تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عمان عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية

أ.د عبدالله بن خميس أمبوسعيدي
وزارة التربية والتعليم
سلطنة عمان
ambusaid@hotmial.com

أ. منى بنت محمد العفيفي
وزارة التربية والتعليم
سلطنة عمان
mumo9567@gmail.com

http: //dx.doi.org/10.12785/jeps/250112

تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عمان عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية

أ.د عبدالله بن خميس أمبوسعيدي
وزارة التربية والتعليم
سلطنة عمان

أ. منى بنت محمد العفيفي
وزارة التربية والتعليم
سلطنة عمان

الملخص

هدفت الدراسة تعرّف تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم، في بعض كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية (Reproducibility) والتكرار (Replicability) البحث العلمي (Scientific Research) في العلوم الطبيعية. ولتحقيق أهداف الدراسة؛ أعدّ الباحثان مقياسًا لتصورات المعلمين عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، مكون من 31 عبارة موزعة على ثلاثة محاور رئيسة، هي: الإنتاجية، والتكرار، والبحث العلمي، وقد حُسِبَ ثبات الأداة بطريقتَي الاتِّسَاق الداخلي، فبلغ معامِل ألفا كرونباخ (0.825). شملت الدراسة عينة عشوائية من الطلَبة المعلمين ببعض كليات التربية بسلطنة عمان بلغت 153 طالب معلم.

أوضحت نتائج الدراسة وجود تصورات إيجابية لدى الطلبة المعلمينَ حولَ الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية بشكل عام، وعدم وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ($\alpha = 0.005$) تعزى إلى متغير النوع (ذكر، أنثى)، ومتغير التخصص الدقيق (أحياء، كيمياء، فيزياء، مجال ثان)، ولم تظهر النتائج عن وجود أي تفاعل في المتغيرات. وفي ضوء النتائج؛ أوصى الباحثان بعدد من التوصيات، منها: ضرورة الاهتمام بموضوع الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية على جميع المستويات التعليمية كونها عناصر مهمة في تقدم العلوم وتطورها، وتدريب معلمي العلوم قبل الخدمة، وفي أثنائها، في كيفية التعامل مع موضوع الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، عند تدريس طلبتهم في التعليم المدرسي.

الكلمات المفتاحية: التصورات، الإنتاجية، التكرار، البحث العلمي، العلوم الطبيعية، الطلبة المعلمين.

* تاريخ تسلم البحث: 2024/3/4 * تاريخ قبوله للنشر: 2024/5/7

Perceptions of Students' Teachers in Educational Colleges in the Sultanate of Oman about Reproducibility, Replicability and Scientific Research in Natural Science

Prof. Abdullah Ambusaidi
Ministry of Education
Sultanate of Oman

Muna Al-Afifi
Ministry of Education
Sultanate of Oman

Abstract

The study aimed to identify the perceptions of science students' teachers in the Sultanate of Oman about reproducibility, replicability, and scientific research. To achieve the aims of the study, the researchers designed a scale about students' teachers' perceptions of reproducibility, replicability, and scientific research in natural science. The study sample consisted of 153 student teachers selected randomly from some College of Education in the Sultanate of Oman.

The results of the study showed that students' teachers' perceptions of reproducibility, replicability, and scientific research in natural science, in general, were positive. In addition, there was no statistically significant difference at the level of significance ($\alpha = 0.05$) due to the gender (male, female) and the specific specialization variable (biology, chemistry, physics, integrated science) The results did not show any interaction in the variables. In light of the results, The researchers made several recommendations, including the need to pay attention to the issue of reproducibility, replicability, and scientific research at all educational levels as they are important elements in the progress and development of the natural sciences, and to train science teachers before and during service on how to deal with the issue of reproducibility, replicability and scientific research when teaching their students at school level.

Keywords: Perceptions, Reproducibility, Replicability, Scientific Research, Science, Students' Teacher.

تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عمان عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية

أ.د عبدالله بن خميس أمبوسعيدي
وزارة التربية والتعليم
سلطنة عمان

أ. منى بنت محمد العفيفي
وزارة التربية والتعليم
سلطنة عمان

المقدمة

يؤثر العلم بشكل كبير على حياتنا اليومية، ويرشدنا في كثير من الأحيان إلى ما ينبغي أن نقوم به على المستوى الشخصي والوطني والدولي، فيما يتعلق بالكثير من القضايا الإجتماعيّة والثقافية والاقتصادية، وحتى السياسية منها، ولأننا نعيش في عالم متغير ومتقلب؛ فإنَّ قدرتنا على اكتساب المعلومات العلمية، والمحافظة عليها، وتوظيفها التوظيف الصحيح تصبح مسألةً في غاية الأهمية. من هنا، فإنّ الاهتمام بالعلم، والاشتغال عليه بصورة صحيحة أصبح ضروريًا من أجل تحسين حياة الإنسان، وتطوير بيئته ومجتمعه. وينتج من ذلك الاشتغال، نتائج يتم نشرها في أوعية النشر العلمية المختلفة، مثل المجلات المحكمة، والمواقع العلمية على شبكة المعلومات الدولية، والمؤتمرات والندوات العلمية. كما يتم تحويل بعض من تلك النتائج إلى تطبيقات ومنتجات مختلفة. وبالرغم من إيماننا العميق بأن النتائج التي يتحصل عليها من تلك الأبحاث والدراسات ذات أهمية وقيمة كبرى، إلا أن هناك مخاوف من أن العديد منها قد يكون غير قابل للإنتاجية والتكرار (Baker, 2016). ففي السنوات القليلة الماضية، بدأ الوعي بأنَّ بعض الحقائق العلمية المتعارف عليها لم يتمّ التوصل لها حينما تمت إعادة التجارب بنفس المنهجيات التي استخدمت في اكتشافها. وفي عام 2010م نشرت صحيفة النيويورك تايمز مقالا بعنوان "الحقيقة تتلاشى"، وتبع هذا المقال العشرات من المقالات التي سلطت الضوء على أزمة "تكرار النتائج العلمية". كما ركزت تلك المقالات على بعض الفضائح، أو الأوراق العلمية التي تم سحبها من المجلات العلمية التي نشرتها، حتى في تلك المجلات المعروفة بأنها ذات تأثيرٍ عالٍ. وقد عاد ذلك لأسباب منها: عدم قدرة الباحثين على تكرار النتائج، حينما اتبعوا نفس المنهجية المذكورة في تلك الأبحاث المنشورة، واهتمام بعض الباحثين بالحصول على الدعم المادي عبر المنح البحثية والتمويل، أكثر من اهتمامهم بالوصول إلى الحقيقة، وتردد بعض الباحثين مشاركة البيانات أو المعلومات الإضافية عن نتائج أبحاثهم العلمية المنشورة.

لقد برزت قضية قابلية العلوم الطبيعية إلى الإنتاجية والتكرار، وحتى الموثوقية، إلى الواجهة في ضوء العديد من الدراسات رفيعة المستوى التي لم يكن من الممكن إعادة إنتاجها، أو تكرارها (Plant & Hanisch, 2018). وقد فشلت العديد من الاكتشافات العلمية التي نشرت –وسط ضجة كبيرة– في مجلات علمية ذات صيت ورصانة عالية في إظهار تأثيرات قابلة للإنتاج والتكرار، سواءً تمّت دراستها بشكل مباشر في مختبرات علمية مختلفة، أو تمت دراستها بشكل متعمق من قبل شركات الأدوية مثلا. وقد يعود السبب في ذلك إلى أنَّ نسبة الموثوقية في تطبيق تقنيات جديدة بها محاذير لم يتم معالجتها، أو التأكد منها مثل استخدام التحصينات المختلفة ضد فيروس كورونا (كوفيدد 19). أما بالنسبة إلى الأسباب المرتبطة ببعض المشكلات المتعلقة بقابلية العلم للتكرار، فتكمن في مناخ الضغط الشديد الذي يواجهه العديد من الباحثين في مجال العلوم الطبيعية، من أجل البحث عن التمويل، أو النشر في وعاء علمي مرموق.

هذا وتعرّف الإنتاجية في العلم، من قبل الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم والهندسة والطب، "بأنها الحصول على نتائج حسابية متسقة، عندما يتمّ استخدام نفس البيانات، والخطوات الحسابية، وأساليب ورموز، وشروط التحليل المتبعة مرة أخرى"(US National Academic of Science, Engendering and Medicine (NASEM) 2019, p. 1). وتكمن أهمية الإنتاجية إلى أنها أحد العوامل التي تساعد في تحقيق مدى مصداقية نتائج الأبحاث وموثقيتها (Plant & Hanisch, 2018). كما أنَّها تعد من ضمن أساسيات العلم، وأساسيات استخدام المنهج العلمي في بناء المعرفة العلمية (Gundersen, 2021). ويمكن زيادة وضبط الإنتاجية في العلم، عن طريق زيادة الوصول إلى البيانات، ووصف تفصيلي للخطوات الحسابية التي تم اتباعها من أجل الحصول على النتائج. ولكن هناك جوانب أخرى مهمة يجب الانتباه إليها في هذا الخصوص، مرتبطة مثلًا بمعالجة مصادر الاختلاف المهمة، مثل النموذج البحثي الذي تقوم عليه الدراسة أو البحث، وكذلك في طرائق اختيار العينات والأدوات، وغيرها.

وفي الغالب يتمّ التركيز في الإنتاجية على الدراسات الفردية، لكن في حالة اتباع الباحثين لمنهج الدراسة المتعددة، الذي يؤدي إلى تراكم الأدلة، ومن ثم التركيز على التكرار، فإن هذا يستلزم الحد الأدنى من التحقق من الاتساق في البيانات والنتائج للدراسات المختلفة. وهذا ما يجب القيام به للتأكد من موثوقية تلك النتائج، الذي إن اتبع؛ فقد يؤدي إلى العثور على تناقضات في نتائج هذه الدراسات. ومع ذلك، ليس من الواضح كيف يمكن النظر إلى هذه

المعلومات لمعرفة الخطوات المستقبلية للاستقصاء العلمي، وتراكم الأدلة. وعليه فإن الافتقار إلى الإنتاجية باعتبارها أحد المصادر التي تؤثر على التكرار، سيكون له تأثير على تراكم الأدلة وموثوقيتها. أما المصادر الأخرى، مثل مواصفات الفرضيات/النماذج المحورية، والاستدلال المناسب للتنبؤات، فتعد أقل أهمية من الإنتاجية في تأثيرها على التكرار في العلم. ومن هنا ينصح بوجود مداخل متعددة لتراكم الأدلة العلمية التي يمكنها استيعاب هذه الاختلافات، وتسمح بالاستدلالات المفيدة .(Nichols, et al., 2021)

أما التكرار (Replicability) في العلم، فيعني الحصول على نتائج متسقة عبر الدراسات التي تهدف إلى الإجابة على نفس السؤال العلمي، وكل واحدة من هذه الدراسات قد حصلت على بياناتها الخاصة، وتناقش مقارنة النتائج، وتقييم التكرار بين نتائج هذه الدراسات (NASEM, 2019). وفي العلم نعتقد أنّ النتائج يجب أن تشير إلى درجة التنبؤ بنموذج واحد أو أكثر، والفرضيات المرتبطة بها تتفق مع البيانات التي تم جمعها، إما لتقييم مدى معقولية النموذج (النماذج)، أو التمييز بين اثنين أو أكثر من النماذج المتنافسة. ويوفر تكرار الدراسة أو البحث أدلة إضافية لصالح، أو ضد القدرات التنبؤية للفرضيات الأساسية. وعند النظر في نتائج دراستين متماثلتين مثلا، ينبغي ألا يكون التركيز على مقارنة الدراستين، بل على الاتساق مع التنبؤات القائمة على الفرضيات، وعلى الجمع بين ما يتوفر من التقييمات؛ للحصول على الدعم الكامل لهذ الأدلة (NASEM, 2019).

يشير لي مينج (Li Meng, 2020) إلى أنّ الإنتاجية تأتي قبل التكرار، كونها تعد الحد الأدنى من المتطلبات للوثوق بأي نتائج يتم الإبلاغ عنها. وقد تكون النتائج صادقة أو غير صادقة، ولكن سيكون من الصعب جدًا إقناع أي شخص في اختيار ما تنتجه المؤسسات العلمية من بحوث ومنتجات، إذا لم تمكن من تقديمها كما تعلن عنها. وهذا يعني أن القابلية للإنتاج ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالشفافية والعلوم المفتوحة/الوصول، والتي تم التأكيد عليها في عمليتي الإنتاج والتكرار، وكلاهما موضوعان معقدان، يتضمنان تخصصات متعددة، وأصحاب مصلحة متعددين، من علوم الكمبيوتر إلى علوم المكتبات، ومن صناعات النشر إلى وكالات التمويل. وفي الوقت الحالي، لا يوجد لدى مؤسسة علمية بأكملها مجتمع مهني يعمل على تعزيز القابلية للإنتاج وحتى التكرار، والذين يتم تدريبهم ومكافأتهم للتحقق من أبحاث الآخرين. ومن الواضح أنَّ فكرة إبقاء العلم نظيفًا من خلال "الضبط الذاتي" لا تعمل بشكل جيد مثل ما يأمل المجتمع العلمي؛ لذا حفَّز ذلك ظهور العديد من المبادرات والأبحاث المتعلقة بعمليتي الإنتاج والتكرار من أجل التحسين والتطوير من هاتين العمليتين (Held & Schwab, 2020).

هذا ولن تتغير النظرة إلى قابلية العلم للإنتاج والتكرار، إلا عندما يتم إجراء تغييرات جوهرية على: 1) عملية التمويل، وذلك لأنّ عددًا قليلًا من العلماء يلجأون للإنتاج والتكرار في العلوم الطبيعية؛ لعدم توافر الدعم الكافي والتحفيز، و2) عندما يتم قياس التأثير العلمي بشكل مختلف عن ما هو عليه اليوم، فالتأثير يُقاس عندما ينشر البحث في مجلة مصنفة في قاعدة بيانات معينة مثل (SCOPUS) ، ولكن ليس كلّ ما ينشر في هذه القواعد به من التأثير والسمعة الصحيحة، و3) عندما يتمّ ابتكار طرقًا واساليب لنشر البيانات التي ربما قد لا تدعم الفرضيات التي وضعها الباحثون، بما في ذلك الفشل في إعادة إنتاج بحوث "عالية التأثير".

إضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي التكرار إلى زيادة اليقين عندما يتمّ إعادة إنتاج النتائج، وتعزيز الابتكار والإبداع في المنهجيات والأدوات المستخدمة (Meng, 2020)، ويرى نيكولاس وآخرون (Nichols, et al, 2021) أن تبني نهج استراتيجي للبحث العلمي، من خلال التركيز على تراكم الأدلة عبر سلسلة من الدراسات المصممة، باعتباره أنجع الوسائل للتعامل بشكل فاعل مع الإنتاجية والتكرار والمشاكل ذات الصلة. هذه السلسلة من الدراسات التي يتم تصميمها، تعمل على توفير اختبارات تكرارية تعتمد على مقارنة البيانات من الدراسات التجريبية القائمة على التنبؤات من الفرضيات المتنافسة. ويتم بعد ذلك، تجميع الأدلة رسميًا على أساس القدرات التنبؤية النسبية للفرضيات، مختلفة مع استمرار الدراسات المتسلسلة.

قدم (Plant & Hanisch, 2018; Powers & Hampton, 2019; NASEM, 2019; Held & Schwab, 2020; Nichols, et al., 2021) مجموعة من التوصيات لتحسين الإنتاجية والتكرار وحتى البحث العلمي – الذي هو ضمنيا داخل هاتين العمليتين– في العلم منها: 1) التسجيل المسبق للدراسات كأحد الأساليب لتحسين إمكانية التكرار؛ لأن التسجيل المسبق يساعد في تحديد الفرضيات، وطرق التقييم قبل البدء الدراسة؛ لتوضيح ما إذا كانت النتيجة مبنية على النمط "الاستكشافي" أم النمط "التأكيدي". 2) البعد عن الدراسات الفردية والانعزالية، والاتجاه نحو الدراسات التتابعية والتكاملية الموجهة إلى تراكم الأدلة. 3) توفير الدعم والمساندة والتدريب، والنماذج البحثية الجيدة للباحثين في المؤسسات الأكاديمية والمختبرات الوطنية؛ من أجل تمكينهم بالأدوات والمهارات المناسبة، وخاصة تلك المتعلقة بالحساب أو الرياضيات والأحصاء؛ من أجل ممارسة العلم بالشكل الصحيح. 4) تحويل أنظمة المكافآت الخاصة بالباحثين في المؤسسات الأكاديمية، والتي غالبا تركز على الدراسات والبحوث الفردية إلى الدراسات والبحوث التي تنطلق من برامج يتم فيها تراكم

المعرفة وبنائها. 5) على ممولي المشاريع البحثية الطلب من الباحثين وصفًا دقيقًا للطرق والبيانات، والعمل على تطوير أدوات حسابية قياسية دقيقة، ومراجعة الأعمال المنشورة؛ لتقييم وتحسين الإنتاجية والتكرار في العلم. 6) تطوير واستخدام ما يعرف بآليات العلوم المفتوحة (Open Sciences)، والتي تعني التواصل الدائم طوال فترة المشروع العلمي من بداية الفكرة إلى المناقشة التي تتمّ، لما بعد نشر البحث، أو الدراسة في المجلة العلمية. إن هذه التوصيات -إذا ما اتبعت -ستعمل على التحول من ثقافة العزلة في الدراسات والبحوث العلمية إلى نهج أكثر تكاملًا للعلم، والذي بدوره سيؤدي إلى تعلم أكثر سرعة لدى الباحثين، كقيمة مضافة؛ وبالتالي التعامل إلى حد كبير مع مشاكل الإنتاجية والتكرار في العلم. كما أنه من المهم أنَّ جميع أصحاب المصلحة في البحوث العلمية عليهم مسؤولية جعل عملهم قابل للإنتاجية وللتكرار (McIntosh, et al., 2019).

تشير الدراسة التي قام بها راهيلو وكيلنبرج وكروزيس وتاو (Rahal, Kleinberg, Crusius & Tio, 2015) إلى أن العدد الأكبر من الدراسات التي أُجريت في مجال علم النفس مثلا، كتكرار أو نسخ لدراسات أخرى، أدت إلى أدلة أو نتائج أضعف من النتائج التي توصلت إليها الدراسات الأصلية، على الرغم من استخدام نفس المواد والأدوات المقدمة من قبل المؤلفين الأصليين، وباستخدام نفس المنهجية البحثية، والإحصاء للكشف عن أحجام التأثير لتلك الدراسات. وفي دراسة مسحية أخرى لعدد من الباحثين قام بها بيكر (Baker, 2016) بالتعاون مع مجلة الطبيعة (Nature) المعروفة حول الإنتاجية والتكرار في العلم، توصل إلى أن أكثر من 70% من الباحثين حاولوا إعادة إنتاج، أو تكرار لدراسات قام بها علماء آخرون، ولكنهم فشلوا في ذلك، بل حتى إنّ نصفهم فشل في إعادة إنتاج تجاربهم الخاصة.

وفي مجال علم البيئة، نجد أن الباحثين يقعون في نفس المشكلة، فقد أكد باورس وهامبتون (Powers & Hampton, 2019) على أنَّ إنتاجية وتكرار ملاحظة الظواهر البيئية به بعض الإشكاليات؛ وبالتالي لا يمكن الوصول إلى نتائج متطابقة مع الدراسات الأصلية، حينما يتمَّ إعادة إنتاجها، أو تكرارها. كما قام صامويل وكينوج ريس (Samuel & König-Ries, 2021) بدراسة مسحية شملت 101 باحث من تخصصات مختلفة، بهدف تقصي فهم التجارب العلمية والممارسات البحثية من أجل الإنتاجية. وقد توصلت الدراسة إلى أزمة الإنتاجية، والحاجة الملحة لمشاركة البيانات، والتعليمات البرمجية، والأساليب، والخطوات، والنتائج الإيجابية والسلبية. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أنَّ نقص البيانات الوصفية، وعدم مشاركة البيانات للآخرين والمعلومات غير الكاملة عن منهجية الدراسة، من الأسباب الرئيسة

لضعف إمكانية الإنتاجية. وبناءً على نتائج الدراسة، وبدعم من الأدبيات المنشورة في موضوع الإنتاجية؛ قدمت الدراسة توصيات عامة يمكن أن تساعد المجتمع العلمي على فهم البيانات والنتائج التجريبية، وإعادة إنتاجها، وإعادة استخدامها في دورة حياة بيانات البحث.

كما قام ميرفي وميسكودا ووارين (Murphy, Mesquida & Warne, 2023) بدراسة استقصائية عن اتجاهات وتصورات الباحثين في مجال علوم الرياضة والتدريب الرياضي، تجاه إمكانية الإنتاجية والتكرار في هذه العلوم. واستخدمت الإحصائيات الوصفية (على سبيل المثال، نسبة الردود)، والتحليل الموضوعي؛ لتوصيف الردود. وأشارت نتائج الدراسة، أنه من بين 511 مشارك، يعتقد 42% (العدد = 217) أنّ هناك أزمة كبيرة في إمكانية الإنتاجية و التكرار في علوم الرياضة والتدريب الرياضي، بينما يعتقد 36% (العدد = 182) أن هناك أزمة طفيفة. 3% (ن = 15) من المستطلعين يعتقدون أنه لا توجد أزمة بينما 19% (ن = 95) لا يعرفون. أما في التحليل الموضوعي، كون أن الباحثين استخدموه في تصنيف استجابات عينة الدراسة، فقد تمَّ استنتاج أربعة محاور هي: ثقافة البحث والنشر، والحواجز التعليمية أمام نزاهة البحث، ومسؤولية البحث لضمان الإنتاجية والتكرار، والممارسات الحالية التي تسهل الإنتاجية والتكرار.

وبما أن من أهداف تدريس العلوم في التعليم المدرسي إعداد المتعلمين على استخدام المنهج العلمي في حل المشكلات العلمية، وتوظيف عمليات العلم في البحث والتقصي؛ كان لابدَّ قبل ذلك من إعداد معلميهم قبل الخدمة على الطرائق والأساليب التي تتفق والنظرة الصحيحة إلى طبيعة العلم. وبما أن معلم العلوم هو ربان السفينة الذي سيقود السفينة داخل الصف في فهم البحارة (الطلبة) لبعض العمليات والطرائق التي يتناولها العلم، ويستخدمها العلماء للوصول إلى المعرفة العلمية؛ كان لابد من تقصي تصورات هذا المعلم عن مفاهيم الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية؛ حتى يتمكنوا بعد ذلك من نقل الفهم الصحيح لطلبتهم في التعليم المدرسي عن هذه المفاهيم.

لقد أظهر الأدب التربوي اهتمامًا كبيرا بمعرفة تصورات المعلمين (Teachers Perceptions)، وعدّها من القضايا المهمة والمؤثرة، في جعل المعلمين فاعلين في التدريس. ويعرف عبد الرحمن (2016) التصورات بأنها: " الأفكار الذهنية والمعارف والأفكار المتضمنة في البنية المعرفية للطلاب" (291). هذا وتؤثر تصورات المعلمين عن الجوانب التعليمية المختلفة (مثلا التعليم عن بعد، طبيعة العلم) على فاعلية أدائهم التدريسي (البلوشي، والبدري وأمبوسعيدي، 2023)؛ لذا فإنَّ فهم تصورات المعلمين أمر ضروري لتطوير التعليم

الفعَّال، وأنَّ سوء فهم هذه التصورات، أو عدم تقديرها بالشكل الصحيح قد يضعف فاعلية عمليتي التعليم والتعلم (الكراسنة، 2005)، فالعلاقة بين التصورات والممارسات التدريسية بشكل خاص، والممارسات بشكل عام علاقة قوية، حيث أن التصورات تعمل على توجيه السلوك والتصرفات لدى الأفراد، ومنهم الممارسين في التدريس. ومن هنا، فإن الاهتمام بالكشف عن تصورات معلمي العلوم عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعة، توجه هؤلاء المعلمين سلوكاتهم وتصرفاتهم في تدريس مثل هذه الموضوعات والقضايا.

إن ما يدفع الباحثين للدراسة الحالية للقيام بها، هو عدم وجود دراسة عربية -حسب علمهم- فيما يتعلق باستقصاء تصورات معلمي العلوم قبل الخدمة عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية. لكن وجد الباحثان دراسات قليلة بحثت في طرائق تدريس وتقييم الإنتاجية والتكرار في بعض التخصصات، بعضها في المجال الإنساني، ومن تلك الدراسات، الدراسة التي قام بها بين (Bean, 2023) في دور المشروع النهائي كأداة تقييم لطلبة الجامعة؛ لتعزيز الإنتاجية في مقرر مقدمة في علم البيانات، باستخدام لغة البرمجة R. وقد أشارت نتائج الدراسة في الأجزاء التي تم توظيف المشاريع فيها من المقرر، إلى أنَّ المشاريع القابلة للإنتاجية قابلة للتنفيذ، لكن هناك زيادة طفيفة في صعوبة تقييمها. أما الدراسة التي قام بها بال وأخرون (Ball et al, 2022) ، فهدفت إلى تعليم البحوث القابلة للإنتاج، من خلال مجموعة من حلقات البحث (السيمنارات) امتدت لعشرة أسابيع كانت تقدم للطلبة الجامعيين. وقد ركزت حلقات البحث على شكل معين من القابلية للإنتاج، وهو الإنتاج المبني على الحساب (Computational Reproducibility). ومن خلال المحاضرات التي ألقيت من قبل المتحدثين وتعليقات من المشاركين؛ توصلت الدراسة إلى عدة أسباب تعمل على تعزيز الإنتاجية، لدى الطلبة الجامعيين، ومنها ما يتعلق بتطوير المهارات الحسابية التي تعد مهمة لتعلم الطلبة، وتوظيفهم في المستقبل. كما أشارت الدراسة، أنه ومن خلال ما قدم في حلقات البحث تم التطرق إلى الاستراتيجيات العملية التي يمكن للمدرسين الجامعيين اعتمادها لدمج إمكانية الإنتاجية والتكرار في تدريسهم، فضلاً عن تعزيز هذه الممارسة بين الزملاء، وفي جميع المقررات الدراسية في الأقسام العلمية المختلفة.

يتضح مما تم عرضه من دراسات سابقة أن هناك قلة في الدراسات السابقة التي بحثت تصورات معلمي العلوم قبل أو في أثناء الخدمة عن الإنتاجية والتكرار في العلوم الطبيعية، بينما توجد بعض الدراسات التي بحثت عن تصورات الطلبة والأكاديميين عن الإنتاجية والتكرار في تخصصات أخرى مثل علم البيانات وعلم النفس وعلوم الرياضة. كما أن الباحثين

لم يتوصلا لأي دراسة عن الموضوع باللغة العربيّة. وفي ضوء تلك المعطيات تأتي هذه الدراسة كأول دراسة في سلطنة عمان، ولربما في العالم العربي التي بحثت في تصورات الطلبة المعلمين – تخصص العلوم عن الإنتاجية والتكرار في العلوم الطبيعية، والتي ربّما تفتح الباب لدراسات محلية وعربية قادمة أخرى. وقد استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة التي تم استعراضها في تكوين الإطار النظري عن موضوع الدراسة، ومجالات وعبارات أداة الدراسة، وطرائق تحليل البيانات، وتفسير النتائج.

مشكلة الدراسة

توجد العديد من الممارسات العلمية التي يقوم بها العلماء من أجل تحسين العلم وتطوره، ومنها تطوير الطرائق والأساليب للوصول إلى معرفة متينة وموثوقة. ومن القضايا التي بحثت في مجال طبيعة العلم وفلسفته، مفاهيم الإنتاجية والتكرار في العلم، كونهما من المفاهيم التي لابدَّ من ضبطها، ويسهمان في زيادة الدقة العلمية والثقة في النتائج المستنتجة. وبواسطة الإنتاجية والتكرار، يمكن للعلماء تحقيق التطوُّر العلمي، وكشف المزيد من الاكتشافات الجديدة؛ لذلك تعتبر الإنتاجية والتكرار أمران ضروريان وحاسمان في عالم البحث العلمي.

ويتعرض معلمي العلوم قبل الخدمة إلى الكثير من المقررات الدراسية في مجال العلوم، فيدرسون الجوانب النظرية في تلك المقررات، ويمارسون كذلك الجانب العملي في المختبرات؛ لكي يكونوا على استعداد لتدريس مادة العلوم بالطرائق التي تعكس طبيعة العلم. ومن المفترض من خلال تلك المقررات أن يكونوا قد اكتسبوا معارف ومهارات مرتبطة بالعلم وطبيعته، ومهارات وأساسيات البحث العلمي، ومنها فهمهم لمعنى الإنتاجية والتكرار في العلم. إنَّ فهم معلم العلوم الصحيح، وتصوراته الإيجابية عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلم، سيعمل على نقل ذلك لطلبته في التعليم المدرسي بالشكل الصحيح، والتي بعدها يستفيد منها هؤلاء الطلبة عند التحاقهم بالتخصصات العلمية التي تتطلب ذلك في مؤسسات التعليم العالي. إن استقصاء الباحثين لتصورات معلمي العلوم عن الموضوعات والقضايا التي تشغل بال القائمين على طبيعة العلم وفلسفته يجب أن تنال الاهتمام من قبل المتخصصين في تدريس العلوم لما لها من أهمية في تصحيح التصورات البديلة، وبالتالي تدريس العلوم من منظور صحيح يتوافق والرؤيا الصحيحة له. من هنا جاءت هذه الدراسة لتبحث تصورات عينة من الطلبة المعلمين في تخصص العلوم الذين يدرسون في كليات التربية ببعض جامعات سلطنة عمان عن مفاهيم الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي.

أسئلة الدراسة

سعت الدراسة الحالية للإجابة عن أسئلة الدراسة الآتية:

- ما تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية؟
- هل تختلف تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، وفقًا لمتغيرات الجنس (ذكر، أنثى)، والتخصص الدقيق (أحياء/كيمياء، كيمياء/أحياء، كيماء/فيزياء، فيزياء/رياضيات، مجال ثان (علوم ورياضيات))، والتفاعل بينها؟

أهداف الدراسة

هدفت الدراسة الحالية إلى تحقيق الأهداف الآتية:

- الكشف عن تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في بعض كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية
- تحديد درجة الاختلاف في تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في بعض كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، وفقًا لمتغيرات الجنس (ذكر، أنثى)، والتخصص الدقيق (أحياء/كيمياء، كيمياء/أحياء، كيمياء/فيزياء، فيزياء/رياضيات، مجال ثان (علوم ورياضيات)، والتفاعل بينها.
- تقديم مقياس تربوي محكم عن تصورات المعلمين عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، يمكن استخدامه من قبل الباحثين المهتمين بطبيعة العلم -في المستقبل- لاستقصاء تصورات معلمي العلوم قبل الخدمة، أو في أثنائها عن هذه المفاهيم.

أهمية الدراسة، ومبرراتها

تبرز أهمية الدراسة، ومبرراتها في الآتي:

- تعد من الدراسات الأولى على مستوى سلطنة عمان، وربما على المستوى العربي -حسب علم الباحثين- التي تناولت تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم عن الإنتاجية، والتكرار، والبحث العلمي في العلوم الطبيعية.
- من المؤمل أنْ تكشف نتائج هذه الدراسة عن مستوى تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية.

- قد تفيد القائمين على برامج إعداد معلم العلوم في كليات التربية بسلطنة عمان، وفي غيرها من الدول العربية، وكذلك القائمين على تدريب معلم العلوم في أثناء الخدمة، في كيفية تضمين مفاهيم الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في برامج التدريبية وفي كيفية تدريبهم عليها عمليا.
- قد تدفع الباحثين الآخرين في العالم العربي لدراسة الموضوعات المرتبطة بمفاهيم الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية وغيرها من العلوم، في بحوث ودراسات مستقبلية.

حدود الدراسة

لهذه الدراسة عدد من الحدود، هي:

الحدود الموضوعية: اقتصرت الدراسة على الكشف عن مستوى تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في بعض كليات التربية بسلطنة عمان، عن الإنتاجية (reproducibility) والتكرار (replicability) والبحث العلمي (scientific research) في العلوم الطبيعية، وعلاقة ذلك بمتغيرات الجنس، والتخصص الدقيق.

الحدود البشرية: طبقت الدراسة على عينة من الطلبة المعلمين، تخصص العلوم ببعض كليات التربية الحكومية، والخاصة بسلطنة عُمان.

الحدود المكانية والزمانية: طُبقت الدراسة في بعض كليات التربية المعنية بإعداد المعلم بسلطنة عمان، في ثلاث جامعات هي: جامعة السلطان قابوس، وجامعة الشرقية، وجامعة التقنية والعلوم التطبيقية في العام الأكاديمي 2023/2022م.

التعريفات الإجرائية للدراسة

تصورات: تلك الأفكار الذهنية والمعارف التي بناها الطلبة المعلمين تخصص العلوم بسلطنة عمان، عن الإنتاجية والتكرار في العلوم والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، والتي تم قياسها من خلال مقياس التصورات التي أعد لغرض الدراسة.

الإنتاجية في العلوم: الحصول على نتائج متسقة، باستخدام نفس البيانات والبروتوكول أو المنهجية المستخدمة، مثل الدراسة الأصلية، وتقاس في هذه الدراسة إجرائيًا باستجابة الطلبة المعلمين تخصص العلوم بسلطنة عمان، عن عبارات المقياس التي تعكس مضامين الإنتاجية في المقياس المعد لذلك.

التكرار في العلوم: الحصول على نتائج متسقة عبر الدراسات التي تهدف إلى الإجابة عن نفس السؤال العلمي، باستخدام بيانات جديدة، أو طرق حسابية جديدة أخرى، وتقاس في هذه الدراسة إجرائيًا باستجابة الطلبة المعلمين تخصص العلوم بسلطنة عمان، عن عبارات المقياس التي تعكس مضامين الإنتاجية في المقياس المعد لذلك.

البحث العلمي: عبارة عن أسلوب منظم ومتقن، يتم استخدامه من قبل الباحثين لجمع البيانات والمعلومات؛ للوصول إلى استنتاجات وخلاصات جديدة، أو التيقن من صحة وموثوقية البيانات والمعلومات الموجودة أصلا، من أجل تأكيدها أو تعديلها، ويقاس في هذه الدراسة إجرائيًا باستجابة الطلبة المعلمين تخصص العلوم بسلطنة عمان، عن عبارات المقياس التي تعكس مضامين البحث العلمي في المقياس المعد لذلك.

منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمه الباحثان في هذه الدراسة؛ من أجل الكشف عن مستوى تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم بسلطنة عمان، عن الإنتاجية (reproducibility) والتكرار (replicability) والبحث العلمي (scientific research) في العلوم الطبيعية، وعلاقة ذلك بمتغيرات الجنس، والتخصص الدقيق.

أفراد عينة الدراسة

بلغ عدد أفراد عينة الدراسة (153) طالبًا وطالبة من طلبة تخصص العلوم، من ثلاث مؤسسات تعليم عالٍ بسلطنة عمان تقدم برامج إعداد المعلم هي: جامعة السلطان قابوس، وجامعة الشرقية، وجامعة التقنية والعلوم التطبيقية في العام الأكاديمي (2023/2022م). وقد تمَّ اختيارهم بطريقة العيِّنة العشوائية البسيطة، من طلبة السنتين الأخيريتين (الثالثة والرابعة)؛ كون الطلبة في هاتين السنتين قد أخذوا عددًا كبيرًا من المقررات العلمية والتربوية؛ وبالتالي يفترض أنهم اكتسبوا معرفة وفهم عن المقصود بكل من الإنتاجية (reproducibility) والتكرار (replicability) والبحث العلمي (scientific research)، وبالتالي قادرين على التعامل مع أداة الدراسة. وقد روعي في العينة أن تكون ممثِّلة لكلٍّ من الجنس (ذكورًا وإناثًا)، والتخصص الدقيق (أحياء/كيمياء، كيمياء/أحياء، كيمياء/فيزياء، فيزياء/رياضيات، والمجال الثاني (علوم ورياضيات). ويُبَيِّنُ الجدول (1) توزيع أفراد العيِّنة؛ تبعًا لمتغيرات الدراسة.

جدول (1)
توزيع أفراد العينة وفقًا لمتغيرات الدراسة

متغيرات الدراسة		العدد	النسبة المئوية (%)
الجنس	ذكر	57	37.3
	أنثى	96	62.7
	المجموع	153	100
التخصص الدقيق	أحياء/ كمياء	39	25.5
	كيمياء/ أحياء	23	15
	كيمياء/ فيزياء	21	13.7
	فيزياء/ رياضيات	33	21.6
	مجال ثان (علوم ورياضيات)	37	24.2
	المجموع	153	100

مقياس الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي:

أُعد المقياس بعد الاطلاع على الأدب التربوي المتعلق بالتصورات عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية من مثل (NASEM, 2019; Held & Schwab, 2020)، بحيث اشتمل المقياس على (33) عبارة في صورته الأولية، مكون من ثلاثة محاور هي: الإنتاجية في العلم، والتكرار في العلم، والبحث العلمي. واستخدمت العبارات تدريج: موافق بشدة وأعطيت خمس درجات، وموافق وأعطيت أربع درجات، ومحايد وأعطيت ثلاث درجات، وغير موافق وأعطيت درجتان، وغير موافق بشدة وأُعطيت درجة واحدة (تم عكس ذلك للعبارات السلبية). وتم التحقق من صدق المقياس بطريقتين، الأولى عن طريق الصدق الظاهري، وذلك من خلال عرض المقياس على سبعة من المحكمين المتخصصين في تدريس العلوم والتربية العلمية من جامعات ومؤسسات التعليم العالي بسلطنة عمان؛ لإبداء الملاحظات في مدى سلامة وصحة المقياس من حيث الصياغة والمضمون العلمي، وملاءمة التعليمات، وملاءمة الأداة لعينة الدراسة، وبناء على توجيهات المحكمين، تم إعادة صياغة بعض عبارات المقياس؛ لتكون أكثر وضوحًا، أمَّا الطريقة الثانية، ففيها حُسب صدق الاتساق الداخلي: وحُسِبَ عن طريق حساب معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة من عبارات المقياس، والدرجة الكلية لمجالها. وجاءت قِيَم معاملات الارتباط تتراوح بين (0.381 *) كأقل قيمة، و (0.568*) كأعلى قيمة؛ مما يدلُّ على أن جميع عبارات المقياس مرتبطة مع مجالها. وللتحقّق من ثبات الأداة؛ تم تطبيقها على عينة مكونة من (30) طالبًا وطالبةً من طلبة كلية التربية تخصص العلوم

من خارج العينة الفعلية للدراسة، ثم حُسبت معاملات الاتساق الداخلي للمقياس بطريقة ألفا كرونباخ (Cronbach alpha)، وبلغ معامل الثبات الكلي (0.825)، وهذا يعني أن قيمة معامل الثبات للمقياس مقبولة وصالحة لأغراض الدراسة الحالية، لكن تم حذف عبارتين لكون معاملات تميزهما أقل من 0.20 ليصبح العدد النهائي للعبارات 31 عبارة. ولتحديد درجة تصورات الطلبة في مقياس الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي؛ حُسِبَ طول الفئة، وفق الآتي (الخروصية، 2020):

إيجابي جدا (4.20-5.00).

إيجابي (3.40-4.19).

محايد (2.60-3.39).

سلبي (1.80-2.59).

سلبي جدا (1.00-1.79).

ويوضح الجدول (2) عدد عبارات، وثبات كل مجال من المجالات الثلاثة.

جدول (2)
معاملات الثبات لمحاور الأداة، والأداة ككل

المحاور	عدد العبارات	معامل الثبات
الإنتاجية في العلم	6	0.86
التكرار في العلم	10	0.82
البحث العلمي	15	0.80
المتوسط العام	31	0.83

إجراءات تطبيق الدراسة

اتبعت الدراسة عددًا من الخطوات، منها:

1. الاطلاع على الأدب النظري والدراسات السابقة أخرى"(US National Academic of Science, Engendering and Medicine (NASEM); 2019) Plant & Hanisch, 2018; Gundersen, 2021;). للاستفادة منهما في كتابة مقدمة الدراسة، وبناء أدواتها.
2. بناء أداة الدراسة، والتأكد من الخصائص السيكرومترية لها؛ فحسب الصدق من خلال (صدق المحكمين، صدق تمييز المفردات)، وقياس ثباتها من خلال حساب معامل الاتساق الداخلي (ألفا كرونباخ).

3. الحصول على الموافقة الرسمية من قبل مؤسسات التعليم العالي المشاركة في الدراسة (جامعة السلطان قابوس، وجامعة التقنية والعلوم التطبيقية، وجامعة الشرقية) على تطبيق البحث على عينة الدراسة.
4. تطبيق أداة الدراسة على عينة الطلبة المعلمين بكليات التربية في المؤسسات التعليمية (عينة الدراسة).
5. تحليل البيانات، وتفسيرها في ضوء الأدب النظري والدراسات، وبناء عليه وضعت التوصيات والمقترحات.

المعالجة الإحصائية

استخدمت المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد العيِّنة للسؤال الأول من الدراسة، واستخدم تحليل التباين المتعدد (MANOVA) لاستجابات أفراد العيِّنة للسؤال الثاني من الدراسة، بحكم أن مقياس تصورات الطلبة المعلمين بتخصص العلوم بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي مكون من ثلاثة محاور، وأن المتغيرات التابعة في الدراسة اثنان هما: الجنس والتخصص الدقيق، وأن هذه المتغيرات لها أكثر من مستوى.

نتائج الدراسة، ومناقشتها

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول ومناقشتها

نَصَّ السؤال على: ما تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي؟ وللإجابة عن السؤال؛ استخدمت المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد العيِّنة، كما يُظْهِرُها الجدول (3).

جدول (3)
المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والترتيب ودرجة التصور لمحاور المقياس والمتوسط العام

المحاور	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	درجة التصور
الإنتاجية في العلم	4.18	0.52	1	إيجابي
التكرار في العلم	4.02	0.48	3	إيجابي
البحث العلمي	4.07	0.47	2	إيجابي
المتوسط العام	4.09	0.44	-	إيجابي

يتضح من جدول (3) أنَّ تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم عن الإنتاجية (reproducibility) والتكرار (replicability) والبحث العلمي (scientific research)، في العلوم الطبيعية جاءت في درجة الإيجابية، كما يشير إليها المتوسط العام، إذ بلغ 4.09، وجاء محور الإنتاجية في العلم كأعلى محور بمتوسط حسابي بلغ 4.18، يليه محور البحث العلمي بمتوسط حسابي بلغ 4.07، ثم يأتي محور التكرار في العلم بمتوسط حسابي بلغ 4.02. وقد يعود ذلك إلى واقع ممارسة الطلبة المعلمين للتجارب العلمية في جامعات الإعداد؛ فهي من النوع التأكدي أكثر من النوع الكشفي، ذلك أن التجارب التأكيدية هدفها الحصول على نتائج متسقة، باستخدام نفس البيانات والبروتوكول، ولا تحتاج إلى وقت أو جهد طويل مقارنة بالتجارب الكشفية. أمَّا حصول محور البحث العلمي على ثاني أعلى محور في المتوسطات الحسابية، فربّما يعود إلى عدة أسباب منها: ألفة الطلبة بهذا المصطلح، وما يتضمنه منذ دراستهم في التعليم المدرسي، فهم يدرسون ويتدربون على منهجية البحث العلمي عند إجرائهم للمشاريع والتجارب العلمية على مستوى التعليم المدرسي. أضف إلى ذلك أن كثير مما تضمنه المحور من عبارات يتم ممارسته بشكل أو أخر من قبل الطلبة المعلمين في الجانبين النظري والعملي، فهو ليس مقتصرًا على المقررات العلمية، بل شمل الأمر المقررات التربوية والأدبية في المقررات الاختيارية التي يدرسونها. وفي الترتيب الثالث، جاء محور التكرار في قيمة المتوسطات الحسابية، وهذا ليس مستغربًا كون أنَّ التكرار يأتي بعد الإنتاجية. وقد يعزى ذلك إلى أن التكرار يتطلب وقت وجهد أكبر من الطلبة في تطبيقه في المقررات العلمية، أو قد لا يقدم المحاضرون لتلك المقررات فرصة للطلبة لممارسة التكرار؛ بحيث يطلبون منهم مقارنة نتائج دراسات متعددة لنفس الظاهرة العلمية من أجل فهم أعمق لتلك الظاهرة. وفي ما يلي عرض نتائج استجابات أفراد العينة في كل محور من محاور المقياس على حدة، حسب ترتيب المحاور من أعلى متوسط حسابي لأقلها، وسنبدأ بالمحور الأول وهو الإنتاجية في العلم.

أولا: الإنتاجية في العلوم الطبيعية

يظهر الجدول (4) المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والرتبة، ودرجة التصور لكلٍّ عبارة من عبارات محور الإنتاجية في العلوم.

جدول (4)
المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والترتيب، ودرجة التصور في عبارات محور الإنتاجية

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	درجة التصور
10	تعرف الإنتاجية في العلم بأنها الحصول على نتائج متسقة، ومتقاربة عندما يتم استخدام نفس البيانات، والطرق، والظروف الفيزيائية.	3.98	0.99	6	إيجابي
2	تؤدي العمليات الحسابية دورًا كبيرًا في تقدم العلوم الطبيعية وتطورها.	4.33	0.73	3	إيجابي جدًا
13	تتطلب الإنتاجية في العلم أن تتعدى استخدام العمليات الحسابية فقط، إلى وجود ترميز للبيانات وفهم طبيعة البيانات والنماذج الحسابية المستخدمة.	4.15	0.88	4	إيجابي
15	توجد حدود للإنتاجية في العلم، بسبب تعقد الأنظمة الحسابية المستخدمة خاصة في مجالات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق.	3.95	0.88	5	إيجابي
5	يجب قيام معاهد ومؤسسات البحث العلمي، بتدريب الباحثين في كيفية استخدام التحليل الإحصائي المناسب، خاصة الإحصاء الاستدلالي منه لتعزيز الإنتاجية في العلم.	4.34	0.70	2	إيجابي
20	يمكن تعزيز الإنتاجية في العلم من خلال دعم جهود الباحثين عن طريق المؤسسات الداعمة والمموِّلة للبحث العلمي.	4.36	0.69	1	إيجابي جدًا

يتضح من الجدول (4) أن عبارة "يمكن تعزيز الإنتاجية في العلم من خلال دعم جهود الباحثين، عن طريق المؤسسات الداعمة والممولة للبحث العلمي" حصلت على أعلى متوسط حسابي بتصور إيجابي جدًا، وهذا يدل على فهم وقناعة طلبة تخصص العلوم بسلطنة عمان، لأهمية دعم جهود الباحثين من أجل تعزيز الإنتاجية في العلم، وهذا بلاشك دليل مهم عن البحوث العلمية الإستراتيجية، فهي لا تتم دون وجود تمويل مالي سخي وكافٍ للباحثين. وهذا ما يجده الطلبة المعلمين، ويسمعون عنه في جامعاتهم، من دعمها للبحوث العلمية مثل جامعة السلطان قابوس التي تمول سنويا بحوث علمية ذات بعد استراتيجي وطني. أما في الترتيب الثاني، فقد جاءت عبارة "يجب قيام معاهد ومؤسسات البحث العلمي بتدريب الباحثين في كيفية استخدام التحليل الإحصائي المناسب، خاصة الإحصاء الاستدلالي منه؛ لتعزيز الإنتاجية في العلم" وهذه العبارة تدعم تصورات الطلبة في أهمية دعم الباحثين، وتدريبهم التدريب المناسب في مجال البحث العلمي، خاصة في مجال الإحصاء، لأنَّ الإنتاجية تتطلب

استخدام الإحصاء عندما يتم التعامل مع نفس البيانات أكثر من مرة (Held & Schwab, 2020). وكما هو معروف فإن الكثير من التجارب العلمية خاصة في مجال علمي الكيمياء والفيزياء تتطلب استخدام الرياضيات والإحصاء؛ لتحليل النتائج وتفسيرها، ويمارس الطلبة المعلمين ذلك واقعيا من خلال الجانب العملي لهذه العلوم. أمَّا في الترتيب السادس والأخير في هذا المحور، فكان من نصيب عبارة " تعرف الإنتاجية في العلم بأنها الحصول على نتائج متسقة ومتقاربة عندما يتم استخدام نفس البيانات والطرق والظروف الفيزيائية"، وكان التصوُّر بمستوى إيجابي كذلك، ولكن يبقى فهم الطلبة المعلمين فيما يتعلق بمفهوم الإنتاجية يحتاج إلى التعزيز أكثر مستقبلًا. وهناك طرق عديدة يمكن استخدامها لتحقيق ذلك منها ما يتم عمله داخل المحاضرات النظرية عن طريق الأمثلة والنماذج المختلفة، ومنها ما يمكن أن يتم من خلال التجارب العملية ومقارنة نتائج الطلبة جميعهم لنفس التجربة.

ثانيا: البحث العلمي

يظهر الجدول (5) المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والرتبة، ودرجة التصور لكل عبارة من عبارات محور البحث العلمي.

جدول (5)
المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والترتيب، ودرجة التصور في عبارات محور البحث العلمي

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	درجة التصور
17	يقوم العلماء في بداية اكتشافاتهم بعمل ما يعرف بالتجارب الاستكشافية.	4.36	0.67	4	إيجابي جدًا
31	يستخدم العلماء التجارب التأكيدية للظواهر العلمية بعد اكتشافها؛ لكي يتم تبنيها من المجتمع العلمي.	4.39	0.63	2	إيجابي جدًا
19	يستخدم العلماء في البحوث العلمية أدوات قياس تتصف بالدقة والموثوقية.	4.40	0.78	1	إيجابي جدًا
6	تعد التجارب الاستكشافية أفضل من التجارب التأكيدية.	3.68	0.96	13	إيجابي
21	يتم نشر جميع الدراسات/البحوث التي يجريها العلماء في مجلات علمية، أو تكتب عنها تقارير علمية.	3.91	1.10	12	إيجابي
29	يجب أن تكون البيانات البحثية متاحة للعلماء؛ للاستفادة منها بغض النظر عن طبيعة المجال الذي يبحثون فيه.	4.26	0.79	5	إيجابي جدًا
16	لا يشكل هاجسًا عدم تقديم العلماء –في بحوثهم– تفسيرات دقيقة للظواهر العلمية؛ كون أنَّ عدد البحوث التي تتضمن تفسيرات غير دقيقة ليست كثيرة.	3.51	1.16	14	إيجابي

تابع جدول (5)

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	درجة التصور
22	يجب إيجاد ممارسات بحثية رصينة ودقيقة من أجل رفع مستوى الإنتاجية والتكرار (النسخ) في العلم.	4.23	0.77	7	إيجابي جدًا
25	يجب أن تتميز البحوث العلمية بالشفافية، والوضوح من أجل رفع مستوى الإنتاجية والتكرار (النسخ) في العلم.	4.26	0.81	6	إيجابي جدًا
30	يجب تعزيز التعاون الدولي في مجال البحوث العلمية من أجل رفع مستوى الإنتاجية والتكرار في العلم.	4.38	0.700	3	إيجابي جدًا
11	ليس مهما في العلوم تقديم الباحث تفاصيل دقيقة (مثل الطرق والأدوات والمنهجية) في كيفية وصوله للنتائج مادامت تلك النتائج صحيحة.	3.17	1.37	15	محايد
28	يجب أن تعزز المجلات والجمعيات العلمية الإنتاجية والتكرار (النسخ) في العلم، من خلال تعديل سياساتها ومعايير قبول الأبحاث العلمية.	4.15	0.80	9	إيجابي
24	يجب مراجعة معايير تقديم المنح البحثية للباحثين؛ لتعزيز الإنتاجية والتكرار (النسخ) في العلم.	4.16	0.80	10	إيجابي
26	يجب على العلماء عدم تضخيم نتائج بحوثهم، كما يجب عليهم الحذر عند مراجعة التقارير العلمية المنشورة، خاصة تلك التي تهم عامة الناس.	4.24	0.73	7	إيجابي جدًا
18	يجب أن تركز معاهد الأبحاث والمؤسسات المانحة على تدريب الباحثين على الإحصاء واستخداماته، أكثر من تركيزها على المنهجية العلمية للبحث العلمي.	3.97	1.08	11	إيجابي جدًا

يظهر من الجدول (5) أن عبارة "يستخدم العلماء في البحوث العلمية أدوات قياس تتصف بالدقة والموثوقية"، جاءت في الترتيب الأول بمتوسط حسابي بلغ (4.40)، وبتصور "إيجابي جدًا" ولعل هذا يدل على أن الطلبة يعتقدون أنَّ أدوات القياس التي يستخدمها العلماء في العلوم الطبيعية دقيقة، ويمكن الوثوق بها، ولربما هذا اعتقاد مبني من خبرات الطلبة السابقة في التعليم المدرسي، إذ لا يدرس الطلبة بشكل عميق عن النسبية والموثوقية وغيرها من المصطلحات المرتبطة بطبيعة العلم. أضف إلى ذلك، أن الأدوات التي يستخدمونها في التجارب العملية على مستوى الجامعات حديثة ومتقدمة، وبالتالي لا يعتقدون أنها لا تعطي نتائج دقيقة. بينما في الحقيقية لا توجد أداة قياس يمكن القول يمكن الوثوق بها بنسبة 100%، كون من صنعها البشر، ومن يستخدمها كذلك البشر، ومن طبيعة البشر عدم إدراك كل شيء. أمَّا العبارة التي أتت في الترتيب الثاني، فهي عبارة "يستخدم العلماء التجارب التأكيدية للظواهر العلمية بعد اكتشافها؛ لكي يتمّ تبنيها من المجتمع العلمي"، بمتوسط حسابي بلغ (4.39) بتصور كذلك "إيجابي جدًا"، وهذا يعكس فهم الطلبة دور التجارب التأكيدية في

العلم، وكذلك كما قلنا سابقًا بسبب أن ما يتمّ ممارسته في الجامعات ومؤسسات الإعداد أغلبه تجارب تأكيدية، وليست كشفية. وفي الترتيب الثالث، جاءت عبارة "يجب تعزيز التعاون الدولي في مجال البحوث العلمية من أجل رفع مستوى الإنتاجية والتكرار في العلم"، بمتوسط حسابي بلغ (4.38)، وبتصور أيضًا "إيجابي جدًا"، وهذا يدل على فهم الطلبة لأهمية التعاون الدولي في مجال العلوم الطبيعية، لأن التعاون الدولي يسمح بتبادل الخبرات بين العلماء من دول مختلفة؛ مما يطور العلم، كذلك مشاركة أكثر من دولة أو جهة في تمويل البحث العلمي. ولربمّا استشعروا ذلك من خلال ما وجدوه من جهد دولي لإيجاد لقاح مناسب للتطعيم ضد فيروس كورونا (كوفيد 19).

أما في الترتيب قبل الأخير في هذا المحور، فكان من نصيب عبارة "لا يشكل هاجسًا عدم تقديم العلماء -في بحوثهم- تفسيرات دقيقة للظواهر العلمية؛ كون أنَّ عدد البحوث التي تتضمن تفسيرات غير دقيقة ليست كثيرة"، بمتوسط حسابي بلغ (3.51)، وبتصور "إيجابي"، وهذا يعكس نظرة أو تصور الطلبة بأن البحوث العلمية دائمًا تتضمن تفسيرات دقيقة؛ كون نتائجها أتت بطرق وأدوات ذات مصداقية وموثوقية. أضف إلى ذلك قد يكون اعتقاد الطلبة المعلمين أن كل ما يقوم به، أو يقوله العلماء هو صحيح وموثوق، بغض النظر عن دقته أو صدقه. وفي الترتيب الأخير، جاءت عبارة " ليس مهمًا في العلوم تقديم الباحث تفاصيل دقيقة (مثل الطرق والأدوات والمنهجية) في كيفية وصوله للنتائج مادامت تلك النتائج صحيحة" بمتوسط حسابي بلغ (3.17)، وبتصور "محايد"، وهذا يدل على عدم يقين الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية في إعطاء تصور دقيق على أهمية تقديم الباحث تفاصيل دقيقة حتى لو كانت النتائج صحيحة، فالتفاصيل مهمة في موضوع الإنتاجية والتكرار في العلم (NASEM, 2019). كما يمكن تفسير ذلك على عدم إطلاع الطلبة المعلمين على مستوى البكالريوس لبعض الأبحاث المنشورة في مجال العلوم الطبيعية في أوعية النشر العلمية المحكمة، التي تتطلب بطبيعة الحال ذكر منهجية البحث وأدواته وكل التفاصيل؛ وبالتالي لو اطلعوا لربما تغير تصورهم، وانتقل إلى الإيجابي أو الإيجابي جدا.

ثانيا: التكرار في العلوم الطبيعية

يظهر الجدول (6) المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والرتبة، ودرجة التصوُّر لكل عبارة من عبارات محور التكرار في العلوم.

جدول (6)
المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والترتيب، ودرجة التصور في عبارات محور التكرار

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	درجة التصور
7	يستخدم العلماء التكرار كإحدى الطرق؛ للتأكد من مصداقية اكتشافاتهم.	4.39	0.73	1	إيجابي جدًا
8	يعرف التكرار (النسخ) في العلم، بأنه الحصول على نتائج متسقة ومتقاربة، من خلال دراسات عديدة تجيب عن نفس الأسئلة العلمية.	4.07	0.81	6	إيجابي
9	ليس شرطا تكرار (نسخ) التجارب، أو البحوث أن يؤدي إلى نتائج متسقة أو متقاربة.	4.02	0.94	8	إيجابي
1	يمكن أن تفشل عملية التكرار أو النسخ نتيجة عوامل عديدة مثل، اكتشاف ظواهر جديدة، أو عدم القدرة على ضبط المتغيرات خاصة المعقدة منها.	4.17	0.78	4	إيجابي
27	يمكن دائما مقارنة نتائج الدراسات/ البحوث العلمية المختلفة التي تجيب على نفس الأسئلة البحثية.	4.03	0.85	7	إيجابي
12	توجد معايير واضحة محددة في العلم؛ للمقارنة بين نتائج الدراسات/البحوث المختلفة التي تجيب عن نفس الأسئلة البحثية.	4.07	0.82	5	إيجابي
3	يجب على العلماء تحديد قيمة عدم التأكد (Uncertainty) في نتائج أبحاثهم عندما ينشرونها في المجلات العلمية، أو يكتبون عنها تقارير علمية.	4.23	0.79	3	إيجابي جدًا
14	يمكن نسخ الدراسات/البحوث التي تُجرى في البحوث العلمية التطبيقية والطبيعية، ولا يمكن أن يتم ذلك في مجال البحوث الإنسانية.	3.73	1.08	9	إيجابي
4	يمكن الاعتماد على نتائج دراسة واحدة؛ للوصول إلى تعميم عن الظاهرة العلمية قيد البحث والدراسة.	3.28	1.25	10	محايد
23	يمكن الوصول إلى مصداقية عالية لنتائج البحوث العلمية، عندما يتمّ إجراء مجموعة من الدراسات عن الموضوع نفسه.	4.25	0.86	2	إيجابي جدًا

يتبين من الجدول (6) أن عبارة "يستخدم العلماء التكرار كإحدى الطرق للتأكد من مصداقية اكتشافاتهم" حصلت على أعلى متوسط حسابي بلغ (4.39)، بتصور إيجابي جدًا، وهذا يدل على أن طلبة كليات إعداد المعلمين بسلطنة عمان يرون أنّ العلماء يستخدمون التكرار من أجل مصداقية اكتشافاتهم، ولربما هذا ورثوه منذ دراستهم في التعليم المدرسي أنّ تكرار التجربة هو تأكيد الاكتشاف. ولكن يبقى السؤال المطروح وهو: إلى أي مدى كان لدى الطلبة المعلمين تخصص العلوم فهم عميق لمعنى التكرار؟ ربما هذا يحتاج إلى دراسة أخرى باستخدام أداة أخرى مثل المقابلة. وهذا التصوّر عُزِّز من خلال حصول العبارة "يمكن

الوصول إلى مصداقية عالية لنتائج البحوث العلمية، عندما يتمّ إجراء مجموعة من الدراسات عن الموضوع نفسه" على الترتيب الثاني، بمتوسط حسابي بلغ (4.25)، وبتصوّر إيجابي جدًا، فتكرار الدراسات -حسب فهم الطلبة- هو الوصول إلى نتائج عالية المصداقية.

أمَّا في الترتيب الثالث، فقد جاءت عبارة " يجب على العلماء تحديد قيمة عدم التأكد (Uncertainty) في نتائج أبحاثهم عندما ينشرونها في المجلات العلمية، أو يكتبون عنها تقارير علمية" ، بمتوسط حسابي بلغ (4.23)، بتصور "إيجابي جدًا"، وهذه العبارة تشير إلى فهم الطلبة لأهمية القيمة الشكية، أو عدم التأكد في مجال البحوث العلمية، لأنّه من الصعب أن تكون النتائج العلمية نسبة التأكد فيها 100%، فدائمًا عدم التأكد، أو الشكية موجودة حتى في العلوم الطبيعية، وفي كل فروع هذه العلوم (Doyle et al., 2023). وفي الحقيقة فإنّ من الأساسيات التي يدرسها الطلبة في التعليم الجامعي في سنتهم الأولى، عندما يبدأون بدراسة المقررات العلمية، هو كيفية حساب عدم التاكد، كون أنّ هذه العلوم ليست دقيقة بها نسبة ولو كانت بسيطة من عدم التأكد (Uncertainty) .

وفي الترتيب قبل الأخير، جاءت عبارة "يمكن نسخ الدراسات/البحوث التي تجرى في البحوث العلمية التطبيقية والطبيعية، ولا يمكن أن يتم ذلك في مجال البحوث الإنسانية " بمتوسط حسابي بلغ (3.73)، بمستوى تصور "إيجابي"، والتي تدل على فهم الطلبة على أنّ التكرار في العلوم الطبيعية ربّما أسهل وأكثر يسرًا، ويمكن تطبيقه بصورة أفضل مقارنة بالبحوث والدراسات في العلوم الإنسانية، التي تعتمد على الحالة النفسية والاجتماعية للفرد؛ وبالتالي لا يمكن ضبط متغيرات التجارب التي تتم على الإنسان. أمّا في الترتيب الأخير، فقد جاءت عبارة "يمكن الاعتماد على نتائج دراسة واحدة للوصول إلى تعميم عن الظاهرة العلمية قيد البحث والدراسة" ، بمتوسط حسابي بلغ (3.28)، بتصور "محايد" ، ولعل هذا يدل على عدم تأكد الطلبة فيما إذا كانت نتائج دراسة واحدة كافية للتعميم من جانب؛ أو لكون بعض الطلبة يعتقدون أن التجارب في العلوم الطبيعية يمكن ضبطها والتحكم فيها، وبالتالي ربما يمكن أن تكون نتائج دراسة واحدة كافية. ولكن هذا يمثل خطأ فادح في عالم العلوم الطبيعية، فقد يكون قد حدث خطأ ما، أو وجود عوامل تشويش تؤثر على نتائج التجربة في المرة الأولى. وبالتالي، فإن تكرار وتأكيد النتائج بواسطة تجارب ودراسات جديدة يمثل جزءًا مهما من عملية البحث والتقصي العلمي.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني

والذي نَصُّهُ: هل تختلف تصورات الطلبة المعلمين تخصص العلوم في كليات التربية بسلطنة عُمان، عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، وفقًا لمتغيرات الجنس (ذكر، أنثى)، والتخصص الدقيق (أحياء/كيمياء، كيمياء/أحياء، كيماء/فيزياء، فيزياء/رياضيات، مجال ثانٍ (علوم ورياضيات))، والتفاعل بينها؟ وللإجابة عن السؤال؛ اسْتُخْدِمَتِ المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية؛ لاستجابات أفراد العيِّنة، كما يُظْهِرُها الجدول (7).

جدول (7)

المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد العينة عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي، وفقًا لمتغيرات الجنس، والتخصص الدقيق

المتغيرات		محاور المقياس							
		الإنتاجية في العلم		التكرار في العلم		البحث والنشر العلمي			
		العدد	م	ع	م	ع	م	ع	
الجنس	ذكر	57	4.15	0.49	3.98	0.47	4.04	0.49	
	أنثى	96	4.21	0.53	4.05	0.49	4.09	0.46	
التخصص الدقيق	أحياء كيمياء	39	4.05	0.57	3.93	0.56	4.04	0.54	
	كيمياء أحياء	23	4.15	0.47	4.07	0.53	4.10	0.55	
	كيمياء فيزياء	21	4.30	0.51	3.98	0.49	4.08	0.43	
	فيزياء رياضيات	33	4.28	0.59	4.09	0.39	4.07	0.40	
	مجال ثان (علوم ورياضيات)	37	4.18	0.41	4.06	0.44	4.07	0.46	

يتبين من الجدول (7) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لاستجابات أفراد العينة، وللتعرف إلى مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق، والتأكد من مصدرها؛ احتسبت قيمة لمبدأ (Wilks Lambda) كما في الجدول (8).

جدول (8)

قيمة ويلكس لمبدأ لاستجابات أفراد العينة، وفقًا لمتغيرات (الجنس، والتخصص الدقيق)

مصدر التباين	قيمة ويلكس لمبدأ	قيمة ف المحسوبة	درجات الحرية	درجة حرية الخطأ	القيمة الاحتمالية
الجنس (أ)	0.988	0.585	3	141.00	0.626
التخصص الدقيق (ب)	0.892	1.367	12	373.34	0.179
(أ) × (ب)	0.909	1.144	12	373.34	0.323

يتضح من الجدول (8)، أنَّ قيم وبلكس لمبدأ تُشير إلى عدم وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (α =0.05) تعزى إلى متغير الجنس (ذكر، أنثى)، ومتغير التخصص الدقيق (أحياء/كيمياء، كيمياء/أحياء، كيماء/فيزياء، فيزياء/رياضيات، مجال ثان (علوم ورياضيات)) في تصورات الطلبة المعلمين عن التكرار والإنتاجية والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، ولم تظهر النتائج عن وجود أي تفاعل في المتغيرات. وهذا يدل على أن هذه المتغيرات ليس لها دور في إيجاد فروق في تصورات طلبة كلية التربية تخصص العلوم فيما يتعلق بالإنتاجية والتكرار والبحث العلمي. وقد تُعزى هذه النتيجة إلى أن الطلبة المعلمين في هذه التخصصات في الغالب يمارسون التجارب العلمية في المقررات العلمية التي يدرسونها بنفس الطريقة أو الكيفية، بغض النظر عن جنسهم أو تخصصهم. كما أن معظم التجارب التي يمارسونها هي تجارب تأكيدية، وليست كشفية، وأن الخطوات الخاصة بالتجارب مقدمة لهم في أدلة التجارب العلمية وما عليهم إلا إتباعها. كما أن العمل على تجارب مفتوحة النهاية ليس واردًا في برامج إعداد المعلمين -للأسف- في الكليات التربوية المستهدفة؛ كونها قد تتطلب وقتًا وجهدًا في التحضير والتنفيذ، وكذلك في الإشراف عليها، وأخيرًا قد يكون الطلبة المعلمين لم يتدربوا على مضامين الإنتاجية والتكرار بشكل كافٍ في المقررات العلمية التي يدرسونها.

التوصيات والمقترحات

في ضوء النتائج أعلاه يوصي الباحثان بما يلي:

- ضرورة الاهتمام بموضوع الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في مجال العلوم الطبيعيّة في جميع المستويات التعليميّة من الصف الأول حتى التعليم الجامعي؛ كونها من العناصر المهمة في تقدم العلوم الطبيعية وتطورها. ويتمُّ ذلك من خلال محتوى مناهج ومقررات العلوم الطبيعية وطراق التدريس والأنشطة وحتى عملية تقييم الطلبة سواء في التعليم المدرسي أو التعليم العالي. أمَّا بالنسبة للموضوعات التي يمكن أن تتضمنها فهي تلك المرتبطة بطبيعة العلم وفلسفته وتاريخه.
- تدريب معلمي العلوم قبل الخدمة وفي أثنائها في كيفية التعامل مع الجوانب المرتبطة بالإنتاجية والتكرار والبحث العلمي، لكي يتمكنوا من نقل هذا التدريب إلى طلبتهم أثناء تدريسهم للمواد العلمية في التعليم المدرسي بعد التخرج.
- توفير مواقف تعليمية مرتبطة بالإنتاجية والتكرار في العلوم الطبيعية في أثناء تنفيذ الطلبة المعلمين للتجارب العلمية في مؤسسات إعداد المعلمين من أجل إكسابهم فهم صحيح لهذه المصطلحات.

أمَّا بالنسبة لمقترحات الدراسة، فإنَّ الدراسة تقترح:

- توسيع حجم العينة لتشمل كليات أخرى لم تدخل من ضمن عينة هذه الدراسة؛ وبالتالي الحصول على نتائج تأكيدية لنتائج الدراسة الحالية.
- القيام بدراسة وصفية لتعرف تصورات معلمي العلوم في أثناء الخدمة عن الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي في العلوم الطبيعية، ومقارنتها بتصورات معلمي العلوم قبل الخدمة.
- تنفيذ دراسة تجريبية مبنية على أساليب لتعزيز الإنتاجية والتكرار والبحث العلمي، لدى معلمي العلوم قبل الخدمة، وقياس أثرها على تصورات هؤلاء المعلمين عن هذ المجالات أو المحاور.

المراجع

الخروصية، أسمهان (2020). تصورات المعلمين والطلبة المشاركين في برنامج "STEM OMAN" عن البرنامج. (رسالة ماجستير غير منشور)، جامعة السلطان قابوس.

عبدالرحمن، أحمد (2016). فاعلية استراتيجية المفاهيم الكرتونية في تصويب التصورات البديلة الخطأ للمفاهيم الجغرافية وتنمية الاتجاه نحو المادة لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. دراسات عربية في التربية وعلم النفس، (75)، 283-338. (ASEP).

الكراسنة، سميح (2005). تصورات المعلمين والمعلمين الطلبة للتعليم الفعال للدراسات الاجتماعية. المجلة الأردنية في العلوم التربوية، *1*(1)، 31 - 50.

Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. Nature 533, 452–454. https://doi.org/10.1038/533452a

Ball, R., Medeiros, N., Bussberg, N., & Piekut, P. (2022). An Invitation to teaching reproducible research: Lessons from a symposium, *Journal of Statistics and Data Science Education*. DOI: 10.1080/26939169.2022.2099489

Bean, B. (2023). Teaching reproducibility to the first-year college students: Reflections from an Introductory Data Science Course. *Journal of Empowering Teaching Excellence,* 7(2). From: https://uen.pressbooks.pub/jete7i2/

Doyle, E., Thompson, J, Hill, S., Williams, M., Paton, D., Harrison, S., Bostrom, A. & Becker, J (2023). Where does scientific uncertainty come from, and from whom? Mapping perspectives of natural hazards science advice. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 96*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103948

Held, L. & Schwab, S. (2020). Improving the reproducibility of science. *Significance 17*(1),10–11.Doi:10.1111/j.1740-9713.2020.01351.x

Meng, X. L. (2020). Reproducibility, replicability, and reliability. *Harvard Data Science Review, 2*(4), 1-13. DOI: https://doi.org/10.1162/99608f92.dbfce7f9

McIntosh, L., Vitale, C., Juehne, A., Haynes, L., Mothershead, S.,& Sumner, J. (2019). Making Science Better: Reproducibility, Falsifiability and the Scientific Method. *Digital Science Report*. DOI: 10.6084/ m9.figshare.9633158.

Murphy, J., Mesquida, C. ,& Warne, J. (2023). Survey on the attitudes towards and perception of reproducibility and replicability in sports and exercise science. *Communications in Kinesiology, 1*(5). DOI: 10.51224/cik.2023.53

National Academies of Sciences, Policy, Global Affairs, Board on Research Data, Information, Division on Engineering, ... & Replicability in Science. (2019). *Reproducibility and replicability in science*. National Academies Press.

Nichols, J., Olia, M., Kendall, W., & Boomerc, S. (2021). A better approach for dealing with reproducibility and replicability in science. *PNAS, 118*(7), e2100769118

Plant, A. & Hanisch, R. (2018). Reproducibility and Replicability in Science, A Metrology Perspective. *Report to the National Academies of Sciences, Engineering and Medicine*. *Washington DC*.

Powers, S. & Hampton, S. (2019). Open science, reproducibility, and transparency in ecology. *Ecological Applications, 29*(1), 2019, 1-8. https://doi.org/10.1002/eap.1822

Rahal, R., Kleinberg, B., Crusius, J., & Tio, P. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science, 346*(6251). https://doi.org/10.1126/science.aac4716.

Samuel S., & König-Ries B. (2021). Understanding experiments and research practices for reproducibility: an exploratory study. *Peer. J, 9*. https://doi.org/10.7717/peerj.11140