DOI: http://dx.doi.org/10.33948/sjes-ksu-2-19-2

تنقيب بيانات TIMSS2023 لاستخلاص العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع بالمملكة العربية السعودية

أ.منایر عبد الرحمن الحامد[1] أ.د. مسفر بن سعود السلولي[2]

(قدم للنشر 1446/09/17هـ -وقبل 22 /10/ 1446هـ)

المستخلص: هدف البحث لتحديد أهم العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع بالمملكة العربية السعودية من خلال تنقيب بيانات TIMSS2023باستخدام خوارزمية شجرة القرار. وشملت المتغيرات المستقلة 22 مقياسًا فئويًا مستخرجًا من استبيانات الطالب، والمدرسة، والمنزل، والمعلم، في حين اعتُبر التحصيل الرياضي متغيرًا تابعًا كميا، تم تمثيله من خلال القيم المعقولة الخمس بشكل منفصل. وكشفت النتائج عن تكرار ثلاثة أنماط سلوكية رئيسة بين الطلاب عبر النماذج الخمسة كما يلي: (1) طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيًا، ويتمتعون بكفاءة ذاتية رقمية منخفضة، وكان متوسط درجاتهم المتوقعة بين (376–382)، و(2) طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر أيضًا، لكن لديهم كفاءة ذاتية رقمية مرتفعة، وبلغ متوسط درجاتهم بين (414–418)، و(3) طلاب يتمتعون بمستوى ثقة عالية في الرياضيات، وبلغ متوسط درجاتهم بين (459–464). كما أظهر تحليل الأهمية النسبية للمتغيرات أن "ثقة الطالب في الرياضيات" كانت الأكثر تأثيرًا (متوسط أهمية = 0.514)، تليها "التعرض للتنمر" (0.265)، ثم "الكفاءة الذاتية الرقمية" (0.134). وأشارت النتائج إلى استقرار نسبي في بنية النموذج التنبئي عبر القيم المعقولة المختلفة، مع تباينات طفيفة في مؤشرات الأداء.

الكلمات المفتاحية: شجرة القرار، والأنماط التفسيرية، والدقة التنبؤية.

Data Mining of TIMSS 2023 to Identify the Factors Influencing Mathematics Achievement of Fourth-Grade Students in the Kingdom of Saudi Arabia

Manayer A. Alhamed[1] *Misfer S. Alsalouli[2]*

(Submitted 17-03-2025 and Accepted on 20-04-2025)

Abstract: This study aimed to identify the key factors influencing mathematics achievement of fourth-grade students in the Kingdom of Saudi Arabia by applying data mining techniques to TIMSS 2023 data using the Decision Tree Algorithm. A total of 22 categorical measures extracted from the student, school, home, and teacher questionnaires were included as independent variables, while mathematics achievement was treated as a continuous dependent variable, represented separately through the five plausible values. The results of the five models revealed three recurring behavioral patterns among students as follows: (1) students with low confidence in mathematics, who are exposed to bullying on a weekly or monthly basis and have low digital self-efficacy, with expected scores ranging between 376–382; (2) students with similarly low confidence in mathematics and frequent exposure to bullying, but with high digital self-efficacy, with expected scores ranging between 414–418; and (3) students with high confidence in mathematics, whose expected scores ranged between 459–464. Analysis of variable importance indicated that students' confidence in mathematics had the highest influence (mean importance = 0.514), followed by exposure to bullying (0.265), and digital self-efficacy (0.134). The findings also pointed to a relative stability in the predictive structure of the decision tree across the different plausible values, with only minor variations in performance indicators.

Keywords: Decision Tree, Variable Importance, and Predictive Accuracy.

(1) طالبة دكتوراه – جامعة الملك سعود
(2) أستاذ تعليم الرياضيات - جامعة الملك سعود

E -mail: malsalouli@ksu.edu.sa

(1) PhD student - King Saud University
(2) Professor of Mathematics Education - King Saud University

E-mail: m.alhamed56@gmail.com

المقدمة

تسعى الأنظمة التعليمية في الدول إلى تحسين أداء طلابها الأكاديمي وتطوير معارفهم ومهاراتهم والارتقاء بالعملية التعليمية، وتسعى المملكة العربية السعودية لتحقيق رؤيتها 2030 من خلال عدة برامج من أبرزها برنامج تنمية القدرات البشرية، حيث أشارت الوثيقة الإعلامية للبرنامج (2021-2025) إلى أهمية تنمية المهارات الأساسية للطلاب ومن ضمنها الرياضيات، كأساس لتعلم المهارات المستقبلية واكتساب المعرفة، والتي تقاس من خلال التقييمات الدولية. إضافة إلى أن من الأهداف الاستراتيجية المباشرة في البرنامج "تحسين مخرجات التعليم الأساسية"، والذي يقاس من خلال متوسط أداء الطلاب في التقييمات الوطنية مثل نافس والتقييمات الدولية مثل TIMSS, PISA.

في ضوء ذلك، تتجه المملكة العربية السعودية في الوقت الحالي إلى اعتماد نتائج التقييمات الوطنية والدولية في رسم السياسات التعليمية. وتعد دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم Trends in International Mathematics and Science study (TIMSS) من الدراسات الكبرى لقياس تحصيل الطلاب في الرياضيات والعلوم، وتشرف عليها الرابطة الدولية للتقويم التربوي (International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)) ، وقد كانت بداية هذه الدراسة عام ١٩٩٥م لقياس تحصيل طلاب الصفين الرابع والثامن، وتجرى كل أربع سنوات، ويصاحب إجراء الاختبار تطبيق استبيانات بحيث يجيب الطلاب على أسئلة حول تجربتهم المدرسية واتجاهاتهم نحو تعلم الرياضيات والعلوم، ويستكمل مديرو المدارس والمعلمون استبياناتهم لتوفير بيانات حول الموارد والمناهج المدرسية والفصول الدراسية، ويملأ آباء طلاب الصف الرابع استبيانًا حول السياقات المنزلية للطلاب للتعلم، وذلك من أجل فهم السياقات والسياسات الوطنية بشكل أفضل.

وتعد البيانات التي يتم جمعها من خلال الاستبيانات خلفية أساسية لكل من التقارير الدولية والتحليلات الثانوية، لأنها تسمح بوضع نتائج الطلاب في سياق أفضل في الاختبارات المعرفية والمساعدة في تحديد عوامل المدرسة والفصل الدراسي التي لها تأثير مباشر أو غير مباشر على أداء الطلاب (Caponera & Losito, 2016). وتتجلى قيمة التقييمات الدولية من خلال إمداد الباحثين وصانعي السياسات بالمعلومات التي تشير إلى فرضيات حول الأسباب التي تؤدي إلى التباينات في أداء الطلاب من دولة لأخرى.

وبإلقاء نظرة شمولية على الأدبيات والدراسات السابقة التي استهدفت دراسة العوامل المؤثرة في التحصيل الرياضي من بيانات TIMSS، فقد اعتمد بومان (Boman, 2022) في بحثه على مدخل النظم (المدخلات، والعمليات، والمخرجات) لإجراء دراسة منهجية للأدبيات بين عامي 1967-2020 بهدف تحديد العوامل التفسيرية الأساسية وأهميتها النسبية فيما يتعلق بتحصيل طلاب شرق آسيا، وقد أكدت أغلب الأبحاث على اعتبار المتغيرات الثقافية والتعليمية الكمية ذات الصلة بتحصيل دول شرق آسيا، ويبرز منها ساعات الدراسة السنوية، والجهد العالي، وتوقعات الأسرة كمتغيرات تفسيرية يتم دراستها على الصعيد الوطني. يليها في الأهمية القدرات غير المعرفية مثل مفهوم الذات في الرياضيات ومرونة الرياضيات.

ويمكن اعتبار العوامل المتعلقة بالطالب والمدرسة تشكلان مدخلات النظام التعليمي، كونه من الصعب تحديد خصائص الطالب والمدرسة والتمييز بينها (Boman, 2022)، وقد أجرى درينت (Drent, 2013) مراجعة منهجية لأدبيات TIMSS، ووجد أنه توجد اختلافات كبيرة بين الدول في عوامل المدرسة والفصول الدراسية المرتبطة بتحصيل الطلاب، كما أجرى كابونيرا ولوسيتو (Caponera & Losito, 2016) مراجعة منهجية للأدبيات في العوامل المتعلقة بالسياق

المدرسي التي تؤثر على تحصيل الطلاب الرياضي. وأظهرت النتائج أن الوضع الاجتماعي والاقتصادي المرتفع له تأثير كبير وإيجابي على تحصيل الطلاب. وقد يؤدي تفاوت الوضع الاجتماعي والاقتصادي إلى ظهور عدم المساواة بين الطلاب، إلا أن بحث علي وآخرون (Ali, et al., 2024) الذي استخدم تنقيب بيانات TIMSS من عام 2003 إلى عام 2019، وشملت 10 دول من آسيا وأوروبا والولايات المتحدة، يطمئن بأن الفروق ظلت بين المدارس بشكل عام متسقة على مدى عقدين من الزمن، مما يشير إلى أن عدم المساواة بين المدارس لم يزداد بمرور الوقت. كما أن الفروق بين المدارس صغيرة نسبيا بالنسبة للصفوف الإبتدائية ولكنها زادت في مستوى المرحلة الثانوية.

وقد أجريت عدد من الأبحاث التي اهتمت بدراسة العوامل المتعلقة بالطالب في المملكة العربية السعودية، حيث أظهرت نتائج بحث يلدريم وبيليكان (Yildirim & Bilican, 2014) الذي درس تأثير المتغيرات على مستوى الطلاب والمدرسة في مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصفين الرابع والثامن في تركيا، أن التعرض للتنمر في المدرسة، والثقة في الرياضيات، والمشاركة في الرياضيات، ومشاركة الوالدين كان لها تأثير مهم إحصائيًا على تحصيل الطلاب في الرياضيات لكل من الصفين الرابع والثامن. كما أشار بحث السقاف والعبدالجبار (Alsaggaf & Abdulgabar, 2024) الذي عمل على فهم العوامل التي تؤثر على انخفاض تحصيل الطلاب في الرياضيات لدى طلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية (TIMSS 2019)، أن الثقة بالنفس ضرورية للأداء الأكاديمي، وأن سلوكهم تجاه الرياضيات لا يؤثر بشكل مباشر على مفهوم الذات فحسب، بل يُعد التنمر المدرسي عاملاً سلبياً كبيراً في التحصيل الدراسي.

من جانب آخر، تركز السياقات الصفية على إعداد المعلمين والتطوير المهني والرضا الوظيفي، والتحديات التي تواجه التعليم والتعلم، واتجاهات الطلاب، والقضايا المتعلقة بتعليم الرياضيات مثل الوضوح التعليمي، والوقت التعليمي وموضوعات تدريس الرياضيات، بالإضافة لاستخدام التقنية في التعليم. حيث أظهر بحث الحربي وآخرون (Alharbi, et al.,2020) أن السمات المهنية لمعلمي الرياضيات التي أثرت على التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية، وسنغافورة، وهونغ كونغ، واليابان، هي: التطوير المهني والتخصص والمؤهل التربوي والخبرة التدريسية لدى معلمي الرياضيات. وكشف بحث الأومير (2021) إلى أن جنس المعلم وعمره والمستوى التعليمي ومؤهله هي متغيرات مهمة وذات تأثير معنوي في التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية. كما أظهرت نتائج بحث الزيد (2020) إلى وجود علاقة ارتباطية موجبة لكنها ضعيفة بين مستوى الممارسات التدريسية لمعلمي الرياضيات، وتحصيل طلاب الصف الرابع الابتدائي في الرياضيات عدا ثلاث ممارسات جاء ارتباطها بالتحصيل سلبيًا ضعيفًا.

على الرغم من تنوع الدراسات السابقة، فإن معظمها انحصر في تناول جوانب محددة مثل خصائص الطالب، أو البيئة المدرسية، أو المعلم. وفي المقابل، يشير بحث الحيسوني (2023) إلى أن أكثر العوامل تأثيرًا على التحصيل الرياضي في الدول ذات الأداء الإيجابي في دراسة TIMSS 2019 لطلاب الصفين الرابع والثامن تمثلت في الوضوح التعليمي، ومؤهل المعلم، وثقة الطالب في الرياضيات، والتغيب عن المدرسة، وتوفر الموارد المنزلية، في حين أشار إلى التنمر لدى بعض الدول.

من جانب آخر، أدى التطور في العلوم والاقتصاد وتقنية المعلومات والاتصالات إلى زيادة كمية البيانات الرقمية، ومع هذه الكميات الهائلة من البيانات لم تعد أساليب التحليل التقليدية (الإحصائية مثلا) قادرة على

التعامل معها، حيث برزت تقنيات الذكاء الاصطناعي بما فيها تنقيب البيانات في مجال التعليم ((Educational Data Mining (EDM)، والذي يعد مجالًا بحثيًا له القدرة على تحليل البيانات التعليمية ونمذجتها. حيث ذكرت الجمعية الدولية لتنقيب البيانات التعليمية أن التنقيب عن البيانات التعليمية يعد مجالًا ناشئًا يهتم بتطوير الطرق لاستكشاف البيانات الفريدة والواسعة النطاق بشكل متزايد واستخدام هذه الأساليب لفهم الطلاب بشكل أفضل والبيئات التي يتعلمون فيها، لذا استخدمت العديد من الأبحاث تنقيب البيانات في دراسة العوامل المؤثرة على تحصيل الطلاب أو التنبؤ به (الجناعي وآخرون،2011؛ آل حسان، 2020؛ الصريصري، 2021؛ Yoo & Rho, 2017؛ Haj Hamed, 2022).

ويستخدم تنقيب البيانات التعليمية لاكتشاف الظواهر المهمة ومعالجة القضايا التعليمية التي تحدث في سياق التعليم والتعلم. وقد أجرى شين وشيم (Shin & Shim, 2021) مراجعة منهجية للأدبيات حول تنقيب البيانات التعليمية في تعليم الرياضيات والعلوم. وكشفت أن تنقيب البيانات في تعليم الرياضيات والعلوم قد استخدم بشكل شائع لفهم سلوك الطلاب وعملية تفكيرهم، وتحديد العوامل التي تؤثر على تحصيل الطلاب وهو المستهدف في هذا البحث، كما بين قلة أبحاث تعليم الرياضيات التي تستخدم تنقيب البيانات مقارنة بمجال تعليم العلوم.

وكانت شجرة القرار أكثر خوارزميات تنقيب البيانات استخداما في الأبحاث التي تناولت دراسة العوامل المؤثرة على التحصيل في التقييمات واسعة النطاق، حيث أظهر بحث كيراي وآخرون (Kiray, Gok, & Bozkir, 2015) المتغيرات الأكثر أهمية التي أثرت على تحصيل الرياضيات والعلوم، حيث أثرت مهارات القراءة وحل المشكلات لدى الطلاب على تحصيل الرياضيات والعلوم، ووجد أيضًا أن المتغيرات العاطفية لها تأثيرات متساوية تقريبًا على تحصيل العلوم والرياضيات. في حين أظهر بحث ديبرين وآخرون (Depren, et al., 2017) أن عامل ثقة الطلاب أيضًا باعتباره العامل الأكثر فاعلية في تحصيل طلاب الصف الثامن في الرياضيات، واستخدم كيو (Kiu, 2018) مجموعة من التقنيات ومن ضمنها شجرة القرار لتحديد أهمية وتأثير خلفية الطلاب والأنشطة الاجتماعية للطلاب وتحصيل الطلاب في الدورات الدراسية في توقع الأداء الأكاديمي للطلاب.

مشكلة البحث

شاركت المملكة العربية السعودية في دراسة TIMSS منذ عام 2003، وكشفت نتائجها عن ضعف أداء الطلاب في الرياضيات، حيث بلغ متوسط أداء طلاب الصف الرابع (420) في TIMSS2023. وفي سياق السعي الوطني لتحسين جودة التعليم، أعلن برنامج تنمية القدرات البشرية الالتزام بتحقيق درجة (484) كمتوسط أداء طلاب الصف الرابع في عام 2025، وذلك ضمن المؤشر (11) من مؤشرات أداء تحسين مخرجات التعليم الأساسية، إلى جانب استهداف الوصول إلى الترتيب (12) من ضمن دول مجموعة العشرين (G20).

ويُعد فهم العوامل السياقية المرتبطة بأداء الطلاب في التقييمات الدولية واسعة النطاق أمرًا محوريًا في توجيه السياسات التعليمية. وقد أشار بحث كويونكو وإيلغاز (Koyuncu, & Ilgaz, 2019) إلى أن المملكة لم تُحسن استثمار مواردها ومدخلاتها التعليمية بفعالية في تدريس الرياضيات. حيث تعد بيانات TIMSS مدخلًا مهمًا ينبغي استثماره لفهم العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الرياضي لدى الطلاب السعوديين.

ويعد تنقيب البيانات التعليمية مجالًا ناشئًا خصبا للبحث، وقد بدأت الدراسات الأجنبية في توظيفه في تحليل بيانات التقييمات الدولية أو الوطنية (Martínez &Chaparro, ;Aksu &Güzeller,2016

Gabriel, et al., 2018; Muñoz, et al,2018; 2017 Siemssen,2018; Qiao& Jiao,2018;Martínez,et al., 2020; Gamazo&Martínez, 2020)، إضافة إلى أن تنقيب البيانات يوفر طرقا وخوارزميات تساعد في التنبؤ بشكل أفضل من طرق التنبؤ التقليدية نظرًا لقدرته على التعامل مع العلاقات اللاخطية في المشكلات عالية الأبعاد (Sinharay, 2016). وأشار شين وشيم (Shin & Shim, 2021) إلى قلة أبحاث تعليم الرياضيات التي تستخدم تنقيب البيانات مقارنة بمجال تعليم العلوم.

في ضوء ما سبق، توجه البحث نحو تنقيب بيانات TIMSS2023 لتحديد العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع بالمملكة العربية السعودية.

أسئلة البحث:

سعى البحث إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1) ما الأنماط التفسيرية التي تكشف عنها مقاييس استبيانات TIMSS2023 في تفسير التباين في درجات تحصيل طلاب الصف الرابع في مادة الرياضيات بالمملكة العربية السعودية؟
2) ما أهم العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الدراسي في مادة الرياضيات لدى طلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية؟
3) ما مدى دقة نموذج شجرة القرار في التنبؤ بدرجات تحصيل طلاب الصف الرابع في مادة الرياضيات في المملكة العربية السعودية؟

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث في الآتي:

1) يوظف البحث التطور التقني في الذكاء الاصطناعي، لا سيما تعلم الآلة، لخدمة قضايا تعليم الرياضيات.
2) يساعد صانعي القرار لاتخاذ قرارات مستندة إلى البيانات لتحسين أداء الطلاب في مادة الرياضيات على مستوى التقييمات الدولية.
3) يساعد المسؤولين في تعزيز العوامل المؤثرة إيجابا على مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع، ومعالجة والحد من العوامل المؤثرة سلبيًا على التحصيل الرياضي.
4) يشجع الباحثين في تعليم الرياضيات بالتحرر من استخدام الطرق الإحصائية التقليدية، وطَرق أساليب متقدمة في تحليل البيانات، ويؤدي إلى تحسين جودة الأبحاث التربوية في تعليم الرياضيات.

حدود البحث

اقتصر البحث على تحديد العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع والمستقاة من مقاييس الاستبيانات السياقية TIMSS 2023.

مصطلحات البحث

دراسة التوجهات الدولية للرياضيات والعلوم (TIMSS): هي دراسة طولية لقياس تحصيل طلاب الصفين الرابع والثامن في الرياضيات والعلوم، وتشرف عليها الرابطة الدولية للتقويم التربوي (IEA)، وتجرى كل أربع سنوات، ويصاحب إجراء الاختبار تطبيق استبيانات للطلاب والمعلمين والمدرسة وأولياء الأمور والمناهج الدراسية (IEA, | TIMSS IEA.nl)

وتُعرف إجرائيًا أنها دراسة شارك فيها طلاب الصف الرابع السعوديين في دورة 2023، لقياس مستوى التحصيل الرياضي لديهم وما يتعلق به من عوامل مؤثرة على مستوى التحصيل الرياضي كشفت عنها نتائج استبيانات للطلاب والمعلمين والمدرسة وأولياء الأمور المنشورة من قبل الرابطة الدولية للتقويم التربوي (IEA).

تنقيب البيانات (Data mining): يعد تنقيب البيانات أحد فروع الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته الحديثة، وعرفه الفخري (2018) أنه عملية بحث آلي عن البيانات وتحليلها وإيجاد العلاقات فيما بينها للحصول على المعلومات المفيدة، واكتشاف المعرفة واستخراجها من مكامنها وتهيئة الفرص للتنبؤات المستقبلية من أجل التطوير والتحديث واتخاذ القرارات المناسبة.

ويُعرف إجرائيا بأنه عملية تحليل بيانات TIMSS2023 لطلاب الصف الرابع بالمملكة العربية السعودية باستخدام خوارزمية شجرة القرار عن طريق برنامج R وذلك من أجل تحديد أهم العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الرياضي لطلاب الصف الرابع بالمملكة العربية السعودية.

منهج البحث:

يتبع البحث منهجا كميا استكشافيا قائما على تنقيب البيانات، ويعرفه أتيويل وآخرون (2020) بأنه مجموعة من التقنيات الحاسوبية بغية استكشاف بنية البيانات، وتحليل الأنماط الموجودة فيها، واستخدامها في إنتاج نماذج تنبؤية أو تصنيف الأشياء أو تحديد تجميعات مختلفة من الحالات داخل البيانات.

وأشار توماس (Thomas, 2021) إلى أنه يمكن اعتبار تنقيب البيانات تحليلًا استكشافيًا بمساعدة الحاسوب لمجموعات بيانات ضخمة ومعقدة من منظور إحصائي. وقد أطلق الإحصائيون على هذا الاتجاه مسمى "التعلم الإحصائي"، حيث عرف جميس وآخرون التعلم الإحصائي (James, et al., 2021) بأنه مجموعة واسعة من الأدوات لفهم البيانات.

واستخدمت خورازمية شجرة القرار (Decision Tree) في هذا البحث كونها أكثر الخوارزميات استخداما في تحديد العوامل المهمة حسب مراجعة شين وشيم (Shin & Shim, 2021) لأدبيات تنقيب البيانات في تعليم الرياضيات والعلوم. نظرًا لما تحظى به شجرة القرار من القدرة التفسيرية البصرية وسهولة فهم النتائج، وقدرتها على الكشف عن الأنماط والعلاقات غير الخطية بين المتغيرات.

وتعتمد آلية شجرة القرار على سلسلة من العقد والأفرع، ثم تتفرع العقد إلى عقد فرعية بواسطة الأفرع، حيث تمثل العقد السمات التي يجب اعتبارها في عملية صنع القرار، ثم تأتي القيم المختلفة للسمات من الأفرع المختلفة، وتحتوي عقد الأوراق على نتائج كل تصنيف. وقراءة الجرة يكون من الجذر إلى الأوراق (سيد ،2016).

مجتمع البحث وعينته:

يوضح الجدول (1) عدد أفراد مجتمع البحث والعينة المستهدفة من طلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية المشاركين في دراسة TIMSS2023.

جدول (1)

عدد أفراد المجتمع والعينة المستهدفين في المملكة العربية السعودية

الصف المستهدف	المجتمع		العينة		
	المدارس	الطلاب	اجمالي عدد المدارس المشاركة	عدد الطلاب الذين تم تقييمهم	حجم عدد الطلاب المقدرمن العينة
الصف الرابع	598	54462	14	515	49517

وفقًا لتقرير TIMSS2023، فقد بلغ عدد طلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية ضمن مجتمع الدراسة 454,462 طالبًا موزعين على 9,598 مدرسة، بينما بلغ حجم العينة المختارة 5,515 طالبًا من 214 مدرسة. وقد قُدّر الحجم الإجمالي للعينة باستخدام أوزان المعاينة ليصل إلى 449,517 طالبًا، مما يعكس تمثيلًا إحصائيًا دقيقًا لمجتمع البحث. ويستند هذا التصميم إلى إطار المعاينة المعتمد في دراسة TIMSS، والذي يهدف إلى ضمان التمثيل العادل

والدقيق للمدارس والطلاب المشاركين (Siegel, et al., 2024)

أدوات البحث وصدقها وثباتها

اعتمدت أدوات البحث على المقاييس الفئوية الواردة في استبيانات السياق ضمن دراسة TIMSS2023 المتعلقة بالمدرسة، والمنزل، والمعلم، والطالب. نظرًا لما تتمتع به من موثوقية أعلى واستقرار في القياس، إلى جانب كونها أكثر قدرة على التعبير عن الخصائص التعليمية والسلوكية المرتبطة بتحصيل الطلاب .وكان إجمالي عدد المقاييس (30) مقياسًا، أُستبعد منها (8) مقاييس، الخاصة بالعلوم وأنشطة ومهام القراءة بمفردها، ليصبح عدد المقاييس المستهدفة في التحليل (22) مقياسًا، موزعة في الجدول (2).

جدول (2)

عدد المقاييس الفئوية في استبيانات السياق

	المقاييس العامة	المقاييس الخاصة بالرياضيات	المقاييس المستبعدة	المجموع
استبيان المدرسة	4	0	1	5
استبيان الطالب	3	4	5	12
استبيان الطالب/ المنزل	1	0	0	1
استبيان المنزل	6	0	2	8
استبيان المعلم	4	0	0	4
المجموع	18	4	8	30

وتتسم استبيانات TIMSS 2023 بتصميم دقيق يُراعي تقليل التحيزات المحتملة في الإجابات، من خلال استخدام أسئلة محايدة وغير موجهة، وقياس البُعد الواحد من خلال عدة مؤشرات فرعية، مما يُعزز الصدق البنائي.

وتضمن التقرير الفني لـ TIMSS2023 نتائج التحليلات السيكومترية لمقاييس الاستبانات السياقية الخاصة بالصف الرابع، حيث تم تقدير معامل الثبات (ألفا كرونباخ) لكل مقياس في كل دولة. كما أورد التقرير نتائج التحليل العاملي من خلال نسبة التباين المفسر لكل مقياس، تدعم الصدق البنائي للمقاييس. ويوضح الجدول (3) أسماء المقاييس الفئوية من استبيانات السياق TIMSS2023 ومعاملات الصدق والثبات لكل مقياس.

تراوحت معاملات الثبات للمقاييس الفئوية الخاصة بالمملكة العربية السعودية بين (0.58 – 0.95)، مما يشير إلى اتساق داخلي مقبول إلى عال، مما يعزز الثقة في موثوقية المقاييس. كما كانت تراوحت نسبة التباين المفسر بين (29% إلى 74%)، وهي نسب تدعم الصدق البنائي للمقاييس. وبذلك فإن الخصائص السيكومترية تشير إلى أن أدوات TIMSS تتمتع بثبات وصدق مقبولين.

إجراءات البحث:

اتبع البحث الإجراءات الآتية:

- دمج المقاييس الفئوية المستخلصة من استبيانات الطالب، والمدرسة، والمنزل، والمعلم من دراسة TIMSS2023 للمملكة العربية السعودية باستخدام برنامج IDB Analyzer من منظمة IEA. ويعد هذا البرنامج أداةً معتمدة ومصممة خصيصًا للتعامل مع ملفات بيانات (TIMSS) المركّبة ذات البنية الهرمية، كما يُسهّل تطبيق الأوزان المعيارية (sampling weights) الضرورية لتحليل بيانات TIMSS بطريقة صحيحة،

ودعمه الكامل لعمليات الدمج الأفقي بين البيانات مختلفة المصادر من خلال التوافق بين مفاتيح التتبع للطلاب مع بيانات المعلمين والمدرسة والمنزل.

- أُستخدمت لغة R في التحليل عبر بيئة google colab.

وعند فتح ملف البيانات المدمجة، لوحظ أن عدد صفوف البيانات بلغ 11003 صفًا، في حين أن عدد الطلاب 5515طالبًا، بمعنى وجود تكرار في البيانات بسبب وجود معلم رياضيات ومعلم علوم لغالبية الطلاب، لذلك تم حذف صفوف الطلاب المرتبطة بمعلم العلوم، كونه غير مستهدف في هذا البحث، والإبقاء على بيانات الطلاب المرتبطة بمعلم الرياضيات، أو معلم يدرس الرياضيات والعلوم معا، ليكون عدد صفوف البيانات في الملف 5515 صفا.

جدول (3)

المقاييس الفئوية من استبيانات السياق TIMSS2023 ومعاملات الصدق والثبات

	م	المقياس	رمزه	مستوياته	سنة إنشاء المقياس	معامل ألفا كرونباخ	نسبة التباين%
استبيان الطالب	1	الكفاءة الذاتية الرقمية	ASDGSEC	1: عالية؛ 2: متوسطة؛ 3: منخفضة	2023	0.78	42
	2	الشعور بالانتماء للمدرسة	ASDGSSB	1: شعور عال؛ 2: شعور متوسط؛ 3: شعور ضعيف	2023	0.85	56
	3	التنمر	ASDGSB	1: أبدًا أو تقريبًا أبدًا؛ 2: شهريًا تقريبًا؛ 3: أسبوعيًا تقريبًا	2023	0.95	66
	4	حب الطلاب تعلم الرياضيات	ASDGSLM	1: أحب تعلم الرياضيات كثيرًا؛ 2: أحب تعلم الرياضيات إلى حد ما؛ 3: لا أحب تعلم الرياضيات	2023	0.92	67
	5	الوضوح التعليمي في دروس الرياضيات	ASDGICM	1: عالي؛ 2: متوسط؛ 3: منخفض	2023	0.88	57
	6	السلوك غير المنظم في دروس الرياضيات	ASDGDML	1: دروس قليلة أو معدومة؛ 2: بعض الدروس؛ 3: معظم الدروس	2023	0.89	64
	7	ثقة الطلاب في الرياضيات	ASDGSCM	1: واثق جدًا؛ 2: واثق إلى حد ما؛ 3: غير واثق	2023	0.68	38
استبيان المنزل	1	أنشطة الحساب المنزلية قبل دخول المدرسة	ASDHENA	1: كثيرًا؛ 2: غالبًا؛ 3: أحيانًا	2011	0.82	46
	2	أنشطة القراءة والحساب المنزلية قبل دخول المدرسة	ASDHELN	1: كثيرًا؛ 2: غالبًا؛ 3: أحيانًا	2011	0.89	38
	3	أداء المهام الحسابية عند دخول المدرسة	ASDHENT	1: متمكن؛ 2: متمكن نوعا ما؛ 3: غير متمكن	2015	0.84	62
	4	أداء مهام القراءة والحساب عند دخول المدرسة	ASDHLNT	1: متمكن؛ 2: متمكن نوعا ما؛ 3: غير متمكن	2015	0.89	49
	5	تصورات ولي الأمر عن مدرسة ابنه	ASDHPSP	1: راضٍ جدًا؛ 2: راضٍ إلى حد ما؛ 3: غير راضٍ	2015	0.91	66
	6	الوضع الاجتماعي والاقتصادي للأسرة	ASDHSES	1: مرتفع؛ 2: متوسط؛ 3: منخفض	2019	0.58	46
الطالب/المنزل	1	الموارد المنزلية للتعلم	ASDGHRL	1: العديد من الموارد؛ 2: بعض الموارد؛ 3: موارد قليلة	2011	0.35	29

استبيان المدرسة	1	نقص موارد الرياضيات في المدرسة	ACDGMRS	1: غير متأثر؛ 2: متأثر إلى حد ما؛ 3: متأثر كثيرًا	2011	0.94	59
	2	النجاح الأكاديمي- المدراء	ACDGEAS	1: تركيز عالي جدًا؛ 2: تركيز عالٍ؛ 3: تركيز متوسط	2015	0.91	59
	3	الانضباط المدرسي	ACDGDAS	1: لا توجد أي مشاكل تقريبًا؛ 2: مشاكل بسيطة؛ 3: مشاكل متوسطة إلى شديدة	2011	0.97	79
	4	تمكن طلاب المدرسة من المهارات القرائية والعددية عند دخول المدرسة	ACDGLNS	1: أكثر من 75%؛ 2: 25-75%؛ 3: أقل من 25%	2015	0.97	74
استبيان المعلم	1	النجاح الأكاديمي- المعلمين	ATDGEAS	1: تركيز عالي جدًا؛ 2: تركيز عالٍ؛ 3: تركيز متوسط	2015	0.92	57
	2	مدارس آمنة ومنظمة	ATDGSOS	1: آمن ومنظم جدًا؛ 2: آمن ومنظم إلى حد ما؛ 3: غير آمن وغير منظم	2011	0.91	64
	3	الرضا الوظيفي	ATDGTJS	1: راضٍ جدًا؛ 2: راضٍ إلى حد ما؛ 3: غير راضٍ	2015	0.86	61
	4	تأثر التدريس بضعف استعداد الطلاب للتدريس	ATDGLSN	1: قليل جدًا؛ 2: بعض؛ 3: كثير	2015	0.8	50

عولجت مشكلة تسمية القيم المفقودة بلغة R، حيث أشار دليل مستخدم قاعدة البيانات الدولية TIMSS2023 إلى أنه عند استخدام ملفات بيانات R. فمن الأهمية فهم كيفية تمثيل البيانات المفقودة ومعالجتها. حيث يوجد رمز واحد للقيم المفقودة وهو NA. لكن بيانات R في الأصل تم إنشاؤها من ملفات SPSS، والتي يرمز فيها للاستجابات "المحذوفة" على أنها 9، 99،...، ويرمز للاستجابات التي "لم يتم الوصول إليها" بالرمز 6، 96، ...، ولضمان الوصول إلى تحليل دقيق في R، يجب إعادة ترميز جميع الرموز الرقمية المفقودة إلى الرمز NA قبل متابعة التحليل. وتم تعديل رموز القيم المفقودة 9، 99، ... إلى NA يدويا، لأن كتابة كود عام باستبدال 9 أو 6 إلى NA قد يؤدي إلى استبدال بعض القيم الصالحة إلى قيم مفقودة.

- بعد الانتهاء من عملية تسمية القيم المفقودة، كان عدد القيم المفقودة كبير جدا مما يجعل الاتجاه إلى حذفها كاملًا خيارًا صعبا، لذلك حذفت ثلاثة متغيرات

أصبحت البيانات قابلة للتحليل، واقتصر فيها على المقاييس الفئوية من استبيانات الطالب، والمدرسة، والمنزل، والمعلم كمتغيرات مستقلة والبالغ عددها (22)

التي بلغت نسبة القيم المفقودة فيها 90%، كما تم حذف 18 حالة التي بلغت نسبة القيم المفقودة فيها 70% فأكثر ليصبح عدد الطلاب (5497). ورغم تطبيق إجراء حذف القيم المفقودة إلا أنه لازال يوجد عدد كبير منها في البيانات، وغالبا ما يكون التعويض بالمتوسط للبيانات الكمية، والمنوال للبيانات الفئوية، إلا أنه توجد خوارزمية أقرب الجيران (k-Nearest Neighbors) من خوارزميات تعلم الآلة تستخدم لتعويض القيم المفقودة، وتقوم فكرتها على البحث عن أقرب ثلاث أو خمس حالات مشابهة للحالة التي تحوي قيمة مفقودة ويتم تقديرها بناء على قيم جيرانها، مما يساعد على المحافظة على توزيع البيانات غالبا، وتعاملها مع القيم المفقودة الفئوية والكمية معا. لهذا السبب تم دمج المتغيرات والمقاييس المستخلصة من استبيانات السياق بداية، كي تستطيع الخوارزمية البحث عن أقرب الجيران مشابهة لها.

- بعد ذلك

مقياسا، مع استخدام القيم المعقولة للتحصيل الرياضي (AMMAT01-05) كمتغيرات تابعة كمية.

- تم تطبيق خوارزمية شجرة القرار من خلال تحميل الحزمة (rpart) المستخدمة في بناء شجرة القرار، وتم الاعتماد على الإعدادات الافتراضية لحزمة rpart في R كما تم استخدام الحزمة (rpart.plot) لرسم شجرة القرار. ومن أجل تحقيق الصلاحية المتبادلة تم تقسيم بيانات العينة البالغ عددها (5497) طالبًا إلى مجموعتين: بيانات تدريب بنسبة 70% (3847)، وبيانات اختبار بنسبة 30% (1650). وقد تم استخدام بيانات التدريب لبناء نموذج شجرة القرار الانحدارية، فيما استخدمت بيانات الاختبار لتقييم دقته التنبؤية.

نتائج البحث

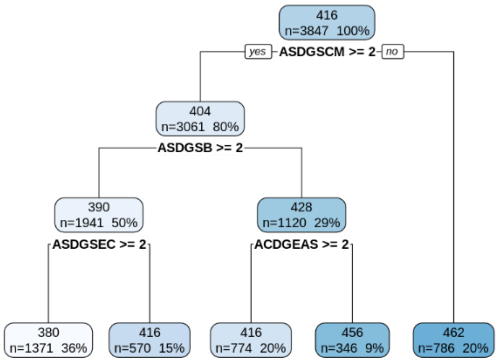
تم عرض النتائج في ضوء أسئلة البحث، كما يلي:

السؤال الأول: ما الأنماط التفسيرية التي تكشف عنها مقاييس استبيانات TIMSS2023 في تفسير التباين في درجات تحصيل طلاب الصف الرابع في مادة الرياضيات بالمملكة العربية السعودية؟

للإجابة عن هذا السؤال، استخدمت خوارزمية شجرة القرار (أشجار الانحدار) وشملت المتغيرات المستقلة 22 مقياسًا فئويًا، في حين اعتُبر التحصيل الرياضي متغيرًا تابعًا كميا، وتم بناء نموذج شجرة قرار لكل قيمة معقولة على حدة (ASMMAT01-05)، واستخدمت بيانات التدريب البالغ عددهم (3847)، وكانت النتائج على النحو الآتي:

النموذج الأول:

يوضح الشكل (1) شجرة الانحدار الناتجة من القيمة المعقولة الأولى (PV1) للتحصيل الرياضي (ASMMAT01)، وتم التعامل مع التحصيل كمتغير كمي. وبُني النموذج باستخدام برنامج R من خلال حزمة (rpart) مع تحديد نوع النموذج كـ "anova" لتناسب طبيعة المتغير التابع.



شكل (1) شجرة الانحدار للقيمة المعقولة الأولى من التحصيل الرياضي (PV1)

أظهر تحليل شجرة القرار أن المتغير الأكثر تأثيرًا في التنبؤ بالتحصيل هو ثقة الطلاب في تعلم الرياضيات (ASDGSCM)، حيث شكّل الجذر الرئيس للشجرة. بعدها تم التفرع بناءً على مستوى التعرض للتنمر (ASDGSB)، بعد ذلك، لوحظ تفرع إضافي بناءً على الكفاءة الذاتية الرقمية (ASDGSEC) ، والنجاح الأكاديمي كما يقدّره مدير المدرسة (ACDGEAS) كعوامل داعمة أو مفسّرة إضافية ضمن المسارات اللاحقة، وهو ما يعكس تداخل العوامل النفسية والمدرسية في تشكيل مخرجات التحصيل.

ومن خلال تتبّع المسارات المختلفة في الشجرة، يمكن ترتيب الفئات الطلابية حسب التحصيل المتوقع، من الأدنى إلى الأعلى تحصيلا على النحو الآتي:

- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية منخفضة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (380)، ويبلغ عدد الطلاب (1371) بنسبة 36%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية مرتفعة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (416)، ويبلغ عدد الطلاب (570) بنسبة 15%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضوا للتنمر تقريبا، وتركز مدرستهم على النجاح الأكاديمي بمستوى عال أو

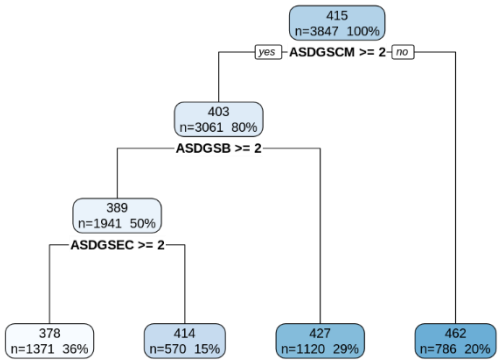
متوسط، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (416)، ويبلغ عدد الطلاب (774) بنسبة 20%.

- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضوا للتنمر تقريبا، وتركز مدرستهم على النجاح الأكاديمي بمستوى عال جدًا، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (456)، ويبلغ عدد الطلاب (346) بنسبة 9%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات عالية، فهذه كافية لتحقيق متوسط الدرجة المتوقعة (462)، ويبلغ عدد الطلاب (786) بنسبة 20%.

يلحظ أن الفئة الثانية والفئة الثالثة حققتا نفس المتوسط (416)، رغم اختلاف العوامل المؤثرة على التحصيل الرياضي في كلا منهما.

النموذج الثاني:

وباتباع المنهجية ذاتها، تم بناء نموذج شجرة الانحدار باستخدام القيمة المعقولة الثانية (ASMMAT02)للتحصيل الرياضي، مع اعتبار التحصيل متغيرًا كميًا. ويُعرض هذا النموذج في الشكل (2).



شكل (2) شجرة الانحدار للقيمة المعقولة الثانية من التحصيل الرياضي (PV2)

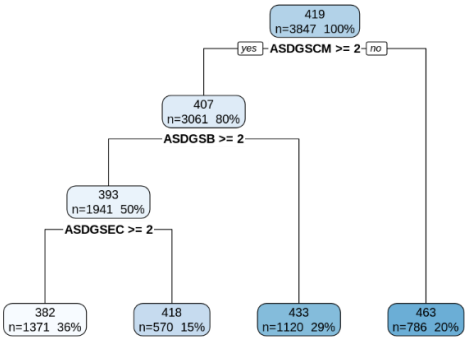
أظهر تحليل شجرة القرار أن المتغير الأكثر تأثيرًا في التنبؤ بالتحصيل هو ثقة الطلاب في تعلم الرياضيات (ASDGSCM)، حيث شكّل الجذر الرئيسي للشجرة. بعدها تم التفرع بناءً على مستوى التعرض للتنمر (ASDGSB)، بعد ذلك، لوحظ تفرع إضافي بناءً على الكفاءة الذاتية الرقمية(ASDGSEC) ، مما يعكس أثر العوامل النفسية على التحصيل.

ومن خلال تتبّع المسارات المختلفة في الشجرة، يمكن ترتيب الفئات الطلابية حسب التحصيل المتوقع، من الأدنى إلى الأعلى تحصيلا على النحو الآتي:

- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية منخفضة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (378)، ويبلغ عدد الطلاب (1371) بنسبة 36%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية مرتفعة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (414)، ويبلغ عدد الطلاب (570) بنسبة 15%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضون للتنمر تقريبا، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (427)، ويبلغ عدد الطلاب (1120) بنسبة 29%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات عالية، فهذه كافية لتحقيق متوسط الدرجة المتوقعة (462)، ويبلغ عدد الطلاب (786) بنسبة 20%.

النموذج الثالث

وباتباع المنهجية ذاتها، تم بناء نموذج شجرة الانحدار باستخدام القيمة المعقولة الثالثة (ASMMAT03)للتحصيل الرياضي، مع اعتبار التحصيل متغيرًا كميًا. ويُعرض هذا النموذج في الشكل (3).



شكل (3) شجرة الانحدار للقيمة المعقولة الثالثة من التحصيل الرياضي (PV3)

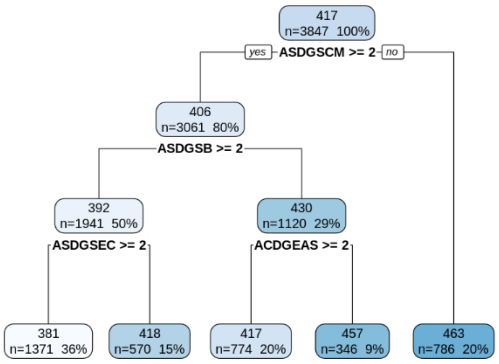
أظهر تحليل شجرة القرار أن المتغير الأكثر تأثيرًا في التنبؤ بالتحصيل هو ثقة الطلاب في تعلم الرياضيات (ASDGSCM)، حيث شكّل الجذر الرئيس للشجرة. بعدها تم التفرع بناءً على مستوى التعرض للتنمر (ASDGSB)، يليه تفرع إضافي بناءً على الكفاءة الذاتية الرقمية(ASDGSEC) ، مما يعكس أثر العوامل النفسية على التحصيل.

ومن خلال تتبّع المسارات المختلفة في الشجرة، يمكن ترتيب الفئات الطلابية حسب التحصيل المتوقع، من الأدنى إلى الأعلى تحصيلا على النحو الآتي:

- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية منخفضة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (382)، ويبلغ عدد الطلاب (1371) بنسبة 36%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية مرتفعة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (418)، ويبلغ عدد الطلاب (570) بنسبة 15%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضوا للتنمر تقريبا، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (433)، ويبلغ عدد الطلاب (1120) بنسبة 29%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات عالية، فهذه كافية لتحقيق متوسط الدرجة المتوقعة (463)، ويبلغ عدد الطلاب (786) بنسبة 20%.

النموذج الرابع

وباتباع المنهجية ذاتها، تم بناء نموذج شجرة الانحدار باستخدام القيمة المعقولة الرابعة (ASMMAT04)للتحصيل الرياضي، مع اعتبار التحصيل متغيرًا كميًا. ويُعرض هذا النموذج في الشكل (4).



شكل (4) شجرة الانحدار للقيمة المعقولة الرابعة من التحصيل الرياضي (PV4)

أظهر تحليل شجرة القرار أن المتغير الأكثر تأثيرًا في التنبؤ بالتحصيل هو ثقة الطلاب في تعلم الرياضيات (ASDGSCM)، حيث شكّل الجذر الرئيسي للشجرة. بعدها تم التفرع بناءً على مستوى التعرض للتنمر (ASDGSB)، بعد ذلك، لوحظ تفرع إضافي بناءً على الكفاءة الذاتية الرقمية(ASDGSEC) ، والنجاح الأكاديمي كما يقدّره مدير المدرسة(ACDGEAS) كعوامل داعمة أو مفسّرة إضافية ضمن المسارات اللاحقة، وهو ما يعكس تداخل العوامل النفسية والمدرسية في تشكيل مخرجات التحصيل

ومن خلال تتبّع المسارات المختلفة في الشجرة، يمكن ترتيب الفئات الطلابية حسب التحصيل المتوقع، من الأدنى إلى الأعلى تحصيلا على النحو التالي:

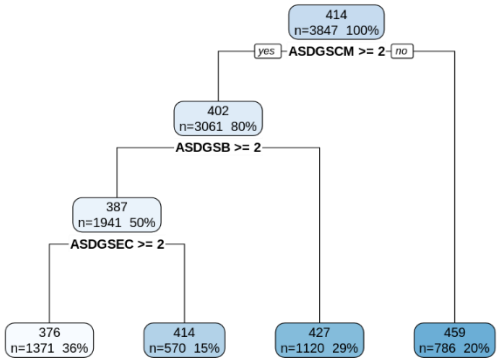
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية منخفضة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (381)، ويبلغ عدد الطلاب (1371) بنسبة 36%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا،

وكفاءتهم الذاتية الرقمية مرتفعة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (418)، ويبلغ عدد الطلاب (570) بنسبة 15%.

- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضوا للتنمر تقريبا، وتركز مدرستهم على النجاح الأكاديمي بمستوى عال أو متوسط، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (417)، ويبلغ عدد الطلاب (774) بنسبة 20%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضوا للتنمر تقريبا، وتركز مدرستهم على النجاح الأكاديمي بمستوى عال جدًا، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (457)، ويبلغ عدد الطلاب (346) بنسبة 9%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات عالية، فهذه كافية لتحقيق متوسط الدرجة المتوقعة (463)، ويبلغ عدد الطلاب (786) بنسبة 20%.

النموذج الخامس

وباتباع المنهجية ذاتها، تم بناء نموذج شجرة الانحدار باستخدام القيمة المعقولة الخامسة (ASMMAT05)للتحصيل الرياضي، مع اعتبار التحصيل متغيرًا كميًا. ويُعرض هذا النموذج في الشكل (5).



شكل (5) شجرة الانحدار للقيمة المعقولة الخامسة من التحصيل الرياضي (PV5)

أظهر تحليل شجرة القرار أن المتغير الأكثر تأثيرًا في التنبؤ بالتحصيل هو ثقة الطلاب في تعلم الرياضيات (ASDGSCM)، حيث شكّل الجذر الرئيسي للشجرة. بعدها تم التفرع بناءً على مستوى التعرض للتنمر (ASDGSB)، يليه تفرع إضافي بناءً على الكفاءة الذاتية الرقمية(ASDGSEC) ، مما يعكس أثر العوامل النفسية على التحصيل.

ومن خلال تتبّع المسارات المختلفة في الشجرة، يمكن ترتيب الفئات الطلابية حسب التحصيل المتوقع، من الأدنى إلى الأعلى تحصيلا على النحو الآتي:

- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية منخفضة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (376)، ويبلغ عدد الطلاب (1371) بنسبة 36%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية مرتفعة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (414)، ويبلغ عدد الطلاب (570) بنسبة 15%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ولا يتعرضوا للتنمر تقريبا، فإن متوسط الدرجة المتوقعة لمثل هذه الحالة (427)، ويبلغ عدد الطلاب (1120) بنسبة 29%.
- طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، فهذه كافية لتحقيق متوسط الدرجة المتوقعة (459)، ويبلغ عدد الطلاب (786) بنسبة 20%.

وتعكس هذه الأنماط أهمية العوامل النفسية في التفاعل مع التحصيل، وتُبرز دور ثقة الطالب وكفاءته الرقمية والأثر السلبي للتنمر كمحاور أساسية لفهم تباين تحصيل الطلاب في مادة الرياضيات. وقد أكدت هذه النتيجة نتائج بحث يلدريم وبيليكان (Yildirim & Bilican, 2014) بحث السقاف والعبدالجبار (Alsaggaf & Abdulgabar, 2024) في ظهور ثقة الطالب والتنمر كعوامل مؤثرة في التحصيل.

السؤال الثاني: ما أهم العوامل المؤثرة في مستوى التحصيل الدراسي في مادة الرياضيات لدى طلاب الصف الرابع في المملكة العربية السعودية؟

للإجابة عن هذا السؤال، تم حساب الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة (المقاييس الفئوية) في تفسير مستوى التحصيل الرياضي من خلال تحليل مخرجات شجرة القرار في النماذج الخمسة التي بُنيت على القيم المعقولة للتحصيل الرياضي. ويوضح الجدول (4) متوسط أهمية كل مقياس ضمن النماذج الخمسة.

جدول (4)

متوسط الأهمية النسبية لكل مقياس في شجرة القرار ضمن النماذج الخمسة

المقياس	النموذج الأول	النموذج الثاني	النموذج الثالث	النموذج الرابع	النموذج الخامس	المتوسط
ثقة الطلاب في الرياضيات (ASDGSCM)	0.492	0.560	0.507	0.491	0.522	0.514
التنمر (ASDGSB)	0.240	0.264	0.301	0.240	0.282	0.266
الكفاءة الذاتية الرقمية (ASDGSEC)	0.125	0.130	0.139	0.129	0.146	0.134
السلوك غير المنظم في دروس الرياضيات (ASDGDML)	0.041	0.046	0.052	0.041	0.049	0.046
النجاح الأكاديمي – مدراء (ACDGEAS)	0.091	0	0	0.089	0	0.036
تأثر التدريس بضعف استعداد الطلاب للتدريس (ATDGLSN)	0.010	0	0	0.009	0	0.004
نقص موارد الرياضيات في المدرسة (ACDGMRS)	0.001	0	0	0.001	0	0.000

أظهرت نتائج تحليل الأهمية النسبية للمتغيرات أن ثقة الطلاب في الرياضيات كان الأكثر تأثيرًا بمتوسط 0.514، يليه التنمر بمتوسط 0.265، والكفاءة الذاتية الرقمية بمتوسط 0.134، يليه السلوك غير المنظم في دروس الرياضيات بمتوسط 0.046، ثم النجاح الأكاديمي كما يقدره المدير في حين أظهرت متغيرات مثل نقص موارد الرياضيات في المدرسة وتأثر التدريس بضعف استعداد الطلاب للتعلم تأثيرًا منخفضًا للغاية، وهو ما يشير إلى أن العوامل النفسية والمناخ المدرسي تمثل محركات تفسيرية أقوى لتحصيل الطلاب في هذا النموذج.

ومن الجدير بالملاحظة أن "السلوك غير المنظم في دروس الرياضيات" قد سجل أهمية نسبية أعلى من "النجاح الأكاديمي كما يقدره المدير"، رغم أن الأول لم يظهر فعليًا في أي من العقد الظاهرة في الشجرة. ويُعزى ذلك إلى طبيعة خوارزمية شجرة القرار(CART) ، التي تُقيّم جميع المتغيرات في كل مرحلة أثناء بناء النموذج، وتحتسب مقدار مساهمة كل متغير في تقليل الخطأ التنبؤي (مثل مجموع مربعات البواقي)، حتى وإن لم يُستخدم فعليًا في الانقسام النهائي، إلا أنه كان مرشحًا قويًا للانقسام في مواضع متعددة مما يمنحه وزنًا أعلى في حساب الأهمية الكلية. بمعنى أن "السلوك غير المنظم" ربما لم يكن العامل الأهم في لحظة اتخاذ القرار على أي مستوى، إلا أنه قد ظهر كمتغير واعد في عدة مستويات محتملة، مما منحه وزنًا أعلى. وفي المقابل، قد يظهر متغير مثل "النجاح الأكاديمي كما يقدره المدير" في أحد المسارات النهائية، لكنه لا يحقق انخفاضًا كبيرًا في الخطأ الكلي، فتكون أهميته العددية أقل.

ويؤكد هذا التباين أن الظهور في الشجرة لا يعني بالضرورة أن المتغير هو الأكثر تأثيرًا، كما أن عدم الظهور لا يعني ضعف القيمة التنبؤية، وهو ما يُبرز أهمية الرجوع إلى جدول أهمية المتغيرات إلى جانب تفسير البنية الهيكلية للشجرة.

السؤال الثالث: ما مدى دقة نموذج شجرة القرار في التنبؤ بدرجات تحصيل طلاب الصف الرابع في مادة الرياضيات في المملكة العربية السعودية؟

بعد بناء النماذج الخمسة من شجرة القرار باستخدام بيانات التدريب، تم تقييم أداء كل نموذج باستخدام بيانات الاختبار. وقد تم الاعتماد على مجموعة من المؤشرات التنبؤية المعيارية لتقدير دقة النماذج، وهي: متوسط مربع الخطأ(MSE) ، والجذر التربيعي للخطأ (RMSE)، ومتوسط الخطأ المطل (MAE)، ومعامل التحديد(R^2) ، ومتوسط نسبة الخطأ المطلق (MAPE)، ويوضح الجدول (5) أداء النماذج الخمسة بناءً على هذه المؤشرات.

جدول (5)

مؤشرات دقة النماذج التنبؤية لكل من القيم المعقولة الخمس لتحصيل الرياضيات

المؤشر	النموذج الأول	النموذج الثاني	النموذج الثالث	النموذج الرابع	النموذج الخامس	المتوسط
MSE	7751.96	7702.72	7411.85	7778.46	7672.539	7663.11
RMSE	88.04	87.77	86.09	88.2	87.59	87.54
MAE	70.93	70.74	69.78	70.9	70.86	70.62
R^2	0.095	0.097	0.103	0.085	0.111	0.0982
MAPE	18.81 %	18.47 %	18.01 %	18.63 %	18.58 %	%18.50

أظهرت نتائج التقييم التنبئي تباينًا طفيفًا بين النماذج الخمسة من حيث مؤشرات الدقة، ويعد النموذج الثالث الأفضل من حيث دقة التنبؤ، حيث سجل أقل القيم في مؤشرات الخطأ، بينما حقق النموذج الخامس أعلى قيمة لمعامل التحديد (0.111)، مما يدل على قدرته النسبية الأعلى في تفسير الفروق الفردية بين الطلاب. ويعود ذلك إلى أن التحصيل يعد ظاهرة طبيعة معقدة ومتعددة العوامل، يصعب حصرها في نموذج واحد، خاصة أن البحث اعتمد على المقاييس الفئوية من بيانات TIMSS.

وعلى الرغم من قدرة نموذج شجرة القرار على تفسير بعض الأنماط التفسيرية في البيانات، إلا أن محدودية القدرة التنبؤية تفتح المجال لاستكشاف نماذج إحصائية بديلة قد تقدم أداءً أدق، مثل: الغابات العشوائية.

مناقشة نتائج البحث

ساعدت شجرة القرار في فهم سلوك أداء طلاب الصف الرابع بالمملكة العربية السعودية، وتحديد العوامل المؤثرة على تحصيلهم الرياضي، حيث تكررت ثلاثة أنماط من سلوكيات الطلاب في النماذج الخمسة من أشجار الانحدار، وهي: طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية منخفضة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة تتراوح (382 -376) للطلاب البالغ عددهم (1371) بنسبة 36%. وكذلك طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات منخفضة، ويتعرضون للتنمر شهريًا أو أسبوعيا، وكفاءتهم الذاتية الرقمية مرتفعة، فإن متوسط الدرجة المتوقعة تتراوح بين (418 -414)، ويبلغ عدد الطلاب (570) بنسبة 15%. والنمط الثالث طلاب لديهم مستوى الثقة في الرياضيات عالية، وكانت كافية لأن يكون متوسط الدرجة المتوقعة يتراوح (464 -459)، ويبلغ عدد الطلاب (786) بنسبة 20%.

في النماذج الخمسة من أشجار القرار ظهرت ثقة الطلاب في الرياضيات كأهم عامل مؤثر على تحصيل الطلاب، ويتفق هذا مع نتيجة دراسة الحيسوني (2023) التي أشارت إلى أن ثقة الطلاب في الرياضيات من أكثر العوامل تأثيرًا في التحصيل الرياضي لدى طلاب الصفين الرابع والثامن. وكان ارتفاع هذا العامل وحده كفيلا بارتفاع درجة التحصيل في الرياضيات، كون ثقة الطالب بقدراته في الرياضيات تساعده في التفكير بشكل أكبر في الأسئلة التي لم يعتد عليها، ويحاول الإجابة عنها، ويتفق هذا مع نتيجة بحث

هوانغ وآخرون (Hwang,2017) أن الثقة في الرياضيات كانت من أقوى العلاقات الإيجابية مع التفكير الرياضي. ويأتي التنمر في المرتبة الثانية من العوامل المؤثرة سلبًا على التحصيل الرياضي، وقد أجرى أوزيلديريم وكراداغ (Ozyildirim, Karadağ, 2024) تحليلًا بعديا عن تأثير التنمر من الأقران على التحصيل الأكاديمي باستخدام بيانات TIMSS و PIRLS ووجد أن تعرض الطالب لتنمر الأقران له تأثير كبير على التحصيل الأكاديمي للطلاب، وأن طلاب الصف الرابع الذين يتعرضون للتنمر يتأثر تحصيلهم الأكاديمي بشكل سلبي أكثر من طلاب الصف الثامن الذين يتعرضون للتنمر. كما أظهرت نتائج بحث مورفي وآخرون (Murphy, et al. ,2022) أن تأثير التنمر على التحصيل يمتد لمراحل لاحقة، مما يستدعي الانتباه ومعالجة ظاهرة التنمر وبذل الجهود لعدم تفشيها بين طلاب المرحلة الابتدائية. وقد أشار رين ,.Ren, et al (2025) أن العلاقات بين المعلم والطالب وشعور الطالب بالانتماء للمدرسة يعدان وسطاء متسلسلين بين التنمر المدرسي والتحصيل في الرياضيات.

في حين جاءت الكفاءة الذاتية الرقمية في المرتبة الثالثة من العوامل المؤثرة على التحصيل الرياضي، خاصة أنه بعد جائحة (Covid-19) ارتفعت ممارسات الطلاب للأجهزة الرقمية واستخدامها في التعليم، إضافة إلى أنهم خضعوا للتقييم في TIMSS2023 بصورة رقمية. وقد أشار بحث لي (Lee, 2024) إلى أن استخدام الطلاب المتكرر للأجهزة الرقمية يؤدي إلى اهتمامهم بها، واستعدادهم لاستخدامها بفعالية لحل المشكلات، مما أثر إيجابا على أدائهم في التقييمات الدولية.

وأظهر البحث أن الكفاءة الذاتية الرقمية ارتبطت بالطلاب الذين تعرضوا للتنمر، خاصة أن الطلاب بدأوا يتعرضون للتنمر الإلكتروني، وقد أظهرت نتائج بحث بوتزيس وآخرون (Putzeys, et al.,2024) إلى أن التعرض للتنمر يمكن أن يُضعف التصورات الذاتية الاجتماعية والمعرفية والعاطفية المتعلقة بالتحصيل الدراسي (الكفاءة الذاتية)، مما يُقلل من الأداء الأكاديمي الفعلي. وهناك نموذج بديل معقول، وإن لم يُبحث فيه بشكل كافٍ، وهو أن الكفاءة الذاتية الأكاديمية تحمي من آثار التعرض للتنمر على الأداء الأكاديمي للطلاب من خلال تعديل العلاقة بين التعرض للتنمر والتحصيل الدراسي. كما أشار بيكر وآخرون (Peker, et al ,2021) إلى أن انخفاض الكفاءة الذاتية يؤدي إلى زيادة سلوك التنمر الإلكتروني، بينما تؤدي زيادة الكفاءة الذاتية إلى تقليل سلوك التنمر عبر الإنترنت.

ملخص النتائج والتوصيات والمقترحات

في ضوء ما كشفت عنه نتائج البحث من أن العوامل المرتبطة بالطالب تُعد من أبرز المحددات المؤثرة في تحصيل طلاب الصف الرابع في مادة الرياضيات وفقًا لبيانات TIMSS2023 في المملكة العربية السعودية، ويتفق هذا مع بحث لي وستانكوف (Lee & Stankov, 2018)الذي أظهر أن مجموعة من بنيات المعتقدات الذاتية كانت أفضل التنبؤات بتحصيل الطلاب على المستوى الفردي في الرياضيات. وتؤكد هذه النتائج أهمية تقديم برامج تدريبية للمعلمين حول أساليب بناء ثقة الطلاب في الرياضيات، والكفاءة الذاتية الرقمية، وتفعيل دور الأنشطة والمواد التعليمية الرقمية داخل المنزل والمدرسة، والاستفادة القصوى من المواقع والمنصات التعليمية مثل: منصة مدرستي، عين الإثرائية ...الخ. وتقديم برامج توعوية للحد من التنمر، وتنمية استراتيجيات لتعزيز المهارات الاجتماعية والعاطفية.

ويوصي البحث بإجراء مزيد من الأبحاث التربوية لتتبع تطور ثقة الطلاب في الرياضيات عبر المراحل الدراسية المختلفة، وتحليل مدى تأثرها بالتجارب السلبية مثل التنمر أو ضعف الكفاءة الرقمية. ودراسة آليات مقترحة للحد من التنمر، وتطوير موارد تعليمية رقمية تفاعلية لتعزيز الكفاءة الذاتية الرقمية، ودمج تقنيات تحليل متقدم مثل نمذجة المعادلات البنائية أو تحليل المسار السببي لدراسة الأثر غير المباشر للكفاءة الرقمية على التحصيل، من خلال متغيرات وسيطة كالثقة في الرياضيات.

المراجع

المراجع العربية

أتيويل، بول؛ موناغان، دايفد؛ كوونغ، دارين(2020). *مدخل إلى التنقيب في بيانات العلوم الاجتماعية*. (ترجمة: عبد النور خراقي). المنظمة العربية للترجمة.

آل حسان، أمل(2020). *استخدام تقنيات تنقيب البيانات للتنبؤ بالأداء الأكاديمي للطلاب*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك عبد العزيز.

الأومير، مها (2021). *خصائص معلمي الرياضيات المؤثرة في تباين مستوى تحصيل الطلاب الرياضي في دراسة 2019 دراسة مقارنة بين نتائج المملكة العربية والسعودية والولايات المتحدة الأمريكية*. رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة الملك سعود.

برنامج تنمية القدرات البشرية التابع لرؤية المملكة العربية السعودية.
https://www.vision2030.gov.sa/ar/v2030/vrps//hcdp

الجناعي، أواب؛ الحداد، الحسين؛ البار، علي؛ الزهاري، عمار(2011). استكشاف بعض الأنماط المؤثرة في الأداء الأكاديمي لطلاب جامعة العلوم والتكنولوجيا باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات. *مجلة العلوم والتكنولوجيا*، 16 (1)، 22-38.

الصريصري، نسيم(2021). *التنبؤ بالأداء الأكاديمي للطلاب الصم وضعاف السمع باستخدام تقنيات تنقيب البيانات التعليمية*. رسالة دكتوراه غير منشورة. جامعة الملك سعود.

الحيسوني، محمد(2023). *تصور مقترح لتحسين التحصيل الرياضي لدى طلاب المملكة العربية السعودية في ضوء العوامل المؤثرة في أداء طلاب الدول ذات الأداء الإيجابي وفقا لنتائج TIMSS 2019*. رسالة دكتوراه غير منشورة. جامعة الملك سعود.

رؤية المملكة العربية السعودية (2030). https://www.vision2030.gov.sa/ar/

الزيد، ندى(2020). *الممارسات التدريسية لمعلمي الرياضيات وعلاقتها بالتحصيل الرياضي لطلبة الصف الرابع الابتدائي في ضوء اختبارات (TIMSS 2015)*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود.

سيد، أحمد (2016). أدوات التنقيب عن البيانات مفتوحة المصدر دراسة تحليلية تقييمية. *مجلة جامعة طيبة للآداب والعلوم الإنسانية*، 10، 791 -865.

الفخري، نعمه (2018). *أساسيات في تعدين البيانات مفاهيم وتقنيات*. دار الأيام.

المراجع الأجنبية

Aksu, G. & Güzeller, C. (2016). Classification of PISA 2012 mathematical literacy scores using Decision-Tree Method: Turkey sampling. *Egitim ve Bilim*, 41(185), 101-122. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.15390/EB.2016.4766

Ali, F., Ow-Yeong, Y. K., & Tilley, J. L. (2024). Are schools becoming more unequal? Insights from exploratory data mining of international large-scale assessment, TIMSS 2003-2019. *Studies in Educational Evaluation*, *81*, 101330.

Alhaysouni, Mohammed. (2023). *proposed perception for improving (TIMSS 2019). saudi students mathematical achievement based on saudi students mathematical achievement based on positive performance according to the results of TIMSS 2019 (In Arabic).* Unpublished PhD thesis. King Saud University.

Alhassan, Amal. (2020). *Using data mining techniques to predict students' academic performance (In Arabic).* Unpublished master's thesis. King Abdulaziz University.

Alharbi, M. S., Almatham, K. A., Alsalouli, M. S., & Hussein, H. B. (2020). Mathematics Teachers' Professional Traits that Affect Mathematical Achievement for Fourth-grade Students according to the TIMSS 2015 Results: A Comparative Study among Singapore, Hong Kong, Japan, and Saudi Arabia. *International Journal of Educational Research, 104.* https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1016/j.ijer.2020.101671.

Al-Janāʿī, A., Al-Ḥaddād, Al-Ḥ., Al-Bār, ʿA., & Al-Zuhārī, ʿA. (2011). *Istikshāf baʿḍ al-anmāṭ al-muʾaththira fī al-adāʾ al-akādīmī li-ṭullāb Jāmiʿat al-ʿUlūm wa-al-Tiknūlūjiyā bi-istikhdām taqniyāt al-tanqīb fī al-bayānāt*. Majallat al-ʿUlūm wa-al-Tiknūlūjiyā, 16(1), 22–38.

Alomiear, Maha. (2021). *Teachers' characteristics and their effect on student's Mathematical achievement in (TIMSS 2019) : a comparative study between Saudi Arabia and the United states of America (In Arabic).* Unpublished Master's Thesis. King Saud University.

Alsaggaf, I. A., & Abdulgabar, N. (2024). The impact of motivation on mathematics achievement of Saudi students using structure equation method and mediation analysis.

Alsraisri, Naseem. (2021). *Predicting Academic Performance of Deaf and Hard of Hearing Students Using Educational Data Mining*

Haj Hamad, Y. M. (2022). *Prediction of student's performance using five classifiers*. *Majallat al-Fazari lil-Dirasat al-Tarbawiyya wa-al-Nafsiyya wa-al-Lughawiyya*, 6(1), 219–244.

Human Capability Development Program. Human Capability Development Program

Hwang, J., Runnalls, C., Bhansali, S., Navaandamba, K., & Choi, K. M. (2017). "Can I do Well in mathematics reasoning?" Comparing US and Finnish students' attitude and reasoning via TIMSS 2011. *Educational Research and Evaluation*, *23*(7-8), 328-348.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning: With applications in R* (2nd ed.). Springer. https://www.statlearning.com/

Kiray, S. A., Gok, B., & Bozkir, A. S. (2015). Identifying the Factors Affecting Science and Mathematics Achievement Using Data Mining Methods. *Journal of Education in Science*, Environment and Health, 1(1), 28–48.

Kiu, C.-C. (2018). Data Mining Analysis on Student's Academic Performance through Exploration of Student's Background and Social Activities. Proceedings - 2018 4th International Conference on Advances in Computing, Communication and Automation, ICACCA 2018. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1109/ICACCAF.2018.8776809

Koyuncu, B., & Ilgaz, G. (2019). Matematik Öğretimi Sürecinde Ülkelerin Eğitim Girdilerini Ne Kadar Etkin Kullandıklarının TIMSS 2015 Verilerine Göre İncelenmesi. (Turkish). Ilkogretim Online, 18(4), 1732–1750. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.17051/ilkonline.2019.639311

Lee, D. (2024). *Interrelationship among students' ICT usage, attitude, and academic* performance in Nordic countries: Multilevel structural equation modeling on PISA 2018 and *TIMSS 2019* (Doctoral dissertation). University of Maryland.

Martínez, F., & Chaparro, A. (2017). Data-Mining Techniques in Detecting Factors Linked to Academic Achievement. School Effectiveness and School Improvement, 28(1), 39–55.

Martínez, F., Gamazo, A., & Rodríguez-Conde, M. (2020). Educational Data Mining: Identification of factors associated with school effectiveness in PISA assessment. Studies in Educational Evaluation, 66. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1016/j.stueduc.2020.100875

Muñoz, I., Molina,E., Casas, E., & Martín, E. (2018). ¿Cuánto oro hay entre la arena? *Techniques (In Arabic)*. Unpublished Master's Thesis. King Abdulaziz University.

AlZaid, Nada. (2020). The Relationship between Mathematics Teachers Practices and Mathematical Achievement of Fourth-Grade Students in the Light of TIMSS2015 (In Arabic). Unpublished Master's Thesis. King Saud University.

Attewell, P., Monaghan, D., & Kwong, D. (2015). *Data Mining For Social Sciences: An Introduction.* (ʿAbd al-Nūr Khirrāqī, Trans. In Arabic). Arrangement With University of California Press.

Baker, R. & Yacef, K. (2009). The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions. *Journal of Educational Data Mining, 1(1), 3–16.*

Boman, B. (2022). Educational achievement among East Asian schoolchildren 1967–2020: A thematic review of the literature. International Journal of Educational Research Open, 3. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1016/j.ijedro.2022.100168

Caponera, E., Losito, B.(2016). Context factors and student achievement in the IEA studies: evidence from TIMSS. *Large-scale Assess Educ* **4**(12). https://doi.org/10.1186/s40536-016-0030-6

Depren,S. K.; Askin,O. E & OZ, E. (2017). Identifying the Classification Performances of Educational Data Mining Methods: A Case Study for TIMSS. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.12738/estp.2017.5.0634

Drent, M., Meelissen, M. R. M., & van der Kleij, F. M. (2013). The contribution of TIMSS to the link between school and classroom factors and student achievement. Journal of Curriculum Studies, 45(2), 198-224–224. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1080/00220272.2012.727872

Gabriel, F. , Westwell, M. , & Signolet, J. (2018). A machine learning approach to investigating the effects of mathematics dispositions on mathematical literacy. International Journal of Research and Method in Education, 41(3), 306-327–327. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.1080/1743727X.2017.1301916

Gamazo, A., & Martínez-Abad, F. (2020). An exploration of factors linked to academic performance in PISA 2018 through data mining techniques. *Frontiers in Psychology*, *11*, 575167.

implementation. In M. O. Martin, I. V. S. Mullis, & K. T. Duarte (Eds.), *TIMSS 2023 technical report* (Chapter 9). TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Sinharay, S. (2016). An NCME instructional module on data mining methods for classification and regression. *Educational Measurement: Issues and Practice*, *35*(3), 38-54.

Shin, D., Shim, J. (2021). A Systematic Review on Data Mining for Mathematics and Science Education. *Int J of Sci and Math Educ* **19**, 639–659. https://doi org.sdl.idm.oclc.org/10.1007/s10763-020-10085-7

Thomas, C. (Ed.). (2021). Data mining: Concepts and applications. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.93216

Yoo, J. ; Rho, M. (2017). TIMSS 2015 Korean Student, Teacher, and School Predictor Exploration and Identification via Random Forests. *The SNU Journal of Education Research*, 26(4) 43-61.

Yildirim, B., & Bilican, K. (2014). Investigating the effect of school and student-related factors on mathematics achievement in TIMSS 2011 in Turkey. *Education and Science*, 39(176), 231–243.

Minería de datos con los resultados de España en PISA 2015 "*How much gold is in the sand? Data mining with Spain's PISA 2015 results*". Revista Española de Pedagogía, 76. https://doi-org.sdl.idm.oclc.org/10.22550/rep76-2-2018-02Saudi Vision 2030. Saudi Vision 2030

Murphy, D., Leonard, S. J., Taylor, L. K., & Santos, F. H. (2022). Educational achievement and bullying: The mediating role of psychological difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, 92, 1487–1501. **https://doi.org/10.1111/bjep.12511**

Lee, J., & Stankov, L. (2018). Non-cognitive predictors of academic achievement: Evidence from TIMSS and PISA. *Learning and Individual Differences*, *65*, 50-64.

Ozyildirim, G., & Karadağ, E. (2024). The effect of peer bullying on academic achievement: a meta-analysis study related to results of TIMSS and PIRLS. *Psychology in the Schools, 61(5), 2185-2203.*

Peker, A., Eroğlu, Y., & Yıldız, M. N. (2021). Does high self-efficacy in adolescents minimize cyber bullying behaviour?. *Clinical and Experimental Health Sciences*, *11*(1), 140-145

Putzeys, S., Hall, G., Jenkins, L. N., Dunn, P., & Harvey, K. (2024). Comparing Buffer Versus Transmission Models of Bullying Victimization, Math Self-Efficacy, and Math Achievement: A Multilevel Approach

Qiao, X & Jiao, H (2018). Data Mining Techniques in Analyzing Process Data: A Didactic. *Frontiers in Psychology*, 9. https://doi References org.sdl.idm.oclc.org/10.3389/fpsyg.2018.0223

Ren, R., Chen, W. & Zhao, S. The indirect effects of school bullying on mathematics achievement: the mediating roles of teacher-student relationships, sense of belonging and differences between genders. *BMC Public Health* **25**, 113 (2025). https://doi.org/10.1186/s12889-025-21307-4

Sayed, Ahmed. (2016). Data Mining Tools Open Source: Analytical Evaluation Study (In Arabic). Journal of Taibah University - Arts & Humanities, 10, 791-865.

Siemssen, A. (2018). *Using data mining to model student achievement on the grade TIMSS 2015 mathematics assessment: A five nation study* (Order No. 10812051). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2056841950). Retrieved from https://www.proquest.com/dissertations-theses/using-data-mining-model-student-achievement-on-4/docview/2056841950/se-2

Siegel, P., Cooney, D., Ridenhour, J., & Atasever, U. (2024). TIMSS 2023 sampling