فاعلية إستراتيجية (DARE) المقترحة القائمة علي الرسم و استخدام النماذج البصرية في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية وتنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد:أ.م.د/ محـــــرم يحيى محمد محمد عفيفي*

▪ **الكلمات المفتاحية:**

إستراتيجية DARE، النماذج البصرية، الرسم، التصورات الخاطئة، الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية، مهارات التفكير البصري.

▪ **ملخص البحث Abstract :**

هدف هذا البحث إلى تقديم إستراتيجية (DARE) الجديدة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية، وتحديد فاعليتها في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين وتنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية. وقد تم ذلك من خلال إجراء دراسة تشخيصية لتحديد التصورات الخاطئة لدي الطلاب والتي أجريت على مجموعة مكونة من (١٨٠) طالباً من طلاب الصف الثالث الثانوي بالمملكة العربية السعودية، والتي تم التوصل من خلالها إلى وجود (٢٧) تصور خاطئ لدي الطلاب . بعد ذلك أجريت الدراسة التجريبية للبحث والتي استخدمت الإستراتيجية المقترحة لتدريس موضوعات وحدة " الوراثة الجزيئية" المرتبطة بالبحث. وتكونت مجموعة البحث من (٦٠) طالباً، انقسمت إلى مجموعتين إحدهما تجريبية وعددها (٣٠) طالباً، والأخري ضابطة وعددها (٣٠) طالباً أيضاً. وقد أظهرت نتائج الدراسة التجريبية فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة لدي الطلاب وكذا تنمية مهارات التفكير البصري لديهم. وقد قدم البحث مجموعة من التوصيات والمقترحات التي تهدف إلى تطوير تدريس العلوم بصفة عامة وتدريس البيولوجيا بشكل خاص من خلال التوجه نحو استخدام الإستراتيجية المقترحة وتأكيد الكشف عن التصورات الخاطئة بشكل دائم كخطوة أولى وأساسية لتصويبها، والاهتمام بالرسم واستخدام النماذج البصرية ودورهما في تصويب تلك التصورات وكذا تدعيم مهارات التفكير البصري لدي الطلاب .

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد ـ كليـــة التربيـــة ـ جامعـــة عين شمس.

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك ـ الكلية الجامعية بالقنفذة ــ جامعة أم القري.

- **المقدمة :**

يزخر علم البيولوجيا الحديثة Modern Biology بكم من التطورات العلمية منذ أن وصف كل من جيمس واطسون وفرنسيس كريك نموذج اللولب المزدوج لتركيب جزئ DNA وصولاً إلي اكتشاف العلاقة بين DNA و RNA والبروتينات وفك الشفرة الوراثية Genetic Code وتحديد الكودونات المشفرة للأحماض الأمينية في تخليق البروتين Protein Synthesis وصولاً إلي تكنولوجيا DNA والهندسة الوراثية والاستفادة من التقدم الهائل في البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology للانتهاء من مشروع الجينوم البشري Human Genome Project [HGP] وتفعيل دور البصمة الوراثية DNA Fingerprint وأهميتها في القضايا العلمية المجتمعية في التحقيق الجنائي وإثبات البنوة والأبوة وصولاً إلي تأسيس علم البيومعلوماتية Bioinformatics بتطبيقاتها المجتمعية المختلفة.

و الدوجما الرئيسية Central Dogma مصطلح يصف تدفق المعلومات الوراثية داخل الخلية و دور الشفرة الوراثية أثناء تخليق البروتين ، وهي عباره عن تدفق المعلومات الوراثية من خلال انحدار خطي من DNA إلي RNA بواسطة النسخ ثم إلي بروتين بواسطة الترجمة. وهذا التتابع لتدفق المعلومات الوراثية يشكل الأساس للعمليات البيولوجية المتنوعة مثل : انقسام الخلية، الحفاظ على الثبات الداخلي في الكائنات الحية (Briggs, Morgan, Sanderson, Schulting & Wieseman, 2016).[٢]

ويعتبر المحور الخاص بتدفق المعلومات Information Flow أحد المبادئ الرئيسية التي تم عرضها في تقرير الرؤية والتغيير للرابطة الأمريكية لتقدم العلوم The American Association for the Advancement of Science`s (AAA`S) ، كما أن فهم تدفق المعلومات الوراثية بداخل الخلية أمر ضروري لفهم المزيد من الموضوعات المتقدمة مثل: توارث الصفات، تعبير الطرز المظهري، البيولوجيا النمائية ، والتطور (Briggs et al., 2016). وقد أكد تقرير الرؤية والتغيير Vision and Change علي أن تناول تدفق المعلومات ، وتبادلها، وتخزينها يعتبر أحد المفاهيم الوراثة الجزيئية الرئيسة والمحورية في تدريس البيولوجي للقرن الحادي والعشرين، حيث إن النمو والسلوك للكائنات الحية يتم من خلال تعبير المعلومات الوراثية (Woodin, Carter, & Fletcher, 2010) . وتشير الدراسات إلي أنه بالرغم من الجهود المبذولة في مراحل التعليم المختلفة للتخلص من التصورات الخاطئة لدي الطلاب ونقل تدريس البيولوجي من المحتوي إلي المفاهيم فإن الطلاب لا يزالون يحتفظون بالعديد من التصورات و المفاهيم الخاطئة عن المبادئ الأساسية في الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية Molecular Biology وذلك بعد الإنتهاء من دراسة مناهج البيولوجي ,.Briggs et al)

(١) يلتزم الباحث بالتوثيق وفقاً لنظام APA النسخة السادسة.

(2016. حيث يمثل هذا النموذج الخطي لتعبير الجين Gene Expression صعوبة لكي يتمكن منه الطلاب ، فقد أوضحت دراسة (Wright, Fisk, & Newman, 2014) عدم قدرة الطلاب علي فهم المعني الذي تحمله الأسهم في النموذج الخطي والذي يرجع إلي النسخ والترجمة في تخليق البروتين.

وإذا نظرنا إلى مناهج البيولوجي بالمرحلة الثانوية نجد أنها لا تزود الطلاب بسقالات دقيقة للتعلم العميق لمفاهيم الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية متمثلة في مفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين (Shaw, Horne, Zhang, & Boughman, 2008) ، فقد قدم مركز الإحصاءات القومي للتربية The National Center for Education Statistcs معلومات وبيانات تفيد بأن (٢١%) فقط من طلاب الصف الثاني عشر استطاعوا الإجابة بصورة صحيحة علي مجموعة أسئلة مثل : ما هو الجين ، مم يتكون الجين، ما الوظيفة الرئيسية للجين. كما توجد بيانات كافية تبين أن نسبة كبيرة من طلاب البيولوجي يدخلون السنة الأولي بالجامعة ولديهم نماذج عقلية مفقودة عن الجينات وتعبير الجين (Shaw et al., 2008) ، وأوضحت دراسات أخرى أن الطلاب في المرحلة الجامعية لديهم العديد من التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية مثل دراسة (Wright et al., 2014)، والتي أشارت إلي أنه يجب تغيير السـؤال من " هل يفهم الطلاب الدوجما الرئيسية ؟ " إلي كيف يفهم الطلاب الدوجما الرئيسية؟ ، كما أشارت دراسة (Briggs et al., 2016) إلى أن الطلاب في المدرسة المتوسطة والثانوية ليس لديهم فهم عن كينونة الـ DNA والجينات ويستمر عدم الفهم هذا معهم حتي الجامعة وذلك لعدم اتخاذ إجراءات فعالة للتصدي لذلك. كما أشارت دراسة (McDonald & Gomes, 2013) إلى أن الطلاب عند دراسة البيولوجيا التمهيدية بالجامعة يجدون صعوبة في متابعة وفهم هذه المفاهيم نتيجة لوجود العديد من التصورات الخاطئة لديهم بالمرحلة الثانوية. وتعتبر التصورات الخاطئة Misconceptions أحد أهم العوامل التي تمنع التعلم الدائم ذو المعني لدي المتعلمين. والتصورات الخاطئة هي التي تنمو لدي المتعلمين بشكل خاطئ ومختلف عن التصور المقبول علمياً (Kose, 2008). وهذا يشير إلي أهمية تحديد التصورات الخاطئة التي توجد لدي الطلاب. وتمثل التصورات الخاطئة مؤشرات للتعلم السابق والذي يكون قد حدث بشكل غير رسمي من خلال الخبرات اليومية أو بشكل رسمي في الفصل الدراسي (Briggs et al., 2016). كما أن الانتقال من الفهم البدائي إلي الفهم الأكثر خبرة يعتمد علي تنقية وإعادة تنظيم التصورات الخاطئة، وليس مجرد استبدالها فقط وذلك في إطار النظرية البنائية للتعلم. وتعتبر دراسة الوراثة الجزيئية من الأجزاء التي تحتوي علي مفاهيم صعبة لتعلم الطلاب، كما أنها صعبة التدريس من قبل المعلم، حيث يحصل الطلاب علي درجات

منخفضة بها. وأحد أسباب هذه الصعوبة هو وجود المفاهيم الخاطئة بالكتب المدرسة والتي تؤدي إلي تكون تصورات خاطئة لدي كل من الطالب والمعلم (Nusantari, 2014). والعديد من الطلاب الذين يجدون صعوبة في تعلم المفاهيم المرتبطة بتركيب الجين لا يدركون دلالة الدوجما الرئيسية لتدفق المعلومات في سياق تنظيم الجين والذي يعتبر مبدأ أساسي في البيولوجيا الجزيئية (Khodor, Halme, and Walker, 2004). ويري Tan & Waugh (2014) أن تدريس البيولوجيا الجزيئية بالمرحلة الثانوية يعاني من عدم اندماج الطلاب ونقص المصادر التي تساعد علي التمكن من هذه المنطقة الحديثة في مناهج البيولوجيا والنتيجة إحباط وعدم فهم وتضليل للطلاب. ويعتبر تصويب التصورات الخاطئة لدي الطلاب غاية أساسية في العديد من المشروعات العالمية للتربية العلمية مثل: American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993 ; National Science Education Standards [NSES], 1996 وتوجد العديد من الطرق لتحديد التصورات الخاطئة ومنها: الأسئلة مفتوحة النهاية، الاختبارات التشخيصية، خرائط المفاهيم، المقابلات الشخصية، والرسومات، فمن خلال الرسومات يمكن استخراج التصورات الخاطئة لدي الطلاب وبصفة خاصة التصورات المرتبطة بالمفاهيم المجردة، كما أنه يمكن أن تقدم معلومات مفيدة لعملية التدريس والتعلم ومعلومات عن التعبير الإبداعي، والذي يصعب الحصول عليها من استراتيجيات التقييم الأخري (Kose, 2008).

ومن الصعب أن نتخيل التدريس والتعلم أو الأداء في البيولوجي بدون الرسم Drawing واستخدام النماذج البصرية Visual Models . فالأبعاد المكانية والزمانية للبيولوجي تتضمن قدر من التعقيد الذي يتجاوز ويتحدي حدود الفهم البشري. والنماذج البصرية تعتبر أداة قوية لمواجهة هذه التحديات لأنها تساعد في جعل الغير مرئي مرئي والمعقد بسيط. وقد استخدمت هذه القوة للمرئيات (البصريات) Visuals من قبل علماء التشريح ، وفي الأعمال الفنية ليوناردو دافنشي، وأبحاث الشجرة التطورية لكارلس داروين (Quillin and Thomas, 2014). ويجب تشجيع المعلمين ليس فقط علي تدريس المتعلمين كيفية ترجمة المعلومات البصرية في الكتب المدرسية، والمقالات بالمجلات العلمية، وشرائح العروض التقديمية، ومواقع الانترنت، والسبورة البيضاء بالفصل، ولكن أيضاً لبناء الرسوم Create Drawings ، وذلك لأن الرسم يعتبر أداة قوية للتفكير والتواصل بغض النظر عن التخصص العلمي (Roam, 2008) ، كما أن الرسم مهارة علمية تتكامل مع ممارسة العلم وتستخدم في توليد الفروض العلمية، وتصميم التجارب، وترجمة ورسم النتائج وتفسيرها، وتواصل النتائج (Schwarz et al., 2009; Ainsworth, Prain, & Tytler, 2011). وبالرغم من ثراء علم البيولوجي إلا أنه

تأخر في الاعتراف بشكل واضح بالرسم كمهارة وبصفة خاصة رسم النماذج البصرية المجردة كأداة للاستدلال العلمي (National Research Council [NRC], 2014).

وتعتبر النماذج البصرية شكل من الأشكال المختلفة للنماذج العقلية Mental Models والتي تستخدم في حل المشكلات المرتبطة بنظم Science, Technology, Engineering, And Mathematics[STEM] (Harrison and Tragust, 2000 ; Koba & Tweed, 2009) . والاستدلال القائم علي النموذج Model – Based Reasoning شكل من أشكال حل المشكلات والذي يمكن من تحليل المفاهيم المعقدة والمجردة مثل مفاهيم البيولوجيا الجزيئية بما فيها الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية و تخليق البروتين. والنماذج البصرية تمثيلات خارجية تتضمن المخططات، الرسوم المتحركة، النماذج الديناميكية، وتعتبر أدوات ضرورية للإتصال وبناء المعرفة. ولكي يتم بناء الفهم ذو المعني للتركيب والوظيفة والعمليات في البيولوجي يجب أن يكون الطالب متنوراً بصرياً من خلال التمكن من المهارات المعرفية الأساسية اللازمة لترجمة والتعامل مع التمثيلات الخارجية (Schonborn and Anabrson, 2010) ، ولترجمة التمثيل الخارجي يجب فك الرموز اللغوية التي تكون هذا التمثيل، وبعد ذلك يمكن أن يبني المتعلم نموذج عقلي للتمثيل البصري(Schonborn & Anabrson, 2010). وقد أكد تقرير الرؤية والتغيير علي أهمية تطوير القدرة علي استخدام النمذجة والمحاكاة في تدرس مناهج البيولوجي.

ويمثل امتلاك مهارات التفكير البصري Visual Thinking Skills متطلباً أساسياً لمواجهة متغيرات القرن الحادي والعشرين. فمن خلال ممارسة تلك المهارات يمكن قراءة المتغيرات البصرية واستخلاص المعاني الجديدة منها، كما يمكن أن يسهم ذلك في تدعيم عملية التعلم من خلال القيام بعمليات الاستكشاف البصري والتي تحقق قدر كبير من الاندماج في التعلم، كما يمكن تنمية القدرة على الاستدلال البصري وحل المشكلات من خلال استخدام آليات التفكير البصري ومهاراته المختلفة .

إن إبتكار استراتيجيات تدريسية Teaching Strategies لمواجة الصعوبات التي تواجه الطلاب في كافة المراحل الدراسية يتطلب إعطاء المزيد والمزيد من الجهد من قبل الباحثين في مجال المناهج وطرق التدريس. حيث إن الممارسات التدريسية الأن تقدم القليل من الفرص لتنمية مهارات التفكير البصري لدي الطلاب، ولتنمية مستوي مرتفع من هذه القدرات فإنه يجب أن يكون هناك تغيير حقيقي في دروس العلوم المخططة والمنفذة، وفي الطرق التي يتم بها إعداد المعلم قبل وأثناء الخدمة. ومن الواضح أن الطلاب يحتاجون إلي الاندماج بفاعلية في عمليات التعلم، مع نمو معرفي وفوق المعرفي ووجود تدعيمات وسقالات تحفيزية(Bradley et al., 2013; Driver, Newton, & Osborn, 2000) ، الأمر

الذي قد يسهم فيه بناء إستراتيجية جديدة قائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية. وفي هذا الإطار أشار كل من (Quillin & Thomas, 2014) إلى أنه نادراً ما يتم التدريس باستخدام النماذج البصرية بشكل واضح بواسطة المعلمين.

وقد أجري الباحث بعض المقابلات الشخصية مع مجموعة من معلمي البيولوجي وطلاب المرحلة الثانوية وذلك بهدف التعرف علي ملامح تدريس موضوعات الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية متمثلة في مفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين. وقد أكد المعلمون على أن هذا الجزء يمثل صعوبة بالغة على الطلاب، كما أنهم يؤخرون تدريسه إلى نهاية الفصل الدراسي لما يواجهونه من صعوبات مع الطلاب. أما الطلاب فقد عرض الباحث عليهم مخطط يوضح الانحدار الخطي من جزئ DNA إلي RNA إلي البروتين، وطلب منهم التعليق عليه، وقد وجد الباحث قصوراً واضحاً في فهم الطلاب للمفاهيم الخاصة بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين، وعدم قدرتهم على التعامل مع المخطط المقدم لهم والتعليق عليه بالشكل المناسب. وهذا يشير إلى ضرورة تبني إستراتيجيات غير تقليدية تعتمد علي الفحص والتحليل والاستدلال والتفاعل بين الطلاب بعضهم مع بعض ومع المعلم لمساعدتهم على مواجهة تلك الصعوبات. وفي حدود علم الباحث لاتوجد دراسة عربية حاولت تصميم إستراتيجية جديدة قائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية لتصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية ومفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين وتنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب الصف الثالث الثانوي من خلال تدريس الوراثة الجزيئية ومن هنا نبعت فكرة البحث.

- **تحديد مشكلة البحث: من خلال العرض السابق يمكن تحديد مشكلة البحث في:**

" وجود العديد من التصورات الخاطئة وقصور مهارات التفكير البصري المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب المرحلة الثانوية " .

وللتصدي لهذه المشكلة حاول البحث الإجابة علي السؤال الرئيسي التالي:

ما فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة علي الرسم و استخدام النماذج البصرية في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين وتنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب المرحلة الثانوية ؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب المرحلة الثانوية ؟
٢. ما أسس الإستراتيجية المقترحة القائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية ؟

٣. ما فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب المرحلة الثانوية ؟

٤. ما فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب المرحلة الثانوية؟

- **تحديد مصطلحات البحث:**

التزم الباحث بالتحديد الإجرائي التالي لمصطلحات البحث:

١. الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية Central Dogma :

عبارة عن تدفق المعلومات الوراثية Information Flow من خلال انحدار خطي من الـ DNA إلي RNA بواسطة النسخ ثم إلي بروتين بواسطة الترجمة، حيث يتم تخليق البروتين من خلال نسخ جزئ RNA من جزئ DNA وترجمة جزئ RNA الرسول إلي سلسة من الأحماض الأمينية في وجود جزئ tRNA الناقل وجزئ rRNA الريبوسومي والإنزيمات اللازمة وجزئ ATP مصدر للطاقة .

٢. التصورات الخاطئة Misconceptions :

هي التصورات والنماذج العقلية الخاطئة والأفكار المفاهيمية التي تختلف عن الأفكار والتصورات العلمية السائدة المقبولة علمياً والمرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين.

٣. النماذج البصرية Visual Models :

عبارة عن تمثيلات بصرية خارجية تتضمن مخططات وجداول ورسوم لعمليات ترتبط بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين، ويمثل استخدامها وسيلة لتتبع التغير في فهم الطلاب للتصورات المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين.

٤. الرسم Drawing :

عبارة عن تمثيل بصري خارجي يصف أي نوع من المحتوي العلمي المرتبط بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين. ويتضمن بناء المتعلم تمثيل بصري خارجي يصف التركيب أو العلاقة العلمية ويصل إلي الابتكار من خلال إضافة معاني جديدة للبناء.

٥. مهارات التفكير البصري Visual Thinking Skills :

عبارة عن قدرة الطالب على التعامل مع النماذج البصرية المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين، وتتضمن مهارات القراءة البصرية، التمييز البصري، التحليل البصري، والاستدلال البصري.

٦. الإستراتيجية المقترحة DARE :

عبارة عن مجموعة من الخطوات التدريسية التي تتضمن أربع مراحل رئيسة وهي: رسم النموذج البصري، تحليل النموذج البصري، الاستدلال من النموذج البصري، وأخيراً تقويم النموذج البصري. وترتكز ملامح استراتيجية DARE التدريسية المقترحة علي البدء بتقديم النموذج البصري والذي يعمل كمنظم متقدم، ثم يقوم الطلاب برسم النموذج البصري بتوجيه والاستعانة بالمعلم، ثم من خلال مجموعات عمل تتم الإجابة علي الأسئلة التي تهدف إلي التحليل والاستدلال من النموذج وأخيراً عملية التقويم التي تتضمن تقويم النموذج وتقويم الطالب، ثم يتم عرض للمجموعات المختلفة الذي يليه تعقيب وشرح من المعلم الذي يمثل الموجه والمرشد للعملية التعليمية أثناء تنفيذ جميع مراحل الإستراتيجية.

- **حدود البحث:**

التزم الباحث بالحدود التالية للبحث:

١. تحديد التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين.
٢. وحدة " الوراثة الجزيئية " المقررة على طلاب الصف الثالث الثانوي بالفصل الدراسي الأول بكتاب الأحياء و موضوعات (الدوجما الرئيسية، الشفرة الوراثية، تخليق البروتين) لتدريسها بالإستراتيجية المقترحة.
٣. مجموعة من طلاب الصف الثالث الثانوي بمدرسة الإمام القرطبي الثانوية بمحافظة القنفذة بالمملكة العربية السعودية لتطبيق الإستراتيجية المقترحة عليهم.
٤. تقويم اكتساب الطلاب لأربعة مهارات فقط من مهارات التفكير البصري وهي : القراءة البصرية، التمييز البصري، التحليل البصري، الاستدلال البصري.
٥. نتائج البحث محددة بمكان وزمان إجراؤه.

- **فروض البحث:**

حاول البحث التحقق من صحة الفروض التالية :

١. توجد تصورات خاطئة مرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب الصف الثالث الثانوي بنسبة شيوع $\leq ٢٥\%$.
٢. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي و البعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح التطبيق البعدي.

٣. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح المجموعة التجريبية.

٤. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي و البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين في النتيجة الكلية وفي المهارات الفرعية لصالح التطبيق البعدي.

٥. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح المجموعة التجريبية.

- **أهداف البحث:**

حاول البحث تحقيق الأهداف التالية:

١. تحديد التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدى طلاب الصف الثالث الثانوي.

٢. بناء إستراتيجية مقترحة قائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية .

٣. تحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدى طلاب الصف الثالث الثانوي.

٤. تحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب الصف الثالث الثانوي.

- **أهمية البحث:**

يمكن تحديد أهمية البحث لما يمكن أن يسهم به لكل من:

١. **وزارة التربية والتعليم:** حيث يحاول البحث تقديم إستراتيجية جديدة تهدف إلى تطوير تدريس البيولوجيا بالمرحلة الثانوية، وبصفة خاصة الوراثة الجزيئية والتي تمثل جزء صعب ومعقد علي الطلاب، من خلال تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين، وتنمية مهارات التفكير البصري لديهم، وبالتالي يمكن أن تفيد في عمليات تطوير المناهج بوزارة التربية والتعليم.

٢. **مطوري المناهج:** قد يفيد البحث مطورو مناهج العلوم بصفة عامة ومناهج البيولوجيا على وجه الخصوص، حيث يساعد في تحديد التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين وبالتالي يمكن أنه يساعد مطورو المناهج عند بناء المناهج الجديدة والتأكيد على التصورات الصحيحة كما يمكنهم الاستفادة من النماذج البصرية واختبار التفكير البصري. كما قد يفيدهم من خلال الاستعانة بالإستراتيجية المقترحة وكيفية توظيف استخدام النماذج البصرية في تدريس البيولوجي بصفة عامة ومفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين علي وجه الخصوص.

٣. **المعلمين:** يقدم البحث إستراتيجية جديدة يمكن أن تفيد المعلمين في تطوير أداءاتهم التدريسية، من حيث القدرة علي تصويب التصورات الخاطئة وتنمية مهارات التفكير البصري لدى طلابهم. ويعتبر معلمو البيولوجيا من أكثر المستفيدين من نتائج البحث وذلك من خلال تعريفهم بالتصورات الخاطئة المرتبطة بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين وكيفية تصويبها لدي طلابهم وكذا كيفية تنمية مهارات التفكير البصري والتأكيد عليها في تدريسهم.

٤. **الطلاب**: يحدد البحث التصورات الخاطئة لدى الطلاب ومن ثم يمكنهم الاستفادة من ذلك في حياتهم الأكاديمية المستقبلية كما يمكن أن يفيدهم في حياتهم اليومية وكذا تنمية مهاراتهم وبصفة خاصة مهارات التفكير البصري. ويقدم البحث للطلاب إستراتيجية تدريسية تهدف إلي اندماجهم بفاعلية في عمليات الرسم والتحليل والاستدلال القائم علي استخدام النماذج البصرية وبذلك يخرج تدريس البيولوجي من دائرة التدريس التقليدي القائم علي التلقين والحفظ والاستظهار.

- **منهج البحث المستخدم:**

استخدم الباحث منهجين في هذا البحث:

١. **المنهج الوصفي:** وذلك عند تحديد التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب الصف الثالث الثانوي.

٢. **المنهج شبه التجريبي:** وذلك عند تحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة وتنمية مهارات التفكير البصري لدي الطلاب.

الإطـــار النظـــري للبحـــث

يتناول الإطار النظري للبحث خمسة محاور رئيسية تدور حول المنطلقات النظرية لبناء الإستراتيجية التدريسية القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية وعلاقتها بتصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين وتنمية مهارات التفكير البصري. ويتناول المحور الأول تدريس البيولوجيا بالرسم واستخدام النماذج البصرية، أما المحور الثاني فيتناول الأساس النظري لإستراتيجية DARE المقترحة، أما المحور الثالث فيتناول التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين، وفي المحور الرابع يتم تناول العلاقة بين الرسم واستخدام النماذج البصرية وتصويب التصورات الخاطئة، وفي المحور الخامس يتم تناول العلاقة بين الرسم واستخدام النماذج البصرية وتنمية مهارات التفكير البصري. وفيما يلي عرضاً تفصيلياً لكل محور من المحاور.

- **المحور الأول : تدريس البيولوجيا بالرسم واستخدام النماذج البصرية:**

النماذج البصرية Visual Models أحد أشكال النماذج العقلية Mental Models، والتي تستخدم أشكال مختلفة منها لحل المشكلات المرتبطة بنظم STEM ، وتتضمن: النماذج الشفوية ، الرياضية ، البصرية ، الديناميكية (Harrison & Treagust , 2000 ; Koba & Tweed, 2009)

وتعتبـر النمـاذج البصريـة أداة قوية لمواجهة تحديات تدريس البيولوجي لأنها تساعـد على جعل الغيـر مرئي مرئي والمعقد بسيط، واستخدت هذه القوة للمرئيات (البصريات) من قبل علماء التشريح ، وفي الأعمال الفنية ، وأبحاث الشجرة التطورية لكارلس داروين (Quillin & Thomas, 2014). وتوجد أنواع مختلفة من النماذج المستخدمة في الاستدلال القائم علي النموذج (Quillin &Thomas, 2014):

١. الشفوية Verbal : مثل التناظرات ، والاستعارات مثل : " الخلية مثل المصنع ".
٢. الرياضية Mathematical : مثل المعادلات ، مثل : $P^2 + 2PQ + Q^2 = 1$.
٣. البصرية Visual : مثل الرسوم البيانية ، خرائط المفاهيم ، الأشجار التطورية ، المخططات القطاعات التشريحية.
٤- الديناميكية Dynamic : مثل المحاكاة.
٥- الجزيئية Molecular : مثل النماذج الجزيئية.

ويتضمن تقرير الرؤية والتغيير Vision and Change النمذجة Modeling والمحاكاة Simulation كواحدة من الكفاءات المحورية في البيولوجي، وليس بتعريف النمذجة بطريقة ضيقة في الرياضيات (AAAS, 2010)، كما يتناول التقرير الاستدلال القائم علي النموذج البصري (NRC, 2012).

ويعتبر التفكير القائم علي النموذج Model – Based Thinking عملية معقدة ويجب أن تكون مكون واضح في تدريس العلوم (Harrison & Treagust, 2000). ومن الصعب أن نتخيل التدريس والتعلم أو الأداء في البيولوجي بدون استخدام النماذج البصرية، فالأبعاد المكانية والزمانية للبيولوجي تتضمن قدر من التعقيد الذي يتجاوز ويتحدي حدود الفهم البشري. والاستدلال القائم علي النموذج شكل من أشكال حل المشكلات والذي يمكن من تحليل المفاهيم المعقدة والمجردة مثل مفاهيم البيولوجيا الجزيئية بما فيها مفاهيم الشفرة الوراثية و تخليق البروتين .

ويعتبر الاستدلال القائم علي النموذج Model – Based Reasoning أداة قوية لتعزيز التغير المفاهيمي والتعلم ذو المعني لدي الطلاب (Jonassen et al., 2005; Blumschein et al., 2009). وعندما تستخدم في العلوم، فإن هذه النماذج الواضحة تقدم المفاهيم المجردة للنظم ، ويمكن أن تستخدم بصورة فردية أو مجمعة لتوليد التنبؤات والتفسيرات (Schwarz et al., 2009).

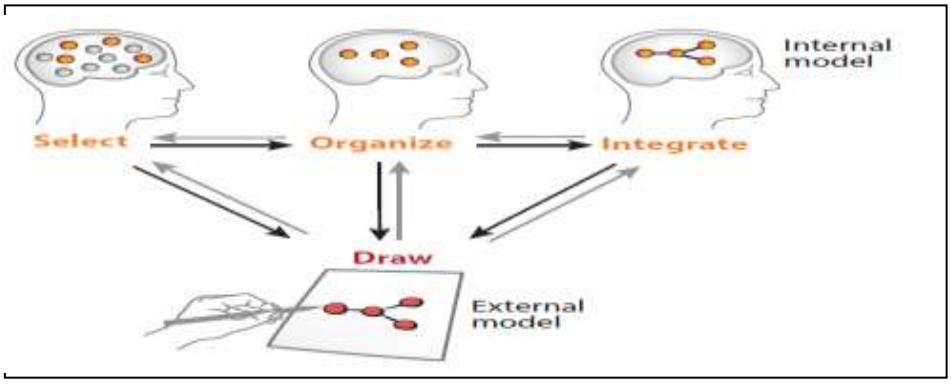
ويمثل الرسم Drawing أداة فعالة لتحقيق العديد من أهداف التربية العلمية ، حيث يرسم العديد من معلمي البيولوجي النماذج في فصولهم ويجعلوا الطلاب يرسموا أيضاً، ولكن نادراً ما يكون هذا بوعي ذاتي بهذه الإستراتيجية كمهارة علمية قابلة للتدريس والتعلم ونادراً ما تكون من منظور النمذجة. وفي دراسة حديثة علي طلاب الجامعة لبيان مدي الإدراك بالتدريس لعمليات العلم في البيولوجي، فإن الرسم أو بناء النماذج لم يكن متضمن بين (٢٢) مهارة علمية تم تقيمها، ماعدا بناء الرسم البياني من البيانات (Coil, Wenderoth, Cunningham, & Dirks, 2010). ويجب تشجيع المعلمين ليس فقط علي تدريس المتعلمين كيفية ترجمة المعلومات البصرية في الكتب المدرسية ، والمقالات بالمجلات العلمية، وشرائح العروض التقديمية، ومواقع الانترنت، والسبورة البيضاء بالفصل، ولكن أيضاً لبناء الرسوم Create Drawings وذلك لسببين:

١. الرسم يعتبر أداة قوية للتفكير والتواصل بغض النظر عن التخصص العلمي (Roam, 2008) .
٢. الرسم مهارة علمية تتكامل مع ممارسة العلم وتستخدم في توليد الفروض العلمية، وتصميم التجارب، وترجمة ورسم النتائج وتفسيرها، وتواصل النتائج (Schwarz, et al., 2009; Ainsworth, et al., 2011). وبالرغم من ثراء علم البيولوجي إلا أنه تأخر في الاعتراف بشكل واضح بالرسم كمهارة وبصفة خاصة رسم النماذج البصرية المجردة كأداة للاستدلال العلمي(National Research Council [NRC], 2012). .

ويعرف الرسم علي أنه بناء المتعلم نموذج بصري خارجي يصف أي نوع من المحتوي مثل تركيب ، علاقة ، عملية من العمليات، وتتنوع الرسومات في المدي الذي يبتكرها المتعلم. والرسومات نماذج خارجية External Models تتضمن بناء النماذج الداخلية Internal Models ، وتقترح الأدبيات أن هناك تفاعل هام يحدث بين النماذج الخارجية والنماذج الداخلية (النماذج العقلية في " عين العقل Mind`s Eye " (Jonassen et al., 2005).

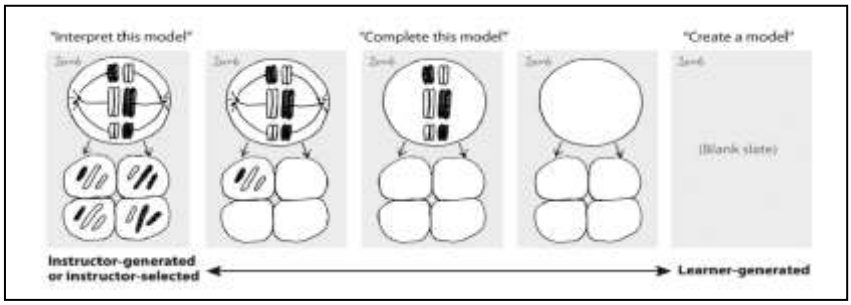
حيث يستخدم العقل بصورة طبيعية المعلومات المكانية ليشفر الأنواع الأخري من المعلومات مثل المعلومات الشفوية ويتبع ذلك مزيداً من قدرة العقل علي التذكر والتعلم (Guida & Lavielle – Guida, 2014) . ويتعلم الطالب أكثر من خلال الدمج والجمع بين المعلومات الشفوية والبصرية (Rohrer & Pashler, 2012) ، كما تعتبر المعلومات البصرية والشفوية متكاملة، حيث يفترض ماير Mayer (2009) في نظريته المعرفية للتعلم من خلال الوسائط المتعددة أن الطلاب (يبتكرون) نماذج عقلية في ذاكرتهم العاملة من خلال أداء ثلاث مهام معرفية :

١. الانتقاء (الاختيار) Selecting : انتقاء المعلومات البصرية والشفوية من المـــواد المقدمـــة أو مـــا يعرف بـ (المعالجة الحسية)، ومن المعلومات السابقة (الذاكرة بعيدة المدي) .
٢. التنظيم Organization : تنظيم المعلومات الشفوية والبصرية.
٣. التكامل Integrating : تكامل هذه العناصر في نموذج عقلي.



شكل (١): بناء النموذج البصري الخارجي عن طريق تكوين نموذج داخلي قائم علي بناء النماذج العقلية باستخدام المعلومات الشفوية والبصرية التي تمثلها النقاط بالمخ (Quillin & Thomas, 2014)

كما تناول بتوسع أيضاً كل من (Van Meter & Garner, 2005) في نظريتهم التوليدية لبناء الرسم Generative Theory of Drawing Construction افتراض أن الرسم للنموذج الطبيعي يمكن أن يحدث بعد بناء نموذج عقلي أو بالتوازي مع انتقاء، وتنظيم، وتكامل المعلومات. ويقدم شكل (٢) نموذج بصري يوضح مستويات التعامل مع النماذج البصرية من مستوى الترجمة إلى مستوى الابتكار.



شكل (2): مستويات التعامل مع النماذج البصرية من مستوي الترجمة إلي مستوي الابتكار

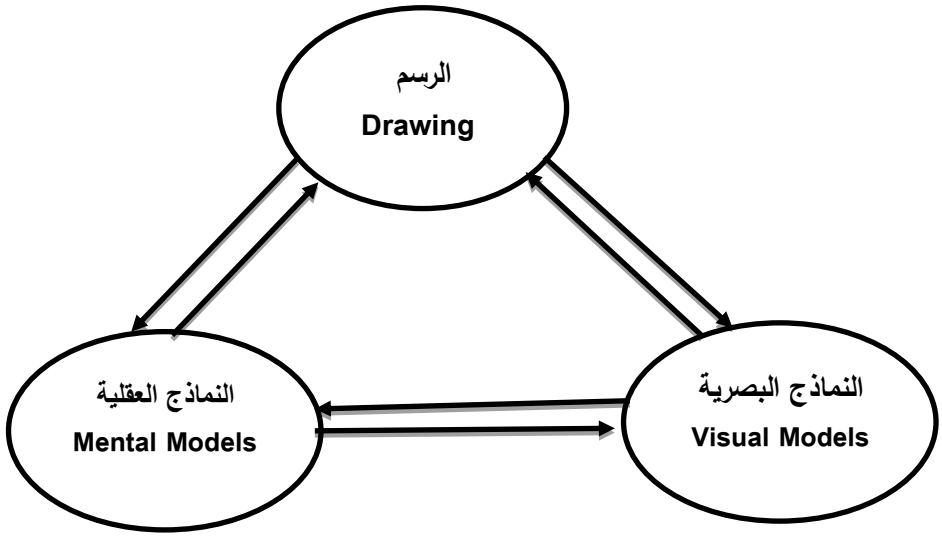
(Quillin & Thomas, 2014)

فعند أحد الأطراف (النهايات) يمكن أن يطلب من الطالب ليري ويترجم نموذج قام المعلم بإعداده أو اختياره في الفصل الدراسي أو من خلال الواجب المنزلي، وعند النهاية الأخري ، يمكن أن يطلب من الطالب أن يرسم نموذجه الخاص بدءً من الحالة الفارغة Blank State ، والمدي الكامل من الإستمرار يمثل التعلم البصري Visual Learning أو التعلم باستخدام النماذج البصرية والرسم . ولكن الدرجة التي يندمج فيها الطلاب في التعلم النشط من خلال بناء معارفهم الخاصة القائمة علي المعرفة السابقة والخبرة تزيد كلما استمر الطلاب في تحمل المزيد من المسؤلية عن رسوماتهم (Freeman et al., 2014). ونلاحظ أن إبتكار النموذج الخارجي يتطلب ليس فقط عمليات عقلية ولكن أيضاً تآزر حركي لا ستخدام الوسط الذي يتم فيه الرسم.

ويوجد بعض التناقض في الأدبيات فيما يرتبط بفاعلية استخدام الرسم في التعلم، فعلي سبيل المثال، لاحظ (Leutner et al., 2009) أن الطلاب الذين قاموا بابتكار نموذج عقلي كانت نتائجهم التعليمية أكبر من الطلاب الذين ابتكروا نموذج عقلي بالإضافة إلي الرسم. في هذه الحالة ، يظهر أن (ابتكار) نموذج عقلي كان نفسه الخطوة الحاسمة في التعلم، وأن عملية الرسم زادت من العبء المعرفي Cognitive Load بشكل غير منتج في التعلم (De Jong, 2010). ومن الممكن تفسير ذلك

بأن السبب هو أن الطلاب لديهم خبرة قليلة أو ثقة قليلة مع الرسم ، واستخدموا وقتهم بطريقـــة غيـــر فعالة، وتقترح دراسات أخري أن ابتكار نموذج خارجي يعمل كمحفز Catalyst لابتكار نموذج عقلي، وكطريقة لتحسين الفعالية المعرفية أثناء التعلم (Jonassen et al., 2005; Koba & Tweed, 2009).

ويوجد ارتباط وثيق بين النماذج البصرية والتنور البصري فالتنور البصري عباره عن قدرة الطلاب علي ترجمة النماذج البصرية، وأيضاً ابتكار نماذج بصرية خاصة بهم، والترجمة والابتكار للنماذج البصرية ليست عمليات منفصلة متمايزة، حيث إنها نهايات لشئ مستمر(Schonborn & Anderson, 2010) ، كما توجد علاقة متبادلة بين الرسم والنماذج العقلية والنماذج البصرية ويلخص الباحث في شكل (٣) العلاقة بين الرسم، النماذج البصرية، والنماذج العقلية والذي يوضح أن العلاقة تبادلية بين المكونات الثلاثة، فمن خلال الرسم تتكون النماذج العقلية وتنتج النماذج البصرية، ومن خلال النماذج العقلية يمكن الرسم الذي ينتج عنه النماذج البصرية وهذا يحدث بشكل متواصل مستمر.



شكل (٣): العـلاقة التبادليـــة بين الرسـم والنمـاذج العقليـــتة والنمـــاذج البصريـــــة (إعداد الباحث)

- **المحور الثاني: الأســاس النظــري لإستــراتيجية DARE المقترحة (أرسم ، حلل ، استدل ، قوم):**

Draw, Analysis, Reason, Evaluate [DARE] Strategy:

شغل البحث في كيفية اكتساب المتعلمين المعرفة العلمية الدقيقة عالية المستوي، واكتساب الفهم للمفاهيم المجردة والصعبة من خلال البحث عن الإستراتيجيات المناسبة معظم أدبيات التربية العلمية علي المستوي العالمي . وتوجد العديد من الدراسات التي حاولت تحديد حجم تأثير الاستراتيجيات التدريسية علي أداء الطلاب لتحديد أفضل الممارسات (Galvin et al., 2015; Hattie & Yates, 2014).

ويقوم التعلم القائم علي النموذج علي افتراض أن الفهم يتطلب بناء النماذج العقلية للظاهرة المدروسة، وبعد ذلك تأتي باقي العمليات الأخري مثل حل المشكلات والاستدلال والتي تتم من خلال استخدام النماذج العقلية (Buckley et al., 2004). والتدريس القائم علي النموذج عباره عن تطبيق يجمع بين المعلومات والمصادر وأنشطة التعلم والإستراتيجيات التعليمية ويهدف إلي تسهيل بناء النموذج العقلي سواء بشكل فردي أو جماعي (Gobert & Buckley, 2000) ويمكن القول أن للنماذج أهمية كبيرة في عملية التعلم والبحث العلمي من خلال استخدامها في صياغة الفروض ووصف الظاهرة العلمية. وقد تم التأكيد علي أهميتها من خلال العديد من المشروعات العالمية مثل (NRC, 1996 ; AAAS, 1993)

تتكون النماذج من عناصر متعددة والتي تمثل تجريد للعالم الحقيقي. وللترجمة بشكل ناجح ورسم النماذج البصرية ، يجب تنمية التنور البصري وهي القدرة علي القراءة والكتابة للغة البصرية أو الرمزية، متضمناً القدرة علي ترجمة الشفوي إلي بصري (Vanmeter et al., 2006; Schwmborn et al., 2010) والبصري إلي بصري (Hegarty, 2011) أو البصري إلي شفوي (Schonborn & Anderson, 2010).

ويحدد Schwarz et al. (2009) ثلاث مهام لبناء واستخدام النماذج تتضمن: البناء Construction ، الاستخدام Use، والتقويم Evaluation. فلنجاح رسم النماذج للإستدلال، يجب على الطلاب ليس فقط أن يكونوا قادرين علي بناء النماذج ، ولكن يجب أن يطبقوها لحل مشكلة أو عمل تنبوء وتقويم كفائتها وأيضاً مراجعتها وتحسينها (Quillin et al., 2014).

ويحدد Quillin et al. (2014) مجموعة من الإجراءات للاستدلال القائم علي النموذج البصري Visual Model – Based – Reasoning في رسم النموذج من خلال تحديد الفرق بين ملامح السطح وملامح التركيب ، تحديد العلاقات، والعمليات، والوظائف، والمباديء في النموذج، ثم استخدام النموذج من خلال توجيه الطلاب إلي أن يستخدموا النماذج التي بنوها كأدوات للإجابة علي الأسئلة وأيضاً

توجيههم إلي أن يضيفوا أو يغيروا عنصر في نماذجهم كأداة لحل المشكلة، ثم تقويم النموذج من خلال توجيه الطلاب أن يختبروا جودة نماذجهم للتأكد من أنهم قاموا بتضمين كل العناصر الضرورية بطريقة دقيقة وأيضاً توجيههم إلي أن يختبروا جودة نماذجهم للتأكد من أنهم قاموا بتضمين فقط ما هو ذو علاقة، و مراجعة النموذج من خلال توجيه الطلاب لعمل تحسينات في نماذجهم قائمة علي تقيماتهم أو تقيم أحد أخر لها.

كما قدم Yenawine (2013) نموذجاً للتدريس باستخدام النماذج البصرية قائم علي ثلاث خطوات: الملاحظة ثم التحليل الناقد ثم مشاركة الأفكار، حيث يقوم المعلم بدور الميسر والموجه للتعلم والطالب متفاعل نشط، حيث يتم بناء محتوي معرفي قوي من خلال الفهم والنقد معاً، والتأكيد علي قيمة تقديم الأدلة. ويمتنع المعلمون عن تلقين الطلاب بالمعلومات عن موضوع النموذج ، حيث يبدأ المعلم ويضمن محادثة الطلاب واستمراريتها من خلال طرح ثلاثة أسئلة متسقة مفتوحة النهاية وهي : ماذا تلاحظ ماذا يحدث في هذا النموذج ؟ (تشجيع الطلاب علي مشاركة ملاحظاتهم) وتتضمن قراءة بصرية، ما الذي تراه يجعلك تعتقد فتي ذلك ؟ (يحفز المهارات التحليلية والوعي الذاتي) وتتضمن تحليل بصري، ماذا يمكن أن يحدث أكثر ؟ (يعطي فرصة للطلاب لإجراء مزيد من الفحص والتحقيق) وتتضمن استدلال بصري. ويعمل الربط بين إجابات الطلاب علي خلق جو من الوعي والتآزر والذي يؤدي إلي المزيد من عمق الاستكشاف للموضوع أكثر مما كان سيحدث من قبل طالب واحد فقط. ويتطلب من الطلاب النظر بعناية للنموذج ، والتحدث عما لاحظوه، وربط أفكارهم بالدليل، والاستماع والأخذ في الاعتبار لوجهات نظر الآخرين ، ومناقشة العديد من التأويلات الممكنة. ومع الممارسة والنضج يصبح الطلاب قادرين علي خوض أكثر عمقاً بداخل جوانب متعددة من النموذج متضمناً شكل النموذج والغرض منه (Yenawine, 2013). وتعتبر استراتيجيات التفكير البصري طريقة تدريس قائمة علي الاستقصاء، وتبني علي الملاحظة والتحليل الناقد ومشاركة الأفكار لتنمية مهارات التفكير العليا ، والمعلم أثناء تنمية مهارات التفكير البصري يقوم بدور الميسر Facilitator وليس المحاضر، والطالب مشارك نشط في عملية التعلم ويظهر استقلالية (Franco&Unrath,2014) . كما تعتبر إستراتيجية مهارات التفكير البصري طريقة تدريس بنائية Constructivist Teaching Method تسعي إلي تنمية مهارات وقدرات الطالب علي أن يلاحظ بعمق ، ويفكر بشكل ناقد ، ويستدل مع تقديم الدليل من خلال مجموعات تعاونية (Yenawine,2013;Franco&Unrath, 2014).

وترتكز ملامح الإستراتيجية التدريسية المقترحة علي الربط بين النموذج البصري والسياق والنص المكتوب خطوة خطوة ، فلا يجب أن يكون النص في مكان وغير متقابل مع النموذج البصري حيث يتم البدء بتقديم النموذج البصري والذي يعمل كمنظم متقدم، ومصدر أساسي لاندماج الطلاب في عملية التعلم، ثم يقوم

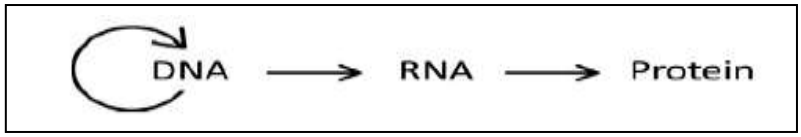
الطلاب برسم النموذج البصري من خلال مجموعات عمل للإجابة علي الأسئلة التي تهدف إلي التحليل والإستدلال من النموذج وأخيراً عملية التقويم التي تتضمن تقويم النموذج وتقويم الطالب، ثم يتم عرض للمجموعات المختلفة الذي يليله تعقيب وشرح من المعلم الذي يمثل الموجه والمرشد للعملية التعليمية أثناء تنفيذ جميع مراحل الاستراتيجية. ويراعي إعادة تنظيم المحتوي بالشكل الذي يتناسب مع النموذج البصري حيث يمثل إعادة التنظيم Reorganization لمفاهيم الوراثة الجزيئية في مفهوم الجين ، DNA ، الكروموسوم والتقديم الصحيح للمفهوم الجزيئي المرتبط بالجين على أنه قطعة من DNA نتيجة أن الجين أصغر جزء من DNA مثال لكيفية إعادة التنظيم للمفاهيم. وسوف يتم تناول الأسس والمنطلقات والمبررات والمصادر التي استخدمت في بناء الاستراتيجية المقترحة في الجزء الإجرائي من البحث.

- **المحور الثالث : التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين:**

التصورات الخاطئة Misconceptions هي أي فكرة مفاهيمية Conceptual Idea تختلف عن الفكرة العلمية السائدة المقبولة علمياُ والشائعة (Garnett & Treagust, 1990; Kose, 2008) وتظهر التصورات الخاطئة لدي الطلاب غالباً من خلال الاتصال مع معلمي العلوم ، وتفاعلات مجموعات الزملاء في وسائل الاتصال الاجتماعي أو أي أماكن أخري وغالباً خلال الاستخدام غير الناقد للكتب المدرسية (Donovan & Bransford, 2005; Kendeou & Van den Broek, 2008). وتمثل الكتب المدرسية مصدر قوي من مصادر التصورات الخاطئة لدي الطلاب ومعلميهم وذلك يحدث من خلال: التبسيط الزائد، التعميمات الذائدة، نقص الوضوح حول المفاهيم الرئيسية، والأشكال التوضيحية غير الصحيحة (Guler & Yagbsan, 2008; Hershey, 2004) . والتصورات الخاطئة في البيولوجي تعتبر عامل رئيسي مؤثر علي فهم الطلاب للعلوم في مستوي المدرسة الثانوية بالإضافة إلى العديد من المفاهيم الخاطئة التي تستمر إلي الدراسات الجامعية(Coll & Traegust, 2003)، وقد أوضحت الدرسات أن كلاً من المعلمين قبل وأثناء الخدمة لديهم مفاهيم خاطئة في بعض مكونات البيولوجيا (Burgoon, Heddle, & Duran, 2011) وبناء عليه، لكي يتم تحسين عملية التربية العلمية فإنه من الأولويات أن يجد كل المعلمين طرق حديثة وابتكارية للتعرف علي وتعديل التصورات الخاطئة التي ربما يحملونها، فقد أوضحت الدراسات القليلة التي أجريت علي المعلم أن كلاً من المعلم والطالب يمتلك مفاهيم خاطئة متشابهة (Burgoon et al., 2011). وتشكل المفاهيم السابقة أهمية كبيرة في اكتساب المعرفة العلمية الناجحة والدقيقة، فقد أوضحت الدراسات والأدبيات أنه لكي يتم التغلب علي المفاهيم الخاطئة، يحتاج الطلاب تنمية وعي ناقد جيد بها، بحيث يصبحوا قادرين علي تحديد وتطوير خرائط مفاهيمية للأفكار العلمية باستخدام التشبيهات

الجيدة والمداخل المفاهيمية الأخري لاكتساب مفاهيم علمية دقيقة (Kern & Crippen, 2008; Johnson & Lawson, 1998).

وفيما يرتبط بالدوجما الرئيسية Central Dogma والذي يرتبط بتحول الـ DNA إلي RNA إلي بروتين، فقط أكدت علي تناوله العديد من المشروعات العالمية مثل مشروعات: AAAS, 1993 & 2009 ; NSES,1996 والتي تناولت تخليق البروتين من خلال نسخ جزئ RNA من جزئ DNA وترجمة جزئ RNA الرسول إلي سلسة من الأحماض الأمينية في وجود جزئ tRNA الناقل وجزئ rRNA الريبوسومي والإنزيمات اللازمة وجزئ ATP مصدر للطاقة.



شكل (٤): نموذج الدوجما الرئيسية Central Dogma

(Wright et al., 2014)

حيث تعتبر موضوعات الأساس الجزيئي للوراثة وتدفق المعلومات، موضوعات صعبة علي الطلاب وبالأخص موضوع الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية و تخليق البروتين (Marbach – Ad, 2001; Wright et al., 2014). فالعديد من الطلاب لديهم نماذج عقلية ضعيفة للعلاقة بين الجينات، الأليلات ، والكروموسومات، وتقريباً كل كتب البيولوجي تتناول تجارب البازلاء لمندل ولكن لا تتناول أو توضح الارتباط بين الشكل الظاهري للبازلاء مثل الاستدارة مقابل المجعد وتعبير الجين عن بروتين من خلال إنزيم تفرع النشا(Newman et al., 2012). وتؤكد المعايير القومية الأمريكية للتربية العلمية National Science Education Standards [NSES] علي ضرورة تدريس مفاهيم الوراثة الجزيئية في جميع المراحل من K) (12 – ، وفي المرحلة الثانوية يتم تناول الأساس الجزيئي للوراثة ، وتؤكد علي ضرورة تخرج الطالب من المرحلة الثانوية بفهم أساسي وواسع إلي حد معقول للوراثة الجزيئية (National Research Council [NRC], 1996). والعديد من الطلاب الذين يجدون صعوبة في تعلم المفاهيم المرتبطة بتركيب الجين لا يدركون دلالة الدوجما الرئيسية لتدفق المعلومات في سياق تنظيم الجين والذي يعتبر مفهوم أساسي في البيولوجيا الجزيئية (Khodor et al., 2004; Wright et al., 2014). ويتفق الخبراء علي أن تدريس وفهم الدوجما الرئيسية لتخليق البروتين والشفرة الوراثية أمر ضروري لتدريس مقررات البيولوجيا التمهيدية بالجامعة مثل الخلية والبيولوجيا الجزيئية والبيولوجيا النمائية، و العديد من الموضوعات الأخري. ومع تطور علم الجينات والبيومعلوماتية والثورة الهائلة في هذه العلوم والتعرف علي

تتابعات الجينوم المختلفة، والجينوم البشري بصفة خاصة، فمن المهم والضروري أن نعد طلاب البيولوجي ليفكروا بعمق فيما يتعلق بتدفق المعلومات الوراثية (Wright et al., 2014; Ng & Kirness, 2010; Mavromatics et al., 2012). كما أن فهم الخصائص الجزيئية والعمليات أصبحت تحدي كبير وذلك لأن الجزيئات وخصائصها غير متاحة للإدراك المباشر، ويرتبط ذلك بنقص في مهارات حل المشكلات والاستدلال الشكلي لدي الطلاب الذين يدخلون الجامعة من حيث نقص تلك المهارات(Wilson et al., 2006) . وبناء عليه، فإن تدريس البيولوجي يجب أن يصمم ليتيح ممارسة الإستدلال الشكلي لكي يساعد علي تنمية الفهم العميق والقابل للتحويل للمفاهيم البيولوجية. تعتبر مفاهيم الجينات والوراثة الجزيئية بما تتضمنه من تناول لمفاهيم الشفرة الوراثية وتخليق البروتين والدوجما الأساسية Central Dogma من الموضوعات التي تمثل تحدياً لفهم الطلاب حتي المتخصصين في دراسة البيولوجي. وتشير التقارير إلي أن المفاهيم الخاطئة والأفكار غير الصحيحة في هذه الموضوعات قد تبدأ في المرحلة المتوسطة والثانوية (AAAS, 1993) . حيث يشترك طلاب المدرسة الثانوية من دول مختلفة في قدر من الأفكار والمفاهيم الخاطئة مثل عدم فهم العلاقة بين الجين، الكروموسوم، والخلية، ويعتقدون أن الخلايا المختلفة تحتوي على جينات مختلفة، ولا يفهمون كيفية انتقال المعلومات الوراثية (Smith & Knight, 2012).

وتشير نتائج دراسة Shaw et al. (2008) إلي أن الطلاب كانوا غير قادرين علي وصف الجين وتركيبه ووظيفته. والجين هو قطعة من DNA والتي تعبر عن طبيعة معينة. والـ DNA هو المادة الوراثية والذي يتكون من الفوسفات والسكر الديـوكسي ريبـوز والقواعـد النيتروجينية ، والذي يكون عديدات الأحماض الأمينية، كمـا أدت بعض التشبيهـات بالكتـب المدرسيـة إلي أن أصبـح التسلسل الهرمي بين الجينات والـ DNA ، والكروموسومات أكثر ارتباكاً بين الطلاب (Nusantari, 2014).

ويرجع Nusantari (2014) أسباب التصورات الخاطئة في الوراثة الجزيئية وعلم الجينات بالكتب المدرسة إلى تناول مفاهيم الوراثة المندلية بصورة تقليدية وعدم تناول ما هو حادث من تقدم هائل في هذا المجال، كما أنه لا يتم تناول التفسيرات علي المستوي الجزيئي. و يمثل المدخل الجزيئي مطلباً في المستقبل ليدعم النمو المتسارع في علم الوراثة الجزيئية. كما أشار إلى أنه لو استمرت الكتب في تقديم المعلومات الوراثية التقليدية فإن معارف الطلاب ستتطور ببطء، كما أن استخدام التشبيهات الخاطئة يؤدي إلي حدوث الفهم الخاطيء، كما أن التصورات الخاطئة للمعلمين توجد بشكل واضح وقد تكون سبباً رئيسياً لتكون تلك المفاهيم لدي الطلاب، فقد يدرك المعلمون الفروق بين الجينات، و DNA و الكروموسومات وظيفياً، ولا يدركون الفرق تركيبياً وتكون النتيجة عدم قدرة المعلم علي شرح طبيعة تعبير الجين، ويوجد صعوبة لدي المعلم في تخيل عملية النسخ ، الترجمة، تكوين البروتين . ويرجع هذا

بسبب تفسيرات الكتب المدرسية للمفاهيم بصورة غير جزيئية، ويتصور معظم المعلمين أن الشفرة الوراثية Genetic Code هي الوحدات البنائية للأحماض الأمينية . وهذا بسبب عرض المفاهيم في الكتاب المدرسي و التي تقرر أن عملية ترجمة البروتين تبدأ بترجمة تحت وحدة من الشفرة الوراثية (Nusantari, 2014).

ونستخلص مما سبق النقاط التالية:

١. تشكل الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية وفهمها متطلباً أساسياً لفهم موضوعات البيولوجيا الحديثة والمهمة مثل البيومعلوماتية ومشروع الجينوم البشري.
٢. يعتبر موضوع تدفق المعلومات والشفرة الوراثية وتخليق البروتين من الموضوعات الصعبة على طلاب المرحلة الثانوية.
٣. العديد من الطلاب لديهم نماذج عقلية ضعيفة للعلاقة بين الجينات، الأليلات، والكروموسومات.
٤. العديد من الطلاب بالمرحلة الثانوية يجدون صعوبة في تعلم المفاهيم المرتبطة بتركيب الجين وعلاقته بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين.
٥. مناهج البيولوجيا بالمرحلة الثانوية لا تزود الطلاب بسقالات دقيقة للتعلم الدقيق لمفاهيم الدوجما الرئيسية للبيولوجيا الجزيئية.
٦. نسبة كبيرة من طلاب البيولوجي يدخلون السنة الأولى بالدراسة الجامعية بنماذج عقلية مفقودة عن الجينات وتعبير الجين.

المحور الرابع: العلاقة بين الرسم واستخدام النماذج البصرية و تصويب التصورات الخاطئة:

يلعب الرسم واستخدام النماذج البصرية دوراً محورياً في تنمية المفاهيم وتصويب الخاطئ منها. فقد كشفت دراسات عديدة عن أهمية استخدام الرسومات والنماذج البصرية في الكشف عن الاستيعاب المفاهيمي للطلاب . حيث تستخدم رسومات الأطفال كآلية لبناء المعني بطريقة تختلف عن استخدام النص المكتوب والمتحدث (Haney et al., 2004)، كما تعطي الرسومات رؤية للطريقة التي يفكر بها المتعلمين (Einarsdottir, Dockett, & Perry, 2009)فالرسومات والنماذج البصرية أصبحت ليس فقط أداة للتعلم ولكن تقييم تكويني يسمح للمعلمين أن يبنوا أو يعدلوا مداخل مناهجهم في ضوء فهم الطلاب . هذه الرسومات يمكن أن تعطي رؤية لكيفية تنمية أفكار الطلاب لفترة أبعد من الزمن، وتصبح رسومات الطلاب أداة لاتصالهم، وأيضاً لعرضهم لحل مشكلاتهم حول الأفكار المعقدة والمجردة، حيث تسمح لهم أن يبدأوا في التحرك تجاه مستوي التفكير المفاهيمي، كما تفيد أيضاً في التعرف علي الخبرات السابقة ، وأيضاً الرسوم المبتكرة بواسطة الطلاب تعمل كتقويم

تكويني لتساعد المعلمين على تطوير معرفتهم المفاهيمية بالإضافة إلي أنها تساعد في التقييم مفتوح النهاية (Anderson, Ellis, & Jones, 2014)فيجب إعطاء مزيد من الاهتمام لتنيمة قدرة الطلاب علي الرسم من خلال تشجيعهم علي بناء النماذج العقلية باستخدام المعلومات الشفوية والبصرية المختلفة وإعطاء الفرصة للتعبير عن ذلك بالرسم من خلال بناء النماذج البصرية الخارجية كلما أتيحت الفرصة، لأن ذلك مـــن دوره تحسين تعلـم المفاهيـم العلميـــة المختلفة وتصحيح الخاطئ منها. كما أنه عندما يقوم المعلم بتصحيح تمرين رسم للطالب يعتبر ذلك جزء هام من استراتيجية فعالة للمعلمين لتقييم تعلم الطلاب والتعرف علي المفاهيم الخاطئة لديهم . (Kose, 2008; Dikmenli, 2010)

وقد أشار Burgoon et al. (2011) إلي أنه يجب علي جميع المعلمين أن يحددوا طرق مناسبة للتعرف علي تصوراتهم الخاطئة ومواجهتها، ويتم تدعيم ذلك في برامج إعداد المعلم، قبل أن يصبحوا قادرين على تقييم طلابهم بفاعلية. وبناء عليه فلكي يستطيع المعلمون استخدام إستراتيجيات التغيير المفاهيمي مع طلابهم فعليهم أن يمتلكوا قدر عال من المعرفة العلمية، وقدر عال من الوعي بالتصورات الخاطئة لدي طلابهم (Gomez – Zwiep, 2008) . فمجرد التعرف علي التصورات الخاطئة لدي الطلاب وتحديدها بدقة وتشخيصها، يحتاج المعلمون أن يزودوا الفصل بفرص متعددة لمواجهة التصورات الخاطئة وتقليلها وتصحيهها بقدر الإمكان من خلال بناء معرفة علمية جديدة دقيقة (National Research Council, 1997). وقد قدم (Galvin, Simmie, & O`Gray, 2015) إستراتيجية عامة تعرف بدورة 3R والتي تتضمن التعرف Recognition ، الخفض Reduction والإزالة Removal للمفاهيم الخاطئة وعدم التحرك بشكل خطي مفرد والذي يمكن أن يسهم وفيه وييسره استخدام الرسم والنماذج البصرية أثناء التدريس.

المحور الخامس: العلاقة بين الرسم واستخدام النماذج البصرية و تنمية مهارات التفكير البصري:

يعتمد التفكير البصري على الإبصار والتخيل، وللتخيل دور في تنمية مهارات التفكير البصري ، حيث يتكون من ثلاثة مكونات هي الرسم، الرؤية، والتخيل، وهي عمليـات متداخلـة فيمـا بينهـا (قائد، ٢٠١٧ والأشقر، ٢٠١٧). فالإندماج في الرسـم للنمـاذج البصرية قد يكون وسيلة فعالة في تنمية مهارات التفكير البصري لدي الطلاب. ويري Yenawine (2013) أن تكنيكات مهارات التفكير البصري The VTS Techniques تمكن المتعلمين من التفكير بصورة ناقدة حول كل جزء واتخاذ قرارات قائمة علي ملاحظاتهم عبر كل إجراء في النموذج البصري المقدم. ومن هذا المنطلق فيمكن لاستخدام إستراتيجيات تدريسية تقوم على الرسم واستخدام النماذج البصرية أن يسهم ذلك في تدعيم مهارات التفكير البصري لدى المتعلمين. ولا يوجد اتفاق في الأدبيات علي تعريف واحد للرسم، حيث توجد العديد من المصطلحات

للرسم مثل سكتش ، مخطط ، تمثيل خارجي ، نموذج خارجي ، رؤية ، إيضاح ، صورة ، تستخدم بصور مختلفة في العديد من البحوث . حيث يوجد مدخل يعرف بـ " ارسم لتتعلم " و مدخل " اكتب لتتعلم " (Libarkin & Ording, 2012; Reynolds et al., 2012; Mynlieff et al., 2014) وتحدث لتتعلم (Tanner, 2009). وتناولت العديد من الدراسات والأدبيات مهارات التفكير البصري وكيفية تنميتها وقياسها مثل دراسات (Yenawine, 2013; Franco & Unrath, 2014; Quillin et al., 2014) والتي حددت مهارات التفكير البصري في أربعة مهارات فرعية هي: القراءة البصرية، التمييز البصري، التحليل البصري، الاستدلال البصري، كما أجريت مجموعة من الدراسات التي تناولت تحديد مهارات الفكير البصري واختبارها، مثل دراسة (الأشقر، ٢٠١٧) والتي حددتها في: التعرف على الشكل البصري، تمييز الشكل البصري، تحليل الشكل البصري، تفسير المعلومات من الشكل البصري، كما حددتها (قائد، ٢٠١٧) في: التمييز البصري، إدراك العلاقات في الشكل، تفسير المعلومات، تحليل المعلومات ، استنتاج المعنى. كما أجريت دراسات هدفت إلى تنمية مهارات التفكير البصري مثل دراسة (نزال، ٢٠١٦) والتي استخدمت أنموذج " ديفز " في تنمية التفكير البصري لدى طلاب التاريخ، حيث تناول التفكير البصري على أنه قدرة عقلية يكتسبها المتعلم تمكنه من توظيف حاسة البصر في إدراك المعاني واستخلاص المعلومات من الأشكال والصور وتحويلها إلى صورة لفظية. أما دراسة (سليمان، ٢٠١٤) فاستخدمت استراتيجية شكل البيت الدائري في تدريس العلوم لتنمية التفكير البصري، وحددت خمس مهارات للتفكير البصري هي: القراءة البصرية، التمييز البصري، التحليل البصري، التفسير البصري، الاستنتاج البصري. كما أكدت دراسة (صالح، ٢٠١٢) علي قصور مهارات التفكير البصري بمناهج المرحلة الإعدادية وبصفة خاصة مهارة استخلاص المعني، و أشار إلي فاعلية دور إثراء المناهج بأدوات التفكير البصري مثل المنظمات التخطيطية بأشكالها المتنوعة، وخرائط المفاهيم، بالإضافة إلى الصور الحقيقية والرموز البصرية.

إجـــراءات البحـــث

أولاً: تحديد التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب المرحلة الثانوية (الدراسة التشخيصية):

ينص السؤال الأول من أسئلة البحث على: ما التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب المرحلة الثانوية؟ ولذلك قام الباحث بإجراء دراسة تشخيصية هدفت إلي الكشف عن التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدى طلاب الصف الثالث الثانوي. ولتحقيق هذا الهدف قام الباحث بإعداد اختبار التصورات الخاطئة وضبطة إحصائياً ثم تطبيقهً، وتم ذلك في الخطوات التالية:

(أ) بناء اختبار التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين:

إن بناء أسئلة تستخرج بدقة مدي ثراء وتعقيد تفكير الطالب يعتبر تحدي رئيسي في تقييم نمو المفهوم (Smith & Tanner, 2010) والتقييم الذي يظهر الاستيعاب المفاهيمي للطالب يعتبر ضروري للتربية العلمية,(Weston, Haudek, Prevost, Mark, and Merrill, 2015) . وقد استعان الباحث بالخطوات التي استخدمها كل من (Smith, Wood, and Knight, 2008; Shi, Wood, Martin, Guild, Vicens, & Knight, 2010) لبناء اختبار لتشخيص التصورات الخاطئة وهي كما يلي:

١. دراسة المشروعات العالمية والأدبيات التي تناولت التصورات الخاطئة في الوراثة والجينات وتخليق البروتين والشفرة الوراثية والدوجما الرئيسية مثل: العلامات المرجعية (AAAS, 1993; AAAS,2009) للتربية العلمية في المرحلة (K9-12) ، والمعايير القومية الأمريكية للتربية العلمية [NRC], (1996) ، و البحوث والدراسات السابقة التي تناولت التصورات الخاطئة المرتبطة بالوراثة والجينات والدوجما الرئيسية مثل دراسات: (Smith et al., 2008; Bowling et al., 2008; Shi et al., 2010; Kalas et al., 2013; Wright et al., 2014).
٢. مقابلة واستطلاع المتخصصين والمعلمين الذين يقومون بتدريس مقرر البيولوجي بالصف الثالث الثانوي وإعداد تصور بالمحتوي العلمي المرتبط بالدوجما الرئيسية والشفرة الوراثية وتخليق البروتين بوحدة الوراثة الجزيئية.
٣. مراجعة محتوى كتاب البيولوجي بالصف الثالث الثانوي بوحدة " الوراثة الجزيئية " في الجزء الخاص بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين .
٤. إجراء تقييم استطلاعي من خلال إعداد قائمة استطلاعية مكونة من (١٢) سؤالاً مصاغة بنمط الأسئلة المفتوحة، للإجابة عليها من قبل الطلاب بعباراتهم الخاصة.
٥. تطبيق القائمة علي (١٠) من طلاب الصف الثالث الثانوي لبيان وضوح الأسئلة والزمن اللازم للانتهاء من الإجابة عليها.
٦. تطبيق التقييم استطلاعي علي (٣٠) طالباً من طلاب الصف الثالث الثانوي ممن درسوا وحدة الوراثة الجزيئية، وتم كتابة إجاباتهم لاستخلاص التصورات الخاطئة لديهم للاسترشاد بها عند كتابة المشتتات في الأسئلة النهائية.

٧. دراسة نتائج التقييم الاستطلاعي وتحليل نتائجه وذلك لتعديل العبارات المشتته وإعادة كتابة الأسئلة.

٨. **تحديد صدق الاختبار:** عرض الاختبار علي مجموعة من الخبراء في التربية العلمية لتحديد صدقه، وذلك بهدف التأكد من صلاحيته للتطبيق في ضوء تناوله للتصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين التي تم التوصل إليها في الخطوات السابقة.

٩. **تحديد معامل ثبات الاختبار والزمن المناسب له:** قام الباحث بطباعة الاختبار وتطبيقه علي مجموعة من طلاب الصف الصف الثالث الثانوي بعد الإنتهاء من دراسة الوحدة، وذلك في العام الدراسي ٢٠١٦/ ٢٠١٧ م ، وبلغ العدد الكلي لأوراق الإجابة الصحيحة (٣٥) ورقة والتي تم في ضوئها تحديد المواصفات الإحصائية للصورة المبدئية للاختبار، وقام الباحث بحساب قيمة معامل ثبات الاختبار باستخدام برنامج SPSS لحساب معامل الثبات وقد بلغت قيمة Cronbach`s Alpha لمعامل الثبات (٠.٧٢) ، كما تم حساب زمن الاختبار من خلال متوسط الزمن الذي استغرقه جميع الطلاب في الإجابة عن أسئلة الاختبار وبلغ الزمن (35) دقيقة. وبذلك أصبح الاختبار على درجة عالية من الصدق والثبات، وصالحاً لتحديد التصورات الخاطئة لدي الطلاب.

١٠. **الشكل النهائي للاختبار[٣]:** تكون الاختبار في شكله النهائي من (٢٧) مفردة من نمط الاختيار من متعدد ، وتكونت كل مفردة من مفردات أسئلة الاختبار من الجذع والبدائل، وعدد البدائل في كل مفردة أربعة بدائل علي النحو التالي:

- بديل واحد للإجابة الصحيحة والذي يمثل المفهوم أو التصور الصحيح.
- بديل للإجابة التي تحتوي علي أحد التصورات الخاطئة التي تم التوصل إليها .
- بديلين كمشتتات للإجابة (Galvin, Simmie, & O`Gray, 2015). كما قام الباحث بإعداد ورقة إجابة للاختبار تضمنت رقم السؤال والاستجابات وبيانات عن إسم الطالب ومدرسته. ويتم تصحيح الاختبار بإعطاء درجة واحدة للإجابة الصحيحة وصفر للإجابة الخاطئة.

(٢) ملحق (١): اختبار التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين.

جدول (١): مواصفات اختبار التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين للصف الثالث الثانوي

م	المحاور الرئيسية	أرقام الأسئلة	التصورات الخاطئة	النسبة المئوية
١	الدوجما الرئيسية	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ١٧	- البروتين يسبق الجين والصفة في الترتيب - يحتوي كلاً من جزئ DNA و جزئ RNA علي أحماض أمينية - الميتوكوندريا هي التي توجه أنشطة الخلية، وليس النواة - البروتينات وحدات بنائية للجينات - جزيء DNA كمادة للوراثة يختلف باختلاف الكائن الحي - جزئ DNA ينقل المعلومات الوراثية لتخليق البروتين من النواة إلي السيتوبلازم وليس جزئ RNA - جزئ DNA يحمل الأحماض الأمينية إلي الريبوسومات	٩٤٫٢٥
٢	الشفرة الوراثية	٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٨، ١٩، ٢٣، ٢٧	- الشفرة الوراثية عبارة عن الوحدات البنائية للأحماض الأمينية - الكروموسومات هي الوحدات المتكررة التي تكون جزئ DNA - التشفير لحمض أميني واحد يتطلب (٤) نيوكليوتيدات - جزئ DNA بوليمر للشفرة الوراثية وليس للنيوكليوتيدة - الكودونات توجد علي الريبوسومات وليس علي جزئ mRNA - مضاد الكودون يوجد علي كل من جزئ tRNA وجزئ mRNA - النيوكليوتيدة تسبق الجين و الكودون في الترتيب من الأكبر إلي الأصغر - الشفرة الوراثية لجزئ DNA تتكون من (١٦) نيوكليوتيدة - القواعد النيتروجينية Nitrogenous Bases هي الوحدات البنائية للأحماض النووية - توجد (٣) قواعد نيتروجينية مسؤولة عن تخزين المعلومات الوراثية وليس التتابعات	٩٤٣٧٫٠٣
٣	تخليق البروتين	٣، ١٢، ١٤، ١٥، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٠	- الريبوسوم الوظيفي يوجد في النواة، وليس السيتوبلازم - الترجمة هي تحويل المعلومات الوراثية من DNA إلي RNA - يحمل الحمض الأميني حلي mRNA وليس tRNA - الريبوسومات لا تشترك بصورة مباشرة في تخليق البروتين - تعبير الجين يبدأ مباشرة ببناء البروتين وليس بنسخ جزئ mRNA - يوجد نوع واحد من الزيمات البلمرة لل RNA - تتم عملية بناء البروتين في النواة وليس السيتوبلازم - تحدث عملية النسخ في كل من النواة والسيتوبلازم - عملية النسخ في تخليق البروتين عبارة عن تضاعف جزئ DNA لتكوين جزيئات (mRNA, tRNA, rRNA) - يحدث تضاعف لل DNA كخطوة أولي لبناء البروتين	٩٤٣٧٫٠٣

(ب) تطبيق اختبار التصورات الخاطئة :

تم تطبيق الاختبار في صورته النهائية التي تضمنت (٢٧) سؤالاً من نمط الاختيار من متعدد Multiple – Choice Questions علي مجموعة كبيرة من الطلاب بلغ عددها (١٨٠) طالباً من طلاب الصف الثالث الثانوي. حيث تم إجراء الدراسة التشخيصية في مجموعة مدارس من مدارس محافظة القنفذة بالمملكة العربية السعودية، وأجريت الدراسة التشخيصية في نهاية الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠١٦ / ٢٠١٧ م بعد انتهاء الطلاب من دراسة وحدة " الوراثة الجزيئية ". و قام الباحث باستخراج نتائج الدراسة التشخيصية كما سيرد في الجزء الخاص بنتائج البحث.

ثانياً: تحديد أسس بناء الإستراتيجية المقترحة القائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية:

ينص السؤال الثاني من أسئلة البحث على : ما أسس الإستراتيجية المقترحة القائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية ؟ وقد قام الباحث بتحديد أسس بناء الإستراتيجية، ومبررات اقتراح الإستراتيجية، ومصادر بناء الإستراتيجية، وخطوات الإستراتيجية المقترحة تمهيداً لإعداد دليل المعلم لتدريس الوراثة الجزيئية باستخدام الإستراتيجية المقترحة، وفيما يلي عرضاً لتلك الخطوات:

(أ) أسس بناء إستراتيجية DARE المقترحة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية:

تم بناء إستراتيجية DARE المقترحة في ضوء مجموعة من الأسس تمثلت في:

١. أهمية دور النماذج البصرية والرسم في عملية التعلم والتي أكدت عليها المشروعات العالمية.
٢. العلاقة التبادلية بين بناء الرسم، بناء النماذج العقلية، وبناء النماذج البصرية.
٣. اتباع مهام بناء واستخدام النماذج البصرية (البناء، الاستخدام، التقويم).
٤. آليات الاستدلال القائم على النموذج والتي تتضمن الرسم للنموذج، تحديد العلاقات والعمليات، ثم استخدام النموذج للإجابة علي التساؤلات.
٥. الرسم أداة للاستدلال البصري، حيث إن الرسم للنموذج البصري لا يقتصر على الرسم السطحي فقط، بل يمتد إلى الإضافة والتغيير للعناصر في النماذج للوصول إلى حل للمشكلات.
٦. تصويب التصورات الخاطئة يتم من خلال الرسم ، والتحليل، والاستدلال، والتقويم للنماذج البصرية.
٧. امتناع المعلمون عن تلقين الطلاب للمعلومات عن موضوع النموذج، ولكن يجب الأخذ بخطوات التدريس باستخدام النموذج البصري. والمعلم أثناء تنمية مهارات التفكير البصري يقوم بدور الميسر وليس المحاضر ، والطالب مشارك نشط في عملية التعلم ويظهر استقلالية .
٨. لتنمية مهارات التفكير البصري يجب يجب الاستناد على استراتيجيات التدريس باستخدام النماذج البصرية متضمناً ذلك الرسم، القراءة البصرية، التحليل البصري، الاستدلال البصري.
٩. الاندماج في التعلم من خلال الرسم للنماذج البصرية شرط أساسي لنجاح عملية التدريس.

١٠. التقويم للنماذج البصرية من قبل الطلاب يسهم في تطوير النموذج وتقديم تغذية راجعة للطلاب، كما يسهم في تصويب التصورات الخاطئة وتنمية المهارات والقدرات ومنها مهارات التفكير البصري.

(ب) مبررات الإستراتيجية المقترحة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية:

١. وجود العديد من التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين مما يتطلب معه تقديم إستراتيجيات جديدة لتصويبها.
٢. نادراً ما يتم الاستعانة بالرسم والنماذج البصرية بشكل واضح من قبل المعلمين.
٣. يعاني تدريس البيولوجيا الجزيئية بالمرحلة الثانوية من عدم اندماج الطلاب والنتيجة إحباط وعدم فهم وتضليل للطلاب.
٤. صياغة محتوي كتب البيولوجي من خلال اللغة اللفظية وإهمال مهارات التفكير البصري.

(جـ) مصادر بناء الإستراتيجية المقترحة:

تم بناء الإستراتيجية المقترحة في ضوء المصادر التالية:

١. دراسة البحوث والمشروعات العالمية والتي تناولت دور الرسم واستخدام النماذج بصفة عامة والنماذج البصرية بشكل خاص في تدريس العلوم مثل وثيقة الرؤية والتغيير Vision and Change والتي تتضمن النمذجة والمحاكاة كواحدة من الكفاءات المحورية في تدريس البيولوجي.
٢. استخدام الاستدلال القائم علي النموذج Model – Based Reasoning لتعزيز التغيير المفاهيمي Conceptual Change والتعلم ذو المعني لدي الطلاب (Blumschein et al., 2009).
٣. إجراءات الاستدلال القائم علي النموذج البصري Visual model – Based Reasoning – لتعزيز مهارات التفكير البصري كما قدمه (Quillin et al., 2014).
٤. طبيعة طلاب الصف الثالث الثانوي.

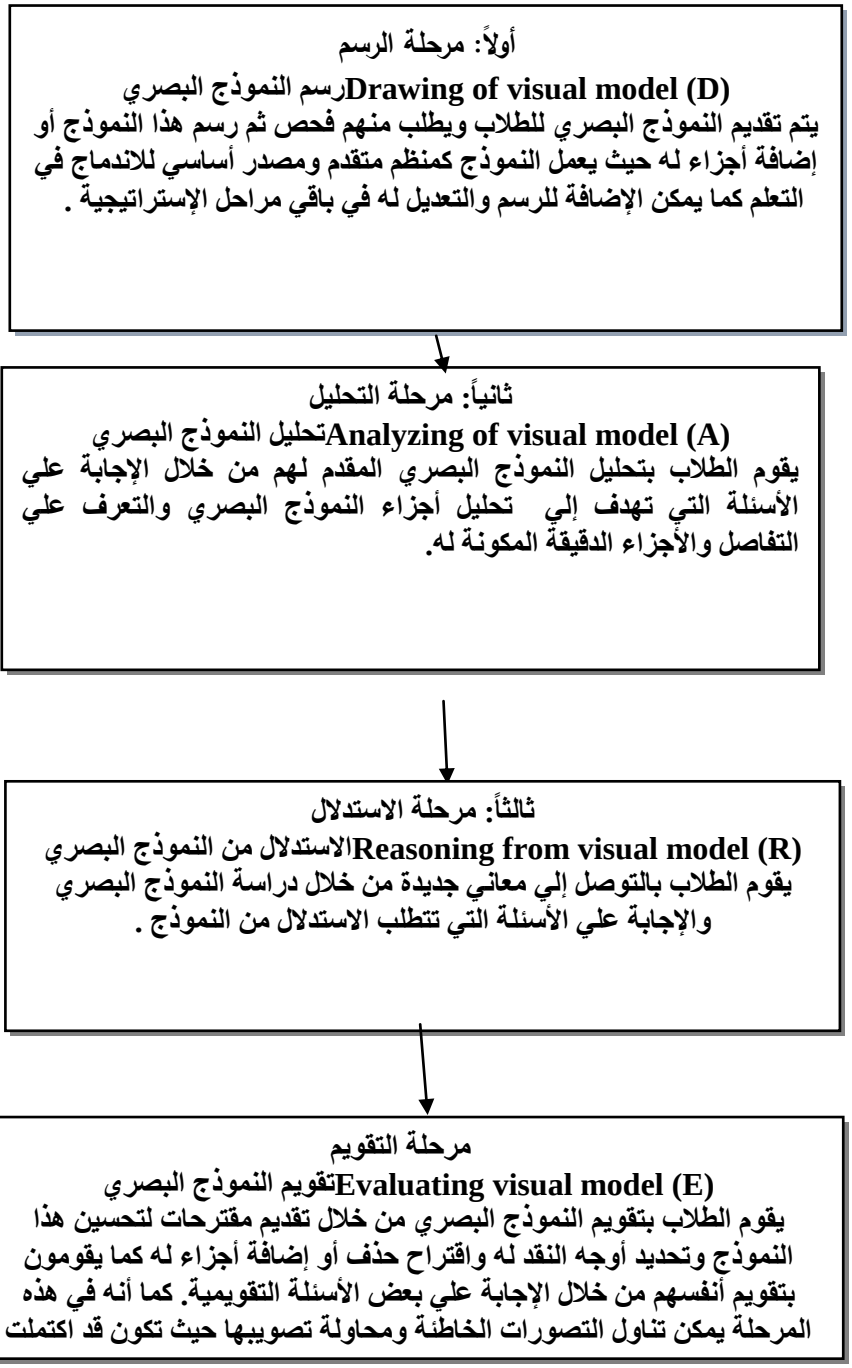
(د) أهمية إستراتيجية DARE المقترحة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية:

١. توفر الإستراتيجية فرصة لإندماج الطلاب في التعلم من خلال الرسم والتعامل مع النماذج البصرية.
٢. تتيح الإستراتيجية فرصة مناسبة للطلاب لممارسة عملية التحليل من خلال التفاعل مع النماذج البصرية والإجابة على الأسئلة التي يعدها المعلم.
٣. تقدم الإستراتيجية فرصة جيدة لممارسة الطلاب لعملية الاستدلال وكيفية التوصل إلى معاني جديدة من خلال دراسة وتحليل النماذج البصرية.
٤. توفر الإستراتيجية فرصة كبيرة لتصويب التصورات الخاطئة من خلال الاندماج في الرسم والتحليل والاستدلال من النماذج البصرية وأيضاً من خلال عملية التقويم التي يمكن من خلالها تناول المفاهيم الخاطئة وتصويبها بشكل مباشر.
٥. تتيح الإستراتيجية فرصة جيدة لممارسة مهارات التفكير البصري من خلال التعامل مع الرسم والنماذج البصرية.

(هـ) مراحل الإستراتيجية المقترحة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية:

ترتكز ملامح إستراتيجية DARE المقترحة علي البدء بتقديم النموذج البصري والذي يعمل كمنظم متقدم، ثم يقوم الطلاب برسم النموذج البصري بتوجيه والاستعانة بالمعلم من خلال مجموعات عمل للإجابة علي الأسئلة التي تهدف إلي التحليل والاستدلال من النموذج وأخيراً عملية التقويم التي تتضمن تقويم النموذج وتقويم الطالب، ثم يتم عرض للمجموعات المختلفة الذي يليله تعقيب وشرح من المعلم الذي يمثل الموجه والمرشد للعملية التعليمية أثناء تنفيذ جميع مراحل الإستراتيجية. ويتم تصويب التصورات الخاطئة في كل خطوة من خطوات الإستراتيجية ويتم مراجعة تلك التصورات والتأكيد على التصورات الصحيحة في خطوة التقويم والتي يعقبها مناقشة بين مجموعات الطلاب بعضهم مع بعض ومع المعلم. كما أن الاندماج في الرسم للنماذج البصرية يسهم بشكل مباشر في تدعيم مهارات التفكير البصري لدي الطلاب وبصفة خاصة من خلال مرحلة الرسم ومرحلة التقويم وكذا مرحلتي التحليل والاستدلال، حيث تكون قد اكتملت الرؤية للنموذج البصري والعلاقات بين مكوناته المختلفة لتأتي مرحلة التقويم التي يمكن من خلالها مراجعة النموذج البصري وإضافة أجزاء جديدة له أو حتي تعديله وتجويده.

ويوضح الشكل التالي مراحل إستراتيجية DARE المقترحة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية.



(و) دور كل من الطالب والمعلم في إستراتيجية DARE المقترحة:

جدول (٢): يوضح دور كل من الطالب والمعلم في كل مرحلة من مراحل إستراتيجية DARE المقترحة

المعلم في هذه الإستراتيجية يمثل الميسر والموجه لكل مرحلة من مراحل الإستراتيجية، كما أن المناقشة Discussion والتغذية الراجعة Feedback تتخلل وتعقب كل مرحلة من مراحل تنفيذ الاستراتيجية.

المرحلة	دور المعلم	دور الطالب
الرسم Drawing	يهئ المعلم الطلاب لاستقبال النموذج البصري بإعطائهم فكرة مبسطة عن النموذج والهدف منه، بحيث يبدأ في تنشيط تكوين النموذج العقلي لديهم، كما يجهز النماذج البصرية لكل درس من الدروس، ويساعد الطلاب على رسم النموذج من خلال متابعتهم وتقديم التغذية الراجعة لهم.	يبدأ الطلاب في الاندماج في التعلم من خلال رسم النموذج البصري المقدم لهم، والتعديل فيه والإضافة له، والاستعانة والسؤال المستمر للمعلم عند الحاجة، ومن خلال الرسم يبدأ الطلاب في إدراك العلاقات بين مكوناته، حيث تهدف هذه المرحلة إلى بناء نموذج عقلي باستخدام نموذج بصري خارجي والعكس.
التحليل Analysis	يجهز المعلم الأجزاء المطلوب تحليلها، والأسئلة التي سيجيب عنها الطلاب والتي تساعدهم على عملية التحليل للنموذج البصري .	من خلال العمل في مجموعات يبدأ الطلاب في الإجابة عن الأسئلة المقدمة لهم والتي تهدف إلي تحليل النموذج البصري .
الاستدلال Reasoning	يدرب المعلم الطلاب على عملية الاستدلال من خلال التوصل إلى معاني جديدة ويقدم لهم التغذية الراجعة اللازمة لمواصلة العمل.	بعد عملية التحليل يبدأ الطلاب في التوصل إلي معاني جديدة من خلال دراسة وفحص النموذج البصري المقدم لهم.
التقويم Evaluation	يجهز المعلم الأسئلة التقويمية والتي ترتبط بشكل أساسي بالمفاهيم الخاطئة التي تم التوصل إليها ومحاولة تصويبها.	في هذه المرحلة يقوم الطلاب بمهمتين أساسيتين، الأولى تقويم النموذج البصري وتحديد أوجه القصور فيه، وهل يحتاج إلي إضافة مزيد من التفاصيل من خلال الرسم، والثانية

		الإجابة عن الأسئلة التي أعدها المعلم والتي تهدف إلي الكشف عن وتصويب التصورات الخاطئة لديهم.

- **إعداد دليل المعلم وفقاً لإستراتيجية DARE المقترحة :**

تم إعداد دليل المعلم وفقاً لإستراتيجية DARE المقترحة القائمة على الرسم واستخدام النماذج البصرية لتدريس موضوعات الدوجما الرئيسية، الشفرة الوراثية، وتخليق البروتين، وقد تضمن النقاط التالية:

- مقدمة توضح كيفية استخدام الدليل.
- الجدول الزمني للموضوعات والنماذج البصرية المستخدمة فيها.
- الإستراتيجية المقترحة وخطواتها وكيفية استخدامها.
- دور كل من الطالب والمعلم في إستراتيجية DARE المقترحة.
- خطوات السير في الدرس باستخدام الاستراتيجية المقترحة [٤]: متضمناً ذلك النماذج البصرية المستخدمة، حيث تضمن الدليل مجموعة من النماذج البصرية المستخدمة في تدريس الموضوعات وهي كما يوضحها جدول (٣)، حيث تضمنت الوحدة (٣) موضوعات ترتبط بشكل أساسي بمجال البحث، وهذه الموضوعات هي : الدوجما الرئيسية، الشفرة الوراثية، وتخليق البروتين. وقد قام الباحث بإعداد النماذج البصرية والمهام والأسئلة مفتوحة النهاية والمرتبطة بالتصورات الخاطئة التي تم التوصل إليها في الدراسة التشخيصية.

(٣) ملحق (٢): دليل المعلم لتدريس الموضوعات وفقاً لإستراتيجية DARA المقترحة.

جدول (٣): الموضوعات والنماذج البصرية والجدول الزمني لتنفيذها

م	الموضوعات	النماذج البصرية	عدد الحصص
١	الدوجما الرئيسية Central Dogma	الدوجما الرئيسية Central Dogma	١
٢	الشفرة الوراثية Genetic Code	- الشفرة الوراثية وجزئ mRNA - الشفرة الوراثية (جدول كودونات mRNA والأحماض الأمينية الناتجة عنها) - الشفرة الوراثية (جدول كودونات mRNA متضمناً كودونات البدء وكودونات الوقف) - جزئ tRNA - الريبوسوم Ribosome	٢
٣	تخليق البروتين Protein Synthesis	- المكونات الأساسية لعملية الترجمة - مرحلة بدء الترجمة - مرحلة الاستطالة في الترجمة - الترجمة: الانتهاء من تخليق البروتين	٢

- **إعداد أوراق عمل الطلاب[٥]:**

قام الباحث بإعداد أوراق عمل الطلاب وذلك لاستخدامها أثناء تدريس الموضوعات باستخدام الإستراتيجية المقترحة، حيث تضمنت الأوراق النماذج البصرية والأسئلة والمهام المختلفة التي تساعد على تنفيذ الإستراتيجية. وقد قام الباحث بعرض دليل المعلم وأوراق عمل الطلاب على مجموعة من خبراء التربية العلمية للتأكد من مدى تحقيقها لأهداف وآليات الإستراتيجية المقترحة وتم إجراء التعديلات المطلوبة. وبذلك يكون قد تمت الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث والخاص بتحديد أسس بناء الإستراتيجية المقترحة القائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية.

ثالثاً: تحديد فاعلية إستراتيجية DARE المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين وتنمية مهارات التفكير البصري (الدراسة التجريبية للبحث) :

لكي يتم تحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين وتنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب الصف الثالث الثانوي، وذلك للإجابة عن السؤالين الثالث والرابع من أسئلة البحث، قام الباحث بالخطوات التالية:

(**4**) ملحق (٣): أوراق عمل الطلاب لتدريس الموضوعات وفقاً لإستراتيجية DARA المقترحة.

(١) التصميم التجريبي للدراسة التجريبية:

استخدم الباحث التصميم شبه التجريبي Quasi – Experimental ذو المجموعتين التجريبية والضابطة مع القياس القبلي والبعدي للمتغيرات التابعة.

(٢) تحديد المشاركين في الدراسة التجريبية : تكونت مجموعات البحث من (٦٠) طالباً للدراسة التجريبية من طلاب الصف الثالث الثانوي وجميعهم من الذكور. وقد أجريت الدراسة التجريبية علي مجموعة من طلاب مدرسة الإمام القرطبي الثانوية بمحافظة القنفذة بالمملكة العربية السعودية بالفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠١٧ / ٢٠١٨ م. وقد تكونت المجموعة التجريبية من (٣٠) طالباً والمجموعة الضابطة من (٣٠) طالباً .

(٣) إعداد اختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين :

يهدف البحث إلي تحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب الصف الثالث الثانوي وهذا تطلب بناء اختبار لقياس تلك المهارات لدي الطلاب قبل وبعد تدريس موضوعات وحدة الوراثة الجزيئية باستخدام الإستراتيجية المقترحة، وفيما يلي وصفاً لخطوات بناء الاختبار:

(أ) تحديد الهدف من الاختبار :

هدف الاختبار إلي تحديد مدي اكتساب طلاب الصف الثالث الثانوي مجموعة البحث لمهارات التفكير البصري في وحدة الوراثة الجزيئية، وذلك بهدف تحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية تلك المهارات لدى الطلاب.

(ب) تحديد مهارات التفكير البصري :

قام الباحث بدراسة مجموعة من الدراسات التي تناولت تحديد مهارات الفكير البصري واختبـــــــارها، مثل دراسات: (الأشقر، ٢٠١٧)، (قائد، ٢٠١٧)، (الكحلوت، ٢٠١٢)، (صالح، ٢٠١٢) والإطلاع على بعض الدراسات والأدبيات المرتبطة بمهارات التفكير البصري وكيفية قياسها مثل دراسات (Yenawine, 2013; Franco & Unrath, 2014; Quillin et al., 2014)، وتم تحديد أربعة مهارات للتفكير البصري والتي ترتبط بمجال البحث الحالي، وهي كما يلي:

١. **القراءة البصرية Visual Reading** : ويقصد بها القدرة علي التعرف علي النموذج البصري المعروض.
٢. **التمييز البصري Visual Differentiation**: ويقصد به القدرة علي تمييز النموذج البصري عن النماذج البصرية الأخري.

٣. **التحليل البصري Visual Analysis** : ويقصد به القدرة علي التركيز علي التفاصيل الدقيقة في الشكل أو النموذج البصري.

٤. **الاستدلال البصري Visual Reasoning** : ويقصد به التوصل إلي معاني جديدة من النموذج البصري .

(جـ) مواصفات اختبار مهارات التفكير البصري:

يوضح الجدول التالي مواصفات اختبار مهارات التفكير البصري[٦] والتي تمثل أبعاد الاختبار، وأرقام المفردات، والنسبة المئوية لكل بعد، حيث بلغ عدد مفردات الاختبار (٣٠) مفردة.

جدول (٤): مواصفات اختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين

م	مهارات التفكير البصري	أرقام المفردات	النسبة المئوية
١	القراءة البصرية	١، ٢، ٣، ٤،١٢، ١٤ ، ١٥	%٢٣.٣
٢	التمييز البصري	٥، ٦، ٨، ١٨، ٢١،٢٢،٢٥	%٢٣.٣
٣	التحليل البصري	٧،٩، ١١، ١٦، ١٧، ٢٦، ٢٧	%٢٣.٣
٤	الاستدلال البصري	١٠، ١٣، ١٩، ٢٠،٢٣، ٢٤،٢٨ ، ٢٩، ٣٠	%٣٠
٥	المجموع	٣٠ مفردة	%١٠٠

(د) صياغة مفردات الاختبار :

تم صياغة مفردات الاختبار من نوع أسئلة الاختيار من متعدد Multiple Choices ، حيث يتضمن جذع السؤال النموذج البصري ومقدمة السؤال ويليه البدائل للإجابات الصحيحة.

(هـ) تحديد صدق الاختبار: تم تحديد صدق الاختبار من خلال عرضه على مجموعة من السادة الخبراء في التربية العلمية لبيان مدى صلاحيته في قياس مهارات التفكير البصري لدي الطلاب ومدى انتماء كل مفردة من المفردات للبعد الخاص بها وكذا الدقة العلمية لكل مفردة من المفردات، وقام الباحث بإجراء

(٥) ملحق (٤): اختبار مهارات التفكير البصري في صورته النهائية.

التعديلات التي اقترحها السادة الخبراء، حيث تم حذف ثلاثة مفردات ليصبح العدد الكلي للمفردات ٣٠ مفردة.

(و) التطبيق الاستطلاعي للاختبار: قام الباحث بتطبيق الاختبار استطلاعياً على مجموعة من طلاب الصف الثالث الثانوي بلغ عددها (٣٥) طالباً وذلك بهدفين: الأول: تحديد ثبات الاختبار، حيث قام الباحث بحساب ثبات الاختبار باستخدام برنامج SPSS الإحصائى، وقد بلغت قيمة Cronbach`s Alpha لمعامل الثبات (٠.٧٩). والهدف الثاني: حساب زمن الاختبار وذلك بحساب متوسط الزمن الذي استغرقه جميع الطلاب في الإجابة عن اسئلة الاختبار والذي بلغ (٣٥) دقيقة . وبذلك أصبح الاختبار على درجة عالية من الصدق والثبات، وصالحاً لقياس مهارات التفكير البصري لدي الطلاب.

(٤) تنفيذ الدراسة التجريبية :

سارت إجراءات الدراسة التجريبية وفقاً للخطوات التالية:

١. التطبيق القبلي لاختبار التصورات الخاطئة واختبار مهارات التفكير البصري لتحديد تكافوء مجموعات البحث.
٢. تدريس موضوعات الوحدة باستخدام الإستراتيجية المقترحة : حيث قام معلم البيولوجي بتدريس الوحدة باستخدام الإستراتيجية المقترحة لطلاب المجموعة التجريبية، أما طلاب المجموعة الضابطة فتم التدريس لهم بالطريقة التقليدية بدون أي تدخلات.
٣. التطبيق البعدي للاختبارين.
٤. التحليل الإحصائي للنتائج وحساب قيمة (ت) للفروق بين المتوسطات، وحساب حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة، وأيضاً حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك لتحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة.

نتـائج البحـــــث

أولاً:نتائج الدراسة التشخيصية (نتائج اختبار التصورات الخاطئة):

قام الباحث بحساب تكرارات نتائج طلاب الصف الثالث الثانوي ونسبتها المئوية لكل سؤال من أسئلة اختبار التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين وذلك لتحديد نسبة شيوع التصورات الخاطئة. وقد توصلت الدراسة لمجموعة من التصورات الخاطئة التي تم التوصل إليها في الدراسات السابقة، كما توصلت إلي مجموعة كبيرة أخري من التصورات الخاطئة الجديدة ، وفيما يلي عرضاً لتلك النتائج.

جدول (٥): التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين ونسبة شيوعها لدى طلاب الصف الثالث الثانوي

م	التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين	نسبة الشيوع
١	البروتين يسبق الجين والصفة في الترتيب (الدوجما الرئيسية Central Dogma)	%٥٤
٢	يحتوي كلاً من جزئ DNA و جزئ RNA علي أحماض أمينية Amino Acids	%٥٢
٣	الريبوسوم الوظيفي يوجد في النواة وليس السيتوبلازم	%٢٨
٤	الميتوكوندريا هي التي توجه أنشطة الخلية، وليس النواة	%٣٦
٥	جزئ DNA ينقل المعلومات الوراثية لتخليق البروتين من النواة إلي السيتوبلازم وليس جزئ RNA	%٣٠
٦	جزئ DNA يحمل الأحماض الأمينية إلي الريبوسومات	%٣٠
٧	البروتينات وحدات بنائية للجينات	%٣٨
٨	الكروموسومات Chromosomes هي الوحدات المتكررة Repeating Units التي تكون جزئ DNA	%١٠
٩	الشفرة لحمض أميني واحد يتطلب (٤) نيوكليوتيدات	%١٠
١٠	جزئ DNA بوليمر Polymer للشفرة الوراثية وليس للنيوكليوتيدة	%٠٨
١١	الكودونات Codons توجد علي الريبوسومات وليس علي جزئ mRNA	%٣٠
١٢	الترجمة هي تحويل المعلومات الوراثية من DNA إلي RNA	%٠٦
١٣	مضاد الكودون Anticodon توجد علي كل من جزئ tRNA وجزئ mRNA	%٦٠
١٤	يحمل الحمض الأميني علي mRNA وليس tRNA	%١٤
١٥	الريبوسومات Ribosomes لا تشترك بصورة مباشرة في تخليق البروتين	%٥٠
١٦	النيوكليوتيدة تسبق الجين و الكروموزم في الترتيب من الأكبر إلي الأصغر	%٣٩
١٧	جزيء DNA كمادة للوراثة يختلف باختلاف الكائن الحي	%٦٦
١٨	الشفرة الوراثية لجزئ DNA تتكون من (٤٦) نيوكليوتيدة	%٥٠
١٩	القواعد النيتروجينية Nitrogenous Bases هي الوحدات البنائية للأحماض النووية	%٦٩
٢٠	تعبير الجين Gene Expression يبدأ مباشرة بنشاء البروتين وليس بناسخ جزئ mRNA	%٥٦
٢١	توجد نوع واحد من الإنزيمات الناسخة لـ RNA	%٣٩
٢٢	تتم عملية بناء البروتين في النواة وليس السيتوبلازم	%١١
٢٣	توجد (٣) قواعد نيتروجينية مسئولة عن تخزين المعلومات الوراثية وليس الثلاثيات	%١١
٢٤	تحدث عملية النسخ في كل من النواة والسيتوبلازم	%٣٠
٢٥	عملية النسخ في تخليق البروتين عبارة عن تضاعف جزئ DNA لتكوين جزيئات (mRNA, tRNA, rRNA)	%٣٦
٢٦	يحدث تضاعف لـ DNA كخطوة أولي لبناء البروتين	%٤٦
٢٧	الشفرة الوراثية عبارة عن الوحدات البنائية Building blocks للأحماض الأمينية	%١٠

وفيما يلي عرضاً تفصيلياً لنتائج كل سؤال من أسئلة الاختبار

نتائج السؤال الأول: العلاقة بين مفاهيم: الجين، البروتين، الصفة : يتصور الطلاب أن البروتين يسبق الجين في الترتيب ثم الصفة، وذلك بنسبة شيوع (٥٤%)، وهنا يتضح أن الدوجما الرئيسية Central Dogma غير واضحة لدي الطلاب، حيث أجاب (١٨%) فقط إجابة صحيحة وترتيب صحيح من الجين إلي البروتين إلي الصفة.

نتائج السؤال الثاني: تركيب جزئ DNA و جزئ RNA : يتصور الطلاب أن كلاً من جزئ DNA و جزئ RNA يحتوي علي أحماض أمينية Amino Acids وذلك بنسبة شيوع للخطأ (٥٢%)، حيث أجاب فقط (٣٠%) من الطلاب إجابة صحيحة، وهي احتوائهما علي الفوسفات (P).

نتائج السؤال الثالث: مفهوم الريبوسوم الوظيفي Functional Ribosome : يتصور الطلاب بنسبة (٢٨%) أن الريبوسوم الوظيفي يوجد في النواة، وليس السيتوبلازم، وهذا يشير إلي عدم إدراكهم أن الريبوسوم الوظيفي المتكون من تحت

وحدتين (الكبيرة والصغيرة) والذي يمثل البيئة التي يتم فيها تخليق البروتين يوجد في السيتوبلازم . حيث يتكون في النواة ويخرج ثم تتحد كلا التحت وحدتين لتكون الريبوسوم الوظيفي في السيتوبلازم.

نتائج السؤال الرابع: النواة تركيب في الخلية يحتوي علي جزيئات توجه أنشطة الخلية: يتصور (٣٦%) من الطلاب أن الميتوكوندريا هي التي توجه أنشطة الخلية، وليس النواة ، حيث أجاب (٢٦%) فقط إجابة صحيحة ، حيث تحتوي النواة علي جزيئات DNA و RNA والتي توجه جميع أنشطة الخلية الأخري مثل (النمو والتكاثر ...).

نتائج السؤال الخامس: ينقل جزئ RNA المعلومات الوراثية من النواة إلي السيتوبلازم لتخليق البروتين: يتصور (٣٠%) من الطلاب إن جزئ DNA هو الذي ينقل المعلومات الوراثية لتخليق البروتين من النواة إلي السيتوبلازم وليس جزئ RNA .

نتائج السؤال السادس: جزئ mRNA يحمل الشفرات الوراثية من النواة إلي الريبوسومات: يتصور (٣٠%) من الطلاب أن جزئ DNA يحمل الأحماض الأمينية إلي الريبوسومات، بينما استطاع وكانت نسبة الإجابة الخطأ (٦٤%) من الطلاب.

نتائج السؤال السابع: الجينات قطع من DNA والتي تشفر إلي بروتينات: يتصور (٣٨%) من الطلاب أن البروتينات وحدات بنائية للجينات، حيث أخفق (٧٢%) من الطلاب الإجابة الصحيحة علي السؤال، وهو أن الجينات قطع من DNA والتي تشفر إلي بروتينات. ويرتبط هذا المفهوم بالدوجما الرئيسية ، وقد أجاب (١٨%) من الطلاب إجابة صحيحة.

نتائج السؤال الثامن: النيوكليوتيدات هي الوحدات المتكررة التي تكون جزيء DNA : يتصور (٤٠%) من الطلاب أن الكروموسومات هي الوحدات المتكررة التـي تكون جزئ DNA . حيث إن النيوكليوتيدات هي الوحدات البنائية المتكررة التي تكون جزئ DNA ، وقد أجاب (٣٤%) من الطلاب إجابة صحيحة بينما أجاب (٦٦%) من الطلاب إجابة خاطئة، وكان شيوع المفهوم الخاطئ بنسبة (٤٠%).

نتائج السؤال التاسع: التشفير لحمض أميني واحد يتطلب (٣) نيوكليوتيدات: يخلط الطلاب بين عدد النيوكليوتيدات بصفة عامة والقواعد النيتروجينية (A, T, C, G)، وهي (٤) نيوكليوتيدات، وعدد النيوكليوتيدات اللازمة لتشفر لحمض أميني واحد وهي (٣) نيوكليوتيدات فقط. ونسبة شيوع المفهوم الخاطئ كانت (٤٠%)، حيث أخفق (٦٤%) من الطلاب في الإجابة الصحيحة علي هذا السؤال ، بينما أجاب عليه (١٨%) فقط إجابة صحيحة.

نتائج السؤال العاشر: جزئ DNA هو بوليمر للنيوكليوتيدة : يتصور (٥٨%) من الطلاب أن جزئ DNA بوليمر للشفرة الوراثية وليس للنيوكليوتيدة، وقد يرجع ذلك إلي الفهم الخاطئ لمفهوم البوليمر والمونمر، وكانت نسبة الإجابة الخاطئة (٨٠%) والإجابة الصحيحة (٢٠%).

نتائج السؤال الحادي عشر: الكودونات Codons : يتصور (٣٠%) من الطلاب أن الكودونات توجد علي الريبوسومات وليس علي جزئ mRNA حيث أخفق (٧٢%) من الطلاب في الإجابة علي هذا السؤال، حيث أجاب عليه فقط (٢٨%) إجابة صحيحة. وهذا يشير إلي قصور فهم الطلاب لمفهوم الكودون ومضاد الكودون Anticodon وكودون البدء Start Codon وكودون الوقف Stop Codon .

نتائج السؤال الثاني عشر: النسخ: تحويل المعلومات الوراثية من DNA إلي RNA : يوجد خلط واضح بين مفهوم النسخ Transcription ومفهوم الترجمة Translation لدي الطلاب ، حيث يتصور الطلاب أن الترجمة هي تحويل المعلومات الوراثية من DNA إلي RNA ، وذلك بنسبة شيوع (٥٦%) للمفهوم الخاطيء.

نتائج السؤال الثالث عشر: يوجد مضاد الكودون Anticodon علي جزئ tRNA: يتصور (٦٠%) من الطلاب أن مضاد الكودون يوجد علي كل من جزئ tRNA وجزئ mRNA ، وهذا يشير إلي قصور فهم الطلاب للآلية التي يتم بها الارتباط بين الكودون الموجود علي جزئ mRNA ومضاد الكودون الموجود علي جزئ tRNA .

نتائج السؤال الرابع عشر: يحمل جزئ الحمض الأميني علي جزئي tRNA أثناء تخليق البروتين: يتصور (٤٤%) من الطلاب أن الحمض الأميني يحمل علي mRNA وليس tRNA ، حيث أجاب (٧٠%) من الطلاب إجابة خاطئة علي السؤال، بينما كانت نسبة الإجابة الصحيحة (٣٠%). وهذا يشير إلي قصور فهم الطلاب للآلية التي تتم بها عملية تخليق البروتين.

نتائج السؤال الخامس عشر: الريبوسومات لا تشارك مباشرة في الترجمة أثناء تخليق البروتين: يعتقد (٥٠%) من الطلاب أن الريبوسومات لا تشترك بصورة مباشرة في تخليق البروتين، مما يشير إلي الخلط والإلتباس في فهم عملية تخليق البروتين، وأن مفهوم الريبوسوم يعتبر من المفاهيم غير الواضحة في أذهان الطلاب بصورة كبيرة.

نتائج السؤال السادس عشر: ترتيب كل من الكروموسوم – الجين – الكودون – النيوكليوتيدة: لا يدرك الطلاب الترتيب الصحيح لكل من الكروموسوم ، الجين، الكودون، النيوكليوتيدة مما يشير إلي غموض تلك المفاهيم لديهم ، حيث كان اختيار

الطلاب " الكروموسوم – النيوكليوتيدة – الجين – الكودون " بنسبة شيوع للخطأ(٣٢%) ، وهو ما يشير إلي عدم إدراك العلاقة بين تلك المفاهيم.

نتائج السؤال السابع عشر: جزئ DNA كمادة للوراثة واحد في جميع الكائنات الحية: يتصور (٦٦%) من الطلاب أن DNA كمادة للوراثة يختلف باختلاف الكائن الحي، مما يشير إلي عدم وضوح الفهم لجزيء DNA كمادة واحدة للوراثة تتركب من (٤) نيوكليوتيدات.

نتائج السؤال الثامن عشر: مفهوم الشفرة الوراثية: تتكون الشفرة الوراثية من (٣) نيوكليوتيدات : يتصور الطلاب أن شفرة DNA تتكون من (٤٦) نيوكليوتيدة وذلك بنسبة شيوع (٥٠ %)، حيث يخلط الطلاب بين الشفرة الوراثية وعدد الكروموسومات في الإنسان وهو (٤٦) كروموسوم.

نتائج السؤال التاسع عشر: النيوكليوتيدات هي الوحدات البنائية للأحماض النووية: يتصور الطلاب أن القواعد النيتروجينية هي الوحدات البنائية للأحماض النووية بنسبة شيوع (٦٢ %) للمفهوم الخاطئ.

نتائج السؤال العشرون: تعبير الجين Gene Expression : يبدأ تعبير الجين ببناء جزئ mRNA: يتصور (٥٦ %) من الطلاب أن تعبير الجين يبدأ مباشرة ببناء البروتين وليس بنسخ جزئ mRNA من جزئ DNA، حيث أجاب (١٦%) من الطلاب إجابة صحيحة.

نتائج السؤال الحادي والعشرون: إنزيم بلمرة RNA RNA polymerase : يتصور (٣٢ %) من الطلاب أنه يوجد نوع واحد من إنزيمات البلمرة للـ RNA ، والصحيح أنه يوجد (٣) أنواع من إنزيمات البلمرة وهي إنزيم لكل نوع من RNA (mRNA, tRNA, rRNA).

نتائج السؤال الثاني والعشرون: تخليق البروتين في حقيقيات النواة : يتم تخليق البروتين protein synthesis في السيتوبلازم وليس النواة: يتصور (٤٤%) من الطلاب أن عملية بناء البروتين تتم في النواة وليس السيتوبلازم .

نتائج السؤال الثالث والعشرون: تخزين المعلومات الوراثية: يتم تخزين المعلومات الوراثية في تتابعات النيوكليوتيدات: يتصور (٤٤%) من الطلاب أنه توجد (٣) قواعد نيتروجينية مسؤولة عن تخزين المعلومات الوراثية، والتصور الصحيح هو أن المعلومات الوراثية تخزن في التتابعات التي تمثل شفرة وراثية ويتم التعبير عنها من خلال (٣) نيوكليوتيدات ويتم ترجمتها إلي حمض أميني واحد.

نتائج السؤال الرابع والعشرون: عملية النسخ Transcription : تحدث عملية النسخ في النواة: يتصور (٣٠ %) من الطلاب أن عملية النسخ تحدث في كل من النواة والسيتوبلازم والتي ينتج عنها جزئ mRNA من جزئ DNA .

نتائج السؤال الخامس والعشرون: عملية النسخ Transcription:تحول المعلومات الوراثية من قطعة DNA إلي جزئ mRNA: يتصور (٣٦ %) من الطلاب أن عملية النسخ في تخليق البروتين عبارة عن تضاعف جزئ DNA لتكوين جزيئات (mRNA, tRNA, rRNA).

نتائج السؤال السادس والعشرون: يبقي DNA الأصلي دون تغير بعد انتهاء عملية تخليق البروتين: يتصور (٤٦%) من الطلاب أنه يحدث تضاعف لجزئ DNA كخطوة أولي لبناء البروتين . وكانت نسبة الإجابة الصحيحة (١٦%) والإجابة الخاطئة (٨٤ %).

نتائج السؤال السابع والعشرون: الشفرة الوراثية عبارة عن تتابع القواعد في جزئ DNAوجزئ RNA: يتصور (٤٠%) أن الشفرة الوراثية عبارة عن الوحدات البنائية للأحماض الأمينية. ولم يستطع (٦٤%) من الطلاب تحديد مفهوم الشفرة الوراثية علي أنها تتابع القواعد في جزئ DNA وجزئ RNA.

من خلال نتائج الدراسة التشخيصية نجد أنها قدمت أدلة إضافية تدعم نتائج الدراسات السابقة فيما يرتبط بوجود تصورات خاطئة ترتبط بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب المرحلة الثانوية، ومنها التصور الخاطئ **" البروتين يسبق الجين والصفة في الترتيب (الدوجما الرئيسية Central Dogma)"**، بنسبة شيوع بلغت (٥٤%). كما توصلت الدراسة التشخيصية إلى مجموعة أخري من التصورات الخاطئة الجديدة لدي الطلاب ومنها على سبيل المثال **أن "عملية تخليق البروتين تتم في النواة والسيتوبلازم"، وأن "تعبير الجين يبدأ مباشرة ببناء البروتين وليس بنسخ جزئ mRNA من جزئ DNA"، وأن "البروتينات وحدات بنائية للجينات"، "ويحدث تضاعف للـ DNA كخطوة أولي لبناء البروتين"**. كما كانت نسبة شيوع التصور الخاطئ **" جزئ DNA كمادة للوراثة يختلف باختلاف الكائن الحي"** أكثر التصورات الخاطئة شيوعاً بين الطلاب بنسبة شيوع وصلت إلى (٦٦%)، ويليه التصور الخاطئ **"القواعد النيتروجينية Nitrogenous Bases هـــي الوحدات البنائية للأحماض النووية"** بنسبة شيوع (٦٢%)، وهذا يشير إلي ضرورة البحث في كيفية تصويب هذه التصورات الخاطئة لدى الطلاب والبحث عن استراتيجيات تدريسية مبتكرة لمواجهتها.

وبذلك تتحق صحة الفرض البحثي الأول من فروض البحث والذي ينص على أنه: توجد تصورات خاطئة مرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب الصف الثالث الثانوي بنسبة شيوع ≤ ٢٥% . حيث كانت أقل نسبة لشيوع

التصورات الخاطئة بين الطلاب هي (٢٨%). وسوف يتم مناقشة هذه النتائج بشكل تفصيلي في الجزء الخاص بمناقشة النتائج.

ثانياً: نتائج الدراسة التجريبية:

(أ) نتائج تطبيق اختبار التصورات الخاطئة :

(١) الفروق بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية:

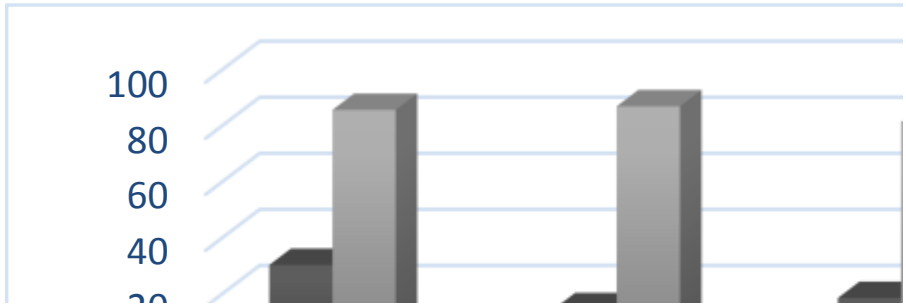
استخدم الباحث برنامج SPSS للتحليل الإحصائي لحساب قيم (ت) للفروق بين المتوسطات، ويوضح جدول (٦) قيم (ت) للفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين.

جدول (٦): قيم (ت) للفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين

(الدرجة الكلية = ٢٧ ، عدد الطلاب = ٣٠)

العنصر	الدرجة	التطبيق القبلي			التطبيق البعدي			قيمة " ت "	مستوي الدلالة الإحصائية
		م	%	ع	م	%	ع		
النتيجة الكلية	٢٧	٥٫٤٦	٢٠٫٢	١٫٤٧	٢٢٫٨	٨٤٫٤	١٫٤٦٤	٤٧٫٣٦٤	٠٫٠٠٠
الدوجما الرئيسية	٧	٢٫١٣	٣٠٫٤	٠٫٨٩	٦٫٠٠	٨٥٫٧	٠٫٦٤	٢١٫٧٦٢	٠٫٠٠٠
الشفرة الوراثية	١٠	١٫٤٦	١٤٫٦	١٫١٦	٨٫٧	٨٧	١٫٠٢٢	٢٣٫٠٩٢	٠٫٠٠٠
تخليق البروتين	١٠	١٫٨٦	١٨٫٦	١٫١٠	٨٫١٣	٨١٫٣	١٫١٠٥	٢٦٫٧١٧	٠٫٠٠٠

يتضح من الجدول السابق أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح التطبيق البعدي. **وهذا يشير إلي صحة الفرض الثاني من فروض البحث والذي ينص على أنه :** " توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي و البعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح التطبيق البعدي".



شكل (٦): مقارنة بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في اختبار المفاهيم الخاطئة

- **حساب حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة:**

لتحديد حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدى طلاب المجموعة التجريبية ، استخدم الباحث المعادلة التي تحول قيمة (ت) إلى قيمة (d) والتي تعبر عن حجم التأثير (Rosnow & Rosenthal, 2003)، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (٧): حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة

المتغير المستقل	المتغير التابع	قيمة (ت)	درجة df	قيمة (d)	حجم التأثير
الإستراتيجية المقترحة	تصويب التصورات الخاطئة	٤١,٣٦٤	٢٩	17.6	كبير

يتضح من جدول (٧) أن حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة (كبير) في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدي طلاب الصف الثالث الثانوي، حيث كانت قيمة (d) المحسوبة تساوي (17.6) ، وهى قيمة أكبر من (٠.٨) الجدولية.

- **حساب فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة:**

لتحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لدى طلاب المجموعة التجريبية، استخدم الباحث معادلة حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك (Arman, El-Arif, & Elgazzar, 2009) والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (8): حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك لتصويب التصورات الخاطئة

الاختبار	Y (بعدي)	X (قبلي)	D (الدرجة الكلية)	نسبة الكسب المعدل
المفاهيم الخاطئة	٢٢,٨	٥,٤٦	٢٧	١,٤٤

يتضح من خلال الجدول السابق أن نسبة الكسب المعدل لبلاك تساوي (١.٤٤) > (١.٢) ، وهو ما يشير إلى فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة لدي طلاب الصف الثالث الثانوي.

(٢) الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة:

يوضح جدول (٩) قيمة (ت) للفروق بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية و الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين.

جدول (٩): قيمة (ت) للفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات الخاطئة (الدرجة الكلية = ٢٧ ، درجات الحرية = ٥٨)

العنصر	الدرجة	المجموعة التجريبية			المجموعة الضابطة			قيمة " ت "	مستوي الدلالة الإحصائية
		م	%	ع	م	%	ع		
النتيجة الكلية	٢٧	٢٢,٨	٨٤,٤	١,٤٦	٩,١٦	٣٣,٩	١,٧٨	٣٢,٤٤٨	٠,٠٠٠

يتضح من الجدول السابق أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح المجموعة التجريبية. وهذا يشير إلي فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تصويب التصورات الخاطئة لدي الطلاب مقارنة بالطريقة التقليدية في التدريس.

شكل (٧): مقارنة بين المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار المفاهيم الخاطئة

وبذلك تتحقق صحة الفرض البحثي الثالث من فروض البحث والذي ينص على أنه: " توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات الخاطئة في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح المجموعة التجريبية.

(ب) نتائج تطبيق اختبار مهارات التفكير البصري :

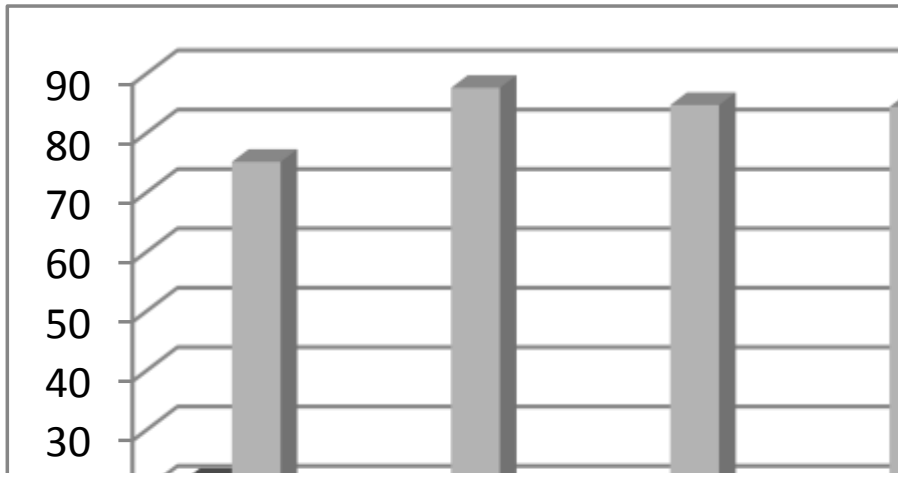
(١) الفروق بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية:

استخدم الباحث برنامج SPSS للتحليل الإحصائي لحساب قيم (ت) للفروق بين المتوسطات، و يوضح جدول (١٠) قيم (ت) للفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين.

جدول (١٠): قيم (ت) للفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير البصري (الدرجة الكلية = ٣٠ ، عدد الطلاب = ٣٠)

العنصر	الدرجة	التطبيق القبلي			التطبيق البعدي			قيمة "ت"	مستوي الدلالة الإحصائية
		م	%	ع	م	%	ع		
النتيجة الكلية	٣٠	٥,١٦	١٧,٢	٠,٦٩	٢٩,٩	٩٩	٣,٠٥٠	٣٤,٩٧٤	٠,٠٠٠
القراءة البصرية	٧	١,٥٠	٢١,٤	٠,٩٧	٥,٩٦	٨٥,١٤	٠,٦٩	١٥,٨١٢	٠,٠٠٠
التمييز البصري	٧	١,٣٣	١٩	٠,٧٥	٦,١٣	٨٧,٦	٠,٣٤	٣٢,٦٥٣	٠,٠٠٠
التحليل البصري	٧	١,٣٣	١٩	٠,٧٥	٥,٩٣	٨٤,٧	٠,٥٨	٢٦,٠١٦	٠,٠٠٠
الاستدلال البصري	٩	١,٠٠	١١,١	٠,٨٣	٧,٦٠	٨٤,٤	١,٩٩	١٦,٧٤٢	٠,٠٠٠

يتضح من الجدول (١٠) أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (0.001) بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير البصري لصالح التطبيق البعدي. **وهذا يشير إلي صحة الفرض البحثي الرابع من فروض البحث والذي ينص على أنه : "** توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مســـــــتوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي و البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين في النتيجة الكلية وفي المهارات الفرعية لصالح التطبيق البعدي".



شكل (٨): مقارنة بين التطبيقين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في اختبار مهارات التفكير البصري

- **حساب حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري:**

لتحديد حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لطلاب المجموعة التجريبية، استخدم الباحث المعادلة التي تحول قيمة (ت) إلى قيمة (d) والتي تعبر عن حجم التأثير (Rosnow & Rosenthal, 2003)، والنتائج كما بالجدول:

جدول (١١): حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري

المتغير المستقل	المتغير التابع	قيمة (ت)	درجة df	قيمة (d)	حجم التأثير
الإستراتيجية المقترحة	النتيجة الكلية	34.274	٢٩	12.7	كبير
	القراءة البصرية	15.812	٢٩	5.8	كبير
	التمييز البصري	32.653	٢٩	12.2	كبير
	التحليل البصري	26.016	٢٩	9.6	كبير
	الاستدلال البصري	16.742	٢٩	6.2	كبير

يتضح من جدول (١١) أن حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة (كبير) في تنمية مهارات التفكير البصري، سواء في النتيجة الكلية أو في المهارات الفرعية، حيث كانت قيمة (d) المحسوبة أكبر من (٠.٨) الجدولية، وهو ما يشير إلي أن حجم تأثير الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب الصف الثالث الثانوي كبير.

- **حساب فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري:**

لتحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب المجموعة التجريبية استخدم الباحث معادلة حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك (Arman et al., 2009)، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (١٢): حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك لتنمية مهارات التفكير البصري

الاختبار	Y(بعدي)	X (قبلي)	D (الدرجة الكلية)	نسبة الكسب المعدل
التصورات الخاطئة	٢٤,٩	٥,١٦	٣٠	١,٤٥

يتضح من خلال الجدول السابق أن قيمة الكسب المعدل لبلاك تساوي (١.٤٥) > (١.٢) ، وهو ما يشير إلى فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب الصف الثالث الثانوي.

(٢) الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة:

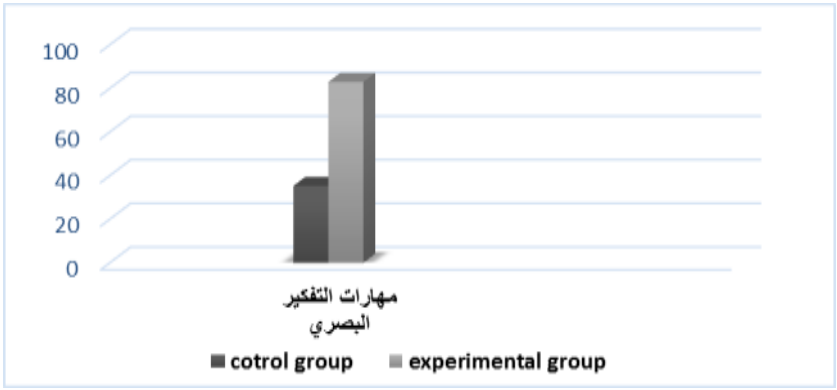
يوضح جدول (١٣) قيمة (ت) للفروق بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الرواثية وتخليق البروتين.

جدول (١٣): قيمة (ت) للفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري (الدرجة الكلية = ٣٠ ، درجات الحرية = ٥٨)

العنصر	الدرجة	المجموعة التجريبية			المجموعة الضابطة			قيمة "ت"	مستوى الدلالة الإحصائية
		م	%	ع	م	%	ع		
النتيجة الكلية	٣٠	٢٤,٩	٨٣	٣,٠٥٠	١٠,٦	٣٥,٣٣	١,٢٢	٢٣,٨٩٤	٠,٠٠٠

يتضح من الجدول السابق أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري لصالح المجموعة التجريبية.

وهذا يشير إلى تحقق صحة الفرض البحثي الخامس من فروض البحث والذي ينص على أنه: " توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي (٠.٠٥) بين متوسطي درجات أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير البصري في الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين لصالح المجموعة التجريبية. وهذا يشير إلي فاعلية الإستراتيجية المقترحة في تنمية مهارات التفكير البصري لدي الطلاب مقارنة بالطريقة التقليدية في التدريس.



شكل (٩): مقارنة بين المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار
مهارات التفكير البصري

وبذلك يكون قد تمت الإجابة عن **السؤالين الثالث والرابع** من أسئلة البحث والمرتبطين بتحديد فاعلية الإستراتيجية المقترحة.

مناقشة نتائج البحث

أولاً: مناقشة نتائج الدراسة التشخيصية (نتائج تطبيق اختبار التصورات الخاطئة):

هدف البحث الحالي إلي اكتشاف معرفة الطلاب السابقة والجديدة فيما يرتبط بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين. وقد تم إجراء هذه الدراسة في ضوء الملاحظات الشخصية للباحث والدليل من الأدبيات والدراسات السابقة والمقابلات الشخصية مع طلاب ومعلمي البيولوجي بالمرحلة الثانوية، والتي أشارت إلي وجود العديد من التصورات الخاطئة المرتبطة بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين مثل دراسة (Thouthard et al., 2016). وقد أوضحت نتائج البحث وجود العديد من التصورات الخاطئة المرتبطة بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين والتي تمثل الدوجما الرئيسية في البيولوجيا الجزيئية ومنها على سبيل المثال التصور الخاطئ " البروتين يسبق الجين والصفة في الترتيب (الدوجما الرئيسية Central Dogma) بنسبة شيوع (٥٤%)، كما توصلت الدراسة التشخيصية إلى مجموعة أخري من التصورات الخاطئة الجديدة وكان أكثرها شيوعاً أن جزيء DNA كمادة للوراثة يختلف باختلاف الكائن الحي" بنسبة شيوع (٦٦%)، ويليه التصور الخاطئ "القواعد النيتروجينية Nitrogen Bases هي الوحدات البنائية للأحماض النووية" بنسبة شيوع (٦٢%)، وهذا يشير إلي ضرورة البحث في كيفية تصويب هذه التصورات الخاطئة لدى الطلاب والبحث عن استراتيجيات تدريسية مبتكرة لمواجهتها.

ومن العوامل التي تفسر وجود هذه التصورات الخاطئة الكتب المدرسية وما تحويه من أشكال تخطيطية تتسم بالعمومية ولا تتيح الفرصة للتحليل والاستدلال الشكلي. وفي هذا السياق تتفق هذه النتائج مع ما جاءت به الدراسات السابقة مثل دراسات (Guler & Yagbsan, 2008; Hershey, 2004) والتي أشارت إلى أن الكتب المدرسة تعتبر مصدر قوي من مصادر التصورات الخاطئة لدي الطلاب ومعلميهم وذلك يحدث من خلال: التبسيط الزائد، التعميمات الزائدة، نقص الوضوح حول المفاهيم الرئيسية ، والأشكال التوضيحية غير الصحيحة. وتتفق هذه النتائج وتكمل النتائج التي توصل إليها (Briggs et al., 2016) والتي أشارت إلي أن الطلاب في المدرسة المتوسطة والثانوية ليس لديهم فهم عن كينونة الـ DNA والجينات، وأيضاً دراسة (McDonald and Gomes, 2013) والتي أوضحت وجود العديد من التصورات الخاطئة لدي الطلاب بالمرحلة الثانوية والتي تعيق متابعة دراستهم للبيولوجيا في بداية المرحلة الجامعية. كما اتفقت نتائج الدراسة مع نتائج دراسة (Shaw et al., 2008) والتي أشارت إلي أن الطلاب كانوا غير

قادرين علي وصف الجين وتركيبه ووظيفته، فالعديد من الطلاب لديهم نماذج عقلية ضعيفة Weak Mental Models للعلاقة بين (الجينات) ، (الأليلات)، و(الكروموسومات) (Newman et al., 2012). وقد أرجعت دراسات (Nusantari, 2014; Guler & Ygbsan, 2008; Hershey, 2004) السبب في تلك التصورات إلي وجود بعض التشبيهات بالكتب المدرسية غير المناسبة ، وعلى العكس من ذلك فاستخدام الأمثلة والتفسيرات والأساليب المجازية يمكنها جميعاً إلي حد كبير أن تحسن من إحتمالية حدوث التعلم العميق ذو المعني (Galvin et al., 2015). حيث لاحظ الباحث أثناء مراجعة محتوي وحدة الوراثة الجزيئية وجود بعض التشبيهات مثل: " ينطوي tRNA علي شكل ورقة البرسيم " والتي تمثل شئ من الغموض لدي الطلاب، وقد تسهم في تكوين التصورات الخاطئة.

وقد تبين أن التسلسل الهرمي بين الجينات والـ DNA ، والكروموسومات أكثر ارتباكاً بين الطلاب وهو ما اتفقت فيه الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة، فقد أوضحت النتائج عدم ادراك الطلاب لهذا التسلسل الهرمي، ويرجع هذا بسبب أنه لاتزال تقدم تفسيرات الكتب المدرسية للمفاهيم البيولوجية بصورة غير جزيئية، حيث لا يتم تناول التفسيرات علي المستوي الجزيئي وقد أكد ذلك دراسة (Nusantari, 2014) ، ودراسة (عفيفي، ٢٠٠٨) والتي أشارت إلى تأكيد مناهج البيولوجي على الدراسة الوصفية للمفاهيم البيولوجية وقصور تناول تلك المفاهيم على المستوي الجزيئي. كما قد يكون سبب وجود التصورات الخاطئة المعلمين أنفسهم، حيث أشارت بعض الدراسات إلى أن معظم المعلمين يتصورا أن الشفرة الوراثية Genetic Code هي الوحدات البنائية للأحماض الأمينية وهو ما توصلت إليه الدراسة الحالية حيث يتصور (٤٠%) من الطلاب أن الشفرة الوراثية عبارة عن الوحدات البنائية Building Blocks للأحماض الأمينية. ولم يستطع (٦٤%) من الطلاب تحديد مفهوم الشفرة الوراثية علي أنها تتابع القواعد في جزئ DNA وجزئ RNA. وكانت نسبة الإجابة الصحيحة (٣٢ %) والخاطئة (٦٤%). ويرجع هذا بسبب تفسيرات الكتب المدرسية للمفاهيم بصورة غير جزيئية، حيث يتصور معظم المعلمين أن الشفرة الوراثية هي الوحدات البنائية للأحماض الأمينية ، وهذا بسبب عرض المفاهيم في الكتاب المدرسي حيث أشارت إلى أن ترجمة البروتين تبدأ بترجمة تحت وحدة من الشفرة الوراثية (Nusantari, 2014). كما أوضحت نتائج البحث الحالي وجود تصور خاطئ لمفهوم الترجمة وعلاقته بجزئ RNA واتفقت في ذلك مع دراسة (Thouthard et al., 2016) والتي أشارت إلي وجود صعوبات يواجهها الطلاب عند تناول مفهوم الترجمة.

ثانياً: مناقشة نتائج الدراسة التجريبية:

أوضحت النتائج فاعلية الإستراتيجية المقترحة القائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية في تنمية مهارات التفكير البصري لدي الطلاب وتصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالشفرة الوراثية وتخليق البروتين. فقد ساهمت

الإستراتيجية في ممارسة الطلاب للأنشطة البصرية Visual Activities من خلال الرسم Drawing للنماذج والتعامل مع المفاهيم المجردة الصعبة والمعالجة الذهنية للنماذج من خلال تكوين نماذج عقلية Mental Models والتي تمثل نقطة الانطلاق لعمليات التحليل والاستدلال القائم علي النموذج البصري Visual Model مما كان له دور أساسي في التعمق في فهم المفاهيم بشكل صحيح وكذا تنمية مهارات التفكير البصري. وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة (Quillin & Thomas, 2014) ، والتي أشارت إلي أن بناء النموذج البصري الخارجي يتم عن طريق تكوين نموذج داخلي قائم علي بناء النماذج العقلية باستخدام المعلومات الشفوية والبصرية، حيث يعتبر الاستدلال القائم علي النموذج أداة قوية لتعزيز التغيير المفاهيمي والتعلم ذو المعني لدي الطلاب (Jonassen et al., 2005; Blumschein et al., 2009) ، والاستدلال القائم علي النموذج Model – Based Reasoning شكل من أشكال حل المشكلات والذي يمكن من تحليل المفاهيم المعقدة والمجردة مثل مفاهيم الدوجما الرئيسية بما فيها الشفرة الوراثية وتخليق البروتين .

و كان للرسم Drawing كمنظم متقدم دور فعال في نجاح الإستراتيجية المقترحة وذلك للدور الكبير الذي يقوم به والذي تناوله كل من (Roam, 2008; Schwarz et al., 2009; Ainsworth et al., 2011) حيث أشاروا إلى انه لنجاح رسم النماذج للاستدلال، يجب على الطلاب ليس فقط أن يكونوا قادرين علي بناء النماذج، ولكن يجب أن يطبقوها لحل مشكلة أو عمل تنبوء وتقويم كفائتها وأيضاً مراجعتها وتحسينها (Quillin et al., 2014).

وتختلف نتائج الدراسة الحالية مع الدراسة التي قام بها (Leutner et al., 2009) والذي لاحظ أن الطلاب الذين قاموا بابتكار نموذج عقلي كانت نتائجهم التعليمية أكبر من الطلاب الذين ابتكروا نموذج عقلي بالإضافة إلي الرسم. حيث تبين تفوق طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة سواء في اختبار التصورات الخاطئة أو في اختبار مهارات التفكير البصري حيث تم تقديم الرسم و النماذج بصرية كمنظمات متقدمة ساعدت علي اندماج الطلاب في المهام المقدمة لهم مما كان له كبير الأثر علي نتائجهم مقارنة بزملائهم الذين درسوا بشكل تقليدي قائم علي تلقين المعلم.

كما أظهرت نتائج الدراسة عدم تكون تصورات خاطئة جديدة لدي طلاب المجموعة التجريبية ، كما أنه تم تصويب معظم التصورات الخاطئة التي وجدت في التطبيق القبلي لاختبار التصورات الخاطئة في الشفرة الوراثية وتخليق البروتين. كما أوضحت نتائج الدراسة نمو مستوي فهم الطلاب للعلاقة بين الترجمة وجزئ RNA بعد التدريس باستخدام الإستراتيجية المقترحة، وكذا فهم دور الريبوسومات والكودونات ومضادات الكودونات وعملية نسخ جزئ mRNA من جزئ DNA .

ويمكن القول أن إستراتيجية DARE المقترحة القائمة علي الرسم واستخدام النماذج البصرية مناسبة للاستخدام في تصويب التصورات الخاطئة لما يتم بها من اندماج الطلاب في مهام الرسم والتحليل والاستدلال من النماذج المستخدمة.

فقد يحتفظ الطلاب بالمفاهيم البسيطة في مستويات معرفية بسيطة مثل التذكر (مثل النيوكليوتيدات تبني DNA ، والأحماض الأمينية تبني البروتينات)، أما فيما يتعلق بالميكانيزمات الخاصة ببناء البروتين فتتطلب مستويات معرفية عليا أبسطها الفهم (مثل DNA يأتي قبل RNA ، الكروموسوم يأتي قبل الجين ، الريبوسومات تصنع البروتينات ...).

ومن هذا المنطلق فلتطوير تدريس البيولوجي بصفة عامة وموضوعات تخليق البروتين والشفرة الوراثية بصفة خاصة، فإنه يجب التقليل من المفاهيم التي تتطلب الحفظ والاستدعاء، والتركيز علي الميكانيزمات التي تتم بها التفاعلات المختلفة. وقد ساعدت الإستراتيجية المقترحة علي فهم الميكانيزمات المختلفة لتخليق البروتين ودور الشفرة الوراثية في ذلك من خلال الرسم والتحليل والاستدلال القائم علي النماذج البصرية. فمن خلال الرسم والتحليل يمكن للطلاب تحديد الانحدار الخطي من DNA إلي RNA ثم إلي بناء البروتين من خلال والنسخ والترجمة ، كما يمكنهم تحديد وتتبع أوجه القصور في الفهم لتلك المفاهيم وبصفة خاصة من خلال مرحلة التقويم والتي يمكن أن تستخدم بشكل فعال لتناول التصورات الخاطئة وتصويبها. وهنا يمكن القول إنه يجب إعطاء مزيد من الاهتمام لتنمية قدرة الطلاب علي الرسم من خلال تشجيعهم علي بناء النماذج العقلية باستخدام المعلومات الشفوية والبصرية المختلفة وإعطاء الفرصة للتعبير عن ذلك بالرسم كلما اتيحت الفرصة لأن ذلك من دوره تحسين تعلم المفاهيم العلمية المختلفة وتصحيح الخاطئ منها. كما أنه عندما يقوم المعلم بتصحيح تمرين رسم للطلاب يعتبر ذلك جزء هام من إستراتيجية فعالة للمعلمين لتقييم تعلم الطلاب والتعرف علي التصورات الخاطئة لديهم وهو ما أكدته الدراسة الحالية واتفقت فيه مع دراسات (Kose, 2008; Dikmenli, 2010). وقد استخدمت الإستراتيجية المقترحة تكنيكات تنمية مهارات التفكير البصري التي قدمها كل من (Yenawine, 2013; Franco & Unrath, 2014) في سياق الإستراتيجية المقترحة والتي مكنت الطلاب من التفكير بصورة ناقدة حول كل جزء واتخاذ قرارات قائمة علي ملاحظاتهم عبر كل إجراء في النموذج البصري المقدم. كما امتنع المعلم عن تلقين الطلاب بالمعلومات عن موضوع النموذج من خلال السير في مراحل الإستراتيجية بدءً من عرض ورسم النموذج ثم تحليل النموذج والاستدلال من النموذج وأخيراً تقويم النموذج. كما ساهمت الإستراتيجية في تفعيل عمل " عين العقل Mind Eye الذي يسهم في استرجاع المعلومات من الذاكرة بعيدة المدي من خلال الربط بين المفهوم بالنموذج البصري. وقد أوضح (Jonassen et al., 2005) أن الرسومات نماذج خارجية تتضمن بناء النماذج الداخلية، وتقترح الأدبيات أن هناك تفاعل هام يحدث بين النماذج الخارجية والنماذج الداخلية (النماذج العقلية) في " عين

العقل Mind`s Eye". كما أوضحت الدراسة الحالية أن هناك علاقة تبادلية وتفاعلات مزدوجة بين كل من الرسم وبناء النماذج العقلية وبناء النماذج البصرية. ويتفق ذلك مع الدراسات التي تقترح أن ابتكار نموذج خارجي يعمل كمحفز Catalyst لابتكار نموذج عقلي، وكطريقة لتحسين الفعالية المعرفية أثناء التعلم (Jonassen et al., 2005; Koba & Tweed, 2009).

التضمينات التربوية للبحث

قدم البحث الحالي إستراتيجية DARE الجديدة المقترحة والتي تقوم بالدرجة الأولي على الرسم واستخدام النماذج البصرية لإجراء عمليات التحليل والاستدلال والتقويم، والتي أظهرت فاعليتها في تصويب التصورات الخاطئة المرتبطة بالدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين ، كما أظهرت فاعليتها في تنمية مهارات التفكير البصري لدي الطلاب. ومن هذا المنطلق فلتدريس البيولوجيا بشكل فعال يتطلب ذلك تحديد التصورات الخاطئة في موضوعات البيولوجيا ذات الطبيعة المفاهيمية الصعبة مثل موضوعات البيولوجيا الجزيئية وبصفة خاصة الدوجما الرئيسية للشفرة الوراثية وتخليق البروتين، ثم العمل على تصويبها و تبني الإستراتيجية المقترحة لتدريس موضوعات البيولوجيا الأخري .

كما أنه من الضروري مراجعة مناهج البيولوجي وتنقيحها حيث أوضحت الدراسات أن استخدام الأمثلة والتشبيهات والتفسيرات والأساليب المجازية بشكل صحيح ومناسب يمكنها جميعاً إلي حد كبير أن تحسن من احتمالية حدوث التعلم العميق ذو المعني والعكس صحيح (Galvin et al., 2015)، حيث إن التعلم ذو المعني والعميق يحدث عندما ترتبط المعلومات الجديدة بفاعلية مع المعرفة السابقة . (Hattie, 2009; Hattie, 2012)

كما أنه من الضروري نشر التصورات الخاطئة التي تم التوصل إليها من خلال البحث الحالي وذلك للمعلمين ومؤلفي الكتب المدرسية، لأنه من الضروري أن يكونوا علي وعي تام بها لكي يتم مساعدة الطلاب علي مواجهتها، فقد أشار (Burgoon et al., 2011) إلي أنه يجب علي جميع المعلمين أن يحددوا طرق مناسبة للتعرف علي تصوراتهم الخاطئة ومواجهتها، كما أشار (Kozma et al., 2000) أن فهم الخصائص الجزيئية والعمليات أصبحت تحدي كبير وذلك لأن الجزيئات وخصائصها غير متاحة للإدراك المباشر Direct Perception ، ويرتبط ذلك بنقص في مهارات حل المشكلات والاستدلال الشكلي لدي الطلاب الذين يدخلون الجامعة من حيث نقص تلك المهارات، وبناء عليه، فإن تدريس البيولوجي يجب أن يصمم ليتيح ممارسة الاستدلال الشكلي لكي يساعد علي تنمية الفهم العميق والقابل للتحويل للمفاهيم البيولوجية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال التوسع في استخدام الرسم والنماذج البصرية كآليات فعالة في تنمية مهارات التفكير البصري التي يجب أن

تعطى مزيداً من الإهتمام من قبل القائمين على العملية التعليمية، وتوفر الإستراتيجية المقترحة في هذا البحث فرصة لتطبيق ذلك.

- **توصيـــــات البحـــث :**

في ضوء نتائج البحث يمكن تقديم التوصيات التالية:

١. استخدام إستراتيجية DARE المقترحة في تدريس العلوم بصفة عامة والبيولوجيا بصفة خاصة.
٢. مراجعة مناهج البيولوجيا وتحديد ما بها من مفاهيم خاطئة يمكن أن تسهم في تكوين تصورات خاطئة تؤدي إلى إعاقة التعلم الجديد.
٣. التوسع في استخدام الرسم والنماذج البصرية في تدريس البيولوجيا.
٤. الإهتمام بتنمية مهارات التفكير البصري من خلال تدريس العلوم والبيولوجيا في جميع المراحل التعليمية.

- **مقترحـــات ببحـــوث مستقبلية:**

في ضوء نتائج البحث يمكن تقديم المقترحات التالية للبحوث المستقبلية:

١. فاعلية استخدام إستراتيجية DARE المقترحة في تنمية مهارات التفكير التأملي من خلال تدريس البيولوجي لطلاب المرحلة الثانوية.
٢. فاعلية استخدام إستراتيجية DARE المقترحة في تدريس علوم الأرض والفضاء.
٣. فاعلية استخدام إستراتيجية DARE المقترحة في تدريس الفيزياء لطلاب المرحلة الثانوية.
٤. فاعلية استخدام إستراتيجية DARE المقترحة في تدريس الكيمياء لطلاب المرحلة الثانوية.
٥. فاعلية استخدام إستراتيجية DARE المقترحة في تدريس العلوم لطلاب المرحلة الإعدادية.

قائمة المراجع References

أولاً: المراجع العربية:

١. الأشقر، سماح فاروق المرسي.(٢٠١٧). استخدام استراتيجية " خطط – لتتوسع " في تدريس الكيمياء لتنمية مهارات التفكير البصري والثقة بالنفس لطلاب الصف الأول الثانوي. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٠، (١)، ١١١ – ١٥١ .

٢. سليمان، تهاني محمد.(٢٠١٤). استخدام إستراتيجية شكل البيت الدائري في تدريس العلوم لتنمية التفكير البصري وبقاء أثر التعلم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. *مجلة التربية العلمية*، ١٧ ، (٣)، ٤٧ – ٨١ .

٣. صالح ، صالح محمد. (٢٠١٢). تقويم محتوي كتب العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء مهارات التفكير البصري ومدى اكتساب الطلاب لها. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، رابطة التربويين العرب، ٣١ ، (٣)، ١١ – ٥٤ .

٤. عفيفي، محرم يحيى محمد. (٢٠٠٨). *المدخل الجزيئي في منهج مقترح للبيولوجي بالمرحلة الثانوية وفاعليته في تنمية المفاهيم البيولوجية ومهارات التفكير والاتجاه نحو دراسة البيولوجيا*. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٥. قائد، إفتكار أحمد. (٢٠١٧). فاعلية استراتيجية التخيل الموجه في تنمية مهارات التفكير البصري في العلوم لدى طلبة الصف الثامن الأساسي في المدارس اليمنية. *مجلة الدراسات الاجتماعية*، ٢٣ ، (٢)، ٥٣ – ٨٠ .

٦. الكحلوت، آمال عبد القادر. (٢٠١٢). *فاعلية توظيف استراتيجية البيت الدائري في تنمية المفاهيم ومهارات التفكير البصري بالجغرافيا لدى طالبات الصف الحادي عشر بغزة*. رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة.

٧. نزال ، حيدر خزعل. (٢٠١٥). أثر أنموذج ديفز في التفكير البصري لدي طلاب الصف الرابع الأدبي في مادة التاريخ. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية* ، جامعة بابل، ٢٦ ، ٤٨٦- ٥٠٤.

٨. وزارة التربية والتعليم (٢٠١٢). *الأحياء للصف الثالث الثانوي – الفصل الدراسي الأول*. العبيكان، المملكة العربية السعودية.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

9. American Association for the Advancement of Science [AAAS] (2010).

   Vision and Change: A Call to Action, Washington, DC: AAAS. Retrieved in 11 March 2016 from: www.visionandchange.org/VC_report.pdf

10. Ainsworth, E., Prain, V. & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science, 333* (6046), 1096-1097.

11. American Association for the Advancement of Science (2009). Vision and Change in Undergraduate Biology Education: A Call to Action, Washington, DC.
12. American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2009). Conference Homepage. *Vision and Change in Undergraduate Biology*

Education: A View for the 21st Century. Retrieved in 11 March 2016 from www.visionandchange.org.
13. Anderson, J., Ellis, J., & Jones, A. (2014). Understanding Early Elementary children`s conceptual knowledge of plant structure and function through drawings. *CBE – Life Sciences Education*, *13*, 375-386.
14. Andrews, TM., Price, RM., Mead, LS., McElhinny, TL., Thanukos,A., Perez, KE., Herreid, CF., Terry, DR., Lemons, PP. (2012). Biology undergraduates' misconceptions about genetic drift. *CBE Life Sci Educ*, *11*(3), 248– 259. DOI: 10.1187/cbe.11-12-0107.
15. Arman, A., El-Arif, T., & Elgazzar, A. (2009). The effect of e-learningapproach on students` achievement in biomedical instrumentation course at Palestine polytechnic university. *Communications of the IBIMA, 9*, 141- 146.
16. Blumschein, P., Hung, W., Jonassen, D., Strobel, J., eds. (2009). *Model-Based Approaches to Learning: Using Systems Models and Simulations to Improve Understanding and Problem Solving in Complex Domains, Rotterdam*, The Netherlands: Sense.
17. Boujemaa, A., Pierre, C., Sabah, S., Salaheddine, K., Jamal, C., &

Abdellatif, C. (2010). University students' conceptions about the concept of gene: Interest of historical approach. *US-China Education Review*, 7(2), 9–15.
18. Bowling, V., Acra, E., Wang, Myers, F., Dean, G., Markle, C., Moskalik, L. & Huether, A. (2008). Development and Evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. Genetics Education, *Genetic 178*,15–22, DOI:10.1534/genetics.107.079533.Bradley,J.,Croker,S., Zimmerman, C., Gill, D., & Romig, C. (2013).

Gaming science: The "Gamification" of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, *4*(607), 1-16.

19. Briggs, A., Morgan, S., Sanderson, S., Schulting, M., & Wieseman, L. (2016). Tracking the resolution of student misconceptions about the central dogma of molecular biology. *Journal of Microbiology & Biology Education,17,* (3), 339 – 350, Doi: http://dx.doi.org/10.1128/jmbe.v17i3.1165.
20. Buckley, C., Gobert, D., Kindfield, C., Horwitz, P., Tinker, F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-Based Teaching and Learning with Bio Logica TM: What Do They Learn? How Do They Learn? How Do We Know? *Journal of Science Education and Technology*, *13* (1), 23 – 41.
21. Burgoon, J. N., Heddle, M. L. & Duran, E. (2011). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. *Journal of Science Teacher Education, 21*(7), 859-872. DOI: 10.1007/s10972-009-9177-0.
22. Coil, D., Wenderoth, P., Cunningham, M., Dirks, C. (2010). Teaching the process of science: faculty perceptions and an effective methodology. *CBE Life Sci Educ 9,* 524–535. doi: 10.1187/cbe.10-01-0005.
23. Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(5), 464-486, DOI: 10.1002/tea.10085.
24. De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instr Sci*, *38* (2), 105–134. DOI: 10.1007/s11251-009-9110-0. digest/d05/tables/dt05_249.asp.
25. Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: a drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, 5 (2), 235-247.

26. Dikmenli, M., Cardak, O., Kiray, A. (2011). Science Student Teachers' Ideas about the 'Gene' Concept. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 15,* 2609–2613, Doi: 10.1016/j.sbspro.2011.04.155.
27. Donovan, M., & Bransford, J. (2005). *How students learn science in the classroom.* Washington, DC: National Academies Press. drawings to document schooling and support change. Harvard Educational Review.
28. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84*(3), 287- 312.
29. Einarsdottir, J., Dockett, S., Perry, B. (2009). Making meaning: children's perspectives expressed through drawings. *Early Child Development and Care, 179,*2, 217-232, DOI: 10.1080/03004430802666999.
30. Franco, M., & Unrath, K. (2014). Carpe Diem: Seizing the Common Core. Retrieved 11 March 2016, from http://www.vtshome.org/pages/articles- other-readings
31. Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci USA, 111*(23), 8410–8415. doi: 10.1073/pnas.1319030111.
32. Galvin, E., Simmie, G., & O`Gray, A. (2015). Identification of misconceptions in the teaching of biology: a pedagogical cycle of recognition, reduction, and removal. *Higher Education of Social Science, 8,* 2, 1-8, DOI:10.3968/6519.
33. Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1990). Implications of research on students' understanding of electrochemistry for improving Science curricula and classroom practice. *International Journal of Science Education, 12*(2), 147-156.

34. Gobert, J. D., and Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education, 22*, 891–894.
35. Guida,A.,Lavielle-Guida,M.(2014).2011space odyssey: spatialization as a mechanism to code order allows a close encounter between memory expertise and classic immediate memory studies. *Front Psycho, 5*, 573, doi: 10.3389/fpsyg.2014.00573.
36. Güler, D., & Yağbsan., R. (2008). The description of problems relating to analogies used in science and technology textbooks. *Journal of the Faculty of Education, 9*(16), 105- 122.
37. Haney, W., Russell, M., & Bebell, D. (2004). Drawing on education: Using Drawings to Document Schooling and Support Change. *Harvard Educational Review, 74* (3), 241 – 272.
38. Harrison, A., Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *Int J Sci Educ, 9*, 1011–1026.
39. Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement.* Abingdon, Oxon: Taylor & Francis. Hattie,J.(2012). *Visible learning for teachers*. *Maximizing impact on learning.* London and New York: Routledge.
40. Hattie, J., & Yates, G. (2014). *Visible learning and the science of how we learn*. London: Routledge.
41. Hershey, D. R. (2004). *Avoid misconceptions when teaching about plants. Retrieved* 7 March 2016 from: http://www.actionbioscience.org/
42. Jonassen, D., Strobel, J., & Gottdenker, J. (2005). Model building for conceptual change. Interact Learn Environ *13* (1),215–37. DOI: 10.1080/10494820500173292.
43. Kendeou, P., & Van den Broek, P. (2008). Cognitive processes in comprehension of science texts: The role of co-activation in confronting misconceptions. *Applied Cognitive Psychology, 22*(3), 335-351. DOI: 10.1002/acp.1418.
44. Kern, C., & Crippen, K. J. (2008). Mapping for conceptual change. *Science Teacher, 75*(6), 32-38.

45. Khodor, J., Halme, DG., Walker, GC. (2004). A hierarchical biology concept framework: a tool for course design. *Cell Biol Educ, 3*, 111– 121.
46. Koba, S., Tweed, A. (2009). *Hard-to-Teach Biology Concepts: A Framework to Deepen Student Understanding*. Arlington, VA: NSTA Press.
47. Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal, 3* (2), 283-293.
48. Lawson AE, Clark B, Cramer-Meldrum E, Falconer KA, Sequist JM, Kwon Y-J (2000). Development of scientific reasoning in college biology: do two levels of general hypothesis-testing skills exist? *J Res Sci Teach, 37*, 81–101.
49. Leutner, D., Leopold, C., Sumfleth, E. (2009). Cognitive load and science text comprehension: effects of drawing and mentally imagining text content. *Computers in Human Behavior*, *25*, 284–289. doi:10.1016/j.chb. 2008.12.010.
50. Libarkin, J., Ording, G. (2012). The utility of writing assignments in undergraduate bioscience. *CBE Life Sci Educ*, *11*, 39–46. DOI: 10.1187/cbe.11-07-0058 Marbach, G., (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *J Biol Educ, 35*, 183–189. DOI: 10.1080/00219266.2001.9655775.
51. Marbach-Ad, G., and Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *J. Biol. Educ. 34*, 200–205.
52. Mayer, R. (2009). *Multi-media Learning,* 2nd ed., Cambridge, UK: Cambridge University Press.
53. McDonald, K., and J. Gomes. (2013). Evaluating student preparedness and conceptual change in introductory biology students studying gene expression. *J. Transform. Leadersh. Policy Stud*. 3,21.

54. Mynlieff, M., Manogaran, A., Maurice, M., Eddinger, T. (2014). Writing assignments with a metacognitive component enhance learning in a large introductory biology course. *CBE Life Sci Educ, 13*, 311–321. doi: 10.1187/cbe.13-05-0097.
55. National Center for Education Statistics, (2000). *The nation's report card: science 2000. Retrieved in 16 March 2016 from:* http://nces.ed.gov/nationsreportcard/
56. National Center for Education Statistics, (2005). *Degrees conferred by degree granting institutions, by control of institution, level of degree, and discipline division*. Retrieved in 16 March 2016 from http://nces.ed.gov/programs/digest/d05/tables/dt05_254
57. National Research Council (2012). *Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering*. Washington DC: National Academies Press. National Research Council (1996). *National Science Education Standards.* National Academy Press, Washington, DC.
58. National Research Council. (1997). *Science teaching reconsidered: A handbook.* Washington, DC: National Academy Press.
59. Newman, D., Catavero, C., Wright, L., (2012). Students fail to transfer knowledge of chromosome structure to topics pertaining to cell division. *CBE Life Sci Educ, 11*, 425–436. doi: 10.1187/cbe.12-01-0003.
60. Ng PC, Kirkness, EF. (2010). Whole genome sequencing. *Methods Mol Biol. 628*,215-26. doi: 10.1007/978-1-60327-367-1_12.
61. Nusantari, E. (2014). Genetic Misconceptions on High School Textbook, the impact and importance on presenting the order of concept through reorganization of genetics. *Journal of education and practice*, *5* (36), 20- 28.
62. Paul, A. & Jeroen, J. (2013). Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, *Educational Psychologist*, *48*(3), 169-183, DOI: 10.1080/00461520.2013.804395.

63. Quillin, K., & Thomas, S. (2014). Drawing – to – learn: A Framework for using Drawings to promote model – based reasoning in biology. *CBE – Life Sciences Education, 14* (1), 1-6, doi: 10.1187/cbe.14-08-0128.
64. Reynolds, J., Thaiss, C., Katkin, W., Thompson, R. (2012). Writing-to-learn in undergraduate science education: a community-based, conceptually driven approach. *CBE Life Sci Educ, 11*, 17–25. DOI: 10.1187/cbe.11-08- 0064
65. Roam, D. (2008). Back of the Napkin: Solving Problems and Selling Ideas with Pictures, New York: Penguin.
66. Rohrer, D., Pashler, H. (2012). Learning styles: where's the evidence? MedEduc. *46*(7), 634 – 635, doi: 10.1111/j.1365-2923.2012.04273. x.
67. Rosnow, P., & Rosenthal, R. (2003). Effect Sizees for Experimenting Psychology. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *57* (3), 221 – 237.
68. Schönborn, K., Anderson, T. (2010). Bridging the educational research- teaching practice gap: foundations for assessing and developing biochemistry students' visual literacy. *Biochem Mol Biol Educ, 38* (5),347–354. DOI: 10.1002/bmb.20436.
69. Schwarz, CV., Reiser, BJ., Davis, EA., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D.,Scwartz,Y.,Hug, B., Krajcik,J.(2009). Developing a learning progres sion for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *J Res Sci Teach, 46*, 632–654, DOI: 10.1002/tea.20311.
70. Shaw, K., Horne, K. Zhang, H., and Boughman, J. (2008). Essay contest reveals misconceptions of high school students in genetics content. Genetics *178*, 1157–1168. DOI: 10.1534/genetics.107.084194
71. Shi, J., Wood, W., Martin, J., Guild, N., Vicens, Q., & Knight, J. (2010). A Diagnostic Assessment for Introductory Molecular and Cell Biology. *CBE—Life Sciences Education*,9, 453–461, DOI: 10.1187/cbe.10– 04–0055.

72. Smith JI, Tanner K (2010). The problem of revealing how students think: concept inventories and beyond. *CBE Life Sci Educ*, *9*, 1–5, doi: 10.1187/cbe.09-12-0094.
73. Smith, M., & Knight, J. (2012). Using the Genetics Concept Assessment to Document Persistent Conceptual Difficulties in Undergraduate Genetics Courses. *Genetics*, *191*, 21–32, doi: 10.1534/genetics.111.137810
74. Smith, M., K, Wood, W. B., and Knight, J. K. (2008). The Genetics Concept Assessment: a new concept inventory for gauging student understanding of genetics. *CBE Life Sci. Educ*. *7*, 422–430, DOI: 10.1187/cbe.08– 08–0045.
75. Southard, K., T. Wince, S. Meddleton, and M. S. Bolger. 2016. Features of knowledge building in biology: understanding undergraduate students' ideas about molecular mechanisms. CBE Life Sci. Educ. *15*,1-16,.
76. Tanner, K. (2009). Talking to learn: why biology students should be talking in classrooms and how to make it happen. *CBE Life Sci Educ. 8*, 89–94. doi: 10.1187/cbe.09-03-0021.
77. Tanner, K., and Allen, D. (2005). Approaches to biology teaching and learning: understanding the wrong answers—teaching toward conceptual change. *Cell Biol. Educ. 4*, 112–117.
78. Tan, S., and Waugh, R. (2013). Use of Virtual-Reality in Teaching and Learning Molecular Biology. Y. Cai (ed.), *3D Immersive and Interactive Learning*, DOI: 10.1007/978-981-4021-90-6_2.
79. Woodin, T., Carter, V., and Fletcher, L. (2010). Vision and Change in Biology Undergraduate Education, A Call for Action—Initial Responses. *CBE—Life Sciences Education, 9*, 71–73, DOI: 10.1187/cbe.10–03– 0044.
80. Tsui, C. Y., and Treagust, D. (2004). Conceptual change in learning genetics: an ontological perspective. *Res. Sci. Tech. Educ. 22*, 185–202.

81. Van Meter, P., & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner- generated drawing: literature review and synthesis.*EducationalPsychology Review*, *17*(4), 285–325. DOI: 10.1007/s10648-005-8136-3.
82. Weston, M., Haudek, C. Prevost, L., Mark Urban-Lurain, M., and Merrill, J. (2015). Examining the Impact of Question Surface Features on Students' Answers to Constructed-Response Questions on Photosynthesis. *CBE—Life Sciences Education, 14*, 1–12, DOI:10.1187/cbe.14-07-0110.
83. Wilson, CD., Anderson, CW., Heidemann, M., Merrill, JE., Merritt, BW., Richmond, G., Sibley, DF., Parker, JM. (2006). Assessing students' ability to trace matter in dynamic systems in cell biology. *Cell Bio Educ*, *5*, 323–331. DOI: 10.1187/cbe.06-02-0142.
84. Wood-Robinson, C., Lewis, J., and Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *J. Biol. Educ*. *35*, 29–36.
85. Wright, L., Fisk, J., & Newman, D. (2014). DNA→RNA: What Do Students Think the Arrow Means? *CBE—Life Sciences Education*, *13*, 338–348, Doi: 10.1187/cbe.CBE-13-09-0188.
86. Yenawine, P. (2013). Visual Thinking Strategies: Using Art to Deepen Learning Across School Disciplines. Harvard Education Press, ISBN-13: 978-1-61250-609-8.