فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية

إعداد

د. عبد الحميد فتحى عبد الحميد دراز

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة دمنهور

د. بوسي محمد نجيب محمد مبروك عيسى

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية – جامعة دمنهور

المستخلص:

هدف البحث الحالى إلى دراسة فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية والممارسات العلمية والهندسية، لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؛ ولإجراء هذا البحث، تم استخدام المنهج التجريبي بالتصميم شبه التجريبى القائم على تصميم المجموعة الضابطة ذات الاختبارين القبلى والبعدى، وتكونت عينة البحث من (117) طالبًا وطالبةً من طلاب الفرقة الثالثة شعبتى الفيزياء والبيولوجى بكلية التربية جامعة دمنهور، والمقيدون بالفصل الدراسي الثانى للعام الجامعى 2020/2021م، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين: (59) طالبًا وطالبةً للمجموعة التجريبية، و(58) طالبًا وطالبةً للمجموعة الضابطة، وتمثلت أدوات البحث الحالي في إعداد المقرر المقترح فى الفيزياء الحيوية قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل، أما عن أدوات قياس متغيرات البحث، فتمثلت فى: اختبار المفاهيم الأساسية والبينية بالفيزياء الحيوية، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية، وقد طُبقت تلك الأدوات على مجموعتى البحث التجريبية والضابطة قبليًا، ثم تم تدريس المقرر المقترح لطلاب المجموعة التجريبية، فى حين لم يقدم للمجموعة الضابطة أية معالجة، ثم طُبقت أدوات جمع البيانات بعديًا على المجموعتين، وقد أشارت نتائج البحث الحالي إلى فاعلية المقرر المقترح فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية بالفيزياء الحيوية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، وقد أوصى البحث بتدريب معلمى العلوم أثناء الخدمة على الممارسات العلمية والهندسية والأنشطة المدعمة لها، وتطوير المناهج التعليمية للعلوم بما يتسق مع معايير العلوم للجيل المقبل، وأهمية مخاطبة المفاهيم البينية خلال المقررات العلمية المختلفة التى يمر بدراستها معلم العلوم خلال عملية الإعداد، فضلاً عن تحديث مقررات إعداد معلم العلوم وتطويرها بحيث تتواكب مع مستجدات التربية العلمية ونتائج بحوثها.

الكلمات المفتاحية: مقرر فى الفيزياء الحيوية، التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل المفاهيم الأساسية والبينية، الممارسات العلمية والهندسية.

Abstract

This research aims to investigate the effectiveness of a proposed course in Biophysics in the light of the new trends to prepare the next generation teacher in developing basic and crosscutting concepts, and Science and Engineering Practices among student teachers at the faculty of Education. To conduct this research, the quasi-experimental pre-test post-test control group design was used. The sample of the research were selected from the third-grade students Physics and Biology Department at the faculty of Education N= 117, during the second semester of the academic year 2020-2021, divided into two groups: (59) students for the experimental group and (58) students of the control group. The research instruments include: The preparation of the proposed course in Biophysics in the light of the new trends to prepare the next generation teacher, basic and crosscutting biophysics concepts test, and a Scientific and engineering practices observation card. Firstly, the research instruments were applied at the same time on the two groups. Secondly the proposed course was taught during the second semester to the Exp. G., then, the research instruments were applied again at the same time on the two groups. The results of the present research revealed that the proposed course in Biophysics in the light of the new trends to prepare the next generation teacher is effective in developing basic and crosscutting concepts, and Science and Engineering Practices among student teachers at the faculty of Education. The research recommended training in-service science teachers on scientific and engineering practices and their supporting activities, developing science curricula in line with science standards for the next generation, and the importance of addressing crosscutting concepts during the various scientific courses that the science teacher goes through during the preparation process, as well as updating and developing science teacher preparation courses to keep pace with the latest developments in scientific education and the results of its research.

Keywords: A course in Biophysics - The new trends to prepare the next generation teacher - Basic and Crosscutting Concepts- Science and Engineering Practices

مقدمة:

أكدت التطورات العلمية والتطبيقات التكنولوجية الضخمة التى حدثت في الآونة الأخيرة على دور العلوم الطبيعية الفعال والمتزايد في مختلف مجالات الحياة، والتي فتحت بدورها آفاقًا جديدة تؤثر على حياتنا الاجتماعية والاقتصادية والسياسية، ومجالاتٍ أخرى عديدة؛ بما تحدثه من تطويرٍ في المعتقدات والاتجاهات وأنماط التفكير التي توجه عمليات البحث، وما تحدثه من تغييرٍ في النظم الاجتماعية وتشكيل العلاقات الدولية وزيادة رفاهية الإنسان، وتمكِّنه من السيطرة على البيئة واتخاذ القرار المناسب لحل المشكلات.

ويمكن تصنيف العلوم بصفةٍ عامة إلى قسمين بحسب موضوع دراستها، الأول دراسة الكائنات الحية Living things أو ما يسمّى علوم الحياة Life Sciences، أما الثاني دراسة الكائنات غير الحية nonliving things أو ما يسمى علوم الطبيعة Physical Sciences وتنقسم علوم الحياة إلى عدة فروع تتضمن: علم دراسة وظائف الأعضاء Physiology، وعلم الحيوان Zoology، وعلم النبات Botany، أما علوم الطبيعة فتنقسم إلى: علم الأرض (الجيولوجيا) Geology، وعلم الفلك Astronomy، والكيمياء Chemistry، والفيزياء Physics.

ويُعَدُّ علم الفيزياء العلمَ الرئيسَ The Basic Science والأساسَ للعلوم الأخرى، فهو يتعلق بدراسة طبيعة الأشياء الأساسية في الكون؛ نحو: القوى forces، والحركة Motion والطاقة Energy، والمادة Matter، والحرارة Heat، والصوت Sound، والضوء Light وتركيب الذرة the structure of Atoms. أمَّا الكيمياء فتتعلق بكيفية وضع المواد معًا، كيف ترتبط الذرات معًا لتكوِّن الجزيئات Molecules، وكيف ترتبط تلك الجزيئات لتكون المركّبات المختلفة للمواد بالكون المحيط، في حين نجد أن "البيولوجي"أكثر تعقيدًا؛ حيث يتعلق بدراسة الكائنات الحية؛ فأساسُ "البيولوجي" الكيمياءُ، وأساس الكيمياءِ الفيزياءُ، وتمكِّنُنا مفاهيمُ الفيزياء من الوصول إلى تلك العلوم الأكثر تعقيدًا، ويبدأ فهمنا للعلوم من فهمنا لعلم الفيزياء، ومن هنا تأتي فكرة أن الفيزياء أصل العلوم (Hewitt, 2006).

ويرتبط علم الفيزياء بفروع العلم الأخرى؛ مما ساعد على ظهور عددٍ من العلوم الحديثة؛ مثل "الكيمياء الفيزيائية "Physical Chemistry، و" الفيزياء الحيوية

Biophysics"، و"الفيزياء الجيولوجية Geophysics"، و" الفيزياء الفلكية "(Abd-El-Khalick, 2013; Jones, 2016).

وتوجد علاقة وثيقة بين الفيزياء والبيولوجي، فلا توجد ظاهرة بيولوجية لا تخضع للقوانين الفيزيائية المعروفة، ويتكون أيُّ نظامٍ من الكائنات خلالَ الدراسات البيولوجية من مجموعة معينةٍ من الذَّرَّات، لكنَّ مثل هذا الوصفَ لا يُعَدُّ كافيًا لأيِّ نظامٍ بيولوجيّ، حيث يتطلب هذا الوصف عددًا كبيرًا من المعلومات الضرورية؛ نحو: كيفية ارتباط الذرات بعضها ببعض لتشكيل جزيئات محددة، وكيف يتم تجميع تلك الجزيئات في الفضاء لتحمل حالات مورفولوجية محددة، ونظرًا لمثل هذا الكمِّ من المعلومات، فإن سلوك هذا النظام يخضع لقوانين الفيزياء(Go, 2004).

وإذا نظرنا إلى العمليات البيولوجية في الكائنات الحية عن كثب، نرى ظواهرَ فيزيائيةً عديدةً؛ مثل: دوران الدم the circulation of blood، المضخَّات pumps، الضغط pressure، إلخ، كما توجد الأعصاب nerves ونحن نعرف ما يحدث عندما نخطو على حجرٍ حاد؛ حيث تنتقل المعلومات بطريقةٍ أو بأخرى من الساق، فكيف يحدث ذلك؟

(Go, 2004)

ويجيب علم الفيزياء الحيوية (الفيزياء البيولوجية) Biophysics عن مثل هذه التساؤلات؛ حيث يهدف إلى دراسة الظواهر الحيوية والأجسام الحية ومكوناتها، وتأثرها بالمؤثرات الطبيعية، وذلك باستخدام نظريات وتقنيات الفيزياء، وهو من العلوم بينى/ متعدد التخصصات interdisciplinary؛ حيث يتم فيها توظيف مبادئ الفيزياء وتقنياتها لدراسة الكائنات الحية living things وكيفية عملها (Yourk University, 2020).

وتتضمن دراسات الفيزياء الحيوية مجالاً واسعًا يضم كلاً من: تحليل المتتاليات sequence analysis إلى الشبكات العصبيةneural network ، ومن الدراسات القديمة أيضًا للفيزياء الحيوية تصنيع أطراف ميكانيكية للإنسان، وآلات نانوية، وحتى تنظيم الوظائف البيولوجية بطرقٍ مختلفة، لكن عديد من هذه الدراسات استقل حاليًا فيما يعرف بتقنية النانو والهندسة الحيوية، كما يُعد علم بيولوجيا الأنظمة Systems biology مصطلح يستعمل بشكلٍ واسع في العلوم الحيوية biosciences، ضمن سياقات مختلفة، ومن الأمثلة على ذلك دراسة

الأبوبتوزيس أي الموت الخلوي، والأنظمة المتحكمة فيه من مستوى الجينات إلى مستوى طريقة قراءتها وتفعيلها كيمائيًا (خالد الدغيم، ومحسن فراج، ٢٠١٧).

وبالرغم أن أهمية بحوث الفيزياء الحيوية قد تبينت على مدى القرن العشرين، فإنها قد تزايدت بشكل أكبر خلال العقود القليلة الماضية، حيث أثمر هذا المسعى العلمى عن زخم كبير من البحوث والتطبيقات الجديدة، فالأدوات الفيزيائية التي أثبتت دلالتها وقوتها سابقًا في البيولوجى، متمثلة في المجهر الالكترونى، وتقنية الرنين المغناطيسى النووي، أُلحقت بتقنيات أحدث مثل: المنظار التحليلى الذى يعمل بأشعة الليزر Ultrafast laser spectroscopy والمجهر المدعم بالكواشف المسحية Scanning probe microscopies، وبشكل عام يمكن تحديد ما أدلت به بحوث الفيزياء الحيوية حديثًا فى ثلاثة محاور، هى: الأول: استخدام التقنيات الفيزيائية فى تحديد خصائص الجزيئات الكبيرة، والمركبات الجزيئية الخلوية، والثانى: استخدام الطرق الفيزيائية الكمبيوترية فى تفسير وتحليل قواعد البيانات المعقدة، مثل تلك المستخدمة فى مشروع الجينوم البشرى، وإيجاد الجينات، وتحليل النتائج الخاصة بمقارنة عينات DNA والبروتين، أما المحور الثالث: دراسة مسارات الإشارات الخلوية، مثل تلك التي تحكم دورة حياة الخلية، وتنظم عملية التعبير الجينى (Zhou, 2011).

وفى ضوء هذه التطبيقات المثمرة فقد ازداد الاهتمام من قِبل التربويين بجدوى بحوث الفيزياء الحيوية ودراساتها بوصفها ذات طبيعة بينية تتسق مع الطبيعة البينية للمشكلات الحقيقية، والتركيز حول إعادة تقييم ما تتطلبه من مهارات، وما ينبغي أن تحمله من انعكاسات على تصميم المناهج والمقررات التعليمية ذات الصلة، بحيث يتضح من خلالها تلك العلاقة التفاعلية والمتبادلة بين الفيزياء والبيولوجى بشكل متجانس يتسق مع الطبيعة الموحدة للعلم من جهة، كما ييسر من تحقيق فهم أعمق لكل مجال منهما من جهة أخرى(Martinac, 2014).

وفى هذا السياق فقد أوصى عدد من المؤسسات التربوية المهتمة بتعليم العلوم بأهمية تطوير المقررات البينية، ومن بينها مقرر الفيزياء الحيوية، لما يُتاح خلال تدريسه من تحقيق لأبرز أهداف التربية العلمية، خاصةً مع الزيادة المستمرة لتأثير العلم على حياتنا، ودوره في إثراء خبراتنا بالعالم المحيط، فنحن نعيش في عالمٍ تتزايد فيه التعقدية التكنولوجية، وتطورات التكنولوجيا الحيوية، واستخدام الطاقة، والاتصالات، وعديد من الجوانب التي تؤثر على حياة الأفراد بطرق غير مسبوقة، كما أن التقدم العلمى يضىء جوانب لا حصر لها من غوامض

الكون بدايةً من تركيب النجوم ووصولاً للتفاعلات بين الجينات؛ ولذا فإن تدعيم معرفة المتعلمين بهذه الجوانب وبطبيعة عمليات العلم وتقدير أهميته، إنما يتحقق بشكل أساسى من خلال مقررات إعداد معلم العلوم وبخاصة مقرر الفيزياء الحيوية الذى يسمح بتقديم مجموعة من المفاهيم العلمية المهمة التى ينعكس من خلالها الروابط بين العلوم وبعضها من جهة، وبين العلم والتكنولوجيا والمجتمع من جهة أخرى، كما تُيسر تناول الطرق المتعددة التى تتطور بها المعرفة العلمية (Parthasarathy, 2014; Committee on Strengthening Science Education through a Teacher Learning Continuum, 2015; Hoogenboom & Leake, 2018; Biophysical Society, 2021).

ويرى كل من "شارما" و"بوكستون" Sharma & Buxton (2018) أن مقرر الفيزياء الحيوية قد يعمل بوصفه جسرًا نافعًا لمخاطبة ما تدعو إليه التوجهات الحديثة فى التربية العلمية وإعداد معلم العلوم، وما تصبو إلى تحقيقه من أهداف جديدة، تتمثل فى: فهم الظواهر فى إطارها الكلى، وإبراز الطبيعة الموحدة للعلم، وبناء الأفكار التفسيرية بين التخصصات العلمية من خلال تبيان المفاهيم البينية المشتركة فيما بينها، تلك التى تتناسب مع ما ينبغي أن يكون عليه الجيل المقبل من المعلمين والذين يقع على عاتقهم إعداد المتعلمين للألفية الثالثة وما تطرحه من تطبيقات مثمرة من جهة وتحديات معقدة ومتشابكة من جهة أخرى.

مشكلة البحث Research Problem :

على الرغم مما أسفرت عنه نتائج بعض الدراسات عن أهمية معاييرالعلوم للجيل المقبل وتغيير تعلم العلوم وفق تلك المعايير، فضلاً عن الاهتمام بتنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى المتعلمين بمختلف المراحل الدراسية، وما تستدعيه من متطلبات لدى معلمى العلوم، مثل دراسات كل من (Sargianis; Cunningham& Lachapelle, 2013; Ercan& Sahin, 2015; Huff& Yager, 2016; Nelson & Allen, 2017) ؛ (سحر عز الدين، ٢٠١٨) فإن مقررات الفيزياء الحيوية التى تقدم بكلية التربية لا تلبى تلك المعايير؛ الأمر الذى أدى إلى وجود تدنى فى فهم المفاهيم الأساسية والبينية لدى الطلاب المعلمين، فضلاً عن ضعف الممارسات العلمية والهندسية لديهم.

وقد أكد وجود المشكلة نتائج الدراسة الاستطلاعية[١] التى طُبق خلالها اختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية على عينة من طلاب الفرقة الثالثة شعبتى الفيزياء والبيولوجى بالعام الدراسي 2020/2021م بلغ عددهم (60) طالب وطالبة، وقد أسفرت نتائج الدراسة الاستطلاعية عما يلى:

تكون اختبار المفاهيم الأساسية والبينية من (30) مفردة من نوع الاختيار من متعدد وقد تراوحت درجات الطلاب بين (8-13) من (30)، كما تكونت بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية من (16) عبارة على الممارسات الثمانية، وقد تراوحت درجات الطلاب بين (15-21) من (48)، وبالتالى أكدت النتائج وجود المشكلة لدى عينة الطلاب المعلمين.

تأسيسًا على ما سبق، تمثلت مشكلة البحث في **وجود قصورٍ في الأداء المعرفي المرتبط بالمفاهيم الأساسية والبينية لدى الطلاب المعلمين، وكذلك ضعف الممارسات العلمية والهندسية لديهم.**

وتصاغ مشكلة البحث صياغة إجرائية على النحو الآتي:

١. ما المقرر المقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) القائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل؟

٢. ما فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟

(٢-١) ما فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟

(٢-٢) ما فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟

٣. ما العلاقة الارتباطية بين تنمية المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟

[١] ملحق البحث رقم (1):-الدراسة الاستطلاعية للبحث

أهداف البحث Research Goals:

هدف البحث الحالى إلى:

١. الكشف عن فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية.
٢. الكشف عن فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية.
٣. الكشف عن العلاقة الارتباطية بين تنمية المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية.

أهمية البحث Research Importance:

تمثلت أهمية البحث الحالى فيما يلى:

١. يُقدم مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل، يمكن الاستفادة منه من قبل أعضاء هيئة التدريس بكليتى العلوم والتربية.
٢. يُوجه اهتمام أعضاء هيئة تدريس العلوم بالتعليم الجامعى إلى الاهتمام بتنمية المفاهيم الأساسية والبينية والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين من خلال مقررات العلوم الطبيعية والتطبيقية التى تُدرس داخل الجامعة.
٣. يُقدم أدوات لقياس المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية، من الممكن أن يستفيد بها الباحثين فى مجال تدريس العلوم.

حدود البحث Research Delimitations:

اقتصر البحث الحالي على:

١. إعداد مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل.
٢. طلاب الفرقة الثالثة شعبتى الفيزياء والبيولوجى بالفصل الدراسي الثانى للعام الجامعى 2020/2021م.
٣. المتغير المستقل: مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل: ويتضمن: أربعة موضوعات على مستوى التخطيط، هى: "الميكانيكا الحيوية Biomechanics، والكهرباء الحيوية Bioelectricity، والإشعاع الأيونى

وتأثيراته البيولوجية Ionizing radiation and its biological effects، وديناميكا الأنظمة البيولوجية Dynamics of biological Systems ، موضوعان على مستوى التنفيذ، هما: الميكانيكا الحيوية Biomechanics، والإشعاع الأيونى وتأثيراته البيولوجية Ionizing radiation and its biological effects.

٤. المتغيرات التابعة، وتشمل:

١) المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية.

٢) الممارسات العلمية والهندسية.

عينة البحث Research Sample:

تمثلت عينة البحث فى طلاب الفرقة الثالثة شعبتى فيزياء وبيولوجى بكلية التربيةجامعة دمنهور، وذلك فى الفصل الدراسي الثانى للعام الجامعى 2020/2021م، والبالغ عددهم (117) طالبًا وطالبة وُزعت عشوائيًا على مجموعتين، بحيث تكونت المجموعة التجريبية من (59) طالبًا وطالبة، والمجموعة الضابطة من (58) طالبًا وطالبة.

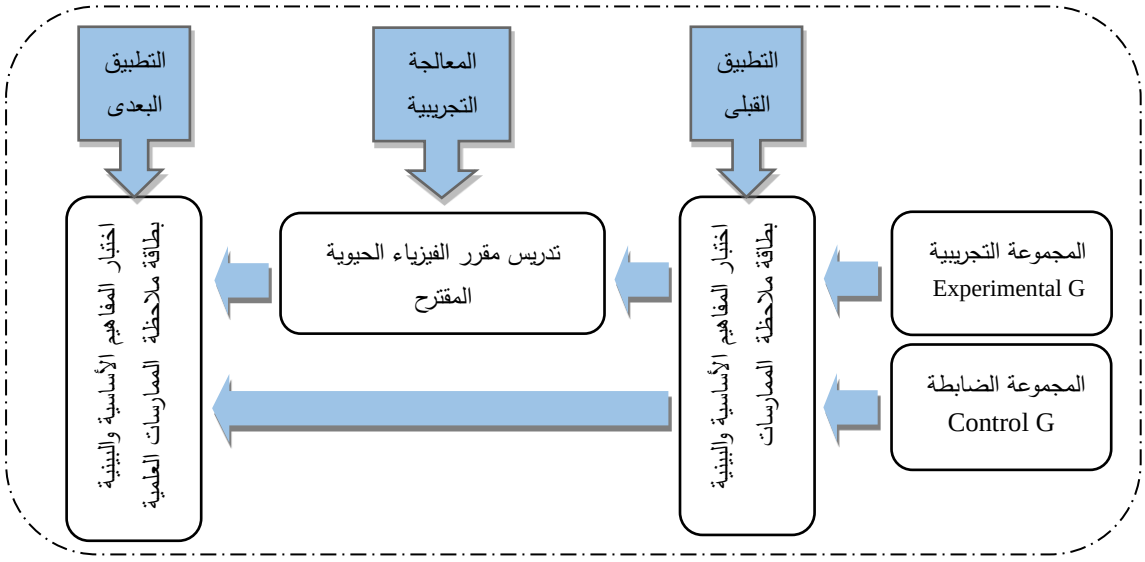
منهج البحث والتصميم التجريبي Research Design:

اعتمد البحث الحالي على: المنهج التجريبي بالتصميم شبه التجريبي وفق تصميم المجموعة الضابطة ذات الاختبارين القبلى والبعدى Pretest posttest control group design، وذلك من خلال مجموعتين؛ هما:

١.المجموعة التجريبية Experimental Group: يمثلها الطلاب الذين يدرسون مقرر الفيزياء الحيوية (Biophysics) المقترح القائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل.

٢.المجموعة الضابطة Control Group: يمثلها الطلاب الذين لم يدرسون مقرر الفيزياء الحيوية المقترح.

ويوضح الشكل التالي التصميم التجريبي للبحث:



شكل (١) التصميم التجريبي للبحث

فروض البحث Research Hypothesis:

سعى البحث الحالي إلى اختبار صحة الفروض التجريبية الآتية:

١. لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha < 0.05$) بين متوسطَيْ درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية.

٢. لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha < 0.05$) بين متوسطَيْ درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية.

٣. لا توجد علاقةٌ ارتباطيةٌ دالّةٌ إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha < 0.05$) بين درجات طلاب المجموعة التجريبية في كلٍّ من المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية.

مصطلحات البحث Research Terms :

١. التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل:

تتمثل فى كلٍ من معايير العلوم للجيل المقبل Next Generation Science Standards (NGSS)، والرؤية الجديدة لإعداد معلم العلوم وفق معايير 2020 The new vision of science teacher preparation according to (2020 SSTP)

٢. المفاهيم البينية Crosscutting Concepts:

يطلق عليها الأدوات العقلية Intellectual tools، حيث تعمل هذه المفاهيم بمثابة جسور تعبر بين المجالات العلمية المختلفة، وتيسر من تطوير نظرة للعالم مبنية على أسس علمية مترابطة، وهى: الأنماط، السبب والنتيجة، المقياس والنسبة والكمية، الأنظمة ونماذج النظام، الطاقة والمادة، التركيب والوظيفة، والثبات والتغير. (NGSS Lead States, 2013; Barth-Cohen & Wittmann, 2020).

٣.الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practices (SEPs):

يُقصد بها تلك الممارسات التى يستخدمها العلماء فى بناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعى، ويستخدمها المهندسون فى بناء الأنظمة وتصميمها، وتتضمن ثمانى ممارسات، وهى: طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، وتطوير النماذج واستخدامها، وتخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابى وبناء التفسيرات وتصميم الحلول، والانخراط فى الحجة والدليل، والحصول على المعلومات وتقييمها وتبادلها (NGSS Lead States, 2013).

الإطار النظرى والأدبيات السابقة:

أولاً: التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل:

A -معايير العلوم للجيل المقبل وعلاقتها بإعداد معلم العلوم:

تُعد معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Science Standards (NGSS) أحدث المعايير فى مجال التربية العلمية، وقام بهذا المشروع اتحاد من 26 ولاية من الولايات المتحدة حيث استمر العمل على إنجازها قرابة ثلاث سنوات، واشترك فى إعدادها كل من المجلس القومى للبحوث The National Research Council (NRC)، والجمعية الوطنية لمعلمى العلوم National Science Teachers Association (NSTA)، والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم American Association for the Advancement of Science (AAAS) بدعم من مؤسسة كارنيجى فى نيويورك، والأكاديمية الوطنية للعلوم The National Academy of Science (NAS)، والأكاديمية الوطنية للهندسة The National Academy of Engineering (NAE)، حيث تهتم هذه المعايير بتعليم العلوم من مرحلة رياض الأطفال حتى المرحلة الثانوية؛ ليمتلك خريجو الثانوية المعرفة العلمية الكافية، والقدرة

على المشاركة والمناقشة فى القضايا المجتمعية ذات الصلة بحياتهم من وجهة نظر علمية ومواجهة المشكلات العلمية والتقنية التى تعاصرهم وإيجاد الحلول العلمية لها، واكتساب مهارات التعلم الذاتي المستمر، بالإضافة إلى اكتسابهم مهارات تؤهلهم للدخول فى سوق العمل (NGSS Lead States, 2013).

الأبعاد الأساسية لمعايير العلوم للجيل المقبل:

توفر معايير العلوم للجيل المقبل توقعات أدائية تعكس وجهة ثلاثية الأبعاد لتعلم العلوم، بحيث تتكامل فيها الأفكار الرئيسة لمجالات العلوم Disciplinary Core Ideas (DCIs) مع المفاهيم البينية Crosscutting Concepts (CCCs) التي تربط المعرفة فيما بينهم، فضلاً عن الممارسات العلمية والهندسية Science and Engineering Practices (SEPs) التى تعكس السبل التى يندمج من خلالها العلماء والمهندسون فى ممارسة نظامية للعلم، وتعمل هذه الأبعاد معًا ضمن كل معيار من معايير العلوم للجيل المقبل من مرحلة رياض الأطفال حتى الصف الثانى عشر بشكل مترابط، وهذا ما يميزها عن المعايير الأخرى، فالعلاقة بين هذه الأبعاد ليست خطية بل هى علاقة تأثير وتأثر فيما بينها، بحيث أنه لكى يتعلم المتعلم الأفكار الرئيسة لتخصص ما فلا بد أن تكون فى سياق الممارسات العلمية والهندسية مع ربط فروع المعرفة مع بعضها البعض بالمفاهيم البينية المشتركة فيما بينها، وبحيث لا يتم تقييم فهم المتعلم للأفكار الرئيسة بمعزل عن الممارسات العلمية والهندسية، فليس المغزى معرفة المتعلم للمفاهيم بل استخدام فهمهم لها لممارسة العلم وحل مشكلات ذات معنى وصولاً لفهم العالم الطبيعى من حولهم؛ ولذا فإنه ينبغى لتلك الأبعاد الثلاثية أن تتضافر وتتضح في تخطيط المناهج، وطرق التدريس، والتقييم، مما يؤثر تباعًا على متطلبات إعداد معلم العلوم (NRC, 2012).

وفيما يلى يوضح الجدول التالى الأبعاد الرئيسة فى معايير العلوم للجيل المقبل، وما تتضمنه من مكونات فرعية فيما يلى:-

جدول (١) : الأبعاد الرئيسة فى معايير العلوم للجيل المقبل، وما تتضمنه من مكونات فرعية-مقتبس من {(Brunsell, et al, 2014; Hayes, et al, 2019)}

الأبعاد الرئيسة فى معايير العلوم للجيل المقبل	الوصف	المكونات الفرعية التي تندرج ضمنها
الأفكار الرئيسة للمجال	تتسم الأفكار الرئيسة بوصفها محورية للمجالات العلمية بحيث تساعد فى الربط بين المفاهيم والمبادئ وتيسر القدرة على تطبيقها فى المواقف الجديدة.	**وتشمل هذه الأفكار الرئيسة ما يلى:-** **- العلوم الفيزيائية Physical Sciences:-** المادة وتفاعلاتها: Matter and its interactions - الحركة والثبات: Motion and Stability: Forces and interactions- القوى والتفاعلات الطاقة: Energy- الموجات وتطبيقاتها في تكنولوجيا ونقل المعلومات: Waves and their applications in technologies for information transfer **- علوم الحياة Life Sciences:** من الجزيئات إلى الكائنات (التراكيب والعمليات): from molecules to organisms: Structures and processes - الأنظمة البيئية (التفاعلات، والطاقة، والديناميكا): Ecosystems: Interactions, energy and dynamics. - الوراثة (التوارث وتنوع الصفات): Heredity: Inheritance and variation of traits -التطور البيولوجى (الوحدة والتنوع): Biological evolution: Unity and diversity علم الأرض والفضاء : Earth and Space Sciences موقع الأرض فى الكون: Earth's place in the universe- أنظمة الأرض: Earth's Systems- الأرض والنشاط البشرى: Earth and human activity. مجال الهندسة والتقنية وتطبيقات العلوم: Engineering, Technology and Science Applications التصميم الهندسى:-Engineering design الروابط بين الهندسة، والتكنولوجيا، والعلم، والمجتمع: Links among engineering, technology, science, and society
المفاهيم البينية	تمثل جسور تربط المجالات	عبارة عن سبعة مفاهيم، وهم: الأنماط Patterns- السبب والنتيجة Cause and Effect- المقياس والنسبة والكمية Scale, Proportion and

الأبعاد الرئيسة فى معايير العلوم للجيل المقبل	الوصف	المكونات الفرعية التي تندرج ضمنها
	العلمية المختلفة معًا.	Quantity– الأنظمة ونماذج النظام System and System Models– الطاقة والمادة Energy and Matter–التركيب والوظيفة Structure and Function– الثبات والتغير Stability and Change.
الممارسات العلمية والهندسية	تربط بين كل من المعرفة والمهارة وتمثل السبل التي يعمل بواسطتها العلماء والمهندسون خلال ممارساتهم للعلم.	عبارة عن ثمان ممارسات، وهم: طرح الأسئلة وتحديد المشكلات Asking Questions and Defining Problems– تطوير النماذج واستخدامهاDeveloping and Using Models– تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها Planning and Carrying out Investigations– تحليل البيانات وتفسيرها Analyzing and Interpreting Data–استخدام الرياضيات والتفكير الحسابى Using Mathematics and Computational Thinking– بناء التفسيرات وتصميم الحلولConstructing Explanations and Designing Solutions– صياغة الحُجج والأدلة Engaging in Argument from Evidence– الحصول على المعلومات وتبادلها وتقييمها Obtaining, Evaluating, and Communicating Information.

وفى ضوء ذلك تختلف معايير NGSS عن المعايير القومية للتربية العلمية National Science Education Standards (NSES) بشكل جذرى، حيث تؤكد هذه المعايير على تمكين المتعلم من القدرة على تفسير الظواهر، ومساعدته فى ربط أجزاء المعرفة بإطارها الكلى كما أنه فى حين اعتُبر الاستقصاء بوصفه جوهر التدريس الفعال للعلوم وفقًا للمعايير القومية للتربية العلمية (NSES)، فإن معايير NGSS تهتم بدلاً من ذلك بتوفير توصيف واضح لعمل العلماء والمهندسين بتحديد سلسلة من ثمان ممارسات علمية وهندسية Science and Engineering Practices (SEPs)، والتأكيد على أن هذه الممارسات لا يمكن تدريسها منفصلة عن المحتوى، وكذلك حددت معايير NGSS سبعة مفاهيم بينية crosscutting concepts والتى يمكن فهمها بوصفها أفكار كبرى يستخدمها العلماء والمهندسون لمساعدتهم

في فهم العالم من حولهم، على سبيل المثال: الطاقة Energy بوصفها مفهوم بينى– يمكن أن تساعد العلماء فى فهم التفاعلات بين الكائنات الحية، والنظم البيئية، والتفاعلات الكيميائية والمفاهيم البينية مثلها مثل الممارسات لا بد أن تتنمى ضمن سياق المحتوى، ذلك ما يمثل تحديًا كبيرًا أمام معلمى العلوم لما تتطلبه من طرق جديدة للتفكير فيما يتعلق بتخطيط التدريس وتنفيذه، وتقييمه، ولذلك فهم بحاجة إلى فهم المبادىء الخاصة بمعايير NGSS وأهدافها بشكل عميق لكى يتمكنوا من تحقيقها أثناء تدريسهم (Pruitt, 2014).

المبادئ الأساسية التى تستند إليها معايير العلوم للجيل المقبل:

هناك مجموعة من المبادئ الأساسية التي تستند إليها معايير العلوم للجيل المقبل، تلك التي تتمثل في(NRC, 2011, 2012; NGSS, 2013):

١. على التربية العلمية أن تعكس العلاقات المتبادلة بين مكونات العلم.
٢. تمثل المعايير توقعات لأداء المتعلم، وليس المنهج.
٣. تُبنى المفاهيم العلمية فى معايير العلوم للجيل المقبل بشكل متماسك عبر الصفوف الدراسية من رياض الأطفال وحتى المرحلة الثانوية.
٤. تركز معايير العلوم للجيل المقبل على تحقيق فهم عميق للمحتوى والتطبيقات.
٥. العلم والهندسة متكاملان فى المعايير من رياض الأطفال وحتى الصف الثانى عشر.
٦. معايير العلوم للجيل المقبل مصممة لإعداد المتعلمين إلى الجامعة والمهن والمواطنة.

الأهداف الرئيسة لمعايير العلوم للجيل المقبل:

يحدد Schlobohm (2016) أهداف معايير العلوم للجيل المقبل فيما يلى:

١. تمكين المتعلم من القدرة على تفسير الظواهر وربط أجزاء المعرفة بالكل من خلال التركيز على الأفكار الرئيسة وفهم الظواهر بشكل عام.
٢. إبراز الطبيعة الموحدة للعلم مثلما الحال فى خبراته الملموسة عبر الواقع الفعلى.
٣. بناء المفاهيم بشكل مترابط عبر المراحل الدراسية المختلفة.
٤. انغماس المتعلم في ممارسات علمية وهندسية تُعمق من فهمه للمحتوى الذى يدرسه، وتقوده إلى تصميم حلول للمشكلات التي تواجهه عن طريق قيامه بالربط بين النظرية والتطبيق من

خلال المفاهيم البينية المشتركة والعابرة للمجالات العلمية، لتعزز من هذا الفهم وتجعل المتعلم عنصرًا فاعلاً فى المجتمع.

٥. تطوير أفكار المتعلم وقدرته على تطبيق النماذج لفهم الظواهر من خلال اندماجه فى الممارسات العلمية والهندسية.

٦. بناء الأفكار التفسيرية التى تتنمى وتتطور لدى المتعلم عبر الزمن، وبين التخصصات العلمية المختلفة عبر المراحل الدراسية المختلفة من خلال تبيان المفاهيم البينية وتنميتها لديه.

٧. التركيز على التكامل بين العلوم، والهندسة، والتكنولوجيا، والرياضيات.

٨. التركيز على عدد أقل من الأفكار الأساسية القابلة للتعلم، بدلاً من الإفراط فى كم المحتوى والتفاصيل غير الجوهرية.

٩. امتلاك المتعلم للمعرفة العلمية الكافية التى تمكنه من الاشتراك فى المناقشات العامة ذات الصلة.

١٠. التركيز على الجانب العملى فى تدريس العلوم، وجعل العلم أكثر صلة بحياة المتعلمين.

B- الرؤية الجديدة لإعداد معلم العلوم وفق معايير 2020:

The new vision of science teacher preparation according to (2020 SSTP)

يُعد التغيير الأكثر دلالة فى معايير إعداد معلم العلوم هو تحديث المحتوى ليتسق مع الأفكار الرئيسة للمجالات الواردة بإطار NGSS، بحيث تتضمن كذلك شكلاً تدريجيًا للمعرفة التي ينبغي أن يمتلكها معلم العلوم عبر المراحل الصفية المختلفة من رياض الأطفال وحتى المرحلة الثانوية، كما أُكد خلال التقارير المصاحبة للمعايير على ضرورة مخاطبة ما يسمى بالأسئلة المفاهيمية Conceptual questions ذات الصلة بالمحتوى والتى يستلزم أن يخطط لها المعلم ويطورها بهدف توجيه بناء المفاهيم لدى المتعلمين بدلاً من الاعتماد فقط على تلقين الحقائق وتكرارها من قِبلهم، على سبيل المثال فإن أحد الأفكار الرئيسة فى البيولوجى وفق إطار NGSS هو: "النمو والتطور في الكائنات الحية"، فتكون الأسئلة المفاهيمية متمثلة فى: ما العوامل (الوراثية والبيئية) التي تؤثر على نمو الكائنات الحية؟، ما العلاقة بين الانقسام الميتوزى، والتمايز، والتعبير الجينى في تطور الكائن الحى عديد الخلايا؟، ووفق ذلك يتوقع من برنامج إعداد معلم العلوم بما يتضمنه من مقررات أن يُمكنه من فهم الروابط والعلاقات المفاهيمية اللازمة للإجابة عن هذه الأسئلة، فضلاً عن تدعيم فهمه للروابط بين مجالات العلوم

المختلفة من خلال تنمية المفاهيم البينية لديه وتبيان دورها فى تشكيل المخرجات المتوقعة من متعلم الجيل المقبل، كما ينبغى أن يقدم ذلك ضمن سياق مواقف حقيقية قدر الإمكان ((Kawasaki & Sandoval, 2019.

وكان التأكيد كذلك خلال معايير إعداد المعلم 2020 (SSTP 2020) على أهمية اندماجه خلال مرحلة إعداده فى المشكلات العلمية عبر ممارسات تعنى بتطبيق العلم سعيًا لهندسة الحلول، حيث تبدأ بتحديد المشكلات وتنتهى بالوصول إلى تلك الحلول المتوازنة التى تواءم بين العقبات من جهة وبين العملية والجودة من جهة أخرى، ذلك الذى يتم عبر عملية متداخلة لا تتبع سلسلة منتظمة من الخطوات، كما ينبغى أن يتفاعل معها الطالب المعلم بشكل متضافر مع المحتوى المقدم وفى سياقه .(Zangori & Pinnow, 2020)

وبشكل أكثر تحديدًا تمتلك معايير إعداد معلم العلوم SSTP 2020 أهمية كبيرة لدى القائمين على العملية التربوية لعدة أسباب تتمثل فى (Morrell., et al, 2020):

١. أنها وثيقة ذات جدوى فى مساعدة واضعى برامج إعداد معلم العلوم لكل المراحل التعليمية، حيث توفر ما ينبغى أن يعرفه من محتوى، وما يستلزم أن يمتلكه من كفايات تربوية.
٢. أنها مرجعية لمعلمى المعلم لتعميق الفهم حول ما ينبغى أن يكون عليه فصل العلوم للجيل المقبل، ومن ثمّ ما ينبغى توفيره من نموذج أو شكل تدريسى للطلاب المعلمين بما يتناسب مع تحقيق هذه المعايير وما تهدف إليه.
٣. أن القائمين على وضع السياسات التربوية يمكنهم أن يستخدموا وثيقة معايير إعداد معلم العلوم 2020 بوصفها أداة قائمة على البحث تفيد في مواجهة بعض العقبات التي يجابهها المعلم خلال عملية التدريس.
٤. أن هذه المعايير الجديدة تمثل أساسًا لإعداد معلمى علوم ذوى كفاءة عالية وتحسين مستوى الخريجين بما يهيئهم للتعلم المستمر مدى الحياة، وتقدير أهمية العلم، ذلك الذى يتسق مع عالم تزداد تعقيديته علميًا وتكنولوجيًا يومًا بعد يوم.

ووفقًا لعديد من التقارير المتناولة لإعداد معلم العلوم للجيل المقبل، فإنه ينبغى أن يمتلك أربعة مبادئ رئيسة لكى يتمكن من توظيفها خلال عملية التدريس، نتناولها فيما يلى:

{(Cohen, 2011; Manz, 2015; Stroupe, 2016, 2017; Kang & et al, 2019; Barth-Cohen & Wittmann, 2020)}

١. توفير فرص متنوعة للمتعلمين للاستدلال والتفكير بشكل لفظى خلال النقاش الصفى.

٢.معالجة أفكار المتعلمين وخبراتهم بوصفها مصادر للبناء عليها.

٣. مشاركة أفكار المتعلمين مع بعضهم البعض وتنقيحها من قِبل أقرانهم:

٤. مساندة محاولات المتعلمين ودعمها سواء كتابيًا أو شفهيًا أو من خلال المشاركة فى نشاط ما.

تأتى انعكاسات ذلك على معلمى المعلم ومتطلبات التعلم المنوط بهم تحقيقها سعيًا لإعداد معلم الجيل المقبل فى عدة نقاط، تتمثل في:-

{(Kloser, 2014; Windschitl & Stroupe, 2017; Whitaker & Valtierra, 2018)}

١. توفير فرص التعلم للطلاب المعلمين بالطريقة ذاتها المطلوب منهم تحقيقها لدى طلابهم مستقبلاً، مع الفارق أن معلمى المعلم لا بد أن يوجدوا المواقف المناسبة لتمكين المعلم من هذه المبادئ والكفايات اللازم توافرها لديه، وكيفية دعم تعلم طلابهم ومعرفة ما ينبغي أن يتعلموه ويكونوا قادرين على أدائه.

٢. تزويد الطلاب المعلمين بالذخيرة الأساسية لهم، والتى تتضمن القدرة على اختيار أفكار علمية قوية ومحفزة للتفكير، والقدرة على استكشاف قضايا معقدة ومتشابكة الأبعاد وتشجيع مناقشاتهم المستمرة التى تتيح خلق المعنى لخبراتهم التعليمية، فضلاً عن التعامل مع خبراتهم الحقيقية ذات الصلة بطريقة علمية، وتشجيعهم على مشاركة أفكارهم ودعمها.

٣. تصميم محتوى المقررات بشكل يتسق مع معايير إعداد المعلم وتحقيقًا لما ينبغى أن يكون عليه.

٤. الربط الواضح بين أهداف المقررات المقدمة لإعداد المعلم، وبين أنشطة التعلم المطروحة وطرق تقييمها.

٥. العمل على أفكار الطلاب المعلمين وفى سياقها، وتوفير المصادر والتوجيه اللازم لتعلمهم الذاتى.

٦. العمل على تنمية عادات التفكير لدى الطلاب المعلمين من خلال الانغماس فى أنشطة ذات صلة بمشكلات حقيقية، وملاحظة بعضهم البعض.

٧. تحديد المسئوليات المنوطة بهم فى تعلمهم، مثل: توضيح الروابط بين الأفكار، والإضافة لأفكار الأخرين، واختيار سبل التأكد منها والتعليق عليها.
٨. توفير فرص التغذية الراجعة من الطلاب المعلمين وأقرانهم على ممارساتهم للأنشطة ومعالجتهم للأفكار المطروحة.
٩. تيسير فرص كافية للطلاب المعلمين يُتاح من خلالها اشتراكهم فى الممارسات العلمية والهندسية التى تمثل محورًا رئيسًا فى معايير العلوم للجيل المقبل من المتعلمين.
١٠. التمكن من المعرفة العلمية المقدمة للطلاب المعلمين، والعمل على تنميتها بشكل مترابط وتنقيحها باستمرار، وتمكينهم من تطبيقها فى حل المشكلات واتخاذ القرارات ذات الصلة.

كذلك طرحت الجمعية الوطنية لمعلمى العلوم (NSTA) المفردات المطلوبة لكل عنصر من عناصر منظومة تدريس العلوم، والتى تتمثل فى: التدريس، والمحتوى، والتقييم وإعداد المعلم وتنميته المهنية، ودور معلمى المعلم، بشكل يبرز التكامل فيما بينها، وارتباطها ببعضها البعض تحقيقًا لتوجهات إعداد الجيل المقبل من المعلمين والمتعلمين، تلك التى نوضحها تفصيلاً فيما يلى {(NRC, 2011; 2015; NSTA, 2016; Morrell., et al, 2020)}:-

- التدريس: Instruction

حيث يمكن أن يتحقق تعلم فعال للمتعلمين إذا ما كان التدريس يزودهم بفرص كافية للتعامل مع مدى متنوع من الاستقصاءات العلمية وأنشطة التفكير ذات الصلة بالأفكار الرئيسة للمجال من خلال التكامل بينها وبين الممارسات العلمية والهندسية، وفى الوقت نفسه توجيه المتعلمين لتبيان الروابط المفاهيمية من خلال المفاهيم البينية المشتركة بين مجالات العلم، ومن ثمّ ينبغى أن تتسم عملية التدريس بتوفير بيئة تعليمية تتوفر فيها أربعة ملامح رئيسة يوضحها الجدول التالى:

جدول (٢): ملامح البيئة التعليمية اللازمة لتحقيق متطلبات إعداد الجيل المقبل من متعلمى العلوم وفق إطار NGSS- ومعايير SSTP 2020- مقتبس من (NRC, 2011; NSTA, 2016; Morrell., et al, 2020)

ملامح البيئة التعليمية اللازمة لتحقيق متطلبات إعداد الجيل المقبل من متعلمى العلوم	أبعاد إطار NGSS	كيفية تحقيق ملامح البيئة التعليمية عبر إطار NGSS
١- معرفة، واستخدام، وفهم التفسيرات العلمية للعالم الطبيعى. Knowing, using, and interpreting scientific explanations of the natural world.	الأفكار الرئيسة للمجال Disciplinary core ideas المفاهيم البينية Crosscutting concepts	تحديد الأفكار الرئيسة أو الكبرى للمجال بدلاً من قائمة الحقائق المفصلة:- - تمتلك الأفكار الرئيسة للمجال قوة تفسيرية، ولذلك تساعد المتعلمين فى فهم الجوانب المهمة للظواهر الطبيعية وتفسيرها. - كثير من الأفكار المهمة فى العلوم هى مفاهيم بينية مثل: مفهوم الأنظمة والتى ينبغى للمتعلمين أن يعرفوها ويستخدموها عبر سياقات علمية متعددة.
2- توليد الأدلة والتفسيرات العلمية وبنائها وتقييمها. Generating and evaluating scientific evidence and explanations .	الممارسات Practices	حيث أن التعلم عبارة عن مزيج من المعرفة والممارسات، وليس جبهتين منفصلتين من المحتوى والأهداف التعليمية:- -الأفكار الرئيسة محدة ليس بوصفها تفسيرات مستهلكة، بل ينبغي أن يعبر الأداء عن مزيج الأفكار الرئيسة مع الممارسات. -تتضمن الممارسات طرق متعددة لتوليد الأدلة العلمية وإنتاجها وتطويرها، وتنقيحها، وتطبيق التفسيرات العلمية لتبيان أبعاد الظواهر العلمية المختلفة. -يتعلم المتعلمون الأفكار الرئيسة ويبدون فهمًا مناسبًا حولها من خلال الاندماج في هذه الممارسات المبنية على المعرفة لفهم واتخاذ القرارات العلمية حول القضايا الحياتية المختلفة.
3- المشاركة الفاعلة فى الممارسات والنقاشات العلمية. Participating productively in scientific practices and discourse.		
4-فهم طبيعة المعرفة العلمية وتطورها. Understanding the nature and development of scientific	الممارسات Practices المفاهيم البينية Crosscutting concepts	تُعرف الممارسات بوصفها اندماج ذو معنى ضمن محتوى المجال، وليس مجرد إجراءات متتابعة يستظهرها المتعلمون:- - الممارسات عبارة عن اندماج ذو معنى فى بناء المعرفة العلمية، وتنقيحها، وتطبيقها لفهم العالم الطبيعى، وليس مجرد اتباع إجراءات معروفة أو طريقة علمية ذات

ملامح البيئة التعليمية اللازمة لتحقيق متطلبات إعداد الجيل المقبل من متعلمى العلوم	أبعاد إطار NGSS	كيفية تحقيق ملامح البيئة التعليمية عبر إطار NGSS
knowledge.		خطوات ثابتة. – يُعد اندماج المتعلمين فى الممارسات سبيلاً يُعاد توجيهه من خلال فهم جوهر الممارسة العلمية: متى يُعد التفسير العلمى جيدًا؟، متى يُعد الدليل العلمى جيدًا، وكيف يختلف عن الأشكال الأخرى للأدلة؟، هذا الفهم يتمثل فى طبيعة الممارسات العلمية، وفى المفاهيم البينية التى توضح كيفية تطور المعرفة العلمية وتأثيرها على إعادة توجيه الممارسات.

- **المحتوى: Content**

تتمثل أحد الأهداف الرئيسة لإعداد الجيل المقبل من متعلمى العلوم فى تمكينهم من بناء الأفكار وتطبيقها بطريقة مترابطة ومتدرجة عبر المحتوى المقدم خلال المراحل الدراسية المختلفة، ومن ثمّ من المهم أن يعى القائمون على العملية التعليمية أن المعايير أو التوجهات الحديثة لا تملى محتوى محدد ولا تطرح استخدام مواد تعليمية بعينها، بل تضع ذلك ضمن مسئولية واضعى المناهج التعليمية ومطوريها بحيث ينبغى أن يراعوا اتساقها مع معايير NGSS، وبحيث تتسم بتتابع من الموضوعات التى تتناسب مع تدرج الأفكار الرئيسة عبر الصفوف الدراسية.

- **التقييم: Assessment**

هناك مجموعة من التوقعات الأدائية التى تطرحها معايير NGSS لوصف ما ينبغى أن يعرفه المتعلمون ويكونوا قادرين على أدائه ضمن كل صف دراسى، ومن ثمّ هناك جهد كبير يلزم بذله في استخدام هذه التوقعات الأدائية لتعديل سبل التقييم البنائى والختامى وتوجيهها، كما أنه من المهم استخدام مهام التقييم للتأكد من إنجاز المتعلمين للرؤية المعبرة عن إطار NGSS.

- **إعداد المعلم وتنميته المهنية: Teacher Preparation and Professional Development**

يُعد الاهتمام بتطوير كفايات المعلم بداية من مرحلة الإعداد وحتى خلال تنميته المهنية المستمرة بوصفه عاملاً أساسيًا فى تحسين جودة العملية التعليمية بشكل مناسب وفق ما جاء فى إطار NGSS؛ ولذا يحتاج المعلمون إلى تمكينهم من فهم شامل وعميق للأفكار الرئيسة والممارسات التى من المتوقع أن يقوموا بتدريسها وكيفية تحقيق ذلك، وكذلك من المتوقع منهم بعد انتهاء مرحلة إعدادهم أن يكونوا قادرين على (Zangori & Pinnow, 2020):-

- إحداث التكامل بين الممارسات العلمية والهندسية، والأفكار الرئيسة، والمفاهيم البينية خلال عمليتى التدريس والتقييم، بدلاً من تدريسها بشكل منفصل.
- إتاحة فرص المناقشات المناسبة والمدعمة باستخدام الحُجج مع المتعلمين وفيما بينهم.
- تقييم تطور مستويات المتعلمين ومراقبتها عبر العام الدراسى وعبر المراحل الدراسية بشكل عام.

- **معلمى المعلم: Science Teacher Educators**

يقع على عاتق معلمى المعلم مجموعة من الأدوار المطلوبة لتحقيق ما ينبغى أن يكون عليه معلم العلوم للجيل المقبل، تلك التى تتمثل فى (Bowers, et al, 2020) :-

١- الفهم الكافى للتوجهات الحديثة فى إعداد معلم الجيل المقبل وانعكاساتها التربوية.
٢- تبنى رؤية التوجهات الحديثة من خلال العمل على دمج مفرداتها خلال عملية التدريس ووضع المحتوى، واختيار المواد التعليمية.
٣- إتاحة الفرص للطلاب المعلمين لكى يندمجوا بشكل نشط فى الاستقصاءات العلمية التى تعمق من فهمهم للمفاهيم العلمية.
٤- العمل على دمج الطلاب المعلمين في الممارسات العلمية والهندسية التى من شأنها تدعيم فهمهم للأفكار الرئيسة وتبيان العلاقة بين المعرفة والعمليات العلمية.
٥- تصميم المقررات التعليمية بشكل يتسق مع ما ينبغى أن يكون عليه معلم الجيل المقبل.
٦- توفير الدعم التربوى اللازم لمعلمى العلوم الجدد.

وفى هذا السياق يحدد McFadden (2019) ملامح مقررات إعداد معلمى العلوم الداعمة لأدوارهم فى تحقيق التدريس الفعال وفق متطلبات العصر، بأن يتم من خلالها ما يلى:-

١- تدريس العلم بشكل يعكس طبيعته.
٢- تنمية الفهم العميق لدى الطلاب المعلمين حول دور كل من التكنولوجيا والهندسة فى تقدم العلم.
٣- توفير فرص متنوعة للطلاب المعلمين كى ينغمسوا ويشاركوا بفاعلية فى حل مشكلات يومية وتحديات مجتمعية مختلفة.
٤- تدريس العلم الذى يستحث الإعمال العقلى فى الظواهر المحيطة.

كذلك يوضح Hayes & et al (2019) ضرورة أن يُتاح من خلال مقررات إعداد معلمى العلوم مزيد من الفرص لديهم لـ:-

١- الإطلاع على الاتجاهات الحديثة فى المجال ومناقشة الممارسات التربوية المعبرة عنها والتى ينبغى تبنيها خلال عملية التدريس.
٢- توجيههم حول ضرورة احتكام قراراتهم التربوية إلى نتائج البحوث المتخصصة فى المجال.
٣- مناقشة العقبات التى تعيق تطبيق الاتجاهات الحديثة، وكيفية العمل على إدارتها وتطويعها أو التغلب عليها.
٤- التعبير بشكل واضح ودال عن الممارسات التدريسية التى تتيح تحقيق أهداف تدريس العلوم.
٥- تنمية عادات العقل وممارستها بشكل فعلى ومتسق مع خصائص العلم والعلماء.

وفى ضوء ما سبق ذكره ينبغي التأكيد كذلك على أن أبعاد (NGSS) متشابكة ومتضافرة معًا سعيًا لتحقيق توقعات الأداء المطلوب، حيث يُنظر لها بوصفها سلاسل متلاحمة ولا يمكن تدريسها بمعزل عن بعضها البعض، بل بشكل مدمج وفى نهج **متعدد الأوجه** لدعم أهداف التعلم، فعلى سبيل المثال إذا كان الهدف تعليم الطلاب وصف التفاعلات داخل الغلاف الحيوي، فإنه سيكون من المناسب أيضًا تدريس دور الماء في عمليات سطح الأرض بوصفه مفهوم أساسى (DCL)، وكذلك تبيان مفهوم الأنظمة بوصفه مفهوم بينى (CCC)، ثم الاندماج فى أنشطة مختلفة حول كيفية تطوير واستخدام النماذج بوصفها ممارسات علمية وهندسية

(SEP)، هذا الذى يُطلق عليه التعلم ضمن السياق وبشكل يفضى إلى الارتقاء بمختلف الجوانب المستهدف تنميتها .(NGSS Lead States, 2013).

وفيما يلى نتناول بشىء من التفصيل أبعاد NGSS التي يسعى البحث الحالي إلى تنميتها من خلال المقرر المقترح في الفيزياء الحيوية:-

ثانيًا:-المفاهيم الأساسية: Core Concepts

توفر مقررات إعداد المعلم خلفية معرفية لدى الطلاب المعلمين حول الرياضيات والبيولوجى، والكيمياء، والفيزياء، ولكن غالبًا ما يتم ذلك بدون عرض الروابط بين هذه المجالات وبعضها البعض، أما المجالات البينية فيتم من خلالها تبيان هذا التكامل بين العلوم وبعضها والذى يهيىء الطلاب المعلمين ويعدهم بشكل مناسب، هذا الذى تم التأكيد عليه خلال بحوث عدة، مثل (Goldestein, Nelson, 2005; Mielczarek, 2006; Baldi, 2021)o.

ويرى "بارثازيرثى" Parthasarathy (2014) أن الفيزياء الحيوية تعد بوصفها جسرًا مناسبًا لتعميق الفهم؛ نظرًا لما تتضمنه من مفاهيم علمية مهمة يتاح من خلالها وصف الروابط بين كل من العلم الأساسى والظواهر الحسية المألوفة، كما يتضح من خلالها كيفية تطور الوجهات العلمية من خلال تطبيق الأدوات والمنظورات المشتقة من مجالات العلم المختلفة وكذلك يتيح مجال الفيزياء الحيوية مزيد من الخبرات لتبيان التأثير بعيد المدى للبحوث الفيزيائية.

هذا ما أكده كل من "والكيند وديشون" Wollkind & Dichone (2022) حيث يشيران إلى أن موضوعات الفيزياء الحيوية تتسم بوصفها متصلة بالواقع وذات تطبيقات مألوفة على الكائنات الحية عامة، ذلك الذى يساعد الطلاب المعلمين فى الاندماج مع المفاهيم الفيزيائية، وتقدير أهميتها، والتفاعل مع خبرات متنوعة لم تكن معتادة لديهم من قبل.

وتأتى الفيزياء الحيوية بتطبيقات عديدة تُثرى العلوم الأخرى مثل الفسيولوجى، والكيمياء الحيوية، والتكنولوجيا الحيوية، والفيزياء الطبية، وهذا لا يعنى أنه علمًا قائمًا على خليط من المفاهيم البعيدة وغير المتصلة ببعضها البعض، بل بوصفه ذو طبيعة متعددة الوجهات تثمر عن معارف جديدة نافعة لفروع العلم الأخرى، ولكن بالرغم من هذه الأهمية التى تتخذها مفاهيم الفيزياء الحيوية فإننا نجد قصورًا فى تنميتها لدى الطلاب المعلمين، ذلك الذى قد يعود إلى ما

تتضمنه بعض المفاهيم من جانب رياضياتى يجده الطلاب صعبًا مثلما فى التعامل مع الاستدلال العددى واستخدام البراهين والتعبير عن دلالتها، ذلك الذى يذهب وراء الطريقة المعتادة فى استظهار الصيغ الرياضية من ناحية، كما أنها تتطلب تنمية فهم عميق للمنظورات الكمية، الأمر الذى يستدعى الحاجة إلى تقديم مزيد من الخبرات التعليمية المتسقة مع ذلك(Honerkamp-Smith, et al, 2012).

وفى هذا الصدد يشير "كارفير" Carver (2018) إلى أنه لتنمية مفاهيم الفيزياء الحيوية، ينبغى مراعاة عدة جوانب، تتمثل فى:-

- الكشف عن فهم الطلاب المعلمين للجوانب الفيزيائية والبيولوجية للأنظمة والظواهر المدروسة.

-مخاطبة مجموعة من المهارات التى تدعم من فهم المحتوى، متمثلة فى: تصميم التجارب وتحليل البيانات إحصائيًا وبالطرق الحاسوبية، وتفسيرها لاستخراج الاستنتاجات.

-تضمين مزيد من مشكلات الفيزياء الحيوية التى تتطلب حلها بالطرق النظرية والحاسوبية المناسبة.

-تطبيق الخبرات والمفاهيم المتعلمة فى الفيزياء الحيوية خلال تحليل المواقف الجديدة وصولاً لتنمية هذه المفاهيم وتنقيحها بشكل أفضل.

كذلك يتطلب مجال الفيزياء الحيوية خلفية معرفية عميقة لدى معلم المعلم؛ وذلك نظرًا لما تستحضره مفاهيمها من صعوبة تتعلق بوجودها على مستويات مختلفة من التنظيم، بما يعنى أنه ينبغى إدراك هذه المستويات كاملة حتى يتحقق الفهم، ومن ثمّ فإنها تستلزم تمثيلها بمستويات مقابلة ومتدرجة التجريد بداية من المستوى: الماكروسكوبى The Macroscopic Level الذى تتجلى فيه الظواهر للعين المجردة، والميكروسكوبى (الخلوى) The Microscopic or Cellular Level الذى تتجلى فيه هذه الظواهر فقط تحت الميكروسكوب الضوئى أو الإلكترونى، وتحت الميكروسكوبى (الجزيئى) The Sub Microscopic or Molecular Level الذى يتضمن دراسة الجزيئات الكبيرة وخواصها الديناميكية، والرمزى The Symbolic Level الذى يوفر آليات تفسيرية للظواهر باستخدام الرموز، والمسارات التوضيحية، كما أن مجال الفيزياء الحيوية يتسم بوصفه شديد التطور نتيجة لتأثره بالثورة التكنولوجية والمعرفة المتزايدة فى فروع العلم المختلفة، هذا الذى يحتاج بالتبعية تخطيطًا

للمحتوى يراعى تأسيس قاعدة مناسبة وواضحة يتسنى من خلالها إضافة مزيد من الروابط الجديدة باستمرار (Thomas, 2009).

ويشير "برين" Brian (2013) إلى أن تنمية المفاهيم الأساسية وحدها لدى المتعلمين يُعد غير كافيًا لرؤية العالم من وجهة نظر علمية فهى أحد خيوط التعلم ثلاثى الأبعاد NGSS Three-Dimensional Learning Context of ولا يمكن وضعها في السياق وتتبع الروابط عبر التخصصات بدون تزامنها مع تدريس المفاهيم البينية، تلك التي نتناولها فيما يلى:-

ثالثًا: المفاهيم البينية: Crosscutting Concepts

تُعد المفاهيم البينية بمثابة طرق للتفكير، ويطلق عليها كذلك الأدوات العقلية Intellectual tools، حيث تعمل هذه المفاهيم بمثابة جسور تعبر بين المجالات العلمية المختلفة، كما أنها تُثّرى من تطبيق الممارسات العلمية والهندسية وفهم الأفكار الرئيسة لدى المتعلم، وتيسر من تطوير نظرة للعالم مبنية على أسس علمية مترابطة (NGSS Lead States, 2013).

وقد توطدت أهمية المفاهيم البينية بشكل واضح خلال العقود القليلة الماضية عندما استهدفت مشروعات تدريس العلوم البحث عن ما ينبغى أن يعرفه جميع المتعلمين عن العلم وأُطلق عليها بداية مصطلح الموضوعات الرئيسة "Themes" فى وثيقة العلم لكل الأمريكان "Science for All Americans" عام 1989، ووثيقة موشرات التنور العلمى " Benchmarks for Science Literacy" عام 1993، ثم تحت مسمى المبادئ الموحدة " Unifying Principles" في المعايير القومية للتربية العلمية عام 1996، وبعدها تحت مسمى الأفكار البينية "crosscutting ideas" خلال مشروع Anchors التابع للجمعية الوطنية لمعلمى العلوم The National Science Teachers Association's Science Anchors Project، ومع ذلك فإنها لا تلقى الدعم التربوى الكافى لتعميق الفهم حولها لدى المتعلمين، ومن ثمّ تجدد التركيز عليها مرة جديدة لأهميتها فى تدريس العلوم، مع أهمية وصفها بشكل دقيق وتحديد أهميتها وعلاقتها بالممارسات العلمية والهندسية[١] (Kang, et al, 2019).

ملحق البحث رقم (2a): جدول وصف المفاهيم البينية وأهميتها وعلاقتها بالممارسات العلمية والهندسية.

لماذا تكتسب المفاهيم البينية قيمتها ودلالتها Powerful فى تدريس العلوم:-

{(Windschitl & Stroupe, 2017; Penuel,& Van Horne, 2018; McFadden, 2019; Zangori & Pinnow, 2020)}

١. تساعد المفاهيم البينية فى تحقيق فهم أعمق للأفكار العلمية الرئيسة.
٢. تساعد المفاهيم البينية فى تحقيق فهم أفضل للممارسات العلمية والهندسية.
٣. توفر المفاهيم البينية لغة موحدة للعلم.
٤. تتيح المفاهيم البينية من فهم طبيعة العلم، وعلاقته بكل من التكنولوجيا والمجتمع.

وتأتى كل من المفاهيم البينية والأساسية لتحقيق فهمًا عميقًا لدى المتعلمين بما يهيئهم لممارسة أنشطة متعددة تؤكد على أهمية الاستقصاءات العلمية والتصميم الهندسي في حل كثير من مشكلات المجتمع وتحدياته المعاصرة، وهنا يكون الانتقال من المعرفة المفاهيمية إلى المعرفة الإجرائية الوظيفية؛ هذا الانتقال والتفاعل الذى يُعد بوصفه ثنائى الاتجاه فيما بينهما أي بقدر ما تكون المفاهيم الأساسية والبينية متكونة بشكل واضح وعميق لدى المتعلمين بقدر ما تسنح الفرصة لديهم للتمكن من الممارسات العلمية والهندسية والعكس صحيح (Kang, et al, 2019)، وفيما يلى نتناول الممارسات العلمية والهندسية بشىء من التفصيل:-

رابعًا:-الممارسات العلمية والهندسية: Science and Engineering Practices (SEPs)

لماذا الممارسات؟ يستخدم مصطلح الممارسات بدلاً من المهارات؛ لأن المهارة هى الكفاءة والجودة فى الأداء، فى حين أن الممارسة تربط بين المعرفة والمهارة والعادة؛ فالممارسة تتطلب المعرفة العلمية، وتنفيذ الأنشطة بكفاءة وجودة عالية، بحيث تصبح عادة عند المتعلم وجزء من شخصيته (حصة الداود، ٢٠١٧).

وقد تم التحول فى أهداف التربية العلمية من التركيز على الاستقصاء والقدرات الاستقصائية إلى الممارسات العلمية والهندسية، هذه النقلة التى تعود إلى أعمال المؤرخين والفلاسفة وعلماء النفس خلال الستين عامًا الماضية، والتى بينت لنا كيف يُنتج العلم فعلاً سواء على المدى القصير مثل إجراء نشاط فى مختبر معين، أو على مدار التاريخ مثل دراسة الملاحظات عن التجارب، والكتب المنشورة، والمشاهدات الميدانية، كما أن تبنى مصطلح "ممارسات" بدلاً من مصطلحى: مهارات، وعمليات يعود إلى أن الانخراط فى الاستقصاء العلمى يتطلب التنسيق بين المعرفة والمهارة فى آن واحد، وأن الممارسات تساعد المتعلمين فى

فهم كيف تنشأ المعرفة العلمية وتتطور، وتقدير وجهات النظر المختلفة المستخدمة فى استكشاف العالم، ونمذجته، وتفسيره كما تساعدهم فى فهم المفاهيم البينية المشتركة، وتجعل معرفة المتعلمين أكثر ورسوخًا، كما أنها تلبى فضول المتعلمين ودافعيتهم للاستمرار فى الدراسة، وتُمكنهم من الوعى بأن العلوم والهندسة تسهمان فى مواجهة كثير من التحديات التى تواجه المجتمع اليوم، مثل توفير قدر كاف من الطاقة، ومعالجة الأمراض، وتوفير المياه الصالحة للشرب، وتوفير الغذاء، ومواجهة التغيرات المناخية، وهكذا فإن التربية العلمية يجب أن توفر المعرفة بالعلم، وكيفية الحصول عليه، وتطبيقاته (محمود الوهر، ٢٠٢٠).

ويتم التأكيد خلال معايير العلوم للجيل المقبل ومعايير SSTP 2020 على الممارسات العلمية والهندسية وأهمية الاندماج فيها بوصفها جوهر هذه المعايير، ويمكن تفصيل أهميتها فيما يلى (NRC, 2012; Brain, 2013):-

١. تساعد المتعلمين فى فهم كيفية تطور المعرفة العلمية، كما تساعدهم فى فهم الروابط بين المجالات وبعضها فى كل متكامل.
٢. تساعد فى فهم المفاهيم البينية Crosscutting Concepts، وكذلك الأفكار الرئيسة للمجال كما تجعل معرفة المتعلمين ذات معنى وتيسر تطبيقها بشكل أفضل عند تعاملهم مع خبرات الحياة اليومية.
٣. تحفز التعلم المستمر لدى المتعلمين.
٤. تساعد فى ربط العلم بالمجتمع ومساعدة المتعلمين على مواجهة التحديات المجتمعية المتنامية، مثل التغيرات المناخية، وتهديد الأمن الغذائي.
٥. تمثل ضرورة لتقصى العالم الطبيعى وتفحص مشكلاته، والقدرة على حلها بطريقة ذات معنى.
٦. تمثل سبيلاً مناسبًا لتنمية الشغف بالعلم وتقدير أهميته.

وينبغى الأخذ فى الاعتبار أن الممارسات العلمية والهندسية هى بمثابة وسيلة لإشغال المتعلمين بالعلم وتعلمه، حيث ينغمس المتعلمون فى الأنشطة التى تتصل بالمحتوى، ومن ثمّ يتعلمون خلالها إجراء التجارب، وجمع البيانات والأدلة، وتنمية مهارات الاتصال، وتطوير النماذج والأدوات، واستخدام الرياضيات، والقدرة على تقييم الادعاء بناء على الأدلة والبراهين والتخطيط وإجراء الاستقصاءات، والقدرة على التفسير؛ لذا فإن الممارسات العلمية والهندسية لها

أكثر من هدف، مثل: تطوير قدرات المتعلمين المعرفية والعملية، وإنشاء جيل مثقف علميًا يمتلك مهارات الألفية الثالثة، مثل: حل المشكلات، والتفكير الناقد، ومهارات التعاون والاتصال (Osborne, 2010; 2014). وللإطلاع على الوصف المفصل للممارسات العلمية والهندسية وأمثلة لكيفية تطبيقها انظر ملحق البحث رقم [١](2b).

وهناك ثلاثة متطلبات رئيسة لتفعيل استخدام الممارسات العلمية والهندسية، وهى {(Allen & Penuel, 2014; Kloser, 2014; Kawasaki, 2015)}:-

(١)الفهم العميق لأهداف الممارسات العلمية والهندسية:-

حيث تؤثر معتقدات المعلمين وفهمهم عن الحركات الإصلاحية للتربية العلمية فى الطرق التى يتحقق بها الهدف من الإصلاح، خاصة وأن الممارسات العلمية والهندسية تحتوى على أهداف مختلفة، وأن تدعيم فهم المعلم لكل هدف من هذه الأهداف سوف يساعده على تصميم التدريس ويجعل هذه الأهداف واضحة بالنسبة للمتعلمين.

(٢) إدارة المناقشات الصفية وتنظيمها:-

إن تعزيز المناقشات الصفية الفعالة يُعد ملمحًا أساسيًا لإعداد الجيل المقبل من المتعلمين، بحيث ينبغى أن تتضمن مجموعة من الممارسات، منها: مشاركة التفسيرات القائمة على الحُجج، وتشجيع المتعلمين على تناول أفكار الأخرين وتوضيحها وتبريرها، وهنا يقع على عاتق المعلمين تدعيم فرص الجدل العلمى بين المتعلمين، والسماح لهم بالتعبير عن أفكارهم الأولية عن الظواهر العلمية ومراجعتها وتشجيعهم على تقييمها قبل الفهم وبعد حدوثه، كما تتضمن تقصى أسئلتهم العلمية الخاصة فى سياق قيامهم بتصميم التجارب وتنفيذها، واستخدام الدليل بناء على الحُجج العلمية.

(٣) تحويل مسئولية التعلم نحو المتعلم:-

حيث يأخذ المتعلم المسئولية الكبرى لبناء المعنى حول أفكاره الخاصة وخبرات التعلم، فممارسات مثل: الاندماج فى الفحص وبناء النماذج وترجمتها، والتى يجب أن يحدد المعلم الطرق المناسبة لمساعدة المتعلمين فى القيام بتصميم الاستقصاءات وتخطيطها، وتطوير

[١] ملحق البحث رقم (2b): جدول وصف الممارسات العلمية والهندسية وأمثلة لكيفية تطبيقها.

النماذج–تتطلب أن يأخذ المتعلمون المزيد من المسئولية عن خبرات تعلمهم، والمشاركة فى هذه الممارسات بشكل حقيقى لكى يتعلموا عن المحتوى العلمى.

ويلاحظ أن الممارسات العلمية والهندسية ليست خطوات منظمة تبدأ بطرح السؤال وتنتهى بالحصول على المعلومات وتقييمها، إنما طبيعة الموقف أو المشكلة هى التى تحدد كيف ومن أين يبدأ العالِم بحثه، وهذا فعليًا ما يقوم به فى الواقع، مما يعطيه حرية أكبر للبحث والتحرى، ولاشك أن تعلم العلم بهذه الطريقة يعمق من فهم المتعلمين لطبيعة العلم، وكيفية تطوره، وتقدير جهود العلماء، مما ييسر من إعداد جيل مثقف علميًا، قادر على مواجهة التحديات المجتمعية المعاصرة والمستقبلية (NRC, 2012).

وطالما أن محتوى الفيزياء الحيوية يهتم بدراسة سلوك الأنظمة البيولوجية والتنبؤ بها وفق مباديء الفيزياء، فهو يصل إلى أبعد من مجرد الفهم، بحيث يتمكن الآن علماء الفيزياء الحيوية من دراسة عمليات بيولوجية دقيقة والتحكم فيها بشكل كبير والتعبير عنها باستخدام النماذج الحاسوبية، وتعديل هذه الأنظمة واستنتاج مخرجاتها الجديدة ومن ثمّ يسمح هذا المجال بمخاطبة الممارسات العلمية والهندسية لدى المتعلمين خلال دراسته على نحو مكثف ومتنوع بما يعزز فرص تنميتها (Mierke, 2020) .

أدوات البحث Research Instruments:

اشتملت أدواتُ قياسِ نواتجِ التعلُّمِ المستهدفةُ من البحث على ما يلى، وجميعها من إعداد الباحثين:

١. اختبار المفاهيم الأساسية والبينية بالفيزياء الحيوية.

٢. بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية.

إجراءات البحث Research Procedures:

للإجابة عن أسئلة البحث واختبار صحة فروضه اتبعت الإجراءات التالية:

أولاً: إعداد أدوات المعالجة التجريبية (المقرر المقترح):

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث تم إعداد المقرر المقترح فى ضوء الخطوات التالية:

A-تحديد أهداف المقرر:

من خلال فحص وتحليل الكتب وتوصيف مقررات الجامعات والأدبيات الخاصة بمقررات الفيزياء الحيوية، والمتمثلة فى: {(Kane, 2002; Go, 2004; Martinac, 2014; Parthasarathy, 2014;2019; Ulm University, 2019; Austin, 2020; Mierke, 2020; University of Michigan, 2020; Yourk University, 2020)} ، فضلاً عن مراجعة البحوث السابقة الخاصة بالتوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل {(NRC, 2011; 2012; NGSS, 2013; NGSS Lead States, 2013; Rodger, 2013; Pruitt, 2014; Kawasaki, , 2015; NSTA, 2016; Kawasaki & Sandoval, 2019; Morrell et al, 2020)}، أمكن تحديد أهداف المقرر العامة، وكذلك الإجرائية لكل موضوع من موضوعاته[١].

B-إعداد محتوى المقرر:

تم إعداد محتوى المقرر فى ضوء الأهداف، وبحيث يراعى التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل، ليضم: الجزء النظرى (موضوعات المقرر) على مستوى التخطيط: يتكون من أربعة موضوعات رئيسة "الميكانيكا الحيوية Biomechanics، والكهرباء الحيوية Bioelectricity، والإشعاع الأيونى وتأثيراته البيولوجية Ionizing radiation and its biological effects، وديناميكا الأنظمة البيولوجية Dynamics of biological Systems"، أما على مستوى التنفيذ فيشمل موضوعي: الإشعاع الأيونى وتأثيراته البيولوجية والميكانيكا الحيوية، بحيث تضمن (24) موضوعًا فرعيًا، ووُزعت زمنيًا بمجموع (24) ساعة.

C- ضبط المقرر:

عُرض المقرر فى صورته الأولية على السادة المحكمين[٢]، لإبداء آرائهم حول:

١. المحتوى العلمى من حيث دقته العلمية من جهة ومدى مناسبته للطلاب المعلمين من جهة أخرى.
٢. توافق المحتوى العلمى مع الملامح الأساسية التى يدعمها التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل.

---

[١] ملحق البحث رقم (٤): المقرر المقترح في الفيزياء الحيوية.

[٢] ملحق البحث رقم (٣): قائمة أسماء السادة المحكمين.

وقد اتفقوا جميعهم على دقة المحتوى العلمى للمقرر ومناسبته للطلاب المعلمين، وتوافقه مع الملامح الأساسية التى يدعمها التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل، فضلاً عن مناسبة بناء الموضوعات فى مجملها للمعرفة العلمية المقدمة، وبذلك أصبح المقرر فى صورته النهائية، حيث يتكون من العناصر التالية:

١. مقدمة المقرر، وتتضمن: (الأهداف العامة للمقرر، ومحتوى المقرر، والأنشطة التعليمية المقترحة لتدريسه، ومصادر التعليم والتعلم المقترحة فى تدريس المقرر، وطرق التدريس المتبعة فى تنفيذه، وآلية تقييم المقرر).
٢. موضوعات المقرر، وتتضمن: الأهداف الإجرائية، والمحتوى العلمى الخاص بكل موضوع من الموضوعات.
٣. قائمة بالمراجع المستخدمة فى إعداد كل موضوع من موضوعات المقرر، فضلاً عن المصادر الإثرائية التى يمكن أن يستعين بها الطالب المعلم خلال تعلمه للمحتوى المقدم.

ثانياً: إعداد أدوات قياس متغيرات البحث ، وتشمل:

١. إعداد اختبار المفاهيم الأساسية والبينية لمقرر الفيزياء الحيوية:

تم إعداد الاختبار فى ضوء الخطوات التالية:

١) تحديد الهدف من الاختبار، والذى تمثل فى:

قياس مستوى المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية شعبتى الفيزياء والبيولوجى.

٢) تحديد أبعاد الاختبار:

وقد تمثلت فى بُعدين، البعد الأول: التأين الإشعاعى وتأثيراته البيولوجية، والبعد الثانى: الميكانيكا الحيوية.

٣) تحديد نوع الاختبار، وصياغة مفرداته:-

صيغت مفردات الاختبار بالاستعانة بعديد من المصادر والمراجع ذات الصلة بتصميم الاختبارات (زكريا الشربينى، ١٩٩٥) على نمط أسئلة الاختيار من متعدد، وقد بلغ عددها (74) مفردة كونت الصورة الأولية له.

٤) ضبط الاختبار:-

a-صدق الاختبار:

عُرض الاختبار فى صورته الأولية على عدد من الأساتذة المتخصصين فى المناهج وطرق تدريس العلوم، ومتخصصى الفيزياء الحيوية، وذلك للتحقق من صدقه، وتحديد مدى اتساق المفردات مع المفاهيم التى تهدف لقياسها، ومدى دقة صياغتها اللغوية، وقد أبدى السادة المحكمون بعض التعديلات حول إعادة صياغة بعض المفردات، وكذلك بعض بدائل الإجابة، ولم يُطلب حذف أى مفردة من مفرداته، وبذلك تكوّن الاختبار بعد إجراء التعديلات المطلوبة من (74) مفردة؛ لكل منها أربعة بدائل.

b-التجريب المبدئى للاختبار وتحليل مفرداته:

طُبق الاختبار على عينة من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبتى فيزياء وبيولوجى، وقد بلغ عددها (50) طالب وطالبة، وذلك خلال الفصل الأول من العام الدراسى 2020/2021م. وقد تم تحديد الخصائص الإحصائية للاختبار كما يلى:

تراوحت قيم معامل السهولة لمفردات الاختبار بين (0.28-0.83)، كما تراوحت قيم معامل التمييز لمفردات الاختبار بين (0.86- 0.26)، مع وجود 4 مفردات ذات معامل تمييزية أقل من (0.2) وقد استُبعدت من الاختبار (Urbina, 2014)). ليصبح عدد المفردات النهائية للاختبار (70) مفردة، وللكشف عن قيمة ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر- ريتشاردسون (20) استُخلصت قيمة معامل الثبات والتى تساوى (0.81)، وهى تشير إلى أن الاختبار ذو درجة ثبات عالية وبلغ زمن الإجابة عن الاختبار (70) دقيقة، وبذلك يكون اختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية قد وصل إلى صورته النهائية القابلة للتطبيق[١].

ويوضح جدول (3) الوصف الإحصائى للاختبار:-

جدول (3): الوصف الإحصائى لاختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية

عدد مفردات الاختبار	قيم معامل السهولة	قيم معامل التمييزية	الثبات	زمن الاختبار	الدرجة النهائية
70	.0 -28 .0 83	0 .26- 0 .86	0.81	70 دقيقة	70

[١] ملحق البحث رقم (5): اختبار المفاهيم الأساسية والبينية.

٢-إعداد بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية:

عُدت بطاقة الملاحظة وفقاً للإجراءات التالية:

١) تحديد الهدف من البطاقة، والذى تمثل فى:

قياس مستوى الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين.

٢) تحديد أبعاد البطاقة:

حُددت أبعاد البطاقة فى ثمانية أبعاد رئيسة من خلال الأدبيات السابقة، هى: طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، وتطوير النماذج واستخدامها، وتخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابى، وبناء التفسيرات وتصميم الحلول، وصياغة الحُجج والأدلة، والحصول على المعلومات وتبادلها وتقييمها.

٣) تحديد مقياس التقدير المتدرج للأداء:

تمثل مقياس التقدير فى درجة تبنى الممارسات العلمية والهندسية من قِبل الطلاب المعلمين، حيث استخدم التقدير الثلاثى (دائمًا، وأحيانًا، ونادرًا).

٤) ضبط البطاقة:

a-صدق البطاقة:

عُرضت البطاقة فى صورتها الأولية على عدد من الأساتذة المتخصصين فى المناهج وطرق تدريس العلوم، وذلك للتحقق من صدقها، وتحديد مدى الدقة العلمية للعبارات، والتأكد من صياغتها اللغوية، ومدى ملائمة المفردات والتوصيف للممارسة العلمية والهندسية، وقد أبدى السادة المحكمون بعض التعديلات حول إعادة صياغة بعض المفردات، ولم يُطلب حذف أى مفردة من مفرداته، وبذلك تكوّنت البطاقة بعد إجراء التعديلات المطلوبة من (64) مفردة؛ بواقع ثمانى مفردات لكل ممارسة.

b-التجريب المبدئى للبطاقة، وتحديد الخصائص الإحصائية لها:

طُبقت البطاقة على عينة من الطلاب المعلمين بالفرقة الثالثة شعبتى الفيزياء والبيولوجى، وقد بلغ عددها (50) طالب وطالبة، وذلك خلال الفصل الأول من

العام الدراسى 2020/2021م، وتم تحديد الخصائص الإحصائية للبطاقة كما يلى:

a) حساب الاتساق الداخلى لبطاقة الملاحظة:-

حُسب الاتساق الداخلى لبطاقة الملاحظة عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجات الطلاب فى كل بعد من أبعاد البطاقة والدرجة الكلية، والتى جاءت جميعها دالة عند مستوى (0.01) مما يدل على ارتفاع الاتساق الداخلى لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية، ويوضح جدول (4) النتائج الخاصة بالاتساق الداخلى للبطاقة.

جدول (4): نتائج الاتساق الداخلى لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية

م	البعد	الدرجة الكلية
1	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات.	0.911**
2	تطوير النماذج واستخدامها.	0.866**
3	تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها.	0.899**
4	تحليل البيانات وتفسيرها.	0.942**
5	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابى.	0.921**
6	بناء التفسيرات وتصميم الحلول.	0.783**
7	صياغة الحُجج والأدلة.	0.877**
8	الحصول على المعلومات وتبادلها وتقييمها.	0.976**

** (P<0.01)

b) ثبات بطاقة الملاحظة:

حُسب الثبات الداخلى لبطاقة الملاحظة عن طريق حساب معامل "ألفا كرونباخ" وبلغ معامل الثبات (0.89)، كما حُسب معامل ثبات البطاقة بحساب نسبة الاتفاق باستخدام معادلة "كوبر" بين تقييم الباحثين، وبلغت نسبة الاتفاق (94%)، مما يدل على أن بطاقة الملاحظة تتمتع بدرجة عالية من الثبات.

٥) **الصورة النهائية للبطاقة:** بعد تحديد الخصائص الإحصائية للبطاقة أصبحت جاهزة للتطبيق فى صورتها النهائية[١]، ويوضح جدول (5) الوصف الإحصائى لبطاقة الملاحظة

جدول (5): الوصف الإحصائى لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية

عدد مفردات الاختبار	معامل الثبات	نسبلة الاتفاق	زمن الاستجابة	الدرجة النهائية
64	0.89	94 .0	60 دقيقة	192

ثالثاً: التطبيق القبلى لأدوات قياس المتغيرات التابعة:

تم التطبيق القبلى لأدوات قياس المتغيرات التابعة (اختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية– بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية) على أفراد عينة البحث، وذلك فى الأسبوع الأول من شهر مارس بالفصل الدراسي الثانى للعام الجامعى 2020/2021م قبل بدء تقديم المقرر المقترح؛ بهدف التحقق من وجود تكافؤ إحصائى بين المجموعتين (التجريبية والضابطة)؛ ولتحقيق ذلك صُححت إجابات الطلاب فى المجموعتين ورُصدت درجاتهم؛ ثم استُخدم اختبار"ت" t.test لتعيين دلالة الفروق بين المتوسطات المستقلة (مجموعتان غير مرتبطتين وغير متساويتين فى عدد أفرادهما) وذلك بعد التحقق من شروط استخدامه، وباستخدام الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS الإصدار الخامس والعشرون، وجاءت النتائج كما هو مبين بجدول (6):

جدول (6) متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية والضابطة في القياس القبلي لاختبار المفاهيم الأساسية والبينية ونتائج اختبار "ت"

أبعاد الاختبار	المجموعة التجريبية (ن= 59)		المجموعة الضابطة (ن= 58)		قيمة "ت"	الدلالة
	م	ع	م	ع		
الميكانيكا الحيوية	31	2.86	20.91	3.25	0.168	غير دال
التأين الإشعاعي	30.15	2.89	22.74	3.17	0.521	غير دال
الدرجة الكلية	61.53	5.59	44.02	6.03	0.271	غير دال

[١] ملحق البحث رقم (6): بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية

ومن جدول (6) يتبين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات الاختبار القبلي للمفاهيم الأساسية والبينية بين طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة.

وللتحقق من التكافؤ قام الباحث باستخدام اختبار "ت" t-test لحساب دلالة الفروق بين القياس القبلي لمتوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية والضابطة في الممارسات العلمية والهندسية، وكانت النتائج كما يلي:

جدول (7) متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية والضابطة في القياس القبلي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية ونتائج اختبار "ت"

الممارسات	المجموعة التجريبية (ن= 59)		المجموعة الضابطة (ن= 58)		ت	الدلالة
	م	ع	م	ع		
طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	6.95	1.5	6.66	1.53	1.05	غير دال
تطوير النماذج واستخدامها	6.98	1.5	6.86	1.5	0.44	غير دال
تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها	8.53	2.2	8.83	1.87	0.801	غير دال
تحليل البيانات وتفسيرها	8.97	1.76	8.64	1.36	1.13	غير دال
استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	9.59	2.69	9.64	2.2	098.	غير دال
بناء التفسيرات وتصميم الحلول	7.93	2.96	8.81	3.06	1.579	غير دال
صياغة الحجج والأدلة	9.41	3.12	9.1	2.61	0.57	غير دال
الحصول على المعلومات	9.36	2.36	9.28	2.19	0.19	غير دال
الدرجة الكلية للممارسات	67.7	13.1	67.8	12.5	042.	غير دال

ومن جدول (7) يتبين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق القبلى لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية.

ويتضح من الجدول (6، 7) أن قيم t غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة 0.05، مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتى البحث قبليًا؛ أى أنها تدل على وجود تكافؤ بين المجموعتين التجريبية والضابطة قبل تطبيق المعالجة التجريبية.

رابعاً: إجراءات تنفيذ التجربة:

بدأ التدريس للمجموعة التجريبية فى 4 مارس 2021 وانتهى فى 27 مايو 2021م وذلك على مدار اثنا عشر أسبوعًا.

طُبقت أدوات قياس المتغيرات التابعة: (اختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية- بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية) بعديًا على المجموعتين التجريبية والضابطة فى الأسبوع الرابع من شهر مايو 2021م، وذلك بعد الانتهاء من تقديم المقرر المقترح للمجموعة التجريبية مباشرة.

خامساً: إجراءات ما بعد التجربة:

صُححت أدوات قياس المتغيرات التابعة (اختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية- بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية) فى المجموعتين التجريبية والضابطة ورُصدت درجاتهم؛ تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا، ثم عرض نتائج البحث، ومناقشتها، وتفسيرها.

سادساً: المعالجة الإحصائية:

عُولجت البيانات إحصائيًا باستخدام اختبار "ت" t- test لتعيين دلالة الفروق بين المتوسطات المستقلة لكل من المجموعتين التجريبية والضابطة، كما استُخدمت قيمة مربع إيتا وكذلك (**cohen's d**) لقياس قوة تأثير المعالجة "حجم التأثير"، وأُجريت جميع المعالجات الإحصائية عن طريق استخدام برنامج حزمة التحليلات الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS). (الإصدار الخامس والعشرون) (Cohen & Lea, 2004)

سابعاً: عرض نتائج البحث ومناقشتها:

الإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث:

يتمثل السؤال الثانى من أسئلة البحث فى "**ما فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟**"، ويتضمن هذا السؤال الأسئلة الفرعية التالية:

(٢-١) ما فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟

وللإجابة عن هذا السؤال استخدم الباحث اختبار (ت) t-test للمجموعات المستقلة لتحديد دلالة الفرق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية ودرجات المجموعة الضابطة فى القياس البعدى لاختبار المفاهيم الأساسية والبينية، فى بعدى (الفيزياء الحيوية، والتأين الإشعاعى وتأثيراته البيولوجية)، وكذلك الأداء الكلى، ويوضح الجدول (8) نتائج دلالة ذلك الفرق:

جدول (8) متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لاختبار المفاهيم الأساسية والبينية، ونتائج اختبار "ت"

أبعاد الاختبار	المجموعة التجريبية (ن= 59)		المجموعة الضابطة (ن= 58)		ت	الدلالة	حجم التأثير		
	م	ع	م	ع			2η	cohen's d	التأثير
الميكانيكا الحيوية	31	2.86	20.91	3.25	17.811	0.01	0.73	3.2	كبير
التأين الإشعاعي	30.15	2.89	22.74	3.17	13.209	0.01	0.6	2.4	كبير
الدرجة الكلية	61.53	5.59	44.02	6.03	16.294	0.01	0.7	3	كبير

يتضح من جدول (8) أن هناك فرقًا ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.01) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى اختبار المفاهيم الأساسية والبينية فى بُعدى (الميكانيكا الحيوية، والتأين الإشعاعى وتأثيراته البيولوجية)، وكذلك الأداء الكلى، وذلك لصالح طلاب المجموعة التجريبية، وبذلك يتم رفض الفرض الأول من فروض البحث، والذى ينص على " لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha < 0.05$) بين متوسطَيْ درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية".

ولتقدير حجم الأثر لمقرر الفيزياء الحيوية المقترح فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية فى بُعدى (الميكانيكا الحيوية، والتأين الإشعاعى وتأثيراته البيولوجية)، وكذلك الأداء الكلى، تم حساب قيمة (η2) وكذلك قيمة cohen's d كما بالجدول (8) في العمود الأخير، وكانت قيمة حجم التأثير للاختبار ككل (0.7)؛ أي أن نسبة التباين المفسر لتأثير المقرر بوصفه متغير مستقل علي المفاهيم الأساسية والبينية بوصفه متغير تابع 70% وهي نسبة مرتفعة، وفقًا للنسب التى اقترحها "كيس" (مصطفي باهي وآخرون، ٢٠٠٦).

كما بلغت نسب حجم التأثير لقيم مربع إيتا في بُعدى الاختبار (الميكانيكا الحيوية والتأين الإشعاعى وتأثيراته البيولوجية) على الترتيب (0.73 – 0.6)، وهى تمثل نسب مرتفعة التأثير.

ويتضح ذلك في شكل(2)

شكل(2) الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية وأفراد المجموعة الضابطة في القياس البعدي لاختبار المفاهيم الأساسية والبيئية

مناقشة النتائج الخاصة باختبار المفاهيم الأساسية والبينية، وتفسيرها:

تتفق هذه النتائج بشكل ما مع ما أدلت به دراسات كل من (Nargund-Joshi & Liu, 2013; Moulding & et al, 2015; Penuel & Van Horne, 2018)

يمكن تفسير هذه النتائج فى أن المقرر المقترح فى الفيزياء الحيوية ذو فاعلية فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية لدى الطلاب المعلمين؛ وذلك قد يرجع لما أتاحه من فرصة تعميق هذه المفاهيم بشكل يراعى كيفية عمل العلم وكيفية التعامل مع الظواهر والمشكلات العلمية

حيث يقوم العلماء عادة بالتعامل مع المفاهيم العابرة للتخصصات حتى يتمكنوا من التعمق فى فهم الظواهر وما ورائها، هذا الأمر الذى يتسق مع فكرة أن الكون ذو وحدة متماسكة ويأتى العلم إجمالاً بوصفه محاولة لفهمه؛ فى حين يُهمل ذلك واقعيًا عند تعليم العلم وتعلمه ليأتى المحتوى والعمليات بشكل مغاير كما هو الاختلاف بين لُغات البشر.

وتعد مخاطبة المفاهيم البينية فى هذا الصدد بمثابة سبيل جديد فى رؤية المفهوم الأساسى من جوانب متعددة لتنتظم معًا فى النهاية فى بناء وفهم كلى، وخلال ذلك يتم مراعاة اهتمامات الطلاب المعلمين وأسئلتهم، ومن ثمّ يتمكنوا من تطبيق كل من المفاهيم الأساسية والبينية فى سياق المواقف الحياتية.

كذلك أتاح المقرر المقترح فى الفيزياء الحيوية من بناء شكل شبكى لكل مفهوم داخل البنى العقلية لأفراد المجموعة التجريبية من خلال دمجها بشكل مترابط.

كما أنه من خلال تخطيط المحتوى وفقًا لما ينبغى أن يكون عليه معلم الجيل المقبل من فهم لوحدة العلم وعلاقته بالمجتمع فقد يُسر تناول المفاهيم البينية بوصفها "مفاهيم موحِدة" تؤسس للترابط بين السياقات العلمية المختلفة، ومن ثمّ فقد انعكس ذلك على تعميق فهمه للمفاهيم الأساسية فى الفيزياء الحيوية؛ كما ساعد فى تحقيق مزيد من الانتباه للآلية التى تتكون بها الروابط بين الأفكار لتعطى النموذج العقلى الذى يتصف بالشبكية والتتابع والتعقد كما يبعد عن المحدودية والتجزأة (NRC, 2015; Jho & et al, 2016; Moulding & Bybee, 2017).

وكما أشار "كابريرو وسلوغ" Capraro & Slough (2008) أن التعلم الحقيقى يحدث عندما يستطيع الفرد ربط خبراته اليومية بما يتعلمه، فالتعلم ذو المعنى لا يمكن أن يكون منفصلاً عن السياق الواقعى والخبرات الشخصية للطلاب المعلمين.

كذلك يمكن تبرير نتائج البحث الخاصة بتنمية المفاهيم الأساسية والبينية فى عدة بنود تتمثل فى:-

- أنه بمخاطبة المفاهيم البينية خلال المقرر المقترح فى الفيزياء الحيوية أصبح العلم أكثر قربًا للطلاب المعلمين- على سبيل المثال توجد الأنماط فى أوراق الأزهار، ومراحل اكتمال القمر، وأنماط الإشعاع وأنماط الدوران وكل نمط يمتاز عن غيره ببعض الفروق البسيطة ولكن مجرد الوعى بمفهوم النمط يمكن أن يساعد فى تبيانه والبحث عنه وفهمه.

- تيسر من خلال المقرر المقترح التعامل مع المفاهيم البينية بوصفها نقاط انطلاق أو بداية entry points لتعلم العلوم.
- تُهيأت مزيد من الفرص لاستخدام المفاهيم البينية بوصفها أدوات جوهرية لتعليم العلم وتعلمه، حيث يمكن للفرد أن يفهم العالم الطبيعى من خلال استخدام هذه المفاهيم التى تعمق من فهم الظواهر المختلفة والعابرة لمختلف المجالات العلمية.
- يمكن استخدام المفاهيم البينية بوصفها بنيات معرفية متماسكة ومتناغمة أثناء الانتقال من تدريس مفهوم رئيس إلى آخر، حيث يمكن من خلالها دمج الفرد فى عملية صنع المعنى.
- يساعد استخدام المفاهيم البينية فى خلق سبيل مثمر للمتعلمين للتركيز حول جوانب محددة للظاهرة على سبيل المثال: تدفق الطاقة داخل التفاعل الكيميائى وخارجه.
- يتوفر من خلال استخدام المفاهيم البينية ما يسمى باللُغة الموحِدة التى يتواصل بها خلال تدريس العلوم عامة، حيث يتم توجيه المتعلمين إلى جوانب رئيسة فى الظواهر، أو الأنظمة المزمع استقصاؤها، أو الأنماط التى يمكن استخدامها بوصفها دليل لدعم التفسيرات العلمية المعبرة عن أسباب الظواهر.

كذلك يمكن تفسير فاعلية المقرر المقترح فى تنمية المفاهيم الأساسية والبينية فى كونه يسر من تبيان العلاقة المتبادلة بين علمى الفيزياء والبيولوجى متمثلين فى موضوعي: الإشعاع الأيونى وتأثيراته البيولوجية، والميكانيكا الحيوية، مثلما الحال فى الخبرات الملموسة عبر الواقع الفعلى الذى يعيشه الطالب المعلم، فضلاً عن التأكيد خلال ذلك على ربط أجزاء المعرفة بالكل وفهم الظواهر والعمليات بشكل عام، وكذلك إتباع ما يسمى بالأسئلة المفاهيمية التى تبحث دائمًا فى عمق الفهم والعلاقة بين المفاهيم المختلفة وبعضها البعض.

(٢-٢) ما فاعلية مقرر مقترح فى الفيزياء الحيوية (Biophysics) قائم على التوجهات الحديثة لإعداد معلم الجيل المقبل فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟

وللإجابة عن هذا السؤال استخدم الباحث اختبار (ت) t-test للمجموعات المستقلة لتحديد دلالة الفرق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية ودرجات المجموعة الضابطة فى القياس البعدى لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية، فى كل ممارسة على حدة، وكذلك الأداء الكلى، ويوضح الجدول (9) نتائج دلالة ذلك الفرق:

جدول (9) متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية الهندسية ونتائج اختبار ت

مهارات	المجموعة التجريبية (ن= 59)		المجموعة الضابطة (ن= 58)		ت	الدلالة	حجم التأثير		
	م	ع	م	ع			2η	cohen's d	التأثير
طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	19.78	3.006	14.64	5.17	6.59	0.01	0.274	1.2	كبير
تطوير النماذج واستخدامها	19.68	3.401	13.62	4.76	7.93	0.01	0.354	1.4	كبير
تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها	20.14	3.104	13.19	4.92	9.15	0.01	0.421	1.7	كبير
تحليل البيانات وتفسيرها	14.19	4.381	9.293	4.92	5.68	0.01	0.219	1.1	كبير
استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	20.49	3.35	12.81	4.69	10.2	0.01	0.475	1.9	كبير
بناء التفسيرات وتصميم الحلول	20.14	3.104	13.76	5.24	8.02	0.01	0.359	1.4	كبير
صياغة الحجج والأدلة	21.25	2.178	14.97	5.36	8.33	0.01	0.376	1.5	كبير
الحصول على المعلومات	17.39	5.16	10.34	5.31	7.28	0.01	0.315	1.3	كبير
الدرجة الكلية للممارسات	153.1	25.5	102.6	36.9	8.61	0.01	0.392	1.6	كبير

يتضح من جدول(9) أن هناك فرقًا ذا دلالة إحصائية عند مستوى (0.01) بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة فى بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية

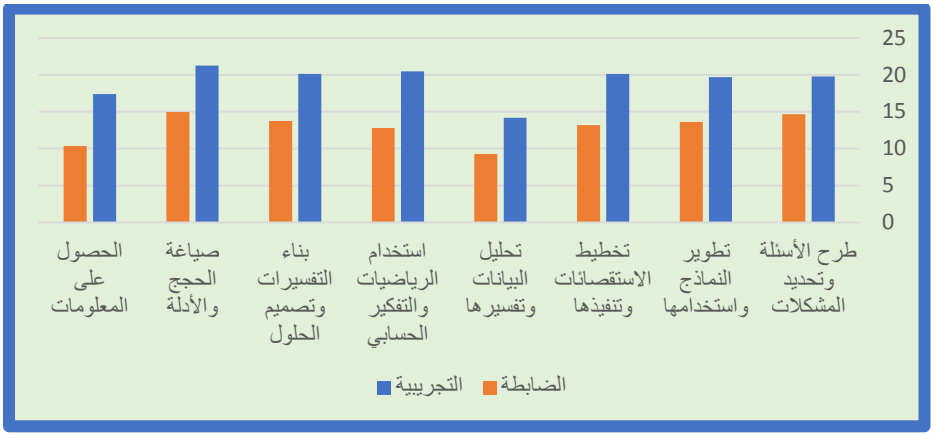
والهندسية، فى الممارسات (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، تطوير النماذج واستخدامها تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، تحليل البيانات وتفسيرها، استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي بناء التفسيرات وتصميم الحلول، صياغة الحجج والأدلة، الحصول على المعلومات)، وكذلك الأداء الكلى للممارسات، وذلك لصالح طلاب المجموعة التجريبية، وبذلك يتم رفض الفرض الثانى من فروض البحث، والذى ينص على: " **لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha < 0.05$) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية**".

ولتقدير حجم الأثر لمقرر الفيزياء الحيوية المقترح فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية، فى الممارسات (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات، تطوير النماذج واستخدامها تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، تحليل البيانات وتفسيرها، استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، بناء التفسيرات وتصميم الحلول، صياغة الحجج والأدلة، الحصول على المعلومات)، وكذلك الأداء الكلى للممارسات، تم حساب قيمة مربع إيتا وكذلك قيمة cohen's d كما في الجدول (9) وكان بالنسبة لبطاقة الملاحظة ككل (0.392)؛ أي أن المقرر ذو تأثير مرتفع علي الممارسات العلمية والهندسية، وكان ترتيب حجم تأثير المقرر المقترح بوصفه متغير مستقل على الممارسات العلمية والهندسية بوصفها متغير تابع، **كما يلي:**

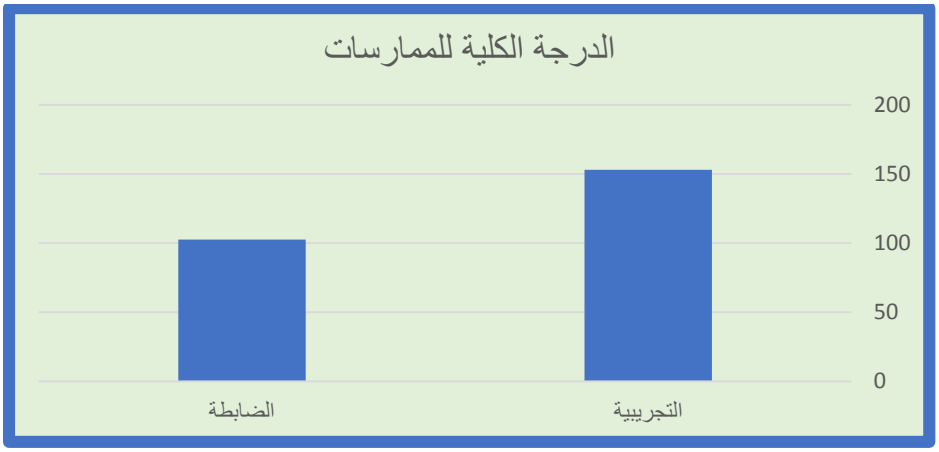
جدول (10) حجم تأثير المقرر المقترح على الممارسات العلمية والهندسية

م	الممارسة	حجم التأثير
1	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	0.475
2	تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها	0.421
3	صياغة الحجج والأدلة	0.376
4	بناء التفسيرات وتصميم الحلول	0.359
5	تطوير النماذج واستخدامها	0.354
6	الحصول على المعلومات	0.315
7	طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	0.274
8	تحليل البيانات وتفسيرها	0.219

ويتضح ذلك في شكل (3a-3b)



شكل (3a): الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعة التجريبية وأفراد المجموعة الضابطة في القياس البعدي لكل بُعد من أبعاد بطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية



شكل(3b) الفروق بين متوسطات الدرجة الكلية لأفراد المجموعة التجريبية وأفراد المجموعة الضابطة في القياس البعدي لبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية

مناقشة النتائج الخاصة ببطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية، وتفسيرها:

تتفق هذه النتائج بشكل ما مع ما أدلت به دراسات كل من (مروة محمد الباز، ٢٠١٧؛ سحر محمد عز الدين، ٢٠١٨؛ سميرة أحمد رواشدة، ٢٠١٨ ؛ Jho, et al, 2016)

تأتى فاعلية المقرر المقترح فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين فى ضوء عدة مبررات، من أهمها:-

- ما تهيأ من سبل وفرص لممارسة الاستدلال والتفكير بشكل لفظى من قِبل الطلاب المعلمين على جوانب المفاهيم المختلفة، وكذلك معالجة أفكارهم وربطها بالواقع مع دعم ذلك بالأدلة العلمية بوصفها ممارسة مستمرة وغير مؤقتة.

- دعم أفكار المتعلمين بشكل آنى وتزامنى يراعى تبيان عدة أمور، من بينها: كيفية اختيارهم الدليل العلمى، وتدعيم النتائج، فضلاً عن كيفية التعبير عن عدم الثقة فى الأدلة.
- مراعاة تمثيل الأفكار والمفاضلة بين الفهم الحالى والسابق فى إطار تفاعلى بين معلم المعلم والطلاب المعلمين وكذلك فيما بينهم؛ ذلك مما يخلق مزيد من الوعى بسبل الاستقصاء الصحيح وإتقان ممارسة طرح الأسئلة لتتطور بشكل جيد ينعكس على تابعتها من الممارسات القائمة عليها، حيث يُدلى الطالب المعلم بدلوه فى التخطيط للاستقصاءات وجمع البيانات وتحديد مدى قوتها، ومن ثمّ يتولد الثراء فى إنتاج التفسيرات وتحليلها والمعرفة بأهمية الحُجج فى الدليل العلمى، ثم تأتى القدرة على تقييم المعلومات فى إطار كلى شامل.
- مراعاة توفير البيئة التعليمية المحفزة للتفكير.
- توفير فرص متنوعة لفهم العلم بما يعكس طبيعته، والإعمال العقلى لما يدور حولنا من ظواهر.

الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث:

للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث "**ما العلاقة الارتباطية بين الأداء المعرفى المرتبط بالمفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية، والممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية؟**"

استخدم الباحث معادلة "بيرسون" للارتباط البسيط Pearson Correlation لتحديد معاملات الارتباط بين المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية، وجاءت النتائج على النحو التالى:

جدول (11) معامل ارتباط بيرسون بين المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية

الممارسات العلمية والهندسية	الميكانيكا الحيوية		التأين الاشعاعي		الدرجة الكلية للمفاهيم الأساسية والبينية	
	معامل الارتباط	الدلالة	معامل الارتباط	الدلالة	معامل الارتباط	الدلالة
طرح الأسئلة وتحديد المشكلات	514.	0.01	507.	0.01	512.	0.01
تطوير النماذج واستخدامها	710.	0.01	731.	0.01	722.	0.01
تخطيط الاستقصائات وتنفيذها	738.	0.01	750.	0.01	746.	0.01
تحليل البيانات وتفسيرها	727.	0.01	778.	0.01	752.	0.01

استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي	.779	0.01	.786	0.01	.785	0.01
بناء التفسيرات وتصميم الحلول	.686	0.01	.701	0.01	.695	0.01
صياغة الحجج والأدلة	.627	0.01	.618	0.01	.625	0.01
الحصول على المعلومات	.765	0.01	.804	0.01	.785	0.01
الدرجة الكلية للمهارات	.742	0.01	.760	0.01	.752	0.01

يتضح من الجدول (11) وجود علاقة ارتباطية موجبة عند مستوى (0.01)، بين درجات طلاب المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لكل من اختبار المفاهيم الأساسية والبينية للفيزياء الحيوية فى بُعديه (الميكانيكا الحيوية، والتأين الإشعاعى وتأثيراته البيولوجية)، وكذلك الأداء الكلى فى الاختبار، وبطاقة ملاحظة الممارسات العلمية والهندسية فى كل ممارسة على حده، وكذلك الأداء الكلى فى الممارسات، وبذلك يتم رفض الفرض الرابع من فروض البحث، والذى ينص على " لا توجد علاقةٌ ارتباطيةٌ دالّةٌ إحصائيًّا عند مستوى ($\alpha < 0.05$) بين درجات طلاب المجموعة التجريبية في كلٍّ من المفاهيم الأساسية والبينية، والممارسات العلمية والهندسية".

مناقشة النتائج الخاصة بالارتباطات بين متغيرات البحث، وتفسيرها:

فى ضوء توافر البيئة التعليمية الإيجابية والمحفزة، تنشط عملية الإثراء المتبادل بين أهدافها المختلفة لتبرر العلاقة الارتباطية الموجبة بين متغيرات البحث، فمن ناحية تُعد المفاهيم البينية بوصفها أداة قوية عند استخدامها بوصفها محكات لُغوية من قِبل معلم المعلم لتنمية الممارسات العلمية، كما تساعد الطلاب المعلمين على الاستدلال حول أسباب الظواهر المختلفة، ويساعدهم فى ذلك ما تنمى لديهم من مفاهيم أساسية، كما أنه من ناحية أخرى نجد أن المفاهيم البينية تخاطب الجوانب الأساسية للظاهرة أو الموقف المدروس، ولذلك فإنها تيسر الطريقة التى يحاول بها الفرد فهم ما حوله، وبالتالى عندما يجرى بعض الممارسات فإنه غالبًا ما يخاطب أحد المفاهيم البينية كذلك، على سبيل المثال: عندما يقوم الطالب المعلم بتحليل البيانات وتفسيرها، فإنه يقوم كذلك بالبحث فى أنماط الملاحظات البصرية أو الرياضية، كما أن تخطيطه للاستقصاء وتنفيذه غالبًا ما يهدف إلى تحديد السبب والنتيجة، بينما عندما يستخدم النماذج ويطورها فهو غالبًا ما يخاطب مفهوم الأنظمة ونماذج النظام.

كذلك يمكن القول أن تنمية الممارسات العلمية والهندسية قد ساعدت فى فهم الطلاب المعلمين حول عدة أبعاد، منها: كيف تنشأ المعرفة العلمية وتتطور، وتقدير وجهات النظر

المختلفة المستخدمة فى استكشاف العالم، ونمذجته، وتفسيره؛ الأمر الذى يساعد فى فهم المفاهيم البينية المشتركة، وتجعل المعرفة أكثر رسوخًا، كما أنها تلبى فضول الطلاب المعلمين ودافعيتهم للاستمرار فى الدراسة وبناء المفاهيم الأساسية وإعادة تنقيحها فى نماذجهم العقلية.

وفى سياق البيئة التعليمية ذاتها التى تتوافر فيها هذه المعطيات سالفة الذكر، والتى تتولد خلالها فرصًا مناسبةً للتعامل مع الأفكار ذات الصلة بالعلم والمجتمع فى ثنايا مخاطبة المفاهيم الأساسية والبينية؛ فإنه يتيسر للفرد فهم البناء المنظم للمعرفة العلمية ككل، وتطبيقاتها التى تُثرى باستخدام التكنولوجيا الحديثة وسبل العلماء فى تحقيق ذلك، الأمر الذى ينعكس على تنمية الممارسات العلمية والهندسية من جانب، كما أنه من جانب أخر نجد أن تنمية الممارسات العلمية والهندسية يمكن أن يساعد الطلاب المعلمين فى التفاعل مع المشكلات والمواقف العلمية، وتفحصها، وحلها بطريقة ذات معنى، خاصة فى ظل تحول المسئولية إلى الطالب المعلم لبناء المعنى حول أفكاره الخاصة وخبرات التعلم المنبثقة من المقرر، فممارسات مثل: تخطيط الاستقصاءات وبناء النماذج تتطلب منهم مزيد من الأسئلة المنطقية المبناة فى ضوء البيانات المتوفرة، ثم أسئلة أخرى تخص ترجمة هذه البيانات وتفسير النتائج وتحليلها وتقييمها وتدعيمها ومن ثّم تكوين رؤية كلية ومتزنة حول كل الخطوات المتبعة فى ممارسة العلم وكيفية تكوين مفاهيمه وتطورها عبر الزمن وترابطها ببعضها البعض فى بناء العلم.

ومن ثمّ فإنه يمكن القول أن المقرر المقترح فى الفيزياء الحيوية فى ظل ما تبناه من رؤى واتجاهات حديثة لإعداد المعلم، متمثلة فى: فهم الظواهر فى كليتها، وإبراز الطبيعة الموحدة للعلم، وبناء الأفكار التفسيرية بين التخصصات العلمية من خلال تبيان المفاهيم البينية المشتركة فيما بينها خلال تناول المفاهيم الأساسية، قد اتضحت فاعليته فى تنمية كل من المفاهيم الأساسية والبينية وكذلك الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب المعلمين بما يتناسب مع ما ينبغي أن يكون عليه الجيل المقبل منهم والذين يقع على عاتقهم إعداد المتعلمين للألفية الثالثة وما تجلبه من تحديات قد باتت تأتى إلينا متوالية منذ عقودها الأولى التي نعيشها حاليًا.

توصيات البحث:-

فى ضوء نتائج هذا البحث، يُوصى بما يلى:-

١. أهمية تدريب معلمى العلوم أثناء الخدمة على الممارسات العلمية والهندسية والأنشطة المدعمة لها.
٢. ضرورة تطوير المناهج التعليمية للعلوم بما يتسق مع معايير العلوم للجيل المقبل.
٣. أهمية مخاطبة المفاهيم البينية خلال المقررات العلمية المختلفة التى يمر بدراستها معلم العلوم خلال عملية الإعداد.
٤. ضرورة تحديث مقررات إعداد معلم العلوم وتطويرها بحيث تتواكب مع مستجدات التربية العلمية ونتائج بحوثها، وبما يخدم عملية تأهيل المعلم للتعامل مع هذه المستجدات وتلبية ما تستدعيه أثناء الخدمة.

مقترحات البحث:-

فى ضوء نتائج هذا البحث، يُقترح إجراء البحوث التالية:-

١. تقويم مناهج العلوم لمرحلة التعليم العام ومدى تحقيقها لمعايير العلوم للجيل المقبل.
٢. برنامج تدريبى مقترح لتنمية المفاهيم الأساسية والبينية والممارسات العلمية والهندسية لدى معلمى العلوم أثناء الخدمة.
٣. تصور مقترح لبرنامج إعداد معلم العلوم وفقًا لما تتطلبه التوجهات الحديثة ومعايير تدريس العلوم للجيل المقبل.

مراجع البحث:

أولاً: المراجع العربية:

أحمد حسن حامد، والريح عبد القيوم التوم، وسعيد إبراهيم سعيد، وعبد الباقى ميكائيل عبد الله. (٢٠١٥). *مخاطر الإشعاعات النووية والوقاية منها*. متاح بتاريخ ١٧ أغسطس ٢٠٢١ على:
repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/14876/..pdf?sequence=1&isAllowed=y

حصة محمد الداود. (٢٠١٧). *برنامج تدريسي مقترح قائم على مدخل STEM فى التعليم فى مقرر العلوم وفاعليته فى تنمية عادات العقل ومهارات اتخاذ القرار لدى طالبات الصف الثالث المتوسط*. رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، المملكة العربية السعودية.

خالد إبراهيم الدغيم، ومحسن حامد فراج. (٢٠١٧). تصور مقترح لتضمين المفاهيم والتطبيقات الحيوية والظواهر الجوية بمنهج الفيزياء للمرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية، جامعة الأزهر، العدد (١٧٣)*، الجزء الأول، ٦٥٩-٧٠٨.

زكريا الشربينى. (١٩٩٥). *الإحصاء وتصميم التجارب في البحوث النفسية والتربوية والإجتماعية*. القاهرة: المكتبة الأنجلومصرية.

سحر محمد عز الدين. (٢٠١٨). أنشطة قائمة على معايير العلوم للجيل القادم NGSS لتنمية الممارسات العلمية والهندسية والتفكير الناقد والميول العلمية فى العلوم لدى طالبات المرحلة الابتدائية بالسعودية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*. ٢١ (١٠)، ٥٩- ١٠٦.

سميرة أحمد رواشدة. (٢٠١٨). *فاعلية برنامج تدريبي لمعلمى العلوم مستند إلى معايير الجيل القادم (NGSS) فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية والكفاءة الذاتية لديهم فى الأردن*. رسالة دكتوراة. جامعة العلوم الإسلامية: كلية الدراسات العليا.

محمد سليمان عائد العائد. (٢٠٠٢). الفيزياء الحيوية : الجزء الأول. *مجلة العلوم والتقنية*. ١٦ (٦٢)، ٤-٦.

محمود طاهر الوهر. (٢٠٢٠). *توجهات جديدة فى تدريس العلوم: الممارسات العلمية والهندسية*، متاح بتاريخ 2 فبراير 2020 على:

https://www.researchgate.net/publication/341788285_twjhat_jdydt_fy_tdrys_allw
. walhndsytm_almmarsat_allmyt

مروة محمد الباز. (٢٠١٧). تطوير منهج الكيمياء للصف الأول الثانوى فى ضوء مجال التصميم الهندسي لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) وأثره فى تنمية الممارسات العلمية والهندسية لدى الطلاب. مجلة كلية التربية ببورسعيد. العدد (٢١). ١١٦١-١٢٠٦.

ممدوح فتحى عبد الصبور. (٢٠٠١). التطبيقات المفيدة للنظائر المشعة فى الحياة. مجلة أسيوط للدراسات البيئية. (٢١). متاح بتاريخ ٢٦ يوليو ٢٠٢١ على:
http://www.aun.edu.eg/arabic/society/pdf/ajoes21_article7.pdf

منظمة الصحة العالمية. (٢٠١١). *المخاوف النووية في اليابان*، متاح بتاريخ ٢ سمبتمبر ٢٠٢١ على: http:// www.who.int/hac/crises/jpn/faqs/ar/index.html.

ندى عبد الله عسيرى. (٢٠١٨). *تصور مقترح لمناهج العلوم بالمرحلة الابتدائية فى ضوء معايير الجيل القادم وأثره على الفهم العميق وتنمية مهارات الاستقصاء العلمى لدى طالبات الصف الخامس الابتدائى*. رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية: جامعة الملك خالد بالمملكة العربية السعودية.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية. (٢٠٠٧). *الوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية: معايير الأمان الأساسية الدولية*، متاح بتاريخ ١٠ سبتمبر ٢٠٢١ على: STI/PUB/1578 (iaea.org)

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education, 22*, 2087-2107.

Allen, C., & Penuel, W. (2014). Studying teachers' sensemaking to investigate teachers' responses to professional development focused on new standards. *Journal of Teacher Education, 66*(2), 136-149.

Arus, E. (2017). *Functional anatomy and biomechanics. In Biomechanics of Human Motion, 21–82. (2nd ed).* Boca Raton, Florida: CRC Press.

Austin, R. (2020). *Physics for the 21st Century: Biophysics (online books).* Retrieved March 1, 2020, from: https://www.learner.org/series/physics-for-the-21st-century/biophysics/introduction/

Ayyaswamy, P. (2016). Introduction to Biofluid Mechanics. In: K. Kundu, I. Cohen, & D. Dowling: *Fluid Mechanics (6th ed)*, e1-e73. Academic Press.

Baldi, P. (2021). *Deep Learning in Science*. University of California: Cambridge University Press.

Barth-Cohen, L & Wittmann, M. (2020). *Learning about crosscutting concepts as concepts background and future of crosscutting concepts*. Retrieved on Feb 9, 2021 from: https://www.researchgate.net/publication/344455803

Biophysical Society. (2021). *What is Biophysics*. USA. Retrieved Feb 15, 2021. From: https://www. Biophysics. Org/ what- is-Biophysics.

Bowers, N., Merritt, E. & Rimm-Kaufman, S. (2020). Exploring teacher adaptive expertise in the context of elementary school science reforms. *Journal of Science Teacher Education, 31* (1), 34-55.

Brian J. (2013). *What professional development strategies are needed for successful implementation of the next generation science standards?* Retrieved May 2, 2020 from academia: http://www.academia.edu/download/32873552/reiser_ETS_compressed.pdf

Brunsell, E., Kneser, D. & Niemi, K. (2014). *Introducing Teachers and Administrators to the NGSS: A Professional Development Facilitor,s Guide*. Virginia: NSTA Press.

Carlone, M. (2011). Compensation of missed fractions without knowledge of radiobiological parameters. *Med Dosim. 36* (4): 429-433. doi: 10.1016.

Carver, R.J. (2018). *Biochemistry and Biophysic: Graduate student handbook*. Department of biochemistry, biophysics and molecular biology: Iowa state university.

Chaikh, A., Ojala, J., Khamphan, C., Garcia, R., Giraud, JY., Thariat., J. & Balosso, J. (2018). Dosimetrical and radiobiological approach to manage the dosimetric shift in the transition of dose calculation algorithm in radiation oncology: how to improve high quality treatment and avoid unexpected outcomes?. *Radiation Oncology.13*(1):60. doi: 10.1186/s13014-018-1005-2.

Clancy, C., O'Reilly, G., Brennan, P.C. & McEntee, M.F. (2010). The effect of patient shield position on gonad dose during lumbar spine radiography. *Radiography. 16*: 131-135.

Cohen, B; & Lea, R. (2004). Essentials of statistics for the social and behavioral sciences. San Francisco, CA: John Wiley & Sons, Inc.

Cohen, D. (2011). *Teaching: Practice and its predicaments*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Committee on Strengthening Science Education through a Teacher Learning Continuum. (2015). *Science teachers' learning: Enhancing opportunities, creating supportive contexts*. Washington, DC: The National Academies Press.

Duane Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics*. (2nded). New York: Springer Science + Business Media, LLC.

Ercan, S. & Shin, F. (2015). The usage of engineering practices in science education: Effects of design based science learning on students' academic achievement. Electronic. *Journal of Science & Mathematics Education, 9*(1), 128-164.

Fowler JF. (2006). Development of radiobiology for oncology-a personal view. *Phys Med Biol. 51*(13):263-286. doi: 10.1088/0031-9155/51/13/R16.

Ghiassi-Nejad, M., Mortazavi, S. M. J., Cameron, J. R., Niroomand-Rad, A., & Karam, P. A. (2002). Very high background radiation areas of Ramsar, Iran: preliminary biological studies. *Health Physics, 82*(1), 87-93.

Go, N. (2004). Biological Physics. In J. Ogborn (Ed). *Physics now* (PP. 40-45). ICPE-IUPAP, Retrieved May 30, 2020, From: https://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/PhysicsNowText-A4.pdf

Goldestein, R. Nelson, P., & Powers, T. (2005). *Teaching biological physics, Physics Today:* 46-51.

Hall, E. and Giaccia, A. (2008). Radiobiology for the Radiologist. (6th ed). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins.

Hayes, K; Wheaton, M. & Tucker, D. (2019). Understanding teacher instructional change: The case of integrating NGSS and stewardship in professional development. *Environmental Education Research, 25* (1), 115-134.

Hewitt. P. (2006). *Conceptual Physics, (10th ed),* San Francisco: Pearson Addison Wesley.

Honerkamp-Smith, A., Machta, B. & Keller, S. (2012). "Experimental Observations of Dynamic Critical Phenomena in a Lipid Membrane," *Phys. Rev. Lett. 108,* 265702.

Hoogenboom, B& Leake, M. (2018). *The case for biophysics super-groups in physics departments*. University of York, UK: Departments of Physics and Biology. Retrieved Feb 15, 2021 from: http://1804.095 //arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1804/1804.09562.pdf

Huff, K. & Yager, R. (2016). The four strands of science learning and the next Generation Science Standards. *Science Scope, 40*(2), 10-13.

Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(7), 1843-1862.

Johnson, L. (2018). *How to calculate the force of friction" sciencing.com*, Retrieved March 24, 2019 From: https://sciencing.com/calculate-force-friction-6454395.html.

Jones, A. (2016). *Why Should You Study Physics?*. Retrieved December 14, 2019, From: https://www.thoughtco.com/why-should-you-study-physics-2698887

Kane, S. (2002). An undergraduate biophysics program: curricular examples and lessons from a liberal arts context. *American Journal of Physics · June* . DOI: 10.1119/1.1473645

Kang, E; Donovan, C; & McCarthy, M. (2019). Exploring elementary teachers' pedagogical content knowledge and confidence in implementing the NGSS science and engineering practices. *Journal of Science Teacher Education, 29* (1), 9-29.

Kawasaki, J & Sandoval, W. (2019). The role of teacher framing in producing coherent NGSS-aligned teaching. *Journal of Science Teacher Education, 30* (8), 906-922

Kawasaki, J. (2015). *Examining teachers' goals and classroom instruction around the science and engineering practices in the next generation science standards (UCLA electronic theses and dissertations*, Ph.D). Retrieved April 3. 2020 from: https://escholarship.org/content/qt1pb2647r/qt1pb2647r.pdf

Kloser, M. (2014). Identifying a core set of science teaching practices: A delphi expert panel approach. *Journal of Research in Science Teaching, 51*(9), 1185-1217.

Lingwood, D. & Simons, K. (2010). "*Lipid rafts as a membraneorganizing principle*," Science 327: 46-50.

Madeleine, P; Samani, A; de Zee, M & Kersting, U. (2011). Biomechanics of human movement. In *IFMBE Proceedings*, 237–40. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Manz, E. (2015). Resistance and the development of scientific practice: Designing "the Mangle" into science instruction. *Cognition and Instruction, 33*(2), 89-124.

Martin, A., Harbison, S., Beach, K., & Cole, P. (2012). *An Introduction to Radiation Protection 6E*. London: CRC Press.

Martinac , B. (2014). Physics and biophysics: A life-long journey of a physicist in biology. *Australian Physics Magazine. 51* (6), 198-204.

McFadden, J. (2019). Transitions in the perpetual beta of the NGSS: One science teacher's beliefs and attempts for instructional change. *Journal of Science Teacher Education, 30* (3), 229-258.

Mierke C. (2020) The definition of biophysics: What exactly is biophysics?. In: *Cellular Mechanics and Biophysics. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering.* Springer, Cham, 3-34 . https://doi.org/10.1007/978-3-030-58532-7_1

Mielczarek, E. (2006). Resource letter PBFi-1: physical frontiers in biology. *Am. J. Phys. 74*: 375-381.

Monson, R., Cleaver, J., Abrams, H., Bingham, E., Buffler, P. & Cardis, E. (2006). *Board on Radiation Effects Research. National research council committee to assess health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2.* Washington: National Academies Press. Retrieved online 20 June 2021 from: Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2 (philrutherford.com) . DOI 10.17226/11340.

Morrell, P; Meredith A; Park Rogers, M; Eric, J; Roehrig, G; & Veal, W. (2020) Preparing teachers of science for 2020 and beyond: Highlighting changes to the NSTA/ASTE standards for science teacher preparation. *Journal of Science Teacher Education, 31* (1), 1-7.

Moulding, B., & Bybee, R., (2017). *Teaching science is phenomenal.* Ogden, UT: ELM Tree Publishing.

Moulding, B., Bybee, R., & Paulson, N. (2015). *Vision and plan for science teaching and learning*. Salt Lake City, UT: Essential Teaching and Learning PD, LLC.

Nargund-Joshi, V & Liu, x. (2013). *Understanding meanings of interdiciplinary science inquiry in an era of next generation science standards*. paper presented at the national association for research in science teaching annual conference. Rio Grande, Puerto Rico, April, Retrieved october 18, 2021 from: https://isep.buffalo.edu/wp-content/uploads/sites/45/2015/09/UnderstandingMeaningsofInterdi

National Research Council. (NRC). (2011). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

ـــ(NRC). (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st Century*. Washington, DC: National Academies Press.

ـــ (NRC). (2015). *Guide to implementing the next generation science standards. Committee on Guidance on Implementing the Next Generation Science Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Pres

National Science Teachers Association (NSTA). (2016). *The next generation science standards. NSTA Position Statement: The National Science Teachers Association.*

Nelson, S., & Allen, P. (2017). Time to Change: Embedding literacy into the 5E while addressing the principles of the Next Generation Science Standards. *Science & Children, 55*(3), 80-87.

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards*. Retrieved Jan 10,2020from:TheNationalAcademiesPress: https://www.nap.edu/catalog/18290/next-generation-science-standards-for-states-by-states

Nowinski, W. (2019). *Human brain anatomy in 3D. In Biomechanics of the Brain,* 5–46. Cham: Springer International Publishing.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science, 328,* 463-466.

ـــ(2014).Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education, 25*(2), 177–196.

Pandy, M & Barr, R. (2004). *Biomechanics of the musculoskeletal system*. Biomedical Engineering & Design Handbook.

Parthasarathy, R. (2014). *The physics of life: An undergraduate general education biophysics course*. USA: Department of Physics,

University of Oregon. Retrieved Feb 15, 2021. From: 1410.0666.pdf (arxiv.org).

_____. (2019). *Physics 610: Introduction to Biophysics – Syllabus. Dept. of Physics;* Univ. of Oregon. Retrieved May 15, 2020, From: https://pages.uoregon.edu

Penuel, W. & Van Horne, K. (2018). *Prompts for integrating crosscutting concepts into assessment and instruction.* Retrieved October 23, 2021 from stemteachingtools.org/brief/41.

Phillips, R., Kondev, J. & Theriot, J. (2008). *Physical Biology of the Cell*. Garland Science: New York.

Pruitt, S. (2014). The next generation science standards: The features and challenges. *Journal of Science Teacher Education, 25*(2), 145- 156.

Rodger W. (2013). The next generation science standards and the life sciences. The Science Teacher, *Science and Children, 50*(6), 25-32.

Sadd, Martin H. (2005). *Elasticity: Theory, Applications, and Numerics*. Oxford: Elsevier

Sankaranarayanan, K. (2006). Estimation of the genetic risks of exposure to ionizing radiation in humans: current status and emerging perspectives. *Journal of radiation research, 47:* 57-66.

Sargianis, K., Cunningham, C. ; & Lachapelle, C. (2013). Engineer it, learn it: Science and engineering practices in action. *Science & Children, 51*(3), 70-76.

Schauer, D., & Linton, O. (2009). NCRP report No. 160, ionizing radiation exposure of the population of the United States, medical exposure—are we doing less with more, and is there a role for health physicists?. *Health physics,97*(1), 1-5.

Schlobohm, T. (2016). *Creating a learning continuum: A critical look at the intersection of prior knowledge, outdoor education, and next generation science standards disciplinary core ideas and practices. Master of Science in Teaching (M.S.T.) in General Science*. University of Portland State, Portland.

Sharma, J & Buxton, C. (2018). *The natural world and science education in the united states*. Switzerland: Library of Congress.

Soffar, H. (2020). *Accompanied forces to motion, Forces of inertia, Friction forces & Biological forces*. Retrieved May 12, 2020 From: https://www.online-sciences.com/physics/accompanied-forces-to-motion-forces-of-inertia-friction-forces-biological-forces/

Stroupe, D. (2016). Beginning teachers' use of resources to enact and learn from ambitious instruction. *Cognition and Instruction, 34*(1), 51-77.

ـــ. (2017).Blurring the boundaries of science: A beginning teacher and her students examine an ignored phenomenon. In D. Stroupe (Ed.), *Reframing science teaching and learning: Students and educators co-developing science practices in and out of school* (pp. 57-72). New York, NY: Routledge.

The Next Generation Science Standards (NGSS). (2013). *Progressions Within the Next Generation Science Standards.* 1-8

Thomas, J. (2009). *Fundamental concepts in biophysics*. University of california: Humana Press.

Trott, K., & Kamprad, F. (2006). Estimation of cancer risks from radiotherapy of benign diseases. *Strahlentherapie und Onkologie, 182*(8), 431-436.

Ulm University. (2019). *Biophysics M.Sc*. Retrieved April 25, 2020 https://www.uni-ulm.de/nawi/physik/studierende/studium/masterstudiengaenge/biophysics-msc/

University of Michigan. (2020). *Biophysics undergraduate's curriculum*. Retrieved May 30, 2020, From: https://lsa.umich.edu/biophysics/undergraduates/curriculum.html

Urbina, S. (2014). *Essentials of psychological testing (2nd ed.)*. John Wiley & Sons Inc.

Whitaker, M. & Valtierra, K. (2018). The dispositions for culturally responsive pedagogy scale. *Journal for Multicultural Education, 12*(1), 10–24.

Wichmann, H., Schaffrath, R. & Heid, I. (2005). "Increased lung cancer risk due to residential radon in a pooled and extended analysis of studies in Germany". *Health Physics, 88*: 71-79.

Windschitl, M & Stroupe, D. (2017). The three-story challenge: Implications of the next generation science standards for teacher preparation. *Journal of Teacher Education. 68*(3) 251–261.

Wollkind, D. & Dichone, B.J. (2022). *Pulling Rabbits Out of Hats: Using Mathematical Modeling in the Material, Biophysical, Fluid mechanical and chemical sciences*. Oxon: CRC Press.

Yourk University. (2020). *Biophysics: Undergraduate handbook 2020-2021*. Retrieved March 20, 2020 from: www.biophysics.yorku.ca.

Zangori, L. & Pinnow, R. (2020). Positioning participation in the NGSS era: What counts as success?. *Journal of Research in Science Teaching, 57* (4), 623-648.

Zhou H-X. (2011). Q&A: *What is biophysics? BMC Biology 2011, 9:13*. Retrieved March 1, 2020, From: http://www.biomedcentral.com/1741-7007/9/13