

بناء اختبار المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة في مقرر الأحياء للمرحلة الثانوية

إعداد

أ. أمجاد بنت محمد الرحيلي

طالبة دكتوراه في طرق تدريس العلوم، جامعة الملك سعود، معلمة أحياء، تعليم المدينة المنورة، وزارة التعليم، المملكة العربية السعودية

أ.د. سعيد بن محمد الشمراني

أستاذ المناهج وتعليم العلوم، قسم المناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية

مجلة الدراسات التربوية والانسانية. كلية التربية. جامعة دمنهور.
المجلد السابع عشر - العدد الرابع، الجزء الثاني - لسنة 2025م

بناء اختبار المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة في مقرر الأحياء للمرحلة الثانوية

أ. أمجاد بنت محمد الرحيلي

أ.د. سعيد بن محمد الشمراني

المستخلص:

هدف البحث إلى بناء اختبار للمفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة للمرحلة الثانوية والتحقق من خصائصه السيكومترية. اعتمد البحث المنهج الوصفي، وبدأ بمراجعة محتوى كتاب الأحياء (2-3) (نظام المسارات، طبعة 1446هـ) والدراسات السابقة المحلية والعربية والعالمية لتحديد المفاهيم التي قد تُشكّل مفاهيم بديلة لدى الطلبة. وباستناد إلى تصنيف تشي (Chi, 2013) بُنيت قائمة أولية للمفاهيم البديلة تضمنت بعدين رئيسيين: المعرفي (المعتقدات الخاطئة، الأخطاء في النماذج العقلية) والوجودي (الأخطاء في تعيين الفئة، المخططات المفقودة للعمليات الناشئة). وبعد تحكيم القائمة من (16) مختصاً، بُني اختبار من (16) فقرة من نوع الاختيار من متعدد مع التعليل، بواقع فقرة لكل مفهوم بديل. وطُبّق الاختبار على عيّنة من (35) طالبة من الصف الثالث الثانوي بإحدى المدارس الحكومية في المدينة المنورة للتحقق من الخصائص السيكومترية. أظهرت النتائج أن معامل الثبات (ألفا كرونباخ) بلغ (0,780)، ونسبة الاتفاق بين المصححين (91.25%)، وهو ما يشير إلى ثبات مرتفع. وتراوحت معاملات السهولة بين (0.16-0.86) والتمييز بين (0.25-0.83)، مما يعكس ملائمة الفقرات لأغراض التشخيص. وتحقق الصدق في جوانب المحتوى، والجوهري، والبناء، والتعميم، والتبعات وفق نموذج ميسيك (1995). وأسفرت نتائج البحث عن بناء اختبار يتمتع بصدق وثبات مناسبين للكشف عن المفاهيم البديلة، وتتبع التغيير المفاهيمي في البعدين المعرفي والوجودي لدى طالبات المرحلة الثانوية. ويوصي الباحثان باستخدامه في تشخيص المفاهيم البديلة وتوظيفه في الدراسات التي تقيس أثر استراتيجيات التدريس القائمة على التغيير المفاهيمي.

الكلمات المفتاحية: اختبار المفاهيم البديلة، المفاهيم البديلة المعرفية، المفاهيم البديلة الوجودية، التغيير المفاهيمي، علم الوراثة.

Developing an Assessment of Cognitive and Ontological Misconceptions in Genetics within the Secondary School Biology Curriculum

Amjad bint Muhammad Al-Rahili & Prof. Dr. Saeed bin Muhammad Al-Shamrani

Email: 443203174@student.ksu.edu.sa & sshamrani@ksu.edu.sa

○ Abstract:

This research aimed to develop a test for epistemological and ontological alternative concepts in genetics for secondary school students and to verify its psychometric properties. The research employed a descriptive methodology, beginning with a review of the biology (3-2) textbook (Track System, 1446 AH edition) and previous local, Arab, and international studies to identify concepts that might constitute alternative concepts for students. Based on Chi's classification (2013), an initial list of alternative concepts was developed, encompassing two main dimensions: epistemological (false beliefs, flawed mental models) and ontological (category mistakes, missing schema of emerging processes). After review by (16) experts, a 16-item multiple-choice test with justification was developed, with one item for each alternative concept. The test was administered to a sample of (35) female students in the third year of secondary school at a public school in Medina to verify its psychometric properties. The results showed a reliability coefficient (Cronbach's alpha) of (0.780) and an inter-rater agreement rate of (91.25%), indicating high reliability. The difficulty indices ranged from (0.16 to 0.86), and the discrimination indices ranged from (0.25 to 0.83), reflecting the suitability of the items for diagnostic purposes. Validity was established in the content, substantive, structural, generalizability, and consequential aspects according to Messick's model (1995). The research findings resulted in the development of a test with appropriate validity and reliability for identifying alternative concepts and tracking conceptual changes in the epistemological and ontological dimensions among secondary school students. The researchers recommend its use in diagnosing alternative concepts and its application in studies that measure the impact of teaching strategies based on conceptual change.

Keywords: Alternative Conceptions Test, epistemological Alternative Conceptions, ontological Alternative Conceptions, Conceptual Change, genetics.

المقدمة:

يرتبط علم الوراثة بالواقع المُشاهد بما فيه من انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر، وغالبًا ما يحمل الطلبة تصورات ذهنية لتفسير ما يدور حولهم بناءً على ما يمتلكونه من خبرات سابقة؛ مما يؤثر في فهمهم للمعلومات الجديدة التي يتلقونها، فقد يحمل بعض الطلبة مفاهيم بديلة (Alternative Conceptions) عن المفاهيم العلمية لا تتوافق مع وجهات النظر العلمية، مما قد يُشكّل تحديًا في تدريس مفاهيم علم الوراثة.

وغالبًا ما يتبادر إلى الذهن عند ذكر المفاهيم البديلة النهج الكلاسيكي الذي يعكس البُعد المعرفي من خلال استبدال المفاهيم البديلة بالمفاهيم العلمية الجديدة. وأفضل من يمثل هذا البُعد "نموذج بوسنر" القائم على الصراع المعرفي والموازنة بين الاستيعاب والتكيف، إلا أن البحوث العلمية وجدت أن التغيير الحاصل كان في الغالب مجزأً أو محدودًا، ويتلاشى مع مرور الوقت (Duit & Tregust, 1998; Smith et al. 1993). وأشار دويت وتريجوست (Duit & Tregust, 2003) إلى أن التغيير المفاهيمي المعرفي يعتريه محددات، فهو يُركّز على التطور المعرفي بالمحتوى المفاهيمي متغاضيًا عن ارتباط التغيير بوجهات النظر في فهم طبيعة العلم وتأثير النماذج العقلية، ويهتم بالجانب العقلاني بتتبع منطق بنية المحتوى. وبناءً على ذلك أوصى دويت وتريجوست (Duit & Tregust, 2003) وتايسون وآخرون (Tyson et al., 1997) بتوظيف أبعاد متعدّدة لتفسير التغيير المفاهيمي للمفاهيم البديلة، مما أدى إلى تطوير إطار متعدّد الأبعاد للتغيير المفاهيمي قائم على إحداث تغيير في المفاهيم البديلة في البعدين المعرفي والوجودي (Duit & Treagust, 2012b; Tyson et al., 1997)، يهتم بالسياق التعليمي الداخلي كما يراه الطالب، والخارجي للخطاب المقدم في إطار اجتماعي ثقافي (Duit & Treagust, 2012b)؛ لإحداث تغيير مفاهيمي شامل وأكثر ثبات.

ويرى تايسون وآخرون (Tyson et al., 1997) أن البُعد المعرفي (Epistemological Aspect) هو كيفية رؤية الطلبة لمعارفهم الخاصة بالنظر للداخل والحكم على مفاهيمهم، ويشير لي وآخرون (Li et al., 2022) إلى أن البُعد المعرفي تغيير في المحتوى المفاهيمي

لدى الطلبة، ولذلك يعكس البُعد المعرفي فلسفة بياجيه في التطوّر المعرفي لحدوث التعلّم (حراسيم، 2020)، والنموذج التاريخي للتغيير المفاهيمي لبوسنر (Coon, 2019). أمّا تشي (Chi, 2008) فيرى أن البُعد الوجودي (Ontological Aspect) للتغيير المفاهيمي يحدث في النماذج العقلية، ويذكر أن الطلبة قد يواجهون بعض المفاهيم البديلة القوية المقاومة للتغيير بسبب خطأ في تصنيفها الوجودي فيتعامل معها بتغيير الفئات الوجودية، بناء على التناقضات بين طبيعة وجود المفهوم لدى الطلبة والعلماء (خطابية، 2011). ولأن دراسة مفاهيم علم الوراثة تُعدّ ضمن أهم المجالات البحثية في تدريس علم الأحياء (العنزي وآخرون، 2022)؛ لصعوبة تدريسها وتعلّمها في الفصل المدرسي (Tsui & Treagust, 2004)، يؤكد أبو عصب والخالدي (2015)، وتريجوست وآخرون (Treagust et al., 2003) أن تحقق التعلّم الفعال للطلبة ووصولهم للفهم وإدراك العلاقات والقدرة على شرح مفاهيم الوراثة يتطلب تعزيز أبعاد متعدّدة لفهم التغيير المفاهيمي. لذلك أوصت العديد من الدراسات بالنظر إلى المفاهيم البديلة من بُعدين معرفي ووجودي (أبو عصب والخالدي، 2015؛ Duit & McLure et al., 2020a; McLure, 2018; Li et al., 2022; Treagust, 2012b). (McLure et; al. 2020b).

○ مشكلة البحث:

تشكل عملية التعلّم من أجل التغيير المفاهيمي تحديًا عندما يكون لدى الطلبة مفاهيم بديلة عن العالم من حولهم (Sinatra & Mason, 2013). وتكثر المفاهيم البديلة لدى الطلبة في مادة الأحياء لأن موضوعاتها قريبة منهم ومرتبطة بدراسة العالم المحيط بهم (أبو سعدي وآخرون، 2014)، وخاصةً الموضوعات المتصلة بمفاهيم علم الوراثة، إذ تؤدي طبيعتها التجريدية ودرجة تعقيدها دورًا في تكوين المفاهيم البديلة (أبو سعدي والبلوشي، 2014؛ الناشري والرائقي، 2008)، مما يُشكّل عقبة أمام معلمي الأحياء وتعلّم طلبتهم (Tsui & Treagust, 2004).

ولأن تكون المفاهيم البديلة لدى الطلبة عملية بناء مفاهيمي مستوحاة من الفلسفة البنائية (بوختالة، 2020)، فقد اكتسبت صفة الثبات والمقاومة للتغيير والتصويب (علي، 2012)، مما

انعكس على المجال البحثي، فيذكر مارتينيز وآخرون (Martínez et al. 2001) وجود تقدّم طفيف بطبيعة أبحاث التغيير المفاهيمي، ومع ذلك فلا تزال مشكلة التغيير المفاهيمي قائمة وتمثل بؤرة اهتمام للباحثين، ويؤكد أمبو سعيدي وآخرون (2014) أن معالجة المفاهيم البديلة موضوع لا يتقادم مع مرور الزمن، وهو ما ولّد الشعور بالحاجة لمزيد من التطوّر بأبحاث التغيير المفاهيمي في تعليم العلوم (العنزي وآخرون، 2022؛ Duit & Coon, 2019؛ Treagust, 2012b)؛ لتحقيق تعلّم ذي معنى (Coon, 2019)؛ مما أدى إلى ظهور تغيير مفاهيمي متعدّد الأبعاد قائم على معالجة المفاهيم البديلة وإعادة هيكلة المعارف السابقة على الصعيد المعرفي والوجودي (Tyson et al., 1997).

ومع أن المنظور المعرفي والوجودي للتغيير المفاهيمي قد تناول على حِدّة في الأدبيات السابقة وتأكّدت فعالية النظرة المتعدّدة لحدوث تغيير مفاهيمي طويل الأمد (Treagust & Duit, 2008a)؛ فإنه نادرًا ما يقاس التغيير المفاهيمي من حيث المنظور الوجودي (McLure, 2018)، ولذا، أُوصيَ بدراساتها (McLure, Hatano & Inagaki, 2003؛ Sinatra & Pintrich, 2003؛ McLure et al., 2020b 2018؛ McLure et al. 2020a؛ Duit & Treagust, 2012b؛ 2015؛ Li et al., 2022؛ McLure et al. 2020b؛ McLure, 2018).

واستنادًا إلى الطبيعة التجريدية لمفاهيم علم الوراثة التي تكثر فيها المفاهيم البديلة (Tsui & Treagust, 2004)، وما أكده دويت وتريجوست (Duit & Treagust, 2003) بتركيز أغلب أبحاث التغيير المفاهيمي على البُعد المعرفي بالرغم من وجود محددات على اتخاذ بعد واحد لفهم عملية التغيير المفاهيمي، فإن البحث الحالي ركز على بناء اختبار للمفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة في مقرر الأحياء للمرحلة الثانوية.

○ أسئلة البحث:

تناول البحث السؤالين الآتيين:

1- ما المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء للمرحلة

الثانوية؟

2- ما الخصائص السيكومترية لاختبار المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة؟

○ أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق الهدفين الآتيين:

1- التعرف إلى المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء بالمرحلة الثانوية.

2- التعرف إلى الخصائص السيكومترية لاختبار المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء بالمرحلة الثانوية.

○ أهمية البحث:

تمثلت أهمية البحث بالآتي:

1- قد يثري هذا البحث الأدب التربوي، ويفتح المجال أمام الدراسات الأخرى لتناول المفاهيم البديلة من منظور متعدد الأبعاد؛ نظرًا لندرة الأبحاث العربية في هذا الاتجاه.

2- يعرض هذا البحث قائمة المفاهيم البديلة الشائعة بموضوع الوراثة في البُعد المعرفي والوجودي، وقد يستفيد معلمو الأحياء منها بالتركيز عليها وتصحيحها في أثناء الممارسات التدريسية.

○ حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود الآتية:

الحدود الموضوعية: اقتصر البحث على المفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء لدى طلبة المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية.

الحدود المكانية: طُبّق البحث في المدرسة الثانوية التابعة لإدارة التعليم بالمدينة المنورة في المملكة العربية السعودية.

الحدود الزمانية: طُبّق البحث في العام الدراسي 1446هـ.

○ مصطلحات البحث:

تضمن البحث المصطلحات الآتية:

المفاهيم البديلة (Alternative Concepts): يُعرّف العنزي وآخرون (2022) المفاهيم البديلة بأنها: تفسيرات أو نماذج عقلية للمفاهيم غير متوافقة جزئياً أو كلياً مع وجهة النظر العلمية، يكتسبها الفرد بالملاحظات والتجارب اليومية. وتُعرّف إجرائياً بأنها: الأفكار والانطباعات والمعتقدات غير السليمة من الناحية العلمية في مفاهيم موضوع الوراثة بمقرر الأحياء لدى طالبات المرحلة الثانوية في البعد المعرفي أو الوجودي.

مفاهيم الوراثة (Genetic Concepts): هي المفاهيم التي تتناول كيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر (وزارة التعليم، 2024). وتُعرّف إجرائياً بأنها: المفاهيم البديلة الشائعة في الوراثة بمقرر الأحياء للمرحلة الثانوية، وصُنفت إلى البُعد المعرفي في تصنيف المعتقدات الخاطئة، وتصنيف الأخطاء في النماذج العقلية، والبُعد الوجودي في تصنيف الأخطاء في تعيين الفئة، أما المفاهيم البديلة الوجودية في تصنيف المخطط المفقود للعمليات الناشئة، فتُوصّل إليها من الاطلاع على مقرر الأحياء.

○ الإطار النظري:

يشير زيتون (2007) إلى أن تعليم المفاهيم ينطلق من المعرفة السابقة وفي ضوءها تتحدد نتائج التعلّم كمّاً وكيفاً، لذلك يصنف تشي (Chi, 2013) نوعين من المعرفة السابقة الخاطئة المكونة للمفاهيم البديلة، وهي:

النوع الأول: "المعرفة غير الدقيقة" مقارنة بالمعلومات الصحيحة أو بالواقع، وفيها تتعارض المعرفة السابقة مع الواقع الصحيح للمعلومات في البعد نفسه أو الخاصة، مثال: حجم الحوت كحجم سمك السلمون، هنا الاختلاف في البُعد نفسه، إذ يختلف (الحجم) في الحوت عن سمك السلمون. وهذا النوع من المعرفة غير الدقيقة يعكس البُعد المعرفي، وقد تكون "معتقدات خاطئة" أو "أخطاء في النماذج العقلية."

○ المعتقدات الخاطئة:

المعتقد الخاطئ، مثل: المعتقد الشائع لدى أغلب أفراد المجتمع في أن الأنثى هي من تحدّد جنس المولود (أمبو سعيدي والبلوشي، 2014؛ Ezechi, 2018)، في حين أن الخلية الجنسية للذكر بحسب قانون انعزال الصفات لمندل تنقسم اختزالياً إلى أمشاج ممثلة بحيوانات منوية،

أحدهما يحمل الكروموسوم (Y) والآخر الكروموسوم (X)، أمّا الأنثى فتتقسم خليتها الجنسية اختزالياً لتعطي بويضات تحمل كروموسومات (X) فقط، فإذا اتحد الحيوان المنوي (Y) مع البويضة أصبح جنس الجنين ذكر (XY)، وإذا اتحد الحيوان المنوي (X) مع البويضة أصبح جنس الجنين أنثى (XX)، لذلك تعدّ أمشاج الذكر المسؤولة عن تحديد جنس الجنين (وزارة التعليم، 2024).

○ الأخطاء في النماذج العقلية:

يذكر جالمو وسواندي (Jalmo & Suwandi, 2018) عن الأخطاء في النماذج العقلية أن لدى معلمي الأحياء قبل الخدمة مفاهيم بديلة عن مفهوم DNA، فالمفهوم غير مكتمل علمياً في نماذجهم العقلية، ويظهر تبادل في تحديد أماكن الجينات والحمض النووي، وعدم ذكر وجود بروتينات الهستون، والخطأ في إظهار الموقع الصحيح للجين في الحمض النووي، وأوصى جالمو وسواندي بضرورة تدريب الطلبة وتطوير نماذجهم العقلية في التعليم الثانوي لتحقيق فهم هادف وشامل لمفاهيم الوراثة.

النوع الثاني: "المعرفة غير المتكافئة" مع المعلومات الصحيحة؛ لأن لها أبعاداً أو خصائص تنتمي إلى وجود مختلف، مثال: الحوت سمكة مثل السلمون، وهنا البُعد -الطائفة- يختلف لأن الحوت ينتمي إلى طائفة الثدييات أمّا السلمون فينتهي إلى طائفة الأسماك، فالخصائص الوجودية للطائفتين مختلفة جذرياً. وهذا النوع من المعرفة غير المتكافئة يعكس البُعد الوجودي، وقد يكون "الأخطاء في تعيين الفئة" أو "المخطط المفقود للعمليات الناشئة".

○ الأخطاء في تعيين الفئة:

يشير النوع الأول إلى أخطاء لدى الطلبة في تصنيفهم للفئة الصحيحة التي ينتمي إليها المفهوم، فقد ورد في الدهمش والشايع (Aldahmash & Alshaya, 2012) مفاهيم بديلة تقع ضمن النوع الأول الأخطاء في تعيين الفئة، إذ إن طلبة الصف الثاني الثانوي يواجهون صعوبة في تمييز التكاثر الجنسي واللاجنسي سواء في الحيوانات أو النباتات، وهذا النوع من الخطأ يقع عبر الفئات الوجودية الجانبية في شجرة المادة، لأن التركيب الوظيفي للكائنات التي تتكاثر جنسياً يختلف عن الكائنات التي تتكاثر لا جنسياً، لذلك ينتميان إلى واقع وجودي مختلف، أيضاً

ما ورد في تشي (Chi, 2013) الخطأ في تعيين الحوت إلى طائفة الأسماك، لكنه وجوديًا ينتمي إلى طائفة الثدييات، إعادة تعيين مفهوم الحوت من الأسماك إلى الثدييات يغيّر الجوهر الأساس أو علم الوجود لمفهوم الحوت لدى الطلبة.

○ المخطط المفقود للعمليات الناشئة:

يعرفها شو (Xu, 2015) بأنها العمليات التي تنشأ ذاتيًا من التفاعلات دون وجود سيطرة مركزية. ويذكر تشي (Chi, 2005) أن العمليات الناشئة عشوائية وغير مقيدة بتسلسل معين، فتتفاعل تفاعلًا كليًا ومتزامنًا لجميع العوامل، مثال: انتشار الصبغة في الماء الوارد في تشي (Chi, 2005)، وانتشار الأكسجين من الرئتين إلى الأوعية الدموية الوارد في تشي (Chi, 2013). في عملية الانتشار يحدث النمط متزامنًا، بحيث تتقارب الجزيئات الموجودة بالوسط الأكثر تركيزًا والجزيئات الموجودة بالوسط الأقل تركيزًا داخل كل وحدة زمنية، فلا نستطيع تحديد ترتيب الجزيئات التي ستنقل أولًا، لذلك في الوقت نفسه يجري التبادل والانتقال بين الجزيئات، والمسؤول عن سلوك النمط مجموعة من العوامل، ففي مثال انتشار الصبغة في الماء تكون العوامل هي جزيئات الصبغة بالإضافة إلى جزيئات الماء، وفي مثال انتشار الأكسجين تكون العوامل هي جزيئات الأكسجين بالإضافة إلى جزيئات ثاني أكسيد الكربون، لذلك فجميع العوامل يمكنها أن تتفاعل عشوائيًا، مما يجعل العلاقات بين التفاعلات تحدث معًا، ومن المحتمل أن تحدث بشكل مستقل بنشؤ تحركات جديدة للجزيئات دون تنظيم أو تسلسل محدد في عملية الانتشار مكوّنًا ميزة الجمع الجماعي داخل كل وحدة زمنية.

○ منهج البحث:

بناء على طبيعة مشكلة البحث وأسئلته أعتمد المنهج الوصفي؛ لملائمته لطبيعة البحث الحالية التي تتطلب التفسير الوصفي. وهو يُعنى بدراسة الظاهرة في الواقع بوصفها وصفًا دقيقًا (عباس وآخرون، 2014).

○ مجتمع البحث وعينته:

شمل المجتمع جميع طالبات الصف الثالث الثانوي في إحدى المدارس الثانوية الحكومية التابعة لمكتب تعليم العقيق في إدارة التعليم بمنطقة المدينة المنورة، في الفصل الدراسي الثاني للعام

الدراسي 1446هـ. وتمثلت عينة البحث في فصل مدرسي، وبلغ عدد الطالبات في الصف (35) طالبة، طُبّق عليهن الاختبار.

○ أدوات البحث:

بُنيت قائمة للمفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء في البُعدين المعرفي والوجودي، وبناءً عليها بُني اختبار المفاهيم البديلة.

○ الأساليب الإحصائية:

لتحليل البيانات، استُخدمت الأساليب الآتية:

1- معامل ألفا كرونباخ؛ للتأكد من ثبات الاختبار.

2- معاملات السهولة والتمييز لأسئلة الاختبار.

○ نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها:

○ إجابة السؤال الأول: ما المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء للمرحلة الثانوية؟

للإجابة على السؤال أتبعت الإجراءات الآتية لبناء قائمة للمفاهيم البديلة الشائعة في البُعدين المعرفي والوجودي لموضوع الوراثة:

1- مراجعة الأدب التربوي المتمثل في الدراسات التي تناولت المفاهيم البديلة في موضوع الوراثة لدى طلبة المرحلة الثانوية، كآلاتي:

• رُجع محلياً إلى دراستي الدهمش والشايح (Aldahmash & Alshaya, 2012)،

والشايح وعسيري (2012) التي تناولتا استكشاف المفاهيم البديلة لدى طلبة الصف الثاني الثانوي في المملكة العربية السعودية، وقد أشار الشيخ (2022) إلى أن وحدة "الوراثة المعقدة والوراثة البشرية" التي تُدرّس لطلبة الصف الثاني الثانوي تحتوي على العديد من المفاهيم الوراثية المجردة التي تتسم بالتعقيد والتداخل، مثل: الصفات المتعددة الجينات، الجينات المتعددة المتقابلة، والصفات المرتبطة بالجنس؛ وهو ما يساعد في تكوين المفاهيم البديلة لدى الطلبة.

• أما على المستوى العربي فُرجع إلى الدراسة المسحية لأمبو سعيدي وآخرون (2014)، وإلى أمبو سعيدي والبلوشي (2014) اللتين حاولتا حصر المفاهيم البديلة في موضوع الوراثة لدى طلبة المرحلة الثانوية في سلطنة عمان.

2- وأما على المستوى العالمي فأشار إيزيتشي (Ezechi, 2018) إلى أن لدى غالبية طلبة الثانوية مفاهيم بديلة عن مفاهيم الوراثة، وتتأثر بالسياقات التعليمية المختلفة (Kılıç et al., 2016). ويذكر أحمد وآخرون (Ahmed et al., 2018) أن المفاهيم البديلة في الوراثة تتمحور حول مفهوم الكروموسومات، وانقسام الخلايا، والأحماض النووية، وتحديد الجنس، وتكوين اللاقحة، وأن جميع الكروموسومات إما ذكر (Y) أو أنثى (X).

3- بناء قائمة مبدئية بالمفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة في البُعدين المعرفي والوجودي، ثم التأكد من وجود المفاهيم العلمية المقابلة للمفاهيم البديلة بمقرر الأحياء (2-3) للصف الثاني ثانوي-نظام المسارات- طبعة عام 1446هـ - 2024م.

4- تصنيف قائمة المفاهيم البديلة حسب ما ورد في تشي (Chi, 2013) في تصنيف أنواع المعارف السابقة المكونة للمفاهيم البديلة، وهي:

• **المفاهيم المنتمية للبُعد المعرفي:** وهي المعرفة غير الدقيقة، وفيها تكون معرفة الطالب المكوّنة للمفاهيم البديلة إما في تصنيف المعتقدات الخاطئة، أو تصنيف الأخطاء في النماذج العقلية.

• **المفاهيم المنتمية للبُعد الوجودي:** وهي المعرفة غير المتكافئة، وفيها تكون معرفة الطالب المكونة للمفاهيم البديلة إما في تصنيف الأخطاء في تعيين الفئة، أو تصنيف المخطط المفقود للعمليات الناشئة.

أما المفاهيم البديلة في البُعد الوجودي في تصنيف المخطط المفقود للعمليات الناشئة ، فوجدت فجوة في الأدبيات السابقة، إذ لا توجد دراسات تناولت مفاهيم بديلة في موضوعات علم الوراثة تقع تحت تصنيف المخطط المفقود للعمليات الناشئة، ولذلك، وبعد الاطلاع على مفهوم المفاهيم الناشئة في الأدب التربوي، رُجع إلى موضوع الوراثة بمقرر الأحياء للصف الثاني الثانوي والبحث عن المفاهيم التي تدرج تحت تصنيف العمليات الناشئة، ويحتمل تكون الفهم البديل

فيها، وعليه فقد تُوصَل إلى المفاهيم البديلة المنتمية إلى تصنيف المخطط المفقود للعمليات الناشئة.

وعُرضت القائمة على مجموعة من المتخصصين في مجال الوراثة، الأحياء، وطرق تدريس العلوم، وبلغ عددهم (16) محكمًا، وأجريت التعديلات المناسبة بعد الفحص والتدقيق. وتُوصَل إلى قائمة المفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء للصف الثاني الثانوي في البُعدين المعرفي والوجودي، كالآتي:

جدول (1) قائمة المفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء للصف

الثاني الثانوي في البُعدين المعرفي والوجودي

البُعد	التصنيف	المفهوم	مكان وجود المفهوم في المقرر الدراسي	المفهوم البديل
المعرفي	المعتقدات الخاطئة	تحديد الجنس	درس (الأمشاط الوراثية المعقدة)، ص 153	1-المعتقد الخاطئ الشائع في أغلب المجتمعات هو أن المرأة مسؤولة عن تحديد جنس الجنين.
		الصفات المرتبطة مع الجنس	درس (الأمشاط الوراثية المعقدة)، ص 155	2-في وراثة الصفات المرتبطة مع الجنس، مثل: مرض نزف الدم (هيموفيليا)، تتساوى نسبة ظهور الصفة في كل من الذكور والإناث.
		الطرز الجيني	درس (الوراثة المتنبلية)، ص 120 درس (الأمشاط الوراثية المعقدة)، ص 157	3-الاعتقاد أن الطرز الجينية هي المؤثر الوحيد في ظهور الصفة، وتجاهل تأثير العوامل البيئية في ظهور الصفات.
		الكروموسوم (Y)	درس (الانقسام المنصف)، ص 111	4- يميز الأمشاج الذكرية وجود الكروموسوم (Y) فقط.
		طفرة الخلايا الجسمية	درس (التطعيم الجيني والطفرة)، ص 198	5-انتقال طفرة الخلايا الجسمية إلى الأبناء.
	الأخطاء في النماذج العقلية	ترتيب (الكروموسوم/DNA) الجين/ النيوكليوتيدات	درس (المادة الوراثية: DNA)، ص 183	6-الخطأ في ترتيب تسلسل المفاهيم الوراثية (الكروموسوم/DNA/ الجين/ النيوكليوتيدات) في الكائن الحي.
		الجين/ الجين المتقابل	درس (الوراثة المتنبلية)، ص 120	7-الخلط بين مفهوم الجين ومفهوم الجين المتقابل (Allele).
		بناء البروتين	درس (DNA، RNA، البروتين)، ص 187 إلى ص 192	8- DNA هو المسؤول عن بناء البروتين بشكل مباشر.
	الأخطاء في تعيين الفئة الوجودي	الخلايا الجنسية	درس (الانقسام المنصف)، ص 111	9-الخطأ في تصنيف المبيض خلية جنسية.
		الجينات المتعددة المتقابلة/ الصفات المتعددة الجينات	درس (الأمشاط الوراثية المعقدة)، ص 151، ص 156	10-الخلط بين وراثة الجينات المتعددة المتقابلة، مثل: فصائل الدم في الإنسان، والصفات المتعددة الجينات، مثل: لون الجلد.
		التكاثر الجنسي/ التكاثر اللاجنسي	درس (الانقسام المنصف)، ص 115	11-الخطأ في التمييز بين الهدف من التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي.
		الانقسام المنصف/ الانقسام المتساوي	درس (الانقسام المنصف)، ص 110 إلى ص 116	12-الخطأ في التمييز بين الهدف من الانقسام المنصف والانقسام المتساوي.
		تحديد الجنس	درس (الأمشاط الوراثية المعقدة)، ص 153	13-وجود علاقة بين عدد الولادات وجنس المولود.
		عملية العبور	درس (الانقسام المنصف)، ص 112	14-وجود علاقة منتظمة تساعد في عملية العبور الجيني في الحالات الطبيعية للانقسام المنصف.
		أجسام بار	درس (الأمشاط الوراثية المعقدة)، ص 154	15-وجود علاقة منتظمة تساعد في تحديد أي كروموسومات (X) في الخلايا الجسمية لإثبات التنبؤات يحدث له تعطيل.
		اصطفاف الكروموسومات المتماثلة	درس (الانقسام المنصف)، ص 115	16-وجود علاقة منتظمة في طريقة ترتيب اصطفاف الكروموسومات المتماثلة على خط استواء الخلية.

○ إجابة السؤال الثاني: ما الخصائص السيكومترية لاختبار المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة؟

للإجابة على السؤال بُنيت أداة الاختبار بواسطة المفاهيم البديلة الشائعة بموضوع الوراثة في البُعدين المعرفي والوجودي التي تُوصَل إليها في قائمة المفاهيم البديلة، ثم التحقق من الخصائص السيكومترية للاختبار، كالاتي:

يستند البُعدان المعرفي والوجودي إلى النظرية البنائية المعرفية التي ترى أن التعلم يحدث أولاً داخل عقول الطالبات عن طريق التغيّر في البنى المفاهيمية، ثم ينعكس خارج عقول الطالبات، لذلك نستطيع التنبؤ بعملية التعلم لدى الطالبات بالاختبار. إذ تشكل إجابات الطالبات عن أسئلة الاختبار فحصاً للبنى المفاهيمية للمفاهيم البديلة المعرفية والوجودية. وتكوّن الاختبار من محورين، المحور الأول: المفاهيم البديلة المعرفية، والمحور الثاني: المفاهيم البديلة الوجودية. وصيغت أسئلة الاختبار بواقع سؤال واحد لكل مفهوم بديل وفق الاختيار من متعدد بأربع بدائل مع ذكر التعليل؛ للكشف الحقيقي والدقيق عن طريقة تفكير الطالبات في المفاهيم البديلة، وليس فقط عما إذا كانت إجابتها صحيحة أم خطأ. وشكلت البدائل الثلاث: مفاهيم بديلة شائعة ذكرت في أغلب الدراسات، وولدت بدائل مشتتة، مثل: البدائل في السؤال الثاني (أعلى في الذكور، أقل في الذكور، أعلى في الإناث، متساوية بين الذكور والإناث)، والبديل الرابع شكل التصوّر الصحيح للمفهوم من الناحية العلمية. وروعي في بناء الاختبار طبيعة المرحلة العمرية للطالبات (مرحلة العمليات العقلية المجردة) وقدرتهن على التفكير التجريدي وميلهن للبحث عن الأسباب المنطقية واستخلاص النتائج.

ولذا، فقد تكوّن اختبار المفاهيم البديلة (ملحق، 1)، من جزأين، تضمن الجزء الأول تعليمات للإجابة عن الاختبار، أمّا الجزء الثاني فتضمن أسئلة الاختيار من متعدد بواقع (16) سؤال مع ذكر التعليل. ويوضح جدول (2) توزيع أسئلة الاختبار وفق المفاهيم البديلة المستهدفة، كالاتي:

جدول (2) توزيع أسئلة الاختبار وفق المفاهيم البديلة المستهدفة في البحث

البعد	البُعد المعرفي	البُعد الوجودي
التصنيف	المعتقدات الخاطئة	الأخطاء في النماذج العقلية
عدد المفاهيم البديلة	5 مفاهيم بديلة	4 مفاهيم بديلة
عدد الأسئلة	5 أسئلة	4 أسئلة
	من (5 إلى 11)	من (6 إلى 8)
		من (9 إلى 12)
		من (13 إلى 16)

• الخصائص السيكمترية لأداة الاختبار:

يعدّ مفهوم الصدق مسألة جدلية بين علماء القياس. ويذكر مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (2019) وجود ضبابية في معنى الاتساق الداخلي، وتركز مفاهيم الصدق في اتجاهين: الاتجاه الأول الوصفي، لا تُطبّق الأداة على عينة للخروج ببيانات للتحقق منها، مثل: صدق المحكمين، والاتجاه الثاني التجريبي، يستخدم إجراءات إحصائية معينة للتحقق من المصادقية، مثل: ثبات ألفا كرونباخ. وتطوّر مفهوم الصدق ليشير إلى صدق التفسيرات التي نخرج بها من نتائج الاختبار. وهو ما تحدث عنه ميسيك (Messick, 1995) في نظريته صحة البناء (Construct Validity) التي تشير إلى منظور شمولي للصدق في كونه مفهوماً متعدّد الأبعاد، يرتبط بالمعنى والتفسير المأخوذ من نتائج الاختبار وليس فقط بالاختبار نفسه، شاملاً بذلك معنى النتيجة والعلاقات ذات الصلة من الناحية النظرية والتطبيقية، وسلط الضوء على جوانب مميزة لصحة البناء كمفهوم موحد للصدق. وفي البحث الحالي تُؤوّلت جوانب الصدق المتداخلة لدى ميسيك؛ للتحقق من مصداقية الاختبار بأدلة نظرية وتجريبية، كالاتي:

1- جانب المحتوى (Content aspect):

هدف الاختبار إلى تشخيص المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة لدى الطالبات، ثم قياس التحوّل في فهم الطالبات. لذلك احتوى الاختبار على مفاهيم بديلة شائعة بموضوع الوراثة، تُوصّل إليها بمراجعة الأدب التربوي المتمثل في الدراسات التي تناولت المفاهيم البديلة في موضوع الوراثة لدى طلبة المرحلة الثانوية على الصعيد العالمي والعربي والمحلي. وصُنفت المفاهيم البديلة إلى تصنيفات البُعدين المعرفي والوجودي، ثم صياغة أسئلة الاختبار بواقع سؤال واحد لكل مفهوم بديل وفق الاختيار من متعدّد بأربع بدائل مع ذكر التعليل، فشكّلت البدائل الثلاث مفاهيم بديلة شائعة في موضوع الوراثة ذكّرت في أغلب الدراسات، أو توليد بدائل مشتتة مما يثير الصراع المعرفي، وإعادة التفكير، أما البديل الرابع فشكّل التصور الصحيح للمفهوم من الناحية العلمية، ورُتبت أسئلة الاختبار كالاتي:

• **البُعد المعرفي:** يشمل مفاهيم بديلة معرفية، من السؤال (1 إلى 8)، وصُنفت المفاهيم البديلة المعرفية في الأسئلة (1 إلى 5) إلى تصنيف المعتقدات الخطأ، وصُنفت المفاهيم البديلة المعرفية في الأسئلة (6 إلى 8) إلى تصنيف الأخطاء في النماذج العقلية.

• **البُعد الوجودي:** يشمل مفاهيم بديلة وجودية، من السؤال (9 إلى 16)، وصُنفت المفاهيم البديلة الوجودية في الأسئلة (9 إلى 12) إلى تصنيف الأخطاء في تعيين الفئة، وصُنفت المفاهيم البديلة الوجودية في الأسئلة (13 إلى 16) إلى تصنيف المخطط المفقود للعمليات الناشئة.

وتجيب الطالبات على كل سؤال في الاختبار باختيار البديل الذي يمثل المفهوم العلمي من وجهة نظرهما، على أن تبرر اختيارها.

وعُرض الاختبار على مجموعة من المتخصصين في مجال الأحياء، علم الوراثة، والمناهج وطرق تدريس العلوم ببعض الجامعات السعودية، بالإضافة إلى عددٍ من مشرفي الأحياء بالمرحلة الثانوية ومعلميها، وبلغ عددهم (11) محكمًا لإبداء آرائهم وملاحظاتهم من حيث: مدى ملائمة بنود الاختبار والبدائل للبُعد والتصنيف، وسلامة الصياغة العلمية واللغوية، ووضوح التعليمات، وإضافة ملاحظات أخرى يرون أهميتها.

وطُبّق اختبار المفاهيم البديلة المعدل وفق آراء المحكمين على عيّنة استطلاعية مكونة من (35) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي اللواتي سبق لهن دراسة المقرر في الفصل الدراسي الثاني لعام (1446هـ). واختيرت اختيار طالبات الصف الثالث الثانوي، في حين أن موضوع الوراثة يدرس بمقرر الأحياء للصف الثاني الثانوي، لأن الاختبار يقيس المعرفة وليس قدرات الطالبة، وعند تطبيق الاختبار على عيّنة لم تدرس موضوع الوراثة ستكون معاملات السهولة والتميز قليلة، مما يوحي بوجود المفاهيم البديلة لدى الطالبات بنسب مرتفعة جدًا، لذلك طُبّق على عيّنة درست موضوع الوراثة؛ لمعرفة مدى وضوح الصياغة اللغوية، وتحديد زمن الاختبار، كالآتي:

• **وضوح الصياغة اللغوية:** ففي وضوح الصياغة اللغوية، قُدّم موجز التعليمات قبل الاختبار، ثم مراقبة الطالبات في أثناء تأديتهن للاختبار وإتاحة الفرصة لهن للسؤال عن

المصطلحات الغامضة أو عن المطلوب من السؤال، وبناء على الملاحظات التي ظهرت في أثناء التطبيق عُدل الاختبار، على سبيل المثال، تعديل السؤال (6) بإضافة الاتجاه المطلوب لترتيب المفاهيم الوراثية (من الأكبر إلى الأصغر)، بالإضافة إلى ذلك ظهرت الحاجة إلى التشديد على الطالبات كتابة التعليل من الناحية العلمية والابتعاد عن العبارات الارتجالية، على سبيل المثال: (لأني متأكدة، لأن هذا السبب وارد، معلومة محفوظة، أحسها) (أشعر بأنها) صح، واستنتاج من السؤال)، وغيرها من العبارات التي لا تتعلق بالسبب العلمي لاختيار البديل.

• تحديد زمن الاختبار:

أما رصد الزمن اللازم للاختبار، فذكر للطالبات عند تطبيق الاختبار عدم تحديد وقت للإجابة حتى نتمكن من تحديد الزمن المناسب لإجراء الاختبار عند تطبيقه لاحقاً، ورُصد الزمن بحساب الفرق بين بداية الاختبار وآخر طالبة أنهت الإجابة على أسئلة الاختبار كافة وفقاً للمعادلة الآتية: (وقت الإجابة = الزمن الذي استغرقته آخر طالبة للإجابة عن أسئلة الاختبار - زمن بدء الاختبار). حيث بدأ الجميع الحل عند الساعة (11:52)، وانتهت آخر طالبة في تمام الساعة (12:30) بعد إجابتهن على جميع أسئلة الاختبار، وبذلك، يكون زمن الإجابة = 12:30 - 11:52 = 38 دقيقة، وبإضافة زمن تهيئة أماكن الطالبات للاختبار وتوزيع الأسئلة عليهن الذي قدر بأربع دقائق، وإضافة زمن قراءة تعليمات الاختبار الذي قدر بثلاث دقائق، أصبح زمن الاختبار = 38 + 4 + 3 = 45 دقيقة، فالزمن المناسب لتطبيق الاختبار وفق النتائج هو 45 دقيقة تقريباً، أي ما يعادل حصة دراسية في نظام الدراسة في المملكة العربية السعودية.

2- الجانب الجوهري (Substantive aspect):

للتمييز بين التغيير المفاهيمي الحقيقي للمفهوم البديل والحفظ أو التخمين، بُني اختبار المفاهيم البديلة بموضوع الوراثة استناداً إلى النظرية البنائية المعرفية التي ترى أن التعلم يحدث أولاً داخل عقول الطالبات عن طريق التغيير في البنى المفاهيمية، ثم ينعكس خارج عقول الطالبات، لذلك نستطيع التنبؤ بحدوث التغيير المفاهيمي لدى الطالبات من خلال اختبار تشخيص المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية بداخل عقول الطالبات. ثم إن صياغة الأسئلة والبدايل في البعدين المعرفي والوجودي تعكس طريقة تفكير الطالب في المفهوم في موضوع الوراثة، وتجعله يلاحظ

التناقض بين المفهوم العلمي والمفاهيم البديلة، والمقارنة بين المفاهيم، وتحفيز الصراع المعرفي في أثناء اختيار البدائل، مدعمًا ذلك بالسبب العلمي لاختياره للبديل. وأجابت الطالبات على اختيار البدائل بشكل سلس، إلا أن أغلبهن كن مترددات بشأن كيفية كتابة السبب العلمي، ويطلبن التوضيح؛ لاعتيادهن على الأسئلة الموضوعية، مما أثر على قدرتهن على التعبير وصياغة السبب العلمي، وفي كل مرة تسأل فيها إحدى الطالبات عن كيفية كتابة التعليل يُجاب عليها بـ: (إن اختيارك للبديل قائم على سبب موجود لديك في ذهنك، حاولي صياغة هذا السبب بأسلوب علمي).

3- جانب البناء (Structural aspect):

بُنيت أسئلة اختبار التغيير المفاهيمي بطريقة منظمة ومترابطة تعكس الأساس الوجودي لبنية المفهوم البديل سواء في البعد المعرفي أو البعد الوجداني، والتصنيف المتفرع من البعدين. ويقابل كل سؤال في الاختبار مفهومًا بديلاً من المفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة، ونُظمت الأسئلة بالتدرج من السؤال (1 إلى 16) لكل بُعد ولكل تصنيف. وصيغت البدائل بحيث يحمل بديل مفهومًا علميًا صحيحًا، وتحمل ثلاث بدائل مفاهيم بديلة شائعة ذُكرت في أغلب الدراسات السابقة، أو بدائل مشتتة للمفهوم العلمي؛ وطلب إلى الطالبات كتابة التفسير العلمي الذي يعكس سبب اختيار البديل؛ للتأكد من أن أسئلة الاختبار تقيس فعلاً المفاهيم البديلة وليست عشوائية.

4- الجانب التعميمي (Generalizability aspect):

يهتم هذا الجانب بمدى إمكانية تعميم نتائج الاختبار. ولذلك بنيت أسئلة الاختبار بحيث يقابل كل سؤال في الاختبار مفهومًا بديلاً شائعًا في موضوع الوراثة، الذي تُوصّل إليه بالرجوع للدراسات السابقة على المستوى العالمي والعربي والمحلي، ثم التأكد من وجود المفاهيم العلمية المقابلة للمفاهيم البديلة في مقرر الأحياء؛ لذلك يعكس الاختبار مفاهيم بديلة عالمية في الوراثة لدى طلبة المرحلة الثانوية، ومتنوعة؛ بسبب تصنيفها في تصنيفات البعدين المعرفي والوجداني، ولم تنحاز إلى سياق ثقافي معين. لذلك فتطبيق الاختبار في أي دولة يمكن أن يعمل بالكفاءة نفسها، ويعطي النتيجة نفسها. ثم إن طريقة التفكير البديلة في العمليات بأنها سلسلة متتابعة، شائعة عالميًا لدى الطلبة؛ لأن مخطط العمليات الناشئة ليس مألوفًا لديهم فينحازون إلى تفسير

المفاهيم الديناميكية كأحداث تسلسلية تشابه القصص والأحداث في حياتهم اليومية (Resnick, 1996; Chi,2023). لذلك فالاختبار عادل ومحاييد في الكشف عن المفاهيم البديلة مهما اختلفت خلفيات المتعلمين، وفي سياقات تعليمية متنوعة.

• التحقق من الثبات:

حُسب ثبات أسئلة الاختيار من متعدد باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)، فبلغ معامل ألفا كرونباخ للأداة ككل (0,780)، ويعدّ معامل ثبات مناسباً إحصائياً. في حين قيس الثبات للإجابة عن الأسئلة المفتوحة في الاختبار -التعلييل- باستخدام أسلوب قياس ثبات التصحيح بين المصححين، حيث صحت الباحثة وزميلاتها أوراق اختبار خمس طالبات، ثم حُسب معامل الاتفاق بين التصحيحين، كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (3) ثبات جزء التعلييل باختلاف المصححين

السؤال	عدد وحدات التصحيح	عدد مرات الاتفاق	عدد مرات الاختلاف	نسبة الاتفاق
1	5	5	0	%100
2	5	5	0	%100
3	5	5	0	%100
4	5	5	0	%100
5	5	5	0	%100
6	5	5	0	%100
7	5	4	1	%80
8	5	4	1	%80
9	5	4	1	%80
10	5	4	1	%80
11	5	4	1	%80
12	5	4	1	%80
13	5	5	0	%100
14	5	4	1	%80
15	5	5	0	%100
16	5	5	0	%100
الثبات الكلي	80	73	7	%91,25

يتضح من جدول (3) أن نسبة الثبات الكلي للأداة بلغ (91,25%)، وتراوحت نسبة الثبات لجميع الأسئلة بين (80%)، و(100%)، وتشير هذه النسب إلى معامل ثبات عالٍ لجزئية التعلييل في الاختبار؛ مما يدل على مناسبتها للتطبيق.

• حساب معامل السهولة:

حُسب معامل السهولة لأسئلة الاختيار من متعدد عن طريق استخدام المعادلة الآتية: معامل السهولة = (عدد الإجابات الصحيحة لكل سؤال / عدد الطالبات) $\times 100$.

جدول (4) معامل السهولة لأسئلة الاختيار من متعدد في اختبار المفاهيم البديلة

السؤال	معامل السهولة	السؤال	معامل السهولة
1	0,70	9	0,39
2	0,27	10	0,25
3	0,86	11	0,64
4	0,18	12	0,25
5	0,36	13	0,23
6	0,39	14	0,34
7	0,39	15	0,16
8	0,86	16	0,32

يتضح من جدول (4) أن معاملات السهولة لأسئلة الاختبار تراوحت بين (0,16) إلى (0,86)، وتشير هذه النسب المتدرجة إلى تدرج وجود المفاهيم البديلة في موضوع الوراثة لدى طالبات المرحلة الثانوية. حيث تشير معاملات السهولة المنخفضة إلى وجود مفهوم بديل منتشر بين الطالبات، وهي القيم الأقل من (0,40)؛ في حين تشير معاملات السهولة المرتفعة إلى وجود مفاهيم بديلة أقل انتشاراً، وهي القيم الأكثر من (0,60). ولأن الاختبار يقيس وجود المفاهيم البديلة لدى الطالبات فإن النسب في الجدول ملائمة لتشخيص، وتتبع التغيير المفاهيمي في البعدين المعرفي والوجودي.

ولأن جزئية التعليل مرتبطة بالسؤال؛ لم يتم حساب معامل السهولة لجزئية التعليل؛ لأن أغلب الإجابات كانت صفر، لذلك معامل السهولة منخفض جداً. وحسب هدف الاختبار، فإن انخفاض معامل السهولة في جزئية التعليل لا يعني أن السؤال صعب، بل انتشار وجود المفاهيم البديلة لدى الطالبات. وهذا ما يعكس جوهر اختبارات التغيير المفاهيمي القائمة على كشف الفهم الحقيقي، وليس ما يستطيع الطالب تكراره.

• حساب معامل التمييز:

تم حساب معاملات التمييز لأسئلة الاختيار من متعدد كآلاتي:

• تم ترتيب نتائج إجابات الطالبات حسب درجاتهن، ثم تم فصل 27% من درجات الطالبات التي تقع في الجزء العلوي، و 27% من درجات الطالبات التي تقع في الجزء السفلي.

• ثم حساب معامل التمييز = (عدد الإجابات الصحيحة في الفئة العليا - عدد الإجابات الصحيحة في الفئة الدنيا / عدد طالبات إحدى الفئتين)، وحساب معامل التمييز كل فقرة من فقرات الاختبار كما هو موضح في الآتي:

جدول (5) معاملات التمييز لاختبار المفاهيم البديلة

السؤال	معامل التمييز	السؤال	معامل التمييز
1	0,58	9	0,33
2	0,25	10	0,17
3	0,25	11	0,83
4	0,25	12	0,25
5	0,33	13	0,42
6	0,75	14	0,25
7	0,58	15	0,42
8	0,17	16	0,83

يتضح من جدول (5) أن معامل تمييز السؤالين الثامن، والعاشر هو (0,17)، وهو معامل تمييز ضعيف ويحتاج إلى إعادة نظر، لذلك تم تعديل صياغة السؤالين الثامن والعاشر. بينما معاملات التمييز لبقية أسئلة الاختبار تراوحت بين (0,25) و (0,83)؛ وهي معاملات تمييز ملائمة لغرض الاختبار في التمييز بين الطالبات اللواتي يمتلكن الفهم العلمي الصحيح ومن لديهن مفاهيم بديلة.

ولم تحسب معامل التمييز لجزئية التعليل فجزئية التعليل مرتبطة بالسؤال، فكانت أغلب الإجابات صفراً، لذلك فمعامل التمييز منخفض جداً. وحسب هدف الاختبار، فإن انخفاض معامل التمييز في جزئية التعليل لا يعني أن السؤال لا يميز، بل انتشار وجود المفاهيم البديلة لدى الطالبات. وهذا ما يعكس جوهر اختبارات التغيير المفاهيمي القائمة على كشف الفهم الحقيقي، وليس ما يستطيع الطالب تكراره. إلى ذلك، أثر اعتياد الطالبات على الأسئلة الموضوعية على عدم

قدرتهن على صياغة السبب العلمي وراء اختيارهن للبدائل؛ وهو أحد الأسباب المهمة المنعكسة على انخفاض درجات الطالبات في جزئية التعليل.

5- الجانب التبعي (Consequential aspect):

يعكس هذا الجانب ما يترتب على نتائج الاختبار. فالاختبار يُستخدم لتشخيص المفاهيم البديلة في موضوع الوراثة لدى الطالبات، ثم قياس التحول في فهم الطالبات. وتقرر نتائج الاختبار البعدي مدى نجاح طريقة التدريس أو الاستراتيجيات في حدوث التغيير المفاهيمي المعرفي والوجودي لدى الطالبات، وليس لتقييم أداء الطالبات في المقرر. لذلك فالتحول في فهم الطالبة باختيارها للمفهوم الصحيح من الناحية العلمية بعد تعرضها لمؤثر يعني حدوث التغيير المفاهيمي، وليس مقدار الدرجة الحاصلة عليها. وبالرغم من احتواء أسئلة الاختبار على كتابة تعليل سبب اختيار الطالبة للبديل فإن ذلك قد لا يساعد في رصد كيفية التحول في الفهم والتفسير العميق لأسباب التغيير المفاهيمي؛ لغياب التفسيرات المطلوبة، فالتطالبات اعتدن على الأسئلة الموضوعية؛ مما جعل كتابة مبررات اختيارهن للبديل يمثل عائقاً أمامهن. وقد تطوّر نتائج تحليل الاختبار من استراتيجيات وطرق التدريس للتغيير المفاهيمي في البعدين المعرفي والوجودي. ويساعد الطالبات في إدراكهن للمفاهيم الخطأ وتغييرها، لذلك يجب تقديم التغذية الراجعة لهن؛ لكيلا يُثبت المفهوم البديل بدلاً من تصحيحه. وبذلك تم الوصول لاختبار المفاهيم البديلة (ملحق، 1).

○ أبرز النتائج:

يظهر البحث النتائج الآتية:

1- تُوصّل إلى قائمة المفاهيم البديلة الشائعة في موضوع الوراثة بمقرر الأحياء للصف الثاني

الثانوي في البُعدين المعرفي والوجودي.

2- بناء أداة الاختبار بواسطة قائمة المفاهيم البديلة الشائعة بموضوع الوراثة في البُعدين

المعرفي والوجودي.

3- التحقق من الخصائص السيكمترية للاختبار، وهي:

- معامل الثبات (ألفا كرونباخ) بلغ (0,780)، ونسبة الاتفاق بين المصححين (91.25%)، وهو ما يشير إلى ثبات مرتفع.
- وتراوحت معاملات السهولة بين (0.16-0.86)، والتمييز بين (0.25-0.83)، مما يعكس ملائمة الفقرات لأغراض التشخيص.
- كما تحقق الصدق في جوانب المحتوى، والجوهري، والبناء، والتعميم، والتبعات وفق نموذج ميسيك (1995).

○ التوصيات:

بناء على ما أظهرته نتائج البحث، يوصي البحث بالآتي:

- 1- استخدام اختبار المفاهيم البديلة؛ للكشف عن وجود المفاهيم البديلة المعرفية والوجودية في موضوع الوراثة لدى طلبة المرحلة الثانوية.
- 2- استخدام اختبار المفاهيم البديلة؛ لتتبع التغيير المفاهيمي المعرفي والوجودي في موضوع الوراثة لدى طلبة المرحلة الثانوية.

○ المقترحات:

يقترح البحث إجراء بعض الأبحاث؛ لتكون امتدادًا للبحث الحالي، منها:

- 1- إجراء أبحاث تطبيقية لقياس فاعلية اختبار المفاهيم البديلة في الكشف عن التغيير المفاهيمي في البُعدين المعرفي والوجودي.
- 2- توظيف اختبار المفاهيم البديلة في أبحاث تجريبية لقياس أثر استراتيجية أو طرق تدريسية قائمة على التغيير المفاهيمي، على حدوث التغيير المفاهيمي في البُعدين المعرفي والوجودي.
- 3- إجراء أبحاث تستكشف مناسبة الاختبار في سياقات ثقافية عربية وغير عربية أخرى مختلفة.

قائمة المراجع

○ المراجع العربية

- أبو عصب، ميسان، والخالدي، موسى (2015). *أثر تطوير استراتيجيات تدريس تستند إلى النظرية المتعددة للتغيير المفاهيمي في تغيير مفاهيم طلبة الصف العاشر الأساسي حول موضوع الألكانات والألكينات* [رسالة ماجستير، جامعة بيرزيت]. المنظومة.
- أبو سعدي، عبد الله، والبلوشي، سليمان (2014). *أثر استخدام استراتيجيات حل المشكلات بالأقران في اكتساب المفاهيم الوراثية وتعديل التصورات البديلة لدى طالبات الصف الثاني عشر بسلطنة عمان. المجلة الأردنية في العلوم التربوية، 10 (2)، 133-144.*
- أبو سعدي، عبد الله، البلوشي، سليمان، الحجي، سيف، والشعيلي، علي (2014). *دراسة مسحية للتصورات البديلة في مادة الأحياء لدى طلبة التعليم العام بسلطنة عمان. مجلة الدراسات التربوية والنفسية، 8 (2)، 363-376.*
- بوختالة، مصطفى (2020). *التغير المفهومي وعلاقته بعملية التعلم. مجلة البحوث التربوية والتعليمية، 9 (1)، 123-164.* <https://search.emarefa.net/detail/BIM-1038456>
- حراسيم، ليندا (2020). *نظريات التعلم وتطبيقاتها في التعلم الإلكتروني* (صالح محمد العطيوي، مُترجم). دار جامعة الملك سعود للنشر. (العمل الأصلي نشر في 2017).
- خطابية، عبد الله محمد (2011). *تعليم العلوم للجميع (ط.3)*. دار المسيرة.
- زيتون، عايش محمود (2007). *النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم*. دار الشروق للنشر والتوزيع.
- الشائع، فهد، وعسيري، عبد العزيز (2012). *مدى اكتساب طلاب الصف الثاني الثانوي في مدينة الرياض لمفاهيم الوراثة. مجلة العلوم التربوية والنفسية، 13 (2)، 43-67.*
- الشيخ، أسماء عبد الرحمن (2022). *فعالية استخدام الخرائط الذهنية الإلكترونية في تنمية المفاهيم الوراثية ومهارات التفكير البصري لدى طالبات الصف الثالث الثانوي بمحافظة الخرج. مجلة التربية بجامعة الأزهر، 41 (193)، 284-314.*
- <https://doi.org/10.21608/jsrep.2022.228208>
- عباس، محمد خليل، نوفل، محمد بكر، العبسي، محمد مصطفى، وأبو عواد، فريال محمد (2014). *مدخل إلى مناهج البحث في التربية وعلم النفس (ط.5)*. دار المسيرة.

علي، محمد السيد (2012). *قضايا ومشكلات معاصرة في المناهج وطرق التدريس*. دار المسيرة.
العنزي، فياض، البلوشي، محمد، والغافري، علي (2022). *المفاهيم والتغيير المفاهيمي في تعلم العلوم*. فيفهد الشايع وسليمان البلوشي وناصر منصور (محررون)، *المرجع في تعلم العلوم وتعليمها: من النظرية إلى الممارسة* (ص ص. 83-117). دار جامعة الملك سعود للنشر.
مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات (2019، نوفمبر 11). *الاتساق الداخلي: جدل مستمر بين الصديق والخبائث* [فيديو]. يوتيوب.

<https://www.youtube.com/watch?v=qY1d70PdnNE>

الناشري، محمد، والرائقي، عبد اللطيف (2008). *التصورات البديلة عن بعض مفاهيم الوراثة لدى طلاب الصف الثالث المتوسط بمحافظة القنفذة* [رسالة ماجستير، جامعة أم القرى]. الفكر

القرآني. <https://shorturl.at/dEU68>

وزارة التعليم (2024). *الأحياء 3-2- السنة الثانية- التعليم الثانوي- نظام مسارات*. وزارة التعليم.

○ المراجع الأجنبية

- Ahmed, M. A., Opatola, Y. M., Yahaya, L., & Sulaiman, M. M. (2018). Identification of alternative conceptions of genetics held by senior school students in ilorin, nigeria, using a three-tier diagnostic test. *Kiu Journal of Social Sciences*, 4(1), 97-104.
<https://uilspace.unilorin.edu.ng/items/e5d1c035-8f9d-49ab-9ccd-8313672cee76>
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science* (Vol. 15, pp. 129-186). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161-199.
https://doi.org/10.1207/s15327809jls1402_1
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 61-82). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203874813>
- Chi, M. T. H. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed., pp. 49-70). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203154472>
- Chi, M. T. H. (2023). Individualistic and collective causal knowledge structures for understanding sequential and emergent processes. *Frontiers in Education*, 8.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1198362>

- Coon, M. (2019). *Design and Evaluation of an Inquiry-Oriented after School Genetics Program Using a Multidimensional Conceptual Change Perspective* [Doctoral dissertation, Curtin University]. espace - Curtin's institutional repository. <http://hdl.handle.net/20.500.11937/75645>
- Aldahmash, A., & Alshaya, F. (2012). Secondary school students' alternative conceptions about genetics. *Electronic Journal of Science Education*, 16 (1), 1-21. <https://ejrsme.icrsme.com/>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (1998). Learning in Science: From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 3–25). Kluwer Academic Publishers. <https://shorturl.at/akV12>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012b). How can conceptual change contribute to theory and practice in science education? In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (Vol. 24, pp. 107–118). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_9
- Ezechi, N.G. (2018). Alternative conceptions as determinant factors for students' explanation of biological phenomena of genetics. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 8 (14), 19-23. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/43339>
- Hatano, G., & Inagaki, K. (2003). Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *In intentional conceptual change* (pp. 403–422). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410606716>
- Jalmo, T., & Suwandi, T. (2018). Biology Education Students' Mental Models on Genetic Concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 17(3), 474-485. <http://oaji.net/articles/2017/987-1529509132.pdf>
- Kılıç, D., Taber, K. S., & Winterbottom, M. (2016). A Cross-National Study of Students' Understanding of Genetics Concepts: Implications from Similarities and Differences in England and Turkey. *Education Research International*, 2016(1), 1-14. <https://doi.org/10.1155/2016/6539626>
- Li, X., Wang, W., & Li, Y. (2022). Systematically reviewing the potential of scientific argumentation to promote multidimensional conceptual change in science education. *International Journal of Science Education*, 44 (7), 1165-1185. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2070787>
- Martínez, N., Solano, I., & Gómez, E. (2001). Characteristics of the methodology used to describe students' conceptions. *International Journal of Science Education*, 23 (7), 663-690. <https://doi.org/10.1080/09500690119447>
- McLure, F. (2018). *A Critical Evaluation of the Thinking Frames Approach as a Teaching Strategy for Multidimensional Conceptual Change in the Science*

- Classroom [Doctoral dissertation, Curtin University]. espace - Curtin's institutional repository. <http://hdl.handle.net/20.500.11937/70404>
- McLure, F., Won, M. & Treagust, D. (2020a). A sustained multidimensional conceptual change intervention in grade 9 and 10 science classes. *International Journal of Science Education*, 42(5), 703-721. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1725174>
- McLure, F., Won, M. & Treagust, D. (2020b). Even though it might take me a while, in the end, I understand it: a longitudinal case study of interactions between a conceptual change strategy and student motivation, interest and confidence. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(10), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00027-2>
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741-749. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.741>
- Resnick, M. (1996). Beyond the centralized mindset. *The Journal of the Learning Sciences*, 5(1), 1-22. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0501_1
- Sinatra, G. M., & Mason, L. (2013). Beyond Knowledge: Learner Characteristics Influencing Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed., pp. 377-394). Routledge, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203154472>
- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). The role of intentions in conceptual change learning. In G. M. Sinatra, & P. R. Pintrich (Eds.), *In intentional conceptual change* (pp.1-17). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410606716>
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions Reconceived: A Constructivist Analysis of Knowledge in Transition. *Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163. <http://www.jstor.org/stable/1466679>
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008a). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 297-328. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>
- Tsui, C., & Treagust, D. (2004). Conceptual change in learning genetics: an ontological perspective. *Research in Science & Technological Education*, 22 (2), 185-202. <https://doi.org/10.1080/0263514042000290895>
- Tyson, L.M., Venville, G.J., Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (1997). A Multidimensional Framework for Interpreting Conceptual Change Events in the Classroom. *Science Education*, 81 (4), 387-404. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<387::AID-SCE2>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<387::AID-SCE2>3.0.CO;2-8)
- Xu, D. (2015). *Distinguishing Emergent and Sequential Processes by Learning Emergent Second-Order Features* [Master Thesis, Arizona State University]. ASU Electronic Theses and Dissertations. <https://keep.lib.asu.edu/items/153874>

