# فعالية منهج مقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة بعض مستويات التميز فى الأحياء

إعداد:د/ تفيده سيد أحمد غانم*

**مقدمـــة البحث**

يعد علم الأحياء من العلوم الأساسية التى شهدت تقدماً كبيراً منذ نشأته، بفضل تمكن الباحثين من اكتشاف العديد من التطبيقات التكنولوجية المرتبطة به؛ والتى تخدم عدة مجالات مثل: الطب، والصيدلة، والزراعة، والفلك، وغيرها. وقد ساهم التطور التكنولوجى، والمعلوماتى الحادث فى العصر الحديث إلى تطور علم الأحياء، وبزوغ تقنياته بالتكامل مع عدة علوم أخرى مثل: الكيمياء، والفيزياء، والجيولوجيا، والفلك، والرياضيات، والهندسة، والتكنولوجيا، والعلوم البيئية، والجغرافيا، وعلوم الكمبيوتر، وغيرها.

وتتضمن أسس العلوم الأحيائية المعاصرة على ما يلى: التطور، وأنماط ونواتج التغير، والاستمرارية الوراثية للحياة، والتكاثر، والتفاعل، والاعتماد المتبادل، والنمو، والتمايز، والتوازن الديناميكى، والطاقة، والمادة، والتنظيم، والتكامل بين التركيب، والوظيفة فى أجسام الكائنات الحية. (Lois NM, 2002)

أصبح الحديث عن علم الأحياء لا ينفك عن علاقته بالعديد من العلوم الأخرى، ونتج عن التكامل بين علم الأحياء، وهذه العلوم ظهور علوم حديثة تميز الوقت الحاضر مثل: البيولوجيا الجزيئية Molecular biology، والتكنولوجيا الحيوية Biotechnology، والهندسة الحيوية Bioengineering، والكيمياء الحيوية Biochemistry، والفيزياء الحيوية Biophysics، والجيولوجيا الحيوية Geo-biology، والأحياء الفلكى Astrobiology، والمعلوماتية الحيوية Bioinformatics، والأحياء الرياضى Biomathematics، والبيئة Ecology، والجغرافيا الحيوية Biogeography، وعلم المناخ الحيوى Bioclimatology.

المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، أوعلم الأحياء الحاسوبى computational biology، هو العلم الجديد الذى يجمع بشكل أساسى ما بين علم الحاسب الآلى، وعلم الأحياء. ففى المعلوماتية الحيوية يتم استخدام علم الحاسب الآلى للإجابة على الأسئلة التى يطرحها علماء الأحياء من أجل فهم طبيعة الكائنات الحية. ولا يقتصر هذا على علم الحاسب، والأحياء فقط بل يستخدم علوماً أخرى كالإحصاء، والرياضيات، واسترجاع البيانات Information Retrieval، أى هى معالجة

البيانات الحيوية عن طريق الكمبيوتر، وهى دمج تطبيقات الكمبيوتر مع علوم الحياة، والإحصاء الحيوى. وتعنى معالجة المعلومات الحيوية الناتجة عن تحليل الجزيئات الحيوية العملاقة مثل DNA & RNA، وما ينتج منها من بروتينات عن

* باحثة بقسم بناء وتصميم المناهج، شعبة بحوث تطوير المناهج- المركز القومى للبحوث التربوية والتنمية

طريق الكمبيوتر حيث يقوم الكمبيوتر بترتيب، وتصنيف هذه المعلومات بغرض إيجاد أنماط حيوية يسهل تحليلها، واستخلاص نتائج منها تخص بحث حيوى ما. وتنبع أهمية المعلوماتية الحيوية من عدة جهات فهى ذات قيمة أكاديمية فيما يخص أبحاث الجينات، وذات قيمة اقتصادية فى مجال الصناعات الحيوية.

ظهرت المعلوماتية الحيوية Bioinformatics نتيجة التطورات سريعة فى مجال العلوم الجينية، وغيرها من التكنولوجيات الجزيئية خلال العقود القليلة الماضية. بالإضافة إلى ضخامة البحوث، والتطور فى تكنولوجيا المعلومات، وإنتاج كمية كبيرة من المعلومات المتصلة بالبيولوجيا الجزيئية، مع وجود فجوة كبيرة بين توافر البيانات البيولوجية، وبين فهم الإنسان لتلك البيانات؛ مما دعا إلى وجود المعلوماتية الحيوية كمجال علمى يعنى بتقليص تلك الفجوة، ومما مهد للتكامل بين علم الأحياء، والرياضيات، والكمبيوتر بهدف فهم العمليات البيولوجية. وعلى سبيل المثال: فقد استخدمت المعلوماتية الحيوية على نطاق واسع فى أبحاث الجينوم البشرى ضمن مشروع الجينوم البشرى الذى حدد السلسلة الجينية الكاملة للإنسان، والتى تتكون من حوالى ثلاثة بلايين زوج أساسى، وساعد ذلك، وبشكل أساسى فى استخدام المعلومات الجينية لفهم الأمراض، وكان لها دور فى اكتشاف عقاقير جديدة فعالة؛ فالهدف الرئيسى للمعلوماتية الحيوية هو زيادة فهم العمليات الأحيائية.

ويشير هذا التطور فى علم الأحياء، وظهور العلوم الأحيائية الحديثة، ومن بينها علم المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، إلى ضرورة مواكبة المناهج التعليمية لهذا التطور. وهناك حاجة ملحة لتطوير مناهج المرحلة الثانوية بصفة عامة، ومناهج الأحياء بصفة خاصة. وذلك لمواكبة التطورات العلمية المتلاحقة، والتقدم التكنولوجى، والمعلوماتى الهائل، لحل المشكلات المعقدة للمجتمع، والبيئة، والإنسان معاً. ولذلك يضع التربويون هدفاً لتصميم مناهج الأحياء بما يتناسب مع هذا التقدم التكنولوجى، وتطبيقاتها، واستخدام وسائله الإلكترونية فى تقديم مناهج الأحياء من أجل التميز. ويشير كل من (Barsoum MJ, et al, 2013) إلى أهمية التكامل بين المفاهيم فى الأحياء Integrating Concepts in Biology (ICB)، حيث أن الاتجاهات الحديثة فى تصميم مناهج الأحياء تنحى بشدة نحو التكامل بين المفاهيم الأحيائية، ومفاهيم الرياضيات بهدف استخدام أدوات الرياضيات فى فهم، وتفسير البيانات الأحيائية الأولية. كما تسعى مناهج الأحياء من أجل التميز إلى تقسيم الأحياء إلى خمس أفكار رئيسة، وهى: المعلومات، والتطور، والخلية، والخصائص الملحة، والاستقرار الداخلى؛ والتى ترتبط بالمستويات الخمسة الكبرى فى علم الأحياء، وهى: الجزيئات، والخلايا، والكائنات الحية، والجماعات الحيوية، والنظام البيئى.

**الإحساس بمشكلة البحث**

أكدت العديد من الدراسات، والبحوث السابقة أهمية تطوير منهج الأحياء فى المرحلة الثانوية، وتضمين التقنيات الأحيائية الحديثة مثل: التكنولوجيا الحيوية، ومستحدثات علم الأحياء مثل: النانو تكنولوجى، والقضايا الحيوية مثل: نقل

الأعضاء، والاستنساخ، والتطبيقات الحيوية المعاصرة مثل: الهندسة الوراثية، بهدف تنمية المفاهيم الأحيائية، والمهارات، والاتجاهات نحو العلوم الأحيائية، والقيم، والأخلاقيات الحيوية. ويؤكد التطور العلمى الهائل فى علم الأحياء، وتعقده، وتكامله مع مجموعة كبيرة من العلوم، وارتباطه بالعديد من التطبيقات التكنولوجية الحديثة فى عصرنا الحالى؛ أنه مجال علمى ذو أهمية كبيرة فى حياة الإنسان فى الحاضر، وفى المستقبل. وما زالت مناهجنا تتبع الإطار القديم لعلم الأحياء، والاقتصار على تدريس معلومات، ومفاهيم بيولوجية تتعلق بتركيب الخلية، والعمليات الحيوية، والتصنيف، والوراثة، والتطور. وتتطرق إلى الكيمياء الحيوية، والبيولوجيا الجزيئية، وبعض المستحدثات العلمية، والتقنيات، والقضايا الحيوية الحديثة بسطحية دون توضيح التكامل بين مفاهيم علم الأحياء، والعلوم الأخرى مثل الرياضيات، والتكنولوجيا، وعلوم الحاسب، ومن دون مساعدة الطلاب على اكتساب المفاهيم الأحيائية المتكاملة المرتبطة بالعلوم الحديثة المرتبطة بعلم الأحياء، والتطبيقات التكنولوجية الخاصة بالعلوم الأحيائية. وبذلك تأكد للباحثة أهمية بناء مناهج حديثة فى المرحلة الثانوية، وتدريس مفاهيم، وتطبيقات للعلوم المتقدمة تتعلق بالعلوم الأحيائية الحديثة مثل المعلوماتية الحيوية، والتى تطورت فى ظل الاكتشافات العلمية، والتطبيقات التكنولوجية لعلم الأحياء فى الآونة الأخيرة.

**مشكلـــــة البحث**

تتمثل مشكلة البحث فى ما يلى: قصورمناهج الأحياء فى المرحلة الثانوية العامة فى الاهتمام بتقديم العلوم المعاصرة مثل المعلوماتية الحيوية، وقصور مناهج الأحياء فى تقديم المفاهيم الأحيائية فى تكاملها مع العلوم الأخرى مثل الرياضيات، والتكنولوجيا، والكمبيوتر، وإهمال تدريس أبعاد المعلوماتية الحيوية، وإهمال السعى لتصميم مناهج الأحياء من أجل التميز فى المرحلة الثانوية، وضعف تحقيق اكتساب الطلاب المفاهيم، والمهارات، والاتجاهات التى تحقق مستوى التميز، وضعف الاهتمام باكتساب الطلاب مهارات تحليل، ومعالجة البيانات الأحيائية، وجوانب الأخلاقيات الحيوية، وقصور المهارات الرياضية، والإحصائية، والتكنولوجية لدى طلاب المرحلة الثانوية، وضعف تدريب الطلاب على تطبيق التكنولوجيا المعاصرة، واستخدام برامج الحاسب الآلى فى التعلم، وضعف الاهتمام بتوظيف استخدام المصادر التعليمية المنتشرة على شبكة الإنترنت فى تعلم العلوم الأحيائية المعاصرة.

**أسئلـــــة البحث**

يهتم البحث بالإجابة على تساؤل رئيس، وهو:

ما فعالية منهج مقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة بعض مستويات التميز فى الأحياء؟

ويتفرع من هذا التساؤل الرئيس مجموعة من الأسئلة الفرعية كما يلى:

١ـ ما أبعاد المعلوماتية الحيوية Bioinformatics؟

٢- ما مستويات التميز فى الأحياء الممكن تحقيقها لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة؟

٣- ما التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء، والمناسب لطلاب المرحلة الثانوية العامة؟

٤- ما فعالية وحدة دراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة بعض مستويات التميز فى الأحياء المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية؟

**أهداف البحث**

يهدف البحث إلى ما يلى:

١- تحديد أبعاد المعلوماتية الحيوية، والمناسبة لمستوى مناهج المرحلة الثانوية العامة.

٢- تحديد مستويات التميز فى الأحياء فيما يخص كل من: المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية التى يمكن تحقيقها من منهج المعلوماتية الحيوية المقترح لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٣- وضع تصور مقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء مناسب لطلاب المرحلة الثانوية العامة.

٤- تحديد مدى فعالية المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة بعض مستويات التميز فى الأحياء المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية.

**أهمية البحث**

يتوقع من نتائج هذا البحث أن تفيد المتخصصين فى مجال المناهج فيما يلى:

١- مخططى المناهج فى تضمين منهج المعلوماتية الحيوية فى مناهج المرحلة الثانوية العامة.

٢- مخططى المناهج فى تقديم البرامج، والمناهج التى تحقق الجوانب التربوية من أجل التميز فى الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٣- مصممى المناهج فى تصميم برامج، ومواد تعليمية فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٤- مقومى المناهج فى تطبيق أساليب تقويمية تتناسب مع أهداف تربية المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى المرحلة الثانوية العامة.

٥- معلمى الأحياء فى تحقيق مستويات التميز فى الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٦- معلمى الأحياء فى التمكن من تدريس منهج المعلوماتية الحيوية فى المرحلة الثانوية العامة.

**مصطلحات البحث**

**١- المعلوماتية الحيوية Bioinformatics:**

هى علم استخدام تكنولوجيا المعلومات فى مجال البيولوجيا الجزيئية، وتحليل المعلومات البيولوجية باستخدام الكمبيوتر، والتقنيات الإحصائية، والذى يسعى لاستخدام، وتطوير قواعد البيانات، والخوارزميات الحاسوبية لتناول، وتعزيز الأبحاث البيولوجية.

**٢- التميز فى الأحياء Excellence in Biology:**

هو تحقيق طلاب المرحلة الثانوية العامة أقصى قدرة فى تعلم الأحياء ليصبحوا متعلمين ناجحين، وذوى مسئولية، ومشاركين بفعالية، وذوى ثقة بالنفس، عن طريق تحقيق المستويات المأمولة من دراسة منهج الأحياء؛ من أجل التميز، وتقاس هذه المستويات بجودة الخبرة، ونواتج التعلم المتعلقة باكتساب المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية المستهدفة، والمحددة بالمنهج.

**حدود البحث**

يقتصر البحث الحالى على الحدود التالية:

١- تحديد أبعاد المعلوماتية الحيوية، والمناسبة لمستوى مناهج المرحلة الثانوية العامة.

٢- تحديد مستويات التميز فى الأحياء المتعلقة بموضوع المعلوماتية الحيوية على مستوى المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية، والمناسبة لمستوى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٣- يقتصر تطبيق المنهج على مجموعة تجريبية من طالبات الصف الثالث الثانوى فى إحدى مدارس محافظة القاهرة.

٤- يقتصر التطبيق التجريبى على وحدة دراسية من المنهج المقترح على طالبات المجموعة التجريبية بعنوان (الاختبارات، والأمراض الجينية).

٥- يقتصر قياس فعالية المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية على بعض مستويات التميز المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية، والمحددة بالبحث، باستخدام اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية.

٦- نتائج هذه الدراسة محددة بحدود زمان، ومكان إجرائها.

**فروض البحث**

١- توجد فروق دالة إحصائيًا بين المتوسط الحسابى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين المتوسط الحسابى لدرجات أفراد المجموعة

التجريبية فى التطبيق البعدى لاختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية لصالح الاختبار البعدى.

٢- منهج المعلوماتية الحيوية المقترح ذو فعالية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية بعض مستويات التميز المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية.

**منهج البحث ومتغيراته**

يتبع البحث الحالى المنهج الوصفى التحليلى فيما يلى: وصف المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، وأبعاد المعلوماتية الحيوية، ووصف مستويات التميز فيما يخص كل من المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية، والمناسبة لبناء منهج مقترح فى المعلوماتية الحيوية؛ وتحديد التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية، من أجل التميز فى الأحياء فى المرحلة الثانوية العامة.

ويتبع البحث المنهج التجريبى فيما يلى: استخدام التصميم ذى المجموعة الواحدة التجريبية؛ لتجريب وحدة دراسية مقترحة من منهج المعلوماتية الحيوية متضمنة أبعاد المعلوماتية الحيوية، ومستويات التميز المتعلقة بها؛ والتحقق من فروض البحث، وقياس فعالية المنهج المقترح فى اكتساب طلاب الصف الثالث الثانوى بعض مستويات التميز المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية، والمتضمنة بالوحدة الدراسية.

**خطوات البحث وإجراءاته**

١- الاطلاع على البحوث، والدراسات السابقة فى مجال المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، ومناهج الأحياء، والتميز فى الأحياء؛ لتحديد كل مما يلى:

- تحديد أبعاد المعلوماتية الحيوية، والمناسبة، لمناهج المرحلة الثانوية العامة.
- تحديد مستويات التميز فى الأحياء فيما يخص كل من: المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية؛ والتى يمكن تحقيقها لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.
- وضع تصور مقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء مناسب لطلاب المرحلة الثانوية العامة من حيث: تحديد أهداف المنهج العامة، والإجرائية، والمحتوى، وأساليب التدريس، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، والبرنامج الزمنى، وطرق التقويم.

**٢- إعداد أدوات الدراسة الوصفية:**

- إعداد قائمة مبدئية بأبعاد المعلوماتية الحيوية، وعرضها على مجموعة من الخبراء؛ لتحديد مدى مناسبتها لطلاب المرحلة الثانوية العامة، وتعديلها فى ضوء آرائهم، وإعداد الصورة النهائية من القائمة.

- إعداد قائمة مبدئية لمستويات التميز فى الأحياء، وعرضها على مجموعة من الخبراء؛ لتحديد مدى مناسبتها لطلاب المرحلة الثانوية العامة، وتعديلها فى ضوء آرائهم، وإعداد الصورة النهائية من القائمة.
- إعداد قائمة مبدئية لتصور مقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء مناسب لطلاب المرحلة الثانوية العامة، وعرضه على مجموعة من الخبراء لتحديد مدى مناسبته لطلاب المرحلة الثانوية العامة، وتعديله فى ضوء آرائهم، وإعداد الصورة النهائية من التصور المقترح.

**٣- إعداد أدوات الدراسة التجريبية:**

- إعداد دليل المعلم؛ لتدريس وحدة دراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية، وعرضه على مجموعة من الخبراء؛ لتحديد مدى مناسبته لطلاب المرحلة الثانوية العامة، وتعديله فى ضوء آرائهم، وإعداد الصورة النهائية من الدليل.
- إعداد اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية، وقياس مدى صدقه، وثباته.

**٤- تطبيق الدراسة التجريبية:**

- اختيار مجموعة البحث التجريبية من طالبات المرحلة الثانوية العامة.
- تطبيق اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية تطبيقًا قبليًا على مجموعة البحث التجريبية.
- تطبيق وحدة دراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية على مجموعة البحث التجريبية.
- تطبيق اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية تطبيقًا بعدياً على مجموعة البحث التجريبية.

٥- المعالجة الإحصائية للبيانات.

٦- تفسير، ومناقشة النتائج.

٧- التوصيات، والمقترحات فى ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج.

**الدراسات السابقة**

**أولاً: دراسات اهتمت بمجال تربية المعلوماتية الحيوية Bioinformatics Education**

اهتمت العديد من الدراسات الحديثة بتضمين مجال المعلوماتية الحيوية فى تدريس الأحياء، وفى مجال التربية العلمية، وتدريب المعلمين؛ ومن الدراسات التى اهتمت بتضمين المعلوماتية الحيوية فى المعايير القومية للتعليم، دراسة (Stephen HW, Keith S, 2008) التى هدفت إلى تحليل المعايير القومية فى تسع وأربعين

ولاية أمريكية؛ للوقوف على تضمين معايير المعلوماتية الحيوية فى تسعة مجالات وهى: الجينوم، ومشروع الجينوم البشرى، والاختبارات الجينية المتصلة بالطب الجنائى، والتطور، والتصنيف، والتنوع النيوكليوتيدى، والعلاج، واستخدامات الكمبيوتر، والزراعة، وتكنولوجيا الغذاء، والقضايا الحيوية الاجتماعية فى تكنولوجيا العلم، والمجتمع. وقد توصلت نتائج التحليل إلى ضعف نسبة تمثيل المحتوى المتعلق بالمعلوماتية الحيوية؛ وقد جاء أقل نسبة تمثيل ٨% فى مجالى الجينوم، ومشروع الجينوم البشرى، واستخدامات الكمبيوتر؛ وأعلى نسبة تمثيل ٦٤% لمجال التطور؛ وقد أوصى الباحثان بضرورة إعادة النظر فى المعايير القومية للولايات الأمريكية؛ لتضمين تحقيق أهداف التنور العلمى لجميع الطلاب بالمرحلة الثانوية.

واهتمت مجموعة من الدراسات بالكشف عن فعالية تدريس المعلوماتية الحيوية عن طريق استخدام برامج الكمبيوتر، والإنترنت لأهميتهما فى تخزين، واسترجاع، وتحليل البيانات الحيوية. حيث هدفت دراسة (Grisham W, et al, 2010) إلى اكتشاف فعالية استخدام موديول تعليمى يعتمد على الكمبيوتر؛ لتعريف الطلاب بمجموعة من مصادر أدوات المعلوماتية الحيوية من خلال الإنترنت؛ بهدف أن يجيب الطلاب على الأسئلة البحثية فى مجال الجينات. وهدفت دراسة ( Porter S G, et al, 2007) إلى الكشف عن فعالية استخدام برنامج The molecular structure visualization program (Cn3D)، وهو أحد برامج عرض التركيب الدقيق للجينات، لتدريس أنماط، وتركيب، وخصائص DNA لطلاب المرحلة الثانوية العليا؛ وأكدت النتائج على أن استخدام برامج الكمبيوتر فى تدريس المعلوماتية الحيوية يفيد الطلاب فى فهم تركيب DNA؛ ويؤكد ذلك تقدم نتائج المجموعة التجريبية عن المجموعة الضابطة بعد تطبيق مجموعة من الأنشطة التعليمية باستخدام المنهج على المجموعة التجريبية. واهتمت دراسة (Eurich C, et al, 2012) بالتحقق من فعالية أنشطة تعليمية؛ تهدف إلى استخدام قواعد البيانات الحيوية فى دراسة تركيب البروتين باستخدام قواعد بيانات البروتين من خلال الإنترنت على طلاب المرحلة الثانوية، وقد قام الطلاب بدراسة تركيب، ووظيفة أحد البروتينات غير المعروفة لديهم باستخدام تطبيق proteomic (Mascot) databases؛ وقد أكدت النتائج على مناسبة هذه الأنشطة فى تدريس موضوع البروتين.

كما اهتمت مجموعة من الدراسات بإعداد المناهج، والبرامج الدراسية، والمواد التعليمية؛ لتدريس المعلوماتية الحيوية فى المرحلة الثانوية العليا. حيث كشفت دراسة (Kovarik DN, et al, 2013) عن فاعلية برنامج؛ لتدريس منهج المعلوماتية الحيوية لمجموعة من طلاب المرحلة الثانوية العليا قوامها مائتان وثمانون وتسعة طالباً مقترناً بنموذج التنمية المهنية لمجموعة من معلمى الأحياء قوامها أربعة وعشرون معلماً على اكتساب المعلمين الوعى المهنى بالمجال، وتنمية الإعداد لتدريس المنهج، وكذلك تنمية الوعى، والثقة بالنفس، والاندماج فى العمل، وإنشاء الصلة بهذا العلم لدى الطلاب، وتضمن المنهج على أفضل التطبيقات؛ التى تتيح

للمعلم تطبيق اتجاه (STEM) فى الفصل الدراسى عن طريق التكامل بين العلم، والتكنولوجيا، والرياضيات، والتصميم الهندسى. وتضمن المنهج وحدة تمهيدية؛ للتعريف باستخدامات المعلوماتية الحيوية عن الاختبارات الجينية، حيث يتم تدريس المفاهيم الرئيسة فى علم الجينات، والبيولوجيا الجزيئية لجميع الطلاب؛ وقد أثبتت الاختبارات البعدية مقارنة بالاختبارات القبلية أن الطلاب اكتسبوا الوعى، والثقة بالنفس، والاندماج فى العمل. وقد تم تدريس وحدة متقدمة عن الأبحاث الجينية خصصت لمجموعة من الطلاب الذين حصلوا على نسب مرتفعة فى الاختبارات البعدية فى الوحدة التمهيدية قوامها واحد وأربعون طالباً، وقد درس الطلاب التطور، وتشفير (DNA)؛ وقد أثبتت الاختبارات البعدية تحقيق اكتساب الطلاب للأربعة مجالات للتقويم. وأكدت النتائج أن تنفيذ المنهج ذو أثر فى تنمية إقبال الطلاب على العمل فى هذا المجال التقنى فى المستقبل، وتحفيز تأهيل الطلاب للعمل فى مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والرياضيات، والهندسة فى المستقبل.

واتجهت مجموعة من الأبحاث إلى دراسة أثر أنماط التعلم المختلفة لطلاب المدرسة الثانوية فى تعلم الجوانب التعليمية فى المعلوماتية الحيوية. ومنها دراسة (Wefer SH, Anderson OR, 2008)؛ التى هدفت إلى القيام بدراسة حالة لعشرة طلاب من طلاب المرحلة الثانوية العليا؛ للكشف عن مدى تمكنهم من تعلم منهج فى المعلوماتية الحيوية؛ وأثر أنماط التعلم المختلفة بينهم، خاصة فيما يتعلق بطريقة تناول كل منهم المعلومات، وتحليلها، وكيفية إحداث التكامل بين المعلومات، والمهارات الإجرائية، والتحليلية فى المواقف الناقدة التى يقدمها المعلم. وقد أكدت النتائج على أن الطلاب ذوى القدرة على ربط الحقائق، والمعلومات مع المهارات الإجرائية، والتحليلية قد استطاعوا تحقيق التمكن من مستوى دراسة المعلوماتية الحيوية؛ بينما الطلاب الذين لم يستطيعوا ذلك لم يحققوا التمكن من المهمات الخاصة بالمعلوماتية الحيوية.

وقد اهتمت مجموعة من الدراسات بتقويم مناهج الأحياء فى المرحلة الثانوية، والوقوف على مدى تضمينها مستحدثات الأحياء، وأخلاقياتها مثل دراسة (محمد بن صالح أحمد الشهرى، ٢٠١٠)؛ التى هدفت إلى تقويم محتوى كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية فى ضوء مستحدثات علم الأحياء، وأخلاقياتها. وقد قام الباحث بتحليل كتب الأحياء بالصفوف الثلاثة من منهج الأحياء باستخدام قائمة مستحدثات علم الأحياء، وأخلاقياتها، والتى تضمنت ستة محاور رئيسة تضم تحتها مائة وستين وسبع قضية فرعية. وقد توصل الباحث إلى قصور مناهج الأحياء فى تضمين الجوانب الأخلاقية المتعلقة بجوانب علم الأحياء، وخاصة قضايا مجال الهندسة الوراثية، وتدنى معالجة بعض التقنيات الحيوية المستحدثة. وقدم الباحث تصوراً مقترحاً؛ لتدريس قضايا الأخلاقيات الحيوية فى دروس الأحياء. ودراسة (نجاح السعدى المرسى عرفات، ٢٠١٠) التى هدفت إلى تقويم مناهج الأحياء فى المرحلة الثانوية فى ضوء تطبيقات المعلوماتية الحيوية. حيث قامت الباحثة بتحديد واقع مناهج الأحياء، ومدى تضمنها تطبيقات المعلوماتية الحيوية، وتوصلت الباحثة إلى قصور مناهج الأحياء فى تناول

بعض تطبيقات المعلوماتية الحيوية، وقدمت مقترحاً لتضمين هذه التطبيقات فى مناهج الأحياء.

**ثانياً: دراسات اهتمت بمجال المناهج من أجل التميز Curriculum for Excellence (CfE)**

تتنوع مجالات البحوث المهتمة بمجال تربية التميز؛ فهناك دراسات اهتمت بتربية التميز كمجال لإصلاح المناهج التعليمية، ومن هذه الدراسات دراسة Rutkowski) (D, 2012 التى اهتمت بالفجوة بين الطلاب فى مجال التميز، وضرورة إصلاح مناهج التعليم لتقليص هذه الفجوة، والتى تساهم فى تحقيق الحد الأقصى من إنجازات الطلاب بدلاً من التركيز على المنافسة فى المستويات الأدنى، وقد استخدم الباحثون أحدث الاتجاهات العالمية، وبيانات مستخلصة من أحدث الدراسات، والبحوث فى مجال الرياضيات، والعلوم، ونموذج متعدد المستويات لقياس اتجاهات الفجوة فى التميز بين الطلاب فى بعض البلاد الغربية، مع التركيز على أثر الجنس، والعوامل الديمجرافية المرتبطة بعامل الهجرة. وقد أثبتت الدراسة أنه على المستوى الدولى ليس هناك تأثير للجنس على وجود فجوة التميز بين الطلاب فى دراسة كل من العلوم، والرياضيات. وهناك أثر لعامل الهجرة فى تقليص الفجوة فى التميز بين الطلاب ذوى الإنجاز المتقدم، وأنها مؤثرة على المستوى العالمى.

وهناك دراسات اهتمت بتقويم المناهج من أجل التميز، ومنها: دراسة (MacKinnon N, 2011) التى اهتمت بدراسة نظام تقويم، وفحص المناهج؛ من أجل التميز المطبقة حديثاً فى (اسكتلندا)، وكل من التخصصات القياسية، والتغيرات التكنولوجية، والثقافية المؤثرة فى المدرسة. وقد أظهرت الدراسة عدم تكافؤ نظام الفحص، والتوجيه، والتقويم السائد بين موجهى المناهج مع المناهج من أجل التميز مما أنشأ حواجز فى نشر الوعى بالنواحى الإبداعية للمناهج فى المدرسة. وقد اقترح الباحث إطار عمل بديل فى المدرسة يساعد على الدمج التدريجى من خلال عمليات سببية، وأغراض تنظيرية، وطريقة للتفكير تناسب وضع نظام لتقويم المناهج من أجل التميز، وتنفيذها فى المدارس الاسكتلندية.

وهناك دراسات ركزت على الاتجاهات الحديثة فى التعلم من أجل التميز، ومنها: دراسة (Allison P, et all, 2012) أهمية التعلم خارج الفصل فى إطار التعليم النظامى فى ظل الاتجاه الحديث فى المدارس البريطانية للاهتمام بتنفيذ أنشطة تعليمية تحت إشراف المدرسين خارج الفصل المدرسى. وأكدت الدراسة على أهمية هذا الاتجاه فى تنفيذ المناهج من أجل التميز المستحدثة فى منطقة اسكتلندا، كما أكدت الدراسة على أهمية تطبيق الاتجاه البينى فى التدريس، والتعلم. وقد سجلت الدراسة استبيان رأى المعلمين فى المدارس، ومراكز التعلم خارج الفصل فى اتجاههم نحو تطبيق اتجاه التعلم خارج الفصل، ومدى فهمهم، ووعيهم بقيمة هذا الاتجاه فى التعلم. وقد أثبتت الدراسة وعى المعلمين بأهمية التعلم البينى كمشروع قيمى، وحددت بعض

التضمينات التطبيقية، والمنهجية التى يتبناها المعلمون عند تنفيذ المناهج من أجل التميز.

وبعض الدراسات اهتمت بدور المعلمين فى تدريس العلوم من أجل التميز، ومنها: دراسة (Fraser AP, 2010) التى حددت العوامل التى تمكن المعلمين من تدريس العلوم من أجل التميز فى المناطق الحضرية؛ وقد ركزت الدراسة على مجموعة مكونة من خمسة معلمين أمريكيين من أصول أفريقية ذوى خبرة فى التدريس من أجل التميز لمدة عشر سنوات فى المناطق الحضرية، من خلال تحديد العوامل المتعلقة بالخبرات، والخصائص التى تمكنهم من النجاح فى مثل هذا النوع من التدريس؛ وقد أظهرت نتائج الدراسة أنه من أهم هذه العوامل فهم المدرسين، ورعايتهم لتلاميذهم؛ والفهم المتعمق، وحب دراسة العلوم والعناية والالتزام بجميع التلاميذ، واستخدام استراتيجيات إدارة الفصل الفعالة؛ والدافعية الذائدة، والتوقعات المتزايدة من قبل تلاميذهم؛ والفهم، والقبول من جهة أولياء الأمور المشاركين فى القرار التربوى المتعلق بأبنائهم.

ودراسة (Grieve AM, 2010) التى اهتمت بتحديد خصائص المعلمين المرتبطين بالتعلم من أجل التميز، وتحليل نتائج استطلاع رأى لمجموعة من معلمى المرحلة الابتدائية فى بعض مدارس إحدى المناطق المحلية باسكتلندا. وقد هدف استطلاع الرأى إلى سؤال المعلمين؛ ترتيب أربع وأربعين مفردة تتصل بأهمية التميز. وقد أظهرت النتائج أن المعلمين لديهم رؤية واضحة عن التميز، ووصف المعلمين التميز بأنه مجموعة الصفات الشخصية، ومهارات العلاقات الشخصية. وقد أعطى المعلمون أهمية قصوى لتطلاعاتهم؛ لتحقيق روح الجماعة فى الفصل، والعلاقات الإيجابية بين المتعلمين؛ ومن الصفات الأساسية لتحقيق التميز تفعيل العلاقات داخل الفصول. وأظهرت النتائج أهمية تنمية مهارات العلاقات الشخصية فى التنمية المهنية المستمرة للمعلمين المتوقع منهم تنمية ميول التلاميذ الخاصة بالانفتاح على التفكير بطريقة جديدة، واحترام الذات، والالتزام بالمشاركة بفعالية فى الحياة الاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية، والسياسية.

وفيما يخص مناهج الأحياء من أجل التميز تطرقت العديد من الدراسات إلى هذا المجال ومنها دراسة (Nagle B, 2013)؛ التى هدفت إلى تدعيم التعلم المتكامل فى مجال الأحياء، والعمل على الاتجاه بطلاب الأحياء نحو الطبيعة التكاملية لعلم الأحياء المعاصر، وتقترح الباحثة ضرورة تغيير المناهج فى هذا الاتجاه، وتدريب المعلمين على تطبيق التكامل فى الأحياء، وتحسين طرق التدريس، وأساليب التقويم لتتلائم مع طبيعة التكامل. وأظهرت الباحثة أن مناهج الأحياء التى تعمل على خلق الروابط فوق البينية بين المنظومة المفاهيمية فى الأحياء، وتعمل على إتاحة الفرص للطلاب فى الاندماج فى العمل على الأسئلة، والمشكلات العلمية البينية، كما أنها تتيح الوقت الكافى؛ ليقوم الطلاب بالاستكشاف، والتحليل، والانعكاس فى عدة فروع علمية متكاملة مع علم الأحياء.

وأكدت دراسة (Colon B, 2011) أن إدماج المفاهيم، والعمليات الرياضية، والإحصائية ضرورى عند تدريس موضوعات مناهج الأحياء المتعلقة بالجينات، وعلم الحيوان، وأن هذا التكامل بين الأحياء، والرياضيات، والإحصاء؛ ذو فعالية فى تنمية مهارات عمليات القياس المستهدفة فى علوم الاحياء المعاصرة؛ لحل الكثير من المشكلات الحيوية.

**تعقيب على الدراسات السابقة**

بعد الاطلاع على الدراسات، والبحوث السابقة يتضح للباحثة أنه فى مجال تربية المعلوماتية الحيوية؛ تهتم البحوث بتضمين المعلوماتية الحيوية فى المعايير القومية للتعليم؛ والكشف عن فعالية تدريس المعلوماتية الحيوية عن طريق استخدام برامج الكمبيوتر، والإنترنت لأهميتهما فى تخزين، واسترجاع، وتحليل البيانات الحيوية، والتحقق من فعالية أنشطة تعليمية تهدف إلى استخدام قواعد البيانات الحيوية فى دراسة تركيب البروتين باستخدام قواعد بيانات البروتين من خلال الإنترنت على طلاب المرحلة الثانوية؛ وإعداد المناهج، والبرامج الدراسية، والمواد التعليمية لتدريس المعلوماتية الحيوية فى المرحلة الثانوية العليا؛ والكشف عن مدى تمكن الطلاب من تعلم منهج فى المعلوماتية الحيوية؛ والكشف عن أثر أنماط التعلم المختلفة لديهم، خاصة فيما يتعلق بطريقة تناول كل منهم المعلومات، وتحليلها، وكيفية إحداث التكامل بين المعلومات، والمهارات الإجرائية، والتحليلية فى المواقف الناقدة التى يقدمها المعلم؛ وبعض الدراسات اهتمت بتقويم محتوى كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية فى ضوء مستحدثات علم الأحياء، وأخلاقياتها. وبذلك يتفق البحث الحالى مع نتائج البحوث السابقة فى أهمية مجال تصميم، وبناء مناهج المعلوماتية الحيوية، وأهمية الكشف عن فعاليتها فى تعلم طلاب المرحلة الثانوية العامة بما تتضمنه من قدرات، ومهارات متعددة، وبما تتيحه من الانخراط فى العلوم المعاصرة، وأهمية البحث فى مجال تكامل الأحياء، والرياضيات، والتكنولوجيا، وإيجاد المناهج، والمواد التعليمية المناسبة لتقديمهم للطلاب فى المرحلة الثانوية العامة.

وبالنسبة لمجال المناهج من أجل التميز يتضح أن البحوث تهتم بسد الفجوة بين الطلاب فى مجال التميز، وعرض أفكار إصلاح مناهج التعليم؛ لتقليص هذه الفجوة، وتحظى المناهج من أجل التميز بالعديد من الدراسات التى تهتم بدراسة نظام تقويم، وفحص المناهج من أجل التميز المطبقة حديثاً فى المملكة المتحدة، وكل من التخصصات القياسية، والتغيرات التكنولوجية، والثقافية المؤثرة فى المدرسة؛ كما اهتمت بتقديم الاتجاهات الحديثة فى التعلم من أجل التميز مثل التعلم خارج الفصل فى إطار التعليم النظامى، والاهتمام بالاتجاه الحديث المطبق فى المدارس البريطانية، والذى يدعو إلى الاهتمام بتنفيذ أنشطة تعليمية تحت إشراف المدرسين خارج الفصل المدرسى؛ كما تتجه مجموعة من الدراسات إلى الاهتمام بدور المعلمين فى تدريس العلوم من أجل التميز من خلال تحديد العوامل المتعلقة بالخبرات، والخصائص التى تمكنهم من النجاح فى مثل هذا النوع من التدريس، وإبراز أهم الصفات التى تساعد

المعلمين على تحقيق التميز؛ وأظهرت العديد من الدراسات أهمية تدعيم التعلم المتكامل فى مجال الأحياء، والعمل على الاتجاه بطلاب الأحياء نحو الطبيعة التكاملية لعلم الأحياء المعاصر، وضرورة تغيير المناهج فى هذا الاتجاه، وتدريب المعلمين على تطبيق التكامل فى الأحياء، وتحسين طرق التدريس، وأساليب التقويم لتتلائم مع طبيعة التكامل؛ كما تشير نتائج الدراسات إلى أهمية إدماج المفاهيم، والعمليات الرياضية، والإحصائية عند تدريس موضوعات مناهج الأحياء المتعلقة بالجينات، وعلم الحيوان، وأن هذا التكامل ذو فعالية فى تنمية مهارات عمليات القياس المستهدفة فى علوم الاحياء المعاصرة؛ لحل المشكلات الحيوية. ويتفق اتجاه البحث الحالى مع توجهات البحوث العالمية فى ضرورة العمل على تقليص الفجوة بين الطلاب فى مستويات التميز، والسعى لتنميتها لديهم باستخدام الطرق التدريسية المناسبة فى ظل مناهج تكاملية تتضمن مستويات التميز فى المعارف، والمهارات، والاتجاهات، والأخلاقيات العلمية، والأحيائية.

**الإطار النظرى**

## أولاً: المعلوماتية الحيوية Bioinformatics

### ظهور علم المعلوماتية الحيوية وتطوره

ظهر علم المعلوماتية الحيوية نتيجة ثورة المعلومات، والتكنولوجيا فى العصر الحديث حيث أنتج العلماء، والباحثون كماً هائلاً من البيانات، والمعلومات الحيوية التى يصعب تداولها يدوياً، مما أدى إلى استخدام الكمبيوتر، وبرامجه فى إنشاء قواعد بيانات تضم البيانات الحيوية، واستخدام برامج معالجة البيانات الحيوية، وتفسير النتائج بطريقة إحصائية فى ضوء المعالجات المتاحة. وقد ظهرت الدعوة لاستخدام التكنولوجيات الرقمية فى مجال الطب، والأحياء منذ عام (١٩٦٥) على يد العالم (روبرت ليدلى) (Lidly Robert)، والذى ساهم فى عام (١٩٨٤) مع العالمة (مارغريت دايهوف) (Oakley Dayhoff Margaret) في تأسيس قاعدة البيانات (PIR) ، التى تحتوى على جميع سلاسل البروتين المعروفة فى ذلك الوقت، والمدونة فى (أطلس سلاسل، وبنيات البروتين) الذى ألفته (دايهوف) منذ عام (١٩٧٠). ومع تطور تكنولوجيا الاتصال، وظهور الإنترنت تمكنت العديد من الجامعات، ومراكز الأبحاث من نشر نتائج بحوثها، وبياناتها، وإعداد قواعد البيانات الرقمية على الإنترنت مما جعل هذا النوع من قواعد البيانات متاحاً للعديد من فرق البحث، وأصبح لقواعد البيانات هذه دور مهم فى مختلف البحوث الأحيائية. ومع تضاعف حجم هذه البيانات بطريقة أسية (growth exponential)؛ بدأ أداء هذه القواعد فى التردى حيث أن عملية البحث أصبحت تستغرق وقتاً أكبر مما استدعى تطوير خوارزميات (algorithms) فعالة للمقارنة بين مختلف السلاسل. وفى عام (١٩٧٠) قام (نيدلمان وينتس) (Needleman-Wunsch) بتصميم خوارزمية لمقارنة تتابعين من البروتين، ثم تعاون مع (سميث واترمان) (Smith-Waterman) فى عام (١٩٨١) وقاما بتطوير برنامج أسرع يعتمد على مبدأ البرمجة الدينامكية. ومع تطور تقنيات

تشفير الحمض النووى، واستخلاص سلاسل البروتين أصبح بمقدور العلماء تشفير جينات تحتوى على ملايين النوكليوتيدات؛ فأصبح من الضرورى إيجاد طرق بحث فعالة أكثر للبحث عن سلسلة فى وسط كم هائل من الرموز. فتم تطوير برنامج بلاست (BLAST)؛ للبحث بسهولة؛ وسرعة عن سلاسل مشابهة للسلسة المرجو الاستعلام عنها فى مختلف الكائنات. (Hogeweg P, 2011)

ومع بدايات القرن العشرين كان اهتمام علماء المعلومات الحيوية منصباً على كيفية تحسين طرق مقارنة السلاسل، والشفرات الوراثية بطرق ذات معنى بيولوجى واضح، وتطوير خوارزميات لتحديد ما إذا كانت شفرة وراثية ما تمثل جيناً أم لا؟ وما الأجزاء التى تكون هذا الجين؟ حيث قام المعهد الوطنى للصحة الأمريكى فى عام (١٩٩٠) بإطلاق مشروع طموح يتمثل فى تشفير جينوم الإنسان، واستخدم فيها تقنية التشفير التى تعتمد على طريقة تحليل الحمض النووى (لفريدريك سانغر) (Frederick Sanger)، والتى كانت بطيئة نوعاً ما. ونظراً لكبر حجم الجينوم البشرى، حوالى ٣.٣ بليون زوج قاعدى (يعنى أحد النكليوتيدات A,C,G,T)، فقد تم تقطيع الحمض النووى إلى أجزاء تحتوى على أجزاء مشتركة، وتم توزيع كل جزء على مختبر؛ ليقوم بتشفيره بشكل مشابه للعبة تركيب الصور المقطعة. وتمكن العلماء من إكمال المشروع فى خمس سنوات قبل الوقت المحدد، وقاموا فى عام (٢٠٠٠) بنشر نسخة أولية عن الحمض النووى، وتم نشر النسخة النهائية عام (٢٠٠٣). وظهر آخرتصحيح فى عام (٢٠٠٩). ويمكن لأى إنسان أن يتصفح الجينوم البشرى؛ فى موقع جامعة كاليفورنيا فى سانتا كروز (UCSC). (Hogeweg P, 2011)

وقد ساهم التطور فى آلات الترميز فى تسريع منهج (ENCODE)، أو موسوعة عناصر الحمض النووى، وهوبرنامج أطلق عام (٢٠٠٣) بعد الانتهاء من برنامج الجينوم البشرى لمحاولة فهم نسبة الواحد بالمائة المرمزة للبروتين فى الجينوم البشرى، وذلك لأرشفة السلاسل التى تقوم بوظائف محددة، وتحديد متى تنشط هذه السلاسل؟ وفى أى نوع من الخلايا؟ ثم قام العلماء بدراسة الجينوم كاملاً، ودراسة النكليوتدات التى تملأ الفراغ بين الجينات، والتى وصفت على أنها نفايات. وتمكن العلماء فى مارس من عام (٢٠١٢) من إكمال المشروع، وإنتاج خمسة أضعاف البيانات التى خطط لإنتاجها دون أى تغيير فى الميزانية. وتمت دراسة مائة وأربعة وسبعين نوعاً مختلفاً من الخلايا، وجمع الكثير من البيانات. ومن أهم النتائج التى توصل إليها المشروع أن ثمانين من المائة من الجينوم نَشِطة كيميائياً، لكن ظهر اختلاف بين العلماء حول وظيفتها. (Moody G, 2004)

ومازال طريق البحث شاقاً فى سبيل استخدام المعلومات الجينية فى علاج الكثير من الأمراض؛ حيث توجد بعض العقبات التى تعترض الباحثين مثل: أن نسبة واحد من المائة فقط من الجينات تقوم بدور فى الخلية، أما الباقى فهو فقط نفايات؛ وأن عدد الجينات التى تشترك فى ترميز البروتين أقل بكثير مما كان يتوقع؛ حيث أن جسم

الإنسان يحتوى فقط على حوالى من عشرين ألفاً إلى خمسة وعشرين ألف جين، وهو عدد أقل بكثير من عدد الجينات الموجودة فى بعض الحشرات؛ مما أثبت أن التعقيد البنيوى للكائنات لا يعكس بالضرورة تعقيداً على مستوى الخلية.

ومع تطور التقنيات الحيوية، وتطور برامج الكمبيوتر لمعالجة البيانات، وتطوير خوارزميات معالجة البيانات، والتطور السريع فى آلات الترميز؛ ظهرت عدة تحديات من جانب تحليل البيانات حيث تطلب الوضع تطوير عدة تقنيات إحصائية، ورياضية؛ لتصحيح المقاييس المـأخوذة من طرف الآلة، وللمقارنة بين نتائج عدة تجارب، وتطوير برامج، وخوارزميات من أجل فهرسة هذه البيانات بطريقة سريعة، وترتيبها، وتحليلها؛ مما أدى إلى ظهور علم المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، أو البيولوجيا الحاسوبية Computational Biology، وعدة تخصصات أخرى. هذا التطور كان بشكل سريع جدا, مما سبب عدة تحديات حيث أن سرعة تدفق البيانات أكبر من سرعة تحليلها. ومع التطور أصبح بإمكان الإنسان العادى تحليل جينومه؛ مما سهل من إدخال هذه التقنيات إلى المستشفيات، وجعلها شيئاً روتينياً. ويطمح الباحثون فى الوصول إلى عصر الطب الشخصى Personalized Medecine؛ حيث سيصبح بإمكان الطبيب إعطاء المريض الدواء المناسب بالجرعة المناسبة باستخدام المعلومات الموجودة فى جينومه. Moody G, (2004)

**تعريف المعلوماتية الحيوية Bioinformatics**

المعلوماتية الحيوية، أوعلم الأحياء الحاسوبى computational biology، هو: العلم الجديد الذى يجمع بشكل أساسى ما بين علم الحاسب الآلى، وعلم الأحياء. ففى المعلوماتية الحيوية؛ يتم استخدام علم الحاسب الآلى للإجابة على الأسئلة التى يطرحها علماء الأحياء، من أجل فهم طبيعة الكائنات الحية. ولا يقتصر هذا على علم الحاسب، والأحياء فقط بل يستخدم علوماً أخرى كالإحصاء، والرياضيات، واسترجاع البيانات Information Retrieval.

يعرف(أحمدمنصورالزهيرى،٢٠١٣) المعلوماتية الحيوية Bioinformatics على أنها هى: علم استخدام تكنولوجيا المعلومات فى مجال البيولوجيا الجزيئية، وتحليل المعلومات البيولوجية باستخدام الكمبيوتر، والتقنيات الإحصائية، والذى يسعى لاستخدام، وتطوير قواعد البيانات، والخوارزميات الحاسوبية لتناول، وتعزيز الأبحاث البيولوجية.

ويعرف (Steve S, 2012) المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، أنها استخدام تطبيقات الحاسب الآلى، والإنترنت فى المجالات العلمية، والعملية. والمعلوماتية الحيوية أحد هذه المجالات، ويقصد بها فهم، وتحليل البيانات البيولوجية، من خلال استخدام تطبيقات الحاسب الآلى، والإنترنت لحل المشاكل البيولوجية الحيوية، وتطوير قواعد بيانات عن هذا العلم، ويعد علم الأحياء أحد العناصر الرئيسة في المعلوماتية الحيوية.

وتعرف ويبوبيديا (Webopedia, 2013) المعلوماتية الحيوية كما يلى: هى تطبيق التكنولوجيا الحاسوبية، والمعلوماتية فى إدارة المعلومات البيولوجية، وبشكل محدد هى علم تطوير قواعد بيانات، وخوارزميات حاسوبية لتسهيل، وتسريع الأبحاث البيولوجية.

ويعرف المركز القومى لمعلومات البيوتكنولوجى The National Center for Biotechnology Information (NCBI, 2013): المعلوماتية الحيوية كما يلى: هو حقل من العلم حيث علم الأحياء Biology، وعلوم الحاسب Computer Science، وتكنولوجيا المعلومات Information technology دمجت سوياً فى مجال علمى واحد، أى هى: العلم الذى نتج عن اندماج علم الحاسب الآلى، والأحياء، وتكنولوجيا المعلومات لتكوين مجال علمى واحد.

وتتضمن المعلوماتية الحيوية ثلاثة فروع رئيسة، (Wikipedia, 2013)، وهى:

- تطوير خوارزميات جديدة، وتقنيات إحصائية؛ تساعد فى تحصيل المعلومات من مجموعات ضخمة من البيانات.
- تحليل، وتفسير الأنماط المختلفة من البيانات التى تتضمن سلاسل الأحماض الأمينية، والأنوية، والأجزاء البروتينية.
- تطوير، وتنفيذ أدوات؛ تساعد على إدارة فعالة للأنماط المختلفة من المعلومات.

**أهمية المعلوماتية الحيوية**

يذكر كل من (زهرة محمود الخفاجى، وعلى عبد الحافظ إبراهيم، ٢٠١٢) أن أهمية المعلوماتية الحيوية تنبع من التقدم الهائل فى مجال الجينات، والبيولوجيا الجزيئية، والتكنولوجيا الحيوية؛ وتوفر قاعدة بيانات حيوية عريضة لكثير من الأنواع، والخلايا، والجينات، والبروتينات؛ وتطور برمجة الكمبيوتر، وظهور العديد من البرامج، والخوارزميات لحل المشكلات الجزيئية، وإجابة الأسئلة التى يواجهها الباحثون فى مجال التقنية الحيوية، والهندسة الوراثية؛ والاهتمام بإنشاء برامج تعليمية متعلقة بها فى عدة مستويات دراسية، وإنشاء الكليات، والجامعات التى تساعد فى تطور بحوثها فى مجالات: الطب، وعلاج الأمراض، ودراسة تطور الأنواع، كما أن لها دوراً فى العديد من الصناعات الحيوية مما يمثل أهمية اقتصادية لها.

**عمليات المعلوماتية الحيوية**

ويذكر (أحمد منصور الزهيرى، ٢٠١٣) من عمليات المعلوماتية الحيوية ما يلى:

- إنشاء، وتطوير قواعد البيانات، والخوارزميات، والأساليب الإحصائية، والحسابية، والنظرية لحل المشاكل الرسمية، والعملية الناجمة عن إدارة، وتحليل البيانات البيولوجية.

- إعداد الخرائط، وتحليل تسلسل الحمض النووى، والبروتينات.
- التوفيق بين مختلف تسلسلات الحمض النووى، والبروتين.
- مقارنة، وخلق، ومشاهدة نماذج ثلاثية الأبعاد من هياكل البروتين .
- إنشاء، وصيانة قاعدة بيانات لتخزين معلومات بيولوجية.
- تحليل وتفسير مختلف أنواع البيانات، بما فيها النووى، وسلاسل الأحماض الأمينية والبروتين، وهياكل البروتين.

ويحدد كل من (Michael N, Jens PL, 2000) عمليات المعلوماتية الحيوية فى المجالات البحثية، كالتالى:

١- العثور على الجينات Gene finding، وهذا يعنى أن لدينا سلسلة من DNA، ونرغب فى معرفة مواقع الجينات على هذه السلسلة؛ كما قد نحتاج إلى التنبؤ بتركيب الجين أى تحديد الأجزاء التى ترمز إلى بروتينات تسمى (exons)، والأجزاء الأخرى التى لا ترمز إلى بروتينات تسمى (introns)، ولعل من أشهر البرامج فى هذا المجال برنامج (GRAIL) الذى يعمل باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks.

٢- محاذاة السلاسل Sequence alignment، وذلك لمعرفة ما إذا كانت سلسلة حصلنا عليها حديثاً مشابهة لسلسلة، أو مجموعة سلاسل أخرى نعرفها مسبقاً. فإذا وجد التشابه في السلاسل دل على وجود وظيفة مشتركة أو متشابهة. ويوفر المعهد الأوروبى للمعلوماتية الحيوية (EBI) على موقعه الإلكترونى عدة برامج لمحاذاة السلاسل من أشهرها (smith & needle) لمحاذاة السلاسل الثنائية باستخدام البرمجة الديناميكية Dynamic Programming.

٣- معرفة التركيب الثنائى، والثلاثى، والرباعى (إن وجد) للبروتينات Protein folding. حيث يسهل ذلك معرفة وظيفة البروتين نتيجة؛ لوجود ارتباط وثيق بين شكل البروتين ووظيفته. ويعد (HMMTOP) أحد البرامج فى هذا المجال، وقد طور باستخدام نماذج ماركوف الخفية Hidden Markov Models.

٤- تحديد مواقع ارتباط عوامل النسخ Transcription factor binding site identification، وهى عبارة عن مواقع قصيرة جداً على سلاسل (DNA) عندما يرتبط بها نوع معين من البروتينات يسمى (عوامل النسخ)، تتم عملية إنتاج البروتين من الجين، أو ما يعرف بالتعبير الجينى Gene expression. ويعد (MEME)، والذى بنى على أساس خوارزمية Expectation Maximization من أكثر البرامج دقة فى التعرف على مواقع ارتباط عوامل النسخ.

**تقنيات المعلوماتية الحيوية**

**مصفوفة (DNA) الدقيقة (DNA Microarray)**

يشرح (Mandana S, Graham W, 2003) أن مصفوفة DNA الدقيقة Microarray (DNA)، عبارة عن: تقنية جزيئية يتم استخدامها فى الأبحاث العلمية؛ لعدة أغراض كدراسة التعبير الجينى، أو دراسة تأثير دواء ما على المرضى، وغيرها العديد من التطبيقات. يتم عرض نتائج الفحص على شكل مصفوفات دقيقة مضاءة بألوان مختلفة حسب التهجين. ومبدأ هذه التقنية يعتمد على عملية التهجين بين مادة DNA المراد دراستها مع آلاف الجينات الموجودة على رقاقة زجاجية، أو بلاستيكية صغيرة تسمى برقاقة DNA؛ تحوى هذه الرقاقة العديد من قطع DNA تعرف باسم مسابرDNA. وهذه المسابر ماهى إلا عبارة عن تسلسل معروف، ومعين من النيوكليوتيدات، ويمثل جزءاً من موروثة معينة. وهناك ثلاثة أنواع من مصفوفة DNA الرقيقة، وهى: تحليل التعبير الجينى الدقيق، وتحليل الطفرات الدقيق، وتهجين الجينوم المقارن. وتستخدم فى عدة تطبيقات منها ما يلى: اكتشاف الجينات، وتشخيص الأمراض، واكتشاف الأدوية، وأبحاث السموم.

**الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت) والمعلوماتية الحيوية**

أشار (فهد ناصر العبود، ٢٠١٠) إلى أن الشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت) تستخدم كمصدر أساسى لبيانات، ومعلومات المعلوماتية الحيوية حيث يمكن الوصول بسهولة لقواعد البيانات الخاصة بمشروع الجينوم البشرى، وبنك الجينات، وبنك البروتينات، وغيرها كما توفر الشبكة عدداً لانهائياً من أبحاث دراسة الأمراض الجينية.

**الإحصاء والمعلوماتية الحيوية**

تعتمد المعلوماتية الحيوية على مبدأين إحصائيين رئيسيين، وهما: العشوائية، والاحتمالية؛ ويعد تحليل البيانات بطريقة إحصائية من أهم وسائل المعلوماتية الحيوية، فمن المهم القيام بعمليات التحليل التالية: تحديد تشابه التواليات، والاصطفاف (alignment)، والتماثل الجذرى للمتواليات، وتحديد طرق اصطفاف زوج من المتواليات، والمقارنة بين المصفوفات، والبحث فى قواعد البيانات الحيوية. ومن أشهر برامج قواعد البيانات برنامج أداة بحث الاصطفاف الموضوعى الأساسى ***Basic Local Alignment Search Tool*** (BLAST)، وهو برنامج يسمح باصطفاف البيانات الحيوية مثل النيوكليوتيدات، والبروتينات. وبرنامج (FASTA) الخاص بالمقارنة بين المتتابعات النيوكليوتيدية، أو البروتينية؛ كما تستخدم مجموعة من الإحصاءات المهمة فى مجال المعلوماتية الحيوية، ومنها: تشخيص الأمراض، والإحصاء الوصفى، وتقويم المعدات، وتحليل البيانات التجريبية، والتنبؤ بالتعبير الجينى، والتنبؤ بالجين، وتحليل ارتباط الجين، ومصفوفة النيوكليوتيدات، ودراسات المجتمع، والتنبؤ بتركيب البروتين، والتنبؤ بوظائف البروتين، وتقييم الشك،

والسيطرة النوعية، وتحديد تشابه المتتابعات الجينية. Gregory RG,Warren JE , (2006)

**الكمبيوتر والمعلوماتية الحيوية**

هناك مجموعة من البرامج لمعالجة البيانات المختارة من قواعد البيانات العديدة فى مجال المعلوماتية الحيوية. وتنقسم البيانات البيولوجية إلى أربعة أنواع أساسية، هى: الحمض النووى الديؤكسى ريبوزى DNA، والحمض النووى الريبوزى RNA، والبروتينات Proteins، وصور مصفوفة الحمض النووى Microarray. وتتكون الأنواع الثلاثة الأولى من سلاسل من الأحرف، وبذلك تعتبر بيانات نصية يمكن معالجتها باستخدام الكمبيوتر، والاطلاع عليها باستخدام محررات النصوص، أما صور Microarray فتندرج تحت الصور الرقمية، والتى يمكن عرضها باستخدام الكمبيوتر أيضا. وهناك العديد من البرامج الحاسوبية المستخدمة فى مجال المعلوماتية الحيوية Bioinformatics، ومن أشهر هذه البرامج: برنامج قاعدة البيانات الحيوية BLAST، وبرنامج الفحص التركيبى ثلاثى الأبعاد (Cn3D)، وبرنامج Cross match مقارنة تتبعات من (DNA)، وبرنامج Gene Cards الذى يسمح بفحص قاعدة بيانات جينات الإنسان، وبرنامج قاعدة بيانات بروتينات الإنسان The Human Protein Reference Database (HPRD). (Alex A, 2013)

**المعلوماتية الحيوية والمنظومة الأحيائية**

تتعامل المعلوماتية الحيوية كما أشار كل من (زهرة محمود الخفاجى، وعلى عبد الحافظ إبراهيم، ٢٠١٢) مع المنظومة الأحيائية على المستوى الجزيئى بشكل أساسى، وتهتم بفهم الأنظمة الحيوية بشكل كمى، ودراسة تأثير الجينات فى المجتمعات الحيوية فى البيئات المختلفة، وإيجاد، وبناء العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة.

**تطبيقات المعلوماتية الحيوية**

تستخدم تطبيقات المعلوماتية الحيوية، (Alla LL, 2012) فيما يلى:

٥- فى مجال الطب الجزيئى: العلاج الجينى، والتنبؤ بتطور الأمراض الوراثية، والعلاج الشخصى، والعلاج الوقائى.

٦- فى مجال الميكروبات: التخلص من النفايات، وعلاج التغيير المناخى، وإنتاج مصادر الطاقة البديلة، وإنتاج الانزيمات، والأحماض الأمينية، والمثبتات، والأدوية، ومواد الصناعات الغذائية، ومقاومة المضادات الحيوية.

٧- فى مجال الزراعة: إنتاج سلالات نباتية، وحيوانية جديدة، ومقاومة للأمراض، ومقاومة للحشرات الضارة.

٨- فى مجال الطب الجنائى: وأصبحت نتائج الاختبارات الجينية مقبولة على المستوى القضائى فى تحديد الجرائم، واثبات النسب.

٩- فى مجال التطور: دراسة العلاقات التطورية بين الأنواع المتشابهة، والمختلفة.

١٠- فى مجال الدراسات المقارنة: تطبيق دراسة صفات أحدى السلاسل الوراثية لأنواع متقاربة مع الأنسان على بحوث، وظائف الجينات، والبروتينات، والأمراض فى الإنسان.

**تربية المعلوماتية الحيوية Bioinformatics Education**

دعت الزيادة الهائلة فى المعلومات الجينية، وتوفر قواعد البيانات الحيوية المتعلقة بمجال التكنولوجيا الحيوية، والجينات، والبيولوجيا الجزيئية. بالإضافة إلى تطور علم الكمبيوتر، وظهور برمجيات متقدمة توفر معالجة البيانات إلى ظهور تربية المعلوماتية الحيوية (Bioinformatics Education) التى تربط بين عناصر علم الأحياء، وعلوم الحاسب؛ لتحفيز بناء معرفة جينية تساعد الطلاب فى فهم أعمق، ومتعدد الأبعاد لعلم الجينات؛ فهى تحقق عدة أهداف تعليمية، ومنها: فهم الطلاب للمفاهيم المجردة مثل: البروتين، والجينوم، والعلاقات التطورية؛ ووضوح العلاقة بينDNA،والبروتين،ومعالجاتهما؛ ويكتسب طرق البحث المعاصرة. (Luscombe NM, et al, 2001)

وتعتبر تربية المعلوماتية الحيوية من أحدث المجالات فى التربية المعاصرة فى القرن الحادى والعشرين. وقد تطورت مع زيادة الاهتمام بتدريسها فى مناهج المرحلة الثانوية، وتقديم مداخل متعددة فى تقديمها للطلاب، والاهتمام بزيادة تطبيقاتها العملية، وتقديم التضمينات الاجتماعية، والأخلاقية المرتبطة بها. ولم يقتصر تقديم المعلوماتية الحيوية فى فصول الأحياء أو معامل الكمبيوتر فحسب، ولكن امتدت لتقديم برامج مهنية للطلاب؛ تشجع على اتخاذ هذا العلم، وتطبيقاته كمجال مهنى فى المستقبل؛ كما ظهرت برامج التعلم المستمر، والتعليم مدى الحياة فى هذا المجال لاكتساب الخبرات المتكاملة فى مجموعة من العلوم البينية المشاركة فى بنية هذا العلم. Indra NS, (2010)

ومع تطور تربية المعلوماتية الحيوية Bioinformatics Education من مجرد عقد ورش عمل، ودورات تدريبية إلى برامج جامعية تؤدى للحصول على الدبلوم؛ أو درجة الدراسات العليا فى العديد من الجامعات؛ فقد حدث تطور فى مناهجها، وأساليب تدريسها بطريقة سريعة أيضاً. وذلك ما دعا إلى وجود رغبة ملحة لتضمين تربية المعلوماتية الحيوية فى جميع مستويات برامج التعليم النظامية، وغير النظامية. وتعزيز الدعوة؛ لتقديم منهج تربوى متكامل فى علوم الحياة يحفز التعلم الذاتى للطلاب، وينمى مهارات تتصل بالعديد من فروع العلوم، ويعتمد على حل المشكلات. (Ranganathan S, 2005)

ودعت لجنة التعليم فى الجمعية الدولية لعلم الأحياء الحاسوبى The International Society for Computational Biology (ISCB) إلى تضمين قضايا المعلوماتية الحيوية فى مناهج المرحلة الثانوية، وأكدت اللجنة أن هناك حماساً من قبل الباحثين؛ لتقديم برامج تربوية للمدرسة الثانوية فى هذا المجال. وأنه قد تم دعوة عدد من معلمى الكيمياء، والأحياء المهتمين بالمجال؛ لتدريبهم على تضمين المعلوماتية الحيوية فى المنهج، وتقديم أفكار لخطط الدروس المتعلقة بذلك. (Lewitter F, Bourne PE, 2011)

وأوضح مجموعة من الباحثين (Beverly K, et al, 2007) قاموا بإعداد منهج لمجموعة من الطلاب؛ بهدف تأهيلهم للعمل فى مجال المعلوماتية الحيوية؛ أنه يجب تقديم المفاهيم، والمهارات المتصلة بما يلى: الكيمياء الحيوية، والأحياء؛ ومهارات الرياضيات العامة، وقواعد الاحتمالات، والإحصاء، والمعرفة بالمهارات الأساسية فى الكمبيوتر، ومجال البرمجة، ومجال الأخلاقيات الحيوية؛ حتى يتمكن الطلاب من بناء قاعدة خبراتية فى هذا المجال تؤهلهم للعمل به.

ويشير مجموعة من الباحثين (Mark M, et al, 2010) إلى أهمية تدريب الطلاب على إيجاد ومعالجة البيانات الموجودة فى قواعد البيانات الحيوية؛ ويدعم هذا توفر قواعد البيانات الحيوية، وبرامج الكمبيوتر لتحليل البيانات الحيوية، ونماذج المعلوماتية الحيوية؛ مما يسهل تضمين هذه المصادر أثناء التدريس. كما أن نماذج تدريس المعلوماتية الحيوية يمكن أن تتنوع بين ثلاثة اختيارات: تضمين المعلوماتية الحيوية فى المواد الدراسية المتعلقة مثل: الأحياء، والرياضيات، والإحصاء، وعلوم الكمبيوتر، أو الربط بين علم الأحياء، وعلوم الكمبيوتر عن طريق مشاركة تدريبات معملية أو مشاريع بينهما؛ أو تكوين فريق تدريسى يضم معلمين من كافة التخصصات؛ لتدريس منهج المعلوماتية الحيوية.

ويوصى مجموعة من الباحثين (April EB, 2005) باستخدام طريقة المعمل المعتمد على الاستقصاء Inquiry-based Lab فى تدريس المعلوماتية الحيوية، من خلال عمل الطلاب على مجموعة من المشاريع عن الجينات، والطفرات، على سبيل المثال: مشروع دراسة الأمراض الجينية؛ ويعتمد الطلاب على قواعد البيانات الحيوية المتوفرة على الشبكة الدولية للمعلومات فى هذا المجال.

وأكد مجموعة من الباحثين (Kovarik DN, 2013) أن تدريس المعلوماتية الحيوية فى المرحلة الثانوية العليا من خلال العمل على اكتساب الطلاب الوعى، والاندماج فى العمل، والثقة بالنفس، وإنشاء الصلة بهذا العلم؛ ذو أثر فى تحفيز تأهيل الطلاب للعمل فى مجالات العلوم، والتكنولوجيا، والرياضيات، والهندسة فى المستقبل.

ومن أشهر البرامج التربوية فى مجال تربية المعلوماتية الحيوية البرامج التى أجراها معهد المعلوماتية الحيوية الأوروبى The European Bioinformatics Institute (EBI)، ومعمل البيولوجيا الجزيئية الأوروبى the European

European Molecular Biology Laboratory (EMBL) بالتعاون مع Learning Laboratory for the Life Sciences (ELLS) فى الفترة من (٢٠١٠ ~ ٢٠١٢) وهى ثلاثة برامج تدريبية؛ طبقت على مجموعة من معلمى الأحياء بالمرحلة الثانوية قوامها أحد وسبعون معلماً من ستة عشر دولة أوروبية؛ بهدف التعريف بمفاهيم المعلوماتية الحيوية، وتطبيقاتها، وقاعدة البيانات البيولوجية المتاحة؛ وكذلك السماح للمتدربين باستكشاف المصادر المتاحة فى هذا المجال، والمواد التعليمية المعدة من قبل المعهد؛ بهدف أن يعمل المعلمون على مشاركة هذه المعرفة الجديدة مع طلابهم. وقد حققت البرامج التدريبية الأهداف التالية:

١- توسيع المعرفة بالبيانات الحيوية، والمعلوماتية الحيوية.

٢- التعرف كيفية الوصول إلى قواعد البيانات الأحيائية الأصلية، واستخدامها.

٣- التواصل مع الباحثين فى مجال الأحياء، والمعلوماتية الحيوية.

٤- مشاركة الخبرات، وتبادل الاتصالات بين المتخصصين.

٥- التدرب على مجموعة من المصادر، والمواد، والأنشطة التعليمية لتوظيفها فى الدروس.

٦- تدعيم المعلمين؛ لنشر مواد التدريب بين زملائهم.

٧- تكوين الخبرة العملية حول إجراء البحوث.

وقد أظهرت النتائج أن البرامج التدريبية ذات أثرعلى المعلمين من حيث؛ زيادة درجة فهم المعلمين للمعلوماتية الحيوية، وكيفية الوصول إلى البيانات الأحيائية؛ كما تم مد المعلمين بأنشطة جديدة يمكن تنفيذها فى الفصل الدراسى مع طلابهم؛ وزيادة وعيهم عن كيفية استخدام مصادر التعلم القائم على الكمبيوتر فى فصول الأحياء الدراسية؛ وزيادة ثقة المعلمين باطلاعهم على التكنولوجيا الحديثة؛ وقد حققت أنشطة العقل واليد Hands-on activities العملية درجة عالية من الفائدة لدى المعلمين المشاركين فى برامج التدريب؛ كما اشارت النتائج إلى أن المعلمين استخدموا المصادر، والمواد، والأنشطة التعليمية مع طلابهم عدة مرات، وأنها أظهرت فاعلية لدى الطلاب؛ واستطاع المعلمون تعديل بعض المواد، والأنشطة جزئياً وفقاً لأهداف الدروس، كما سعوا لنشر مواد التدريب بين زملائهم فى المدرسة، ومشاركتهم فيما بينهم. (ELLS, 2013; EMBL, 2013; EBI, 2013)

**ثانياً: المناهج من أجل التميز Curriculum for Excellence (CfE)**

ظهر مصطلح المناهج من أجل التميز فى الآونة الأخيرة فى العديد من الدول المتقدمة؛ حيث يدل على تحسين مستوى التربية عن طريق رفع مستوى المعايير، وتحسين المعرفة، وتطوير المهارات، ورفع مستوى الأداء بهدف تربية التلاميذ، والطلاب فى جميع المستويات الدراسية كمتعلمين ناجحين، يتميزون بالثقة بالنفس، ويكونون ذوى قدرة على المشاركة بفعالية كمواطنين فى المجتمع. وتهدف المناهج

من أجل التميز إلى إعداد المتعلم لعالم المستقبل؛ حيث يستطيع المشاركة فى حل مشكلات العالم المستقبلية بطرق تكنولوجية مبتكرة.

وتهتم مناهج التربية العلمية من أجل التميز وفقاً لتقرير (A curriculum for excellence, 2006) بتحقيق أربعة اهداف عامة كما يلى:

**١ـ تنمية المتعلمين الناجحين:**

من خلال تدريس العلوم يمكن أن ينمى المتعلمون ميولهم نحو عالم الأحياء، والمادة، والعالم الطبيعى؛ ويزيد فهمهم للأفكار، والمداخل العلمية. ويصبح المتعلمون ذوى وعى بمعدل، وفعالية التطور العلمى، كما يمكنهم تقييم آثاره من خلال الملاحظة المباشرة، والأنشطة التطبيقية، والتحديات، والتحريات مفتوحة النهاية، والمناقشة، والجدل، وتنمية مهارات واسعة فى التفكير الناقد، والتنور، والاتصال، والعددية.

**٢ـ تنمية الأفراد ذوى الثقة بالنفس:**

يحتاج المتعلمون أن يدرسوا العلوم الحديثة المتصلة بالحياة اليومية الواقعية، واكتساب الثقة فى استخدام المصطلحات، والأفكار العلمية. ويمكن أن يتعلموا كيفية التعبير، والتحقق من وجهة نظرهم فى القضايا العلمية المهمة للمجتمع.

**٣ـ تنمية المواطنين ذوى المسئولية:**

يجب أن يقدر المتعلمون قيمة العلوم كعملية إنسانية ديناميكية إبداعية تساهم فى تطور الثقافة الإنسانية على المستوى القومى، والعالمى. وأن أساس المواطنين ذوى الشخصية المسئولة هى قدرتهم على إدراك معدل التطور العلمى، والتكنولوجى، وأثارهما الهائلة على صحة، وعافية المجتمع، واحترام القيم العلمية مثل: احترام البيئة، والكائنات الحية، والدليل العلمى، وأفكار الآخرين، والأمانة فى جمع، وتقديم البيانات، والانفتاح على الأفكار الجديدة.

**٤ـ تنمية المشاركين بفعالية:**

تتيح العلوم للتلاميذ، والطلاب مدى واسعاً من المشاركة فى المهمات الاستكشافية الجماعية فى داخل الفصل الدراسى أو خارجه حيث يتعلمون تصميم، وإجراء التجارب، وترجمة البيانات، واستنباط النتائج من الأدلة؛ فمن خلال هذه الخبرات، والأنشطة يمكنهم تطوير مهارات مهمة تمكنهم من المشاركة فى مجال الأعمال التى يحتاجها الاقتصاد بشدة.

وقد اهتمت العديد من الدول المتقدمة بمجال التربية العلمية من أجل التميز، وخصصت له الميزانيات الملائمة لنشر الثقافة العلمية، وتدريب المعلمين، وتنظيم المناهج، والبرامج، وإعداد المواد، والمصادر تعليمية، وإقامة المسابقات العلمية بين الطلاب؛ وتهدف مناهج التربية العلمية من أجل التميز، ووفقاً لخطة الحكومة الاسكتلاندية بالمملكة المتحدة، (Excellence in science Education Group, 2010) فى تطوير التربية العلمية إلى أن يحقق المتعلم ما يلى:

١- تنمية حب الاستطلاع، وفهم البيئة التى يعيش بها بما تحتويه من الحياة، والمادة، وطبيعة الأشياء.

٢- يحقق مستوى من المعرفة، وفهم للأفكار، والمفاهيم العلمية الرئيسة.

٣- تنمية مهارات التعلم، والحياة، والعمل.

٤- تنمية مهارات البحث العلمى، والاستقصاء باستخدام تقنيات عملية.

٥- تنمية مهارات استخدام لغة علمية دقيقة، بالإضافة إلى استخدام إلى المعادلات، والأسئلة العلمية بدقة.

٦- الوعى بأهمية الإبداع، والتجديد فى تطوير العلوم.

٧- تطبيق مقاييس آمنة، والقدرة على مواجهة المخاطر.

٨- الوعى بأهمية، وأثر العلم فى الحياة الشخصية، وفى المجتمع، وفى داخل البيئة.

٩- تنمية الفهم بموارد الأرض، وكيفية صيانتها، واستخدامها بتعقل.

١٠- التعبير عن الرأى، واتخاذ القرارات فى القضايا الاجتماعية، والأخلاقية، والقيمية، والاقتصادية، والبيئية بناء على الفهم.

١١- تنمية المواطن المتنور علمياً؛ مع رغبة فى تعلم العلوم مدى الحياة.

١٢- تأسيس مبادئ الفهم المتقدم، والعمل فى مجال التكنولوجيا، والعلوم فى المستقبل.

ويراعى المنهج المعد من أجل التميز، ووفقاً لمجلس منهج مراجعة المناهج بالمملكة المتحدة (The Curriculum Review Programme Board, 2006) أن عملية تعلم التلاميذ، والطلاب ستسير وفقاً لمعدلات مختلفة، وستعبر عنها مخرجات المناهج ومستوى خبرة المتعلمين، وستوصف من وجهة نظر المتعلمين أنفسهم، وستعكس هذه الخبرات، والمخرجات مدى تحقق أهداف المنهج فى تحقيق أقصى قدرات التعلم؛ وذلك سيسمح للمعلمين بتصميم مواد تعليمية إثرائية للمستويات العليا المتميزة من المتعلمين.

ومع بداية تطبيق المناهج من أجل التميز فى اسكتلندا بالمملكة المتحدة، ووفقاً لتقرير وزارة التعليم (Curriculum for excellence, 2004) فإن المناهج من أجل التميز تسعى إلى التوسع فى التعلم النشط، ومهارات حل المشكلات، ومهارات التفكير التحليلى، وتنمية الاستقصاء، والبحث العلمى التطبيقى، واستخدام مضامين قريبة من خبرة التلاميذ، والطلاب، واستخدام التكنولوجيا بفعالية، وبطريقة مناسبة، واعتبار التقويم أحد أدوات التعلم، والجمع بين التفكير المستقل، والتعلم الجمعى، والتركيز على التواصل والمناقشة بين التلاميذ والطلاب.

**الدراسة الوصفية وأدواتها:**

**أولاً: تحديد أبعاد المعلوماتية الحيوية**

قامت الباحثة بدراسة موضوع المعلوماتية الحيوية من عدة مصادر علمية؛ حيث إنه علم متشعب، ومتصل بفروع كثيرة من العلوم مثل: علم الكائنات الدقيقة، وعلم الكيمياء الحيوية، وعلم البيولوجيا الجزيئية، وعلم الهندسة الوراثية، وعلم الرياضيات، وعلم الإحصاء، وعلوم الكمبيوتر؛ كما أن تطبيقاته ممكنة فى مجالات علمية عديدة منها: الوراثة البشرية والجزيئية، ومجال الطب والعلاج، ومجال العلوم البيئية؛ ولذلك اطلعت الباحثة على العديد من المراجع العلمية الأصلية، والمترجمة، كما قامت ببحث الشبكة الدولية للمعلومات للتعرف على مراكز المعلوماتية الحيوية، وقواعد البيانات المتعلقة بها، والبرامج الحاسوبية المستخدمة فى هذا المجال، والجامعات، والمعاهد العليا المتخصصة فى مجالها، وما تقدمه من برامج، وأبحاث.

وأعدت الباحثة قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية (ملحق١) من الدراسة الوصفية التحليلية لعلم المعلوماتية الحيوية. وقد كان الهدف من تصميم القائمة تحديد أبعاد المعلوماتية الحيوية وفقاً لطبيعة العلم، وتطبيقاته؛ وبما يناسب مستوى الطلاب بالمرحلة الثانوية العامة. وتوصلت الباحثة إلى ستة أبعاد رئيسة مرتبطة بموضوع المعلوماتية الحيوية، تندرج تحتها اثنا عشر بعداً فرعياً. وهى كما يلى: البعد الحيوى: ويشتمل على النظام الأحيائى، والجينات؛ والبعد التكنولوجى: ويشتمل على التقنيات الحيوية، وتقنيات المعلوماتية الحيوية؛ والبعد الإحصائى: ويشتمل على المبادىء الأساسية فى الإحصاء، واستخدام قواعد البيانات الأحيائية، وطرق تحليل البيانات الأحيائية؛ والبعد المعلوماتى: ويشتمل على استخدام الإنترنت، واستخدام برامج الكمبيوتر، وعلم برمجة الكمبيوتر؛ والبعد البحثى الاستقصائى: ويشتمل على عمليات إجراء البحوث الجينية؛ والبعد الأخلاقى: ويشتمل على الأخلاقيات الحيوية.

وقد حددت الباحثة المفردات المتصلة بالأبعاد الفرعية، وكان عددها اثنان وأربعون مفردة. وتكونت القائمة من ثلاثة مستويات للاستجابة على كل مفردة من مفردات القائمة، وهى: مناسب، ومناسب إلى حد ما، وغير مناسب. وقد قامت الباحثة بعرض القائمة على مجموعة من الخبراء للوقوف على مدى صحة، ومنطقية الأبعاد المحددة، ومدى مناسبة القائمة للطلاب فى مرحلة الثانوية العامة. وقد اعدت الباحثة الصورة النهائية من القائمة (جدول١)؛ وفقاً لآراء الخبراء، ونتائج الدراسة الوصفية.

**(جدول ١)**

**الصورة النهائية لقائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية**

| الأبعاد الرئيسة | الأبعاد الفرعية | رقم | المفردات |
|---|---|---|---|
| **البعد الحيوى** | النظام الأحيائى | ١ | دراسة التركيب الخلوى |
| | | ٢ | دراسة الجزيئات الخلوية |
| | | ٣ | التفاعلات الكيميائية فى الكائنات الحية |
| | الجينات | ٤ | دراسة DNA |
| | | ٥ | دراسة الجينوم |
| | | ٦ | دراسة البروتينات |
| | | ٧ | دراسةRNA |
| **البعد التكنولوجى** | تقنيات حيوية | ٨ | تقنيات الهندسة الوراثية |
| | | ٩ | تقنيات التكنولوجيا الحيوية |
| | تقنيات معلوماتية حيوية | ١٠ | تقنيات تضخيم DNA |
| **البعد الإحصائى** | المبادىء الأساسية فى الإحصاء | ١١ | تنظيم البيانات |
| | | ١٢ | تحليل البيانات |
| | | ١٣ | تفسير النتائج |
| | استخدام قواعد البيانات الإحيائية | ١٤ | أنواع قواعد البيانات |
| | | ١٥ | تصنيف قواعد البيانات |
| | | ١٦ | طرق استخدام قواعد البيانات |
| | طرق تحليل البيانات الأحيائية | ١٧ | أداة بحث الاصطفاف الموضعى الأساسى BLAST |
| **البعد المعلوماتى** | استخدام الإنترنت | ١٨ | استخدام مصادر المعلوماتية الحيوية |
| | | ١٩ | بحث قواعد البيانات الإلكترونية |
| | | ٢٠ | استخدام بنوك الجينات والبروتينات |
| | | ٢١ | مسح مراكز المعلوماتية الحيوية |
| | استخدام برامج الكمبيوتر | ٢٢ | استخدام برامج إحصائية |
| | | ٢٣ | استخدام برامج مقارنة الجينات |
| | | ٢٤ | استخدام برامج مقارنة البروتينات |
| | علم برمجة الكمبيوتر | ٢٥ | مقدمة فى تصميم برامج |
| **البعد البحثى الاستقصائى** | إجراء البحوث الجينية | ٢٦ | تحديد المشكلة |
| | | ٢٧ | جمع البيانات |
| | | ٢٨ | وضع الفروض |
| | | ٢٩ | تحليل البيانات |
| | | ٣٠ | التحقق من الفروض |
| | | ٣١ | تفسير النتائج |
| **البعد الأخلاقى** | الأخلاقيات الحيوية | ٣٢ | أخلاقيات الصحة، والمرض |
| | | ٣٣ | أخلاقيات الوراثة البشرية، والجزيئية |
| | | ٣٤ | أخلاقيات التقنية الحيوية |

**ثانياً: تحديد مستويات التميز فى الأحياء**

من الدراسة النظرية فى مجال التربية العلمية، والتربية من أجل التميز، والتميز فى الأحياء؛ وبعد الإطلاع على نتائج البحوث، والدراسات السابقة المتعلقة بمجال البحث توصلت الباحثة إلى أن التربية من أجل التميز تهدف إلى تحقيق أربعة أهداف رئيسة، وهى: تنمية المتعلم الناجح، والمتعلم المسئول، والمتعلم المشارك بفعالية، والمتعلم ذو الثقة بالنفس. وتتحدد مستويات التميز فى الأحياء من تحقيق المستوى المأمول الذى يقاس بمستوى الخبرة، ونواتج التعلم التى يحققها الطلاب من دراسة منهج المعلوماتية الحيوية فيما يخص الجوانب التربوية المتعلقة باكتساب المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية.

وقد أعدت الباحثة قائمة مستويات التميز فى الأحياء (ملحق٢) بعد الاطلاع على الأدبيات، والدراسات فى مجال التميز، والمناهج من أجل التميز؛ ومن الدراسة الوصفية التحليلية. وقد كان الهدف من تصميم القائمة تحديد مستويات التميز فيما يتعلق بمجال المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات المتعلقة بموضوع المعلوماتية الحيوية، وبما يناسب مستوى الطلاب بالمرحلة الثانوية العامة. وتوصلت الباحثة إلى ثلاثة مستويات رئيسة يندرج تحتها واحد وثلاثون مستوى فرعياً، وهى كما يلى: مستوى مفاهيم المعلوماتية الحيوية: وتشتمل على ستة مستويات للتميز فى المفاهيم؛ ومهارات المعلوماتية الحيوية: وتشتمل على أربعة عشر مستوى من مستويات التميز فى المهارات؛ والأخلاقيات الحيوية المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية: وتشتمل على أحد عشر مستوى من مستويات التميز فى الأخلاقيات الحيوية.

وقد تكونت القائمة من ثلاثة مستويات للاستجابة على كل مفردة فرعية تندرج تحت مستويات التميز الرئيسة، وهى: مناسب، ومناسب إلى حد ما، وغير مناسب. وقد قامت الباحثة بعرض القائمة على مجموعة من الخبراء المختصين فى هذا المجال من التخصصات العلمية، والتربوية لاستطلاع آرائهم فى مدى صحة، ومناسبة المستويات المحددة لطلاب المرحلة الثانوية العامة. وقد أعدت الباحثة الصورة النهائية من القائمة (جدول٢) وفقاً لآراء الخبراء، ونتائج الدراسة الوصفية.

**(جدول٢)**

**القائمة النهائية لمستويات التميز فى الأحياء**

| مجالات مستويات التميز | رقم | مستويات التميز |
|---|---|---|
| **مفاهيم المعلوماتية الحيوية** | ١ | تعريف المفاهيم إجرائياً. |
| | ٢ | ربط المفاهيم بصورة عقلية متكاملة. |
| | ٣ | إدراك العلاقة بين المفاهيم. |
| | ٤ | تطبيق المفاهيم بصورة وظيفية. |
| | ٥ | تفسير المفاهيم المعقدة. |
| **مهارات المعلوماتية الحيوية** | ٦ | التصميم التجريبى. |
| | ٧ | البحث والتحرى. |
| | ٨ | التنبؤ. |
| | ٩ | قراءة البيانات الحيوية. |
| | ١٠ | استخدام لغة العلم. |
| | ١١ | استخدام برامج الكمبيوتر. |
| | ١٢ | التصميم الهندسى. |
| | ١٣ | العمليات الرياضية. |
| | ١٤ | التحليل الإحصائى. |
| | ١٥ | استخدام المصادر الإلكترونية. |
| | ١٦ | استخدام قواعد البيانات الحيوية. |
| **الأخلاقيات الحيوية** | ١٧ | فهم القضايا، والأخلاقيات الحيوية. |
| | ١٨ | اتخاذ القرار. |
| | ١٩ | التقييم. |
| | ٢٠ | تحليل الأفكار. |
| | ٢١ | التفكير الناقد. |
| | ٢٢ | التفكير المنطقى. |
| | ٢٣ | تكوين القيم. |
| | ٢٤ | التحاور والمناقشة. |
| | ٢٥ | التواصل مع الآخرين. |
| | ٢٦ | العمل من أجل حل المشكلات فى إطار أخلاقى. |

**ثالثاً: إعداد التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة**

بعد أن حددت الباحثة أبعاد المعلوماتية الحيوية، ومستويات التميز فى الأحياء فيما يختص بالمفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية؛ قامت الباحثة بوضع التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية مناسب لمستوى الطلاب فى المرحلة الثانوية العامة فى ضوء قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية، ومستويات التميز فى الأحياء.

وقد أعدت الباحثة قائمة التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز (ملحق٣). وقد كان الهدف من تصميم القائمة تحديد عناصر المنهج المقترح بما يناسب مستوى الطلاب بالمرحلة الثانوية العامة. وقد تضمنت القائمة ثمانية عناصر رئيسة، وهى: أهداف المنهج العامة، وأهداف المنهج الإجرائية، ومحتوى المنهج، وأساليب التدريس، والأنشطة التعليمية بالمنهج، والمصادر التعليمية بالمنهج، وأساليب التقويم، والبرنامج الزمنى للمنهج. وتندرج تحت كل عنصر رئيسى عدة عناصر فرعية، وقد جاء عددها بالقائمة خمسة وسبعون عنصراً. وتكونت القائمة من ثلاثة مستويات للاستجابة على كل مفردة فرعية تندرج تحت عناصر المنهج، وهى: مناسب، ومناسب إلى حد ما، وغير مناسب. وقد قامت الباحثة بعرض القائمة على مجموعة من الخبراء المختصين فى هذا المجال من التخصصات العلمية، والتربوية لاستطلاع آرائهم فى مدى صحة، ومناسبة عناصر المنهج لطلاب المرحلة الثانوية العامة. وقد أعدت الباحثة التصور المقترح فى صورته النهائية؛ وفقاً لآراء الخبراء، ونتائج الدراسة الوصفية. وفيما يلى عرض عناصر التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز لطلاب المرحلة الثانوية العامة:

**أهداف المنهج العامة:**

يهدف منهج المعلوماتية الحيوية بصورة عامة إلى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية مستويات التميز فى الأحياء، والتى تقاس بجودة الخبرة، ونواتج التعلم المتعلقة بكل من: المفاهيم، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية، والمستهدفة فى المنهج.

**أهداف المنهج الإجرائية:**

إدراك علاقة المعلوماتية الحيوية بالنظام الحيوى؛ وفهم العمليات الحيوية المتضمنة فى المعلوماتية الحيوية؛ واكتساب المفاهيم الأساسية التكاملية المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية؛ والوعى بدور تقنيات، وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى الحياة المعاصرة؛ وفهم التقنيات الحيوية المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية؛ ومعرفة مجالات تطبيقات المعلوماتية الحيوية؛ وفهم دور الإنترنت، والكمبيوتر فى المعلوماتية الحيوية؛ والتدريب على استخدام برامج الكمبيوتر المتعلقة بالمعلوماتية الحيوية؛ وإدراك علاقة العمليات الإحصائية بتحليل بيانات المعلوماتية الحيوية؛ ومعرفة

المبادئ الأساسية فى الإحصاء؛ واكتساب مهارات تحليل، ومعالجة البيانات؛ واستخدام قواعد البيانات الحيوية؛ والتمكن من استخدام أدوات المعلوماتية الحيوية؛ والقيام بعمليات البحث، والاستقصاء، وفرض الفروض، والتجريب، والتقويم؛ وتنمية مهارات التفكير العلمى، التحليلى، والرياضى، والفراغى، والناقد، والإبداعى؛ والوعى بالقضايا، والأخلاقيات الحيوية المرتبطة بالمعلوماتية الحيوية؛ وتكوين الاتجاهات، والقيم العلمية؛ والشعور بالمسئولية تجاه النفس، والبيئة، والعالم؛ واتخاذ القرار على المستوى الشخصى، والمجتمعى؛ وتقييم المنافع، والمخاطر من التطبيقات التكنولوجية، والمعلوماتية؛ وإدراك دور التكنولوجيا فى تحقيق أغراض الإنسان فى كافة المجالات.

**محتوى المنهج:**

حددت الباحثة محتوى منهج المعلوماتية الحيوية فى تسع وحدات دراسية، وحددت الموضوعات الرئيسة، والفرعية فى كل وحدة كما هو موضح فى (جدول٣).

**(جدول ٣)**

**محتوى منهج المعلوماتية الحيوية**

| الوحدات الدراسية | الموضوعات الاساسية | الموضوعات الفرعية |
|---|---|---|
| **الوحدة الأولى: مقدمة فى المعلوماتية الحيوية** | نشأتها وتعريفها | أسباب ظهورها |
| | | تطورمهامها |
| | | تعريفها |
| | أهميتها ومحدداتها | مجالات الأهمية |
| | | محددات دقة التجريب |
| | | محددات جودة الكمبيوتر |
| | دور الإنترنت | تخزين قواعد البيانات |
| | دور الإحصاء | البيانات – قواعد البيانات |
| | دور الكمبيوتر | معالجة البيانات الأحرف والصور |
| | علاقتها بالمنظومة الحيوية | دراسة الخلية |
| | | دراسة المادة الوراثية والجينوم |
| **الوحدة الثانية: النظام الحيوى** | الخلايا تركيبها، وأنواعها | النظرية الخلوية تركيب الخلية |
| | | وظائف عضيات الخلية |
| | | تمايز الخلايا وتنوع الأنسجة |
| | | العمليات الخلوية |
| | الكيمياء الحيوية | الجزيئات الحيوية: الكربوهيدرات، والليبدات، |

| الوحدات الدراسية | الموضوعات الاساسية | الموضوعات الفرعية |
|---|---|---|
| | للخلية | والبروتينات، والأحماض النووية، والماء. |
| | | التفاعلات الكيميائية فى الكائنات الحية |
| | الوراثة فى الكائنات الحية | الكرموسومات والمعلومات الوراثية |
| | | تداخل فعل الجينات |
| | | الوراثة الجنسية، والأمراض الوراثية |
| | | مفهوم الجينات الوراثية |
| | | تجارب وقوانين مندل |
| | | العبور الوراثى |
| | المادة الوراثية DNA | الكرومسومات |
| | | الكروموسوم البكتيرى والبلازميد |
| | | المادة الوراثيةDNA<br>الحمض النووى الديؤكسى ريبوزي |
| | | تضاغف DNA |
| | | اصلاح عيوب DNA |
| | | الطفرات |
| **الوحدة الثالثة: الجينات** | التعبير الجينى | الجين |
| | | RNA |
| | | الشفرة الوراثية |
| | | المحتوى الجينى |
| | | التعبير الجينى |
| | | عملية النسخDNA |
| | | عملية تهذيب الشفرة الوراثية |
| | | عملية ترجمة الشفرة الوراثية |
| | | تصنيع البروتين |
| | معالجة الجينات | عزل الجينات |
| | | عملية معالجة الجينات |
| | | الانزيمات المستخدمة فى معالجة الجينات |
| | | التكاثر اللاجنسى والتكاثر الجنسى |

| الوحدات الدراسية | الموضوعات الاساسية | الموضوعات الفرعية |
|---|---|---|
| | | تقنية زراعة الخلايا والأنسجة |
| | | النقل الجينى التقليدى فى البكتريا: الاقتران الوراثى، والتحول الوراثى، والاستقطاع الوراثى |
| | | تقنيات النقل الجينى غير التقليدى عن طريق النواقل: البلازميد Ti، ولاقمات البكتريا، والفيروسات، والجينات المتحركة |
| | | النقل الجينى عن طريق المعالجات الكيميائية والفيزيقية:PEG ، ودمج البروتوبلاست، والحقن الدقيق، والحقن بالليزر، والثقب الكهربي، ومسدس الجينات |
| **الوحدة الرابعة: تقنيات وتطبيقات حيوية** | تقنيات التكنولوجيا الحيوية | تهجين DNA |
| | | تفاعل البلمرة المتسلسل |
| | | تقنية DNA معاد الاتحاد |
| | | تقنية الحامض النووى الديؤكسى ريبوزى المكمل |
| | | تقنية اكثار الجين |
| | | الخرائط الجينية |
| | | البصمة الوراثية |
| | تطبيقات التكنولوجيا الحيوية | الزراعة والإنتاج الحيوانى |
| | | البيئة |
| | | الصناعة |
| | | الطاقة |
| | | الطب والعلاج |
| | | الجينات البشرية |
| | تقنيات المعلوماتية الحيوية | تقنية سانغر Frederick Sanger لتشفيرDNA |
| | | قياس نسبة نشاط الجينات |
| | | مصفوفة DNA الدقيقة DNA Microarray |
| | | دراسة أماكن ارتباط البروتينات بالحمض النووى (الترسيب المناعى للكروماتين) Chromatin Immuno Precipitation |
| | | دراسة نسبة نشاط الجينوم تقنية RNA-Seq |
| | | تعدد أشكال النوكليوتيدات المفردة-Single |

| الوحدات الدراسية | الموضوعات الاساسية | الموضوعات الفرعية |
|---|---|---|
| | | nucleotide polymorphism (SNP) |
| | تطبيقات المعلوماتية الحيوية | عمليات الأيض |
| | | البيئة |
| | | صحة الإنسان |
| | | الميكروبات |
| | | الجهاز المناعى والحساسية |
| | | الأغذية المهندسة وراثياً |
| **الوحدة الخامسة: البيانات الحيوية وتحليلها** | المبادئ الإحصائية فى تحليل البيانات | نظرية الاحتمالات |
| | | التسلسل العشوائى |
| | | التوقعات |
| | | تمثيل البيانات الحيوية بأساليب إحصائية |
| | إنشاء قواعد البيانات الحيوية | تقنيات تشفير DNA |
| | | إنشاء قواعد البيانات الحيوية |
| | | أمثلة لقواعد بيانات حيوية |
| | | الأرشيف الجينى |
| | | مشروع الجينوم البشرى |
| | | مشروع موسوعة عناصر الحمض النووي ENCODE |
| | | مشروع الميكروبيوم البشرى HMP |
| **الوحدة السادسة: استخدام أدوات المعلوماتية الحيوية** | استخدام الإنترنت فى الأبحاث الجينية | قراءة الشفرة الوراثية |
| | | تحليل تتابعات البروتين |
| | | فحص قاعدة بيانات حيوية واستخدامها |
| | | بحث موقع NCBI |
| | | أداة البحث الأساسية Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) |
| | | FASTA |
| | استخدام برمجيات الكمبيوتر فى الأبحاث الجينية | استخدام برنامج الفحص التركيبى ثلاثى الأبعاد Cn3D |
| | | استخدام برمجة الكمبيوتر |

| الوحدات الدراسية | الموضوعات الاساسية | الموضوعات الفرعية |
|---|---|---|
| | | البرمجة الديناميكية فى المعلوماتية الحيوية |
| **الوحدة السابعة: الاختبارات والأمراض الجينية** | الطفرات الجينية | الطفرات الجينية |
| | | اكتشاف الطفرات بالاختبارات الجينية |
| | الاختبارات الجينية | استكشاف الاختبارات الجينية |
| | | فهم الاختبارات الجينية للكشف عن الطفرات |
| | | تقويم الاختبارات الجينية |
| | الأمراض الجينية | استكشاف الفحص الجينى للأمراض الوراثية |
| | | علاج الأمراض الجينية |
| | | الخلايا الجذعية Stem Cells |
| **الوحدة الثامنة: التطور والعلاقات التطورية** | التطور البيولوجى | نشأة الكائنات الحية وتطورها |
| | | أدلة حدوث التطور |
| | دراسة العلاقات التطورية بين الأنواع | مقارنة السلاسل البروتينية للأنواع المتقاربة |
| | | مقارنة السلاسل البروتينية للأنواع المختلفة |
| | | الانقراض الجينى |
| **الوحدة التاسعة: القضايا والأخلاقيات الحيوية** | القضايا الحيوية المعاصرة | البيئة والغذاء |
| | | الطب والعلاج بالجينات |
| | | تكنولوجيا الإنجاب |
| | | السياسة والاقتصاد |
| | | النظام الاجتماعى |
| | الأخلاقيات الحيوية | تأثير التكنولوجيا فى المجتمع |
| | | الخصوصية والأمان الحيوى |
| | | التضمينات الأخلاقية للاختبارات الجينية |
| | | تقويم الاختبارات الجينية |

**أساليب التدريس فى المنهج:**

يتضمن منهج المعلوماتية الحيوية من أجل التميز مجموعة من الأساليب التدريسية التى تهدف إلى تنمية الوعى، والإدراك بالمفاهيم العلمية المتضمنة فى المنهج، ومهارات التفكير الناقد، والمهارات الرياضية؛ ومهارات تحليل البيانات الإحصائية ومهارات البحث، والتجريب ومهارات استخدام أدوات المعلوماتية الحيوية

من مواقع الكترونية، وبرامج كمبيوترية وهذه الأساليب التدريسية كما يلى: خرائط المفاهيم، وحل المشكلات الإبداعى، والبحث والتحرى، والاستقصاء، والتجريب المعملى، والمناقشة الجدلية، ومدخل التحليل الأخلاقى، والمناقشة، والعصف الذهنى.

**الأنشطة التعليمية فى المنهج:**

يتضمن مجموعة من الأنشطة كما يلى: تجارب علمية فى دراسة الخلية، والجزيئات الحيوية، واستخلاص المادة الوراثية؛ وبحث مصادر المعلوماتية الحيوية على شبكة الإنترنت مثل بحث موقع (NCBI)؛ واستخدام قواعد البيانات الحيوية؛ واستخدام أطالس الجينات، والبروتينات للمقارنة بين الأنواع الحيوية؛ واستخدام برامج الكمبيوتر الخاصة بتحليل بيانات المعلوماتية الحيوية مثل برامج استخدام برنامج (BLAST)؛ وتصميم نماذج للبروتينات؛ ورسم خرائط جينية لأنواع حيوية؛ وتصميم كروت الجينات؛ وتصميم شجرة الحياة لتطور الأنواع؛ وعقد ندوات مع خبراء مختصين فى الأبحاث الجينية؛ وعقد جلسات عصف ذهنى؛ لاتخاذ القرار فى بعض القضايا الحيوية؛ وعقد مناظرات حول قضايا الأخلاقيات الحيوية؛ وتحليل السيناريو لبعض القضايا الحيوية؛ وزيارة مراكز الهندسة الوراثية، والتكنولوجيا الحيوية.

**المصادر التعليمية فى المنهج:**

وتشتمل على ما يلى: مراكز المعلوماتية الحيوية على شبكة الإنترنت؛ وقواعد البيانات الحيوية على شبكة الإنترنت؛ وبرامج الكمبيوتر المتعلقة بمجال المعلوماتية الحيوية؛ ومراكز الهندسة الوراثية، والتكنولوجيا الحيوية؛ والمراجع، والموسوعات المتخصصة فى علم الجينات، والهندسة الوراثية؛ والمراجع المتخصصة فى علم الإحصاء.

**طرق التقويم فى المنهج:**

تقترح الباحثة تطبيق أساليب التقويم التالية: اختبارات المفاهيم، واختبارات تحليل، البيانات، واختبارات التفكير الناقد، وبطاقة الملاحظة، وأوراق العمل، ومقاييس الاتجاهات، ومقاييس الأخلاقيات الحيوية، والمقابلة الشخصية، واختبارات تطبيقية على الكمبيوتر، وملفات الإنجاز.

**البرنامج الزمنى للمنهج:**

يستغرق تنفيذ المنهج عاماً دراسياً واحداً، مكون من فترتين دراسيتين؛ كل فترة دراسية تتضمن اثنى عشر أسبوعاً؛ ويكون المجموع الكلى لزمن التدريس أربعاً وعشرين أسبوعاً دراسياً، بواقع حصتين أسبوعياً ويكون إجمالى مجموع الحصص الدراسية اللازمة لتطبيق المنهج ثمانى وأربعين حصة دراسية موزعة على وحدات المنهج التسعة.

**الدراسة التجريبية وأدواتها**

**أولاً: إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة دراسية من منهج المعلوماتية الحيوية المقترح من أجل التميز فى الأحياء بعنوان "الاختبارات والأمراض الجينية"**

قامت الباحثة بإعداد دليل المعلم (ملحق٤)؛ لتدريس وحدة دراسية من المنهج المقترح بعنوان (الاختبارات والأمراض الجينية). وقد قامت الباحثة بصياغة دروس الوحدة الدراسية، والتى تضمنت ثلاثة دروس رئيسة، وهى: الطفرات الجينية، والاختبارات الجينية، والأمراض الجينية، وتضمن دليل المعلم: مقدمة للمعلم، والأهداف العامة للوحدة الدراسية، والدروس المتضمنة فى الوحدة، والأهداف الإجرائية لكل درس من دروس الوحدة، وأساليب التدريس، والأنشطة التعليمية، والمصادر التعليمية، وأساليب التقويم، والجدول الزمنى لتدريس الوحدة، وأوراق عمل الطلاب على بعض الأنشطة المقترحة. وقد قامت الباحثة بعرض دليل المعلم على مجموعة من الخبراء المحكمين، وذلك للصورة الأولية لدليل المعلم، وعلى ضوء آراء المحكمين السابقة تم إعداد الوحدة الدراسية، ودليل المعلم، ووضعها فى صورتـها النهائية.

**ثانياً: إعداد اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية**

قامت الباحثة بإعداد اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية (ملحق٥) وفقاً لما يلى:

**الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس مدى فعالية الوحدة الدراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب الصف الثالث الثانوى بعض مستويات التميز فى الأحياء المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية. وحددت الباحثة مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية فى خمسة مستويات كما يلى: تعريف المفاهيم إجرائياً، وربط المفاهيم بصورة عقلية متكاملة، وإدراك العلاقة بين المفاهيم، وتطبيق المفاهيم بصورة وظيفية، وتفسير المفاهيم المعقدة.

**مواصفات الاختبار:** قامت الباحثة بوضع أسئلة الاختبار بحيث تغطى المفاهيم المتضمنة فى وحدة (الاختبارات، والأمراض الجينية). وقد قامت الباحثة بتصميم اختبار يتضمن عدة أنواع من الأسئلة؛ وقد تضمن الاختبار عدة محاور تبعاً لمستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية؛ وقد راعت الباحثة وضع أسئلة تعبر عن كل مستويات التميز المستهدفة لكل مفهوم رئيس, مع مراعاة الأوزان النسبية لأهمية كل مفهوم متضمن فى الوحدة الدراسية؛ وتوضح الباحثة عدد الأسئلة على كل مستوى من مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية، والوزن النسبى، والدرجة النهائية لكل مستوى، ونوعية الأسئلة، وأرقام الأسئلة فى (جدول٤). وقد جاء العدد النهائى لمفردات الاختبار أحد وعشرون مفردة. وقد راعت الباحثة وضوح مفردات الاختبار، وقصر الجمل ذات المعنى. وقد قامت الباحثة بالتحكيم على الاختبار من خلال عرضه

على مجموعة من المختصين للتأكد من صحة المفردات، وملاءمتها لأهداف الاختبار. ثم تم إعداد الصورة النهائية للاختبار فى ضوء آراء المحكمين.

**حساب صدق وثبات وزمن الاختبار:** قامت الباحثة بالتأكد من صدق الاختبار عن طريق صدق المحكمين؛ حيث تم عرض الاختبار على مجموعة من المختصين فى مجال العلوم الأحيائية؛ لاستطلاع آرائهم بشأن مفردات الاختبار، وقد تم إجراء التعديلات المقترحة على إعادة صياغة بعض المفردات فى ضوء آراء الخبراء. ثم قامت الباحثة بحساب ثبات الاختبار بطريقة إعادة الاختبار؛ حيث قامت الباحثة بتجريب تطبيق الاختبارعلى مجموعة مكونة من أربع وعشرين طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوى فى إحدى مدارس محافظة القاهرة التابعة لإدارة القاهرة الجديدة التعليمية تطبيق أول أعقبه تطبيق ثانى بفارق ثلاثة أسابيع, ثم حساب معامل الثبات باستخدام معادلة بيرسون (فؤاد أبوحطب,١٩٩١) وقد جاء معامل الارتباط = ٠,٨٤ ومعامل الثبات = ٠,٨٤, ثم قامت الباحثة بحساب زمن الاختبار أثناء التطبيق التجريبى, وقد جاء زمن إجراء الاختبار مساويا خمساً وأربعين دقيقة.

**(جدول٤)**

**الوزن النسبى وعدد الأسئلة لاختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية عن وحدة "الاختبارات والأمراض الجينية" لمجموعة الطلاب ن=٢٤**

| مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية | عدد الاسئلة | الدرجة النهائية | الوزن النسبى % | نوع الأسئلة | أرقام الأسئلة |
|---|---|---|---|---|---|
| تعريف المفاهيم إجرائياً | ٦ | ٣ | %١٢ | عرف المفاهيم الأحيائية | ١ ~ ٦ |
| ربط المفاهيم بصورة عقلية متكاملة | ١ | ٨ | %٣٢ | ارسم خريطة مفاهيم | ٧ |
| إدراك العلاقة بين المفاهيم | ٦ | ٦ | %٢٤ | وضح العلاقة بين<br>قارن بين | ٨ ~ ١٣ |
| تطبيق المفاهيم بصورة وظيفية | ٥ | ٥ | %٢٠ | ما تطبيقات كل من<br>ما الاحتمالات المتوقعة من<br>ما الحالات التى تتطلب | ١٤ ~ ١٨ |
| تفسير المفاهيم المعقدة | ٣ | ٣ | %١٢ | فسر ما يلى | ١٩~ ٢١ |
| إجمالى عدد الأسئلة | ٢١ | ٢٥ | %١٠٠ | | |

**التصميم التجريبى:**

١) **اختيار مجموعة البحث التجريبية:** قامت الباحثة بتطبيق أدوات البحث على مجموعة مكونة من أربع وعشرين طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوى فى إحدى مدارس محافظة القاهرة التابعة لإدارة القاهرة الجديدة التعليمية.

٢) **تطبيق أدوات البحث قبلياً على مجموعة البحث التجريبية:** قامت الباحثة بتطبيق اختبار المفاهيم الأحيائية على مجموعة البحث تطبيقاً قبلياً، واستغرق زمن الاختبار خمساً وأربعين دقيقة.

٣) **تطبيق الوحدة الدراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز على مجموعة البحث التجريبية:** قامت الباحثة باختيار أحد معلمى الأحياء لتطبيق الوحدة الدراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية على مجموعة البحث فى إحدى مدارس القاهرة التابعة لإدراة القاهرة الجديدة التعليمية. حيث استغرق تطبيق الوحدة ثلاثة أسابيع، وأستغرق كل درس أسبوعاً دراسياً بواقع حصتين دراسيتين، إحداهما حصة مفردة زمنها خمس وأربعون دقيقة، والأخرى فترة ممتدة فى معمل الإنترنت مدتها ثمانون دقيقة.

٤) **تطبيق أدوات البحث بعدياً على مجموعة البحث التجريبية:** قامت الباحثة بتطبيق اختبار المفاهيم الأحيائية على مجموعة البحث تطبيقاً بعدياً، واستغرق زمن الاختبار خمساً وأربعين دقيقة.

**المعالجة الإحصائية**

**أولاً: المعالجة الإحصائية لبيانات الدراسة الوصفية**

قامت الباحثة بتحليل بيانات أدوات الدراسة الوصفية المتمثلة فى بيانات كل من: قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية، وقائمة مستويات التميز فى الأحياء، وقائمة التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز. وقامت الباحثة بحساب النسب المسجلة لمستوى استجابات المحكمين، وعددهم أثنا عشر محكماً، على القوائم الثلاثة فى كل من المستويات التالية: مناسب، ومناسب إلى حد ما، وغيرمناسب. وقامت الباحثة باستبعاد النسب المسجلة فى مستويات غير مناسب. ثم قامت الباحثة بحساب النسب المتبقية لكل مفردة فرعية فى القوائم الثلاثة لجميع أفراد عينة المحكمين. واستبعاد المفردات التى لم تحصل على نسبة موافقة خمساً وثمانين من المائة من مجموع أفراد مجموعة المحكمين. ثم قامت الباحثة بحساب معاملات الارتباط بين متوسطات درجات كل مفردة من مفردات القوائم الثلاثة لدى أفراد مجموعة البحث؛ وقامت الباحثة بإعداد القوائم النهائية؛ وفقاً لنتائج التحليل الإحصائى.

وقد أظهرت نتائج المعالجة الإحصائية بالنسبة لقائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية (ملحق١) أن أربعاً وثلاثين مفردة من مفردات القائمة سجلت نسبة خمساً وثمانين من المائة من المناسبة، وجاءت معاملات ارتباطها دالة إحصائياً، بينما تم استبعاد ثمانى مفردات لم تسجل نسبة الموافقة المحددة لقبولها؛ بينما أظهرت نتائج قائمة مستويات التميز فى الأحياء (ملحق٢) أن ستاً وعشرين مفردة من مفردات القائمة سجلت نسبة خمساً وثمانين من المائة من المناسبة، وجاءت معاملات ارتباطها دالة إحصائياً، وتم استبعاد خمس مفردات لم تسجل نسبة الموافقة المحددة لقبولها. بينما أظهرت نتائج قائمة التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء

(ملحق٣) أن أحد وسبعين مفردة من مفردات القائمة سجلت نسبة خمساً وثمانين من المائة من المناسبة، وجاءت معاملات ارتباطها دالة إحصائياً، وتم استبعاد أربعة مفردات لم تسجل نسبة الموافقة المحددة لقبولها.

**ثانياً: المعالجة الإحصائية لبيانات الدراسة التجريبية**

**١ـ المعالجة الإحصائية لبيانات اختبار المفاهيم الأحيائية**

قامت الباحثة بدراسة الفروق بين متوسطات درجات التطبيق القبلى، والتطبيق البعدى لاختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية (ملحق٥) فى موضوع الاختبارات، والأمراض الجينية باستخدام قيمة (ت) للعينات المرتبطة، وقد جاءت النتائج كالتالى:

**(جدول٥)**

**قيمة ت لحساب الفروق بين متوسطات درجات التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لاختبار التميز فى المفاهيم الإحيائية ن=٢٤**

| مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية | الإختبار القبلى | الإختبار البعدى | الفروق بين المتوسطات | الانحراف المعيارى | قيمة ت | الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | م١ | م٢ | | | | |
| تعريف المفاهيم إجرائياً | ١ | ٣ | ٢ | ٠.٤ | ٢.٥ | ٠.٠١ |
| ربط المفاهيم بصورة عقلية متكاملة | ٢ | ٧ | ٥ | ٠.٢ | ١٢.٥ | ٠.٠١ |
| إدراك العلاقة بين المفاهيم | ١ | ٥.٦ | ٤.٦ | ٠.٢ | ١١.٥ | ٠.٠١ |
| تطبيق المفاهيم بصورة وظيفية | ١ | ٥ | ٤ | ٠.١ | ٣.٨ | ٠.٠١ |
| تفسير المفاهيم المعقدة | ١ | ٣ | ٢ | ٠.٤ | ٢.٥ | ٠.٠١ |
| الدرجات الكلية | ٦ | ٢٣.٥ | ١٧.٥ | ٠.٨ | ٣٩.٣ | ٠.٠١ |

*درجة الحرية = ٢٣ *قيمة ت الجدولية ٠.٠١=٢.٤

وبذلك تكون الباحثة قد تحققت من صحة الفرض الأول للبحث، وهو: توجد فروق دالة إحصائيًا بين المتوسط الحسابى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين المتوسط الحسابى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى؛ لاختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية لصالح الاختبار البعدى.

**٢ـ دراسة فعالية المتغير المستقل (الوحدة الدراسية من المنهج المقترح)**

وللتعرف على فعالية المنهج المقترح على اكتساب طالبات الصف الثالث الثانوى مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية؛ قامت الباحثة بحساب حجم التأثير عن طريق حساب مربع إيتا $n^2$ ثم حساب قيمة (d).

وقد وجد أن قيمة حجم التاثير= ٢.٠٧ وتدل القيمة على أن حجم التأثير كبير نظرًا لأن القيمة تخطت ٠.٨، ويدل ذلك على أن أثر المتغير المستقل عالى فى اكتساب مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية.

**(جدول ٦)**

**حجم تأثير اختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية**

| المتغير المستقل | المتغير التابع | قيمة ت | مربع ايتا $^2n$ | قيمة (d) | مقدار حجم التأثير |
|---|---|---|---|---|---|
| الوحدة الدراسية من منهج المعلوماتية الحيوية المقترح | مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية | ٣٩.٣ | ٠.٩٧ | ٢.٠٧ | كبير |

**٣- قياس فعالية المنهج باستخدام معادلة (بلاك)**

وقامت الباحثة بقياس فعالية المنهج فى اكتساب طلاب الصف الثالث الثانوى مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية باستخدام نسبة الكسب المعدل لبلاك بالنسبة لاختبار المفاهيم الأحيائية، وتتضح النتائج فى (جدول٧).

**(جدول٧)**

**نسبة الكسب المعدل لبلاك**

| المجموعة | متوسط درجات الاختبار القبلى | متوسط درجات الاختبار البعدى | النهاية العظمى للاختبار | نسبة الكسب المعدل | الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| التجريبية | ٦ | ٢٣.٥ | ٢٥ | ١.٦٧ | دال |

يتضح من الجدول السابق أن نسبة الكسب المعدل لبلاك بالنسبة لاختبار المفاهيم الأحيائية = ١.٦٧، وهى أعلى من النسبة التى حددها بلاك ١.٢ مما يدل على أن المنهج ذو فعالية فى اكتساب طالبات الصف الثالث الثانوى مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية؛ وبذلك تكون الباحثة قد تحققت من صحة الفرض الثانى للبحث، وهو: منهج المعلوماتية الحيوية المقترح ذو فعالية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية بعض مستويات التميز المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية.

**تفسير ومناقشة نتائج الدراسة الوصفية**

يتضح من آراء الخبراء، والمختصين فى مجال الأحياء، والتربية الذين استجابوا بالتحكيم على أدوات الدراسة الوصفية، والمتمثلة فى كل من: قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية، وقائمة مستويات التميز فى الأحياء، والتصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء، ما يلى من نتائج:

**١) تفسير ومناقشة نتائج قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية**

أظهرت النتائج مناسبة أربعة وثلاثون مفردة من مفردات قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية، وعدم مناسبة ثمانى مفردات؛ وقد أوضحت النتائج أن البعد الحيوى يغطى المفاهيم الرئيسة للمعلوماتية الحيوية، وجاءت جميعها مناسبة لمستوى الطلاب، بينما جاء البعد الإحصائى فيما يتعلق بإنشاء قواعد البيانات لا يناسب مستوى الطلاب، وذلك لأنه يستغرق وقتاً طويلاً من وقت التعلم، ويتطلب خبرة أوسع؛ كما أن استخدام طريقيتين من طرق تحليل البيانات الإحصائية باستخدام برامج إلكترونية يعد غير مناسب، واكتفى الخبراء بالموافقة على برنامج واحد، وهو برنامج BLAST، وذلك لأن نتائج العديد من الأبحاث أكدت مناسبة استخدامه، وأهميته فى تحليل البيانات بطريقة مبسطة، وسهولة مستواه مقارنة ببرنامج FASTA. وفيما يخص البعد المعلوماتى أكد الخبراء على عدم مناسبة بعد تخزين قواعد البيانات لتطلبه مستوى تقنياً لم يتدرب عليه الطلاب؛ وكذلك بعد استخدام برامج رسم الجينات لصعوبتها، أما عن المفردات الخاصة بالبرمجة الكمبيوترية فلم تحظ بالقبول لصعوبة مستواها واقتصارها على القليل من الطلاب المتفوقين، والموهوبين فى مجال الكمبيوتر، واكتفى الخبراء بتغيير مفردات هذا البعد إلى مقدمة فى علم البرمجة على أن تكون بمستوى مبسط. وفيما يتعلق بالبعد البحثى جاءت الموافقة على العمليات المتضمنة فى بعد البحث الجينى ما عدا بعد الاستقصاء لعدم تضمنه فى العمليات الفرعية، واعتباره عملية رئيسة أكثر شمولاً. وفيما يخص البعد الأخلاقى رأى الخبراء عدم مناسبة بعدى الأخلاقيات البيئية، والأخلاقيات الطبية لبعد مضمونهما عن محتوى التعلم المستهدف، وتركيز المنهج على أبعاد التقنية الخاصة بالمعلوماتية الحيوية، وتطبيقاتها فى مجال الوراثة، والعلاج. وبناء على نتائج المعالجة الإحصائية، ووفقاً لآراء الخبراء، ونتائج الدراسة الوصفية أعدت الباحثة الصورة النهائية من قائمة أبعاد المعلوماتية الحيوية (جدول١). وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث الأول، وهو: ما أبعاد المعلوماتية الحيوية Bioinformatics؟

**٢) تفسير ومناقشة نتائج قائمة مستويات التميز فى الأحياء**

أظهرت النتائج مناسبة ست وعشرين مفردة من مفردات قائمة مستويات التميز فى الأحياء، وعدم مناسبة خمس مفردات. وقد أوضحت النتائج أن مستوى المفاهيم الأحيائية يشمل مستويات التميز المناسبة لمستوى الطلاب، وأكد الخبراء عدم ضرورة مستوى رسم خرائط المفاهيم، وحذفه لأنه متضمن فى مستوى ربط المفاهيم بصورة عقلية متكاملة ويعتبر أحد أساليبه. وفيما يتعلق بمهارات المعلوماتية الحيوية استبعدت النتائج مهارة البرمجة الكمبيوترية لتعقد مستواها، وتطلبها وقتاً زمنياً أطول للتدريب؛ كما تم الاكتفاء بمهارة البحث والتحرى، وحذف مهارة الاستقصاء للتركيز على عملية البحث الجينى المستهدفة ضمن أبعاد المعلوماتية الحيوية؛ وفيما يختص بأخلاقيات المعلوماتية الحيوية جاء مستوى إصدار الأحكام غير مناسب، ويرى الخبراء أن مستويات اتخاذ القرار، والتقييم كافيين ضمن مستويات التميز. وبناء على

نتائج المعالجة الإحصائية، ووفقاً لآراء الخبراء، ونتائج الدراسة الوصفية أعدت الباحثة الصورة النهائية من قائمة مستويات التميز فى الأحياء (جدول٢)؛ وبذلك تكون الباحثة قد أجابت على تساؤل البحث الثانى، وهو: ما مستويات التميز فى الأحياء الواجب تحقيقها لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة؟

**٣) تفسير ومناقشة نتائج قائمة التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز لطلاب المرحلة الثانوية العامة**

أظهرت النتائج مناسبة أحد وسبعين مفردة من مفردات قائمة عناصر المنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء، وعدم مناسبة أربعة مفردات. فقد أكدت النتائج على مناسبة الأهداف العامة، والإجرائية للمنهج، واتساقها الداخلى، والخارجى، وتكاملها فى تحقيق أبعاد التعلم المناسبة للطلاب فى العصر الحالى لما تتيحه من فرصة التكامل بين فروع العلوم، وتنمية المهارات الرياضية، والإحصائية، واستخدام الوسائل التكنولوجية، والتوسع فى استخدام برامج الكمبيوتر. وفيما يتعلق بمحتوى المنهج فقد جاءت كل موضوعاته مناسبة لمستوى الطلاب فى المرحلة الثانوية، وجاءت متناسبة مع أبعاد المعلوماتية الحيوية المحددة، وتغطى جميع أبعاد المعلوماتية الحيوية، ومستويات التميز فى الأحياء فيما يتعلق بالمفاهيم الأحيائية، والمهارات، والأخلاقيات الحيوية. وأما فيما يختص بأساليب التدريس فجاءت جميعها مناسبة لمحتوى المنهج، وأهدافه، ويمكن أن تتيح الفرصة للمعلم فى التنوع فى إجراءات التدريس ودمجها مع الكمبيوتر، والوسائل الإلكترونية المساعدة فى التدريس. وفيما يختص بالأنشطة التعليمية فقد استبعدت النتائج إجراء أنشطة على الحفريات لصعوبة تنفيذها فى المدرسة الثانوية، وتطلبها إمكانات معملية متقدمة، وكذلك استخدام برامج النماذج ثلاثية الأبعاد لرسم الجينات، والبروتينات لصعوبة الحصول على البرامج، ونقص الخبرة التقنية للمعلم لتشغيلها؛ وزيارة مراكز التحليل الجينى، والوراثى لعدم أهميتها مقارنة بزيارة مراكز الهندسة الوراثية، والتكنولوجيا الحيوية للحصول على المعلومات، والصور، ونتائج الأبحاث. وفيما يتعلق بالمصادر التعليمية جاءت جميعها مناسبة، وتلائم العصر الحالى المتمركز حول استخدام الوسائل التكنولوجية. وفيما يتعلق بعنصر أساليب التقويم استبعدت النتائج مقاييس التقدير. وفيما يتعلق بالبرنامج الزمنى للمنهج جاء مناسباً ويتيح الفرصة الكافية؛ لتحقيق أهداف التعلم المحددة بالمنهج. وبناء على نتائج المعالجة الإحصائية، ووفقاً لآراء الخبراء، ونتائج الدراسة الوصفية أعدت الباحثة الصورة النهائية من التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء. وبذلك تكون الباحثة قد أجابت على تساؤل البحث الثالث، وهو: ما التصور المقترح لمنهج فى المعلوماتية الحيوية من أجل التميز فى الأحياء، والمناسب لطلاب المرحلة الثانوية العامة؟

**تفسير ومناقشة نتائج الدراسة التجريبية**

**٤) تفسير ومناقشة نتائج اختبار المفاهيم الأحيائية**

يتضح من نتائج المعالجة الإحصائية أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١ بين نتائج الاختبار القبلى، والبعدى لصالح الاختبار البعدى فى الدرجة الكلية لاختبار التميز فى المفاهيم الأحيائية، وفى مستويات التميز الخمسة المحددة به؛ حيث اكتسبت الطالبات مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية فيما يتعلق بكل من: تعريف المفاهيم إجرائياً، وربط المفاهيم بصورة عقلية متكاملة، وإدراك العلاقة بين المفاهيم، وتطبيق المفاهيم بصورة وظيفية، وتفسير المفاهيم المعقدة. وترجع هذه الفروق إلى فعالية الوحدة الدراسية المطبقة من منهج المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طالبات المجموعة التجريبية مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية، حيث اتيحت الفرصة للطالبات إلى ما يلى: التعرف على المفاهيم الجديدة من خلال تقديم المعلم للمفاهيم بصورة مشوقة باستخدام قطع فيليمة تتصل بالمفهوم، وعروض (الباوربوينت) المدعمة بالصور، والأشكال البيانية؛ وإتاحة الفرصة لهن لبحث شبكة الإنترنت للحصول على المعلومات المتصلة بالمفهوم، والتدريب على ربط المفاهيم الكبرى بالمفاهيم الفرعية، والصغرى عن طريق تدريبهن على تخطيط، وتكوين خرائط المفاهيم؛ والقيام بالأنشطة العقلية، والعملية، والتدريب على حل المشكلات، والاستقصاء؛ واستخدام برامج الكمبيوتر لإنجاز بعض الأنشطة التعليمية؛ والمناقشة داخل مجموعات العمل، وبين المجموعات الأخرى، ومتابعة المعلم لخطوات تعلمهن، وتقويمهن فى كل مرحلة من مراحل التعلم؛ وتشجيعهن على عقد جلسات عصف ذهنى لإثراء الأفكار، وتعميق المفاهيم، واقتراح تطبيقات للمفاهيم فى مواقف متعددة؛ بجانب الاهتمام بإتاحة فرصة التدريب على اختبارات المفاهيم فى مستويات التميز المحددة بعد نهاية كل درس؛ وبذلك تكون الباحثة قد أجابت على تساؤل البحث الرابع، وهو: ما فعالية الوحدة الدراسية من المنهج المقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة بعض مستويات التميز فى الأحياء المتعلقة بالمفاهيم الأحيائية؟

**٥) تفسير ومناقشة نتائج قياس حجم الأثر**

يتضح من نتائج حجم التاثيرالمساوية ٢.٠٧، أن حجم التأثير كبير، ويدل على أن أثر المتغير المستقل، وهو الوحدة الدراسية من منهج المعلوماتية الحيوية المقترح، عالى فى اكتساب الطالبات مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية؛ ويرجع ذلك لتكامل تصميم الوحدة الدراسية، وحداثه موضوعاتها، وتقديم مفاهيم إحيائية معاصرة تجذب الطالبات المشاركات فى الدراسة التجريبية، وتزيد من حب استطلاعهن لها، وإدماج مفاهيم الأحياء، مع مفاهيم التكنولوجيا؛ والاهتمام بالأنشطة التعليمية المتصلة بزيادة وعى الطالبات بالمفاهيم، وتوضيح العلاقة بين المفاهيم، والتدريب على ربط المفاهيم بطريقة عقلية منطقية من خلال خرائط المفاهيم، والمناقشة بين مجموعات عمل الطالبات لإثراء الأفكار؛ وتدعيم الوحدة الدراسية بمصادر تعليمية متنوعة من برامج

كمبيوتر، ومواقع الإنترنت، ومراجع علمية؛ كما أتيحت الفرصة للطالبات لسؤال الخبراء، والمتخصصين وزيارة المراكز الحيوية. ونظراً لأهمية موضوع الأمراض الجينية للطالبات لتعلقه بحياتهن الصحية فقد اهتمت الطالبات بدراسة موضوع الوحدة، وسعين للبحث عن المعلومات من شبكة المعلومات الدولية، وجمع أخبار، وموضوعات ذات صلة من القضايا، والحوادث الشهيرة مما زاد من رغبتهن فى التعلم، وتعميق فهمن للمفاهيم المتضمنة بالوحدة. كما أنهن تميزوا بالنشاط، والإيجابية فى تنفيذ الأنشطة العملية، والتطبيقية المتصلة بالوحدة، وأظهروا اهتماماً كبيراً باستخدام برامج الكمبيوتر فى تنفيذ الأنشطة العلمية.

**٦) تفسير ومناقشة نتائج قياس فعالية المنهج باستخدام معادلة بلاك**

ومن نتائج نسبة الكسب المعدل (لبلاك) بالنسبة لاختبار المفاهيم الأحيائية = ١.٦٧، حيث تدل على أن المنهج ذو فعالية فى اكتساب طالبات الصف الثالث الثانوى مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية المحددة بالوحدة الدراسية، والتى تم اختبارها بواسطة اختبار مستويات التميز فى المفاهيم الأحيائية. وتدل نتائج الوحدة الدراسية، واختبار المفاهيم على وجود مؤشرات لفعالية المنهج فى تحقيق جوانب التميز فى المفاهيم الأحيائية، وأن المنهج المقترح ذو قدرة إيجابية فى تحقيق أهدافه؛ وبذلك تكون الباحثة قد أجابت على التساؤل الرئيس للبحث، وهو: ما فعالية منهج مقترح فى المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة بعض مستويات التميز فى الأحياء؟

**توصيات ومقترحات البحث**

من نتائج البحث توصى الباحثة بالتوصيات التالية: بضرورة تقديم العلوم الأحيائية المعاصرة لطلاب المرحلة الثانوية العامة؛ وتطبيق مناهج الأحياء فى تكاملها مع التكنولوجيا، والرياضيات، والإحصاء؛ والاهتمام بتنمية مستويات التميز فى الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة؛ وتدريب معلمى الأحياء على تكامل مفاهيم الأحياء مع المواد الأخرى، وتنمية المهارات الرياضية، والإحصائية لديهم؛ وتشجيع إدماج المصادر الإلكترونية الحديثة فى تدريس الأحياء، وزيادة استخدام الكمبيوتر فى تدريس الأحياء، والاتجاه نحو تصميم، وبناء المناهج فى ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة.

كما تقترح الباحثة القيام بالبحوث التالية: دراسة فعالية منهج المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة الأخلاقيات الحيوية، ومهارات تحليل البيانات الإحيائية؛ ودراسة أثر منهج المعلوماتية الحيوية فى اكتساب طلاب المرحلة الثانوية العامة مستويات التميز فى الأحياء؛ فيما يتعلق بمهارات المعلوماتية الحيوية، والأخلاقيات الحيوية.

**مراجع ومصادر البحث**


١- أحمد منصور الزهيرى (٢٠١٣): مقدمة فى المعلوماتية الحيوية والجينومية (أساسيات ومفاهيم)، المكتبة الأكاديمية، القاهرة.

٢- زهرة محمود الخفاجى، وعلى عبد الحافظ إبراهيم (٢٠١٢): المعلوماتية الحيوية، وزارة التعليم العالى والبحث العلمى، جامعة النهرين، العراق.

٣- على بن حسن بن حسين الاحمدى (٢٠١٠): تصور مقترح لتضمين الاخلاقيات الحيوية (Bioethics) في محتوى منهج الأحياء في المملكة العربية السعودية، اللقاء السنوي الخامس عشر للجمعية السعودية للعلوم التربوية والنفسية، تطوير التعليم : رؤى ونماذج ومتطلبات، من ٥-٦ يناير ٢٠١٠، جامعة الملك سعود، الرياض.

٤- فهد ناصر العبود (٢٠١٠): المعلوماتية الحيوية (Bioinformatics)، جريدة الرياض، العدد ١٥٤٥٤، أكتوبر ٢٠١٠.

٥- فؤاد أبو حطب، وآمال صادق (١٩٩١): مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائى-فى العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، ط، ص ٢٥٥١.

٦- مرفت حامد (٢٠١١): برنامج مقترح قائم على التعلم الذاتي لتنمية مفاهيم المعلوماتية الحيوية واتخاذ القرار لدى معلمى الأحياء بالمرحلة الثانوية" مجلة التربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية.

٧- محمد بن صالح أحمد الشهرى (٢٠١٠): تقويم محتوى كتب الأحياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مستحدثات علم الأحياء وأخلاقياتها، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.

٨- نجاح السعدى المرسى عرفات (٢٠١٠): دراسة تقويمية لمناهج الاحياء بالمرحلة الثانوية في ضوء تطبيقات المعلوماتية الحيوية، مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس.

**9-** A curriculum for excellence (2006): building the curriculum 1, the contribution of curriculum areas, Smarter Scotland, Scottish Executive, Crown copyright 2006.

**10-** Allison P., Carr D., Meldrum G (2012): Potential for Excellence: Interdisciplinary Learning Outdoors as a Moral Enterprise, *Curriculum Journal*, v23 n1 p43-58 2012.

**11-** A. Malcolm C (2003): Public Access for Teaching Genomics, Proteomics, and Bioinformatics, *Cell Biol Educ* Summer 2003 2:98-111.

**12-** Alex A (2013): Useful Bioinformatics Tools, Department of Computational Medicine & Bioinformatics, University of Michigan Medical School, USA.

**13-** Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P (2002): Molecular Biology of the Cell (4th ed.). Garland.

**14-** Alla LL (2012): Bioinformatics and its applications, Georgia Institute of Technology, USA.

**15-** April EB, Sarah CR, Himadri BP (2005): An Inquiry into Protein Structure and Genetic Disease: Introducing Undergraduates to Bioinformatics in a Large Introductory Course, Cell Biology Education, Vol. 4, 207-220, Fall 2005.

**16-** Barsoum MJ., Sellers PJ., Campbell AM, Heyer LJ., Paradise CJ (2013): Implementing Recommendations for Introductory Biology by Writing a New Textbook, *CBE - Life Sciences Education*, v12 n1 p106-116 Mar 2013.

**17-** Beverly K, Wendie J, Sandra BS, Nancy WP, Jamil M (2007): A Summer Program Designed to Educate College Students for Careers in Bioinformatics, CBE-Life Sciences Education Vol. 6, 74-83, Spring 2007.

**18-** Campbell, Neil (2004). Biology (7th ed.). Benjamin-Cummings Publishing Company.

**19-** Chad EC, Ross HN (2013): A Critical Analysis of Assessment Quality in Genomics and Bioinformatics Education Research, CBE-Life Sciences Education Vol. 12, 530-541, Fall 2013.

**20-** Colon BM, Burrowes, Patricia A (2011): Teaching Biology through Statistics: Application of Statistical Methods in Genetics and Zoology Courses, *CBE - Life Sciences Education*, v10 n3 p259-267 Sep 2011.

**21-** Curriculum for excellence (2004): www.curriculumfor excellencescotland.gov.uk, pp.252-277.

**22-** D Lewitter F (2011): Ten simple rules for teaching bioinformatics at the high school level. PLoS Computational Biology 7: http://www.ploscompbiol.org/article/info.

**23-** EBI (2013)**:** The European Bioinformatics Institute (EBI), European Molecular Biology Laboratory EMBL-EBI http://www.ebi.ac.uk/.

**24-** ELLS (2013): The European Learning Laboratory for the Life Sciences (ELLS), BioPro, Baden-Württemberg, Germany, http://bio-pro.de/index.html?lang=en

**25-** EMBL (2013); European Molecular Biology Laboratory, http://www.embl.de/.

**26-** Eurich C, Fields PA, Rice E (2012): Proteomics: Protein Identification Using Online Databases, *American Biology Teacher*, v74 n4 p250-255 Apr 2012.

**27-** Excellence in Science Education Group (2010): Curriculum for Excellence, The Scottish Government, Uk, http://www.scotland.gov.uk/Topics/Education/Schools/curriculum/ACE/cfeinaction/cfefactfile.

**28-** Fraser AP (2010): Reflections on Success and Retention in Urban Science Education: Voices of Five African-American Science Teachers Who Stayed, *School Science and Mathematics*, v110 n5 p238-246 May 2010.

**29-** Gregory P (2006): Elements of Bioethics, McGraw-Hill Humanities.

**30-** Grisham W, Schottler NA, Valli MJ, Beck L; Beatty J (2010): Teaching Bioinformatics and Neuroinformatics by Using Free Web-Based Tools, *CBE - Life Sciences Education*, v9 n2 p98-107 Sum 2010.

**31-** Grieve AM (2010): Exploring the Characteristics of "Teachers for Excellence": Teachers' Own Perceptions, *European Journal of Teacher Education*, v33 n3 p265-277 Aug 2010.

**32-** Hew K, Brush T (2007): Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research, Educational Technology, 55: 223-252.

**33-** Hogeweg P (2011): "The Roots of Bioinformatics in Theoretical Biology", In Searls, David B. PLoS Computational Biology **7**.

**34-** Indra NS (2010): Bioinformatics education in the 21st century, BRIEFINGS IN BIOINFORMATICS. vol 11. no 6. P.535-536, Oxford University Press.

**35-** Jan AS, Sapp J (2009): The New Foundations of Evolution: On the Tree of Life. Oxford ; New York: Oxford University Press.

**36-** Jerry EH (2003): Evolving Strategies for the Incorporation of Bioinformatics Within the Undergraduate Cell Biology

Curriculum, The American Society for Cell Biology, Cell Biology Education, Vol. 2, 233-247, Winter 2003.

**37-** Kovarik DN, Patterson DG, Cohen C, Sanders EA, Peterson KA, Porter S G, Chowning JT (2013): Bioinformatics Education in High School: Implications for Promoting Science, Technology, Engineering, and Mathematics Careers, *CBE - Life Sciences Education*, v12 n3 p441-459 Sep 2013.

**38-** Lewitter F, Bourne PE (2011): Teaching Bioinformatics at the Secondary School Level. PLoS Computational Biology, October 2011.

**39-** Lois NM (2002): A History of the Life Sciences, Third Edition Revised and Expanded, CRC Press, Taylor & Francis Group.

**40-** Louisa W, Philipp G (2013): Bioinformatics Goes to School-New Avenues for Teaching Contemporary Biology, PLOS Computational Biology, California (US) corporation, June 2013 | Volume 9 | Issue 6 | www.ploscompbiol.org.

**41-** MacKinnon N (2011): The Urgent Need for New Approaches in School Evaluation to Enable Scotland's Curriculum for Excellence, *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, v23 n1 p89-106 Feb 2011.

**42-** Mandana S, Graham W (2003): DNA Microarray Technology-What is it and how is it useful?, Biology Science Outreach, Massachusetts Institute of Technology, USA.

**43-** Maloney M, Parker J, Leblanc M, Woodard CT, Glackin M (2010): Bioinformatics and the undergraduate curriculum, CBE Life Sciences Education, The American Society for Cell Biology, 172-174.

**44-** Luscombe NM, Greenbaum D, Gerstein M (2001): What is Bioinformatics? A proposed definition and overview of the field. Method Inform Med 4: 346-3582.

**45-** Mark M, Jeffrey P, Mark L, Craig TW, Mary G, Michael H (2010): Bioinformatics and the Undergraduate Curriculum, CBE-Life Sciences Education Vol. 9, 172-174, Fall 2010.

**46-** Michael N, Jens PL (2000): Bioinformatics, Unité de Bio-Informatique Structurale, Institut Pasteur, Paris, France.

**47-** Moody G (2004): Digital Code of Life: How Bioinformatics is Revolutionizing Science, Medicine, and Business. ISBN 978-0-471-32788-2.

**48-** Nagle B (2013): Preparing High School Students for the Interdisciplinary Nature of Modern Biology, *CBE- Life Sciences Education*, v12 n2 p144-147 Jun 2013.

**49-** National Science Foundation (NSF) (2013): Innovative Technology Experiences for Students and Teachers (ITEST), Virginia, USA.

**50-** Online Biology Dictionary (2008): Branches of biology, http://www.biology-online.org/.

**51-** Porter SG, Day J, McCarty RE, Shearn A, Shingles R, Fletcher L, Murphy S, Pearlman R (2007): Exploring DNA Structure with Cn3D, *CBE - Life Sciences Education*, v6 n1 p65-73 Spr 2007.

**52-** Sapp J (2003): Genesis: The Evolution of Biology. Oxford: New York : Oxford University Press.

**53-** Ranganathan S (2005): Bioinformatics Education-Perspectives and Challenges. PLoS Computational Biology, November 2005.

**54-** Robert MV (2002): The Basics of Bioethics, Prentice Hall; second edition.

**55-** Rutkowski D, Rutkowski L, Plucker JA (2012): Trends in Education Excellence Gaps: A 12-Year International Perspective via the Multilevel Model for Change, *High Ability Studies*, v23 n2 p143-166 2012.

**56-** Stephen HW, Keith S (2008): Bioinformatics in High School Biology Curricula: A Study of State Science Standards, *CBE Life Sci Educ* 2008 7:155-162.

**57-** Steve S (2012): what is Bioinformatics?, Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), NY, USA.

**58-** Tom LB, LeRoy W (2002): Contemporary Issues in Bioethics, Wadsworth Publishing; 6th edition.

**59-** The Curriculum Review Programme Board (2006): A curriculum for excellence- progress and proposals, p.12, Scottish Executive, Edinburgh.

**60-** The National Center for Biotechnology Information (NCBI) (2013): Bioinformatics, National Library of Medicine, US, http://www.ncbi.nlm.nih.gov/.

**61-** Warren JE, Gregory RG (2006): Statistical Methods in Bioinformatics: An Introduction (Statistics for Biology and Health), second edition, Springer.

**62-** Webopedia (2013): what is bioinformatics,

http://www.webopedia.com/TERM/B/bioinformatics.html.

**63-** Wikipedia (2013): Bioinformatics,

http://en.wikipedia.org/wiki/Bioinformatics.

**64-** Stephen HW, Keith S (2008): Bioinformatics in high school biology curricula: a study of state science standards. CBE Life Sci Educ 7: 155-162.

**65-** Wefer S H, Anderson, OR (2008): Identification of Students' Content Mastery and Cognitive and Affective Percepts of a Bioinformatics Miniunit: A Case Study with Recommendations for Teacher Education, *Journal of Science Teacher Education*, V19 n4 p355-373 Aug 2008.

**66-** Wood L, Gebhardt P (2013): Bioinformatics Goes to School-New Avenues for Teaching Contemporary Biology, PLoS Comput Biol, Fran Lewitter, Whitehead Institute, United States of America**.**