

المجلة الدولية للأبحاث التربوية

International Journal for Research in Education

المجلد (50) العدد (1) يناير 2026 - Vol. (50), issue (1) January 2026

هذا البحث حاصل على

جائزة حمدان بن راشد آل مكتوم / الألكسو للبحث التربوي المتميز
ضمن منافسات الدورة 28 - للعام 2025

Manuscript No. : 2428

Concurrent and Longitudinal Predictions of Math Anxiety, Science Anxiety, and Enrollment in Science and Art Tracks in Secondary Education

التنبؤات المتزامنة والطولية لقلق الرياضيات وقلق العلوم والالتحاق بالمسارين
العلمي والأدبي في التعليم الثانوي

DOI : <http://doi.org/10.36771/ijre.50.1.26-pp311-350>

Ahmed M. Megreya

Qatar University,
Qatar

amegreya@qu.edu.qa

Ahmed A. Al-Emadi

Qatar University,
Qatar

أحمد محمد مجرية

جامعة قطر -

قطر

أحمد عبد الرحمن العمادي

جامعة قطر -

قطر

Abstract

The worldwide need for STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) expertise highlights the critical importance of examining education-related emotions that shape students' educational pathways and career decisions. Using a sample of tenth-grade students from Qatari schools (N = 391) and a follow-up sample in eleventh grade (N = 350), after their enrollment in either the art or science track, the present study examined the concurrent and longitudinal predictions of math anxiety, science anxiety, and track enrollments in secondary education. The science track attracted a larger number of male students, whereas the art track drew a higher proportion of female students. Partially supporting the debilitating theory, later math and science anxieties were predicted by early math and science achievements (respectively). However, concurrent analyses provided stronger support for the reciprocal interaction theory. Specifically, math and biology achievements – but not chemistry or physics achievements – were predicted by math and science anxieties. In turn, these two forms of academic anxiety were themselves predicted by math and biology achievements, respectively. Moreover, students' track enrollments were predicted by math anxiety (but not science anxiety) in both the tenth and eleventh grades. Accordingly, early identification and intervention for math anxiety may be essential for supporting academic achievement and, consequently, for promoting greater engagement and success in STEM domains.

Keywords: math anxiety, science anxiety, psycho-educational variables, art/science enrollment, secondary education

مستخلص البحث

تسلط الحاجة العالمية إلى الخبرات في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) الضوء على الأهمية البالغة لدراسة الانفعالات المتعلقة بالتعليم، والتي ربما تؤثر على مسارات الطلبة التعليمية وقراراتهم المهنية. وباستخدام عينة من الطلبة في الصف العاشر في المدارس القطرية (ن=391)، وعينة متابعة في الصف الحادي عشر (ن=350) عند التحاقهم بالمسار الأدبي أو العلمي، هدفت الدراسة الحالية إلى فحص التنبؤات المتزامنة والطولية لكل من قلق الرياضيات، قلق العلوم، واختيار المسار الدراسي في التعليم الثانوي. فقد اجتذب المسار العلمي عدداً أكبر من الذكور، بينما جذب المسار الأدبي نسبة أعلى من الإناث. تم التنبؤ بقلقي الرياضيات والعلوم في التقييم الثاني من خلال تحصيل الرياضيات والعلوم في التقييم الأول (على التوالي)؛ مما يدعم جزئياً نظرية الإضعاف. وبالرغم من ذلك، فقد قدمت نتائج التنبؤات المتزامنة دعماً واضحاً لنظرية التأثير المتبادل؛ إذ تم التنبؤ بتحصيل الرياضيات وتحصيل الاحياء (ولكن ليس الكيمياء والفيزياء) من خلال قلقي الرياضيات والعلوم، كما تم التنبؤ بهذين النوعين من القلق الأكاديمي من خلال تحصيل الرياضيات والاحياء (على التوالي). علاوة على ذلك، تم التنبؤ بالالتحاق بالمسار الدراسي من خلال قلق الرياضيات (ولكن ليس قلق العلوم) في كلا الصفين العاشر والحادي عشر. وعليه، فإن التشخيص والتدخل المبكرين لقلق الرياضيات ربما يدعم التحصيل؛ مما يؤدي بدوره إلى تحسين فرص الدراسة والنجاح في التخصصات العلمية.

الكلمات المفتاحية: قلق الرياضيات، قلق العلوم، المتغيرات النفسية التربوية، واختيارات

المسار الدراسي، التعليم الثانوي

مقدمة

يعد إعداد كفاءات متخصصة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وتدريبها وتطويرها من الأولويات القومية المهمة. وعلى الرغم من ذلك، فقد تجذب البرامج الجامعية، في هذه التخصصات العلمية، نسباً أقل من الطلبة، مقارنة بالبرامج المناظرة في مجالات الآداب، والإنسانيات، والعلوم الاجتماعية. ففي دراسة طويلة استمرت مدة 12 عام، نُشرت بمجلة "العلوم" (Tai et al., 2006)، تم سؤال عينة كبيرة من الطلبة في الصف الثامن (تقريباً 25 ألف) في الولايات المتحدة الأمريكية، عن توقعاتهم للعمل الذي يرغبون به عندما يبلغون 30 عامًا، من خلال اختيار وظيفة واحدة ضمن قائمة من الوظائف. وقد أشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن الطلبة الذين أظهروا توقعات مهنية علمية كانوا أكثر احتمالية للحصول على درجات جامعية في العلوم الطبية، والفيزيائية، والهندسية، على نحو ثلاثة أضعاف، مقارنة بالطلبة الذين أظهروا توقعات مهنية غير علمية. وكان الطلبة الأكثر تحصيلًا في الرياضيات أكثر احتمالًا للحصول على درجات جامعية في العلوم الفيزيائية أو الهندسية، مقارنة بالطلبة الأقل تحصيلًا في الرياضيات. إضافة إلى ذلك، يعد استبقاء الطلبة في البرامج العلمية أحد التحديات التعليمية الكبرى. فعلى سبيل المثال، ناقشت مقالة نُشرت في مجلة "الطبيعة"، دراسة متابعة لحوالي 17 ألف طالب، بعد انتهاء المرحلة الثانوية، في الولايات المتحدة وبورتوريكو (Waldrop, 2015). وقد أظهرت النتائج أن حوالي 40% فقط من الطلبة الذين التحقوا ببرامج دراسية في التخصصات العلمية، استكملوا بالفعل دراساتهم، بينما حول 31% منهم إلى مجالات غير علمية، وترك 29% آخرون الجامعة بدون الحصول على درجة جامعية. وعلى نحو مماثل، فهناك انخفاض كبير في أعداد الطلبة الذين يلتحقون بالمسار العلمي في المدارس الثانوية في دول مجلس التعاون الخليجي. فعلى سبيل المثال، تشير الإحصاءات السنوية للتعليم في قطر (2020-2021) إلى أن 37% من الطلبة في الصف الحادي عشر والثاني عشر قد التحقوا بالمسار العلمي، بينما التحق 63% بالمسار الأدبي.

فقد هدفت بحوث متعددة إلى استكشاف العوامل المعرفية (مثل استراتيجيات التعلم، مستويات التحصيل في المقررات العلمية، والكفاءة الذاتية) والمؤسسية (مثل الدعم الأكاديمي والمنح الدراسية) المرتبطة بعزوف الطلبة عن الالتحاق بالبرامج الدراسية العلمية، وانخفاض معدلات استبقائهم بهذه البرامج (Sithole et al., 2017). وبالرغم من ذلك، فقد وجدت بعض الدراسات الحديثة أن تحقيق النجاح في المجالات العلمية لا يستلزم فقط التحصيل الأكاديمي المرتفع في العلوم والرياضيات، بل يتطلب أيضًا وجود انفعالات إيجابية لدى المتعلمين نحو هذه المجالات العلمية (Daker et al., 2021; Megreya & Al-Emadi, 2023; Megreya et al., 2025; Cuder et al., 2025). وبالتالي، فإذا كان لدينا فهم جيد لانفعالات الطلبة المرتبطة

بدراسة العلوم والرياضيات، فيمكننا تعزيز اتجاهاتهم العلمية، ودعم كفاءاتهم الذاتية لتعلم هذه المقررات، وتحسين تحصيلهم؛ مما يدعم في النهاية فرص مشاركتهم للدراسة والنجاح في المجالات العلمية. ومن ثم تسعى الدراسة الحالية إلى فهم الدور الذي قد يلعبه نوعان مختلفان من القلق الأكاديمي - قلق الرياضيات وقلق العلوم - في التنبؤ بالتحاق الطلبة بالمسار العلمي في مرحلة التعليم الثانوي، الذي يعد المدخل الرئيس والوحيد للالتحاق بالبرامج الدراسية الجامعية المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM). ولذلك، فإن فهم إسهامات هذين النوعين من القلق الأكاديمي ربما يُمكن الآباء، والمعلمين، وصانعو السياسات من خلق بيئة تعلم داعمة، يشعر فيها الطلبة بالتمكين، والقدرة على مواجهة التحديات، واستكشاف المجالات العلمية بثقة، وإطلاق العنان لإمكاناتهم (Oh et al., 2022).

قلق الرياضيات.

يشير قلق الرياضيات إلى مشاعر الخوف والتوتر عند التعامل معها، ويترتب عليه عدد من العواقب السلبية، بما في ذلك المعرفية، مثل: استهلاك الموارد المحدودة للذاكرة العاملة (Ashcraft & Krause, 2007)، والشخصية، مثل: انخفاض تقدير الذات (Xie et al., 2019)، والتعليمية مثل: تجنب البرامج الدراسية المرتبطة بالمجالات العلمية (Daker et al., 2021). كما تبين أن قلق الرياضيات يتوسط العلاقة بين الجنس والاتجاهات نحو المجالات العلمية (Megreya et al., 2025). وعلى الرغم من وجود خصائص مشتركة بين قلق الرياضيات وأنواع القلق الأخرى، مثل: القلق العام وقلق الاختبار (Megreya et al., 2023)، فقد أشارت بعض البحوث إلى أن قلق الرياضيات يمثل مفهومًا متميزًا عن أنواع القلق الأخرى. فعلى سبيل المثال، فقد تبين أن الارتباطات بين المقاييس المختلفة لقلق الرياضيات تعد أكثر قوة من الارتباطات بين أحد مقاييس قلق الرياضيات ومقياس آخر للقلق العام أو قلق الاختبار (للمراجعة، انظر Dowker et al., 2016). ويعد قلق الرياضيات إحدى المشكلات النفسية التربوية الأكثر انتشارًا بين الطلبة في المراحل التعليمية المختلفة. فمن المنظور الإحصائي، واعتمادًا على نسب المنحى الاعتدالي، يبدو أن 17% من الأشخاص مرتفعين في قلق الرياضيات. وبالرغم من ذلك، فقد أشارت نتائج بعض البحوث إلى أن قلق الرياضيات لا يتوزع اعتداليًا بين الأفراد، بينما يكون توزيعه أقرب إلى التوزيع المائل إلى اليمين (Cipora et al., 2022; Megreya et al., 2024). ومن ثم، فقد أشارت بعض الدراسات إلى درجات مقطوعة على بعض مقاييس قلق الرياضيات؛ بهدف تحديد الأفراد المرتفعين في هذا النوع من القلق. فعلى سبيل المثال، عرفت (Devine et al., 2018) ارتفاع قلق الرياضيات بالدرجة التي تقع أعلى 10% من الدرجات في مقياس لقلق الرياضيات. وبتطبيق هذا التعريف،

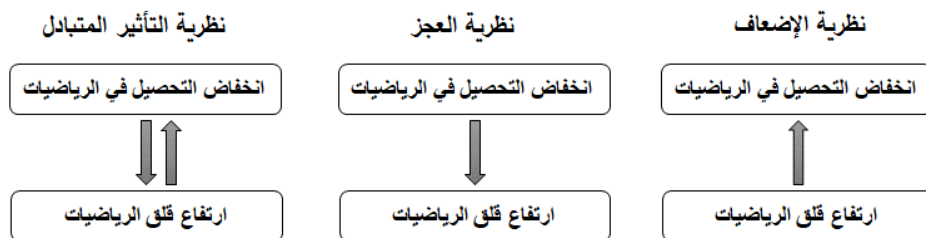
وجدت ديفين وزملاؤها ان هذا المعيار (الأعلى 10%) يتطابق مع الدرجة الكلية 30، وفقًا لبيانات عينة كبيرة من الأطفال البريطانيين، باستخدام مقياس قلق الرياضيات المختصر المعدل (Carey et al., 2017). وقد تم تأكيد هذه الدرجة الكلية نفسها باستخدام عينة من الطلبة في بولندا (Cipora et al., 2022). وبالرغم من ذلك، فقد وجد (Megreya et al., 2024)، باستخدام هذه الدرجة المقطوعة (30)، معدل انتشار قدره 19.7% لقلق الرياضيات لدى الطلبة في الصفوف من السابع إلى الثاني عشر في المدارس الحكومية بدولة قطر؛ مما يشير إلى اختلاف معدل انتشار قلق الرياضيات عبر الثقافات المختلفة، فضلًا عن ذلك وجد (Megreya et al., 2024) أن نسب ارتفاع قلق الرياضيات أعلى لدى الإناث مقارنة بالذكور.

فقد توجد بالفعل فروق بين الجنسين في قلق الرياضيات؛ إذ وجدت دراسات متعددة أن الإناث لديهن مستويات أعلى من قلق الرياضيات مقارنة بالذكور (Carey et al., 2017; Rossi et al., 2023; Vos et al., 2022)، وتتجلى هذه الفروق في قلق تقييم الرياضيات أكثر منه في قلق تعلم الرياضيات (Megreya et al., 2023)، وظلت هذه الفروق حتى بعد ما تم التحكم الاحصائي في أنواع القلق الأخرى، مثل: القلق العام وقلق الاختبار (Hill et al., 2016). وربما ترجع هذه الفروق بين الجنسين في قلق الرياضيات إلى الفكرة النمطية الخطأ التي مفادها: أن الرياضيات مادة ذكورية، وأن الإناث أسوأ من الذكور في تعلمها. فعلى سبيل المثال، وجدت (Rossi et al., 2022) أن تأييد هذه الفكرة النمطية يمكن أن يؤدي إلى تأثير سلبي لدى الإناث؛ إذ يزيد من مستويات قلق الرياضيات لديهن، مما يؤثر بدوره بشكل سلبي في تحصيلهن ومفهومهن الذاتي للرياضيات. وعلى الجانب الآخر، فإن تأييد هذه الصورة النمطية يؤدي دورًا إيجابيًا لدى الذكور؛ إذ يقلل من مستويات قلق الرياضيات لديهم، مما يؤثر بدوره في تعزيز تحصيلهم ومفهومهم الذاتي للرياضيات.

وجدت كثير من الدراسات ارتباطًا سلبيًا بين قلق الرياضيات وتحصيلها. فعلى سبيل المثال، أشارت دراسة تحليل بعدى لعدد 223 دراسة، باستخدام 385441 مشاركًا، إلى وجود ارتباط سلبي بين قلق الرياضيات وتحصيلها بمتوسط قدره -0.28، وكان هذا الارتباط متشابهًا في القوة بين الجنسين، وبين الأعراق المختلفة، وكان أقوى لدى طلبة المدارس الثانوية (Barroso et al., 2021). ولتفسير هذا الارتباط السلبي بين قلق الرياضيات وتحصيلها، ظهرت ثلاث نظريات، هي: نظرية الإضعاف (Ashcraft & Krause, 2007)، نظرية العجز (Maloney, 2016)، ونظرية التأثير المتبادل (Carey et al., 2016). ويوضح الشكل 1 الافتراض الرئيس في كل من هذه النظريات الثلاث.

شكل 1

الافتراض الرئيس في نظريات العلاقة بين قلق الرياضيات وتحصيلها



فقد تفترض نظرية الإضعاف أنه عند التعرض لتعلم الرياضيات، فإن الأشخاص الذين يعانون من قلق الرياضيات المرتفع يعانون من قلق لحظي متزايد (قلق حالة)، ويتداخل هذا القلق المرتفع مع التحصيل؛ إذ يُعتقد أن يُستنفذ قلق الحالة المرتفع موارد الذاكرة العاملة، التي تعد الركيزة المعرفية الحيوية لإكمال المسائل الرياضية الصعبة بنجاح (Ashcraft & Krause, 2007). وعلى الجانب الآخر، تقترح نظرية العجز أن ضعف تحصيل الرياضيات يؤدي إلى زيادة القلق منها، وعلى وجه التحديد، قد يؤدي انخفاض كفاءة الطالب إلى ضعف التعلم وانخفاض التحصيل؛ مما يسهم بدوره في زيادة قلق الرياضيات. وبالتالي، فإن قلق الرياضيات هو نتيجة – وليس سبباً – لضعف القدرة على تعلمها. وبين هاتين النظريتين المتعارضتين، دمجت نظرية التأثير المتبادل نظريتي الإضعاف والعجز معاً، مفترضة أن قلق الرياضيات يتبادل التأثير مع ضعف الأداء في الرياضيات (Carey et al., 2016). فمن ناحية، قد يؤدي قلق الرياضيات المرتفع إلى انخفاض الأداء في تعلمها، بم يدعم نظرية الإضعاف. ومن الناحية الأخرى، قد يؤدي الأداء المنخفض في الرياضيات إلى زيادة قلقها، بم يدعم نظرية العجز. وبالتالي، فقد تفترض نظرية التأثير المتبادل وجود علاقات ثنائية الاتجاه؛ إذ يؤدي قلق الرياضيات إلى انخفاض الأداء، وفي الوقت نفسه، يؤدي الأداء المنخفض في الرياضيات إلى زيادة قلقها (Carey et al., 2016).

إضافة إلى التحصيل المنخفض، اقترح الباحثون أسباباً متعددة لقلق الرياضيات. فعلى سبيل المثال، أشارت بعض الدراسات إلى دور الخبرات المنزلية أو المدرسية السلبية في تطوير قلق الرياضيات عن الأطفال؛ إذ يميل الآباء الذين يعانون من قلق الرياضيات إلى استخدام ممارسات غير فعالة مع الأطفال الذين يواجهون تحديات في تعلم الرياضيات؛ مما يؤدي إلى تقويض إنجازاتهم في الرياضيات، الأمر الذي قد يخلق حلقة مفرغة بين انخفاض القدرة على تعلم الرياضيات والقلق منها (Oh et al., 2022). وبالرغم من ذلك، ربما لا يعزو قلق الرياضيات إلى الخبرات السابقة السلبية مع الرياضيات فحسب، بل قد يتضمن أيضاً استعدادات وراثية؛ إذ وجدت Wang et al.,

(2014) أن الوراثة مسؤولة عن تفسير حوالي 40% من التباين في قلق الرياضيات، بينما يعزى النسبة المتبقية إلى عوامل بيئية مختلفة، مثل: الخبرات السلبية للآباء أو المعلمين أو الأصدقاء مع الرياضيات. كما وجدت بعض الدراسات أن التنظيم المعرفي للانفعالات قد يؤدي دورًا مهمًا في تطوير قلق الرياضيات، إذ أسفرت دراسة (Megreya & Al-Emadi, 2024) عن ارتباطات قوية بين قلق الرياضيات وكل من الاجترار ruminations (التفكير المستمر في الانفعالات والأفكار المرتبطة بالخبرات السلبية مع الرياضيات) والتقييم السلبي negative reappraisal (التفسيرات غير الفعالة للخبرات السلبية المتعلقة بالرياضيات).

وبناءً على ذلك، اقترح (Megreya & Al-Emadi, 2024) أن خفض استخدام الاستراتيجيات المعرفية السلبية لتنظيم الانفعالات (الاجترار والتقييم السلبي)، باستخدام طرق إرشادية متنوعة، مثل: العقلنة mindfulness والتقييم الإيجابي، ربما يكون إحدى الطرق الفعالة لعلاج قلق الرياضيات. واتساقاً مع ذلك، فقد يُعتقد أن الاجترار يؤدي دورًا حيويًا في تطور قلق الرياضيات لدى الطلبة؛ إذ يعمل على تقليل موارد الذاكرة العاملة وتخفيض سعتها، والتي تعد من المتطلبات الرئيسة لاسترجاع المعلومات المعرفية المطلوبة لحل المشكلات الرياضية (Ashcraft, 2007 & Krause). ولذلك، يتوسط الاجترار العلاقة بين تحصيل الرياضيات والوظائف التنفيذية (Kang et al., 2021). وعليه، فقد وجدت بعض البحوث أن العقلنة تعمل على تحسين تحصيل الرياضيات من خلال تقليل القلق منها وقلق الاختبار؛ مما قد يعطي مساحة أكبر لموارد الذاكرة العاملة (Zuo & Wang, 2023). كما وجدت بعض الدراسات أن التقييم الإيجابي للاستثارة الفسيولوجية - بوصفها محفزاً للدافعية - في أثناء اختبارات الرياضيات، تحسن من انفعالات الطلبة في أثناء الاختبار، ومن ثم تزيد من تحصيلهم الرياضي (Jamieson et al., 2016). إضافة إلى ذلك، تبين أن التقييم الإيجابي يتوسط العلاقة بين الاستثارة الفسيولوجية وتحصيل الرياضيات لدى الأفراد ذوي المستويات المرتفعة من قلق الرياضيات (Pizzie & Kraemer, 2021). علاوة على ذلك، اقترحت (Klee et al., 2022) عدة استراتيجيات تعليمية لخفض قلق الرياضيات في الفصل الدراسي بما في ذلك: (أ) استخدام نماذج التعلم القائمة على حل المشكلات؛ لتحسين إشراك الطلبة في عمليتي التعليم والتعلم، (ب) ربط الرياضيات بسياقات العالم الحقيقي لدعم التعلم القائم على المعنى، (ج) تشجيع العمل التعاوني بين الطلبة لتبادل الخبرات وتوفير النمذجة الإيجابية؛ (د) استخدام أساليب تقييم أكثر فعالية مثل التقييم التلخيصي عقب كل وحدة دراسية، وتقديم تغذية راجعة إيجابية تعمل على تحسين الكفاءة الذاتية المدركة في الرياضيات. وفي الحقيقة، فإن الدمج بين الاستراتيجيات النفسية والتعليمية يمكن أن يؤدي إلى نتائج أكثر فاعلية في خفض قلق الرياضيات لدى الطلبة.

قلق العلوم.

حظي قلق العلوم باهتمام ضئيل نسبياً في البحوث النفسية التربوية، والذي يشير إلى الشعور بالخوف والتوتر في مواقف تعلم العلوم بوجه عام (Mallow, 2006). إضافة إلى هذا المفهوم الأكثر شمولية لقلق العلوم (Megreya et al., 2021; Mallow, 2006)، تناولت بعض البحوث أنماطاً فرعية من القلق المتعلق بتخصص محدد في العلوم، والتي تشمل: قلق علم الأحياء (England et al., 2019)، قلق الكيمياء (Rozgonjuk et al., 2024)، وقلق الفيزياء (Taibu & Ferrari-Bridgers, 2020). فعلى سبيل المثال، ميز Rozgonjuk et al., (2024) بين القلق العام للعلوم والقلق المتعلق بتخصص علمي محدد؛ إذ تم تعريف القلق العام للعلوم إجرائياً بالشعور بالخوف والقلق عند دراسة أو أداء واجبات علوم الطبيعة، بينما تم تعريف القلق المتعلق بتخصص علمي محدد بالشعور بالقلق، التوتر، والعصبية، والعجز عند تعلم أو التقييم في الكيمياء أو الفيزياء أو الجغرافيا أو علم الأحياء (بشكل منفصل). وعلى الرغم من وجود تباين مشترك بين قلق العلوم وأنواع مختلفة أخرى من القلق مثل: القلق العام، قلق الرياضيات، وقلق الاختبار، فإن نتائج بعض البحوث تدعم مفهوم قلق العلوم بوصفه مفهوماً متميزاً (Megreya et al., 2021; 2023). بالرغم من أنه لا يعرف بدقة حتى الآن معدل انتشار قلق العلوم، فقد تبين أن قلق العلوم ربما يتوزع اعتدالياً بين الطلبة (Megreya et al., 2021). وبناءً على ذلك، فإذا تم استخدام المعيار الإحصائي لتحديد معدل انتشار قلق العلوم، هو نسبة الأشخاص الذين يحصلون على درجات أعلى من المتوسط ($+1$) انحراف معياري، فيمكن استنتاج أن حوالي 17% من الأشخاص لديهم مستويات مرتفعة من قلق العلوم. بالرغم من ذلك، فهناك حاجة ماسة لتقدير معدل انتشار قلق العلوم باستخدام منهجيات أخرى، على نحو مشابه لبحوث معدل انتشار قلق الرياضيات (Megreya et al., 2024). كما أسفرت نتائج الدراسات السابقة عن وجود فروق بين الجنسين في قلق العلوم؛ إذ يرتفع لدى الإناث مقارنة بالذكور (Megreya et al., 2021). ولا تقتصر الفروق بين الجنسين في القلق العام للعلوم، ولكن تبين أيضاً أن الإناث يظهرن مستويات أعلى من الذكور في كل من قلق الكيمياء، وقلق الفيزياء، وقلق الأحياء (Rozgonjuk et al., 2024). ولعل أحد التفسيرات الأكثر قبولاً لهذه الفروق بين الجنسين هي التنميط الثقافي الخطأ للعلوم كمجال ذكوري (Mallow, 2006).

أشارت الدراسات السابقة إلى وجود علاقة سلبية بين قلق العلوم وتحصيلها (Megreya et al., 2021). إضافة إلى ذلك، فقد فحصت بعض الدراسات العلاقة بين القلق الخاص بتخصص علمي محدد (الكيمياء، الفيزياء، أو الأحياء) والتحصيل الدراسي في العلوم بوجه عام أو في هذا التخصص العلمي المحدد. فعلى سبيل المثال، فقد تبين أن قلق الكيمياء (وليس قلق الفيزياء أو قلق

الأحياء أو قلق الجغرافيا) قد ارتبط بالأداء التحصيلي في اختبار قدرات العلوم المشتمل على هذه التخصصات العلمية الأربعة (Rozgonjuk et al., 2024). كما فحص (England et al., 2019) العلاقة بين أنواع مختلفة من القلق (قلق علم الأحياء، قلق الاختبار، والقلق الاجتماعي) ، وإدراك الطلبة الجامعيين صعوبة مقرر تمهيدي في علم الأحياء، بمعدلات الاستبقاء في التخصص (علم الأحياء). وقد عُرف قلق علم الأحياء إجرائياً بالشعور بالعصبية، والتوتر، والقلق، والخوف في أثناء محاضرات مقرر علم الأحياء. وأظهرت نتائج دراسة (England et al., 2019) أن الإناث أكثر قلقاً لعلم الأحياء مقارنة بالذكور. وعلى الرغم من أن قلق الاختبار والقلق الاجتماعي لم يرتبطا بالاستبقاء في التخصص، فقد ارتبط قلق علم الأحياء بقوة بمعدل الاستبقاء في التخصص، بخاصة لدى الإناث. وفيما يتعلق بقلق الفيزياء، وجدت بعض الدراسات ارتباطاً سلبياً ضعيفاً بين هذا النوع الفرعي من قلق العلوم والأداء التحصيلي في اختبار الفيزياء، وكذلك ارتباطاً إيجابياً متوسطاً بين قلق الفيزياء والقلق العام في الصف الدراسي (Taibu & Ferrari-Bridgers, 2020). وعلى الرغم من اتساق نتائج الدراسات السابقة حول وجود علاقة سلبية بين قلق العلوم وتحصيلها، فلا تزال العلاقة السببية بين قلق العلوم والتحصيل موضع تساؤل؛ فيما إذا كان القلق المرتفع من العلوم يضعف تحصيلها أم أن ضعف تحصيل العلوم يؤدي إلى زيادة القلق منها (Megreya et al., 2021). وربما يرجع السبب في ذلك إلى عدم وجود دراسات طويلة متنوعة لدراسة العلاقة بين قلق العلوم وتحصيلها (England et al., 2019).

لعل التحديد الدقيق لأسباب حدوث قلق العلوم لازال غائباً وغير محدد (Megreya et al., 2021). وبالرغم من ذلك، فقد تم اقتراح بعض العوامل المختلفة التي يحتمل أن تفسر ارتفاع قلق العلوم لدى الطلبة، بما في ذلك الصور النمطية السلبية الخطأ حول العلوم، وانخفاض القدرة على التفكير التحليلي، وانخفاض الثقة بالنفس تجاه العلوم، والتجارب المدرسية غير المناسبة المتعلقة بالعلوم (Mallow, 2006). اقترح (Udo et al., 2004) منحى ثلاثي الأبعاد لعلاج قلق العلوم، والذي يتضمن تعلم مهارات العلوم (تدريب الطلبة على الاستراتيجيات الأكثر فعالية في تعلم وتقييم العلوم) ، وإعادة الهيكلة المعرفية (تغيير الأفكار الذاتية السلبية والمعتقدات غير العقلانية حول العلوم بأفكار أخرى موضوعية ومحيدة انفعالياً) ، والتسكين المنظم (من خلال تمارين الاسترخاء العضلي والتعرض لسيناريوهات تثير درجات متباينة من قلق العلوم). وبالرغم من ذلك، فإن علاج قلق العلوم- حتى الآن- يغيب تماماً وبشكل إجرائي في التراث السيكلوجي. فعلى سبيل المثال، وجد (Megreya & Al-Emadi 2024) أن قلق العلوم قد ارتبط بالاستخدام المرتفع لاستراتيجية القبول ولوم الآخرين، وبالأستخدام المنخفض لاستراتيجية التقييم الإيجابي،

ولكن هذه الارتباطات قد اختفت بعد التحكم الاحصائي في قلق الرياضيات والقلق العام، مما يشير إلى أن قلق العلوم لم يكن هو العامل المحوري في هذه الارتباطات.

التنبؤات الطولية لقلقي العلوم والرياضيات.

هناك ندرة في الدراسات الطولية التي تناولت قلق العلوم؛ إذ وجدت دراسة واحدة فقط، والتي فحصت ما إذا كان قلق علم الأحياء يمكن أن يتنبأ بتحصيل علم الأحياء، والاستبقاء في دراسته كمتخصص أساسي في الجامعة (England et al., 2019). ففي هذه الدراسة، تم قياس قلق الأحياء في الشهر الأول من الفصل الدراسي، وكذلك في نهايته (قبل الاختبار النهائي)؛ وأشارت نتائجها إلى وجود اتساق في قلق علم الأحياء، والذي تمكن من التنبؤ باستبقاء الطلبة في علم الأحياء كمتخصص أساسي، بخاصة لدى الإناث، بينما لم يتمكن من التنبؤ بالتحصيل.

وعلى الرغم من وجود دراسات طولية متعددة في مجال قلق الرياضيات، إلا أن نتائجها كانت غير متسقة إلى حد كبير. ودعمًا لنظرية الإضعاف (Ashcraft & Krause, 2007)، وجدت Vukovic et al., (2013) أن قلق الرياضيات لدى الطلبة في الصف الثاني ارتبط سلبًا بتحصيل الحساب (ولكن ليس الهندسة) في الصف الثالث. ولذلك، اقترحت Vukovic et al., (2013) أن قلق الرياضيات في مرحلة الطفولة المبكرة قد يُضعف بشكل انتقائي أداء الرياضيات الذي يعتمد على نظام الأرقام الرمزية، ولكن ليس الأداء التحصيلي في الرياضيات المعتمدة على العلاقات المكانية. وباستخدام نموذج المعادلات البنائية، وجدت Sorvo et al., (2022)، أن قلق الرياضيات في الصف السادس يتنبأ بتحصيل الرياضيات في الصف السابع، بينما لم يتنبأ التحصيل الرياضي في الصف السادس بقلق الرياضيات في الصف السابع.

وعلى الجانب الآخر، دعمت بعض الدراسات الطولية نظرية العجز (Ching et al., 2020; Geary et al., 2019; Sorvo et al., 2019; Wang et al., 2020). فعلى سبيل المثال، وجدت Ching et al., (2020)، باستخدام عينة من الأطفال في عمر 6 سنوات، في قياسين مختلفين (بفارق ثمانية أشهر)، أن التفكير الكمي ومعرفة الأرقام في التقييم الأول تمكنان من التنبؤ بقلق الرياضيات في التقييم الثاني، بينما لم يتنبأ قلق الرياضيات في التقييم الأول بالتفكير الكمي ومعرفة الأرقام في التقييم الثاني. كما وجدت Sorvo et al., (2019)، باستخدام عينة من الطلاب من الصف الثاني إلى الصف الخامس في نقطتين زمنيتين مختلفتين (بفارق 10 أشهر)، أن التحصيل الحسابي المبكر تنبأ بقلق الرياضيات اللاحق، بينما لم يتنبأ قلق الرياضيات المبكر بالتحصيل الحسابي اللاحق. بالإضافة إلى ذلك، وجدت Wang et al., (2020) أن الأداء التحصيلي المبكر في الرياضيات ارتبط سلبًا بقلق الرياضيات اللاحق، بينما لم يرتبط قلق الرياضيات المبكر بالأداء

التحصيلي اللاحق في الرياضيات، وذلك باستخدام عينة من الطلبة في المرحلة الثانوية، بفارق زمني فصل دراسي واحد فقط. وقد وجد Geary et al., (2019) أن قلق تقييم الرياضيات والاتجاه نحو الرياضيات في الصف السادس لم تتنبأ بالأداء التحصيلي في الرياضيات في الصف السابع، بينما تنبأ بالأداء التحصيلي المبكر (في الصف السادس) في الرياضيات بقلق تقييمها والاتجاه نحوها في الصف السابع للإناث، وليس للذكور.

كما قدمت بعض الدراسات الطولية دعماً للنظرية التأثير المتبادل (Aldrup et al., 2020; Du et al., 2021; Gunderson et al., 2018; Szczygiel et al., 2024). فعلى سبيل المثال، وجدت Szczygiel et al., (2024) أن تحصيل الرياضيات المبكر (في الصف الأول) تنبأ بقلق الرياضيات اللاحق (في الصف الثاني)، واستطاع أيضاً قلق الرياضيات المبكر التنبؤ بتحصيل الرياضيات اللاحق. إضافة إلى ذلك، تم التنبؤ بقلق الرياضيات من خلال القلق العام، ومعرفة الرموز الرياضية، والجنس، بينما تم التنبؤ بتحصيل الرياضيات من خلال الذكاء السائل، والذاكرة العاملة، معرفة الرموز الرياضية. كما وجدت (Gunderson et al., 2018)، باستخدام عينة من الأطفال في الصف الأول ومتابعتهم في الصف الثاني، أن قلق الرياضيات المبكر تنبأ بتحصيل الرياضيات اللاحق، وأن تحصيل الرياضيات المبكر تنبأ بقلق الرياضيات اللاحق. ومع ذلك، كان تأثير تحصيل الرياضيات المبكر على قلق الرياضيات اللاحق أكبر بثلاث مرات من تأثير قلق الرياضيات المبكر على تحصيل الرياضيات اللاحق (Gunderson et al., 2018)؛ مما يقدم دعماً أكبر لنظرية العجز، مقارنة بنظرية الإضعاف. هذا، وقد فحصت (Du et al., 2021)، باستخدام عينة من الطلبة في الصف الرابع، ومتابعتهم في الصف السادس، العلاقات بين الاهتمام بالرياضيات، وقلق الرياضيات، والكفاءة الذاتية في الرياضيات، والتحصيل الدراسي في الرياضيات. أظهرت نتائج هذه الدراسة علاقة ثنائية الاتجاه بين قلق الرياضيات وتحصيلها؛ إذ تنبأ قلق الرياضيات المبكر بتحصيل الرياضيات اللاحق، وتنبأ تحصيل الرياضيات المبكر بقلق الرياضيات اللاحق. إضافة إلى ذلك، كانت هناك علاقة ثنائية الاتجاه مماثلة بين الكفاءة الذاتية في الرياضيات وتحصيل الرياضيات. وبالرغم من ذلك، كانت هناك علاقات أحادية الاتجاه بين تحصيل الرياضيات والاهتمام بالرياضيات، وبين قلق الرياضيات (وكذلك الكفاءة الذاتية في الرياضيات) والاهتمام بالرياضيات؛ إذ تم التنبؤ بالاهتمام بالرياضيات اللاحق من خلال التحصيل في الرياضيات، وقلق الرياضيات، والكفاءة الذاتية في الرياضيات في التقييم الأول، بينما لم يوجد العكس (Du et al., 2021). وعلى نحو متسق، وجدت (Aldrup et al., 2020)، باستخدام بيانات طولية من الطلبة في الصفوف 5 و6 و7، علاقات ثنائية الاتجاه بين قلق الرياضيات وتحصيلها، بغض النظر عما إذا كان قلق الرياضيات قد تم تقييمه من قبل الطلاب أنفسهم أو بواسطة والديهم.

التنبؤات الطولية لاختيارات المسار العلمي.

هناك عدد قليل من الدراسات الطولية التي فحصت دور كل من قلق الرياضيات وقلق العلوم في التنبؤ بدراسة الطلبة للتخصصات العلمية. فعلى سبيل المثال، أظهر الطلبة في الصفين الحادي عشر والثاني عشر الذين التحقوا بالمسار الأدبي مستويات أعلى من قلق الرياضيات وقلق العلوم، مقارنة بالطلبة الذين التحقوا بالمسار الأدبي؛ وبالرغم من ذلك، فقد تنبأ قلق العلوم، وليس قلق الرياضيات، بالالتحاق بالمسار العلمي (Megreya & AL-Emadi, 2023). كما أشارت بعض الدراسات الطولية أن قلق الرياضيات لدى طلبة الجامعة الجدد تنبأ طويلاً بمشاركتهم في البرامج المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، حتى بعد ما تم التحكم الإحصائي في القدرة على تعلم الرياضيات (Daker et al., 2021). وقد وجد (Ahmed (2018 في دراسة طويلة، أن الطلبة في المرحلة الثانوية الذين كان لديهم مستويات منخفضة من قلق الرياضيات أكثر احتمالية بنحو 7.4 مرة للتوظيف في المهن المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، مقارنة بالطلبة الذين كانوا يعانون من قلق مرتفع من الرياضيات. وفي دراسة أكثر حداثة، وجد Cuder et al. (2024) أن نسبة أكبر من الذكور اختاروا مدارس علمية (75%) مقابل المدارس غير العلمية (25%)، وارتبط اختيار المدارس العلمية بكل من قلق الرياضيات المنخفض، وكذلك التحصيل المرتفع في الرياضيات.

يتضح من العرض السابق ندرة الدراسات الطولية لقلق العلوم (England et al., 2019)، فضلاً عن عدم وجود اتساق بين نتائج الدراسات الطولية التي تناولت قلق الرياضيات؛ حيث دعمت بعضها نظرية الإضعاف (Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013)، بينما دعم البعض الآخر نظرية العجز (Geary et al., 2019; Sorvo et al., 2019; Wang et al., 2020). وبين هذا وذلك، أشارت نتائج بعض الدراسات إلى وجود تأثيرات متبادلة بين قلق الرياضيات وتحصيلها (Szczygieł et al., 2024). وبالتالي، فلا تزال العلاقة السببية بين قلق الرياضيات وتحصيلها غير واضحة. إضافة إلى ذلك، هناك عدد قليل من الدراسات الطولية التي اهتمت بدراسة دور قلقي الرياضيات والعلوم في التنبؤ باختيارات الطلبة لدراسة المجالات العلمية (Ahmed, 2018; Cuder et al., 2024; Daker et al., 2021). جدير بالذكر أن هناك كثير من الدراسات أجريت في دول عربية مختلفة والتي تناولت قلق الرياضيات لدى الطلبة في المدارس (Megreya et al., 2023)، أو في تخصصات جامعية مختلفة مثل الهندسة (العنزي، 2024)، أو المعلمين في تخصصات مختلفة مثل الرياضيات (الطيبي والشرع، 2024)؛ كما اهتمت عدد من الدراسات العربية الأخرى بفحص فاعلية برامج إرشادية وعلاجية مختلفة لقلق الرياضيات (كيري، 2020). وقد أكدت بعضها العلاقة السلبية بين قلق الرياضيات وتحصيلها (العنزي، 2024). وبالرغم من ذلك، فلا توجد أية دراسة عربية فحصت الارتباطات الطولية بين قلق الرياضيات

وتحصيلها من أجل فهم العلاقة السببية بينهما؛ كما لا توجد أية دراسة عربية فحصت التنبؤات المتزامنة أو الطولية لقلق العلوم.

ومن ثم، يتمثل الهدف الرئيس من هذه الدراسة الحالية في فحص التنبؤات الطولية لقلق الرياضيات، وقلق العلوم، والالتحاق الفعلي بالمسار العلمي، باستخدام عينة من الطلبة في الصف العاشر، ومتابعتهم في الصف الحادي عشر، وذلك بواسطة الجنس وبعض المتغيرات التربوية (الأداء التحصيلي في الرياضيات ومقررات العلوم الثلاثة، والمعتقدات الرياضية، والاختيارات المتوقعة للمسار الدراسي) والنفسية (القلق العام، المثابرة، وتقدير الذات). والهدف الرئيس الثاني لهذه الدراسة هو فحص التنبؤات المتزامنة لقلق الرياضيات، قلق العلوم، الاختيارات المتوقعة للمسار الدراسي، الأداء التحصيلي في الرياضيات ومقررات العلوم الثلاثة لدى الطلبة في الصف العاشر. إضافة إلى ذلك، فهناك ثلاثة أهداف ثانوية، وهي: فحص الفروق بين الجنسين في جميع متغيرات الدراسة، ودراسة اتساق مستويات قلقي الرياضيات والعلوم بين الصفين العاشر والحادي عشر، وفحص ارتباطات قلق الرياضيات وقلق العلوم مع جميع هذه المتغيرات التربوية والنفسية لدى الطلاب والطالبات بشكل منفصل.

المنهجية

المشاركون

فقد تطوع 391 طالبًا (52%) وطالبة (48%) بالصف العاشر في ثماني مدارس حكومية في قطر، للمشاركة في هذه الدراسة؛ وتراوح أعمارهم بين 15 إلى 17 عامًا، بمتوسط 16 عامًا، وانحراف معياري قدره 0.3 عامًا. ومن هذه العينة، تمت متابعة 350 مشاركًا (171 من الإناث و179 من الذكور)، بعد تقريبا 11 شهر؛ أي في الشهر الأول من الصف الحادي عشر. ولم يتم التواصل مع بقية المشاركين (وعددهم 41)، بسبب عوامل خارج نطاق الدراسة، مثل: تغيير المدرسة أو مغادرة البلاد. وقد وافقت وزارة التربية والتعليم والتعليم العالي في قطر، وكذلك لجنة المراجعة المؤسسية لأخلاقيات البحث في جامعة قطر، والتي تطلبت موافقات كتابية من جميع المشاركين، على جمع البيانات.

الأدوات

(1) مقياس قلق الرياضيات المختصر المعدل (Carey et al., 2017).

طور مقياس قلق الرياضيات المختصر المعدل (Carey et al., 2017) باستخدام مقياس قلق الرياضيات المختصر، الذي طوره هوبكو وزملاؤه (Hopko et al., 2003) في الولايات

المتحدة الأمريكية؛ لتحسين قابلية تطبيقه على الأطفال في المملكة المتحدة. ويتكون مقياس قلق الرياضيات المختصر من 9 عبارات، تقيس قلق تعلم الرياضيات (والذي يتكون من 5 عبارات مثل "الاضطرار إلى استخدام الجداول الموجودة في الجزء الخلفي من كتاب الرياضيات") وقلق تقييم الرياضيات (والذي يتكون من 4 عبارات مثل "التفكير في اختبار الرياضيات القادم قبل يوم واحد"). بالإضافة إلى ذلك، يتم حساب درجة كلية لقلق الرياضيات، عن طريق جمع الدرجات على جميع العبارات. يُطلب من المشاركين تقييم مستوى القلق الذي قد يشعرون به في أثناء التعرض لمجموعة من المواقف المختلفة المتعلقة بتعلم الرياضيات وتقييمها، وذلك باستخدام مقياس ليكرت من 5 نقاط يتراوح من 1 (قلق منخفض) إلى 5 (قلق مرتفع). قدمت كاري وزملاؤها (Carey et al., 2017) النسخة المعدلة من هذا المقياس لتكون أكثر ملاءمة للأطفال البريطانيين. فعلى سبيل المثال، تم تعديل العبارتين الموضحين أعلاه على النحو التالي: "الحاجة إلى حل واجب في الرياضيات بنفسك." و"التفكير في اختبار الرياضيات في اليوم السابق له". وبفحص الخصائص السيكومترية لمقياس قلق الرياضيات المختصر المعدل، أكدت كاري وزملاؤها (2017) البنية العاملية الثنائية للمقياس وثبات هذين العاملين. وحديثاً، ترجم مجرية وزملاؤه (Megreya et al., 2023) مقياس قلق الرياضيات المختصر المعدل من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية، وتم تأكيد البنية العاملية الثنائية للنسخة العربية؛ إذ تراوحت التشبعات العاملية للعبارات مع عاملي قلق التعلم وقلق التقييم بين 0.73 إلى 0.79 وبين 0.72 إلى 0.76 (على التوالي)، مع وجود معدلات مرتفعة من الاتساق الداخلي. وقد بلغت معدلات ثبات ألفا كرونباخ في التقييم الأول من الدراسة الحالية (0.84، 0.87، و0.90)، لكل من قلق التعلم، وقلق التقييم، والدرجة الكلية لقلق الرياضيات؛ على التوالي.

(2) مقياس قلق العلوم المختصر (Megreya et al., 2021).

تم اعداد مقياس قلق العلوم المختصر من مقياس قلق الرياضيات المختصر المعدل (Carey et al., 2017) بهدف قياس قلق العلوم لدى الأطفال والمراهقين، عن طريق استبدال كلمة "الرياضيات" بـ "العلوم" (Megreya et al., 2021). فعلى سبيل المثال، تم تعديل العبارة القائلة "التفكير في اختبار الرياضيات في اليوم السابق له" إلى "التفكير في اختبار العلوم في اليوم السابق له". ويتكون المقياس من 9 عبارات تقيس قلق تعلم العلوم (5 عبارات) وقلق تقييم العلوم (4 عبارات)، بالإضافة إلى الدرجة الكلية لقلق العلوم، والتي تمثل مجموع هذين العاملين. وتم تأكيد هذه البنية العاملية الثنائية؛ إذ بلغ متوسط التشبعات العاملية عبر عبارات قلقي التعلم والتقييم بين 0.60 إلى 0.80، مع وجود معدلات ثبات مرتفعة لكلا العاملين لدى الطلبة في الصف السابع إلى الصف الثاني عشر في قطر، والتي تراوحت بين 0.77 إلى 0.89 (Megreya et al., 2021).

وقد بلغت معدلات ثبات ألفا كرونباخ في التقييم الأول من الدراسة الحالية (0.85، 0.88، و0.91)، لكل من قلق التعلم، وقلق التقييم، والدرجة الكلية لقلق العلوم؛ على التوالي.

(3) القلق العام (Krueger et al., 2012).

أستخدم المقياس الفرعي للقلق من مقياس الشخصية المستند إلى الطبعة الخامسة من الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية (Krueger et al., 2012). وفي هذا المقياس، عُرف القلق بأنه: "مشاعر العصبية أو التوتر أو الذعر ردًا على مواقف متنوعة؛ والقلق المتكرر بشأن الآثار السلبية للتجارب غير السارة في الماضي والاحتمالات السلبية في المستقبل؛ والشعور بالخوف والقلق بشأن عدم اليقين؛ وتوقع حدوث الأسوأ" (Krueger & Markon (2014, p.481) ويتكون هذا المقياس الفرعي للقلق من تسع عبارات (مثل، "أقلق على كل شيء تقريبًا")، والتي تتطلب من المشاركين وصف أنفسهم باستخدام مقياس ليكرت من 4 نقاط (0 "خطأ جدًا أو غالبًا خطأ"، 1 "خطأ أحيانًا أو إلى حد ما"، 2 "صحيح أحيانًا أو إلى حد ما"، و 3 "صحيح جدًا أو غالبًا صحيح"). ويتم حساب درجات القلق من خلال متوسط الاستجابات عبر جميع العبارات. فقد تم استخدام هذا المقياس الفرعي للقلق في بعض البحوث السابقة على عينات من الطلبة في المرحلة الإعدادية والثانوية في قطر، والتي أشارت إلى وجود معدلات مرتفعة للثبات الداخلي للمقياس (Megreya et al., 2021; 2023; 2024). وقد بلغ معدل ثبات ألفا كرونباخ في الدراسة الحالية (0.91).

(4) اختبارات تحصيل مقررات الرياضيات والفيزياء والكيمياء والأحياء.

تم الحصول على درجات المشاركين في الاختبارات التحصيلية المدرسية في مقررات الرياضيات والفيزياء والكيمياء والأحياء في الاختبارات في الفصل الدراسي الأخير. وتختلف هذه الاختبارات من مدرسة إلى أخرى، ولكنها تعتمد على مخططات محددة من وزارة التعليم، والتي توضح مواصفات الاختبار التي تتضمن الدرجات وأنواع الأسئلة وعددها والتوقيتات والدروس المغطاة. تخضع هذه الاختبارات للمراجعة والتحكيم من قبل مراجعين متخصصين، ولكن لم يتوفر بيانات سيكومترية لها. وجدير بالذكر أن الاختبارات المدرسية يتم استخدامها على نحو شائع في كثير من الدراسات السابقة لقياس التحصيل في الرياضيات والعلوم (Du et al., 2021; England et al., 2019; Megreya et al., 2021; 2023).

(5) مقياس إنديانا المختصر للمعتقدات المتعلقة بالرياضيات.

يتكون مقياس إنديانا للمعتقدات المتعلقة بالرياضيات من 30 عبارة، تقيس خمسة معتقدات متعلقة بالرياضيات (مثل "الجهد المبذول في تعلم الرياضيات في الأغلب يؤدي إلى زيادة

القدرة الرياضية")؛ إذ توجد ست عبارات لكل معتقد (Kloosterman & Stage, 1992). وبناءً على التشبعات العالمية، تم تطوير نسخة مختصرة من هذا المقياس للاستخدام في الدراسة الحالية، والتي تشمل الخمسة معتقدات نفسها ولكن مع استخدام عبارة واحدة فقط لكل معتقد، باستخدام مقياس ليكرت من 5 نقاط يتراوح من 1 (أختلف بشدة) إلى 5 (أوافق بشدة). وتم حساب درجة كنية عبر المعتقدات الخمسة، وتعكس الدرجات الأعلى معتقدات أكثر إيجابية حول الرياضيات. وقد بلغ معدل ثبات ألفا كرونباخ في الدراسة الحالية (0.77).

(6) المقياس المختصر للمثابرة (Duckworth & Quinn, 2009).

يشمل هذا المقياس 12 عبارة، تقيس اتساق الاهتمام (6 عبارات، مثل "لقد كنت مهووسًا بفكرة أو عمل معين لفترة قصيرة، ولكني فقدت الاهتمام به لاحقًا") ومثابرة الجهد (6 عبارات، مثل "انجز العمل الذي أبدأه")، إضافة إلى الدرجة الكلية التي تمثل مجموع هذين العاملين. ويتم الاستجابة لكل عبارة باستخدام مقياس ليكرت من 5 نقاط، تتراوح بين "لا تنطبق إطلاقًا" إلى "تنطبق تمامًا". وقد بلغت معدلات ثبات ألفا كرونباخ في الدراسة الحالية (0.81، 0.85، و0.86) لكل من اتساق الاهتمام، ومثابرة الجهد، والدرجة الكلية؛ على التوالي.

(7) مقياس روزنبرج لتقدير الذات (Rosenberg, 1979).

يتكون هذا المقياس من 10 عبارات (مثل: "أشعر أن لدى عدد من الصفات الجيدة.")، باستخدام مقياس ليكرت من 4 نقاط يتراوح من موافق بشدة إلى غير موافق بشدة. ولا يزال هذا المقياس الكلاسيكي هو المقياس الأكثر استخدامًا إقليميًا (Kerriche, 2023) وعالميًا (Schmitt & Allik, 2005) لتقدير الذات، إذ تم استعادة خصائصه السيكمومترية الجيدة عبر 53 دولة، وباستخدام 28 لغة مختلفة (Schmitt & Allik, 2005). وقد بلغ معدل ثبات ألفا كرونباخ في الدراسة الحالية (0.87).

الإجراءات

وُصفت الإجراءات المستخدمة في ترجمة قلق الرياضيات المختصر المعدل (Carey et al., 2017)، مقياس قلق العلوم المختصر (Megreya et al., 2021)، والقلق العام (Krueger et al., 2012) بالتفصيل في دراسات سابقة (Al-Attiyah et al., 2017; Megreya et al., 2021; 2023). وبخصوص مقياس إنديانا المختصر للمعتقدات المتعلقة بالرياضيات (Kloosterman & Stage, 1992)، مقياس المثابرة المختصر (Duckworth & Quinn, 2009)، ومقياس روزنبرج لتقدير الذات (Rosenberg, 1979)، تم ترجمتهم من اللغة الإنجليزية

إلى اللغة العربية للاستخدام في الدراسة الحالية، وذلك باستخدام طرق الترجمة نفسها المستخدمة في تلك المقاييس الثلاثة لأنواع القلق المختلفة. تمت هذه الترجمات بواسطة الباحث الأول في الدراسة الحالية، ثم تم إجراء ترجمة عكسية بواسطة باحث مساعد ثنائي اللغة، ليس لديه خبرات سابقة بهذه المقاييس. وأخيراً، تم إجراء مقارنات لغوية بين الترجمات العكسية والنسخ الأصلية للمقاييس، وإجراءات بعض التعديلات، وذلك للوصول إلى النسخ النهائية من الترجمات العربية لهذه المقاييس.

تم جمع البيانات عندما كان الطلبة في الفصل الدراسي الأول من الصف العاشر وتم متابعتهم في الفصل الدراسي الأول من الصف الحادي عشر (بعد عام تقريباً). وقد تم الاختيار العشوائي لفصلين من طلبة الصف العاشر في ثماني مدارس ثانوية حكومية في قطر، أربع مدارس للإناث وأربع مدارس للذكور. وتم تطبيق الأدوات بشكل جمعي في أثناء حضور الطلبة للفصول الدراسية التي لا تزيد عن 30 طالباً. وفي التطبيق الأول، طُلب من المشاركين تطبيق المقاييس في جلستين في يومين متتالين. وفي الجلسة الأولى، تم تطبيق مقاييس القلق الثلاثة (قلق الرياضيات، قلق العلوم، والقلق العام) ومقياس إنديانا المختصر للمعتقدات الرياضية. بالإضافة إلى ذلك، طُلب من جميع الطلبة الإجابة عن هذا السؤال: "أي مسار من المرجح أن تختاره للصف الحادي عشر (الأدبي أم العلمي)؟" استغرق التطبيق في هذه الجلسة حوالي 45 دقيقة. وفي الجلسة الثانية، تم تطبيق مقاييس المثابرة وتقدير الذات التي استمرت مدة 25 دقيقة تقريباً. وتم الحصول على درجات الطلبة في الرياضيات والكيمياء والفيزياء والأحياء من المدارس. وفي التطبيق الثاني، بعد حوالي 12 شهراً، عندما أصبح جميع الطلبة في الصف الحادي عشر، تم تطبيق مقياسي قلق الرياضيات والعلوم. بالإضافة إلى ذلك، تم تسجيل بيانات التحاقهم الفعلي بالمسار العلمي أو الأدبي. ووافقت وزارة التربية والتعليم والتعليم العالي في قطر، وكذلك لجنة المراجعة المؤسسية بجامعة قطر على إجراءات جمع البيانات. وتم تنفيذ جميع الإجراءات وفقاً للمبادئ التوجيهية واللوائح الخاصة باللجنة، والتي تتطلب توقيع نماذج موافقة كتابية.

الإجراءات الإحصائية

تم حساب الإحصاءات الوصفية (المتوسطات والانحرافات المعيارية)، إلى جانب فترات ثقة بنسبة 95%، لجميع متغيرات البحث لكل من الذكور والإناث بشكل منفصل. وأُجريت سلسلة من اختبار "ت" للعينات المستقلة لفحص الفروق بين الجنسين في جميع المتغيرات، مع عرض حجم الأثر (اختبار كوهين) لكل مقارنة. وتجنباً للخطأ الإحصائي من النوع الأول، الإيجاب الخاطئ، تم استخدام إجراء تصحيح بونفيروني؛ إذ يجب أن تكون قيمة "ت" أقل من 0.005 لتكون ذات دلالة إحصائية عند 0.05. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء اختبارين مربع كاي 2×2 لفحص العلاقة

بين الجنس والتحاق الطلبة "المتوقع" و"الفعلي" في المسار العلمي مقابل المسار الأدبي. علاوة على ذلك، فقد تم استخدام سلسلة من اختبارات معاملات بيرسون، إلى جانب فترات ثقة بنسبة 95%، لفحص ارتباطات قلق الرياضيات وقلق العلوم مع المتغيرات الأخرى لكل من الإناث والذكور بشكل منفصل. ولتجنب الخطأ الإحصائي من النوع الأول والإيجاب الخاطئ، تم استخدام إجراء تصحيح بونفيروني؛ إذ يجب أن تكون قيمة "ر" أقل من 0.001 لتكون ذات دلالة عند 0.05. كما تم استخدام اختبارات معاملات بيرسون، جنباً إلى جنب مع فترات الثقة بنسبة 95%، لتقييم اتساق قلق الرياضيات وقلق العلوم في التقييمين الأول والثاني. وتم إجراء سلسلة من تحليلات الانحدار الخطي المتعدد لفحص التنبؤات المتزامنة والطولية لقلق الرياضيات، قلق العلوم، والأداء التحصيلي في مقررات الرياضيات والعلوم. لكل نموذج، تم عرض قيمة "ف"، درجات الحرية، مستوى الدلالة، "ر" تربيع R^2 ، المعاملات بيتا المعيارية (β)، قيمة "ت" مع مستوى دلالاتها الإحصائية، والارتباطات الجزئية. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء سلسلة من نماذج الانحدار اللوجستي الثنائي للتنبؤ بالتحاق الفعلي للطلبة للمسارين العلمي أو الأدبي في الصف الحادي عشر. وعُرض لكل نموذج قيمة "ف" ومستوى دلالاتها الإحصائية، ومعامل (B)، مؤشر Wald، ونسبة الأرجحية المقدر مع فترات ثقة 95%، قيمة "ر" تربيع R^2 Nagelkerke، ونسبة التصنيف الإجمالية. وأخيراً، تم إجراء سلسلة من تحليلات التباين (ANOVA) المختلط 2 (الإناث / الذكور) $\times$ 2 (المسار العلمي / الأدبي) $\times$ (الصف العاشر / الصف الحادي عشر) لفحص اتساق مستويات قلق الرياضيات والعلوم بين الصفين العاشر والحادي عشر لدى الذكور والإناث في هذين المسارين الدراسين، وقد تم إجراء التأثيرات الرئيسية البسيطة اللاحقة عندما كان هناك تفاعل دال إحصائياً بين العوامل.

النتائج

الإحصاءات الوصفية والفروق بين الجنسين

يعرض الجدول 1 الإحصاءات الوصفية والفروق بين الجنسين في متغيرات الدراسة. وفي التطبيق الأول، أظهرت الإناث مستويات أعلى في قلق الرياضيات، وقلق العلوم، والقلق العام مقارنة بالذكور؛ وقد كانت الفروق بين الجنسين في قلق الرياضيات هي الأكثر قوة (حجم الأثر = 0.38) مقارنة بقلق العلوم (حجم الأثر = 0.27) والقلق العام (حجم الأثر = 0.29). وعلى الجانب الآخر، كان الذكور أكثر تحصيلاً في الرياضيات والكيمياء من الإناث، بينما لم توجد فروق بين الجنسين في الأداء التحصيلي في الفيزياء والأحياء، والمثابرة، وتقدير الذات. وفي التطبيق الثاني، تم استعادة الفروق بين الجنسين في قلق الرياضيات والعلوم.

جدول 1

الإحصاءات الوصفية (المتوسط والانحراف المعياري) والفروق بين الجنسين، مع فترات الثقة
بنسبة 95% (بين القوسين)

المتغيرات	الاناث المتوسط	الذكور المتوسط	الانحراف المتوسط المعياري	الانحراف المعياري	قيمة "ت"	حجم الاثر
التطبيق الاول						
قلق الرياضيات	23.3 (24.7 - 22.2)	8.7 (9.4 - 8)	20.1 (21.3 - 19)	8.4 (9.2 - 7.6)	*3.71	0.38 (0.58 - 0.18)
قلق العلوم	23.7 (24.9 - 22.5)	8.2 (8.9 - 7.6)	21.4 (22.7 - 20.1)	8.8 (9.5 - 8)	*2.69	0.27 (0.47 - 0.07)
تحصيل الرياضيات	30.5 (31.7 - 29.4)	8.3 (9 - 7.4)	33.6 (34.5 - 32.6)	7.2 (7.8 - 6.4)	*4.02	0.41 (0.61 - 0.21)
تحصيل الفيزياء	31 (32 - 30)	6.9 (7.5 - 6.3)	32.3 (33.1 - 31.4)	6.4 (7 - 5.8)	1.95	0.20 (0.40 - 0.01)
تحصيل الكيمياء	30.5 (31.3 - 29.2)	7.4 (8.1 - 6.7)	32.6 (33.6 - 31.7)	6.9 (7.9 - 6)	*3.25	0.33 (0.53 - 0.13)
تحصيل الاحياء	30.1 (31.4 - 28.8)	8.4 (9 - 7.7)	31.5 (32.4 - 30.4)	7.3 (8.1 - 6.5)	1.75	0.18 (0.38 - 0.02)
الاعتقادات الرياضية	17.2 (17.9 - 16.6)	4.8 (5.2 - 4.2)	17.7 (18.3 - 17.2)	4.1 (4.6 - 3.6)	1.11	0.11 (0.31 - 0.09)
القلق العام	1.6 (1.7 - 1.4)	0.8 (0.9 - 0.8)	1.3 (1.4 - 1.2)	0.8 (0.8 - 0.7)	*2.88	0.29 (0.49 - 0.09)
المثابرة	38.3 (39.6 - 37.1)	8.7 (9.6 - 7.7)	38.6 (40 - 37.2)	10 (10.9 - 8.9)	0.32	0.03 (0.17 - 0.23)
تقدير الذات	30.6 (31.4 - 29.8)	5 (5.8 - 4.4)	29.9 (30.6 - 29.1)	5.2 (5.7 - 4.6)	1.401	0.15 (0.36 - 0.06)
التطبيق الثاني						
قلق الرياضيات	21.3 (22.7 - 20)	8.7 (9.4 - 7.8)	19.4 (20.7 - 18.2)	8.5 (9.2 - 7.6)	*2.06	0.22 (0.43 - 0.01)
قلق العلوم	22.7 (24.1 - 21.4)	9.1 (9.9 - 8.2)	19.7 (21 - 18.5)	8.4 (9.2 - 7.6)	**3.20	0.34 (0.55 - 0.13)

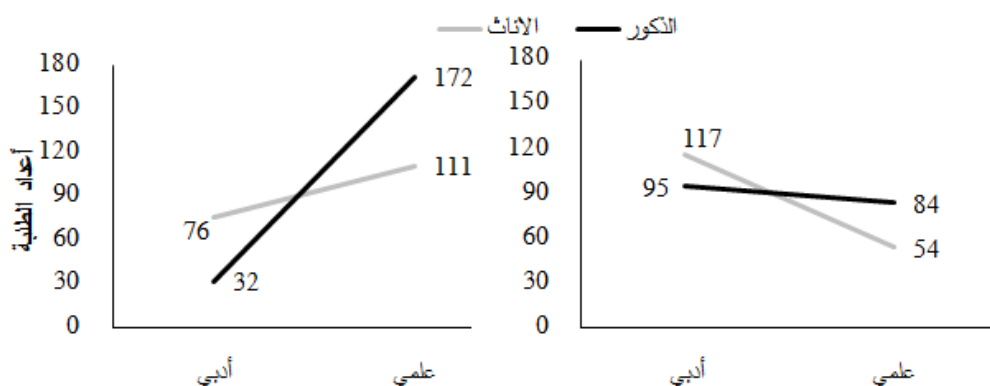
اختيارات المسار العلمي مقابل الأدبي

يعرض الشكل 2 أعداد الإناث والذكور الذين يتوقعون الالتحاق بالمسار العلمي أو الأدبي في الصف الحادي عشر. وقد خضعت هذه البيانات إلى جدول الاحتمالات 2×2 ، وكانت قيمة كا تربيع $(1.391) = 30.40$ ، دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001؛ حيث توقع نسبة أكبر من الطلبة الالتحاق بالمسار العلمي مقارنة بالمسار الأدبي. إضافة إلى ذلك، توقع نسبة أكبر من الذكور الالتحاق بالمسار العلمي مقابل المسار الأدبي، بينما توقعت نسبة أكبر من الإناث الالتحاق بالمسار الأدبي مقابل المسار العلمي. وفي المقابل، ويعرض أيضا الشكل 2 أعداد الإناث والذكور الذين التحقوا حقيقة بالمسار العلمي مقابل الأدبي عندما وصلوا للصف الحادي عشر. وخضعت هذه البيانات إلى جدول الاحتمالات 2×2 ، وكانت قيمة كا تربيع $(1.350) = 8.63$ ، دالة إحصائية عند

مستوى أقل من 0.01. وقد التحق نسبة أكبر من الطلبة بال مسار الأدبي مقابل المسار العلمي. إضافة إلى ذلك، التحق نسبة أكبر من الذكور بال مسار العلمي مقابل المسار الأدبي بينما التحقت نسبة أكبر من الإناث بال مسار الأدبي مقابل المسار العلمي.

شكل 2

أعداد الطلبة الذين التحقوا (اليمين) أو توقعوا (اليسار) الالتحاق بال مسار العلمي مقابل الأدبي



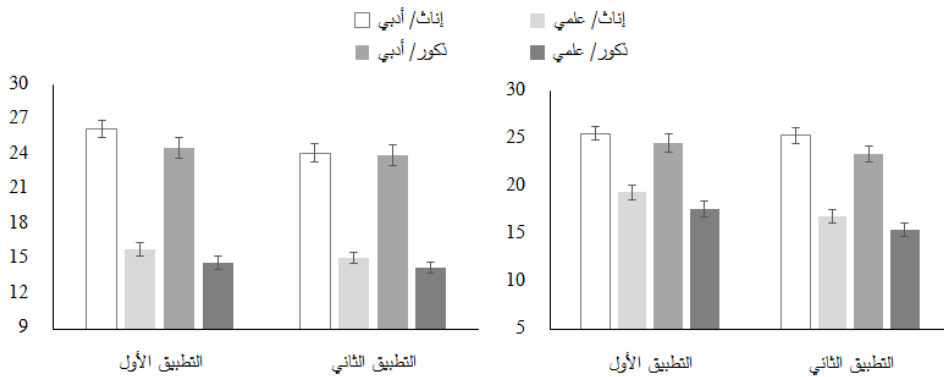
الجنسان x المساران x التطبيقان

يوضح الشكل 3 الإحصاءات الوصفية لقلق الرياضيات (اليسار) لدى الإناث والذكور الملتحقين في المسارين الأدبي أو العلمي خلال التطبيقين الأول والثاني. وقد خضعت هذه البيانات لتحليل التباين المختلط 2×2 (الجنسان) $\times 2$ (المساران) $\times 2$ (التطبيقان). وقد أشارت النتائج إلى عدم وجود تأثير رئيس دال إحصائياً للجنس، ف $(1, 346) = 1.68$ ، مستوى الدلالة $= 0.195$ ، ولكن كان هناك تأثير رئيس دال إحصائياً للمسار التعليمي، ف $(1, 346) = 179.11$ ، مستوى الدلالة أصغر من 0.001؛ مما يشير إلى ارتفاع مستويات قلق الرياضيات لدى الطلبة في المسار الأدبي (24.8) مقارنة بنظرائهم في المسار العلمي (14.9). إضافة إلى ذلك، كان هناك تأثير رئيس لفترتي القياس، ف $(1, 346) = 7.65$ ، مستوى الدلالة أصغر من 0.01؛ إذ كان قلق الرياضيات أعلى في التطبيق الأول (21.4) منه في التطبيق الثاني (20.3). وبالرغم من ذلك، لم يوجد أي تفاعل دال إحصائياً بين هذه العوامل، ف $(1, 346) \geq 1$. يوضح الشكل 2 الإحصاءات الوصفية لقلق العلوم (اليمين) لدى الإناث والذكور الملتحقين في المسارين الأدبي أو العلمي خلال التطبيقين الأول والثاني. وقد خضعت هذه البيانات لتصميم مماثل من تحليل التباين المختلط $2 \times 2 \times 2$. وقد أظهرت النتائج

تأثير رئيس دال إحصائياً للمسار التعليمي، ف (1، 346) = 99.19، مستوى الدلالة أصغر من 0.001؛ إذ أظهر الطلبة في المسار الأدبي مستوى أعلى في قلق العلوم من نظرائهم في المسار العلمي (28.8 مقابل 17.2). كما كان هناك تأثير رئيس دال إحصائياً للجنس، ف (1، 346) = 4.31، مستوى الدلالة أصغر من 0.05؛ حيث أظهرت الإناث مستوى أعلى في قلق العلوم من الذكور (23.1 مقابل 20.5). إضافة إلى ذلك، كان هناك تأثير دال إحصائياً لفترة القياس، ف (1، 346) = 9.40، مستوى الدلالة أصغر من 0.01؛ حيث كانت هناك مستويات أعلى من قلق العلوم في التطبيق الأول مقارنة بالتطبيق الثاني (22.4 مقابل 21.1). ولم توجد أية تفاعلات دالة إحصائية بين هذه العوامل.

شكل 3

قلق العلوم (اليمين) وقلق الرياضيات (اليسار) لدى الإناث والذكور في المسارين الأدبي والعلمي في التطبيقين الأول (الصف العاشر) والثاني (الصف الحادي عشر)

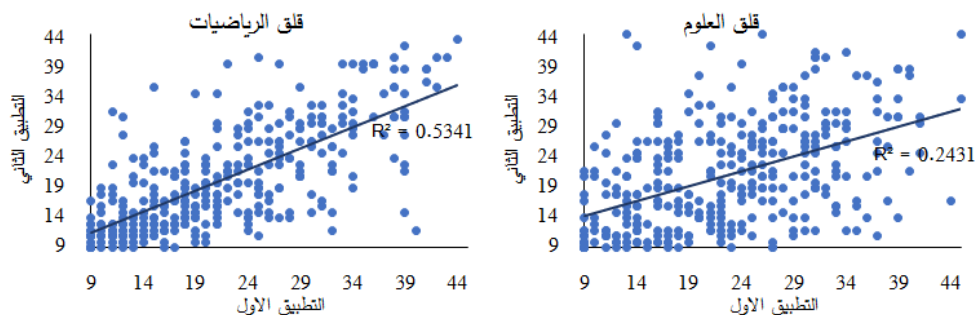


اتساق قلقي الرياضيات والعلوم

كانت هناك ارتباطات إيجابية قوية لقلق الرياضيات بين التطبيقين الأول والثاني، ر(درجة الحرية = 348) = 0.73، مع فترات ثقة تتراوح بين 0.66 إلى 0.79، بمستوى دلالة إحصائية أصغر من 0.001، وقلق العلوم، ر(درجة الحرية = 348) = 0.49، مع فترات ثقة تتراوح بين 0.40 إلى 0.58، بمستوى دلالة إحصائية أصغر من 0.001. وبالرغم من ذلك، كان مستوى قلق الرياضيات (مربع "ر" = 52%) أكثر اتساقاً من قلق العلوم (مربع "ر" = 24%). يوضح الشكل 4 مخططات تشتت درجات الطلبة في قلقي الرياضيات والعلوم عبر هذين التطبيقين.

شكل 4

اتساق قلقي الرياضيات والعلوم بين التطبيقين الأول والثاني



ارتباط قلق الرياضيات وقلق العلوم مع متغيرات الدراسة

يوضح جدول 2 ارتباطات قلق الرياضيات وقلق العلوم مع متغيرات الدراسة لدى الإناث والذكور. فقد ارتبط قلق الرياضيات وقلق العلوم سلبياً مع كل من تحصيل الرياضيات، وتحصيل مقررات العلوم الثلاثة، وتوقعات الالتحاق بالمسار الدراسي (مشيراً إلى ارتباط سلبي مع توقعات اختيار الالتحاق بالمسار العلمي)، والمعتقدات الرياضية، والمثابرة. إضافة إلى ذلك، ارتبط قلق الرياضيات وقلق العلوم إيجابياً مع القلق العام، ومع بعضهما بعضاً. وقد تم الحصول على نفس هذا النمط من الارتباطات بواسطة كل من الإناث والذكور على نحو منفصل. وبالرغم من ذلك، ارتبط قلق الرياضيات وقلق العلوم سلبياً مع تقدير الذات لدى الذكور، ولكن ليس لدى الإناث.

جدول 2

ارتباط قلقي الرياضيات والعلوم بمتغيرات الدراسة لدى الذكور والإناث، مع فترات الثقة بنسبة 95% (بين القوسين)

المتغيرات	الذكور		الإناث	
	قلق العلوم	قلق الرياضيات	قلق العلوم	قلق الرياضيات
قلق العلوم	--	0.67 * (0.55 - 0.77)	--	0.62 * (0.52 - 0.71)
توقعات	0.29 * (-0.45 - -0.12)	0.43 * (-0.57 - -0.27)	0.29 * (-0.42 - -0.15)	0.45 * (-0.56 - -0.32)
المسار الدراسي	0.36 * (-0.49 - -0.22)	0.57 * (-0.68 - -0.45)	0.29 * (-0.43 - -0.14)	0.55 * (-0.65 - -0.43)
تحصيل الرياضيات	0.40 * (-0.52 - -0.28)	0.59 * (-0.68 - -0.48)	0.41 * (-0.53 - -0.28)	0.53 * (-0.63 - -0.41)
تحصيل الفيزياء	0.33 * (-0.46 - -0.21)	0.50 * (-0.61 - -0.38)	0.31 * (-0.43 - -0.19)	0.41 * (-0.52 - -0.29)
تحصيل الكيمياء	0.33 * (-0.46 - -0.21)	0.50 * (-0.61 - -0.38)	0.31 * (-0.43 - -0.19)	0.41 * (-0.52 - -0.29)
تحصيل الاحياء	0.59 * (-0.48 - -0.48)	0.64 * (-0.72 - -0.54)	0.64 * (-0.72 - -0.55)	0.59 * (-0.68 - -0.49)

المتغيرات	الاناث	الذكور
قلق الرياضيات	قلق العلوم	قلق العلوم
0.48- * (0.33- - 0.60-)	0.31- * (0.16- - 45.-)	0.57- * (0.44- - 0.68-)
0.57- * (0.44- - 0.67-)	0.48- * (0.35- - 58.-)	0.63- * (0.50- - 0.73-)
0.20- * (0.04- - 0.35-)	0.24- * (0.05- - 39.-)	0.32- * (0.18- - 0.45-)
0.67 * (0.75- - 0.59-)	0.50 * (0.62- - 37.-)	0.68 * (0.75- - 0.60-)
0.34- * (0.17- - 0.50-)	0.50- * (0.34- - 0.64-)	0.34- * (0.17- - 0.50-)
0.22- * (0.04- - 0.49-)	0.36- * (0.22- - 0.49-)	0.36- * (0.22- - 0.49-)
0.64- * (0.34- - 0.94-)	0.55 * (0.64- - 0.94-)	0.55 * (0.64- - 0.94-)

جدول 3

التنبؤات المتزامنة لقلقي الرياضيات والعلوم

المتغيرات	درجة "بيتا" المعيارية	قيمة "ت"	الدلالة الاحصائية	الارتباط الجزئي	درجة "بيتا" المعيارية	قيمة "ت"	الدلالة الاحصائية	الارتباط الجزئي
الجنس	0.025	0.825	0.410	-0.042	-0.084	-2.343	0.020	-0.119
المسار	0.073	2.034	0.043	-0.104	0.049	1.134	0.258	0.058
الرياضيات	0.260	4.427	0.001>	-0.221	0.336	4.758	0.001>	0.237
الفيزياء	0.022	0.348	0.728	-0.018	0.004	0.054	0.957	0.003
الكيمياء	0.028	0.534	0.594	0.027	0.056	0.894	0.372	0.046
الأحياء	0.048	0.847	0.397	0.043	-0.611	-10.107	0.001>	-0.460
المعتقدات	0.110	3.153	0.002	-0.160	0.054	1.265	0.207	0.065
قلق العلوم	0.287	7.212	0.001>	0.347	--	--	--	--
قلق الرياضيات	--	--	--	--	0.419	7.212	0.001>	0.347
المثابرة	0.148	4.182	0.001>	-0.210	-0.109	-2.517	0.012	-0.128
القلق العام	0.329	9.460	0.001>	0.437	0.078	1.671	0.096	0.085

التنبؤات المتزامنة لقلقي الرياضيات والعلوم

يوضح جدول 3 نتائج تحليل الانحدار المتعدد الخطي لقلقي الرياضيات والعلوم، إضافة إلى الارتباطات الجزئية. ففي هذين النموذجين، وجميع نماذج الانحدار التالية، لم يتم إدراج متغير تقدير الذات نظراً لعدم ارتباطه بقلق الرياضيات، وكذلك قلق العلوم باستخدام العينة الكلية. وبخصوص قلق الرياضيات، بلغت قيمة مربع "ر" (0.72)، وقيمة "ف" (10، 390) = 96.31، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وتشير النتائج إلى أنه تم التنبؤ بقلق الرياضيات إيجابياً بواسطة قلق العلوم والقلق العام. كما تم التنبؤ به سلبياً بواسطة كل من توقعات الالتحاق بالمسار الدراسي (مشيراً إلى انخفاض توقعات الالتحاق بالمسار العلمي)، تحصيل الرياضيات، المعتقدات الرياضية، والمثابرة. وبالرغم من ذلك، فلم يتم التنبؤ بقلق الرياضيات بواسطة الجنس والأداء التحصيلي في مقررات العلوم الثلاثة. وبخصوص قلق العلوم، بلغت قيمة مربع "ر" (0.59)، وقيمة "ف" (10، 390) = 54.20، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وتشير النتائج إلى أنه تم التنبؤ بقلق العلوم إيجابياً بواسطة قلق الرياضيات، بينما تم التنبؤ به سلبياً بواسطة كل

من الجنس (مشيرًا إلى ارتفاع قلق العلوم لدى الاناث)، تحصيل الاحياء، والمثابرة. وقد تم التنبؤ بقلق العلوم ايجابيًا بواسطة تحصيل الرياضيات، ربما بسبب الارتباط الإيجابي القوي بين قلق الرياضيات وتحصيلها. لم يتم التنبؤ بقلق العلوم من خلال توقعات المسار الدراسي، تحصيل الفيزياء والكيمياء، والمعتقدات الرياضية، والقلق العام.

التنبؤات المتزامنة لتوقعات المسار الدراسي

يعرض جدول 4 نتائج نموذج الانحدار الثنائي لفحص احتمالات التنبؤ بالمسار الدراسي المتوقع من خلال متغيرات الدراسة. فقد كانت قيمة كاتربريغ (10) = 188.05، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001، وبلغت قيمة Nagelkerke R² (0.551)، وبلغت النسبة المئوية للتصنيف الإجمالي (83.4%). فقد أشارت هذه النتائج إلى أن الالتحاق بالمسار العلمي في الصف الحادي عشر تم التنبؤ به على نحو دال إحصائيًا من خلال الجنس، وتحصيل الأحياء، والمعتقدات الرياضية، وقلق الرياضيات، والقلق العام؛ بينما لم يتم التنبؤ به بواسطة الأداء التحصيلي في الرياضيات والكيمياء والفيزياء، أو قلق العلوم، أو المثابرة.

جدول 4

التنبؤات المتزامنة للمسار الدراسي

المتغيرات	درجة "بيتا" المعيارية	الخطأ المعياري	اختبار "والد"	الدلالة الاحصائية	نسبة الاحتمالات
الجنس	1.659	0.344	23.231	0.001>	5.254
تحصيل الرياضيات	0.030	0.038	0.631	0.427	1.030
تحصيل الفيزياء	0.043	0.051	0.721	0.396	1.044
تحصيل الكيمياء	0.013	0.034	0.149	0.699	1.013
تحصيل الأحياء	0.085	0.035	5.942	0.015	1.088
المعتقدات الرياضية	0.185	0.044	17.922	0.001>	1.204
قلق الرياضيات	-0.061	0.032	3.697	0.055	0.941
قلق العلوم	0.020	0.028	0.513	0.474	1.020
المثابرة	0.021	0.022	0.907	0.341	1.021
القلق العام	0.629	0.274	5.263	0.022	1.876

التنبؤات الطولية لقلقي الرياضيات والعلوم

يوضح جدول 5 التنبؤات الطولية لقلقي الرياضيات والعلوم. بخصوص قلق الرياضيات، بلغت قيمة مربع "ر" (0.49)، وقيمة "ف" (10، 349) = 32.55، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وتشير النتائج إلى أن قلق الرياضيات تم التنبؤ به إيجابيًا بواسطة قلق العلوم والقلق العام، كما تم التنبؤ به سلبًا بواسطة تحصيل الرياضيات. لم تستطع أي من المتغيرات الأخرى

(الجنس، توقعات المسار الدراسي، الأداء التحصيلي في مقررات العلوم الثلاثة، المعتقدات الرياضية، والمثابرة) التنبؤ طوليًا بقلق الرياضيات. أما بخصوص قلق العلوم، بلغت قيمة مربع "ر" (0.42)، وقيمة "ف" (10، 349) = 25.04، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وتشير النتائج إلى أنه تم التنبؤ بقلق العلوم إيجابيًا بواسطة قلق الرياضيات، كما تم التنبؤ به سلبًا بواسطة الجنس (مشيرًا إلى ارتفاع قلق العلوم لدى الاناث) وتحصيل الاحياء. ولم تستطع المتغيرات الأخرى (توقعات المسار الدراسي، الأداء التحصيلي في الرياضيات، الفيزياء، والكيمياء، والمعتقدات الرياضية، والمثابرة) التنبؤ الطولي بقلق العلوم.

جدول 5

التنبؤات الطولية لقلق الرياضيات والعلوم

المتغيرات	درجة "بيتا"	قيمة "ت"	الدالة الاحصائية	قلق الرياضيات				قلق العلوم			
				الارتباط الجزئي	درجة "بيتا" المعيارية	قيمة "ت"	الدالة الاحصائية	الارتباط الجزئي	درجة "بيتا"	قيمة "ت"	الدالة الاحصائية
الجنس	0.007	0.164	0.870	0.009	-0.091	-2.036	0.043	-0.110	0.043	-2.036	0.043
المسار	-0.014	-0.280	0.779	-0.015	0.042	0.765	0.445	0.042	0.445	0.765	0.445
الرياضيات	-0.286	-3.438	0.001	-0.184	0.068	0.764	0.445	0.041	0.445	0.764	0.445
الفيزياء	-0.107	-1.156	0.248	-0.063	0.036	0.363	0.717	0.020	0.717	0.363	0.717
الكيمياء	0.038	0.518	0.605	0.028	-0.110	-1.396	0.163	-0.076	0.163	-1.396	0.163
الأحياء	0.006	0.079	0.937	0.004	-0.247	-3.280	0.001	-0.175	0.001	-3.280	0.001
المعتقدات	0.014	0.289	0.773	0.016	-0.014	-0.260	0.795	-0.014	0.795	-0.260	0.795
قلق العلوم	0.251	4.436	0.001	0.234	--	--	--	--	--	--	--
قلق الرياضيات	---	---	---	--	0.385	5.166	0.001	0.270	0.001	5.166	0.001
المثابرة	-0.080	-1.563	0.119	-0.085	-0.083	-1.515	0.131	-0.082	0.131	-1.515	0.131
القلق العام	0.231	4.595	0.001	0.242	0.036	0.600	0.549	0.033	0.549	0.600	0.549

التنبؤات الطولية للالتحاق بالمسار الدراسي

يعرض جدول 6 نتائج نموذج الانحدار الثنائي لفحص احتمالات التنبؤ بالالتحاق الفعلي بالمسار الدراسي في الصف الحادي عشر من خلال متغيرات الدراسة التي تم قياسها في الصف العاشر؛ حيث كانت قيمة كاتربريغ (11) = 177.69، دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001، وبلغت قيمة R^2 Nagelkerke (0.525)، وبلغت النسبة المئوية للتصنيف الإجمالي (80%). وقد أشارت هذه النتائج إلى أن الالتحاق بالمسار العلمي في الصف الحادي عشر تم التنبؤ به على نحو دال إحصائية بواسطة قلق الرياضيات، بينما لم تستطع جميع المتغيرات الأخرى (الجنس، توقعات المسار الدراسي، والأداء التحصيلي في الرياضيات ومقررات العلوم الثلاثة، قلق العلوم، والمثابرة، والقلق العام).

جدول 6

التنبؤات الطولية للالتحاق بالمسار الدراسي

المتغيرات	درجة "بيتا" المعيارية	الخطأ المعيارية	اختبار "والد"	الدلالة الاحصائية	نسبة الاحتمالات
الجنس	0.193	0.319	0.367	0.544	1.213
توقعات المسار الدراسي	0.718	0.481	2.230	0.135	2.051
تحصيل الرياضيات	0.023	0.043	0.280	0.597	1.023
تحصيل الفيزياء	0.009	0.052	0.027	0.869	1.009
تحصيل الكيمياء	0.040	0.042	0.917	0.338	1.041
تحصيل الأحياء	0.037	0.040	0.832	0.362	1.037
المعتقدات الرياضية	0.011	0.048	0.054	0.816	1.011
قلق الرياضيات	-0.186	0.034	29.457	>0.001	0.830
قلق العلوم	0.030	0.027	1.195	0.274	1.030
المثابرة	0.035	0.021	2.855	0.091	1.035
القلق العام	0.170	0.247	0.476	0.490	1.186

التنبؤات المتزامنة والطولية للالتحاق بالمسار الدراسي بواسطة قلق الرياضيات والعلوم

يعرض جدول 7 لنتائج نموذج الانحدار الثنائي والذي فحص احتمالات التنبؤ بالالتحاق بالمسار الدراسي في الصف الحادي عشر بواسطة الجنس، وقلق الرياضيات، وقلق العلوم، كما تم قياسهما طولياً (في الصف العاشر) أو بشكل متزامن (في الصف الحادي عشر). وكانت قيمة كاتريج (5) = 168.71، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001، وبلغت قيمة R^2 Nagelkerke (0.518)، وبلغت النسبة المئوية للتصنيف الإجمالي (78.9%). ومن ثم، أشارت هذه النتائج إلى أن الالتحاق بالمسار العلمي في الصف الحادي عشر تم التنبؤ به بواسطة قلق الرياضيات، سواء تم قياسه بشكل طولي أو متزامن، بينما لم يتم التنبؤ به من خلال الجنس وقلق العلوم (سواء تم قياسه بشكل طولي أو متزامن).

جدول 7

التنبؤات المتزامنة والطولية للالتحاق بالمسار الدراسي

المتغيرات	درجة "بيتا" المعيارية	الخطأ المعيارية	اختبار "والد"	الدلالة الاحصائية	نسبة الاحتمالات
الجنس	0.332	0.289	1.320	0.251	1.394
قلق الرياضيات في الصف العاشر	-0.149	0.030	24.418	>0.001	0.862
قلق العلوم في الصف العاشر	0.023	0.022	1.083	0.298	1.023
قلق الرياضيات في الصف الحادي عشر	-0.109	0.032	11.747	0.001	0.896
قلق العلوم في الصف الحادي عشر	-0.031	0.024	1.751	0.186	0.969

التنبؤات بتحصيل الرياضيات

يوضح جدول 8 نتائج تحليل الانحدار المتعدد الخطي والتي تُنبئ بالأداء التحصيلي في الرياضيات من خلال المتغيرات الأخرى. فقد بلغت قيمة مربع "ر" (0.795)، وقيمة "ف" (10، 390) = 147.13، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وتشير نتائج هذا النموذج إلى أن تحصيل الرياضيات تم التنبؤ به إيجابياً بواسطة الجنس (مشيراً إلى ارتفاع تحصيل الذكور عن الاناث)، تحصيل مقررات العلوم الثلاثة، المعتقدات الرياضية؛ كما تم التنبؤ به سلبياً بواسطة قلق الرياضيات. لم تستطع التنبؤ بتحصيل الرياضيات كل من توقعات المسار الدراسي، والمثابرة، والقلق العام.

جدول 8

التنبؤات بتحصيل الرياضيات

الارتباط الجزئي	الدلالة الاحصائية	قيمة "ت"	درجة "بيتا" المعيارية	المتغيرات
0.168	0.001	3.325	0.083	الجنس
0.067	0.191	1.309	0.040	المسار المتوقع
0.450	0.001>	9.829	0.478	تحصيل الفيزياء
0.233	0.001>	4.663	0.200	تحصيل الكيمياء
0.193	0.001>	3.840	0.181	تحصيل الأحياء
0.113	0.027	2.227	0.066	المعتقدات الرياضية
-0.221	0.001>	-4.427	-0.189	قلق الرياضيات
0.237	0.001>	4.758	0.167	قلق العلوم
-0.052	0.314	-1.008	-0.031	المثابرة
0.062	0.225	1.216	0.040	القلق العام

التنبؤات بالتحصيل في مقررات العلوم الثلاثة

يوضح جدول 9 نتائج تحليل الانحدار المتعدد الخطي والتي تُنبئ بالأداء التحصيلي في مقررات العلوم الثلاثة من خلال المتغيرات الأخرى. للتنبؤ بتحصيل الفيزياء، بلغت قيمة مربع "ر" (0.818)، وقيمة "ف" (10، 390) = 170.73، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وقد أشارت نتائج هذا النموذج إلى أنه تم التنبؤ إيجابياً بتحصيل الفيزياء بواسطة كل من التحصيل في الرياضيات، والأحياء، والكيمياء، كما تم التنبؤ به سلبياً بواسطة الجنس (مشيراً إلى ارتفاع تحصيل الاناث)؛ بينما لم تستطع المتغيرات الأخرى التنبؤ به. وبالنسبة لتحصيل الكيمياء، فقد بلغت قيمة مربع "ر" (0.721)، وقيمة "ف" (10، 390) = 98.27، وهي دالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.001. وأشارت نتائج هذا النموذج إلى أنه تم التنبؤ إيجابياً بتحصيل الكيمياء بواسطة التحصيل في الرياضيات والفيزياء والأحياء، بينما لم يتم التنبؤ به من خلال المتغيرات الأخرى.

جدول 9

التنبؤات بتحصيل مقررات العلوم الثلاثة

المتغيرات	تحصيل الفيزياء				تحصيل الكيمياء				تحصيل الأحياء			
	درجة "بيتا" المعيارية	قيمة "ت"	الدلالة الاحصائية الجزئي	الارتباط	درجة "بيتا" المعيارية	قيمة "ت"	الدلالة الاحصائية الجزئي	الارتباط	درجة "بيتا" المعيارية	قيمة "ت"	الدلالة الاحصائية الجزئي	الارتباط
الجنس	-0.065	-2.743	0.006	-0.139	0.054	1.843	0.066	0.094	-0.083	-3.089	0.002	-0.156
المسار المتوقع	0.016	0.568	0.570	0.029	0.002	0.048	0.962	0.002	0.098	3.046	0.002	0.154
تحصيل الرياضيات	0.424	9.829	> 0.001	0.450	0.271	4.663	> 0.001	0.233	0.206	3.840	> 0.001	0.193
تحصيل الفيزياء	--	--	--	--	0.481	8.217	> 0.001	0.388	0.285	5.068	> 0.001	0.252
تحصيل الكيمياء	0.314	8.217	> 0.001	0.388	--	--	--	--	0.178	3.861	> 0.001	0.194
تحصيل الأحياء	0.222	5.068	> 0.001	0.252	0.212	3.861	> 0.001	0.194	--	--	--	--
الاعتقادات الرياضية	-0.015	-0.538	0.591	-0.028	-0.037	-1.049	0.295	-0.054	0.029	0.910	0.363	0.047
قلق الرياضيات	-0.014	-0.348	0.728	-0.018	0.027	0.534	0.594	0.027	0.039	0.847	0.397	0.043
قلق العلوم	0.002	0.054	0.957	0.003	0.038	0.894	0.372	0.046	-0.347	-10.107	> 0.001	-0.460
المثابرة	0.050	1.717	0.087	0.088	-0.058	-1.615	0.107	-0.083	-0.001	-0.041	0.968	-0.002
القلق العام	-0.007	-0.227	0.820	-0.012	-0.006	-0.148	0.883	-0.008	-0.032	-0.898	0.370	-0.046

المناقشة

فحصت الدراسة الحالية التنبؤات المتزامنة والطولية لكل من قلق الرياضيات، قلق العلوم، وتوقعات أو الالتحاق الفعلي في المسارين الأدبي أو العلمي، باستخدام عينة من طلبة الصف العاشر في المدارس الحكومية بدولة قطر، ومتابعتهم في الصف الحادي عشر. اشتملت المنبئات على الجنس وعدد من المتغيرات النفسية والتربوية، واتفقت نتائج التحليلات المتزامنة والطولية على إمكانية التنبؤ بقلق الرياضيات بواسطة تحصيلها، وقلق العلوم، والقلق العام، بينما تم التنبؤ بقلق العلوم من خلال الجنس، وتحصيل الأحياء، وقلق الرياضيات. إضافة إلى ذلك، تم الحصول على عدة نتائج مهمة أخرى نناقشها بالتفصيل فيما يلي.

فقد اجتذب المسار العلمي عدداً أكبر من الذكور، بينما اجتذب المسار الأدبي نسباً أعلى من الإناث؛ وقد ظهرت هذه النتيجة على نحو متسق، سواء أكان ذلك عند التوقعات في الصف العاشر أو عند الالتحاق الفعلي في الصف الحادي عشر (الشكل 2). واتساقاً مع ذلك، أشارت نتائج دراسة Cuder et al., (2024) إلى أن أعداداً أكبر من الذكور يلتحقون بالمدارس العلمية. كما استعادت الدراسة الحالية الفروق بين الجنسين في قلقي الرياضيات والعلوم (Megreya et al.,

2023; 2021)؛ حيث كانت الإناث أكثر قلقًا (الجدول 1)، ويمكن عزو هذه الفروق إلى الصور النمطية الاجتماعية الثقافية، حيث يُنظر تقليديًا إلى الرياضيات (Plante et al., 2009) والعلوم (Rahm & Charbonneau, 1997) على أنها مجالات ذكورية. وعلى الرغم من أن النسبة الأكبر من الطلبة قد توقعوا الالتحاق بالمسار العلمي مقارنة بالمسار الأدبي في الصف العاشر، إلا أن أعداد الطلبة الذين التحقوا بالفعل بالمسار الأدبي كانت أعلى من أقرانهم الذين التحقوا بالمسار العلمي في الصف الحادي عشر (الشكل 2). هذا، وقد ارتبطت توقعات الطلبة في الصف العاشر للالتحاق بالمسار العلمي بانخفاض مستويات قلق الرياضيات وقلق العلوم؛ مع أهمية أن هذا الارتباط كان أكثر قوة مع قلق الرياضيات منه مع قلق العلوم، لدى كل من الذكور والإناث (الجدول 2). وبالرغم من ذلك، فقد تبين أن قلق الرياضيات المبكر والمتزامن تمكنا من التنبؤ بالمسار الدراسي، بينما لم يتمكن قلق العلوم المبكر أو المتزامن من التنبؤ به، وذلك عندما تم التحكم الإحصائي في متغير الجنس (الجدول 7). وتتسق هذه النتيجة مع نتائج بعض الدراسات الطولية التي وجدت أن قلق الرياضيات يتنبأ بالتحاق الطلبة في المدارس العلمية (Cuder et al., 2024) والتخصصات العلمية في الجامعة (Ahmed, 2018). وبالرغم من ذلك، لا تتسق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Megreya & Al-Emadi, 2023)، والتي أشارت إلى أن قلق العلوم، وليس قلق الرياضيات، يتنبأ بالالتحاق بالمسار الدراسي في الصف الحادي عشر والصف الثاني عشر. ولعل يرجع هذا الاختلاف إلى اشتغال دراسة (Megreya & Al-Emadi, 2023) على عينة من الطلبة في الصف الثاني عشر، والذي يكون فيه الطلبة تحت الضغط للحصول على معدل مرتفع، بم يمكنهم من استكمال دراستهم الجامعية في الكليات التي يطمحون لها، بخاصة أن درجات مقررات العلوم في الصف الثاني عشر في قطر تمثل ثلاثة أضعاف درجات مقرر الرياضيات (100 درجة لكل مقرر).

فقد تم التنبؤ بقلق الرياضيات اللاحق من خلال تحصيلها المبكر (الجدول 5)، حتى عندما تم التحكم الإحصائي في المتغيرات الأخرى (الجنس، وتوقعات الالتحاق بالمسار الدراسي في الصف الحادي عشر، والتحصيل في مقررات العلوم الثلاثة، والمعتقدات الرياضية، وقلق العلوم، القلق العام، والمثابرة)؛ مما يدعم نظرية الإضعاف (Ashcraft & Krause, 2007). وبالرغم من ذلك، ونظرًا لأن مقرر الرياضيات لا يتم تدريسه للطلبة الذين يلتحقون بالمسار الأدبي في الصف الحادي عشر، فلم يكن ممكنا الفحص الطولي للشق الآخر من هذه العلاقة؛ ألا وهو التنبؤ بتحصيل الرياضيات في الصف الحادي عشر من خلال قلق الرياضيات في الصف العاشر. ومن ثم، تتسق هذه النتيجة جزئيًا مع نتائج الدراسات الطولية التي وجدت أن قلق الرياضيات المبكر تنبأ بتحصيلها اللاحق، بينما لم يتنبأ تحصيل الرياضيات المبكر بالقلق اللاحق منها (Sorovo et al., 2022). وعلى الجانب الآخر، قدمت نتائج التنبؤات المتزامنة دعمًا واضحًا لنظرية التأثير المتبادل؛ حيث كانت هناك ارتباطات ثنائية الاتجاه بين قلق الرياضيات وتحصيلها؛ إذ تم التنبؤ بتحصيل الرياضيات

من خلال القلق منها (الجدول 8)، كما تم التنبؤ بقلق الرياضيات من خلال تحصيلها (الجدول 3)، حتى بعدما تم التحكم احصائياً في المتغيرات الأخرى (الجنس، وتوقعات الالتحاق بالمسار الدراسي، والتحصيل في مقررات العلوم الثلاثة، والمعتقدات الرياضية، وقلق العلوم، والقلق العام، والمثابرة)؛ مما يدعم نظرية التأثير المتبادل (Carey et al., 2016).

وبخصوص العلاقة بين قلق العلوم وتحصيلها، تعد الدراسة الحالية هي أول دراسة تفحص التنبؤات الطولية لقلق العلوم بواسطة التحصيل في المقررات الثلاثة للعلوم. وهناك دراسة طولية واحدة فقط، واقتصرت على قلق الأحياء، والتي وجدت أن قلق الأحياء تنبأ بمعدل استبقاء الطلبة في دراسة علم الأحياء، كتخصص أساسي في الجامعة، بخاصة لدى الإناث، بينما لم يتنبأ بتحصيل هؤلاء الطلبة في المقرر التمهيدي لعلم الأحياء (England et al 2019). ففي الدراسة الحالية، أشارت نتائج التنبؤات الطولية إلى أنه يمكن التنبؤ بقلق العلوم اللاحق بواسطة مستوى التحصيل المبكر في الأحياء، ولكن ليس بواسطة التحصيل المبكر في الكيمياء أو الفيزياء (الجدول 5)؛ مما يشير إلى أن التحصيل المنخفض في الأحياء، على وجه الخصوص، ربما يكون عاملاً جوهرياً لقلق العلوم. وقد ظهرت هذه النتيجة حتى بعد ما تم التحكم الاحصائي في المتغيرات الأخرى (الجنس، وتوقعات المسار الدراسي، تحصيل الرياضيات، المعتقدات الرياضية، قلق الرياضيات، المثابرة، والقلق العام). وبالرغم من ذلك، لم توجد الفرصة في الدراسة الحالية لفحص التنبؤ بتحصيل مقررات العلوم في الصف الحادي عشر من خلال قلق العلوم في الصف العاشر، نظراً لأن مقررات العلوم هذه لا يتم تدريسها للطلبة الذين يلتحقون بالمسار الأدبي في الصف الحادي عشر. وعلى الجانب الآخر، قدمت التنبؤات المتزامنة دعماً لوجود تأثيرات متبادلة بين تحصيل الأحياء وقلق العلوم؛ إذ تنبأ قلق العلوم بتحصيل الأحياء (الجدول 9)، كما تنبأ تحصيل الأحياء بقلق العلوم (الجدول 3)، وذلك حتى عندما تم التحكم الاحصائي في المتغيرات الأخرى (الجنس، وتوقعات المسار الدراسي، تحصيل الرياضيات، المعتقدات الرياضية، قلق الرياضيات، المثابرة، والقلق العام)؛ مما يدعم نظرية التأثير المتبادل، التي نشأت في الأصل لتفسير العلاقة بين قلق الرياضيات وتحصيلها (Carey et al., 2016).

نظراً لوجود ارتباط إيجابي قوي بين قلق الرياضيات وقلق العلوم، أظهر هذان النوعان من القلق الأكاديمي نمطاً مماثلاً من الارتباطات مع المتغيرات الأخرى في الدراسة (الجدول 2). فقد ارتبط كلاهما سلبياً بتحصيل الرياضيات، وتحصيل مقررات العلوم الثلاثة، وتوقعات الالتحاق بالمسار العلمي، المعتقدات الرياضية، والمثابرة، بينما ارتبط إيجابياً بقلق العلوم والقلق العام. وقد تم الحصول على نفس هذا النمط من الارتباطات بواسطة كل من الذكور والإناث. وتعد الدراسة الحالية هي أولى الدراسات التي فحصت العلاقة بين المثابرة وقلقي الرياضيات والعلوم؛ فقد أشارت النتائج إلى وجود ارتباط سلبي بين المثابرة وقلقي الرياضيات والعلوم لدى كل من الذكور والإناث،

مع ملاحظة أن ارتباط المثابرة مع قلق الرياضيات كان أقوى من ارتباطها مع قلق العلوم (انظر الجدول 2). إضافة إلى ذلك، تنبأت المثابرة سلبياً بقلق الرياضيات وقلق العلوم (الجدول 3)، حتى بعد ما تم التحكم الإحصائي في المتغيرات الأخرى (الجنس، توقعات المسار الدراسي، التحصيلي الدراسي في الرياضيات والمقررات الثلاثة للعلوم، المعتقدات الرياضية، قلق العلوم أو قلق الرياضيات، والقلق العام)، مع ملاحظة أن هذه التنبؤات كانت أقوى لقلق الرياضيات منه لقلق العلوم. ويمكن تدعيم هذه النتائج بما أشارت إليه بعض الدراسات السابقة، لوجود ارتباط إيجابي بين المثابرة وبعض مؤشرات النجاح الأكاديمي، مثل: التحصيل الدراسي، المشاركة الأكاديمية، ومعدلات الاستبقاء (للتحليل البعدي انظر Lam & Zhou, 2019). فعلى سبيل المثال، تمكنت المثابرة من التنبؤ الإيجابي بالنجاح الأكاديمي لطلبة المدارس الثانوية، كما كان للمثابرة تأثيرات غير مباشرة على المشاركة الأكاديمية عبر الدافعية (Datu et al., 2021). إضافة إلى ذلك، ارتبطت المثابرة إيجابياً بأداء الطلبة في الاختبارات المقننة للرياضيات والعلوم، بينما ارتبطت سلبياً بقلق الاختبار (Sturman & Zappala-Piemme, 2017). وباستخدام عينة من الأطفال في المرحلة الابتدائية، وجدت دراسة طويلة تأثير متبادل بين المثابرة والتحصيل الأكاديمي؛ إذ تنبأت المثابرة المبكرة بشكل إيجابي بالتحصيل الأكاديمي اللاحق، وتنبأ التحصيل الأكاديمي المبكر إيجابياً بالمثابرة اللاحقة (Jiang et al., 2019). وبالرغم من ذلك، فقد أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى وجود ارتباطات متزامنة وليست طويلة بين المثابرة وقلق الرياضيات والعلوم؛ مما يشير إلى أن تأثير المثابرة على هذين النوعين من القلق الأكاديمي هي تأثيرات متزامنة وليست طويلة المدى.

ومع الأخذ في الاعتبار العلاقة السلبية القوية بين القلق العام وتقدير الذات (للتحليل البعدي انظر Sowislo & Orth, 2013)، والعلاقات الإيجابية القوية بين القلق العام وكل من قلق الرياضيات (للمراجعة انظر Dowker et al., 2016) وقلق العلوم (Megreya et al., 2021)، نجد أنه ربما يُتوقع أن يرتبط تقدير الذات سلبياً بقلق الرياضيات وقلق العلوم. وقدمت نتائج هذه الدراسة دعماً جزئياً لهذه التوقعات؛ إذ كانت هناك ارتباطات سلبية بين تقدير الذات وقلقي الرياضيات والعلوم لدى الذكور، ولكن ليس لدى الإناث (انظر الجدول 2). ولذلك، لا توجد علاقة بين قلق الرياضيات وتقدير الذات لدى العينة الكلية. واتساقاً مع هذه النتائج، فقد وجدت Xie et al (2019) ارتباطاً سلبياً ضعيفاً بين قلق الرياضيات وتقدير الذات؛ كما أشارت نتائج تحليل المسار إلى ارتباط سلبي مباشر بين قلق الرياضيات وتقدير الذات لدى الذكور، بينما كان هناك ارتباط سلبي غير مباشر بين قلق الرياضيات وتقدير الذات (عبر القلق العام وقلقي الاختبار) لدى الإناث (Xie et al., 2019). ويمكن تفسير هذه النتائج بالتنميط الثقافي الذي يعتبر الرياضيات تخصص ذكوري (Plante et al., 2009). إضافة إلى ذلك، أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود ارتباطات إيجابية قوية بين القلق العام وقلقي الرياضيات والعلوم لدى كل من الذكور والإناث (انظر الجدول 2). وقد ظل الارتباط الإيجابي بين القلق العام وقلقي الرياضيات قائماً حتى بعد ما تم التحكم الإحصائي في

قلق العلوم والمتغيرات الأخرى (الجدول 3)، بينما لم يظل الارتباط بين القلق العام وقلق العلوم دالاً إحصائياً، عندما تم التحكم في قلق الرياضيات والمتغيرات الأخرى (الجدول 3). وقد ظهرت هذه النتائج على نحو متسق في كل من التحليلات المتزامنة (الجدول 3) والطولية (الجدول 5)؛ مما يشير إلى وجود تباين مشترك بين قلق الرياضيات، قلق العلوم، والقلق العام. وتأكيداً لذلك، أشارت بعض البحوث إلى وجود ارتباطات إيجابية قوية بين قلق الرياضيات وقلق العلوم من جهة (Megreya & Al-Emadi, 2023)، وبين هذين النوعين من القلق الأكاديمي والقلق العام من جهة أخرى (Megreya et al., 2021; 2023)؛ مما أثار التساؤل حول التمايز المفاهيمي لقلق الرياضيات وقلق العلوم. إضافة إلى ذلك، قدم (Wang et al., 2014) الأدلة على وجود ارتباطات جينية بين القلق العام وقلق الرياضيات. وبالرغم من ذلك، فقد أشارت بعض الدراسات السابقة إلى أن قلق الرياضيات وقلق العلوم مفهومان منفصلان عن بعضهما، وعن مفهوم القلق العام، بالرغم من وجود بعض الارتباطات البينية بين هذه الأنواع الثلاثة من القلق (Hills et al., 2016; Megreya et al., 2021).

الخلاصة

اتفقت التحليلات المتزامنة والطولية على إمكانية التنبؤ بقلق الرياضيات من خلال تحصيلها، وقلق العلوم، والقلق العام، بينما تم التنبؤ بقلق العلوم من خلال الجنس، وتحصيل الأحياء، وقلق الرياضيات. وعندما تم التحكم الإحصائي في قلق العلوم وبعض المتغيرات الديموغرافية والتربوية والنفسية (الجنس، توقعات الالتحاق بالمسار الدراسي في الصف الحادي عشر، التحصيل في مقررات العلوم الثلاثة، المعتقدات الرياضية، القلق العام، والمثابرة)، تم تدعيم نتائج التحليلات المتزامنة التنبؤ بتحصيل الرياضيات من خلال قلق الرياضيات، والتنبؤ بقلق الرياضيات من خلال تحصيل الرياضيات (مما يدعم نظرية التأثير المتبادل)، كما دعمت التحليلات الطولية التنبؤ بقلق الرياضيات اللاحق في الصف الحادي عشر من خلال تحصيل الرياضيات السابق في الصف العاشر (مما يدعم جزئياً نظرية الإضعاف). وعند التحكم في قلق الرياضيات وهذه المتغيرات الأخرى، اتفقت نتائج التحليلات المتزامنة والطولية على إمكانية التنبؤ بقلق العلوم بواسطة التحصيل الدراسي في الأحياء، وليس في الكيمياء أو الفيزياء. إضافة إلى ذلك، فقد تم التنبؤ بالمسار الدراسي من خلال قلق الرياضيات المبكر والمتزامن، وليس من خلال قلق العلوم المبكر أو المتزامن.

التوصيات

بناءً على نتائج الدراسة الحالية، نقترح التوصيات التالية لصانعي السياسات ومتخذي القرارات في المؤسسات التعليمية:

(1) هناك توقعات أكثر إيجابية للدراسة العلمية لدى الطلبة في الصف العاشر، إلا أن كثير منهم يعزفون عن الالتحاق بالمسار العلمي في الصف الحادي عشر. ومن ثم، فمن المهم للتربويين ومتخذي القرار استثمار هذه التوقعات الإيجابية، وتعزيز الشغف لدى الطلبة للالتحاق بالمسار العلمي.

(2) إن التعرف المبكر على الطلبة ذوي المستويات المرتفعة من قلق الرياضيات، وإشراكهم في برامج إرشادية أو علاجية فاعلة، ربما يساهم في تحسين فرص اهتمامهم بالتخصصات العلمية. ويمكن إجراء ذلك من خلال عمليات الفرز المبكر، مما يسمح للمعلمين بتحديد الأطفال الذين هم في طور تطوير قلق الرياضيات، قبل أن يؤثر هذا النوع من القلق الأكاديمي على صحتهم النفسية بوجه عام، والدخول في حلقة مفرغة من انخفاض تحصيل الرياضيات بوجه خاص (Cipora et al., 2022).

(3) مراجعة المعايير الوطنية لتعليم الرياضيات والعلوم، وتطوير المناهج الدراسية التي تدمج حل المشكلات والتفكير النقدي والأنشطة العملية مع أنشطة مختلفة في الحياة اليومية، من أجل تعزيز التعلم القائم على المعنى، وجعلها أكثر ارتباطًا بالسياق الخارجي غير المدرسي. إضافة إلى ذلك، فمن المهم إعادة هيكلة طرق التقييم التنافسية في الرياضيات والعلوم، واستبدالها بأنشطة التقييم المستمر، التي تركز على التعلم أكثر من الأداء (Klee et al., 2022).

(4) تعزيز مبادئ عقلية النمو، التي تعزز الجهد والمثابرة والتعلم من الأخطاء، بدلاً من القلق والخوف من الفشل، دمج هذه المبادئ في السياسات التعليمية، وتوفير التطوير المهني للمعلمين؛ لتعزيز هذه الأفكار في أثناء تعليم الرياضيات (Dong et al., 2023).

(5) نظرًا لأن القلق العام كان أقوى منبئ لقلق الرياضيات، ينبغي تعزيز الصحة النفسية لدى الطلبة، وجعلها جزءًا لا يتجزأ من النظام المدرسي، من خلال توفير اختصاصيين نفسيين أكفاء، وتقديم برامج تطوير مهني للمعلمين لتعزيز بيئة إيجابية داعمة للصحة النفسية للطلبة (Megreya & Al-Emadi, 2024).

التمويل

تعد هذه الدراسة جزءًا من منحة بحثية في "برنامج البحوث ذات الأولويات الوطنية" رقم NPRP12C-33955-SP-90، من الصندوق القطري لرعاية البحث العلمي (عضو في مؤسسة قطر)؛ علمًا بأن جميع البيانات الواردة في هذا البحث هي على مسؤولية المؤلف فقط.

تضارب المصالح

أفاد الباحثان بعدم وجود تضارب في المصالح فيما يتعلق بالبحث، والملكية الفكرية، ونشر هذا البحث.

المراجع

- الطيبي، فادي عبد الرزاق عمر، والشرع، إبراهيم أحمد حسين. (2024). قلق الرياضيات لدى معلمي الرياضيات حديثي التخرج وعلاقته ببعض المتغيرات. *المجلة التربوية الأردنية*، 9، 378-402.
- العزي، متعب بن زعزوع ناموس. (2024). تأثير الكفاءة الأكاديمية الرياضية في العلاقة بين قلق الرياضيات والتحصيل الرياضي لدى طلاب كلية الهندسة. *مجلة جامعة الملك خالد للعلوم التربوية*، 11، 219-204.
- كريري، إبراهيم بن علي علي. (2020). برنامج مقترح قائم على التعلم النشط وأثره على تنمية مهارات حل المسألة الرياضية اللفظية واختزال القلق الرياضي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي. *المجلة التربوية*، 72، 193 - 222.
- Ahmed, W. (2018). Developmental trajectories of math anxiety during adolescence: Associations with STEM career choice. *Journal of Adolescence*, 67, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2018.06.010>
- Aldrup, K., Klusmann, U., & Lüdtke, O. (2020). Reciprocal associations between students' mathematics anxiety and achievement: Can teacher sensitivity make a difference? *Journal of Educational Psychology*, 112, 735–750. <https://doi.org/10.1037/edu0000398>
- Al-Enezi, M. Z. (2024). Impact of mathematical academic competence in the relationship between mathematics anxiety and mathematical achievement among engineering students (In Arabic). *King Khalid University Journal of Educational Sciences*, 11, 204-219
- Al-Titi, F.A.O. & El-Shara, I.A. (2024). Mathematics anxiety among newly graduated mathematics teachers and its relationship to some variables (In Arabic). *Jordanian Educational Journal*, 9, 378-402.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin Review*, 14, 243–248. <https://doi:10.3758/BF03194059>
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147, 134-168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6, 1987. <https://doi:10.3389/fpsyg.2015.01987>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szucs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: a valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in Psychology*, 8:11. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.00011
- Ching, B. H., Kong, K. H. C., Wu, H. X., & Chen, T. T. (2020). Examining the reciprocal relations of mathematics anxiety to quantitative reasoning and number knowledge in

- Chinese children. *Contemporary Educational Psychology*, 63, 101919. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101919>
- Cipora, K., Santos, F. H., Kucian, K., & Dowker, A. (2022). Mathematics anxiety – where are we and where shall we go? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1513, 10-20. <https://doi.org/10.1111/nyas.14770>
- Cuder, A., Pellizzoni, S., Di Marco, M., Blason, C., Doz, E., Giofrè, D., & Passolunghi, M. C. (2024). The impact of math anxiety and self-efficacy in middle school STEM choices: A 3-year longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 94, 1091-1108. <https://doi.org/10.1111/bjep.12707>
- Daker, R.J., Gattas, S.U., Sokolowski, H.M., Green, A. E., & Lyons, I. M. (2021). First-year students' math anxiety predicts STEM avoidance and underperformance throughout university, independently of math ability. *NPI Science Learning*, 6, 17. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00095-7>
- Datu, J. A. D., Yang, L., & Mateo, N. J. (2021). Are gritty students academically engaged in math and science? *School Psychology*, 36, 190–195. <https://doi.org/10.1037/spq0000433>
- Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110, 431–444. <https://doi.org/10.1037/edu0000222>
- Dong, L., Jia, X., & Fei, Y. (2023). How growth mindset influences mathematics achievements: A study of Chinese middle school students. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1148754>
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: what have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7:508. Doi: 10.3389/fpsyg.2016.00508
- Du, C., Qin, K., Wang, Y., & Xin, T. (2021). Mathematics interest, anxiety, self-efficacy and achievement: Examining reciprocal relations. *Learning & Individual Differences*, 91, Article 102060. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102060>
- Duckworth, A. L., & Quinn, P. D. (2009). Development and validation of the Short Grit Scale (GRIT–S). *Journal of Personality Assessment*, 91, 166-174. <https://doi.org/10.1080/00223890802634290>
- England, B. J., Brigati, J. R., Schussler, E. E., & Chen, M. (2019). Student anxiety and perception of difficulty impact performance and persistence in introductory biology courses. *CBE- Life Sciences Education*, 18, ar21, 1-13. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-12-0284>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Chu, F., Scofield, J. E., & Ferguson Hibbard, D. (2019). Sex differences in mathematics anxiety and attitudes: Concurrent and longitudinal relations to mathematical competence. *Journal of Educational Psychology*, 111, 1447-1461. <https://doi.org/10.1037/edu0000355>

- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition & Development, 19*, 21–46. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1421538>
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning & Individual Differences, 48*, 45–53. Doi: 10.1016/j.lindif.2016.02.006
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment, 10*, 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- Jamieson, J. P., Peters, B. J., Greenwood, E. J., & Altose, A. J. (2016). Reappraising stress arousal improves performance and reduces evaluation anxiety in classroom exam situations. *Social Psychological & Personality Science, 7*, 579–587. <https://doi.org/10.1177/1948550616644656>
- Jiang, W., Xiao, Z., Liu, Y., Guo, K., Jiang, J., & Du, X. (2019). Reciprocal relations between grit and academic achievement: A longitudinal study. *Learning & Individual Differences, 71*, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.02.004>
- Kang, M., Bedard, A.-C., & Martinussen, R. (2021). Rumination as a moderating effect between math computation and executive function skills in elementary students. *Canadian Journal of School Psychology, 36*, 206–220. <https://doi.org/10.1177/0829573520973087>
- Kariri, I.A.A. (2020). A proposed program based on active learning and its effect on the development of verbal mathematical problem solving skills and reducing mathematical anxiety among primary sixth grade students (In Arabic). *Educational Journal, 72*, 193–222.
- Kerriche, A. (2023). Revalidation of the Rosenberg Self-Esteem Scale in Algeria Using Network Analysis. *Personality & Individual Differences, 215*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112384>
- Klee, H. L., Buehl, M. M., & Miller, A. D. (2022). Strategies for alleviating students' math anxiety: Control-value theory in practice. *Theory into Practice, 61*, 49–61. <https://doi.org/10.1080/00405841.2021.1932157>
- Kloosterman, P. & Stage, F. K. (1992). *Measuring beliefs about mathematical problem solving, 92*, 109–115. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1992.tb12154.x>
- Krueger, R. F. & Markon, K. E. (2014). The role of the DSM-5 personality trait model in moving toward a quantitative and empirically based approach to classifying personality and psychopathology. *Annual Review of Clinical Psychology, 10*, 477–501. Doi: 10.1146/annurev-clinpsy-032813-153732

- Krueger, R. F., Derringer, J., Markon, K. E., Watson, D., & Skodol, A. E. (2012). Initial construction of a maladaptive personality trait model and inventory for DSM-5. *Psychological Medicine*, 42, 1879–1890. doi:10.1017/S0033291711002674
- Lam, K. K. L., & Zhou, M. (2019). Examining the relationship between grit and academic achievement within K-12 and higher education: A systematic review. *Psychology in the Schools*, 56, 1654–1686. <https://doi.org/10.1002/pits.22302>.
- Mallow, J. V. (2006). *Science Anxiety: Research and Action* (pp. 3–14). Mintzes, J. J. & Leonard, W. H. (Eds.) *Handbook of College Science Teaching*, NSTA Press.
- Maloney, E. A. (2016). Math anxiety: Causes, consequences, and remediation. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds.), *Handbook of Motivation at School* (2nd ed., 408–423). New York, NY: Routledge.
- Megreya, A. M. & Al-Emadi, A. A. (2023). The impacts of math anxiety, science anxiety, and gender on Arts versus Sciences choices in Qatari secondary schools. *PeerJ*, 11, e14510. DOI 10.7717/peerj.14510
- Megreya, A. M. & Al-Emadi, A. A. (2024). The impact of cognitive emotion regulation strategies on math and science anxieties with or without controlling general anxiety. *Scientific Reports*, 14:19726. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70705-y>
- Megreya, A. M., Al-Emadi, A. A., & Moustafa, A. A. (2023). The Arabic version of the Modified-Abbreviated Math Anxiety Scale: Psychometric properties, gender differences, and associations with different forms of anxiety and math achievement. *Frontiers in Psychology*, 13, 919764. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.919764
- Megreya, A. M., Al-Emadi, A. A., Al-Ahmadi, A. M., Moustafa, A. A. & Szűcs, D. (2024). A Large-scale study on the prevalence of math anxiety. *British Journal of Educational Psychology*, 94, 539-556. <https://doi.org/10.1111/bjep.12662>
- Megreya, A. M., Hassanein, E. E. A., Al-Emadi, A. A. & Szűcs, D. (2025). A large-scale study on math anxiety and attitudes towards Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Acta Psychologica*, 253, 104689, <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104689>
- Megreya, A. M., Szűcs, D. & Moustafa, A. A. (2021). The Abbreviated Science Anxiety Scale: Psychometric properties, gender differences and associations with test anxiety, general anxiety and science achievement. *PLoS ONE* 16 (2): e0245200. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245200>
- Oh, D. D., Barger, M. M., & Pomerantz, E. M. (2022). Parents' math anxiety and their controlling and autonomy-supportive involvement in children's math learning: Implications for children's math achievement. *Developmental Psychology*, 58, 2158–2170. <https://doi.org/10.1037/dev0001422>
- Pizzie, R. G. & Kraemer, D. J. (2021) The association between emotion regulation, physiological arousal, and performance in math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 12:639448. Doi:10.3389/fpsyg.2021.639448

- Plante, I., Theoret, M., & Favreau, O. E. (2009). Student gender stereotypes: contrasting the perceived maleness and femaleness of mathematics and language. *Educational Psychology* 29, 385–405. DOI 10.1080/01443410902971500.
- Rahm, J. & Charbonneau, P. (1997). Probing stereotypes through students' drawings of scientists. *American Journal of Physics*, 65, 774-778.
<https://doi.org/10.1119/1.18647>
- Rosenberg, M. (1979). *Conceiving the Self*. New York: Basic Books.
- Rossi, S., Xenidou-Dervou, I., Simsek, E., Artemenko, C., Daroczy, G., Nuerk, H., & Cipora, K. (2022). Mathematics–gender stereotype endorsement influences mathematics anxiety, self-concept, and performance differently in men and women. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1513(1), 121–139.
<https://doi.org/10.1111/nyas.14779>
- Rozgonjuk, D., Täht, K., Soobard, R., Teppo, M., & Rannikmäe, M. (2024). The S in STEM: gender differences in science anxiety and its relations with science test performance-related variables. *International Journal of STEM Education*, 11.
<https://doi.org/10.1186/s40594-024-00504-4>
- Schmitt, D. P., & Allik, J. (2005). Simultaneous administration of the Rosenberg Self-Esteem Scale in 53 nations: Exploring the universal and culture-specific features of global self-esteem. *Journal of Personality & Social Psychology*, 89, 623-642. DOI: 10.1037/0022-3514.89.4.623
- Sithole, A., Chiyaka, E. T., McCarthy, P., Mupinga, D. M., Bucklein, B. K., & Kibirige, J. (2017). Student Attraction, Persistence and Retention in STEM Programs: Successes and Continuing Challenges. *Higher Education Studies*, 7, 46.
<https://doi.org/10.5539/hes.v7n1p46>
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., Tolvanen, A., & Aro, M. (2019). Development of math anxiety and its longitudinal relationships with arithmetic achievement among primary school children. *Learning & Individual Differences*, 69, 173–181. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.12.005>
- Sowislo, J. F., & Orth, U. (2013). Does low self-esteem predict depression and anxiety? A meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological Bulletin*, 139, 213–240. <https://doi.org/10.1037/a0028931>
- Sturman, E. D., & Zappala-Piemme, K. (2017). Development of the Grit Scale for Children and Adults and its relation to student efficacy, test anxiety, and academic performance. *Learning and Individual Differences*, 59, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.08.004>
- Szczygieł, M., Szűcs, D. & Toffalini, E. (2024). Math anxiety and math achievement in primary school children: Longitudinal relationship and predictors. *Learning & Instruction*, 92, 101906. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101906>
- Tai, R.H., Liu, C.Q., Maltese, A.V., & Fan, X. (2006). Planning Early for Careers in Science. *Science*, 312(5777): 1143–44.). <https://doi.org/10.1126/science.1128690>

- Taibu, R., & Ferrari-Bridgers, F. (2020). Physics language anxiety among students in introductory physics course. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 16(4). <https://doi.org/10.29333/ejmste/111993>
- Udo, M. K., Ramsey, G. P., & Mallow, J. V. (2004). Science Anxiety and gender in students taking general education science courses. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 435–446. <https://doi.org/10.1007/s10956-004-1465-z>
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, 38, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.09.001>
- Waldrop, M. M. (2015). Why we are teaching science wrong, and how to make it right. *Nature*, 523, 272–274. <https://doi.org/10.1038/523272a>
- Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L.A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M., & Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 55, 1056-64. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>
- Wang, Z., Rimfeld, K., Shakeshaft, N., Schofield, K., & Malanchini, M. (2020). The longitudinal role of mathematics anxiety in mathematics development: Issues of gender differences and domain-specificity. *Journal of Adolescence*, 80, 220-232. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2020.03.003>
- Xie, F., Xin, Z., Chen, X., & Zhang, L. (2019). Gender difference of Chinese high school students' math anxiety: The effects of self-esteem, test anxiety and general anxiety. *Sex Roles: A Journal of Research*, 81(3-4), 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11199-018-0982-9>
- Zuo, H. & Wang, L. (2023). The influences of mindfulness on high-stakes mathematics test achievement of middle school students. *Frontiers in Psychology*, 14:1061027. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1061027