فاعلية وحدة مقترحة فى الرياضيات الحيوية لتنمية مهارات حل المشكلات لدى طلبة كلية التربية"

بحث مشتق من رسالة دكتوراه

إعداد
أ.عمرو أحمد عبد الستار عبد الصادق
مدرس مساعد بقسم المناهج وطرق التدريس
كلية التربية – جامعة الزقازيق

إشراف
الأستاذ الدكتور
على عبد الرحيم على حسانين
كلية التربية – جامعة الزقازيق
الأستاذ الدكتور
إبراهيم أحمد السيد عطية
كلية التربية – جامعة الزقازيق
الأستاذ الدكتور
ياسر عبد العزيز عامر
كلية العلوم – جامعة الزقازيق

مقدمة البحث:

فى ظل التطورات السريعة والمتلاحقة فى عصر المعلومات أصبح التجديد فى كافة المجالات أمراً ضروريا حتى يمكن لإنسان العصر التكيف مع تلك التطورات، ولن يتسنى التحديث أو التغيير فى أى مجال بدون تعليم جيد يمكن الفرد من مواجهة التحديات المستقبلية، ويقدم له الجديد فى كل مجال ؛ لذا أصبح التطوير والتحديث من خلال التخطيط الجيد من أهم الأهداف التى يسعى إليها التربويون لتحقيقها فى مجال التعليم لتلبية احتياجات المجتمع ومطالب المتعلمين، ولابد من تعديل المقررات الدراسية من خلال تعديل مخرجات وخبرات التعلم باستمرار لتواكب المعلومات والمهارات والاكتشافات الجديدة.

وبالنظر إلى الرياضيات كمجال مهم من مجالات المعرفة نلاحظ أنها تنمو بسرعة كبيرة ولا يمكن ملاحقتها سواء فى مفاهيمها أو تطبيقاتها الحياتية، وبذلك تكون المدرسة بمناهجها أمام ضغوط عظيمة لفهمها وإيصالها للتلاميذ ليروا ويتذوقوا حلاوة الرياضيات وأهميتها وضرورة توظيفها فى مواجهة المشكلات الحياتية اليومية والدراسية، ويتوقف ذلك على معلم الرياضيات حيث أصبح موجهاً ومرشداً لطلابه كى يتعلموا كيف يفكرون ويبدعون من خلال إعداده للمواقف والأنشطة التى تتيح لهم الفرص حتى يعتمدوا على أنفسهم فى اكتشاف وفهم العلاقات والنظريات الرياضية وحل المشكلات والتطبيقات الحياتية المرتبطة بها مع استخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة مثل البرامج الرسومية أو الآلات الحاسبة الكبيرة. (ناجى ميخائيل، ٢٠٠٩، ٦)

ومع أهمية جميع أهداف تدريس الرياضيات التى تؤكد عليها وثائق مناهج الرياضيات فى معظم الأنظمة التعليمية، سواء كانت تلك الأهداف تتعلق بإكساب المتعلمين المهارة فى إجراء العمليات الرياضية، أو الأهداف التى تؤكد على إدراك المفاهيم والمبادئ الرياضية واستيعاب معانيها، إلا أنه يلاحظ أن هذه الأهداف لم تعد تحتل الصدارة بين أهداف تدريس الرياضيات، حيث تحول مركز الاهتمام من مجرد إكساب المتعلم المعرفة الرياضية إلى اعتبار هذه المعرفة وسيلة لجعل الفرد قادراً على حل المشكلات الرياضية وأيضاً المشكلات المتعلقة بحياته الحاضرة والمستقبلية، وتنمية أنماط التفكير المختلفة التى تساعده على مواجهة مشكلات وتحديد حلول فعلية لها. (NCTM,2000, 60)

وتؤدى المشكلات الرياضية دوراً مهمًّا لمساعدة المتعلمين على المشاركة والتعاون أثناء ممارسة أنشطة حل تلك المشكلات وتحفيز قدرات التعلم لديهم، ولابد أن تتوافر فى المشكلات المطروحة قدر من المنافسة و التحدى للمتعلمين لحلها ومناسبتها للمرحلة العمرية؛ وتعمل –أيضاً- على تعزيز معارفهم وفهمهم كما تتضمن إمكانية

تعميمها على مواقف أكثر شمولية حتى تساعد تلك الأنشطة على إكساب المتعلمين المثابرة لحل المزيد من المشاكل الرياضية بنجاح وتعزيز العمليات المعرفية. (Sangpom& et al, 2016,73)

من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة التى تناولت مهارات حل المشكلات الرياضية مثل: **دراسة (مصعب عبوشى، ٢٠١٥)، ودراسة ميلس (Mills, 2015)، ودراسة (محمد عبد الجواد، ٢٠١٦)، ودراسة (صالح الشريف،٢٠١٨)، ودراسة سوالا (Sawalha, 2018)**؛ والتى أكدت على وجود ضعف فى أداء الطلاب فى المراحل التعليمية المختلفة وخاصة للطالب المعلم فى كليات التربية فى مهارات حل المشكلات الرياضية وهذا يرجع إلى عدم إتاحة الفرصة للطلبة أثناء دراسة المقررات الأكاديمية استخدام والتدريب على مهارات حل المشكلات الرياضية واسترجاع معلوماتهم السابقة مع أقرانهم للوصول إلى معلومات واستراتيجيات جديدة لحل المشكلة، وأن المشكلات المقدمة لا تثير روح التحدى والإثارة الذهنية للمتعلمين لحلها ولا ترتبط بمواقف رياضية أخرى أو بسياقات خارج الرياضيات.

ومن خلال استعراض بعض الجوانب النظرية والدراسات السابقة التى اهتمت بتنمية هذه المهارات الخاصة بحل المشكلات الرياضية؛ والتى أكدت على ضرورة تضمين المناهج الرياضية بعض التدريبات والأنشطة الخاصة بالتدريب على مهارات حل المشكلات ؛ وإدخال بعض المقررات الحديثة وخاصة للطلاب المعلمين بكلية التربية وتقوم هذه المقررات باستعراض التطبيقات المختلفة للرياضيات فى العلوم الحياتية من خلال استخدام النماذج والنمذجة الرياضية ويظهر فيها خطوات بناء النموذج الرياضى المناسب والتأكد من صحته ومعرفة تطبيقاته المختلفة.

وهذا ما أكده كلٌ من (وليم تاضروس، ٢٠٠٥، ٢٥١) ، (فايز مينا، ٢٠١٣، ١٨) أنه لابد أن يتضمن إعداد معلم الرياضيات دراسة مجالات تطبيقية وبيئية لعلم الرياضيات وبناء برامج تدريبية لهم تدعم فكرة التكامل بين مختلف فروع المعرفة؛ وذلك لما يتسم به العصر الحالى من التعقيد والتداخل بين فروع المعرفة، مع التخلى عن النظرة الخطية خاصة فى إعداد مقررات الرياضيات الجامعية، ولذا قد ظهرت رياضيات تطبيقية عصرية أحدثت ثورة كبيرة فى علم الرياضيات ومنها الهندسة الكسورية، والرياضيات المتقطعة، ونظرية الفوضى، والرياضيات الحيوية والنماذج اللوجيستية للنمو السكانى، ونظرية الاتساق والسيبرناطيقيا وغيرها.

ومن المجالات الهامة للتطبيقات الرياضية فى العلوم الأخرى هو الرياضيات الحيوية، والذى يعتبر من أكثر مجالات البحث العلمى نشاطاً وتسارعاً فى النمو والتطور، وقد زاد الاهتمام بها بسبب التطور الأخير للأدوات الرياضية، مثل نظرية

الفوضى لفهم الآليات غير الخطية فى العلوم الحيوية، وزيادة فى القدرة الحاسوبية التى تساعد على إنجاز الحسابات وعمليات المحاكاة، كما أنها تقدم حلاً بسيطا للتوصل إلى التفاصيل الدقيقة للأنظمة الحيوية المعقدة، ويمكن من خلالها وصف العديد من الظواهر الحيوية، كما أنها تساعد على إثارة التفكير الابتكارى والاستقصاء للمتعلمين من خلال النمذجة الرياضية، ومحاولة استخدام النموذج فى فهم وتفسير الأنظمة والظواهر البيولوجية. (Smith & Fleck, 2017, 340)

ويتضح من خلال العرض السابق للدراسات والبحوث الخاصة بالرياضيات الحيوية أنه لابدَّ من إعداد برامج ووحدات خاصة بها تظهر فيها أهمية الرياضيات وتطبيقاتها الفعلية فى العلوم الأخرى، وإيجاد التكامل بينها وبين الأنظمة الحيوية المختلفة، وعند بناء تلك البرامج والوحدات المقترحة فى الرياضيات الحيوية لابد عند تنظيم محتواها أن يحقق التتابعية والشمولية والتكامل والاستمرارية والملائمة، ويتم اختيار طرق واستراتيجيات تعليمية وتقويمية تتناسب مع طبيعة هذا المجال وتسعى للوصول بالطلاب لتحقيق مخرجات التعلم المستهدفة وتنمية – لديهم- مهارات حل المشكلات الرياضية.

مشكلة البحث:

تحددت مشكلة البحث الحالى فى وجود ضعف فى مستوى طلبة شعبة الرياضيات بكلية التربية فى مهارات حل المشكلات الرياضية، ولحل هذه المشكلة يحاول البحث الحالى الإجابة عن السؤال الرئيس التالى:

ما فاعلية وحدة مقترحة فى الرياضيات الحيوية فى تنمية مهارات حل المشكلات لدى طلبة كلية التربية؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة التالية:

١- ما صورة وحدة مقترحة فى الرياضيات الحيوية والمناسبة لطلبة شعبة رياضيات بكلية التربية ؟

٢- ما فاعلية وحدة مقترحة فى الرياضيات الحيوية لتنمية مهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلبة شعبة الرياضيات بكلية التربية؟

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالى إلى: تقصى فاعلية وحدة مقترحة فى الرياضيات الحيوية لتنمية مهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلبة شعبة الرياضيات بكلية التربية.

حدود البحث:

١- **حدود موضوعية:** بعض موضوعات الرياضيات الحيوية المناسبة للطلبة بكلية التربية ومنها(النماذج الرياضية للنمو والاضمحلال لنوع من الكائنات الحية-

النماذج الرياضية للافتراس والمنافسة بين نوعين من الكائنات الحية- النماذج الرياضية لانتشار الأمراض المعدية- دور الرياضيات فى الوراثة الكمية- الإحصاء الحيوى).

٢- **حدود بشرية**: عينة من طلبة الفرقة الثالثة شعبة رياضيات بكلية التربية.

٣- **حدود مكانية**: تم تطبيق تجربة البحث فى كلية التربية بجامعة الزقازيق للعام الدراسى ٢٠١٨/ ٢٠١٩م.

تحديد مصطلحات البحث:

الرياضيات الحيوية:

يمكن تعريف الرياضيات الحيوية إجرائيًا بأنها: " علم ناتج من الدمج بين الرياضيات و علوم البيولوجى والطب، ويعتمد على تمثيل الأنظمة البيولوجية، ونمذجة الظواهر الحيوية باستخدام الأدوات والتقنيات المختلفة للرياضيات النظرية والتطبيقية؛ بغرض فهم وتمثيل تلك الأنظمة، ومن ثمَّ تسهم أثناء تدريسها فى تنمية قدرة المتعلمين على حل المشكلات المتضمنة داخلها؛ من خلال إدراك وظيفة الرياضيات فى العلوم الحيوية، وتفسير العلاقات والعمليات المستخدمة لحل تلك المشكلات والحكم على معقولية الحل".

مهارات حل المشكلات الرياضية:

وتعرف مهارات حل المشكلات الرياضية إجرائياً بأنها: " موقف رياضى مشكل فى الرياضيات الحيوية يتطلب من الطالب المعلم شعبة رياضيات باستدعاء وتنظيم خبراته ومهاراته ومعارفه الرياضية السابقة، وتوظيفها بهدف تحديد وتحليل الموقف المشكل، والتخطيط لحله، ووضع استراتيجية محددة للحل، وتنفيذ خطة الحل، مراجعة الحل والتحقق من صحته".

الإطار النظرى للبحث:

الرياضيات الحيوية تعرف بأنها أحد فروع المعرفة التى يمكن من خلالها تطبيق علم الرياضيات فى المنظومات الحيوية المختلفة، حيث تعتمد معظم العلوم الحيوية على التجارب التى تتم من خلال الأدوات المعملية، بينما فى الرياضيات الحيوية تكون التجارب ذات طبيعة نظرية ويستخدم المتخصصون فى الرياضيات الحيوية المفاهيم والخصائص الرياضية فى محاولة منهم لاكتشاف إجابات جديدة لأسئلة المختصين فى العلوم الحيوية حول طبيعة وخصائص الكائنات الحية، بمعنى آخر تتضمن الرياضيات الحيوية تطبيق المبادئ الفيزيائية على الأنظمة الحيوية من خلال المعالجة الرياضية، وهذا لا يعنى أن الرياضيات الحيوية تكون مجردة من البيانات المعملية، فمثلاً هناك

الإحصاء الحيوى الذى يعتمد على التحليل الإحصائى للنواتج المعملية للنظم البيولوجية. (أسماء فتحى، ٢٠٠٥، ٦٤٢) ، (Alkmaar, 2009,1)

كما أن تطبيق الرياضيات فى الأنظمة الحيوية لها العديد من الفوائد الهامة سواء فى مجال العلوم وخاصة المنظومات الحيوية أو للطلاب المعلمين فى كليات التربية أثناء دراستهم تلك التطبيقات عند دراسته لبرامج الرياضيات الحيوية المختلفة وقد أشار كل من: (The National Science Foundation, 2006)، (Jungck, 2011, 7) (وائل محمد، ٢٠١٣، ٨١)، (فايز مينا،٢٠١٣، ٢٢) إلى بعض هذه الفوائد فيما يلى:

١- نمذجة الظواهر الحيوية المختلفة يساعد علماء البيولوجى فى استكشاف الأنظمة الحيوية المعقدة ودراسة الاحتمالات المختلفة لها.

٢- تساعد على تطوير النظريات والمفاهيم الحيوية المختلفة، من خلال جعل التنبؤات والتوقعات دقيقة وتوليد تفسيرات صحيحة لهذه الظواهر.

٣- تدعم فكرة أن الإنسان، والبيئة لا يعدان وحدتين منفصلتين، بل وحدة وظيفية واحدة، ووفقاً لمفهوم التعلم الحيوى يعد التعلم عملية نمو بدلا من عملية الإضافة، فهو نتيجة للبصيرة، والتفكير، والنضج، والتمييز.

٤- تدعم قضية وحدة المعرفة الإنسانية، وتكامل الرياضيات مع تطبيقاتها الحياتية.

٥- تدعم منهجية التعقد التى تحدد الأساليب التى تتبع فى التعامل مع المعرفة الإنسانية، وتطبيقاتها فى المجالات المختلفة، والتى تأخذ فى اعتبارها – بصورة أساسية- تلك العناصر المشتركة بين مفاهيم التعقد، أى أنها تعنى انصهار علوم عدة لدراسة ما يعرف بالمعتقدات (Complexity)، وقد شهد العصر الحالى تطبيقات مهمة وواضحة لمنهجية التعقد.

٦- ترجمة المفاهيم الحيوية والفرضيات لهياكل رياضية قابلة للاختبار، ومواكبة التطور الأخير فى الأدوات الرياضية، والتى تقوم على فهم الآليات المعقدة غير الخطية فى الأنظمة الحيوية.

٧- تساعد فى إعداد الطالب المعلم أكاديمياً، ومهنياً من خلال دراسة النماذج الرياضية واكتشافها وتطويرها ومحاكاتها.

وقد اتفق العديد من الباحثين على الإسهامات المختلفة للرياضيات فى مختلف المجالات الحيوية؛ بداية من التنبؤ بالطقس، والتصوير الطبى الحيوى، والزراعة، والمناخ، والبيانات الجينية، وقد ذكروا أن التطورات فى هذه المجالات يكمن وراءها دور حيوى للرياضيات؛ ومن أمثلة هذه الإسهامات والتى أشار إليها كل من: (Huggett,2014,1) ، (Aguiar& Venturino, 2011,1024-1025)، (Kuttler, 2009, 8) ما يلى:

١-**الإحصاء الحيوى**: فهناك العديد من الإسهامات للإحصاء فى الطب، وعلم الأوبئة، والصحة العامة مما أدى إلى ظهور فرع كامل فى الرياضيات يسمى بالإحصاء الحيوى "Biostatistics"؛ ومن أمثلة هذه الإسهامات: حساب متوسط العمر المتوقع، والبيانات الأساسية للسكان من التعدادات، وتحديد المجموعة المعرضة للمرض، وأسباب المرض.

٢- **علاج الأمراض المعدية**: حيث يمكن استخدام النماذج الرياضية المختلفة؛ للمساعدة فى مقاومة الأمراض المعدية والوبائية، ومنها نماذج ما كندريك ويسمى SIR.

٣- **التنبؤ بأحوال الطقس**: يمكن استخدام المعادلات الأساسية لميكانيكا السوائل فى التنبؤ بأحوال الطقس، والتنبؤ بالزلازل، بالاعتماد على بعض النماذج الرياضية.

٤- **النمذجة الرياضية الحيوية**: وهى استخدام خطوات النمذجة لبناء النماذج الرياضية لتمثيل بعض الظواهر الحيوية مثل التفاعلات التى تتم داخل الخلية، أو نموذج لانتشار البكتريا والفيروسات، أو نموذج لانتشار الأوبئة.

٥- **فى مجال الطب**: وهى تهتم فى إدارة المستشفيات ورعاية المرضى وتحديد الجرعة المناسبة للدواء وفى مجال الطب الوقائى وطريقة عمل الأجهزة فى جسم الإنسان مثل حركة الدم وعمل الجهاز الدورى وكيفية انتقال الصفات الجينية من جيل لآخر.

٦- **علم التطور والبيئة**: حيث تستخدم النماذج الرياضية والمعادلات التفاضلية غير الخطيَّة فى دراسة النظم، علم التطور والبيئة، مثل دراسة عمليات التسميد، والإنتاج، نموذج الصياد والفريسة.

٧- **الخلايا البيولوجية الجزيئية:** وهنا يتم استخدام النماذج الرياضية فى دراسة الحامض النووى المسئول عن نقل الصفات الوراثية للكائنات الحية من جيل لآخر، وعلم الوراثة الجزئيى، وعلم الأحياء الجزئيى.

وفى هذا الصدد أيضاً فقد أضاف بيسونو و فولبيرت (Bessono& Volpert, 2012, 4)، مولر وكوتلر (Muller& Kuttler,2015)، بيرو و شافيز Brauer& Chavez,2016,7)) أن الرياضيات الحيوية تحتوى على العديد من المجالات ومنها النمذجة الرياضية الحيوية، والمعلوماتية الحيوية، وعلم دراسة المعلومات الجينية، علم الوراثة الكمية وقوانين مندل، والنمذجة الرياضية للعمليات الحيوية فى النباتات مثل عملية البناء الضوئى والأمراض التى تصيب النباتات وتأثير العلاج على هذه الأمراض، وعلم الفيزياء الحيوية الرياضية، والتنبؤ بأحوال الطقس ونمذجة الأمراض المعدية والنسبة الذهبية ونمذجة إنتاج خلايا الدم والدالة البيولوجية ونمو الأورام، والتطعيم ضد فيروس نقص المناعة والنمو البكتيرى.

حل المشكلات الرياضية:

تناول سيفاليرى (Cifarelli, 2017, 210) حل المشكلات الرياضية بأنها: موقف فى الرياضيات يحتاج من المعلم تقديم الإرشادات والتوضيحات والشرح من أجل التعديل والتكوين للبنية المعرفية للمتعلم لمساعدته على تطبيق استراتيجيات وطرق منطقية للحل ومناسبة لهذا الموقف بناءً على خبراته السابقة، ومعرفته الرياضية من قوانين وخوازميات وربطها بالموقف الجديد.

وتنمية حل المشكلات الرياضية لدى المعلمين والمتعلمين تعود بالعديد من الفوائد التربوية فى مجال تعليم الرياضيات بصفة خاصة والعلوم الأخرى حيث أنها تعمل على تنمية قدرة الطلاب على تطبيق الرياضيات فى العلوم والمجالات الأخرى، وتنمى قدرتهم على التفكير والاستفادة من المفاهيم والمهارات فى حل مشكلات جديدة، كما أنها تحتوى على عمليات عقلية كثيرة ومتعددة مثل التحليل والتركيب والتعميم والتصور والإبداع وإدراك العلاقات التى تربط بين جوانب التعلم، وتعمل على إثارة الفضول العلمى والفكرى وتنمية الشعور بالثقة بالنفس فى مواجهة المهمات المدرسية والحياتية ومهارات ما وراء المعرفة، ومساعدتهم أيضا على اتخاذ القرارات السليمة فى ضوء الإمكانات المتاحة. (Mills, 2015, 8)، (عزة عبد السميع، ٢٠١٠، ١٩)

وقد أشار كل من (سعيد عبد العزيز،٢٠٠٩، ١٤٩-١٥٠)، (محمود غانم، ٢٠٠٩،٢٧١) إلى أن المعلم يستطيع تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية عن طريق إعادة صياغة المحتوى الرياضى فى شكل مشكلات متحدية المتعلمين بحيث تضعهم فى حالة من عدم التوازن وتثير لديهم الرغبة فى إيجاد حلول مناسبة، وتهيئة الجو الصفّى الذى يمتاز بالطمأنينة واحترام آرائهم ويشجعهم على البحث والاستقصاء والحوار والمناقشة والتعلم الذاتى واستدعاء المفاهيم والمبادئ الرياضية ووضعها فى ترتيب معين للوصول إلى نسق جديد من هذه المبادئ لحل المشكلة، وأيضا لابد على المعلم استخدام مجموعات العمل التعاونى وتشكيل مجموعات تعلم صغيرة وتزويد كل مجموعة بمهمة تعليمية أو مشكلة معينة وتقديم التغذية الراجعة للمتعلمين والتى تمكنهم من الوصول إلى الحلول المطلوبة وإرشادهم إلى مصادر التعلم الإضافية ومناقشة تلك الحلول مع المجموعات المختلفة.

وإذا تناولنا خطوات حل المشكلات الرياضية التى يجب على معلم الرياضيات اتباعها أثناء عرض المشكلات الرياضية المتنوعة لمساعدة المتعلمين للوصول للحل المناسب كما أشار إليها كل من:(وليم تاضروس، ٢٠٠٤، ١٣٩) ، ليونج وآخرون (Leong& et al, 2016,316-317) نجدها كما يلى:

١- تقديم المشكلة الرياضية للمتعلمين فى أوراق مخصصة للعمل، وَتُوَضح فيها الخطوات المطلوبة منهم.
٢- التأكد من أن المتعلمين قد فهموا المشكلة من خلال التعبير عنها بلغتهم وتحليل مكونات المشكلة من حيث المعطيات التى تستخدم للوصول إلى المطلوب
٣- التمكن من ترجمة المشكلة إلى صورة مكافئة لها مثل مخطط بيانى أو شكل بيانى أو نمذجتها فى شكل معادلات أو متباينات تربط العلاقة بين البيانات.
٤- توظيف الخبرات السابقة بمعنى جمع البيانات والمعلومات ذات الصلة بالمشكلة، والاستفادة من معلومات سابقة لها علاقة بالمشكلة يمكن الاستفادة منها فى وضع فرضيات أو حلول للمشكلة.
٥- فحص الحلول المقترحة لحل المشكلة واختبارها فى ضوء النظريات والمفاهيم الرياضية بشكل منطقى وموضوعى.
٦- الوصول إلى الحل المناسب والتحقق من صحة الخطوات التى اتبعها المتعلمون للوصول لهذا الحل وصولاً لتعميم الحل فى مواقف أخرى مشابهة.
٧- إمكانية الوصول إلى حلول أخرى للمشكلة الرياضية المطروحة وتطبيقها واختيار أفضلها فى ضوء معايير محددة.

ويحدد البحث الحالى مهارات حل المشكلات الرياضية بعد الاطلاع على العديد من الدراسات التى اهتمت بهذه المهارات ومنها (ابتسام محمد، ٢٠١٢، ٦٧-٦٨)، (ناعم العمرى، ٢٠١٢، ٢٣٤-٢٣٥)، (نوال الراجح، ٢٠١٥، ٢٠٩)، جوفين (Guven& et al, 2016, 869)؛ وهى كما يلى:

- **مهارة فهم وتحليل المشكلة؛ وتشتمل على:** تحديد معطيات المشكلة الرياضية، وتحديد المطلوب بالمشكلة الرياضية، وتحديد الخبرات السابقة اللازمة لحل المشكلة الرياضية، وتحويل المشكلة من صورة لأخرى.

-**مهارة التخطيط لحل المشكلة الرياضية؛ وتشتمل على:** تحويل المشكلة إلى صورة أسهل إن أمكن، و تجزئ المطلوب فى المشكلة إلى عدة مشكلات فرعية للوصول للحل المطلوب، وتحديد العلاقات الموجودة فى المشكلة، وتحديد القوانين والنظريات للوصول للمطلوب، وضع خطة للحل وترتيب خطواتها مع تحديد أسباب منطقية لاختيار استراتيجية الحل.

- **مهارة تنفيذ الحل؛ وتشتمل على:** إجراء العمليات الرياضية المتضمنة بالحل بدقة، وتنفيذ خطوات الحل وكتابتها بشكل متسلسل ومترابط، وتبرير صحة خطوات حل المشكلة الرياضية، ثم كتابة الحل النهائى للمشكلة بصورة صحيحة.
- **مهارة التحقق من صحة الحل؛ وتشتمل على:** التحقق من صحة العمليات الرياضية المستخدمة فى كل خطوة من خطوات الحل، والتحقق من صحة وترابط خطوات الحل، والتأكد من صحة الحل النهائى ومطابقتها مع المطلوب، وإمكانية حل المشكلة بطرق مختلفة، واقتراح مشكلات جديدة يمكن حلها باستخدام نفس استراتيجية الحل المقترحة.

إجراءات البحث:

تمثلت إجراءات البحث:

- **تحديد الأهداف العامة للوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية:**

١- تنمية مهارات حل المشكلات للطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبة رياضيات عام، وتتمثل فى: فهم وتحليل المشكلة، التخطيط لحل المشكلة الرياضية، تنفيذ الحل، التحقق من صحة الحل.
٢- استنتاج الخطوات المنطقية للنماذج الرياضية سواء كانت متصلة أو متقطعة المعبرة عن الظواهر الحيوية المختلفة.
٣- يطبق القوانين والعلاقات فى النماذج الرياضية والإحصائية فى حل بعض المشكلات المرتبطة بنتائج تجارب حيوية فى صورة خطوات رياضية علمية محددة.
٤- توجيه أنظارهم إلى جهود علماء الرياضيات فى الإجابة عن العديد من التساؤلات المرتبطة بالظواهر الحيوية المختلفة والتى يصعب الإجابة عليها باستخدام التجربة.
٥- يصف بعض البرامج الحاسوبية المستخدمة فى مجال النمذجة الرياضية للعلوم الحيوية، مع استخدامها فى حل هذه النماذج وتحديد اتجاه ومسار الحلول مع مرور الزمن.

- **تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة:**

١- أن تراعى الوحدة خصائص وسمات النمو للمرحلة العمرية التى يطبق عليها.
٢- أن تراعى الوحدة تكامل المعرفة وربط الرياضيات بالواقع وخاصة فى المجال البيولوجى.
٣- أن تراعى الوحدة منهجية التعقد حتى يتماشى مع الظواهر الحيوية المختلفة الموجودة فى محتواه.

٤- أن يتم اختيار محتوى الوحدة فى ضوء الاتجاهات والبرامج العالمية لتدريس الرياضيات الحيوية بمعظم الجامعات العالمية، وأيضاً فى ضوء الخبرات الرياضية السابقة التى تعلمها الطلاب المعلمون بكلية التربية.
٥- أن تتفق أهداف البرنامج المقترح مع أهداف إعداد معلمى الرياضيات بكليات التربية وخاصة فى الجانب الأكاديمى.
٦- تصميم الوحدة المقترحة فى ضوء مبادئ تصميم الوحدات التعليمية وهى: التتابعية، والتكامل، والاستمرارية، والتحدى، والاستمتاع، والملائمة.

- **تحديد محتوى الوحدة:** فى ضوء الاطلاع على بعض البرامج فى الرياضيات الحيوية التى تقدم فى بعض الجامعات الأمريكية والهندية والاسترالية وبعض المراجع والأبحاث والكتب المتخصصة والمواقع الإلكترونية المتخصصة فى مجال الرياضيات الحيوية والنماذج الرياضية فى مجال البيولوجى.

الأنشطة و الاستراتيجيات المستخدمة فى البرنامج فى ضوء مناهج التميز:

أ- **الأنشطة المستخدمة فى الوحدة**: كتابة تقارير حول موضوعات مرتبطة بالرياضيات الحيوية أو بعض المفاهيم الغامضة أو حول معلوماتهم الرياضية السابقة- إجراء مشروع عمل وكتابة خطوات تنفيذه- استخدام برنامج ماتلاب Matlab فى التمثيل البيانى للنماذج الرياضية فى العلوم الحيوية .

ب- **الاستراتيجيات المستخدمة فى الوحدة**: النمذجة الرياضية- السقالات التعليمية- التعلم القائم على المشاريع- العصف الذهنى- التعلم التعاونى.

أساليب التقويم المستخدمة فى الوحدة المقترحة:

التقويم البنائى: وهو تقويم مستمر طوال تدريس البرنامج يشمل اختبارات شفهية وتحريرية وتمارين متضمنة في أوراق عمل يقوم الطالب بحلها في نهاية المحاضرة.

التقويم النهائى: وهى مجموعة من التدريبات التى تقدم للطلاب فى نهاية دراسته للدرس ومرتبطة بالأهداف الإجرائية للتأكد من تحققها مع تطبيق اختبار مهارات حل المشكلات لتحديد درجة تمكن الطلبة منها.

- **صدق الوحدة المقترحة:** بعد إعداد دروس الوحدة؛ تم التأكد من صدق محتواها وتحقيقها للأهداف المرجوة منها من خلال عرضها على مجموعة من المحكمين وهم أساتذة فى مجال تدريس الرياضيات ومجال مناهج وطرق تدريس الرياضيات والعلوم؛ ثم إجراء بعد التعديلات حتى أصبحت صالحة للتطبيق.

-**إعداد أدوات البحث:** والمتمثلة فى اختبار لحل المشكلات الرياضية، وقد تم اتباع الخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من الاختبار وهو قياس مهارات حل المشكلات لدى طلبة كلية التربية شعبة رياضيات.

٢- تحديد مواصفات الاختبار بحيث يغطى كافة دروس الوحدة المعدة لطلبة الفرقة الثالثة بكلية التربية شعبة رياضيات.
٣- صياغة مفردات الاختبار وتعليماته بصورة مفهومة ومناسبة لطلبة هذه المرحلة والمستويات المختلفة، وقد اشتمل الاختبار على (٢٠) مفردة، كما تم صياغة تعليمات الاختبار بصورة واضحة تتضمن توجيهات عامة وأخرى خاصة بكيفية الإجابة عن كل سؤال للاختبار.
٤- عرض الاختبار بصورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين تخصص رياضيات بكلية العلوم ومناهج وطرق تدريس الرياضيات والعلوم بكلية التربية، وقد اتفق السادة المحكمون على مناسبة أسئلة الاختبار وصلاحيته للتطبيق على طلبة كلية التربية.
٥- تم تطبيق الاختبار على عينة عشوائية وتكونت من (٣٠) من طلبة الفرقة الرابعة بكلية التربية جامعة الزقازيق ٢٠١٧/ ٢٠١٨م؛ وذلك بهدف تحديد زمن الاختبار من خلال متوسط الأزمنة فوجد أن الزمن المناسب للاختبار هو (٩٠) دقيقة.

حساب ثبات الاختبار: وذلك من خلال حساب معامل ألفا لكرونباخ فوجد أنه يساوى ٩٤٣,. وهو معامل ثبات مرتفع مما يدل على الثبات الكلى للاختبار.

صدق الاختبار: وذلك من خلال عرضه على مجموعة من السادة المحكمين (تخصص رياضيات بكلية العلوم ومناهج وطرق تدريس الرياضيات) والذين أقروا صدقه وصلاحيته لما وضع من أجله، كما تم حساب الصدق الاتساق الداخلى من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجة السؤال والدرجة الكلية للاختبار فى حالة حذف درجة السؤال من الدرجة الكلية للاختبار، وهذا ما يسمى بصدق المحك؛ ووجدت أنها تتراوح ما بين ٥٦٣,. ، ٨٥٩,. ؛ **وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى** (٠,٠١)، مما يدل على صدق جميع أسئلة اختبار مهارات حل المشكلات الرياضية.

الصورة النهائية للاختبار: مما سبق بعد تأكد الباحث من ثبات وصدق اختبار حل المشكلات الرياضية وصلاحيته لقياس تلك المهارات لدى طلبة كلية التربية شعبة رياضيات، وبذلك أصبح الاختبار فى صورته النهائية جاهزاً للتطبيق.

عينة البحث: تكونت عينة البحث من (٦٠) من طلبة الفرقة الثالثة تخصص رياضيات بكلية التربية مقسمة إلى مجموعتين إحداهما المجموعة التجريبية (وهى التى تدرس الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية) وعددها (٣٠) طالباً وطالبة، والأخرى تمثل المجموعة الضابطة (تدرس المقررات الرياضية بدون رؤية تطبيقاتها فى العلوم الحيوية مثل المعادلات التفاضلية والجبر الخطى والإحصاء) وعددها (٣٠) طالباً وطالبة .

نتائج البحث:

أولاً: نتائج تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة فى القياس القبلى:

تم تطبيق اختبار حل المشكلات الرياضية قبليًّا على عينة البحث ككل (المجموعة التجريبية والضابطة)؛ وذلك للتحقق من تكافؤ المجموعتين، تم استخدام أسلوب تحليل التباين متعدد المتغيرات التابعة (MANOVA) لتحديد دلالة الفروق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية والضابطة لكل مهارة من مهارات حل المشكلات الرياضية والاختبار ككل، والجدول الآتى يوضح ذلك:

جدول(٦)

يوضح دلالة الفروق بين متوسطى درجات طلبة المجموعتين(التجريبية والضابطة) فى التطبيق القبلى لكل مهارة من مهارات حل المشكلات الرياضية والاختبار ككل.

المهارة	المجموعة	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	قيم (ف)	مستوى الدلالة
فهم وتحديد المشكلة الرياضية.	التجريبية	١,٦١	,٦٣٦	٠,٦٨١	غير دالة إحصائيا
	الضابطة	١,٤٨	,٦٣٥		
التخطيط ووضع خطة لحل المشكلة الرياضية.	التجريبية	,٧٢	٠,٣٥٩	٠,٣٨٢	غير دالة إحصائيا
	الضابطة	,٦٦	٠,٤٢١		
تنفيذ خطوات حل المشكلة الرياضية.	التجريبية	٠,٠٦٣	٠,١٩١	٠,٩١٦	غير دالة إحصائيا
	الضابطة	٠,١٢٥	٠,٣٠٣		
التأكد من صحة خطوات حل المشكلة الرياضية.	التجريبية	٠,١٢٥	٠,٢٧٩	٠,٤١٧	غير دالة إحصائيا
	الضابطة	٠,٠٨٣	٠,٢١٦		
اختبار مهارات حل المشكلات ككل.	التجريبية	٢,٥٢	١,١٨٦	٠,٣٣٠	غير دالة إحصائيا
	الضابطة	٢,٣٤	١,١٩٩		

اتضح من خلال الجدول السابق عدم وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى(٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلبة المجموعة التجريبية والضابطة فى التطبيق القبلى لجميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية؛ مما يشير إلى تكافؤ المجموعتين فى مهارات حل المشكلات.

ثانيا: نتائج الفروض: للإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث والذى ينص على فاعلية الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية فى تنمية مهارات حل المشكلات لدى طلبة كلية التربية قسم الرياضيات سوف نتحقق من صحة الفرض الأول الذى نصه: " لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلبة المجموعة التجريبية الذين درسوا (باستخدام الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية) ودرجات طلبة المجموعة الضابطة الذين درسوا (بالطريقة المعتادة) فى الاختبار البعدى لمهارات حل المشكلات الرياضية ككل (ولكل مهارة على حدة)"، تم استخدام

أسلوب تحليل التباين متعدد المتغيرات (MANOVA) متبوعاً باختبار شيفيه للمقارنات البعدية ومربع إيتا الجزئى لحساب حجم تأثير(البرنامج المقترح فى الرياضيات الحيوية القائم على مناهج التميز) فى تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلبة الفرقة الثالثة شعبة رياضيات عام فى كلية التربية جامعة الزقازيق؛ وتم التوصل إلى النتائج الموضحة فى الجدولين الآتيين:

جدول(٢)

نتائج تحليل التباين متعدد المتغيرات التابعة عند دراسة الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى (مهارات حل المشكلات الرياضية) فى القياس البعدى.

مصدر التباين	المتغير التابع	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	الدلالة	مربع إيتا الجزئى
المجموعة	فهم وتحديد المشكلة الرياضية.	٥٢٣,١٠٠	١	٥٢٣,١٠٠	٦٩٠,٣١٤	٠,٠١	٠,٩٢٢
	التخطيط لحل المشكلة الرياضية.	٧٠١,٣٣٨	١	٧٠١,٣٣٨	١١١٣,٠٥٨	٠,٠١	٠,٩٥٠
	تنفيذ حل المشكلة الرياضية.	٧٤٠,٢٦٣	١	٧٤٠,٢٦٣	٩٨٢,٠٣٢	٠,٠١	٠,٩٤٤
	التحقق من صحة الحل.	٨٦٧,٩٧٣	١	٨٦٧,٩٧٣	١٠٨٦,٥٧٠	٠,٠١	٠,٩٤٩
	اختبار حل المشكلات الرياضية ككل.	١١٢٤٠,٩٤٣	١	١١٢٤٠,٩٤٣	١٦٢٦,١٧٨	٠,٠١	٠,٩٦٦

واتضح من الجدول السابق وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠١,٠) بين المجموعتين التجريبية والضابطة فى جميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية فى القياس البعدى لدى طلبة الفرقة الثالثة شعبة رياضيات عام فى كلية التربية.

جدول(٣)
الإحصاء الوصفي ونتائج اختبار شيفيه "Scheffe" للمقارنات البعدية عند دراسة الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في (مهارات حل المشكلات الرياضية) في القياس البعدي.

م	مهارات حل المشكلات الرياضية	المجموعة التجريبية (ن = ٣٠)		المجموعة الضابطة (ن = ٣٠)		الفرق بين المتوسطين ودلالته باختبار شيفيه
		المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	
١	فهم وتحديد المشكلة الرياضية.	٩,٠١٢	٠,٨١٩	٣,١٠٣	٠,٩٢٢٢	**٥,٩٠٩
٢	التخطيط لحل المشكلة الرياضية.	٨,٦٠٨	٠,٩٩١	١,٧٦٧	٠,٥٠٣	**٦,٨٤٢
٣	تنفيذ حل المشكلة الرياضية.	٨,٠٨١	١,٠٨٩	١,٠٥٢	٠,٥٤٠	**٧,٠٢٩
٤	التحقق من صحة الحل.	٩,٦٣٨	٠,٩٧٩	٢,٠١٨	٠,٧٩٢	**٧,٦١١
٦	اختبار حل المشكلات الرياضية ككل.	٣٥,٣٤	٣,٠٩٣	٧,٩٥٠	٢,٠١٧	**٢٧,٣٩٠

** دال عند مستوى(٠١,٠).

واتضح من الجدول السابق ما يلى: وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى(٠١,٠) بين متوسطات درجات طلبة المجموعتين التجريبية والضابطة فى القياس البعدى لجميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لمهارات حل المشكلات الرياضية لصالح متوسط درجات المجموعة التجريبية فى جميع الاختبار ككل ولكل مهارة على حده، أى: أن متوسطات درجات المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى فى جميع المهارات الفرعية- والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية- أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها فى التطبيق البعدى للمجموعة الضابطة.

ثم التحقق من صحة الفرض الثانى: " لا توجد فاعلية للوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية فى تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلبة كلية التربية؟

تم استخدام مربع إيتا Eta Squared لحساب قوة تأثير الوحدة المقترحة، وقيمة " ES" لتحديد حجم تأثير البرنامج فى تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية ككل ولكل مهارة على حده لدى طلبة المجموعة التجريبية عن المجموعة الضابطة؛ ثم استخدام نسبة الكسب المعدلة لبلاك ونسبة الكسب المصححة لعزت للتحقق من فاعلية البرنامج وتم التوصل إلى النتائج الموضحة فى الجدول التالى:

جدول(٤)
نتائج اختبار (ت) لمتوسطى درجات طلبة المجموعة التجريبية فى التطبيقين
(القبلى والبعدى) ونسبة الكسب المعدلة والمصححة لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية.

م	مهارات حل المشكلات الرياضية	التطبيق	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	قيمة (ت)	نسبة الكسب المعدلة لبلاك	نسبة الكسب المصححة لعزت
١	فهم وتحديد المشكلة الرياضية.	بعدى	٩,٠١٢	٠,٨١٩	٤٤,٢١٥**	١,٦٢٢	٢,٤٤٣
		قبلى	١,٦١	٠,٦٣٦			
٢	التخطيط لحل المشكلة الرياضية.	بعدى	٨,٦٠٨	٠,٩٩١	٣٨,١٣٤**	١,٦٣٩	٢,٥٥٥
		قبلى	,٧٢	٠,٣٥٩			
٣	تنفيذ حل المشكلة الرياضية.	بعدى	٨,٠٨١	١,٠٨٩	٣٩,٣٤٤**	١,٦٠٩	٢,٦٠١
		قبلى	٠,٠٦٣	٠,١٩١			
٤	التحقق من صحة الحل.	بعدى	٩,٦٣٨	٠,٩٧٩	٥٤,٥٦٨**	١,٩١٥	٢,٩٠٢
		قبلى	٠,١٢٥	٠,٢٧٩			
٦	الدرجة الكلية لمهارات حل المشكلات الرياضية.	بعدى	٣٥,٣٤	٣,٠٩٣	٥٤,٧٢٦**	١,٦٩٦	٢,٦٢٤
		قبلى	٢,٥٢	١,١٨٦			

** دال إحصائيا عند مستوى (٠١,)

اتضح من الجدول السابق:

- وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى(٠١,.) بين متوسطى درجات طلبة المجموعة التجريبية فى التطبيقين (القبلى والبعدى)، فى جميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية؛ وذلك لصالح متوسط درجات التطبيق البعدى فى جميع الحالات؛ ومن ثمَّ تم رفض الفرض الصفرى وقبول الفرض البديل.
- إنَّ جميع قيم الكسب المعدلة ل بلاك $M_{G\ Blake}$ أكبر من القيمة (١,٢) وهى القيمة التى اقترحها بلاك لفاعلية البرنامج، مما يشير إلى أن (الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية) فعَّالة فى تنمية جميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لمهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلبة المجموعة التجريبية.
-إنَّ جميع قيم نسب الكسب المصححة ل عزت $M_{CEG\ Ratio}$ أكبر من القيمة (١,٨) وهى القيمة التى اقتراحها عزت لفاعلية البرنامج، مما يشير إلى أن (الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية) فعَّالة فى تنمية جميع المهارات الفرعية والدرجة الكلية لمهارات حل المشكلات الرياضية لدى طلبة المجموعة التجريبية.

جدول (٥)
يوضح قوة وحجم وتأثير الوحدة المقترحة في تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية ككل ومهاراته الفرعية كل على حدة لدى طلبة المجموعة التجريبية عن المجموعة الضابطة

م	مهارات حل المشكلات الرياضية	مربع إيتا الجزئي	قيمة (ES)	حجم التأثير
١	فهم وتحديد المشكلة الرياضية.	٠.٩٢٢	٤.٧٦٢	ضخم جداً
٢	التخطيط لحل المشكلة الرياضية.	٠.٩٥٠١	٦.٠٨٤	ضخم جداً
٣	تنفيذ حل المشكلة.	٠.٩٤٤	٥.٧٢٢	ضخم جداً
٤	التحقق من صحة الحل.	٠.٩٤٩	٦.٠٢	ضخم جداً
٥	الدرجة الكلية لمهارات حل المشكلات الرياضية.	٠.٩٦٦	٧٠٤٧٢	ضخم جداً

اتضح من الجدول السابق ما يلى:

- أشارت قيم إيتا التى امتدت من (٩٢٢,) إلى (٩٦٦,) إلى وجود حجم و قوة تأثير كبير جداً – للوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية– فى جميع المهارات الفرعية، والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية، وهى كميات كبيرة من التباين المفسر لدرجات المهارات الفرعية لاختبار حل المشكلات الرياضية، بواسطة الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية.
- كما أن قيم حجم التأثير التى امتدت من (٤,٧٦٢) إلى (٧,٤٧٢) إلى وجود حجم تأثير كبير جداً للوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية- فى تنمية جميع المهارات الفرعية، والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات الرياضية.

ومن إجمالى نتائج الفرض الأول والثانى اتضح أنَّ (الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية) لها نتائج إيجابية وفعالة فى تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية كقدرة كلية أو كقدرات فرعية لدى طلبة المجموعة التجريبية؛ وبالتالى يتم قبول الفرض البديل.

مناقشة وتفسير النتائج:

أظهرت نتائج البحث أن الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية تؤدى إلى تنمية مهارات حل المشكلات بشكل كبير وقوى (كقدرة كلية أو كقدرات فرعية) لدى طلبة المجموعة التجريبية عن تلاميذ المجموعة الضابطة(التى تدرس بالطريقة المعتادة)؛ وأرجع الباحث ذلك لعدة أسباب:

- تنوع طرق واستراتيجيات التدريس المستخدمة فى البرنامج مع الدمج بين أكثر من استراتيجية تعليمية مثل النمذجة والسقالات التعليمية والتعلم التعاونى أو النمذجة مع التعلم المتمركز حول المتعلم أو العصف الذهنى مع التعلم التعاونى؛ وكل ذلك ساعد على توفير بيئة تعليمية آمنة تقوم على التعاون والمناقشة واحترام آراء الطلاب والثقة أثناء التعامل مع المحتوى والمشكلات الموجودة وتشجعهم على اكتشاف العلاقات والأفكار والتنويع بين العمل الفردى والجماعى.

- كما أن الأنشطة التكاملية التى يحتويها البرنامج و التى تربط بين الرياضيات و البيولوجى بمجالات مختلفة عملت على توسيع مجال إدراكهم لجوانب الموضوع المقدم لهم، وزيادة الفضول والشغف والحماس فى التحقق من صحة بعض المفاهيم والحقائق العلمية فى المجال البيولوجى والتى يصعب تحقيقها عملياً إلا من خلال دعمها باستخدام الأدوات والنظريات الرياضية المتطورة لتفسيرها.
- كما اشتملت الوحدة المقترحة فى الرياضيات الحيوية على العديد من المهارات وهى استخدام النمذجة الرياضية فى تمثيل الظواهر الحيوية من خلال الأدوات الرياضية المختلفة ثم التنبؤ بالنتائج التى يمكن الوصول إليها وتفسيرها للوصول إلى إجابات للمشكلات المطروحة مع الاستعانة بمصادر المعرفة المختلفة التى توفرت فى البرنامج مثل بعض الكتب فى مجال الرياضيات الحيوية أو بعض المواقع الالكترونية ؛ والتى تسهل لهم تحديد أبعاد المشكلة وفهمها والتوصل إلى المعلومات التى يحتاجونها فى الحل.

توصيات البحث:

فى ضوء نتائج البحث أمكن الخروج بالتوصيات التالية:
- تطوير برنامج إعداد معلم الرياضيات فى الجانب الأكاديمى من خلال إضافة مقرر خاص بالرياضيات الحيوية يتم تدريسه بداية من الفرقة الأولى إلى الرابعة ومرتبط بما يتم تدريسه من المقررات الرياضية سواء فى الرياضيات البحتة أو التطبيقية أو الاحتمالات والإحصاء للاستفادة منهم فى دراسة الظواهر الحيوية.
- إثراء محتوى الكتب والمقررات الدراسية وخاصة الأكاديمية أو التربوية مثل مقرر المناهج وطرق التدريس بالتدريبات والأنشطة التعليمية المتنوعة التى تعمل على تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية والبحث عن استراتيجيات متنوعة للوصول للحل وتبرير كل خطوة من خطوات الحل.

مقترحات البحث:

استكمالاً لجوانب لم يتناولها البحث الحالى تم اقتراح ما يلى:
- عمل وحدة فى الرياضيات الحيوية ولكن باستخدام موضوعات أخرى غير المستخدمة فى هذا البحث مثل الميكانيكا الحيوية وعلم النبات الرياضى وعلم الأدوية الرياضى ونمذجة الحركة الدورانية للدم ونمذجة دور الانزيمات داخل الخلية وتحديد فاعليته فى تنمية مهارات حل المشكلات لدى طلبة كلية التربية شعبة رياضيات.
- إجراء بحوث أخرى تهدف إلى معرفة فاعلية برنامج- فى الرياضيات الحيوية- قائم على النمذجة الرياضية فى جوانب أخرى فى تعلم الرياضيات مثل (مهارات التفكير العليا - الكفاءة الرياضية- مهارات القرن الحادى والعشرين - التفسير الكمى للظواهر).

المراجع العربية والأجنبية:

ابتسام عز الدين محمد (٢٠١٢). فاعلية برنامج مقترح قائم على التمثيلات الرياضية فى تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية والاتجاه نحو الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية مختلفى المستويات التحصيلية. *رسالة دكتوراه*. كلية التربية. جامعة الزقازيق.

أسماء محمد فتحى (٢٠٠٥). " الرياضيات الحيوية كمنظومة". *المؤتمر العربى الخامس: المدخل المنظومى فى التدريس والتعلم*. مركز تطوير العلوم. دار الضيافة. جامعة عين شمس وجامعة الدول العربية. فى الفترة ٣١ مارس- ٣ أبريل. ٦٤١-٦٦٢.

سعيد عبد العزيز (٢٠٠٩). *تعليم التفكير ومهاراته: تدريبات وتطبيقات عملية*، ط٢، عمان: دار الثقافة.

صالح إبراهيم أبو هاشم الشريف (٢٠١٨). أثر استخدام استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية القدرة على حل المشكلات الرياضية لدى الدارسين بتعليم الكبار بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية. مجلة القراءة والمعرفة. (١٩٧). مارس. ٥٥-٨٩.

عزة محمد عبد السميع (٢٠١٠). وحدة مقترحة فى نظرية الفوضى وأثرها على تنمية مهارات حل المشكلات الرياضية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية. *مجلة كلية التربية بجامعة عين شمس*. ٣٤ (٤) ٩-٢٧.

فايز مراد مينا (٢٠١٣). *قضايا وآراء فى البحث التربوى*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

محمد عبد الفتاح عبد الجواد سعيد (٢٠١٦). أثر استخدام النمذجة الرياضية فى تنمية المعرفة المفاهيمية والإجرائية وحل المشكلات الهندسية لدى الطلاب المعلمين. *مجلة تربويات الرياضيات*.١٩ (٧). ٢٣٠-٢٦٢.

محمود محمد غانم (٢٠٠٩). *مقدمة فى تدريس التفكير*. عمان: دار الثقافة للنشر والتوزيع.

مصعب محمد جمال عبوشى (٢٠١٥). برنامج مقترح لمعلمى الرياضيات فى ضوء احتياجاتهم التدريبية لتنمية الإبداع وحل المشكلات لدى طلابهم بالمرحلة الأساسية العليا بفلسطين. *رسالة دكتوراة*. كلية التربية. جامعة عين شمس.

ناجى ديقسورس ميخائيل (٢٠٠٩). " التكنولوجيا وتدريس العمليات المعرفية العقلية العليا الرياضياتية رؤى مستقبلية". *المؤتمر العلمى التاسع: المستحدثات التكنولوجية وتدريس الرياضيات*. دار الضيافة. جامعة عين شمس. الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات. فى الفترة ٤-٥ أغسطس. ٥-٥٣.

ناعم بن محمد العمرى (٢٠١٢). إدراك معلمى الرياضيات والطلاب المعلمين تخصص الرياضيات استراتيجيات حل المشكلات الرياضية. *رسالة التربية وعلم النفس*. (٣٩). ٢٢٣- ٢٦٥.

نوال بنت محمد الراجح (٢٠١٥). مستوى حل المشكلات الرياضية لدى طالبات جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن. *المجلة الدولية التربوية المتخصصة*. ٤ (٣). ٢٠١- ٢١٦.

وائل عبد الله محمد (٢٠١٣): " وحدة بنائية فى الرياضيات الحيوية قائمة على المنهج الرقمى لتنمية القوة الرياضية والوعى البيئى لدى الطالبات المعلمات"، *دراسات فى المناهج وطرق التدريس*. (١٩٦). ٦٥-١١٢.

وليم عبيد تاضروس (٢٠٠٤). *تعليم الرياضيات لجميع الأطفال: فى ضوء متطلبات المعايير وثقافة التفكير*. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

وليم عبيد تاضروس (٢٠٠٥). "معايير معلم الرياضيات". *المؤتمر العلمى السابع عشر: مناهج التعليم والمستويات المعيارية*. دار الضيافة، جامعة عين شمس. الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس. فى الفترة ٢٦-٢٧ يوليو. ٢٤٩- ٢٥٥.

Aguiar, M.& Venturino, E. (2011). *Biomathematics*. Portugal: Lisbon University.

Alkmaar, E. (2009). *Biomathematics: A vision for success*. Nederland: Leiden University.

Bessonov ,V.& Volpert. R.(2012). Dynamical Models of Plant Growth. University's Lyon, French-Russian program.

Brauer, F.& Chavez,C.(2016). *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology*. 2th edition .Springer New York Dordrecht Heidelberg London.

Cifarelli,. V. (2017) *the importance of abductive reasoning in mathematical problem solving.* USA: University of North Carolina at Charlotte.

Guven,B, Funda, A. & Zeynep, P. (2016). Problem Types Used In Math Lessons: The Relationship Between Student Achievement And Teacher Preferences. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. *47*(6). 863-876. DOI: 10.1080/0020739X.2015.1136438.

Huggett,J.(2014). How to make Mathematics Biology's next and better microscope. Biomolecular*". Detection and Quantification*. *1* (1). 1-3.

Jungck, J. (2011). Mathematical Biology Education: Modeling Makes Meaning. *Math. Model. Nat. Phenom*. *6* (6). 1- 21.

Kuttler, C. (2009). *Mathematical Models in Biology*. New York: Scientific American.

Leong Y.H., Tay E.G., Toh T.L., Quek K.S., Toh P.C., Dindyal J. (2017) Infusing Mathematical Problem Solving in the Mathematics Curriculum: Replacement Units. In: Felmer P., Pehkonen E., Kilpatrick J. (eds*). Posing and Solving Mathematical Problems* .(p.p 309- 325). Research in Mathematics Education. New york:Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.

Mills, N. (2015). Investigating a proposed problem solving theory in the context of mathematical problem solving: A multi-case study.

Unpublished doctoral dissertation. Faculty of Education. North Carolina State University.

Muller, J.& Kuttler, C.(2015*). Methods and Models in Mathematical Biology Deterministic and Stochastic Approaches*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London.

National Council Of Teachers Of Mathematics. (2000). *Principles And Standards For School Mathematics*. Reston, Va: Author.

Robert , R.(2008). *Mathematical Biology and Theoretical Biophysics An Outline: What is Life*, [Online] Retrieved on 16/11/2016, Available at, http://planetmath.org/?op=getobi&from=obiects&id-l .921.

Sangpom, W., Suthisung, N. Kongthip, Y. & Inprasitha, M. *(2016).* Advanced mathematical thinking and students' mathematical learning: reflection from students' problem-solving in mathematics classroom. *Journal of Education and Learning. 5* (3). 72- 82.

Sawalha, Y.(2018). The Effects of Teaching Exponential Functions Using Authentic Problem Solving on Students' Achievement and Attitude. *Unpublished doctoral dissertation*. Wayne State University. United States :Michigan.

Smith,W., Fleck C. (2017) Derivation and Use of Mathematical Models in Systems Biology. In: Obermeyer G., Feijó J. (eds pp 339:367) *Pollen Tip Growth*. Springer, Cham.

The National Science Foundation NSF. (2006). The case for an institute of mathematical biology. Report l from an NSF funded workshop held in Washington, D.C.