

المفاهيم الخاطئة لدى طلبة تخصص الفيزياء في موضوع القوة والحركة

علي عبد الهادي العمري، علي خالد بوعانة *

ملخص

هدفت هذه الدراسة الى الكشف عن المفاهيم الخاطئة لدى الطلبة في تخصص الفيزياء في موضوع القوة والحركة، ولتحقيق هدف الدراسة تم استخدام اختبار من نوع الاختيار من متعدد يتكون من (24) فقرة. طبق الاختبار على (197) طالبة وطالبة، من طلبة قسم الفيزياء في جامعة اليرموك، وكشفت نتائج الدراسة عن العديد من المفاهيم الخاطئة الشائعة لدى نسبة كبيرة من أفراد العينة، تتعلق بقوانين نيوتن الأول والثاني والثالث، والسقوط الحر، والحركة الدائرية، وحركة المقذوفات، والحركة الأفقية. وقدم الباحثان عددا من التوصيات للحد من انتشار المفاهيم الخاطئة لدى الطلبة في تخصص الفيزياء في الجامعة. الكلمات الدالة: المفاهيم الخاطئة، طلبة الفيزياء، القوة والحركة.

المقدمة

يحظى التعليم الجامعي بأهمية كبيرة لدى معظم دول العالم، لما له من دور في تطوير المجتمع، وتنميته، وتوسيع آفاقه المعرفية والثقافية. وما نشهده اليوم من تغير متسارع وثورة تكنولوجية، يؤكد على الدور المهم للجامعة في تحديد مخرجات تتلاءم مع طبيعة العصر. وإيماننا بدور الجامعة في اعداد الخريجين لسوق العمل، بهدف دعم التنمية البشرية والاجتماعية والاقتصادية، تتجلى أهمية قياس كفاءة العملية التعليمية على المستوى الجامعي والوقوف على مدى تحقيقها لأهدافها.

ثمة شبه اجماع بين الباحثين على أن للجامعة ثلاث وظائف اساسية هي: التعليم والبحث العلمي وخدمة المجتمع وتنميته، وأن وظيفة التعليم هي أكثرها أهمية. والغاية الأساسية للتعليم الجامعي تتمثل بتمكين الطلبة من امتلاك البنى المعرفية، وأنماط التفكير وطرق البحث والاستقصاء ذات العلاقة بحقل التخصص (الشيخ وعدس، 1998). ويستدل على نجاح الجامعة في تعليمها من خلال مدى تمثل الطلبة للبنى المعرفية، والنمو في قدراتهم العقلية، ووضوح معرفتهم المتخصصة وتماسكها وقدرتهم على استخدامها في سياقات جديدة.

وعلى المستوى الجامعي، تمثل الفيزياء واحدا من المجالات المعرفية الأساسية للطلبة في الكليات العلمية والهندسية. واهتمام الجامعات بعلم الفيزياء له ما يبرره، إذ لا يخفى ما له من دور كبير في التقدم العلمي والتكنولوجي؛ فهو يشكل القاعدة الأساسية لمختلف أنواع العلوم، ويوفر معرفة تفصيلية بدءا من الجسيمات الأولية وانتهاءا بالكون الفسيح (سكيك، 2006).

وقد حظي تدريس الفيزياء على المستويين المدرسي والجامعي باهتمام العديد من الباحثين، وكان استقصاء مدى تمثل الطلبة للمفاهيم الفيزيائية أحد مجالات البحث الأساسية. وقد أشارت بعض الدراسات ومنها (Bawaneh et al., 2012a; Bawaneh et al., 2012b; Dancy, 2000; Ozdemir, 2004; Salmiza, 2011; Nejla, 2005) الطبيعية لا تتفق مع تفسيرات العلماء. وقد ورد في الأدب التربوي أسماء مختلفة، لهذا النوع من الفهم غير المنسجم مع الفهم العلمي السليم، مثل: الفهم الخطأ (Lawson, 1995)، والفهم البديل (Hammer, 1996)، والفهم الساذج (Babai & Amstedamer, 2008). وفي هذه الدراسة سيستخدم مصطلح الفهم الخطأ، للدلالة على فهم الطلبة غير المنسجم مع الفهم العلمي السليم.

تتميز المفاهيم الخاطئة بثباتها وتماسكها ومقاومتها للتغيير، خصوصا باستخدام طرق التدريس الاعتيادية؛ حيث المعلومات مجزأة، والأسلوب تلقيني (Bunge et al., 1995; Zoller, 1996; Stover & Saunders, 2000)، وإضافة لذلك تنتشر المفاهيم الخاطئة عند طلبة المدارس وطلبة الجامعات ومعلمي العلوم على حد سواء (Ozdemir, 2004; Salmiza, 2011; Nejla, 2005)، وقد ثبت أنها تعيق التعلم اللاحق.

* قسم المناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة اليرموك، الأردن؛ وعمادة تطوير التعليم الجامعي، جامعة الامام عبدالرحمن بن فيصل، السعودية. تاريخ استلام البحث 2016/6/21، وتاريخ قبوله 2017/1/17.

ونظراً لأن المفاهيم الخاطئة تعيق تعلم المفاهيم العلمية بشكل سليم، حاولت بعض الدراسات تقصي أسباب تكونها، وفي هذا الصدد أشارت دراسة أفوي و أولدوتن (Ivowi & Oludotun, 1987) إلى وجود ثلاثة أسباب رئيسية تؤدي إلى تكوين المفاهيم الخاطئة هي: الكتاب المقرر، والبيئة التعليمية للطالب، والمعلمون أنفسهم الذين يحملون مفاهيم علمية خاطئة استمرت معهم في غياب الجهود المناسبة لتصحيحها. أما جل بيرز و كارسكوسا (Gel-Perz & Carrascosa, 1990) فقد أرجعا سبب تكوين المفاهيم العلمية الخاطئة إلى الاستراتيجية التي ينتهجها الطلاب عندما تطرح عليهم الأسئلة حول الظاهرة العلمية، فيجيبون عليها اجابات سريعة دون تركيز، مشيراً إلى أن هذه الاستراتيجية لا تقتصر على الطلاب الصغار بل تشمل طلاب الجامعة وأساتذة المدارس الثانوية أيضاً. في حين أشارت بعض الدراسات مثل (Pfun & Duit, 1991; How & Jones, 1998) إلى أن المفاهيم الخاطئة تتكون بشكل أساسي من خبرات الأفراد اليومية، ومع تراكم المشاهدات تتغلغل هذه المفاهيم في البنية المعرفية للفرد وتصبح متماسكة ومقاومة للتغيير. وعلى سبيل المثال فإن كثيراً من المتعلمين يشاهدون أفلاماً سينمائية، تجسد مشهد اختراق رصاصة لجسد أحد الممثلين وارتداده للخلف وتحطيم زجاج نافذة خلفه؛ وهذا المشهد يجسد حالة تتنافى مع الواقع.

كان موضوع الفهم الخطأ للمفاهيم الفيزيائية بوجه عام محل اهتمام العديد من الباحثين، وفي العقود الثلاثة الأخيرة أجريت العديد من الدراسات، تناولت فهم طلبة الجامعة للمفاهيم المتعلقة بموضوع القوة والحركة، ومنها دراسة الراشد (2002) التي أظهرت نتائجها أن الكثير من طلبة العلوم، الذين يتم اعدادهم ليكونوا معلمين في المملكة العربية السعودية، يملكون العديد من المفاهيم العلمية الخاطئة تتعلق بحدوث الفصول الأربعة، والطاقة الحركية، والجاذبية الأرضية، والطاقة الكامنة، والتسارع، والكتلة، والوزن. وهذا الفهم الخاطيء بالطبع لن يقتصر على مستقبل هؤلاء الطلبة الجامعيين فقط، بل سيمتد ليطال طلابهم في المستقبل أيضاً، فقد وجد كل من سكوون وبون (Schoon & Boone, 1997) أن ثقة المعلمين بأنفسهم، واعتقادهم بقدرتهم على تدريس الفيزياء تتأثر سلباً بما يحملونه من مفاهيم خاطئة.

وقام كل من روزبلات وسايري وهيكلر (Roseblatt, Sayre & Heckler, 2008) بدراسة كان الهدف منها استقصاء فهم الطلبة للعلاقات بين اتجاه القوة والسرعة والتسارع، أجريت الدراسة في جامعة أوهايو في الولايات المتحدة الأمريكية، وشارك فيها 65 طالباً من طلبة الفيزياء بمستوى السنة الثانية، و 288 طالباً مسجلين في مساق مقدمة في الميكانيكا، و 86 طالباً في مساق الميكانيكا الخاص بالمتميزين. وقد كشفت النتائج عن وجود فهم خاطئ مشترك لدى المشاركين مفاده "بأن السرعة يجب أن تكون باتجاه التسارع أو القوة المحصلة".

وفي السياق نفسه، قام بايركتار (Bayraktar, 2009) بدراسة كان الهدف منها تشخيص المفاهيم الخاطئة، لدى معلمين الفيزياء قبل الخدمة في تركيا، في موضوع القوة والحركة. طبقت الدراسة على 79 طالباً، وأظهرت النتائج أن الطلبة يحملون مفاهيم خاطئة وبدرجة كبيرة حول القوة المؤثرة، ولا توجد فروق بين الذكور والإناث، وأن الفهم الخطأ يتناقض مع التقدم في المستوى الأكاديمي ولكنه لا يختفي. وفي تركيا أيضاً، أجرى غونن (Gonen, 2008) دراسة بهدف استقصاء المفاهيم الخاطئة، لدى معلمين الفيزياء ومعلمين العلوم قبل الخدمة، حول قوة الجاذبية والوزن والكتلة. وطبقت الدراسة على 123 طالباً في برنامج العلوم، و 144 طالباً في برنامج الفيزياء، وأظهرت النتائج أن الطلبة من كلا المجموعتين يملكون مفاهيم خاطئة فيما يتعلق بكل من الوزن، وقوة الجاذبية الأرضية، والكتلة.

يتبين مما سبق أن طلبة الجامعة، سواء كانوا في تخصص العلوم العامة أو الفيزياء، يملكون مفاهيم خاطئة فيما يتعلق بموضوع القوة والحركة، ونظراً لكون المفاهيم الخاطئة متماسكة ومتجذرة وتقاوم التغيير، فإنها ستبقى ملازمة لهم في أثناء أداءهم لعملهم كمعلمين في المستقبل. وما يؤكد ذلك نتائج بعض الدراسات، ومنها دراسة لورنز (Lawrenz, 1986) التي حاولت الكشف عن المفاهيم الخاطئة، لدى عينة مكونة من 333 معلماً للعلوم في المرحلة الابتدائية، حيث وجدت أن أقل من 50% منهم قد اجابوا اجابة صحيحة على احد عشر (11) سؤالاً فقط من أصل واحد وثلاثين (31) سؤالاً. وخلصت الباحثة بأن جزء من هذه الاخطاء يعود الى نقص في المعرفة والجزء الآخر يعود الى وجود مفاهيم خاطئة متجذرة. وتساءلت الباحثة بأنه اذا لم يفهم المعلمون مفاهيم العلوم فهماً جيداً، فكيف سيعلمون طلابهم؟. وكذلك دراسة جل بيرز وكارسكوسا (Gil-Perz & Carrascosa, 1990) التي شملت مائة (100) معلم فيزياء في المرحلة الثانوية، إذ تبين أن أكثر من 60% من هؤلاء المعلمين اجابوا اجابات خاطئة عن واحد أو اكثر من الأسئلة المتعلقة بالقوة والحركة طرحت عليهم.

وتأسيساً على ما سبق تقع على التربويين بوجه عام، والتربويين العلميين بشكل خاص مسؤولية كبيرة، تتمثل في تشخيص المفاهيم الخاطئة لدى طلبة الجامعة والبحث عن الطرق العلاجية المناسبة للتغلب عليها؛ نظراً لأنها تعيق تعلم الأفكار العلمية بشكل سليم، وتؤثر سلباً على اداءهم مستقبلاً، ولذلك جاءت هذه الدراسة للكشف عن المفاهيم الخاطئة في موضوع القوة والحركة

لدى طلبة الفيزياء في جامعة اليرموك.

مشكلة الدراسة

تشكل المفاهيم الفيزيائية الخاطئة خطراً كبيراً على العملية التعليمية التعليمية على مستوى التعليم الجامعي؛ لأنها تشكل عائقاً أمام تعلم الطلبة المفاهيم العلمية بشكل سليم. والفهم الخاطئ يؤثر على مستقبل أداء طلبة الجامعة بعد تخرجهم وعملهم كمعلمين للفيزياء، حيث ستتأثر تقنهم بأنفسهم، وقدرتهم على تدريس الفيزياء، والإستراتيجيات التدريسية التي ينتهجونها، سلباً بما يحملونه معهم من مفاهيم خاطئة، الأمر الذي سينعكس على تعلم طلابهم. وما يؤكد ذلك فقد وجد سكون وبون (Schoon & Boone, 1997) أن الطلبة يحملون مفاهيم خاطئة مشابهة لتلك الموجودة لدى معلمهم.

ونظراً لغموض المعرفة فيما يتعلق بالمفاهيم الخاطئة لدى طلبة الفيزياء في الجامعات الأردنية، بسبب ندرة الدراسات التي تناولت هذا الموضوع في الأردن -بحدود علم الباحثين- جاءت هذه الدراسة للكشف عن المفاهيم الخاطئة التي يحملها طلبة الفيزياء في جامعة اليرموك، وبالتحديد تسعى الدراسة للإجابة على السؤال التالي:

- ما المفاهيم الخاطئة التي يمتلكها طلبة قسم الفيزياء في جامعة اليرموك في موضوع القوة والحركة؟

أهمية الدراسة

تتمثل أهمية هذه الدراسة في الكشف عن المفاهيم الخاطئة لدى طلبة الفيزياء في الجامعة، لذا يتوقع من نتائجها أن تسهم في مساعدة القائمين على تدريس الفيزياء في الجامعات في وضع الخطط وتصميم المناهج المناسبة، والبحث عن استراتيجيات التدريس الملائمة، التي تكسب طلبة الفيزياء في الجامعة الفهم العلمي السليم للظواهر الطبيعية.

التعريفات الإجرائية

المفهوم الفيزيائي الخاطيء: إدراك الطالب الجامعي لمفهوم فيزيائي معين على غير ما هو متفق عليه في الأوساط العلمية والمتخصصين. وفي هذه الدراسة يحدد المفهوم الخاطيء من خلال الباقي المعياري لإستجابات الطلبة على البدائل الخاطئة لكل فقرة من فقرات الأداة، يعد البديل مفهوماً خاطئاً إذا كانت قيمة الباقي المعياري له <2.

الباقي المعياري: مفهوم احصائي يستخدم كمؤشر للدلالة على جوهرية الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع، حيث تكون قيمة الباقي المعياري غير دالة إحصائياً إذا كانت ضمن الفترة [-2، 2] ودالة إحصائياً خارج إطار هذه الفترة (Hinkl, Wiersma & Jurs, 1988). وبناء على ذلك إذا كانت قيمة الباقي المعياري <2 يكون التكرار الملاحظ أكبر من التكرار المتوقع بفرق جوهري، وإذا كانت قيمة الباقي المعياري >2 يكون التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق جوهري وهذا يعد مؤشراً إيجابياً. ويحسب الباقي المعياري من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الباقي المعياري} = (\text{التكرار الملاحظ} - \text{التكرار المتوقع}) / (\text{التكرار المتوقع})^{2/1}$$

أفراد الدراسة

تم اختيار مجموعة من مساقات الفيزياء المطروحة خلال الفصل الثاني من العام الدراسي 2014-2015، وبالتعاون مع أعضاء هيئة التدريس طبقت أداة الدراسة على طلبة الفيزياء، وقد بلغ عدد المشاركين 197 طالباً وطالبة من كافة المستويات الأكاديمية (أولى، ثانية، ثالثة، رابعة).

أداة الدراسة

اختبار يتكون من 24 فقرة تم اختيارها من مقياس (Force Concept Inventory:FCI)، المبني من قبل هيبستيس وويليس وسواكامر (Hestenes, Wells, and Swackhamer, 1992)، إذ يتكون المقياس من (30) فقرة من نوع الاختيار من متعدد بخمسة بدائل، يستخدم للكشف عن المفاهيم الخاطئة المتعلقة بموضوع القوة والحركة.

صدق الأداة:

قام الباحثان بترجمة الأداة إلى اللغة العربية، وللتأكد من صدق محتواها عرضت على خمسة من أعضاء هيئة التدريس في قسم الفيزياء في جامعة اليرموك، وأربعة معلمين يدرسون الفيزياء للمرحلة الثانوية في وزارة التربية والتعليم. وبناء على آراء المحكمين أجريت بعض التعديلات في الصياغة اللغوية، وحذفت بعض الفقرات اختصاراً للوقت لتطبيقها في محاضرة واحدة، وأصبحت الأداة بصورتها النهائية مكونة من (24) فقرة كما في الملحق 1. كما طلب إلى المحكمين تصنيف الفقرات بحسب المفهوم الفيزيائي الذي تقبسه كل فقرة، وقد كشفت عملية التصنيف عن سبعة مفاهيم أساسية في مجال القوة والحركة هي:

- قانون نيوتن الأول؛ وتمثله الفقرات (8، 9، 10)

- قانون نيوتن الثاني؛ وتمثله الفقرات (11، 18، 19، 21)
 - قانون نيوتن الثالث؛ وتمثله الفقرات (4، 15، 16، 17، 24)
 - السقوط الحر؛ وتمثله الفقرات (1، 3)
 - حركة المقذوفات؛ وتمثله الفقرات (2، 12، 13، 14، 20)
 - الحركة الدائرية؛ وتمثله الفقرات (5، 6)
 - الحركة الأفقية؛ وتمثله الفقرات (7، 22، 23)
- وللتأكد من صدق بناء الأداة، جرى تطبيقها على شعبة لأحد مساقات الفيزياء في مستوى السنة الثالثة، عدد طلابها 37 طالباً وطالبة، وحسبت معاملات الصعوبة والثبات للفقرات كما في الجدول (1)

جدول 1: معاملات الصعوبة والثبات لفقرات الأداة.

رقم الفقرة	معامل الصعوبة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل الصعوبة	معامل التمييز
1	0.43	0.69	13	0.20	0.67
2	0.27	0.64	14	0.37	0.49
3	0.33	0.28	15	0.20	0.24
4	0.47	0.44	16	0.50	0.68
5	0.30	0.57	17	0.57	0.49
6	0.43	0.53	18	0.27	0.52
7	0.33	0.76	19	0.23	0.60
8	0.30	0.59	20	0.27	0.68
9	0.43	0.61	21	0.23	0.54
10	0.23	0.72	22	0.27	0.59
11	0.27	0.70	23	0.37	0.52
12	0.43	0.40	24	0.50	0.67

يلاحظ من الجدول (1) أن قيم معاملات الصعوبة قد تراوحت بين (0.20-0.57)، وأن معاملات التمييز قد تراوحت بين (0.24-0.76)، تعد هذه القيم مقبولة كمؤشرات لصدق بناء الأداة (عودة، 2014).

ثبات الأداة

للتأكد من ثبات الأداة، حسب معامل الثبات باستخدام معادلة كودر ريتشاردسون 20 حيث بلغت قيمته (0.83)، وهذه القيمة تعتبر مناسبة لأغراض الدراسة (الكيلاني والشريفين، 2011؛ Gay, 2003).

الطريقة والإجراءات

1. ترجمة أداة الدراسة وتطويرها، والتأكد من صدقها وثباتها.
2. التواصل مع قسم الفيزياء والحصول على الموافقة لتطبيق الدراسة.
3. تحديد المساقات والشعب المناسبة لعملية التطبيق.
4. الإشراف على التطبيق، حيث تم خلال المحاضرات عند عدد من أعضاء هيئة التدريس في قسم الفيزياء بعد الإتفاق معهم مسبقاً.
5. جمع أوراق الإجابات وتصحيحها والحصول على البيانات المطلوبة.
6. تحليل البيانات والوصول إلى النتائج.

عرض النتائج ومناقشتها

هدفت هذه الدراسة الى الكشف عن الأخطاء المفاهيمية لدى طلبة قسم الفيزياء في جامعة اليرموك في موضوع القوة والحركة، وكما أشير سابقا فقد تناولت أداة الدراسة سبعة مفاهيم أساسية هي: قانون نيوتن الأول، قانون نيوتن الثاني، قانون نيوتن الثالث، السقوط الحر، حركة المقذوفات، الحركة الدائرية، الحركة الأفقية، وقد تم حساب التكرار الملاحظ، والنسبة المئوية، والتكرار المتوقع، والباقي المعياري، وقيمة اختبار كاي تربيع لحسن المطابقة على بدائل فقرات الاختبار المستخدم في الدراسة، وفيما يلي عرض النتائج المتعلقة بكل مفهوم على حده.

أولاً: قانون نيوتن الأول

يوضح الجدول (2) نتائج استجابات أفراد العينة على الفقرات (8، 9، 10) المتعلقة بقانون نيوتن الأول؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 2: نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بقانون نيوتن الأول

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقي المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
8	A	53	27.60	38.4	2.36	5.55	0.02
	D	46	23.96	38.4	1.23	1.50	0.22
	*B	44	22.92	38.4	0.90	0.82	0.37
	E	31	16.15	38.4	-1.19	1.43	0.23
	C	18	9.38	38.4	-3.29	10.84	0.00
	الكلية	192	100.00	192	0.00	20.14	0.00
9	C	69	34.85	39.6	4.67	21.83	0.00
	*E	59	29.80	39.6	3.08	9.50	0.00
	B	35	17.68	39.6	-0.73	0.53	0.46
	D	25	12.63	39.6	-2.32	5.38	0.02
	A	10	5.05	39.6	-4.70	22.13	0.00
	الكلية	198	100.00	198	0.00	59.37	0.00
10	D	102	51.52	39.6	9.92	98.33	0.00
	C	33	16.67	39.6	-1.05	1.10	0.29
	*A	29	14.65	39.6	-1.68	2.84	0.09
	E	21	10.61	39.6	-2.96	8.74	0.00
	B	13	6.57	39.6	-4.23	17.87	0.00
	الكلية	198	100.00	198	0.00	128.87	0.00

*البديل الصحيح.

وكما يظهر في الجدول (2) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (8) هي البديل (B)، وأجاب عليها 44 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 22.92% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (8) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (A)، وأن الباقي المعياري يساوي 2.36، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "إذا تعرض جسم متحرك لقوة عمودية على اتجاه حركته فإنه سيتحرك باتجاه القوة بعد زوال تأثيرها". وفيما يتعلق بالاستجابات على البديلين (D,E) فقد كان الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما فيما يتعلق بالبديل الخاطئ (C) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت هذا البديل. وفيما يتعلق بالفقرة (9): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (E)، وأجاب عليها 59 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته

29.80% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (9) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (C)، وأن الباقي المعياري يساوي 4.67، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "إذا تعرض جسم متحرك لقوة عمودية على اتجاه حركته فإن مقدار سرعته بعد زوال تأثير القوة تساوي المجموع الجبري لمقدار سرعته الأولى ومقدار سرعته المكتسبة بفعل القوة". وفيما يتعلق بالاستجابات على البدائل الخاطئة (D, A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البديلين. أما فيما يتعلق بالبديل الخاطئ (B) فقد كان الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع.

أما بالنسبة للفقرة (10): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (A)، وأجاب عليها 29 طالبا إجابة صحيحة على مشكلين ما نسبته 14.57% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (10) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (D)، وأن الباقي المعياري يساوي 9.92، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "إذا تعرض جسم متحرك لقوة عمودية على اتجاه حركته فإن مقدار سرعته بعد تلقي الضربة يزداد لفترة بسيطة ثم يبدأ بالتناقص". وفيما يتعلق بالبديل الخاطئ (C) فقد كان الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (C, E, B) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل. من خلال استقراء النتائج على الفقرات (8، 9، 10) يتضح أن هناك مشكلة في فهم أفراد العينة لقانون نيوتن الأول، ويمكن تفسير هذه النتائج بأنه على الرغم من أن المشاركين يدركون بأن القوة تحدث تغييرا في الحالة الحركية للجسم، إلا أن نسبة كبيرة منهم غير قادرة على وصف ما حدث من تغيير في سرعة الجسم سواء أكان ذلك من حيث المقدار أو الاتجاه.

ثانيا: قانون نيوتن الثاني

يوضح الجدول (3) نتائج استجابات الطلبة على الفقرات (11، 18، 19، 21) المتعلقة بقانون نيوتن الثاني؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 3 : نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بقانون نيوتن الثاني

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقي المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
11	C	94	47.24	39.8	8.59	73.81	0.00
	B	52	26.13	39.8	1.93	3.74	0.05
	*D	27	13.57	39.8	-2.03	4.12	0.04
	A	16	8.04	39.8	-3.77	14.23	0.00
	E	10	5.03	39.8	-4.72	22.31	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	118.21	0.00
18	A	78	39.39	39.6	6.10	37.24	0.00
	*B	54	27.27	39.6	2.29	5.24	0.02
	D	54	27.27	39.6	2.29	5.24	0.02
	E	8	4.04	39.6	-5.02	25.22	0.00
	C	4	2.02	39.6	-5.66	32.00	0.00
	الكلي	198	100.00	198	0.00	104.93	0.00
19	D	111	55.78	39.8	11.29	127.37	0.00
	*B	57	28.64	39.8	2.73	7.43	0.01
	E	16	8.04	39.8	-3.77	14.23	0.00
	C	10	5.03	39.8	-4.72	22.31	0.00
	A	5	2.51	39.8	-5.52	30.43	0.00

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقي المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
	الكلي	199	100.00	199	0.00	201.78	0.00
21	E	86	43.22	39.8	7.32	53.63	0.00
	D	48	24.12	39.8	1.30	1.69	0.19
	*C	34	17.09	39.8	-0.92	0.85	0.36
	A	16	8.04	39.8	-3.77	14.23	0.00
	B	15	7.54	39.8	-3.93	15.45	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	85.85	0.00

*البديل الصحيح.

وكما يظهر في الجدول (3) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (11) هي البديل (D)، وأجاب عليها 27 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 13.57% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (11) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (C)، وأن الباقي المعياري يساوي 8.59، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع "إذا تعرض جسم متحرك لضربة (قوة دفع لحظية) فإن تأثير الضربة يستمر مع الجسم أثناء حركته". وفيما يتعلق بالبديل الخاطئ (B) فقد كان الفرق بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (A, E) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البديلين.

وفيما يتعلق بالفقرة (18): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (B)، وأجاب عليها 54 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 27.27% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (18) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (A, D) وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "حدوث الحركة يلزمه وجود قوة باتجاه الحركة". وفيما يتعلق بالاستجابات على البديلين الخاطئين (C, E) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البديلين.

وفيما يتعلق بالفقرة (19) كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (B)، وأجاب عليها 57 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 28.64% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (19) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (D) وأن الباقي المعياري يساوي 11.29، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "حدوث الحركة يلزمه وجود قوة باتجاه الحركة". وفيما يتعلق بالاستجابات على البدائل الخاطئة (E, C, A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل.

أما فيما يتعلق بالفقرة (21) كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (C)، وأجاب عليها 34 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 17.09% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (21) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرارات والملاحظة والتكرار المتوقع للبديل (E) وأن الباقي المعياري يساوي 7.32، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "حدوث الحركة يلزمه وجود قوة باتجاه الحركة". وفيما يتعلق بالبديل الخاطئ (D) فقد كان الفرق بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (B, A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البديلين.

من خلال استقراء النتائج على الفقرات (11، 18، 19، 21) يتبين أن هناك مشكلة في فهم قانون نيوتن الثاني، ويمكن أن تفسر هذه النتائج بأن نسبة كبيرة من أفراد لعينة غير قادرين على تحديد القوى المحدثة لحركة الجسم بشكل سليم، إلى جانب اعتقادهم بوجوب أن تكون محصلة القوى باتجاه الحركة لا تساوي صفر. وكما هو معروف من قانون نيوتن الثاني بأن وجود القوة سيكسب الجسم تسارعا، وعلى ما يبدو بأن الفهم الكيفي لقانون نيوتن الثاني غائب من أذهان نسبة كبيرة من المشاركين في الدراسة.

ثالثاً: قانون نيوتن الثالث

يظهر في الجدول (4) نتائج استجابات أفراد العينة على بدائل الفقرات (4، 15، 16، 17، 24) المتعلقة بقانون نيوتن الثالث؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 4 : نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بقانون نيوتن الثالث.

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقي المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
4	A	122	61.31	39.8	13.03	169.77	0.00
	*E	64	32.16	39.8	3.84	14.71	0.00
	D	8	4.02	39.8	-5.04	25.41	0.00
	C	3	1.51	39.8	-5.83	34.03	0.00
	B	2	1.01	39.8	-5.99	35.90	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	279.82	0.00
15	C	85	42.71	39.8	7.16	51.33	0.00
	*A	43	21.61	39.8	0.51	0.26	0.61
	B	41	20.60	39.8	0.19	0.04	0.85
	D	22	11.06	39.8	-2.82	7.96	0.00
	E	8	4.02	39.8	-5.04	25.41	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	84.99	0.00
16	*C	94	48.21	39	8.81	77.56	0.00
	A	49	25.13	39	1.60	2.56	0.11
	B	20	10.26	39	-3.04	9.26	0.00
	D	20	10.26	39	-3.04	9.26	0.00
	E	12	6.15	39	-4.32	18.69	0.00
	الكلي	195	100.00	195	0.00	117.33	0.00
17	*B	94	47.24	39.8	8.59	73.81	0.00
	A	56	28.14	39.8	2.57	6.59	0.01
	E	34	17.09	39.8	-0.92	0.85	0.36
	C	14	7.04	39.8	-4.09	16.72	0.00
	D	1	0.50	39.8	-6.15	37.83	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	135.80	0.00
24	D	94	47.47	39.6	8.64	74.73	0.00
	*E	61	30.81	39.6	3.40	11.56	0.00
	C	18	9.09	39.6	-3.43	11.78	0.00
	B	17	8.59	39.6	-3.59	12.90	0.00
	A	8	4.04	39.6	-5.02	25.22	0.00
	الكلي	198	100.00	198	0.00	136.19	0.00

*البديل الصحيح

وكما يظهر في الجدول (4) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (4) هي البديل (E) ، وأجاب عليها 64 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 32.16% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (4) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (A)، وأن الباقي المعياري يساوي 13.03 وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع في قانون نيوتن الثالث هو "إذا تصادم جسمان مختلفين فإن الفعل ورد الفعل غير متساويين، ويعتمدان على الكتلة وبشكل طردي".

وفيما يتعلق بالفقرة (15): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (A)، وأجاب عليها 43 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 21.61% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (15) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (C)، وأن الباقي المعياري يساوي 7.16، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع في قانون نيوتن الثالث هو "أن الفعل ورد الفعل غير متساويين، وأن الفعل أكبر من رد الفعل". وفيما يتعلق بالبديل الخاطئ (B) فقد كان الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي غير شائع "الفعل ورد الفعل غير متساويين، ويعتمدان على الكتلة وبشكل طردي". وفيما يتعلق بالاستجابات على البدائل الخاطئة (D, E) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة اختارت هذين البديلين.

وفيما يتعلق بالفقرة (16): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (C)، وأجاب عليها 94 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 48.21% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (16) عدم وجود مفاهيم خاطئة شائعة لدى أفراد العينة، غير أن 49 طالبا مشكلين ما نسبته 25.13% قد اختاروا البديل (A) وهذا يعني أن هؤلاء يملكون فهما خاطئا مفاده "أن الفعل أكبر من رد الفعل" وهذه النتيجة تتوافق مع النتائج على الفقرتين السابقتين (4، 16). وفيما يتعلق بالاستجابات على البدائل الخاطئة (E, D, B) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل.

وفيما يتعلق بالفقرة (17): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (B)، وأجاب عليها 94 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 47.24% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (17) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (A)، وأن الباقي المعياري يساوي 2.57، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع في قانون نيوتن الثالث هو "الأرض لا تؤثر برد فعل على الأجسام". أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (E, C, D) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل.

أما فيما يتعلق بالفقرة (24): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (E)، وأجاب عليها 61 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 30.65% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة رقم (24) وجود علاقة دالة احصائيا عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (D)، وأن الباقي المعياري يساوي 8.64، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع في قانون نيوتن الثالث هو "أن الفعل ورد الفعل غير متساويين". أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (C, B, A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل.

من خلال استقراء النتائج على الفقرات (4، 15، 16، 17، 24) يتبين أن هناك مشكلة في فهم قانون نيوتن الثالث، ويمكن تفسير هذه النتائج نسبة كبيرة من الطلبة لا يدركون بأن الفعل ورد الفعل هي قوى متبادلة، بغض النظر عن الكتلة وعن الجسم الذي يقوم بالفعل، الأمر الذي أدى بنسبة كبيرة من أفراد العينة بأن الجسم ذي الكتلة الكبيرة يؤثر بقوة أكبر. وربما ساهم في تكوين هذا الفهم الخاطئ بعض المشاهدات في الحياة اليومية كحوادث السيارات؛ حيث يلاحظ الفرد أن الضرر الذي يقع على سيارة صغيرة أكبر من الضرر الذي يقع على الشاحنة عند التصادم.

رابعاً: السقوط الحر

يظهر في الجدول (5) نتائج استجابات أفراد العينة على بدائل الفقرات (1، 3) المتعلقة بالسقوط الحر؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 5: نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بالسقوط الحر

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقي المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
1	*A	67	33.84	39.6	4.35	18.96	0.00
	B	58	29.29	39.6	2.92	8.55	0.00
	D	28	14.14	39.6	-1.84	3.40	0.07
	C	25	12.63	39.6	-2.32	5.38	0.02
	E	20	10.10	39.6	-3.11	9.70	0.00
	الكل	198	100.00	198	0.00	45.99	0.00
3	*C	103	52.28	39.4	10.13	102.66	0.00
	B	58	29.44	39.4	2.96	8.78	0.00
	E	19	9.64	39.4	-3.25	10.56	0.00
	A	14	7.11	39.4	-4.05	16.37	0.00
	D	3	1.52	39.4	-5.80	33.63	0.00
	الكل	197	100.00	197	0.00	172.01	0.00

*البديل الصحيح

وكما يظهر في الجدول (5) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (1) هي البديل (A)، وأجاب عليها 67 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 33,84% من العينة، في حين توزعت إجابات بقية أفراد العينة على البدائل الخاطئة. ويتضح من النتائج على الفقرة (2) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (B)، وأن الباقي المعياري يساوي 2.92، وهذا يشير إلى وجود فهم خاطئ شائع يتعلق بالسقوط الحر هو أن "الجسم الأكبر كتلة يصل الأرض أولا". أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (E,C,D) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل.

وبالنسبة للفقرة (3) كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (C)، وأجاب عليها 103 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 52.28% من العينة، في حين توزعت إجابات بقية أفراد العينة على البدائل الخاطئة. ويتضح من النتائج على الفقرة (3) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (B)، وأن الباقي المعياري يساوي 2.96، وهذا يشير إلى وجود فهم خاطئ شائع يتعلق بالسقوط الحر هو أن "قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على الجسم أثناء سقوطه سقوطا حرا تزداد مع اقترابه من الأرض". أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (E,A,D) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من هذه البدائل. ويمكن تفسير النتائج على الفقرات (1، 3) بأن نسبة كبيرة من أفراد العينة يجهلون معنى السقوط الحر والعوامل التي يعتمد عليها.

خامساً: حركة المقذوفات

يظهر في الجدول (6) نتائج استجابات أفراد العينة على بدائل الفقرات (2، 12، 13، 14، 20) المتعلقة بحركة المقذوفات؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 6: نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بالحركة المقذوفات

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقى المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
2	*A	55	28.21	39	2.56	6.56	0.01
	B	45	23.08	39	0.96	0.92	0.34
	D	44	22.56	39	0.80	0.64	0.42
	C	30	15.38	39	-1.44	2.08	0.15
	E	21	10.77	39	-2.88	8.31	0.00
	الكلية	195	100.00	195	0.00	18.51	0.00
12	*B	83	41.92	39.6	6.90	47.56	0.00
	C	65	32.83	39.6	4.04	16.29	0.00
	E	34	17.17	39.6	-0.89	0.79	0.37
	D	13	6.57	39.6	-4.23	17.87	0.00
	A	3	1.52	39.6	-5.82	33.83	0.00
	الكلية	198	100.00	198	0.00	116.34	0.00
13	C	92	46.23	39.8	8.27	68.46	0.00
	B	68	34.17	39.8	4.47	19.98	0.00
	A	23	11.56	39.8	-2.66	7.09	0.01
	*D	12	6.03	39.8	-4.41	19.42	0.00
	E	4	2.01	39.8	-5.67	32.20	0.00
	الكلية	199	100.00	199	0.00	147.16	0.00
14	A	71	35.68	39.8	4.95	24.46	0.00
	B	66	33.17	39.8	4.15	17.25	0.00
	*D	40	20.10	39.8	0.03	0.00	0.97
	C	13	6.53	39.8	-4.25	18.05	0.00
	E	9	4.52	39.8	-4.88	23.84	0.00
	الكلية	199	100.00	199	0.00	83.59	0.00
20	E	133	66.83	39.8	14.77	218.25	0.00
	B	23	11.56	39.8	-2.66	7.09	0.01
	*C	23	11.56	39.8	-2.66	7.09	0.01
	D	13	6.53	39.8	-4.25	18.05	0.00
	A	7	3.52	39.8	-5.20	27.03	0.00
	الكلية	199	100.00	199	0.00	277.51	0.00

وكما يظهر في الجدول (6) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (2) هي البديل (A)، وأجاب عليها 55 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 28.21% من العينة. وفيما يتعلق بالاستجابات على البدائل الخاطئة (B, D, C) فقد كان الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئة (E) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت هذا البديل.

وبالنسبة للفقرة (12): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (B)، وأجاب عنها 83 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته

41.92% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة رقم (12) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبدليل (C)، وأن الباقي المعياري يساوي 4.04، وهذا يشير إلى وجود مفهوم خاطئ شائع هو "قوة الفذف ترافق الجسم أثناء تحركه في الهواء"، وبالتالي يبقى الجسم المقذوف أفقيا من ارتفاع معين متحركا بشكل أفقي لفترة من الوقت ثم يبدأ بالهبوط شيئا فشيئا نحو الأرض. وتؤكد استجابات الطلبة على البدليل (E) وجود هذا الخطأ، غير أن نسبة الاستجابات كانت غير دالة احصائيا. أما بالنسبة للاستجابات على البدليلين (D, A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البدليلين.

وفيما يتعلق بالفقرة (13) كانت الاجابة الصحيحة هي البدليل (D)، وأجاب عنها 12 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 6.03% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة رقم (13) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبدليل (C)، وأن الباقي المعياري يساوي 8.27، وهذا يشير إلى وجود مفهوم خاطئ شائع هو "قوة الرمي لكرة في الهواء تبقى مرافقة للكرة أثناء حركتها، وتتناقص هذه القوة حتى تصل الكرة لأقصى ارتفاع، وأثناء الهبوط تكون القوة المؤثرة هي الجاذبية الأرضية والتي تتزايد مع الاقتراب من الأرض"، ويلاحظ أن هذا الفهم الخاطئ يؤكد النتيجة على الفقرة (12)، كما يتضح من النتائج على الفقرة (13) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبدليلين (B,C) وهذا يشير إلى وجود مفهوم خاطئ شائع هو "قوة الرمي تبقى مرافقة للكرة أثناء حركتها، وتتناقص هذه القوة حتى تصل الكرة لأقصى ارتفاع، أما أثناء الهبوط تكون القوة المؤثرة على الكرة هي الجاذبية الأرضية وتكون ثابتة"، وهذا الفهم ربما يكون سببه أن أفراد العينة يخلطون بين مفهوم القوة ومفهوم الطاقة.

وفيما يتعلق بالفقرة (14) كانت الاجابة الصحيحة هي البدليل (D)، وأجاب عنها 40 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 20.1% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (14) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبدليل (A)، وأن الباقي المعياري يساوي 4.95، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "الجسم الذي يسقط من طائرة تطير بشكل أفقي يرتد للخلف ومن ثم يسقط باتجاه الأرض متخذا مسارا على شكل قوس"، وقد تفسر هذه النتيجة بأن نسبة كبيرة من أفراد العينة يعتقدون بأن الجسم الذي يسقط من الطائرة تكون سرعته صفرا ولأن الطائرة تسير بسرعة كبيرة فإن مقاومة الهواء تسحب الجسم إلى الخلف. كما يتضح من النتائج على الفقرة (14) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبدليل (B)، وأن الباقي المعياري يساوي 4.15 وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو "الجسم الذي يسقط من طائرة تطير أفقيا يسقط رأسيا إلى الأرض تماما مثل السقوط الحر" وقد يفسر ذلك بأن نسبة كبيرة من أفراد العينة يجهلون وجود مركبة أفقية للسرعة بالإضافة للمركبة الرأسية. أما بالنسبة للاستجابات على البدليلين (E, C) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البدليلين.

أما فيما يتعلق بالفقرة (20) كانت الاجابة الصحيحة هي البدليل (C)، وأجاب عنها 23 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 11.56% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (20) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبدليل (E)، والباقي المعياري يساوي 14.77 وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع "قوة الضربة ترافق الكرة أثناء وجودها في الهواء" على الرغم من زوال المؤثر. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل (B, D, A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت واحدا من بين هذه البدائل.

سادسا: الحركة الدائرية

يظهر في الجدول (7) نتائج استجابات أفراد العينة على الفقرات (5، 6) المتعلقة بالحركة الدائرية؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 7: نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بالحركة الدائرية.

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقى المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
5	D	88	44.90	39.2	7.79	60.75	0.00
	C	40	20.41	39.2	0.13	0.02	0.90
	E	31	15.82	39.2	-1.31	1.72	0.19
	*B	29	14.80	39.2	-1.63	2.65	0.10
	A	8	4.08	39.2	-4.98	24.83	0.00
	الكلي	196	100.00	196	0.00	89.97	0.00
6	*B	67	33.67	39.8	4.31	18.59	0.00
	A	61	30.65	39.8	3.36	11.29	0.00
	E	27	13.57	39.8	-2.03	4.12	0.04
	D	24	12.06	39.8	-2.50	6.27	0.01
	C	20	10.05	39.8	-3.14	9.85	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	50.12	0.00

*البديل الصحيح

وكما يظهر في الجدول (7) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (5) هي البديل (B) ، وأجاب عليها 29 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 14.80% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (5) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (D)، وأن الباقي المعياري يساوي 7.79 . وفيما يتعلق بالاستجابات على البديلين الخاطئين (E,C) فقد كان الفرق بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئ (A) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت هذا البديل.

أما بالنسبة للفقرة (6): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (B)، وأجاب عليها 67 طالبا إجابة صحيحة على هذه الفقرة مشكلين ما نسبته 33.67% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (6) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (A)، وأن الباقي المعياري يساوي 3.36 ، أما بالنسبة للاستجابات على البدائل (C, D, E) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت واحدا من بين هذه البدائل.

ومن خلال استعراض النتائج على الفقرات (5، 6) يتضح أن نسبة كبيرة من أفراد العينة يملكون فهما خاطئا حول الحركة الدائرية، ويمكن تفسير هذه النتائج بأن اعتقاد هذه الفئة من أفراد العينة بأن الحركة يلزمها وجود قوة ملازمة للجسم، أدى إلى عدم قدرتهم على تحديد القوى المحدثة للحركة الدائرية، إلى جانب عدم قدرتهم على التنبؤ باتجاه حركة الجسم المتحرك حركة دائرية بعد انقطاع الخيط.

سابعا: الحركة الأفقية

يظهر في الجدول (8) نتائج استجابات أفراد العينة على الفقرات (7، 22، 23) المتعلقة بالحركة الأفقية؛ (للاطلاع على الفقرات أنظر الملحق).

جدول 8: نتائج الاستجابات على الفقرات المتعلقة بالحركة الأفقية

الفقرة	البديل	الملاحظ	النسبة المئوية	المتوقع	الباقى المعياري	كا ²	الدلالة الإحصائية
7	C	55	28.35	38.8	2.60	6.76	0.01
	A	43	22.16	38.8	0.67	0.45	0.50
	*D	38	19.59	38.8	-0.13	0.02	0.90
	E	35	18.04	38.8	-0.61	0.37	0.54
	B	23	11.86	38.8	-2.54	6.43	0.01
	الكلي	194	100.00	194	0.00	14.04	0.01
22	A	86	43.22	39.8	7.32	53.63	0.00
	B	50	25.13	39.8	1.62	2.61	0.11
	D	33	16.58	39.8	-1.08	1.16	0.28
	C	18	9.05	39.8	-3.46	11.94	0.00
	*E	12	6.03	39.8	-4.41	19.42	0.00
	الكلي	199	100.00	199	0.00	88.76	0.00
23	E	79	39.90	39.6	6.26	39.20	0.00
	*B	65	32.83	39.6	4.04	16.29	0.00
	A	41	20.71	39.6	0.22	0.05	0.82
	D	10	5.05	39.6	-4.70	22.13	0.00
	C	3	1.52	39.6	-5.82	33.83	0.00
	الكلي	198	100.00	198	0.00	111.49	0.00

*البديل الصحيح.

وكما يظهر في الجدول (8) كانت الاجابة الصحيحة بالنسبة للفقرة (7) هي البديل البديل (D)، و أجاب عليها 38 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 19.59% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (6) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (C)، وأن الباقي المعياري يساوي 2.60، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع هو أن "الجسم الذي يقطع مسافات متساوية في فترات زمنية متساوية يمتلك تسارعا، ويكون التسارع أكبر كلما كانت المسافة المقطوعة أكبر"، وقد تفسر هذه النتيجة بأن نسبة كبيرة من أفراد العينة يعتقدون أن السرعة تتناسب مع القوة. وفيما يتعلق بالاستجابات على البديلين الخاطئين (E,A) فقد كان الفرق بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البديل الخاطئ (B) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت هذا البديل.

وفيما يتعلق بالفقرة (22): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (E)، وأجاب عليها 12 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 6.03% من العينة. ويتضح من النتائج على الفقرة (22) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (A)، وأن الباقي المعياري يساوي 7.32 وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع يتعلق بالتأثير الذي تحدثه القوة في الحالة الحركية للجسم، وبحسب قوانين نيوتن يتحرك الجسم على خط أفقي بسرعة ثابتة مقدارا واتجاها عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفرا، أي أن قوى المقاومة تساوي مقدار قوة الدفع. وعند مضاعفة قوة الدفع تصبح المحصلة لا تساوي صفرا، وسيكتسب الصندوق تسارعا يؤدي إلى زيادة سرعته الابتدائية باستمرار. والملفت للنظر أن ما نسبته 43.22% من أفراد العينة يعتقدون أن مضاعفة القوة تؤدي إلى مضاعفة السرعة بغض النظر عن الظروف المحيطة، أي أن هناك علاقة تناسب طردية بين القوة والسرعة. وفيما يتعلق بالاستجابات على البديلين الخاطئين (D,B) فقد كان الفرق بين التكرار والملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البديل الخاطئ (C) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت هذا البديل.

وبالنسبة للفقرة (23): كانت الاجابة الصحيحة هي البديل (B)، وأجاب عليها 65 طالبا إجابة صحيحة مشكلين ما نسبته 32.83% من العينة ويتضح من النتائج على الفقرة (23) أن هناك فرقا ذا دلالة احصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع للبديل (E)، وأن الباقي المعياري يساوي 6.26 وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي شائع يتعلق بالتأثير الذي تحدثه القوة في الحالة الحركية للجسم، وكما هو معروف عند إزالة قوة الدفع عن الصندوق ستتغير الحالة الحركية للجسم بسبب قوى المقاومة، وبالتالي ستتأقصر السرعة مباشرة، وهذا الفهم كما يبدو غائبا لدى ما نسبته 39.9% من أفراد العينة. وفيما يتعلق بالاستجابات على البديل الخاطئ (A) فقد كان الفرق بين التكرار الملاحظ والتكرار المتوقع غير دال احصائيا، وهذا يشير إلى وجود خطأ مفاهيمي لكنه غير شائع. أما بالنسبة للاستجابات على البدائل الخاطئ (C, D) فقد كان التكرار الملاحظ أقل من التكرار المتوقع بفرق ذي دلالة احصائية، وهذا يعد مؤشرا ايجابيا لأن نسبة قليلة من أفراد العينة قد اختارت أيا من البديلين.

من خلال استعراض الأدب التربوي المرتبط بالكشف عن المفاهيم الفيزيائية الخاطئة التي يحملها الطلبة خصوصا في موضوع القوة والحركة، نجد أن النتائج في هذه الدراسة تتفق مع النتائج في دراستي هالون وهيستنس (Halloun and Hestenes, 1985, a) and b) بأن الطلبة يمتلكون مفاهيم خاطئة تتعلق بقوانين نيوتن (الأول والثاني والثالث)، تسارع الجاذبية الارضية والسقوط الحر، الحركة الدائرية والقوة المركزية. فيما نجد دراسة الراشد (2002) التي أجريت على عينة من طلبة الأقسام العلمية في كلية المعلمين في الرياض، تتوافق مع نتيجة هذه الدراسة بالمفاهيم المرتبطة بقوانين نيوتن، والقوة المتبادلة بين جسمين، تسارع الجاذبية الأرضية والسقوط الحر. كما نجد دراسة سلميزا (Salmiza, 2011) والتي أجريت على طلبة الفيزياء في ثلاث جامعات ماليزية أن الطلبة الجامعيين يعانون من امتلاكهم مفاهيم خاطئة في الفيزياء وخصوصاً تلك المرتبطة بموضوع الدراسة وهي مفاهيم قوانين نيوتن للحركة. كما نجد نتيجة هذه الدراسة تتفق مع نتيجة دراسة ريكاردو (Ricardo, 2012)، في إمتلاك الطلبة الجامعيين لمفاهيم خاطئة خصوصا تلك المرتبطة بقوانين نيوتن للحركة، والسقوط الحر وكذلك تسارع الجاذبية الأرضية.

وقد يعزى شيوع عدد من المفاهيم الخاطئة لدى طلبة الفيزياء في جامعة اليرموك في موضوعي القوة والحركة إلى مجموعة من العوامل منها طبيعة الفيزياء التي تتسم بصعوبة متأصلة. فالمعرفة الفيزيائية تتكون من شقين هما المعرفة الكمية (Quantitative Knowledge) والمعرفة الكيفية (Qualitative Knowledge)، وتكوين بنية معرفية سليمة ومتماسكة حول المفهوم أو المبدأ أو النظرية يتطلب توظيف نوعي المعرفة المشار إليهما (عرفج، 2004). وفي هذا الصدد أشار مازور (Mazur, 2003) إلى أن التركيز في تدريس الفيزياء على المعالجات الرياضية دون الاهتمام بالمعالجات المفاهيمية من شأنه أن يكون مفاهيم خاطئة لدى الطلبة؛ وقد دلت مازور على ذلك بأن طلابه في الفيزياء استطاعوا حل المسائل المعقدة في الميكانيكا غير أنهم أخفقوا في الاجابة عن أسئلة بسيطة تتعلق بالفهم، مؤكدا على أن سوء الفهم ظهر لدى غالبية الطلبة المتميزين وغير المتميزين على حد سواء.

ومن العوامل التي ربما ساهمت في شيوع المفاهيم الخاطئة، في موضوعي القوة والحركة، ضعف دافعية الطلبة واستعدادهم لدراسة الفيزياء؛ إذ تعد الدافعية بمثابة الطاقة الكامنة اللازمة لإحداث التعلم وتطويرة وتنميته، تؤدي إلى استخدام استراتيجيات تعليمية متطورة، وطرق فعالة في معالجة المعلومات من قبل الطلبة (العنوم وآخرون، 2005). وضعف الدافعية مبعثه عوامل مختلفة، منها صعوبة مادة الفيزياء والرغبة في دراستها. ففيما يتعلق بصعوبة مادة الفيزياء يمكن القول أن غالبية الطلبة، لا بل غالبية المجتمع الأردني يعتقدون ذلك؛ وما يدور من جدل في وسائل الإعلام المختلفة حول امتحانات الفيزياء في الثانوية العامة دليل على هذا الاعتقاد، وربما يكون هذا الأمر قد أثر في دافعية طلبة الفيزياء في الجامعة. وفيما يتعلق بالرغبة في دراسة الفيزياء لم تكن هي المعيار الأساسي في قبول الطلبة بهذا التخصص في الجامعة، حيث يتم القبول بتسبب من اللجنة المركزية لقبول الموحد في الجامعات الأردنية بناء على المعدل في الثانوية العامة إلى جانب الرغبة في التخصص؛ الأمر الذي ربما ساهم في ضعف في الدافعية لدى العديد من الطلبة الذين يدرسون الفيزياء، وبالتالي يكون هدفهم الحصول على المؤهل العلمي بأقل جهد ممكن، فيعالجون المعلومات بسطحية من غير تعمق وتكون لديهم المفاهيم الخاطئة.

وثمة عامل آخر، ربما أسهم في تكوين المفاهيم الخاطئة، يتعلق بالمعتقدات الابستمولوجية لدى أعضاء هيئة التدريس الفيزيائيين حول تعليم وتعلم المفاهيم الفيزيائية. فقد أشارت نتائج الأبحاث إلى أن المعتقدات تؤثر في الممارسات التدريسية وفي طرق التقويم (العمرى، 2006؛ Prawat, 1992). وفي هذا الصدد وجد القادري (2012) أن معتقدات أعضاء هيئة التدريس في تخصص الفيزياء، حول طبيعة المفهوم وتعلمه وتعليمه ودور الطالب، يشوبها العديد من التصورات التي تتفق مع النموذج السلوكي في التعليم والتعلم. ويرى التربويون أن النموذج السلوكي لا يعطي مفاهيم الطلبة القبلية واستراتيجياتهم التعليمية ما تستحقه من اهتمام، ولا يسبر البنى المعرفية للإطلاق منها في مساعدتهم لتعلم المفاهيم الجديدة (الشيخ وعدس، 1998). فقد يعتقد عضو

هيئة التدريس أن الطلبة يمتلكون المعارف السابقة الكافية لدراسة الموضوعات المتقدمة في الفيزياء، فيعالج المعلومات الجديدة خلال المحاضرات بناء على هذا الاعتقاد، الأمر الذي يؤدي إلى تكون مفاهيم خاطئة لدى الطلبة من غير قصد. ومن العوامل التي ربما أسهمت في انتشار المفاهيم الخاطئة، في موضوعي القوة والحركة لدى طلبة الفيزياء، ما يتعلق باستراتيجيات التدريس المستخدمة في التدريس الجامعي. إذ يلاحظ أن طريقة المحاضرة هي الشائعة، وقد أشار الشيخ وعدس (1998) إلى أن هذه الطريقة غير فعالة في مساعدة الطلبة على تشكيل الفهم السليم، ولا بد من تقليل الاعتماد عليها. وتجدر الإشارة هنا إلى أن تفعيل استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التدريس الجامعي ربما يسهم في تشكيل الفهم السليم للمفاهيم الفيزيائية، وتقليل انتشار المفاهيم الخاطئة؛ وفي هذا الصدد وجد الدوحاني (2012) أن استخدام موقع تعليمي تفاعلي قد ساهم في تعديل المفاهيم الخاطئة في الفلك، كما وجد أوغلو (Oglu,2012) أن استخدام المحاكاة الحاسوبية قد ساهم في تطوير فهم الطلبة للفيزياء، وكذلك أشارت نتائج دراسة كل من الوسيوس ولوو وكيم (Aloysius, Loo, & Kim, 2013) إلى أن استخدام برمجية جافا قد ساهم في معالجة صعوبات تعلم قانوني الأول والثالث بدرجة كبيرة.

التوصيات

في ضوء نتائج الدراسة يوصى الباحثان بالآتي:

1. وضع الأساتذة الجامعيين في أقسام الفيزياء لكافة الجامعات الأردنية بالصورة، للعمل على تصحيح المفاهيم الخاطئة في موضوع القوة والحركة لدى الطلبة.
2. تعريف الأساتذة الجامعيين في الفيزياء بالمفاهيم الخاطئة وخصائصها، والإستراتيجيات والنماذج التعليمية التي ثبتت فعاليتها في تصحيح المفاهيم الخاطئة؛ مثل نموذج بوسنر ونموذج ستيبانز ونموذج ميرل تنسون واستراتيجية دورة التعلم وخرائط المفاهيم. وقد يتم ذلك من خلال ورش تدريبية أو نشرات.
3. إجراء دراسات للكشف عن المفاهيم الخاطئة التي يحملها الطلبة في موضوعات الفيزياء الأخرى، كالكهرباء والمغناطيسية والفيزياء الكمية وغيرها، ودراسة أثر المتغيرات الديموغرافية والأكاديمية في تشكيلها.

المصادر والمراجع

- الدوحاني، فاطمة. (2012). فاعلية استخدام برنامج تعليمي تفاعلي في إكتساب المفاهيم الفلكية وتعديل التصورات البديلة والاتجاه نحو الفلك لدى طالبات الصف الخامس الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السلطان قابوس.
- الراشد، علي. (2002). المفاهيم العلمية الخطأ لدى طلبة القسم العلمي في كلية المعلمين بالرياض. مجلة كلية التربية، جامعة الإمارات العربية المتحدة، 19، 35-67.
- سكيك، حازم. (2006). ما هو علم الفيزياء. أسترجم في 20 نيسان 2016 من: <http://www.hazemsakeek.com/whatisphysics.html>
- الشيخ، عمر وعدس، عبد الرحمن. (1998). دليل مرجعي للتطوير المهني لأعضاء هيئة التدريس الجامعي والعالى. اتحاد الجامعات العربية، تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.
- العتوم، عدنان وعلاونه، شفيق والجراح، عبد الناصر وغزال، معاوية. (2005). علم النفس التربوي-النظرية والتطبيق. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- العرفج، ماهر. (2004). الفيزياء بين الفهم الكيفي والتحليل الكمي - تحليل على أحد المفاهيم الفيزيائية. جامعة البحرين، مجلة العلوم التربوية والنفسية، 5 (2)، 9-30.
- العمري، علي. (2006). معتقدات معلمى العلوم حول العلم والتعظيم والتعلم وعلاقتها بسلوكهم التعليمي. أطروحة دكتوراة غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، الأردن.
- عودة، أحمد. (2014). القياس والتقويم في العملية التدريسية. دار الأمل، اربد.
- القادري، سليمان. (2012). التصورات الابدستولوجية لتعلم المفاهيم الفيزيائية لدى أعضاء هيئة التدريس وطلبة قسم الفيزياء بجامعة الفيزياء بجامعة آل البيت في الأردن. المجلة الدولية للأبحاث التربوية- جامعة الامارات العربية المتحدة، 31، 1-30.
- الكيلاي، عبدالله والشريفين، نضال. (2011). مدخل الى البحث في العلوم التربوية والاجتماعية. الطبعة الثالثة، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

- Aloysius, K., Loo, J. & Kim, Y.(2013). Addressing Learning Difficulties in Newtons 1st and 3rd Laws through Problem Based Inquiry using Easy Java Simulatioh. *Physics Education*, 5(9), 122-133.
- Al-Rubayea, A. (1996). An analysis of Saudi Arabian high school students' misconceptions about physics concepts. Unpublished doctoral dissertation. Kansas State University, Manhatan,Kansas, USA.
- Babai, r. & Amsterdamer, A. (2008).The Persistence of Solid and Liquid Naive Conceptions: A Reaction Time Study. *Journal of Science Education and Technology*, 17 (6). 553-559.
- Bawaneh, A., Ahmad Nurulazam., Abdul Ghani Abdullah., & Salmiza, S. (2012a). The Effects of a Brain Based Teaching Method on Students' Conceptual Change of Electricity. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 4(2), 79-96.
- Bayraktar, S. (2009). Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers about force and Motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*,7, 273-291.
- Bawaneh, A., Ahmad Nurulazam., & Salmiza, S., Abdul Ghani A. (2012b). The Effects of Herrmann Whole Brain Teaching Method on Students Motivation Towards Science Learning. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 9(3), 3-22.
- Bunge,M.; Ibarra, R., & Herleth C. (1995). Interactive based multimedia mechanics. Washington DC: NSF.
- Dancy, M. (2000). Investigating Animations for Assessment with an Animated Version of the Force Concept Inventory. Unpublished doctoral dissertation, North Carolina state university, USA.
- Gay, L. (2003). *Educational Research- competencies for analysis and applications* (7th ed). USA: New Jersey.
- Gel-Perez, D., & Carrascosa, J. (1990).What to do about science misconceptions. *Science Education*,74, 531-540.
- Gonen, S. (2008). Astudy on Students Teachers' Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Mass and Gravity. *J Sci Edu Technol*, 17, 70-81.
- Gunstone, R. (1988). *Development and dilemmas in science education – Learning in science education*. Australia: Mathematical composition setters Ltd, Salisbury, Wilts.
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning and an appropriate role for education research. *American Journal of Physics*, 64, 1316-1325.
- Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985a). The initial knowlege state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985b). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The physics teacher*, 30, 141-158.
- Hinkle, D.; Wiersema, W. & Jurs, S.(1988). *applied statistics for the behavioural sciences*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Ivowi, U. M. & Oludotun, J. S. (1987). An investigation of sources of misconceptions in physics. *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.
- Lawrenz, F. (1986). Misconceptions of physical science concepts among elementary school teachers. *School Science and Mathematics*, 86, 654-660.
- Lawson, A. E.(1995). *Science Teaching and Development of Thinking*. Belmont CA: Watsworth Publishing Company.
- Mazur, E. (2003). Qualitative Versus Quantitative Thinking: are We Teaching the Right Thing. *The Pantaneto Forum*, Retrieved at Sep. 2, 2016: from www.Pantaneto.co.uk/issuell.htm
- Nejla, Y. (2005). An analysis of the nature of students' metaconceptual processes and the effectiveness of metaconceptual teaching practices on students' conceptual understanding of force and motion. Unpublished doctoral dissertation, Ohio state university, USA.
- Oglu, K. (2012). Computer- Assisted Teaching in Physics Can Enhance Student Learning. *Educational Research and Review*, 7(13), 297-308.
- Ozdemir, O. (2004). The coexistence of alternative and scientific conceptions in physics. Unpublished doctoral dissertation, Ohio state university, USA.

- Pfundt, H., & Duit, R. (1991). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education (3rd ed.). Kiel, Germany: IPN-Kiel.
- Prawat, R. (1992). Are changes in views about mathematics sufficient? The case of a fifth grade teacher. *Elementary School Journal*, 93(2), 195-212
- Ricardo, T. (2012). A longitudinal study of physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *European journal of teacher education*, 22 (23), 246-258.
- Rosenblatt, R., Sayre, E. C. & Heckler, A.F.(2008). Modeling students' conceptual understanding of force, velocity, and acceleration. "In Proceeding of the PER Conference, AIP, Melville, NY, 183-186.
- Salmiza, S. (2011). The Level of B.Sc.Ed Students' Conceptual Understanding of Newtonian Physics. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 1(3), 249-256.
- Schoon, K. J., & Boone, W. J. (1997, June). Self-efficacy of pre-service elementary teachers and alternative conceptions of science. *Proceedings of Fourht International Seminar on "From Misconception to Construct Understanding"*. Ithaca, NY: Cornell University.
- Stover, S., & Saunders, G. (2000). Astronomical misconceptions and the effectiveness of science museums in promoting conceptual change. *Journal of Elementary Science Education*, 12, 41-52.
- Zoller, U.(1996). The use of examinations for revealing and distinguishing between students' misconceptions misunderstandings and "no conceptions" in college chemistry. *Research in science education*, 26(3), 317-326.

Misconceptions among Physics Students in the Subject of Force and Motion

*Ali Abdul Hadi Al-Omari, Ali Khaled Bawaa'neh **

ABSTRACT

This study aimed to identify Physics students' misconceptions related to force and motion. To achieve the objective of the study, a multiple choice test consisting of (24) items was used. The test was administered to 197 students from the department of Physics at Yarmouk University. The results of the study revealed that a large proportion of respondents have misconceptions related to Newton's laws, the free falling, the circular motion, projectiles motion, the linear motion. The researchers introduced several recommendations to avoid misconceptions among university physics students.

Keywords: Misconceptions, students of physics, force and motion.

* Department of Curricula and Teaching Methods, College of Education, Yarmouk University, Jordan; AND Deanship of Academic Development, Imam Abdulrahman Bin Faisal University, Dammam, Eastern Province, Saudi Arabia. Received on 21/6/2016 and Accepted for Publication on 17/1/2017.