وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية

د. شيرى مجدى نصحى مسيحة

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية - جامعة عين شمس

ملخص البحث:

هدف البحث الحالي إلى تنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال تقديم وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل وقياس فاعليتها في تنمية هذه النواتج التعليمية؛ ولتحقيق هذا الهدف تم إعداد اختبار لمهارات التفكير البيني ومقياس الاندماج الأكاديمي. وقد أُتبع المنهج التجريبي ذو تصميم المجموعة الواحدة تم اختيار مجموعة البحث التي تكونت من (٣٣) طالبة بالصف الثاني الثانوي ثم طُبقت أدوات البحث قبلياً على مجموعة البحث. تم تدريس وحدة "الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية" عام ٢٠٢١/ ٢٠٢٢ لمجموعة البحث ثم تم التطبيق البعدي لأدوات البحث. أثبتت النتائج وجود فروق دالة احصائياً بين متوسطات درجات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير البيني ومقياس الاندماج الأكاديمي لصالح التطبيق البعدي، مما يشير إلى فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية. ويوصى البحث بضرورة الاهتمام بتقديم وحدات في مجال الفيزياء الحيوية بمجالاتها المختلفة في المراحل الأخرى وذلك وفقاً لمدخل التكامل مع التأكيد على تنمية مهارات التفكير البيني لدى الطلاب في مراحل التعليم المختلفة بدءً من المرحلة الابتدائية.

الكلمات المفتاحية: مجالات الفيزياء الطبية الحيوية، مهارات التفكير البيني، الاندماج الأكاديمي، مدخل التكامل، طلاب المرحلة الثانوية

A Suggested unit in biomedical physics based on the integration approach to develop the interdisciplinary thinking and academic engagement for the secondary school students

Abstract:

The current research aimed to develop interdisciplinary thinking skills and academic engagement among secondary school students, this was by studying the effectiveness of a suggested unit in biomedical physics fields based on the integration approach; To achieve this purpose, the experimental design for one group (research group) was applied, this was by preparing and Appling a test for the interdisciplinary thinking skills and a scale for the academic engagement. The research group consisted of (33) students at the second secondary grade was selected, the research tools were applied to the research group, the unit "Radio Physics and its Medical Applications" was taught in the year ٢٠٢١/٢٠٢٢ for the research group, Then the research tools were applied again after teaching the unit. The results showed that there were statistically significant differences between the means of the research group in pre application and post application of the interdisciplinary thinking test and the academic engagement scale in favor of the post-application. This result indicates to the effectiveness of the suggested unit in biomedical physics in developing interdisciplinary thinking skills and academic engagement among the secondary school students. According to The research results, it is necessary to introduce educational unites include the biomedical aspects according to integrated approach and it is necessary to develop the interdisciplinary thinking for the students at all the educational grades especially at the primary stage.

Key wards: Biomedical Physics Fields, Interdisciplinary Thinking Skills, Academic Engagement, Integration Approach, Secondary School Students.

وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية

د. شيرى مجدى نصحى مسيحة

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية - جامعة عين شمس

المقدمة:

يهدف تعلم العلوم بصفة عامة والفيزياء بصفة خاصة إلى تمكين الطلاب من تفسير الظواهر الطبيعية المحيطة بطريقة علمية باستخدام المفاهيم والمبادئ والقوانين العلمية ولعل من أهم هذه الظواهر فهم الطلاب لطبيعة عمل جسمهم وأجهزته المختلفة وتعرف دور العلم في حل المشكلات المجتمعية في جميع المجالات ومنها المجال الطبي المتمثل في تشخيص وعلاج الأمراض التي قد تضر الجسم وذلك من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية الحيوية لجسم الإنسان لتقديم الخدمات التشخيصية والعلاجية.

لذا اتجه الباحثون والعلماء في مجال الفيزياء لاستخدام قوانين ومفاهيم الفيزياء في تفسير عمل أجهزة الجسم وتشخيص الأمراض التي تصيبه واستغلالها لتقديم علاجات مختلفة وهذا الاتجاه ليس حديثاً أنما هو منذ القدم حيث استخدم قدماء المصريين الكى لعلاج خراجات الثدي وطور اليونانيون في عام ٣٥٥ ق.م طريقة قياس درجة حرارة جسم الانسان واستمرت الجهود حتى اكتشف رونتجن الأشعة السينية ثم بيكرل النشاط الإشعاعي واكتشفت ماري كورى النظائر المشعة كالراديوم وقد تم استخدامه في التصوير الإشعاعي وعلاج السرطانات وتطورت البحوث بشكل متخصص في الفيزياء وأطلق على هذا الفرع من الفيزياء، الفيزياء الطبية أو الفيزياء الطبية الحيوية (Keevil, 2012).

تُعرف الفيزياء الطبية بأنها أحد مجالات الفيزياء التطبيقية التي يتم فيها تطبيق مفاهيم ونظريات الفيزياء في مجال الطب والرعاية الطبية وتسمى أيضا بالفيزياء الطبية الحيوية Biomedical Physics، أو الفيزياء التطبيقية في الطب Applied Physics in medicine وتنقسم الفيزياء الطبية الحيوية إلى ثلاث أفرع رئيسة فيزياء طبية تشخيصية، وفيزياء طبية علاجية، وفيزياء الرعاية الطبية (Tsapaki & Bayford, 2015; Casar, do Carmo Lopes, Drljević, Gershkevitsh & Pesznyak, 2016; Maqbool, 2017; Tsapaki, Tabakov & Rehani, 2018) .

يمكن تعريف الفيزياء الطبية التشخيصية كأحد فروع الفيزياء الطبية الحيوية بأنه علم استخدام مفاهيم ونظريات الفيزياء في التشخيص والتصوير الطبي، ويشمل فرع الفيزياء الطبية التشخيصية مجال التصوير بالأشعة السينية والموجات فوق الصوتية والرنين المغناطيسي والتصوير بالنظائر المشعة ومجال تخطيط المخ، والتخطيط الكهربائي للقلب (أجهزة رسم القلب)، والتصوير الحرارى، والقياسات الطبية المختلفة مثل قياس ضغط الدم، ومجال استخدام المناظير الطبية في تصوير الأعضاء الداخلية للجسم، بينما يُعرف فرع الفيزياء الطبية العلاجية بانه احد فروع الفيزياء التي تهتم بتطبيق مفاهيم ونظريات الفيزياء في علاج الأمراض، وتشمل الفيزياء العلاجية مجالات العلاج الإشعاعي للسرطان (أو استخدام الإشعاع المؤين لعلاج السرطان) أو استخدام المواد المشعة لعلاج أمراض الغدة الدرقية، جراحات الليزر، الطب النووي، استخدام الموجات الفوق صوتية لعلاج السرطان، أما فرع فيزياء الرعاية الطبية يعرف بأنه احد فروع الفيزياء الذى يهتم بدراسة تأثير الاشعاعات على انسجة جسم الانسان وكيفية حماية الأنسجة السليمة من مخاطر الاشعاعات وتُعرف أيضا بمجال فيزياء الحماية من الإشعاعات، أو تعرف بمجال الفيزياء الصحية Health physics، وتهتم بدراسة تأثير الاشعاعات على جسم الانسان وحساب المعدلات المناسبة للإشعاعات التي يمكن ان

يتعرض لها العاملين في مجال الاشعاع (Tsapaki & Bayford, 2015; Maqbool, 2017; Kane, S. A., & Gelman, 2020).

وعلم الفيزياء الطبية الحيوية هو علم بيني او بين تخصصي يتداخل ويتكامل في دراسته العديد من العلوم مثل علم الفيزياء، وعلم البيولوجي، وعلم الكيمياء، وعلم الإحصاء، وعلم المواد...الخ وحتى عند دراسة أحد مجالاتها نلاحظ أنه مجال بين تخصصي وحتى في دراسة أي تطبيق متعلق بالفيزياء الطبية الحيوية نلاحظ زوال الفواصل بين العلوم.

نظراً لأهمية الفيزياء الطبية تسعى البحوث والدراسات لدمج هذا الفرع من الفيزياء من خلال تقديم مجالاته المختلفة للطلاب في مراحل التعليم العام وتعرف تصوراتهم حولها ومن هذه الدراسات دراسة بلوتز Plotz (2016) التي استهدفت تعرف تصورات طلاب المرحلة الثانوية حول طبيعة الاشعاعات واستخداماتها الطبية وأشارت النتائج لوجود تصورات بديلة حول طبيعة الاشعاعات وكيفية عملها في المجال الطبي، ودراسة فاجرستورم وجيو وروبرتسون Fagerstrom, Gao & Robertson, (2019) التي هدفت تقديم أنشطة يدوية في مجال الفيزياء الطبية لتلاميذ المرحلة الإعدادية لتنمية الميول المهنية في مجال الفيزياء الطبية، ودراسة Wojcik, Hamza, Lundegård, Enghag, Haglund, Arvanitis & Schenk, (2019) التي استهدفت تطوير برنامج تعليمي لطلاب المرحلة الثانوية من خلال تدريس مخاطر الإشعاع لتنمية كفاءة الطلاب في اتخاذ القرارات بناءً على التقييم المستنير.

وبالنظر للوضع الراهن في ظل أزمة كورونا Covid 19 هناك توجهات عالمية لتوجيه انظار الطلاب خاصة في المرحلة الثانوية باعتبارها المرحلة الأخيرة للتعليم قبل الجامعي للميل نحو الدخول في مهن القطاع الطبي أو الدراسة المستقبلية في هذا المجال وبشكل خاص مجال الفيزياء الطبية الحيوية Darafsheh, Lavvafi,

Taleei & Khan, (2020) ولعل ذلك يعتبر احد أهداف الفيزياء الحالية خاصة لأن العديد من البحوث أشارت لضرورة توجيه تعلم الفيزياء تجاه مشكلات المجتمع والتوجه نحو المهن المستقبلية التي يحتاجها المجتمع (Kuswanto, 2020; THOHIR, JUMADI, & WARSONO,2020)

ومن الملاحظ ان الطلاب يعانون في الأونة الأخيرة من صعوبات في فهم الفيزياء وذلك لعدة أسباب منها اهتمام المحتوى المقدم بالمسائل الرياضية والمعادلات الرياضية التي لا يستشعر الطالب نحوها بأهمية في حياته اليومية او بتطبيقها في تفسير ممارساته اليومية حيث تفتقد المفاهيم المقدمة وظيفيتها مما جعل من دراسة الفيزياء دراسة مجردة وصعبة (الشايع والقادرى، ٢٠١٢؛ Hernandez- Shetton, Ravn & Forero, 2014؛ Camarao & Nava, 2017).

ويمكن التغلب على هذه الصعوبات من خلال تقديم مفاهيم وقوانين الفيزياء بالتكامل مع الأنظمة الحيوية لجسم الانسان وتطبيقات هذه البنية المعرفية في مجال الطب سواء في مجال التشخيص أو العلاج أو الرعاية الطبية وذلك من خلال تقديم وحدات تقوم على فكرة التكامل بين الفيزياء والبيولوجي والتطبيقات الطبية المختلفة وهذا ما تعالجه مجالات علم الفيزياء الطبية الحيوية ولعل دراسة هذه الوحدات القائمة على التكامل بين هذه الفروع يتطلب أن يكون لدى الطلاب مهارات التفكير البيني الذى يُقصد به القدرة على دمج المعرفة وأساليب التفكير في أثنين أو اكثر من التخصصات هذا التفكير يُمكن المتعلم من فهم قضايا ومشكلات العالم المعاصر ذات الطبيعة المعقدة وتفسير ظواهره بل والقدرة على الوصول إلى منتجات مبتكرة، وهذا ما يهدف إليه التفكير البيني (شلبي، ٢٠١٢).

يهدف التفكير البيني إلى تحقيق مستوى مرتفع من التكامل بين المجالات التخصصية حيث يتم دمج وجهات النظر التخصصية المختلفة لخلق رؤية نظرية سليمة وهذا يجعل المتعلم أكثر دافعية للتعلم واندماجاً في هذا التعلم حيث يدرس المفاهيم

والمعلومات بشكل متكامل من أكثر من منظور مما يوضح العلاقات بين المفاهيم المتعلمة من أكثر من مجال (Tan & So, 2019).

وتشير شلبي (٢٠١٢) لأن التفكير البيني أصبح ضرورة مُلحة لتنميته بشكل مقصود خلال المناهج الدراسية وذلك لعدة أسباب منها تعقد الطبيعة والمجتمع والرغبة في اكتشاف المشكلات التي لا يقتصر على حلها مجال واحد ومن ثم الحاجة إلى حل المشكلات المجتمعية وانجذاب الطلاب إلى المقررات البينية وخاصة ذات الصلة بالمجتمع. حيث يوضح (MacKinnon, Hine& Barnard 2013) أن تنمية مهارات التفكير البيني في المراحل قبل الجامعية ينمى مهارات العمل متعدد التخصصات وينمى الميل نحو دراسة هذه المجالات البينية واستخدام هذه المهارات في حل المشكلات المتعددة كما أن مهارات التفكير البيني تساعد الطلاب في فهم وتحليل المشكلات الاجتماعية المعقدة (Spelt, Luning, van Boekel & Mulder, 2017; Shang,2021; Sole, 2021).

ونظراً لأهمية التفكير البيني هناك اهتمام من الدراسات بتنمية هذا المنتج مثل دراسة شلبي (٢٠١٢) التي استهدفت تقديم وحدة مقترحة لتنمية مفاهيم النانوتكنولوجى والتفكير البيني وأشارت النتائج لفاعلية الوحدة في تنمية التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة Vandenhouten, Groessl & Levintova (٢٠١٧) التي استهدفت تنميته باستخدام التعلم القائم على المشكلات البينية، ودراسة Hammons, Fiese, Koester, Garcia, Parker, Teegarden (٢٠١٩) التي استهدفت تنمية التفكير البيني باستخدام الفيديوهات عبر شبكة الانترنت، ودراسة Shang (٢٠٢١) التي استهدفت تنمية التفكير البيني من خلال تدريس الكيمياء بالتكامل مع الرياضيات وأشارت النتائج لفاعلية تدريس الكيمياء بالتكامل مع الرياضيات باستخدام المشروعات الالكترونية لتنمية التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية، وهناك دراسات اهتمت بتقييم مستوى مهارات التفكير البيني لدى الطلاب منها دراسة

Kramer & Walston (٢٠١٩) التي اشارت لتقييم مناهج STEM في تنمية مهارات التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية وأشارت النتائج لفاعلية البرامج وفقاً لمدخل STEM لتنمية مهارات التفكير البيني، ودراسة Berasategi, et al., 2020 التي استهدفت تعرف مستوى التفكير البيني لدى الطلاب وعلاقته بقدرتهم على حل المشكلات المعقدة وأشارت النتائج لضرورة الاهتمام بتنمية التفكير البيني لدى الطلاب بمختلف المراحل الدراسية.

بالرغم من أهمية التفكير البيني إلا أنه بالنظر في مناهج الفيزياء المُدرسة حالياً لطلاب المرحلة الثانوية لازالت تركز على منهج الاكاديمي المنفصل ولا يستهدف تنمية مهارات التفكير البيني لدى الطلاب ويتم التركيز على المفاهيم والمبادئ والقوانين الفيزيائية البحتة وهذا اشارت اليه دراسة شلبي (٢٠١٢) لذا يستهدف البحث الحالي تنمية مهارات التفكير البيني من خلال تقديم وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية حيث سيتم تقديم المفاهيم الفيزيائية بشكل متكامل مع مفاهيم الأحياء والكيمياء وذلك بشكل تكاملي مع فكرة التطبيقات الطبية مع التركيز على جانب الوعى الطبي Health care اثناء تقديم المحتوى وحتى يتمكن الطالب مع انجاز الأنشطة المتطلبة لفهم المعلومات وتطبيقها في التعبير عنها بشكل بيني فإن ذلك لن يتحقق الا إذا كان لدى الطلاب دافع داخلي وحماسة عند ممارسة المهام العلمية وهذا ما يُعرف بالاندماج الاكاديمي.

فالاندماج الأكاديمي مصطلح يستخدم لوصف مدى انخراط الطلاب وحماسهم في المدرسة وفى الفصول الدراسية أثناء ممارسة الأنشطة والمهام التعليمية (عبد العزيز، ٢٠١٩) ولوصف رغبة المتعلمين في المشاركة في الأنشطة التعليمية واتمام العمل المطلوب في الوقت المُحدد واحترام المعلم (Closson & Boutilier,2017) لذا يُعرف الاندماج الأكاديمي على أنه درجة تركيز الطلاب في انجاز المهام والمشاركة الفعالة خلال دراسة الدروس (Lekwa, Reddy & Shernoff, 2019) بينما يُشير Shaari, Yusoff, Ghazali, Osman & Dzahir (٢٠١٤) أنه قدرة الطالب

على استثمار وتوجيه جهده نحو تعلم وفهم واتقان المعرفة والمهارات والمهن التي يهدف العمل الأكاديمي تعزيزها فهو يتعدى مجرد أن يكون لدى المتعلم طاقة لإكمال المهمة حيث يمثل المشاركة في العمل الذى يقومون به على أن يكون الطالب أكثر انخراطاً في التعلم.

ويُعد الاندماج الأكاديمي أساس للنجاح الأكاديمي في المواد الأكاديمية (Casuso-Holgado, et al., 2013; Serrano & Andreu,2016; Oriol-Granado, et al., 2017; Spedding, Hawkes & Burgess,2017) كما أن الاندماج الاكاديمي يرتبط ايجابياً بمشاعر وميول الطلاب للدراسة المستقبلية للمواد الأكاديمية(Oriol, Amutio, Mendoza, Da Costa & Miranda, 2016) وله علاقة وطيدة بالذكاء العاطفي (Serrano & Andreu, 2016) وبالكفاءة الذاتية (Ouweneel, Schaufeli & Le Blan, 2013) والاتجاهات الإيجابية نحو المادة المتعلمة (Oriol-Granado, Mendoza-Lira, Covarrubias-Apablaza & Molina-López, 2017).

ونظراً لأهمية هذا المنتج هناك اهتمام من الدراسات والبحوث نحو دراسة هذا المنتج لدى الطلاب في مراحل التعليم المختلفة ومنها دراسة Ganotice & King (٢٠١٤) التي استهدفت تعرف دور المعلمين والأقران والوالدين لتنمية الاندماج الأكاديمي في التعلم وأشارت لأن تعلم الأقران أفضل استراتيجية لتحقيق الاندماج الأكاديمي للتعلم، ودراسة Dzahir Shaari, Yusoff, Ghazali, Osman & (٢٠١٤) التي اشارت لوجود علاقة ارتباطية بين أسلوب المعلمين التدريسي والاندماج الأكاديمي لدى طلابهم ودراسة Talan & Gulsecen (٢٠١٩) التي اشارت لفاعلية استراتيجية الفصل المقلوب لتحقيق الاندماج الأكاديمي في التعلم.

وبالنظر لواقع تدريس الفيزياء نلاحظ أنه لازالت الطرق التقليدية لتدريس الفيزياء سائدة ويتم تدريس الفيزياء كمادة مجردة بدون اظهار علاقتها بالحياة أو بالعلوم الأخرى

فإن ذلك يجعل الطلاب لا يندمجون في تعلم الفيزياء ويعزفون عن دراستها وقد اتضح ذلك للباحثة اثناء الزيارات الميدانية وشكوى المعلمين حول طبيعة مادة الفيزياء وشكوى الطلاب من ارتباط الفيزياء بالرياضيات بشكل جامد لا يتضح فيه أهميتها الحياتية واهمية تطبيقاتها الحياتية التي أصبحت ضرورة الآن مما يجعلهم يفضلون دراسة الكيمياء والبيولوجي عن دراسة الفيزياء؛ لذا يُعد تعليم الفيزياء في أمس الحاجة لتقديم مفاهيم الفيزياء بشكل بيني وحياتي لتنمية التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية ومن هنا يستهدف البحث الحالي تقديم وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

مشكلة البحث:

تتحدد مشكلة البحث في ضعف مهارات التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية؛ وذلك نتيجة استخدام الطرق التقليدية في تدريس الفيزياء ومن ثم تقديم محتوى الفيزياء بصورة منفصلة تركز على المفاهيم والمبادئ والمعادلات الرياضية بدون الإشارة لطبيعة الفيزياء البينية مع العلوم الأخرى مثل علم الأحياء وذلك ادى إلى نفور الطلاب من دراسة الفيزياء وأضعف من اندماجهم الأكاديمي عند دراستها وعليه فإن البحث الحالي يتصدى لهذه المشكلة من خلال محاولته الإجابة عن السؤال الرئيس التالي: ما فاعلية وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل في تنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وللإجابة عن هذا السؤال ينبغي الإجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:

١- ما صورة وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية مُعدة وفقاً لمدخل التكامل؟

٢- ما فاعلية الوحدة في تنمية مهارات التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

٣- ما فاعلية الوحدة في تنمية الاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

أهداف البحث:

استهدف البحث الحالي ما يلي:

١- التعرف على فاعلية وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية مهارات التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية.

٢- التعرف على فاعلية وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل لتنمية الاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

أهمية البحث:

قد يفيد هذا البحث كلاً من:

١- مطورو المناهج: يقدم هذا البحث كتاب للطالب ودليل للمعلم لتدريس وحدة "الفيزياء الإشعاعية وتطبيقاتها الطبية" قائمة على مدخل التكامل يمكن الاستعانة بهما في تطوير مناهج الفيزياء لتنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى الطلاب.

٢- منفذي المناهج: يقدم هذا البحث للعاملين في حقل التربية والتعليم من المعلمين والموجهين وغيرهم كتاب للطالب ودليل للمعلم لتدريس وحدة في الفيزياء الطبية الحيوية قائمة على مدخل التكامل للاستعانة بهم عند تدريس الفيزياء، واختبار مهارات التفكير البيني، ومقياس الاندماج الأكاديمي، يمكن الاستعانة بهم لقياس هذا الغرض.

٣- المستفيدين من المنهج (التلاميذ): قد يساعد هذا البحث التلاميذ في تنمية مهارات التفكير البيني التي تتمثل في مهارة الأخذ بالمنظورات المتعددة ومهارة تكامل وجهات النظر ومهارة الفهم البيني)، ومن ثم تنمية الاندماج الأكاديمي من خلال تقديم أنشطة متنوعة مرتبطة بمجالات الفيزياء الطبية الحيوية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

١- مجموعة من طالبات الصف الثاني الثانوي بمدرسة المطرية الثانوية بنات التابعة لإدارة المطرية بمحافظة القاهرة.

٢- مهارات التفكير البيني التي تتمثل في مهارة الأخذ بالمنظورات ومهارة تكامل وجهات النظر ومهارة الفهم البيني؛ نظراً لأنها المهارات الأكثر أهمية التي أجمعت عليها الدراسات السابقة ومناسبة لطبيعة الفيزياء الطبية الحيوية.

٣- الاندماج المعرفي والاندماج السلوكي والاندماج العاطفي والاندماج الفكري من أبعاد الاندماج الأكاديمي؛ نظراً لأنها من الابعاد الأكثر تحقيقاً للاندماج الأكاديمي لدى الطلاب.

٤- تفسير النتائج محدد بالظروف وطبيعة مجموعة البحث، وزمان ومكان تطبيقه.

منهج البحث:

أتبع البحث الحالي المنهج الوصفي التحليلي في تناول الإطار المعرفي للبحث واستعراض الدراسات والأدبيات التي تناولت محاوره، كما أتبع أيضاً المنهج التجريبي، وتصميم المجموعة الواحدة، الذي اعتمد على وجود مجموعة وتطبيق عليها اختبار التفكير البيني ومقياس الاندماج الأكاديمي قبلياً ثم تدريس الوحدة المقترحة ثم التطبيق البعدي لأدوات البحث.

فرضا البحث:

١- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq ٠,٠٥$) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير البيني ككل ولكل مهارة على حدي لصالح التطبيق البعدي.

٢- يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq ٠,٠٥$) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل وفي كل بُعد على حدي لصالح التطبيق البعدي.

مصطلحات البحث:

١- الفيزياء الطبية الحيوية: هي أحد فروع علم الفيزياء التطبيقية الذي يهتم بتطبيق مفاهيم ومبادئ علم الفيزياء لفهم وظيفة جسم الانسان وتقديم تطبيقات في مجالي تشخيص وعلاج الأمراض المختلفة وتقييم أثر استخدام هذه التطبيقات على الصحة العامة للإنسان.

٢- التفكير البيني: يُعرف بقدرة الطالب على حل مشكلة أو مناقشة قضية مُحددة باستخدام أكثر من منظور أو تخصص مع التفرقة بين التخصصات حسب طبيعتها والتعبير عن هذه المشكلة وحلولها بصورة متكاملة، وتقدر بالدرجة التي يحصل عليها طلاب الصف الثاني الثانوي في اختبار مهارات التفكير البيني.

٣- الاندماج الأكاديمي: يُعرف بقدرة طلاب الصف الثاني الثانوي على تفسير المعارف الفيزيائية وطرح الأسئلة الاستقصائية التي تدعم الفهم الصحيح للمفاهيم الفيزيائية وقدرتهم على تقييم تعلمهم وذلك من خلال حرصهم على الممارسة الفعالة للأنشطة الفيزيائية والمثابرة والمرونة في التغلب على الصعوبات عند دراسة الفيزياء والميل نحو دراسة الفيزياء بمجالاتها في المستقبل أو العمل في المهن المرتبطة بالفيزياء وذلك نتيجة وعيهم بدور الفيزياء وتطبيقاتها في خدمة المجتمع وحل مشكلاته، ويقدر بالدرجة التي يحصل عليها طلاب الصف الثاني الثانوي في مقياس الاندماج الاكاديمي.

الإطار المعرفي للبحث

تناول الإطار المعرفي للبحث ثلاث محاور هم: الفيزياء الطبية الحيوية، التفكير البيني، الاندماج الأكاديمي.

أولاً: الفيزياء الطبية الحيوية Biomedical physics:

أصبحت الفيزياء الطبية الحيوية الآن مجالًا هاماً وذا شهرة في الطب. تعد تخصصاتها مكونات حيوية للعديد من جوانب الرعاية الصحية مثل التصوير الطبي

والعلاج الإشعاعي لمرضى السرطان وأمراض القلب وجراحة العظام والتخصصات الأخرى، فضلاً عن البحوث الطبية بشكل عام.

تُعرف الفيزياء الطبية الحيوية بأنها فرع من فروع الفيزياء التطبيقية التي تستخدم المفاهيم الفيزيائية للوقاية من الأمراض البشرية وتشخيصها وعلاجها. إنه مجال متنوع يستخدم المعرفة المكتسبة في مجالات الفيزياء الأخرى ويطبقها لعلاج المرضى (European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP), 2012; Australasian College of Physical Scientists& Engineers in Medicine (ACPSEM), 2019).

والفيزياء الطبية الحيوية أو الفيزياء الطبية ليست مجالاً حديثاً حيث يرجع هذا المجال إلى عام ٢٥٠٠- ٣٠٠٠ قبل الميلاد وهذا ما تتضمنه احد الوثائق والبرديات المصرية القديمة لاستخدام الكى لعلاج خراجات الثدي وهناك وثائق تشير إلى استخدام اليونانيون عام ٤٦٢٠ قبل الميلاد لقياس درجة حرارة الجسم وصور توضح التصوير الحرارى عند قدماء اليونانيون وبحلول عام ٢٠٠م استخدم اليونانيون حلقات مغناطيسية لعلاج التهابات المفاصل ولا أحد ينكر دور ابن الهيثم في الفترة بين ٩٦٥- ١٠٣٩م في وصفه لكيفية رؤية الأجسام الذى كان له دور في اكتشاف العدسات لعلاج ضعف النظر، وفى أوائل القرن السابع عشر قد تم استخدام أجهزة قياس الوزن كوسيلة لمراقبة الصحة العامة للإنسان وفى نهاية القرن التاسع عشر ظهر العلاج الإشعاعي والعلاج الضوئي والعلاج الكهربي، وقد تطورت الفيزياء الطبية حتى أصبحت جزء من الدراسة الطبية منذ اكتشاف رونتجن Wilhelm Rontgen (1845-1906) للأشعة السينية X-ray واكتشاف بيكريل Henry Bequerel (1852-1908) للنشاط الإشعاعي ثم ماري كورى واكتشافها للنظائر المشعة من الراديوم ثم ادخال الاشعة السينية في علاج السرطان (Keevil, 2012; Duck, 2014; Behling, 2018).

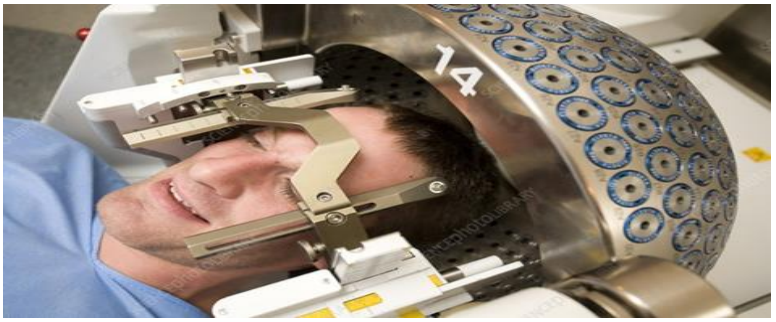
تعد الفيزياء الطبية الحيوية حافزًا رئيسيًا في تطور الطب الحديث منذ اكتشاف رونتجن للأشعة السينية في عام ١٨٩٥ واكتشاف بيكريل للنشاط الإشعاعي عام ١٨٩٨. في الوقت الحالي، فإن الترجمة السريعة للتقنيات الفيزيائية الجديدة أصبح في صورة أجهزة طبية، مما جعل لعلماء الفيزياء ضرورة متزايدة في مجموعة واسعة من المجالات السريرية، على سبيل المثال العلاج الإشعاعي، والأشعة، والتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، والتصوير بالموجات فوق الصوتية، والتصوير المقطعي بالإصدار البوز تروني، لعلاج امراض الرئة، وأمراض القلب، وامراض العيون أو أجهزة الاستشعار الطبية الحيوية.

تشمل الفيزياء الطبية مجالات مثل فيزياء العلاج الإشعاعي، وفيزياء الأشعة التشخيصية، وفيزياء الطب النووي، والهندسة الطبية الحيوية، وعلوم الصيدلة المشعة، والحماية من الإشعاع. غالبًا ما يتم تصنيف الأشعة التشخيصية والطب النووي فيما يسمى "التصوير التشخيصي"، على الرغم من وجود جوانب علاجية للطب النووي مرتبطة بالعلاج الإشعاعي. هناك مجالات أخرى تهتم بها الفيزياء الطبية مثل قياس الإشعاع المؤين والتصوير بالرنين المغناطيسي وتطبيق الليزر والموجات فوق الصوتية وغيرها من التقنيات الطبية التي تستخدم مفاهيم الفيزياء International Atomic Energy Agency (IAEA), 2016) وفيما يلي عرض مفصل لمجالات الفيزياء الطبية الحيوية:

- **مجال العلاج الإشعاعي للأورام Radiation Oncology:**

يُعرف بأنه مجال استخدام الإشعاع المؤين في علاج مرض السرطان وذلك للتحكم في الخلايا الخبيثة وفى هذا الصدد قد تم استخدام الفوتونات لإنتاج الأشعة السينية وجسيمات الضوء المشحونة والجسيمات الثقيلة المشحونة لإنتاج الاشعاع وهذا المجال يتضمن مجموعة من التقنيات التي تستهدف التحكم في الخلايا السرطانية مثل جهاز سكين جاما Gama Knife المستخدم في علاج أورام المخ وفيها يتم استخدام عنصر

الكوبلت ٦٠ لإنتاج اشعة جاما وتسليطها على الدماغ البشرى لاستئصال الأورام وذلك في غضون ٤٥ دقيقة أنظر شكل ١ (Berman& kharofa, 2012; Gunderson & Tepper ,2015; Benedict, El Naqa & Klein, 2016).



شكل (١) تقنية سكين جاما لعلاج ورم المخ

وفى مجال العلاج الإشعاعي للأورام يشارك الفيزيائي في جميع الجوانب الفنية والفيزيائية المرتبطة بالعلاج الإشعاعي مثل المشاركة في التصميم العام لمنشآت العلاج الإشعاعي، وفى شراء وحيازة أجهزة العلاج الإشعاعي والمعدات ذات الصلة. كما يتحمل الفيزيائيون مسؤولية كبيرة عن دقة وجودة عملية تخطيط العلاج المحوسب، ويقوم الفيزيائيون بتطوير وتنفيذ برنامج ضمان الجودة، بما في ذلك مراقبة جودة التقنيات الفردية المرتبطة بالعلاج الإشعاعي، وكذلك العلاج الخاص بالمريض والتحقق من الجرعة كما يشارك الفيزيائيون في جميع جوانب الأمان الإشعاعي، بما في ذلك تصميم غرف العلاج والتصوير، وتطبيقات الترخيص للهيئات التنظيمية النووية، ومراقبة مدى تعرض الموظفين للإشعاع ، وتطوير نظام الإبلاغ عن الحوادث، ومعالجة مخاوف المرضى وموظفي المستشفى والطلاب وعامة الناس عن الاشعاع. كما يقدم الفيزيائيون جلسات تثقيفية أثناء الخدمة للموظفين حول مواضيع تتعلق بتقنيات العلاج، وبرامج ضمان الجودة، وإجراءات السلامة من الإشعاع. وأخيراً يواكب الفيزيائيون التطورات في التقنيات الجديدة التي تتطور بمعدل سريع للغاية ويوفرون دورًا قياديًا في

تنفيذ التقنيات الجديدة (European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP), 2013; Van Dyk, 2013; Australasian College of Physical Scientists& Engineers in Medicine (ACPSEM), 2019)

- **فيزياء التصوير الطبي:Medical Imaging Physics**

في أواخر القرن التاسع عشر تم تطبيق مبادئ الفيزيائية للكشف عن الهياكل الداخلية للجسم من خلال استخدام الأشعة في تصوير أعضاء وأجهزة الجسم الداخلية وذلك بهدف تشخيص الأمراض وقد أهتم بذلك العاملون في مجال الطب التشخيصي.

تهتم فيزياء التصوير الطبي أو الفيزياء التشخيصية الاشعاعية بمجال الاختبار والتصوير التشخيصي ومن أهم مجالاتها التصوير بالأشعة السينية، والتصوير الإشعاعي للثدي، وتصوير الأوعية الدموية، والتصوير المقطعي المحوسب، بالإضافة إلى طرق التصوير بالإشعاعات غير المؤينة مثل التصوير بالموجات الفوق سمعية، والتصوير بالرنين المغناطيسي بالإضافة لذلك يتداخل هذا المجال مع مجال الطب النووي في نظام التصوير البوزيترونى والتصوير المحوسب (Flower, 2012; Farncombe& Iniewski, 2017; Samei& Peck, 2019).

يرجع ظهور فيزياء التصوير الطبي إلى عام ١٨٩٥ عندما اكتشف فيلهلم كونراد رونتجن "نوعًا جديدًا من الأشعة" أطلق عليه "الأشعة السينية" أثناء تجريبه لأنبوب أشعة كاثود كروكس. نظرًا لأن امتصاص الأشعة السينية يعتمد على الكثافة، ونتيجة اختلاف العظام عن الانسجة الرخوة في الكثافة فإن امتصاص العظام للأشعة السينية، يكون بدرجة أقل من الأنسجة الرخوة وحتى أقل من الأنسجة الدهنية، مما أدى لتكون صورة واضحة. كانت أول وأشهر صورة بالأشعة السينية في التاريخ من يد زوجة رونتجن بيرثا. أطلق اكتشاف رونتجن ثورة في التشخيص الطبي استمرت حتى يومنا هذا. باستخدام المصطلحات الحديثة، أصبح التصوير الشعاعي ضروريًا للتشخيصات الطبية.

حيث ظهرت أهمية التصوير الإشعاعي الطبي في فترة الحرب العالمية الأولى حيث تبنى الطب العسكري التكنولوجيا لتقييم إصابات ساحة المعركة. وبعد فترة وجيزة من فوز ماري كورى بجائزة نوبل لأبحاثها في مجال الاشعاع، تم تزويد جبهة المعركة بشاحنة مزودة بآلة أشعة سينية تستخدم في التصوير الإشعاعي كوسيلة تشخيصية لتحديد الطرق المناسبة للعلاج، وفى وقت مبكر قد تم تطوير أنظمة لتصوير الأوعية الدموية.

استمرت جهود علماء الفيزياء في دعم الابتكار في التصوير الطبي من خلال تطور التقنيات، بما في ذلك تخصيص أجهزة التصوير بالأشعة السينية لفحص الثدي والأوعية الدموية والأوعية المتحركة والأسنان وكثافة العظام. سمح استخدام الموجات الصوتية عالية التردد بالتصوير اللحظي للأنسجة الرخوة دون الأخطار المرتبطة بالإشعاع المؤين. سمح استخدام إعادة بناء الصورة الرياضية بتصوير أجزاء من الجسم، وذلك للحصول على صوراً خالية من التشويش الناجم عن الأنسجة المغطاة وذلك باستخدام الماسح الضوئي للتصوير المقطعي والتصوير بالرنين المغناطيسي، والتصوير المقطعي بالإصدار البوز تروني والموجات فوق الصوتية وطرائق أخرى مختلفة، في حين أن التطورات في أجهزة الكمبيوتر سمحت بالتقاط ومعالجة ونقل الصور الطبية (Scatliff& Morris, 2014; Behling,2018; Bercovich& Javitt, 2018).

- **مجال الطب النووي او فيزياء الطب النووي:**

يستخدم الطب النووي المواد المشعة وإشعاعاتها المنبعثة من الجسم لتشخيص المرض وعلاجه. عادةً ما تُعطى الذرات غير المستقرة (النويدات المشعة) عن طريق الفم أو الوريد، وبشكل أقل شيوعًا، داخل الشرايين، أو مساحة المفصل. غالبًا ما تكون هذه النويدات المشعة مرتبطة بجزيئات أخرى توفر لها خصائصها الفسيولوجية، وتشكل دواءً إشعاعيًا وتسمح للمجموعة بالتوطين بشكل تفضيلي للأعضاء المصابة. تُستخدم الكاميرات المتخصصة لتسجيل انبعاث الإشعاع من هذه الذرات غير المستقرة لتحديد مكان الأورام وتوجيه العلاج.

ويُعرف مجال فيزياء الطب النووي بأنه المجال الذي يهتم بفهم طبيعة وماهية الذرات وجزيئاتها المشعة التي يمكن استخدامها في التشخيص الطبي للأمراض ومن ثم تحديد الاحتياطات اللازمة لحماية عامة الناس من الإشعاع والاحتياطات اللازمة لتقليل جرعة الإشعاع للمريض، وتحديد نوع وطبيعة التدابير الوقائية الأخرى اللازمة للتعامل مع بعض المنتجات المشعة وتحديد طرق التخلص السليم من المواد المشعة في قسم الطب النووي(Tafti& Banks, 2021).

بينما يرى (Luo & Maqbool, 2017) أن فيزياء الطب النووي هي تخصص فرعي من الفيزياء الطبية. تشمل ممارسة الطب النووي الإجراءات التشخيصية للتصوير وبروتوكولات العلاج بالنويدات المشعة في المقام الأول لعلاج السرطان. كما أن هذا المجال يقوم على تطبيق مبادئ الفيزياء والتكنولوجيا لدعم الطب النووي وذلك من خلال استخدام التكنولوجيا النووية لتشخيص الأمراض وعلاجها وتحديد إجراءات قياس الجرعات الإشعاعية والعلاج بالنويدات المشعة.

يقدم مجال الطب النووي علاج للأمراض مثل فرط نشاط الغدة الدرقية وأورام الغدد الصماء والورم الليمفاوي عن طريق العلاج بالنويدات المشعة. يستخدم مبدأ امتصاص الأدوية الإشعاعية للمناطق المصابة في الجسم، مثل داخل الورم. حيث أن الهدف من العلاج بالنويدات المشعة هو تقديم جرعات إشعاعية قاتلة للأنسجة المستهدفة مع تقليل الجرعة المؤثرة على الأنسجة المحيطة. يتم تحقيق ذلك عن طريق استخدام النويدات المشعة التي تنبعث منها جزيئات مشحونة، تنتقل فقط إلى بضعة ملليمترات في الأنسجة، مما يقيد المنطقة التي يتم تسليط الجرعة عليها (Cherry ، , Sorenson .(Phelps , 2012; Harkness-Brennan, 2018

والفيزيائي الطبي مسؤول أيضًا عن الاستخدام الآمن للنويدات المشعة في الطب النووي. حيث يشارك الفيزيائي في برنامج السلامة من الإشعاع بالمستشفى بصفته مسؤول السلامة من الإشعاع في الأقسام أو يقدم الدعم الفني لمسؤول السلامة من

الإشعاع ولجنة السلامة من الإشعاع للحفاظ على الامتثال التنظيمي لقواعد السلامة من الإشعاع. لقد كان جهدًا مستمرًا من قبل علماء الفيزياء الطبية للعمل مع أخصائيين الأشعة لتقليل تعرض المرضى للإشعاع أثناء إجراءات الأشعة باستخدام الأشعة السينية أو الأدوية المشعة Luo & Maqbool, 2017; Czernin, Sonni, Razmaria & Calais, 2019).

- **علم الأدوية الاشعاعية Radiopharmaceutical Science**

علم الأدوية الإشعاعية هو مجال متعدد التخصصات، يشمل الكيمياء والفيزياء وعلم الأحياء. إنه علم دمج نويدات مشعة مناسبة مع جزيء آخر نشط بيولوجيًا بطريقة تمكنه من تتبع أو تقليد بعض العمليات الفسيولوجية أو الكيميائية الحيوية في الجسم الحي. يتم استخدام الأدوية المشعة الناتجة في التصوير التشخيصي أو علاج المرضى.

وعلم الصيدلة الاشعاعية هي أحد مجالات الفيزياء الطبية التي تهتم بتحضير الأدوية المشعة وتوزيعها كما أنها تعمل كمستودع لتخزين المواد المشعة والإمدادات غير المشعة. هنا يتم تسجيل وتخزين سجلات جرد المواد المشعة. كما انها تشمل الاحتفاظ بسجلات الوصفات الطبية. ومن الملاحظ ان هناك ارتباط بين الصيدلة الإشعاعية ومجال النفايات المشعة وتخصيصها للتخلص منها أو تخصيص وحدات لتخزينها (Drozdovitch, Brill, Callahan, Clanton, DePietro, Goldsmith & Simon, 2015; Lewis, Windhorst & Zeglis, 2019)

ويصنف علم الدواء الإشعاعي الى علم الأدوية المشعة التشخيصية وعلم الأدوية العلاجية. تُعرف الأدوية المشعة التشخيصية بأنها عبارة عن عقاقير مشعة تستخدم لأغراض التشخيص كأدوات تتبع إشعاعية في المرضى. تبث هذه الأدوية مواقعها داخل الجسم عن طريق انبعاثات أشعة جاما. بينما تُعرف الأدوية الإشعاعية العلاجية بأنها الأدوية المشعة التي يمكن إعطاؤها للمريض بغرض إيصال الإشعاع إلى أنسجة الجسم داخليًا. أفضل مثال على ذلك هو إعطاء اليوديد I 13I لغرض استئصال الغدة الدرقية في

المرضى الذين يعانون من فرط نشاط الغدة الدرقية Sharma, Baldi, Singh, (Sharma & Sharma, 2018; Lewis, Windhorst & Zeglis, 2019).

- **الهندسة الطبية الحيوية Biomedical Engineering:**

أدى التقدم الأخير في نظام الرعاية الصحية إلى تشخيص فعال وعلاج أفضل للأمراض بمساعدة الهندسة الطبية الحيوية. تشمل الهندسة الطبية الحيوية مجالين رئيسيين هما الطب والهندسة. ساعد المجال الهندسي في تكنولوجيا الرعاية الصحية من خلال توفير الأدوات والتقنيات مثل أجهزة الاستشعار الحيوية ومعالجة الإشارات ومعالجة الصور والذكاء الاصطناعي. تساعد هذه الأدوات والتقنيات في تقنية الرعاية الصحية في البحث والتشخيص والعلاج للأمراض المختلفة يشمل مجال الهندسة الطبية الحيوية أيضًا العديد من مجالات البحث الجديدة مثل الكهرباء الحيوية والميكانيكا الحيوية (Pachori & Gupta, 2020).

تعرف الهندسة الطبية الحيوية بأنها مجال متعدد التخصصات يقوم على تطبيق مبادئ علم الرياضيات والفيزياء والكيمياء والبيولوجي وعلم المواد والأنسجة وذلك بهدف ابتكار أدوات لحل المشكلات الحيوية للإنسان في مجالي التشخيص والعلاج ( ) Enderle, 2012. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام التحفيز الكهربائي أو النماذج الكهربية لنسيج القلب لتحسين وظائف القلب وذلك باستخدام أجهزة تنظيم ضربات القلب كما يمكن استخدام أجهزة كهربية لتحسين الأداء العصبي لمرضى الضعف العصبي (Durand, 2014).

ومن الملاحظ أن مجال الهندسة الطبية الحيوية يرتبط بمجال التكنولوجيا الحيوية فهو يهتم بتطبيق مبادئ الكهرباء والميكانيكا والبصريات لفهم وتطوير الأنظمة البيولوجية للإنسان والحيوان بالإضافة لتصميم منتجات تدعم الوظائف الفسيولوجية للإنسان وتساعد في تشخيص وعلاج الأمراض لذا نلاحظ أن المهندس في هذا المجال يهتم دائما بتقديم حلول للمشكلات البيولوجية من خلال ابتكار أجهزة علاجية وإعادة

تأهيل الأجهزة الموجودة بالفعل، وابتكار أعضاء صناعية لحل مشكلات الخلل في احد أعضاء الجسم البشرى وذلك مع الاهتمام باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لاتخاذ القرارات المناسبة بالإضافة إلى تطوير نماذج كمبيوترية لتحسين عمل الأجهزة المختلفة للمساعدة في مجال القياس الطبي والتصوير الطبي وعلاوة على ذلك يبحث المهندس عن مواد جديدة لاستخدامها لتحسين أجهزة الجسم وأخيرا يهتم بتطوير برامج تسهل تحليل البيانات الطبية والتعرف على مخاطر استخدام الأجهزة الطبية المختلفة (Bronzino & Peterson, 2018; Madihally, 2019; Pachori & Gupta, 2020)

- **الفيزياء الصحية او مجال الحماية من الاشعاع Health physics**

الفيزياء الصحية، التي يشار إليها أيضًا باسم علم الحماية من الإشعاع، هي أحد المجالات التي تهتم بحماية الناس وبيئتهم من مخاطر الإشعاع المحتملة، مع إتاحة الاستمتاع بالاستخدامات المفيدة للإشعاع وذلك لضمان استخدام المواد الإشعاعية بأمان.

تعتبر الفيزياء الصحية أو الصحة الإشعاعية أو الهندسة الإشعاعية مصطلحات مترادفة لهذا المجال من الصحة العامة وهندسة الصحة البيئية التي تتعامل مع الاستخدام الآمن للإشعاع المؤين وغير المؤين من أجل منع الآثار الضارة للإشعاع على الأفراد والمجموعات السكانية، وعلى المحيط الحيوي (Bevelacqua, 2016). والفيزياء الصحية هي مجال علمي يتعامل مع سلامة العمال وأفراد الجمهور والبيئة فيما يتعلق بالإشعاع المؤين (وغير المؤين) (Waller& van Maanen, 2015).

تهتم الجوانب العلمية والهندسية للفيزياء الصحية بشكل أساسي بـالقياسات الفيزيائية لأنواع مختلفة من الإشعاع والمواد المشعة، وإنشاء علاقات كمية بين التعرض للإشعاع والأضرار البيولوجية، وحركة النشاط الإشعاعي من خلال البيئة، وتصميم المعدات والعمليات والبيئات الآمنة إشعاعيًا. من الملاحظ أن الفيزياء الصحية هي مجال مهني يشمل العلوم الفيزيائية والحياتية والأرضية الأساسية بالإضافة إلى المجالات التطبيقية مثل علم السموم، والصحة الصناعية، والطب، والصحة العامة، والهندسة.

لذلك، يجب أن يتسم الفيزيائي في هذا المجال بالقدرة على تقدير العلاقات المتداخلة المعقدة بين البشر والمكونات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وحتى الاجتماعية للبيئة. يجب أن يكون مؤهلاً في مجموعة واسعة من التخصصات التي تربط المجالات بين العمليات الصناعية والتكنولوجيا من ناحية وعلوم الصحة، بما في ذلك علم الأوبئة، من ناحية أخرى. بالإضافة إلى هذه المتطلبات العامة، فالفيزيائي في مجال الصحة العامة يكون مسؤولاً عن جوانب السلامة في تصميم العمليات والمعدات والمرافق التي تستخدم مصادر الإشعاع والتخلص الآمن من النفايات المشعة بحيث يتم تقليل التعرض للإشعاع للأفراد وتقييم درجة الخطر من خلال قياس وحساب الكميات المتعلقة بالإشعاع، وتقييم للمخاطر المرتبطة، وتقديم توصيات بشأن الإجراءات العلاجية.

والفيزيائي في مجال الصحة العامة يراقب ويسجل التعرضات الفعلية أو المحتملة للإشعاع، وتوثق النتائج التي توصل إليها، وربما التوصية أو تنفيذ تعديلات على الممارسات الحالية للتخلص من التعرضات غير المقبولة أو تحسين التعرض الإشعاعي. وهم يقترحون أيضاً حلولًا هندسية أو سلوكية للمشكلات المحتملة التي تنطوي على التعرض للإشعاع (على سبيل المثال، إدخال مادة واقية أو عناصر تحكم أخرى، أو تغيير الإجراءات في موقع معين). وهم أيضاً مسؤولون عن تتبع إطلاق المواد المشعة، وعلى الأخص لتقدير الجرعة المناسبة للإشعاع للبشر، ولكن ربما أيضًا لتقييم التأثيرات المباشرة على البيئة نفسها (تلوث البيئة، تعرض الكائنات الحية للإشعاع) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) .(ICNIRP, 2017

من الملاحظ من العرض السابق لماهية الفيزياء الطبية الحيوية ومجالاتها نلاحظ أنها علم بيني او بين تخصصي يتداخل ويتكامل في دراسته العديد من العلوم مثل علم الفيزياء، وعلم البيولوجي، وعلم الكيمياء، وعلم الإحصاء، وعلم المواد...الخ وحتى عند دراسة احد مجالاتها نلاحظ أنه مجال بين تخصصي وحتى في دراسة أي تطبيق متعلق

بالفيزياء الطبية نلاحظ زوال الفواصل بين العلوم فعند دراسة اثر الإشعاع في علاج مرض السرطان هنا ينبغي دراسة الاشعاعات وطبيعتها وطرق التصوير المختلفة المعتمدة على الاشعاع وهذا من خلال علم الفيزياء والفرق بين الخلايا السرطانية والعادية واثر الاشعاعات على الخلايا المريضة والخلايا السليمة وهذا من خلال علم البيولوجي ودراسة أيضا أنواع السرطانات التي يمكن علاجها بالإشعاع وطبيعة العلاج هل من خلال حقن مواد متفاعلة مع اجسام مضادة حتى يتم تحديد الخلايا المريضة وما طبيعة المواد التي سيتم حقنها وما أثر الاشعاعات المختلفة على هذه المواد الكيميائية وما مدى تقبل الخلايا لهذه المواد الكيميائية وهنا يأتي دور علم الكيمياء بالتكامل مع علم المواد وعلم الفيزياء والبيولوجي لذا عند دراسة الفيزياء الطبية ينبغي مراعاة طبيعتها التكاملية لذا تم الاستناد لفلسفة المدخل التكاملي عند بناء الوحدة.

ونظراً لأهمية دراسة علم الفيزياء الطبية الحيوية وخاصة في الآونة الحالية هناك اهتمام من قبل الباحثون في تقديم بحوث تستهدف تدريس مفاهيم الفيزياء الطبية الحيوية أو تطبيقاتها مثل دراسة (Sprawls, 2012) التي استهدفت تدريس تطبيقات الفيزياء الطبية لتنمية مستويات عليا من المعرفة مثل المفاهيم العلمية والتمثيلات اللفظية والرياضية وذلك باستخدام التدريس التفاعلي والتعاوني بين الطلاب بالمدارس وأشارت النتائج لفاعلية استراتيجيات التدريس التفاعلي والتعاوني في تنمية مستويات المعرفة العليا لدى الطلاب، وهناك دراسات اهتمت بتقديم دورات تدريبية لطلاب المرحلة الثانوية قبل التحاقهم بالكليات المرتبطة بمجال الصحة وفى هذه الدورات يتم تقديم فكرة عامة عن الفيزياء الطبية ، ومجالاتها بشكل متكامل مع البيولوجي والكيمياء ومن الدراسات التي اهتمت بذلك دراسة (Mylott, Kutschera, Dunlap, Christensen & Widenhorn, 2016) التي استهدفت تنمية فهم العلاقة بين علم الفيزياء والعلوم الطبية وقد استخدم الباحثون الانترنت والعروض التفاعلية واستراتيجية الفصل المقلوب لتحقيق هذا الهدف وأشارت النتائج تكون اتجاهات إيجابية نحو الفيزياء

ودراستها بعد تعرف العلاقة الوثيقة بين المفاهيم ومبادئ الفيزيائية ومجال الطب والصحة العامة، وهناك دراسات استهدفت مجال الصحة العامة وتنمية المفاهيم المتعلقة بفيزياء الصحة العامة Health physics من خلال تقديم معامل افتراضية تستهدف تنمية الوعى بمصادر الاشعاع واضراره واستخداماته الحالية مثل دراسة (Groppi, 2018)، وهناك دراسات اهتمت بمجال التثقيف العام لطلاب مراحل التعليم ما قبل الجامعي بمجالات ومفاهيم الفيزياء الطبية الحيوية ومجال الصحة العامة وكيفية الوقاية من الاشعاعات مثل دراسة (Fagerstorm, 2020).

ومن الملاحظ أن الفيزياء الطبية الحيوية كأحد المجالات البينية التي تتطلب عند دراسة موضوعاتها امتلاك الدارسين من الطلاب مجموعة من مهارات التفكير البيني المتمثلة في التعرف على المنظورات المختلفة للموضوع أي دراسة الموضوع من أكثر من منظور بشكل متكامل والقدرة على تحقيق التكامل بين وجهات النظر المختلفة للوصول للفهم الصحيح للظواهر والقدرة على الفهم البيني لذا سيتم في المحور الثاني تناول التفكير البيني ومهاراته بالتفصيل.

ثانياً: التفكير البيني Interdisciplinary thinking

ظهرت خلال العقود الأخيرة مجموعة من المشكلات التي لا يمكن تفسيرها أو حلها بالرجوع لمجال معرفي واحد ومن هذه المشكلات مشكلة الأمراض المتوطنة ومشكلة التلوث التي عادت على الانسان بالعديد من التوابع في الوقت الحاضر وتنبأ بتوابع أكثر خطورة في المستقبل ومن الملاحظ أن هذه المشكلات لا يمكن حلها باستخدام مجال تخصصي واحد ولكن يدخل في حلها أكثر من مجال مثل الكيمياء والفيزياء والبيولوجي وعلوم البيئة وعلم الدواء وهذا يتطلب نوع جديد من التربية وهو التربية البينية وتنمية نوع من التفكير يسمى بالتفكير البيني.

يُعرف التفكير البيني بأنه القدرة على فهم وتركيب المعلومات بالرجوع لأكثر من تخصص وبصورة متكاملة وهو يُعرف أيضاً بالفهم البيني (Spelt, Luning&

(Mulder, 2015 كما يشير (spelt, 2015) أنه القدرة على دمج المعرفة وانماط التفكير في اثنين او اكثر من التخصصات وذلك لإنتاج تقدم معرفي مثل شرح ظاهرة او حل مشكلة أو انتاج منتج جديد بطرق لا يمكن الوصول اليها بالرجوع لمجال واحد ولكن للوصول لهذه الحلول ينبغي التكامل بين مجالين أو أكثر، ويرى (Fortuin, Van Koppen& Kroez, 2013) ان التفكير البيني هو القدرة على التكامل بين التخصصات لتحقيق تعلم ذا معنى، ويوضح كلاً من (Defila & DiGiulio, 2015) أن التفكير البيني هو القدرة على تركيب المعرفة بالرجوع إلى التخصصات المتعددة.

يهدف التفكير البيني إلى تحقيق مستوى مرتفع من التكامل بين المجالات التخصصية حيث يتم دمج وجهات النظر التخصصية المختلفة لخلق رؤية نظرية سليمة وهذا يجعل المتعلم أكثر دافعية للتعلم واندماجاً في هذا التعلم حيث يدرس المفاهيم والمعلومات بشكل متكامل من أكثر من منظور مما يوضح العلاقات بين المفاهيم المتعلمة من أكثر من مجال (Tan & So, 2019).

وتشير شلبي (٢٠١٢) لأن التفكير البيني أصبح ضرورة مُلحة لتنميته بشكل مقصود خلال المناهج الدراسية وذلك لعدة أسباب منها تعقد الطبيعة والمجتمع والرغبة في اكتشاف المشكلات التي لا يقتصر على حلها مجال واحد ومن ثم الحاجة إلى حل المشكلات المجتمعية وانجذاب الطلاب إلى المقررات البينية وخاصة ذات الصلة بالمجتمع. حيث يوضح (MacKinnon, Hine& Barnard , 2013) أن تنمية مهارات التفكير البيني في المراحل قبل الجامعية ينمى مهارات العمل متعدد التخصصات وينمى الميل نحو دراسة هذه المجالات البينية واستخدام هذه المهارات في حل المشكلات المتعددة كما أن مهارات التفكير البيني تساعد الطلاب في فهم وتحليل المشكلات الاجتماعية المعقدة (Spelt, Luning, van Boekel & Mulder, 2019).

للتفكير البيني نوعان تفكير بيني ضيق فيه يقوم المتعلم بتحقيق التكامل بين فروع العلم الواحد، وتفكير بيني واسع يقوم فيه المتعلم بتحقيق التكامل بين فروع العلوم ويعتبر

التفكير البيني بمفهومه الواسع أشمل وأعم حتى يتمكن المتعلم من تحقيق التكامل بين التخصصات المختلفة للوصول للفهم الصحيح والدقيق للظواهر (Spelt, Luning, van Boekel, & Mulder, 2017; Golding & Baik,2012؛ شلبي، ٢٠١٢). وينقسم التفكير البيني باعتباره مهارة معرفية معقدة لمهارات فرعية تتمثل في ما يلى :(Spelt, Luning, Van Boekel& Mulder, 2015; Berasategi Sancho, Aróstegui Barandica, Jaureguizar Alboniga-Mayor, Aizpurua Sanz, Guerra Bilbao & Arribillaga Iriarte, 2020; (Shang, 2021

١- مهارات معرفة النموذج الإرشادي لمجال معرفي: وهي تتمثل في قدرة الفرد على توسيع فهم المعرفة المعروضة بالرجوع لأكثر من تخصص ومن أكثر من منظور وهذه المهارات تدعم تحقيق الاتصالات بين المجالات المختلفة والقدرة على تحديد التناقضات بين المجالات والقدرة على النظر بشكل متكامل للمشكلات.

٢- مهارات الاتصال: وهي تشير لقدرة الفرد على تناول الموضوعات وفقاً لأكثر من تخصص وهي تتمثل في لغة الخطاب وهنا الطلاب يتفاوضون حول الوصول لمعنى لتفسير الظواهر ومن ثم حل التناقضات المعرفية وتطوير الفهم المشترك وتوصيل منظورات الاخرين.

ويُحدد Tan & So (2019) أربعة قدرات معرفية يتضمنها التفكير البيني ويمكن تنميتها وهم: مهارة اخذ المنظورات وفيها يتم تعرف وفهم المنظورات المختلفة بخصوص قضية معينة مع التفرقة بين التخصصات المختلفة وذلك لحل مشكلة معينة، ومهارة تطوير المعرفة الهيكلية وهى تتكون من عنصرين معرفة تصريحية مثل معرفة الحقائق ومعرفة إجرائية قائمة على العمليات، ومهارة تكامل بين وجهات النظر في أكثر مجال وهى تتمثل في قدرة الفرد على إيجاد طرق لأخذ الرؤى والتنبؤات من منظورات مختلفة وذلك للوصول لتفسير متكامل بدلاً من الرجوع لتفسيرات في تخصص واحد،

ومهارة الفهم البيني وفيها يستطيع الفرد تفهم المشكلات أو الموضوعات وفقاً لأكثر من تخصص أي رؤيتها من أكثر من منظور.

ولقدرات التفكير البيني درجات مختلفة ويمكن تمييزها وفقاً لأربعة أنماط متدرجة في التفكير وهي (شلبي، ٢٠١٢):

١- نمط التجاهل: فيه يظهر الأفراد نقص المعرفة والعداء لمنظورات التخصص الأخرى، ويكون عملهم أحادي المنظور يحقق أهداف ضيقة، الأفراد في هذا النمط قد يرون أن العمل التكاملي ضروري ولكنهم لا يستطيعون القيام به، هذا في حين أن عملهم أحادي المنظور ويمكنه أيضاً أن يقوم على مصادر قائمة على التخصص للأخرين.

٢- القوالب النمطية: وفيه يظهر الأفراد وعياً بالمنظورات الأخرى وفضولاً حولها، ولكن لديهم أخطاء مفاهيمية حول مدخل التكامل بين المجالات وهذا عندما يكون التعاون بين الأفراد في المجموعات عملاً بينياً متقطعاً أو الأهداف غير واضحة.

٣- أخذ المنظورات في الاعتبار: وفى هذا النمط يتشارك الأفراد مع الآخرين في التفكير ويأخذون مداخل الأخرين في الاعتبار ويقدمون تمثيلات أقل سطحية وأقل نمطية للتخصصات الأخرى.

٤- الاندماج: وفى هذا النمط تتم مراجعة منظورات التخصصات المختلفة بالتبادل إلى درجة الوصول إلى طريقة هجينة في التفكير ويصبح من الصعوبة تمييز تخصص وفصل الهجين الجديد.

ولتنمية التفكير البيني هناك مجموعة من الشروط التي ينبغي مراعاتها في المناهج حيث ينبغي أن تقدم المناهج بحيث توضح علاقة كل منهج بالتخصصات الأخرى، وينبغي أن يكون لدى المعلم فكرة عن تعددية التخصصات والقدرة على تصميم بيئة تعلم جماعية متعددة التخصصات وتطوير عمل الفريق والتدريس الجماعي والعمل في فريق متعدد التخصصات لتصميم أنشطة تستهدف تنمية التفكير البيني، وفى

هذا الصدد ينبغي أن يتم تنفيذ تحقق التعلم النشط وفاعلية الطلاب وذلك لتحقيق تطبيق المعرفة بدلاً من حفظها وذلك من خلال التركيز على استراتيجيات الاطار الاجتماعي مثل تعلم الأقران والتعلم التعاوني لإبراز نواحي التكامل بين التخصصات لتحقيق الفهم المتكامل، وأخيراً ينبغي التأكيد على أساليب التقييم التي تركز على قياس نواحي النضج لدى التلاميذ وتنمية مهارات التفكير البيني بمستوياتها الفرعية بشكل تكويني وذلك لتطوير أداء الطلاب وتحليل مدى تقدمهم في اكتساب مهارات التفكير البيني (شلبى، ٢٠١٢؛ Spelt, et al., 2015).

هناك مجموعة من الخطوات لتنمية التفكير البيني لدى المتعلمين يمكن تحديد هذه الخطوات فيما يلى (شلبي، ٢٠١٢؛ Styron, 2013؛Yang, 2013؛ Bestelmeyer,et al., 2015؛ Spelt, et al., 2015):

١- تدريس التخصصات من خلال الأنماط Patterns: وفى هذا الصدد يمكن استخدام الأنماط كمدخلات تدريسية فعقل الانسان يبحث دائماً عن الأنماط أو النماذج وعن طريقها يستطيع المتعلمون ربط الخبرات السابقة بالمحتوى الجديد وهي تساعدهم أيضاً على بناء فهم أعمق للمحتوى، وينبههم للعلاقات بين الأفكار الكبرى.

٢- تحقيق الفهم الصحيح للمفاهيم: وهنا يجدر الإشارة لأنه ينبغي تعلم المفاهيم بطريقة متعددة التخصصات تركز على المعرفة التصريحية التي تقوم على التفكير الموضوعي لإدراك وحل المشكلات متعددة التخصصات استناداً إلى التفكير متعدد التخصصات ولتحقيق هذه المعرفة التصريحية ينبغي فهم المفاهيم في ضوء المجالات المختلفة باستخدام استراتيجيات حل المشكلات اما المعرفة الهيكلية يمكن اكتسابها من خلال استغلال المعرفة في حل المشكلات اليومية بطريقة أفضل.

٣- تحقيق تحدى الطلاب لإدراك أنماط أخرى في المحتوى الجديد: وهذا يتمثل في تحدى الطلاب لاكتشاف طرق أخرى لتنظيم الأفكار الكبرى في المحتوى، وتحديد

الأنماط الجديدة الناتجة عن ذلك، وتعميم هذه الأنماط عبر التخصصات المختلفة، كل هذه الاحتمالات يمكن استخدامها لمساعدة الطلاب على فهم المحتوى، وإمكانية فهم العلاقة بين المجالات.

٤- انخراط المعلم في التفكير البيني: حيث ينخرط المعلم مع زملائه في تفكير بيني لاكتشاف الأنماط داخل المادة التدريسية التي سوف يدرسها، ويحدد ما إذا كانت هناك أية إمكانية لانخراط الطلاب في التفكير البيني مع العمل في جماعات لتصميم التدريس واختيار أي الأنماط من مختلف التخصصات يمكن استخدامها لتشجيع التفكير البيني لدى الطلاب.

٥- تشجيع المعلم للتفكير البيني: وذلك من خلال تخصيص وقت للتفكير في العلاقة بين المجالات، حيث يعين المعلم وقتاً محدداً فيه يعيد الطلاب فحص المادة التدريسية لتحديد التداخل المحتمل لتخصصين أو أكثر. أحد الطرق اليسيرة للانخراط في مثل هذا التفكير هو التشبيهات العلمية وفيه يشرح المعلم المفهوم الأول من التخصص بالرجوع إلى مفهوم الثاني في التخصص الثاني عندما يطور الطلاب تشبيهاتهم ويعبرون عنها فإنهم يعالجوا المحتوى من التخصصين، معمقين فهمهم لكل منهما، حيث تخصيص وقت لذلك يجعل الطلاب يدركون أهمية هذا النوع من التفكير.

ونظراً لأهمية التفكير البيني هناك اهتمام من الدراسات بتنمية هذا المنتج مثل دراسة شلبي (٢٠١٢) التي استهدفت تقديم وحدة مقترحة لتنمية مفاهيم النانو تكنولوجي والتفكير البيني وأشارت النتائج لفاعلية الوحدة في تنمية التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية، ودراسة Alberts & Keller (٢٠١٦) التي استهدفت استخدام البرتفوليو الإلكتروني لتنمية التفكير البيني للطلاب وأشارت النتائج لفاعلية استخدام البرتفوليو الإلكتروني في تنمية الكتابة الناقدة والتفكير البيني، ودراسة Vandenhouten, Groessl & Levintova (٢٠١٧) التي استهدفت تنميته باستخدام التعلم القائم على المشكلات البينية، ودراسة Hammons, Fiese, Koester, Garcia, Parker,

Teegarden (٢٠١٩) التي استهدفت تنمية التفكير البيني باستخدام الفيديوهات عبر شبكة الانترنت، ودراسة Shang (٢٠٢١) التي استهدفت تنمية التفكير البيني من خلال تدريس الكيمياء بالتكامل مع الرياضيات وأشارت النتائج لفاعلية تدريس الكيمياء بالتكامل مع الرياضيات باستخدام المشروعات الالكترونية لتنمية التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية، وهناك دراسات اهتمت بتقييم مستوى مهارات التفكير البيني لدى الطلاب منها دراسة Kramer & Walsto (٢٠١٩) التي استهدفت تقييم مناهج STEM في تنمية مهارات التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية وأشارت النتائج لفاعلية البرامج وفقاً لمدخل STEM لتنمية مهارات التفكير البيني، ودراسة Berasategi, et al., (٢٠٢٠) التي استهدفت تعرف مستوى التفكير البيني لدى الطلاب وعلاقته بقدرتهم على حل المشكلات المعقدة وأشارت النتائج لضرورة الاهتمام بتنمية التفكير البيني لدى الطلاب بمختلف المراحل الدراسية.

ونظراً لأهمية التفكير البيني كأحد المنتجات التعليمية التي يُستهدف تنميتها لذا يستهدف البحث الحالي تنمية مهارات التفكير البيني من خلال تقديم وحدة مقترحة في الفيزياء الطبية الحيوية حيث سيتم تقديم المفاهيم الفيزيائية متكاملة مع مفاهيم الأحياء وذلك بشكل تكاملي مع فكرة التطبيقات الطبية مع التركيز على جانب الوعى الطبي Health care اثناء تقديم المحتوى وحتى يتمكن الطالب من انجاز الأنشطة المتطلبة لفهم المعلومات وتطبيقها في التعبير عنها بشكل بيني فإن ذلك لن يتحقق الا في وجود دافع داخلي وحماسة عند ممارسة المهام العلمية وانخراط في المهام البينية المتنوعة وهذا ما يُعرف بالاندماج الاكاديمي لذا سيتم تناوله في المحور الثالث بالتفصيل.

ثالثاً: الاندماج الأكاديمي:

يُعد موضوع الاندماج الأكاديمي من الموضوعات الهامة التي يجب ان توليها المؤسسات التعليمية اهتماماً كبيراً؛ لما له من تأثير على نتائج المتعلمين ليس فقط على التحصيل وانما له دور ايضاً على التنمية النفسية والاجتماعية للمتعلمين.

يستخدم مصطلح الاندماج الأكاديمي لوصف مدى انخراط الطلاب وحماسهم في المدرسة وفى الفصول الدراسية أثناء ممارسة الأنشطة والمهام التعليمية (عبد العزيز، ٢٠١٩) ولوصف رغبة المتعلمين في المشاركة في الأنشطة التعليمية واتمام العمل المطلوب في الوقت المُحدد واحترام المعلم (Closson & Boutilier,2017) لذا يُعرف الاندماج الأكاديمي على انه قدرة المتعلمين على استثمار جهودهم في المشاركة في الدراسة والفضول التعليمي من خلال طرح الأسئلة الناقدة والبحث عن اجابتها والاستمتاع بتحديات التعلم من خلال الانغماس في الدراسة بنشاط والرغبة في اكمال التعليم الأكثر تخصصاً في المستقبل (King, McInerney, Ganotice, Villarosa, 2015; Vizoso, Rodríguez, Gundín, 2018) بينما يُشير Shaari, 2014) Yusoff, Ghazali, Osman & Dzahir) أنه قدرة الطالب على استثمار وتوجيه جهده نحو تعلم وفهم واتقان المعرفة والمهارات والمهن التي يسعى العمل الأكاديمي تعزيزها فهو يتعدى مجرد أن يكون لدى المتعلم طاقة لإكمال المهمة حيث يمثل المشاركة في العمل الذى يقومون به على أن يكون الطالب أكثر انخراطاً في التعلم.

وتراه محمود (٢٠١٧) انه مفهوم واسع يتضمن أربعة أبعاد بُعد سلوكي Behavioral يشير إلى المشاركة في أنشطة التعلم مثل بذل الجهد والمثابرة، الاهتمام المعرفي، وبُعد انفعالي Emotional يشير إلى شعور المتعلم بالحماس والاهتمام ونقص الشعور بالغضب أو القلق أو الملل، وبُعد معرفي Cognitive يشير إلى استخدام المتعلم استراتيجيات التنظيم الذاتي النشط واستراتيجيات التعلم المتطور، وبُعد تفويضي Agential يشير إلى مدى مساهمة المتعلم البناءة في تدفق التعليمات أو الموضوعات التي يتلقاها.

وللاندماج الأكاديمي عدة أبعاد حددها كلاً من Fredricks & McColskey, 2012; Upadyaya& Salmela-Aro, 2013; Wang& Fredricks,

2014; Nurttila, Ketonen & Lonka, 2015; Alrashidi, Phan & Ngu,2016؛ عبد العزيز، ٢٠١٩):

١. اندماج سلوكي: وفيه يظهر على المتعلم بعض السلوكيات مثل المشاركة اثناء التعلم بالفصل والتركيز والانتباه أثناء التعلم، والانتهاء من الواجبات والمهام المطلوبة في الوقت المناسب سواء كانت داخل الفصل أو خارجه والتفاعل مع المعلمين والإجابة عن الأسئلة.

٢. اندماج عاطفي: وفيه المتعلم يكون لديه مشاعر إيجابية تجاه المدرسة والمعلمين وأقرانهم ويكون لديهم مشاعر الحب والاحترام والحماس وقلة الضجر أو الملل أو الغضب أثناء التعلم.

٣. اندماج معرفي: وفيه يحرص المتعلمين على الفهم والتفسير والشرح وكثرة الأسئلة والإصرار على اكتساب المعارف بصورة علمية سليمة وذلك من خلال القدرة على تنظيم الذات وتقييم التعلم والاستقلالية وتطوير النظرة للتعلم على انه يسهم في العمل المستقبلي له.

٤. اندماج اجتماعي: وذلك من خلال تكوين معتقدات وتصورات إيجابية نحو الأخرين من الزملاء أو المعلمين والقدرة على تكوين علاقة مع الأخرين أثناء التعلم.

ولكن يرى Halty, Salanova, Llorens, Schaufeli (٢٠١٩) ان ابعاد الاندماج الأكاديمي تتمثل في الحماسة التي تشير إلى قدرة المتعلمين على المثابرة والمرونة والجهد في مواجهة الصعاب، الاستيعاب التي تتمثل في قدرة المتعلمين على الانغماس والانخراط في الأنشطة التعليمية والاجابة عن الأسئلة الموجهة وطرح الأسئلة السابرة لتفهم المادة العلمية، والتفاني وهى تتمثل في شعور المتعلم بالفخر والحماس في التعلم الاكاديمي والرغبة المستقبلية في تكملة واستمرار التعلم، والادراك من خلال التنظيم الذاتي للتعلم والبحث عن استراتيجيات تعلم متطورة.

ومن ثم اعتمدت الباحثة على الأبعاد التالية في قياس الاندماج الأكاديمي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي:

١. اندماج معرفي: وهو يتمثل في قدرة المتعلمين على تنظيم الذات وتقييم التعلم وتحديد الأهداف والمنفعة من وراء المادة المتعلمة والحرص على الفهم وطلب التفسير وطرح الأسئلة والمشاركة في المناقشات العلمية والاستقلالية في التعلم.

٢. اندماج سلوكي: يتمثل في حرص الطالب على المشاركة في الأنشطة العلمية المتعلقة بالفيزياء الطبية الحيوية وذلك من خلال الاتسام بالمثابرة والمرونة والجهد في مواجهة الصعوبات للتوصل للمعرفة الصحيحة ومن ثم الوعي بأهمية علم الفيزياء في الحياة وتطويرها.

٣. اندماج عاطفي: يتمثل في حرص المتعلمين على الدراسة المستقبلية للفيزياء الطبية بشكل أكثر تخصصا كما انه يتمثل في رغبتهم في ممارسة مهن مختلفة مرتبطة بمجال الفيزياء الطبية الحيوية والوعي بأهمية الفيزياء في الحياة.

٤. اندماج فكرى: تتمثل في قدرة المتعلمين على استغلال تطبيقات الفيزياء وبحوثها العلمية في حل المشكلات المجتمعية أو الشخصية والبحث عن حلول للمشكلات باستخدام الفيزياء الطبية الحيوية.

ويُعد الاندماج الأكاديمي أساس للنجاح الأكاديمي في المواد الأكاديمية (Casuso-Holgado, et al., 2013; Serrano & Andreu,2016; Oriol-Granado, et al., 2017; Spedding, Hawkes & Burgess,2017) كما أن الاندماج الاكاديمي يرتبط ايجابياً بمشاعر وميول الطلاب للدراسة المستقبلية للمواد الأكاديمية (Oriol, Amutio, Mendoza, Da Costa & Miranda, 2016) كما أنه للاندماج الأكاديمي علاقة بالتكيف المهني للطلاب مستقبلاً (Wang & Eccles, 2013; Merino-Tejedor, Hontangas& Boada-Grau, 2016) وله علاقة وطيدة بالذكاء العاطفي (Serrano & Andreu, 2016) وبالكفاءة الذاتية

(Ouweneel, Schaufeli & Le Blan, 2013) والاتجاهات الإيجابية نحو المادة المتعلمة (Oriol-Granado, Mendoza-Lira, Covarrubias-Apablaza & Molina-López, 2017) كما أن للاندماج الاكاديمي أهمية لتنمية مهارات التفكير العليا والدنيا (Halty, Salanova, Llorens, Schaufel, 2019) وللاندماج الأكاديمي علاقة بالدافعية للنجاح والتقدم (Richardson, Abraham & Bond, 2012; Arce, Crespo & Míguez Álvarez, 2015).

ويمكن قياس الاندماج الأكاديمي من خلال مجموعة من الوسائل مثل:

• استطلاع رأى المتعلمين الذاتي وهي الطريقة الأكثر شيوعاً؛ لأنها تصلح لعدد كبير من المتعلمين ومن عيوبها عدم إجابة المتعلمين على جميع أسئلة استطلاع الرأي.

• المقاييس تعد من الوسائل التي يستخدمها المعلمين داخل الفصل ومن مزاياها أنها تصلح لجميع الأعمار وللصغار الذين لديهم صعوبات تعلم

• المقابلات: وهي قد تكون منظمة أو غير منظمة من خلال سرد المتعلمين قصصهم وآرائهم

• الملاحظة: وهي تصلح للأفراد والجماعات ولكنها مفيدة جداً في حالة الأعداد الصغيرة للمتعلمين؛ ليتم التركيز على بعض النقاط الهامة التي تدل على اندماجهم.

وقد اعتمدت الباحثة على بناء مقياس للاندماج الأكاديمي لصلاحيته ومناسبته لطلاب المرحلة الثانوية ولمناسبته للأعداد الكبيرة في الفصول كما أنه يمكن تطبيقه وتصحيحه بشكل إلكتروني وهو مناسب لطبيعة الدراسة الحالية لطلاب المرحلة الثانوية.

ومن الملاحظ اهتمام الدراسات والبحوث نحو دراسة هذا المنتج لدى الطلاب في مراحل التعليم المختلفة ومنها دراسة McCurdy & Cole (٢٠١٤) التي استهدفت تعرف دور المعلمين والأقران والوالدين لتنمية الاندماج الأكاديمي في التعلم وأشارت لأن تعلم الأقران أفضل استراتيجية لتحقيق الاندماج الأكاديمي للتعلم، ودراسة Shaari, Yusoff, (2014)Ghazali, Osman & Dzahir التي اشارت لوجود علاقة

ارتباطية بين أسلوب المعلمين التدريسي والاندماج الأكاديمي لدى طلابهم، ودراسة Hazari, Cass & Beattie (2015) التي اشارت لفاعلية التنظيم السياقى الاجتماعي لمناهج الفيزياء في تنمية الاندماج الأكاديمي للطلاب، ودراسة Urquijo & Natalio (٢٠١٧) التي اشارت لوجود علاقة ارتباطية بين الاندماج الاكاديمي والرضا عن الدراسة المستقبلية لدى الطلاب، ودراسة Talan & Gulsecen (٢٠١٩) التي اشارت لفاعلية استراتيجية الفصل المقلوب لتحقيق الاندماج الأكاديمي في التعلم، ودراسة Uchidiuno, Yarzebinski, Keebler, Koedinger & Ogan (2019) التي استهدفت تنمية الاندماج الأكاديمي من خلال استخدام تقنيات تعليمية قائمة على الكمبيوتر وذلك من خلال تقديم أنشطة تعليمية تستهدف ذلك وأشارت النتائج لفاعلية البرنامج الكمبيوتري في تحقيق الاندماج الأكاديمي.

إجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه أُتبعت الإجراءات الآتية:

أولاً: إعداد الوحدة المقترحة

تم إعداد الوحدة وضبطها وفقاً للخطوات التالية:

- الاطلاع على مجالات الفيزياء الطبية الحيوية.
- تم اختيار عنوان الوحدة وهو (الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية) وتحديد موضوعاتها وذلك للأسباب التالية:

١- تتضمن الوحدة مفاهيم علمية بينية متعددة يمكن استغلالها في تنمية مهارات التفكير البيني من خلال عرض مجموعة من القضايا البينية المتعلقة بموضوع الوحدة واقتراح أنشطة تقوم على حل هذه القضايا بشكل بيني

٢- طبيعة موضوعات الوحدة توضح الفائدة المجتمعية للفيزياء في مجال الطب وحماية النفس من مخاطر الاشعاعات وهذا بدوره ينمى الاندماج الاكاديمي بأبعاده فمن خلال تعرف مخاطر الاشعاعات على الخلايا وحساب الجرعة التي يتأثر بها

الجسم من الاشعاع فإن ذلك ينمى لدى الطالب بُعد الاندماج الفكري، ونظراً لارتباط الوحدة وانشطتها بمجال يحتك به الطالب خلال استخداماته للأجهزة المتنوعة المرتبطة بالإشعاع فإن ذلك بدوره ينمى الرغبة لديه في أداء أنشطة الوحدة المتنوعة (الاندماج السلوكي) وفى هذا الصدد فإنه يتكون لدى الطلاب الرغبة في تكملة الدراسة المستقبلية في مجال الفيزياء الطبية الاشعاعية أو العمل في أي فروع الفيزياء الطبية الاشعاعية وهى أحد مجالات الفيزياء الطبية الحيوية (الاندماج العاطفي) كما انه من المتوقع أنه عند ارتباط موضوعات الفيزياء بالحياة فإن ذلك يُمكن المتعلم من استغلال المفاهيم المقدمة في تفسير القضايا الموجودة من حوله في ضوء فهمه لهذه المفاهيم وهذا بدوره ينمى الاندماج المعرفي.

٣- تتضمن الوحدة مفاهيم علمية متعددة يمكن أن تكوّن البنية المعرفية الأساسية للدراسة والاهتمام بالموضوعات الفيزياء وايجاد حلول مستقبلية للقضايا الحالية وخاصة في قطاع الطب.

٤- يرتبط موضوع الوحدة بشكل كبير بحياة التلاميذ الواقعية؛ مما يثير اهتمامهم واتجاهاتهم نحو تعلم الفيزياء من منظور بيني؛ مما يؤدى إلى تنمية الاندماج الأكاديمي لديهم.

٥- زمن تدريس الوحدة مناسب يتيح تنمية التفكير البيني وأبعاد الاندماج الأكاديمي.

٦- تتيح موضوعات الوحدة الفرصة للطلاب لاستخدام تفكيرهم في البحث والاستقصاء للوصول للمعلومات حول الموضوعات والقضايا الطبية المتنوعة من منظور بيني أي من مختلف التخصصات بشكل متكامل والشكل ٢ يوضح الطبيعة البينية التكاملية بين التخصصات عند دراسة وحدة الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية.

شكل (٢) الطبيعة البينية لوحدة الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية

- تحديد الهدف العام من الوحدة: سعت الوحدة المقترحة اكساب مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

- تحديد الاهداف الإجرائية للوحدة (نواتج التعلم المستهدفة من الطالب): وقد تم تحديد نواتج التعلم المستهدفة (الأهداف الإجرائية) لدروس الوحدة في ضوء الهدف العام السابق وقد تضمنت الوحدة العديد من الأهداف السلوكية المعرفية والمهارية والوجدانية، وقد رُوعي فيها مناسبتها لموضوعات الوحدة وطلاب الصف الثاني الثانوي وتنوعها لتلائم الأنماط المختلفة للطلاب، وقد تم التوصل لهذه الأهداف وتضمنت واحد وخمسون هدفاً، وهذه الأهداف موضحة في كتاب الطالب للوحدة ودليل المعلم.

- تحديد دروس الوحدة المقترحة وموضوعاتها والخطة الزمنية لتنفيذ الوحدة وذلك وفقاً للجدول التالي:

جدول (١) دروس وحدة الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية والخطة الزمنية لتنفيذها

دروس الوحدة.	موضوعاتها	الخطة لتدريسها	الزمنية
الدرس الاول: الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية	– الاشعاع الكهرومغناطيسي. – خصائص الاشعاع المؤين. – خصائص الاشعاع الغير مؤين – المصدر الذرى للإشعاع المؤين – وحدة قياس الاشعاع – مصادر الاشعاعات المتأينة – طبيعة الاشعاع. – أنواع الاشعاعات – تطبيقات اشعاعات الفا وبيتا وجاما في المجال الطبي – التشخيص الإشعاعي الطبي • الاشعة التقليدية • الاشعة التداخلية • التصوير الرقمي للأوعية الدموية • تصوير الثدي • التشخيص الإشعاعي للأسنان	٧ حصص تدريسية ٥ حصص تدريسية	١٢حصص تدريسية
الدرس الثاني: الإشعاعات المتأينة في مجال الطب	– العلاج الإشعاعي • العلاج الإشعاعي الأيضي • العلاج الإشعاعي الخارجي • المعالجة الكثبية		
الدرس الثالث: مخاطر الاشعاع	– تاريخ الحماية من الاشعاع – أنواع التعرض للإشعاع – تأثير التعرض الخارجي على الانسان – حساب الجرعة المكافئة والمؤثرة على جسم الانسان	٨حصص تدريسية	

نتيجة التعرض الخارجي للإشعاع
- أجهزة قياس الجرعة الخارجية
- قياس الإشعاع البيئي
- أثر الإشعاعات على الأفراد داخل المباني
- تأثير الإشعاعات على الخلايا
- العوامل التي يتوقف عليها تأثير الاشعاع
- الهواتف الذكية والأطفال
- جهود عالمية لتقليل أضرار الإشعاع

- قد تم مراعاة ترابط دروس الوحدة ومضمونها العلمي وتسلسل أفكارها والتناسق بين الأفكار المحورية للوحدة، وقد تم الاستعانة بأكبر قدر من الأنشطة التي تستهدف تنمية التفكير البيني لدى الطلاب ومن ثم تنمية ابعاد الاندماج الأكاديمي وذلك خلال تدعيم العمل في مجموعات والأنشطة البحثية المتنوعة وعرض المزيد من الأفلام التعليمية لتوضيح مفاهيم وموضوعات الوحدة وتكليف التلاميذ بمجموعة من التكليفات والتدريبات المتدرجة الصعوبة والتقييمات عقب كل درس للتعرف على مدى تحقق نواتج التعلم.

- تحديد استراتيجيات التدريس المناسبة للوحدة: تم تحديد استراتيجيات التدريس التي تنوعت وفقاً للمواقف والأهداف التعليمية ووفقاً لطبيعة النشاط والهدف منه وقد تم مراعاة المرونة في تنوع الاستراتيجيات وخاصة التي تركز في المقام الأول على تفعيل دور المتعلم وتنمية أدائه الذهني مثل استراتيجيات: التعلم التشاركي- الاستقصاء العلمي- الجدل العلمي- تعلم الأقران.

- تصميم الأنشطة التعليمية: في ضوء الأهداف سابقة التحديد وكذلك المحتوى صُممت مجموعة من الأنشطة المتنوعة (التي هي موضحة بكتاب الطالب) التي تعتمد على

إيجابية وتفاعل الطلاب في العملية التعليمية ودراسة محتوى الوحدة حيث تشتمل الوحدة على أنشطة تعليمية تتمثل في الأفلام التعليمية والمواقف وأنشطة بحثية واستقصائية متنوعة التي تستهدف تنمية مهارات التفكير البيني وأبعاد الاندماج الأكاديمي ويتضمن كتاب الطالب أوراق العمل التي سيستخدمها الطالب للقيام بهذه الأنشطة.

- تحديد مصادر التعلم المستخدمة في تدريس الوحدة: تم الاستعانة بمجموعة من الصور (معروضة في كتاب الطالب) واللوحات والرسوم المتحركة من الإنترنت وأفلام الفيديو عند تدريس موضوعات الوحدة وقد راعت الباحثة عند إعداد الوسائل أن تكون مادتها العلمية صحيحة، وملائمة الوسيلة لأعمار الطلاب وخبراتهم ومستواهم الدراسي، وعدم ازدحام الدرس بالوسائل، بحيث يتم تجربة الوسيلة وعمل الاستعدادات السابقة لاستخدامها ومن مصادر التعلم المقترحة لتدريس هذه الوحدة ما يلي: مجموعة من الصور والأشكال التخطيطية والجداول. مجموعة من الأفلام التعليمية المرتبطة بموضوعات الوحدة.

- تحديد اساليب تقويم الوحدة: رُوعي عند تقويم الوحدة الجوانب التالية: استخدام التقويم المستمر بعد كل درس من دروس الوحدة المقترحة؛ للتأكد من استيعاب الطلاب للمعارف العلمية المتضمنة بالدروس اثناء التدريس من خلال الأسئلة الشفوية التي تُثار أثناء الحصص ومن خلال ملاحظة اداء الطالبات للأسئلة الموجودة بعد كل درس وقد تم تقويم مهارات التفكير البيني من خلال ملاحظة أداء الطالبات خلال إجرائهن للمهام المتضمنة في الأنشطة المختلفة في الوحدة ومن ثم ملاحظة الاندماج الأكاديمي لديهن وميلهن للعمل والدراسة المستقبلية في مجال الفيزياء الطبية وتقديم ورقة تقييم بعد كل درس فيها يقيم الطالب مدى تعلمه وفائدة الفيزياء للمجتمع ومدى رغبته في الدراسة المستقبلية لمجالات الفيزياء. وقد تم التقويم النهائي للوحدة من خلال استخدام أدوات التقويم وهما اختبار التفكير البيني ومقياس الاندماج الأكاديمي.

- تحديد مدى صلاحية الوحدة: للتأكد من صدق محتوى الوحدة وصلاحيتها للتطبيق، قامت الباحثة بعرض الوحدة على مجموعة من الخبراء في مجال والمناهج وطرق التدريس لإبداء الرأي حول الوحدة من حيث: ومدى مناسبة المحتوى المقدم والأنشطة المقترحة لطلاب المرحلة الثانوية، مدى وضوح الأشكال والصور المتضمنة بالوحدة، والدقة العلمية والصحة اللغوية، ثم إبداء أية مقترحات أخرى (إضافة، حذف).

ثانياً: اعداد دليل المعلم للوحدة:

قامت الباحثة بإعداد دليل المعلم لوحدة " الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية " للاسترشاد به أثناء التدريس وقد مرت مراحل عملية الإعداد بالخطوات التالية:

١- المقدمة: حيث تم كتابة مقدمة الدليل والتي تبرز أهمية الاستعانة به واتباع الإرشادات والتوجيهات التي تساعد المعلم في تحسين العمل أثناء تدريس الوحدة بهدف تحقيق الأهداف المرجوة من تدريسها.

٢- فكرة عن الفيزياء الطبية وطبيعتها ومجالاتها

٣- تحديد أهداف الوحدة: حيث تم تحديد الأهداف العامة للوحدة " الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية

٤- التوزيع الزمنى لتدريس دروس الوحدة: حيث تم توزيع زمن تدريس موضوعات الوحدة.

٥- خطة السير في تدريس موضوعات الوحدة تشمل:

- نواتج التعلم المستهدفة: وهي التغييرات المتوقع حدوثها في سلوك المتعلم عقب انتهاء الدرس.

- مصادر التعلم: وهي مجموعة من المصادر والأدوات والوسائل التي يستخدمها المعلم والطالب من أجل تحقيق أهداف الدرس.

- زمن التدريس: وهي الفترة الزمنية التي يستغرقها تدريس الدرس

- مكان التدريس: وهنا يتم وصف أماكن تدريس الدرس سواء الفصل أو معمل الأوساط.

- التمهيد للدرس: وهو وصف لمجموعة من الإجراءات التي يقوم بها المعلم بغرض إعداد الطلاب وزيادة تشوقهم ودافعيتهم وإقبالهم على تعلم موضوع الدرس.

- خطوات تنفيذ الدرس: وهو أسلوب مقترح يحدد للمعلم أهم الخطوات الواجب عليه اتباعها أثناء تدريس الوحدة.

- غلق الدرس: ويتم فيه وصف الإجراءات التي يقوم بها المعلم بغرض إنهاء الحصة.

- التقويم: يتم فيه وصف الإجراءات التي يقوم بها المعلم من أجل التأكد من تحقق أهداف الدرس.

ثالثاً: إعداد اختبار التفكير البيني

تم إعداد هذا الاختبار بهدف قياس مستويات التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية (طلاب الصف الثاني الثانوي)، ولتحقيق هذا الهدف قامت الباحثة بمراجعة الدراسات السابقة التي اهتمت بالتفكير البيني (شلبى، ٢٠١٢؛ Styron, 2013؛ Yang, 2013؛ Bestelmeyer,et al., 2015؛ Spelt, et al., 2015) ومن خلال استطلاع تلك الدراسات لاحظت الباحثة أن التفكير البيني له مهارات فرعية تتمثل في مهارة أخذ المنظورات وفيها يتم تعرف وفهم المنظورات المختلفة بخصوص قضية معينة مع التفرقة بين التخصصات المختلفة وذلك لحل مشكلة معينة، ومهارة التكامل بين وجهات النظر في أكثر مجال وهى تتمثل في قدرة الفرد على إيجاد طرق لأخذ الرؤى والتنبؤات من منظورات مختلفة في الاعتبار وذلك للوصول لتفسير متكامل بدلاً من الرجوع لتفسيرات في تخصص واحد، ومهارة الفهم البيني وفيها يستطيع الفرد تفهم المشكلات أو الموضوعات وفقاً لأكثر من تخصص أي رؤيتها من أكثر من منظور. وقد قامت الباحثة بدراسة متعمقة لعدد من اختبارات التفكير البيني، وكان في مقدمتها اختبار مستويات التفكير البيني للطلاب حول موضوع دورة الكربون (interdisciplinary understanding test for global carbon cycling)،

وهو أحد الاختبارات الرائدة في قياس التفكير البيني، والذي أعده يو ومارشيل وديلجادو (You, Marshall& Delgado, 2018).

وقد تم ملاحظة أن الاختبارات السابقة عادة ما تقتصر على استخدام أسئلة مفتوحة متعلقة بالموضوعات العلمية وتقيس قدرة الطالب على الإجابة على هذه الأسئلة من أكثر من منظور بحيث تكون الإجابة متضمنة لأكثر من تخصص لقياس الفهم البيني لدى الطلاب، في ضوء ذلك توصلت الباحثة لأنه يمكن قياس التفكير البيني بمهاراته الفرعية المتمثلة في مهارة الأخذ بالمنظورات ومهارة التكامل بين وجهات النظر، ومهارة الفهم البيني من خلال عرض مجموعة من القضايا المرتبطة بموضوع الوحدة المقترحة " الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية" ولعل من هذه القضايا قضية تأثير الاشعاعات المؤينة على الانسان وصحته، وقضية تطوير العلاج الإشعاع للأورام، وقضية التلوث الإشعاعي للمحاصيل حيث يتم عرض فقرة توضح فكرة مبسطة عن القضية ثم سؤال الطالب أربعة أسئلة لكل قضية خلال ثلاثة أقسام

١- القسم الأول: لقياس مهارة الأخذ بالمنظورات وفيه يتم سؤال الطالب سؤالين الأول يكون متعلق بالمجالات البحثية التي يمكن من خلالها دراسة هذه القضية، أما الثاني يتم فيه السؤال عن السؤال البحثي الذي يحاول كل تخصص الإجابة عنه.

٢- القسم الثاني: وذلك لقياس أحد مهارات التفكير البيني المتمثلة في مهارة التكامل بين وجهات النظر وذلك من خلال سؤال الطالب عن خطوات العمل التي خلالها يمكن دراسة القضية وهنا يفكر الطالب في اعداد تصور مبسط للإجابة عن الأسئلة التي تم تحديدها وفقاً لكل تخصص أو مجال.

٣- القسم الثالث: وذلك لقياس أحد مهارات التفكير البيني المتمثلة في الفهم البيني، وفيه يتم سؤال الطالب عن تقديم فقرة مختصرة مبسطة عن موضوع القضية بحيث تتسم هذه الفقرة بالتكامل.

يمكن تقييم إجابات الطلاب في الأقسام الثلاثة المرتبطة بكل قضية على ان تكون درجة كل قسم ٤ درجات لكل قضية وقد تم استخدام مقياس رباعي متدرج لتقييم كل مهارة من مهارات التفكير البيني حيث ان المستوى الاول يُعادل درجة، ومستوى الثاني يُعادل درجتين درجات، مستوى الثالث يُعادل ثلاثة درجات، ومستوى الرابع يُعادل أربعة درجات وبذلك تكون الدرجة الصغرى للطالب عند الإجابة على أسئلة القضية الواحدة ٣ درجات والدرجة الكلية العظمى عند الإجابة على أسئلة الأقسام الثلاثة للقضية الواحدة ١٢ درجة وتكون الدرجة الكلية للأقسام الثلاثة للقضايا الثلاثة ٣٦ درجة حيث تكون الصغرى للاختبار ككل في اقسامه الثلاثة ٩ و الدرجة العظمى للاختبار ككل ٣٦. وجدول ٢ يوضح جدول مواصفات اختبار التفكير البيني بمهاراته الفرعية.

جدول (٢) مواصفات اختبار التفكير البيني بمهاراته الفرعية

مهارات الاختبار	عدد المفردات	الرقم	الدرجة الكلية
أخذ المنظورات	٦	١، ٢، ٥، ٦، ٩، ١٠	١٢ درجات
تكامل بين وجهات النظر	٥	٣، ٧، ١١، ٤،	١٢ درجات
الفهم البيني	٥	٨، ١٢	١٢ درجات
المجموع	٢٥	١-١٢	٣٦ درجة

وبعد انتهاء الباحثة من بناء كافة الأقسام الثلاثة للاختبار، تم صياغة التعليمات في الصفحة الأولي من كل صورة من صور الاختبار بحيث تشتمل على الهدف من الاختبار، ومكونات الاختبار، وطريقة الإجابة المطلوبة، وبذلك يكون الاختبار قد أصبح في صورته الأولية.

وللتأكد من صدق الاختبار، تم عرضه على مجموعة من خبراء التربية العلمية، وذلك لإبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق. وقد تم إجراء التعديلات التي أقرها السادة المحكمون. وتم تطبيق الصورة الأولية للمقياس على طالبات المرحلة الثانوية بمدرسة المطرية الثانوية بنات في يوم ١٢/١٢/ ٢٠٢١، ثم طبق مرة أخرى بعد أسبوعين، وقد

بلغ معامل الارتباط بين نتائج التطبيقين ٠,٧٤ وبحساب ثبات المقياس بطريقة سبيرمان وبراون وجد أنه ٠,٨٥ وهذا يشير إلى ارتفاع معامل الثبات. كما تم تحديد زمن المقياس عن طريق قياس متوسط الزمن الذي استغرقه الطلاب للانتهاء من الإجابة، والذي بلغ ٦٠ دقيقة. وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية صالحا للاستخدام كأداة صادقة وثابتة لقياس التفكير البيني بمهاراته الفرعية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

رابعاً: اعداد مقياس الاندماج الأكاديمي

تم إعداد مقياس الاندماج الأكاديمي بهدف الكشف عن مستوى الاندماج الأكاديمي بأبعاده لدى طلاب المرحلة الثانوية حيث يهدف المقياس لقياس الاندماج الأكاديمي لدى الطلاب. ولتحقيق ذلك الهدف تم الاطلاع على الدراسات والأدبيات السابقة مثل (Pavlin-Bernardić, Putarek, Rovan, Petričević& Vlahović-Štetić, 2017؛ محمود، ٢٠١٧؛ عبد العزيز، ٢٠١٩؛ De Jesus, 2019) لتحديد أبعاد الاندماج الأكاديمي وقد تم تحديد تلك الأبعاد في الاندماج المعرفي المتمثل في قدرة المتعلم على تقييم تعلمه وتحديد أولويات هذا التعلم ورغبته في طرح الأسئلة والمشاركة في المناقشات العلمية، ومن ثم الوعى بالتكامل بين الفيزياء والعلوم الأخرى، الاندماج السلوكي المتمثل في حرص الطالب في المشاركة في الأنشطة العلمية والمثابرة والمرونة في التغلب على الصعوبات، الاندماج العاطفي المتمثلة في رغبة الطالب في ممارسة وظيفة مستقبلية مرتبطة بمجالات الفيزياء أو الرغبة في استكمال الدراسة المستقبلية في أحد مجالات الفيزياء ومن ثم الوعى بأهمية الفيزياء في حياته، الاندماج الفكري المتمثل في قدرة المتعلم باستغلال تطبيقات الفيزياء في حل المشكلات الحياتية، الوعى بأهمية التطبيقات الفيزيائية في حياته وضرورة تطبيق مفاهيم الفيزياء في صورة تطبيقات حياتية وقد تم صياغة عدد من العبارات على كل بُعد من أبعاد المقياس، وقد تكون المقياس من ٤٠ عبارة، ولكل عبارة خمسة استجابات، والمطلوب من الطالب إذا كان موافقاً على العبارة يحدد درجة موافقته أي بشكل قوى يضع علامة

(√) اسفل موافق جدا او موافق بشكل معتدل فيضح علامة (√) اسفل موافق بشكل معتدل، أما إذا كان غير موافق عليه ان يحدد درجة عدم الموافقة فإذا كانت عدم الموافقة بدرجة قوية فيضع علامة (√) أسفل غير موافق جدا أما إذا كان غير موافق بدرجة معتدلة فيضع علامة (√) اسفل غير موافق بدرجة معتدلة، وإذا كان محايداً يضع علامة (√) اسفل غير متأكد أو لا استطيع ان أقرر، وكذلك صيغت تعليمات المقياس في صورة تيسر الاستجابة لعباراته، كما يحتوى المقياس على نوعين من العبارات الموجبة والأخرى سالبة.

للتأكد من صدق المقياس تم عرضه في صورته الأولية على نفس مجموعة المحكمين السابق الإشارة إليها وذلك بهدف فحص صياغة ومضمون كل عبارة من عبارات المقياس، وإبداء الرأي في مدى تمثيل العبارات لأبعاد المقياس، وملائمة صياغتها لطبيعة طلاب الصف الثاني الثانوي. وقد أبدى السادة المحكمون بعض الملاحظات التي تم أخذها في الاعتبار عند إعداد الصورة النهائية للمقياس.

طُبق المقياس في صورته الأولية على نفس مجموعة التجريب الاستطلاعي السابق وذلك بغرض: حساب زمن المقياس فمن خلال التجربة الاستطلاعية وجد أن الزمن المناسب لانتهاء جميع الطالبات من الإجابة عن عبارات المقياس هو (٤٠) دقيقة شاملة التعليمات. حساب ثبات المقياس حيث تم حساب ثبات المقياس باستخدام معادلة ألفا كرونباخ، ووجد أنه يساوى (٠,٨٩) مما يدل على أن المقياس له درجة عالية من الثبات.

بلغ عدد عبارات المقياس بعد إجراء التعديلات عليه (٤٠) عبارة، وقد أعطيت الإجابة التي تتضمن عبارة موجبة (أوافق بشدة) خمس درجات والتي تتضمن (أوافق بدرجة معتدلة) أربع درجات، (غير متأكد) ثلاث درجات، و(لا أوافق بدرجة معتدلة) درجتين، (لا أوافق بشدة) درجة واحدة، وقد اتبع العكس في العبارات السالبة وبذلك تصبح الدرجة النهائية للمقياس (٢٠٠ درجة) والدرجة الصغرى (٤٠ درجة) ويوضح جدول (٣) مواصفات مقياس الاندماج الأكاديمي.

جدول (٣) مواصفات مقياس الاندماج الأكاديمي

الأبعاد	عدد المفردات	العبارات الموجبة	العبارات السالبة
الاندماج المعرفي	١٠	١، ٣، ١٠، ١٢، ١٣	٢، ٤، ٧، ٨، ١١
الاندماج السلوكي	١٠	٥، ١٤، ١٧، ٢٢، ٢٣	١٥، ١٦، ١٨، ١٩، ٢٤
الاندماج العاطفي	١٠	٢٦، ٢٧، ٣٠، ٣٢، ٣٣	٢٠، ٢٥، ٢٨، ٢٩، ٣١
الاندماج الفكري	١٠	٩، ٣٤، ٣٥، ٣٧، ٣٨	٦، ٣٦، ٣٩، ٤٠، ٢١
المجموع	٤٠		

خامساً: التجربة الميدانية للبحث:

١- التصميم التجريبي: اختارت الباحثة التصميم التجريبي من نوع المجموعة الواحدة، حيث تم تطبيق اختبار قبلي – بعدى لمجموعة البحث، نظراً لمناسبة هذا النوع من التصميمات التجريبية مع طبيعة البحث ومتغيراته حيث إن وحدة " الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية" هي وحدة مقترحة لم تدرس بالفعل لطلاب المرحلة الثانوية لذا تم تطبيق أدوات البحث قبلياً على مجموعة البحث ثم تدريس وحدة "الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية" لمجموعة البحث ثم تطبيق الأدوات بعدياً على مجموعة البحث.

٢- اختيار مجموعة البحث: اختارت الباحثة مجموعة البحث من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرسة المطرية الثانوية بنات بإدارة المطرية التعليمية في أثناء الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٢١/ ٢٠٢٢، وقد تم اختيار أحد الفصول لتمثيل مجموعة البحث.

٣- التطبيق القبلي لأدوات البحث ونتائجه:

قامت الباحثة بتطبيق أدوات التقويم قبلياً على طلاب مجموعة البحث والمتمثلة في: اختبار التفكير البيني، ومقياس الاندماج الأكاديمي. وذلك في الفترة من ٢/١٤ /

٢٠٢٢- ٢٠٢٢/٢/٢١ في الفصل الدراسي الثاني بهدف تعرف مستوى المجموعة قبل تدريس الوحدة.

٤- تدريس الوحدة المقترحة وفقاً لمدخل التكامل:

قبل إجراء التجربة التقت الباحثة بالمعلمة التي ستدرس لطالبات مجموعة البحث (١٥ سنة خبرة في مجال التدريس) بهدف تعريفها بالغرض من البحث وأهميته والفلسفة القائمة عليها وتعريفها بمجالات الفيزياء الطبية الحيوية المختلفة ومدخل التكامل وكيفية مراعاة الوحدة لفلسفة مدخل التكامل، ودور كل من المعلم والمتعلم في أثناء عملية التدريس وتشجيع الطالبات على إجراء الأنشطة المطلوبة. كما تم تعريف المعلمة بكيفية استخدام كتاب الطالب المعد للطالبات لاستخدامه في أثناء التدريس وكيفية تسجيل المطلوب منهن في أوراق العمل الموجودة بكتاب الطالب الخاص بكل منهن. وقد تم تزويدها بدليل المعلم الذي تم إعداده للاسترشاد به في عملية التدريس.

وقد أبدت المعلمة استعدادها للتدريس طبقاً للدليل المعد لذلك مع المتابعة من قبل الباحثة لضمان سير العملية التعليمية وتذليل أية صعوبات قد تواجه المعلمة في أثناء التدريس. وقد استغرق تدريس الوحدة " الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية" بمعدل (٥) حصص أسبوعياً فيكون عدد الحصص التدريس (٢٠) حصة بواقع ٤٥ دقيقة للحصة الواحدة وقد تم إعطاء الدروس بنظام التعلم الهجين أي أن هناك حصص كان فيها يتم اللقاء وجه لوجه والحصص الأخرى باستخدام تطبيق Zoom وذلك ابتداء من الثلاثاء ٢٠٢٢/٢/٢٢ إلى الخميس ٣/١٧/ ٢٠٢٢. بالإضافة للأسبوع البعدي لتطبيق للأدوات.

٥- التطبيق البعدي لأدوات البحث:

بعد الانتهاء من التدريس لمجموعة البحث قامت الباحثة في يوم الاحد الموافق ٣/٢٠/ ٢٠٢٢ بالتطبيق البعدي لأدوات البحث على مجموعة البحث وانتهي التطبيق البعدي لأدوات البحث في يوم الخميس الموافق ٢٤ / ٣ / ٢٠٢٢ وتم تصحيح أدوات

البحث، ورصد البيانات، ثم معالجتها إحصائيا تمهيدا للتوصل للنتائج وتفسيرها وتقديم المقترحات والتوصيات بشأنها.

سادساً: عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها:

وفيما يلي عرض لأهم النتائج التي تم التوصل إليها للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه.

١- النتائج الخاصة باختبار التفكير البيني:

اختبار صحة الفرض الأول:

ينص الفرض الأول للبحث على أنه "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (α≤٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير البيني ككل ولكل مهارة على حدى لصالح التطبيق البعدي".

لاختبار صحة هذا الفرض تم حساب متوسطات والانحرافات المعيارية وقيم (ت) وحجم التأثير لدرجات طالبات المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة في اختبار التفكير البيني ومهاراته وجدول (٤) يوضح ذلك.

جدول (٤) المتوسط والانحراف المعياري وقيم ت لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التفكير البيني ومهاراته لدى تلاميذ مجموعة البحث

مهارات التفكير البيني	الدرجة	التطبيق البعدي		التطبيق القبلي		قيم ت	مستوى الدلالة	حجم التأثير (d)
		م١	ع١	م٢	ع٢			
اخذ المنظورات	١٢	٣,٤	٠,٦٨	٠,٩٢	٠,٥١	٦,٤٨	٠,٠١	٢,٤كبير
تكامل وجهات النظر	١٢	٣,٤٣	٠,٩٨	٠,٧	٠,٦٣	٨,٥٣	٠,٠١	٣,١٣كبير
الفهم البيني	١٢	٣,٤٣	١,٠٢	٠,٩٦	٠,٤٩	٧,٢٣	٠,٠١	٢,٦٦كبير
المقياس الكلى	٣٦	٢٠,٥٦	٤,١٣	٥,٤٣	١,٥٥	٤٤,٥	٠,٠١	١٩,٨كبير

يتضح من جدول (٤) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات مجموعة البحث قبل وبعد تدريس الوحدة في اختبار التفكير البيني بمهاراته لصالح البعدي وبذلك يقبل الفرض الأول للبحث يتضح أيضاً أن حجم التأثير كبير.

٢- النتائج الخاصة بمقياس الاندماج الأكاديمي:

اختبار صحة الفرض الثاني:

ينص الفرض الثاني للبحث على أنه " يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (α≤٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاندماج الأكاديمي ككل ولكل بُعد على حدى لصالح التطبيق البعدي ."

لاختبار صحة هذا الفرض تم حساب متوسطات والانحرافات المعيارية وقيم (ت) وحجم التأثير لدرجات طالبات مجموعة البحث قبل وبعد تدريس الوحدة في مقياس الاندماج الأكاديمي وأبعاده وجدول (٥) يوضح ذلك.

جدول (٥) المتوسط والانحراف المعياري وقيم ت لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الاندماج الأكاديمي وأبعاده لدى طلاب مجموعة البحث

أبعاد المقياس	الدرجة	التطبيق البعدي		التطبيق القبلي		قيم ت	مستوى الدلالة	حجم التأثير (d)
		م١	ع١	م٢	ع٢			
اندماج معرفي	٥٠	٤,٥	٠,٧٨	١,٣	٠,٥٨	١٢,٨	٠,٠١	٤,٧٢ كبير
اندماج سلوكي	٥٠	٤,٤	١,١	١,٢	٠,٥٧	١٣,٠٤	٠,٠١	٤,٧٢ كبير
اندماج عاطفي	٥٠	١٣,٢	١,٠٤	٥,١	١,٤٧	١٠,٣٩	٠,٠١	٣,٨٥ كبير
اندماج فكرى	٥٠	١٣,١	٢,٨	٥,٥٣	١,٤٧	١٨,٥٣	٠,٠١	٦,٨٦ كبير
المقياس الكلى	٢٠٠	٦١,٧	١١,٩	٢٤,٢٣	٥,٠١	٣٠	٠,٠١	١١,٥٩ كبير

يتضح من جدول (٥) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة في مقياس الاندماج الأكاديمي بأبعاده لصالح البعدي وبذلك يقبل الفرض الثاني للبحث يتضح أيضاً أن حجم التأثير كبير.

٣- مناقشة وتفسير نتائج اختبار التفكير البيني:

يتضح من النتائج السابقة فاعلية الوحدة المقترحة وفقاً لمدخل التكامل في تنمية مهارات التفكير البيني لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، وقد يرجع ذلك إلى:

- طبيعة وحدة الفيزياء الاشعاعية وتطبيقاتها الطبية فهذا المجال مجال بيني ومتكامل فعند تدريس مفاهيم الوحدة قد تم طرحها بصورة بينية متخصصة وهناك زوال للفواصل بين العلوم والتخصصات المختلفة مثل الكيمياء والفيزياء والبيولوجي.
- شمول الوحدة المقترحة لمجموعة من الأنشطة التي تستهدف تنمية مهارات التفكير البيني.
- تضمنت الوحدة مجموعة من القضايا الطبية والمشكلات الطبية التي تسمع عنها الطالبات في بيئتهن ومن ثم تعريضهن لأنشطة تستهدف حل هذه المشكلات وعند الحل تكتشف الطالبات ان البحث في هذه المشكلات ينبغي ان يُعالج من أكثر من تخصص بالتكامل مع بعضهم البعض.
- تشمل الوحدة مجموعة من الموضوعات الحياتية المتعلقة بمجال الحماية من الاشعاع ودراسة هذه الموضوعات تتطلب مهارات التفكير البيني لمناقشة مثل هذه الموضوعات.
- تدريب الطالبات على مهارات التفكير البيني طوال فترة تدريس الوحدة.

٤- مناقشة وتفسير نتائج مقياس الاندماج الأكاديمي:

يتضح من النتائج السابقة فاعلية الوحدة المقترحة وفقاً لمدخل التكامل في تنمية أبعاد الاندماج الأكاديمي التي تتمثل في الاندماج المعرفي، الاندماج السلوكي، الاندماج العاطفي، الاندماج الفكري لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، وقد يرجع ذلك إلى:

- شمول الوحدة لمجموعة من الأنشطة التي تستهدف تقييم التعلم وتحديد الأهداف مثل المفاهيم التي تعلمتها والمفاهيم التي تحتاج لمزيد من التعلم وذلك بعد كل حصة دراسية وبعد الانتهاء من كل درس من دروس الوحدة مما نمى لدى الطالبات الاندماج المعرفي المتمثل في القدرة على تقييم التعلم وتحديد الأهداف.

- تتضمن الوحدة أنشطة متنوعة خلالها يتم تقديم مجموعة من المعلومات وفى ضوئها تقوم التلميذات بالتوصل لاستنتاجات او مجموعة من الأسئلة التي تستدعى البحث والتفكير مما نمى لديهم الاندماج المعرفي المتمثل في الرغبة في طرح الأسئلة والمشاركة في المناقشات العلمية.

- تتضمن الوحدة مجموعة من التطبيقات الطبية للفيزياء الاشعاعية مما ينمى لدى الطالبات الوعي بأهمية علم الفيزياء وبحوثها في معالجة مشكلات الانسان وهذا أسهم في تنمية ميل الطالبات في الدراسة المستقبلية لمجال الفيزياء الطبية وهذا أسهم في تنمية الاندماج العاطفي لديهن.

- اثناء عرض دروس الوحدة يتم تناول المهن والوظائف المرتبطة بمجال الفيزياء الاشعاعية في مجال الطب مما أسهم في تنمية وعى الطالبات بهذه المهن وتنمية ميلهن للعمل في مثل هذه الوظائف وهذا أسهم بتنمية الاندماج العاطفي لديهن.

- تتضمن الوحدة مجموعة من الأنشطة البينية التي تستهدف مزيد من التفكير في كيفية معالجة المشكلات المطروحة في النشاط بشكل بيني مما أسهم في تنمية روح المثابرة والرغبة في تعرف المزيد عن الموضوعات الفيزيائية التي تم تناولها بشكل حياتي من خلال دمجها مفاهيمها مع التطبيقات الطبية المختلفة مما أسهم في تنمية الاندماج السلوكي لدى الطالبات.

- تتضمن الوحدة مجموعة من التطبيقات الطبية لعلم الفيزياء الاشعاعية مما طور من منظور الطالبات حول ضرورة استغلال التطبيقات الفيزيائية لحل المشكلات والانفاق على مثل هذه التطبيقات وهذا أدى لتنمية الاندماج الفكري لدى الطالبات.

- اثناء تدريس الوحدة قد تم عرض العديد من الفيديوهات التي تتضمن مفاهيم الوحدة وتطبيقات علم الفيزياء الاشعاعية الطبية مما أسهم في تنمية الاندماج الفكري المرتبط بأهمية الفيزياء وتطبيقاتها واندماج عاطفي حول أهمية البحوث في مجال الفيزياء ودور الفيزيائيون في مساعدة البشرية.

التوصيات:

في ضوء ما تقدم من نتائج يقترح التوصيات الآتية:

١-تطوير مناهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية وفقاً لمدخل التكامل وذلك من خلال عرض المفاهيم الفيزيائية بالتكامل مع العلوم الأخرى مثل الكيمياء والبيولوجي والجغرافيا وغيرها.

٢-تطوير مناهج الفيزياء لتتضمن مجالات الفيزياء المختلفة وعرض هذه المجالات بشكل متكامل مع التطبيقات الحياتية لها لتوضيح وظيفية الفيزياء.

٣-تزويد الوحدات الفيزيائية بالتطبيقات الحياتية لعلم الفيزياء وبالوظائف التي ترتبط بكل مجال من مجالات الفيزياء.

٤-تدريب الطلاب على مهارات التفكير البيني كلما أمكن خلال مناهج العلوم بمختلف المراحل.

٥- تدريب معلمي الفيزياء والكيمياء والبيولوجي بالمرحلة الثانوية لتصميم أنشطة تستهدف تنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى الطلاب.

٦- تضمين مهارات التفكير البيني ضمن أهداف تدريس الفيزياء والكيمياء والبيولوجي.

٧- إتاحة الفرصة أمام التلاميذ للبحث عن المعرفة بأنفسهم وبشكل متكامل وإتاحة الفرصة لهم لتطبيقها في مواقف مختلفة من حياتهم.

٨- إعادة النظر في برامج إعداد المعلمين قبل الخدمة بحيث تتضمن استراتيجيات تعمل على تنمية مهارات التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المقترحات:

في ضوء نتائج البحث الحالي يُقترح استكمالاً لبحث الموضوع القيام بالبحوث التالية:

١- بناء وحدات في ضوء فروع أخرى من الفيزياء مثل الالكترونيات الجزيئية، الفيزياء النووية، الفيزياء الحيوية. الخ وفقاً لمدخل التكامل.

٢- بناء وحدات مماثلة وفقاً لمدخل التكامل لتنمية منتجات تعلم أخرى مثل الجدل العلمي أو مهارات الاستقصاء العلمي أو الميول العلمية أو الميول المهنية...الخ.

٣- دراسة تقويمية لمدى تناول التطبيقات الطبية والحياتية بمناهج الفيزياء والكيمياء والبيولوجي.

٤- دراسة تقويمية لمستوى التفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية بصفوفها وطلاب التخصصات العلمية بكلية التربية.

٥- برنامج تدريبي لمعلمي الفيزياء والكيمياء والبيولوجي لتنمية كفاءتهم التدريسية لتنمية التفكير البيني والاندماج الأكاديمي لدى طلابهم.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

الشايع، فهد، والقادري، سليمان (٢٠١٢). التصورات الأبستمولوجيا لتعلم وتعليم المفاهيم الفيزيائية لدى أعضاء هيئة التدريس بأقسام الفيزياء في بعض الجامعات السعودية الاردنية. *مجلة جامعة الملك سعود- العلوم التربوية والدراسات الاسلامية*،٢٤ (١)، ٢٨٥- ٣١٠.

شلبي، نوال محمد (٢٠١٢). وحدة مقترحة لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والتفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية. المؤتمر العلمي الثاني والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس بعنوان: مناهج التعليم في مجتمع المعرفة – مصر، *الجمعية المصرية للتربية العلمية*، سبتمبر ٢٠١٢، ١، ٧- ٦١.

عبد العزيز، ريحاب أحمد (٢٠١٩). استخدام التعليم الترفيهي في تدريس العلوم لتنمية التحصيل والاندماج الأكاديمي لدى طلاب المرحلة الابتدائية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٢ (٦)، ٩٩- ١٤٤.

محمود، حنان حسين (٢٠١٧). مفهوم الذات الأكاديمية ومستوى الطموح الأكاديمي وعلاقتهما بالاندماج الأكاديمي لدى عينة من طالبات الجامعة، *مجلة العلوم التربوية*، ٢ (٢)، ٦٠٢- ٦٤٦.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Alberts, I., & Keller, C. (2016). Using ePortfolio to foster interdisciplinary thinking and effective pedagogical practice across class boundaries. *International Research Journal of Curriculum and Pedagogy*, *2*(1), 6-24 .

Alrashidi, O., Phan, H. & Ngu, B. (2016). Academic Engagement: An Overview of Its Definitions, Dimensions, and Major Conceptualizations. *International Education Studies*, *9*(12), 41-52 .

Arce, M., Crespo, B., & Míguez Álvarez, C. (2015). Higher education drop out in Spain particular case of universities in Galicia.

International Education Studies, 8, 247- 264. http://dx.doi.org/10.5539/ies.v 8n5p247

Australasian College of Physical Scientists& Engineers in Medicine (ACPSEM) (2019). What is medical physics؟. Retrieved at https://www.acpsem.org.au/Meet-Our-Members/Medical-Physics

Australasian College of Physical Scientists& Engineers in Medicine (ACPSEM) (2019). Radiation Oncology Medical Physicists. https://www.acpsem.org.au/Meet-Our-Members/Radiation-Oncology-Medical-Physicists

Bear, A., & Skorton, D. (2019). The world needs students with interdisciplinary education. *Issues in Science and Technology*, *35*(2), 60-62 .

Behling, R. (2018). X-ray tubes development–IOMP history of medical physics. *Med. Phys. Int, 1*, 8-55 .

Benedict, S., El Naqa, I., & Klein, E. (2016). Introduction to big data in radiation oncology: Exploring opportunities for research, quality assessment, and clinical care. *International journal of radiation oncology, biology, physics, 95*(3), 871-872 .

Berasategi Sancho, N., Aróstegui Barandica, I., Jaureguizar Alboniga-Mayor, J., Aizpurua Sanz, A., Guerra Bilbao, N., & Arribillaga Iriarte, A. (2020). Interdisciplinary Learning at University: Assessment of an Interdisciplinary Experience Based on the Case Study Methodology https://addi.ehu.es/handle/10810/46911.

Bercovich, E., & Javitt, M. (2018). Medical imaging: from roentgen to the digital revolution, and beyond. *Rambam Maimonides medical journal*, *9*(4), 16- 20.

Berman, A.& Kharafa, J (2012). Introduction to radiation oncology. https://www.astro.org/uploadedfiles/affiliates/arro/future_residents/introtoro.pdf

Bestelmeyer, S., Elser, M., Spellman, K., Sparrow, E., Haan-Amato, S., & Keener, A. (2015). Collaboration, interdisciplinary thinking, and communication: new approaches to K–12 ecology education. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *13*(1), 37-43 .

Bevelacqua, J. (2016). *Health physics: radiation-generating devices, characteristics, and hazards*. John Wiley & Sons . https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=PCyRCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR21&dq=health+physics+definition+pdf&ots

=ewaVdCeAig&sig=VR_5hIzagczOgsdulOZSdoykx1k&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Bronzino, J. & Peterson, D. (2018). *The Biomedical Engineering Handbook: Four Volume Set*. CRC press .

Camarao, M. K. G., & Nava, F. J. G. (2017, November). High school students' difficulties in physics. *In A paper presented at the National Conference on Research in Teacher Education (NCRTE*), Quezon City, The Philippines .

Carroll, C., & O'Loughlin, D. (2014). Peer observation of teaching: enhancing academic engagement for new participants. Innovations in *Education and Teaching International*, *51*(4), 446-456 .

Casar, B., do Carmo Lopes, M., Drljević, A., Gershkevitsh, E., & Pesznyak, C. (2016). Medical physics in Europe following recommendations of the International Atomic Energy Agency. *Radiology and oncology*, *50*(1), 64-72 .

Casuso-Holgado, M., Cuesta-Vargas, A., Moreno-Morales, N., Labajos-Manzanares, M., Barón-López, F., & Vega-Cuesta, M. (2013). The association between academic engagement and achievement in health sciences students. *BMC medical education*, *13*(1), 1-7 .

Chen, H., He, J., Lanzafame, R., Stadler, I., Hamidi, H. E., Liu, H., ... & Dong, Y. (2017). Quantum dot light emitting devices for photo medical applications. *Journal of the Society for Information Display*, *25*(3), 177-184.

Cherry, P., & Duxbury, A. (2019). *Practical radiotherapy: physics and equipment*. John Wiley & Sons .

Cherry, S., Sorenson, J., Phelps, M. (2012) P*hysics in nuclear medicine, 4th edn. Saunders,Philadelphia.* ISBN: 978–1–4160-5198-5

Chougule, A. (2018). Medical physics education and scope for improvement. *MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL*, *6*(1), 176 .

Closson, L. & Boutilier, R. (2017). Perfectionism, academic engagement, and procrastination among undergraduates: The moderating role of honors student status. *Learning and Individual Differences*, *57*, 157-162.

Czernin, J., Sonni, I., Razmaria, A., & Calais, J. (2019). The future of nuclear medicine as an independent specialty. *Journal of Nuclear Medicine*, *60*(2), 3S-12S.

Datu, J., & King, R. (2018). Subjective well-being is reciprocally associated with academic engagement: A two-wave longitudinal study. *Journal of school psychology*, *69*, 100-110 .

Davidovits, P. (2018). Physics in biology and medicine. Academic press. Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=gJp8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=integration+between+physics+and+biology+and+applications&ots=Cmvxki93Wr&sig=wj8iYv72xknSCTBr4lVZq4q9u8Y&redir_esc=y#v=onepage&q=integration%20between%20physics%20and%20biology%20and%20applications&f=false

De Jesus, E. C. (2019). Senior High School Learners' Academic Engagement in Learning General Physics. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*, *2*(1), 1-8 .

Defila, R., & DiGiulio, A. (2015). Integrating knowledge: Challenges raised by the "Inventory of Synthesis". *Futures*, *65*(1), 123-135.

DiDonato, N. (2013). Effective self-and co-regulation in collaborative learning groups: An analysis of how students regulate problem solving of authentic interdisciplinary tasks. *Instructional science*, *41*(1), 25-47 .

Drozdovitch, V., Brill, A., Callahan, R., Clanton, J., DePietro, A., Goldsmith, S. & Simon, S. (2015). Use of radiopharmaceuticals in diagnostic nuclear medicine in the United States: 1960–2010. *Health physics*, *108*(5), 520 .

Duck, F. (2014). The origins of medical physics. *Physica Medica*, *30*(4), 397-402 .

Durand, D. (2014). *Electrical stimulation of excitable tissue. In Biomedical Engineering Fundamentals*. CRC press, 949-968.

Ekici, E. (2016). " Why Do I Slog through the Physics?" Understanding High School Students' Difficulties in Learning Physics. *Journal of Education and Practice*, *7*(7), 95-107 .

Enderle, J. (2012). *Introduction to biomedical engineering*. Academic press . Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=twc-GLOtlOQC&oi=fnd&pg=PP2&dq=biomedical+engineering+fundamentals&ots=PJvXJluieA&sig=gN6ef0GFmnVdizYdKZ-4NurpV1s&redir_esc=y#v=onepage&q=biomedical%20engineering%20fundamentals&f=false

European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP) (2012). Medical physicists improving treatments saving lives. Retrieved at https://www.efomp.org/uploads/files/MedicalPhysicistsAtWork_v1.0.pdf

European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP) (2013). MEDICAL PHYSICIST. Retrieved at https://www.efomp.org/uploads/EFOMP_leaflet.pdf

Fagerstrom, J. (2020). Introducing Health and Medical Physics to Young Learners in Preschool to Fifth Grade. *Health physics*, *118*(1), 106-110 .

Fagerstrom, J. M., Gao, W., & Robertson, G. E. (2019). A hands-on introduction to medical physics and radiation therapy for middle school students. *Journal of applied clinical medical physics*, *20*(4), 148-153.

Fagerstrom, J., Marshall, E., Nyflot, M., & Miller, J. (2021). Fury Road: Medical Physics Education Using Film. *The Physics Teacher*, *59*(3), 177-180.

Farncombe, T., & Iniewski, K. (2017). Medical imaging: technology and applications. CRC Press . Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=UWrSBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=medical+imaging+physics&ots=4F1ymCZBwH&sig=11mxQIFcW0UM48q5rBxCNKI7ufM&redir_esc=y#v=onepage&q=medical%20imaging%20physics&f=false

Flower, M. (2012). Webb's physics of medical imaging. CRC Press . Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=qkFljemf7y0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=medical+imaging+physics&ots=bMhoiZ_yHP&sig=Y8fUK5b7IIzvQgCY_xfAsaXwPI4&redir_esc=y#v=onepage&q=medical%20imaging%20physics&f=false

Fortuin, K., Van Koppen, C., & Kroeze, C. (2013). The contribution of systems analysis to training students in cognitive interdisciplinary skills in environmental science education. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, *3*(2), 139-152.

Fredricks, J., & McColskey, W. (2012). *The Measurement of Student Engagement: A Comparative Analysis of Various Methods and*

Student Self-report Instruments. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie Eds., Handbook of Research on Student Engagement. Springer US.

Ganotice, F., & King, R. (2014). Social influences on students' academic engagement and science achievement. *Psychological Studies, 59*(1), 30-35.

Golding, C., & Baik, C. (2012). *Interdisciplinary assessment*. Routledge . Retrieved at https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203817520-18/interdisciplinary-assessment-clinton-golding-chi-baik

Gouvea, J., Sawtelle, B., Geller, V., and Turpen,C. (2013). "A Framework for Analyzing Interdisciplinary Tasks: Implications for Student Learning and Curricular Design." *CBE-Life Sciences Education*, *12* (2), 187–205 .

Groppi, F. (2018). Radon laboratory for secondary schools. *In Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica*, *41*(3),1-9.

Gunderson, L. & Tepper, J. (2015). *Clinical radiation oncology*. Elsevier Health Sciences . Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=NmFyCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gunderson,+L.+%26+Tepper,+J.+(2015).+Clinical+radiation+oncology.+Elsevier+Health+Sciences.%E2%80%8F&ots=nxRGoaocyz&sig=f2wbf8BR5YrutFfFUZQj_ev2ac8&redir_esc=y#v=onepage&q=Gunderson%2C%20L.%20%26%20Tepper%2C%20J.%20(2015).%20Clinical%20radiation%20oncology.%20Elsevier%20Health%20Sciences.%E2%80%8F&f=false.

Halty, M., Salanova, M., Llorens, S., Schaufeli, W. (2019). How psychological capital mediates between study–related positive emotions and academic performance. *J. Happiness Stud*. *2019* (20), 605–617.

Hammons, A.; Fiese, B.; Koester, B.; Garcia, G.L.; Parker, L.; Teegarden, D.(2019). Increasing undergraduate interdisciplinary exposure through an interdisciplinary web-based video series. *Innov. Educ. Teach. 57*, 317–327

Harkness-Brennan, L. (2018). *An introduction to the physics of nuclear medicine*. Morgan & Claypool Publishers .

Hazari, Z., Cass, C., & Beattie, C. (2015). Obscuring power structures in the physics classroom: Linking teacher positioning, student engagement, and physics identity development. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(6), 735-762 . Retrieved at http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_37

Hernandez, C., Ravn, O., & Forero-Shelton, M. (2014). Challenges in a physics course: Introducing student-centered activities for increased learning. *Journal of University Teaching & Learning Practice, 11*(2), 8 .

Hodge, A., Wanek, K., & Rech, J. (2020). Tactivities: A tactile way to learn interdisciplinary communication skills. *PRIMUS, 30*(2), 160-171 .

Holubova, R. (2013). Physics and Everyday Life--New Modules to Motivate Students. *Online Submission, 3*(2), 114-118 . Retrieved at https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/index.html

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2016). Dosimetry and Medical Physics

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2017). ICNIRP statement on diagnostic devices using non-ionizing radiation: existing regulations and potential health risks. *Health physics, 112*(3), 305-321.

Kane, S. A., & Gelman, B. A. (2020). *Introduction to physics in modern medicine.* CRC Press.

Keevil, S. (2012). Physics and medicine: a historical perspective. *The Lancet*, *379*(9825),1517–1524 .

King, R., McInerney, D., Ganotice, F., Villarosa, J. (2015). Positive affect catalyzes academic engagement: Cross-sectional, longitudinal, and experimental evidence. *Learn. Individ. Differ., 39*, 64–72.

Kramer, B., & Walston, T. (2019). An Integrated STEM Introduction to Increase Interdisciplinary Thinking and Research Preparation: In" An integrated STEM introduction to increase interdisciplinary thinking and research preparation," authors Barbara Kramer and Timothy Walston assess two first-year courses and the impact these classes had on students. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, *20*(1). https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jchemed.0c01179

Kuswanto, K. (2020). Where is The Direction Of Physics Education?. *Jurnal Pijar Mipa*, *15*(1), 59-64.

Lekwa, A., Reddy, L., & Shernoff, E. (2019). Measuring teacher practices and student academic engagement: A convergent validity study. *School Psychology*, *34*(1), 109.

Lewis, J., Windhorst, A., & Zeglis, B. (2019). *Radiopharmaceutical Chemistry*. Springer. Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=bwGQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=pdf+Radiopharmaceutical+science+branches&ots=tI84eVyUZn&sig=iSKrlnP1DL3ZYXiGfeoaWDKGrqc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Luo, J., & Maqbool, M. (2017). Nuclear Medicine Physics. *In an Introduction to Medical Physics*, Springer, Cham, 301-328.

MacKinnon, P., Hine, D.& Barnard. R. (2013). "Interdisciplinary Science Research and Education." *Higher Education Research & Development, 32* (3), 407–419.

Madihally, S. (2019). *Principles of biomedical engineering*. Artech House . Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=Jb3PDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=biomedical+engineering+fundamentals&ots=hjGKeonxpR&sig=pthr6gheR87byNR_p-9-Hz-UEwE&redir_esc=y#v=onepage&q=biomedical%20engineering%20fundamentals&f=false

Maqbool, M. (2017*). Erratum to: An Introduction to Medical Physics. In an Introduction to Medical Physics*. Springer, Cham.

McCurdy, E.& Cole, C. (2014). Use of a peer support intervention for promoting academic engagement of students with autism in general education settings. *Journal of autism and developmental disorders*, *44*(4), 883-893 .

Merino-Tejedor, E., Hontangas, P., & Boada-Grau, J. (2016). Career adaptability and its relation to self-regulation, career construction, and academic engagement among Spanish university students. *Journal of Vocational Behavior*, *93*, 92-102 .

Mylott, E., Kutschera, E., Dunlap, J., Christensen, W., & Widenhorn, R. (2016). Using biomedically relevant multimedia content in an introductory physics course for life science and pre-health

students. *Journal of Science Education and Technology, 25*(2), 222-231 .

Nurttila, S., Ketonen, E., & Lonka, K. (2015). Sense of competence and optimism as resources to promote academic engagement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 171,* 1017-1026.

Oriol-Granado, X., Mendoza-Lira, M., Covarrubias-Apablaza, C., & Molina-López, V. (2017). Positive emotions, autonomy support and academic performance of university students: The mediating role of academic engagement and self-efficacy. *Journal of Psychodidactics, 22*(1), 45-53. doi: 10.1387/RevPsicodidact.14280

Oriol, X, Amutio, A., Mendoza, M., Da Costa, S., & Miranda, R. (2016). Emotional creativity as predictor of intrinsic motivation and academic engagement in university students: The mediating role of positive emotions. Frontiers in Psychology, 7, 1243. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01243.

Ouweneel, E., Schaufeli, W. & Le Blanc, P. (2013). Believe, and you will achieve: Changes over time in self-efficacy, engagement, and performance. *Applied Psychology: Health and Well-Being, 5*(2), 225-247. doi: 10.1111/aphw.12008

Pachori, R. & Gupta, V. (2020). *Biomedical engineering fundamentals. In Intelligent Internet of Things*. Springer, Cham . 547-605.

Pavlin-Bernardić, N., Putarek, V., Rovan, D., Petričević, E., & Vlahović-Štetić, V. (2017). *Students' engagement in learning physics: A subject-specificapproach. 20th Psychology days in Zadar*. Book of selected proceedings, 193-203.

Perkmann, M., Salandra, R., Tartari, V., McKelvey, M., & Hughes, A. (2021). Academic engagement: A review of the literature 2011-2019. *Research Policy, 50*(1), 104- 114.

Plotz, T. (2016). Students' conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education, 52*(1), 14- 40.

Repko, A. (2012). *Interdisciplinary Research: Process and Theory*. Thousand Oaks, CA: Sage

Richardson, M., Abraham, C. & Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: A

systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 138, 353- 387. Doi 10.1037/a0026838

Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International education studies, 8*(13), 1-8.

Samei, E., & Peck, D. (2019). Hendee's physics of medical imaging. John Wiley & Sons. Retrieved at https://books.google.com.eg/books?hl=ar&lr=&id=fneFDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=medical+imaging+physics+history&ots=MO7yWamasg&sig=GhqFYiqDVyHatR36HFZitjT1VDY&redir_esc=y#v=onepage&q=medical%20imaging%20physics%20history&f=false

Scatliff, J. & Morris, P. (2014). From Roentgen to magnetic resonance imaging: the history of medical imaging. *North Carolina medical journal, 75*(2), 111-113.

Scott, T., Hazari, Z., & Potvin, G. (2013). Interdisciplinary Thinking and Physics Identity. *In Physics Education Research Conference, edited by PV Engelhardt, AD Churukian, and DL Jones, Portland*, OR., 329-332.

Serrano, C., & Andreu, Y. (2016). Perceived emotional intelligence, subjective well-being, perceived stress, engagement and academic achievement of adolescents. *Journal of Psychodidactics, 21*(2), 357-374. doi: 10.1387/RevPsicodidact.14887

Shaari, A., Yusoff, N., Ghazali, I., Osman, R. & Dzahir, N. (2014). The relationship between lecturers' teaching style and students' academic engagement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 118*, 10-20 .

Shang, H. (2021). Connecting Chemistry to Mathematics by Establishing the Relationship between Conductivity and Concentration in an Interdisciplinary, Computer-Based Project for High School Chemistry Students. Journal of Chemical Education . Retrieved at https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jchemed.0c01179

Sharma, S., Baldi, A., Singh, R., Sharma, R., & Sharma, R. (2018). Regulatory framework of radiopharmaceuticals: current status and future recommendations. *RJLBPCS, 4*(3), 275-90 .

Sole, M. (2021). Interdisciplinary Thinking: Financial Literacy Crosses Disciplinary Boundaries. *PRIMUS, 31*(2), 153-166 .

Sparawls, P. (2018). Developing effective mental knowledge structures for medical physics applications. *Medical physics international, 6*(1),128-134.

Spedding, J., Hawkes, A., & Burgess, M. (2017). Peer assisted study sessions and student performance: The role of academic engagement, student identity, and statistics self-efficacy. *Psychology, Learning & Teaching, 16*(1), 1-20. doi: 10.1177/1475725716687166

Spelt, E., Biemans, H., Luning, P., Tobi, H., & Mulder, M. (2010). Interdisciplinary thinking in agricultural and life sciences higher education. *In Proceedings of the APLU-ICA Conference*, Gent, Belgium, 7-9 April 2010 , *75*, pp. 73-79.

Spelt, E., Luning, P., Van Boekel, M., & Mulder, M. (2015). Constructively aligned teaching and learning in higher education in engineering: what do students perceive as contributing to the learning of interdisciplinary thinking?. *European Journal of Engineering Education*, *40*(5), 459-475.

Spelt, E., Luning, P., van Boekel, M., & Mulder, M. (2017). A multidimensional approach to examine student interdisciplinary learning in science and engineering in higher education. *European Journal of Engineering Education*, *42*(6), 761-774.

Styron, R. (2013). Interdisciplinary Education: A Reflection of the Real World. Retrieved at https://www.semanticscholar.org/paper/Interdisciplinary-Education%3A-A-Reflection-of-the-Styron/896db375c7b3a882ffb7f827d666ebaaff2a16e7

Tafti, D. & Banks, Kevin P. (2021). Nuclear Medicine Physics Retrieved at https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK568731/

Talan, T., & Gulsecen, S. (2019). The effect of a flipped classroom on students' achievements, academic engagement and satisfaction levels. *Turkish Online Journal of Distance Education*, *20*(4), 31-60 .

Tan, E., & So, H. (2019). Role of environmental interaction in interdisciplinary thinking: from knowledge resources perspectives. *The Journal of Environmental Education*, *50*(2), 113-130 .

Taylor, J., Jokela, S., Laine, M., Rajaniemi, J., Jokinen, P., Häikiö, L., & Lönnqvist, A. (2021). Learning and Teaching Interdisciplinary Skills in Sustainable Urban Development—The Case of Tampere University, Finland. *Sustainability*, *13*(3), 11- 80 .

THOHIR, M. A., JUMADI, J., & WARSONO, W. (2020). The Effect of Transformative Blog Pages to Solve Real-World Physics Problems. *Journal of Turkish Science Education, 17*(3), 406-419.

Tsapaki, V., & Bayford, R. (2015). Medical Physics: Forming and testing solutions to clinical problems. *Physica Medica, 31*(7), 738-740 .

Tsapaki, V., Tabakov, S., & Rehani, M. M. (2018). Medical physics workforce: A global perspective. *Physica Medica, 55*, 33-39 .

Uchidiuno, J., Yarzebinski, E., Keebler, E., Koedinger, K., & Ogan, A. (2019). Learning from African classroom pedagogy to increase student engagement in education technologies. *In Proceedings of the 2nd ACM SIGCAS Conference on Computing and Sustainable Societies* , 99-110.

Upadyaya, K., & Salmela-Aro, K. (2013). Development of school engagement in association with academic success and well-being in varying social contexts: A review of empirical research. *European Psychologist,18*(2), 136-147. Retrieved at http://dx.doi.org/10.1027/1016-9040/a000143

Urquijo, I., & Natalio, E. (2017). Academic satisfaction at university: the relationship between emotional intelligence and academic engagement . Retrieved at *http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/5494/Art%C3%ADculo%20en%20espa%C3%B1ol.pdf?sequence=1*

Van Dyk, J. (2013). Radiation Oncology Medical Physics Resources for Working, *Teaching, and Learning1. Radiation protection, 16*(5), 58.

Vandenhouten, C., Groessl, J., & Levintova, E. (2017). How do you use problem-based learning to improve interdisciplinary thinking?. *New Directions for Teaching and Learning*, *2017*(151), 117-133 .

Vizoso, C., Rodríguez, C., & Arias-Gundín, O. (2018). academic engagement and performance in university students. *Higher Education Research & Development*, *37*(7), 1515-1529 .

Waller, E. & van Maanen, J. (2015). The role of the health physicist in nuclear security. *Health physics*, *108*(4), 468 .

Wang, M. & Eccles, J. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction,28,* 12-23. Retrieved at http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.002

Wang, M. & Fredricks, J. (2014). The Reciprocal Links between School Engagement, Youth Problem Behaviors, and School Dropout during Adolescence. *Child Development, 85*(2), 722-737 .Retrieved at http://dx.doi.org/10.1111/cdev.12138

Wilson, D., Jones, D., Kim, M. J., Allendoerfer, C., Bates, R., Crawford, J., ... & Veilleux, N. (2014). The link between curricular activities and academic engagement in engineering education. *Journal of Engineering Education, 103*(4), 625-651 .

Wojcik, A., Hamza, K., Lundegård, I., Enghag, M., Haglund, K., Arvanitis, L., & Schenk, L. (2019). Educating about radiation risks in high schools: towards improved public understanding of the complexity of low-dose radiation health effects. Radiation and environmental biophysics, 58(1), 13-20.

Yang, S. (2013). The Development of Interdisciplinary Thinking in the New Postmodern Education. *In Forum on Public Policy Online*. *2013*(1). 61801.

You, H., Marshall, J., & Delgado, C. (2018). Assessing students' disciplinary and interdisciplinary understanding of global carbon cycling. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(3), 377-398.