تحليل الفئات الكامنة لاختبار تيمس الرياضيات للصف الثامن في السعودية وسنغافورة

Latent Class Analysis for TIMSS Mathematics Test for Eighth Grade in Saudi Arabia and Singapore

إعداد

هيفاء بنت جبار بن مزيد المطيري

Haifa Jabbar Mazid Al-Mutairi

باحثة دكتوراة- جامعة الملك سعود

Doi: 10.21608/jasep.2024.382241

استلام البحث : ٥ / ٧ /٢٠٢٤

قبول النشـــر: ٢٥ / ٧ / ٢٠٢٤

المطيري، هيفاء بنت جبار بن مزيد (٢٠٢٤). تحليل الفئات الكامنة لاختبار تيمس الرياضيات للصف الثامن في السعودية وسنغافورة . ***المجلة العربية للعلوم التربوية والنفسية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر،٨(٤١)، ٦٨٧ – ٧١٤.

http://jasep.journals.ekb.eg

تحليل الفئات الكامنة لاختبار تيمس الرياضيات للصف الثامن في السعودية وسنغافورة

المستخلص:

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة عدد الفئات الكامنة وعدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة، ومعرفة مدى دقة تصنيف الفئات الكامنة في السعودية مقارنة بسنغافورة. وتكونت عينة الدراسة من (404) طالبا وطالبة من المملكة العربية السعودية ، و (350) طالبا وطالبة من سنغافورة. وبينت نتائج بيانات السعودية أن نموذج الفئتين الكامنين هو النموذج الأمثل، كما أوضحت النتائج أن الغالبية العظمى من الأفراد هم ضمن الفئة الأولى حيث بلغت النسبة ٩٠%، وعدد قليل يقع ضمن الفئة الثانية ويمثل ١% من افراد العينة. وبينت نتائج بيانات سنغافورة أن نموذج الفئات الثلاث الكامنة هو النموذج الأمثل، وأن عدد الأفراد الذين ضمن الفئة الأولى مساو لعدد الأفراد الذين ضمن الفئة الثانية حيث بلغت النسبة (٤٠%) لكليهما، ونسبة (٢٠%) من أفراد العينة وقعوا ضمن الفئة الثالثة. وأوضحت النتائج أن دقة تصنيف الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن في النموذج الأمثل للسعودية بلغت القيمة (0.929) وتعتبر قيمة جيده، أما في النموذج الأمثل لسنغافورة بلغت القيمة (0.769) وهي قيمة مقبولة.

الكلمات المفتاحية: تحليل الفئات الكامنة، دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم.

Abstract:

This study aimed to find out the number of latent classes and the number of individuals in each latent class for the performance of eighth-grade students on the 2019 TIMSS Mathematics Test in Saudi Arabia compared to Singapore and to find out the accuracy of the classification of latent classes in Saudi Arabia compared to Singapore. The study sample consisted of (404) male and female students from the Kingdom of Saudi Arabia, and (350) male and female students from Singapore. The results of the Saudi data showed that the two-latent class model is the optimal model. The results also showed that most individuals fall within the first class, as the percentage

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

reached 90%. A small number fall within the second class, representing 1% of the sample individuals. The results of the Singapore data showed that the three-latent class model is the optimal model and that the number of individuals within the first class is equal to the number of individuals within the second class, as the percentage reached (40%) for both. The rate of (20%) of the sample individuals fell within the third class. The results showed that the accuracy of classification of latent classes for eighth-grade students' performance in the optimal model for Saudi Arabia reached a value of 0.929, which is considered a good value, while in the optimal model for Singapore, the value reached 0.769, which is an acceptable value.

Key Word: Latent Class Analysis, Trends International Mathematics and Science Sady.

المقدمة:

إن التقييمات الدولية واسعة النطاق International Large Scale (Assessments) تمكنال المشاركة معرفة مستوى تحصيل طلابها مقارنة بالدول الأخرى. مما يساعد صانعي القرارات وراسمي السياسات التربوية في تحديد معايير حقيقية صادقة وثابتة، وواقعية للتحصيل، تعينهم على مراقبة وتقييم النجاحات أو الاخفاقات التربوية (أبو لبدة وعبابنة، ٢٠٢١).

كما تعتبر الاختبارات الدولية مؤشرا هاما لمستوى تحصيل الطلبة في المواد الدراسية الأساسية والمهارات التعليمية، فهي تتيح إمكانية مقارنة التحصيل الدراسي للطلبة في أنظمة تربوية متباينة في خلفياتها الثقافية والاقتصادية والاجتماعية، مما يساهم في الوصول إلى أهم الوسائل المؤدية إلى تعليم أفضل (السلمي وآخرون، ٢٠٢٢)

ولقد أظهرت البحوث التربوية (Fitriati, 2014; Ghagar et al., 2011) وجود علاقات بين بيئات التعلم وأداء الطلاب عبر الدول، فالطلاب الذين لديهم المزيد من الفرص للتعلم وأكثر دعما لبيئات التعلم، تتمتع بلدانهم بتحقيق أعلى أداء في الرياضيات والعلوم. وعليه فإن بيانات الاتجاهات في الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم Trends In International Mathematics And Science (TIMSS)

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

Study التي تطبق على طلبة الصف الرابع والثامن هي مصدر مهم لمعرفة كيفية تحسين تعليم الرياضيات والعلوم من خلال تحليلها (Mullis et al., ٢٠٢١).

وبالرغم من التحسن الملموس في أداء طلبة المملكة العربية السعودية في اختبارات تيمس TIMSS 2019 مقارنة باختبارات تيمس TIMSS 2015، إلا أن نتائج الصف الثامن (الثاني المتوسط) بينت أن عددًا كبيرًا من الطلبة في المملكة تنقصهم المعرفة الأساسية بالرياضيات والعلوم، وهذا يشكل تحديًا لمستقبل التعليم في المملكة، والتي تطمح إلى تطوير اقتصاد تقوده المعرفة (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠٢١). وقد أوضحت نتائج المملكة العربية السعودية في اختبار تيمس TIMSS 2019 للرياضيات أن ٥٣% من طلبة الصف الثامن لم يصلوا إلى المعيار الدولي المنخفض (٤٠٠ درجة)، وهذا يعني أنهم لم يتمكنوا من حل المسائل التي تمثل أدنى مستوى من مستويات المعرفة في الرياضيات.

ومن أجل الحصول على تقديرات دقيقة ولفهم العلاقات بين المتغيرات المؤثرة على الأداء في الرياضيات بشكل متعمق، لارتباطها بالتقدم الذي يمكن للطلبة إحرازه في المجالات العلمية، والاستفادة منها في توجيه القرارات، فإنه من المهم الاعتماد على نماذج قياس وطرق تحليل متقدمة لبيانات الاختبارات الدولية واسعة النطاق، ومن الطرق المتقدمة تحليل الفئات الكامنة (Latent Class Analysis- LCA)، الذي يمكن أن يوفر للاختبارات واسعة النطاق نظرة عميقة خلال عمليات التعلم والتعليم، والتي قد تؤدي إلى تطوير التدخلات التي يمكن إجرائها (Hickendorf et al., 2018).

مشكلة الدراسة:

من القضايا الجوهرية والمهمة في الاختبارات واسعة النطاق؛ ضرورة التحقق من مدى صلاحية الاستدلالات التي تم إجراؤها على أساس درجات الاختبار لمجموعات مختلفة من المتقدمين للاختبار، وذلك يستدعي دراستها بنماذج تحليل متقدمة تعالج هذا الجانب. لذا فمن المهم استخدام نماذج وأساليب التحليل المتمركزة حول الفرد، ومقارنة أداء الطلبة داخل وبين الدول، حيث تختلف أنماط استجابات الطلبة تبعًا لاختلاف الأفراد والثقافات والدول، ويعد تحليل الفئات الكامنة (LCA) من أهم نماذج القياس وطرق التحليل المتقدم للبيانات، التي تهدف الى الكشف عن الفئات وتصنيف الأفراد على حسب نمط إجاباتهم (Saatcioglu, ٢٠٢١).

وهذا يتطلب دراسة أداء طلبة المملكة العربية السعودية في اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019 في الصف الثامن، وتحليل أدائهم وفئاتهم، باستخدام طرق متقدمة مثل تحليل الفئات الكامنة (LCA)، ومقارنته بأداء وفئات دول أخرى

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

حققت مستويات متقدمة في اختبار تيمس TIMSS 2019، مثل دولة سنغافورة، بما يمكن من فهم أداء الطلبة بشكل أعمق ومعرفة المتغيرات التي تساعد في تحسينه.

وانطلاقا من الدراسات السابقة (Oliveri et al., 2013; Saatcioglu, 2021) التي أكدت على أهمية تحليل الفئات الكامنة، وكذلك لأهمية وجود ابحاث تحلل أداء الطلاب على الاختبارات الدولية بالمملكة العربية السعودية مقارنة بدول أخرى، ومن هنا تظهر الحاجة الماسة لهذه الدراسة؛ فهناك فجوة بحثية تكمن في قلة الأبحاث التي تناولت تحليل الفئات الكامنة (LCA) وبخاصة في الاختبارات الدولية المهمة مثل اختبارات تيمس TIMSS.

أسئلة الدراسة: تتحدد أسئلة الدراسة فيما يلي:

س١: ما عدد الفئات الكامنة وما عدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة التي يمكن استخلاصها من أداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة؟

س٢: ما دقة تصنيف الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية الى تحقيق ما يلي:

١- معرفة عدد الفئات الكامنة وعدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة التي يمكن استخلاصها من أداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة.

٢- معرفة مدى دقة تصنيف الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة.

أهمية الدراسة:

يتوقع أن تسهم الدراسة الحالية في إثراء عدد من الجوانب النظرية والتطبيقية كما يلي:

الأهمية النظرية:

١- تسليط الضوء على أحد أساليب التحليل الحديثة (نموذج تحليل الفئات الكامنة) وإثراء الدراسات والبحوث العربية في المجال التربوي بأساليب متقدمة.

٢- المساهمة في مساعدة الباحثين والأكاديميين على الفهم المتعمق لكيفية استخدام تحليل الفئات الكامنة (LCD).

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

الأهمية التطبيقية:

١- يتوقع أن تسهم نتائج هذه الدراسة في تقديم معلومات لصناع القرار تساعد في تحديد معايير حقيقة وواقعية للحكم على مستوى الطلبة في الاختبارات الدولية، وذلك باتخاذ العديد من القرارات لتحسين العملية التعليمية.

٢- من الممكن أن تساعد نتائج الدراسة الباحثين في تطبيق أساليب تحليل متطورة على الدراسات والبحوث حول الاختبارات واسعة النطاق، تمكنهم من الحصول على تفسيرات دقيقة.

حدود الدراسة:

الحدود الموضوعية: تقتصر الحدود الموضوعية للدراسة على ما يلي:

١- استجابات طلبة الصف الثامن في كل من السعودية وسنغافورة المشاركين في اختبار TIMSS ٢٠١٩ على مفردات اختبار الرياضيات.

٢- الفئات الكامنة في اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019 باستخدام أسلوب تحليل الفئات الكامنة (LCD).

الحدود المكانية: المدارس المشاركة في دراسة تيمس TIMSS ٢٠١٩ في كل من السعودية وسنغافورة.

الحدود الزمانية: بيانات اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019 لأنها أحدث بيانات حتى الان.

مصطلحات البحث:

هي دراسة دولية تجرى كل أربع سنوات لتقويم تحصيل الطلبة في الرياضيات والعلوم، من خلال أداء اختبارات موحدة على عينة من طالب وطالبات الصف الرابع والثامن، ويصاحبها تطبيق استبانات على الطلبة ومعلميهم ومديري المدارس لتوفر بيانات شاملة تسهم في تحسين التعليم (Mullis et al., 2020)،

التعريف الإجرائي:

هي الدرجة التي يحصل عليها طالب الصف الثامن على اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019في السعودية وسنغافورة.

الإطار النظري:

المحور الأول: تحليل الفئات الكامنة:

١- مفهوم تحليل الفئات الكامنة:

إن تحليل الفئات الكامنة (LCA) هو نموذج انحدار متعدد المتغيرات يصف العلاقات بين مجموعة من المتغيرات التابعة ومجموعة من المتغيرات الكامنة الفئوية (Muthen & Muthen, 1998-2017). ويعرف هاجينارس وماكوتشون

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

(Hagenaars & McCutcheon, 2002) تحليل الفئات الكامنة (LCA) بأنه إجراء إحصائي يستخدم لتحديد مجموعات فرعية مختلفة نوعيًا ضمن المجموعات التي تشترك في بعض الخصائص. ويشير هنري وموثين (Henry & Muthen, 2010) إلى أن تحليل الفئات الكامنة هو طريقة إحصائية تستخدم لتحديد المجموعات الفرعية باستخدام المتغيرات الملاحظة. وعليه فإن تحليل الفئات الكامنة هو أسلوب إحصائي لتحليل البيانات الفئوية متعددة المتغيرات، عندما تأخذ البيانات شكل سلسلة من الاستجابات الفئوية (Linzer & Lewis, 2011). فتحليل الفئات الكامنة (LCA) يعتبر أحد أشكال النمذجة المختلطة mixture modeling، والذي يعمل على افتراض أن التوزيع الملاحظ للمتغيرات؛ هو نتيجة لخليط كامن من التوزيعات الأساسية (Sinha et al., 2021). فهو يشرح العلاقات بين المتغيرات الواضحة وبعض المتغيرات غير الملاحظة أو الكامنة على أساس البيانات التي تم الحصول عليها (Dey, 2016). وإن الافتراض الكامن وراء أسلوب تحليل الفئات الكامنة (LCA) هو أنه بالإمكان تفسير العضوية في المجموعات أو الفئات من خلال الدرجات عبر مؤشرات التقييم أو المقاييس (Weller et al., 2020).

٢- نموذج تحليل الفئات الكامنة:

يصف النموذج الهيكلي Structural Modelثلاثة أنواع من العلاقات في مجموعة واحدة من معادلات الانحدار متعددة المتغيرات وهي: العلاقات بين المتغيرات الكامنة الفئوية، والعلاقات بين المتغيرات الملاحظة، والعلاقات بين المتغيرات الكامنة الفئوية والمتغيرات الملاحظة التي ليست مؤشرات فئة كامنة (Muthen & Muthen, 1998-2017).

إن نموذج تحليل الفئات الكامنة (LCA) يصف المعلمات الرئيسية في النموذج، ويفترض أن هناك M من مؤشرات الفئة الكامنة $u_1, u_2, ...u_M$ والتي تمت ملاحظتها على n من الأفراد، وأن مؤشرات M هي جميعها مقاييس لمتغير الفئة الكامنة الفئوية C، الذي يحتوي على K من الفئات الكامنة (Nylund-Gibson & Choi, 2018).

٣- افتراضات نموذج تحليل الفئات الكامنة:

يقوم نموذج تحليل الفئات الكامنة (LCA) على عدة افتراضات وهي أن تكون العينة عشوائية بسيطة، والاستقلال المحلي، وتساوي احتمالات الاستجابة لأي فردين أو وحدات مختارة من العينة، ويفترض كذلك أن المؤشرات تشير إلى فئة كامنة واحده (Dey, 2016). ويعني افتراض الاستقلال المحلي أي أن عضوية الفئة الكامنة تفسر كل التباين المشترك بين المؤشرات الملاحظة، بمعنى أن أي ارتباط بين

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

المؤشرات الملاحظة يتم تفسيره بالكامل من خلال متغير الفئة الكامنة (Nylund-Gibson & Choi, 2018).

٤- استخدامات تحليل الفئات الكامنة:

إن عملية تحليل الفئات الكامنة (LCA) يمكن استخدامها لتحديد ووصف الفئات الكامنة ضمن الأفراد، باعتبار أن الفئات هي مجموعات فرعية غير ملاحظة (Nylund-Gibson & Choi, 2018). وعلية فإن أسلوب تحليل الفئات الكامنة (LCA) يستخدم لتجميع الأفراد في فئات؛ حيث يفترض أن الأفراد يتكونون من مجموعات فرعية، تشترك في بعض أنماط السلوك، وتختلف في أنماط أخرى، ويمكن اختزال عدم التجانس إلى عدد محدود من المجموعات أو الطبقات. كما يوفر أسلوب تحليل الفئات الكامنة (LCA) طرقًا قائمة على الاحتمالية لتحديد المجموعات الفرعية، باستخدام استجابات الأفراد الملحوظة كمؤشرات (Porcu et al., 2017). ويعتبر أداة تحليلية قوية تسمح بتجميع العناصر غير المتجانسة على أساس الأفراد، وعلى عكس طرق التجميع الأخرى، فإنه يسمح باختبار ملاءمة النموذج (Sinha et al., 2021).

ومن الممكن تحديد عدد الفئات باستخدام طرق اختيار النموذج، كما يمكن اختيار المتغيرات في تحليل الفئة الكامنة، للمساعدة في قابلية تفسير النموذج، كما أن إزالة المعلمات غير الضرورية يمكن أن يؤدي إلى تصنيف أفضل ودقة تقديرات المعلمة (Dean & Raftery, 2010). ويتم فحص عدم تجانس المجموعات بإنشاء الفئات بناء على أنماط استجابة الافراد على الفقرات بدلاً من خصائص المجموعة (Oliveri et al., 2016)، بحيث يتم تقدير نموذج الفئة الكامنة دون وجود متغيرات مشتركة (Masyn, ٢٠١٧).

٥- خطوات إجراء تحليل الفئات الكامنة:

يتم تحليل الفئات الكامنة (LCA) من خلال إجراء سلسلة من النماذج، بدءًا بنموذج من فئة واحدة ثم إضافة فئة واحدة في كل مرة، ثم مقارنة النماذج بناءً على معايير إحصائية وموضوعية، ومن ثم تحديد النموذج الأفضل، وتتحسن جودة النموذج مع فئات إضافية حتى يتم العثور على الحل الأمثل، ومن ثم تتناقص جودة النموذج (Weller et al., 2020).

وذكر نيلوند-جيبسون وتشوي (Nylund-Gibson & Choi, 2018) بأنه يوجد معلمتان مهمتان في نموذج تحليل الفئات الكامنة (LCA) بدون متغيرات مشتركة، وهما:

أ- الحجم النسبي للفئات الكامنة: إن الحجم النسبي لكل فئة هو نسبة الأفراد في فئة كامنة معينة K، ويشار له بالرمز π_k، ويشير نموذج تحليل الفئات الكامنة

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

(LCA) إلى أن الفئات K متنافية وشاملة، مما يعني أن كل فرد في الأفراد لديه عضوية في واحدة بالضبط من فئات K الكامنة، بمعنى أن ١= $\sum\pi_k$.

ب- احتمالات الفقرات الشرطية: وهي مجموعة معلمات تصف العلاقات بين المؤشرات الملحوظة والمتغير الفئوي الكامن.

٦- التحليل العاملي وتحليل الفئات الكامنة:

يعد التحليل العاملي(Factor Analysis (FA مثالاً على النهج المرتكز على المتغير حيث يركز على تحديد العلاقات بين المتغيرات، ويفترض أن هذه العلاقات تنطبق على جميع الافراد، ويتم تحديد بنية العوامل التي تفسر العلاقات الخطية بين مجموعة من المتغيرات الملاحظة (Collins & Linda., 2010).

ويعتبر التحليل العاملي (FA) هو نوع خاص من نماذج المتغيرات الكامنة، ويتم استخدامه عندما يكون المتغير الكامن ومتغيرات المؤشر مستمرين، وبالمقابل فإن تحليل الفئات الكامنة (LCA) يعتبر مناسب عندما تكون المتغيرات الواضحة الفئوية هي مؤشرات لواحد أو أكثر من المتغيرات الكامنة المستمرة (Day, 2016).

كما أن تحليل الفئات الكامنة (LCA) يقوم بتجميع أفراد متشابهين، بينما يقوم التحليل العاملي (FA) بتجميع العناصر المتشابهة، كما يحدد التحليل العاملي مجموعات من المتغيرات المتشابهة مع بعضها البعض من خلال تقدير عامل كامن يمثل التباين المشترك بين مجموعة المؤشرات المختارة، ومن ثم يطلق عليه نموذج "العامل المشترك"، بينما يقوم تحليل الفئات الكامنة(LCA) بتجميع الأفراد على أساس عدم التجانس، حيث يتم تمييز الأفراد وفقًا لأنماط متباينة بشكل منهجي من خلال الاستجابات لمجموعة من المؤشرات الملاحظة (Nylund-Gibson & Choi, 2018).

٧- التحليل العنقودي وتحليل الفئات الكامنة:

إن التحليل العنقودي(Cluster Analysis (CA وتحليل الفئات الكامنة (LCA) كلاهما تحليلات موجهة نحو الفرد، والتي تستخدم أنماط الدرجات لتحديد الأفراد الذين يمكن تجميعهم معاً، وعلى الرغم من أوجه التشابه، الا أن التحليل العنقودي (CA) وتحليل الفئات الكامنة (LCA) يقدمان افتراضات مختلفة حول البيانات ويستخدمان إجراءات إحصائية مختلفة، فتحليل الفئات الكامنة (LCA) يعتمد على افتراض وجود الفئات الكامنة وشرح أنماطها بناء على النتائج الملاحظة عبر الحالات، أما في التحليل العنقودي(CA) فيتم استخدام وسائل متغيرة مثل "قرب" الحالات؛ ويتم من خلالها الحصول على العضوية في التجمع أو العنقود، وبالمقابل

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

فإنه في تحليل الفئات الكامنة (LCA) يتم الحصول على احتمالات العضوية فقط (Weller et al., 2020).

٨- مؤشرات الملائمة في تحليل الفئات الكامنة (المعايير الإحصائية):

لتحديد العدد الأمثل للفئات الكامنة (النموذج الأفضل)، فإن هناك عددا من المؤشرات الإحصائية الذي يسعى إلى تحقيق التوازن بين تعقيد النموذج وحجم العينة، يتم حسابها باستخدام الحد الأقصى لتقدير الاحتمالية(Sinha et al., 2021). ويمكن الاستناد إليها في تقرير النموذج الأفضل، ومن هذه المؤشرات:

أ-معيار المعلومات(IC) Information Criteria.

ب- معيار معلومات اكايكي (AIC) Akaike Information Criteria.

ج- معيار المعلومات البايزي (BIC) Bayesian Information Criterion.

د- معيار المعلومات البايزي المعدل وفق حجم العينة (SABIC) Sample-size adjusted Bayesian Information Criterion.

هـ- معيار معلومات اكايكي المتسق (CAIC) Consistent Akaike Information Criterion.

و- معيار الوزن التقريبي للأدلة Approximate Weight of Evidence (AWE) Criterion.

ويتم الاعتماد على القيمة الأقل لهذه المؤشرات عند الحكم على مدى ملائمة النموذج وتحديد الافضل (Nylund-Gibson & Choi, ; Weller et al., 2020) 2018. وهناك مؤشر أخر وهو احتمال النموذج الصحيح التقريبي للفئات cmP (K) مقارنة بجميع النماذج الأخرى، فالنموذج الأفضل هو النموذج الذي يحقق cmP (K) > .10 (Masyn, ٢٠١٧).

ومن المؤشرات الأخرى كذلك مؤشر دقة التصنيف انتروبي (Entropy) وتتراوح قيمته من الصفر حتى الواحد، وكلما كانت قيمة هذا المؤشر قريبة من الواحد، كان ذلك مؤشرا على دقة التصنيف، ومدى ملائمة النموذج (Masyn, 2013)

المحور الثاني: دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (TIMSS):

١-مفهوم دراسة التوجهات الدولية في الرياضيات والعلوم (TIMSS):

إن دراسة التوجهات الدولية في العلوم والرياضيات (TIMSS) هي دراسة دولية تجرى كل أربع سنوات لتقويم تحصيل الطلبة في الرياضيات والعلوم، من خلال أداء اختبارات موحدة على عينة من طلبة الصف الرابع والثامن، ويصاحبها تطبيق

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

استبانات على الطلبة ومعلميهم ومديري المدارس لتوفر بيانات شاملة تسهم في تحسين التعليم (Mullis et al., 2020).

وتعتبر دراسة تقويميه لاختبار التحصيل المعرفي لتتبع الأداء المدرسي لطلبة الصفين الرابع والثامن في كلا من الرياضات والعلوم، ونفذت الدراسة لأول مرة في عام ١٩٩٥م، ثم تتابعت دوراتها كل أربعة أعوام (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠٢١). وتتميز دراسة التوجهات الدولية في الرياضيات والعلوم (TIMSS)، بشمولية وثراء المعلومات والبيانات التي توفرها حول عناصر العملية التعليمية (المنهج، الطالب، المعلم، المدرسة)، والممارسات التعليمية في الرياضيات والعلوم (الشمراني وآخرون، ٢٠١٦).

٢-أهداف دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (TIMSS):

تهدف دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (TIMSS) إلى توفير أفضل المعلومات للمساعدة في تحسين تعليم الرياضيات والعلوم وتعلمها، حيث يشتمل اختبار تيمس TIMSSعلى استبيانات للطلاب والمعلمين والمدارس. ويشير قويدر والسوالمة (٢٠١٧) إلى أن دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (TIMSS) تهدف الى مساعدة دول العالم في تحسين تعلم الطلبة في مادتي العلوم والرياضيات من خلال توفير المعلومات الضرورية لتطوير السياسات التربوية.

وقد تم تطوير عدد من عناصر الاستبيانات وتحليلها باستخدام نظرية الاستجابة للفقرة (IRT) لتوفير مؤشرات دقيقة للجوانب المهمة للتعليم مثل اتجاهات الطلبة نحو تعلم الرياضيات والعلوم، كما توفر نتائج الاستبيانات ثروة من المعلومات حول كافة السياقات التي يتعلم فيها الطلاب الرياضيات والعلوم (Mullis et al., ٢٠٢٠).

٣- أبعاد دراسة التوجهات الدولية للرياضيات (TIMSS):

ذكر موليس وآخرون (Mullis et al., ٢٠٢٠) بأن أطر تقييم تيمس للرياضيات TIMSS 2019 للصف الثامن تعتمد على بعدين رئيسين وهما:

١- بعد المحتوى (Content Dimension): وهو مجالات المحتوى الرئيسية المراد تقييمها، ويشتمل على: مجال العدد بنسبة ٣٠%، ومجال الجبر بنسبة ٣٠%، ومجال الهندسة بنسبة ٢٠%، ومجال البيانات والاحتمالات بنسبة ٢٠%.

٢- البعد المعرفي (Cognitive Dimension): وهو مستويات عمليات التفكير المراد تقييمها، ويتضمن ثلاثة مستويات وهي: مستوى المعرفة بنسبة ٣٥%، ومستوى التطبيق بنسبة ٤٠%، ومستوى الاستدلال بنسبة ٢٥%.

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

٤-أدوات دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (TIMSS):

إن البيانات في دراسة التوجهات الدوليَة في الرياضيات والعلوم (TIMSS) يتم جمعها من خلال الاختبارات والاستبانات المصاحبة لها، فأسئلة الاختبارات يتم توزيعها في كتيبات وبترتيب معين، بحيث يحتوي كل كتيب على عينة من أسئلة المادتين (الشمراني وآخرون، ٢٠١٦).

وذكر مارتن وآخرون (Martin et al., ٢٠٢٠) أنه منذ بداية تقييمات تيمس TIMSS الأولى في عام ١٩٩٥، وفي كل دورة تقييم تيمس TIMSS يتم جمع المعلومات من كل دولة مشاركة حول السياقات الوطنية والمدرسية والفصول الدراسية حيث يتعلم الطلاب الرياضيات والعلوم، والغرض من جمع هذه البيانات هو معرفة المزيد حول العوامل التعليمية المرتبطة بالتحصيل في الرياضيات، وتتضمن أربعة استبانات، وتتشمل على عددًا من الأسئلة والعبارات، وهي كالتالي:

١-استبيان المدرسة:

يتم توزيع استبيان المدرسة على مديري المدارس في الصفين الرابع والثامن، ويحتوي على أسئلة عن مستوى مهارات القراءة والكتابة والحساب لدى الطلاب، ومدى توافر الموارد التعليمية، والخلفية الاجتماعية والاقتصادية للطلاب، ومدى تركيز المدرسة على النجاح الأكاديمي.

٢-استبيان المعلم:

يتم توزيع استبيان المعلم على معلمي الطلاب، وهو حول تعليم المعلمين وخبرتهم والتطوير المهني والرضا الوظيفي، وكذلك حول الاستعداد لتدريس الطلاب، وقيامهم بأنشطة تعليمية مختلفة، والصعوبات في التعليم، وموضوعات المناهج الدراسية التي تمت تغطيتها، وممارسات التقييم، ومدى توافر أجهزة الحاسب.

٣-استبيان الطالب:

يتم تطبيق استبيان الطالب على جميع الطلاب في الصفين الرابع والثامن، ويشتمل على أسئلة عن تجاربهم التعليمية المتعلقة بتعلم الرياضيات والعلوم، كما يتضمن قياس اتجاهاتهم نحو تعلم الرياضيات والعلوم.

٤-استبيان المنهج:

إن منسق دراسة تيمس TIMSS داخل كل دولة مسؤولا عن استكمال استبيانات المناهج الدراسية، والتي تتضمن جمع المعلومات حول سياسات وممارسات المناهج الوطنية المتعلقة بالأنظمة التعليمية في الدول، وتنظيم ومحتوى مناهج الرياضيات والعلوم لديهم.

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

٥-عينة دراسة التوجهات الدولية للرياضيات TIMSS 2019:

إن العينة المستهدفة في دراسة التوجهات الدولية للرياضيات TIMSS 2019 هي طلبة الصف الرابع والثامن، والتي تمثل السنة الرابعة والثامنة من التعليم الرسمي على التوالي، بدءًا من السنة الأولى من التعليم الابتدائي، ويمكن للدول اختيار تقييم إحدى الصفين أو كلاهما (Martin et al., ٢٠٢٠).

٦-مستويات الأداء حسب مقاييس المقارنة الدولية في تيمس الرياضيات TIMSS 2019 للصف الثامن:

يتم تفسير النتائج على مقياس تحصيل الرياضيات للصف الثامن في TIMSS 2019 في أربع مستويات وهي كالتالي:

١-المعيار الدولي المتقدم (٦٢٥ درجة): أن يتمكن الطلبة من حل المشكلات المتنوعة، وحل المعادلات الخطية، وإجراء التعميمات، وحل مسائل الكسور والتناسب والنسبة المئوية وتبرير استنتاجاتهم، وفهم الدوال الخطية والتعبيرات الجبرية، وتطبيق المعرفة بالأشكال الهندسية لحل المشكلات التي تتضمن الزوايا والمساحة، ومساحة السطح، وحساب المتوسطات، وتفسير البيانات لاستخلاص النتائج وتبريرها، وحل المسائل ذات الخطوات المتعددة.

٢-المعيار الدولي المرتفع (٥٥٠ درجة): أن يتمكن الطلبة من تطبيق الفهم والمعرفة في مجموعة متنوعة من المواقف المعقدة نسبيًا، وحل مسائل الكسور والكسور العشرية والنسب، ومعرفة التعبيرات والمعادلات الجبرية، وحل مجموعة متنوعة من مسائل الزوايا، ومسائل المثلثات والخطوط المتوازية والمستطيلات والأشكال المتطابقة والمتشابهة، وتفسير الرسوم البيانية وحل المشكلات التي تتضمن النتائج الممكنة والاحتمالات.

٣- المعيار الدولي المتوسط (٤٧٥ درجة): أن يتمكن الطلبة من تطبيق المعرفة الرياضية الأساسية في مواقف متنوعة، وحل مسائل الأعداد الصحيحة، والأعداد السالبة، والكسور، والكسور العشرية، والنسب، ومعرفة خصائص الأشكال ثنائية الأبعاد، والاحتمالات، وقراءة وتفسير الرسوم البيانية.

٣- المعيار الدولي المنخفض (٤٠٠ درجة): أن يكون لدى الطلبة بعض المعرفة بالأعداد الصحيحة والرسوم البيانية الأساسية (Mullis et al., ٢٠٢٠).

٧-توجهات تحصيل طلبة الصف الثامن في اختبار تيمس الرياضيات TIMSS:

إن الاتجاهات في تحصيل في طلبة الرياضيات في الصف الثامن عبر السنوات الماضية تشير إلى وجود تحسن في أداء الدول المشاركة في دورات اختبارات تيمس TIMSSالسابقة، فمن بين ٣٣ دولة شاركت في كل من TIMSS 2015 و

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

TIMSS 2019، حصلت ١٣ دولة على ارتفاع في متوسط التحصيل، وبالمقابل أربع دول انخفض لديها مستوى التحصيل، كما أن الاتجاهات بين عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٩، وبين عامي ١٩٩٥ و٢٠١٩، تظهر أيضًا ارتفاع أكثر من الانخفاض في متوسط تحصيل الرياضيات، وفي عام ٢٠١٩ مقارنة بعام ٢٠٠٧، بالنسبة للدول الـ ٢٣ في كلا التقييمين، كان هناك ١٦ ارتفاع وانخفاض واحد فقط، أما في عام ٢٠١٩ مقارنة بعام ١٩٩٥، بالنسبة للدول الـ ١٨ في كليهما، وجد تسع ارتفاعات واربع انخفاضات (Mullis et al., ٢٠٢٠).

إن متوسط أداء طلبة الصف الثامن في الرياضيات في المملكة العربية السعودية في عام ٢٠١١ بلغ ٣٩٤ نقطة، ثم انخفض متوسط الأداء بشكل كبير في عام ٢٠١٥ بمعدل ٢٦ نقطة، حيث بلغ ٣٦٨ نقطة، ثم أصبح متوسط الأداء في ٢٠١٩ موافقًا ما كان عليه في عام ٢٠١١ فبلغ ٣٩٤ نقطة، إي أن متوسط أداء طلبة المملكة العربية السعودية لم يتغير خلال المدة بين عام٢٠١١ وعام ٢٠١٩، بل ظل مستقرا عند ٣٩٤ نقطة، وبناءً على ذلك يصعب توقع التوجه المستقبلي لمسار نتائج المملكة العربية السعودية على المدى الطويل (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠٢١).

كما أن متوسط أداء طلبة الصف الثامن في سنغافورة كان في عام ١٩٩٥ كان ٦٠٩ نقطة، ثم انخفض خمس نقاط في عام ١٩٩٩ وبلغ ٦٠٤ نقطة، ثم ارتفع نقطة واحده في عام ٢٠٠٣، وتلا ذلك انخفاض ملحوظ في عام ٢٠٠٧ حيث بلغ ٥٩٣ نقطة، ثم توالت الارتفاعات خلال العامين ٢٠١١ و٢٠١٥، حيث بلغ ٦١١ و٦٢١ على التوالي، وفي عام ٢٠١٩ انخفض متوسط الأداء وبلغ ٦١٦ نفطة، ولكن يعتبر أعلى متوسط أداء بين جميع الدول المشاركة في TIMSS 2019.

الدراسات السابقة:

بحثت دراسة ساتسيوغلو وأتار (Saatcioglu & Atar, 2020) عن وجود فئات كامنة في بيانات اختبار تيمس العلوم للصف الثامن TIMSS 2015 لثلاث دول وهي سنغافورة وتركيا وجنوب أفريقيا، وتكونت العينة من (٤٣٦) طالبًا من سنغافورة و (٤٣٢) طالبًا من تركيا و(٨٩٤) طالبًا من جنوب إفريقيا. وتم إجراء تحليل الفئة الكامنة باستخدام النماذج المختلطة لنظرية الاستجابة للفقرة (Mixture IRT)، وأظهرت النتائج أن البيانات التي تم الحصول عليها في سنغافورة وتركيا وجنوب أفريقيا من الاختبار الفرعي للعلوم للصف الثامن لها بنية غير متجانسة وتتكون من فئتين كامنتين، فقد تبين وجود فئات كامنة في بيانات الدول ذات الأداء المرتفع والمتوسط والمنخفض بغض النظر عن تصنيف أداء الدولة، كما تبين أن بيانات سنغافورة تناسب نموذج راش المختلط (MRM) المكون من فئتين بشكل

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

أفضل، بينما كانت بيانات تركيا وجنوب إفريقيا تتناسب البيانات مع النموذج المختلط أحادي المعلم (Mix 1PL IRT) المكون من فئتين بشكل أفضل، كما تم التوصل إلى أن أداء الطلبة في الفئة الأولى في سنغافورة وتركيا وجنوب أفريقيا البيانات أفضل في الإجابة على الفقرات من طلبة الفئة الثانية.

كما هدفت دراسة ساتشيوغلو (Saatcioglu, ٢٠٢١) إلى التحقق من مدى عدم تجانس بيانات تيمس الرياضيات TIMSS 2015 في تركيا والولايات المتحدة الأمريكية للصف الثامن، وشملت هذه الدراسة (٤٣٢) طالبًا من تركيا و (٧٢٧) طالبًا من الولايات المتحدة الأمريكية. وتم استخدام تحليل الفئة الكامنة، لتحديد الفئات التي تسبب عدم التجانس في البيانات، وأظهرت النتائج أن البيانات التي تم الحصول عليها من كلا البلدين تناسب نموذج الفئات الثلاثة. وتم التحقق من شرط الاستقلال المحلي من خلال فحص بواقي المتغير الثنائي (BVR)، وتبين أن المتغيرات الملاحظة في كل حالة فئة كامنة مستقلة عن بعضها البعض. كما تبين من تحليل الفئات الكامنة(LCD) أن الطلبة في الفئة الأولى لديهم أداء أعلى في الإجابة على الفقرات بشكل صحيح، وكان الطلبة في الفئة الثانية لديهم أداء متوسط الأداء في الإجابة على الفقرات بشكل صحيح، في حين أن طلبة الفئة الثالثة لديهم مستوى أقل في الإجابة على الفقرات بشكل صحيح. كما تبين أنه في تركيا ١٣% من الطلبة في الفئه الأولى، و٣٥% في الفئة الثانية، و ٥٢% في الفئة الثالثة، أما في الولايات المتحدة الأمريكية ١٨% من الطلبة في الفئة الأولى، و٥٦% في الفئة الثانية، و٢٦% في الفئة الثالثة، كما أظهرت النتائج أن النسبة المئوية للطلبة ذوي الأداء المرتفع في الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من تركيا، كما أن نسبة الطلبة ذوي الأداء المنخفض في الولايات المتحدة الأمريكية أقل من تركيا.

وركزت دراسة توكر وجرين (Toker & Green, 2021) على المقارنة بين نتائج تحليل الفئات الكامنة (LCA)، ونموذج راش المختلط (MRM)، باستخدام بيانات تيمس الرياضيات TIMSS 2011 للصف الثامن. وتألفت العينة من (٢٦٥٩٦) طالبًا في الصف الثامن من أربع دول وهي تركيا والولايات المتحدة الأمريكية وسنغافورة وفنلندا. ووفرت الدراسة معلومات مفيدة حول تقنيتين من التقنيات الشائعة الاستخدام، وتبين أنه في تحليل الفئات الكامنة (LCA)، كانت تقديرات معلمات الفقرة على المقياس اللوغاريتمي، والتي قد يكون فمن الصعب تفسيرها إلى حد ما، وبالمقابل يتم تقديم نفس المعلومات بمقياس أكثر قابلية للتفسير ضمن نموذج راش المختلط (MRM)، حيث تكون معلمات الفقرة عبارة عن قياس لصعوبة الفقرة لكل فئة. كما أظهرت النتائج أن القرار مختلف بشأن عدد الفئات في التقنيتين. واستناداً إلى معيار

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

المعلومات البايزي (BIC)، فقد قدمت كلا التقنيتين نتائج مماثلة، كما كان للتحليلين حلول مختلفة إلى حد ما لأوزان الفئات، حيث أن تحليل الفئات الكامنة (LCA) يضع معظم الحالات في الفئة الوسطى لحلول من ثلاث فئات، وفي الفئة الثانية لحل من فئتين، كما يستخدم تحليل الفئات الكامنة (LCA) احتمالات الاستجابة حيث يكون لدى الطلبة نفس احتمالية إعطاء الإجابة الصحيحة داخل نفس الفئة، ونتيجة لذلك ليس لدى الطلبة في نفس الفئة فروق كمية، وإن الاختلاف الوحيد الذي أنشأه وأظهره تحليل الفئات الكامنة (LCA) هو بين المجموعات وهو نتيجة للاختلافات النوعية، و بالمقابل نموذج راش المختلط (MRM)، بغض النظر عن عدد الفئات، يقوم بفرز الفئات بناءً على التشابه في أنماط استجاباتها مما يؤدي إلى ترتيب الحالات بترتيب يقع فيه معظم الطلبة في الفئة الأولى ثم الثانية ثم الثالثة.

التعقيب على الدراسات السابقة:

من خلال استعراض ما سبق عرضه من الدراسات تم استنتاج ما يلي:

تباينت الدراسات السابقة التي تناولت تحليل الفئات الكامنة لفقرات اختبارات تيمسTIMSS في المادة الدراسية، فدراسة ساتسيوغلو وأتار (Atar, 2020 & Saatcioglu) درست اختبار تيمس للعلوم TIMSS، أما دراسة ساتشيوغلو (Saatcioglu, ٢٠٢١) ودراسة توكر وجرين (Toker & Green , 2021) فاتفقت على دراسة اختبار تيمس للرياضيات TIMSS.

كما تباينت الدراسات السابقة في تناولها لتحليل الفئات الكامنة لفقرات اختبارات تيمس من حيث حجم العينة، فهناك دراسات اختارت عينات متوسطة الحجم تتراوح بين (١٠٠٠) إلى (٢٠٠٠) مثل دراسة ساتسيوغلو وأتار(Atar, 2020 & Saatcioglu) ودراسة ساتشيوغلو (Saatcioglu, ٢٠٢١) في حين أن هناك دراسات اختارت عينات كبيرة الحجم في حدود (٢٧٠٠٠) مثل دراسة توكر وجرين (Toker & Green, 2021).

ويتضح مما سبق قلة الدراسات – على حد علم الباحثة – التي تناولت الأداء التفاضلي باستخدام تحليل الفئات الكامنة لبيانات دراسة التوجهات الدولية للرياضيات (TIMSS) وندرتها في العالم العربي بشكل عام وفي المملكة العربية السعودية بشكل خاص.

علاوة على ما سبق، فإن معظم الدراسات اعتمدت على بيانات دراسة التوجهات الدولية للرياضيات (TIMSS) استخدمت أساليب إحصائية تقليدية تعتمد على المتغير وليس الفرد، ولم تتناول المتغيرات الكامنة.

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

لذلك فإن الدراسة الحالية سيتناول دراسة فقرات اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019 لطلبة الصف الثامن استنادا على بيانات السعودية وسنغافورة، وذلك باستخدام تحليل الفئات الكامنة؛ مما سيعطي تقديرات دقيقة لمعالم القياس، كما سيوضح كيفية استخدام تحليل الفئات الكامنة في الدراسات والبحوث المماثلة.

منهج الدراسة: اعتمدت الباحثة في الدراسة الحالية على المنهج الوصفي الارتباطي المقارن لملاءمته لأهداف الدراسة وتساؤلاتها؛ وذلك لإيجاد عدد الفئات الكامنة في تحصيل الطلبة في الرياضيات لكل من المملكة العربية السعودية وسنغافورة، وكذلك إيجاد عدد الإفراد في كل فئة من الفئات المستخرجة من تحليل الفئات الكامنة (LCD)، باستخدام بيانات دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم TIMSS 2019.

مجتمع الدراسة: تكون مجتمع الدراسة من مجتمعين وهما: جميع طلبة الصف الثامن في المملكة العربية السعودية، وجميع طلبة الصف الثامن في سنغافورة لعام ٢٠١٩.

عينة الدراسة:

يتكون تصميم العينة الدولية الأساسية لاختبارTIMSS من عينة عنقودية مكونة من مرحلتين، مرحلة اختيار العينات الأولى، ويتم فيها اختيار عينات من المدارس باستخدام طريقة عشوائية منتظمة، أما المرحلة الثانية فيتم اختيار فصل واحد أو أكثر من الصف المستهدف لكل مدرسة مشاركة، وتمثلت عينة الدراسة الأساسية في عينتين، العينة الأولى تكونت من طلبة الصف الثامن الذين اختبروا اختبار تميس الرياضيات TIMSS 2019 في المملكة العربية السعودية وعددهم (5680) طالبا وطالبة من (٢٠٩) مدرسة، أما العينة الثانية تكونت من طلبة الصف الثامن الذين اختبروا اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019 في سنغافورة وعددهم (4853) طالبا وطالبة من (١٥٣) مدرسة، والذين تم اختيارهم عشوائيا من قبل فريق تيمس TIMSS للمشاركة في اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019(٢٠٢٠ ,.Martin et al).

وتكونت عينة هذه الدراسة من عينتين، العينة الأولى تتكون من طلبة الصف الثامن الذين اختبروا اختبار تميس الرياضيات TIMSS 2019 في المملكة العربية السعودية وأجابوا على الكراسة الأولى وعددهم (404) طالبا وطالبة، أما العينة الثانية تتكون من طلبة بالصف الثامن الذين اختبروا اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019 في سنغافورة وأجابوا على الكراسة الأولى وعددهم (350)طالبا وطالبة.

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

جدول رقم (1): عينة طلبة الدول موضع الدراسة في اختبار تيمس الرياضيات TIMSS 2019

الدولة	رمز الدولة	نوع الإختبار	عدد المدارس	عدد الطلبة	عدد طلبة (الكراسة الأولى)
المملكة العربية السعودية	SAU 682	ورقي	٢٠٩	5680	٤٠٤
سنغافورة	SGP 702	الكتروني	١٥٣	4853	٣٥٠

أدوات وأساليب الدراسة:

تقدم اختبارات تيمس TIMSSبيانات ضخمة كفيلة بتوفير العديد من الأفكار المفيدة التي يمكن البناء عليها وتعميق البحث فيها من قبل الراغبين في إصلاح سياسة التعليم (هيئة تقويم التعليم والتدريب، ٢٠٢١). وتغطي تقييمات TIMSS مجموعة واسعة من المواضيع، كما اعتمدت TIMSS على مقياس نظرية الاستجابة للفقرة (IRT) لتوفير مقاييس دقيقة، ولتقديم تقديرات غير متحيزة لتحصيل الطلبة، وتتمثل أداة الدراسة في اختبار تيمس٢٠١٩ TIMSS للرياضيات والعلوم للصف الثامن، حيث اتيح الاختبار على نوعين وهما اختبار النسخة الورقية أو اختبار النسخة الإلكترونية (Martin et al., ٢٠٢٠). وسيتم التعامل في هذا البحث مع الفقرات ذات الاختيار من متعدد في الكراسة الأولى من اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ TIMSS بنسختيه الورقية والالكترونية المتماثلة وعددها (٢٠) فقرة، بحيث تُحول استجابات الطلبة على صورة (صفر وواحد) لغايات التحليل بالاستناد إلى مفتاح التصحيح المستخدم بالاختبار.

١- اختبار تيمس TIMSS النسخة الورقية:

وزعت اسئلة اختبار تيمس الرياضيات والعلوم TIMSS 2019 الورقي علي (١٤) كتيبا اختباريا مرقمة من ١ الي ١٤، بحيث يجيب كل طالب من أفراد عينة الدراسة عن كتيب واحد فقط من بين هذه الكتيبات (١٤) والتي قد حددت له مسبقا بطريقة عشوائية، ويحتوي كل كتيب اختبار علي اسئلة في الرياضيات والعلوم، حيث أن بعض اسئلة الاختبار من نوع الاختبار من متعدد وبعضها الاخر من نوع بناء الاستجابة الذي يتطلب من الطالب اجابة قصيرة أو اجابة مطولة، ويعتمد الاختبار في تصميمة على عناقيد من الاسئلة تم توزيعها علي كتيبات الاختبار بطريقة منتظمة، والعنقود عبارة عن مجموعة من الاسئلة وضعت مع بعضها البعض، كما وزعت أسئلة الاختبار جميعها على (٢٨) عنقودا، بحيث أن نصف هذه العناقيد في الرياضيات والنصف الاخر في العلوم، كما أن كل سؤال من أسئلة الاختبار يظهر في

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

عنقود واحد فقط، أما في عملية توزيع عناقيد الاسئلة علي كتيبات الاختبار يظهر كل عنقود في كتيبتين، ويتكون الكتيب من جزأين، وكل جزء يشتمل علي عنقودين في الرياضيات أو العلوم (أبو لبدة وعبابنة، ٢٠٢١).

٢-إختبار تيمس TIMSS النسخة الإلكترونية:

أولت دراسة تيمس TIMSS 2019 اهتمامًا خاصًا لتحويل فقرات الاختبار النسخة الورقية إلى النسخة الإلكترونية eTIMSS، ولقد كرّس فريق اختبار TIMSS 2019 جهدًا كبيرًا لتحديد العناصر المتكافئة أو الثابتة في النسخة الورقية والنسخة الإلكترونية من حيث المحتوى والخصائص السيكو مترية، وتم تصميم تقييم eTIMSS بحيث يحاكي تصميم TIMSS الورقي بالطريقة التي يتم بها تجميع عناقيد الفقرات في كتيبات الطلبة، وتم إضافة مجموعتين من أسئلة حل المشكلات والاستفسار(Problem Solving and Inquiry (PSI في اختبار تيمس الإلكتروني eTIMSS، فلقد كانت مبادرة جديدة تم تقديمها لأول مرة في عام ٢٠١٩، بحيث تم تجميعها في مجموعتين إضافيتين من العناقيد لكل اختبار، مع عنقودين من الرياضيات وعنقودين العلوم، وعلى الرغم من أنها تعتبر من المهام المطورة حديثًا فقد تم تصميمها لتشكل جزءًا لا يتجزأ من تقييمات الرياضيات والعلوم، إلا أنه لم يكن لها نظير في TIMSS الورقي ولم يتم تضمينها (Mullis & Martin, 2017).

إجراءات الدراسة:

١-توفير بيانات الدراسة: تم الحصول على بيانات طلبة الصف الثامن في السعودية وسنغافورة الذين طبق عليهم اختبار مادة الرياضيات في دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم TIMSS ٢٠١٩ من الموقع الرسمي للرابطة الدولية لتقويم التحصيل التربوي.

٢-إعداد البيانات للتحليل الإحصائي: تم دمج ملفات بيانات اختبار الرياضيات ٢٠١٩ TIMSS للصف الثامن من خلال وحدة الدمج Merge Module في برنامج محلل قاعدة البيانات الدولية للرابطة الدولية لتقويم التحصيل التربوي (IEA IDB Analyzer)، للحصول على ملف SPSS يشتمل على استجابات الطلبة على مفردات اختبار الرياضيات.

٣-معالجة البيانات: وذلك من خلال إعطاء القيمة صفر للإجابة غير الصحيحة، والقيمة ١ للإجابة الصحيحة.

٤-تحديد عدد الفئات الكامنة وعدد الأفراد في كل فئة: تم تحديد عدد الفئات الكامنة وعدد الافراد في كل فئة وتحديد النموذج الأفضل باستخدام تحليل الفئات الكامنة (LCA)، اعتمادا على محك معلومات أكايكي Information Criteria (AIC)،

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

Akaike، ومحك المعلومـــات البايزي Bayesian Information Criterion (BIC) (Nylund-Gibson & Choi, 2018)، وذلك لكل من السعودية مقارنة بسنغافورة.

٥- **التحقق من دقة تصنيف الفئات الكامنة:** تم تحديد مدى دقة تصنيف الفئات الكامنة لكل من السعودية و سنغافورة، باستخدام تحليل الفئات الكامنة (LCA)، استنادا على مؤشر إنتروبي (Entropy) (Wang et al , ٢٠١٧).

الأساليب الإحصائية: لتحليل البيانات والإجابة على أسئلة الدراسة، قامت الباحثة باستخدام الأساليب الإحصائية التالية:

١- **معالجة القيم المفقودة:** تم فحص القيم المفقودة لكل من المملكة العربية السعودية وسنغافورة، وتم تحليل بيانات الرياضيات لكل دولة على حدة، ولمعالجة القيم المفقودة تم استخدام طريقة تعظيم التوقعات (Expectation Maximization (EM، وذلك من خلال برنامج M plus.

٢- **تحليل الفئات الكامنة (LCA) للإجابة عن السؤال الأول والسؤال الثاني:**

تم تحليل الفئات الكامنة لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن لكل من السعودية وسنغافورة كلا على حده، حيث تم البدء تحليل الفئة الواحدة ثم تحليل الفئتان الكامنتان ثم تحليل الثلاث فئات الكامنة وتلا ذلك تحليل الفئات الأربع الكامنة، ومن ثم مقارنة نتائج التحليل، وتحديد النموذج الأمثل، وذلك باستخدام قيم معيار معلومات اكايكي(AIC) وقيم معيار الوزن التقريبي للأدلة (AWE) وقيم معيار المعلومـــات البايزي(BIC) ومعيار معلومات اكايكي المتسق (CIAC)، وكذلك تم استخدام اختبار احتمال النموذج التقريبي ((cmp(k)، وهذه الخطوة تعتبر الخطوة صفر من خطوات إيجاد الفقرات ذات الأداء التفاضلي في تحليل الفئات الكامنة حيث تتضمن تشغيل سلسلة من نماذج الفئات الكامنة ثم تحديد النموذج الأمثل، والتعامل مع المتغير المشترك كمتغير مساعد ليس له أي تأثير على متغير الفئة الكامنة. كما تم إيجاد عدد الأفراد في كل فئة من فئات النموذج الأمثل. وكذلك تم تحديد دقة التصنيف باستخدام مؤشر انتروبي **(**Entropy**)** في النموذج الأمثل.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

عرض النتائج وفقا لأسئلة الدراسة:

١-النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول: **" ما عدد الفئات الكامنة وما عدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة التي يمكن استخلاصها من أداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة؟"**

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

للإجابة عن هذا السؤال تم تحليل الفئات الكامنة لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن لكل من السعودية وسنغافورة كلا على حده، حيث تم البدء تحليل الفئة الواحدة ثم تحليل الفئتان الكامنتان ثم تحليل الثلاث فئات الكامنة وتلا ذلك تحليل الفئات الأربع الكامنة، ومن ثم مقارنة نتائج التحليل، وتحديد النموذج الأمثل، وهي تعتبر الخطوة صفر من خطوات إيجاد الفقرات ذات الأداء التفاضلي في تحليل الفئات الكامنة.

أولا: تحليل الفئات الكامنة (LCD) لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن في السعودية:

جدول(2): تحليل الفئات الكامنة لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن في السعودية

النموذج	LL	npar	AIC	BIC	CIAC	AWE	cmp(k)
فئة واحدة	-4168.93	٢٠	8377.85	8457.88	8477.88	8637.91	0.000
فئتان	-4011.73	٤١	8105.45	**8269.51**	**8310.51**	8638.57	**1.000**
ثلاث فئات	-3968.67	٦٢	8061.35	8309.43	8371.43	8867.52	0.000
أربع فئات	-3930.03	٨٣	8026.07	8358.19	8441.19	9105.30	0.000

يتضح من الجدول أعلاه أن قيم معيار معلومات اكايكي(AIC) وقيم معيار الوزن التقريبي للأدلة (AWE) تزداد مع ازياد عدد الفئات لذا لا يمكن الاستناد عليها في تحديد النموذج الأمثل، أما بالنسبة لقيم معيار المعلومـــات البايزي(BIC) و معيار معلومات اكايكي المتسق (CIAC) فتبين أن نموذج الفئتين الكامنين هو النموذج الأمثل، حيث أن القيم في النموذج ذي الفئتين الكامنتين هي أقل القيم مقارنة بالفئات الأخرى(BIC= ٨٢٦٩.٥١، CIAC= ٨٣١٠.٥١)، كما تبين أن إضافة فئة ثالثة لا يحسن النموذج و إنما يودي الى تدهور النموذج وارتفاع القيم، كما بين احتمال النموذج التقريبي ((cmp(k) إلى تفضيل النموذج ذي الفئتين الكامنتين على النماذج الأخرى.

وبينت نتائج التحليل عدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة في نموذج التحليل المكون من فئتين وهي كما هو موضح في جدول (٦).

جدول (3): عدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة في النموذج الأمثل للسعودية

الفئة	عدد الافراد	النسبة المئوية
الفئة الأولى	٣٦٧	%٩٠
الفئة الثانية	٣٧	%١

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

ويتضح من الجدول أعلاه بان الغالبية العظمى من الأفراد هم ضمن الفئة الأولى حيث بلغت النسبة ٩٠%، وعدد قليل يقع ضمن الفئة الثانية ويمثل ١% من افراد العينة.

ثانيا: تحليل الفئات الكامنة (LCD) لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن في سنغافورة:

جدول (4): تحليل الفئات الكامنة لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن في سنغافورة

النموذج	LL	npar	AIC	BIC	CIAC	AWE	cmp(K)
فئة واحدة	-3653.93	20	7347.86	7425.02	7445.02	7602.18	0.000
فئتان	-3235.88	41	6553.77	6711.94	6752.94	7075.12	0.000
ثلاث فئات	-3163.11	62	6450.23	**6689.42**	**6751.42**	**7238.61**	**1.000**
أربع فئات	-3137.82	83	6441.63	6761.84	6844.84	7497.05	0.000

يتضح من الجدول أعلاه كذلك أن قيم معيار معلومات اكايكي (AIC) تزداد مع ازياد عدد الفئات لذا لا يمكن الاستناد عليها في تحديد النموذج الأمثل، أما بالنسبة لقيم معيار المعلومـــات البايزي (BIC) وقيم معيار معلومات اكايكي المتسق(CIAC) وقيم معيار الوزن التقريبي للأدلة (AWE) فبينت أن نموذج الفئات الثلاث الكامنة هو النموذج الأمثل، حيث أن القيم في النموذج ذي الفئات الثلاث الكامنة هي أقل القيم مقارنة بالفئات الأخرى(BIC= ٦٦٨٩.٤٢، CIAC = ٦٧٥١.٤٢، AWE= 7238.61)، كما تبين أن إضافة فئة رابعة لا يحسن النموذج و إنما يودي الى تدهور النموذج وارتفاع القيم، كما بين احتمال النموذج التقريبي cmp(k) إلى تفضيل النموذج ذي الفئات الثلاث الكامنة على النماذج الأخرى.

وبينت نتائج التحليل عدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة في نموذج التحليل المكون من ثلاث فئات، وهي كما هو موضح في جدول (٨).

جدول (5): عدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة في النموذج الأمثل لسنغافورة

الفئة	عدد الافراد	النسبة المئوية
الفئة الأولى	141	40%
الفئة الثانية	139	40%
الفئة الثالثة	٧٠	20%

ويتضح من الجدول أعلاه عدد الأفراد الذين ضمن الفئة الأولى مساو لعدد الأفراد الذين ضمن الفئة الثانية حيث بلغت النسبة (٤٠%) لكليهما، ونسبة (٢٠%) من أفراد العينة وقعوا ضمن الفئة الثالثة.

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

٢-النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني: **"ما دقة تصنيف الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة؟ "**

جدول (6): مؤشر دقة تصنيف الفئات الكامنة في النموذج الأمثل لكل من السعودية وسنغافورة

الدولة	مؤشر انتروبي (Entropy)	التصنيف
السعودية	0.929	جيد
سنغافورة	0.769	مقبول

يشير مؤشر انتروبي **(**Entropy**)** في النموذج الأمثل للسعودية الى دقة التصنيف الى فئتين كامنين حيث بلغت القيمة (0.929) وتعتبر قيمة جيده حيث أنها قريبة من الواحد، كما يشير مؤشر انتروبي **(**Entropy**)** في النموذج الأمثل لسنغافورة و الذي يتضمن ثلاث فئات الى دقة التصنيف مقبولة حيث بلغت القيمة (0.769).

خلاصة نتائج الدراسة:

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة عدد الفئات الكامنة وعدد الأفراد في كل فئة من الفئات الكامنة التي يمكن استخلاصها من أداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة، ومعرفة مدى دقة تصنيف الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في السعودية مقارنة بسنغافورة. ولتحقيق هذه الأهداف تم تحليل الفئات الكامنة لبيانات اختبار تيمس الرياضيات ٢٠١٩ للصف الثامن لكل من السعودية وسنغافورة كلا على حده، حيث تم البدء تحليل الفئة الواحدة ثم تحليل الفئتان الكامنتان ثم تحليل الثلاث فئات الكامنة وتلا ذلك تحليل الفئات الأربع الكامنة، ومن ثم مقارنة نتائج التحليل، وتحديد النموذج الأمثل، وذلك باستخدام قيم معيار معلومات اكايكي(AIC) وقيم معيار الوزن التقريبي للأدلة (AWE) وقيم معيار المعلومـــات البايزي(BIC) ومعيار معلومات اكايكي المتسق (CIAC)، وكذلك تم استخدام اختبار احتمال النموذج التقريبي ((cmp(k)، حيث يتم تشغيل سلسلة من نماذج الفئات الكامنة ثم تحديد النموذج الأمثل، ومن ثم إيجاد عدد الأفراد في كل فئة من فئات النموذج الأمثل، وكذلك تحديد دقة التصنيف باستخدام مؤشر انتروبي **(**Entropy**)** في النموذج الأمثل.

ويمكن تلخيص النتائج التي توصلت اليها الدراسة الحالية فيما يلي:

١-بينت نتائج بيانات السعودية أن نموذج الفئتين الكامنين هو النموذج الأمثل، حيث أن القيم في النموذج ذي الفئتين الكامنتين هي أقل القيم مقارنة بالفئات الأخرى، كما تبين أن إضافة فئة ثالثة لا يحسن النموذج و إنما يودي الى تدهور النموذج وارتفاع

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

القيم، كما أوضحت النتائج أن الغالبية العظمى من الأفراد هم ضمن الفئة الأولى حيث بلغت النسبة ٩٠%، وعدد قليل يقع ضمن الفئة الثانية ويمثل ١% من افراد العينة.
٢-بينت نتائج بيانات سنغافورة أن نموذج الفئات الثلاث الكامنة هو النموذج الأمثل، حيث أن القيم في النموذج ذي الفئات الثلاث الكامنة هي أقل القيم مقارنة بالفئات الأخرى، كما تبين أن إضافة فئة رابعة لا يحسن النموذج و إنما يودي الى تدهور النموذج وارتفاع القيم. وبينت نتائج التحليل أن عدد الأفراد الذين ضمن الفئة الأولى مساو لعدد الأفراد الذين ضمن الفئة الثانية حيث بلغت النسبة (٤٠%) لكليهما، ونسبة (٢٠%) من أفراد العينة وقعوا ضمن الفئة الثالثة.
٣-أوضحت النتائج أن دقة تصنيف الفئات الكامنة لأداء طلبة الصف الثامن على اختبار تيمس للرياضيات ٢٠١٩ في في النموذج الأمثل للسعودية الى دقة التصنيف الى فئتين كامنين حيث بلغت القيمة (0.929) وتعتبر قيمة جيده، أما في النموذج الأمثل لسنغافورة والذي يتضمن ثلاث فئات الى دقة التصنيف مقبولة حيث بلغت القيمة (0.769).

المقترحات والتوصيات:

في ضوء ما توصلت الية نتائج الدراسة، تقترح الباحثة عددا من التوصيات للباحثين، والجهات ذات العلاقة، تتلخص فيما يلي:

١- استخدام الأساليب الإحصائية المتمركزة على الفرد في الدراسات العربية المهتمة بالكشف الأداء التفاضلي.
٢- إجراء دراسات تقارن بين أساليب التحليل المختلفة مثل مقارنة بين التحليل العنقودي وتحليل الفئات الكامنة (LCA).
٣- القيام بأبحاث تهتم بدراسة فاعلية استخدام أسلوب تحليل الفئات الكامنة معالجة القضايا القياسية المعاصرة مثل معادلة الاختبارات، بناء بنوك الأسئلة، تصميم الاختبارات التكيفية.
٤- إجراء الدراسات باستخدام بيانات اختبارات بيزا (PISA)، اختبارات الرخصة المهنية، القدرة المعرفية، كما يمكن استخدام البيانات المولدة حاسوبياً للكشف عن العوامل التي تؤثر على الأداء.
٥- عقد ورش تدريبية باللغة العربية لتعريف الباحثين والمهتمين بماهية أسلوب تحليل الفئات الكامنة (LCD)، وكيفية استخدام البرامج الحاسوبية لإجرائه.

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

المراجع:

المراجع العربية:

أبو لبدة، خطاب؛ عبابنة، عماد (٢٠٢١). *التقرير الوطني الأردني عن الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم لعام ٢٠١٩* . المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية.

السلمي، شروق عبدالرحيم؛ العصري، لمى عبدالله؛ العمري، أثير حسن (٢٠٢٢). دراسة تحليلية لنتائج اختبار TIMSSلطلبة المملكة العربية السعودية ومعرفة مدى تضمين منهج الرياضيات والعلوم لمعايير الاختبارات الدولية. مجلة *المناهج وطرق التدريس*، ١(١٥)، ١٥٨-١٧٢.

https://doi.org/10.26389/AJSRP.R260622

الشمراني، صالح علوان؛ الشمراني، سعيد محمد؛ البرصان، إسماعيل سلامة (٢٠١٦). *إضاءات حول نتائج دول الخليج في دراسة التوجهات الدولية في العلوم والرياضيات TIMSS2015*. مركز التميز البحثي في تطوير العلوم والرياضيات، جامعة الملك سعود.

هيئة تقويم التعليم والتدريب (٢٠٢١). *تقرير تيمس ٢٠١٩: نظرة أولية في تحصيل طلبة الصفين الرابع والثاني المتوسط في الرياضيات والعلوم بالمملكة العربية السعودية في سياق دولي*. هيئة تقويم هيئة التعليم والتدريب.

المراجع الأجنبية:

Dey, A. (2016). A review on applications of Latent Class Analysis. *Indo – Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(4), 681-686.

Dean, N., & Raftery, A. E. (2010). Latent Class Analysis variable selection. *The Institute of Statistical Mathematics*, *62*, 11-35. https://doi.org/10.1007/s10463-009-0258-9

Fitriati, F. (2014). Differential Item Functioning: Item level analysis of TIMSS Mathematics test items using Australian and Indonesian database. *Makara Human Behavior Studies in Asia*, *18*(2), 127-139. http://dx.doi.org/10.7454/mssh.v18i2.3467

Ghagar, M., Othman, R., & Mohammadpour, E. (2011). Multilevel analysis of achievement in Mathematics of

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

Malaysian and Singaporean students. *Journal of Educational Psychology and Counseling*, 2, 285-304.

Hagenaars, J. A., & McCutcheon, A. L. (2002). *Applied Latent Class Analysis*. Cambridge University Press.

Henry, K. L., & Muthen, B. (2010). Multilevel Latent Class Analysis: An application of adolescent smoking typologies with individual and contextual predictors. *Structural Equation Modeling*, *17*(2), 193-215. https://doi.org/10.1080/10705511003659342

Hickendorff, M., Edelsbrunner, P. A., McMullen, J., Schneider, M., & Trezise, K. (2018). Informative tools for characterizing individual differences in learning: Latent Class, Latent Profile, and Latent Transition Analysis. *Learning and Individual Differences*, *66*, 4-15.

Juul-Larsen, H. G., Christensen, L. D., Bandholm, T., Andersen, O., Kallemose, T., Jorgensen, L. M., & Petersen, J. (2020). Patterns of multimorbidity and differences in healthcare utilization and complexity among acutely hospitalized medical patients (≥65 years)- a Latent Class Approach. *Clinical Research Centre*, *12*, 245-259.

Linzer, D. A., & Lewis, J. B. (2011). PoLCA: An R package for polytomous variable Latent Class Analysis. *Journal of Statistical Software*, 24(10), 1-29.

Magidson, J., Vermunt, J. & Madura, J. (2020). Latent Class Analysis. *Sage Research Methods Foundation.* http://dx.doi.org/10.4135/9781526421036

Masyn, K. (2017). Measurement invariance and Differential Item Functioning in Latent Class Analysis with Stepwise Multiple Indicator Multiple Cause Modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 24(2), 180-197. https://doi.org/10.1080/10705511.2016.1254049

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

Martin, M. O., von Davier, M. & Mullis, I.(2020). *Methods and procedures: TIMSS 2019 technical report*. TIMSS & PIRLS International Study Center.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, F., Kelly, D. L. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in Mathematics and Science*. TIMSS & PIRLS International Study Center.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Von Davier, M. (2021). *TIMSS 2023 assessment frameworks.* TIMSS & PIRLS International Study Center.

Muthen, L. K., & Muthen, B. O. (1998-2017). *M plus user's guide (8th ed).* Muthen & Muthen.

Nylund-Gibson, K., & Choi, A. Y. (2018). Ten frequently asked questions about Latent Class Analysis. *Translational Issues in Psychological Science*, *4*(4), 440-461.

Oliveri, M. E., Ercikan, K., Lyons

-Thomasb, J., Holtzmana, S. (2016). Analyzing Fairness Among Linguistic Minority Populations Using a Latent Class Differential Item Functioning Approach. Applied measurement in education 2016, 29(1), 17-29. http://dx.doi.org/10.1080/08957347.2015.1102913

Oliveri, M. E., Ercikan, K., & Zumbo, B. (2013). Analysis of sources of Latent Class Differential Item Functioning in international assessments. *International Journal of Testing*, *13*(3), 272-293. https://doi.org/10.1080/15305058.2012.738266

Porcu, M., & Giambona, F. (2017). Introduction to Latent Class Analysis with applications. *Journal of Early Adolescence*, 37(1), 129-158. https://doi.org/10.1177/0272431616648452

Saaatcioglu, F. M. (2021). An Application of Latent Class Analysis for TIMSS 2015 data: detecting heterogeneous

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472

subgroups. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 12(4), 321-335.

Saaatcioglu, F. M., & Atar, H. Y. (2020). A study on the identification of Latent Classes using Mixture Item Response Theory Models: TIMSS 2015 case. *Participatory Educational Research*, 7(3), 180-191. http://dx.doi.org/10.17275/per.20.41.7.3

Sinha, P., Calfee, C. S. & Delucchi, K. L. (2021). Practitioner's guide to Latent Class Analysis: methodological considerations and common pitfalls. *the Society of Critical Care Medicine*. 49(1).
https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000004710

Toker, T., & Green, K. (2021). A comparison of Latent Class Analysis and the Mixture Rasch Model using 8th grade Mathematics data in the fourth international Mathematics and Science study TIMSS 2011. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 8(4), 959-974. https://doi.org/10.21449/ijate.1024251

Wang, M., Deng, Q., Bi, X., Ye, H., & Yang, W. (2017). Performance of the entropy as an index of classification accuracy in Latent Profile Analysis: A Monte Carlo simulation study. *Acta Psychologica Sinica*, 49(11), 1473-1482. https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2017.01473

Weller, B. E., Bowen, N. K., & Faubert, S. J. (2020). Latent Class Analysis: A guide to best practice. *Journal of Black Psychology*, 46(4), 287-311. https://doi.org/10.1177/0095798420930932

ISSN: 2537-0464 eISSN: 2537-0472