسة يوسف عبد الكريم جميل الأخرس (2010) إلى تعرف أثر التدريس باستخدام استراتيجية الاستقصاء الموجه في تنمية القدرة على النمذجة الرياضياتية، وحل المشكلات لدى طلاب الصف العاشر الأساسى فى الأردن، ودراسة مبارك مبارك أبو مزيد (2012) التى هدفت إلى معرفة أثر استخدام النمذجة الرياضياتية فى تنمية مهارات التفكير الإبداعى لدى طلاب الصف السادس الأساسى بمحافظة غزة.

وهدفت دراسة Gould (2013) إلى تحديد المفهومات، والأفكار الخطأ لدى المعلمين فى النمذجة الرياضياتية. أما دراسة حنان أحمد السعيدى (2013) فقد انصبت العناية فيها على تعرف أثر استخدام النمذجة فى تنمية مهارات حل المسألة الرياضياتية لدى التلميذات بطيئات التعلم بالمرحلة الابتدائية.

وعُنيت دراسة سلمان منوخ طارب الشرارى (2014) بتعرف أثر استراتيجية النمذجة الرياضياتية فى استيعاب التعميمات الرياضياتية، وحل المسألة الرياضياتية فى ضوء مفهوم الذات الرياضياتى لدى معلمى الرياضيات فى المملكة العربية السعودية. على حين ركزت دراسة رباب أحمد عبد القادر(2014) على استقصاء أثر استخدام النمذجة الرياضياتية في استيعاب المفهومات الرياضياتية، وحل المسألة الرياضياتية لدى طلاب الصف السابع الأساسى فى وحدة القياس.

وبحثت دراسة Williams (2014) فى مدى تضمين كتب الجبر عمليات النمذجة الرياضياتية، كما هدفت دراسة مأمون حكم حسن (2015) إلى تعرف أثر استخدام استراتيجية النمذجة الرياضياتية فى اكتساب مفهومات الكسور، والعمليات الحسابية عليها لدى طلاب الصف الرابع الأساسى.

أما دراسة محمد عبد الفتاح عبد الجواد (2016) فقد هدفت إلى تعرف أثر استخدام النمذجة الرياضياتية فى تنمية المعرفة المفهومية والإجرائية، وحل المشكلات الهندسية لدى الطلاب المعلمين، وهدفت دراسة نورة بنت فائز(2016) إلى تعرف أثر استخدام النمذجة الرياضياتية في تنمية مهارات حل المسألة لدى تلميذات الصف السادس الابتدائى، فضلاً عن دراسة أكرم قبيص (2016) التى عُنيت بتعرف فاعلية استخدام النمذجة الرياضياتية فى تنمية مهارات حل المسألة اللفظية لدى الدارسين الكبار بمحو الأمية. ودراسة (2016) Huson التى هدفت إلى تعرف وجهات نظر المعلمين في النمذجة الرياضياتية، وعملياتها المختلفة.

وعُنيت دراسة محمد أحمد الخطيب (2017) ببحث أثر استخدام دورة النمذجة الرياضياتية فى تنمية التفكير اللغوى، ومهارات ما وراء المعرفة فى الرياضيات لدى طلاب الصف الأول المتوسط فى المدينة المنورة.

بينما عُنيت دراسة ياسر عبد الرحيم بيومى (2017) باستقصاء فاعلية استخدام الفيسبوك فى تدريس الرياضيات؛ لإكساب طالبات الصف الأول الثانوى الأزهرى بعض مهارات النمذجة الرياضياتية، ودراسة

Schwerdtfeger (2017) التى هدفت إلى استقصاء معرفة معلمى الرياضيات قبل الخدمة، وفي أثنائها، ودراسة Matson (2018) التى عُنيت بتعرف رؤى معلمى المرحلتين: الابتدائية، والإعدادية في كيفية تعلم النمذجة الرياضياتية.

دور النمذجة فى تنمية أبعاد البراعة الرياضياتية:

ترتيبًا على ما سبق تظهر العلاقة الوثيقة بين استخدام النمذجة الرياضياتية، وتنمية مكونات البراعة الرياضياتية؛ فالنمذجة الرياضياتية تعتمد – فى خطواتها الأولى – على فهم المشكلة، وتحديدها، والإلمام بكل أبعادها؛ من المعطيات، والمطلوب؛ مما يقد يسهم فى تنمية الاستيعاب المفهومي لدى الطلاب.

وتعتمد فى الخطوات التالية على ابتكار النموذج الرياضياتى؛ بترجمة الموقف الحقيقى إلى لغة الرياضيات، وتحديد المتغيرات، والعلاقات، والفروض المتعلقة بالموقف؛ مما قد يسهم فى تنمية الطلاقة الإجرائية لديهم، ثم تتوالى خطواتها إلى حل النموذج؛ من خلال مجموعة من الأساليب – قد تكون تحليلية، أو عددية، أو بيانية – مما يسهم فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية لديهم، تأتى بعد ذلك خطوة التحقق من النموذج، وتفسيره؛ فى سبيل التحقق من إجابته عن أسئلة الموقف الحقيقى؛ ومن ثم تنمية الاستدلال التكيفى لدى الطلاب.

فضلاً عن ذلك فإن النمذجة الرياضياتية تربط التعلم بالحياة؛ فهى تتأسس على مواقف حيوية واقعية، وتساعد فى إدراك الطلاب فائدة ما يتعلمونه فى حياتهم، وأن الرياضيات مادة شائقة، ومفيدة، وذات تأثير كبير فى مجتمعهم؛ مما يؤدى إلى تغيير تفكيرهم، ومعتقداتهم عن الرياضيات؛ ومن ثم تنمو لديهم الرغبة المنتجة نحوها.

منهجية البحث، وإجراءاته:

منهج البحث:

استُخدم فى البحث الحاضر المنهج شبه التجريبى ذو المجموعتين: التجريبية، والضابطة؛ لتعرف فاعلية البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية فى تنمية البراعة الرياضياتية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؛ من خلال تطبيق اختبار الكفاءة الاستراتيجية، ومقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات قبل تطبيق تجربة البحث، وبعده.

البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية

للإجابة عن السؤالين: الأول، والثانى من أسئلة البحث، والمرتبطين بتحديد أسس بناء البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية، وخطواته؛ لتنمية الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة؛ جرى استقراء التقارير، والبحوث، والدراسات السابقة فى البراعة

الرياضياتية، والنمذجة الرياضياتية ، وأجريت مجموعة من الخطوات، تمثلت في:

- تحديد أسس البرنامج المقترح
- أمكن التوصل إلى مجموعة من الأسس التى يعتمد عليها البرنامج المقترح؛ وهى:
- تحقيق التعلم ذي المعنى

تُعد ممارسة النمذجة الرياضياتية، وما تستلزمه من حصر لمعطيات المشكلة، وعناصرها، وما تتطلبه من ترجمة رياضياتية؛ مجالا لتعلم ذي معنى؛ فهى تعتمد على ترجمة الواقع إلى معادلات رياضياتية، ووضع تصور، وبناء الحلول المناسبة إياها، ووضع تأويل، وتفسير لعناصر المشكلة المطروحة، ويُعد هذا مجالا حيويا، يجعل الطالب يمر بخبرات تعلمية، يوظف فيها أساليبه الإدراكية، ويصير التعلم – من خلالها – سلسلة من عمليات تركيب المعارف، وإعادة تركيبها من قبل المتعلم.

ويعد هذا – في ذاته – توليدا لمعنى ما يتعلمه؛ فحدوث المعنى في نفس المتعلم يسهم فى ارتفاع معدل التعلم، والاحتفاظ بالمعرفة الرياضياتية، وسهولة استرجاعها لاحقا من جهة، ومن جهة أخرى يستشعر المغزى الحقيقي لتعلم الرياضيات بالنسبة إليه؛ كفرد، وككائن اجتماعي.

تحقيق التعلم البنائى

فتحويل المشكلة إلى نموذج رياضياتي تجعل الطالب في حالة نشاط فعال، ومثمر؛ فهى تثير لدى الطالب الحاجة إلى البحث، ووضع الفرضيات، وتصور الحلول الممكنة، كما تجعله في مواجهة الواقع من حوله؛ مما يضطره إلى توظيف ما لديه من معارف، ومهارات رياضياتية؛ لبناء معارف، ومهارات، واستراتيجيات جديدة؛ وهكذا فإن عملية تحويل المشكلات إلى مسائل رياضياتية تعد منطلقًا لبناء المعرفة الرياضياتية، ومجالاً لاستثمارها، وإثرائها، وهى المجال الذي يشعر فيه المتعلمون بالوظيفة الحقيقية لتعلم الرياضيات.

تنمية مهارة حل المشكلة الرياضياتية

تسهم الرياضيات – بشكل خاص – في إعداد الفرد النافع؛ عن طريق تنمية قدرته على حل مشكلات الحياة، وتأتي أهمية حل المشكلات الرياضياتية؛ من كونها النتاج الأخير لعمليتي: التعليم، والتعلم؛ فالمعارف، والمهارات، والمفهومات، والتعميمات الرياضياتية – بل وكل الموضوعات الرياضياتية الأخرى – ليست هدفًا في ذاتها؛ إنما هي وسائل، وأدوات، تساعد الفرد في حل مشكلاته الحقيقة، فضلاً عن ذلك فإن حل المشكلات هو الطريق الطبيعي لممارسة التفكير بوجه عام.

تحقيق المتعة فى تعلم الرياضيات

للنمذجة الرياضياتية تأثير كبير في زيادة دافعيَّة الطلاب، وميولهم للتعلّم؛ حيث تُعنى بدراسة مشكلة واقعيَّة، يمكن للطالب تحسّسها فعلاً؛ فهى تُقدم خدمة جيدة في توضيح العمليات، والظواهر؛ وبخاصة المعقدة، وتساعد في فهم، وضبط أفضل للظواهر المدروسة.

وتهدف النماذج الرياضياتية – أيضًا – إلى مساعدة الطلاب في فهم الموضوعات الرياضياتية؛ من خلال الانتقال من مواقف واقعية في الحياة إلى نماذج رياضياتية مجردة؛ مما يزيد من انتباههم، ورغبتهم في التعلُّم؛ ومن ثم تحسين جودة تعلمهم، كما تزداد دافعيتهم لحل المشكلة الواقعية؛ باستخدام عمليات النمذجة الرياضياتية؛ فهى تجعل استخدام الرياضيات ممتعًا؛ حيث لا يصير تعلمها هدفًا مباشرًا؛ ولكنه هدف ضمني للوصول لحل المشكلة الواقعية؛ ومن ثم فعند تعليم الطلاب الرياضيات بتلك الطريقة؛ فنحن نزودهم بالتعليم الذي سيخدمهم، وينفعهم خلال حياتهم، وفي مجتمعهم.

تحديد الأهداف العامة للبرنامج

يهدف هذا البرنامج إلى تنمية الكفاءة الاستراتيجية فى حل المعادلات التفاضلية، والنزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات.

تحديد نواتج التعلم المستهدفة (ILOs) (Intending Learning Outcomes)

فى ضوء منطلقات البرنامج، وأهدافه العامة؛ أمكن صوغ نواتج التعلم المستهدفة؛ وتمثلت فى القائمة الآتية:

- عندما ينتهى الطالب المعلم من دراسة البرنامج؛ يكون قادرًا على:
- تعرف المفهومات الأساسية المرتبطة بمجال التفاضل.
- استخدام النماذج الرياضياتية الخطية فى دراسة التفاعلات بين التجمعات.
- حساب الحد الأقصى المطاق للتجمعات.
- تحديد الحجم الاتزانى المستقر، وغير المستقر لبعض أنماط التجمعات.
- استخدام النماذج الرياضياتية غير الخطية فى دراسة التفاعلات بين التجمعات.
- استخدام النماذج الرياضياتية المختلفة فى تفسير انتشار الأمراض، والأوبئة، والتحكم فيها.
- تقدير أهمية النمذجة الرياضياتية فى دراسة نمو التجمعات المختلفة، والتحكم فى انتشار الأوبئة، والوقاية منها.

تحديد محتوى البرنامج:

استنادًا إلى التحديد السابق لنواتج التعلم المستهدفة للبرنامج المقترح؛ صممت الباحثة

محتوى البرنامج؛ فتضمن ثلاث وحدات؛ بيانها كما يأتي:

مشكلات حيوية

☜ **الوحدة الأولى:** أساسيات حساب التفاضل (التغير، متوسط معدل التغير، النهايات، المشتقة، التفاضلات، المعادلة التفاضلية).

☜ **الوحدة الثانية:** النمذجة الرياضياتية، ونمو التجمعات السكانية.

- النماذج الرياضياتية الخطية لنمو للتجمعات المختلفة.

• نموذج النمو، والاضمحلال الأسى Exponential Growth and Decay

• نموذج النمو بمعدل ثابت.

• نموذج النمو المحدود.

• نموذج المعادلة اللوجستية The Logistic Equation

• نموذج التفاعلات بين التجمعات.

- الحد الأقصى المطاق للحصاد Maximum Sustained Yield

- الاتزان المستقر، وغير المستقر Stable and Unstable Equation

- النماذج الرياضياتية غير الخطية لنمو للتجمعات المختلفة (نموذج لوتكا – فولتيرا).

- لخص أفكارك.

- أنشطة.

☜ **الوحدة الثالثة:** النمذجة الرياضياتية، والتحكم فى الأمراض المعدية Infection Disease

- نموذج (SI)

- نموذج (SIS)

- نموذج (SIR) للمرض الوبائى Epidemic Disease

- نموذج (SIR) للمرض المستوطن Endemic Disease

- التطعيم Vaccination

- تطور الشدة Evolution of Virulence

- لخص أفكارك.

- أنشطة.

تحديد استراتيجيات التعليم، والتعلم:

استُخدمت مجموعة من الاستراتيجيات التى تتناسب وطبيعة البرنامج، ونواتج التعلم المستهدفة منه؛ مثل: المناقشة؛ والمحاضرة فى بعض اللقاءات، والتعلم التعاونى، والتعلم الذاتى فى تنفيذ بعض أنشطة البرنامج المقترح.

تحديد أنشطة التعليم، والتعلم:

تضمن البرنامج المقترح (15) نشاطًا، تتوزع عبر وحداته؛ حيث يوجه الطلاب إلى إنجازها تباعًا مع دراسة البرنامج.

اختيار الوسائط التعليمية:

استعان المدرب فى معالجته محتوى البرنامج المقترح بعدد من الوسائل التعليمية؛ وهى: السبورة البيضاء، والأقلام السبورية الملونة، وأوراق النشاط.

تحديد أساليب التقويم:

ارتبط تنفيذ البرنامج بثلاثة أشكال للتقويم؛ هى:

- تقويم أولى: فى بداية تدريس البرنامج المقترح بعد أول لقاء؛ لتعرف إمكانات الطلاب، وقدراتهم، والمستوى المبدئى لمعارفهم.
- تقويم تكوينى: من خلال تنفيذ أنشطة التقويم اليومى فى نهاية كل وحدة من وحدات البرنامج.
- تقويم نهائى: فى نهاية البرنامج؛ من خلال اختبار الكفاءة الاستراتيجية، ومقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات.

التحقق من صلاحية البرنامج:

للتحقق من صلاحية البرنامج؛ عُرض على مجموعة من المحكمين المتخصصين فى مجال تعليم الرياضيات، وقد أبدى المحكمون ارتباط المحتوى بأهداف البرنامج، وضرورة إعادة صوغ بعض فقرات المحتوى؛ لتصير أكثر وضوحًا، وأيسر فهمًا. وبمراعاة ما أوصى به المحكمون من ملاحظات؛ يكون قد تحقق صدق محتوى البرنامج (انظر ملحق رقم (٢)).

إعداد دليليّ استخدام البرنامج:

تطلب استخدام البرنامج إعداد دليلين؛ لاستخدامه من قبل المدرب، والطلاب المعلمين عينة الدراسة، وقد خضع إعداد الدليلين للخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف من إعداد الدليلين:

استهدف إعداد الدليلين تقديم خطة، توضح للمدرب، وللطلاب - عينة الدراسة - كيفية استخدام البرنامج بشكل فعال؛ ومن ثم تحقيق الأهداف المرجوة منهما؛ حيث احتوى كل دليل مجموعة من التوجيهات الإرشادية؛ للتعامل بكفاية مع محتوى البرنامج، وما يتضمنه من أنشطة تعليمية، وكيفية تنفيذها، وخطة السير فى موضوعات البرنامج، ووحداته، ومصادر التعلم، وأدواته، وأساليب تقويم أداء الطالب المعلم.

٢- إعداد الدليلين فى صورتهما الأولية:

أُعد دليل للمدرب، وآخر للطالب المعلم؛ لاستخدام البرنامج المقترح، وقد تضمن دليل المدرب - فى صورته الأولية - العناصر الآتية: منطلقات البرنامج، وأهدافه العامة، والإطار العام لمحتواه، والطرائق، والفنيات Methods &

Techniques المستخدمة، وأنشطة التعليم، والتعلم، ومصادر التعلم، والخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج، ومتابعة نواتجه Follow-up، وتقويمه Evaluation.

أما دليل الطالب المعلم فقد تضمن – فى صورته الأولية – العناصر الآتية: الأهداف العامة للبرنامج، والإطار العام لمحتواه، والطرائق، والفنيات Methods & Techniques، وأنشطة التعليم، والتعلم، ومصادر التعلم، وأساليب التقويم Evaluation.

٣- التحقق من صلاحية الدليلين:

للتحقق من صلاحية دليلى: المدرب، والطالب المعلم فى استخدام البرنامج المقترح؛ عُرض الدليلان على مجموعة من المحكمين؛ للتحقق مما يأتي بالنسبة لكل دليل:

- كفاية عناصر الدليل بالنسبة للهدف المرجو تحقيقه منه.
- التسلسل المنطقى فى عرض عناصر الدليل.
- وضوح الصوغ، وملاءمة اللغة المستخدمة لعينة الدراسة.

فضلاً عن إضافة أى عناصر، أو حذفها، أو تعديلها؛ حسبما يرى المحكمون، وأظهر مجمل آراء المحكمين فى محتوى الدليلين صلاحية كل منهما للغرض الذى أُعد من أجله.

٤- إعداد الدليلين فى صورتهما النهائية:

بعد التحقق من صلاحية الدليلين، وضع كل منهما فى صورته النهائية (دليل المدرب، ودليل الطالب المعلم)، وصارا مُعدَين للاستخدام (انظر ملحق رقم (٣)، وملحق رقم (٤)).

أداتا البحث

تمثلت أداتا البحث فى اختبار الكفاءة الاستراتيجية، ومقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات، وفيما يأتي الخطوات التى اتبعتها الباحثة فى تصميمهما، وضبطهما:

اختبار الكفاءة الاستراتيجية

تمثل الهدف من الاختبار فى تحديد مستوى الطلاب المعلمين – أفراد عينة البحث – فى الكفاءة الاستراتيجية فى المعادلات التفاضلية، وقد اختيرت المفردات المقالية؛ كأساس لإعداد الاختبار، وقد وضع نظام تقدير الدرجات لمفردات الاختبار؛ بحيث إن كل مفردة صحيحة لها ٥ درجات.

وعُرض الاختبار فى صورته الأولية (١٢ مفردة) على عدد من المحكمين؛ مصحوبًا بجدول مواصفات الاختبار؛ والأهداف السلوكية لكل مفردة، كما طُبِّق استطلاعيًّا – فى صورته الأولية – على (30) طالبًا من طلاب الفرقة الثالثة شعبة

الرياضيات؛ لتحديد مواصفاته، وخواصه الإحصائية المتعلقة بالثبات، والسهولة، والتميزية.

وقد تراوحت قيم معاملات السهولة؛ ما بين: (0.37، 0.54)؛ باستثناء مفردتين بلغ معاملا سهولتهما (0.12 ، 0.1)؛ وبذلك حُذفت المفردتان، كما حُسب معامل التمييزية لكل مفردة من مفردات الاختبار، وقد تراوحت قيم معاملات التمييزية المحسوبة؛ ما بين: (0.34، 0.81)؛ باستثناء مفردتين بلغ معاملا تمييزيتهما (0.12 ، 0.16)؛ وبذلك حُذفت المفردتان.

وحُسب – أيضًا – ثبات الاختبار؛ باستخدام "معامل ألفا كرونباخ، وقد جاءت قيمة α مساوية (0.79)، ويعد ذلك مؤشرًا على أن الاختبار على درجة مقبولة من الثبات.

وبعد التأكد من صدق الاختبار، والتحقق من مناسبة مفرداته؛ صار– في صورته النهائية – صالحًا للتطبيق؛ حيث شمل (10) مفردات؛ وبذلك تكون النهاية العظمى للاختبار (50) درجة (انظر ملحق رقم (٥)).

مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات.

شمل المقياس – في صورته الأولية – (٣٦) عبارة موزعة على أربعة أبعاد، حُددت استنادًا إلى تحليل بعض الأطر النظرية، والدراسات السابقة؛ فتمثلت أبعاده فيما يأتي:

- **البعد الأول :** قيمة الرياضيات (١٢ عبارة)؛ ويمثل:

نظرة الطالب للرياضيات، وأهميتها، وتطبيقاتها في العالم الحقيقي من حوله.

- **البعد الثاني:** القدرة في الرياضيات (٧ عبارات)؛ ويشمل:

قدرة الطالب، واستعداده لاستكشاف المفهومات، وحل المشكلات الرياضياتية.

- **البعد الثالث:** تعليم الرياضيات، وتعلمها (١٣ عبارة)، ويعنى:

رؤية الطالب لعملية تعليم الرياضيات، وتعلمها، وتفضيلاته المختلفة فيها.

- **البعد الرابع:** الاستمتاع بالرياضيات (٤ عبارات)، ويعنى:

شعور الطالب بالمتعة في دراسة الرياضيات، وحل مشكلاتها.

وقد أُعد هذا المقياس؛ باستخدام طريقة "ليكرت" Likert، وحُدد عدد البدائل على متصل الشدة بالصورة الخماسية، ووضع نظام متدرج خماسي؛ لتقدير الدرجات في هذه المقياس، كما عُرض المقياس – في صورته الأولية – على عدد من المحكمين؛ وقد أبدى المحكمون مجموعة من الملحوظات، تمثلت في إعادة صوغ بعض عبارات المقياس؛

لتصير أكثر مناسبة للطلاب المعلمين – أفراد عينة البحث – وقد روعيت هذه الملحوظات.

وتم التحقق من الاتساق الداخلى للمقياس؛ حيث حُسب معامل ارتباط بيرسونPearson Correlation بين كل بعد من أبعاد المقياس مع الأبعاد الأخرى، كما حُسبت معاملات الارتباط بين كل بعد من أبعاد المقياس، والمقياس ككل، وعُد معامل الارتباط الذى يقع بين (0.1 إلى 0.3) ضعيفًا، ومتوسطًا عندما يقع بين (0.3 إلى 0.5) ، وقويًّا عندما يقع بين (0.5 إلى 1.0). ويوضح جدول رقم (1) معاملات الارتباط التى تقع بين (085. و445.) بين الأبعاد الثلاثة للمقياس عند مستوى دلالة 0.01:

جدول رقم(١) : معاملات الارتباط بين أبعاد المقياس:Correlations

	البعد الأول	البعد الثانى	البعد الثالث	البعد الرابع	ككل.المقياس
البعد الأول	1	.422**	.362	0.299	.617**
البعد الثانى	.422**	1	.351**	0.345	.787**
البعد الثالث	.362	.351**	1	0.431	.755**
البعد الرابع	0.299	0.345	0.431	1	.811
ككل.المقياس	.617**	.787**	.755**	.811	1

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ويظهر من الجدول السابق أن معاملات الارتباط بين كل بعد من أبعاد المقياس، والأبعاد الأخرى تتراوح بين صغير، ومتوسط؛ حيث جاءت هذه المعاملات بين (299. ، و431.)، وهى قيمة صغيرة؛ مقارنة بمعامل الارتباط بين كل بعد من أبعاد المقياس، والمقياس ككل؛ حيث تراوحت هذه المعاملات؛ ما بين: (617. و811.) وهى قيمة مرتفعة؛ وهذا يؤكد ما يأتى:

- استقلال أبعاد المقياس: حيث يُسهم كل بعد بجزء مختلف فى – قياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطلاب المعلمين – عما يقيسه البعد الآخر.
- قيمة الارتباط بين كل بعد، والمقياس ككل عالية؛ وهذا يؤكد أن كل بعد من أبعاد المقياس يُسهم – بصورة إيجابية – فى قياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات.

وحُسب ثبات المقياس؛ بحساب معامل الثبات؛ عن طريق تطبيق معادلة "ألفا كرونباخ" Coronbach's Alpha (α)؛ لمناسبتها نوعية مفردات المقياس، وطريقة تصحيحها؛ وفى هذا الصدد ذكر Gliner &

Morgan(2000) أن قيمة ألفا كرونباخ تُعد ضعيفة إذا تراوحت بين (0.00 – 0.30)، وتُعد متوسطة إذا تراوحت بين (– 0.70 0.30)، ومرتفعة إذا كانت (0.70 فأكثر)، وقد بلغ معامل ثبات المقياس (0.82) ويدل ذلك على أن المقياس على درجة عالية من الثبات.

وفى ضوء ما تقدم من خطوات؛ صار المقياس – فى صورته النهائية– صالحًا للتطبيق؛ حيث شمل (٣٦) عبارة؛ موزعة على أربعة أبعاد رئيسة. ويوضح جدول رقم (٢) مواصفات المقياس فى صورته النهائية (انظر ملحق (٦)).

جدول رقم (٢) : مواصفات مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات:

البعد	أرقام العبارات	المجموع
الأول: قيمة الرياضيات.	١ ، ١١ ، ١٤ ، ٢٣ ، ٢٥، ٢٦ ، ٣١ ، ٣٢ ، ٣٣، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦	١٢
الثانى: القدرة فى الرياضيات.	١٥، ١٧، ١٨، ٢١، ٢٧، ٢٨، ٢٩	٧
الثالث: تعليم الرياضيات، وتعلمها.	٢،٣،٤، ٦، ٧، ٩ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٣، ١٦، ٢٢، ٢٤ ٣٠	١٣
الرابع: الاستمتاع بالرياضيات.	٥، ٨، ١٩، ٢٠	٤
المجموع		36

إجراءات التطبيق الميدانى:

بعد تصميم البرنامج، وإعداد أداتي البحث فى صورتهما النهائية؛ بدأ تنفيذ تجربة البحث؛ وشمل ذلك: تحديد الهدف من تجربة البحث، واختيار العينة، والتطبيق القبلى لأداتي البحث، وتطبيق البرنامج المقترح، والتطبيق البعدى لأداتي البحث.

وفيما يأتي وصف تفصيلى لكل إجراء من تلك الإجراءات:

– تحديد الهدف من تجربة البحث:

استهدفت تجربة البحث الحصول على بيانات؛ للحكم على فاعلية البرنامج المقترح فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية، والنزعة المنتجة لدى الطلاب المعلمين عينة البحث.

- اختيار عينة البحث:

اختيرت عينة البحث من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات، فى العام الدراسى ٢٠١٨- 2019 . واعتمد البحث على مجموعتين: تجريبية، وضابطة عدد كل منهما ٦١ طالبًا وطالبة.

- التطبيق القبلى لأداتي البحث:

طبقت أداتا البحث الممثلتان فى: اختبار الكفاءة الاستراتيجية، ومقياس النزعة المنتجة على عينة الدراسة قبل إجراء التجربة. ويوضح جدول رقم (٣) توقيت التطبيق الزمنى، ومواصفات العينة.

جدول رقم (٣)

بيانات التطبيق القبلى لأداتي البحث:

العينة	اليوم	عدد الطلاب
التجريبية	٢٠١٨/9/23	٦١
الضابطة	٢٠١٨/9/23	٦١

- تنفيذ البرنامج المقترح:

بعد الانتهاء من التطبيق القبلى لأداتي البحث على عينة الدراسة؛ طُبق البرنامج؛ بواسطة الباحثة؛ حيث كان ذلك فى الفترة من ٩/٣٠ / 2018 م، إلى 18 /11 / 2018 م؛ وفقًا لمجموعة من الإجراءات. ويوضح جدول رقم (٤) الخطة الزمنية لدراسة البرنامج؛ موضحًا بها الفترة الزمنية؛ مقدرة بالأسابيع لكل وحدة من وحدات البرنامج.

جدول رقم (٤): الخطة الزمنية لتطبيق البرنامج المقترح:

الأجزاء	المهمات المطلوب إنجازها	المدة الزمنية لتنفيذ البرنامج
دراسة الوحدة الأولى من البرنامج: أساسيات حساب التفاضل.	دراسة الوحدة الأولى من البرنامج . المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع. تنفيذ الأنشطة، وتسليم الحلول.	الأسبوعان: الثانى، والثالث ٢٠١٨/٩/٣٠ ٢٠١٨/١٠/٧ (أسبوعان).
دراسة الوحدة الثانية من البرنامج: النمذجة الرياضياتية، ونمو التجمعات السكانية.	دراسة الوحدة الثانية من البرنامج. المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع. تنفيذ الأنشطة، وتسليم الحلول.	الأسابيع: الثالث، والرابع، والخامس ٢٠١٨/١٠/١٤ ٢٠١٨/١٠/٢١ ٢٠١٨/١١/٤ (ثلاثة أسابيع).
دراسة الوحدة الثالثة من البرنامج: النمذجة الرياضياتية، والتحكم فى الأمراض المعدية.	دراسة الوحدة الثالثة من البرنامج. المناقشة، والتعليقات، والاستفسار عن أى موضوع. تنفيذ الأنشطة، وتسليم الحلول.	الأسبوعان: السادس، والسابع ٢٠١٨/١١/١١ ٢٠١٨/١١/١٨ (أسبوعان).

- **التطبيق البعدى لأداتي البحث:**

بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج؛ طُبقت أداتا البحث: اختبار الكفاءة الاستراتيجية، ومقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ على عينة الدراسة فى يوم ٢٠١٨/١١/٢٥؛ للحصول على بيانات، تتعلق بالمتغيرات التابعة للبحث، وبعد رصد تلك البيانات؛ بُوبت؛ تمهيدًا لإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة؛ ومن ثم التحقق من صحة فروض البحث، والإجابة عن أسئلته.

- **تحديد أساليب المعالجة الإحصائية:**

- لاختبار مدى صحة فروض البحث، استُخدمت الأساليب الإحصائية الآتية:
- اختبار t-test للفروق بين المتوسطات المرتبطة؛ للتحقق من مدى صحة فرضى البحث: الأول، والثالث، عند مستوى $\alpha < 0.05$.
- اختبار t-test للفروق بين المتوسطات المستقلة؛ للتحقق من مدى صحة فرضي البحث: الثانى، والرابع عند مستوى $\alpha < 0.05$.

عرض نتائج البحث، ومناقشتها:

عرض نتائج البحث:

تقدم الباحثة فيما يأتي عرضًا لنتائج البحث؛ مرتبطًا بالفروض المتعلقة بها، ومتبوعًا بمحاولة لتفسيرها.

أولاً : الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث:

- ما أسس البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟

تمثلت الإجابة عن هذا السؤال فى تحديد مجموعة من الأسس التى يرتكز عليها البرنامج وقد سبق الإشارة إليها فيما سبق.

ثانيًا: الإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث:

- ما البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات ؟

تمثلت الإجابة عن هذا السؤال فى إعداد البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات، وقد شغل هذا البرنامج الملاحق: (٤،٣،٢) من ملاحق البحث؛ وهى تُبرز – على الترتيب – ثلاثة مكونات رئيسة للبرنامج؛ هى محتوى البرنامج، ودليلا: المدرب، والطالب المعلم.

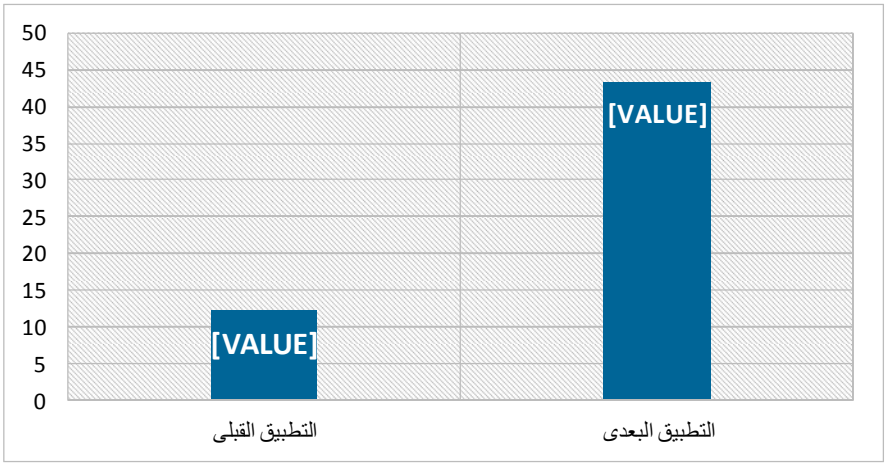
ثالثًا: الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث:

- ما فاعلية البرنامج فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية فى المعادلات التفاضلية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟

ترتبط الإجابة عن هذا السؤال بالتحقق من مدى صحة الفرضين: الأول، والثانى للبحث، وفيما يأتي عرض النتائج التى أسفر عنها استخدام الأساليب الإحصائية المشار إليها؛ بالنسبة لكل فرض.

بالنسبة للفرض الأول: لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى 0.05 > α بين متوسطي درجات أفراد العينة التجريبية في التطبيقين: البعدى، والقبلي لاختبار الكفاءة الاستراتيجية.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض، حُسبَ متوسطا درجات أفراد المجموعة التجريبية، فى التطبيقين: البعدى، والقبلى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية، ويوضح شكل رقم (1) التمثيل البيانى للمتوسطين:



شكل رقم (1) : التمثيل البيانى للمتوسطين البعدى، والقبلى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية لدى أفراد المجموعة التجريبية.

ويظهر من خلال الشكل السابق وجود فرق بين متوسطى درجات أفراد المجموعة التجريبية (n= 61)، فى التطبيقين: القبلى، والبعدى فى اختبار الكفاءة الاستراتيجية؛ لصالح التطبيق البعدى، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة (t) للمتوسطات المرتبطة، ويوضح جدول رقم (٥) قيمة(t)، ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين.

جدول رقم (٥): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسطين: البعدى، والقبلى؛ لاختبار الكفاءة الاستراتيجية لدى المجموعة التجريبية:

اختبار الكفاءة الاستراتيجية	المجموعة التجريبية	المتوسط الحسابى	درجات الحرية	الانحراف المعيارى	قيمة t	حجم الأثر η2
	التطبيق القبلى	١٢,٣٠	٦٠	2.848	٦٣,٥٩٢	٠,٩٨٥
	التطبيق البعدى	43.26		2.949		

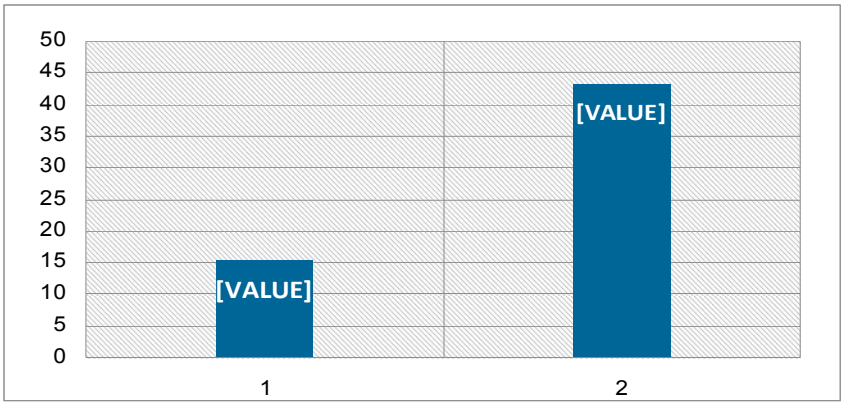
وتشير النتائج – كما يوضحها جدول رقم (٥) – إلى:

وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين:القبلي، والبعدى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية؛ لصالح التطبيق البعدى؛ حيث إن قيمة (t) دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، ودرجة حرية 60؛ وهكذا يرفض الفرض الصفرى الأول.

أظهرت قيمة مربع إيتا η2 (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار الكفاءة الاستراتيجية بين درجات التطبيقين: القبلى، والبعدى للمجموعة التجريبية؛ بلغ (٠,٩٨٥)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج، وذلك وفقاً لما ذكره صلاح الدين محمود علام(٢٠٠٣: ١١٤– ١١٥).

بالنسبة للفرض الثانى: لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسب متوسطا درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية، ويوضح شكل رقم (2) التمثيل البيانى للمتوسطين.



شكل رقم (2): التمثيل البيانى للمتوسطين البعديين لاختبار الكفاءة الاستراتيجية لدى المجموعتين: التجريبية، والضابطة.

ويتضح من الشكل السابق وجود فرق بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية؛ لصالح المجموعة التجريبية، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة t للمتوسطات المستقلة، ويوضح جدول رقم (٦) قيمة t ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين.

جدول رقم (٦): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسطين البعديين لاختبار الكفاءة الاستراتيجية لدى المجموعتين: التجريبية، والضابطة:

اختبار الكفاءة الاستراتيجية	المجموعة	المتوسط الحسابى	درجات الحرية	الانحراف المعيارى	قيمة t	حجم الأثر η2
	التجريبية	43.26	١٢٠	2.949	65.977	0.973
	الضابطة	15.31		1.500		

ويتضح من الجدول السابق:

وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار الكفاءة الاستراتيجية؛ لصالح المجموعة التجريبية؛ حيث إن قيمة t دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، ودرجة حرية ١٢٠؛ وهكذا يرفض الفرض الصفري الثانى للبحث.

أظهرت قيمة مربع إيتا η2 (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار الكفاءة الاستراتيجية بين درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة بلغ (0.973)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

وترتيبًا على مجمل النتائج السابقة المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثالث للدراسة؛ يمكن القول بفاعلية البرنامج المقترح فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية لدى أفراد عينة الدراسة التجريبية؛ نتيجة مرورهم بالبرنامج.

رابعًا: الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث:

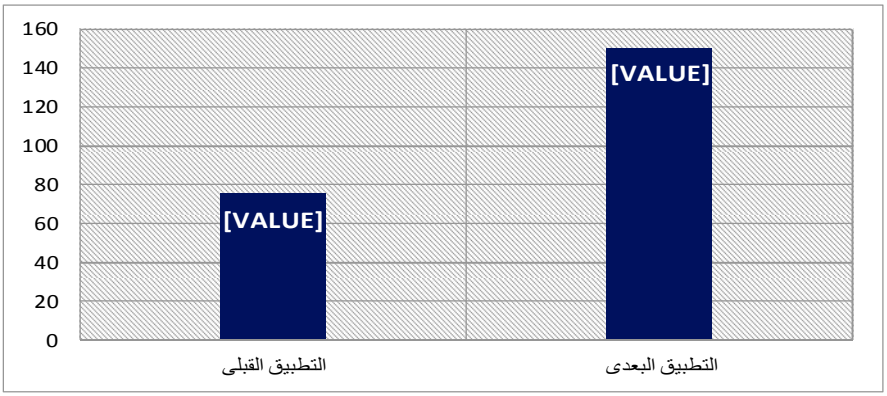
ما فاعلية البرنامج فى تنمية النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟

ترتبط الإجابة عن هذا السؤال بالتحقق من مدى صحة الفرضين: الثالث، والرابع للبحث، وفيما يأتي عرض للنتائج التى أسفر عنها استخدام الأساليب الإحصائية المشار إليها؛ بالنسبة لكل فرض.

بالنسبة للفرض الثالث: لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية

في التطبيقين: البعدى، والقبلي لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسبَ متوسطا درجات أفراد المجموعة التجريبية، فى التطبيقين: البعدى، والقبلى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات، ويوضح شكل رقم (3) التمثيل البيانى للمتوسطين.



شكل رقم (٣): التمثيل البيانى للمتوسطين: البعدى، والقبلى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى أفراد المجموعة التجريبية.

ويظهر من خلال الشكل السابق ما يأتي: وجود فرق بين متوسطى درجات أفراد المجموعة التجريبية (n= 61)، فى التطبيقين: القبلى، والبعدى فى مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ لصالح التطبيق البعدى، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة (t) للمتوسطات المرتبطة، ويوضح جدول رقم (٧) قيمة(t)، ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين.

جدول رقم (٧): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسطين: البعدى، والقبلى؛ لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى المجموعة التجريبية:

مقياس النزعة	المجموعة التجريبية	المتوسط الحسابى	درجات الحرية	الانحراف المعيارى	قيمة t	حجم الأثر η2
المنتجة نحو الرياضيات	التطبيق القبلى	75.62	٦٠	4.469	١٤٩,٥٦٥	0.802
	التطبيق البعدى	150.79		7.324		

وتشير النتائج – كما يوضحها جدول رقم (٧) – إلى:

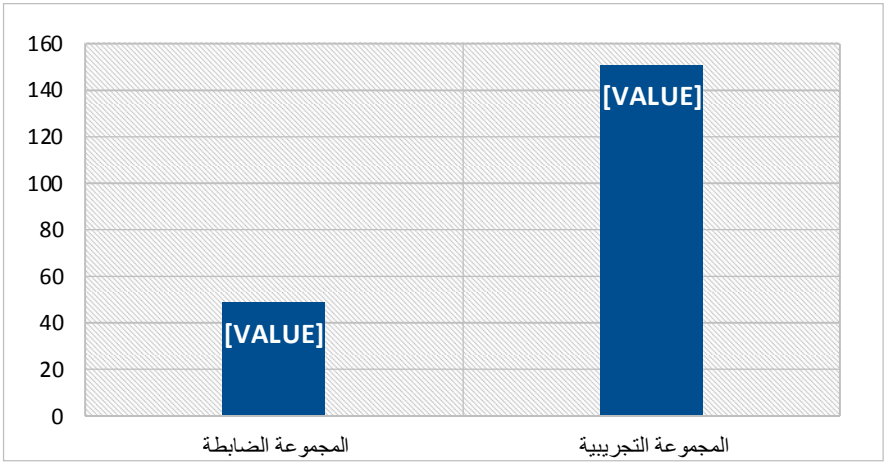
وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين:القبلي، والبعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ لصالح التطبيق

البعدى؛ حيث إن قيمة (t) دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، ودرجة حرية 60؛ وهكذا يرفض الفرض الصفرى الثالث.

أظهرت قيمة مربع إيتا $\eta 2$ (حجم التأثير) أن التباين فى مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات بين درجات التطبيقين: القبلى، والبعدى للمجموعة التجريبية؛ بلغ (0.802)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

بالنسبة للفرض الرابع : لا يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى $\alpha < 0.05$ بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة في التطبيق البعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات.

وللتحقق من مدى صحة هذا الفرض؛ حُسب متوسطا درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات. ويوضح شكل رقم (4) التمثيل البيانى للمتوسطين.



شكل رقم (٤): التمثيل البيانى للمتوسطين البعديين لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى المجموعتين: التجريبية، والضابطة.

ويتضح من الشكل السابق وجود فرق بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة فى التطبيق البعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ لصالح المجموعة التجريبية، ولتحديد دلالة هذا الفرق؛ حُسبت قيمة t للمتوسطات المستقلة، ويوضح جدول رقم (٨) قيمة t ودلالتها للفرق بين هذين المتوسطين.

جدول رقم (٨): قيمة t ، ودلالتها للفرق بين المتوسطين البعديين لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى المجموعتين: التجريبية، والضابطة:

مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات	المجموعة	المتوسط الحسابى	درجات الحرية	الانحراف المعيارى	قيمة t	حجم الأثر η2
	التجريبية	48.69	١٢٠	8.739	٦٩,٩٤١	0.976
	الضابطة	150.79		7.324		

ويتضح من الجدول السابق:

وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ لصالح المجموعة التجريبية؛ حيث إن قيمة t دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، ودرجة حرية ١٢٠؛ وهكذا يرفض الفرض الصفرى الرابع للبحث.

أظهرت قيمة مربع إيتا η2 (حجم التأثير) أن التباين فى مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات بين درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة بلغ (0.976)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

وترتيبًا على مجمل النتائج السابقة المتعلقة بالإجابة عن السؤال الرابع للبحث؛ يمكن القول بفاعلية البرنامج المقترح فى تنمية النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى أفراد المجموعة التجريبية؛ نتيجة مرورهم بالبرنامج.

مناقشة نتائج البحث:

للإجابة عن السؤال الأول: ما أسس البرنامج القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟ والسؤال الثانى: ما البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟

جرى استقراء وتحليل الكتابات التربوية، والبحوث، والدراسات السابقة فى البراعة الرياضياتية، ومكوناتها، وكيفية تنميتها، وكذلك الكتابات التربوية التى عُنيت بالنمذجة الرياضياتية؛ لتحديد أهم عملياتها، والدراسات التى تناولتها بالعناية، وكيفية استخدام النمذجة فى تنمية البراعة الرياضياتية. كما حُدِّدت أسس بناء البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى المعادلات التفاضلية للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات، فضلاً عن إعداد البرنامج المقترح، ودليلى: المدرب، والطالب المعلم اللذين عُدا؛ لإيضاح خطة تنفيذ البرنامج.

وللإجابة عن السؤال الثالث: ما فاعلية البرنامج فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية فى

المعادلات التفاضلية لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟ طُبِّقت التجربة الميدانية؛ وفق التصميم التجريبى (قبلى- بعدى) ذي المجموعتين: التجريبية، والضابطة، ومن خلال المعالجة الإحصائية للبيانات تبين:

- وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين:القبلي، والبعدى لاختبار الكفاءة الاستراتيجية؛ لصالح التطبيق البعدى؛ حيث إن قيمة (t) دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، وأظهرت قيمة مربع إيتا $\eta 2$ (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار الكفاءة الاستراتيجية بين درجات التطبيقين: القبلى، والبعدى للمجموعة التجريبية ؛ بلغ (٠,١٦٢)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.
- وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسط درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمفردات اختبار الكفاءة الاستراتيجية؛ لصالح المجموعة التجريبية؛ حيث إن قيمة t دالة عند مستوى $\alpha< 0.05$ ، ودرجة حرية ١٢٠، وأظهرت قيمة مربع إيتا $\eta 2$ (حجم التأثير) أن التباين فى اختبار الكفاءة الاستراتيجية بين درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة بلغ (0.973)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

وترتيبًا على مجمل النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثالث للبحث؛ يمكن القول بفاعلية البرنامج المقترح فى تنمية الكفاءة الاستراتيجية لدى أفراد المجموعة التجريبية؛ نتيجة مرورهم بالبرنامج؛ وهكذا تأتى هذه النتائج – فى جملتها – متسقة مع توقعات الباحثة التى بنتها على الإطار النظرى للدراسة، وفى محاولة لتفسير هذه النتائج قد يبدو من المقبول القول إن:

تصميم البرنامج المقترح القائم على النمذجة الرياضياتية فى صورة مشكلات واقعية متعددة، وتوضيح الكيفية التى يمكن بها التعامل مع هذه المشكلات – استنادًا إلى المفهومات، والمعارف الرياضياتية المختلفة اللازمة لها – ساعد فى استيعاب الطلاب المفهومات المرتبطة بالمشكلة، وتحديد المعطيات، والمطلوب فيها، ثم بناء خطة للحل، تتضمن التعميمات، والخطوات المستخدمة فى الحل، وكتابة الحل مع التبريرات الرياضياتية اللازمة؛ مما أسهم فى تنمية الفهم الكفاءة الاستراتيجية لدى طلاب المجموعة التجريبية.

ويعزز هذا الرأى النتائج التى توصلت إليها دراسة كل من: Hoffman et al. (2014) و Nihan (2012) و

Groves(2012) و Figgins (2010) و Samuelsson (2010) و Wu (2008) و Schoenfeld (2007) و Milgram (2007)؛ حيث أشارت هذه الدراسات إلى ضرورة استخدام استراتيجيات تدريس، تساعد الطلاب فى تطبيق المفهومات، والموضوعات الرياضياتية فى المشكلات الحيوية الواقعية، واستخدام استراتيجيات، تعمل على تشجيع الطلاب على فهم الرياضيات؛ بدلاً من حفظها، وبناء التمثيلات الرياضياتية، واستخدامها؛ لنمذجة الظواهر الطبيعية، وتفسيرها.

ومن بين أهم هذه الاستراتيجيات: استراتيجية النمذجة الرياضياتية؛ فهى ذات تأثير فاعل فى تعزيز البنية المفهومية، واكتساب خبرات ذات مغزى فى الرياضيات، وتنمية مهارات متعددة لدى الطالب ذات تأثير فاعل فى تنمية البراعة الرياضياتية لديه بشكل عام، وتنمية الكفاءة الاستراتيجية بشكل خاص؛ وهذه المهارات هى: فهم المفهومات المرتبطة بالمشكلة وتحديدها، والتمييز بين المعطيات الضرورية، والمعطيات التدعيمية، وتحديد المطلوب، وعزل المجهول أو المجاهيل، والترميز والتمثيل الرياضياتى، والتحقق من معقولية النتائج، وتفسير الحل، وتبريره.

وللإجابة عن السؤال الرابع: ما فاعلية البرنامج فى تنمية النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة الرياضيات؟ طُبِّقت التجربة الميدانية وفق التصميم التجريبى (قبلى- بعدى) ذي المجموعتين: التجريبية، والضابطة، ومن خلال المعالجة الإحصائية للبيانات تبين:

وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين: القبلي، والبعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ لصالح التطبيق البعدى؛ حيث إن قيمة (t) دالة عند مستوى $\alpha < 0.05$ ، ودرجة حرية 60، وأظهرت قيمة مربع إيتا $\eta 2$ (حجم التأثير) أن التباين فى مقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات بين درجات التطبيقين: القبلى، والبعدى للمجموعة التجريبية؛ بلغ (0.802)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين: التجريبية، والضابطة، فى التطبيق البعدى لمقياس النزعة المنتجة نحو الرياضيات؛ لصالح المجموعة التجريبية؛ حيث إن قيمة t دالة عند مستوى $\alpha< 0.05$ ، ودرجة حرية ١٢٠، وأظهرت قيمة مربع إيتا $\eta 2$ (حجم التأثير) أن التباين فى مقياس النزعة المنتجة نحو

الرياضيات بين درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة بلغ (0.976)؛ وهو ما يدل على حجم تأثير كبير، يُعزى للبرنامج.

وترتيبًا على مجمل النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الرابع للبحث؛ يمكن القول بفاعلية البرنامج الإثرائى فى تنمية النزعة المنتجة نحو الرياضيات لدى أفراد المجموعة التجريبية؛ نتيجة مرورهم بالبرنامج. وقد تعزى هذه النتائج إلى ما يأتي:

بنية البرنامج؛ وبخاصة محتواه المعرفى، وأنشطته؛ حيث أبرز المشكلات الواقعية التى تتطلب معارف، ومهارات رياضياتية معينة؛ للتعامل معها؛ ومن ثم جاء محتوى البرنامج، وأنشطته فى سياق مشكلات حيوية؛ لا فى سياق رياضياتى بحت؛ وهذا من شأنه مساعدة الطلاب المعلمين فى إدراك وظيفية الرياضيات؛ مما قد يسهم فى تشكيل– أو بالأحرى – الارتقاء بنظرتهم نحو الرياضيات.

يعزز البرنامج إيجابية الطلاب؛ حيث أتاح مجموعة من مواقف التفكر، والتأمل للطلاب؛ للتوصل إلى المعرفة الرياضياتية المرتبطة بالمشكلة بأنفسهم؛ مما يزيد ثقتهم فى معرفتهم الرياضياتية، ويجعلهم يكتشفون بأنفسهم أهميتها عند توظيفها فى حل المشكلة الرياضياتية؛ ومن ثم تتحقق أهمية الرياضيات، وتزداد دافعيتهم لتعلمهما؛ ومن ثم تنمية النزعة المنتجة نحو الرياضيات لديهم.

ترجمة المشكلات الحيوية الواقعية إلى معادلات رياضياتية، وتصور الحلول المناسبة إياها، وبناؤها، ووضع تأويل، وتفسير لعناصر المشكلة المطروحة؛ يعد ذلك كله مجالاً حيويًّا، يجعل الطالب يمر بخبرات تعلمية، يعمل فيها على تركيب المعارف، وإعادة تركيبها لديه؛ وهذا – في ذاته – يعد توليدا لمعنى ما يتعلمه؛ ومن ثم النظر إلى الرياضيات على أنها "واقع"؛ بدلاً من كونها "تجريدًا"، لا صلة له بالمشكلات اليومية؛ ومن ثم فممارسة الطالب النمذجة الرياضياتية ساعدت في توليد معنى في فكر المتعلم، ووجدانه للقيمة الحقيقية للمعرفة الرياضياتية؛ فالنماذج الرياضياتية تعد أدوات؛ للتعبير عن كثير من الوقائع، والظواهر ذات الصلة بمختلف جوانب النشاط الإنساني.

ويعزز هذه النتائج الدراسات التى أجراها كل من: Siegfried (2012) ، وHouse &Teles (2012) ، ومها عبد النعيم (2012)، وGray (2014)؛ والتى أكدت أهمية بناء رؤية واضحة بشأن أهمية الرياضيات، فضلاً عن توظيف استراتيجيات تدريس، تسهم فى تنمية الدافعية، والاستمرارية فى تعلم الرياضيات، وتُعد النمذجة الرياضياتية من أنسب الاستراتيجيات

التى تتيح الفرص للطلاب؛ لإدراك قيمة الرياضيات فى حل المشكلات الحيوية، وإدراك القيمة الجمالية للرياضيات؛ ومن ثم تنمية الرغبة المنتجة نحو الرياضيات لدى الطلاب.

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج؛ يمكن الخروج بمجموعة من التوصيات:

- إدراج موضوعى: البراعة الرياضياتية، والنمذجة الرياضياتية ضمن توصيفات مقررات طرائق التدريس للطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؛ مما يدعم معرفة الطلاب بهما، وبسبل تنميتهما على المستويين: الشخصى، والمهنى.
- تصميم برامج تدريبية لمعلمى الرياضيات، تستهدف تنمية ممارساتهم التدريسية فى ضوء أبعاد البراعة الرياضياتية.
- تضمين أهداف تعليم الرياضيات، وتعلمها البراعة الرياضياتية، وأبعادها المختلفة، وتضمين المناهج أنشطة متنوعة، تسهم فى تنميتها، ودعمها.
- بناء أدوات مقننة، تستهدف قياس البراعة الرياضياتية بأبعادها المختلفة لدى الطلاب بمراحل التعليم المختلفة.
- توجيه العناية لموضوع البراعة الرياضياتية فى برامج إعداد معلم الرياضيات من قبل القائمين على تعليم مقررات تعليم الرياضيات، وتعلمها؛ من حيث مفهومها، وسبل، واستراتيجيات تنميتها لدى الطالب المعلم، ولدى الطلاب فى مراحل التعليم المختلفة، وتصميم الأنشطة المختلفة التى تسهم فى ذلك.

مقترحات البحث :

فى ضوء نتائج البحث أمكن صوغ المقترحات الآتية:

- دراسة تحليلية لممارسات تعليم الرياضيات بالمرحلة الجامعية، ومدى تنميتها أبعاد البراعة الرياضياتية.
- تصميم خريطة منهج الرياضيات فى ضوء أبعاد البراعة الرياضياتية فى مراحل التعليم العام.
- برنامج تنمية مهنية للمعلمين/ الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات؛ لتنمية أبعاد البراعة الرياضياتية لدى تلاميذهم فى مراحل التعليم العام.
- تقييم أداء معلمى الرياضيات فى مراحل التعليم العام فى ضوء أبعاد البراعة الرياضياتية.
- برنامج قائم على النمذجة الرياضياتية لطلاب المرحلة الثانوية، وأثره فى تنمية البراعة الرياضياتية لديهم.

- دراسة نمو طولية / مستعرضة، تستهدف الكشف عن نمو أبعاد البراعة الرياضياتية لدى الطلاب فى مراحل التعليم العام المختلفة.
- دراسة مقارنة بين استراتيجيات تدريس متنوعة، واستقصاء التباين فى تأثيرها في نمو أبعاد البراعة الرياضياتية المختلفة.

المراجع العربية، وغير العربية:

أولاً: المراجع العربية:

١. أحمد محمد رجائى الرفاعى (2006). أثر برنامج فى النمذجة الرياضية فى تنمية استراتيجيات ما وراء المعرفة وسلوك حل المشكلة ومهارات التدريس الإبداعية لدى الطالب المعلم شعبة الرياضيات(رسالة دكتوراه) . متاح على قاعدة بيانات دار المنظومة (MD). No.676423) .

٢. أكرم قبيص أحمد (2016). فاعلية استخدام النمذجة الرياضية لتنمية مهارات حل المسألة اللفظية لدى الدارسين الكبار بمحو الأمية. المؤتمر الدولي الأول لكلية التربية بجامعة عين شمس : توجهات استراتيجية في التعليم – تحديات المستقبل – جامعة عين شمس– كلية التربية– مصر.مج (١). ١٦٩–٢٨٢. متاح على: https//:search.mandumah.com/Record٨٠٥٤٨٤/

٣. بوسامنتير،أ.، وستبلمان،ج. (٢٠٠٤). تعليم الرياضيات للمرحلة الثانوية أساليب ووحدات إثرائية. ترجمة حسن الرزو. العين: دار الكتاب الجامعى.

٤. حسن محمد عرسان وفريد كامل أبو زينة (2005). أثر برنامج تدريبى لاستراتيجيات حل المسألة فى تنمية القدرة على حل المسألة الرياضية وعلى التحصيل فى الرياضيات لدى طلبة المرحلة الأساسية فى الأردن. مجلة مؤتة للبحوث والدراسات، الأردن، ٢٠(٧) ، ٦١–83

٥. خالد بن عبد الله المعثم، وسعيد جابر المنوفى (2014): تنمية البراعة الرياضية– توجه جديد للنجاح فى الرياضيات المدرسية، المؤتمر الرابع لتعليم الرياضيات وتعلمها فى التعليم العام (بحوث وتجارب مميزة) ، الجمعية السعودية للعلوم الرياضية ، متاح على: sams.ksu.edu.sa/sites/sams.ksu.edu.sa/files/.../confworkshop12.pdf

٦. رانيا السعيد محمد سلامة (2014). فعالية وحدة مطورة فى الأنماط الجبرية الخطية فى تنمية الكفاءة الرياضياتية لدى طلاب الصف الثانى من المرحلة

الإعدادية (رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة طنطا، مصر). متاح على:
srv4.eulc.edu.eg/eulc_v5/Libraries/.../BrowseThesisPages.aspx...؟

٧. رباب أحمد عبد القادر توبة (2014). أثر استخدام استراتيجية النمذجة الرياضية على استيعاب المفاهيم الرياضية وحل المسألة الرياضية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في وحدة القياس (رسالة ماجستير). متاح على:
https://scholar.najah.edu/sites/default/files/Rabab%20Toba_0.pdf

٨. رشا هاشم عبد الحميد (2017). فعالية استخدام استراتيجية الرحلات المعرفية عبر الويب (الويب كويست) فى تدريس الهندسة لتنمية البراعة الرياضية لدى طالبات المرحلة المتوسطة. مجلة تربويات الرياضيات، ٢٠(١٣)، أبريل، ٣٢-٨٧

٩. سلمان منوخ طارب الشرارى (2014). أثر استراتيجية النمذجة الرياضية في استيعاب التعميمات الرياضية وحل المسألة الرياضية في ضوء مفهوم الذات الرياضي لدى معلمي الرياضيات في المملكة العربية السعودية (رسالة دكتوراه). متاح على قاعدة بيانات دار المنظومة.(MD No.726381)

١٠. سميلة أحمد الصباغ (2006). استراتيجيات حل المسألة الرياضية لدى الطلبة المتفوقين في المرحلة الأساسية العليا في الأردن. مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات الأردن ،٨(٢) ،٢٧-٥٦

١١. شيماء محمد حسن (2016). فاعلية برنامج قائم على استراتيجيات التدريس المتمايز فى تنمية الكفاءة الرياضية لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة تربويات الرياضيات. ١٩(٥). أبريل. الجزء الثانى. ٥١-١٠٢.

١٢. صالح أحمد يسلم لحمر(2007). فاعلية برنامج مقترح فى تنمية مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلاب المعلمين شعبة الرياضيات بكلية التربية جامعة عدن (رسالة دكتوراه غير منشورة)، كلية التربية، جامعة عين شمس.

١٣. ضياء ناصر الجراح(2000). تطوير مناهج الرياضيات في مرحلة التعليم العام في المملكة الأردنية الهاشمية في ضوء النمذجة الرياضية (رسالة دكتوراه غير منشورة) .كلية التربية، جامعة عين شمس، مصر.

١٤. علاء المرسى حامد أبو الريات. (٢٠١٤). فعالية استخدام نموذج أبعاد التعلم لمارزانو فى تدريس الرياضيات على تنمية الكفاءة الرياضية لدى طلاب

المرحلة الإعدادية، مجلة تربويات الرياضيات، ١٧(٤).أبريل.الجزء الثانى، ٥٣-١٠٤

١٥.فايز مراد مينا(2006). قضايا فى تعليم وتعلم الرياضيات.ط١. القاهرة، مصر: مكتبة الأنجلو المصرية.

١٦.فريد كامل أبو زينة (٢٠٠٧).الأعداد وتطبيقاتها الرياضية والحياتية.عمان، الأردن: دار المسيرة.

١٧.كريمة حسن داوود أحمد. (2008). استخدام النمذجة الرياضية في حل المشكلات التطبيقية في الرياضيات لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي (رسالة ماجستيرغير منشورة). كلية التربية، جامعة عين شمس، مصر.

١٨.مأمون حكم حسن (2015). أثر استخدام استراتيجية النمذجة الرياضية في اكتساب مفاهيم الكسور والعمليات الحسابية عليها لدى طلبة الصف الرابع الأساسي (رسالة ماجستير).متاح على قاعدة بيانات دار المنظومة. (MD No.719607).

١٩.مبارك مبارك أبو مزيد . (2012).أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب الصف السادس الأساسي بمحافظات غزة (رسالة ماجستير). متاح على قاعدة بيانات دار المنظومة (MD No.542451) .

٢٠.محمد أحمد الخطيب (2017). أثر استخدام دورة النمذجة فى تنمية التفكير اللغوى ومهارات ما وراء المعرفة فى الرياضيات لدى طلاب الصف الأول المتوسط فى المدينة المنورة. مجلة دراسات، العلوم التربوية، الأردن، ٤٤(٣). ١-١٥.

٢١.محمد عبد الفتاح عبد الجواد (2016).أثر استخدام النمذجة الرياضية فى تنمية المعرفة المفاهيمية والإجرائية وحل المشكلات الهندسية لدى الطلاب المعلمين. مجلة تربويات الرياضيات، ١٩(٧). يوليو. ٢٣٠-٢٦٢.

٢٢.محمد علام محمد(2018). فاعلية استخدام استراتيجية PDEODE في تدريس الرياضيات في تنمية الكفاءة الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة تربويات الرياضيات،٢١(٥)، إبريل،٦٧-١١٦

٢٣.مها عبد النعيم المصاروة .(2012). أثر التدريس وفق استراتيجية قائمة على الربط والتمثيل الرياضى فى البراعة الرياضية لدى طلبة الصف السادس الأساسى (رسالة ماجستير). متاح على

قاعـدة بيانـات دار المنظومـة (MD No.749540).

٢٤.ناصر السيد عبد الحميد (٢٠١٧): فاعلية نموذج تدريس قائم على أنـشطة PISA فى تنمية مكونات البراعـة الرياضـية والثقة الرياضية لدى طلبة الصف الأول الثانوى. مجلة دراسـات فـى المنـاهج وطرق التدريس، ٢١٩، فبرايـر، ١٦-٧٠

٢٥.نهيل محمد رجب.(٢٠٠٥): أثر تعلم لغة برمجة الحاسوب في تنمية القدرة علـى النمذجة الرياضية وحل المشكلات لـدى طلبة الجامعة في الأردن (رسالة دكتوراه) . متـاح علـى قاعـدة بيانـات دار المنظومة. (MD No.574864).

٢٦.نورة بنت فائز(2016). أثر استراتيجية التدريس بالنمذجة على تنميـة مهـارات حل المسألة الرياضـية لـدى تلميـذات الصف السادس الإبتدائى. مجلة تربويات الرياضيات، ١٩(١١)، اكتوبر، ٦-٤٤ .

٢٧. وائل جابر عبد الحميد كيحـر(2007). أثر استخدام النماذج الرياضية في تدريس الرياضيات على اكتساب المفاهيم وتنمية حل المشكلات لـدى تلاميـذ الرحلـة الابتدائية (رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة المنوفية، مصر) متاح على: خطأ! مرجع الارتباط التشعبي غير صالح.

٢٨.ياسر عبد الرحيم بيومى (2017). فعالية استخدام الفيسبوك فى تدريس الرياضيات لإكـساب بعـض مهـارات النمذجـة الرياضياتية لدى طالبات الـصف الأول الثانوى الأزهرى. مجلة كليـة التربيـة، طنطا، ٦٥(١). يناير.٢٠٣-٢٩٦.

٢٩.يوسف عبد الكـريم جميـل الأخـرس (2010). أثـر التـدريس باسـتخدام استراتيجية الاستقصاء الموجه على تنمية القدرة على النمذجـة الرياضـية وحـل المشكلات لدى طلبـة الـصف العاشـر الأساسي في الأردن (رسالة ماجـستير). متـاح علـى قاعـدة بيانـات دار المنظومة. (MD No.555105).

٣٠.صـلاح الـدين محمـود علام(٢٠٠٣).التحليل الإحصائى للبيانات باستخدام برنامج SPSS.القاهرة، مصر: دار النشر للجامعات.

ثانيًا: المراجع غير العربية:

31. Abrams, J. (2001). Teaching mathematical modeling and the skills of representation .In Albert A. Cuoco (Ed.) *The Roles of Representation in School Mathematics* (PP.269-282). Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
32. Ally, N& Chistiansen, I . (2013). Opportunities to

application of mathematical proficiency (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global (UMI No.3439612).

38. Fong ،N.&Lee,K. (2005): How primary five pupils use the model method to solve word problems. *Association of Mathematics Educators*, *9*(1), 60-83.
39. Freund,N.(2011). *Opportunities to Develop Mathematical Proficiency: How Teachers Structure Participation in the Elementary Mathematics Classroom* (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global (UMI No.٣٤٥٢١٣٣).
40. Gaillard,N.D.(2018): *The impact of number talks on third-grade students' number sense development and mathematical proficiency*(PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No.10842515).
41. Geiger, V. (2011).Factors affecting teachers'adoption of innovative practices with technology and mathematical modeling. In G.Kaiser, W.Blum, R.Borromeofrri & G.Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, develop mathematical proficiency in Grade 6 mathematics classrooms in KwaZulu-Natal. *Perspectives in Education*, *31*(3), October 2013, 106-121
33. Ang, K. C .(2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, *6*(1), 63-75.
    Retrived from: http://hdl.handle.net/10497/49
34. Ang, K.C.(2010). Mathematical Modelling in the Singapore Curriculum :Opportunities and Challenges, Proceedings of the Educational Interfaces between Mathematics and Industry Study Conference, Lisbon, Portugal, 2010٥٣ ،-61.
35. Cheong, Y. (2002). The model method in Singapore, *The Mathematics Educator*, *6*(2), 47-64.
36. Crouch,R.&Haines,C. (2004). Mathematical modelling : transitions between the real world and the mathematical model ،*International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2),197-206,DOI: /١٠,١٠٨٠ ٠٠٢٠٧٣٩٠٣١٠٠٠١٦٣٨٣٢٢
37. Figgins ،L. (2010). *Four elementary teachers' journeys into the understanding and*

education: modelling classroom teaching using Swedish data. *Educational Studies in Mathematics, 75*(2), November 2010, 171–189

48. Hoffman,D.&Mussolin,C.&Martin,R.&Schiltz,C. (2014).The Impact of Mathematical Proficiency on the Number-Space Association,*PLoS ONE*,*9*(1),June.1-11
49. House,J &Teles,J (2012): Effects of Mathematics Lesson Activities and Computer Use on Algebra Achievement of Eighth-Grade Students in the United States and Japan: findings from the TIMSS 2007 assessment**.** *International Journal of Instructional Media, 39* (1), 69-81
50. Humphreys, C. & Parker, R. (2015). *Making number talks matter*. Portland, ME:Stenhouse Publishing.
51. Huson,C.J.(2016): *Mathematical Modeling from the Teacher's Perspective*. (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No.10107561).
52. Hyang S. & Ryan, P.(2002). *Teaching and Learning Models for Mathematics Using Mathematics*, http://www.cas. mcmaster. ca/~ pjr/paper.pdf (ICTMA 14) (PP.305-314).New York: Springer.
42. Gliner, J. & Morgan, G. (2000). *Research methods in applied settings: an integrated approach to design and analysis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.Publishers.
43. Gould, H., Wasserman, N. (2014). Striking a balance: Student's tendencies to oversimplify or overcomplicate in mathematical modeling. *Journal of Mathematics Education at Teachers College, 5*(1), 27-34.
44. Grandgenett, N. et al. (2000). *Mathematical modeling within a technology based learning environment: Some principles for adaptive instruction*. Proceedings of the Mathematics, Science Education and Technology Conference, San Diego, CA
45. Gray, P. (2014): *Instructional Strategies that build mathematical proficiency. Common core coach*. New York :Avenu.
46. Groves ،S. (2012): Developing Mathematical Proficiency, *Journal of Science and Mathematics*, *35*(2), June, 119-145.
47. Hansson (2010). Instructional responsibility in mathematics

53. Jbeili.I.(2012).The Effect of Cooperative Learning with Metacognitive Scaffolding on Mathematics Conceptual Understanding and Procedural Fluency, Arab East Colleges for Graduate Studies – K.S.A. *International Journal for Research in Education (IJRE)* , *32*, 45.
54. Jennifer,S.(2007).Tying It All Together: Classroom Practices that promote mathematical proficiency for all students, Teaching children mathematics, *Teaching Children Mathematics*, the National Council of Teachers of Mathematics ,*14*(3), October, 163-169.
55. Jiang ،Y. et al. (2000).Notch signaling and the synchronization of the somite segmentation clock. *Nature,* ٤٠٨,November,٤٧٩–٤٧٥
56. Kang ،O.K.(2012).*Teaching Mathematical Modeling In School Mathematics. 12th International Congress On Mathematical Education*. Seoul, Korea. Available from: mathforum.org/kb/servlet/JiveServlet/.../3rd%20Announcement%20ICME-12.pdf
57. Khan ،P& .Kyle ،J.(2002). Effective learning& teaching Mathematics& Its Application. London: Kogan page limited.
58. Lege, G.(2003). *A Comparative case study of contrasting instructional approaches applied to the instruction of mathematical modeling* (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No 3091273).
59. Lesh,R.&Doerr,H.M. (Eds.). (2003). *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching*، Mahwah ،NJ: Lawrence Erlbaum.
60. MacGregor, D. (2013). Academy of Math: Developing Mathematical Proficiency. *EPS Literacy and Intervention*. Retrived from: https://eps.schoolspecialty.com/EPS/media/Site.../academyMATH_research.pdf?ext...
61. Matson,K.(2018).*Teachers' Perspectives on How They Learn Mathematical Modeling*(PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No 10792964).
62. Meyer, D. (2015). Missing the promise of mathematical modeling. *Mathematics Teacher,108*(8), 578-583.
63. Milgram, R.J. (2007). What is Mathematical Proficiency? In Schoenfeld Alan,et al.

Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.

69. Nihan, S. (2012). Perceptions of High School Mathematics Teachers Regarding the 2005 Turkish Curriculum Reform and Its Effects on Students' Mathematical Proficiency and Their Success on National University Entrance Examinations(PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No ١٠٦٣٠٩٥٢).
70. Ostler, E & .Grandgenett, N. (2000). Using Web Pages to Teach Mathematical Modeling: Some Ideas and Suggestions. In D. Willis, J. Price & J. Willis (Eds ،(.*Proceedings of SITE 2000--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*)pp. 1089-1092). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education AACE .(Retrieved from https://www.learntechlib.org/primary/p/15783/.)
73. Ostler,E.(2001): Mathematical modeling : some ideas and suggestions for pre-service teacher preparation. Available from

Assessing Mathematical Proficiency, *mathematical Sciences Research Institute*,*53*,31-58.

64. Mousoulides,N, Pitalis,M&Christou, C. (2006):Improving Mathematical knowledge through modeling in elementary schools, *proceeding 3th Conference of the international Group for the psychology of mathematics education*,*4*,201-208.
65. National Center for Education Statistics [NCES]. (2000). *America's kindergartners (NCES 2000–070)*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
66. National Council of Teachers Mathematics (NCTM)(2000): *Principles and Standards for School Mathematics***,** Reston, VA: NCTM.
67. National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989). *The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
68. National Research Council [NRC]. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for

school teachers' Mathematical content knowledge (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global(UMI No 3526772)

77. Soylu, Y.(2010). The models used by elementary school teachers to solve verbal problems, *Australian Journal of Teacher Education*, *35*(4), 25-40.
78. Stevens,S.A.(2017). *The effects of the think interaction framework as an intervention to support students' engagement in mathematical discourse and movement toward mathematical proficiency* (PhD Theses).. Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No 10641140).
79. Stott, D., & Graves, M. (2015). *Adapting number talks to foreground mathematical progression in South African classrooms*. In J. Novotná & H. Moraová (Eds.), Developing mathematical language and reasoning -International Symposium Elementary Math Teaching (pp. 311–321).
80. Temur, O.(2012). Analysis of prospective classroom teachers' teaching of mathematical modeling and problem solving, *Eurasia Journal of Mathematics, Science &* www.k-12prep.math.ttu.edu/journal/2.pedagogy/ostler01/article.pdf
72. Samuelsson,J. (2010).The impact of teaching approaches on students' Mathematical proficiency in Sweden. *International Electronic Journal of Mathematics Educaton*,*7*(2),189-200
73. Sauer, T. (2000). *The effect of mathematical model development on the instruction of acceleration to introductory physics* (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global(UMI No 9991463)
74. Schoenfeld ،A.H. (2007): What is Mathematical Proficiency and How Can It Be Assessed? *Assessing Mathematical Proficiency MSRI Publications*, *53*, 59-72.
75. Schwerdtfeger,S.(2017). *Elementary preservice teachers' and elementary inservice teachers' knowledge of mathematical modeling* (PhD Theses). Available from proquest Dissertations & Theses Global. (UMI No 10289644).
76. Seigfried, J. (2012): *The hidden strand of Mathematical proficiency: defining and Assessing for productive disposition in elementary*

Technology Education, 8(2), 83-93.

81. Warwick, j.,(2007). Some reflection on the teaching of mathematical modeling. *The mathematics educator*, *7*(1),3241-3254.
82. Williams,T.(2014). *Mathematical modeling in algebra textbooks at the onset of the Common Core State Standards* (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No 3620395).
83. Wolf, N. (2015). *Modeling with mathematics: Authentic problem solving in middle school*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.
84. Wu Zhonghe (2008). Using the MSA Model to Assess Chinese Sixth Graders' Mathematics Proficiency**.** *Journal of Mathematics Education*, *1*(1), December 2008,74—95
85. Yolcu,S.(2017*). "Modeling" in Mathematics Education: A Historical Encounter with Mathematics, Ability and Body* (PhD Theses). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No 10282872).