البنية العاملية لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب الثانوية العامة في ضوء نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد

إعـــــــداد

د. أحمد سمير مجاهد أبو الحسن

أستاذ علم النفس التربوي المساعد

كلية التربية– جامعة الزقازيق

Samir.megahed@gmail.com

ملخص:

هدف البحث إلى الكشف عن البنية العاملية لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى عينة من طلاب المرحلة الثانوية العامة، والتحقق من خصائصه السيكومترية. كما هدف إلى تحديد النموذج الأنسب للمقياس، سواء كان أحادي أو متعدد الأبعاد، باستخدام منهجية إحصائية متقدمة تعتمد على نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (MGRM)، تكونت العينة الاستطلاعية من (١١٤) طالبًا وطالبة من طلاب المرحلة الثانوية العامة، بمتوسط عمر يساوي (١٨.٠٨) عامًا، وانحراف معياري قدره (٠.٤٦٤). تم استخدام هذه العينة للتحقق الأولي من وضوح المفردات وإجراءات التطبيق. تكونت العينة النهائية من (١٣٧٥) طالبًا وطالبة من طلاب المرحلة الثانوية العامة، بمتوسط عمر يساوي (١٨.١٠) عامًا، وانحراف معياري قدره (٠.٤٦٠). تم استخدام هذه العينة للتحليل السيكومتري العميق باستخدام نموذج الاستجابة للمفردة. تم استخدام مقياس دافعية تعلم العلوم (SMQ II) الذي يتكون من (٢٥) مفردة موزعة على خمسة أبعاد دافعية رئيسية هي: الدافعية الداخلية، تقرير المصير، الكفاءة الذاتية، دافعية المسار المهني، ودافعية الدرجات. وأظهرت نتائج تحليل نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد أن مقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة يتكون من بعدين فقط، وليس خمسة أبعاد كما في البنية الأصلية للمقياس. تؤكد النتائج أن المقياس يتمتع بخصائص سيكومترية جيدة، حيث أظهرت مفرداته ملاءمة عالية واستقلالية عن بعضها البعض (لا يوجد اعتماد محلي)، كما أظهرت قدرة تمييزية جيدة بين مستويات الدافعية المختلفة. ويبرز البحث أهمية استخدام النماذج الإحصائية المتقدمة لتكييف المقاييس مع سياقات مختلفة، مؤكدًا على أن المقياس صالح وموثوق للاستخدام في هذا السياق المحدد.

الكلمات المفتاحية: دافعية تعلم العلوم– البنية العاملية – نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد – الخصائص السيكومترية – طلاب الثانوية العامة.

The Factor Structure of the Science Motivation Questionnaire: A Study of Psychometric Properties Among General Secondary School Students in Light of the Multidimensional Graded Response Model

Abstract:

The research aimed to reveal the factor structure of the Science Motivation Questionnaire for a sample of high school students and to verify its psychometric properties. It also aimed to determine the most suitable model for the questionnaire, whether it is a unidimensional or multidimensional one, using an advanced statistical methodology based on the Multidimensional Graded Response Model (MGRM). The pilot sample consisted of (114) male and female students from the general secondary stage, with a mean age of (18.08) years and a standard deviation of (0.464). This sample was used for the initial verification of item clarity and application procedures. The final sample consisted of (1375) male and female students from the general secondary stage, with a mean age of (18.10) years and a standard deviation of (0.460). This sample was used for in-depth psychometric analysis using the Item Response Theory. The Science Motivation Questionnaire (SMQ II) was used, which consists of (25) items distributed across five main motivational dimensions: Intrinsic Motivation, Self-determination, Self-efficacy, Career Motivation, and Grade Motivation. The results of the Multidimensional Graded Response Model analysis showed that the Science Motivation Questionnaire for high school students consists of only two factors (dimensions), not five as in the original structure of the questionnaire. The results confirm that the questionnaire has good psychometric properties, as its items showed high fit and independence from each other (no local dependence) and showed good discriminatory power between different motivation levels. The research highlights the importance of using advanced statistical models to adapt scales to different contexts, confirming that the scale is valid and reliable for use in this specific context.

Keywords: Science Motivation - Factor Structure - Multidimensional Graded Response Model - Psychometric Properties - General Secondary School Students.

مقدمة:

تُعد قضية انخفاض دافعية تعلم العلوم لدى الطلاب في المراحل التعليمية المتقدمة تحديًا أكاديميًا عالميًا، يزداد أهمية في ظل التطور التكنولوجي المتسارع والاعتماد المتزايد على التخصصات العلمية. ففي العديد من البلدان، بما في ذلك الولايات المتحدة، تُظهر الإحصائيات أن مستويات دافعية الطلاب لتعلم العلوم تتراجع بشكل ملحوظ مع انتقالهم من المراحل الدراسية الدنيا إلى العليا (Britner, 2008; You et al., 2018) إن هذه الظاهرة ليست مجرد مؤشر على ضعف التحصيل الأكاديمي، بل هي عامل حاسم يُؤثر على توجهات الطلاب المهنية المستقبلية؛ مما يثير قلقًا عميقًا لدى التربويين والباحثين وواضعي السياسات.(You et al., 2018)

وفي سعينا لفهم هذه الظاهرة المعقدة، يتطلب الأمر أدوات قياس دقيقة وموثوقة لتقييم دافعية تعلم العلوم (Science Motivation). تُشير الأدبيات العلمية إلى أن المقاييس النفسية والتربوية، مثل مقياس دافعية تعلم العلوم، تحتاج إلى فحص سيكومتري معمق لضمان صلاحيتها، خاصةً عند استخدامها في سياقات ثقافية وتعليمية مختلفة أو مع فئات عمرية متباينة .(Depaoli et al., 2018) فالطبيعة متعددة الأبعاد للدافعية، التي تتضمن أبعادًا مثل الدافعية الداخلية، والكفاءة الذاتية، ودافعية المسار المهني، تفرض تحديات منهجية على الأدوات التقليدية التي غالبًا ما تفترض أحادية البُعد؛ مما قد يؤدي إلى نتائج غير دقيقة وتفسيرات مضللة.

يأتي هذا البحث لمعالجة هذه الفجوة المنهجية، مستخدمًا إطارًا إحصائيًا متقدمًا يتمثل في نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (Multidimensional Graded Response Model - MGRM)، وهو أحد نماذج نظرية الاستجابة للمفردة (IRT). يُقدم هذا النموذج، على عكس النماذج التقليدية التي قد تفشل في التقاط الطبيعة المعقدة والمتعددة الأبعاد للدافعية، إمكانيات تحليلية فائقة؛ فهو يسمح بتقييم البنية العاملية للمقياس، وتحديد الخصائص السيكومترية لكل مفردة على حدة، بما في ذلك قدرتها على التمييز بين الطلاب ودرجة صعوبتها؛ مما يضمن أن تكون الأداة المُستخدمة صالحة وموثوقة (Depaoli et al., 2018).

مشكلة البحث وأسئلته:

تُعد دافعية تعلم العلوم أحد الركائز الأساسية التي تُسهم في التحصيل الأكاديمي للطلاب وتوجّههم نحو التخصصات العلمية والمهنية. في عالم يزداد فيه الاعتماد على المعرفة العلمية والتكنولوجية، يصبح فهم هذه الدافعية وتنميتها أمرًا بالغ الأهمية في مختلف المراحل التعليمية. ومع ذلك، فإن تصميم أدوات قياس دقيقة وموثوقة لهذه الدافعية يتطلب فحصًا معمقًا لخصائصها السيكومترية.

وتُشكل هذه النماذج المتقدمة ضرورة منهجية، حيث تتطلب نماذج راش أن تكون الاستبيانات أحادية البعد (Rasch, 1993) ولا يمكن استخدامها لتقييم الاستبيانات متعددة الأبعاد. علاوة على ذلك، تفترض نماذج راش أن جميع المفردات لها نفس معلمة التمييز. بمعنى آخر، يتم التعامل مع المفردات بنفس الطريقة

تمامًا فيما يتعلق بمدى تميزها بين الأفراد ذوي المستويات العالية والمنخفضة على البنية الكامنة موضع القياس. قد لا يكون هذا التقييد معقولًا نظرًا لأنه من المحتمل أن تساهم مفردات مختلفة في البناء الكامن بدرجات متفاوتة. في حين أن نموذج الاستجابة المتدرجة هو نموذج IRT أكثر مرونة من نموذج راش، فإنه نادرًا ما يستخدم في البحوث. علاوة على ذلك، تُستخدم نماذج IRT بشكل عام بشكل أقل بكثير من الأساليب الكلاسيكية، مثل تقييم المقاييس من خلال معاملات الثبات التقليدية (Depaoli et al., 2018, p. 1302) & (محمد، محمد حبشي حسين، ٢٠١٨)، مما يستلزم إظهار كفاءتها في هذا السياق البحثي.

كما تُقدم نظرية الاستجابة للمفردة (Item Response Theory - IRT) أطرًا إحصائية متقدمة لفهم كيفية عمل المقاييس النفسية والتربوية، من خلال تحليل العلاقة بين استجابات الأفراد للمفردات والسمة الكامنة التي تُقاس. تسمح هذه النماذج، وبخاصة نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (Multidimensional Graded Response Model)، بإجراء فحص دقيق للخصائص السيكومترية للمقاييس، مثل الثبات وتقديرات معالم المفردات، مع الأخذ في الاعتبار أن السمة المقاسة قد تكون متعددة الأبعاد.

ويُقدم نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد نتائج أكثر ثراءً وتفصيلًا من التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) والتوكيدي (CFA) لأنه يُركز على أنماط الاستجابة عبر جميع المفردات، بدلًا من مجرد دراسة التباينات بينها (Depaoli et al., 2018, p. 1301)؛ لذلك يُعد خيارًا قابلًا للتطبيق حتى مع أحجام عينات أصغر نسبيًا (تصل إلى ٢٠٠ فرد)، بشرط أن يكون المقدر الإحصائي المستخدم مناسبًا (Forero & Maydeu-Olivares, 2009).

ورغم أهمية دافعية تعلم العلوم، تُظهر العديد من الدراسات تحديات في توحيد البناء العاملي للمقاييس التي تقيسها عبر الفئات العمرية المختلفة. هذا التباين المحتمل في البنية يثير أسئلة جوهرية حول إمكانية استخدام نفس المقياس بتفسير واحد لنتائجه. من هنا، تنبثق مشكلة البحث التي تسعى للتحقق من البناء العاملي لمقياس دافعية تعلم العلوم، وتقييم خصائصه السيكومترية بدقة لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة؛ لضمان صلاحية وفعالية أداة القياس في هذا السياق التعليمي المحدد. وعليه، ويمكن تحديد مشكلة الدراسة في **الأسئلة** التالية:

١. ما البناء العاملي لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة؟
٢. ما الخصائص السيكومترية لمقياس دافعية تعلم العلوم (من حيث الثبات وتقديرات معالم المفردات) لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، في ضوء نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد؟

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى:

١. الكشف عن البناء العاملي لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، وتحديد النموذج الأنسب له (أحادي أو متعدد الأبعاد) في ضوء نموذج الاستجابة المتدرج.

٢. تحديد الخصائص السيكومترية (مثل الثبات، وتقديرات معالم المفردات) لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، وفقًا للنموذج المناسب الذي تم الكشف عنه.

أهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من جوانب نظرية وتطبيقية متعددة، تتمحور حول فهم دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة في ضوء النماذج المتقدمة لنظرية الاستجابة للمفردة:

أولًا: الأهمية النظرية:

١. **إثراء الأدبيات العلمية:** يُسهم البحث في تعميق الفهم الأكاديمي للبناء العاملي لدافعية تعلم العلوم، وهو مفهوم نفسي تربوي معقد، لا سيما في سياق المرحلة الثانوية العامة.

٢. **ديناميكية المفهوم:** رغم أن هذا البحث يركز على المرحلة الثانوية، إلا أن نتائجه قد تفتح نقاشًا حول إمكانية تغير بنية الدافعية عبر المراحل التعليمية المختلفة؛ مما يُسهم في فهم أعمق لطبيعة هذا المفهوم.

٣. **تطبيق نماذج متقدمة:** يُبرز هذا البحث قيمة وأهمية استخدام نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (Multidimensional Graded Response Model) في التحقق من الخصائص السيكومترية للأدوات النفسية والتربوية؛ مما يُعد إضافة منهجية مهمة للمكتبة العربية.

ثانيًا: الأهمية التطبيقية:

١. **تطوير وتكييف المقاييس:** تُقدم نتائج البحث إرشادات قيّمة لمصممي المقاييس والباحثين والمعلمين عند تطوير أو تكييف أدوات قياس دافعية تعلم العلوم؛ لضمان أن تكون هذه الأدوات صالحة وموثوقة ومناسبة لخصائص طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٢. **دعم الممارسات التعليمية:** يمكن للمربين والمعلمين في المرحلة الثانوية الاستفادة من فهمهم للبناء العاملي لدافعية تعلم العلوم. هذا الفهم يُمكنهم من تصميم استراتيجيات تدريسية ومناهج تعليمية أكثر فعالية وملاءمة للخصائص النفسية والدافعية المحددة لطلاب هذه المرحلة.

٣. **التوجيه الأكاديمي والمهني:** تساعد نتائج البحث المستشارين الأكاديميين في فهم أفضل للدوافع التي تحرك طلاب المرحلة الثانوية نحو تعلم العلوم؛ مما يُمكنهم من تقديم توجيهات أكثر دقة بخصوص المسارات التعليمية والمهنية التي تتناسب مع دوافع الطلاب.

٤. **توجيه البحث المستقبلي:** يفتح هذا البحث آفاقًا لبحوث مستقبلية تستكشف العوامل التي قد تؤثر في البنية العاملية لدافعية تعلم العلوم في المرحلة الثانوية، وكذلك تأثير هذه البنية في التحصيل الأكاديمي والاندماج في العملية التعليمية.

مصطلحات البحث:

نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (Multidimensional Graded Response Model - MGRM): يُعرَّف بأنه نموذج إحصائي متقدم ينتمي إلى نظرية الاستجابة للمفردة (Item Response Theory - IRT)، ويُستخدم لتقييم الخصائص السيكومترية لأدوات القياس التي تستخدم استجابات ترتيبية (ordinal responses) مثل مقاييس ليكرت الخماسية (Depaoli et al., 2018, p. 1301)، ويتميز بمجموعة من الخصائص الرئيسية:

- المرونة والتعقيد (Flexibility and Complexity): يختلف هذا النموذج عن النماذج التقليدية مثل نموذج راش (Rasch Model) في كونه لا يفترض أحادية البعد (Unidimensionality)؛ مما يسمح بتقييم المقاييس التي تتكون من عدة أبعاد أو عوامل كامنة، كما يُمكن استخدامه للتحقق من البنية العاملية للأداة بناءً على أسباب نظرية أو تجريبية؛ مما يوفر رؤى أعمق حول كيفية تنظيم الأبعاد الفرعية للمقياس (Depaoli et al., 2018, pp. 1302- 1305)
- معلمات المفردة (Item Parameters): يُقدم النموذج معلومات تفصيلية عن أداء كل مفردة على حدة من خلال معلمتين رئيسيتين:
  - تمييز المفردة (Item Discrimination): يُشير إلى قدرة المفردة على التمييز بين الأفراد ذوي المستويات المرتفعة والمنخفضة في السمة الكامنة، مثل الدافعية (Depaoli et al., 2018, p. 1301). والمفردات ذات التمييز العالي تُقدم معلومات أكثر دقة.
  - صعوبة المفردة (Item Difficulty) أو العتبة (Threshold): تُشير إلى الموقع الذي تقع فيه المفردة على متصل السمة الكامنة، وتُفسر على أنها مستوى السمة المطلوب للحصول على احتمال ٠.٥ للاستجابة بفئة معينة أو فئة أعلى (Depaoli et al., 2018, p. 1305)

دافعية تعلم العلوم (Science Motivation): تُعرَّف بأنها حالة داخلية تُثير وتُوجِّه وتُحافظ على السلوك الموجه نحو الهدف (Glynn et al., 2011, p. 1160) وهي عامل أساسي تُؤثر على مشاركة الطلاب في مواد العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وقرارهم بدراسة هذه المجالات (Bayanova et al., 2023, p. 1) ويتكون هذا المفهوم من عدة أبعاد رئيسية تتفاعل لتُشكل الدافعية لدى الطلاب. تُعتبر هذه الأبعاد حجر الزاوية في تقييم الدافعية، وتُشكل المكونات الأساسية لمقاييسها، مثل مقياس دافعية تعلم العلوم (SMQ II) الذي يُركز على الأبعاد التالية: الدافعية الداخلية (Intrinsic Motivation)، تقرير المصير (Self-Determination)، الكفاءة الذاتية (Self-Efficacy)، دافعية المسار المهني (Career Motivation)، ودافعية الدرجات (Grade Motivation)، هذه الأبعاد الخمسة تُشكل البنية الأساسية لمفهوم دافعية تعلم العلوم، وتُعد محورية في أي تقييم شامل لهذا المفهوم في السياقات الأكاديمية المختلفة.

الإطار النظري:

في هذا الجزء سيتم عرض إطار نظري عن متغيرات البحث وهي: نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد، دافعية تعلم العلوم:

أولًا: نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد:

قصور المنهجيات التقليدية مثل نظرية القياس التقليدية (CTT) والحاجة إلى بديل:

يمكن استخدام أدوات المسح لجمع معلومات حول خصائص المشاركين، مثل الدافعية، بطريقة فعالة من خلال مجموعة من الأسئلة المنظمة بشكل منهجي. لقد تم التحقق من صدق العديد من مقاييس الدافعية التي تم تطويرها باستخدام المنهج التقليدي للقياس النفسي القائم على نظرية الاختبار الكلاسيكية (CTT). ومع ذلك، تثير نظرية الاختبار الكلاسيكية بعض القضايا السيكومترية التي تؤثر على تطوير أدوات قياس صالحة وموثوقة، بينما تعالج نماذج نظرية الاستجابة للمفردة العديد من قيود هذه النظرية. (You et al., 2018, pp. 1161-1162) وقد هدف هذا البحث إلى التغلب على قيود المحاولات الإحصائية والسيكومترية الحالية من خلال فحص – مقياس دافعية تعلم العلوم (SMQ II) الذي طوره Glynn et al (٢٠١١) – باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) ونموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد (MGRM). ويُعد التحقق من الصدق باستخدام نماذج نظرية الاستجابة للمفردة طريقة غنية بالمعلومات وعملية؛ لتقييم أداة قياس ذات هيكل مقياس تصنيفي؛ مما يعالج قضايا صلاحية البناء في التقييمات النفسية والتربوية.

في حين يتم إجراء البحوث في مجال علم نفس بعدة طرق؛ تتضمن إحدى الطرق الشائعة لجمع البيانات إجراء دراسات استقصائية أو استبيانات تستخدم لتقييم البنيات المتعلقة بالظواهر النفسية. وقد شهد مجال علم النفس تطوير العديد من الدراسات الاستقصائية الرئيسية المستخدمة لتقييم الجوانب المختلفة للظواهر النفسية (Broadbent et al., 2015; Moss-Morris et al., 2002).

ومن منظور تطوير الاستبيانات المسحية، من المهم إجراء فحص شامل للخصائص السيكومترية لأي استبانة قبل وضع اللمسات النهائية على المقياس لاستخدامه على نطاق واسع. توفر هذه الخصائص معلومات حول أبعاد الاستبانة (على سبيل المثال، ما إذا كانت هناك مقاييس فرعية متعددة)، والثبات، وأداء المفردات بصورة فردية. وهناك العديد من الطرق المختلفة التي يمكن استخدامها لتقييم الخصائص السيكومترية للاستبيان. على سبيل المثال؛ يمكن استخدام معاملات الثبات لوصف مدى ارتباط كل مفردة بالدرجة الكلية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام طرق مثل التحليل العاملي التوكيدي (CFA) لاختبار الفرضيات حول أبعاد الاستبانة. ويتم تنفيذ هذه الأساليب بشكل شائع كخطوة أولى عند فحص استبانة جديدة (Conner et al., 2013; de Miranda Azevedo et al., 2016; Devine et al., 2014).

وعلى الرغم من أن هذه التقنيات المباشرة نسبيًا مفيدة في تقييم تكوين استبانة جديدة، إلا أن هناك تقنيات أخرى تعتمد على إطار نظرية الاستجابة للمفردة (IRT) التي توفر تقييمًا أكثر تفصيلًا لمفردات الاستبانة (Depaoli et al., 2018, p. 1300).

في البحث الحالي، نقوم بتفصيل طريقة IRT تسمى نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد والتي يمكن استخدامها لتقييم مفردات جديدة للاستبيان بدقة. ويذكر (Depaoli et al., 2018, p. 1300) أنه حدد ١٢٦ مقالة في المجلات التي أدمجت تطوير المقياس أو التقييم من هذه المقالات، استخدمت خمسة فقط الأساليب المستندة إلى IRT، والطرق التقليدية المستخدمة المتبقية (مثل تحليل العوامل، ألفا كرونباخ، الارتباط بين المفردة– الدرجة الكلية). من بين الطرق الخمس المعتمدة على IRT، نفذت دراستان فقط نموذج الاستجابة المتدرجة. على الرغم من أن الأساليب المعتمدة على IRT تكون أكثر إفادة خلال مرحلة تطوير وتقييم المجال، إلا أنها نادرًا ما تستخدم في أدبيات علم نفس المرتبطة بفروع أخرى. من الممكن أن تكون الأساليب المعتمدة على IRT ممثلة تمثيلًا ناقصًا في هذه المجلات لأنه يُنظر إليها على أنها صعبة التنفيذ والتفسير أو تتطلب أحجام عينات لا يمكن تحقيقها تقريبًا في الأبحاث "النموذجية".

ومن أهداف البحث تزويد العلماء والباحثين في علم النفس بمقدمة سهلة الاستخدام لأداة IRT التي يمكن أن تعزز تطوير الاستبانة وتقييمها. يتألف الجمهور المستهدف من الباحثين المهتمين بمعرفة كيفية تنفيذ مناهج IRT، وتحديدًا نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد؛ لتقييم المقياس والمفردات للاستبيانات المستخدمة في المقاييس النفسية، في البحث الحالي يتم ذلك بوصف الفوائد المحددة لتطبيق أساليب IRT في البحوث. من خلال عرض نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد. ويتم تسليط الضوء على الجوانب المتعلقة بالمقياس متعدد الأبعاد (ثنائي البعد) للمرحلة الثانوية كما تم التوصل إلى ذلك من خلال المنهجين الكلاسيكي والحديث. ولتوضيح تطبيق النموذج، تم استخدام استجابات (١٣٧٥) من طلاب المرحلة الثانوية العامة، على ٢٥ مفردة في استبانة الدافعية لتعلم العلوم.

لقد تم التركيز على نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد بسبب الفوائد التي يحملها مع الاستجابات الفئوية المرتبة في مقاييس متعددة الأبعاد (Depaoli et al., 2018, p. 1301).

مفهوم نظرية الاستجابة للمفردة (IRT):

IRT هو أسلوب نمذجة قوي يستخدم لتقييم الخصائص السيكومترية للاستبيانات المسحية ذات الاستجابات الفئوية (المرتبة وغير المرتبة) (Embretson, 1996; Raykov & Marcoulides, 2011).

تتشابه نماذج IRT مع نماذج التحليل العاملي من حيث إنها توفر معلومات حول الأبعاد وملاءمة النموذج (أي مدى نجاح تسجيل خيار معين في تمثيل البيانات؛ (Kamata & Bauer, 2008)). ويتمثل الاختلاف الرئيسي بين منهج IRT وأساليب تحليل العوامل في كيفية معالجة البيانات. ففي حين أن طرق تحليل العوامل تدرس التباينات (أو العلاقات) بين المفردات الفردية، فإن نماذج IRT تدرس أنماط الاستجابة الشاملة عبر جميع العناصر أو المفردات (Embretson, 1996).

ونتيجة لتقييم أنماط الاستجابة للمفردات، توفر تقديرات المعلمات التي تم الحصول عليها نظرة ثاقبة حول كيفية عمل المفردات. يمكن أن يكون هذا النوع من المعلومات مفيدًا بشكل خاص أثناء عملية تطوير الاستبانة. بالإضافة إلى ذلك، تقوم أساليب التحليل العاملي ببناء علاقة خطية بين درجة العامل والاستجابة للمفردة. وهذا يتناقض مع منهج IRT، الذي يبني علاقة غير خطية بين السمات الكامنة والاستجابات على المفردات (Depaoli et al., 2018, p. 1301).

كما أن هناك العديد من الأشكال المختلفة لنماذج IRT التي تم استخدامها للمساعدة في تطوير الاستبانات. ولعل المنهج الأكثر شيوعًا القائم على IRT في علم نفس هو نموذج راش Rasch، وهو حالة خاصة من IRT مقيدة إلى حد ما (Rasch, 1993).

وتتضمن دراسة You et al., (2018) تطبيق نموذج سلم التقدير rating scale model على مقياس الدافعية لتعلم العلوم. ومع ذلك، هناك نماذج IRT متقدمة أخرى أكثر إفادة وأقل تقييدًا من هذا النموذج، منها النموذج الخاص بالاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (MGRM).

الصيغة الرياضية لنموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (MGRM):

في نموذج الاستجابة المتدرج (GRM)، تكون استجابات المفردات فئوية ومرتبة، على سبيل المثال، "ضعيف"، و "جيد"، و "ممتاز"، أو "أعارض بشدة"، و "أعارض"، و "أوافق"، و "أوافق بشدة". إذا كانت هناك نتيجتان فقط، فإن نموذج GRM يكافئ نموذج المعلمتين اللوجستي (2PL)، أما إذا كانت استجابات المفردات غير مرتبة، فإن نموذج الاستجابة الإسمية (NRM) هو النموذج الأنسب.

يسمح نموذج GRM بتفاوت الفئات المرتبة بين المفردات، سنفترض أن مستويات النتائج لجميع المفردات تُعطى بالرمز $k = 0, 1, \ldots, K.$

في نموذج الاستجابة المتدرج (GRM)، تُنمذَج كل مفردة بمعلَمة التمييز الخاصة بها ونقاط قطع تحدد الحدود الفاصلة بين النتائج المرتبة. ويُعطى احتمال ملاحظة النتيجة K أو أعلى للمفردة i والشخص j بالصيغة التالية:

$$\Pr(Y_{ij} \geq k \mid \theta_j) = \frac{\exp\{a_i(\theta_j - b_{ik})\}}{1+\exp\{a_i(\theta_j - b_{ik})\}} \qquad \theta_j \ : \ \mathrm{N}(0,\ 1)$$

حيث:

- $\Pr(Y_{ij} \geq k \mid \theta_j)$ احتمال أن تكون استجابة الشخص j للمفردة i هي الفئة K أو أعلى، بشرط مستوى السمة θ_j
- a_i معلَمة التمييز (Discrimination parameter) للمفردة i
- θ_j مستوى السمة الكامنة (القدرة/الدافعية) للشخص j
- b_{ik} نقطة القطع (Cutpoint) أو المعيَق للمفردة i بين الفئة $K-1$ والفئة K

ملاحظة: يتم افتراض أن $\Pr(Y_{ij} \geq 0 \mid \theta_j) = 1\$ \ \& \ \$\Pr(Y_{ij} \geq K+1 \mid \theta_j) = 0$، حيث K هو أكبر فئة استجابة (StataCorp, 2025, pp. 81-82).

يُعرف النموذج السابق في حالة وجود عدة أبعاد بالنموذج متعدد الأبعاد للاستجابة المتدرجة **(Multidimensional Graded Response Model - MGRM)**

في حالة M من الأبعاد (السمات)، يكون المتجه $\boldsymbol{\theta}_j = (\theta_{j1}, \theta_{j2}, \ldots, \theta_{jM})$ يمثل مستويات السمة للشخص j على جميع الأبعاد، ويصبح معلَم التمييز a_i **ناقل تمييز** $\mathbf{a}_i = (a_{i1}, a_{i2}, \ldots, a_{iM})$

تصبح الصيغة التراكمية عادةً في الشكل اللوجستي التعويضي:

$$\Pr(Y_{ij} \geq k \mid \boldsymbol{\theta}_j) = \frac{\exp\left\{\sum_{m=1}^{M} a_{im}\theta_{jm} - c_{ik}\right\}}{1+\exp\left\{\sum_{m=1}^{M} a_{im}\theta_{jm} - c_{ik}\right\}}$$

حيث:

- $\sum_{m=1}^{M} a_{im}\theta_{jm}$ هو حاصل الضرب القياسي أو التجميع الخطي لدرجات السمة θ_{jm} ومُعاملات التمييز المقابلة لها a_{im}
- c_{ik} هي معلَمة العتبة/القطع المُعدّلة (أو ما يعادلها في الصيغة الأصلية). في بعض التشكيلات، يتم إعادة تعريف $c_{ik} = \sum_{m=1}^{M} a_{im}b_{ik}$، حيث b_{ik} هي نقطة القطع المشتركة، لكن الصيغة أعلاه هي الأكثر شيوعًا في سياق النموذج اللوجستي متعدد الأبعاد (MGRM)(Jiang et al., 2016) & (Kehinde et al., 2022).

يمكن القول أن أحد نماذج IRT الأكثر صلة بالأبحاث النفسية هو نموذج الاستجابة المتدرجة (Samejima, 1968; Van der Linden & Hambleton, 1997). ونموذج الاستجابة المتدرجة هو نموذج IRT تم تطويره لتقييم الاستبيانات التي تستخدم الاستجابات الترتيبية (ordinal responses) مثل المقاييس من نوع ليكرت المرتبة. يصف هذا النموذج عمل المفردة عبر نوعين من معلمات المفردة لكل مفردة: تمييز المفردة ومعلمات صعوبة المفردة (يشار إليها أيضًا بالعتبة (threshold)). تقوم معلمات التمييز بتقييم مدى جودة تمييز المفردة (أو التفريق) بين الأفراد الذين سجلوا درجات عالية ومنخفضة في القدرة الكامنة (Depaoli et al., 2018, p. 1301) (مثل دافعية تعلم العلوم في البحث الحالي). ومع ذلك، قد يكون الأمر أيضًا أن المفردات التي تظهر تمييزًا أقل نسبيًا توفر معلومات عبر نطاق أوسع من السمة الكامنة؛ وفي المقابل، قد توفر المفردات ذات معلمات التمييز الأكبر معلومات عبر نطاق أضيق نسبيًا من السمة الكامنة. تصف صعوبة المفردة (أو موقع المفردة) مدى ارتفاع السمة الكامنة (مثل دافعية تعلم العلوم في البحث الحالي).

ويمكن تحديد نموذج الاستجابة المتدرجة للسماح بنماذج متعددة الأبعاد؛ مما يجعل المقارنة بين بدائل الاستجابة المختلفة ممكنة (Embretson, 1996).

وتتطلب نماذج راش أن تكون الاستبيانات أحادية البعد Rasch, (1993) ولا يمكن استخدامها لتقييم الاستبيانات متعددة الأبعاد. علاوة على ذلك، تفترض نماذج راش أن جميع المفردات لها نفس معلمة التمييز. بمعنى آخر، يتم التعامل مع المفردات بنفس الطريقة تمامًا فيما يتعلق بمدى تميزها بين الأفراد ذوي المستويات العالية والمنخفضة على البنية الكامنة موضع القياس. قد لا يكون هذا التقييد معقولًا نظرًا لأنه من المحتمل أن تساهم مفردات مختلفة في البناء الكامن بدرجات متفاوتة. في حين أن نموذج الاستجابة المتدرجة هو نموذج IRT أكثر مرونة من نموذج راش، فإنه نادرًا ما يستخدم في البحوث. علاوة على ذلك، تُستخدم نماذج IRT بشكل عام بشكل أقل بكثير من الأساليب الكلاسيكية، مثل تقييم المقاييس من خلال معاملات الثبات التقليدية (Depaoli et al., 2018, p. 1302).

ربما يكون السبب الرئيسي وراء عدم استخدام نماذج IRT بشكل كافٍ في الأبحاث المرتبطة بفروع علم النفس هو فكرة أن هذه الأساليب تتطلب أحجام عينات كبيرة جدًا – أكبر مما هو ممكن بالنسبة لمعظم الاستفسارات (على سبيل المثال، أحجام العينات بالآلاف). وقد وجد (Forero & Maydeu-Olivares, 2009) أن نموذج الاستجابة المتدرجة قابل للتطبيق مع أحجام عينة صغيرة تصل إلى ٢٠٠، وهو حجم عينة أكثر جدوى للبحوث الحالية. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن متطلبات حجم العينة ترتبط ارتباطًا مباشرًا بتعقيد النموذج. بمعنى آخر، يمكن اعتبار حجم العينة "الكبير" في أحد النماذج "صغيرًا" بالنسبة لنموذج آخر أكثر تعقيدًا؛ يعتمد ذلك على مدى تعقيد النموذج (أي عدد المعلمات التي يتم تقديرها)، بالإضافة إلى مقدار الضوضاء (noise) في البيانات. ومع ذلك، لا يمكن للباحث التأكد مما إذا كان النموذج سيقدر بشكل صحيح مع حجم عينة معين ما لم يتم إجراء دراسة المحاكاة (simulation study)

أولًا. وعلى ذلك يوصي Depaoli et al., (2018, p. 1302) الباحثين الذين يتطلعون إلى تنفيذ نموذج الاستجابة المتدرجة أن يضعوا في اعتبارهم ضمان الحصول على أحجام عينة كافية في ضوء سياق النمذجة المحدد.

والهدف من هذا البحث هو توضيح استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد لتقييم الخصائص السيكومترية للاستبيان عندما تكون أحجام العينات الكبيرة نسبيًا غير قابلة للتحقيق. ويمكن استخدام منهج النمذجة هذا لمجموعة واسعة من الاستبيانات والتي تتجاوز الاستبانة المتعلقة بالدراسة الحالية.

ومن المهم أن نلاحظ أن منهج النمذجة هذا يمكن تطبيقه على أي مجال جوهري لتطوير الاستبيانات، وخاصة مع الاستبيانات التي تعتمد على الاستجابات الفئوية المرتبة (على سبيل المثال، المقاييس من نوع ليكرت).

التحليل الإحصائي بناء على نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (MGRM):

يعتمد البحث الحالي على تحليل جميع البيانات في بيئة برمجة R Core Team, (2024) باستخدام حزمة نظرية الاستجابة للعناصر متعددة الأبعاد (Chalmers, 2012; Phil Chalmers et al., 2024) باستخدام مُقدِّر الأرجحية العظمى للمعلومات الكاملة (full-information maximum likelihood estimator (FIML)). فقد أوصى Forero & Maydeu-Olivares, (2009) باستخدام مقدر FIML عند تقدير نماذج IRT ذات أحجام عينات صغيرة نسبيًا.

في البحث الحالي، يتم استخدام نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (Samejima, 1968; Van der Linden & Hambleton, 1997)؛ لتوضيح كيفية تقدير النموذج متعدد الأبعاد (أي مقياسين فرعيين) لمقياس دافعية تعلم العلوم للمرحلة الثانوية العامة.

وتم استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد للتحرر من افتراض أحادية البعد لنموذج الاستجابة المتدرج التقليدي.

ويمكن أن يكون اختيار النموذج متعدد الأبعاد نتيجة لأسباب نظرية (أي أن النظرية تحدد سمات كامنة متعددة) أو تجريبية (أي أن النتائج تشير إلى وجود سمات متعددة) (Depaoli et al., 2018, p. 1305).

في البحث الحالي، يتم الاعتماد على النتائج التجريبية على عينة من المرحلة الثانوية العامة؛ لتحديد أبعاد مقياس دافعية تعلم العلوم، ونستخدم النتائج التجريبية لتقديم المزيد من الأدلة الدالة على أن مقياس دافعية تعلم العلوم متعدد الأبعاد وليس أحادي البعد. بعد ذلك، نوضح كيفية تفسير النتائج على مستوى المفردة لمقياس دافعية تعلم العلوم من حيث تمييز وصعوبة المفردة.

ويشير Depaoli et al., (2018, p. 1305) إلى أنه تمثل معلمة التمييز المنحدر، الذي يشير إلى مدى جودة خيارات استجابة المفردة في التمييز (أو التفرقة) بين أولئك الذين لديهم مستويات عالية ومنخفضة

من دافعية تعلم العلوم. إذا كان التمييز مرتفعًا، فإن المفردة توفر معلومات وفيرة حول اختلافات السمة الكامنة (في البحث الحالي هي دافعية تعلم العلوم) بين الأفراد. إذا كان التمييز منخفضًا، فإن المفردة لا توفر الكثير من المعلومات حول اختلافات السمة الكامنة (في البحث الحالي هي دافعية تعلم العلوم) بين الأفراد وقد يشير إلى المفردات التي تحتاج إلى تعديل أو حذف.

كما يشير Depaoli et al., (2018, p. 1305) إلى أنه تسمى المعلمة الثانية بمعلمة صعوبة المفردة. تحصل هذه المعلمة على اسمها في سياق الاختبارات التعليمية حيث يتم تصنيف المفردات على أنها سهلة أو صعبة أو في مكان ما بين المتقدمين للاختبار النموذجي. فيما يتعلق بالاستبيانات في علم النفس بصورة خاصة والاستبيانات بصفة عامة، تشير معلمة صعوبة المفردة إلى المكان الذي تقع فيه المفردة على متصل السمة الكامنة. يتم تفسير معلمات الصعوبة (أي قيم العتبة أو نقط الانقلاب) على أنها مدى الارتفاع الذي يجب أن يصل إليه مستوى السمة الكامنة (في البحث الحالي هي دافعية تعلم العلوم) للفرد من أجل الحصول على احتمال ٠.٥ لتأييد فئة الاستجابة المحددة أو فئة أعلى.

ويحتوي مقياس دافعية تعلم العلوم على خمس خيارات استجابة لكل مفردة، وبالتالي سيكون له أربع عتبات (معلمات الصعوبة) مقدرة لكل مفردة. توفر معلمة الصعوبة نظرة ثاقبة للعلاقة بين السمة الكامنة (مثل مستويات دافعية تعلم العلوم) وفئات الاستجابة المحددة للمفردات.

يمكن أيضًا وصف ثبات الاستبيانات من منظور IRT. يختلف ثبات IRT عن معاملات ثبات التقليدية (أي: ألفا كرونباخ) بعدة طرق. وأبرزها أن ثبات IRT هي نسبة التباين الموضح في أنماط الاستجابة إلى عدم اليقين (أو الخطأ) في أنماط الاستجابة (Kim & Feldt, 2010; Sireci et al., 1991). وبعد تقدير النماذج، يتم التحقق من الملاءمة المطلقة والنسبية لكل نموذج (Depaoli et al., 2018, p. 1305).

وعادةً ما يتم فحص ملاءمة النموذج (Model fit) باستخدام مجموعة متنوعة من المقاييس التي تنقل جوانب مختلفة من مدى ملاءمة النموذج للبيانات. هناك العديد من المقاييس التي يمكن استخدامها في هذا السياق، وبعضها خاص بالاستفسارات المستندة إلى IRT. أحد هذه المقاييس هو M2 المختزل (reduced M2)، وهو مقياس محدودية ملاءمة المعلومات (limited-information fit) الذي يتفوق على إحصاءات ملاءمة المعلومات الكاملة (full-information fit) (مثل Pearson x2) عندما تكون أحجام العينات صغيرة نسبيًا (Cai & Hansen, 2013).

ويشير M2 المختزل إلى ملاءمة النموذج بشكل مناسب عندما تكون القيمة p أكبر من ٠.٠٥ أي غير دالة. مقياس آخر هو جذر متوسط مربع خطأ التقريب (root mean square error of approximation (RMSEA))، والذي يشير إلى ملاءمة النموذج بشكل مناسب عندما تشمل فترة الثقة ٠.٠٥ أو تقل عنها (MacCallum et al., 1996).

وفي البحث الحالي استخدمت مجموعة من المقاييس؛ لتقييم الملاءمة الشاملة للنموذج، والعديد من المقاييس الأخرى لمقارنة الملاءمة؛ على وجه التحديد، تم استخدام المقاييس التالية:

- nested log-likelihood test
- Akaike information criterion (AIC)
- AIC corrected (AICc)
- Bayesian information criterion (BIC)
- sample size adjusted BIC (saBIC)

يتم تقييم اختبار (nested log-likelihood test) من خلال مقارنة اختلافات (log-likelihoods) من كل نموذج مرتين. ثم تتم مقارنة هذا الفرق بتوزيع مربع كاي ($\chi 2$ distribution) بدرجات حرية (df) تساوي الفرق في عدد المعلمات في كل نموذج (أي واحد لهذا التحليل)، اختبار (information criteria) يحدد معايير المعلومات للحل الأمثل باعتباره النموذج ذو القيم الأقل في معيار معلومات محدد (أي تتم مقارنة AIC للنموذج ١ وAIC للنموذج ٢؛ (Sclove, 1987)) (Depaoli et al., 2018, p. 1306).

إذا كان النموذج الإحصائي لا يعكس البيانات بشكل كاف، فإن الخطوة التالية هي فحص/التحقق في المصادر المحتملة لعدم ملاءمة النموذج، والتي تشمل ملاءمة المفردة (item fit) والاعتماد المحلي (local dependence) (Reise, 1990).

ومن المهم أن نلاحظ أن هناك خيارات أخرى للتحقيق في عدم ملاءمة النموذج، ولكن للإيجاز نركز على الخيارين التاليين:

تشير ملاءمة المفردة (Item Fit) إلى ما إذا كانت مفردة الاستبانة تنتمي إلى الاستبانة. وإحدى طرق تقييم ملاءمة المفردات الفردية في نماذج IRT هي إحصائيات S-X2 المعممة (generalized S-X2 statistics) (Kang & Chen, 2008; Orlando & Thissen, 2000, 2003) هذه الإحصاءة تشبه (Pearson x2)، ولكنها في المقابل تقوم بتجميع فئات الاستجابة للمفردة مقابل الدرجة الكلية للمقياس الفرعي للمفردة المناظرة. وللتحكم في المقارنات المتعددة، تم تعديل القيم الاحتمالية (p-values) الناتجة لـ S-X2 لمعدل الاكتشاف الخاطئ (false discovery rate (FDR)) (Benjamini & Hochberg, 1995). إن FDR هو تصحيح لمقارنات متعددة وهو أكثر ملاءمة في نماذج IRT من تصحيح بونفيروني (Bonferroni correction). لقد وجد أن طريقة بونفيروني ضعيفة القوة (underpowered) عند تقييم ملاءمة المفردة والاعتماد المحلي في نماذج IRT؛ لأن مقدار المقارنات التي يتم تعديلها بسرعة تصبح كبيرة (Benjamini & Hochberg, 1995).

بعد ذلك، يمكن تقييم الاعتماد المحلي (local dependence) وقد تشير الانتهاكات إلى وجود مقاييس فرعية. ومع ذلك، فإن هذا يتطلب فحصًا أكثر شمولًا لمحتوى المفردة. يمكن تقييم الاعتماد المحلي (local dependence) باستخدام مؤشر (G2 LD index) الذي قدمه (Chen & Thissen, 1997)،

والذي اعتبر مناسبًا للتحقق من الاعتماد المحلي (local dependence) في البحث الحالي؛ وتشير القيم ذات الدلالة الإحصائية إلى احتمال وجود تباينات للبواقي بين المفردات ويجب اتخاذ القرارات بشأن ما إذا كان سيتم الاحتفاظ بالمفردات أو استخدام نموذج بديل (Depaoli et al., 2018, p. 1306).

مقارنة منهج IRT بالتحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي (EFA & CFA):

يذكر Depaoli et al., (2018) أنه من بين ١٢٦ مقالة حددوا أنها تتضمن تطوير أو تقييم المقياس، استخدم ٧٥ منها EFA أو CFA للقيام بذلك. نظرًا لأن EFA أو CFA هو منهج شائع يجب اتباعه في أدبيات علم نفس، فقد أضافوا مقارنة بين هذه التقنيات ونموذج الاستجابة المتدرجة.

ويمكن استخدام EFA أو CFA للإجابة على أسئلة مختلفة مقارنة بنموذج الاستجابة المتدرجة. يتم استخدام EFA عادةً لتقييم عدد ومكونات المقاييس الفرعية المحتملة. يتم استخدام هذا المنهج بطريقة استكشافية؛ لتقييم وتحديد المقاييس الفرعية المحتملة في الاستبانة. يمكن أن يساعد هذا النوع من المنهج في وضع أساس للاستعلام التوكيدي، حيث يتم اختبار حل مقياس فرعي معين (أي: مقياسين فرعيين يتكون كل منهما من مجموعة مفردات معينة) أو فحصه بشكل أكبر. يمثل EFA عادةً المرحلة الأولية للتقييم الفرعي للمقياس.

وبمجرد تحديد المقاييس الفرعية المحتملة، يمكن تنفيذ منهج أكثر توكيدًا (على مجموعة جديدة من البيانات) لفحص ما إذا كان حل المقياس الفرعي قابلًا للتطبيق إحصائيًا. CFA هو منهج شائع لفحص المقاييس الفرعية بهذه الطريقة. يتم تحديد المقاييس الفرعية المفترضة (استنادًا إلى النظرية أو EFA أو طريقة استكشافية أخرى مماثلة) و"اختبارها" باستخدام مقاييس ملاءمة النموذج وتقييمه، بالإضافة إلى تقييم قوة أنماط التشبعات بين المفردات والمقاييس الفرعية الكامنة.

يتضمن البحث ونتائجه الحالية نتائج المقارنة بين EFA الخاصة بمقياس دافعية تعلم العلوم. وكمثال على استخدام EFA، تمت مقارنة الحلول ذات العامل الواحد والعاملين. في الحل ذو العامل الواحد، تم تشبع جميع المفردات على عامل واحد؛ مما يشير إلى عدم وجود مقاييس فرعية. في الحل المكون من عاملين، تم تشبع المفردات بشكل منفصل على كل عامل (باستخدام درجة قطع لتشبع العامل ٠.٤). تشير مؤشرات ملاءمة النموذج إلى أن الحل المكون من عاملين يتفوق على الحل ذو العامل الواحد بالنسبة لعينة طلاب الثانوية العامة. وبالنظر إلى أن EFA يقدم معالجة استكشافية للعوامل، يمكن أن يوفر هذا المنهج للباحثين أدلة على أن العوامل المفترضة قابلة للاستخدام بالفعل في المقاييس الفرعية.

كان الغرض من هذا البحث هو توضيح استخدام أساليب IRT في تقييم الخصائص السيكومترية للمقاييس ذات الصلة بالبحوث النفسية، وتوضيح كيف يختلف نوع النتائج عن الأساليب الكلاسيكية EFA. تم استخدام مقياس دافعية تعلم العلوم كمثال لتسليط الضوء على كيفية استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد؛ لتفصيل أداء المفردة وبنية الاستبانة من خلال إطار IRT. ينبغي النظر إلى نتائج هذه الاستبانة كمثال لكيفية تنفيذ وتفسير نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد. إن الاستخدام المحتمل

للطرق المعتمدة على IRT أوسع بكثير من هذا المقياس. في الواقع، كان من الممكن أن يركز هذا البحث على أي استبانة، وليس فقط مقياس دافعية تعلم العلوم. يمكن أن يمتد إطار النمذجة هذا إلى ما هو أبعد من العلوم النفسية، ومن المحتمل أن يفيد مجموعة واسعة من المجالات الأخرى.

تعليق على IRT مقابل منهج تحليل العوامل:

يمكن أن يكون كل من EFA أو CFA مفيدًا جدًا فيما يتعلق بتطوير المقياس وتقييمه. ومع ذلك، فإن النتائج التي تم الحصول عليها من خلال نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد تكون أكثر ثراءً بكثير فيما يتعلق بأداء المفردات الفردية. يمكن استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد لتقييم الأبعاد (على غرار منهج EFA).

ومع ذلك، بمجرد اختيار النموذج، يوفر هذا الإطار أيضًا معلومات مفصلة حول المفردات الفردية ومدى انعكاسها للمقاييس الفرعية التي يتم قياسها من خلال معلمات التمييز والصعوبة، فضلًا عن ملاءمتها للمفردات الفردية. هذا النوع من التفاصيل ليس متاحًا على نطاق واسع في EFA أو CFA.

يمكن أن نرى هذه الميزة بسهولة من خلال مقارنة نوع النتائج التي تم الحصول عليها من خلال نموذج الاستجابة المتدرجة وأساليب تحليل العوامل المتعلقة بمقياس دافعية تعلم العلوم. كان المنهج القائم على IRT قادرًا على توفير معلومات حول المفردات الفردية، بما في ذلك القدرة على التمييز عبر مستويات مختلفة من السمة الكامنة والمعلومات المقدمة من كل فئة استجابة. على الرغم من أنه يمكن استخدام الأساليب التقليدية للإجابة على أنواع مختلفة من الاستفسارات، فمن المهم التعرف على الأساليب القائمة على IRT كأداة قيمة لتقييم الاستبيانات النفسية.

تم استخدام استبانة دافعية تعلم العلوم كمثال لتسليط الضوء على بعض مزايا المنهج القائم على IRT. كان ملاءمة النموذج مقبولة ولم تكن هناك مشكلات تتعلق بملاءمة المفردة أو الاعتماد المحلي. كانت هذه أول دراسة لتقييم الخصائص السيكومترية لمقياس دافعية تعلم العلوم باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد في البيئة العربية– في حدود علم البحث، وتوضح هذه النتائج كيف يمكن استخدام هذا النموذج الإحصائي لتقييم البنية والمفردات الفردية في الاستبانة. في المثال الحالي، كشفت معلمات تمييز المفردة أن جميع مفردات مقياس دافعية تعلم العلوم تميز جيدًا بين الأفراد المرتفعين والمنخفضين على المقياس؛ مما يشير إلى أن كل مفردة تعمل على النحو المطلوب. تعتبر هذه النتائج أكثر ثراءً بكثير فيما يتعلق بالمعلومات على مستوى المفردة مقارنةً بمنهج التحليلي العاملي. عند الاختيار بين المنهجين الإحصائيين، من المهم تحديد الهدف من سؤال البحث بشكل صحيح ومن ثم بناء استراتيجية تحليلية وفقًا لذلك. إذا كان الهدف يتركز على تقييم المستوى على نطاق المفردة؛ فإن نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد يعد خيارًا قابلًا للتطبيق لمثل هذا الاستفسار.

الاستخدام والفوائد لنموذج MGRM في العلوم النفسية:

النماذج المعتمدة على IRT، مثل نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد، لا يتم تنفيذها بشكل شائع في الأبحاث النفسية. عادةً، يتم تقييم الخصائص السيكومترية وأبعاد المقياس من خلال الأساليب الكلاسيكية وتحليل العوامل. فهناك بعض الأمثلة على تطوير الاستبيانات أو تطبيقات التقييم المستندة إلى IRT، لكن هذه الأمثلة لا تزال نادرة نسبيًا في الأدبيات. ونأمل أن يتم تطبيق هذه الأساليب في العلوم النفسية بدرجة أكبر. يمكن للنماذج المستندة إلى IRT أن تسفر عن نتائج وفيرة وغنية بالمعلومات حول أبعاد المقياس، بالإضافة إلى أداء المفردات الفردية؛ لتطوير نطاق جديد.

يعد نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد مفيدًا بشكل خاص لتطوير الاستبيانات النفسية نظرًا لأن أحجام العينات المطلوبة يمكن تحقيقها في معظم السيناريوهات في هذا المجال. تتمتع نماذج IRT، التي نشأت بسبب الضرورة في اختبارات التعليم واسعة النطاق، بسمعة أنها تتطلب أحجامًا كبيرة جدًا من العينات (على سبيل المثال عدة آلاف من المشاركين). ومع ذلك، فقد تم توضيح كيف يمكن لنموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد أن يكون مفيدًا في ظل أحجام عينة أصغر. كشفت الدراسات الحديثة أن نموذج الاستجابة المتدرجة يمكن أن يحتوي على ما لا يقل عن ٢٠٠ فرد ولا يزال يحصل على تقديرات دقيقة للمعلمات إذا تم استخدام المقدر الصحيح. في نهاية المطاف، تعتمد متطلبات حجم العينة على السياق، وقد يتطلب سياق البحث أحجامًا أكبر للعينة في بعض الحالات، خاصة إذا كان النموذج معقدًا نسبيًا. من المهم دائمًا إجراء تقييم شامل لقضية حجم العينة في سياق النموذج المعين الذي يتم تقديره.

كما أن تشجيع الباحثين في مجال علم النفس على تنفيذ أدوات أكثر حداثة ومرونة أثناء تطوير الاستبانة وتقييمها أمرًا مهمًا؛ نظرًا للأثر المهم الذي تحدثه البحوث القائمة على الاستبيانات في هذا المجال. نعتقد أن نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد يمثل أداة ذات قيمة محتملة لبناء الاستبيانات النفسية، خاصة أنه ثبت أنه يعمل بشكل ثابت في ظل أحجام العينات الشائعة في البحوث النفسية ويوفر نتائج أكثر ثراءً مقارنة بالطرق الكلاسيكية EFA وCFA.

ثانيًا: دافعية تعلم العلوم:

الحاجة الملحة لضرورة قياس دافعية تعلم العلوم:

يشهد العالم قلقًا متزايدًا بشأن انخفاض مستويات دافعية تعلم العلوم والطموحات المهنية في المجال العلمي؛ فقد أظهر الطلاب على سبيل المثال في الولايات المتحدة مستويات أعلى من الدافعية لتعلم العلوم في المراحل الدراسية الدنيا، مقارنة بانخفاض الدافعية في المراحل العليا. كما أشار Britner (٢٠٠٨) إلى انخفاض مقلق في التحاق الطلاب ودافعيتهم في مجال العلوم على مستويي المرحلة الثانوية والجامعية. ونظرًا لأن الدافعية تُعد عنصرًا حاسمًا للمثابرة والمشاركة في أنشطة تعلم العلوم؛ فإن نقصها غالبًا ما يؤدي إلى انخفاض التحصيل الدراسي وتراجع الطموحات المهنية في المجالات العلمية (You et al., 2018, p. 1161).

وفي ظل هذه النتائج الأكاديمية الضعيفة ومستويات الدافعية المنخفضة لتعلم العلوم لدى الطلاب، هناك اهتمام كبير من قبل معلمي العلوم والباحثين وواضعي السياسات بفهم تأثير الدافعية كعامل أساسي لتفسير دورها الحاسم في تعلم العلوم. يهدف هذا الاهتمام إلى الإجابة على أسئلة محورية مثل: كيف تؤثر الدافعية على عملية التغيير المفاهيمي ومهارات العملية العلمية؟ لماذا يبذل الطلاب جهودًا كبيرة لتعلم العلوم؟ ما هي المشاعر التي يختبرونها أثناء معاناتهم في مقررات العلوم؟ وما مدى كثافة سعيهم لتحقيق النجاح؟ للإجابة على هذه الأسئلة، من المهم أولًا فحص كيفية تقييم دافعية المتعلمين وما هي الوسائل اللازمة لقياسها (You et al., 2018, p. 1161).

مفهوم الدافعية: جذور نظرية وتنوع في التعريف:

أشار Duane, (2023, p. 2) ضمنيًا إلى أن الدافعية "حالة داخلية تُثير وتُوجه وتُحافظ على السلوك الموجه نحو الهدف"، كما تُشير إلى أن الدافعية للتعلم هي عامل أساسي يُؤثر على قرار الالتحاق ببرامج STEM. كما أكدت أن نقص الدافعية يُؤدي إلى انخفاض التحصيل الدراسي وتراجع الطموحات المهنية في المجالات العلمية.

كما تُعرف الدافعية بأنها "عامل أساسي يؤثر على المشاركة النشطة للمتعلمين في مواد STEM وقرارهم بدراسة هذه المجالات"، وتُؤكد على أن الدافعية تُعد "عنصرًا أساسيًا يؤثر على المشاركة النشطة للمتعلمين في مواضيع STEM وقرارهم بالالتحاق بهذه المجالات" (Bayanova et al., 2023, p. 1).

ولم تُقدم Johansen et al., (2023, p. 2) تعريفًا مباشرًا للدافعية، ولكنها استخدمت نظرية تقرير المصير (Self-Determination Theory) التي تُفرق بين الدافعية المستقلة (Autonomous Motivation) والدافعية المنضبطة (Controlled Motivation).

أيضًا لم تُقدم Glynn et al., (2009, p. 128-129) تعريفًا محددًا، ولكنها أشارت إلى أن الدافعية هي "حالة داخلية تُثير وتُوجه وتُحافظ على السلوك الموجه نحو الهدف"، وأكدت الدراسة أن الدافعية تُعد عاملًا رئيسيًا للنجاح في التعلم وتُؤثر على التفكير وحل المشكلات.

كما لم تقدم Taasoobshirazi & Glynn, (2009, p. 1073) تعريفًا مباشرًا، ولكنها ركزت على الكفاءة الذاتية (Self-Efficacy) كأحد المكونات الرئيسية للدافعية، وتُؤكد الدراسة على أن الكفاءة الذاتية هي عنصر أساسي في الأداء الأكاديمي، وأنها "أفضل مؤشر لدرجات الطلاب في مقرر الكيمياء التمهيدي" (Taasoobshirazi & Glynn, 2009, p. 1085)، ولم تُقدم تعريفًا مباشرًا، ولكنها اعتبرت الدافعية متغيرًا حاسمًا يؤثر على الأداء (Taasoobshirazi & Carr, 2009, p. 631)، وتُؤكد على أن الدافعية تُعد "متغيرًا حرجًا في التأثير على الفروق بين الجنسين في أداء الخبراء" (Taasoobshirazi & Carr, 2009, p. 631).

وتُعرف Glynn et al., (2007, p. 1090) الدافعية بأنها "حالة داخلية تُثير وتُوجه وتُحافظ على السلوك الموجه نحو الهدف"، وتُقدم الدراسة نموذجًا نظريًا يُظهر أن الدافعية تُؤثر بشكل مباشر وقوي على التحصيل الأكاديمي للطلاب (Glynn et al., 2007, p. 1088).

ولم تُقدم Bryan et al., (2011, p. 1051) تعريفًا محددًا، ولكنها استندت إلى نظرية المعرفة الاجتماعية (Social Cognitive Theory) لتفسير الدافعية (Bryan et al., 2011, p. 1051)، كما أكدت على أن الدافعية الجوهرية، والكفاءة الذاتية، وتقرير المصير، والتحصيل كانت مترابطة، وأن الكفاءة الذاتية هي العامل الأكثر ارتباطًا بالتحصيل الأكاديمي.

كما تُعرف Glynn et al., (2011, p. 1159-1160) الدافعية بأنها "حالة داخلية تُثير وتُوجه وتُحافظ على السلوك الموجه نحو الهدف"، وتُعد هذه الدراسة المرجع الأساسي لتطوير مقياس SMQ II، وتُؤكد على أهمية الدافعية في التحصيل الأكاديمي.

ولم تُقدم Alfahel et al., (2023, p. 1-2) تعريفًا مباشرًا، ولكنها استندت إلى نظرية الدافعية القائمة على خمسة أبعاد، وأكدت أن الدافعية عامل حاسم للتحصيل في العلوم.

وتُركز Cheung & Zerouali, (2025, p. 892) بشكل خاص على الدافعية الجوهرية (Intrinsic Motivation)، وتُشير إليها بأنها "الاهتمام الذاتي للطلاب في العلوم"، كما تُؤكد على أن الدافعية الجوهرية تلعب "دورًا وسيطًا مهمًا" في العلاقة بين ممارسات الواجبات المنزلية والتحصيل العلمي (Cheung & Zerouali, 2025, p. 911).

كما تُشير النظرية إلى أن دافعية الفرد تتأثر بعاملين عامين: توقعات الفرد بالنجاح في مهمة ما، والقيمة التي يُعلقها على تحقيق هذا الهدف (You et al., 2018, p. 1162).

وتُعرف Rezaei, (2025, p. 2) الدافعية بأنها "عملية تتطلب النشاط الجسدي والعقلي للطلاب، وتُوجه هذه الأنشطة نحو تحقيق الطلاب لأهدافهم.

وتُعرف Legate & Weinstein, (2025, p. 714) الدافعية من منظور نظرية تقرير المصير، وتُشير إلى أن الدافعية يمكن أن تكون داخلية (Intrinsic)، حيث يقوم الأفراد بفعل شيء ما لأنه ممتع وجذاب لهم، أو منظمة داخليًا (Internalized)، حيث يتبنون القيمة وراء السلوك، حتى لو لم يكن ممتعًا في حد ذاته. وتُعتبر هذه الأبعاد بمثابة عوامل دافعية أساسية.

كما تُعرف الدافعية بأنها "تُوجه السلوك نحو أهداف محددة، وتزيد من المبادرة، وتعزز الأداء المحسن" (Han et al., 2025, p. 4).

وتُعرف الدافعية بأنها "العمليات التي تحفز وتحافظ على الأنشطة الموجهة نحو الهدف" (Zhang et al., 2024, p. 303).

كما أن مفهوم أن الدافعية يتعلق بالاندماج الطلابي (Student Engagement) هو بناء متعدد الأبعاد يتكون من اندماج سلوكي، وعاطفي، ومعرفي. وتركز بشكل أساسي على الاندماج العاطفي في التعلم (ELE) كحالة نفسية ضمنية (Tang et al., 2024, p. 13).

ويُعرف الاندماج العاطفي في التعلم بأنه "استجابة الطلاب العاطفية لعملية التعلم وبيئة الفصل، بما في ذلك الاهتمام والانتماء" (Tang et al., 2024, p. 13).

كما أن الدافعية لتعلم العلوم هي الاهتمام والرغبة التي تظهرها الطالبات تجاه التعلم العلمي، وتم قياسها باستخدام مقياس (٢٠١٠) Chu et al (Al-Awidi et al., 2025, p. 1241).

أيضًا فإن الدافعية لتعلم العلوم تُعرّف بأنها "حالة داخلية تُثير وتوجّه وتحافظ على سلوك تعلم العلوم" (Covert et al., 2019, p. 2510).

كما تُعرّف بأنها عملية داخلية تُثير وتوجّه وتُحافظ على السلوك المرتبط بتعلم العلوم (Shaakumeni & Csapó, 2018, p. 342).

وأيضًا تُعرّف بأنها "حالة داخلية تثير وتوجه وتدعم سلوك الطلاب" (Salta & Koulougliotis, 2015, p. 239).

أبعاد الدافعية: مكونات البناء النفسي للدافعية:

يتكون مقياس SMQ II من خمسة أبعاد دافعية: الدافعية الداخلية (Intrinsic Motivation)، وتقرير المصير (Self-determination)، والكفاءة الذاتية (Self-efficacy)، ودافعية المسار المهني (Career motivation)، ودافعية الدرجات (Grade motivation) (Duane, 2023, p. 2).

ولم تُحدد Bayanova et al., (2023, p. 4) أبعادًا محددة، بل صنفت الدراسات التي تمت مراجعتها إلى فئات حسب تركيزها، وكان غالبية الأبحاث (٨٣٪) يُركز على عوامل مستوى الطالب، تليها عوامل مستوى المعلم (٩.٨٪)، ومستوى الوالدين (٤.٢٪)، كما ركزت على أبعاد محددة من الدافعية وأثرها، وهي: الدافعية المستقلة (Autonomous Motivation)، والدافعية المنضبطة (Controlled Motivation)، الحيوية (Vitality) والجهد (Effort) والمشاعر (Emotions).

وكشف التحليل العاملي عن وجود خمسة أبعاد لدافعية الطلاب لتعلم العلوم: الدافعية الجوهرية والأهمية الشخصية (Intrinsic Motivation and Personal Relevance)، الكفاءة الذاتية وقلق التقييم (Self-Efficacy and Assessment Anxiety)، تقرير المصير (Self-Determination)، دافعية المسار المهني (Career Motivation)، دافعية الدرجات (Grade Motivation) (Glynn et al., 2009, p. 132).

وأوضحت Glynn et al., (2009, p. 127) أن الطلاب من غير المتخصصين في العلوم يُصنفون دافعيتهم لتعلم العلوم إلى هذه الأبعاد الخمسة، ولم تتناول الدراسة أبعاد الدافعية الخمسة بشكل مباشر، بل ركزت على: الكفاءة الذاتية في الكيمياء (Chemistry Self-Efficacy)، المفاهيم

(Conceptualization)، الاستراتيجية (Strategy)، كما لم تُركز الدراسة على أبعاد محددة من مقياس SMQ، ولكنها وضعت الدافعية كمتغير رئيسي في نموذجها الذي يربطها بـ: استخدام الاستراتيجية (Strategy Use)، مهارات التصنيف (Categorization Skills)، التحصيل (Achievement). ولم تتطرق إلى أبعاد مقياس SMQ II، بل ركزت على نموذج يربط بين: الاعتقاد بأهمية العلوم للمسار المهني (Relevance of Science to Careers)، الدافعية لتعلم العلوم (Motivation to Learn Science)، التحصيل الأكاديمي (Academic Achievement).

وركزت Bryan et al., (2011, p. 1051) على ثلاثة مكونات دافعية أساسية: الدافعية الجوهرية (Intrinsic Motivation)، الكفاءة الذاتية (Self-Efficacy)، تقرير المصير (Self-Determination).

كما حددت Glynn et al., (2011, p. 1160) الأبعاد الخمسة للمقياس: الدافعية الداخلية (Intrinsic Motivation)، تقرير المصير (Self-Determination)، الكفاءة الذاتية (Self-Efficacy)، دافعية المسار المهني (Career Motivation)، دافعية الدرجات (Grade Motivation)، وقدمت الدراسة أدلة قوية على صلاحية الأبعاد الخمسة باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي (Glynn et al., 2011, pp. 1164-1166).

واستخدمت Alfahel et al., (2023, p. 2) استبيانًا يقيس خمسة أبعاد دافعية مشابهة للمقياس الأصلي، وهي الدافعية الداخلية (Intrinsic)، دافعية المسار المهني (Career)، تقرير المصير (Self-determination)، الكفاءة الذاتية (Self-efficacy)، دافعية التحصيل (Achievement Motivation)، وركزت الدراسة بشكل أساسي على: الدافعية الداخلية (Science Intrinsic Motivation)، ممارسات الواجبات المنزلية التي يدركها الطلاب والمعلمون (Homework Practices).

وتُشير Rezaei, (2025, p. 3) إلى أن استبانة "دافعية الطلاب نحو تعلم العلوم (SMTSL)" تتكون من ستة أبعاد فرعية :الكفاءة الذاتية (self-efficacy)، واستراتيجيات التعلم النشط (active learning strategies)، وقيمة تعلم العلوم (science learning value)، وهدف الأداء (performance goal)، وهدف الإنجاز (achievement goal)، ومحاكاة بيئة التعلم (learning environment stimulation).

وتُعرف Legate & Weinstein, (2025, p. 714) الدافعية من منظور نظرية تقرير المصير، وتُشير إلى أن الدافعية يمكن أن تكون داخلية (Intrinsic)، حيث يقوم الأفراد بفعل شيء ما لأنه ممتع وجذاب لهم، أو منظمة داخليًا (Internalized)، حيث يتبنون القيمة وراء السلوك، حتى لو لم يكن ممتعًا في حد ذاته. وتُعتبر هذه الأبعاد بمثابة عوامل دافعية أساسية.

وتستند Han et al., (2025, p. 4) إلى نظرية الدافعية (Motivation Theory) بشكل عام، مع التركيز على مفاهيم مثل الدافعية الجوهرية (Intrinsic Motivation)، وتقرير المصير (self-

(determination)، والكفاءة الذاتية (self-efficacy)، والدافعية الخارجية(extrinsic motivation) ، كعناصر أساسية لدافعية تعلم العلوم، واستخدمت الدراسة مقياسًا مبسطًا للدافعية يتكون من بُعدين هما: الجهد/الأهمية (effort/importance) والكفاءة المتصورة (perceived competence) (Han et al., 2025, pp. 7-8).

كما حددت Zhang et al., (2024, p. 303) أربعة عوامل رئيسية للدافعية: مفهوم الذات في العلوم (science self-concept)، والقيمة الداخلية (intrinsic value)، وقيمة المنفعة (utility value)، والإحساس بالانتماء (sense of relatedness).

كما تُقدم Tang et al., (2024, pp. 16-17) نموذج PAD العاطفي كإطار نظري لتقييم الحالات العاطفية من خلال ثلاثة أبعاد متصلة: المتعة (Pleasure)، والإثارة (Arousal)، والسيطرة (Dominance).

كما أن أبعاد الدافعية المقاسة بواسطة SMQII هي: الدافعية الداخلية (Intrinsic motivation): الاستمتاع الداخلي من تعلم العلوم، والتقرير الذاتي (Self-determination): سيطرة الطلاب المتصورة على تعلم العلوم، والكفاءة الذاتية (Self-efficacy): إيمان الطلاب بقدرتهم على الأداء الجيد في العلوم، الدافعية الخارجية (Extrinsic motivation): تعلم العلوم للحصول على نتيجة مرغوبة، والدافعية المهنية (Career motivation): تعلم العلوم من أجل الحصول على وظيفة (Covert et al., 2019, p. 2510).

أما أبعاد الدافعية التي تم تكييفها من SMTSL فهي: الكفاءة الذاتية (Self-efficacy): ثقة الطلاب بقدرتهم على تحقيق الإنجاز في العلوم، قيمة تعلم العلوم (Science learning value): مدى إدراك الطلاب لقيمة العلوم التي يدرسونها، واستراتيجيات التعلم النشط (Active learning strategies): دور الطالب النشط في بناء المعرفة، وهدف الإنجاز (Achievement goal): الرضا الذي يشعر به الطالب عند زيادة كفاءته وإنجازه، وتحفيز بيئة التعلم (Learning environment stimulation): الدافعية الخارجية المرتبطة بالتفاعل مع البيئة المحيطة (Shaakumeni & Csapó, 2018, p. 341).

وأبعاد الدافعية المقاسة بواسطة CMQ II: تم تأكيد نفس الأبعاد الخمسة لـ SMQ II، وهي: الدافعية الداخلية (Intrinsic motivation): الاستمتاع الداخلي من تعلم الكيمياء، والتقرير الذاتي (Self-determination): سيطرة الطلاب المتصورة على تعلم الكيمياء، والكفاءة الذاتية (Self-efficacy): إيمان الطلاب بقدرتهم على الأداء الجيد، والدافعية المهنية (Career motivation): تعلم الكيمياء كغاية للحصول على وظيفة، ودافعية الدرجات (Grade motivation): تعلم الكيمياء للحصول على درجات عالية (Salta & Koulougliotis, 2015, p. 238).

ويحتوي SMQ II على أربعة مكونات تحفيزية تؤثر على التعلم التنظيمي الذاتي وترتبط بتعلم العلوم: (١) التحفيز الداخلي؛ (٢) الدافع الخارجي. (٣) تقرير المصير؛ و (٤) الكفاءة الذاتية (Glynn et al.,

2011) جادل بأن هذه المكونات تتفاعل بشكل متبادل وتحفز الطلاب على التشجيع، وتوجيه إيجابي، والحفاظ على تعلم العلوم لديهم. يوضح هذا القسم المعنى الكامن وراء كل مكون وكيفية ارتباط المكونات بالتحفيز والتعلم.

الدافع الداخلي والخارجي، وفقا لنظرية تقرير المصير: وفقا لنظرية تقرير المصير فإن مصدر التحفيز يأتي من الداخل إما من خلال الاهتمام الحقيقي (أو التحدي) بهدف معين (جوهري)، أو من خلال مجرد السعي لتحقيق الهدف المطلوب (خارجي). الدافع الجوهري "يشير إلى القيام بنشاط من أجل الرضا المتأصل للنشاط نفسه (Deci & Ryan, 2000, p. 71) "ويتم التعبير عنه بأشكال "الفضول"، "الشعور بالكفاءة"، "الإحساس بالهدف". و"الرضا" و"الاستقلالية" وما إلى ذلك (Dike, 2012). في المقابل، يكون الدافع الخارجي موجودًا عندما يتم تنفيذ مهمة من أجل الحصول على مكافآت خارجية أو لتجنب العقوبات المهددة .(Deci & Ryan, 2000) قام (Deci & Ryan, 1985) بتصنيف الدوافع الخارجية إلى عنصرين: المكافآت المشروطة بالمهمة والمكافآت المعتمدة على الجودة. وأوضحوا أن المكافآت المشروطة بالمهمة تضر بالدوافع الجوهرية لأنها محاولة من قبل الشخص الذي في السلطة للسيطرة على المرؤوس من خلال استخدام المكافأة. ومع ذلك، وفقًا لديسي وريان، قد لا يكون للمكافآت المعتمدة على الجودة نفس التأثير لأنها مكافآت تُمنح ذات معنى، مثل قيام المعلم بمدح الطفل على الإجراء المناسب. لقد وجد عدد من الدراسات أن هناك علاقة إيجابية بين الدوافع الداخلية والخارجية وتحصيل الطلاب. على سبيل المثال، (Walker et al., 2006) اقترح أن افتقار الطلاب إلى الدوافع الجوهرية أو الخارجية له آثار سلبية على التعلم، مثل انخفاض التفاني في الدورات الدراسية، وعدم الاستمتاع بالأنشطة الأكاديمية، وعدم الاهتمام بالسعي إلى التعلم، وعدم الإيمان بفائدة من المدرسة.

تقرير المصير: تصف نظرية تقرير المصير أن الأفراد يحفزون بشكل جوهري ثلاث احتياجات نفسية فطرية: الاستقلالية والكفاءة والارتباط .(Deci & Ryan, 2000) تشير الكفاءة إلى قدرة الأفراد على التأثير على النتائج وتجربة الإتقان .(Deci & Ryan, 1985) إن مشاعر أو تصورات الكفاءة في محتوى وسياقات محددة تسهل على الأفراد تحقيق الأهداف وتوفر لهم أيضًا إحساسًا بالحاجة إلى الرضا من الانخراط في نشاط ما (Deci & Ryan, 2000)، (لقد أظهرت العديد من الدراسات بوضوح أنه عندما يتلقى الأفراد معلومات تقوض إحساسهم بالكفاءة، فإن دوافعهم الجوهرية تنخفض (Deci & Ryan, 1985).إن الاستقلالية تسهل رغبة الأفراد في أن يكونوا مصدرًا لسلوكهم الخاص (Deci & Ryan, 1985).على سبيل المثال، تشجع الاستقلالية على المشاركة في نشاط الفصل الدراسي. يشير الارتباط إلى الحاجة إلى الرعاية أو الارتباط أو الارتباط أو الشعور بالانتماء في بيئة اجتماعية معينة (Deci & Ryan, 2000). (Vallerand et al., 1997) جادل بأن إشباع الحاجة إلى الارتباط يسهل الدوافع الجوهرية واستيعاب الدوافع الخارجية، في حين أن إهمال هذه الاحتياجات يمكن أن يؤثر سلبًا على الدوافع المحددة ذاتيًا.

الكفاءة الذاتية: يوصف مفهوم معتقدات الكفاءة الذاتية، الذي انبثق من النظرية المعرفية الاجتماعية، بأنه "إيمان الفرد بقدراته على تنظيم وتنفيذ مسارات العمل المطلوبة لإنتاج إنجازات معينة". تشير الكفاءة الذاتية الأكاديمية إلى مدى أو قوة إدراك الطالب فيما يتعلق بالقدرة على التعلم وأداء المهام الأكاديمية والوصول إلى الأهداف (Ormrod et al., 2023). أشارت الأبحاث حول الكفاءة الذاتية إلى أن معتقدات الكفاءة الذاتية كانت مرتبطة بشكل إيجابي بالتحفيز (على سبيل المثال، (Hackett & Betz, 1989)). يميل الأفراد الذين يتمتعون بمستويات أعلى من الكفاءة الذاتية إلى متابعة الأهداف المرجوة والالتزام القوي حتى عندما يواجهون عقبات. في المقابل، فإن الأفراد ذوي المستويات المنخفضة من الكفاءة الذاتية هم أكثر عرضة لتجنب المسؤوليات أو المهام غير المرغوب فيها، ويكون لديهم التزام وجهد أقل لتحقيق أهدافهم، ويكونون أكثر عرضة للإجهاد (Bandura, 1993) & (Chowdhury & Shahabuddin, 2007).

النظريات المفسرة للدافعية: أطر فهم السلوك:

نظرية القيمة المتوقعة للدافعية:

لقد اعتبر العديد من المعلمين أن تحفيز الطلاب عامل مهم للتعلم الناجح (Britner, 2008; Singh et al., 2005; Vedder-Weiss & Fortus, 2011, 2012, 2013). على الرغم من أن العلماء قد اقترحوا العديد من التعريفات للدوافع في الأدبيات، إلا أن الدافع يتم تعريفه بشكل عام على أنه "حالة داخلية تثير وتوجه وتحافظ على السلوك الموجه نحو الهدف" (Glynn et al., 2011, p. 1160). يتأثر الدافع بعوامل مختلفة. وفقا لنظرية القيمة المتوقعة، هناك مصدران عامان للتحفيز هما توقع الأفراد للنجاح والقيمة التي يضعونها على الهدف. على مدى العقدين الماضيين، حظيت نظرية القيمة المتوقعة للتحفيز باهتمام كبير نظرًا لدورها الهام في تقييم دافعية الطلاب في التعلم وأدائهم الأكاديمي. طور (Eccles, 2006, p. 206) نموذجًا نظريًا شاملًا يربط الاختيارات المتعلقة بالإنجاز بنوعين من المعتقدات: "توقعات الفرد للنجاح والأهمية أو القيمة التي يعلقها الفرد على الخيارات المختلفة التي ينظر إليها الفرد على أنها متاحة". التوقع هو حكم الأفراد على قدراتهم. على سبيل المثال، الطلاب الذين يهتمون أكثر بالتوقعات من حيث قدراتهم يسألون أنفسهم السؤال التالي: "هل يمكنني حل هذه المشكلة العلمية؟" القيمة هي إيمان الفرد بأهمية شيء ما أو الأسباب التي تجعله يشارك في مهام معينة. يمكن أن تتأثر توقعات وقيم المتعلمين بالمعتقدات المتعلقة بالمهمة مثل تصورات الكفاءة وأهداف الأفراد والكفاءة الذاتية إلى جانب ذكرياتهم العاطفية من تجارب التعلم المختلفة في الماضي. علاوة على ذلك، تلعب التوقعات والقيم الحالية دورًا مهمًا في تحديد اختيار الفرد ومثابرته وإنجازه، ومدى نجاحه في نشاط التعلم في المستقبل القريب أو البعيد، ومدى تقديره للهدف الذي يسعى إليه. لتحقيق.

تستند (You et al., (2018, p. 1162 إلى نظرية القيمة–التوقعات (Expectancy-Value Theory) كإطار نظري رئيسي، وفقًا لنظرية القيمة–التوقعات، هناك مصدران عامان للدافعية هما توقع الأفراد للنجاح والقيمة التي يضعونها على الهدف".

بينما تستند Legate & Weinstein, (2025, p. 714) بشكل أساسي إلى نظرية تقرير المصير (Self-Determination Theory - SDT). تُعتبر هذه النظرية إطارًا شاملًا للدافعية البشرية وتُركز على أن الأفراد لديهم حاجة فطرية للاستقلالية (autonomy)، والكفاءة (competence)، والانتماء (relatedness).

وتُعرف Legate & Weinstein, (2025, p. 714) الدافعية من منظور نظرية تقرير المصير، وتُشير إلى أن الدافعية يمكن أن تكون داخلية (Intrinsic)، حيث يقوم الأفراد بفعل شيء ما لأنه ممتع وجذاب لهم، أو منظمة داخليًا (Internalized)، حيث يتبنون القيمة وراء السلوك، حتى لو لم يكن ممتعًا في حد ذاته. وتُعتبر هذه الأبعاد بمثابة عوامل دافعية أساسية، وتتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية على أن نظرية تقرير المصير (Self-Determination Theory) تُعد إطارًا نظريًا قويًا لفهم الدافعية، وتُقر الدراسة بأن الدافعية تتكون من عدة مكونات، مثل الدافعية الجوهرية والمنظمة داخليًا، مما يتوافق مع فرضية البحث الحالي القائلة بأن الدافعية بناء متعدد الأبعاد.

وتستند Han et al., (2025, p. 4) إلى نظرية الدافعية (Motivation Theory) بشكل عام، مع التركيز على مفاهيم مثل الدافعية الداخلية (Intrinsic Motivation)، وتقرير المصير (self-determination)، والكفاءة الذاتية (self-efficacy)، والدافعية الخارجية(extrinsic motivation) ، كعناصر أساسية لدافعية تعلم العلوم

بينما تستند Zhang et al., (2024, p. 303) بشكل رئيسي إلى إطار عمل الفرصة–الاستعداد (Opportunity-Propensity framework)، والذي يفترض أن الأداء الأكاديمي يتأثر بعوامل الفرصة (مثل فرص التعلم في المدرسة)، وعوامل الاستعداد (مثل قدرة الطالب واستعداده للتعلم)، وعوامل خلفية أخرى. (Zhang et al., 2024, p. 302) كما تستند الدراسة في تحليل الدافعية إلى نظرية القيمة–التوقعات الوضعية (Situated Expectancy-value Theory) ونظرية تقرير المصير (Self-determination Theory)، وتتفق هذه الدراسة مع البحث الحالي في استخدام نظرية تقرير المصير كإطار نظري لفهم الدافعية، كما أنها تُقر بأن الدافعية تتكون من عدة أبعاد، مثل مفهوم الذات وقيمة المنفعة، وهو ما يتوافق مع فرضية البحث الحالي (Zhang et al., 2024).

وتستند Covert et al., (2019, p. 2510) إلى نظرية التعلم الاجتماعي المعرفي (social-cognitive theory) لـ Bandura التي ترى أن التعلم هو تفاعل بين العوامل الشخصية والسلوكية والبيئية. كما تستند (Shaakumeni & Csapó, 2018, p. 342) إلى النظرية المعرفية الاجتماعية للتعلم الإنساني (social cognitive theory) التي تُركز على التفاعل بين الخصائص الشخصية، السلوك، والسياق البيئي.

وتستند Salta & Koulougliotis, (2015, p. 238) إلى النظرية المعرفية الاجتماعية (social cognitive theory) التي ترى أن الدافعية هي بناء معقد ومتعدد الأبعاد يتفاعل مع العوامل المعرفية والبيئية.

من الإطار النظري السابق تبرز الحاجة إلى ضرورة تبني الأساليب الإحصائية المتقدمة، مثل نموذج MGRM، في البحوث النفسية والتربوية. كما أن هذا التحول ليس مجرد خيار منهجي، بل هو ضرورة لضمان دقة وموثوقية أدوات القياس، خاصةً في المجالات المعقدة مثل دافعية تعلم العلوم. كما أن هذه النماذج الحديثة، على عكس الاعتقاد السائد، لا تتطلب بالضرورة أحجام عينات ضخمة، مما يجعلها قابلة للتطبيق العملي وتُقدم نتائج أكثر ثراءً وتفصيلًا من المناهج التقليدية.

بحوث ودراسات سابقة:

أولًا: البحوث والدراسات التي تناولت نموذج الاستجابة المتدرجة أحادي البعد:

دراسة النفيعي، عبدالرحمن عبدالله أحمد, (٢٠٢٣) هدفت الدراسة إلى تدريج مقياس الألكسيثيميا لبيرموند وفورست باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد التوكيدي. تم تحليل بيانات عينة مكونة من (١١١٥) طالبًا من المرحلة الثانوية في مكة المكرمة، تم اختيارهم بطريقة عشوائية عنقودية. أظهرت مؤشرات الملائمة الكلية لبيانات المقياس توافقًا ضمن المدى المقبول، كما كانت ملائمة جميع العبارات للنموذج جيدة. تم إيجاد الخصائص السيكومترية للمقياس، بما في ذلك معلمتي التمييز والعتبات الفارقة للعبارات، ودالة المعلومات والخطأ المعياري للأبعاد الخمسة، والتي كانت ضمن المدى المقبول. تم تقدير السمة الكامنة للأبعاد الخمسة للألكسيثيميا وحساب معامل الارتباط بينها، والذي كان ضعيفًا إلى متوسط، مما يشير إلى صدق النظرية التي استند إليها بناء المقياس.

دراسة Zhou et al., (2023) تهدف الدراسة إلى فحص الخصائص السيكومترية للنسخة الصينية من نظام معلومات قياس نتائج تقرير المريض (PROMIS) وبنك مفردات قلق السرطان باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة في عينة من مرضى السرطان. تم إجراء دراسة مقطعية باستخدام النسخة الصينية من المقاييس، حيث تم تقييم بناء أحادية البعد لبنك المفردات من خلال تحليل المكونات الرئيسية. تم فحص ارتباطات البواقي والرسوم البيانية لدرجات متوسط المفردة المشروطة لتقييم الاستقلال المحلي وال monotonicity. تم وصف خصائص المفردة باستخدام تقديرات معلمة المفردة ودالة المعلومات. كما تم رسم المنحنيات المميزة ومنحنى معلومات الاختبار، وتقييم اللاتباين في القياس عبر العمر والجنس ومستوى التعليم لتحديد الأداء التفاضلي المحتمل. أظهرت النتائج أن بارامترات التمييز تراوحت من ٢.٣٠ إلى ٤.٤٧، وبارامترات العتبات الفارقة تراوحت من b1 = 2.87 إلى b4 = 3.21 لم يتم ملاحظة منحنيات الفئة المتداخلة بالكامل بين رسوم المنحنيات المميزة. أظهرت دالة معلومات المفردة ومنحنى معلومات الاختبار أن بنك المفردات لديه نطاق واسع من القياس، ولم يتم ملاحظة الأداء التفاضلي عبر العمر والجنس

ومستوى التعليم. تم دعم النتائج باستخدام النسخة الصينية من بنك مفردات مقياس PROMIS وتطوير نظام الاختبارات المحوسبة التكيفية للقلق لدى مرضى السرطان.

دراسة Sethar et al., (2022) يقوم مقياس النظم البيئية لريادة الأعمال (EE) بتقييم التصورات حول مجالات النظام البيئي، بما في ذلك التمويل والدعم والسياسات والأسواق. تم جمع بيانات من (ن = ٤٧٤) من المؤسسين ورجال الأعمال، واستخدم نموذج IRT-GRM للتحقق من صحة الأداة. يتكون المقياس من ٤٨ مفردة، حيث أظهرت الفقرة Pol5 أعلى قيمة تمييزية (٤.١٣) والمفردة mar5 أقل قيمة (١.٥٧)، وجميع المفردات كانت أعلى من العتبة ٠.٦٠. أظهر المقياس ثباتًا جيدًا (أوميجا ماكدونالدز ٠.٨٠، ألفا كرونباخ ٠.٨٨). التحليل العاملي أظهر توافقًا جيدًا حول أحادية البعد. إحصائيات حسن المطابقة أظهرت مستوى مرضيًا، باستثناء RMSE الذي أظهر توافقًا سيئًا. منحنيات خصائص المفردة أظهرت ترتيبًا صحيحًا للاستجابات، وأكدت وجود ثلاثة مستويات من الاتفاق حول المقياس. المقياس يمتلك خصائص سيكومترية جيدة ويعتبر أداة ثابتة وصالحة لقياس النظام البيئي لريادة الأعمال.

دراسة أبو شندي، يوسف عبدالقادر علي، حمود، محمد الشيخ، و الرجيبي، يوسف بن سيف بن محمد, (٢٠٢١) هدفت الدراسة إلى استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة لتقدير الخصائص السيكومترية لمقياس قلق المستقبل المهني لدى طلبة الجامعات في سلطنة عمان. تكون مجتمع الدراسة من طلبة جامعتي السلطان قابوس ونزوي (ن=٢١٣٦٠)، وتم سحب عينة عنقودية حجمها ٥٢٤. خلصت نتائج الدراسة إلى قيم مقدرة لمعالم تمييز وعتبات فقرات المقياس، ودلالات صدق وثبات، كما توصلت إلى بنية عاملية داخلية مناسبة للمقياس بالاعتماد على التحليل العاملي التوكيدي. بالإضافة إلى ذلك، توصلت الدراسة لدرجات القطع لتصنيف فئات مقياس قلق المستقبل المهني عند طلبة الجامعات في سلطنة عمان بالاعتماد على الدرجات الخام والقدرات.

دراسة الثبيتى، عمر عواض عوض, (٢٠٢١) هدفت الدراسة إلى استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة (Graded Response Model GRM) لبناء مقياس الاستعداد الأكاديمي للطالب الجامعي. اعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي، وشملت عينة من (٧١٠) طالبًا وطالبة من جامعة شقراء في المستويات الدراسية من الثاني إلى الثامن خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (٢٠٢٠/٢٠٢١). تم تطبيق مقياس مكون من (٢٢) فقرة من إعداد الباحث، واستخدمت برامج الحزمة الإحصائية في العلوم الاجتماعية (SPSS) والمالتلوج ٧ (MULTILOG7) لتحليل بيانات المقياس. أظهرت نتائج الدراسة أن المقياس يتمتع بخصائص سيكومترية مناسبة، حيث بلغت قيمة معامل الثبات لفقرات المقياس (٠.٩٣)، كما أظهر المقياس دلالات متعددة للصدق، ومطابقة فقرات المقياس لافتراضات نموذج الاستجابة المتدرجة في نظرية الاستجابة للفقرة، بالإضافة إلى أن المقياس يتصف بأحادية البعد.

دراسة النعيمي، عز الدين عبدالله عواد, (٢٠٢١) هدف البحث إلى الكشف عن الخصائص السيكومترية لمقياس بك للاكتئاب (الصورة الثانية) باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة. تم تطبيق المقياس

المكون من (٢١) عبارة على عينة من (٥٩٩) طالبًا وطالبة من قسم علم النفس بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، حيث كان (٣٠٦) طالبًا و(٢٩٣) طالبة. تم تحليل البيانات باستخدام برنامج IRTpro v4.2، وأظهرت النتائج تحقق افتراضات نموذج الاستجابة المتدرجة لمقياس بك للاكتئاب باستثناء الفقرة رقم (٥). عدد الأفراد المطابقين للنموذج بلغ (٥٠٣) طالبًا وطالبة. الثبات الهامشي للمقياس كان (٠.٨٦)، وكمية المعلومات كانت عالية عند المستويات المختلفة للقدرة، مما يعني دقة تقدير قدرات الأفراد، خاصة ذوي القدرات المرتفعة. كما أظهرت النتائج أن الطلاب يعانون من الاكتئاب أكثر من الطالبات عند بعض عبارات المقياس.

دراسة محمود، فريال محمود محمد الحاج، وأحمد، سمية علي عبدالوارث, (٢٠٢١) هدفت الدراسة إلى بناء مقياس للاتجاه نحو الاختبارات الإلكترونية باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة .(GRM) تم إعداد مقياس مكون من (٢٧) فقرة، وتم تطبيقه على عينة من (٨٤٥) طالب وطالبة من جامعة جدة، تتراوح أعمارهم بين (١٨-٢٢) عامًا، بمتوسط حسابي (١٩.٦) وانحراف معياري (١.٠٨) خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي (١٤٤٠هـ-٢٠١٩م). استخدمت برامج SPSS و MULTILOG7لتحليل البيانات. تم تقدير معالم الفقرات والخطأ المعياري وإحصائي المطابقة لكل فقرة. في النهاية، تكون المقياس من (٢٢) فقرة موزعة على أربعة أبعاد: (عامل خاص بذات الطالب، عامل خاص بمحتوى الاختبار، عامل خاص بإدارة الاختبار، طبيعة الاختبارات الإلكترونية).

دراسة Gomez-Benito et al., (2020) جدول تقييم الإعاقة لمنظمة الصحة العالمية (WHODAS 2.0)يقيم أداء الأفراد وإعاقتهم وفقًا للتصنيف الدولي للأداء. الدراسة الحالية تقيس خصائص WHODAS 2.0 لدى ٢٩١ مريضًا يعانون من الاضطراب ثنائي القطب (٤٢.٦٪ ذكور) باستخدام تحليل (Mokken scaling analysis) ونموذج الاستجابة المتدرجة. لم تُجرَ دراسات سابقة على هذه الأداة. أظهرت النتائج أن مجالات WHODAS 2.0 تتمتع بأحادية البعد القوية، دون حذف أي مفردة. كما أظهر تحليل ترتيب العناصر الثابتة أن مفردات كل مجال تشكل مقياسًا هرميًا، باستثناء بنود "الأنشطة الحياتية "للأشخاص العاملين أو الطلاب والمفردة ٤.٥ د "الأنشطة الجنسية "في مجال "الاقتراب من الشيخوخة ."أظهرت مجالات WHODAS 2.0 والمقياس ككل ثباتًا ممتازًا في الاضطراب ثنائي القطب.

دراسة Aune et al., (2019) تم عرض نتائج تطبيق نموذج الاستجابة المتدرجة (GRM) على بنود مقياس السلوك التعاطفي (Empathic Behavior) على عينة من طلاب الجامعات الأرجنتينية (٨٠٪ نساء). لم تُظهر أي من المفردات أداءً تفاضليًا منتظمًا أو غير منتظم وفقًا للنوع. تم تأكيد افتراضات نموذج الاستجابة المتدرجة (GRM) المتعلقة بالاستقلال المحلي وأحادية البعد. معلمات العتبة كانت موجودة عند مستويات منخفضة من مقياس السمات، بينما كانت معلمات التمييز مرتفعة. أظهر تحليل دالة المعلومات دقة مقبولة في مستوى السلوك التعاطفي المنخفض والمتوسط.

دراسة Gummelt et al., (2012, 2018) تناولت الدراسة الفروق بين الجنسين في مقياس (Levenson Self-Report Psychopathy Scale)لسمات الشخصية السيكوباتية في عينة جامعية باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة. أظهرت النتائج أن بعض العناصر في LSRP لا تساهم في النتيجة الإجمالية ويمكن إزالتها. كما أظهر الأداء التفاضلي للمفردات اختلافات حسب الجنس؛ حيث أيد الذكور المفردات التي تشير إلى الميل إلى الملل والاندفاع والخصائص "النشطة "للاعتلال النفسي، مما يدل على أنهم يبحثون بنشاط عن الأفراد لإيذائهم. بينما أيدت الإناث المفردات "السلبية"، مما يشير إلى ميلهن للتلاعب بالأفراد بدلًا من البحث عن إيذائهم.

دراسة محمود، فريال محمود محمد الحاج, (٢٠١٦) هدفت الدراسة إلى تصميم مقياس نحو البحث وفق نموذج الاستجابة المتدرجة(GRM) ، حيث تم إعداد مقياس مكون من (٣١) فقرة. استخدمت الدراسة برنامجي SPSS و MULTILOG7لتحليل بيانات المقياس الذي تم تطبيقه على عينة من (٤٣٢) طالبًا في الدبلوم العالي في التربية بجامعة أم القري خلال الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي (١٤٣٤-١٤٣٥هـ) الموافق (٢٠١٣-٢٠١٤). تم تقدير معالم الفقرات والخطأ المعياري في تقدير هذه المعالم، بالإضافة إلى إحصائي مطابقة كل فقرة لنموذج الاستجابة المتدرجة. في النهاية، تكون المقياس في صورته النهائية من (١٧) فقرة موزعة على أربعة أبعاد هي: (الاهتمام بالبحث، وصعوبات البحث، وأهمية البحث، والمشاعر نحو البحث).

دراسة Doostfatemeh et al., (2016) تتناول الوثيقة استراتيجية لحجم العينة تعتمد على المحاكاة وتقييم القوة الإحصائية في التجارب السريرية التي تستخدم نتائج المرضى المبلغ عنها (PROs) من خلال نموذج الاستجابة المتدرجة .(GRM) تمت محاكاة ألف تجربة سريرية عشوائية باستخدام PROs بناءً على GRM، مع تحليل تأثير عدد المرضى، ونسبة توزيع المجموعة، وعدد العناصر والفئات، وتأثيرات المجموعة. أظهرت النتائج أن تأثير العوامل المذكورة على القوة الإحصائية وحجم العينة كان مشابهًا بين المدخلين GRM) و(CTT، لكن عدد البنود كان له تأثير قوي يميز بينهما. يُوصى باستخدام صيغة حجم العينة المعدلة في التحليل القائم علىGRM ، حيث أن الصيغة الكلاسيكية لـ CTT لا تأخذ في الاعتبار تأثير عدد المفردات، مما قد يؤدي إلى دراسات غير كافية. يجب أن يكون الأطباء واعين لاحتمالية اتخاذ قرارات سريرية غير صحيحة عند استخدام الصيغة الكلاسيكية لتصميم التجارب السريرية ذات نقاط النهاية PROمتعددة الاستجابة.

دراسة Uttaro & Lehman, (1999) نموذج الاستجابة المتدرج تم تطبيقه على مجموعة بيانات مكونة من ١٨٠٥ عناصر من أربع دراسات تتعلق بجودة الحياة .(QOLI) تم استخدام برنامج MULTILOG(الإصدار ٦) لإجراء تحليلات تفصيلية للمفردات، مما أدى إلى الحصول على معلمات المفردة والأخطاء المعيارية والمعلومات الموزونة. كما تم حساب دالة معلومات IRT والثبات المتوقع، بالإضافة إلى معامل الثبات ألفا. بناءً على النتائج، تم تطوير مقاييس مختصرة ومخصصة يمكن استخدامها

لتلبية احتياجات تطوير المقياس، مما يجعله مناسبًا للمقاييس ذات الفئات المرتبة والمتدرجة في أبحاث الصحة العقلية.

ثانيًا: البحوث والدراسات التي تناولت نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد:

دراسة Mermer, (2024) تهدف الدراسة إلى مقارنة المفردات ومعلمات الطالب للبناءات متعددة الأبعاد ذات العلامات ثنائية الاستجابة المقدرة بناءً على نظرية الاستجابة للمفردة أحادية ومتعددة الأبعاد (IRT)في ظل ظروف مختلفة من حجم العينة والارتباط بين الأبعاد وعدد الأبعاد. تم استخدام عمليات المحاكاة لتناول الجوانب الأساسية لمنهجيات التقييم التربوي. تم تقييم الأخطاء المعيارية للمفردة ومعلمات الطالب المقدرة وفق كلا النموذجين بمتوسط مربعات الخطأ. تشير النتائج إلى وجود فرق كبير بين أخطاء معلمات المفردة من IRT أحادي البعد ومتعدد الأبعاد في حالات بنيات البيانات ثنائية الأبعاد والارتباطات العالية بين الأبعاد، مما يؤكد أهمية تعدد الأبعاد في ممارسات التقييم التربوي. انخفضت الأخطاء المعيارية لمعلمات المفردة مع زيادة حجم العينة، وأظهر IRT متعدد الأبعاد أخطاء أقل لجميع الظروف عند تحليل الأخطاء المعيارية الناتجة عن معلمات قدرة الطالب. توصلت الدراسة إلى أن IRT متعدد الأبعاد يوفر نتائج أكثر دقة في تحليل البنيات متعددة الأبعاد، مما يعزز فهم قدرات الطلاب في السياقات التعليمية المتنوعة. يُوصى باستخدام نماذج متعددة الأبعاد لتقدير قدرة الطالب في الامتحانات التعليمية واسعة النطاق.

دراسة Classe & Kern, (2024) يستعرض البحث تحديات الأداء التفاضلي للمفردة (DIF) في الدراسات الاستقصائية واسعة النطاق، ويقترح استخدام تقنيات التعلم الآلي مثل التقسيم العودي القائم على النموذج لتحديد المجموعات الفرعية ذات .DIF يركز البحث على نماذج القياس ذات المتغيرات الكامنة المتعددة وبيانات الاستجابة الترتيبية. يتم تنفيذ أساليب قائمة على التفريعات لتحديد المجموعات الفرعية المساهمة فيDIF ، مع اقتراح امتداد قوي وقابل للتطوير. تم تطبيق التقنيات المقترحة ومقارنتها مع عمليات المحاكاة، مما يوضح كفاءتها في اكتشاف DIF واستخراج قواعد القرار التي تؤدي إلى مجموعات فرعية ذات نماذج مناسبة.

دراسة Ayanwale et al., (2024) تركز الدراسة على تقييم مستويات الكفاءة لدى طلاب التعليم العالي من خلال اختبار تحصيل الفيزياء (PHY 101) في الجامعة الوطنية المفتوحة في نيجيريا (NOUN) تشير النتائج إلى أن الاعتماد على النماذج التقليدية للاختبارات قد يؤدي إلى تفسيرات غير دقيقة لقدرات الطلاب. تم تحليل ٩٧٨ ردًا باستخدام تصميم بحث (an ex-post facto research design)وتقنيات الكشف التأكيدية والاستكشافية، مما أظهر وجود ثلاثة أبعاد متميزة: المعالجة المعرفية، والقدرة على القراءة، ومهارات حل المشكلات. تم استخدام النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمات متعدد الأبعاد لمعايرة مفردات الاختبار، مما يوفر رؤى حول صعوبة المفردات والتمييز. تؤكد النتائج على أهمية التعرف على الطبيعة المتعددة الأبعاد لاختبارات التعليم العالي، مما يعزز دقة التقييمات وجودة التعليم. يُوصى

بمزيد من الدراسات لاستكشاف التأثير الأوسع للنماذج متعددة الأبعاد على أساليب التدريس وتطوير المناهج، بالإضافة إلى إجراء دراسات طولية لتقييم التأثيرات طويلة المدى على نتائج الطلاب.

دراسة Tu et al., (2023) يتم تقييم البنيات غير المعرفية في البحوث التعليمية والتنظيمية غالبًا من خلال جمع الدرجات عبر المفردات، لكن الأبحاث تشير إلى أن عملية الاستجابة المتكشفة قد تكون أكثر دقة. نموذج الكشف المتدرج المعمم (GGUM) أصبح شائعًا، لكنه يقتصر على الحالات أحادية البعد، مما قد يؤدي إلى تقديرات غير مثالية. تم تطوير حزمة (R package bmggum) لتقدير نموذج الكشف المتدرج متعدد الأبعاد (MGGUM) باستخدام خوارزمية بايزي، لكن لم يكن هناك دليل محاكاة لدعم دقتها. أجريت دراستان محاكاة لفحص أداءbmggum ، وأظهرت النتائج دقة تقدير معلمات MGGUM.كما أظهرت أن التقدير متعدد الأبعاد ودمج التغايرات المشتركة يحسن الدقة. تم فحص فعالية مؤشري اختيار النموذج البايزي، WAICوLOO، ووجد أنهما مرضيان. استخدمت البيانات التجريبية لتوضيح استخدام bmggumومقارنة أدائه مع ثلاثة برامج GGUM أخرىGGUM2004 :، وGGUM، وmirt.

دراسة Kehinde et al., (2022) تم فحص استعادة معلمة المفردة في نموذج الاستجابة المتدرجة التعويضية متعدد الأبعاد (MGRM) باستخدام بيانات استجابة المفردة على نطاق سلم التقدير. تناولت الدراسة عوامل تؤثر على دقة تقدير معلمة المفردة مثل حجم العينة، والارتباط بين الأبعاد، وأطوال الاختبار في بنيات معقدة متوازنة وغير متوازنة، بالإضافة إلى البنية البسيطة. تم إنشاء استجابات المفردات وتحليلها باستخدام حزمةR mirt ، وتم تقييم الاستعادة باستخدام التحيز وجذر متوسط مربع الخطأ .(RMSE) أظهرت النتائج أن تقدير معلمة المفردة كان أكثر دقة في الظروف المعقدة المتوازنة، خاصة مع طول اختبار ٤٠ مفردة وحجم عينة كبير. كما كان متوسط التحيز و RMSEفي استرداد تقديرات عتبة المفردة متسقًا عبر جميع الظروف.

دراسة Walker, (2021) صلاحية البناء ضرورية لضمان قياس أدوات القياس النفسي للبناء المقصود وتقليل خطأ القياس. يساعد الأداء التفاضلي للمفردة (DIF) في تحديد التحيز والخطأ في أدوات القياس. تم فحص إجراءات الكشف عن DIF في نماذج نظرية الاستجابة للمفردة، ولكن لم يتم استكشافها للبيانات المجهزة لنماذج متعددة الأبعاد. تهدف الدراسة إلى تحديد إجراءات DIF الأمثل للبيانات المناسبة لنموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد، من خلال مقارنة ثلاثة إجراءات للكشف عن :DIF اختبار نسبة الاحتمالية IRT متعدد الأبعاد(MIRT-LR) ، والامتداد متعدد الأبعاد لطريقة تحليل الوظائف التمييزية اللوجستية(MLDFA) ، ونموذج التفاعل .MIMIC تم إنشاء بيانات استجابة متدرجة متعددة الأبعاد لعشرين مفردة مع خمسة خيارات استجابة باستخدام محاكاة مونت كارلو. أظهرت النتائج أن معدلات الخطأ من النوع الأول كانت مرتفعة لجميع الإجراءات، حيث كانت طريقة MLDFA الأعلى في معدلات الخطأ (بين ٠.٠٠٦ و٠.٠١٥). أشار اختبار MIRT-LR إلى ضعف في اكتشاف DIF غير المنتظم، بينما أظهر

نموذج MIMIC أقل معدلات خطأ من النوع الأول. تقدم الدراسة توصيات لاختيار الطريقة المناسبة لمتخصصي القياس النفسي وتناقش الأبحاث المستقبلية في هذا المجال.

درسة Depaoli et al., (2018) يمكن استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد (IRT) لتحسين تقييم المسوحات الاستطلاعية، حتى مع أحجام العينات المحدودة. غالبًا ما تعتمد تطوير المسوحات الصحية على تقنيات إحصائية تقليدية مثل الثبات وتحليل العوامل. في مراجعة لأربع مجلات بارزة في علم نفس الصحة، وُجد أن استخدام النماذج المستندة إلى IRT كان أقل من ١٠٪ من الدراسات المتعلقة بتطوير أو تقييم المقاييس. تنفيذ الأساليب المستندة إلى IRT يوفر تفاصيل دقيقة حول المفردات الاستطلاعية، مما يساعد في تحديد المحتوى النهائي للاستطلاعات. مثال على ذلك هو مسح نوعية الحياة لمتلازمة كوشينغ (CushingQoL)، حيث أكمل ٣٩٧ مريضًا اختبار CushingQoL ، وأظهرت النتائج دعم نموذج الاستجابة المتدرجة لعملية تسجيل ذات مقياسين فرعيين. جميع المفردات ساهمت بشكل ملحوظ في الاستطلاع. يمكن لنموذج الاستجابة المتدرج استيعاب مقاييس أحادية أو متعددة الأبعاد، ويعمل مع أحجام عينات أقل، ويتوفر في برمجيات مجانية. استخدام هذا النموذج يمكن أن يحسن جودة المقاييس الصحية في العلوم الصحية.

دراسة Brzezińska, (2016) تُستخدم نظرية الاستجابة للمفردة (IRT) في الأبحاث التعليمية والنفسية لنمذجة استجابة المشاركين لمفردات الاختبار. حلت IRT محل نظرية القياس الكلاسيكية في تطوير الاختبارات وبناء المقاييس. تشمل نماذج IRT الشهيرة نماذج المعلمة الواحدة (مثل نموذج راش) ونماذج المعلمات الثلاثة. توضح هذه النماذج العلاقة بين مستوى السمات الكامنة للمستجيب، المعروف بالقدرة في الاختبارات التعليمية. تقدم الورقة حججًا لمواصلة البحث في نماذج IRT متعددة الأبعاد، وتؤكد على أهمية نماذج IRT متعددة المعلمات في تطوير نظرية القياس. تُجرى جميع العمليات الحسابية بلغة Rالمتاحة منCRAN ، وهي بيئة شائعة للحوسبة الإحصائية.

دراسة Li et al., (2012) بحثت الدراسة في تطبيق نماذج نظرية الاستجابة للمفردات متعددة الأبعاد (IRT) للتحقق من صدق بنية الاختبار وأبعاده. تشير الدراسة إلى أن وجود مجالات محتوى متعددة ضمن موضوع واحد في اختبارات الإنجاز قد يؤدي إلى تعددية الأبعاد أو الاعتماد الموضعي للمفردة، مما ينتهك افتراضات نماذج IRT أحادية البعد المستخدمة حاليًا. تم استخدام التقييم العلمي التجريبي من مرحلة الروضة حتى الصف الثاني عشر كمثال للتحقق من صدق الأبعاد باستخدام نماذج IRT متعددة الأبعاد، مع تضمين نموذج IRT أحادي البعد كأكثر النماذج استخدامًا. يمكن استخدام الإجراءات الموضحة للتحقق من صدق أبعاد الاختبار لأي برنامج اختبار بعد جمع بيانات استجابة المفردة.

دراسة Kose & Demirtasli, (2012) الغرض من الدراسة هو مقارنة نماذج الاستجابة للمفردات أحادية البعد ومتعددة الأبعاد في ظل ظروف مختلفة لطول الاختبار وحجم العينة، باستخدام بيانات اختبار اللغة التركية. تم جمع البيانات من ١٥١٦ طالبًا في الصف الثامن بالمدارس الابتدائية. تشير النتائج إلى

أن معلمات المفردة والقدرة المقدرة بموجب IRT متعددة الأبعاد لديها درجات خطأ أقل وقياس أكثر دقة، مما يدعم IRT متعدد الأبعاد. كما أن حجم العينة وطول الاختبار ليس لهما تأثير إيجابي على IRT أحادي البعد، بينما الاختبارات الأطول والعينات الأكبر تقلل من تقدير الأخطاء وتؤدي إلى نتائج قياس أكثر حساسية في IRT متعدد الأبعاد.

دراسة Edelen & Reeve, (2007) يطبق الباحثون في مجال المخرجات الصحية أساليب نظرية الاستجابة للمفردة (IRT) في تطوير وتقييم وتحسين الاستبيانات. تهدف الدراسة إلى تقديم نظرة عامة عن IRTومراجعة المشكلات المرتبطة بتطبيقاتها، مع عرض ميزاتها الأساسية من خلال مثال. تم جمع البيانات من ٦٥٠٤ مراهقين في الدراسة الوطنية الطولية لصحة المراهقين، الذين أكملوا مقياس المشاعر للاكتئاب المكون من ١٩ مفردة. تم تقسيم العينة إلى مجموعتين: واحدة للتطوير والأخرى للتحقق من الصدق. تمت معايرة المفردات في مجموعة التطوير باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة، مما أدى إلى إنشاء نموذج قصير مكون من ١٠ مفردات. تم تقييم النموذج القصير في مجموعة التحقق من الصدق من خلال مقارنة درجات IRT بين النسختين القصيرة والطويلة. أظهرت النتائج تباينًا في تمييز المفردات (نطاق معلمة الانحدار: ٠.٨٦ – ٢.٦٦) ومعلمات موقع المفردة التي تعكس نطاقًا كبيرًا من الاكتئاب (−٠.٧٢ إلى ٣.٣٩)، مع تمييز أكبر عند المستويات الأعلى من الاكتئاب. في مجموعة التحقق من الصدق، كانت درجات IRT للنماذج القصيرة والطويلة مرتبطة عند ٠.٩٦، مع متوسط فرق قدره −٠.٠١. تم تصنيف حوالي ٩٠٪ من العينة بشكل مماثل فيما يتعلق بخطر الاكتئاب باستخدام نقاط القطع من النماذج. يمكن استنتاج أنIRT ، عند استخدامه بشكل مناسب، يعد أداة قوية لتطوير وتقييم وتحسين الاستبيانات، مما يؤدي إلى أدوات دقيقة وصادقة وموجزة تقلل من عبء الاستجابة.

دراسة Zhang, (2004) من الشائع افتراض أن التقييم متعدد النطاقات له بنية بسيطة أو يتكون من اختبارات فرعية أحادية البعد. يمكن استخدام النهجين أحادي البعد ومتعدد الأبعاد لتقدير معلمات المفردة. توضح الورقة أن هذين النهجين متماثلان عند استخدام طريقة الاحتمالية القصوى المشتركة، لكنهما يختلفان عند تطبيق طريقة الاحتمالية القصوى الهامشية. أجريت دراسة محاكاة لمقارنة المنهجين، وأظهرت النتائج أن المنهج متعدد الأبعاد يوفر تقديرات أكثر دقة لمعلمات المفردة عندما يكون عدد المفردات صغيرًا، بينما يسود المنهج أحادي البعد إذا كان طول الاختبار طويلًا. كما تم دراسة تأثير انتهاك افتراض البنية البسيطة، حيث يُظهر أن معامل الارتباط بين المقاييس الفرعية يُبالغ في تقديره عند انتهاك هذا الافتراض.

دراسة Costa, (2003) تتناول الورقة مقارنة بين منهجين لقياس الفقر: المنهج الأحادي البعد القائم على الدخل، والمنهج متعدد الأبعاد الذي يعتمد على مؤشرات اقتصادية واجتماعية وديمغرافية وثقافية. يتم تحليل ارتباط الرتب لتوضيح كيفية تحديد كل منهج لمجموعتين مختلفتين من الأسر الفقيرة. تشير النتائج المستخلصة من تحليل ١٢ دولة أوروبية إلى أن تقييم الفقر بناءً على الدخل وحده يقدم رؤى جزئية حول حالة الفقر.

دراسة De Ayala, (1994) تفترض معظم نماذج نظرية الاستجابة للمفردة وجود مساحة كامنة أحادية البعد. وسّعت هذه الدراسة العمل السابق حول تأثيرات الأبعاد على تقدير المعلمات للنماذج ثنائية الاستجابة إلى نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الاستجابة. تم تطوير نموذج استجابة متدرج متعدد الأبعاد لتوليد البيانات في بعد واحد، وبعدين، وثلاثة أبعاد. تحتوي الظروف ثنائية وثلاثية الأبعاد على مجموعات بيانات تختلف في ارتباطها بين الأبعاد. كما تم دراسة تأثيرات طول الاختبار ونسبة حجم العينة إلى عدد معلمات المفردة المقدرة. بالنسبة للبيانات أحادية البعد، قدمت نسبة حجم العينة ٥:١ تقديرًا دقيقًا إلى حد معقول؛ لم يكن لزيادة طول الاختبار من ١٥ إلى ٣٠ مفردة تأثيرًا كبيرًا على دقة تقدير معلمة المفردة. وبغض النظر عن أبعاد البيانات، فقد تم تقدير معلمات الصعوبة بشكل جيد. بالنسبة للبيانات متعددة الأبعاد، كانت الارتباطات بين تمييز المفردة المقدر ومتوسط (وكذلك مجموع) تمييز الأبعاد أكبر من الارتباطات بين تمييز المفردة المقدر وتمييز الأبعاد الفردية. كانت معاملات الصدق بين متوسط السمة وتقدير مستوى السمة (θ) أكبر من تلك الموجودة بين θ والسمات الكامنة. وتتم مناقشة تأثير المعادلة على مؤشرات الدقة في سياق متعدد الأبعاد.

ثالثًا: البحوث والدراسات التي تناولت دافعية تعلم العلوم وتقييمها:

دراسة Duane, (2023) تهدف الدراسة إلى استكشاف تأثير العوامل الدافعية والعوامل المرتبطة بخلفية الشخص على التحاق الطلاب ببرامج التكنولوجيا في الكليات. تُشير إلى وجود نقص في التحاق الطلاب بهذه البرامج، حيث تعتبر الدافعية لتعلم التكنولوجيا عائقًا أمام اتخاذ قرار مستنير. استخدمت الدراسة استبانة دافعية تعلم العلومII (SMQ) ، التي تحتوي على خمسة مكونات للدافعية: الجوهرية، تقرير المصير، الكفاءة الذاتية، دافعية المسار المهني، ودافعية الدرجات. تم تكييف الاستبانة لدراسة الدافعية لتعلم التكنولوجيا، مع التركيز على عوامل خلفية تشمل العوامل الاجتماعية، وعوامل الوعي، وعوامل المشاركة، وعوامل المعلومات، والعوامل الأكاديمية. أظهرت النتائج أن الدافعية لتعلم التكنولوجيا تتأثر بعوامل متنوعة، مثل: العوامل الاجتماعية :الذكور لديهم درجات دافعية أعلى من الإناث عند اختيار برنامج STEM، عوامل الوعي :خصائص المهن، سمعة البرنامج، الراتب، الهيبة، والأمن الوظيفي تؤثر على الالتحاق. عوامل المشاركة :تفاعل الطلاب مع أكاديميين متحفزين يشجعهم على التعلم. عوامل المعلومات :الطلاب يميلون لاختيار تخصصهم بناءً على المعلومات التي يجمعونها من الإنترنت. العوامل الأكاديمية :الخبرات المبكرة مع أجهزة الحاسوب والمشاركة في أنشطة STEM تؤثر على الدافعية. تشير الأبحاث إلى أن دافعية الطلاب قبل الالتحاق تؤثر بشكل كبير على استبقائهم في البرنامج.

دراسة Bayanova et al., (2023) تهدف الدراسة إلى تحديد الحالة الراهنة للأبحاث حول الدافعية والتعليم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) من خلال مراجعة منهجية للدراسات البحثية. تم تحليل ٧٨ مقالًا منشورًا في مجلات مفهرسة في قاعدة بيانات SCOPUS باستخدام منهج تحليل المحتوى. أظهرت النتائج أن أول بحث حول الدافعية و STEMنُشر في عام ٢٠٠٨، مع زيادة

ملحوظة في عدد الأبحاث منذ عام ٢٠١٦، حيث نُشرت ٦١ مقالًا من أصل ٧١ بعد هذا العام، ومعظمها في عام ٢٠٢١. أجريت معظم الدراسات في الولايات المتحدة (٤٧.٨٪)، وركزت على طلاب المرحلة الجامعية (٢٨.١٪) والثانوية (٢٦.٧٪) والمتوسطة (١٤٪). استخدم الباحثون المنهج الكمي لجمع البيانات (٦٩٪)، يليه المنهج المختلط (١٥.٤٪)، ثم النوعي (١٤٪). ركزت ٨٣٪ من الدراسات على عوامل مستوى الطالب، بينما كانت عوامل مستوى المعلم (٩.٨٪) والأستاذ (٤.٢٪) والوالدين (٤.٢٪) ودراسات تطوير المقاييس (٢.٨٪) أقل تركيزًا. خلصت الدراسة إلى الحاجة لعرض شامل لنتائج البحث حول الدافعية في تعليمSTEM ، مع وجود فجوة بحثية في الأدبيات المتعلقة بالمراجعات المنهجية.

دراسة Johansen et al., (2023) تهدف الدراسة إلى استكشاف تأثير جعل التمرين التعليمي أكثر أهمية لطلاب التعليم العالي في تخصصات STEM على الدافعية وأداء الطلاب في مقرر إحصاء. تعتمد الدراسة على نظرية تقرير المصير (SDT) وتستخدم منهج التجربة العشوائية، حيث تم توزيع ٦٧ طالبًا جامعيًا في السنة الثانية على مجموعتين: تجريبية وضابطة. المجموعة الضابطة تلقت تمرينًا "عامًا " باستخدام بيانات لعبة رمي سهام محاكاة، بينما المجموعة التجريبية تلقت تمرينًا "ذا صلة "باستخدام بيانات حقيقية عن المناخ من مركز أبحاث في جرينلاند. تم قياس عدة متغيرات باستخدام استبيانات قبل وبعد التجربة، بما في ذلك الدافعية والحيوية والجهد والمشاعر. أظهرت النتائج أن المجموعة التجريبية، التي تلقت واجبًا أكثر أهمية، اختبرت مستويات أعلى من الدافعية والحيوية والجهد، بينما سجلت المجموعة الضابطة زيادة في المشاعر السلبية وانخفاضًا في المشاعر الإيجابية. أظهر تحليل المسار وجود علاقات مهمة بين نوع الواجب المقدم والدافعية وأداء الطالب.

دراسة Glynn et al., (2009) هدفت الدراسة إلى فحص تصور ٧٧٠ طالبًا من غير المتخصصين في العلوم لدافعيتهم لتعلم العلوم، مع التركيز على الخصائص السيكومترية لاستبيان دافعية تعلم العلوم (Science Motivation Questionnaire)وصلاحيته البنائية. استخدم الاستبيان المكون من ٣٠ عنصرًا من نوع ليكرت، وتم تطبيق التحليل العاملي الاستكشافي لتقديم دليل على صلاحية البناء. أظهرت النتائج أن الطلاب يصورون دافعيتهم لتعلم العلوم من خلال خمسة أبعاد: الدافعية الجوهرية والأهمية الشخصية، الكفاءة الذاتية وقلق التقييم، تقرير المصير، دافعية المسار المهني، ودافعية الدرجات. تم تسجيل اختلافات بين النساء والرجال في هذه الأبعاد، حيث سجل الرجال درجات أعلى في الكفاءة الذاتية وقلق التقييم، بينما سجلت النساء درجات أعلى في تقرير المصير. كانت درجات الطلاب موثوقة ومرتبطة بشكل كبير بتحصيلهم في العلوم والمعدل التراكمي، مع ارتباط أكبر قدره ٠.٧٠ بين دافعية المسار المهني واعتقادهم بأهمية العلوم لمسيرتهم المهنية. استخدمت مقالات ومقابلات الطلاب لتفسير العوامل، حيث اعتبر الطلاب الدافعية الجوهرية والأهمية الشخصية كبعد واحد، والكفاءة الذاتية وقلق التقييم كبعد ثانٍ.

دراسة Taasoobshirazi & Glynn, (2009) تهدف الدراسة إلى اختبار نموذج نظري للخبرة في حل مسائل الكيمياء لدى طلاب الجامعات المتخصصين في العلوم، مستندة إلى نظرية "التحكم التكيفي في

التفكير–العقلاني .(ACT-R) "يركز النموذج على تفاعل المفاهيم، والكفاءة الذاتية، والاستراتيجية وتأثيرها على الحل الناجح للمسائل الكيميائية الكمية. استخدمت الدراسة تحليل المسار الإحصائي لاختبار النموذج مع طلاب جامعيين حلوا ثلاث مسائل كيميائية. تم قياس ثلاثة مكونات رئيسية: المفاهيم (المعرفة النظرية)، الكفاءة الذاتية (ثقة الطالب)، والاستراتيجية (طريقة الحل). أظهرت النتائج أن مفاهيم الطلاب وكفاءتهم الذاتية أثرت على استخدامهم للاستراتيجية، مما أثر على نجاحهم في الحل. الخبراء يركزون على المفاهيم الأساسية، بينما المبتدئون يركزون على السمات السطحية. الطلاب ذوو الكفاءة الذاتية العالية استخدموا استراتيجية العمل إلى الأمام، التي كانت أكثر كفاءة معرفيًا. الكفاءة الذاتية كانت أفضل مؤشر لدرجات الطلاب، واستراتيجية العمل إلى الأمام ترتبط بالفهم المفاهيمي الفعال. تشير الدراسة إلى أهمية بناء الاستراتيجية على معرفة مفاهيمية وكفاءة ذاتية قوية.

دراسة Taasoobshirazi & Carr, (2009) هدفت الدراسة إلى اختبار نموذج للخبرة في الفيزياء لدى ٣٧٤ طالبًا جامعيًا في مقررين مختلفين. تضمن النموذج متغيرات مثل استخدام الاستراتيجية، التمثيل التصويري، مهارات التصنيف، والدافعية. تم استخدام نموذج المعادلة البنائية لاختبار العلاقات بين المتغيرات. أظهرت النتائج أن دافعية الطلاب أثرت بشكل كبير على استخدام الاستراتيجية ومهارات التصنيف، وأن الرجال كانوا أكثر دافعية من النساء في مقرر الفيزياء القائم على علم المثلثات. ساهم الجنس في التحصيل من خلال تأثيره على الدافعية. كما أثرت مهارات التصنيف على التحصيل بشكل مباشر وغير مباشر عبر استخدام الاستراتيجية، التي كان لها تأثير كبير على التحصيل. لعب التمثيل التصويري دورًا صغيرًا في النموذج، وكانت النتائج متشابهة بين مستويي الخبرة في كلا المقررين. ارتبطت استراتيجية "العمل إلى الأمام "بتحصيل أعلى في الفيزياء.

دراسة Glynn et al., (2007) هدفت الدراسة إلى اختبار نموذج نظري لدافعية الطلاب غير المتخصصين في العلوم لتعلم العلوم، من خلال مسح شمل ٣٦٩ طالبًا في مقرر علمي رئيسي. يركز النموذج على تأثيرات الدافعية ضمن إطار عمل اجتماعي–معرفي على التحصيل العلمي. استخدمت الدراسة نمذجة المعادلة البنائية (Structural Equation Modeling) وتحليل المسار لفحص العلاقات بين المتغيرات. تم قياس دافعية الطلاب باستخدام استبانة دافعية تعلم العلوم (Science Motivation Questionnaire - SMQ)، وجمع بيانات عن التحصيل الأكاديمي من متوسط درجاتهم في مقررات العلوم. كما طُلب من الطلاب كتابة مقالات وإجراء مقابلات لتقديم رؤى حول دافعيتهم. أظهرت النتائج أن دافعية الطلاب لتعلم العلوم لها تأثير مباشر وقوي على تحصيلهم الأكاديمي، وأن هذه الدافعية تأثرت بمعتقداتهم حول أهمية العلوم لمسارهم المهني. كان اعتقاد النساء بأن العلوم ذات صلة بمسيرتهن المهنية أقوى قليلًا من الرجال، وأظهرت الدراسات أن النساء يميلن إلى أن يكن أكثر تخطيطًا في اتخاذ القرار المهني. توصي النتائج بربط المفاهيم العلمية بمسارات الطلاب المهنية لزيادة الدافعية والتحصيل. يوفر

النموذج المقترح إطارًا لفهم دافعية الطلاب غير المتخصصين في العلوم، ويؤكد على أهمية ربط العلوم بمساراتهم المهنية لتحسين دافعيتهم وتحصيلهم.

دراسة Bryan et al., (2011) هدفت الدراسة إلى فحص دافعية طلاب المرحلة الثانوية (١٤-١٦ عامًا) لتعلم العلوم في مقرراتهم العلمية التمهيدية، في إطار نظرية المعرفة الاجتماعية. سعت الدراسة لفهم العوامل المحفزة للطلاب، وتحديد أوجه التشابه والاختلاف بين الطامحين وغير الطامحين للالتحاق ببرامج المستوى المتقدم(AP) ، سواء كانوا ذكورًا أم إناثًا. استخدمت الدراسة مزيجًا من المنهج الكمي والنوعي، حيث شارك ٢٨٨ طالبًا وطالبة من السنة الأولى والثانية. تم استخدام استبيان لقياس الدافعية الجوهرية، والكفاءة الذاتية، وتقرير المصير، بالإضافة إلى مقالات ومقابلات فردية. أظهرت النتائج أن الدافعية الجوهرية، والكفاءة الذاتية، وتقرير المصير، والتحصيل الأكاديمي كانت مترابطة، حيث كانت الكفاءة الذاتية الأكثر ارتباطًا بالتحصيل الأكاديمي. الطلاب الذين ينوون الالتحاق ببرامج AP أظهروا درجات أعلى في جميع المقاييس مقارنةً بغير الطامحين. كشفت المقالات والمقابلات عن أن المعلمين الملهمين، والاهتمامات المهنية، وأنشطة التعلم التعاوني هي عوامل تحفيزية قوية. توصي النتائج باستخدام النمذجة الاجتماعية وأنشطة التعلم التعاوني لتعزيز دافعية الطلاب وتحصيلهم ونواياهم للالتحاق ببرامج.AP

دراسة Glynn et al., (2011) تهدف الدراسة إلى فحص دافعية الطلاب لتعلم العلوم في المقررات الجامعية من منظور نظرية المعرفة الاجتماعية. تشمل أهداف الدراسة مراجعة استبانة دافعية تعلم العلوم لتحسين صلاحيته البنائية، وتقييم الاستبانة مع المتخصصين وغير المتخصصين. استخدم الباحثون استبانة دافعية تعلم العلومII ، التي تقيس خمسة مكونات: الدافعية الجوهرية، تقرير المصير، الكفاءة الذاتية، دافعية المسار المهني، ودافعية الدرجات. تم استخدام التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي لإثبات صلاحية البناء للاستبيان. أظهرت النتائج أن مكونات الدافعية، خاصة الكفاءة الذاتية، مرتبطة بمتوسط الدرجات التراكمي للطلاب. سجل المتخصصون في العلوم درجات أعلى من غير المتخصصين في جميع مكونات الدافعية، وسجل الرجال درجة أعلى في الكفاءة الذاتية من النساء، بينما سجلت النساء درجة أعلى في تقرير المصير. تشير النتائج إلى أن الاستبانة أداة صالحة وفعالة لتقييم دافعية الطلاب لتعلم العلوم، وأن هذه المكونات تؤثر على التحصيل العلمي.

دراسة Alfahel et al., (2023) تهدف الدراسة إلى استقصاء مستوى دافعية الطلاب في المدارس العربية في إسرائيل لدراسة المواد العلمية، وفحص الفروق في الدافعية بناءً على نوع المدرسة (ابتدائي، إعدادي، وثانوي)، الجنس (ذكور وإناث)، المستوى التحصيلي، وجنس المعلم. استخدمت استبيانًا مكونًا من ٢٥ فقرة لتقييم خمسة أبعاد دافعية: الجوهرية، المسار المهني، تقرير المصير، الكفاءة الذاتية، والتحصيل. شملت الدراسة ٨٣٨ طالبًا من مدارس مختلفة، وتم استخدام برنامج SPSS (الإصدار ٢١) لتحليل البيانات. أظهرت النتائج أن مستوى الدافعية لدراسة المواد العلمية كان مرتفعًا في جميع المدارس، مع وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أنواع المدارس. كما كان مستوى الدافعية أعلى لدى الفتيات مقارنة بالفتيان، ولدى

الطلاب ذوي المستوى التحصيلي المرتفع مقارنة بالمتوسطين أو المنخفضين، وأيضًا لدى الطلاب الذين يدرسون على يد معلمات مقارنة بالذين يدرسون على يد معلمين ذكور.

دراسة Cheung & Zerouali, (2025) تهدف الدراسة إلى استكشاف الاختلافات الثقافية في العلاقات بين الدافعية الجوهرية في العلوم وممارسات الواجبات المنزلية المدركة من قبل المعلمين والطلاب، وتأثيرها على التحصيل العلمي في المناطق الآسيوية والغربية. استخدمت البيانات من ٤٥,٤٤٨ طالبًا في الصف الثامن من دراسة TIMSS لعام ٢٠١٩، وتم تطبيق تحليل عاملي توكيدي متعدد المستويات ونمذجة معادلة هيكلية. أظهرت النتائج في المناطق الغربية أن تحكم المعلم في الواجبات المنزلية يرتبط سلبًا بالتحصيل العلمي، بينما يرتبط إيجابيًا بالدافعية الجوهرية. كما أن إدراك الطلاب لعدد الواجبات المنزلية يؤثر سلبًا على دافعيتهم الفردية وتحصيلهم. في المقابل، أظهرت النتائج في المناطق الآسيوية أن إدراك عدد الواجبات المنزلية والوقت الذي يقضيه المعلمون في الواجبات المنزلية يرتبط إيجابيًا بالدافعية الجوهرية والتحصيل. ومع ذلك، فإن قضاء وقت أطول في الواجبات المنزلية يرتبط سلبًا بدافعية الطلاب. تلعب الدافعية الجوهرية دورًا وسيطًا مهمًا بين ممارسات الواجبات المنزلية المدركة والتحصيل العلمي في المناطق الآسيوية ذات الأداء العالي.

دراسة (You et al., (2018 هدفت الدراسة إلى تقييم دافعية طلاب الجامعات لتعلم العلوم والتحقق من صحة وموثوقية استبيان دافعية تعلم العلوم (SMQ II) II باستخدام نموذج مقياس راش–أندريتش. تم استخدام الاستبانة المكونة من ٢٥ عبارة موزعة على خمسة عوامل فرعية، وتم تطبيق نموذج مقياس راش–أندريتش للتحقق من الصلاحية، متجاوزين قيود نظرية الاختبار الكلاسيكية. أظهر التحليل وجود نقص في أحادية البعد للبنية العامة للمقياس، مما يعني أن المقياس لا يقيس بعدًا واحدًا بشكل مثالي. اقترحت الدراسة حذف عبارتين لتحسين خاصية أحادية البعد. كانت موثوقية فصل الأفراد وموثوقية فصل العبارات ممتازة، مما يُشير إلى جودة الأداة في التمييز بين الأفراد والعبارات.

دراسة Rezaei, (2025) هدفت الدراسة شبه التجريبية إلى تقييم تأثير طريقة التدريس القائمة على التعلم القائم على الفريق (Team-Based Learning) على دافعية الطلاب نحو تعلم العلوم (MTSL) لدى طلاب المرحلة الجامعية في تخصص تكنولوجيا غرف العمليات. استخدمت استبانة "دافعية الطلاب نحو تعلم العلوم (SMTSL) "التي تتكون من ٣٥ عبارة موزعة على ستة أبعاد فرعية. تم تطبيق الدراسة على ١٥ طالبًا في جامعة كاشان للعلوم الطبية في إيران، وتم تقسيمهم إلى ثلاث مجموعات. تم تنفيذ ثماني جلسات من التعلم القائم على الفريق. تم جمع البيانات قبل وبعد التدخل وتحليلها باستخدام الإحصاء الوصفي واختبار "ت "للعينات المزدوجة. أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في الدرجة الكلية للدافعية نحو تعلم العلوم قبل وبعد التدخل، كما لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية في الأبعاد الفرعية للمقياس. ومع ذلك، تشير الدراسة إلى أن طريقة التعلم القائم على الفريق قد حسّنت عمليًا من درجات الطلاب، خاصة في بعدي" :هدف الإنجاز "و "محاكاة بيئة التعلم."

دراسة Legate & Weinstein, (2025) هدفت الدراسة إلى تقديم حجة نظرية حول تحسين فعالية برامج التدريب على التنوع والإنصاف والشمول (Diversity, Equity, and Inclusion - DEI) من خلال مبادئ علم الدافعية. تشير الدراسة إلى أن برامج الـ DEI الحالية غالبًا ما تفشل في تحفيز التغيير السلوكي الفعلي، وتقترح أن تطبيق نظرية الدافعية يمكن أن يعالج هذه المشكلة. الدراسة هي دراسة مفاهيمية أو نظرية (Conceptual/Theoretical) وتعتمد على مراجعة الأدبيات في مجال علم الدافعية دون جمع بيانات أو تحليل إحصائي جديد.

دراسة Han et al., (2025) هدفت الدراسة إلى فهم العلاقات بين الحاجة إلى التفكير (NFC) ، والدافعية، والنتائج التعليمية في بيئة التعلم القائم على حل المشكلات في العلوم. استُخدمت استبانة NFC من Cacioppo et al. (1984) ، ومقياس الدافعية من Ryan & Deci (2000) ، واختبار معرفة علمية من ٢٠ عبارة. تم تطبيق دراسة ارتباطية على ٤٧٨ طالبًا من المرحلة المتوسطة، وتم تحليل البيانات باستخدام التحليل العاملي التوكيدي (CFA) ونمذجة المعادلة البنائية (SEM) ، بما في ذلك نمذجة المعادلة البنائية متعددة المجموعات (Multigroup SEM) لفحص تأثيرات العرق والجنس. أظهرت النتائج أن الحاجة إلى التفكير عززت دافعية الطلاب لتعلم العلوم، مما أدى إلى تحسين المعرفة العلمية. كان التأثير المباشر للدافعية على اكتساب المعرفة غير دال إحصائيًا. التأثيرات المعدلة أظهرت أن تأثير الحاجة إلى التفكير على الدافعية كان دالًا فقط لدى مجموعة الطلاب ذوي الحاجة المرتفعة للتفكير، بينما كان للعرق تأثير تعديلي جزئي، ولم يظهر الجنس أي تأثير تعديلي.

دراسة Zhang et al., (2024) هدفت الدراسة إلى فحص العلاقة بين ثلاثة عوامل تؤثر على أداء الطلاب في العلوم: فرص التعلم (OTL) ، ودافعية الطلاب، والعوامل الخلفية مثل الحالة الاجتماعية والاقتصادية للأسرة. استخدمت الدراسة بيانات من دراسة "اتجاهات في الرياضيات والعلوم الدولية " (TIMSS) لعام ٢٠١٥، وشملت استبيانات تتعلق بفرص التعلم، والدافعية، والأداء العلمي، على عينة تمثيلية من ١٤,٣٥٦ طالبًا من الصف الثامن في الولايات المتحدة. تم تحليل البيانات باستخدام نمذجة المعادلة البنائية (SEM) أظهرت النتائج أن العوامل الدافعية، وخاصة مفهوم الذات في العلوم، والحالة الاجتماعية والاقتصادية للأسرة، كانت الأكثر دلالة إحصائيًا في التنبؤ بأداء الطلاب. بينما كانت العلاقة بين فرص التعلم (OTL) وأداء الطلاب مختلطة ولديها قدرة تنبؤية أقل، إلا أن العلاقة بين فرص التعلم والعوامل الدافعية كانت قوية.

دراسة Tang et al., (2024) هدفت الدراسة إلى تطوير نظام MP-FERS للتعرف على تعابير الوجه باستخدام التعلم الآلي لقياس الاندماج العاطفي في التعلم (ELE) لدى الطلاب في فصول العلوم. اعتمد النظام على نموذج PAD (Pleasure, Arousal, Dominance) العاطفي، وتم جمع البيانات من مقاطع فيديو لستة دروس فيزياء بمشاركة ١٠٨ طلاب، بالإضافة إلى السجلات الأكاديمية ونتائج التقييم الذاتي للاندماج العاطفي. أظهرت النتائج أن نظام MP-FERS كان متنبئًا ذا دلالة إحصائية بالأداء

الأكاديمي، وكان مؤشرًا أفضل للحالة التعليمية الحقيقية مقارنةً بالتقييم الذاتي، مما أتاح تحليلًا دقيقًا لتغيرات الاندماج العاطفي لدى الطلاب في استجابة لبيئات تدريس مختلفة.

دراسة Nguyen & Hayward, (2024) هدفت الدراسة إلى التحقق من جدوى استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي (GenAI)، وتحديدًا نماذج اللغة الكبيرة متعددة الوسائط (MLLMs)، لمراجعة وتقييم اختبارات العلوم لطلاب المراحل الابتدائية والمتوسطة والثانوية، وتقديم أفكار لتحسينها. تم استخدام نموذج لغة كبير متعدد الوسائط (GPT-4 Vision). أجريت دراسة استكشافية لمقارنة الملاحظات النقدية التي قدمها الذكاء الاصطناعي مع ملاحظات المعلمين. تم اختبار استراتيجيات مختلفة للبرمجة (مثل few-shot وzero-shot) لتقييم مدى دقتها وجودتها. أظهرت النتائج أن ملاحظات الذكاء الاصطناعي يمكنها تقييم مدى توافق الاختبارات مع أبعاد معايير العلوم من الجيل التالي (NGSS). أشارت الدراسة إلى أن استراتيجية "few-shot learning" (التي تتضمن أمثلة) كانت تنتج ملاحظات أفضل وأكثر تفصيلًا. كما أظهرت مقابلات مع المعلمين أن ملاحظات الذكاء الاصطناعي تدعم تفكيرهم في الممارسات التعليمية وتساعدهم على مراجعة الاختبارات.

دراسة Liao et al., (2024) هدفت الدراسة إلى فحص تأثير نظام تعليمي قائم على الواقع المعزز (AR)في أنشطة الاستقصاء بفيزياء العدسات على التحصيل العلمي ودافعية التعلم ومهارات الاستقصاء لدى طلاب المرحلة الإعدادية. تم تطوير نظام تعليمي للعدسات باستخدام الواقع المعزز، واستخدمت الدراسة تصميمًا شبه تجريبي بمجموعتين (تجريبية وضابطة) من ٦٠ طالبًا في الصف الثامن. استخدمت المجموعة التجريبية نظام الواقع المعزز، بينما استخدمت المجموعة الضابطة الأجهزة التقليدية. أظهر استخدام نظام الواقع المعزز تحسينًا في التحصيل العلمي الكلي وزيادة دافعية الطلاب لتعلم العلوم. كما عزز النظام مهارات الاستقصاء الخاصة بالعدسات المقعرة، مثل الملاحظة والتحليل والاكتشاف، لكنه لم يظهر أي تأثير على مهارات الاستقصاء في موضوع العدسات المحدبة.

دراسة Al-Awidi et al., (2025) هدفت الدراسة إلى فحص تأثير تطبيق للواقع المعزز (AR) القائم على تقنية التعرف على الصور على اكتساب مهارات العمليات العلمية والدافعية لتعلم العلوم لدى طلاب الصف العاشر في الأردن. تم تطوير التطبيق واستخدام تصميم شبه تجريبي بمجموعتين (تجريبية وضابطة) من ٥٦ طالبة. درست المجموعة التجريبية وحدة من كتاب الأحياء باستخدام التطبيق، بينما درست المجموعة الضابطة نفس الوحدة بالطريقة التقليدية. أظهرت النتائج أن الطالبات اللاتي استخدمن التطبيق حققن اكتسابًا أعلى لجميع مهارات العمليات العلمية ودافعية أكبر لتعلم العلوم مقارنة بالمجموعة الضابطة.

دراسة Woitowich et al., (2022) هدفت الدراسة إلى فحص الدوافع والحواجز التي تواجه الباحثين الأكاديميين في العلوم عند مشاركتهم في أنشطة التوعية العلمية والمشاركة العامة. استخدمت منهجية مختلطة تعتمد على استبانة تم توزيعها على ٥٣٠ فردًا من المجتمع الأكاديمي. أشارت النتائج إلى

أن الباحثين يشاركون في أنشطة التوعية العلمية لأسباب شخصية وخدمية، ولديهم مستويات عالية من الارتياح عند القيام بها. كما أظهرت الدراسة وجود حواجز كبيرة للمشاركة، مثل نقص الوقت والتمويل. خلصت الدراسة إلى أن عدم فعالية التوعية العلمية قد لا يكون سببه الدوافع السلبية للعلماء، بل أسباب أخرى.

دراسة Covert et al., (2019) هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير أكاديمية "العلماء الناشئين للعلوم البيئية والصحية (ES Academy) "على دافعية طلاب المدارس الثانوية لتعلم العلوم، باستخدام استبيان "دافعية العلوم (SMQII) "II تم قياس دافعية ٤٥ طالبًا قبل وبعد المشاركة في البرنامج، حيث أظهرت النتائج زيادة ذات دلالة إحصائية في دافعية الطلاب بشكل عام، مع زيادة ملحوظة في بعدي التقرير الذاتي والدافعية المهنية.

دراسة Shaakumeni & Csapó, (2018) هدفت الدراسة إلى التحقق من الخصائص السيكومترية لاستبيان معدل من استبيان "دافعية الطلاب لتعلم العلوم (SMTSL) "لتقييم دافعية طلاب الصف الثاني عشر في ناميبيا. تم تعديل الاستبانة لتتكون من ١٩ بندًا، واستخدمت منهجية التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي على عينة من ٧٥٥ طالبًا. أظهرت نتائج التحليل العاملي أن النموذج المقترح ملائم إحصائيًا للبيانات. تم التأكد من صدق البناء من خلال تقييم الصدق التقاربي والتمييزي، وكلاهما كان مقبولًا. خلصت الدراسة إلى أن الاستبانة المعدلة تتمتع بصدق وثبات كافيين، وهي مناسبة لتقييم دافعية طلاب ناميبيا لتعلم العلوم.

دراسة Salta & Koulougliotis, (2015) هدفت الدراسة إلى تكييف والتحقق من صلاحية استبيان "دافعية العلوم (SMQ II) "II في اليونان لفئة طلاب المدارس الثانوية، مع التركيز على تعلم الكيمياء. تم تكييف الاستبانة لتصبح "دافعية الكيمياء (CMQ II) "II واستخدم التحليل العاملي التوكيدي على عينة من ٣٣٠ طالبًا. أكدت النتائج صلاحية الأداة وثباتها، مما يسمح بإجراء مقارنات بين المجموعات. تم تأكيد الأبعاد الخمسة للدافعية: دافعية الدرجات، الدافعية المهنية، الدافعية الداخلية، الكفاءة الذاتية، والتقرير الذاتي. أظهرت المقارنات بين الجنسين أن الفتيات لديهن تقرير ذاتي ودافعية مهنية وداخلية أعلى في المرحلة الإعدادية، بينما أظهرت المقارنات العمرية أن طلاب المرحلة الإعدادية لديهم دافعية درجات أعلى من طلاب المرحلة الثانوية.

تعليق عام على الدراسات والبحوث السابقة التي تتناول دافعية تعلم العلوم:

١. محور التحقق السيكومتري للأدوات:

دراسة You et al., (2018) تركز بشكل مباشر على التحقق السيكومتري لأداة قياس الدافعية (SMQ II) باستخدام نموذج راش–أندريتش المتقدم. تبرز الدراسة أهمية تجاوز النماذج التقليدية (CTT) للوصول إلى فهم أعمق للخصائص النفسية للمقياس، مثل أحادية البعد، وتُقدم توصيات محددة لتحسينه، ودراسة Shaakumeni & Csapó, (2018) قامت بتكييف والتحقق من صلاحية استبيان آخر

(SMTSL) في سياق ثقافي مختلف (ناميبيا). وتُظهر الدراسة الحاجة الماسة إلى إعادة التحقق من الأدوات عند نقلها إلى سياقات ثقافية جديدة، وهو ما يُعزز أهمية البحث الحالي، ودراسة (Salta & Koulougliotis, 2015) تُقدم هذه الدراسة مثالًا آخر على تكييف الأداة (SMQ II) في سياق ثقافي (اليونان) ولغوي مختلف مع التركيز على موضوع محدد (الكيمياء). تؤكد الدراسة على أهمية الثبات التكويني للأداة، مما يسمح بإجراء مقارنات ذات معنى بين المجموعات؛ فهذه الدراسات الثلاث تُبرر أهمية التركيز على التحقق من صلاحية وموثوقية أداة قياس الدافعية لتعلم العلوم، وخاصة عند استخدام نماذج متقدمة مثل نماذج الاستجابة للمفردة (IRT)، والدراسات (Glynn et al., 2011; Glynn et al., 2007, 2009) تُشكل هذه الدراسات الأساس النظري والمنهجي لاستبيان دافعية تعلم العلوم (SMQ)؛ حيث تُقدم أدلة قوية على صلاحية بنائه (construct validity) من خلال التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي. تُوضح هذه الدراسات أن الدافعية بناء متعدد الأبعاد يتكون من خمسة مكونات رئيسية، وتُظهر أن هذه المكونات، خاصة الكفاءة الذاتية (Self-Efficacy)، مرتبطة بالتحصيل الأكاديمي، كما أن دراسة (You et al., 2018) لها صلة وثيقة بمنهجية البحث الحالي؛ حيث تُبرر الحاجة إلى استخدام نماذج متقدمة مثل نموذج راش–أندريتش بدلًا من النماذج التقليدية. تُسلط الدراسة الضوء على أهمية اختبار خاصية أحادية البعد للمقياس، ودراسة (Bayanova et al., (2023 تُقدم هذه الدراسة مراجعة منهجية عامة عن حالة الأبحاث في مجال الدافعية وSTEM، وتُشير إلى أن الدراسات التي تُركز على تطوير المقاييس لا تزال قليلة (٢.٨٪). وهذا يُبرر أهمية البحث الحالي في المساهمة بسد هذه الفجوة.

٢. محور العوامل المؤثرة في الدافعية والتحصيل والنتائج التعليمية:

دراسة (Zhang et al., (2024 تُظهر هذه الدراسة أن الدافعية هي أحد أقوى العوامل التنبؤية بأداء الطلاب في العلوم، متجاوزة في أهميتها فرص التعلم (OTL). هذا يؤكد على مركزية الدافعية كمتغير رئيسي في الأبحاث التعليمية، ودراسة (Han et al., (2025 تُقدم هذه الدراسة نموذجًا بنائيًا يربط بين الحاجة إلى التفكير (NFC) والدافعية والنتائج التعليمية. وتُظهر النتائج أن الحاجة إلى التفكير تُعزز الدافعية، والتي بدورها تُحسن المعرفة العلمية. وهذا يوضح أن الدافعية ليست عاملًا منعزلًا، بل تتأثر بعوامل معرفية أخرى، ودراسة (Woitowich et al., (2022 تُوسع نطاق العوامل المؤثرة لتشمل الحواجز الخارجية (مثل نقص الوقت والتمويل)؛ مما يُظهر أن الدافعية قد تكون موجودة لكن لا تُترجم إلى سلوك فعال بسبب عوامل سياقية، ودراسة (Duane, (2023 تُظهر أن الدافعية لا تنشأ في فراغ، بل تتأثر بمجموعة متنوعة من عوامل الخلفية مثل العوامل الاجتماعية، والوعي بالفرص المهنية، والمشاركات الأكاديمية المبكرة. وهذا يوسع نطاق البحث ليشمل فهمًا أعمق للعوامل الكامنة وراء الدافعية، ودراسة كل من (Taasoobshirazi & Carr, 2009; Taasoobshirazi & Glynn, 2009) تُظهر هاتان الدراستان أن الدافعية ليست فقط نتاجًا لعوامل أخرى، بل هي أيضًا متغير وسيط يؤثر على استخدام الطلاب لاستراتيجيات حل المشكلات، وبالتالي على تحصيلهم الأكاديمي. تُبرز الدراستان أن الكفاءة الذاتية تُعد عاملًا حاسمًا في نجاح الطلاب

في حل مسائل الكيمياء والفيزياء، ودراسة Bryan et al., (2011) تؤكد على أن الدافعية ترتبط بشكل وثيق بالتحصيل الأكاديمي والاهتمامات المهنية، وأن المعلمين الملهمين والتعلم التعاوني يمكن أن يكونا عوامل محفزة قوية، ودراسة Cheung & Zerouali, (2025) تُقدم بُعدًا ثقافيًا مهمًا؛ حيث تُظهر أن تأثير الممارسات التعليمية (مثل الواجبات المنزلية) على الدافعية يختلف بشكل كبير بين السياقات الثقافية المختلفة، مما يُبرز الحاجة الماسة لإجراء مزيد من البحوث في السياق العربي لفهم هذه العلاقات بشكل أدق، فهذه الدراسات تُعزز من أهمية الدافعية كعامل رئيسي في الأداء الأكاديمي، وتُظهر أنها تتأثر بعوامل شخصية (مثل NFC) وعوامل سياقية (مثل الحواجز الخارجية).

٣. محور التدخلات والتطبيق والتحليل والتقييم في سياقات مختلفة:

دراسة (Al-Awidi et al., 2025; Liao et al., 2024) تُظهر كلتا الدراستين فعالية الواقع المعزز (AR) كتدخل تعليمي في زيادة الدافعية والتحصيل العلمي. تُقدم هذه الدراسات أدلة تجريبية على أن دمج التكنولوجيا الحديثة يمكن أن يُعزز من دافعية الطلاب لتعلم العلوم، ودراسة Rezaei, (2025) تُقدم نتائج مختلطة حول تأثير التعلم القائم على الفريق؛ حيث لم تظهر فروقًا ذات دلالة إحصائية في الدافعية الكلية، ولكنها أشارت إلى تحسينات عملية في بعض الأبعاد. هذا يُسلط الضوء على أهمية اختيار التدخل المناسب وضرورة وجود أدوات قياس دقيقة لالتقاط الفروق الدقيقة، ودراسة Covert et al., (2019) تُقدم مثالًا آخر على نجاح برنامج صيفي تكميلي في زيادة الدافعية لتعلم العلوم، وتُظهر أهمية الخبرات التعليمية الأصيلة (مثل التعلم القائم على الاستقصاء والإرشاد الفردي) كعوامل محفزة، ودراسة كل من (Nguyen & Hayward, 2024; Tang et al., 2024) تُشير هذه الدراسات إلى الاتجاهات المستقبلية في تقييم الدافعية والتعليم، من خلال استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي. وتُظهر هذه الأبحاث أن الأساليب التقليدية قد لا تكون دائمًا الأفضل، وتدعم فكرة أن هناك حاجة دائمة للابتكار في أدوات وطرق التقييم، ودراسة Johansen et al., (2023) تُقدم دليلًا تجريبيًا على أن أهمية المهمة التعليمية (relevance) هي عامل حاسم في زيادة الدافعية والجهد المبذول من قبل الطلاب، ودراسة Alfahel et al., (2023) تُعد تطبيقًا مباشرًا لأداة الدافعية في السياق العربي، وتُظهر وجود فروق ذات دلالة إحصائية في الدافعية بناءً على متغيرات مثل الجنس ونوع المدرسة والمستوى التحصيلي، فهذه الدراسات تُشكل شبكة مترابطة من المعرفة التي تُعزز من أهمية وأصالة البحث الحالي؛ فهي تُبرر الحاجة إلى أدوات قياس دقيقة للدافعية، وتُؤكد على أن الدافعية عامل حاسم في الأداء الأكاديمي، وتُقدم رؤى حول العوامل المتعددة التي تُشكلها، كما تُقدم دراسة Alfahel et al., (2023) مثالًا مباشرًا على الحاجة إلى مزيد من الأبحاث في السياق العربي، مما يُعزز من أهمية مساهمة البحث الحالي في هذا المجال، كما تُقدم مجموعة واسعة من التدخلات التعليمية التي يمكن أن تؤثر على الدافعية. كما أنها تُسلط الضوء على أهمية طرق التقييم الحديثة وتُعزز من فكرة أن الدافعية لتعلم العلوم يمكن زيادتها من خلال تصميم بيئات تعلم مُحفزة.

تعليق عام على الدراسات والبحوث السابقة التي تتناول النماذج أحادية البعد والنماذج متعددة الأبعاد:

تُقدم الدراسات السابقة سياقًا بحثيًا غنيًا يوضح التطور في استخدام نماذج الاستجابة للمفردة (IRT)، وبشكل خاص نموذج الاستجابة المتدرجة (GRM)، في فحص الخصائص السيكومترية للمقاييس النفسية والتربوية. تُبرز هذه الدراسات أهمية الانتقال من النماذج أحادية البعد إلى النماذج متعددة الأبعاد في الحالات التي يُفترض فيها أن السمة الكامنة للمقياس تتكون من أبعاد متعددة، وهو ما يتوافق تمامًا مع توجه البحث الحالي.

أهداف البحث الحالي والبحوث والدراسات السابقة:

- البناء العاملي: العديد من الدراسات مثل (Ayanwale et al., 2024; Depaoli et al., 2018; النفيعي، عبدالرحمن عبدالله أحمد, ٢٠٢٣; محمود، فريال محمود محمد الحاج, ٢٠١٦; محمود، فريال محمود محمد الحاج، و أحمد، سمية علي عبدالوارث, ٢٠٢١) ركزت على الكشف عن البناء العاملي للمقاييس باستخدام نماذج GRM أو نماذج IRT متعددة الأبعاد، سواء كانت تؤكد أحادية البعد أو تكشف عن أبعاد متعددة. هذا يدعم الهدف الأول للبحث الحالي حول الكشف عن البناء العاملي لدافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.
- الخصائص السيكومترية: معظم الدراسات مثل (Aune et al., 2019; Sethar et al., 2022; Uttaro & Lehman, 1999; Zhou et al., 2023; أبو شندي، يوسف عبدالقادر علي، حمود، محمد الشيخ، و الرجيبي، يوسف بن سيف بن محمد, ٢٠٢١; الثبيتي، عمر عواض عوض, ٢٠٢١; النعيمي، عز الدين عبدالله عواد, ٢٠٢١) تناولت تقدير الخصائص السيكومترية كمعلمات التمييز والعتبات، ودالة المعلومات، ومؤشرات الثبات والصدق البنائي، وهو ما يتطابق مع الهدف الثاني للبحث الحالي.
- نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد: تُعد دراسات مثل (Ayanwale et al., 2024; Brzezińska, 2016; De Ayala, 1994; Depaoli et al., 2018; Kehinde et al., 2022; Kose & Demirtasli, 2012; Li et al., 2012; Mermer, 2024; Tu et al., 2023; Walker, 2021; Zhang, 2004) ذات أهمية قصوى للبحث الحالي؛ حيث إنها تركز بشكل مباشر على النماذج متعددة الأبعاد وتؤكد تفوقها ودقتها في تقدير المعلمات وفحص الخصائص السيكومترية للبنيات متعددة الأبعاد.

الفجوة البحثية التي يسدها البحث الحالي: على الرغم من وجود العديد من الدراسات التي استخدمت نموذج الاستجابة المتدرجة لفحص خصائص المقاييس النفسية والتربوية، إلا أن هناك فجوة واضحة فيما يتعلق بتطبيق هذه النماذج على مقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة على وجه التحديد، مع التركيز على الكشف عن بنيته العاملية متعددة الأبعاد. فالدراسات السابقة إما تناولت مفاهيم

مختلفة (مثل الألكسيثيميا، قلق السرطان، ريادة الأعمال، قلق المستقبل المهني، الاكتئاب، الاتجاه نحو الاختبارات الإلكترونية) أو طبقت على عينات جامعية، أو ركزت على المقارنات النظرية بين النماذج.

نقاط الاتفاق والاختلاف:

- نقاط الاتفاق: يتفق البحث الحالي مع معظم الدراسات في استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة كأداة تحليل متقدمة للخصائص السيكومترية، وفي أهمية تقدير معلمات المفردات ودوال المعلومات لتقييم جودة المقياس. كما يتفق مع الدراسات التي تؤكد على ضرورة استخدام النماذج متعددة الأبعاد عندما تكون السمة الكامنة متعددة الأبعاد مثل (Ayanwale et al., 2024; Mermer, 2024).
- نقاط الاختلاف: يختلف البحث الحالي في تركيزه على دافعية تعلم العلوم كمتغير محدد، وعلى طلاب المرحلة الثانوية العامة كفئة مستهدفة رئيسية، بالإضافة إلى تبنيه الصريح والأساسي لنموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد.

الإضافة التي يُقدمها البحث الحالي: يُضيف هذا البحث قيمة علمية من خلال:

١. بناء فهم أعمق لدافعية تعلم العلوم: سيُقدم البحث الحالي رؤى جديدة حول طبيعة البناء العاملي لدافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، وهو ما لم يتم تناوله بشكل كافٍ في الدراسات السابقة باستخدام هذا الإطار المنهجي المتقدم.
٢. توفير مقياس ذي خصائص سيكومترية قوية: ستُساهم نتائج البحث الحالي في التأكد من جودة مقياس دافعية تعلم العلوم المستخدم، مما يوفر أداة قياس أكثر دقة وموثوقية يمكن استخدامها في البحوث المستقبلية والممارسات التربوية.
٣. تطبيق متقدم لنماذج IRT: يُعزز البحث الحالي من تطبيق نماذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد في السياق العربي؛ مما يُثري المكتبة العربية بالدراسات التي تستخدم أحدث التقنيات السيكومترية.

وبشكل عام، تُظهر الدراسات السابقة أهمية وجدوى استخدام نماذج الاستجابة المتدرجة، وتُعزز من مبررات هذا البحث الذي يسعى لتطبيق هذه النماذج المتطورة على مقياس حيوي في بيئة تعليمية محددة لم تُدرس بالعمق الكافي في هذا الإطار.

فروض البحث:

في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة تمت صياغة فروض البحث على النحو التالي:

١. البناء العاملي لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة عبارة عن بناء متعدد الأبعاد.
٢. يتمتع مقياس دافعية تعلم العلوم بخصائص سيكومترية جيدة في ضوء تحليل نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد.

منهج البحث:

يتبع هذا البحث المنهج الوصفي الارتباطي لتحليل بيانات مقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة. يركز هذا المنهج على وصف الظواهر وتحليل العلاقات بين المتغيرات كما هي موجودة، دون أي تدخل. سيتم جمع بيانات كمية من عينة واسعة، ثم تحليلها باستخدام أساليب سيكومترية متقدمة، وبالأخص نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد (Multidimensional Graded Response Model). ويهدف هذا التحليل إلى الكشف عن البناء العاملي للمقياس وتحديد خصائصه السيكومترية، مثل الصدق البنائي والثبات وتقديرات معالم المفردات، لتقديم فهم شامل ودقيق لجودة المقياس.

حدود البحث:

يتحدد هذا البحث في عدة جوانب تضمن تركيزه وتحديد نطاقه، وتشمل:

- **الحدود الموضوعية:** اقتصر البحث على فحص البنية العاملية لمقياس دافعية تعلم العلوم، وتحليل خصائصه السيكومترية (الصدق البنائي، الثبات، وتقديرات معالم المفردات). يتم هذا الفحص في ضوء نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد، مما يمثل الإطار النظري والمنهجي لتحليل البيانات.
- **الحدود البشرية (العينة):** أجري البحث على عينة من طلاب المرحلة الثانوية العامة فقط. ولا يشمل البحث مراحل تعليمية أخرى.
- **الحدود المكانية:** تم تطبيق المقياس وجمع البيانات من طلاب المرحلة الثانوية العامة في مدينة الزقازيق بمحافظة الشرقية.
- **الحدود الزمانية:** تم جمع البيانات وتحليلها خلال العام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م.

عينة البحث:

(أ) العينة الاستطلاعية:

للتحقق من الخصائص السيكومترية لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية، طُبّق المقياس على عينة استطلاعية بلغ عددها ١١٤ طالبًا وطالبة. يوضح الجدول (١) توزيع أفراد العينة من حيث متغيرات (مكان الإقامة، النوع، الفرقة الدراسية والعمر).

جدول (١) توصيف العينة الاستطلاعية لطلاب المرحلة الثانوية العامة

المتغير	الفئة	العدد (ن)	النسبة المئوية (%)
مكان الإقامة	القرية	60	52.6
	المدينة	54	47.4
النوع	أنثى	84	73.7
	ذكر	30	26.3
الفرقة الدراسية	الصف الأول الثانوي	8	7.0
	الصف الثاني الثانوي	89	78.1

المتغير	الفئة	العدد (ن)	النسبة المئوية (%)
	الصف الثالث الثانوي	17	14.9
العمر (بالسنوات)	17	8	7.0
	18	89	78.1
	19	17	14.9
المجموع الكلي		114	100.0

توزعت العينة جغرافيًا بين مناطق القرى (٦٠ طالبًا وطالبة) والمدن (٥٤ طالبًا وطالبة). شملت العينة ٨٤ طالبة مقابل ٣٠ طالبًا ذكرًا. أما عن الفرق الدراسية، فقد ضمت العينة طلابًا من الصف الأول الثانوي (٨ طلاب)، والغالبية العظمى من الصف الثاني الثانوي (٨٩ طالبًا وطالبة)، بالإضافة إلى ١٧ طالبًا وطالبة من الصف الثالث الثانوي. بخصوص الأعمار، تراوحت أعمار أفراد العينة بين ١٧ عامًا (٨ طلاب وطالبة)، و١٨ عامًا (٨٩ طالبًا وطالبة)، و١٩ عامًا (١٧ طالبًا وطالبة). يُعزز هذا التنوع في خصائص العينة الاستطلاعية من قوة التحليلات السيكومترية التي ستُجرى على مقياس دافعية تعلم العلوم.

(ب) العينة النهائية:

تم تطبيق المقياس على عينة نهائية من طلاب المرحلة الثانوية العامة بلغ قوامها ١٣٧٥ طالبًا وطالبة. لتقديم توصيف دقيق لهذه العينة، تم تحليل البيانات بناءً على متغيرات مكان الإقامة، النوع (الجنس)، الفرقة الدراسية، والعمر. يوضح الجدول (٢) التوزيع التفصيلي لأفراد العينة النهائية.

جدول (٢) توصيف العينة النهائية لطلاب المرحلة الثانوية العامة (ن=١٣٧٥)

المتغير	الفئة	العدد (ن)	النسبة المئوية(%)
مكان الإقامة	القرية	853	62.0
	المدينة	522	38.0
النوع	إناث	994	72.3
	ذكور	381	27.7
الفرقة الدراسية	الصف الأول الثانوي	84	6.1
	الصف الثاني الثانوي	420	30.5
	الصف الثالث الثانوي	871	63.3
العمر (بالسنوات)	17	84	6.1
	18	1070	77.8
	19	221	16.1
المجموع الكلي		1375	100.0

يعكس هذا التوصيف الشامل للعينة النهائية التنوع في خصائص الطلاب؛ مما يعزز من قوة وموثوقية النتائج المستخلصة من تطبيق المقياس على هذه العينة.

أداة البحث:

ثبات وصدق مقياس دافعية تعلم العلوم:

تُظهر النتائج الخاصة بتطبيق مقياس دافعية تعلم العلوم على عينة طلاب المرحلة الثانوية العامة تمتع الأداة بخصائص سيكومترية جيدة من حيث الثبات والاتساق الداخلي للمقياس ككل.

الثبات: بلغ معامل ألفا كرونباخ للمقياس بأكمله (٢٥ مفردة) قيمة عالية جدًا قدرها ٠.٩٣٤. تُعد هذه القيمة مؤشرًا قويًا على الاتساق الداخلي المرتفع جدًا لجميع مفردات المقياس؛ مما يعني أن المفردات مترابطة بشكل كبير وتقيس المفهوم العام لدافعية تعلم العلوم بطريقة متسقة وموثوقة لدى هذه الفئة من الطلاب.

الصدق البنائي: تم فحص معاملات الارتباط بين المفردة والدرجة الكلية المصححة لكل مفردة. تُعتبر هذه المعاملات مؤشرًا على الصدق البنائي للمقياس، تُعتبر معظم قيم ارتباط المفردة بالدرجة الكلية المصححة مرتفعة وجيدة، وتشير إلى أن غالبية مفردات المقياس ترتبط بشكل قوي بالدرجة الكلية، وتُساهم بفعالية في قياس دافعية تعلم العلوم. وعلى الرغم من أن المفردة رقم ٥ تُظهر ارتباطًا أقل نسبيًا (٠.٢٧٥)، إلا أنها لا تزال قيمة مقبولة وتشير إلى وجود ارتباط إيجابي. تُشير هذه النتائج مجتمعة إلى أن المقياس يتمتع بصدق بنائي جيد وفعالية في قياس السمة الكامنة لدافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، ويوضح الجدول (٣) قيم الثبات الكلي للمقياس، بالإضافة إلى إحصاءات الثبات والصدق البنائي (ارتباط المفردة بالدرجة الكلية المصححة) لكل مفردة على حدة.

جدول (٣) إحصاءات الثبات والصدق البنائي للمقياس الكلي لدافعية تعلم العلوم (المرحلة الثانوية العامة، ن=١١٤)

رقم المفردة	ارتباط المفردة بالدرجة الكلية المصححة	ألفا كرونباخ عند حذف المفردة
1	0.629	0.931
2	0.520	0.932
3	0.586	0.931
4	0.643	0.931
5	0.275	0.936
6	0.470	0.933
7	0.577	0.932
8	0.585	0.931
9	0.615	0.931
10	0.597	0.931
11	0.467	0.933
12	0.620	0.931
13	0.703	0.930

رقم المفردة	ارتباط المفردة بالدرجة الكلية المصححة	ألفا كرونباخ عند حذف المفردة
14	0.696	0.930
15	0.505	0.933
16	0.568	0.932
17	0.548	0.932
18	0.658	0.930
19	0.653	0.930
20	0.553	0.932
21	0.545	0.932
22	0.720	0.929
23	0.530	0.932
24	0.663	0.930
25	0.665	0.930
الثبات الكلي	0.934	

بناءً على النتائج الموضحة أعلاه، والتي تُظهر قيمًا عالية لمعامل الثبات الكلي (ألفا كرونباخ = ٠.٩٣٤) وارتباطات قوية وإيجابية لمعظم المفردات بالدرجة الكلية المصححة، يُمكن الاستنتاج بثقة أن مقياس دافعية تعلم العلوم يتمتع بخصائص سيكومترية ممتازة من حيث الثبات والصدق البنائي. تُؤكد هذه المؤشرات على أن المقياس أداة موثوقة ومتسقة وفعالة في قياس السمة الكامنة لدافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة. وعليه، تُعد هذه النتائج بمثابة تأكيد قاطع على صلاحية الأداة وجاهزيتها للقياس والتطبيق النهائي في الدراسات والبحوث المستقبلية المتعلقة بدافعية تعلم العلوم في هذه الفئة العمرية.

إجراءات البحث:

الأساليب الإحصائية وحزم البرامج المستخدمة:

١. التحليل العاملي الاستكشافي، باستخدام برنامج ((IBM SPSS (V27)).
٢. اختبار بارتليت وكايزر- ماير- أولكن باستخدام برنامج ((IBM SPSS (V27)).
٣. حزمة (mirt) (Phil Chalmers et al., 2024) للحصول على الإحصاءات الخاصة بنموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد.

نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها:

نتائج السؤال الأول:

ينص الفرض الأول على أن "البناء العاملي لمقياس دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة عبارة عن بناء متعدد الأبعاد" وللتحقق من هذا الفرض تم استخدام طريقتين للتحقق من البنية العاملية للمقياس أحدهما بالطريقة التقليدية باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي والأخرى بالطريقة المعتمدة على

النظرية الحديثة ووفقًا للنموذج المستخدم وهو في هذا البحث نموذج الاستجابة المتدرجة، وفي سبيل ذلك فقد تم تطبيق المقياس في صورته النهائية على طلاب المرحلة الثانوية العامة الذين بلغ عددهم (١٣٧٥).

أولًا: للتحقق من البنية العاملية للمقياس بالطريقة التقليدية باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي:

تم إجراء تحليل عاملي استكشافي بطريقة المكونات الرئيسية، وتم اختبار افتراضات التحليل العاملي من خلال "اختبار بارتليت (مربع كاي التقريبية) وكايزر – ماير – أولكن" "KMO and Bartlett's Test"؛ وكان قيمة اختبار بارتليت وكايزر – ماير – أولكن تساوي (٠.٩٧١) وهي أعلى من (٠.٧٠)، وكانت قيمة اختبار بارتليت (كا^{2} التقريبية) (١٦٤٨٩.٧٥٥) وهي دالة عند (٠.٠١)؛ مما يدل على تحقق افتراضات التحليل العاملي (Leech et al., 2005, p. 80) وطلب من البرنامج استخراج العوامل التي يزيد الجذر الكامن لها عن الواحد الصحيح؛ أسفرت النتائج عن وجود عاملين يفسران معًا ٤٨.٥٤٨٪ من التباين الكلي. أتبع ذلك التحليل تحليل عاملي استكشافي آخر بطريقة المكونات الرئيسية أيضًا، ولكن طلب من البرنامج في هذه الحالة استخراج العاملين الذين حصلنا عليهما سابقًا مع تدوير العوامل بطريقة الفاريماكس (Varimax) بعد التدوير، يمثل العامل الأول (٢٦.٢٠٠٪) من التباين، ويمثل العامل الثاني (٢٢.٣٤٨٪) من التباين. والجدول رقم (٤) يوضح المفردات وتشبعات العوامل للعوامل التي تم تدويرها "rotated factors"، والاشتراكيات (Communalities).

جدول رقم (٤) يوضح مفردات مقياس دافعية تعلم العلوم وتشبعات العوامل والاشتراكيات

رقم المفردة	المفردة	تشبع العامل		الاشتراكيات
		العامل الأول	العامل الثاني	
١٣	إن فهم العلوم سيفيدني في مسيرتي المهنية.	.751		.629
١٠	إن معرفة العلوم ستمنحني ميزة مهنية.	.737		.603
٧	تعلم العلوم سيساعدني في الحصول على وظيفة جيدة.	.704		.542
١٢	تعلم العلوم يجعل حياتي أكثر معنى.	.656		.517
٢٤	إن الحصول على درجات عالية في اختبارات العلوم والمختبرات أمر مهم بالنسبة لي.	.589		.515
٢٥	سأستخدم مهارات حل المشكلات العلمية في مسيرتي المهنية.	.579		.472
٢٠	أفكر في الدرجة التي سأحصل عليها في العلوم.	.559		.445
١	العلوم التي أتعلمها لها صلة بحياتي.	.557		.335
٢٣	مسيرتي المهنية سوف تنطوي على العلم.	.550		.362
٤	الحصول على درجة جيدة في العلوم هو أمر مهم بالنسبة لي.	.544		.490
١٩	أنا أستمتع بتعلم العلوم.	.536		.486
٣	تعلم العلوم مثير للاهتمام.	.529		.408
٨	في العلوم "A" من المهم أن أحصل على.	.497		.397
٦	أستخدم استراتيجيات لتعلم العلوم جيدًا.		.731	.543

رقم المفردة	المفردة	تشبع العامل		الاشتراكيات
		العامل الأول	العامل الثاني	
٥	لقد بذلت ما يكفي من الجهد في تعلم العلوم.		.681	.495
١٦	أستعد جيدًا لاختبارات العلوم والمختبرات.		.666	.568
١١	أقضي الكثير من الوقت في تعلم العلوم.		.598	.430
٢٢	أدرس بجد لتعلم العلوم.		.588	.567
٢١	أنا متأكد من أنني أستطيع فهم العلوم.		.558	.522
١٥	أعتقد أنني أستطيع إتقان المعرفة والمهارات العلمية.		.557	.481
٩	أنا واثق من أنني سأحقق نتائج جيدة في اختبارات العلوم.		.552	.516
١٨	أعتقد أنني أستطيع الحصول على درجة "A" في العلوم.		.552	.508
١٧	أنا مهتم بالاكتشافات العلمية.		.516	.416
١٤	أنا واثق من أنني سأقوم بعمل جيد في مختبرات ومشاريع العلوم.		.514	.503
٢	أحب أن أحقق نتائج أفضل من الطلاب الآخرين في اختبارات العلوم.		.474	.389
	الجذر الكامن	6.550	5.587	
	% من التباين	26.200	22.348	

بالنظر إلى تشبعات المفردات على العاملين بعد التدوير كما يوضح الجدول (٤)، يمكن ملاحظة التجمع التالي للمفردات:

- العامل الأول: تجمعت حوله مفردات مثل "فهم العلوم سيفيدني في مسيرتي المهنية" (س١٣)، "معرفة العلوم ستمنحني ميزة مهنية" (س١٠)، "تعلم العلوم سيساعدني في الحصول على وظيفة جيدة" (س٧)، "الحصول على درجات عالية... أمر مهم" (س٢٤)، "سأستخدم مهارات حل المشكلات العلمية في مسيرتي المهنية" (س٢٥)، "العلوم التي أتعلمها لها صلة بحياتي" (س١)، و"تعلم العلوم مثير للاهتمام" (س٣)، "أنا أستمتع بتعلم العلوم" (س١٩). يشير هذا التجمع إلى عامل يعكس الدافعية القائمة على القيمة المتصورة للعلوم (Personal Value and Utility)، سواء كانت هذه القيمة مرتبطة بالمسار المهني، أو الأهمية الشخصية، أو حتى الاستمتاع والاهتمام الذاتي بالعلوم.
- العامل الثاني: تجمعت حوله مفردات مثل "أستخدم استراتيجيات لتعلم العلوم جيدًا" (س٦)، "بذلت ما يكفي من الجهد في تعلم العلوم" (س٥)، "أستعد جيدًا لاختبارات العلوم" (س١٦)، "أقضي الكثير من الوقت في تعلم العلوم" (س١١)، "أدرس بجد لتعلم العلوم" (س٢٢)، "أنا متأكد من أنني أستطيع فهم العلوم" (س٢١)، "أعتقد أنني أستطيع إتقان المعرفة والمهارات العلمية" (س١٥)، "أنا واثق من أنني سأحقق نتائج جيدة" (س٩)، "أعتقد أنني أستطيع الحصول على درجة "A" (س١٨). يشير

هذا التجمع إلى عامل يعكس الدافعية القائمة على الجهد والكفاءة الذاتية (Effort and Self-Efficacy)، حيث تركز المفردات على مستوى الجهد المبذول، واستخدام استراتيجيات التعلم، والثقة في القدرة على الفهم والأداء الجيد.

مما سبق؛ تُظهر نتائج التحليل العاملي الاستكشافي قوة بيانات المقياس وصلاحيتها للتحليل، وذلك من خلال المؤشرات الإحصائية الجيدة لاختباري بارتليت وكايزر–ماير–أولكن (KMO). والأهم من ذلك، فإن استخلاص عاملين رئيسيين يفسران ما يقارب نصف التباين الكلي في المقياس، وتأكيدهما بعد عملية التدوير، يُقدم دليلًا مبدئيًا قويًا على أن دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة ليست مفهومًا أحادي البعد، بل تتكون من بُعدين متمايزين. يُشير تحليل مضمون المفردات المتجمعة تحت كل عامل إلى أن العامل الأول يُمثل على الأرجح القيمة الشخصية والمهنية للعلوم والتوجه نحو الإنجاز الأكاديمي، بينما يُركز العامل الثاني على الجهد المبذول والثقة في القدرات الذاتية (الكفاءة الذاتية) في مجال العلوم. تُعد هذه النتيجة ذات دلالة مهمة؛ حيث تُوفر إطارًا مبدئيًا لفهم الأبعاد المتعددة لدافعية تعلم العلوم.

ثانيًا: للتحقق من البنية العاملية للمقياس بالطريقة المعتمدة على النظرية الحديثة ووفقًا لنموذج الاستجابة المتدرجة:

تم عمل ملاءمة لنموذج الاستجابة المتدرجة في حالة افتراض أحادية البعد مرة وفي حالة افتراض تعددية الأبعاد (ثنائية البعد) مرة أخرى وتم الحكم على أفضلية النموذج من خلال مؤشرات الملاءمة المختلفة المستخدمة للحكم على أفضلية النموذج، ويتم عرض مؤشرات ملاءمة النموذج في جدول (٥).

جدول (٥) مؤشرات ملاءمة النموذج

إحصاءات الملاءمة	النموذج أحادي البعد	النموذج ثنائي البعد (متعدد الأبعاد)	أفضلية النموذج
log-likelihood test	٣٧٢٩٣.٨٥-	٣٧١٨٧.٣٧-	القيمة المطلقة الأقل تدل على أفضلية النموذج
M2 (df)	٨٢٩.٠٩١٤ (200)	٧٧٠.١٠٨٥ (199)	
RMSEA	0.04784632	٠.٠٤٥٧٠٢٤٤	
Akaike information criterion (AIC)	٧٤٨٣٧.٧١	٧٤٦٢٦.٧٤	
SRMSR	٠.٠٥٠٨٠٢٩٣	٠.٠٤٥٣٦٠٣	
Bayesian information criterion (BIC)	٧٥٤٩٠.٩٨	٧٥٢٨٥.٢٤	
sample size adjusted BIC (saBIC)	٧٥٠٩٣.٩١	٧٤٨٨٤.٩٩	
HQ	٧٥٠٨٢.١٣	٧٤٨٧٣.١٣	
TLI	٠.٩٠٥٥٧٧٨	٠.٩١٣٨٤٩٩	القيمة الأعلى تدل على أفضلية النموذج
CFI	٠.٩١٦٠٦٩١	٠.٩٢٣٨٠٥	

بمراجعة مؤشرات ملاءمة النموذج كما بالجدول (٥)، يتضح أن النموذج ثنائي البعد (متعدد الأبعاد) يُظهر مؤشرات ملاءمة أفضل بكثير مقارنة بالنموذج أحادي البعد. فقيم مؤشرات مثل log-likelihood test، M2، RMSEA، AIC، SRMSR، BIC، saBIC، وHQ كانت جميعها أقل في حالة النموذج ثنائي البعد، وهي مؤشرات تفضل القيم الأقل للدلالة على أفضلية النموذج. في المقابل، كانت مؤشرات TLI (٠.٩١٣٨٤٩٩) وCFI (٠.٩٢٣٨٠٥) أعلى في حالة النموذج ثنائي البعد، وهي مؤشرات تفضل القيم الأعلى للدلالة على أفضلية النموذج. هذه النتائج المتسقة تُشير بشكل قاطع إلى أن المقياس يتناسب بشكل أفضل مع بنية عاملية ثنائية البعد لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

من الجدول (٥) يتضح أن مقياس دافعية تعلم العلوم في لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة يعطي مؤشرات أفضل في حالة النموذج ثنائي البعد (متعدد الأبعاد) حيث إن جميع المؤشرات أقل في حالة تعددية الأبعاد، كما أن مؤشري (TLI & CFI) أعلى في حالة تعددية الأبعاد؛ مما يدل على أن المقياس ثنائي البعد.

ويتضح مما سبق أن مقياس دافعية تعلم العلوم هو عبارة عن عاملين بالنسبة لعينة المرحلة الثانوية العامة؛ لذلك سيتم استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد، والذي يتبع نماذج الاستجابة للمفردة متعددة الأبعاد.

مما سبق، تُقدم نتائج النظرية الحديثة وفقًا لنموذج الاستجابة المتدرجة تأكيدًا منهجيًا أقوى للبنية العاملية للمقياس، حيث تم خلالها مقارنة ملاءمة النموذج أحادي البعد مقابل النموذج ثنائي البعد (متعدد الأبعاد) باستخدام مؤشرات ملاءمة نموذج الاستجابة المتدرجة. كانت النتائج واضحة فالنموذج ثنائي البعد قدم ملاءمة أفضل بكثير للبيانات. هذا التفوق يُدعم بوضوح من خلال قيم المؤشرات المتعددة؛ فالمؤشرات التي تفضل القيم الأقل (مثل log-likelihood test, M2, RMSEA, AIC, BIC, SRMSR) كانت أقل في النموذج ثنائي البعد، بينما المؤشرات التي تفضل القيم الأعلى (مثل TLI وCFI) كانت أعلى فيه. هذه النتائج السيكومترية المتقدمة تُعزز الاستنتاج بأن مقياس دافعية تعلم العلوم ليس أحادي البعد، وتُؤكد على وجود بُعدين مستقلين لكنهما مترابطان يقيسهما المقياس. هذا التأكيد المزدوج من كلتا المنهجيتين (التقليدية والحديثة) على البنية ثنائية الأبعاد يُعد نقطة قوة رئيسية، ويُبرر بشكل قاطع استخدام نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد في التحليلات اللاحقة.

مناقشة النتائج في ضوء الدراسات السابقة:

تُقدم هذه النتائج دليلًا قويًا ومتسقًا على أن مقياس دافعية تعلم العلوم يتميز ببنية عاملية ثنائية الأبعاد لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، سواء باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي التقليدي أو المنهج

المتقدم المستند إلى نظرية الاستجابة للمفردة. هذا التوافق بين المنهجيتين يعزز بشكل كبير من موثوقية النتائج وصلاحيتها.

تتسق هذه النتيجة مع الاتجاهات الحديثة في القياس النفسي والتربوي التي تدعم استخدام نماذج IRTمتعددة الأبعاد عند فحص البنى المعقدة. فالدراسات السابقة، مثل (Mermer, 2024)، و (Ayanwale et al., 2024)، و(Tu et al., 2023) ، و(Kehinde et al., 2022) ، أكدت جميعها أن نماذج IRT متعددة الأبعاد توفر تقديرات أكثر دقة لمعلمات المفردة وقدرة الأفراد، خاصة عندما تكون السمة الكامنة متعددة الأبعاد. كما أشار (Kose & Demirtasli, 2012) و (Zhang, 2004) إلى أن تجاهل تعدد الأبعاد قد يؤدي إلى تقديرات متحيزة. بما أن النتائج الأولية للبحث الحالي تشير بوضوح إلى بنية ثنائية الأبعاد؛ فإن تبني نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد يصبح ضرورة منهجية لضمان دقة التحليلات اللاحقة للخصائص السيكومترية.

إن الكشف عن هذه البنية ثنائية الأبعاد يُقدم فهمًا أعمق لدافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية. فبدلًا من اعتبارها مفهومًا واحدًا، يمكننا الآن النظر إليها على أنها تتكون من جانبين رئيسيين: أحدهما يتعلق بالقيمة المتصورة للعلوم والتوجه نحو الإنجاز (Perceived Value and Achievement Orientation)، والآخر يتعلق بالجهد المبذول والكفاءة الذاتية (Effort and Self-Efficacy) في تعلم العلوم. هذا التمييز يُعد بالغ الأهمية للمربين وواضعي المناهج، حيث يسمح بتصميم تدخلات تعليمية تستهدف كل جانب من جوانب الدافعية بشكل محدد وفعال. على سبيل المثال، يمكن التركيز على إبراز أهمية العلوم في الحياة والمسار المهني لتعزيز العامل الأول، بينما يمكن تطوير استراتيجيات لزيادة ثقة الطلاب بقدراتهم وتشجيعهم على بذل الجهد لتعزيز العامل الثاني.

بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه النتيجة تُسهم في سد الفجوة البحثية التي تم تحديدها سابقًا، حيث توفر دليلًا تجريبيًا واضحًا على البنية العاملية لمقياس دافعية تعلم العلوم في سياق طلاب المرحلة الثانوية العامة باستخدام منهجيات قياس متقدمة، وهو ما لم يتم تناوله بالعمق الكافي في الدراسات السابقة.

مما سبق؛ تُشير نتائج التحليل العاملي الاستكشافي ومؤشرات ملاءمة نموذج الاستجابة المتدرجة إلى أن مقياس دافعية تعلم العلوم يتميز ببنية ثنائية الأبعاد لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، مما يدعم استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد في التحليلات اللاحقة للخصائص السيكومترية للمقياس.

في الواقع، كشفت نتائج التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) ونموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد (MGRM) في الدراسة الحالية عن أن مقياس دافعية تعلم العلوم يتكون من بعدين أساسيين. البيانات التي تم جمعها من عينة طلاب المرحلة الثانوية العامة تشير بوضوح إلى أن هذه المجموعة من الطلاب تستجيب

للمفردات بطريقة تجعل العوامل الأربعة الأصلية تندمج في عاملين أوسع وأكثر شمولًا، ولتوضيح ذلك نذكر عدة نقاط:

١. الاعتراف بالتباين وأهميته:

- إن المقياس الأصلي لدافعية تعلم العلوم (SMQ II) تم بناؤه على أساس نظرية أوسع للدافعية، والتي قد تميز بين الدافع الداخلي، والدافع الخارجي، وتقرير المصير، والكفاءة الذاتية كأبعاد منفصلة. هذا التقسيم النظري له وجاهته في سياقات معينة وعلى عينات مختلفة.
- ومع ذلك، فإن نتائج الدراسة الحالية تُظهر أن هذا التمييز الدقيق بين الأبعاد الأربعة لا ينطبق بالضرورة على عينة طلاب المرحلة الثانوية العامة في السياق الذي تم فيه تطبيق المقياس. البيانات التجريبية هي التي تُملي البنية العاملية الحقيقية للمقياس في هذه العينة المحددة.

٢. تفسير دمج العوامل الأصلية للمقياس بناءً على النتائج الحالية:

- كما ناقشنا سابقًا في نتائج التحليل العاملي الاستكشافي، ظهر عاملان رئيسيان. يمكننا الآن ربط هذين العاملين بالعوامل الأربعة الأصلية لتوضيح كيف تم هذا الدمج:
  - العامل الأول (القيمة الشخصية والمهنية للعلوم والتوجه نحو الإنجاز الأكاديمي): يبدو أن هذا العامل قد استوعب بشكل كبير مفردات مرتبطة بالدافع الخارجي (مثل الفوائد المهنية، الدرجات الجيدة) بالإضافة إلى بعض جوانب الدافع الداخلي (الاستمتاع والاهتمام) وربما جانب من تقرير المصير المتعلق بالقيمة الشخصية للعلوم. هذا يعني أن الطلاب في هذه العينة قد يرون القيمة الخارجية (كالوظيفة والدرجات) والقيمة الجوهرية (كالاهتمام بالعلوم) والصلة الشخصية بالعلوم كجزء من بُعد واحد عام يتعلق بـ "الأسباب الكلية لأهمية العلوم بالنسبة لي والنجاح فيها".
  - العامل الثاني (الجهد والكفاءة الذاتية): يتضمن هذا العامل بوضوح مفردات مرتبطة بالكفاءة الذاتية (الثقة في القدرة على الفهم والإتقان والأداء) ومفردات تتعلق بالجهد والمثابرة واستراتيجيات التعلم. يمكن القول إن هذا العامل يجمع بين "الكفاءة الذاتية" وجانب "الكفاءة" من نظرية تقرير المصير، حيث يرى الطلاب أن ثقتهم بقدراتهم وجهدهم لتحقيق الأداء الجيد هما وجهان لعملة واحدة.

٣. الأسباب المحتملة لدمج العوامل الأصلية للمقياس:

- الفروق الثقافية والسياقية: قد لا تكون الفروق الدقيقة بين بعض أبعاد الدافعية التي قد تكون واضحة في الثقافات الغربية (حيث تطور المقياس الأصلي) بنفس الوضوح في سياقات ثقافية أخرى، مثل السياق العربي الذي تنتمي إليه العينة. قد يرى الطلاب هذه المفاهيم بشكل أكثر تكاملًا.
- الخصائص النمائية لعينة المرحلة الثانوية: قد يدرك طلاب هذه المرحلة العمرية الدافعية بشكل مختلف عن الطلاب في مراحل تعليمية أخرى (كالجامعة). قد تكون مفاهيم الكفاءة الذاتية والجهد، أو الدافعية الداخلية والخارجية، أكثر تداخلًا بالنسبة لهم في هذه المرحلة من حياتهم التعليمية.
- خصائص الترجمة والتكييف: قد تؤثر الفروق اللغوية والثقافية في كيفية فهم واستجابة الطلاب للمفردات، مما يؤدي إلى تجميعها بشكل مختلف عن البناء الأصلي.
- النهج المنهجي: في حين أن المقياس الأصلي قد يكون قد تم التحقق منه باستخدام التحليل العاملي التوكيدي (CFA) الذي يختبر نموذجًا محددًا مسبقًا، فإن استخدام التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) في هذه الدراسة الحالية يسمح للبيانات "بالتحدث عن نفسها" واقتراح بنية عاملية جديدة تتناسب بشكل أفضل معها. ثم جاء استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد ليؤكد صلاحية هذه البنية الثنائية.

٤. التداعيات البحثية والعملية:

- إن الكشف عن هذه البنية الثنائية هو نتيجة بحثية مهمة بحد ذاتها. فبدلًا من افتراض بنية عاملية معينة، قام البحث الحالي بالكشف عن البنية التي تتناسب فعليًا مع البيانات في السياق المحدد.
- هذا يعني أن المقياس، في صورته المُكيفة والمطبقة على هذه العينة، يُعد أداة ثنائية الأبعاد لقياس دافعية تعلم العلوم. وبالتالي، يجب أن تُبنى جميع التحليلات اللاحقة (مثل دالة معلومات المقياس، أو تقدير قدرة الأفراد) على هذا الأساس ثنائي الأبعاد.
- يُمكن لهذه النتيجة أن تُوجه الممارسات التعليمية؛ فبدلًا من محاولة استهداف أربعة أبعاد منفصلة، يمكن للمعلمين والتربويين التركيز على تعزيز بُعدي "القيمة والتوجه نحو الإنجاز" و"الجهد والكفاءة الذاتية" في برامجهم ومناهجهم.

- قد تفتح هذه النتيجة الباب أمام أبحاث مستقبلية تستكشف سبب هذا الدمج بعمق أكبر، ربما من خلال دراسات نوعية أو تحليلات عاملية توكيدية تفصيلية لاختبار نماذج بديلة.

وباختصار، إن دمج العوامل الأربعة في عاملين هو استنتاج قائم على الأدلة التجريبية المستخلصة من البيانات الحالية، ويُقدم رؤية فريدة حول طبيعة دافعية تعلم العلوم في سياق طلاب المرحلة الثانوية العامة.

نتائج الفرض الثاني:

ينص الفرض الثاني على أن "يتمتع مقياس دافعية تعلم العلوم بخصائص سيكومترية جيدة في ضوء تحليل نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد"، وللتحقق من صحة هذا الفرض تم التحليل باستخدام حزمة (mirt) (Phil Chalmers et al., 2024)، ضمن إطار IRT، أسفرت نتائج المقياس عن ثبات مرتفع للعاملين. بلغت درجة ثبات للعامل الأول للمقياس ٠.٩٢٠، وبلغت درجة ثبات العامل الثاني للمقياس ٠.٩٢٢. يتم عرض تقديرات معلمات IRT لتمييز المفردة (أي المنحدر) وصعوبة المفردة (أي العتبات أو نقط الانقلاب) في الجدول (٦). وتراوحت تقديرات التمييز للمفردات بالعامل الأول من ٢.٦٠٢ إلى ١.١٤٠، وتراوحت تقديرات التمييز للمفردات بالعامل الثاني من ٢.٥٣٦ إلى ١.٤٣٣؛ مما يشير إلى أن جميع المفردات بالعاملين تميز بين المستويات المنخفضة والعالية لمقياس دافعية تعلم العلوم (تشير القيم الأعلى إلى تمييز أفضل).

على سبيل المثال، نجد أن المفردة (Item13) الأعلى تمييزًا بالعامل الأول من المقياس حيث بلغ تمييزها (2.602) هي أعلى المفردات التي تميز بين المستويات المنخفضة والمستويات العالية بالعامل الأول من مقياس دافعية تعلم العلوم، يليها المفردة (Item10) حيث بلغ تمييزها (2.390)، بينما نجد أن المفردة (Item01) الأقل تمييزًا بالمقياس حيث بلغ تمييزها (1.140) هي أقل المفردات التي تميز بين المستويات المنخفضة والمستويات العالية بالبعد الأول لمقياس دافعية تعلم العلوم، يليها المفردة (Item23) حيث بلغ تمييزها (1.513).

كما نجد أن المفردة (Item02) الأعلى تمييزًا بالعامل الثاني من المقياس حيث بلغ تمييزها (2.536) هي أعلى المفردات التي تميز بين المستويات المنخفضة والمستويات العالية بالعامل الثاني من مقياس دافعية تعلم العلوم، يليها المفردة (Item05) حيث بلغ تمييزها (2.278)، بينما نجد أن المفردة (Item22) الأقل تمييزًا بالمقياس حيث بلغ تمييزها (1.433) هي أقل المفردات التي تميز بين المستويات المنخفضة والمستويات العالية بالبعد الثاني لمقياس دافعية تعلم العلوم، يليها المفردة (Item21) حيث بلغ تمييزها (1.452).

وتميل المفردات ذات مستويات التمييز الأكبر إلى توفير معلومات حول السمة الكامنة في نطاق ضيق؛ وذلك من خلال إظهار كثافات احتمالية ضيقة مع تركيز قمم الكثافة لكل فئة استجابة على نطاق ضيق نسبيًا من قيم السمات الكامنة (المحور السيني). على النقيض من ذلك، تميل المفردات ذات مستويات التمييز الأقل إلى توفير معلومات حول السمة الكامنة في نطاق واسع عبر نطاق درجات السمات الكامنة (Depaoli et al., 2018, p. 1308)

جدول (٦) تقديرات معلمات IRT لتمييز وصعوبة المفردة مرتبة تنازليًا وفقًا للتمييز بكل عامل

Difficulty (Threshold) الصعوبة (العتبة)				Discrimination التمييز (Slope) Factor Two العامل الثاني (الميل)	Discrimination التمييز (Slope) Factor One العامل الأول (الميل)	Item المفردة
b4	b3	b2	b1	a2	a1	
-0.160	-0.935	-1.577	-2.138	–	2.602	Item13
-0.198	-0.956	-1.644	-2.152	–	2.390	Item10
-0.277	-0.981	-1.715	-2.337	–	2.327	Item24
-0.478	-1.140	-1.774	-2.335	–	2.205	Item04
0.123	-0.689	-1.462	-2.126	–	2.098	Item12
0.018	-0.794	-1.568	-2.292	–	2.022	Item19
-0.132	-0.945	-1.660	-2.252	–	2.009	Item07
-0.006	-0.947	-1.842	-2.524	–	1.915	Item25
-0.063	-0.852	-1.656	-2.345	–	1.852	Item20
-0.235	-1.102	-1.853	-2.404	–	1.743	Item08
-0.099	-1.006	-2.014	-2.747	–	1.646	Item03
0.149	-0.849	-1.752	-2.401	–	1.513	Item23
1.100	-0.372	-1.661	-2.586	–	1.140	Item01
0.005	-0.853	-1.623	-2.220	2.536	–	Item02
0.066	-0.955	-1.735	-2.570	2.278	–	Item05
0.212	-0.719	-1.577	-2.247	2.243	–	Item06
0.215	-0.752	-1.603	-2.172	2.232	–	Item09
0.200	-0.824	-1.645	-2.304	2.191	–	Item11
0.162	-0.863	-1.684	-2.207	2.188	–	Item14
0.267	-0.820	-1.709	-2.403	2.023	–	Item15
0.212	-0.684	-1.587	-2.349	1.679	–	Item16
-0.186	-0.977	-1.838	-2.512	1.560	–	Item17
0.719	-0.496	-1.746	-2.621	1.483	–	Item18
0.390	-0.947	-1.876	-2.765	1.452	–	Item21

Item المفردة	Discrimination التمييز (Slope) Factor One العامل الأول (الميل)	Discrimination التمييز (Slope) Factor Two العامل الثاني (الميل)	Difficulty (Threshold) الصعوبة (العتبة)			
	a1	a2	b1	b2	b3	b4
Item22	–	1.433	-2.466	-1.579	-0.487	0.618

ملحوظة: المفردات مرتبة تنازليًا وفقًا لقيم معلمات تمييز المفردة داخل كل عامل من العاملين

تشير تقديرات معلمة الصعوبة (العتبة Threshold) إلى أن الطلاب المنخفضين على مقياس دافعية تعلم العلوم هم الأكثر احتمالًا أن لا يوافقوا على المفردات (أي يأخذون درجات أقل على المفردات) بينما كان الطلاب المرتفعون على مقياس دافعية تعلم العلوم هم الأكثر احتمالًا أن يوافقوا على المفردات (أي يأخذون درجات أعلى على المفردات).

على سبيل المثال، نجد أن المفردة (Item13) لها أربع قيم لمعلمة الصعوبة أو العتبات تمثل هذه العتبات نقاط الفصل بين فئات الاستجابة الخمس؛ فالمعلمة الأولى (b1) تساوي (-2.138) وتشير إلى أن الطالب الذي لديه قدرة (θ) تساوى (-2.138) لديه احتمالية قدرها (50%) في الاستجابة على المفردة واختيار بديل الاستجابة (أبدًا) والتي تم تكويدها هنا (0)، وذلك بدلًا من اختيار بدائل الاستجابة الأعلى (1-4)، والمعلمة الثانية (b2) تساوي (-1.577) وتشير إلى أن الطالب الذي لديه قدرة (θ) تساوى (-1.577 لديه احتمالية قدرها (50%) في الاستجابة على المفردة واختيار بديل الاستجابة (أبدًا) والتي تم تكويدها هنا (0) أو (نادرًا) والتي تم تكويدها هنا (1)، وذلك بدلًا من اختيار بدائل الاستجابة الأعلى (2-4)، والمعلمة الثالثة (b3) تساوي (-0.935) وتشير إلى أن الطالب الذي لديه قدرة (θ) تساوى (-0.935) لديه احتمالية قدرها (50%) في الاستجابة على المفردة واختيار بديل الاستجابة (أبدًا) والتي تم تكويدها هنا (0) أو (نادرًا) والتي تم تكويدها هنا (1)، أو (أحيانًا) والتي تم تكويدها هنا (2)، وذلك بدلًا من اختيار بدائل الاستجابة الأعلى (3-4)، والمعلمة الرابعة (b4) تساوي (-0.160) وتشير إلى أن الطالب الذي لديه قدرة (θ) تساوى (-0.160) لديه احتمالية قدرها (50%) في الاستجابة على المفردة واختيار بديل الاستجابة (أبدًا) والتي تم تكويدها هنا (0) أو (نادرًا) والتي تم تكويدها هنا (1)، أو (أحيانًا) والتي تم تكويدها هنا (2)، أو (غالبًا) والتي تم تكويدها هنا (3)، وذلك بدلًا من اختيار بدائل الاستجابة الأعلى (4)، وهذا يظهر بالجدول (٦) والشكل (١).

يمكننا أيضًا تفسير النتائج من خلال مقارنة قيم العتبة عبر المفردات. على سبيل المثال، تحتوي المفردة (Item21) على أدنى قيمة للعتبة الأولى تبلغ (-2.765)، وتحتوي المفردة (Item12) على أكبر قيمة للعتبة الأولى تبلغ (-2.126). تشير هذه النتيجة إلى أن عددًا أقل من الأشخاص أيدوا فئة الاستجابة

الأولى (أبدًا) للمفردة (Item21) مقارنة بالمفردة (Item12)؛ أي أنه تشير قيمة العتبة الأصغر إلى وجود كتلة احتمالية أقل على يسار العتبة للمفردة (Item21) مقارنة بالعتبة للمفردة (Item12).

وفيما يلي عرض للخصائص السيكومترية للمقياس في ضوء نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد:

أولًا: الثبات (Reliability):

أسفرت النتائج عن ثبات مرتفع لكل من العاملين المكونين لمقياس دافعية تعلم العلوم، العامل الأول وبلغت درجة ثباته (0.920)، والعامل الثاني وبلغت درجة ثباته (0.922)، وتُعد هذه القيم مؤشرًا جيدًا على الثبات الداخلي للمقياس على مستوى العوامل. في سياق نماذج الاستجابة للمفردة، يُشير الثبات العالي إلى أن كل عامل من عوامل المقياس يقيس السمة الكامنة الخاصة به بدقة واتساق عاليين؛ مما يعني أن القياسات موثوقة ومستقرة عبر الأفراد. هذا الثبات الفردي لكل بُعد يُعد ميزة كبيرة لنماذج IRT متعددة الأبعاد مقارنة بالثبات الكلي الذي تُقدمه نظريات الاختبار الكلاسيكية؛ حيث يُقدم رؤية أكثر تفصيلًا ودقة لجودة القياس لكل مكون من مكونات المقياس.

ثانيًا: تقديرات معلمات المفردة (Item Parameters Estimates)

تُعد تقديرات معلمات المفردة (التمييز والعتبات) حجر الزاوية في نماذج IRT، حيث تُقدم معلومات دقيقة عن كيفية أداء كل مفردة ضمن المقياس.

أ- **تقديرات تمييز المفردة** (Discrimination - Slope)، ويُشير تمييز المفردة (المُنحدر) إلى قدرة المفردة على التفريق بين الأفراد ذوي المستويات المختلفة من السمة الكامنة. كلما زادت قيمة التمييز، كانت المفردة أكثر فعالية في التمييز بين الأفراد ذوي القدرات المرتفعة والمنخفضة على السمة التي تقيسها، فقد تراوحت تقديرات تمييز المفردات بالعامل الأول من (1.140) إلى (٢.٦٠٢)، وتراوحت تقديرات تمييز المفردات بالعامل الثاني من (1.433) إلى (٢.٥٣٦)، فعلى سبيل المثال نجد أن العامل الأول:

- المفردة (Item 13) هي الأعلى تمييزًا (٢.٦٠٢)، مما يعني أنها تميز بامتياز بين الطلاب ذوي الدافعية العالية والمنخفضة على هذا العامل.
- المفردة (Item 10) تليها بتمييز (2.390).
- المفردة (Item 01) هي الأقل تمييزًا (١.١٤٠)، مما يعني أنها أقل كفاءة في التمييز، ولكنها لا تزال تُسهم بمعلومات.

بينما نجد أن العامل الثاني:

- المفردة (Item 02) هي الأعلى تمييزًا.(2.536)
- المفردة (Item 05) تليها بتمييز .(2.278)
- المفردة (Item 22) هي الأقل تمييزًا (١.٤٣٣)، تليها المفردة (Item 21) بتمييز (1.452).

تشير هذه القيم إلى أن جميع مفردات المقياس، في كلا العاملين، تتمتع بقدرة جيدة على التمييز بين مستويات دافعية تعلم العلوم المختلفة لدى الطلاب. كما توضح النتائج أن المفردات ذات مستويات التمييز الأكبر تُقدم معلومات دقيقة حول السمة الكامنة ضمن نطاق ضيق من مستوياتها، بينما المفردات ذات التمييز الأقل تُقدم معلومات مفيدة عبر نطاق أوسع من مستويات السمة، كما أشار (Depaoli et al., 2018) هذا التنوع في قدرات التمييز يُثري المقياس ويجعله فعالًا في تقييم الدافعية عبر مستويات مختلفة من القدرة لدى الطلاب.

ب- **تقديرات صعوبة المفردة أو العتبة** (Difficulty - Thresholds)، في نموذج الاستجابة المتدرجة، تُشير العتبات إلى مستويات السمة الكامنة (θ) التي تكون عندها احتمالية اختيار استجابة معينة (أو الانتقال إلى فئة استجابة أعلى) تساوي ٥٠٪ مقارنة بالفئات الأقل منها. لكل مفردة ذات خمس فئات استجابة، توجد أربع عتبات (b1, b2, b3, b4)، تُظهر تقديرات معلمات الصعوبة أن الطلاب ذوي المستويات المنخفضة من دافعية تعلم العلوم هم الأكثر احتمالية لاختيار فئات الاستجابة الأقل (مثل "أبدًا" أو "نادرًا")، بينما الطلاب ذوي المستويات المرتفعة هم الأكثر احتمالية لاختيار فئات الاستجابة الأعلى (مثل "غالبًا" أو "دائمًا")، فعلى سبيل المثال نجد أن المفردة (Item 13)

- b1 = -2.138: تعني أن الطالب الذي يمتلك مستوى دافعية (θ) قدره −٢.١٣٨ لديه احتمالية ٥٠٪ للاستجابة "أبدًا" (أو الكود ٠) مقابل اختيار أي فئة استجابة أعلى (١−٤). تشير القيمة السلبية إلى أن الأفراد ذوي المستويات المنخفضة جدًا من السمة يميلون لاختيار الفئة الأقل.
- b2 = -1.577: تعني أن الطالب الذي يمتلك مستوى دافعية (θ) قدره −١.٥٧٧ لديه احتمالية ٥٠٪ للاستجابة "أبدًا" أو "نادرًا" (الكود ٠ أو ١) مقابل اختيار أي فئة استجابة أعلى (٢−٤).
- b3 = -0.935: تعني أن الطالب الذي يمتلك مستوى دافعية (θ) قدره −٠.٩٣٥ لديه احتمالية ٥٠٪ للاستجابة "أبدًا" أو "نادرًا" أو "أحيانًا" (الكود ٠، ١ أو ٢) مقابل اختيار أي فئة استجابة أعلى (٣−٤).

- b4 = -0.160: تعني أن الطالب الذي يمتلك مستوى دافعية (θ) قدره −٠.١٦٠ لديه احتمالية ٥٠٪ للاستجابة "أبدًا" أو "نادرًا" أو "أحيانًا" أو "غالبًا" (الكود ٠، ١، ٢ أو ٣) مقابل اختيار الفئة الأعلى (٤، أي "دائمًا").

مقارنة المفردات (Item 21 وItem 12) من حيث العتبة الأولى (b1): نجد أن المفردة (Item 21)لديها أدنى قيمة للعتبة الأولى (-2.765)، والمفردة (Item 12) لديها أكبر قيمة للعتبة الأولى (-2.126)، تشير هذه المقارنة إلى أن المفردة" (Item 21) أسهل" في الموافقة عليها عند مستويات منخفضة جدًا من السمة الكامنة مقارنة بالمفردة (Item 12) بمعنى آخر، يتطلب الانتقال من أدنى فئة استجابة إلى الفئة التالية الأعلى مستوى أقل من الدافعية للمفردة ٢١ مقارنة بالمفردة ١٢. هذا يعني أن المفردة ٢١ تُوفر معلومات عن الأفراد ذوي الدافعية المنخفضة جدًا، بينما المفردة ١٢ تبدأ في التمييز عند مستوى دافعية أعلى قليلًا.

تفسير ومناقشة في ضوء الدراسات السابقة:

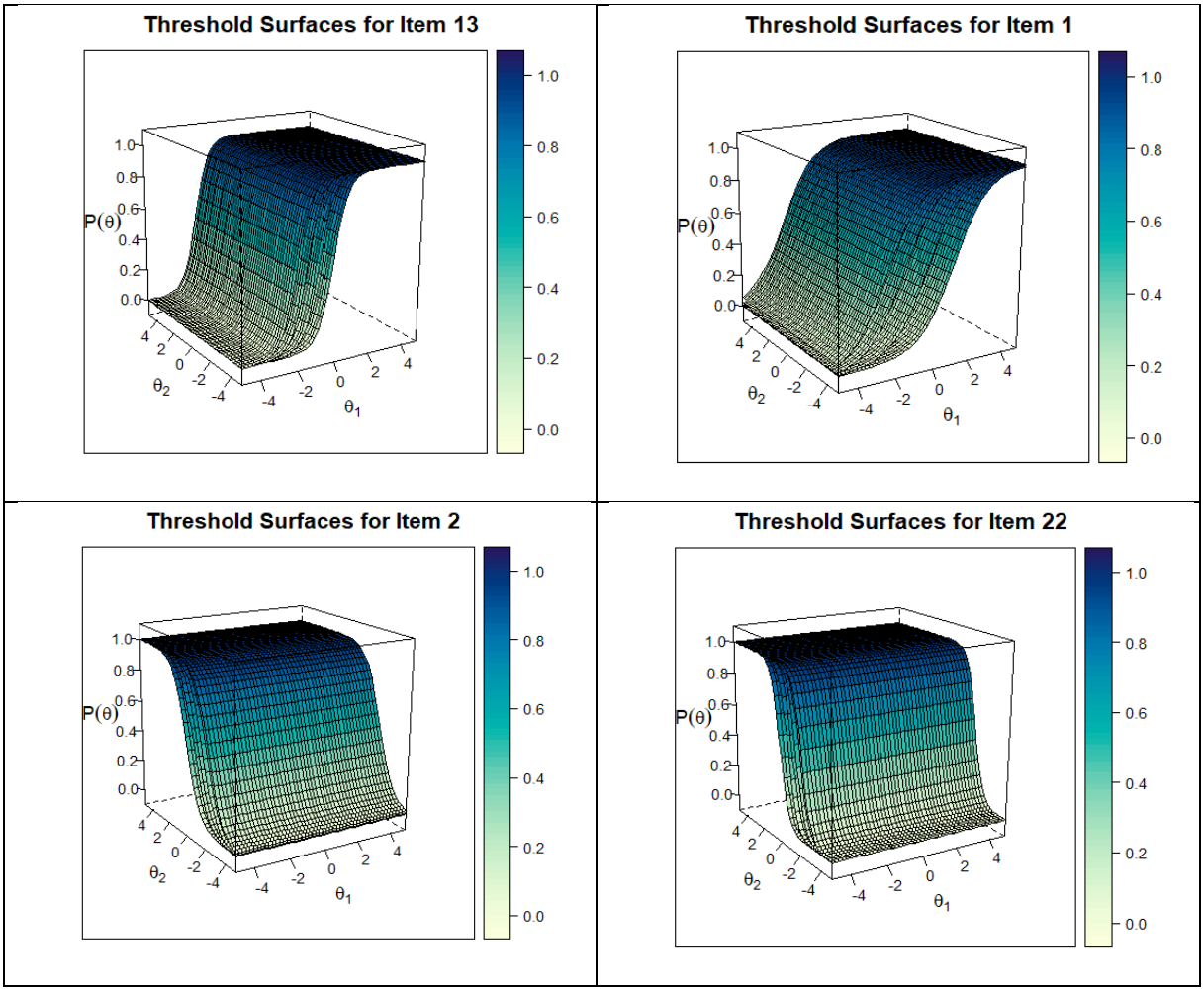
تُعزز هذه النتائج الخاصة بالخصائص السيكومترية من صلاحية مقياس دافعية تعلم العلوم والمنهجية المتبعة لحساب خصائصه السيكومترية؛ فالثبات المرتفع للعوامل: القيم المرتفعة لثبات العاملين (٠.٩٢٠ و٠.٩٢٢) تتسق مع المعايير المقبولة للثبات في البحوث النفسية والتربوية، فعلى سبيل المثال، ذكرت دراسة (Sethar et al., 2022) أن معامل ثبات أوميجا ماكدونالدز كان ٠.٨٠، بينما دراسة (الثبيتى، عمر عواض عوض, ٢٠٢١) أظهرت ثباتًا قدره ٠.٩٣. الثبات العالي لكل عامل في البحث الحالي يُشير إلى أن نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد قد قدّم تقديرات دقيقة وموثوقة لكل بُعد على حدة، وهو ما يميز نماذج IRT عن نظريات الاختبار الكلاسيكية التي قد تُقدم قيمة ثبات واحدة إجمالية قد تُخفي تباينات في الثبات بين الأبعاد الفرعية (Kose & Demirtasli, 2012; Mermer, 2024).

تمييز المفردات: قيم تمييز المفردات تُعد جيدة، فمعظمها يتجاوز القيم المقبولة (فعادةً ما يُعتبر التمييز فوق ٠.٦ جيدًا جدًا في IRT). هذا يُشير إلى أن مفردات المقياس فعالة في التفريق بين الطلاب ذوي المستويات المختلفة من دافعية تعلم العلوم. كما العلاقة بين قيم التمييز ونطاق المعلومات التي تُقدمها المفردة (Depaoli et al., 2018) تُعزز من فهمنا لكيفية مساهمة كل مفردة في المقياس؛ فالمفردات ذات التمييز العالي توفر معلومات مكثفة في نطاق ضيق من السمة، بينما المفردات الأقل تمييزًا تُساهم بمعلومات عبر نطاق أوسع، هذا التنوع يضمن أن المقياس يُقدم معلومات قيمة عبر طيف واسع من مستويات الدافعية لدى الطلاب.

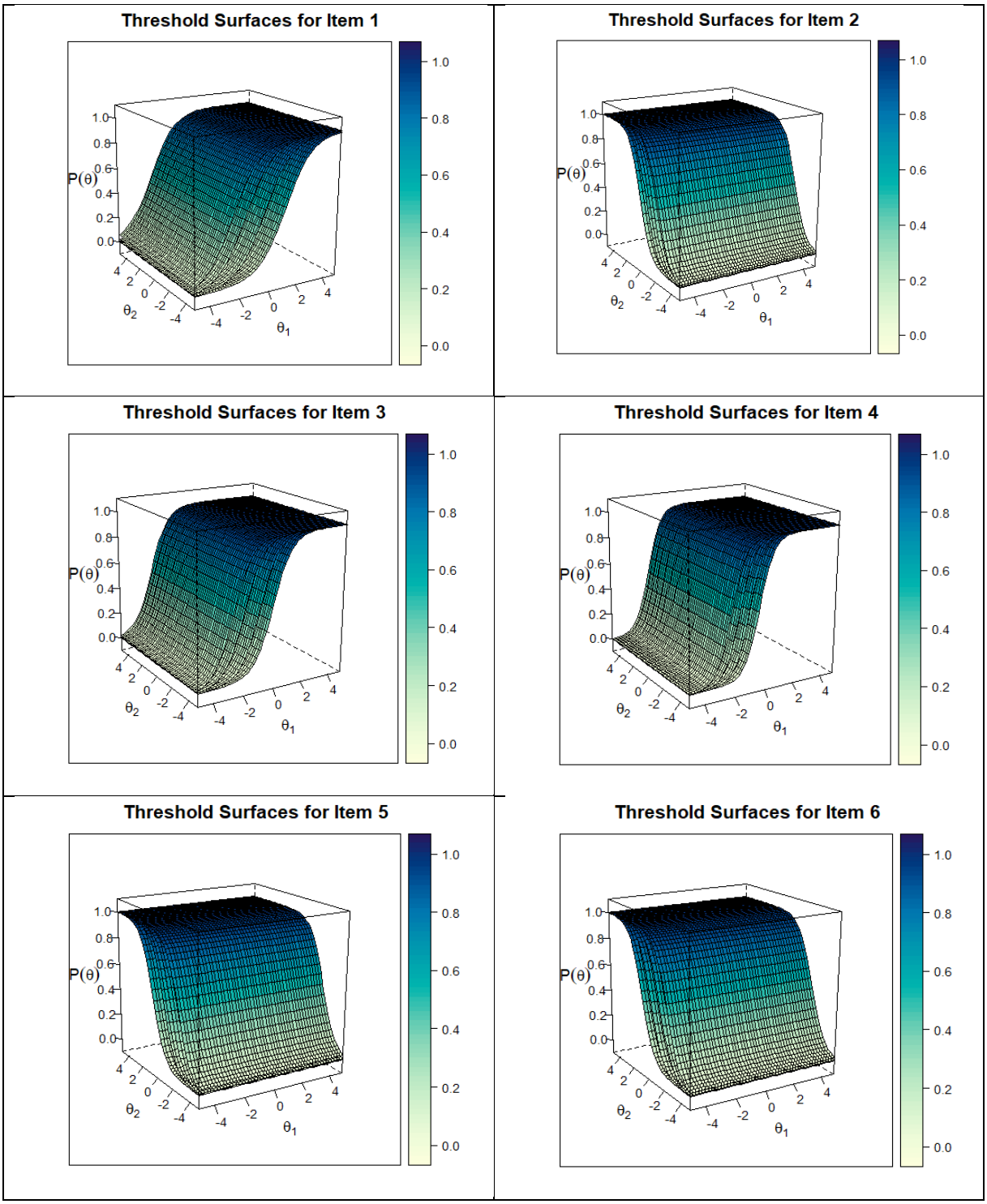
تقديرات العتبات: تُوفر تقديرات العتبات رؤى تفصيلية حول مستوى الدافعية الكامنة اللازم لتأييد فئات استجابة معينة؛ فالقيم السالبة لمعظم العتبات الأولى تُشير إلى أن المفردات تُقدم معلومات مفيدة حتى

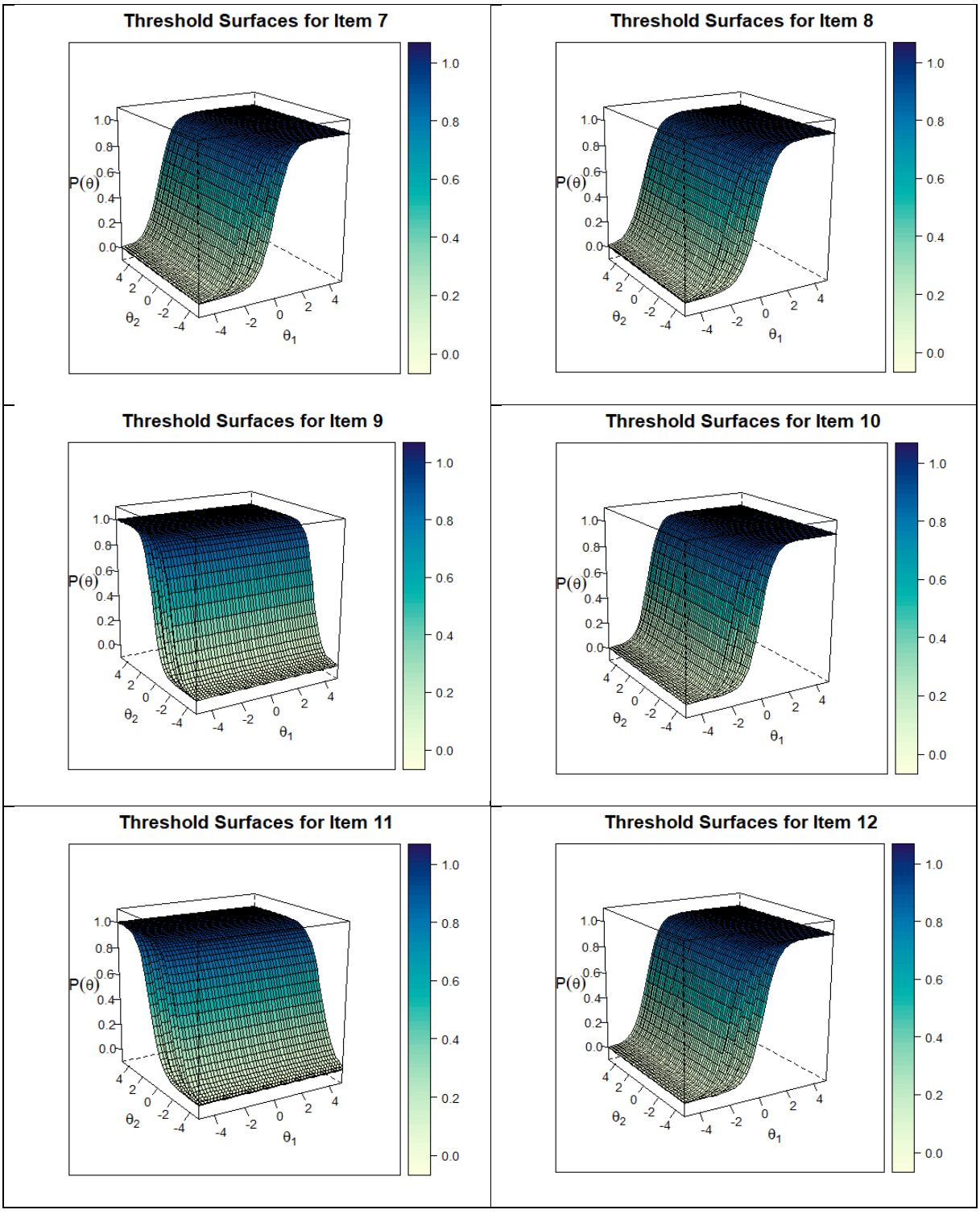
عند المستويات المنخفضة من الدافعية؛ مما يُظهر حساسية المقياس في التمييز بين الأفراد حتى في الجزء الأدنى من توزيع السمة، هذا يتماشى مع فكرة أن المقاييس النفسية يجب أن تكون قادرة على التمييز عبر نطاق واسع من القدرات (Edelen & Reeve, 2007). مقارنة العتبات بين المفردات، كما في مثال المفردتين ١٢ و٢١، تُساعد في تحديد المفردات "الأسهل" أو "الأصعب" من منظور الاستجابة، مما يُمكن الباحثين من فهم أعمق لسلوك الاستجابة لكل مفردة.

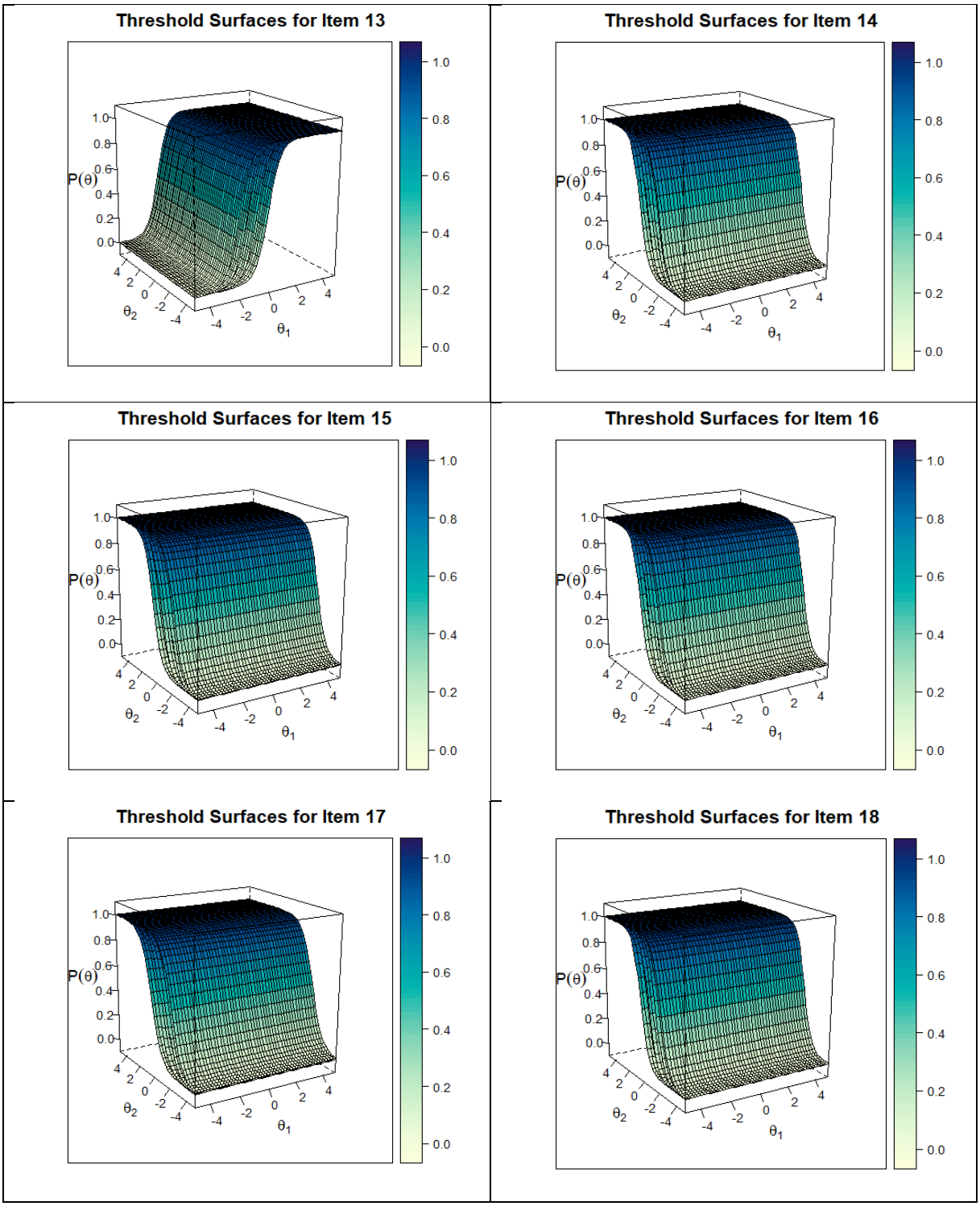
بشكل عام، تُبرهن هذه النتائج التفصيلية للخصائص السيكومترية، والتي تم الحصول عليها في ضوء نموذج الاستجابة المتدرج متعدد الأبعاد، على أن مقياس دافعية تعلم العلوم أداة قياس قوية وموثوقة وصالحة لتقييم دافعية تعلم العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة. كما تتفق هذه النتائج مع أفضل الممارسات في نظرية القياس الحديثة وتُساهم بشكل مباشر في سد الفجوة البحثية، حيث تُوفر أداة مُقننة ومُحللة بعناية لاستخدامها في الأبحاث المستقبلية والتطبيقات التربوية في السياق العربي.

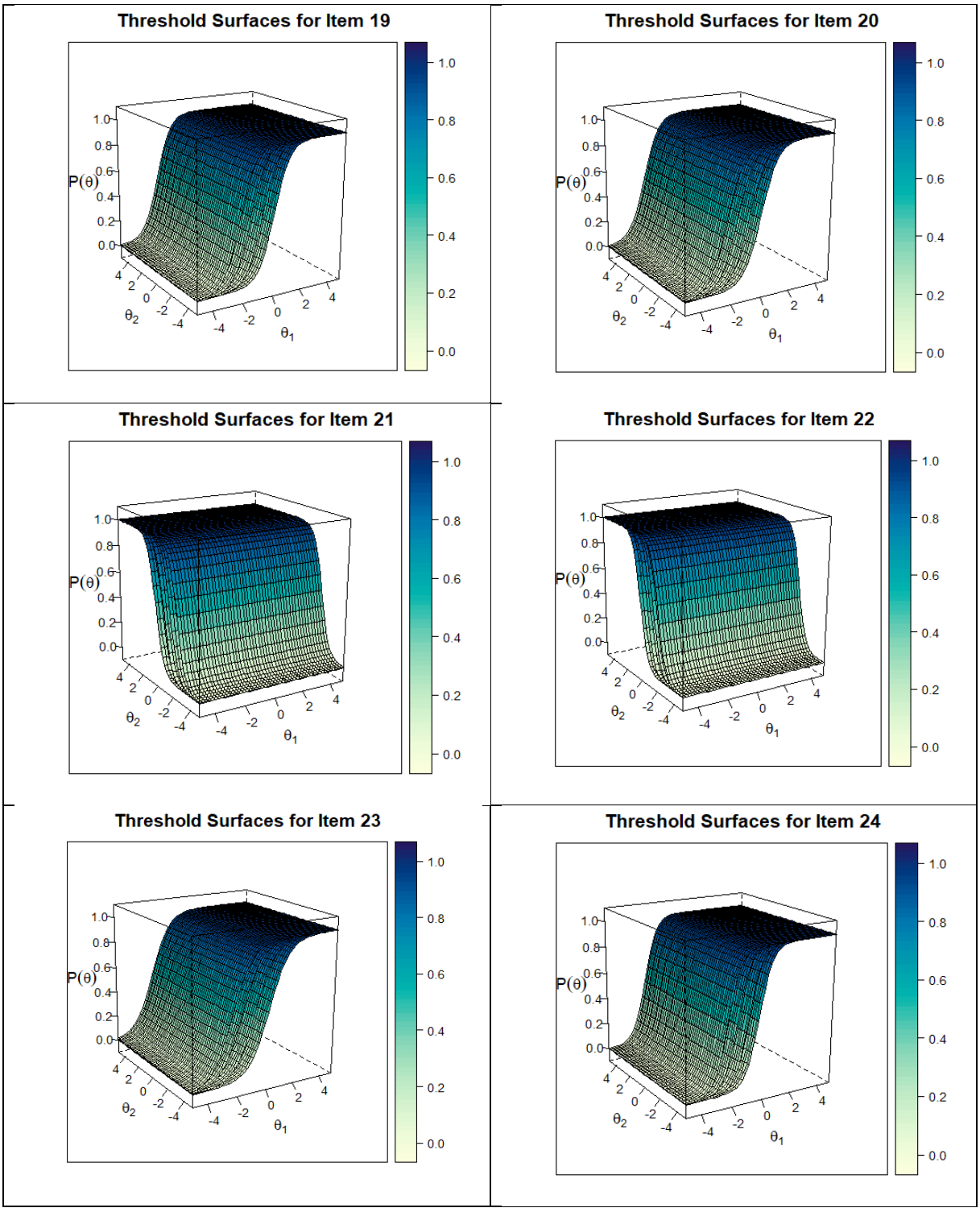


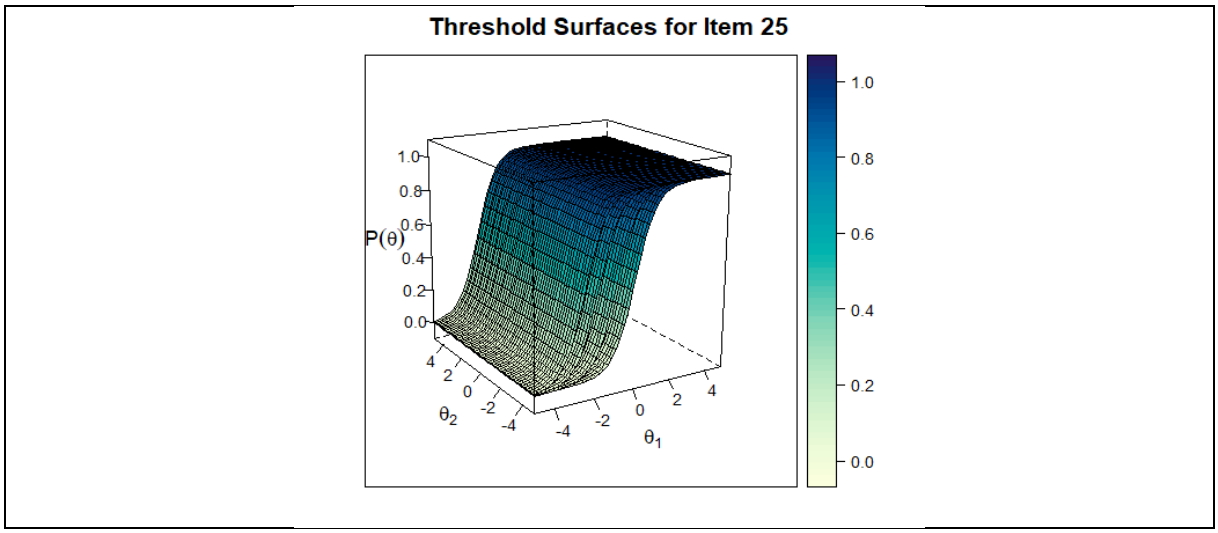
شكل (١) أسطح العتبات لبعض مفردات مقياس دافعية تعلم العلوم (أعلى وأدنى تمييز لكل عامل)


Threshold Surfaces for Item 1
Threshold Surfaces for Item 2
Threshold Surfaces for Item 3
Threshold Surfaces for Item 4
Threshold Surfaces for Item 5
Threshold Surfaces for Item 6
P(θ)
θ1
θ2

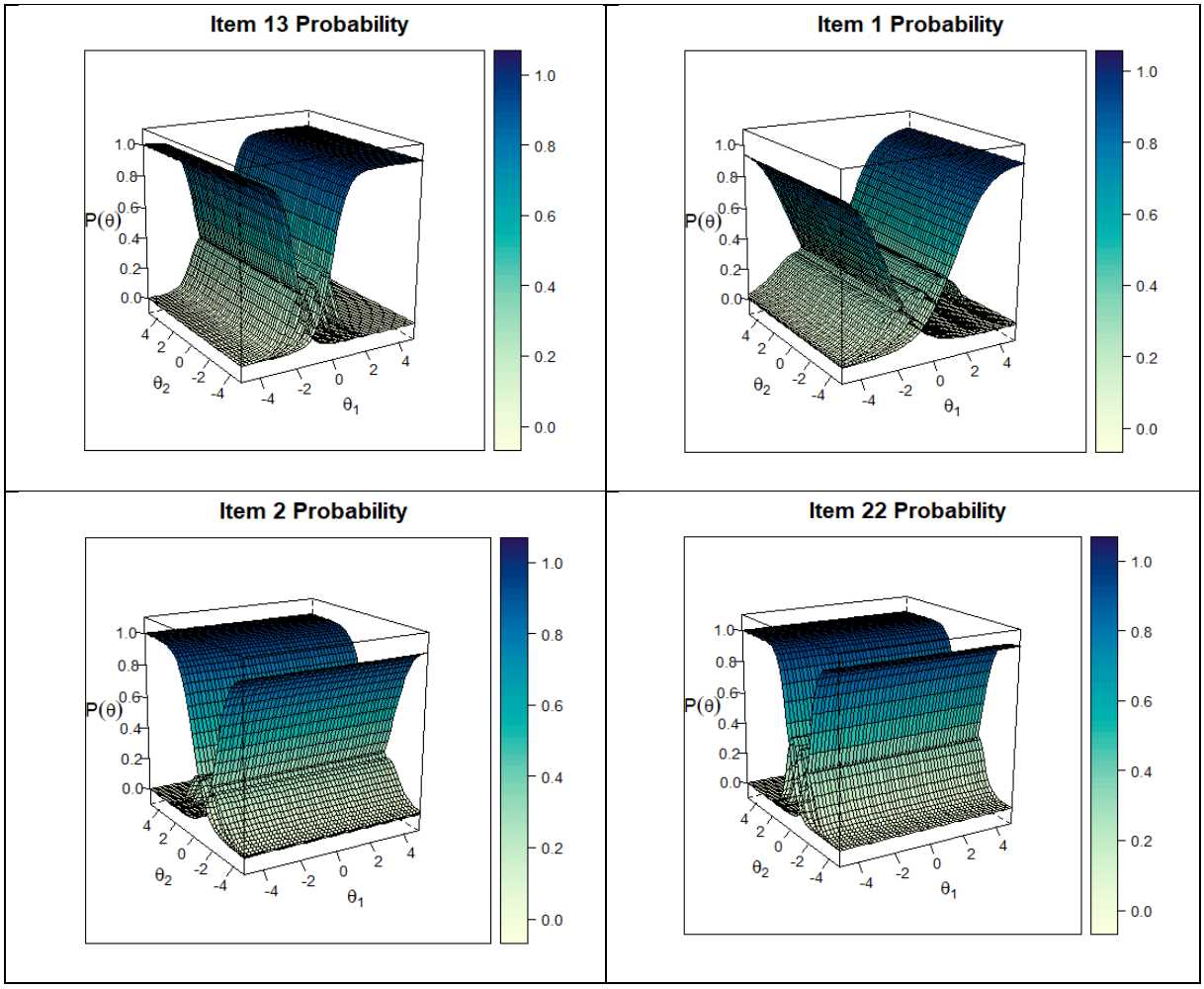

Threshold Surfaces for Item 7
Threshold Surfaces for Item 8
Threshold Surfaces for Item 9
Threshold Surfaces for Item 10
Threshold Surfaces for Item 11
Threshold Surfaces for Item 12
P(θ)
θ1
θ2


Threshold Surfaces for Item 13
Threshold Surfaces for Item 14
Threshold Surfaces for Item 15
Threshold Surfaces for Item 16
Threshold Surfaces for Item 17
Threshold Surfaces for Item 18
P(θ)
θ1
θ2

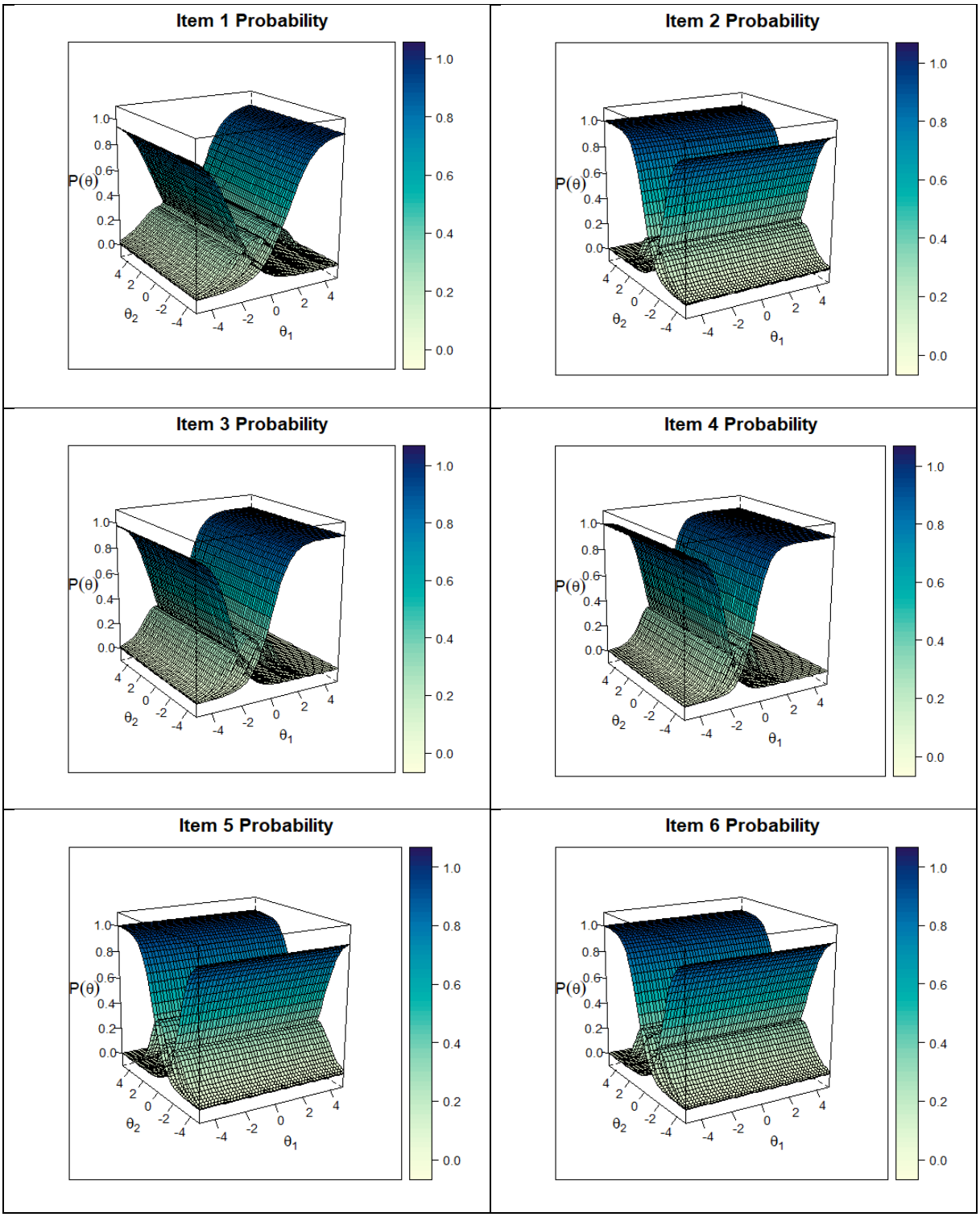

Threshold Surfaces for Item 19
Threshold Surfaces for Item 20
Threshold Surfaces for Item 21
Threshold Surfaces for Item 22
Threshold Surfaces for Item 23
Threshold Surfaces for Item 24
P(θ)
θ1
θ2

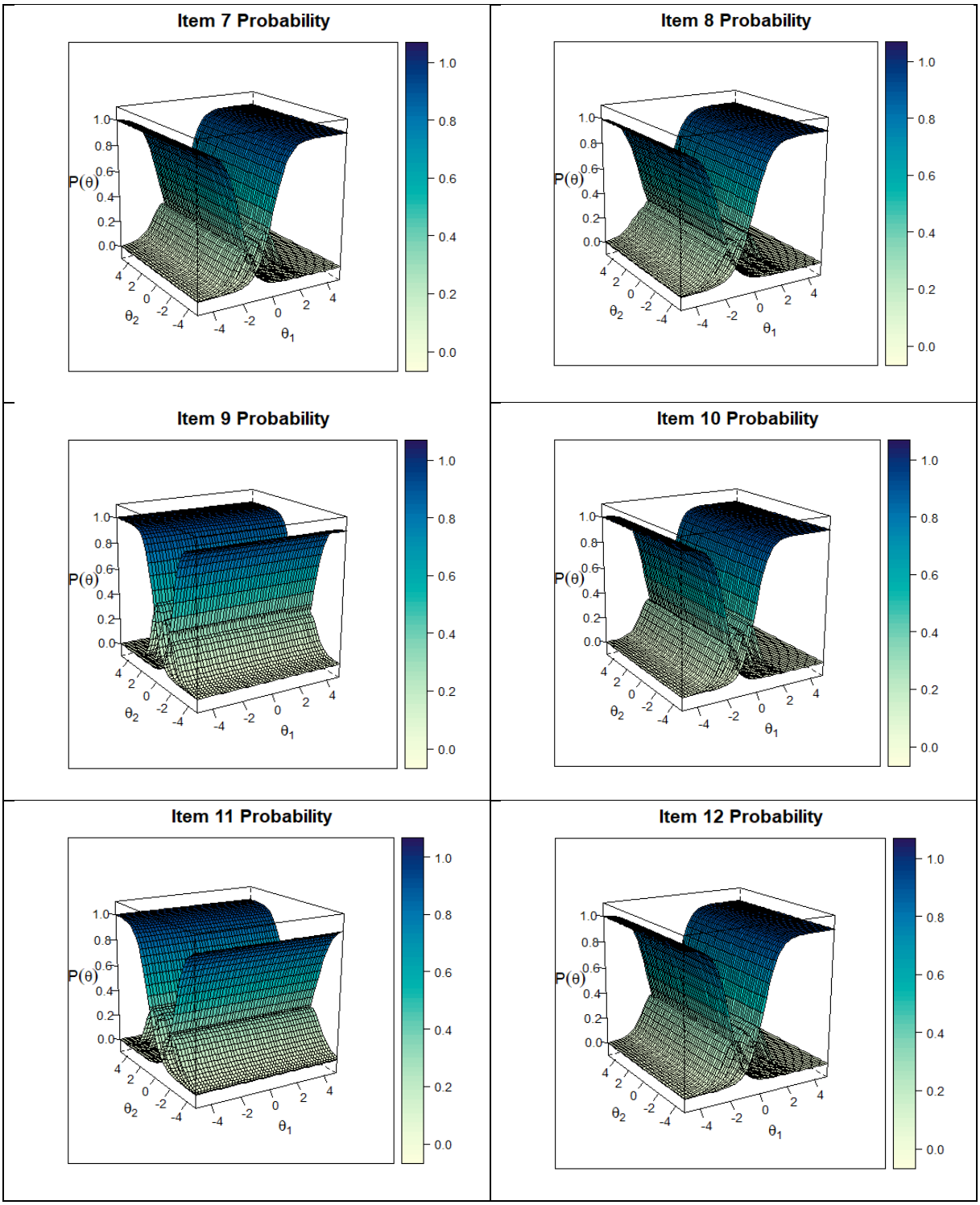


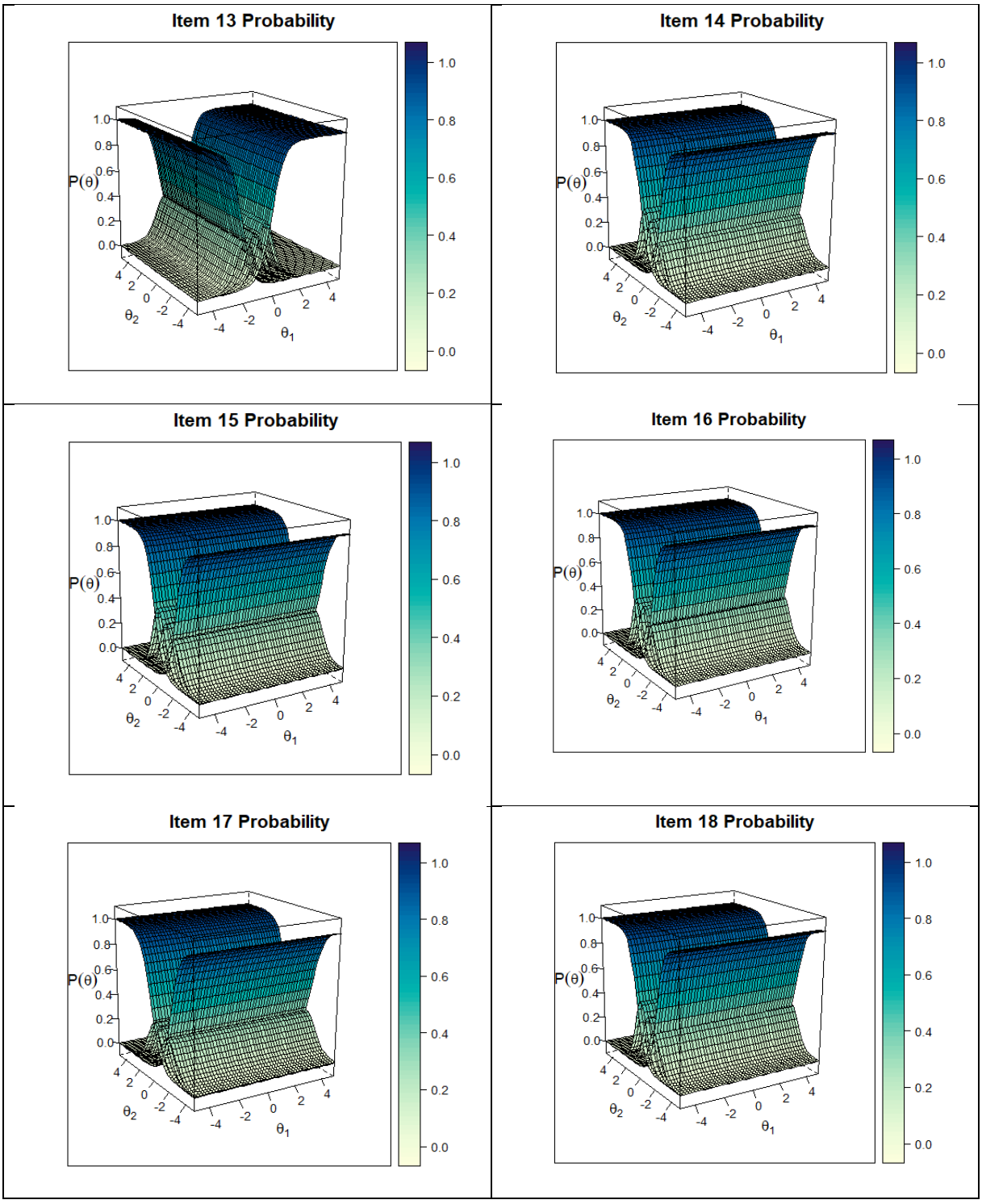
شكل (٢) أسطح العتبات لبعض مفردات مقياس دافعية تعلم العلوم

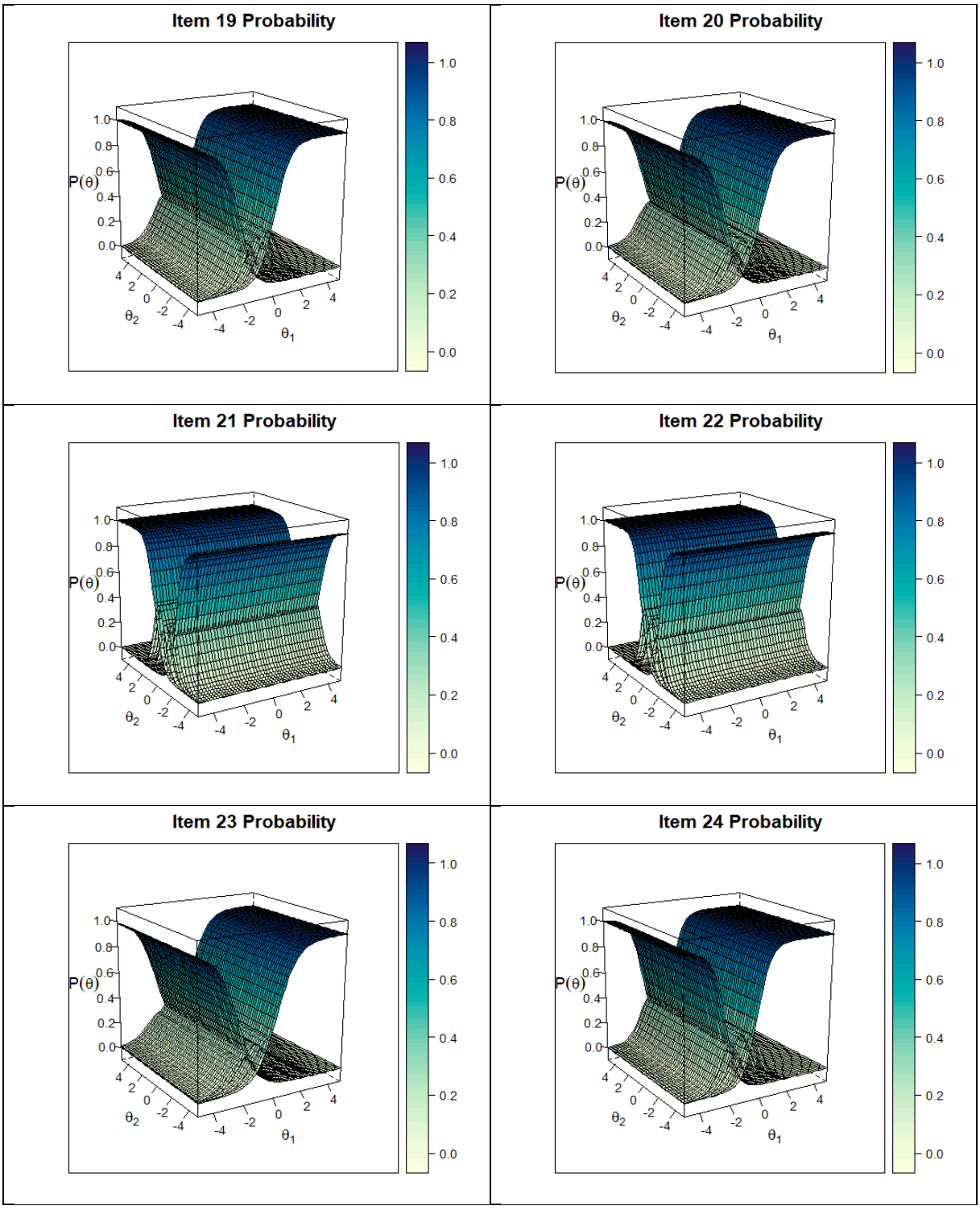


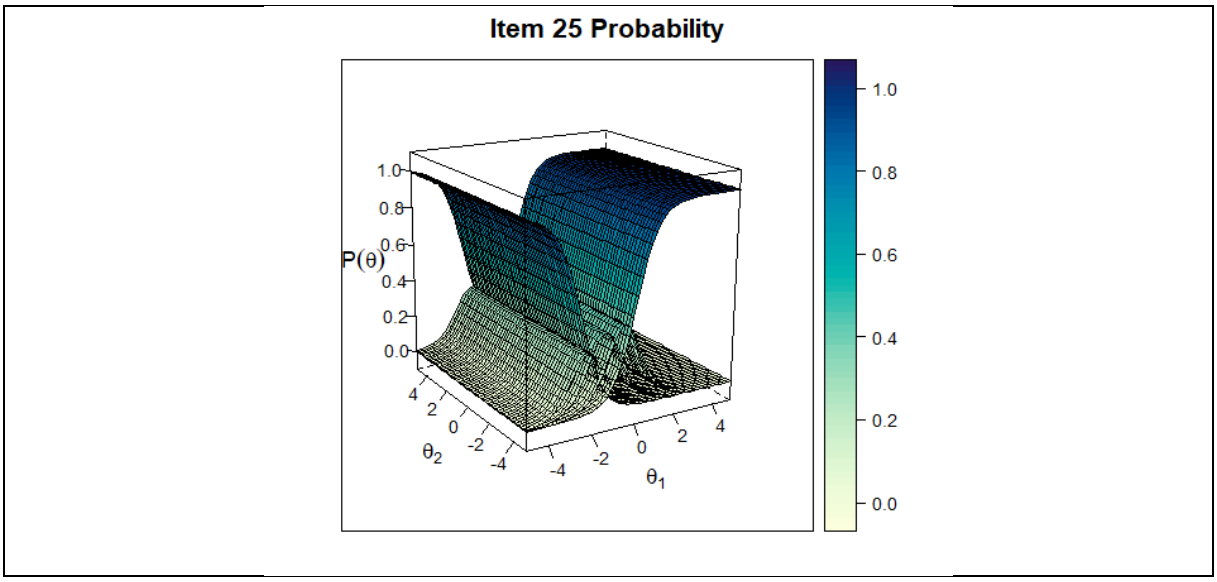
شكل (٣) الدوال الاحتمالية لمفردات مقياس دافعية تعلم العلوم (أعلى وأدنى تمييز لكل عامل)


Item 1 Probability
Item 2 Probability
Item 3 Probability
Item 4 Probability
Item 5 Probability
Item 6 Probability
P(θ)
θ1
θ2

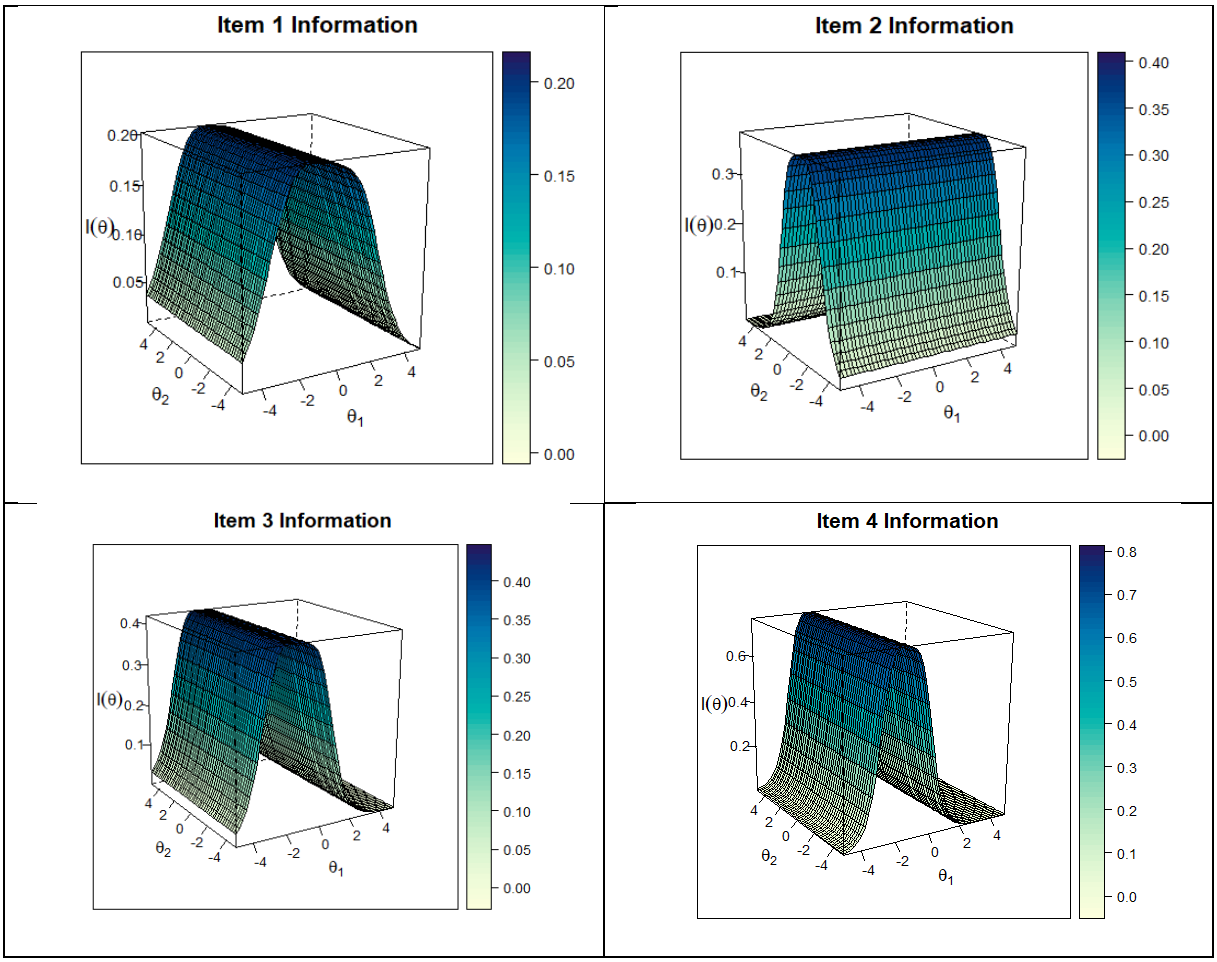

Item 7 Probability
Item 8 Probability
Item 9 Probability
Item 10 Probability
Item 11 Probability
Item 12 Probability
P(θ)
θ1
θ2

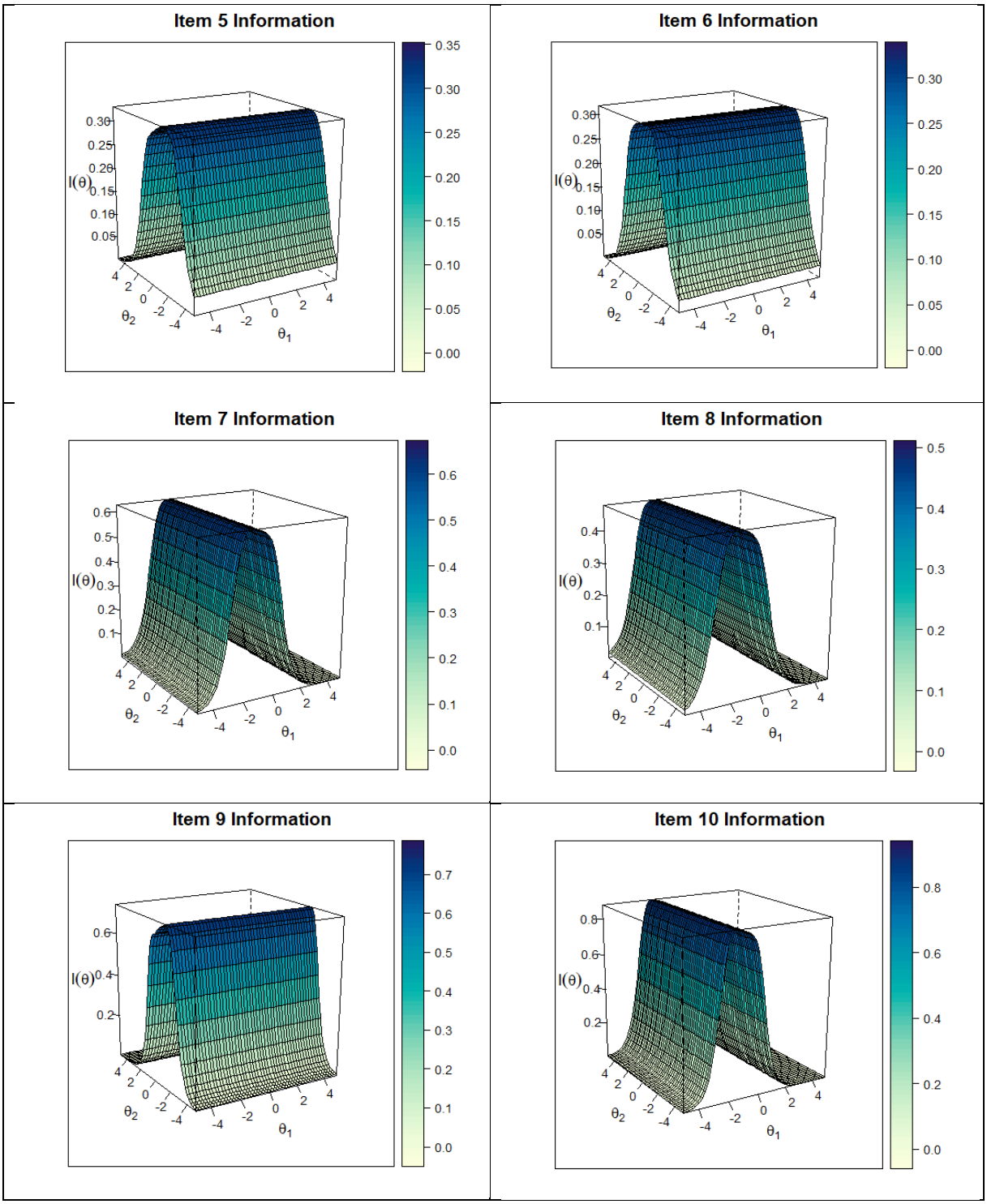

Item 13 Probability
Item 14 Probability
Item 15 Probability
Item 16 Probability
Item 17 Probability
Item 18 Probability
P(θ)
θ1
θ2

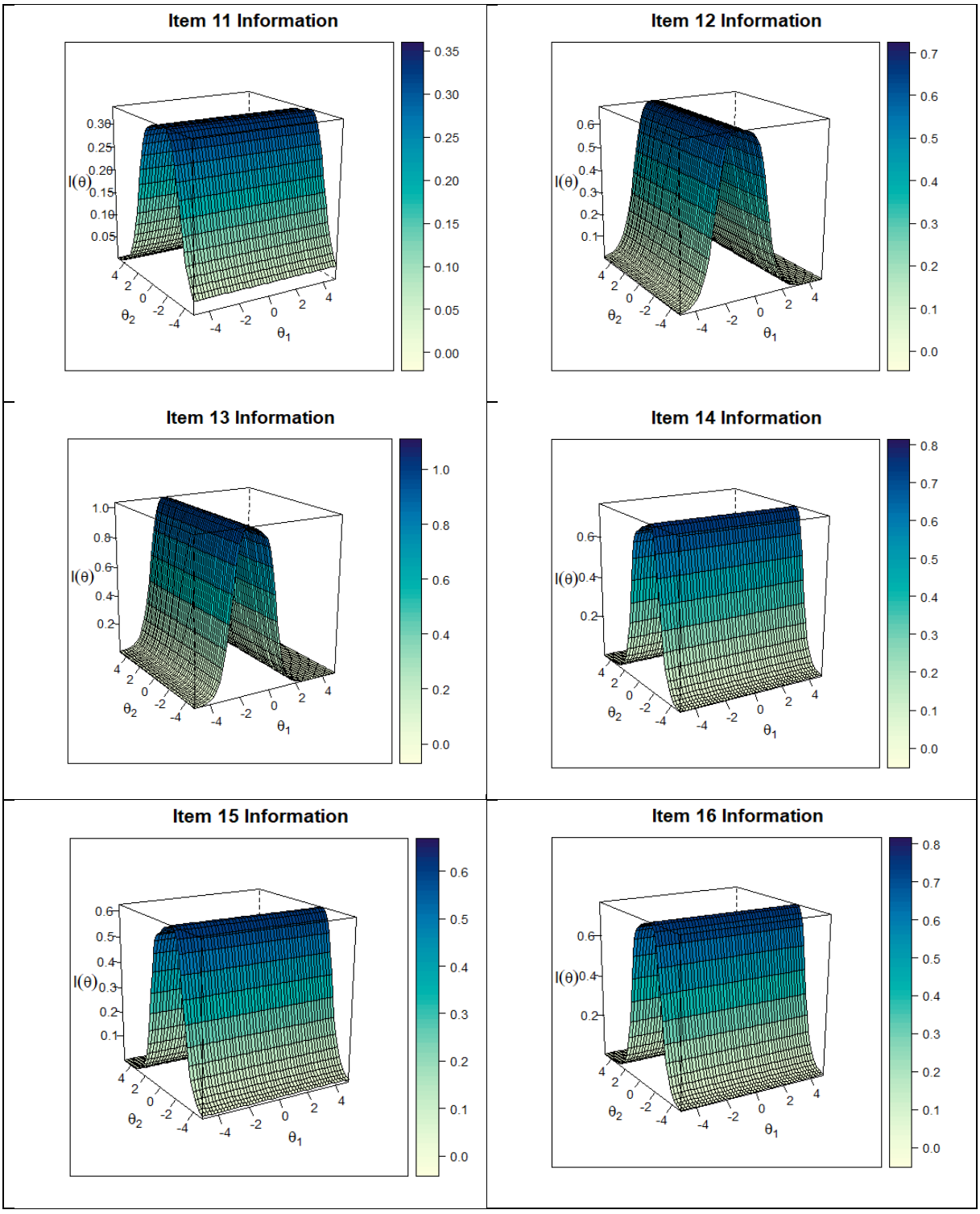

Item 19 Probability
Item 20 Probability
Item 21 Probability
Item 22 Probability
Item 23 Probability
Item 24 Probability
P(θ)
θ1
θ2

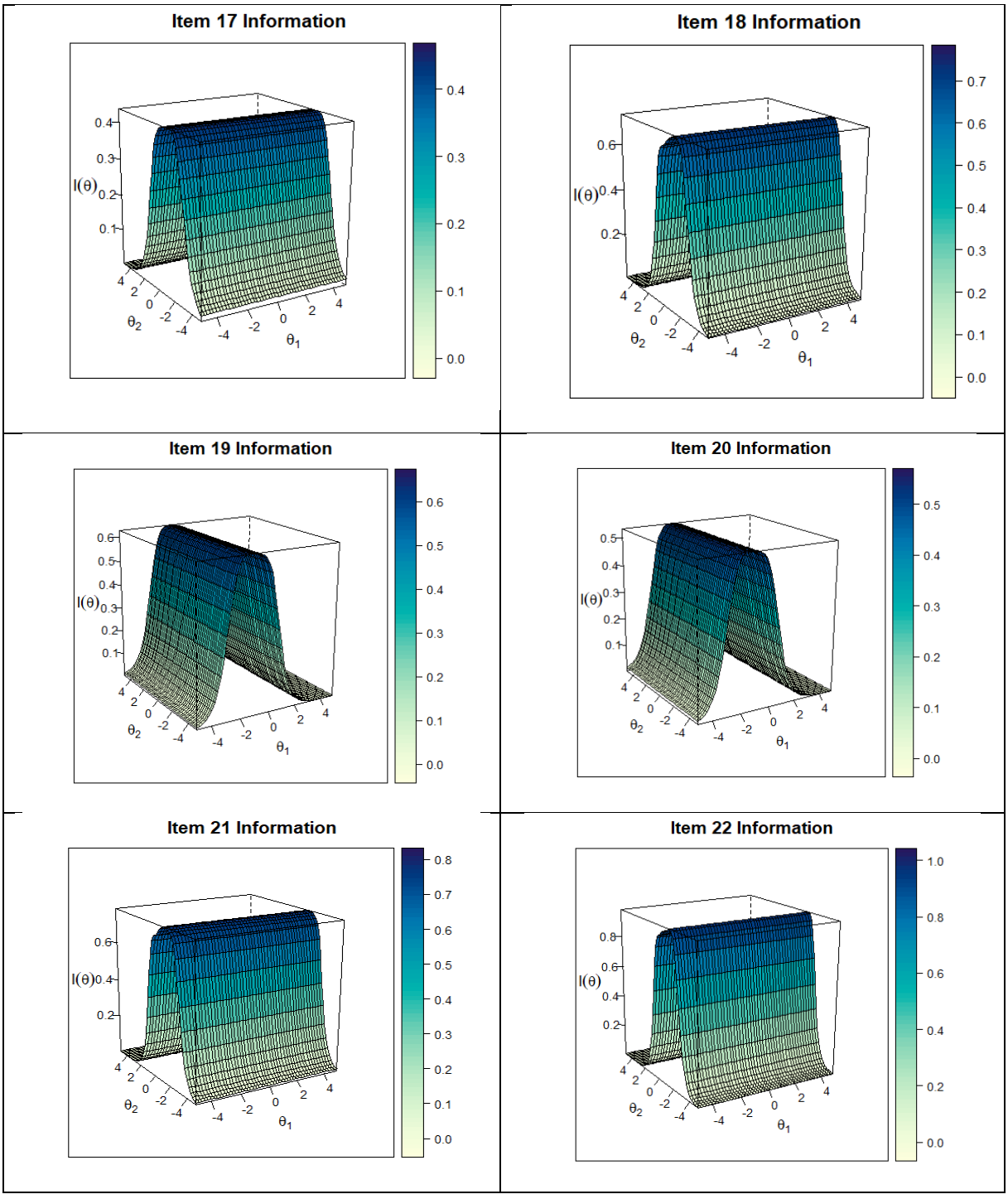


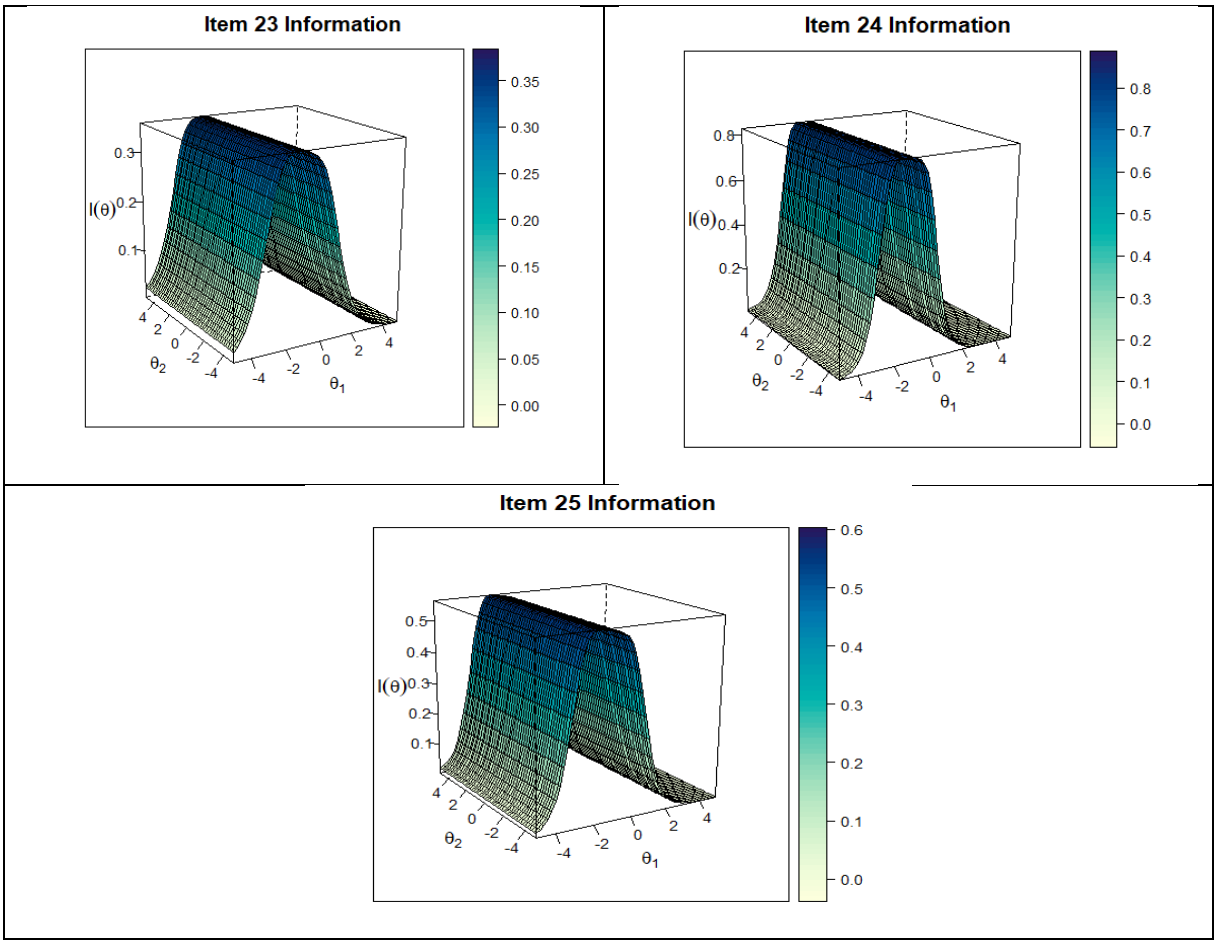
شكل (٤) الدوال الاحتمالية لمفردات مقياس دافعية تعلم العلوم



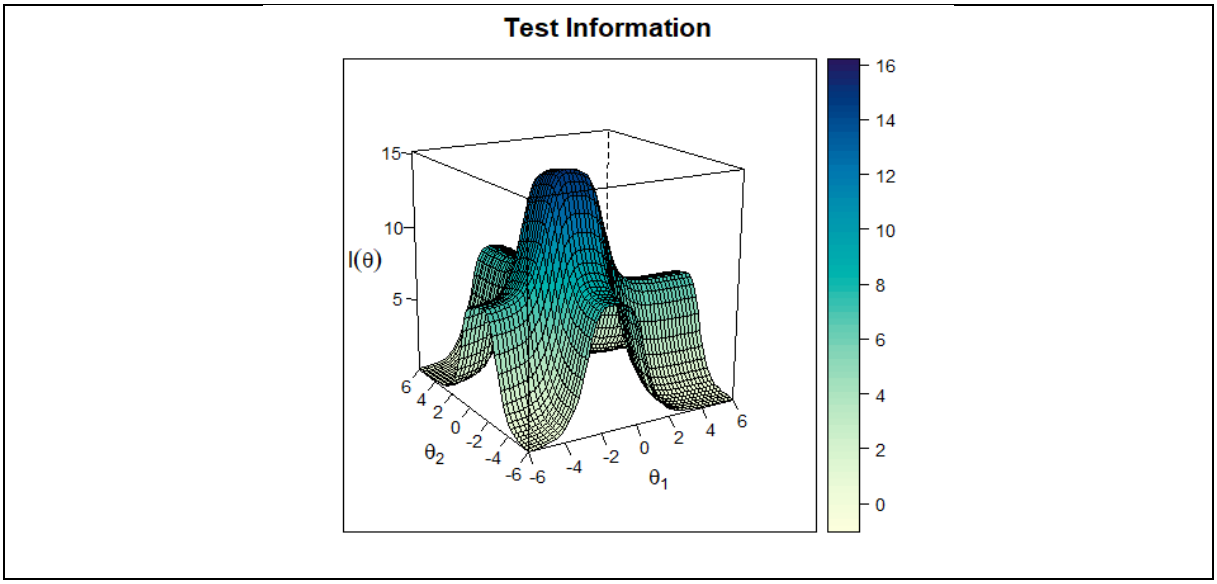

Item 5 Information
Item 6 Information
Item 7 Information
Item 8 Information
Item 9 Information
Item 10 Information
I(θ)
θ1
θ2


Item 11 Information
Item 12 Information
Item 13 Information
Item 14 Information
Item 15 Information
Item 16 Information
I(θ)
θ1
θ2


Item 17 Information
Item 18 Information
Item 19 Information
Item 20 Information
Item 21 Information
Item 22 Information
I(θ)
θ1
θ2



شكل (٥) دالة المعلومات لمفردات مقياس دافعية تعلم العلوم



شكل (٦) دالة المعلومات لمقياس دافعية تعلم العلوم

ملاءمة المفردة والاعتماد المحلي:

بعد التحكم في FDR، أشارت إحصائيات ملاءمة المفردات S-X2 إلى أن جميع المفردات تناسب الاستبانة جيدًا. يتم عرض النتائج الكاملة لإحصائيات ملاءمة المفردات في جدول (٧).

جدول (٧) الاعتماد المحلي G2 P-values

	Item01	Item02	Item03	Item04	Item05	Item06	Item07	Item08	Item09	Item10	Item11	Item12	Item13	Item14	Item15	Item16	Item17	Item18	Item19	Item20	Item21	Item22	Item23	Item24	Item25
Item01	NA	0.1213	0.1283	-0.388	-1.617	-0.334	-0.300	-0.473	-0.427	-0.522	-0.148	0.120	-0.248	-0.170	-0.816	-0.337	-0.134	-2.224	-0.312	-0.149	-2.721	-0.393	-0.190	-0.171	-0.143
Item02		NA	0.1275	0.1445	-0.341	-0.191	-0.269	0.132	-0.192	-0.150	-0.627	-0.116	-0.194	-0.143	-0.344	-0.480	-0.122	-0.250	-0.348	-2.363	-0.932	-1.210	-0.639	0.123	-0.195
Item03			NA	0.1071	-0.315	-0.172	-0.173	-0.128	-0.252	-0.103	-0.111	0.090	-0.104	-0.128	-0.229	-0.157	0.107	-0.163	0.138	-0.209	-0.129	-0.097	-0.181	-0.124	-0.099
Item04				NA	0.1211	-0.094	0.1156	0.1233	-0.272	-0.073	-0.432	-0.158	-0.096	-0.111	-0.112	-0.091	-0.108	-0.174	-0.144	-0.112	-0.139	-0.118	-0.438	0.095	-0.109
Item05					NA	0.1283	-0.487	-0.53	-0.352	-0.231	0.132	-0.233	-0.235	-0.254	-0.183	-0.164	-0.184	-6.600	-0.318	-1.356	-0.303	0.121	-0.185	-0.274	-4.300
Item06						NA	-0.175	-0.186	-0.094	-0.21	0.1177	-0.321	-1.252	-0.236	-1.691	-0.132	-0.109	-0.494	-0.256	-7.920	-0.153	-0.355	-0.669	-0.187	-0.238
Item07							NA	-0.444	-0.135	0.1322	-0.258	-0.196	0.128	-0.836	-1.771	-0.118	-0.105	-0.212	-0.359	-0.538	-0.124	-0.129	-0.159	-5.571	-0.176
Item08								NA	-1.408	-0.16	-0.26	-0.682	-0.197	-0.213	-0.450	-0.165	-0.113	0.132	-0.277	0.126	-0.166	-1.464	-0.456	0.121	-0.199
Item09									NA	-0.106	-0.135	-0.145	-0.363	-9.9	0.120	-0.145	-0.098	0.132	0.121	-2.520	-0.240	-1.974	-0.113	-0.367	-0.398
Item10										NA	-0.215	-0.154	0.1273	-0.59	-0.14	-0.114	-0.151	-0.306	-1.860	-0.161	-0.600	-0.136	-4.838	-0.651	-0.216
Item11											NA	0.1338	-1.296	-0.501	-0.696	-0.155	-0.263	-2.931	-0.611	-0.279	-1.082	0.120	-0.957	-0.200	-0.218
Item12												NA	0.1289	-0.983	-0.281	-0.201	-0.125	-1.011	-0.242	-1.538	-0.856	-0.167	-0.324	-0.219	-0.146
Item13													NA	-0.244	-0.221	-0.509	-0.114	-13.2	-0.284	-0.878	-0.178	-0.463	-0.327	-1.125	-0.286
Item14														NA	0.153	-0.71	-0.402	-43.5	-0.9	-0.547	-0.203	-0.556	-0.168	-0.407	-0.413
Item15															NA	-0.372	-0.119	-0.204	-0.222	-0.376	-3.175	-2.083	-0.119	-0.289	-1.041
Item16																NA	0.0864	0.1233	0.1137	-0.265	-1.161	-0.224	-0.725	-0.120	-0.226
Item17																	NA	0.1198	0.1316	-0.565	-0.205	-0.14	-0.100	-0.179	0.090
Item18																		NA	0.1211	-19.95	-3.491	-3.84	-0.292	-0.418	-0.380
Item19																			NA	-0.74	0.1316	0.1158	-0.294	-0.757	-0.130
Item20																				NA	0.1399	0.1213	-0.773	0.1211	-0.575
Item21																					NA	0.1295	0.1316	-0.791	-0.137
Item22																						NA	0.1239	0.1158	-0.126
Item23																							NA	0.1316	0.1283
Item24																								NA	0.1316
Item25																									NA

ملحوظة: جميع القيم بالجدول غير دالة عند (٠.٠٥)

تم تقييم الاعتماد المحلي باستخدام إحصائية $LD\ G^2$. بعد التحكم في FDR، لم تكن هناك مشاكل مع LD. لم تكن هناك حاجة إلى تصحيحات إضافية للنمذجة. يتم عرض جدول كامل للقيم الاحتمالية لتقييم LD بين كل مفردة في جدول (٧).

يشير جدول الاعتماد المحلي (G2 P-values) إلى أن جميع القيم بالجدول غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠.٠٠٥. هذا يعني أن قيم (p) في الجدول أكبر من ٠.٠٠٥، وهذا يعني أن الفروق بين البواقي (residuals) لمفردات المقياس لا توجد بينها علاقات دالة إحصائيًا، وبمعنى آخر، لا يوجد ارتباط محلي (Local Dependence) بين مفردات المقياس، والاستنتاج الرئيسي المستخلص من هذه النتائج هو أن مقياس دافعية تعلم العلوم لا يعاني من مشكلة الاعتماد المحلي، كما أن هذا الاستنتاج يُعد نتيجة إيجابية ومهمة، حيث يؤكد أن استجابة الطلاب على كل مفردة من مفردات المقياس هي مستقلة عن استجاباتهم على المفردات الأخرى، بعد الأخذ في الاعتبار السمة الكامنة التي يتم قياسها (وهي دافعية تعلم العلوم)، كما يُشير ذلك إلى أن المقياس يعمل بشكل سليم وأن نتائجه موثوقة، وأنه لم تكن هناك حاجة لإجراء تعديلات إضافية على النموذج أو حذف أي مفردات بسبب هذه المشكلة. (Depaoli et al., 2018)، كما تُعزز هذه النتيجة من الصدق البنائي للمقياس وتؤكد أن البناء العاملي الذي تم التوصل إليه هو تمثيل دقيق للبيانات.

جدول (٨) إحصاءات ملاءمة المفردة

p-value	df	S_X^2	item
0.181	187	218.390	Item01
0.363	151	166.146	Item02
0.000	139	225.578	Item03
0.470	127	129.814	Item04
0.386	143	156.018	Item05
0.081	162	204.926	Item06
0.058	138	184.303	Item07
0.462	139	145.020	Item08
0.516	136	136.360	Item09
0.462	129	136.526	Item10
0.181	149	178.968	Item11
0.462	142	147.847	Item12
0.271	126	144.024	Item13
0.271	141	160.628	Item14
0.058	141	185.810	Item15
0.271	137	156.535	Item16
0.842	158	140.194	Item17
0.470	136	139.168	Item18

p-value	df	S_X^2	item
0.181	138	165.773	Item19
0.462	141	147.810	Item20
0.258	125	146.317	Item21
0.427	125	134.956	Item22
0.696	163	154.624	Item23
0.095	125	159.945	Item24
0.470	134	138.393	Item25

من جدول (٨) الخاص بإحصاءات ملاءمة المفردة يتضح أن جميع قيم المؤشر (S_X2) غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠٥) فيما عدا المفردة رقم (Item03)؛ مما يشير إلى ملاءمة النموذج لجميع المفردات.

يُظهر الجدول إحصائية S-X2 وقيم p-value لكل مفردة من مفردات المقياس. تُستخدم إحصائية S-X2 لتقييم ملاءمة المفردة (Item Fit)، والتي تُشير إلى مدى انطباق المفردة على النموذج ككل، الجدول يؤكد أنه بعد تطبيق تصحيح FDR للمقارنات المتعددة، فإن معظم قيم (p-value) أصبحت غير دالة إحصائيًا، بشكل عام، عندما تكون قيمة (p-value) غير دالة (أكبر من مستوى الدلالة ٠.٠٥)، فإن ذلك يُشير إلى أن المفردة تُناسب النموذج بشكل جيد ولا توجد مشكلات في ملاءمتها، نلاحظ في الجدول أن قيمة (p-value) للمفردة Item03 هي ٠.٠٠٠، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى ٠.٠٠٥. هذا يعني أن هذه المفردة تحديدًا لا تتناسب مع النموذج بشكل جيد، الاستنتاج الرئيسي المستخلص من هذه النتائج هو أن غالبية مفردات مقياس دافعية تعلم العلوم تتلاءم بشكل جيد مع البناء العاملي للمقياس، باستثناء مفردة واحدة (Item03)، تُعد هذه النتيجة تأكيدًا قويًا على الصدق البنائي (Construct Validity) للمقياس بشكل عام، ولكنها تُشير إلى وجود مشكلة محددة في أداء المفردة رقم ٣، كما أن ملاءمة المفردة الضعيفة لـ Item03 تعني أن هذه المفردة قد لا تكون تقيس السمة الكامنة بنفس فعالية المفردات الأخرى، أو أنها تُقدم معلومات مختلفة عن بقية المقياس، تتطلب هذه النتيجة مراجعة المفردة (Item03) بعناية. قد نكون بحاجة إلى إعادة صياغتها لتكون أكثر وضوحًا، أو تعديلها، أو حتى حذفها من المقياس بشكل نهائي، وذلك لضمان أن يكون المقياس بأكمله أداة صالحة وموثوقة للاستخدام، وهذا الاستنتاج يوضح فائدة استخدام نموذج الاستجابة للمفردة (IRT) في تقديم تحليل مفصل على مستوى المفردة، وهو ما قد لا توفره الأساليب الإحصائية التقليدية بنفس الدقة.

التوصيات والبحوث المقترحة:

بناءً على نتائج هذا البحث، يمكن تقديم التوصيات والبحوث المقترحة التالية:

أولًا: توصيات تطبيقية:

- **للمعلمين والمربين:** يجب على المعلمين التركيز على الأبعاد الدافعية التي أظهرها البحث، وتصميم استراتيجيات تدريسية تُعزز هذه الأبعاد. فمثلًا، يمكن استخدام الأنشطة التي تُثير الفضول (الدافعية الجوهرية)، أو ربط محتوى العلوم بالمسارات المهنية المستقبلية (دافعية المسار المهني)، أو استخدام تقويم يُعزز الكفاءة الذاتية للطلاب.
- **لمصممي المناهج:** يُنصح بمراجعة المناهج الدراسية الحالية في ضوء الأبعاد الدافعية، لضمان أن تُعزز بشكل فعال دافعية الطلاب لتعلم العلوم وتُعالج أي جوانب قد تُثبطها.

ثانيًا: بحوث مقترحة:

- **دراسات مقارنة:** يُقترح إجراء دراسات مقارنة لفحص البنية العاملية لمقياس دافعية تعلم العلوم عبر مراحل تعليمية مختلفة (مثل المرحلة الإعدادية والجامعية) وعبر سياقات ثقافية متباينة. هذا من شأنه أن يُقدم فهمًا أعمق لديناميكية تطور الدافعية.
- **دراسات ارتباطية:** يُمكن إجراء بحوث مستقبلية تستكشف العلاقة بين الأبعاد الدافعية التي تم الكشف عنها في هذا البحث وعوامل أخرى مثل: التحصيل الأكاديمي، وأنماط التفكير، والذكاءات المتعددة، والمهارات المعرفية.
- **بحوث طولية:** يُوصى بتصميم دراسات طولية تتبع نفس مجموعة الطلاب على مدار عدة سنوات، وذلك لدراسة كيفية تغير البنية العاملية للدافعية بمرور الوقت وتأثيرها على الخيارات التعليمية والمهنية.
- **تطوير نماذج متقدمة:** استخدام الباحثين في علم النفس التربوي لنماذج أخرى من نظرية الاستجابة للمفردة، مثل نموذج التقدير الجزئي (Partial Credit Model)، أو النماذج الهرمية (Hierarchical Models)، أو النماذج التي تُعالج التحيز في الاستجابة (Response Bias)، وذلك لفهم أعمق لأداء المفردات والبنية الكاملة للمقياس.

المراجع العربية:

أبو شندي، يوسف عبدالقادر علي، حمود، محمد الشيخ، و الرجيبي، يوسف بن سيف بن محمد. (٢٠٢١). استخدام نموذج استجابة الفقرة المتدرجة في تقدير الخصائص السيكومترية لمقياس قلق المستقبل المهني لدى طلبة الجامعات في سلطنة عمان. *مجلة جامعة النجاح للأبحاث - العلوم الإنسانية*, ٣٥(٦), ٩٠١-٩٢٦.

الثبيتي، عمر عواض عوض. (٢٠٢١). استخدام نموذج الاستجابة المتدرجة في نظرية الاستجابة للفقرة في بناء مقياس الاستعداد الأكاديمي للطالب الجامعي. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*, ٢٢(٤), ٢٠٩-٢٤١.

النعيمي، عز الدين عبدالله عواد. (٢٠٢١). الخصائص السيكومترية لمقياس بك للاكتئاب "الصورة الثانية" باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة. *مجلة الشمال للعلوم الإنسانية*, ٦(٢), ٣٣٣ - ٣٦٩. https://doi.org/10.12816/0058377

النفيعي، عبدالرحمن عبدالله أحمد. (٢٠٢٣). تدريج مقياس الألكسيثيميا لبيرموند وفورست باستخدام نموذج الاستجابة المتدرجة متعدد الأبعاد التوكيدي. *مجلة الجامعة العراقية*, ٦٣(١), ٣٣٦- ٣٩٢.

محمد، محمد حبشي حسين. (٢٠١٨). الخصائص السيكومترية لمقياس اليقظة العقلية: مقارنة بين نظرية القياس التقليدية والنماذج الأحادية والمتعددة لنظرية الاستجابة للمفردة .*المجلة المصرية للدراسات النفسية*، مج٢٨, ع٩٩ ، ١٧ - 76. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1011253

محمود، فريال محمود محمد الحاج. (٢٠١٦). تصميم مقياس للاتجاه نحو البحث وفق نموذج الاستجابة المتدرجة (Graded Response Model). *مجلة العلوم التربوية والنفسية*, ١٧(٣), ٣٣٧-٣٥٩.

محمود، فريال محمود محمد الحاج، و أحمد، سمية علي عبدالوارث. (٢٠٢١). بناء مقياس للاتجاه نحو الاختبارات الإلكترونية وفق نموذج الاستجابة المتدرجة. المجلة السعودية للعلوم النفسية, ٥, ٢٥-٤٢.

المراجع الأجنبية:

Al-Awidi, H., Abumosa, M., & Al-Mughrabi, A. (2025). The effect of mobile image recognition-based augmented reality application on students' acquisition of science processing skills and motivations to learn science. *Interactive Learning Environments*, 1-12 . https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2367020

Alfahel, E., Daher, W., & Anabousy, A. (2023). Students' motivation to study science: The case of Arab students in Israel. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, *19*(7). https://doi.org/10.29333/ejmste/13299

Aune, S. E., Abal, F. J. P., & H, F. A. (2019). Application of the Graded Response Model to a Scale of Empathic Behavior. *Int J Psychol Res (Medellin)*, *12*(1), 49-56. https://doi.org/10.21500/20112084.3753

Ayanwale, M. A., Amusa, J. O., Oladejo, A. I., & Ayedun, F. (2024). Multidimensional item Response Theory Calibration of Dichotomous Response Structure Using R Language for Statistical Computing. *Interchange*, *55*(1), 137-157. https://doi.org/10.1007/s10780-024-09517-y

Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational psychologist*, *28*(2), 117-148 .

Bayanova, A. R., Orekhovskaya, N. A., Sokolova, N. L., Shaleeva, E. F., Knyazeva, S. A., & Budkevich, R. L. (2023). Exploring the role of motivation in STEM education: A systematic review. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, *19*(4). https://doi.org/10.29333/ejmste/13086

Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal statistical society: series B (Methodological)*, *57*(1), 289-300 .

Britner, S. L. (2008). Motivation in high school science students: A comparison of gender differences in life, physical, and earth science classes. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *45*(8), 955-970 .

Broadbent, E., Wilkes, C., Koschwanez, H., Weinman, J., Norton, S., & Petrie, K. J .(٢٠١٥) .A systematic review and meta-analysis of the Brief Illness Perception Questionnaire. *Psychology & health*, *30*(11), 1361-1385 .

Bryan, R. R., Glynn, S. M., & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, *95*(6), 1049-1065. https://doi.org/10.1002/sce.20462

Brzezińska, J. (2016). A polytomous item response theory models using R / Politomiczne modele teorii odpowiedzi na pozycje testowe w programie R. *Ekonometria* .(٢)https://doi.org/10.15611/ekt.2016.2.04

Cai, L., & Hansen, M. (2013). Limited-information goodness-of-fit testing of hierarchical item factor models. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, *66*(2), 245-276 .

Chalmers, R. P .(٢٠١٢) .mirt: A multidimensional item response theory package for the R environment. *Journal of statistical Software*, *48*, 1-29 .

Chen, W.-H., & Thissen, D. (1997). Local dependence indexes for item pairs using item response theory. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *22*(3), 265-289 .

Cheung, K. K. C., & Zerouali, A. (2025). The mediating role of science intrinsic motivation: effects of homework on science achievement in Western and Asian regions. *International Journal of Science Education*, *47*(7), 89-١ .٩١٤https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2354145

Chowdhury, M. S., & Shahabuddin, A. (2007). Self-Efficacy, Motivation and Their Relationship to Academic Performance of Bangladesh College Students. *College Quarterly*, *10*(1), 1-9 .

Classe, F., & Kern ,C. (2024). Detecting Differential Item Functioning in Multidimensional Graded Response Models With Recursive Partitioning. *Appl Psychol Meas*, *48*(3), 83-103. https://doi.org/10.1177/01466216241238743

Conner, M., Godin, G., Sheeran, P., & Germain, M. (2013 .(Some feelings are more important: cognitive attitudes, affective attitudes, anticipated affect, and blood donation. *Health psychology*, *32*(3), 264 .

Costa, M. (2003). A comparison between unidimensional and multidimensional approaches to the measurement of poverty .

Covert, H., Ilunga Tshiswaka, D., Ramkissoon, I., Sisskin, E., Lichtveld, M., & Wickliffe, J. (2019). Assessing science motivation among high school students participating in a supplemental science programme: the Emerging Scholars Environmental Health Sciences Academy. *International Journal of Science Education*, *41*(17), 2508-2523. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1689308

De Ayala, R. (1994). The influence of multidimensionality on the graded response model. *Applied Psychological Measurement*, *18*(2), 155-170 .

de Miranda Azevedo, R., Roest, A. M., Carney, R. M., Denollet, J., Freedland, K. E., Grace, S. L., Hosseini, S. H., Lane, D. A., Parakh, K., & Pilote, L. (2016). A bifactor model of the Beck Depression Inventory and its association with medical prognosis after myocardial infarction. *Health psychology*, *35*(6), 614 .

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, *19*(2), 109-134 .

Deci ,E. L., & Ryan, R. M. (2000). The" what" and" why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, *11*(4), 227-268 .

Depaoli, S., Tiemensma, J., & Felt, J. M. (2018). Assessment of health surveys: fitting a multidimensional graded response model. *Psychol Health Med*, *23*(sup1), 13-31. https://doi.org/10.1080/13548506.2018.1447136

Devine, K. A., Heckler, C. E., Katz, E. R., Fairclough, D. L., Phipps, S., Sherman-Bien, S., Dolgin, M. J., Noll, R. B., Askins, M. A & ,.Butler, R. W. (2014). Evaluation of the psychometric properties of the Pediatric Parenting Stress Inventory (PPSI). *Health psychology*, *33*(2), 130 .

Dike, D. E. (2012). *A descriptive study of intrinsic motivation in three California accredited model continuation high schools* University of La Verne .[

Doostfatemeh, M., Taghi Ayatollah, S. M., & Jafari, P. (2016). Power and Sample Size Calculations in Clinical Trials with Patient-Reported Outcomes under Equal and Unequal Group Sizes Based on Graded Response Model: A Simulation Study. *Value Health*, *19*(5), 639-647. https://doi.org/10.1016/j.jval.2016.03.1857

Duane, A. (2023). A Conceptual Approach to Adapting the Science Motivation Questionnaire (SMQ) II to Explore Motivational and Background Factors Influencing Student Enrollment on College Technology Programmes. *International Journal of Technology and Inclusive Education*, *12*(2), 1920-1930. https://doi.org/10.20533/ijtie.2047.0533.2023.0239

Eccles, J. S. (2006). A motivational perspective on school achievement: Taking responsibility for learning, teaching, and supporting. *Optimizing student*

success with the other three Rs: Reasoning, resilience, and responsibility, 199-224 .

Edelen, M. O., & Reeve, B. B. (2007). Applying item response theory (IRT) modeling to questionnaire development, evaluation, and refinement. *Quality of life research*, *16*, 5-18 .

Embretson, S. E. (1996). The new rules of measurement. *Psychological assessment*, *8*(4), 341 .

Forero, C. G., & Maydeu-Olivares, A. (2009). Estimation of IRT graded response models: limited versus full information methods. *Psychological methods*, *14*(3), 275 .

Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasoobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of research in science teaching*, *48*(10), 1159-1176. https://doi.org/10.1002/tea.20442

Glynn, S. M., Taasoobshirazi, G., & Brickman, P. (2007). Nonscience majors learning science: A theoretical model of motivation. *Journal of research in science teaching*, *44*(8), 1088-1107. https://doi.org/10.1002/tea.20181

Glynn, S. M., Taasoobshirazi, G., & Brickman, P. (2009). Science Motivation Questionnaire: Construct validation with nonscience majors. *Journal of research in science teaching*, *46*(2), ١٢٧-١٤٦. https://doi.org/10.1002/tea.20267

Gomez-Benito, J., Abdelhamid, G. S. M., Pino, O., Rojo, E., Vieta, E., & Guilera, G. (2020). Disability in bipolar I disorder: Application of Mokken scaling analysis and the graded response model to the World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0. *J Affect Disord*, *260*, 506-513. https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.09.054

Gummelt, H. D., Anestis, J. C., & Carbonell, J. L. (2012). Examining the Levenson Self Report Psychopathy Scale using a Graded Response Model. *Personality and Individual Differences*, *53*(8), 1002-1006. https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.07.014

Gummelt, H. D., Anestis, J. C., & Carbonell, J. L. (2018). Corrigendum to "Examining the Levenson Self Report Psychopathy Scale using a Graded Response Model" [Personality and Individual Differences 53 (2012) 1002–1006]. *Personality and Individual Differences*, *134*. https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.05.032

Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for research in Mathematics Education*, *20*(3), 261-273 .

Han, S., Liu, M., Cai, Y., & Shao, P. (2025). Need for cognition's impact in science PBL: assessing motivation and learning outcomes among diverse

middle school students. *Instructional Science*. https://doi.org/10.1007/s11251-025-09731-w

Jiang, S., Wang, C., & Weiss, D. J. (2016). Sample size requirements for estimation of item parameters in the Multidimensional Graded Response Model. *Frontiers in Psychology*, 7, 109. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00109

Johansen, M. O., Eliassen, S., & Jeno, L. M. (2023). "Why is this relevant for me?": increasing content relevance enhances student motivation and vitality. *Front Psychol*, *14*, 1184804. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1184804

Kamata, A., & Bauer, D. J. (2008). A note on the relation between factor analytic and item response theory models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *15*(1), 136-153 .

Kang ,T., & Chen, T. T. (2008). Performance of the generalized S-X2 item fit index for polytomous IRT models. *Journal of Educational Measurement*, *45*(4), 391-406 .

Kehinde, O. J., Dai, S., & French, B. (2022). Item parameter estimations for multidimensional graded response model under complex structures. *Frontiers in Education*, *7*. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.947581

Kim, S., & Feldt, L. S. (2010). The estimation of the IRT reliability coefficient and its lower and upper bounds, with comparisons to CTT reliability statistics. *Asia Pacific Education Review*, *11*, 179-188 .

Kose, I. A., & Demirtasli, N. C. (2012). Comparison of Unidimensional and Multidimensional Models Based on Item Response Theory in Terms of Both Variables of Test Length and Sample Size .*Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *46*, 135-140. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.082

Leech, N. L., Barrett, K. C., & Morgan, G. A. (2005). *SPSS for intermediate statistics: Use and interpretation, 2nd ed*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers .

Legate, N., & Weinstein, N. (2025). Motivation Science Can Improve Diversity, Equity, and Inclusion (DEI) Trainings. *Perspect Psychol Sci*, *20*(4), 714-729. https://doi.org/10.1177/17456916231186410

Li, Y., Jiao, H., & Lissitz, R. W. (2012). Applying multidimensional item response theory models in validating test dimensionality: An example of K–12 large-scale science assessment. *Journal of Applied Testing Technology*, *13* .(٢)

Liao, Y.-J., Tarng, W., & Wang, T.-L. (2024). The effects of an augmented reality lens imaging learning system on students' science achievement, learning motivation, and inquiry skills in physics inquiry activities. *Education and*

Information Technologies, *30*(4), 5059-5104. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12973-9

MacCallum ,R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological methods*, *1*, 130-149 .

Mermer, Ş. E. (2024). Educational Implications of Comparing Unidimensional and Multidimensional Item Response Theories. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *14*(3), 103-116 .

Moss-Morris, R., Weinman, J., Petrie, K., Horne, R., Cameron, L., & Buick, D. (2002). The revised illness perception questionnaire (IPQ-R). *Psychology and health* .١٦-١ ,(١)١٧ ,

Nguyen, H., & Hayward, J. (2024). Applying Generative Artificial Intelligence to Critiquing Science Assessments. *Journal of Science Education and Technology*, *34*(1), 199-214. https://doi.org/10.1007/s10956-024-10177-x

Orlando, M., & Thissen ,D. (2000). Likelihood-based item-fit indices for dichotomous item response theory models. *Applied Psychological Measurement*, *24*(1), 50-64 .

Orlando, M., & Thissen, D. (2003). Further investigation of the performance of S-X2: An item fit index for use with dichotomous item response theory models. *Applied Psychological Measurement*, *27*(4), 289-298 .

Ormrod, J. E., Anderman, E. M., & Anderman, L. H. (2023). *Educational psychology: Developing learners*. ERIC .

Phil Chalmers, Joshua Pritikin, Alexander Robitzsch, Mateusz Zoltak, KwonHyun Kim, Carl F. Falk, Adam Meade, Lennart Schneider, David King, Chen-Wei Liu, & Oguzhan, O. (2024). *{mirt}: A Multidimensional Item Response Theory Package for the {R} Environment*. Vienna, Austria .

R Core Team. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria. https://www.R-project.org /

Rasch, G. (1993). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. ERIC .

Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2011). *Introduction to psychometric theory*. Routledge .

Reise, S. P. (1990). A comparison of item-and person-fit methods of assessing model-data fit in IRT. *Applied Psychological Measurement*, *14*(2), 127-137 .

Rezaei, M. (2025). The effect of teaching through team-based learning on motivation toward science learning in undergraduate operating room technology students. *Perioperative Care and Operating Room Management*, *38*. https://doi.org/10.1016/j.pcorm.2024.100454

Salta, K., & Koulougliotis, D. (2015). Assessing motivation to learn chemistry : adaptation and validation of Science Motivation Questionnaire II with

Greek secondary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, *16*(2), 237-250. https://doi.org/10.1039/c4rp00196f

Samejima, F. (1968). Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores 1. *ETS Research Bulletin Series*, *1968*(1), i-169 .

Sclove, S. L. (1987). Application of model-selection criteria to some problems in multivariate analysis. *Psychometrika*, *52*, 333-343 .

Sethar, W. A., Pitafi, A., Bhutto ,A., Nassani, A. A., Haffar, M., & Kamran, S. M. (2022). Application of Item Response Theory (IRT)-Graded Response Model (GRM) to Entrepreneurial Ecosystem Scale. *Sustainability*, *14*(9). https://doi.org/10.3390/su14095532

Shaakumeni, S. N., & Csapó, B. (2 .(٠١٨A Cross-cultural Validation of Adapted Questionnaire for Assessing Motivation to Learn Science. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, *22*(3), 340-350. https://doi.org/10.1080/18117295.2018.1533157

Singh, K., Chang, M., & Dika, S. (2005). Affective and Motivational Factors in Engagement and Achievement in Science. *International Journal of Learning*, *12*(6), 207-218 .

Sireci, S. G., Thissen, D., & Wainer, H. (1991). On the reliability of testlet-based tests. *Journal of Educational Measurement*, *28*(3), 237-247 .

StataCorp. (2025). *Stata 19 Item Response Theory Reference Manual*. College Station. TX: Stata Press.

Taasoobshirazi, G., & Carr, M. (2009). A structural equation model of expertise in college physics. *Journal of Educational Psychology*, *101*(3), 630-643. https://doi.org/10.1037/a0014557

Taasoobshirazi, G & ,.Glynn, S. M. (2009). College students solving chemistry problems: A theoretical model of expertise. *Journal of research in science teaching*, *46*(10), 1070-1089. https://doi.org/10.1002/tea.20301

Tang, X., Gong, Y., Xiao, Y., Xiong, J., & Bao, L .(٢٠٢٤) .Facial Expression Recognition for Probing Students' Emotional Engagement in Science Learning. *Journal of Science Education and Technology*, *34*(1), 13-30. https://doi.org/10.1007/s10956-024-10143-7

Tu, N., Zhang, B., Angrave, L., Sun, T., & Neuman, M. (202 .(٣Estimating the Multidimensional Generalized Graded Unfolding Model with Covariates Using a Bayesian Approach. *J Intell*, *11*(8). https://doi.org/10.3390/jintelligence11080163

Uttaro, T., & Lehman, A. (1999). Graded response modeling of the Quality of Life Interview. *Evaluation and Program Planning*, *22*(1), 41-52 .

Vallerand, R. J., Fortier, M. S., & Guay, F. (1997). Self-determination and persistence in a real-life setting: toward a motivational model of high school dropout. *Journal of Personality and Social psychology*, *72*(5), 1161 .

Van der Linden, W. J., & Hambleton, R. K. (Eds.). (1997). *Handbook of item response theory*. CRC press .

Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2011). Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not? *Journal of research in science teaching*, *48*(2), 199-216 .

Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2012). Adolescents' declining motivation to learn science: A follow-up study. *Journal of research in science teaching*, *49*(9), 1057-1095 .

Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2013 .(School, teacher, peers, and parents' goals emphases and adolescents' motivation to learn science in and out of school. *Journal of research in science teaching*, *50*(8), 952-988 .

Walker, C. O., Greene, B. A., & Mansell, R. A. (2006). Identification with academics, intrinsic/extrinsic motivation, and self-efficacy as predictors of cognitive engagement. *Learning and individual differences*, *16*(1), 1-12 .

Walker, J. (2021). Comparison of Differential Item Functioning Detection Procedures under the Multidimensional Graded Response Model Framework .

Woitowich, N. C., Hunt, G. C., Muhammad, L. N., & Garbarino, J. (2022). Assessing motivations and barriers to science outreach within academic science research settings: A mixed-methods survey. *Frontiers in Communication*, *7*. https://doi.org/10.3389/fcomm.2022.907762

You, H. S., Kim, K., Black, K., & Min, K. W. (2018). Assessing science motivation for college students: Validation of the science motivation questionnaire II using the rasch-andrich rating scale model .*Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, *14*(4), 1161-1173 .

Zhang, F., Bae, C. L., Broda, M. D., & Koenka, A. C. (2024). Motivation and Opportunities-to-Learn in Science as Predictors of Student Science Performance. *The Journal of Experimental Education*, *93*(2), 301-319. https://doi.org/10.1080/00220973.2024.2306404

Zhang, J. (2004). Comparison of unidimensional and multidimensional approaches to IRT parameter estimation. *ETS Research Report Series*, *2004*(2), i-40 .

Zhou, T., Wang ,Y., Chen, J., Huang, Q., Wu, F., Zhang, H., Yuan, C., & Cai, T. (2023). Psychometric properties of the Chinese version of the PROMIS-Cancer-Anxiety item bank assessed using a graded response model. *Asia Pac J Oncol Nurs*, *10*(12), 100312. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.apjon.2023.100312