الاتجاهات الحديثة للإرجونوميكس المعرفي في مجال التصميم التفاعلي
Modern Trends of Cognitive Ergonomics and in the field of Interactive Design

أ.د / عبد النبي أبو المجد عبد المتجلي
أستاذ دكتور بقسم التصميم الصناعي – كلية الفنون التطبيقية – جامعة – حلوان – جمهورية مصر العربية.
م. / سارة سيف الدين سيد طه
معيدة بقسم التصميم الصناعي – كلية الفنون التطبيقية – جامعة – حلوان – جمهورية مصر العربية.

ملخص البحث Abstract:
مع التطورات التكنولوجية السريعة ونمو تطبيقات الحاسب، وإدخال الآلات التكنولوجية في العملية الإنتاجية، تغيرت طبيعة تواجه الإنسان والماكينة بشكل جذري فتحولت طبيعة مهمة الإنسان من التركيز على مهارات الإدراك الحسي الحركي والعضلي إلى التركيز على الأنشطة العقلية Mental والذهنية Intellectual والنفسية Psychic لحل المشكلات واتخاذ القرار الصحيح، كما اصبحت التكنولوجيا الجديد تركز على ما يستطيع الانسان وعقله البشري استيعابه والتعامل معه، وبظهور التصميم التفاعلي Interactive Design الذي يركز على تصميم تكنولوجيا المنتجات التي تقوم على السلوك الإنساني التفاعلي، والاستفادة من المنتج من خلال التركيز على الواجهة البصرية التفاعلية، كان لابد لعلم الإرجونوميكس المعرفي Cognitive Ergonomics (CE) الذي يركز على دراسة العمليات الذهنية والمعرفية لدي الانسان مثل: الانتباه والإدراك والذاكرة ومعالجة المعلومات نهاية الى اتخاذ القرار وبدء التنفيذ في ظروف العمل وأنشطة الحياة اليومية، من التطور ليرتبط بالعلوم الإنسانية الأخرى للاستفادة منها عند التصميم للتوافق المنتجات والنظم التفاعلية مع قدرات وحدود الإنسان وتلبي رغباته، لذلك ركز هذا البحث على تحديد أهم العلوم والاتجاهات الحديثة للإرجونوميكس المعرفي والتي لها أثر في تطور المنتجات والنظم التفاعلية. كما تم دراسة الاتجاهات الحديثة للإرجونوميكس العرفي وتوضيحها من خلال بعض الأبحاث التي تم مناقشتها مؤخراً والتي تؤثر علي مجالات تطور التصميمات التفاعلية، كما يستمد منها الإرجونوميكس المعرفي الحديث اعتباراته ويبني عليها التصميمات النظم والمنتجات والنظريات وغيرها، ويوضح شكل (13) تلك الاتجاهات الحديثة بالإرجونوميكس المعرفي وارتباطها بالتصميم التفاعلي.

كلمات دالة Keywords:
الإرجونوميكس المعرفي، Cognitive Ergonomics
التصميم التفاعلي، Interactive Design
الإرجونوميكس العصبي، Neuro Ergonomics
علم الأعصاب المعرفي، Cognitive Neurosciences
الديناميكا العصبية المعرفية، Cognitive Neurodynamics, Macro
الإرجونوميكس المعرفي الجزئي. Microcognitive Ergomomics

Paper received on the 18th of February 2020, Accepted 14th of March 2020,Published 1st of July 2020

مقدمة البحث Introduction:
تعتمد نوعية أداء العمل على فهم الأشخاص حول: الوضع، الأهداف، الوسائل، القدرات، والقيود، لذلك فإن تصميم نظام العمل (منتجات/نظم) يعتمد على النموذج العقلي للمستخدم، وكيف يفهم المستخدم سياق المهمة، وكيف يتخذ القرارات بناءً على الوضع والمهمة، ويركز أيضا على موثوقية الأداء، وعلى وجه الخصوص موثوقية الإدراك، لذلك كلما أدرك المصمم الطرق التي تخلق بها عقولنا التصورات، وتزن بها القرارات، ويعمل بها اللاوعي، يمكنه تجنب المفاهيم الخاطئة الشائعة عن النفس البشري والعقل البشري، وأمكنه ذلك من التصميم بما يتوافق مع الإنسان كمستخدم، لذلك كان للاتجاهات الحديثة لعلم الإرجونوميكس المعرفي (CE) أثر كبير علي تطور التكنولوجيا من حيث تطور الواجهات التفاعلية وأساليب التفاعل المختلفة مع الانسان بإشراك حواسه المختلفة، وتوجيه انتباهه وإدراكه وسلوكه وترشيد عملية إتخاذ القرار الصحيح، وتوجيه تلك التصميمات التفاعلية نحو الأمثل، وذلك من خلال دراسة المستخدم أثناء التفاعل لمعرفة العوامل على تؤثر على العمليات العقلية والمعرفية لدي الانسان وأداءه في ظروف العمل وأنشطة الحياة اليومية، ووضع أهم الاعتبارات لتوافق تلك التطورات مع قدرات وحدود والإنسان وجعل المنتجات التفاعلية تعطي أكبر قيمة ومتعة وافادة وقابلية للاستخدام لدي الإنسان.

مشكلة البحث Statement of the problem:
تتمثل إشكالية البحث حول أهمية فهم المصمم لكيفية استجابة الإنسان لمثل هذه التكنولوجيا التفاعلية المتطورة وكيف يتفاعل معها ويدركها، للحد من عبء العمل الذهني، وإتخاذ القرارات الصحيحة، التنبؤ بالأخطاء ومعالجتها، وتوفير سبل الراحة والأمان وسهولة الاستخدام وتحسين نوعية الحياة.

هدف البحث Objective:
يهدف البحث إلى تحديد أهم الاتجاهات الحديثة في الإرجونوميكس المعرفي (*CE*) للاستفادة منها عند تصميم وتطوير المنتجات والنظم التفاعلية، وتوجيه العمليات المعرفية والسلوك الإنساني نحو الأمثل في مجال التصميم التفاعلي، والوقوف على أهم الاعتبارات للحد من عبء العمل الذهني، وإتخاذ القرارات الصحيحة، التنبؤ بالأخطاء ومعالجتها.

أهمية البحث Significance :
- فهم قدرات وحدود الإنسان العقلية والذهنية التي تفيد المصمم في عملية تصميم المنتجات التفاعلية والنظم التكنولوجية.
- توعية المصمم بأهمية دور الإرجونوميكس المعرفي واتجاهاته الحديثة عند تصميم واجهات التفاعل مع المستخدم سواء تصميم المنتجات التفاعلية والصناعية أو النظم التكنولوجية المعقدة، أو عند تصميم الواقع الافتراضي.
- توعية إدارة التصميم بالشركات والهيئات بأهمية بتلك الاتجاهات الحديثة للإرجونوميكس المعرفي وكيفية الاستفادة منها في تطور المنتجات بما يتوافق مع قدرات وحدود الإنسان المعرفية وإحتياجاته.

الإطار النظري للبحث Theoretical Framework :
زاد التعقيد التكنولوجي في الآونة الأخيرة، وأصبح يعتمد على ذكاء الألة والذكاء الاصطناعي، ورغم كل هذا التعقيد إلا أنه يتوافق مع احتياجات البشر وقيودهم ومعارفهم، لذلك دفعنا الفضول إلي دراسة كيف يتم هذا التوافق، فعند دراسة علم الإرجونوميكس المعرفي نجد أنه يوفر معلومات حول العمليات المعرفية (الانتباه، الادراك، التذكر، اتخاذ القرار) والأداء المهارى، أثناء التفاعل البشري مع النظم والمنتجات في بيئات العمل، ولكن مع هذا التطور وتضخم المعلومات وتشعب المنتجات في الأنشطة إليومية انشق هذا العلم إلي فروع أكثر تخصصاً ليوفر معلومات أكثر دقة حول السلوك البشري والنفس البشرية وأداء العقل البشري، ومن هذه العلوم: الإرجونوميكس العصبي، علم الأعصاب المعرفي، الديناميكا العصبية المعرفية، الإرجونوميكس المعرفي الكلي، الإرجونوميكس المعرفي الدقيق، والتي سوف نستعرضها فيما يلي مع عرض أهم الأبحاث التي تم مناقشتها مؤخراً وساهمت في تطور المنتجات التقليدية لتصبح منتجات تفاعلية أو تحسين المنتجات/النظم التفاعلية، مع الوقوف على

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

بعض النتائج البحثية كاعتبارات يمكن أخذها في الاعتبار عند تصميم أو تطوير المنتجات والنظم التفاعلية لجعلها تتوافق مع قدرات وحدود الإنسان المعرفية، ولكن لابد أولاً من تعريف كل من التصميم التفاعلي والإرجونوميكس المعرفي (اهتماماته وأهدافه).

1- تعريف التصميم التفاعلي Interactive Design :

عرفه لروبيرت ريمان Reimann Robert رئيس رابطة التصميم الصناعي (IDA) بأنه: "هو نظام تصميم يهدف إلي تعريف وتحديد سلوك العمل الفني والبيئات والنظم والمنتجات. " حيث يقوم المصممين التفاعلين بالتصميم لإمكانية التفاعل، لإحداث تفاعل بين الأشخاص والمنتجات/النظم في مختلف الأنشطة والمهام. [17]

كما يهتم التصميم التفاعلي بـ: إعداد تصميم هادف عبر تطبيق خبرة المستخدم، إنشاء سلسلة من الأحداث التي تحدث من خلال سلسلة من العمليات والواجهات، خلق نظم تفاعلية عبر تحويل طلبات المستخدم إلي نظم، وبناء المعلومات وتحويلها إلي سلوك تفاعلي بالمنتج من خلال استرجاع ومعالجة المعلومات (التغذية المرتدة)، ويهدف التصميم التفاعلي إلي ربط المستخدم مع الاستجابة الحقيقة في الوقت الفعلي، وتفسير المعلومات من خلال تلميحات المستخدم، وتوفير التفاعل بين الإنسان والنظم بناءً على قدرات وحدود المستخدم المعرفية، وتصميم برامج مواتية لدعم الاستجابات الإدراكية البشرية ومحاكاتها من خلال وسائل متعددة، فهو بذلك حقل تكنولوجيا التصميم يتضمن مفاهيم من تفاعل الإنسان والحاسب Human-Computer Interaction (HCI)، تصميم خبرة المستخدم User Experience (UX) والتركيز الشديد على النفس البشرية من حيث صلتها مع التكنولوجيا، ويشمل إطاره العام علي سمات التصميم الستة: المحتوى النصي، المظهر المرئي والمادي، منطقة الفراغ، الوقت، والقيود السلوكية.

2- تعريف علم الإرجونوميكس المعرفي Cognitive Ergonomics (CE) :

عرفته جمعية الإرجونوميكس الدولية (IEA) بأنه **:** "علم يهتم بالعمليات العقلية، مثل الإدراك والذاكرة والتفكير والاستجابة الحركية التي تؤثر على التفاعلات بين البشر وعناصر أخرى في النظام، وتشمل الموضوعات ذات الصلة: عبء العمل العقلي، واتخاذ القرار، والأداء المهارى، والتفاعل بين الإنسان والحاسب، وموثوقية الإنسان، وضغوط العمل والتدريب.... لأن هذه قد تتعلق بتصميم النظام البشري". [23]

ومن خلال التعريف نجد أنه علم يهتم بدراسة العمليات المعرفية البشرية، وبيئة العمل والاستجابات الحركية والتفاعلات بين البشر والعناصر الأخرى للنظم وتشمل موضوعات ذات صلة بـ: الطرق التي تستقبل بها حواسنا المعلومات، الطرق التي نفهم ونفسر بها المعلومات، الطرق التي نتخذ بها القرارات والعوامل التي تحدَها، وعبء العمل العقلي، أثار التدريب والمهارات الفعلية على الجوانب المعرفية والأداء، حيث لا ينظر إلى العمليات المعرفية في العزلة، بل عند تكاملها وكيفية مشاركتها في أنشطة وأوضاع معينة.

كما يهتم بدراسة النظريات التي يمكنها التنبؤ بالسلوك، الفروق الفردية، تشتت الانتباه، حل مشكلات الأداء، وما إلى ذلك، مع التركيز على العمل المشترك بين المستخدم والآلة، وكذلك بالتطبيقات في المجالات الديناميكية المعقدة، مثل الطيران، والتحكم في العمليات الصناعية، والرعاية الصحية، وما إلى ذلك.

ويمكن تحديد أهداف الإرجونوميكس المعرفي كما يلي:

- توفير المعلومات حول العمليات العقلية والمعرفية، والاستجابة الحركية، وموثوقية الأداء التي تؤثر على التفاعلات بين البشر وغيرها من عناصر النظم.
- تحديد الأخطاء والأعطال، واستخلاص التنبؤات حول كيفية سير عمليات التفكير في ظل الظروف المختلفة لهذه العمليات.
- تصميم النظم المعقدة ذات التقنية العالية أو النظم الإلية، التي تعتمد على الأداء المهارى وتوزيع المهام.
- تصميم نظم تكنولوجيا المعلومات التي تدعم أداء الوظائف المعرفية والتعاون بين الفرق المتخصصة.
- تعزيز النظم بالأتمتة التي تسرع من عملية اتخاذ القرار لدى المشغل جنبًا إلى جنب مع متطلبات المراقبة.
- تطوير: برامج التدريب، والتفاعل بين الإنسان والآلة، والتفاعل بين الإنسان والحاسب.
- إعادة التصميم لإدارة أعباء العمل المعرفية وزيادة موثوقة الإنسان. [26]

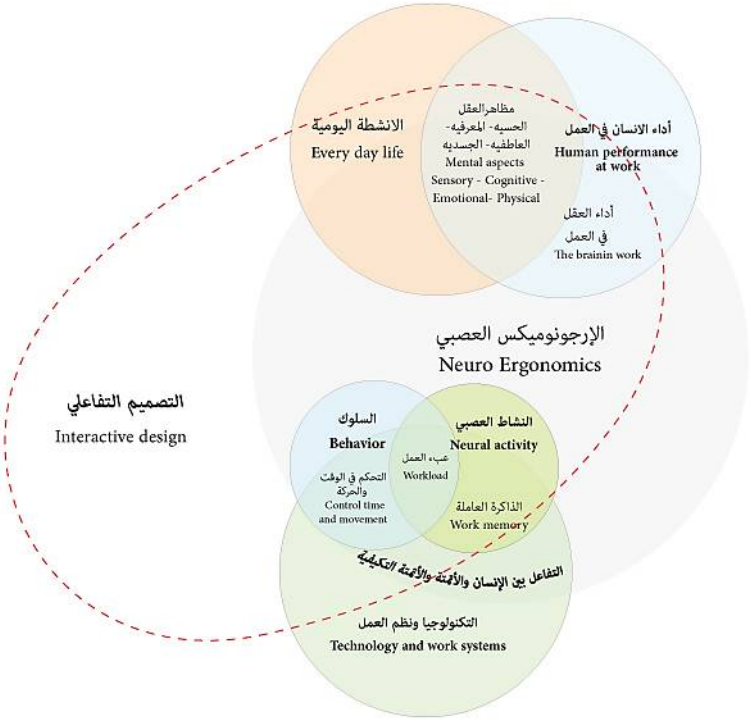
وقد ساعد في دراسة القدرات العقلية، والمعرفية، والعمليات الداعمة للفهم، التصور، التحليل، والتعرف التطور التكنولوجي لتقنيات جمع المعلومات المختلفة من البشر مثل: التخطط الكهربي للمخ (EEG)، التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI)، الطيفي القريب من الأشعة تحت الحمراء (fNIRS)، وتصوير المخ المغناطيسي (MEG)، والتحفيز المغناطيسي (TMS)، والتحفيز الكهربي (ERP)..إلخ، لتوفير قياسات ذات دقة زمنية عالية تسمح بتسجيل وتحليل ديناميات المخ في نفس الميلي ثانية التي تحدث فيها العمليات المعرفية، وقياس العمليات الديناميكية التي تليها، كما سمح هذا التطور بوجود تقنيات محمولة تسمح بتسجيل البيانات باستخدام الهواتف المحمولة أو الأجهزة المحمولة الأخرى، وقد تدمج مع نظم مكبره للصوت صغيرة وخفيفة الوزن مما تسمح بالتسجيل اثناء التنقل في العمل، وتستعين الأبحاث الحديثة في مجال الإرجونوميكس المعرفي بتلك التقنيات لتوفير معلومات دقيقة من الحياة الواقعية .

3- الاتجاهات الحديثة في الإرجونوميكس المعرفي:

الإرجونوميكس المعرفي فرع من العلم واسع النطاق يرتبط بمجالات مختلفة مثل: علم النفس، علم الأعصاب، علم اللغة، فلسفة العقل، علوم الحاسب، علم الإنسان، علم الاجتماع، ويعتبر هذا المجال متوافقًا مع العلوم الفيزيائية ويستخدم المنهج العلمي وكذلك المحاكاة أو النمذجة، وبإتحاد فروع العلوم تلك مع الإرجونوميكس المعرفي لتحقيق أهدافه، ظهرت فروع ومجالات حديثة أكثر تخصصاً لأهداف الإرجونوميكس المعرفي نذكر منها:

3-1 علم الإرجونوميكس العصبي Neuro Ergonomics:

يهتم بدراسة بأداء العقل والسلوك البشري في العمل والأنشطة اليومية، كما يركز على التحكم العصبي ومظاهر العقل للعلاقات الحسية والجسدية والمعرفية والعاطفية لأنشطة العمل المختلفة، حيث يجمع بين اثنين من التخصصات: علم الأعصاب (دراسة بنية المخ ووظائفه)، والإرجونوميكس (دراسة كيفية تطابق قدرات وحدود الانسان في بيئة العمل)، ويساهم هذا المجال في: تصميم المنتجات والنظم التي تعزز الأداء والسلامة، ووضع قيودًا على المفاهيم المستخدمة لوصف الأداء البشري في البيئات المعقدة، تعزيز التفاعل بين الإنسان والحاسب، وتحسن التوافق بين البشر والتكنولوجيا،...وغيره،[5] كما يناقش العديد من المواضوعات، مثل: الأداء المعرفي في الاضطرابات النفسية والعصبية، ومراقبة الأداء البشري في الظروف البيئية، والواقع الافتراضي، والألعاب الرياضية، ويعتبر هذا العلم من أكثر الفروع المرتبطة بالتصميم التفاعلي، لاهتمامه بدراسة السلوك والنشاط العصبي في التفاعل وارتباطها بالعمليات المعرفية، ويوضح شكل (1) مجالات ارتباطه بالتصميم التفاعلي.



شكل (1) مجالات اهتمام الإرجونوميكس العصبي وارتباطها بالتصميم التفاعلي

ومن أهم الأبحاث التي نوقشت مؤخراً في هذا الفرع وترتبط بالتصميم التفاعلي:

1-1-3 دراسة مقطعية باستخدام التخطيط اللاسلكي للقلب للتحقيق في عبء العمل المادي للتحكم في الكراسي المتحركة في بيئات العالم الحقيقي

قامت هذه الدراسة باستكشاف مفهوم الأجهزة التي تدعم الطاقة Power Assisted Devices (PADs) في التقليل من عبء العمل البدني والمعرفي في ظروف واقعية وقياسهما من خلال أداء المهام السلوكية والموارد المعرفية لمستخدمي الكراسي المتحركة في بيئات بسيطة ومعقدة، فالتحكم في الكرسي المتحرك هو مهمة حركية معقدة تزيد من عبء العمل البدني والمعرفي خاصةً عندما تزداد المتطلبات البيئية أي تتطلب المزيد من مهارات التحكم والسيطرة، وبالتالي فإن أداء المهمة سينخفض وقد يكون هناك حوادث أو أخطاء نتيجة لضعف أداء المهمة، لذلك كان هناك الحاجة للتطور الكرسي المتحرك ومعرفة مدي تأثير التطور على الإنسان لتصميم الأمثل له، ويوضح جدول [1] وجه مقارنة بين تأثير أنواع الكراسي المتحركة علي مستخدمي الكراسي المتحركة من ذوي الإعاقة الجسدية. (7)

جدول [1] الفرق بين أنواع الكراسي المتحركة على الفرد المستخدم

وجة المقارنة	الدفع اليدوي للكراسي المتحركة	الدفع الكهربي للكراسي المتحركة	الدفع اليدوي المزود بالكهرباء للكراسي المتحركة
المشاكل الصحية والبيئية	يتعرض مستخدميها لإصابات في أعلى الذراع، وآلام في الكتف، ومتلازمة النفق الرسغي الثنائية، وتلف عضلات الكفة الدوارة بنسبة 42-66 ٪ من مستخدميها بسبب الاستخدام المتواصل.	يتعرض مستخدميها لمشاكل صحية طويلة الأجل تتعلق بعدم النشاط مثل (السمنة، وأمراض القلب والأوعية الدموية، ...) وتقليل الطلب على التمثيل الغذائي.	تحافظ أجهزة دعم الدفع بالكهرباء مع الدفع اليدوي، علي النشاط البدني المفيد للقلب والأوعية الدموية، مع الحفاظ علي القوة البدنية للمستخدم.
نمط الحياة	يؤدي انخفاض القدرة على الحركة إلى نمط حياة أكثر ثباتًا.	تشجع على اتباع أسلوب حياة أقل نشاطًا بدنيًا، ولكن أكثر تنقلاً .	تشجع على اتباع أسلوب حياة أكثر تنقلاً وفي أماكن أكثر تقلبًا، مع اعتدال النشاط البدني.
القدرة المطلوبة	يتطلب الدفع اليدوي المستقل للمستخدم على قدرة جسدية بارعة والياقة القلبية والتنفسية.	تتطلب قوة تحكم وسيطرة عالية (عمليات معرفية عالية) في جهاز التحكم نتيجة المتطلبات البيئية .	تتطلب مزيدًا من القوة للدفع اليدوي في البيئات شديدة الاحتكاك والمنحدرة، حيث قد لا تؤثر نظم التحكم على جودة التحكم في تلك البيئات.
التصميمات القائمة			

ومن خلال البحث وجد أن دمج نظم الطاقة الكهربية في الكراسي المتحركة اليدوية يقلل من عبء العمل المعرفي ويحافظ على القدرة البدنية للمستخدم، ويقلل من الاعتمادية على الغير، ويشجع على التنقل في الأماكن المختلفة، والمشاركة في الحياة الاجتماعية.

2-1-3 تحسينات الانتباه التي تتبع التدريب المعرفي مع لعبة "Decoder" على الآيباد

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

اكشفت الدراسة أن العمل والدراسة يعتمد بشكل متزايد على استخدام التقنيات التي تتطلب من الأفراد تبديل الانتباه سريعًا بين رسائل البريد الإلكتروني والنصوص والمهام، وقد أدى ذلك إلى وجود أشخاص أصحاء يعانون من مشاكل في التركيز وصعوبات في الوصول إلى تدفق وتسلسل المعلومات، مما يعيق تحقيق الهدف وإنجاز المهمة، وأن هناك تشخيص متزايد لاضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه (ADHD)، بالإضافة إلى الاضطرابات العصبية والنفسية الأخرى، واستنادًا إلى الأدلة النفسية العصبية والتصوير العصبي، تم تطوير"Decoder"، وهي لعبة جديدة للتدريب المعرفي على الاهتمام البصري المستمر على جهازiPad،[19] وأشارت النتائج إلى أن:

- التدريب المعرفي مع وحدة فك الترميز Decoder كان متفوقًا من حيث زيادة الحساسية المستهدفة لمعالجة المعلومات المرئية السريعة، مما يشير إلى تحسن ملحوظ في الانتباه البصري المستمر، كما أنه وسيلة فعالة غير الدوائية لتعزيز الانتباه لدى الشباب الأصحاء.

شكل (2) واجهه لعبة decoder لتنمية الذاكرة والانتباه.

3-3-3 تطبيق علم الأعصاب في التمكين المعرفي خلال الأداء الرياضي المتخصص

تناولت الدراسة جوانب مختلفة من الوظائف المعرفية أثناء الأداء الرياضي لدى الرياضيين، وذلك لتحسين معرفتنا بالآليات المعرفية العصبية الكامنة وراء تنمية المهارات، وأيضاً تطوير تدريب الارتجاع العصبي البيولوجي من أجل الأداء ومراقبة التعافي والعودة إلى الرياضة بعد الإصابات، حيث توفر البيئة الرياضية بيئة فريدة لدراسة الأداء البشري تكون فيها المتطلبات المعرفية والجسدية عالية، وكشفت الدراسة أن الأداء الناجح في الرياضة يعتمد على المهارات المعرفية الأساسية مثل: الانتباه والإدراك والذاكرة العاملة وصنع القرار، وأن المتطلبات الرياضة التنافسية تزيد من التحميل على الجهاز العصبي المركزي (*CNS*)، كما أن هناك اختلافات بين الخبراء والمبتدئين ترجع إلي تغيرات في الخلايا العصبية نتيجة للتدريب المكثف على الحركات الخاصة بالمهارات، كما أن إحدى المهارات الحركية المعرفية الأكثر أهمية في الرياضة هي القدرة على توجيه الانتباه وتركيزه على المعلومات المرئية المهمة، وتتيح هذه القدرة للرياضيين استنتاج النية وتوقع أداء المنافسين، أو التنبؤ بحركة جسم ما مثل الكرة أو لاعب آخر، كما قامت الدراسة بدراسة الانتباه والحمل المعرفي في البيئات الرياضية الجماعية الديناميكية، لمعرفة متى وأين يوجه الرياضيون انتباههم، وكيف يؤثر ذلك على الإدراك واتخاذ القرارات، والذي بدوره سيحدد السلوك ونتائج الأداء، فالحفاظ على هذه اليقظة والتحكم المعرفي هو ميزة تنافسية. [20]

وقد أدي فهم الآليات المعرفية التي تحدث أثناء الأداء الرياضي إلي تطوير أجهزة التدريب الرياضية لزيادة مستوي الأداء المهارى للرياضيين من خلال التكيف مع العمليات المعرفية عالية المستوي أثناء الأداء البدني، وذلك بجعل الأجهزة أكثر تفاعلية وتساعدهم على تنمية مستويات الانتباه والادراك وردود الفعل المناسبة، ويوضح شكل (3) جهاز رياضي مصم خصيصاً لزيادة الأداء المهارى للرياضين مع تطوير العمليات المعرفية الإجرائية وبذلك يقل عبء العمل الذي يحدث أثناء المباريات التنافسية.

شكل (3) جهاز تفاعلي لتنمية الأداء المهارى الرياضي مع تنمية العمليات المعرفية والتكيف لها.

وهناك الكثير من الأبحاث المقدمة التي قام بها هذا العلم، ومن أهم نتائجها كاعتبارات للتصميم أيضاً ما يلي:

- يزداد وقت البحث كدالة لعدد العناصر للموضوع، فيمكن استخدام الميزات البسيطة، مثل اللون، الحجم، أو الشكل لتوجيه البحث إلى العناصر التي تشترك في ميزة مستهدفة، وترتبط مهام البحث المرئية بعلاقة أكثر وضوحًا مع الخصائص الأشياء ومكانها.
- يبذل الفرد جهد ذهني، عندما يوجه الانتباه بإرادته إلي تحقيق هدف معين أو نشاط معين رغم عدم توافر الرغبة والميل في الأداء، وفي المقابل يزيد الاهتمام من الحساسية الإدراكية للتمييز بين المحفزات المستهدفة ويقلل من التداخل الذي تسببه عوامل التشتيت.
- تساعد عملية التدريب والممارسة لتوزيع الانتباه إلي أكثر من مثير علي رفع القدرة علي الانتباه إليهم معاً، حيث أن أحدهما ربما يتم تنفيذه على نحو أتوماتيكي وبأقل قدر من الانتباه.
- أن المخ لديه نظام متخصص لمراقبة الأخطاء والتغذية المرتدة مع روابط وثيقة من شبكات العقل المشاركة في التعلم وصنع

القرار، وهي إمكانات مخية يتم توليدها في منطقة القشرة الأمامية، لذلك يجب مراعاة خبرة المستخدم عند التصميم لإتخاذ القرار.

- أن التعاطف يؤدي إلى عواقب إيجابية وسلبية، وينتج عن هذا التعاطف ضيق بالنفس البشرية، ولتفادي هذا الضيق من المهم تبني رؤية واقعية أي التعامل مع الموقف بشكل عملي وفعال، كما أن للإناث ميلًا أعلى للعاطفة ويستخدمن استراتيجيات فعالة للتكيف قد تقلل من توظيف التنظيم العاطفي الفعال لذلك يصبن بضيق بالنفس بشكل متكرر وسريع، لذلك عند التصميم للنساء لابد من استخدام الألوان والاشكال المبهجة والعاطفية.(11)

- أن الواجهات متعددة الوسائط التي تدمج الملاحظات المرئية والسمعية واللمسية لديها القدرة على تحسين أداء المستخدم بشكل كبير وفعال، حيث يتذكر الإنسان مما يسمع 20%، مما يرى 30%، ومما يرى و يسمع70%، مما يرى ويسمع ويفعل90%، وأن النشاط الممارس يتم حفظه في الذاكرة الإجرائية ويمكن إستدعائه بقليل من المعالجة وإجرائه تلقائياً وبدون جهد.

ويتضح ومن ذلك أن علم الإرجونوميكس العصبي ساعد على سد الثغرات للأسس العصبية في الأداء البدني والمعرفي التي تُركت بدون إجابة مع التصميمات التقليدية، واعتمد في أساليبه وتطبيقاته علي التحقيق الفيزيائي والذهني والجمع بين العمل البدني والمعرفي، حيث يميز علم الإرجونوميكس العصبي نفسه عن علم الأعصاب التقليدي في أنه يقيم وظائف المخ عند الاستجابة للعمل، كما أن أساليب الإرجونوميكس العصبي توفر المرونة اللازمة لتقييم وظائف العقل في بيئات العمل الطبيعية.

2-3 علم الأعصاب المعرفي The Cognitive Neurosciences:

حيث يطبق علم الأعصاب المعاصر مستويات مختلفة من التحليل في دراسة نشاط المخ البشري، بما في ذلك علم الأعصاب الجزيئي، وعلم الأعصاب الخلوي، وعلم الأعصاب للنظم، وعلم الأعصاب السلوكي، وعلم الأعصاب المعرفي، ويعتبر آخر ثلاث تخصصات هي التي تهتم بشكل خاص بفهم الأشخاص في العمل، فبينما يستكشف علم الأعصاب النظم وظيفة الدوائر والنظم العصبية، يطبق علم الأعصاب السلوكي المبادئ البيولوجية في دراسة آليات السلوك الوراثية والفسيولوجية والتنموية، ويدرس علم الأعصاب المعرفي الركيزة العصبية للعمليات العقلية، والأسس العصبية لوظائف الإدراك الحسي والمعرفي مثل الرؤية والسمع والإدراك والتذكر،[15] كما يهتم بتفصيل دور النشاط العصبوني في تكوين الوصلات الجسمية بالعين، النهج التنموي في ربط آليات العقل بالوظائف المعرفية العليا، ومن أهم الأبحاث الحديثة لهذا العلم التي ساهمت في تطور المنتجات والنظم التفاعلية ما يلي:

1-2-3 القشرة الأمامية والسمنة: علم الأعصاب الصحي

اهتم هذا العلم بإبراز العلاقة المتبادلة بين السمنة والقشرة الأمامية (PFC)، وكذلك دراسة التغييرات الملحوظة والدائمة في التحكم المعرفي ووظائف القشرة الأمامية، والتي بدورها تقود إلى سلوكيات الأكل غير الصحية، حيث أن هناك اختلافات فردية في البنية القشرية الأمامية الوظيفية والتنفيذية، فقد تهيئ الفرد للاستهلاك المفرط للأطعمة كثيفة السعرات الحرارية الشهية عبر الاختلافات في التنظيم الغذائي الذاتي، كما أن السمنة يمكن أن تؤدي إلى تغيرات في البنية القشرية ووظيفتها،[10] وأيضاً هناك ارتباطات ثنائية الاتجاه بين ميكروبات الأمعاء الداخلية والمخ، تؤثر تلك الميكروبات المعوية علي العاطفة والإدراك والسلوك الاجتماعي، فهي مملكة خفية في العمليات النفسية تفسر امزجة الناس وتأثيرها علي بعض سلوكيات الإنسان، كمثال: الشراسة في الطعام وقت الفرح أو وقت الحزن،[18] وباتحاد هذه المعارف مع علوم الحاسب تمكن المصممون من تطوير الثلاجة لتصبح تفاعلية لجعلها تساعد الانسان على الاحتفاظ بوزنه، مثل خاصية تقديم اقتراحات بالأطعمة الصحية المتكاملة وإعداد جدول زمنى بالأطعمة لأهل المنزل لضبط الوزن، ويوضح شكل (4) نموذج لثلاجة تفاعلية تستجيب لرغبات الانسان وتسمح له بترك ملاحظات تنبيهيه لأهل المنزل، وتنظم أوقات تناول الطعام للمستخدم وتقديم طلبات الشراء للسوبر ماركت.

شكل (4) الثلاجة التفاعلية الحديثة.

2-2-3 الصيانة والاحتياط والتعويض: علم الأعصاب المعرفي للشيخوخة الصحية

يبحث في القدرات المعرفية التي يتم الحفاظ عليها أو تلك التي تتراجع مع تقدم العمر، حيث تم استخدام ثلاثة مصطلحات مهمة تستخدم على نطاق واسع في دراسات الشيخوخة في المخ والعمليات المعرفية: الاحتياط والصيانة والتعويض، لوصف الفروق النوعية والكمية في بنية المخ ووظيفته التي تحدث مع تقدم العمر، ولتقديم نظريات حالية لآليات شيخوخة المخ والانحدار المعرفي، حيث استخدام الاحتياط للإشارة إلى تراكم موارد المخ الذي يمتلكه الفرد خلال فترة الحياة، والحفاظ على هذه الموارد من خلال الانتعاش والإصلاح المستمر، وتعويض نشر هذه الموارد استجابة لمتطلبات المهمة (أي مراعاة كيفية وموعد استخدام الموارد)، كما أنها يمكن أن تعمل بشكل متزامن وتؤثر على بعضها البعض.[2]

وتم الاستفادة منها في تطبيقات التعليم لزيادة التشابكات العصبية مما يزيد الاحتياط فتزداد فترة الشيخوخة المثالية، كما أن زيادة فترة التعليم لدي مرحلة الطفولة تزيد أيضاً من فترة الشيخوخة المثالية والتعويض فتزداد فترة احتفاظ الافراد بقدراتهم المعرفية،

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

وقد تم لذلك تصميم روبوتات تعليمية لمساعده الأطفال وكبار السن على التعليم بمثالية، كما بشكل (5).

شكل (5) ربوت تعليمي لكبار السن والأطفال.

3-2-3 يكشف تصنيف الأنماط العصبية عن ديناميات زمنية لاسترجاع الذاكرة التنافسية [6]

غالبًا ما يكون حل التداخل بين الذكريات المتنافسة أمرًا مهمًا للتذكر، لذلك قامت هذه الدراسة بتحليل نمط متعدد المتغيرات لبيانات التخطيط الكهربي للمخ (EEG) للتحقيق في الديناميات الزمنية لمنافسة الاسترجاع والحل، وكشف مسار الوقت (بدء من التحقيق لاسترجاع المعلومات التنافسية لاتخاذ قرار)، وقد تم التوصل إلي: أن الانسان أثناء التنافس لا يتذكر بشكل أفضل عما اذا كان في وقت عادي غير معرض فيه للضغط وعبء العمل المعرفي إلا إذا درب عقله على تلك المعلومات والإجراءات المتبعة، ولذلك تم الحرص على تدريب العاملين على المهام التنافسية في الوقت للحصول على أفضل أداء، حيث يتم تدريب العامل على سرعة الأداء المعرفي من خلال الأنشطة الإجرائية والوسائط المتعددة، فيتحول حفظ المعلومات من الذاكرة قصيرة الأمد التقريرية إلي الذاكرة الإجرائية والذاكرة التقريرية طويلة الأمد، بعد ترميز المعلومات، مما يجعل المهام التنافسية في الوقت سهلة الاداء.

وهناك الكثير من الأبحاث المقدمة التي قام بها هذا العلم، ومن أهم نتائجها كاعتبارات للتصميم أيضاً ما يلي:

- تلعب التأثيرات العصبية من خلال المهاد وجذع المخ دوراً في تحولات الفهم والإدراك، كما تتم عملية الإدراك من مناطق مختلفة من المخ على حسب الجوانب الحسية للمدركات، وبذلك يمكن استقبال تنبيه بصري وسمعي مع أداء لمسي في نفس الوقت.
- هناك تفاعلات بين القشرة الأمامية والجدارية في السيطرة المعرفية والإدراك رفيع المستوى، كما أن القشرة الأمامية والجدارية ترتبطان ارتباطًا وثيقًا بالسلوك الموجه نحو الأهداف.
- تعتمد كل من : القدرة على التحكم بالأفكار والأفعال، القدرة على التفكير بفاعلية ، والقدرة على وضع المعلومات ذات الصلة في الاعتبار عند الحاجة لتنفيذ هدف فوري على الذاكرة العاملة.
- اللدونة خاصية لا تتجزأ من عمل المخ طوال حياة الفرد، ففي النظام البصري تعمل اللدونة القشرية على ترميز الأشكال الهندسية للبيئة البصرية في وقت مبكر من حياة الفرد، كما يحتفظ النظام البصري بمرونة ملحوظة لتشفير الأشكال المحددة من الأشكال التي أصبح يعرفها، ويُعرف هذا بالتعلم الإدراكي، وهو مهم للاعتراف السريع بالأشكال في البيئات المعقدة وإدراك الفروق الدقيقة لسمات المحفزات.
- تقترن الطبيعة الديناميكية للاستجابة العصبية مع اللدونة طويلة المدى في التعلم الإدراكي، حيث أن الأداء المتكرر لنفس المهمة الإدراكية يؤدي إلى تنشيط تغيرات ديناميكية لحل المهام الإدراكية، مما يؤدي إلى ترميز واستعادة الذاكرة الضمنية التي تشكلت أثناء التعلم الإدراكي.
- يتم توزيع المعلومات المرئية في المخ بين أكثر من 30 منطقة قشرية، تتداخل هذه المناطق المتخصصة وظيفيًا والمنظمة بشكل هرمي عن طريق اتصالات التغذية المرتدة، وتشكل وحدات ومسارات منفصلة جزئياً لمعالجة السمات المختلفة للمحفزات البصرية.
- لا ينشأ التداخل الهيكلي إلا عندما تستخدم مهمتان متزامنتان نفس النظم الفرعية المتخصصة، كما يكون هناك مزيد من التداخل بين المهام إذا كانت أكثر تشابهاً، ولكن إذا كانوا مختلفين بشكل كافٍ يتم دمجهم دون إعاقة، ولكن يظهر التداخل الهيكلي إذا كانت السمات المختلفة تثير ردودًا متضاربة، مثل مهام Stroop[*] فقد يكون سبب عدم فعالية الانتباه: هو أن العقل مجبر على استخدام أي نظم تمييزية متوفرة لديه إلا إذا كانت مشغولة بالكامل بمثيرات أخرى.
- قدرة النظام المرئي على معالجة المعلومات حول كائنات متعددة في أي لحظة زمنية محددة وبالتالي، هناك آليات الانتباه تعمل على تحديد المعلومات ذات الصلة والتخلص من المعلومات غير ذات الصلة .

ومن هذا يتضح أن علم الأعصاب المعرفي يوفر معلومات حول قدرات الإنسان المعرفية والسلوكية والفسيولوجية التي يمكن الاستعانة بها عند تصميم وتقييم المنتجات والنظم أو بناء منتجات قائمة على تلك المعلومات تناسب قدرات الإنسان وتلبي رغباته.

3-3 علم الديناميكا العصبي المعرفي Cognitive Neurodynamics:

يدرس البنية المعرفية للعقل البشري، والمبادئ الديناميكية حول بنية المخ والجوانب الديناميكية للوظائف المعرفية العليا والسلوكية، وكذلك ديناميات التنسيق من النظم العصبية إلى النظم العقلية إلى النظم الاجتماعية، وهي عوامل رئيسية في تصميم المنتجات والنظم التفاعلية والذكية وعلوم الحاسب، كما يهتم هذا العلم بدراسة الترميز العصبي، والشبكات العصبية الحسية والديناميات الإدراكية، نماذج الاضطرابات العقلية، والتعلم والذاكرة، والتزامن، والديناميات الحسية والحركية، والتحكم العصبي للإدراك الحركي، حيث يساهم في بناء هذا المجال الكثير من الباحثين من العلوم الطبية الحيوية وعلم الأعصاب وعلم الأعصاب المعرفي والرياضيات والفيزياء وعلوم الحاسب والعلوم التكنولوجية والهندسة،[24] ومن أهم الدراسات والبحوث الحديثة المرتبطة بموضوع البحث، ما يلي:

3-3-1 تأثير الموسيقى على المخ: نهج جديد للتخطيط الكهربي للمخ EEG :

تناولت هذه الدراسة العلاقة المباشرة بين الإشارة الحيوية ونظيرتها الصوتية، ومعرفة كيف يختلف هذا الارتباط تحت تأثير أنواع مختلفة من المحفزات، كما تحاول هذه الدراسة سد هذه الفجوة وتبحث عن ارتباط مباشر بين إشارة الموسيقى وبيانات التخطيط الكهربي للمخ EEG، حيث كشفت عن القدرة الاستثنائية لمحفزات الموسيقى على إشراك مناطق عديدة من المخ بشكل كبير على عكس أي محفزات أخرى تشغل مناطق محددة فقط، وبذلك تعمل الموسيقي على تنمية عملية الاستيعاب والفهم والإثارة،[16]

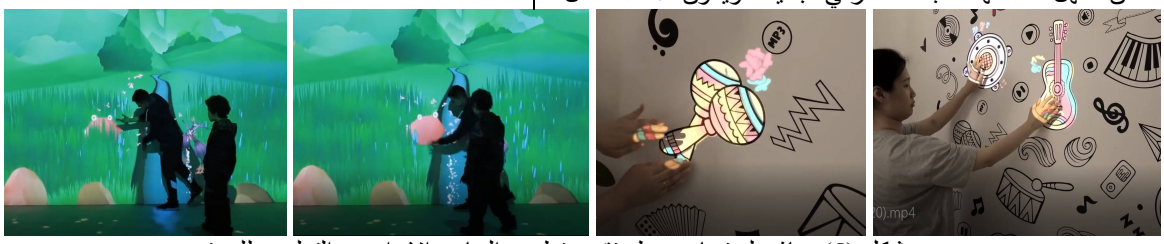
* - في علم النفس ، يفسر تأثير ستروب على اساس التدخل في زمن رد الفعل للمهمة، فمثلاً: عند طباعة اسم اللون بلون لا يُشار إليه بالاسم (أي ، الكلمة "الحمراء" مطبوعة بالحبر الأزرق بدلاً من الحبر الأحمر) ، تستغرق تسمية لون الكلمة وقتًا أطول وأكثر عرضة للأخطاء مقارنةً عندما يتطابق لون الحبر مع اسم اللون.

وقد طبقت تلك الدراسة في قياس تأثير الموسيقي على المستهلكين في حالات الشراء في الأسواق التجارية، حيث للموسيقي الخلفية تأثير على الفص البصري وأداء البحث البصري وعلى سلوك الإنسان والإدراك والعاطفة، وتوفر هذه الاستنتاجات إرشادات لتصميم المهام المرئية مع الموسيقى الخلفية، حيث لموسيقي الخلفية تأثيرات إيجابية في بعض الأحيان وسلبية في أحيان أخري:

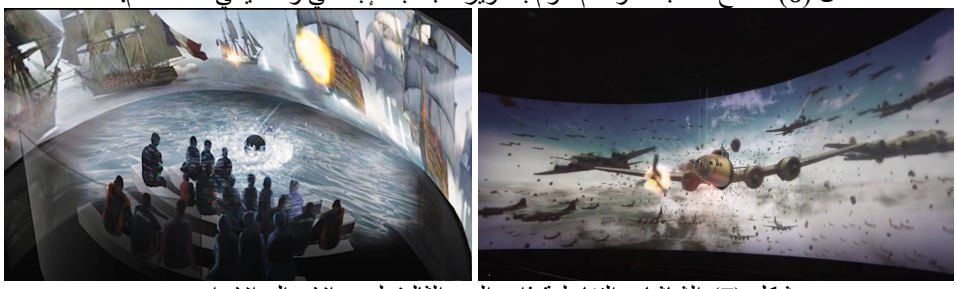
- يعتمد تأثير الموسيقي على أسلوب الموسيقى الوتيرة وحجمها، وكذلك على عمر المستمعين وشخصيتهم وتفضيلهم الموسيقي، من بين تلك العوامل المؤثرة، يعد الإيقاع الموسيقي وحجم الصوت من أكثر العوامل التى كان لها تأثير.
- يمكن لموسيقى الخلفية ضبط الأجواء في المتاجر لتؤثر على رغبة التسوق، يمكن أن تحفز المشاعر الإيجابية والشعور بالسعادة
- أن سرعة الشرب لها علاقة مع وتيرة الموسيقى الخلفية، شرب الناس بشكل أسرع مع الموسيقى السريعة.
- حسّنت الموسيقى البطيئة من نوعية نوم الأرق وتناول الطعام والشراب، كما تخفف الموسيقى الخلفية أيضا الشعور بالألم.
- استخدام الموسيقى ذات الإيقاع السريع فقط يمكنها زيادة دقة صنع القرار، وتقلل وقت رد الفعل ووقت أداء البحث المرئي، كما ان الموسيقى ذات الإيقاع السريع لها تأثير إيجابي على سرعة ودقة قراءة الأخبار على شاشة الحاسب.
- للموسيقى آثار سلبية على الذاكرة والانتباه، على سبيل المثال: تتأثر الذاكرة بإعلان الرسالة القصيرة أثناء سماع الموسيقى.
- لموسيقى الخلفية تأثير إيجابي على المهام البصرية، حيث يتحسن أداء مهمة اليقظة للإشارات المركزية في ظل ظروف الموسيقى، كما زاد وقت الاستجابة للإشارات الطرفية مع الموسيقى عالية الكثافة، كما وجد أن الموسيقى بالخلفية يمكن أن تسهل أداء مهمة البحث المرئي البسيط، ويكون الأداء أفضل في ظل ظروف الموسيقى الغنائية مقارنة بظروف موسيقى الآلات.[22]

2-3-3 نحو إطار معرفي عصبي للإدراك الإبداعي: دور الذاكرة والانتباه والسيطرة المعرفية

تركزت هذه الدراسات على دور الذاكرة والانتباه والتحكم المعرفي، وتدمج الأدلة من البحوث المعرفية وعلم الأعصاب، كما تناولت عملية الإدراك الإبداعي المدفوع بالتطورات المنهجية المهمة والمتعلقة بنمذجة الأداء الإبداعي، كما تشير إلي أن الفهم الأعمق لهذه القدرة المعرفية المعقدة يتطلب تحديد دور وظائفها المعرفية العصبية بما في ذلك الذاكرة والانتباه والإدراك، وتكشف الأدلة المتوفرة من الأبحاث المعرفية وعلم الأعصاب عن العديد من الإليات المميزة للإدراك الإبداعي، بما في ذلك عمليات الذاكرة البناءة لبناء تمثيلات جديدة، والانتباه الموجه داخليًا لدعم الخيال النشط، والرقابة التنفيذية لتنفيذ عمليات الذاكرة والانتباه، وأن الأليات العصبية للمخ تتطور خلال الطفولة والمراهقة وتبني المعارف بالأشياء والمنطق، وتتأثر الوظائف المعرفية بآثار العمر والخبرة المحددة، وبذلك يمكن دعم نمو الذكاء والمعارف في فترة الطفولة والمراهقة للأفراد، كما أن المخيخ يعدل الفكر والعاطفة بنفس الطريقة التي ينظم بها التحكم الحركي، فهذه النتائج تسهم معًا في إيجاد إطار معرفي عصبي مدعوم بالإدراك الإبداعي ويفتح فرصًا علاجية وتعليمية وابداعية جديدة،[1] ففي مجال التعليم افترض أن الإدراك الإبداعي والممارس يزيد من قابلية التعليم بشكل كبير ويحفز المخ والذاكر على تسجيل المعلومات كأحداث إجرائية وبذلك تكون سهلة التذكر، ويوضح شكل(6) نماذج تصميمية لمجالات تعليمية تُحسن من قدرة الذاكرة والتعلم، كما أقيمت متاحف تفاعلية تعليمية للأطفال وتاريخية وفنية لتنمية تلك المدركات الإبداعية وتنمية الوعي العقلي بالأشياء شكل (7).



شكل (6) نماذج لمنتجات ونظم تقوم بتطوير الجانب الإبداعي والتعليمي للمستخدم.



شكل (7) الشاشات التفاعلية ذات البعد الثالث لدعم الإدراك الإبداعي.

3-3-3 تحليل مقارن للديناميكا العصبية الإدراكية على مجموعة بيانات مقابل مجموعة البيانات المعدة AMIGOS*

يهتم بدراسة العمليات البيولوجية للمخ والجوانب التي تكمن وراء الإدراك، والتركيز على الروابط العصبية للإدراك التي تشارك في العملية العقلية لاكتشاف أدلة السلوك للتنبؤ بإجراءات التسويق، ومحفزات التسويق مثل: قرار التسعير وصور العلامة التجارية وتفضيل العلامة التجارية، وقد نتج عن دراسة الحالات المعرفية لإجراءات التسوق أنها تتكون من: الأفكار والإدراك والذاكرة والخبرة خاصةً الخبرة العاطفية، وأن هناك جزاءان من المخ مسؤولان عن الإدراك والحالات العاطفية في الإنسان هما: اللوزة والقشرة الأمامية للمخ، وأن العاطفة والإدراك هما رمزان أساسيان للسلوك لفهم طبيعة الديناميكا العصبية، وأن هناك تفاعل ديناميكي بين مناطق المعالجة العاطفية والمراكز المعرفية الإدراكية بالمخ، كما توجد دائرة في وسط المخ مسؤولة عن الركائز العاطفية، وأن هناك إشارات واردة من القلب تؤثر على النشاط القشري للمخ (أي تؤثر على الإدراك والسلوك)، لذلك تنشأ تجربة عاطفية من التغيرات العضوية التي تحدث في الجسم بسبب نشاط الإثارة.[8]

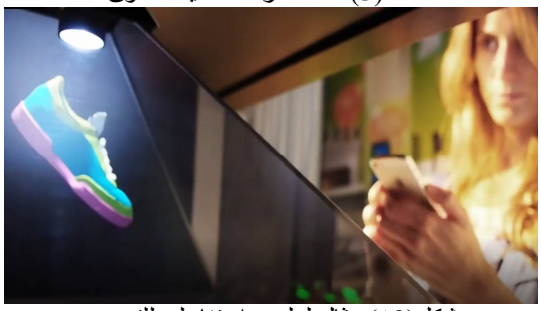
وقد تطبق على دراسة التفضيل والقياس العصبي للاستجابةً العاطفية للتسويق تصميم منتجات خاصة بالتسوق مثل المرأة التفاعلية شكل (9) والتي تسمح للمستخدم برؤية الملابس المختلفة

* AMIGOS : هو مجموعة البيانات المستخدمة في البحث متعدد الوسائط عن سمات التأثير والشخصية القائمة على الحالة المزاجية الفردية والجماعات، وتتضمن مجموعة البيانات معرف المشارك ، معرف التجربة ، الإثارة ، التكافؤ ، الهيمنة ، الإعجاب بقراءات مقاطع الفيديو المعنية.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

عليه وفي البيئات المختلفة، وتناسق ألوان الملابس قبل الشراء مما يثير الجانب العاطفي والإدراكي لدي المستخدم، وهناك أيضاً الهلوجرام التفاعلي شكل (10) والذي يسمح للمستخدم بدوران المنتج واختيار ألوانه التي تناسبه ثم الطلب بدون تدخل البائع، وهناك أيضاً المنضدة التفاعلية والتي تعطي للمستخدم بيانات

شكل (9) مثال لمرآه تفاعلية للتسوق



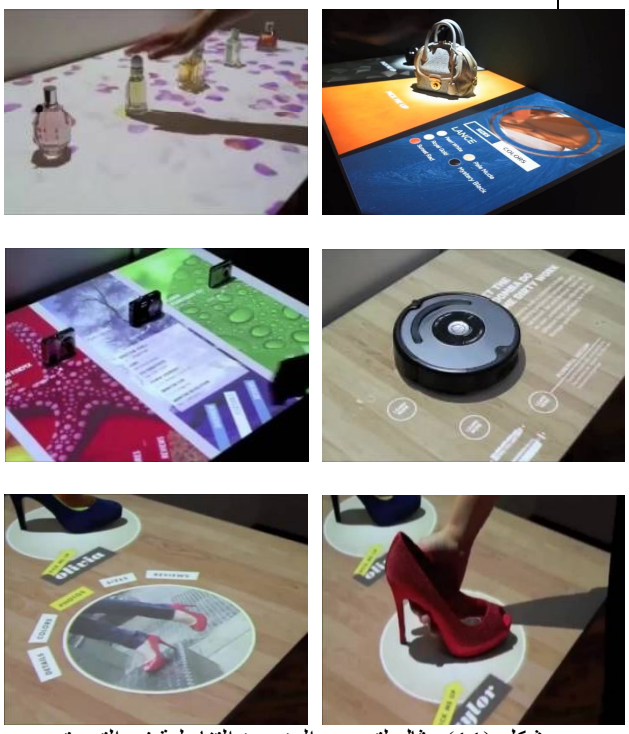
شكل(10) مثال لهلوجرام تفاعلي للتسويق

وهناك الكثير من الأبحاث المقدمة التي قام بها هذا العلم، ومن أهم نتائجها كاعتبارات للتصميم أيضاً، ما يلي:

يشير تحليل نشاط المخ الذي يستخدم التخطيط العقلي EEG والخلايا العصبية أحادية القياس إلي:

- أن المخططات المكانية تحمل أنماطاً زمانية مكانية، وأن هناك موجات حاملة للمعلومات الإدراكية.
- هناك علاقة ين اللوزة والحصين تعطي تحيزاً عاطفياً لآليات من المناطق الحسية لاتخاذ القرار والنظام الحركي، كما يقوم التفاعل بين الحصين واللوزة علي تشكيل سلوك يعتمد على السياق والموازنة بين التوجه نحو الهدف والحالات العاطفية.
- الذاكرة المهارية الإجرائية (الذكريات البصرية والمهارية) تؤدي إلي تحسين الأداء في مهمة التعرف.
- هناك قنوات فسيولوجية عصبية محددة للمس العاطفي والألم وردود الفعل الفسيولوجية المباشرة للمس، كما أن هناك صلة مباشرة بين التحفيز باللمس والاستجابات الفسيولوجية والخبرات العاطفية، جنبا إلى جنب مع رسم الخرائط الجسدية للتمييز بين الأحاسيس اللمسية الجسدية والمشاعر العاطفية المختلفة، كما أن اللمس العاطفي يمكن أن يعدل الاستجابات الفسيولوجية، ويزيد من الثقة والمودة، ويساعد على إقامة روابط بين البشر والآلة أو الروبوتات، وبدء سلوك مؤيد للمجتمع.
- عند الانخراط في المهام البصرية قد يفشل المستخدم في الوصول إلى الوعي، حيث قد يستولي الجانب المرئي على الجانب السمعي عبر إليات في مستويات التكامل السمعي البصري أو المستويات العليا، خاصةً في المهام التي تستدعي المعالجة المرئية بشكل أساسي، فيمكن أن يحدث الصمم غير المقصود، مما يؤدي إلى إهمال التنبيهات السمعية، علي سبيل المثال: عند مواجهة الطيارون مواقف معقدة مثل الهبوط الطارئ والمناورة، هذا الانخراط المعقد يزيد من الحمل البصري للطيارين حيث يتعين عليهم مسح العديد من المعالم

مختلفة عن المنتج كما تسمح له برؤيته في الواقع الاستخدامي شكل (11)، وغير ذلك من المنتجات التي تساعد الأفراد على عملية التسوق والشراء، وتجعل المستخدم يشعر بالعاطفة والانتماء والسعادة.



شكل (11) مثال لتصميم المنضدة التفاعلية في التسوق

المكانية بعناية، وتنفيذ إجراءات سريعة أثناء التحكم في المسار، والعثور على مطار للهبوط، وهنا قد تمر الإنذارات السمعية دون أن يلاحظها أحد أي يحدث الصمم غير المقصود عندما يكون الحمل المرئي مرتفعًا أو في ظروف إشراك المهام العالية.

وعلي هذا تقوم شركات تصنيع طائرات النقل حالياً بتطوير مفهوم التشغيل التجريبي الفردي، لمساعدته على اكتشاف الإنذارات بفضل عدم استخدام الإشارات السمعية واستخدام التحذيرات المكانية التي ثبت أنها أكثر فاعلية لجذب الانتباه عندما تكون المهمة البصرية عالية الحمل المعرفي.

- ينصب إدراك الأشياء على الوعي أي علي العمليات الأولية التي يمكن أن تكون واعية، ولكن يختلف اشكال الوعي لدي الأفراد باختلاف اهتماماتهم ورغباتهم، وبالتالي لا يوجد تعريف رسمي للوعي، ومع ذلك، عند إدراك أي كائن بما في ذلك الذات، يجب أن تكون هناك عدة ميزات/عناصر لهذا الكائن (الشكل واللون والرائحة والملمس وما إلى ذلك) متكاملة من الناحية المكانية والزمانية، تتم مزامنة المظاهر الظاهرة وصولًا إلى أبسط السمات للعناصر المختلفة التي يتم تقديمها إلي المخ عن طريق القنوات الحسية، وتدل هذه الهندسة على تسلسل هرمي متداخل واضح وديناميكي، فهي بمثابة المكون اللازم لتنظيم المخ الذي يسمح بالتعبير عن الأفكار / الصور الواعية ذات التعقيدات المخية، التي يمكن تذكرها في غياب المثير. [4]

ومن ذلك يتضح أن علم الديناميكا العصبي المعرفي يوفر المعلومات التي لها علاقة بالاداء الإنساني الديناميكي وتساعد هذه المعلومات المصمم على التصميم للعاطفة البشرية، والسلوك البشري والمعرفي.

4-3 علم الإرجونوميكس المعرفي الكلي Macro Cognitive Ergonomics:

يعرف هذا العلم بأنه التكيف المعرفي مع التعقيد، حيث يدرس

الطريقة التي يفكر بها الناس بالفعل في ظل الظروف المعقدة، وفهم طبيعة التفكير في البيئات الطبيعية، كما يهتم النهج الكلي بدراسة: الأداء الذي ينتج عن التفاعلات في النظم الاجتماعية، والذي يكون الإنسان أحد مكوناته، كما يعتمد فيه التصميم على تحسين الأداء من خلال إعادة تصميم النظم لاستيعاب ودعم قدرات وأنشطة البشر، كما يتهم بدراسة التفاعلات الديناميكية المعرفية بين أعضاء الفريق وأساليب التعاون والتنسيق بين الفرق المختلفة، وأساليب التعاون والتنسيق باستخدام الحاسب الآلي، ويركز نهج الإرجونوميكس المعرفي الكلي على دراسة ثلاثة من مجالات النظم المعرفية، وهي: هندسة النظم المعرفية (CSE)، إتخاذ القرار الطبيعي (NDM)، تصميم الواجهة الإيكولوجية أو البيئية (EID)، والتي تركز بشكل كبير على التفاعل بين النظم التفاعلية الالكترونية، وسوف نستعرضهم بشكل موجز فيما يلي:

(1) هندسة النظم المعرفية Cognitive Systems (CSE) Engineering:

هندسة النظم المعرفية هي تخصص متخصص في تطوير النظم التي تتناول تصميم النظم الاجتماعية والتقنية، وينصب تركيزه على أداء العمل المعرفي من خلال دمج الوظائف الفنية مع العمليات المعرفية البشرية التي يحتاجون إلى دعمها وجعل هذا العمل المعرفي أكثر موثوقية، ويساعد مهندسو النظم المعرفية في تصميم الواجهات البشرية ونظم الاتصالات ونظم التدريب والفرق ونظم الإدارة.

كما تقوم بتحليل كيفية توافق المكونات الفرعية معًا في السياق، حيث تدرس خصائص النظام المعرفي البشري في نظام أكبر يتكون من المجتمع والأدوات والتقنيات، لتوفر الوظائف الأساسية المتعلقة بإتخاذ القرار والتخطيط والاتصال والتعاون والمنافسة والإدارة في تصميم: واجهة المستخدم، نظم الاتصال، نظم التدريب، وتنظيم الفرق، ونظم الإدارة.[9]

ويتم إجراءه على خمس مراحل هم:

1. تحليل نطاق العمل: تحدد البيئة التي تتم فيها المهمة.
2. تحليل مهمة العمل: وذلك بهدف فهم المهمة، للمساعدة في تحديد المتطلبات المرتبطة بفئات المواقف المعروفة والمتكررة، ويحدد أيضًا ما يجب القيام به بشكل مستقل عن كيفية أو من يقوم به.
3. تحليل الاستراتيجيات المعرفية وتسمى أيضًا بتحليل مسار العمل: تبحث هذه المرحلة في طرق مختلفة لتنفيذ المهمة نفسها.
4. التنظيم الاجتماعي وتحليل التعاون: تقسم هذه المرحلة المهمة بين الموارد المتاحة وتبحث في كيفية تواصل الفريق وتعاونه، والهدف من ذلك هو: تحديد كيف يمكن للعوامل الاجتماعية والتقنية في أي نظام اجتماعي أن تعمل معًا بطريقة تعزز أداء النظام.
5. تحليل كفاءات العامل: تساعدنا هذه المرحلة الأخيرة من إطار عمل تحليل العمل المعرفية (CWA) في فهم كيفية جعل المهمة أسهل بالنسبة للمستخدم النهائي من خلال استخدام تقنيات مثل النماذج الذهنية أو أدوات دعم المهام، الهدف العام هو تحديد الكفاءات التي يجب أن يظهرها العامل المثالي.

(2) صنع القرار الطبيعي Naturalistic Decision (NDM) Making:

يركز علي دراسة عملية صنع القرار في ظل ظروف معقدة، مع أهداف غامضة، والقيود الكلية، والمخاطر العالية، ومستويات الخبرة التي لا يتم التقاطها بسهولة في إعدادات المختبرات التي يتم التحكم فيها.

كما يرتبط بتحليل المهام المعرفية (CTA) لمعالجة المشاكل المعقدة، ودعم اتخاذ القرار في تصميمات معقدة لإعدادات عالية المخاطر، حيث ينصب التركيز على دور الخبرة في تمكين البشر من تقييم الأوضاع بسرعة لاتخاذ قرارات فعالة في بيئات معقدة في العالم الحقيقي، والتي يمكن أن تتضمن ظروفً ديناميكية غير مؤكدة وسريعة التغير، ويمكن أن تتطلب اتخاذ قرارات في الوقت الحقيقي في حالات طارئة مع عواقب وخيمة عند الأخطاء، وتقوم الدراسات الحالية على نماذج لاستشعار الإحساس التي تدعم اتخاذ القرار الطبيعي، وتستخدم استراتيجية المحاكاة الذهنية وبناء القصص استراتيجيات لصنع القرار، وقد توصلت الدراسات إلي أن:[27]

- عادة ما يقيم الناس الخيارات باستخدام المحاكاة الذهنية بدلاً من المقارنة التحليلية، ولكن يعتمد الأشخاص ذوي الخبرة بدرجة أكبر على استراتيجيات التعرف لدفع سلوكه، وعندما يتعلموا مجال ما فإن أسلوبهم يميل إلى أن يكونأكثر تحليلياً وتداولاً.
- مع اكتساب الأشخاص الخبرة، فإنهم يقضون وقتًا أطول في دراسة الموقف وتقليل التناقض بين الخيارات، بينما يقضي المبتدئون وقتًا أكثر في تناقض الخيارات ووقتاً أقل في فهم الموقف، وبذلك تؤثر الخبرة في تسريع عملية إتخاذ القرار الصحيح الملائم للموقف.
- يؤثر أسلوب الفرد المعرفي وطريقته في إتخاذ القرار ومعالجة المعلومات وتفسيرها وتحليلها وتصنيفها، فطريقة التفكير السطحي تجعل من القرار المتخذ عشوائي وغير متوازن، كما أن الشخص المرتبك أو المتعصب لا يوازن الأمور بشكل جيد.
- تعتمد عملية صنع القرار على التحكم الهرمي بناء على تسلسل العمليات للمهمة أو الأوامر الصادرة والتحذيرات الخطرة ثم الأقل خطورة أو الأكثر أهمية بناءً على تفضيلات المستخدم.
- عند حدوث عملية الاختيار وانتقاء أفضل البدائل لاتخاذ القرار فإن العمليات العقلية على المستوى العاطفي، تعتمد على التفضيلات الشخصية، والعوامل التحفيزية المعقدة، وعلي مستوي التحكيم العقلي فانه يوازن بين أنسب السلوكيات والإجراءات التي تقود إلى آثار إيجابية أو تجنبه العواقب السلبية غير المرغوبة أو كلاهما.

(3) تصميم الواجهة الإيكولوجية (EID) Ecological: interface design

هو أسلوب منهجي لتصميم الواجهات بين الإنسان والحاسب للنظم الاجتماعية والديناميكية المعقدة، ويختلف EID عن منهجيات تصميم الواجهة مثل نهج المستخدم محور التصميم (UCD)، حيث يركز على تحليل مجال العمل أو البيئة، وليس على المستخدم النهائي أو المهمة المحددة، والهدف من EID هو جعل الثوابت والعلاقات المعقدة في بيئة العمل واضحة بشكل مميز، على سبيل المثال: الجوانب المرئية والمسموعة للمستخدم، وتحسين أداء المستخدم وموثوقية النظام بشكل عام لكل من الأحداث المتوقعة وغير المتوقعة في النظم المعقد، ودعم العاملين في مجال المعرفة للتكيف مع التغيير والجدة في المواقف التي تتطلب حل المشكلات،[25] كما يستند EID على أثنين من المفاهيم الرئيسية من البحوث الهندسية المعرفية: التسلسل الهرمي التجريدي (AH) وإطار المهارات والقواعد والمعرفة (SRK)، لتدعم الواجهة كل مستوى من مستويات السلوك الثلاثة:

1) السلوك القائم على المهارات (SBB) Skill-based behavior: لدعم التفاعل عبر إشارات الفضاء الزمنية، يجب أن يكون المشغل قادرًا على التصرف مباشرة على الشاشة، يجب أن تكون بنية المعلومات المعروضة غير متجانسة للهيكل الجزئي للحركات.
2) السلوك القائم على قواعد (RBB) rule-based behavior : توفر تقابلًا متناسقًا بين قيود مجال العمل وبين الإرشادات أو العلامات التي توفرها الواجهة.
3) السلوك القائم على المعرفة (KBB) knowledge-based behavior: يمثل العمل.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ومن أهم الأبحاث الحديثة التي تناولها هذا العلم والمرتبطة بموضوع البحث، ما يلي:

1-4-3 ديناميات تنسيق الحركة متعددة النطاقات في حل مشكلات الفريق التعاوني [21]

بالنظر إلى التعقيد المتزايد للمشاكل في ممارسات العمل المعاصرة، والحاجة إلى تخصصات متعددة لحلها، تم الاعتراف بمعالجة المشكلات التعاونية* *Collaborative problem solving (CPS)* كمهارة أساسية في القرن الحادي والعشرين، لحل المشكلات التي تتطلب الجمع بين مجموعات متنوعة من الخبرات الفردية لمعالجة المواقف الجديدة، ووصف التنسيق المعرفي وديناميات الحركة والتفاعل الناشئ عن اتصالات الفريق خلال العمل وحل المشكلات، ودراسة حل المشكلات التعاونية المستندة إلى الحاسب الآلي مع الفرق المختلفة، تعتمد الدراسة الحالية على أساليب مصممة لدراسة التفاعل الاجتماعي وتفاعل الفريق كنظام ديناميكي غير خطي، حيث يحدث التنسيق لحل المشكلات التعاونية على مستويات مكانية وزمانية مختلفة والتقاط الأحداث الكلامية، كما يحدث التنسيق بين حركات الماوس ولوحة المفاتيح ومدخلات الحاسب المطلوبة للتعاون تبعا للمهام، وفحص التنسيق في الوقت الفعلي، وقد وُجد أن:

- الظواهر التفاعلية التي تعمل على/تحت مقياس زمني يبلغ 25 دقيقة تختلف نوعيًا عن الظواهر في نصف ثانية، على سبيل المثال، كيف يعتمد المحاورون على سلوك بعضهم البعض باعتباره تفاعل يعتمد على التوقيت.
- التنسيق العالي للحركة يتوقع أداء المهام التعاونية بشكل إيجابي.
- يرتبط انخفاض التنسيق مع مرور الوقت بأداء المهام الضعيف.

ويساهم هذا العلم في بيئة العمل التطبيقية من خلال توفير بديل للترميز السلوكي التقليدي الذي يستخدم غالبًا لفهم التنسيق في المهام المعقدة التي تتطلب تكامل النشاط المعرفي والحركي، كما يوفر مزيدًا من الأفكار حول المقاييس الزمنية حول مهمة حل المشكلات التعاونية وكيفية تغير التنسيق في الفترات الزمنية المتعلقة بالأداء، وتنسيق العمل المشترك الموجه نحو الأهداف مع أشكال التحكم الحركي المعرفي المتكامل، كما يعمل علي تطوير معرفتنا بالطريقة التي ترتبط بها ديناميات تنسيق الحركة أثناء تفاعل الفريق وتعاونه.

2-4-3 تأثيرات الموقع المشترك للفريق وتقليل طاقم العمل على خصائص التواصل الجماعي للفريق [14]

إهتمت الدراسة بكيفية تواصل الفرق في الغرف المختلفة في النظم المعقد مثل: نظم التحكم بالسفن والغواصات، حيث تؤثر الطريقة التي يتم بها تكوين غرف التحكم على تدفق المعلومات بين فرق القيادة وسرعة الاستجابة، وكشفت بعض الأبحاث السابقة في هذا المجال عن اختناقات في الاتصالات بين القائد Sonar Controller (SOC) ومسؤول العمليات (OPSO) في غرف التحكم البحرية، وأن هناك طريقة واحدة لتخفيف هذه الاختناقات هي المشاركة في الموقع، لذلك قامت الدراسة على استخدام فرق قيادة متعددة التخصصات لفحص تجريبي لتكوين غرفة التحكم في الغواصة الجديدة مع حجم الطاقم المنخفض مقارنة بالخط الأساس للعمليات المعاصرة لمعرفة ما إذا كان يمكن إزالة هذه الاختناقات، وتم تسجيل أنشطة واتصالات الفرق وتحديد كميتها باستخدام طريقة تحليل العمل الجماعي المنهجي (EAST) التي توفر مقارنات إحصائية كشرط أساسي للعمليات المعاصرة، وتتبع الاحداث التي يمكن أن تحدث وتأثيرها على القرارات المتخذة وأساليب التواصل في غرفة التحكم على مختلف الأحداث، وأظهرت النتائج أن: الموقع المشترك للمشغلين يخفف عنق الزجاجة في الاتصالات ويحسن من تدفق المعلومات وهيكل المعلومات والإنتاجية الإجمالية ويحسن من الأداء إلى الحد الذي يمكن فيه إزالة عاملين من فريق الأوامر، كما يزيد القدرة المعرفية الاحتياطية للمشغلين في فرق القيادة بشكل كبير مما يشير إلى زيادة الكفاءة والإنتاجية، وعلى الرغم من زيادة الاتصالات الكلية، إلا أن هذا كان أكثر توازناً بين الفريق وأكثر تكيفًا مع الطلب على سيناريوات الأحداث.

3-5 الإرجونوميكس المعرفي الجزئية Ergomomics Microcognative:

ويعرف ايضاً باسم "المعرفة الدقيق أو المصغرة Microcognative" هو نهج يركز على دراسة هندسة النظم المعرفية (CSE)، كما يركز أيضا على المكونات الفرعية المعرفية لدي الأفراد، حيث يبني معرفته علي أصغر بؤرة معرفية كمثال: الانتباه المتواصل والذاكرة العاملة والإدراك...، وقد شكل أساسًا لنمذجة التفاعل بين الإنسان والحاسوب في مجال العوامل البشرية وهو مفيد للتنبؤ بالسلوكيات مثل: النسيان، وتعلم أوقات التواصل، ومعدلات الخطأ، واكتشاف الإشارات، كما يهتم بتحسين كفاءة المهام داخل النظم.

1-5-3 النمذجة المعرفية كطريقة لتطوير أداة في الذكاء الاصطناعي

يركز البحث على كيفية معالجة البشر لأداء المهام المعرفية عند حدوث الانقطاعات المتولدة داخليًا وخارجيًا، حيث يُعرَّف الانقطاعات بأنها أحداث أو محفزات طبيعية وغير متوقعة يمكن أن تحدث عندما يشارك الإنسان في مهمة أخرى، ولا يتم التخطيط لها بأي حال من الأحوال أو التى قد يمكن توقعها، نظرًا للطبيعة الديناميكية التي لا يمكن التنبؤ بها للبيئات الطبيعية في الحياة اليومية، يتضمن هذا التعريف الأفكار التي تم إنشاؤها داخليًا والتي تكون خاصة بالسياق وغير محددة للسياق، مثل تخطيط المهمة التالية المناسبة للوضع الحالي، أو أحلام اليقظة غير المرتبطة بالسياق الحالي، وغالبًا لا تحدث الانقطاعات في العالم الحقيقي في الأوقات المثلى أثناء أداء المهمة، لذلك أفترض البحث أن الهياكل المعرفية الإضافية يجب أن تتعدى ما هو موجود حالياً ضمن مكونات معرفية متناهية الصغر لتمكين أي أداة
من تتبع التغييرات السياقية، والعودة بشكل صحيح إلي أداء المهمة في الظروف الغير مناسبة وغير متوقعة.

وقد تم الاستفادة من هذا العلم في إنشاء نموذج حسابي كامل للعقل البشري باستخدام طرق حسابية، وذلك من خلال تطوير واختبار نماذج من مكونات معزولة من الذاكرة ونظم المجسات والاستشعارات لإدراك الوضع في البيئات التي تسيطر عليها، وإنشاء نماذج متعددة معزولة خاصة بالآليات تركز على محاكاة الشبه الإنساني والأداء المعرفي في ظل ظروف محكومة، واكتسب الباحثون في النمذجة المعرفية نظرة ثاقبة حول كيفية إنتاج نموذج أفضل للإدراك البشري باستخدام الأساليب الحسابية لتصميم ووظائف المحاكاة.[3]

2-5-3 العلوم المعرفية الجزئية: اتحاد الديناميكيات الجزئية التجريبية والعصبية

يسلط البحث الضوء على الديناميات العصبية الدقيقة للعمليات المعرفية البشرية بدقة ميللي ثانية، استنادًا إلى الأبحاث التجريبية على ما بداخل المخ البشري (iEEG)، كمحاولة للجمع بين التطبيق العملي للظواهر العصبية والبحث التجريبي للعمليات المعرفية، حيث تشدد الفيزياء العصبية بقوة على الديناميات الدقيقة للخبرة على مستوى الأحداث العقلية القصيرة ذات المحتوى المحدد للغاية، فمثلاً: عند قراءة الفرد مقالًا أو الاستماع إلى قطعة موسيقية أو القيام بمهمة ما، عادة ما يتم استيعاب انتباهه تمامًا في هذا المحتوى، ولكن قد تحدث مهام معرفية متتابعة لاستيعاب الانقطاعات، على سبيل المثال، عند سماع صوت ما، نوصِّل هذا

* CPS : هو عملية يحاول بموجبها عميلان أو أكثر حل مشكلة من خلال مشاركة الفهم والجهد المطلوب للتوصل إلى حل وتجميع معارفهم ومهاراتهم وجهودهم للوصول إلى هذا الحل

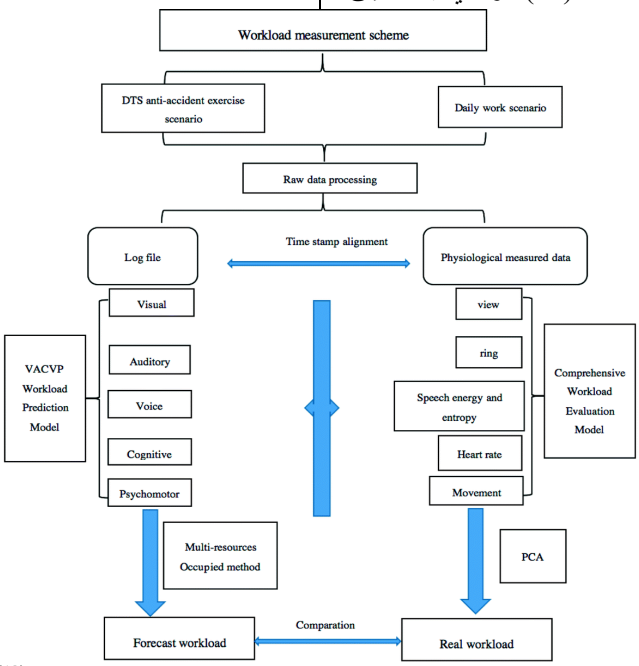
الصوت على الفور لسبب مادي محتمل: مثلاً "إنه صوت انذار انتهاء دورة الغسيل"، دون ملاحظة العمليات الصغرى السريعة التي ندركها من أجل التعرف على هذا الصوت، وكذلك أثناء قراءة جملة ما، هناك تسلسل سريع للعمليات الصغيرة التي تمكن الفرد من الانتقال من الكلمات إلى معانيها، والتي تسير بخطى حركات العين كل ثانية.

ويمكن هذا العمل من اكتشاف ديناميكيات ثلاثية الابعاد من حيث المثير والزمان والمكان وادراكها ككل لا ينفصل، مثل الأبعاد الحسية المختلفة (البصرية والسمعية واللمسية والشمية) للمشهد المتخيل أو الوهم الإدراكي، وأدرك التعاقب السريع للتعليقات الداخلية والعواطف الخفيفة والتقييمات والمقارنات التي أدركها الفرد فورًا بعد الانتباه للمثير وتقييم مدى ملاءمتها، كما تستخدم تلك المعلومات في التطورات الحديثة لعلوم الذكاء الاصطناعي. (13)

3-5-3 التنبؤ والتقييم القائم على عبء العمل في نظام الطاقة

قامت هذه الدراسة على أساس توصُل الباحثين إلى إجماع عام على أن من 60 ٪ إلى 90 ٪ من جميع حوادث النظم بغض النظر عن الاختلافات في مجالاتهم يمكن أن ترجع إلى خطأ بشري، ولا سيما فيما يتعلق بعملية تنظيم شبكات الطاقة والتحكم فيها، لأنها لا ترتبط ارتباطًا مباشرًا بتشغيل معدات إنتاج الطاقة، ولكن علي عملية اتخاذ القرارات المعرفية للمهام التسلسلية والمتوازية.التى تكون من قبل المراقبين لشبكة الطاقة.

لذلك قام الباحثين بإقتراح نموذج شاملاً ومستمرًا للتنبؤ بحجم العمل للمهام التسلسلية والمتوازية شكل (12)، والذي يستند إلى شغل موارد متعددة للقنوات البصرية، السمعية، الصوتية، المعرفية، الحركية (VACVP) Visual Auditory Cognitive Voice Psychomoto، مع نموذج تقييم شامل لتقييم عبء العمل استنادًا إلى نموذج لقياس العوامل الفسيولوجية للتحقق من صحة نموذج التنبؤ. ثم تم محاذاة الطابع الزمني ومقارنة نتائج عبء العمل التي تم الحصول عليها من النموذجين، وأظهرت النتائج التجريبية أن القيم المتوقعة لحجم العمل التي تم الحصول عليها من نموذج التنبؤ بعبء العمل VACVP لا تتوافق مع عملية عبء العمل الفعلية، لأنه تم تجاهل أن المنظم كان يراقب لحل هذه المشكلة، لذلك تم إضافة مستوى لتعريف الجزء المرئي: المراقبة، كما أنه في فترة زمنية معينة يكون اتجاه قيمة التنبؤ بعبء العمل متوافقًا مع قيمة عبء العمل الفعلي، ويبلغ متوسط خطأ بيانات عبء العمل 50.6 درجة، مما يضمن صحة ودقة نموذج التنبؤ بعبء العمل. (12) يغطي هذا النموذج تقييم عبء العمل الفسيولوجي والنفسي، ويمكن أن يصف شدة عبء العمل على المراقبين لنظم الطاقة بشكل شامل، فهو يعتبر عامل الوقت وفقًا لـنموذج ويكنز Wicken للموارد المتعددة، ويقوم الحكم على عبء العمل الحالي من خلال حساب شغل الموارد لكل قناة في فترة زمنية معينة.



شكل (12) نموذج VACVP المقترح للعملية التجريبية في الدراسة [12]

وقد قامت العديد من الأبحاث في هذا المجال ويمكن ذكر بعض نتائجها كاعتبارات للتصميم مثل:

- مراعاة تجنب الأصوات المستمرة للعمليات المستمرة، بدلاً من ذلك يمكن استخدام تسلسل الأصوات المتكررة مرة واحدة كل ثانية بالصمت، بين كل حدث لتقليل احتمال أن كل الأصوات ستلعب في وقت واحد، وبالتالي هذا التفاوت يمكن المستمع من التعرف على المثيرات المختلفة في تلك البيئة الصوتية، مثل البيئة الصوتية لأجهزة حجرة الرعاية بالمستشفيات.
- لا تلتقط العين كل شيء بالتساوي، ولكن تختار العين بشكل انتقائي الأشياء البارزة والمميزة من السياق، وتركز عليها وتعالجها بمزيد من التفصيل، كما تنخفض حدة البصر أو القدرة على التمييز والاحساس بالتفاصيل الصغيرة كلما زاد نصوع الجسم.
- تتكيف العين مع ما تراه من خلال استمرار التنقل الزمنى في الصور نظرا لسرعة حركتها، ولكنها لا يمكنها أن تميز بين صورتين إذا عرضتا عليه متتابعتين في فترة زمنية تقل عن جزء من عشرة من الثانية.
- يميل الأشخاص إلى ترميز معلوماتهم وفقا لشكلها، حيث يسجل العقل الاختلافات في الصور كالتغيرات في الشدة والتغير والخشونة، وهذه التغيرات الدقيقة هي التي توفر التفاصيل والمعلومات الطبيعية حول التحفيز في الذاكرة الحسية الفوتوغرافية .
- يعتمد مقدار التحميل داخل الموارد على المهمة، لذلك يمكن تمثيل كل مهمة من مهام التحكم على حسب متطلبات مواردها،

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

على سبيل المثال: سيزيد الطلب على الموارد البصرية المكانية على الطرق المضيئة الخافتة ليلاً، في حين ستزيد الطلبات اليدوية من الموارد من الطرق النائية، وسيزداد كلاهما مع زيادة سرعة السيارة.

- عند اداء مهمتين معاً يجب الاخذ في الاعتبار المدى الذي يكون فيه أحدهما يفقد القدرة علي الأداء بسبب سياسة تخصيص الموارد، لذلك يمكن توزيع المهام علي موارد مختلفة.
- عند أداء مهمتين في ذات الوقت: تكون العروض المرئية متعارضة، إذا كانت بعيدة بما فيه الكفاية، حيث تتطلب الرؤية المرئية بينهما جهد إضافي (عبء عمل)، إذا كانا قريبين من بعضهما البعض فقد يحدث التشويش، تماماً كما قد تخفي رسالتان سمعيتان إذا كانتا تشغلان ترددات زمنية قريبة أو متداخلة، وتكون صعبة الإدراك .
- تستخدم الرؤية المحيطة موارد منفصلة أو لا تستخدم موارد على الإطلاق، بمعنى أن المعالجة من الرؤية المحيطة تكون تلقائية، فتبادل الوقت الناجح للمهام البؤرية والمحيطية قد يؤدي إلى نتيجة جيدة.
- لا تتداخل المعلومات المعروضة في الرؤية المحيطية بشكل سلبي مع أداء المهمة الأساسية، كما أن العرض في الرؤية المحيطية يقلل من عبء العمل، لذلك يمكن استخدام واجهة الرؤية المحيطية لعرض المعلومات غير الحرجة أو المعلومات الثانوية.
- هناك علاقة بين المهمة المطلوبة وعبء العمل، حيث يؤثر نوع المؤشر وطريقة الطلب علي سرعة ودقة التعرف على التحذير ووقت رد الفعل، فالمؤشرات الطبيعية سواء بصرية أو سمعية تستدعى قدرا أكبر من الدقة وسرعة رد الفعل أثناء ظروف الطلب المنخفضة أو العالية لمرحلة الاختيار ثنائية المهام.
- أوقات الاستجابة للمؤشرات السمعية الطبيعية اسرع مقارنة بالتحذيرات اللونية والشكلية والنصية والمؤشرات الرمزية السمعية. كما أن الاشارات السمعية كوظيفة تنبيهية تساعد على الشعور باليقظة وإدراك الخطأ أو الاخطار القادمة عندما يكون هناك عبء عمل مرتفع.
- يعمل التنبيه الصوتي مع التنبيه البصري علي جذب انتباه المستخدم بسرعة في حالات الطوارئ، مثل: موجة استدعاء ضوئية و أجراس عالية التردد ، حيث تستدعي البدء في التفاعل مباشرةً.
- عادة ما يتم تجاهل التحذيرات المكتوبة وسرعان ما تصبح جزءًا من الخلفية فلا يتم الانتباه إليها ولا يتم قراءتها، لذلك ينصح بعدم اللجوء إليها إلا عندما يكون البيئة التشغيلية صاخبة.
- يعد اللون من أهم العوامل المستخدمة في تقليل عبء العمل وجذب انتباه ودعم موقف أداء النظام وتعزيز الوعي بالوضع.
- يصبح المستخدمون أكثر ثقة في خياراتهم، وإذا تلقوا ردود فعل، فيمكنهم تعلم كيفية اتخاذ القرارات بشكل أكثر دقة وأسرع، فإذا لم يحصلوا على تعليقات حول قراراتهم، فستبقى جودة قراراتهم كما هي.

ومن خلال ذلك يتضح أن الإرجونوميكس المعرفي الدقيق يساعد على توفير معلومات من خلال دراسة الانسان في أثناء أداء مهمة معينة، تساعد تلك النتائج بأخذها في الاعتبار عند تصميم مهام مشابهه.

الخلاصة Conclusion:

من خلال دراسة هذا الموضوع حاولنا توضيح أهمية الإرجونوميكس المعرفي واتجاهاته الحديثة في تطور المنتجات والنظم بما يتوافق مع قدرات وحدود الإنسان وتلبية رغباته، وتتمثل تلك الاتجاهات في: الإرجونوميكس العصبي Neuro Ergonomics، علم الأعصاب المعرفي The Cognitive Neurosciences، الديناميكا العصبية المعرفية Cognitive Neurodynamics، الإرجونوميكس المعرفي الكلي Macro Cognitive Ergonomics، الإرجونوميكس المعرفي الجزئي Microcognitive Ergomomics.

كما أهتم علم الإرجونوميكس المعرفي (CE) بتوفير المعرفة حول استراتيجيات المستخدم في أداء المهام المعرفية في مواقف الحياة الواقعية والقيود في الإدراك البشري وطبيعة المهمة المطلوبة، باستخدام أجهزة تصوير المخ الحديثة مثل: التخطط الكهربي للمخ (EEG)، التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI)، الطيفي القريب من الأشعة تحت الحمراء (fNIRS)، وتصوير المخ المغناطيسي (MEG)، والتحفيز المغناطيسي (TMS)، والتحفيز الكهربي (ERP)..إلخ.

فهذه المعرفة والبيانات الناتجة من هذه الدراسات تساعد علي تطوير وبناء نظم تتوافق مع البشر فمثلا: من خلال تلك الاعتبارات (النتائج) من المفترض أن تعمل واجهات المستخدم متعددة الوسائط على تحسين الكشف عن المعلومات الهامة وتحديدها من خلال توجيه انتباه المستخدم إلى الاتجاه الصحيح، وتحسين الجوانب الحسية في قدرة المشغل على توطين الأهداف الذاتية والتنقل في البيئة، وتقديم المعلومات الديناميكية عن طريق الحفاظ على تحديث المشغل والتغيرات والعوامل في بيئة التشغيل، وأخيرًا، تعزيز عملية صنع القرار الموزَّع عن طريق توفير المعلومات عبر الفرق وبين القادة والفريق ودعم طرق مختلفة لفهم المعلومات ودمجها، والتأكيد على النهج السلوكي لمعالجة مشكلات الأداء البشري، وتقديم تفسيرات للظواهر الأكثر تعقيدًا في النشاط العقلي مثل: فهم الإنذارات السمعية الخاطئة، النشاط الإدراكي الزماني والمكاني، ...وغيرها من الأنشطة.

كما تم دراسة الاتجاهات الحديثة للإرجونوميكس العرفي وتوضيحها من خلال بعض الأبحاث التي تم مناقشتها مؤخراً والتي تؤثر علي مجالات تطور التصميمات التفاعلية، كما يستمد منها الإرجونوميكس المعرفي الحديث اعتباراته ويبني عليها التصميمات النظم والمنتجات والنظريات وغيرها، ويوضح شكل (13) تلك الاتجاهات الحديثة بالإرجونوميكس المعرفي وارتباطها بالتصميم التفاعلي.

نتائج البحث: Results

(1) تحديد أهم الاتجاهات الحديثة للإرجونوميكس المعرفي.

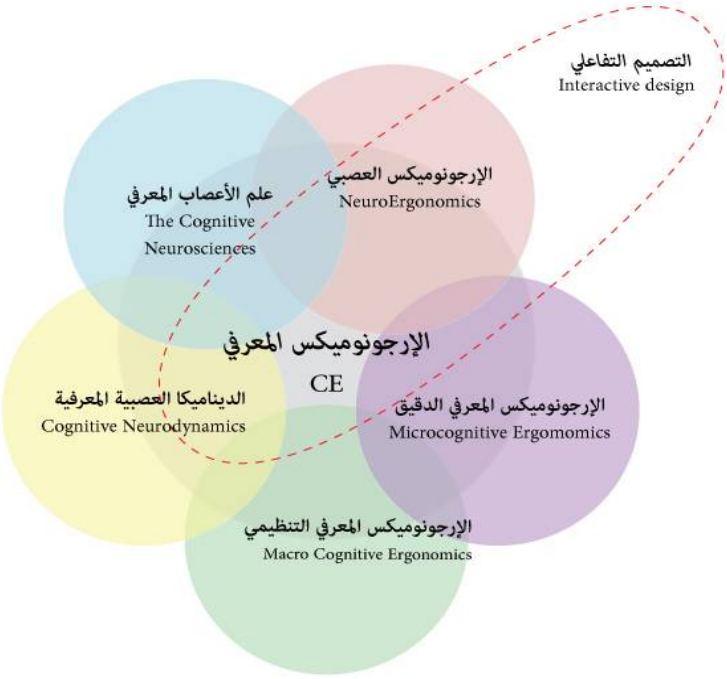
(2) استنباط بعض الاعتبارات للتصميم لقدرات وحدود الإنسان المعرفية والذهنية، والحد من عبء العمل العقلي عند أداء المهام، وإتخاذ القرارات الصحيحة، والتنبؤ بالأخطاء ومعالجتها، وتعزيز تصميم واجهات المنتجات/النظم، وخبرة المستخدم.

(3) إبراز العلاقة بين البحوث الحديثة في اتجاهات الإرجونوميكس المعرفي وتطوير المنتجات التقليدية لتصبح منتجات تفاعلية، لتلبي احتياجات الإنسان وتلبى رغباته، ودعم تنسيق المهام والتعاون بين الفريق.

(4) توفير جوانب هامة من المعرفة في مجال الإرجونوميكس المعرفي (CE) والذي يرتبط بشكل وثيق بالمنتجات والتكنولوجيا التفاعلية لدعم دور المصمم عند:

- تطوير وتصميم المنتجات /النظم بما يدعم توجيه انتباه المستخدم، تعزيز الأدراك والتذكر والتعلم الذاتي.
- دعم توجيه المستخدم نحو اتخاذ القرار الصحيح، والحد من الخطأ.
- التصميم للتقليل من عبء العمل وتوزيع المهام على الموارد المختلفة، وتعزيز خبرة المستخدم والتذكر.
- ربط متطلبات الجوانب المعرفية خاصاً الأدراك والتذكر بالجانب العاطفي للمستخدم.

- استخدام الأساليب المعرفية الحديثة لدعمه في عملية جمع المعلومات أثناء قيام المستخدم بالمهام و الأنشطة، للمساعدة في عملية تطوير المنتج/النظام ليتوافق مع قدرات وحدود الإنسان المعرفية والقيام بالمهمة بأقل الأخطاء.



شكل(13) الاتجاهات الحديثة في الإرجونوميكس المعرفي وارتباطها بالتصميم التفاعلي.

المراجع References:

1- Benedek, M. and Fink, A. (2019). Toward a neurocognitive framework of creative cognition: the role of memory, attention, and cognitive control. Current Opinion in Behavioral Sciences, 27, pp.116-122.

2- Cabeza, R., Albert, M., Belleville, S., Craik, F., Duarte, A., & Grady, C. et al. (2018). Author Correction: Maintenance, reserve and compensation: the cognitive neuroscience of healthy ageing. *Nature Reviews Neuroscience*, *19*(12), 772-772. doi: 10.1038/s41583-018-0086-0

3- Dudzik, K. (2019). *Cognitive Modeling as a Method for Agent Development in Artificial Intelligence* (Master of Cognitive Science). Carleton University , Ottawa, Ontario.

4- Fingelkurts, A., & Fingelkurts, A. (2018). Placing pure experience of Eastern tradition into the neurophysiology of Western tradition. *Cognitive Neurodynamics*, *13*(1), 121-123. doi: 10.1007/s11571-018-9506-0

5- Hale, K., Stanney, K., & Di Cecco. (2017). *Advances in Neuroergonomics and Cognitive Engineering*. Springer International Publishing ,pp.5.

6- Ines, B., Jiefeng, J., & Mikael, J. (2019). Neural pattern classification reveals the temporal dynamics of competitive memory retrieval. In Cognitive Neuroscience Society Annual Meeting. San Francisco, United States.

7- Joshi, S.,et al. (2019) - A Cross-Sectional Study Using Wireless Electrocardiogram to Investigate Physical Workload of Wheelchair Control in Real World Environments, Book of *Advances in Neuroergonomics and Cognitive Engineering*. Springer International Publishing, pp. 14-25.

8- Kaur, R., Gill, R. and Singh, J. (2019). Comparative Analysis of Cognitive Neurodynamics on AMIGOS Dataset Versus Prepared Dataset. In: Computer and Information Science. CCIS, volume 1045.

9- Lintern, G. (2012). *Cognitive Systems Design*. Melbourne, Australia.

10- Lowe, C., Reichelt, A. and Hall, P. (2019). The Prefrontal Cortex and Obesity: A Health Neuroscience Perspective. Trends in Cognitive Sciences, 23(4), pp.349-361.

11- Ogino Y, Kawamichi H, Kakeda T and Saito S (2019) Exploring the Neural Correlates in Adopting a Realistic View: A Neural Structural and Functional Connectivity Study With Female Nurses. Front. Hum. Neurosci. 13:197. doi: 10.3389/fnhum.2019.00197

12- Peng, C., Zhen Wang, Z., Yanyu Lu, Shan Fu (2019). Research on Workload-Based Prediction and Evaluation Model in Power System. In Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics (pp 92-105). International Conference on Human-Computer Interaction -HCII 2019.

13- Petitmengin, C., & Lachaux, J. (2013). Microcognitive science: bridging experiential and neuronal microdynamics. *Frontiers In*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Neuroergonomics in Skilled Cognition During Expert Sports Performance. Frontiers in Human Neuroscience, Volume 13, Article 278.

21- Wiltshire, T., Steffensen, S., & Fiore, S. (2019). Multiscale movement coordination dynamics in collaborative team problem solving. *Applied Ergonomics, 79,* Pages 143-151. doi: 10.1016/j.apergo.2018.07.007.

22- Yang, L., & Feng Yu, R. (2018). Effects of Background Music on Visual Lobe and Visual Search Performance. In *Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 317-330). Advances in Intelligent Systems and Computing,://DOI: 10.1007/978-3-319-60642-2_19

23- https://www.iea.cc/whats/ (Definition and Domains of Ergonomics)

24- http://icn.ecust.edu.cn/introduction.html (Welcome to Institute of Cognitive Neurodynamics)

25- https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12118874 (Ecological interface design: progress and challenges).

26- http://old.askergoworks.com/news/18/Cognitive-Ergonomics-101-Improving-Mental-Performance.aspx.

27- http://www2.mitre.org/public/ndm/index.html (international naturalistic decision making conference).

Human Neuroscience, 7- 617. doi: 10.3389/fnhum.2013.00617

14- Roberts, A., Stanton, N., Fay, D., & Pope, K. (2019). The effects of team co-location and reduced crewing on team communication characteristics. Applied Ergonomics, 81, 102875. doi: 10.1016/j.apergo.2019.102875

15- Robert W. Proctor, Addie Johnson - Neuroergonomics, A Cognitive Neuroscience Approach to Human Factors and Ergonomics –Palgrave Macmillan Publishers Limited in the UK -2013

16- Sanyal, S., Nag, S., Banerjee, A., Sengupta, R. and Ghosh, D. (2018). Music of brain and music on brain: a novel EEG sonification approach. Cognitive Neurodynamics, 13(1), pp.13-31.

17- Saffer D. (2010) : "Designing for Interaction , Creating Innovative Applications and Devices" 2 nd Ed. , New Riders, Berkeley , California , USA.

18- Sarkar, A.,et al. - The Microbiome in Psychology and Cognitive Neuroscience - trends in Cognitive sciences journal- Volume 22, Issue 7, July 2018, Pages 611-636

19- Savulich, G., Thorp, E., Piercy, T., Peterson, K., Pickard, J. and Sahakian, B. (2019). Improvements in Attention Following Cognitive Training With the Novel "Decoder" Game on an iPad. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 13.

20- Tan, S., Kerr, G., Sullivan, J. and Peake, J. (2019). A Brief Review of the Application of