المجلة الأردنية في العلوم التربوية، مجلد 5، عدد 4، 2009، 371-384

مستوى قدرة التصميم للتجريب الاستقصائي لدى الطلبة المعلمين في تخصص العلوم بجامعة السلطان قابوس في ضوء بعض المتغيرات

سليمان البلوشي و عبدالله أمبوسعيدي *

تاريخ تسلم البحث 2008/10/12 تاريخ قبوله 2009/8/26

ملخص: هدفت الدراسة إلى استكشاف مستوى قدرة تصميم التجارب الاستقصائية لدى الطلبة المعلمين في تخصص العلوم بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس. اشتملت عينة الدراسة على (82) طالبا معلما في برنامجي البكالوريوس ودبلوم التأهيل التربوي، حيث طلب منهم تصميم ستة أنشطة استقصائية باستخدام بطاقة للتصميم اشتملت على (14) بندا يتعلق كل واحد منها بعنصر من عناصر الاستقصاء وهي: التساؤل، وتحديد المتغيرات، وضبطها، والتنبؤ، والتخطيط للمواد، واحتياطات السلامة، والملاحظات، والقياسات، والإجراءات، ومحاولات القياس، وجمع البيانات، وتمثيلها، والاستدلال، والتفسير. أشارت النتائج إلى ضعف مستوى عينة الدراسة في التصميم الاستقصائي، وخاصة في ضبط المتغيرات والتخطيط لمحاولات القياس والتفسير وتحديد احتياطات الأمن والسلامة، كما أشارت النتائج إلى تفوق طلبة البكالوريوس على دبلوم التأهيل، وتفوق تخصص الأحياء على تخصصي الكيمياء والفيزياء، وفي ضوء نتائج الدراسة أوصت بعدد من التوصيات لتنمية مهارات الاستقصاء لدى الطلبة المعلمين. (**الكلمات المفتاحية:** التعلم المبني على الاستقصاء، الاختبار العادل، التصميم التجريبي، تدريس العلوم، الطلبة المعلمون في العلوم، مهارات الاستقصاء).

The Level of the Ability of Designing Inquiry Experiments by Science Student Teachers at Sultan Qaboos University: Some Variables

Abdullah Ambosaedi, Suleman Balushi, *Faculty of Education, Sultan Qaboos University, Masqat, Oman*

***Abstract**: The study aimed at exploring science student teachers' skills in designing inquiry experiments. The subjects of the study were 82 student teachers joining the B.Sc. and Teacher Qualification Diploma (TQD) programs at Sultan Qaboos University. They were asked to deign six inquiry activities using a designing form, including 14 items each of which dealt with a different inquiry skill: questioning, determining and controlling variables, predicting, planning for materials, observations, measuring, procedures, trials, safety precautions, collecting and representing data, reasoning, and explanations. The findings showed that the student teachers' designing level was weak, especially in controlling variables, trials, explanations, and safety precautions. In addition, the B.Sc. students outperformed TQD students, and biology majors outperformed chemistry and physics majors. **(Keywords**: Inquiry-based Learning, Fair Testing, Designing Experiments, Science Teaching, Science Student Teachers, Inquiry Skills).*

خلفية الدراسة وأهميتها:

تسعى النظم التربوية الحديثة لتحقيق العديد من الأهداف من بينها هدف امتلاك التلاميذ لمهارات التفكير الذي يعد مطلبا أساسيا في ظل التأثيرات المتعددة للحياة العصرية بتقدمها التقني والإعلامي، لذلك لابد للبيئات التعليمية أن تسعى إلى تحويل المتعلم من مجرد متذكر للمعلومات إلى متحمل مسؤولية أكبر حول تعلمه يتمتع بحس المبادرة لتطوير هذا التعلم، وفي هذا الإطار فإننا بحاجة إلى طرق وأساليب تعمل على تحقيق ذلك ومنها التعلم المبني على الاستقصاء، الذي يقدم للتلاميذ الفرصة للتأمل والتساؤل وتحليل عدد كبير من البيانات المطبوعة أو الرقمية أو الإعلامية التي يتميز بها عالمنا التقني المعاصر (Cuevas, Lee, Hart & Deaktor, 2005).

يعمل التلاميذ خلال الاستقصاء العلمي على طرح أسئلة حول العالم الطبيعي، ومن ثم البحث عن أدلة بهدف الإجابة عن هذه الأسئلة، بذلك فإنهم يطورون قدرات حل المشكلات، ومهارات التفكير والاتصال لديهم (Cuevas, et al., 2005)، إنهم بذلك يتعلمون العلم (Learn Science)، ويتعلمون كيف يؤدون أو يمارسون العلم (Learn to do Science)، كما يتعلمون عن العلم (Learn about Science) (National Research Council (NRC), 2000, p. xv))، ويتطلب هذا امتلاكهم لمهارات تقع ضمن المتطلبات الأساسية للتعلم المبني على الاستقصاء وهي: تصميم الاستقصاءات العلمية وتنفيذها، وجمع البيانات والمعلومات وتحليلها، وبناء التفسيرات، واستقراء الاستنتاجات، والتواصل بالنتائج (Marx, et. al., 2004; Wallace, Tsoi, Calkin & Darley, 2003).

يواجه كل من المتعلمين والمعلمين تحديات ضمن بيئة التعلم المبني على الاستقصاء، وتكمن هذه التحديات في التغييرات التي يفرضها هذا المنحى التدريسي على عناصر العملية التعليمية، فيجد المتعلم نفسه في بيئة التعلم المبني على الاستقصاء مطالب بتغيير الكيفية التي يتفاعل بها في الغرفة الصفية، وبتغيير الكيفية التي يتعامل بها مع المحتوى العلمي، فهو مطالب بالتعاون مع الأقران،

* كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، مسقط، عمان.

© حقوق الطبع محفوظة لجامعة اليرموك، 2009، إربد، الأردن.

والتفكير العميق في المفاهيم المركبة، وربط المحتوى العلمي بحياته اليومية داخل المدرسة وخارجها، والتحكم الذاتي في سلوكه وتفكيره خلال الأسبوع تحسبا للتغييرات التي يمليها تطور المشروع الاستقصائي الذي يقوم به مع أقرانه، والتعامل مع نظام جديد في التقويم مختلف عما تعوّد عليه، أما المعلمون فإنهم يواجهون تحديات في بيئة التعلم المبني على الاستقصاء تتعلق بتغيير نمط التفكير والأداء المعتمد على التلقين والتدريس المباشر، إلى تطوير معارف وأساليب تدريسية وتقنيات تقويمية واستراتيجيات إدارية مختلفة تتماشى مع البيئة الاستقصائية (Marx, et al., 2004; Keselman, 2003).

ولقد أجريت العديد من الدراسات (Gado, 2005; Brown, Bolton, Chadwell & Melear, 2002; Gottfried, 1993) حول آراء المعلمين وتصوراتهم عن التعلم المبني على الاستقصاء، ومنها أيضا دراستا الحارثي (2008) والبلوشي (Al-Balushi, 1998) اللتان أجريتا على عينتين من معلمي العلوم بسلطنة عمان، وأجمعت نتائج هذه الدراسات أنه على الرغم من أن معلمي العلوم يرون أن للتعلم المبني على الاستقصاء عدداً من الفوائد لتلاميذهم فيما يتعلق بدافعيتهم للتعلم وتنمية عمليات العلم والتفكير الإبداعي ومهارات الاتصال وزيادة الفضول العلمي وغيرها، إلا أنهم يرون أنه يستهلك وقتا طويلا في التخطيط والتنفيذ، وقد يستغرق المتعلمون وقتا طويلا في التصميم التجريبي، وأن هذا الوقت قد يكون على حساب المحتوى المطالبين بتغطيته، وأنه يحتاج إلى أدوات وتجهيزات قد لا تكون في متناول اليد، وأنه يصعب تقييمه، وأنه يحتاج، خاصة الاستقصاء المفتوح، إلى قدرات عقلية عالية قد لا يمتلكها تلاميذهم خاصة فيما يتعلق بالتصميم التجريبي، الأمر الذي يؤدي إلى حالة من التيه لديهم، وظهر تخوف لدى البعض منهم من أن جميع الأهداف التدريسية قد لا تتحقق لدى جميع الطلبة في الصف الواحد، خاصة في الاستقصاء المفتوح، الأمر الذي قد يؤدي إلى عدم العدل في عملية التقييم (Al-Balushi, 1998).

نتيجة لهذه الصعوبات التي يواجهها كل من المعلمين والمتعلمين في التعلم الاستقصائي، زاد الاهتمام بالتعلم المبني على الاستقصاء في السنوات الأخيرة للتغلب على هذه الصعوبات، مع زيادة الانتقاد الموجه للأنشطة المعملية المدرسية التي تتبع أسلوب كتب الطبخ (Cookbook laboratory activities) والمختبر المدرسي بشكل عام وما يرتبط به من أهداف وممارسات ومخرجات (Wallace, et al., 2003)، ولا يتأتى للمتعلمين الفهم العميق لخصائص الاستقصاء وعملياته من خلال الحفظ الصم لخطوات الطريقة العلمية، أو تعلم المصطلحات المرتبطة بالاستقصاء كالتساؤل والملاحظة والفرضية والتنبؤ، وإنما من خلال الاندماج في أنشطة استقصائية تتيح لهم تدريبا مستمرا على عمليات الاستقصاء وخطواته (NRC, 2000)، ذلك لأن الاندماج في الأنشطة الاستقصائية وحده يكفل للمتعلمين تطوير المفاهيم والأفكار العلمية بنفس الطريقة التي يفكر بها العلماء (Keselman, 2003; NRC, 1996)، لذلك فقد صمم كيزلمان (Keselman, 2003) برنامجا علاجيا مدعّما ببرنامج حاسوبي بهدف تصحيح النموذج الذهني الخاطئ عن السببية لدى المتعلمين، ويقوم البرنامج العلاجي على حث المتعلمين لبناء تنبؤات عن مخاطر الزلازل بحيث يدرسون تأثير عدة متغيرات أحادية ويكوّنون تنبؤات جامعة للتأثيرات الأحادية للمتغيرات، ثم يختبرون صحة هذه التنبؤات باستخدام برنامج حاسوبي مصمم خصيصا لذلك بحيث يختبر مستويات مختلفة لكل متغير، وأشارت النتائج إلى فاعلية البرنامج العلاجي في تطوير قدرة المتعلمين على المقارنة بين المستويات المختلفة للمتغيرات السببية، وأنهم كوّنوا فهما أكثر دقة لموضوع الزلازل، وكانوا أكثر قدرة على تطبيق ما تعلموه في مواقف جديدة.

تؤدي القدرات المعرفية وفوق المعرفية للمتعلمين دورا في تشكيل مستوى التمكن من عمليات العلم ضمن التعلم المبني على الاستقصاء، فعلى سبيل المثال قد يبني المتعلمون نموذجا ذهنيا خاطئا عن السببية عندما يعتقدون أن متغيرا سببيا واحدا يكون مسئولا عن جميع النتائج في تجربة ما، وهذا بدوره يدفعهم للاعتقاد بعدم أهمية التحكم في بقية المتغيرات في التجربة الاستقصائية التي يقومون بها، ويمكن فهم هذه العقبة الذهنية التي يواجهها المتعلمون في التعلم الاستقصائي بالرجوع إلى مبادئ النظرية المعرفية التي تصنف الوظائف العقلية إلى مستويين: الأول هو المستوى المعرفي الذي يحدث فيه الأداء الفعلي للعمليات العقلية المرتبطة بالموقف الذي يمر به المتعلم، كأن يولّد عدة بدائل، أو يحدد المتغير التابع، أو يصنف البيانات تبعا للنتائج، بينما يعرف المستوى الثاني بالمستوى فوق المعرفي والذي يتضمن التفكير في عمليات التفكير، ويشتمل على المعرفة الضمنية والتحكم بالتفكير وإدارته، وبالرجوع إلى تكوين المتعلمين لنموذج ذهني خاطئ عن السببية، فإن الأدب التربوي يشير إلى أن المتعلمين عاليي المستوى في القدرات فوق المعرفية يرون أن اكتشاف العلاقات السببية لنظام ما هو الهدف الرئيسي من النشاط الاستقصائي، بينما قد يقوم المتعلمون منخفضو القدرات فوق المعرفية بإجراء التجارب الاستقصائية بهدف الوصول إلى نتائج مثيرة أو دراماتيكية (Keselman, 2003).

وأكدت عدد من الدراسات على أهمية التعلم المبني على الاستقصاء وفاعليته في تعزيز التعلم المبني على المعنى، فقد قام ماركس وآخرون (Marx, et al., 2004) بدراسة طولية لفاعلية منهج مطور للعلوم قائم على التعلم المبني على الاستقصاء ومعزز بالمعينات التكنولوجية، وأشارت النتائج إلى تطور سنوي دال إحصائيا لمعدلات التلاميذ التحصيلية، كما تبين أنه يمكن للتلاميذ الذين صنفوا قبل الدراسة على أنهم ضعيفو المستوى أن يحققوا نجاحا في دراسة العلوم إذا تم تصميم المنهج بصورة دقيقة وربطه ببرنامج مناسب لتدريب المعلمين أثناء الخدمة بسياسات ملائمة على مستوى إدارات المناطق التعليمية.

وبالإضافة إلى اعتناء الأدب التربوي بالدراسات التي تبحث في فاعلية التعلم المبني على الاستقصاء بشكل عام، فإن هناك دراسات

اعتنت بفحص قدرات المتعلمين في التصميم التجريبي، فقد قام والاس وآخرون (Wallace, et al., 2003) بدراسة لمعرفة أثر المختبر القائم على الاستقصاء على التغيير المفاهيمي والمعتقدات حول التعلم والقدرة على التصميم التجريبي، وأجريت للمتعلمين مقابلات قبلية وبعدية تم الطلب منهم خلالها تصميم تجارب استقصائية، وفيما يخص تصميم التجارب والاختبارات الاستقصائية فقد أشارت النتائج إلى تطور قدرة الطلبة على تطوير تصاميم لاختبارات استقصائية، فعلى سبيل المثال كانت التجربة التي صممتها إحدى الطالبات بعد البرنامج في المقابلة البعدية أكثر منطقية ووضوحا من حيث كيفية الحصول على العينات، وضبط المتغيرات، وقياس نمو النبات كمتغير تابع، كما تحسنت قدرة طالبة أخرى على قياس المتغيرات التابعة، ففكرتها في المقابلة القبلية كانت محدودة بملاحظة تأثير الأسمدة على حياة الأسماك في البحيرة، وفي المقابل فإن تصميمها التجريبي في المقابلة البعدية كان أكثر دقة ومعتمدا على وجود أوعية ضابطة وأخرى تجريبية، والتأكيد على المراقبة والقياس الدقيق للمتغيرات في النظام الحيوي كمستوى النترات والرقم الهيدروجيني والأكسجين المذاب ومعدلات نمو النباتات والحيوانات، وليس فقط ملاحظة ما إذا كانت ستموت أم لا كما اقترحت في المقابلة القبلية، وينطبق هذا التطور على طالب آخر الذي اقترح في المقابلة البعدية قياسات أكثر دقة معتمدة على ارتفاع النباتات وسمك الأغصان، وطول الأوراق.

كما قام كوفاز وآخرون (Cuevas, et al., 2005) بدراسة هدفت إلى فحص فاعلية التعلم المبني على الاستقصاء في قدرة التلاميذ على تنفيذ الاستقصاءات العلمية بما تتطلبه من عمليات ومهارات، حيث أشارت النتائج إلى فاعلية التدريس بالاستقصاء في امتلاك التلاميذ للقدرة على القيام بعمليات العلم ضمن منظومة الاستقصاء العلمي، وطوّر ليوثوايت وماك انتاير (Lewthwaite & MacIntyre, 2005) في دراسة لهما مجموعة من الاختبارات الاستقصائية التي يطلق عليها مصطلح الاختبار العادل (Fair-testing)، والتي يتم خلالها الطلب من المتعلمين تصميم استقصاء علمي بتحديد وتغيير متغير مستقل واحد واختبار أثر ذلك على متغير تابع واحد، ومن أمثلة الاختبارات العادلة التي طلب من المتعلمين تصميم استقصاءات علمية لها: تصميم اختبار عادل يساعد في الكشف عن نوع الصمغ الأفضل، من بين ثلاثة أنواع معطاة، للصق مكعبين من الثلج، أو تصميم اختبار عادل لتحديد هل السكر يذوب أفضل في الماء الساخن أم البارد، أو تصميم اختبار عادل لاختبار أي أنواع الورق أفضل لحفظ الشطائر من الجفاف، حيث تم الطلب من عينة الدراسة تصميم ثمانية اختبارات عادلة لثمانية مواقف مختلفة، وأشارت النتائج إلى أنه كلما كانت المواد المراد اختبارها محددة للمتعلمين، ظهرت دلائل على التفكير الابتكاري بصورة أكبر، كما أن هذه الدلائل كانت أكثر وضوحا في تحديد الخطوات الإجرائية للاستقصاء وفي اقتراح طرق عرض النتائج، بينما كانت الدلائل على التفكير الابتكاري اقل وضوحا في تحديد القياسات المطلوبة للتجربة.

وفي تقرير آخر منشور (MacIntyre & Lewthwaite, 2005) للدراسة السابقة نفسها ولكن بالنظر إلى متغيرات أخرى غير التفكير الابتكاري، أشار المؤلفان إلى أن مستوى قدرة التصميم التجريبي للمتعلمين كان ضعيفا، كما كانت الإناث أفضل في تصميماتهن التجريبية عن الذكور، بينما لم تكن هناك فروق مرتبطة بالفئة العمرية، كما أشارت النتائج إلى أن أفضل المعدلات تم تحقيقها في التخطيط للملاحظات، ثم في ضبط المتغيرات، ثم التخطيط لأخذ القياسات، كما وجد الباحثان أنه كلما كان المتعلمون على معرفة بالأشياء التي يتعلق بها الموقف المراد تصميم اختبار عادل له، كان ضبطهم للمتغيرات أكثر دقة، ولأن عينة الدراسة كانت من نيوزلاندة وعلى معرفة كبيرة بأنواع الألبان فإن ضبطهم للمتغيرات المرتبطة بتصميم اختبار عادل لتحديد أي أنواع الألبان أصلح للحفظ في الثلاجة، حصل على أعلى معدل من بين الاختبارات الثمانية، وفي المقابل فإن التخطيط لتفسير النتائج والتخطيط لإجراء محاولات قياس متكررة حصلت على أضعف المعدلات، حيث لم ينجح أي تلميذ في التخطيط لتفسير النتائج، بينما نجح أربعة فقط من بين (88) متعلما في التخطيط لإجراء محاولات قياس متكررة.

إن النتائج التي توصلت إليها دراسة ماك انتاير وليوثويت (MacIntyre & Lewthwaite, 2005) بخصوص دور ارتباط الاستقصاءات بواقع التلميذ في التمكن من المهارات الاستقصائية تؤيدها دراسة جرين وستاينبرج وويفر (Green, Szteinberg & Weaver, 2008) التي قارنت بين اكتساب المتعلمين لعمليات العلم في المختبرات القائمة على الخبرات الحقيقية أو ما يعرف بالمختبر الواقعي أو الحقيقي (Authentic Laboratory) والمختبرات التقليدية، وخلصت إلى أن المختبر القائم على تجارب أكثر ارتباطا بواقع المتعلمين كان أكثر فاعلية في تطوير عمليات العلم لدى المتعلمين من المختبرات التقليدية.

وفي سلطنة عمان قام كل من البلوشي والمقبالي (2006) بدراسة أثر التدريب في تصميم جدول الاستقصاء في تدريس العلوم على نتائج اختبار عمليات العلم والتحصيل، وجدول الاستقصاء عبارة عن منظم تخطيطي يتكون من عدة خانات، تختص كل خانة بعملية من عمليات العلم كالتساؤل والتنبؤ وتفسير التنبؤ والملاحظة والتصميم التجريبي والمقارنة والتفسير وغيرها، تم تطبيق الدراسة على عينة من (130) طالبة بالصف التاسع من التعليم الأساسي مقسمة إلى مجموعتين تجريبية وضابطة، وأشارت النتائج إلى وجود فروق إحصائية دالة لصالح المجموعة التجريبية في اختبار عمليات العلم، بينما لم تكن هناك فروق فيما يخص التحصيل الدراسي.

تنبع أهمية الدراسة الحالية من أهمية موضوع التعلم المبني على الاستقصاء بوصفه ركيزة أساسية في التربية العلمية، وأصبح له صدى عالميا في العديد من الدول (Sarquis, 2008)، وتم تصميم العديد من البرامج العالمية التي تعنى بتدريب كل من المعلمين والمتعلمين على التعلم المبني على الاستقصاء (Lees, 2008;

Soriano & Barbiric, 2008)، كما تنبع أهمية هذه الدراسة في أنها تبحث في قدرات التصميم الاستقصائي لدى الطلبة المعلمين الذين هم على مشارف التخرج ودخول ميدان العمل في تدريس العلوم، وسيكون لهم تأثير على قدرات تلاميذهم الاستقصائية، وتأتي أهمية هذه الدراسة أيضا من محاولتها تحديد أي عمليات العلم، والتي تشكل منظومة التصميم الاستقصائي، يتقن تصميمها الطلبة المعلمون في تخصص العلوم، وأيها يشكل نقطة ضعف لديهم، وتحتاج إلى اهتمام أكبر ضمن برامج الإعداد، بهذا فإن عملية تخطيط هذه البرامج فيما يخص القدرات الاستقصائية للطلبة المعلمين ستنبع من حاجات الطلبة أنفسهم، وسيسهل تحديد طبيعة الخبرات المعملية المفترض تقديمها لهم، وعليه يمكن تحديد أي العمليات التي يمكن التخطيط لتدريب المتعلمين عليها أكثر من غيرها.

يتم إعداد معلمي العلوم في كلية التربية بجامعة السلطان قابوس بمسارين هما: الطريقة التكاملية والطريقة التتابعية، ففي المسار التكاملي (برنامج البكالوريوس)، يأخذ طالب تخصص العلوم مقرراته الأكاديمية في العلوم ومقرراته التربوية بالتزامن، بمعدل 72 ساعة معتمدة للمقررات الأكاديمية و39 لمقررات الإعداد المهني (التربوية) من مجموع الساعات البالغة 129 ساعة معتمدة منها 18 ساعة متطلبات الجامعة (كلية التربية، 2004). ويتخصص الطالب في هذا البرنامج بعد انتهائه من دراسة ثلاثة مقررات علمية في السنة الأولى ويكون عنده تخصص رئيسي وتخصص فرعي، ويمارس الطالب في المقررات الأكاديمية العديد من التجارب إما بشكل فردي أو جماعي، إذ لمعظم المقررات العلمية في الغالب ساعتان نظريتان وثلاث ساعات مختبر، لكن أغلب ما يمارسه الطالب في هذه التجارب من نوع كتب الطبخ (Cook- book Experiments)، أي يتّبع الطالب فيه خطوات محددة لإجراء التجارب دون أن يكون له تدخل فيها.

أما النوع الثاني من الإعداد فيعرف بالنمط التتابعي (برنامج التأهيل التربوي)، وفيه يدرس الطالب لمدة خمس سنوات في كلية العلوم (150 ساعة معتمدة، شاملة متطلبات الجامعة وعددها 18 ساعة معتمدة)، بعدها يلتحق الطالب بكلية التربية، ويتم تأهيله لمدة سنة كاملة في الجانب المهني (التربوي)، إذ عليه دراسة 30 ساعة معتمدة وانجازها لها بنجاح ليكون مؤهلا للتدريس، وفي هذا النوع من الإعداد يلاحظ زيادة في عدد المقررات الأكاديمية مقارنة بنمط الإعداد التكاملي، وكذلك زيادة في عدد التجارب التي يقوم بها، وان كان الأكثرية أيضا من نوع كتب الطبخ (Cook- book Experiments)، كما يميز هذا النوع من الإعداد وجود مشروع التخرج في حالة رغب الطالب ذلك (يمكن لبعض الطلبة دراسة مقررات علمية بديلة عن مشروع التخرج)، وفي هذا المشروع يفترض أن يبحث الطالب عن إجابة لسؤال علمي ممارسا فيه عددا من مهارات البحث والتقصي كتحديد سؤال الاستقصاء وفرض الفروض وجمع البيانات، وضبط المتغيرات، وتصنيف النتائج، والتنبؤ، والقياس وغيرها.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

تتحدد مشكلة هذه الدراسة بمحاولتها التعرف على مستوى قدرة التصميم الاستقصائي لدى الطلبة المعلمين في تخصص العلوم بجامعة السلطان قابوس، والمقارنة بين مستوى قدرة التصميم لدى الطلبة المعلمين في برنامجي البكالوريوس ودبلوم التأهيل، وبين طلبة التخصصات العلمية المختلفة، وتحقيقا لهذين الهدفين تحاول الدراسة الحالية الإجابة عن السؤالين الآتيين:

السؤال الأول: ما مستوى قدرة الطلبة المعلمين في تخصص العلوم بجامعة السلطان قابوس في التصميم للتجريب الاستقصائي؟

السؤال الثاني: هل يختلف مستوى قدرة الطلبة المعلمين في التصميم للتجريب الاستقصائي باختلاف البرنامج الذي ينتمون إليه (بكالوريوس – دبلوم تأهيل تربوي)، وباختلاف التخصص (أحياء – كيمياء – فيزياء)؟

حدود الدراسة:

لهذه الدراسة مجموعة من الحدود هي:

- الحدود الموضوعية: تقصي مستوى قدرة التصميم الاستقصائي لعدد ست تجارب من نوع الاختبار العادل (Fair Testing) في فروع العلوم الثلاثة (الأحياء، الكيمياء، الفيزياء) بمعدل تجربتين لكل فرع، والمهارات التي تتقصاها الدراسة الحالية تشمل تحديد السؤال، وتحديد العوامل (المتغيرة والتابعة والمضبوطة)، والتنبؤ، وتحديد الأدوات والمواد، وتحديد احتياطات الأمان والسلامة، والملاحظة، والقياس، وتحديد خطوات التجربة، وتكرار المحاولات، والتخطيط لجمع البيانات وتمثيلها واستخلاص النتائج وتفسيرها.
- الحدود الزمانية: تم تطبيق الدراسة في الفصل الدراسي الأول من العام الأكاديمي 2007/2006.
- الحدود المكانية: تم تطبيق الدراسة على طلبة تخصص العلوم بكلية التربية/جامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان.

مصطلحات الدراسة:

لهذه الدراسة عدد من المصطلحات يمكن تعريفها كما يلي:

التعلم المبني على الاستقصاء: هو إعطاء المتعلم فرصا تعليمية "ليمارس قدراته التفكيرية كتصميم التجارب والبحث عن الحلول وضبط المتغيرات وابتكار طرق للقياس وجمع وعرض البيانات تمهيدا لبناء معنى اعتمادا على تحليله للبيانات التي حصل عليها" (أمبوسعيدي والبلوشي، 2009، ص198).

مستوى قدرة التصميم التجريبي: ورد في خطايبة (2005، ص34) أن عملية تصميم التجارب (Designing Experiments) تعني "تخطيط عمليات جمع المعطيات لتقرير النتائج"، وأنها "استخدام خطط منظمة متتالية لاختبار الفرضيات وتفسير النتائج بعبارات قابلة للقياس"، ويعرف المؤلفان مستوى قدرة التصميم التجريبي إجرائيا في الدراسة الحالية على أنه الدرجة التي يحصل

عليها الطالب المعلم بعد تصميمه لستة استقصاءات علمية بحيث تعبّر خطته التي يضعها عن السؤال الاستقصائي والعوامل التي ينوي اختبار أثرها وضبط التغيرات والتنبؤات والمواد والأدوات والقياسات وتكرار المحاولات وخطوات التجربة والملاحظات وجمع البيانات وتمثيلها واحتياطات الأمان واستخلاص النتائج وتفسيرها.

الاختبار العادل (Fair-Testing): يعرف ماك انتاير وليوثوايت (MacIntyre & Lewthwaite, 2005, p27)) الاختبار العادل (Fair-Testing) على أنه "تحديد الكيفية التي يعتمد فيها المتغير التابع على المتغير المستقل عند تثبيت بقية المتغيرات"، ويعرّفه المؤلفان إجرائيا في الدراسة الحالية على أنه قدرة الطالب على التخطيط العلمي السليم لاستقصاء مدى صحة الفرضيات أو التنبؤات التي يقوم بصياغتها.

إجراءات الدراسة:

مجتمع الدراسة وعينتها: تكون مجتمع الدراسة من جميع طلبة كلية التربية تخصص العلوم في السنة الأخيرة لمرحلة البكالوريوس والبالغ عددهم 55 طالبا معلما، ومن جميع طلبة دبلوم التأهيل التربوي تخصص العلوم (دبلوم لمدة سنة لخريجي كلية العلوم يحصل بعدها الخريج على إجازة أو شهادة في التدريس) والبالغ عددهم 40 طالبا معلما للعام الأكاديمي 2007/2006، أي أن مجموع مجتمع الدراسة كان 90 طالبا معلما، أما عينة الدراسة فقد بلغت 82 طالبا معلما من البرنامجين، أي أن عينة الدراسة نقصت ثمانية طلاب فقط عن مجتمع الدراسة، ويوضح الجدول (1) تفصيلا لعينة الدراسة.

جدول (1): توزيع عينة الدراسة حسب التخصص والبرنامج

التخصص	البرنامج		المجموع والنسبة
	البكالوريوس	دبلوم التأهيل	
أحياء	20	15	35 (%42.68)
كيمياء	13	10	23 (%28.05)
فيزياء	14	10	24 (%29.27)
المجموع والنسبة	47 (%57.32)	35 (%42.68)	82 (%100)

أداة الدراسة:

لتحقيق هدف الدراسة المتمثل في قياس مستوى قدرة التصميم الاستقصائي فقد تم الرجوع إلى الأدب التربوي، ووجد الباحثان أن ما اتبعه ماك انتاير وليوثوايت (MacIntyre & Lewthwaite, 2005) وليوثوايت وماك انتاير (Lewthwaite & MacIntyre, 2005) في قياس هذه القدرة يعتبر أساسا جيدا لبناء أداة الدراسة، حيث اعتمدا على فكرة الاختبار العادل (Fair Testing) والذي يعرّفه جت ودوجان (Gott & Dugan) الوارد في ماك انتاير وليوثوايت (MacIntyre & Lewthwaite, 2005, p27) على أنه "تحديد الكيفية التي يعتمد فيها المتغير التابع على المتغير المستقل عند تثبيت بقية المتغيرات"، وطُلب من عينة الدراسة في تلك الدراستين تصميم اختبار تجريبي، لثمانية مواقف مختلفة منها تصميم اختبار تجريبي لمعرفة أي نوع من ورق المحارم لديه قوة تحمل أكبر، أو تصميم اختبار تجريبي لمعرفة أي أوراق لف الفطائر تساعد على المحافظة عليها طرية. يقوم بعدها الطالب بكتابة تفاصيل تصميمه التجريبي في الفراغ المعطى من دون تقديم إرشادات أخرى له، فيما يشبه الاستقصاء المفتوح، بعدها قام مؤلفا تلك الدراستين بتحليل التصاميم التجريبية لعينة الدراسة وفقا لأربعة عشر معياراً هي: تحديد العوامل، وتحديد التعريفات الإجرائية، وتحديد قائمة المواد والأدوات المطلوبة، والتخطيط للقياس، والتخطيط لأخذ الملاحظات، وكتابة الخطوات، وتحديد احتياطات الأمان والسلامة، والتخطيط لضبط المتغيرات، والتخطيط لتكرار المحاولات، والتخطيط لجمع البيانات، والتخطيط للاستنتاجات، والتخطيط للتفسير.

نظرا لغياب التدريب على تصميم استقصاءات مفتوحة في التجارب التي يقوم بها الطالب المعلم ضمن المقررات العملية في برنامج إعداد معلمي العلوم بجامعة السلطان قابوس، فقد ارتأى مؤلفا الدراسة الحالية احتواء أداة الدراسة على الموقف الاستقصائي الرئيسي المتمثل في الطلب من الطالب المعلم تصميم اختبار تجريبي في موقف معين، متبوعا بأربعة عشر سؤالا فرعيا يجيب عنهما في سبيل استكمال متطلبات تصميمه التجريبي، وهذه الأسئلة هي:

1. اكتب سؤالا يحدد الهدف من النشاط الاستقصائي.
2. ما العوامل التي ستقوم بقياس أثرها؟
3. ما العوامل التي ستقوم بتثبيتها؟
4. ما النتائج التي تتنبأ بها؟
5. ما المواد والأدوات التي ستستخدمها في هذا النشاط؟
6. ما احتياطات الأمان والسلامة التي ستحرص على إتباعها؟
7. ما الملاحظات التي تنوي تسجيلها؟
8. ما القياسات التي تنوي تسجيلها؟
9. حدد ثلاث خطوات في هذا النشاط الاستقصائي.
10. ما المحاولات التي ستقوم بتكرارها لتدعم نتائجك؟
11. كيف تخطط لجمع البيانات؟
12. كيف تخطط لتمثيل البيانات؟
13. كيف تخطط لاستخلاص الاستنتاجات؟
14. كيف تخطط لإيجاد تفسيرات للنتائج التي ستحصل عليها؟

لقد تكونت أداة الدراسة من ستة أنشطة أو مواقف استقصائية في كل من الأحياء والكيمياء والفيزياء بمعدل نشاطين لكل مادة قدمت للطلبة المعلمين في تخصص العلوم (جدول 2)، بحيث تطبق الأداة في ست مرات، وفي كل مرة يعطى أحد الأنشطة الستة، متبوعا بالأربعة عشر سؤالا التي وُضّحت أعلاه، والأنشطة المبينة في جدول (2) مرتبة حسب تسلسل تقديمها لعينة الدراسة، ونظرا لأنه لا توجد حاجة إلى ترتيب هذه الأنشطة على أساس معين، فقد كان هذا التسلسل عشوائياً.

جدول (2): توزيع الأنشطة الاستقصائية حسب المادة

المادة	الأنشطة الاستقصائية	اسم النشاط
الفيزياء	تحديد أثر زيادة عدد المصابيح في دائرة موصلة على التوالي في شدة الإضاءة.	شدة الإضاءة
الكيمياء	تحديد أي أنواع السوائل أكثر قدرة على منع تحوّل لون سلطة الفواكه إلى اللون البني	تأكسد الفواكه
الأحياء	تحديد أثر نوع النشاط الذي يقوم به الفرد في سرعة نبضات القلب	نبضات القلب
الفيزياء	تحديد العلاقة بين نوع السائل وسرعة انسيابه على سطح مائل	اللزوجة
الكيمياء	تحديد أثر درجة حرارة الماء في إذابة السكر	الذائبية
الأحياء	تحديد أي حاسة من حواس الجسم (البصر- السمع – الجلد) تكون ردة فعلها أسرع	الحواس

صدق الأداة وثباتها: تم التحقق من صدق الأداة من خلال عدد من المتخصصين من أعضاء هيئة التدريس في مناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية جامعة السلطان قابوس، ولم تكن هناك سوى تعديلات لغوية بسيطة، أما الثبات فقد تم التحقق منه عن طريق ثبات الاتساق الداخلي بطريقة كرونباخ ألفا، وقد بلغت قيمة الفا (0.77) وهو يعد مناسبا لغرض الدراسة.

تطبيق أداة الدراسة: تم تطبيق الأنشطة أثناء المحاضرة النظرية لمقرر طرق تدريس العلوم (2) الذي يدرسه الطلبة في السنة الرابعة لطلبة البكالوريوس (تعد السنة الرابعة السنة الأخيرة لطلبة البكالوريوس) ومقرر طرق تدريس العلوم بالنسبة لطلبة دبلوم التأهيل، بمعدل نشاط واحد في كل أسبوع ولمدة ستة أسابيع، والوقت كان مفتوحا للطلبة لحل الأنشطة لكنه لا يزيد في المعدل عن 25 دقيقة.

عملية التصحيح: لتحديد الدرجة التي تحدد مستوى قدرة التصميم التجريبي لكل فرد من أفراد عينة الدراسة فقد تم تصميم بطاقة تقدير (Rubric) لإجابة الطالب المعلم عن كل سؤال (المهارة) لكل نشاط من الأنشطة الاستقصائية، فمثلا في نشاط "تحديد أي حاسة من حواس الجسم (البصر- السمع – الجلد) تكون ردة فعلها أسرع" تم إعطاء الطالب المعلم درجتين (2) لو قام بكتابة السؤال: أي حاسة من حواس الجسم (البصر- السمع – الجلد) تكون ردة فعلها أسرع؟ أو أي صياغة قريبة من هذا المعنى، ودرجة واحدة (1) لو أغفل ذكر أحد عناصر السؤال كذكر الحواس أو ردة الفعل، و صفر درجة لو قام بكتابة سؤال بعيد كل البعد عن السؤال المطلوب، أو عدم كتابة أي شيء، وهكذا بالنسبة لباقي المهارات. ويوضح الملحق (1) مثالا على التصحيح لنشاط " أثر درجة حرارة الماء في إذابة السكر".

حساب العلامة الكلية: يتم حساب العلامة الكلية بالكيفية الآتية:

- **العلامة الكلية للطالب في كل مهارة من المهارات:** نظرا لأن الدرجة القصوى التي يحصل عليها الطالب في كل مهارة في كل نشاط استقصائي من الأنشطة الستة كانت (2)، فإن علامته الكلية في كل مهارة من المهارات هي مجموع درجاته في هذه المهارة في الأنشطة الستة التي قدمها، وبذلك فإن العلامة القصوى كانت ($2\times6 = 12$).
- **العلامة الكلية لمستوى قدرة التصميم التجريبي:** نظرا لأن العلامة الكلية القصوى التي يحصل عليها الطالب في كل مهارة كانت (12)، فإن علامته الكلية لمستوى قدرة التصميم التجريبي هي مجموع علاماته في المهارات الأربع عشر، وبذلك فإن العلامة القصوى لمستوى قدرة التصميم التجريبي كانت (168).

الحد الأدنى من الأداء: تم استشارة المحكمين حول الحد الأدنى من الأداء المتوقع من الطالب المعلم في العلوم في استمارة تصميم التجارب الاستقصائية من نوع الاختبار العادل، وكان هناك اتفاق على أن معدل (60%) هو الحد الأدنى الذي يمكن اعتماده للأداء في استمارة التصميم، ولقد علل المحكمون ذلك بأن (60%) هي الحد الأدنى لنجاح طالب جامعة السلطان قابوس في المقررات الدراسية، وعليه فإن هذا هو الحد الأدنى المقبول منه، سواء أكان للمعارف أم المهارات التي يمتلكها.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول: يستعرض الجدول (3) النتائج المتعلقة بالسؤال الأول الذي يبحث في مستوى قدرة التصميم التجريبي لعينة الدراسة، وتشير النتائج إلى أن عنصر (التساؤل) حصل على أعلى المتوسطات (9.60)، تلاه (المواد) ثم (التنبؤ) بمتوسطات مقدارها (7.87) و(7.37) على التوالي، بينما جاء (ضبط المتغيرات) في المرتبة الأخيرة بمتوسط مقداره (3.17)، و(المحاولات) و(التفسير) في المرتبتين قبل الأخيرة بمتوسطات مقدارها (3.44) و(3.89) على التوالي، ولعل هذه النتائج جاءت مخالفة لنتائج دراسة ماسينتي وليوثويت (MacIntye & Lewthwaite, 2005) التي أشارت إلى أن (ضبط المتغيرات) جاء في المرتبة الثانية بعد تدوين الملاحظات، بينما اتفقت معها في أن التخطيط لتفسير النتائج والتخطيط لإجراء محاولات قياس متكررة حصلت على مستويات ضعيفة.

كانت الدرجة التي حققها الطلبة المعلمون في عنصر (التساؤل) الأعلى من بين جميع عناصر الاستقصاء، وقد يرجع ذلك إلى أن السؤال الاستقصائي يمكن صياغته من الفكرة التي أعطيت للطالب على رأس كل نشاط استقصائي، لكن على الرغم من كون هذه الدرجة كانت الأعلى من بين جميع عناصر الاستقصاء، إلا أن هذا لا يعتبر مستوى عاليا، فلقد كانت (9.60) أي (68.57%) وهي نسبة ليست بالكبيرة، لكن بالنظر إلى طبيعة التجارب التي يجريها الطلبة المعلمون في مختبرات العلوم، فإن ممارسة هذه العملية لا يُعدّ بالأمر المألوف، وذلك لأن التجارب التي تشتهر بها

المختبرات التابعة للمقررات العلمية في كثير من الجامعات هي من النوعين التأكيدي أو المقنن، اللذين لا يطلب خلالهما من المتعلم أن يصيغ أسئلته الاستقصائية، حيث يتم عادة تحديد المشكلة من قبل المعلم أو أستاذ المادة (خطايبة، 2005؛ أمبوسعيدي والبلوشي، 2009)، وهذا يقلل من أهمية التساؤل كنشاط ذهني يسبق أي استقصاء، ولقد عُدّ التساؤل أساسا للاستقصاء العلمي، والطريقة التي يعبر بها العلماء والمتعلمون عن تفكيرهم، ويعمل على تعزيز فهم المتعلمين للمفاهيم العلمية (Marbach-Ad & Sokolove, 2000).

جدول (3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والترتيب حسب عناصر الاستقصاء

عناصر الاستقصاء	المتوسط*	الانحراف المعياري	الأهمية النسبية	الترتيب
1. التساؤل	9.60	2.19	%68.57	1
2. تحديد المتغيرات	6.87	1.93	%49.07	5
3. ضبط المتغيرات	3.17	1.44	%22.64	14
4. التنبؤ	7.37	2.20	%52.64	3
5. المواد	7.87	1.45	%56.21	2
6. السلامة	3.96	1.35	%28.29	11
7. الملاحظة	6.84	2.23	%48.86	6
8. القياس	5.57	1.41	%39.79	9
9. الخطوات	7.18	1.74	%51.29	4
10. المحاولات	3.44	2.36	%24.57	13
11. جمع البيانات	5.96	2.81	%42.57	8
12. تمثيل البيانات	6.66	2.36	%47.57	7
13. الاستدلال	5.11	2.68	%36.50	10
14. التفسير	3.89	2.23	%27.79	12
المجموع**	83.49	12.50	%49.70	-

*الدرجة القصوى لكل مهارة هي 12 **الدرجة القصوى لقدرة التصميم التجريبي هي 168

يُعدّ ضعف الطلبة المعلمين في (ضبط المتغيرات) نتيجة غير متوقعة في ظل تدريبهم المستمر في التجارب المعملية ضمن برنامج الإعداد على ضبط المتغيرات المختلفة، لكن قد يكون السبب وراء هذا الضعف هو أنهم ليسوا بأنفسهم من يقوم بالتخطيط لضبط المتغيرات، وإنما تحتوي أدلة التجارب على تصميم مخطط لضبط المتغيرات، ويقتصر عمل الطالب على التنفيذ وليس التخطيط.

كما أن ضعف المتعلمين في (التفسير) يُعضّد ما ذهب إليه الأدب التربوي في أن عملية التفسير تذهب أبعد من المستوى الظاهري الذي تتعامل معه جميع عناصر الاستقصاء الأخرى، فهي ترتبط ارتباطا وثيقا بالمستوى الدقائقي للظاهرة قيد الدراسة، لذلك فإن التفسير العلمي الدقيق لا يتأتى للطالب من مجرد التعامل الظاهري مع المواد والأدوات، ويحتاج أن يلجأ للمراجع والمصادر التي تبين العلاقات التي تجمع مكونات العالم الميكروسكوبي أو الدقائقي حتى يتمكن من فهم النتائج والاستدلالات الظاهرية التي توصل إليها، من هنا جاء ضعف المتعلمين من عدم قدرتهم على الربط بين النتائج الظاهرة للتجربة والتي تقع ضمن المستوى الظاهري وبين تفسير هذه النتائج والتي ترتبط بالمستوى الدقائقي أو الميكروسكوبي للمادة (Bradley, 2008; Steenberg & Bradley, 2008; Al-Balushi, 2003; Harrison & Treagust, 1996; Vos & Verdonk, 1996; Williamson & Abraham, 1995; Haidar & Abraham, 1991; Johnston, 1991; المقبالي، 2003).

وبالنظر إلى الأهمية النسبية للمتوسطات التي يعرضها جدول (3) نجد أنها نسب متدنية، ولم تتعد الأهمية النسبية للمجموع (49.70%)، أي أقل من (60%) التي حددها المحكمون كحد أدنى للأداء المتوقع من الطالب المعلم في العلوم على استمارة تصميم النشاط الاستقصائي، وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة ماك انتايروليوثويت (MacIntyre & Lewthwaite, 2005) التي أشارت إلى أن مستوى قدرة التصميم التجريبي للمتعلمين في الصفوف من الثالث إلى السادس كان ضعيفا، لكن الفارق الكبير في المستوى الدراسي بين طلاب المرحلة الابتدائية والطلبة المعلمين في المرحلة الجامعية يضع أكثر من علامة استفهام حول كفاءة الخبرات العلمية والعملية التي تقدم للطالب المعلم في تخصص العلوم من أجل صقل قدراته الاستقصائية، ومن أهم ما يسوّغ هذه النتائج المتدنية، كما تمت الإشارة إليه مسبقا، هو طبيعة التجارب المعملية التي يؤديها الطلبة المعلمون في تخصص العلوم في الجامعة، فهي تجارب من نوع الـ (Cookbook) أو (كتاب الطبخ)، أي إما أن تكون من النوع التأكيدي، أو الاستقصاء المقنن، وهما أدنى أنواع الاستقصاء وفقا لتصنيف درجات الاستقصاء (خطايبة، 2005)، لذلك فإن هؤلاء الطلبة لم تتح لهم فرصة التدريب

المناسبة على تصميم التجارب الاستقصائية، وانعكس هذا بشكل واضح في نتائج هذه الدراسة.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني: يتعلق السؤال الثاني بالمقارنة بين قدرات الطلبة المعلمين في برنامجي البكالوريوس والدبلوم، وكذلك طلبة التخصصات الثلاثة: الأحياء والكيمياء والفيزياء فيما يتعلق بتصميماتهم الاستقصائية، وفيما يلي تفصيل ذلك:

أولا: مستويات قدرات التصميمات الاستقصائية حسب برنامج الإعداد: يشير الجدول (4) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح طلبة البكالوريوس، حيث بلغت قيمة ت (3.46)، وهي قيمة دالة إحصائيا عند مستوى دلالة ($\alpha \geq 0.01$)، تشير النتائج إلى تفوق طلبة البكالوريوس في (ضبط المتغيرات)، و(المواد)، و(جمع البيانات)، و(تمثيل البيانات)، و(الاستدلال).

جدول (4): نتائج اختبار ت للمقارنة بين طلبة البكالوريوس والدبلوم من حيث عناصر الاستقصاء

عناصر الاستقصاء	البكالوريوس (ن=47)		الدبلوم (ن=35)		درجة الحرية	قيمة ت	الاحتمالية
	م	ع	م	ع			
1. التساؤل	9.19	2.00	10.14	2.34	80	1.98	0.051
2. المتغيرات	7.13	1.80	6.51	2.06	80	1.43	0.156
3. ضبط المتغيرات	3.51	1.41	2.71	1.38	80	2.55	*0.013
4. التنبؤ	7.30	2.30	7.45	2.08	80	0.32	0.748
5. المواد	8.19	1.45	7.43	1.36	80	2.42	*0.018
6. السلامة	3.94	1.39	4.00	1.31	80	0.21	0.833
7. الملاحظة	7.04	2.31	6.54	2.12	80	1.05	0.298
8. القياس	5.62	1.29	5.51	1.56	80	0.33	0.746
9. الخطوات	7.45	1.62	6.83	1.85	80	1.60	0.113
10. المحاولات	3.89	2.06	2.83	2.62	80	2.06	*0.042
11. جمع البيانات	6.55	2.79	5.14	2.67	80	2.26	*0.027
12. تمثيل البيانات	7.17	2.24	5.97	2.37	80	2.34	*0.022
13. الاستدلال	6.04	2.29	3.86	2.67	80	3.98	**0.001
14. التفسير	4.32	2.24	3.31	2.11	80	2.06	0.043
المجموع	87.36	10.86	78.29	12.81	80	3.46	**0.001

** قيمة ت دالة عند مستوى دلالة (0.01) * قيمة ت دالة عند مستوى دلالة (0.05)

جاءت هذه النتائج مخالفة للتوقع القائم على طول فترة إعداد طلبة الدبلوم، والتي تشتمل على عدد أكبر من المقررات العملية مقارنة ببرنامج إعداد طلبة البكالوريوس، وكذلك مرور بعض طلبة الدبلوم بخبرة مشروع التخرج والذي لا يدخل ضمن متطلبات برنامج البكالوريوس. لكن في المقابل فإن طلبة البكالوريوس مروا بخبرات تدريسية على فترات أطول من طلبة الدبلوم ضمن التدريس المصغر والتربية العملية، وهذا قد يبرر تفوقهم، حيث يتضمن برنامج البكالوريوس مقررين لطرق تدريس العلوم ويُعدّ التدريس المصغر جزءا منهما، ومقررا في التربية العملية على مدار فصلين دراسيين، بينما يتضمن برنامج الدبلوم مقررا واحدا لطرق التدريس، ومقررا واحدا للتربية العملية على مدار فصل دراسي واحد، ولابد أن هذا الفرق في الإعداد أتاح فرصة أكبر لطلبة البكالوريوس لتصميم أنشطة استقصائية متنوعة للدروس التي قاموا بتدريسها ضمن مناهج العلوم في التعليم الأساسي بالسلطنة والتي تقع ضمن المناهج المعتمدة على الاستكشاف والاستقصاء (Ambusaidi & Alzain, 2008)، الأمر الذي انعكس على أدائهم في الاختبارات الاستقصائية التي قدمت لهم ضمن الدراسة الحالية.

ثانيا: مستويات قدرات التصميمات الاستقصائية حسب التخصص: يستعرض جدول (5) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لأداء التخصصات الثلاثة في اختبارات التصميم الاستقصائي حسب عنصر الاستقصاء، بينما يبين جدول (6) نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي، ويستعرض جدول (7) نتائج اختبار توكي للمقارنات البعدية.

جدول (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية حسب عنصر الاستقصاء

عنصر الاستقصاء	الأحياء (ن=35)		الكيمياء (ن=23)		الفيزياء (ن=24)	
	م	ع	م	ع	م	ع
1. التساؤل	9.77	2.26	9.57	2.23	9.38	2.10
2. المتغيرات	6.97	2.02	7.13	1.94	6.45	1.79
3. ضبط المتغيرات	3.63	1.55	3.00	1.24	2.67	1.31

عنصر الاستقصاء	الأحياء (ن=35)		الكيمياء (ن=23)		الفيزياء (ن=24)	
	م	ع	م	ع	م	ع
4. التنبؤ	7.63	1.68	7.22	2.32	7.13	2.74
5. المواد	8.17	1.38	7.74	1.45	7.54	1.53
6. السلامة	4.09	1.38	4.22	1.38	3.54	1.22
7. الملاحظة	7.49	2.27	6.62	2.11	6.21	2.13
8. القياس	5.63	1.54	5.43	1.34	5.63	1.31
9. الخطوات	7.29	1.82	7.43	1.80	6.79	1.56
10. المحاولات	4.51	2.41	2.78	1.88	2.50	2.11
11. جمع البيانات	6.60	2.68	5.35	3.31	5.63	2.48
12. تمثيل البيانات	6.91	2.28	7.22	1.88	5.75	2.69
13. الاستدلال	5.51	2.84	5.17	2.44	4.46	2.62
14. التفسير	4.37	2.35	3.22	2.02	3.83	2.22
المجموع	88.57	12.74	82.00	10.31	77.50	11.40

جدول رقم (6): تحليل التباين الأحادي للمقارنة بين التخصصات حسب عنصر الاستقصاء

نوع الاستقصاء	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
1. التساؤل	التخصص	2.27	2	1.13	0.233	0.793
	الخطأ	385.45	79	4.88		
2. المتغيرات	التخصص	5.99	2	2.99	0.800	0.453
	الخطأ	295.54	79	3.74		
3. ضبط المتغيرات	التخصص	14.105	2	7.05	3.583	*0.032
	الخطأ	155.51	79	1.97		
4. التنبؤ	التخصص	4.31	2	2.16	0.441	0.645
	الخطأ	386.71	79	4.90		
5. المواد	التخصص	6.16	2	3.08	1.471	0.236
	الخطأ	165.37	79	2.09		
6. السلامة	التخصص	6.28	2	3.14	1.76	0.178
	الخطأ	140.61	79	1.78		
7. الملاحظة	التخصص	26.50	2	13.25	2.781	0.068
	الخطأ	376.44	79	4.77		
8. القياس	التخصص	0.61	2	0.31	0.152	0.859
	الخطأ	159.50	79	2.02		
9. الخطوات	التخصص	5.50	2	2.75	0.903	0.410
	الخطأ	240.75	79	3.05		
10. المحاولات	التخصص	71.54	2	35.77	7.463	**0.001
	الخطأ	378.66	79	4.79		
11. جمع البيانات	التخصص	25.65	2	12.82	1.652	0.198
	الخطأ	613.24	79	7.76		
12. تمثيل البيانات	التخصص	29.28	2	14.64	2.75	0.070
	الخطأ	421.16	79	5.33		

نوع الاستقصاء	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
13. الاستدلال	التخصص	16.01	2	8.01	1.121	0.331
	الخطأ	564.01	79	7.14		
14. التفسير	التخصص	18.59	2	9.30	1.92	0.154
	الخطأ	383.42	79	4.85		

** قيمة ت دالة عند مستوى دلالة (0.01)

* قيمة ت دالة عند مستوى دلالة (0.05)

جدول رقم (7): نتائج اختبار توكي للمقارنات البعدية بين التخصصات حسب عنصر الاستقصاء

عنصر الاستقصاء	التخصص	كيمياء	فيزياء
ضبط المتغيرات	أحياء	0.629	*0.962
	كيمياء	-	0.333
المحاولات	أحياء	*1.732	*2.014
	كيمياء	-	0.283

*قيمة ت دالة عند مستوى دلالة (0.05)

تشير نتائج تحليل التباين الأحادي في جدول (6) إلى وجود فروق دالة إحصائية بين التخصصات في التصميم الاستقصائي في عنصري (ضبط المتغيرات) و(المحاولات).عند النظر إلى نتائج اختبار توكي للمقارنات البعدية في جدول (7) يتبين أن هذه الفروق كانت لصالح طلبة تخصص الأحياء على تخصص الفيزياء في عنصري (ضبط المتغيرات) و(المحاولات)، وكذلك كانت لصالح تخصص الأحياء على تخصص الكيمياء في عنصر (المحاولات).

يمكن تفسير تفوق طلبة تخصص الأحياء في التصميم التجريبي بالرجوع إلى طبيعة التجارب المعملية التي يجرونها ضمن برنامج الإعداد، فكثيرا ما تقوم التجارب المعملية في علم الأحياء على التعامل مع أشياء أكثر ارتباطا بالواقع مما يقوم بها طلبة تخصصي الكيمياء والفيزياء، فهم على سبيل المثال يتعاملون مع تشريح كائنات حية، واستزراع كائنات دقيقة، وملاحظة تأثير تغيير مستويات عوامل مختلفة على نمو أو سلوك أو شكل كائنات حية واقعية، لذا كانت استفادتهم من هذه التجارب فيما يخص مهارات التصميم التجريبي أكثر من طلبة تخصصات الكيمياء الذين عادة ما يتعاملون مع مواد كيميائية في سياق لا يرتبط بواقع يعيشونه أو يدركونه، وكذلك الحال في تجارب الفيزياء التي ترتبط بالظروف المعيارية أكثر من الظروف الطبيعية الواقعية، ولعل في دراسة ماسينتي وليوثويت (MacIntye & Lewthwaite, 2005) ما يؤيد ذلك، حيث أشارت نتائجها إلى أنه عندما كان الطلبة النيوزلنديون على معرفة كبيرة بأنواع الألبان نتيجة تعاملهم اليومي معها، فإن ضبطهم للمتغيرات المرتبطة بتصميم اختبار عادل لتحديد أي أنواع الألبان أصلح للحفظ في الثلاجة حصل على أعلى معدل من بين الاختبارات الثمانية، فكلما كان المتعلمون على معرفة بالأشياء التي يتعلق بها الموقف المراد تصميم اختبار عادل له، كان ضبطهم للمتغيرات أكثر دقة، كما إن دراسة جرين وستاينبرج وويفر (Green, Szteinberg & Weaver, 2008) أشارت إلى دور المختبر الواقعي أو الحقيقي (Authentic Laboratory) القائم على تجارب أكثر ارتباطا بواقع المتعلمين في تطوير عمليات العلم لدى المتعلمين، أكثر من المختبرات التقليدية، إن هذه النتيجة تقود إلى التأكيد على أهمية المناهج المرتبطة بالحياة الواقعية للمتعلمين، ودور ذلك في تحقيق الأهداف التي من أجلها صممت هذه المناهج.

التوصيات:

بناء على نتائج هذه الدراسة يمكن تقديم التوصيات التالية:

1. إعادة نمذجة المختبرات العلمية في برنامج إعداد معلمي العلوم لتشمل الأنواع المختلفة من الاستقصاء، بدل اقتصارها على التجارب التأكيدية أو الاستقصاء المقنن الذي لا يتيح فرصة لمبادرات الطالب فيما يتعلق بالتصميم التجريبي.
2. ربط التجارب المعملية في مختبرات العلوم بواقع المتعلم، وتصميم تجارب تدرس الظواهر المحيطة به، وتستخدم موادا وأدوات من حياته اليومية، لما لذلك من تأثير إيجابي على قدرته في تصميم استقصاءات علمية.
3. الاهتمام بتنمية عمليات العلم المختلفة، وخاصة تلك التي ظهر من نتائج هذه الدراسة أنها حصلت على مستويات متدنية كالتفسير وضبط المتغيرات، والاهتمام بالمهارات المعملية المتعلقة بتحديد احتياطات الأمن والسلامة والتخطيط؛ لأهميتها البالغة في ضبط سلامة المختبرات والعاملين فيها.
4. لابد من الاهتمام بربط نتائج التجارب المعملية بشكل مستمر بالمستوى الميكروسكوبي (الدقائقي) للمادة؛ وذلك لتمكين المتعلمين من بناء تفسيرات علمية دقيقة للظواهر التي يستقصونها خلال الأنشطة المعملية.
5. عقد ورش تدريبية للمعلمين أثناء الخدمة؛ لزيادة فاعلية التصميم الاستقصائي لديهم.
6. الاهتمام بالبحوث التي تعمل على دراسة قدرات المتعلمين ومعلمي العلوم في التصميم الاستقصائي، وزيادة عمق هذه البحوث لتدرس كل عملية من عمليات العلم بصورة مستفيضة تؤدي لفهم دقيق لطبيعة الصعوبات التي يواجهها المتعلمون فيما يخص كل عملية من عمليات العلم، الأمر الذي يؤدي - بطبيعة الحال - إلى تصميم برامج علاجية دقيقة للتغلب على هذه الصعوبات.

المصادر والمراجع:

أمبوسعيدي، عبدالله خميس، والبلوشي، سليمان محمد (2009). طرائق تدريس العلوم: مفاهيم وتطبيقات عملية (ط1). دار المسيرة، عمّان: الأردن.

البلوشي، سليمان محمد، والمقبالي، فاطمة يوسف (2006). أثر التدريب على تصميم جدول الاستقصاء في تدريس العلوم على عمليات العلم والتحصيل لدى تلاميذ الصف التاسع من التعليم العام بسلطنة عمان. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**- جامعة البحرين، 7(1): 43-61

الحارثي، علي بن سالم (2008). **العلاقة بين معتقدات معلمي العلوم حول استخدام إستراتيجية التعلم المبني على الاستقصاء وممارساتهم الصفية**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان.

خطايبة، عبدالله محمد (2005). **تعليم العلوم للجميع**. دار المسيرة، عمّان: الأردن.

كلية التربية، جامعة السلطان قابوس (2004). **دليل الخطط الدراسية للتخصصات العلمية**، مسقط، مطبعة جامعة السلطان قابوس.

المقبالي، فاطمة يوسف (2003). **فاعلية استخدام التمثيل الجزيئي في التفسير العلمي للظواهر الكيميائية وتعديل الأخطاء المفاهيمية لدى طلبة الصف الثاني الثانوي العلمي بسلطنة عمان**. كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، رسالة ماجستير غير منشورة.

Al-Balushi, S. M. (2003). **Exploring Omani Pre-Service Science Teachers' Imagination at the Microscopic Level in Chemistry, and their Use of the Particulate Nature of Matter in their Explanations**. Ph.D. Dissertation. The University of Iowa, Iowa, USA.

Al-Balushi, S.M. (1998). **Science Teachers' Perceptions Regarding the Integration of both Inquiry and Science Applications Approaches into their Laboratory Activities.** Unpublished Master Thesis. Iowa City, Iowa, USA: The University of Iowa.

Ambusaidi, A. and Alzain, M. (2008). The science curriculum in Oman schools: Past, present and future, in R. Coll and N. Taylor (Eds.). **Science Education in Context: An International Examination of the Influence of Context on Science Curricula Development and Implementation**, Rotterdam, Sense Publishers: 85-97.

Brown, S.L.; Bolton, K.; Chadwell, N. & Melear, C.T. (2003). Pre-service secondary science teacher apprenticeship experience with scientists. (**ERIC Document Reproduction Service No. ED465610**).

Bradley, J.D. (2008). Substances, molecules and symbols in the ICT age. A paper presented at the **20th International Conference in Chemical Education: Chemistry in the ICT Age**, Mauritius, 3-8-August-2008.

Cuevas, P.; Lee, O.; Hart, J. & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. **Journal of Research in Science Teaching**, 42(3): 337-357.

Gado, I. (2005). Determinant of k-2 school teachers orientation towards inquiry-based science activities: A mixed method study. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 3(4): 511-539.

Gottfried, P.J. (1993). A formative evaluation of scientific work experience program for science teachers. A paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, August-2008. (**ERIC Document Reproduction Service No. ED362398**).

Green, K.; Szteinberg, G.; & Weaver, G. (2008). Authentic laboratory experiences and students' development of scientific process skills. A paper presented at the **20th International Conference in Chemical Education: Chemistry in the ICT Age**, Mauritius, 3-8-August-2008.

Haidar, A. H. & Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate theory of matter. **Journal of Research in Science Teaching, 28**(10): 919-938.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. **Science Education**, **80**(5): 509-534.

Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted learning**, **7**(75):75-83.

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. **Journal of Research in Science Teaching**, **40**(9): 898-921.

Lees, A.B. (2008). Non-linear POGIL for developing cumulative skills and multi-disciplinary and multi-disciplinary chemical concepts for nonscience majors. A paper presented at the **20th International Conference in Chemical Education: Chemistry in the ICT Age**, Mauritius, 3-8-August-2008.

Lewthwaite, B. and MacIntyre, B. (2005). Towards understanding creativity in science investigative planning, **STERpapers**, 3-24.

MacIntyre, B. and Lewthwaite, B. (2005). Systematic processes in investigative planning in science. **STERpapers**, 25-41.

Marx, R.W.; Blumenfeld, P.C.; Krajcik, J.S.; Fishman, B.; Soloway, E.; Geier, R. & Tal, R.T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades:

Assessment of learning in urban systemic reform. **Journal of Research in Science Teaching**, **41**(10): 1063-1080.

Marbach-Ad, G., & Sokolove, P.G. (2000). Can undergraduate biology students learn to ask higher level questions? **Journal of Research in Science Teaching, 37**(8): 857-870.

National Research Council. (2000). **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington, DC: National Academy Press.

Sarquis, J. (2008). Implementing POGIL: One step at a time. A paper presented at the **20th International Conference in Chemical Education: Chemistry in the ICT Age**, Mauritius, 3-8-August-2008.

Soriano, M.R. & Barbiric, D. (2008). POGIL ChemActivities: Colligative properties. A paper presented at the **20th International Conference in Chemical Education: Chemistry in the ICT Age**, Mauritius, 3-8-August-2008.

Steenberg, E. & Bradley, J.D. (2008). Using two-dimensional molecular drawings to evaluate teachers' conceptual change in chemistry. A paper presented at the **20th International Conference in Chemical Education: Chemistry in the ICT Age**, Mauritius, 3-8-August-2008.

Vos, W. & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. **Journal of Research in Science Teaching, 33**(6): 657-664.

Wallace, C.S.; Tsoi, M.Y.; Calkin, J. & Darley, M. (2003). Learning from inquiry-based laboratories in nonmajor biology: An interpretive study of the relationships among inquiry experience, epistemologies, and conceptual growth. **Journal of Research in Science Teaching**, **40**(10): 986-1024.

Williamson, V. M. & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental methods of college chemistry students. **Journal of Research in Science Teaching, 32**(5): 521-534.

الملحق (1)

نموذج لاستمارة تصحيح (Rubric) للتصميم التجريبي لنشاط الذائبية

صمم نشاطا استقصائيا يساعدك في معرفة أثر درجة حرارة الماء في إذابة السكر.		
2	1	0
1. اكتب سؤالا يحدد الهدف من النشاط الاستقصائي		
كتابة السؤال: ما أثر ارتفاع درجة الحرارة في سرعة ذوبان السكر؟ أو أي صياغة قريبة من هذا المعنى	إغفال ذكر أحد عناصر السؤال كدرجة الحرارة أو ذوبان السكر.	كتابة سؤال بعيد كل البعد عن السؤال المطلوب أو عدم كتابة أي شيء
2. ما العوامل التي ستقوم بقياس أثرها؟		
درجة حرارة الماء	ذكر درجة الحرارة وعامل آخر	عدم ذكر درجة الحرارة أو عدم كتابة أي شيء
3. ما العوامل التي ستقوم بتثبيتها؟		
▪ نوعية الماء ▪ حجم الماء ▪ كمية أو كتلة السكر ▪ سرعة تحريك السكر في الماء	ذكر 2-3 فقط من العوامل السابقة	ذكر عامل واحد فقط مما سبق أو ذكر عوامل أخرى غير هذه أو عدم كتابة أي شيء
4. ما النتائج التي تتنبأ بها؟		
تزيد الذائبية بزيادة درجة الحرارة	تقل الذائبية بزيادة درجة الحرارة	ذكر نتائج بعيدة عن الاستنتاجين السابقين أو عدم كتابة أي شيء
5. ما المواد والأدوات التي ستستخدمها في هذا النشاط؟		
ماء، أكواب، ثيرموميتر، سخان أو موقد، سكر، ميزان، قضيب للتحريك، أداة لقياس الزمن	ذكر 5-6 من الأشياء السابقة	ذكر أقل من 5 مما سبق أو عدم كتابة أي شيء
6. ما احتياطات الأمان والسلامة التي ستحرص على اتباعها؟		
▪ عدم تقريب الوجه من فوهة وعاء الماء الساخن ▪ عدم ترك الماء يغلي لفترات طويلة ▪ عدم ترك طرف الثيرموميتر يلامس قاع الوعاء الموضوع على الموقد	ذكر اثنين أو أقل من الاحتياطات السابقة	ذكر احتياطات بعيدة عن الاحتياطات السابقة أو عدم كتابة أي شيء
7. ما الملاحظات التي تنوي تسجيلها؟		
ملاحظة السكر يذوب في الماء	ذكر الملاحظة السابقة مع أخرى لا علاقة لها بما يجب ملاحظته	ذكر ملاحظات بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء
8. ما القياسات التي تنوي تسجيلها؟		
▪ قياس الزمن الذي سيستغرقه السكر حتى يذوب كليا في الماء ▪ قياس درجات حرارة الماء	ذكر أحد القياسين السابقين	ذكر قياسات بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء

2	1	0
9. حدد ثلاث خطوات في هذا النشاط الاستقصائي		
القدرة على كتابة 3 خطوات مرتبطة بالتجربة مثل ما يلي: ▪ تسخين الماء لدرجات حرارة مختلفة ▪ تذويب كميات متساوية من السكر في أوعية بها ماء بدرجات حرارة مختلفة ▪ قياس الزمن الذي سيستغرقه السكر حتى يذوب كليا في الماء	القدرة على كتابة 1-2 من الخطوات المرتبطة بالتجربة (ربما مع خطوات أخرى غير مرتبطة)	ذكر خطوات بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء
10. ما المحاولات التي ستقوم بتكرارها لتدعم نتائجك؟		
إعادة قياس الوقت الذي يستغرقه السكر حتى يذوب في الماء (لثلاث مرات على الأقل)	ذكر ما سبق مع محاولات أخرى لا علاقة لها بما يجب إعادة قياسه	ذكر محاولات بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء
11. كيف تخطط لجمع البيانات؟		
تصميم جدول بدرجات حرارة الماء والمحاولات المختلفة لقياس الزمن الذي يستغرقه السكر ليذوب	ذكر تسجيل الزمن المستغرق من دون ذكر تصميم الجدول لذلك أو إغفال تسجيل المحاولات المعادة	ذكر طرق بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء
12. كيف تخطط لتمثيل البيانات؟		
رسم بياني للعلاقة بين درجات حرارة الماء والزمن الذي يستغرقه السكر ليذوب	ذكر الرسم البياني من دون التحديد الدقيق أنه للعلاقة بين درجات حرارة الماء والزمن الذي يستغرقه السكر ليذوب	ذكر طرق بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء
13. كيف تخطط لاستخلاص الاستنتاجات؟		
دراسة الرسم البياني لاستخلاص العلاقة بين درجات حرارة الماء والزمن الذي يستغرقه السكر ليذوب	ذكر طرق أخرى لاستخلاص العلاقة مثل استخدام البيانات المباشرة في جدول تسجيل البيانات أو الاعتماد على الملاحظة فقط	ذكر طرق بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء
14. كيف تخطط لإيجاد تفسيرات للنتائج التي ستحصل عليها؟		
الرجوع لمبادئ النظرية الحركية للجزيئات لتفسير الظاهرة	ذكر مصادر قد تقود للتفسير من غير تحديد النظرية الحركية للجزيئات	ذكر طرق بعيدة عما سبق أو عدم كتابة أي شيء