دراسة مسحية للتصورات البديلة في مادة الأحياء لدى طلبة التعليم العام بسلطنة عمان

عبدالله بن خميس أمبوسعيدي* و سليمان بن محمد البلوشي

جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان

و سيف بن سعيد الحجي و علي بن هويشل الشعيلي

وزارة التربية، مسقط، سلطنة عمان - جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان

استُلم بتاريخ: ٢٠١٣/٢/٣٦ عُدل بتاريخ: ٢٠١٣/٨/١٧ قُبل بتاريخ: ٢٠١٣/٨/٣٦

هدفت هذه الدراسة إلى تقصي التصورات البديلة لدى طلبة التعليم العام بسلطنة عمان في بعض مفاهيم علم الأحياء. تمثّلت أداة الدراسة في اختبار تصورات بديلة من نوع الاختيار من متعدد مكون كل سؤال أو مفردة من شقين (جزئين). وقد تم حساب دلالات صدقه عن طريق صدق المحكمين، والثبات باستخدام ثبات الاتساق الداخلي عن طريق حساب معامل ألفا كرونباخ، حيث بلغ ٠,٨٥ ، وقد تكونت الصورة النهائية لهذا الاختبار من ٤٠ مفردة، تم تطبيقه على عينة مكونة من ١٠١٣ طالبا وطالبة يدرسون مادة الأحياء للصف الثاني عشر بمحافظات الداخلية، وشمال الشرقية، وجنوب الباطنة، وشمال الباطنة بسلطنة عمان، في العام الدراسي ٢٠١٠/٢٠١١م. أشارت نتائج الدراسة إلى انتشار العديد من التصورات البديلة لدى الطلبة في مفاهيم علم الأحياء في مجالات: الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية، والتكاثر والوراثة، والخلية ومناشطها، وأخيرا التنوع والتكيف. وفي ضوء تلك النتائج أوصت الدراسة بمجموعة من التوصيات، والمقترحات، التي تساعد على تحسين تعلم الطلبة لهذه المفاهيم، وتعديل التصورات البديلة لدى الطلبة.

كلمات مفتاحية: التصورات البديلة، علم الأحياء، طلبة التعليم العام.

A Survey of Biology Alternative Conceptions among General Education Students in the Sultanate of Oman

Abdullah Kh. Ambusaidi*, Suliaman M. Al-Balushi,
Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman
Saif Al-Hiji & Ali H. Al- Shuaili
Ministry of Education, Mucat, Sultanate of Oman -Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman

This study aimed at investigating Omani general education alternative conceptions in some biological concepts. To achieve this aim, a two-tier MCQs biology test, consisting of 40 items, was constructed. The test was verified by a panel of experts in science teaching to check its validity, whereas the reliability was calculated using Cronbach alpha for internal consistency. Alpha value was 0.85. The test was administered to 1013 students, randomly selected from four educational governorates in the Sultanate of Oman in the 2010/2011 school year. The results of the study showed that Omani general education students held several alternative conceptions in all four domains of the biology: systems and life processes, reproduction and heredity, cell and its functions and diversity and adaptation. Accordingly, the study proposed several recommendations based on the results.

Keywords: alternative conceptions, biology, general education students.

*ambusaid@squ.edu.om

هذا البحث جزء من مشروع بحث ممول من جامعة السلطان قابوس تحت رقم (IG/EDU/CUTM/10/02)

يعد علم الأحياء من أفرع العلوم المهمة التي تعنى بدراسة حياة الكائنات الحية والبيئة التي تعيش عليها، وغالبا ما يبدأ تدريس مادة العلوم في صفوف المرحلتين الابتدائية والإعدادية (الصفوف ١-٩ من التعليم الأساسي) بتدريس موضوعات علم الأحياء؛ لأنها أكثر قربا من الطالب، فهي متعلقة به ككائن حي، وكذلك بمن حوله من الكائنات الحية الأخرى سواء أكانت دقيقة لا ترى بالعينة المجردة كالفيروسات، والبكتريا، والفطريات، أو مرئية بالعين المجردة كمعظم النباتات، والحيوانات، وتتعدد وتتشعب مجالات وموضوعات علم الأحياء، وبالتالي تتشعب معها الحقائق المرتبطة بتلك الموضوعات، وهذا بطبيعة الحال يجعل من الصعوبة بمكان بل ومن المستحيل استيعابها من قبل الطالب (Wandersee, Fisher & Moody, 2001)، كما أن هذه الحقائق قد لا تبقى كذلك في الغد فهي عرضة للنسيان، لذا يؤكد التربويون بضرورة التركيز على تدريس المفاهيم العلمية عندما يتم التعامل مع موضوعات علم الأحياء؛ حتى يسهل للمتعلم اكتسابها.

تعد المفاهيم العلمية الوحدة الرئيسة في تدريس العلوم، واللبنة التي يقوم عليها العلم، وهي تكسب المعرفة العلمية مرونتها، وتسمح لها بالتنظيم، كما أنها تسهل انتقال أثر التعلم من خلال تطبيقها في مواقف الحياة المختلفة (خطايبة، ٢٠٠٥)، وللمفاهيم العلمية تعريفات كثيرة لا يسع المقام لذكرها كلها، ولكن لكي يكون القارئ على وعي بالمقصود بالمفهوم العلمي، أوردنا تعريفا قد يكون أكثر شمولة من غيره، وهو تعريف الخليلي وحيدر ويونس (١٠:١٩٩٦) الذين يعرفون المفهوم على أنه "الاسم أو المصطلح أو الرمز الذي يعطى لمجموعة من الصفات، أو السمات، أو الخصائص المشتركة، أو العديد من الملاحظات، أو مجموعة المعلومات المنظمة". وهذه الأسماء أو المصطلحات قد تكون محسوسة أي يمكن إدراك مدلولاتها عن طريق الملاحظة باستخدام أدوات الحس، أو أدوات مساعدة للحواس، وهناك أمثلة كثيرة عليها من علم مثل مفهوم القط، والعنكبوت، والرمان وغيرها، أما النوع الأخر من المفاهيم فهو ما يطلق عليه بالمفاهيم المجردة، وهي التي لا يمكن إدراك مدلالوتها عن طريق الملاحظة، بل تحتاج من الطالب القيام بعمليات عقلية، وتصورات ذهنية معينة مثل مفهوم الجين، والكروموسوم، ويورد الأدب التربوي مجموعة من الفوائد؛ نتيجة الاهتمام بتدريس المفاهيم العلمية منها (النجدي وراشد وعبدالهادي، ١٩٩٩):

- أنها أكثر ثباتا واستقرارا من الحقائق العلمية المجزاة.
- أنها تسهل دراسة البيئة؛ لأنها تعكس أشياء موجودة في هذه البيئة.
- أنها ضرورية لتكوين المبادئ، والقوانين، والنظريات العلمية.
- أن لها علاقة كبيرة بحياة الطالب.
- أنها تتميز بالمرونة، والقابلية للتطور بتعديل بعض الحقائق، أو التخلي عنها.
- ويمكن أن تكون مدخلا من مداخل تنظيم مناهج العلوم.

ولأهمية المفاهيم العلمية في بنية العلم وتدريس العلوم؛ أولى التربويون اهتماما بها من حيث تدريسها، وتقويمها، وأهمية إكسابها الطلبة بطريقة صحيحة، وأجروا العديد من البحوث والدراسات، واقترحوا طرقا وأفكارا تدريسية مختلفة في كيفية تعليمها، وبالرغم من ذلك كله، إلا أن الصعوبات لا زالت موجودة لدى الطلبة في اكتساب تلك المفاهيم بطريقة صحيحة، وهناك أسباب عديدة لذلك منها، على سبيل المثال لا الحصر (أمبوسعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩؛ زيتون، ١٩٩٤):

- طبيعة المفاهيم العلمية، فبعض المفاهيم إما مجردة، أو معقدة، أو ذات مثال واحد مثل: الجين، DNA، RNA .
- الخلط في معنى المفهوم، أو في الدلالة اللفظية لبعض المفاهيم العلمية خاصة المفاهيم التي تستخدم كمصطلحات علمية، وأيضا في نفس الوقت كلغة متداولة بين الناس مثل: الزهرة، النواة.
- النقص في خلفية الطالب العلمية، إذ إن بعض المفاهيم تتطلب معرفة مفاهيم سابقة لتعلمها.
- عدم وجود معنى للمصطلح في اللغة التي يتكلم بها الطالب في حياته اليومية مثل: الانتيجينات، والانترفيرونات.
- عدم تطبيق المصطلح العلمي في مواقف علمية جديدة، مثل: مصطلح التكيف.
- عدم ربط المصطلح بالبيئة التي يعيش فيها الطالب.
- التسرع في التعميم، مثل: اعتبار كل حيوان له أجنحة من الطيور.

- صعوبة نطق المفهوم، مثل: الأكتينومايستات.
- طول المفهوم العلمي، مثل: الجلوكوكورتوكيدات.

إن التغلب على هذه الصعوبات يحتاج من المعلم أن يبذل جهدا، ويستخدم أساليبا، وطرقا تدريسية مناسبة، والبرغم من الجهود التي يبذلها المعلم في التدريس، إلا أنه ليس بالضرورة أن يكون النجاح حليفه دائما، فنجد في الصف الواحد مجموعة من الطلبة لم يكتسبوا تلك المفاهيم، ولم يكونوا لها معنى علميا صحيحا في أذهانهم، وبالتالي يتكون لديهم ما يطلق عليه في الأدب التربوي بالتصور البديل (Alternative Conception) أو الفهم البديل (Alternative Understanding)، أو الأخطاء المفاهيمية (Misconceptions)، أو الفهم الساذج (Naive Understanding)، أو المعرفة الساذجة، وغيرها من المصطلحات، وتستخدم الدراسة الحالية مصطلح التصور البديل كونه أكثر شيوعا واستخداما في بحوث التصورات البديلة في الفترة الحالية.

توجد العديد من التعريفات التي تحدد المقصود بالتصورات البديلة، منها تعريف خطايبة (٢٠٠٥:٤١) الذي يعرفها على أنها "تفسير غير مقبول – وليس بالضرورة خطأ- للظواهر الطبيعية، يقدمه الطالب نتيجة المرور بخبرات حياتية، أو تعليمية، كما يعكس خللا في تنظيم الخبرات رغم كونها نتيجة لعمليات نشطة، ومقصودة كتلك التي يقوم بها العلماء". بينما يعرفها عبدالسلام (٢٠٠١:٥٣) على أنها "أفكار الطلاب، ومعلوماتهم، ومعتقداتهم عن المفاهيم، والظواهر الطبيعية، ولها معنى عندهم يخالف المعنى الذي يقبله المتخصصون في تدريس العلوم". من هذين التعرفين، ومن التعريفات الأخرى التي أطلع عليها الباحثون لهذه الدراسة، يمكن تعريف التصورات البديلة إجمالا بأنها تفسيرات، أو نماذج ذهنية يكونها الطالب للأشياء (المفاهيم) التي يتعلمها تختلف عن التفسيرات أو النماذج الذهنية الصحيحة التي كونها العلماء والمتخصصون عنها.

هذا وتتعد مصادر تكون التصورات البديلة لدى الطلبة في مادة الأحياء، فالمعلم يعد أحد المصادر الرئيسة في تكوين التصورات البديلة، فالمعلم الذي لا يمتلك تصورا علميا صحيحا للمفاهيم التي يقدمها لطلبته، فإنه سينقلها إلى طلبته بشكل مباشر، وغير مباشر، فهو عندما يعتقد أن الحوت من الأسماك، فإن إحتمالية تشكل نفس المعتقد لدى الطلبة سيكون كبيرا، كما يعد الكتاب المدرسي مصدرا أخر من مصادر تكون التصورات البديلة لدى الطلبة، حيث عندما يحتوى الكتاب على أخطاء علمية، أو لا يوضح المعلومات بشكل جيد، فبطبيعة الحال سينتج عنه تصور بديل لدى الطلبة خاصة أن الطلبة يعتمدون عليه في التحضير والمراجعة لمادة الأحياء، أما المصدر الثالث من مصادر تكون التصورات البديلة فهو البيئة المحيطة بالطالب (الزاغة، ٢٠١٠؛ الناشري، ٢٠٠٨؛ الهنائي؛ ٢٠٠٧)، والتي تتمثل في القيم، والمعتقدات السائدة في المجتمع، والإعلام بمختلف أنواعه، وما يقدم فيه، وخبرات الوالدين، فمثلا لو كان الطالب يعيش في أسرة ينتشر بين أفرادها خرافات ومعتقدات عن بعض الأمراض، وإرتباطها بالجن، والسحر فمن المحتمل أن ينتقل ذلك المعتقد إلى الأبناء أيضا، أما المصدر الرابع من مصادر تكون التصورات البديلة فهو الخبرات الشخصية التي يمر بها الطالب نفسه، والتي ربما تجعله يشكل تصورا بديلا عن موضوع معين من موضوعات علم الأحياء.

ولكي يتحقق تدريس فعال لهذه المفاهيم، كان لابد أن يقوم المعلم أولا بالكشف عنها قبل بداية تدريسه لها، وبعد ذلك معالجتها باستخدام طرائق التدريس المناسبة، ويزخر الأدب التربوي بالعديد من الطرق التي يمكن استخدامها للكشف عن التصورات البديلة، مثل خرائط المفاهيم، والاختبارات بأنواها، والمناقشة، والتداعي الحر، والتصنيف الحر، والرسم، والكاريكاتور، واستخدام ألعاب الدمى، ولعب الأدوار، وغيرها (Allen, 2010؛ أمبوسعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩)، أما بالنسبة لطرق معالجة تلك التصورات، فهي أيضا عديدة، ويعتمد البعض منها على أفكار النظرية البنائية، مثل الاستقصاء، ودورة التعلم، وحل المشكلات، والمنظمات المعرفية، مثل خرائط المفاهيم (أمبوسعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩، حيدر وعبابنة، ١٩٩٦).

إن الدراسات التي أجريت في مجال استقصاء التصورات البديلة لدى الطلبة في مفاهيم علم الأحياء على المستوى الدولي كثيرة، لكن على المستوى المحلي قليلة، ولم تتعامل مع عينة كبيرة بهذا الحجم، وسيتم عرض الدراسات المرتبطة بشكل أساسي بالمفاهيم المستهدفة في الدراسة الحالية، ويوضح جدول ١ ملخص مبسطا لتلك الدراسات يشمل المفاهيم المستهدفة، وأبرز ما تم التوصل إليه، والباحثون الذين قاموا بهذه الدراسات، بدلا من السرد الإنشائي لها.

جدول ١
ملخص لبعض الدراسات في تحديد التصورات البديلة لدى الطلبة

المجال	المنهج المستخدم	أبرز النتائج	أمثلة على الدراسات
المفاهيم الوراثية بشكل عام	مسحي عن طريق اختبار الطلبة + المناقشات الصفية	- انتشار واسع للتصورات البديلة لدى الطلبة في مفاهيم الوراثة التقليدية، مثل حدوث الانقسام الاختزالي، أو عدد الكروموسومات في المشيج الذكري، والوراثة الحديثة، مثل عدم القدرة على تحديد معنى الجين، وخصائص DNA (الطلبة العمانيين).	الحضرمية (٢٠١١) على البيئة العمانية
		- يوجد تصور بديل لدى الطلبة لموقع المعلومات الوراثية في الخلية في الكائنات الحية (الطلبة الأسبان).	Banet & Ayuso (2000)
		- وجود تصورات بديلة في بعض المفاهيم الوراثية كالجين، والآليل لدى الطلبة في السن ١٦ بأنجلترا.	Lewis & Wood-Robinson (2000)
الأجهزة في أجسامنا	مسحي عن طريق اختبار طلبة الصف السادس ثم المعالجة	توجد بعض التصورات البديلة لدى الطلبة الأتراك في موضوعات وحدة الأجهزة في أجسامنا.	Aydin & Balim (2009)
الجهاز التنفسي في الإنسان	مسحي عن طريق اختبار الطلبة في المستوى الجامعي	- وجود مفاهيم بديلة لدى عينة الدراسة في الأحياء يمكن أن تعرقل اكتساب معارف جديدة.	Lazarowitz & Lieb (2006)
		- وجود ضعف في المعارف الأساسية لدى عينة الدراسة في موضوع الجهاز التنفسي في الإنسان، وقضايا الطاقة، ويواجهون صعوبات في تعلمها.	
تصنيف الكائنات الحية	مسحي عن طريق اختبار طلبة الصف الأول الثانوي	شيوع تصورات بديلة لدى الطلبة مثل: الحوت ليس من الثدييات. الحوت والبطة من ذوات الدم البارد. الفراشة تصنف ضمن الحيوانات الفقارية.	أمبوسعيدي (٢٠٠٤) على البيئة العمانية
النتح وامتصاص الماء في النبات	تحليل أداء الطلبة في أسئلة الاختبارات الوطنية في هذه الجزئية	يوجد خلط لدى طلبة هونج كونج في فهم العلاقة بين النتح وامتصاص الماء في النبات.	Yip (2003)
مفاهيم الأحياء بشكل عام	مسحي عن طريق اختبار المعلمين المبتدئين	شيوع تصورات بديلة لدى المعلمين المبتدئين في هونج كونج في مفاهيم التنفس، والتمثيل الضوئي، والنمو، التكاثر ، واكتشاف البيئة.	Mark, Yip & Chung (1999)
	مسحي عن طريق اختبار الطلبة	وجود تصورات بديلة لدى معلمي الأحياء المبتدئين في هونج كونج في كل من: الأيض الخلوي، والتغذية ، والتبادل الغازي، والدورة الدموية، والتوازن، والتكاثر.	Yip (1998)
التلقيح	تحليل كتب الأحياء	انتشار تصورات بديلة عن مفهوم التلقيح في كتب مادة الأحياء التي تم تحليلها من الكتب النيجيرية	Abimbola & Baba (1996)
الانتشار والاسموزية	مسحي عن طريق اختبار الطلبة	شيوع تصورات بديلة لدى كل من طلبة المدارس الثانوية، وطلبة الجامعة في مفهومي الانتشار، والاسموزية.	Odom (1995) Abimbola & Baba (1996)
جهد الفعل والنبضة العصبية	تحليل كتب مادة الأحياء	- تم معالجة بعض المفاهيم المتعلقة بجهد الفعل في كتب العلوم في تركيا بصورة خاطئة؛ مما يؤدي إلى شيوع تصورات بديلة لدى الطلبة عنها. - لا يوجد كتاب واحد من الكتب الستة التي تم تحليلها قدم أنشطة مخبرية عن النبضة العصبية؛ لكي يتم تعلمها بشكل صحيح.	Odom (1993)
الانقسام غير المباشر	مسحي عن طريق اختبار الطلبة	- وجود تصورات بديلة لدى الطلبة تتعلق بالكروموسومات والكروماتيدات. - وجود تصورات بديلة لدى الطلبة تتعلق بالأليلات.	Brown (1990)

مشكلة الدراسة

تعد المفاهيم العلمية اللبنة الرئيسة التي يقوم عليها العلم، فمن خلالها يتعرف الطلبة على العالم من حولهم، فيكونون عنها صورة متكاملة عن مكوناتها، وهذا بطبيعة الحال لن يحدث إلا إذا تم تعليم، وتعلم تلك المفاهيم بصورة صحيحة تبعد الطلبة عن تكوين تصورات بديلة عنها، والتي قد تؤثر فيما بعد في كيفية تعاملهم مع محتوى تلك المفاهيم، ولكن في واقع الأمر، لا يمكن الجزم بأن النجاح دائما حليف المعلم، وأنه يستطيع بين عشية وضحاها أن يكسب الطلبة المفاهيم بطريقة صحيحة لا تؤدي إلى تكوين مفهوم بديل أو تصور غير صحيح، فهناك عوامل ومصادر أخرى تؤثر على ذلك، منها على سبيل المثال، لا الحصر: الأسرة، والإعلام بأنواعه، والأقران، والمجتمع، ومن هنا فإن دراسة، واستقصاء التصورات البديلة لدى الطلبة مطلوب باستمرار، ولا يجب التوقف عنه، بل يجب أن تكون الركيزة

الأساسية التي ينطلق منها المعلم في تدريسه لطلبته، هذا ويعد موضوع التصورات البدلية من الموضوعات التي لا تتقادم مع مرور الزمن في تدريس العلوم كونها مرتبطة بالوحدة البنائية للعلم وهي المفاهيم العلمية.

وفي ضوء ما أشارت إليه بعض الدراسات السابقة (الحضرمية، ٢٠١١؛ أمبوسعيدي٢٠٠٤ ؛ Lazarowitz ; ;Yip, 2003; Aydin & Balim, 2009; & Lieb, 2006 Abimbola & Baba, Mark, Yip & Chung, 1999 1996) - التي تم بعضها في بيئات مختلفة- من نتائج في هذه التصورات، إلا أن الحاجة ما زالت تستدعي إجراء المزيد من الدراسات عن التصورات البديلة لدى طلبة التعليم العام؛ من أجل رفد الحقل التربوي العماني، والعربي بمثل هذه الدراسات.

سؤال الدراسة

سعت الدراسة الحالية للإجابة عن السؤال البحثي التالي: ما التصورات البديلة عن المفاهيم البيولوجية (الأحياء) لدى طلبة التعليم العام بسلطنة عمان في مجالات الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية، والتكاثر والوراثة، والخلية ومناشطها، والتنوع والتكيف؟

هدف الدراسة

هدفت الدراسة الحالية إلى تحقيق هدف رئيسي واحد مهم، هو تقصي التصورات البديلة عن المفاهيم البيولوجية (الأحياء) لدى طلبة التعليم العام بسلطنة عمان في أربع مجالات من مجالات علم الأحياء وهي: الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية، والتكاثر والوراثة، والخلية ومناشطها، وأخيرا التنوع والتكيف.

أهمية الدراسة ومبرراتها

تكمن أهمية هذه الدراسة في الآتي:

قد تساعد نتائجها في تحديد التصورات البديلة في مادة الأحياء الأكثر شيوعا لدى الطلبة، وبالتالي مساعدة المعلمين بعد ذلك في أخذ تلك التصورات في الحسبان عند تخطيطهم، وتنفيذهم لتدريس المفاهيم المرتبطة بتلك التصورات، وهي من أوائل الدراسات العمانية التي تستقصي تصورات الطلبة البديلة في مادة الأحياء بهذا الحجم من عينة الدراسة، كما أنها تعد إضافة أخرى في مجال الدراسات العربية التي تعنى بالتصورات البديلة لدى طلبة التعليم العام في مادة الأحياء.

حدود الدراسة

لهذه الدراسة عدد من الحدود تحد من تعميمها، وهي على النحو الآتي:

الحدود الموضوعية: التصورات البديلة عن المفاهيم البيولوجية (الأحياء) لدى طلبة التعليم العام في مجالات: الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية، والتكاثر والوراثة، والخلية ومناشطها، وأخيرا التنوع والتكيف.

الحدود الزمانية: تم تطبيق الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٠/٢٠١١.

الحدود المكانية: تم تطبيق الدراسة على عينة من طلبة الصف الثاني عشر بسلطنة عمان الذين يدرسون مادة الأحياء في مدارس محافظات الداخلية وشمال الشرقية، وجنوب الباطنة، وشمال الباطنة.

الطريقة والإجراءات

تم استخدام المنهج الوصفي المسحي في هذه الدراسة، لملائمته لطبيعة سؤال الدراسة، حيث إن هذا المنهج يسعى إلى تحديد الوضع القائم لذلك المجتمع بالنسبة لمتغير واحد، أو أكثر، ثم محاولة الوصول إلى استنتاجات في ضوء ما تتوصل إليه من نتائج (عدس، ١٩٩٢).

التعريفات الإجرائية

لهذه الدراسة تعريف إجرائي واحد هو التصورات البديلة، ويعرف خطايبة (٢٠٠٥: ٤٠) التصورات البديلة على أنها "تفسير غير مقبول، وليس بالضرورة خطأ للظواهر الطبيعية، يقدمه الطالب؛ نتيجة مروره بخبرات حياتية، أو تعليمية، كما يعكس خللا في تنظيم الخبرات رغم كونها نتيجة لعمليات نشطة، وبنائية، ومقصودة كتلك التي يقوم بها العلماء"، ويعرفها الباحثون إجرائيا بأنها: الأفكار، والتفسيرات التي توجد لدى طلبة الصف الثاني عشر التي تعبر عن رؤيتهم للمفاهيم العلمية المشمولة في اختبار التصورات البديلة المعد لهذا الغرض، وقد تم قياسها من خلال حساب التكرارات، والنسب المئوية التي قدمها الطلبة لكل بديل من بدائل مفردات الاختبار.

عينة الدراسة

بلغت عينة الدراسة ١٠١٣ طالبا وطالبة من طلبة الصف الثاني عشر الذين يدرسون مادة الأحياء، تم اختيارهم بشكل عشوائي من عدد من المدارس الحكومية في محافظات الداخلية، وشمال الشرقية، وجنوب الباطنة، وشمال الباطنة بسلطنة عمان، وقد تم اختيار هذا الصف كونه أخر صف يدرسه الطالب في مرحلة التعليم العام قبل الإنتقال إلى التعليم الجامعي، وبالتالي يفترض أن يكون الطلبة قد كونوا فهما علميا صحيحا عن المفاهيم التي يدرسونها في الصفوف السابقة، والتي تفيدهم في مرحلة التعليم الجامعي بشكل خاص، وفي التعامل مع الحياة بشكل عام، وفي حالة عدم إكتساب الطلبة فهما علميا صحيحا لتلك المفاهيم، فإن الحاجة تستدعي مراجعة أساليب تقديم تلك المفاهيم للطلبة في الصفوف السابقة لهذا الصف.

أداة الدراسة

قام الباحثون ببناء اختبار، من أجل الكشف عن التصورات البديلة في مادة الأحياء لدى طلبة الصف الثاني عشر بسلطنة عمان من نوع الاختيار من متعدد، مكون كل سؤال من جزئين، أو شقين (Two-Teir)، يطلب من الطالب في الجزء الأول اختيار بديل من أربع بدائل معطاة له للمحتوى العلمي المبني على مفهوم معين، ثم يحدد في الشق الثاني من السؤال التفسير العلمي للاجابة التي اختارها في الشق الأول. وتكمن إيجابية هذا النوع من الأسئلة في تحديد التصورات البديلة إلى أنها: ١) تأخذ في الاعتبار الأسباب التي قدمها الطالب في اختياراته، وبالتالي لم يعد يكتف باختيار بديل من البدائل المعطاة فقط، بل يجب أن يقدم الطالب تفسيرا لذلك الاختيار (Wang, 2004; Lin, 2004; Treagust, 2006)، ٢) سهلة التطبيق، ولا تحتاج إلى وقت طويل (Tan et al., 2002; Treagust, 2006) ٣) يمكن تحديد التصورات البديلة لعدد كبير من المفاهيم في اختبار واحد (Al-Balushi et al., 2012). وقد مر إعداد الاختبار بعدد من الخطوات، هي:

١. تحديد المفاهيم العلمية التي يحتويها كتابا الأحياء للصفين الحادي عشر، والثاني عشر -كونهما كتابين متخصصين في موضوعات علم الأحياء فقط، عكس كتب العلوم للصفوف من ١-١٠-، وتلك التي من المحتمل أن يكون الطلبة قد كونوا عنها تصورات بديلة عن طريق خمسة من مشرفي مادة العلوم، وعشرة من معلمي المادة.
٢. الرجوع إلى الأدب التربوي، والدراسات السابقة ذات العلاقة؛ من أجل تحديد المفاهيم التي تناولتها تلك الدراسات، والتصورات البديلة التي كونها الطلبة عنها.
٣. صياغة الصورة الأولية للاختبار من النوع المشار إليه وكان عدد مفرداته ٤٥ مفردة في صورته الأولية.
٤. تم تحديد صدقه من خلال عرضه على ثمانية من المحكمين من ذوي الاختصاص في تدريس مادة الأحياء من مشرفين ومعلمين، وقد أشار بعض المحكمين إلى مجموعة من التعديلات منها إضافة بعض الرسومات في الإختبار، وتنسيق في وضع البدائل، وصياغة بعض العبارات لتكون أكثر وضوحا.
٥. تم حساب ثباته بتطبيقه عينة مشابهة للعينة الأصلية بلغت ٣٥ معلما ومعلمة، ومن ثم حساب ثبات الاتساق الداخلي باستخدام معادلة الفا كرونباخ للإتساق الداخلي، وكان معامل الفا الكلي له ٠.٨٥ مما يُعد مناسبا لغرض الدراسة، كما تم حساب ثبات كل مجال كما هو موضح في جدول٢ أدناه.
٦. إخراج الصورة النهائية للاختبار مكون من ٤٠ مفردة بعد حذف ٥ مفردات منه، مقسمة إلى المجالات العامة لعلم الأحياء، وهي: الأجهزة والعمليات الحيوية، الخلية ومناشطها، التكاثر والوراثة، والتنوع والتكيف؛ الذي يضم تصنيف الكائنات الحية، والمناعة والمرض، وفقا لتضمينها في كتاب الأحياء للصف الحادي عشر والثاني عشر، ويوضح جدول٢ توزيع المفردات على المجالات.

بعد جاهزية الإختبار، تم تطبيقه على الطلبة في نهاية الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠١٠/٢٠١١ بإشراف معلمي المادة في المدرسة الواحدة، ومتابعة دقيقة من قبل المشرفين الأوائل لمادة الأحياء في المحافظات التي تم تطبيق الإختبار فيها، وكذلك من قبل الباحثين لهذه الدراسة، وقد تم التطبيق الإختبار في نهاية الفصل الدراسي الثاني لضمان تعرض الطلبة لجميع المفاهيم العلمية المستهدفة في هذه الدراسة.

تصحيح الإختبار: بما أن الإختبار هدفه الكشف عن التصورات البديلة لدى الطلبة وليس إختبارا تحصيليا، ولإجل تسهيل عملية التحليل الإحصائي، تم تحديد قيمة معينة لكل بديل من البدائل الأربعة (الخيار الصحيح والمشتات الثلاثة) لكل جزء (الشق الأول والشق الثاني) للسؤال الواحد، إذ تم إعطاء البديل (أ) القيمة ١، والبديل (ب) القيمة ٢، والبديل (ج) القيمة ٣، وأخيرا البديل (د) القيمة ٤، عند إدخال البيانات في البرنامج الإحصائي (SPSS)، إن هذه الطريقة سهلت للباحثين حساب التكرارات والنسبة المئوية لكل بديل.

جدول٢
توزيع مفردات الاختبار على مجالاته

المجال	أرقام المفردات	المجموع	معامل الثبات
الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية	٥-١٢-١٦-١٧-٢٠-٢٣-٢٥-٢٦-٢٧-٢٩-٣١-٣٢-٣٣-٣٧-٣٨-٤٠	١٦	٠.٨٨
التكاثر والوراثة	٣-٦-٨-١٠-١١-١٣-١٨-٢١-٢٢-٢٤-٢٨-٣٠	١٢	٠.٨٦
الخلية ومناشطها	١-٢-٧-١٤-١٥-١٩-٣٦-٣٩	٨	٠.٨٤
التنوع والتكيف	٤-٩-٣٤-٣٥	٤	٠.٨١

المعالجة الإحصائية

للإجابة عن سؤال الدراسة، تم استخدام التكرارات، والنسبة المئوية لكل بديل من بدائل أسئلة الاختبار، حيث حسب البديل غير الصحيح على أنه تصور بديل إذا حصل على نسبة ٢٠% من اختيارات الطلبة، وهذا يتفق مع ما أشارت إليه بعض الأدبيات مثل: دنهادس، وتراجيست (Dhindsa and Treagust, 2009) والبلوشي، وآخرون (Al-Balushi et al., 2012). وقد تم التعامل مع السؤال الواحد كوحدة واحدة، وليس كل جزء أو شق على حده في عملية التحليل واستخراج التصورات البديلة، حيث أن الشقين يكملان بعضهما البعض. فمثلا قد تكون إجابة الطالب للشق الأول من السؤال صحيحة لكن التفسير الذي إختاره غير صحيح، فهذا معناه وجود تصور بديل في التفسير، وأحيانا نجد أن الإختيار في الشق الأول غير صحيح لكن التفسير المقدم له في الشق الثاني صحيح وهكذا.

نتائج الدراسة ومناقشتها

سيتم استعراض نتائج الدراسة وفقا لتسلسل مجالاتها، مع تذكير القارئ بأن سؤال الدراسة هو: ما التصورات البديلة عن المفاهيم البيولوجية (الأحياء) لدى طلبة الصف الثاني عشر بسلطنة عمان في مجالات الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية، والتكاثر والوراثة، والخلية ومناشطها، والتنوع والتكيف؟

أولا: الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية: يوضح جدول٣ التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية.

يظهر جدول٣ وجود تصورات بديلة للمفاهيم العلمية في هذا المجال، وقد ظهرت هذه التصورات بنسب متفاوتة، ففي عملية التمثيل الضوئي للنبات يرى أغلب الطلبة أن التفاعلات الضوئية تحدث في أثناء النهار، وتحدث التفاعلات اللاضوئية في الليل، بينما المفهوم الصحيح هو أن التفاعلات الضوئية تحدث خلال الإضاءة اليومية، وتحدث التفاعلات اللاضوئية في الليل والنهار، وقد يرجع السبب في وجود تصور بديل في هذا المفهوم إلى اعتقاد الطلبة أن التفاعلات الضوئية تتطلب وجود ضوء، فهي تحدث في النهار، والتفاعلات اللاضوئية لا تتطلب وجود ضوء، فهي تحدث في الليل، وينبغي توضيح المفهوم لدى الطلبة في أثناء عملية التدريس، فالتفاعلات اللاضوئية تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية، فأينما وجدت هذه النواتج تحدث التفاعلات اللاضوئية بغض النظر أكانت في النهار أم بالليل.

ويظهر جدول٣ كذلك تصورا بديلا آخر، وهو أن عملية التنفس في النباتات تتم في الليل فقط، بينما التصور الصحيح أن عملية التنفس تتم في الليل والنهار؛ للحصول على الطاقة للعمليات الحيوية، وقد يكون السبب في هذا التصور اعتقاد بعض الطلبة أن النباتات تقوم بعملية التمثيل الضوئي في النهار، لذلك لا تستطيع القيام بعملية التنفس، وترجي ذلك إلى الليل في غياب هذه العملية، فهي لديهم عملية تبادلية تشمل تمثيل ضوئي في النهار، وتنفس في الليل، وتتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة يب (Yip, 1998) فيما يتعلق بمفهوم التنفس.

كما يظهر جدول ٣ وجود تصور بديل لدى الطلبة في أن الهرمون المنشط للحويصلة، والهرمون المنشط للجسم الأصفر يؤثران في الإناث فقط، والصواب أن كلا الهرمونين لهما تأثير على كل من الذكور، والإناث، وربما يرجع سبب هذا الفهم إلى اعتقاد الطلبة أنهما يؤثران في الحويصلة، والجسم الأصفر فقط، وهما موجودان في الإناث دون الذكور، إلا أن الهرمون المنشط للحويصلة له

جدول٣

التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال الأجهزة والعمليات الحيوية في الكائنات الحية بالنسبة المئوية

رقم السؤال	التصور البديل	%
٣١	في عملية التمثيل الضوئي للنبات تحدث التفاعلات الضوئية أثناء النهار، وتحدث التفاعلات اللاضوئية في الليل.	٥٧,٩
١٦	تتم عملية التنفس في النباتات في الليل فقط لقيام النباتات بعملية التمثيل الضوئي في النهار.	٥٣,٨
٢٧	يؤثر كل من الهرمون المنشط للحويصلة، والهرمون المنشط للجسم الأصفر في الإناث فقط.	٥١,٩
٢٦	وظيفة القنوات الهلالية في الأذن الاستجابة للمحافظة على اتزان الجسم.	٥٠,٢
١٢	تنتفخ أغطية اللبن عند نفاذ صلاحيته نتيجة قيام بكتيريا اللبن بعملية التخمر اللبني الذي يصاحبه انطلاق غاز CO_2.	٤٤,٣
٢٠	لا تعد البروتينات مصدرا للطاقة.	٢٩
١٧	الالتباس في التفريق بين طول النظر، وقصر النظر.	٢٨,٩
٤٠	تتحكم المراكز العصبية في النصف الأيمن من المخ بالجانب الأيمن من الجسم، وتتحكم المراكز العصبية في النصف الأيسر من المخ بالجانب الأيسر من الجسم.	٢٤,١
٢٩	تنقل الغازات التنفسية في الحشرات بواسطة الدم.	٢٣,٣
٢٥	الخلط بين التنفس الخارجي (Breathing) والتنفس الداخلي (Respiration).	٢٢,٣
٣٧	الأشخاص المصابون بمرض السكري يعانون فقط من زيادة في كمية السكر في الجسم.	٢١,١
٣٣	الإنزيمات عوامل مساعدة تستهلك في أثناء التفاعلات الكيميائية الحيوية.	٢٠,٧

تأثير في الذكور على تنشيط الأنابيب المنوية، لتعمل على إنتاج الحيوانات المنوية، كما يحفز الهرمون المنشط للجسم الأصفر إنتاج هرمون الذكورة (الأندروجينات) لدى الذكور.

كما يظهر الجدول أيضا تصورا بديلا يتعلق بوظيفة القنوات الهلالية في الأذن، وهي الاستجابة للمحافظة على إتزان الجسم، وهذا تصور بديل، والصواب أن القنوات الهلالية تعتبر مستقبل للتوازن، تحدد حركة الجسم، وتطلع المخ على حالة الاتزان، فهي تتحسس التغيرات في اتجاه حركة الجسم، ووضعه بالنسبة للجاذبية الأرضية، وليست هي المسؤولة عن الاستجابة للمحافظة على اتزان الجسم، فهذه هي وظيفة المخيخ، والعضلات، وقد يرجع سبب هذا الفهم إلى الخلط بين مفهوم المستقبلات، ومفهوم الحواس، كأن يقال مثلا: إن القنوات الهلالية هي عضو التوازن بدلا من القول إن القنوات الهلالية هي مستقبل للتوازن، والواقع أن هذا أمر تعوزه الدقة، وعلى المعلمين الانتباه، وتوضيح الأمر في أثناء تدريس المفهومن وتتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة يب (Yip, 1998) فيما يتعلق بمفهوم التوازن.

كما نجد أيضا من خلال جدول ٣ وجود تصور بديل لدى الطلبة، ويظهر بنسبة كبيرة، مرتبط بملاحظات الطلبة على أغطية اللبن، حيث يتصور بعض الطلبة أن أغطية اللبن تنتفخ عند نفاذ صلاحيته نتيجة قيام بكتيريا اللبن بعملية التخمر اللبني الذي يصاحبه انطلاق غاز CO_2 ، والصواب أن أغطية اللبن تنتفخ بسبب أنواع أخرى من البكتيريا غير بكتيريا اللبن تنتج غاز CO_2 الذي يسبب الانتفاخ، فعملية التخمر اللبني لا يصاحبها إطلاق غاز CO_2 ، وقد يظهر هذا الفهم لدى الطلبة؛ بسبب ربط مفهوم التخمر اللبني ببكتيريا اللبن دون ربط التخمر اللبني بأكسدة الجلوكوز، وإنتاج حمض اللبنيك (اللاكتيك) كفضلات خلوية تتراكم في العضلات، ويحتاج الأمر إلى توضيح أكثر؛ للتفريق بين أنواع التخمر وآليات الحدوث، والحالات التي يحدث فيها كل نوع.

ويبين جدول ٣ أيضا تصور بعض الطلبة، إن البروتينات ليست من مصادر الطاقة للجسم؛ لإعتقادهم أن الوقود المستخدم لإنتاج الطاقة في الجسم يتكون من المواد الكربوهيدراتية، والدهنية، بينما يكون الدور الرئيسي للبروتينات هو بناء الخلايا وترميم التالف منها، والواقع أن البروتينات تستخدم في حالات نادرة كمصدر للطاقة؛ وذلك عندما ينتهي المخزون من الكربوهيدرات، والدهون كما في حالات المجاعة، وينتج عن ذلك زيادة إفراز النيتروجين من البول، كما أن الأحماض الأمينية، التي هي المكونات الأساسية للبروتينات، يمكن أن تستخدم في حالات إستثنائية، وعلى نطاق محدود كمصدر للوقود في أثناء الجهد البدني، وذلك بعد نفاد مصادر الطاقة الرئيسية أي الجلايكوجين، والأحماض الدهنية.

كما يظهر جدول ٣ وجود لبس لدى بعض الطلبة، في التفريق بين طول النظر، وقصر النظر، قد يكون سببه؛ القصور في فهم الطلبة لآلية الإبصار، وتركز الضوء على شبكية العين، فمرض قصر النظر هو عدم القدرة على رؤية الأشياء البعيدة؛ بسبب تركز الضوء أمام الشبكية، ويستطيع المريض في هذه الحالة أن يرى الأشياء القريبة من العين واضحة، ولا يستطيع أن يرى الأشياء على مسافات بعيدة، وإذا كان قصر النظر بدرجة كبيرة، فإن ذلك يضطر المريض إلى تقريب الأشياء إلى عينيه؛ مما يسبب له الصداع، والإجهاد، وتعب العين، بينما طول النظر هو عدم القدرة على رؤية الأشياء القريبة؛ بسبب تركز الضوء خلف الشبكية، ويستطيع المريض أن يرى الأشياء البعيدة، أفضل من الأشياء على مسافات قريبة من العين، وتستخدم النظارات أو العدسات اللاصقة الطبية في تصحيح مسار الرؤية، ليسقط الضوء على الشبكية، ويمكن للمعلم استخدام الرسومات التخطيطية كخرائط المفاهيم أو اشكال فن لتوضيح حدوث كلا الحالتين، وكيفية تصحيح مسار الرؤية منعا لحدوث الإلتباس.

ونجد من خلال جدول ٣ أيضا، تصور بعض الطلبة أن المراكز العصبية في النصف الأيمن من المخ، تتحكم بالجانب الأيمن من الجسم، وتتحكم المراكز العصبية في النصف الأيسر من المخ، بالجانب الأيسر من الجسم، والحقيقة الأكثر إثارة للاهتمام حول المخ ووظائفه؛ هو أن النصف الأيمن من المخ يسيطر على الجانب الأيسر من الجسم، ويسيطر النصف الأيسر من المخ على الجانب الأيمن من الجسم، وقد يرجع السبب في ذلك إلى إعتقاد بعض الطلبة إرتباط الجانب الأيمن من المخ بالجانب الأيمن من الجسم بواسطة الألياف العصبية، وكذلك الحال بالنسبية للجانب الأيسر، والواقع أن المحاور الأسطوانية تتقاطع، وتتعاكس في الإتجاه في النخاع الشوكي، كما يشير الجدول إلى تصورات بديلة أخرى لبعض المفاهيم العلمية في هذا المجال يمكن الرجوع إليها.

ثانيا: التكاثر والوراثة: يوضح جدول ٤ التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال التكاثر والوراثة، يعد التكاثر، والوراثة من أفرع علم الأحياء التي تكثر فيها التصورات البديلية بسبب طبيعة المفاهيم فيها (الحضرمية وأمبوسعيدي، ٢٠١٢)، ويبين جدول ٤ تصورات بديلة لدى نسبة من طلبة العينة، فهم يتصورون أنه عند وصول حبة اللقاح إلى ميسم الزهرة تدخل حبة

اللقاح بأكملها إلى داخل المبيض، والصواب أن حبة اللقاح لا تدخل بأكملها إلى داخل المبيض، وإنما تنمو منها أنبوبة اللقاح التي تعمل كممر لوصول النواتين الذكريتين إلى داخل المبيض، وقد يرجع السبب في ذلك إلى تصور الطلبة أن حبة اللقاح في النبات هي نفسها الجاميت المذكر، وهو ما تؤكده نتيجة السؤال ٢٢ من الاختبار.

ويبين جدول ٤ كذلك لبسا لدى الطلبة في فهم إنطلاق البويضة من المبيضين، ويحتاج الأمر إلى توضيح فهم الطلبة لهذا المفهوم، وترسيخ التصور الصحيح لانطلاق بويضة واحدة من أحد المبيضين كل شهر قمري، وربما يعود السبب لتداخل المفهوم لدى الطلبة، هو عدم إدراكهم للتبديل الحاصل في انطلاق البويضة من المبيضيين كل شهر قمري، ويرون أن وظيفة المبيض إنتاج البويضات، فهو يقوم بإطلاق البويضات بغض النظر عن آلية التبديل في إنتاج البويضات في الأشهر القمرية، كما نجد تصورا أخرا في هذا المجال، هو أن الغذاء في بذور ذوات الفلقتين يخزن في الإندوسبيرم، والصواب أن الغذاء في بذور ذوات الفلقتين يخزن في الفلقات، وسبب ذلك اعتقاد الطلبة بوجود الإندوسبيرم في بذور ذوات الفلقتين، بينما هو يوجد في بذور ذوات الفلقة الواحدة فقط.

كما نجد أيضا من خلال الجدول وجود خلط لدى الطلبة بين وراثة الصفات متعددة الأليلات، والصفات متعددة الجينات، وقد يرجع السبب في ذلك إلى التقارب في مسميات المفهومين، واللبس في فهم كل مفهوم (زيتون، ١٩٩٤)، فالأليلات المتعددة تحتل موقعا واحدا على زوج الكروموسومات المتماثلة، أما في الجينات المتعددة فيحتل كل جينين متقابلين موقعا على أحد الأزواج الكروموسومية، وبذلك قد يشارك أكثر من زوج كروموسومي أو موقع كروموسومي في إظهار الصفات التي تحكمها وراثة الجينات المتعددة، فيظهر تدرج في ظهور الصفة الوراثية، ويحتاج الموضوع إلى التفريق بين المفهومين من خلال طرح العديد من الأمثلة الوراثية وآلية توارثها.

كما يظهر جدول ٤ وجود تصور بديل لدى الطلبة، وهو أنه في وراثة الصفات المرتبطة بالجنس تتساوى نسبة ظهور الصفة في كل من الذكور، والإناث، والمعروف أنه في الصفات المرتبطة بالجنس تحمل الجينات على الكروموسوم الجنسي (X) في كل من الذكر، والأنثى، بينما الكروموسوم (Y) لا يحمل أي جين خاص بهذه الصفة، ولأن الأب يعطي الكروموسوم (Y) لأبنائه الذكور؛ تكون نسبة ظهور الصفة بين الذكور أكثر من الإناث، وقد يرجع السبب في حدوث التصور البديل لدى الطلبة، نتيجة الخلط في فهم الأسس الوراثية التي تتم بها عملية التوارث وفقا للصفات المندلية، وغير المندلية.

ويبين جدول ٤ أيضا وجود خلط لدى نسبة ليست بالقليلة من الطلبة بين: الجين، والأليل، وقد يرجع السبب في ذلك، إلى طبيعة هذه المفاهيم المجردة، والقصور في فهم الطالب لها، فالجين هو قطعة من DNA مسؤول عن صفة وراثية أو أكثر، وهو الذي يحدد الصفة، بينما الأليل هو صورة من صور الجين، حيث يمكن أن يكون للجين أكثر من أليل، وهو الذي يحدد شكل الصفة، ولإزالة هذا الخلط؛ على المعلمين توضيح المفهومين، وربطهما بالأمثلة، واستخدام رسومات، ومقاطع مصورة تقرب الفهم لأذهان الطلبة، وتزيل أي نوع من اللبس أو الخلط بين المفهومين، ويظهر الجدول بقية التصورات البديلة الأخرى للمفاهيم العلمية في هذا المجال، وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات كل من الحضرمية (٢٠١١) على البيئة العمانية، و بانيت وأيسوا (Banet & Ayuso, 2000) على البيئة الأسبانية، و لويس وود-روبنسون (Lewis & Wood-Robinson, 2000)، على البيئة الإنجليزية.

ثالثا: الخلية ومناشطها: يوضح جدول ٥ التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال الخلية ومناشطها.

جدول ٤

التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال التكاثر والوراثة بالنسبة المئوية

رقم السؤال	التصور البديل	%
٣	عند وصول حبة اللقاح إلى ميسم الزهرة، تدخل حبة اللقاح بأكملها إلى داخل المبيض.	٦٢,٦
٨	الالتباس في فهم انطلاق البويضة من المبيضين.	٤١,٤
٦	يخزن الغذاء في بذور ذوات الفلقتين في الإندوسبيرم.	٤٠,٢
١٠	الخلط بين وراثة الصفات متعددة الأليلات، والصفات متعددة الجينات.	٣٥,٧
٣٠	في وراثة الصفات المرتبطة بالجنس تتساوى نسبة ظهور الصفة في كل من الذكور والإناث.	٣٠,٩
٢٤	الخلط بين الجين، والأليل.	٣٠,٢
١١	اللبس في فهم العمليات الحسابية المتعلقة بالقواعد النيتروجينية، والشفرات، والنيوكليوتيدات.	٢٧,٢
١٣	وجود علاقة بين عدد الولادات، في الإنسان وجنس المولود.	٢٦,٨
٢٢	حبة اللقاح في النبات هي نفسها الجاميت المذكر.	٢٠,٢

جدول ٥
التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال الخلية ومناشطها بالنسبة المئوية

رقم السؤال	التصور البديل	%
٢	الخلط بين الكروماتين، والكروماتيد، والكروموسوم، والكروموسوم المتضاعف.	٤٥,٢
١٩	يحدث تنصيف للكروموسومات في الانقسام غير المباشر.	٤٤,٥
٣٦	يولد المولود في الاستنساخ الجسدي كنسخة مطابقة تماما للفرد الذي أخذ منه النواة.	٣٩,١
١	في الأسموزية تنتقل الجزيئات، والأيونات عبر الغشاء مع منحدر التركيز.	٣٧
٧	يحدث تنوع في المحتوى الوراثي للخلايا الناتجة من الانقسام الاختزالي، وتظهر صفات جديدة، وإن لم تحدث عملية العبور.	٣٢,٦
١٤	الخلط في التفريق بين حالات الشذوذ الكروموسومي (حالات تيرنر وكلاينفلتر).	٢٩,٣
١٥	ليس لدى الخلايا العصبية القدرة على الانقسام؛ لأنها لا تحتوي على نواة.	٢٤,٢
٣٩	كمية حمض DNA غير ثابتة في خلايا النوع الواحد من الكائنات الحية.	٢٤

تعد الخلية وحدة البناء للكائن الحي، وتتم فيها العديد من الأنشطة الحيوية، كما يتم في نواتها التحكم في هذه الأنشطة، وتتكون تصورات بديلة لدى الطلبة في المفاهيم المرتبطة بمجال الخلية وأنشطتها كونها من الأشياء التي لا ترى بالعين المجردة بشكل مباشر. ويظهر من خلال جدول ٥ خلط لدى الطلبة بين الكروماتين، والكروماتيد، والكروموسوم، والكروموسوم المتضاعف، والتفريق بين هذه المفاهيم غاية في الأهمية لدراسة وفهم إنقسامات الخلية، والوراثة، وقد يرجع الخلط فيما بينها: ١) نتيجة لتقارب مسميات هذه المفاهيم، ٢) والقصور في معرفة الصفات التي تبدو عليها حالة ظهورها في مختلف أطوار الخلية، ففي الأطوار الأولى لمرحلة انقسام الخلية يظهر الكروموسوم الواحد على هيئة كروماتيدين متطابقين؛ نتيجة لتضاعف المادة الوراثية، أما الكروماتين فهو عبارة عن خيوط دقيقة تظهر في نواه الخلية في غير أطوار الانقسام، وتكون الكروموسومات التي تظهر عند انقسام الخلية.

ويشير جدول ٥ أيضا إلى وجود تصور بديل لدى نسبة كبيرة من عينة الدراسة في حدوث تنصيف للكروموسومات في أثناء الانقسام غير المباشر، وما كان ينبغي أن تصل النسبة إلى هذا الحد كون الفرق الأساسي بين الانقسام الاختزالي، والانقسام غير المباشر واضح، وهو حدوث اختزال للكروموسومات في الانقسام الاختزالي، وعدم حدوث ذلك في الانقسام غير المباشر، أي لا يحدث تنصيف للكروموسومات في الانقسام غير المباشر، وقد يرجع السبب في ظهور هذه النسبة إلى قصور الطلبة في فهم السؤال، كون السؤال جاء بطريقة استدلالية غير مباشرة، لكن على الطالب أن يلم بأساسيات الانقسام، وأن يبني عليها ليستطيع تتبع حالات ظهور الكروموسومات في كل انقسام من انقسامات الخلية، وتتفق نتائج هذه الدراسة في هذا الجزء مع دراسة بروان (Brown, 1990).

كما يشير الجدول إلى وجود تصور بديل لدى الطلبة في أن المولود في الاستنساخ الجسدي يولد كنسخة مطابقة تماما للفرد الذي أخذ منه النواة، والصواب أن المولود في الاستنساخ الجسدي يولد كنسخة مطابقة إلى حد كبير، لكن ليست مطابقة تماما؛ نظرا لوجود بعض من المادة الوراثية في المايتوكندريا في سيتوبلازم البويضة، وقد يعود السبب في ذلك إلى قصور كتاب الأحياء للصف الثاني عشر في تناول الموضوع من حيث آلية حدوث الاستنساخ، والتفريق بين أنواعه، كما قد يعود السبب أيضا إلى قصور الطلبة في فهم المادة الوراثية؛ كون موضوع الوراثة، والمادة الوراثية، والكروموسومات، والجينات يحتاج إلى فهم أعمق وتفصيلا من قبل المعلم، وربما يعود أيضا لغياب فهم الطلبة لتأثير المادة الوراثية الموجودة في المايتوكندريا على نشاطات الخلية.

كما يوضح جدول ٥ تصورا بديلا أخر وهو أنه في الأسموزية تنتقل الجزيئات، والأيونات عبر الغشاء مع منحدر التركيز، والصواب أن الأسموزية هي انتقال جزيئات الماء من المنطقة ذات التركيز العالي للماء إلى المنطقة ذات التركيز المنخفض عبر غشاء الخلية، وكثيرا ما يخلط الطلبة في هذا المفهوم؛ نظرا لأنهم يظنون أن الأسموزية هي إنتقال الجزيئات من منطقة التركيز العالي إلى منطقة التركيز المنخفض دون تحديد لماهية هذه الجزيئات، ودون تحديد لمنطقة التركيز للمادة المذابة أم المادة المذيبة، وينبغي على معلمي الأحياء توضيح المفهوم بدقة أثناء تناوله بالدراسة، وهذه النتيجة تتفق مع ما توصلت إليه دراسة كل من أودم (Odom, 1995) وأمبولا وبابا (Abimbola & Baba, 1996) في وجود تصورات بديلة لدى الطلبة في مفهوم الأسموزية.

كما نجد تصورا بديلا أخر لدى الطلبة في حدوث تنوع في المحتوى الوراثي للخلايا الناتجة من الانقسام الاختزالي، وتظهر صفات جديدة، وإن لم تحدث عملية العبور، حيث إن الصواب اشتراط حدوث عملية العبور؛ لكي يحدث تنوع في المحتوى الوراثي، وتظهر صفات جديدة في الأبناء، وإلا فإن صفات الأبناء في غياب عملية العبور تكون مشابهة للأبوين، ومن أسباب ظهور التصور البديل لدى الطلبة في هذا المفهوم: القصور في فهم إرتباط الجينات بنوعيه الارتباط التام الذي تنتقل فيه الجينات معا دون

حدوث عملية العبور فيما بينها؛ نتيجة تقاربها، فيتم توارث صفاتها من الأباء للأبناء كما هي، وتكون الصفات الناتجة في الأبناء مشابهة للأبوين، والارتباط غير التام الذي تحدث فيه عملية العبور؛ نظرا لوجود مسافة كبيرة بين الجينات، وسهولة فك الارتباط فيما بينها، مما يؤدي إلى ظهور صفات جديدة، أو تراكيب جديدة على الأبناء.

ويبين جدول ٥ أيضا وجود خلط لدى نسبة من طلبة العينة، في التفريق بين حالات الشذوذ الكروموسومي (حالات تيرنر وكلاينفلتر)، قد يكون سببه؛ التشابه في حدوث الحالتين عند فشل الكروموسومات المتشابهة في الانفصال خلال الانقسام الاختزالي، وهو الذي ينتج عنه اختلاف في عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام، ولتقريب الفهم لأذهان الطلبة؛ على المعلم توضيح حالات الاختلالات الوراثية في الخلايا الجنسية في الإنسان، وكيفية حدوثها في أثناء الانقسام، مستخدما الصور، والرسومات التوضيحية، فحالة كلاينفلتر تنتج من وجود كروموسوم X إضافي، يكون التركيب الكروموسومي للفرد في هذه الحالة ٢ن + ١ = ٤٧ كروموسوم، وظهور الكروموسوم Y يجعل الجنس ذكر، أما في حالة تيرنر، يكون فيها فقدان كروموسوم X أثناء الانقسام الاختزالي، ويكون التركيب الكروموسومي للفرد ٢ن - ١ = ٤٥ كروموسوم، وعدم ظهور الكروموسوم Y يجعل الجنس أنثى، كما يظهر من خلال الجدول تصورات بديلة أخرى لبعض المفاهيم العلمية في هذا المجال.

رابعا: التنوع والتكيف: يوضح جدول ٦ التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال التنوع والتكيف.

جدول ٦

التصورات البديلة لدى طلبة الصف الثاني عشر في مجال التنوع والتكيف بالنسبة المئوية

رقم السؤال	التصور البديل	%
٣٥	توجد مضادات حيوية للفيروسات مثلها مثل: البكتيريا، والفطريات.	٣٦,٨
٤	الخلط بين اللقاح، والمصل.	٣٤,٢
٩	لون خلايا الدم البيضاء أبيض.	٢١,٤

لا يظهر جدول ٦ أي من التصورات البديلة لدى الطلبة فيما يخص تصنيف الكائنات الحية، فالمفاهيم في هذا الجانب، حصلت على أقل من ٢٠% من تصورات الطلبة؛ وبالتالي لم تحتسب، إلا أنه فيما يخص المناعة والمرض، والتي تم إدراجها في هذا المجال وفقا لتضمينها في كتاب الأحياء للصف الحادي عشر، فيبين الجدول بعضا من التصورات البديلة لدى الطلبة في هذا الجانب، فنسبة منهم يعتقدون أنه توجد مضادات حيوية للفيروسات مثلها، مثل البكتيريا، والفطريات، وقد يرجع السبب في ذلك؛ لقصور فهم الطلبة لتركيب الفيروسات، وخصائصها، وإعتبارها كائنات حية مثل: البكتيريا، والفطريات، والصواب أنه لا تستطيع المضادات الحيوية القضاء على الفيروسات؛ لأن الفيروسات هي بروتينات حية، وليست خلية بالمعنى المفهوم، وهي بالتالي لا تعيش، وتتكاثر إلا داخل خلايا الجسم الحية، لذلك لا يستطيع المضاد الحيوي القضاء على الفيروس إلا إذا قضى على خلية الجسم نفسها، بالإضافة إلى قدرة الفيروس الطبيعية على تغيير تركيبه الجيني من فترة لأخرى، وهذا ما يفسر فشل الطب حتى الآن في القضاء على فيروسات الانفلونزا، والالتهاب الكبدي، والإيدز، وهذا الأمر يحتاج توضيحة للطلبة في أثناء تناول هذا الموضوع، ولربما يعود هذا أيضا إلى الفهم الشائع لدى العامة من أن كل من أصيب بزكام، أو رشح يعطى مضاد حيوي، وهذا غير صحيح كما هو واضح أعلاه.

ويبين جدول ٦ أيضا وجود خلط لدى الطلبة بين اللقاح، والمصل، قد يعود هذا الخلط إلى قصور الطلبة في فهم المناعة المكتسبة بنوعيها السلبية، والإيجابية، فالمصل أجسام مضادة سابقة التجهيز، يحقن به الشخص المصاب، ويعتبر مناعة سلبية، أما اللقاح فهو جزء غير معدي، أو مضر من الميكروب، يحقن به الشخص؛ لكي ينتج أجسام مضادة؛ لذا يعتبر من المناعة الإيجابية، ولزوال هذا الخلط لا بد من التفريق بين أنواع المناعة المكتسبة عندما يتم تناول الموضوع، وقد يكون من المناسب استخدام خرائط المفاهيم، أو أي منظم تخطيطي أخر مناسب، فهذه من الطرق الفاعلة في تعديل التصورات البديلة مثل ما أكدت عليه دراسة أودم (Odom, 1995)، وأشار إليه أمبوسعيدي والبلوشي (٢٠٠٩).

كما يظهر جدول ٦ أيضا بعضا من عينة الدراسة من يتصور أن لون خلايا الدم البيضاء أبيض، وقد يكون سببه ربط الطلبة بين مسمى الخلايا، ولونها مثلها مثل خلايا الدم الحمراء الذي يكون لونها أحمر، والصواب أن خلايا الدم البيضاء عديمة اللون؛ لخلوها من صبغة الهيموجلوبين، وسميت بالبيضاء؛ لتمييزها عن خلايا الدم الحمراء التي تحتوي على صبغة الهيموجلوبين.

مناقشة عامة وتطبيقات

إن الاهتمام بموضوع تحديد التصورات البديلة، وتعديلها في غاية الأهمية؛ كونه يساعد الطالب على التعامل بفاعلية مع المشكلات الطبيعية، والاجتماعية للبيئة، وقد وضع المتخصصون في تدريس العلوم مجموعة من الاقترحات؛ من أجل تذليل صعوبات تعلم المفاهيم العلمية، ومنع تكون التصورات البديلة، وتعديلها في حالات وجودها، ومن هذه الاقتراحات ما يلي (أمبوسعيدي، والبلوشي، ٢٠٠٩؛ Taber, 2002؛ Trowbridge, Bybee & Powell, 2000):

الفعل أولا، ثم الكلمات: أي أن المعلم يخطط للحصة بطريقة يبدأ الطلبة بالأنشطة، ثم من الأنشطة يقوم بتوضيح المعلومات، وإكسابها للطلبة، وهنا على المعلم أن يستخدم الأساليب التدريسية التي تعين على ذلك، ومنها بطبيعة الحال الاستقصاء بأنواعه المختلفة، والتعلم المبني على المشكلة، ونماذج التغير المفهومي كنموذج بوسنر وزملائه، والنماذج المحسوسة، والمنظمات التخطيطية أو المعرفية كخرائط المفاهيم وأشكال فن التي تؤدي دورا كبيرا في تعرف التصورات البديلة ومعالجتها، إضافة إلى توظيف التكنولوجيا الحديثة، وما تقدمه من برامج حاسوبية كبرامج المحاكاة، والفلاشات التعليمية، وغيرها التي تعين الطلبة في تكوين تصورات صحيحة عن المفاهيم العلمية، وقد أثبتت بعض الدراسات فاعلية مثل تلك البرامج في تعديل التصورات البديلة مثل دراسة كريسير، وهاريستون (Kreiser & Hairston, 2007).

حمل المفهوم الجديد في أثناء التدريس: أي أن على المعلم أن يضع في الاعتبار في أثناء التخطيط للدرس أن هناك مفهوما أو مفاهيم جديدة يجب أن تكسب للطلبة، وبالتالي فإن الأنشطة، والأسئلة المقدمة في الحصة يجب أن تركز على هذا الجانب. إن الاهتمام بجعل المفهوم العلمي محور الحصة، إنما يهدف إلى بلورة المفهوم وتشكله بشكل صحيح عند الطالب في أثناء الشرح، والتوضيح من قبل المعلم.

علم المفهوم للآخرين: ويقصد به بأن يطلب المعلم من الطلبة تعليم بعضهم البعض من خلال المناقشات، وطرح الأسئلة؛ لأن الطلبة يكونون في بعض الأحيان أقدر على توصيل المعلومات إلى بعضهم من المعلم نفسه، وهذا - بطبيعة الحال - يتفق مع ما ينادي به القائمون على التعلم التعاوني من أنه يساعد على تعلم أفضل للطلبة عندما يعملون بشكل جماعي؛ من أجل إنجاز الأنشطة المعطاة لهم. وقد أثبتت دراسة جينسن وفينلي (Jensen & Finley, 1996) فاعلية تعلم المشكلات الوارثية من خلال الأقران.

لا تجعل المفهوم يموت: ويقصد به أن لا يغفل المعلم المفهوم، إذ عليه تذكير الطلبة به كلما سنحت الفرصة لذلك في الحصص المختلفة، كما يجب أن يكون هناك تطبيقا لذلك المفهوم؛ حتى يترسخ في ذهن الطلبة.

إن المعلمين مدعوون وبشكل ملح إلى الاهتمام بموضوع التصورات البديلة عند طلبتهم، وأن لا يأخذوا عملية التدريس مجرد محتوى علمي يشرح، ويلقن الطلبة، ومن ثم يتم إختباره بعد ذلك فصليا أو سنويا، بل يجب أن يتكون لديهم الإيمان الراسخ بأن عملية التدريس الصحيحة تتطلب جهدا، وبذلا من قبلهم؛ من أجل جعل طلبتهم يكونون تصورا علميا صحيحا عن المفاهيم العلمية التي يدرسونها، حتى يمكنهم التعامل معها في حياتهم اليومية. إن هذا يستدعي من المعلمين أولا الإلمام بطرق الكشف عن التصورات البديلة وكيفية تنفيذها داخل الغرفة الصفية، وثانيا معرفة طرق واساليب المعالجة الصحيحة لتلك التصورات في حالة إكتشاف وجودها عند الطلبة. إن الأدب التربوي زاخر بهذه الطرق والأساليب وما على المعلم إلا الرجوع إليها والقراءة عنها بتوسع وعمق.

توصيات الدراسة

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة الحالية، هناك مجموعة من التوصيات، والمقترحات، وهي:

- ضرورة قيام المعلمين بالكشف المبكر عن التصورات البديلة لدى الطلبة قبل تدرسيهم أي موضوع من موضوعات علم الأحياء بإستخدام أساليب الكشف المناسبة التي تتوفر في الأدب التربوي.
- أهمية التعديل المبكر للتصورات البديلة لدى الطلبة حتى لا تتراكم وتصبح صعبة التعديل في الصفوف والمراحل المتقدمة من الدراسة. وينصح باستخدام أساليب مناسبة مثل الاستقصاء، ودورة التعلم، والتشبيهات.
- التفكير في عمل كتيب خاص للمعلمين يحتوي على التصورات البديلة الشائعة لدى الطلبة في مادة الأحياء، والتصورات الصحيحة لها، يمكن أن يكون بمثابة دليل الجيب، يستخدمه المعلم عندما يقوم بشرح مفهوم معين.
- القيام بدراسات ذات طابع تجريبي باستخدام طرق مختلفة من المعالجات (طرائق، وأساليب تدريس، وتوظيف التكنولوجيا) من أجل تعرف أثر تلك المعالجات على تعديل التصورات البديلة لدى الطلبة في المادة، ومن ضمن الطرق والأساليب المقترحة استخدام النماذج المادية والحاسوبية وأسلوب التشبيهات وأسلوب التعلم بالأقران والمنظمات التخطيطية.

المراجع

References

أمبوسعيدي، عبدالله (٢٠٠٤). التعرف على الأخطاء المفاهيمية لدى طالبات الصف الأول الثانوي بمحافظة مسقط في مادة الأحياء باستخدام شبكة التواصل البنائية. **مجلة مركز البحوث التربوية – جامعة قطر**، *٢٥*، ٣١-٦٥.

أمبوسعيدي، عبدالله، والبلوشي، سليمان. (٢٠٠٩). **طرائق تدريس العلوم: مفاهيم وتطبيقات عملية**. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

الحضرمية، أسماء (٢٠١١). **فهم طلبة الصف الثاني عشر للمفاهيم الوراثية، وعلاقته بمستوى التفكير المنطقي، والتصورات البديلة لهذه المفاهيم** (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية- جامعة السلطان قابوس.

الحضرمية، أسماء، وأمبوسعيدي، عبدالله (٢٠١٢). العلاقة بين مستوى التفكير المنطقي لدى طلبة الصف الثاني عشر في محافظة الداخلية بسلطنة عمان، وفهمهم للمفاهيم الوراثية. **مجلة جامعة النجاح للابحاث- العلوم الانسانية، ٢٦**(٤). ٩٥٩-٩٩٦.

حيدر، عبد اللطيف، وعبابنة، عبدالله (١٩٩٦). **نمو المفاهيم العلمية، والرياضية عند الأطفال**. دبي: دار القلم للنشر والتوزيع.

خطايبة، عبدالله (٢٠٠٥). **تعليم العلوم للجميع**. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

الخليلي، خليل وحيدر، عبداللطيف ويونس، محمد. (١٩٩٦). **تدريس العلوم في مراحل التعليم العام**. دبي: دار القلم للنشر والتوزيع

الزاغة، وفاء (٢٠١٠). **التفكير الخرافي، والمفاهيم العلمية الخطأ**. عمان: ديبونو للطباعة والنشر والتوزيع.

زيتون، عايش (١٩٩٤). **أساليب تدريس العلوم**. عمّان: دار الشروق للنشر والتوزيع.

عبدالسلام، عبدالسلام (٢٠٠١). **الاتجاهات الحديثة في تدريس العلوم**. القاهرة: دار الفكر العربي.

عدس، عبدالرحمن (١٩٩٢). **أساسيات البحث التربوي**. عمان: دار الفرقان.

الناشري، محمد أحمد (٢٠٠٨). **التصورات البديلة عن بعض المفاهيم الوراثية لدى طلاب الصف الثالث المتوسط بمحافظة القنفذة** (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة أم القرى.

النجدي، أحمد وراشد، علي، وعبدالهادي، منى. (١٩٩٩). **المدخل في تدريس العلوم**. القاهرة: دار الفكر العربي.

الهنائي، مروة (٢٠٠٧). **مستوى فهم الطلبة المعلمين تخصص العلوم بكلية التربية/جامعة السلطان قابوس للمفاهيم الفلكية، وتصوراتهم البديلة نحوها** (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان.

Abimbola, I., & Baba, S. (1996). Misconceptions and alternative conceptions in science textbooks: The role of teachers as filters. *The American Biology Teacher, 58* (1), 14-19.

Al-Balushi, S., Ambusaidi, A, Al-Shuaili, A., & Taylor, N. (2012). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry. *Science Educational International, 23*(3), 221-240.

Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. Berkshire, Open University Press.

Aydin, G., & Balim, A. G. (2009). Students' misconceptions about subjects in the unit: The system in our body. *Procedia Social and Behavioral Sciences 1*, 2258-2263.

Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education, 84*, 313-351.

Brown, C. R. (1990). Some misconceptions in meiosis shown by student responding to an advanced level practical examination question in biology. *Journal of Biology Education, 24*(3),182-186

Dhindsa, H., & Treagust, D. (2009). Conceptual understanding of Bruneian tertiary students: chemical bonding and structure. *Brunei International Journal of Sceince and mathematics Education, 1*(1), 33-51.

Jensen,M. S., & Finley, F. N. (1996). Changes in students understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. *Journal of Research in Science Teaching, 33*(8), 879-900.

Kreiser, B & Hairston, R. (2007). Dance of chromosomes: A kinetic learning approach to mitosis and meiosis. *Bioscene, 33*(1), 6-1

Lazarowitz, R., & Lieb, C. (2006). Formative assessment pre-test to identify college students prior knowledge misconceptions and learning difficulties in biology. *International Journal of Science and Mathematical Education, 4*, 741-762.

Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education, 22*(2), 177-195

Lin, S. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school international students' understanding of flowering plant growth and development. *Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 175-199.

Mark, S., Yip, D., & Chung, C. (1999). Alternative conceptions in biology-related topics of integrated science teachers and implications for

teacher education. *Journal of Science Education and Technology, 8*(2), 161-170.

Odom, A. (1993). Action potentials and biology textbook: Accurate, misconceptions or avoidance? *The American Biology Teacher, 55*(8), 468-472.

Odom, A. (1995). Secondary and college biology student misconceptions about diffusion and osmosis. *The American Biology Teacher, 57*(7), 409-415

Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions-prevention, diagnosis and cure, Volume 1: Theortical background*. London, Royal Society of Chemistry.

Tan, K., Goh, N., Chia, L., & Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two- tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school student' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching, 39* (4), 283-301.

Treagust, D. (2006). Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention. *Paper presented at the UniServe Science Symposium: Assessment in science teaching and learning, UniverseScience*, Sydney, Australia.

Trowbridge, L., Bybee, R., & Powell, J. (2000). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy* (7th ed.). New Jersey Merrill: an Imprint of Prentice Hall.

Wandersee, J., Fisher, K., & Moody, D. (2001). The nature of biology knowledge. in F. Kathleen, James Wandersee & David Moody (Eds.). *Mapping biology knowledge* (PP. 55-57). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Wang, J. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 131-157.

Yip, D. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education, 20*(4), 461-477.

Yip, D. (2003). Developing a better understanding of the relationship between transpiration and water uptake in plants. *Journal of Science Education and Technology, 12*(1), 13-19.