الذاكرة العاملة .. بين نموذج "بادِّلي" والنماذج الأخرى .. دراسة نظرية

معالي محمد أنور الهجان (*)

الملخص

تهدف هذه الورقة البحثية إلى استعراض الرؤى النظرية المختلفة عن الذاكرة العاملة التي باتت إحدى المفاهيم الهامة والمتميزة في مجال علم النفس المعرفي خلال السنوات الأخيرة نظرا لدورها الهام في العديد من الوظائف والمهام المعرفية المختلفة. ويعد نموذج "بادِّلي" عن الذاكرة العاملة أكثر هذه الرؤى تأثيرا في الدراسات المختلفة في هذا المجال.

وتبدأ الدراسة بتعريف مختصر لمفهوم الذاكرة العاملة، فعرض لبعض التصنيفات المطروحة لنماذج الذاكرة العاملة وفقا للفكرة الرئيسية التي اتفقت عليها كل مجموعة منها، ومن ثم تستعرض الدراسة عددا من هذه النماذج بالتفصيل، والتي تعكس أكثرها انتشارا من ناحية وتغطي معظم الاتجاهات النظرية من ناحية أخرى، مع التركيز على نموذج المكونات المتعددة لبادِّلي الذي يمثل الأساس النظري للدراسة، وإبراز أوجه التشابه والاختلاف بينه وبين النماذج الأخرى.

---

* مدرس مساعد بقسم علم النفس كلية الآداب - جامعة عين شمس

Working Memory .. Between "Baddeley's" Model and the Other Models: A Theoretical Study

Maaly M. Anwar El-Haggan

Abstract

This paper aims at presenting the different theoretical points of view of working memory which has become one of the most important and special concepts in cognitive psychology in the last few years due to its important role in many cognitive functions and tasks. "Baddeley's" model is considered the most influential of these views of working memory in the different studies in this field.

The study starts with a brief definition of the working memory concept, then a review of some presented categories of working memory models according to the main idea each group of them agreed on, and then the study presents, in detail, some of these models which reveal the most known ones and which cover most theoretical approaches, with a focus on Baddeley's multi-component model which is the basic model of the study. Furthermore it sheds light on points of similarities and differences between Baddeley's and the other models.

مفهوم الذاكرة العاملة:

حققت بحوث الذاكرة في السنوات الأخيرة تقدما كبيرا امتد من نظريات تركز على بنية الذاكرة إلى بحوث تناولت الذاكرة كعمليات وتجهيزات، حيث بدأ العلماء يركزون على المهام التي يقوم بها كل مكون من مكونات الذاكرة وماهية الإسهامات والوظائف التي يمكن أن يكون مسئولا عنها لإتمام جوانب معرفية معينة خاصة في ضوء اتجاه معالجة المعلومات Information Processing Approach، وبناء على ذلك تم تقسيم كل مكون من مكونات الذاكرة إلى مجموعة من المكونات الفرعية أو النظم التي يستخدم كل منها لأداء مهام مختلفة.

وقد كانت الذاكرة قصيرة المدى من أكثر مكونات الذاكرة التي حظيت باهتمام العلماء ودراساتهم، حيث بدأ العلماء ينظرون إلى وظائف جديدة للذاكرة قصيرة المدى على وجه الخصوص، وذلك من حيث قدرتها على المعالجة قصيرة المدى للمعلومات Process إلى جانب الاحتفاظ بها Store فيما أطلق عليه **"الذاكرة العاملة" Working memory.**

"إن مفهوم الذاكرة العاملة ينتقل بالذاكرة قصيرة المدى من المفهوم السلبي كمنطقة تخزين مؤقتة للمعلومات إلى مفهوم دينامي مسئول عن كل من الاحتفاظ بالمعلومات لمدة من الزمن وتنفيذ عمليات المعالجة المختلفة عليها في نفس الوقت" (محمد طه محمد، 1995: 259)، فعلى العكس من المفهوم التقليدي للذاكرة قصيرة المدى ذي التوجه نحو التخزين يعتبر مفهوم الذاكرة العاملة أكثر توجهاً نحو محددات المعالجة. ويطلق على الذاكرة العاملة في بعض الأحيان "حيز العمل" Work Space أو "سبورة العقل" Blackboard التي يعمل بداخلها كل من المعالجة النشطة والتخزين المؤقت للمعلومات ذات الصلة بالمهمة بشكل ديناميكي. (Miyake, Shai, 1999: 7 - 8)

وقد أشار كل من **"بادِّلي وهيتش" Baddeley and Hitch (1974)** إلى الذاكرة العاملة بوصفها مفهوما أعم وأشمل من الذاكرة قصيرة المدى التي تعد مكونا فرعيا من مكونات الذاكرة العاملة وفقا لنموذج بادِّلي، "فالذاكرة العاملة عند بادِّلي ليست ببساطة مخزنا خاملا يحتوي على مجموعة من الأرفف لتخزين وحمل المعلومات، وإنما هي تشكل نظاما حيا وفعالا قادرا على معالجة المعلومات وتجهيزها، فالذاكرة العاملة هي دولاب تجهيز Workbench يتم من خلاله حمل المعلومات وتوليفها وتحويلها". (في: فتحي مصطفى الزيات، 1998: 370)

وقد ظهر مصطلح الذاكرة العاملة لأول مرة لدى **"ميللر وجالانتر وبريبرام" Miller, Galanter and pribram (1960)** في كتابهم الكلاسيكي "الخطط وبناء السلوك" Plans and the Structure of Behavior، ومن ثم تم استخدامه في الاتجاهات التي اهتمت بالنمذجة الحاسوبية للسلوك كما لدى **"نيوويل وسيمون" Newell and Simon (1972)**، وكذلك في دراسات التعلم لدى الحيوان التي يكون

على الحيوان المشارك فيها الاحتفاظ بالمعلومات عبر المحاولات العديدة خلال نفس اليوم، ثم انتقل هذا المصطلح بعد ذلك إلى علم النفس المعرفي ليعبر عن ذلك النظام - أو الأنظمة - التي تتضمن كل من الاحتفاظ والمعالجة المؤقتين للمعلومات.

كما قام **"أتكنسون وشيفرين" Atkinson and Shiffrin (1968)** بتطبيق هذا المصطلح على تصورهما عن المخزن قصير المدى للمعلومات الذي افترضا فيه نظاما أحاديا لا يشتمل أية أجهزة فرعية، وفي المقابل قدم **"بادِّلي وهيتش" (1974)** نظاما متعدد المكونات للذاكرة العاملة أكدا فيه على الأهمية الوظيفية لهذا النظام في مقابل سعته التخزينية البسيطة. (as cited in: Baddeley, 2002: 85)

واستخدم العلماء مفهوم الذاكرة العاملة كذلك للتعبير عن ذلك الجزء من الذاكرة المؤقتة الذي تحدث فيه العمليات المعرفية الشعورية أكثر من العمليات التي تحدث في هامش الانتباه، حيث نظر العلماء إلى الذاكرة العاملة بوصفها نتاج للتفاعل المعرفي الشعوري للفرد لحظة بلحظة من جهة والاسترجاع اللحظي للمعلومات من جهة أخرى، إنها تحتوي على كل ما نعيه ونعمل عليه معرفيا في لحظة معينة، وهي المكان الذي يتم فيه بناء وإعادة بناء الأفكار التي يتم تخزينها النهائي في مكان آخر. (سليمان عبد الواحد يوسف إبراهيم، 2010: 252؛ عبد المنعم أحمد الدردير، وجابر محمد عبد الله، 2005: 151 – 152)

وعلى هذا فإن الذاكرة العاملة أصبحت تمثل مفهوما شاملا وجهازا عاما تنسب إليه العديد من الوظائف والعمليات المعرفية المختلفة، كوظيفة الذاكرة قصيرة المدى، والعمليات التنفيذية، والانتباه، والكف.

إن هذا التصور الجديد ينقل الذاكرة قصيرة المدى من المسئولية فقط عن عدد قليل من المهام المعرفية المحددة التي تتضمن الاحتفاظ السلبي بالمعلومات إلى المسئولية الأساسية عن مدى أوسع من المهام التي تلعب المعالجة المستمرة للمعلومات فيها دورا جوهريا لإتمام المهمة بالصورة المطلوبة، مثل مهام الفهم القرائي، والحساب، والاستدلال، والتخطيط، وحل المشكلات، وغيرها من المهام المعرفية.

وأحد الأمثلة الجيدة للأنشطة اليومية التي تستخدم الذاكرة العاملة هو الحساب العقلي، فعلى سبيل المثال إن محاولة ضرب رقمين (على سبيل المثال 43 * 27) دون استخدام قلم وورقة أو استخدام آلة حاسبة سوف تحتاج قبل كل شيء للإبقاء على هذين الرقمين في الذاكرة العاملة (تخزين)، وستكون الخطوة التالية هي استخدام قواعد الضرب المتعلمة لحساب نواتج أزواج الأرقام المتوالية (معالجة)، ومن ثم إضافة النواتج الجديدة المتواصلة للذاكرة العاملة (تخزين)، وأخيرا إضافة النواتج المعلقة في الذاكرة العاملة إلى بعضها البعض للوصول إلى الحل الصحيح (معالجة)، فلكي يُتم الفرد هذه العملية بنجاح فمن الضروري تخزين رقمين، ومن ثم تطبيق قواعد الضرب بنظام، وتخزين النتائج الوسيطة التي تنشأ، بينما نتابع مراحل

الحساب. (Alloway, and Gathercole, 2006: 134)

ومن الناحية الاجتماعية يستخدم الفرد الذاكرة العاملة في اللحظة التي يقابل فيها شخصا ويسمع فيها اسمه للمرة الأولى، وأكاديميا فإننا نستخدمها لإحداث التكامل في فهم قطعة نصية مكتوبة أثناء قراءتنا لها، ومهنيا فالذاكرة العاملة هي ما يحرك القدرة على التركيز وعدم قطع حبل الأفكار. (Stern, N. D.: 2)

كما تستخدم الذاكرة العاملة في تذكر الخطط أو التعليمات عما سوف نقوم به في الخطوة التالية، وفي حل المشكلات، وفي التحكم في الانتباه "تذكر ما يجب علينا أن ننتبه إليه أثناء أداء مهمة ما". (Klingberg, 2006: 1)

ومن أمثلة استخدام الذاكرة العاملة لدى الأطفال ما يقوم به الطفل عندما يحاول تذكر جملة عليه كتابتها بينما يتهجي الكلمات بشكل منفرد، أو عندما يتذكر قائمة من التعليمات المعطاة بواسطة المعلم بينما ينفذ خطوات منفردة من المهمة. (Stern, N. D.: 2)

وعلى هذا فإن التأكيد على البقاء النشط للمعلومات – والذي يطلق عليه البعض إبقاء المعلومات "على الخط" On Line - بحيث تكون هذه المعلومات جاهزة للاستدعاء والمعالجة والاستخدام بشكل مباشر أثناء أداء المهام المطلوبة حاليا هو أبرز خصائص الذاكرة العاملة التي اكسبتها مكانة هامة ومميزة في مجال علم النفس المعرفي.

النماذج النظرية للذاكرة العاملة:

تعددت النظريات (أو النماذج وفقا للمسمى الشائع حاليا) التي تعرضت لهذا المفهوم بالدراسة والتحليل. وسوف تستعرض الباحثة بداية بعض التصنيفات المطروحة لهذه النظريات أو النماذج:

<u>أولا:</u> نماذج الطبيعة الأحادية للذاكرة العاملة Unitary Nature في مقابل الطبيعة غير الأحادية Non-Unitary Nature :

تفترض نماذج الطبيعة الأحادية أن الذاكرة العاملة تتكون من وحدة واحدة فقط (مكون واحد فقط) تعمل على أداء وظائف الذاكرة العاملة، ومن هذه النماذج نموذج **"أندرسون وآخرون" Anderson et al. (1996)**، و**"إنجل وآخرون" (1992) Engle et al.**

بينما تقوم نماذج الطبيعة غير الأحاية على تقسيم الذاكرة العاملة إلى عدة مكونات فرعية. ومن هذه النماذج نموذج **"بادِّلي" (1986)** الذي كان محافظاً في تقسيمه للذاكرة العاملة، فقسمها إلى صوتية وبصرية مكانية فقط، ومنها كذلك نموذج **"شنيدر وديتويلر" Schneider and Detweiler (1987)** الذي قسمها تقسيما أوسع إلى: سمعية، وحركية، ومعجمية، ودلالية، ونحوية، وغيرها، ومنهم من قسمها إلى مستويات أبسط من التحليل. (as cited in: Miyake, Shai, 1999: 8 - 9)

ثانيا: الذاكرة العاملة كنموذج بنائي Structural في مقابل النموذج الوظيفي Functional:

يفترض الاتجاه البنائي أن الذاكرة العاملة تمثل وحدة بنائية منفصلة وثابتة داخل البناء المعرفي، وهذه البنية تدعم – وتحد كذلك – الأداء المعرفي للفرد، بينما يعرف الاتجاه الوظيفي الذاكرة العاملة بمصطلحات العمليات والهدف أكثر من البناء والهيكل، فالذاكرة العاملة لديه هي "عمليات التخزين والمعالجة المؤقتين للمعلومات" واللذان يمكن تدعيمهما من خلال أي من البناءات العصبية التشريحية Neuro-anatomical التي تتضمن بناءات مختلفة وفقاً للحالات المختلفة.

ويعد نموذج **"بادِّلي"** أحد النماذج البنائية الشهيرة للذاكرة العاملة، حيث يفترض بشكل أساسي أن الذاكرة العاملة تؤلف وحدة معرفية منفصلة لها مكوناتها الفرعية الأكثر أو الأقل استقلالاً، وعلى صعيد آخر يعد كل من نموذجي **"كوان" Cowan و"إريكسون وكينتش" Ericsson and Kintsch** من النماذج الوظيفية للذاكرة العاملة، حيث أنهما يوجهان اهتماماً أقل لتعريف بناءات أو مخازن خاصة ويركزون أكثر على العمليات. (as cited in: Timarova, 2008)

ثالثا: نماذج المصادر المشتركة Shared Resources في مقابل نماذج المصادر المنفصلة Separate Resources (أو نماذج السعة العامة الواحدة للتخزين والمعالجة في مقابل نماذج السعات المتعددة):

تفترض نماذج المصادر المشتركة أنه هناك تناوباً أو تعاقباً بين المعالجة والتخزين لدى الفرد يؤدي إلى انخفاض سعة الذاكرة وبطء المعالجة حيث تتوزع المصادر المختلفة بين المهام المطلوبة، فعندما تكون متطلبات المعالجة لمهمة ما مرتفعة فإن السعة المتاحة لمقابلة احتياجات التخزين ستكون أقل مما يتسبب في انخفاض مدى الذاكرة قصيرة المدى. ومن هذه النماذج **نماذج "دانمان وكاربنتر" Daneman and Carpenter (1980)، و"كان وإنجل" Kane and Engle.** (as cited in: Dehn, 2008: 40)

"بينما تفترض نماذج المصادر المنفصلة أن هناك مصادر متمايزة للذاكرة العاملة تتأثر فقط بدرجة طفيفة بالمطالب العامة. ومن هذه النماذج نموذج **"بادِّلي"** الذي تحدد فيه سعة ما أطلق عليه "المنفذ المركزي" معدل معالجة المعلومات، في حين يحدد مدى الذاكرة الصوتية قصيرة المدى داخل النظام سعة التخزين الصوتي، ويحدد مدى الذاكرة البصرية المكانية قصيرة المدى سعة التخزين البصرية المكانية. وهناك نماذج أخرى تفترض أن لكل مكون من هذه المكونات الفرعية أوعية مصادره الخاصة مع وجود مصادر تخزين منفصلة عن مصادر المعالجة، مما يشير إلى وجود قدرات تخزينية خاصة للمنفذ المركزي بالإضافة إلى مصادره الخاصة بالمعالجة، وكذلك بالنسبة لباقي المكونات". (في: المرجع السابق: 40: 42)

رابعا: نماذج المعالجة العامة General Processing في مقابل نماذج المعالجة المتخصصة Specific Processing:

تفترض نماذج المعالجة العامة وجود فاعلية عامة للمعالجة لدى الفرد بصرف النظر عن نوع المادة المقدمة أو خصائصها أو مدى مألوفيتها، ومن هنا ترى هذه النماذج أن سعة التخزين هي المحدد الرئيسي لكفاءة الذاكرة العاملة بصرف النظر عن عامل المعالجة. ومن هذه النماذج نموذج **"بادِّلي"** للذاكرة العاملة.

أما نماذج المعالجة المتخصصة فترى أن سعة الذاكرة العاملة تتحدد بطبيعة المهمة المطلوبة وكفاءة معالجة الفرد لهذه المهمة، ففعالية المعالجة - وليست سعة التخزين - هي المعيار الحقيقي للفروق الفردية في الذاكرة العاملة. ومن نماذج فاعلية المعالجة نذكر نموذج **"دانمان وكاربنتر" (1980)** - الذي قدم هذه الرؤية لأول مرة، ومنها كذلك نموذج **"إريكسون وكنتيش" (1995).** (في: المرجع السابق: 42 – 43)

خامسا: نماذج التنشيط التلقائي في مقابل نماذج التنشيط الإرادي (أو نماذج تنشيط الذاكرة طويلة المدى Long-Term Memory Activation في مقابل نماذج الانتباه والكفAttention and Inhibition):

تفترض نماذج تنشيط الذاكرة طويلة المدى أن الذاكرة العاملة هي جزء من الذاكرة طويلة المدى، وبشكل أكثر تحديدا هي الجزء "النشط" منها. وقد ركزت هذه النماذج بشكل أكبر على عمليات تنشيط ومعالجة المعلومات، وحددت سعة الذاكرة العاملة بشكل أساسي بسعة تنشيط المعلومات في الذاكرة طويلة المدى لدى الفرد بالإضافة إلى السعة الانتباهية لديه.

فعلى سبيل المثال يفترض **"كوان"** أن حوالي أربعة تمثيلات منشطة فقط من الذاكرة طويلة المدى يمكنها أن تكون في بؤرة الانتباه في أي لحظة من اللحظات، وعندما يكون هناك كم كبير جدا من المعلومات في حالة نشطة فإن ذلك يؤدي إلى بطء عمليات المعالجة ويؤثر على أداء الذاكرة العاملة. وعلى هذا فإن معدل معالجة المعلومات يتحدد بعدد التمثيلات طويلة المدى المنشطة في نفس الوقت أكثر من مدى الذاكرة قصيرة المدى.

ويرى **"إنجل"** أن الفروق بين الأفراد في سعة الذاكرة العاملة تتحدد بشكل أساسي بكم المعلومات في الذاكرة طويلة المدى التي يمكن للفرد تنشيطها في وقت واحد ، فالتنشيط وانتشار التنشيط يحدث عادة بشكل أوتوماتيكي دون جهود شعورية، وبالتالي فإن سعة الذاكرة العاملة تتحدد بشكل جوهري بعدد الأفكار أو وحدات المعلومات من المخزن طويل المدى التي يمكن الاحتفاظ بها ومعالجتها بشكل متزامن.

ووجهة نظر مشابهة يوردها **"باسكول – ليون" Pascual-Leone (2001)** الذي اعتقد أن جوهر سعة الذاكرة العاملة هو عدد المخططات المعرفية المنفصلة التي

يمكن تشغيلها Operated بشكل متزامن. (في: المرجع السابق: 43 – 44)

إلا أن **"إنجل" (1996)** أعاد اختبار الأفكار السابقة، ووجد أن الفروق في التنشيط لا تفسر بشكل نهائي الفروق في سعة الذاكرة العاملة، فكم التنشيط - وخاصة التنشيط التلقائي - لا يختلف كثيراً بين الأفراد، ولكن ما يختلف أكثر هو كم المعلومات التي يتم تنشيطها واسترجاعها خلال المعالجة الإرادية المقصودة المضبوطة، وقد أرجع إنجل هذه النتائج إلى الفروق الفردية في الكف أو مصادر الانتباه، وهو ما يتشابه مع نموذج **"هاشر وزاكس" Hasher and Zacks (1988)** الذي أكد على دور القدرة على كف المعلومات غير ذات الصلة بالمهمة المطلوبة.

وفي وجهة النظر البديلة هذه لا يرجع فقدان المعلومات من الذاكرة العاملة بشكل كلي إلى التحلل فحسب كما في النماذج السابقة، بل إنه يعود بشكل أساسي إلى التداخل واضطراب الانتباه، وبعبارة أخرى فإن أداء الذاكرة العاملة لا يعتمد على قياس مدى الذاكرة قصيرة المدى أو على فاعلية المعالجة العامة، بل على القدرة على الاحتفاظ بالتركيز على المحتوى الذي يتناسب مع أهداف المهمة الحالية، فما يحدد سعة الذاكرة العاملة هو الانتباه المضبوط Controlled Attention، حيث يسمح الانتباه الانتقائي للمعلومات ذات الصلة بالمهمة الحالية بدخول الذاكرة العاملة في حين يمنع (يكف) المعلومات غير ذات الصلة والتي تتضمن المعلومات التي كانت ذات صلة فقط منذ لحظة مضت. (في: المرجع السابق: 44)

ويعتبر نموذج **"إنجل" (1996)** من النماذج الرائدة في هذا المجال، والتي نظرت إلى الذاكرة العاملة بوصفها وظيفة الانتباه التنفيذي، ولم يغفل نموذج **"بادِّلي"** كذلك أهمية هذه العملية التي اعتبرها من الوظائف الأساسية للذاكرة العاملة ومحددا حاسما لكفاءة عملية المعالجة، إلا أنه اعتبرها إحدى وظائف الذاكرة العاملة وليست وظيفتها الوحيدة.

هذا ويعد نموذج المكونات المتعددة لبادِّلي – والذي تم تقديمه لأول مرة من خلال "بادِّلي وهيتش" (1974)، ثم تطويره فيما بعد في كل من: بادِّلي (1996)، (2000)، ربوفز Repovs وبادِّلي (2006) - النموذج الأكثر تأثيرا وتداولا للذاكرة العاملة في مجال علم النفس المعرفي، كما أنه يعتمد على مدى واسع من الدلائل الإمبريقية (as sited in: Timarova, 2008)، حيث اختبر عدد كبير من الدراسات نموذج بادِّلي لمدة ثلاثة عقود، وأيدت العديد من الدلائل الإمبريقية تقسيم بادِّلي للذاكرة العاملة. (Dehn, 2008: 14 – 15)

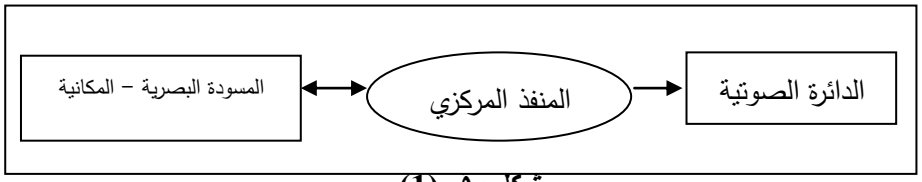
وسوف نستعرض أدناه عددا من النماذج السابقة للذاكرة العاملة والتي تعكس أكثرها تأثيرا من ناحية، وتغطي معظم الاتجاهات النظرية في مجال الذاكرة العاملة من ناحية أخرى، وذلك مع التركيز على نموذج "بادِّلي" وأوجه الشبه والاختلاف بينه وبين النماذج الأخرى.

1- نموذج المكونات المتعددة لبادِّلي: The Multi-Component Model by Baddeley

سمي نموذج بادِّلي بهذا الاسم لأنه كان أول نموذج يقسم الذاكرة قصيرة المدى إلى عدة مكونات فرعية بدلا من النظر إليها كمكون واحد، وقد تكوَّن نظام الذاكرة العاملة في التصور الأخير لبادِّلي من المكونات الأربعة التالية: مكون مركزي أطلق عليه **"المنفذ المركزي"** The Central Executive، وثلاثة أنظمة فرعية تعمل تحت إشراف المكون الأول هي: **"الدائرة الصوتية"** The Phonological Loop، و**"المسودة البصرية - المكانية"** Visuo – Spatial Sketch Pad، و**"الحاجز العرضي" أو "حاجز الأحداث"** Episodic Buffer .

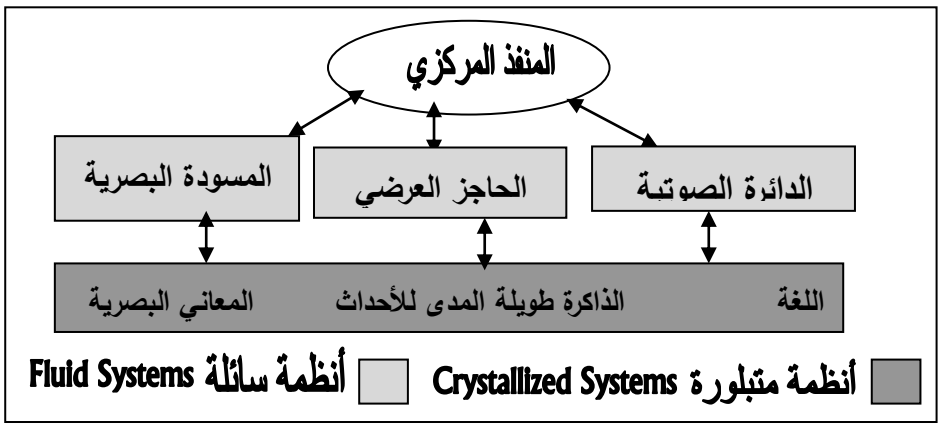
وكان التصور الأول لبادِّلي وهيتش (1974) قد تكوَّن من الوحدات الثلاث الأولى فقط فيما أطلق عليه "النموذج الثلاثي"، ثم أضيف المكون الرابع في تعديل عام (2000).

وينظر هذا النموذج إلى كل من الدائرة الصوتية والمسودة البصرية - المكانية والحاجز العرضي كأنظمة خدمية Slaves Systems، محددة السعة التخزينية، يختص كل منها بالتخزين المؤقت لنوع معين من المعلومات، حيث تختص الدائرة الصوتية بتخزين المعلومات اللغوية والعددية، وتختص المسودة البصرية - المكانية بتخزين المعلومات البصرية والمكانية، بينما يعد الحاجز العرضي مكونا تخزينيا عاما يهتم بصفة خاصة بالمعلومات المعقدة متعددة الأبعاد ويتصل بالذاكرة طويلة المدى، ويعد المنفذ المركزي مكونا إشرافيا ذا مهام خاصة. (Timarova, 2008)



شكل رقم (1)
النموذج الثلاثي للذاكرة العاملة لبادِّلي وهيتش (1974)
نقلا عن (Baddeley, 2002: 86)

وقد ركز العمل الأولي لبادِّلي وهيتش على المكونين الفرعيين على أرضية أنهما يقدمان مشكلات أكثر قابلية للمناقشة والحل مما يقدمه المنفذ المركزي (Baddeley, Alan D: 2002: 86)، كما قسم كل مكون من هذين المكونين بدوره إلى مجموعة من المكونات الفرعية.



شكل رقم (2)
التصور المعدل لنموذج الذاكرة العاملة متعدد المكونات
بواجهة مشتركة بين الأنظمة الفرعية للذاكرة العاملة والذاكرة طويلة المدى)
نقلا عن (Baddeley, 2003: 835)

أ- الدائرة الصوتية: The Phonological Loop

تتكون الدائرة الصوتية لدى بادِّلي من مكونين فرعيين هما: **المخزن الصوتي A Phonological Store**، **وعملية التحكم النطقي An Articulatory Control Process.**

ويسمح **المخزن الصوتي** للمعلومات اللفظية المقدمة في صورة سمعية بالدخول المباشر إليه بصورة أوتوماتيكية، ويختص بتخزين اللغة في صورة صوتية، وتتحلل المعلومات فيه بسرعة خلال عدة ثوان، أما **عملية التحكم النطقي** فتتلخص وظيفتها في حماية المعلومات في المخزن الصوتي من التحلل السريع عن طريق إعادة تنشيط مسارات الذاكرة من خلال عملية "التسميع تحت الصوتي" Sub vocal Rehearsal Process – والتي تعرف كذلك بـ "نظام التسميع النطقي" An Articulatory Rehearsal System. ويُرجع بادِّلي المدى المحدود للذاكرة الفورية بسبب أن عملية التلفظ هذه تأخذ مكانها في توقيت ثابت، وكلما ازداد عدد الوحدات التي يتم تسميعها فسنصل إلى نقطة سوف تتحلل فيها الوحدة الأولى قبل أن يتم تسميعها. (Timarova, 2008 ;Baddeley, 2003: 830)

كما أن هناك وظيفة أخرى لعملية التحكم النطقي تتمثل في اختصاصها بالتعامل مع الأشكال الأخرى من المعلومات – أي المعلومات غير الصوتية - كالمعلومات المكتوبة المقدمة في صورة بصرية لترمزها نطقياً أولاً قبل أن يتم تخزينها في المخزن الصوتي. (Timarova, 2008; Repovs, and Baddeley,

2006: 7; Baddeley, 2003: 830)

"وعلى هذا فإن الدائرة الصوتية تناظر دائرة مسجل الشرائط السمعية ذي السعة المحددة الذي يقوم بتسجيل الكلمات أو الوحدات السمعية الأخرى بنفس ترتيب تقديمها قبل أن تتحلل هذه الوحدات سريعاً أو تسجل عليها وحدات سمعية جديدة ما لم تقم عملية التسميع بإعادة تسجيلها مرة أخرى على الشريط، ومن ناحية أخرى تعمل الدائرة الصوتية على تحويل المثيرات البصرية إلى رموز صوتية تتضمن الخصائص الصوتية acoustic والوقتية والتتابعية للمثيرات اللفظية". (Dehn, 2008: 15)

وافترض بادِّلي (2002) أن سعة المخزن الصوتي تساوي ثانيتين تقريباً بالنسبة للمواد اللفظية، حيث يستطيع الفرد أن يتذكر عدداً من الكلمات مساوياً لتلك التي يستطيع أن ينطق بها في ثانيتين، ويمكن أن تختلف الكمية الفعلية للمادة المخزنة بين الأفراد وفقاً لسرعتهم في النطق.

وتنبع هذه الفكرة من افتراض النموذج بأن المسارات الموجودة في المخزن الصوتي تتحلل خلال فترة زمنية تبلغ حوالي ثانيتين ما لم يتم تنشيطها من خلال عملية التسميع. (Timarova, 2008; Baddeley, 2002: 86)

وفي عام (2006) أشار بادِّلي إلى أن سعة المخزن الصوتي تتحدد بعدد الوحدات التي يمكن التلفظ بها خلال الوقت المتاح قبل تحلل مسارات الذاكرة الخاصة بهذه الوحدات. (Repovs, and Baddeley, 2006: 7)

عوامل تؤثر على أداء الدائرة الصوتية:

1) أثر التشابه الصوتي: Phonological Similarity Effects

يؤدي التشابه بين أجزاء المادة المقدمة للحفظ إلى تلاشي جزء من المادة والتداخل فيما بينها، فنجد أن تتابعات الحروف غير المتشابهة صوتيا sounding مثل (W, X, K, R, Y, Q) أسهل في تذكرها من تتابعات الحروف المتشابهة صوتياً مثل (V, B, G, T, P, C). (Repovs, and Baddeley, 2006: 7; Baddeley, 2003: 830)

ويرجع حدوث هذه الظاهرة نتيجة الاضطراب وسوء التحديد Misidentifications الذي يحدث في المخزن السلبي للمدخلات الصوتية أثناء التسميع والاسترجاع النهائي، حيث يؤدي أي فقد للمعلومات إلى تداخل بين الوحدات المتشابهة صوتياً. ويؤيد هذا التفسير إدعاء بادِّلي بأن ترميز الذاكرة قصيرة المدى للمعلومات اللفظية يعتمد على الصوت Phonetically Based، بينما يعتمد الترميز في الذاكرة طويلة المدى بدرجة أكبر على المعنى Meaning. (Dehn, 2008: 18)

2) أثر طول الكلمة: The Word Length Effect

"وفي هذا الأثر ينخفض أداء الذاكرة الفورية للكلمات المتتابعة كلما زادت المدة الزمنية لنطق هذه الكلمات" (Repovs, and Baddeley 2006: 7):
فالكلمات المكونة من حروف قليلة أفضل في استدعائها من الكلمات المكونة من حروف أكثر، كما أن الكلمات ذات المقاطع القصيرة أفضل في استدعائها من الكلمات ذات المقاطع الأطول، وأخيرا فإن الكلمات ذات عدد المقاطع الأقل أفضل في القدرة القرائية وإعادة التذكر. "فكلمات مثل (Sum, Pay, Very, Bar, Hop) تكون أسهل في استدعائها من كلمات مثل (Helicopter, University, Television, Alligator, Opportunity)". (Baddeley, 2002: 86)

"وقد فسر بادِّلي وزملاؤه هذا الأثر بأنه انعكاس لتحلل مسارات الذاكرة عبر الوقت، فمع تطلب الكلمات الطويلة وقت أطول للتسميع فإن هذا يسمح بتحلل أكثر مما يحدث مع الكلمات القصيرة" (Repovs, and Baddeley, 2006: 7)، وما يدعم ذلك هو زوال أثر طول الكلمة عندما يمنع التسميع تحت الصوتي من خلال الطلب من المفحوص ترديد كلمة غير ذات صلة بالمادة المراد حفظها (عملية القمع النطقي). (Baddeley, 2003: 831; Baddeley, 2002: 86)

"وفي تفسير آخر فإن أثر طول الكلمة ينشأ بدرجة كبيرة أو بدرجة كلية عن التأخر في الوصول إلى المقاطع أثناء الإخراج نتيجة زيادة عدد المقاطع أكثر مما يعود لعملية التسميع". (Baddeley, 2003: 832)

3) أثر الحداثة والأولية : Recency and Primacy Effects

"يشار غالباً إلى تأثير الحداثة والأولية كدليل قوي على وجود المخزن الصوتي المؤقت، حيث يميل الأفراد إلى استدعاء الوحدات الشخصية الأكثر حداثة في تقديمها بشكل أفضل من الوحدات المقدمة سابقاً ... ويرجح أن هذه الظاهرة تنتج عن إزاحة المفاتيح المبكرة أو إعادة الكتابة فوقها، فالوحدات الحديثة يتم تذكرها لأن الاحتفاظ بها مازال مستمراً في المخزن الصوتي في وقت الاستدعاء، كما أن هذه الوحدات يتم استدعاؤها أوتوماتيكيا دون الحاجة إلى التسميع أو مع عدم إعطاء المفحوصين وقتا للتسميع ...

وتمثل الأولية – الاستدعاء الأفضل للوحدات في بداية القائمة بالمقارنة بتلك في منتصفها – خاصية ثابتة من خصائص الذاكرة. ويظهر هذا الأثر بشكل خاص في حالة التسميع تحت الصوتي، ويرجح أن هذا الأثر يرجع إلى وجود احتمالية كبيرة لإعادة هذه الوحدات أكثر من الوحدات اللاحقة عليها". (Dehn, 2008: 18 - 19)

4) أثر الأصوات غير ذات الصلة : Irrelevant Sound Effects

"إن تقديم حديث غير ذي صلة بالمادة المطلوب حفظها وتذكرها بشكل

متزامن مع أو تال على تقديم القائمة يخفض بشكل دال من استدعاء المادة اللفظية". (Repovs, and Baddeley, 2006: 7)

ويشير البعض إلى هذا الأثر بوصفه "إعاقة الاستدعاء الفوري نتيجة العرض المتزامن أو اللاحق لمادة كلامية غير ذات صلة بالمعلومات المطلوب حفظها". (Baddeley, 2003: 832)

"وأحد التفسيرات التي قدمت في هذا المجال ظهرت في النموذج الأولي لـ **"باج ونوريس" (2003) Page and Norris** الذي اقترح فيه أن أثر الأصوات غير ذات الصلة يأتي من خلال التنافس على مصادر الذاكرة بين إعادة تقديم ترتيب القائمة المراد تذكرها وقائمة الأصوات غير ذات الصلة" (as cited in: Repovs, and Baddeley, 2006: 7)، "وهي الظاهرة التي تم تفسيرها سابقاً في نموذج الذاكرة قصيرة المدى عن طريق ما يعرف بـ "حجب المعينات". (Baddeley, 2003: 832)

5) أثر القمع النطقي: Articulatory Suppression Effect

يظهر هذا الأثر عندما يطلب من المشاركين أن يكرروا التلفظ بكلمة ليس لها علاقة بالمادة المقدمة للحفظ اثناء أداء الاختبار، حيث يؤثر هذا سلباً على وظيفة عملية التسميع النطقي للمادة المراد تذكرها. (Repovs, G; Baddeley, A: 2006: 8)

وظائف الدائرة الصوتية:

يتفق **"بادِّلي وجاثركول Gathercole وباباجنو Papagno" (1998)** على أن الدائرة الصوتية تدعم اكتساب الأطفال للغتهم الأصلية، كما أنها تلعب دوراً هاماً في تعلم الراشدين أية لغة ثانية (as cited in: Baddeley, 2003: 832; Baddeley, 2002: 87). "ويتضمن هذا النظام التحكم في اكتساب الكلمات الجديدة ومقارنة التتابعات غير المألوفة للأصوات". (Baddeley, 2003: 832)

ب- المسودة البصرية – المكانية: Visuo – Spatial Sketch Pad

إن التقسيم الرسمي للمسودة البصرية - المكانية بالتناظر مع الدائرة الصوتية تم تقديمه من خلال **"لوجي" (1995)**، حيث عرض لوجي تمييزاً بين مكون يتضمن التخزين البصري السلبي المؤقت Passive visual Temporary Store أطلق عليه "المخبأ البصري" Visual Cache، وعملية تسميع واسترجاع مكاني نشطة أطلق عليها "الكتابة الداخلية" Inner Scribe. (as cited in: Repovs, and Baddeley, 2006: 9; Baddeley, 2003: 834)

"وقد أكدت الدراسات على الافتراض الأولي للنموذج متعدد المكونات بأن الذاكرة البصرية - المكانية تمثل مكوناً منفصلاً من مكونات الذاكرة العاملة، ولكنها قدمت أيضاً دلائل على تقسيمات أبعد ... فالتمثيلات في النظام الفرعي البصري يبدو أنها تعتمد على الاحتفاظ بعدد صغير من الخصائص الأساسية المميزة للأشياء

(كاللون، والشكل، والاتجاه) والتي تخزن بشكل مستقل في مجموعة من المخازن المتوازية التي يختص كل منها بأحد هذه الخصائص الأساسية، ويمكن لهذه الخصائص الفردية المخزنة بعد ذلك أن تترابط معاً في تمثيلات متكاملة للموضوع وتخزن من خلال ميكانيزمات انتباهية أكثر حساسية". (Repovs, and Baddeley, 2006: 12)

"وبالتماثل مع نظيرتها الصوتية فإن الذاكرة العاملة البصرية محددة في سعتها، وتبلغ هذه السعة حوالي ثلاثة أو أربعة موضوعات". (Baddeley, 2003: 833)

"ويظهر أن تحلل المعلومات في المخزن البصري المكاني المؤقت يكون بنفس سرعة التحلل الصوتي، حيث يحدث خلال عدة ثوان، ويكون معدل النسيان دالة لمدى تعقد المثير والفترة الزمنية لعرضه، كما يبدو أن إعادة تنشيط المسارات البصرية مرة أخرى تنتج عن حركة العين أو معالجة الصورة أو استخدام بعض أنواع المعينات البصرية". (Dehn, 2008: 19)

وظائف المسودة البصرية ـ المكانية:

"يبدو أن المسودة البصرية ـ المكانية تعمل بشكل أساسي من أجل الاحتفاظ بالمثيرات المكانية أو الشكلية، ولذلك ترتبط هذه المسودة بالتحكم في وإنتاج الحركة الفيزيقية، كما تقوم المسودة البصرية ـ المكانية كذلك بوظيفة هامة أثناء القراءة، حيث تعمل على الترميز البصري للأحرف والكلمات المطبوعة في نفس الوقت الذي تحتفظ فيه بإطار بصري مكاني مرجعي يسمح للقاريء بالرجوع إلى المسارات السابقة مع الاحتفاظ بمكانه في النص". (المرجع السابق: 19)

ويورد **"بادّلي" (2003)** وظائف أخرى للمسودة البصرية المكانية على النحو التالي:

1) "إن القدرة على الاحتفاظ بـ ومعالجة التمثيلات البصرية ـ المكانية يمدنا بمقياس للذكاء غير اللفظي والذي يعد بدوره منبأ بنجاح الفرد في مجالات مثل الهندسة والمعمار Architecture.

2) تستخدم المسودة البصرية ـ المكانية في بعض الأحيان لمعالجة الوحدات التي يتم ترميزها في الدائرة الصوتية.

3) بالتناظر مع دور الدائرة الصوتية في اكتساب اللغة فمن المقبول أن يتوقع أن المسودة البصرية ـ المكانية قد يكون لها دوراً في اكتساب المعرفة الدلالية عن مظاهر الأشياء وكيفية استخدامها وفهم الأنظمة المعقدة كوظائف الآلات.

4) تلعب المسودة البصرية ـ المكانية دوراً هاماً في التوجه المكاني والمعرفة الجغرافية". (Baddeley, 2003: 834)

ج- المنفذ المركزي: The Central Executive

يمثل المنفذ المركزي المكون الجوهري والركن الأساس من مكونات الذاكرة العاملة في تصور بادِّلي، حيث يعد المنفذ المركزي المكون الأكثر أهمية - ولكن الآخر فهماً - من مكونات الذاكرة العاملة.

1 "ويعد المنفذ المركزي مسئولاً عن التحكم في الأنظمة الفرعية الأخرى، وكذلك عن تجميع وتنسيق جميع العمليات المعرفية المتضمنة في أداء الذاكرة العاملة كتوزيع سعة الانتباه المحدودة، كما يتحكم المنفذ المركزي في تدفق المعلومات خلال الذاكرة العاملة في أي وقت. إن المنفذ المركزي يناظر اللوحة التنفيذية التي تتحكم في الانتباه، وتختار الاستراتيجيات، وتعمل على تكامل المعلومات من المصادر العديدة المختلفة". (Dehn, 2008: 22)

كما يوصف المنفذ المركزي بأنه "المكون الأساسي المسئول عن التحكم في العمليات التنفيذية التي تتضمن توجيه الانتباه إلى المعلومات ذات الصلة بالمهمة الحالية وقمع المعلومات غير ذات الصلة والأفعال غير المرغوبة، والإشراف على تكامل المعلومات، والتنسيق بين العمليات المعرفية المتعددة لكي تنفذ بشكل متواز، وكذلك التنسيق بين الأنظمة الفرعية للذاكرة العاملة".(Pezzulo, 2007: 1)

وفي بداية نموذج بادِّلي تم تعريف المنفذ المركزي بأنه "وعاء محدود السعة لمصادر المعالجة العامة" (Repovs, and Baddeley, 2006: 12). وفي هذا التعريف الأولي تم التأكيد على بعض الخصائص للمنفذ المركزي: فهو يختص بعمليات المعالجة دون التخزين الذي تختص به باقي المكونات، وهو محدد السعة في حجم عمليات المعالجة التي يمكن أن يقوم بها، "وهو يعمل في أي وقت يحتاج فيه الفرد إلى تخزين ومعالجة المعلومات بشكل متزامن، فالمهام التي تقدم تداخلاً أو مهمة معالجة ثانوية أثناء المطالبة بالاحتفاظ بالمعلومات سوف تتضمن بشكل أساسي دوراً للمنفذ المركزي". (Dehn, 2008: 22)

كما تم استخدام المنفذ المركزي للإجابة على تساؤلات لم يمكن لباقي مكونات النموذج الإجابة عنها مثل: ما الذي يحدد متى يتم استخدام الدائرة الصوتية أو المسودة البصرية - المكانية، وكيف يمكن أن تتكامل كل منهما مع الأخرى. وكان المنفذ المركزي يوظف كمكون صغير يعمل على اتخاذ قرارات هامة كتلك المشار إليها أعلاه. (Baddeley, 2002: 89)

إلا أن أهم وأبرز ما ذكره بادِّلي عن المنفذ المركزي يتمثل في خصائص الضبط الانتباهي والتحكم في الانتباه التي أكد عليها بادِّلي لاحقا، حيث اتفقت معظم النظريات التي اهتمت بالذاكرة العاملة على الحاجة الماسة إلى وجود نظام ذي سعة انتباهية محددة يعمل داخل بناء الذاكرة العاملة ويختص بالتحكم في الانتباه بالإضافة إلى الأنظمة التخزينية الأكثر سطحية. (Baddeley, 2003: 829)

وقد قام **بادِّلي في عام (1996)** بتطوير مفهوم المنفذ المركزي وتقديم وصف

أكثر دقة له، وحدد بادِّلي العمليات الفرعية المحتملة للمنفذ المركزي على النحو التالي:

1) القدرة على تركيز الانتباه To Focus Attention: فأي شيء يعمل على إعاقة القدرة الانتباهية سوف يؤدى إلى إفساد أداء الذاكرة العاملة. ومن هنا فإن القدرة على تركيز السعة الانتباهية المتاحة يعد أحد أهم الوظائف للمنفذ المركزي، غير أنه ليست كل المهام – أو المهام المعقدة تحديداً - تعتمد على هذه الوظيفة.

2) تقسيم الانتباه Dividing Attention.

3) تحويل الانتباه Switching Attention. (as cited in: Baddeley, 2002: 90 - 91)

4) القدرة على ربط محتويات الذاكرة العاملة مع الذاكرة طويلة المدى (وهي الوظيفة التي تم نقلها بعد ذلك في عام (2000) مع بعض الوظائف الأخرى للمنفذ المركزي إلى مكون الحاجز العرضي الذي تمت إضافته للنموذج).

ويشير **"ربوفز وبادِّلي" (2006)** إلى أن التمثيل والاحتفاظ البسيطين يبدو أنهما يكونان مستقلين عن المنفذ المركزي ما لم يتطلبا ربطاً وتكاملاً معقداً للمعلومات، وفي القدرات المعرفية المعقدة يبدو أن المنفذ المركزي يتدخل بشكل كبير كمصدر للضبط الانتباهي الذي يتولى تركيز الانتباه وتقسيم الانتباه بين المهام المتزامنة، ويساهم كأحد مكونات تحويل الانتباه. (Repovs, and Baddeley, 2006: 14 – 15)

كما اختبر **"مایاك وآخرون" Miyake et al. (2000)** بناء بادِّلي وحدد ثلاث وظائف أساسية مرتبطة بالمنفذ المركزي هي: الكف Inhibition، والتحويل Switching، والتحديث Updating.

والكف – الذي يمكن القول بأنه أهم وظائف المنفذ المركزي على الإطلاق – هو القدرة على الانتباه لمثير واحد فقط "تذكر ما ينبغي الانتباه له" مع طرح وقمع التأثيرات المشوشة للمعلومات المولدة أو المستدعاة تلقائيا والتي لا تعد وثيقة الصلة بالمهمة الحالية، كما يطرح الكف كذلك المعلومات النشطة التي لم تعد بعد ذات صلة بالمهمة ويقمع الاستجابات غير الصحيحة، أما التحويل – أو التبديل Shifting – فيشير إلى القدرة على التحول بين مهام وأوضاع وعمليات مختلفة، والتحديث هو – والذي يتشابه مع الكف – القدرة على التحكم في وتحديث المعلومات في الذاكرة العاملة. إن التحديث هو عملية ثابتة للمراجعة تحتل بواسطتها المعلومات الجديدة والأكثر صلة مكان المعلومات القديمة والتي لم تعد بعد ذات صلة بالمهمة. (as cited in: Dehn, 2008: 23)

نقد النموذج الثلاثي الأول لبادِّلي:

في ضوء البحوث المتتالية والتقييم المستمر الذي قام به بادِّلي لنموذجه انتقد بادِّلي نموذجه الثلاثي الأولي للذاكرة العاملة من عدة جوانب:

1) إن النموذج الثلاثي لا يمدنا بتفسير واضح لظواهر مثل التناقض بين سعة الذاكرة الفورية للنثر وسعة الذاكرة الفورية للكلمات غير المترابطة، فبينما يكون مدى الكلمات غير المترابطة حوالي خمس وحدات يتسع مدى الجمل ليشمل ستة عشر كلمة في نفس الزمن.

ومع اعتبار السعة المحددة للأنظمة الفرعية ومع الافتراض بأن المنفذ المركزي هو نظام انتباهي خالص دون سعة تخزينية خاصة فإن استدعاء النثر يعكس بوضوح عملية التجزيل أو التجميع Chunking التي يُعزز فيها الاستدعاء من خلال تركيب الفقرات في وحدات أكبر، أي تجميع الكلمات في مقاطع. (Timarova, 2008; Repovs, and Baddeley, 2006: 15; Baddeley, 2003: 835 – 836; Baddeley, 2002: 91)

2) مشكلة أخرى نجدها في النموذج الثلاثي وهي كيفية ربط المعلومات من النظامين الفرعيين مع بعضهما البعض، فحتى في قياس المدى اللفظي البسيط تظهر لنا دلائل على الجمع بين الترميز اللفظي والترميز البصري، والتساؤلات المطروحة هنا تدور حول كيف وأين يتم تجميع المعلومات، وهل ربما يوجد هناك - عند مستوى معين - ترميز عام Common Code لكل منهما. (Baddeley, 2002: 90)

ولحل هذه المشكلة قدم بادِّلي في عام (2000) مكونا رابعا للنموذج كنظام خدمي جديد وهو الحاجز العرضي "أو حاجز الأحداث" The Episodic Buffer. ويفترض بادِّلي أن هذا الحاجز العرضي يقدم نظاماً تخزينياً يستخدم ترميزا متعدد الأشكال Multimodal Code، وهو "عرضي" لأنه يحتفظ بالمعلومات التي يتم تجميعها من عدد من الأنظمة التي تتضمن باقي مكونات الذاكرة العاملة والذاكرة طويلة المدى في بناءات معقدة متماسكة ومتكاملة - مشاهد أو أحداث Scenes or Episodes - و"حاجز" لأنه يمدنا بمساحة مشتركة محددة السعة تخدم كوسيط بين الأنظمة الفرعية التي تستخدم رموزاً مختلفة، حيث يتم الربط بين هذه الرموز في تمثيلات محورية متعددة الأبعاد (as cited in: Repovs, and Baddeley, 2006: 15) ، إنه يؤدي بعض الوظائف التي نسبها نموذج بادِّلي وهيتش (1974) بشكل ضمني للمنفذ المركزي.

ومن هنا فإن المنفذ المركزي في التصور الأخير لبادِّلي يفترض به أن يكون جهازاً انتباهياً خالصاً يمتد دوره خلف وظيفة الذاكرة، في حين أن الحاجز العرضي هو مكون يختص بدعم الذاكرة بشكل خالص. حيث يؤدى الحاجز من خلال الوعي الشعوري وظيفة الربط التي تعد الميزة البيولوجية الأساسية للشعور، وهذا يسمح بالتعامل مع المصادر المتعددة للمعلومات في وقت واحد ويخلق نموذجا للبيئة التي

ربما تتم معالجتها لحل المشكلات والتخطيط للسلوك. (Baddeley, 2002: 92)
كما سمح هذا النموذج الجديد أيضاً بالتمييز بين الأنظمة السائلة Fluid Systems التي تخدم المعالجة العامة – كالتخزين المؤقت – والأنظمة المتبلورة Crystallized Systems التي تسمح بالتخزين طويل المدى وتجميع المعرفة كما يظهر في الشكل رقم (2). (Timarova, 2008)

د- الحاجز العرضي "أو حاجز الأحداث": The Episodic Buffer

يقوم الحاجز العرضي بالدور الرابع الذي اقترحه بادِّلي للمنفذ المركزي عام (1996)، وهو تكوين واجهة مشتركة بين الأنظمة الفرعية والذاكرة طويلة المدى، وهي النقطة التي تم تجاهلها في بداية طرح النموذج بشكل كبير. (as cited in: Baddeley, 2002: 91)

ويفترض أن هذا المكون هو مخزن محدد السعة يربط المعلومات مع بعضها البعض لعمل حلقات أو أحداث مجمعة، ويتم التعامل معه شعورياً، ويمثل سطحاً مشتركاً بين الذاكرة الدلالية الشخصية طويلة المدى وبين التمثيلات متكاملة البناء المعتمدة على المعلومات الحديثة، كما يسمح الحاجز العرضي بالترميز المباشر داخل ذاكرة الأحداث الشخصية طويلة المدى، ويتحكم في البحث المباشر للذاكرة طويلة المدى.

إن إضافة مكون الحاجز العرضي قد زاد بشكل هائل من نوعية المعلومات - كالمعلومات الدلالية - التي يمكن تخزينها ومعالجتها في الذاكرة العاملة. (Dehn, 2008: 25)

ويفترض أن هذا المكون يُضبط انتباهيا من خلال المنفذ المركزي، حيث يعتمد تكامل وحفظ المعلومات في الحاجز العرضي على الجهاز الانتباهي محدود السعة المعروف بالمنفذ المركزي، كما يعتمد الحاجز العرضي في استرجاع المعلومات على الوعي الشعوري الذي يربط المعلومات المعقدة من أشكال ومصادر متعددة، ويتميز بالترميز متعدد الأبعاد الذي يسمح للأنظمة المختلفة بالتكامل مع بعضها البعض. (Repovs, and Baddeley, 2006: 15) (Baddeley, 2003: 836)

"وقد تم تقديم هذا الحاجز كمكون فرعي مستقل كلية عن باقي المكونات، ولكن يمكن اعتباره المكون التخزيني للمنفذ المركزي". (Baddeley, 2003: 836)

العلاقة بالذاكرة طويلة المدى بين الحاجز العرضي والنماذج الأخرى للذاكرة العاملة:

جاء مفهوم "الحاجز العرضي" لدى بادِّلي لتأييد فكرة أن الذاكرة العاملة هي أكثر من مجرد المناطق النشطة داخل الذاكرة طويلة المدى كما جاء في بعض النماذج الأخرى كنموذج **"كوان"** الذي سوف نستعرضه لاحقا (Dehn, 2008: 25)، ويختلف هذا الطرح عن الأطروحات الأخرى المشابهة في افتراضه أن المعلومات

طويلة المدى يتم تحميلها Downloaded في مخزن مؤقت مستقل أكثر من مجرد تنشيطها داخل الذاكرة طويلة المدى، ولذلك فإنه يؤكد على قدرة الذاكرة العاملة على معالجة وخلق تمثيلات جديدة أكثر من مجرد تنشيط الذكريات القديمة. (Baddeley, 2003: 836)

كما يختلف هذا النموذج عن مفهوم **"تولفنج"** Tulving عن ذاكرة الأحداث الشخصية Episodic Memory في افتراض وجود بناء يهتم بالتخزين المؤقت (الحاجز العرضي) في مقابل آخر يرتبط بشكل وثيق بذاكرة الأحداث الشخصية طويلة المدى (ذاكرة الأحداث الشخصية). (Baddeley, 2002: 93)

ويرى البعض أن تفسير مفهوم الحاجز العرضي لظاهرة استدعاء النثر لا يختلف عن تفسير مفهوم الذاكرة العاملة طويلة المدى Long Term Working Memory الذي قدمه كل من **"إريكسون وكينيتش" (1995)** والذي سوف نستعرضه لاحقا أيضا، إلا أن نموذج بادِّلي يختلف عن نموذج إريكسون وكينيتش في افتراض وجود نظام قصير المدى منفصل عن ذلك الخاص بالذاكرة طويلة المدى المنشطة، وفي ربط هذا النظام بشكل واضح بالنموذج الثلاثي المبكر. (المرجع السابق: 93)

2- نموذج العمليات المتضمنة لكوان (نموذج تنشيط الذاكرة طويلة المدى): Cowan's Embedded Process Model (The Long-Term Memory Activation Model)

كان الظهور الأول لنموذج **"كوان"** في عام **(1988)**، وتم تطويره بعد ذلك في كل من **"كوان" (1995، 1999)، "كونواي Conway وإنجل" (1994)، "أوبراور" Oberauer (2002).**

وقد أشار "كوان" إلى أن مصطلح الذاكرة العاملة في مختلف النماذج يشير إلى معنيين: فهناك وصفه النوعي (الوظيفي) كمجموعة من العمليات التي تمسك بكم محدود من المعلومات في حالة استعداد للاختراق لاستخدامها في مهمة نشطة، وهناك على الجانب الآخر وصف بنائي واضح لجهاز متعدد الأوجه قدمه **"بادِّلي" (1986) و"بادِّلي ولوجي" (1999).** وقد قام **"كوان" (1988، 1995، 1999)** بالدفع نحو استخدام الاتجاه النوعي الوظيفي الذي رأى أنه أكثر شمولا لتفسير عمليات الذاكرة العاملة (as sited in: Cowan, 2005: 39)، فبدلاً من استراتيجية تحديد الحواجز المنفصلة لدى بادِّلي فإن كوان (1988) عاد خطوات إلى الوراء للبحث عن مستوى أكثر عمومية للتحليل. (المرجع السابق: 39)

وفي ذلك السياق انتقد كوان نموذج بادِّلي لعدم تضمنه العناصر التالية (وذلك في وقت سابق على إجراء بادِّلي لتعديلات العام 2000 على نموذجه):

1) هناك أشكال من التخزين لم يتم تضمينها بوضوح في نموذج بادِّلي، كالتخزين اللمسي.

2) انتقد كوان استخدام بادِّلي لمفهوم الانتباه فقط لتفسير معالجة المعلومات المخزنة في حواجز سلبية وعدم عرض مفهوم الانتباه في حد ذاته - أو المنفذ المركزي - ليخدم أي نوع من وظيفة التخزين. (في: المرجع السابق: 42) وهو ما حاول كوان التركيز عليه في نموذجه (وهو ما عدله بادِّلي كذلك في نموذجه المطور بإضافة مكون الحاجز العرضي).

ويقدم كوان الذاكرة العاملة في نموذجه بوصفها الجزء النشط من الذاكرة طويلة المدى، فوفقاً لهذا النموذج تحتوي الذاكرة طويلة المدى على مجموعات من **الوحدات النشطة** التي تمثل محتوى الذاكرة العاملة، وتعمل جميع هذه الوحدات خارج نطاق الوعي، بينما يدخل جزء صغير منها فقط إلى نطاق الوعي فيما أطلق عليه كوان **"بؤرة الانتباه"** The Focus of Attention. ومن هنا فإن مفهوم الذاكرة العاملة في هذا النموذج هو مفهوماً هيراركيا:

فبؤرة الانتباه تتضمن عدداً صغيراً من الوحدات التي تكون متاحة للمعالجة بشكل مباشر والتي تمثل مجموعة فرعية من الذاكرة النشطة، أما الذاكرة النشطة فتتضمن وحدات عالية التنشيط ولكنها على الرغم من ذلك لا تكون متاحة للمعالجة إلا بشكل غير مباشر عن طريق تضمينها في بؤرة الانتباه، كما أن الذاكرة النشطة بدورها هي مجموعة فرعية من الذاكرة طويلة المدى.

وتكون الوحدات في الذاكرة طويلة المدى بوجه عام غير نشطة، ويمكن أن تكون جزءاً من الذاكرة العاملة فقط إذا ما تم تنشيطها بشكل كاف، وبالتالي يمكنها في النهاية أن تتحرك إلى بؤرة الانتباه (Timarova, 2008). فالذاكرة العاملة تتكون من المنطقتين هما: الذاكرة النشطة وبؤرة الانتباه، فيما أطلق عليه كوان فيما بعد "العمليات المتضمنة".

وهكذا اقترح كوان بشكل مبدئي وجود نظام واحد للتخزين في الذاكرة يتكون من عناصر ذات مستويات تنشيط مختلفة، واعتبر كوان أن هذا النظام التخزيني المنفرد هو الذاكرة طويلة المدى، وأن الذاكرة العاملة متضمنة داخل الذاكرة طويلة المدى.

ويمثل مفهوم **"مستويات التنشيط" Levels of Activation** العنصر الأساس في نظرية كوان:

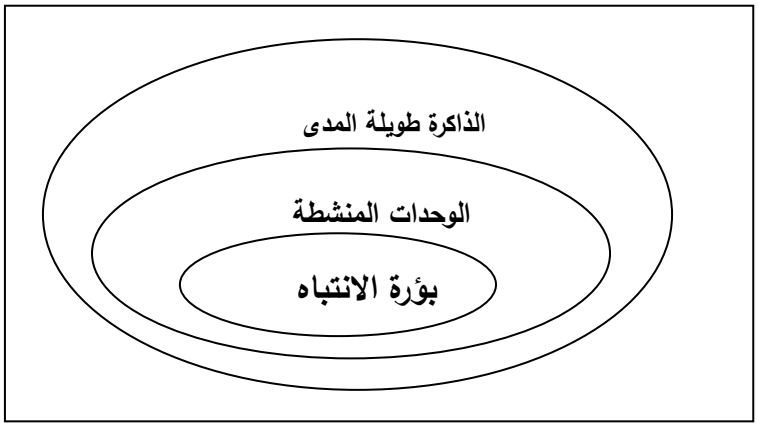
حيث تفترض نظرية كوان أن الذاكرة العاملة تشير بشكل أساسي إلى المعلومات في الذاكرة طويلة المدى التي يتم تنشيطها بدرجة أعلى من عتبة معينة، كما تميز هذه النظرية بين الجزء النشط من الذاكرة طويلة المدى وبؤرة الانتباه، وكذلك بين هذين الجزئين وبين مجموعة كبيرة من عناصر الذاكرة طويلة المدى التي تكون في الأغلب في حالة غير نشطة، وهكذا فإن درجة التنشيط تميز بين الأوعية الثلاثة التالية للمعلومات: وعاء واسع لبناءات الذاكرة طويلة المدى غير النشطة والمتاحة للتنشيط والاسترجاع، ووعاء وحدات الذاكرة طويلة المدى التي تم تنشيطها

حديثاً من خلال عمليات الاسترجاع اللاشعورية الأتوماتيكية أو الشعورية، والقليل من الوحدات التي تمثل بؤرة الانتباه. (Dehn, 2008: 29 - 30)

ويفترض كوان أن المستوى العالي من التنشيط يرتبط بالمحتويات الحالية للذاكرة العاملة والتي تمثل بؤرة الانتباه، بينما يرتبط المستوى المتوسط منه بالمعلومات النشطة التي كانت قبل قليل في بؤرة الانتباه أو التي ترتبط بشكل وثيق بالمحتويات الحالية. وبسبب هذه التنشيط المتوسط تكون هذه المعلومات مهيأة للإتاحة ولكنها ليست موجودة بالفعل في الذاكرة العاملة، وعندما يتم استدعاء هذه المعلومات ذات الصلة إلى الذاكرة العاملة يمكن استخدامها لعمل جزلات أو روابط جديدة مع المخزن طويل المدى. **وتتسق رؤية كوان عن دور الذاكرة العاملة في صياغة روابط متسلسلة جديدة مع مفهوم بادِّلي المسمى بالحاجز العرضي.** (المرجع السابق: 31)

ويحدد كوان (1988، 1995، 1999) الفروق بين عمليات الذاكرة النشطة وبؤرة الانتباه، فعندما يتم تقديم مثير ما يتم تنشيط بعض القوالب الموجودة في الذاكرة طويلة المدى بشكل أوتوماتيكي، بينما لا تستطيع قوالب أخرى أن تنشط بسهولة بهذه الطريقة، ومثل هذه القوالب تنشط فقط إذا ما تحولت بؤرة الانتباه إلى هذا المثير تحديداً. (as cited in: Cowan, 2005: 45)

وفي اتساق مع بادِّلي يذكر كوان أن بؤرة الانتباه يتم التحكم فيها من خلال المنفذ المركزي المسئول عن توجيه الانتباه والتحكم في المعالجة الإرادية، كما يتم التحكم فيها بشكل أكثر مباشرة وأتوماتيكية من خلال المثير ذاته. (Timarova, 2008)



شكل رقم (3)
نموذج الذاكرة العاملة لدى كوان نقلا عن (Dehn, 2008: 30)

وتحتل "بؤرة الانتباه" في نموذج كوان مكان المناطق التخزينية المتعددة والمنفذ المركزي في نموذج بادِّلي، حيث يفترض كوان أن سعة بؤرة الانتباه هي التي

تقيد عمليتي الاحتفاظ والمعالجة في الذاكرة العاملة وليست سعة التخزين. (Dehn, 2008: 30)

كما يذكر كوان أن الفرق بين نموذج الذاكرة العاملة لبادِّلي (2000) ونموذجه عن العمليات المتضمنة ليس كبيراً جداً، ويمكن توضيحه في أفضل صورة بأنه يتعلق بمستوى التحليل:

حيث يعبر نموذج بادِّلي عن مستوى ذي خصائص تخزينية صوتية وبصرية مكانية وحدثية متخصصة في مقابل مستوى ذي مباديء عامة للذاكرة النشطة وبؤرة الانتباه لدى كوان. (Cowan, 2005: 48)

وبينما افترض بادِّلي أن هناك حدوداً وقتية للذاكرة العاملة قدم كوان نوعين من حدود الذاكرة العاملة، وهما الحدود المرتبطة بالوقت والحدود المرتبطة بالسعة: فبؤرة الانتباه تخضع لحدود السعة، وتقدر سعتها بحوالي $\pm$ 4 وحدات، بينما تخضع الذاكرة النشطة لحدود الوقت، فإذا لم يستمر تنشيط الوحدات في الذاكرة النشطة فسوف تتحلل هذه الوحدات وتنتقل في النهاية إلى خارج هذه الذاكرة، وتبدأ هذه الوحدات في التحلل بعد ما يقرب من 10 – 30 ثانية، ويمكن الاحتفاظ بهذه الوحدات من خلال عملية تشبه التسميع Rehearsal - like لتحريك هذه الوحدات إلى بؤرة الانتباه.

وعلى صعيد آخر اقترح كوان عدم وجود سعة محددة لعدد الوحدات التي يتم تنشيطها في آن واحد داخل الذاكرة النشطة. (Timarova, 2008; Dehn, 2008: 29 – 30; Cowan, 2005: 48 - 49)

3- نموذج الذاكرة العاملة طويلة المدى لإريكسون وكينتش (1995): Ericsson and Kintsch's Long Term Working Memory Model

اهتم كل من **"إريكسون وكينتش" (1995)** بتقديم نموذج مختلف للذاكرة العاملة، واهتما على وجه الخصوص بكيفية تدعيم الذاكرة العاملة للأداء المهاري Skilled Performance لدى الأفراد، والذي يمتد من الأنشطة المتخصصة بدرجة عالية مثل ممارسة لعبة الشطرنج وحتى الأنشطة المهارية اليومية مثل القراءة والفهم القرائي. وقد أدى تحليلهما لمثل هذه الأداءات الخبيرة Expert Performance إلى تقديم تصورهما عن الذاكرة العاملة طويلة المدى.

"فوفقاً لإريكسون وكينتش فإن مفهوم الذاكرة العاملة التقليدية - قصيرة المدى - لا يتوافق مع الأداء المهاري في الحياة الواقعية في أربعة جوانب على الأقل:

1) إن الخبراء قادرون على الاحتفاظ بكم من المعلومات أكثر مما هو متوقع من خلال قيود السعة التي تحد الذاكرة العاملة.

2) يمكن للأداء الخبير أن ينقطع من خلال مهمة أخرى تتطلب الانتباه ثم يعود للاستكمال لاحقاً مع تأثير تشويشي قليل جداً على الذاكرة.

3) إن الخبراء دقيقون جداً في استدعائهم حتى في الأوقات التي تكون فيها مهمة الاستدعاء غير متوقعة.

4) إن سعة التخزين للذاكرة قصيرة المدى هي سعة محددة، بينما يستطيع الخبراء أن يزيدوا من هذه السعة. (as cited in: Timarova, 2008)

"ووفقا لإريكسون وكينتش ركزت نماذج الذاكرة العاملة السابقة على إتاحة المعلومات في الذاكرة قصيرة المدى ذات السعة المحدودة، وبالتالي فلا يمكن لأي نموذج منها أن يسمح منطقيا بسعة أكبر للذاكرة العاملة أثناء أداء مهمة معينة من الحد الأقصى المقاس بمهمة نقية للذاكرة العاملة. وبناء على ذلك فإن سعة الذاكرة العاملة يجب أن تكون أقل بكثير من الجزلات السبع التي حددها "ميللر" Miller (1956)، ويفترض هنا أن سعة الذاكرة العاملة تبلغ أربع جزلات فقط. إن مثل هذا التحديد الكبير للذاكرة العاملة يبدو أنه شديد التقييد للسماح بالمستويات المختلفة للأداء الإنساني". (Ericsson, and Kintsch, N. D: 3)

وتجدر الإشارة هنا إلى أن إريكسون وكنتيش لم يحاولا استبدال النماذج الموجودة للذاكرة قصيرة المدى والذاكرة العاملة ولكنهما قاما بتقديم إضافة لهذه النماذج:

فنموذجهما عن الذاكرة العاملة طويلة المدى ينطبق فقط على السلوك والمهام التي تمت ممارستها سابقا بشكل جيد وعلى المواد التي تعد مألوفة لدى الفرد، حيث تم تقديم الذاكرة العاملة طويلة المدى بوصفها مجموعة من الميكانيزمات المكتسبة التي تمكن الخبراء من زيادة السعة الوظيفية لنظام الذاكرة العاملة لديهم فيما يختص بأنواع معينة من المواد في الأنشطة التي تدخل في نطاق خبرتهم دون تبديل حدود السعة العامة للذاكرة العاملة قصيرة المدى.

ومن أهم ما جاءت به هذه النظرية أن الذاكرة العاملة طويلة المدى تعتمد على التخزين في الذاكرة طويلة المدى، وهذا هو العنصر الأساسي في تفسير القضايا المذكورة سالفاً، فكم المعلومات المخزنة يمكن أن يتجاوز السعة التقليدية للذاكرة قصيرة المدى لأنها تخزن في الذاكرة طويلة المدى، ولنفس السبب فإنها تدوم لفترة أطول وتكون أقل قابلية للتشويش". (Timarova, 2008)

"ويقترح إريكسون وكينتش أن الاستخدام الماهرThe Skillful Use للمعلومات المخزنة في الذاكرة طويلة المدى يعتمد على الخبرة واستخدام المعينات، حيث يساعد كل منهما الفرد على استخدام الذاكرة طويلة المدى كامتداد فعال للذاكرة العاملة: فعن طريق التدريب على استخدام المعينات يتمكن الأفراد من سرعة ترميز المعلومات الحديثة في الذاكرة طويلة المدى مع ربطها بمفاتيح الاسترجاع التي تبقى في الذاكرة قصيرة المدى، وأثناء الاستدعاء تعمل هذه المفاتيح على تنشيط المعلومات ذات الصلة في الذاكرة طويلة المدى – والتي يتم تخزينها عادة في صورة مخططات Schematic Form - مما يعطى انطباعاً بالسعة الهائلة للذاكرة العاملة ... فما يظهر

على أنه معلق في الذاكرة العاملة قصيرة المدى هو في حقيقة الأمر معلق في الذاكرة طويلة المدى". (Dehn, 2008: 33)

"ووفقاً لهذا النموذج يمكننا بسهولة تفسير السعة الممتدة للذاكرة العاملة لدى المؤدين الماهرين في الأنشطة التي يمتلكون فيها معرفة مكتسبة ومهارات خاصة للذاكرة، كما يشير تخزين المعلومات في الذاكرة العاملة طويلة المدى إلى أن معظم أنواع المعلومات القابلة للاختراق في الذاكرة العاملة سوف تبقى في الذاكرة طويلة المدى خلال أية مقاطعة أو إعاقة للأنشطة الماهرة، ويمكن استعادتها بسهولة من خلال إعادة تنشيط مفاتيح الاسترجاع اللازمة". (Ericsson, and Kintsch, N. D: 3)

ومن أوجه النقد التي تعرض لها إن مفهوم الذاكرة العاملة طويلة المدى ليس بعيداً بشكل كلي عن مفهوم الذاكرة قصيرة المدى، فبينما تكون معظم المعلومات اللازمة لتنفيذ ناجح لإحدى المهام متاحة في الذاكرة طويلة المدى وفقا لنموذج الذاكرة العاملة طويلة المدى فإنها تُدعم في الوقت ذاته من خلال مفاتيح استرجاع محددة موجودة في الذاكرة قصيرة المدى.

وتعد هذه النقطة هي نقطة الضعف الأساسية في نموذج الذاكرة العاملة طويلة المدى، حيث لم يشرح الباحثان الميكانيزمات التي تدعم الاحتفاظ بمفاتيح الاسترجاع، فبافتراض أن مفاتيح الاسترجاع هذه تخزن في الذاكرة قصيرة المدى التقليدية فلابد أن تكون هذه المفاتيح محددة بالقيود ذاتها التي تخضع لها المواد غير المألوفة – مثل قائمة من الأرقام غير المترابطة – وبالتالي فلابد أن تكون هناك سعة محددة لعدد المفاتيح التي يمكن الاحتفاظ بها نشطة، ويكون هذا الاحتفاظ قابلا للتداخل، ويكون عدد المفاتيح التي يمكن استدعائها ثابتاً". (Timarova, Šárka: 2008)

"وعلى الرغم من أن فكرة الذاكرة العاملة طويلة المدى تتشابه مع نماذج أخرى للذاكرة العاملة إلا أن معظم هذه النماذج ارتأى أن الذاكرة العاملة هي عملية معرفية منفصلة حتى وإن كانت متضمنة في الذاكرة طويلة المدى ... وعلى الرغم من التفاعل القوى بين الذاكرة طويلة المدى والذاكرة العاملة فهناك إجماع حالي بأن الذاكرة العاملة هي أكثر من مجرد إحدى عمليات الذاكرة طويلة المدى". (Dehn, 2008: 34)

4- نموذج الانتباه التنفيذي لكان وإنجل (1999): Kane and Engle's Executive Attention Model

يصور **"كان وإنجل وزملاؤهما"** (إنجل وآخرون 1992، 1996، إنجل وكان وتوهولسكي Tuholski 1999، كان وإنجل 2000، كان وآخرون 2001، إنجل 2002) الذاكرة العاملة بوصفها وظيفة الانتباه التنفيذي القابلة للتمييز عن

الذاكرة قصيرة المدى، ورأى كل من كان وإنجل أن سعة الذاكرة العاملة لا تتمثل في السعة التخزينية للذاكرة قصيرة المدى ولكنها تتمثل أكثر في القدرة على ضبط الانتباه من أجل الاحتفاظ بالمعلومات في حالة نشطة وقابلة للاسترجاع بسرعة.

وقد عرف كان وإنجل الانتباه التنفيذي – والذي أشير إليه كذلك بالانتباه المضبوط Controlled Attention - بأنه "القابلية للتحكم التنفيذي، والتي تعني القدرة على الاحتفاظ بفعالية المثير أو الهدف أو معلومات السياق في حالة نشطة تمكننا من الوصول إليها بسهولة في مواجهة التداخل، أو هي القدرة على كف المثيرات أو الاستجابات غير ذات الصلة بالهدف بفعالية، أو كليهما". فالانتباه التنفيذي لا يسمح فقط بالتحول بين المهام المتنافسة ولكنه يحتفظ كذلك بالمعلومات المرغوب فيها من خلال قمع وكف المعلومات غير المرغوب فيها وغير ذات الصلة. (في: المرجع السابق: 28)

"ومن هنا فإن هذا النموذج يجعل من عملية ضبط الكف Inhibitory control المحدد الأساسي لسعة الذاكرة العاملة، فعندما تفشل عملية الكف تصبح الذاكرة العاملة محملة بعبء زائد من المعلومات غير ذات الصلة بالمهمة الحالية". (المرجع السابق: 29)

ولا يمكننا اعتبار نموذج كان وإنجل غير متسق مع نموذج بادِّلي، حيث أكد بادِّلي أيضاً على جوانب الانتباه والكف للمنفذ المركزي، غير أن نموذج كان وإنجل لم يعط أهمية للمكونات الفرعية **كنموذجي كوان (1999) وإريكسون وكينتش (1995).** كما تتسق هذه الرؤية بدرجة كبيرة مع **نموذج كوان** للذاكرة العاملة، "وخاصة في الترجمة الأكثر حداثة لنموذج كان وإنجل التي قام بها كل من **"أنسوارث Unsworth وإنجل" (2007)،** حيث تم تقديم الذاكرة العاملة كمجموعة فرعية من وحدات الذاكرة التي توصف بأنها عالية التنشيط ويمكن اعتبارها جزء من مكون قصير المدى محدود السعة، في حين تكون الوحدات الأخرى متضمنة في وعاء أكبر ويمكن الاحتفاظ بها من أجل الاسترجاع طويل المدى. ومن خلال استمرار تركيز الانتباه تستطيع الذاكرة العاملة الاحتفاظ بالقليل من التمثيلات (حوالى أربعة تحديدا) من أجل المعالجة الحالية، وبزيادة المصادر الانتباهية مع زيادة العمر يمكن تنشيط بناءات أكثر من الذاكرة طويلة المدى بشكل متزامن". (في: المرجع السابق: 28)

وتشابه آخر نجده مع إريكسون وكينتش "عندما أكد كان وإنجل (2000) على دور الذاكرة العاملة في استرجاع المعلومات من الذاكرة طويلة المدى والاحتفاظ بها في صورة نشطة اعتمادا على هاديات معينة Cue – dependent مما يؤدي في النهاية إلى احتمالية عالية للاستدعاء الصحيح، حيث تستخدم هذه المفاتيح في بداية مرحلة الاسترجاع لكي تحد من عملية البحث من أجل الوصول إلى الأهداف المرغوبة، كما تُستخدم هذه العملية المعتمدة على المفاتيح لاسترجاع المعلومات التي فقدت للتو من المخزن قصير المدى نتيجة نقل الانتباه أو مرور فترة زمنية طويلة أو

حدوث سرحان، وتساعد هذه المفاتيح كذلك على استرجاع المعلومات الصحيحة في وقت حدوث التداخل.

ووفقا لكان وإنجل فإن الأفراد ذوي السعة المنخفضة للذاكرة العاملة لديهم صعوبات في اختيار واستخدام المفاتيح الصحيحة التي ترشد عملية البحث في الذاكرة طويلة المدى مما يتسبب في استرجاع العديد من التمثيلات غير ذات الصلة والفشل في استرجاع المعلومات المطلوبة.

وبناء على ما سبق فإن الفروق الفردية في سعة الذاكرة العاملة ترتبط كذلك بالفروق بين الأفراد في القدرة على القيام ببحث مضبوط واستراتيجي في الذاكرة طويلة المدى وليس فقط بالفروق في التحكم في الانتباه". (في: المرجع السابق: 28)

5- نموذج باسكول - ليون (1970): Pascual – Leone's Model

قدم باسكول – ليون نموذجاً حسابياً* لتفسير تطور السعة الانتباهية للذاكرة العاملة، وتضمن نموذجه متعدد الأبعاد مستويين من الأبنية السيكولوجية هما: المخططات Schemes - وهو مصطلح مشتق من نظرية بياجيه – **والمعالجات الصلبة الصامتة أو الخفيةSilent or Hidden Hardware Operators.**

وفي نموذج باسكول – ليون "تمثل المخططات الوحدات الرئيسية للمعرفة، فهي عبارة عن أبنية حاملة للمعلومات ومتخصصة وفقاً للمواقف المختلفة، وهذه الأبنية هي التي تولد الأداء. وتختلف المخططات في الشكل والمحتوى، ويمكن تصنفيها إلى مخططات شكلية Figurative وإجرائية Operative، وتمثل الأولى الحالات المعرفية في حين تؤيد الثانية التحولات من حالة عقلية إلى أخرى ، وتمثل المخططات التنفيذية Executive قسماً فرعياً من المخططات الإجرائية والتي تتولى المسئولية عن التحكم في الأداء.

أما المعالجات الصلبة فهي عبارة عن مصادر للمعالجة تتميز بأنها غير معلوماتية ومتحررة من المحتوى، وتمثل هذه المصادر الفطرية الوحدات الوظيفية Functional Modules للاستخدامات الصلبة للمخ كالانتباه العقلي والتعلم البنائي، والتي تكون قابلة للتطبيق عبر المواقف المختلفة، إنها تمد الفرد بطاقة تنشيطية للمخططات، وتتميز بأنها صامتة أو خفية لأن تأثيرها على أداء الفرد يكون فقط بشكل غير مباشر من خلال التأثيرات التي تستحثها في المخططات. وقد تم افتراض عدد من المعالجات الصلبة مثل: معالج تعلم المحتوى والتعلم المنطقي البنائي، ومعالج تأثيرات المجال الذي يقلل من تعقد المهمة، ومعالج التشويش الذي يمنع تنشيط المخططات غير ذات الصلة بالمهمة المطلوبة، ومعالج الطاقة العقلية الذي يعزز تنشيط المخططات ذات الصلة بالمهمة المطلوبة والتي لم يتم تيسيرها من خلال المعالجات الصلبة الأخرى.

ووفقاً لنظرية المعالجات البنائية Constructive Operations يتحدد

الأداء المعرفي من خلال التفاعل بين المخططات والمعالجات الصلبة كعامل مساعد، فعندما يتم تقديم أحد المدخلات يتم تنشيط عدد من المخططات التي تؤلف معاً مجال الانتباه العقلي أو الذاكرة العاملة، ويعتمد انتقاء أو تنشيط هذه المخططات على ميكانيزمات ثلاثة: المعالج "م" M- Operator، والمعالج "ي" I- Operator، والمخططات التنفيذية "The Executive Schemes". (Kemps, DeRammelaere, and Desmet, 2000: 90)

ونجد هنا وجهة نظر مشابهة لتلك الواردة في النماذج الثلاثة الأخيرة سالفة الذكر (كوان، إريكسون وكينتش، كان وإنجل)، حيث ركز نموذج باسكول – ليون على فكرة التنشيط لمعلومات تم تخزينها من قبل كحجر أساس لعمل الذاكرة العاملة. ويمكن القول بأن وظيفة "المخططات" تتماثل في النماذج الأخرى مع وظيفة الذاكرة طويلة المدى كمخزن رئيسي للمعلومات، بينما تتماثل وظيفة "المعالجات" مع فكرة التنشيط لتلك المعلومات المخزنة.

6- نموذج دانمان وكاربنتر (1980): Daneman and Carpenter's Model

يعد نموذج **"دانمان وكاربنتر" (1980)** من النماذج الوظيفية للذاكرة العاملة التي ركزت على دراسة وتفسير معالجة اللغة على وجه الخصوص، حيث قام دانمان وكاربنتر بتوسيع بناء الذاكرة العاملة ليتضمن مستويات أعلى من المعالجة اللغوية.

"وعلى الرغم من أن نموذج دانمان وكاربنتر يعرض الذاكرة العاملة متضمنة كل من وظيفتي التخزين والمعالجة إلا أنه يقلل من الحاجة إلى حواجز تخزينية خاصة محددة، حيث تتطابق الذاكرة العاملة وفقاً لدانمان وكاربنتر فقط مع مفهوم المنفذ المركزي في نموذج بادِّلي، ويرى دانمان وكاربنتر أن الأداء على مهام المدى المعقدة Complex Span Tasks تتحدد بشكل أساسي وفقاً لفعالية معالجة المنفذ المركزي". (as cited in: Dehn, 2008: 27)

"وقد أكد دانمان وكاربنتر على بُعد المعالجة في الذاكرة العاملة، وادعا أن ما يظهر على أنه سعة تخزينية صغيرة إنما هو في الواقع نتيجة للمعالجة غير الفعالة التي تخفض من المصادر المتاحة لتخزين المعلومات ... فكلما كانت المعالجة العقلية فعالة كلما كانت هناك مصادر متاحة أكثر للتخزين قصير المدى" (في: المرجع السابق: 27) (ومن هنا يمكن احتساب هذا النموذج ضمن نماذج المصادر المشتركة للذاكرة العاملة والتي أشرنا إليها من قبل). "ولأن فعالية المعالجة تختلف باختلاف المهام فإن سعة الذاكرة العاملة تختلف كذلك وفقاً للمهمة المطلوبة في اللحظة الحالية، حيث ترى وجهة النظر هذه أن الأفراد يختلفون في السعة المتاحة ولكنهم يختلفون أكثر في فعالية المعالجة" (المرجع السابق: 27) (ومن هنا يمكن احتساب هذا النموذج ضمن نماذج المعالجة المتخصصة للذاكرة العاملة والتي أشرنا إليها من قبل).

وفي امتداد لهذا النموذج "قدم **"جاست وكاربنتر" (1992)** واحداً من

النماذج اللغوية التي تقيد فيها سعة الذاكرة العاملة عملية معالجة فهم اللغة بشكل مباشر، ويمثل فيها التغير في سعة الذاكرة العاملة اللغوية مصدراً أساسياً للفروق بين الأفراد في فهم اللغة ... واقترح جاست وكاربنتر أن الذاكرة العاملة تناظر بشكل قوي الجزء اللغوي للمنفذ المركزي في نموذج بادِّلي (1986)، كما أنهما لم يفترضا أية حواجز متخصصة للتسميع مثل الدائرة الصوتية في نموذج بادِّلي". (as cited in: MacDonald, and Christiansen, 2002: 35 – 36)

وقد قام جاست وكاربنتر بربط نموذجيهما بنموذج حاسوبي** يدعى CC-READER، وأطلقا على نموذجيهما اسم **"نظام الإنتاج 3CAPS" -Capacity Constrained Concurrent Activation-based Production System.**

"ووفقاً لنموذج جاست وكاربنتر يتم تخزين المعرفة الصريحة (أو التقريرية)Declarative Knowledge والمعرفة الإجرائية Procedural Knowledge التي تشكل مجموعة من قواعد "الشرط – الفعل" "Condition – Action" Rules (النواتج) في الذاكرة طويلة المدى، وتُستخدم مساحة منفصلة في الذاكرة العاملة في معالجة وتخزين المُدخل الحالي والنتائج الجزئية للحسابات الجارية. وفي اتفاق مع الاتجاهات المبكرة الأخرى لنظم الإنتاج في النمذجة المعرفية (مثل **أندرسون وآخرون 1977**) يسمح نموذج جاست وكاربنتر لنواتج مختلفة بالعمل بشكل متواز داخل دائرة المعالجة، كما يسمح بالتجهيز المتدرج للمعلومات في الذاكرة العاملة.

ووفقاً لهذا النموذج يتم تحديد مستوى تنشيط رقمي (أو مستوى ثقة) للمعلومات في الذاكرة العاملة، أما المعلومات التي تنتهي دون تنشيط كاف فإنها تتحلل وتتلاشى من الذاكرة. وأثناء معالجة جملة ما يستخدم النموذج الوحدات في الذاكرة العاملة لبناء تمثيلات تركيبية ودلالية واضحة بهدف التفسير، ويتم استخدام هذه المعلومات من خلال أنواع مختلفة ومتعددة من النواتج مما يسمح بالتفاعل عبر مستويات معالجة متعددة عندما يتم تنفيذ نواتج من مستويات مختلفة بالتواز، ومن هنا فإن الدفاع عن ذاكرة عاملة واحدة للفهم اللفظي ينبع من اعتقاد جاست وكاربنتر بالطبيعة التفاعلية للمعالجات المتضمنة". (في: المرجع السابق: 36) وفي هذا تشابه مع وجهة نظر **"باسكول – ليون" (1970)** عن المخططات والمعالجات الصلبة.

ومن أفكار هذا النموذج:

"1) إن الحد الأقصى من كمية التنشيط المتاحة لتخزين ومعالجة المعلومات اللغوية يكون محدوداً بدرجة أكبر بكثير في النظام لدى مرضى الأفيزيا عنه لدى الأفراد العاديين.

2) هناك دور هام يمكن أن تلعبه الخبرة في الفروق الفردية، إلا أن هذا النموذج لم يقدم تفاصيل عن كيفية تأثير الخبرة في المعالجة" (في: المرجع السابق: 37). وفي هذا اتفاق مع **"إريكسون وكينتش" (1995)** حول دور الخبرة في أداء الذاكرة العاملة.

3) على الرغم من إشارة جاست وكاربنتر إلى الإمكانية النظرية لإعادة توزيع المصادر فيما أطلق عليه "فاعلية المعالجة" أو "الاختلافات في المعرفة"، إلا أنهما اقترحا كذلك أن الفروق بين الأفراد في الذاكرة العاملة يمكن تفسيرها باستخدام مصطلحات السعة العامة. (المرجع السابق: 37).

ومن الجوانب التي تعرضت للنقد في هذا النموذج ما أشار إليه "دانمان وكاربنتر" (1980) من أن الأداء على مهام المدى المعقدة تتحدد بشكل أساسي وفقاً لفعالية معالجة المنفذ المركزي، الأمر الذي انتقده **"بايليز وآخرون" Bayliss et al. (2003)** الذين وجدوا أن الفروق في سعة التخزين تعد عاملاً مهماً في الأداء على مهام المدى المعقدة. (as cited in: Dehn, 2008: 27)

7- النموذج الحاسوبي ذو الأسس البيولوجية للذاكرة العاملة لأوريللي وبرافر وكوهين (1999) O'Reilly, Braver and Cohen:

يعد نموذج **"أوريللي وبرافر وكوهين" (1999)** نموذجا حاسوبيا ذا دعائم بيولوجية تتوزع وظائف الذاكرة العاملة فيه عبر أنظمة مخية مختلفة، فهو محاولة لبداية تطوير نموذج حاسوبي واضح للذاكرة العاملة له أسس بيولوجية وجذوراً في مباديء المعالجة المعرفية في المخ. (في: المرجع السابق: 102؛ Miyake, and Shai, 1999: 22)

"ويفترض هذا النموذج أن القشرة القبجبهية Prefrontal Cortex (PFC) والهيبوكامبس Hippocampus (HCMP) والقشرة الإدراكية الحركية الخلفية Posterior Perceptual and Motor Corset (PMC) تقدم ثلاثة حدود قصوى للتخصص خلال الأبعاد الوظيفية المختلفة والهامة للذاكرة العاملة، وهي المعالجة الحسية والحركية المعتمدة على الاستدلال والتعميم (PMC)، والذاكرة النشطة الدينامية القوية (PFC)، والتعلم السريع للمعلومات التحكيمية Arbitrary (HCMP)، ويمكن فقط من خلال التفاعل بين هذه الأنظمة أن يتمكن المخ من الوفاء بمتطلبات معالجة المعلومات لمهام الذاكرة العاملة". (O'Reilly, Braver, and Cohen, 1997: 2 - 3)

"وتعرف الذاكرة العاملة في ضوء هذا النموذج بأنها "المعالجة المضبوطة التي تتضمن الاحتفاظ النشط و / أو التعلم السريع، حيث تعد المعالجة المضبوطة خاصية منبثقة عن التفاعل الدينامي لأنظمة المخ المتعددة، إلا أن القشرة القبجبهية (PFC)والهيبوكامبس (HCMP) يلعبان دوراً مؤثراً بشكل خاص بناء على قدراتهما المتخصصة في مجال المعالجة وبناء على موقعيهما المتميز داخل هيراركية المعالجة (يتصل كل من القشرة القبجبهية (PFC) والهيبوكامبس (HCMP) بمدى واسع من المناطق المخية مما يسمح لهما بالتأثير في السلوك على مستوى عام)". (المرجع السابق: 1)

"وتتضمن الملامح الأساسية لهذا النموذج العناصر التالية:

1) القشرة القبجبهية التي تختص بالاحتفاظ النشط بالمعلومات الداخلية المعتمدة على السياق والتي يتم تحديثها وتنظيمها ذاتياً بشكل ديناميكي مما يسمح لها بتوجيه التحكم في المعالجة الجارية وفقاً للمعلومات المخزنة (على سبيل المثال الأهداف، التعليمات، النواتج الجزئية ... إلخ).

2) الهيبوكامبس الذي يختص بالتعلم السريع للمعلومات التحكيمية والتي يمكن استدعاؤها لخدمة المعالجة المضبوطة، في حين تختص القشرة الإدراكية والحركية الخلفية بالتعلم البطيء طويل المدى الذي يكسب الفرد المعرفة والمهارات المتراكمة.

3) الضبط الناتج عن الأنظمة المتفاعلة PFC ، HCMP ، PMC.

4) الأبعاد التي تمثل متصل التخصص في الأنظمة المخية المختلفة: على سبيل المثال الاحتفاظ النشط القوي، التعلم السريع في مقابل التعلم البطيء.

5) التكامل بين المباديء والبيولوجية والحوسبية". (المرجع السابق: 1)

خاتمة:

من خلال العرض السابق للنماذج المختلفة للذاكرة العاملة يتضح لنا تميز نموذج بادِّلي على غيره من النماذج في الجوانب التالية:

1- المراجعة والتطوير المستمر للنموذج لتلافي أوجه القصور.

2- تم استخدام نموذج بادِّلي في المئات من الدراسات وتم اختباره في العديد من الأبحاث.

3- نلاحظ من العرض السابق أن أغلب نماذج الذاكرة العاملة اتفقت في عدة جوانب مع نموذج بادِّلي ولكنها قدمت مسميات مختلفة.

4- يعد نموذج بادِّلي من النماذج القلائل التي تحدثت عن مكونات الذاكرة العاملة بنائيا ووظيفيا.

5- أولى نموذج بادِّلي اهتماما بكل من وظيفتي التخزين والمعالجة للذاكرة العاملة، بينما ركزت معظم النماذج على عملية المعالجة منفردة ونسبوا إليها الفروق الفردية في سعة الذاكرة العاملة، وهو الأمر الذي انتقده باحثون مثل **"بايليز وآخرون" (2003)** كما سبق أن ذكرنا، والذين وجدوا أن الفروق في سعة التخزين تعد عاملاً مهماً في الأداء على مهام المدى المعقدة.

6- لم يغفل نموذج بادِّلي كذلك الوظيفة التنفيذية للذاكرة العاملة وعمليات الانتباه والكف.

الهوامش

* **"النماذج الحسابية" Mathematical Models** هي تلك النماذج التي اهتمت بطريقة توزيع كم الطاقة التنشيطية المحدودة للذاكرة العاملة على الوحدات المطلوب تنشيطها بشكل متواز.

** **"النماذج الحاسوبية" Computational Models** هي نماذج ظهرت في السيتينيات من القرن الماضي تعمل على مماثلة عمليات الذاكرة العاملة بنظام عمل الذاكرة المؤقتة للحاسب الآلي. وقد تطورت هذه النماذج في الثمانينيات من القرن الماضي بظهور ما يعرف بـ **"النماذج الاتصالية" Connectionist**، ثم في التسعينيات بظهور ما يعرف بـ **"المعمارات المعرفية" Cognitive Architectures.**

قائمة المراجع:

أولا: المراجع باللغة العربية:

- سليمان عبد الواحد يوسف إبراهيم (2010). ***علم النفس العصبي المعرفي (رؤية نيوروسيكلوجية للعمليات العقلية المعرفية)*** (ط1). القاهرة، إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع.
- عبد المنعم أحمد الدردير؛ وجابر محمد عبد الله (2005). **علم النفس المعرفي. قراءات وتطبيقات معاصرة** (ط1). القاهرة: عالم الكتب.
- فتحي مصطفى الزيات (1998). الأسس البيولوجية والنفسية للنشاط العقلي المعرفي. المعرفة والذاكرة والابتكار (ط1). ***سلسلة علم النفس المعرفي،*** (3).
- محمد طه محمد (1995). العمليات والاستراتيجيات المعرفية المتضمنة في أداء بعض مهام الفهم اللفظي. ***رسالة ماجستير،*** قسم علم النفس، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

ثانيا: المراجع باللغة الإنجليزية:

- Alloway, Tracy Packiam; Gathercole, Susan E. (2006). How does working memory work in the classroom. ***Educational Research and Reviews,*** 1 (4), 134 – 139.
- Baddeley, Alan (2003). Working memory: Looking back and looking forward**.** ***Reviews***, 4, 829-839.
- Baddeley , Alan D. (2002). Is working memory still working. ***European Psychologist,*** 7 (2), 85 – 97.
- Cowan, Nelson (2005). ***Working memory capacity.*** New York, Taylor & Francis Group, LLC.
- Dehn, Milton J. (2008). ***Working memory and academic learning. Assessment and intervention.*** New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Ericsson, K. Anders; Kintsch, Walter (N. D.). Long-term memory. ***Technical Report,*** Institute of Cognitive Science, University of Colorado.
- Kemps, Eva; DeRammelaere, Stijn; Desmet, Timothy (2000). The development of working memory: Exploring the complementarity of two models. ***Journal of Experimental Child Psychology,*** 77، 89 – 109.
- Kilngberg, Torkel (2006). Training of working memory. ***Research Summary.***
- Lovett, Marsha C; Daily, Larry Z; Reder , Lynne M. (2000). A source activation theory of working memory: Cross-task prediction of performance in ACT-R. ***Journal of Cognitive Systems Research,*** 1, 99 – 118.

- MacDonald, Maryellen C; Christiansen, Morten H. (2002). Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996). ***Psychological Review,*** 109 (1), 35 – 54.
- Miyake, Akira; Shai, Priti (1999). Models of working memory. An introduction. In: Miyake, Akira; Shai, Priti: ***Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control.*** New York, Cambridge University Press.
- O'Reilly, Randall C; Braver , Todd S; Cohen, Jonathan D. (1997). A biologically- based computational model of working Memory. Draft chapter for: Miyake, Akira; Shai, Priti: ***Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control.*** New York, Cambridge University Press. http://www.ccpweb.wustl.edu/pdfs/ Oreillyetal.pdf
- Pezzulo, Giovanni (2007). ***Working memory.*** http://www.istc.cnr.it/doc/ 1a_ 20070514155721t_working_memory.pdf
- Repovs, G; Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory : Explorations in experimental cognitive psychology. ***Neuroscience,*** 139, 5 – 21.
- Stern, Avner (N. D.). ***Working Memory and Learning.*** http://www. advancingmilestones.com/PDFs/m_resources_memory.pdf
- Timarova, Šárka (2008). Working memory and simultaneous interpreting. In: Boulogne, Pieter: ***Translation and Its Others,*** Selected papers of the CETRA research seminar in translation studies 2007. http://www.arts.kuleuven.be/info/bestanden-div/Timarova.pdf