وحدة مقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعلم المعتمد على البحث وفاعليتها فى تنمية الجودة الابتكارية والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى

إعداد: د/ تفيده سيد أحمد غانم[٢]

مقدمة البحث:

إن التعليم الذى يعد الطالب لسوق العمل ومهنة المستقبل بطريقة تتميز بالابتكارية والتميز والجودة فى الأداء هو أكثر متطلبات مرحلة اقتصاد المعرفة؛ ولذلك فأن الاتجاه بالمرحلة الثانوية العامة نحو التخصص المهنى وتكوين اتجاه نحو مهنة ما، والاستعداد لسوق العمل يعد أمرًا ضروريًا فى ظل متطلبات العصر الحالى وما يتطلبه من تخصصات تكنولوجية ومعرفية متطورة تساهم فى حل المشكلات الاقتصادية والمجتمعية والبيئية والصحية المتراكمة.

ويكون ذلك بتطوير نظام المرحلة الثانوية العامة لتقديم مسارات مهنية وتكنولوجية حديثة، وتطوير المناهج لتقديم المواد الدراسية المناسبة لمتطلبات عصر المعرفة، كما يكون ذلك بالتركيز على تنمية قدرات ومهارات الطلاب وتدريبهم على حل المشكلات الواقعية التى تواجههم بطريقة ابتكارية تتميز بالجودة والتميز فى إيجاد أفكار ونماذج وعمليات ومواد وأجهزة جديدة تفيد فى تغطية الحاجات المستمرة فى المجتمع وتحافظ على البيئة وصحة الإنسان.

ونظرًا إلى أن علم الأحياء يساهم فى العصر الحالى بتقديم تطبيقات تكنولوجية فى مجالات عديدة لا تقتصر فقط على مجال الطب والعلاج؛ إنما تقدم إمكانات وتوفر رؤى قوية لعمليات التجميع الفعالة والهندسة وتصميم الأجهزة فى مجال النانوتكنولوجى، حيث أقتربت الحدود المادية لهذه التكنولوجيات وساهمت فى تطويرها وتوفير أساليب وأدوات جديدة محسنة تقلل من الوقت والتكاليف (Willner & Katz, 2005)[٣].

كما نجد أن البحوث والدراسات تشير إلى أهمية إعداد الطلاب فى المرحلة الثانوية للطبيعة متعددة التخصصات البينية (Interdisciplinary) لمناهج البيولوجية الحديثة، ومنحهم الفرصة لدراسة الأسئلة وحل المشكلات المتعلقة بموضوعات تتصف بتعدد التخصصات البينية، ومنحهم الوقت الكافى للتفكير

[٢] أستاذ باحث مساعد بشعبة بحوث تطوير المناهج، المركز القومى للبحوث التربوية والتنمية، القاهرة.

[٣] اتبعت الباحثة نظام الجمعية النفسية الأمريكية American Psychology Association (APA) فى توثيق المراجع فى متن البحث وقائمة المراجع.

والتحليل والاستكشاف؛ بالإضافة إلى أهمية تحقيق التنمية المهنية لمعلمى البيولوجى وتدريبهم على طرق التدريس والتقويم اللازمة لتحقيق ذلك (Nagle, 2013).

ومن هذه الدراسات دراسة مرفت حامد، ومحمد السيد (٢٠١٥) التى كشفت عن فاعلية تدريس وحدة فى الرياضيات الحيوية على تنمية مهارات الفهم العميق متمثلة فى مهارات التفكير التوليدى التالية: الطلاقة، والمرونة، ووضع الفرضيات، والتنبؤ، واتخاذ القرار، والتفسير، وطرح الأسئلة لدى طلاب المرحلة الثانوية بالشعبة العلمية.

كذلك دراسة تشوماك وأخرون Schumack, et al. (٢٠١٠) التى كشفت عن فاعلية تدريس المناهج البينية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العليا المفاهيم الأساسية للفيزياء والكيمياء والأحياء ومبادئ الرياضيات فى إطار المعايير القومية للعلوم.

كما أشارت الدراسات أيضًا إلى اتجاه مناهج العلوم البيولوجية التركيز على تعلم هذه العلوم من أجل تحقيق التنمية المجتمعية والتنمية المستدامة، وذلك للتصدى للمشكلات الاجتماعية والبيئية على المستوى المحلى والعالمى (Mijung & Diong, 2012).

حيث نجد أنه مع ظهور مصطلح البيولوجيا المتكاملة (Integrative Biology)، زاد الاهتمام بمجال البحوث البيولوجية، وتعلم البيولوجيا من أجل القرن الواحد والعشرين؛ وهدف إلى إيجاد حلول للقضايا الاجتماعية العلمية، وأعتمد على البحوث متعددة التخصصات بدمج بحوث مجال البيولوجى مع المجالات العلمية الأخرى، ومنها: الفيزياء، والاقتصاد، والرياضيات، والهندسة، والعلوم الإنسانية؛ بما يسمح بادخال بيانات من تخصصات متعددة إلى نظام بحثى وتربوى متكامل يضع البيولوجى فى مركز عمليات التفكير العلمى من أجل حل قضايا معقدة تتعلق بحياة الإنسان. وتعتمد عملية تعلم البيولوجيا فى الأساس على استخدام المتعلم للمصادر والتقنيات والأفكار من عدة تخصصات للإجابة على سؤال علمى يتعلق بقضية ملحة (Wake, 2000; 2001; 2003; 2004).

كما يتوافق الاتجاه نحو تدريس العلوم المتكاملة والبينية مع مدخل البيولوجيا الحديثة للقرن الواحد والعشرين، والذى يسعى إلى تضمين أحدث التكنولوجيات والتقدم العلمى المكتشف فى بحوث علم البيولوجى فى مجال الأنظمة الحيوية إلى مجال البيولوجيا الحديثة؛ ويعتمد هذا الاتجاه على تكامل وإعادة تكامل العديد من فروع علم البيولوجى مع العلوم الفيزيائية والكيميائية وعلوم الكمبيوتر والعلوم

الهندسية والرياضيات، وينظم مجال البيولوجيا الحديثة حول حل المشكلات (National Research Council, 2009).

ومع تعدد المجالات المتكاملة الحديثة ومنها مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية؛ الذى يطبق البحوث فى أنظمة معالجة المعلومات والأجهزة الجديدة، ويجمع بين علم الأحياء والالكترونيات، ويهدف لإيجاد ابتكارات وتطبيقات فى مجالات الصحة الإحيائية والاستشعار الحيوى؛ ويؤثر فى تطبيقات مجالات اقتصادية مهمة للاقتصاد القومى مثل: الرعاية الصحية والطب، والأمن، والطب الشرعى، وحماية البيئة، والتنوع الغذائى (Walker, etal., 2009).

بذلك يمكننا اعتبار مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية وتطبيقاتها من مجالات علم الأحياء المرغوبة فى العصر الحالى، وهناك حاجة ضرورية لدراسته وإجراء المزيد من البحوث المتعلقة به وخاصة فى مجال الطب والصحة مع تزايد الإصابة بأمراض قصور القلب والسكرى، ومع ارتفاع معدلات الكثير من الأمراض الخطيرة مثل السرطان والشلل بالعمود الفقرى وإصابات الشبكية المسببة لفقد الإبصار؛ بالإضافة إلى تفاقم المشكلات البيئية وأهمها مشكلة الاحترار العالمى؛ لذلك يعتبر مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية مجال دراسى وبحثى ومهنى فى آن واحد.

حيث أنطلقت الحاجة إلى تدريس مجالات البيولوجيا الحديثة من المنطلقات التالية:

١. يواجه العالم العديد من التحديات الاجتماعية فى مجال الغذاء والبيئة والطاقة والصحة.
٢. يساعد التطور فى البيولوجى فى إيجاد الحلول المستدامة للتحديات التى تواجه العالم.
٣. تعتمد الاستفادة من العلوم البيولوجية فى حل المشكلات على الفهم والتنبؤ بقدرات واستجابات وتأثيرات الأنظمة البيولوجية.
٤. تشجع على إزالة الحواجز بين المواد المختلفة وتحقيق مدخل العلوم البينية وتطوير مداخل جديدة.
٥. تحقيق الفهم العميق والإبداع من خلال التكامل بين العلوم البيولوجية والفيزيائية والجيولوجية والرياضيات والهندسة وعلوم الكمبيوتر.
٦. الاعتماد على تحليل وتداول وتفاعل المعلومات البيولوجية لتطوير الحلول المطلوبة.
٧. جذب الطلاب لدراسة البيولوجى وتنمية المهارات النوعية اللازمة لحل المشكلات الواقعية (National Academy of Sciences, 2009).

من هنا أصبح هناك حاجة إلى تطوير المناهج العلمية فى المرحلة الثانوية بصفة عامة، ومناهج العلوم البيولوجية بصفة خاصة لتحقيق أهداف التربية العلمية، وإعداد الفرد المثقف علميًا وبيولوجيًا المكتسب للمفاهيم العلمية والبيولوجية المعاصرة، والمستخدم لعادات العقل والتفكير والطريقة العلمية، والقادر على التفكير بمرونة، والمواجه للمشكلات الاجتماعية العلمية، والمشارك فى التنمية المستدامة فى جميع المجالات.

حيث يدعم ما سبق دراسة ليلى إبراهيم (٢٠٠٩) فى الحاجة إلى بناء وحدات دراسية فى الأحياء فى ضوء المستحدثات البيولوجية؛ ودراسة محرم يحيى (٢٠٠٩) فى أهمية تطوير مناهج الأحياء فى ضوء المداخل الفعالة والتركيز على وحدة المعرفة واتصال علم الأحياء بالعلوم الأخرى.

وللسعى لتحقيق هذه الأبعاد المرغوبة لابد من التوجه نحو تطبيق المداخل التى تدعو إلى دمج وتكامل العلوم البيولوجية مع العلوم الأخرى، والتى تعرف بالمجالات البينية أوالمندمجة (National Academy of Science, 2014).

كما نجد أنه من الأهمية أن يساهم التعليم فى المرحلة الثانوية فى تطوير شخصية الطلاب من خلال المداخل الفعالة، ومن أهمها مدخل التعلم المعتمد على البحث (Research based Learning)؛ لمساعدتهم فى اكتساب مهارات البحث العلمى، ومهارات القرن الحادى والعشرين والتى تشمل: مهارات التعلم والتجديد، والمهارات المعلوماتية والتكنولوجية، والمهارات الحياتية والمهنية (Crockett, Jukes & Churches, 2011).

ومما يساعد فى تحقيق الأهداف المرجوة من تدريس البيولوجيا المتكاملة والبينية المناسبة لعصر اقتصاد المعرفة؛ والتى تساهم فى تحقيق التنمية المستدامة، التركيز على الرؤية الشاملة لبناء شخصية الطالب العلمية الابتكارية التى تسعى للتميز فى اكتساب المعرفة، وتسعى لتحقيق الجودة فى الأداءات العلمية والبحثية، وتتمكن من مهارات الإبداع والابتكار والتجديد؛ وتتصف بالسمات الشخصية والوجدانية للباحثين والمبتكرين والعلماء.

فنجد أن تنمية الفرد القادر على تحمل المسئولية فى مهن المستقبل وتحقيق التنمية فى المجتمع لابد وأن يعتمد على تنمية أبعاد الجودة الابتكارية التى تعتمد على القدرات الشخصية التى يتقنها الشخص المبتكر، والنموذج العقلى الذى يتبعه، والرؤية التى يشاركها مع الأخرين، والعمل والتعلم فى فريق، ومهارات التفكير فى الأنظمة التى يمتلكها؛ وأنها ليست صفة أو لقب بل منهاج حياة فهى سلوك يمارس بإستمرار

ولمدة زمنية ليست بالقصيرة حتى تصبح عادة راسخة وبالتالى تتحول إلى شخصية وصفة مستقلة لدى الفرد (Miettinen, 2002).

لذلك نجد أنه من المناسب الربط بين مخرجات تعلم علم الأحياء فى المرحلة الثانوية ومخرجات التعلم المتميز فائق الجودة المعتمد على تنمية أبعاد الابتكار والتجديد؛ ولذلك لابد من التركيز على تنمية أبعاد الجودة الابتكارية متمثلة فى قدرات الابتكار والتصميم، والتميز والجودة فى الأداء؛ حيث يعد ذلك مطلبًا أساسيًا، ومن ركائز إعداد الطلاب لمتطلبات عصر المعرفة والاقتصاد؛ لتحقيق التنمية المستدامة والريادة فى مجال الأعمال (Graham, 2016).

وفى ضوء ماسبق أهتمت الباحثة فى البحث الحالى بالعمل على تطوير مستوى مقرر الأحياء الدراسى فى المرحلة الثانوية ليتماشى مع المستوى العالمى، وتطبيق الاتجاهات الحديثة والمداخل الفعالة فى تدريس الأحياء، وتدريس العلوم البينية من خلال اقتراح وحدة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعلم المعتمد على البحث لطلاب الصف الأول الثانوى تهدف إلى تدريب الطلاب على عملية البحث العلمى، وتنمية مجموعة من الأبعاد المعرفية والمهارية والوجدانية المرتبطة بالجودة الابتكارية، وتنمية الميول المهنية لديهم.

الإحساس بالمشكلة وتحديدها:

بالنظر إلى واقع مقرر الأحياء فى المرحلة الثانوية، نجد أنه يقوم على الوحدات الدراسية المنفصلة للمعارف الكلاسيكية فى علم الأحياء، وإهمال تنمية الأبعاد المعرفية والمهارية والوجدانية للعلوم البينية والتكنولوجية، والتى يتطلبها القرن الحادى والعشرين، ويركز على المعرفة والتحصيل فى مستوياتها الدنيا والإعداد للاختبارات النهائية دون التطرق لطرق البحث العلمى والاستقصاء والتفكير.

حيث أشار التقرير النهائى لورشة عمل اللجنة القومية لمراجعة مناهج العلوم والرياضيات (٢٠١٦) التى استهدفت مقارنة المناهج المصرية ببعض مناهج الدول الأجنبية المتقدمة من بينها: الولايات المتحدة الأمريكية، والمملكة المتحدة، وكندا، والمانيا، وفنلندا، وسنغافورة؛ إلى أن مناهج العلوم البيولوجية الحالية لا ترقى للمستوى العالمى وليست محل للمقارنة مع مناهج هذه الدول، وأوصت اللجنة تبنى أحد المناهج الأجنبية فى مادة الأحياء (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٦).

كما نجد أن العديد من الدراسات أشارت إلى تدنى مستوى منهج الأحياء ومحتوى المقرر فى العديد من الجوانب ومنها: دراسة ليلى إبراهيم (٢٠٠٩) التى أشارت إلى قصور منهج الأحياء الحالى فى تضمين المستحدثات البيولوجية

والتكنولوجية، وتدنى مستوى ربط المعرفة بالتكنولوجيا والمجتمع لتنمية جوانب التفكير والاتجاه نحو دراسة الأحياء؛ ودراسة محرم يحيى (٢٠٠٩) التى أظهرت تدنى مستوى مقرر الأحياء بالمرحلة الثانوية العامة، وإهمال بناء منهج الأحياء فى ضوء المداخل الفعالة، وعزوف الطلاب عن دراسة الأحياء لقصور المنهج فى تقديم علم الأحياء باتصاله بالعلوم الأخرى، وضعف اكتساب المفاهيم الكبرى، وندرة تنمية الاستقصاء ومهارات التفكير؛ ودراسة نهى محمد (٢٠١٢) التى أقرت إهمال الجوانب الوجدانية فى محتوى مقرر الأحياء، وتدنى تضمين القيم العلمية والأخلاقية المتصلة بتطبيقات العلوم الإحيائية؛ ودراسة محمد عبد الرازق (٢٠١٣) التى بينت خلو مناهج البيولوجيا بالمرحلة الثانوية من تناول التطبيقات التكنولوجية والتطورات العلمية والنواحى الوجدانية المتصلة بعلم الأحياء، وإهمال تدريب الطلاب على مهارات حل المشكلة وتقدير العلم.

وفى ضوء نتائج الدراسات السابقة قامت الباحثة بدراسة استطلاعية لتحليل محتوى مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى للعام الدراسى (٢٠١٨/٢٠١٧) (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٧-٢٠١٨)، وذلك باستخدام أسلوب التحليل الوصفى، والفئة كوحدة للتحليل بحيث تكون مرتبة فى قائمة تحليل ذات درجتين للتمييز، وهى: متضمنة وغير متضمنة. وهدفت الدراسة الاستطلاعية إلى تحديد ما يلى: مدى تضمن محتوى مقرر الأحياء من: الأهداف، والمحتوى، والأنشطة التعليمية، والتطبيقات التكنولوجية، والمصادر التعليمية، وأساليب التقويم فيما يتعلق بكل مما يلى: موضوع الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وطرق التعلم المعتمدة على البحث، وأبعاد الجودة الابتكارية، والميول المهنية.

وأظهرت نتائج تحليل محتوى مقرر الأحياء بالصف الأول الثانوى تضمن المقرر على أربعة أبواب: الأساس الكيميائى للحياة، والخلية التركيب والوظيفة، وتوارث الصفات، وتصنيف الكائنات الحية؛ وأتضح ندرة تعرض المحتوى للتطبيقات والتقنيات التكنولوجية، حيث لم يتناول سوى معلومات إثرائية تتصل ببعض موضوعات العلم والتكنولوجيا والمجتمع؛ وهذه الموضوعات هى: الفحص الطبى لتجنب الأمراض الوراثية قبل الزواج، والتنبؤ بحدوث اختلالات وراثية فى الأبناء، واستخدام الخلايا الجذعية فى علاج الأمراض، والأدوية الحيوية النانونية، والتكنولوجيا الحيوية، والبصمة الوراثية، والجينوم البشرى، والتنوع الحيوى، بدون التركيز على التقنيات والتطبيقات التكنولوجية المتعلقة بها؛ كما لم تتناول هذه المعلومات الإثرائية موضوع الالكترونيات الحيوية أو التقنيات الطبية الحديثة المتصلة بعلم الأحياء، وتركزت المعلومات عن بعض المعرفة حول موضوعات الدرس، كما لم تتناول أنشطة البحث فى شبكة المعلومات بحوث عن هذه التقنيات.

كما اقتصرت أنشطة التصميم المقدمة فى المقررعلى تصميم نماذج للخلايا والأعضاء الحيوية، ولم تتطرق لمهارات التصميم على المستوى الهندسى الالكترونى، وكذلك التطبيقات الحياتية اقتصرت على مستوى التفسير؛ واقتصرت الأنشطة على أنشطة الملاحظة، والفحص، والتلخيص، وتسجيل البيانات وتحليلها، والرسم العلمى، والمضاهاة، والتطبيق، والتصنيف، والمقارنة، والاستنتاج، والتنظيم، وخرائط المفاهيم، والتطبيقات العملية، والعمل الجماعى، وبحث شبكة الانترنت، وكتابة التقارير، وتصميم النماذج؛ وبعض المهارات الحياتية مثل الاتصال والتواصل، واشتمل المحتوى على بعض أنشطة مهارات التفكير العليا مثل: الاستنتاج، والتفسير، والتجريب، وفرض الفروض، والتخيل؛ ولم تتضمن أنشطة الابتكار والتميز والجودة فى المعرفة، والتعلم المعتمد على البحث والاستقصاء؛ واقتصر التقويم على تدريبات أسئلة التذكر، والمفاهيم، والتفسير، والمقارنة، والتطبيق، والتصنيف.

كما اتضح من نتائج قائمة التحليل ما يلى: فيما يتعلق بموضوع الالكترونيات الجزيئية الحيوية: اقتصر المحتوى على موضوعات التركيب الجزيئى للكربوهيدرات، والليبيدات، والبروتينات، والأحماض النووية، وتفاعلات الهدم والبناء فى خلايا الكائنات الحية المتعلقة بأيض الجزيئات الحيوية، ودور الأنزيمات وآلية عملها فى الخلايا الحية. ولم يتطرق المحتوى لدور الأنزيمات فى الهندسة الأيضية، وتطبيقات الأنزيمات الصناعية والتجارية، وعلاقة هذه التفاعلات بسلسلة نقل الالكترون فى الخلايا الحية، وتركيب الغشاء الخلوى، والنقل الأيونى عبر الأسطح الحيوية، والتطبيقات الالكترونية والتكنولوجية للمعرفة الإحيائية الجزيئية فى مجال التطبيقات الطبية والاستشعار الحيوى والروبوتات، ولم يبرز محتوى المقرر بكافة جوانبه التكامل بين علم الأحياء والفيزياء والكيمياء والتكنولوجيا والهندسة فى تناول موضوع التركيب الجزيئى للخلية والتفاعلات الحيوية.

فيما يتعلق بطرق التعلم المعتمدة على البحث: ينتظم المحتوى فى صورة وحدات منفصلة تعتمد على الحفظ والتلقين والتحصيل فى أدنى مستوياته وبعض مهارات التفكير الأساسية فى مستوياتها الدنيا، ولم يهتم المحتوى بتدريب الطلاب على إجراء البحوث العلمية وبحث المصادر التعليمية لاكتساب المعرفة والمهارات وتكوين عادات العقل والتفكير وتطوير المهارات.

فيما يتعلق بأبعاد الجودة الابتكارية: لا يهدف المقرر إلى اكتساب المعرفة العميقة والواسعة بمجال الأحياء بطريقة بينية، ولا يتضمن الأبعاد المعرفية والمهارية

والوجدانية التى تسمح باكتساب جودة المعرفة، وتطوير الأداء فى مجال الأحياء، وتنمية مهارات الابتكار والتجديد والمهارات الشخصية.

فيما يتعلق بالميول المهنية: لا يتضمن مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى الأهداف والأنشطة والطرق التى تساعد فى تنمية الميول المهنية المرتبطة بمجال العلوم الحيوية والطبية والتكنولوجية؛ وذلك مما يسبب توجه الطلاب إلى دراسة الفروع الأدبية والبعد عن الفروع العلمية؛ ويؤكد ذلك أعداد طلاب المرحلة الثانوية المتقدمين لاختبارات الثانوية العامة فى مادة الأحياء والمواد العلمية الأخرى مقارنة بأعداد الطلاب المتقدمين لاختبارات المواد الأدبية وفقًا لإحصائية عام (٢٠١٧/٢٠١٦)؛ حيث تمثلت نسبة طلاب القسم العلمى المتقدمين لامتحانات الثانوية العامة فى مادتى الأحياء والجيولوجيا (٣٥%)، ومادتى الكيمياء والفيزياء (٥٥%) ومادة الرياضيات (٢٠%) من إجمالى أعداد الطلاب المتقدمين (الإدارة المركزية للتعليم الثانوى، ٢٠١٧).

أتضح من النتائج السابقة أن مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى يقدم المعرفة بصورة منفصلة، ولا يتضمن مجالات العلوم البينية المرتبطة بعلم الأحياء، ومنها المفاهيم والتقنيات والتطبيقات المرتبطة بمجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية، ولا يعتمد على طرق البحث والاستقصاء العلمى، ولا يتضمن أهداف تنمية أبعاد الجودة الابتكارية، ولا يهتم بتنمية اتجاهات وميول الطلاب نحو علم الأحياء المتكاملة والمهن الحيوية والتكنولوجية، وأيضًا لا يعمل على توجيه الطلاب فى الاستمرار فى دراسة المواد العلمية والتكنولوجية فى المستقبل.

نظراً لتدنى مستوى مقرر الأحياء للمرحلة الثانوية، وعدم مواكبته للاتجاهات التربوية الحديثة؛ وخاصة فيما يتعلق بتدريس العلوم البينية والتكنولوجية المتكاملة؛ وجدت الباحثة ضرورة بناء وحدة تعكس الاتجاهات التربوية الحديثة، وتساهم فى زيادة جودة عملية التعليم والتعلم، وتحقيق أهداف تعليمية مرغوبة فى ظل طبيعة عصر المعرفة ومتطلباته الاقتصادية والاجتماعية، والتركيز على اكتساب الطلاب المفاهيم والتقنيات والتطبيقات المرتبطة بالالكترونيات الجزيئية الحيوية، وبعض أبعاد الجودة الابتكارية المعرفية والمهارية والوجدانية المناسبة للمرحلة الثانوية، ومساعدة الطلاب فى اكتساب المعرفة فائقة الجودة، ومهارات الابتكار والتجديد، والميول المهنية التى تؤهلهم للعمل فى عصر اقتصاد المعرفة.

ومما سبق تتحدد مشكلة البحث فى مايلى:

قصور مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى فى تضمين الموضوعات البينية للعلوم الأحيائية، وضعف تضمين المفاهيم والتقنيات والتطبيقات الأحيائية الحديثة المتصلة بعلم الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وإهمال تدريب الطلاب على الأبعاد المعرفية والمهارية والوجدانية المتصلة بالجودة الابتكارية، وضعف تدريس الأحياء فى ضوء التعلم المعتمد على البحث، وتدنى مستوى الطلاب فى إجراء البحوث العلمية اللازمة لاكتساب المفاهيم الأحيائية البينية، وضعف فهم تطبيقات الأحياء والتقنيات الحديثة فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتدنى مستوى اكتساب مهارات التجديد والابتكار والمهارات الشخصية، وقصور المنهج الحالى فى تضمين الأهداف التعليمية والأنشطة والطرق المرتبطة بتنمية الميول المهنية فى الأحياء لدى الطلاب.

وللتصدى لهذه المشكلة حاول البحث الإجابة عن التساؤل الرئيس التالى:

ما فاعلية وحدة مقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعلم المعتمد على البحث فى تنمية الجودة الابتكارية والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

وتفرع من هذا التساؤل الرئيس عدة أسئلة فرعية كما يلى:

١- ما أسس بناء الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية لطلاب الصف الأول الثانوى؟

٢- ما أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية المناسب تضمينها فى مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى؟

٣- ما الأبعاد المعرفية والمهارية والوجدانية للجودة الابتكارية المناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٤- ما الميول المهنية المتعلقة بعلم الالكترونيات الجزيئية الحيوية المناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٥- ما التصور المقترح لبناء وحدة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعلم المعتمد على البحث ومناسبة لطلاب الصف الأول الثانوى؟

٦- ما فاعلية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تنمية بعض أبعاد الجودة الابتكارية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٧- ما فاعلية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تنمية الميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

أهمية البحث:

يتوقع من نتائج هذا البحث أن تفيد كل من:

١- مخططى المناهج فى تطوير مناهج الأحياء فى المرحلة الثانوية، وتقديم الوحدات الدراسية التى تحقق الجوانب التعليمية المتكاملة والبينية فى العلوم والتكنولوجيا لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٢- مصممى المناهج فى تصميم وبناء وحدات دراسية قائمة على التعلم المعتمد على البحث، وتصميم مواد تعليمية فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية مناسبة لطلاب المرحلة الثانوية العامة.

٣- مقومى المناهج فى تطبيق أساليب تقويمية تتناسب مع أهداف العلوم البينية والمتكاملة والتربية العلمية والتكنولوجية فى المرحلة الثانوية العامة.

٤- معلمى الأحياء فى تحقيق أبعاد الجودة الابتكارية والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى، والتمكن من تدريس الالكترونيات الجزيئية الحيوية من خلال التعلم المعتمد على البحث.

٥- طلاب الصف الأول الثانوى من فهم أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وإجراء البحوث فى هذا المجال، واكتساب بعض أبعاد الجودة الابتكارية والميول المهنية.

أهداف البحث:

هدف البحث إلى ما يلى: بناء الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية القائمة على التعلم المعتمد على البحث، وقياس فاعليتها فى تنمية بعض أبعاد الجودة الابتكارية والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

حدود البحث:

حدد البحث بالحدود التالية واقتصر على:

١- تطبيق التجربة الميدانية على مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوى بمدرسة يوسف السباعى الثانوية للبنات بإدارة النزهة التعليمية فى الفصل الدراسى الثانى من العام الدراسى (٢٠١٨/٢٠١٧).

٢- قياس بعض أبعاد الجودة الابتكارية المعرفية والمهارية (المهارات العقلية) بواسطة مقياس الجودة الابتكارية (من إعداد الباحثة)، وقياس بعض أبعاد الجودة الابتكارية المهارية (المهارات العملية) بواسطة بطاقة الملاحظة (من إعداد الباحثة).

٣- تضمن مقياس الجودة الابتكارية الأبعاد التالية: بعد اكتساب المعرفة: اكتساب المعرفة فى مجال التخصص، واكتساب المعرفة فى المجالات المرتبطة بمجال التخصص بصورة بينية، واكتساب المعرفة بالمجالات التى تزيد القدرة على التجديد والابتكار؛ وبعد مهارات الإبداع والابتكار والتجديد: البحث والتحرى بطريقة علمية، والبحث عن الابتكارات والموضوعات المهمة، وتحليل الابتكارات، وتقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق.

٤- تضمن بطاقة ملاحظة المهارات العملية (من تصميم الباحثة) المهارات التالية: التحليل الحيوى، واستخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية.

٥- بناء مقياس الميول المهنية (من تصميم الباحثة) لقياس خمس ميول مهنية متعلقة بموضوع الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وهى: المهن الطبية والعلاجية (ط)، والمهن العلمية والبحثية المعملية (ع)، والمهن الهندسية (هـ)، والمهن الصناعية الالكترونية (ص)، والمهن الخدمية الاجتماعية (خ)؛ وأعتمد القياس على ثلاثة مناحى لتقدير الميل نحو كل مهنة وهى: الأنشطة المفضلة، والكفاءات الذاتية والتقدير الذاتى لمستوى الكفاءات، والمهن والوظائف المفضلة.

٦- تحددت نتائج البحث وفقًا لحدود المكان والزمان الذى تم فيها التطبيق.

مصطلحات البحث والتعريفات الإجرائية:

١- الالكترونيات الجزيئية الحيوية Bioelctronics

الالكترونيات الجزيئية الحيوية هى أحد المجالات البينية للعلوم والتكنولوجيا التى تتكامل فيها البحوث من مجالات هندسة الكهرباء والالكترونيات والأحياء والكيمياء والفيزياء وعلوم المواد؛ وترتبط بالموجهات والقياسات والتحاليل والأجهزة والتقنيات؛ التى تتعلق بالبحث فى: التواصل الالكترونى للخلايا والجزيئات، وردود أفعال الخلايا من الناحية الفيزيقية، وجمع البيانات وتحليلها عن الجزيئات الحيوية،

وتوجيه الكيمياء الحيوية لخلية ما أو مجموعة من الخلايا من خلال فهم التفاعلات بين الجزيئات؛ بهدف الوصول للتشخيص المبكر وعلاج الأمراض المختلفة عن طريق العلاج الحيوى؛ وابتكار أجهزة استشعار حيوية، وأنظمة الكتروحيوية على المستوى الميكرو أو النانو حيوى، وإدارة وتوجيه النظام الحيوى على مستوى الجزيئات الحيوية أومستوى الأنظمة الحيوية، وترتبط بعلوم الحياة والعلوم الطبية وعلم الرصد البيئى (Walker, et al., 2009).

٢- التعلم المعتمدعلى البحث Research-Based Learning

التعلم المعتمد على البحث هو: "طريقة لاكتساب الطالب المعرفة أو تطويرها، وتنمية مهارات تحديد المشكلة، ووضع تساؤلات للبحث، وتصميم وتخطيط حل المشكلات، والعمل فى فريق، وجمع البيانات والتحليل والتحقيق، وكتابة التقارير وتقديم العروض؛ ويتضمن الخطوات التالية: تحديد الموضوعات المثيرة لاهتمام الطلاب، والمناقشة مع الزملاء والمعلم للتوصل لأسئلة البحث، وتكوين فريق العمل وتحديد المهام، وتصميم أنشطة البحث لحل المشكلات وكتابة خطة للعمل، وجمع البيانات والمعلومات بسؤال الخبراء فى المجال وعقد مقابلات شخصية والزيارات الميدانية، وتحليل البيانات واستخلاص النتائج، وكتابة التقرير النهائى للنتائج، وتقديم عرض لتواصل النتائج" (Buasai, 2015).

٣- الجودة الابتكارية Innovation Quality

تعرف الباحثة الجودة الابتكارية إجرائيًا على أنها: كفاءة مركبة متكاملة تتكون من مجموعة قدرات معرفية ومهارية واستعدادات وجدانية يكتسبها الفرد من خلال عملية التعلم المقصودة، وتقاس بالاختبارات متعددة القياسات؛ وتتضمن قدرات: اكتساب المعرفة، وفهم عملية الإبداع والابتكار والتجديد والريادة فى الأعمال، وإدارة المعرفة، وتحقيق التميز، وتنمية المهارات العقلية والعملية المرتبطة بالإبداع والابتكار والتجديد والريادة، وتنمية المهارات الشخصية المتعلقة بها؛ واكتساب الخصائص الوجدانية التى تعبر عن الدافعية للتعلم المستمر والذاتى، وتطوير سمات الشخصية الابتكارية؛ وتمكن الفرد من تحقيق الجودة فى المعرفة والابتكار والتجديد والريادة فى الأعمال فى ظل عصر اقتصاد المعرفة، كما تمكنه من تحمل المسئولية فى مهن المستقبل، وتحقيق التنمية المستدامة؛ وتقاس بالدرجة التى يحصل عليها الطلاب من مقياس الجودة الابتكارية وبطاقة الملاحظة من إعداد الباحثة.

٤- الميول المهنية Professional Orientation:

تعرف الباحثة الميول المهنية إجرائيًا على أنها: انتباه المتعلم وحبه ورضائه عن العمل المتعلق بالمهن الطبية والعلاجية، والمهن العلمية والبحثية المعملية، والمهن الهندسية، والمهن الصناعية الالكترونية، والمهن الخدمية الاجتماعية التى يدرسها فى وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية؛ والتى يتم تقديرها ذاتيًا فى ضوء الأنشطة التى يفضلها المتعلم، والكفاءات الذاتية التى يتمتع بها، وتقديره الذاتى لمستوى هذه الكفاءات لديه، والمهن والوظائف المفضلة لديه؛ والتى تدفعه نحو تركيز ذهنه فى هذه الأعمال وتفضيلها عن الأعمال الأخرى، والاستعداد لبذل أقصى جهد فيها والاستمرار فيها فى المستقبل؛ وتقاس بالدرجة التى يحصل عليها الطلاب على مقياس الميول المهنية من إعداد الباحثة.

منهج البحث ومتغيراته:

اتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى فى تحديد أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وأبعاد الجودة الابتكارية، والميول المهنية المتعلقة بالالكترونيات الجزيئية الحيوية، وأسس بناء الوحدة الدراسية القائمة على التعلم المعتمد على البحث، وأدوات البحث. كما اتبع البحث المنهج شبه التجريبى من خلال تصميم المجموعة الواحدة وتطبيق الأدوات قبليًا وبعديًا، وهدف التصميم شبه التجريبى إلى قياس فاعلية المتغير المستقل فى المتغير التابع، وتمثل المتغير المستقل فى الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية القائمة على التعلم المعتمد على البحث، وتمثل المتغير التابع فى تنمية بعض أبعاد الجودة الابتكارية، والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

فروض البحث:

افترضت الباحثة الفروض التالية:

١- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لمقياس الجودة الابتكارية فى جميع أبعاد المقياس والدرجة الكلية لصالح الاختبار البعدى.

٢- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لبطاقة ملاحظة المهارات العملية فى جميع أبعاد البطاقة والدرجة الكلية لصالح الاختبار البعدى.

٣- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لمقياس الميول المهنية فى جميع أبعاد المقياس والدرجة الكلية لصالح الاختبار البعدى.

خطوات البحث وإجراءته:

قامت الباحثة باتباع الخطوات التالية للإجابة عن أسئلة البحث:

١- مراجعة الأدبيات والبحوث السابقة فى مجال مناهج الأحياء، وإعداد المناهج والوحدات الدراسية، ومجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية لتحديد كل مما يلى:

- تحديد أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية.
- تحديد أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية المناسب تضمينها فى مقرر الأحياء لطلاب الصف الأول الثانوى.
- تحديد أبعاد الجودة الابتكارية المناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى.
- تحديد الميول المهنية المناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

٢- عرض قائمة أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية على مجموعة من المحكمين حول مناسبة هذه الأبعاد وما تتضمنها من مفاهيم وتقنيات وتطبيقات لطلاب الصف الأول الثانوى، وتعديل القائمة فى ضوء آرائهم.

٣- عرض قائمة أبعاد الجودة الابتكارية على مجموعة من المحكمين حول مناسبة هذه الأبعاد لطلاب الصف الأول الثانوى، وتعديل القائمة فى ضوء آرائهم.

٤- إعداد التصور المقترح لبناء وحدة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعليم المعتمد على البحث وفى ضوء الخطوات السابقة، وذلك عن طريق تحديد كل مما يلى: الأهداف العامة، والمحتوى التعليمى، والأهداف الإجرائية، والإجراءات التدريسية، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، وأساليب وطرق التقويم، والمواد التعليمية.

٥- عرض الوحدة الدراسية المقترحة على مجموعة من المحكمين حول مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوى، وتعديل الوحدة فى ضوء آرائهم، وإعداد الصورة النهائية منها.

٦- إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية مشتملاً: مقدمة، وأسس تدريس الوحدة، والأهداف التعليمية العامة، وإجراءات التدريس، ومهام المعلم والطلاب فى تنفيذ الدروس، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، والخطة الزمنية، وأساليب التقويم، وعرض الدليل على مجموعة من المحكمين حول مناسبته ودقته وشموله جميع الجوانب التربوية، وتعديل الدليل فى ضوء آرائهم.

٧- إعداد أدوات البحث التالية: مقياس الجودة الابتكارية، وبطاقة ملاحظة المهارات العملية، ومقياس الميول المهنية.

٨- عرض مقياس الجودة الابتكارية على مجموعة من المحكمين، وحساب صدقه وثباته وتعديله فى ضوء ذلك، وإعداد الصورة النهائية من المقياس.

٩- عرض بطاقة ملاحظة المهارات العملية على مجموعة من المحكمين، وحساب صدقها وثباتها وتعديلها فى ضوء ذلك، وإعداد الصورة النهائية من البطاقة.

١٠- عرض مقياس الميول المهنية على مجموعة من المحكمين، وحساب صدقه وثباته وتعديله فى ضوء ذلك، وإعداد الصورة النهائية من المقياس.

١١- التصميم التجريبى:

- اختيار مجموعة البحث من طلاب الصف الأول الثانوى.
- تطبيق أدوات البحث على المجموعة التجريبية قبليًا.
- تدريس وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية على مجموعة البحث.
- تطبيق أدوات البحث على المجموعة التجريبية بعديًا.

١٢- معالجة البيانات معالجة إحصائية.

١٣- تفسير ومناقشة النتائج.

١٤- تقديم توصيات ومقترحات تبعًا لنتائج البحث.

الإطار النظرى والدراسات السابقة

١- الالكترونيات الجزيئية الحيوية Bioelctronics

يرجع تاريخ الالكترونيات الجزيئية الحيوية إلى عام (١٩١٢) حيث نشر تقرير عن قياس الإشارات الكهربية التى يولدها جسم الإنسان، والذى أصبح أساسًا لظهور جهاز رسم القلب الكهربى، وفى عام (١٩٦٠) ومع ظهور الترانزستور أمكن تطوير أجهزة يمكن زراعتها داخل جسم الإنسان وأنظمة تحفيز الأعضاء الحيوية فى أجهزة الجسم مثل جهاز تنظيم ضربات القلب، ومع تقدم الدراسات فى مجال نقل الالكترون فى التفاعلات الكهروكيميائية للجسم أصبح من الممكن تسجيل الإشارات العديدة من الخلايا الحية أو فهم كيفية تحفيز هذه الإشارات لخلية ما، والذى تبعه ظهور أجهزة قياس مستوى السكر فى الدم، وفى نفس الوقت فأن الدراسات على المستوى الجزيئى أدت إلى فهم جديد للخلية الحية، وبالتزامن مع تقدم بحوث النانوتكنولوجى أمكن تصميم أجهزة قياس وتحفيز حيوية على المستوى الذرى (Walker, et al., 2009, p.12).

أوضح كلا من بون وزابا Bone and Zaba (١٩٩٢) تفاصيل بعض الطرق العديدة التي يتم فيها نقل الشحنات الالكترونية والأيونية وتوزيعها فى النظم البيولوجية، والتى تغطى العديد من العمليات الأساسية للحفاظ على الحياة بما فيها: عملية حفز الإنزيمات، وعملية النقل الأيونية، وعملية الأثر الأسموزى، ونظم الاتصال الحيوية، وتفاعلات بقاء الطاقة التى تعتمد على التغيرات فى الشحنات فى وحول الجزيئات الحيوية؛ و مهد ذلك لعلماء النانو تكنولوجى ذو الخلفية العلمية فى الكيمياء الحيوية فهم عمليات الفيزياء الحيوية للخلايا والأنسجة الحية.

كما أظهر كلاوديو Claudio (١٩٩٦) دور الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تطور علم الأحياء وعلوم المواد؛ حيث أوضح أن هذا المصطلح ظهر للتأكيد على التكامل بين علم الالكترونيات والتكنولوجيا الحيوية لتحقيق العديد من الأهداف الصناعية والعلمية ذات الصلة، بما في ذلك الهندسة الجزيئية البيولوجية، والأجهزة الالكترونية الحيوية، والمواد وأجهزة الاستشعار؛ القادرة على العمل بكفاءة وذكاء على مستوى التصغير الجزيئى.

وحرر كلاوديو Claudio (١٩٩٨) مجموعة من الأبحاث عن دور الالكترونيات الجزيئية الحيوية كأحد تطبيقات الفيزياء الحيوية، والتى عرضت فى عام (١٩٩٧) فى ورش العمل الدولية للفيزياء الحيوية لنقل الالكترون

International Workshop on) (Biophysics of Electron Transfer-Fundamental Aspects and Applications.

أظهر تقرير لوزارة الدفاع الأمريكية عام (٢٠٠٣) حول التفكير الاستراتيجى المرتبط بعلم الأحياء للتخطيط الدفاعى وصنع السياسات العسكرية، إمكانية الاستفادة من ابتكارات الالكترونيات الحيوية والتقنيات الحديثة فى هذا المجال فى: فهم الجينات والعقول البشرية، وتعزيز الأداء البشرى، وإيجاد موارد الطاقة المتجددة، والاستشعار البيئى، والتسخير البيئى. ويهتم هذا المجال بموضوعات عديدة مثل: تأثير التكنولوجيا الحيوية على المقاتل، والأخلاقيات الطبية العسكرية، وعلوم الحياة والأسلحة البيولوجية، والحروب البيولوجية، وأجهزة الاستشعار والالكترونيات الحيوية، والاستشعار الحيوى المضاد، والوقود الحيوى المتجدد، والتحكم فى الآليات العسكرية من بعد، والأنزيمات الحيوية والدفاع، وتعزيز الأداء البشرى والهندسة الأيضية، والروبوتات العصبية، وتصوير الأعصاب، والروبوتات الاجتماعية، والروبوتات الميكانيكية الحيوية، وبناء الإجهاد النفسى، واللياقة العقلية والمعالجة العصبية، والقضايا الأخلاقية والقانونية المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية (Department of Defense, 2003).

شرح ويلنر وكاتز Willner and Katz (٢٠٠٥) النظريات والتجارب الأساسية فى علم الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وآلية نقل الالكترون فى الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى (DNA)، وآلية نقل الالكترون خلال البروتينات، ومحاذاة أنزيمات الأكسدة على السطوح الحيوية، وتطبيقات أنزيمات الاتصال الكهربى المستخدمة فى أجهزة الاستشعار، وأجهزة استشعار (DNA) الالكترونية، وتفاعلات المواد الحيوية على أسطح الجزيئات الأحادية، وتواصل الجزيئات الحيوية مع أشباه الموصلات فى أجهزة الاستشعار، وأنظمة تهجين المواد الحيوية والعناصر النانونية فى أجهزة الاستشعار، ومعالجة الجزيئات الحيوية الأحادية، وواجهات أشباه الموصلات العصبية، والبروتينات المستخدمة فى تطبيقات الالكترونيات الحيوية، وحوسبة الأحماض النووية، والالكترونيات الجزيئية الحيوية الضوئية.

حدد زيرنوف وكافين Zhirnov and Cavin (٢٠٠٦) أهمية التقييم القائم على الفيزياء لتطوير تكنولوجيا النظم المصغرة (Microsystems) فى تصميم الأجهزة الطبية باستخدام تقنيات الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى معالجة النظم وتحت النظم بطريقة اتصالية وحاسوبية مما يساعد فى تطوير نظم تطبيقات الطب الحيوى على مستوى التشخيص والعلاج.

فسر اجاروال Agarwal (٢٠٠٧) مدى حدوث التكامل بين علوم الأحياء والكيمياء والفيزياء والنانوتكنولوجى والالكترونيات وعلوم المواد؛ فى دمج الجزيئات الحيوية مع الأجهزة الالكترونية بحيث أصبح من الممكن استخدام الجزيئات الفردية لتأدية وظائف الكترونية كما تؤديها أجهزة أشباه الموصلات فى الوقت الحالى، ومدى تأثير ذلك فى مجال صناعة الأجهزة الالكترونية الجزيئية الحيوية مثل الأطراف والأعضاء الصناعية والرقائق الحيوية والكمبيوتر الحيوى.

أظهر ريدى وأخرون .Reddy et al (٢٠٠٧) أن تطور المواد النانوتكنولوجية والمواد الفريدة من نوعها فى العشرين عامًا الماضية يعد من أحد العوامل الأساسية فى تطوير أجهزة الاستشعار الحيوية والالكترونيات الجزيئية الحيوية التى ساعدت على تعزيز رفاهية المجتمعات المتطورة. كما أصبح لعلم الأحياء فى اقترانه بعلم الالكترونيات مجالاً واسعًا للابتكار والتصميم فى مجال الأجهزة الطبية والحيوية، وجعل ذلك من الجزيئات الحيوية جزء متكامل مع أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية وأجهزة الاستشعار الحيوى، وأدى هذا التكامل إلى إمكانية تصنيع أجهزة الاستشعار والالكترونيات على رقائق السيليكون متناهية الصغير وعلى مستوى النانوتكنولوجى. كما أحدث هذا التكامل الفريد بين علم الأحياء وعلم الالكترونيات ظهور تطبيقات فى مجالات: الطب والعلاج، وصناعة الأغذية والزراعة، والرصد البيئى باستخدام أجهزة رصد الزلازل الالكترونية والجزيئية، وأجهزة الكمبيوتر الضوئية وكيمياء الكربون، والمحولات الكهرومغناطيسية والصوتية.

ربط سميث وبيثيج Smith and Pethig (٢٠١٢) بين مجالى الالكترونيات الجزيئية الحيوية وهندسة الالكترونيات حيث أظهرا ارتباط كلا المجالين بتطبيقات واسعة فى مجال الطب والعلاج والعلوم الصحية، وشرحا المفاهيم الأساسية فى الفسيولوجيا والكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية والفيزياء الكهربية بصورة توضح الطبيعة متعددة التخصصات فى هذا الشأن مع توضيح المعرفة البيولوجية من منظور مهندس الالكترونيات، كما شرحا الأسس النظرية والمبادئ التمهيدية والتطبيقات العملية وأساليب التصميم وأشكال الأجهزة المرتبطة بالالكترونيات الحيوية.

أكدت دراسة بيرجونزو وجات وجاكمان ونوبل Bergonzo, Gat, Jackman and Nobel (٢٠١٤) على أهمية التكامل فى مجالات الكيمياء الحيوية والاستشعار الكيميائى والكهروكيميائى فى تحسين تطبيقات الالكترونيات الجزيئية

الحيوية باستخدام بلورات الالماس فى صناعة أجهزة أشباه الموصلات عالية الكفاءة، وأجهزة الاستشعار الحيوية، وأجهزة المعلوماتية الكمية.

وصف كارون كاران وباجافا وبنيامين Karunakaran, Bhargava and Benjamin (٢٠١٥) المبادئ الأساسية للاستشعار الحيوى، وتركيب أجهزة الاستشعار الحيوية، وخصائصها وتصنيفها ووظائفها وعمليات تصنيعها؛ مع شرح مفاهيم الكيمياء الكهربية والجسيمات النانونيه والبوليمرات الموصلة المرتبطة بتطوير هذه الأجهزة، وأوضحوا طبيعة أجهزة الاستشعار الكهرومغناطيسية والكهروكيميائية والكهروضغطية، وأجهزة ترانسيستور التأثير الحيوى، وأجهزة الاستشعار البيئى، وأجهزة الاستشعار البيولوجى الموسع.

تعتبر الالكترونيات الجزيئية الحيوية أيضًا أحد فروع العلوم الطبية حيث تزايدت البحوث والتصميمات فى هذا المجال فى الأونة الأخيرة نظرًا لزيادة الطلب ونمو سوق الأجهزة الطبية مثل: أجهزة تنظيم ضربات القلب الاصطناعية، وأجهزة قياس مستوى السكر فى الدم، وأجهزة الاستشعار الحيوى الكهروكيميائية والكهرومغناطيسية، وأجهزة الاستشعار الحرارية، وأجهزة الاستشعار البصرية، والشبكات العصبية، والروبوتات، وكذلك نمو الطلب على الرعاية الصحية والرعاية المنزلية والطب حسب الطلب وعلاج اضطرابات الرؤية وإصابات العمود الفقرى باستخدام تطبيقات هذا المجال (Bioelectronics) Market, 2017.

ويعدد والكر وآخرون Walker, et al., (٢٠٠٩) الموضوعات ذات الاهتمام الواردة فى بحوث مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى الفئات التالية:

١- **أجهزة القياس** (Measurments Devices): تشمل أجهزة الاستشعار Bio-sensors)، وأنظمة الرصد، وأجهزة قياس الكيمياء الحيوية، وأجهزة التسجيل العصبية (Microelctrode-arrays- MEAs)، وأجهزة ترانزيستور القياسات الحيوية (BioFET)، وأجهزة الأنف الالكترونية (Bio-eclectronic Nose).

٢- **المواد الحيوية** (Biomaterials): المواد وتقنيات التصنيع للأجهزة الحيوية الالكترونية، وأجهزة الزرع الطبية، وأجهزة التجميع ثلاثية الأبعاد، والتجميع الذاتى، والجسيمات النانونية، والأنابيب النانونية، وأسلاك النانو.

٣- **التفاعلات البيوكيميائية** (Biochemical Reactions) **وتفاعلات السطح الحيوى** (Biosurface Reactions): تجميد الجزيئات الحيوية، ونقل

الالكترون فى التفاعلات البيوكيميائية، ونقل الالكترون بين الجزيئات الحيوية أو الخلايا والأسطح الصلبة.

٤- **منصة أشباه الموصلات** (CMOS/Semiconductor Platform): أجهزة الزرع منخفضة الطاقة، والرقائق المتكاملة لأجهزة الاستشعار، ومعالج الإشارات (DSP) متعدد المعلمات (البارمترات)، وأنظمة التهجين الخلوية لمعالجة الخلايا وتحليل الكهروكيميائى، والرقائق ثلاثية الأبعاد (3D Chips).

٥- **مصادر الطاقة الحيوية** (Bio-Energy Resources): الوقود الحيوى Bio-(Fuel Cells,) p.8-9.

وفيما يخص المجال التعليمى والبحثى فأن مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية يقدم مجموعة واسعة من المفاهيم العلمية المتكاملة فى ضوء العلوم البينية التى تجمع بين علم الأحياء وما يتضمنه من مجالات البيوتكنولوجى والبيولوجيا الجزيئية والنانوتكنولوجى وعلوم الفيزياء الحيوية والكيمياء الحيوية والالكترونيات والهندسة وعلم المواد؛ وكذلك النماذج وأنظمة المحاكاة المتعلقة بهذه العلوم، والتى يستفيد منها طلاب المرحلة الثانوية العليا وطلاب كليات العلوم والهندسة الطبية.

فى تقرير تانج وكاروثيرس وأهن Tang, Carruthers and Ahn (٢٠٠٨) حول نتائج المائدة المستديرة للالكترونيات الجزيئية الحيوية التى عقدت فى جامعة شمال كارولينا بالولايات المتحدة الأمريكية؛ أظهرت نتائج استفتاء تم أجرائه من قبل مجموعة من الباحثين لتحديد الموضوعات الأكثر أهمية وأولوية فى البحث والدراسة المتعلقة بالموجهات والأجهزة والقياسات والتحاليل والتقنيات فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية كالآتى:

١- **فيما يتعلق بموضوعات موجهات** (Drivers) **الالكترونيات الجزيئية الحيوية:** الأطراف الصناعية وزراعة الأعصاب والأنسجة، والوقاية من الأمراض العضوية والعصبية، والكشف عن الأمراض المستعصية مثل السرطان والضمور العصبى، والرصد الصحى فى الوقت الحقيقى، واستبدال الأنسجة، وأشكال توصيل الأدوية، واكتشاف الأدوية، وإعادة التأهيل والرعاية الطبية المنزلية، وعملية الرصد الحيوى، وعلم الخلية.

٢- **فيما يتعلق بموضوعات أجهزة** (Devices) **الالكترونيات الجزيئية الحيوية:** الرقائق المختبرية، ورقائق البروتين والأحماض النووية، والتصوير الخلوى،

وتكنولوجيا المراقبة الحيوية، وكمية التخدير، والبطاريات، واستغلال الطاقة الحيوية، والتوصيل النانومترى، والأثار السلبية.

٣- **فيما يتعلق بموضوعات قياسات وتحاليل** (Measurments and Analysis) **الالكترونيات الجزيئية الحيوية:** الاستشعار الفيزيائى الموسع للوظائف الحيوية، وتركيز المحاليل والمستقبلات، والقياسات المعتمدة على الزمن والوقت الحقيقى، والكشف عن الجزئ الحيوى الأحادى باستخدام الرقائق الحيوية، وكشف معالج الإشارات، والتصوير الزمانى والمكانى عالى الدقة (التشريحى والوظيفى والجزيئى)، وإنتاج البروتين فى الخلايا، وتوصيف خصائص الأسطح الحيوية.

٤- **فيما يتعلق بموضوعات تقنيات** (Technologies) **الالكترونيات الجزيئية الحيوية:** الإدراك الجزيئى، وخوارزيمات معالجة الإشارات، وتسلسل الأحماض النووية، وتصنيع الأجهزة والأقطاب الكهربية والقوالب، وتكنولوجيا الأفلام الالكترونية الرقيقة، والأغشية والثقوب النانومترية، والنمذجة العصبية، والتكنولوجيات المستخدمة لمرة واحدة، والتعبئة والتغليف.

تعتبر البحوث فى مجال تضمين الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى مناهج المرحلة الثانوية من البحوث الحديثة؛ ومن هذه الدراسات دراسة سكاندولا وفيورينى (٢٠١٣) Scandola and Fiorini التى هدفت إلى تضمين المفاهيم المعقدة المتعلقة بعلم الروبوتات الطبية فى برامج المرحلة الثانوية فى إيطاليا باستخدام البرامج الرقمية المعتمدة على القصص لتنمية الفهم العميق فى العلوم، وصممت أداة القصص العلمية بطريقة رقمية وطبقت على مجموعة من طلاب المرحلة الثانوية العليا، وأثبتت النتائج فعالية استخدام القصص الرقمية فى تعليم المفاهيم المعقدة للروبوتات والمتصلة بالمفاهيم الطبية فى المرحلة الثانوية.

ودراسة تشين وأخرون Chen, et al. (2016) حيث اقترح الباحثين تدريس موضوعات الالكترونيات الجزيئية الحيوية المعتمدة على عملية التصميم فى مقرر الكهرباء والالكترونيات بالمدارس الثانوية المهنية فى تايوان؛ وذلك لأهمية استكشاف التطبيقات الأساسية للمجالات الحيوية، حيث تساعد هذه الدروس طلاب المرحلة الثانوية فى تعزيز قدراتهم المهنية فى تنفيذ العمليات الحيوية وتدريبهم على عملية التصميم، وقام الباحثين بتدريب الطلاب على تصميم وإنتاج أجهزة وبرمجيات بسيطة ومنخفضة التكلفة من خلال تطبيق مجموعة دروس فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتصميم مقياس ضوئى ثنائى الصمامات منخفض التكلفة تم

تجميعه بمواد محلية ونسبة خطأ من (٣ – ٤%) فقط، واستخدمه الطلاب فى إجراء تجارب الكشف عن تركيب الجلولكوز وفعالية تفاعلات الأنزيمات داخل نظام حيوى تحت الفحص، وقام الباحثين بتطبيق اختبار فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قبليًا وبعديًا للكشف عن معرفة الطلاب بموضوعات الدروس المقترحة، وأظهرت النتائج فعالية الدروس فى اكتساب الطلاب المعرفة الأساسية فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتمكن الطلاب من مهارات التصميم، وتمكنهم من اختبار عينات مختلفة في الكيمياء الحيوية والكيمياء التحليلية باستخدام المقياس الضوئى ثنائى الصمامات، كما اقترحت نتائج البحث أن الطلاب يمكنهم تطبيق استخدام هذا التصميم فى مجالات أخرى مثل الالكترونيات والهندسة الكيميائية، والكيمياء الحيوية.

٢- التعلم المعتمد على البحث Research-Based Learning

التعلم المعتمد على البحث هو عملية إجراء البحوث تحت مظلة طريقة تدريس تستخدم أدوات البحث للوصول إلى نتائج فى إطار سياق المادة الدراسية، ويعتبر التعلم المعتمد على البحث عملية ربط بين مادة التعلم وطريقة إجراء البحوث التى تتعلق بتخصص ما، وتتضمن: قدرات الفهم، ومهارات إجراء وتقييم البحوث، والمهارات العامة مثل: التفكير التحليلى والنقدى، واسترجاع المعلومات، وحل المشكلات، والتقييم، وطرق التجريب والاستقصاء، والقيم الأخلاقية، وتساعد فى تحقيق نواتج تعلم إيجابية وفى حياة الطلاب الشخصية والمهنية المستمرة (Baldwin, 2005).

التعلم المعتمد على البحث هو مفهوم متعدد الأوجه يضم مجموعة من استراتيجيات التعلم التى تربط البحث بالتدريس وتشمل: نتائج البحوث التى تسترشد بها المناهج الدراسية، وأساليب البحث القائمة على البحث والتعلم، واستخدام أدوات البحث، ووضع سياق بحثى شامل (Blackmore & Fraser, 2007).

من استراتيجيات التعلم المعتمد على البحث ما يلى:

١. الاعتماد على البحوث الواقعية ودمجها فى المنهج أو الوحدة الدراسية، وتوضيح الأفكار والمفاهيم والنظريات والقيم والممارسات الأخلاقية المرتبطة بهذه البحوث.

٢. مناقشة البحوث الحديثة فى إطار السياق التاريخى لتطور هذه البحوث، وإظهار الطبيعة المؤقتة للمعرفة وديناميكية التطور المعرفى، وإيضاح كيف تطورت ممارسات اليوم من ممارسات الأمس.

٣. تصميم أنشطة التعلم فى المنهج أو الوحدة الدراسية حول قضايا البحث المعاصرة، واستكشاف مشكلات بحثية من العالم الحقيقى فى مجالات متطورة واقتراح الحلول لها مع الضبط، وتتضمن: وضع سؤال البحث، وجمع المعلومات، والتعرف على نتائج البحوث السابقة، ومراجعة الأدبيات المتعلقة، والتحليل المنهجى، والوصول إلى نتائج، وكتابة تقرير البحث.

٤. تدريس أساليب وتقنيات ومهارات البحث بشكل صريح ضمن المنهج أو الوحدة الدراسية، وتطوير فهم الطلاب لأساليب البحث خلال العمل فى المختبر، وتوفير الفرصة لتطبيق مهارات البحث فى حل مشكلات واقعية، وتصميم مهام تقييم فرص الطلاب لتعلم موضوعات تتضمن طرق ومهارات البحث فى القضايا المعاصرة.

٥. بناء أنشطة البحث على مستوى مصغر فى المنهج أو الوحدة الدراسية عن طريق البحوث الجماعية والمشروعات (capstone)، عن طريق العمل فى مجموعات بحثية صغيرة وفرق بحث، وتتضمن تزويد الطلاب بموضوع بحثى أو مشروع يتطلب دراسة موقف ما وجمع المعلومات وتحليل البيانات واستطلاع البحوث والدراسات والوصول إلى استنتاجات وكتابة النتائج.

٦. دمج الطلاب فى البحوث الواقعية كمساعدين للبحوث عن طريق تنظيم زيارات ميدانية لمراكز البحوث وتدريب الطلاب كمساعدين على إجراء البحوث فى الواقع ضمن فريق كبير، أو مساعدة المعلم على إجراء جزء من بحث كبير يقوم به المعلم أو المدرسة.

٧. تشجيع اهتمام الطلاب بالبحث ودعم ثقافة البحث لديهم عن طريق استبيان اهتماماتهم البحثية وسؤالهم عن أعمالهم وأفكارهم التى تصلح للبحث أو حضور ندوات فى مراكز بحثية أو حضور والمشاركة فى المؤتمرات بتقديم أوراق عمل من إنجازاتهم.

٨. غرس قيم الباحثين لدى الطلاب وتدريبهم على: الموضوعية، واحترام الأدلة، واحترام آراء الأخرين، والتسامح مع الغموض، والصرامة التحليلية، وذلك بعرض خبرات الباحثين والعملية التى مروا بها أثناء البحث والقيم التى سلكوها، وكذلك توفير خبرات تعلم منظمة لتطوير هذه القيم من خلال كتابة مقال بحثى يقدم رؤية تحليلية أو معارضة لأحد الأفكار والموضوعات (Blackmore & Fraser, 2007; Baldwin,) 2005.

ذكرت روزينشاين Rosenshine (٢٠١٢) أن المعلم لابد وأن يطرح العديد من الأسئلة، ويقدم نماذج لحل المشكلات والمهمات ليتدرب عليها الطلاب، ويدعم تطبيق الطلاب للمعرفة والمهارات بطريقة مستقلة لاكتساب المعرفة وإتقان المهارات، ويدمج الطلاب فى تطبيقات وبحوث مكثفة لتطوير وربط المعرفة.

أشار بواساى Buasai (٢٠١٥) إلى أن الطلاب يتعلمون أفضل عندما يندمجوا فى أنشطة البحث بدافعية وإيجابية، وأن التعلم المعتمد على البحث ليس فقط طريقة لاكتساب المعرفة أو تطويرها، وإنما طريقة لتنمية المهارات دى الطلاب مثل مهارات: تحديد المشكلة ووضع تساؤلات للبحث، وتصميم وتخطيط حل المشكلات، والعمل فى فريق، وجمع البيانات والتحليل والتحقيق، وكتابة التقارير وتقديم العروض؛ ويلخص خطوات عملية التعلم المعتمد على البحث فى الخطوات التالية:

- تحديد الموضوعات المثيرة لاهتمام الطلاب.
- المناقشة مع الزملاء والمعلم للتوصل لأسئلة البحث.
- تكوين فريق العمل وتحديد المهام.
- تصميم أنشطة البحث لحل المشكلات وكتابة خطة للعمل.
- جمع البيانات والمعلومات بسؤال الخبراء فى المجال وعقد مقابلات شخصية والزيارات الميدانية.
- تحليل البيانات واستخلاص النتائج.
- كتابة التقرير النهائى للنتائج.
- تقديم عرض لتواصل النتائج.

حدد ويليامز Williams (٢٠١٧) مبادئ التعلم المعتمد على البحث فى: إرشاد الطلاب لوضع التساؤلات حول موضوعات تثير الدافعية لديهم للتعلم، وتفسير ومناقشة المعرفة الجديدة التى يتوصلوا إليها، والعمل فى فريق لحل المشكلات، وتوضيح الأمثلة والمقارنة، واستخدام نماذج الفهم وحفز تفكير الطلاب.

كما أجريت العديد من الدراسات والبحوث عن التعلم المعتمد على البحث فى المرحلة الثانوية؛ ومن هذه الدراسات دراسة ثاوثورث وموكروس ودورسى وسميث Southworth, Mokros, Dorsey, and Smith (٢٠١٠) حيث استخدم الباحثين موقع الكترونى وبرامج للبحث فى قواعد الجينات (Geniquest) فى تعلم

طلاب المرحلة الثانوية من خلال البحث والتحرى فى البيانات البيولوجية باستخدام أحد نماذج التعلم المعتمد على البحث، وأشارت النتائج إلى فعالية النموذج فى اكتساب الطلاب المعرفة والفهم للعلوم المعاصرة فى الأحياء مثل علم الجينوم وعلوم الأحياء المعلوماتية.

ودراسة نيلسون وكامبل والريد Neilson, Campbell, and Allred (٢٠١٠) التى بحثت استخدام أحد نماذج التعلم المعتمد على البحث والاستقصاء لتدريب طلاب المرحلة الثانوية للبحث مثل العلماء فى قانون الطفو فى أحد وحدات تدريس الفيزياء، وأظهرت النتائج فعالية النموذج فى تنمية قدرات الطلاب فى تطوير الأفكار، وفرض الفروض، واختبار الفروض، وبناء فهم العالم الطبيعى.

ودراسة بورجين وسادلر Burgin and Sadler (٢٠١٣) التى بحثت عقد برامج تعليمية صيفية لطلاب المرحلة الثانوية العليا من تخصصات العلوم والرياضيات ذو الدافعية العالية لتعلم الرياضيات والأحياء لتعلم برنامج فى التكنولوجيا الطبية الحيوية والنانوتكنولوجى، وأظهرت أثر هذه البرامج فى تعلم الطلاب مهارات البحث، واكتساب مفاهيم بيولوجية وتكنولوجية ورياضية متعلقة بموضوعات البرامج، والتميز فى العلوم، والميول المهنية نحو المهن الطبية والتكنولوجية.

ودراسة تورين Turrin (٢٠١٥) التى بحثت تنمية مهارات جمع البيانات باستخدام نموذج التعلم المعتمد على البحث، وأثرها فى تعلم طلاب المرحلة الثانوية العليا من خلال مشروع ميدانى تعاونى لبحث موضوع عمليات مصبات الأنهار ونظام الأرض، وأظهرت النتائج فعالية النموذج فى اكتساب الطلاب المهارات التالية: مهارة جمع البيانات على المستوى المصغر الذاتى والمكبر من بعد، ومهارة اكتساب الفهم عن طريق ربط البيانات الثانوية، ومهارة إدراك العلاقات بين البيانات ومجموعات العمل، ومهارة تحليل البيانات، ومهارة التدرج فى جمع البيانات من البيانات المحلية إلى العالمية، ومن مستوى شخصى ضيق إلى مستوى جماعى واسع.

ودراسة سميرسول Smearsoll (٢٠١٧) التى درست إمكانية دمج طلاب المرحلة الثانوية فى مادة الأحياء فى إجراء البحوث المتعلقة بقضايا البيئة المحلية، وتواصل نتائج هذه البحوث مع الأخرين من خلال تعليم الأطفال فى مرحلة ما قبل المدرسة عن نتائج تعلمهم عن الحياة والبيئة.

٣- الجودة الابتكارية Innovation Quality

تعرف عملية التجديد والابتكار (Innovation) على أنها التطبيقات الجديدة للمعرفة والأفكار والطرق التى تنتج قدرات جديدة وتحفز الاستدامة التنافسية، وتتكون من المنتج والعملية وطرق الإدارة(Andersson,Lindgren,&Henfridsson, 2008).

أما عملية الجودة (Quality) فتعرف بأنها مقياس التميز والالتزام الصارم بمعايير قابلة للقياس للوفاء بالمتطلبات التى ترضى العملاء، وتطبق على كل جوانب المؤسسات بكافة أنواعها، من حيث الإدارة، والنظم، والعمليات، والمنتجات؛ وتتحدد أبعاد عملية الجودة فى الأداء، والمصداقية، والاستدامة، ومطابقة المعايير؛ ويرتبط مفهوم الجودة بمفاهيم التفوق، وطبيعة المنتج، وملاءمة الاستخدام، وقابلية التصنيع والصيانة، وملائمة مواصفات التصميم والانتاج، والقيمة القصوى للعملاء؛ وتختلف أبعاد عملية الجودة باختلاف العميل والمواصفات وتكلفة المنتج (خضير كاظم، ٢٠٠٠؛ شريف العاصي، ٢٠٠٤).

ظهر مصطلح الجودة الابتكارية فى مجال الإدارة والأعمال فى الأونة الأخيرة كاتجاه متعدد المجالات يجمع بين إدارة الجودة وإدارة الابتكارات وعلم التسويق والإنتاج، وارتبط بالابتكارات والتجديد والجودة فى الأداء والإنتاج.

حيث أوضحت انتيلا Anttila (٢٠١١) أن عملية الجودة الابتكارية هى عملية نشئت من الدمج بين عملية التجديد والابتكار (Innovation) وعملية الجودة (Quality)، وبالرغم من اختلاف وتباعد تاريخ تطور مفهومى الجودة والابتكار، وتباعد أصولهما ومنهجيتهما كعمليتين متفردتين ظهرتا فى بدايات القرن العشرين؛ إلا أنه مع بدايات القرن الحادى والعشرين ظهر مصطلح الابتكار مرتبط بمصطلح الجودة مع تزايد الاهتمام بعملية التميز (Excellence) فى الأداء والإنتاج، والحصول على شهادات الاعتماد (Accredation) وتحقيق مستويات الجودة (Quality Standards) فى جميع المجالات التربوية والإدارية والتجارية والصناعية والطبية وغيرها؛ كما أن الابتكار بطبيعته يعد أحد ممارسات الجودة الاحترافية؛ وتعد الابتكارات تحسينات غير تقليدية.

كما تعتبر المهارات العقلية مكونًا حيويًا فى تحقيق الجودة الابتكارية لدى الطلاب؛ حيث أشار ميرون وأخرون Miron, et al. (2004)، إلى أن المهارات التى تجمع بين الجودة والابتكار تندرج تحت الأبعاد التالية:

- **البعد المعرفى:** وتشمل مهارات التفكير الابداعى، والتفكير الناقد، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير التصميمى.
- **البعد الوظيفى:** وتشمل مهارات تحليل وحل المشكلات، وإدارة المخاطر.
- **البعد الجوهرى:** وتشمل مهارات كتابة التقارير، والرسم البيانى، والتواصل والرياضيات.
- **البعد الفنى:** وتشمل مهارات بحثية، وإدارة المشروعات، وهندسة تكنولوجيا المعلومات.

ولعل السمات الشخصية للفرد وتنميتها من خلال التعليم والتدريب تعتبر محددًا ضروريًا لتنمية أبعاد الجودة الابتكارية فى المجال التعليمى حيث حدد تيميرمان Timmerman (2013) أن الشخص الذى يتمتع بصفات الجودة والتجديد لديه القدرات التالية:

١. الفهم العميق لعملية التجديد والقدرة على شرحها وتوضيحها للأخرين.
٢. تكوين فريق متميز للعمل يمكن أن يتحمل المسئولية ويحقق النتائج.
٣. تحديد المشكلات.
٤. مواصلة التدريب على عملية الإبداع.
٥. التعاون والمشاركة والإدارة.
٦. استخدام وسائل الإعلام والتواصل الاجتماعى.
٧. المبادرة وفهم الاحتياجات والفرص والتواصل وتقديم الحلول المقبولة للعملاء.
٨. الاستقراء والاستنباط والاستدلال الاستنتاجى لتحديد الأسباب الجذرية والحلول المستقبلية.

لذلك من الأهمية إعداد الطلاب فى المرحلة الثانوية لتحقيق الجودة والابتكار والتجديد والريادة فى مجال الأعمال فى ظل عصر اقتصاد المعرفة؛ وذلك يتطلب تنمية مجموعة متكاملة من القدرات المعرفية والمهارية والقيم الشخصية؛ حيث وصف بلال خلف (٢٠٠٨)؛ الشخص الذى يتمتع بصفات الجودة والابتكار والتجديد والريادة فى الأعمال (Entrepreneurship)؛ بأنه هو الذى يتمتع بصفات أخذ

المبادرة وينظم الآليات، والمتطلبات الاقتصادية والاجتماعية، وكذلك لديه القدرة على قبول الفشل والمخاطرة، ولديه القدرة على طلب الموارد والعاملين والمعدات وباقى الأصول ويجعل منها شيئا ذو قيمة، ويقدم شيئًا مبدعًا وجديدًا، وكذلك يتمتع بالمهارات والخصائص سواء الإدارية والاجتماعية والنفسية التى تمكنه من ذلك.

كما أن تنمية شخصية الفرد ليصبح متطلعًا لريادة الأعمال والمشروعات فى المستقبل عاملاً مهمًا فى تحقيق التنمية المستدامة فى ظل اقتصاد المعرفة، والتى تتطلب إنتاج أفراد ذات سمات خاصة حيث ذكر كلا من مروة حمد، ونسيم برهم، (٢٠٠٨) أن الشخص الذى يملك صفات الجودة والريادة يتميز بما يلى من صفات:

- يعتبر نفسه جزء لا يتجزأ من المنظومة ويعتبر نجاحه من نجاح الفريق.
- شديد الطموح والرغبة والسعى الدائم للبحث والعلم والتطوير.
- يقيس الوقت بالإنجازات، وشعور الإنجاز لديه محفر رئيسى للاستمرار والبذل.
- لديه شعور عالى بالاستقلالية وقد يحبط إذا لم يعطى المساحة الكافية لتطبيق أفكاره وأساليبه الخاصة.
- لا يشعر بالراحة إذا تمت إدارته بطريقة تقليدية بحتة، وقد يشعر بالضيق من البيروقراطية والإجراءات الروتينية.
- لا يخشى تحدي السلطة أو القوانين إذا كان فيها نوع من التعسف واللامنطق.
- نجاح الأخرين من حوله مهم إذ أن وجوده مع فريق غير ناجح قد يتسبب فى إحباطه.
- إذا كان إداريًا فيعتبر نفسه دائمًا المسؤول فى الخطأ قبل الصواب، وأسلوبه عادة تحفيزي وواقعى.

إن لعملية الجودة الابتكارية مخرجاتها التعليمية المهمة، والتى ترتبط بالتعلم والعمل من أجل المستقبل المهنى للفرد؛ حيث ذكر ماريوتى Mariotti (٢٠٠٨) أن أحد مخرجات التعليم الذى يستهدف تحقيق أبعاد الجودة الابتكارية تحقيق الريادة فى مجال الأعمال؛ ويهدف إلى تنمية قدرة الطالب على اكتشاف ذاته، وإنتاج الأفكار الإبداعية، واكساب الطالب مهارات التخطيط والتنظيم، ومهارات إدارة فريق العمل. وأن من أنماط التعلم التى تساعد فى تحقيق ذلك ما يلى: التمركز حول المتعلم

(Learner-centered Learning)، والتعلم بالفعل والتدريب (learn by doing)، والتعلم بالخبرة (Experiential Learning)، والتعلم القائم على حل المشكلات (Problem-Based Learning)، والتعلم القائم على الاستقصاء (Inquiry-Based Learning)؛ وتساعد هذه الأنماط من أنماط التعلم على تحقيق خبرة التعلم بالتدريب وبالفعل، حيث يزود التدريب العملى الطالب بفرص التعلم من خلال العمل واضفاء الطابع الشخصى على التعلم، وبناء الإنصاف الانفعالى فى عملية التعلم وملكية النتائج الخاصة، كذلك عن طريق حل المشكلات البسيطة والمعقدة، وممارسة الأنشطة المتنوعة مثل أنشطة التخطيط، والإبداع، والأعمال التجارية، والرحلات الميدانية، وحل المشكلات الجماعية، وأنشطة التفاوض، ويقوم التعلم فى إطار إشراك المتعلم فى المجتمع ومن خلال سياق المجتمع.

تعتبر المعرفة المكتسبة وجودتها بعدًا رئيسًا فى عملية الجودة الابتكارية حيث حدد جوبيتا Gupta (٢٠٠٩) أن تحقيق عملية الجودة والابتكار تشملا الموارد الفكرية للفرد، وتتكون من المشاركة الفكرية، وإدارة المعرفة، وابتكارات المنتجات الجديدة، وتعتمد على الإبداع (Creativety)، والتجديد وتتبع المبادئ التالية:

- **التطلع للإبداع:** أن يقرر الفرد أن يكون مبدع دائما: البحث عن الابتكارات فى كل مكان، والاعجاب بالإبداع، والبحث عن الموضوعات المهمة، والنهم فى التعلم.

- **التفرد فى التوليف:** أن يبدأ الفرد بالجمع بين اثنين أو أكثر من العناصر أو الأفكار بطرق فريدة: توليف الأفكار بطريقة فريدة، وتحليل الابتكارات للتعرف على الاختلاف، واتباع أنشطة الجمع والتركيب.

- **الممارسة المستمرة:** التفكير بسرعة لربط الأفكار، والاستمتاع بجمع المعلومات.

كما يشار إلى أهمية عملية البحث العلمى فى هذا المجال حيث تعتمد عملية التجديد والابتكار على عملية البحث العلمى حيث أشار لاندجون Langdon (٢٠١١) إلى أن عملية التجديد والابتكار تعتمد على عملية البحث العلمى التى تبدأ بالفكرة حول حل مشكلة ما، وإيجاد التصميم المناسب لحل المشكلة، واختباره وإيجاد نموذج مناسب. كما أن عملية التجديد والابتكار تكون ذات أهداف استراتيجية وتعتمد على عملية الملاحظة الدقيقة، والإدارة والبحث فى الحلول، وإيجاد رؤية للتصميم، واختبار الأفكار، والتطوير المستمر حتى التنفيذ الواقعى للوصول إلى ابتكارات تعتبر منتجات يمكن استخدامها فى الواقع لحل المشكلات المختلفة فى مجال ما.

فنجد أنه من الأهمية أن تتضمن أهداف التعليم تنمية الجوانب الفكرية والشخصية للأفراد ليصبحوا مبدعين ومجددين، وذلك بدمج عملية التجديد فى تعلم التخصصات التعليمية المختلفة للوصول لأهداف الإبداع والابتكار والتجديد والريادة المرغوبة؛ ووصف شين ووانج (٢٠١١) Chen and Wang التركيب العقلى للشخص المتميز بالجودة الابتكارية فى مجال الإدارة والأعمال؛ والذى يجب تضمينه فى الأهداف العامة لبرامج التعليم لتحقيق هذه التنمية المتكاملة؛ بأنه يتكون من الذكاءات والمهارات المعتمدة على المعرفة؛ وتشمل المعرفة الواسعة والعميقة بمجال الدراسة، ودمج المعرفة مع التخصص المهنى المستقبلى، واعتماد المعرفة التى تعزز ريادة الأعمال؛ ويتكون من قدرات اتقان الفرص، واتخاذ القرار، والقيادة، والتوظيف، والتعلم، ومقاومة المخاطر، والجودة؛ كما يتكون من الأخلاقيات، والشخصية، والثقافة، والعلم، والقيم الإنسانية، والصفات النفسية الإيجابية.

وبذلك يمكننا القول أن الجودة الابتكارية تتكون من منظومة متكاملة من قدرات ومهارات ومكونات التفكير؛ ومنها مكونات التفكير الريادى، والتى تتألف من: الفرص الريادية، واليقظة الريادية، والخيارات المنطقية الواقعية، وإطار العمل الريادى؛ وتتمثل قدراته فى: المخاطرة، والمبادأة، والإبداع، والتفرد؛ وتتمثل المهـارات الشخصيـة المتعلقـة به فى: الرقابة، والإلتزام، وأخذ المخاطرة، والإبداع، والقدرة على التقييد، والمثابرة، والرؤية القيادية، والتركيزعلى التغيير (إدريس أحمد، ٢٠١٤).

كما ترتبط عملية الجودة الابتكارية بمهارات القيادة حيث ذكرت جراهام Graham (٢٠١٦) أن القدرة على القيادة من مكونات الجودة الابتكارية، وهناك خمس مهارات عامة يمتلكها الشخص القائد المجدد وهى: الدقة والتنظيم، والمنظور الاستراتيجى للأعمال، واستغلال الفرص، والشجاعة فى القيادة، وحب الاستطلاع، والقدرة على إدارة المخاطر.

أن عملية تقويم الجودة الابتكارية تتقاطع مع طريق قياس الإبداع والمعرفة والشخصية والمهارات والثقافة والقيم والاتجاهات؛ وتعتمد عملية تقويم الجودة الابتكارية على مدخل تعدد القياسات (Multiple-Measurement Approach) (Runco, 2016 Agnoli, Corazza &)، وذلك باعتبار الجودة الابتكارية كفاءة مركبة متكاملة (Integrated Complex Competence) تتكون من مجموعة قدرات عقلية ومهارية واستعدادات وجدانية؛ ولقياس هذه الكفاءة المعقدة المتكاملة لابد وأن تعد الاختبارات متعددة القياسات على هيئة بطارية تتضمن مجموعة من الاختبارات والمقاييس؛ كما تستخدم طريقة مقاييس التقدير (Rubrics) (Haugnes

(Russell, 2016 &؛ وتفيد فى هذه الاختبارات والمقاييس فى التقويم الشامل للأوجه العامة والخاصة لمجال الجودة الابتكارية؛ نظرًا لتضمن هذا المجال عدة أبعاد ومستويات معرفية ومهارية ووجدانية تتعلق بمستوى الفرد فى المعرفة، والإبداع والابتكار والتجديد، والسمات الشخصية، والخصائص الوجدانية.

كما أشارت الدراسات السابقة أهمية اجتياز مستوى التعليم العادى فى المرحلة الثانوية إلى التعليم المتميز بالجودة والابتكار والتجديد والتميز؛ ومن هذه الدراسات دراسة مارتيز ودونوفان (٢٠١٥) Maritz and Donovan التى هدفت لوضع إطارعام للبرامج التعليمية المناسب استخدامها لتنمية الابتكار وريادة الأعمال من خلال العلوم البينية والمتكاملة باستخدام الطرق المعتمدة على المشروعات، ونماذج التدريس العملية، والمداخل المعتمدة على التدريب.

ودراسة جوميز ميرينو وأخرون (٢٠١٧) Gómez-Merino والتى هدفت إلى تقييم المناهج التعليمية فى المكسيك وتحديد أوجه القصور فى تعليم العلوم والتكنولوجيا فى ضوء متطلبات استراتيجيات العلوم والتكنولوجيا والتجديد، وأظهرت نتائج الدراسة تدنى المستوى التعليمى للطلاب فى المجالات المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا، وقصور تحقيق الجودة الابتكارية فى تعلم العلوم، كما أبرزت أهمية الاتجاه نحو التعليم عالى الجودة، وتشجيع مؤشرات الابتكار فى مخرجات التعليم.

ودراسة بيميز (٢٠١٧) Beames التى أشارت إلى أهمية تضمين أنشطة إثرائية لطلاب المرحلة الثانوية تساعد فى تنمية الابتكار والتجديد التكنولوجى، وذلك من خلال الأنشطة العملية والحقلية التى تهدف إلى تحقيق التعلم ذو المعنى من خلال دراسة المناهج البينية.

ودراسة موناورو (٢٠١٧) Munawaroh التى هدفت إلى دراسة استخدام التعلم القائم على حل المشكلات فى زيادة التميز فى ريادة الأعمال لدى طلاب بالمرحلة الثانوية الفنية باندونيسيا، وأثبتت الدراسة فعالية استخدام التعلم القائم على حل المشكلات فى زيادة اتجاه الطلاب نحو الريادة وروح المبادرة فى الأعمال.

٤- الميول المهنية:

الميول المهنية هى انتباه الفرد نحو عمل معين وحب الفرد لنشاط معين ورضائه عنه وتركيز ذهنه فيه وتفضيله عن الأعمال الأخرى، والاستعداد لبذل أقصى جهد فيه والاستمرار فيه أطول فترة وقت ممكن، والميول تتجه إلى الاستقرار عند مرحلة المراهقة، ويحتل الميل مكانة الدافع للعمل (بديع محمود، ٢٠٠١).

عرف أندرو كارسون (Andrew Carson) الميول المهنية على أنها جزء من البناء المركزى للشخصية، ويملك ذلك الجزء صنع القرار فى الاختيار المهنى والتكييف مع المهنة المختارة ويشير إلى الأنشطة والعمليات التى ترتبط بمجالات هذه المهنة (Dictionary of Vocational Psychology, 2005).

صنف كيودور الميول المهنية إلى: ميول للعمل فى الخلاء، والميل للعمل الميكانيكى، والميل للعمل الحسابى، والميل للعمل العلمى، والميل للعمل الاقناعى، والميل للعمل الفنى، والميل الموسيقى، والميل للعمل الكتابى، والميل للعمل الأدبى، والميل للعمل الاجتماعى (محمود عطا، ٢٠٠٦)؛ وصنف هولاند الميول المهنية ستة أنماط وهى: النمط الفنان، والنمط التقليدى، والنمط المقدام، والنمط التحليلى، والنمط الواقعى، والنمط الاجتماعى (نازك إبراهيم، ٢٠٠٨).

للميول المهنية خصائص مميزة ومنها: أنها نزعة شخصية سلوكية لدى الفرد للانجذاب نحو نشاط معين من الأنشطة العلمية المختلفة؛ وأنها ترتبط بالتعلم وكلما زاد ميل الفرد زاد تعلمه ورغبته فى الفهم والمهارة، وأنها قابلة للقياس والتقويم من خلال الاستجابات اللفظية للأفراد المفحوصين أو من خلال ملاحظة أوجه السلوك والنشاطات العلمية التى يقوم بها الفرد؛ وهى تحقق ذاتية الفرد، وأنها تقترن بالسلوك (سعود بن مبارك، ٢٠١١).

تؤثر فى الميول المهنية عدة عوامل وهى: العوامل الذاتية مثل الصفات الوراثية والسن والجنس، والعوامل البيئية مثل الأسرة والمدرسة والمجتمع المحيط (جودت عزت عبد الهادى، سعيد حسنى العزة، ١٩٩٩؛ وسميرة ميسون، ٢٠١١).

لاكتشاف الميول المهنية أهمية فى المجال التعليمى حيث تساعد على: تحسين التحصيل العلمى، وزيادة مشاركة الطالب فى التعليم، وتحقيق أعلى معدلات لأداء الطلاب؛ وفى المجال الاجتماعى حيث تساعد على: تحسين مستويات العمل والأداء والارتياح الوظيفى، وخفض معدل البطالة والأمراض النفسية، وخفض العنف تجاه المجتمع؛ وفى المجال الاقتصادى حيث تساعد على: الاستفادة القصوى لتكاليف التعليم، وتحسين الدخل القومى، وزيادة إنتاجية العمال (سعيد حسنى، ٢٠٠١).

هناك اهتمام بتطوير المناهج والبرامج التعليمية فى المرحلة الثانوية وربطها بسوق العمل بهدف إثراء المناهج والبرامج التعليمية، وتنمية رغبة المتعلم للمهن المختلفة، وتنمية روح العمل الجماعى، وإتقان المهارات، والانفتاح على المجتمع، واستثمار الموارد المادية والبشرية (طارق على، ونصير أحمد، وعلى خليل، ٢٠١٧).

تقاس الميول بعدة طرق مقننة مثل: اختبارات سترونج، واختبارات كيودور، واختبارات هولاند، واختبارات مينسوتا؛ وبعدة طرق غير مقننة مثل: المقابلة الشخصية، والملاحظة، وسلالم التقدير، واختبارات الصور، واختبارات المعرفة، وطريقة التفضيل (محمود أحميد، وأخرون، ٢٠١١).

أظهرت الدراسات أهمية تدريس البرامج العلمية التى تزيد من ميول الطلاب نحو المهن العلمية وخاصة مجال العلوم الطبية والرعاية الصحية؛ ومن هذه الدراسات دراسة بيرك وأخرون (٢٠١٤) .Berk, et al التى هدفت إلى إجراء دراسة تتبعية لطلاب المرحلة الثانوية العليا بعد دراسة برنامج فى العلوم البينية المرتبطة بالعلوم الطبية والرعاية الصحية ويركز على المحاكاة وتعزيز الكفاءة الذاتية باستخدام مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة (STEM)، ومتابعة أثر هذا المنهج على ميول الطلاب المهنية بعد الدراسة فى الجامعة؛ وأظهرت النتائج أن للمنهج أثرًا إيجابيًا فى بقاء الاهتمام والميول بدراسة الأحياء والعلوم الطبية بعد التخرج من المدرسة الثانوية. وأن (٦٣%) من عدد الطلاب اهتموا بمتابعة الحصول على دورات تدريبية علمية أو صحية، وأن (٧٣%) من الطلاب شارك فى دورات علمية متخصص، وأن (٨٠%) من الطلاب التحقوا ببرامج مهنية للإعداد للعمل فى مجال الرعاية الطبية.

دراسة وينكلباى وأخرون (٢٠١٤) .Winkleby, et al التى هدفت إلى تقييم البرامج الإثرائية غير المدرسية الصيفية ذات المحتوى العلمى والمهنى التى تصممها المؤسسات والجامعات بالولايات المتحدة الأمريكية لتدريب طلاب المرحلة الثانوية على المهن المتصلة بالصحة والعلوم؛ وأجريت الدراسة بطريقة طولية لمدة خمسة أعوام على أربع مجموعات من الطلاب لدراسة أثر برنامج ستانفورد الطبي فى مجال الطب الحيوى، وتقييم النتائج التعليمية والوظيفية والعوامل الأخرى مثل: الجنس والعرق والخلفية الاجتماعية والاقتصادية والتحضير الأكاديمي قبل البرنامج؛ وأظهرت نتائج التقويم الاستراتيجي بعد أربع سنوات من المتابعة، أنه هناك معدلات استجابة عالية من المشاركين في البرامج الطبية الحيوية المختلفة، ومجموعة المقارنة مع معدلات إنجاز قريبة من (٩٠%)، وكذلك وجدوا معدلات استجابة مماثلة حسب الجنس والعرق، وأوصت النتائج بأهمية تزويد الطلاب فى المرحلة الثانوية العليا بالمزيد من البرامج المهنية المتصلة بالصحة والعلوم، وتحديد مكونات المناهج الدراسية التي تسهم بأكبر قدر ممكن في تحقيق نتائج ناجحة فى تعزيز الميول المهنية لدى الطلاب.

ودراسة يوتو (٢٠١٤) Uitto التى هدفت للكشف عن ميول طلاب المدرسة الثانوية نحو الأحياء، والكفاءة الذاتية، واتجاه الطلاب نحو الموضوعات العلمية والرياضيات، وتوجه الطلاب نحو المهن المرتبطة بالأحياء؛ حيث طبقت مجموعة من الاستبيانات على عينة عددها (٣٢١) طالب وطالبة، وأظهرت النتائج عدم وجود فروق بين الجنسين فى الميل نحو الأحياء، وزيادة ميل الطلاب نحو دراسة الأحياء البشرية وتكنولوجيا الجينات، وأثر الاتجاه نحو الأحياء والكفاءة الذاتية فى تعلم الأحياء فى اختيار مهن تتصل بالأحياء فى المستقبل.

ودراسة محاسنى وفرجات (٢٠١٥) Mahasneh and Farajat والتى هدفت إلى تحديد فعالية برنامج تدريبي قائم على ممارسة المهن في تنمية الميول المهنية والوعى المهنى، وطبق البرنامج التدريبى القائم على المهن ومقياس الميول المهنية قبليًا وبعديًا على عينة الدراسة المكونة من (٦٠) طالبة من الصف العاشر في أحدى المدارس الثانوية بمنطقة معان بالمملكة الأردنية الهاشمية قسمت إلى مجموعتين تجريبية وضابطة، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠٥) في نتائج مقياس الميول المهنية بين أفراد المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، وبين أفراد المجموعة التجريبية في المهن المختلفة الطبية، والهندسية، والاجتماعية، والعلوم التطبيقية، والأعمال التجارية، والتربوية، والفنون المكتبية، والصناعية، والعسكرية، حيث أظهرت النتائج فعالية البرنامج فى تنمية الميول المهنية المختلفة، وجاءت الميول نحو المهن الهندسية والطبية والعلوم التطبيقية والصناعية والتجارية فى مقدمة النتائج يليها باقى التخصصات، وأثبت البرنامج أن اهتمامات الطلاب المهنية تزيد عند زيادة الوعى المهنى لديهم أثناء الدراسة فى المرحلة الثانوية.

ودراسة حمدان محمد (٢٠١٧) التى هدفت إلى تحديد أبعاد الوعى المهنى، والمهن المتعلقة بمقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية فى منطقة الطائف بالمملكة العربية السعودية، وتصميم أنشطة إثرائية قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا الهندسة والرياضيات لتنمية الوعى بالمهن العلمية والميول المهنية لمجموعة عددها (٤٣) طالبًا من طلاب الصف الثالث الثانوى ذو استراتيجية التعلم العميق (١٧)، والتعلم السطحى (٢٦) وقياس تفاعل استراتيجيات التعلم مع الأنشطة المقترحة؛ وأظهرت نتائج البحث أثر الأنشطة الإثرائية المقترحة فى ضوء مدخل (STEM)، وتفوق مجموعة الطلاب ذو استراتيجية التعلم العميق عن مجموعة استراتيجية التعلم السطحى فى تنمية الوعى المهنى واكتساب الميول المهنية فيما يتعلق بالمعرفة بالمهن العلمية، والكفاءة الذاتية، والارتباط بالمهنة، وملاءمة المهنة.

إجراءات البحث:

١ـ تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية:

قامت الباحثة بدراسة وصفية تحليلية للأدبيات والبحوث والدراسات المتعلقة بكل مما يلى: أهداف مناهج الأحياء فى القرن الحادى والعشرين، ومنها المصادر التالية: المجلس القومى للبحوث (National Research Council)، والأكاديمية القومية للعلوم (National) (Academy of Sciences، ومعهد الصحة (The Institute of Medicine)، والأكاديمية القومية للهندسة National Academy (of Engineering)، والمجلس القومى لمعلمى العلوم (National Science Teachers Association)؛ وأسس تصميم مناهج المواد البينية ومناهج تكامل تعلم الأحياء مع الفيزياء والكيمياء والتكنولوجيا، ومنها المصادر التالية: (Mijung & Diong, 2012; Nagle, 2013; Wake, 2000; 2001; 2003; 2004)، وأساسيات علم الالكترونيات الحيوية (Walker, et al., 2009; Williams, 2005; 2011; Willner & Katz,)، وأسس التعلم القائم على البحث، وبناء الوحدات الدراسية فى ضوئه، ومنها المصادر التالية: (Baldwin, 2005; Williams, 2017 Blackmore & Fraser, 2007; Buasai, 2015;)؛ وفى ضوء نتائج الدراسة الوصفية توصلت إلى تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية كما يلى:

١. تطبيق مدخل التعلم المعتمد على البحث:

- تدريب الطلاب على مهارات البحث العلمى.
- تنمية قدرات الاستقصاء والتحرى.
- استكشاف الطلاب لمشكلات بحثية من العالم الحقيقى واقتراح الحلول لها مع الضبط.
- العمل فى مجموعات بحثية صغيرة أو فى البحوث الجماعية وفرق بحث المشروعات.

٢. التميز فى تعلم البيولوجيا المتكاملة:

- اكتساب المعرفة المتعلقة بالعلوم الحيوية فى تكاملها مع علوم الكيمياء والفيزياء والرياضيات والهندسة.

- اكتساب المعرفة الأساسية المتعلقة بعلوم الكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية والرياضيات الحيوية، والجيولوجيا الحيوية، والمعلوماتية الحيوية.
- اكتساب المعرفة الأساسية بتقنيات الالكترونيات الجزيئية الحيوية.
- فهم النظم الحيوية وتفاعلاتها.
- فهم تطبيقات الالكترونيات الجزيئية الحيوية.

٣. تنمية قدرات ومهارات التميز والابتكار:

- تنمية مهارات القرن الحادى والعشرين.
- تنمية مهارات التفكير الإبداعى والتفكير الناقد.
- تنمية مهارات حل المشكلات البيئية والاجتماعية.
- تنمية مهارات الريادة فى الأعمال.
- تنمية مهارات الابتكار والتجديد.
- تنمية مهارات التصميم التكنولوجى والنمذجة.
- تنمية مهارات التخطيط والإدارة واتخاذ القرار.
- تنمية مهارات التعاون والتواصل.

٤. إعداد الطالب لسوق العمل المعاصر:

- إعداد الطلاب لسوق العمل المناسب لاحتياجات اقتصاد المعرفة.
- تأهيل الطلاب للعمل فى السوق التنافسية للتكنولوجا المتطورة.
- إعداد الطلاب لسوق العمل فى القرن الحادى والعشرين.
- إعداد الطلاب للعمل وفقًا للمعايير الدولية ومعايير الجودة.

٥. تنمية الميول المهنية:

- توجيه الطلاب مهنيًا للعمل فى المجالات الحيوية.
- توجيه الطلاب للعمل فى مجالات البرمجة الحاسوبية والمعلوماتية.
- مساعدة الطلاب على اختيار مهنة المستقبل فى أحد المجالات التكنولوجية.
- تكوين الميول المهنية فى مجالات التنمية المستدامة.
- تكوين الميول والاتجاهات نحو المهن المتعلقة بالعلوم الطبية والهندسية والصناعية والتكنولوجية.

وبذلك تكون أجابت الباحثة عن السؤال الأول للبحث: ما أسس بناء الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية لطلاب الصف الأول الثانوى؟

٢- تحديد أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية:

قامت الباحثة ببحث أبعاد مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتحديد الموضوعات المرتبطة بكل بعد من الأدبيات والدراسات والدوريات المتخصصة والتقارير والإصدارات من عدة مصادر كما يلى: إصدارات معهد بحوث الالكترونيات، والمركز القومى للبحوث بجمهورية مصر العربية، وإصدارات وتقارير المؤسسة القومية للعلوم (National Science) (Foundation (NSF، والمعهد القومى للصحة (National Institutes for Health- NIH)، والمعهد القومى للمعايير والتكنولوجيا (National Institute of Standards and Technology) بالولايات المتحدة الأمريكية؛ وكتب ودوريات جامعة كامبريدج (Cambridge) (University Press بالمملكة المتحدة؛ والدوريات الدولية التالية: الأحياء المقارن (Comparative Biology)، والأحياء الدولية (Biology International)، وتعليم علوم الحياة (Life Sciences Education)، ومعلم العلوم (Science Teacher)، ودورية البحوث المتقدمة بجامعة القاهرة (Journal of Advanced Research –Cairo University)؛ ومجموعة من الكتب العربية (على يوسف، وحسام حاج قاسم،٢٠١٥؛ وعصام سرحان ذياب، ٢٠١٣؛ وعطية البردى، ٢٠٠٩؛ ومحمود محمد سليم، ٢٠١٥؛ ومنير نايفة، ٢٠١٦).

توصلت الباحثة إلى أن مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية يتكون من ستة أبعاد هى: المفاهيم الرئيسة، والعمليات الرئيسة، والتقنيات الرئيسة، والقياسات والتحاليل الرئيسة، والأجهزة الرئيسة، والتطبيقات الرئيسة؛ وقامت بتفصيل كل بعد فى قائمة أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية (ملحق٢).

تكونت قائمة أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية (ملحق٢)، من (١٩٦) مفردة التالية: المفاهيم الرئيسة (٦١ مفهومًا)، والعمليات الرئيسة (٢٧ عملية)، والتقنيات الرئيسة (٣٠ تقنية)، والقياسات والتحاليل الرئيسة (٧ تحليل وقياس)، والأجهزة الرئيسة (٤٤ جهاز)، والتطبيقات الرئيسة (٢٧ تطبيق)؛ وما تتضمنها من موضوعات، وحددت أربع خانات للاستجابة خانيتين (متعلقة –غير متعلقة) تعبرا عن مدى تعلق مفردات كل بعد بالبعد الذى تنتمى إليه ، وخانتين (مناسبة – غير مناسبة) تعبرا عن مدى مناسبة هذه المفردة لمستوى طلاب الصف الأول بالمرحلة الثانوية؛ ثم عرضتها على مجموعة من الأساتذة والباحثين (ملحق١) فى المجالات العلمية التالية: التكنولوجيا الطبية الحيوية، والكيمياء الحيوية الطبية، والفيزياء الحيوية، وعلم النانو والمواد، والطب الحيوى، والميكاترونكس الحيوية، والميكروالكترونيات من: كلية العلوم والزراعة والهندسة بجامعة عين شمس، وكلية العلوم وطب القصر العينى بجامعة القاهرة، وكلية التربية قسم العلوم البيولوجية والجيولوجية بجامعة عين شمس، والمركز القومى للبحوث، وجامعة العلوم والتكنولوجيا بمدينة زويل؛ ومعهد بحوث الالكترونيات بمدينة العلوم للبحوث الالكترونية؛ وذلك لتحديد الدقة العلمية لموضوعات وأبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتحديد مدى ارتباط المفردات بكل بعد من أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية، ومدى مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوى؛ وقامت الباحثة بتنقيح وتعديل مفردات القائمة فى ضوء آراء السادة الخبراء المحكمين؛ ووجدت أن جميع المفردات تتميز بالدقة العلمية، وأنها مرتبطة بعلم الالكترونيات الجزيئية الحيوية؛ وحددت بعض المفردات المناسب تضمينها فى الوحدة الدراسية المقترحة؛ والتى اقتصرت على (٢٨) مفهومًا من المفاهيم الرئيسة، و(٥) عملية من العمليات الرئيسة، و(٦) تقنية من التقنيات الرئيسة، و(٢) قياس وتحليل من القياسات والتحاليل الرئيسة، و(٦) جهاز من الأجهزة الرئيسة، و(٩) تطبيقًا من التطبيقات الرئيسة من محتوى القائمة المعدلة فى ضوء آراء الخبراء.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن سؤال البحث الثانى وهو: ما أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية المناسب تضمينها فى مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى؟

٣- تحديد أبعاد الجودة الابتكارية:

قامت الباحثة بدراسة وصفية لعملية الجودة الابتكارية من الأدبيات والبحوث والدراسات الأجنبية فى مجال الجودة والابتكار والإبداع والريادة فى الأعمال ومنها: Anttila, 2011; Andersson, Lindgren, & Henfridsson, 2008; Miettinen, 2002;) Miron, et al., 2004; Timmerman, 2013; Mariotti, 2008; Gupta, 2009; Langdon, 2011; Chen and Wang, 2011; Graham, 2016; Agnoli, Corazza & Runco, 2016; Haugnes & Russell, 2016; Maritz and Donovan, 2015; Gómez-Merino, 2017; Beames, 2017; Munawaroh, 2017)، وكذلك بعض المصادر العربية (بلال خلف، ٢٠٠٨؛ مروة حمد، ونسيم برهم، ٢٠٠٨)؛ وتوصلت إلى (٦٩ بعدًا فرعيًا) تحت ثلاثة أبعاد رئيسة هى: الأبعاد المعرفية والمهارية والوجدانية المكونة لعملية الجودة الابتكارية، وحددت مكونات كل بعد رءيس بالتفصيل كما هو موضح فى (ملحق٣)، وتمثلت هذه الأبعاد فيما يلى:

١. **الأبعاد المعرفية:** تضمنت القدرة على اكتساب المعرفة (٦ قدرات)، وفهم عملية الإبداع والابتكار والتجديد (٤ قدرات)، وإدارة المعرفة (٨ قدرات)، والتميز (٤ قدرات).

٢. **الأبعاد المهارية:** تضمنت مهارات الإبداع والابتكار والتجديد (١٨ مهارة)، ومهارات الشخصية (١٥ مهارة).

٣. **الأبعاد الوجدانية:** تضمنت مجموعة من الخصائص الوجدانية التى تنطوى على الدافعية للتعلم المستمر وسمات الشخصية الابتكارية (١٤ خاصية وسمة).

وبذلك تكون أجابت الباحثة عن السؤال الثالث للبحث وهو: ما الأبعاد المعرفية والمهارية والوجدانية للجودة الابتكارية المناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٤- تحديد الميول المهنية:

قامت الباحثة بدراسة وصفية من الأدبيات والبحوث والدراسات فى مجال الميول المهنية من المصادر العربية التالية: (محمود عطا، ٢٠٠٦؛ ونازك إبراهيم، ٢٠٠٨؛ سعود بن مبارك، ٢٠١١؛ وجودت عزت عبد الهادى، سعيد حسنى العزة، ١٩٩٩؛ وسميرة ميسون، ٢٠١١؛ وسعيد حسنى، ٢٠٠١؛ ومحمود أحميد، وأخرون،

٢٠١١؛ وحمدان محمد ، ٢٠١٧)؛ وكذلك المصادر الأجنبية التالية: Berk, et al, 2014; Winkleby, et al., 2014;) Uitto, 2014; Mahasneh and Farajat, 2015;)، كما قامت بتحديد الموضوعات المتعلقة بالميول المهنية والمناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى فى إطار تحليل محتوى الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية بهدف تعرف المهن المرتبطة بموضوعاتها، وقامت الباحثة بالتحليل وإعادة التحليل بعد ثلاثة أسابيع للتأكد من ثبات النتائج حيث وجدت الباحثة نسبة اتفاق (٩٢%)، وفى ضوء ذلك وجدت أن الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية تناولت موضوعات علمية، وتطبيقات طبية وعلاجية، والتصميمات والنظم الهندسية المتعلقة بتصميم الأجهزة والنظم الالكترونية، والصناعات الالكترونية المتعلقة بصناعات الأجهزة الطبية وأجهزة الاستشعار والروبوت، وموضوعات خدمية اجتماعية تتعلق بمجال الرعاية الطبية والصحية، بما يمكن تحديده فى خمس أنماط أو فئات تتعلق بالمهن المرتبطة بموضوع الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتحددت الميول المهنية فيما يلى:

١. الميل نحو المهن الطبية والعلاجية.
٢. الميل نحو المهن العلمية والبحثية المعملية.
٣. الميل نحو المهن الهندسية.
٤. الميل نحو المهن الصناعية الالكترونية.
٥. الميل نحو المهن الخدمية الاجتماعية.

وبذلك تكون أجابت الباحثة عن السؤال الرابع للبحث: ما الميول المهنية المتعلقة بعلم الالكترونيات الجزيئية الحيوية المناسب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

التصور المقترح لبناء وحدة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية

أقترحت الباحثة بناء وحدة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية لتدريسها فى الصف الأول الثانوى؛ لما يتميز به هذا المجال من إتاحة الفرصة للطلاب للتدريب على مهارات البحث العلمى والتصميم التكنولوجى، وفهم الأحياء كنظام، ودراسة الأحياء على المستوى الجزيئى والذرى، ودراسة الأحياء فى تكاملها مع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتعرف التطبيقات التكنولوجية والمعلوماتية، وفهم مهارات ابتكار النماذج والأجهزة الحيوية؛ وتقدير قيمة تطبيقات علم الأحياء فى مجال الطب والعلاج الحيوى والبيئة؛ وكذلك تكوين تصور عن مهنة المستقبل واختيار سوق العمل المناسب لدراسته.

قامت الباحثة بتصميم الوحدة الدراسية باستخدام التصميم القائم على التعلم المعتمد على البحث (Research- based Learning Design)، وحددت ما يلى: الأهداف التعليمية العامة، وموضوعات البحث المناسبة لمستوى الطلاب وتطلعاتهم، ومحتوى المعرفة والمهارات والوجدانيات، وتنظيم الدروس، والأهداف الإجرائية، وإجراءات التدريس، وأدوار المعلم وكيفية توجيه ودعم الطلاب أثناء عملية البحث، وأدوار الطلاب وكيفية انخراطهم فى عملية البحث، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، وأساليب وطرق التقويم؛ وذلك فى الخطوات التالية:

١- تحديد الأهداف التعليمية العامة:

يرجى بعد دراسة وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية أن يصبح الطالب قادرًا على أن:

١. يتعرف أساسيات البحث العلمى.
٢. يتعرف تقنيات الالكترونيات الجزيئية.
٣. يتعرف تقنيات تكنولوجيا النانو الحيوية.
٤. يتعرف تقنيات الاستشعار الحيوي.
٥. يطبق خطوات عملية البحث والاستقصاء.
٦. يكتسب مهارات الجودة الابتكارية.
٧. يكتسب ثقافة الإبداع والابتكار والتجديد فى مجال الأحياء.
٨. يتجه نحو التجديد والابتكار فى المجالات الحيوية.
٩. يتجه نحو التعلم المستمر والذاتى.
١٠. يكتسب الميول المهنية المرتبطة بالمجالات الحيوية والطبية.
١١. يقدر دور التكنولوجيا فى حل مشكلات الإنسان فى المجال الإحيائى والطبى والعلاجى والوقائى.
١٢. يقدر جهود العلماء والباحثين فى مجال تكنولوجيا النانو الحيوية.

٢- تحديد موضوعات البحث فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية المناسبة لمستوى طلاب الصف الأول الثانوى:

تحددت موضوعات البحث فيما يلى: البروتينات وتطبيقات الالكترونيات الجزيئية الحيوية، والمواد والصناعات النانوية، وتقنيات الالكترونيات الجزيئية النانوية، والكترونيات السيليكون الجزيئية، وتطبيقات الالكترونيات الجزيئية فى مجال

الطاقة، وأجهزة الالكترونيات الحيوية (تكنولوجيا الليزر - مستشعر النانو - روبوتات النانو)، وآلات إصلاح الخلية، والمواد الجزيئية، والبوليمرات الموصلة، والأسلاك الجزيئية، وقياسات وتحاليل الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتقنيات طب النانو، وعلاج السرطان، وعلاج مرض السكرى، وتقنيات الاستشعار الحيوى، وأجهزة الاستشعار الحيوى.

٣- تحديد المحتوى الدراسى:

قامت الباحثة بتحديد الموضوعات الرئيسة المناسب دراستها لطلاب الصف الأول الثانوى فى ضوء أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة؛ وراعت أبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وأبعاد الجودة الابتكارية، والميول المهنية المستهدفة؛ وعرضت الموضوعات على مجموعة من أساتذة وخبراء التربية العلمية والمناهج من: كلية التربية وكلية البنات جامعة عين شمس، وكلية التربية جامعة الأزهر، والمركز القومى للبحوث التربوية والتنمية؛ لتحديد مدى مناسبتها لتضمينها فى الوحدة المقترحة، ونقحت المحتوى الدراسى فى ضوء آراء السادة المحكمين وتحددت الموضوعات الرئيسة فيما يلى:

١. **مقدمة فى الالكترونيات الجزيئية:** الجزئ، والكم، والالكترونيات، وصناعة الالكترونيات الجزيئية، والترانزيستور، والدوائر المتكاملة، والمعالجات الصغيرة، وشبه موصل أكسيد الفلز المكمل.

٢. **تكنولوجيا النانو:** النانو، وتكنولوجيا النانو، والمواد النانوية، وتكنولوجيا النانو الحيوية، والالكترونيات الجزيئية النانوية، والالكترونيات الجزيئية الفردية.

٣. **تطبيقات الالكترونيات الجزيئية النانوية:** اليكترونيات السيليكون الجزيئية، والخلايا الشمسية، والليزر، ومستشعر النانو، وروبوتات النانو، والآت إصلاح الخلية، والمواد الجزيئية للالكترونيات، والبوليمرات الموصلة، والأسلاك النانوية الجزيئية.

٤. **طب النانو:** تطبيقات طب النانو، وميكروسكوبات تطبيقات النانو.

٥. **الاستشعار الحيوى:** المستشعر الحيوى، وأجهزة الاستشعار الحيوي، وتطبيقات الاستشعار الحيوى.

٤- تحديد الأهداف الإجرائية:

متضمنة بصورة تفصيلية فى دليل المعلم (ملحق٥).

٥- تحديد إجراءات التدريس:

اعتمدت إجراءات التدريس فى الوحدة الدراسية المقترحة على المراحل التالية:

- **مرحلة تحديد موضوع البحث:** يعرض المعلم الموضوعات البحثية الرئيسة المتعلقة بالالكترونيات الجزيئية الحيوية؛ ليختار منها مجموعات الطلاب ما يناسبها للبحث.
- **مرحلة المناقشة وتحديد الأسئلة البحثية:** يعطى المعلم فرصة لمجموعات الطلاب المناقشة معًا لتحديد الأسئلة المتعلقة بموضوعات البحث التى تم اختيارها.
- **مرحلة جمع المعلومات وبناء المعرفة الجديدة**: يقوم الطلاب بالبحث باستخدام المصادر التعليمية التى يحددها المعلم لجمع المعلومات فى موضوعات البحث، ويعدوا أسئلة للمعلم حول المعرفة الجديدة التى واجهتهم أثناء البحث، ويقدم المعلم عروضًا لشرح وتفسير المعرفة الجديدة بطرق المناقشة والعروض.
- **مرحلة تكوين فريق العمل وتحديد المهام:** يكون الطلاب مجموعات وفرق عمل ويعملون على توزيع المهام.
- **مرحلة الأنشطة البحثية:** يعمل الطلاب فى مجموعات لكتابة خطة العمل المتعلقة بتخطيط وتنفيذ الأنشطة التعليمية لحل المشكلات والاستقصاء.
- **مرحلة التحليل والتوصل للنتائج:** يحلل الطلاب النتائج باستخدام الجداول والأشكال البيانية والكمبيوتر.
- **مرحلة عرض التقرير النهائى والتقويم:** يعرض الطلاب النتائج والتقرير النهائى ويقوم المعلم النتائج ويقدم التغذية الراجعة حتى يصل الطلاب للنتائج النهائية.
- **مرحلة تواصل النتائج:** يقوم الطلاب بتواصل هذه النتائج النهائية مع الأخرين بالطرق الالكترونية وغير الالكترونية.

٦- **تحديد أدوار المعلم وكيفية توجيه ودعم الطلاب أثناء عملية البحث:** كما هو موضحح فى (جدول١).

٧- **تحديد أدوار الطلاب وكيفية انخراطهم فى عملية البحث:** كما هو موضح فى (جدول١).

(جدول١)

أدوار المعلم والطلاب فى عملية التعلم المعتمد على البحث

أدوار المعلم	أدوار الطلاب
▪ عرض الموضوعات البحثية الرئيسة المتعلقة بالدرس. ▪ مناقشة الطلاب فى موضوع البحث وتحديد المشكلة أو السؤال الرئيس. ▪ تقسيم الطلاب لمجموعات صغيرة. ▪ توجيه الطلاب لتوزيع المهام داخل كل مجموعة. ▪ اقتراح مجموعة من المصادر التعليمية. ▪ توجيه الطلاب لعملية البحث عن طريق إتاحة المصادر المناسبة فى المكتبة والانترنت. ▪ توجيه الطلاب لجمع الصور والمواد المتعلقة بموضوع البحث. ▪ الإجابة عن أسئلة الطلاب حول المعرفة الجديدة بالعروض والشرح والتفسير. ▪ تحديد الأنشطة المتنوعة المناسبة لموضوع البحث. ▪ ملاحظة الطلاب أثناء تنفيذ الأنشطة التعليمية وتقويم أوراق العمل والتغذية الراجعة. ▪ متابعة ما جمعه الطلاب من صور ومواد	▪ اختيار موضوع البحث المناسب. ▪ المناقشة مع المعلم وتحديد المشكلة أو السؤال الرئيس. ▪ توزيع المهام داخل المجموعة. ▪ تنفيذ المهام المطلوبة من المجموعة. ▪ الإطلاع على المصادر التعليمية المقترحة من المعلم ودراستها. ▪ جمع المعلومات الأساسية حول موضوع البحث باستخدام عدة مصادر (المكتبة - الانترنت). ▪ تحديد أسئلة للمعلم حول المعرفة الجديدة. ▪ متابعة عرض المعلم والشرح والتفسير المتعلق بالموضوع. ▪ استيعاب المعرفة الجديدة من شرح وتفسير المعلم. ▪ تصميم أنشطة البحث لحل المشكلات وكتابة خطة للعمل. ▪ تنفيذ الأنشطة البحثية وكتابة إجراءات البحث. ▪ مراجعة المواد والصور وتنقيحها فى ضوء توجيهات المعلم.

أدوار المعلم	أدوار الطلاب
وتقويمها والتغذية الراجعة. ▪ متابعة عروض الطلاب وتقويمها والتغذية الراجعة. ▪ مناقشة نتائج البحث مع الطلاب وتقويمها والتغذية الراجعة. ▪ تقويم التقرير النهائى للبحث والتغذية الراجعة. ▪ توجيه الطلاب لتواصل نتائج البحث النهائية بالطرق الالكترونية وغير الالكترونية.	▪ تحليل البيانات باستخدام الجداول والأشكال البيانية والكمبيوتر. ▪ استخلاص النتائج النهائية ومناقشتها مع المجموعة. ▪ تنقيح نتائج الأنشطة فى ضوء التقويم والتغذية الراجعة. ▪ كتابة تقرير نهائى عن موضوع البحث. ▪ عرض نتائج البحث النهائية على الجميع فى ضوء التغذية الراجعة. ▪ تواصل النتائج النهائية بالطرق الالكترونية وغير الالكترونية.

٨- تحديد الأنشطة التعليمية:

تحددت الأنشطة التعليمية المتضمنة فى الوحدة الدراسية المقترحة فى: أنشطة القراءة العلمية من مصادر المكتبة، وبحث مواقع وصفحات الانترنت، وجمع المعلومات، وتحليل البيانات باستخدام الرسوم والأشكال التوضيحية، وإدارة الموقف، والتجريب، والاختبار والفحص، وجمع الصور، وكتابة المقالات والتقارير، وحل المشكلات، وأنشطة الاستقصاء الموجه والمفتوح، وأنشطة الزيارات الميدانية، وأنشطة الاتصال، والأنشطة التعاونية، والتدريبات المنزلية.

٩- تحديد المصادر التعليمية:

تحددت المصادر التعليمية المتضمنة فى الوحدة الدراسية المقترحة في: كتب ومراجع، وبحوث، وصور، ونماذج، ومصادر الانترنت، ومصادر بنك المعرفة المصرى، ووسائط متعددة، وبرامج تيلفزيونية، ومصادر الخبراء فى المجال الطبى والتكنولوجى.

١٠- تحديد أساليب وطرق التقويم:

تحددت أساليب وطرق التقويم المتضمنة فى الوحدة الدراسية المقترحة في: أسلوب تقويم أوراق العمل، والاختبارات التحصيلية، واختبارات المفاهيم، ومقاييس

اتجاهات وميول، وبطاقات ملاحظة الأداء، ومقابلات شخصية، واختبارات ومقاييس التفكير، ومقاييس المهارات.

ضبط الوحدة الدراسية المقترحة:

عرضت الباحثة الوحدة الدراسية المقترحة على مجموعة من المحكمين (ملحق١) لأبداء الرأى حول مدى مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوى، وتوفر الدقة العلمية واللغوية، ومناسبتها لتحقيق الأهداف الموضوعة، ومدى مناسبة خطوات التدريس للتعلم المعتمد على البحث، ومدى ملاءمة أساليب التقويم، وأبدى المحكمين بعض الملاحظات، وعدلت الباحثة التصور المقترح للمنهج وفقًا لآراء المحكمين، وأعدت الصورة النهائية من التصور.

وبذلك تكون أجابت الباحثة عن السؤال الخامس للبحث: ما التصور المقترح لبناء وحدة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعلم المعتمد على البحث ومناسبة لطلاب الصف الأول الثانوى؟

إعداد المواد التعليمية لتدريس وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية:

قامت الباحثة بعد تصميم وإعداد الوحدة الدراسية بإعداد ما يلى من مواد تعليمية:

١. مرجع الالكترونيات الجزيئية الحيوية:

أعدت الباحثة مرجعًا علميًا فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية (ملحق٤)؛ يفيد المعلم فى قراءة الموضوعات العلمية المتصلة بوحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية المتضمنة فى الوحدة المقترحة بتعمق وتوسع، وتزيد من الخلفية المعرفية لديه بالموضوعات المتضمنة، وتساعده فى التنمية الأكاديمية الذاتية. وتضمن المرجع شرحًا لجميع المفاهيم والتقنيات والتطبيقات المتصلة بموضوعات: مقدمة فى الالكترونيات الجزيئية، وتكنولوجيا النانو، وتطبيقات الالكترونيات الجزيئية النانوية، وطب النانو، والاستشعار الحيوى؛ وتكون من مقدمة المرجع، والموضوعات بالتسلسل ومجموعة من الصور والأشكال التوضيحية، وقائمة ببعض المراجع والمواقع المتصلة بموضوعات الالكترونيات الحيوية؛ وعرضت الباحثة مرجع الالكترونيات الجزيئية الحيوية على مجموعة من المتخصصين العلميين (ملحق١)، وقامت بتنقيح المرجع فى ضوء آرائهم.

٢. دليل المعلم فى تدريس وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية المقترحة:

أعدت الباحثة دليل المعلم (ملحق٥)؛ لتدريس وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية لطلاب الصف الأول الثانوى، وتكونت الوحدة الدراسية من خمس دروس رئيسة، وتضمن دليل المعلم: مقدمة للمعلم، والخلفية المعرفية لموضوع الوحدة،

وأبعاد الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وموضوعات البحث المناسبة لمستوى الطلاب وتطلعاتهم، ومحتوى المعرفة والمهارات والوجدانيات المتضمنة فى الوحدة، والدروس القائمة على التعلم المعتمد على البحث، والأهداف الإجرائية للدروس، وإجراءات التدريس، وأدوار الطلاب وكيفية انخراطهم فى عملية البحث، وأدوار المعلم وكيفية توجيه ودعم الطلاب أثناء عملية البحث، والأنشطة والمصادر التعليمية، وأساليب وطرق التقويم، وإجراءات الدروس المتضمنة الوحدة، وأوراق عمل الطلاب على بعض الأنشطة التعليمية؛ وعرضت الباحثة الصورة الأولية لدليل المعلم على مجموعة من الخبراء التربويين (ملحق١)، وأعدت الصورة النهائية من دليل المعلم فى ضوء آراء المحكمين.

٣. كراسة الطالب فى البحوث والأنشطة العلمية:

أعدت الباحثة كراسة الطالب فى البحوث والأنشطة العلمية (ملحق٦) لدراسة وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية متضمنة واحد وخمسين نشاطًا تعليميًا لخمس دروس متضمنة فى الوحدة الدراسية، ويستخدمه الطالب فى كتابة خطوات ونتائج الأنشطة العملية البحثية، وإجراءات تحقيق الأسئلة البحثية، وتقارير البحوث النهائية؛ ويضم مجموعة من أوراق العمل المرتبطة بموضوعات البحوث والأنشطة العلمية فى الوحدة الدراسية؛ وعرضت الباحثة كراسة البحوث والأنشطة العلمية على مجموعة من الخبراء التربويين (ملحق١)، وأعدت الصورة النهائية منها فى ضوء آرائهم.

أدوات البحث

إعداد مقياس الجودة الابتكارية:

اقتصرت الباحثة على قياس بعض أبعاد الجودة الابتكارية التى تم التركيز عليها فى نواتج تعلم المنهج المقترح، وذلك لصعوبة قياس جميع أبعاد الجودة الابتكارية وتحقيق جميع أبعادها من خلال تدريس وحدة دراسية فى فترة زمنية محدودة؛ كما أن مجال الجودة الابتكارية يتضمن عدة أبعاد ومستويات معرفية ومهارية ووجدانية تتعلق بمستوى الفرد فى جوانب عديدة مثل: المعرفة، والإبداع والابتكار والتجديد، والسمات الشخصية، والخصائص الوجدانية. وأعدت الباحثة مقياس الجودة الابتكارية (ملحق٧) فى الخطوات التالية:

تحديد أهداف المقياس: هدف مقياس الجودة الابتكارية لقياس بعض الجوانب المعرفية والمهارية للجودة الابتكارية لدى طالبات الصف الأول الثانوى.

تحديد أبعاد المقياس: تكون مقياس الجودة الابتكارية من قسمين رئيسين تضمنا بعض أبعاد الجودة الابتكارية المعرفية والمهارية المحددة بالبحث، وهى كالتالى:

القسم الأول: البعد المعرفى للجودة الابتكارية: بعد اكتساب المعرفة: تضمن ثلاثة أبعاد كما يلى: اكتساب المعرفة العميقة والواسعة فى مجال التخصص من مصادر متعددة، واكتساب المعرفة فى المجالات المرتبطة بمجال التخصص بصورة بينية من المصادر المناسبة، واكتساب المعرفة بالمجالات التى تزيد القدرة على التجديد والابتكار.

القسم الثانى: البعد المهارى للجودة الابتكارية: بعد مهارات الإبداع والابتكار والتجديد: وقاس هذا القسم بعض المهارات العقلية المتعلقة بالجودة الابتكارية، وتضمن أربع أبعاد كما يلى: البحث والتحرى بطريقة علمية، البحث عن الابتكارات والموضوعات المهمة، تحليل الابتكارات، وتقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق.

تحديد مواصفات المقياس (جدول٢)**:** تضمن المقياس قسمين كما يلى:

١. **القسم الأول:** تكون القسم الأول من أسئلة اختيار من متعدد لأسئلة تتطلب اختيار إجابة واحدة صحيحة من بين أربع إجابات، وعددها (٥٢) مفردة.

٢. **القسم الثانى:** تكون القسم الثانى من أسئلة اختيار من متعدد لمواقف تتطلب اختيار الإجابة الأفضل من بين أربع إجابات جميعها صحيحة لقياس ثلاث مهارات عقلية متعلقة بالجودة الابتكارية، وعددها (٣٥) مفردة.

(جدول٢)

مواصفات مقياس الجودة الابتكارية

أبعاد الجودة الابتكارية	القدرات المتضمنة	عدد المفردات	أرقام المفردات	الوزن النسبى	الدرجة العظمى	معامل الثبات
البعد المعرفى للجودة الابتكارية: بعد اكتساب المعرفة:	١- اكتساب المعرفة فى مجال التخصص.	١٧	١-١٧	%١٩	٥٢	٠.٨٦٤
	٢- اكتساب المعرفة فى المجالات المرتبطة بمجال التخصص بصورة بينية.	٢٢	١٨-٣٩	%٢٥		٠.٦٤٣
	٣- اكتساب المعرفة بالمجالات التى تزيد القدرة على التجديد والابتكار.	١٣	٤٠-٥٢	%١٥		٠.٨٩٨
البعد المهارى للجودة الابتكارية: بعد مهارات الإبداع والابتكار والتجديد:	٤- البحث والتحرى بطريقة علمية.	١٤	٥٣-٦٦	%١٦	١٤٠	٠.٧٤٢
	٥- البحث عن الابتكارات والموضوعات المهمة.	٦	٦٧-٧٢	%٧		٠.٦٤٢
	٦- تحليل الابتكارات.	٩	٧٣-٨١	%١١		٠.٧٢٧
	٧- تقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق.	٦	٨٢-٨٧	%٧		٠.٦٤١
إجمالى		٨٧		%١٠٠	١٩٢	٠.٨٣٧

التجربة الاستطلاعية للمقياس: قامت الباحثة بتطبيق المقياس استطلاعيًا على مجموعة من (٣٢) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوى؛ للتأكد من وضوح تعليمات المقياس ومناسبة صياغة مفردات المقياس وفهم لغته ومحتواه بما يناسب

مستوى الطلاب، وكذلك تحديد الزمن المناسب لإتمام الإجابة على جميع مفردات المقياس؛ وبناء على نتائج التجربة الاستطلاعية عدلت الباحثة بعض مفردات المقياس وخاصة الصياغة اللغوية، وكذلك مناسبة فهم كل مفردة لمستوى طلاب الصف الأول الثانوى.

حساب صدق المقياس: صدق المحكمين: قامت الباحثة بعرض المقياس فى صورته الأولية على مجموعة من الخبراء فى مجال التربية وطرق التدريس من المراكز البحثية التربوية وأساتذة كليات التربية (ملحق١) لإبداء الرأى حول ملائمة مفردات المقياس لقياس أبعاد الجودة الابتكارية لدى ومناسبته طلاب الصف الأول الثانوى، ودقة صياغة مفرداته وشموله على المكونات المحددة، وأبدى المحكمون بعض الملاحظات مثل تدقيق اللغة، وتناسب عدد المفردات مع محتوى الوحدة الدراسية، وقامت الباحثة بتعديل المقياس فى ضوء آراء السادة المحكمين.

حساب الاتساق الداخلى للمقياس: قامت الباحثة باستخدام نتائج المقياس فى التجريب الاستطلاعى على (٣٢) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوى؛ لحساب معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة من مفردات المقياس والدرجة الكلية للقسم التى تندرج تحته، وبين درجات كل قسم من أقسام المقياس ودرجة المقياس الكلية، وذلك بتطبيق طريقة بيرسون باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والنفسية (SPSS)؛ وتعيين دلالة كل مفردة إحصائيًا، وقامت الباحثة بحذف المفردات غير الدالة إحصائيًا، وعددها ثلاث مفردات.

حساب ثبات المقياس: ثبات إعادة الاختبار: كما قامت الباحثة بحساب ثبات المقياس بطريقة الاختباروإعادة الاختبار لمجموعة من (٣٢) طالبًة من طالبات طلاب الصف الأول الثانوى فى فترة ثلاثة أسابيع بين التطبيق الأول والتطبيق الثانى، وحساب معامل الارتباط بتطبيق طريقة بيرسون باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والنفسية (SPSS)، والذى تراوح بين (٠.٦٤ – ٠.٨٩)، وجاء معامل الثبات الكلى (٠.٨٣) مما يدل على ثبات المقياس.

تحديد زمن المقياس: تم تحديد زمن كل قسم من الاختبار أثناء التجربة الاستطلاعية بحساب زمن أول طالبة وزمن أخر طالبة قامت بإنجاز الإجابة على المقياس، ثم حساب متوسط الزمن، ويتطلب المقياس زمن ساعة للتطبيق.

الصورة النهائية للمقياس: تكون المقياس فى صورته النهائية من (٨٧) مفردة موزعة على قسمى المقياس كالتالى: البعد المعرفى (٥٢) مفردة، والبعد المهارى (٣٥) مفردة، ويوضح (جدول٢) مواصفات مقياس الجودة الابتكارية فى صورته النهائية.

درجات تصحيح للمقياس: حسبت الباحثة درجات النهاية الصغرى، ودرجات النهاية العظمى لقسمى المقياس، والدرجة الكلية كما يلى: بالنسبة للبعد المعرفى: الدرجة الصغرى (صفر)، والدرجة العظمى (٥٢) درجة، وبالنسبة للبعد المهاري: الدرجة الصغرى (٣٥) درجة، والدرجة العظمى (١٤٠) درجة، والدرجة الكلية الصغرى للمقياس (٣٥)، والدرجة الكلية العظمى للمقياس (١٩٢).

إعداد بطاقة ملاحظة المهارات العملية:

قامت الباحثة بإعداد بطاقة ملاحظة المهارات العملية المتضمنة فى وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية (ملحق٨) فى الخطوات التالية:

تحديد أهداف بطاقة الملاحظة: هدفت بطاقة الملاحظة إلى قياس مستوى أداء طالبات الصف الأول الثانوى لبعض المهارات العملية المتعلقة بالأبعاد المهارية للجودة الابتكارية، والمتضمنة فى وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية المقترحة.

تحديد محاور بطاقة الملاحظة: تضمنت بطاقة ملاحظة المهارات العملية المهارات التالية: التحليل الحيوى، واستخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية.

تحديد مواصفات بطاقة الملاحظة (جدول٣): صممت الباحثة بطاقة ملاحظة المهارات العملية وتضمنت ثلاثة محاور، وخمسة وعشرين مفردة موزعة على المحاور الثلاثة، وتم قياس الأداء من خلال أربعة مستويات، وهى: (مرتفعة - متوسطة - ضعيفة - نادرة)، وتدرجت درجة الأداء من أربعة درجات للأداء المرتفع، وثلاث درجات للأداء المتوسط، ودرجتان للأداء الضعيف، ودرجة واحدة للأداء النادر.

حساب صدق بطاقة الملاحظة: حسبت الباحثة صدق بطاقة الملاحظة من خلال صدق المحكمين، وذلك عن طريق عرض البطاقة على مجموعة من المحكمين (ملحق١) لأبداء الرأى حول مناسبة بطاقة الملاحظة من حيث مناسبتها للصف الدراسى، ودقة اللغة، وتعبير المفردات عن الأداء المتصل بكل مهارة، وسهولة الاستخدام، وأبدى السادة الخبراء بعض الملاحظات حول بعض المفردات من حيث تعديل اللغة أواختصار عدد العبارات بالحذف؛ وتم إجراء التعديلات فى ضوء آراء الخبراء من حيث إعادة صياغة بعض المفردات، وتم حذف تسع مفردات.

حساب ثبات بطاقة الملاحظة: حسبت الباحثة معامل ثبات بطاقة الملاحظة (جدول٣) بعد تطبيقها قبليًا بمعاونة ملاحظ أخر على خمس طالبات من طالبات الصف الأول الثانوى وحساب معامل الاتفاق بين نتائج الملاحظين، وذلك بحساب معامل ارتباط "كابا" (Kappa) بين نتائج الملاحظين، ووجد أن معامل اتفاق "كابا" يساوى (٠.٧٥)؛ مما يدل على ثبات البطاقة.

(جدول٣)
جدول مواصفات بطاقة ملاحظة المهارات العملية

المهارات الفرعية	عدد المفردات	الوزن النسبى	مستويات التقييم	الدرجة العظمى	معامل "كابا"
التحليل الحيوى.	٣	%١٩	مرتفعة (٤) متوسطة (٣) ضعيفة (٢) نادرة (١)	١٢	٠.٧٨
استخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية.	٩	%٥٦		٣٦	٠.٧٦
تصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية.	٤	%٢٥		١٦	٠.٧٢
الدرجة الكلية	١٦	%١٠٠		٦٤	٠.٧٥

الصورة النهائية من بطاقة الملاحظة: تكونت الصورة النهائية من بطاقة ملاحظة المهارات العملية (ملحق٨) من ستة عشر مفردة موزعة على المحاور الثلاثة كالآتى: التحليل الحيوى (٣)، واستخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية (٩)، وتصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية (٤)، وتندرج تحت أربع مستويات للأداء.

طريقة حساب درجات بطاقة الملاحظة: طبقت الباحثة بطاقة الملاحظة على مجموعة الطالبات أثناء تنفيذ أنشطة الوحدة المقترحة، وحسبت الدرجات لكل طالبة على حدي، وكانت الدرجة الكبرى للأداء المرتفع (٦٤) درجة، والدرجة الكبرى للأداء المتوسط (٤٨)، والدرجة الكبرى للأداء الضعيف (٣٢)، والدرجة الكبرى للأداء النادر (١٦) درجة.

إعداد مقياس الميول المهنية:

تحديد أهداف المقياس: هدف مقياس الميول المهنية (ملحق٩) إلى قياس ميول طالبات الصف الأول الثانوى المهنية نحو المهن المتعلقة بدراسة الالكترونيات الجزيئية الحيوية.

تحديد أبعاد المقياس: تكون مقياس الميول المهنية من مفردات تكشف الميل نحو مجموعة من المهن المتعلقة بدراسة محتوى وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وهى خمس مهن، ويرمز لكل مهنة برمز عبارة عن أول حرف من المهنة كما يلى:

١. الميل نحو المهن الطبية والعلاجية. (ط)
٢. الميل نحو المهن العلمية والبحثية المعملية. (ع)
٣. الميل نحو المهن الهندسية. (هـ)

٤. الميل نحو المهن الصناعية الالكترونية. (ص)

٥. الميل نحو المهن الخدمية الاجتماعية. (خ)

كما أنقسم المقياس إلى ثلاثة أقسام:

١. قسم الأنشطة المفضلة: لقياس المقدرة الشخصية للطالب لكل نمط من أنماط المهن المتضمنة (ط، ع، ه، ص، خ).

٢. قسم الكفاءات الذاتية وتقديرها: لقياس المهارات ومواهب الطالب لكل نمط من أنماط المهن المتضمنة (ط، ع، ه، ص، خ)، وتحديد مدى توفر المهارة والموهبة لديه على مستوى تقدير ذاتى مكون من ثلاثة مستويات (مرتفع – متوسط – منخفض).

٣. قسم المهن والوظائف المفضلة: لقياس الاهتمام والرغبة فى مهنة أو وظيفة ما لكل نمط من أنماط المهن المتضمنة (ط، ع، ه، ص، خ).

وتضمن كل قسم مفردات تعبر عن المهن الخمس المحددة فى المقياس.

تحديد مواصفات المقياس (جدول٤)**:** تكون المقياس مما يلى:

١. الصفحة الأولى ونصف الثانية تتضمن مقدمة المقياس للتعريف بالهدف من المقياس وما يتضمنه من أبعاد وأقسام ومواصفات الأسئلة وكيفية الإجابة عنها.

٢. الصفحة الثانية تتضمن البيانات الشخصية للطالب تتضمن الأسم والصف والمدرسة.

٣. الصفحة الثالثة تتضمن ثلاثة أسئلة كما يلى: سؤالان من أسئلة الإكمال ويجاب عنهما بكتابة عبارة أوكلمة، والسؤال الثالث سؤال ترتيب ويجاب عنه بكتابة الإجابات التى تم ترتيبها تنازليًا.

٤. من الصفحة الرابعة حتى الصفحة التاسعة تتضمن الأقسام الثلاثة للمقياس (صفحتين لكل قسم)، والتى تتضمن مفردات تتعلق بأنماط المهن الخمس المحددة فى المقياس كما يلى:

- مفردات تعبر عن الأنشطة التى يرغب الطالب القيام بها والمتعلقة بأنماط المهن الخمس (ط، ع، ه، ص، خ)، ويجاب عنها بوضع علامة (✓) تحت خانة (أرغب) أو (لا أرغب)، وعددها (٥٥) مفردة.

- مفردات تعبر عن الكفاءات الذاتية التى يتمتع بها الطالب والمتعلقة بأنماط المهن الخمس(ط، ع، ه، ص، خ)، ويجاب عنها بوضع علامة (✓) تحت خانة (نعم) أو (لا). ثم الاختيار من بين ثلاثة مستويات لتقدير الطالب ذاتيًا لمستوى هذه الكفاءة لديه بوضع علامة (✓) تحت خانة (مرتفع - متوسط – منخفض)، وعددها (٥٥) مفردة.

- مفردات تعبر عن المهن والوظائف التى يهتم بها الطالب والمتعلقة بأنماط المهن الخمس (ط، ع، ه، ص، خ)، ويجاب عنها بوضع علامة (✓) تحت خانة (نعم) أو (لا)، وعددها (٥٥) مفردة.

وتضمن المقياس فى صورته الأولية (١٦٥) عبارة موزعة على أبعاد وأقسام المقياس المحددة كما هو موضح فى جدول مواصفات المقياس.

التجربة الاستطلاعية للمقياس: قامت الباحثة بتطبيق المقياس استطلاعيًا على مجموعة من (٣٢) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوى؛ للتأكد من وضوح تعليمات المقياس ومناسبة صياغة مفردات المقياس وفهم لغته ومحتواه بما يناسب مستوى الطلاب، وكذلك تحديد الزمن المناسب لإتمام الإجابة على جميع مفردات المقياس؛ وبناء على نتائج التجربة الاستطلاعية عدلت الباحثة بعض مفردات المقياس وخاصة المتشابهة منها أو المكررة وكذلك تعديل بعض أسماء الوظائف لتصبح أكثر فهما لمستوى الطلاب ولتصبح المفردات والمصطلحات أسهل وأكثر وضوحًا لمستوى طلاب المرحلة الثانوية.

تحديد زمن المقياس: فى ضوء التجربة الاستطلاعية للمقياس وبحساب زمن أول طالب أنهى الإجابة كاملاً وأخر طالب وحساب متوسط الزمن بينهما، تم تحديد زمن المقياس فى (٥٠) دقيقة.

(جدول٤)

مواصفات مقياس الميول المهنية فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية

أقسام المقياس	رمز المهنة	عدد المفردات		الوزن النسبى	الدرجة العظمى	معامل الثبات
قسم الأنشطة المفضلة.	(ط)	١١	٥٥	%٣٣.٣	٥٥	٠.٨٠٣
	(ع)	١١				
	(ه)	١١				
	(ص)	١١				
	(خ)	١١				
قسم الكفاءات الذاتية وتقديرها.	(ط)	١١	٥٥	%٣٣.٣	٢٢٠	٠.٨١٢
	(ع)	١١				
	(ه)	١١				
	(ص)	١١				
	(خ)	١١				
قسم المهن والوظائف المفضلة.	(ط)	١١	٥٥	%٣٣.٣	٥٥	٠.٨٢٦
	(ع)	١١				
	(ه)	١١				
	(ص)	١١				
	(خ)	١١				
ثلاثة أقسام	خمس مهن	١٦٥		%١٠٠	٣٣٠	٠.٨٣٢

حساب صدق المقياس:

أ- **الصدق الظاهرى:** قامت الباحثة بحساب صدق المقياس بعرض المقياس على مجموعة من المحكمين من أساتذة علم النفس التعليمى، وعلم نفس القياس والتقويم، وأساتذة التربية بكلية التربية جامعة عين شمس، وذلك لإبداء الرأى فى محتوى المقياس ومناسبة مفرداته لموضوع وهدف المقياس ومناسبته لمستوى طلاب الصف الأول الثانوى؛ وأخذت الباحثة بجميع الملاحظات التى أبداها المحكمين فى بنية ومحتوى المقياس وقامت بتعديل محتوى بعض مفردات المقياس بناء على آراء السادة الخبراء.

ب- **صدق المقارنة الطرفية:** كما قامت بحساب صدق المقارنة الطرفية بين طرفى الميول التى يقيسها المقياس لأعلى وأدنى نسبة (٢٧%) من مجموعة البحث، وذلك بحساب المتوسط والانحراف المعيارى وقيمة (ت) لفئتى المقياس العليا والدنيا ومقارنتها بقيمة (ت) الجدولية، وأوضحت النتائج أن

(ت) المحسوبة جاءت (١٢.٣٢١) وهى أكبر من (ت) الجدولية (٢.٠٣٩) عند درجة حرية (٣١)، وأن القيمة دالة عند مستوى دلالة (٠.٠٥) مما يعنى قدرة المقياس على التمييز بين فئتى الميول المحددة فى المقياس.

حساب الاتساق الداخلى: قامت الباحثة بحساب الاتساق الداخلى للمقياس بحساب معامل الفا من معادلة كودر- ريتشاردسون (KR20) المعدلة من معادلة الفا كرونباك، والتى تصلح للبيانات المزدوجة، وذلك بحساب تباين كل جزء من أجزاء المقياس والتباين الكلى للمقياس، وأوضحت النتائج أن معامل الفا (٠.٨٣) مما يعكس درجة عالية من الثبات.

حساب ثبات بطريقة إعادة الاختبار: كما قامت الباحثة بحساب ثبات المقياس بطريقة الاختباروإعادة الاختبار لمجموعة من (٣٢) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوى فى فترة ثلاثة أسابيع بين التطبيق الأول والتطبيق الثانى، وحساب معامل الارتباط بتطبيق طريقة بيرسون باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والنفسية (SPSS)، الذى تراوح بين (٠.٨٠ – ٠.٨٢)، وجاء معامل الثبات الكلى (٠.٨١) مما يدل على ثبات المقياس.

الصورة النهائية للمقياس: قامت الباحثة بإعداد الصورة النهائية من المقياس فى ضوء آراء السادة الخبراء المحكمين ونتائج التجربة الاستطلاعية على (٣٢) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوى، وتكونت الصورة النهائية من المقياس من (١٦٥) مفردة مقسمة تحت ثلاثة أقسام رئيسة لقياس الأنشطة والكفاءات والوظائف المتعلقة بخمس مهن ترتبط بدراسة وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية والملائمة للطلاب فى ضوء آرائهم.

طريقة تصحيح للمقياس: تحسب درجة واحدة لكل مفردة يجاب عنها (أرغب) أو (نعم)، وتعطى درجة صفر للمفردات التى يجاب عنها (لا أرغب) أو (لا)، وتحسب درجات لمستوى الكفاءة مستوى مرتفع (٣) درجات، ومستوى متوسط (٢) درجة، ومستوى منخفض (١) درجة؛ وتقدر درجات كل طالب فى نموذج تفريغ درجات مقياس الميول المهنية (ملحق) ويحسب مجموع درجات كل طالب على حدى فى كل نمط من أنماط المهن والدرجة القصوى لكل مهنة (٦٦) درجة، وتحدد ميول الطلاب تبعًا لحساب الإرباعيات الأعلى للدرجات التى حصل عليها الطالبات فى المهن المتضمنة فى المقياس، والدرجة العظمى للمقياس (٣٣٠ درجة)

التصميم التجريبى

تحديد مجموعة البحث:

اقتصر تطبيق الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية على مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوى عددها أثنين وأربعين (٤٢) طالبة فى مدرسة يوسف السباعى الثانوية بنات بإدارة النزهة التعليمية بمحافظة القاهرة فى الفصل الدراسى الثانى من العام الدراسى (٢٠١٨/٢٠١٧).

اختارت الباحثة التطبيق فى الصف الأول الثانوى للأسباب التالية: تضمن مقرر الأحياء للصف الأول الثانوى المتطلبات القبلية لدراسة الوحدة المقترحة؛ حيث درست الطالبات الوحدتين الأولى والثانية من مقرر الأحياء بعنوان: "الأساس الكيميائى للحياة"، و"الخلية: التركيب والوظيفة"، التى تناولتا موضوعات: دور الأنزيمات فى العمليات الأساسية للحفاظ على الحياة، والتفاعلات الكيميائية فى الجزيئات الحيوية الأساسية، والتركيب الوظيفى للخلية الحية؛ وبذلك يكون درس الطالبات الأساس البيولوجى للجزيئات الحيوية، والتفاعلات الحيوية لجزيئات الخلية؛ مما يعتبرا مطلبًا أساسيًا للنمو المفاهيمى والاستعداد العلمى لدراسة الالكترونيات الجزيئية الحيوية التى تعتمد على هذه القاعدة المعرفية المتوفرة فى الوحدتين الأولى والثانية من مقرر الأحياء بالصف الأول الثانوى. كما درست الطالبات فى الوحدة الأولى من مقرر الكيمياء بعنوان "الكيمياء مركز العلوم" موضوع "النانو تكنولوجى والكيماء"، والتى تضمنت على المتطلبات الأساسية للنمو المفاهيمى المتعلق بأساسيات علم النانو تكنولوجى ومنها: تعريف النانو تكنوولجى، ووحدة قياس النانو، والحجم النانوى، وخواص المواد فى الحجم النانوى، والمواد أحادية البعد النانوى، والمواد ثنائية البعد النانوى، والمواد ثلاثية البعد النانوى، وبعض تطبيقات النانو تكنولوجى فى الطب والزراعة والطاقة والبيئة، وبعض التأثيرات الضارة المحتملة للنانو تكنولوجى؛ بالإضافة إلى أنه هناك أهمية للتركيز على بناء أساسيات تدريس الأحياء المتكاملة، وتدريب الطالبات على مهارات البحث العلمى، وتنمية مهارات الجودة الابتكارية، والميول المهنية لدي طلاب المرحلة الثانوية منذ بداية المرحلة الثانوية فى الصف الأول الثانوى لمساعدتهم على الاستمرار فى تعلم المواد العلمية عند الانتقال للصف الثانى الثانوى، والاستمرار فى دراستها، والتوجه المهنى نحو المهن العلمية والتكنولوجية فى المستقبل.

كما أختارت الباحثة مدرسة يوسف السباعى الثانوية بنات؛ لترحيب إدارة المدرسة بالتطبيق، واهتمام المعلمة التى قامت بالتطبيق بالتدرب على استراتيجيات التعليم الفعالة، وتوفر مصادر المكتبة والانترنت بالمدرسة.

إجراءات التطبيق:

١. طبقت الباحثة مقياس الجودة الابتكارية، وبطاقة ملاحظة المهارات العملية، ومقياس الميول المهنية على مجموعة البحث قبليًا.

٢. قامت الباحثة بتدريب المعلمة ومناقشتها فى جوانب تطبيق وحدة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، حيث استخدمت دليل المعلم من إعداد الباحثة والمصادر والوسائل التعليمية المتعلقة بالوحدة المقترحة، وقامت بجميع الإجراءات التدريسية كما حددتها الباحثة، وحضرت الباحثة عدة حصص دراسية لملاحظة ومتابعة عملية التطبيق ومساعدة المعلمة فى إعداد الأنشطة والمصادر التعليمية وتطبيق أدوات التقويم، واستغرق تدريس الوحدة الدراسية خمسة أسابيع، وقام المعلمة بتدريس خمسة دروس رئيسة فى (٢٠) حصة دراسية، بواقع أربعة حصص أسبوعيًا فى الفترة من (١١ مارس ٢٠١٨ ~ ١٢ أبريل ٢٠١٨).

٣. طبقت الباحثة مقياس الجودة الابتكارية، وبطاقة ملاحظة المهارات العملية، ومقياس الميول المهنية على مجموعة البحث بعديًا.

نتائج البحث

المعالجة الإحصائية: قامت الباحثة باستخدام المعالجات والأساليب الإحصائية الآتية:

١ـ المعالجة الإحصائية لبيانات مقياس الجودة الابتكارية:

قامت الباحثة بحساب الفروق بين متوسطات درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والبعدى لمقياس الجودة الابتكارية لبعدى اكتساب المعرفة، واكتساب مهارات الإبداع والتجديد والابتكار العقلية؛ وذلك بحساب قيمة متوسط الدرجات والانحراف المعيارى لمتوسط الدرجات وقيمة "ت" للعينات المرتبطة باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والنفسية (SPSS)، وجاءت النتائج كما يتضح من (جدول٥).

(جدول٥)

نتائج المعالجة الإحصائية لمقياس الجودة الابتكارية

أبعاد الجودة الابتكارية		المجموعة التجريبية ن=٤٢				قيمة ت ودلالتها
		تطبيق قبلى		تطبيق بعدى		
		م١	ع١	م٢	ع٢	
بعد اكتساب المعرفة:	١- اكتساب المعرفة فى مجال التخصص.	٦.٧	١.٣	١٥.٧	١.٢	*٣٢
	٢-اكتساب المعرفة فى المجالات المرتبطة بمجال التخصص بصورة بينية.	٧.٨	١.٣	١٩.٧	١.٦	*٣٨.٤
	٣-اكتساب المعرفة بالمجالات التى تزيد القدرة على التجديد والابتكار.	٥	١.١	١٠.٧	١.٤	*١٩.٢
مهارات الإبداع والابتكار والتجديد:	٤- البحث والتحرى بطريقة علمية.	٤.٦	١	١١.٦	١.٤	*٣١.٣
	٥- البحث عن الابتكارات والموضوعات المهمة.	٢	٠.٨	١٩.٧	١.٦	*٦١.١
	٦- تحليل الابتكارات.	٢.٣	٠.٩	٧.٣	٠.٨	*٢٤.٧
	٧- تقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق.	٢	٠.٨	٥.٣	٠.٦	*١٩.٢
الدرجة الكلية		٣٠.٥	٢.٧	٧٥.٦	٤.١	*٥٤

(درجات الحرية =٤١) قيمة (ت) الجدولية (٢.٠١٩) * دالة عند مستوى ٠.٠٥

اتضح من نتائج (جدول٥) وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والبعدى لمقياس الجودة الابتكارية فى بعدى المعرفة والمهارات العقلية وفى الدرجة الكلية للمقياس؛ لصالح الاختبار البعدى.

٢- المعالجة الإحصائية لبطاقة ملاحظة المهارات العملية:

قامت الباحثة بحساب الفروق بين متوسطات درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لبطاقة ملاحظة المهارات العملية للمهارات الرئيسة الثلاث؛ وذلك بحساب قيمة متوسط الدرجات والإنحراف المعيارى وقيمة "ت" للعينات المرتبطة باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والنفسية (SPSS)، وجاءت النتائج كما يتضح من (جدول٦).

(جدول٦)

نتائج المعالجة الإحصائية لبطاقة ملاحظة المهارات العملية

المهارات الرئيسة	المجموعة التجريبية ن=٤٢				قيمة ت ودلالتها
	تطبيق قبلى		تطبيق بعدى		
	م١	ع١	م٢	ع٢	
التحليل الحيوى.	٤.٥	١.١	١٠.٦	١.٣	*٣٢
استخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية.	١٢	٢.٤	٣١	٢.٢	*٣٨
تصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية.	٥.٦	١.١	١٤	١.٤	*٣٠.٣
الدرجة الكلية	٢٢	٣	٥٥.٦	٣.٤	*٥٨

(درجات الحرية =٤١) قيمة (ت) الجدولية (٢.٠١٩) * دالة عند مستوى ٠.٠٥

اتضح من نتائج (جدول٦) وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والبعدى لبطاقة ملاحظة المهارات العملية فى المهارات الرئيسة الثلاثة وفى الدرجة الكلية للبطاقة؛ لصالح الاختبار البعدى.

٣- المعالجة الإحصائية لبيانات مقياس الميول المهنية:

قامت الباحثة بحساب الفروق بين متوسطات درجات أفراد المجموعة فى مقياس الميول المهنية لدرجات المهن الخمس باستخدام اختبار "ت" للعينات المرتبطة متساوية العدد (جدول٧) باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية والنفسية (SPSS).

(جدول٧)

نتائج اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة متساوية العدد (ن=٤٢)

أبعاد مقياس الميول المهنية		تطبيق قبلى		تطبيق بعدى		قيمة (ت)
		م١	ع١	م٢	ع٢	
المهن الطبية والعلاجية.	(ط)	٣١.٢	١.٦	٤٨.٥	١.٦	*٧.٢
المهن العلمية والبحثية المعملية.	(ع)	٣٣.٤	١.١	٤٥.٣	١.٣	*٦.٦
المهن الهندسية.	(ه)	١٢.٥	٠.٧	٢٤	١.٠	*٦.٥
المهن الصناعية الالكترونية.	(ص)	١٨	١.٠	٢٧.٤	١.٤	*٦
المهن الخدمية الاجتماعية.	(خ)	٣٢.٥	٢.١	٤٩	٢.١	*٧.٢
الدرجة الكلية		١٢٧.٦	٣.٦	١٩١	٣.٩	*١٤

(درجات الحرية =٤١) قيمة (ت) الجدولية (٢.٠١٩) * دالة عند مستوى ٠.٠٥

اتضح من نتائج الجدول السابق وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والبعدى لمقياس الميول المهنية لصالح الاختبار البعدى.

٤- دراسة فاعلية المتغير المسقل (الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية):

للتعرف على فاعلية الوحدة المقترحة فى تنمية الجودة الابتكارية والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؛ حسبت الباحثة حجم التأثير عن طريق حساب مربع إيتا (η^2) ثم حساب قيمة (d) لأدوات البحث متمثلة فى مقياس الجودة الابتكارية وبطاقة ملاحظة المهارات العملية ومقياس الميول المهنية كما هو موضح فى (جدول٨).

(جدول٨)
حجم تأثير الوحدة الدراسية المقترحة

المتغير المستقل	المتغيرات التابعة	قيمة ت	مربع ايتا n^2	قيمة (d)	مقدار حجم التأثير
الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية.	مقياس الجودة الابتكارية.	٥٤	٠.٩	٣	كبير
	بطاقة الملاحظة.	٥٨	٠.٩	٣	كبير
	مقياس الميول المهنية.	١٤	٠.٩	٣	كبير

تفسير ومناقشة النتائج:

١- تفسير ومناقشة نتائج مقياس الجودة الابتكارية:

أشارت نتائج المعالجة الإحصائية لمقياس الجودة الابتكارية إلى تحقق فرض البحث الأول، والذى نص على: يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لمقياس الجودة الابتكارية فى جميع أبعاد المقياس والدرجة الكلية لصالح الاختبار البعدى فى كل مما يلى:

١- بعد اكتساب المعرفة فى مجال التخصص، حيث قيمة (ت =٣٣)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٢-بعد اكتساب المعرفة فى المجالات المرتبطة بمجال التخصص بصورة بينية، حيث قيمة (ت=٣٨.٤)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٣-بعد اكتساب المعرفة بالمجالات التى تزيد القدرة على التجديد والابتكار، حيث قيمة (ت=١٩.٢)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٤-بعد مهارات البحث والتحرى بطريقة علمية، حيث قيمة (ت=٣١.٣)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٥-بعد مهارات البحث عن الابتكارات والموضوعات المهمة، حيث قيمة (ت=٦١.١)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٦-بعد تحليل الابتكارات، حيث قيمة (ت=٢٤.٧)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٧-بعد تقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق، حيث قيمة (ت=١٩.٢)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٨- الدرجة الكلية لمقياس الجودة الابتكارية، حيث قيمة (ت=٥٤)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

كما أشارت نتائج دراسة فعالية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية إلى أن حجم تأثير (d) مقياس الجودة الابتكارية كبير بقيمة (٣)؛ مما دل على أن فاعلية المتغير المستقل عال فى تنمية أبعاد الجودة الابتكارية فيما يتعلق بالأبعاد المعرفية والأبعاد المهارية العقلية لدى طالبات الصف الأول الثانوى.

يمكن تفسير هذه النتائج فى أن الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية ذات فاعلية فى تنمية بعض الأبعاد المعرفية والمهارية العقلية المتعلقة بالجودة الابتكارية لدى طالبات الصف الأول الثانوى؛ وذلك لما أتاحته الوحدة الدراسية للطالبات من فرصة اكتساب المفاهيم العلمية، وفهم الموضوعات والتقنيات والتطبيقات الرئيسة للالكترونيات الجزيئية الحيوية باستخدام أسلوب التعلم المعتمد على البحث، والتعرف على الأجهزة والقياسات والتحاليل المستخدمة فى هذا المجال، كما تضمنت الوحدة المقترحة عمليات التعليم والتعلم التى تؤدى إلى اكتساب أبعاد الجودة الابتكارية المتضمنة فى الوحدة بطريقة مقصودة، والتى دعمتها مجموعة من الأنشطة والمصادر التعليمية المناسبة، وذلك على النحو التالى:

- اكتسبت الطالبات المفاهيم العلمية البينية بطريقة بنائية حيث تم تطبيق الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية بعد الانتهاء من دراسة الوحدتين الأولى والثانية من مادة الأحياء اللتان تضمنتا الأساس البيولوجى لمفاهيم الجزيئات الحيوية، والتفاعلات الحيوية لجزيئات الخلية، والانتهاء من دراسة الوحدة الأولى من مادة الكيمياء التى تضمنت مفاهيم ومبادئ النانو تكنولوجى؛ مما ساهم فى تكوين وبناء المعرفة والمفاهيم بصورة بنائية اعتمدت على خبرات الطالبات كما ساعد على النمو المفاهيمى وتوسيع القاعدة المعرفية بدراسة مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية.
- اكتسبت الطالبات المفاهيم الأساسية فى تكنولوجيا النانو الحيوية، وتعرفن على المواد النانوية وأشكالها وتطبيقاتها فى مجال الطب الحيوى، وصناعة الأجهزة الطبية، وهندسة الالكترونيات الحيوية، والاستشعار الحيوى.
- اكتسبت الطالبات النظرة المتكاملة لعلم الأحياء فى تكامله مع علم الكيمياء والفيزياء والهندسة، والتكنولوجيا، من خلال دراسة المفاهيم البينية المتضمنة فى موضوعات البحث المتعلقة بالالكترونيات الجزيئية الحيوية من مجالات: الكيمياء الحيوية، والفيزياء الحيوية، والهندسة الحيوية، والهندسة الطبية، وتكنولوجيا النانو الحيوية؛ ومن هذه المفاهيم: المواد الجزيئية للالكترونيات، والبوليمرات الموصلة، والالكترونيات الجزيئية الفردية، واليكترونيات السيليكون الجزيئية، والخلايا الشمسية، وتكنولوجيا الليزر.
- واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة تشوماك وأخرون Schumack, et al. (٢٠١٠) فى فاعلية تدريس المناهج البينية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العليا المفاهيم الأساسية للفيزياء والكيمياء والأحياء ومبادئ الرياضيات؛ وكذلك نتائج دراسة سكاندولا وفيورينى Scandola and Fiorini (٢٠١٣) فى فعالية تنمية الفهم العميق فى العلوم من خلال تعليم المفاهيم المعقدة للروبوتات والمتصلة بالمفاهيم الطبية فى برامج المرحلة الثانوية.
- قامت المعلمة بتوجيه الطالبات فى بداية دراسة الوحدة ببحث شبكة الانترنت للتعرف على بعض المفاهيم الفيزيائية الأساسية اللازمة كمدخل لدراسة الوحدة المقترحة، وهى مفاهيم: الجزئ، والكم، والالكترونيات، وصناعة الالكترونيات، والترانزيستور، والدوائر المتكاملة، والمعالجات الصغيرة؛ ثم قامت المعلمة بعرض بوربوينت لشرح وتوضيح هذه المفاهيم والإجابة عن أسئلة الطالبات بعد اكتمال عملية البحث وكتابة النتائج والأسئلة فى أوراق العمل؛ وذلك نظرًا لأهمية اكتساب هذه المفاهيم كمدخل لفهم تقنيات وتطبيقات الالكترونيات

الجزيئية الحيوية، ولمعالجة لقصور تناول هذه المفاهيم فى منهج الفيزياء بالصف الأول الثانوى.

- وأتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة بورجين وسادلر Burgin and Sadler (٢٠١٣) فى فعالية تدريس برنامج فى التكنولوجيا الطبية الحيوية والنانوتكنولوجى لطلاب المرحلة الثانوية فى الأقسام العلمية، فى تعلم الطلاب مهارات البحث، واكتساب مفاهيم بيولوجية وتكنولوجية ورياضية متعلقة بموضوعات البرامج، وتنمية قدرات التميز فى العلوم.
- اكتسبت الطالبات المعرفة فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية من خلال عملية التعلم المعتمد على البحث باستخدام مصادر متنوعة مثل المكتبة والانترنت؛ حيث قامت الطالبات بالعديد من أنشطة البحث وجمع المعلومات من المصادر المتاحة فى المدرسة، وباستخدام شبكة الانترنت؛ كما قامت بالعديد من الأنشطة فى المنزل بعد انتهاء وقت الدراسة فى المدرسة.
- تنوعت موضوعات البحوث المتاحة أمام الطالبات ليخترن منها بحرية وفقًا لميولهن ورغباتهن فى التعلم؛ بحيث قامت كل مجموعة من الطالبات ببحث موضوعين من موضوعات البحث المحددة أثناء مدة تعلم الوحدة الدراسية؛ كما اتيح للطالبات الإطلاع على نتائج بحوث الموضوعات الأخرى أثناء تواصل النتائج بين المجموعات؛ ومن هذه الموضوعات البحثية: البروتينات وتطبيقات الالكترونيات الجزيئية الحيوية، والمواد والصناعات النانوية، وتقنيات الالكترونيات الجزيئية النانوية، والكترونيات السيليكون الجزيئية، وتطبيقات الالكترونيات الجزيئية فى مجال الطاقة، وأجهزة الالكترونيات الحيوية (تكنولوجيا الليزر - مستشعر النانو - روبوتات النانو)، وآلات إصلاح الخلية، والمواد الجزيئية، والبوليمرات الموصلة، والأسلاك الجزيئية، وقياسات وتحاليل الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتقنيات طب النانو، وعلاج السرطان، وعلاج مرض السكرى، وتقنيات الاستشعار الحيوى، وأجهزة الاستشعار الحيوى.
- وأتفقت هذه النتائج مع دراسة تورين Turrin (٢٠١٥) فى فعالية استخدام نموذج التعلم المعتمد على البحث فى تنمية مهارات جمع البيانات لدى طلاب المرحلة الثانوية العليا.
- اكتسبت الطالبات المعرفة والمهارات العقلية المرتبطة بالجودة الابتكارية من خلال المرور بخبرات التعلم المعتمد على البحث فى مراحله المنظمة أبتداء من: مرحلة تحديد موضوع البحث، والتعرف على الموضوعات المطروحة، والقراءة والبحث عن أبعادها، ومرحلة تحديد الأسئلة البحثية بطرق المناقشة الجماعية مع المعلمة والزميلات، ومرحلة تكوين فريق العمل وتحديد المهام

بطريقة تعاونية، ومرحلة جمع المعلومات من المصادر المتنوعة وبناء المعرفة الجديدة بتوجيه وإرشاد المعلمة من خلال توجيه الأسئلة حول الموضوعات التى تحتاج شرح وتوضيح، ومرحلة تخطيط وتنفيذ الأنشطة البحثية بطريقة تعاونية، ومرحلة عرض التقرير النهائى داخل المجموعة والتقويم الذاتى والتعاونى، ومرحلة تواصل النتائج.

- وأتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة ثاوثورث وموكروس ودورسى وسميث Southworth, Mokros, Dorsey, and Smith (٢٠١٠) حيث أشارت نتائج هذه الدراسة إلى فعالية تعلم طلاب المرحلة الثانوية من خلال أحد نماذج البحث والتحرى فى البيانات البيولوجية باستخدام التعلم المعتمد على البحث، واكتساب الطلاب المعرفة والفهم للعلوم المعاصرة فى الأحياء.
- فهم عملية البحث العلمى كما يقوم بها الباحثين والعلماء والتدرب عليها من خلال إجراء الطالبات للعديد من الأنشطة البحثية مثل: طرح الأسئلة، وقراءة الموضوعات العلمية، وبحث شبكة الانترنت، وكتابة مقال علمى، ومتابعة شرح المعلمة للمعرفة الجديدة التى تحتاج إلى توضيح ومزيد من الفهم من خلال عروض البوربوينت ومصادر الوسائط المتعددة الجذابة، المواد والصور والبيانات المتعلقة بموضوع البحث من مواقع وصفحات مناسبة، وتنظيم المعلومات، وتحليل البيانات باستخدام الطرق الإحصائية البسيطة وطرق تنظيم البيانات فى جداول ورسوم بيانية وأشكال توضيحية، والمناقشة، والتوصل للنتائج النهائية ومناقشتها.
- وأتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة نيلسون وكامبل والريد Neilson, Campbell, and Allred (٢٠١٠) التى اثبتت فعالية استخدام أحد نماذج التعلم المعتمد على البحث والاستقصاء لتدريب طلاب المرحلة الثانوية للبحث مثل العلماء فى تنمية قدرات الطلاب فى تطوير الأفكار، وفرض واختبار الفروض، وبناء فهم العالم الطبيعى.

- فهم الطالبات لعملية الابتكار والتجديد من خلال دراسة الابتكارات المتعددة فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتقنيات تكنولوجيا النانو الحيوية، والمواد الجزيئية، والاستشعار الحيوى، وإدراك أهمية هذه الابتكارات فى حل المشكلات الصحية والبيئية التى تواجه الإنسان.
- اكتسبت الطالبات المهارات العقلية المرتبطة بالجودة الابتكارية من خلال التدرب على عملية البحث بطريقة علمية، والبحث عن الابتكارات

والموضوعات المهمة، وتحليل الابتكارات، وتقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق.

- واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة مارتيز ودونوفان Maritz and Donovan (٢٠١٥) فى فعالية البرامج التعليمية فى العلوم البينية والمتكاملة باستخدام الطرق المعتمدة على المشروعات ونماذج التدريس العملية، والمداخل المعتمدة على التدريب فى تنمية الابتكار وريادة الأعمال لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- تمكن الطالبات من دراسة الابتكارات الطبية والهندسية والبيئية المتعلقة بعلم الالكترونيات الجزيئية الحيوية ذات الأهمية لحياة الإنسان مثل: التطبيقات الطبية لعلاج مرض السكرى والسرطان، والأجهزة الالكترونية الطبية لرسم القلب وتنظيم ضربات القلب، والتصوير الخلوى، وأجهزة الرنين، وتطبيقات مجال الطاقة الشمسية، وأجهزة رصد التلوث البيئى مما ساعد على إستثارة الشغف وحب الاستطلاع للمعرفة باستخدام طرق البحث وجمع المعلومات، وفهم الظروف التى تنشأ من خلالها هذه الابتكارات.
- أتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة ميجنج وديونج Mijung & Diong (٢٠١٢)؛ فى فعالية تعلم العلوم الأحيائية المعاصرة للتصدى للمشكلات الاجتماعية والبيئية على المستوى المحلى من أجل تحقيق التنمية المجتمعية والتنمية المستدامة.
- تمكن الطالبات من مهارات البحث العلمى بطرق تعاونية من كل مما يلى: اختيار موضوع البحث، ووضع التساؤلات، وجمع المعلومات، وتحليل البيانات، والتفسير من خلال العمل فى مجموعات تعاونية أو من خلال تشكيل فريق عمل؛ حيث أعتادت الطالبات تحديد المهام وتوزيعها والالتزام بتنفيذ المهام المطلوبة وتحقيق النتائج ومشاركتها مع الزميلات.
- تدربت الطالبات على العديد من الأنشطة التعليمية الفعالة والمتنوعة والمتدرجة فى اكتساب المهارات العقلية للجودة الابتكارية اعتمادًا على عملية التعلم المعتمد على البحث خطوة بخطوة من: قراءة الموضوعات، والإجابة عن الأسئلة المعرفية، وبحث وتحديد المصادر، وجمع المعلومات، وطرح التساؤلات البحثية، واستخلاص المعلومات، والمناقشة، والعصف الذهنى، وتحليل وتفسير البيانات، والوصول إلى النتائج، وكتابة التقرير البحثى، وعرض النتائج، وتواصل النتائج مع الآخرين بطريقة الكترونية وغير الكترونية باستخدام المصادر المتاحة.

- اكتسبت الطالبات المعرفة بموضوعات الوحدة الدراسية من مصادر موثوقة وقمن بجمع بيانات متعددة، حيث استفدن من مجموعة من المصادر التعليمية المعتمدة على: الكتب العلمية، والمواقع الالكترونية العلمية فى المجال، ومصادر بنك المعرفة المصرى، ومصادر الفيديو على موقع يوتيوب، حيث ساعدت المصادر الالكترونية على تعرف الطالبات على الخبراء فى مجال الالكترونيات الحيوية والنانو تكنولوجى من خلال محاضرات الفيديو، وأدلة المواد العملية المبسطة من موقع مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا، وموقع المركز المصرى لعلوم النانو تكنولوجى بجامعة القاهرة.
- اكتساب الطالبات المعرفة ببعض المجالات المعرفية التى تزيد القدرة على الابتكار والتجديد من خلال تقديم معلومات وتدريبات وأنشطة إثرائية تتعلق بمجالات التصميم والتخطيط والإحصاء والتسويق أثناء تنفيذ دروس الوحدة، ومن خلال الأنشطة والتدريبات المنزلية؛ وتمثلت هذه المجالات فى: مفهوم عملية التصميم وإجراءته ومخرجاته؛ ومفهوم الخطة ومراحل إعدادها ومخرجاتها، وعملية تحليل البيانات إحصائيًا وعملياتها البسيطة؛ ومفهوم التسويق وطرقه والعوامل المؤثرة به، .
- واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة بيميز (٢٠١٧) Beames التى أشارت إلى فعالية تضمين الأنشطة الإثرائية التى تساعد فى تنمية الابتكار والتجديد التكنولوجى فى مناهج المرحلة الثانوية، وذلك من خلال الأنشطة العملية والحقلية التى تهدف إلى تحقيق التعلم ذو المعنى من خلال دراسة المناهج البينية.
- كما ساعد تقويم أداء الطالبات بطريقة شاملة واقعية أثناء تنفيذ الوحدة المقترحة عن طريق أدوات التقويم المتنوعة باستخدام نتائج أوراق العمل، وملاحظة أداء الطالبات أثناء العمل فى المجموعات، وأثناء المناقشة وجلسات العصف الذهنى، والاختبارات المعرفية، والمقابلات الشخصية، والمقاييس النفسية؛ بالإضافة إلى تقديم المعلمة التغذية الراجعة المناسبة والمستمرة فى نهاية كل نشاط، مما ساعد فى تكوين المفاهيم العلمية واكتساب المهارات العقلية.

٢ـ تفسير ومناقشة نتائج بطاقة ملاحظة المهارات العملية:

أشارت نتائج المعالجة الإحصائية لبطاقة ملاحظة المهارات العملية إلى تحقق فرض البحث الثانى، والذى ينص على: يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لبطاقة ملاحظة المهارات العملية فى جميع أبعاد البطاقة والدرجة الكلية لصالح الاختبار البعدى فى كل مما يلى:

١- بعد مهارات التحليل الحيوى، حيث قيمة (ت =٣٢)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٢-بعد مهارات استخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، حيث قيمة (ت=٣٨)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٣-بعد مهارات تصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية، حيث قيمة (ت=٣٠.٣)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٤- الدرجة الكلية لبطاقة الملاحظة، حيث قيمة (ت=٥٨)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

كما أشارت نتائج دراسة فعالية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية إلى أن حجم تأثير (d) بطاقة ملاحظة المهارات العملية كبير بقيمة (٣)؛ مما دل على أن فاعلية المتغير المستقل عال فى تنمية أبعاد الجودة الابتكارية فيما يتعلق بالمهارات العملية لدى طالبات الصف الأول الثانوى.

يمكن تفسير هذه النتائج فى أن الوحدة المقترحة ذات فاعلية فى تنمية الأبعاد المهارية العملية المتعلقة بالجودة الابتكارية لدى الطلبات؛ وذلك لما أتاحته الوحدة الدراسية للطالبات مما يلى:

- تمكنت الطالبات من إجراء الأنشطة الكشفية المعملية متمثلة فى استخدام الكواشف والأدلة للكشف عن السكر فى البول، وممارسة مهارات التحليل الحيوى باستخدام عينات معملية حيوية تستخدم فى الكشف عن الجزيئات الحيوية فى جسم الإنسان.

- تدربت الطالبات على تركيب واستخدام وتشغيل أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية المستخدمة فى قياس مستوى ضغط الدم، وقياس مستوى السكر فى الدم، ومقياس التأكسج فى الدم، وقياس معدل أول أكسيد الكربون فى الزفير بطريقة رقمية.

- تدربت الطالبات على تحديد نتائج قياسات أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتسجيل النتائج بطريقة صحيحة.

- تدربت الطالبات على قراءة البيانات الحيوية، وتحديد مستويات الجزيئات الحيوية والغازات فى جسم الإنسان، وكذلك تحديد مستوى ضغط الدم.

- تمكنت الطالبات من تفسير البيانات الحيوية، وتحديد المعدل الطبيعى لضغط الدم ومستوى السكر، ومستوى التأكسج، وغازات التنفس، والعلامات التى تدل على الخلل بالزيادة أو نقص فى هذه البيانات.

- اكتسبت الطالبات مهارات تخطيط نماذج الالكترونيات الحيوية من خلال تخطيط نموذج مستشعر حيوى، وتخطيط دائرة الكترونية بسيطة.

- تدربت الطالبات على العمل فى فريق لتخطيط وتصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية؛ واكتسبن مهارات التصميم والتنفيذ من خلال تصميم نموذج الدائرة الالكترونية البسيطة، وتصميم نموذج المستشعر الحيوى، وتمكن من التعاون والمشاركة فى تصور رؤية التصميم، وبحث الأدوات والعمليات المناسبة للتصميم باستخدام مصادر البحث المتاحة فى المكتبة والانترنت، ثم تخطيط وتصميم النموذج وفقًا للرؤية المحددة وباستخدام مواد وأدوات بسيطة تم تحديدها من خلال عملية البحث بطريقة تعاونية.

- أكتسبت الطالبات مهارات كتابة التقارير العلمية لتحديد نتائج الكشوف والتحاليل المعملية والقياسات الحيوية مثل: كتابة تقرير عن المقارنة بين أنواع تحاليل السكر المختلفة (سكر عشوائى، سكر صائم، سكر بعد ساعتين من التغذية، ومنحنى تحمل السكر)؛ وكتابة تقرير عن وظيفة وكيفية عمل جهاز تنظيم ضربات القلب، وكتابة تقرير عن وظيفة وكيفية عمل جهاز شريحة التحليل الحيوى الالكترونى.

وأتفقت نتائج البحث الحالى مع نتائج دراسة تشين وأخرون Chen, et al. (٢٠١٦)؛ حيث أشارت النتائج إلى فعالية تدريس موضوعات الالكترونيات الجزيئية الحيوية لطلاب المرحلة الثانوية فى تنمية مهارات التصميم وإنتاج أجهزة وبرمجيات بسيطة باستخدام مواد محلية منخفضة التكلفة، وإجراء تجارب الكشف والتمكن من الاختبارات المعملية.

كما أتفقت مع نتائج دراسة بيميز Beames (٢٠١٧) فى فعالية تدريس المناهج البينية لطلاب المرحلة الثانوية فى تنمية الابتكار والتجديد التكنولوجى من خلال تضمين أنشطة إثرائية، واستخدام المهارات العملية التى تهدف إلى تحقيق التعلم ذو المعنى.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن سؤال البحث السادس وهو: ما فاعلية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تنمية بعض أبعاد الجودة الابتكارية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٣- تفسير ومناقشة نتائج مقياس الميول المهنية:

أشارت نتائج المعالجة الإحصائية لمقياس الميول المهنية فيما يخص حساب الفروق بين متوسطات درجات أفراد مجموعة البحث فى التطبيق القبلى والبعدى إلى تحقق فرض البحث الثالث والذى نص على: يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد مجموعة البحث فى الاختبار القبلى والاختبار البعدى لمقياس الميول المهنية فى جميع أبعاد المقياس والدرجة الكلية لصالح الاختبار البعدى فى كل مما يلى:

١- بعد الميل نحو المهن الطبية والعلاجية، حيث قيمة (ت=٧.٢)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٢- بعد الميل نحو المهن العلمية والبحثية المعملية، حيث قيمة (ت=٦.٦)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٣- بعد الميل نحو المهن الهندسية، حيث قيمة (ت=٦.٥)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٤- بعد الميل نحو المهن الصناعية الالكترونية، حيث قيمة (ت=٦)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٥- بعد الميل نحو المهن الخدمية الاجتماعية، حيث قيمة (ت=٧.٢)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

٦- الدرجة الكلية لمقياس الميول المهنية، حيث قيمة (ت=١٤)، وهى دالة عند مستوى (٠.٠٥).

وأشارت نتائج دراسة فعالية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية إلى أن حجم تأثير (d) مقياس الميول المهنية كبير بقيمة (٣)؛ مما دل على أن فاعلية المتغير المستقل عال فى تنمية الميول المهنية لدى طالبات الصف الأول الثانوى.

يمكن تفسير هذه النتائج فى أن الوحدة المقترحة ذات فاعلية فى تنمية الميول المهنية المتعلقة بالمهن التى تضمنتها الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية لدى الطالبات؛ ودلل التقارب بين قيم "ت" لجميع المهن الخمس المتضمنة فى المقياس إلى تنوع توزيع الميول بين مجموعة البحث؛ مما يشير إلى قدرة الوحدة المقترحة على تلبية رغبات وميول الطالبات بمختلف ميولهن نحو المهن المختلفة؛ وذلك يرجع إلى ما يلى:

- اكتسبت الطالبات المعرفة بالمجالات المهنية المتعلقة بعلم الالكترونيات الجزيئية الحيوية من خلال التعرف على تاريخ تطور صناعة الالكترونيات الجزيئية الحيوية وتكنولوجيا النانو، والأنشطة العلمية والبحثية والابتكارية المتعددة التى يقوم بها العاملين فى هذه المجالات؛ والتعرف على الاكتشافات المبهرة والمؤثرة فى حياتهن اليومية، وكذلك التعرف على أبرز العلماء الرواد فى مجال الالكترونيات الجزيئية وأسهاماتهم لخدمة البشرية.

- اتضح للطالبات من خلال دراسة الوحدة المقترحة أن المهن الطبية والعلمية والهندسية والصناعية والخدمية المرتبطة بمجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية هى نتاج عملية إنسانية ممتعة يقوم فيها الفرد بالتعلم المنظم والذاتى والتعاونى؛ وتأكد لديهن هذه المتعة بعد المرور بخبرة التعلم المعتمد على البحث، وإجراء العديد من عملياته وأنشطته بطريقة فردية وجماعية.

- اكتسبت الطالبات ميول متنوعة؛ نتيجة تنوع موضوعات البحوث المقدمة أثناء تعلم الوحدة؛ حيث تمكنت الطالبات من اختيار موضوعات البحث بحرية داخل المجموعة الواحدة وفقا لميولهن ورغباتهن، وتشاركت فى العمل التعاونى أثناء إجراء أنشطة البحث، كما تواصلت النتائج مع المجموعات الأخرى.

- اكتسبت الطالبات الميول نحو المهن الطبية من خلال التعرف على التطور فى الطب الحيوى وطب النانو، وكيفية علاج الأمراض الخطيرة مثل علاج أمراض القلب والسرطان، والتعرف على الابتكارات من الأجهزة الطبية المتنوعة، وإجراء بعض الأنشطة العملية لإجراء التحاليل الحيوية، واستخدام الأجهزة الالكترونية للقياسات الحيوية.

- اكتسبت الطالبات الميول نحو المهن العلمية من خلال تطبيق أنشطة متنوعة تتمحور حول عملية البحث عن المعرفة الجديدة، وتطبيق عمليات التفكير العلمى والابتكارى، وإجراء عملية الحل الإبداعى للمشكلات والاستقصاء،

وتفسير البيانات، وكتابة التقارير العلمية، والعمل المعملى، وتحديد وتواصل النتائج بطرق الكترونية وغير الكترونية.

- اكتسبت الطالبات الميول نحو المهن الهندسية من خلال التعرف على مجالات الهندسة الحيوية والهندسة الطبية وإجراء بحوث حول بعض الموضوعات الممتعة من اختيارهن مثل بحث عن موضوعات: تكنولوجيا الليزر والروبوت والأطراف الصناعية، وكذلك التدرب على عملية تخطيط وتصميم النماذج الهندسية للأجهزة والدوائر الالكترونية والمستشعرات الحيوية.

- اكتسبت الطالبات الميول نحو المهن الصناعية من خلال التعرف على الأجهزة والتقنيات الصناعية المتعلقة بتكنولوجيا النانو الحيوية، وكيفية تصنيع المواد النانوية، والأجهزة الالكترونية باستخدام السيليكون، وأجهزة الاستشعار الحيوى.

- اكتسبت الطالبات الميول نحو المهن الخدمية الاجتماعية من خلال التعرف على أهمية التوعية الصحية والوقاية من الأمراض ورعاية المرضى وكبار السن والحالات ذات الاحتياجات الخاصة ومصابى الكوارث والحوادث، وأهمية العلاج الطبيعى والتحاليل والتشخيص للأمراض فى مراكز الخدمات والرعاية النفسية والاجتماعية؛ ومن خلال ممارسة أنشطة تعاونية فى التخطيط لرعاية المرضى فى الريف، وعلاج الأمراض المستوطنة على المستوى القومى.

أتفقت نتائج هذا البحث مع نتائج دراسة تشين وأخرون Chen, et al. (٢٠١٦)؛ حيث أظهرت فعالية تدريس موضوعات الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تعزيز قدرات طلاب المرحلة الثانوية المهنية فى تنفيذ العمليات الحيوية وتدريبهم على عملية تصميم وإنتاج أجهزة وبرمجيات بسيطة منخفضة التكلفة.

ونتائج دراسة بورجين وسادلر Burgin and Sadler (٢٠١٣) فى فعالية تدريس برنامج فى التكنولوجيا الطبية الحيوية والنانوتكنولوجى لطلاب المرحلة الثانوية فى الأقسام العلمية فى تنمية الميول المهنية نحو المهن الطبية والتكنولوجية.

ودراسة مارتيز ودونوفان Maritz and Donovan (٢٠١٥) فى فعالية البرامج التعليمية فى العلوم البينية والمتكاملة باستخدام الطرق المعتمدة على المشروعات ونماذج التدريس العملية، والمداخل المعتمدة على التدريب فى تنمية الابتكار وريادة الأعمال لدى طلاب المرحلة الثانوية.

كما اتفقت النتائج الحالية مع نتائج دراسة موناورو (٢٠١٧) Munawaroh فى فعالية استخدام التعلم القائم على حل المشكلات فى زيادة اتجاه الطلاب نحو الريادة وروح المبادرة فى الأعمال.

ودراسة بيرك وأخرون Berk, et al. (٢٠١٤) فعالية برنامج فى العلوم البينية المرتبطة بالعلوم الطبية والرعاية الصحية باستخدام مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة (STEM)، فى تنمية ميول الطلاب المهنية وبقاء الاهتمام والميول بدراسة الأحياء والعلوم الطبية بعد التخرج من المدرسة الثانوية.

ودراسة محاسنى وفرجات (٢٠١٥) Mahasneh and Farajat فى فعالية برنامج تدريبي قائم على ممارسة المهن في تنمية الميول المهنية والوعى المهنى لدى طلاب المرحلة الثانوية بالأردن، وجاءت الميول نحو المهن الهندسية والطبية والعلوم التطبيقية والصناعية والتجارية فى مقدمة النتائج يليها باقى التخصصات.

وكذلك نتائج دراسة حمدان محمد (٢٠١٧) فى أثر الأنشطة الإثرائية المقترحة فى ضوء مدخل (STEM)، فى تنمية الوعى المهنى واكتساب الميول المهنية فيما يتعلق بالمعرفة بالمهن العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن سؤال البحث السابع وهو: ما فاعلية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تنمية الميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٤- تفسير ومناقشة نتائج فعالية الوحدة الدراسية المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية:

أشارت نتائج دراسة فعالية الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية إلى أن حجم تأثير (d) كل من مقياس الجودة الابتكارية وبطاقة ملاحظة المهارات العملية، ومقياس الميول المهنية كبير بقيمة (٣) لكل قياس؛ مما دل على أن فاعلية المتغير المستقل عال فى تنمية كل من أبعاد الجودة الابتكارية المعرفية، والمهارية العقلية والعملية، والميول المهنية لدى طالبات الصف الأول الثانوى.

وبمقارنة الفروق بين نتائج الاختبارات القبلية والبعدية أشارت النتائج إلى فعالية المتغير المستقل (الوحدة المقترحة) فى تنمية أبعاد الجودة الابتكارية المعرفية والمهارية حيث تمثلت الأبعاد المعرفية فى: اكتساب المعرفة العميقة والواسعة فى مجال التخصص من مصادر متعددة، واكتساب المعرفة فى المجالات المرتبطة بمجال التخصص بصورة بينية من المصادر المناسبة، واكتساب المعرفة بالمجالات

التى تزيد القدرة على التجديد والابتكار؛ والأبعاد المهارية العقلية فى: البحث والتحرى بطريقة علمية، والبحث عن الابتكارات والموضوعات المهمة، وتحليل الابتكارات، وتقويم الابتكارات فى ضوء فهم احتياجات السوق؛ والأبعاد المهارية العملية فى: التحليل الحيوى، واستخدام أجهزة الالكترونيات الجزيئية الحيوية، وتصميم نماذج الالكترونيات الجزيئية الحيوية؛ بالإضافة إلى تنمية الميول المهنية نحو المهن الطبية والعلمية؛ وزيادة درجة الميل نحو المهن الهندسية والصناعية والخدمية.

وترجع هذه النتائج إلى أن الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية أتاحت الوقت والإمكانات لطالبات الصف الأول الثانوى للقيام بالتعلم المعتمد على البحث، والاختيار من عدة موضوعات بحثية مناسبة لمستوياتهن العقلية فى هذا المجال، كما وجِّهت الطالبات للبحث بطريقة علمية من خلال ممارسة عمليات البحث التالية: طرح التساؤلات، وجمع البيانات والمعلومات من مصادر متنوعة، والمناقشة ومشاركة الأفكار، والعمل فى مجموعات تعاونية، وتطبيق الأنشطة الاستقصائية وأنشطة الحل الإبداعى للمشكلات، والوصول إلى النتائج، وكتابة التقارير النهائية.

كما ساعدت دراسة الوحدة المقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى تحقيق العديد من نواتج التعلم المعرفية والمهارية والوجدانية حيث أتاحت للطالبات اكتساب المعرفة البيولوجية فى مجال التخصص، وفى المجالات البينية المرتبطة بها مثل الكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية والتكنولوجيا الحيوية، والهندسة الحيوية، والهندسة الطبية، وتكنولوجيا النانو الحيوية، وكذلك التعرف على بعض المجالات المعرفية التى تزيد القدرة على الابتكار والتجديد فى مستوى التميز مثل: الإحصاء والتخطيط والتصميم والتسويق، وذلك من خلال بعض المعلومات والأنشطة الإثرائية المتعلقة بهذه المجالات مثل إجراء تحليل إحصائى لبعض البيانات المتعلقة بالاستثمار فى مجال علوم تقنية النانو، وحساب متوسط معدل النشر العلمى فى مجال تقنية النانو، وتفسير بيانات أحد الأشكال البيانية لتحديد التقنيات الأكثر جذبًا للمستثمرين، وإعداد خطة لعلاج مرضى السرطان فى المناطق الريفية، وخطة علاج مرض السكرى فى مصر، وإعداد خطة لتسويق أحد الابتكارات الالكترونية الحيوية.

كما ساعدت الوحدة المقترحة الطالبات على تنمية مهارات الابتكار والإبداع والتجديد العقلية والعملية، واكتساب مهارات عملية متنوعة من خلال الأنشطة المعملية واستخدام الأجهزة وتصميم النماذج الالكترونية الحيوية، وبناء المعرفة العلمية المتعلقة بالتعرف على وتمييز القياسات والتحاليل والتقنيات والتطبيقات، والأجهزة التى تستخدم فى مجال الالكترونيات الجزيئية الحيوية.

بالإضافة إلى ما حققته دراسة الوحدة المقترحة فى الاكترونيات الجزيئية الحيوية للطالبات من فرصة التعرف على المهن المرتبطة بالمجالات الحيوية الطبية

والعلمية والهندسية والصناعية والخدمية؛ ومن خلال التعرف على العلماء البارزين فى مجال تكنولوجيا النانو الحيوية مثل العالم منير نايفة والعالم مصطفى السيد، والبحث عن اكتشافاتهما وأسهاماتهما العلمية فى هذا المجال، والاستماع إلى أجزاء من محاضراتهما عن جزيئات النانو وتقنية النانو وأثرها فى علاج الأمراض المستعصية وإفادة البشرية فى عدة مجالات، وكذلك بالبحث فى مصادر بنك المعرفة المصرى عن مقاطع الفيديو المتعلقة بالوظائف فى مجالات العلوم ومجال الالكترونيات الجزيئية، وبحث فرص مجالات العمل المتاحة فى هذه المجالات فى مصر؛ وبالإضافة إلى البحث والتعرف على أنشطة مدينة زويل العلمية والتخصصات العلمية والهندسية التى تدرس بها، والتعرف على المجالات العلمية والهندسية والتكنولوجية التى تدرس فى المركز المصرى لعلوم النانوتكنولوجى وجهوده فى مجال تكنولوجيا النانو الحيوية؛ مما كان له فاعلية فى تكوين الميول المهنية المتعلقة بالعلوم البيولوجية المناسبة لعصر اقتصاد المعرفة.

وأتفقت نتائج البحث الحالى مع نتائج دراسة كل من: تشوماك وأخرون .et al Schumack, (٢٠١٠)؛ وميجـنج وديـونج Mijung & Diong (٢٠١٢)؛ وسكاندولا وفيورينى Scandola and Fiorini (٢٠١٣)؛ ومرفت حامد، ومحمد السيد (٢٠١٥)؛ ودراسة تشين وأخرون .Chen, et al (٢٠١٦)؛ حيث أكدت نتائج هذه الدراسات على ما يلى: فاعلية تدريس المناهج البينية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية المفاهيم الأساسية للفيزياء والكيمياء والأحياء ومبادئ الرياضيات، وفعالية تضمين المفاهيم المعقدة المتعلقة بعلم الروبوتات الطبية فى برامج المرحلة الثانوية لتنمية المفاهيم المفاهيم الطبية لدى الطلاب؛ وفعالية تعلم العلوم الأحيائية البينية من أجل تحقيق التنمية المجتمعية والتنمية المستدامة لحل المشكلات الاجتماعية والبيئية، وفعالية تدريس وحدات الأحياء البينية فى تنمية القدرات العقلية العليا وطرق التفكير لدى طلاب المرحلة الثانوية؛ وفعالية تدريس موضوعات الالكترونيات الجزيئية الحيوية فى اكتساب الطلاب المعرفة الأساسية فى هذا المجال.

كما أتفقت هذه النتائج مع توصيات دراسة كل من: ليلى إبراهيم (٢٠٠٩)؛ ومحرم يحيى (٢٠٠٩)؛ ونهى محمد (٢٠١٢)؛ ومحمد عبد الرازق (٢٠١٣)؛ ودراسة وينكلباى وأخرون .Winkleby, et al (٢٠١٤)؛ حيث أكدت توصيات هذه الدراسات على ما يلى: الحاجة إلى بناء وحدات دراسية فى الأحياء فى ضوء المستحدثات البيولوجية؛ وربط المعرفة بالتكنولوجيا والمجتمع لتنمية جوانب التفكير والاتجاه نحو دراسة الأحياء، وأهمية تطوير مناهج الأحياء فى ضوء المداخل الفعالة والتركيز على وحدة المعرفة واتصال علم الأحياء بالعلوم الأخرى، والعمل على اكتساب الطلاب فى المرحلة الثانوية المفاهيم الكبرى تنمية الاستقصاء ومهارات التفكير لديهم، وكذلك الاهتمام بتناول الجوانب الوجدانية فى محتوى مقرر الأحياء،

وزيادة تناول التطبيقات التكنولوجية والتطورات العلمية والنواحى الوجدانية المتصلة بعلم الأحياء؛ وأهمية تزويد الطلاب فى المرحلة الثانوية العليا بالمزيد من البرامج المهنية المتصلة بالصحة والعلوم، وتحديد مكونات المناهج الدراسية التي تسهم بأكبر قدر ممكن في تحقيق نتائج ناجحة فى تعزيز الميول المهنية لدى الطلاب.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن سؤال البحث الرئيس وهو: ما فاعلية وحدة مقترحة فى الالكترونيات الجزيئية الحيوية قائمة على التعلم المعتمد على البحث فى تنمية الجودة الابتكارية والميول المهنية لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

التوصيات والمقترحات:

فى ضوء نتائج البحث توصى الباحثة بما يلى:

١- ضرورة بناء منهج الأحياء فى المرحلة الثانوية فى ضوء مداخل التكامل بين العلوم.

٢- الاهتمام بتصميم الوحدات الدراسية البينية التى تجمع بين العلوم والهندسة والتكنولوجيا فى مناهج المرحلة الثانوية.

٣- تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية العامة (الأحياء – الكيمياء – الفيزياء – الجيولوجيا وعلوم البيئة) فى ضوء متطلبات تحقيق التنمية المستدامة.

٤- تطوير منهج الأحياء فى المرحلة الثانوية العامة فى ضوء متطلبات استراتيجيات العلوم والتكنولوجيا والتجديد.

٥- التركيز على تنمية ابعاد الجودة الابتكارية المعرفية والمهارية والوجدانية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

٦- استخدام مداخل فعالة فى بناء وحدات منهج الأحياء ومنها مدخل التعلم المعتمد على البحث.

٧- الاهتمام بالتوجيه المهنى وتنمية الميول المهنية نحو المهن العلمية والهندسية والتكنولوجية المناسبة لعصر اقتصاد المعرفة لدى طلاب المرحلة الثانوية.

كما تقترح الباحثة المقترحات البحثية التالية:

١- تطوير مناهج الأحياء فى المرحلة الثانوية العامة فى ضوء أبعاد الجودة الابتكارية.

٢- تطوير مناهج الأحياء فى المرحلة الثانوية العامة فى ضوء مدخل (STEM).

٣- أثر منهج مقترح فى تكنولوجيا النانو الحيوية فى اكتساب الفهم العميق بعلم الأحياء وتنمية مهارات التفكير التصميمى.

٤- وحدة دراسية مقترحة فى الروبوتات وفعاليتها فى تنمية مهارات التفكير الابتكارى لدى طلاب الصف الثانى الثانوى.

٥- وحدة دراسية فى الأحياء المتقدمة وأثرها فى تنمية الميول العلمية لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

مراجع ومصادر البحث

إدريس أحمد حسن، (٢٠١٤): دور التفكير الريادي في تحقيق الميزة التنافسية دراسة ميدانية لآراء عينة من المديرين شركة كورك للاتصالات فى محافظة أربيل. جامعة صلاح الدين: العراق. زانكو للعلوم الإنسانية، مجلد ١٨، عدد ٥.

الإدارة المركزية للتعليم الثانوى، (٢٠١٧). الإحصاء الاستقرارى لأعداد طلبة الثانوية العامة للعام الدراسى (٢٠١٦-٢٠١٧) على مستوى الجمهورية. مكتب رئيس عام امتحانات الثانوية العامة. وزارة التربية والتعليم.

بديع محمود القاسم، (٢٠٠١). علم النفس المهنى، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع. عمان.

بلال خلف السكارنة، (٢٠٠٨). الريادة وإدارة منظمات الأعمال. دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة: الأردن، ص ١.

جودت عزت عبد الهادى، سعيد حسنى العزة، (١٩٩٩) . التوجيه المهنى ونظرياته. مكتبة دار الثقافة. الأردن.

حمدان محمد على إسماعيل، (٢٠١٧). أثر أنشطة إثرائية فى الكيمياء قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) فى تنمية الوعى بالمهن العلمية والميول المهنية لطلاب المرحلة الثانوية ذوى استراتيجيات التعلم العميق والسطحى. الجمعية المصرية للتربية العلمية. المجلة المصرية للتربية العلمية، ٢٠ (٢)، فبراير، ١ -٥٦.

خضير كاظم، (٢٠٠٠). إدارة الجودة الشاملة. عمان : دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

سعود بن مبارك البادرى، (٢٠١١). تطبيقات علم النفس مهنة وتربية. دار الكتاب الجامعى. الإمارات العربية المتحدة.

سعيد حسنى العزة، (٢٠٠١). الأرشاد النفسى أساليبه وتقنياته. مكتب الثقافة للنشر والتوزيع. عمان.
شريف العاصي، (٢٠٠٤). التسويق النظرية والتطبيق. القاهرة : جامعة الزقازيق.
طارق على العانى، ونصير أحمد السامرانى، وعلى خليل التميمى، (٢٠١٧). الشراكة بين مؤسسات التعليم والتدريب المهنى وسوق العمل. القاهرة: المكتب العربي للمعارف.
على يوسف، وحسام حاج قاسم، (٢٠١٥). النانو تكنولوجى وتطبيقاته فى المستقبل. المركز الوطنى للمتميزين. سوريا.
عصام سرحان ذياب، (٢٠١٣). تقنية النانو. موقع كتب.
عطية البردى، (٢٠٠٩). دروس من الطبيعة فى النانو تكنولوجى. العدد السادس، مجلة الفيزياء العصرية.
ليلى إبراهيم أحمد معوض (٢٠٠٩). إعادة بناء وحدة في مادة البيولوجي للصف الأول الثانوي في ضوء المستحدثات البيوتكنولوجية ووفقاً لنموذج التعلم البنائي ، وفاعليتها في تنمية التفكير الناقد والتحصيل المعرفي والاتجاه نحو دراسة البيولوجي لدى الطلاب. دراسات فى المناهج وطرق التدريس، ١٤٢، ١٠٢-١٥٤.
محرم يحيى محمد عفيفى (٢٠٠٩). المدخل الجزيئى فى منهج مقترح فى الأحياء بالمرحلة الثانوية وفاعليته فى تنمية المفاهيم البيولوجية ومهارات التفكير والاتجاه نحو مادة الأحياء. دراسات عربية فى التربية وعلم النفس، ٣ (٢)، ٢٧١-٢٧٨.
محمد عبد الرازق عبد الفتاح (٢٠١٣). وحدة مقترحة فى النانوبيولوجى لتنمية المفاهيم النانوبيولوجية ومهارات حل المشكلة وتقدير العلم والعلماء لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة التربية العلمية. الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٦ (٦)، نوفمبر، ٢٣٣- ٢٦٢.
محمود أحميد عمر، وتركى السبيعى، وحصة عبد الرحمن فحزو، وأمنةعبد الله تركى، (٢٠١١). القياس النفسى والتروبى. دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة. الأردن.
محمود عطا عقل، (٢٠٠٦). القيم المهنية، الرياض، مكتبة التربية لدول الخليج العربى.
محمود محمد سليم، (٢٠١٥). تقنية النانو وعصر علمى جديد. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.
مرفت حامد محمد هانى، ومحمد السيد أحمد الدمرداش، (٢٠١٥). فاعلية وحدة مقترحة فى الرياضيات البيولوجية فى تنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية.
Retrieved on 24 August 2017 from https://www.slideshare.net/m_eldemerdash70/ss-61416405، و
مروة حمد، ونسيم برهم، (٢٠٠٨). الريادة وإداره المشروعات الصغيرة، الطبعة الأولى، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات: القاهرة.
منير نايفة، (٢٠١٦). النانو تكنولوجى مقدمة فى فهم النانو تكنولوجى. جامعة الينوى. الولايات المحدة الأمريكية. موقع الفريد فى الفيزياء.
نازك إبراهيم العصفور، (٢٠٠٨). البيئات المهنية حسب نظرية جون هولاند، كلية التربية. جامعة السلطان قابوس. سلطنة عمان.

نهى محمد سعيد (٢٠١٢). دور محتوى كتب الأحياء في تنمية كل من القيم العلمية والقيم الأخلاقية لدى طلاب المرحلة الثانوية دراسة تقويمية. مجلة كلية التربية جامعة المنصورة، ٧٨ (١)، ٢٥٣-٢٨٥.

وزارة التربية والتعليم، (٢٠١٦). تقرير ورشة عمل اللجنة القومية لمراجعة مناهج العلوم والرياضيات.

Agarwal S.K. (2007). Bioelectronics. A.P.H. Publishing Corporation, London, Uk.

Andersson, M., Lindgren, R., & Henfridsson, O. (2008). Architectural knowledge in interو،organizational IT innovation. J Strateg Inf Syst 17(1):19–38

Agnoli, S., Corazza, G. E., & Runco, M. A. (2016). Estimating Creativity with a Multiple-Measurement Approach within Scientific and Artistic Domains. *Creativity Research Journal*, 28 (2), 171-176.

Anttila, J. (2011). "Innovations in quality management. Prerequisites, needs, and realization", in Sharing best practices in business excellence proceedings of Middle East Quality Association (MEQA) Conference, Abu Dhabi, United Arab Emirates.

Baldwin, G. (2005). The teachingو،research nexus: How research informs and enhances learning and teaching in the University of Melbourne. Melbourne: The University of Melbourne.

Beames, S. (2017). Innovation and Outdoor Education. *Journal of Outdoor and Environmental Education*, 20 (1) Apr, 2-6.

Bergonzo, Ph., Gat, R., Jackman R. B, & Nobel, C. E. (2014). Diamond Electronics and Bioelectronics و ، Fundamentals to Applications III, Volume 1203, Cambridge University Press, United Kingdom.

Berk, L. J., Muret-Wagstaff, S. L., Goyal, R., Joyal, J. A., Gordon, J. A., Faux, R., & Oriol, N. E. (2014). Inspiring Careers in STEM and Healthcare Fields through Medical Simulation Embedded in High School Science Education. *Advances in Physiology Education*, 38 (3) Sep, 210-215.

Bioelectronics Market, (2017). Global Industry Insights, Trends, Outlook, and Opportunity Analysis, 2016–2024, Report.

Coherent Market Insights, USA. Retrieved on 10th August, 2017 from https://www.coherentmarketinsights.com/.

Blackmore, P. and Fraser, M. (2007). Researching and teaching: Making the link. In P. Blackmore & R. Blackwell (Eds.), Towards strategic staff development in higher education (pp. 131 و141). Maidenhead, UK: McGraw، Hill International.

Bone, S., & Zaba, B. (1992). Bioelectronics. Wiley، Blackwell.

Buasai, S. 2015. Research، Based Learning : The Young Researcher Program. Thailand Research Fund.

Burgin, S. R., & Sadler, T. D. (2013). Science Immersion. Science Teacher, 80 (9) Dec, 44 و49.

Brett E. T., Carolyn P., Jim H., Praveen K. G., (2007). Improving Healthcare Quality and Cost with Six Sigma**.** Praveen Bookstrore.

Cadena, M. E.; & Hernández-Cázares, A. S. (2017). Education, Science and Technology in Mexico: Challenges for Innovation *International Education Studies*, 10 (5), 115-128.

Carrara, S. (2015). Handbook of Bioelectronics، Directly Interfacing Electronics and Biological Systems. Cambridge University Press.

Chen, HY., Nieh, HM., Ming, F., Chou, YK., Chung, JH., & Liou, JW. (2016). Implementation of a Low، Cost Automated LED Photometer for Enzymatic Reaction Detection to Teach Basic Bioelectronics Technologies in Vocational High Schools. *IEEE Transactions on Education*, 59 (3) Aug, 194 و201.

Chen, Y., & Wang, W. (2011). Study of Innovative Entrepreneurial Talents of Business and Management: Knowledge, Ability and Quality Structure**.** Higher Education Studies. 1(1), June.

Claudio, N. A., (1996). Molecular Bioelectronics. World Scientific Pub Co Inc.

Claudio, N. A., (ED) (1998). Biophysics of Electron Transfer and Molecular Bioelectronics. Plenum Press, New York, NY. International Workshop on Biophysics of Electron Transfer:

Fundamental Aspects and Applications, held in Bressanone, Italy, October 8 و10، 1997.

Crockett, L., Jukes, L. & Churches, A. (2011). Literacy Is NOT Enough: 21st Century Fluencies for the Digital Age. The 21st Century Fluency Series. Corwin.

Dictionary of Vocational Psychology, (2005). Merriam Webster.

Department of Defense, (2003). Bio Inspired Innovation and National Security. USA.

Gómez-Merino, F. C.; Trejo-Téllez, L. I.; Méndez Gupta, P. (2009). Innovation: The New Face of Quality, Praveen Bookstrore.

Graham, L. K. (2016). Crossing the Digital Divide. DXC technology. Harvard Bussines Review.

Haugnes, N., & Russell, J. L. (2016). Don't Box Me In: Rubrics for Àrtists and Designers. *To Improve the Academy*, 35 (2), Jun , 249-283.

Karunakaran, C., Bhargava, K., & Benjamin, R. (2015). Biosensors and Bioelectronics. Elsevier.

Langdon, M. (2011). The Innovation Master Plan: The CEO's Guide to Innovation. International Journal of Innovation Science. Langdon Moris, Innovation Academy.

Mahasneh, O. M., & Farajat, A. M. (2015). The Effectiveness of a Training Program Based on Practice of Careers in Vocational Interests Development. *Journal of Education and Practice*, 6 (26) 101-108.

Mariotti, S. 2008. Entrepreneurshi. Prentice Hall

Maritz, A.; & Donovan, J. (2015). Entrepreneurship and Innovation: Setting an Agenda for Greater Discipline Contextualisation.

Education & Training, 57 (1), 74-87.

Miettinen, R. (2002). National innovation system. Scientific concept or political rhetoric?, *Edita*, Helsinki. Finland.

Miron, E., Erez, M. & Naveh, E., et al. (2004) "Do personal characteristics and cultural values that promote innovation, quality, and efficiency compete or complement each other?". Journal of Organisational Behaviour, 25, 175 و199،

Mijung, K., & Diong, C. H. (Eds.). (2012). Biology Education for Social and Sustainable Development. Sense Publishers.

Munawaroh (2017). The Effect of Teacher's Ability and Student's Attitude on the Subject of Craft and Entrepreneurship to the Development of Entrepreneurship Spirit in the Implementation of Authentic Problem Based Learning. *International Education Studies*, 10 (8), 88-95.

Nagle, B. (2013). Preparing High School Students for the Interdisciplinary Nature of Modern Biology. CBE و ، Life Sciences Education, 12 (2), Jun, 144و، 147.

National Academy of Science, (2014). Capturing Change in Science, Technology, and Innovation: Improving Indicators to Inform Policy. Washington, DC. USA.

National Academy of Engineering, (2005). *Educating the engineer of 2020: adapting engineering education to the new century*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Academy of Sciences, (2009). A New Biology For The 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press.

National Academy of Sciences, (2013). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Cross-Cutting Concepts, and Core Ideas. Achieve, Inc.

National Academy of Science, (2014). Capturing Change in Science, Technology, and Innovation: Improving Indicators to Inform Policy. Washington, DC. USA.

National Research Council, (2009). A New Biology For The 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press.

National Science Teachers Association. (2013). Next Generation Science Standards. High school Life Science. Achieve, Inc.

Neilson, D., Campbell, T., & Allred, B. (2010). Modelو، Based Inquiry: A Buoyant Force Module for High School Physics Classes. *Science Teacher,* 77 (8), NOV, 38و، 43.

Uitto, A. (2014). Interest, Attitudes and Self-Efficacy Beliefs Explaining Upper-Secondary School Students' Orientation

Towards Biology-Related Careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12 (6), Dec, 1425-1444.

Reddy D.D., Hussain, A.M., Sai Gobal, D. V. R., Muralidhara, D. R. & Sastery, K. S. (2010). Biosensors and Bioelectronics. I. K. International Publishing House, New Delhi.

Rosenshine, B, (2012). Principles of Instruction, Research و، Based Staregies That all Teachers Should Know. American Educators. Springers, 12 (3).

Sarpeshkar, R. (2010). Ultra Low Power Bioelectronics: Fundamentals, Biomedical Applications, and Bioو، Inspired Systems. Cambridg University Press. UK.

Scandola, M., & Fiorini, P. (2013). Digital Storytelling Teaching Robotics Basics, *Themes in Science and Technology Education*, 6 (1), 39-49.

Schumack, M., Baker, S., Benvenuto, M., Graves, J., Haman, A., & Maggio, D. (2010). Fueling the Car of Tomorrow: An Alternative Fuels Curriculum for High School Science Classes. *Science Teacher*, 77 (6), Sep, 52و، 57.

Smearsoll, G. (2017). Students as Environmental Educators. *Science Teacher*, 84 (4), Apr., 51و، 55.

Smith, S., & Pethig, R. R. (2012). Introductory Bioelectronics: For Engineers and Physical Scientists. Wiely.

Southworth, M., Mokros, J., Dorsey, C., & Smith, R. (2010). The Case for Cyberlearning: Genomics (and Dragons!) in the High School Biology Classroom. *Science Teacher*, 77 (7) Oct, 28و، 33.

Tang, W. C., Carruthers, J., & Ahn, C. (2008). Bioelectronics Roundtable Report, November 4th, Research Triangle Park, North Carolina, USA.

Timmerman, J. (2013). Innovation is Quality for Tomorrow, ASQ Innovation Think Tank Executive Summary, May, ndianapolis, IN.

Turrin, M. (2015). A Day in the Field. *Science Teacher*, 82 (5), JUL, 35 ،42.

Wake, M.H. (2000). Integrative biology as a framework for education and training. Biology International, 39, 14- 18.

Wake, M.H., (2001). Integrative biology: Its promise and its perils. Biology International, 41, 71و، 74.

Wake, M.H. (2003). What is "integrative biology"? Integrative and Comparative Biology, 43, 239و، 241.

Wake M.H. (2004). Integrative biology: The nexus of development, ecology, and evolution. Biology International, 46, 1و، 18.

Walker, G. M., Ramsey, J. M., Cavin, R. K., Herr, D. J. C., Merzbacher, C. I., & Zhirnov, v. (2009). "A Framework for Bioelectronics: Discovery and Innovation" (PDF). National Institute of Standards and Technology. February, p. 42.

Willner, I., & Katz, E. (eds.) (2005). Bioelectronics: From Theory to Applications, Wileyو، VCH, Weinheim, Germany.

Williams, J. (2017). Researchو، Based Learning Principles. Retrived on 25 August, from http://www.josephjaywilliams.com/education.

Williams, P. J., (2011): STEM Education: Proceed with Caution, Design and Technology Education, 16 (1), Design and Technology Education Association, United Kingdom; England (London); Wales, 26-35.

Winkleby, M. A., Ned, J., Ahn, D., Koehler, A., Fagliano, K., & Crump, C. (2014). A Controlled Evaluation of a High School Biomedical Pipeline Program: Design and Methods. *Journal of Science Education and Technology*, 23 (1), Feb 138-144.

Zhirnov, V., & Cavin, R. K. (2006). Microsystems for Bioelectronics: the Nanomorphic Cell. William Andrew Publishing.