الاختبار النفسي العصبي لفروض النظرية ثنائية المسار للقراءة والتهجي لدى الأطفال ذوي صعوبات القراءة والعاديين

د. مصطفى محمود الديب

مدرس علم النفس العصبي- جامعة بنها

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار النظرية ثنائية المسار لتفسير القراءة الجهرية، بواسطة الاختبارات النفسية العصبية، وتحاول أن تجيب عن تساؤل رئيسي، هل يمكن أن تتمايز درجات الأداء على المقاييس النفسية العصبية، نحو مسارين منبئين بالقراءة من ناحية والتهجي من ناحية اخرى لدى العاديين وذوي صعوبات القراءة؟. تم إجراء الدراسة على مجموعتين من التلاميذ الذكور، القارئين الأصحاء (ن=٢٢)، وهي مجموعة المقارنة مقابل مجموعة ذوي صعوبات القراءة كمجموعة حالة (ن=١٤)، والتي روعي في تحديدها محكات الاكتشاف والتعيين كما في دراسة الديب (٢٠١٠)، اشترك في الدراسة تلاميذ المرحلة الابتدائية، بمدارس مدينة بنها. وقد استغرق استيفاء انتقاء العينة وفقا لمحكات الاكتشاف والتعيين ثلاثة فصول دراسية تقريبا، بحيث تم جمع البيانات السكانية، وتطبيق اختبارات المصفوفات المتدرجة، والمتشابهات، واختبارات القراءة كمرحلة تشخيصية لاستبعاد التلاميذ الذين تقل نسبة ذكائهم عن (٩٠)، تم انتقاء التلاميذ الذي انخفض أداؤهم على اختبارات القراءة الجهرية والتهجي (ن=١٤) ومن ثم تم انتقاء مجموعة المقارنة التي تحقق شروط التجانس. ولم تظهر فروق جوهرية في متغيرات التجانس بين المجموعتين وهي العمر الزمنى والذكاء والتفكير المجرد. تم تطبيق الاختبارات النفس عصبية الالكترونية على التلاميذ بصورة فردية، كشف تحليل النمذجة الخطية التلقائية عن نموذج منبئ لقراءة الكلمة والتهجي لدى الاصحاء حيث يكشف نموذج انحدار دال للمتغيرات المستقلة النفسية العصبية للمتغير التابع تهجئة الكلمات (ف ٥ ،١٦ =١٤,٤٤٠، p<٠,٠٠٠)، وقيمة ر٢ المعدلة = ٠,٧٦٢. بينما فيما يتعلق بقراءة الكلمات: يكشف التحليل عن نموذج انحدار دال (ف ٥ ،١٦ =١٥,٥٣٥، p<٠,٠٠٠)، وقيمة ر٢ المعدلة = ٠,٨٢٧. بينما أظهرت مجموعة ذوي صعوبات القراءة نموذجين مختلفين حيث: يكشف التحليل عن نموذج انحدار دال لتهجئة الكلمات (ف ٥ ،١٣ =٣٧,٠٧٤، p<٠,٠٠٠)، وقيمة ر٢ المعدلة = ٠,٩٣٣، أما نموذج قراءة الكلمات فقد كشف التحليل عن نموذج انحدار دال (ف ٥ ،١٣ =١٠,٩٥٦، p<٠,٠٠٢)، وقيمة ر٢ المعدلة = ٠,٦٩٧ ونستنتج مما سبق، أن اختلاف المتغيرات المستقلة المنبئة للقراءة الجهرية عن المتغيرات المستقلة المنبئة لتهجي الكلمات يعطي أدلة لوجود مسارين عصبيين مستقلين نسبيا لقراءة الكلمة الجهرية من ناحية والتهجي من ناحية أخرى، كما أن الدراسة الحالية تفتح الباب لعدد من البحوث النفسية العصبية في المستقبل. بالاضافة إلى أنها تدعم الجهود البحثية للتحقق من فروض النظرية ثنائية المسار المتراكمة منذ عام ١٩٧١م، والآن تتلقى دعما جديدا من المتحدثين بالعربية.

الكلمات المفتاحية : نظرية ثنائية المسار - القراءة الجهرية - التهجي – صعوبات القراءة – التقييم النفسي العصبي

مقدمة

يعتبر النموذج ثنائي المسار Dual Route model ، أحد أهم النماذج المفسرة للقراءة الجهرية والتعرف على الكلمة (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). إلا أنها اتسمت بالتبسيط والاختزال فهي تهتم بفك الترميز decoding، أو الفهم، (Joshi & Aaron, 2000; Stuart, Stainthorp & Snowling, 2008). فقد افترضت نماذج القراءة الجهرية أو التعرف على الكلمة المفردة، قواعد لتحويل الكلمة (الحرف/المقطع) إلى صوت، ورغم هذه البساطة تتطلب قراءة الكلمة او التعرف عليها رسم خريطة تربط بين أنواع مختلفة من المكونات (Rayner & Reichle, 2010). وبالفعل أسهم نموذج المسار الثنائي للقراءة، في فهم القدرة على القراءة (Coltheart, 2005)، فقد افترض أن الكلمات المعتادة تعالج بصورة أسرع عبر المسار المعجمي lexical route، وبالتالي تقرأ الكلمات ذات المعنى بصورة أسرع من الكلمات بلا معنى، بينما تقرأ الكلمات ذات الاصوات المعيارية بصورة أسرع من الكلمات ذات التركيب الصوتي الغريب التي تاخذ مسارا لامعجمي (Zorzi, Houghton, & Butterworth, 1998; Pritchard, Coltheart, Palethorpe, & Castles 2012). من ناحية أخرى، نجحت نظرية ثنائية المسار في تقديم تفسير لمشكلات قراءة الكلمات الجديدة أو الشاذة، أو اضطراب التحويل من المكتوب إلى المنطوق، صعوبة القراءة لدى ذوي صعوبة القراءة النمائية والمصابين بسكتات دماغية (Hinton) & Shalice, 1991; Plaut & Shalice, 1993; Plaut, 1999; Rapcsak, Henry, Teague, Carnahan & (Beeson, 2007، ورغم تراكم الأدلة حول صدق فروضها إلا انه هناك تقارير تشككك في أن المسارين مستقلين بصورة كاملة (Paap & Noel, 1991; Coltheart, 2005).

وحديثا، ترتب على بحوث التصوير الدماغي الوظيفي *functional brain imaging* التأكد من أن التعرف يعتمد على نشاط أنظمة دماغية مختلفة ومنتشرة خاصة الدائرة العصبية التي تربط المناطق الجدارية الأمامية (Boly et al., 2013; Tononi & Koch, 2015; Carhart-Harris et al., 2014) ، لذا قد يتطلب تعدد مستويات معالجة القراءة رغم بساطة النموذج، أن كل جهاز دماغي قد ينشط بصورة متوازية أو متتالية مع الأجهزة الأخرى (Zeki, 2015; Fischer and Plessow, 2015)، وإلى حد كبير تتفق الدراسات التي ربطت فقط بين القراءة والتخصص الوظيفي للدماغ على نشاط المناطق البطنية القفوية الصدغية اليسرى left ventral occipito- tempora ، ومنطقة التلفيف الأمامي الأدنى الايسر inferior frontal والمنطقة الجدارية الخلفية اليسرى posterior parietal (Martin, Schurz, Kronbichler & Richlan, 2015) ، ورغم ذلك، لم تهتم هذه النماذج بصورة مباشرة بنمذجة الوظائف العصبية المعرفية التى تدعم عملية القراءة، أو ما يعرف بالمعالجة بالمستوى الأدني وتتعلق بالقدرات المعرفية والوظائف التنفيذية (Rayner and Reichle, 2010) .والسؤال الذي يطرح نفسه ، هل يمكن للاختبارات النفسية

العصبية أن تتمايز نحو مسارين ينبآن بالقراءة من ناحية والتهجي من ناحية اخرى لدى العاديين وذوي صعوبات القراءة؟، وبالتالي ينتج عن هذا التساؤل، ضرورة هي مراجعة مكونات النموذج التفسيرى ثنائي المسار للقراءة الجهرية، وتهجئة الكلمة، وتعتبر هذة الدراسة هي المحاولة الأولى من نوعها لاختبار نظرية المسار الثنائي لتفسير القراءة وخاصة قراءة اللغة العربية ، بتصميم بحثي يعتمد على اختبارات نفسية عصبية.

المشكلة النظرية للقراءة الجهرية:

القراءة الجهرية Reading Aloud عملية معقدة تتم عبر جهاز دماغي لمعالجة المعلومات يقوم بتحويل المطبوع إلى منطوق، وإذا أردنا فهم أوتفسير طبيعة القراءة، فإننا يجب أن نفهم طبيعة هذا الجهاز (Coltheart, 2005,6). وتتسم القراءة الجهرية بالصعوبة حيث تتطلب نطق الكلمات والجمل بصوت مسموع، ومن ثم تتأثر بسلامة النطق، ويجب أن تخلو من الإبدال أو التكرار أوالحذف أو الإضافة، وأن تتميز بالتشكيل النحوي (إبراهيم،٢٠١٠،٣٠٠)، وعلى الرغم من التطور التكنولوجي وأساليب التدريس فقد تواترت الدراسات والتقارير التى رصدت مشكلات القراءة الجهرية وصعوبات القراءة بصورة عامة (راجع: العزاوي، ٢٠١٢؛ ٢؛ عوض، ٢٠١٢؛ محمد، ٢٠١٢؛ Cortiella, Candace and Horowitz, & Sheldon, 2014 ؛ العلي، ، ٢٠١٥؛ خنشوش، ٢٠١٦) .

وتتكون اللغة العربية من ٢٨ حرف لها خصائص شكلية ومكانية، تميزها عن باقي اللغات خاصة اللغة الإنجليزية، فعشرة حروف لها نقطة واحدة وثلاثة ذات نقطتان، واثنتان ذات ثلاث نقاط، وتختلف النقاط في أماكنها بين فوق الحرف أو تحته، كما أن شكل الحرف المكتوب حساس للسياق وترتيبه بالنسبة للكلمة، فقد يكتب منعزلا، أو في بداية الكلمة أو منتصفها أو نهايتها (Farah, Khadir & Sellami, 2005). وتستدعي الحروف المشتبكة scrambled لقراءتها افتراض وجود آلية فك ترميز decoding المدخلات تسمح للقاريء بالوصول إلى المعنى الصحيح للكلمة (Marques, Jiang, Dufor, Berrou, & Kim-Dufor 2015). ويمكن تبسيط المشكلة في احتمالات نطق كلمة "علم" على سبيل المثال، وهي تتكون من ثلاثة حروف ساكنة (العين واللام والميم)، لكنها تحمل (١٣) بديلا للنطق وفقا لحركات المد والضم والكسر والشدة والتنوين (Belinkov and Glass, 2015). وتستدعي هذه الطبيعة الفريدة للغة العربية، أن تتنوع صعوباتها وفقا للخصائص الصوتية لتآلفات السواكن والمتحركات (Abu-Rabia, 1997)، التي تتطلب بالضرورة دراسة العوامل المعرفية العصبية التى تميز الماهرين قرائيا، ومن لديهم صعوبات قراءة نمائية.

وقد تعددت النظريات المفسرة لصعوبة القراءة عامة وخاصة اللغة العربية كلغة عميقة وعريقة، تقرأ كلماتها ذات الحروف الساكنة بصورة أسرع من ذات الحروف المتحركة (Haitham Taha, 2015)، ويؤدي ذلك إلى تنوع أنماط هذه الصعوبات وعدم تجانسها (Bosse et. Al., 2007; Ramus, Pidgeon

& Frith, 2003)، مثل صعوبة القراءة الصوتية phonological dyslexia، وصعوبة القراءة السطحية surface dyslexia (Sprenger-Charolles, Colé, Lacert & Serniclaes, 2000; McAnally, Castles & Stuart, 2000). وينعكس هذا التنوع أيضا في المستويات التفسيرية لصعوبة القراءة، ومن ثم أصبحت صعوبة القراءة ساحة مفتوحة للنظريات، التى لا زالت تحتاج إلى دعم تجريبى، وتتعرض لنقد حاد (Goswami, 2003; Ramus et al., 2003 ; Kershner, 2015; Stein, 2018.

وتعتبر النظرية النفسية العصبية لصعوبات القراءة النمائية، قضية محورية من قضايا علم النفس العصبي المعرفي، نظرا للتحديات المنهجية التى تواجهها، فهي إما نظريات معرفية تحتاج إلى أدلة تفسيرية عصبية، أو نظرية عصبية تحتاج إلى أدلة تعكس دور هذه المناطق المخية الوظيفية في عملية القراءة، فبداية مع نظرية اضطراب المعالجة الحسية البصرية (see, Lovegrove, Heddle and Slaghuis, 1980; Livingstone et al., 1991; Stein & Walsh, 1997) التى تؤكد على دور الاضطراب النمائي العصبي لمسار الخلايا الكبرى magnocellular pathway في حدوث أعراض صعوبة القراءة خاصة اضطراب التحكم في حركة العين وما يرتبط بها من مشكلة ادراك المنبهات السريعة في حدود بؤرة المجال البصري، ونظرا لأن المسار العصبي للخلايا الكبرى يمثل شبكة متعددة المصادر، فقد تراكمت جهود بحثية في صياغة نظرية اضطراب مسار الخلايا الكبرى (Demb, Boynton, Best & Heeger, 1998 Eden et al., 1996; Eden and Zeffiro, 1998; Zeffiro and Eden, 2000 والتي تربط تشريحيا بين المسار البصري الظهري بالفصين الجدارى والأمامي (Freud, David. Plaut, & Behrmann, 2016)، لكن اتفقت عدة دراسات اهتمت باستجابة المسار لحساسية التباين contrast sensitivity على وجود تعارض وعدم اتساق كبير في تفسير هذه النظرية لصعوبات القراءة(Skottun, 2000; Amitay, Ben-Yehudah, Banai, & Ahissar, 2002).

وقد جاء مبرر نظرية اضطراب المخيخ كتفسير لصعوبات القراءة (Fawcett & Molteni, 2001; Nicolson, Fawcett & Dean, 2001) من شيوع مشكلات التآزر الحركي لدى المتعسرين قرائيا، خاصة حركة العين واعتماد المخيخ على مسار الخلايا الكبرى كمصدر للمعلومات (Francks et al., 2003)، لكن تعارضت هذه النظرية مع عدة تقارير استبعدت أن يكون للمخيخ علاقة سببية بصعوبة القراءة (Stoodley & Stein, 2013). في حين تعتمد نظرية الفشل في استبعاد الضوضاء البصرية Perceptual visual-noise exclusion hypothesis وهي عصبيا تعتمد على أحد وظائف مسار الخلايا الكبرى الهام (Sperling, Manis, & Seidenberg, 2006; Roach & Hogben, 2007)، إلا أنها لاتختلف كثيرا عن نظرية اضطراب الانتباه البصري في فرضها لاضطراب القراءة، بل تؤكد على الفرض القائل بنجاح العاديين في استبعاد المنبهات غير المتعلقة بالمهمة، ونظرية كسل تحويل الانتباه التى

تفسر غالبا عدم تأثر أداء ذوي صعوبات القراءة في مهام تركيز الإنتباه وتدهور الأداء في مهام الإنتباه الإنتقائي (Hari & Renval , 2001، بدوي والديب، ٢٠١٠).

وعلى الجانب الآخر، تقع نظريات الاضطراب الصوتي المفسرة لصعوبة اكتساب القراءة Breier et al., 2003; Pugh et al., 1997; Schatschneider et al., 2002)، مثل اضطراب المعالجة السمعية للمنبهات السريعة (Tallal, 1980; Tallal et al., 1993; McAnally & Stein, 1996; Ahissar, Protopapas, Reid & Merzenich, 2000، الديب، ٢٠١٠)، ونظرية العجز عن الولوج إلى المخزن الصوتي (Ramus & Szenkvets, 2008)، ونظرية اضطراب التعيين الزمنى Vidyasagar & Pammer, 2010; Goswami, 2011) ونظرية اضطراب المركز الأدراكي (Harsin, 1997) ،Goswami, 2003; نظرية العجز عن الارتكاز(Ahissar, 2007) ، ونظرية اضطراب التعلم الاجرائي (Nicolson, Fawcett, Brookes & Needle, 2010) وهي نظريات تفسر مشكلة اكتساب القراءة، وتربطها بمشكلات نمو اللغة.

أما نظرية الاضطراب الثنائي the dual deficit Bowers & Wolf, 1993; Raberger &) Wimmer, 2003; Wolf, Bowers & Biddle 2000; Miller et al., 2006،) ووفقا لفروض باورز Bowers وولف Wolf (١٩٩٣) فإن الأطفال الذين يعانون من اضطراب المعالجة الصوتية phonological واضطراب التسمية السريعة rapid naming، سوف تضطرب لديهم القدرة على القراءة مقارنة بمن لديهم أحد الاضطرابين فقط، إلا أن باديان Badian (١٩٩٧) لاحظت في دراستها لهذا الفرض على عينة من (٩٠) طفل أن هناك عامل ثالث وهو العامل الإملائي orthography، أي أن صعوبات القراءة قد يفسرها نموذج ثلاثي المسار triple-deficit (Badian, 1997). وملاحظات باديان يمكن تفسيرها في حدود ان التسمية السريعة للكلمات هي تقابل مسار تحويل الكلمة لصوت، ورغم ذلك تظل الملاحظات حول تلازم صعوبات القراءة الصوتية مع صعوبات القراءة السطحية (Peterson, Pennington, & Olson, 2013)، باعثا لضرورة البحث لتأكيد أو نقد النموذج المفسر لصعوبات القراءة، وبالتالي تعديل او تطوير التدخلات العلاجية المعتمدة على هذا النموذج

وتبرز المشكلة جلية في أن النظريات تباينت بتباين المهام التى استخدمت لاثباتها، وهي مهام في الغالب نوعية واشتقت بنودها من الفروض النظرية، ولم تتجه لتصميم تجريبي متكامل يحسم الجدل حول تفسير القراءة ومشكلاتها. وتحاول الدراسة الحالية تقديم هذا التصميم الذي يجمع بين الاختبارات النفسية العصبية والاستدلال من الدراسات السابقة الخاصة بالتصوير الدماغي لنشاط الدماغ أثناء القراءة لدى العاديين وذوي صعوبات القراءة. كما أن المتأمل لهذه النظريات، يلاحظ انها تعكس ثنائية الذاكرة العاملة أيضا، التى تؤكد على وجود معالجين أحدهما صوتي والآخر بصري مكاني، التى صاغها بادلي

Baddeley (١٩٧٤) وقادت التصورات النظرية المعرفية طوال العقود الأربعة الأخيرة (Baddeley, 2010)، ومما سبق يتبين أن مشكلة قراءة الكلمة وتهجئتها وتكوين الدماغ للكلمة البصرية ، لازالت بعيدة عن التحديد بسبب التعقيد الشديد لعملية القراءة.

تساؤلات الدراسة

ويمكن إيجاز مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة على التساؤلات التالية:

١- هل توجد فروق دالة بين المجموعة الضابطة ومجموعة صعوبات القراءة في متوسطات درجات الاختبارات المعرفية العصبية؟

٢- هل ترتبط الدرجة على الاختبارات النفسية العصبية بالقدرة على قراءة الكلمة المفردة، وتهجي الكلمات؟

٣- هل يختلف النموذج التنبؤي المعرفى العصبي للقدرة على القراءة والتهجي عند الماهرين في القراءة عن النموذج التنبؤي المعرفي العصبي لصعوبات القراءة والتهجي؟

٤- هل تثبت الاختبارات المعرفية العصبية تنبؤات نموذج ثنائية المسار في تفسير القراءة؟

أهمية الدراسة

تكتسب الدارسة أهميتها ومبرراتها

١- ندرة الدراسات العربية التي تهتم بالتخصص الوظيفي للمخ ومعالجة المعلومات بصفة عامة والربط بين التطورات النظرية في مجالات علم النفس العصبي وتحديث النماذج التفسيرية للاضطرابات الإكلينيكية في البيئة المصرية.

٢- إن دراسات القراءة الجهرية في اللغة العربية لم تتلقى كثير الاهتمام من ناحية علم النفس العصبي، ومن ناحية اخرى، كما يندر وجود دراسات عربية ركزت على التعرف على معاملات التنبؤ بين مهارات القراءة بواسطة عوامل ومؤشرات نفسية عصبية، ذات دعم تجريبي وعلى عينات عادية واكلينيكية.

٣- تستخدم هذه الدراسة بطارية نفسية عصبية، اشتملت على عدد من عوامل السلوكية والمعرفية والنفس عصبية لكي تستدل بالدليل الإحصائي التنبؤي على المؤشرات المنبئة بصدق نموذج ثنائي المسار في تفسير القراءة، ويندر في الدراسات المشابهة، أن تعالج كل هذه المتغيرات بصورة متوازية على نفس المجموعة من المشاركين.

الدراسات السابقة

أكد كولثيرت (٢٠٠٥) Coltheart أن كل نماذج القراءة المعرفية هي نماذج ثنائية المسار، وأن الجهود النظرية المستقبلية سوف تتركز على التفاصيل التى سيتضمنها كل مسار. فقد تم تطوير النموذج ثنائي المسار المتتالي dual route cascaded، لفهم ثنائية مسار القراءة لدى الآدميين. ويفترض هذا

النموذج وجود مسارين للقراءة الجهرية، يؤديان إلى التلفظ بالنص المكتوب بطريقة صحيحة، ويوصف المسار الأول بأنه المسار المباشر المعجمي lexicosemantic route وبواسطته يستطيع القاريء الماهر قراءة الكلمة بمجرد النظر فحسب، وفي هذا المسار نفترض وجود مخزن طويل المدى للمقابل الصوتي لكل كلمة، أي ما يشبه المعجم. اما المسار الثاني فهو مسار غير مباشر حرفي- صوتي graphophonological أو لامعجمي ، وبنشاطه يحاول القاريء تلفظ الكلمة المكتوبة وذلك بتحليلها إلى أجزائها المكونة (Zorzi, Houghton, & Butterworth, 1998; Jobard, Crivello & Tzourio-Mazoyer, 2003; Pritchard, Coltheart, Palethorpe, & Castles 2012). وقد يستغرق القاريء العادي وقتاً في تحليل الكلمات الجديدة والتى تتبع قواعد التهجي – الصوت مقارنة بالكلمات المعتادة (Paap &, Noel ,1991) فعند تقديم كلمة جديدة، ينشط المساران، لكنهما قد يقدمان معلومات متنافسة، مما يبطىء القراءة وذلك من حيث اتباع قواعد التهجي – الصوت ، ووجود مخزن للكلمة – الصوت في الذاكرة طويلة المدى (Coltheart, 2005; Paap &, Noel ,1991)

وتفترض النظرية أن هناك اختلاف في متطلبات الانتباه اللازمة لكل من المسارين، حيث يستلزم نظام القراءة عامة والقراءة العربية خاصة التعامل مع خصائص الحرف – الصوت ، وموضع الحرف من الكلمة، والتنظيم الصوتي الشكلى النوعي للقراءة العربية، تتطلب مسار القراءة المعجمية استخداما أقل لمصادر الانتباه، بينما مسار تحويل الحرف – الصوت يتطلب استخداما أكبر للانتباه (Paap &, Noel ,1991). ويعتمد الطفل المتعسر قرائيا غالباً على المسار قبل المعجمي، حيث يمكنه فك رموز الكلمة حرفا حرفا، لكنه يفشل نتيجة لخلل في المسارات المعجمية، مما يربط بين سلامة المسار المعجمي وسرعة تسمية الكلمات (de Jong, Licht, Sergeant, & Oosterlaan, 2012).

أدلة التصوير الدماغي على صدق النموذج ثنائي المسار في تفسير القراءة عند العاديين:

أشارت ملاحظات باركز و مادن (٢٠١٣) Parks & Madden، إلى حدوث نشاط متزامن بالمناطق الأمامية والجدارية وفقا المهمة التى تتطلب الانتباه، ويؤدى انفصال مكونات شبكة الانتباه إلى اضطرابات في القدرة على القراءة، كما أكدا على وجود تداخل بين مناطق القراءة ومناطق الإنتباه والكف (Parks & Madden , 2013)، إلا أن باركز ومادن قد حددا بعض المشكلات المنهجية التى تواجه تفسير البيانات المتجمعة من التصوير الدماغي، فالبيانات هي عادة متوسط نشاط الدماغ أثناء المحاولات، مما يؤثر على وضوح العلاقة بين مناطق الشبكة العصبية. لذا يقترح باركز ومادن الإهتمام بمفهوم الوصلاتية connectivity، فقد تنشط مكونات الشبكة المختلفة لنفس المهام أو لمهام أخرى مختلفة، بل قد تنشط بصورة مستقلة أو تنشط بتأثير سببى من داخل الشبكة (Parks & Madden, 2013)، وبناء على ذلك نستطيع

مناقشة هذا التشارك بين المناطق النشطة أثناء القراءة الجهرية والتى تنشط أثناء مهام الإنتباه والذاكرة العاملة والتآزر الحركي.

على المستوى التشريحي العصبي ، تشير الدراسات التي أجريت على القارئين العاديين، أن هناك نشاطا مخيا أو جهدا مستثارا، ينبعث أثناء التعرف على الكلمات والمعالجة الفونولوجية في مناطق القشرة الأمامية السفلى inferior frontal cortex والتلفيف الزاوي angular gyrus والتلفيف الصدغي الأعلى Superior temporal gyrus و منطقة التلفيف الغائر الأيسر Left insula أثناء المعالجة الفونولوجية، كما تنشط القشرة المخططة extrastriate cortex أثناء المعالجة الإملائية. (Rumsey et al., 1997).

وقد كشفت دراسة داس Das وباداكينيا Padakannaya وبوغ Pugh وسنج Singh (٢٠١١) بواسطة التصوير الدماغي الوظيفي لعينة من القراء باللغة الهندية وباللغة الانجليزية ، ومقارنتهم بمجموعة - التعلم المتزامن للقراءة باللغتين الانجليزية والهندية عند سن الخامسة، بينما تعلمت المجموعة الثانية التعلم المتتالي للقراءة باللغة الهندية عند سن الخامسة والانجليزية عند سن العاشرة. وجاءت النتائج فارقة فمجموعة متعلمي القراءة باللغتين في نفس السن، شهدت نشاطا مميزا تلازم مع القراءة باللغة الإنجليزية، في التلفيف الصدغى الأدنى الأيسر left inferior temporal gyrus وهو يماثل نشاط دماغ من لغتهم الام الانجليزية، كما صاحب القراءة باللغة الهندية، في الفصيص الجداري السفلي الأيسر left inferior parietal lobule وهو يماثل نشاط دماغ من لغتهم الام الهندية، بينما ظهر نشاطا كبيرا بالفصيص الجداري الأدنى الأيسر، لدى من تعلموا القراءة باللغتين في مرحلتين متتاليتين. (Das et.al., 2011). وتفترض تلك النتيجة وجود مسارين يتطوران مبكرا وفقا لطبيعة التركيب اللغوي، مسار ظهرى لمعالجة تحويل الحرف-الصوت، والمسار البطنى لاستدعاء المخزون المعجمي المقابلة للكلمة.

ويتفق ذلك مع ما استنتجته برايس (٢٠١٣) Price من مراجعة ١١ دراسة اهتمت بالبيولوجيا العصبية للقراءة، وهو أن القشرة القفوية الصدغية البطنية اليسرى left ventral occipito-temporal cortex، ومناطق القراءة الأخرى تتغير تبعا للتعلم والممارسة والمهمة القرائية المطلوبة، ففي مراحل التعلم والاكتساب تنشط مناطق القراءة بالتزامن مع مناطق التحكم الانتباهي في التعلم attentionally-controlled, learning circuit، لكن في مرحلة لاحقة، عند القاريء الماهر ينخفض نشاط مناطق القراءة ، وتزيد الوصلات التشريحية خاصة حزمة أفقية ناعمة من المادة البيضاء تنبع من الفص القفوي، ثم تسقط نهايات محاورها ظهريا رابطة القشرة القفوية الصدغية اليسرى بالجزء الخلفي من الفص الجداري، ويؤكد هذه النتيجة ارتباط نشاط التلفيف الزاوي angular gyrus (area 39) بالنشاط المبكر القفوي الصدغي، واسهام نشاط التلفيف الزاوي بنشاط الجزء الخلفي من الفص الأمامي inferior frontal activity (area 45)، إلا ان تلك الدراسات فشلت في اثبات وجود دائرة عصبية تنشط تخصصيا للقراءة ((Price et. Al., 2013

وقد اختبر بروتوباباس وزملاءه (٢٠١٦) .Protopapas et al فروض النموذج ثنائي المسار لقراءة الكلمة باستخدام الرنين المغنطيسي الوظيفي خاصة تحديد المناطق الدماغية المشتركة co-localised في النشاط تحت ظرفين تجريبين، (أ) تأثير طول الكلمات بدون المعنى مقابل نقطة تثبيت، وذلك بهدف الكشف عن المناطق المسئولة عن مسار التحويل اللامعجمى الحرف-الصوت (ب) تأثير الكلمات المتكررة و الكلمات الجديدة، مقابل الكلمات بدون معنى، بهدف الكشف عن المسار المعجمى الدلالى الصوتي. وقد كشف التصوير الدماغي الوظيفي عن عدم وجود تمركز وظيفي مشترك، ناتج عن طبيعة النموذج التجريبي المستخدم، لكن التحليل المتعمق لمناطق معينة بأدمغة المشاركين، كشفت عن تأثير لمتغير طول الكلمةعلى القشرة الجدارية الأدنى اليسرى، أما متغير الكلمات المتكررة أو المألوفة فقد صاحبها نشاط انتقائي بالفص الصدغي الأوسط ، وتفسر هذه النتائج جزئيا صدق تنبؤات النموذج ثنائي المسار. (Protopapas et al., 2016)

وقد استخدم بيوتلر وزملاءه (٢٠١٤)Buetler et al التقدير للنشاط الدماغي بتسجيل استجابة الطاقات المستثارة evoked response potentials (ERP)، أثناء قراءة مجموعة ماهرة، تقرآن الفرنسية والألمانية بطلاقة، وتنتمي اللغة الألمانية إلى فئة التحويل المباشر البسيط الحرف- الصوت Shallow orthography، اما اللغة الفرنسية فقواعد التحويل اكثر تعقيدا وتتطلب ألية تحويل بصرية دلالية لوجود مقاطع تنطق بطريقة تختلف عن كتابتها. كشف التحليل الطوبوغرافي بعد ٢٤٠-٢٨٠ ملي ثانية من ظهور المنبه أدلة استنتج منها الباحثين وجود شبكتين مختلفتين ارتبطتا بالقراءة، وقد كان مصدر هذا النشاط الفارق (الألمانية>الفرنسية) التلفيف الغائر الأيسر والمنطقة الظهرية الجانبية والمنطقة السفلي من الفص الأمامي، وهي تُشكل مناطق التجهيز الصوتي. كما ارتبطت القراءة باللغة الألمانية بقوة مع المسارات الصوتية، مما يعتبر تعزيزا لفرض المسار الصوتي المعجمي. (Buetler et Al., 2015) ويمكن الاستدلال من هذه النتيجة أن المسار الصوتي بالتحويل حرفا حرفا، والذي يشتبك مع المخزون المعجمي هو مسار يتميز بالاستقلال.

مما سبق تبين أن القراءة كقدرة ترابطية تعتمد على معالجة عبر مناطق دماغية مشتبكة بمسارات عصبية يمكن تحديدها على خريطة برودمان brodmann areas. وها هنا، نتوقع أن تجيب دراسات التصوير الدماغي عن عدة تساؤلات، هل هناك مناطق بعينها تتخصص في القراءة المعجمية، ومناطق أخرى تتخصص في تحويل الحرف إلى صوت أي القراءة غير المعجمية، وهل ترتبط بهذة المناطق معالجة لمهام معرفية تبرر فروض الدراسة.

تشتمل المنطقة ٦ ويرمز لها BA 6 وهي منطقة وظائف ترابطية، تمثل المنطقة قبل الحركية premotor area وتتخصص في معالجة المعلومات الحركية التكميلية المسئولة عن دقة الحركات، حيث

تترابط في هذة المنطقة وتتكامل المعلومات من مصادر حسية مختلفة لتؤدي وظائف نوعية خاصة بالقراءة والوظائف الداعمة لها. تنشط هذه المنطقة من المخ الأيسر عند قراءة الكلمات الجديدة، قراءة جهرية وصامتة، وهي تستقبل المعلومات النوعية وفقا لتباينات النص المكتوب، من القشرة القفوية الصدغية والشق بين الجداري left intraparietal sulcus (Dietz, Jones, Gareau, Zeffiro, & Eden, 2005)، ولكنها أيضا تنشط لتتكامل بها المعلومات الخاصة باللغة، اتخاذ القرار المعجمي الخاص بالكلمات (Price, Wise, Watson, Patterson, Howard, & Frackowia, 1994)، والمعاالجة الصوتية وذلك بالانتباه للعلاقات الصوتية والدلالية (McDermott, Petersen, Watson, Ojemann, 2003). وهي تنشط انتقائيا تفعيلا لوظائف الانتباه لخصائص المنبهات وخاصة الخصائص البصري المكاني (Nobre et al., 1997)، وبالتحديد مواضع الحروف المفردة (Longcamp, Anton, Roth & Velay, 2005).

كما تستجيب المنطقة ٦ أثناء المهام التي تتطلب التحكم في حركة العين القفازة الأفقية وهي قدرة حيوية في عملية القراءة (Darby, Nobre, Thangaraj, Edelman, Mesulam, & Warach, 1996; Bucci, Brémond-Gignac, Kapoula, 2008). وتتدخل نفس المنطقة بالاشتراك مع المنطقة الحركية التكميلية في دقة الأداء الحركي الدقيق خاصة بالنسبة لاستجابة النقر finger tapping، وهو مؤشر رئيسي أيضا على كفاءة الجسم الثفنى في التوصيل بين نصفي المخ، وتعتبر مؤشرات السرعة وأخطاء التآزر، ذات دلالة لمشكلات المناطق الحركية الترابطية والجسم الثفني، كما تعكس بصورة عامة السيطرة المخية والتجنيب (Turesky, Olulade, Luetje & Eden, 2018).

وتنشط المنطقة ٦ في المهام التى تتطلب الإنتباه ، رغم اختلاف طبيعة المنبهات أو طريقة التقديم ، خاصة الانتباه المكاني، من مكونات الشبكة التي تربط بين الجزء الأمامي من التلفيف النطاقي الأيمن (منطقة ٢٤) والشق داخل الجداري (Nobre, Sebestyen, (Gitelman, Mesulam, Frackowiak & Firth, 1997. ويبدوا أن المنطقة ٦ تختص بوظيفة تنفيذية وهي تحويل الانتباه، وقد كشفت دراسة لام وآخرين (٢٠٠١) Lamm, Windischberger, Leodolter, Moser,& Bauer باستخدام التصوير الرنين المغنطيسي الوظيفي لأدمغة ١٣ مشارك أثناء معالجتهم لمهمة التصور البصري المكاني الديناميكي لمكعب، أن المنطقة ٦ هي جزء من شبكة قفوية (المنطقة ١٨\١٩) وجدارية (المنطقة ٧) والظهرية الجانبية من القشرة الجبهية (المنطقة ٩). كما كشفت دراسة لونجكامب وانتون وروث وفيلاي (٢٠٠٣،٢٠٠٥) Longcamp, Anton, Roth, & Velay أن المنطقة ٦ قد نشطت استجابة للحروف الأبجدية ، لكنها استجابت انتقائيا للحروف الحقيقية فقط ولم تنتبه للحروف المصطنعة. وتحسم هذه النتيجة إلى حد كبير ان نشاط هذه المنطقة تتخصص في الإنتباه انتقائيا للمنبهات اللفظية ذات الدلالة المعجمية ذأي أنها وسيط رئيسي في مسار القراءة المعجمية.

فقد كشفت دراسة رانجاناث و جونسون و دي إيسبوسيتو (٢٠٠٣) Ranganath, Johnson,& D'Esposito أيضا عن دور المنطقة قبل الحركية في الاحتفاظ ومعالجة المعلومات بالذاكرة العاملة working memory وهي عملية ضرورية للتعرف على الكلمات ، وأشارت نفس الدراسة أن هناك نشاطاً موزعاً ومتوازياً بالمنطقة البطنية الجانبية الجبهية ventrolateral prefrontal regions وهي مناطق ٤٤ و٤٥ و ٤٧. والمناطق الظهرية الجانبية من القشرة الجبهية dorsolateral prefrontal regions ، ومناطق ٩ و ٤٦ أثناء مرحلة التشفير encoding، في حين تنشط مناطق التلفيف الأمامي الأوسط من الفص الأمامي الأيسر (المنطقة ١٠ و ٤٦ عند مرحلة التعرف recognition. وفي نفس السياق، سجلت دراسة أوكودا وآخرون (٢٠٠٠) Okuda, Fujii, Yamadori, Kawashima, Tsukiura, & Ohtake, et. Al بإستخدام التسجيل بالانبعاث البوزيتروني PET نشاطا بالمنطقة ٦ بالجانب الأيسر من الدماغ عند استرجاع الكلمات من الذاكرة طويلة المدى.

وقد ظهرت مشكلة عند مراجعة البحوث التي فحصت النشاط الدماغي المصاحب لتحويل الحرف إلى صوت نظرا لندرتها إلا أن معظمها أشار إلى منطقة بروكا Broca's region وهي المنطقة ٤٤ من خريطة برودمان، فقد كشفت دراسة هايم وآخرون (٢٠٠٥) Heim, Alter, Ischebeck, Amunts, Eickhoff, Mohlberg, Zilles, von Cramon, Friederici تأثير مهمتين إحداها تتعلق بالقرار المعجمي أي القرءة المباشرة للكلمة، وتحويل الحرف إلى صوت، وتكونت المنبهات من كلمات حقيقية وكلمات ليست لها معنى، وتم عرضها بصريا وتسجيل النشاط المصاحب بواسطة التصوير الدماغي بالرنين المغنطيسي الوظيفي. وقد كشفت النتائج أن منطقة بروكا (٤٤) اليسرى نشطت بقوة عند تقديم الكلمات الجديدة بمعنى أو بدون معنى بينما تنشط المنطقة ٤٥ انتقائيا في البحث عن المعجمي lexical search. وتعد دراسة هايم وزملاءه تأكيدا لما توصل إليه فاياك وفريدريتش وميولر وفون كرامون (٢٠٠٢) Fiebach, Friederici, Müller, & von Cramon التى أيدت نظرية المسار الثنائي في التعرف البصري على الكلمة، فقد سجلت المنطقة القفوية الصدغية والجزء الخلفي من التلفيف الصدغي الأوسط posterior left middle temporal gyrus إسهاما في التعرف على الكلمة حيث انهما يمثلان ما يعرف بمنطقة التعرف على الشكل البصري visual word form، بينما أسهمت المنطقة ٤٤ والثلاموس والنواة الذيلية ccaudate nucleus في معالجة الكلمات الجديدة والكلمات بدون المعنى التي تتطلب تحويل الحرف إلى صوت، ورغم هذه المؤشرات فقد ظلت أدلة التخصص الوظيفي لتحويل الحرف إلى صوت تحتاج إلى دعم تجريبي.

وبدون شك هناك متغيرات تتدخل بقوة في تحديد الميكانيزمات المعرفية والعصبية المسئولة عن تحويل الحرف إلى صوت، خاصة اللغات مثل العربية والفرنسية التي تتسم بالتعقيد الفونولوجي، وقد حاولت

دراسة بيرون-بيرتولوتشيا وآخرون (2012) Perrone-Bertolottia , Pichata , Le Basc Baciub & Baciua، فحص تأثير متغيرا الصعوبة والجنس على النشاط الدماغي الخاص بالتعرف على الفونيم ، فقد استجاب الجزء الخلفي من التلفيف الصدغي الأعلى الايسر the superior posterior temporal gyrus لمهمة التحديد البسيط للصوت، فيما يعرف بالتنشيط المباشر للمخزون الصوتي ، أي أنه وصول مباشر بدون معالجات بينيه، بينما حين تعقدت الكلمة ، ظهر نشاطا فارقا في التلفيف الصدغي الأدنى الأيسر inferior temporal gyrus ، مما افترض وجود معالجة متكاملة لحل القرارات المتنافسة حول الصوت الصحيح .

وتحقيقا لفروض نظرية المسار الثنائي ، قام جليزر وزملاءه (٢٠١٦) Glezer, Eden, Jiang, Luetje, Napoliello, Kim, & Riesenhuber، ، بالتركيز على التصوير الدماغي، خاصة القشرة الصدغية الجدارية و القشرة القفوية الصدغية اليسري ، و القشرة الأمامية الدنيا inferior frontal cortex المسئولة عن المخرجات الصوتية للمسار الظهري، وذلك لعدد ١١ من القارئين المهرة، أثناء أدائهم لمهمتين تجريبيتين ، وقد كشف البيانات المجمعة من الحالات الفردية عن حساسية القشرة الصدغية الجدارية للقراءة المعتمدة على تحويل الحرف-صوت للكلمات الجديدة، بينما كانت القشرة القفوية الصدغية أكثر حساسية للتعرف البصري على الكلمة أي الوصول المباشر بين الكلمة المكتوبة وصوتها. وقد تأكد أيضا دور المنطقة الظهرية من القشرة الأمامية الدنيا (المنطقة ٤٤) وحساسيتها للمعالجة التحليلية للكلمات الجديدة وتحويل الحرف إلى صوت.

مما سبق تبين أن هناك مسارين هما المسار الظهري dorsal stream ويشتمل على القشرة الجدارية الصدغية وينتهي بالمنطقة ٤٤ من التلفيف الأمامي الأدنى، ويعالج تحويل الحرف إلى صوت في الكلمات الجديدة، والمسار البطنى ventral stream ويشتمل على القشرة القفوية الصدغية او منطقة التعرف البصري على الكلمة، وهي تتخصص في التعرف على الكلمات المألوفة وتنتهي بالمنطقة ٦، وهناك مناطق ترابطية بينية مثل المنطقة ٣٧ والمنطقة ٣٩ ، كمنطقة ترابطية مكانة خاصة في بحوث القراءة (ويمكن مراجعة Ischebeck, Indefrey, Usui, Nose, Hellwig, & Taira 2004) و Hashimoto, Sakai, 2004)

وبناء على ما سبق نتوقع أن تعكس القدرة على القراءة الجهرية كفاءة المنطقة ٦ كما تقيسها الاختبارات المعرفية العصبية المرتبطة بها، بينما تعكس التهجي وتحليل الكلمة، كفاءة المنطقة ٤٤ كما تقيسها الاختبارات المعرفية العصبية المرتبطة بها، وبالتالي نتوقع أن تفصح مظاهر صعوبة القراءة النمائية في قراءة الكلمة والتهجي عن خلل أو ضعف وظيفي بالمنطقتين ٦ و ٤٤ ، وفي حالة تحقق هذا التوقع، فإن يحمل مبشرات بإمكانية التدخل للتخفيف من صعوبات القراءة بإستراتيجيات تأهيلية معرفية عصبية تعتمد على أساس نظري تنبؤي قوي.

فروض الدراسة

١- لا يوجد ارتباط جوهري بين الدرجة على الاختبارات النفسية العصبية والدرجةعلى قائمة قراءة الكلمة المفردة، وقائمة تهجي الكلمات؟

٢- توجد فروق دالة بين المجموعة الضابطة ومجموعة صعوبات القراءة في متوسطات درجات الاختبارات المعرفية العصبية

٣- يختلف النموذج التنبؤي المعرفى العصبي للقدرة على قراءة الكلمة عند الماهرين في القراءة عن النموذج التنبؤي المعرفي العصبي لصعوبات القراءة .

٤- يختلف النموذج التنبؤي المعرفى العصبي للقدرة على تهجي الكلمة عند الماهرين في القراءة عن النموذج التنبؤي المعرفي العصبي لصعوبات القراءة .

منهج الدراسة واجراءاتها

المشاركون :

تم إجراء الدراسة على مجموعتين من التلاميذ الذكور، القارئين الأصحاء (ن=٢٢)، وهي مجموعة المقارنة مقابل مجموعة صعوبات القراءة كمجموعة حالة (ن=١٤)، والتى روعى في تحديدها محكات الاكتشاف والتعيين كما في دراسة الديب (٢٠١٠)، وقد تم انتقاء العينة في هذة الدراسة كجزء من دراسة اكبر خاصة بالتقييم النفسي العصبي لطلاب المرحلة الابتدائية، تم جمع بياناتها من عدة مدراس ابتدائية، بمدينة بنها بواسطة طلاب الفرقة الرابعة قسم علم النفس، وقد استغرق استكمال العينة وفقا لمحكات الاكتشاف والتعيين ثلاثة فصول دراسية.

أدوات الدراسة:

اختبار قراءة الكلمة المفردة: تكونت القائمة من ٢٢ مفردة متفاوتة الطول، كما اشتملت على كلمات متفاوتة الصعوبة. ويهدف هذا الاختبار إلى كشف مهارات الطفل المعجمية وقدرته على التعرف على الكلمة، ويعكس اضطراب الأداء على الاختبار أخطاء في القراءة الجهرية loud reading. التي تترتب على ضعف مهاراته في التسمية الفورية للكلمات. تحسب الدرجة على المفردة إما (١) للقراءة الصحيحة أو (٠) للقراءة الخطأ، وقد تميزت القائمة بثبات التجزئة النصفية حيث بلغ ٠.٨٧٢

اختبار التهجي: تكونت القائمة من ٢١ مفردة متفاوتة الطول، والصعوبة، ويهدف هذا الاختبار إلى كشف مهارات الطفل الصوتية phonics skills في تطبيق قاعدة تحويل الحرف –الصوت. تحسب الدرجة على تهجي المفردة إما (١) للقراءة الصحيحة أو (٠) للقراءة الخطأ، وقد تميزت القائمة بثبات التجزئة النصفية حيث بلغ ٠.٧٣٢

اختبار الذكاء المصفوفات المتتابعة Raven progressive matrices: يتألف من خمس مجموعات هي المجموعات أ ، ب ، ج ، د ، هـ ، كل منها يتكون من ١٢ مفردة أي أن مجموع المفردات ٦٠ مفردة. (أبو حطب وآخرون، ١٩٧٩)

الدرجة على الاختبار: تم حساب المجموع الكلى للاستجابات الصحيحة، كمؤشر لضبط عامل الذكاء واستكمال المحكات التشخيصية لصعوبات التعلم النمائية وهو محك التفاوت بين مستوى الذكاء ومستوى التحصيل. وقد تم وضع الحد الأدنى للدرجة الكلية كي ينضم التلميذ إلى واحدة من المجموعات التجريبية (٢٣ درجة خام وهي تكافئ نسبة الذكاء ٩٣ تقريبا وفقا لمعايير Raven, J.C. & Summers, B, 1986. و Sattler, J.M, 1988.

اختبار التفكير المجرد: وهو اختبار يهدف لفحص الاستدلال المنطقى اللفظي ويتكون من ٢٠ فقرة اختبارية، حيث يقرر الطفل اختيار الكلمة التي تشبه أو تماثل الكلمة (المنبه) في المعنى، حيث يقوم الباحث بقراءة المهمة على الطفل شفهيا بصورة كاملة. وهو يشبه اختبار المتشابهات similarities وقد تم حساب الثبات بطريقة التجزئة النصفية حيث بلغ معامل الثبات ٠,٩١

بطارية الاختبارات النفسعصبية لصعوبات التعلم: بطارية اختبارات نيوروسيكولوجية حاسوبية بالكامل وتم استخدامها في دراسة الديب (٢٠١٠) و دراسة بدوي والديب، (٢٠١١)، تشتمل على المجالات الآتية: اختبار النقر البسيط والتبادلي، والمعالجة الزمنية للمعلومات السمعية والبصرية والانتباه المركز والمستمر، الانتباه والكف الانتقائي، الذاكرة العاملة اللفظية والبصرية، والتفكير المجرد. وقد كشف التحليل العاملي بطريقة المكونات الاساسية للبطارية عن ١٠ عوامل يفسر ٨٥ % من التباين الحقيقي لأداء القارئين العاديين على البطارية، ومن جانب آخر، كشف التحليل العاملي بطريقة المكونات الاساسية للبطارية عن ١٠ عوامل يفسر ٩٥ % من التباين الحقيقي لأداء ذوي صعوبات القراءة على البطارية.

الإجراءات:

تم جمع البيانات الديموجرافية للتلاميذ، وتطبيق مقاييس المصفوفات المتدرجة لرافن، والمتشابهات، واختبارات القراءة وذلك لتعيين واكتشاف مجموعة صعوبات القراءة مقابل العاديين وفقا للشروط التالية:

١- التجانس في متغير العمر الزمنى، حيث بلغ متوسط العمر الزمني بالأعوام لمجموعة صعوبات القراءة ١١,٣٥±٠,٨٤، مقابل ١٠,٨٦±٠,٩٤ لمجموعة القارئين الأصحاء.

٢- التجانس في مستوى الذكاء غير اللفظي حيث بلغ متوسط مجموعة صعوبات القراءة ١٠١,١٤±١٢ ، مقابل ١٠٥,٥٤±٩,٨٠ (ت لمجموعة القارئين الأصحاء،

٣- التجانس في متغير التفكير المجرد كما يقيسه اختبار المتشابهات حيث بلغ متوسط مجموعة صعوبات القراءة ٩,٤٢±٣,٥٥ ، مقابل ١٠,٦٤±٢,٨٢ لمجموعة القارئين الأصحاء

٤- الفروق الجوهرية في الأداء على قائمة القراءة وقائمة التهجي ، كما يتضح من جدول (١)

الأساليب الإحصائية:

تمت المعالجات الإحصائية بواسطة الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية Statistical Package for Social Sciences (SPSS- 25)

١- حساب الفروق بين متوسطى مجموعتين مستقلتين باستخدام اختبار Mann Whitney U

٢- حساب معامل الارتباط بين متغيرات الدراسة .

٣- حساب النمذجة الخطية التلقائية Automatic Linear Modeling ، وهوتطوير جديد في برنامج SPSS متعلق بإجراء النمذجة الخطية LINEAR (وهو متاح منذ الإصدار التاسع عشر ١٩.٠) ، والذي يسرع عملية تحليل البيانات من خلال عدد من الآليات التلقائية، وهو تحسين الأسلوب التقليدي بما فيه من قيود تتعلق بعدد المتغيرات المستقلة القابلة للمعالجة تلقائيا. وبشكل خاص، هناك مجالان رئيسيان للتحسين هما الاختيار التلقائي للمتغير وإعداد البيانات تلقائيًا. وتتميز الدراسة بجمع عدد كبير من المتغيرات المستقلة التي يحتمل أن تتنبأ بالمتغير التابع (Yang, 2013)، وهذه الطريقة تتيح انتقاء تلقائي لمجموعة فرعية من المتغيرات المستقلة المنبئة بالمتغير التابع، وفي هذه الدراسة نحاول استكشاف هل ستختلف المجموعات الفرعية للمتغيرات المستقلة المنبئة بمتغير قراءة الكلمة عن المتغيرات المستقلة الفرعية المنبئة لتهجي الكلمة

النتائج

الفرض الأول: توجد فروق دالة بين مجموعة صعوبات القراءة والمجموعة المقارنة (العاديين) في متوسطات المتغيرات المعرفية العصبية

إن نتائج جدول (١) تكشف عن عدة مؤشرات تتعلق بالفروق بين مجموعة صعوبات القراءة والمجموعة الضابطة، فمن ناحية يوجد اتساق بين المجموعتين فيما يتعلق بمعامل الذكاء غير اللفظي، والتفكير التجريدى اللفظي بالإضافة إلى العمر الزمنى، وهذا الإتساق يسمح بتفسير التباين الحقيقي في الأداء بين المجموعتين بعزوه إلى العوامل المعرفية العصبية.

تهجئة الكلمات : اتسم أداء مجموعة صعوبات القراءة بإنخفاض عدد الكلمات التى نجحوا في تحليلها بتطبيق قاعدة تحويل الصوت إلى حرف، حيث حققت متوسط (عدد الكلمات) على الاختبار م٢ = ١٥ (٣,٤٢) مقارنة بمتوسط (عدد الكلمات) لدى المجموعة الضابطة م١ = ١٨,٠٩ (٢,٢٨)، تلك الفروق دالة بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = ٢,٧٠٦ ، P= ٠,٠٠٦).

قراءة الكلمات: اتسم أداء مجموعة صعوبات القراءة بإنخفاض عدد الكلمات التى نجحوا في قراءتها او تسميتها سريعا، حيث حققت متوسط (عدد الكلمات) على الاختبار م٢ = ١٦ (٣,٠٠) مقارنة بمتوسط (عدد

الكلمات) لدى المجموعة الضابطة م١ = ٢٠,٣٢ (٧,١)، تلك الفروق دالة بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = ٣,٥٠٢ ، *P*= ٠,٠٠٠). وتشير هذه الفروق إلى أن مجموعة صعوبات القراءة، تجتمع فيها صعوبة تحليل الكلمة المسموعة وفقا لقاعدة تحويل الكلمة إلى مكوناتها الصوتية، بالإضافة إلى صعوبة تسمية الكلمة بمجرد النظر، وقد يرجع ذلك إلى أن قوائم الكلمات تميزت بالطول وتنوع أنماط الكلمات، بحيث اشتملت على كلمات جديدة low frequency وكلمات اعتيادية high frequency، ويفسر ذلك نجاح المجموعة في قراءة وتحليل عدد من الكلمات، ونظرا لأن هذه الفروق لا يمكن تفسيرها بانخفاض نسبة الذكاء أو العمر الزمنى، ونفترض احتمالية التفسير وفقا للمؤشرات المعرفية العصبية الآتية:

التجنيب المخي لمعالجة المعلومات الزمنية *السمعية:* إن مهمة التهجي تطلبت من المستجيب قدرة على معالجة المعلومات السمعية وهي قدرة تتطلب سلامة مناطق المعالجة السمعية بالفص الصدغي، وتستخدم مهمة الحكم على الترتيب الزمنى في تحديد كفاءة التجنيب للمثيرات السمعية سريعة التقديم والتي نفترض فيها افضلية الأذن اليمنى، وأفضلية المعالجة لنصف المخ الأيسر، اتسم أداء مجموعة صعوبات القراءة لتقدير عتبة الحكم على الترتيب للمثيرات المقدمة إلى الأذن اليسرى (أفضلية المعالجة للمخ الأيمن) بارتفاع غير دال إحصائيا، حيث حققت المجموعة متوسط (ملي ثانية) على الاختبار م٢ = ١٠٨,٦ (١١٨,٣) مقارنة بمتوسط للعتبة لدى المجموعة الضابطة م١ = ٧٠.٤ (٢٧,١)، تلك الفروق كانت غير دالة بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = -١,١٠٤، P= ٠,٢٨١)، كما كشف التحليل أن مجموعة صعوبات القراءة سجلت ضعف غير دال إحصائيا في اتساق عتبة الحكم على الترتيب للمنبهات المقدمة للأذن اليسرى حيث حققت المجموعة متوسط (ملي ثانية) م١ = ٣٩,٦٤ (٤٩.٤٣) مقارنة بمتوسط للاتساق لدى المجموعة الضابطة م٢ = ٢٧.٢٨ (١٥,٩٩)، ذلك الفرق أيضا جاء غير دال بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = -٠,٠٦٥ ، *P*= ٠,٩٦٢). هذه النتائج وإن كانت تدل على تقارب حساسية نصف المخ الأيمن للمنبهات السمعية، فطبيعة المهمة لها أفضلية تجنيب لنصف المخ الأيسر.

وقد اتسم أداء مجموعة صعوبات القراءة بارتفاع دال لعتبة الحكم على الترتيب الأذن اليمنى، حيث حققت المجموعة متوسط (ملي ثانية) على الاختبار م٢ = ١١٩,٦٨ (١٠٩,٦٠) مقارنة بمتوسط للعتبة لدى المجموعة الضابطة م١ = ٦٤,٦٨ (٣٠,٥٩)، تلك الفروق دالة بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = ٢,٣٨٦ ، P= ٠,٠١٦)، بينما كشف التحليل أن مجموعة صعوبات القراءة سجلت انخفاض دال في اتساق عتبة الحكم على الترتيب الأذن اليمنى حيث حققت المجموعة متوسط (ملي ثانية) م١ = ٣٢,٤٧ (١٨,٨٩) مقارنة بمتوسط للاتساق لدى المجموعة الضابطة م٢ = ٢٠,١١ (٨,٣٣)، تلك الفروق الدالة إحصائيا بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = ٢,٤٤٠، P= ٠,٠١٤). ويحقق هذا التحليل فرض اضطراب المعالجة السمعية للمثيرات كمعالجة معرفية أولية قد تفسر مشكلة تحليل الكلمة إلى مكوناتها، وبالتالي نستطيع أن نشير إلى إمكانية وجود اضطراب وظيفي بالقشرة السمعية بالفص الصدغي الأيسر. ولم يكشف اختبار عتبة الحدة الزمنية السمعية عن فروق ذات دلالة بين المجموعتين.

جدول (١) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والفروق بين مجموعة صعوبة القراءة والمجموعة المقارنة في متغيرات الدراسة							
المقاييس	المجموعة المقارنة (ن=٢٢)		ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤)	المقاييس	المجموعة المقارنة (ن=٢٢)		ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤)
	المؤشرات	م (ع)	م (ع)		المؤشرات	م (ع)	م (ع)
متغيرات تجانس العينة	العمر بالسنوات	١٠,٨٦(٠,٩٤)	١١,٣٥(٠.٨٤)	النقر البسط	النقر البسيط لليد اليمنى	٤٩,٣٦(٦,٤٧)	٤٢,٦٤(٨,٠٨)*
	معامل الذكاء غير اللفظي	١٠٥,٥٤(٩,٨٠)	١٠١,١٤(١٢,٠٠)		متوسط زمن النقر البسيط لليد اليمنى	٠,١٩(٠,٠٢)	٠,٢٣(٠,٠٤)*
	التفكير المجرد	١٠,٦٤(٢,٨٢)	٩,٤٢(٣,٥٥)		اتساق زمن النقر البسيط لليد اليمنى	٠,٠٣٨(٠,٠٢٩)	٠,٠٤٧(٠,٠٣٧)
الاستجابات ـ المخرجات	تهجئة الكلمات	١٨,٠٩(٢,٢٨)	١٥(٣,٤٢)**		النقر البسيط لليد اليسرى	٤٣,٥٧(٧,٣٩)	٣٦,٨٨(٥,٩٨)**
	قراءة الكلمة	٢٠,٣٢(١,٧)	١٦,٦٤(٣) **		متوسط زمن النقر البسيط لليد اليسرى	٠,٢٣(٠,٠٥)	٠,٢٧(٠,٠٤٧)**
المعالجة الزمنية السمعية للمنبهات	الحكم على الترتيب الزمنى نصف المخ	٧٣,٠٧(٣٠,٥٦)	١٠٨,١٥(١١٣,٦٨)		اتساق زمن النقر البسيط لليد اليسرى	٠,٠٦(٠,١٤)	٠,٠٥(٠,٠٢)*

جدول (١) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والفروق بين مجموعة صعوبة القراءة والمجموعة المقارنة في متغيرات الدراسة

المقاييس	المؤشرات	المجموعة المقارنة (ن=٢٢) م (ع)	ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤) م (ع)	المقاييس	المؤشرات	المجموعة المقارنة (ن=٢٢) م (ع)	ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤) م (ع)
السريعة	الأيمن						
	الحكم على الترتيب الزمنى نصف المخ الأيسر	٦٤,٦٨(٣٠,٥٩)	١١٩,٦٨(١٠٩,٦٠)*	**النقر التبادلي**	النقر التبادلي	٤٨,٣٢(٩,٧٤)	٤٥,١٣(١٣,٢٧)
	الحدة الزمنية	٨٦,٧٧(٣٩,٦٧)	١٢٦,٢٧(٨٠,٣٩)*		متوسط زمن النقر التبادلي	٠,٢١(٠,٠٤)	٠.٢٣(٠,٠٦٢)
	اتساق الحكم على الترتيب للمخ الايمن	٢٧,٢٨(١٥,٩٩)	٣٩,٦٤(٤٩,٤٣)		اتساق زمن النقر التبادلي	٠,٠٦(٠,٠٢)	٠,٠٧(٠,٠٣)
	اتساق الحكم على الترتيب الزمنى للمخ الأيسر	٢٠,١١(٨,٣٣)	٣٢,٤٧(١٨,٨٩)*		أخطاء النقر التبادلي	٧,٠٤(١٣,٥٥)	١١,٩٢(١٣,١٥)
	اتساق الحدة الزمنية	٢٨,٠٥(١٣,٦٦)	٤٤,١٤(٣١,٧٣)*	**الانتباه المركز**	استجابات الانتباه المستمر الصحيحة	٣٨,٠٤(٢.٣١)	٣٨,٣٥(١,١٥)

جدول (١) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والفروق بين مجموعة صعوبة القراءة والمجموعة المقارنة في متغيرات الدراسة

المقاييس		المجموعة المقارنة (ن=٢٢)	ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤)	المقاييس		المجموعة المقارنة (ن=٢٢)	ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤)
	المؤشرات	م (ع)	م (ع)		المؤشرات	م (ع)	م (ع)
الذاكرة العاملة	الاستدعاء اللفظي الفوري	١٢,٠٩(٣,٠٥)	١٣,٥٧(١,٦٥)		أخطاء الاغفال	١,٩٥(٢,٣٢)	١,٦٤(١,١٥)
	الاستدعاء اللفظي الفوري - تخطي	١١,٦٣(٤,٣٥)	١٢,١٤(٢,٢١)		أخطاء الإضافة	٦,٠٩(٤,٣١)	٦,٢٨(٣,٧٩)
	الاستدعاء اللفظي المؤجل- فاصل زمنى ٣٠ ق	١١,٨٦(١,٧٢)	١٢,٣٥(١,٥٤)	**الكف الانتقائي أثر ستروب**	أخطاء الاندفاع	٣,٨٢(٤,٢)	٧,٨٥(٨,٢٨)*
	الاستدعاء اللفظي المؤجل ٣٠ ق- تخطي	١٣,٠٤(١,٨٦)	١١,٥(٣,٧٥)	**سرعة الانتقال العصبي**	زمن الرجع للاستجابة	٥٥٦,٩١(٦٩,١١)	٦٠٢,١٤(٥٧,٩١)*
	الاستدعاء غير اللفظي الفوري	١١,٨٦(٢,٧٣)	١٢,٥٧(١,٦٩)		متوسط زمن الرجع لاستجابة الكف	٢,٧٢(٠,٦٧)	٣,٠٥(٠,٨٩) *
	الاستدعاء غير اللفظي الفوري - تخطي	٩,٢٧(٣,٩٠)	٧(٣,٣٥)	**المعالجة الزمنية للمنبهات**	الحدة الزمنية	٣٥٢,٥٤(٣٨,٠٠)	٤٠٤,٣(٨٠,٢١)*

جدول (١) يوضح المتوسط والانحراف المعياري والفروق بين مجموعة صعوبة القراءة والمجموعة المقارنة في متغيرات الدراسة

المقاييس		المجموعة المقارنة (ن=٢٢)	ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤)	المقاييس		المجموعة المقارنة (ن=٢٢)	ذوي صعوبة القراءة (ن=١٤)
	المؤشرات	م (ع)	م (ع)		المؤشرات	م (ع)	م (ع)
	الاستدعاء الشكلي المؤجل – ٣٠ ق	١١,٠٤(١,٨٣)	١١,٣٥(١,٨٣)	البصرية السريعة	اتساق الحدة الزمنية	٩١,٣٣(٣٣,٧٣)	١٣٣,٦٦(١١٧,٤٥)
	الاستدعاء الشكلى المؤجل ٣٠ ق - تخطي	١٠,٢٧(٣,٩١)	٧,٧٨(٣,٠٦)		العتبة الادراكية	٤٥٨,٩٤ (٨٦,٢٥)	٥٠٩,٠٧ (١٣٦,٤٢)

*توجد فروق جوهرية عند ٠.٠٥ **توجد فروق جوهرية عند٠.٠١

المعلومات البصرية: وهي تمثل قدرة الطفل على تمييز المنبهات البصرية المقدمة سريعا، ويوجد تردد حرج للتداخل Critical Fusion Frequency، حيث قد تبدوا الومضات الضوئية مستمرة أكثر منها متكررة، وهو اختبار حساس لوظيفة القشرة القفوية البصرية ومسار الخلايا الكبرى M-pathway، وقد اتسم أداء مجموعة صعوبات القراءة بإرتفاع دال إحصائيا لعتبة الحكم على الحدة الزمنية البصرية (مستمر/ متقطع) ، حيث حققت المجموعة متوسط (ملي ثانية) على الاختبار م١ = ٤٠٤,٣٠ (٨٠,٢١) مقارنة بمتوسط للعتبة لدى المجموعة الضابطة م٢ = ٣٥٢,٥٢ (٣٨,٠٠)، تلك الفروق دالة بين المجموعتين (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = ٢,٠١٢، *P*= ٠,٠٥). وتفترض هذه النتيجه علاقة اضطراب قراءة الكلمة بمجرد النظر بهذا الإضطراب الإدراكي الأساسي، ويعتبر هذا المؤشر المعرفي العصبي مؤشرا قويا على وجود اضطراب وظيفي في المعالجة البصرية بالقشرة القفوية و المسار البصري المعروف بمسار الخلايا الكبرى وهو وظيفيا مسئول عن عدة وظائف بصرية أهمها حركة العين القفازة saccadic eye movment.

استجابة الكف الإنتقائي- اثر ستروب: يعتمد ميكانيزم الاستجابة على الاختبار على قدرة التلميذ على إصدار استجابات في سياق من المثيرات المتنافسة حيث عليه أن يثبط المعلومات المنافسة ليختار الاستجابة الصحيحة ويعرف ذلك بأثر ستروب، وهي وظيفة هامة من وظائف الفص الأمامي من المخ Frontal Lobes. وتعبر الدرجة المنخفضة عن ضعف الانتباه الانتقائي selective attention أو اضطراب استجابة الكف أو الاندفاعية، أو الذاكرة العاملة، فقد اتسم أداء مجموعة صعوبات القراءة بإرتفاع دال إحصائيا في متوسط عدد الأخطاء ، حيث سجلت المجموعة متوسط =٧,٨٥ (٨,٢٨) مقارنة بمتوسط للأخطاء لدى المجموعة الضابطة م٢ = ٣,٨٢ (٤,٢) ، وتلك الفروق دالة (ن١ = ٢٢، ن٢ = ١٤، z = ٢,٤٧٥، *P*= ٠,٠١٣). ويقيس اختبار اثر ستروب كاختبار معرفي عصبي وظائف نفسعصبية متعددة يصعب فصلها فالمناطق ٦ و ٩ و٤٦ و٤٥ و ٤٤ حساسة لمهام أثر ستروب (Leung, Skudlarski, Gatenby, Peterson, & Gore , 2000).

السيطرة المخية : كشف تحليل البيانات لاختبار النقر عن عدة مؤشرات بالنسبة للمجموعة الضابطة، فقد حققت ارتفاع دال إحصائي في متوسط عدد النقرات لليد اليمنى (المتوسط= ٥٠,٣٤±٦,٤٧)، بينما حققت اليد اليسرى (المتوسط =٤٤,٦٨±٥,٦) وتلك الفروق دالة (ن١ =٢٢، z = ٣,٠٨٣، *P*= ٠,٠٠٤). أما مجموعة صعوبات القراءة فقد حققت ارتفاع دال إحصائي في متوسط عدد النقرات لليد اليمنى (المتوسط= ٤٢,٦٤±٨,٠٨)، بينما حققت اليد اليسرى (المتوسط =٣٦,٨٨±٥,٩٨) وتلك الفروق دالة (ن =٢٢، z = ٢,١٤٢، *P*= ٠,٠٤٢)، ووفقا لمؤشرات الأداء على اختبار النقر فإن السيطرة المخية للمجموعتين هي لنصف المخ الأيسر، إلا أنه عند تحليل البيانات بين المجموعتين، قد كشفت المقارنة بين عدد النقرات لليد اليمنى للمجموعة الضابطة (المتوسط=٤٩,٣٦±٦,٤٧)، عدد النقرات لليد اليمنى لمجموع صعوبات القراءة (المتوسط=٤٢,٦٤±٨,٠٨) عن فروق دالة (ن٢ =١٤، ن٢ =١٤، z = ٢,٩٧١، *P*= ٠,٠٠٢)، كما كشفت

المقارنة بين عدد النقرات لليد اليسرى للمجموعة الضابطة (المتوسط=٤٣,٥١±٧,٣٩) وعدد النقرات لليد اليسرى لمجموعة صعوبات القراءة (المتوسط=٣٦,٨٨±٥,٩٨) عن فروق دالة (ن١ =٢٢، ن٢ =١٤، z = ٣,٢٦٢، *P*= ٠,٠٠١)، ومع أن المؤشر الخاص بعدد النقرات يحدد السيطرة المخية بوضوح، إلا أن المقارنة بين المجموعتين قد كشف أن المجموعة الضابطة تتميز بالسرعة الحركية والتحكم الحركي مقارنة بمجموعة صعوبة القراءة، أي أن التآزر في حركة اليد، تفترض كفاءة التحكم العصبي لليد interlimb coordination وهي وظيفة للقشرة قبل الحركية BA 6 .

في حين دلت بيانات النقر المركب الذي يتطلب النقر تبادليا مرة بلإصبع السبابة الأيمن ومرة بإصبع السبابة الأيسر، أن عدد أخطاء النقر التبادلي لمجموع الضابطة (المتوسط=٧,٠٤±١٣,٥٥) بالمقارنة بالمجموعة صعوبات القراءة (المتوسط=١١,٩٢±١٣,١٥)عن فروق غير دالة (ن =٢٢، ن٢ =١٤، z = ١,٧٨١، *P*= ٠,٠٧)، إلا أن زيادة عدد عدد الأخطاء لدى الأطفال ذوي صعوبات القراءة قد يفترض ضعف نصف المخ الأيسر في التحكم في دقة وتسلسل النقرات بين اليدين Roy, Clark, Aigbogun, & Square-Storer (1992).

سرعة النقل العصبي: كشف تحليل البيانات لزمن الرجع البصري البسيط (مليثانية) للمجموعة الضابطة (المتوسط=٥٥٦,٩١±٦٩,١١) بالمقارنة بالمجموعة صعوبة القراءة (المتوسط=٦٠٢,١٤±٥٧,٩١) وهو فرق دال (ن =٢٢، ن٢ =١٦، z = ٣,٣٤٦، *P*= ٠,٠٠١)، وهو مؤشر لضعف سرعة المعالجة ، ولم يكشف زمن الرجع البصري المركب لإستجابة الكف عن تلك الفروق، متوسط زمن الرجع لاستجابة الكف للمجموعة الضابطة (المتوسط=٢,٧٢±٠,٦٧) بينما مجموعة صعوبات القراءة (المتوسط=٣,٠٥±٠,٨٩).

كما يؤكد وجود ضعف وظيفي قد يكون ثنائي الجانب بالمنطقة قبل الحركية، أن متوسط الزمن الفاصل في اختبار النقر البسيط بين كل نقرة وأخرى intertap لليد اليمنى (بالملي ثانية) للمجموعة الضابطة (المتوسط=٠,١٩±٠,٠٢) بالمقارنة بالمجموعة صعوبة القراءة (المتوسط=٠,٢٣±٠,٠٤) وهو فرق دال (ن =٢٢، ن٢ =١٤، z = ٢,٧٢٧، *P*= ٠,٠٠٦)، وبمقارنة متوسط الزمن الفاصل بين كل نقرة وأخرى في اختبار النقر البسيط لليد اليسرى (بالملي ثانية) للمجموعة الضابطة (المتوسط =٠,٢٣±٠,٠٥)، بالمقارنة بالمجموعة صعوبة القراءة (المتوسط=٠,٢٧±٠,٠٤٧)، وهو فرق دال (ن =٢٢، ن٢ =١٤، z = ٣,٣٤٦، *P*= ٠,٠٠١).

الانتباه المستمر: كشفت المقارنة بين المجموعتين عن فرق غير دال بين متوسطات الاستجابات الصحيحة واخطاء الإغفال وأخطاء التداخل، مما يشير إلى أن الفروق بين المجموعتين في القدرة على تهجئة الكلمات أو قراءة الكلمات قد لا تعودان إلى ضعف الانتباه.

الذاكرة العاملة اللفظية: لم يكشف تحليل البيانات عن فروق ذات دلالة بين المجموعتين.

الذاكرة العاملة غير اللفظية: لم يكشف تحليل البيانات عن فروق ذات دلالة بين المجموعتين.

الفرض الثاني: لاتوجد علاقة ارتباطية دالة بين درجات المتغيرات المعرفية العصبية وتهجئة وقراءة الكلمة لدى مجموعة صعوبات القراءة ومجموعة العاديين

جدول (٢)

معاملات الارتباط بين متغير تهجئة الكلمات وقراءة الكلمة والمتغيرات المعرفية العصبية

العامل	المؤشر	صعوبات القراءة		العاديين	
		تهجئة الكلمات	قراءة الكلمة	تهجئة الكلمات	قراءة الكلمة
المعالجة الزمنية للمعلومات السمعية السريعة	الحكم على الترتيب الزمنى للمخ الأيمن	٠,٠٥٨	-٠,٠٣٤	-٠,١٨	٠,١٤٦
	الحكم على الترتيب الزمنى للمخ الأيسر	٠,٠٢٩	-٠,١٠٦	-٠,١٣	٠,٢١٩
	الحدة الزمنية	-٠,٥٠	-٠,٣٢	-٠,١٢	-٠,٣٤
	اتساق الحكم على الترتيب للمخ الايمن	-٠,٠٩٣	٠,٠٦٩	٠,٢١	٠,٠٧
	اتساق الحكم على الترتيب الزمنى للمخ الأيسر	٠,١٥٥	٠,١١٦	-٠,٣٢	٠,٠٤
	اتساق الحدة الزمنية	-٠,٣١	-٠,٣٥	٠,٠٤٥	٠,١
المعالجة الزمنية للمعلومات البصرية السريعة	الحدة الزمنية	٠,٣٨٨	-٠,٠٦٤	٠,١٢٢	٠,٠٨
	اتساق الحدة الزمنية	٠,٠٢٢	-٠,٠٧٨	-٠,٣٩٥	-٠,١٠
	العتبة الادراكية البصرية	٠,٣٠	٠,٣٥٧	-٠١٥٦	٠,٠١
النقر البسيط	النقر البسيط لليد المسيطرة	-٠,١٢٩	-٠,٤٣٧	٠,٤١٥	-٠,٠٥
	متوسط زمن النقر البسيط لليد اليمنى	٠,٢٠٦	٠,٥٠٦	-٠,٣٨١	٠,٠٦
	اتساق زمن النقر البسيط لليد اليمنى	٠,٤٧٤	٠,٤٨٨	٠,٠٠٣	-٠,١٤
	النقر البسيط لليد غير المسيطرة	-٠,٣١٦	-٠,٥٤	٠,١٤	٠,١٥
	متوسط زمن النقر البسيط لليد اليسرى	٠,١٣٨	٠,٤٥٧	-٠,١٩٨	-٠,١٥
	اتساق زمن النقر البسيط لليد اليسرى	٠,٠٩٦	٠,١٩٨	٠,٥٠	-٠,٠٢٢
النقر التبادلي	النقر التبادلي	-٠,٥٧	-٠,٦٩	٠,٥٤	-٠,٠٧
	متوسط زمن النقر التبادلي	٠,٦١	٠,٥٤	-٠,٤٦	٠,٠٩
	اتساق زمن النقر التبادلي	-٠,٣٩	-٠,٣٨٣	-٠,٢٥	-٠,٠٧
	أخطاء النقر التبادلى	-٠,٧٧	-٠,٦٤١	-٠,٠٥	٠,٠٢
الإنتباه المركز	الاستجابات الصحيحة	-٠,٥٩	-٠,٢٦	-٠,١٤	-٠,٠٨
	أخطاء الإغفال	٠,٥٩	٠,٢٦	٠,١٤	٠,٠٨
	أخطاء الإدخال	٠,٤٧	٠,١٣	٠,٤٢	٠,١١
الكف الانتقائي (أثر ستروب)	أخطاء الانتباة الانتقائي	-٠,١٩	٠,١٩	٠,٤٦	-٠,٠٤
سرعة لانتقال العصبي	زمن الرجع لسرعة المعالجة للانتباه المستمر	٠,٦٣	٠,٥٨	٠,١٥	-٠,١٧
	متوسط زمن الرجع لاستجابة الكف	٠,١١	٠,٣٦	-٠,٢٤	-٠,٥٠
الذاكرة العاملة	الاستدعاء اللفظى الفورى	-٠,٢٨	-٠,٤٧	-٠,٤٢	-٠,٢٠
	الاستدعاء الفورى -تخطى	-٠,٠١	٠,٠١	-٠,٣٠	٠,٠٢
	الاستدعاء اللفظى المؤجل -فاصل زمنى ٣٠ ق	-٠,٠٤	-٠,١٢	-٠,٣٢	-٠,٠١
	الاستدعاء اللفظى المؤجل- فاصل زمنى ٣٠ ق- تخطى	٠,١٨	٠,١٥	-٠,٠٢٤	٠,٣٥
	الاستدعاء غير اللفظي الفورى	٠,٢٦	٠,٣٢	٠,٠٨	٠,١٢
	الاستدعاء غير اللفظي الفورى تخطى- ذاكرة عاملة فورية	٠,١٧	٠,١٨٤	-٠,٣٥	٠,٠٣
	الاستدعاء غير اللفظي المؤجل ٣٠ ق	٠,٠٢	٠,٠٩١	٠,١١	-٠,١٢
	الاستدعاء غير اللفظي المؤجل تخطى- ذاكرة عاملة آجلة	-٠,٠٩	٠,٠٧	-٠,٣٦	٠,١٩

يكشف جدول (٢) وجود علاقة ارتباط ذات قوة مقبولة بين بعض المتغيرات النفسعصبية ومتغير القراءة والتهجي، هذه العلاقة تتفاوت في قوتها من -٠,٧٧ إلى ٠,٦٨٨، ووفقا لذلك فإن معاملات الارتباط التى مثلت $\leq \pm$٠,٣، هي التى تعتبر دالة على وجود احتمال لتغير أحد المتغيرين بتغير المتغير الآخر، وحيث أن المتغيرات المعرفية العصبية هي متغيرات وسيطة، مثل الادراك والانتباه والتآزر الحركي والذاكرةالعاملة، تعكس كفاءتها كفاءة التراكيب المخية التى تعالج المدخلات (المثيرات) وتتخذ القرار ومن ثم تنفذ المخرجات (تهجي وقراءة الكلمات)، ومن هذا الجدول نجد ان هناك حاجة لاستخدم النمذجة الخطية التلقائية التي تسمح بإدخال كل هذه المتغيرات مرة واحدة وبالتالي تنتقي تلقائيا مجموعة من المتغيرات حسب قوة اسهامها النسبي في الدرجة على المتغير التابع.

الفرض الثالث: نتوقع أن يختلف النموذج التنبؤي المعرفي العصبي بقراءة الكلمة (المسار المعجمي) عن النموذج المعرفي العصبي لتهجئة الكلمة (المسار اللامعجمي) لدى القارىء الماهر مما يثبت فرض ثنائية المسار.

كشف جدول (٣) تحليل البيانات باستخدام النمذجة الألية Automatic Linear Modeling بطريقة تحليل الانحدار المتعدد التخطي المتدرج عن نموذجين تنبؤيين مختلفين لتهجئة الكلمات وقراءة الكلمات لدى القارىء الماهر :

تهجي الكلمات: يكشف التحليل عن نموذج انحدار دال (ف =١٤,٤٤٠، p<٠.٠٠٠)، وقيمة ر^{٢} المعدلة = ٠,٧٦٢، حيث يمكن توقع المتغير التابع (عدد الكلمات صحيحة التهجي) = ٨,٠٨- ٠.٣٢(الاستدعاء غير اللفظي المؤجل – استجابات التخطي) – ٠,٧٨(الاستدعاء اللفظي طويل المدى المؤجل ٣٠ ق)+٠,٣٢٣ (النقر التبادلي)+ ٤٨,٥٥(زمن النقر التبادلي بالمللى ثانية)- ١,٢٩ (زمن الرجع للانتباه الانتقائي).

جدول (٣) النمذجة الخطية التلقائية للإسهامات الجزئية للمتغيرات المنبئة بالمتغير التابع اختبار نظرية المسار الثنائي

المتغير التابع	التحليل الصوتي – التهجي phonological			قراءة الكلمة surface		
متغيرات النموذج	المعامل	مستوى الدلالة	مستوى الأهمية	المعامل	مستوى الدلالة	مستوى الأهمية
الثابت	٨,٠٨	٠,٤١٩		٥,٦٧	٠,١٣٣	
زمن الرجع لاستجابات للانتباه المستمر	×	×	×	٠,٠١١	٠,٠٠٥	٠,٠٧٠
اتساق زمن النقر البسيط لليد المسيطرة	×	×	×	٣٣,٤-	٠,٠٠٢	٠,٠٨٥
الحدة الزمنية السمعية	×	×	×	٠,٠٢١-	٠,٠٠١	٠,١١٠
الحدة الزمنية البصرية	×	×	×	٠,٠٢١	٠,٠٠١	٠,١١٠
اتساق الحكم على الترتيب الزمنى للمثيرات السمعية	×	×	×	٠,٠٩٦	٠,٠٠١	٠,١٢٨

لنصف المخ الأيسر						
الاستدعاء اللفظي المؤجل – تخطي ٣٠ ق	×	×	×	٠,٥٣٥	٠,٠٠٠١	٠,١٥٣
متوسط زمن الرجع للانتباه الانتقائي	١,٢٩-	٠,٠٠٣	٠,١٦١	١,٨٩-	٠,٠٠٠١	٠,٣٤٤
متوسط زمن النقر التبادلي	٤٨,٥٥	٠,٠٤٣	٠,٠٦٢	×	×	×
النقر التبادلي	٠,٣٢٣	٠,٠٠٥	٠,١٣٥	×	×	×
الاستدعاء اللفظي طويل المدى المؤجل ٣٠ ق	٠,٧٨-	٠,٠٠٠١	٠,٣١٧	×	×	×
الاستدعاء غير اللفظي المؤجل – استجابات التخطي	٠,٣٢-	٠,٠٠٠١	٠,٣٢٥	×	×	×

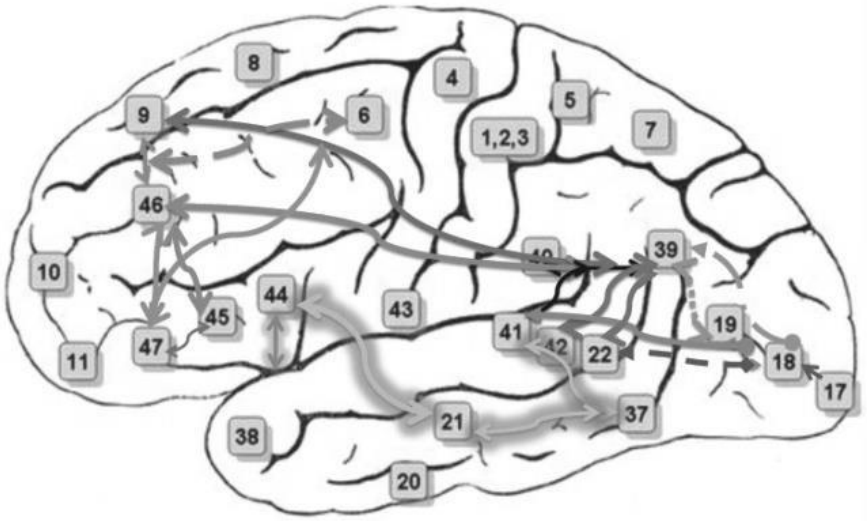
- **تم ترتيب المتغيرات بالجدول لتوضيح تمايز المجموعتين الفرعيتين من المتغيرات المستقلة لكل متغير تابع، لذا لم يتم الترتيب وفقا لمستوى الأهمية أو الاسهام النسبي**

ووفقا لمستوي أهمية (الإسهام النسبي) المتغير المنبيء في نموذج الانحدار الخطي المتعدد، نجد أن متغير الاستدعاء غير اللفظي المؤجل (استجابة التخطي) استحوذت على ٣٢,٥% من تفسير التباين الحقيقي لتهجئة الكلمات عند عينة الدراسة، وهي استجابة تعكس تثبيط أو استبعاد المنبهات غير المتعلقة بالاستجابة المستهدفة، فهي ليست محض تذكر، بل احتفاظ بالهدف وهو هنا عدة أشكال هندسية مجردة، ومقارنة المثيرات المعروضة حاليا بما هو مختزن، ومن ثم يتخذ قرار انتقائي بضغط مفتاح المسافة عند المطابقة بما هو مخزون، أو تخطيه في حالة عدم المطابقة، وكما نلاحظ هي استجابة تتضمن نشاطا للذاكرة العاملة غير اللفظية، ووظيفة تنفيذية تشتمل على الانتباه الانتقائي وإصدار حكم المطابقة، وكف الاستجابات الاندفاعية للمثيرات غير المتعلقة. ويعكس هذه العامل المعرفي الخاص بالذاكرة العاملة غير اللفظية أنه لا يعمل مستقلا بل يتفاعل مع وظيفة الانتباه الانتقائي ، وعلى الجانب الآخر استحوذ متغير الاستدعاء اللفظي المؤجل ٣١,٧% من تفسير التباين الحقيقي لاستجابة التهجي الصحيحة عند مجموعة القاريء الماهر، وهو متغير يقيس استدعاء الكلمات ذات المعني من بين عدة مشتتات، ويعكس كفاءة عامل الذاكرة العاملة وتفاعلها مع وظيفة الانتباه الانتقائي، ثم تأتي أهمية متغير الانتباه الانتقائي الذي استحوذ على ١٦,١% ، من تفسير استجابة التهجي، وهي وظيفة تنفيذية تعكس القدرة على استبعاد الاستجابة للمشتتات، والاحتفاظ بوجهة الاستجابة الصحيحة والمرونة. أما متغير النقر التبادلي ومتوسط الزمن الفاصل بين النقرات ، الذي يعكس كفاءة وتآزر وسرعة النقل بين نصفي المخ عبر الجسم الثفني فقد استحوذ على نسبة ١٣,٥ % و ٦,٢% علي التوالي.

قراءة الكلمات: يكشف التحليل عن نموذج انحدار دال (ف $_{١٦,٥}$ =١٥,٥٣٥، p<٠,٠٠٠)، وقيمة ر^{٢} المعدلة = ٠,٨٢٧، حيث يمكن توقع المتغير التابع (عدد قراءة الكلمات الصحيحة) = ٥,٦٧- ٠.٠٢١(الحدة الزمنية السمعية) + ٠,٠٢١(الحدة الزمنية البصرية)+٠,٠٦٩ (اتساق الحكم على الترتيب الزمنى للمثيرات السمعية لنصف المخ الأيسر)+ ٠,٠١١(زمن الرجع لاستجابات الانتباه المستمر)+

٠,٥٣٥ (الاستدعاء اللفظي طويل المدى المؤجل استجابات التخطي)- ٣٣,٤ (اتساق زمن النقر البسيط لليد المسيطرة) – ١,٨٩(متوسط زمن الرجع للانتباه الانتقائي).

ويكشف النموذج المعرفي العصبي عن مسار قراءة الكلمة المفردة حيث يعكس متطلبات المهمة على مستوى النشاط العصبي، حيث سجل زمن الرجع للانتباه المستمر ٧ % من التباين المفسر لعدد الكلمات الصحيحة، حيث تتطلب المهمة مطالعة الطفل للكلمة في نقطة المنتصف من شاشة العرض، ثم قراءتها فور ظهورها، وهي إن كانت هامشية إلا أنها تعبر عن قدرة الطفل ليس فقط على تثبيت العين واستبعاد المشتتات وتركيز الجهد العقلي، بل أيضا على كفاءة التوصيل العصبي إلى اليد المسيطرة، ويدعم ذلك اسهام اتساق زمن النقر البسيط لليد المسيطرة بدرجة ٨,٥% من التباين المفسر لقراءة الكلمات. بينما فسر متغير الحدة السمعية والحدة الزمنية المتغير التابع بنسبة ١١% لكل منهما من التباين المفسر لقراءة الكلمات بصورة صحيحة. وفي نفس السياق يفسر اتساق الحكم على الترتيب الزمنى للمثيرات السمعية لنصف المخ الأيسر ١٢,٨% من التباين المفسر للكلمات الصحيحة وهو مؤشر يدعم دور نصف المخ الأيسر لدى الأيامن من الماهرين قرائيا في القراءة الجهرية للكلمة المفردة. بينما فسرت الذاكرة العاملة وفي مهمة الاستدعاء بعد ٣٠ دقيقة ان استجابات تخطى المنبهات غير المتعلقة بالكلمات الهدف فسرت ١٥,٣ % من التباين المفسر لقراءة الكلمات المفردة وقد يعكس ذلك عمليتان، عملية الوصول المعجمي من ناحية ومن ناحية أخرى كفاءة الكف السلوكي للمنبهات المتنافسة، ويؤكد ذلك أن زمن الرجع للانتباه الانتقائي فسر ٣٤,٤ % من التباين المفسر لقراءة الكلمات المفردة جهريا. ويوضح الشكل (١) التالي توزيعا افتراضيا بناء على تحليل التخصص الوظيفي لمناطق برودمان وربطها بالوظائف المعرفية ودورها في قراءة الكلمة.



شكل (١) تتفاعل مناطق المعالجة البصرية والسمعية وتعمل دائرة معالجة قفوية صدغية على معالجة الكلمة قبل ارسال النتيجة إلى التلفيف الزاوي والمنطقة ٤٠، ترسل المنطقة ٣٩ و٤٠ المعلومات الى المنطقة ٩ و٤٦ و٤٧ و٤٥ لعدة اسباب

كميدان افتراضي للذاكرة العاملة ، ومن ثم ترسل المعلومات في صورتها النهائية الى المنطقة ٦ لتحسين دقة المخرج الحركي قبل الدفع الى المناطق ٤ والعقد القاعدة وقد يتدخل التلفيف الحزامي والتلفيف الغائر في تحسين اداء النموذج

الفرض الرابع : نتوقع أن يختلف النموذج التنبؤي المعرفي العصبي بقراءة الكلمة (المسار المعجمي) عن النموذج المعرفي العصبي لتهجئة الكلمة (المسار اللامعجمي) لدى ذوي صعوبات القراءة.

جدول (٤) النمذجة الخطية التلقائية Automatic linear modeling للإسهامات الجزئية للمتغيرات المنبئة بالمتغير لدى ذوي صعوبات القراءة

المتغير التابع	التحليل الصوتي – التهجي phonological			قراءة الكلمة surface		
متغيرات النموذج	المعامل	مستوى الدلالة	مستوى الأهمية	المعامل	مستوى الدلالة	مستوى الأهمية
الثابت	١٨,٨٢٥	٠,٠٠٠	×	٣٢,٩٤٨	٠,٠٠٠	
النقر التبادلي	×	×	×	٠,١٩٠-	٠,٠٠٠	٠,٦٨٢
الحدة الزمنية السمعية	×	×	×	٠,٠١٥-	٠,٠٢٤	٠,١٧٦
زمن الرجع البصري	×	×	×	٠,٠١٤-	٠,٠٣٨	٠,١٤٣
أخطاء النقر التبادلي	٠,١٨١-	٠,٠٠٠	٠,٥١٤	×	×	×
أخطاء الانتباه المستمر (التداخل)	٠,٣٧٠	٠,٠٠٠	٠,١٩٦	×	×	×
اتساق الحدة الزمنية السمعية	٠,٠٤٥-	٠,٠٠١	٠,١٧٩	×	×	×
اتساق زمن الرجع البصري	٠,٠٠٨	٠,٠٠٧	٠,٠٨٠	×	×	×
النقر البسيط لليد المسيطرة	٠,٠٧٢-	٠,٠٥٥	٠,٠٣١	×	×	×

كشف (٤) تحليل البيانات باستخدام النمذجة الألية بطريقة تحليل الانحدار المتعدد التخطي المتدرج عن نموذجين تنبؤيين مختلفين لتهجئة الكلمات وقراءة الكلمات يفسران صعوبات القراءة،

تهجئة الكلمات: يكشف التحليل عن نموذج انحدار دال (ف ٥ ،١٣ =٣٧,٠٧٤، p<٠.٠٠٠)، وقيمة ر^{٢} المعدلة = ٠,٩٣٣، حيث يمكن توقع المتغير التابع (عدد تهجئة الكلمات الصحيحة) = ١٨,٨٢٥- ٠.١٨١(أخطاء النقر التبادلي) +٠,٣٧٠ (أخطاء التداخل لاستجابات الانتباه المستمر) -٠,٤٥ (اتساق الحدة الزمنية) + ٠,٠٠٨(اتساق زمن الرجع البصري) - ٠,٠٧٢ (النقر البسيط لليد المسيطرة).

يكشف نموذج التنبؤ المعرفي العصبي عن متغيرات مفسرة لأداء ذوي صعوبات القراءة على مهام التهجي ، وهذا النموذج متعدد المتغيرات يفسر ٩٣,٣% من تباين أداء ذوي صعوبات القراءة ، فقد فسرت أخطاء النقر التبادلي ٥١,٤% من تباين الدرجة على اختبار التهجي، ثم تفسر أخطاء التداخل في اختبار الانتباه المستمر ١٩,٦% من تباين درجة ذوي صعوبات القراءة، بينما يفسر اتساق الحدة الزمنية السمعية ١٧,٩% و اتساق زمن الرجع البصري ٨% من تباين اداء ذوي صعوبات القراءة على اختبار التهجي، في حين فسر النقر البسيط لليد المسيطرة ٣,١ % من تباين التهجي عند ذوي صعوبات القراءة. ويبدوا واضحا أنه لا توجد مؤشرات معرفية يمكن أن تنسب للتخصص الوظيفي لنصفي المخ فالمشكلات التي عبرت عنها

الاختبارات النفسية العصبية يمكن ان تنسب إلى ضعف السيطرة المخية، لعدة مبررات (أ) أن اخطاء النقر التبادلي تعكس مشكلة في التنسيق بين نصفي المخ ، وبالتالي كفاءة التوصبل عبر الجسم الثفني، وفي الغالب فإن نصف المخ غير المسيطر يمارس دورا تعويضيا لغياب دور نصف المخ المسيطر المسئول عن (ب) يعتبر ضعف اتساق المعالجة الزمنية السمعية والبصرية مؤشرا واضحا على وجود نشاط غير متوازن في المناطق المسئولة عن المعالجة الزمنية للمعلومات السمعية والبصرية ، كما أن أخطاء التداخل في اختبار الانتباه المستمر دليل على تدخل نصف المخ الأيمن، واضطراب دور التلفيف الغائر في مراجعة الأخطاء.

قراءة الكلمات: يكشف التحليل عن نموذج انحدار دال (ف ٥ ،١٣ =١٠,٩٥٦، p<٠.٠٠٢)، وقيمة ر^{٢} المعدلة = ٠,٦٩٧، حيث يمكن توقع المتغير التابع (عدد قراءة الكلمات الصحيحة) = ٣٢,٩٤٨- ٠,١٩(النقر التبادلي) - ٠,٠١٥(الحدة الزمنية السمعية) -٠,٠١٤ (زمن الرجع البصري)،

وبصورة أكثر وضوحا، يعبر النموذج المعرفي العصبي لقراءة الكلمة المفردة عن غياب المتغيرات المنبئة بالقراءة الصحيحة عند القاريء الماهر، فالنقر التبادلي يستحوذ على ٦٨,٢% من تباين قراءة الكلمة عند ذوي صعوبات القراءة بينما فسرت الحدة الزمنية السمعية ١٧,٦% و ١٤,٣% لزمن الرجع البصري، ويفترض ذلك أن قراءة الكلمة المفردة تتاثر بشدة بهذا الصراع بين نصفى المخ، في معالجة الكلمة المفردة .

مناقشة النتائج:

وفقا لفروض النظرية ثنائية المسار في القراءة، توجد آليتان معرفيتان مستقلتان أو مساران معرفيان يفسران القراءة الجهرية ومخرجات المسارين تسهمان في قراءة الكلمات (Pritchard, Coltheart, Palethorpe & Castles, 2012)، ويعتبر المسار المعجمي lexical route مسار التعرف على الكلمات المعتادة بمجرد النظر فقط،، ووفقا لهذا النموذج فإن كل كلمة يتعلمها الطفل يتم تمثيلها مع صوتها المقابل فيما يشبه المعجم. وحين يرى القاريء الماهر الكلمة، فإنه يدخل مباشرة إلى المعجم ويستدعى المعلومات الخاصة بالنطق الصحيح. وهذا المسار لا ينشط مع الكلمات الشاذة أو الجديدة، أو الكلمات بدون معنى (Zorzi, Houghton & Butterworth, 1998; (Coltheart, 2005)، بينما ينشط المسار اللامعجمي أو دون المعجمي حين يعالج القاريء الكلمة بقراءتها عبر التعرف على مكوناتها من حروف ومقاطع صوتية، ثم تطبيق قواعد ارتباط هذه الأجزاء مع بعضها البعض، وهي ما يعرف بقاعدة تحويل الحرف- الصوت، ومن ثم يبنى تمثيلات صوتية تؤدي إلى قراءة الكلمة جهريا.

تشير مقارنة النتائج إلى أن مجموعة صعوبات القراءة، تجتمع فيها صعوبة تحليل الكلمة المسموعة وفقا لقاعدة تحويل الكلمة إلى مكوناتها الصوتية phonological dyslexia ، بالإضافة إلى صعوبة تسمية الكلمة بمجرد النظرsurface dyslexia، وتتفق تلك النتيجة أن الأنماط الفرعية من صعوبات القراءة تتشارك في بعض المظاهر المعرفية (Peterson, Pennington, & Olson, 2013; Zoubrinetzky, Bielle & Valdois, 2014)، وقد يرجع ذلك إلى أن قوائم الكلمات تميزت بالطول وتنوع أنماط الكلمات،

بحيث اشتملت على كلمات جديدة low frequency، تزيد احتمالية صعوبة قراءتها، وكلمات اعتيادية high frequency، تزيد احتمالية النجاح في قراءتها وتهجئتها. ويفسر ذلك نجاح المجموعة في قراءة وتحليل عدد من الكلمات، رغم اختلاف سياق تقديم المنبهات .(Playfoot, 2014; Wang, 2015)، وبناء على ذلك فحساسية المهام النفس عصبية لنمط صعوبة القراءة، سوف يعكس كفاءة الدوائر العصبية المسئولة عن أداء القراءة أو التهجي. كما تأكد ذلك بوسائل التصوير الدماغي، أن اضطراب الأداء على المقاييس المعرفية يعكس بالضرورة اضطرابا وظيفيا في نشاط المنطقة الدماغية المسئولة،(Posner, Petersen, Fox & Raichle, 1988; Lang, Benjamin, Minas & Gaab, 2015).

وقد كشفت النتائج الخاصة بمعالجة المعلومات السمعية والبصرية ذات الخصائص الزمنية السريعة، عن أن اضطراب المعالجة السمعية للمثيرات كمعالجة معرفية أولية، ترتبط بصعوبات القراءة (Liddle, Jackson, Rorden & Jackson, 2009; Skottun & Skoyles, 2010) ، كما تحمل إمكانية وجود اضطراب وظيفي بالقشرة السمعية بالفص الصدغي الأيسر نتجت عن اختفاء عدم التماثل بين نصفي المخ لدى ذوي صعوبات القراءة (Khan, Hämäläinen, Leppänen & Lyytinen, 2011). ومن ناحية أخرى، فإن ضعف قراءة الكلمة بصريا، تعتبر مؤشرا معرفيا قويا على وجود اضطراب وظيفي في المعالجة الزمنية للمعلومات البصرية بالقشرة القفوية و المسار البصري المعروف بمسار الخلايا الكبرى (Lallier et al., 2009). وتتفق هذه النتائج مع دراسات التصوير العصبي لعملية القراءة، التي اتفقت على أن التحكم في عملية القراءة يتم بدائرة عصبية منتشرة عبر الدماغ، تضم المسارات العصبية الرئيسية، وهي المسارات الرقيقة الطولية القوسية والعليا left arcuate/superior longitudinal fasciculus، التي تربط المناطق اللغوية بالفصين الأمامي والصدغي، والمسار الدقيق الأدنى الذي يربط بين الفصان القفوي والصدغي، والشبكة التاجية التي تربط بين القشرة والتراكيب تحت القشرة مثل الثلاموس والنواة الذيلية Vandermosten, et. al., 2012; Maisog, et. al., 2008; Richlan, 2012; Fiebach,) .(Friederici, Müller & Cramon, 2002

ويؤكد النتيجة السابقة أن المؤشر الخاص بعدد النقرات يحدد السيطرة المخية بوضوح، إلا أن المقارنة بين المجموعتين قد كشفت أن المجموعة الضابطة تتميز بالسرعة الحركية والتحكم الحركي مقارنة بمجموعة صعوبة القراءة، وتتفق تلك النتيجة مع دراسة ;(Wolff, et al., 1990; Chaix, et. Al. 2007 Tziva-Kostala, et. Al., 2011) أي أن التآزر في حركة اليد، مؤشر كفاءة التحكم العصبي لليد interlimb coordination وهي وظيفة للقشرة قبل الحركية BA 6 تعكس كفاءة نصف المخ الأيسر في التوصيل العصبي (Turesky, Olulade, Luetje & Eden, 2018). كما أن زيادة عدد الأخطاء لدى الأطفال ذوي صعوبات القراءة في النقر التبادلي، يؤكد ضعف نصف المخ الأيسر في التحكم في دقة وتسلسل

النقرات بين اليدين (Roy, Clark, Aigbogun, & Square-Storer, 1992; Vuolo, Goffman, & Zelaznik, 2017) ، كما نستدل أيضا بقدر من الثقة أن المؤشرات المعرفية العصبية تكاد تتطابق مع نتائج التصوير الدماغي، فالمنطقة ٦ وهي المنطقة الجانبية قبل الحركية Lateral Premotor Area، التي تعمل بكفاءة دالة عند الماهرين قرائيا، تؤكد دراسات التصوير الدماغي على نشاطها عند قراءة الكلمات الجديدة (Dietz, Jones, Gareau, Zeffiro & Eden, 2005)، حيث تستقبل المعلومات من المسار المعجمي المنطقتان ١٨ /١٩ بالفص القفوي، والمنطقة (٣٩) والمنطقة (٤٠) وهما منطقتان جداريتان صدغيتان، تنشطان مع الانتباه الانتقائي للمثيرات اللفظية ذات الدلالة المعجمية والمنطقة (٩) Middle frontal gyrus (Ranganath, Johnson & D'Esposito, 2003)

والدراسة الحالية استخدمت مهمة اعتمدت على تداخل الشكل والحجم كمهمة من مهام ستروب غير اللفظية وهي تناسب ذوي صعوبات القراءة، ورغم اختلاف اصدارات اختبار ستروب فإن النموذج الرئيس له يظل ثابتا (Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen & Jolles, 2006)، ويقيس اختبار اثر ستروب وظائف نفسية عصبية متعددة، مثل الانتباه الانتقائي والتحكم التثبيطي inhibitory control (waldie et al., 2009)، والمرونة المعرفية والوظائف التنفيذية، (Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen & Jolles, 2006) ، كما أنه يكشف عن اضطراب وظيفة القشرة الدماغية الأمامية frontal/executive brain dysfunction والتلفيف الحزامي الأمامي Anterior cingulate gyrus (Gruber, Rogowska, Holcomb, Soraci & Yurgelun-Todd, 2002; Carter, Mintun & Cohen, 1995). وتلك المناطق يصعب فصلها، فمناطق برودمان ٦ و ٩ و٤٦ و٤٥ و ٤٤، حساسة لمهام أثر ستروب (Leung, Skudlarski, Gatenby, Peterson, & Gore, 2000)، وهذا المؤشر يجمع بين مؤشر التداخل interference خاصة أثناء استجابة عدم المطابقة incongruent response ومؤشر طول زمن الرجع reaction time، وهو مؤشر فشل التثبيط اللاواعي للاستجابات المتعلمة جيدا Gruber, (Rogowska, Holcomb, Soraci & Yurgelun-Todd, 2002; Grandjean et al., 2012)

وقد ترجع الفروق الصفرية في اختبار الانتباه المستمر، رغم أن الدراسات السابقة تشير إلى وجود خلل في الانتباه لدى ذوي صعوبات القراءة (Jangraw et al., 2018)، إلى طبيعة الاختبار الذي يعتمد على التثبيت البصرى على نقطة تثبيت تقع في منتصف شاشة العرض حيث تظهر المنبهات وهي طريقة عرض قد تتأثر بإضطراب التثبيت البصري لدى مجموعة صعوبات القراءة (بدوي والديب، ٢٠١١ -Ram Tsur, Faust, Caspi, Gordon, & Zivotofsky, 2006). ، وينسب هذا الخطأ إلى الخطأ من النوع الثاني Type II error، لذا نقترح تطويرأداة قياس الانتباه لكونرز CPT أو الاعتماد على تشخيص اضطراب الانتباه ببطارية تشخيصية متعددة الأبعاد، وسوف نراعي ذلك في البحوث التالية. إلا أن زمن الرجع للاستجابة للمنبهات في اختبار الانتباه المستمر كان، أبطأ في الاستجابة لدى مجموعة صعوبات

القراءة مقارنة بالأطفال الماهرين قراءيا، كمؤشر على فشل أو كسل استبعاد المنبهات الغير المرتبطة بالمهمة.

المسار المعجمي : مسار التنبؤ بقراءة الكلمة لدى الأطفال صحيحي القراءة

يكشف النموذج التنبؤي أن التحكم في مهارة القراءة ، يتم بمعالجة موزعة ومتوازية، لأن كل مؤشر عصبي معرفي يتم معالجته عبر عدة مناطق تنشط بصورة موزعة مكانيا وتعمل بصورة متوازية، ومن النتائج المثيرة لهذة الدراسة أن النموذج التنبؤي للمتغير المستقل (قراءة الكلمة) قد جمع بين عدة متغيرات تعكس كفاءتها عند القاريء الماهر كفاءة النشاط الدماغي لمسار قراءة الكلمة المفردة. وسوف نناقش النموذج وفقا لمستوى الأهمية.

نلاحظ أن زمن الرجع لاستجابات الانتباه المستمر أحد مكونات النموذج التنبؤي المعرفي العصبي، تؤثر بدرجة طفيفة على كفاءة قراءة الكلمة، وهذا التأثير يفترض رغم ذلك تدخل النظام الانتباهي الأمامي anterior attentional system الذي يتكون من دائرة عصبية أمامية جدارية بنصف المخ الأيمن right frontoparietal areas (Sarter, Givens & Bruno, 2001). وتقترح هذه النتيجة أن هناك دعم أمامي-جداري من نصف المخ الأيمن يحقق اسهام نسبي للانتباه المستمر في قراءة الكلمة المفردة المتمركزة وظيفا بنصف المخ الأيسر عند الأيامن (Ehrsson et al., 2000). ويؤكد هذه النتيجة اختفاء هذا الإسهام من النموذج المعرفي لقراءة الكلمة عن ذوي صعوبات القراءة. وجدير بالانتباه أن التنشيط الأمامي للانتباه المستمر هو مكون أساسي من مكونات القشرة الأمامية الوسيطة في كفاءة الوظائف التنفيذية (Posner & Petersen, 1990; Petersen & Posner, 2012)، كما أن قصر زمن الرجع لاختيار الاستجابة إنما هو مؤشر لتمكن الماهرين قرائيا من اختيار الاستجابة الصحيحة وسط الضوضاء والمشتتات، ويمكن اعتباره علامة على كفاءة التحكم التثبيطى أو التحكم التنفيذي في السلوك وهذه الوظيفة موزعة عبرعدة مناطق (٩ و ٤٦ و ٣٩) تمثل المنطقة الظهرية الجانبية الجبهية اليسرى والتلفيف الزاوي ومنطقة فرنكا.

ويتسق زمن النقر باليد المسيطرة أو ما يعرف بالتأزر الحركي داخل اليد interlimb coordination لدى الماهرين قرائيا كمؤشر يسهم في كفاءة قراءة الكلمة المفردة، وينتج هذا التآزر عن التخصص الوظيفي للمنطقة قبل الحركية التكميلية (برودمان ٦) في تآزر حركة اليد المسيطرة (Ehrsson et al., 2000; Ehrsson, Geyer & Naito, 2003)، وتوجد أدلة على دور المنطقة قبل الحركية في قراءة الكلمات الجديدة novel words (Dietz, Jones, Gareau, Zeffiro & Eden, 2005; Xiao et al., 2005)، خاصة وان المنطقة ٦ تتلقي المدخلات من منطقة التلفيف الزاوي، برودمان ٣٩ والتي يشتمل جزء منها على منطقة فرنكا (Sakurai, 2017). وبالتالي نؤكد ما كشفت عنه دراسة ماشند-كرونسكي وآخرين (٢٠١٧) التي تربط بين كفاءة التآزر الحركي وكفاءة القراءة (Marchand-Krynski,

Morin-Moncet, Bélanger, Beauchamp & Leonard, 2017)، ومرة أخرى فإن النموذج المعرفي العصبي لقراءة الكلمة لدى ذوي صعوبات القراءة كشف عن تخطى متغير اتساق النقر لليد المسيطرة، فضعف التآزر لليد المسيطرة هو مؤشر عصبي لكفاءة التخصص الوظيفي للمنطقة (٦) والمناطق المرتبطة بها.

وتؤكد نتائج النموذج العصبي المعرفي على أفضلية نصف المخ الأيسر في التنبؤ بكفاءة قراءة الكلمة المفردة، فيما يتعلق بالحدة السمعية temporal Processing Acuity (TPA) وهي تعبر عن القدرة على اكتشاف الفجوة الزمنية gap detection، وتشتت الحكم على الترتيب الزمني Temporal order Judgment (TOJ)، ومن الواضح أفضلية الماهرين في القراءة في المعالجة الزمنية للمعلومات، حيث تنشط المناطق الدماغية ٤١ و ٤٢ من خريطة برودمان عند معالجة المنبهات الصوتية الرئيسية (Upadhyay et al., 2008) ، ومعالجة الأصوات الساكنة والمتحركة (Stefanatos, Joe, Aguirre, Detre & Wetmore, 2008)، كما أنه مؤشر على افضلية معالجة اللغة لنصف المخ الأيسر وارتباط ذلك بالقشرة السمعية الأولية (Yoo et al., 2005)، وكما أكدت النتائج الخاصة بالمعالجة السمعية على أن التخصص الوظيفي لتلفيف هشل ثنائي الجانب Bilateral Heschl's gyrus لاكتشاف الفجوة للمثيرات السمعية السريعة، بينما الحكم على الترتيب الزمني وخصائص الصوت فهو خاصية للتجنيب المتعاكس (Lehmann et al., 2007)، وتتسق هذه النتيجة مع النموذج العصبي المعرفي لصعوبة القراءة التي اتسقت مع ما لاحظه لوروسو وكانتياني ومولتيني (٢٠١٤) من أن قراءة الكلمة تتحسن لدى صعوبات القراءة السطحية surface dyslexia عند اطالة زمن المثيرات، ولا يظهر هذا التحسن مع صعوبة القراءة الصوتية (Lorusso, Cantiani & Molteni, 2014). ويدعم هذا افتراض استقلال مسار القراءة السطحية (المسار المعجمي) مقابل القراءة باستراتيجية تحويل الحرف إلى صوت.

وتؤكد نتائج الدراسة على دور المعالجة البصرية كما يكشف عنها قياس الحدة البصرية في معالجة المثيرات البصرية سريعة التقديم، ووفقا لنتائج دراسات التصوير الدماغي بواسطة الرنين المغناطيسي الوظيفي عن نشاط المنطقتين البصريتين BA 18\19، للمثيرات البصرية السريعة ، حيث كشفت عن التخصص الوظيفي ثنائي الجانب لهذة المنطقة في الانتباه النوعي للمثيرات البصرية (Le, Pardo & Hu, 1998; Grootswagers, Robinson & Carlson, 2019)، كما أن نشاط هذه المنطقة بنصف المخ الأيسر ترتبط بالاستجابة لمعالجة الكلمة بصرية الشكل visual word-form processing (Vorobyev et al., 2004). كما تشترك المنطقة ١٨ في التحكم في حركة العين القفازة المتدخلة في مهارة القراءة (Darby et al., 1996; Petit et al., 2009). ولا يمكن أن نغفل نشاط المنطقة (١٩) خاصة التلفيف المغزلي الخلفي posterior fusiform cortex في المعالجة للكلمات الجديدة التي تحتاج إلى تحليل

صوتي (Dietz, Jones, Gareau, Zeffiro & Eden, 2005)، وتفترض هذه النتيجة تداخل المسار المعجمي واللامعجمي.

من ناحية أخرى ، يبدوا أثر متغير الاستدعاء اللفظي طويل المدى على قراءة الكلمة المفردة، حيث يستجيب الطفل بتخطي الكلمات التي ليس لها علاقة بالكلمات الهدف التي تم رؤيتها قبل ٣٠ دقيقة، ومتغير زمن الرجع لاستجابات الانتباه الانتقائي، وهي مهمة تقيس الذاكرة العاملة اللفظية، والتحكم التنفيذي التثبيطي (Platel et al., 1997; Dietz, Jones, Gareau, Zeffiro & Eden, 2005) ، ومن الطبيعي أن هذه المهمة حساسة لصعوبة القراءة، وتتفق دراسات التصوير الدماغي الوظيفي على انتشار التخصص الوظيفي للذاكرة العاملة عبر الدماغ، وتتوقف كفاءتها على سلامة الذاكرة طويلة المدى، والانتباه الانتقائي، وتمتد هذه الدائرة المتكونة من حلقات دخول من المناطق القشرية الأمامية والخلفية الجدارية الصدغية (Eriksson, Vogel, Lansner, Bergström & Nyberg, 2015; Chai, Abd Hamid & Abdullah, 2018) فالمناطق (٦) قبل الحركية التكميلية، و (٩) و (٤٦) وتمثل المنطقة الظهرية الجانبية الجبهية، والمنطقة (٤٠\٣٩) التي تشمل منطقة فرنكا، تشكل فيما اتفقت عليه الدراسات مكونا رئيسيا من مكونات المسار المعجمي وفقا لنظرية ثنائية المسار (Moseley et al., 2013)

وعلى مستوى التفسير المعرفي العصبي ، يمكن تتبع مسار التهجي، فالمهمة تتلخص تعليماتها في القاء كلمة على التلميذ ويطلب منه تهجئتها، وهي مهمة نتوقع أن تستثير القشرة السمعية وتكوين صورة للكلمة ، والاحتفاظ بالكلمة، ومن ثم يبدأ مباشرة في تحليل الكلمة من حرف لصوت، عبر الذاكرة العاملة اللفظية وغير اللفظية.

وفقا للنموذج التنبؤي لتهجئة الكلمات المسموعة (محاكاة الإملاء) لدى العاديين، يمكن تتبع مسار الحرف – الصوت (أ) الكلمة (المنبه السمعي) سوف يثير المنطقة السمعية الأولية ٤١ و٤٢ من القشرة الصدغية وتعرف بتلفيف هشل Heshle gyrus ، ويتخصص هذا التلفيف في المعالجة السمعية الأولية (Stefanatos, 2008; Christodoulou, et. al. 2014; Zhang et al., 2003) وتكشف الدراسات عن وظيفة نوعية تؤيد صدق النموذج التنبؤي لهذا المسار، وهو دور هذا التلفيف في الذاكرة العاملة السمعية، وتوجد أدلة أنها تنشط مع القشرة الجبهية اليسرى والقشرة قبل الحركية اليسرى في دقة مخرجات الذاكرة العاملة اللفظية، كما تضطرب لدى المتعسرين قرائيا فتكشف عن خلل في الوصول إلى المخزن الصوتي والدلالي .(Christodoulou et.al, 2014) وتشير هذه البيانات إلى أن القشرة السمعية ثنائية الجانب تنشط أيضا كمخزن مؤقت لمعالجة المدخلات السمعية، والذي يبدو أنه يقوم بدورًا مهمًا في تأثير متغير الأسبقية ومتغير الحداثة (Zhang, et. al., 2003) .، وقد أشار كالفيرت و كامبل (Calvert & Campell, 2006إلى وجود وصلات عصبية نشطة بين تلفيف هشل BA 41\42 ومنطقة بروك ا

BA44، مما يثبت دور المسار الصدغي الأماميtempofrontal pathway لتهجئة الكلمات المسموعة. ويتفق مع ذلك نظرية تحطم او ضعف الوصلة العصبية بين مراكز اللغة المفسرة لصعوبات القراءة (Lishman, 2003)

ويتطلب هذا المستوى من المعالجة توافر سرعة النقل العصبي وكفاءة الكف الانتقائي، ويؤكد صدق التنبؤ بالمسار الصدغي الأمامي لتحويل الحرف – صوت، أن النموذج المشتق من أداء مجموعة صعوبات القراءة في اختبار التهجي، قد اشتمل على مؤشرات معرفية عصبية هي مؤشرات للإضطراب الوظيفي فأخطاء التهجي تزيد بزيادة أخطاء النقر التبادلي، وأخطاء التداخل commission errors كمؤشر على اضطراب الذاكرة العاملة الشكلية أو اضطراب وظيفة الكف، حيث تعتبر استجابة حركية اندفاعية للضغط على مفتاح المسافة عند رؤية منبه يشبه المنبه الهدف، كما يوجد تشتت كبير في عتبة الادراك الزمنى السمعي والبصري. كما أن تخطى عوامل الكف الانتقائي والذاكرة العاملة الشكلية واللفظية من النموذج، يفترضان أن الوصول إلى المخزون الشكلي والصوتي عبر ميكانيزمات الذاكرة العاملة والقدرة على الكف الانتقائي وتحويل الانتباه هما عاملان حاسمان في دقة تحويل الحرف – الصوت والعكس. ونستطيع أن نستنتج أن النموذجين يمثلان حالتي صحة القدرة على التهجي واضطرابها.

كما يعكس نموذج التنبؤ وعلاقته السببية في تفسيرالتهجي نشاطا ثنائي الجانب والتلفيف الهامشي الأعلى supramarginal gyrus والجزء الأيسر من التلفيف الامامي السفلي opercular part of the inferior frontal gyrus ، وهي المنطقة ٤٤، منطقة بروكا Broca، من حيث معالجة الكلمة المنطوقة من حيث التحليل الصوتي، وتحويل الحرف إلى صوت، وهي مراحل تعتمد على كفاءة الذاكرة العاملة والانتباه الانتقائي (Arrington, 2012; Jacobson et al., 2017)، وتؤكد النتائج أن اضطراب الذاكرة العاملة المرتبط مع انحسار التحكم التثبيطي لدى الاطفال ذوي صعوبات القراءة (Chiappe, Siegel & Hasher, 2000). كما يؤكد نموذج التنبؤ على دور و كفاءة الجسم الثفني في توصيل المعلومات بين نصفي المخ كما يعكسه النقر التبادلي. وعلى ذلك نؤكد على ضرورة كفاءة نصفي المخ في تبادل المعلومات الخاصة بصوت وشكل الحرف ومطابقة ذلك بماهو معلق في الذاكرة العاملة (التخزين المؤقت قصير المدى) لمراجعة دقة وتسلسل الحروف وفقا لصوت وصورة الكلمة الكلية،

الخلاصة

بدون شك، قد أدهشتني نتائج الدراسة التي أظهرت حساسية فائقة للاختبارات المعرفية العصبية في التنبؤ بصدق النظرية ثنائية المسار، لقد فرقت بنقاء بين المهارات بدون تداخل بين المتغيرات المنبئة، وخاصة انها تحمل في طيات نتائجها أمل كبير للممارس النفسي العصبي في السياق الاكلينيكي يتعلق بدقة وحساسية أدواته للنشاط الدماغي. وهذه الدراسة تؤكد أيضا أن أدواتنا قليلة التكلفة لا تقل دقة عن الأدوات عالية التقنية مثل التصوير الوظيفي للدماغ بواسطة الرنين المغناطيسي *Functional MRI* ، وخاصة وأن

هدفنا العلاجي هو تحسين الأداء الواقعي للطفل وفي بيئته بكل تحدياتها، فمتغيرات مهمة يمكن ان تقاس وتفسر بلغة معرفية عصبية مثل الذاكرة العاملة والانتباه والتركيز والتحكم السلوكي والمعالجة السمعية والبصرية للمنبهات السريعة والتآزر الحركي، قد تكون اكثر فائدة من مطالعة صور التصوير الدماغي سواء التشريحية أو الوظيفية.

ونظرية المسار الثنائي التي اجتذبت جهودا بحثية من عام ١٩٧١، الآن تتلقى دعما جديدا من المتحدثين بالعربية، رغم ارتباط المسارين لدى القاريء الماهر بمتغير التحكم التثبيطي، إلا أنها فسرت صعوبات القراءة بمسارين مستقلين استقلالا تاما، فمتغير زمن الرجع لاستجابات الانتباه الانتقائي التي تخللت الإدائين بأحمال عبرت عن كمية المعلومات وحجم اسهام الدوائر العصبية في تنفيذ المهمة ، يمكن الاعتماد عليه كإستراتيجية معرفية تأهيلية أساسية في برامج التدخل العلاجي لصعوبات القراءة .

قائمة المراجع

أولًا : مراجع باللغة العربية

- الديب، مصطفى (٢٠١٠). **دور بعض تراكيب المخ في المعالجة الزمنية للمعلومات لدى الأطفال ذوي صعوبات التعلم النمائية، رسالة دكتوراة (غير منشورة)**، كلية الآداب، جامعة بنها.
- العزاوي إبراهيم (٢٠١٢). أثر إستراتيجية التدريس التبادلي في تنمية مهارة صحة القراءة الجهرية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. **مجلة الفتح**، ٥٥ ، ٣٥٦- ٣٧١.
- الغامدي، منصور (٢٠٠٦). تصميم رموز حاسوبية لتمثل ألفبائية صوتية دولية تعتمد على الحرف العربي. **مجلة جامعة الملك عبد العزيز : العلوم الهندسية**، ١٦ ، (٢)، ٢-٦٤.
- القرشي ، عبد الفتاح (٢٠٠١). تصميم البحوث في العلوم السلوكية، الكويت : دار القلم.
- أبو شعيشع، السيد (١٩٨٩) الفروق بين المثيرات اللفظية وغير اللفظية في سهولة الاستيعاب والتخزين بطريقة الاستباق، اختبار لنظرية الأثر الثنائي. **مجلة كلية التربية ، جامعة الزقازيق**، ٤ (٨)، ٣٩٣-٤١٥.
- أبو شعيشع، السيد (١٩٩٥). دراسة الفروق بين الأطفال الذين يعانون من صعوبات القراءة (الديسلكسيا) والأطفال العاديين على بعض المتغيرات المعرفية. **وزارة التربية والتعتليم ، المؤتمر السنوي الأول للتربية الخاصة**، ١١٧-١٢٩
- خنشوش ، أحمد (٢٠١٦). أخطاء القراءة الجهرية لدى تلاميذ السنة الرابعة ابتدائي - **دراسة وصفية تحليلية، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر في الآداب واللغة العربية تخصص لسانيات تعليمية (غير منشورة)**، كلية الآداب جامعة محمد خيضر بسكرة . dspace.univ-biskra .dz:8080/ jspui/bitstream/ http://123456789/9887/ 1/60.PDF

- عوض، بركة (٢٠١٢). **فاعلية برنامج محوسب لعلاج الضعف في بعض المهارا ت القرائية لدى تلاميذ الصف الرابع الأساسي. رسالة ماجستير غير منشورة** . الجامعة الاسلامية

- محمد ، هبة (٢٠١٢). **فعالية برنامج قائم على المدخل الكلي في علاج بعض جوانب الضعف في مهارات القراءة الجهرية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. رسالة ماجستير (غير منشورة).** جامعة عين شمس ، كلية البنات.

ثانيًا : مراجع باللغة الإنجليزية References

- Ahissar, M. (2007). Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. *Trends In Cognitive Sciences*, *11*(11), 458-465. doi: 10.1016/j.tics.2007.08.015
- Ahissar, M., Protopapas, A., Reid, M., & Merzenich, M. (2000). Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, *97*(12), 6832-6837. doi: 10.1073/pnas.97.12.6832
- Amitay, S., Ben-Yehudah, G., Banai, K., & Ahissar, M. (2002). Disabled readers suffer from visual and auditory impairments but not from a specific magnocellular deficit. *Brain*, *125*(10), 2272-2285. doi: 10.1093/brain/awf231
- Arrington, C. (2012). *The Contribution Of Attentional Control And Working Memory To Reading Comprehension And Decoding* (Master of Arts). The Faculty of the Department of Psychology , University of Houston.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, *20*(4), R136-R140. doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014
- Badian, N. (1997). Dyslexia and the double deficit hypothesis. *Annals Of Dyslexia*, *47*(1), 69-87. doi: 10.1007/s11881-997-0021-y
- Belinkov Y, Glass J. (2015) Arabic diacritization with recurrent neural networks. *Proceedings of the 2015 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 2281-2285. https://www.researchgate.net/ publication/301446042 _Arabic_Diacritization_ with_ Recurrent_ Neural_Networks
- Boly, M., Seth, A., Wilke, M., Ingmundson, P., Baars, B., & Laureys, S. et al. (2013). Consciousness in humans and non-human animals: recent advances and future directions. *Frontiers In Psychology*, *4*. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00625

- Borowsky, R., Cummine, J., Owen, W., Friesen, C., Shih, F., & Sarty, G. (2006). FMRI of Ventral and Dorsal Processing Streams in Basic Reading Processes: Insular Sensitivity to Phonology. *Brain Topography*, *18*(4), 233-239. doi: 10.1007/s10548-006-0001-2
- Bosse, M., Tainturier, M., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, *104*(2), 198-230. doi: 10.1016/j.cognition.2006.05.009
- Bowers, P., & Wolf, M. (1993). Theoretical links among naming speed, precise timing mechanisms and orthographic skill in dyslexia. *Reading And Writing*, *5*(1), 69-85. doi: 10.1007/bf01026919
- Breier, J., Fletcher, J., Foorman, B., Klaas, P., & Gray, L. (2003). Auditory Temporal Processing in Children With Specific Reading Disability With and Without Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal Of Speech, Language, And Hearing Research*, *46*(1), 31-42. doi: 10.1044/1092-4388(2003/003)
- Bucci, M., Brémond-Gignac, D., & Kapoula, Z. (2008). Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. *Graefe's Archive For Clinical And Experimental Ophthalmology*, *246*(3), 417-428. doi: 10.1007/s00417-007-0723-1
- Buetler, K., de León Rodríguez, D., Laganaro, M., Müri, R., Spierer, L., & Annoni, J. (2014). Language context modulates reading route: an electrical neuroimaging study. *Frontiers In Human Neuroscience*, *8*. doi: 10.3389/fnhum.2014.00083
- Carhart-Harris, R., Leech, R., Hellyer, P., Shanahan, M., Feilding, A., & Tagliazucchi, E. et al. (2014). The entropic brain: a theory of conscious states informed by neuroimaging research with psychedelic drugs. *Frontiers In Human Neuroscience*, *8*. doi: 10.3389/fnhum.2014.00020

- Carter, C., Mintun, M., & Cohen, J. (1995). Interference and Facilitation Effects during Selective Attention: An H215O PET Study of Stroop Task Performance. *Neuroimage*, *2*(4), 264-272. doi: 10.1006/nimg.1995.1034
- Chai, W., Abd Hamid, A., & Abdullah, J. (2018). Working Memory From the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. *Frontiers In Psychology*, *9*. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00401
- Chiappe, P., Siegel, L., & Hasher, L. (2000). Working memory, inhibitory control, and reading disability. *Memory & Cognition*, *28*(1), 8-17. doi: 10.3758/bf03211570
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108*(1), 204-256. doi: 10.1037//0033-295x.108.1.204
- Coltheart, M. (2005). Modeling Reading: The Dual-Route Approach. In M. J. Snowling & C. Hulme (Eds.), *Blackwell handbooks of developmental psychology. The science of reading: A handbook* (pp. 6-23). Malden, : Blackwell Publishing. http://dx.doi.org/10.1002/ 9780470757642. ch1
- Cortiella, Candace and Horowitz, Sheldon H (2014). *The State of Learning Disabilities: Facts, Trends and Emerging Issues*. New York: National Center for Learning Disabilities.
- Darby, D., Nobre, A., Thangaraj, V., Edelman, R., Mesulam, M., & Warach, S. (1996). Cortical Activation in the Human Brain during Lateral Saccades Using EPISTAR Functional Magnetic Resonance Imaging. *Neuroimage*, *3*(1), 53-62. doi: 10.1006/nimg.1996.0006
- Darby, D., Nobre, A., Thangaraj, V., Edelman, R., Mesulam, M., & Warach, S. (1996). Cortical Activation in the Human Brain during Lateral Saccades Using EPISTAR Functional Magnetic Resonance Imaging. *Neuroimage*, *3*(1), 53-62. doi: 10.1006/nimg.1996.0006

- Das, T., Padakannaya, P., Pugh, K., & Singh, N. (2011). Neuroimaging reveals dual routes to reading in simultaneous proficient readers of two orthographies. *Neuroimage*, *54*(2), 1476-1487. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.09.022
- de Jong, C., Licht, R., Sergeant, J., & Oosterlaan, J. (2012). RD, ADHD, and their comorbidity from a dual route perspective. *Child Neuropsychology*, *18*(5), 467-486. doi: 10.1080/09297049.2011.625354
- Demb, J., Boynton, G., Best, M., & Heeger, D. (1998). Psychophysical evidence for a magnocellular pathway deficit in dyslexia. *Vision Research*, *38*(11), 1555-1559. doi: 10.1016/s0042-6989(98)00075-3
- Dietz, N., Jones, K., Gareau, L., Zeffiro, T., & Eden, G. (2005). Phonological decoding involves left posterior fusiform gyrus. *Human Brain Mapping*, *26*(2), 81-93. doi: 10.1002/hbm.20122
- Dietz, N., Jones, K., Gareau, L., Zeffiro, T., & Eden, G. (2005). Phonological decoding involves left posterior fusiform gyrus. *Human Brain Mapping*, *26*(2), 81-93. doi: 10.1002/hbm.20122
- Dietz, N., Jones, K., Gareau, L., Zeffiro, T., & Eden, G. (2005). Phonological decoding involves left posterior fusiform gyrus. *Human Brain Mapping*, *26*(2), 81-93. doi: 10.1002/hbm.20122
- Eden, G., & Zeffiro, T. (1998). Neural Systems Affected in Developmental Dyslexia Revealed by Functional Neuroimaging. *Neuron*, *21*(2), 279-282. doi: 10.1016/s0896-6273(00)80537-1
- Eden, G., VanMeter, J., Rumsey, J., Maisog, J., Woods, R., & Zeffiro, T. (1996). Differences in visual processing in dyslexia revealed with functional magnetic resonance imaging. *Neuroimage*, *3*(3), S592. doi: 10.1016/s1053-8119(96)80594-5
- Ehrsson, H., Geyer, S., & Naito, E. (2003). Imagery of Voluntary Movement of Fingers, Toes, and Tongue Activates Corresponding Body-Part-Specific Motor

Representations. *Journal Of Neurophysiology*, *90*(5), 3304-3316. doi: 10.1152/jn.01113.2002

- Ehrsson, H., Naito, E., Geyer, S., Amunts, K., Zilles, K., Forssberg, H., & Roland, P. (2000). Simultaneous movements of upper and lower limbs are coordinated by motor representations that are shared by both limbs: a PET study. *European Journal Of Neuroscience*, *12*(9), 3385-3398. doi: 10.1046/j.1460-9568.2000.00209.x

- Ehrsson, H., Naito, E., Geyer, S., Amunts, K., Zilles, K., Forssberg, H., & Roland, P. (2000). Simultaneous movements of upper and lower limbs are coordinated by motor representations that are shared by both limbs: a PET study. *European Journal Of Neuroscience*, *12*(9), 3385-3398. doi: 10.1046/j.1460-9568.2000.00209.x

- Eriksson, J., Vogel, E., Lansner, A., Bergström, F., & Nyberg, L. (2015). Neurocognitive Architecture of Working Memory. *Neuron*, *88*(1), 33-46. doi: 10.1016/j.neuron.2015.09.020
- Facoetti, A., & Molteni, M. (2001). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, *39*(4), 352-357. doi: 10.1016/s0028-3932(00)00138-x
- Farah N., Khadir M. and Sellami M. (2005). Artificial neural network fusion: Application to Arabic words recognition. *ESANN*, 151-156. https://www.researchgate.net/publication/221165292_Artificial_neural_network_fusion_Application_to_Arabic_words_recognition.
- Fiebach, C., Friederici, A., Müller, K., & Cramon, D. (2002). fMRI Evidence for Dual Routes to the Mental Lexicon in Visual Word Recognition. *Journal Of Cognitive Neuroscience*, *14*(1), 11-23. doi: 10.1162/089892902317205285
- Fiez, J., & Petersen, S. (1998). Neuroimaging studies of word reading. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, *95*(3), 914-921. doi: 10.1073/pnas.95.3.914

- Fischer, R., & Plessow, F. (2015). Efficient multitasking: parallel versus serial processing of multiple tasks. *Frontiers In Psychology*, *6*. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01366
- Francks, C., Fisher, S., Marlow, A., MacPhie, I., Taylor, K., & Richardson, A. et al. (2003). Familial and Genetic Effects on Motor Coordination, Laterality, and Reading-Related Cognition. *American Journal Of Psychiatry*, *160*(11), 1970-1977. doi: 10.1176/appi.ajp.160.11.1970
- Freud, E., Plaut, D., & Behrmann, M. (2016). 'What' Is Happening in the Dorsal Visual Pathway. *Trends In Cognitive Sciences*, *20*(10), 773-784. doi: 10.1016/j.tics.2016.08.003
- Georgiewa, P., Rzanny, R., Hopf, J., Knab, R., Glauche, V., Kaiser, W., & Blanz, B. (1999). fMRI during word processing in dyslexic and normal reading children. *Neuroreport*, *10*(16), 3459-3465. doi: 10.1097/00001756-199911080-00036
- Glezer, L., Eden, G., Jiang, X., Luetje, M., Napoliello, E., Kim, J., & Riesenhuber, M. (2016). Uncovering phonological and orthographic selectivity across the reading network using fMRI-RA. *Neuroimage*, *138*, 248-256. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.05.072
- Goswami, U. (2003). Why theories about developmental dyslexia require developmental designs. *Trends In Cognitive Sciences*, *7*(12), 534-540. doi: 10.1016/j.tics.2003.10.003
- Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends In Cognitive Sciences*, *15*(1), 3-10. doi: 10.1016/j.tics.2010.10.001
- Grandjean, J., D'Ostilio, K., Phillips, C., Balteau, E., Degueldre, C., & Luxen, A. et al. (2012). Modulation of Brain Activity during a Stroop Inhibitory Task by the Kind of Cognitive Control Required. *Plos ONE*, *7*(7), e41513. doi: 10.1371/journal.pone.0041513

- Grootswagers, T., Robinson, A., & Carlson, T. (2019). The representational dynamics of visual objects in rapid serial visual processing streams. *Neuroimage*, *188*, 668-679. doi: 10.1016/j.neuroimage.2018.12.046
- Gruber, S., Rogowska, J., Holcomb, P., Soraci, S., & Yurgelun-Todd, D. (2002). Stroop Performance in Normal Control Subjects: An fMRI Study. *Neuroimage*, *16*(2), 349-360. doi: 10.1006/nimg.2002.1089
- Gruber, S., Rogowska, J., Holcomb, P., Soraci, S., & Yurgelun-Todd, D. (2002). Stroop Performance in Normal Control Subjects: An fMRI Study. *Neuroimage*, *16*(2), 349-360. doi: 10.1006/nimg.2002.1089
- Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends In Cognitive Sciences*, *5*(12), 525-532. doi: 10.1016/s1364-6613(00)01801-5
- Harsin, C. (1997). Perceptual-center modeling is affected by including acoustic rate-of-change modulations. *Perception & Psychophysics*, *59*(2), 243-251. doi: 10.3758/bf03211892
- Hashimoto, R., & Sakai, K. (2004). Learning Letters in Adulthood: Direct Visualization of Cortical Plasticity for Forming a New Link between Orthography and Phonology. *Neuron*, *42*(2), 311-322. doi: 10.1016/s0896-6273(04)00196-5
- Heim, S., Alter, K., Ischebeck, A., Amunts, K., Eickhoff, S., & Mohlberg, H. et al. (2005). The role of the left Brodmann's areas 44 and 45 in reading words and pseudowords. *Cognitive Brain Research*, *25*(3), 982-993. doi: 10.1016/j.cogbrainres.2005.09.022
- Hinton, G., & Shallice, T. (1991). Lesioning an attractor network: Investigations of acquired dyslexia. *Psychological Review*, *98*(1), 74-95. doi: 10.1037//0033-295x.98.1.74
- Ischebeck, A., Indefrey, P., Usui, N., Nose, I., Hellwig, F., & Taira, M. (2004). Reading in a Regular Orthography: An fMRI Study Investigating the Role of

Visual Familiarity. *Journal Of Cognitive Neuroscience*, *16*(5), 727-741. doi: 10.1162/089892904970708

- Jacobson, L., Koriakin, T., Lipkin, P., Boada, R., Frijters, J., & Lovett, M. et al. (2017). Executive Functions Contribute Uniquely to Reading Competence in Minority Youth. *Journal Of Learning Disabilities*, *50*(4), 422-433. doi: 10.1177/0022219415618501
- Jangraw, D., Gonzalez-Castillo, J., Handwerker, D., Ghane, M., Rosenberg, M., Panwar, P., & Bandettini, P. (2018). A functional connectivity-based neuromarker of sustained attention generalizes to predict recall in a reading task. *Neuroimage*, *166*, 99-109. doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.10.019
- Jobard, G., Crivello, F., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Evaluation of the dual route theory of reading: a metanalysis of 35 neuroimaging studies. *Neuroimage*, *20*(2), 693-712. doi: 10.1016/s1053-8119(03)00343-4
- Joshi, R., & Aaron, P. (2000). The component model of reading: simple view of reading made a little more complex. *Reading Psychology*, *21*(2), 85-97. doi: 10.1080/02702710050084428
- Kershner, J. (2015). A Mini-Review: Toward a Comprehensive Theory of Dyslexia. *Journal Of Neurology And Neuroscience*, *06*(s1). doi: 10.21767/2171-6625.s10013
- Khan, A., Hämäläinen, J., Leppänen, P., & Lyytinen, H. (2011). Auditory event-related potentials show altered hemispheric responses in dyslexia. *Neuroscience Letters*, *498*(2), 127-132. doi: 10.1016/j.neulet.2011.04.074
- Klein, T., Endrass, T., Kathmann, N., Neumann, J., von Cramon, D., & Ullsperger, M. (2007). Neural correlates of error awareness. *Neuroimage*, *34*(4), 1774-1781. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.11.014
- Lallier, M., Thierry, G., Tainturier, M., Donnadieu, S., Peyrin, C., Billard, C., & Valdois, S. (2009). Auditory and visual stream segregation in children and adults: An assessment of the amodality assumption of the ‘sluggish attentional

shifting' theory of dyslexia. *Brain Research*, *1302*, 132-147. doi: 10.1016/j.brainres.2009.07.037

- Lamm, C., Windischberger, C., Leodolter, U., Moser, E., & Bauer, H. (2001). Evidence for premotor cortex activity during dynamic visuospatial imagery from single-trial functional magnetic resonance imaging and event-related slow cortical potentials. *Neuroimage*, *14*(2), 268-283. doi: 10.1006/nimg.2001.0850
- Le, T., Pardo, J., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI Study of Nonspatial Shifting of Selective Attention: Cerebellar and Parietal Contributions. *Journal Of Neurophysiology*, *79*(3), 1535-1548. doi: 10.1152/jn.1998.79.3.1535
- Lehmann, C., Herdener, M., Schneider, P., Federspiel, A., Bach, D., & Esposito, F. et al. (2007). Dissociated lateralization of transient and sustained blood oxygen level-dependent signal components in human primary auditory cortex. *Neuroimage*, *34*(4), 1637-1642. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.11.011
- Liddle, E., Jackson, G., Rorden, C., & Jackson, S. (2009). Lateralized temporal order judgement in dyslexia. *Neuropsychologia*, *47*(14), 3244-3254. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.007
- Livingstone, M., Rosen, G., Drislane, F., & Galaburda, A. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, *88*(18), 7943-7947. doi: 10.1073/pnas.88.18.7943
- Longcamp, M., Anton, J., Roth, M., & Velay, J. (2003). Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing. *Neuroimage*, *19*(4), 1492-1500. doi: 10.1016/s1053-8119(03)00088-0
- Longcamp, M., Anton, J., Roth, M., & Velay, J. (2005). Premotor activations in response to visually presented single letters depend on the hand used to write: a study on left-handers. *Neuropsychologia*, *43*(12), 1801-1809. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2005.01.020

- Lorusso, M., Cantiani, C., & Molteni, M. (2014). Age, dyslexia subtype and comorbidity modulate rapid auditory processing in developmental dyslexia. *Frontiers In Human Neuroscience*, *8*. doi: 10.3389/fnhum.2014.00313
- Lovegrove, W., Bowling, A., Badcock, D., & Blackwood, M. (1980). Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science*, *210*(4468), 439-440. doi: 10.1126/science.7433985
- Marchand-Krynski, M., Morin-Moncet, O., Bélanger, A., Beauchamp, M., & Leonard, G. (2017). Shared and differentiated motor skill impairments in children with dyslexia and/or attention deficit disorder: From simple to complex sequential coordination. *PLOS ONE*, *12*(5), e0177490. doi: 10.1371/journal.pone.0177490
- Markowska, A., Małkowski, B., Wróbel, M., & Ziółkowski, M. (2015). Brain activity related to the congruent and incongruent part of the stroop test performance- not only differences but also similarities in the brain activity pattern. a neuroimaging pet(h2o15) study. *Acta Neuropssychologica*, *13*(4), 351-364. doi: DOI:10.5604/17307503.1193815
- Marques M., Jiang X., Dufor O., Berrou C, and Kim-Dufor D. (2015) A connectionist model of reading with error correction properties. *LTC 2015: 7th Language and Technology Conference, Nov 2015, Poznan, Poland. Proceedings LTC 2015: 7th Language and Technology Conference*, pp.455 -460. Retrieved from https://www.researchgate.net/ publication/291337990_A_ connectionist_model_of _reading_with _error_ correction_properties.
- Martin, A., Schurz, M., Kronbichler, M., & Richlan, F. (2015). Reading in the brain of children and adults: A meta-analysis of 40 functional magnetic resonance imaging studies. *Human Brain Mapping*, *36*(5), 1963-1981. doi: 10.1002/hbm.22749
- McAnally, ,., & Stein, J. (1996). Auditory temporal coding in dyslexia. *Proceedings Of The Royal Society Of London. Series B: Biological Sciences*, *263*(1373), 961-965. doi: 10.1098/rspb.1996.0142

- McAnally, K., Castles, A., & Stuart, G. (2000). Visual and Auditory Processing Impairments in Subtypes of Developmental Dyslexia: A Discussion. *Journal Of Developmental And Physical Disabilities*, *12*(2), 145-156. doi: 10.1023/a:1009459622805
- McDermott, K., Petersen, S., Watson, J., & Ojemann, J. (2003). A procedure for identifying regions preferentially activated by attention to semantic and phonological relations using functional magnetic resonance imaging. *Neuropsychologia*, *41*(3), 293-303. doi: 10.1016/s0028-3932(02)00162-8
- Miller, C., Miller, S., Bloom, J., Jones, L., Lindstrom, W., & Craggs, J. et al. (2006). Testing the double-deficit hypothesis in an adult sample. *Annals Of Dyslexia*, *56*(1), 83-102. doi: 10.1007/s11881-006-0004-4
- Moseley, R., Pulvermüller, F., Mohr, B., Lombardo, M., Baron-Cohen, S., & Shtyrov, Y. (2013). Brain Routes for Reading in Adults with and without Autism: EMEG Evidence. *Journal Of Autism And Developmental Disorders*, *44*(1), 137-153. doi: 10.1007/s10803-013-1858-z
- Nicolson, R., Fawcett, A., & Dean, P. (2001). Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends In Neurosciences*, *24*(9), 515-516. doi: 10.1016/s0166-2236(00)01923-8
- Nicolson, R., Fawcett, A., Brookes, R., & Needle, J. (2010). Procedural learning and dyslexia. *Dyslexia*, *16*(3), 194-212. doi: 10.1002/dys.408
- Nobre, A., Sebestyen, G., Gitelman, D., Mesulam, M., Frackowiak, R., & Frith, C. (1997). Functional localization of the system for visuospatial attention using positron emission tomography. *Brain*, *120*(3), 515-533. doi: 10.1093/brain/120.3.515
- Okuda, J., Fujii, T., Yamadori, A., Kawashima, R., Tsukiura, T., & Ohtake, H. et al. (2000). Retention of words in long-term memory. *Neuroreport*, *11*(2), 323-328. doi: 10.1097/00001756-200002070-00020
- Paap, K., & Noel, R. (1991). Dual-route models of print to sound: Still a good horse race. *Psychological Research*, *53*(1), 13-24. doi: 10.1007/bf00867328

- Parks, E., & Madden, D. (2013). Brain Connectivity and Visual Attention. *Brain Connectivity*, *3*(4), 317-338. doi: 10.1089/brain.2012.0139
- Perrone-Bertolotti, M., Kujala, J., Vidal, J., Hamame, C., Ossandon, T., & Bertrand, O. et al. (2012). How Silent Is Silent Reading? Intracerebral Evidence for Top-Down Activation of Temporal Voice Areas during Reading. *Journal Of Neuroscience*, *32*(49), 17554-17562. doi: 10.1523/jneurosci.2982-12.2012
- Perrone-Bertolotti, M., Kujala, J., Vidal, J., Hamame, C., Ossandon, T., & Bertrand, O. et al. (2012). How Silent Is Silent Reading? Intracerebral Evidence for Top-Down Activation of Temporal Voice Areas during Reading. *Journal Of Neuroscience*, *32*(49), 17554-17562. doi: 10.1523/jneurosci.2982-12.2012
- Petersen, S., & Posner, M. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review Of Neuroscience*, *35*(1), 73-89. doi: 10.1146/annurev-neuro-062111-150525
- Peterson, R. L., Pennington, B. F., & Olson, R. K. (2013). Subtypes of developmental dyslexia: testing the predictions of the dual-route and connectionist frameworks. *Cognition*, *126*(1), 20–38. doi:10.1016/j.cognition.2012.08.007
- Petit, L., Zago, L., Vigneau, M., Andersson, F., Mazoyer, B., Mellet, E., & Tzourio-Mazoyer, N. (2009). Functional Asymmetries During Visually Guided Saccades as Revealed by fMRI. *Neuroimage*, *47*, S126. doi: 10.1016/s1053-8119(09)71213-3
- Platel, H. (1997). The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Brain*, *120*(2), 229-243. doi: 10.1093/brain/120.2.229
- Platel, H., Price, C., Baron, J., Wise, R., Lambert, J., & Frackowiak, R. et al. (1997). The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Brain*, *120*(2), 229-243. doi: 10.1093/brain/120.2.229

- Plaut, D. (1999). A Connectionist Approach to Word Reading and Acquired Dyslexia: Extension to Sequential Processing. *Cognitive Science*, *23*(4), 543-568. doi: 10.1207/s15516709cog2304_7
- Plaut, D., & Shallice, T. (1993). Deep dyslexia: A case study of connectionist neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, *10*(5), 377-500. doi: 10.1080/02643299308253469
- Posner, M., & Petersen, S. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review Of Neuroscience*, *13*(1), 25-42. doi: 10.1146/annurev.ne.13.030190.000325
- Posner, M., Petersen, S., Fox, P., & Raichle, M. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science*, *240*(4859), 1627-1631. doi: 10.1126/science.3289116
- Price, C. (2013). Current themes in neuroimaging studies of reading. *Brain And Language*, *125*(2), 131-133. doi: 10.1016/j.bandl.2013.02.002
- Price, C., Wise, R., Watson, J., Patterson, K., Howard, D., & Frackowiak, R. (1994). Brain activity during reading The effects of exposure duration and task. *Brain*, *117*(6), 1255-1269. doi: 10.1093/brain/117.6.1255
- Pritchard, S., Coltheart, M., Palethorpe, S., & Castles, A. (2012). Nonword reading: Comparing dual-route cascaded and connectionist dual-process models with human data. *Journal Of Experimental Psychology: Human Perception And Performance*, *38*(5), 1268-1288. doi: 10.1037/a0026703
- Pritchard, S., Coltheart, M., Palethorpe, S., & Castles, A. (2012). Nonword reading: Comparing dual-route cascaded and connectionist dual-process models with human data. *Journal Of Experimental Psychology: Human Perception And Performance*, *38*(5), 1268-1288. doi: 10.1037/a0026703
- Protopapas, A., Orfanidou, E., Taylor, J., Karavasilis, E., Kapnoula, E., & Panagiotaropoulou, G. et al. (2016). Evaluating cognitive models of visual word recognition using fMRI: Effects of lexical and sublexical variables. *Neuroimage*, *128*, 328-341. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.01.013

- Pugh, K., Shaywitz, B., Shaywitz, S., Shankweiler, D., & et al. (1997). Predicting reading performance from neuroimaging profiles: The cerebral basis of phonological effects in printed word identification. *Journal Of Experimental Psychology: Human Perception And Performance*, *23*(2), 299-318. doi: 10.1037//0096-1523.23.2.299
- Raberger, T., & Wimmer, H. (2003). On the automaticity/cerebellar deficit hypothesis of dyslexia: balancing and continuous rapid naming in dyslexic and ADHD children. *Neuropsychologia*, *41*(11), 1493-1497. doi: 10.1016/s0028-3932(03)00078-2
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What Phonological Deficit?. *Quarterly Journal Of Experimental Psychology*, *61*(1), 129-141. doi: 10.1080/17470210701508822
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal Of Child Psychology And Psychiatry*, *44*(5), 712-722. doi: 10.1111/1469-7610.00157
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S., Day, B., Castellote, J., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, *126*(4), 841-865. doi: 10.1093/brain/awg076
- Ranganath, C., Johnson, M., & D'Esposito, M. (2003). Prefrontal activity associated with working memory and episodic long-term memory. *Neuropsychologia*, *41*(3), 378-389. doi: 10.1016/s0028-3932(02)00169-0
- Rapcsak, S., Henry, M., Teague, S., Carnahan, S., & Beeson, P. (2007). Do dual-route models accurately predict reading and spelling performance in individuals with acquired alexia and agraphia?. *Neuropsychologia*, *45*(11), 2519-2524. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.019
- Ravnkilde, B., Videbech, P., Rosenberg, R., Gjedde, A., & Gade, A. (2002). Putative Tests of Frontal Lobe Function: A PET-Study of Brain Activation During Stroop's Test and Verbal Fluency. *Journal Of Clinical And*

Experimental Neuropsychology, *24*(4), 534-547. doi: 10.1076/jcen.24.4.534.1033

- Rayner, K., & Reichle, E. (2010). Models of the reading process. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *1*(6), 787-799. doi: 10.1002/wcs.68
- Roach, N., & Hogben, J. (2007). Impaired filtering of behaviourally irrelevant visual information in dyslexia. *Brain*, *130*(3), 771-785. doi: 10.1093/brain/awl353
- Rumsey, J., Nace, K., Donohue, B., Wise, D., Maisog, J., & Andreason, P. (1997). A Positron Emission Tomographic Study of Impaired Word Recognition and Phonological Processing in Dyslexic Men. *Archives Of Neurology, 54*(5), 562-573. doi: 10.1001/archneur.1997.00550170042013
- Sakurai, Y. (2017). Brodmann Areas 39 and 40: Human Parietal Association Area and Higher Cortical Function (abstract). *Brain And Nerve.* ., *69*(4), 461-469. doi: doi: 10.11477/mf.1416200765.
- Sarter, M., Givens, B., & Bruno, J. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*, *35*(2), 146-160. doi: 10.1016/s0165-0173(01)00044-3
- Schatschneider, C., Carlson, C., Francis, D., Foorman, B., & Fletcher, J. (2002). Relationship of Rapid Automatized Naming and Phonological Awareness in Early Reading Development. *Journal Of Learning Disabilities*, *35*(3), 245-256. doi: 10.1177/002221940203500306
- Singleton, C. (2009).). Intervention for Dyslexia. A review of published evidence on the impact of specialist dyslexia teaching. Retrieved from http://www.4d.org.nz/school/dyslexia_intervention_research.pdf
- Skottun, B. (2000). The magnocellular deficit theory of dyslexia: the evidence from contrast sensitivity. *Vision Research*, *40*(1), 111-127. doi: 10.1016/s0042-6989(99)00170-4

- Skottun, B., & Skoyles, J. (2010). Temporal order judgment in dyslexia—Task difficulty or temporal processing deficiency?. *Neuropsychologia*, *48*(7), 2226-2229. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.013
- Song, S., Zilverstand, A., Song, H., d'Oleire Uquillas, F., Wang, Y., & Xie, C. et al. (2017). The influence of emotional interference on cognitive control: A meta-analysis of neuroimaging studies using the emotional Stroop task. *Scientific Reports*, *7*(1). doi: 10.1038/s41598-017-02266-2
- Sperling, A., Lu, Z., Manis, F., & Seidenberg, M. (2006). Deficits in achromatic phantom contour perception in poor readers. *Neuropsychologia*, *44*(10), 1900-1908. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.003
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: Evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal Of Experimental Psychology/Revue Canadienne De Psychologie Expérimentale*, *54*(2), 87-104. doi: 10.1037/h0087332
- Stefanatos, G., Joe, W., Aguirre, G., Detre, J., & Wetmore, G. (2008). Activation of human auditory cortex during speech perception: Effects of monaural, binaural, and dichotic presentation. *Neuropsychologia*, *46*(1), 301-315. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.008
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends In Neurosciences*, *20*(4), 147-152. doi: 10.1016/s0166-2236(96)01005-3
- Stein, J. (2018). What is developmental dyslexia? *Brain Sciences*, *8*(2), 26. doi:http://dx.doi.org/10.3390/brainsci8020026
- Stoodley, C., & Stein, J. (2012). Cerebellar Function in Developmental Dyslexia. *The Cerebellum*, *12*(2), 267-276. doi: 10.1007/s12311-012-0407-1

- Stuart, M., Stainthorp, R., & Snowling, M. (2008). Literacy as a complex activity: deconstructing the simple view of reading. *Literacy*, *42*(2), 59-66. doi: 10.1111/j.1741-4369.2008.00490.x
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain And Language*, *9*(2), 182-198. doi: 10.1016/0093-934x(80)90139-x
- TALLAL, P., MILLER, S., & FITCH, R. (1993). Neurobiological Basis of Speech: A Case for the Preeminence of Temporal Processing. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, *682*(1 Temporal Info), 27-47. doi: 10.1111/j.1749-6632.1993.tb22957.x
- Tononi, G., & Koch, C. (2015). Consciousness: here, there and everywhere?. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences*, *370*(1668), 20140167-20140167. doi: 10.1098/rstb.2014.0167
- Turesky, T., Olulade, O., Luetje, M., & Eden, G. (2018). An fMRI study of finger tapping in children and adults. *Human Brain Mapping*, *39*(8), 3203-3215. doi: 10.1002/hbm.24070
- Upadhyay, J., Silver, A., Knaus, T., Lindgren, K., Ducros, M., Kim, D., & Tager-Flusberg, H. (2008). Effective and Structural Connectivity in the Human Auditory Cortex. *Journal Of Neuroscience*, *28*(13), 3341-3349. doi: 10.1523/jneurosci.4434-07.2008
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M., Van Breukelen, G., & Jolles, J. (2006). The Stroop Color-Word Test. *Assessment*, *13*(1), 62-79. doi: 10.1177/1073191105283427
- Vidyasagar, T., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends In Cognitive Sciences*, *14*(2), 57-63. doi: 10.1016/j.tics.2009.12.003
- Vorobyev, V., Alho, K., Medvedev, S., Pakhomov, S., Roudas, M., & Rutkovskaya, J. et al. (2004). Linguistic processing in visual and modality-

nonspecific brain areas: PET recordings during selective attention. *Cognitive Brain Research, 20*(2), 309-322. doi: 10.1016/j.cogbrainres.2004.03.011

- Waldie, K., Badzakova-Trajkov, G., Miliivojevic, B., & Kirk, I. (2009). Neural activity during Stroop colour-word task performance in late proficient bilinguals: A functional Magnetic Resonance Imaging study. *Psychology & Neuroscience, 2*(2), 125-136. doi: 10.3922/j.psns.2009.2.004
- Wolf, M., Bowers, P., & Biddle, K. (2000). Naming-Speed Processes, Timing, and Reading. *Journal Of Learning Disabilities*, *33*(4), 387-407. doi: 10.1177/002221940003300409
- Xiao, Z., Zhang, J., Wang, X., Wu, R., Hu, X., Weng, X., & Tan, L. (2005). Differential activity in left inferior frontal gyrus for pseudowords and real words: An event-related fMRI study on auditory lexical decision. *Human Brain Mapping*, *25*(2), 212-221. doi: 10.1002/hbm.20105
- Yang, H., (2013) The Case for Being Automatic: Introducing the Automatic Linear Modeling (LINEAR) Procedure in SPSS Statistics. *Multiple Linear Regression Viewpoints, Vol. 39(2*), 27-37 .
- Yoo, S., O'Leary, H., Dickey, C., Wei, X., Guttmann, C., Park, H., & Panych, L. (2005). Functional asymmetry in human primary auditory cortex: Identified from longitudinal fMRI study. *Neuroscience Letters*, *383*(1-2), 1-6. doi: 10.1016/j.neulet.2005.03.025
- Zeffiro, T., & Eden, G. (2000). The neural basis of developmental dyslexia. *Annals Of Dyslexia*, *50*(1), 1-30. doi: 10.1007/s11881-000-0015-5
- Zeki, S. (2015). A massively asynchronous, parallel brain. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences*, *370*(1668), 20140174-20140174. doi: 10.1098/rstb.2014.0174
- Zeki, S. (2015). Area V5â€"a microcosm of the visual brain. *Frontiers In Integrative Neuroscience*, *9*. doi: 10.3389/fnint.2015.00021

- Zorzi, M., Houghton, G., & Butterworth, B. (1998). Two routes or one in reading aloud? A connectionist dual-process model. *Journal Of Experimental Psychology: Human Perception And Performance*, *24*(4), 1131-1161. doi: 10.1037//0096-1523.24.4.1131
- Zoubrinetzky, R., Bielle, F., & Valdois, S. (2014). New Insights on Developmental Dyslexia Subtypes: Heterogeneity of Mixed Reading Profiles. *Plos ONE*, *9*(6), e99337. doi: 10.1371/journal.pone.0099337

Neuropsychological Testing Of Dual Route Theory of Reading and Spelling among Dyslexic and Non-Dyslexic Children

Mostafa M. Eldeib

PhD.,Department of psychology- Benha University

Abstract:

This study aimed to test a dual route theory of reading aloud and spelling, by neuropsychological tests. The main hypothesis was simply, if the neuropsychological tests are sensitive to brain functions , the normal or high test score will reflect the normal brain regions activity and vice versa. On the other hand, the proposed two independent routes to word reading and spelling, suggest different specialized brain regions. This study tried to confirm that the neuropsychological tests that reflects the selective acivity of brain regions will predict differentially the word reading and spelling. The procdures conducted on two groups of male pupils, healthy readers (n = 22), as comparison group versus a dyslexic group with dyslexia as a clinical group (n = 14). The study recuited te sample from Benha city elementary schools. It took approximately three semesters to complete the selection of the sample. Demographic data were collected, childern progressive matrices (CPM), similarities, and reading tests were used as a diagnostic screening to exclude pupils with a lower IQ (90) and select the matched two samples.. There were no significant differences in the variables of homogeneity between the two groups, namely, age, intelligence and abstract thinking. Computerized neuropsychological tests were applied to pupils individually. Then the data statistically analysed by SPSS-25. The Automatic Linear Modeling analysis revealed two distinctive

predictive model for word reading and spelling in healthy subjects, where a ALM of the independent neuropsychological variables of the dependent variable spellings ($f_{(5, 16)}$ = 14,440, p <0.000), The adjusted value of R^2 = 0.762. While word reading: the analysis reveals a regression model ($F_{(5, 16)}$ = 15,535, p <0.000), and the adjusted t2 value = 0.827. While the dyslexics showed two different models also for word reading difficulty and spelling, where ALM reveals a regression model of the words spelling ($f_{(5, 13)}$ = 37,074, p <0.000), and the value of R^2 = 0.933, while the word reading model showed ($f_{(5, 13)}$ = 10,956, p <0.002), and the adjusted value of R^2 = 0,697. These findings suggested that the ALM selected diferent subgroups of independent variables according to task-brain functions sensitivity and group-based sensitivity , in addition we can conclude the existence of two relatively independent neural pathways to word reading and spelling skills. There are many hypotheses for future neuropsychological research and for dyslexia intervention strategies. Besides, the study supports research efforts to verify the assumptions of dual-route models accumulated since 1971, and now receives new support from Arabic speakers.

Keywords: dual route model –brain functions- word reading - spelling - dyslexia - neuropsychological testing