توظيف تقنية تتبع حركة العين فى التعليم

د / كريمة محمود محمد
مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم
جامعة حلوان – كلية التربية
karima.kmma@gmail.com

م.د / أسماء السيد محمد
مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم
جامعة حلوان – كلية التربية

مستخلص:

تتناول هذه الورقة البحثية تقنية تتبع حركة العين فهى تقنية متقدمة تزود المختصين بمعلومات دقيقة ومفصلة عن مكان نظر المستخدم فى صفحات الموقع أو برامج الكمبيوتر أو الألعاب، أى النقاط والأماكن التى تجذب انتباهه والزمن الذى يستغرقه فى النظر إليها، ولها تطبيقات متقدمة حيث تستخدم تكنولوجيا متطورة لعكس ضوء الأشعة تحت الحمراء غير المرئية على العين وتحدد أين ينظر زائر الموقع بالضبط، كما تستعرض هذه الورقة استخدام اختبارات تقنية تتبع حركة العين، والتفاعل فى بحوث تقنية تتبع حركة العين، أنماط النظر إلى مواقع الويب والتى يمكن أن تقيسها تقنية حركة تتبع العين، خطوات تنفيذها، مجالات توظيف هذه التقنية فى مجال التعليم، وفوائد توظيفها فى مجال التصميم التعليمى.

الكلمات المفتاحية: تتبع حركة العين – تقنية تتبع حركة العين فى الكمبيوتر.

Abstract:

This research paper deals with eye movement tracking technology as it is an advanced technology that provides specialists with accurate and detailed information about the user's place of view in the website pages, computer programs or games, i.e. points and places that attract his attention and the time it takes to look at them. It has advanced applications as it uses advanced technology to reverse the invisible infrared light on the eye and determines where the visitor to the site looks exactly. Moreover, this paper reviews the use of eye-tracking technology tests, the interaction in eye-tracking technology research, patterns of viewing websites that can measure the eye movement-

tracking technology, implementation steps, the areas of employing this technology in the field of education, and the benefits of functioning it in the field of instructional design.

Key words: Eye tracking - the eye movement-tracking technology in computer.

مقدمة:

إن انتباه الإنسان عملية اختيار تنفيذية لحدث أو مثير والتركيز فيه ليس باعتباره أحد مكونات الذاكرة الهيكلية فهو ينقل العملية التى يتم من خلالها تقديم بعض الخبرات الحسية الخارجية أو الداخلية والتركيز فيها من أجل معالجتها فى نظام معالجة المعلومات، وينظر بعض العلماء للانتباه بأنه مجهود أو حالة استثارة تحدث عندما تصل الانطباعات الحسية عبر الحواس إلى الذاكرة الحسية، فالفرد يبذل مجهودًا يرافقه تغيرات فسيولوجية، وذلك فى ضوء المقاييس الخاصة بذلك فى التجارب الشهيرة التى تم إنجازها، والتى استخدموا فيها أدوات قياس بؤبؤ العين لدلالة الانتباه أثناء الانشغال فى عملية عقلية أظهرت نتائجها أن قطر العين يتسع أثناء تركيز الانتباه على مهمات، ويزداد توسعًا كلما كانت المهمات المطلوب التركيز عليها تتطلب عمليات عقلية أكثر تعقيدًا أى المهمات الأكثر صعوبة، وهو مجال اهتمام تقنية تتبع حركة عين الإنسان.

فعند تسجيل حركات عين شخص ما يمكن حينها تتبع طريقة انتباهه، وبالتالى الحصول على مؤشر حول الكائن أو المنطقة التى أثارت انتباهه، أى ما جذب انتباهه، وربما حتى تقديم فكرة عن كيفية إدراك ذلك الشخص لأى مشهد رآه، وقد تمت دراسة الانتباه البصرى لأكثر من مائة عام، والجميع يعرف ما هو الانتباه، الذى يعنى الاستيلاء على العقل البشرى، فى شكل واضح وحيوى، حيث يتطلب العديد من السلوكيات التى ينخرط فيها البشر متابعة المعلومات المرئية، وتقديم رؤى حاسمة فى فهم السلوك البشرى بالمواقع التى تم اختيارها لتركيز النظر عليها وتقديم رؤى فى تغيير متطلبات المعلومات من لحظة إلى لحظة للسلوكيات التى ينخرط قيها البشر، فالعين البشرية تتحرك فى المتوسط ، ثلاث أو أربع مرات فى الثانية، وبالتالى، توفر حركات العين طريقة مثالية وقوية لقياس موضوعى للعمليات المعرفية المستمرة، ومتطلبات المعلومات أثناء السلوك البشرى، وتقديم تقارير عن العمل فى المجالات التالية: علم الأعصاب، علم النفس، الهندسة الصناعية، العوامل البشرية، التسوق والإعلان، وعلم الكمبيوتر، وكذلك فى مجال تكنولوجيا التعليم، فمن خلال التركيز على التطبيقات التفاعلية، وجودة تصميمها، وقياس قابيلتها للاستخدام Usability والتى تعنى سهولة استخدام الموقع، ببساطة هذا المصطلح يجيب عن سؤال واحد بسيط (هل موقعك سهل الاستخدام؟)، التطبيقات المتقدمة

لهذا المصطلح فى الويب تهتم بمدى مرونة الموقع فى تلبية احتياجات زائر الموقع، من خلال تنفيذ مهام معينة مثل الاتصال بصاحب الموقع، والتسجيل، وعرض الموقع بشكل سليم على الهاتف والجهاز اللوحى الخاص به... وغيرها من الأمور، وهذا المصطلح يهتم أيضًا بتمكين زائر الموقع من تنفيذ أى شىء يرغب بتنفيذه عند زيارة الموقع، مثل طباعة مقال بالموقع... إلخ.

وتعرف السلوك الإنسانى الآن محل دراسة فى مجموعة واسعة من التخصصات البحثية، فالإدراك لا يعنى الاستقبال السلبى للمعلومات فى محيطنا، بل هو جزء فعال يُنبئنا عن كيف نعمل فى حياتنا، وقد ذكر كل من "هوميل وآخرون وبريدجمين وتسنج ((Hommel, et al, 2001، Bridgeman,Tseng، ٢٠١١)) أن التصور والعمل وظيفيًا يعادلان كلًا من العمليات التى تعمل على السماح لنا ببناء تمثيلات للعالم من حولنا، وبذلك يبدو أن العمليات التصورية والعملية مرتبطة معًا فى اتجاه واحد بطريقة ما، بحيث يكون كل منهما قادر على التأثير فى الآخر؛ بحيث أن التصور أثناء أداء العمل، يؤثر على العمليات الإدراكية، ومع هذا الدور الأكثر نشاطًا للإدراك المقترح، فإن السؤال هو كيف يتم قياسه، فحركات العين أداة لا تقدر بثمن لأنها توفر مقياسًا عبر الإنترنت للإدراك، ولكنها لا تعمل مباشرة على البيئة، فالعلاقة قوية بين اتجاه العين وسلوكنا الذى تترجمه الأهداف والنوايا مما يعنى أن العينان توفرا إشارة قوية لفهمها.

إذًا يمكن القول بأن حركات العين هى نموذج جيد لدراسة توجيه السلوك نحو المنبهات البصرية وما يتصل بها من وظائف الإدراك الحسى والمعرفى، وتشير حركات العين تركيز الانتباه البصرى، والمعروف أنه إما أن يكون من الأسفل إلى الأعلى، أو من أعلى إلى أسفل، وتستخدم حركات العين لتوجيه النقرة، أى تركيز الرؤية، على كائنات جديدة، وتتم معالجة المحتوى المرئى عبر الممرات التى تمتد من شبكية العين عن طريق النواة الركبية الجانبية إلى القشرة البصرية الأولية، والتى توزع نفسها على مناطق المعالجة الدماغية على سبيل المثال (التوجه المكانى، الاعتراف، الذاكرة، العواطف)، فحركات العين بشكل عام شرط أساسى لمعالجة المعلومات البصرية.

- **مفهوم تقنية تتبع حركة العين:** Eye Tracking

تُعرف بأنها تقنية متقدمة تزود المختصين بمعلومات دقيقة ومفصلة عن مكان نظر المستخدم فى صفحات الموقع، أى النقاط والأماكن التى تجذب انتباهه والزمن الذى يستغرقه فى النظر إليها، فهى الأسلوب الذى يُقيم كيفية نظر الزوار للموقع، ولها تطبيقات متقدمة حيث تستخدم تكنولوجيا متطورة لعكس ضوء الأشعة تحت الحمراء غير المرئية على العين وتحدد أين ينظر زائر الموقع بالضبط، فهى تقنية تضيف معلومات مفصلة لعملية اختبار قابلية الاستخدام عن العواطف والمحفزات التى تدير حركة العين لزائر الموقع، وتساعد هذه التقنية فى المفاضلة بين عدة تصميمات مختلفة، فهى

التى تتحقق من مدى وضوح عناصر واجهة الموقع، كالمناطق رديئة الوضوح فى التصميم، وتحديد مجالات الاهتمامات، وهى مناطق العرض أو البيئة المرئية التى تثير اهتمام المستخدم، كما يتم استخدام تحليل قياس مجالات الاهتمامAOI لقياس البيانات التى تم تحديدها ضمن منطقة محددة من المثير البصرى، ويشير عدد عمليات التثبيت على عنصر معين إلى أهمية هذا العنصر، وبالتالى سيتم تحسين عناصر العرض الأكثر أهمية بشكل أفضل.

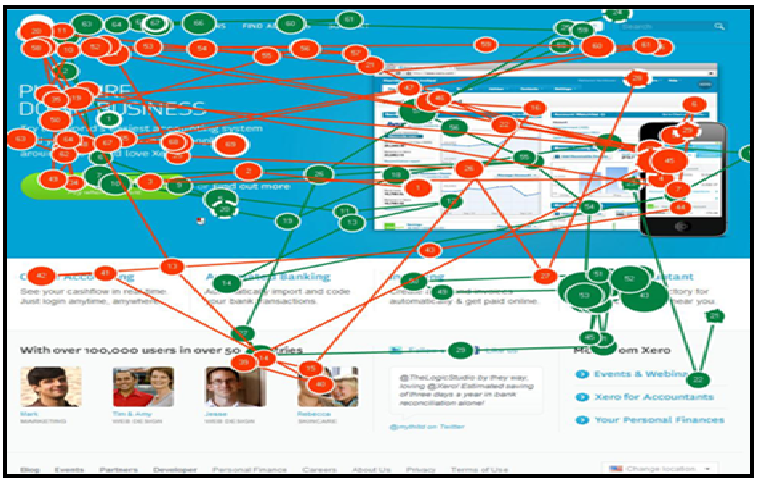
- **استخدام اختبارات تقنية تتبع حركة العين:**

إن نتائج اختبارات تقنية تتبع حركة العين تمد مصممى المواقع التعليمة الإلكترونية بمجموعة من المعلومات، منها ما يلى:

- إذا كان هناك أكثر من اختيار لتصميم واجهة الموقع، فتقنية تعقب العين طريقة سريعة لاكتشاف أى تصميم أقرب للمستخدم.
- تقدم معلومات وتحليلات واقعية عن مدى فعالية تصميم الموقع.
- تقدم تصورات مقنعة عن مشاكل قابلية الاستخدام.

وعند تنفيذ هذا النوع من الاختبارات فإننا نحصل على نوعين من النتائج:

١. مسارات تحرك العين **gazeplot**: فعند دخول المستخدم لصفحة الموقع يتم تحديد الأماكن التى يُنظر إليها أولاً، ثم الأماكن التى ينظر إليها بعد ذلك، فهذه النتيجة توضح المسار الذى تتحرك فيه عين المستخدم من بداية تصفح الموقع حتى نهايته وغلقه، كما يتضح من شكل (١) :



شكل (١) مثال يوضح نتائج لحركة عين أحد المستخدمين أثناء تصفحة أحد المواقع

٢. الخريطة الحرارية لأوقات المشاهدةHeat Map : وهى الخريطة التى توضح الوقت الذى يقضيه المستخدم فى مشاهدة جزء من الصفحة، فالمناطق الأكثر توهجًا هى المناطق التى يقضى المستخدم وقت أطول فى مشاهدتها أكثر من غيرها.

- **أجهزة تتبع حركة العين:**

تستخدم أجهزة تتبع حركة العين فى الغالب أشعة تحت حمراء لإلقاء الضوء على حدقة العين للمستخدم لتلتقطها كاميرات تستشعر انعكاس الأشعة من الحدقة، وفى أثناء ذلك يقوم الجهاز بعمليات حسابية معقدة لتحديد موقع تركيز العين فى الجسم المُشاهد .

بعض القياسات التى تستخلصها أجهزة تتبع العين:

١. **مدة التركيز:** وتشير إلى المدة التى يستغرقها المستخدم لاستخراج المعلومات من الشاشة أو مدة الاهتمام بالعناصر فيها.

٢. **تكرار التركيز:** وتعنى العدد الإجمالى لنقاط التركيز فى مساحة ما، وتساعد هذه القراءة فى معرفة أهمية العنصر، أو توزيع الانتباه البصرى أو تشتيته.

٣. **مسار حركة العين:** يصور التوزيع المكانى لحركة العين وتسلسله.

وقد حدد العلماء بعض القياسات الأخرى الأكثر شيوعًا التي يمكن من خلالها قياس كفاءة تقنية تتبع حركة العين، وهى:

- **عدد تثبيتات حركة العين بشكل عام:** يُعتقد أن زيادة عدد عمليات التثبيت يؤثر بشكل سلبى على فهم المحتوى، فكلما زاد عدد تثبيتات حركة العين، كلما دل ذلك على قلة الكفاءة فى ترتيب عناصر العرض، وإن كان ذلك يتأثر بالعلاقة بين عدد عمليات التثبيت ووقت المهمة، بمعنى أن المهام الأطول سوف يتطلب عادةً المزيد من التثبيتات.
- **نسبة الوقت المستغرق لكل مجال من مجالات الاهتمام:** فمدة الوقت المستغرق للنظر لعنصر معين (محل اهتمام فريق التصميم) يمكن أن يعكس أهمية هذا العنصر،لذا يجب على الباحثين الذين يستخدموا هذا المقياس توخى الحذر عند ملاحظة ذلك لأنه يجب معاملتها كمقاييس منفصلة، لأنها قد تكون مؤشر على صعوبة قراءة المعلومة أو فهمها أو صعوبة استخراجها.
- **عدد التثبيتات فى كل مجال من مجالات الاهتمام:** وتعنى مدة التحديق، فى كل مجال من مجالات الاهتمام، ويرتبط هذا المقياس ارتباطًا وثيقًا بـــمعدل gaze، والذى يستخدم لدراسة عدد التثبيتات عبر مهام مختلفة والمدة الإجمالية لها،فعدد التثبيتات عند عرض عنصر معين يجب أن تعكس أهمية هذا العنصر.
- **معدل التثبيت بشكل عام (التثبيتات / الثواني):** يرتبط هذا المقياس ارتباطًا وثيقًا بمدة التثبيت، أى الوقت بين عمليات التثبيت، فعادةً ما تكون حركات العين المتقطعة قصيرة المدة، وهى صغيرة نسبيًا مقارنةً مع الوقت المستغرق فى التثبيت، لذا، ينبغى أن يكون معدل التثبيت تقريبًا يعكس متوسط مدة التثبيت.

ومما سبق عرضه يتضح أن مفهوم استخدام تتبع العين لإلقاء الضوء على قضايا قابلية الاستخدام كانت موجودة منذ ما قبل استخدام واجهات الكمبيوتر، فقد توصل العلماء لبعض الاستنتاجات التى لا تزال مفيدة حتى اليوم، والتى يمكن من خلالها قياس حركة تتبع العين فعلى سبيل المثال، اقترحوا أن تكرار التثبيت هو مقياس لأهمية العرض، ومدة التثبيت هى مقياس لصعوبة استخراج المعلومات وتفسيرها، ونمط تحويل التثبيتات بين الشاشات هى مقياس كفاءة ترتيب عناصر العرض الفردية.

- **التفاعل فى بحوث تقنية تتبع حركة العين:**

١. الاختيار الانتقائى لبحوث تقنية تتبع العين:

إن الاستخدامات التفاعلية لمتتبعات العين عادةً ما يُستخدم فيها حركات العين بطريقة مشابهة لمؤشر الماوس، وقد استخدم ذلك فى تطبيقات بارزة للتفاعل مع عناصر الواجهة (القوائم، الأزرار،...إلخ)، فضلًا عن اختيار الأشياء أو المناطق الظاهرة فى الواقع الافتراضى، وخاصةً بالنسبة للمعاقين.

٢. تعمق الفحص أو الرؤية المتعمقة:

وذلك من خلال شاشة العرض التفاعلية ويتم تقدير ذلك عن طريق ما يلى:

- **سهولة الاستخدام:** إلى جانب استخدام التفاعل بالنظر، فإن تشخيص تتبع العين يكتسب القبول داخل مجتمع التفاعل بين الإنسان والكمبيوتر كوسيلة أخرى لاختبار قابلية استخدام الواجهة.
- **الأنظمة التعاونية:** ويمكن أيضًا أن تستخدم فى معرفة من يتحدث لمن؟ ومن يتحدث عن ماذا؟

٣. نماذج العروض الرسومية:

تهدف الأساليب القائمة على نموذج فى تحديد القرار ومعالجة النموذج الهندسى الخاص بتصميم الشاشة، حيث يتم النظر فى ثلاث خصائص بصرية وهى، الرؤية المركزية/ المحيطية والرؤية الحركية والرؤية الانصهارية، واستغلال المعرفة بتتبع عين المستخدم لتسهيل العرض السريع للشاشات المعقدة فى البيئات الرسومية.

- **أنماط النظر إلى مواقع الويب والتى يمكن أن تقيسها تقنية حركة تتبع العين:**

من أشهر أنماط النظر إلى مواقع الويب ما يلى:

١. النمط Z :

وهو أكثر التصميمات نمطية وتسبب الملل للمستخدم،حيث يبدو التصميم كأنه صفحة نصية فى جريدة كلها قصة واحدة دون عناوين أو صور أو فواصل أو اقتباسات بخط كبير، لا شىء سوى النص من أولها لآخرها.

٢. النمط F :

وهو نمط يوضح المناطق القوية والضعيفة فى التصميم، ويمكن التعرف عليه باستخدام الخريطة الحرارية، فكلما أطال المستخدم نظره فى موضع ما، بدا هذا الموضع أكثر حرارة فى الخريطة الحرارية، كما يوضحه الشكل التالى:

فمثلا زر يقع في أعلى يمين الصفحة سيتلقى نقرات أكبر من زر يقع فى أعلى يسار الصفحة، وأما أقلها نقرًا فستكون الأزرار الموضوعة فى أماكن عشوائية فى منتصف الصفحة، ما لم نفعل شيئًا يحسّن من وضعها، كما أن كل قطعة من المحتوى يمكن أن تُنشئ لها نمط F، مستقل عن بقية القطع، فقد تحتوى الصفحة على أكثر من نمط F.

٣. هرمية الرؤية Visual Hierarchy:

وهو إعطاء مظهر أفضل للتصميم ومن السهل مسحه بالعين، فعندما نستخدم الخطوط للإشارة إلى أهمية نص ما، وبعض الألوان لتمييز الأزرار، وتضفى ثقلًا مرئيًا على الأجزاء المهمة، فهذا يخلق ترتيبًا مرئيًا، أى تصميمًا يمكن للمستخدم مسحه بسهولة، إذا انتقلت عينه سريعًا من جزء مهم إلى جزء مهم آخر وهكذا، بما يعنى تصميم المحتوى المعروض بما يناسب خصوصية الرؤية وهرميتها لدى هذا المستخدم.

- **خطوات تنفيذ تقنية تتبع حركة العين:**

١. تسجيل الدخول إلى وحدة التحكم.
٢. تشغيل معدات حركة تتبع العين.
٣. تشغيل شاشات العين / المشهد.
٤. تشغيل جهاز تتبع العين.
٥. تشغيل برنامج تتبع العين.
٦. تشغيل الكاميرا.
٧. تشغيل التحكم فى الإضاءة.
٨. ضبط الراحة الرأس / الذقن.
٩. ضبط وحدة التحريك / الإمالة.
١٠. ضبط الكاميرا.
١١. ضبط وضوح الصورة بالكاميرا.

١٢. ضبط حدقة العين.

١٣. إجراء اختبار.

١٤. التشغيل.

- **مجالات توظيف تقنية تتبع العين فى مجال التعليم:**

صنف العلماء تطبيقات تقنية تتبع العين بشكل عام إلى مجالين هما التشخيص والتفاعل، فبالنسبة لمجال التشخيص يمكن توظيف هذه التطبيقات فى فهم بعض سلوكيات المتعلمين وتوفير أدلة على تركيز انتباههم أو للكشف عن المشكلات التى يعانوا منها سواء كانت مرتبطة بالتصميم الخاص بالنظام نفسه أو المادة العلمية أو صعوبة فى التعلم مثل العسر القرائى أو العسر الرياضى، أما فى مجال التفاعل فيستخدم جهاز تتبع العين كجهاز إدخال للتحكم فى البيئة التعليمية.

- توفر تقنيات تتبع حركة العين للباحثين إمكانية جمع معلومات عن السلوك البصرى للمتعلم عند أدائه لمهام محددة، كما توفر هذه التقنية أيضًا بيانات مختلفة ذات صلة مع العمليات التى قام بها المتعلم خلال أداء المهمة؛ من هذه البيانات: مدة انتهاء المهمة، نقاط تركيز النظر، متوسط مدة التركيز، وترتيب نقاط التركيز، ومسارات النظر، وغيرها.
- تساعد البيانات من هذه التقنية بعد تحليلها فى إيجاد أنماط فعالة لتصميم أنواع مختلفة من المحتوى التعليمى تجذب انتباه المتعلم وتتلاءم مع سلوكياته المعرفية، ولتحسين عملية التعلم والتعليم، فإنه من المهم فهم إلى أى مدى يقوم المتعلم بقراءة النصوص وبأى ترتيب، وكم من الوقت يقضيه على أجزاء معينة من المادة التعليمية، وما هى الأجزاء التى يتعثر فيها.
- ومن مجالات توظيف تقنية تتبع حركة العين فى التعليم الإلكترونى على وجه الخصوص تشخيص مشاكل تصميم البيئة التعليمية أو المحتوى الإلكترونى، استنباط إرشادات لتصميم المحتوى والنظام التعليمى، وقياس فاعلية المحتوى والبيئة الإلكترونية، كما تستخدم كأداة للتفاعل مع النظام أو المحتوى التعليمى الإلكترونى.

- **فوائد توظيف تقنية تتبع العين فى مجال التصميم التعليمى:**

تتميز تقنية تتبع حركة العين بفوائد عديدة خاصةً فى تصميم مواقع الويب، حيث يمكن استخدامها فى مجال تطوير وتصميم هذه المواقع، فهى قادرة على تحليل الزوايا بين حركة العين أو المسافة بين نقطتين لثبات العين للكشف عن كثير من المعلومات حول تفكير المتعلم فى الوقت الذى يتفاعل فيه مع صفحة الإنترنت أو واجهة المستخدم، فالمعلومات التى توفرها هذه التقنية عن موقع ما تتضمن ما يلى:

- بيان المناطق البارزة فى الموقع، والتى شدت انتباه المتعلم.
- ترتيب قراءة المعلومات فى صفحة الموقع.
- بيان انتباه أو عدم انتباه المستخدم لعناصر المحتوى فى الموقع.
- الكيفية التى يتفاعل بها المستخدمون مع المواقع المختلفة.
- استخلاص استنتاجات أكثر دقة حول الاستفادة المُثلى من المواقع.
- إتاحة الفرص لمجموعة كبيرة من الباحثين لدراسة سلوكيات واستراتيجيات قراءة المتعلم وفهمها، ومهام الكتابة وتصحيح الأخطاء، والتحديات التى سيواجهها المتعلمين.

المراجع

أولا المراجع العربية:

- إلهام سويلم احمد دسوقى (٢٠١٧). تأثير استخدام تقنية تتبع العين والتفكير بصوت عال لمساعدة متعلمي اللغة الأجنبية للتعرف الكلمات الإنجليزية وفهم معناها فى قراءة النصوص، مجلة كلية التربية فى العلوم التربوية ،كلية التربية، جامعة عين شمس، مج ٤١ ، ع ٤،ص ص ٨٠:٤٦.
- هند بنت سليمان الخليفة (٢٠١٥). آفاق وتطبيقات تقنية تتبع العين (Eye tracking) فى التّعليم الإلكترونى، المجلة العربية للمعلومات، مج٢٥.

ثانياً المراجع الأجنبية:

- Ames, C., Fletcher-Watson, S. ***A (2010). review of methods in the study of attention in autism***. *Dev Rev*. **30**, PP.52-73.
- Boraston, Z., Blakemore, S. J. (2007).The application of eyetracking technology in the study of autism. ***The Journal ofPhysiol***, **581**,PP. 893-898
- Busjahn T.,et al, ***Eye Tracking in Computing Education***, an Information Science Education.
- Chawarska, K., Shic, F. (2009).Looking but not seeing: atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. ***J. Autism*** *Dev. Disord*. **39**, PP.1663-1672.

- Combs, D. R., Chapman, D., Waguspack, J., Basso, M. R., Penn, D. L. (2011).Attention shaping as a means to improve emotion perception deficits in outpatients with schizophrenia and impaired controls. ***Schizophr. Res***. **127**,PP. 151-156 .
- Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S.,Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., Alexander, A. L., Davidson, R. J. (2005).Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. ***Nat. Neurosci.*** **8**, PP.519-526 .
- D'Cruz, A. K., Mosconi, M. W., Steele, S., Rubin, L. H., Beatriz, L., Minshew, N., Sweeney, J. A. (2009).Lateralized response timing deficits in autism. ***Biol. Psychiatry***. **66**, PP.393-397 .
- Duchowski, A (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications, Behavior Research Methods, ***Instruments, & Computers***, 34 (4), PP.455-470.
- Duchowski, A (2007). Eye Tracking Methodology Theory and Practice, ***PhD***,Clemson University, Department of Computer Science, Springer-Verlag London Limited.
- Duchowski, A. T. (2003).***Eye tracking methodology: theory and practice***. Springer-Verlag. London
- Goldberg, J. H., Kotval, X. P. (1999).Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs.*Int.* ***J. Indus. Ergonomics***. **24**, PP.631-645 .
- Granka .L, Joachims T, Gay.G(2004). ***Eye-Tracking Analysisof User Behavior in WWW Search***.
- Gredebäck, G., Johnson, S., von Hofsten, C.(2009). ***Eye tracking in infancy research Developmental Neuropsychology.*** **35**, PP.1-19

- Horsley M, Eliot M, Knight B, Reilly R (2014). ***Current Trends in EyeTracking Research,*** Springer Cham Heidelberg ,New York Dordrecht London.
- Jacob, R. J. K., Karn, K. S. (2003).Eye tracking in human-computer interaction in usability research: ready to deliver the promises (section commentary). ***The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research***. Elsevier Science. Amsterdam, PP 573-605.
- Karatekin, C. (2007).Eye tracking studies of normative and atypical development. ***Dev Rev***. **27**, PP.283-348.
- Kiili. K, Ketamo. H, Kickmeier .M (2014). Eye Tracking in Game-based Learning Research and Game Design, ***International Journal of Serious Games***, Vo 1, Issue 2, April .
- Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G., Jones, W. (2009).Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. ***Nature***. **459**, PP.257-261
- Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. N., Piven, J. (2002).Visual scanning of faces in adults with autism. ***J. Autism Dev***. *Disord*. **32**,PP. 249-261.
- Pierce, K., Conant, D., Hazin, R., Stoner, R., Desmond, J. (2011).Preference for geometric patterns early in life as a risk factor for autism. ***Arch. Gen. Psychiat*. 68**, 101-109
- Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000).***Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols.In Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium.*** New York: ACM Press,pp. 71-78.
- Salvucci, D. D., Goldber, J. H. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. ***Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium****(2000)*.ACM. NY,PP. 71-78 .

- Sasson, N. J., Elison, J. T. (2012).Eye Tracking Young Children with Autism**.** ***J. Vis. Exp***. 61PP.3675:3791.
- Sasson, N. J., Elison, J. T., Turner-Brown, L. M., Dichter, G. S., Bodfish, J. W. (2011).Brief report: circumscribed attention in young children with autism. ***J. Autism Dev***. *Disord*. **41**, PP.242-247
- Sasson, N. J., Tsuchiya, N., Hurley, R., Couture, S. M., Penn, D. L., Adolphs, R., Piven, J.(2007). Orienting to social stimuli differentiates social cognitive impairment in autism and schizophrenia. *Neuropsychologia*. **45**, PP.2580-2588 .
- Shic, F., Chawarska, K., Scassellati, B. (2008).The incomplete fixation measure. ***Proceedings of the 2008 symposium on eye tracking research & applications***, AMC,PP. 111-114.
- Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., Pollick, F. E. (2009).Vision in autism spectrum disorders. ***Vision Res*****.** **49**, PP.2705-2739
- Sweeney, J. A., Takarae, Y., Macmillan, C., Luna, B., Minshew, N. J.(2004). Eye movements in neurodevelopmental disorders. *Curr.Opin.Neurol*. **17**, PP.37-42.