فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية في تنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد:أ.م.د/ مرفـــت حامـــد محمـــد هاني[١]
د/ محمد السيد أحمد الدمـرداش[٢]

مقدمة

يتميز العقد الثاني من الألفية الثالثة بكثير من التحديات العالمية والإتجاهات الحديثة والتطورات فى شتى نواحى الحياة المختلفة، ولكى نتعامل مع هذه التطورات الحديثة لابد أن نكتسب مقومات الحياة العلمية والعملية، من خلال الاهتمام بتنمية مهارات التفكير لفك رموز الجمود العلمى فى مناهجنا الحالية وتحقيق الأهداف الرئيسة للتربية.

كما أن الهدف الأعلى من التربية هو تنمية التفكير بجميع أشكاله لدى كل فرد، ومن هنا يتعاظم دور المؤسسة التربوية فى إعداد أفراد قادرين على حل المشكلات غير المتوقعة، ولديهم القدرة على التفكير فى بدائل متعددة ومتنوعة للمواقف المتجددة فأمامهم الكثير من القرارات التى يجب اتخاذها وعليهم مسؤوليات ضخمة يجب تحملها، لأن المهم أن يتعلم التلاميذ كيف يفكرون **(إنشراح المرصفي، ٢٠٠٥، ٢)***.

وتعتبر مرحلة التعليم الثانوى مرحلة تأهيل المواطن لمواجهة الحياة، ولذلك يلزم أن يزود الطالب بمجموعة من المهارات والقدرات العقلية والاتجاهات المرغوبة التي تمكنه من أن يكون مواطناً منتجا "وايجابيا"، فهدف مرحلة التعليم الثانوي هو إعداد الطلاب للحياة بالإضافة لإعدادهم للتعليم الجامعى والمشاركة فى الحياة العامة.

ويعتبر التفكير عملية أساسية من عمليات السلوك الذي به يتمكن الإنسان من تعديل سلوكه بما يتفق مع ظروف الحياة الاجتماعية التى يوجد فيها،فهو أرقى العمليات العقلية والنفسية والتى كانت سببا فى رقى الإنسان وتحقيق الثورة المعلوماتية والتكنولوجية **(شيماء حمودة، ٢٠٠٩، ٣)**.

كما أن التفكير لا ينمو تلقائيا ولا تتحسن مهاراته بالنضج والتطور الطبيعى ولا تكتسب من مجرد تراكم المعرفة والمعلومات فقط ولكن ذلك يتطلب تدريسا وتعليما منظما هادفا وتدريبا مستمرا لكى يصل الفرد اعلى مستويات لمهارات التفكير فينتقد ويبدع ويتخذ القرارات السليمة **(روبرت شوارتز ودي إن بيركنز، ٢٠٠٣، ١٦)**.

ولقد عرف **(جودت سعادة، ٢٠٠٦، ١٤)** التفكير بأنه: "نشاط عقلي يتضمن معالجة المعلومات الواردة عن طريق الحواس واستخدام كافة العمليات العقلية

[١] استاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد، كلية التربية- جامعة دمياط.
[٢] مدرس المناهج وطرق تدريس الرياضيات،ومدير وحدة خدمات تكنولوجيا المعلومات،كلية التربية- جامعة المنوفية.
* يتم التوثيق في البحث وفقاً لأسلوب الجمعية الأمريكية لعلم النفس APA Style.

كالإدراك والتخيل والملاحظة وحل المشكلات، وذلك لتحقيق هدف معين في مهمة معينة". وعرفه (**حسن زيتون، ٢٠٠٨، ٣٥**) بأنه: "مفهوم افتراضى يشير الى عملية داخلية تعزى إلى نشاط ذهني معرفي تفاعلي انتقالي، موجه نحو مسالة ما، أوإتخاذ قرار معين أو إشباع رغبة فى الفهم أوإيجاد معنى اواجابة شافية لسؤال ما ويتعلمه الفرد فى ظروفه البيئية المتاحة".

ومن مهارات التفكير: مهارات الفهم العميق وهو مجموعه من القدرات المترابطة التي تنمي وتعمق عن طريق الأسئلة والإستقصاء الناشئ عن التأمل والمناقشة واستخدام الأفكار (**جابر عبد الحميد، ٢٠٠٣، ٢٨٦-٢٨٧**)، وقد حددت (**Broich, 2001**) سمات الفهم العميق في الإصرار لفهم محتوي المادة والربط بينها وبين الخبرات السابقة، وإدارة مناقشات يقوم فيها الفرد بفرض فروض وتنبؤ وإتخاذ قرارات واستخدام تساؤلات أثناء المناقشة والتعلم، كما يذكر (**جابر عبد الحميد، ٢٠٠٣، ٢٨٥-٣١٤**) أن الفهم العميق يعني أن يحقق الطالب أكثر من مجرد إمتلاك المعرفة، ولكنه يتضمن ويتطلب إستبصارات وقدرات تنعكس في أداءات متباينة؛ وهذه المهارات يمكن تنميتها من خلال محتوى تكاملي يشمل الرياضيات والبيولوجيا.

وتعد الرياضيات البيولوجية من أكثر مجالات البحث العلمي نشاطاً وتسارعاً في النمو والتطور، على الرغم من أن حدوث هذا التلاقي بين الرياضيات والعلوم البيولوجية كان قد تأخر إذا ما قورن بالعلاقة التي ربطت الرياضيات بالعديد من العلوم الأخري كالفيزياء والكيمياء والهندسة وعلوم الطب منذ نشأتها وتأسسها كعلوم بحثية. ودائما ما كان ينظر إلى الرياضيات والبيولوجي على إنهما علمين منفصلين تماما ولا ثمة تلاقي بينهما، ولعل ذلك يرجع إلي أنه لم يكن هناك ثمة إثاره معرفيه تحفز الباحث في أى من الجانبين أن يتكلف عناء البحث المشترك في المجالين معاً، فالبحث العلمي ذي الصيغة المشتركة (رياضي حيوي) لكي يكون ذا أهمية يجب أن تكون نتائجه ذات دلالة حيوية،ويفسر كيف تحدث وتتطور العمليات البيولوجية ثم تكون لنتائج البحث الإمكانية التوقعية لما قد يحدث مستقبلاً (**محمد عبد اللطيف باسودان، ٢٠٠٢**).

وكانت البداية لاستخدام الرياضيات والإحصاء في القوانين البيولوجية على يد مؤسس علم الوراثة (جريجورمندل) عندما استنتج بعض القوانين الخاصة بعلم الوراثة بناءً على حسابات رياضية وإحصائية (ويكيبيديا بيولوجي).

وتؤكد المؤسسة الوطنية للعلوم (**The National Science Foundation NSF,. 2006**) على أهمية توفير التدريب على النماذج الرياضية البيولوجية في مستويات متعددة (في المدارس الثانوية والجامعات).

إن تطبيقات الرياضيات البيولوجية قدلاقت إهتمام كبير ومن بعض أسباب ذلك الاهتمام: التطورالأخير للأدوات الرياضية، مثل نظرية الفوضى لفهم الآليات المعقدة غير الخطية في علم الأحياء، وزيادة في القدرة الحاسوبية التي تؤمن إنجاز الحسابات وعمليات المحاكاة، كما أنها تقدم حلا بسيطًا للتوصل إلى التفاصيل الدقيقة للأنظمة

البيولوجية المعقدة، ويمكن من خلالها وصف العديد من الظواهر البيولوجية، وموضوعات ترتبط بالبيئة والسكان، والطب،... الخ. كما انها تستثير التفكير الابتكاري والاستقصاء لدي المتعلمين من خلال النمذجة الرياضية، ومحاولة استخدام هذا النموذج في فهم وتفسير الأنظمة والظواهر البيولوجية، كما يمكن من خلالها دمج علوم الحياة بالرياضيات، فتتحول الصيغ والبنى الرياضية من مجرد أرقام ورموز إلى معاني حقيقية ترتبط بالحياة. (ويكيبيديا بيولوجي)

الاحساس بالمشكلة

أكدت العديد من المؤسسات والمجالس العالمية ومنها: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), (Mathematics Science Education Board (MSEB), School science and Mathematics Association (SSMA), على أهمية التكامل بين المواد الدراسية وبخاصة الرياضيات وفروع المعرفة الأخرى، واهتم المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (NCTM) بتوضيح العديد من الحالات التي توضح التفاعل بين الرياضيات والمواضيع الدراسية الأخرى، ودور النمذجة الرياضية في مثل هذه الحالات.وكذلك بادرت الجمعيات العلمية التربوية، بدعم مشاريع إصلاحية لتطوير تعليم العلوم والرياضيات، ومن أبرزها مشروع (٢٠٦١) للجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) الذي نادى بإصلاح تعليم العلوم والرياضيات والتقنية، ومشروع معايير الرياضيات المدرسية الذي أطلقه المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (NCTM)، ومشروع المعايير القومية للتربية العلمية (NSES) الذي تبنته الجمعية القومية لمدرسي العلوم (NSTA).

ومن بين المبادرات لتحسين تعليم العلوم ما تمثل في مشروع (٢٠٦١) (**Benchmarks; Science forAll Americans**) والذي قدمته الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (**American Association for the Advancement of Science "AAAS")** كمبادرة شاملة لتحسين تعلم العلوم، ويؤكد محتوى التعليم في مشروع (٢٠٦١) عدة مبادئ منها: النظرة التكاملية بين العلوم المختلفة، واكتساب المتعلم ثقافة علمية في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا (**AAAS, 1996).**

ويتكون المشروع من ثلاث مراحل، كما هومشار إليه في كل من (**عايش زيتون، ٢٠١٠: ٣٤٤)**، و(**علي محي الدين راشد، ٢٠٠٣، ٨٨**). وقد أوصى الأعضاء في هذه المرحلة الأولى بالتأكيد علي مجموعة من المبادئ ومنها:

١. إزالة الحواجز الفاصلة بين المجالات المعرفية المختلفة.

٢. الترابط بين العلوم والرياضيات والتكنولوجيا.

٣. تشجيع مهارات التفكير العليا.

وتبرز المعايير العالمية الخاصة بمناهج الرياضيات والعلوم الطبيعية التكامل بين الرياضيات والعلوم والمواد الأخرى مثل المعايير التي أصدرها المجلس القومي لمعلمي الرياضيات المدرسية في الولايات المتحدة الأمريكية **National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000)** وهذه المعايير مقسمة على عشرة محاور خمسة منها تمثل معايير للمحتوى وخمسة معايير للعمليات، وتؤكد هذه المعايير من مرحلة رياض الأطفال إلى الصف الثاني عشر ومن معايير العمليات ما يلي:

١. الترابطات: التعرف على الرياضيات وتطبيقها في سياقات غير رياضية.

٢. التمثيل: استخدام التمثيلات لنمذجة وتفسير الظواهر الطبيعية، والاجتماعية، والرياضية.

كما تؤكد المعايير القومية لتعليم العلوم (**National Science Education Standards (NSES)** التي وضعها المجلس القومي للبحث العلمي بالولايات المتحدة عام ١٩٩٦ (**National Research Council (NRC)** التابع للأكاديمية القومية للعلوم بأمريكا **(National Academy of Science)**، حيث قامت الـ(**NRC**) بتنسيق المعايير لتعليم العلوم من الحضانة وحتى الصف الثاني عشر. وتم تناول التربية البيولوجية في المرحلة قبل الجامعية والتأكيد على ضرورة بناء منهج بيولوجي بالمرحلة الثانوية على المفاهيم الأساسية من علم البيولوجي مع ربط هذه المفاهيم بالحياة وبباقي فروع المعرفة لتوضيح كيف تشكل هذه المفاهيم معارف الإنسان وفهمه لنفسه وللنباتات وللحيوانات وللبيئة من حوله. ومن مبادئ المعايير القومية للتربية العلمية: فهم علاقة العلوم بالرياضيات والتكنولوجيا **(عايش زيتون، ٢٠١٠، ٤١٦)**، و**(علي محي الدين راشد، ٢٠٠٣، ٤٤٥)**، و**(علي بن هويشل الشعيلي، ٢٠٠١)**، و**(National Research Council NRC, 1996)**

ومن المعايير المشتركة لجميع مجالات العلوم التي وضعتها (الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد بمصر، ٢٠٠٩، ١١٢) من الصف العاشر وحتى نهاية الصف الثانى عشر (المرحلة الثانوية) معيارالعلم كاستقصاء ويشمل العلامات المرجعية التالية:

١. يستخدم الرياضيات فى التعبير عن المعرفة العلمية.

٢. يوظف المتعلم الصيغ الرياضية فى التعبير عن بعض القوانين والنظريات العلمية.

٣. يعبر عن النتائج التى توصل إليها برموز وعلاقات رياضية.

٤. يستخرج معارف علمية من الجداول والرسوم البيانية والتخطيطية والخرائط والصور...الخ.

٥. يجرى معالجات إحصائية فى استقصاءاته.

٦. يعرض نتائج استقصاءاته بكفاءة.

٧. يتخير المتعلم أفضل الأساليب المتاحة لعرض نتائج استقصاءاته (جداول- رسوم بيانية- بيانات إحصائية...الخ).

ومن مؤشرات الطالب/ المعلم بكليات التربية (تخصص العلوم- بيولوجي) والتي وضعتها (الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد، ٢٠١٠، ١٢٢):

١. يبين العمليات الرياضية (العدد والهندسة والعلاقات الجبرية والقياس والتحليل الإحصائي وقوانين الاحتمال)

٢. يمتلك القدرة على استخدام الرياضيات وعملياتها المنطقية.

٣. يوظف المهارات الرياضية والعمليات الحسابية في مواقف الحياة اليومية

أما مشروع المجال والتتابع والتناسق **Scope Sequence and Coordination SS & C)**، فقد بدأ في عام ١٩٨٨، وقد تبنى المشروع الرابطة القومية لمعلمي العلوم في الولايات المتحدة الأمريكية (**NSTA**) عام ١٩٩٠، وبدعم من المؤسسة القومية للعلوم **(NSF)**، ويؤكد مشروع (**SS & C**) أن مواد العلوم الطبيعية المختلفة تشترك جميعها في كثير من الموضوعات والعمليات العلمية، لذلك لابد من إيجاد سبيل للتنسيق بين هذه المواد ليعي الطلبة إرتباط مواد العلوم ببعضها البعض وبباقي المواد الأخرى.

وقد رأى الباحثان إتباع المعايير والمشروعات العالمية- السابق عرضها- التي نادت بأهمية التكامل بين العلوم والرياضيات، ونظراً لأهمية الأسلوب التكاملي في التعليم كما أشار إلى ذلك المربون وأكدته نتائج عديد من الدراسات- فقد رأى الباحثان أن يتخذا منه مجالاً للدراسة، وذلك عن طريق إعداد وحدة مقترحة في الرياضيات الحيوية لطلاب المرحلة الثانوية لتنمية الفهم العميق لديهم.

مشكلة الدراسة

بالرغم من التوجهات العالمية التي أكدت على ضرورة دمج العلوم وبخاصة العلوم البيولوجية مع المواد الأخرى وبخاصة الرياضيات، إلا ان الباحثان بتفحصهما لمنهج البيولوجي بالتعليم الثانوي لاحظا أن المحتوى لم يتضمن أي دمج ما بينه وبين الرياضيات وكذلك منهج الرياضيات وهذا يعتبر قصورا من منهجي البيولوجي والرياضيات بالتعليم الثانوي في مسايرة التوجهات العالمية.

ومن خلال مراجعة الدراسات والبحوث ذات الصلة بالرياضيات البيولوجية مثل دراسات: **(Fowler; Luttman & Mondal, 2013)**، و**(Hester, et al., 2014)**، و**(Horton & Leonard, 2013)**، و**(Milton, et al., 2010)**، و**(Olatoye, 2007)** وجد الباحثان أنه لاتخلو مناهج الدول المتقدمة بالمراحل المتوسطة والثانوية من تضمين مفاهيم الرياضيات البيولوجية، في حين مناهجنا في مرحلتي التعليم الأساسي والثانوي، تخلوا تماما من حتى الإشارة إلى أبسط المفاهيم

الخاصة بالرياضيات البيولوجية، والذي يمكن أن يكون له تأثير على تنمية أنواع التفكير المختلفة لدى طلابنا، وهوما دفع الباحثان للقيام بدراسة لبناء وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية وقياس مدى فاعليتها في رفع مستويات التحصيل لبلوم، وتنمية بعض مهارات الفهم العميق لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم.

على ضوء ما سبق وما اتضح من أهمية تدريس مفاهيم الرياضيات البيولوجية لطلاب المرحلة الثانوية الشعبة العلمية تخصص العلوم، تحاول الدراسة التصدي للإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

"ما فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية في تنمية التحصيل ومهارات الفهم العميق لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم"؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما موضوعات الرياضيات البيولوجية التي يجب توافرها لإعداد وحدة مقترحة في "الرياضيات البيولوجية" لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟

٢. ما مهارات الفهم العميق اللازم تنميتها لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟

٣. ما صورة وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟

٤. ما فاعلية الوحدة المقترحة في رفع مستويات التحصيل لبلوم (المعرفة، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب) لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟

٥. ما فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات الفهم العميق (مهارات التفكير التوليدي"الطلاقة، والمرونة، ووضع الفرضيات، والتنبؤ في ضوء المعطيات، ومهارة إتخاذ القرار، ومهارة التفسير، ومهارات طرح الاسئلة) لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟

فروض الدراسة

في ضوء البحوث والدراسات السابقة[٣]، أمكن للباحثين صياغة فروض الدراسة على النحو الآتي:

١. يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في الاختبار التحصيلي ككل ومستوياته الفرعية (المعرفة،

[٣] انظر البحوث والدراسات السابقة.

والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب) المعد لقياس تحصيل الطلاب في وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة، قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في اختبار مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الاسئلة) قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي.

٣. يحقق تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع ايتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في رفع مستوى التحصيل ككل ومستوياته الفرعية (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب) لطلاب مجموعة الدراسة.

٤. يحقق تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع ايتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في تنمية مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الأسئلة) لطلاب مجموعة الدراسة.

أهداف الدراسة

استهدفت الدراسة الحالية ما يأتي:

١. بناء وحدة في الرياضيات البيولوجية لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم.

٢. التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة في رفع مستويات التحصيل لبلوم (المعرفة، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب) لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم.

٣. التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات الفهم العميق (مهارات التفكير التوليدي، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الأسئلة) لدى طلاب الصف الثاني الشعبة العلمية تخصص العلوم.

أهمية الدراسة

يمكن أن تسهم هذه الدراسة فيما يأتي:

١. توجه نظر المعلمين والقائمين على تطوير المناهج إلى امكانية الدمج بين الرياضيات والبيولوجي، وأهمية هذا الدمج في تمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية من جهه، وإعطاء معنى للمفاهيم الرياضية من خلال التطبيق الفعلي فى مجال البيولوجي من جهه أخرى.

٢. تمد الباحثين في مجال المناهج وطرق التدريس ببعض الأدوات البحثية والمواد التعليمية المقننة من خلال إعداد الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات الفهم العميق، والوحدة المقترحة للرياضيات البيولوجية.

٣. تفيد طلاب المرحلة الثانوية بتنمية بعض مهارات الفهم العميق لديهم.

٤. إنها من أولى الدراسات في البيئة العربية- في حدود علم الباحثين- التي تهتم بإعداد وحدة مقترحة في مجال الرياضيات البيولوجية ودراسة فاعليتها في رفع مستوى تحصيل الطلاب وتنمية بعض مهارات الفهم العميق لديهم.

٥. تفتح أمام الباحثين مجالا لبحوث ودراسات مستقبلية في مجال تدريس الرياضيات البيولوجية، واستخدامها في تنمية أنماط مختلفة من التفكير.

حدود الدراسة

تم تنفيذ الدراسة باعتبار الحدود الآتية:

١. اقتصر تطبيق الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات الفهم العميق على مجموعة الدراسة بمدرسة سيدي سالم الثانوية بمحافظة كفر الشيخ للعام الدراسي ٢٠١٤ م- ٢٠١٥ م.

٢. اقتصر تطبيق الوحدة المقترحة على مجموعة البحث من طلاب بالصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم

مجموعة الدراسة

شملت مجموعة الدراسة الحالية (٣٥) طالبًا بالصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم كمجموعة للبحث لتدرس وحدة الرياضيات البيولوجية مع تطبيق اختبار التحصيل واختبار الفهم العميق قبليًا وبعديًا.

أدوات الدراسة

شملت أدوات الدراسة ما يأتي:

١. استبانة تتضمن قائمة بموضوعات الرياضيات البيولوجية اللازمة لإعداد وحدة الرياضيات البيولوجية.

٢. اختبار تحصيلي في وحدة الرياضيات البيولوجية.

٣. اختبار مهارات الفهم العميق.

منهج الدراسة

استخدم الباحثان كلًا من:

١. المنهج الوصفي والذي استخدم في تحديد موضوعات ومجالات الرياضيات البيولوجية التي استخدمت في إعداد وحدة "الرياضيات البيولوجية".

٢. المنهج شبه التجريبي الذي استخدم في تجريب وحدة الرياضيات البيولوجية على مجموعة الدراسة، للتعرف على فاعليتها في تنمية التحصيل والفهم العميق.

مصطلحات الدراسة

الرياضيات البيولوجية BioMathematics

الرياضيات البيولوجية: هي فرع من المعرفة يمكن من خلاله تطبيق الرياضيات في علم الأحياء ويعتمد علم الأحياء على التجارب المعملية بينما في الرياضيات الحيوية تكون التجارب ذات طبيعة نظرية ويستخدم المتخصص في الرياضيات الحيوية المفاهيم والخصائص الرياضية في محاولة منهم لاكتشاف إجابات لأسئلة من المتخصصين في علم الأحياء (**Jackson, et al., 2000**).

وتوصل الباحثان للتعريف التالي: علم الرياضيات البيولوجية، أو الرياضيات الحيوية، هو علم جديد ناتج من الدمج بين علمي الرياضيات والبيولوجي، ويتجه هذا العلم نحو التمثيل الرياضي للأنظمة البيولوجية، ونمذجة الظواهر البيولوجية باستخدام الأدوات والتقنيات المختلفة للرياضيات النظرية والتطبيقية، بغرض تمثيل وفهم تلك الأنظمة البيولوجية، والقدرة على تفسيرها، ومن ثم التنبؤ بها والتحكم فيها.

وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية

يمكن تعريفها اجرائياً على أنها: سلسلة من الخبرات التعليمية المتنوعة في الرياضيات البيولوجية المخططة لتحقيق أهداف محددة؛ تقدم من خلالها المفاهيم والأفكار الأساسية المتعلقة بموضوعات الرياضيات البيولوجية بأسلوب يظهر وحدة البيولوجيا والرياضيات وتكاملهما ويلغي الفواصل بينهما.

مهارات الفهم العميق Skills of Deep Understanding

الفهم العميق هو مجموعه من القدرات المترابطة التي تنمي وتعمق عن طريق الأسئلة والإستقصاء الناشئ عن التأمل والمناقشة واستخدام الأفكار (**جابر عبد الحميد، ٢٠٠٣، ٢٨٦-٢٨٧**)، والفهم العميق هو الفحص الناقد للأفكار والحقائق الجديدة ووضعهم في البناء المعرفي القادم وعمل ترابطات متعددة بين هذه الأفكار وبعضها البعض، ومهارات التفكير التوليدي هي من المهارات اللازمة للفهم العميق وهو: احد أنماط التفكير يمارس خلاله التلميذ مجموعة من المهارات العقلية التالية: (الطلاقة، والمرونة، ووضع الفرضيات، والتنبؤ في ضوء المعطيات)، والتفكير التوليدي احد أنماط التفكير الذي يجمع بين القدرة على الابتكار والقدرة على الاكتشاف من خلال مهارات التفسير والتنبؤ والإتقان والتوسع (**روبرت مارزانو، ٢٠٠٤**)، وتوصل الباحثان الى أن مهارات الفهم العميق تشمل (مهارات التفكير التوليدي: "الطلاقة، المرونة، وضع الفرضيات، التنبؤ في ضوء المعطيات"- مهارة اتخاذ القرار- مهارة التفسير- مهارات طرح الأسئلة).

خطوات الدراسة

سار الباحثان في البحث وفقاً للخطوات الآتية:

١. تحديد مشكلة البحث، وأهدافه، وأهميته، وفروضه، وحدوده، وخطواته، وأهم المصطلحات المستخدمة.

٢. مسح بعض الدراسات والبحوث السابقة في المجالات الآتية:

- الرياضيات البيولوجية.
- مهارات الفهم العميق.

٣. إعداد قائمة بأهم موضوعات الرياضيات البيولوجية وعرضها على السادة المحكمين.

٤. إعداد قائمة بمهارات الفهم العميق وعرضها على السادة المحكمين.

٥. إعداد وحدة في الرياضيات البيولوجية لتنمية مهارات الفهم العميق لطلاب الصف الثاني الثانوي العلمي شعبة العلوم.

٦. إعداد دليل المعلم الخاص بتدريس الوحدة المقترحة.

٧. إعداد اختبار تحصيلي في الوحدة المقترحة وعرضه على السادة المحكمين.

٨. إعداد اختبار مهارات الفهم العميق وعرضه على مجموعة من المحكمين.

٩. التأكد من صدق وثبات الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات الفهم العميق وكذلك تحديد زمن الاختبارين من خلال التطبيق استطلاعيا لهما.

١٠. تطبيق الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات الفهم العميق على الطلاب مجموعة البحث تطبيقًا قبليًا.

١١. تدريس الوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية لتنمية مهارات الفهم العميق على مجموعة البحث من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي شعبة العلوم

١٢. تطبيق الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات الفهم العميق تطبيقاً بعدياً على الطلاب مجموعة البحث.

١٣. رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً وتفسيرها.

١٤. تقديم التوصيات والمقترحات بناء على نتائج البحث

الإطار النظري والدراسات السابقة

تعد الرياضيات أساس المعرفة، وعنصر أساسي في تطور مختلف العلوم سواء الطبيعية أو البيولوجية أو الاجتماعية (**هشام حسين، ٢٠١١، ١٧**) فقد أبرز التطور العلمي والتكنولوجي السريع مدى الدور الذي تلعبه الرياضيات في هذا التقدم، وهذا ما أشار إليه (كلاين Klin) حيث يعتبرالرياضيات جوهر النظريات العلمية،

وأن بعض الاكتشافات الجديدة مبنية كليا على الرياضيات التي توفر الفهم لظواهر طبيعية معقدة (**معين منصور، ٢٠٠٦، ٢**)، و(**أحمد الشارف، ١٩٩٧، ١١**)

والرياضيات تمثل جسم المعرفة الذي يخدم محتواها أي ظاهرة من الظواهر العلمية والاجتماعية والإنسانية، وتعتبر الرياضيات طريقة للبحث تعتمد على المنطق والتفكير العقلي وسرعة البديهة وسعة الخيال ودقة الملاحظة (**خيرية سيف، ٢٠٠٤، ١٠**).

والرياضيات: هي العلم الذي يتعامل مع الكميات المجردة مثل العدد والشكل والرموز والعمليات (**بدرالسكنري، ٢٠٠٣، ٢٣**)، وطريقة ونمط في التفكير، فهي تنظم البرهان المنطقي وتقرر نسبة احتمال صحة فرضية أوقضية ما (**ابراهيم عقيلان، ٢٠٠٠، ١١**)، وهي العلم المختص بالقياس والكميات والمقادير. (**إسماعيل الصادق، ٢٠٠١، ١٦٣**)، وهي علم ذوطبيعة تركيبية تبدأ من البسيط إلى المركب، فمن مجموعة المسلمات تشتق النظريات عن طريق السير بخطوات استدلالية تحكمها قوانين المنطق. (**محمد المفتي، ١٩٩٥، ٩**)، وهي طريقة للبحث تعتمد على المنطق والتفكيرالعقلي (**حسن سلامة، ١٩٩٥، ٧٤**).

والرياضيات هي: علم تراكمي البنيان يتعامل مع العقل البشري بصورة مباشرة وغير مباشرة. ويتكون من: أسس ومفاهيم- قواعد ونظريات- عمليات) ويتعامل مع الأرقام والرموز. (**فايز مراد مينا، ١٩٩٩، ١٤**). كما أن هناك نوعان من الرياضيات هما:

١. **الرياضيات البحتة**: وهي الرياضيات التي تقتصر علي استدلال صيغة معينة من صيغة أخرى، وهكذا حتى تنتهي السلسلة إلى مسلمات نفرضها في البداية، كالتعريف والبديهية التي لا تحتاج إلى برهان.

٢. **الرياضيات التطبيقية**: وهي الرياضيات المتعلقة بدراسة المبادئ الرياضية كأدوات في مجال الكيمياء والفيزياء والبيولوجي والدراساتالاجتماعية. (**عبد الحسين السلطاني، ٢٠٠٢، ١٠**).

ومما لا شك فيه أن الرياضيات بفروعها المختلفة قد ساعدت الإنسان في دراسة وتحليل العلاقات بين الظواهر الطبيعية المختلفة والتعرف على بعض القوانين التي تحكم الكون المليء بالأسرار. وللرياضيات من المميزات من حيث المحتوى ومن الطريقة ما يجعلها مجالا ممتازا لتدريب التلاميذ على أنماط أساليب التفكير السليم، ويأتي ذلك من الخصائص الآتية:

١. الرياضيات لغة تمتاز عن اللغة المعتادة بدقة التعبير ووضوحه وإيجازه.

٢. الرياضيات تساعد في تنمية التفكير الموضوعي.

٣. الرياضيات هي الطريق إلى التفكير فهي اللغة التي تتكلم بها العلوم الطبيعية.

٤. الرياضيات تعتمد اعتمادا كليا على المنطق الرياضي السليم. (ويكيبيديا رياضيات)

ولذلك فدراسة الرياضيات تسهم في تنمية القدرات العقلية للدارسين، وتكسبهم مهارات رياضية عديدة لازمة لدراسة المواد الأخرى، بالإضافة لما لها من تطبيقات مباشرة في مواقف الحياة اليومية مما يجعل لها أثراً هاماً على الفرد والمجتمع. **(Otto & Day, 2007).**

وإذا كان لتطبيقات الرياضيات أهمية كبيرة للمعلم والمتعلم فهناك مداخل متعددة لإدخالها في المناهج، منها:

١. دمج التطبيقات في المنهج الموجود، حيث تدرس الأفكار الرياضية وتطبيقاتها في العلوم المختلفة، بحيث تقدم أمثلة تطبيقية تتضمن مواقف حياتية مع كل مفهوم رياضي.

٢. "إبراز تطبيقات الرياضيات مثل إجراء مشروعات تتضمن رياضيات تطبيقية، وتناولها في سياقات تؤكد أهميتها، وعمل مشروعات تتطلب معارف تنتمي إلي مجالات متنوعة يشارك فيها التلاميذ".

٣. تقديم مقرر منفصل عن تطبيقات الرياضيات في المواد المختلفة .**(هشام حسين، ٢٠١١)، (Otto & Day, 2007).**

إن تطبيقات الرياضيات متعددة ومتنوعة، وتتطلب دراسة واعية وفهم للرياضيات وتطبيقاتها، ومعرفة دقيقة في العلوم الأخرى وحتى يتم ذلك، لا بد من مراعاة بعض الأمور منها:

١. أن تكون هذه التطبيقات مرتبطة بالواقع الثقافي والبيئي الذي يهم الطالب، وذلك للتدرب على ترجمة هذه المواقف إلي صيغ رياضية، ثم يتعامل معها رياضياً، ويفسر النتائج في ضوء الواقع.

٢. أن يكون لدى مخططي المناهج، المعلومات عن التطبيقات الممكنة للرياضيات في الرياضيات نفسها، وفي العلوم الأخرى وفي الحياة المحيطة بنا، حتى يمكن اختبار المفاهيم والمهارات التي يحتاجها الطلاب.

٣. أن يتم توفير التجهيزات التي تتطلبها التطبيقات مثل المعامل، والأفلام... وغيرها من الوسائط التعليمية.

٤. أن تناسب التطبيقات مستوى الطالب؛ أي تلاؤم جهده وسنه واستعداده وخبرته وميوله، وتسعى إلى تنميتها، وتعويده على حل المشكلات المدرسية وكل ما يحيط بالطالب من قضايا ومشكلات.(**ريم شوكت ايليا دعيبس، ٢٠٠٩، ١١٥٢) (وليم عبيد، ١٩٩٨، ١٨٩)**، و**(Otto & Day, 2007)**.

وللرياضيات تطبيقات هامة في مختلف مجالات الحياة، في الطب وعلم الزلازل والجيولوجيا وعلوم الحياة والبيئة وغيرها. وتشمل تطبيقات الرياضيات

الحيوية جسم الإنسان من رأسه حتى أخمص قدميه، ومن أمثلتها دراسة النماذج الرياضية للدماغ وتوصيل التيار في الخلايا العصبية وتبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون في أجهزة الجسم وعمل مختلف أعضاء الإحساس وذلك في علم وظائف الأعضاء الرياضي. أما فرع الكيمياء الحيوية الرياضية فيهتم بدراسة ديناميكية السوائل، التي تشمل تدفق الدم في الشرايين والأوردة وتدفق السوائل في الأذن الداخلية، وتدرس الرياضيات توزيع الأدوية في مختلف أجزاء نظام الجسم البشري أوالحيواني في علم الحركة الدوائية الرياضي. أما فرع الهندسة الوراثية الرياضية فيشمل تصميم الأجهزة الطبية مثل أجهزة القلب والرئة الصناعية والأطراف الصناعية.

ولا تقتصر الرياضيات الحيوية على دراسة جسم الإنسان بل تمتد لتشمل البيئة المحيطة به، ومن أمثلة ذلك، علم الأوبئة الرياضي، وكذلك علم الأحياء البيئي الرياضي، وعلم الاقتصاد الحيوي الرياضي. وتبحث الديموغرافية الأرضية في نموالسكان وتأثير فئات العمر على حجم تعداد السكان وهكذا. وعلم الوراثة الرياضي، وعلم النبات الرياضي.

وحيث أن الأوضاع في علوم الحياة معقدة للغاية فهي تتطلب من الرياضيين أولاً فهم الوضع ثم تشكيل نموذج رياضي له واختزال نواتج هذا النموذج بواسطة التقنيات الرياضية ومن ثم مقارنة النتائج بالمشاهدات الواقعية، ويتم تكرار العملية حتى الحصول على نموذج رياضي مقبول (ويكيبديا رياضيات).

وفي الوقت الذي ازدهرت فيه معظم العلوم خلال عصر النهضة في أوروبا، كان علم البيولوجيا هو الأقل نصيباً من هذا النهوض، لكن هذه الحالة بدأت تتغير تدريجياً وبخاصة في القرن التاسع عشر حيث جذبت علوم جديدة كعلم التطور وعلم الوراثة الكثير من الاهتمام (**محمد الشهري، ٢٠٠٩، ٢٣**).

وقد شهدت العقود الثلاثة الماضية طفرة هائلة في مجال البيولوجي والتقنيات الحيوية وتطبيقاتها أحدثت تغييراً وتطويراً في الحياة البشرية، والبيولوجيا هوعلم من العلوم الطبيعيه يهتم بدراسة الحياه واشكالها المختلفه وكيف تتفاعل الكائنات الحيه هذه مع بعضها ومع البيئه التى حولها. (**محمد ابوالفتوح خليل، ٢٠٠١، ٢٥٩**).

والبيولوجي هو دراسة الحياة والأنظمة الحية من المستوى الجزيئي حتى المحيط الحيوي، ومن خلال دراسة البيولوجي يستطيع المتعلمون أن يعطوا أولويات فحص وفهم العالم الطبيعي ويكونوا على وعي بتأثير البيولوجي في حياتهم وتسهل عملية التعلم عندما تكون دراسة البيولوجي قريبة من معارفهم الحياتية ومرتبطة ببيئتهم، والبيولوجي مثل كل العلوم الأخرى هوعلم تجريبي يتطلب الابتكارية والتحليل وطرق الاستقصاء.

وعلم الأحياء أو البيولوجيا **(Biology) (باليونانية، Bios حياة وLogos علم)** هوعلم دراسة الكائنات الحية من حيث بنيتها، وتغذيتها، وتكاثرها، طبيعتها،

وصفاتها، وأنواعها، والقوانين التي تحكم طرق عيشها وتطورها وتفاعلها مع وسطها الطبيعي. وعلم الأحياء واسع جدا وينقسم لعدة فروع من أهمها علم الكائنات المجهرية وعلم الحيوان وعلم النبات وكذلك علم وظائف الأعضاء والكيمياء الحيوية وعلم البيئة.

ويتعامل علم الأحياء مع دراسة كافة أشكال الحياة. حيث يهتم بخصائص الكائنات الحية وتصنيفها وسلوكها، كما يدرس كيفية ظهور هذه الأنواع إلى الوجود والعلاقات المتبادلة بين بعضها البعض وبينها وبين بيئتها.

والبيولوجي يُعنى بدراسة الكائنات الحية. ويوجد مايربوعلى مليوني نوع من الكائنات الحية على الأرض، تتفاوت في أحجامها بداية من البكتيريا المجهرية إلى الحيتان الزرقاء الضخمة والأشجارالشاهقة. وتختلف الكائنات الحية فيما بينها كثيرًا من حيث أماكن وجودها وكيفية معيشتها. ومع ذلك، فإن جميع الكائنات الحية تشترك في بعض الصفات المميزة. وتتمثل هذه الصفات في التنفّس والقدرة على التكاثر والنمو والتكيف أو الاستجابة للتغيرات البيئية.

وقسَّم العلماء علم الأحياء إلى قسمين رئيسين هما: علم النبات الذي يبحث في النباتات، وعلم الحيوان الذي يبحث في الحيوانات. يُقسَّم كل من علم النبات وعلم الحيوان أيضًا إلى فروع متعددة ومجالات متخصصة للدراسة، ومعظم فروع الأحياء وبخاصة، علم التشريح وعلم الوراثة تنطبق على كل من النباتات والحيوانات. ويمكن- أيضًا- تقسيم علم الأحياء إلى: علم البيئة؛ علم وظائف الأعضاء؛ علم تقسيم الأحياء. ويبحث علم البيئة في العلاقات الكائنة بين الكائنات الحية وبعضها مع بعض وبين الكائنات الحية وبيئتها، ويدرس علم وظائف الأعضاء وظائف الحياة، مثل الهضم، والتنفس. أما علم تقسيم الأحياء، ويسمى أيضًا علم التصنيف، فيبحث في التصنيف العلمي للنباتات والحيوانات.ولا يهمل أيضاً دراسة الخلية وتركيبها وما يحدث فيها من عمليات حيوية إضافة إلى تشريح بنية أجسام الكائنات الحية وفسيولوجية قيامهم بالوظائف الحيوية اللازمة لاستمرار الحياة (ويكيبيديا، بيولوجي).

ودراسة علم البيولوجي تساعد الطلاب على فهم الأساسيات البيولوجية التي تقف خلف الظواهر الطبيعية كما أن دراسة البيولوجي تشجع فهم الظواهر العلمية البيولوجية وتنمية الاتجاهات الإيجابية نحوالبيولوجي كنشاط إنساني، وتنتظم الموضوعات البيولوجية والعلوم الطبيعية حول الموضوعات (المفاهيم) الأساسية وهي: (التغير- التنوع- الطاقة- التوازن- المادة- الأنظمة) (**Alberta Learning, 1998).**

وكثيرًا ما يستخدم علماء الأحياء في دراستهم طرق ونتائج أبحاث العلوم الأخرى، فعلى سبيل المثال، يعتمد علماء الأحياء على علمي الفيزياء والكيمياء لمساعدتهم على فهم العمليات التي تحدث في النباتات والحيوانات. ويستخدمون علم الإحصاء في دراسة التغيرات التي تطرأ على حجم عشيرة حيوانية أونباتية؛ لنوع معين في منطقة ما.

التكامل بين العلوم والرياضيات

ويعتبر الربط بين المعارف والعلوم من أهم العوامل المساعدة على التعلم، والإنسان بفطرته مستعد لعملية الربط هذه (**تحسين يقين، ٢٠٠٤**)، والتكامل نظام يؤكد على دراسة المواد دراسة متصلة ببعضها البعض لإبراز علاقات لزيادة الوضوح والفهم، وهو يعد خطوة وسطى بين انفصال هذه المواد وإدماجها إدماجًا تامًا (**بدرية الملا، ١٩٩٤، ١٤٢**).

والمنهج المتكامل عبارة عن إطار عمل مفاهيمي يقوم بربط المفاهيم والمهارات والمبادئ المتعددة المنفصلة وتحويلها إلى وحدة موحدة. ويعرف التكامل أيضاً: بأنه تقديم المعرفة في نمط وظيفي على صورة مفاهيم متدرجة ومترابطة تغطي الموضوعات المختلفة دون أن تكون هناك تجزئة أوتقسيم للمعرفة إلى ميادين منفصلة، أو إلى الأساليب والمداخل التي تعرض فيها المفاهيم وأساسيات العلوم، بهدف إظهار وحدة التفكير وتجنب التمييز والفصل غير المنطقي بين مجالات العلوم المختلفة (**رشدي لبيب، وفايز مراد مينا، ١٩٩٣، ١٧٦**).

وبدأ الاهتمام متأخرا بالمناهج المتكاملة للمرحلة الثانوية، حيث تهتم هذه المرحلة بإعداد المتعلم إعدادا أكاديميا تخصصيا يمهد للالتحاق بالجامعة، ومع وعي مخططي المناهج في تلك المرحلة بأهمية التكامل في مناهجها، حيث تركز مناهج العلوم المتكاملة بالمرحلة الثانوية على جانب التخصص الأكاديمي. لذا؛ نرى التكامل واضحا بين موضوعات المادة الدراسية الواحدة، في حين تظهر الحدود والفروق واضحة بين المواد الدراسية المختلفة في المجال الواحد.

وفي مقدمة مشروعات المناهج المتكاملة عالميًّا، ذلك المشروع الأمريكي: دراسة منهج علم البيولوجيا، والذي أهتم بتقويم مناهج البيولوجيا، وانتهى إلى إعداد ثلاثة كتب للعلوم البيولوجية المتكاملة بالمرحلة الثانوية، ومشروع "نافلد" لتطوير تدريس البيولوجيا في إنجلترا على ضوء مبدأ التكامل الذي أسفر عن إعداد خمسة مناهج للبيولوجيا المتكاملة في المرحلة الثانوية. وأيضًا مشروع اليونسكو لتطوير تدريس البيولوجيا في أفريقيا، الذي أسفر عن إعداد اثني عشرة وحدة تعليمية متكاملة، حيث أعد لكل وحدة منها كتيب مستقل، بنيت سبعة من هذه الوحدات على المدخل البيئي، والمشروع الذي قامت به المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم في عام ١٩٧٢ لتطوير مناهج العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية بالدول العربية، وانتهى هذا المشروع بتقديم مخطط عام لمناهج البيولوجيا للصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية.

ومن المشروعات التي حاولت توسيع مدى التكامل في مناهج العلوم بالمرحلة الثانوية: مشروع منهج علوم الأرض، الذي اعتمد على تكامل العديد من مجالات العلوم، كالفيزياء، والكيمياء، والنبات، والحيوان، والجيولوجيا، والأرصاد الجوية، وعلوم البحار، وغيرها من فروع العلوم، تلك المجالات المرتبطة بدراسة الأرض، وكان هذا المشروع لطلاب المرحلة الثانوية بالولايات المتحدة الأمريكية. وكذلك مشروع منهج المفاهيم الهندسية؛ الذي تكاملت فيه المفاهيم الهندسية مع العلوم

الطبيعية في مناهج المرحلة الثانوية الأمريكية (**شادية بيومي حامد، ٢٠٠٩، ٢**)، و(**فتحى يوسف مبارك، ١٩٨٦**)، و(**عبدالقادر محمد عبدالقادر، ٢٠٠٩**)، و(**Berenson & Carfer ,1995**)، و(**Stuessy, 1993**) .

ولقد نادى كثير من المربين بضرورة التكامل بين مناهج العلوم والرياضيات وبرامج إعداد معلميها، وبضرورة أيضاً تطوير الأساليب التقليدية المتبعة في تقويمها **(Baird, et al., 1993) (Lehman, 1994).**

ولقد أدركت الولايات المتحدة الأمريكية أن من أولوياتها في إصلاح التعليم، تحقيق التكامل بين مناهج العلوم والرياضيات وبرامج إعداد معلميها، حتى إنها طورت معظم جامعاتها ومناهجها وبرامجها وقدمتها لطلابها في صورة متكاملة تحت مسميات مختلفة (**American Association for the Advancement of Science, 1978)**

وكذلك شجعت كثير من المؤسسات العالمية جميع الجهود المبذولة في سبيل ذلك منها جمعية العلوم والرياضيات المدرسية (SSMA) والمجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM) والجمعية الأمريكية للعلوم المتقدمة (AAAS) ومجلس البحث القومي **(Meier;. Nicol & Cobbs, 1998)**، و**(Stuessy, 1993)**، **(Palmer, et. al., 2003).**

كما أوصى بعض الباحثين محلياً وعالمياً من خلال دراساتهم بالعديد من التوصيات بهدف تطوير تعليم العلوم والرياضيات منها: ضرورة تدريب معلمي العلوم والرياضيات- قبل وأثناء الخدمة- على مداخل التكامل، وكذلك وضع مناهج متكاملة بين العلوم والرياضيات في المراحل قبل الجامعية (**صلاح عبدالحفيظ والمهدى محمود، ١٩٩٣**)، و(**(Lonning & DeFranco, (Friend, 1985) (Watanabe & Huntley, 1998) (Stuessy & Naizer, 1996) (1994).**

ومما هوجدير بالذكر أن دول عديدة سعت لتقديم مشاريع لتحقيق التكامل في تعليم العلوم والرياضيات وبرامج إعداد معلميهما، وإن كانت متباينة في أهدافها ومحتواها وأساليبها؛ ولكنها تسعى جميعاً إلى تأكيد وحدة نمو المتعلم وتعليمه، ومن هذه المشاريع المشروع التجريبي الذي قدم في الهند حول تدريس العلوم والرياضيات في المرحلة المتوسطة عام ١٩٧٢؛ ومشروع للعلوم المتكاملة الذي تبنته وزارة التربية الماليزية لتحسين تدريس العلوم والرياضيات في مدارس ماليزيا الاعدادية من عام ١٩٦٩- ١٩٧٤ (**يعقوب حسين نشوان، ١٩٨٤**)، والمركز الاقليمي لتدريس العلوم والرياضيات في جنوي شرق آسيا (**محمد صابر سليم، ١٩٩٣**).

الرياضيات وعلاقتها بالعلوم Mathematics And Its Connections With Science Disciplines

غالباً ما تبدو الرياضيات التي يتعلمها الطلبة في المدارس ذات صلة قليلة بالرياضيات المستخدمة في مقررات العلوم. ولجعل الرياضيات ذات صلة بالعلوم

التي يتم تدريسها، هناك حاجة إلى تعاون وتخطيط بين معلمي الرياضيات ومعلمي العلوم لتقريب الهوة الموجود بينهما. فعلى سبيل المثال تشير التطورات في تدريس البيولوجي في جميع الصفوف إلى الحاجة لأن تكون للطلبة خلفية في الرياضيات وقدرة على إيجاد خبرات ومهارات حسابية لتطبيقها على مشكلات علمية في القياس والتصنيف والملاحظة والتدوين. وكذلك فإن دراسة علم الأحياء يمكن أن يوفر المنطلق والحافز لتعلم الرياضيات وتطبيقها. فعلى سبيل المثال قد يطلب من الطالب استخدام العدسة اليدوية وما يستلزم ذلك من مقاييس.

إن النسبة والتناسب هما مفهومان رياضيان يستخدمان عادة في علم الأحياء. إن نسبة الطول إلى العرض لأوراق النبات وتناسب الكتلة الإحيائية مع التغذية المقدمة من أجل النموهما مفهومان يتطلبان هذه الإدراكات الرياضية. أما الفهم الإحصائي فهو مطلوب أيضا لأنه عادة ما يتم التعبير عن أشياء مثل الوسيط والمتوسط والتشتت عند التحدث عن السكان والنمو. إن استخدام معلمو الرياضيات أمثلة علمية في تطبيقاتهم وتطبيق معلمو العلوم الرياضيات في كل فرصة في حل المشكلات العلمية سيؤدي لفهم الطلبة بأن الرياضيات والعلوم هما وحدتان مترابطتان جداً. (**تهاني الرووساء ونوال الربيعان، ٢٠١٠، ١٧**)، و(**عبدالقادر محمد عبدالقادر، ٢٠٠٩**)، و(**أمل رشيد عبد الرحمن، ٢٠٠٤**).

مبررات التكامل بين العلوم والرياضيات

إن للتقارب بين العلوم والرياضيات تاريخ طويل يعود إلى عدة قرون. حيث تقدم العلوم للرياضيات مشكلات مهمة للبحث وتقدم الرياضيات للعلوم أدوات فعالة لاستخدامها في تحليل البيانات. ويحاول كلاً من الرياضيات والعلوم اكتشاف الأنماط والعلاقات وبهذا فهما يشكلان جزءاً من نفس المنحنى.

ولعل هذا الإهتمام والسعي المتواصل من قبل المربين والباحثين والمؤسسات التعليمية العالمية لتحقيق التكامل بين مناهج العلوم والرياضيات يرجع إلى أسباب عديدة كما اتفق كل من (**فتحى يوسف مبارك، ١٩٨٦**) (**فؤاد سليمان قلادة، معصومة كاظم، ١٩٨٨**) (**محمد صابر سليم، ١٩٩٣**)، و(**سامية عادل الأنصاري، ١٩٩٥، ٤٣**)، و(**وليم عبيد، ١٩٨٩**)، و(**يعقوب حسين نشوان، ١٩٨٤**)، و(**ضياء ناصر الجراح، ٢٠٠٠، ٤٣- ٥٢**)، و(برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ٢٠٠٣، ٣٨)، و(**أحمد أحمد سلامة وسماح الشمري بندر، ٢٠١٠**)، و(**تهاني الرووساء ونوال الربيعان، ٢٠١٠، ٢١**)، و(**عبدالقادر محمد عبدالقادر، ٢٠٠٩**)، و(**أمل رشيد عبد الرحمن، ٢٠٠٤**)، و(**Berenson & Carfer, 1995**)، و(**American Association** for the Advancement of Science (AAAS, 1989) **(Beane, 1995**), **(Bybee, et.al., 1997**) **(Pang, & Good, 2000** على الآتي:

١. أن الحياة تتسم بالتكامل في كل مظاهرها، وأن التربية التقدمية تهدف إلى إعداد الفرد إعداداً متكاملاً حتى يستطيع التكيف مع مواقف الحياة ومواجهة مشكلاتها بنجاح.

٢. المنهج المتكامل أكثر واقعية وأكثر ارتباطاً بمشكلات الحياة التي يواجهها الفرد في حياته، كما أن ارتباط المنهج بالحياة والبيئة يحفز الطالب ويزيد من ميله إلي دراستها، ما ينمي ميوله.

٣. المناهج المتكاملة تسهم في تحقيق مجموعة من الأهداف، حيث تتيح عدة فوائد، ومزايا تربوية وتعليمية، ومنها: الفهم العميق للمحتوى، وتعميق وترسيخ المعلومات والمبادئ والمفاهيم لدى كل من الطلاب والمعلمين.

٤. تعليم الطلاب كيف يتعلمون وكيف يفكرون، وكيف يعملون على حل المشكلات، وعلى التعاون في سبيل التعلم، وتدريب الطلاب على تحمل المسئولية والمشاركة الفعالة، وتعليم الطلاب كيفية التغلب على العقبات، وكيفية التفكير الابتكاري والتفكير الإبداعي، ونموخبرة الطلاب في التعبير الذاتي والاعتماد على النفس. كما أنها تجعل البيئة التعليمية، والتعلم عملية أكثر إثارة ومتعة للمتعلم. كما أنها تعمل على إحداث ترابط منطقي، وتداخل تفاعلي، بين الخبرات العلمية دون تجزيء أوتكرار.

٥. الأسلوب التكاملي يتفق مع نظرية الجشتالت في علم النفس التربوي، حيث أن المتعلم يدرك الكل قبل الأجزاء، والعموم قبل الخصوص،... وهكذا

٦. المعرفة كل لا يتجزأ، ولا يمكن تحصيلها إلا بمنهج تكامل العلوم والتخصصات، وتداخلها، وتكاملها في الأثر والنتيجة

٧. يراعي المنهج المتكامل خصائص النموالسيكولوجي والتربوي للتلاميذ، وبذلك يكون التعلم أكثر نفعاً وأبقى أثراً؛ لأنه تعلم قائم علي رغبتهم ويتماشي مع ميولهم.

٨. المناهج المتكاملة تعمل على تنمية المدرس مهنياً وعلمياً، حيث يجد المعلم نفسه بحاجة دائمة لتطوير نفسه وتنويع معلوماته، وذلك لتتناسب مع المعلومات المتشعبة والمتنوعة التي يقدمها لطلابه.

٩. تجنب تكرار بعض الحقائق والمفاهيم المشتركة في كلا المجالين.

١٠. ارتباط العلوم والرياضيات ببعضهما، حيث يلاحظ أن هناك الكثير من المهارات الرياضية اللازمة لدراسة العلوم؛ فالكثير من المفاهيم العلمية يحتاج فهمها من قبل المتعلم مثل: استخدام بعض المقاييس الرياضية المتنوعة مثل الطول والمساحة والحجم والوزن ونظرية الاحتمالات... الخ، كما يمكن من خلال العلوم تقديم أنشطة أوأمثلة مادية للمتعلم تساعده في توضيح المفاهيم الرياضية المجردة وفهمها، هذا إلى جانب امكانية الربط بين العلوم والرياضيات من خلال مواقف حياتية؛ تظهر للمتعلم أهميتهما معاً في حل الكثير من المشكلات.

١١. وجود تشابه إلى حد كبير بين العلوم والرياضيات وطرق تدريسهما، وهذا يتضح من خلال العمليات العقلية والأساليب البحثية المتبعة في كل منهما مثل التفكير المنطقي والتجريب والتفسير الكمي للظواهر وغيرها.

١٢. تعتبر الرياضيات والعلوم من المجالات الدراسية ذات الطبيعة المتشابهة من حيث الطبيعة العلمية والمنطقية مما يمهد بشكل مباشر لإحداث التكامل وذلك للأسباب الآتية:

- الصلة القوية بين العلوم والرياضيات، فتقدم العلوم إرتبط بالاستعانة بالكثير من المعالجات الرياضية.
- العلوم مجال خصب لإظهار تطبيقات الرياضيات.
- يمكن توظيف مفاهيم الرياضيات عند تدريس العلوم، وبذلك تصبح هذه المفاهيم ذات معنى بالنسبة للمتعلم.
- تشابه البنية التركيبية لكل من العلوم والرياضيات من حيث وجود المسلمات والحقائق والعلاقات والمبادئ والنظرية.
- انتشار المواقف والتطبيقات الحياتية التي يمكن لكل من الرياضيات والعلوم الإسهام فيها.
- تقارب أنشطة التفكير التي يمكن الاعتماد عليها في تدريس الرياضيات والعلوم لا سيما فيما يختص بالاستقراء والاستنباط والاستدلال.

وعلى معلم العلوم في المدارس الالتزام بتوصيل فهم دور الرياضيات في العلوم إلى الطلبة. ويجب استغلال كل فرصة لبيان الطبيعة التكاملية للرياضيات مع العلوم في الصفوف، واشتراك الرياضيات والعلوم في العديد من الخصائص.ويركز المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات على: حل المشكلات، الاتصال، التقدير، القياس، الأنماط والعلاقات، وأمور أخرى بنفس القدر من الأهمية في مجال تدريس العلوم والرياضيات. وهذا يتطلب جهداً أكثر للتنسيق في تدريس العلوم والرياضيات "فالطالب الذي يجلس في صف الرياضيات هونفس الطالب الذي سيجلس لاحقاً في صف العلوم.

ويمكن للتخطيط المشترك بين معلمي العلوم والرياضيات أن يحدث تعليما أفضل في كلآ من المادتين من خلال ربط الرياضيات بالعلوم. فيمكن لمعلمى الرياضيات أن يصبحوا قادرين على استخدام الرياضيات في صفوف العلوم في مرحلة دراسية معينة فقد يمكنهم توضيح التطبيقات الممكنة لطلبتهم. بحيث تتخذ المشكلات الرياضية معنى عميقآ. كما يمكن للتدريس الجمعي بين الرياضيات والعلوم أن يقدم الفرص لربط هذين الفرعين (**تهاني الرووٴساء ونوال الربيعان، ٢٠١٠، ٢١**) ، و(**عبدالقادر محمد عبدالقادر، ٢٠٠٩**)، و(**أمل رشيد عبد الرحمن، ٢٠٠٤**).

الرياضيات البيولوجية (Biomathematics)

يسمى علم "الرياضيات البيولوجية" أو"الرياضيات الحيوية" **(Biomathematics)** بعلم الأحياء الرياضي أوعلم الأحياء الرياضياتي **(Mathematical biology)** أوعلم الأحياء النظري وهو تطبيق الرياضيات على المنظومات الحيوية Biological Systems ومثلما تكمن "الفيزياء" وراء كثير من التقنيات الهندسية، فإن "البيولوجيا" تشكل أساسًا لعلوم مثل الطب والزراعة والعلوم البيئية، التي ثبت أنها لا تستغني عن التحليلات الرياضية (ويكيبيديا، علم الأحياء الرياضي).

والرياضيات البيولوجية: هي فرع من المعرفة يمكن من خلاله تطبيق الرياضيات في علم الأحياء ويعتمد علم الأحياء على التجارب المعملية بينما في الرياضيات الحيوية تكون التجارب ذات طبيعة نظرية ويستخدم المتخصصون في الرياضيات الحيوية المفاهيم والخصائص الرياضية في محاولة منهم لاكتشاف إجابات لأسئلة من المتخصصين في علم الأحياء **(Jackson, et al., 2000)**.

ويتغلغل علم "الرياضيات الحيوية" في جميع مستويات المنظومات والوظائف الحيوية، بدءاً من ترتيب الجزيئات الكبيرة الحيوية Macromolecules المتمثلة في طي البروتين وخواص تحديد المواقع النشطة في الإنزيمات والمستقبلات Receptors، وانتهاء بالغلاف الجوي البيئي بأكمله.

وعلم الرياضيات البيولوجية يتجه نحو التمثيل الرياضي، وهويُنمذج العديد من الموضوعات الأحيائية باستخدام مجموعة متنوعة من تقنيات وأدوات رياضية منها النظري ومنها والتطبيقي. (ويكيبيديا رياضيات).

والرياضيات البيولوجية هي استخدام نماذج رياضية للمساعدة في فهم الظواهر في علم الأحياء. والنماذج الرياضية هي أدوات مهمة في البحث العلمي في العديد من مجالات علم الأحياء، بما في ذلك علم وظائف الأعضاء، علم البيئة، والتطور، وعلم السموم، علم المناعة، إدارة الموارد الطبيعية. علم الأحياء الحسابي في واقع الأمر يشمل كل من علم الأحياء وتقريبا كل من العلوم الرياضية، بما في ذلك الأبحاث والإحصاءات، والعمليات، والحوسبة العلمية.

ويستخدم العلماء بشكل روتيني الرياضيات المتقدمة لوصف الكيفية التي يعمل بها القلب، كيف يتدفق الدم، كيف تنتقل النبضات العصبية، كيف تنموالأورام، وكيف تنمو الكائنات الحية، وفي دراسة الحمض النووي في البيولوجيا الجزيئية **The University of Scranton, 2014-2015)**.

والبحوث الاستبدالية هي فكرة جوهرية للنماذج الرياضية في جميع العلوم سواء التجريبية أو النظرية. فالمعلومات التجريبية أو المبنية على الملاحظة ورصد النتائج، سوف تكون لا قيمة لها إذا كانت تختص فقط بالمنظومة الجاري دراستها، إذ إن الارتباط بين منظومة ما وبدائلها تكمن في فكرة "النموذج" Model.

والفكرة الأساسية في علم الرياضيات الحيوية، هي أن أي منظومة رياضية مناسبة يمكن استخدامها بشكل مشابه، كبديل لمنظومة حيوية، ومن ثم يمكن للعلماء معرفة الكثير عن الكائن الحي باستنباط نموذج رياضي مناسب، بالطريقة نفسها التي يعرفون بها العديد من المعلومات عن الإنسان بإجراء التجارب على حيوان معملي بديلاً له، واستخدام النماذج الرياضية، يطرح إمكانات تتجاوز- من جوانب مهمة- ما يمكن عمله بناء على الملاحظة والتجربة فقط. وعلى سبيل المثال فمن المألوف استخدام حيوان معملي مثل الفأر كبديل لكائن آخر، والمعلومات المجمعة من دراسة هذا الفأر، يمكن على الأرجح توسيع نطاقها وتعميمها، بحيث تشمل الإنسان.

أهمية علم الرياضيات البيولوجية

إن تطبيق الرياضيات على علم الأحياء له تاريخ طويل، ولكن في الآونة الأخيرة كان هناك اهتمام كبير في هذا المجال. ومن بعض أسباب ذلك الاهتمام:

١. ثورة البيانات- الغنية (**data-rich**) في مجموعات المعلومات والتي تُرجع إلى ثورة الأصول (**بالإنجليزية**: **genomics revolution**) وهذه البيانات يصعب فهمها من دون استخدام أدوات التحليل.

٢. التطور الأخير للأدوات الرياضية، مثل نظرية الفوضى للمساعدة في فهم الآليات المعقدة غير الخطية في علم الأحياء.

٣. زيادة في القدرة الحاسوبية التي تؤمن إنجاز الحسابات وعمليات المحاكاة والتي لم تكن ممكنة في السابق.

٤. تزايد الاهتمام بالعمليات المنجزة بواسطة الحاسوب (**in-silico experimentation**). (ويكيبديا)

٥. ترجمة المفاهيم البيولوجية والفرضيات لهياكل رياضية قابلة للاختبار

٦. النماذج الرياضية. تطويرها وتحليلها ومحاكاة هذه النماذج يسمح للباحث بالتالي:

- جعل التنبؤات نوعية (كيفية)
- جعل التنبؤات كمية
- اختبار الفرضيات
- تحديد استراتيجيات المكافحة والعلاج
- جعل النظريات واضحة.
- حل الأسئلة البيولوجية التي تتطلب مجموعة من المناهج الرياضية
- حل مسائل رياضية مناسبة لمجموعة واسعة من التطبيقات البيولوجية
- زيادة الوعي العام والقدرات البحثية في مجال التفاعل بين الرياضيات وعلم الأحياء، من خلال التدريب والتوعية.

- تمكين الرياضيين وعلماء الأحياء للرد على المشاكل البيولوجية الناشئة في الوقت المناسب.
- ومن مزايا استخدام الأفكار من علم الأحياء الحسابي هي أن الجوانب المشتركة لهذه تظهر المشاكل. على وجه الخصوص، والأطر الرياضية المشتركة يمكن استخدامها لفهم الأسئلة البيولوجية المختلفة، بدءا من الأنظمة الخلوية والعصبية لديناميات السكان والنظام البيئي. وتشمل الموضوعات الرياضية المشتركة
- يستخدم على نطاق واسع النمذجة والمحاكاة الرياضية لصنع التنبؤات حول الأنظمة التي التجريب فيها غير ممكن، لأسباب مختلفة مثل: انتقال وانتشار الأمراض المعدية، وحرائق الغابات، وتغير المناخ، والانقراض، الآثار الفسيولوجية للعقاقير جديدة محتملة The National Science Foundation **NSF, 2006).**

مجالات وموضوعات الرياضيات البيولوجية

هناك العديد من مجالات البحوث المتخصصة في الرياضيات وعلم الأحياء النظري منها: الإحصاء الحيوي حيث يتم تطبيق علم الاحصاء في عدد من حقول علم البيولوجيا ليشمل تصميم التجارب البيولوجية وخاصة تلك المتعلقة بالطب والزراعة، إضافة الى جمع، وتلخيص وتحليل البيانات الناتجة عن هذه التجارب وترجمة النتائج. وتتعدد تطبيقات علم الاحصاء الحيوي لتشمل حقل الصحة العامة (**علم الأوبئة، أبحاث الخدمات الطبية، التغذية، الصحة البيئية وادارة وسياسة الرعاية الصحية**)، تصميم وتحليل التجارب السريرية في الطب، علم الوراثة السكانية واحصاء علم الوراثة للربط بين الاختلاف في الطراز الجيني واختلاف الطراز الظاهري حيث استخدم في المزارع لتحسين المحاصيل والانتاج الحيواني، تحليل البيانات الجينومية، تسلسل التحليل البيولوجي، نظم علم الأحياء لتداخل الشبكات الجينية، وتحليل مساراتها المختلفة.

ومن تطبيقات الإحصاء الحيوي: أبحاث علم الأوبئة، ابحاث الخدمات الصحية، التغذية، والصحة البيئة.- علم الجينات، علوم الوراثة، والإحصاء الجيني- علم البيئة وعلم التنبوء البيئي- تحاليل التتابع الحيوي. (ويكيبيديا)

وقدمت المؤسسة الوطنية للعلوم **(The National Science Foundation NSF, 2006)** تقريرا يوضح ان هناك حاجة وطنية لتحسين فهم ونمذجة المشاكل البيولوجية التي لا يمكن الحصول عليها إلا باستخدام البيولوجيا الرياضية وكذلك كل من **(Ellner & Guckenheimer, 2006) Cohen, 2004)**، و**(Levin, 1992)**، و**(Murray, 2003 A)**، و(**Hastings &. Palmer (2003)** الذين اوضحوا ان مجالات الرياضيات البيولوجية مثل: (الأمراض الحيوانية المتنقلة- الأمراض الناشئة والمتوطنة- السرطان والأمراض

ذات الأساس الوراثي- المشاكل البيولوجية الناجمة عن التأثيرات البشرية- التصنيف العددي- علم الوراثة الكمي- علم البيئة الكمي- علم وظائف الأعضاء الميكروبية والميكانيكا الحيوية- نظرية النظم البيولوجية- علم التحكم الآلي والمعادلات البيولوجية.- التطور- ديناميات الخلايا- النقل في الأنسجة- ديناميكية النمو العشوائي- العينات المتقدمة للمساحات كبيرة من النظم البيولوجية- تطوير نماذج لأنظمة بيولوجية معقدة- نظرية الاحتمالات، وحساب التفاضل والتكامل، والمعادلات التفاضلية والجبر الخطي- شرح تطوير السلوكيات غير النظامية مثل رجفان القلب- التنبؤ بالأنواع الأكثر عرضة للانقراض، والتنبؤ بكيفية تغير النظم الإيكولوجية والاستجابة للتغيرات في المناخ.

وفي إطار برنامج الرياضيات البيولوجية في نورث كارولاينا، شمل مجالات البحوث: الميكانيكا الحيوية، وعلم المناعة، وعلم الأعصاب، والحياة البرية والإدارة الزراعية وبيولوجيا حفظ الأنواع، وعلم الوراثة السكانية وعلم البيئة، وعلم السموم البيئية والدوائية **(Jackson, et al., 2000).**

واتفق عدد من علماء الرياضيات الحيوية منهم **(Junguck, 1997)**، و**(Chasnov, 2009)**، و**(Green, et al., 2005)**، و(**Hastings &. Palmer (2003)**، و**(May, 2004)**، و**(Murray, 2003 A, 1)**، و**(Murray, 2003 B, 2)** على أن مجالات الرياضيات البيولوجية (**Mathematical biology**) تشمل عدة مجالات منها:

١. النمذجة الرياضية الحيوية.

٢. علم الأحياء العلاقاتي أوعلم الأحياء للأنظمة المعقدة complex systems biology واختصارًا **(CSB).**

٣. المعلوماتية الحيوية.

٤. النماذج الحاسوبية ومنها: (استخدام الحاسوب في النمذجة الأحيائية والطبية، نماذج النظام الشرياني، نماذج الخلايا العصبية، والكيمياء الحيوية، نمذجة مرض السرطان والشبكات العصبية والشبكات الجينية، والتطبيقات الحيوية والطبية، الأنظمة الفوضوية عند الكائنات الحية، الخلية المنمذجة والأحياء الجزيئية biology molecular، آليات علم الأنسجة الحيوية، نظرية علم الأنزيمات، نمذجة ومحاكاة مرض السرطان، نمذجة ردود فعل مجموعات الخلايا الحية، النمذجة الرياضية لإعادة تشكيل الأنسجة المتضررة، النمذجة الرياضية لعناصر الخلية، النمذجة الرياضية لدورة الخلية، النظرية الجزيئية (**Molecular settheory (MST)** هي صياغة رياضية لحركة الجزيئات الحيوية، علم الأحياء السريري (**biostatistics**) (صياغة المشاكل الكيماحيوية السريرية في صيغ رياضية طبية)

٥. علم آليات المجموعات (**Population dynamics**)

٦. الرياضيات وعلم الأوبئة، وهو دراسة الأمراض المعدية المؤثرة على المجموعات.

٧. علم الفيزياء الحيوية الرياضية (**Mathematical biophysics**).

٨. العمليات الحتمية (نظم ديناميكية).

٩. العمليات العشوائية (النظم العشوائية الديناميكية).

١٠. النمذجة المكانية. قام آلان تيورنغ ببحث حول التطور الجيني (**Morphogenesis وهو العملية الحيوية والتي تمكن الكائن الحي من تطوير شكله**) بعنوان "الأصل الكيميائي للتطور الجيني".

١١. علم دراسة الروابط الجينية (**Phylogenetics**)

١٢. الإحصاء الحيوي.

١٣. قياس الثّوابت البيولوجية والتّسجيلات البيانيّة تشكّل لغة شائعة جدّاً في علوم الأحياء منها: (**تخطيط الدماغ- تخطيط القلب- قياس نسبة الزُّلال- قياس ثابت السكر في الدم- إحصاء عدد كريات الدم الحمراء والبيضاء- قياس النمو والوزن).**

١٤. قوانين مندل في علم الوراثة (**قانون مندل الأول- قانون مندل الثاني**).

١٥. علم وراثة السكان

١٦. علم الوراثة الجزيئي وهو يركز أكثر على بنية ووظيفة المورثات على المستوى الجزيئي.

١٧. علم الأحياء الخلوي والجزيئي. يضم التقانة الحيوية، علم الوراثة، علم الأحياء التنموي.

١٨. الميكانيكا الحيوية.

وقام (**Chasnov, 2009**) في كتابه الرياضيات الحيوية بتحديد مجالات الرياضيات الحيوية كالتالي: ديناميكية السكان وتشمل: نموذج النمو الجرسي- نموذج لمنافسة الأنواع- نموذج المفترس والفريسة- التنظيم الزمني للسكان- فيبوناتشي- النسبة الذهبية- نموذج مؤشر النمو السكاني- اشتقاق التوزيع الاحتمالي الطبيعي- نمذجة الأمراض المعدية- علم الوراثة السكانية- النماذج الرياضية في مجال البيولوجيـــا أمثلة (**اشتقاق قانون هاردي واينبرغ، الزيادة السكانية، النمو السكاني، إنتاج خلايا الدم الحمراء، النماذج الديموغرافية، انتشار المرض، نماذج الاحتمالية، الانجراف الوراثي**)- مدخل إلى نظرية الاحتمالات.

وقد أكد (**محمد عبد اللطيف عمر باسودان، ٢٠٠٢**) أن الأبحاث الرياضية والتي تعالج مسائل بيئية مثل وراثة السكان ومعدل هاردي- واينبرج وكذلك معدلات المواليد والوفيات تقع ضمن إطار الرياضيات الحيوية ونتائجها.

ومن موضوعات الرياضيات البيولوجية: (المناعة- نمو الأورام- سرطان المناعة- العلاج الكيميائي للسرطان- مندل وقوانين الوراثة- مرض السكر- الأمراض المعدية- الأمراض الديناميكية- التنفس- نمذجة إنتاج خلايا الدم- ديناميات الموائع- دورة النوم REM- فيروس نقص المناعة البشرية (**Misra & Dravid, 2006**).

ومن موضوعات الرياضيات الحيوية في جامعة فيرجينيا: دراسة ديناميات السكان، وعلم الأوبئة، وعلم الوراثة،أمراض الغدد الصماء، مرض السكر، الساعة البيولوجية، وتحليل الجينات (**Robeva, et al., 2007**).

ومن موضوعات الرياضيات البيولوجية وتم صياغتها في صورة مشروعات- نموالأورام- العلاج الكيماوي للسرطان- مندل وقوانين الوراثة- مرض السكر- الأمراض المعدية "الجذام والسل والايدز"- الأمراض الديناميكية- CO_2 الدم- ضغط الدم البحث في نظام القلب والأوعية الدمـوية- دورة النوم REM (**Reed, 2004**)، و(**Horton & Leonard, 2013**).

ومن الدراسات التي اهتمت بالرياضيات البيولوجية قام كل من The University of Scranton **(2014-2015)** بوضع تصور لنماذج رياضية شملها البحث في جامعة سكرانون تشمل: علم الأوبئة وعلم الأحياء الجزيئية، وعلم وظائف الأعضاء، أوعلم الأحياء السكانية. وقام كل من (**Robeva et al., 2007**) بعمل مقرر قائم على تطوير مهارات القياس الكمي للرياضيات البيولوجية باستخدام النماذج الرياضية للمساعدة في فهم الظواهر في علم الأحياء والعلوم ذات الصلة من خلال تحليل وتفسير البيانات التجريبية تحديد الأدوات الرياضية المناسبة لتطبيقها على مجموعات البيانات المتاحة، واستخلاص النتائج بشأن مدى كفاية النتائج بجامعة فيرجينيا.

وقام (**Olatoye, 2007**) بعمل دراسة حول تأثير مناهج الأحياء والكيمياء والفيزياء المدعمة بنماذج رياضية على التحصيل للطلاب في المرحلة الثانوية مقارنة بمجموعة تدرس نفس المناهج بدون نماذج رياضية، في ولاية أوغون، نيجيريا. وقد تم اختيار منطقة **(LGAs) judgmentally**. كما تم اختيار عشر من المدارس الثانوية بشكل مقصود من LGAs مجموعتين من (خمس مدارس من كل LGA). شارك عشرون طالبا على الأقل في كل مدرسة (**عشرة طلاب يمثلوا التجريبية ومثلهم يمثلوا الضابطة**) وتوصلت الدراسة ان طلاب المجموعة التجريبية اكثر تفوقا في التحصيل عن طلاب المجموعة الضابطة واوصت الدراسة تشجيع كل طالب علوم لدراسة المزيد من الرياضيات.

وقام كل من (**White & Carpenter, 2008**) بدمج الرياضيات في مختبر علم الأحياء التمهيدي بجامعة لويزيانا للتكنولوجيا حيث يوجد لديها مناهج العلوم المتكاملة في الرياضيات، والكيمياء، والفيزياء، وعلوم الكمبيوتر، والأهداف الرئيسية هي زيادة الوعي بمفاهيم علم الأحياء ومهارات البحث العلمي العام وسلامة المختبرات، وتنمية العلاقات بين مفاهيم علم الأحياء في الرياضيات والكيمياء. وقد

تحققت هذه عن طريق التجارب المعملية في الاحياء لدمج المزيد من الرياضيات ومفاهيم الكيمياء، فضلا عن التكنولوجيا الجديدة التي تنطوي على أجهزة الاستشعار التي تعتمد على الكمبيوتر.

وقام (**Sorgo, 2010**) بربط الاحياء بالرياضيات ذلك بإضافة بعض النماذج الرياضية إلى علم الأحياء في مقررات اعداد معلمي البيولوجي بكليات التربية تمهيدا لادخالها في ما قبل الجامعي.

وقام كل من (**Caudill, et. al., 2010**) بعمل دراسة لتأثير التخصصات الجامعية بحوث في الرياضيات وعلم الأحياء على تنمية دورة جديد دمج خمسة تخصصات STEM (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات) بتمويل من برامج مبتكرة في مؤسسة العلوم الوطنية ومعهد هوارد هيوز الطبي في جامعة ريتشموند في كلية علم الأحياء، الكيمياء، الرياضيات، الفيزياء فريقا، وعلوم الكمبيوتر حتى تقدم للطلاب في السنة الثانية الترم الأول الفرصة للمساهمة في مشاريع بحثية متعددة التخصصات. وكانت النتيجة ليس فقط العلم جيد وكذلك دافعية للتطوير.

وقام كل من (**Duncan; Bishop & Lenhart, 2010**) بعمل برنامج لإعطاء الطلاب القدرة على المشاركة في عملية البحث العلمي من خلال العمل على مشروع يعمل على الدمج بين الاحياء والرياضيات بجامعة تينيسي في نوكسفيل. وركز البرنامج على البحوث المتعددة التخصصات في البيولوجيا والرياضيات. وتم اختيار المشاركين للعمل في مشاريع مع معلمي البيولوجيا ومعلمي الرياضيات. وكانت هناك أربعة مشاريع بحثية مكونة من أربعة مشتركين واثنين من المرشدين من هيئة التدريس. تألف المشاركون من خليط من الطلاب الجامعيين في ١٠ طلاب تخصص أحياء والتخصصات ذات الصلة بالرياضيات، وأربعة طلاب من الطب البيطري، واثنين من المدرسين في المدرسة الثانوية. وشملت الأنشطة محاضرات في العلوم البيولوجية والرياضية.

وقام كل من (**Milton, et al., 2010**) بعمل فرق أبحاث في الرياضيات البيولوجية باستخدام المشاريع بفرق بحثية متعددة التخصصات تعتمد إلى حد كبير على المهارات المتعلقة فريق الأداء. وقد احتل فريق الرياضيات البيولوجية الذي سبق اعطاءة خلفية عن الرياضيات البيولوجية على أداء جيد جدا إلى ممتاز وتنمية مجموعة من المهارات التي شملت الإبداع والقدرة على إجراء بحوث مستقلة.

وقام كل من (**Usman. & Singh, 2011**) بعمل دورة في علم الأحياء الرياضي في جامعة دايتون للمساعدة على التعلم وأثارة الدافعية في دراسة العلوم. وتنمية عادات التعلم. شملت أربعمائة طالب على مستوى الأحياء الرياضي في جامعة دايتون.

وقام كل من (**Horton & Leonard, 2013**) بعمل بعض تطبيقات الرياضيات في مادة الاحياء، والتي يمكن للمدرسين تعميق فهم الطلاب للربط المباشر بين الرياضيات والبيولوجي.

وقام كل من (**Feser; Vasaly, & Herrera, 2013**). بعمل دراسة لتحسين المهارات الكمية في المرحلة الجامعية في تعليم علم الأحياء من خلال مساعدة طلاب المرحلة الجامعية علم الأحياء على بناء الكفاءات الكمية. من خلال مثالين الاول: جامعة ميريلاند، كلية بارك، MathBench الأحياء وحدات (عبر خدمة على شبكة الإنترنت التفاعلية التعليمية) وتوفير مواد تكميلية لتوضيح وتطوير الكفاءات الكمية الأساسية لعلم الأحياء. المثال الثاني، في كلية ديفيدسون، الذي يستخدم محتوى لتقديم مجموعة واسعة من المفاهيم الرياضية في علم الأحياء. للطلاب، بما في ذلك أولئك الذين ليس لهم خبرة حساب التفاضل والتكامل، من خلال النمذجة وتحليل البيانات، والأنشطة التي هي جزء لا يتجزأ من تطوير الفهم في علم الأحياء.

وقام كل من (**Fowler, Luttman & Mondal, 2013**) بالاشراف على ثلاثة مشاريع ممولة من مؤسسة العلوم الوطنية الأميركية لعلم الأحياء (**NSF**) المرحلة الجامعية وايضا برنامج الرياضيات (**UBM**) بشكل ملحوظ البحوث الجامعية في علم الرياضيات الحيوية biomathematical. من خلال ثلاثة مشاريع ممولة من UBM البحوث الطلابية في جامعة كلاركسون في الرياضيات والبيولوجيا. ركز المشروع الأول على تحسين نموذجا لكيفية الكشف عن شبكة الدماغ في علم الأعصاب. وسعى المشروع الثاني لتصنيف الأنواع من السحالي على أساس الميزات الهندسية من أشكالها في البيولوجيا التطورية في علم التصوير الرياضي. وكان المشروع النهائي يعتمد علم النفس وتهدف إلى تطوير الأساليب الإحصائية لتحليل الآثار السلوكية والنفسية والاجتماعية من استخدام الكافيين من قبل طلاب الكلية.

وقام كل من (Hester, et al., 2014) بدمج التفكير الكمي في مقرري للأحياء (البيولوجيا الجزيئية وبيولوجيا الخلية) والذي اظهر زيادة في التحصيل وتحسين للتفكير الرياضي للطلاب في سياقات بيولوجية اكثر من الطلاب الذين درسوا المقررين بطريقة عادية.

وتمنح في فلوريدا شهادة البكالوريوس في الرياضيات الحيوية وتدرس فيها مقررات على مدى ٤ سنوات Biomathematics Courses) **Florida State University**) وكذلك في السويد (**Karlsson, 2004**).

وقد استفاد الباحثان من الاطار النظري والدراسات السابقة في إعداد قائمة الموضوعات المتعلقة بالرياضيات البيولوجية وكذلك الوحدة المقترحة بما يتناسب مع طلاب المرحلة الثانوية العامة شعبة العلمي.

مهارات الفهم العميق **Skills of Deep Understanding**

الفهم العميق هو مجموعه من القدرات المترابطة التي تنمي وتعمق عن طريق الأسئلة والإستقصاء الناشئ عن التأمل والمناقشة واستخدام الأفكار (جابر عبد الحميد، ٢٠٠٣، ٢٨٦-٢٨٧)، والفهم العميق هو الفحص الناقد للأفكار والحقائق الجديدة ووضعهم في البناء المعرفي القادم وعمل ترابطات متعددة بين هذه الأفكار وبعضها ويشير (**Stephenson, 2014**) إلي أن الفهم العميق يعني القدرة علي تقديم التفسيرات المختلفة لمشكلة أو موضوع معين وإيجاد حلول جديدة لهذه المشكلة كما يذكر (جابر عبد لحميد، ٢٠٠٣، ٢٨٥-٣١٤) أن الفهم العميق يعني أن يحقق الطالب أكثر من مجرد إمتلاك المعرفة، ولكنه يتضن ويتطلب إستبصارات وقدرات تنعكس في أداءات متباينة كما أشار إلي أن مظاهر الفهم العميق الست وهي:

١. الشرح Explanation: وهو تقديم أوصافاً متقنة مدعمة للحقائق والبيانات.

١. التفسير Interpretation: وهو التوصل إلي نتيجة من بيانات أو حقائق منفصلة أو ترجمات سليمة.

٢. التطبيق Application: وهو القدره علي استخدام المعرفة بفاعلية في مواقف جديدة وسياقات مختلفة.

٣. المنظور Perspective: وهو أن يري الفرد ويسمع وجهات النظر الأخري عن طريق عيون وآذان ناقدة للرؤية الشاملة للصورة.

٤. التعاطف Empathy: هو قدرة الفرد لإدراك العالم من وجهة نظر شخص آخر.

٥. معرفة الذات Self-knowledge: أن يعرف الفرد مواضع قصوره وكيف تؤدي أنماط تفكيره إلي فهم مستنير أو متحيز.

وقد حددت (**Broich, 2001**) سمات الفهم العميق في الإصرار لفهم محتوي المادة والربط بينها وبين الخبرات السابقة، وإدارة مناقشات يقوم فيها الفرد بفرض فروض وتنبؤ وإتخاذ قرارات وإستخدام تساؤلات أثناء المناقشة والتعلم، كما أشار كل من (**Chin & Brown, 2000**) إلي أن مظاهر الفهم والتعلم العميق تتمثل في التفكير التوليدي، طبيعة التفسيرات، طرح الأسئلة، أنشطة ما وراء المعرفة، مداخل إتمام المهمة.

مما سبق يتضح أن هناك إتفاقآ بين التربويين في مظاهر الفهم العميق تتمثل في مهارات التفكير التوليدي وتقديم التفسيرات وطرح الأسئلة واتخاذ القرارات.

ويعتبر التفكير التوليدي هو أحد نواتج التعلم المتعمق، ونظراً لأهمية التعلم من أجل الفهم العميق،فإن هناك العديد من الدراسات التي اهتمت باستخدام بعض الأساليب والطرق لتنمية مهارات الفهم العميق ومنها: (نادية سمعان لطف الله، ٢٠٠٦)، و(صباح رحومه أحمد، ٢٠٠٨)، و(نوال عبد الفتاح فهمي خليل، ٢٠٠٨)، و(كريمة ناجي حسين أحمد، ٢٠٠٩)، و(فطومة محمد علي احمد، ٢٠١٢)، و(جابر عبد الحميد جابر، ٢٠٠٣)، و(**Garner, 2007**)، و(**Oakes & Star, 2008**)،

و(**Barron & Darling-Hammond, 2008**)، و(**Sun; Zhang & Scardamalia, 2010**)، و(**Paideya & Sookrajh, 2010**)، و(**Andersson, et al., 2010**)، و(**McConnell; Parker & Eberhardt, 2013**).

ومهارات التفكير التوليدي هي من المهارات اللازمة للفهم العميق وهوأحد أنماط التفكير يمارس خلاله التلميذ مجموعة من المهارات العقلية التالية: **(الطلاقة، والمرونة، ووضع الفرضيات، والتنبؤ في ضوء المعطيات)**، والتفكير التوليدي احد أنماط التفكير الذي يجمع بين القدرة على الابتكار والقدرة على الاكتشاف من خلال مهارات التفسير والتنبؤ والإتقان والتوسع **(روبرت مارزانو، ٢٠٠٤)**.

ولأهمية التفكير التوليدي أجريت العديد من الدراسات التي تناولت استراتيجيات وبرامج لتنميته ومنها: دراسة (**أمنية السيد الجندي ونعيمة حسن أحمد، ٢٠٠٤**) اللاتين استخدمتا التفاعل بين بعض أساليب التعليم والسقالات التعليمية، و(نوال **عبد الفتاح، ٢٠٠٦**) التي استخدمت استراتيجيات الذكاءات المتعددة، و(**ليلى حسين، وحياة رمضان، ٢٠٠٧**) اللاتين استخدمتا المهام الكتابية المصحوبة بالتقويم الجماعي، و(**زبيدة محمد قرني، ٢٠٠٨**) التي استخدمت برنامج قائم على تكنولوجيا التعليم الإلكتروني في ضوء معايير الجودة الشاملة، و(**يسري محمد محمود عثمان، ٢٠٠٨**) الذي استخدام المدخل الجدلي التجريبي، ودراسة (**Duncan & Tseng, 2011**) الذين استخدما برنامج تعليمي، ودراسة (**Ward & Sifonis, 2011**) الذين قاما بتصميم برنامج قائم على المهمات، ودراسة (**لوريس اميل عبد الملك، ٢٠١٢**) التي استخدمت استراتيجيات تدريس مشجعة للتشعب العصبي، ودراسة (**هالة سعيد احمد العمودي، ٢٠١٢**) التي استخدمت نموذج ويتلي، ودراسة **(مرفت حامد محمد هاني، ٢٠١٣)** التي استخدمت استراتيجية سكامبر.

ويصنف بعض الباحثين عملية إتخاذ القرار ضمن استراتيجيات التفكير التي تضم حل المشكلات وتكوين المفاهيم بالإضافة إلى عملية اتخاذ القرار، والحقيقة أن عملية اتخاذ القرار تتطلب استخدام الكثير من مهارات التفكير العليا مثل: التحليل والتقويم والاستقراء والاستنباط، وبالتالي فقد يكون من الأنسب تصنيفها ضمن عمليات التفكير المركبة مثلها مثل التفكير الناقد والتفكير الإبداعي وحل المشكلات. (**نادية سمعان لطف الله، ٢٠٠٦**)، و(**صباح رحومه أحمد، ٢٠٠٨**)، و(**نوال عبد الفتاح فهمي خليل، ٢٠٠٨**)، و(**فطومة محمد علي احمد، ٢٠١٢**)، **و(جابر عبد الحميد جابر، ٢٠٠٣)**.

ويمكن تعريف عملية "اتخاذ القرار" بأنها عملية تفكير مركبة، تهدف إلى اختيار أفضل البدائل أو الحلول المتاحة للفرد في موقف معين، من أجل الوصول إلى تحقيق الهدف المرجو. إن عملية اتخاذ القرار عند مواجهة موقف معين تهدف بصورة أساسية للإجابة عن السؤال: "ما الذي يجب عمله؟ ولماذا؟". وإذا كانت إجابة الشق الأول من السؤال تعتمد بدرجة أكبر على المعلومات والقوانين والمبادئ ذات الصلة

بالموقف، فإن الشق الثاني يعكس بدرجة كبيرة قيم الفرد متخذ القرار، وربما كانت القيم تلعب دوراً أكبر من المعلومات في اتخاذ القرار عندما يتعلق الأمر بالقضايا الاجتماعية والشخصية.

إن القرارات التي يتخذها الفرد قد تكون اعتباطية وقد تكون منطقية ومدروسة في ضوء المعلومات المتوافرة. وإذا كان المعلم يريد مساعدة طلبته على اتخاذ قرارات منطقية بأنفسهم، فعليه بداية أن يعرض عليهم البدائل التي يمكن أن يفهموا مترتباتها، لأنهم دون ذلك الفهم لا يتخذون- حقيقة- قرارا منطقياً. ومع استمرار التدريب يمكن زيادة عدد البدائل ودرجة تعقيدها بح (**فتحي عبدالرحمن جروان، ٢٠٠٢، ١١٥-١١٧**).

والتفسير هو عملية عقلية غايتها إضفاء معنى على خبراتنا الحياتية أواستخلاص معنى منها. فنحن عندما نقدم تفسيراً لخبرة ما إنما نقوم بشرح المعنى الذي أوحت به إلينا، وعندما نسأل عن كيفية توصلنا لمعنى معين من خبرتنا فإننا نقوم بإعطاء تفصيلات تدعم تفسيرنا لتلك الخبرة. وعندما تعرض على الطلبة رسوم بيانية أو جداول أو صور أو رسوم كاريكاتيرية ويطلب إليهم استخلاص معنى أو عبرة منها، فواقع الأمر أنهم أمام مهمة تستدعي إعطاء تفسير لما يشاهدون. وقد تكون المعاني أيضاً نتاجات تفسير مشاهدات الرحلات والنزهات أو نتيجة إجراء مقارنات أو عمل ملخصات أو ربط المكآفات والعقوبات بالسلوك. وفي كل المجالات التي يكون فيها التفسير أو الاستنتاج ناجماً عن رد فعل لخبرة ما، فإنه يمكن فحص دقة التفسير في ضوء الحقائق المعطاة للتأكد ما إذا كانت البيانات تدعم التفسير بالفعل (**فتحي عبدالرحمن جروان، ٢٠٠٢، ١٧٨**).

بعد اطلاع الباحثان على الادبيات والدراسات السابقة التي تناولت استراتيجيات وبرامج لتنمية مهارات التفكير العميق مثل (**نادية سمعان لطف الله، ٢٠٠٦**) التي استخدمت التقويم الأصيل و(**صباح رحومه أحمد، ٢٠٠٨**) والتي اسخدمت التفاعل بين بعض أساليب التعلم وإستراتيجيات التدريس، و(**نوال عبد الفتاح فهمي خليل، ٢٠٠٨**) التي استخدمت خرائط التفكير، و(**كريمة ناجي حسين أحمد، ٢٠٠٩**) التي استخدمت إستراتيجيتي فكر زاوج شارك والتدريس المباشر، و(**فطومة محمد علي احمد، ٢٠١٢**) التي استخدمت التعليم الاستراتيجى، و(**جابر عبد الحميد جابر، ٢٠٠٣**)، و(**Garner, 2007**) التي تناولت الفهم العميق في الرياضيات من خلال موضوعات بينية، و(**Oakes & Star, 2008**) تناول الباحثان برنامج مقترح للفهم العميق في الرياضيات، و(**Barron & Darling-Hammond, 2008**) استخدم الباحثان اساليب التعلم التعاوني للفهم العميق، و(**Sun; Zhang & Scardamalia, 2010**) قام الباحثون بمعرفة اثر الجنس في مهارات الفهم العميق، و(**Paideya & Sookrajh, 2010**) حاول الباحثان معرفة اثر الانشطة الاثرائية في تنمية الفهم العميق، و(**Andersson, et al., 2010**) حاول البحث الاجابة عن السؤال التالي: هل التعليم متعدد التخصصات يمكن

ان يؤدي للفهم العميق؟، و(**McConnell; Parker & Eberhardt, 2013**)، و(**Fenwick, et al, 2014**) توصلا الى مهارات التفكير العميق الآتية:

أولا مهارات التفكير التوليدى وتشمل المهارات الآتية:

١. طلاقة المعاني والأفكار (**الطلاقة الفكرية**) (**Ideational Fluency**): وتتمثل في قدرة الفرد على إعطاء أكبر عدد ممكن من الأفكار المرتبطة بموقف معين ومدرك بالنسبة إليه، كأن نطلب من الفرد إعطاء إجابات صحيحة للسؤال الآتي: ماذا يحدث لو وقعت حرب نووية؟

٢. المرونة: هي القدرة على توليد أفكار متنوعة أو حلول جديدة ليست من نوع الأفكار أو الحلول الروتينية. وهي توجيه مسار التفكير بناء على متطلبات.

٣. وضع الفرضيات: "الفرضية" تعبير يستخدم عموماً للإشارة إلى أي استنتاج مبدئي أو قول غير مثبت، ويخضعها الباحثون للفحص والتجريب من أجل التوصل إلى إجابة أو نتيجة معقولة تفسر الغموض الذي يكتنف الموقف أو المشكلة.

٤. التنبؤ في ضوء المعطيات: يقصد بمهارة التنبؤ في ضوء معطيات المقدرة على قراءة البيانات أو المعلومات المتوافرة والاستدلال من خلالها على ما هو أبعد من ذلك في أحد الأبعاد الآتية: الزمان، الموضوع، العينة والمجتمع.

ثانيا: مهارة اتخاذ القرار: وهي القدرة على اتخاذ القرار المناسب عند مواجهة موقف معين، مع تبرير هذا الاختيار

ثالثا: التفسير: وهي القدرة على تفسير الخبرات التعليمية والتفسير عملية عقلية غرضها إضفاء معنى على خبراتنا الحياتية، أو استخلاص معنى منها. ونحن عندما نقدم تفسيرا لخبرة ما إنما نقوم بشرح المعنى الذي أوحت به إلينا. كما تعنى القدرة على إعطاء معنى منطقى للنتائج أو العلاقات الرابطة، وقد يكون هذا المعنى معتمدا على معلومات سابقة أو على طبيعة المشكلة وخصائصها.

رابعا مهارات طرح الاسئلة: وهي القدرة على طرح عدد كبير من الاسئلة المتنوعة المستويات والمختلفة في طبيعتها في مستويات متعددة منها:

١. أسئلة التذكر "الحفظ": يتطلب السؤال في هذا المستوى أن يستدعى التلميذ المعلومات والحقائق والمفاهيم التي سبق أن تعلمها، أو يتعرف عليها. مثل تذكر المصطلحات والحقائق مثل (التواريخ، والأشخاص، والزمن...) والنظريات، والقواعد.

٢. أسئلة الفهم: يقصد بالفهم إدراك المادة التي يدرسها المتعلم، ويمكن أن يظهر هذا في إعادة صياغة المعلومات التي تعلمها في عبارات جديدة، وترجمة المادة في صورة أخرى، مثل تحويل الأعداد إلى صورتها اللفظية، وتفسير المادة العلمية وشرحها وتلخيصها، وإدراك العلاقات بين الأشياء، وهذه النواتج التعليمية تمثل

خطوة أبعد من مجرد تذكر المادة. مثل: استخرج الأفكار الرئيسية للفقرة التي قرأتها. (يعطى فقرة ليقرأها)- عرف قانون أوم بأسلوبك- ترجم الأرقام التالية إلى صياغتها اللفظية (١١٥، ٣٠٠، ٤٠٧)- اشرح بتعبيرك العلاقة بين المناخ الصحراوي ونمو النباتات في هذا الإقليم.

٣. أسئلة التطبيق: ويتطلب هذا المستوى من الأسئلة أن يكون التلميذ قادرا على استخدام ما تعلمه في مواقف جديدة، كأن يطبق قاعدة أو مبدأ أو قانون في استعمالات مناسبة وفى حل مسائل جديدة: والأسئلة في هذا المستوى تتيح الفرصة للتلميذ لممارسة ما تعلمه، مما يعطى أهمية لهذا النوع من الأسئلة. ومن الكلمات الافتتاحية التي تستخدم في هذا المجال: حل- أحسب- وظف- استعمل- استخدم.

٤. .أسئلة التحليل: وتتطلب قدرة المتعلم على تحليل المعلومات، وتحديد الأسباب والوصول إلى الاستنتاجات، وتحديد عناصر المشكلة أو الفكرة، ويمكن أن يشتمل ذلك على التعرف على الأجزاء أو العناصر، وتحليل العلاقات بين الأجزاء أو العناصر. ومن الكلمات الافتتاحية التي تستخدم في هذا المجال: حلل- برهن- استنتج- حدد- اكتشف- لماذا.

٥. الأسئلة محدودة الإجابة (**الأسئلة المجمّعة**) وهي الأسئلة التي لا تحمل إلاّ إجابة صحيحة واحدة متفق عليها ومثال على: ما هو البايت؟ ما عمل وحدة التحكم؟ فهذه الأسئلة تسأل عن حقائق لا تحتمل الاجتهاد أو التأويل.

٦. الأسئلة مفتوحة الإجابة (الأسئلة المتباعدة) وهي الأسئلة التي يكون لها أكثر من إجابة صحيحة واحدة أو التي تستدعي معلومات أوسع وأعمق مما هو متوفر في الكتاب. مثل الأسئلة التي تتطلب رأيا أو حكماً أو تتطلب توقعاً معيناً، أو تفسيراً لسلوك ما. مثال على ذلك: ما رأيك هذا البيت؟ كيف نرقى باللغة العربية؟ في هذا النوع من الأسئلة نجد إعمالاً للعقل، ومشاركة واسعة من الطلبة، كما أنها تفيد في العصف الذهني، وتحفز الطلبة على التعلم الذّاتي، ولذلك يسميها البعض أسئلة التفكير المتمايز.

وقد استفاد الباحثان من الاطار النظري والدراسات السابقة في إعداد قائمة مهارات الفهم العميق، واختبار الفهم العميق، والانشطة المتعلقة بمهارات الفهم العميق بالوحدة المقترحة.

الرياضيات البيولوجية ومهارات الفهم العميق

من سمات الفهم العميق الإصرار لفهم محتوي المادة والربط بينها وبين الخبرات السابقة، وإدارة مناقشات يقوم فيها الفرد بفرض فروض وتنبؤ وإتخاذ قرارات واستخدام تساؤلات أثناء المناقشة والتعلم (Broich, **2001**)، وهو ما يتطلبه دراسة محتوى من الرياضيات البيولوجية، كما أن الدراسات البينية تشجع الطلاب على تنمية مهارات الفهم العميق. **(Garner, 2007).**

إجراءات الدراسة

١. إعداد قائمة موضوعات وحدة الرياضيات البيولوجية

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة وهو: "ما موضوعات الرياضيات البيولوجية التي يجب توافرها لإعداد وحدة مقترحة في "الرياضيات البيولوجية" لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم ؟

قام الباحثان بما يأتي:

١. الإطلاع على الكتب والمراجع العلمية والدراسات التي تناولت موضوعات الرياضيات البيولوجية مثل (**Quine Jack &. Bertram Richard ,2013)**، و**(Horton & Leonard, 2013)**، و(**Usman. & Singh, 2011)**، و(محمد عبد اللطيف عمر باسودان، ٢٠٠٢)، و**(Olatoye, 2007)**، و**(Misra & Dravid, 2006)**.

٢. وضع تصور مبدئي لقائمة موضوعات الرياضيات البيولوجية اللازمة لإعداد وحدة الرياضيات البيولوجية لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم.

٣. تحديد أهمية ومناسبة موضوعات الرياضيات البيولوجية لطلاب المرحلة الثانوية وفقاً للخطوات الآتية:

- إعداد استبانه (**Questionnaire**) تتضمن قائمة بموضوعات الرياضيات البيولوجية لتحديد مدى الأهمية والمناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص (**علوم**).
- عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين (**١٠ محكمين**) شملت (**أساتذة المناهج وطرق التدريس بكليات التربية، وموجهي ومعلمي العلوم للمرحلة الثانوية، واساتذة من تخصص الرياضيات والبيولوجيا من كلية العلوم**) لحساب الوزن النسبي لكل موضوع.
- تم حساب الوزن النسبي لكل موضوع من موضوعات الرياضيات البيولوجية بهدف تصنيفها إلى ثلاث مراتب تبعاً لأوزانها النسبية وتم ذلك عن طريق:
  - حصر تكرارات الاستجابات لكل من البدائل الثلاث المطروحة في الاستبانة وإعطاء قيمة عددية لكل خانة تعبر عن أحد البدائل.
  - أعطيت خانة مهم درجتان وخانة قليل الأهمية درجة واحدة وخانة غير مهم صفراً.
  - أعطيت خانة مناسبة درجتان وخانة غير متأكد درجة واحدة وخانة غير مناسب صفراً.

- تم حساب الوزن النسبي لكل موضوع من موضوعات الرياضيات البيولوجية عن طريق ضرب التكرارات في كل خانة في القيمة العددية لها وتم حساب مدى كل مرتبة من المراتب الثلاث كالآتي: تراوح مدى الوزن النسبي لمهارات ما وراء المعرفة التي احتلت المرتبة الأولى أعلى من ٨٠ %، واحتلت المرتبة الثانية ما بين٦٠ % و٨٠ %، واحتلت المرتبة الثالثة والأخيرة أقل من (١٢%).
- وقد جاءت النتائج كالتالي: جميع موضوعات الرياضيات البيولوجية في المرتبة الأولى وجاءت الموضوعات الرئيسة كما يلي: "النمذجة الرياضية للأنظمة البيولوجية- قوانين مندل ونظرية الاحتمالات- وراثة السكان- النسبة الذهبية في البيولوجي- متوالية فيبوناتشي في البيولوجي- الإحصاء الحيوي".

وبذلك أصبحت الاستبانة في صورتها النهائية بعد الاستجابة لآراء المحكمين تتمتع بدرجة عالية من الصدق الظاهري أو صدق المحكمين.

وبذلك تم الإجابة على السؤال الأول من أسئلة البحث والذي ينص على: "ما موضوعات الرياضيات البيولوجية التي يجب توافرها لإعداد وحدة مقترحة في "الرياضيات البيولوجية" لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟

٢. اعداد قائمة بمهارات الفهم العميق

للإجابة على السؤال الثاني من أسئلة البحث وهو: "ما مهارات الفهم العميق اللازم تنميتها لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟" قام الباحثان بما يأتي:

١. الإطلاع علىالكتب والمراجع العلمية التي تناولت مهارات الفهم العميق مثل: (**نادية سمعان لطفالله، ٢٠٠٦**)، و(**صباح رحومه أحمد، ٢٠٠٨**)، و(**نوال عبد الفتاح فهمي خليل، ٢٠٠٨**)، و(**كريمة ناجي حسين أحمد، ٢٠٠٩**)، و(**فطومة محمد علي احمد، ٢٠١٢**)، و(**جابر عبد الحميد جابر، ٢٠٠٣**)، و(**Garner, 2007**)، و(**Oakes & Star, 2008**)، و(**Barron & Darling-Hammond, 2008**)، و(**Sun, Yanqing; Zhang, Jianwei; Scardamalia, Marlene (2010**)، و(**Paideya & Sookrajh, 2010**)، و(**Andersson, et al., 2010**)، و(**McConnell; Parker & Eberhardt, 2013**) (**وجيه المرسي ابولبن**).

٢. وضع تصور مبدئي لقائمة مهارات الفهم العميق اللازمة لمنهج الأحياء لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلومتضمنت المهارات التالية (الطلاقة، المرونة، وضع الفرضيات، التنبؤ في ضوء المعطيات، اتخاذ القرار، التفسير، مهارات طرح الأسئلة).

٣. تحديد أهمية ومناسبة مهارات الفهم العميق لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوموفقاً للخطوات التالية:

- إعداد استبانه **(Questionnaire)** تتضمن قائمة بمهارات الفهم العميق لتحديد مدى الأهمية والمناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم.
- عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين (**١٠ محكمين**) من أساتذة المناهج وطرق التدريس بكليات التربية، ومجموعة من موجهي ومعلمي العلوم للمرحلة الثانوية لحساب الوزن النسبي لكل مهارة.
- تم حساب الوزن النسبي لكل مهارة من مهارات الفهم العميق بهدف تصنيفها إلى ثلاث مراتب تبعاً لأوزانها النسبية وتم ذلك عن طريق:
  - حصر تكرارات الاستجابات لكل من البدائل الثلاث المطروحة في الاستبانة وإعطاء قيمة عددية لكل خانة تعبر عن أحد البدائل.
  - أعطيت خانة مهم درجتان وخانة قليل الأهمية درجة واحدة وخانة غير مهم صفراً.
  - أعطيت خانة مناسبة درجتان وخانة غير متأكد درجة واحدة وخانة غير مناسب صفراً.
  - تم حساب الوزن النسبي ٤* لكل مهارة من مهارات الفهم العميق عن طريق ضرب التكرارات في كل خانة في القيمة العددية لها وتم حساب مدى كل مرتبة من المراتب الثلاث كالآتي: تراوح مدى الوزن النسبي لمهارات الفهم العميق التي احتلت المرتبة الأولى أعلى من ٨٠ %، واحتلت المرتبة الثانية ما بين٦٠ % و٨٠ %، واحتلت المرتبة الثالثة والأخيرة أقل من (١٢%).
  - **وقد جاءت النتائج كالتالي**: (**مهرات التفكير التوليدي: الطلاقة- المرونة- وضع الفرضيات- التنبؤ في ضوء المعطيات، اتخاذ القرار، التفسير، مهارات طرح الأسئلة**) جميعهم في المرتبة الأولى.

٤. وبذلك أصبحت الاستبانة في صورتها النهائية بعد الاستجابة لآراء المحكمين تتمتع بدرجة عالية من الصدق الظاهري أو صدق المحكمين وبذلك تصبح مهارات الفهم العميق هي: (مهارات التفكير التوليدي" الطلاقة، المرونة، وضع الفرضيات، التنبؤ في ضوء المعطيات"، مهارة اتخاذ القرار، مهارة التفسير، مهارات طرح الأسئلة). وبذلك تم الإجابة على السؤال الثاني من أسئلة البحث وهو: "ما مهارات الفهم العميق اللازم تنميتها لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم ؟

٣. بناء وحدة مقترحة ودليل المعلم في الرياضيات البيولوجية

للإجابة على السؤال الثالث من أسئلة البحث وهو: "ما صورة وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟" قام الباحثان بما يلي:

تم بناء وحدة الرياضيات البيولوجية في ضوء المبادىء الآتية:

١. إن طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم لديهم الخبرة الرياضية والبيولوجية اللازمة لدراسة وحدة الرياضيات البيولوجية.

٢. امكانية إعداد محتوى تعليمي يربط بين خبرات طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم في مادتي الرياضيات والبيولوجي، ويعمق فهمهم لتلك الخبرات، ويثريها من خلال الدمج بينها، واستثمار ذلك في بناء نماذج رياضية للأنظمة البيولوجية المختلفة.

٣. إن الدراسات البينية تشجع الطلاب على تنمية مهارات الفهم العميق.

وتأسيسًا على ماسبق من مبادىء، وكذلك حدود البحث، فقد تم بناء الوحدة المقترحة من خلال:

١. إعداد قائمة بموضوعات الرياضيات البيولوجية[٥] التي يمكن تدريسها لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم (كما سبق توضيحه).

٢. إعداد دليل المعلم[٦]

قام الباحثان بإعداد دليل معلم لتدريس وحدة الرياضيات البيولوجية لطلاب الصف الثاني الثانوي، الشعبة العلمية، لكي يسترشد به المعلم عن تدريس الوحدة المقترحة.

وقد اشتمل دليل المعلم على العناصر الآتية:

- **المقدمة**

واشتملت المقدمة على الهدف من الدليل، وكيفية استخدامه، وتوجيه المعلم لمساعدة الطلاب تكوين خلفية نظرية عن مفهوم الرياضيات البيولوجية، وجدوى الدمج بين الرياضيات والبيولوجي، ومجالات الرياضيات البيولوجية، ومهارات الفهم العميق، وما تتضمنه من أساليب فكرية، يمكن توظيفها في تدريس الوحده، مثل: مهارات التفكير التوليدي والتي تشمل (مهارات الطلاقة، ومهارات المرونة،

٥ انظر ملحق (١): قائمة بموضوعات الرياضيات البيولوجية التي يمكن تدريسها لطلاب المرحلة الثانوية.
٥ انظر ملحق (٢): قائمة مهارات الفهم العميق.
٦ انظر ملحق (٣): دليل المعلم لوحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لتنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية.

ومهارات وضع الفرضيات، ومهارات التنبؤ في ضوء المعطيات،... الخ.) وكذلك توجيه المعلم لتهيئة الطلاب لدراسة الوحدة من خلال تعريفهم على ما يتوقع منهم خلال دراسة الوحدة بعرض الأهداف العامة للوحدة.

▪ الأهداف العامة للوحدة

تتحدد الأهداف العامة للوحدة المقترحة فيما يأتي:

١. أن يُكون الطالب خلفية نظرية عن مفهوم الرياضيات البيولوجية، وجدوى الدمج بين الرياضيات والبيولوجي، ومجالات الرياضيات البيولوجية.

٢. أن يستثمر الطالب ما لديه من خبرات رياضية وبيولوجية في اكتساب معلومات جديدة حول موضوعات الرياضيات البيولوجية.

٣. أن يتدرب الطالب على استخدام أدوات الرياضيات في بناء نماذج رياضية لتمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية المختلفة.

٤. أن يرغب الطالب في استخدام أدوات الرياضيات في بناء نماذج رياضية لتمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية المختلفة.

٥. أن يقدر الطالب أهمية التكامل بين الرياضيات والبيولوجي في تمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية المختلفة.

٦. أن يقدر الطالب دور علماء الرياضيات البيولوجية في الاكتشافات المفيدة للبشرية.

٧. أن يستشعر الطالب عظمة الله سبحانه وتعالى في الخلق الدقيق للكون.

الخطة الزمنية المقترحة لتدريس الوحدة المقترحة: تم تدريس الوحدة على مدار ١٣ حصة على النحو الآتي:

جدول (١): الخطة الزمنية لتدريس الوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية

م	عنوان الدرس	عدد الحصص
١	مفهوم الرياضيات البيولوجية	١
٢	النموذج الرياضي لدوران الدم	١
٣	التقريب في دراسة الانظمة البيولوجية	١
٤	قوانين مندل ونظرية الاحتمالات	٢
٥	وراثة السكان- قانون هاردي واينبرج	١
٦	النسبة الذهبية في البيولوجي	١
٧	متوالية فيبوناتشي في البيولوجي	١
٨	الاحصاء الحيوي: احصاءات الأمراض	٢
٩	الاحصاء الحيوي: إحصاءات الخصوبة والتوالد	٢
١٠	الاحصاء الحيوي : إحصاءات ومقاييس الوفيات	١

- كما تضمن دليل المعلم ١٠ دروس اشتمل كل درس منها على العناصر الآتية:
- عنوان الدرس: حرص الباحثان على ذكر عنوان لكل درس، بحيث يتفق مع عنوان الدرس نفسه في دليل الطالب، ويعكس محتوى الدرس.
- الأهداف السلوكية: تم صياغة أهداف تعليمية تعكس نواتج التعلم المتوقع حدوثها في سلوك الطلاب بعد دراسة الدرس.
- المحتوى الرياضي: يعرض هذا الجزء تحليلًا للمحتوى الرياضي المتضمن في الدرس، في صورة مفاهيم، وقوانين، ومبادئ، ويوضح المقصود بكل منها.
- المحتوى البيولوجي: يعرض هذا الجزء تحليلًا للمحتوى البيولوجي المتضمن في الدرس، في صورة مفاهيم، وقوانين، ومبادئ، ويوضح المقصود بكل منها.
- المتطلبات السابقة: يتضمن عرض المتطلبات السابقة الواجب توافرها لدى الطلاب من مفاهيم، ومبادئ، وقوانين تخص الرياضيات أو البيولوجي والتي تلزمهم في دراسة الدرس الحالي.
- المواد التعليمية: وفيه تم عرض الأدوات والمواد التعليمية اللازمة، والتي ينبغي أن يوفرها أو يعدها المعلم لتدريس الدرس.
- استراتيجيات التعليم والتعلم: تعرض لبعض إستراتيجيات التعليم والتعلم المقترحة، والتي يمكن للمعلم استخدامها أثناء التدريس.
- طريقة السير في الدرس: وفيه نعرض لسيناريو مقترح يمكن للمعلم أن يسترشد به لكيفية السير في الدرس.

- التقويم: تضمن الدليل عددًا من الأسئلة المتنوعة، والتي تغطي المادة العلمية للدرس، ويمكن للمعلم أن يناقشها مع الطلاب عقب كل درس.
- أنشطة إثرائية: يتضمن هذا الجزء عرض بعض المقترحات لأنشطة اثرائية مرتبطة بموضوع الدرس، وتهيء للطلاب فرصًا أكثر للتفكير والتأمل.

وبعد أن انتهى الباحثان من إعداد دليل المعلم تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين في المناهج وطرق التدريس لاستطلاع آرائهم حول دليل المعلم في صورته الأولية بهدف التحقق من صلاحيته من حيث:

- سلامة صياغة الأهداف وتكاملها.
- ارتباط الإجراءات والأنشطة المستخدمة بالفهم العميق.
- مدى مناسبة الإجراءات والأنشطة المستخدمة مع المرحلة الثانوية.
- مناسبة وسائل التقويم المرحلي والختامي لكل موضوع من مواضيع الباب لتحقيق أهداف الموضوع.
- وقد تم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء آراء المحكمين، ووضع الدليل في صورته النهائية

٣. إعداد دليل الطالب[٧]

تم إعداد دليل للطالب لوحدة الرياضيات البيولوجية وفقاً للخطوات التالية:

١. مقدمة واشتملت المقدمة على الهدف من الدليل، وكيفية استخدامه، وشرح مختصر لمفهوم الرياضيات البيولوجية، ومجالات الرياضيات البيولوجية، وأهمية الدمج بين الرياضيات والبيولوجي، ومهارات الفهم العميق، وما تتضمنه من أساليب فكرية، يمكن توظيفها في تدريس الوحده، مثل: مهارات التفكير التوليدي والتي تشمل (**مهارات الطلاقة، ومهارات المرونة، ومهارات وضع الفرضيات، ومهارات التنبؤ في ضوء المعطيات،... الخ.)**

٢. تحديد الأهداف العامة للوحدة

٣. تحديد بعض مصادر التعلم: تم تحديد بعض مصادر التعلم المتاحة في مكتبة المدرسة وبعض المواقع الالكترونية.

٤. محتوى كتاب الطالب:

٥. تم إعداد دليل للطالب لكل درس من دروس الوحدة، يتضمن بعض الأنشطة التعليمية التى توضح المفاهيم، والمبادئ، والقوانين الخاصة بالرياضيات والبيولوجي، وكيفية التكامل بين هذه الخبرات في نمذجة الأنظمة البيولوجية

[٧] انظر ملحق (٤): دليل الطالب لوحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لتنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المختلفة رياضيًا من جهه، وتحفيز الطلاب على تنمية مهارات الفهم العميق من جهه أخرى.

٦. تم عرض الأهداف والوحدة في صورتها الأولية على السادة المحكمين. تم عمل التعديلات التي أشار بها المحكمين، وبذلك أصبح الباب في صورته النهائية

٤. إعداد اختبار تحصيلي لوحدة الرياضيات البيولوجية واختبار مهارات الفهم العميق

اولا: إعداد اختبار تحصيلي لوحدة الرياضيات البيولوجية

للإجابة على السؤال الرابع من أسئلة البحث وهو: "ما فاعلية الوحدة المقترحة في رفع مستويات التحصيل لبلوم (**المعرفة، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب**) لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟ قام الباحثان بما يلي:

لما كان أحد أهداف الدراسة الحالية يتضمن التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة في رفع مستويات التحصيل لبلوم (**المعرفة، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب**) لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم، لذا فقد قام الباحثان بإعداد اختبار تحصيلي يغطي موضوعات الوحدة من جهه، ويقيس مستويات التحصيل المعرفي لبلوم من جهة أخرى، وذلك كأداة لقياس التغير في التحصيل المعرفي نتيجة لتأثير العامل التجريبي، وهو تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية، لذا فقد قام الباحثان بتحديد الأهداف التعليمية[٨] لموضوعات الوحدة والتي سوف يقيسها الاختبار وصياغتها في صورة سلوكية.

وقد مرت عملية بناء الاختبار التحصيلي للوحدة بالخطوات الآتية:

١. تحديد الهدف من الاختبار: كان الهدف من الاختبار هو قياس تحصيل عينة الدراسة لنواتج التعلم المتضمنة في الوحدة المقترحة، والتي تتمثل في المستويات الست لبلوم (**المعرفة، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب**)، وذلك بتطبيقه قبليًا، ثم بعديًا على مجموعة الدراسة.

٢. تحديد أبعاد الاختبار: يقيس الاختبار أهداف المجال المعرفي بمستوياتها الآتية:

أ. المعرفة: ويقصد به التعرف على المصطلحات والتعاريف والقوانين والتعميمات المتضمنة بوحدة الرياضيات البيولوجية.

ب. الفهم: ويقصد به إعادة صياغة التعاريف والقوانين والتعميمات المتضمنة بالوحدة المقترحة، وإعطاء أمثلة لهذه المفاهيم والقوانين.

[٨] انظر ملحق (٥): الأهداف التعليمية لموضوعات وحدة الرياضيات البيولوجية التي يقيسها الاختبار التحصيلي للوحدة.

ت. التطبيق: ويقصد به توظيف المفاهيم والقوانين والتعميمات المتضمنة بوحدة الرياضيات البيولوجية لتمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية.

ث. التحليل: ويقصد به قدرة المتعلم على تحليل المعلومات، وتحديد الأسباب والوصول إلى الاستنتاجات المتضمنة بوحدة الرياضيات البيولوجية لتمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية

ج. **التركيب**: ويقصد به قدرة المتعلم على تجميع الأجزاء لتكوين بناء أو نمط جديد. بوحدة الرياضيات البيولوجية لتمثيل وفهم الأنظمة البيولوجية

٣. تحديد الأهمية والوزن النسبي لكل موضوع من موضوعات الوحدة: تم تحديد الوزن النسبي لموضوعات الوحدة عن طريق الزمن المخصص لتدريس كل موضوع والجدول التالي يبين الوزن النسبي والأهمية النسبية لكل موضوع من موضوعات الوحدة في ضوء عدد الحصص المخصصة لكل موضوع.

٤. تم صياغة مفردات الاختبار باستخدام اختبار "اختيار من متعدد".

٥. تم تجربة الاختبار استطلاعياً في بداية العام ٢٠١٤ / ٢٠١٥ على عينة من طلاب الصف الثاني الثانوي بلغ عدد أفرادها ٥٠ طالباً.

٦. تم حساب صدق الاختبار من خلال عرض الاختبار على السادة المحكمين لإبداء آرائهم في الاختبار من حيث: (**قياس الاختبار لفاعلية تدريس الوحدة المقترحة في تنمية تحصيل الطلاب- سلامة الاختبار من ناحية الصياغة اللفظية والعلمية**).

٧. وقام الباحثان بإجراء بعض التعديلات وقد أفاد المحكمون أن الاختبار يقيس ما وضع لقياسه.

٨. عند تجربة الاختبار استطلاعياً قام الباحثان بحساب معاملات السهولة والصعوبة واعتبر الباحثان أن المفردة التي يصل معامل الصعوبة لها أقل من ٠.١ تعتبر شديدة الصعوبة والمفردة التي يصل معامل السهولة لها أكثر من ٠.٩ تعتبر شديدة السهولة، كما تم اعتبار المفردات التي يقل تمييزها عن ٠.١٣ مفردات غير مميزة ولم يستبعد الباحثان أي من مفردات الاختبار وتم التأكد من وضوح التعليمات ومفردات الأسئلة وتم تقدير الزمن اللازم للإجابة على الاختبار أثناء التطبيق للاختبار استطلاعياً بـ٥٠ دقيقة.

٩. تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر ريتشارد سون وبلغ معامل ثبات الاختبار بـــهذه الطريقة (**٧٧%**) مما يشير إلى أن الاختبار ذو ثبات مرتفع ويمكن استخدامه في قياس محتوى الوحدة المقترحة.

١٠. عقب الانتهاء من إجراءات ضبط الاختبار- كما سبق توضيحه- أصبح الاختبار في صورته النهائية عبارة عن (**٤٥**) مفردة من نمط الاختيار من متعدد موزعاً على موضوعات الوحدة المقترحة.

١١. إعداد جدول المواصفات: تم إعداد جدول المواصفات في ضوء المستويات المعرفية لبلوم والموضوعات التي تشملها الوحدة، حيث تم حساب عدد الأسئلة في كل موضوع من موضوعات الوحدة، ولكل مستوى من مستويات الأهداف الست، وجدول (٢) يوضح ذلك.

جدول (٢): جدول مواصفات الاختبار التحصيلي لوحدة الرياضيات البيولوجية

م	مستويات الاهداف / الموضوعات	التذكر		الفهم		التطبيق		التحليل		التركيب		المجموع	النسبة المئوية
		العدد	رقم المفردة	العدد	رقم المفردة	العدد	رقم المفردة	العدد	رقم المفردة	العدد	رقم المفردة		
١	مفهوم الرياضيات البيولوجية	١	٢	-	-	-	-	-	-	١	١	٢	%٤
٢	النموذج الرياضي لدوران الدم	٢	٧،٣	١	٤	١	٥	١	٨	١	٦	٦	%١٣
٣	التقريب في دراسة الأنظمة البيولوجية	٢	١١،٩	١	١٠	١	١٢	١	١٤	١	١٣	٦	%١٣
٤	قوانين مندل ونظرية الاحتمالات	٢	١٧،١٥	١	١٨	١	١٦	-	-	-	-	٤	%٩
٥	وراثة السكان- قانون هاردي وايتبرج	١	٤٣	١	٤٤	١	٤٥	-	-	-	-	٣	%٧
٦	النسبة الذهبية في البيولوجي	١	٢٢	١	١٩	١	٢٠	١	٢١	-	-	٤	%٩
٧	متسلسلة فيبوناتشي في البيولوجي	٢	٢٨،٢٤	٢	٢٩،٢٥	٢	٢٧،٢٣	-	-	١	٢٦	٧	%١٦
٨	احصاءات الأمراض	٢	٣٣،٣٢	-	-	١	٣٤	١	٣١	١	٣٠	٥	%١١
٩	احصاءات الخصوبة والتوالد	٢	٣٧،٣٥	١	٣٨	١	٣٦	-	-	١	٣٩	٥	%١١
١٠	احصاءات ومقاييس الوفيات	١	٤١	١	٤٢	١	٤٠	-	-	-	-	٣	%٧
		١٦		٩		١٠		٤		٦		٤٥	
	النسبة المئوية	%٣٦		%٢٠		%٢٢		%٩		%١٣			%١٠٠

يتكون الاختبار ككل من (٤٥) سؤالاً، منها (١٦) لقياس التذكر، و(٩) عبارة لقياس الفهم و(١٠) عبارة لقياس التطبيق، و(٤) عبارة لقياس التحليل، و(٦) عبارة لقياس التركيب مع ملاحظة أن:

- الدرجة الكبرى للاختبار التحصيلي الكلية هي (٤٥) درجة والصغرى (صفر).

١. الدرجة الكبرى التذكر هي ١٦ والصغرى صفر

٢. الدرجة الكبرى الفهم هي ٩ والصغرى صفر

٣. الدرجة الكبرى التطبيق هي ١٠ والصغرى صفر

٤. الدرجة الكبرى التحليل هي ٤ والصغرى صفر

٥. الدرجة الكبرى التركيب هي ٦ والصغرى صفر

٦. كما تم إعداد نموذج إجابة للاختبار التحصيلي

٧. قام الباحثان بالمشاركة في تدريس الوحدة المقترحة لتدريسها في (١٣ حصة) لمجموعة البحث من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي شعبة العلوم التي تمثل مجموعة البحث (٣٥ طالباً) من مدرسة سيدي سالم الثانوية بمحافظة كفر الشيخ مع الاسترشاد بدليل المعلم، والاهتمام بالصور التوضيحية والمعلومات الاثرائية، وتم تطبيق الاختبار التحصيلي قبل التدريس وبعد الانتهاء من التدريس لمجموعة البحث وقد بلغ الوقت المستغرق في تدريس الوحدة أربعة أسابيع.

٨. معالجة البيانات إحصائياً.

ثانيًا: إعداد اختبار في مهارات الفهم العميق[٩]

للإجابة على السؤال الخامس من أسئلة البحث وهو: "ما فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات الفهم العميق (**مهارات التفكير التوليدي "الطلاقة، والمرونة، ووضع الفرضيات، والتنبؤ في ضوء المعطيات"، ومهارة إتخاذ القرار، ومهارة التفسير، ومهارات طرح الاسئلة**) لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية تخصص العلوم؟" قام الباحثان بما يلي:

لما كان أحد أهداف الدراسة الحالية يتضمن التعرف على فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات التفكير العميق لدى طلاب الصف الثاني الشعبة العلمية، تخصص العلوم، لذا فقد قام الباحثان بإعداد اختبار مهارات الفهم العميق، كأداة لقياس التغير في مستوى مهارات الفهم العميق نتيجة تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية.

وقد مرت عملية بناء اختبار الفهم العميق بالخطوات الآتية:

١. تحديد الهدف من الاختبار: كان الهدف من الاحتبار هو قياس مهارات الفهم العميق لدى الطلاب عينة الدراسة، وذلك بتطبيقه قبليًا، ثم بعديًا على مجموعة الدراسة.

٢. إعداد قائمة بمهارات الفهم العميق التي يقيسها الاختبار: قام الباحثان بإعداد قائمة بمهارات الفهم العميق والتي يقيسها الاختبار **(سبق اعدادها).**

٣. تحديد أبعاد المقياس: في ضوء الاطلاع على البحوث والدراسات السابقة التي اهتمت بقياس مهارات الفهم العميق- السابق عرضها- توصل الباحثان إلى أن أبعاد اختبار مهارات الفهم العميق هي:

[٩] انظر ملحق (٦) الاختبار التحصيلي لوحدة الرياضيات البيولوجية ونموذج اجابته.
انظر ملحق (٧): اختبار مهارات الفهم العميق لطلاب المرحلة الثانوية ونموذج اجابته.

اولا مهارات التفكير التوليدي وتشمل المهارات الآتية:

١. طلاقة المعاني والأفكار (**الطلاقة الفكرية**) (**Ideational Fluency**): وتتمثل في قدرة الفرد على إعطاء أكبر عدد ممكن من الأفكار المرتبطة بموقف معين.

٢. المرونة: هي القدرة على توليد أفكار متنوعة أو حلول جديدة ليست من نوع الأفكار الروتينية.

٣. وضع الفرضيات: "الفرضية" تعبير يستخدم عموماً للإشارة إلى أي استنتاج مبدئي.

٤. التنبؤ في ضوء المعطيات: وهي المقدرة على قراءة البيانات أو المعلومات المتوافرة والاستدلال من خلالها على ما هو أبعد من ذلك.

ثانيا: مهارة اتخاذ القرار وهي القدرة على اتخاذ القرار المناسب عند مواجهة موقف معين، مع تبرير هذا الاختيار

ثالثا: التفسير: وهي القدرة على تفسير الخبرات التعليمية أو استخلاص معنى منها.

رابعا: مهارات طرح الاسئلة

وهي قدرة الطلاب على طرح عدد كبير من الاسئلة المتنوعة المستويات والمختلفة في طبيعتها في مستويات متعددة منها:

١. أسئلة التذكر "الحفظ": يتطلب السؤال في هذا المستوى أن يستدعى التلميذ المعلومات والحقائق والمفاهيم التي سبق أن تعلمها، أو يتعرف عليها.

٢. أسئلة الفهم: يقصد بالفهم إدراك المادة التي يدرسها المتعلم، ويمكن أن يظهر هذا في إعادة صياغة المعلومات التي تعلمها في عبارات جديدة، وترجمة المادة في صورة أخرى.

٣. أسئلة التطبيق: ويتطلب هذا المستوى من الأسئلة أن يكون التلميذ قادرا على استخدام ما تعلمه في مواقف جديدة.

٤. أسئلة التحليل: وتتطلب قدرة المتعلم على تحليل المعلومات، وتحديد الأسباب والوصول إلى الاستنتاجات، وتحديد عناصر المشكلة أو الفكرة.

٥. الأسئلة محدودة الإجابة: وهي الأسئلة التي لا تحمل إلاّ إجابة صحيحة واحدة متفق عليها.

٦. الأسئلة مفتوحة الإجابة: وهي الأسئلة التي يكون لها أكثر من إجابة صحيحة واحدة أو التي تستدعي معلومات أوسع وأعمق مما هو متوفر في الكتاب. مثل الأسئلة التي تتطلب رأيا أو حكماً أو تتطلب توقعاً معيناً، أو تفسيراً لسلوك ما.

٤. تم حساب صدق الإختبار من خلال عرضه على السادة المحكمين لإبداء آرائهم فيه من حيث: **(قياس تنمية مهارات الفهم العميق لطلاب الصف الثاني الثانوي الشعبة العلمية- سلامة الإختبار من ناحية الصياغة اللفظية والعلمية)**.

٥. وقام الباحثان بإجراء بعض التعديلات وقد أفاد المحكمون أن الاختبار يقيس ما وضع لقياسه.

٦. تم تجربة الاختبار استطلاعياً في بداية العام **٢٠١٤ /٢٠١٥** على عينة من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي شعبة العلوم بلغ عدد أفرادها (**٥٠**) طالباً، وتم التأكد من وضوح التعليمات ومفردات الأسئلة وتم تقدير الزمن اللازم للإجابة على المقياس بـ ٥٠ دقيقة.

٧. تم حساب ثبات المقياس باستخدام معادلة كيودر ريتشارد سون وبلغ معامل ثبات المقياس بهذه الطريقـــة (**٨٧%**) مما يشير إلى أن المقياس ذو ثبات مرتفع ويمكن استخدامه في قياس مهارات ما وراء المعرفة.

٨. عقب الانتهاء من إجراءات ضبط المقياس أصبح المقياس في صورته النهائية عبارة عن (**٢٩**) مفردة كما هو موضح في جدول المواصفات التالي

جدول (٣): جدول مواصفات اختبار مهارات الفهم العميق

م	أبعاد الاختبار	المفردات	عدد المفردات	درجة السؤال	الدرجة الكلية	النسبة المئوية
١	أولًا: مهارات التفكير التوليدي: الطلاقة	١، ٢، ٣	٣	٣	٩	%١٧
٢	المرونة.	١، ٢، ٣	٣	٣	٩	%١٧
٣	وضع الفرضيات.	٤، ٥، ٦	٣	١	٣	%٥
٤	التنبوء في ضوء المعطيات.	٧، ٨، ٩	٣	١	٣	%٥
٥	ثانيًا: مهارة اتخاذ القرار.	من ١٠ إلى ١٨	٩	١	٩	%١٧
٦	ثالثًا: مهارة التفسير.	من ١٩ إلى ٢٧	٩	١	٩	%١٧
٧	رابعًا: مهارة طرح الأسئلة.	٢٨، ٢٩	٢	٦	١٢	%٢٢
المجموع			٢٩		٥٤	%١٠٠

يتكون الاختبار ككل من (**٢٩**) مفردة، موزعة على أبعاد الاختبار كالتالي (مهارات التفكير التوليدي (**١٢**) مفردة، و مهارة اتخاذ القرار (**٩**) مواقف، ومهارة التفسير (**٩**) اسئلة، ومهارة طرح الاسئلة موضوعان.

وقد تم تصحيح اختبار مهارات الفهم العميق كالتالي:

- تم تصحيح مهارات التفكير التوليدي بأن اعطي لكل مفردة يجيب عنها الطالب اجابة صحيحة درجة واحدة، وصفر اذا كانت الاجابة خطأ، وذلك بالنسبة لمهارتي التنبؤ ووضع الفرضيات، اما بالنسبة لمهارتي الطلاقة والمرونة فقد اعطيت الطلاقة كل نقطة يقوم الطالب بتكملتها نصف درجة وكل سؤال يتضمن ست نقاط والمرونة اعطيت كل تغيير في نمط الاجابة واعطاء أكبر عدد من الأفكار المتنوعة نصف درجة لذا فإن درجة كل سؤال تعادل ثلاث درجات، وبذلك تصبح الدرجة الكلية لمهارات التفكير التوليدي هي (٢٤).
- وتم تصحيح اتخاذ القرار بأن اعطي لكل موقف يختار فيه الطالب قرارا سليما درجة واحدة، وصفر اذا اختار إحدى البدائل الخطأ، وبذلك تكون الدرجة الكلية لاتخاذ القرار (٩) درجة.
- تم تصحيح مهارة التفسير بأن اعطي لكل مفردة يجيب عنها الطالب اجابة صحيحة درجة واحدة، وصفر اذا اختار إحدى البدائل الخطأ، وبذلك تكون الدرجة الكلية لمهارة التفسير (٩) درجة.
- تم تصحيح مهارة طرح الاسئلة حيث طلب من الطالب ان يطرح أكبر عدد من الأسئلة المتنوعة في مستويات (**التذكر، والفهم، والتحليل، والتطبيق، والاسئلة محددة الاجابة، والاسئلة مفتوحة النهاية**) وذلك بعد قراءة موضوعين في هذا الاختبار، وبذلك تكون الدرجة الكلية لمهارة طرح الاسئلة (١٢) درجة.
- وبذلك تصبح الدرجة الكلية للإختبار (٥٤) درجة.
- عينة البحث (**٣٥ طالباً**) من طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي قسم العلوم من مدرسة سيدي سالم الثانوية بمحافظة كفر الشيخ.
- تم تطبيق اختبار الفهم العميق قبل التدريس وبعد الانتهاء من التدريس لمجموعة البحث.
- معالجة البيانات إحصائياً.

عرض نتائج البحث ومناقشتها وتفسيرها

يتناول الباحثان في هذا الجزء الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث، كما يتناولا اختبار الفروض البحثية مع عرض الطرق والمعالجات والجداول الإحصائية التي استخدمها الباحثان لاختبار صحة الفروض، وتفسير النتائج التي توصل إليها الباحثان.

أولاً: الإحصاء الوصفي:

الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث:

يوضح جدول (٣) الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث الآتية:

أ- درجات الاختبار التحصيلي

ب- درجات اختبار مهارات الفهم العميق.

حيث قامت الباحثان بحساب المتوسط والانحراف المعياري لكل مما يأتي كما سيتضح من الجدول التالي:

١- التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي.

٢- التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي.

٣- التطبيق القبلي اختبار مهارات الفهم العميق.

٤- التطبيق البعدي اختبار مهارات الفهم العميق.

جدول (٤)

الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث: المتوسط والانحراف المعياري للتطبيق القبلي والبعدى للاختبار التحصيلي. واختبار مهارات الفهم العميق

م	الاختبار	المتوسط	الانحراف المعياري
١	التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي.	٤.٦٥٧	٢.٣٧٦
	التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي.	٤٢.٤٥٧	١.٥٢١
٢	التطبيق القبلي اختبار مهارات الفهم العميق	٤.٩١٤	٠.٢٧٩
	التطبيق البعدي اختبار مهارات الفهم العميق	٥٠.٣١٤	٠.٣٦٠

ويتضح من جدول (٤) أن:

- متوسط درجات التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي "٤٢.٤٥٧" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلى للاختبار التحصيلي "٤.٦٥٧"
- متوسط درجات التطبيق البعدي لاختبار مهارات الفهم العميق "٥٠.٣١٤" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلى اختبار مهارات الفهم العميق "٤.٩١٤".

● وهذا يدل على كفاءة استخدام الوحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية في تنمية كل من التحصيل وكذلك اختبار مهارات الفهم العميق، حيث كبر متوسط التطبيق البعدي يرجع لدراسة الوحدة المقترحة فى الرياضيات البيولوجية.

ثانياً: اختبار الفروض البحثية:

١. اختبار صحة الفرض الأول: لاختبار صحة الفرض الأول الذي ينص على"يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في الاختبار التحصيلي ككل ومستوياته الفرعية (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب) المعد لقياس تحصيل الطلاب في وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة، قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي."

قام الباحثان بما يلي: تطبيق اختبار "ت" (T- test) للعينات المرتبطة، وذلك باستخدام حزمة البرامج الإحصائية "SPSS" التي سبق الإشارة إليها، والجدول التالي يعرض نتائج تطبيق اختبار "ت".

جدول (٥)

اختبار "ت" للعينات المرتبطة لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب عينة البحث في التطبيق القبلى والبعدي للاختبار التحصيلى ككل والمهارات الفرعية حيث عدد العينة (٣٥)

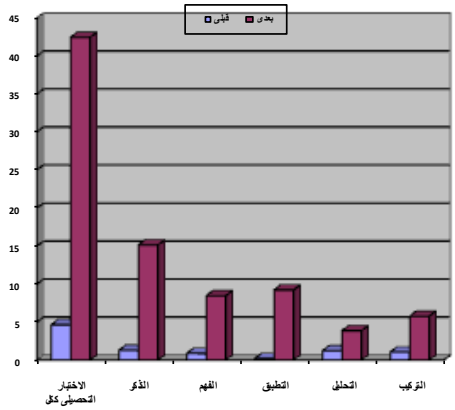
المهارات	المجموعة	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الاختبار ككل	قبلى	٤.٦٥٧	٢.٣٧٦	٧٨.٥٤٦	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٤٢.٤٥٧	١.٥٢١			
التذكر	قبلى	١.٢٨٦	٠.٧٨٨	٧١.٨٣٢	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	١٥.١٤٣	٠.٨٧٩			
الفهم	قبلى	٠.٨٨٦	٠.٧١٨	٤٧.٢٣٨	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٨.٤٥٧	٠.٧٠١			
التطبيق	قبلى	٠.٢٠٠	٠.٤٠٦	٨٦.٤٩٤	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٩.٢٢٨	٠.٦٨٩			
التحليل	قبلى	١.٢٢٩	٠.٧٧٠	١٩.٢٥٧	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٣.٨٥٧	٠.٣٥٥			
التركيب	قبلى	١.٠٥٧	٠.٦٣٩	٣٣.٨٠٥	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٥.٧٧١	٠.٤٢٦			

ومن جدول (٥) السابق يلاحظ أن:

- قيمة "ت" للاختبار ككل تساوى (٧٨.٥٤٦) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى للاختبار التحصيلى لصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمستوى التذكر للاختبار التحصيلى تساوى (٧١.٨٣٢) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فأنه

يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لمستوى التذكر للاختبار التحصلى لصالح التطبيق البعدى.

- قيمة "ت" لمستوى الفهم للاختبار التحصيلى تساوى (٤٧.٢٣٨) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لمستوى الفهم للاختبار التحصلى لصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمستوى التطبيق للاختبار التحصيلى تساوى (٨٦.٤٩٤) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠١)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لمستوى التطبيق للاختبار التحصلى لصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمستوى التحليل للاختبار التحصيلى تساوى (١٩.٢٥٧) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لمستوى التحليل للاختبار التحصلى لصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمستوى التركيب للاختبار التحصيلى تساوى (٣٣.٨٠٥) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠٥) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة البحثية في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لمستوى التركيب للاختبار التحصلى لصالح التطبيق البعدى.



٢. لاختبار صحة الفرض الثاني الذي ينص على: "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة الدراسة في اختبار مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الاسئلة) قبل وبعد تدريس الوحدة المقترحة لصالح التطبيق البعدي." قام الباحثان بما يلي: تطبيق اختبار "ت" (**T- test**) للعينات المرتبطة، وذلك باستخدام حزمة البرامج الإحصائية "SPSS" التي سبق الإشارة إليها، والجدول التالي يعرض نتائج تطبيق اختبار"ت".

جدول (٦)

اختبار "ت" للعينات المرتبطة لدلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب عينة البحث في التطبيق القبلى والبعدي لاختبار مهارات الفهم العميق ككل والمهارات الفرعية حيث عدد العينة (٣٥)

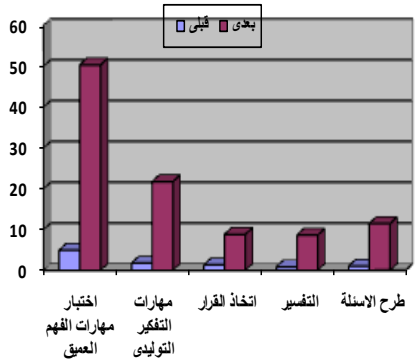
المهارات	المجموعة	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الاختبار ككل	قبلى	٤.٩١٤	٠.٢٧٩	١١٥.٣	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٥٠.٣١٤	٠.٣٦٠			
مهارات التفكير التوليدي	قبلى	١.٧٤٣	١.٠١	٩٥.٦٧٦	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٢١.٧٣٤	١.١٤٦			
مهارة اتخاذ القرار	قبلى	١.٣٢٤	٠.٥٨٩	٥٥.٣٠٨	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٨.٧٩٤	٠.٤١٠			
التفسير	قبلى	٠.٨٢٨	٠.٥٦٨	٦٠.٧٧٧	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	٨.٦٢٨	٠.٥٩٨			
مهارة طرح الاسئلة	قبلى	١.٠٢٨	٠.٦١٧	٦٤.٤٠٧	٣٤	٠.٠٠١
	بعدى	١١.٤٦	٠.٦٩٤			

ومن جدول (٦) السابق يلاحظ أن:

- قيمة "ت" لاختبار مهارات الفهم العميق ككل تساوى (١١٥.٣) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠١)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لاختبار مهارات الفهم العميق لصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمهارات التفكير التوليدي "تساوى (٩٥.٦٧٦) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من

(٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠١)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لبعد مهارات التفكير التوليديلصالح التطبيق البعدى.

- قيمة "ت" لمهارات اتخاذ القرار "تساوى (٥٥.٣٠٨) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠١)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لبعد مهارات اتخاذ القرارلصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمهارات التفسير "تساوى (٦٠.٧٧٧) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠١)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لبعد مهارات التفسيرلصالح التطبيق البعدى.
- قيمة "ت" لمهارات طرح الاسئلة "تساوى (٦٤.٤٠٧) عند درجة حرية (٣٤)، والدلالة المحسوبة كمبيوترياً لها (٠.٠٠١)، وحيث أن هذه الدلالة المحسوبة أقل من (٠.٠١) فإن قيمة "ت" دالة إحصائيا عند مستوى (٠.٠١)، وعليه فأنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لبعد مهارات طرح الاسئلة لصالح التطبيق البعدى.



٣. لاختبار صحة الفرض الثالث الذي ينص على: "يحقق تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع ايتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في رفع مستوى التحصيل ككل ومستوياته الفرعية (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب) لطلاب مجموعة الدراسة."

قام الباحثان بما يلي: حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التحصيل ككل ومستوياته الفرعية (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب)، حيث قام الباحثان بحساب قيمة ($\eta 2$) باستخدام

المعادلة التالية: $\eta = t^2 / (t^2 + df)^2$ وذلك باستخدام قيمة "ت" ودرجات الحرية، ويتضح ذلك في الجدول التالي:

جدول (٧)

قيمة "ت" للفرق بين متوسط التطبيق القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية للاختبار التحصيلي ومقدار حجم التأثير(η^2)

الاختبار والمستويات المعرفية	قيمة "ت"	درجات الحرية	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير ≤ ٠.١٤
الاختبار ككل	٧٨.٥٤٦	٣٤	٠.٩٩٤	كبير
تذكر	٧١.٨٣٢	٣٤	٠.٩٩٣	كبير
فهم	٤٧.٢٣٨	٣٤	٠.٩٨٤	كبير
تطبيق	٨٦.٤٩٤	٣٤	٠.٩٩٥	كبير
تحليل	١٩.٢٥٧	٣٤	٠.٩١٦	كبير
التركيب	٣٣.٨٠٥	٣٤	٠.٩٧١	كبير

من جدول (٧) السابق يتضح أن :

- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التحصيل ككل تساوى (٠.٩٩٤) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التحصيل ككل يحقق حجم تأثير كبيراً في تحصيل الجوانب المعرفية أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التذكر تساوى (٠.٩٩٣) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التذكريحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التذكر تساوى (٠.٩٩٣) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التذكريحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التطبيق تساوى (٠.٩٩٥) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التطبيق يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التحليل تساوى (٠.٩١٦) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التحليل يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التركيب تساوى (٠.٩٧١) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في رفع مستوى التركيب يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

٤. لاختبار صحة الفرض الرابع الذي ينص على: "يحقق تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة الفاعلية كما تقاس باستخدام مربع ايتا أعلى من القيمة (٠.١٤) في تنمية مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي وتشمل (الطلاقة، والمرونة، وضع الفرضيات،والتنبؤ في ضوء المعطيات)، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الاسئلة) لطلاب مجموعة الدراسة."

قام الباحثان بما يلي: حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته الفرعية، حيث قامت الباحثان بحساب قيمة ($\eta 2$) باستخدام المعادلة التالية:

$\eta = t2 /(t2 + df)2$ وذلك باستخدام قيمة "ت" ودرجات الحرية، ويتضح ذلك في الجدول التالي:

جدول (٨)

قيمة "ت" للفرق بين متوسط التطبيق القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية للاختبار التحصيلي ومقدار حجم التأثير (η^2)

الاختبار والمستويات المعرفية	قيمة "ت"	درجات الحرية	قيمة η^2	مقدار حجم التأثير ≥ ٠.١٤
الاختبار ككل	١١٥.٣	٣٤	٠.٩٩٧	كبير
مهارات التفكير التوليدى	٩٥.٦٧٦	٣٤	٠.٩٩٦	كبير
اتخاذ القرار	٥٥.٣٠٨	٣٤	٠.٩٨٩	كبير
التفسير	٦٠.٧٧٧	٣٤	٠.٩٩١	كبير
طرح الاسئلة	٦٤.٤٠٧	٣٤	٠.٩٩٢	كبير

من جدول (٨) السابق يتضح أن :

- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات الفهم العميق ككل تساوى (٠.٩٩٧) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في

تنمية مهارات الفهم العميق ككل يحقق حجم تأثير كبيراً أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير التوليدى تساوى (٠.٩٩٦) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير التوليدى يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات اتخاذ القرار تساوى (٠.٩٨٩) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات اتخاذ القرار يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات التفسير تساوى (٠.٩٩١) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات التفسير يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).
- حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات طرح الاسئلة تساوى (٠.٩٩٢) وهى أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤) وهذا يدل على أن حساب حجم تأثير تدريس وحدة الرياضيات البيولوجية المقترحة في تنمية مهارات طرح الاسئلة يحقق حجم تأثير كبيراً في أعلى من القيمة المحكية (٠.١٤).

تفسير نتائج البحث

يمكن تفسير نتائج البحث كالتالي:

١. متوسط درجات التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي لمجموعة البحث "**٤٢.٤٥٧**" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي لذات المجموعة "**٤.٦٥٧**". وهذا يدل على كفاءة استخدام الوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية في تنمية التحصيل حيث كبر متوسط التطبيق البعدي يرجع لدراسة الوحدة المقترحة فى الرياضيات البيولوجية. كما أن الوحدة المقترحة حققت فاعليه كبيرة وحجم تأثير كبير في تحصيل الاختبار التحصيلي ككل ومستوياته المعرفية (**التذكر- الفهم- التطبيق- التحليل- التركيب**) أعلى من القيمة المحكية. ويفسر الباحثان ارتفاع درجات التلاميذ في الاختبار التحصيلي وتحقيق الفاعلية الكبيرة وحجم التأثير الكبير بالنسبة إلى المجموعة التجريبية إلى كفاءةالوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية والذي تم تدريسها. وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة التي قامت بتدريس محتوى في الرياضيات البيولوجية مثل دراسات: The University of Scranton (2014-**2015)**، و**Robeva, et al., 2007**)، و(**Olatoye, 2007**)، و(**Hester, et al., 2014**).

٢. متوسط درجات التطبيق البعدي لإختبار مهارات الفهم العميق لمجموعة البحث "٥٠.٣١٤" وهو أعلى من متوسط درجات التطبيق القبلي لإختبار مهارات الفهم العميق لذات المجموعة "٤.٩١٤"، وأن نسبة الفاعلية وحجم التأثير لإختبار مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته (**مهارات التفكير التوليدي، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الاسئلة**) جاءت أعلى من القيمة المحكية، ويفسر الباحثان ارتفاع درجات الطلاب في إختبار مهارات الفهم العميق ككل ومهاراته إلى كفاءة الوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية والذي تم تدريسها. وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة التالية في تنمية مهارات الفهم العميق ولكن باستخدام متغيرات مستقلة أخرى مثل: (**نادية سمعان لطف الله، ٢٠٠٦**)، و(**صباح رحومه أحمد، ٢٠٠٨**)، و(**نوال عبد الفتاح فهمي خليل، ٢٠٠٦**)، و(**كريمة ناجي حسين أحمد، ٢٠٠٩**)، و(**فطومة محمد علي احمد، ٢٠١٢**)، و(**Oakes & Star, 2008**)، و(**Barron & Darling-Hammond, 2008**)، و(**Sun; Zhang & Scardamalia, 2010**)، و **Paideya & Sookrajh, 2010**)، و(**Andersson, et al., 2010**)، و(**McConnell; Parker & Eberhardt, 2013**).

٣. وهذا يدل على كفاءة الوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية في تنمية كل من التحصيل وكذلك مهارات الفهم العميق، ويمكن تفسير ذلك فيما يلي:

- تعلم أفراد المجموعة البحث الوحدة المقترحة في الرياضيات البيولوجية، التي تركز على التفكير والمناقشة والتعلم التعاوني، وجميعها أنشطة توفر تفاعلاً بين المعلم والطالب، وبين الطالب والمجموعة، حيث يعمل هذا التفاعل على تنمية مهارات التفكير العميق.
- تضمنت وحدة الرياضيات البيولوجية انشطة في كل دروس الوحدة لتنمية مهارات التفكير العميق (مهارات التفكير التوليدي، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الاسئلة) والتدريب عليها.
- كما يمكن تفسيرهذه النتائج إلى ما تتمتع به وحدة الرياضيات البيولوجية من محتوى غير تقليدي للوحدات التي تعود عليها الطلاب في مختلف المواد التي يدرسونها بما مثل لديهم تحدي لقدراتهم في استيعاب وفهم هذا المحتوى الجديد والذي يقودهم إلى الفهم العميق للوحدة المقترحة.
- وكذلك تشارك معلمي الرياضيات والبيولوجيا في تدريس المحتوى غير من دور التعليم التقليدي حيث يجعل هناك مساحة من اثارة مهارات التفكير بأنواعها لدى الطلاب واستثارة الابداع لديهم ومحاولة تطبيق النماذج الرياضية في البيولوجيا على امثلة حياتية وعلمية أخرى.

- تضمن تصميم دليل الطالب محتوى جديد غير تقليدي جمع بين المحتوى الرياضي والبيولوجي، وكذلك مجموعة من الأنشطة المرتبطة بمهارات الفهم العميق التي عززت تنمية التحصيل ومهارات الفهم العميق.
- تضمن تصميم دليل المعلم توضيح للمعلم بمحتوى علمي للرياضيات البيولوجية وكذلك كيفية التعامل مع الانشطة المختلفة بدليل الطالب لدى طلاب المرحلة الثانوية.

توصيات البحث

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج يوصي الباحثان بالآتي:

١. استخدام وحدة الرياضيات البيولوجية بالشعب العلمية بالمرحلة الثانوية لتنمية مهارات الفهم العميق.

٢. تدريب الطلاب المعلمين بكليات التربية علي تدريس محتوى تكاملي بين الرياضيات والبيولوجي.

٣. تدريب معلمي الأحياء أثناء الخدمة لتمكينهم من اكتساب مهارات تدريس محتوى علمي تكاملي بين الرياضيات والبيولوجي.

٤. تزويد معلمي الأحياء بدليل معلم لتدريس وحدة الرياضيات البيولوجية.

٥. تضمين مناهج الأحياء بالمرحلة الثانوية بمحتوى رياضياتي.

بحوث مقترحة

ويقترح الباحثان إجراء البحوث التالية:

١. فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لتنمية التحصيل والفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٢. فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لتنمية التحصيل والفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية.

٣. فاعلية مقرر مقترح في الرياضيات البيولوجية لتنمية التحصيل والفهم العميق لدى طلاب شعبة البيولوجي بكليات التربية.

المراجع

١. أحمد أحمد سلامة عبدالرحيم، وسماح الشمري بندر. (٢٠١٠). أثر تدريس وحدة متكاملة في التقويم التشخيصي لمعلمي العلوم والرياضيات- قبل الخدمة- على تحصيلهم الدراسي واتجاهاتهم نحو دراستها. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://www.svu.edu.eg/faculties/education/cv/manaheg/raheemsearch

٢. أحمد الشارف. (١٩٩٧). المدخل لتدريس الرياضيات. ط ١، **ليبيا، طرابلس، الجامعة المفتوحة.**

٣. أمل رشيد عبد الرحمن. (٢٠٠٤). أثر طريقة التدريس بالتكامل بين العلوم والرياضيات على تحصيل طلبة الصف الثامن الأساسي في **مدرسة الملك عبد الله الثاني للتميز في العلوم** والرياضيات. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع: http://repository.yu.edu.jo/handle/123456789/561242.

٤. أمنية السيد الجندي، ونعيمة حسن أحمد. (٢٠٠٤). دراسة التفاعل بين بعض أساليب التعليم والسقالات التعليمية في تنمية التحصيل والتفكير التوليدي والاتجاه نحو العلوم لدى تلميذات الصف الثاني الإعدادي. المؤتمر العلمي السادس عشر، "تكوين المعلم"، **الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس**، المجلد الثاني، ٢١- ٢٢ يوليو.

٥. ابراهيم عقيلان. (٢٠٠٠). مناهج الرياضيات وأساليب تدريسها. ط ١، الأردن، عمان، دار المسيرة.

٦. إسماعيل الصادق. (٢٠٠١).طرق تدريس الرياضيات: نظريات وتطبيقات. ط ١، مصر، القاهرة، **دار الفكر العربي.**

٧. إنشراح ابراهيم محمد المرصفي. (٢٠٠٥). تعليم التفكير الابداعي لطفل الروضة. مصر، القاهرة، **الدار المصرية اللبنانية.**

٨. الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد. (٢٠١٠). الوثيقة القومية لمعايير تقويم واعتماد كليات التربية بمصر (مستويات: المؤسسة، والخريجين، والبرامج). **الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد، مصر.**

٩. الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد. (٢٠٠٩). وثيقة المستويات المعيارية لمحتوى مادة العلوم: للتعليم قبل الجامعى. **الهيئة القومية لضمان جودة التعليم والاعتماد، مصر**.

١٠. بدر السكنري. (٢٠٠٣). اثر نموذج فان هايل في تنمية مهارت التفكير الهندسي والحتفاظ بها لدى طلبة الصف التاسع الأساسي بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

١١. بدرية الملا. (١٩٩٤). أثر برنامج متكامل بين القراءة الوظيفية والقراءة على الأداء اللغوي لتلميذات الصفوف الثلاثة الأخيرة في المرحلة الابتدائية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر.

١٢. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. (٢٠٠٣). تقرير التنمية العربية للعام: (نحو إقامة مجتمع المعرفة). **المكتب الإقليمي للدول العربية.**

١٣. تحسين يقين. (٢٠٠٤). التربية المعلوماتية والتعلم الفعال. مجلة رؤية، السنة الثالثة، العدد ٢٨، آذار ٢٠٠٤.

١٤. تهاني الروؤساء، ونوال الربيعان. (٢٠١٠). العلوم والمعرفة الأخرى (المنحى التكاملي للمنهج). تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://pnu7r.files.wordpress.com/2012/11/d8a7d984d8b3d8a7d8a8d8b9d8a911.docx

١٥. جابر عبد الحميد جابر. (٢٠٠٣). الذكاءات المتعددة والفهم: تنمية وتعميق**. دار الفكر العربي، عمان.**

١٦. جودت أحمد سعادة (٢٠٠٦). تدريس مهارات التفكير مع مئات الأمثلة التطبيقية. **دار الشروق للطباعة والنشر والتوزيع، عمان**.

١٧. حسن سلامة. (١٩٩٥). طرق تدريس الرياضيات بين النظرية والتطبيق. ط ١، مصر، القاهرة، **دار الفجر**.

١٨. حسن حسين زيتون. (٢٠٠٨). تنمية مهارات التفكير رؤية اشراقية في تطوير الذات. الرياض: **الدار الصولتية للتربية**.

١٩. خيرية سيف. (٢٠٠٤). فعالية استراتيجية تدريس الأقران في تنمية مهارات الطرح لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية والاتجاه نحو الرياضيات لدولة الكويت، مجلة تربوية، المجلد الثامن عشر، العدد ٧٣، جامعة **الكويت، مجلس النشر العلمي**.

٢٠. رشدي لبيب، وفايز مراد مينا. (١٩٩٣): قضايا في مناهج التعليم. القاهرة، **مكتبة الأنجلو المصرية**.

٢١. روبرت شوارتز ودي إن بيركنز. (٢٠٠٣). تعليم مهارات التفكير: القضايا والاساليب. ترجمة وتعريب عبد الله النافع. **سلسلة دليل الممارس لتعليم التفكير**، المملكة العربية السعودية.

٢٢. روبرت مارزانو. (٢٠٠٤). أبعاد التعلم: إطار عمل للمنهج وطرق التدريس. ترجمة يعقوب حسين نشوان، ومحمد صالح خطاب، **دار الفرقان للنشر والتوزيع**، الطبعة الثانية، عمان.

٢٣. ريم شوكت ايليا دعيبس. (٢٠٠٩). التحديات التي تواجه علم الرياضيات كقوة محركة لتقدم المجتمع، دراسة تطبيقية. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://www.aun.edu.eg/conferences/27_9_2009/ConferenceCD_files/Papers/42.doc

٢٤. زبيدة محمد قرني. (٢٠٠٨). فاعلية برنامج قائم على تكنولوجيا التعليم الإلكتروني في ضوء معايير الجودة الشاملة في تنمية التحصيل ومهارات التفكير التوليدي وتعديل أنماط التفضيل المعرفي لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء. **الجمعية المصرية للتربية العلمية**، مجلة التربية العلمية، بحوث العدد الثالث: المجلد الحادي عشر، ص ـ ص : ١٤٥ ـ ٢٠٨.

٢٥. سامية عادل الأنصاري. (١٩٩٥). استخدام النظم في وضع برنامج للتربية العملية لطالب القسم العلمي في الكويت. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية جامعة عين شمس، القاهرة، مصر.

٢٦. شادية بيومي حامد. (٢٠٠٩). مداخل العلوم المتكاملة والإلكترونية. كلية العلوم الإسلامية، **جامعة المدينة العالمية، شاه علم، ماليزيا**.

٢٧. شيماء حمودة الحارون. (٢٠٠٩). المتفوقون عقليا: ذوو صعوبات التعلم في مدارسنا تنميتهم وجدانيا وعلميا ومعرفيا. **المنصورة، المكتبة العصرية للنشر والتوزيع.**

٢٨. صباح رحومه أحمد. (٢٠٠٨). التفاعل بين بعض أساليب التعلم وإستراتيجيات التدريس في مادة العلوم وأثرها في تنمية الفهم العميق والتفكير العلمي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. رسالة دكتوراه، بنات عين شمس.

٢٩. صلاح عبدالحفيظ، والمهدى محمود. (١٩٩٣). المدخل التكاملي في تدريس العلوم والرياضيات وعلاقته بالتحصيل والتفكير التباعدى. المؤتمر العلمي الأول حول مستقبل تعليم العلوم والرياضيات وحاجات **المجتمع العربي، بيروت، معهد الإنماء العربي، أكتوبر** ١٩٩٣، ص ص ٣٠٩ - ٣٢٨.

٣٠. ضياء ناصر الجراح. (٢٠٠٠). تطوير مناهج الرياضيات في مرحلة التعليم العام في المملكة الأردنية الهاشمية في ضوء النمذجة الرياضية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر.

٣١. عايش زيتون. (٢٠١٠). الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها. ط ١، **عمان: دار الشروق**.

٣٢. عبد الحسين السلطاني. (٢٠٠٢). أساليب تدريس الرياضيات. ط ١، الأردن، **عمان، دار الوراق**.

٣٣. عبدالقادر محمد عبدالقادر السيد. (٢٠٠٩). تصور مقترح لمناهج الرياضيات والعلوم بسلطنة عمان وفق فكرة التكامل بين المواد الدراسية. **المؤتمر القومى السنوى السادس عشر/ العربى الثامن لمركز تطوير التعليم الجامعى**، بعنوان: التعليم الجامعى العربى ودوره فى تطوير التعليم قبل الجامعى، جامعة عين شمس.

٣٤. علم الأحياء الرياضي. الموسوعة الحرة ويكيبيديا. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%B9%D9%84%D9%85_%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%AD%D9%8A%D8%A7%D8%A1_%D8%A7%D9%84%D8%B1%D9%8A%D8%A7%D8%B6%D9%8A&oldid=13934851

٣٥. علي بن هويشل الشعيلي. (٢٠٠١). درجة مواكبة محتوى كتب العلوم للصفوف الأساسية في سلطنة عمان للمعايير القومية الأمريكية.. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع: **http://kenanaonline.com/**

٣٦. علي محي الدين راشد. (٢٠٠٣). تطوير مناهج العلوم بالمرحلة الإعدادية في مصر في ضوء المعايير العالمية للتربية العلمية. **مجلة مستقبل التربية العربية**، المركز العربي للتعليم والتنمية جامعة عين شمس، القاهرة، مجلد (٩)، ع (٣١).

٣٧. فايز مراد مينا. (١٩٩٩). تعليم الرياضيات بين النظرية والتطبيق: تضييق الهوة أساس للإصلاح. **المؤتمر العالمي لتعليم الرياضيات في القرن الحادي والعشرين.**

٣٨. فتحي عبدالرحمن جروان (٢٠٠٢). تعليم التفكير- مفاهيم وتطبيقات. **دار الفكر، عمان.**

٣٩. فتحى يوسف مبارك. (١٩٨٦). الأسلوب التكاملي في بناء المنهج: النظرية والتطبيق، القاهرة، **دار المعارف.**

٤٠. فطومة محمد علي احمد. (٢٠١٢). تنمية الفهم العميق والدافعية للانجاز فى مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الاول الاعدادى باستخدام التعليم الاستراتيجى. **مجلة التربية العلمية الجمعية المصرية للتربية العلمية،** المجلد الخامس عشر العدد الاول.

٤١. فؤاد سليمان قلادة، ومعصومة كاظم (١٩٨٨). تنمية القدرات العقلية من خلال دراسة العلوم والرياضيات. **صحيفة التربية،** العدد (٢)، المجلد (١٠)، أبريل ١٩٨٨، ص ص ٢٥-٤٤.

٤٢. كريمة ناجي حسين أحمد. (٢٠٠٩). أثر التفاعل بين إستراتيجيتي فكر زاوج شارك والتدريس المباشر وأساليب التعلم والمعرفة العلمية المسبقة في تنمية الفهم العميق ودافعية الإنجاز لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي. رسالة دكتوراه، كلية البنات، جامعة عين شمس.

٤٣. لوريس اميل عبد الملك. (٢٠١٢). تنمية مهارات توليد المعلومات وتقييمها والانجاز المعرفي في البيولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية باستخدام استراتيجيات تدريس مشجعة للتشعب العصبي. **مجلة التربية العلمية،** المجلد الخامس عشر، العدد الثاني، شهر ابريل ص- ص: ٢٠٣- ٢٤٨.

٤٤. ليلى حسين، وحياة رمضان. (٢٠٠٧). فاعلية المهام الكتابية المصحوبة بالتقويم الجماعي في تنمية التفكير التوليدي ودافعية الانجاز وتحصيل الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي. الجمعية المصرية للتربية العلمية، **مجلة التربية العلمية،** العدد الثاني: المجلد العاشر. ص- ص: ١٢١- ١٧٠.

٤٥. محمد أبو الفتوح خليل. (٢٠٠١). فاعلية برنامج مقترح لتطوير منهج الأحياء في المرحلة الثانوية. المؤتمر العلمي الخامس للتربية العلمية للمواطنة، **الجمعية المصرية للتربية العلمية،** المجلد الأول، يوليو- أغسطس.

٤٦. محمد الشهري. (٢٠٠٩). تقويم محتوى كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مستحدثات علم الأحياء وأخلاقياتها. رسالة دكتوراة (غير منشورة)، جامعة أم القرى، السعودية.

٤٧. محمد المفتي. (١٩٩٥). قراءات في تدريس الرياضيات. ط ١، مصر، القاهرة، **مكتبة الأنجلو.**

٤٨. محمد صابر سليم. (١٩٩٣). **اتجاهات حديثة في تدريس العلوم.** جامعة عين شمس، كلية التربية، ص ص ٤٢- ٤٩.

٤٩. محمد عبد اللطيف عمر باسودان. (٢٠٠٢). دراسات رياضية عن نماذج التركيب العمري للأجيال. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الأزهر، القاهرة، مصر.

٥٠. مرفت حامد محمد هاني. (٢٠١٣). فاعلية إستراتيجية سكامبر في تنمية التحصيل ومهارات التفكير التوليدي في العلوم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. **مجلة دراسات تربوية واجتماعية، جامعة حلوان**، مجلد ١٩، عدد ٢، ابريل ٢٠١٣.

٥١. معين منصور. (٢٠٠٦). أثر برنامج محوسب في تنمية مهارت التحويل الهندسي لدى طلاب الصف العاشر بغزة. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

٥٢. نادية سمعان لطف الله. (٢٠٠٦). أثر إستخدام التقويم الأصيل في تركيب البنية المعرفية وتنمية الفهم العميق ومفهوم الذات لدى معلم العلوم أثناء إعداده. **الجمعية المصرية للتربية العلمية، المؤتمر العلمي العاشر**، التربية العلمية، تحديات الحاضر ورؤى المستقبل، فايد، الإسماعيلية، ٣٠/٧- ٢٠٠٦/٨/١، المجلد الثاني، ص ص ٥٩٥- ٦٤٠.

٥٣. نوال عبد الفتاح فهمي خليل. (٢٠٠٦). اثر استخدام استراتيجيات الذكاءات المتعددة في تنمية التحصيل وعمليات العلم الأساسية والتفكير التوليدي في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. **الجمعية المصرية للتربية العلمية، مجلة التربية العلمية**، العدد الثالث، ص- ص: ٥١- ١٠٠.

٥٤. نوال عبد الفتاح فهمي خليل. (٢٠٠٨). أثر استخدام خرائط التفكير في تنمية التحصيل والفهم العميق ودافعية الانجاز لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائيفي مادة العلوم. **مجلة التربية العلمية**، العدد الرابع، المجلد الحادي عشر، ص ص ٦٣- ١١٨.

٥٥. هالة سعيد احمد العمودي. (٢٠١٢). فعالية نموذج ويتلي في تنمية التحصيل ومهارات توليد المعلومات في الكيمياء والدافع للانجاز لدى طالبات الصف الثالث الثانوي. **مجلة التربية العلمية**، المجلد الخامس عشر، العدد الأول، شهر يناير، ص- ص: ٢١٩- ٢٦٢.

٥٦. هشام حسين. (٢٠١١). تعليم الرياضيات في عالم متعدد الثقافات. ط ١، الأردن، عمان، دار الصفاء.

٥٧. وجيه المرسي ابولبن. مهارة طرح الاسئلة. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://kenanaonline.com/users/wageehelmorssi/posts/268089

٥٨. وليم عبيد. (١٩٩٨). رياضيات مجتمعية لمواجهة تحديات مستقبلية، إطار مقترح لتطوير مناهج الرياضيات مع بداية القرن الحادي والعشرين. **مجلة تربويات الرياضيات**، المجلد الأول، القاهرة، ١٩٩٨.

٥٩. وليم عبيد. (١٩٨٩). المهارات الرياضية اللازمة لدراسة العلوم في المرحلة الاعدادية. **القاهرة، مطبعة التقدم**.

٦٠. ويكيبيديا بيولوجي. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://www.arabsciencepedia.org/wiki و http://ar.wikipedia.org/wiki

٦١. ويكيبديا رياضيات. تم الاسترجاع في ٢٠١٤/٩/١٦ من الموقع:

http://ar.wikipedia.org/wiki وhttp://www.arabsciencepedia.org/wiki

٦٢. يسري محمد محمود عثمان. (٢٠٠٨). أثر استخدام المدخل الجدلي التجريبي في تنمية المفاهيم الفيزيائية ومهارات التفكير التوليدي لطلاب الصف الأول الثانوي. **رسالة دكتوراه**، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٦٣. يعقوب حسين نشوان. (١٩٨٤). اتجاهات معاصرة في مناهج وأساليب طرق تدريس العلوم. الأردن، **عمان، دار الفرقان.**

64. Alberta Learning. (1998). **Senior High Science Programs**: Biology 20- 30. Alberta, Canada.

65. American Association for the Advancement of Science. AAAS. (1996). Science for All American, New York: **Oxford University Press**. Available at: http://www.project 2061.org1, Retrieved on 1 August 2014.

66. American Association for the Advancement of Science. AAAS. (1989). Science for all Americans: Project 2061, **Washington,** DC: Author

67. American Association for the Advancement of Science. AAAS. (1978), **Evicts resource directory,** Washington, DC: Author

68. Andersson, S.; Bergstrom-Nyberg, S.; Dumbrajs, M.; Dumbrajs, S.; Martelin, V. & Westerlund, T. (2010). Interdisciplinary education in comprehensive school: Can a deep understanding occur?. Online Submission, **US-China EducationReview**, 7 (9), 34-46, Sep.

69. Baird, W.E.; Easterday, K.; Rowsey, R. E. & Smith, T. (1993). A Comparison of Alabama Secondary Science and Mathematics Teachers: demographics and perceive needs. **School Science and Mathematics**, 93 (4), 175-182.

70. Barron, B. & Darling-Hammond, L. (2008). Powerful learning: Studies show deep understanding derives from collaborative methods. Available at:

    http://www.edutopia.org/**inquiry-project-learning-research**, Retrieved on 1 August 2014.

71. Beane, A. J. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. **The Phi.Delta Kappan**, 76 (8), 616-622.

72. Berenson, S. & Carfer, G. (1995). Changing assessment practice in science and mathematics, **School Science and Mathematics**, 95 (4), 182-186.

73. Broich, D. (2001). Vital impression: The KPM approach to children, Education Foundation. Available at:

www.avef.com and at www.**samschool.org**, Retrieved on 29 September 2014.

74. Bybee, R.W.; Ferrini-Mundy, J. & Loucks-Horsley, S. (1997). National Standards and School Science and Mathematics. **School Science and Mathematics**, 97 (7), 325-334.

75. Caudill, L.; Hill, A.; Hoke, K. & Lipan, O. (2010). Impact of interdisciplinary undergraduate research in mathematics and biology on the development of a new course integrating five STEM disciplines.CBE- **Life Sciences Education**, 9 (3), 212-216.

76. Chasnov, J. R. (2009). Mathematical biology. The Hong Kong University of Science and Technology, **Department of Mathematics Clear Water Bay**, Kowloon. Hong Kong.

77. Chin, C. & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. **Journal of Research in Science Teaching,** 37 (2), 109-138.

78. Cohen, J. E. (2004). Mathematics is biology's next microscope, only better; biology is mathematics' next physics, only better. **PLoS Biol** 2 (12), 2017-2023.

79. Duncan, S. I.; Bishop, P. & Lenhart, S. (2010). Preparing the "New" biologist of the future: Student research at the interface of mathematics and biology. **CBE- Life Sciences Education**, 9 (3), 311-315.

80. Duncan, R. G. & Tseng, K. A. (2011). Designing project-based instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics. **Science Education,**95 (1), 21-56.

81. Ellner, S. P. & Guckenheimer, J. (2006). Dynamic models in biology. **Princeton University Press.**

82. Fenwick, L.; Humphrey, S.; Quinn, M. & Endicott, M. (2014). Developing deep understanding about language in undergraduate pre-service teacher programs through the application of

knowledge. **Australian Journal of Teacher Education**, V (31), N (1).

83. Feser, J.; Vasaly, H. & Herrera, J.. (2013). On the edge of mathematics and biology integration: Improving quantitative skills in undergraduate biology education. CBE- **Life Sciences Education**, 12 (2), 124-128.
84. Florida State University. Guide to Undergraduate Biomathematics. **Department of Mathematics,** Available at: http://www.math.fsu.edu/~bellenot/StudentResources/Undergrads /BioMath. html, Retrieved on 29 September 2014.
85. Fowler, K.; Luttman, A. & Mondal, S. (2013). Interdisciplinary biomathematics: Engaging undergraduates in research on the fringe of mathematical biology. **PRIMUS**, 23 (9), 815-828.
86. Friend, H. (1985). The effect of science and mathematics integration on selected seventh grade students' attitudes toward and achievement in science**. School Science and Mathematics,** 85 (6), 453-461.
87. Garner, M. (2007). An alternative theory: Deep understanding of mathematics. measurement: **Interdisciplinary Research and Perspectives**, 5 (2-3), 170-173.
88. Green, J. L.; Hastings, A.; Arzberger, P.; Ayala, F. J.; Cottingham, K. L.; Cuddington, K.; Davis, F.; Dunne, J. A.; Fortin, M. J.; Gerber, L.; & Neubert, M. (2005). Complexity in ecology and conservation: Mathematical, statistical, and computational challenges. **Bioscience** 55 (6): 501-510.
89. Hastings, A. & Palmer, A. M. (2003). Mathematics and biology: A bright future for biologists and mathematicians? **Science**, 299, 2003-2004.
90. Hester, S.; Buxner, S.; Elfring, L. & Nagy, L. (2014). Integrating quantitative thinking into an introductory biology course improves students' mathematical reasoning in biological contexts. CBE- **Life Sciences Education**, 13 (1), 54-64.
91. Horton, R. M. & Leonard, W. H. (2013). Some applications of mathematics for the biology classroom. **American Biology Teacher**, 75 (4), 281-284.

92. Jackson, L. J., Trebitz, A. S., & Cottingham, K. L. (2000). An Introduction to the Practice of Ecological Modeling. **BioScience**, 50 (8), 694-706

93. Junguck, J. R. (1997). Ten equations that changed biology: Mathematics in problem-solving biology curricula. Bioscene, 23 (1), 11-36, Available at:

http://mathbio.nmsu.edu/documents/ten-equations.pdf, Retrieved on 29 September 2014.

94. Karlsson, S. (2004). Computational Biology Mathematics in Biology's service Project report. University of Skövde. **Guide_Biomath pdf.**

95. Lehman, J.R. (1994). Integrating science and mathematics: Preceptions of preservice and practicing elementary teachers. **School Science and Mathematics**, 94 (2), 58-64.

96. Levin S, editor. (1992) Mathematics and biology: The interface. Challenges and opportunities. Lawrence Berkeley Laboratory Pub- 701. Berkeley (California): **University of California**. Available at:

http://www.bio.vu.nl/nvtb/Contents.html via the Internet, Retrieved on 1 August 2014.

97. Lonning, R.A. & DeFranco, T.C. (1994), Development and implementation of an integrated mathematics/science pre-service elementary methods course. **School Science and Mathematics**, 94 (1), 18-25.

98. May, R. M. (2004). Uses and abuses of mathematics in biology. Science, 303, 790-793.

99. McConnell, T. J.; Parker, J. M. & Eberhardt, J. (2013). Assessing teachers' science content knowledge: A strategy for assessing depth of understanding. **Journal of Science Teacher Education.** 2013, 24 (4): 717-743.

100. Meier, S. L. & Nicol, M.; & Cobbs, G. (1998). Potential benefits and barriers to integration. **School Science and Mathematics**, 98 (8), 438-447.

101. Milton, J. G.; Radunskaya, A. E.; Lee, A. H.; de Pillis, L. G. & Bartlett, D. F. (2010). Team research at the biology-mathematics

interface: project management perspectives. CBE- **Life Sciences Education,** 9 (3), 316-322.

102. Misra, J. C., & Dravid, B. (2006). A mathematical model in the study of genes for identifying transcription factor binding sites. **Computers & Mathematics with Applications**, 51 (3-4), 621-630.

103. Murray, J. D. (2003A). Mathematical biology **I. An Introduction**. New York, Springer-Verlag.

104. Murray, J. D. (2003B). Mathematical biology II.**Spatial models and biomedical applications**. New York, Springer- Verlag.

105. National Council of Teacher of Mathematics. NCTM. (2000). Principles and Standards for School mathematics. **Reston**, VA.

106. National Council of Teachers of Mathematics NCTM. (2000) Arithmetic in general education: The final report of the national council committee on arithmetic. Bureau of Publications, Teachers College, **Columbia University.** Available at:

http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED096177.pdf, Retrieved on 29 September 2014.

107. National Research Council. NRC. (1996). National science education standards (NSES). **Washington, DC**, National Academic Press.

108. Oakes, A. & Star, J. R. (2008). Getting to "Got It!" helping mathematics students reach deep understanding. **Newsletter**. Center for Comprehensive School Reform and Improvement.

109. Olatoye, R. A. (2007). Effect of further mathematics on students' achievement in mathematics, biology, chemistry and physics. **International Journal of Environmental and Science Education**, v 2 (2), 48-53.

110. Otto, S. P. & Day, T. (2007). A Biologist's Guide to Mathematical Modeling in Ecology and Evolution. Available at:

http://www.amazon.ca/Biologists-Mathematical-Modeling-EcologyEvolution /dp/0691123446?ie=UTF8&s=books & qid=1173557415&sr=8-1, Retrieved on 29 September 2014.

111. Paideya, V. & Sookrajh, R. (2010). Exploring the use of supplemental instruction: Supporting deep understanding and

higher-order thinking in chemistry. South African **Journal of Higher Education.**

112. Palmer, M. A.; Arzberger, P.; Cohen, J. E.; Hastings, A.; Holt, R. D.; Morse, J. L.; Summers, D. W. & Luthey-Schulten, Z. (2003). Accelerating mathematical-biological linkages.Report of a joint National Science Foundation-National Institutes of Health Workshop; 2003 February 12-13; **National Institutes of Health, Bethesda, Maryland.** Available:

http⁄⁄www.palmerlab. umd.edu/report.pdf, Retrieved on 29 September 2014.

113. Pang, J.S. & Good, R. (2000). A Review of the integration of science and mathematics: Implication for further research, **School Science and Mathematics**, 100 (2), 73-82.

114. Reed, M. C. (2004). Why Is Mathematical Biology So Hard?. **Notices of the AMS**, 51 (3), 338- 342.

115. Robeva, R.; Davies, R.; Kirkwood, J.; Johnson, M.; Kovatchev, B. Straume, M. & Farhy, Leon (2007). An Invitation to biomathematics. 1st Edition, **Elsevier Academic Press**.

116. Sorgo, A. (2010). Connecting biology and mathematics: First prepare the teachers. CBE- **Life Sciences Education**, 9 (3), 196-200.

117. Stephenson, N. (2014). Inquiry principle: Deep Understanding. Available at:

http://teachinquiry.com/index/Understanding.html, Retrieved on 1 August 2014.

118. Stuessy, C. L. (1993). Concept to application: Development of an integration mathematics/science methods course for preservice elementary teacher**. School Science and Mathematics**, 93 (2), 55-62.

119. Stuessy, C. L. & Naizer, G. L. (1996), Reflection and problem solving: integrating methods of teaching mathematics and science. School Science and Mathematics, 96 (4), 170-177.

120. Sun, Y.; Zhang, J. & Scardamalia, M. (2010). Developing deep understanding and literacy while addressing a gender-based literacy gap. **Canadian Journal of Learning and Technology.**

121. The National Science Foundation NSF. (2006). The case for an institute of mathematical biology. **Report1 from an NSF funded workshop held in Washington**, D.C., Sept 18-20, 2006. Available at:

http://www.nsf.gov/pubs/reports/biorpt0701.pdf, Retrieved on 1 August 2014.

122. The University of Scranton (2014-2015). Biomathematics, **BS.** Available at:

http://catalog.scranton.
edu/preview_program.php?catoid=28&poid=5466, Retrieved on 1 August 2014.

123. Usman, M. & Singh, A. (2011). A new undergraduate curriculum on mathematical biology at the university of dayton. Journal of STEM Education: **Innovations and Research,** 12 (5-6), 58-66.

124. Ward, T. B. & Sifonis, C. M. (2011). Task demands and generative thinking: What changes and what remains the same? **Journal of Creative Behavior**, 31 (4), 245-59 4th Qurter, Article first published online: 22 DEC 2011

125. Watanabe, T. & Huntley, M. A. (1998). Connecting mathematics and science in undergraduate teacher education programs: faculty voices from the Maryland collaborative for teacher preparation. **School Science and Mathematics**, 98 (1), 19-25.

126. White, J. D. & Carpenter, J. P. (2008). Integrating mathematics into the introductory biology laboratory course. **PRIMUS,** 18 (1), 22-38.