المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك

*وليد حسين نوافلة، محمود حسن بني خلف، أمل رشيد المومني**

ملخص

هدفت الدراسة إلى تعرّف المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك، ومدى اختلافها باختلاف كل من: النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي، والتقدير الجامعي، ودراسة مساقات الديناميكا الحرارية، وذلك من خلال اختبار تكوّن من (26) سؤالاً موزعة في أربعة مجالات (الحرارة، درجة الحرارة، انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة، الخصائص الحرارية للمواد)، طبق على (188) طالباً وطالبة. وبيّنت النتائج أن (56.6%) من أفراد العينة يحملون مفاهيم بديلة تتعلق بالحرارة ودرجة الحرارة، كما أظهرت أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً (α=0.05) تعزى إلى متغيري النوع الاجتماعي والمستوى الأكاديمي، في حين يوجد فرق دال إحصائياً يعزى إلى متغير دراسة مساقات الديناميكا الحرارية لصالح الذين لم يدرسوا مساقات ديناميكا حرارية، وكذلك توجد فروق دالة إحصائياً تعزى إلى متغير التقدير الجامعي لصالح التقدير المقبول على مستوى المقياس ككل وعلى مستوى المجالات باستثناء مجال انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة. وفي ضوء النتائج أوصت الدراسة بضرورة الكشف عن الأسباب الكامنة وراء هذا الفهم البديل، وتضمين مساقات ديناميكا حرارية في خطة البكالوريوس لطلبة تخصص الفيزياء، وتحليل محتوى كتب العلوم المدرسية للكشف عن المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة، وإعادة النظر في برامج العلوم المدرسية فيما يتعلق بهذين المفهومين.

الكلمات الدالة: المفاهيم البديلة، الحرارة، درجة الحرارة، طلبة تخصص الفيزياء، جامعة اليرموك.

المقدمة

تعد المفاهيم العلمية اللّبنة الأساسية في بناء العلم وأهم نواتجه، فهي تنظم وتصف عدداً كبيراً من الأشياء والأحداث والظواهر، وبواسطتها يتم تنظيم المعرفة بأشكال ذات معنى وبمستويات أكثر تعقيداً، فهي أساس لبناء القواعد والمبادئ والنظريات، وبها يتم التواصل بين الناس، وبواسطتها تفسر الظواهر العلمية وتحل المشكلات التي تعيق التقدم البشري، وتسهم بشكل كبير في رقي البشرية ورفاهيتها.

وذَكَرَ السويدي المشار إليه في الناقة (2011) أن المفاهيم العلمية تقلل من تعقد البيئة، وتسهل تعرّف الأشياء الموجودة فيها، وتقلل من الحاجة إلى إعادة التعلم عند مواجهة مواقف جديدة، وتساعد على التوجيه والتنبؤ والتخطيط لأنواع مختلفة من الأنشطة، وتسمح بالتنظيم والربط بين مجموعات الأشياء والأحداث، وتساعد المتعلم على التفسير والتطبيق، وتؤدي دوراً مهماً في تحديد الأهداف التعليمية واختيار وتنظيم المحتوى والوسائل التعليمية، وتسهم في انتقال أثر التعلم للمواقف التعليمية الأخرى الجديدة. وبالتالي فإن عملية تعلم المفاهيم عملية تراكمية البناء، تهدف إلى إيجاد تفاعل ما بين المعرفة العليمة السابقة والمعرفة العلمية الجديدة.

وأكّد صبري وتاج الدين (2000) أن اكتساب الفرد لأي مفهوم علمي يتم على مراحل أو حلقات مستمرة، حسب تصنيف بياجيه لمراحل النمو العقلي، ومن ثم فإن أي خبرات خطأ أو أفكار غير دقيقة علمياً يكتسبها الفرد خلال تكوينه تؤدي حتماً إلى تكوين أطرٍ أو مفاهيم بديلة، ليس فقط للمفهوم موضع التكوين حسب، بل أيضاً لما يترتب عليه وما يرتبط به من خبرات وأفكار ومفاهيم لاحقةٍ. ويشير الأدب التربوي إلى أن لفهم المفاهيم العلمية الخاطئ مسميات عديدة، منها الفهم البديل (Alternative Conception)، والأطر البديلة (Alternative Framework) والتصورات الخطأ (Misconceptions)، والأفكار الخاطئة (Erroneous Ideas)، والتصورات القبلية (Preconceptions)، والمفاهيم الساذجة (البسيطة) (Naive conception) ويفضل معظم التربويون استخدام المفاهيم (التصورات) البديلة (زيتون، 2002).

إن أهم ما تتميز به المفاهيم (التصورات) البديلة، أن المتعلم يتمسك بها بشدةٍ لأنها تعطيه تفسيرات تبدو منطقية بالنسبة له، ومتفقة مع تصوره المعرفي الذي تشكل لديه عن

* كلية، التربية، جامعة اليرموك، الأردن. تاريخ استلام البحث 2014/3/17، وتاريخ قبوله 2014/11/13.

© 2016 عمادة البحث العلمي/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

العالم من حوله، هذا على الرغم من تعارض هذه التصورات البديلة في كثير من الأحيان مع التصور العلمي الذي يقرره العلماء لتفسير هذه الظواهر، وتزداد المشكلة تعقيداً حين تصبح تلك التصورات عميقة الجذور، فتشكل عوامل مقاومة للتعلم ومعيقة لاكتساب المفاهيم الصحيحة (السيد، 2002). كما تتميز هذه المفاهيم (التصورات) بأنها مقاومة للتغيير (Eryilmaz, 2010)، وتوجد لدى الأفراد في كل الأعمار والثقافات، وهي تنمو لدى المتعلم وتستمر في نموها فيبني عليها مزيداً من الفهم الخاطئ (Yeo and Zadnik, 2001)، وتؤدي إلى تشويه التعلم الجديد، وتدني التحصيل الدراسي لدى المتعلمين (Novak, 2002).

وتشير معظم الدراسات (الرافعي، 1998؛ زيتون، 1998؛ شهاب والجندي، 1999؛ الخالدي، 2001؛ Treagust, 1988؛ Luera, Otto, and Zitzewitz, 2005) إلى أن أبرز مصادر المفاهيم البديلة تتمثل في المعلم الذي قد يحمل مفاهيم بديلة ينقلها إلى طلبته، والمتعلمين أنفسهم نتيجة لما يكتسبونه من معارف ذاتية من خبراتهم اليومية خلال تفاعلهم مع البيئة ومع أنفسهم ومحاولاتهم تفسير الظواهر والأحداث والأشياء بناءً على هذه المعرفة المكتسبة، وكذلك الكتب المدرسية بتصميمها، واللغة المستخدمة في التعليم، وأساليب التدريس، والنمو العقلي العام للطلاب، وعدم توظيف المعرفة، والمختبرات، والاختبارات وأساليب التقويم، والرسوم التوضيحية وغيرها من أسباب الفهم البديل ومصادره.

كما أن أهم أسباب وجودها لدى الطلبة في مادة الفيزياء على وجه التحديد، يعود إلى أن العديد من المفاهيم الفيزيائية صعبة الفهم ومجردة الإدراك ولا يمكن مشاهدتها بشكل مباشر (Pathare and Pradhan, 2005; Harrison, Grayson, and Treagust, 1999)، وهي أكثر صعوبة من المفاهيم في مجالات العلوم الأخرى، الأمر الذي يؤدي إلى صعوبة مواجهتها (Stein, Larrabee, and Barman, 2008)، فمنها ما يتعلق بالقوة والحركة، ومنها ما يتعلق بالموجة والحركة الموجية (جنش، 2003)، ومنها ما يتعلق بمفاهيم الفيزياء الحرارية (الحرارة، درجة الحرارة، الاتزان الحراري، الانتقال الحراري) (Alwan, 2011; Yeo and Zadnik, 2001).

وتشير كثير من الدراسات إلى أن مفاهيم الفيزياء الحرارية من المفاهيم الأكثر صعوبة وتجريداً في الفيزياء، ليس فقط على الطلاب وإنما كذلك على الكبار والمختصين (Lewis and Linn, 2003)، حيث وجدت بعض الدراسات أن الطلبة لا يميزون بين مفهومي الحرارة ودرجة الحرارة (Carlton, 2000; Cochran, 2005; Treagust, 1988)، بسبب عوامل عدة، كأن يفسر الطالب الحدث أو الظاهرة أو الشيء بناءً على أفكار اكتسبها من خبرته اليومية (Luera, Otto, and Zitzewitz, 2005) أو بناءً على ثقافة ولغة المجتمع الذي يعيش به (Lewis and Linn, 2003; Lee, 2007)، فعلى سبيل المثال يعتقد بعض الطلبة أن الحرارة هي مادة، أي شيء كالهواء أو البخار يمكن أن يضاف إلى جسم أو يغادره، وهذا التفكير يشبه إلى حدّ ما النظرية السعرية للحرارة التي تمسّك بها علماء القرن الثامن عشر (Elwan, 2007)، كما أن الطلبة يستخدمون مفهومي الحرارة ودرجة الحرارة بشكل متبادل وكأنهما مترادفان (Harrison, 1996).

ويُميّز ليتل (Little, 2006) بين المفاهيم المتعلقة بالفيزياء الحرارية، حيث عرّف الحرارة (Heat) بأنها الطاقة التي تنتقل من الجسم الأعلى درجة حرارة إلى الجسم الأقل درجة حرارة، في حين أن الطاقة الحرارية (Thermal Energy) هي الطاقة التي يمتلكها الجسم والناتجة من حركة الدقائق المكونة له؛ أي كمية الطاقة الحركية الكلية للدقائق المكونة للمادة (انتقالية، تذبذبية، دورانية)، كما عرّف درجة الحرارة (Temperature) بأنها مقياس لمعدل طاقة حركة الدقائق في المادة.

ويؤكد جاسين وأوبرم (Jasien and Oberem, 2002) أن الطلبة من رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر ممن يدرسون العلوم لا يمتلكون خلفيات معرفية كافية عن الاتزان الحراري والحرارة النوعية والسعة الحرارية والانتقال الحراري، وأنهم يخلطون بين درجة الحرارة، والحرارة الكلية المنتقلة، والإيصالية الحرارية، كما يشير إلى أن طلبة الفيزياء ومعلميهم غير قادرين على تقييم فهمهم للحرارة ودرجة الحرارة بشكل صحيح، وأن الطلبة يواجهون صعوبة في عمل ترابطات مناسبة بين المعرفة التي يتعلموها بالمدرسة وواقع الحياة اليومية، وهذا ما أكدته نتائج دراسة (Kirikkaya and Gullu, 2008) ونتائج دراسة (Gonen and Kocakaya, 2010).

وفي هذا الصدد ذكر لايتمان وسادلر (Lightman and Sadler, 1993) أن معظم الطلاب يبدؤون دراستهم لمادة الفيزياء ولديهم قدر كبير من المفاهيم الخاطئة عن الظواهر الطبيعية، كما أشار يو وزادنك (Yeo and Zadnik, 2001) إلى أن طلبة الفيزياء في المرحلة الثانوية لديهم مفاهيم بديلة (خاطئة) في أن الأجسام التي تسخن بسرعة لا تبرد بسرعة، وأن المواد المختلفة تحوي الكمية نفسها من الحرارة، وأن درجة حرارة الجليد هي صفر ولا تتغير، وأن درجة حرارة الماء لا يمكن أن تكون صفراً، وأن الأجسام المختلفة في درجة الحرارة عندما تتلامس مع بعضها أو مع الهواء فإنه ليس بالضرورة أن تصل إلى درجة حرارة متساوية، وأن درجة الحرارة يمكن أن

تنتقل. وذكر ساداناند وكس (Sadanand and Kess, 1990) أن معظم طلاب قسم الفيزياء في المرحلة الجامعية يكملون دراستهم بالسنة الأولى وما يزال فهمهم للقوانين الفيزيائية يعبر عن ازدواجية تتمثل في المعادلات التي يعتقدون أنها تستخدم لحل مسائل كمية في الفيزياء والمفاهيم التي تختص بالجانب الوصفي للظواهر، لذلك لا يستطيعون تقديم تفسير مترابط لبعض الظواهر.

وفي هذا الإطار، أجرى علوان (2002) دراسة في ليبيا هدفت إلى التحقق من فهم مفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلاب قسم الفيزياء بالمعهد العالي لإعداد المعلمين، الذين تتراوح أعمارهم بين 20 و22 سنة، ودرسوا هذه المفاهيم في مادة الفيزياء بمدارس منطقة العجيلات قبل وبعد التحاقهم بالمعهد، واشتملت العينة (120) طالباً، ووزعت عليهم مجموعة من الأسئلة كان الغرض منها تحديد المفاهيم أو التصورات التي يحملها هؤلاء الطلاب، ومدى اتفاقها مع المفاهيم العلمية في فرع الفيزياء الحرارية. وأشارت النتائج أن هناك تصورات خاطئة لمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة يحملها الطلاب، حيث تتفاوت نسبة شيوعها من سؤال لآخر ومن بديل لآخر من البدائل، وتراوحت تلك النسبة بين (50%– 75%)، وأن هناك مجموعة من العوامل الخاصة التي أدت إلى رسوخ هذه المفاهيم البديلة.

وأجرى باثير وبرادهان (Pathare and Pradhan, 2005) دراسة في الهند هدفت إلى معرفة المفاهيم الخاطئة المتعلقة بالمفاهيم الأساسية في الديناميكا الحرارية، ذلك من خلال اختبار مكون من أسئلة مفتوحة الإجابة وأسئلة أخرى قصيرة، طبق على عينة حجمها 300 طالب من كلية العلوم في جامعة مومباي، كما أجريت مقابلات مع بعض الطلبة، وأشارت النتائج إلى أن (70%) من الاستجابات الخاطئة كانت تتعلق بمفهوم الحرارة، وأن (60%) من الاستجابات الخاطئة كانت تتعلق بمفهوم درجة الحرارة، وأن (60%) من الاستجابات الخاطئة كانت تتعلق بالطاقة الداخلية، وأن (90%) من الاستجابات الخاطئة كانت تتعلق بالاتزان الحراري وعلاقته بطبيعة المادة، وأن (70%) من الاستجابات الخاطئة تتعلق بالاتزان الحراري وعلاقته بحجم المادة، وأن (30%) من الاستجابات الخاطئة تتعلق بمفهوم الحرارة الكامنة.

وأجرى كراتنق وسنق– أونق وسنغ وجونز (Kruatong, Sung–Ong, Singh, and Jones, 2006) دراسة في تايلاند هدفت إلى معرفة فهم الطلاب للمفاهيم الحرارية والديناميكا الحرارية، ذلك من خلال استبانة طبقت على (214) طالباً وطالبة من ثلاث مدارس ثانوية عليا في بانكوك، لتحديد الطريقة التي يفكرون بها من خلال حياتهم اليومية بمفاهيم الطاقة الحرارية، ودرجة الحرارة، وانتقال الحرارة، والخصائص الحرارية، والعوازل، والمواد الموصلة، والاتزان الحراري. وأظهرت النتائج أن أغلبية الطلبة يفتقرون إلى فهم للحرارة والديناميكا الحرارية، فعلى سبيل المثال تبيّن أن (84%) من الطلبة على الأقل يفتقرون إلى فهم درجة الحرارة المطلقة، وأن معظم الطلبة عرّفوا درجة الحرارة بأنها متغير يمكن قياسه، والحرارة هي إحساس (sensation)، في حين أن (10%) فقط من الطلبة يفهمون بأن الحرارة تعتمد على كتلة المادة. كما أشارت النتائج إلى أنه على الرغم من أن الطلبة يفهمون الموصلات والعوازل جيداً، إلا أنهم غير قادرين على تطبيق فهمهم لتحديد المواد المناسبة لحفظ الأشياء حارة أو باردة. وأشارت أيضاً إلى أن العديد من الطلبة يقدمون الإجابات الصحيحة بالاعتماد على خبراتهم اليومية، لكن لديهم مشكلات في تقديم التفسيرات والتنبؤات المناسبة.

وأجرى تاناهنغ وجيتاري وسونكوان (Tanahoung, Chitaree, Soankwan, 2008) دراسة في تايلاند هدفت إلى قياس فهم طلبة السنة الأولى في جامعة Mahidol لمفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة. ولتحقيق هدف الدراسة طبقت أداة ثورنتون وسوكولوف (Thornton and Sokoloff) بعد ترجمتها إلى اللغة التايلاندية على عينة تكونت من (420) طالباً وطالبة من طلبة السنة الأولى بتخصصات العلوم والزراعة والهندسة، ويدرسون مساق الفيزياء العامة، حيث طبق عليهم الاختبار قبل البدء في دراسة الفيزياء الحرارية. وأشارت النتائج إلى أن فهم الطلبة لمفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة كان بمعدل (34.3%) لطلبة العلوم، (33.3%) لطلبة الزراعة، (36.5%) لطلبة الهندسة، وأنه لا توجد فروق دالة في فهم الطلبة بين هذه المستويات الثلاثة. وأشارت النتائج إلى أن جميع الطلبة من المستويات الثلاثة لديهم مفاهيم خاطئة كثيرة فيما يتعلق بالحرارة ودرجة الحرارة، ومعدل انتقال الحرارة، والحرارة النوعية والسعة الحرارية، وتغير الحالة. كما أشارت النتائج إلى أن جميع الطلبة تقريباً أجابوا إجابات صحيحة عن الأسئلة الواردة في مجال الإيصالية الحرارية.

وأجرى تاناهنغ وجيتاري وسونكوان (Tanahoung, Chitaree, Soankwan, 2010) دراسة في تايلاند هدف إلى استقصاء المفاهيم البديلة لدى طلبة السنة الأولى في كلية العلوم، وذلك من خلال اختبار طبق على (334) طالباً وطالبة، تكون من سؤالين مفتوحين، الأول للكشف عن فهم الطلبة لمفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة، والحرارة الكامنة، والسعة الحرارية، والاتزان الحراري، والثاني للكشف عن مستوى فهم

الطلاب للتوصيل الحراري. وأظهرت النتائج أن الطلبة يحملون مفاهيم بديلة في جميع المجالات، وكان أقلها في مجال التوصيل الحراري، في حين كان أكثرها في مجالات سرعة انتقال الحرارة، والسعة الحرارية، والتغير في حالة المادة، والمفاهيم المتعلقة بدرجة الحرارة، ويظهرون مستويات مختلفة من الفهم، وأن معظم الطلبة يفتقرون إلى المفاهيم الأساسية في الفيزياء الحرارية، وغير قادرين على تقديم تفسيرات صحيحة لاستجاباتهم.

وأجرى علوان (Alwan, 2011) دراسة في ليبيا هدفت إلى تعرّف المفاهيم البديلة في مفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة العلوم في كلية التربية في جامعة الفاتح، والكشف عما إذا كان هناك أثر للجنس أو الخبرة السابقة في المفاهيم البديلة لديهم. ولتحقيق أهداف الدراسة طوّر الباحث اختباراً مكوّناً من (30) فقرة، من أداة يو وزادنك (Yeo and Zadnik, 2001)، ثم طبّقه على (53) طالباً وطالبة من تخصصات مختلفة (فيزياء، كيمياء، أحياء، رياضيات). أشارت النتائج إلى أن أغلبية الطلبة لديهم مفاهيم بديلة فيها يتعلق بالحرارة ودرجة الحرارة، وأن أكثر من (50%) من المستجيبين للاختبار لديهم أفكار خاصة بهم فيما يتعلق بمفاهيمهم درجة الحرارة وعلى كل الفقرات. وفيما يتعلق بمفهوم الحرارة أشارت النتائج إلى أن أكثر من (40%) من المستجيبين لديهم أفكار خاصة بهم على معظم الفقرات عدا الفقرة المتعلقة بمفهوم الحرارة على أنها" طاقة تنتقل بين جسمين مختلفين في درجة حرارتهما"، حيث كان (18.9%) فقط لديهم مفاهيم بديلة فيه. وفيما يتعلق بالانتقال الحراري والتغير في درجة الحرارة، كانت نسبة المستجيبين الذين لديهم مفاهيم بديلة أكثر من (46%). وفيما يتعلق بالخصائص الحرارية للمواد، كانت نسبة المستجيبين الذين يحملون أفكاراً خاصة بهم على جميع الفقرات تتراوح بين (40% – 80%). وأشارت النتائج كذلك إلى أن الخبرة السابقة لها أثر كبير في تكوين المفاهيم البديلة، في حين أن عامل النوع الاجتماعي ليس له أثر في ذلك.

وأجرى إريلماز (Eryilmaz, 2010) دراسة في تركيا هدفت إلى تطوير وتصديق اختبار ثلاثي الرتبة (three-tiers) لتقييم المفاهيم البديلة للحرارة ودرجة الحرارة، ومقارنتها بين طلبة البكالوريوس وطلبة الماجستير وطلبة الدكتوراه، حيث تكوّن الاختبار من ثلاث فقرات لكل مفهوم بديل؛ الفقرة الأولى تطرح بها المشكلة، والثانية للكشف عن سبب اختيار البديل في الفقرة الأولى، والثالثة للكشف عن مدى تأكد المستجيب من إجاباته في الفقرتين الأولى والثانية. ولتحقيق أهداف الدراسة تم تطوير الاختبار الذي يتعلق بالفهم البديل لدى الطلبة في أن "الحرارة هي نفسها درجة الحرارة"، وذلك بعد إجراء مقابلات مع الطلبة، وإجاباتهم عن أسئلة مفتوحة النهاية، ويتكون الاختبار من ثلاثة مكونات رئيسة: الأول منها لمقارنة الحرارة ودرجة الحرارة لأجسام مختلفة الحجم ومصنوعة من نفس المادة، والثاني لمقارنة الحرارة ودرجة الحرارة لأجسام لها نفس الحجم لكنها مختلفة في المادة المصنوعة منها، والثالث لتبيان العلاقة بين الحرارة ودرجة الحرارة في سياق المكونين الأول والثاني. وطبق الاختبار على (1619) شخصاً من مستوى البكالوريوس، و(219) شخصاً من مستوى الماجستير، و(60) شخصاً من مستوى الدكتوراه بواسطة الإنترنت وبنفس الوقت. وبعد ذلك حسبت العلامات للاستجابات الصحيحة وكذلك للمفاهيم البديلة باستخدام كل من الرتبة الأولى للاختبار (First- tiers)، والرتبتين الأولى والثانية (First tow-tiers)، والرتب الأولى والثانية والثالثة (all three-tiers)، وأشارت النتائج إلى أن نسبة المفاهيم البديلة للمشاركين تراوحت بين (5%–48%) لدى طلبة البكالوريوس، وبين (4% –49%) لدى طلبة الماجستير، وبين (7%–40%) لدى طلبة الدكتوراه، وهذا يعتمد على مدى إظهار المشاركين للمفاهيم البديلة في كل الحالات أو على الأقل في حالة واحدة.

وفي ضوء عرض الدراسات السابقة، يلاحظ أن معظمها قد ركزت على تناول التصورات البديلة حول مفاهيم مختلفة في الديناميكا الحرارية، وشملت معظم التخصصات العلمية وفي بلدان متعددة من العالم، واستخدمت أدوات مباشرة في جمع البيانات. وتشارك هذه الدراسة غيرها من الدراسات السابقة في الأهداف والأدوات للكشف عن المفاهيم البديلة حول مفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة قسم الفيزياء بجامعة اليرموك في الأردن، إلا أنها تضيف دراسة متغيرات مختلفة مثل النوع الاجتماعي، ودراسة مساقات في الديناميكا الحرارية، والمستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة كعوامل يُعتقد أن لها دوراً في وجود مفاهيم بديلة لديهم، وبالتالي فإن هذه الدراسة تجبر الفجوة التي أغفلتها معظم الدراسات السابقة، ومن جهة أخرى فإن هذه الدراسة تحاول أن تبيّن موقع طلبة قسم الفيزياء من نظرائهم في الدول الأخرى، خاصة وأن نتائج الدراسات السابقة أظهرت نِسَباً مختلفة للمفاهيم البديلة التي يحملها طلبة التخصصات العلمية في مختلف الدول حول مفهومي الحرارة ودرجة الحرارة.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

بالرغم من اعتراف التربويين بصعوبة المفاهيم الفيزيائية وتجريدها، وبالتالي وجود مفاهيم بديلة كثيرة في الفيزياء (Pathare and Pradhan, 2005; Harrison, Grayson, and Treagust, 1999; Lewis and Linn, 2003)، وخطورة مثل

هذه المفاهيم البديلة على التعلم الجديد وتشويهه (Novak, 2002)، إلا أن الدراسات العربية التي عثر عليها ركزت على طلبة المدارس وعلى مفاهيم القوة والحركة، ومفاهيم الضوء، ولم تتناول المفاهيم المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة لطلبة تخصص الفيزياء في الجامعات. علماً أن وجود المفاهيم البديلة لدى طلبة الجامعات الذين قطعوا شوطا طويلاً في الدراسة، ربما يكون أخطر من وجودها لدى طلبة المدارس، لأن طلبة الجامعة ربما يصبحون معلمين وينقلون ما لديهم من مفاهيم خاطئة إلى طلبتهم، لذا جاءت هذه الدراسة لتكشف عن المفاهيم البديلة لمفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة والانتقال الحراري والاتزان الحراري لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك. أما **سؤالا الدراسة** فهما:

1- ما نسبة طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك الذين يحملون مفاهيم بديلة تتعلق بمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة؟

2- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية (α=0.05) في المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة التي يحملها طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك تعزى لمتغيرات كل من: النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة، ودراسة مساقات الديناميكا الحرارية؟

أهداف الدراسة

1- إيجاد نسبة طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك الذين يحملون مفاهيم بديلة في كل مجال من مجالات الآتية: الحرارة، درجة الحرارة، الانتقال الحراري، الاتزان الحراري.

2- الكشف عن أثر كل من: النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة، ودراسة مساقات الديناميكا الحرارية في نسبة طلبة تخصص الفيزياء الذين يحملون مفاهيم بديلة في كل مجال من مجالات: الحرارة، درجة الحرارة، الانتقال الحراري، الاتزان الحراري.

أهمية الدراسة

الأهمية النظرية:

- تأتي أهمية هذه الدراسة من أهمية المفاهيم العلمية في بناء العلم، ومن خطورة المفاهيم البديلة على التعلم الجديد وتشويهه، حيث تقف عائقاً أمام الطلبة في اكتساب المفاهيم العلمية الصحيحة.

- استخدام الدراسة اختبار مطور مبني في سياق ظروف الحياة اليومية، وليس في سياق علمي مباشر، حيث يشير كولاري وسافاندر- ران (Kolari and Savander-Ranne, 2000) إلى أن أكثر ما يقع به الطلبة من مفاهيم خاطئة فيما يتعلق بمفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة، عندما يحاولون وصف الأحداث والظواهر من حولهم وتفسيرها في سياق ظروف الحياة اليومية.

- تسهم في توفير إطار نظري حول المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة التي يحملها طلبة تخصص الفيزياء، التي قد يستفيد منها المدرسون في الجامعات والباحثون في هذا المجال.

الأهمية العملية:

- تطوير أداة في اللغة العربية تصلح للكشف عن المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة والانتقال الحراري والخصائص الحراري للمواد لدى طلبة تخصص الفيزياء في الجامعات.

- يمكن لنتائج هذه الدراسة أن يستفيد منها المتخصصون في قسم الفيزياء لإيلاء المزيد من الاهتمام في كيفية تقديم مفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة وتصحيح المفاهيم الخاطئة لدى الطلبة.

- قد تقدم مؤشراً عن فاعلية المناهج والمقررات الجامعية وأساليب التدريس والتقويم المستخدمة.

- يؤمل من هذه الدراسة أن توفر أدباً تربوياً وفكراً علمياً قد يساهم في مزيد من البحث في مجال المفاهيم البديلة في الحرارة ودرجة الحرارة، والبحث عن مصادرها وأسبابها وإيجاد الاستراتيجيات الناجعة لمعالجتها مبكراً بدءًا من المراحل المدرسية.

محددات الدراسة وحدودها

- اقتصار الدراسة على طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 2014/2013.

- طبقت الدراسة في بداية العام الدراسي، مما يعني أن الطلبة لم يكملوا العام الدراسي؛ فطلبة السنة الرابعة هم من أكملوا دراسة (3 سنوات)، ومثلها لبقية السنوات.

- مدى صلاحية فقرات الاختبار المستخدم، وملاءمته وصدق محتواه وثباته، ومدى جدية الطلبة في الإجابة عن فقرات الاختبار بصدق وموضوعية.

المصطلحات والتعريفات الإجرائية

طلبة تخصص الفيزياء: هم الطلبة المتخصصون في دراسة الفيزياء في جامعة اليرموك للسنوات الثانية والثالثة والرابعة ممن هم على مقاعد الدراسة في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 2014/2013. فطلبة السنة الثانية هم الذين أكملوا السنة الأولى وبدؤوا في الثانية، وكذلك الأمر بالنسبة

لبقية السنوات حيث لم يمضِ على دراستهم سوى أسبوعين.

المفاهيم البديلة: ورد في الأدب التربوي تعريفات متعددة لها. فقد عرفها جامبر وأندري (Chambers and Andre, 1997) بأنها "ما لدى الطالب من تصورات ومعارف وأفكار في بنيته المعرفية عن بعض المفاهيم والظواهر الطبيعية، ولا تتفق مع التفسيرات العلمية الصحيحة، ولا تمكّنه من الشرح واستقصاء الظاهرة العلمية بطريقة مقبولة"، وعرفها ستين ولارابي وبارمان (Stein, Larrabee, and Barman, 2008) بأنها الأفكار التي تختلف أو تناقض الرؤى المقبولة. كما عرفها وزر وأمين (Wiser and Amin, 2001) بأنها المفاهيم التي لا تتفق كلياً أو جزئياً مع المعرفة العلمية المقبولة. وتعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنها التصورات الذهنية والمعارف والأفكار الموجودة في البنية المعرفية لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك، عن مفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة والانتقال الحراري بين الأجسام والخصائص الحرارية للمواد، التي لا تتفق مع المعرفة العلمية، وتقاس بمتوسط الاستجابات الخاطئة أو بنسبة الاستجابات الخاطئة التي يحصل عليها الطالب على اختبار المفاهيم البديلة المقدم لهم.

الحرارة: هي الطاقة المنتقلة بين مادتين بسبب الفرق في درجة الحرارة بينهما، حيث تنتقل من المادة الأعلى درجة حرارة إلى المادة الأقل درجة حرارة (Little, 2006).

درجة الحرارة: هي مقياس لمعدل طاقة حركة الجزيئات في المادة (Little, 2006).

الطريقة والإجراءات: فيما يلي وصف مفصل لمنهجية الدراسية ومجتمعها وعينتها، وإجراءاتها، وأداة الدراسة.

منهج الدراسة

استخدم في هذه الدراسة المنهج الوصفي الذي يصف الواقع الحالي كما هو فيما يتعلق بالمفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك.

مجتمع الدراسة وعينتها

تكوّن مجتمع الدراسة من جميع طلبة تخصص الفيزياء للسنوات الثانية والثالثة والرابعة في جامعة اليرموك، ممن هم على مقاعد الدراسة في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 2014/2013، البالغ عددهم من مختلف السنوات (238) طالباً وطالبة. أما عينة الدراسة فقد تم اختيارها عشوائياً، وذلك بتطبيق الاختبار على الطلبة في محاضراتهم الرسمية التي ربما يكون بعض الطلبة منهم من تخصصات أخرى، حيث استثنوا ممن هم ليسو فيزياء، وبلغ عدد أفراد العينة النهائية (188) طالباً وطالبة، موزعين على متغيرات الدراسة، كما هو مبين في الجدول (1).

أداة الدراسة

تم اعتماد اختبار لقياس المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك، وهو اختبار أعده يو وزادنك (Yeo and Zadnik, 2001) من جامعة كورتن (Curtin) في أستراليا، ويتكون هذا الاختبار من (26) سؤالاً موزعة على أربعة مجالات، هي: **المجال الأول:** يتعلق بالمفاهيم البديلة لمفهوم الحرارة، ويقاس بالأسئلة (24، 23، 22، 18، 15، 13، 11، 10، 7). **المجال الثاني:** يتعلق بالمفاهيم البديلة لدرجة الحرارة، ويقاس بالأسئلة (26، 25، 22، 21، 18، 14، 11، 10، 9، 7، 5، 1). **المجال الثالث:** يتعلق بالمفاهيم البديلة لمفهوم انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة، ويقاس بالأسئلة (25، 24، 21، 20، 18، 17، 13، 10، 9، 7، 6، 5، 4، 3، 2، 1). **المجال الرابع:** يتعلق بالمفاهيم البديلة لمفهوم الخصائص الحرارية للمواد، ويقاس بالأسئلة (27، 26، 24، 23، 21، 20، 19، 17، 16، 14، 12، 11، 9، 8، 6، 4، 2، 1). والجدول (2) يبين المفاهيم البديلة في كل مجال وأرقام الأسئلة في الاختبار التي تقيس كل فهم بديل.

تحقق يو وزادنك (Yeo and Zadnik, 2001) من صدق الاختبار باستخدام ثلاثة أنواع من الصدق (صدق المحتوى، الصدق الظاهري، وصدق البناء)، كما تحققا من ثبات الاختبار بتطبيق الاختبار على عينة استطلاعية وتجزئة الاختبار إلى نصفين وحساب معامل ارتباط سبيرمان بروان، وكان (0.81). وقد تم تكييف هذا الاختبار ليناسب البيئة الأردنية، حيث ترجم إلى اللغة العربية من قبل ثلاثة من أعضاء هيئة تدريس في تخصص مناهج وأساليب تدريس اللغة الإنجليزية، وثلاثة أعضاء هيئة تدريس في قسم الفيزياء، والصورة النهائية للاختبار المطور.

صدق الاختبار

للتحقق من صدق المحتوى، عرض الاختبار على أربعة محكمين من أعضاء الهيئة التدريسية في قسم الفيزياء، وطلب منهم التأكد من صدق محتوى فقراته العلمي، وتحديد المفاهيم البديلة (الخطأ) التي تقيسها كل فقرة من فقرات الاختبار، وتم إجراء بعض التعديلات البسيطة بناءً على ملاحظاتهم. كما تم التحقق من صدق البناء لفقرات الاختبار، بتطبيقه على عينة استطلاعية مكونة من (40) طالباً من مجتمع الدراسة وخارج عينة الدراسة، وحسبت معاملات الارتباط بين كل فقرة ومجالها، وتراوحت هذه القيم بين (0.60 – 0.90)، وحسبت معاملات ارتباط كل فقرة مع المقياس الكلي وتراوحت القيم بين (0.41 – 0.70)، كما حسبت معاملات ارتباط المجالات مع

بعضها وتراوحت بين (0.52 – 0.67)، وجميعها تشير إلى ارتباط عال ومقبول.

الجدول (1): توزيع أفراد العينة على المتغيرات: النوع الاجتماعي، المستوى الأكاديمي، التقدير الجامعي، مساقات ديناميكا حرارية

المتغير	مستويات المتغير	التكرار	النسبة المئوية
النوع الاجتماعي	ذكر	53	28.2
	أنثى	135	71.8
	الكلي	**188**	**100.0**
المستوى الأكاديمي	سنة ثانية	60	31.9
	سنة ثالثة	71	37.8
	سنة رابعة	57	30.3
	الكلي	**188**	**100.0**
التقدير الجامعي	مقبول	78	41.5
	جيد فأكثر	110	58.5
	الكلي	**188**	**100.0**
مساقات ديناميكا حرارية	لا	95	50.5
	نعم	93	49.5
	الكلي	**188**	**100.0**

ثبات الاختبار

للتحقق من ثبات الاختبار، حسب معامل ثبات الاتساق الداخلي بطريقة كرونباخ ألفا وكان (0.85)، كما حسب معامل الثبات بطريقة الإعادة، وبفاصل زمني مدّته أسبوعان، وكان (0.80)، مما يشير إلى ثبات مقبول لأغراض الدراسة.

خطوات تنفيذ الدراسة

أجريت الدراسة وفق الخطوات الآتية:

1- تُرجم الاختبار من قبل أساتذة متخصصين في مناهج اللغة الإنجليزية، وفي الفيزياء.

2- تُرجمت قائمة المفاهيم البديلة بمجالاتها الأربعة من قبل مترجمي الاختبار أنفسهم.

3- تم التحقق من صدق الاختبار وثباته كما سلف ذكره في وصف الأداة.

4- حُدّد مجتمع الدراسة المتمثل في طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك للسنوات (الثانية، الثالثة، الرابعة).

5- اختيرت عينة الدراسة بالطريقة العشوائية العنقودية، حيث اختيرت القاعة التدريسية بطلبتها الذين قد يكونون من سنوات مختلفة (مستوى أكاديمي مختلف).

6- طبق الاختبار على عينة الدراسة، وتم استبعاد الطلبة الذين لم يجيبوا عن بعض الأسئلة.

7- صُحح الاختبار، بإعطاء علامة (1) للذين أجابوا إجابة خاطئة، وعلامة (صفر) للذين أجابوا إجابة صحيحة، وحُسبت التكرارات للاستجابات الخاطئة على كل فقرة.

8- أدخلت البيانات إلى الحاسوب، وأجريت التحليلات الإحصائية المناسبة، ثم عرضت النتائج.

نتائج الدراسة ومناقشتها

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول: ما نسبة طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك الذين يحملون مفاهيم بديلة تتعلق بمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة؟ للإجابة عن هذا السؤال، حسبت التكرارات والنسب المئوية للاستجابات الخاطئة لجميع الطلبة على كل فقرة من فقرات الاختبار، ورتبت تنازلياً، كما في الجدول (3).

يلاحظ من الجدول (3) أن متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة على المقياس الكلي بمجالاته الأربعة ولجميع أفراد عينة الدراسة بلغ (56.8%)، وتراوحت نسبة الاستجابات الخاطئة (28.7% – 78.7%). وتؤكد هذه النتيجة أن أكثر من نصف الطلبة لديهم مفاهيم بديلة تتعلق بالحرارة ودرجة الحرارة، وأن المفاهيم البديلة التي يحملها الطلبة كانت أقل ما يمكن (28.7%) على الفقرة (23)، التي تكشف عن شكلين للفهم البديل، هما: "المواد مثل الصوف له القدرة على تسخين الأشياء"، والفهم البديل الثاني: "الحرارة والبرودة مختلفين وليس نهايتي متصلة"، حيث إن أغلبية الطلبة أجابوا إجابة صحيحة في أن الصوف مادة عازلة تقلل من كمية الحرارة المفقودة، وأن الحرارة والبرودة هما نهايتا متصلة وليس شيئين مختلفين.

الجدول (2): المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة موزعة في أربعة مجالات وأرقام فقرات الاختبار التي تقيسها

المجال	المفاهيم البديلة	أرقام الأسئلة
الحرارة	الحرارة هي مادة	10، 22
	الحرارة ليست طاقة	22
	الحرارة والبرودة مختلفين وليس نهايتي متصلة متعاكستين	10، 13، 18، 23، 24
	الحرارة ودرجة الحرارة نفس الشيء	15، 18
	المواد التي درجة حرارتها أعلى دائماً تمتلك كمية حرارة أعلى	7، 11، 15
	الحرارة غير قابلة للقياس وهي مفهوم كمي	7
درجة الحرارة	درجة الحرارة هي شدة الحرارة	15
	استخدام الجلد في لمس الأشياء يمكن أن يحدد درجة الحرارة	16
	إدراك السخونة أو البرودة لا يتعلقان بانتقال الطاقة	10، 18، 21، 22
	عندما تبقى درجة الحرارة ثابتة عند الغليان فهذا يعني أن هناك خطأ	5
	درجة الغليان هي أعلى درجة حرارة يمكن أن تصلها المادة	19
	الجسم البارد لا يحتوي على حرارة	7، 10، 11، 22، 26
	درجة حرارة الجسم تعتمد على حجمه	1، 9، 14
	ليس هناك حد لأدنى درجة حرارة	25
انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة	التسخين دائماً يؤدي إلى رفع درجة الحرارة	3، 4، 5
	الحرارة تنتقل إلى أعلى فقط	20
	الحرارة ترتفع	20
	الحرارة والبرودة تنتقل كالسوائل	10، 13
	درجة الحرارة يمكن أن تنتقل	7، 13
	الأجسام المختلفة في درجة الحرارة عندما تتلامس مع بعضها أو مع الهواء فإنه ليس بالضرورة أن تصل إلى درجة حرارة متساوية (الاتزان الحراري ليس مفهوم)	1، 2، 3، 6، 9، 10، 17، 24
	الأجسام الساخنة تنخفض درجة حرارتها بشكل طبيعي والأجسام الباردة ترتفع درجة حرارتها	3، 13
	الحرارة تسري ببطء خلال الموصلات مما يجعلنا نشعر بسخونتها	25
	النظرية الحركية الجزيئية لا تفسر انتقال الحرارة بشكل صحيح	18، 20، 21
الخصائص الحرارية للمواد	درجة الحرارة هي خاصية لمادة محددة أو جسم محدد	9، 14، 16، 24
	المعادن لها قابلية لجذب وحمل وتركيز أو امتصاص الحرارة والبرودة	9، 14، 16، 20
	الأجسام التي تسخن بسرعة لا تبرد بسرعة	25
	المواد المختلفة تحوي نفس الكمية من الحرارة	11
	درجة غليان الماء هي 100ْس فقط	4، 8، 19
	درجة حرارة الجليد (الثلج) 0ْس ولا تتغير	1
	لا يمكن أن تكون درجة حرارة الماء 0س	2، 11
	درجة حرارة بخار الماء دائماً أكثر من 100ْس	6، 19
	المواد مثل الصوف لها القدرة على تسخين الأشياء	17، 23
	بعض المواد يصعب تسخينها أي تقاوم التسخين كثيراً	26
	وجود فقاعات في السائل يعني أنه يغلي	12
	الفقاعات في الماء الذي يغلي تحتوي على هواء أو أكسجين أو لا شيء	12

الجدول (3): التكرارات والنسب المئوية للاستجابات الخاطئة على كل فقرة من فقرات الاختبار لجميع أفراد عينة الدراسة

الرتبة	الفقرة	التكرار	نسبة الاستجابات الخاطئة	الرتبة	الفقرة	التكرار	نسبة الاستجابات الخاطئة
1	**19**	148	78.7	14	**9**	110	58.5
2	**25**	144	76.6	15	**16**	104	55.3
3	**14**	141	75.0	16	**6**	103	54.8
4	**1**	136	72.3	17	**22**	11	53.2
5	**17**	135	71.8	18	**12**	95	50.5
6	**11**	132	70.2	19	**13**	90	47.9
7	**21**	130	69.1	20	**5**	77	41.0
8	**24**	129	68.6	21	**3**	75	39.9
9	**18**	125	66.5	22	**10**	72	38.3
10	**26**	125	66.5	23	**2**	70	37.2
11	**8**	120	63.8	24	**20**	66	35.1
12	**15**	115	61.2	25	**4**	58	30.9
13	**7**	111	59.0	26	**23**	54	28.7
المتوسط الكلي							**56.6**

أما المفاهيم البديلة التي يحملها الطلبة وكانت أكبر ما يمكن، فقد كانت على الفقرة (19)، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين أجابوا عنها إجابات خاطئة (78.7%)، وتكشف عن ثلاثة أشكال للمفاهيم البديلة: الأول منها "درجة الغليان هي أعلى درجة حرارة يمكن أن تصلها المادة"، وهذا يعني أن الطلبة لم يدركوا أن ذلك يكون صحيحاً فقط عندما تكون المادة في الحالة السائلة، أما في حالتها الغازية فإنه يمكن أن ترتفع، وربما يعزى هذا الفهم إلى ما يلاحظه الطلبة بالتجريب العملي عندما تثبت درجة حرارة المادة عند الغليان عندما يكون السائل في حالة اتزان مع بخاره، ولم يمروا بخبرات عملية سابقة يتم فيها جمع الغاز والاستمرار في تسخينه، والشكل الثاني للفهم البديل الذي تكشف عنه هذه الفقرة هو " درجة غليان الماء هي 100 ْس فقط"، وهذا يعني أن الطلبة غير مدركين لأثر الضغط الجوي أو نقاوة الماء على درجة الغليان، أما الشكل الثالث للفهم البديل فهو "درجة حرارة البخار دائماً أكثر من 100 ْس"، وهذا يعني أن الطلبة غير مدركين أن بخار الماء يمكن أن يكون عند جميع درجات الحرارة وليس فقط عند الغليان، وتتفق هذه النتيجة نوعاً ما مع دراسة كريكايا وجولو (Kirikkaya and Gullu, 2008) التي أجريت في تركيا، وأشارت إلى أن ثلثي الطلبة يعتقدون أن الماء يجب أن يغلي حتى يحدث التبخر.

وفيما يتعلق بالفقرات الأخرى التي كانت نسبة استجابات الطلبة الخاطئة عليها عالية (أكثر من 70.0% وأقل من 78.7%)، ومرتبة تنازلياً فهي (25، 14، 1، 17، 11)، وتقيس هذه الفقرات (12) فهماً بديلاً من أصل (36) يقيسه الاختبار الكلي، وهي تشكل ثلث المفاهيم الكلية، وهذا يعني أن أكثر من 70% من الطلبة يحملون 33% من المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة، وهي: ليس هناك حد لأدنى درجة حرارة، الحرارة تسري ببطء خلال الموصلات مما يجعلنا نشعر بسخونتها، فالأجسام التي تسخن بسرعة لا تبرد بسرعة، ودرجة حرارة الجسم تعتمد على حجمه، ودرجة الحرارة هي خاصية لمادة محددة أو جسم محدد، والمعادن لها قابلية لجذب وحمل وتركيز أو امتصاص الحرارة والبرودة، والأجسام المختلفة في درجة الحرارة عندما تتلامس مع بعضها أو مع الهواء فإنه ليس بالضرورة أن تصل إلى درجة حرارة متساوية، ودرجة حرارة الجليد (الثلج) 0 ْس ولا تتغير، والمواد التي درجة حرارتها أعلى دائماً تمتلك كمية حرارة أعلى، والجسم البارد لا يحتوي على حرارة، والمواد المختلفة تحوي نفس الكمية من الحرارة، ولا يمكن أن تكون درجة حرارة الماء 0 ْس.

يلاحظ أن هذه المفاهيم جميعها قد مر بها الطلبة في المدارس وفي صفوف مختلفة، وقد حملها الطلبة معهم للجامعة، وربما تستمر معهم وهم معلمون، الأمر الذي يستوجب مراجعة المناهج المدرسية وبرامج إعداد المعلمين وطرق التدريس، لمواجهة مثل هذه المفاهيم البديلة التي يحملها الطلبة. وتتفق نتيجة هذه الدراسة نوعاً ما، من حيث نسبة شيوع المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة على المقياس

ككل مع دراسة علوان (2002)، التي أشارت إلى أن نسبة شيوع المفاهيم البديلة لدى طلاب قسم الفيزياء بالمعهد العالي لإعداد المعلمين تراوحت بين (50% – 75%)، ومع دراسة تاناهونغ وجيتاري وسونكوان (Tanahoung, Chitaree, Soankwan, 2008)، التي أشارت إلى أن نسبة المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة كلية العلوم في تايلاند (65.7%).

وحيث إن فقرات الاختبار هي من نوع الاختيار من متعدد، وأن كل فقرة تقيس أكثر من شكل لفهم بديل، فقد وزعت فقرات الاختبار على مجالات المفاهيم البديلة التي تقيسها كما صنفها يو وزادنك (Yeo and Zadnik, 2001)، وفرغت نسبة الاستجابات الخاطئة لجميع الطلبة على كل فقرة (سؤال)، ثم استخرج متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة لكل فهم بديل في كل مجال، وعلى المجال ككل، كما هو مبين في الجداول (4، 5، 6، 7).

يلاحظ من الجدول (4) أن متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة لجميع طلبة عينة الدراسة على المجال ككل بلغ (55.8%)، وأن نسبة الاستجابات الخاطئة تراوحت بين (45.7% – 63.8%)، وتختلف هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Pathare and Pradhan, 2005) من حيث النسبة الكلية على المجال التي وصلت (70%) عند طلبة كلية العلوم في الهند. كما يلاحظ أن أكثر المفاهيم البديلة شيوعاً كان " الحرارة ودرجة الحرارة نفس الشيء" وبنسبة مئوية قدرها (63.8%)، وقد يعزى ذلك إلى شيوع مثل هذا الخلط بين المفهومين في أوساط المجتمع بشكل كبير، وخصوصاً في وسائل الإعلام الأمر الذي يجعل الطلبة يتمسكون بهذا الفهم، ويعتبرون هذين المفهومين مترادفين (Harrison, 1996)، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Gonen and Kocakaya, 2010).

وجاء في المرتبة الثانية المفهوم البديل " المواد التي درجة حرارتها أعلى دائماً تمتلك كمية حرارة أعلى"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (63.4%)، وقد تفسر هذه النتيجة في أن الطلبة لا يدركون العوامل التي تعتمد عليها كمية الحرارة التي تمتلكها المادة، كالكتلة والحرارة النوعية، إضافة إلى درجة الحرارة، وهذه النتيجة تختلف مع نتائج دراسة (Kruatong et al, 2006) التي أشارت إلى أن (90%) من طلبة المدارس الثانوية في تايلاند لا يفهمون أن الحرارة تعتمد على كتلة المادة.

أما المفهوم البديل الذي جاء في المرتبة الأخيرة، فهو " الحرارة هي مادة"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (45.7%)، أي ما يقارب نصف الطلبة، وقد يعزى ذلك إلى صعوبة هذا المفهوم الذي يعتبر من المفاهيم المجردة، والذي يرد له تعريفات مختلفة في الكتب المدرسية، وحتى المراجع الأجنبية، الأمر الذي يستوجب من القائمين على إعداد الكتب، والمدرسين في الجامعات، إيجاد طرق فعالة في معالجة هذا الفهم، وتختلف هذه النتيجة عن دراسة علوان (Alwan, 2011) التي أشارت إلى أن نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل لا يتجاوز (19%)، وأن أغلبية الطلبة تدرك بأن الحرارة طاقة تنتقل بين جسمين مختلفين في درجة حرارتهما وليس مادة.

الجدول (4): المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهوم الحرارة لدى جميع أفراد عينة الدراسة والنسب المئوية لاستجابات الطلبة لخاطئة على الفقرات المتعلقة بها (n=188)

المجال الأول	المفاهيم البديلة	أرقام فقرات الاختبار	نسبة الاستجابات الخاطئة (%) على كل فقرة	متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة (%)
الحرارة	الحرارة هي مادة	10، 22	38.3، 53.2	45.7
	الحرارة ليست طاقة	22	53.2	53.2
	الحرارة والبرودة مختلفين وليس نهايتي متصلة متعاكستين	10، 13، 18 23، 24	38.3، 47.9، 66.5 28.7، 68.6	50.0
	الحرارة ودرجة الحرارة نفس الشيء	15، 18	61.2، 66.5	63.8
	المواد التي درجة حرارتها أعلى دائماً تمتلك كمية حرارة أعلى	7، 11، 15	59.0، 70.2، 61.2	63.4
	الحرارة غير قابلة للقياس وهي مفهوم كمي	7	59.0	59.0
الكلي				**55.8**

الجدول (5): المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهوم درجة الحرارة لدى جميع أفراد عينة الدراسة والنسب المئوية لاستجابات الطلبة الخاطئة على الفقرات المتعلقة بها (n=188)

المجال الثاني	المفاهيم البديلة	أرقام فقرات الاختبار	نسبة الاستجابات الخاطئة (%) على كل فقرة	متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة (%)
درجة الحرارة	درجة الحرارة هي شدة الحرارة	15	61.2	61.2
	استخدام الجلد في لمس الأشياء يمكن أن يحدد درجة الحرارة	16	55.3	55.3
	إدراك السخونة أو البرودة لا يتعلقان بانتقال الطاقة	10، 18 21، 22	38.3، 66.5 69.1، 53.2	56.7
	عندما تبقى درجة الحرارة ثابتة عند الغليان يعني أن هناك شيء خاطئ	5	41.0	41.0
	درجة الغليان هي أعلى درجة حرارة تصلها المادة	19	78.7	78.7
	الجسم البارد لا يحتوي على حرارة	7، 10، 11 22، 26	59.0، 38.3، 70.2 53.2، 66.5	57.4
	درجة حرارة الجسم تعتمد على حجمه	1، 9، 14	72.3، 58.5، 75.0	68.6
	ليس هناك حد لأدنى درجة حرارة	25	76.6	76.6
الكلي				**61.9**

يلاحظ من الجدول (5) أن متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة لجميع طلبة عينة الدراسة على المجال ككل بلغ (61.9%)، وتراوحت نسبة الاستجابات الخاطئة بين (41.0% – 78.7%)، وهذه النتيجة تتفق مع نتائج دراسة (Pathare and Pradhan, 2005) من حيث النسبة الكلية على المجال التي وصلت (60%) عند طلبة كلية العلوم في الهند، كما تتفق مع نتائج دراسة (Tanahoung et al, 2010) التي أشارت إلى أن نسبة الطلبة الذين يحملون مفاهيم بديلة في هذا المجال كانت مرتفعة. ويلاحظ أيضاً أن أكثر المفاهيم البديلة شيوعاً كان "درجة الغليان هي أعلى درجة حرارة تصلها المادة"، وبنسبة مئوية قدرها (78.7%)، وهم في ذلك مهملون أو غير مدركين للحالة الغازية للمادة التي فسرت سابقاً.

وجاء في المرتبة الثانية المفهوم البديل " ليس هناك حد لأدنى درجة حرارة"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (76.6%)، معتقدين أنه يمكن أن نصل إلى أي درجة حرارة سالبة، وهذا يعني أن الطلبة غير مدركين أن أقل درجة حرارة يمكن الوصول إليها هي الصفر المطلق (−273.15 ْس)، التي عندها تتوقف حركة الجزيئات، ويصبح الغاز عندها ليس له حجم، وقد يعزى هذا الفهم إلى عدم مرور الطلبة في خبرات عملية من هذا النوع. وهذه النتيجة تتفق نوعاً ما مع نتائج دراسة (Kruatong et al, 2006) التي أشارت إلى أن (84%) من طلبة المدارس الثانوية العليا في تايلاند يفتقرون إلى فهم درجة الحرارة المطلقة.

أما المفهوم البديل الذي جاء في المرتبة الأخيرة، فهو "عندما تبقى درجة الحرارة ثابتة عند الغليان يعني أن هناك شيء خاطئ"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (41.0%)، وهؤلاء الطلبة لا

يدركون أن درجة الحرارة عند الغليان تثبت، وأن الحرارة المكتسبة تستهلك في تكسير الروابط بين الجزيئات، ولا تزيد من الطاقة الحركية لها، وبالتالي تبقى درجة الحرارة ثابتة، وقد يعزى ذلك إلى نقص في الخبرات العملية للطلبة، أو عدم ملاءمة طرق التدريس المستخدمة، رغم أن مثل هذا المفهوم تعلموه في المرحلة الأساسية في المدارس.

يلاحظ من الجدول (6) أن متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة لجميع طلبة عينة الدراسة على المجال ككل بلغ (48.5%)، وأن نسبة الاستجابات الخاطئة تراوحت بين (35.1% - 76.6%)، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Alwan, 2011) التي أشارت إلى أن أكثر من (46%) من الطلبة لديهم مفاهيم بديلة في هذا المجال، وتختلف مع نتائج دراسة (Pathare and Pradhan, 2005) من حيث النسبة الكلية على المجال التي وصلت (80%) عند طلبة كلية العلوم في الهند، كما تختلف مع نتائج دراسة (Tanahoung et al, 2010) التي أشارت إلى أن نسبة المفاهيم البديلة التي يحملها الطلبة في هذا المجال مرتفعة. ويلاحظ أيضاً أن أكثر المفاهيم البديلة شيوعاً كان " الحرارة تسري ببطء خلال الموصلات مما يجعلنا نشعر بسخونتها"، وبنسبة مئوية قدرها (76.6%)، وهذا

يعني أن أغلبية الطلبة يفسرون الشعور بسخونة الموصلات في أن الحرارة تسري بها ببطء، ولم يدركوا أن الموصلات تنتقل بها الحرارة بسرعة، وتفقدها بسرعة لليد عند ملامستها، وبالتالي يشعر الإنسان بالسخونة، وتفصيل ذلك أن الطاقة تنتقل خلال الموصل بواسطة الحركة التذبذبية لذرات المادة أو جزيئاتها إضافة إلى حركة الإلكترونات الحرة إن وجدت، حيث تصطدم مع ذرات أو جزيئات أخرى أقل طاقة، فينتقل جزء من طاقتها إلى هذه الجزيئات، وهكذا تستمر هذه العملية وتصل الطاقة إلى الدقائق القريبة لليد.

وجاء في المرتبة الثانية المفهوم البديل " النظرية الحركية الجزيئية لا تفسر انتقال الحرارة بشكل صحيح"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (56.9%)، وهذا يعني أن الطلبة لا يفهمون هذه النظرية بشكل صحيح، ولم يدركوا أن الجسم الأعلى درجة حرارة تكون فيه معدل طاقة حركة الجزيئات أعلى، وعندما يلامس هذا الجسم جسماً آخر درجة حرارته أقل، ينتقل جزء من الطاقة من الجسم الأول إلى الجسم الثاني حتى يتساوى معدل الطاقة الحركية للجزيئات في الجسمين المتلامسين.

أما المفهوم البديل الذي جاء في المرتبة الأخيرة، فهو "الحرارة تنتقل إلى أعلى فقط"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (35.1%)، وهذا يعني أن أغلبية الطلبة (65%) يدركون أن الحرارة تنتقل إلى جميع الجهات بواسطة الإشعاع، ويدركون أن ما يحدث في الموائع أثناء التسخين، هو أن جزيئات الماء البارد والأكثر كثافة، هي التي تدفع جزيئات الماء الساخن إلى أعلى، وليس الحرارة هي التي ترتفع.

يلاحظ من الجدول (7) أن متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة لجميع طلبة عينة الدراسة على المجال ككل بلغ (61.3%)، وأن نسبة الاستجابات الخاطئة تراوحت بين (50.2% – 76.6%)، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Alwan, 2011) التي أشارت إلى أن نسبة طلاب تخصص الفيزياء الذين يحملون مفاهيم بديلة في هذا المجال تتراوح بين (40% – 80%). ويلاحظ أيضاً أن أكثر المفاهيم البديلة شيوعاً كان "الأجسام التي تسخن بسرعة لا تبرد بسرعة"، وبنسبة مئوية قدرها (76.6%)، وهذا يعني أن أغلبية الطلبة لا يدركون أن سرعة انتقال الحرارة تعتمد على الإيصالية الحرارية للمادة، حيث إن المواد جيدة التوصيل للحرارة تنتقل بها الحرارة بسرعة، وعند ملامستها لأي جسم درجة حرارته أقل، تنتقل الحرارة إليه بسرعة، وكلما كان الفرق في درجة الحرارة بين الجسمين المتلامسين أكبر، كانت سرعة الانتقال أعلى، وقد يعزى هذا الفهم إلى قلة الخبرات العملية التي يمر بها الطلبة.

الجدول (6): المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهوم انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة لدى جميع أفراد عينة الدراسة والنسب المئوية لاستجابات الطلبة الخاطئة على الفقرات المتعلقة بها (n=188)

المجال الثالث	المفاهيم البديلة	أرقام الأسئلة	نسبة الاستجاباتالخاطئة (%) على كل فقرة	متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة (%)
انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة	التسخين دائماً يؤدي إلى رفع درجة الحرارة	3، 4، 5	39.9، 30.9، 41.0	37.3
	الحرارة تنتقل إلى أعلى فقط	20	35.1	35.1
	الحرارة ترتفع	20	35.1	35.1
	الحرارة والبرودة تنتقل كالسوائل	10، 13	38.3، 47.9	43.1
	درجة الحرارة يمكن أن تنتقل	7، 13	47.9، 59.0	53.5
	الأجسام المختلفة في درجة الحرارة عندما تتلامس مع بعضها أو مع الهواء فإنه ليس بالضرورة أن تصل إلى درجة حرارة متساوية	1، 2، 3، 6، 9، 10 17، 24	72.3، 37.2، 39.9 54.8، 58.5، 38.3 71.8، 68.6	55.2
	الأجسام الساخنة تنخفض درجة حرارتها بشكل طبيعي والأجسام الباردة ترتفع.	3، 13	39.9، 47.9	43.9
	الحرارة تسري ببطء خلال الموصلات مما يجعلنا نشعر بسخونتها	25	76.6	76.6
	النظرية الحركية الجزيئية لا تفسر انتقال الحرارة بشكل صحيح	18، 20، 21	66.5، 35.1، 69.1	56.9
الكلي				**48.5**

الجدول (7): المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهوم الخصائص الحرارية للمواد لدى جميع أفراد عينة الدراسة والنسب المئوية لاستجابات الطلبة الخاطئة على الفقرات المتعلقة بها (n=188).

المجال الرابع	المفاهيم البديلة	أرقام فقرات الاختبار	نسبة الاستجابات الخاطئة (%) على كل فقرة	متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة (%)
الخصائص الحرارية للمواد	درجة الحرارة هي خاصية لمادة محددة أو جسم محدد	9، 14، 16، 24	75.0 ،58.5 68.6 ،55.3	64.4
	المعادن لها قابلية لجذب وحمل وتركيز أو امتصاص الحرارة والبرودة	9، 14، 16، 20	75.0 ،58.5 35.1 ،55.3	56.0
	الأجسام التي تسخن بسرعة لا تبرد بسرعة	25	76.6	76.6
	المواد المختلفة تحوي نفس الكمية من الحرارة	11	70.2	70.2
	درجة غليان الماء هي 100ْس فقط	4، 8، 19	30.9، 63.8، 78.7	57.8
	درجة حرارة الجليد (الثلج) 0ْس ولا تتغير	1	72.3	72.3
	لا يمكن أن تكون درجة حرارة الماء 0ْس	2، 11	37.2، 70.2	53.7
	درجة حرارة البخار دائماً أكثر من 100ْس	6، 19	54.8، 78.7	66.8
	المواد مثل الصوف لها القدرة على تسخين الأشياء	17، 23	71.8، 28.7	50.2
	بعض المواد يصعب تسخينها أي تقاوم التسخين كثيراً	26	66.5	66.5
	وجود فقاعات في السائل يعني أنه يغلي	12	50.5	50.5
	الفقاعات في الماء الذي يغلي تحتوي على هواء أو اكسجين أو لا تحتوي شيء	12	50.5	50.5
الكلي				**61.3**

وجاء في المرتبة الثانية المفهوم البديل " درجة حرارة الجليد (الثلج) 0ْس ولا تتغير"، حيث بلغت نسبة الطلبة الذين يحملون هذا الفهم البديل (72.3%)، وهذا يعني كذلك أن أغلبية الطلبة غير مدركين في أن درجة حرارة الجليد يمكن أن تكون أقل من ذلك، كما هو في فريزر الثلاجة، وقد يعزى ذلك إلى ربط الطلبة هذا الفهم مع درجة انصهار الجليد، حيث تثبت درجة الحرارة عند (0ْس) أثناء الانصهار، إضافة إلى الخبرة الحياتية للطالب، حيث لم يمر بخبرات تكون فيها الحرارة تحت الصفر كما في بعض الدول الباردة.

أما المفاهيم البديلة التي جاءت في المراتب الأخيرة وبنسبة شيوع حوالي (50%)، فهي: " وجود فقاعات في السائل يعني أنه يغلي"، و"الفقاعات في الماء الذي يغلي تحتوي على هواء أو أكسجين أو لا تحتوي شيء"، وهذا يعني أن نصف الطلبة غير مدركين في أن وجود الفقاعات لا يعني الغليان، حيث إنه بداية التسخين وعلى درجات حرارة أقل من الغليان، تخرج الغازات المذابة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون على شكل فقاعات (الغاز مغلف بطبقة رقيقة من الماء)، في حين أنه عند الغليان لم يتبق غازات مذابة، وأن ما يتكون من فقاعات هو بخار ماء مغلف بطبقة رقيقة من الماء السائل، وترتفع إلى أعلى بسبب قلة كثافتها مقارنة مع الماء السائل، وقد يعزى هذا الفهم إلى عدم إدراك الطلبة أن الماء يحتوي على غازات مذابة، وهذه تقل ذائبيتها بارتفاع درجة الحرارة، وتخرج من الماء عند بداية التسخين.

من خلال العرض السابق لكل مجال من مجالات المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة، يلاحظ أن متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة لجميع طلبة عينة الدراسة في مجال درجة الحرارة بلغ (61.9%) وجاء في المرتبة الأولى، ثم تلاه مجال الخصائص الحرارية للمواد (61.3%) في المرتبة الثانية، ثم مجال الحرارة (55.8%) في المرتبة الثالثة، ثم مجال انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة (48.5%) في المرتبة الأخيرة، أي تراوحت نسبة الاستجابات الخاطئة على مجالات المقياس الكلي بين (48.5%) و(61.9%)، وبمدى قليل نوعاً ما، وربما يعود سبب ذلك إلى أن جميع هذه المجالات مرتبطة مع بعضها ارتباطاً قوياً، وأن وجود مفاهيم بديلة في أي مجال منها تؤثر في غيرها من المجالات، كما يلاحظ من خلال العرض السابق أن معظم الدراسات التي تم استعراضها (Pathare and Pradhan, 2005; Alwan, 2011; Tanahoung, Chitaree, Soankwan, 2010) تتفق نتائجها مع نتائج هذه الدراسة من

حيث ارتفاع متوسط نسبة الاستجابات الخاطئة على كل مجال، وهذا يعني أن المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة الجامعات أو المدارس الثانوية تعد ظاهرة عالمية تستوجب التصدي لها، وهذا يتطلب وعياً وجهداً كبيرين من القائمين على التدريس وإعداد المناهج بدءًا من المدرسة ووصولاً إلى الجامعة في إيجاد الاستراتيجيات الفعالة للتغلب على هذه المفاهيم البديلة، والبحث عن أسباب وجودها لدى الطلبة.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية (α=0.05) في المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة التي يحملها طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك تعزى لمتغيرات كل من: النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة، ودراسة مساقات الديناميكا الحرارية؟

قسمت الإجابة عن هذا السؤال إلى قسمين:

1- **على المقياس ككل:** حسبت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمفاهيم البديلة لدى أفراد عينة الدراسة على المقياس الكلي، حسب متغيرات النوع الاجتماعي والمستوى الأكاديمي والتقدير في الجامعة ومساقات الديناميكا الحرارية كما هو مبين في الجدول (8)، حيث أعطيت العلامة (صفر) على الإجابة الصحيحة، والعلامة (1) على الإجابة الخاطئة.

يلاحظ من الجدول (8) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للمفاهيم البديلة لدى أفراد العينة على المقياس الكلي، وفقاً لمتغيرات كل من: النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة، ومساقات الديناميكا الحرارية. وللكشف عن دلالة هذه الفروق بين المتوسطات، أجري اختبار تحليل التباين الرباعي على الأثر الرئيسي كما هو مبين في الجدول (9).

يلاحظ من الجدول (9) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى لمتغيرات كل من النوع الاجتماعي والمستوى الأكاديمي. وقد يفسر عدم الاختلاف في المفاهيم البديلة بين الذكور والإناث إلى أن كلاً من الذكور والإناث يمرون بالخبرات التدريسية نفسها، فهم يدرسون المواد نفسها في المدرسة أو الجامعة، ويعيشون في مجتمع واحد يشيع في أوساطه المفاهيم البديلة. وتتفق هذه النتيجة مع علوان (Alwan, 2011) التي أشارت إلى أنه لا يوجد أثر للجنسين في تكوين المفاهيم البديلة.

الجدول (8): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمفاهيم البديلة لدى أفراد عينة الدراسة على المقياس الكلي وفقاً لمتغيرات الدراسة

المتغير المستقل	مستويات المتغير	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
النوع الاجتماعي	ذكر	14.660	3.48
	أنثى	14.726	3.68
المستوى الأكاديمي	الثانية	16.433	3.01
	الثالثة	15.127	3.50
	الرابعة	12.368	3.11
التقدير الجامعي	مقبول	15.372	3.74
	جيد فأكثر	14.236	3.46
مساقات الديناميكا الحرارية	لا	16.895	3.02
	نعم	12.473	2.69

الجدول (9): نتائج اختبار تحليل التباين الرباعي على المقياس الكلي للمفاهيم البديلة وفقاً لمتغيرات الدراسة

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف المحسوبة	الدلالة الإحصائية
النوع الاجتماعي	29.597	1	29.597	3.891	0.0501
المستوى الأكاديمي	43.511	2	21.756	2.860	0.060
التقدير الجامعي	103.965	1	103.965	**13.666**	0.000
مساقات الديناميكا الحرارية	402.311	1	402.311	**52.884**	0.000
الخطأ	1384.544	182	7.607		
الكلي	2440.910	187			

أما فيما يتعلق بالمستوى الأكاديمي، فقد تعزى هذه النتيجة إلى أن ما يدرسه طلبة تخصص الفيزياء في الجامعة في موضوع الديناميكا الحرارية، هو مساق واحد في قسم الفيزياء يدرسه في الغالب في السنة الرابعة، وأحياناً في السنة الثالثة، وهذا يعني أن طلبة السنة الثانية لا يختلفون عن طلبة السنة الثالثة في موضوعات الديناميكا الحرارية التي درسوها، وطلبة السنة الثالثة (الذين أنهوا السنة الثانية مجدداً) لا يختلفون عن طلبة السنة الرابعة (أنهوا الثالثة مجدداً) ممن لم يدرسوا مساق الديناميكا الحرارية، وهذا أدى إلى عدم وجود فروق دالة إحصائياً بين طلبة السنوات الثانية والثالثة والرابعة، وتختلف هذه النتيجة عن دراسة (Gonen and Kocakaya, 2010) التي أشارت إلى أن المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة تقل بزيادة الصف الدراسي.

ويلاحظ من الجدول (9) كذلك وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى لمتغيرات كل من التقدير الجامعي، ومساقات الديناميكا الحرارية، لصالح التقدير الجامعي مقبول، ولصالح الطلبة الذين لم يدرسوا مساقات ديناميكا حرارية. وقد تعزى هذه النتيجة فيما يتعلق بالتقدير الجامعي إلى أن الطلبة ذوي التقدير الجيد فأعلى لديهم بنية معرفية سابقة منظمة حول مفاهيم الحرارة ودرجة الحرارة أفضل من الطلبة ذوي التقدير المقبول، خصوصاً أن هذه المفاهيم تعلموها في المدرسة، ولم يتعلموها في الجامعة سوى في مساقٍ واحد هو الديناميكا الحرارية، الذي يدرسه الطلبة على الأغلب في السنة الرابعة، الأمر الذي أدى إلى أن الطلبة ذوي التقدير الجيد فأكثر يحملون مفاهيم بديلة أقل من الطلبة ذوي التقدير المقبول. أما فيما يتعلق بمتغير مساقات الديناميكا الحرارية، فقد تفسر النتيجة في أن هذا المساق يثري ويعزز معلومات الطلبة ويقلل المفاهيم البديلة لديهم.

2- على المجالات الفرعية للمقياس: للكشف عن أثر المتغيرات المستقلة على المفاهيم البديلة لدى الطلبة على كل مجال من مجالات الفهم البديل، حسبت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمفاهيم البديلة على كل مجال فرعي وفقاً لمتغيرات النوع الاجتماعي والمستوى الأكاديمي والتقدير في الجامعة ومساقات الديناميكا الحرارية كما في الجدول (10).

الجدول (10): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمفاهيم البديلة لدى أفراد عينة الدراسة على المجالات الفرعية وفقاً لمتغيرات الدراسة

المتغير المستقل	مستويات المتغير	الإحصائي	مجال الفهم البديل			
			الحرارة	درجة الحرارة	انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة	الخصائص الحرارية للمواد
النوع الاجتماعي	ذكر	المتوسط الحسابي	4.830	9.547	9.000	10.189
		الانحراف المعياري	1.661	2.224	2.696	2.313
	أنثى	المتوسط الحسابي	4.978	9.022	9.037	10.193
		الانحراف المعياري	1.646	2.364	2.736	2.538
المستوى الأكاديمي	سنة ثانية	المتوسط الحسابي	5.517	10.200	10.367	11.117
		الانحراف المعياري	1.568	1.955	2.336	1.975
	سنة ثالثة	المتوسط الحسابي	5.197	9.408	9.183	10.493
		الانحراف المعياري	1.460	2.135	2.685	2.590
	سنة رابعة	المتوسط الحسابي	4.000	7.789	7.421	8.842
		الانحراف المعياري	1.570	2.297	2.306	2.234
التقدير الجامعي	مقبول	المتوسط الحسابي	5.064	9.756	9.192	10.808
		الانحراف المعياري	1.723	2.102	2.901	2.363
	جيد فأكثر	المتوسط الحسابي	4.845	8.755	8.909	9.755
		الانحراف المعياري	1.592	2.405	2.586	2.461
مساقات ديناميكا حرارية	لم يدرس	المتوسط الحسابي	5.611	10.379	10.568	11.484
		الانحراف المعياري	1.424	1.914	2.508	2.178
	درس	المتوسط الحسابي	4.247	7.935	7.452	8.871
		الانحراف المعياري	1.579	2.063	1.903	2.017

يلاحظ من الجدول (10) وجود فروق ظاهرية بين متوسطات المفاهيم البديلة لدى أفراد العينة، على مجالات المقياس وفقاً لمتغيرات الدراسة. ولتحديد أي نوع من تحليل التباين يتوجب استخدامه، فقد تم حساب العلاقات الارتباطية بين المجالات الفرعية للمقياس، واستخدم اختبار بارتلت (Bartlett) للكشف عن دلالة العلاقات الارتباطية بين المجالات الفرعية للمقياس كما في الجدول (11).

يلاحظ من الجدول (11) أن قيمة كاي تربيع كا2 بدرجات حرية (9) هي 326.24، وهي دالة إحصائياً، الأمر الذي استوجب إجراء تحليل التباين المتعدد على المجالات الفرعية للمقياس وفقاً للمتغيرات المستقلة للدراسة، حيث استخدم اختبار Hotelling's Trace لمعرفة أثر النوع الاجتماعي، واختبار Wilks'Lambda لمعرفة أثر كل من المستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة، ومساقات الديناميكا الحرارية، وذلك كما في الجدول (12).

يلاحظ من الجدول (12) وجود أثر دال إحصائياً لمتغيرات كل من التقدير في الجامعة، ومساقات الديناميكا الحرارية، وعدم وجود أثر دال إحصائياً لمتغيرات كل من النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي على المجالات الفرعية للمقياس (المتغيرات التابعة). ولتحديد أي مجال من مجالات المقياس كان للتقدير في الجامعة، ولمساقات الديناميكا الحرارية أثر فيه، أجري تحليل التباين الرباعي لمتغيرات كل من النوع الاجتماعي، والمستوى الأكاديمي، والتقدير في الجامعة، ومساقات الديناميكا الحرارية على كل مجال من مجالات الفهم البديل، كما هو مبين في الجدول (13).

يلاحظ من الجدول (13)، أنه لا توجد فروق دالة إحصائياً تعزى لمتغير التقدير الجامعي على المفاهيم البديلة المتعلقة بمجال انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة، أي أن الطلبة ذوي التقدير المقبول لا يختلفون عن الطلبة ذوي التقدير الجيد فأكثر في المفاهيم البديلة التي يحملونها في مجال "انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة"، وهذا ربما يشير إلى سهولة المفاهيم الواردة في هذا المجال، خصوصاً أن نسبة الاستجابات الخاطئة عليه جاءت بالمرتبة الأخيرة من بين المجالات الأخرى، الأمر الذي أدى إلى عدم وجود فرق دال ما بين الطلبة ذوي التقدير الجيد فأكثر والطلبة ذوي التقدير المقبول.

ويلاحظ من الجدول (13)، أنه توجد فروق دالة إحصائياً تعزى لمتغير التقدير الجامعي على ثلاثة مجالات، هي: الحرارة، ودرجة الحرارة، والخصائص الحرارية للمواد، لصالح التقدير المقبول، أي أن الطلبة ذوي التقدير المقبول يحملون مفاهيم بديلة أكثر من الطلبة ذوي التقدير الجيد فأكثر، وقد يعزى ذلك إلى أن الطلبة ذوي التقدير المقبول هم من المستوى الأكاديمي المتدني، وربما يكون كذلك في الصفوف المدرسية السابقة، وبالتالي فإن هؤلاء الطلبة ليس لديهم بنية معرفية منظمة لهذه المفاهيم، سواء في المدرسة أم في الجامعة، الأمر الذي جعلهم يمتلكون مفاهيم بديلة أكثر من الطلبة ذوي التقدير الجيد فأكثر.

الجدول (11): العلاقات الارتباطية بين المجالات الفرعية للمقياس، ونتائج اختبار بارتلت

المجالات الفرعية للمقياس	الحرارة	درجة الحرارة	انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة
درجة الحرارة	0.58		
انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة	0.54	0.62	
الخصائص الحرارية للمواد	0.41	0.65	0.60
اختبار Bartlett للكروية			
نسبة الأرجحية العظمى	**كا^2 التقريبية**	**درجة الحرية**	**الدلالة الإحصائية**
0.000	326.244	9	0.000

الجدول (12): نتائج تحليل التباين المتعدد لمجالات المقياس الفرعية وفقاً لمتغيرات الدراسة

الأثر	الاختبار المتعدد	قيمة الاختبار المتعدد	قيمة ف الكلية المحسوبة	درجة حرية البسط	درجة حرية المقام	الدلالة الإحصائية
النوع الاجتماعي	Hotelling's Trace	0.049	2.177	4	179	0.073
المستوى الأكاديمي	Wilks' Lambda	0.930	1.657	8	358	0.108
التقدير الجامعي	Wilks' Lambda	0.142	6.364	4	179	0.000
مساقات ديناميكا حرارية	Wilks' Lambda	0.783	12.387	4	179	0.000

الجدول (13): نتائج تحليل التباين الرباعي على كل مجال من مجالات مقياس المفاهيم البديلة لدى أفراد عينة الدراسة وفقاً لمتغيرات الدراسة

المتغير التابع	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف المحسوبة	الدلالة الإحصائية
الحرارة	النوع الاجتماعي	6.598	1	6.598	3.048	0.083
	المستوى الأكاديمي	18.837	2	9.419	4.352	0.014
	التقدير الجامعي	8.512	1	8.512	**3.933**	0.049
	مساقات ديناميكا حرارية	23.147	1	23.147	**10.695**	0.001
	الخطأ	393.917	182	2.164		
	الكلي	507.234	187			
درجة الحرارة	النوع الاجتماعي	0.018	1	0.018	0.005	0.944
	المستوى الأكاديمي	22.234	2	11.117	3.064	0.049
	التقدير الجامعي	59.765	1	59.765	**16.471**	0.000
	مساقات ديناميكا حرارية	105.891	1	105.891	**29.184**	0.000
	الخطأ	660.378	182	3.628		
	الكلي	1016.553	187			
انتقال الحرارة والتغير في درجة الحرارة	النوع الاجتماعي	10.080	1	10.080	2.060	0.153
	المستوى الأكاديمي	21.256	2	10.628	2.172	0.117
	التقدير الجامعي	10.943	1	10.943	2.236	0.137
	مساقات ديناميكا حرارية	206.849	1	206.849	**42.266**	0.000
	الخطأ	890.696	182	4.894		
	الكلي	1380.867	187			
الخصائص الحرارية للمواد	النوع الاجتماعي	11.375	1	11.375	2.804	0.096
	المستوى الأكاديمي	14.405	2	7.202	1.775	0.172
	التقدير الجامعي	75.125	1	75.125	**18.518**	0.000
	مساقات ديناميكا حرارية	146.039	1	146.039	**35.998**	0.000
	الخطأ	738.344	182	4.057		
	الكلي	1141.106	187			

ويلاحظ من الجدول (13) فيما يتعلق بمتغير مساقات الديناميكا الحرارية، أن له أثراً دالاً إحصائياً على كل مجال من مجالات المفاهيم البديلة الأربعة، ولصالح الذين لم يدرسوا مساقات ديناميكا حرارية، أي أن الطلبة الذين لم يدرسوا مساقات ديناميكا حرارية لديهم مفاهيم بديلة في هذه المجالات أكثر من الذين درسوا مساقات ديناميكا حرارية، وهذا يعني أن مساقات الديناميكا الحرارية هي عامل مهم وحاسم في إكساب الطلبة الفهم الصحيح لهذه المفاهيم، وتعزيز البنية المعرفية السابقة لديهم، الأمر الذي أدى إلى تدني نسبة المفاهيم البديلة لديهم مقارنة مع الطلبة الذين لم يدرسوا الديناميكا الحرارية.

التوصيات

في ضوء نتائج الدراسة التي تم التوصل إليها، فإن الدراسة توصي بالآتي:

– إضافة مساق نظري وآخر عملي لخطة البكالوريوس لطلبة السنة الأولى في كلية العلوم، يدرسه طالب تخصص الفيزياء قبل دراسة المساق المتقدم الموجود حالياً في الخطة، بحيث يتضمن هذا المساق المفاهيم الأساسية في الديناميكا الحرارية.

– استخدام استراتيجيات تدريسية فاعلة من قبل مدرسي الجامعات في الفيزياء لمعالجة المفاهيم البديلة.

– إجراء دراسات باستخدام منهجيات أخرى كالبحث النوعي أو المزج بين البحث النوعي والكمي للكشف عن المفاهيم البديلة المتعلقة بالحرارة ودرجة الحرارة، وأسباب شيوعها لدى طلبة تخصص الفيزياء في الجامعات

– استخدام طريقة المقابلة للكشف عن المفاهيم البديلة ونسب شيوعها بين الطلبة، وذلك بطرح المفهوم البديل للطالب مباشرة، بدل الكشف عنه بطريقة غير مباشرة من خلال الاختبار، ويطلب من الطالب التعليق على صحته أم عدم صحته، وذلك تجنباً للعشوائية والتخمين في الإجابات.

المراجع

جنش، عماد، 2003، التصورات الخاطئة حول بعض المفاهيم الفيزيائية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية وطلابهم. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة عين شمس، مصر.

الخالدي، موسى، 2001، المفاهيم البديلة التي يحملها الطلبة – أسباب نشوئها وتصحيحيها، رؤى تربوية، العدد (4)، مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، رام الله.

الرافعي، محب محمود، 1998، إستراتيجية مقترحة لتعديل بعض التصورات البيئية الخاطئة لدى طالبات قسمي علم النبات والحيوان بكلية التربية الأقسام العلمية بالرياض، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مجلة التربية العلمية، 1 (3)، 81–115.

زيتون, كمال عبد الحميد، 1998، فعالية استراتيجية التحليل البنائي في تصويب التصورات البديلة عن القوة والحركة لدى دارسي الفيزياء ذوي أساليب التعليم المختلفة, مجلة التربية العلمية, الجمعية المصرية للتربية العلمية, 1 (4)، 83–104.

زيتون، كمال عبد الحميد، 2002، تدريس العلوم للفهم رؤية بنائية ط (1). دار الكتب، القاهرة.

السيد، يسري مصطفى، 2002، توظيف اسطوانات الليزر المدمجة في إطار التعلم الموديولي وأثره في تعديل التصورات البديلة للمفاهيم العلمية والرضا عن الدراسة بمراكز الانتساب الموجه، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مجلة التربية العلمية، 5 (4)، 127–191.

شهاب، منى والجندي، أمينة، 1999، تصحيح التصورات البديلة لبعض المفاهيم العلمية باستخدام نموذجي التعلم البنائي والشكل Vلطلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء واتجاههم نحوها، الجمعية المصرية للتربية العلمية، المؤتمر العلمي الثالث، بالما–أبو سلطان، 25–28 يوليو.

صبري، ماهر وتاج الدين، إبراهيم، 2000، فعالية إستراتيجية مقترحة قائمة على بعض نماذج التعلم البنائي وخرائط أساليب التعلم في تعديل الأفكار البديلة حول مفاهيم ميكانيكا الكم وأثرها على أساليب التعلم لدى معلمات العلوم قبل الخدمة بالمملكة العربية السعودية، رسالة الخليج العربي، العدد77، السنة 21، 1421هـ.

علوان، المهدي علي، 2002، المفاهيم الخاطئة في الفيزياء الحرارية والعوامل المؤثرة في وجودها. جامعة طرابلس، ليبيا.

الناقة، صلاح أحمد، 2011، فاعلية خرائط المعلومات في تعديل التصورات البديلة لمفاهيم الضوء لدى طلاب الصف الثامن الأساسي. مجلة الجامعة الإسلامية (سلسلة الدراسات الإنسانية)، 19 (2)، 91–115.

Alwan, A. A. 2011. Misconceptions of heat and temperature among physics Students. Procedia Social and Behavioral Sciences, 12 (1): 600-614.

Carlton, K. 2000. Teaching about heat and temperature. Physics Education, 35 (2): 101-105.

Chambers, S.K. and Andre, T. 1997. Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. Journal of Research in Science Teaching, 34 (2): 107-123.

Cochran, M. 2005. Student understanding of the second law of thermodynamics and the underlying concepts of Heat, Temperature, and Thermal Equilibrium. PhD thesis. University of Washington.

Elwan, A. 2007. Misconception in physics. Journal of Arabization, The Arab centre for Arabization, Translation, Authorship and Publication, Damascus, 33: 77-103.

Eryılmaz, A. 2010. Development and application of three-Tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. Eurasian Journal of Educational Research, 40: 17-31.

Gonen, S., Kocakaya, S. 2010. A cross – Age study on the understanding of heat and temperature. Eurasian J. Phys. Chem. Educ., 2 (1): 1-15.

Harrison, A. 1996. Student difficulties in differentiating heat and temperature. Paper presented in 21st annual conference of the Western Australian science Education Association, Perth, November, 1996.

Harrison, A. G., Grayson, D. J., and Treagust, D. F. 1999. Investigation a grade 11 students' evolving conceptions of heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching, 36 (1): 55-87.

Jasien, P. G., and Oberem, G. E. 2002. Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers. Journal of Chemical Education, 79 (7): 889-895.

Kolari, S. and Savander–Ranne, C. 2000. Will the application of constructivism bring a solution to Today's problems of engineering education? Global Journal of Engineering Education, 4 (3): 275-280.

Kirikkaya, B., and Gullu, D. 2008. Fifth grade students, Misconceptions about heat–Temperature and evaporation–Boiling. Elementary Education Online, 7 (1): 15-27.

Kruatong, T., Sung–Ong, S., Singh, p., Jones, A. 2006. Thai high school students' understanding of heat and thermodynamics. Kasetsart J. (Soc.,Sci), 27: 321-330.

Lee, C. D. 2007. The role of culture in academic literacies: Conducting our blooming in the midst of the Whirlwind.

Stein, M. Larrabee, T., and Barman, C. 2008. A study of common beliefs and misconceptions in physical science. Journal of Elementary Science Education,1-11.

Tanahoung, C., Chitaree, R., Soankwan, C. 2010. Probing thai freshmen science students' conceptions of heat and temperature using open – ended questions; A case study. Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 2 (2): 82-94.

Tanahoung, C., Chitaree, R., Soankwan, C. 2008. Surveying introductory physics students' understanding of heat and temperature. Thai Journal of Physics, 3: 165-167.

Treagust, D. F. 1988. The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science. International Journal of Science Education, 10: 159-169.

Wiser, M., and Amin, T. 2001. "Is heat hot?" Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. Learning and Instruction, 11: 331-355.

Yeo, S. and Zadnik, M. 2001. Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding. The Physics Teacher, 39: 496-504.

Teachers college press.

Lewis, E. and Linn, M. 2003. Heat energy and temperature concepts of adolescents, Adults, and experts: Implications for curricular improvements. Journal of Research in Science Teaching, 40: 155-175.

Lightman, A. and Sadler, P. 1993. Teacher predictions versus actual students gains. The Physics Teachers, 31: 162-167.

Little, M. 2006. Physical Science. Evanston: Houghton Mifflin.

Luera, G. R., Otto, C. A. and Zitzewitz, P. W. 2005. A conceptual change approach to teaching energy and thermodynamics to pre-service elementary teachers. J. Phys. Tchr. Educ. Online, 2 (4): 3-8.

Novak, J. D. 2002. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. Science Education, 86: 548-571.

Pathare, S. R., Pradhan, H. C. 2005. Students' alternative conceptions in pressure, Heat and temperature. Physics Education, 21 (3): 213- 218.

Sadanand, N. and Kess, J. 1990. Concepts in force and motion. The Physics Teacher, 28 (1): 503-533.

Alternative Concepts Related to the Concepts of Temperature and Temperature Degree Held by Students of Major Physics at Yarmouk University

*Waleed Nawafleh, Mahmoud Hassan Banikhalaf, Amal Al-Momani**

ABSTRACT

This study aimed at identifying physics major students' alternative understanding to the concepts of temperature and temperature degree. Moreover, it aimed at examining whether or not their alternative understanding vary according to gender, academic level, grade point average, and thermo dynamic course. An instrument consisted of 26 items in five domains; temperature; temperature degree; temperature transference; temperature variation; and substance temperature characteristics, was built and applied to a sample of 188 male and female students were chosen from Yarmouk University. The findings showed that 56.6% of the sample holds alternative concepts to both concepts; temperature and temperature degree. Also, the findings showed that there were no statistical significant differences **(** α=0.05) due to gender nor academic level. Whereas, there was statistical significant deference in holding alternative concepts due to studied thermo dynamic course in favor of students who were not studying this course. In addition, there was a statistical significant deference due to grade point average in favor of low level students across all domains except the domains of temperature transference, and temperature variation. In the light of these findings, some recommendations were stated.

Keywords: Alternative Concepts, Temperature, Temperature Degree, Students of Major Physics, Yarmouk University.

* Faculty of Education, Yarmouk University, Jordan. Received on 17/3/2014 and Accepted for Publication on 13/11/2014.