الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية وعلاقتها بالتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم

ياسر سيد حسن* وليد نبيل حسين شيري مجدي نصحي*****

**أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد بكلية التربية – جامعة عين شمس*

***مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية – جامعة عين شمس*

****مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية – جامعة عين شمس*

ملخص البحث:

هدف البحث إلى دراسة الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية وعلاقتها بالتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم؛ ولتحقيق هذا الهدف تم بناء قائمة من 73 صعوبة علمية تواجه معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية. وتم الاستعانة بهذه القائمة في بناء اختبار لقياس مستويات الصعوبات لدى المعلمين، كما تم إعداد مقياس للتصارع المعرفي واختبار للتفكير المجرد. وتم تطبيق اختبار الصعوبات على 24 معلم ومعلمة فيزياء بالمرحلة الثانوية، كما تم اختيار فصل واحد من فصول كل معلم أو معلمة بهدف تطبيق مقياس التصارع المعرفي واختبار التفكير المجرد. وأظهرت النتائج معاناة معلمي الفيزياء من صعوبات علمية عديدة وصلت نسبتها إلى 43.5% من الدرجة الكلية للاختبار. كما توصلت النتائج إلى ضعف قدرة طلاب هؤلاء المعلمين على تفسير الأحداث المتعارضة في مقياس التصارع المعرفي، وكذلك ارتفاع مستوى التصارع المعرفي لديهم. وتوصل البحث كذلك إلى وجود ضعف في مستوى التفكير المجرد لدى هؤلاء الطلاب. وأثبت البحث وجود علاقة ارتباطية موجبة دالة احصائيا بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتصارع المعرفي لدى طلابهم، وكذلك وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة إحصائيا بين تلك الصعوبات والتفكير المجرد لدى الطلاب. وبناء على النتائج السابقة، أوصى البحث بضرورة تضمين الصعوبات العلمية الأكثر شيوعا لدى معلمي الفيزياء في برامج الإعداد أثناء المرحلة الجامعية، وكذلك برامج التنمية المهنية أثناء الخدمة.

الكلمات المفتاحية: الصعوبات العلمية، معلم الفيزياء، التصارع المعرفي، التفكير المجرد.

The Scientific Difficulties Encountered by Secondary School Physics Teachers and Their Relationship to the Students' Cognitive Conflict and Abstract Thinking

Abstract

The present research aims to study the scientific difficulties encountered by secondary school physics teachers and their relationship to students' cognitive conflict and abstract thinking; for achieving this aim a list of 73 common scientific difficulties was prepared. This list was used in the construction of a test to measure the levels of scientific difficulties of secondary school physics teachers. A cognitive conflict scale and abstract thinking test were prepared. The difficulties test was applied to 24 secondary school physics teachers. One of the classes of each teacher was selected in order to apply the cognitive conflict scale and the abstract thinking test. The results showed that the physics teachers suffer from many scientific difficulties which amounted to 43.5% of the total score of the test. There was a lack of the students' ability to interpret the conflicting events in the cognitive conflict scale, as well as the high level of cognitive conflict among secondary school students. The research also found that there is a weakness in the level of abstract thinking among secondary school students. A positive correlation between the physics teacher scientific difficulties and their students' cognitive conflict has been proved. A negative correlation between the physics teacher scientific difficulties and their students' abstract thinking has been proved. Based on the results, the research recommends including the common scientific difficulties to the preparation programs during the undergraduate, as well as professional development programs.

Keywords: The Scientific Difficulties, Physics Teacher, Cognitive Conflict, Abstract Thinking

الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية وعلاقتها بالتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم

ياسر سيد حسن* وليد نبيل حسين شيري مجدي نصحي*****

**أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد بكلية التربية – جامعة عين شمس*

***مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية – جامعة عين شمس*

****مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية – جامعة عين شمس*

المقدمة

يعتبر علم الفيزياء أحد أهم العلوم الطبيعية في الوقت الراهن؛ حيث يسهم بدور كبير في دفع عملية التقدم العلمي والتكنولوجي في كافة المجالات. ويهتم علم الفيزياء بدراسة الجسيمات والموجات والتفاعلات بينهما في الطبيعة دراسة علمية معملية. وقد تكون المفاهيم الفيزيائية محسوسة تشتق مباشرة من الملاحظة، وقد تكون مفاهيم مجردة لا يمكن ادراكها عن طريق الحواس، وهي أكثر المفاهيم صعوبة. فعلم الفيزياء يتناول بالبحث أبسط التراكيب في الطبيعة . وهي في نفس الوقت أهمها . كما يدرس أعمق الصلات في الانسجام الكوني، وهذا ما يجعل الفيزياء على درجة كبير من التجريد والصعوبة.

ونظرا لاعتماد علم الفيزياء على استيعاب المفاهيم العلمية من جانب وتحليل النظريات والقوانين العلمية من جانب آخر، إضافة إلى التركيز على تطبيق المنهج العلمي في التفسير والتحليل والاستنتاج استناداً إلى عملية التجريب، فإن تعليم وتعلم الفيزياء أمر يحتاج من المعلم والمتعلم مهارات عقلية غير عادية يصاحبها الصبر وتلمس المتعة في الوصول إلى الحقائق العلمية؛ لذا فإن الوصول إلى الأداء الأمثل لتدريس الفيزياء وتقديمها إلى المتعلم بيسر وسهولة يواجهه مشكلات وصعوبات عديدة (الجنابي، 2016).

وتشير نتائج عدد كبير من الدراسات الأجنبية (e.g. Kaltakci-Gurel et al., 2016; Retnawati et al., 2018; Ünlü Yavas & Kizilcik, 2016) والدراسات العربية (مثل: الظاهري، 2012؛ عبابنه، 2017؛ العلواني، 2018) إلى معاناة معلمي الفيزياء في المرحلة الثانوية من صعوبات عديدة أثناء تدريس الفيزياء، ولعل من أكثر هذه الصعوبات خطورة هي الصعوبات العلمية، والتي تتمثل في وجود بعض الفجوات المعرفية داخل بنية المعلم المعرفية، وعدم وضوح بعض المفاهيم لديه، وكذلك امتلاكه لبعض التصورات الخطأ.

وتثير معاناة معلمي الفيزياء من تلك الصعوبات تساؤلات عديدة حول مدى انعكاس ذلك على تدريسهم للمفاهيم الفيزيائية التي يغلب عليها الطبيعة المجردة، وما ينتج عن ذلك من تأثيرات سلبية قد تعرقل عمليات بناء المعرفة العلمية لدى طلابهم، وقد تؤدي كذلك إلى تكون تصورات غير صحيحة بين هؤلاء الطلاب؛ حيث تشير نتائج عديد من الدراسات (e.g. Erman, 2017; Gudyanga & Madambi, 2014; Yates & Marek, 2014) إلى أن معلم الفيزياء يعد أحد المصادر الرئيسة لتكون التصورات الخطأ لدى طلابه، ونتيجة لذلك توصلت دراسات أخرى (e.g. Antink-Meyer & Meyer, 2016; Korur, 2015; Liu & Li, 2017) إلى أن معلمي الفيزياء يتشاركون نفس التصورات الخطأ مع طلابهم.

وقد ترتب على ما سبق انتشار التصورات الخطأ بين دارسي علم الفيزياء؛ حيث توصلت نتائج دراسات عديدة إلى أن تلك التصورات تنتشر بين المتعلمين في كافة المراحل التعليمية، وفي مختلف موضوعات الفيزياء مثل: التركيب الجزيئي للمادة (Kapici & Akcay, 2016)، والحرارة، ودرجة الحرارة، وانتقال الحرارة، والتغير في درجة الحرارة، والخصائص الحرارية للمواد (نوافلة وآخرون، 2016)، وتكون السحب والرياح (De Cock et al., 2018)، والقوة والحركة (Bani-Salameh & Hisham, 2017)، والوزن، ورد الفعل، وقانون نيوتن الثالث (Low & Wilson, 2017)،

والحركة الدورية (ملكاوي والمعمري، 2016)، والصوت (Eshach et al., 2018)، والضوء والهندسة البصرية (Ceuppens et al., 2018)، والموجات الكهرومغناطيسية، والمصادر المترابطة، وصدر الموجة (محرم وآخرون، 2017).

وتكمن خطورة انتشار التصورات الخطأ بين المتعلمين بهذه الدرجة في أن تعلمهم اللاحق مبني عليها، فتتحول تلك التصورات إلى عائق في طريق تعلم المفاهيم الجديدة؛ حيث يتمسك المتعلم بتصوراته الخطأ بشدة لأنها تعطيه تفسيرات تبدو منطقية بالنسبة له، ومتفقة مع بنيته المعرفية التي تشكلت عن العالم من حوله بالرغم من تعارضها مع التفسيرات الصحيحة التي توصل إليها العلماء، وتزداد المشكلة تعقيدا حين تصبح تلك التصورات راسخة عميقة الجذور، فتشكل عوامل مقاومة للتعلم ومعيقة لاكتساب المفاهيم الصحيحة (نوافلة وآخرون، 2016؛ Basheer et al., 2018)

ونتيجة للصعوبة البالغة التي يواجهها المتعلم في التخلي عن تصوراته وأفكاره الخطأ، وخاصة إذا كان يمتلكها منذ وقت طويل فإنه تنشأ حالة من التصارع المعرفي Cognitive Conflict داخل عقله، فيتولد لديه إحساس داخلي بالتناقض بين التصور الخطأ الذي بحوزته والتصور الصحيح، ويتم حل هذا التناقض عندما يدرك المتعلم خطأ التصور الموجود لديه.

ويرى أكمام وآخرون (2018) .Akmam et al أن التصارع المعرفي هو شعور المتعلم بعدم الراحة عندما تتناقض معتقداته مع بعضها البعض، أو عندما يكتشف عدم صحة ما يؤمن به بقوة. بينما يعتبر أوليفر وفينفيل (2017) Oliver and Venville التصارع المعرفي حالة من الحيرة والدهشة تصيب المتعلم نتيجة لتعارض المعارف الجديدة المقدمة له حول إحدى الظواهر مع المعلومات المخزنة في البنية المعرفية وأنماط تفكيره الحالية، وتزداد حالة التصارع المعرفي عندما يفكر المتعلمون سويا من أجل تفسير ما لاحظوه.

وتعد عملية التصارع المعرفي أحد أهم أركان نظريات التغير المفاهيمي، فلقد اعتبر جان بياجيه Jean Piaget أن التصارع المعرفي أو ما أطلق عليه الخبرة الداخلية

للتناقضات المتعارضة محورا أساسيا لعملية التطور المعرفي للمتعلم، وقد ظهر هذا المفهوم في الكتابات الأولى لبياجيه، كما قام بتطويره من خلال نموذج الموازنة The Equilibration Model الذي يصف التنظيم الذاتي الداخلي (Hoidn, 2017). ويرجع الحربي (2018) الأهمية التعليمية لدراسة التصارع المعرفي لكونه أحد أهم المتغيرات المرتبطة بأنشطة الذاكرة العاملة Working Memory، كما يعتبر أحد المتغيرات المعرفية التي يمكن أن تعيق تكيف عمليات التعلم بما يتلاءم مع حدود أنظمة معالجة المعلومات.

ونظرا لأهمية التصارع المعرفي فقد حظي باهتمام واضح من قبل الباحثين في مجال التربية العلمية، فتم استخدام عدد كبير من استراتيجيات التدريس التي تعتمد بصورة أساسية على التصارع المعرفي في تحسين مختلف نواتج التعلم؛ فتم توظيف استراتيجيات التصارع المعرفي في علاج التصورات الخطأ حول الفيزياء الحاسوبية (Akmam et al., 2018)، والدمج بين تعلم الأقران واستراتيجية التصارع المعرفي لتحسين نظرة المتعلمين نحو طبيعة العلم وتحقيق التعلم (Singer, 2018)، كما تم استخدام استراتيجية التناقض المعرفي ونموذج بوسنر في تعديل التصورات الخطأ للمفاهيم الفيزيائية (خلة، 2015)، والأحداث المتناقضة في تنمية تحصيل الفيزياء والتفكير الناقد (جواد، 2015)، والتصارع المفاهيمي في تنمية الاستيعاب المفاهيمي للفيزياء (Mufit et al., 2018)، وإدارة التصارع المعرفي في تنمية التحصيل العلمي والمعرفي (Budiman et al., 2014). كما وجه الباحثون اهتماماً ملحوظاً باستخدام مخططات وخرائط التصارع المعرفي في تحقيق عدد من المخرجات والتي منها: اكتساب مفاهيم الأحياء (الربيعي وآخرون، 2015)، وتصويب التصورات البديلة للمفاهيم في وحدة المادة وتركيبها، وتنمية مهارات التفكير الناقد (يونس وكامل، 2016)، وتنمية مهارات توليد المعلومات (الحسنات، 2017).

وباستقراء الدراسات السابقة يمكن ملاحظة أن هذه الدراسات ركزت على استخدام التصارع المعرفي كأحد استراتيجيات التدريس أي استخدامه كمتغير مستقل لبيان تأثيره على المتغيرات الأخرى التابعة، مما يشير إلى وجود قصور واضح في الدراسات التي اهتمت بقياس التصارع المعرفي الذي يتعرض له المتعلم، وذلك حتى يمكن فهمه بطريقة أكثر عمقا، والتعرف على العوامل التي تؤثر في مقدار التصارع الذي يتعرض له المتعلم، وبالتالي إمكانية ضبطه والتحكم فيه. ويشير لي ويي (2013) Lee and Yi إلى أن التصارع المعرفي يشكل تحديا كبيرا بالنسبة لتعلم الفيزياء؛ حيث لم يتمكن معظم المعلمين من إدارة التصارع المعرفي بشكل مناسب، فلا يزال المعلمون في حاجة إلى فهمه بشكل أفضل ومعالجته واستغلاله في إحداث التغيير المفاهيمي للطلاب.

ولا يمكن تحقيق الفهم العميق لكيفية حدوث التصارع المعرفي دون فهم التفكير المجرد؛ حيث يعتبر تمكن المتعلمين من هذا النمط من التفكير ضرورة لحل التعارض والوصول للتفسير الصحيح للظواهر التي ترتبط بهذا التعارض، ومن ثم إدراك علاقات واستنتاج معلومات جديدة بناءً على تلك المعلومات المتوفرة في الموقف، فمن خلال التفكير المجرد يحاول الفرد توليد صور جديدة أصيلة لم تكن موجودة من قبل من خلال التركيز على الخصائص الأساسية للظاهرة وإعادة تجميعها واستخدامها للوصول لأفضل حل للمشكلات (شبيب، 2012؛ Tumonis, 2016).

ويرى بوتشر وشيلركام (2016) Böttcher and Schlierkamp ان التفكير المجرد يتمثل في قدرة المتعلم على استنباط قواعد عامة ومبادئ علمية من الأمثلة المختلفة المطروحة وذلك استعداداً لاستخدامها في حل المشكلات. بينما يعتبر فيلازكويز (2013) Velasquez التفكير المجرد أنه نوع من التفكير يستطيع خلاله الطلاب إيجاد علاقات بين المفاهيم واستخدامها في مواقف جديدة من خلال الاعتماد عليها في القيام بعمليات الاستدلال العلمي وتحليل الفرضيات استعداداً لحل المشكلات.

ونظراً لأهمية التفكير المجرد كأحد مخرجات التربية العلمية فقد حظي باهتمام من قبل الباحثين والدراسات العلمية، فهناك دراسات استهدفت تنمية مهارات التفكير المجرد

باستخدام استراتيجيات تدريسية، مثل استراتيجيتي مخططات التعارض المعرفي والإتقان المعرفي (شبيب، 2012)، وهناك دراسات أخرى سعت إلى تنمية مهارات التفكير المجرد لدى الطلاب من خلال بناء برامج مقترحة (Alexandron et al., 2014)، واستهدفت دراسات أخرى اقتراح برامج قائمة على التفكير المجرد لتنمية مخرجات تعلم أخرى، مثل حل المشكلات (طنطاوي ،2013).

وقد حاول عدد آخر من الباحثين قياس التفكير المجرد ومهاراته لدى الدارسين، فتوصلت دراسة العمري (2013) إلى أن 46.6% من الطلاب لازالوا في مرحلة التفكير المحسوس، و35.7% في المرحلة الانتقالية بين التفكير المحسوس والمجرد، و15.7% في مرحلة التفكير المجرد، وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بتنمية التفكير المجرد لدى الطلاب في كافة المراحل التعليمية. وتوصلت دراسة درويش Darwish (2014) إلى أن 62% من طلاب الفرقة الرابعة بشعبة العلوم بجامعة الأزهر عند مرحلة التفكير المجرد، بينما 40% فقط من طلاب الفرقة الأولى بشعبة العلوم بجامعة الأزهر عند مرحلة التفكير المجرد. وتشير هذه النتائج إلى أن الطلاب خريجي المرحلة الثانوية لديهم ضعف في مهارات التفكير المجرد؛ حيث أن نسبة كبيرة منهم لا يزالون عند مرحلة التفكير المحسوس، وأوصت الدراسة بالاهتمام بتنمية التفكير المجرد من خلال دمج الأنشطة التعليمية خلال المناهج الدراسية.

ويحتاج علاج الضعف في مهارات التفكير المجرد إلى معلم فيزياء قادر على تدريس المفاهيم المجردة بإتقان، واختيار الاستراتيجيات المناسبة لتنمية قدرة طلابه على التفكير المجرد بما يمكنهم من التوصل إلى تفسيرات منطقية وبناء استنتاجات علمية وحل مشكلات حياتية.

وفي ضوء ما سبق يسعى البحث الحالي إلى دراسة العلاقة بين صعوبات تدريس الفيزياء لدى معلمي المرحلة الثانوية والتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم. وفي

حدود علم الفريق البحثي لا توجد دراسة عربية أو أجنبية هدفت إلى تعرف طبيعة تلك العلاقة.

تحديد مشكلة البحث:

تتحدد مشكلة البحث في "معاناة معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية من صعوبات علمية تؤدي إلى تكوين تصورات خطأ لدى طلابهم قد تعرقل عمليات بنائهم للمعرفة العلمية، وقد تحدث حالة من التصارع المعرفي لديهم، كما قد تؤثر على مستويات تفكيرهم المجرد". وللتغلب على هذه المشكلة يحاول البحث الإجابة عن السؤال التالي: "ما العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية والتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم؟" ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية التالية:

1. ما مستوى الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟
2. ما مستويات التصارع المعرفي لدى طلاب الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية؟
3. ما مستويات التفكير المجرد لدى طلاب الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية؟
4. ما العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية والتصارع المعرفي لدى طلابهم؟
5. ما العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية والتفكير المجرد لدى طلابهم؟
6. ما العلاقة بين التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية وتفكيرهم المجرد؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- تحديد مستويات الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية.
- تعرف العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء ومستويات التصارع المعرفي لدى طلابهم.

- تعرف العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء ومستويات التفكير المجرد لدى طلابهم.
- تعرف العلاقة بين التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية وتفكيرهم المجرد.

مصطلحات البحث:

- الصعوبات العلمية Scientific Difficulties: مواقف معرفية معقدة وغامضة تواجه معلم الفيزياء بالمرحلة الثانوية، وتولد لديه حالة من الارتباك أثناء تدريسه؛ مما قد يؤدي إلى إعاقة عملية التعلم لدى طلابه، ويحتاج المعلم إلى مزيد من الجهد والتفكير للتغلب على تلك المواقف.
- التصارع المعرفي Cognitive Conflict: حالة داخلية نفسية وعقلية تسيطر على طالب المرحلة الثانوية وتضعه في موقف يتسم بالتناقض والاضطراب بين تصورين لمفهوم فيزيائي معين أحدهما قديم ومستقر في مخططاته المعرفية وآخر جديد يمثل التصور العلمي السليم، وتنتهي هذه الحالة عندما يصل المتعلم إلى توافق بين معلوماته السابقة والمعلومات المعروضة عليه. ويقاس بدرجة الطالب في مقياس التصارع المعرفي المستخدم في هذا البحث.
- التفكير المجرد Abstract Thinking: قدرة طالب المرحلة الثانوية على توليد واستيعاب المفاهيم والتعميمات ذات الصلة بالأشياء والأفكار غير المحسوسة من خلال ممارسة مجموعة من المهارات تتمثل في التفسير، والتطبيق، والاستنتاج، وفرض الفروض، والتجريب. ويقاس بدرجة الطالب في اختبار التفكير المجرد المستخدم في هذا البحث.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

- مجموعة من معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية العاملين بإدارة أوسيم التعليمية، وإدارة كرداسة التعليمية، ومنطقة الجيزة الأزهرية بمحافظة الجيزة.
- مجموعة من طلاب معلمي الفيزياء السابق تحديدهم، والذين يدرسون بالصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية.
- القوة والحركة، وخواص المادة، والحركة الموجية، والكهربية والمغناطيسية، والفيزياء الحديثة من موضوعات الفيزياء؛ نظرا لأن هذه الموضوعات هي التي يتم دراستها بالمرحلة الثانوية.
- إدراك التناقض، والاهتمام، والقلق، وإعادة التقييم المعرفي للموقف من أبعاد التصارع المعرفي؛ نظرا لكونها الأبعاد الأكثر أهمية في عملية التصارع المعرفي.
- التفسير، والتطبيق، والاستنتاج، وفرض الفروض، والتجريب من مهارات التفكير المجرد؛ نظرا لأنها تمثل المهارات الأساسية التي يجب أن تتوافر لدى طالب المرحلة الثانوية حتى يتمكن من التفكير المجرد.

منهج البحث:

- اتبع البحث الحالي المنهج الوصفي التحليلي، والمنهج الوصفي الارتباطي المقارن.

فروض البحث:

1. توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة احصائيا بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتصارع المعرفي لدى طلابهم.
2. توجد علاقة ارتباطية سالبة دالة إحصائيا بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتفكير المجرد لدى طلابهم.
3. توجد علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيا بين التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية وتفكيرهم المجرد.

أهمية البحث:

قد يسهم البحث الحالي في زيادة وعي معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية بالصعوبات العلمية التي قد تواجههم أثناء عملية التدريس؛ مما قد يؤدي إلى انخفاض مستوى التصارع المعرفي لدى طلابهم، كما قد يؤدي إلى زيادة مهارات التفكير المجرد لدى هؤلاء الطلاب. وقد يساعد البحث موجهي الفيزياء على تعرف الصعوبات العلمية لدى المعلمين بالمرحلة الثانوية؛ مما قد يزيد من كفاءة عمليات التوجيه والإرشاد التي يقومون بها.

وقد يوجه البحث نظر القائمين على برامج إعداد المعلمين وبرامج التنمية المهنية إلى ضرورة بذل مجهود مقصود لتحديد الصعوبات العلمية التي تواجه معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية، ومواجهة هذه الصعوبات من خلال دمجها في تلك البرامج. وكذلك قد يؤدي البحث إلى زيادة اهتمام مخططي مناهج الفيزياء بالتصارع المعرفي الذي يحدث داخل دماغ المتعلم أثناء اكتسابه لمفاهيم جديدة تتناقض مع بنيته المعرفية السابقة، ويكون هذا الاهتمام من خلال علاج التصورات الخطأ في البنية المعرفية والتي تؤدي إلى حدوث هذا التصارع، وتوظيف التصارع المعرفي – في حالة استمرار وجودة – في زيادة اهتمام المتعلم بالمادة التعليمية. علاوة على ما سبق، فقد يوجه البحث مخططي المناهج لمزيد من الاهتمام بالتفكير المجرد باعتباره أحد أهم المخرجات التعليمية التي يمكن أن تساعد المتعلم في اكتساب المعرفة العلمية وتطبيقها من خلال حل المشكلات في المواقف الحياتية المختلفة.

الإطار المعرفي للبحث

هدف الإطار المعرفي للبحث إلى تعرف ملامح الصعوبات العلمية التي يعاني منها معلمي الفيزياء، وأهم الدراسات التي أجريت في هذا المجال، وكذلك مفهوم التصارع المعرفي وعلاقته بالتصورات الخطأ لدى الطلاب، وأهم النظريات والدراسات التي فسرت كيفية حدوث التصارع المعرفي، وفي نهاية الإطار المعرفي تم تناول مفهوم التفكير

المجرد، وأهم مهاراته الفرعية، والفرق بينه وبين التفكير المحسوس، والدراسات التي اهتمت بتنمية التفكير المجرد.

أولا- الصعوبات العلمية The Scientific Difficulties:

يسعى تدريس الفيزياء إلى إعداد طلاب ملمين بأساسيات العلم وقادرين على التفكير العلمي في كافة الظواهر والمواقف التي يواجهونها في حياتهم اليومية. ويلتمس الكثير من العاملين في ميدان تدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية أن هناك شكوى مستمرة من صعوبة الفيزياء وضعف قدرة الطلاب على استيعابها، وقد تعود هذه الشكوى إلى ضعف أداء المعلم في تدريس الفيزياء وعدم تمكنه منها، فإذا كانت المفاهيم الأساسية لعلم الفيزياء غير واضحة في ذهن الطالب فإن ذلك قد يرجع إلى عدم وضوح تلك المفاهيم في ذهن المعلم نفسه مما قد ينعكس على أداء الطلاب (الظاهري، 2012).

ولقد توصلت نتائج دراسات عديدة (مثل: الزغبي وخلف، 2016؛ Erman, 2017; Gudyanga & Madambi, 2014; Yates & Marek, 2014) إلى أن فهم الطلاب وتصوراتهم في مادة الفيزياء يعتمد بشكل مباشر على فهم وتصورات معلم الفيزياء لها، وأن معلم الفيزياء يعتبر أحد المصادر الرئيسية للمشكلات التعليمية التي يعاني منها طلاب المرحلة الثانوية. وتبرز نتائج الدراسات السابقة الدور المحوري الذي يقوم به معلم الفيزياء؛ حيث يعتبر الدعامة الأساسية لعملية التدريس؛ لذلك ينبغي الاهتمام به والتعرف على قدراته المختلفة والصعوبات التي يعاني منها بصورة دورية مستمرة.

وتتمثل الصعوبات العلمية في مواقف معرفية صعبة تواجه معلم الفيزياء نتيجة لمشكلات واضطرابات داخل بنيته المعرفية، وذلك بسبب امتلاكه لتصورات خطأ أو فهم غير دقيق علميا أو وجود فجوات معرفية تجعل رؤيته لموضوع فيزيائي معين غير مكتملة. وتتعدد أسباب معاناة معلمي الفيزياء من تلك الصعوبات، فتشير دراسة (نوافلة وآخرون، 2016؛ Ekici,2016) إلى أن وجود الصعوبات العلمية لدي معلم الفيزياء على وجه التحديد يعود إلى أن المفاهيم الفيزيائية صعبة الفهم ومجردة الإدراك ولا يمكن

مشاهدتها بشكل مباشر، وهي أكثر صعوبة من مفاهيم مجالات العلوم الأخرى، فمنها ما يتعلق بالقوة والحركة، ومنها ما يتعلق بالموجة والحركة الموجية، ومنها ما يتعلق بالفيزياء الحرارية، فمثلا قد لا يميز المعلم بين مفهوم الحرارة ومفهوم درجة الحرارة.

ويشير أبو جحجوح (2016) إلى أن قلة اطلاع معلم الفيزياء على كل ما هو جديد ومفيد في مجال الفيزياء يعتبر أحد أهم أسباب الصعوبات العلمية لديه؛ فلا تكون لديه القدرة على ربط العلم بالاكتشافات والظواهر والمتغيرات الحديثة والتي عادة ما تكون محور اهتمام الطلاب، فتتكون بذلك فجوة بين العلم الذي يدرسونه وما يدور حولهم من أحداث وظواهر، وبالتالي يضعف لديهم الإحساس بأهمية الفيزياء في حياتهم. في حين يري سادوسكا وكامنسكا Sadowska and Kamińska (2010) أن أحد اسباب الصعوبات العلمية لتدريس الفيزياء هو تقديم مادة علمية صعبة من الناحية المفاهيمية، مع صعوبة اللغة العلمية والمفردات الموجودة التي يتضمنها محتوى كتب الفيزياء.

وقد تبدأ الصعوبات العلمية لدي معلم الفيزياء من مراحل إعداده؛ حيث توصلت دراسة شاهين وياسبان Şahin and Yağbasan (2012) إلى أن الصعوبات التي يعاني منها الطلاب المعلمين أثناء دراستهم للفيزياء تمتد معهم أثناء عملهم بمهنة التدريس. وقد أوضحت نتائج عديد من الدراسات التي تناولت تعلم الفيزياء في المرحلة الجامعية (مثل: الشايع، 2018؛ McBride, 2012; Oon & Subramaniam 2013) أن تعلم الفيزياء يعد عقبة لدي كثير من الطلاب المعلمين، وأن هؤلاء الطلاب يعانون من صعوبات علمية عديدة؛ نظرا لارتباط دراستهم للفيزياء بكثير من القوانين المجردة وارتباطها بصورة كبيرة بالرياضيات دون التركيز على المعنى الفيزيائي الكامن وراء المعادلات الرياضية.

وتوصلت دراسة ريديش Redish (2015) إلى وجود فجوة كبيرة بين ما يتعلمه الطلاب الجامعيون من رياضيات مع ما يجب أن يستخدموه في حل المسائل الفيزيائية، وأن تطبيقات الرياضيات بالفيزياء تختلف في استخدامها عن التطبيق الرياضي المجرد

الـذي يدرسـه الطـلاب الجـامعيون فـي مقـررات الرياضـيات، كمـا أن الغـرض مختلـف فاستخدام الرياضيات في حل المسائل الفيزيائية من أجل تمثيل الواقع أولا، ومن ثم تفسيره فـي حـين اسـتخدام الرياضـيات المجـرد، يـؤدي غالبـا إلـى تصـورات خطـأ لـدى الطـلاب المعلمـين عـن المفـاهيم الفيزيائيـة. كمـا يشـير الشـايع (2014) إلـى أن معلمـي الفيزيـاء يتجهون إلـى التركيـز علـى المهـارات الكميـة فـي حـل المسـائل أكثـر مـن التعلم ذاتـه، ووقـد يؤدي الاتجاه نحو التوغل في المعالجات الرياضية في المسائل الفيزيائية إلى إعاقة فهم الطلاب للجانب الكيفي الفيزيائي وهو الجانب الأكثر أهمية.

ومـن ناحيـة أخـري، فـإن امـتلاك معلـم الفيزيـاء لمسـتوى ضـعيف مـن المهـارات الرياضية قد يؤثر سلبا على أدائه؛ حيث تمثل القدرة على التعامل مع القوانين الفيزيائية وتوظيفها التوظيف العلمي السليم أحد الجوانب التي يحتاجها المعلم من أجل حل المسائل الفيزيائيـة، ولقـد خلصـت نتـائج دراسـة سـرور (2013) إلـى أن الصـعوبات العلميـة فـي تدريس مادة الفيزياء بالمرحلة الثانوية تعود إلي ضعف مستوى معلمي الفيزياء في مادة الرياضيات كأداة مساعدة في فهم مادة الفيزياء؛ حيث تم التوصل إلى وجود ضعف لدى معلمـي الفيزيـاء فـي الفهـم الكيفـي للمفهـوم الفيزيـائي، والقـدرة علـى التعامـل مـع القـوانين الفيزيائية، وتوظيفها التوظيف العلمي السليم، مما ولد لديهم صعوبات عند حلهم للمسائل الفيزيائية.

ويشـير تعـدد الصـعوبات العلميـة التـي يعـاني منهـا معلمـي الفيزيـاء فـي المرحلـة الثانوية إلى ضرورة دراسة هذه الصعوبات، والتعرف على مستوياتها لدى هؤلاء المعلمين، وكذلك دراسة تأثيراتها على المتغيرات التي تؤثر في تعلم الفيزياء لدى طلابهم، ومن أمثلة هذه المتغيرات التصارع المعرفي، والتفكير المجرد.

ثانيا– التصارع المعرفي Cognitive Conflict:

شـهد الحقل التربوي تحولاً ملحوظاً في رؤيته لعملية التعلم خلال العقود الماضية، وذلك نتيجة لظهور مجموعة من نظريات التعلم التي اعتمدت فروضها على عدد كبير

من التجارب التي أجريت على الإنسان، وتعد النظرية البنائية Constructivism Theory في مقدمة تلك النظريات. وطبقاً لافتراضات هذه النظرية فإن محور الارتكاز في عملية التعلم هو معلومات المتعلم السابقة، ويتوقف اكتساب المعلومات الجديدة على تلك المعلومات السابقة، وذلك حتى يتمكن من الربط بينها لتكوين أبنية معرفية متزنة في عقله (يونس وكامل، 2016).

ويرى فوسنادو وسكوبيليتي Vosniadou and Skopeliti (2017) إلى أن هناك عدد من الأدلة التي تشير إلى أن المتعلمين لديهم معلومات ومفاهيم متأصلة داخل بنيتهم المعرفية لا تكون متفقة مع التفسيرات العلمية الصحيحة، وتقف هذه المعلومات عائقا أمام تعلم الفيزياء؛ حيث يتشبث المتعلم بمثل هذا الفهم الخطأ؛ وذلك لأنه يعطيه تفسيرات تبدو منطقية بالنسبة له، ولأنها تأتي متفقة مع تصوره المعرفي الذي تشكل لديه عن العالم من حوله. ولقد استخدمت مصطلحات عديدة مثل: التصورات الخطأ، والتصورات البديلة، والتصورات المسبقة للإشارة إلى أفكار الطلاب غير المتوافقة مع التفسيرات العلمية الصحيحة.

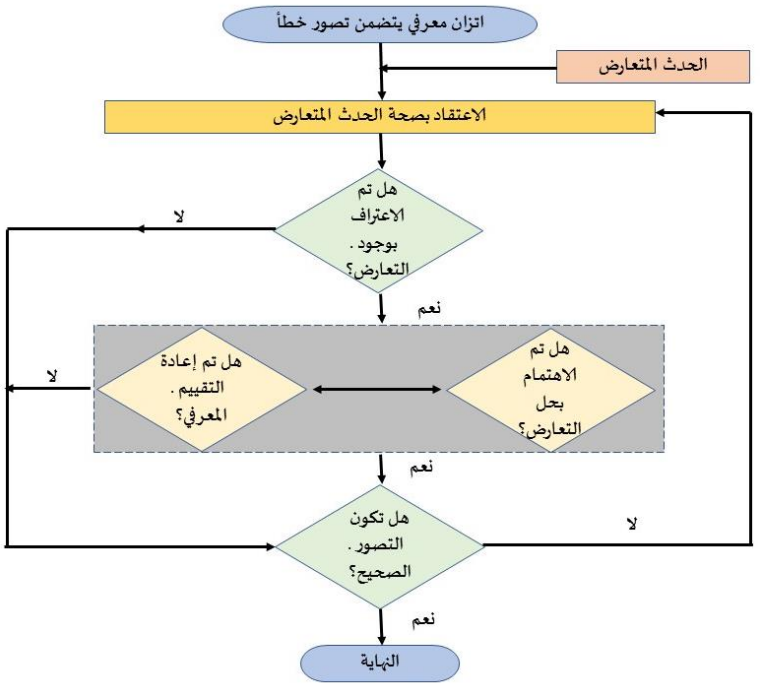
وتنشأ التصورات الخطأ نتيجة لعوامل متعددة ومتداخلة، ويمكن تصنيف تلك العوامل إلى عوامل داخلية تتمثل في أسلوب التعلم، ومستوى النضج، والاستعدادات، والقدرات. وعوامل خارجية تتمثل في وجود تصورات خطأ لدى المعلم نفسه، ونقص العمق في محتوى الكتاب، واستخدام طرق تدريس تقليدية، وعدم وضوح العلاقة بين المنهج وحياة المتعلم، وتعارض مصطلحات الحياة اليومية مع المصطلحات العلمية (A'yun et al., 2017; Mehmetlioğlu, 2014)، ولا يزال عامل المعلم هو السبب الرئيس في تكون التصورات الخطأ؛ حيث توصلت دراسة ليما Lemma (2013) إلى أن المعلمين مسئولون عن 90% من التصورات الخطأ المتكونة لدى الطلاب.

وتمثل التصورات الخطأ عائقا كبيرا أمام تعلم واكتساب المفاهيم الصحيحة؛ حيث تتمتع بالاستقرار داخل البنية المعرفية للمتعلم، وبالتالي تقاوم أي عمليات تغيير مفاهيمي،

فعندما يتعرض المتعلم للتصور الصحيح الذي يتعارض مع تصوراته الخطأ يتولد تصارع معرفي Cognitive Conflict بين هذه التصورات، فيصعب على المتعلم دمج التصور الصحيح داخل مخططاته المعرفية الموجودة، ويؤكد ما سبق نتائج الدراسة التي قام بها أياين وفريقه A'yun et al. (2017) والتي توصلت إلى أن المتعلمين الذين يعانون من نسبة أكبر من التصورات الخطأ يكون لديهم مستويات أعلى من التصارع المعرفي.

ويعرف بوديمان وآخرون Budiman et al. (2014) التصارع المعرفي بأنه حالة من التعارض تتحدى تصور الطالب وتوقعاته، وهذا يخلق اختلالا معرفيا يتم حله بعد ذلك عندما يقوم الطلاب بتحويل استراتيجية تفكيره من مخطط ذهني بدائي لتنظيم المعرفة المخزنة إلى مخطط رفيع المستوى. بينما يرى شهباري وبيليد Shahbari and Peled (2015) أن التصارع المعرفي عبارة عن حالة غير سارة من عدم الاتزان المعرفي Disequilibrium تتولد نتيجة للتعارض بين البنية المعرفية المستقرة في ذهن المتعلم والمعلومات الجديدة، وللتغلب على هذا الاختلال يحاول المتعلم استيعاب المعرفة الجديدة إما عن طريق تغيير المخططات الموجودة أو عن طريق تطوير مخططات جديدة.

ولقد تمكن لي وبين Lee and Byun (2012) من تطوير نموذج عملية التصارع المعرفي The Cognitive Conflict Process Model بهدف شرح الاضطراب المعرفي الذي يحدث عندما يواجه الطالب موقف غير مألوف لا يتوافق مع ما تعلمه من قبل.



شكل 1. نموذج عملية التصارع المعرفي (Lee & Byun, 2012).

ويتكون هذا النموذج من ثلاث مراحل:

1. المرحلة التمهيدية The Preliminary Stage: في هذه المرحلة يلاحظ المتعلم أحداث تتعارض مع التصورات الخطأ في بنيته المعرفية، وبالتالي يعاني من حالة غير مريحة من عدم الاتزان المعرفي. وقد يعتبر المتعلم الأحداث المتعارضة مجرد خدعة، وبالتالي لن ينتقل إلى المرحلة التالية وهي مرحلة التصارع، ولهذا تعتبر المرحلة التمهيدية هي مرحلة ما قبل التصارع المعرفي.
2. مرحلة التصارع The Conflict Stage: يحدث التصارع المعرفي وفقا لهذا النموذج عندما يتحقق ثلاث شروط وهي: اعتراف المتعلم بوجود تعارض، والتعبير عن الاهتمام بحل التعارض، والاندماج في إعادة التقييم المعرفي للموقف؛ حيث يصبح

المتعلم شغوفا لإنهاء حالة عدم الاتزان المعرفي، وفي محاولته لتحقيق ذلك يصبح نشطا في الملاحظة والتصنيف والتنبؤ والتجريب وبالتالي يتعلم الكثير من المحتوي العلمي الصحيح.

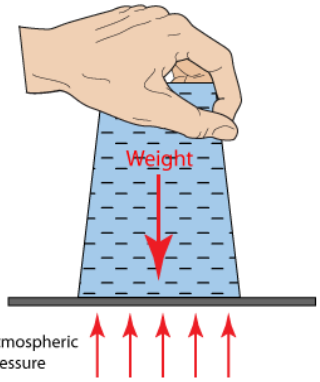
3. مرحلة حل التصارع The Resolution Stage: وفي هذه المرحلة يحل الطالب التعارض بنفسه ويحقق الاتزان المعرفي مرة أخرى، إذ يحل التصور العلمي السليم مكان التصور الخطأ، وبالتالي تتكون تراكيب معرفية جديدة أكثر دقة علمية أي يحدث النمو المعرفي. ويمكن إيضاح مراحل نموذج عملية التصارع المعرفي في تدريس الفيزياء من خلال المثال التالي:

جدول 1

مثال لكيفية إحداث حالة التصارع المعرفي

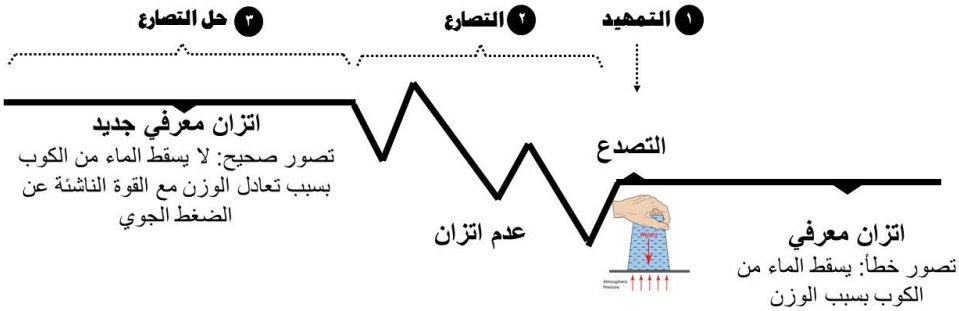
قام أحد المعلمين بإجراء أحد العروض العملية أمام طلابه على النحو التالي:

1. يملأ المعلم كوب زجاجي حتى حافة بالماء.
2. يسد المعلم فتحة الكوب بورقة صغيرة.
3. يسأل المعلم طلابه عن توقعاتهم عما يحدث عند قلب الكوب الزجاجي رأسا على عقب.
4. يتم قلب الكوب رأسا على عقب كما بالشكل.
5. يسجل الطلاب ملاحظاتهم.
6. يطلب المعلم من طلابه تفسير التعارض بين توقعاتهم وبين ما تم ملاحظته.



يلاحظ الطلاب أن الماء لم يسقط على الأرض وأن الورقة تظل ثابتة في مكانها.

ومن الملاحظ أن المعلم يسأل الطلاب عن توقعاتهم قبل تقديم الحدث المتعارض، وذلك حتى يتمكن من التعرف على تصوراتهم الخطأ المخزونة في بنيتهم المعرفية، وكذلك يتمكن الطلاب من التعرف على هذه التصورات الخطأ، وتتمثل هذه التصورات في الاعتقاد بأن هناك قوة واحدة تؤثر على الماء داخل الكوب وهي قوة الوزن لأسفل.



شكل 2. مراحل نموذج عملية التصارع المعرفي لإحدى تجارب الفيزياء (إعداد فريق البحث).

وعندما يقوم المعلم بتنفيذ التجربة يبدأ الطلاب في المرور بالمرحلة الأولى من مراحل نموذج عملية التصارع المعرفي وهي المرحلة التمهيدية؛ حيث يلاحظ الطلاب أن الماء لم يسقط على الأرض وأن الورقة تظل ثابتة، وبالتالي تنشأ لديهم حالة من عدم الاتزان المعرفي. وقد يعتقد بعض الطلاب أن هذه التجربة مجرد خدعة من المعلم، وتبدأ مرحلة التصارع عندما يدرك المتعلم أن هناك تعارض حقيقي بين ملاحظاته وتوقعاته، وبالتالي يتولد لديه شغف لإنهاء حالة عدم الاتزان المعرفي ويندمج في إعادة التقييم المعرفي للموقف المتعارض، ويصل المتعلم إلى مرحلة حل التصارع عندما يستنتج أن السبب في عدم سقوط الماء والورقة هو وجود قوة ضاغطة تعمل لأعلى ناشئة عن تأثير ضغط الهواء الجوي.

وتشير دراسات عديدة (e.g. Heimbuch & Bodemer, 2017; To & Liu, 2018) إلى أن حالة التصارع المعرفي الداخلية بين المعلومات الجديدة والمعلومات القديمة قد تنتقل إلى البيئة الاجتماعية التي يحدث فيها التعلم، فتنشأ حالة تصارع معرفي اجتماعي Socio-cognitive conflicts بين الطالب وأقرانه، وبين الطالب والمعلم. وانتقال التصارع المعرفي إلى البيئة الاجتماعية يعد أمر حتمي لا مفر منه، وقد ينشأ عن هذا التصارع نتائج إيجابية أو نتائج سلبية على مخرجات التعلم تعتمد على طريقة إدارة هذا التصارع.

وفي هذا السياق، يرى البحث الحالي أن التصارع المعرفي يعد سلاح ذو حدين، إذ يمكن توظيفه والاستفادة منه في زيادة النشاط العقلي للمتعلمين، وتحقيق اندماجهم في عمليات اكتساب المعلومات الجديدة، إلا أن ارتفاع مستويات التصارع المعرفي لدى المتعلمين نتيجة لامتلاكهم مدى واسع من التصورات الخطأ قد يشكل عائقا كبيرا، وعبئا معرفيا زائدا على الذاكرة العاملة يؤدي إلى تعثر تدفق عملية التعلم واكتساب المفاهيم الجديدة. ولعل هذه الرؤية تتفق مع ما أشار إليه تساو وتريجست Chow and Treagust (2013) من أن التصارع المعرفي قد يكون له تأثير بناء Constructive، وآثار أخرى مدمرة Destructive على تعلم الطلاب. كما توصلت دراسة فريدلي وماير Friedli and Meier (2017) إلى أن التصارع يضر ويضعف من قدرة الذاكرة على معالجة المعلومات بصورة ملحوظة.

وبناء على ما سبق، فإنه من الضروري وضع الطلاب في مواقف تعليمية تساعدهم على التخلص من حالة التصارع المعرفي التي يعانون منها، ولا يمكن أن يتحقق ذلك دون قيام المتعلم بعمليات التفكير المجرد، والذي يساعده على فرض الفروض والتجريب حتى يصل إلى استدلالات واستنتاجات علمية سليمة يبني في ضوئها تفسير منطقي لموقف التصارع، ومن ثم يطبق هذا التفسير في مواقف مشابهة كانت تمثل تصارعاً معرفياً بالنسبة له. وسيتم تناول هذا النمط من التفكير تفصيليا في المحور التالي.

ثالثا- التفكير المجرد Abstract Thinking:

يعتبر التفكير المجرد المرحلة الأكثر تعقيداً من التفكير المعرفي؛ حيث يُمكن المتعلم من إيجاد علاقات بين المفاهيم واستخدامها في مواقف جديدة من خلال الاعتماد عليها في القيام بعمليات الاستدلال العلمي وتحليل الفرضيات استعداداً لحل المشكلات (Velasquez, 2013). ويشير بوتشر وشيلركامب Böttcher and schlierkamp (2016) إلى ان التفكير المجرد يتمثل في قدرة المتعلم على استنباط قواعد عامة ومبادئ علمية من الأمثلة المختلفة المطروحة وذلك استعدادا لاستخدامها في حل

المشكلات. ويوضح ديوشارم وهال (Ducharme and Hall (2017 أن التفكير المجرد هو قدرة المتعلم على ربط المفاهيم المتشابهة وإيجاد علاقات بين المفاهيم الجديدة والمفاهيم الأخرى الموجودة بالبنية المعرفية ويظهر في تفسيره للظواهر في ضوء فهمه لهذه المفاهيم.

ومما سبق يمكن التوصل إلى أن التفكير المجرد هو القدرة على استيعاب المفاهيم العلمية من خلال ممارسة مجموعة من المهارات يحددها (الخطيب والأشقر، 2014؛ حسن، 2017؛ الحطيبى، 2017؛ خليل، 2012؛ عبد الحميد، 2018) فيما يلي:

- التفسير Reasoning: هو قدرة الطالب على تحديد الأسباب التي أدت إلى حدوث ظاهرة ما وتحليلها والبحث عن المعلومات المرتبطة بها. والهدف من عملية التفسير إضفاء معنى على خبرات الفرد الحياتية، فعندما يقدم الفرد تفسيراً لخبرة ما فإنه يقوم بشرح المعنى الذي تمكن من استخلاصه.
- التطبيق Application: هو قدرة المتعلم على استخدام التجريدات التي سبق تعلمها من مفاهيم وقوانين ونظريات في مواقف جديدة وسياقات مختلفة، فعندما يفهم الفرد الموضوع أو الفكرة المطروحة يصبح قادراً على إجابة أسئلة: أين وكيف يمكن استعمال هذه المعرفة أو المهارة التي تم تعلمها؟ كيف يمكن تطوير الأفكار السابقة للاستفادة من هذه المعرفة أو المهارة الجديدة؟
- الاستنتاج Conclusion: هو قدرة الطالب على التوصل إلى معلومة أو نتيجة جديدة غير موجودة مباشرة في الموقف محل التفكير ولكنه يستدل عليها من قرائن وملاحظات مرتبطة بهذا الموقف. ويقوم الطالب بربط الملاحظات والمعلومات المتوفرة عن الموقف بمعلوماته السابقة عنه حتى يتمكن من الوصول إلى الاستنتاج.
- فرض الفروض Generating Hypotheses: هو عملية عقلية تتمثل في قدرة المتعلم على إعطاء حل محتمل للمشكلة، ويعتمد توليد الفروض على قدرة الفرد على

اكتشاف العلاقات، والربط بين الأحداث، وتعتمد قيمة الفرض على مدى قابليته للاختبار، وعلى ما يحدده من توقعات حول نتائج معينة.

- التجريب Experimentation: وهي قدرة الطالب على اختيار التصميم التجريبي المناسب لاختبار صحة فرض أو الحصول على إجابة سؤال محدد، وكذلك قدرته على استخدام مهارات متعددة تتصل بمعرفة المشكلة وصياغتها، وبناء خطة لاختبار صحة الفروض، واستخدام النتائج التي تجمعت في حل المشكلة.

وفي ضوء ما سبق يمكن تمييز التفكير المجرد عن نوع آخر من التفكير يعرف بالتفكير المحسوس. ويشير التفكير المحسوس إلى التفكير السطحي، والذي يبدأ من عمر السابعة حتى الثانية عشر. ويقوم الفرد ذو التفكير المحسوس بعمليات التحليل والتصنيف والقياس والعمليات الحسابية ويدرك العلاقة بين الكل والجزء. وعلى النقيض من ذلك، يشير التفكير المجرد إلى التفكير المتعمق، والذي يبدأ تقريبا من عمر الثانية عشر. ويتسم الفرد ذو التفكير المجرد بالقدرة على الاستقراء والاستنباط وفرض الفروض واختبارها نظرياً لحل مشكلة من المشكلات (العمري، 2013). ويلخص (Darwish, 2014; Ducharme & Hall, 2017) الفروق بين التفكير المحسوس والتفكير المجرد كما بالجدول التالي:

جدول 2

الفرق بين التفكير المحسوس والتفكير المجرد

التفكير المحسوس	التفكير المجرد
- تقتصر قدرة الفرد على استيعاب المفاهيم المدركة بالحواس.	- للفرد القدرة على التفكير المنطقي في المفاهيم العلمية والاجتماعية المجردة.
- يتم استيعاب المفاهيم الجديدة من خلال ربطها بأمثلة محسوسة من البيئة المحيطة.	- يستطيع استيعاب المفاهيم الجديدة من خلال ربطها بالبنية المعرفية.
- لا يستطيع الفرد التوصل لحل للمشكلات فهو لازال عند مرحلة إدراك المعطيات.	- يستطيع حل المشكلات في ضوء الحلول المتاحة، ومن ثم استنتاج الحل الفعال.
- لا يستطيع الفرد التفكير بشكل منظم من خلال اختبار صحة الفروض، وكتابة تقرير علمي بصورة جيدة.	- يستطيع تحديد المتغيرات البحثية، وتفسير أثر متغير على آخر، واختبار صحة الفروض، فهو قادر على التفسير الاستنباطي الاستقرائي.

ولقد ازدادت أهمية التفكير المجرد في الفترة الأخيرة نتيجة التغييرات الجذرية في مفهوم التدريس، فالهدف أصبح إكساب الطلاب الاستراتيجيات المختلفة للتفكير بما في ذلك القدرة على التفكير المجرد، ونظراً لأهمية التفكير المجرد فقد حظي باهتمام عدد من الدراسات السابقة، ولقد استخدم بعض هذه الدراسات التفكير المجرد كمتغير مستقل لتنمية مخرجات تعلم معينة، مثل دراسة طنطاوي (2013) التي توصلت إلى فاعلية برنامج للتفكير المجرد في تنمية مهارة حل المشكلات المجتمعية لدى طالبات المرحلة الجامعية، ودراسة أحمدبور وآخرون (2019) .Ahmadpour et al التي توصلت إلى فاعلية استخدام نموذجين أحدهما يركز على التفكير المجرد والثاني يركز على التمثيل الرمزي في تنمية فهم الطلاب وقدراتهم على إثبات صحة البراهين.

وسعت دراسات أخرى إلى تنمية التفكير المجرد باستخدام طرق واستراتيجيات متنوعة، ومن الأمثلة على ذلك دراسة شبيب (2012) التي توصلت إلى فاعلية

استراتيجية مخططات التعارض في تنمية مهارات التفكير المجرد المتمثلة في التفسير العلمي وتوليد الفرضيات، ودراسة ستاتر وأرموني Statter and Armoni (2016) التي نجحت في تحسين مهارات التفكير المجرد من خلال دورة تدريبية لطلاب الصف السابع قائمة على برمجية تعليمية، كما تمكنت دراسة كانياس وآخرون Cañas et al. (2017) من تنمية مهارات التفكير المجرد لدى الطلاب باستخدام خرائط المفاهيم.

علاوة على ما سبق، فقد حاول عدد من الباحثين إيجاد العلاقة بين التفكير المجرد والمتغيرات الأخرى، فقد توصلت دراسة كيليسوغلو وكابلان Kiliçoğlu and Kaplan (2019) إلى وجود علاقة بين التفكير المجرد والانجاز الأكاديمي لدى الطلاب الصف السابع، كما توصلت دراسة بازي وآخرون Bazzy et al. (2019) إلى وجود علاقة وثيقة بين مستويات التفكير المجرد والذكاء العاطفي.

ويتبين من خلال عرض محاور الإطار المعرفي التأثير الواضح للصعوبات العلمية التي يعاني منها معلمي الفيزياء على عمليات اكتساب المعارف الجديدة، وكذلك أهمية دراسة التصارع المعرفي والتفكير المجرد والعوامل المؤثرة فيهما، ومن هنا يسعى البحث الحالي إلى تعرف الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية وعلاقتها بالتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم.

إجراءات البحث

للإجابة عن أسئلة البحث، واختبار صحة الفروض قام الفريق البحثي بالخطوات التالية:

أولا- تحديد الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء:

تم تحديد الصعوبات العلمية التي تواجه معلمي المرحلة الثانوية من خلال الاطلاع على عدد من الدراسات السابقة (مثل: الجنابي، 2016؛ الشايع، 2014؛ Ekici, 2016; Redish, 2015)، علاوة على تحليل الصعوبات والمشكلات التي يعبر عنها معلمو الفيزياء من خلال عدد من مجموعات الفيس بوك Facebook المهتمة بتدريس الفيزياء في مصر؛ حيث يعرض المعلم الصعوبات التي تواجهه دون خجل أو تردد، وتشمل هذه

المواقع عدد كبير ومستويات متنوعة من معلمي الفيزياء. وقد تم تجميع تلك الصعوبات وحذف المكرر منها داخل المجموعة الواحدة كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 3

مجموعات الفيس بوك التي تم استخدامها في تحديد الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء

الاسم	المجموعة		عدد الصعوبات
	الرابط	عدد الأعضاء	
1. متعة الفيزياء	facebook.com/groups/415921711786437/?ref=br_rs	15094	29
2. الشامل في الفيزياء	facebook.com/groups/263916240452597/?ref=br_rs	8635	19
3. سحر الفيزياء	facebook.com/groups/343336969141697/?ref=br_rs	7454	17
4. منهج الفيزياء المطور	facebook.com/groups/358111780974104/?ref=br_rs	4893	8
5. سيجما في الفيزياء	facebook.com/groups/387181724752125/?ref=br_rs	2742	5
6. تبسيط الفيزياء	facebook.com/groups/447520129079756/?ref=br_rs	1726	22
7. نلتقي لنرتقي	facebook.com/groups/806631872728620/?ref=br_rs	1387	28
8. معلمو الفيزياء	facebook.com/groups/999520586781108/?ref=br_rs	1106	21
9. منتدى معلمي الفيزياء	facebook.com/groups/1664954183816316/	677	6
10. المكتب الفني للفيزياء	facebook.com/groups/1394780954172091/?ref=br_rs	635	8

بعد الانتهاء من حصر الصعوبات داخل كل مجموعة تم حذف الصعوبات المكررة بين المجموعات، وبذلك تم التوصل إلى 59 صعوبة تواجه هؤلاء المعلمين. وتم استخدام هذه الصعوبات في إجراء عدد من المقابلات الشخصية مع 37 معلم وموجه فيزياء في مدارس مختلفة بمحافظات القاهرة والجيزة والقليوبية، كما تم إجراء عدد من المقابلات مع

43 من طلاب الفرقة الرابعة بقسم الفيزياء في كلية التربية – جامعة عين شمس، ومن خلال ذلك تم التوصل إلى 10 صعوبات أخرى.

وفي ضوء الإجراءات السابقة تم بناء قائمة أولية بالصعوبات العلمية التي يواجهها المعلم أثناء تدريس الفيزياء تتكون من 69 صعوبة موزعة على خمس موضوعات رئيسة يدرسها طلاب الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية، وهذه الموضوعات هي: القوة والحركة، وخواص المادة، والحركة الموجية، والكهربية والمغناطيسية، والفيزياء الحديثة. وللتأكد من صلاحية القائمة تم عرضها على عدد من الخبراء في مجال تدريس الفيزياء والتربية العلمية؛ وذلك للتحقق من مدى شيوع هذه الصعوبات بين معلمي الفيزياء في المرحلة الثانوية. ولقد أجمع الخبراء على شيوع هذه الصعوبات بين المعلمين، كما اقترحوا إضافة 4 صعوبات أخرى نظرا لكونها من الصعوبات العلمية الشائعة لدى المعلمين، وبالتالي أصبحت القائمة النهائية مكونة من 73 صعوبة علمية تواجه المعلمين أثناء تدريس الفيزياء.

جدول 4

مكونات قائمة الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية

م	الموضوع الرئيسي	عدد الصعوبات	النسبة المئوية
1.	القوة والحركة	11	%15.1
2.	خواص المادة	14	%19.2
3.	الحركة الموجية	15	%20.5
4.	الكهربية والمغناطيسية	21	%28.8
5.	الفيزياء الحديثة	12	%16.4
	المجمـوع	73	%100

ثانيا- بناء اختبار الصعوبات العلمية:

تم إعداد هذا الاختبار بهدف قياس مستويات الصعوبات العلمية التي يواجهها معلم الفيزياء في المرحلة الثانوية العامة، وتكون الاختبار في صورته الأولية من 20 مفردة موزعة على الموضوعات الرئيسة السابق تحديدها، وقد روعي أن يكون الوزن النسبي لمفردات كل موضوع مكافئ تقريبا للوزن النسبي للصعوبات العلمية في كل موضوع. وتم صياغة المفردات في شكل أسئلة اختيار من متعدد ذات أربعة بدائل، كما تم كتابة تعليمات الاختبار في الصفحة الأولي منه. وفي نهاية الاختبار تم إعداد ورقة الإجابة ومفتاح التصحيح، وقد تم الإشارة في مفتاح التصحيح إلى أن درجة الصعوبات التي يعاني منها معلم الفيزياء تحسب من خلال مجموع عدد الإجابات الخطأ وليس عدد الإجابات الصحيحة (درجة المعلم في اختبار الصعوبات = العدد الكلي للمفردات – عدد الإجابات الصحيحة = عدد الإجابات الخطأ)، وبذلك يكون الاختبار قد أصبح في صورته الأولية.

وللتأكد من صدق الاختبار تم عرضه على مجموعة من الخبراء في مجال تدريس الفيزياء والتربية العلمية للتعرف على آراءهم من حيث: صلاحية الاختبار لقياس الصعوبات العلمية لدى المعلمين، وشمول الاختبار لموضوعات الفيزياء بالمرحلة الثانوية، ومدي مناسبة كل سؤال لمستوى المعلمين، ومدي الدقة العلمية والصحة اللغوية لكل سؤال. وقد أجرى الباحثون التعديلات التي أقرها السادة المحكمون، والتي من بينها إعادة صياغة عدد من المفردات لتصبح أكثر دقة.

وتم حساب معامل ثبات الاختبار بطريقة إعادة التطبيق على مجموعة مكونة من 23 معلم ومعلمة –من غير مجموعة البحث– بعدد من مدارس إدارة المعادي التعليمية، وإدارة البساتين ودار السلام التعليمية؛ حيث تم التطبيق في الفترة من 18-2018/11/21، وإعادة التطبيق بعد أسبوعين، ومن ثم تم حساب معامل الارتباط بين

أداء أفراد المجموعة في المرتين والذي بلغ 0.71 ثم حساب ثبات الاختبار بطريقة سبيرمان وبراون، وقد بلغ 0.83 وهذا يشير إلى ارتفاع معامل ثبات الاختبار. كما تم حساب زمن الاختبار بحساب متوسط زمن الإجابة والذي بلغ 37 دقيقة. وبعد التأكد من صدق وثبات الاختبار أصبح في صورته النهائية مكونا من 20 مفردة كعينة ممثلة للصعوبات التي سبق تحديدها، وتكون الدرجة الكلية للاختبار 20 درجة. ومن ثم أصبح الاختبار بعد هذه الإجراءات في صورته النهائية صالحاً للتطبيق.

جدول 5

مكونات اختبار الصعوبات العلمية

م	المجال	أرقام الأسئلة	عدد الأسئلة	الوزن النسبي
1.	القوة والحركة	8 – 10– 13	3	%15
2.	خواص المادة	2 – 4 – 5 –17	4	%20
3.	الحركة الموجية	1 – 3 – 7– 14	4	%20
4.	الكهربية والمغناطيسية	11 – 12 – 15– 18 – 19 – 20	6	%30
5.	الفيزياء الحديثة	6 – 9– 16	3	%15
	المجموع	1– 20	20	%100

ثالثا– إعداد مقياس التصارع المعرفي:

تم إعداد المقياس بهدف قياس التصارع المعرفي الذي يعاني منه طلاب المرحلة الثانوية عندما يتعرضون لحدث متعارض مع تصوراتهم السابقة، ولتحقيق هذا الهدف قام الباحثون بمراجعة الدراسات السابقة التي اهتمت بالتصارع المعرفي (e.g. Mufit et al., 2018; Singer, 2018)، وقد تم التوصل إلى أن كافة هذه الدراسات اهتمت باستخدام استراتيجيات التصارع المعرفي كمتغير مستقل يسهم في إحداث التغير المفاهيمي، أما الدراسات التي اهتمت بتصميم مقاييس للتعرف على مستويات التصارع المعرفي لدى الطلاب فقد كانت محدودة للغاية. وقد قام الفريق البحثي بدراسة متعمقة لعدد من مقاييس

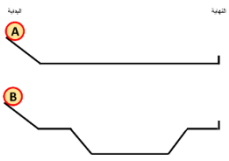
التصارع المعرفي، وكان في مقدمتها اختبار مستويات التصارع المعرفي Cognitive Conflict Level Test (CCLT)، وهو أحد المقاييس الرائدة في قياس التصارع المعرفي، والذي أعده لي وبين Lee and Byun (2012) في ضوء نموذج عملية التصارع المعرفي.

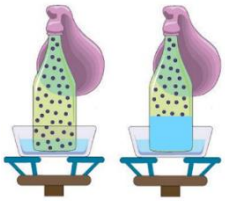
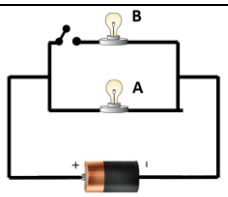
وقد لاحظ الفريق البحثي أن المقاييس السابقة عادة ما تقتصر على استخدام حدث متعارض واحد أو حدثين متعارضين كحد أقصى، وفي ضوء ذلك تم استخدام حدثين متعارضين لكل صف دراسي بمجموع 6 أحداث متعارضة موزعة على عدد من موضوعات الفيزياء التي يتم تدريسها في المرحلة الثانوية (معادلات الحركة، وقوانين نيوتن، والموائع الساكنة، وقوانين الغازات، وتوصيل المقاومات، ودوائر الرنين)، وفي ضوء ذلك قام الفريق البحثي ببناء ثلاث صور لمقياس التصارع المعرفي؛ بحيث تخصص كل صورة لأحد صفوف المرحلة الثانوية، وتألفت المقياس من أربعة مكونات رئيسية لكل حدث متعارض، وهي:

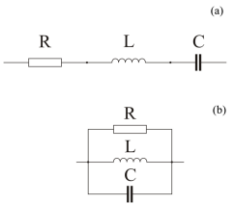
1. السؤال المتعارض: وهو عبارة عن سؤال يهدف إلى اكتشاف التصور الخطأ الموجود لدى المتعلم، ويطلب فيها من المتعلم التنبؤ بما يحدث عند إجراء تجربة أو حدث متعارض مع تقديم تفسيره لذلك. ويبين الجدول التالي الأسئلة المتعارضة المستخدمة للصفوف الثلاثة:

جدول 6

الأسئلة المتعارضة المستخدمة في مقياس التصارع المعرفي للصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية

الصف	الموضوع	السؤال	الرسم
الأول	معادلات الحركة	- إذا تم ترك الكرتين A, B الموضحتين في الشكل ليتحركا في نفس اللحظة ومن نفس الارتفاع، فإن الكرة التي تصل أولا إلى نقطة النهاية هي الكرة .....، وذلك لأن	

الصف	الموضوع	السؤال	الرسم
		.....	
	قوانين نيوتن	- إذا تم تعليق كرة حديدية ثقيلة باستخدام خيط في حامل، وتم ربط خيط من نفس النوع في الجزء السفلي من الكرة كما بالشكل، فعند شد الخيط السفلي بسرعة فإن الخيط الذي ينقطع هو الخيط .....، وذلك لأن	
	الموائع الساكنة	- إذا تم ملء كوب زجاجي حتى حافته بالماء، وسد فوهة الكوب بورقة كراس، وعند قلب الكوب رأسا على عقب فإن الماء والورقة ....., وذلك لأن	
الثاني	قوانين الغازات	- قام أحد الطلاب بإحضار زجاجتين متشابهتين ووضع في الزجاجة الأولى 100مل من الماء بينما احتوت الزجاجة الثانية على الهواء فقط، ثم ثبت بالون في فوهة كل زجاجة كما بالشكل، وبعد ذلك وضع كل زجاجة في ماء في حالة غليان لمدة 5 دقائق، فمن المتوقع أن البالون الذي سيتمدد لحجم أكبر هو.....، وذلك لأن	
الثالث	توصيل المقاومات	- عندما يتم غلق مفتاح الدائرة الموضحة بالشكلة فإن إضاءة المصباح A .....، وذلك لأن	

الصف	الموضوع	السؤال	الرسم
	دوائر الرنين	- يوضح الشكل a دائرة رنين مكونة من مصدر للتيار المتردد ومقاومة وملف ومكثف متصلة جميعا على التوالي، فإذا قام أحد الطلاب بإعادة ترتيب مكونات الدائرة بحيث يصبح كل من المقاومة والملف والمكثف متصلين جميعا على التوازي فإن شدة التيار .....، وذلك لأن	

2. تدوين الملاحظات: يقدم المعلم عرضا عمليا يتعارض مع أفكار الطلاب الذين أجابوا عن السؤال بطريقة غير صحيحة، ويطلب من الطالب تدوين ملاحظاته التي تتعارض مع تصوراته الخطأ بهدف وضعه في حالة التصارع المعرفي. وينبغي أن يكون العرض العملي فعالا وبسيطا بما فيه الكفاية بحيث يتمكن الطالب من فهم الموقف بسهولة. ولكي يحقق العرض العملي هذه الشروط ينبغي أن يكون الموقف جديدا تماما بالنسبة للطلاب مما يساعد على تنشيط أفكار جديدة وليست الأفكار المحفوظة من قبل.
3. بنود قياس التصارع المعرفي: وتتكون من 12 عبارة تهدف إلى قياس درجة التصارع المعرفي لدى الطالب، وتوزع العبارات بالتساوي على أربعة أبعاد هي إدراك التناقض Recognition of Contradiction، والاهتمام Interest، والقلق Anxiety، وإعادة التقييم المعرفي للموقف Cognitive Reappraisal of the Situation كما بالجدول المبين، ويطلب من المتعلمين توضيح ما إذا كانوا موافقين أو رافضين لكل عبارة من العبارات على مقياس ليكرت الخماسي (خطأ تماما = صفر، صحيح تماما = 4، وهكذا)، وبالتالي تكون الدرجة الخاصة بكل بعد 3×4= 12 درجة، وتكون

الدرجة القصوى للحدث المتعارض الواحد 4×12= 48 درجة، والدرجة الكلية للمقياس المكون من حدثين متعارضين 2×48= 96 درجة.

جدول 7

أبعاد وبنود قياس التصارع المعرفي

البعد	تعريفه الإجرائي	عناصر البعد
إدراك التناقض	إدراك المتعلم أن تصوراته ومفاهيمه لا تتوافق مع نتائج التجربة، وبالتالي يشعر بالشك، والمفاجأة، الاستغراب.	1. عندما رأيت نتيجة التجربة، كان لدي شكوك حول الأسباب. 2. عندما رأيت النتيجة، فوجئت بها. 3. جعلني الفرق بين النتيجة وتوقعاتي أشعر بالاستغراب.
الاهتمام	تركيز المتعلم الانتباه للعرض العملي (الحدث المتعارض)، وشعوره بحالة من الفضول وحب الاستطلاع	4. تثير نتيجة العرض الاهتمام لدي. 5- أشعر بالفضول منذ أن رأيت نتيجة العرض العملي. 6. جذبت نتيجة العرض العملي انتباهي إلى حد كبير.
القلق	شعور المتعلم بحالة من الارتباك وعدم الاتزان نتيجة لما لاحظه في العرض العملي	7. نتيجة العرض جعلتني أشعر بالارتباك. 8. أشعر بعدم الارتياح لأنني لا أستطيع تفسير نتيجة التجربة. 9. أشعر بالإحباط لأنني لم أتمكن من فهم سبب هذه النتيجة.
إعادة التقييم المعرفي للموقف	مراجعة المتعلم للحدث المتعارض وشعوره بالحاجة إلى مزيد من الوقت لتأمل الموقف مرة أخرى حتى يمكن أن يصل إلى التفسير الصحيح	10. أود أن أتأكد أكثر مما إذا كانت فكرتي غير صحيحة. 11. أنا بحاجة إلى التفكير في سبب النتيجة لفترة أطول قليلا. 12. أحتاج إلى إيجاد أساس مناسب لتفسير نتيجة التجربة.

4. بنود تحديد نمط استجابة المتعلمين خلال التصارع المعرفي: تم إضافة ثلاث عبارات أخرى بهدف تحديد نمط استجابة المتعلمين عندما يواجهون حدث متعارض مع بنيتهم المعرفية، وهذه العبارات هي:
   - أقبل بنتيجة العرض العملي الذي قام به المعلم، وأعتبرها صحيحة.
   - يمكنني تقديم تفسير لنتيجة العرض العملي.
   - لقد غير العرض العملي أفكاري ومعتقداتي السابقة.

ويستجيب المتعلم على هذه البنود من خلال وضع علامة (√) أسفل بديل من بين ثلاث بدائل وهذه البدائل هي: (لا –متردد –نعم)، ولقد تم تطوير هذه البنود الثلاث بناء على جدول 8 الموضح، والذي يصنف استجابات المتعلمين إلى سبع أنماط على النحو التالي:

جدول 8

تصنيف استجابات المتعلمين للحدث المتعارض

أنواع الاستجابات	وصف الاستجابة	قبول النتيجة	تقديم تفسير	تغيير الأفكار
التجاهل Ignoring	لا يصدق المتعلم نتيجة العرض العملي ولا يحاول تفسيرها، ولا ينتج عن هذه الاستجابة أي تغيير في بنية المتعلم المعرفية.	لا	لا	لا
الرفض Rejection	ينكر المتعلم صحة العرض من الأساس، وهنا يقدم أسباب لعدم الصحة، ويحاول إيجاد ثغرات في المنهجية أو أخطاء في الإجراءات.	لا	نعم	لا
عدم التيقن Uncertainty	يثير المتعلم تساؤلات حول ما إذا كان يجب عليه أن يصدق نتائج هذا العرض أم لا.	متردد	لا	لا
الاستبعاد Exclusion	يشعر المتعلم بعدم حاجته لتفسير نتائج العرض لأنه يعتبره غير ذو صلة بمفاهيمه داخل البنية المعرفية.	نعم	لا	لا

أنواع الاستجابات	وصف الاستجابة	قبول النتيجة	تقديم تفسير	تغيير الأفكار
التعطل Suspension	يعتقد المتعلم أن كلا من المفهوم الذي يظهر من خلال العرض العملي صحيحا، وأن المفهوم الخطأ الموجود في بنيته المعرفية يمكن أن يفسر العرض بصورة صحيحة.	نعم	متردد	لا
التفسير Reinterpretation	يعني أن المتعلم يفسر نتائج التجربة ضمن المفهوم الصحيح مع الاحتفاظ بالمفهوم الخطأ داخل البنية المعرفية.	نعم	نعم	لا – متردد
التغير المفاهيمي Conceptual Change	يعني أن المتعلم يتخلى عن معتقداته ومفاهيمه الحالية تماما وتتكون لديه المفاهيم الصحيحة.	نعم	نعم	نعم

وبعد انتهاء الفريق البحثي من بناء كافة المكونات الأربعة للمقياس، تم صياغة التعليمات في الصفحة الأولي من كل صورة من صور المقياس بحيث تشتمل على الهدف من المقياس، ومكونات المقياس، وطريقة الإجابة المطلوبة، وبذلك يكون المقياس قد أصبح في صورته الأولية.

وللتأكد من صدق المقياس، تم عرضه على مجموعة من خبراء التربية العلمية، وذلك لإبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق. وقد أجرى الفريق البحثي التعديلات التي أقرها السادة المحكمون. وتم تطبيق الصورة الأولية للمقياس على طالبات المرحلة الثانوية بمدرسة المطرية الثانوية بنات في يوم 12/10/ 2018، ثم طبق مرة أخرى بعد أسبوعين، وقد بلغ معامل الارتباط بين نتائج التطبيقين 0.74 وبحساب ثبات المقياس بطريقة سبيرمان وبراون وجد أنه 0.85 وهذا يشير إلى ارتفاع معامل الثبات. كما تم تحديد زمن المقياس عن طريق قياس متوسط الزمن الذي استغرقه الطلاب للانتهاء من الإجابة، والذي بلغ 47 دقيقة. وبذلك أصبح المقياس في صورته النهائية صالحا للاستخدام كأداة صادقة وثابتة لقياس التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

رابعا– إعداد اختبار التفكير المجرد:

تم إعداد الاختبار بهدف قياس قدرة طلاب المرحلة الثانوية على التفكير المجرد، ولتحقيق هذا الهدف قام الباحثون بمراجعة الدراسات السابقة التي اهتمت بتصميم اختبارات للتعرف على قدرة الطلاب على التفكير المجرد، ومنها دراسة درويش Darwish, (2014). كما قام الفريق البحثي بدراسة متعمقة لعدد من اختبارات التفكير المجرد، وكان في مقدمتها اختبار مهارات التفكير المجرد لبياجيه SRTs Test: The simple Pendulum Test، وهو أحد الاختبارات الرائدة في قياس التفكير المجرد، والذي أعده جان بياجيه وفيه يعرض الطالب لمشكلة البندول الشهيرة، ويسأله مجموعة من الأسئلة التي تقيس قدراته على التفسير الاستنباطي الافتراضي.

وقد لاحظ الفريق البحثي أن الاختبارات السابقة عادة ما تقتصر على قياس قدرة الطالب على التفسير الاستنباطي، وقد رأي الفريق البحثي ضرورة قياس جميع المهارات الأساسية التي ينبغي أن تتوافر لدى طالب المرحلة الثانوية حتى يتمكن من التفكير المجرد، وفي ضوء ذلك تم بناء اختبار مكون من خمسة أقسام تقيس مهارات التفكير المجرد باستخدام أسئلة الاختيار من متعدد، وهذه الأقسام هي:

- القسم الأول: شمل 5 مفردات تقيس مهارة التفسير، ويتعرض فيه الطالب لعبارات تعبر عن موقف، وعليه اختيار العبارة التي تمثل التفسير المنطقي المناسب للموقف المطروح.
- القسم الثاني: شمل 5 مفردات تقيس مهارة التطبيق، ويتعرض فيه الطالب لفقرة تشتمل على معلومات علمية ثم يليها موقف تطبيقي على تلك المعلومات.
- القسم الثالث: شمل 5 مفردات تقيس مهارة الاستنتاج، ويتعرض فيه الطالب لعبارات تعبر عن معلومات وبيانات وعليه اختيار الاستنتاج المناسب في ضوئها.
- القسم الرابع: شمل 5 مفردات تقيس مهارة فرض الفروض، ويتعرض فيه الطالب لعبارات تعرض مشكلة ويليها مجموعة من الفروض وعليه استبعاد الفرض غير المناسب.

- القسم الخامس: شمل 5 مفردات اختيار من متعدد تقيس مهارة التجريب وفيه يتعرض الطالب لعبارات تعرض مشكلة تجريبية وعليه اختيار التصميم التجريبي المناسب.

وبعد انتهاء الفريق البحثي من بناء كافة المكونات الخمسة للاختبار تم صياغة التعليمات في الصفحة الأولي من الاختبار بحيث تشتمل على الهدف من الاختبار، ومكوناته، وطريقة الإجابة المطلوبة، وبذلك يكون الاختبار قد أصبح في صورته الأولية.

وللتأكد من صدق الاختبار، تم عرضه على مجموعة من خبراء التربية العلمية، وذلك لإبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق. وقد أجرى الباحثون التعديلات التي أقرها السادة المحكمون؛ وبعد إجراء التعديلات المقترحة، أصبح الاختبار مكونا من 25 مفردة موزعة على مهارات التفسير والتطبيق والاستنتاج وفرض الفروض والتجريب على أن يكون لكل مهارة 5 مفردات وتكون الدرجة الكلية لكل مهارة 5 درجات والدرجة النهائية للاختبار 25 درجة.

وتم تطبيق الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة المطرية الثانوية بنات في يوم 12/10/ 2018، ثم طبق مرة أخرى بعد أسبوعين، وبحساب معامل الارتباط بين أداء أفراد المجموعة في المرتين وجد أنه 0.78، وبعد ذلك تم حساب ثبات الاختبار بطريقة سبيرمان وبراون، وقد بلغ 0.88، وهذا يشير إلى ارتفاع معامل ثبات الاختبار. كما تم تحديد زمن الاختبار عن طريق قياس متوسط الزمن الذي استغرقه الطلاب للانتهاء من الإجابة، والذي بلغ 42 دقيقة وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية صالحا للاستخدام كأداة صادقة وثابتة لقياس التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

جدول 9

مستويات اختبار التفكير المجرد وعدد مفردات كل مستوى

مستويات الاختبار	عدد المفردات	الرقم	الدرجة الكلية
التفسير	5	1-5	5 درجات
التطبيق	5	6- 10	5 درجات

الاستنتاج	5	11 -15	5 درجات
فرض الفروض	5	16 -20	5 درجات
التجريب	5	20 -25	5 درجات
المجموع	25	1-25	25 درجة

خامسا – التجريب الميداني:

تم اختيار 24 معلم ومعلمة فيزياء بالمرحلة الثانوية من إدارة أوسيم التعليمية وإدارة كرداسة التعليمية ومنطقة الجيزة الأزهرية بمحافظة الجيزة، وقد تم مراعاة أن يكون تركيز كل معلم على التدريس لصف واحد من صفوف المرحلة الثانوية؛ حيث تم اختيار 10 معلمين ومعلمات يدرسون للصف الأول الثانوي، و8 معلمين ومعلمات يدرسون للصف الثاني الثانوي، و6 معلمين ومعلمات يدرسون للصف الثالث الثانوي. وتم تطبيق اختبار الصعوبات العلمية عليهم في الفترة من 2019/3/18 إلى 2019/3/25، ولقد لاحظ الباحثون أثناء تطبيق الاختبار أن بعض المعلمين لا يدركون أصلا أن لديهم صعوبات، كما أن بعضهم يشكوا من نقص المعلومات الرياضية اللازمة لتدريس موضوعات الفيزياء. علاوة على ذلك، فقد عبر عدد منهم عن إحساسهم بصعوبة موضوعات الفيزياء الحديثة؛ نظرا لأنها لم تكن من ضمن برامج إعدادهم، ولذلك طالبوا بضرورة تدريبهم على مثل هذه الموضوعات.

جدول 10

المدارس والإدارات وأعداد المعلمين والمعلمات المشاركين في البحث

اسم المدرسة	الإدارة التعليمية	عدد المعلمين	عدد المعلمات	المجموع
أوسيم الثانوية المشتركة	أوسيم التعليمية	3	1	4
بشتيل الثانوية المشتركة	أوسيم التعليمية	3	1	4
الفاروق عمر الثانوية	أوسيم التعليمية	3	0	3

ياسر سيد حسن	وليد نبيل حسين	شيري مجدي نصحي	
دولسي الثانوية المشتركة	أوسيم التعليمية	2	1	3
ناهيا الثانوية بنين	كرداسة التعليمية	3	0	3
أبو رواش الثانوية المشتركة	كرداسة التعليمية	3	1	4
معهد فتيات البراجيل	منطقة الجيزة الأزهرية	0	3	3
المجموع		17	7	24

وتم اختيار فصل واحد من فصول كل معلم أو معلمة بهدف تطبيق مقياس التصارع المعرفي واختبار التفكير المجرد. وقد بلغ مجموع المشاركين 826 طالب وطالبة، وينتمي الطلاب إلى خلفيات اجتماعية واقتصادية منخفضة، ومتوسطة، ومتوسطة مرتفعة. وقد تم مراعاة تطبيق الأدوات في نهاية العام الدراسي في الفترة من 2019/3/31 إلى 2019/4/24. وقد لاحظ الفريق البحثي أثناء تطبيق الأدوات إعجاب الطلاب الشديد بتجارب التصارع المعرفي؛ نظرا لأن نتائجها تتعارض مع تصوراتهم السابقة، وقد عبر عدد كبير من الطلاب عن رغبتهم في دراسة الفيزياء باستخدام مثل هذه التجارب العملية الشيقة التي تثير التفكير لديهم بصورة كبيرة، كما أشار بعض الطلاب إلى أن هناك موضوعات لا تكون وضحة بالنسبة للمعلمين أنفسهم مما ينعكس على فهمهم لتلك الموضوعات.

جدول 11

توزيع أعداد المشاركين في البحث على صفوف المرحلة الثانوية

الصف	عدد المعلمين والمعلمات	عدد الفصول	عدد الطلاب	عدد الطالبات	مجموع الطلاب والطالبات
الأول	10	10	224	158	382
الثاني	8	8	139	113	252
الثالث	6	6	104	88	192
المجموع	24	24	467	359	826

سادسا– نتائج البحث:

تم رصد درجات المعلمين في اختبار الصعوبات العلمية، ودرجات الطلاب في مقياس التصارع المعرفي واختبار التفكير المجرد، وبتحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS تم التوصل النتائج التالية:

1– نتائج اختبار الصعوبات العلمية:

للإجابة عن السؤال الأول "ما مستوى الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟" تم حساب المتوسطات، والنسب المئوية لدرجات معلمي الصف الواحد في كل موضوع من موضوعات الاختبار. علاوة على ذلك، تم حساب المتوسط والنسبة المئوية للصفوف الثلاث ولجميع الموضوعات كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 12

المتوسطات والنسب المئوية لدرجات المعلمين في اختبار الصعوبات العلمية

الموضوع	الدرجة الكلية	معلمي الصف الأول		معلمي الصف الثاني		معلمي الصف الثالث		المتوسط	
		م	%	م	%	م	%	م	%
القوة والحركة	4	1.1	%27.5	1.13	%28.1	1.33	%33.3	1.167	%29.2
خواص المادة	3	0.7	%23.3	0.25	%8.3	0.83	%27.8	0.58	%19.4
الحركة الموجية	4	1.7	%42.5	0.875	%21.9	1.83	%45.8	1.45	%36.5
الكهربية والمغناطيسية	6	4.4	%73.3	4.38	%72.9	0.67	%11.1	3.46	%57.6
الفيزياء الحديثة	3	2.5	%83.3	2.38	%79.2	0.83	%27.8	2.04	%68.1
المجموع	20	10.4	%52	9	%45	5.5	%27.5	8.7	%43.5

أظهرت نتائج تطبيق اختبار الصعوبات العلمية أن نسبة تلك الصعوبات وصلت لدى معلمي الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية إلى 43.5% من الدرجة الكلية للاختبار، وذلك على الرغم من تركيز الاختبار على الموضوعات الشائع تدريسها في المرحلة الثانوية، والتي قام المعلمون بتدريسها لسنوات عديدة. وأشارت النتائج إلى أن معلم الصف الأول الثانوي يعاني من أعلى نسبة صعوبات علمية والتي بلغت 52%، بينما يعاني معلم الصف الثالث الثانوي من أقل نسبة صعوبات علمية وهي 27.5%.

ويتضح من النتائج أن الصعوبات العلمية تزداد لدى المعلم في الموضوعات التي لا يقوم بتدريسها؛ فتكون أكثر صعوبات معلمي الصف الأول في موضوعات الفيزياء الحديثة بنسبة 83.3%، والكهربية والمغناطيسية بنسبة 73.3%، وهي موضوعات يتم تدريسها في الصف الثالث الثانوي، في حين تكون أكثر صعوبات معلمي الصف الثالث

الثانوي في موضوع الحركة الموجية بنسبة 45.8% والذي يدرس في الصف الثاني الثانوي. كما أظهرت النتائج أيضا أن أكثر الصعوبات العلمية كانت في موضوع الفيزياء الحديثة بنسبة وصلت إلى 68.1% يليها موضوع الكهربية والمغناطيسية بنسبة 57.1%، في حين أن أقل الصعوبات العلمية كانت في موضوع خواص المادة بنسبة 19.4% يليها القوة والحركة بنسبة 29.2%.

2- نتائج مقياس التصارع المعرفي:

للإجابة عن السؤال الثاني "ما مستويات التصارع المعرفي لدى طلاب الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية؟" تم معالجة إجابات الطلاب على أقسام المقياس؛ حيث تضمن القسم الأول السؤال المتعارض الذي يكشف عن تصور المتعلم الخطأ؛ حيث يقوم بالتنبؤ بما سيحدث عند إجراء الحدث المتعارض، كما يقدم تفسير لهذا التنبؤ، ولقد تم حساب تكرار التفسيرات الخاصة بكل تنبؤ، وكذلك حساب النسب المئوية، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 13

التكرار والنسب المئوية للتفسيرات الخاصة بكل تنبؤ بنتائج الحدث المتعارض

التجربة	التنبؤ	التفسير	التكرار	%
الصف الأول الثانوي- التجربة1	الكرة B ستصل أولا. (√)	- لأن الكرة B ستتحرك بسرعة أكبر نتيجة لاكتساب عجلة موجبة أثناء حركتها لأسفل على المستوى المائل. (√)	38	%9.9
		- لأن وزن الكرة B سيكسبها سرعة أكبر أثناء هبوطها على المستوى المائل. (√)	9	%2.4
	الكرة A ستصل أولا. (×)	- لأن الكرة A ستسير في خط مستقيم بينما الكرة B يوجد في مسارها منحنيات تقلل من سرعتها. (×)	212	%55.5
		- لأن الكرة A ستقطع مسافة أقل من التي	76	%19.9

التجربة	التنبؤ	التفسير	التكرار	%
		ستقطعها الكرة B. (×)		
		- لأن الكرة B ستتحرك في نهاية المسار عكس الجاذبية، وبالتالي تحتاج إلى قوة لتصل إلى النهاية. (×)	28	%7.3
	الكرتان A, B ستصلان معاً. (×)	- لأن اختلاف المسار لا يؤثر في سرعة الكرة. (×)	19	%5
الصف الأول الثانوي – التجربة 2	سينقطع الخيط السفلى فقط. (√)	- بسبب كبر كتلة الكرة الحديدة مما يؤدي إلى كبر قصورها الذاتي وبالتالي تقاوم الشد وينقطع الخيط السفلي. (√)	16	%4.2
		- لأن قوة الشد المؤثرة عليه تكون أكبر من قوة الشد المؤثرة على الخيط العلوي. (تفسير غير مكتمل)	26	%6.8
		- سينقطع الخيط السفلى لأن قوى الشد ستؤثر عليه أولاً. (×)	24	%6.3
	سينقطع الخيط العلوي فقط. (×)	- لأن الخيط العلوي يتأثر بقوتين وهما قوة الشد وقوة الوزن بينما يتأثر السفلي بقوة واحدة وهي قوة الشد. (×)	294	%76.9
		- لأن الخيط العلوي أطول من السفلي. (×)	17	%4.5
	سينقطع الخيطان في نفس اللحظة. (×)	- لأن الشد يتوزع بالتساوي على الخيط العلوي والسفلي. (×)	5	%1.3
الثانوي	لن يسقط الماء والورقة	- لأن الضغط الجوي يدفع الورقة لأعلى بقوة. (√)	55	%21.8

التجربة	التنبؤ	التفسير	التكرار	%
الصف الثاني الثانوي – التجربة 2	(√)	- بسبب قوى التصاق الورقة وجزيئات الماء. (×)	31	%12.3
		- لأن الورقة تعمل حاجز بين الماء والهواء. (×)	24	%9.5
	سيسقط الماء والورقة (×)	- بسبب وزن الماء الناتج عن الجاذبية الأرضية. (×)	98	%38.9
		- بسبب امتصاص الورقة للماء فبالتالي ستتمزق ويسقط الماء. (×)	22	%8.7
		- لأن الورقة بها مسام سيتسرب منها الماء. (×)	15	%6
	سيسقط الماء ولن تسقط الورقة (×)	- لأن الورقة أقل وزنا من الماء. (×)	7	%2.8
	سيصبح حجم الماء أكبر من حجم بالون زجاجة الهواء. (√)	- لأن جزيئات الماء تتبخر عند درجة حرارة معينة وتشغل حيزا أكبر من الحيز الذي يشغله الهواء. (√)	52	%20.6
		- لأن كثافة بخار الماء أكبر من كثافة الهواء. (×)	29	%11.5
		- لأن حجم جزيئات الماء أكبر من جزيئات الهواء. (×)	17	%6.7
	سيصبح حجم بالون زجاجة الهواء أكبر من حجم	- لأن الهواء يتمدد بمقدار أكبر من الماء. (×)	99	%39.3
		- لأن الماء لن يتأثر بالحرارة بعكس الهواء الذي سيتمدد ويملأ البالون. (×)	7	%2.8
		- لأن كمية الهواء داخل زجاجة الهواء أكبر من	15	%6

التجربة	التنبؤ	التفسير	التكرار	%
	بالون زجاجة الماء. (×)	كمية الهواء في زجاجة الماء. (×)		
	سيتساوى حجم البالونين. (×)	- لأن الماء سيتمدد بالغليان، وكذلك سيتمدد الهواء بالتسخين وسيكون مقدار التمدد ثابت. (×)	21	%8.3
		- لأن الحجم متساوي ودرجة الحرارة متساوية والكتلة أيضاً متساوية في الزجاجتين. (×)	12	%4.8
الصف الثالث الثانوي – التجربة1	ستظل إضاءة المصباح A ثابتة. (√)	- لأن المقاومة الكلية ستقل للنصف ويزداد التيار للضعف ثم ينقسم بالتساوي على المصباحين. (√)	37	%19.3
		- لأن فرق الجهد على المصباح A يظل ثابت وهو نفسه القوة الدافعة الكهربائية للبطارية وبالتالي لا يتغير شدة التيار المار خلاله. (√)	33	%17.2
	ستقل إضاءة المصباح A. (×)	- لأن المصباحين متصلين على التوازي فيتجزأ التيار المار في الدائرة. (×)	97	%50.5
		- لأن البطارية موصلة على التوازي مع المقاومات. (×)	5	%2.6
	ستزداد إضاءة المصباح A. (×)	- لأن المقاومة الكلية تقل عند غلق المفتاح ويزداد شدة التيار. (×)	20	%10.4
الصف الثالث الثانوي – التجربة 2	ستظل شدة التيار ثابتة. (√)	- لأن الدائرة ستكون في حالة رنين سواء في حالة التوصيل على التوالي أو التوازي وبالتالي فإن XL تتلاشى وXC أي أن المعاوقة الكلية تظل ثابتة Z= R. (√)	51	%26.6
		- لأن المعاوقة لا تتأثر بإعادة ترتيب مكونات	23	%12

التجربة	التنبؤ	التفسير	التكرار	%
		الدائرة. (تفسير غير مكتمل)		
	ستزداد شدة التيار. (×)	- لأن الدائرة في حالة رنين فيكون XL= XC، L=C فتكون المقاومة أقل قيمة. (×)	19	%9.9
	ستقل شدة التيار. (×)	- لأن مكونات الدائرة متصلة على التوازي فيتجزأ التيار الذي يمر في كل من المكثف والملف والمقاومة وفرق الجهد كبير. (×)	73	%38
		- لأن المعاوقة تزداد حيث تحسب من ناتج R+ XC +XL وبذلك يقل التيار لأنه يتناسب عكسيا مع المقاومة الكلية. (×)	26	%13.5

يظهر الجدول السابق ضعف قدرة الطلاب على التنبؤ بما سيحدث عند إجراء العرض العملي؛ حيث تراوحت نسبة الطلاب الذين قدموا تنبؤات خطأ بين 87.7% وذلك في التجربة الأولي للصف الأول الثانوي، و61.4%، وذلك في التجربة الثانية للصف الثالث الثانوي. أما نسبة الطلاب الذين قدموا تفسيرات خطأ أو غير مكتملة فقد تراوحت نسبتها بين 95.8% وذلك في التجربة الثانية للصف الأول الثانوي، و63.5% وذلك في التجربة الأولى للصف الثالث الثانوي. كما يظهر الجدول أن قدرة الطلاب على التنبؤ الصحيح بنتائج العرض العملي وتفسيرها تكون أقل بالنسبة لطلاب الصف الأول الثانوي، وتتحسن هذه القدرة قليلا بالنسبة لطلاب الصف الثاني والصف الثالث الثانوي.

وتشير النتائج إلى أن تقديم الطالب للتنبؤ الصحيح لا يعني بالضرورة امتلاكه التفسير الصحيح، فعلى سبيل المثال نجح 43.6% من الطلاب في تقديم تنبؤ صحيح بنتيجة التجربة الأولى للصف الثاني الثانوي إلا أنه لم يتمكن من تقديم التفسير الصحيح لهذا التنبؤ سوى 21.8% من الطلاب. واتضح من النتائج وجود أكثر من تفسير للتنبؤ الواحد، كما أن نسب هذه التفسيرات غير متساوية، كما يمكن ملاحظة شيوع أحد

التصورات على التصورات الأخرى ففي كل تجربة كان هناك تفسير حصل على أعلى نسبة تكرارات كما في التفسير "لأن الكرة A ستسير في خط مستقيم بينما الكرة B يوجد في مسارها منحنيات تقلل من سرعتها." الذي حصل على نسبة 55.5%.

وتم حساب المتوسطات والنسب المئوية لاستجابات الطلاب على بنود القسم الثالث الذي يقيس مستوى التصارع المعرفي لدى الطلاب، وتكون درجة البعد الواحد للتجربة الواحدة تساوي 12 درجة، ودرجة البعد الواحد لكل مقياس تساوي 24 درجة، وبذلك تكون الدرجة الكلية للمقياس المكون من 4 أبعاد تساوي 96 درجة. وقد كانت النتائج على النحو المبين في الجدول التالي:

جدول 14

المتوسط والنسبة المئوية لاستجابة الطلاب على بنود القسم الثالث "قياس التصارع المعرفي"

الصف	التجربة	إدراك التناقض	الاهتمام	القلق	إعادة التقييم المعرفي	المجموع
الأول الثانوي	متوسط التجربة 1	9.32	10.64	6.90	8.36	35.19
	متوسط التجربة 2	9.56	10.36	6.97	9.24	36.16
	متوسط المقياس	18.88	21	13.87	17.6	71.35
	%	%78.67	%87.50	%57.79	%73.33	%74.32
الثاني الثانوي	متوسط التجربة 1	6.19	9.61	4.93	7.02	27.88
	متوسط التجربة 2	5.87	8.59	4.23	5.98	24.54
	متوسط المقياس	12.06	18.2	9.16	13	52.42

	%	%50.25	%75.83	%38.17	%54.17	%54.60
الثالث الثانوي	متوسط التجربة 1	5.99	7.47	3.89	5.69	22.85
	متوسط التجربة 2	6.61	7.85	5.09	6.56	26.30
	متوسط المقياس	12.6	15.32	8.98	12.25	49.15
	%	%52.50	%63.83	%37.42	%51.04	%51.20
	المتوسط العام	14.51	18.17	10.67	14.28	57.63
	%	%60.46	%75.71	%44.46	%59.50	%60.03

من خلال النتائج المبينة في الجدول السابق، يتضح أن طلاب الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية يعانون من قدر مرتفع نسبيا من التصارع المعرفي وصل في مجمله إلى 60.03% وهي نسبة غير قليلة خاصة وأنه تم تطبيق المقياس في نهاية العام الدراسي، وأظهرت النتائج أن أكثر الطلاب معاناة من التصارع المعرفي هم طلاب الصف الأول الثانوي بنسبة 74.32% ويقل التصارع تدريجيا حتى تصبح نسبته 51.2% لدى طلاب الصف الثالث الثانوي. وبالنسبة لطلاب الصفوف الثلاثة، حصل بعد "الاهتمام" على أعلى نسبة بين أبعاد التصارع المعرفي، والتي وصلت 75.71%، بينما حصل بعد "القلق" على أقل نسبة بين أبعاد التصارع المعرفي، والتي وصلت إلى 44.46%.

وبحساب تكرارات الإجابة عن القسم الرابع تم تحديد نمط استجابة المتعلمين خلال التصارع المعرفي، والذي يتضح من خلال الجدول التالي:

جدول 15

تكرارات ومتوسطات استجابات المتعلمين للحدث المتعارض

الصف	التجربة	التجاهل	الرفض	عدم التيقن	الاستبعاد	التعطل	التفسير	التغيير المفاهيمي

		ياسر سيد حسن		وليد نبيل حسين		شيري مجدي نصحي		
الأول الثانوي	تكرار التجربة 1	3	28	10	85	19	48	189
	تكرار التجربة 2	2	19	85	57	28	30	161
	المتوسط	2.5	23.5	47.5	71	23.5	39	175
	%	%0.65	%6.15	%12.43	%18.59	%6.15	%10.2	%45.8
الثاني الثانوي	تكرار التجربة 1	6	34	7	34	40	54	77
	تكرار التجربة 2	2	6	20	27	34	109	54
	المتوسط	4	20	13.5	30.5	37	81.5	65.5
	%	%1.59	%7.94	%5.36	%12.1	%14.68	%32.34	%26
الثالث الثانوي	تكرار التجربة 1	2	6	7	12	76	51	38
	تكرار التجربة 2	7	8	25	57	38	16	41
	المتوسط	4.5	7	16	34.5	57	33.5	39.5
	%	%2.34	%3.65	%8.33	%18	%29.69	%17.45	%20.57
	المتوسط العام	3.67	16.83	25.67	45.33	39.17	51.33	93.33
	%	%1.33	%6.11	%9.32	%16.46	%14.22	%18.64	%33.9

تظهر النتائج تباين واضح في استجابات الطلاب، فبالنسبة للصفوف الثلاثة حصلت استجابة التغيير المفاهيمي على أعلى نسبة، والتي بلغت 33.9% من مجموع الطلاب مما يشير إلى أن أكثر من ثلث طلاب الصفوف الثلاثة قد تخلى عن معتقداته ومفاهيمه الحالية وتكون لديه مفاهيم جديدة. كما نجحت الأحداث المتعارضة في تمكين 18.64% من طلاب المرحلة الثانوية من تفسير نتائج التجربة ضمن المفهوم الصحيح إلا أن الطالب ظل محتفظا بالمفهوم الخطأ داخل بنيته المعرفية. ولقد حصلت استجابة "التجاهل" على أقل نسبة؛ حيث بلغت 1.33% لطلاب الصفوف الثلاثة وهي قليلة للغاية.

ومن خلال الجدول يمكن ملاحظة أن مجموع نسب الاستجابات السلبية وهي التجاهل، والرفض، وعدم التيقن، والاستبعاد، والتعطل قد بلغت 47.46% بينما بلغت نسبة الاستجابتين الإيجابيتين، وهما: التفسير والتغير المفاهيمي 52.54%، وهذا يدل إلى أن الحدث المتعارض قد أسهم في تطوير البنية المعرفية للطلاب، ولعل هذا ما يشير إلى الدور الذي يمكن أن تقوم به المتناقضات والأحداث المتعارضة في تطوير تدريس الفيزياء.

3- نتائج اختبار التفكير المجرد:

للإجابة عن السؤال الثالث "ما مستويات التفكير المجرد لدى طلاب الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية؟" تم حساب متوسطات درجات الطلاب والنسب المئوية لاختبار التفكير المجرد ولكافة أبعاده، وذلك كما يتضح في الجدول التالي:

جدول 16

المتوسطات والنسب المئوية لاختبار التفكير المجرد ولكافة أبعاده

الصف		التفسير	التطبيق	الاستنتاج	فرض الفروض	التجريب	المجموع
الأول	م	1.74	1.57	1.54	1.67	1.56	8.07

		ياسر سيد حسن	وليد نبيل حسين		شيري مجدي نصحي	
الثانوي	%	%34.7	%31.5	%30.7	%33.3	%31.3	%32.3
الثاني	م	3.6	2.91	2.84	2.91	2.33	14.1
الثانوي	%	%63.2	%58.15	%56.8	%58.2	%46.6	%56.6
الثالث	م	3.4	3.06	2.96	3.03	2.42	14.86
الثانوي	%	%68	%61.3	%59.28	%60.6	%48.04	%59.44
المتوسط	م	2.91	2.51	2.45	2.54	2.1	12.34
العام	%	%55.3	%50.32	%49	%50.7	%41.98	%49.45

تشير نتائج تطبيق اختبار التفكير المجرد إلى وجود ضعف في مستوى التفكير المجرد لدى طلاب المرحلة الثانوية حيث لم تتجاوز النسبة المئوية للمتوسط العام 49.45%، وقد كان هذا الضعف أكثر وضوحا لدى طلاب الصف الأول الثانوي حيث لم تتعدى النسبة المئوية لمتوسط درجاتهم 32.3%. ومن الملاحظ وجود تحسن في هذه النسبة لدى طلاب الصف الثاني حيث وصلت إلى 56.6%، وازداد تحسن النسبة لدى طلاب الصف الثالث الثانوي حيث وصلت إلى 59.44%. كما أظهرت النتائج أن أكثر المهارات التي يتقنها الطلاب هي مهارة "التفسير" والتي وصلت نسبتها إلى 55.3%، في حين أن أقل مهارة يتقنها الطلاب هي مهارة "التجريب" حيث لم تتجاوز 41.98%.

4- العلاقة بين الصعوبات العلمية والتصارع المعرفي:

للإجابة عن السؤال الرابع "ما العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية والتصارع المعرفي لدى طلابهم؟" تم حساب معامل الارتباط بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتصارع المعرفي لدى طلابهم، علاوة على حساب معامل التحديد، ومعامل التحديد المعدل، ومستوى دلالة الارتباط، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 17

معامل الارتباط بين الصعوبات العلمية والتصارع المعرفي، ومعامل التحديد، ومعامل التحديد المعدل، ومستوى الدلالة

المتغيرات	معامل الارتباط	معامل التحديد	معامل التحديد	مستوى دلالة

	R	R^2	المعدل	الارتباط
الصعوبات العلمية التصارع المعرفي	0.664	0.441	0.415	دالة عند مستوى 0.01

ويتضح من الجدول السابق وجود ارتباط موجب دال إحصائيا بين الصعوبات العلمية لدى المعلمين والتصارع المعرفي لدى طلابهم عند مستوى 0.01، وبلغ قيمة معامل الارتباط 0.664، وتشير هذه النتيجة إلى أنه كلما ارتفع مستوى الصعوبات العلمية التي يعاني منها معلمي الفيزياء زادت درجة التصارع المعرفي لدى طلابهم، وبذلك تتحقق صحة الفرض الأول والذي ينص على أنه "توجد علاقة ارتباطية موجبة دالة احصائيا بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتصارع المعرفي لدى طلابهم".

وبتربيع معامل الارتباط يتم الحصول على معامل التحديد Coefficient of determination والذي بلغ 0.441 وبلغ معامل التحديد المعدل 0.415، وهذه القيمة لمعامل التحديد المعدل تعني أن 41.5% من التباين في التصارع المعرفي الذي يعاني منه الطلاب يمكن تفسيره في ضوء الصعوبات العلمية لدى معلميهم. ولكي يمكن التنبؤ بالتصارع المعرفي لدى الطلاب بمعلومية الصعوبات العلمية لدى معلميهم أو العكس تم حساب معادلة الانحدار Regression Equation باستخدام برنامج SPSS، وكانت النتائج على النحو المبين في الجدول التالي:

جدول 18

متغيرات معادلة الانحدار للعلاقة بين الصعوبات العلمية والتصارع المعرفي

المتغير X	المتغير Y	ميل الخط المستقيم m	قيمة الثابت b	قيمة ت	مستوى الدلالة
الصعوبات	التصارع	2.813	34.995	4.164	دالة عند مستوى 0.01

وتكون الصيغة العامة لمعادلة الانحدار هي:

$$y = mx + b$$

وبالتعويض عن القيم من الجدول تصبح معادلة الانحدار على النحو التالي:

$$y = 2.813x + 34.995$$

5- العلاقة بين الصعوبات العلمية والتفكير المجرد:

للإجابة عن السؤال الخامس "ما العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية والتفكير المجرد لدى طلابهم؟" تم حساب معامل الارتباط بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتفكير المجرد لدى طلابهم، علاوة على حساب معامل التحديد، ومعامل التحديد المعدل، ومستوى دلالة الارتباط، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 19

معامل الارتباط بين الصعوبات العلمية والتفكير المجرد، ومعامل التحديد، ومعامل التحديد المعدل، ومستوى الدلالة

المتغيرات	معامل الارتباط R	معامل التحديد R^2	معامل التحديد المعدل	مستوى دلالة الارتباط
الصعوبات العلمية التفكير المجرد	−0.663	0.439	0.414	دالة عند مستوى 0.01

يتضح من الجدول السابق وجود ارتباط سالب دال إحصائيا بين الصعوبات العلمية لدى المعلمين والتفكير المجرد لدى طلابهم عند مستوى 0.01، وبلغ مقدار معامل الارتباط 0.663، وتشير هذه النتيجة إلى أنه كلما ارتفع مستوى الصعوبات العلمية التي يعاني منها معلمي الفيزياء قل مستوى التفكير المجرد لدى طلابهم، وبذلك تتحقق صحة الفرض الثاني والذي ينص على أنه "توجد علاقة ارتباطية سالبة دالة إحصائيا بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء والتفكير المجرد لدى طلابهم".

وبتربيع معامل الارتباط يتم الحصول على معامل التحديد والذي بلغ 0.439، وبلغ معامل التحديد المعدل 0.414، وهذه القيمة لمعامل التحديد المعدل تعني أن 41.4% من التباين في التفكير المجرد لدى الطلاب يمكن تفسيره في ضوء الصعوبات العلمية لدى معلميهم. ولكي يمكن التنبؤ بالتفكير المجرد لدى الطلاب بمعلومية الصعوبات العلمية لدى معلميهم أو العكس تم حساب معادلة الانحدار، وكانت النتائج على النحو التالي:

جدول 20

متغيرات معادلة الانحدار للعلاقة بين الصعوبات العلمية والتفكير المجرد

المتغير X	المتغير Y	ميل الخط المستقيم m	قيمة الثابت b	قيمة ت	مستوى الدلالة
الصعوبات العلمية	التفكير المجرد	-0.883	19.48	4.152	دالة عند مستوى 0.01

وبالتعويض عن القيم السابقة تصبح معادلة الانحدار على النحو التالي:

$$y = -0.883x + 19.48$$

6- العلاقة بين التصارع المعرفي والتفكير المجرد:

للإجابة عن السؤال السادس "ما العلاقة بين التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية وتفكيرهم المجرد؟" تم حساب معامل الارتباط بين التصارع المعرفي والتفكير المجرد، وكذلك حساب معامل التحديد، ومعامل التحديد المعدل، ومستوى دلالة الارتباط، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 20

معامل الارتباط بين التصارع المعرفي والتفكير المجرد، ومعامل التحديد، ومعامل التحديد المعدل، ومستوى الدلالة

المتغيرات	معامل الارتباط R	معامل التحديد R^2	معامل التحديد المعدل	مستوى دلالة الارتباط
التصارع المعرفي التفكير المجرد	-0.989	0.979	0.978	دالة عند مستوى 0.01

يتضح من الجدول السابق وجود ارتباط سالب دال إحصائيا بين التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية وتفكيرهم المجرد عند مستوى 0.01، وبلغ مقدار معامل الارتباط 0.989 وهو ارتباط قوي جدا يقترب من الواحد الصحيح، وتشير هذه النتيجة إلى أنه كلما ارتفع التصارع المعرفي لدى الطلاب كلما قل مستوى التفكير المجرد لديهم،

وبذلك تتحقق صحة الفرض الثالث والذي ينص على أنه "توجد علاقة ارتباطية سالبة دالة احصائيا بين التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية وتفكيرهم المجرد". ولكي يمكن التنبؤ بالتفكير المجرد لدى الطلاب بمعلومية تصارعهم المعرفي أو العكس تم حساب معادلة الانحدار، وكانت نتائج على النحو المبين في الجدول التالي:

جدول 21

متغيرات معادلة الانحدار للعلاقة بين التصارع المعرفي والتفكير المجرد

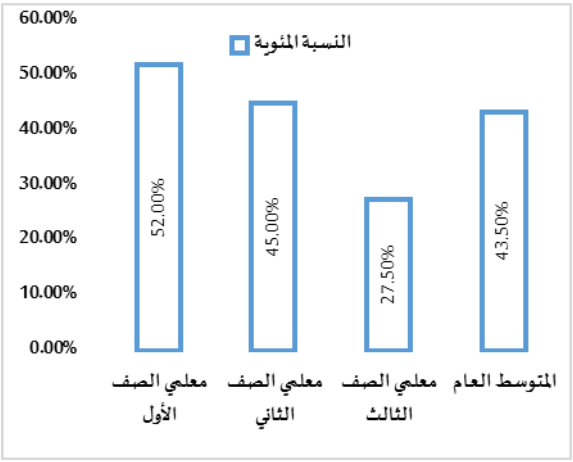
المتغير X	المتغير Y	ميل الخط المستقيم m	قيمة الثابت b	قيمة ت	مستوى الدلالة
التصارع المعرفي	التفكير المجرد	-0.311	30.288	51.11	دالة عند مستوى 0.01

وبالتعويض عن القيم السابقة تصبح معادلة الانحدار على النحو التالي:

$$y = -0.311x + 30.288$$

سابعا. مناقشة النتائج، وتفسيرها:

يتضح من نتائج البحث معاناة معلمي الصفوف الثلاثة بالمرحلة الثانوية من عدد من الصعوبات العلمية، والتي وصلت نسبتها إلى 43.5% من درجة اختبار الصعوبات العلمية، وقد يعود وجود هذه النسبة من الصعوبات العلمية إلى ضعف برامج إعداد معلمي الفيزياء في المرحلة الجامعية، وكذلك ضعف برامج التنمية المهنية



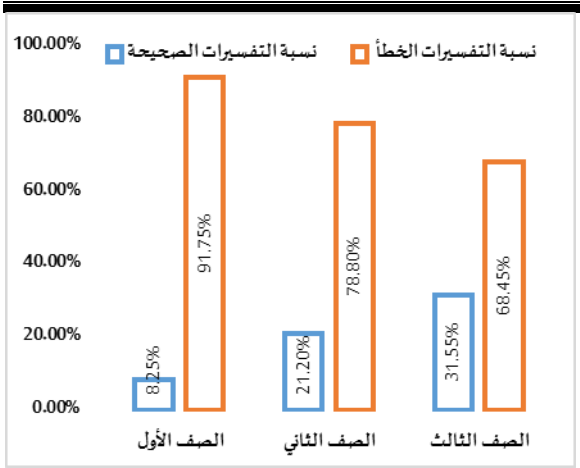
شكل 3. نسب درجات المعلمين في اختبار الصعوبات.

المقدمة أثناء الخدمة. كما أن توغل معلمي الفيزياء في استخدام المعادلات الرياضية المجردة أثناء تدريس الفيزياء قد أدى بمرور الوقت إلى ضعف استيعابهم للجانب الكيفي للفيزياء، وقد يترتب عن ذلك ظهور قصور في فهم المعلمين لبعض الموضوعات الفيزيائية. علاوة على ما سبق، فإن خجل بعض المعلمين من مناقشة المشكلات العلمية التي تواجههم مع أقرانهم وموجهيهم، وكذلك ضعف وعي بعضهم بوجود هذه الصعوبات الأساس نتيجة لامتلاكهم عدد من التصورات الخطأ. وتتفق النتائج السابقة مع ما توصلت إليه دراسة (Kaltakci-Gurel et al., 2016; Retnawati et al., 2018; Liu & Li, 2017) من إلى أن معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية يعانون من عدد الصعوبات العلمية التي تعوق تدريسهم للفيزياء.

كما أظهرت النتائج معاناة معلمي الصف الأول الثانوي من أعلى نسبة صعوبات علمية، وعلى العكس من ذلك يعاني معلم الصف الثالث الثانوي من أقل نسبة صعوبات علمية، وقد يرجع ذلك إلى أن معلم الصف الثالث الثانوي عادة ما يكون أكثر خبرة وإلماما بالموضوعات التي يتم تدريسها بالمرحلة الثانوية؛ مما يمكنه من امتلاك نظرة أكثر شمولا لموضوعات الفيزياء التي يتم تدريسها بالمرحلة الثانوية.

واتضح من خلال النتائج أن الصعوبات العلمية تزداد لدى المعلم في الموضوعات التي لا يقوم بتدريسها؛ وقد يعود ذلك إلى أن انغماس المعلم في تدريس موضوعات معينة قد يؤدي إلى نسيان تفاصيل عدد من الموضوعات التي تدرس في المراحل الأخرى، وبالتالي تتكون فجوات معرفية في فهمه لهذه الموضوعات، ويترتب عن ذلك زيادة الصعوبات التي يعاني منها المعلم في تلك الموضوعات.

كما ازدادت نسبة الصعوبات في موضوعات الكهربية والمغناطيسية والفيزياء الحديثة؛ ويمكن إرجاع ذلك إلى الطبيعة المجردة لتلك الموضوعات، وكذلك تعقد بعض مفاهيمها العلمية على عكس موضوعات أخرى مثل موضوع خواص المادة والذي حصل على أقل نسبة صعوبات نظرا لأنه يتعامل مع الأشياء والظواهر المحسوسة في الحياة اليومية.

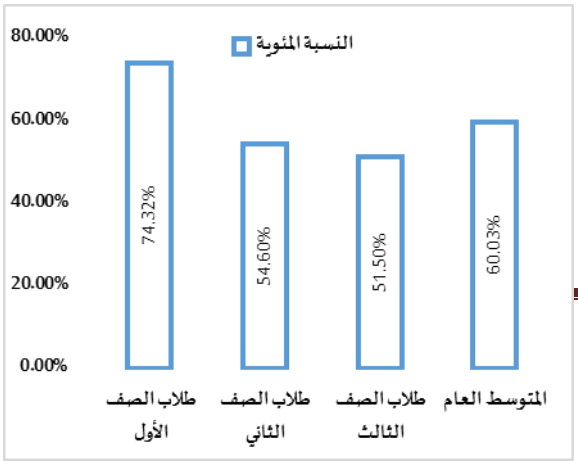


شكل 4. نسب التفسيرات الخطأ والصحيحة للصفوف الثلاثة (متوسط النسب للتجربتين في كل صف).

وبالنسبة لمقياس التصارع المعرفي، أظهرت النتائج ارتفاع نسبة التنبؤات والتفسيرات الخطأ لنتائج العروض العملية، ويمكن إرجاع ذلك إلى استقرار التصورات الخطأ داخل البنية المعرفية للطلاب، وقد أسهم وجود مثل تلك التصورات إلى توقع نتائج للعروض العملية تتعارض مع النتائج الحقيقية لتلك العروض، ويتفق ذلك مع دراسة كل من (محرم وآخرون، 2017؛ Eshach et al., 2018; Ceuppens et al., 2018; Cock et al., 2018) التي توصلت إلى انتشار التصورات الخطأ بين دارسي الفيزياء بالمرحلة الثانوية.

ويدل تعدد التفسيرات الخطأ لنتائج كل عرض من العروض العملية إلى وجود أكثر من تصور خطأ للمفهوم الواحد، ويمكن إرجاع عدم تساوي النسب المئوية لتلك التفسيرات إلى وجود مصادر متعددة تتفاوت في تأثيرها وإسهامها في تكوين التصورات الخطأ، كما يمكن تفسير شيوع أحد التفسيرات الخطأ لدى الطلاب واتفاقهم عليه بنسبة كبيرة إلى أن هناك مصادر للتصورات الخطأ تكون أكثر تأثيرا من باقي المصادر.

وقد يرجع الضعف الواضح لدى طلاب الصف الأول الثانوي في التنبؤ بنتائج العروض العملية وتفسيرها إلى أن دراسة طلاب الصف الأول الثانوي لعلم الفيزياء

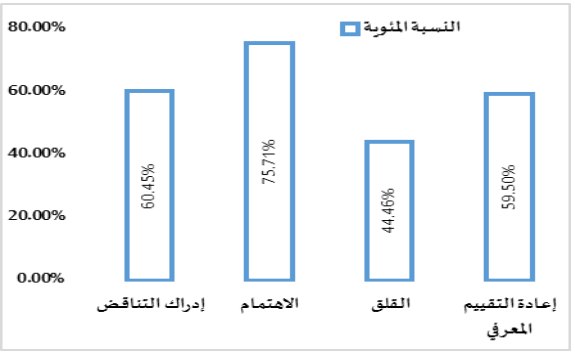


شكل 5. نسب درجات طلاب المرحلة الثانوية في التصارع المعرفي.

لا تزال غير متعمقة وقد تكون سطحية في بعض الأحيان، واعتمادهم بشكل كبير على المشاهدات الحياتية التي قد تؤدي إلى تكون تصورات خطأ، واستخدام تلك المشاهدات في التنبؤ بنتائج العروض العملية وتفسيرها.

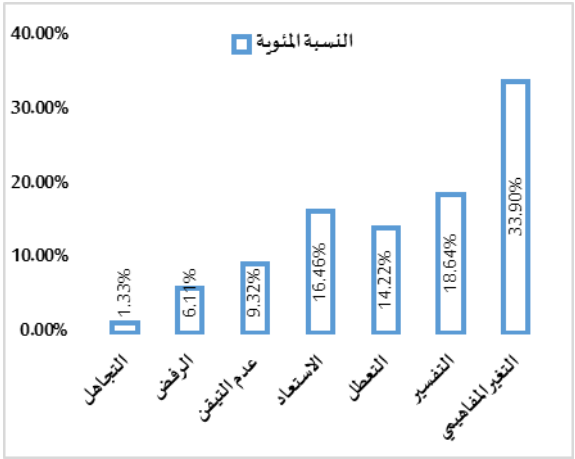
ويمكن تفسير ارتفاع نسب التصارع المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية بصورة عامة إلى أن التصورات الخطأ التي يعاني منها هؤلاء الطلاب تتصارع مع المعلومات الجديدة وتعوق دمجها داخل البنية المعرفية، ويمكن تفسير انخفاض مستويات التصارع لدى طلاب الصف الثاني والثالث إلى أن هؤلاء الطلاب أكثر اهتماما وميلا لتعلم الفيزياء خاصة وأنهم التحقوا بالقسم العلمي بناء على رغبتهم الشخصية، كما يمكن تفسير ذلك في ضوء انخفاض مستوى الصعوبات العلمية التي يعاني منها معلمي الصف الثاني والثالث الثانوي.

ويمكن تفسير حصول بعد الاهتمام على أعلى نسبة بين أبعاد التصارع المعرفي إلى نجاح العرض العملي في جذب انتباه الطلاب وتركيزه على الحدث المتعارض، وشعور الطلاب بحالة من الفضول وحب



شكل 6. نسب درجات طلاب المرحلة الثانوية فى بنود التصارع المعرفى

الاستطلاع. كما يدل انخفاض النسبة التي حصل عليها الطلاب في بعد "القلق" إلى أن إحساس الطلاب بحالة الارتباك وعدم

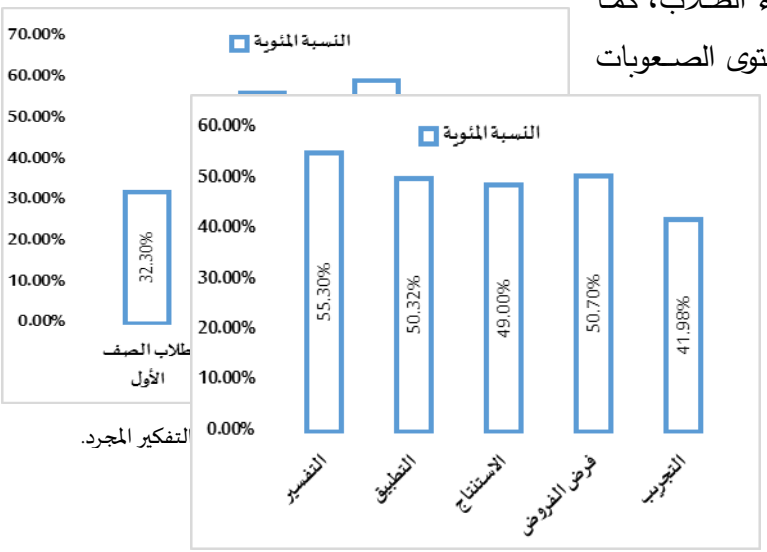


شكل 7. نسب تكرارات استجابات الطلاب على الحدث المتعارض.

الاتزان نتيجة للعرض كان بنسبة أقل.

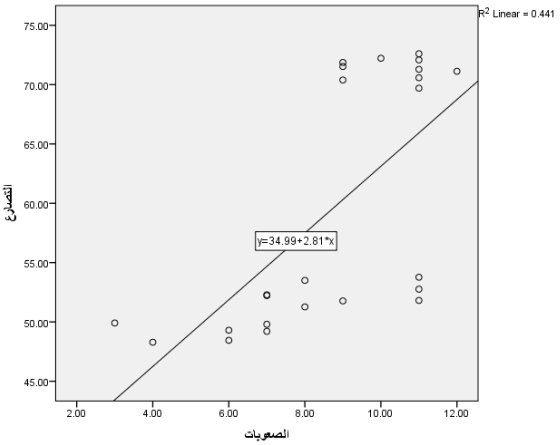
ويمكن إرجاع الارتفاع الملحوظ في استجابة "التغيير المفاهيمي" لدى الطلاب إلى نجاح الحدث المتعارض في إحداث حالة من عدم الاتزان المعرفي أدت إلى التخلص من التصورات الخطأ في البنية المعرفية للطلاب وتكوين التصورات الصحيحة بدلا منها، ولعل هذا ما يشير إلى أن الأحداث المتعارضة تعتبر ذات قدرة ملحوظة على تعديل التصورات الخطأ لدى المتعلمين. علاوة على ما سبق فقد نجح الحدث المتعارض في مساعدة عدد آخر من المتعلمين في اكتساب المفهوم الصحيح على الرغم من احتفاظهم بالتصور الخطأ. ويمكن تفسير حصول "استجابة التجاهل" على أقل نسبة إلى الاهتمام الواضح للطلاب بالحدث المتعارض وأنه أثار انتباههم.

ويمكن تفسير ضعف مستوى التفكير المجرد لدى الطلاب إلى إهمال تدريس مهارات التفكير المجرد، وتركيز اهتمام معظم المعلمين على تلقين المعارف بهدف استرجاعها في الامتحانات، وعدم بذل مجهود مقصود لتنمية تلك المهارات، كما يمكن إرجاع التحسن النسبي في مهارات التفكير المجرد لدى طلاب الصفوف الأعلى إلى عامل النمو وزيادة القدرات العقلية لهؤلاء الطلاب، كما يمكن إرجاعها إلى انخفاض مستوى الصعوبات العلمية التي يعاني منها معلميهم. وتتفق هذه النتائج من دراسة كل من (العمري، 2013؛ Darwish, 2014) التي توصلت إلى انخفاض قدرة الطلاب على التفكير المجرد، وأن معظم هؤلاء الطلاب لا يزالون في مرحلة التفكير المحسوس.



شكل 9. نسب مهارات التفكير المجرد لدى طلاب المرحلة الثانوية.

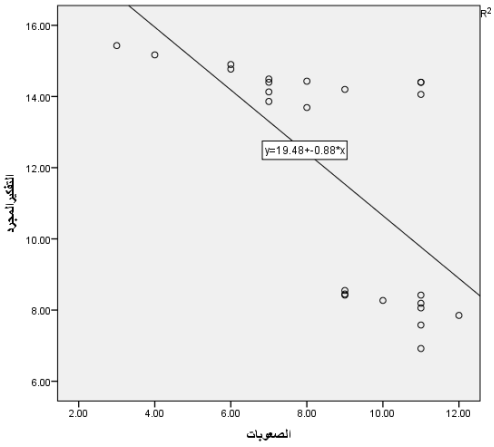
كما أظهرت النتائج انخفاض كبير في عدد من مهارات التفكير المجرد، مثل: التجريب، والاستنتاج، وفرض الفروض وقد يعود ذلك إلى أنها تعتبر مهارات مركبة تحتاج إلى تكامل عدد من المهارات الأخرى مما يجعلها أكثر صعوبة وبالتالي تقل قدرة الطلاب على ممارستها.



شكل 10. الانحدار الخطي للعلاقة بين الصعوبات والتصارع المعرفي

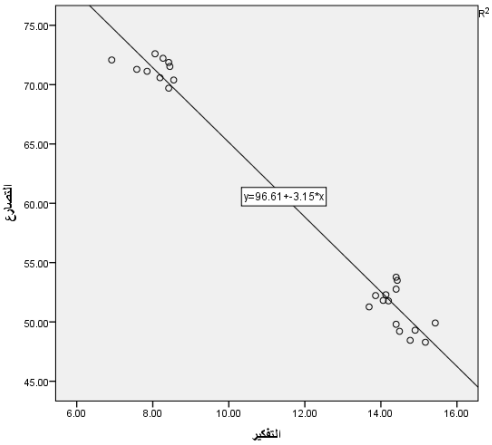
ويمكن تفسير وجود ارتباط موجب بين كل من الصعوبات العلمية لدى المعلمين والتصارع المعرفي لدى طلابهم إلى أن معاناة المعلمين من تلك الصعوبات قد يؤدي إلى تكون عدد من التصورات الخطأ لدى الطلاب، وخاصة أن المعلم يعتبر –في ظل النظام التعليمي الحالي– المصدر الرئيسي لتعلم الفيزياء، وعادة ما يتمتع بدرجة ثقة كبيرة من طلابه، ويسهم ذلك في جعل تلك التصورات الخطأ أكثر استقرارا داخل دماغ الطلاب، وبالتالي تحدث حالة كبيرة من التصارع المعرفي عند تقديم مفهوم آخر يتعارض مع هذه التصورات الخطأ. وكلما زادت الصعوبات لدى المعلم زادت التصورات الخطأ لدى طلابه، وبذلك يرتفع مستوى التصارع المعرفي لدى هؤلاء الطلاب. ويمكن تفسير 41.5% من التباين في التصارع المعرفي لدى الطلاب في ضوء الصعوبات العلمية لدى معلميهم. كما يمكن التنبؤ بمستوى التصارع المعرفي بمعلومية الصعوبات العلمية لدى معلميهم أو العكس باستخدام معادلة الانحدار التي يعبر عنها الرسم البياني المبين.

ويمكن تفسير وجود ارتباط سالب بين كل من الصعوبات العلمية لدى المعلمين والتفكير المجرد لدى طلابهم إلى أن تلك الصعوبات قد تؤدي إلى تكون تصورات خطأ لدى المتعلمين، وقد سبق تناول ذلك، وهذا يعني أن المعلومات



شكل 11. الانحدار الخطي للعلاقة بين الصعوبات والتفكير المجرد

المتوفرة في الذاكرة طويلة المدى تصبح متضمنة لعدد من الأخطاء، وتعتبر هذه المعلومات هي المادة الأساسية للتفكير، وبالتالي تصبح عائقا يقلل من قدرة المتعلمين على ممارسة مهارات التفكير المجرد المختلفة، فعلى سبيل المثال يؤدي استدعاء الطالب لمعلومات الخطأ من الذاكرة طويلة المدى واستخدامها في عملية التفسير إلى التوصل إلى تفسيرات غير صحيحة ومتناقضة مع الواقع مما يصيب المتعلم بحالة من الاضطراب وعدم الثقة، وبالتالي يشعر بالعجز وعدم القدرة على القيام بمهارات التفكير المجرد. وبناء على ذلك فإن زيادة الصعوبات لدى المعلمين يؤدي إلى انخفاض مستويات التفكير المجرد لدى طلابهم. ويمكن تفسير 41.4% من التباين في التفكير المجرد الذي يعاني منه الطلاب في ضوء الصعوبات العلمية لدى معلميهم. كما يمكن التنبؤ بمستوى التفكير المجرد لدى الطلاب بمعلومية الصعوبات العلمية لدى معلميهم أو العكس باستخدام معادلة الانحدار التي يعبر عنها الرسم البياني المبين.



شكل 12. الانحدار الخطي للعلاقة بين التفكير المجرد والتصارع المعرفي.

ويمكن تفسير وجود ارتباط سالب قوي جدا بين كل من التصارع المعرفي لدى الطلاب وتفكيرهم المجرد إلى أن حالة التصارع المعرفي تؤدي إلى وجود عبء معرفي زائد على الذاكرة العاملة، ومن المعلوم أن هذه الذاكرة محدودة السعة والتخزين، وبالتالي تكون الذاكرة العاملة غير قادرة عن القيام بأي معالجات أو عمليات تفكير أخرى مما يتسبب في ضعف قدرات المتعلمين على التفكير المجرد. وبناء على ذلك فإن زيادة التصارع المعرفي لدى الطلاب يؤدي إلى انخفاض مستويات التفكير المجرد لديهم. ويمكن التنبؤ بالتفكير المجرد لدى الطلاب بمعلومية التصارع المعرفي أو العكس باستخدام معادلة الانحدار التي يعبر عنها الرسم البياني المبين.

ثامنا- التوصيات والمقترحات:

في ظل الاهتمام المتزايد بمعلم الفيزياء باعتباره أحد أهم أركان نجاح المنهج في تحقيق أهدافه، والمسئول الأول عن تنفيذه، وفي ظل الاهتمام بالبنية المعرفية للمتعلم والدور الكبير الذي تقوم به في عملية التعلم، وفي ضوء النتائج التي تم التوصل إليها يوصي البحث بضرورة تضمين الصعوبات العلمية الأكثر شيوعا لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية في برامج الإعداد أثناء المرحلة الجامعية، وكذلك برامج التنمية المهنية المقدمة أثناء الخدمة، مع توجيه مزيد من التركيز على الموضوعات ذات الطبيعة المجردة مثل: الكهربية والمغناطيسية والفيزياء الحديثة.

كما يوصي البحث بضرورة اهتمام موجهي الفيزياء بالصعوبات العلمية التي يعاني منها المعلمين، وتدريبهم على كيفية التغلب على تلك الصعوبات. وتوجيه معلمي المرحلة الثانوية إلى أهمية تبادل الخبرات بين المعلمين وبعضهم البعض من خلال مجتمعات التعلم وجلسات العمل التشاركي وفرق العمل بحيث يمكن من خلالها تحقيق استفادة للمعلمين الأقل خبرة في موضوع معين من زملائهم الأكثر خبرة في هذا الموضوع. ويوصي البحث أيضا بضرورة بذل جهد مقصود لعلاج الصعوبات العلمية لدى المعلمين كأحد الطرق الفعالة لخفض مستويات التصارع لدى الطلاب وزيادة قدرتهم على التفكير المجرد؛ حيث كشف البحث عن وجودة علاقة ارتباطية موجبة بين الصعوبات العلمية والتصارع المعرفي، وكذلك وجود علاقة ارتباطية سالبة بين الصعوبات العلمية والتفكير المجرد.

ونظرا لكون التصورات الخطأ هي السبب الرئيس في ارتفاع مستوى التصارع المعرفي بين المعلومات الجديدة وتلك الراسخة في البنية المعرفية، فإن البحث يوصي بضرورة التعمق في دراسة علم الفيزياء بدلا من الدراسة السطحية التي تعتمد على مشاهدات قد تؤدي إلى تكون تلك التصورات الخطأ، وتوجيه مزيد من الاهتمام بعلاج

التصورات الخطأ لدى الطلاب. مع التأكيد على أن تكون الأولوية لطلاب الصف الأول الثانوي نظرا لأنهم أكثر الطلاب معاناة من التصارع المعرفي.

وفي ضوء النتائج التي توصلت إلى أن الأحداث المتعارضة المستخدمة في هذا البحث قد نجحت بصورة كبيرة في زيادة اهتمام الطلاب وفضولهم وحب استطلاعهم، وكذلك نجاحها في تحقيق التغيير المفاهيمي داخل البنية المعرفية لعدد من الطلاب، فإن البحث يوصي بضرورة استخدام المتناقضات والأحداث المتعارضة كأحد أهم استراتيجيات تدريس الفيزياء التي يمكن استخدامها في تعديل التصورات الخطأ لدى طلاب المرحلة الثانوية وجذب انتباههم واهتمامهم بعلم الفيزياء.

كما يؤكد البحث على ضرورة توجيه مزيد من الاهتمام بمهارات التفكير المجرد نظرا لأنها من المهارات الأساسية لتعلم العلوم بصفة عامة والفيزياء بصفة خاصة حيث أنها تجعل المتعلمين قادرين على التوصل لتفسيرات علمية سليمة للظواهر العلمية المرتبطة بالمفاهيم العلمية المختلفة من خلال ربط هذه المفاهيم الجديدة ببنيتهم المعرفية ومن ثم تطبيقها في مواقف حياتية جديدة؛ لذا يوصى البحث بالتأكيد عليها في كافة مراحل تنفيذ المنهج وخاصة أثناء عملية التدريس والتقويم؛ بحيث يصبح لها نسبة ثابتة من كافة اختبارات الفيزياء في المرحلة الثانوية.

وقد توجه النتائج التي تم التوصل إليها الباحثين إلى إجراء المزيد من البحوث المستقبلية على عينات ومراحل أخرى، ومن الأمثلة على هذه البحوث: الكشف عن الصعوبات العلمية لدى معلمي الكيمياء الأحياء بالمرحلة الثانوية وعلاقتها بالتصارع المعرفي والتفكير المجرد لدى طلابهم. وإعداد برامج تنمية مهنية لعلاج الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء وقياس فاعليتها في خفض التصارع المعرفي وتنمية التفكير المجرد لدى طلابهم. ودراسة العلاقة بين الصعوبات العلمية لدى معلمي الفيزياء ومتغيرات أخرى، مثل: التحصيل العلمي، والميل نحو الفيزياء. وقياس فاعلية استراتيجيات ونماذج تدريس مختلفة في خفض التصارع المعرفي وتنمية التفكير المجرد لدى طلاب المرحلة الثانوية. واستخدام الاستراتيجيات التي تستفيد من التصارع المعرفي مثل: استراتيجية

المتناقضات في تنمية بعض مخرجات التعلم ذات الأهمية في تدريس الفيزياء، مثل: الاندماج في التعلم، والدافعية للإنجاز.

المراجـع

أولاً- المراجع العربية:

أبو جحجوح، يحي محمد (2016). طبيعة علم الفيزياء وعلاقته بطرائق التدريس لدي معلمي الفيزياء في المدارس الثانوية بفلسطين. *مجلة جامعة الأقصى، 17*(2)، 177- 217.

الجنابي، أحلام حميد (2016). مستوي العلاقة بين فهم طبيعة علم الفيزياء وطرائق تدريس العلوم لدي مدرسي الفيزياء في المرحلة الإعدادية. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية بجامعة بابل، 26*، 686-701.

جواد، مهدي محمد (2015). فاعلية استراتيجية الأحداث المتناقضة في التحصيل وتنمية التفكير الناقد لدى طلال الصف الرابع العلمي في مادة الفيزياء. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية-جامعة بابل، 22*، 438-472.

الحربي، مروان بن علي (2018). التضارب المعرفي في الذاكرة العاملة وعلاقته بالوظائف المعرفية التنفيذية وسرعة المعالجة العصبية لدى طلاب وطالبات المرحلتين المتوسطة والثانوية بالمدينة المنورة. *مجلة العلوم التربوية بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، 13*، 241-318.

حسن، سوزان محمد (2017). فاعلية استخدام استراتيجية التعلم بالعمل (LBDS) في تنمية مهارات التفكير العليا ومهارات العمل المعملي في مادة العلوم لدى الطالبات الفائقات بالصف الثاني المتوسط بالسعودية. *مجلة التربية العلمية، 20*(1)، 153- 194.

الحسنات، مروة حمد (2017). *أثر مخططات التعارض المعرفي في تنمية مهارات توليد المعلومات في مادة العلوم لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة* (رسالة ماجستير)، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، ثم استرجاعها من https://bit.ly/2oeTyeu

الحطيبى، دينا عبد الحميد (2017). *تطوير منهج العلوم للمرحلة الإعدادية في ضوء نظرية التعلم القائم على المخ لتنمية عمليات العلم والخيال العلمي* (رسالة دكتوراة غير منشورة). كلية تربية، جامعة عين شمس.

الخطيب، منى فيصل والأشقر، سماح فاروق (2014). أثر استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تنمية مهارات التفكير العليا ومستوى الطموح لدى تلميذات الصف الثالث الإعدادي في مادة العلوم. *مجلة التربية العلمية، 4*(17)، 73-120.

خلة، أسامة عبد الرحيم (2015). *أثر استراتيجيتي التناقض المعرفي وبوسنر في تعديل التصورات الخطأ للمفاهيم الفيزيائية لدى طلاب الصف الثامن الأساسي* (رسالة دكتوراه)، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، تم استرجاعها من https://bit.ly/2p531Fy

خليل، محمد أبو الفتوح (2012). *التفكير (العلمي- الابتكاري- الناقد- عمليات العلم) اساليب تنميته وطرق قياسه*. الرياض: دار تربية الغد.

الربيعي، عباس حسين والموسوي، فاضل عبيد ومصطفى، سجا محمد (2015). أثر مخططات التعارض المعرفي في اكتساب المفاهيم الإحيائية واستبقائها لدى طالبات الصف الخامس العلمي. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية بجامعة بابل، 19*، 314-327.

الزغبي، طارق وخلف، محمود (2016). أساليب معلمي العلوم في معالجة صعوبات تعلم المفاهيم العلمية لدي طلاب المرحلة الأساسية في ضوء مبادئ التدريس الاستراتيجي. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، 24*(2)، 65-83.

سرور، متوكل أحمد (2013). *صعوبات تدريس مادة الفيزياء بالمرحلة الثانوية، محلية الحصاحيصا، ولاية الجزيرة السودان* (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة الجزيرة، السودان.

الشايع، فهد سليمان (2014). صعوبات حل المسائل الفيزيائية لدي طلاب مقررات الفيزياء الأولية بجامعة الملك سعود. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية بجامعة السلطان قابوس، 8*(2)، 272-289

الشايع، فهد سليمان (2018). العوامل المؤدية إلى تدني تحصيل طلاب مقررات الفيزياء الأولية في جامعة الملك سعود. *مجلة العلوم التربوية بجامعة الملك سعود، 30*(1)، 19-50.

شبيب، عادل كامل (2012). تأثير استراتيجية مخططات التعارض المعرفي واستراتيجية اتقان التعلم في نمو مرحلة التفكير التجريدي في ضوء نظرية بياجيه في تنمية مفاهيم الثقافة العلمية المعاصرة لدى الطلاب. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، (90)، 245- 282.

طنطاوي، نسرين عادل (2013). فاعلية برنامج للتفكير المجرد لتنمية مهارة حل المشكلات المجتمعية لطالبات المرحلة الجامعية. *مجلة دراسات الطفولة، 15*(56)، 35- 44.

الظاهري، يحي حمد (2012). صعوبات تدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية من وجهة نظر المعلمين والطلاب. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، *27*(1)، 77-103.

عبابنه، موسي جابر (2017). الصعوبات التي تواجه تدريس الفيزياء من وجهة نظر معلمي ومشرفي الفيزياء في الأردن . *مركز البحث العلمي بجامعة الجنان*، *9*، 185-207.

عبد الحميد، أماني محمد (2018). فاعلية نموذج دورة التقييم المستمر والتدريس والتعلم في العلوم SAIL لتنمية مهارات الاستقصاء العلمي وبعض عادات العقل لدى طلاب المرحلة الإعدادية. *مجلة التربية العلمية*، *11*(4)، 1-46.

العلواني، محمد دحام (2018). *صعوبات تدريس مادة الفيزياء في المرحلة الإعدادية من وجهة نظر المدرسين في محافظة الأنبار/العراق* (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية العلوم التربوية، جامعة الشرق الأوسط، عمان.

العمري، ناعم بن محمد (2013). قياس التفكير التجريدي في ضوء نظرية بياجيه وعلاقته ببعض المتغيرات لدى الطلاب السعوديين وغير السعوديين الملتحقين بمعهد اللغة في جامعة غرب فرجينيا. *مجلة جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، *28*، 195- 254.

محرم، نيفين عبد الحميد وعبد السلام، عبد السلام مصطفى ومختار، إيهاب أحمد (2017). فعالية استراتيجية PDEODE البنائية في تصويب التصورات الخطأ في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية ببورسعيد*، *22*، 1009-1026.

ملكاوي، آمال رضا والمعمري، راشد بن جمعة (2016). أثر استخدام المحاكاة الحاسوبية في تعديل التصورات الفيزيائية البديلة المتعلقة بالحركة الدورية لدى طلبة الصف الحادي عشر في سلطنة عمان. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية بسلطنة عمان*، *10*(2)، 318-338.

نوافلة، وليد حسين والمومني، أمل رشيد وبني خلف، محمود حسن (2016). المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك. *مجلة دراسات العلوم التربوية*، *43(3)*، 1442-1423.

يونس، جمال الدين توفيق وكامل، إيمان عبد الفتاح (2016). أثر استخدام الصراع المعرفي في تصويب التصورات البديلة للمفاهيم العلمية في وحدة "المادة وتركيبها" وتنمية مهارات التفكير الناقد لتلاميذ الصف الأول الإعدادي. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، *77*، 17-64.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

A'yun, K., Suyono, Poedjiastoeti, S., & Bin-Tahir, S. Z. (2017, August). Reduction of cognitive conflict and learning style impact towards student-teacher's misconception load. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1868, No. 1, p. 030004). AIP Publishing.

Ahmadpour, F., Reid, D., & Reza, M. (2019). Students' ways of understanding a proof. *Mathematical Thinking and Learning, 21*(2), 85-104. doi: 10.1080/10986065.2019.1570833

Akmam, A., Anshari, R., Amir, H., Jalinus, N., & Amran, A. (2018, April). Influence of Learning Strategy of Cognitive Conflict on Student Misconception in Computational Physics Course. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 335, No. 1, p. 012074). IOP Publishing.

Alexandron, G., Armoni, M., Gordon, M., & Harel, D. (2014, May). Scenario-based programming: reducing the cognitive load, fostering abstract thinking. In *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering* (pp. 311-320). ACM.

Antink-Meyer, A., & Meyer, D. Z. (2016). Science teachers' misconceptions in science and engineering distinctions: Reflections on modern research examples. *Journal of Science Teacher Education, 27*(6), 625-647. doi:10.1007/ s10972-016-9478-z

Bani-Salameh, H. N. (2017). How persistent are the misconceptions about force and motion held by college students?. *Physics Education, 52*(1), 1-7. doi: 10.1088/1361-6552/52/1/014003

Basheer, A., Kortam, N., Zahran, N., Hofestein, A., & Hugerat, M. (2018). Misconceptions among middle school students regarding

the conservation of mass during combustion. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(7), 3109-3122. doi: 10.29333/ejmste/91664

Bazzy, J. D., Smith, A. R., & Harrison, T. (2019). The impact of abstract thinking on entrepreneurial intentions. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, *25*(2), 323-337.

Böttcher, A., Schlier Kamp, K., Thurner, V., & Zehetmeier, D. (2016). Teaching abstraction. *2nd International Conference on Higher Education Advances, HEAd'16. Valencia*, University of Polytechnic, 357-364. doi: 10.4995/HEAd16.2016.2770

Budiman, Z. B., Halim, L., Meerah, S. M., & Osman, K. (2014). The effects of cognitive conflict management on cognitive development and science achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *12*(5), 1169-1195. doi: 10.1007/s10763-013-9460-6

Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. *Knowledge Management & E-Learning*, *9*(3), 348. doi: 10.34105/j.kmel.2017.09.021

Ceuppens, S., Deprez, J., Dehaene, W., & De Cock, M. (2018). Tackling misconceptions in geometrical optics. *Physics Education*, *53*(4), 1-10. doi: 10.1088/1361-6552/aac604

Chow, T. C., & Treagust, D. (2013). An intervention study using cognitive conflict to foster conceptual change. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, *36*(1), 44-64.

Darwish, A. (2014). The abstract thinking levels of science- education students in Gaza universities, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, *15*(2) ,1-24.

De Cock, M., Steegen, A., & Hasendonckx, F. (2018). Can an interactive learning path on a tablet PC counter misconceptions on the formation of clouds and wind?. *Review of International Geographical Education Online (RIGEO)*, *8*(1), 53.

Ducharme, M. & Hall, H. (2017). Concrete Vs. Abstract thinking in the world of development. Retrieved from https://bit.ly/2oZUIuv

Ekici, E. (2016). " Why Do I Slog through the Physics?" Understanding high school students' difficulties in learning physics. *Journal of Education and Practice, 7*(7), 95-107.

Erman, E. (2017). Factors contributing to students' misconceptions in learning covalent bonds. *Journal of Research in Science Teaching, 54*(4), 520-537. doi: 10.1002/tea.21375

Eshach, H., Lin, T. C., & Tsai, C. C. (2018). Misconception of sound and conceptual change: A cross-sectional study on students' materialistic thinking of sound. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(5), 664-684. doi: 10.1002/tea.21435

Friedli, M., & Meier, B. (2017, March). Cognitive conflicts hurt memory. In: 59th Conference of Experimental Psychologists - Tagung experimentell arbeitender Pschologen (TeaP) 2017. Dresden, Germany.

Gudyanga, E., & Madambi, T. (2014). Pedagogics of chemical bonding in Chemistry; perspectives and potential for progress: The case of Zimbabwe secondary education. *International Journal of Secondary Education*, *2*(1), 11-19. doi: 10.11648/j.ijsedu.20140201.13

Heimbuch, S., & Bodemer, D. (2017). Controversy awareness on evidence-led discussions as guidance for students in wiki-based learning. *The Internet and Higher Education, 33*, 1-14. doi: 10.31234/osf.io/57wap

Hoidn, S. (2017). Constructivist foundations and common design principles of student-centered learning environments. In *Student-Centered Learning Environments in Higher Education Classrooms* (pp. 23-103). New York: Palgrave Macmillan.

Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2016). Identifying pre-service physics teachers' misconceptions and conceptual difficulties about geometrical optics. *European Journal of Physics*, *37*(4), 1-30. doi: 10.1088/0143-0807/37/4/045705

Kapici, H. O. & Akcay H. (2017). Particulate nature of matter misconceptions held by middle and high school students in Turkey.

European Journal of Education Studies, *2*(8), 43-58. doi; 10.5281/zenodo.163547

Kiliçoğlu, E., & Kaplan, A. (2019). An examination of middle school 7th grade students' mathematical abstraction processes. *Journal of Computer and Education Research*, *7*(13), 233-256.

Korur, F. (2015). Exploring seventh-grade students' and pre-service science teachers' misconceptions in astronomical concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *11*(5), 1041–1060. Doi. 10.12973/eurasia.2015.1373a

Lee, G., & Byun, T. (2012). An explanation for the difficulty of leading conceptual change using a counterintuitive demonstration: The relationship between cognitive conflict and responses. *Research in Science Education*, *42*, 943–965.

Lee, G., & Yi, J. (2013). Where cognitive conflict arises from?: The structure of creating cognitive conflict. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *11*(3), 601-623.

Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *African Journal of Chemical Education*, *3*(1), 39-59.

Liu, E., & Li, M. (2017). Enhancing science teacher professional development: lessons from a study of misconceptions of junior secondary biology teachers. In *Chinese Science Education in the 21st Century: Policy, Practice, and Research* (pp. 401-412). Springer, Dordrecht.

Low, D., & Wilson, K. (2017). Weight, the normal force and Newton's third law: Dislodging a deeply embedded misconception. *Teaching Science*, *63*(2), 17-26.

McBride, D. L. (2012, February). Student views of similarity between math and physics problems. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1413, No. 1, pp. 275-278). AIP. doi: doi.org/10.1063/1.3680048

Mehmetlioğlu, D. (2014). Misconceptions of elementary school students about comparing decimal numbers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *152*, 569-574. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.09.245

Mufit, F., Festiyed, F., Fauzan, A., & Lufri, L. (2018, April). Impact of learning model based on cognitive conflict toward student's

conceptual understanding. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 335, No. 1, p. 012072). IOP Publishing. doi: 10.1088/1757-899x/335/1/012072

Oliver, M., & Venville, G. (2017). Bringing CASE in from the cold: the teaching and learning of thinking. *Research in Science Education*, *47*(1), 49-66. doi: 10.1007/s11165-015-9489-3

Oon, P. T., & Subramaniam, R. (2013). Factors influencing Singapore students' choice of Physics as a tertiary field of study: A Rasch analysis. *International Journal of Science Education*, *35*(1), 86-118. doi: 10.1080/09500693.2012.718098

Redish, E. F. (2015, August). Problem solving and the use of math in physics courses. Paper presented at World View on Physics Education: Focusing on Change, India: Delhi.

Retnawati, H., Arlinwibowo, J., Wulandari, N. F., & Pradani, R. G. (2018). Teachers' difficulties And Strategies In Physics Teaching And Learning That Applying Mathematics. *Journal of Baltic Science Education*, *17*(1), 120- 135.

Sadowska, M., & Kamińska, A. (2010). Problems in teaching physics in primary and secondary school, as seen by young Polish she-teachers. In *Proceedings of selected papers of the GIREPICPE-MPTL International conference* (pp. 180-185).

Şahin, E., & Yağbasan, R. (2012). Determining which introductory physics topics pre-service physics teachers have difficulty understanding and what accounts for these difficulties. *European Journal of Physics*, *33*(2), 315-325. doi: 10.1088/0143-0807/33/2/315

Shahbari, J. A., & Peled, I. (2015). Resolving cognitive conflict in a realistic situation with modeling characteristics: Coping with a changing reference in fractions. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*(4), 891-907. doi: 10.1007/s10763-014-9509-1

Singer, P. J. T. (2018). *The learning effects of combining Peer Instruction with a cognitive conflict strategy* (Master's thesis). Utrecht University, Netherlands.

Statter, D., & Armoni, M. (2016, October). Teaching abstract thinking in introduction to computer science for 7th graders. In *Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 80-83). ACM. doi: 10.1145/2978249.2978261

To, J., & Liu, Y. (2018). Using peer and teacher-student exemplar dialogues to unpack assessment standards: challenges and possibilities. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *43*(3), 449-460. doi: 10.1080/02602938.2017.1356907

Tumonis, W. (2016). Why abstract representations enhance creative thinking. Retrieved from https://bit.ly/2p7q9Dm

Ünlü Yavas, P., & Kizilcik, H. S. (2016). Pre-Service physics teachers' difficulties in understanding special relativity topics. *European Journal of Physics Education*, *7*(1), 13-24.

Velasquez, K., (2013) *Stimulation of reasoning and cognitive development of students of English at Cocle University*. G. Project, College of Humanity, University of Panama.

Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2017). Is it the Earth that turns or the Sun that goes behind the mountains? Students' misconceptions about the day/night cycle after reading a science text. *International Journal of Science Education*, *39*(15), 2027-2051.

Yates, T. B., & Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: a study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. *Evolution: Education & Outreach*, 7(1), 1-18. doi:10.1186/s12052-014-0007-2