أثر التدريس بطريقة النمذجة في تعديل تصورات طالبات الصف الحادي عشر البديلة لمفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك

عبدالله خميس امبوسعيدي* ورحمة محمد الصابري
جامعة السلطان قابوس،سلطنة عمان وزارة التربية والتعليم، سلطنة عمان

استلم بتاريخ: ٢٠١٦/٣/١٨ قبل بتاريخ: ٢٠١٦/٤/٢٨

ملخص: هدفت الدراسة إلى تقصي أثر التدريس بطريقة النمذجة في اكتساب مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك وتعديل تصورات طالبات الصف الحادي عشر. تكونت عينة الدراسة من ٩١ طالبة من طالبات الصف الحادي عشر تم اختيارهن من مدرستين من مدارس التعليم الأساسي بمحافظة الداخلية بسلطنة عمان. وقسمت العينة إلى مجموعتين: تجريبية (ن=٤٥) وتم تدريسها باستخدام طريقة النمذجة، وضابطة (ن=٤٦) تم تدريسها بالطريقة السائدة، وقد استغرقت المعالجة التجريبية حوالي ستة أسابيع خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٣-٢٠١٤. ولتحقيق أهداف الدراسة، تم إعداد دليل للمعلمة لتدريس المجموعة التجريبية بطريقة النمذجة، وتم التحقق من صدقه بعرضه على مجموعة من المحكمين، كما تم إعداد اختبار لقياس مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك، إذ تكون الاختبار من ٢٠ سؤالا من نوع اختيار من متعدد، وبلغ معامل الارتباط بين التطبيقين الأول والثاني (٠,٧٩). أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسط المجموعة التجريبية ومتوسط المجموعة الضابطة في اكتساب المفاهيم الفيزيائية لصالح المجموعة التجريبية. وفي ضوء النتائج السابقة توصي الدراسة تشجيع معلمي العلوم على توظيف أسلوب النمذجة في تدريسهم، وعقد دورات تدريبية وورش عمل في كيفية تطبيق النماذج للمعلمين والمشرفين والقائمين على إعداد المناهج.

كلمات مفتاحية: التدريس بالنمذجة، التصورات البديلة، مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك، طالبات الصف الحادي عشر.

The Impact of Teaching Physics via Modeling on Modifying Alternative Conception of Energy and Momentum Conservation among 11th Grade Female Students

Abdulah K. Ambusaidi* & Rahma M. Al Sabri
Sultan Qaboos University, Sultanate of Oman Ministry of Education, Sultanate of Oman

Abstract: This study investigated the impact of teaching physics via modeling on the acquisition of energy and momentum conservation concepts. The sample consisted of 91 female students selected from 11th grade female students in two schools in Al-Dakhiliyah Governorate in Oman. The experimental group (n = 45) was taught via the modeling method, and the control group (n = 46) was taught using a traditional method. The study lasted six weeks during the second semester of the academic year 2013/2014. A teacher guide for teaching by models was designed and validated by a group of experts. To measure the acquisition of physics concepts, energy and momentum, an achievement test was used. The test consisted of 20 multiple-choice questions. Its reliability was measured by test-retest method (r = 0.79). The results revealed a statistically significant difference ($p < .05$) between the means of the experimental and control groups in favor of the experimental group. The study recommends that science teachers ought to use models and modeling in their teaching. Workshops to train supervisors, in-service teachers and pre-service teachers in the construction and development of scientific models need to be conducted.

Keywords: Teaching via Modeling, conservation of energy and momentum, Alternative Conception, 11th grade female students.

*ambusaid@squ.edu. om

يهتم علم الفيزياء بدراسة الظواهر الطبيعية، ويتميز بقدرته على التنبؤ بسلوك الأجسام والمكونات داخل نظام ما بناءً على نتائج تم الحصول عليها من تجارب سابقة؛ مما يُكسب هذا العلم تطبيقات حيوية عديدة ويجعله مركز التقنية الحديثة، فعلم الصواريخ وعلم الفضاء قائم على قوانين جاليليو ونيوتن بشكل رئيس، ووسائل النقل تعتمد على المحركات الكهربائية، وعلم الاتصالات يرتكز على نظرية ماكسويل للموجات الكهرومغناطسية، أضف إلى ذلك أن الأشعة السينية والرنين المغناطيسي من التقنيات الأساسية في تشخيص الأمراض في علم الطب، وأصبحت تقنية الليزر أساسًا للتقنية الحديثة (Cutnell & Johnson, 2010).

ورغم تلك الأهمية للمفاهيم الفيزيائية، إلا أن المتعلمين يجدون صعوبة في اكتسابها، ويشير كل من كوبرن (Cobern, 1993) وهامر (Hammer, 1994) إلى أن صعوبة فهم مادة الفيزياء لدى الطلبة تتمثل في: التمييز بين المفاهيم المختلفة وربط بعضها ببعض، وتوظيف تلك المفاهيم والمبادئ الأساسية في المواقف الحقيقية لتفسير الظواهر الطبيعية. ويرجع ذلك إلى عدة أسباب: منها ما يتصل بطبيعة المفاهيم الفيزيائية التي تتسم بالصعوبة والتجريد (Mäntylä, 2011)، وأخرى تتعلق بالبيئة الخارجية للمتعلم والتي تتمثل في أساليب التدريس التي يسيطر عليها نمط الإلقاء والتلقين، والتركيز على المعالجات الرياضية دون الاهتمام بالمعالجات المفاهيمية، وهناك أسباب تتعلق بطبيعة المتعلم من حيث تدني منهجيات التفكير لديه، التي تولد التصورات البديلة (Alternative Conception) أو الفهم البديل (القادري، ٢٠٠٥).

أشار ميركان (Mercan, 2012) إلى أن امتلاك المتعلم للتصورات البديلة يؤدي إلى صعوبة تطبيقه للمفاهيم الفيزيائية؛ إذ يستخدم في حالات كثيرة معادلات رياضية لتوضيح بعض الظواهر الطبيعية وتفسيرها. ويعود ذلك إلى امتلاك المتعلم معرفة مجزأة لا يستطيع توظيفها في تفسير الظواهر التي تتطلب ربط بين عدد من المفاهيم المكونة للنظريات والقوانين الفيزيائية (Halloun, 2001; Mercan, 2012; Perkins et al, 2004)؛ لذلك تعرف التصورات البديلة لدى خطايبة (٢٠٠٥: ٤١) على أنها "تفسير غير مقبول - وليس بالضرورة خطأ - للظواهر الطبيعية، يقدمه المتعلم نتيجة المرور بخبرات حياتية، أو تعليمية، كما يعكس خللا في تنظيم الخبرات رغم كونها نتيجة لعمليات نشطة، ومقصودة كتلك التي يقوم بها العلماء". وعرفها أمبوسعيدي والبلوشي (٢٠١٤: ١٣٤) على أنها "تفسيرات أو نماذج ذهنية غير متسقة مع الفهم العلمي الصحيح، يكونها الفرد لكثير من الأشياء التي يريد أن يتعلمها بحيث تكون بعيدة عن سياقها الصحيح ضمن فئة أخرى مختلفة عنها".

ورغم أهمية مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك باعتبارها إطارا أساسيا ومهما في تدريس الميكانيكا والحركة والديناميكا الحرارية والفيزياء الذرية والنووية، كما أنها ساهمت في اكتشاف بعض التقانات والأجهزة في إنتاج الطاقة، وفي تصميم معدات وأجهزة الأمن والسلامة والوقاية من الحوادث، إلا أن الدراسات التربوية التي أجريت على الطلبة أشارت إلى انتشار واسع للتصورات البديلة لديهم، ومن ضمن الدراسات التي بحثت في ذلك دراسة هورنر وجنج ولندل (Horner, Jeng & Lindell, 2007) التي تشير إلى صعوبة توظيف مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك في المسائل المفاهيمية التي لا تعتمد على الحسابات الرياضية، أما دراسة داليكليجو وديميريك وسيكريكيجلو (Dalaklioglu, Demirici & Şekercioglu, 2015) التي أجريت على ٢٨٤ طالبا وطالبة من طلبة الصف الحادي عشر في تركيا، فقد أشارت نتائجها إلى معاناة الطلبة في الربط بين مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك، وبالتالي صعوبة توظيفها في المواقف المختلفة، مما ولد تصورات بديلة لديهم، كما قام جراهام وبيري (Graham & Berry, 1996) بدراسة عينة مكونة من ٥٤٩ طالبا وطالبة من طلبة المرحلة الثانوية، هدفت إلى الكشف عن فهم الطلبة لمفهوم كمية التحرك الذي يتمثل في العلاقة بين الكتلة والسرعة، وكذلك الطبيعة المتجهة للدفع، والدفع في

بعد واحد، ومبدأ حفظ كمية التحرك في بعدين، وبناء على نتائج الدراسة صنف الطلبة وفق أربع فئات، وهي: عدم القدرة على التمييز بين المفاهيم، وإتقان المفاهيم الأساسية وتوظيفها في بعض المواقف بدون إدراك العلاقة بين كمية التحرك والدفع، وإدراك أن كمية التحرك كمية متجهة، ومعرفة العلاقة بينها وبين الدفع وفق نظرية كمية التحرك والدفع، التي تؤدي إلى فهم مبدأ حفظ كمية التحرك في بعد، وآخر فئة لديها فهم شامل لمفهوم كمية التحرك وعلاقته بالدفع ببعديها.

كما أجرى سيركينجلو (Cirkinoglu, 2004) مرجع غير مدرج في الثبت دراسة شبه تجريبية على طلبة المرحلة المتوسطة والثانوية، واستخدم مقياسا يحتوي على أسئلة مفتوحة تكشف عن مدى فهم الطلبة لمفاهيم كمية التحرك والدفع، وكذلك أجرى مقابلة لبعض الطلبة، وأشارت النتائج إلى وجود تصورات بديلة لدى طلبة المجموعة التجريبية والضابطة.

كما أشارت عدد من الدراسات إلى وجود تصورات بديلة لدى الطلبة في مبدأ حفظ الطاقة، وبالتالي صعوبة فهم انتقال الطاقة وانسيابها في الأنظمة (clldowie, 1995; Chabalengula et al, 2012; McDermott, 1997 مرجع غير مدرج في الثبت). وأشار كل من سنج وروسينجرت (Singh & Rosengrant, 2003) إلى الصعوبة التي يواجهها الطلبة في توظيف مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك في تفسير بعض الظواهر الطبيعية نتيجة وجود تصورات بديلة لدى الطلبة.

أما دراسة جورج وبرودستوك وفازكويز عباد (George, Broadstock & Vazquez Abad, 2000) فقد استهدفت تقصي أثر إستراتيجيتين من إستراتيجيات التدريس هما: المختبرات الافتراضية المبنية على المستوى الدقائقي، وتحليل نتائج التجارب في الفيديوهات الرقمية. وأشارت نتائج الدراسة إلى أثر الإستراتيجيتين في اكتساب المفاهيم الخاصة بالتصادمات ومبادئ الحفظ، واستخدام الطلبة للتكنولوجيا. كما أشارت إلى وجود صعوبات في فهم حفظ كمية التحرك وحفظ الطاقة، وخاصة مفهوم "النظام" الذي يعتبر مطلبا أساسيا في فهم مبادئ الحفظ، ومفهوم كمية التحرك، وانتقال الطاقة في أثناء التصادمات.

ومن أجل التغلب على تلك الصعوبات وتعديل التصورات البديلة لدى الطلبة، يسعى المعلمون جاهدين إلى استخدام طرق تدريسية تساعد على تنظيم المعرفة العلمية على شكل نماذج وأنماط شاملة لدى الطلبة (زيتون، ٢٠١٠؛ Halloun, 1996; Seballa & Redish, 2007) واتخاذ أساليب توضح العلاقة بين الجانب التربوي والجانب الإبستمولوجي، وتبرز دور فهم طبيعة العلم في توجيه عمليتي التعليم والتعلم (Sin, 2014)، إذ أن النظرة الإبستمولوجية للمفهوم الفيزيائي قائمة على افتراضين رئيسين، هما: أن المتعلم يبني تعلمه بنفسه من خلال تفاعله مع بيئة التعلم المحيطة به، وأن المعرفة عملية تكيفية تحدث من خلال تنظيم الفرد للخبرات التي يتفاعل معها (Mathews, 1997). وتعد النماذج والنمذجة من الإستراتيجيات الفعالة في اكتساب المفاهيم العلمية، وتعديل التصورات البديلة لدى الطلبة.

والنموذج هو تمثيل لظاهرة أو لجسم أو لفكرة (Gilbert et al, 2014)، ويصف هيستنس (Hestenes, 1987) النموذج العلمي بأنه تمثيل للنظام الذي يتكون من مادة أو مجموعة من المواد تجمع بينها صفات وخصائص تشكل نمطا مشتركا. وأضاف هلون (Halloun, 2011) أن الأنماط تظهر في النماذج المفاهيمية كما تظهر تماما في النماذج المادية، فالنموذج المادي يعبر عن مجموعة أجسام مادية تتفاعل فيما بينها وتعكس نمطا معينا في تركيبها وسلوكها مثل: الذرة والخلية، والجهاز العصبي، والنظام الشمسي، أما النموذج المفهومي فيعبر عن الكيانات الذهنية المجردة المرتبطة مع بعضها البعض، التي تعكس نمطا معينا في العالم المعرفي مثل: النظرية العلمية، والقاعدة العلمية، والمبدأ العلمي. ويشتمل النموذج المفهومي كما يراه هلون (Halloun, 2011: 4) على أربعة أبعاد، هي:

١. البُعد المعرفي (Epistemic dimension): يساعد هذا البُعد على تحديد المعرفة العلمية المتمثلة في المفاهيم والقوانين والمبادئ الخاصة بالنموذج وبنيته. ويتكون هذا البُعد من خمسة جوانب، هي: المجال،

والوظيفة، والبنية، والتركيب الداخلي، والتركيب الخارجي.

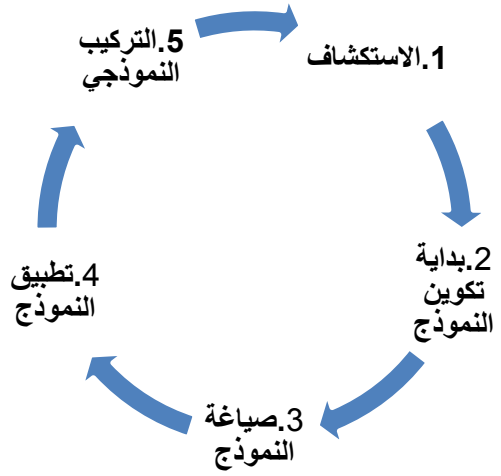
٢. البُعد الإدراكي (Cognitive dimension): يساعد هذا البُعد على تحديد مهارات التفكير اللازمة لبناء النموذج وتطبيقه، مثل: التفكير التحليلي، والتفكير الترابطي، والتفكير الناقد، والتفكير المنطقي.

٣. البُعد السلوكي (Behavioral dimension): يركّز هذا البُعد على تحديد مهارات الأداء، والمهارات العملية المطلوبة لبناء النموذج وتطبيقه، وتشمل مهارات التواصل والمهارات التقنية، ومهارات التشغيل، والمهارات الفنية، ومهارات التفاعل البيئي.

٤. البُعد الميتاإدراكي (Metacognitive dimension): يهدف هذا البُعد إلى ضبط تفاعل الطلبة مع الأبعاد الثلاثة الأخرى في بناء النموذج وتطبيقه، ويتكون هذا البُعد من العواطف، والمواقف والأخلاق، والآداب، والقيم، ووجهات النظر، والاعتقادات.

إن استخدام النماذج في تدريس العلوم يشجع الطلبة على إعادة بناء الأفكار التي يمتلكونها وترتيبها في بنيتهم المعرفية، كما يساهم على توليد نماذج ذهنية ناجحة، وهذا ما أكدته عدد من المنظمات والمؤسسات الدولية التي دعت إلى تبني التدريس المبني على النماذج، وتوظيف الاستقصاء العلمي في تدريس العلوم (NGSS, 2013; NSTA, 1995).

كما يعد استخدام النماذج عامل ربط بين التجربة والنظرية، وينمي مهارات حل المشكلات لديهم (Leea, Jonassenb, & Teo, 2011)، ولا يتأتى ذلك بعرض مكونات النموذج على المتعلم، وإنما باستخدام برامج نمذجة مختلفة توضح التنظيم المنطقي للمعارف، وتعد دورة النمذجة إحدى برامج النمذجة التي لها أثر كبير في إكساب معظم الطلبة المفاهيم، وتنمية مهارات حل المشكلات لديهم، حيث يستطيع المعلم البدء من أي بعد من أبعاد النموذج مع مراعاة استعداد الطلبة ومدى توفر الأدوات والمواد والوسائل التعليمية (Halloun, 2004)، ويمثل الشكل (١) مراحل دورة النمذجة.



شكل ١: مراحل دورة النتمذجة

يتضح من الشكل ١ أن دورة النمذجة دورة مطورة من دورة التعلم لروبرت كاربلوس، وتتكون الدورة من خمس مراحل، تبدأ بمرحلة "الاستكشاف" التي يكتشف فيها الطالب إمكانات النموذج الذي بني سابقا وحدوده، كما أنه يدرك في هذه المرحلة الحاجة إلى بناء نموذج جديد، بعد ذلك يوجه المعلم الطلبة إلى مرحلة "تقديم النموذج" التي يحدد فيها النموذج المناسب، والإستراتيجية الملائمة لاختباره، بحيث تطبق في مرحلة "تكوين أو صياغة النموذج" التي بدورها تعزز إكساب المفهوم للطالب؛ لكي يتم تطبيقه في مرحلة "تطبيق النموذج"، وتساعد هذه المرحلة على تثبيت المفهوم وتوضيح علاقته بالمفاهيم الأخرى حتى يصل الطالب إلى مرحلة الاتزان المعرفي الذي يعرف بـ "التركيب النموذجي" الذي يوضح الاتساق بين الأنساق الفكرية التي يمتلكها الطلبة، والأنساق المتفق عليها من قبل العلماء في تخصص ما، كما تعد هذه المرحلة تمهيدا لمرحلة الاستكشاف التي يكتشف فيها الطالب أن النموذج قاصر عن تفسير بعض الظواهر؛ وبالتالي تأتي الحاجة إلى بناء نموذج جديد (Halloun, 1996).

مشكلة الدراسة وأسئلتها

يمثل تعلم مادة الفيزياء تحديا لدى كثير من طلبة المرحلة الثانوية؛ لاحتوائها على عدد من المفاهيم والمبادئ والقوانين التي يعتقدون أنها لا تمت لهم بصلة سواء في حياتهم اليومية أو في دراستهم مستقبلا، ويعود هذا الاعتقاد إلى وجود ضعف في اكتسابهم لتلك المفاهيم وصعوبة ربط بعضها ببعض (Halloun, 2001; Hammer, 1994; Koponen, 2007; McDermott, 1993; Mercan, 2012; Perkins et al, 2004; Reif & Larkin, 1991)، كما أن حل الطلبة للمسائل لا يستند على فهم جيد واستيعاب شامل للمفاهيم والمبادئ والقوانين الفيزيائية؛ مما يسبب لديهم صعوبة في تفسير الظواهر الطبيعية نتيجة امتلاكهم لتصورات بديلة سواء في استيعابهم للمفاهيم أو قدرتهم على الربط بين المفاهيم المكونة للقوانين والمبادئ المستخدمة في تفسير تلك الظواهر (Cutnell & Johnson, 2010; Hestenes, 1997; Wells, Hestenes & Swackhamer, 1995).

وفي ظل ذلك أصبح من الضروري دراسة طبيعة تلك المفاهيم وطرق الوصول إليها، وطرق تعليمها وتعلمها. حيث أوصت عدة دراسات بضرورة علاج ضعف الطلبة في اكتساب المفاهيم الفيزيائية (البلوشي، ٢٠٠٤؛ Taser, 2010؛ Philippi, 2010؛ Clement, 1982)، وتعديل التصورات البديلة لديهم (Mclldowie, 1995; Chabalengula et al, 2012; McDermott, 1997)، وأكدت بعض المؤسسات والمنظمات الدولية على أهمية تبني التدريس القائم على النماذج في اكتساب المفاهيم العلمية (NGSS, 2013; NSTA, 1995)، كما أشارت بعض الأدبيات إلى أهمية التنظيم المعرفي القائم على النماذج في اكتساب المفاهيم الفيزيائية لدى طلبة المرحلة الثانوية (Hestenes, 1995; Jackson, Dukerich, Hestenes,2008; Leea, Jonassenb & Teo, 2011; Ornek, 2008).

وعليه سعت الدراسة الحالية إلى الإجابة عن السؤالين الآتيين:

١. ما أثر التدريس بالنمذجة في اكتساب مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك لدى طالبات الصف الحادي عشر؟

٢. ما أثر التدريس بالنمذجة في تعديل التصورات البديلة لدى طالبات الصف الحادي عشر عن مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك؟

فرضية الدراسة

تمت صياغة فرضية واحدة مرتبطة بالسؤال الأول وهي أنه لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ في القياس "البعدي" للمفاهيم الفيزيائية بين متوسط درجات طالبات الصف الحادي عشر من المجموعة التجريبية وطالبات المجموعة الضابطة.

أهمية الدراسة ومبرراتها

تبرز أهمية الدراسة في أنها:

١. تستخدم طريقة جديدة من طرق تنظيم المعارف في تدريس العلوم بشكل عام والفيزياء بشكل خاص.
٢. تفتح المجال أمام دراسات أخرى تتناول التدريس بالنمذجة وعلاقتها بمتغيرات تعليمية -تعلمية أخرى.
٣. تقدم لمعلمي مادة الفيزياء للصف الحادي عشر دليلا يتضمن تطبيقات في استخدام طريقة تنظيم المعارف وفق النماذج.

مبررات الدراسة

١. ضرورة إكساب المفاهيم الفيزيائية بصورة صحيحة، وتعديل التصورات البديلة لدى الطلبة، لذا تتوافق هذه الدراسة مع التوجهات العالمية في مجال تدريس العلوم.
٢. الحاجة إلى الاهتمام بالتصورات البديلة التي يمكن أن يكونها الطلبة عند تدريس المفاهيم العلمية.
٣. الاستجابة للكثير من توصيات البحوث والدراسات على المستوى العالمي والعربي والمحلي التي تدعو إلى ضرورة إكساب الطلبة مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك وتعديل التصورات

البديلة لديهم (Mclldowie, 1995; Chabalengula et al, 2012; McDermott, 1997).

متغيرات الدراسة

تتحدد متغيرات الدراسة الحالية فيما يلي: المتغير المستقل، وهو طريقة التدريس وله مستويان هما:

- التدريس بالنمذجة.
- التدريس بالطريقة السائدة.

المتغير التابع، ويتمثل في:

- اكتساب الطلبة للمفاهيم الفيزيائية في مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك.
- تعديل التصورات البديلة في مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك.

حدود الدراسة

تمثلت حدود هذه الدراسة التي تحد من تعميمها في أنها:

- اقتصرت على موضوعات الفصل الخامس (حفظ الطاقة) والفصل السادس (حفظ كمية التحرك) من وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك، التي يستخدمها كتاب الفيزياء للصف الحادي عشر بسلطنة عمان.
- اقتصرت على متغير اكتساب الطلبة لمفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك المتضمنة في وحدة الطاقة وكمية التحرك وعلى تعديل التصورات البديلة في هذه المفاهيم.
- تم تطبيقها في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٣/٢٠١٤.
- اقتصرت على عينة من طالبات الصف الحادي عشر في مدرستين من مدارس التعليم ما بعد الأساسي (الصفين ١١ و١٢) بسلطنة عمان.
- تتحدد نتائجها بمدى صدق اختبار اكتساب المفاهيم الفيزيائية المعد لغرض الدراسة.
- اقتصرت النماذج على البعد المعرفي فقط والذي يتم فيه تنظيم المفاهيم والقوانين والمبادئ والنظريات حسب مكونات النموذج الخمسة، وهي: المجال، والوظيفة، والبنية، والتركيب الداخلي والتركيب الخارجي.

التعريفات الاصطلاحية والإجرائية

لهذه الدراسة مجموعة من المصطلحات من المهم تعريفها إجرائيا، وهي:

النموذج The Model: يعرفه هلون (Halloun, 2011: 3) على أنه "الكيانات الذهنية والمجردة المرتبطة مع بعضها البعض التي تعكس نمطا معينا في العالم المعرفي، مثل: النظرية العلمية، والقاعدة العلمية، والمبدأ العلمي. ويشمل النموذج أربعة أبعاد، هي: المفهومي، والإدراكي، والسلوكي، والميتاإدراكي.

التدريس بالنمذجة (Teaching by Modeling): تشير بكلي (Buckley, 2012) مرجع غير مدرج في الثبت إلى أن التدريس بالنمذجة هو ذلك التدريس الذي يساعد المتعلم على بناء نماذج ذهنية وتطويرها، ويعرف الباحثان التدريس بالنمذجة في الدراسة الحالية على أنها عملية إنشاء وتوليد ثلاثة نماذج ذهنية لدى المتعلم في موضوعات حفظ الطاقة وكمية التحرك؛ إذ يبنى كل نموذج وفق مكوناته الخمسة: المجال، والوظيفة، والبنية، والتركيب الداخلي، والتركيب الخارجي. وذلك باستخدام دورة النمذجة لكل نموذج، وفق مراحلها الخمسة: الاستكشاف، وتقديم النموذج، وصياغة النموذج، وتطبيق النموذج، والتركيب النموذجي.

المفاهيم العلمية (Scientific Concepts): يعرف زيتون (١٩٩٤: ٧٨) مرجع غير مدرج في الثبت المفاهيم على أنها "ما يتكون لدى الفرد من معنى وفهم يرتبطان بكلمة مصطلح أو عبارة أو عملية معينة". ويعرف الباحثان المفاهيم الفيزيائية إجرائيا في هذه الدراسة بأنه ناتج ما اكتسبته الطالبة من بنى مفاهيمية سواء كانت مفاهيم أو قوانين ومبادئ وقواعد ترتبط بتلك المفاهيم، وتطبيقاتها الحياتية المتضمنة في وحدة "حفظ الطاقة

وكمية التحرك" من كتاب الفيزياء في الصف الحادي عشر، وسيتم قياسها إجرائيا من خلال الدرجة التي ستحصل عليها الطالبة في اختبار اكتساب المفاهيم الفيزيائية الذي سيتم إعداده من خلال ترجمة مقياس المسح المفاهيمي للطاقة وكمية التحرك Energy and Momentum Conceptual Survey (EMCS) وإعادة صياغته.

التصورات البديلة (Alternative Misconceptions): يعرفها خطايبة (٢٠٠٥: ٤٠) بأنها "تفسير غير مقبول وليس بالضرورة خطأ للظواهر الطبيعية يقدمه المتعلم نتيجة مروره بخبرات حياتية أو تعليمية، كما يعكس خللا في تنظيم الخبرات رغم كونها نتيجة لعمليات نشطة وبنائية ومقصودة كتلك التي يقوم بها العلماء" وتم تحليل التصورات البديلة في هذه الدراسة وفق نسب البدائل الصحيحة لجميع أسئلة الطالبات في المجموعتين، ومقارنة تلك النسب وفق القياس القبلي والبعدي، وذلك وفق الدراسات التي استخدمت المقياس (Dalaklioglu, Demirci, Sekercioglue, 2015; Singh & Rosengrant, 2003)، كما تم قياس معدل الاكتساب بين المجموعتين التجريبية والضابطة وقياس التصورات البديلة باستخدام الاكتساب المعياري "g"، التي وردت في الدراسة (Singh & Rosengrant, 2003) وتم حسابها باستخدام المعادلة الآتية: $g = \frac{s_f - s_i}{100 - s_i}$

حيث i تمثل نسبة البدائل الصحيحة قبل إجراء المعالجة، و s_f تمثل نسبة البدائل الصحيحة بعد المعالجة.

عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من (٩١) طالبة من طالبات الصف الحادي عشر تم اختيارهن من مدرستين من مدارس التعليم ما بعد الأساسي (الصفوف ١١ -١٢) بمحافظة الداخلية بسلطنة عمان، مثلت شعبتا الفيزياء للصف الحادي عشر في إحدى المدرستين بالمجموعة التجريبية، حيث بلغ عدد طالبات هذه المجموعة (٤٥) طالبة درسن وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك باستخدام طريقة التدريس بالنمذجة، وكذلك شعبتي الفيزياء للصف الحادي عشر في المدرسة الأخرى تمثلان المجموعة الضابطة، وقد بلغ عدد طالبات هذه المجموعة (٤٦) طالبة درسن وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك بالطريقة السائدة. وقد جاء اختيار هاتين المدرستين لمناسبة ظروف المدرستين لتطبيق الدراسة، ووجود معلمات ذوات خبرة ومستوى تدريسي متقارب، وذلك بناء على ترشيح مشرفيهم التربويين. وقد اختيرت معلمتان من مدرستين مختلفتين وذلك حتى لا ينتقل أثر التدريس بطريقة النمذجة من المجموعة التجريبية إلى المجموعة الضابطة، بالإضافة إلى تخفيف العبء على المعلمة بدلا من التدريس بطريقتين مختلفتين ولمجموعتين مختلفتين وفي الفترة الزمنية نفسها.

أدوات الدراسة

دليل المعلم: بعد الاطلاع على بعض الدراسات والأدبيات المختلفة سواء تلك التي احتوت على طريقة إعداد الأنشطة القائمة على النمذجة مثل كتاب نظرية النمذجة في تدريس العلوم لهلون (Halloun, 2004)، أو تلك التي تختص بتنظيم موضوعات الفيزياء وفق النماذج مثل كتاب "المقدمة في الفيزياء" لكيوتينل وجونسون (Cutnell & Johnson, 2010)، أو تلك التي تحتوي على أنشطة وتجارب بديلة تتعلق بموضوعات حفظ الطاقة وكمية التحرك وتطبيقاتها المختلفة في الحياة اليومية والموجودة في شبكة المعلومات العالمية "الإنترنت"، تم تحديد البنى المفاهيمية المتضمنة في تلك المراجع، التي تتناسب مع وحدة حفظ *الطاقة* وكمية التحرك في كتاب الفيزياء للصف الحادي عشر ومستوى طالبات الصف، ثم أعيد تنظيم تلك البنى المفاهيمية وفق مكونات النموذج الآتية: المجال، والبنية، والوظيفة، والتركيب الداخلي، والتركيب الخارجي. وتم تضمين النموذج وفق الخطوات الخمس لدورة نمذجة: الاستكشاف، بداية تكوين النموذج، صياغة النموذج، تطبيق النموذج، التركيب النموذجي.

والجدير بالذكر أنه يمكن تنظيم الموضوعات الخاصة بالحركة والديناميكا -وهي من أفرع الفيزياء الكلاسيكية - في نماذج مفاهيمية كالآتي (Halloun, 2011):

١. نموذج الجسم المتسارع بانتظام.

٢. نموذج الحركة التوافقية البسيطة.

٣. نموذج الجسم تحت تأثير الدفع.

٤. نموذج الحركة الدائرية المنتظمة.

٥. نموذج دوران المجسمات.

حيث توضح أسماء النماذج السابقة البنية الأساسية للنموذج ومجال تطبيقه، ويمكن استخدام النموذج الواحد في توضيح أكثر من ظاهرة أو مفهوم أو مبدأ أو نظرية، ويعتمد ذلك على بنية النموذج وتركيبه أو كليهما معا، وعلى ذلك يعطى كل نموذج عنوانا وفق الموضوع الذي يتناوله. وبالنسبة لنماذج وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك فقد تم تنظيمها وفق ثلاثة نماذج كالآتي:

النموذج الأول: وهو نموذج الجسم المتسارع بانتظام، الذي يتناول العلاقة بين الشغل (المبذول بواسطة قوة ثابتة) والطاقة، علما بأن الطالبات قد درسن في الصف العاشر الشغل والطاقة ولكنهن لم يدرسن العلاقة بينهما، ويضم هذا النموذج سبعة موضوعات، وهي: الشغل المبذول بواسطة قوة ثابتة، ونظرية الشغل - الطاقة وطاقة الحركة، وطاقة الوضع التثاقلية (الشغل المبذول بواسطة الجاذبية)، والقوى التي تسبب حفظ النظام والقوى التي لا تسبب حفظ النظام، ومبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية، والقدرة، وصور أخرى للطاقة ومبدأ حفظ الطاقة.

النموذج الثاني: وهو نموذج الحركة التوافقية البسيطة للجسم، الذي يتناول الشغل المبذول بواسطة قوة متغيرة، وهنا تأتي الحاجة إلى حساب الشغل بيانيا، حيث يتكون هذا النموذج من موضوع واحد فقط وهو الشغل المبذول بواسطة قوة متغيرة وكيفية حسابه.

النموذج الثالث: وهو نموذج الجسم تحت تأثير الدفع، الذي يتناول العلاقة بين الدفع وكمية التحرك، ويتكون من أربعة موضوعات، هي: نظرية الدفع -كمية التحرك، ومبدأ حفظ كمية التحرك الخطية، والتصادمات في بعد واحد، والتصادمات في بعدين.

كما تم تضمين نماذج حاسوبية توضح أشكال الطاقة وتحولاتها، ومبدأ حفظ الطاقة، ومبدأ حفظ كمية التحرك.

اختبار اكتساب مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك:

استفاد الباحثان من مقياس المسح المفاهيمي للطاقة وكمية التحرك Energy and Momentum Conceptual Survey (EMSV) الذي قام بتصميمه سينج وروسينجرانت (Singh & Rosengrant, 2002) في إعداد اختبار مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك الذي يتضمن على خمسة وعشرين سؤالا من نوع اختيار من متعدد، يلي كل سؤال خمسة بدائل، بنيت تلك الأسئلة وفق تصنيف بلوم لمستويات المعرفة. وقد قلصت عدد البدائل إلى أربعة بدائل لكل سؤال؛ وذلك بما يتوافق مع مواصفات أسئلة الاختيار من متعدد المتبعة من قبل وزارة التربية والتعليم، ويمثل كل بديل خاطئ تصورا بديلا لدى الطالبة، إذ حددت التصورات البديلة في مفاهيم الطاقة وكمية التحرك من خلال بحث أجراه كل من أمبوسعيدي والبلوشي والشعيلي (٢٠١٣) في جامعة السلطان قابوس، وكذلك البحث الذي أخذ منه المقياس (Singh & Rosengrant, 2002)، وبعض البحوث التي اهتمت بدراسة مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك (Mclldowie, 1995; Chabalengula et al, 2012; McDermott, 1997).

وللتأكد من صدق اختبار المفاهيم الفيزيائية تم عرضه في صورته الأولية على عدد من المحكمين من ذوي الخبرة والاختصاص في كلية العلوم وفي قسم المناهج والتدريس بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس، ومشرفي مادة الفيزياء بوزارة التربية والتعليم، ومشرفين في التقويم التربوي، وقد طلب منهم إبداء ملاحظاتهم حول صياغة الأسئلة، وسلامتها علميا ولغويا، وتحديد مدى صعوبتها ومناسبتها لطالبات الحادي عشر. وللتحقق من ثبات الاختبار، تم تطبيقه على عينة مكونة من (٣٥) طالبة من طالبات الصف الحادي عشر من خارج عينة الدراسة الأصلية في الفصل الدراسي الثاني من العام ٢٠١٣/٢٠١٤م، ثم أعيد الاختبار على نفس العينة بعد

أسبوعين من التطبيق الأول. وبحساب معامل ارتباط بيرسون وجد أنه يساوي (٠,٧٩) وهي قيمة جيدة وصالحة لأغراض الدراسة.

طريقة تدريس المجموعتين

تم تدريس المجموعة التجريبية بطريقة النمذجة، حيث اتبعت المعلمة الخطوات المحدد لها في دليل المعلم المعد من قبل الباحثين والمتضمنة في كيفية تطبيق طريقة التدريس بالنمذجة. إذ شرحت المعلمة مفاهيم الطاقة وكمية التحرك وفق مكونات النماذج الثلاثة المعدة، وغيرت من تنظيم الدروس المتعلقة بالمفاهيم والقوانين والمبادئ المضمنة في كتاب الفيزياء للصف الحادي عشر. ومن ثم قدمت تلك النماذج وفق دورات نمذجة متتالية، حيث تم شرح كل نموذج وفق دورة نمذجة متكاملة بخطواتها الخمسة، التي تؤدي إلى بناء دورة نمذجة أخرى.

أما طالبات المجموعة الضابطة فتم تدريسهن باستخدام التنظيم المعرفي المتعارف عليه في الكتاب، وذلك من قبل معلمة ذات خبرة ومستوى تدريسي متقارب مع معلمة المجموعة التجريبية، وتم ترشيحها بناء على مشرفيها التربويين. وقد اختيرت معلمتان من مدرستين مختلفتين وذلك حتى لا ينتقل أثر التدريس بطريقة النمذجة من المجموعة التجريبية إلى المجموعة الضابطة، بالإضافة تخفيف على المعلمة بدلا من التدريس بطريقتين مختلفتين ولمجموعتين مختلفتين وفي الفترة الزمنية نفسها.

الطريقة والإجراءات

استخدمت هذه الدراسة المنهج شبه التجريبي، وذلك لأن عينة الدراسة اختيرت قصديا لصفوف كاملة دون إجراء أي تعديل لأفراد العينة، كذلك وزعت الصفوف الأربعة بطريقة قصدية إلى مجموعتين تجريبية وضابطة وذلك حسب ظروف المدرستين اللتين تم اختيارهما. وطبق اختبار اكتساب المفاهيم الفيزيائية قبليا وبعديا على المجموعتين التجريبية والضابطة. وقد مرت المجموعة التجريبية بمعالجة عن طريق تدريسها وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك وفق التدريس بالنمذجة ولمدة (٧) أسابيع وبمعدل ٤ حصص في كل أسبوع، في حين أن طالبات المجموعة الضابطة درسن الوحدة نفسها في الفترة الزمنية نفسها ولكن بالطريقة السائدة التي اعتادت المعلمة على تدريس طالباتها بها.

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) لمتوسط درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار المفاهيم الفيزيائية القبلي الدرجة الكلية في الاختبار= ٢٠ درجة.

يتضح أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية والمتوسطات الحسابية للمجموعة الضابطة في التحصيل القبلي في اختبار حفظ الطاقة وكمية التحرك، وبالتالي يمكن القول: إن طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة متكافئتان قبل البدء في تطبيق المعالجة التجريبية.

نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن السؤال الأول الذي ينص على "ما أثر التدريس بطريقة النمذجة في اكتساب مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك لدى طالبات الصف الحادي عشر؟" تم تطبيق اختبار اكتساب مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك بعديا بعد الانتهاء مباشرة من تدريس وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك على مجموعتي الدراسة، وحساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمتوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة، واستخدم اختبار (ت) للعينتين المستقلتين لحساب دلالة الفروق بين المتوسطات الحسابية للمجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار المفاهيم البعدي كما هو موضح في جدول ١.

يتبين من جدول ١ أنه توجد فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات درجات طالبات مجموعتي الدراسة في اختبار المفاهيم الفيزيائية ككل لصالح المجموعة التجريبية، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي لنتائج طالبات المجموعة التجريبية في اختبار المفاهيم (٧,٦٩)، أي بنسبة (٣٨,٤٥٪) وبانحراف معياري (٣,١٩)، في حين أن المتوسط الحسابي لطالبات المجموعة الضابطة (٥,٨٣) أي بنسبة (٢٩,١٥٪)، وبانحراف معياري (٢,١٥). وهذا يعني أنه تم رفض فرضية الدراسة الصفرية، والتي

جدول ١

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ت) لمتوسط درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة وحجم الأثر في اختبار المفاهيم الفيزيائية البعدي

المجال	الدرجة الكلية	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	قيمة (η^2)	حجم الأثر
حفظ الطاقة	٨	التجريبية	٤٥	٣,١٣	٢,٠٤	٤,٢٨*	٠,١٧	كبير
		الضابطة	٤٦	١,٦٣	١,٢٢			
كمية التحرك	١٢	التجريبية	٤٥	٤,٥٦	٢,٠٧	٠,٩١		—
		الضابطة	٤٦	٤,٢٠	١,٦٨			
الكلي	٢٠	التجريبية	٤٥	٧,٦٩	٣,١٩	٣,٢٧*	٠,١١	متوسط
		الضابطة	٤٦	٥,٨٣	٢,١٥			

* دال عند مستوى ٠,٠٥

تنص على أنه "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ في القياس "البعدي" للمفاهيم الفيزيائية بين متوسط درجات طالبات الصف الحادي عشر من المجموعة التجريبية وطالبات المجموعة الضابطة" وقبول الفرضية البديلة.أما فيما يتعلق بمجالي اختبار المفاهيم الفيزيائية وهما: حفظ الطاقة وكمية التحرك، فيتضح من جدول ١ وجود فروق دالة احصائيا في مجال حفظ الطاقة لصالح المجموعة التجريبية، حيث بلغ المتوسط الحسابي (٣,١٣) والانحراف المعياري (٢,٠٤). وبالرغم من عدم وجود فروق دالة احصائيا في مجال كمية التحرك إلا أن متوسط درجات المجموعة التجريبية أعلى من متوسط درجات المجموعة الضابطة. كما تبين من جدول٢ أن قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) للاختبار ككل بلغت (٠,١١)، وقيمة (d) المقابلة لها (٠,٧٠)، ويدل ذلك على أن أثر طريقة التدريس بالنمذجة في اكتساب المفاهيم الفيزيائية لدى طالبات الصف الحادي عشر كان متوسطا. في حين أن قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لمجال حفظ الطاقة بلغت (٠,١٧)، وقيمة (d) المقابلة لها (٠,٩٠)، ويدل ذلك على أن أثر طريقة التدريس بالنمذجة في اكتساب مفاهيم حفظ الطاقة لدى العينة ذاتها كان كبيرا.

ويعزى وجود فروق دالة احصائيا عند مستوى الدلالة بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار المفاهيم الفيزيائية إلى فاعلية تنظيم موضوعات حفظ الطاقة وكمية التحرك وفق ثلاثة نماذج في اكتساب طالبات الصف الحادي عشر للمفاهيم الفيزيائية، حيث أن كل مكون من مكونات النموذج الخمسة له أهداف ومخرجات تعلم محددة تسعى المعلمة إلى تحقيقها مع الطالبات وفق دورة النمذجة، أضف إلى ذلك تركيز الأنشطة على التعلم المتمركز حول المتعلم، واتضح ذلك من خلال محاولة الطالبات بناء الفرضيات في بداية كل دورة، وهذا ما ساعد على بناء النموذج بشكل متسلسل ومنطقي.

ويتضمن التدريس بالنمذجة أنشطة تقصي تعاونية حسبما أشار كل من ويل وهيستنس وسواكهمر (Wells, Hestenes & Swackhamer, 1995)، وتركز تلك الأنشطة على الحوار والمناقشة والعمل الجماعي، وساعد ذلك الطالبات على بناء الخرائط المفاهيمية التي توضح بنية النموذج وتركيبه المتمثلة في قوانين نيوتن وقوانين الحركة التوافقية البسيطة بشكل أساسي، وأدت الخرائط دورا في تقييم الطالبات بشكل مستمر، وكشف أي تصور بديل قد يتكون لديهن، فالنماذج أدوات تقييم أيضا كما أشار جلاين (Glynn, 1997) مرجع غير مدرج في الثبت.

وتعد مرحلة التركيب النموذجي – وهي من مراحل دورة النمذجة - أداة تقويم ختامية ركزت على الكشف عن مدى فهم الطالبات لمكونات النموذج الخمسة، خلال مراحل دورة النمذجة. كما أن للخرائط المفاهيمية التي بنتها الطالبة تحت إشراف المعلمة المطبقة خلال دورة النمذجة، وكذلك نشاط الشبكة والكلمات المتقاطعة

الواردة في مرحلة التركيب النموذجي، دورا فاعلا في توضيح قيام النموذج على مجموعة من النظريات والقوانين (Giere, 2010) مرجع غير مدرج في الثبت. والجدير بالذكر أن التدريس بالنماذج يركز على تقديم الجانب المفاهيمي أولا والمنهجية المتبعة في الوصول إليه، كما يستخدم الجانب الرياضي لمعالجة المعلومات ومساندة الفهم (Halloun, 2004)، الذي كان له دور في مراعاة الفروق الفردية بين الطلبة وأنماط تعلمهم.

أما عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين في مجال حفظ كمية التحرك فيعزى إلى أن اكتساب مفاهيم حفظ كمية التحرك يحتاج إلى ربط بين عدد من المفاهيم الفيزيائية التي درسنها الطالبات مسبقا والتي اتضح أنهن يمتلكن تصورات بديلة عنها، مثل: مفهوم السرعة. أضف إلى ذلك، يوجد لبس لدى طالبات المجموعتين في التفريق بين الكميات العددية والكميات المتجهة؛ إذ أن السرعة كمية متجهة إلا أنها من عوامل طاقة الحركة والتي تعد كمية عددية. كما أن بعض أمثلة وتطبيقات حفظ كمية التحرك تحتاج إلى تطبيق مفاهيم حفظ الطاقة وحفظ كمية التحرك معا، وهذا ما يجعل اكتساب مفاهيم حفظ كمية التحرك في حاجة إلى وقت أطول لمعالجة التصورات البديلة السابقة لديهن ومن ثم بناء مفاهيم كمية التحرك والدفع ومعرفة العلاقة بينهما وصولا إلى مبدأ حفظ كمية التحرك.

ولمناقشة التصورات البديلة في حفظ الطاقة وكمية التحرك لدى طالبات الصف الحادي عشر، وللإجابة عن السؤال الثاني من الدراسة الذي ينص على "ما أثر التدريس بطريقة النمذجة في تعديل التصورات البديلة لدى طالبات الصف الحادي عشر عن مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك؟"، نستعرض أولا المفاهيم الرئيسة والأسئلة ذات العلاقة كما يوضحها جدول ٢.

بعد ذلك تم حساب نسب اختيار الطالبات للبديل الصحيح في الأسئلة في المجموعتين التجريبية والضابطة، قبل إجراء المعالجة وبعدها، وكذلك الاكتساب المعياري (g) ويوضح جدول ٣ تلك النسب.

جدول ٢

المفاهيم الرئيسية في وحدة حفظ الطاقة وكمية التحرك والأسئلة المتعلقة بها

المفاهيم الرئيسة	الأسئلة
الشغل المبذول بواسطة الجاذبية	١، ٦، ٨، ١٧
مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية	٢، ٤، ١١، ١٢، ١٩
مفهوم النظام	٣، ١٠
حفظ كمية التحرك في التصادمات المرنة وغير المرنة وعديمة المرونة	٥، ٩، ١٣، ١٨
مفهوم كمية التحرك	٧
العلاقة بين كمية التحرك والدفع	١٥
تطبيقات نظرية الدفع-كمية التحرك	١٦، ٢٠
مفاهيم الطاقة ومفاهيم كمية التحرك	١٤

يتضح من خلال جدول ٣ أن الاكتساب المعياري المتوسط لطالبات المجموعة التجريبية هو ٠,٣٨، وتراوحت معدلات الاكتساب المعياري بين -٠,٠٥ و٠,٤٨. بينما الاكتساب المعياري لطالبات المجموعة الضابطة هو ٠.٠٤، وتراوحت معدلات الاكتساب المعياري بين -٠,٠٥ و٠,٥٤. كما يتضح من خلال جدول ٣ أن استجابات الطلبة في المجموعة التجريبية في ثمانية أسئلة من بين ٢٠ سؤالا حصلت على أكثر من ٤٠٪، بينما عدد الأسئلة التي تفوق تلك النسبة في المجموعة التجريبية هي خمسة أسئلة من بين ٢٠ سؤالا. وحاز السؤال الأول والأخير على أعلى نسبة (٦٢,٢٪) في المجموعة التجريبية، إذ يركز السؤال الأول على فهم الطالبات لمفهوم الشغل المبذول بواسطة الجاذبية الأرضية، ويركز السؤال ٢٠ على توظيف الطالبات لنظرية الدفع -كمية التحرك، ومثل السؤال ١٩ أقل نسبة (١٥,٦٪) في استجابات الطالبات، ويعد أحد الأسئلة التي تكشف عن مدى فهم الطالبات لمبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية.

أما المجموعة الضابطة، فمثل السؤال ١٥ أعلى نسبة (٦٠,٩٪) في استجابات الطالبات في المجموعة الضابطة، والذي يوضح العلاقة بين كمية التحرك والدفع، ويعد هذا السؤال من ضمن أسئلة مجال حفظ كمية التحرك التي أوضحت فيها نتائج الدراسة الحالية عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين المجموعتين كما في جدول ٢. ويعد أحد أسئلة مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية (السؤال ١٩) من أقل استجابات الطالبات في المجموعة الضابطة ومثل نسبة الطالبات اللاتي أجبن عن هذا السؤال (٦,٥٪).

جدول ٣

نسب البديل الصحيح القبلية والبعدية لكل سؤال، والاكتساب المعياري للمجموعتين التجريبية والضابطة

رقم	تجريبية			ضابطة		
السؤال	قبلي (%)	بعدي (%)	الاكتساب المعياري "g"	قبلي (%)	بعدي (%)	الاكتساب المعياري "g"
١	٢٧,٣	٦٢,٢	٠,٤٨	٤٥,٧	٤١,٣	-٠,٠٨
٢	١٣,٦	٤٨,٩	٠,٤١	٤,٣	٢٣,٩	٠,٢٠
٣	٢٥	٦٠	٠,٤٧	٢١,٧	٤١,٣	٠,٢٥
٤	٤,٥	٣٧,٨	٠.٣٥	١٣	٨,٧	-٠,٠٥
٥	٦١,٤	٤٢,٢	-٠,٥٠	٤٥,٧	٣٠,٤	-٠,٢٨
٦	١٨,٢	٤٢,٢	٠.٢٩	١٠,٩	٢١,٧	٠,١٢
٧	٤,٥	٣١,١	٠,٢٨	١٠,٩	٢٦,١	٠,١٧
٨	٦,٨	٥١,١	٠,٤٨	٦,٥	٢١,٧	٠.١٦
٩	١٣,٦	١٧,٨	٠,٠٥	١٩,٦	١٣	٠,٠٨
١٠	٢٥	٣٧,٨	٠,١٧	٢١,٧	٢١,٧	٠
١١	٦,٨	١٧,٨	٠,١٢	٦,٥	١٥,٢	٠,٠٩
١٢	١٥,٩	١٧,٨	٠,٠٢	١٩,٦	١٥,٢	-٠,٠٥
١٣	٥٠	٢٨,٩	-٠,٤٢	٣٢,٦	٣٤,٨	٠,٠٣
١٤	٢٥	٣٧,٨	٠,١٧	٣٩,١	٣٩,١	٠
١٥	١٨,٢	٣٧,٨	٠,٢٤	١٥,٢	٦٠,٩	٠,٥٤
١٦	٢٠,٥	٤٤,٤	٠,٣٠	٤,٣	٤٣,٥	٠,٤١
١٧	٩,١	٣٧,٨	٠,٣٢	٨,٩	٢٣,٩	٠,٢٦
١٨	٤٠,٩	٣٧,٨	-٠,٠٥	٣٢,٦	٣٩,١	٠,١٠
١٩	٢٠,٥	١٥,٦	-٠,٠٦	٦,٥	٦,٥	٠
٢٠	٧٤,٧	٦٢,٢	-٠,٤٩	٣٩,١	٥٤,٣	٠,٢٥
المتوسط	٣١,٢٥	٦٠	٠,٣٨	١٣	١٣	٠,٠٤

ولمعرفة مزيد من التفاصيل عن التصورات البديلة لدى الطالبات حول مفاهيم حفظ الطاقة وكمية التحرك والصعوبات التي تواجهها الطالبات عند توظيف هذه المفاهيم، يوضح الجدول في ملحق ١ نسب جميع البدائل في المجموعتين التجريبية والضابطة قبليا وبعديا، ويعد البديل الصحيح هو البديل الذي تحته خط.

اولا: الشغل المبذول بواسطة الجاذبية: تسبر الأسئلة ١، ٦، ٨، ١٧ فهم الطالبات للشغل المبذول بواسطة الجاذبية، الذي يعد وظيفة جوهرية من وظائف النموذج الأول ومكونا أساسيا للتركيب الخارجي للنموذج. إذ يركز السؤال ١ على أن الشغل المبذول بواسطة الجاذبية يعتمد على طول المسار، وقد تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة بنسبة ٢١٪، وحصل المشتت "د" على نسبة ٣٨,٨٪ في المجموعة التجريبية، ونسبة ٥٦,٥٪ في المجموعة الضابطة، إذ يتبادر إلى ذهن الطلبة أن الشخص الذي أحس بالتعب أكثر، هو من بذل شغلا أكبر، وهذا الاستعمال اليومي لمفهوم الشغل يتعارض مع المفهوم الفيزيائي للشغل.

كما تشير استجابات الطالبات على السؤال ٦ إلى صعوبة إدراك الطالبات بأن الشغل المبذول بواسطة الجاذبية أدى إلى تغيير اتجاه السرعة وبالتالي تغير طاقة حركتها وفق نظرية الشغل -الطاقة، وأن ثبات مقدار السرعة لا يعني ثبات اتجاهها، إذ مثلت نسبة استجابة الطالبات على المشتت "ب" في المجموعة التجريبية (٤٦٪)، وفي المجموعة الضابطة (٥٨,٧٪). ويكشف السؤال ٨ عن مدى فهم الطالبات لمفهوم الشغل باعتباره حاصل ضرب القوة والإزاحة، إذ أشارت ما نسبته (٥١,١٪) من استجابات الطالبات في المجموعة التجريبية على استيعابهن لمفهوم الشغل، أما في المجموعة الضابطة بنسبة (٢١,٧٪) اخترن البديل الصحيح، ويعود ذلك إلى أن الطالبات يعتقدن أن

بذل قوة أكبر يعني بذل شغل أكبر، أي أنهن لا يستطعن التمييز بين القوة المبذولة والشغل المبذول بواسطتها، وبالتالي فإنهن يعتقدن أننا نحتاج إلى بذل قوة شد أقل عند استخدام المستوى المائل وبالتالي فالشغل المبذول بواسطة الشد أو قوة الجاذبية يكون أقل، وهذا لا يتناسب مع مفهوم الشغل. ويؤكد السؤال ١٧ فهم الطالبات لمفهوم الشغل، إذ لا يعتمد الشغل المبذول بواسطة الجاذبية على شكل المسار، ونستدل كذلك من هذا السؤال على أن الطالبة لا تستطيع الربط بين الشغل المبذول وطاقة الحركة. كما أن استجابة طالبات المجموعة الضابطة كانتا بنسبة (٦٠,٩٪) على السؤال ١٧، وبنسبة (٢١,٧٪) على السؤال ٨، واللتان تقيسان نفس المفهوم مما يدل على عدم وجود جسم منظم من المعرفة لديهن عن مفهوم الشغل المبذول بواسطة الجاذبية الأرضية.

ثانيا: مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية: تقيس الأسئلة ٢، ٤، ١١، ١٢، ١٩ من أسئلة الإختبار مدى اكتساب الطالبات لمبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية، وذلك لعدم وجود شغل مبذول بواسطة القوى غير المحافظة (قوة الجاذبية والقوة العمودية). وكانت نسب الطالبات اللاتي حصلن على الإجابة الصحيحة في المجموعة التجريبية، على الترتيب هي: ٤٨,٩٪، ٣٧,٨٪، ١٧,٨٪، ١٧,٨٪، ١٥,٦٪. ونسب الطالبات في المجموعة الضابطة على تلك الأسئلة، على الترتيب هي: ٢٣,٩٪، ٨,٧٪، ١٥,٢٪، ١٥,٢٪، ٦,٥٪.

كما أن المشتت "ب" في السؤال ٢ حصل على أعلى نسبة في المجموعتين التجريبية والضابطة فكانت على الترتيب: ٣٣,٣٪، ٥٠٪، ويدل ذلك على أن الطالبات يعتقدن أن القوى غير المحافظة "قوة الجاذبية والقوة العمودية" تبذل شغلا، كما أن شكل المسار يؤثر على الشغل المبذول وطاقة حركة الجسم. وتدل استجابة طالبات المجموعة التجريبية على نقصان نسبة استجابة طالبات المجموعة الضابطة على البديل الصحيح من ١٣٪ إلى ٨,٧٪، وهذا يؤكد وجود تصور بديل لدى الطالبات في بذل قوة الجاذبية "قوى غير محافظة" شغلا. وكانت نسب استجابة الطالبات في المجموعتين على البديل الصحيح (أن الشغل المبذول بواسطة القوى غير المحافظة "قوة الجاذبية والقوة العمودية" تساوي صفرا) في السؤال ١١ أقل من ٢٠٪، وبذلك يضيف السؤال تصورا بديلا آخر هو أن الكتلة تؤثر على السرعة حيث إن الكتل الأكبر أو الجسم الأثقل يمتلك سرعة أكبر في الأسفل لأن الوزن الأكبر يمتلك تسارعا أكبر. وكذلك الحال في السؤال ١٩، حيث أن نسب استجابات الطالبات أيضا في المجموعتين كانت في حدود ٢٠٪، وذلك لأن بعض الطالبات قمن بحل السؤال على أنه سؤال في المقذوفات، إذ أن اختيار البديل "أ" يدل على أن الكرة التي تسلك الطريق الأطول تؤثر عليها الجاذبية بشكل أكبر، أما اختيار البديل "ب" فيدل على أن الكرة عندما تتحرك في الاتجاه الرأسي تقل سرعتها، لأن محصلة حركتها تكون في الاتجاه الرأسي، وعندما تكون المحصلة في الاتجاه السيني لا تتغير السرعة. أي أن المتعلمة تغفل على أن المطلوب هو السرعة التي يمتلكها الجسم عند ذلك الارتفاع وليس الوقت المستغرق للوصول إلى ذلك الارتفاع، وأن الارتفاع هو نفسه لجميع الكرات.

إن قلة نسب استجابة الطالبات للبديل الصحيح في السؤال ١٢ يوضح إحدى الصعوبات التي تواجهها الطالبات عند حل مسائل قائمة على مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكة، والمتمثلة في عدم القدرة على التمييز بين مفاهيم الطاقة ومفاهيم كمية التحرك، باعتبار أن كلا من طاقة الحركة وكمية التحرك تعتمدان على السرعة والكتلة، ويغفل البعض أن كمية التحرك كمية متجهة. لذلك قد تستبعد الطالبات البديلين، "ب" و"ج".

ثالثا: مفهوم النظام: إن السؤالين ٣، و١٠ يوضحان مدى اكتساب الطالبات لمفهوم النظام، الذي يعد من المفاهيم الأساسية التي تغفل بعض المناهج الدراسية عن توضيحها. حيث إن أعلى نسبة مشتت تم اختياره من قبل الطالبات هو "د" في السؤال ٣، ويعود ذلك إلى اعتقاد الطالبات أن طاقة الحركة وكمية التحرك محفوظة لكل مكون للنظام، والصحيح أن كمية التحرك محفوظة لمجموع مكونات النظام وليس لكل مكون. وكذلك الحال في مجموع طاقات حركة الأجسام في التصادمات المرنة.

رابعا: مبدأ حفظ كمية التحرك: تكشف الأسئلة ٥، و٩، و١٣، و١٨ عن مدى فهم الطالبات لمبدأ حفظ كمية

التحرك. ويوضح انخفاض نسب حصول الطالبات على البديل الصحيح في السؤال ٥ في المجموعتين إلى وجود لبس في فهم مبدأ كمية التحرك وتوظيفها في التصادمات بأنواعها، إذ تعتقد الطالبات أن كمية التحرك محفوظة في التصادمات المرنة ولكنها غير محفوظة في التصادمات غير المرنة، كما أن البعض منهن لا يدركن أن كمية التحرك كمية متجهة؛ إذ أن ارتداد الرصاصة عن الجسم الحديدي أدى إلى منح كمية تحركها له.

أما السؤالين ٩، ١٨ فيركزان على سبر مدى استيعاب الطالبات لمبدأ حفظ كمية التحرك في التصادمات غير المرنة أو الانفجارات، ومن خلال استجابة الطالبات يتضح وجود اعتقاد فهم بديل لديهن وهو أن طاقة الحركة محفوظة في التصادمات غير المرنة، كما يتضح من استجابة الطالبات على السؤال ١٨ عدم استيعابهن بأن زيادة الكتلة (نتيجة تراكم قطرات المطر) يؤدي إلى تقليل سرعة العربة وفقا لحفظ كمية التحرك في جميع أنواع التصادمات. وكذلك وجود تصور بديل لدى الطالبات في حفظ طاقة الحركة في التصادمات عديمة المرونة عند المقارنة بين اثنين من التصادمات عديمة المرونة كما بالسؤال ١٣.

خامسا: مفهوم كمية التحرك: يقيس السؤال ٧ مدى فهم الطالبات لمفهوم كمية التحرك، وأشارت النتائج إلى أن اختيار المشتت "ب" في المجموعتين حاز على أعلى نسبة مشتت من بين المشتتات الثلاثة، ويعود ذلك إلى عدم وجود صورة واضحة لدى الطالبات إلى أن كمية التحرك هي حاصل ضرب الكتلة والسرعة. ولا يعني أن زيادة الكتلة ونقصان السرعة معلومات كافية للحكم على كمية التحرك.

سادسا: العلاقة بين كمية التحرك والدفع: يقيس السؤال رقم ١٥ العلاقة بين كمية التحرك والدفع، ومبني وفق أدنى مستوى من مستويات بلوم، وهو التذكر، وكانت نسبة البديل الصحيح في المجموعة الضابطة الأعلى، إذ بلغت (٦٠٪).

سابعا: تطبيقات نظرية كمية التحرك -الدفع: يوجد سؤالان يقيسان قدرة الطالبات على توظيف نظرية كمية التحرك -الدفع هما ١٦، ٢. إن نسبة اختيار الطالبات للبديل الصحيح في السؤالين هي أعلى عن ٤٠٪، ولكن حصل المشتت "أ" على أعلى نسبة بين المشتات في السؤال ١٦، وهذا دليل على عدم فهم الطالبات بأن التغير في كمية التحرك يتغير حسب نوع الحاجز الذي تصطدم به، ولكن التغير في كمية التحرك هو نفسه في حالة الاصطدام بجدار اسمنتي أو بكومة قش ولكن فترة التصادم تزداد وبالتالي يقل متوسط القوة المؤثرة. أما السؤال ٢٠ فهو على مستوى الاستدلال؛ إذ يتناول العلاقة بين جميع مكونات نظرية كمية التحرك -الدفع، ويوضح أن التصادم الأول تصادم مرن والثاني عديم المرونة، وبالتالي فإن ارتداد الكرة في الحالة الأولى يعني أن التغير في كمية التحرك أكبر. ونظرا لثبات الفترة الزمنية، فان القوة المؤثرة على السطح تكون أكبر أيضا. وتشير ارتفاع نسبة اختيار البديل الصحيح "ب" وتدني نسبة اختيار المشتت "أ" إلى وجود فهم جيد لهذا السؤال، فاختيار المشتت "أ" يدل على أن تساوي الكتل يعني أن القوة تتناسب مع السرعة، لأن سرعة اصطدام الكرة في كل حالة متساو فيؤدي الى تساو متوسط القوة المؤثرة بغض النظر عن ارتدادها أو التصاقها بالسطح.

ثامنا: مفاهيم الطاقة ومفاهيم كمية التحرك: إن السؤال ١٤ يوضح مدى قدرة الطالبات الربط بين مفاهيم الطاقة ومفاهيم كمية التحرك. تشير الإستجابات إلى تشتت استجابات الطالبات في المجموعتين بين المشتتات، ولكن حاز البديل الصحيح على أعلى نسبة كما هو موضح في جدول السابق.

التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة حول أثر التدريس بطريقة النمذجة في اكتساب طالبات الصف الحادي عشر للمفاهيم الفيزيائية وتصوراتهن نحوها، توصي الدراسة بما يأتي:

١. تشجيع معلمي العلوم بشكل عام والفيزياء بشكل خاص على استخدام النماذج والنمذجة في تدريس مادتهم.

٢. عقد دورات تدريبية وورش عمل في كيفية وتطبيق النماذج للمعلمين والمشرفين والقائمين على إعداد المناهج.

٣. أن تقدم المعرفة في مناهج العلوم من قبل المختصين على شكل نماذج؛ لأن التخصصية أساس التنظيم المعرفي القائم على النماذج، وهذا يتطلب الربط بين النظرية والتجربة، وبين الجانب التربوي والجانب العلمي.

وتقترح الدراسة الحالية ما يأتي:

١. إجراء دراسات مماثلة للدارسة الحالية في متغيرات أخرى؛ مثل تعديل الأنساق الفكرية للمتعلم، وإبراز دور النماذج في الاستقصاء التأملي للمتعلم، وإستراتيجيات ما وراء المعرفة.

٢. إجراء مشاريع بحثية تعزز فهم المعلمين والمتعلمين لطبيعة النماذج والنمذجة؛ لإبراز طبيعة العلم وتطوير التصورات الإبستمولوجية عن طبيعة المعرفة.

المراجع
References

أمبوسعيدي، عبدالله والبلوشي، سليمان (٢٠١٤). أثر إستراتيجية حل المشكلات بالأقران في اكتساب المفاهيم الوراثية وتعديل التصورات البديلة لدى الصف الثاني عشر بسلطنة عمان. **المجلة الأردنية في العلوم التربوية، ١٠٢**، ١٣٣ -١٤٤.

أمبوسعيدي، عبدالله، والبلوشي، سليمان، والشعيلي، علي (٢٠١٣). **التصورات البديلة في العلوم: دليلك إلى تصحيحها**، مسقط، جامعة السلطان قابوس.

البلوشي، محمد (٢٠٠٤). **عوامل تدني التحصيل في مادة الفيزياء لدى طلبة الشهادة العامة للتعليم العام في سلطنة عمان**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، مسقط.

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

زيتون، عايش محمود (٢٠١٠). **الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها**. عمان، دار الشروق.

زيتون، عايش محمود (١٩٩٤). **أساليب تدريس العلوم**، الطبعة الأولى، عمان، دار الشروق للنشر والتوزيع

القادري، سليمان (٢٠٠٥). دور الابستمولوجيا في تحسين تعلم الطلبة للمفاهيم الفيزيائية. **مجلة المنارة (١)**١١، ١٠١ -١٣٧.

Buckley, B. C. (2012). *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Retrieved on 20 October, 2014 from: *http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4419-1428-6_4977#*

Chabalengula, V. M., Sanders, M. & Mumba, F. (2012). Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in Biological context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 102, 241-266.

Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics, 50*(1), 66-71.

Cobern, W. W. (1993). College students' conceptualizations of nature: An interpretive world view analysis. *Journal of Research in Science Teaching, 30*(8), 935–951.

Cutnell, J. & Jonson, K. (2010*). Introduction to physics: International student version*. Hoboken, River Street: John Wiley & Sons Pte Ltd.

Dalaklioglu, S., Demirci, N., Sekercioglue, A. (2015). Eleventh grade student's difficulties and misconceptions about Energy and Momentum concepts. *International Journal on New Trends in Education and Implications, 6(1)*, 13-21.

George, E.A., Broadstock, M.J., Vazquez Abad, J. (2000). Learning Energy, Momentum, and Conservation Concepts withComputer Support in an Undergraduate Physics Laboratory. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.). *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 2-3). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Giere, R.N., (2004). How Models Are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science, 71* (5), 742-752.

Gilbert, J., Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). *Models in explanations, Part 1: Horses for courses?* International Journal of Science Education, 20*(1), 83-97.*

Grahan, T. & Berry, J. (1996). A hierarchical model of the development of student understanding of momentum. *International Journal of Science Education, 18*(1), 75-89.

Halloun, I.A. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics**.** *Journal of*

Research in Science Teaching, 33(9), 1019-1041.

Halloun, I.A. (2004). Modeling *Theoy in Science Education.* New York, the Netherlands: Science & Technology Education Library.

Halloun, I.A. (2011). Profile Shaping Education. A paradigm shift in education to empower students for success in modern life.Paper presented at 11th IHPST *Conference Proceeding, pp 337-343*. Thessaloniki, Greece: IHPST.

Halloun, I.A. (2001, April). *Student Views about Science: A comparative Survey*. Beirut: Phoenix Series / Educational Research Center, Lebanese University.

Hammer, D. (1994). *Epistemological beliefs in introductory physics***.** Cognition and Instruction, 122, 151–183.

Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *Journal of American Physics, 55 5, 440-454*.

Horner, M., Jeng, M. & Lindell, R. (2007). *Comparison of Teaching Methods for Energy Conservation. Paper presented at the Physics Education Research Conference*, pp 161-164, Syracuse.

Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. (2008). *Modeling instruction: an effective model for science education*. Science Educator, 17(1), 10-17.

Koponen, I. (2007). Models and Modeling in Physics Education: *A Critical Re-analysis of Philosophical Underpinnings and Suggestions for Revisions. Science & Education*, 16 (7), 751-773.

Leea, C.B., Jonassenb, D., & Teo, T (2011). *The role of model building in problem solving and conceptual change. Interactive Learning Environments*, 193, 247-265.

Mäntylä, T. (2011). *Didactical reconstructions for organizing knowledge in physics teacher education. A cademic Dissertation, Department of physics*, University of Helsinki. Finland.

Matthews, M. (1997). *Introductory comments on philosophy and constructivism in science education. Science & Education*, 6(1-2), 5 – 14.

McIldowie, E. (1995). *Energy transfer. Where did we go wrong?* Physics Education, 30 (4), 228-230.

McDermott, L. (1997). *Curriculum development and the assessment of student learning*: An example from The work-energy and impulse-momentum theorems. Science Education, 2(1), 27-42.

McDermott, L. (1993). How we teach and how students learn—a mismatch? *American Journal of Physics, 614*, 295–298.

Mercan, F. (2012). Epistemic Beliefs about Justification Employed by Physics Studente and Faculty in Tw Different Problem Contexts. *International Journal of Science Education, 34*(9), 1411-1441.

National Science Teachers Association (NSTA). (1995). *Scope, Sequence and Coordination of Secondary School Science. Volume 3.* A High School Framework for National Science Education Standards. Washington, DC: NSTA.

New Generation of Science Standards NGSS (2013). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas.* Retrieved on September 14, 2013 from The National Academies Press at http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards

Ornek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education, 32*, 35 – 45.

Perkins, K.K., Adams, W.K., Pollock, S.J., Finkelstein, N. D. & Wieman, C. E. (2004). *Correlating Student Beliefs with Student Learning Using The Colorado Learning Attitudes about Science Survey*. Paper

presented at Physics Education Research Conference, 61-64. Sacramento: California.

Philippi, K.H. (2010). *An examination of student understanding of the use of models in science and conceptual understanding of electricity and magnetism.* Published Doctor of Philosophy, university of New Orleans, USA.

Reif, F., & Larkin, J. H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching, 28(9*), 733–7**.**

Sabella, M & Redish, E. (2007). Knowledge activation and organization in physics problem-solving**.** *American Journal of Physics, 75*(11), 1017-1029.

Sin, C., (2014). Epistemology, Sociology, and Learning and Teaching in Physics. *Science Education, 98*(1), 342-365.

Singh, C. & Rosengrant. D. (2003). Multiple-choice test of energy and momentum concepts**.** *American Association of Physics Teachers, 71*(6), 607-617.

Taser, M.F, (2010, May). What part of the concept of acceleration is difficult to understand: the mathematics, the physics, or both? *ZDM Mathematics Education, 42***,** 469-482**.**

Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. . *American Journal of Physics, 63*(7), 606-619.

ملحق ١ : النسب المئوية لجميع البدائل لجميع الأسئلة في اختبار حفظ الطاقة وكمية التحرك للمجموعتين التجريبية والضابطة

رقم السؤال	المجموعة التجريبية								المجموعة الضابطة							
	قبلي				بعدي				قبلي				بعدي			
	أ	ب	ج	د	أ	ب	ج	د	أ	ب	ج	د	أ	ب	ج	د
١	٠	٠	٢٧.٣	٧٢.٧	٠	٠	٦٢.٢	٣٨.٨	٢.٢	٠	٤٥.٧	٥٢.٢	٠	٢.٢	٤١.٣	٥٦.٥
٢	٢٥	٤٧.٧	١٣.٦	١٣.٦	١١.١	٣٣.٣	٦.٧	٤٨.٩	٤٧.٨	٤٧.٨	٠	٤.٣	٢١.٧	٥٠	٤.٣	٢٣.٩
٣	٢٥	١٨.٢	٢٥	٣١.٨	٦٠	٦.٧	٨.٩	٢٤.٤	٢١.٧	٢١.٧	١٧.٤	٣٩.١	٤١.٣	٦.٥	٤.٣	٤٧.٨
٤	٢٥	٢٢.٧	٤٧.٧	٤.٥	٤٠	٤.٤	١٧.٨	٣٧.٨	١٥.٢	٨.٧	٦٣	١٣	٣٠.٤	١٧.٤	٤٣.٥	٨.٧
٥	٤.٥	١٥.٩	٦١.٤	١٨.٢	١٧.٨	٤٢.٢	٢٤.٤	١٥.٦	١٩.٦	٤٥.٧	٢٨.٣	٦.٥	٢٨.٣	٣٠.٤	٢٨.٣	١٣
٦	٩.١	٧٢.٧	١٨.٢	٠	٨.٩	٤٦.٧	٤٢.٢	٢.٢	١٠.٩	٧١.٧	١٠.٩	٦.٥	١٣	٥٨.٧	٢١.٧	٦.٥
٧	١٥.٩	٣٤.١	٤٥.٥	٤.٥	٦.٧	٤٤.٤	١٧.٨	٣١.١	٦.٥	٣٧	٤٥.٧	١٠.٩	٨.٧	٤٣.٥	٢١.٧	٢٦.١
٨	٢٩.٥	١١.٤	٦.٨	٥٢.٣	٨.٩	٨.٩	٥١.١	٣١.١	٢٣.٩	٢.٢	٦.٥	٦٧.٤	٢١.٧	٤.٣	٢١.٧	٥٢.٢
٩	٢٠.٥	٣٨.٦	٢٧.٣	١٣.٦	٢٠	٥٧.٨	٤.٤	١٧.٨	٤٣.٥	١٩.٦	١٧.٤	١٩.٦	٢١.٧	٥٠	١٥.٢	١٣
١٠	٢٥	٢٥	٣١.٨	١٨.٢	٣٧.٨	٢٨.٩	٨.٩	٢٤.٤	٢١.٧	٢٨.٣	١٩.٦	٣٠.٤	٢١.٧	٣٠.٤	١٣	٣٤.٨
١١	٦٥.٩	٤.٥	٢٢.٧	٦.٨	٤٨.٩	٢.٢	٣١.١	١٧.٨	٧٦.١	٤.٣	١٣	٦.٥	٥٠	٠	٣٤.٨	١٥.٢
١٢	٦٣.٦	١٥.٩	١٣.٦	٦.٨	٣٥.٦	١٧.٨	٢٦.٧	٢٠	٦٣	١٩.٦	٨.٧	٨.٧	٠	١٥.٢	٣٠.٤	٢١.٧
١٣	٢٠.٥	٢٢.٧	٦.٨	٥٠	٨.٩	٢٢.٢	٤٠	٢٨.٩	١٥.٢	٣٤.٨	١٧.٤	٣٢.٦	٢٦.١	٢.٢	٣٧	٣٤.٨
١٤	١٥.٩	٢٩.٥	٢٥	٢٩.٥	٢٢.٢	٢٦.٧	٣٧.٨	١٣.٣	١٧.٤	١٣	٣٩.١	٣٠.٤	٢٣.٩	١٩.٦	٣٩.١	١٧.٤
١٥	٣٤.١	٢٩.٥	١٨.٢	١٨.٢	٢٠	١٨.٢	٦.٧	٣٧.٨	٣٥.٦	٣٧	١٥.٢	١٩.٦	١٩.٦	١٠.٩	٦٠.٩	٦.٥
١٦	٢٠.٥	٢٠.٥	٣١.٨	٢٧.٣	٣٣.٣	٤٤.٤	٦.٧	١٥.٦	٥٢.٢	٤.٣	٣٢.٦	٨.٧	٢٨.٣	٤٣.٥	١٥.٢	١٣
١٧	٩.١	٣١.٨	٣٦.٤	٢٢.٧	٣٧.٨	٤٠	١٣.٣	٨.٩	١٣	٢٣.٩	٣٢.٦	٣٠.٤	٢٣.٩	٢٦.١	٢١.٧	٢٨.٣
١٨	١١.٤	٦.٨	٤٠.٩	٤٠.٩	١٧.٨	١٥.٦	٢٨.٩	٣٧.٨	١٠.٩	١٣	٤٣.٥	٣٢.٦	١٠.٩	١٧.٤	٣٢.٦	٣٩.١
١٩	٤٠.٩	٢٩.٥	٩.١	٢٠.٥	٣٣.٣	٤٢.٢	٨.٩	١٥.٦	٥٠	٣٠.٤	١٣	٦.٥	٥٠	٢٦.١	١٧.٤	٦.٥
٢٠	٢٠.٥	٧٤.٧	١٨.٢	١٣.٦	٨.٩	٦٢.٢	١٧.٨	١١.١	١٣	٣٩.١	٢٦.١	٢١.٧	١٠.٩	٥٤.٣	١٧.٤	١٧.٤