Executive Functions and Difficulties in Learning Mathematics Among Sixth-Grade Elementary Students

https://doi.org/10.57642/AJOPSY--6

Mostafa Ouessrar ouessrar@gmail.com

Mimoun Es-salmi mimoun.essalmi@um5r.ac.ma

Faculty of Educational Sciences, Mohamed V University, Rabat- Morocco

Received: 19/07/2023 Accepted: 17/11/2023 Published: 31/12/2023

Abstract

This study aimed to examine the correlation between the functioning of executive functions (inhibition; cognitive flexibility; updating in working memory) and mathematical learning difficulties among the sixth-grade primary school students. The study included 65 participants, 38 females and 27 males, aged between 11 and 13 years, all experiencing difficulties in learning mathematics. Participants underwent the Stroop test to measure the inhibition function, the trail-making task test to measure cognitive flexibility, and the running span task to measure updating in the working memory. A problem-solving test was also administered to measure mathematical learning difficulties. Statistical analysis revealed a positive and statistically non-significant correlation between working memory and mathematical learning difficulties. Similarly, a positive and statistically non-significant correlation was observed between mathematical learning difficulties and cognitive flexibility. In contrast, there is a negative and statistically non-significant correlation between the cognitive inhibition function and mathematical learning difficulties. In conclusion, children struggling with mathematics exhibited deficiencies in their executive functions.

Keywords: executive functions; inhibition; cognitive flexibility; working memory; mathematics learning difficulties.

الوظائف التنفيذية وصعوبات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المستوى السادس ابتدائي

مصطفى أوسرار ouessrar@gmail.com

ميمون السالمي mimoun.essalmi@um5r.ac.ma

كلية علوم التربية، جامعة محمد الخامس، الرباط، المغرب

الاستلام: 2023/07/19 القبول: 2023/11/17 النشر: 2023/12/31

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى فحص العلاقة الارتباطية بين اشتغال الوظائف التنفيذية (الكف، المرونة المعرفية، والتحيين في الذاكرة العاملة) وصعوبات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المستوى السادس ابتدائي. شارك في هذه الدراسة 65 فردا، 38 تلميذة و27 تلميذ من ذوي الصعوبات في تعلم الرياضيات، وقد تراوحت أعمارهم ما بين 11 و13 سنة. وتم إخضاع المبحوثين لاختبار ستروب لقياس وظيفة الكف، واختبار رسم المسار لقياس المرونة المعرفية، واختبار السعة الجارية لقياس التحيين في الذاكرة العاملة. ثم اختبار حل المسائل لقياس صعوبات تعلم الرياضيات. تبين من خلال معطيات التحليل الإحصائي، وجود علاقة ارتباطية موجبة وغير دالة إحصائيا بين الأداء في الذاكرة العاملة وصعوبات تعلم الرياضيات، كما أظهرت النتائج أيضا وجود علاقة ارتباطية موجبة وغير دالة إحصائيا بين صعوبات تعلم الرياضيات واشتغال وظيفة المرونة المعرفية. في حين، اتضح وجود علاقة ارتباطية سلبية وغير دالة إحصائيا بين اشتغال وظيفة الكف وصعوبات تعلم الرياضيات. إجمالا، خلصت هذه الدراسة إلى أن ضعيفي الأداء في الرياضيات لديهم انخفاض في اشتغال الوظائف التنفيذية.

الكلمات المفتاحية: الوظائف التنفيذية؛ الكف؛ المرونة المعرفية؛ الذاكرة العاملة؛ صعوبات تعلم الرياضيات.

مقدمة

تشكل الوظائف التنفيذية (Executive Functions) أساسا تنبني عليه العمليات المعرفية في علم النفس المعرفي، ويرجع التحديد الفعلي لمفهوم الوظائف التنفيذية إلى لوريا Luria (1973) بصياغة طريقة اشتغالها في مراقبة المهام المعرفية المتنوعة وضبطها. حيث تندرج ضمن مفهوم الوظائف التنفيذية سيرورات معرفية عدة مسؤولة عن الذاكرة العاملة (Working Memory)، الكف (Inhibition)، المرونة المعرفية (Cognitive Flexibility)، والتخطيط (Planing)، بالنظر إلى دورها الفعال والأساسي في سيرورات التعلم واكتساب المعارف. وأظهرت دراسات كثيرة أن هذه الوظائف لها شأن مهم في تيسير عملية التعلم (Roy, 2015). فيما أوضح أندرسون Anderson (2002) أن الوظائف التنفيذية متعددة، وتشمل التوقع، اختيار الهدف، التخطيط، بدء النشاط، والتنظيم الذاتي للسلوك من أجل تحقيق الهدف (Anderson, 2002). وتعمل هذه السيرورات على مراقبة وتوجيه الأداء المعرفي، الانفعالي والسلوكي وتنظيمه (Gioia et al., 2002). وتتضمن هذه الوظائف التنفيذية مهارات متعددة للوصول إلى هدف ما، وتتجلى حسب مياك Miyake وآخرون (2000) في ثلاثة مكونات، هي الكف والتحويل (Shifting) والمرونة المعرفية، وقد أضاف أندرسون Anderson (2002) التخطيط الذي يكمن دوره في تنظيم سلسلة من الإجراءات في نظام تسلسلي أمثل لتحقيق الهدف. ويتطلب هذا الأمر تصور المراحل، ترتيب الخطوات والأولويات، التصنيف، استنتاج القواعد واستخلاصها، مع ضرورة احترام التوقيت. وتشمل المهارات التنفيذية القدرة على التخطيط المسبق وتنظيم السلوك عبر الزمان والمكان لتحقيق الهدف، مع توفير المرونة المعرفية في الاستراتيجيات، والتكيف مع الظروف الجديدة، ومن ثم فهي تستند إلى التخطيط، واتخاذ القرار وتحديد الهدف ومراقبة السلوك المستمرة، بالإضافة إلى الوعي الذاتي، والتعاطف والحساسية الاجتماعية (Anderson, 2002; Cristofori et al., 2019; Huizinga et al., 2006; El Houari & Zarhbouch, 2022). يعتبر باحثون آخرون أن الوظائف التنفيذية تشير إلى مجموعة من العناصر المترابطة والمتمايزة في الآن نفسه، وهي قدرات توجه الوظائف المعرفية، السلوكية، والانفعالية نحو الهدف والتحكم في الوظائف. وبالتالي، فهي تشير إلى الوظائف التنفيذية المحددة، كالتوقع، والتخطيط، والتنظيم، وبدء خطط العمل، منع التشتت والتداخل، ومراقبة العمليات، والهدف المحدد في الذاكرة العاملة (Gioia et al., 2002). وتختلف تعاريف هذه الوظائف، كونها توجه وظائف المراقبة المعرفية، عن الوظائف المعرفية، الأساسية كاللغة، والبصرية المكانية وسيرورات الذاكرة (نقلا عن، Gioia et al., 2002). ويتبين لدى فريق ثالث أن مفهوم الوظائف التنفيذية شامل، ويستعمل للتعبير عن مجموعة من السيرورات المعرفية المفترضة، من بينها التخطيط، والذاكرة العاملة، الكف، المراقبة الذاتية، والضبط الذاتي والبدء (Goldstein & Naglieri, 2014)، فحسب رويدا Rueda وآخرون (2015) "الوظائف التنفيذية هي مجموعة من السيرورات المعرفية المحددة التي تكمن في التوجيه المعرفي والانفعالي، بما في ذلك الوظائف الذهنية " (Rueda وآخرون، 2015، ص. 2). إلى جانب ذلك، ترتبط صعوبات تعلم الرياضيات (Mathematics learning difficulties) بضعف أداء المرونة في الاسترجاع واختيار الاستراتيجية الملائمة لحل المسألة. وهذا ما يتفق مع دراسة كروسبرغر Kroesberger وآخرون (2009) التي أثبتت الدور الأساسي للاشتغال التنفيذي في تعلم الرياضيات، وخاصة الحساب (al-Naboulsi & Vilette, 2021). فيما توصل أندرسون Anderson (2008) إلى أن الأداء التنفيذي وخاصة المرونة المعرفية تتوقع الأداءات في الحساب بعد مراقبة مستوى القراءة، والعمر، والفعالية الذهنية (al-Naboulsi & Vilette, 2021). كما تسلط أيضا دراسة جيري Geary وآخرون (2012) الضوء على تدخل الذاكرة العاملة والمرونة المعرفية في قدرات العد والاسترجاع العددي (al-Naboulsi & Vilette, 2021). وفي السياق نفسه؛ أثبتت الدراسات من خلال تقييم قدرات الإنجاز في الرياضيات أن الوضعيات التي تثقل أداء الذاكرة العاملة مثل العمليات الحسابية الذهنية بدلا من العمليات الحسابية الكتابية تؤدي إلى ضعف الأداء لدى الأطفال (D'Amico & Guarnera, 2005). إلى جانب ذلك؛ يشير كل من ديستفانو Destefano و لوفبر Lefevre (2004) وهيتش Hitch وفورست Furst (2000) إلى أن الذاكرة العاملة تساهم بشكل كبير في الأداء في الرياضيات لدى الراشدين والأطفال (Andersson & Lyxell, 2007). بالنسبة لمهام التداخل في التحيين على مستوى الذاكرة العاملة، أكدت دراسات عديدة على تدخل سعة مركز التنفيذ في حل المسائل التي تتكون من رقم واحد خلال إنجاز العمليات (Raghubar et al., 2010). وعلى نقيض ذلك؛ لم تبين النتائج تدخل الأداء على مستوى الحلقة الفونولوجية أو المفكرة البصرية-المكانية في الحساب أحادي الرقم بالاعتماد على حجم المسألة، والعملية الحسابية المحددة، وكيفية تعلم الحساب الأحادي الرقم، واختيار الاستراتيجية (Raghubar et al., 2010).

إشكالية الدراسة

تتحدد إشكالية هذه الدراسة في فحص ارتباط صعوبات تعلم الرياضيات، خلال المستوى السادس ابتدائي، بطبيعة اشتغال الوظائف التنفيذية؛ إذ تلعب الوظائف التنفيذية دورا مهما في سيرورات التعلم، واكتساب المعارف، إلا أن العديد من الأطفال في المستويات الدراسية تواجههم صعوبات عديدة في تعلم الرياضيات، ويمكن أن تبدأ هذه الصعوبات من مستوى التعليم الأولي، وتستمر بعد ذلك، مع تبعات يصعب تجاوزها (Aragón et al., 2023). كما طرحت في هذا الباب فرضيات عديدة لشرح هذه الصعوبات، أولها صعوبات ناتجة عن عجز معرفي في الذاكرة العاملة والوظائف التنفيذية أو السرعة في المعالجة (De Vita et al., 2022). ثانيا، صعوبات تعلم الرياضيات ناتجة عن الضعف المعرفي الرقمي (Aragón et al., 2023). وفي هذا السياق، هدفت دراسة سيلك sillek وآخرون (Toll et al., 2011) إلى لتحقق مما

إذا كانت الوظائف التنفيذية كالتحويل والذاكرة العاملة يختلف أداؤها لدى الأطفال، وما إذا كانت هذه الوظائف التنفيذية يمكن اعتبارها مقدمة لصعوبات في تعلم الرياضيات لدى الأطفال. وقد أفضت النتائج إلى اختلافات كبيرة في أداء الكف ومهام الذاكرة العاملة. وبالتالي، ارتبط عجز الذاكرة العاملة بصعوبات في تعلم الرياضيات. بينما لم يتوصل فان دير سلويس van der Sluis وآخرون (2004، 2007) إلى علاقة مباشرة بين وظيفة الكف والرياضيات، حيث أن الأطفال الذين يعانون من مشاكل في الرياضيات لا يواجهون صعوبة في الكف أو التحويل، ولكن فقط في مهمة تنفيذية معقدة تتطلب الجمع بين هاتين الوظيفتين التنفيذيتين (Toll et al., 2011). إضافة إلى ذلك، أثبتت بعض الدراسات من خلال تقييم قدرات الإنجاز في الرياضيات أن الوضعيات التي تثقل أداء الذاكرة العاملة مثل العمليات الحسابية الذهنية بدلا من العمليات الحسابية الكتابية تؤدي إلى ضعف الأداء لدى الأطفال (D'Amico & Guarnera, 2005). وفي المقابل، تبين أن للتحيين (Updating) والكف دورا في مهارات الرياضيات (Mathematics skills)، من خلال تضمين العمر والمتغيرات الأخرى، ولكن الكف كان مؤشرا مهما عند تضمين الوظائف التنفيذية الأخرى كمتغيرات إضافية. ويختلف إسهام كف الاستجابة والتحكم في التداخل في الرياضيات (Gilmore & Cragg, 2018). هذا ما يتوافق مع النتائج التي تشير إلى أن الصعوبات التي تواجه بعض الأطفال في تعلم الرياضيات ترتبط بضعف اشتغال الوظائف التنفيذية. وتتوافق نتائج هذه الدراسة مع النتائج المقدمة سابقا حول العلاقة بين الكف والذاكرة العاملة والمرونة المعرفية والأداء في الرياضيات (Purpura et al., 2017). وقد افترض بول Bull وشيريف Scherif (2001) أن هناك ارتباط بين مقاييس الأداء التنفيذي وقدرات الرياضيات، وذلك بسبب الارتباط الكبير بين قدرات الرياضيات وقدرات القراءة. وهذا يكشف أن مقاييس الوظائف التنفيذية ترتبط ارتباطا وثيقا بقدرات الرياضيات. تماشيا والدراسات التي تجمع بين الوظائف التنفيذية والرياضيات، فقد أشارت نتائج دراسة كليمونت Clements وآخرون (2008) حول الأدلة المتعلقة بالوظائف التنفيذية والانجاز في الرياضيات خلال السنوات الأولى، أن تطوير سيرورات الوظائف التنفيذية وكفاءات الرياضيات أمر ضروري للأطفال الصغار، واقترحوا أن التربية الرياضياتية عالية الجودة يكون لها فائدة مزدوجة سواء في التدريس ونمو سيرورات الوظائف التنفيذية (Schmitt et al., 2017). كما تساهم طبيعة الاشتغال المعرفي في صعوبات تعلم الرياضيات، فيشير بيرجر إلى "الدور الأساسي للمطا-معرفة في تعلم الرياضيات" (Berger، 2013). كذلك يتوقع أن تكون مهارات الوظائف التنفيذية مؤشرا مهما في التحصيل الأكاديمي، مع وجود أدلة على دور مهارات الوظائف التنفيذية في تعلم الرياضيات والقراءة والكتابة (Gilmore & Cragg, 2018). ومن ثم تسعى الدراسة الحالية إلى الإجابة عن السؤال الإشكالي المركزي التالي:

هل توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة اشتغال الوظائف التنفيذية وصعوبات تعلم الرياضيات؟

وتتفرع عن هذا السؤال الرئيسي مجموعة من الأسئلة الفرعية:

- هل توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة اشتغال وظيفة الكف وتعلم الرياضيات؟
- هل توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة التحيين في الذاكرة العاملة وصعوبات في تعلم الرياضيات؟
- هل توجد علاقة ارتباطية بين صعوبات تعلم الرياضيات وطبيعة اشتغال وظيفة المرونة المعرفية؟

فرضيات الدراسة

نفترض في هذه الدراسة وجود علاقة ارتباطية بين طبيعة اشتغال الوظائف التنفيذية وصعوبات تعلم الرياضيات. وعلى العموم، سنحاول التحقق من الفرضيات التالية:

- توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة اشتغال وظيفة الكف وتعلم الرياضيات.
- توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة التحيين في الذاكرة العاملة وصعوبات في تعلم الرياضيات.
- توجد علاقة ارتباطية بين صعوبات تعلم الرياضيات وطبيعة اشتغال وظيفة المرونة المعرفية.

التعريف الاجرائي لمفاهيم الدراسة

الوظائف التنفيذية: يقصد إجرائيا بالوظائف التنفيذية السيرورات المعرفية المسؤولة عن الكبح، الذاكرة العاملة، والمرونة المعرفية التي تسهل عملية التكيف، وتيسر عملية التعلم، والتي تعمل على مراقبة وضبط السلوكات والانفعالات. وتشارك بفعالية في مهمات معرفية مختلفة كالقراءة والرياضيات.

الكف: يعرف في هذه الدراسة بالقدرة على إيقاف الاستجابة ومنعها أو تجاهل المعلومات غير ذات الصلة، وحذفها من الذاكرة العاملة من أجل تحقيق الهدف، واقتراح الاستراتيجية المناسبة لحل المسألة في الرياضيات.

المرونة المعرفية: يقصد بها إجرائيا التحول والتحويل من عملية إلى أخرى، والانتقال الفعال بين المهام المتعددة لإنجاز مهمة ما. أو الانتقاء التكيفي من بين التمثلات المتعددة والاستراتيجيات أو سجلات المهام المتنوعة.

الذاكرة العاملة: تعني في هذه الدراسة السيرورة المعرفية التي تستقبل المعلومات داخل المكونين، الحلقة الفنولوجية والمفكرة البصرية المكانية، ومعالجة هذه المعلومات في مركز التنفيذ وترميزها.

صعوبات تعلم الرياضيات: ويقصد بها إجرائيا في هذه الدراسة استخدام خطوات حل خاطئة في العمليات الأربع (الجمع، الطرح، الضرب، والقسمة) والترتيب وحل المسائل، والاستدلال الخطأ للوصول إلى حل.

عينة الدراسة

تتكون عينة الدراسة من 65 تلميذا وتلميذة يدرسون بالمستوى السادس ابتدائي، تتراوح أعمارهم ما بين 11 و13 سنة. حيث تم الاعتماد على العينة غير الاحتمالية واختيارهم بطريقة قصدية، وشملت هذه العينة التلاميذ الذين فشلوا في اختبار

قياس الأداء في الرياضيات وحصلوا على نقط ضعيفة. وبذلك، ينقسم عدد أفراد الدراسة إلى 27 تلميذة و38 تلميذ. يتوزعون على أربعة أفواج. والجدول التالي يوضح توزيع أفراد العينة حسب الأفواج ومتغير الجنس.

جدول 1

توزيع عينة الدراسة حسب الأفواج والجنس

	الفوج الأول	الفوج الثاني	الفوج الثالث	الفوج الرابع	المجموع
الذكور	10	9	11	8	38
الإناث	6	8	7	6	27
المجموع	16	17	18	14	65

منهج الدراسة

تم اعتماد المنهج الارتباطي (méthode corrélationnelle) كونه منهج من المناهج في علم النفس. والذي سيساعد على فحص العلاقة الارتباطية بين المتغيرات والوصف الكمي للمعطيات التي تم جمعها، بمعنى وصف العلاقة الارتباطية بين المتغيرات قيد الدراسة، عن طريق برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية " Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS)، وتحديد معامل الارتباط بيرسون، وهذا راجع لتوافقه مع طبيعة الدراسة وفرضياتها.

أدوات القياس

تجلت الأدوات التي تم الاعتماد عليها في هذه الدراسة في أربعة اختبارات، ثلاثة منها لقياس الوظائف المعرفية، واختبار خاص بتقييم الأداء في حل مسائل الرياضيات لدى تلاميذ المستوى السادس ابتدائي، وهي كالتالي:

اختبار حل مسائل الرياضيات

اختبار حل مسائل الرياضيات تم تطويره بواسطة الشرادي (2019)، وهو يتكون من ثلاث مسائل. موزعة على الأنواع الثلاث من الدروس المقررة للتلاميذ (الحساب، الهندسة، القياس) بواقع مسألة من كل نوع، مختلفين من حيث درجة الصعوبة، تتوافق مع محتوى الكتاب المدرسي المقرر لتلاميذ المستوى السادس ابتدائي، حيث تم اعتمادها بناء على آراء الأساتذة.

اختبار ستروب

يقيس هذا الاختبار أداء وظيفة الكف، وقد طوره ستروب Stroop (1935)، وقد تم تكييفه فيما بعد من طرف Moroni وآخرون (2009). يتكون هذا الاختبار من ثلاث بطاقات؛ (تسمية الألوان، قراءة الكلمات، ضبط التداخل)، موزعة على ثلاث مراحل. تحتوي كل بطاقة على 6 صفوف.

اختبار السعة الجارية

يتكون اختبار السعة الجارية (Running Span Test) لـموريس Morris وجونز Jones (1990) لتقييم وظيفة التحيين من 12 سلسلة كل واحدة تتضمن أرقاما لاتينية، وتقدم للمفحوص محاولتان للتمرن على الاختبار دون حسابها في النتيجة النهائية. ويبدأ الفاحص بعرض متتاليات من الأرقام على المفحوص دون أن يعلم عددها، ويجب عليه استعادة 4 أرقام الأخيرة. تمنح نقطتان للإجابة الصحيحة في كل سلسلة من سلاسل الاختبار، ويتوقف الاختبار عند فشل المفحوص في تجاوز السلسلة بنجاح.

اختبار رسم مسار لتقييم وظيفة المرونة المعرفية

يستهدف اختبار رسم المسار (Trail making)، وهو مأخوذ من "Army Individual Test Battery" (نقلا عن، قدام، 2020)، العديد من السيرورات التي من بينها التعرف البصري-المكاني وقراءة الأرقام والأحرف والتنفيذ الحركي السريع، ويتكون هذا الاختبار من شقين، ويتطلب الربط بشكل تصاعدي أرقام الشق الأول (1-2-3-4...) بأرقام وحروف الشق الثاني (1-A-2-B-3-C) وهي موزعة بشكل عشوائي على ورقة A4 (Théro, 2015).

نتائج الدراسة

تحليل أداءات العينة في مختلف الاختبارات

المتوسطات والقيم القصوى والدنيا والانحرافات المعيارية العامة.

جدول 2

المتوسطات والانحرافات المعيارية المتعلقة بالنقط في الرياضيات لدى التلاميذ

المهام	عدد الأفراد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيم القصوى	القيم الدنيا
النقط في الرياضيات	65	3.30	0.84	4.92	1.29

يبين الجدول 2 أن بخصوص نقط الرياضيات وصل متوسط الأفراد إلى 3.30 بانحراف معياري 0.84 وبقيمة دنيا 1.29 وقيمة قصوى 4.92.

جدول 3

المتوسطات والانحرافات المعيارية المتعلقة بالأداء في وظيفة الكف لدى التلاميذ

المهام		عدد الأفراد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيم القصوى	القيم الدنيا
بطاقة تسمية الألوان	المدة الزمنية بالثواني	65	21.55	5.90	43.61	16.03
	الأخطاء المصححة		0.91	0.93	3	0
	الأخطاء غير المصححة		0.18	0.49	2	0
بطاقة قراءة الكلمات	المدة الزمنية بالثواني		25.69	5.67	50.47	12.54
	الأخطاء المصححة		1.15	1.18	4	0
	الأخطاء غير المصححة		0.25	0.59	2	0
بطاقة ضبط التداخل	المدة الزمنية بالثواني		36.61	7.19	51.90	22.45
	الأخطاء المصححة		3.08	1.91	8	0
	الأخطاء غير المصححة		2.48	3.55	18	0

يبين الجدول أعلاه أن أفراد العينة في المدة الزمنية لبطاقة تسمية الألوان حصلوا على متوسط أداء 21.55 ثانية بانحراف معياري 5.90 وبقيمة دنيا 16,03 وقيمة قصوى 43,61. وبخصوص الأخطاء المصححة في بطاقة تسمية الألوان حصل أفراد العينة على متوسط أداء 0.91 بانحراف معياري 0.93 وبقيمة دنيا 0 وقيمة قصوى 3. ووصل متوسط الأخطاء غير المصححة في مرحلة بطاقة تسمية الألوان من اختبار ستروب إلى 0.18 وانحراف معياري 0.49 بقيمة دنيا 0 وقيمة قصوى 2. أما فيما يخص متوسط المدة الزمنية في مرحلة بطاقة قراءة الكلمات فقد بلغ 25.69 ثانية بانحراف معياري 5.67 وقيمة دنيا 12.54 وقيمة قصوى 50.47. وتمثل متوسط الأخطاء المصححة في هذه المرحلة في 1.15 وبانحراف معياري 1.18 وبقيمة دنيا 0 وقيمة قصوى 4. ووصل متوسط الأخطاء غير المصححة إلى 0.25 بانحراف معياري 0.59 وكذلك بقيمة دنيا 0 وقيمة قصوى 2. وبالنسبة لبطاقة ضبط التداخل فقد بلغ متوسط المدة الزمنية في هذه المرحلة 36.61 ثانية بانحراف معياري 7.19 وقيمة دنيا 22.45 وقيمة قصوى 51.90. ووصل متوسط الأخطاء المصححة في هذه المرحلة إلى 3.08 وبانحراف معياري 1.91 وبقيمة دنيا 0 وقيمة قصوى 8. وتمثل متوسط الأخطاء غير المصححة في 2.48 بانحراف معياري 3.55 وكذلك بقيمة دنيا 0 وقيمة قصوى 18.

جدول 4

المتوسطات والانحرافات المعيارية المتعلقة بالتحيين لدى التلاميذ

المهام	عدد الأفراد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيم القصوى	القيم الدنيا
التحيين في الذاكرة العاملة	65	2.48	0.90	5	1

يوضح الجدول أعلاه أن متوسط الأداء في اختبار التحيين في الذاكرة العاملة لدى الأفراد هو 2.48 بانحراف معياري 0.90 وبقيمة دنيا 1 وقيمة قصوى 5.

جدول 5

المتوسطات والانحرافات المعيارية المتعلقة بالأداء في وظيفة المرونة المعرفية لدى التلاميذ

المهام	عدد الأفراد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيم القصوى	القيم الدنيا
وظيفة المرونة المعرفية في المرحلة (أ)	65	95.30	20.78	157.45	58.75
وظيفة المرونة المعرفية في المرحلة (ب)		164.88	30.82	261.79	83.78

يتبين من خلال الجدول 5 أن أفراد العينة في المدة الزمنية للمرحلة (أ) من اختبار المرونة المعرفية حصلوا على متوسط أداء بلغ 95.30 ثانية بانحراف معياري 20.78 وبقيمة دنيا 58.75 وقيمة قصوى 157.45. وبخصوص المدة الزمنية للمرحلة (ب) من اختبار المرونة المعرفية، فقد حصل أفراد العينة على متوسط أداء وصل إلى 164.88 ثانية بانحراف معياري 30.82 وبقيمة دنيا 83.78 وقيمة قصوى 261.79.

التحليل الاحصائي الاستدلالي لعلاقات الترابط بين الاختبارات والمتغيرات المختلفة

جدول 6

العلاقة الارتباطية بين اختبار ستروب لقياس وظيفة الكف والنقط في الرياضيات لدى التلاميذ

المهام	معامل الارتباط بيرسون	مستوى الدلالة	طبيعة الدلالة
نقط الرياضيات والأداء في بطاقة تسمية الألوان			
المدة الزمنية بالثواني	-0.209	0.094	غير دالة
الأخطاء المصححة	-0.073	0.565	غير دالة
الأخطاء غير المصححة	-0.079	0.532	غير دالة
نقط الرياضيات والأداء في بطاقة قراءة الكلمات			
المدة الزمنية بالثواني	-0.144	0.251	غير دالة
الأخطاء المصححة	-0.0.31	0.808	غير دالة
الأخطاء غير المصححة	-0.155	0.217	غير دالة
نقط الرياضيات والأداء في بطاقة ضبط التداخل			
المدة الزمنية بالثواني	-0.222	0.075	غير دالة
الأخطاء المصححة	0.069	0.584	غير دالة
الأخطاء غير المصححة	-0.155	0.217	غير دالة

يتضح من خلال معطيات الجدول، أن علاقة الارتباط بين نقط الرياضيات والمدة الزمنية للأداء في بطاقة تسمية الألوان هي علاقة ارتباطية ضعيفة وسلبية بحكم r=-0.209. بالإضافة أن العلاقة الارتباطية بين متغيري نتائج التلاميذ في الرياضيات والمدة الزمنية للأداء في بطاقة تسمية الألوان ليست لها دلالة إحصائية أي غير دالة لأن p=0.094 وليس p>0.05. ووصلت قيمة معامل الارتباط بين نقط الرياضيات وعدد الأخطاء المصححة في بطاقة تسمية الألوان من اختبار ستروب r=-0.073، وهي علاقة سلبية ضعيفة. ويظهر أيضا أنها غير دالة بين هذين المتغيرين حيث p=0.565. وبلغت درجة الارتباط بين نقط التلاميذ في الرياضيات وعدد الأخطاء غير المصححة في بطاقة تسمية الألوان من اختبار قياس وظيفة الكف r=-0.079، وهي علاقة ارتباطية سلبية ضعيفة. بمستوى الدلالة يظهر أنها غير دالة بين المتغيرين بحيث p=0.532>0.05. ويبين الجدول أيضا أنه توجد علاقة ارتباطية سلبية ضعيفة بين نقط الرياضيات لدى التلاميذ والمدة الزمنية للأداء في بطاقة قراءة الكلمات من اختبار تقييم وظيفة الكف، حيث تشير قيمة معامل الارتباط بيرسون إلى أن r=-0.144. بالإضافة إلى أنها غير دالة بحكم p>0.05. في حين توجد علاقة ارتباطية ضعيفة وسلبية بين نقط التلاميذ في الرياضيات وعدد الأخطاء المصححة للأداء في بطاقة قراءة الكلمات لقياس وظيفة الكف، بقيمة معامل الارتباط بيرسون r=0.155. وتعبر على أنها غير دالة بين المتغيرين حيث p=0.808>0.05. مع وجود علاقة ارتباطية سلبية وضعيفة بين نقط الرياضيات لدى التلاميذ وعدد الأخطاء غير المصححة في بطاقة قراءة الكلمات بحيث قيمة معامل الارتباط r=0.155. كما أنها غير دالة من حيث مستوى الدلالة بين النقط وعدد الأخطاء غير المصححة لكون p>0.05. أما بالنسبة للعلاقة الارتباطية بين بطاقة ضبط التداخل والنقط، يظهر الجدول أن هناك علاقة ارتباطية ضعيفة وسلبية بين نقط التلاميذ في الرياضيات والمدة الزمنية للأداء في بطاقة التداخل لكون r=-0.222. إضافة إلى عدم وجود دلالة إحصائية بين نقط التلاميذ والمدة الزمنية للأداء في وظيفة الكف بحكم قيمة الدلالة p>0.05. وأن العلاقة الارتباطية بين نقط التلاميذ في الرياضيات وعدد الأخطاء المصححة خلال الأداء ببطاقة ضبط التداخل هي علاقة ارتباطية إيجابية ضعيفة وهذا ما تثبته قيمة معامل الارتباط بيرسون r=0.069. ومستوى الدلالة الذي يبين غياب دلالة إحصائية بين النقط في الرياضيات وعدد الأخطاء المصححة p>0.05. ووصلت قيمة معامل الارتباط بيرسون بين نقط التلاميذ في الرياضيات وعدد الأخطاء غير المصححة الخاصة ببطاقة ضبط التداخل في وظيفة الكف r=-0.155، وبالتالي هناك علاقة ارتباطية سلبية وضعيفة كذلك، وبدلالة إحصائية تظهر أنها غير دالة بين النقط في الرياضيات وعدد الأخطاء غير المصححة بحيث p>0.05.

جدول 7

يوضح العلاقة الارتباطية بين نقط الرياضيات والتحيين في الذاكرة العاملة

	معامل الارتباط بيرسون	مستوى الدلالة	طبيعة مستوى الدلالة
نقط الرياضيات / **التحيين في الذاكرة العاملة**	0.131	0.298	غير دالة

يتضح من خلال الجدول 7 أن هناك علاقة ارتباطية إيجابية ضعيفة بين نقط التلاميذ في الرياضيات التي تؤشر على وجود صعوبات تعلم الرياضيات ووظيفة التحيين بمعامل ارتباط قيمته r=0.131. كما يتبين أيضا أنها غير دالة بين المتغيرين، حيث p>0.05.

جدول 8

يوضح العلاقة الارتباطية ما بين نقط الرياضيات ووظيفة المرونة المعرفية في المرحلتين (أ) و(ب)

	معامل الارتباط بيرسون	مستوى الدلالة	طبيعة الدلالة
نقط الرياضيات	0.072	0.568	غير دالة
وظيفة المرونة المعرفية	0.004	0.978	غير دالة

يتبين من خلال الجدول 8 أن هناك علاقة ارتباطية إيجابية ضعيفة بين نقط التلاميذ في الرياضيات والمدة الزمنية لوظيفة المرونة المعرفية في المرحلة (أ) بقيمة معامل ارتباط r=0.072. وإضافة لذلك يتضح أنها غير دالة إحصائيا بين المتغيرين في المرحلة (أ) لأن p=0.568 وهي قيمة أكبر من 0.05. كما يوضح أيضا وجود علاقة ارتباطية إيجابية ضعيفة جدا قريبة من الصفر بين نقط التلاميذ في الرياضيات والمدة الزمنية لوظيفة المرونة المعرفية في المرحلة (ب)، وهذا ما تبين من خلال قيمة معامل الارتباط r=0.004. بالإضافة إلى عدم وجود دلالة إحصائية بين المتغيرين في المرحلة (ب) لأن قيمة مستوى الدلالة p=0.978>0.05.

مناقشة النتائج

تناقش هذه الفقرة النتائج المتوصل إليها في هذه الدراسة على ضوء الفرضيات التي تم الانطلاق منها، ومعطيات الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع.

مناقشة نتائج الفرضية الأولى: توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة اشتغال وظيفة الكف وتعلم الرياضيات

أظهر التحليل الإحصائي لمعطيات هذه الدراسة أن أداء التلاميذ الذين يواجهون صعوبات في تعلم الرياضيات، له علاقة باشتغال وظيفة الكف. حيث أنه كلما انخفض الأداء في وظيفة الكف، انخفض معه الأداء في تعلم الرياضيات. والجدير بالذكر أن وظيفة الكف تؤثر على عمليات الحساب، بسبب السمات التي يحتمل أن تتداخل فيما بينها (مثل المعاملات، العمليات، والإجابات على المسائل)، حيث يمكن للأفراد الخلط بين النواتج ذات الأرقام المتقاربة (7x8، 8x9)، مما يفيد أن وظيفة الكف ضرورية لتعلم الكفاءات المبكرة في الرياضيات، كما أن الارتباط بينهما يكون إيجابيا وضعيفا لدى التلاميذ في سن ما قبل التمدرس، وبعض تلاميذ مستويات المرحلة الابتدائية (Allan et al., 2014; Bull & Lee, 2014; Coulanges et al., 2021; Emslander & Scherer, 2022; Spiegel et al. 2021). استنتجت مجموعة من الدراسات أن الكف يتدخل في حل مسائل الرياضيات. وبالتالي فإن القدرات تفسر التجاوزات (الاسترجاع المعكوس) في اكتساب القدرات (Diamond, 2013). ويرى هودي houdé أن الكف هو العامل الرئيسي في النمو المعرفي، ويقترح نظام تنفيذي ثالث (الكف) يسمح بكف النظام الأول لتنشيط النظام (Houdé، 2016). وفيما يخص التداخل، أظهر نويل Noël Levrard-Fruchart, أن حساسية التداخل يمكن أن تطرح مشكلا عند عملية الاسترجاع في الحساب الذهني (2016). وصفت نظريات متعددة بشكل أدق دور الكف المراقب ومدى مساهمته في كف الاستراتيجيات التلقائية (وغير الصحيحة) والمفاهيم الخاطئة (Inglis & Van Dooren, 2015).

مناقشة نتائج الفرضية الثانية: توجد علاقة ارتباطية بين طبيعة اشتغال الذاكرة العاملة وصعوبات تعلم الرياضيات

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن الذاكرة العاملة تتدخل في أداء تعلم الرياضيات، حيث كلما ارتفع الأداء في الذاكرة العاملة ارتفع معه الأداء في الرياضيات. وتنسجم نتائج هذه الدراسة الحالية مع النتائج التي توصلت إليها دراسة بول Bull وجونسون Johnston (1997) خلال التحقق من الصعوبات في الحساب لدى التلاميذ، تتجلى في الآليات المعرفية. كما أن للذاكرة قصيرة المدى دور محدد في الحساب، وأهمية مركزية في اكتساب وتنفيذ المهارات التربوية الأساسية (Bull وJohnston، 1997). بينت دراسات عديدة من بينها دراسة ديستيفانو Destefano ولوفيفر Lefevre (2004) و هيتش Hitch وفارست Furst (2000) أن الذاكرة العاملة، تساهم بشكل كبير في أداء الرياضيات لدى الراشدين والأطفال (Andersson & Lyxell, 2007)، حيث يحيل ذلك، حسب وورك Work و بينداو Bendow على أن تدريب الذاكرة العاملة، يظهر السرعة اللفظية والرياضية الأولية (Bull & Johnston, 1997). وقد توصلت دراسات مختلفة من قبيل دراسة غاتركول Gathercole وآخرون (2004) وبول Bull و سيريف Scerif (2001) إلى وجود علاقة بين مهام سعة الأرقام ومركز التنفيذ وحل المسائل في الرياضيات (D'Amico & Guarnera, 2005). أما بالنسبة لمهام التداخل في التحيين على مستوى الذاكرة العاملة، أكدت دراسات عديدة على تداخل سعة مركز التنفيذ مع حل المسائل التي تتكون من رقم واحد خلال إنجاز العمليات (Raghubar et al., 2010). وعلى نقيض ذلك؛ بينت النتائج ما إذا كانت الحلقة الفنولوجية أو المفكرة البصرية-المكانية تشارك في الحساب أحادي الرقم بالاعتماد على حجم المسألة، العملية الحسابية المحددة، كيفية تعلم الحساب الأحادي الرقم، واختيار الاستراتيجية (Raghubar وآخرون، 2010). قدمت غاتركول Gathercole وآخرون (2005)، مازوكو Mazzocco و كوفير Kover (2007)، و تول Toll، فان دير فان Van der Ven، كرويسبيرغان Kroesbergen، و فان لويت Van Luit (2011) من خلال العلاقات بين الذاكرة العاملة ومختلف مقاييس المهارات في الرياضيات على نطاق واسع، أن الذاكرة العاملة هي مؤشر قوي على مهارات الرياضيات

عبر الزمن (Friso-van den Bos et al., 2013). وحسب سوانسون Swanson و جيرمان German (2006) فالأطفال الذين يعانون من صعوبات في الرياضيات يسجلون درجات أقل في اختبارات الذاكرة العاملة (Andersson & Lyxell, 2007).

مناقشة الفرضية الثالثة: توجد علاقة ارتباطية بين صعوبات تعلم الرياضيات وطبيعة اشتغال وظيفة المرونة المعرفية

بينت نتائج الدراسة تأثير قدرة المرونة المعرفية على الأداء في الرياضيات (مستوى السادس ابتدائي)، حيث اتضح أن هناك ارتباط إيجابي، ضعيف وغير دال بين الأداء في الرياضيات وقياسات المرونة المعرفية في المرحلتين الأولى والثانية. وحسب بوربورا Purpura وآخرون (2017) يعزى ذلك إلى أن المرونة المعرفية تدعم اكتساب التلاميذ للمهارات الرياضية التي لها علاقة ارتباطية بالأداء الأكاديمي. كما أشارت دراسات بول Bull وسيريف Scerif (2001)، ودوبس Dobbs وآخرون (2006) إلى النتائج المتباينة في نمو المهارات الحسابية والرياضيات، ووجود علاقة ارتباطية بين المرونة المعرفية والأداء الأكاديمي لفئة سبع سنوات فما فوق. ويزكي لاند Land وآخرون (2011) هذا الطرح بكون الوظائف التنفيذية مرتبطة بمهارات العد والحساب المبكر (Purpura et al., 2017). عكس ذلك، يؤكد بلان Blain وارازا Razza (2007) أنه من الممكن ألا تكون للمرونة المعرفية علاقة بنتائج الأداء في الرياضيات (Purpura et al., 2017). حيث كشفت نتائج دراسة داميكو D'Amico وجوارنيرا Guarnera (2005) عن فروق كبيرة بين المجموعتين في جميع المهام تقريبا في المرونة المعرفية. ويبرز الدور الأساسي للتعرف على دور المرونة المعرفية في تعلم الرياضيات، توفر الاختبارات لتقييم هذا المكون من الوظائف التنفيذية؛ مما يعني أنه لا يمكن استخلاص أي استنتاجات حول العلاقة بين هذه المؤشرات والأداء في حل مسائل الرياضيات، في غياب مزيد من تحليل النتائج التي تم الحصول عليها. خاصة وأنه أدرك بعد ذلك أن الاختبار قام بتقييم الكف السلوكي (go no go)، وليس الكف المعرفي. هذا الأخير هو الذي يلعب دورا في حل مسائل الرياضيات (Passolunghi et al., 2005). إضافة إلى ذلك؛ توصل بوربورا وآخرون (2017) أن المرونة المعرفية ترتبط ارتباطا ضعيفا بمهارات الرياضيات، لا سيما التي تتطلب معرفة مفاهيمية أو مجردة، وعلى وجه التحديد كان الارتباط قويا ب 3 مقاييس فقط من أصل 12 مقياسا للرياضيات منها (ترتيب الأعداد) وكان الارتباط ذو دلالة إحصائية ضعيفة بتحديد الأعداد. وأضاف بوربورا وآخرون (2017) أيضا وفقا ل دياموند Diamand وآخرون (2002) أن المرونة المعرفية ستكون مرتبطة في المقام الأول بالأوجه الأكثر تجريدا للرياضيات (Purpura et al., 2017). وعموما، فقد تبين من هذه الدراسة على أن الصعوبات التي تواجه بعض الأطفال في تعلم الرياضيات ترتبط بضعف اشتغال الوظائف التنفيذية. وبناء على ذلك، يمكن استنتاج أن قدرة الوظائف التنفيذية قد تتنبأ بالصعوبات التي تؤثر على النمو العادي للمهارات في الرياضيات. وقد نستخلص أيضا تغير كيفية استعمال موارد الذاكرة العاملة في المعالجة المرتبطة بالحساب، إذ يؤدي إلى تحسن في فهم المسألة ووضع خطة عمل واسترجاع العمليات الخاصة بذلك وإلى توجيه قدر أكبر من الموارد المعرفية لعمليات الرياضيات. وهذا ما يسمح للتلميذ بأن يتكيف مع تغير طبيعة وتعقيد معالجة رموز المسألة لتوفره على الأداء الجيد في وظيفة المرونة المعرفية.

خلاصة

تعتبر الوظائف التنفيذية بنيات رئيسية في نظام الاشتغال المعرفي، وتشرط الأداء في مجموعة من الأنشطة الذهنية كالحساب. وتسهر الوظائف التنفيذية على العمليات الحسابية، وتحديدا التعرف على المسألة وفهمها ومعالجة معطياتها واقتراح الاستراتيجيات الأساسية لحل وكف العناصر التي من شأنها ألا تساهم في ذلك. واتضح من عرض ومناقشة نتائج هذه الدراسة أن الأداء في الحساب وحل المسألة في الرياضيات يرتبط بتحسن طبيعة اشتغال الوظائف التنفيذية. ومن خلال هذا، فالتغيرات الوظيفية التي تحصل في الوظائف التنفيذية لدى التلاميذ، تواكب صعوبات في مهمات الرياضيات. فتبين أن ضعف اشتغال وظيفة الكف يؤثر على تعلم العمليات الحسابية في الرياضيات ولا سيما حل المسائل، وكلما تحسن الأداء في الاشتغال التنفيذي لوظيفة الكف تنخفض عدد الأخطاء في الرياضيات. إلى جانب ذلك، تتدخل قدرة الذاكرة العاملة في العمليات الحسابية بالرياضيات أو التعرف وفهم المسألة ومعالجة رموزها وتمثل خطة لحل المسألة. وبما أن الأداء الجيد للذاكرة العاملة يفضي إلى تحسن الأداء الحسابي، يمكن توقع مستوى حل المسائل في الرياضيات استنادا إلى الأداء التنفيذي للذاكرة العاملة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكشف تقييم وظيفة المرونة المعرفية المرتبطة بالصعوبات في تعلم الرياضيات، حيث أن انخفاض الأخطاء في حل المسائل في الرياضيات يعود لتحسن أداء المرونة المعرفية. إجمالا، فضعف اشتغال الوظائف التنفيذية، حسب نتائج هذه الدراسة، يمكن أن يساهم في صعوبات تعلم الرياضيات لدى تلاميذ المستوى السادس ابتدائي. وترتبط بعض الاستنتاجات التطبيقية لهذه الدراسة في أنه يمكن استعمال قياسات الوظائف التنفيذية من قبيل الكف والذاكرة العاملة والمرونة المعرفية كمؤشر على الأداء في الرياضيات. وقد أظهرت النتائج التي تم التوصل إليها أن ضعيفي الأداء في الرياضيات لديهم انخفاض في اشتغال الوظائف التنفيذية.

المراجع

القدام، محمد. (2020). الوظائف التفيذية وسيرورات معالجة المعلومات. *مجالات ونماذج الاشتغال المعرفي، نحو رؤى متداخلة لعلم النفس المعرفي*. مؤسسة باحثون للدراسات، الأبحاث، النشر والاستراتيجيات الثقافية. 69-126.

Allan, N. P., Hume, L. E., Allan, D. M., Farrington, A. L., & Lonigan, C. J. (2014). Relations between inhibitory control and the development of academic skills in preschool and kindergarten : A meta-analysis. *Developmental Psychology*, *50*, 2368-2379. https://doi.org/10.1037/a0037493

al-Naboulsi, D., & Vilette, B. (2021). Relations entre bilinguisme, performances scolaires et fonctions exécutives chez des enfants libanais de 8-10 ans. *Enfance*, *4*(*4*), 391-411. https://doi.org/10.3917/enf2.214.0391

Anderson, P. (2002). Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. *Child Neuropsychology*, *8*(2), 71-82. https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724

Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties : A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, *96*(*3*), 197-228. Scopus. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.10.001

Aragón, E., Delgado, C., Canto, M. C., & Navarro, J. I. (2023). Influence de la comparaison symbolique versus non symbolique sur le risque de difficultés d'apprentissage en mathématiques en éducation de la petite enfance. *Psychologie Française*, *68*(*3*), 359-371. https://doi.org/10.1016/j.psfr.2023.01.002

Berger, J.-L. (2013). Motivation et métacognition : Les buts de compétence prédisent les processus métacognitifs en résolution de problèmes mathématiques. *Psychologie Française*, *58*(*4*), 297-318. https://doi.org/10.1016/j.psfr.2013.07.002

Bull, R., & Johnston, R. S. (1997). Children's Arithmetical Difficulties : Contributions from Processing Speed, Item Identification, and Short-Term Memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, *65*(*1*), 1-24. https://doi.org/10.1006/jecp.1996.2358

Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive Functioning and Mathematics Achievement. *Child Development Perspectives*, *8*(*1*), 36-41. https://doi.org/10.1111/cdep.12059

Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability : Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*(*3*), 273-293. Scopus. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3

Coulanges, L., Abreu-Mendoza, R. A., Varma, S., Uncapher, M. R., Gazzaley, A., Anguera, J., & Rosenberg-Lee, M. (2021). Linking inhibitory control to math achievement via comparison of conflicting decimal numbers. *Cognition*, *214*, 104767. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104767

Cristofori, I., Cohen-Zimerman, S., & Grafman, J. (2019). *Executive functions. In Handbook of Clinical Neurology*, *163*, 197-219). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2

D'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, *15*(*3*), 189-202. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.01.002

De Vita, C., Costa, H. M., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2022). The contributions of working memory domains and processes to early mathematical knowledge between preschool and first grade. *Psychological Research*, *86*(*2*), 497-511. https://doi.org/10.1007/s00426-021-01496-4

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, *64*(*1*), 135-168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

El Houari, F., & Zarhbouch, B. (2022). Executive Functions and mental health. *The International Scientific Forum*, 255-281. https://doi.org/10.36772/isf10.10

Emslander, V., & Scherer, R. (2022). The relation between executive functions and math intelligence in preschool children : A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *148*(*5-6*), 337. https://doi.org/10.1037/bul0000369

Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children : A meta-analysis. *Educational Research Review*, *10*, 29-44. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003

Gilmore, C., & Cragg, L. (2018). The Role of Executive Function Skills in the Development of Children's Mathematical Competencies. In *Heterogeneity of Function in Numerical Cognition* , 263-286. Scopus. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811529-9.00014-5

Gioia, G. A., Isquith, P. K., Retzlaff, P. D., & Espy, K. A. (2002). Confirmatory Factor Analysis of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in a Clinical Sample. *Child Neuropsychology*, *8*(*4*), 249-257. https://doi.org/10.1076/chin.8.4.249.13513

Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2014). *Handbook of executive functioning*, 567. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5

Houdé, O. (2016). Éducation et développement cognitif de l'enfant. *Annales des Mines-Réalités industrielles*, *2*, 54-56.

Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function : Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, *44*(*11*), 2017-2036. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010

Levrard-Fruchart, M. (2016). *Facteurs de réussite en problèmes mathématiques : D'après l'étalonnage d'un outil de dépistage des troubles des apprentissages* [PhD Thesis]. éditeur non identifié.

Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. Cognitive Psychology, 41, 49-100.

Passolunghi, M. C., Marzocchi, G. M., & Fiorillo, F. (2005). Selective effect of inhibition of literal or numerical irrelevant information in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) or arithmetic learning disorder (ALD). *Developmental neuropsychology*, *28*(*3*), 731-753.

Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy : The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, *153*, 15-34. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010

Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics : A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, *20*(*2*), 110-122. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005

Rosario Rueda, M., P. Pozuelos, J., M. Cómbita, L., & Dept. of Experimental Psychology, Center for Research on Mind, Brain, and Behavior (CIMCYC), Universidad de Granada, Spain. (2015). Cognitive Neuroscience of Attention From brain mechanisms to individual differences in efficiency. *AIMS Neuroscience*, *2*(*4*), 183-202. https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2015.4.183

Roy, A. (2015). Approche neuropsychologique des fonctions exécutives de l'enfant: État des lieux et éléments de prospective [A neuropsychological approach to executive functions in children: Current state of knowledge and foresight]. Revue de Neuropsychologie, Neurosciences Cognitives et Cliniques, 7(4), 291–308.

Schmitt, S. A., Geldhof, G. J., Purpura, D. J., Duncan, R., & McClelland, M. M. (2017). Examining the relations between executive function, math, and literacy during the transition to kindergarten : A multi-analytic approach. *Journal of Educational Psychology*, *109*, 1120-1140. https://doi.org/10.1037/edu0000193

Spiegel, J. A., Goodrich, J. M., Morris, B. M., Osborne, C. M., & Lonigan, C. J. (2021). Relations between executive functions and academic outcomes in elementary school children : A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *147*, 329-351. https://doi.org/10.1037/bul0000322

Théro, H. (2015). *Ce dossier a bénéficié de la validation scientifique de :* Toll, S. W. M., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *44*(*6*), 521-532. https://doi.org/10.1177/0022219410387302

Van Dooren, W., & Inglis, M. (2015). Inhibitory control in mathematical thinking, learning and problem solving : A survey. ZDM, 47(5), 713-721. https://doi.org/10.1007/s11858-015-0715-2