فاعلية الأنشطة في مادة الأحياء على تحسين فهم طالبات الصف الثاني الثانوي لطبيعة العلم

إعداد

أ.د/ نضال شعبان الأحمد
أستاذ قسم مناهج وطرق تدريس العلوم كلية التربية جامعة الملك سعود

أ/ حصه محمد القشعمي
معلمة بإدارة التعليم بمحافظة القويعية – وزارة التعليم كلية التربية جامعة الملك سعود

المجلد (٧٩) العدد (الثالث) الجزء (الأول) يوليو ٢٠٢٠م

المستخلص:

يحرص التربويون على تنشئة طلبة متنورين علمياً؛ ويعين على ذلك، الفهم الصحيح لطبيعة العلم، لذلك هدف البحث إلى الكشف عن فاعلية الأنشطة في مادة الأحياء على فهم طالبات الصف الثاني الثانوي لطبيعة العلم وأثر الحوار بعد الأنشطة على درجة فهمهن له.

وتكوّن المجتمع من طالبات الصف الثاني الثانوي العلمي، وقد طُبّق المنهج شبه التجريبي؛ بتصميم ثلاث مجموعات تمثل المجموعة الضابطة تدرس فيه الطالبات (أنشطة الكتاب) وتتكون من (١٧) طالبة ومجموعتين تجريبيتين، إحداهما تدرس الطالبات فيها (أنشطة الكتاب إضافة لأنشطة من تصميم الباحثتين) وعددها (١٧) طالبة، والثانية يجرى مع طالباتها (الحوار بعد الأنشطة) وعددها (١٨) طالبة. واستُخدمت أسئلة مفتوحة الإجابة لطبيعة العلم الأنموذج ج (VNOS–C)، كما أُعد أنموذج خماسي لتقييم آراء الطالبات حول طبيعة العلم.

وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين كل من المجموعة التجريبية ١ و٢، والمجموعة الضابطة. وفروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط المجموعة التجريبية ١ والتجريبية ٢ لصالح الثانية.

وفي ضوء النتائج يوصى البحث معلمي ومعلمات العلوم، بضرورة تضمين الحوار أثناء التدريس بعد إجراء الأنشطة، وتضمين كتب العلوم أسئلة تثري الحوار بين المعلم والطلبة، وبين الطلبة مع بعضهم البعض.

الكلمات المفتاحية: تدريس العلوم– الأنشطة– طبيعة العلم– الحوار.

Abstract

Research has shown that students have major misconceptions about the nature of science. Therefore, Current research involves methods to improve student understanding of the nature of science.

This study looks, at eleventh grade students, understanding the concepts of nature of science (NOS); In order to examine the impact of implementing specific activities, intended to help students better understand the nature of science, and to see if discussion of the concepts of NOS by using discourse following those activities, would result in better improvements in NOS understanding.

The study sample contains three groups; control group and two experimental groups. The control group (17 students) used the book activities only, the first experimental group (17 students) used additional activities treatment, while the second experimental group(18 students) participated in the same activities as the first, followed by explicit discussion; using discourse of important NOS themes relating to each activity.

The interventions were implemented for one semester in high School biology course. Student views of the nature of science were measured using the Views of the Nature of Science – Form C (VNOS-C). Students in both classes (experimental groups) demonstrated significant gains in NOS understanding. Besides, the current research, the addition of explicit discussion and dialogue result in significantly greater gains for the experimental group 2 in NOS understanding.

This suggests that a curriculum with a varied method my expose students to more aspects of science thus improving their NOS understanding.

In light of these results, the study recommended that science teachers in general and biology teachers in particular should include dialogue during teaching after conducting the activities, and the inclusion of science textbooks with questions that enrich dialogue between the teacher and the student.

Key words: Science Teaching. Activities. Nature of Science. Discourse.

المقدمة:

اتسعت في العصر الحالي دائرة العلم والثقافة، ودخلت التقنية في عديد من مجالاتها؛ وذلك يستوجب تنمية الثقافة العلمية والتقنية لدى الأفراد؛ لمواكبة التطور الناتج عن اتساع العلم. وقد شكّلت فكرة إعداد المواطن المثقف علميًا بُعدًا مُهمًا على المستوى العالمي، وهدفًا للمتخصصين والتربويين (McComas, 2003).

فعلى سبيل المثال في الولايات المتحدة الأمريكية أصدرت كل من الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم American Association For The Advancement of Science (AAAS) والأكاديمية الوطنية للعلوم National Academy of Science (NAS) والجمعية الوطنية لمعلمي العلوم National Science Teacher Association (NSTA) بياناً مشتركاً في عام ١٩٩٦م يؤكد أهمية الثقافة العلمية، وأولوية التربية العلمية في التثقيف العلمي لكل متعلم (Talbot, 2010).

كما يرى المجلس الوطني الأمريكي للبحث National Research Council (NRC)أن الثقافة العلمية تتضمن فهم طبيعة العلم (1996). ويرى المجلس أن طبيعة العلم عاملٌ مؤثرٌ في التثقيف العلمي؛ وأن فهم المتعلمين والمعلمين لطبيعة العلم من العناصر الرئيسة للثقافة العلمية لأنها تؤدي إلى فهمٍ سليمٍ للعلوم(NRC,2004).

وتكمن أهمية تعلم طبيعة العلم في كونها جزءاً من الثقافة العلمية؛ حيث أوصت المعايير الوطنية الأمريكية بضرورة تعلّم المتعلمين بالطريقة التي يعمل بها العلماء، وأكدت على أن المعرفة العلمية تتشارك في بنائها الثقافات المختلفة، كما أشارت إلى نسبيتها لكونها قابلة للتغيير (AAAS, 1989; NRC, 1996.2004; NSTA, 1982). كما تضمنت معايير الجيل القادم Next Generation Science Standards (NGSS) عدداً من مفاهيم طبيعة العلم مثل: أن العلم وسيلة للمعرفة، وشمولية المفاهيم، وتعلم العلم من خلال الممارسات (McComas & Nouri, 2016).

وفي إطار مواصلة تطوير مناهج العلوم التي تُعنى بتضمين طبيعة العلم في محتواها؛ لَخصّت الأبحاث والدراسات نقاطاً رئيسة تتعلق بمفاهيم طبيعة العلم

(Lederman, 2007; McComas, 2004). ونُشرت أدوات متنوعة الأساليب لقياس مستوى استيعاب طبيعة العلم أواخر ١٩٥٠(Bell, 2008). وقد أظهرت عديد من الدراسات قصورٌ في استيعاب المفاهيم الرئيسة لطبيعة العلم لدى المعلمين والمتعلمين (Bell, 2008; Lederman,2007؛ الشمراني، ٢٠١٢؛ زيتون، ٢٠١٣؛ Saif, 2016).

وقد تبيّن أن الاستقصاءات المتعلقة بالأنشطة قد ساهمت في تحسين فهم طبيعة العلم لكل من المعلمين والمتعلمين (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000؛ الزعبي، ٢٠١٠؛ الحراحشة والحراحشة، ٢٠١٠؛ امبوسعيدي والسناني، ٢٠١١).

ومن جانب آخر حدث تحسن وتطور في استيعاب مفاهيم طبيعة العلم لدى متعلمين مارسوا أنشطة علمية مدعمة بحوار ومناقشة حول طبيعة العلم ومفاهيمها سواء كان ضمنيًا أو بعد الأنشطة (Talbot, 2010 ; حسام الدين،٢٠١٠).

ومع كل هذا التأكيد لم تلحظ الباحثتان (على حد علمهما) دراسات تتبنى طرقاً تسعى لتحسين فهم طبيعة العلم لدى المتعلمين في مراحل التعليم العام في المملكة العربية السعودية بالقدر الكافي؛ وبناءً على ما سبق جاءت فكرة الدراسة، التي تهدف إلى الكشف عن فاعلية الأنشطة في مادة الأحياء على فهم طالبات الصف الثاني الثانوي لطبيعة العلم، وعلى درجة تأثير الحوار بعد الأنشطة في فهمهن له.

مشكلة البحث: أولت المملكة العربية السعودية عنايتها بمواكبة التقدم العلمي والحضاري، حيث تبنت "رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠" لتكون منهجاً للنهوض بالاقتصاد والتنمية. وقد كان لوزارة التعليم ثمانية أهداف استراتيجية و٣٦ مبادرة ترتبط بأهداف الرؤية المنشودة، تعمل الوزارة على تحقيقها قبل عام ٢٠٣٠ للارتقاء بجودة التعليم (رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، ٢٠١٦).

وينص الهدف الاستراتيجي الرابع فيها على: "تطوير المناهج وأساليب التعليم والتقويم"، والهدف الاستراتيجي الخامس على: "تعزيز القيم والمهارات الأساسية للطلبة"، التي ترتبط بأهداف الرؤية، و" ترسيخ القيم الإيجابية وبناء شخصية مستقلة لأبناء الوطن"، و"تزويد المواطنين بالمعارف والمهارات اللازمة لمواءمة احتياجات سوق العمل المستقبلية" (برنامج التحول الوطني ٢٠٢٠، ٢٠١٦).

وبالرغم من المساعي للرُّقي بجودة التعليم والحرص على التنشئة الثقافية والعلمية؛ لايزال هناك قصور في التثقيف العلمي يظهر من خلال عزل الطلبة المتعلمين عن المشكلات التي تتم داخل الصف والمختبر، والمشكلات الحياتية التي تصادفهم؛ وفي الفهم القاصر لطبيعة العلم لدى الطلبة والمعلمين (الشمراني، ٢٠١٢؛ أبو عـــاذرة، ٢٠١٣؛ السبيعي، ٢٠١٤؛ Saif, 2016).

وبناء على ما سبق جاءت فكرة البحث، التي تهدف إلى الكشف عن فاعلية الأنشطة في مادة الأحياء على فهم طالبات الصف الثاني الثانوي لطبيعة العلم، وعلى درجة تأثير الحوار بعد الأنشطة في فهمهن له.

فروض وأسئلة البحث:

١) يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عنـــد مســـتوى الدلالـــة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بـــين متوسطات مجموعات الدراسة الثلاث في فهم مفاهيم طبيعة العلم بعد تطبيق اختبار طبيعة العلم البعدي.

٢) توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطات طالبات الصف الثاني في درجة فهم طبيعة العلم قبل وبعد إجـــراء الأنشـــطة المتضـــمنة لموضوعات الكتاب.

٣) هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بـــين متوســـطات طالبات الصف الثاني في درجة فهم طبيعة العلم قبل وبعد إجراء أنشـــطة إضـــافية لموضوعات الكتاب؟

٤) هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند دلالة ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بـــين متوســـطات طالبات الصف الثاني في درجة فهم طبيعة العلم قبل وبعد إجراء الحوار المتضمن مفاهيم طبيعة العلم؟

أهداف البحث:

١. الكشف عن فاعلية الأنشطة المتضَمَّنة في موضوعات مقرر الأحياء للصـــف الثاني الثانوي في فهم الطالبات لطبيعة العلم.

٢. الكشف عن فاعلية أنشطة إضافية في موضوعات مقرر الأحياء للصف الثاني الثانوي في فهم الطالبات لطبيعة العلم.

٣. الكشف عن تأثير الحوار بعد إجراء الأنشطة على مستوى فهم الطالبات لطبيعة العلم.

أهمية البحث: تكمن أهمية البحث في ندرة الأدلة التي توضح فاعلية الأنشطة والحوار في تدريس مقررات الأحياء بشكل خاص ومقررات العلوم عامة، ومدى تأثيرهما على مستوى فهم الطلبة لطبيعة العلم ومدى تطوره، ما يجعل الحاجة تبدو ماسة لإجراء مثل هذا البحث الذي يُنتظر أن تُسهم نتائجه في توجيه معلمي ومعلمات العلوم لاتباع أنشطة وأساليب تسهم في تحسين فهم الطلبة لطبيعة العلم، كما يمكن أن تكون نتائج هذه الدراسة ذات نفع لمخططي المناهج في التطوير التربوي؛ بتدعيم المناهج بأنشطة وأساليب مختلفة ذات أثر إيجابي في تحسين فهم الطلبة لطبيعة العلم. وقد تسهم الدراسة أيضا في لفت انتباه الباحثين إلى القيام بالعديد من الدراسات والبحوث في مجال فهم طبيعة العلم لدى الطلبة

حدود البحث الموضوعية:

١. الفصول المراد دراستها من كتاب مادة الأحياء للصف الثاني الثانوي العلمي الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي (١٤٣٦هـ/١٤٣٧هـ)؛ الفصل الثاني: الطيور، والفصل الرابع: الجهازان الهيكلي والعضلي، والفصل الخامس: الجهاز العصبي وتأثير العقاقير، والفصل السادس: جهاز الدوران، والجهاز التنفسي، والجهاز الإخراجي.

٢. مفاهيم طبيعة العلم المراد قياس فهم الطالبات لها:

نسبية المعرفة العلمية وقابليتها للتغيير، واعتمادها بشكل جزئي على الإبداع والخيال الإنساني، وعلى الحواس. والتأثيرات الثقافية والاجتماعية على المعرفة العلمية. وجود علاقة بين النظريات والقوانين ووجود فرق بينهما. وجود تباين بين الاستنباط والملاحظة في المعرفة العلمية. وعدم وجود طريقة علمية بخطوات محددة يتبعها العلماء للوصول للمعرفة العلمية.

٣. أنشطة الكتاب: التفكير الناقد ص ٤٨، دعم الكتابة ص ٩٦، الكتابة في علم الأحياء ص ١٠٦، ممارسة المهارة ص ١٢٥ في كتاب المعلم.

٤.أنشطة إضافية: –درس الطيور: تشريح جناح طير؛ والمطلوب الملاحظة ثم وصف ورسم ما تشاهده الطالبة.

-درس الجهاز العضلي: استخدام تاريخ العلم في بناء نظرية الخيوط المنزلقة؛ بحيث تفكر الطالبة مثل تفكير العلماء في الحقبة الزمنية التي سبقت اختراع المجهر الإلكتروني، وترسم ما تتوصل إليه ثم تقارن بين رسمها وما توصل إليه العلماء حديثا.

-تقرير أو بحث مصغر تشترك في إجرائه طالبتان؛ يتضمن وصف المرض وتأثيره على الجسم، ومقابلة مختص، وعرض إحصاءات، والتفكر الشخصي في الحالة في أحد الأمراض والمشكلات الصحية الآتية: العظام والمفاصل، العضلات، تأثير العقاقير أو الإدمان، أمراض القلب والشرايين، أمراض الجهاز التنفسي، أمراض الجهاز الإخراجي الشائعة.

حدود البحث الزمنية: الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ١٤٣٦هـ/١٤٣٧هـ.

حدود البحث المكانية: مدارس الوسطى الأهلية القسم الثانوي _بنات في مدينة الرياض.

مصطلحات الدراسة:

طبيعة العلم: يرى ليدرمان (Lederman, 1992) أن طبيعة العلم تشير إلى أبستمولوجيا العلم باعتبارها طريقة للمعرفة أو القيم والمعتقدات المتضمنة في المعرفة العلمية وتطورها. بينما يرى بيل (Bill, 2008) صعوبة تعريف طبيعة العلم لكونها ذات أبعاد مختلفة تاريخية وفلسفية واجتماعية. وقد أشار الشمراني (٢٠١٢) إلى سهولة وصف طبيعة العلم لا تعريفها. وتتفق الباحثة في هذه الدراسة مع (الشمراني، ٢٠١٢) في وصف المفاهيم الأساسية لطبيعة العلم.

التعريف الإجرائي في البحث لطبيعة العلم في هذه الدراسة: مدى تَعَلُّم الطلبة للتصورات الصحيحة حول أبعاد طبيعة العلم التي تتمثل في: نسبية المعرفة العلمية وقابليتها للتغيير Science is Tentative and Subjective، بالإضافة لاعتمادها على الإبداع والخيال الإنساني Creativity and Human Imagination، واعتمادها على الحواس Science is empirical-based، كما تتداخل مع التأثيرات الثقافية والاجتماعية Socially and Culturally embedded، ووجود علاقة واختلاف بين النظريات والقوانين Law and Theory، كما يتأكد التباين بين الاستنباط والملاحظة Inference and Observation، إضافة إلى عدم وجود

طريقة علمية بخطوات محددة يتبعها العلمـــاء للوصـــول إليهـــا The scientific method، ويظهر هذا الفهم من خلال الدرجة التي تحصل عليها الطالبة بعد إجراء الأداة المستخدمة لهذا الغرض من الدراسة.

الأنشطة: ويقصد بها النشاطات العلمية التي يقوم بها الطالب أو المعلم أو كلاهمـــا، بغرض تعلم العلوم أو تعليمها داخل المدرسة أو خارجها بإشراف المعلم وتوجيهـــه (زيتون، ٢٠٠١). والتعريف الإجرائي للبحث للأنشطة: هي كل تفاعـــل مـــرتبط بالبرامج التعليمية يحدث من قبل المتعلم بغرض تطور فهم طبيعـــة العلـــم داخـــل الفصل أو خارجه، سواء تحت إشراف المعلم أو دون إشرافه.

الحوار: يُعرَّف بأنه الحديث الواقع بين طرفين أو أكثر حول قضية معينة، بهـــدف الوصول إلى الحقيقة؛ بطريقة علمية تقنع الطرف المقابل بعيداً عن التعصـــب، ولا يشترط فيها الحصول على نتائج فورية (المغامسي، ١٤٢٦ه)، وتتبنى الباحثة هـــذا التعريف للحوار.

منهج البحث: استخدم البحث التصميم المختلط Mixed Research بغرض تحقيق الاستفادة من مميزات كل من الطرق الكمية والكيفية.

المنهج التجريبي: للكشف عن أثر المتغيرات المستقلة (أنشـــطة الكتـــاب، أنشـــطة إضافية، الحوار) على المتغير التابع (فهم طبيعة العلم). حيث طُبّق القياس القبلـــي والبعدي في ثلاث مجموعات (مجموعة ضابطة ومجموعتين تجريبيتين): درســـت طالبات المجموعة الضابطة موضوعات المقرر بأنشـــطة الكتـــاب، والمجموعـــة التجريبية (١) تناولت موضوعات المقرر بأنشطة الكتاب، وأنشطة إضـــافية، أمـــا المجموعة التجريبية (٢) فتناولت طالباتها موضوعات المقرر بأنشـــطة الكتـــاب، إضافة إلى الأنشطة المقترحة من الباحثتين، تعقبها جلسة حوار للمعلمة مع الطالبات لمدة ١٥ إلى ٢٠ دقيقة. شريطة أن تراعي المعلمة في أسئلة الحوار جوانب طبيعة العلم السابق ذكرها في الفصل الأول من الدراسة.

التصميم النوعي من المنهج Qualitative methodology اُستخدمت في البحـــث المقابلة كوسيلة أخرى لجمع البيانات، وللتأكد من كون استجابات الطالبات في أداة الدراسة تمثل وجهة النظر الحقيقية لهن. وقد اختيرت طالبتان من كـــل مجموعـــة عشوائيا لإجراء المقابلة. بالإضافة لتحليل إجابات الطالبات في الاختبارين

مجتمع البحث وعينته: المجتمع هو عدد الطالبات المنتظمات في الصف الثاني الثانوي العلمي في المدارس التابعة لمكتب التعليم _شمال، وهو ١٢٦٦ طالبة.

أما العينة فهي طالبات الصف الثاني العلمي في مدارس الوسطى الأهلية. وقد اختيرت قصدياً؛ لمناسبة خصائص المدارس لطبيعة الدراسة؛ حيث أن نظامها التعليمي هو الفصلي، حيث أن الخطة الدراسية موحدة بين الفصول.

أداة البحث: الأداة المستخدمة في البحث النسخة العربية من استفتاء الآراء حول طبيعة العلم أنموذج–C –View of Nature Of Science Questionnaire"

(VNOSQ–C) "Form C الذي طوّره ليدرمان وعبدالخالق وبيل وشوارتس (Lederman, Abd–El–Khaick, Bell & Schwarts, 2002)، ويتكون الاستفتاء من عشرة أسئلة مفتوحة الإجابة تختبر فهم الطلاب لطبيعة العلم، ويركز الاستفتاء على مفاهيم العلم التي يشوبها عادة قصور في فهم طبيعة العلم التي تتضمن المفاهيم التالية: نسبية المعرفة العلمية وقابليتها للتغيير، وأن تطويرها معتمد على النظرية، وكونها نتاج للخيال والإبداع والاستنتاج الإنساني، وأنها ذات طبيعة متداخلة ومتأثرة بالنواحي الاجتماعية، والثقافية، ويتأكد الفرق بين الاستنباط والملاحظة، وبين القانون والنظرية، كما لا توجد طريقة واحدة للوصول إلى المعرفة العلمية (Abd–El–Khalick, 2006).

وقد اُستخدم في البحث أنموذج تقييمي لتحليل الإجابات التي تشير إلى وجهات نظر الطالبات حول طبيعة العلم؛ وهو من إعداد الباحثتان، وقد قامتا بعرضه بعد إعداده على عدد من التربويين والمختصين بمناهج تدريس العلوم وطرقها لتحكيمه (صدق المحتوى الظاهري) وقد أُجرِيت عليه بعض التعديلات وفق اقتراحاتهم وتوصياتهم.

ويتكون أنموذج التقييم من خمس فئات رئيسة هي: رؤية غير مرضية، رؤية بسيطة، رؤية متطورة، رؤية متقدمة، رؤية واعية. وأُضيف للأنموذج التقييمي مقياس للدرجات يتدرج من ١ إلى ٥ لتدوين درجات الطالبات حسب إجاباتهن في الأداة. حيث تمنح الإجابات غير المرضية درجة واحدة، والإجابات ذات الرؤية البسيطة درجتين، والإجابات ذات الرؤية المتطورة تمنح ٣ درجات، والإجابات ذات الرؤية المتقدمة تمنح ٤ درجات بينما الإجابات ذات الرؤية الواعية تحصل على ٥ درجات.

وبعد الانتهاء من الاختبارات القبلية والبعدية وإجراء المقابلة؛ تم ترميز أسماء الطالبات في ورقة الإجابة. وصُححت أداة البحث البعدية بعد قرابة شهر من الانتهاء من أداء الاستفتاء البعدي وذلك للتقليل من إمكانية التعرف على هويات الطالبات واحترازاً من حدوث أي تحيز.

صدق وثبات أدوات البحث:

صدق الأداة: أُعدّت الأداة من قبل الباحثين والمختصين بالتربية العلمية والمهتمين بطبيعة العلم وتدريسه ليدرمان، وعبد الخالق وبيل وسشوارتز ، وتم التأكد من صدق المحتوى للأداة من خلال فريق مكون من خمسة أساتذة؛ ثلاثة منهم مختصون بالتربية العلمية وواحد مختص بتاريخ العلم، وآخر مختص بالعلوم الطبيعية وقد عُدلت الأداة وفقاً لملاحظاتهم (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002).

أما النسخة العربية التي استُخدمت في جمع بيانات الدراسة الحالية فهي النسخة المستخدمة في دراسة وهبة (Wahbah, 2009)؛ وقد ترجمت في خطوتين: بداية تُرجمت الأداة من اللغة الإنجليزية إلى العربية من قبل أحد المختصين وهو ثنائي اللغة، ثم تُرجمت مرة أخرى إلى اللغة الإنجليزية (ترجمة عكسية) بغرض التأكد من صدق الترجمة العربية، واتساق النسخة العربية مع النسخة الإنجليزية (الشمراني، ٢٠١٢).

الخلفية النظرية والدراسات السابقة:

طبيعة العلم: في عام ١٩٩٢م قام الباحث ليدرمان Lederman بمراجعة الأدبيات الخاصة بمفاهيم طبيعة العلم، وتوصل إلى أن طبيعة العلم ترجع إلى إبستمولوجيا العلم. لكن لا يوجد إجماع بين فلاسفة العلوم الطبيعية ومؤرخيها ومدرسيها على تعريف محدد لطبيعة العلم (عبد الخالق، ١٩٩٩).

وبرر ليدرمان سبب الاختلاف بأن الكثير من مفاهيم طبيعة العلم بين المختصين في فلسفة العلم وتاريخه ليس لها علاقة بالتربية العلمية (Lederman, 1998). ويرى مكماس أن القضايا المرتبطة بطبيعة العلم التي يناقشها الفلاسفة تختلف عن التي يوصي المختصون بالتربية العلمية بتدريسها (McComas, 2004).

مكونات طبيعة العلم: بالرغم من عدم اتفاق المختصين بالتربية العلمية على مفهوم محدد لطبيعة العلم، فإنّه يوجد اتفاق بشكل عام على المفاهيم الرئيسة المُشكّلة للعلم. وبدراسة آراء نحو ٢٤ باحثاً في عدد من مجالات العلوم المختلفة حول مفاهيم طبيعة العلم؛ وجد أنه بصورة عامة يوجد اتفاق بين آرائهم في عدد من المفاهيم العامة لطبيعة العلم (Schwardz, 2004).

وبعد الاطلاع على الدراسات (Alshamrani, 2008; Lederman, 2007; Shwartz, Lederman & Crawford, 2004; McComas, 2004; Kishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Abell, Martini & Geroge, 2001) التي تهتم بمفاهيم طبيعة العلم، تبيّن أنها تتفق مع بعضها بصورة عامة في بعض المفاهيم.

تشترك الدراسات السابقة بنتيجة مفادها: أن طبيعة العلم ذاتية وتقوم على التجارب، وفي استخدام العلماء للإبداع، وقد تباينت آراؤهم في المفاهيم الأخرى.

فقد وصف ليدرمان (Lederman, 2007) العلم بالتجريبي؛ لأنه يخضع للتجريب والتغيير، وذاتي حيث يتأثر بالتدخل الشخصي والتحيز، كما يقوم على الاستدلال والخيال والإبداع في تقديم التفسيرات، ويتم إجراؤه وفق الأطر الاجتماعية والثقافية، كما تعد طبيعة القوانين والنظريات ذات أهمية وأشار للاختلافات بين الملاحظات والاستنتاجات التي تستمد من ملاحظة العالم الطبيعي.

أما المفاهيم التي ناقشتها دراسة مكماس (McC omas, 2004) تتمثل في: العلم يقوم على أساس تجريبي ويخضع للتغيير، ولا توجد طريقة علمية موحدة للعلم، وفرّق بين القوانين والنظريات؛ فالقوانين لا تتطور إلى نظريات، كما أكّد على الإبداع في العلم، وعلى الطبيعة الذاتية للعلم، وتأثير التاريخ في الثقافة والمجتمع، وبارتباط العلوم بالتقنية، وعدم القدرة على الإجابة عن جميع التساؤلات.

إن مفاهيم طبيعة العلم في البحث الحالي تأتي من الأفكار التي قدمت في الدراستين (Lederman, 2007; McComas, 2004). ولم يتطرق لباقي المفاهيم لعدم مناسبتها منهج الأحياء للصف الثاني الثانوي ولتقييد حدود البحث.

تدريس طبيعة العلم: تشير عدد من الدراسات أن فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم ضرورياً؛ ليتمكن تلاميذهم من اكتساب فهم سليم لطبيعة العلم (أبو جحجوح، ٢٠١٣؛ زيتون، ٢٠١٣)، كما يؤثر ذلك على السلوك التعليمي للمعلم ويحفزه

لاستخدام الطرق الاستقصائية في تقديم المفاهيم العلمية للمتعلمين التي تؤكد روح العلم وطرقه وعملياته (Huling, 2014; Bartos & Lederman, 2014; Bogiages, 2014).

ونجد عناية التربويين واهتمامهم في تطوير فهم العلوم للمتعلمين، ففي عام ٢٠١٣ قدم المجلس الوطني الأمريكي للأبحاث NRC مجموعة من المعايير لتعليم العلوم تحمل عنوان معايير العلوم للجيل القادم The Next Generation (NGSS) Science Standards توصي باستحداث طرق تعليم العلوم في الولايات المتحدة للقرن الحادي والعشرين (نيكول، ٢٠١٥). لمساعدة المتعلمين في فهم العلوم والهندسة، ليكونوا قادرين على حل مشكلاتهم التي تصادفهم في حياتهم (Workosky & Willard, 2015). وقد جاءت التوصيات بإدراج مفاهيم طبيعة العلم بموضوعات مناهج العلوم، لكونها مرتبطة بأبعاد معايير الجيل القادم للعلوم الثلاثة (Fanning & Adams, 2015).

ويحرص الباحثون كذلك على دراسة العوامل التي تُسهم في تحسين فهم العلم وطبيعته والعمل على تنميتها، فهناك دراسات وأبحاث تهدف إلى قياس مدى تطرق مناهج العلوم لموضوعات ومفاهيم طبيعة العلم كدراسة (الأسمري والشمراني والشايع، ٢٠١٤). ودراسات تبحث في تقييم طرق المعلمين وأساليبهم في التدريس المتبعة في العملية التربوية (أحمد، ٢٠١٠؛ Abd-El-Khalick, 2012؛ غولي، ٢٠١٥).) وبقياس فهم المتعلمين لطبيعة العلم في مختلف المراحل التعليمية (امبوسعيدي والشعيلي، ٢٠١٠؛ الشمراني، ٢٠١٢).

طبيعة العلم والأنشطة: من منظور البنائية تؤدي ممارسة الأنشطة العملية إلى اكتساب عمليات العلم، وتعدّ وسيلة فاعلة لفهم العلم من خلال حل المشكلات وصياغة المبادئ التي تستخدم للتنبؤ بالظواهر وتفسيرها (زيتون، ٢٠٠٤). وقد بينت نتائج عدد من الدراسات تأثيراً إيجابياً في فهم الطلبة المتعلمين لمفاهيم طبيعة العلم بعد ممارسة الأنشطة أثناء عمليات التعلّم؛ كدراسة أحمد (٢٠١٠) في فاعلية استراتيجية التعلم القائم على حل المشكلات المنظم ذاتياً في التحصيل، وفهم طبيعة العلم والتنظيم الذاتي لتعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

ويتضح في دراسة امبوسعيدي والسناني (٢٠١١) نمو الفهم لطبيعة العلم في المجموعة التجريبية نسبة إلى المجموعة الضابطة بعد استخدام أسلوب حل المشكلات الكيميائية في فهم طلاب الصف الحادي عشر لطبيعة العلم.

كما تتفق في النتائج دراسات تبحث في جدوى استخدام استراتيجيات التدريس لغرض فهم طبيعة العلم، حيث قاست دراسة رمضان (٢٠١٣) أثر أنموذج التعلم الاستقصائي (5I's) في تنمية مهارات ما وراء المعرفة والاستقصاء العلمي وطبيعة العلم في مادة العلوم لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، وأيضاً قاست دراسة آل محسنة (٢٠١٤) فاعلية تدريس الأحياء باستخدام استراتيجية مقترحة قائمة على البنائية في التحصيل وفهم طبيعة العلم لدى طالبات الصف الأول الثانوي.

طبيعة العلم والأنشطة والحوار: تشير الدراسات إلى ضرورة تناول طبيعة العلم ومفاهيمها في حوارات صريحة وواضحة مع المتعلمين بعد استخدام الأنشطة، أو خلالها أثناء العمليات التعليمية والتعلمية؛ لأنها تسهم في فهم أكثر لمفاهيم طبيعة العلم. فقد أجريت دراسة عبد الخالق وليدرمان (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000) على معلمي العلوم ووجدوا أن مفاهيم طبيعة العلم تحتاج إلى مناقشتها بصورة مباشرة وصريحة؛ لتحسين فهم العلوم بصورة أوضح.

وقام الباحثان خشف وعبد الخالق (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) بإجراء دراسة على ٦٢ طالباً في الصف السادس، قَسما الطلاب إلى مجموعتين، وقدّما أنشطة استقصائية للمجموعة التجريبية واستُخدمت المقابلات قبل وبعد تنفيذ أنشطة الاستقصاء؛ بغرض قياس التغييرات في فهم طبيعة العلم. وقد وجدا أن المجموعة التي اعتمدت على الاستقصاء فقط لم يتحسن فهمهم لطبيعة العم بعكس المجموعة التي اعتمدت على الاستقصاء ونقاشات تتضمن طبيعة العلم.

وتتفق النتائج السابقة مع نتائج دراسة حسام الدين (٢٠١٠) التي قاست فاعلية المدخل التفاوضي في تنمية طبيعة العلم وتقدير العلماء لدى الطالبة المعلمة بكلية البنات، في حين لم تُظهِر نتائج دراسة تالبت (Talbot, 2010) سوى فرق ضئيل في فهم المتعلمين بين المجموعة التي استخدمت الأنشطة، والمجموعة الثانية التي استخدمت مع الأنشطة مناقشات صريحة حول مفاهيم طبيعة العلم.

وبعد الاطلاع على عدد من الدراسات توصلت الباحثتان إلى أن الدراسات التي تركز على عمليات العلم أكثر من التركيز على محتوى العلم من خلال الأنشطة الاستقصائية وأساليب حل المشكلات، بالإضافة للمناهج التي تُوفر حوارات ومناقشات صريحة حول طبيعة العلم لها أثر إيجابي في تحسين فهم طبيعة العلم لدى المتعلمين.

تطبيق الأداة قبلياً: طُبقت أداة فهم طبيعة العلم على طالبات المجموعات الثلاث؛ ثم جرى التحقق من تكافؤ المجموعات الثلاث، وعدم جود فروق تذكر بينهن.

وقد عولجت بيانات الطالبات الناتجة من تطبيق الاختبار القبلي لطبيعة العلم باستخدام تحليل التباين الأحادي One-Way ANOVA؛ لدلالة الفروق بين عدة متوسطات، والبحث عن مكونات الاختلاف أو التباين بين عدد من المجموعات. ويوضح الجدول ٣ تفصيلاً للفروق بين كل مجموعة من المجموعات الثلاث:

بعد تنفيذ التدريس:

أ_ التطبيق البعدي لأدوات الدراسة: بعد الانتهاء من تدريس منهج الأحياء الفصل الدراسي الأول لكل المجموعات التجريبية والضابطة أعيد تطبيق الأداة.

ب_ إجراء المقابلات: بعد الانتهاء من الاختبار البعدي بأربعة أسابيع؛ أجريت المقابلات الفردية One-One-One Interview لطالبتين من كل مجموعة، وكان اختيارهن عشوائياً. وقد بدأت المقابلة بطرح أسئلة عامة بهدف تهيئة الطالبة، وخلق جوٍ من الألفة، وتحفيزها على الإجابة بأريحية.

ج_ تحليل إجابات الطالبات في الأوراق تحليلا نوعيا.

المعالجة الإحصائية وتحليل البيانات:

أولاً: اختبار تحليل التباين الأحاديOne-Way ANOVA على المجموعات الثلاث؛ للتأكد من كون الطالبات في المجموعات الثلاث متكافئات في فهم طبيعة العلم قبل البدء بالدراسة، واستخدامه بعد الانتهاء من التجربة لمعرفة دلالات الفروق بين المتوسطات البعدية لمجموعات الدراسة الثلاث.

وقد رُوعي تطبيق شروط استخدام تحليل التباين الأحادي:

١- العشوائية في اختيار المجموعات: تم توزيع الطالبات حسب رؤية الإدارة المدرسية بشكل عشوائي حسب إفادتهم.

٢- استقلالية المجموعات موضع المقارنة: تختلف كل مجموعة عن الأخرى في طريقة تناول المنهج.

٣- التوزيع الاعتدالي للمتغير التابع (فهم طبيعة العلم) في المجموعات: وقد استُخدم اختبار كولموجروف للتحقق من اعتدالية (Kolmogorov-Smirnov) مجموعات الدراسة الثلاث.

نجد عند مقارنة متوسطات المجموعة التجريبية الأولى بمتوسطات الضابطة نجد أن القيمة الاحتمالية أكبر من مستوى الدلالة، وذلك يشير إلى عدم وجود فرق بين المتوسطات بين هاتين المجموعتين.

كما نجد عند مقارنة متوسطات المجموعة التجريبية الثانية مع متوسطات المجموعة التجريبية الأولى وبمتوسطات الضابطة أقل من مستوى الدلالة ٠,٠٥وذلك يعني وجود فروق بين كل من المجموعة التجريبية الثانية عن المجموعة التجريبية الأولى، والمجموعة التجريبية الثانية عن المجموعة الضابطة.

وبناءً على ما سبق نستطيع القول بوجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية الأولى والمجموعة التجريبية الثانية، إضافة لوجود فروق بين المجموعة التجريبية الثانية والمجموعة الضابطة بينما لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين كل من المجموعة التجريبية الأولى والمجموعة الضابطة. وقد يُفسّر ذلك التفاوت لطريقة تدريس العلوم التي تستلزم إعطاء الطلبة فرصة للتفكير وللحديث بلغة علمية داخل الغرفة الصفية.

وتتفق النتائج مع دراسة خشف وعبد الخالق (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) التي أظهرت نتائجها أن المجموعة التي اعتمدت على الاستقصاء فقط لم يحدث لديها تحسن، على عكس المجموعة التي اعتمدت على الاستقصاء، تليها حوارات ونقاشات تتضمن طبيعة العلم، فقد أظهرت تحسناً في فهم طبيعة العلم.

بينما تتعارض مع دراسة تالبت (Talbot,2010) التي لم يظهر في عينتها تحسن في فهم طبيعة العلم لدى المجموعة التجريبية حين استخدمت مع نشاطاتها الحوار بينما يُلحظ بعد تطبيق التجربة على المجموعات الثلاث، أن متوسط الدرجات في كل المجموعات ارتفع في بعض المفاهيم، وانخفض في بعض؛ وقد يعزى ذلك إلى

طبيعة أسئلة الاختبار المفتوحة؛ حيث قد تتراخى وتتكاسل الطالبة في تفصيل رؤيتها أو في تقديم أمثلة تدعم رؤيتها، أو قد تخفق في إيصال وجهة نظرها كتابياً.

وفيما يلي عرض تحليلي لبعض إجابات طالبات العينة، في كل من الاختبارين القَبلي والبَعدي لكل سؤال من أسئلة الدراسة، مع الإشارة لمفهوم طبيعة العلم الذي يُسهم السؤال في إيضاح تصور الطالبة عنه:

كان مضمون السؤال الأول: ما العلوم في رأيك؟ وما الذي يجعل الحقول العلمية مثل الفيزياء، والأحياء وغيرها تختلف عن باقي الحقول المعرفية مثل الدين، والفلسفة؟ واجابة السؤال تعطي دلالة عن تصور الطالبة حول مفهوم اعتماد المعرفة على الحواس. ومن خلال تحليل إجابات عينة الدراسة في الاختبار القبلي أظهرت إجابات تسعٍ وثلاثين طالبة تفسيرات عامة وغير واضحة، مثل: " العلوم تفيد في الحياة" و" دراسة ما يحيط بنا من التغييرات الكونية وطبيعة الأجسام" بينما مجموعة أخرى استعرضت مسميات المواد العلمية (فيزياء، كيمياء، أحياء،..)، واتفقت إجابات ثمان طالبات في أن " العلم طريقة لفهم العالم من حولنا" وقد حاولت خمس طالبات تقديم فرق بين الحقول العلمية، وغيرها من الحقول المعرفية، حيث كانت إجابة إحدى الطالبات: " العلوم أساس الحياة، وتختلف عن الدين والفلسفة أنها شيء مثبت علميا، يفيدنا في الحياة العلمية أما الدين فيغذي الجانب الروحي لذلك لا ينفصل العلم عن الدين" وإجابة أخرى تقول "العلوم تتكلم بطريقة علمية عن تطورات وعوامل طبيعية والدين يتكلم عن الأحكام في كتاب، الله وأحاديث رسوله يجب أن نعرفه ونطبقه".

بينما في الاختبار البعدي بدت إجابات سبعٍ من الطالبات أكثر وعياً من إجابات الاختبار القبلي مثل: "العلوم هي طريقة لفهم العالم من حولنا، وتختلف عن الحقول المعرفية بأنها مبنية على ظواهر معينة مدعومة بتجارب واستنتاجات علمية بخلاف الدين والفلسفة التي مصدرها رباني أو نبوي"، وإجابة أخرى: " كلاهما طريقة لفهم العالم من حولنا لكن العلوم تطبيقية متغيرة (غير ثابتة) يجرى فيها تجارب وتحققات، بينما الحقول النظرية ثابتة غير متغيرة"، و"العلوم هي المعارف والاكتشافات التي يتوصل إليها العلماء حول الكون بواسطة التجارب والتفكير. والاختلاف لأن العلم هو كل نوع من العلوم والمعارف والتطبيقات تعالج بمنهج

معين وينتهي إلى نظريات وقوانين، أما الحقول الباقية مثل الدين فتختلف لأنها تعتمد على التأمل والتفكر في الكون والوجود عن طريق العقل ويتميز بمنهجه عن طريق الملاحظة". وإجابة أخرى تقول:" تختلف العلوم عن الدين والفلسفة في أنها معارف وتجارب تعتمد على الحواس".

في حين اكتفت تسع طالبات بالإجابة أن العلوم "طريقة لفهم العالم من حولنا" وفصلت الطالبة (٢-١٥):" العلوم طريقة لفهم العلم من حولنا وأغلبها أو جميعها تتحدث عن أشياء موجودة في الطبيعة والحياة، وكيفية تحليلها وفهمها، وقد يكون بعضها خاطئاً، وقابلة للتغير والتعديل، أما الدين فهي أشياء منزلة من الرب غير قابلة للنقاش والتعديل".

أما بقية الطالبات فلم تقدم إجاباتهن فهماً أفضل مما سبق، مثل:" العلوم تعني دراسة مختلف أنواع الحياة، والمواد والمخلوقات الحية في الكرة الأرضية" و"العلوم معرفة ما نجد في الأرض، أو السماء بطريقة علمية معقدة" و"العلوم نستخدمها، فهي توجد في حياتنا والدين شرط أساس نتعرف عليه أما الفلسفة ليس لدي فكرة عنها".

ويتضح من إجابات الطالبات عن السؤال الأول، عدم امتلاك معظمهنّ تصورات دقيقة للمقصود بالعلوم، وما يميزه من خصائص تجعله يختلف عن الحقول المعرفية الأخرى، وهذه النتيجة في مجملها تتفق مع ما ظهر في تالبت (Talbot,2010) وفي الشمراني (٢٠١٢).

بينما السؤال الثاني كان: ماذا تعرفين عن التجربة العلمية؟ والمقصود هنا التعرف على تصورات الطالبات حول التجربة العلمية؛ فصيغة السؤال تطلب تقديم ما يعرفه المجيب عن التجربة العلمية.

وبتحليل إجابات عينة الدراسة في الاختبار القبلي قدمت ست عشرة طالبة إجابات عامة غير مركزة، مثل: " التجربة العلمية تعني معرفة شيء جديد في الحياة نتوصل إليه" و" مجموعة من مواد تتفاعل وتنتج لنا مواد أخرى" و" التجربة التي يجريها العلماء للحصول على معلومات حول موضوع معين". بينما استخدمت كلمة إثبات عشرون طالبة في توضيح تصورها لمعنى التجربة العلمية مثل "إثبات فرضية ما"، أو "إثبات نظرية"، أو" إثبات قانون".

وعددت طالبة مراحل التجربة العلمية " لها مراحل: هدف، فرضية، أدوات ومواد، سير التجربة، تنفيذ التجربة، نتائج، استنتاج، وإنها لمعرفة شيء وتقوم على الملاحظة".

وأشارت ست طالبات إلى كلمة "ملاحظة" في تعريفاتهن للتجربة العلمية مثل: "ملاحظة التغيرات التي تحدث على الشيء الذي وضع تحت التجربة، وهي تتكون من خطوات مثل الملاحظة والاستنتاج وجمع البيانات وغيرها" وعشر طالبات وردت في إجاباتهن كلمة تفسير أو فهم مثل" تفسير قانون" و " طريقة لفهم قانون أو فرضية أو نظرية وضعها عالم عن طريق استعمال الأدوات في المختبر".

وفي الاختبار البعدي استخدمت ست وعشرون طالبة لفظ "إثبات" سواء "إثبات نظرية" أو" إثبات فرضية ما" أو "إثبات رأي عالم" وعدّدت تسع طالبات خطوات محددة للتجربة العلمية، مثل إجابة إحدى الطالبات:" تأكيد فرضية وخطواتها: الملاحظة، الفرضية، وضع الأسئلة، اختبار الفرضية، الاستنتاج، التجربة، اختبار التجربة".

وأشارت أربع طالبات إلى اعتماد التجربة على الملاحظة، حيث ذكرت إحداهن: " تعتمد على الملاحظة وإثبات قول العلماء وتأكيد كلامهم مثل دالتون: أنموذج الذّرة"، وأشارت أخرى إلى احتمال خطأ التجربة "لأنها تجربة، احتمال خطئها وارد، وتختلف من شخص لآخر حسب دقته في العمل"، ولم تجب طالبة عن السؤال وقدمت بقية الطالبات إجابات عامة وغير محددة مثل:" محاولة التأكد من صحة العمل" و"تجعل الطلاب أكثر فهماً" و"التجارب العلمية للتعلم".

أما السؤال الثالث فكان: هل يتطلب تطور المعرفة العلمية إجراء تجارب؟ مع التبرير ودعم الرأي بأمثلة. وكان الهدف منه محاولة التعرف على رأي الطالبة عن التجربة العلمية وأهميتها في تطور المعرفة العلمية، ومدى إسهامها في تطور العلم، دون غيرها من الأساليب التي يستخدمها العلماء للوصول إلى النتائج العلمية. وأظهر تحليل إجابات الطالبات عن هذا السؤال في الاختبار القَبلي، أن جميع طالبات عينة الدراسة يرين تطور المعرفة العلمية يتطلب إجراء تجارب، ومع أن هذه الإجابة تتفق مع التصور الصحيح عن دور التجربة في تطور المعرفة العلمية،

إلا أنّ عينة الدراسة فشلت في تدعيم الإجابات بأمثلة توضح سبب اختيار هذه الإجابة.

وخلتْ الإجابات من تقديم الأمثلة سوى من سبع طالبات، بعضها أمثلة غير علمية، مثل صناعة الأدوية والمنظفات وتأثيرها على طبقة الأوزون! في حين أوردت مجموعة أخرى أمثلةً تتعارض مع الإجابات التي قدموها، فهن يرين أن تطور المعرفة العلمية يتطلب إجراء تجارب علمية، إلا أنه تعارضت إجابتهن بمثالهن حول تصنيف الثدييات إلى آكلات لحوم وأعشاب، حيث إن التصنيف يظهر من خلال الملاحظة دون التجربة. بينما طالبة واحدة لم تفصل في مثالها حيث قالت:" عند وضع نظرية أو فرضية تحتاج تجربة وعند عمل تجربة قد تتطور النظرية أو الفرضية وهكذا يتطور العلم مثل نظرية التطور".

أما في الاختبار البَعدي فلم تتغير إجابات الطالبات، وقدّم الأمثلة منهن ثمان طالبات فقط، خمس منهنّ اشتركن في مثال الذرة واكتشاف شكلها، ومثال لطالبتين عن تفاحة نيوتن ونظرية الجاذبية الأرضية، ومثال أخير لتجارب تحويل المواد.

وكان السؤال الرابع: بعد أن يطور العلماء نظرية علمية ما (مثل نظرية الذرة، أو نظرية التطور)، فهل تعتقدين أن النظرية قد تتغير؟ مع التبرير ودعم رأيك بأمثلة. والغرض من السؤال التعرف على تصورات الطالبات عن مفهوم نسبية المعرفة العلمية، وقابلية تغير النظرية العلمية مستقبلاً، حيث يُقيِّم السؤال فهم استجابات الطالبات للطبيعة التجريبية، والنظريات العلمية، والأسباب التي تجعل العلم تجريبياً.

ومن خلال تحليل نتائج الطالبات في الاختبار القَبلي اتضح أن خمسين طالبة اخترن خيار أن النظرية العلمية تتغير، وطالبتين ذكرتا أنها لا تتغير، وقدمتا سبباً غير واضح! حيث أشرن إلى احتمالية اختلاف فهمها من شخص لآخر، ومن الممكن أن يتغير فهم الناس لها لكن النظرية لا تتغير. وقدمت طالبتان نسباً مئوية لمدى التغير الذي يحدث لتغير النظرية، تراوحت بين ٩٥% و٨٠% ولم يذكرا مبررات لاختيار هذه النسب دقيقة التقدير.

وقدمت خمس عشرة طالبة تبريرات لتغير النظرية مثل: "تكرار التجربة" و "تغيّرها مع مرور الزمن" و" مع تقدم التقنية والاكتشافات" وبالرغم من قلة الطالبات اللاتي

ذكرن أسباباً وراء تغير النظرية العلمية، إلا أنهنّ قدمن أسباباً يمكن اعتبارها مقبولة.

وبالرغم من أن عدداً كبيراً من الطالبات يرون تغيّر النظرية، إلا أنّ عدداً قليلاً منهنّ قدمن أمثلة على هذه النظريات، وكانت نظرية الذرة التي أشير إليها في نص السؤال المثال الأبرز في إجابات الطالبات، وأشارت طالبة إلى التغيرات التي طرأت في الجدول الدوري. وأشارت أخرى إلى النظريات التي تتعلق بالضوء والصوت والسرعة، لكن دون تحديد نظرية معينة، ومعظم الأمثلة الأخرى لم تقدم تأكيداً على فهم الطالبات لنسبية المعرفة العلمية المتصلة بمفهوم النظرية.

وفي الاختبار البَعدي اشتركت جميع طالبات عينة الدراسة في اختيار خيار تغيير النظرية، ولم تقدم خمس وعشرون طالبة أي تبرير لذلك، بينما تكررت تبريرات سبع عشرة من الطالبات، وأشارت سبع طالبات إلى إمكانية تغيير النظرية تبعاً لاختلاف آراء العلماء، وقدمت ثلاث طالبات تبريرات يشوبها قصور في الفهم مثل:" النظرية تتغير لأنها ليست ثابتة مثل القانون العلمي". ولم يقدم أمثلة سوى تسع طالبات جميعها حول الذرة، ثلاث منهنّ أضفن تغيرات الجدول الدوري وفصلت الطالبة (١_٢) " مثل نظرية ذرة طومسون كانت كرة مصمتة وبعد تطور العلم اكتشف العلماء أن فيها الكترونات ونيوترونات" وفصلت طالبة أخرى (٢-٦) "مثل تطور أبحاث العلماء واستنتاجاتهم في توزيع الإلكترونات في الذرة ابتداءً بمبدأ فاو ثم يتبعه مبدأ باولي وانتقالا إلى قاعدة هوند، وكل هؤلاء العلماء كانوا يصفون الإلكترونات حسب ما يرونه من استنتاجات وأفكار خاصة".

أما السؤال الخامس فكان: هل هناك فرق بين النظرية العلمية والقانون العلمي؟ يرجى توضيح الإجابة بوضع أمثلة. يتناول الفرق بين النظرية العلمية والقانون العلمي، ويكشف غالباً عن الفهم الخاطئ بوجود علاقة هرمية بينهما، ويبرز سوء الفهم في توضيح الطالبات لعملية التحول من نظرية علمية إلى قانون علمي.

ومن خلال تحليل إجابات الطالبات عن هذا السؤال في الاختبار القَبلي، اتضح أنّ جميع طالبات العينة أشرن إلى وجود فرق بين النظرية العلمية والقانون العلمي، إلا أنه يوجد تباين في توضيح الفرق بينهما، ففي حين لم تقدم طالبتان فروقات بينهما، قدمت خمس طالبات إجابات غير واضحة مثل: " القانون العلمي يوضح لنا معنى

المصطلح المبهم أما النظرية عدة تجارب يقوم بها العالم لإثبات تركيب جديد" و"القانون عبارة رياضية لإثبات نظرية"، أما خمس وأربعون طالبة فأرجعن الاختلاف إلى كون القانون العلمي يتصف بالثبات، بعكس النظرية العلمية التي يمكن أن تتغير، وترى ثلاث طالبات أنّ القانون العلمي يمكن التعبير عنه بصيغة رياضية مثل: " النظرية تتغير لأنها رأي قابلة للاختبار والقانون تطبيق أرقام على مسالة ما".

أما الأمثلة التي قُدّمت لتوضيح الإجابة فلم يقدمها سوى ست طالبات، مثالان منها ليس لهما صلة بالقوانين والنظريات العلمية، مثل: نظرية فيثاغورس، في حين قُدّمت أمثلة لقوانين ونظريات علمية صحيحة مثل قوانين نيوتن، نظرية دالتون للذرة وقانون حفظ الطاقة.

وفي الاختبار البَعدي أظهرت نتائج التحليل طالبتين نفتا وجود اختلاف بين النظرية والقانون العلميين، بينما أربع طالبات ذكرن أن كليهما قابل للتعديل، وفسرت طالبة أخرى الفرق بينهما بقولها: "النظرية العلمية تختلف من شخص إلى آخر أما القانون العلمي فيلزم التحقق من صحته من وقت لآخر"، وثمان وثلاثون طالبة أشرن إلى أنّ "النظرية تتغير والقانون ثابت" وبررت طالبة ذلك بأنّ: " نظرية الذرة تعرضت للتعديل من قِبَل أكثر من عالم، فالنظرية قابلة للخطأ والتعديل، والقانون لم يتعرض للتعديل، فهو ثابت، قائمٍ على أسسُ مؤكدة"، وكتبت إحدى الطالبات: "إنّ النظرية تفسير لظاهرة طبيعية مدعومة بتجارب عملية، وهي قابلة للتغيير، أما القانون فمسلم فيه، لا مجال للمناقشة فيه، وغالبا يكون عبارة عن معادلة رياضية، تفسر على متغيرات كمية فيزيائية وكيميائية محددة". بينما جاءت تفسيرات بقية الطالبات مختلفة مثل: "النظرية العلمية تفسير للظواهر الطبيعية والقانون العلمي تطبيقات حسابية" و"النظرية العلمية تختلف من شخص إلى آخر أما القانون العلمي فيلزم التحقق من صحته من وقت لآخر"، أما بالنسبة للأمثلة فلم تختلف كثيراً عن الاختبار القَبلي. وقد يُعزى اللبس في فهم الفرق بين القانون والنظرية العلمية لدى عينة الدراسة، إلى ضعف تناول هذين المفهومين بشكل محدد، في كتب العلوم في المملكة العربية السعودية (الشمراني، ٢٠١٢).

والسؤال السادس: تطرح كتب العلوم المدرسية الذرة، على أنها مكونة من نواة تتألف من بروتونات (موجبة الشحنة) ونيوترونات (متعادلة الشحنة) ومن إلكترونات سالبة الشحنة حول النواة. إلى أي مدى ترين أن العلماء متأكدون من بنية الذرة هذه؟ واذكري بعض الدلائل التي تعتقدين أن العلماء يستخدمونها لتحديد شكل الذرة ومكوناتها؟

والسؤال يركز على مدى فهم الطالبات لمفهوم: أن المعرفة العلمية يمكن أن يتوصل لها من خلال الاستنباط، ولدور الإبداع والخيال، الذي أسهم في تطوير التفسيرات العلمية، بناء على البيانات المتوافرة دون الاعتماد على الحواس والملاحظة.

وبتحليل نتائج إجابات الطالبات عن الشق الأول لهذا السؤال في الاختبار القَبلي الذي يركز على مدى تأكد العلماء من تصورهم للذرة ومكوناتها، أظهرت النتائج أن خمس طالبات لم يجبن عن السؤال، في حين قدمت اثنتا عشرة طالبة إجابات غير واضحة، لم تتبين من خلالها نظرتهن كون العلماء متأكدين أم لا، حيث ذهبت بعضهن إلى ضرب أمثلة دون تقديم إجابة واضحة، أو أجبن إجابة تتسم بالغموض، مثل أن تذكر الطالبة خواص العناصر أو مكونات الذرة.

أما خمس وعشرون طالبة فأظهرن إجابات تدل على يقينهن بأن المعرفة العلمية مؤكدة وبشكل قاطع، أو مثبتة من قبل العلماء، مثل الإجابة: " متأكدون إلى مدى كبير؛ لأن الذرة دُرِست بشكل دقيق، وكتب العلوم أصبحت متطورة، ومعلوماتها دقيقة، ومصدرها موثوق"، والاجابة: " حتى هذا الوقت العلماء متأكدون من بنية النظرية ويمكن حدوث تطورات تغير هذه النظرية". في حين أن بقية الطالبات، وعددهن عشر طالبات يرين أنّ العلماء غير متأكدين، ويمكن تعديل تصوراتهم مستقبلاً كهذه الإجابة: " كل شيء من وضع البشرية يمكن أن يكون خاطئاً، فيأتي كل عالم يصحح فكرة العالم الذي قبله، وهم يفترضون ثم يتأكدون من الافتراض عن طريق التجربة" وهذه الإجابة: "يختلف رأي كل عالم عن الآخر".

أما فيما يتعلق بالدلائل التي قادت العلماء لبناء التصور الحالي للذرة فيبين تحليل النتائج أن إحدى وثلاثين طالبة –يمثلن أغلب عينة الدراسة–لم يقدمن إجابة عن هذا الشق من السؤال، أو ذكرن كلمات عامة لا تقدم مؤشراً لتصور دقيق عن كيفية

توصل العلماء لهذا الفهم مثل قولهن: إجراء تجارب، استخدام البراهين من القوانين والنظريات السابقة. وسبع طالبات ذكرن أن العلماء استطاعوا تحديد شكل الذرة من خلال المجاهر. وتسع طالبات ذكرن أن للخيال دوراً، لكن لم يشرن إلى كيفية منشأ ذلك الخيال. وطالبة واحدة ضمنت إجابتها ذكر استخدام المسائل الحسابية والملاحظة فكتبت: "أعتقد أنهم يحددون شكل الذرة من نصف قطرها، وطريقة دوران الإلكترونات حولها، وعن طريق الخواص الفيزيائية".

أما في الاختبار البَعدي فقد أظهرت نتائج التحليل توقف خمس طالبات عن الإجابة، وطالبة سادسة كانت إجابتها: لا أعرف! وأجابت ثلاث عشرة طالبة إجابات غير واضحة، مثل: "نوع الشحنة النواة ومكوناتها العامة" و" الذرات تحتوي على جسيمات مكهربة تدعى إلكترونات"، وجَزمت تسع طالبات بتأكد العلماء من صحة المعرفة العلمية لديهم، وأربع عشرة طالبة يرين أنّ العلماء غير متأكدين من ذلك.

أما بالنسبة للشق الثاني من السؤال، فأجابت عنه إحدى وعشرون طالبة، اختلفت إجاباتهن، حيث ذكرت (الطالبة ٧-٢):" العلماء يعتمدون على التخيل لتحديد شكل الذرة مع الاعتماد أيضا على معلوماتهم السابقة، مثل أن الإلكترونات تحيط بالذرة، وحولها بروتينات موجبة ونيوترونات متعادلة، وداخلها نواة، وبدأوا إثبات نظرياتهم بعدة تجارب حتى توصلوا إلى الشكل الصحيح والمنطقي لشكل الذرة"، وذكرت ثلاث طالبات دور التجارب دون تحديد ماهيتها، وأشارت إحدى عشرة طالبة إلى استخدام المجهر، والآلات المكبرة، والأجهزة الحديثة، وتطرقت خمس طالبات لاستخدام العلماء للخيال دون الإشارة لمنشئه، وذكرت طالبتان تناول العلماء للتحليل مثل تحليل الشكل، تحليل المواد والتعرف على الذرات ومعرفة الروابط بينها، واستعمال العمليات الحسابية مثل حسابهم للأقطار وسرعة الإلكترونات السالبة.

والسؤال السابع: تُعرّف بعض الكتب الدراسية النوع بأنه مجموعة من الكائنات الحية التي تتشارك في صفات معينة، ويمكن أن يتزاوج بعضها بعضاً؛ لإنتاج أجيال ذات قدرة على الإخصاب. ما مدى تأكد العلماء من تصنيفهم لهذه الأنواع؟ وما الدلائل التي تعتقدين بأن العلماء قد استخدموها لتحديد ماهية هذه الأنواع؟

يحاول السؤال تقييم فهم الطالبات للملاحظة والاستنتاج، ودور الإبداع والذاتية في الوصول للمعرفة. وقد أظهر تحليل إجابات الطالبات عن الشق الأول من السؤال

في الاختبار القَبلي أنه لم تجب ست وثلاثون طالبة عما إذا كن يرين تأكد العلماء أو عدمه، حيث أجبن إجابات غير واضحة، وبعضهن أجبن عن الشق الثاني من السؤال مباشرة، بينما أجابت تسع طالبات بما يفيد تأكد العلماء من تصنيفهم، وطالبتان بعدم تأكد العلماء، ولم تجب عن السؤال خمس طالبات. فيما أشارت طالبة إلى نسبة تأكد العلماء من هذا التصنيف (٩٨%) ولم تورد مبرراتها لاختيار هذه النسبة الدقيقة!

وست وعشرون طالبة فقط من عينة الدراسة أجابت عن الشق الثاني من السؤال، الذي يتطلب تقديم الدلائل التي استخدمها العلماء لتحديد الأنواع. حيث عددت طالبتان أنواع وطرق تغذية الثدييات وتكاثرها، بينما رأت تسع طالبات منهن أن العلماء استخدموا التجارب، وقدمت خمس عشرة طالبة تصورات مختلفة، شملت مراقبة الحيوانات وملاحظة طريقة معيشتها. بينما في الاختبار البَعدي لم يكن هناك اختلاف ملحوظ في إجابات الطالبات عن الاختبار القَبلي.

أما السؤال الثامن فيقول: من المعتقد أن الديناصورات انقرضت قبل حوالي ٦٥مليون سنة. هناك فرضيتان تم صياغتهما من قبل العلماء لتفسير سبب هذا الانقراض وكلتا الفرضيتين تلقى دعماً من العلماء:

الفرضية الأولى: مطروحة من قبل مجموعة من العلماء تفترض سقوط مذنب كبير قبل حوالي ٦٥مليون سنة، أدى إلى مجموعة من التغيرات التي بدورها أدت إلى الانقراض.

الفرضية الثانية: مطروحة من قبل مجموعة أخرى من العلماء، تفترض حدوث ثوران بركاني هائل، مما أدى إلى الانقراض.

كيف توصل العلماء إلى مثل هاتين النظريتين بالرغم من أن كلا المجموعتين استخدمتا البيانات نفسها للتوصل الى استنتاجاتهم؟

والهدف من السؤال التعرف على تصوراتٍ لتأثير عامل الجدل العلمي، حين يستخدم العلماء البيانات نفسها، كما يدخل في السؤال تأثير التجربة والذاتية، والاستنتاج، والإبداعية.

وبتحليل نتائج إجابات الطالبات في الاختبار القَبلي، تبين أن ثلاث عشرة طالبة لم يجبن عن السؤال، كما لم تركز طالبات عينة الدراسة في إجاباتهن عن الجانب

الأهم من السؤال وهو "لماذا حصل هذا الاختلاف"، فقد كانت إجاباتهن عامة؛ حيث حاولن تأكيد نوعية البيانات التي استخدمها العلماء دون الخوض في سبب الاختلاف، مثل: "بدراسة طبقات الأرض، وشرائح الأشجار المقطعية، والأحافير"، وقد عللت ثلاث من طالبات العينة اختلاف آراء العلماء، باختلاف طريقة تفكيرهم، وأربع طالبات، باستخدام العلماء للملاحظة والاستنتاج، لكن لم يفصلن فيه.

وفي الاختبار البَعدي أظهرت نتيجة تحليل إجابات الطالبات أن جميع طالبات العينة قد أجبن عن السؤال، لكن أربعين طالبة منهن لم يركزن على السؤال المهم وكانت إجابتهن عامة، حيث رشحت سبع طالبات إحدى الفرضيات، وحاولت بعضهن تأكيد نوعية البيانات التي استخدمها العلماء دون الخوض في سبب الخلاف، مثل: "جمع البيانات وتحليلها" للطالبة (٢-١٥)، وكذلك إجابة الطالبة (١-٢٠):"كثرة القراءة لتجميع المعلومات". بينما تطرقت تسع طالبات لسبب اختلاف طريقة تفكير العلماء، مثل: "لكل عالم طريقة تفكير تجعله يتجه اتجاهاً مختلفاً عن غيره، وبذلك تؤدي في النهاية إلى استنتاجات مختلفة" طالبة (٢-٧)، والطالبة (١-١١) تقول: "تم الوصول إلى خيارين لأن العلماء توصلوا لذلك فلكل إنسان زاويته التي ينظر منها". وثلاث طالبات أشرن إلى استخدام العلماء للخيال في ذلك.

أما السؤال التاسع: يدعي البعض أن العلوم متداخلة ومتشابكة مع القيم الثقافية والاجتماعية للمجتمع، أي أن هناك انعكاساً للقيم الاجتماعية والسياسية، والافتراضات الفلسفية، والعادات الثقافية على العلوم. وبعض الادعاءات الأخرى تقول بأن العلوم عالمية، أي أنها تتعدى الحدود الثقافية، وأنها لا تتأثر بالقيم الاجتماعية الثقافية والسياسية، للمجتمع الذي تُمارس العلوم من خلاله. والمطلوب أن تبرر الطالبة رأيها وتدعمه بأمثلة.

والغرض من السؤال التعرف على تصورات الطالبات حول إمكانية التداخل بين العلوم وثقافة المجتمع، وقد تشير بعض الآراء إلى أنَّ العلم ذو قيمة حرة، لا يتأثر بالثقافات المختلفة والنظم العقائدية، أو بعبارة أخرى: تُقِرّ بعالمية العلم. ويُظهر تحليل إجابات الطالبات في الاختبار القَبلي أن طالبتين لم يجبن عن السؤال، في حين لم تقدم خمس عشرة طالبة إجابة واضحة تبين موقفهن من السؤال، مثل: " تُعلّم الثقافات وكيفية التعايش" (الطالبة ٥-٣)، بينما ذكرت اثنتان وعشرون طالبة

أنهن يعتقدن بأنه لا يوجد تداخل بين العلوم والقيم الثقافية والاجتماعيـــة، وقـــدمت خمس عشرة طالبة منهن تبريرها عن ذلك، وشملت تلك الأسباب اعتقـــادهن بـــأن العلوم لا تعتمد على دين، أو ثقافة، أو مجتمع، أو حدود سياسية، وأن العلماء مـــن مختلف البلدان يستفيد بعضهم من بعض، وإن اختلفت انتماءاتهم، على سبيل المثال ترى الطالبة (١-٥) أنه: " ليس للعلم قيم، فما كانت عليه أي معلومـــة أو دراســـة تذكر كما هي" والطالبة (١٧-٢): "جميع أنحاء العالم يستخدمون العلوم، وبدونها لا يوجد تطور" و كتبت الطالبة (١٥-٣): "العلم ليس له مدى، ولا سقف محدد فالعلوم تتطور مع تطور العقول وباختلاف الزمن ولا تتقيد بل تتطور وتوسع الأفق الفكري والتأملي للإنسان".

في حين رأت ثلاث عشرة طالبة أن العلوم متداخلة مع القيم الثقافية، وقدمت ســـبع طالبات منهن أسباب هذا الاعتقاد، شملت: قيم المجتمع وثقافته التي تنعكس علـــى نشاطات الإنسان العلمية، ورفض المجتمع المسلم لتجارب الاستنســـاخ، ولنظريـــة التطور.

أما في الاختبار البعدي فأجابت جميع طالبات العينة عن السؤال، اثنتا عشرة طالبة منهن لم يقدمن إجابة واضحة وصريحة، مثل الطالبة (٢-٦): "لا تعكـــس الثقافـــة والمجتمع فيمكن لعالِمين مختلفين أن يستنتجا شيئاً واحداً، مع اختلاف ثقافتهم لكن لا يجب أن تكون عالمية، فلدينا دين يجعلنا نفكر".

وأيدت خمس وعشرون طالبة القول بأن العلم عالمي، ولا يوجد تداخل بين العلوم، والقيم الثقافية والاجتماعية للمجتمع، وذكرت ست عشرة طالبة تبريراتٍ على ذلك، مثل عالمية العلم، وعدم تقييده بدين، أو ثقافة، أو حدود سياسية، أو انتمائية.

ورأت خمس عشرة طالبة من العينة، تداخل العلوم مع القيم الثقافيـــة والاجتماعيـــة للمجتمع، وذكرت تسعٌ منهن أسباباً، مثل: " لكل مجتمع ثقافته يختلف عـــن غيـــره فيها، مثلاً المجتمع المسلم لا يقبل بنظرية الاستنساخ فهو مخالف لعقيدته" للطالبـــة (٢-٤)، و(الطالبة ٨-٣) ذكرت:" في مجتمعنا ليست عالمية؛ لأنهم يعتمدون علـــى العادات والدين أكثر من العلوم".

أما السؤال العاشر فيقول: يقوم العلماء بإجراء تجارب بحثية للإجابة عـــن أســـئلة يضعونها مسبقاً. هل يستخدم العلماء الخيال والإبداع أثناء قيامهم بالبحث؟

إذا كانت الإجابة بنعم ففي أي مرحلة تحقيق بحثي يستخدمون تخيلاتهم وإبداعاتهم: التخطيط والتصميم، أو جمع البيانات. الرجاء تفسير الإجابة بتوضيح لماذا يستخدم العلماء الخيال مع ذكر أمثلة. وإذا كنت ترين أن العلماء لا يستخدمون تخيلاتهم وإبداعاتهم، فلماذا برأيك؟ مع ذكر أمثلة.

ويهدف السؤال إلى التعرف على تصورات الطالبات عن دور خيال العلماء وإبداعهم أثناء الممارسات العلمية، وقد أظهرت نتائج تحليل إجابات الطالبات في الاختبار القَبلي، أن ثلاث طالبات لم يجبن عن السؤال، في حين لم تقدم ست طالبات رؤية واضحة لموقفهن من السؤال، كما رأت أربع وعشرون طالبة أن العلماء يستخدمون الخيال، ويبدعون في ممارستهم العلمية، وخالفتهن في ذلك تسع عشرة طالبة!

ومن ضمن من رأين عدم استخدام العلماء للخيال والإبداع، قدمت ست طالبات منهن أسباباً دعتهن لتبني هذا الرأي، شملت هذه الأسباب: التجارب والملاحظات يجب أن توضع بدقة لتجنب الوقوع في الأخطاء، وكلما أصبح العلم واقعيا بعيدا عن الخيال أصبح أصح وأدق.

أما اللاتي رأين أن العلماء يستخدمون إبداعهم وخيالاتهم، فمنهن ثلاث طالبات قدمن أسباب تبنيهن لهذا الرأي مثل: الخيال يسهل عملية البحث ويطوره ويفتح أبواب العلم.

وفيما يتعلق بالمراحل التي يستخدم فيها العلماء الخيال والإبداع، فلم يفصِّل فيها سوى ثلاث عشرة طالبة، حيث رأت إحدى عشرة طالبة استخدامه في التخطيط والتصميم، وطالبتان في التخطيط والتصميم وجمع البيانات.

وفي الاختبار البعدي لم يختلف كثيراً عن الاختبار القبلي. فبشكل إجمالي يظهر تحسناً بسيطاً في إدراك بعض مفاهيم طبيعة العلم في الاختبار البعدي لدى متوسطات استجابات الطالبات في المجموعة التي درست المنهج بأنشطة الكتاب والأنشطة المضافة واستخدمت الحوار خصوصاً في الأسئلة: الثامن والتاسع، على عكس المجموعتين الأخيرتين: المجموعة التي درست المنهج بالأنشطة فقط، والمجموعة التي درست المنهج بالأنشطة مضافاً إليها أنشطة أخرى مقترحة.

وفيما يتعلق بصدق إجابات الطالبات في المقابلة التي أجريت بعد الاختبار البَعدي؛ توافقت الدرجات التي حصلت عليها الطالبات بين أدائهن في اختبار طبيعة العلم البعدي، وإجاباتها عن أسئلة اختبار طبيعة العلم أثناء المقابلة، عدا طالبتين: الطالبة (١٨_٢) تطور مستواها في فهم مفهوم دور الخيال والإبداع في العلم، ويتضح ذلك في إجابتها عن السؤال العاشر الذي يتساءل عن استخدام العلماء للخيال ودور الإبداع في العلم وفي أي مرحلة يمكن أن يستخدم؟

كانت إجابة الطالبة في الاختبار البعدي "إن الإبداع والخيال يجب أن يكون أساساً في بعض الحقول المعرفية مثل العلوم والفنون، ويستخدم العلماء الإبداع والخيال أثناء قيامهم بمراحل التجربة عموماً" بينما في المقابلة كانت تقول: " نعم قد يستخدم الخيال العلمي في أغلب أو جميع مراحل التجربة مثال على ذلك: الذرة فقد تخيلها دايتون ذرة مصمتة بالرغم من محدودية الأدوات في تلك الفترة الزمنية ثم تطورت النظرية بتطور الأدوات المستخدمة". شرحت الطالبة في المقابلة رأيها ودعمته بمثال يوحي باستيعابها لمفهوم استخدام الخيال والإبداع ومفهوم عدم ثبات النظرية واستشهادها بتاريخ العلم في تطوير العلوم؛ ولذلك منحت الطالبة الدرجة ٥ حسب الأنموذج المعد لتقييم فهم الطالبات لمفاهيم طبيعة العلم. وقد يعود سبب اختلاف رأيها لعامل الوقت أثناء تأدية الاختبار البعدي، أو لعجز الطالبة عن توصيل رأيها كتابياً، مقارنة بتوصيله شفهياً.

أما الطالبة (٣_١) فاختلفت درجتها في السؤال الثالث، الذي يقول: هل يتطلب تطور المعرفة العلمية إجراء تجارب؟ ولم تكن إجابتها معبرة؛ لذا حصلت على درجة غير مرضية، بينما –أثناء المقابلة–أجابت: "نعم، يُجرَى تجارب على المعرفة العلمية للتأكد منها مثل الكهرباء الساكنة"، وهذه الرؤية تقابل الرؤية البسيطة في الأنموذج التقييمي؛ لذا حصلت على درجتين.

التوصيات:

استناداً إلى ما توصلت إليه نتائج الدراسة يمكن صياغة عدد من التوصيات تتمثل في:

١- تفعيل الحوار من قبل معلمي ومعلمات العلوم بعد الأنشطة مع الطلبة والطالبات؛ بحيث يتضمن مفاهيم طبيعة العلم أثناء الحصص الدراسية.

٢- التركيز في تدريس الأحياء على استخدام طرق وأساليب تعتمد على المشاركة الفعّالة للطالب في سبيل تنمية مفاهيم طبيعة العلم لديه.

٣- استكشاف تصورات الطلاب حول مفاهيم طبيعة العلم؛ وتطوير تلك التصورات من خلال الحوار المفتوح مع معلم العلوم.

٤- تقديم برامج وأنشطة إثرائية غير صفية؛ تهدف لتحسين تصورات الطلاب حول مفاهيم طبيعة العلم.

كما تقترح الباحثة إجراء الدراسات التالية:

- أثر التدريس من خلال حل المشكلات العلمية وربطها بشكل صريح مع مفاهيم طبيعة العلم.
- قياس مستوى قدرة معلمي العلوم في تصميم أنشطة استقصائية فعالة لتحسين تصورات الطلبة حول مفاهيم طبيعة العلم.
- دراسة مماثلة للدراسة الحالية، لعينة من طلاب التخصصات العلمية في مرحلة البكالوريوس، وذلك لتتبع تطور تصوراتهم أثناء المرحلة الجامعية.

المراجع العربية

- أبو جحجوح، يحيى محمد. (٢٠١٣). طبيعة علم الفيزياء وعلاقته بطرائق التدريس لدى معلمي الفيزياء في المدارس الثانوية بفلسطين. *مجلة جامعة الأقصى (سلسلة العلوم الإنسانية)*. ١٧(٢)، ١٧٧-٢١٧.

- أبو عاذرة، سناء محمد. (٢٠١٣). تصورات معلمات العلوم قبل الخدمة لطبيعة العلم. *المجلة التربوية الدولية المتخصصة*. ٢ (٤)، ٣٤٦-٣٦٢.

- أحمد، أميمة محمد عفيفي. (٢٠١٠). فاعلية استراتيجية التعلم القائم على حل المشكلات المنظم ذاتيا في تنمية التحصيل وفهم طبيعة العلم والتنظيم الذاتي لتعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي. *مجلة التربية العلمية*. ٦(١٣). ٨٢-١٣٠

- الأسمري، إبراهيم محمد، والشمراني، سعيد محمد، والشايع، فهد سليمان. (٢٠١٤). مدى تضمين جوانب طبيعة العلم في كتاب الأحياء للصف الأول الثانوي في المملكة العربية السعودية. *رسالة الخليج العربي*. ١٣٤، ٨٥-١٠٤.

- آل محسنة، أروى عوض محمد. (٢٠١٤). *فاعلية تدريس الأحياء باستخدام استراتيجية مقترحة قائمة على البنائية في التحصيل وفهم طبيعة العلم لدى طالبات الصف الأول الثانوي*. رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة الملك خالد. كلية التربية والآداب.

- امبوسعيدي، عبد الله خميس والسناني، محمد خليفة. (٢٠١١). أثر استخدام أسلوب حل المشكلات الكيميائية في فهم طلاب الصف الحادي عشر بالمنطقة الداخلية بسلطنة عمان لطبيعة العلم. *المجلة التربوية*، ١٠٠ (٢٥).٤٧-٧٨.

- امبوسعيدي، عبدالله خميس والشيعلي، علي هويشل. (٢٠١٠). معتقدات الطلبة تخصص العلوم بكلية التربية/ جامعة السلطان قابوس نحو طبيعة العلم وعلاقتها بتقديرهم لبيئة المختبرات العلمية. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية. (١)* ٤. ٤٢-٦٥.

- برنامج التحول الوطني ٢٠٢٠. (٢٠١٦). *مجلس الشؤون الاقتصادية والتنمية*. تم استرجاعه بتاريخ ١٤٣٧/١١/١ه من http://vision2030.gov.sa/sites/default/files/NTP_ar.pdf

- الحراحشة، محمد عبود والحراحشة، كوثر عبود مرسي. (٢٠١٠). أثر استخدام الألعاب التعليمية الجماعية في تدريس العلوم في التحصيل وفهم العلم لدى طلاب الصف السادس الأساسي في محافظة المفرق. *مجلة جامعة الشارقة للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، العدد خاص (٧). ١٩٧-٢٢٦.

- حسام الدين، ليلى عبد الله. (٢٠١٠). فاعلية المدخل التفاوضي في تنمية طبيعة العلم وتقدير العلماء لدى الطالبة المعلمة بكلية البنات. *الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس*. مصر. ١٥٤. ٦٩-١٠٩.

- دلول، اياد عايد عيسى. (٢٠١٣). *مستوى فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم والاستقصاء العلمي وفق معايير NSTA بغزة*. رسالة ماجستير غير منشورة. الجامعة الإسلامية بغزة.

- رمضان، حياة علي محمد. (٢٠١٣). أثر نموذج التعلم الاستقصائي 5I's في تنمية مهارات ما وراء المعرفة والاستقصاء العلمي وطبيعة العلم في مادة العلوم لتلاميذ الصف الأول الاعدادي. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس (ASEP)*. ع٣٤ ج٣.
- رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠. (٢٠١٦). *مجلس الشؤون الاقتصادية والتنمية*. تم استرجاعه بتاريخ ١٤٣٧/١١/١ه من http://vision2030.gov.sa/ar
- الزعانين، جمال عبدربه علي. (٢٠١٥). دليل مقترح للعمل المخبري وأثره على المهارات المخبرية الأدائية وفهم طبيعة العلم لدى طلبة الصف الحادي عشر العلمي بقطاع غزة. *المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية*. ٣.
- الزعبي، طلال عبد الله. (٢٠١٠). أثر استخدام برنامج قائم على النشاط الاستقصائي في التحصيل المباشر والمؤجل وتنمية مهارات التفكير العلمي والاتجاهات العلمية وفهم طبيعة العلم لدى طالبات تخصص معلم صف في جامعة الحسين بن طلال. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية، جامعة السلطان قابوس*، ٤(١).
- زيتون، عايش محمود. (٢٠١٣). مستوى فهم طبيعة المسعى العلمي في ضوء المشروع (٢٠٦١) لدى معلمي العلوم في الأردن وعلاقته ببعض التغيرات الديمغرافية. *المجلة الأردنية في العلوم التربوية*، ٩(٢).
- زيتون، كمال عبد الحميد. (٢٠٠٤). *تدريس العلوم للفهم رؤية بنائية*. الطبعة الثانية. القاهرة: عالم الكتب.
- السبيعي، نوف عبد الله. (٢٠١٤). *تصورات معلمات العلوم لطبيعة العلم*. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية جامعة الملك سعود.
- الشمراني، سعيد محمد. (٢٠١٢). تصورات طلاب التخصصات العلمية والهندسية في السنة التحضيرية بجامعة الملك سعود للمفاهيم الأساسية لطبيعة العلم. *مجلة رسالة التربية وعلم النفس، الجمعية السعودية للعلوم التربوية والنفسية (جستن)*. ٣٩، ٥٥-٨٨.
- قملو، ندا. (٢٠١٥). ٦ تصاميم أساسية في البحث المندمج/المختلط (Mixed Methods) لا بد أن تعرفها. *الأكاديمية التعليمية*. تم استرجاعه بتاريخ ٢٠١٦/٩/٤

المراجع الأجنبية

- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*. *37* (10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F. (2012). Teaching with and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education.* 22(9).
- Abell, S., Martini, M., & George, M. (2001). That's What Scientists Have to Do: Preservice Elementary Teachers' Conceptions of the Nature of Science during a Moon Investigation. *International Journal of Science Education*, 23 (11).

- Alshamrani, Saeed. (2008). Context, accuracy, and level of inclusion of nature of science concepts within high school physics textbooks. Unpublished dissertation. *University of Arkansas*. Fayetteville.
- American Association for the Advancement of Science. (1989*). Project 2061: Science for all Americans*. Washington, D.C.
- Bartos, S. A. & Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. Journal of Research in Science Teaching. *51*(9).
- Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. New York: Allyn & Bacon- Longman.
- Bogiages, C. (2014). The Development of a Performance Progression for Science Teachers' Implementation of Model-Based Teaching. University of South Carolina – Columbia.
- Fanning, L.S. & Adams, K. L. (2015). Bridging the three dimensions of the NGSS using the nature of science. *Journal of TEACHER'S TOOLKIT*. *39*(2). 66
- Faria, C., Guilherme, E., Gaspar, R. & Boaventura, D. (2015). History of Science and Science Museums. *Science & Education*, 24 (7-8).
- Huling, M. D. (2014). The Effect of Teachers' Epistemological Beliefs on Practice. University of South Florida,
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (7).
- Lederman, N. G. (1998). The State of Science Education: Subject Matter without Context. *Electronic Journal of Science Education*. Retrieved March 1, 2016 from
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education, 831-88*0. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N.G., & J.S. Lederman. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*. *71*(9), 36-39.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Schwartz, R. (2002). Views of the nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science.*
- McComas, W. F. & Nouri, N. (2016). The Nature of Science and the Next Generation Science Standards: Analysis and Critique. *Journal of Science Teacher Education.27*(5), 555–576
- McComas, W.F. (2004). Keys to Teaching the Nature of Science. *The Science Teacher.71*(9), 24-27.
- McLelland, C. V. (2006). The Nature of Science and the Scientific Method. *The Geological Society of America*. Retrieved March 3, 2016 from http://www.geosociety.org/educate/NatureOfScience.htm

- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2004). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Science Teachers Association. (1982). *Science- technology-society: Science education of the 1980s*. Washington, D.C.
- Rudge, D.W. & Howe, E.M. (2009). An Explicit and Reflective Approach to the Use of History to Promote Understanding of the Nature of Science. *Science & Education 18(*5), 561-580.
- Saif, Abdulsalam Dale Amer. (2016). The Nature of Science as Viewed by Science Teachers in Najran District, Saudi Arabia. *Journal of Education and Practice.7* (12), 147-153
- Schwartz, R. S. (2004). Epistemological Views in Authentic Science Practice: A Cross-discipline Comparison of Scientist' View of Nature of Science and Scientific Inquiry. Doctoral Dissertation. Orange State University, Corvallis.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Teacher Education*.
- Suvi, T. & Veli-Matti. V. (2015). Nature of Science Contextualized Studying The Nature of Science with Scientists. *Science & Education.24* (4),
- Talbot, L.A. (2010). *Student Conceptions of the Nature of Science*. Unpublished Master's Thesis. Arizona State University.
- Wahbah, N. (2009). The Effect of a content-embedded explicit-reflective approach on inservice teachers' views and practices related to nature of science. *Dissertation Abstracts International.71* (1).
- Workosky, C. & Willard. T. (2015). Answers to Teachers' Questions about the Next Generation Science Standards.
- Yacoubian, H. A. & BouJaoude. S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching.47* (10).