

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد
محمد قرياتي عبد الله
وسبته يمينة

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي:

مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

Use of technological media to improve the phonemic and phonological system: A
systematic review in autism spectrum disorder

محمد قرياتي عبد الله^{1*} بوسبته يمينة²

1-مخبر اللغة والمعرفة: الاضطرابات والنمو COGLANG، جامعة الجزائر 2 أبو القاسم سعد
الله (الجزائر)، abdellah.mohamed-keriati@univ-alger2.dz

2-مخبر اللغة والمعرفة: الاضطرابات والنمو COGLANG، جامعة الجزائر 2 أبو القاسم سعد
الله (الجزائر)، yamina.bousebta@univ-alger2.dz

تاريخ الاستلام: 2024/01/31 تاريخ القبول: 2025/05/04

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم دور استخدام الوسائط التكنولوجية في تحسين عمليتي الاكتساب والإنتاج الصوتي الفونولوجي لدى فئة المصابين باضطراب طيف التوحد، استخدمت الدراسة طريقة مراجعة الدراسات السابقة، والتي تهدف إلى تزويد القارئ بخلفية شاملة لفهم الوضع الراهن للموضوع، وذلك من خلال مراجعة منهجية لمجموعة من الدراسات العالمية والعربية، اختارناها بالبحث على الانترنت، في موقعي البحث العلميين Google Scholar و PubMed والمنصة الجزائرية للمجلات العلمية ASJP، استخدمنا في البحث اللغة العربية والإنجليزية والفرنسية، أظهرت النتائج أن الوسائط التكنولوجية لها أهمية كبيرة في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي لدى المصابين باضطراب طيف التوحد، ولها دور فعال في تشخيص المشكلات الصوتية الفونولوجية، وفي تحسين الاكتساب والإنتاج الصوتي الفونولوجي، وخلصت الدراسة إلى أن ميدان البحث في الجزائر بحاجة إلى مزيد من الدراسات بنوعها، الدراسات النظرية بهدف تبين وتقييم فعالية الحلول التكنولوجية في تطوير النظام الصوتي الفونولوجي، والدراسات الميدانية بهدف تزويد الميدان العيادي بتقنيات حديثة، تسهم بشكل فعال في عمليات الكشف والتشخيص والتقييم والتعليم والتدريب.

* المؤلف المرسل: محمد قرياتي عبد الله

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

محمد قرياتي عبد الله وسبته يمينه

الكلمات المفتاحية: الوسائط التكنولوجية – النظام الصوتي الفونولوجي-الاكتساب والإنتاج الصوتي الفونولوجي، الوسائل والتقنيات التكنولوجية-اضطراب طيف التوحد.

Abstract:

This study aims to evaluate the effectiveness of using technological media in improving the phonetic and phonological acquisition and production processes in individuals with ASD, through a systematic review of a range of global and Arab studies, that we have selected through an online research on Google Scholar, PubMed and the Algerian platform for scientific journals (ASJP), using Arabic, English and French languages. The results of the review showed that technological media play a significant role in improving the phonemic and phonological system in individuals with ASD, they also have an active role in diagnosing phonetic and phonological problems, and in improving phonetic and phonological acquisition and production. The study concluded that the research field in Algeria needs more studies in both types: theoretical and clinical studies that aim at clarifying and evaluating the effectiveness of technological solutions in developing the phonemic and phonological system, and at providing the clinical field with modern techniques that effectively contribute to the processes of detection, diagnosis, assessment, teaching and training.

Keywords: Technological media; phonemic and Phonological system; phonetic and phonological acquisition and production; Autism spectrum disorder; Technological tools and techniques.

مقدمة:

يعرف على الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد، انجذابهم وشغفهم الكبير بالتكنولوجيا (Javed et al, 2019)، وهو ما يجعل الحلول التكنولوجية مقاربة واعدة، توفر بيئة جذابة لتنفيذ المهام، ودعامة اجتماعية، واستراتيجية فعالة للسلوك (Lussier, 2023) ، وقد لاقى هذه المقاربة الحديثة قبولا واسعا لدى الأشخاص المصابين بالاضطراب، ولدى عائلاتهم، ومعلمهم، والقائمين على رعايتهم، حسب استبيان وجهه (Chou & Chen 2017) للمستخدمين عبر النظام المفتوح لتقييم رضاهم عن تفاعلهم مع تقنية تكنولوجية صممها الباحثان للأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد، كشفت نتائج التقييم أن كل المجيبين على الاستبيان -وأغلبهم أولياء أطفال توحيدين-

أبدوا رضاهم وقبولهم للتقنيات التكنولوجية، وبينت الدراسات التي هدفت إلى تقييم ماذا يفضل المشاركون بين جهاز التواصل بالرموز الرقمية من جهة، وبين لغة الإشارة اليدوية، و/أو نظام التواصل القائم على الصور من جهة أخرى، أظهرت النتائج أن 82٪ من المشاركين فضلوا جهاز التواصل بالرموز الرقمية القائم على الأياد، بينما 10٪ فقط مالوا إلى تفضيل النظام القائم على الصور، و8٪ لم يميلوا لأي تفضيل (Lorah et al, 2018)، وقد قدم الباحثون والمصممون عدة أسباب لسهولة قبول وفعالية هذه الحلول، منها أنها تتميز بالمتعة وجذب الانتباه، وبسهولة استخدامها وتشغيلها، وبتوفيرها الوقت والجهد لاحتوائها على ما يلزم من صور وكلمات ومهام تخدم جميع المهارات التي يتطلب تعلمها حسب احتياج كل فرد، وبتبليتها حاجة المصابين بالاضطراب إلى التشابه، فهم يميلون نحو التشابه والروتين، وهي ميزة توفرها لهم برامج الكمبيوتر والتطبيقات المختلفة كونها متوقعة ومألوفة، كما أنها تتيح لهم إمكانية تكرار المهام دون تغيير وبسهولة، ما يتفق مع نزوعهم نحو النمطية، وتوفر لهم الاعتماد على الوسائط البصرية، وهي خاصية يعتبرها الكثيرون قوة لدى الأشخاص المصابين بالاضطراب، إضافة إلى أنها تسمح لهم بالتخلص من التعقيدات الاجتماعية، إذ لا يضطرون إلى التفاعل مع الآخرين، بل تسمح لهم بالعمل بوتيرتهم الخاصة، وتوفر لهم بيئة تعليمية فردية منظمة وجها لوجه غالبا ما تتيح لهم تعلم موضوع ما بشكل فعال، ومن الناحية المالية فهي أدوات تعليمية ميسورة التكلفة، ومنها ما هو مجاني، كالتطبيقات التي يوفرها مخزن google play، كما أنها تعزز التعلم غير المتصل الذي يمكن للأطفال والراشدين الوصول إليه في المنزل أو المدرسة، وبالتالي تقل الحاجة إلى المعلمين اللازمين للتدريس المكثف وجها لوجه، (بالبيد، 2022 ; Valencia et al, 2019)

يعتبر التواصل اللفظي أحد أهم التحديات التي يواجهها المصابون باضطراب طيف التوحد، باعتبار أن العديد من الأفراد المصابين بالاضطراب لديهم قصور شديد في التواصل، إلى الحد الذي لا يستطيعون معه تلبية احتياجاتهم التواصلية اليومية بالكلام

وحده (Schlosser & Koul, 2015)، ويبدأ العجز عن اكتساب اللغة لدى هذه الفئة منذ الولادة حسب بعض النظريات المفسرة للاضطراب، ففي الحالة الطبيعية، يولد الطفل وهو مزود بميكانيزمات خاصة لاكتساب اللغة حسب سعد عبد العزيز (2018)، والذي يفترض نقلا عن (Rondal 1999) أن معالجة أصوات الكلام تختلف عن باقي الأصوات الأخرى منذ الأيام الأولى للطفل، وأن القدرات اللغوية المذهلة تتجلى عند المولود الصغير من خلال قدرته على التعرف على صوت أمه وتمييزه بين لغتين أجنبيتين، وهذه القدرات في الإدراك اللغوي التي تظهر عند المولود تتخصص فيما بعد تحت تأثير اللغة الأم، فيصبح قادرا على فهم أصوات هذه اللغة. فالرضيع يتعرض منذ الولادة، وبصفة مستمرة إلى الأصوات البشرية، وينجذب إليها بشكل طبيعي، ومع استمراره في النمو، تزداد استجابته أكثر للمثيرات الكلامية، التي تعد دافعا قويا لتطور لغته، لكن على العكس من ذلك، يفتقد الأطفال الصغار المصابون باضطراب طيف التوحد غالبا إلى الحساسية للأصوات البشرية، فيفشلون في الانتباه لها، وترجع نظرية الدافع الاجتماعي لاضطراب طيف التوحد، انعدام حساسية الأطفال المصابين بالاضطراب للأصوات البشرية، إلى الضعف في وظيفة نظم المكافأة والعاطفة، وهي من الأنظمة الدماغية الكامنة وراء إدراك الصوت البشري. (Abrams et al, 2023 ; Sperdin et al, 2016).

ومن هنا ينشأ الطفل المصاب بطيف التوحد، وهو يعاني من مشكلات تتعلق بالصوت، وهي المشكلات التي تقع على مستوى النظامين الصوتي (الفونيتيكي) والفونولوجي، وهما يتمثلان في تلك النظم والقواعد التي تعالج الصوت اللغوي البشري، حيث يتخصص النظام الصوتي (الفونيتيكي) في الصوت اللغوي مفردا من حيث صفته ومخرجه وكيفية انتقاله في الهواء، وإدراكه في أذن السامع، فهو يعنى بالجانب الفيزيائي الطبيعي للصوت، أما النظام الفونولوجي فيختص في معالجة الصوت اللغوي ضمن سياقه من حيث قيمته ووظيفته داخل اللغة وارتباطه وتلاؤمه مع باقي الأصوات لبناء

الكلمة، إضافة إلى معالجة باقي الظواهر الصوتية كالنبر والتنغيم. (زين العابدين سليمان،
(2017)

عمل الباحثون من مختلف الأنظمة اللغوية العالمية -من خلال ما اطلعنا عليه من دراسات- على إدراج الوسائط التكنولوجية في التكفل بمشكلات اكتساب وإنتاج النظام الصوتي الفونولوجي لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد، وشجعهم النتائج الإيجابية على استخدامها أيضا مع الراشدين، أما بالنسبة للنظام اللغوي العربي، فالدراسات الميدانية التي تناولت تصميم أو اختبار أو تقييم إحدى التقنيات التكنولوجية في تحسين الاكتساب و/أو الإنتاج الصوتي الفونولوجي لدى فئة المصابين باضطراب طيف التوحد، عددها قليل، أما الدراسات النظرية كأوراق مراجعة الأدبيات في ذات الموضوع، فلم نجد أية دراسة -في حدود ما استطعنا الوصول إليه من بحث- أما في الجزائر، فالدراسات اهتمت -في الغالب- بتقييم تأثير تكنولوجيا القوقعة المزروعة على النظام الصوتي الفونولوجي لدى الطفل الأصم، كدراسة بوسبئة (2018)، لكن لم نجد دراسات -بنوعها سواء الدراسات الميدانية أو الدراسات المراجعة- جمعت بين متغير اضطراب طيف التوحد ومتغيري التكنولوجيا والنظام الصوتي الفونولوجي -في حدود ما توصلنا إليه من بحث-

ولسد هذه الفجوة البحثية، المتمثلة في قلة الدراسات بالبيئة العربية عموما، والجزائرية خصوصا، اخترنا هذه الدراسة المتمثلة في مراجعة منهجية للدراسات العالمية والعربية حول توظيف التكنولوجيا في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي لدى الأطفال والراشدين المصابين باضطراب طيف التوحد، والتي يتمثل هدفها الرئيسي في تقييم دور الوسائط التكنولوجية في تحسين الاكتساب والإنتاج الصوتي الفونولوجي لدى المصابين باضطراب طيف التوحد، وذلك من خلال تحليل نتائج مجموعة من الدراسات التي تناولت الموضوع، وللوصول إلى هذا الهدف، نطرح التساؤل الرئيسي الآتي:

ما دور الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي لدى المصابين
باضطراب طيف التوحد؟
وتتفرع منه التساؤلات الفرعية الآتية:

س1: ما أهمية استخدام التكنولوجيا في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي لدى
المصابين باضطراب طيف التوحد؟

س2: ما دور التكنولوجيا في تشخيص المشكلات الصوتية الفونولوجية لدى المصابين
باضطراب طيف التوحد؟

س3: ما دور التكنولوجيا في تحسين الاكتساب الصوتي الفونولوجي لدى المصابين
باضطراب طيف التوحد؟

س4: ما دور التكنولوجيا في تحسين الإنتاج الصوتي الفونولوجي لدى المصابين
باضطراب طيف التوحد؟

2. منهجية البحث:

اعتمدت الدراسة طريقة مراجعة وتحليل الدراسات السابقة، والتي تهدف إلى تزويد
القارئ بخلفية شاملة عن الوضع الراهن للمعرفة حول موضوع البحث، وإبراز دلالة
البحث الجديد قيد الدراسة، كفراغ معرفي أو تنافر في النتائج أو عدم اتساق بينهما (Cronin
et al, 2008)، وقد تم اختيار هذه الطريقة لسد الفراغ المعرفي في الدراسات العربية التي
تناولت الموضوع.

قمنا ببحث منهجي لانتقاء الدراسات التجريبية المنشورة، التي تناولت استخدام
وسائط تكنولوجية في التدخل لدى الأفراد المشخصين باضطراب طيف التوحد في جانب
السلوك الصوتي الفونولوجي.

1.2- استراتيجيات البحث:

تم البحث عبر الانترنت في موقعي البحث العلميين PubMed و Google Scholar والمنصة الجزائرية للمجلات العلمية ASJP، استخدمنا ثلاث لغات في البحث هي: اللغة العربية، اللغة الإنجليزية، اللغة الفرنسية، باستخدام الكلمات المفتاحية النصية التالية: 1- باللغة العربية: التكنولوجيا واضطراب طيف التوحد، استخدام التكنولوجيا في تحسين وتطوير وتقييم الكلام في اضطراب طيف التوحد، التكنولوجيا والنظام الصوتي الفونولوجي لدى المصابين باضطراب طيف التوحد، 2- باللغة الإنجليزية: use of technology in autism spectrum disorder (ASD), technology and speech in autism spectrum disorder (ASD), technology and la technologie et phonetic/ phonology in autism spectrum disorder (ASD), 3- باللغة الفرنسية: le système phonitico-phonologique chez l'autisme, la technologie et l'autisme, la technologie et la parole chez l'autisme.

2.2- معايير الإدراج:

انتقينا الدراسات المدرجة ضمن المراجعة وفق المعايير التالية:

- أن تكون الدراسة أصلية، وتم إقصاء الدراسات المراجعة.
- أن تتضمن الدراسات ثلاثة متغيرات، هي: المتغير الأول: التكنولوجيا أو تقنية تكنولوجية محددة، المتغير الثاني يكون أحد العناصر التالية: اللغة، الكلام، الصوت، النطق، الفونيتيك، الفونولوجيا، المتغير الثالث: اضطراب طيف التوحد.
- أن تكون الدراسة ذات دخول مفتوح، أو يمكن تحميلها عن طريق الرقم التعريفي (DOI) من مواقع تتيح التحميل بالنسبة لتلك المنشورة قبل سنة 2022.
- أن تكون الدراسة منشورة في الفترة من 2009 إلى 2023، وتم اختيار الفترة ابتداء من 2009 كون اللوحات الإلكترونية و pad اوعديد التقنيات بدأت الانتشار في حدود هذا التاريخ أو قبله بقليل.

3.2- نتائج البحث:

تم العثور على مجموع سبعة وثمانين (87) دراسة، أقصينا منها تسعة وستون (69) لعدم استيفائها شروط ومعايير الاختيار، وانتقينا ثمانية عشر (18) دراسة حققت المعايير المحددة للإدراج ضمن المراجعة، منها 14 دراسة أجنبية كلها باللغة الإنجليزية، وأربع (4) دراسات عربية، ثلاثة (3) باللغة العربية، وواحدة (1) باللغة الإنجليزية،

4.2- استخراج البيانات:

تم تلخيص الدراسات المدرجة في المراجعة بناء على ما يلي: هدف الدراسة، التقنية المستخدمة (جهاز، تطبيق، برنامج)، عينة الدراسة، النتائج.

3. عرض النتائج:

نعرض نتائج الدراسات مرتبة وفق الأهداف التي حددتها الدراسة في شكل جداول، على النحو الآتي:

1.3- أهمية استخدام التكنولوجيا في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي:

جدول رقم 1: بيانات الدراسات التي تناولت أهمية استخدام التكنولوجيا في تحسين النظام

الصوتي الفونولوجي

الدراسة	الهدف	الوسائط والأدوات المستخدمة	العينة	النتائج
السيد (2017)	تقييم فعالية أساليب التواصل التعزيزية والبديلة (نظام PECS، وبرنامج كلامي إلكتروني) في تنمية مهارات اللغة الاستقبالية واللغة التعبيرية (الطلب والتسمية)	- الجهاز اللوحي (Tablet) - الهاتف الذكي - تطبيق (application)	36 طفلاً مشخصاً باضطراب طيف التوحد، أعمارهم بين 3.5 إلى 12 سنة	-فاعلية نظامي التواصل (PECS و برنامج كلامي) في تحسين اللغة التعبيرية (الطلب والتسمية) -لم تظهر أي فروق في اللغة الاستقبالية. - استمرار التحسن في مهارات الطلب والتسمية حسب نتائج التقييمات البعدية.

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

محمد قرياتي عبد الله وسبتة يمينة

Abdallah et al, (2019)	تصميم نظام تفاعلي لتطوير التواصل بين المصاب وعائلته، تمثل في أداة تواصلية صوتية (VCT)	-الهاتف الذكي - مكبرات صوت - تطبيق - المقابلة العيادية	-راشد مصاب باضطراب طيف التوحد، عمره 32 سنة - 3 أفراد من عائلة المصاب (الأب، الأم، الأخت)	-الحاجة ملحة إلى تقنية مساعدة تعاونية تعتمد على التفاعل الصوتي تؤدي إلى تجنب تكرار نفس الجمل من قبل عائلة المصاب، وإلى خلق جو ودي في المنزل، - التقنية (VCT) مفيدة، ومقبولة من طرف كل من الراشد المصاب وعائلته.
(بالبيد، 2022)	التحقق من أهمية التطبيقات الإلكترونية المتضمنة نظام التواصل بالصور PECS في تنمية مهارات التواصل لدى التلاميذ المصابين باضطراب طيف التوحد.	-الجهاز اللوحي - الهاتف الذكي - برمجيات - الاستبيان	37 معلمة و 5 مشرفات يعملن بروضات ومدارس التلاميذ المصابين باضطراب طيف التوحد،	-توظيف التطبيقات الإلكترونية من طرف المعلمين في تنمية مهارات التواصل لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد، بلغت أهميته درجة "كبيرة جدا".

تتبين من خلال الجدول أهمية الأدوات والتقنيات التكنولوجية في تطوير الأداء الصوتي الفونولوجي لدى المصابين باضطراب طيف التوحد، متضمنة في 3 دراسات، منها دراستان (2) عربيتان، ودراسة واحدة أجنبية، هدفت دراستان إلى تقييم فعالية الوسائط التكنولوجية في تطوير الكلام، وقدمت الدراسة الأخرى تقنية تسهل التواصل للمصاب مع عائلته، عينة الدراسات الثلاث شملت أربع فئات معنية باضطراب طيف التوحد، تكونت الفئة الأولى من 36 طفلاً مشخصاً باضطراب طيف التوحد، الفئة الثانية من 1 راشد مصاب باضطراب طيف التوحد، الفئة الثالثة من 3 أولياء لأطفال توحيدين، الفئة الرابعة من 42 معلمة ومشرفة على رعاية الأطفال المصابين بالاضطراب، الأدوات التكنولوجية المستخدمة في الدراسات تمثلت في الجهاز اللوحي (Tablet)، الهاتف الذكي، ومكبر الصوت، أما التقنيات التكنولوجية فشملت تطبيقات وبرامج إلكترونية، واتفقت نتائج الدراسات الثلاثة على الأهمية الكبيرة التي تساهم بها التكنولوجيات الحديثة في

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد
محمد قرياتي عبد الله
وسبته يمينه

تحسين حياة المصابين باضطراب طيف التوحد وعائلاتهم من خلال مساعدتها لهم في تطوير أدائهم الصوتي الفونولوجي .

2.3- دور التكنولوجيا في تشخيص المشكلات الصوتية الفونولوجية

جدول رقم 2: بيانات الدراسات التي تناولت دور التكنولوجيا في تشخيص المشكلات الصوتية

الفونولوجية

الدراسة	الهدف	الوسائط والأدوات المستخدمة	العينة	النتائج
(Wijesinghe et, 2019)	تطوير نظام تحليل آلي للكلام يكشف عن سمات اضطراب طيف التوحد	- الذكاء الاصطناعي - تقنيات معالجة الصوت	- 8 أطفال مشخصين مبكرا باضطراب طيف التوحد (1.5-3 سنوات) - 40 أباء أطفال توحيدين	- دقة واعدة في تحديد اضطرابات الكلام لدى أطفال التوحد. - بلغت دقة تصنيف المقاطع 78٪ ودقة التعرف على أنماط التوحد 72٪.

تضمن الجدول دراسة واحدة (أجنبية)، استخدمت الذكاء الاصطناعي لتطوير نظام تحليل آلي للكلام، بهدف الكشف عن سمات اضطراب طيف التوحد من خلال معالجة الصوت، تمثلت عينتها في 40 وليا من أولياء الأطفال المشخصين بالاضطراب لجمع البيانات، و8 أطفال مشخصين بالاضطراب لاختبار النظام المطور.

وهي دراسة تجريبية قدّمت تقنية تكنولوجية تقوم على الذكاء الاصطناعي تهدف إلى تشخيص اضطراب طيف التوحد لدى الأطفال من خلال تحليل كلامهم تحليلًا آليًا، وبلغت نتيجة فعالية هذه التقنية درجة عالية من الدقة.

3.3- دور التكنولوجيا في تحسين الاكتساب الصوتي الفونولوجي:

جدول رقم 3: بيانات الدراسات التي تناولت دور التكنولوجيا في تحسين الاكتساب الصوتي

الفونولوجي:

الدراسة	الهدف	الوسائط والأدوات المستخدمة	العينة	النتائج
(Hailpern et al, 2009)	كشف تأثير التغذية الراجعة الصوتية والبصرية على تفاعلات الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد(فهم) واستكشاف الصوت الذاتي)	- جهاز كمبيوتر - الفيديو التجريبي - حزم برمجية بلغة جافا	5 أطفال توحيدين (درجة خفيفة) أعمارهم بين 3 و 8 سنوات	مشروع "التأثير الصوتي" يوضح إمكانية استخدام التغذية الراجعة الصوتية والبصرية التي يولدها الحاسوب لتشجيع تفاعلات الأطفال المصابين بطيف /التوحد.
(Noppa pun&Holloway, 2014)	-التحقق من فعالية التدريب على الطلاقة (FT) والتعلم بالتجارب المنفصلة (DTI) في تعليم القراءة الشفهية للأشخاص التوحيدين. (مقارنة) - اكتساب المطابقة الصحيحة بين الحروف والأصوات. - تعلم الطلاقة السلوكية	- جهاز كمبيوتر محمول - برنامج PowerPoint	4 أطفال توحيدين (ذكور)	- لدى طفلين (2) طريقة التدريب على الطلاقة (FT) أكثر فعالية في اكتساب المطابقة الصحيحة بين الحروف والأصوات. - لدى الطفلين الآخرين، أدت طريقة التعليم بالتجارب المنفصلة (DTI) إلى اكتساب أسرع. - لدى جميع الأطفال الأربعة، أنتجت طريقة التدريب على الطلاقة (FT) نتائج أفضل في عمليات الاحتفاظ والتحمل والاستقرار والتطبيق بعد الاختبار.
(Irwin t al, 2015)	تطوير تطبيق سمعي بصري لتحسين إدراك الكلام المنطوق في الضوضاء لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد	-جهاز IPad - تطبيق سمعي بصري مدعوم بوجه متكلم	4 أطفال مشخصين باضطراب طيف التوحد	تحسن الأطفال في الأداء أثناء مهمة إدراك الكلام المنطوق في الضوضاء
(Lin et al, 2015)	الكشف عن الطريقة التي يتعرف بها الأشخاص المصابون	- واجهة صوتية من نوع M-	14 شخصا مصابا باضطراب	-حقن المشاركون أداء مماثلاً للمجموعة الضابطة في مهمة اختيار اسم المتحدث الذي تم تعلمه حديثاً بناءً على صوته.

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

محمد قرياتي عبد الله وسبته يمينه

باضطراب طيف التوحد على الهوية الصوتية وحفظها AUDIO FAST-TRACK PRO) - سماعات رأس من نوع (Senheiser HDA200)	طيف التوحد، أعمارهم بين 20 و 47 سنة	- نتائج مجموعة اضطراب طيف التوحد أفضل من نتائج المجموعة الضابطة في اختبار بعدي للمعرفة في مهمة التمييز بين الأصوات المدربة سابقا والأصوات غير المدربة. - الأفراد المصابون باضطراب طيف التوحد تعرفوا على الأصوات وحفظوها بنفس الطريقة التي فعلها أفراد المجموعة الضابطة. - تصنيف الأصوات مختلف، صنف الأفراد التوحيديون الأصوات بشكل كمي بناء على الخصائص الصوتية الدقيقة، بينما صنفها أفراد المجموعة الضابطة بشكل نوعي بناء على الأنماط الصوتية المرتبطة بالخصائص الفيزيائية والعقلية للمتحدثين.
(Pillai&S herly, 2017) -تحديد ضعف إنتاج الصوت لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد وتطوير نظام مساعد تعليمي للتقييم والتصحيح ونظام للتعرف التلقائي على الكلام (ASR)	-الذكاء الاصطناعي (التعلم العميق Deep learning)	10 تلاميذ مصابين باضطراب طيف التوحد أعمارهم من 5 إلى 10 سنوات
(Khowaja&Salim, 2020) تصميم نموذج للألعاب الجادة موجهة نحو تعلم المفردات لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد	-جهاز كمبيوتر - استبيان	4 - مصممي ألعاب جادة، و 3 خبراء أكاديميين باحثين في المجال
(Wilson et al, 2021) التحقق من فعالية استخدام نظام تضخيم الصوت (SFA) في تحسين سلوك الاستماع وفي معالجة الصوت لدى التلاميذ المصابين	-نظام تضخيم الصوت - استبيان	13 تلميذا مصابا باضطراب طيف التوحد أعمارهم

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

محمد قرياتي عبد الله وسبته يمينة

باضطراب طيف التوحد.	من 7.6 إلى 8.4 سنوات	معنى في الضوضاء) بعد استخدام نظام التضخيم مقارنة بما قبل استخدامه.
---------------------	----------------------	--

يتضمن الجدول 7 دراسات، كلها أجنبية، تمثل هدفها في تقديم تقنيات تكنولوجية باستخدام أدوات مختلفة لتطوير قدرات الأشخاص المصابين باضطراب طيف التوحد على اكتساب المهارات الصوتية الفونولوجية، وشملت عينة الدراسات فئتين، الفئة الأولى تمثلت في المصابين بالاضطراب، وهم 36 طفلاً، منهم 23 ممتدرسا، و14 راشداً، أما الفئة الثانية فتمثلت في 7 باحثين ومتخصصين دورهم تقييم التقنية، تنوعت الأدوات التكنولوجية المستخدمة بين جهاز الكمبيوتر، وجهاز الأي باد، والذكاء الاصطناعي، وجهاز صوتي، ولعبة فيديو جادة، وأنظمة تضخيم وتحليل الصوت، وسماعات، أما التقنيات فشملت برامج وتطبيقات، وفروع من الذكاء الاصطناعي كالتعلم العميق، وخوارزميات ولغة برمجة، وقد توحدت نتائج الدراسات في الدلالة على قدرة الوسائط التكنولوجية على تحسين اكتساب المصاب لمهارات صوتية فونولوجية وتسهيل تعلمه لها.

4.3- دور التكنولوجيا في تحسين الإنتاج الصوتي الفونولوجي:

جدول رقم 4: بيانات الدراسات التي تناولت دور التكنولوجيا في تحسين الإنتاج الصوتي

الفونولوجي:

الدراسة	الهدف	الوسائط والأدوات المستخدمة	العينة	النتائج
(Vellonen et al, 2012)	-اختبار التواصل اللفظي لدى الأطفال (كمية وأشكال التعبيرات الصوتية المنتجة في وضعيات لعب) لدى المصابين باضطراب طيف التوحد في بيئة تعليمية تستخدم تقنيات تكنولوجية متعددة.	- جهاز الكمبيوتر - تطبيقات	4 أطفال مصابين باضطراب طيف التوحد "درجة شديدة" أعمارهم بين 8 و12 سنة	-عدد تعبيرات الأطفال الصوتية كان مرتفعاً. - استخدم الأطفال طرقاً متعددة للتواصل رغم التحديات التي يواجهونها في نمو اللغة. - لكل طفل نمط تواصل خاص به.

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

محمد قرياتي عبد الله وسبته يمينه

(Chou & Chen, 2017)	تطوير أداة مساعدة على التواصل بالرموز الصوتية المندرينية (اللغة الصينية)، تسمى "لوحة تواصل تشوين" (Zhuyin) للأطفال المصابين بطيف التوحد	-جهاز كمبيوتر لوحى - روبوت فى شكل دب - استبيان	(2) طفلان توحديان -مستخدمين عبر النظام المفتوح	-توفر الأداة المطورة محفزات حسية متعددة (بصرية وسمعية ولمسية وحركية)، وقد يساعد هذا الأطفال المصابين بطيف التوحد على إتقان الرموز الصوتية تدريجيا وتطوير قدرات التواصل بشكل أكبر من خلال هذه المساعدة. - يجذب الدب الروبوتى اهتمام الأطفال المصابين بطيف التوحد ويعزز دوافعهم لاستخدام المساعدة.
(Golestan et al, 2017)	استكشاف قابلية استخدام الروبوت (Sphero) كأداة تأهيل لتطوير مهارات التواصل الاجتماعي (التحكم اللفظي بالروبوت) لدى الأطفال المصابين بطيف التوحد	روبوت	أطفال مشخصين باضطراب طيف التوحد "درجة" خفيفة"، متوسط عمرهم 5,5 سنوات	كان الأطفال مهتمين جدا بالتفاعل مع الروبوت فى الإطار المحدد. أظهرت سلوكيات مفاجئة تعد أدلة واحدة على فعالية استخدام الروبوت Sphero فى إعادة تأهيل نقص مهارات التواصل الاجتماعي.
(O'Brien et al, 2018)	الكشف عن تأثير تدخل معزز بالكمبيوتر، يركز على بناء التردد فى زيادة طلاقة مطابقة الحروف للأصوات وتعليم الصوتيات لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد	-جهاز الكمبيوتر - برنامج حاسوبى	4 أطفال مشخصين باضطراب طيف التوحد، أعمارهم بين 3,8 سنة إلى 4,1 سنة	جميع المشاركين حققوا زيادة فى معدل مطابقة الحروف للأصوات بشكل صحيح، كما تم تسجيل مقاييس تتعلق بطلاقة الأداء، بما فى ذلك الاستمرارية والتحمل والاستقرار والتطبيق والإبداع، أظهر المشاركون القدرة على الحفاظ على معدلات عالية من الاستجابات الصحيحة لجميع نتائج الطلاقة بعد الاختبار، باستثناء الإبداع.
(Chen et al, 2019)	تطوير وتقييم معلم نطق افتراضي ثلاثى الأبعاد، يعمل كمعلم إنتاج كلام متعدد الوسائط	- جهاز لوحى (Tablet) - تقنية تتبع العين (RED 5 EyeTracker) - معلم افتراضي ثلاثى الأبعاد	10- أطفال مصابين باضطراب طيف التوحد "درجة" خفيفة" متوسط	أشارت نتائج تتبع العين إلى أن معظم المشاركين أظهرت اهتماما أكبر بالقارئ المرئية للنطق لدى المدرس ثلاثى الأبعاد، وقد أولوا بعض الاهتمام المطلق للمعلومات الصوتية المرئية الإضافية لكل من حركات التخاطب وتغيرات تدفق الهواء.

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد

محمد قرياتي عبد الله وسبتة يمينة

			عمرهم 6.6 سنوات - 28 طفلاً مشخصاً بالاضطراب "درجة خفيفة"، أعمارهم الزمنية بين 3.3 و 6.9 سنوات	- أظهرت المجموعة ثلاثية الأبعاد مكاسب أكبر بكثير في إنتاج أصوات تقارب لغة الماندرين والحروف الصائتة. - نظام التدخل الافتراضي ثلاثي الأبعاد المطور يوفر نهجاً فعالاً لتدريب النطق السمعى البصري للأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد.
(القحطاني والصالح، 2020)	تقييم تجربة استخدام التطبيق الإلكتروني (LivoxArabia) في تنمية مهارات التواصل لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد	- جهاز لوي - هاتف ذكي - المقابلة - مجموعات التركيز (Focus Groups)	3- معلمات 7- أمهات لأطفال توحيدين	يمكن الطفل تطبيق ليفوكس الإلكتروني من التواصل مع الأفراد المحيطين به، وينمي اللغة ومهارات النطق بشكل جزئي، وينمي مهارات الطلب والتعبير عن الحاجات.
(Safi et al, 2021)	تأثير تطبيقات الجوال المتمثلة في "مساعد الصوت الافتراضي" في تحسين القدرات التعبيرية اللفظية والتفاعلات الاجتماعية لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد	- هاتف ذكي - تطبيقات - مقابلات - استبيانات	3 أطفال مصابين باضطراب طيف التوحد، أعمارهم بين (4-11 سنة)	للمساعد الصوتي الافتراضي تأثيرات إيجابية على مهارات الكلام، وعلى مهارات التفاعل الاجتماعي لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد

شمل الجدول 7 دراسات، منها دراستان (2) عربيتان، تمثل الهدف المشترك بينهما في عرض تقنيات مختلفة من برامج وتقنيات وتطبيقات تهدف إلى مساعدة الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد على زيادة وتحسين إنتاجهم الصوتي الفونولوجي كما وكيفا، تمثلت العينة الإجمالية للدراسات في ثلاث فئات، الفئة الأولى هي 51 طفلاً مشخصاً باضطراب طيف التوحد، منهم 38 متمدرساً، الفئة الثانية 7 أمهات لأطفال توحيدين، الفئة الثالثة 3 معلمات، تنوعت الوسائل المستخدمة في الدراسات من كمبيوتر، جهاز

لوحى، هاتف ذكي، روبوت، أما التقنيات فتطبيقات و برامج وتقنية 3d (ثلاثية الأبعاد)، واتفقت نتائج الدراسات السبعة على أن لهذه الوسائط التقنية دور كبير وفعال في تطوير القدرات والمهارات الإنتاجية الصوتية والفونولوجية للأشخاص المصابين باضطراب طيف التوحد.

4. مناقشة النتائج:

هدفت الدراسة إلى تقييم فعالية استخدام التكنولوجيا في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي من حيث الاكتساب، ومن حيث الإنتاج، لدى الأشخاص المصابين باضطراب طيف التوحد أطفالا وراشدين، وذلك من خلال مراجعة منهجية لثمانية عشر (18) دراسة منشورة، أربعة عشر (14) منها بالبيئة الأجنبية، وأربع (4) دراسات بالبيئة العربية. بصفة إجمالية، تمثل مجتمع الدراسة المستهدف ضمن الدراسات المراجعة في 4 فئات، الفئة الأولى هي الأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد، أطفالا وراشدين، الفئة الثانية هي أولياء الأطفال المشخصين بالاضطراب، الفئة الثالثة هي المعلمون والقائمون على رعاية الأطفال التوحدين، الفئة الرابعة هي الباحثون والمتخصصون في تصميم وبرمجة التقنيات، تمثلت العينة الإجمالية للدراسات بالنسبة للأطفال المشخصين بالاضطراب في 135 حالة، منهم 65 متمدرسا، أما الراشدون المصابون بالاضطراب فعدد العينة هو 15 حالة، أولياء الأطفال المشخصين بالاضطراب عددهم 50 حالة، عدد المعلمات والقائمين على رعاية الأطفال التوحدين هو 45، عدد الباحثين والمتخصصين في تصميم التقنيات هو 7، مهمتهم هي تقييم فعالية بعض التقنيات الموجهة للأشخاص المصابين باضطراب طيف التوحد.

تمثل الهدف الأول للدراسة في التعرف على أهمية استخدام التكنولوجيا في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي لدى الأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد، وقد كشف تحليل نتائج الدراسات على أهمية استخدام هذه الأدوات والتقنيات في تحسين اللغة

التعبيرية، ومهارات التواصل، إضافة إلى كونها مفيدة ومقبولة لدى الراشد المصاب باضطراب طيف التوحد وعائلته، وهو ما يتوافق مع ما توصلت إليه دراسة (Putnam & Chong 2008) من أن التكنولوجيا تعتبر قوة رئيسية واهتماما للأشخاص المصابين باضطراب طيف التوحد.

تمثل الهدف الثاني في التحقق من دور التكنولوجيا في تشخيص المشكلات الصوتية الفونولوجية لدى الأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد، وكشفت النتائج عن دقة واعدة في تشخيص اضطرابات الكلام لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد، وهو ما يتوافق مع نتائج دراسة Parikh et al (2019) التي خلصت إلى أن نماذج التعلم الآلي التي تستخدم بيانات الخصائص الشخصية فعالة في تحسين تشخيص اضطراب طيف التوحد، مما يتيح إمكانية التشخيص العيادي الآلي.

تمثل الهدف الثالث في التعرف على دور التكنولوجيا في تحسين الاكتساب الصوتي الفونولوجي لدى الأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد، وكشفت نتائج الدراسات أن هذه الوسائط التكنولوجية لها دور فعال في التعرف على الأصوات وحفظها، وفي اكتساب وتعلم الحروف والمفردات، وفي تحسين سلوك الاستماع وقدرة الإدراك، وهو ما يتفق مع نتائج كثير من الدراسات كدراسة (Lorat et al 2018) التي أفادت بأن الدراسات الأولية تقدم دعماً واعداً لاستخدام الأجهزة التكنولوجية كأجهزة التوليد الصوتي القائمة على iPad و iPod Touch في تعليم العمليات اللفظية الأساسية للأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد.

تمثل الهدف الرابع في التعرف على دور التكنولوجيا في تحسين الإنتاج الصوتي الفونولوجي لدى الأفراد المصابين باضطراب طيف التوحد، أفادت خلاصة نتائج هذه الدراسات أن الأجهزة التكنولوجية وتقنياتها تسهم بفعالية في تحسين كتابة الرموز الصوتية، وفي زيادة معدل مطابقة الأصوات للحروف بشكل صحيح، وفي تدريب النطق

السمعي البصري، وفي تنمية مهارات اللغة والنطق ومهارة الطلب وزيادة في إنتاج عدد الكلمات، كما أنها محفز حسي لإتقان الأصوات، وتوفر اهتماما بالقرائن المرئية للنطق، وتشجع على إعطاء أوامر صوتية (للروبوت)، وهذه النتائج تتوافق مع ما توصل إليه (Schlosser & Koul2015) في ورقة مراجعة للأدبيات، من أن عددا كافيا من الدراسات تظهر أن الأشخاص المصابين باضطراب طيف التوحد يمكن أن يستفيدوا من تقنيات الكلام المخرج في حزم والتي تهدف إلى زيادة سلوكيات الطلب والسلوكيات المثيرة للتحدي، وأن الدراسة الجماعية التي ركزت على الوظائف التواصلية باستخدام تدخل طبيعى قائم على اللعب أدت إلى زيادة النطق التواصلى المعمم والمكاسب المعمة.

بالنسبة للغة العربية واستخدام التكنولوجيا لتطوير النظام الصوتي الفونولوجي الخاص بها لدى فئة التوحديين، فتضمنت المراجعة الحالية أربع دراسات من بين الثمانية عشر دراسة إجمالا، ثلاثة من الأربعة منشورة باللغة العربية، وواحدة منشورة باللغة الإنجليزية، وتعود قلة العدد هذه إلى القلة العامة في الأبحاث والدراسات بالبيئة العربية ، وكذا نقص اهتمام الوسط العيادي بالتكنولوجيا، وهي النتيجة التي أشار إليها Sweidan et al (2019) من أن معظم مراكز التوحد في الدول العربية تعتمد على التقنيات اليدوية في تعليم الأطفال أساسيات اللغة والرياضيات والمهارات الاجتماعية، رغم أن هذه التقنيات قد تكون محدودة في قياس تقدم الطفل بطريقة منهجية مع مراعاة المجالات المختلفة. وقد شملت الدراسات الأربعة عينة من 36 طفلا مشخصا باضطراب طيف التوحد، أعمارهم بين 3,5 و 12 سنة، 7 أمهات أطفال توحديين، 45 معلمة ومشرفة قائمات على رعاية الأطفال التوحديين، واستخدمت وسائط تكنولوجية تمثلت في تطبيقات مصممة على الهاتف الذكي والجهاز اللوحي، تلخصت نتائج الدراسات في أهمية وفعالية استخدام التكنولوجيا في تحسين اللغة التعبيرية (مهارة الطلب والتسمية)،

تحسين القدرات التعبيرية اللفظية، تنمية اللغة ومهارات النطق بشكل جزئي، تنمية مهارات الطلب والتعبير عن الحاجات.

لكن، بالرغم من النتائج الواعدة التي خلصت إليها الدراسة، إلا أننا نشير إلى وجود تحديات يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار بالوسط الجزائري على مستوى البحث وعلى المستوى العيادي، وذلك لتحقيق نتائج أفضل، نفسر هذه التحديات من خلال العوامل الآتية:

- حجم العينة المشاركة في الدراسات فيما يخص كل من الأطفال والراشدين كان قليلا في كلتا الفئتين، ما يجعل الضرورة ملحة لمزيد من الدراسات بعينات من حجم كبير.
- اختلاف المميزات السلوكية للمصابين باضطراب طيف التوحد يؤثر على السلوك اللغوي لديهم، فكلما زادت حدة السلوكات الحركية (كثرة الحركة والعدوانية)، كلما قل الانتباه، ونقصت مدة التركيز، وانخفض التفاعل مع الجهاز أو التقنية لدى المشاركين، وبالتالي تقل نتائج اكتساب وإنتاج الأصوات والمقاطع الكلامية.
- تنوع السلوك اللفظي (توجيه الطلب، التمييز بين الأصوات، التصنيف، التسمية، الإجابة على الأسئلة) يستدعي استهداف كل عملية لفظية بتقييم خاص لفاعلية الأداة و/أو التقنية المستخدمة فيه.

- التدخل الأرتفوني من عدمه، وكونه مبكرا أو متأخرا، والانضباط في حصص المتابعة، وجودة التكفل، هي عوامل تؤثر على الاستعداد اللغوي للمشارك، وتختلف نتائج فعالية الوسائط التكنولوجية في تحسين السلوك الصوتي الفونولوجي لدى المشارك تبعا لدرجة كفاءته اللغوية، فكلما كان الأداء اللغوي في الاختبارات القليلة عاليا، زاد احتمال تحسنه في الاكتساب والإنتاج، مما يجعل تصنيف المشاركين وفق مجموعات حسب درجة الاضطراب حتميا قبل استخدام الأداة و/أو التقنية التكنولوجية.

خاتمة:

استخلصت الدراسة الحالية من خلال مراجعة هذه المجموعة المتنوعة من الدراسات حول موضوع استخدام التكنولوجيا في تطوير النظام الصوتي الفونولوجي لدى فئة المصابين باضطراب طيف التوحد، أن للوسائط التكنولوجية أهمية كبيرة في تحسين وتطوير المهارات الصوتية الفونولوجية لدى هذه الفئة، وبأن لها دور فعال في تسهيل تشخيص الاضطرابات الصوتية والفونولوجية بدرجة كبيرة من الدقة، وبأنها تساهم في تعليم واكتساب وإنتاج التوحيدين للمهارات الصوتية والفونولوجية، لكن لا يزال ميدان البحث في الجزائر يفتقر إلى التوسع في الموضوع، ولا يزال الوسط العيادي بحاجة إلى عناية واهتمام بالتكنولوجيا في ميدان التكفل الأطفوني بالمصابين باضطراب طيف التوحد، وبناء عليه، نقترح مزيدا من الدراسات في الموضوع وتناول عينات أكبر في فئتي الأطفال والراشدين، مع استهداف عمليات لفظية متنوعة كالطلب والتسمية والتمييز بين الأصوات والكلمات والتصنيف والإجابة عن الأسئلة، والتعبير عن الحاجة، إضافة إلى ضرورة تحسيس وتوعية الممارسين بالميدان بمزايا وإيجابيات التكنولوجيا في عملهم، وكذا ضرورة توفير الجهات المعنية لتكوين متخصص للممارسين بهدف تمكينهم من اتقان استخدام التقنيات التكنولوجية مما يثري ويطور عملية التكفل بفئة التوحيدين، كما نقترح تشكيل لجان بحث متعددة التخصصات تتكون من باحثين في الأطفونيا وفي علم النفس العيادي، وفي الطب وفي الإعلام الآلي بهدف العمل المشترك على تكييف البرامج على البيئة الجزائرية، وكذا العمل على تصميم تقنيات تتوافق مع البيئة العربية الجزائرية.

المراجع والمصادر:

1. السيد، س، ج. (2017). فعالية استخدام أساليب التواصل التعزيزية والبدلية في تنمية المهارات اللغوية لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد. *مجلة الإرشاد النفسي*، 52 (52)، 244-

[DOI: 10.21608/cpc.2017.42898.303](https://doi.org/10.21608/cpc.2017.42898.303)

توظيف الوسائط التكنولوجية في تحسين النظام الصوتي الفونولوجي: مراجعة منهجية في اضطراب طيف التوحد
محمد قرياتي عبد الله
وسبته يمينه

2. القحطاني، أ، ب، م. والصالح، ن، ب، ج. (2020). فاعلية استخدام تطبيق ليفوكس (LivoxArabia) في تنمية مهارات التواصل لدى الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد من وجهة نظر المعلمات والأمهات. *مجلة التربية*، 39 (188)، 208-233. DOI: 10.21608/jsrep.2020.141168
3. بالبيد، أ، ع، س. (2022). أهمية توظيف التطبيقات الإلكترونية القائمة على نظام التواصل بالصور (PECS) في تنمية مهارات التواصل لدى الطلاب ذوي اضطراب طيف التوحد. *المجلة العربية للتربية النوعية*، 6 (23)، 181-208.

Doi : 10.21608/ejev.2022.248798

4. بوسبته، ي. (2018). تأثير عملية الزرع القوقعي على اكتساب النظام الصوتي / الفونولوجي للغة عند الطفل الأصم الجزائري. *Route Education and Social Science Journal*, 5 (9), 1208-1221. Doi: 10.17121/ressjournal.1436

5. زين العابدين س. (2017). تأصيل المصطلح الصوتي في اللغة العربية الفونيتيكا والفونولوجيا نموذجاً. *الممارسات اللغوية*، 8 (1)، 107-120. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/22737>
6. سعد عبد العزيز. (2018). مستويات التحليل اللغوي ونموها عند الطفل. *مجلة تنمية الموارد البشرية*، 9 (4)، 17-35. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/69935>

7. Abdallah, W., Vella, F., Vigouroux, N., Bossche, A.V., & Val, T. (2019). A Collaborative Talking Assistive Technology for People with Autism Spectrum Disorders. *Interacción*.
8. Abrms, D. A., Lynch, C. J., Cheng, K. M., Phillips, J., Supekar, K., Ryali, S., Uddin, L. Q., & Menon, V. (2013). Under connectivity between voice-selective cortex and reward circuitry in children with autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(29), 12060–12065. <https://doi.org/10.1073/pnas.1302982110>
9. Chen, F., Wang, L., Peng, G., Yan, N., & Pan, X. (2019). Development and evaluation of a 3-D virtual pronunciation tutor for children with autism spectrum disorders. *PloS one*, 14(1), e0210858. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210858>
10. Chou, C., Chu, Y., & Chen, H. (2017). A Mandarin Phonetic-symbol Communication Aid Developed on Tablet Computers for Children with High-functioning Autism., 20, 251-258. <https://doi.org/10.6180/JASE.2017.20.2.13>
11. Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review : a step-by-step approach. *British journal of nursing* (Mark Allen Publishing), 17(1), 38–43.

<https://doi.org/10.12968/bjon.2008.17.1.28059>

12. G Pillai, L., & Sherly, E. (2017). A Deep Learning Based Evaluation of Articulation Disorder and Learning Assistive System for Autistic Children. *International Journal on Natural Language Computing*, 6(5), 19–36. <https://doi.org/10.5121/ijnlc.2017.6502>
13. Golestan, S., Soleiman, P., & Moradi, H. (2017). Feasibility of using sphero in rehabilitation of children with autism in social and communication skills. *IEEE ... International Conference on Rehabilitation Robotics : [proceedings]*, 2017, 989–994. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2017.8009378>
14. Hailpern, J., Karahalios, K., & Halle, J. (2009). Creating a spoken impact: Encouraging vocalization through audio visual feedback in children with ASD. In *CHI 2009: Digital Life New World — Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 453-462). (Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings). <https://doi.org/10.1145/1518701.1518774>
15. Irwin, J., Preston, J., Brancazio, L., D'angelo, M., & Turcios, J. (2015). Development of an audiovisual speech perception app for children with autism spectrum disorders. *Clinical linguistics & phonetics*, 29(1), 76–83. <https://doi.org/10.3109/02699206.2014.966395>
16. Javed, H., Burns, R., Jeon, M., Howard, A. M., & Park, C. H. (2019). A Robotic Framework to Facilitate Sensory Experiences for Children with Autism Spectrum Disorder: A Preliminary Study. *ACM transactions on human-robot interaction*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.1145/3359613>
17. Kamran, Khawaja, Siti, Salwah, Salim. (2020). A framework to design vocabulary-based serious games for children with autism spectrum disorder (ASD). *Universal Access in The Information Society*, doi : 10.1007/S10209-019-00689-4
18. Lin, I. F., Yamada, T., Komine, Y., Kato, N., Kato, M., & Kashino, M. (2015). Vocal Identity Recognition in Autism Spectrum Disorder. *PloS one*, 10(6), e0129451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129451>
19. Lorah, E. R., Tincani, M., & Parnell, A. (2018). Current trends in the use of handheld technology as a speech-generating device for children with autism. ***Behavior Analysis: Research and Practice***, 18(3), 317–327. <https://doi.org/10.1037/bar0000125>
20. Lussier-Desrochers, D., Massé, L., Simonato, I., Lachapelle, Y., Godin-Tremblay, V., & Lemieux, A. (2023). Evaluation of the Effect of a Serious Game on the Performance of Daily Routines by

Autistic and ADHD Children. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 1-13.

<https://doi.org/10.1007/s41252-023-00319-4>

21. Nopprapun, M., & Holloway, J. (2014). A comparison of fluency training and discrete trial instruction to teach letter sounds to children with ASD: Acquisition and learning outcomes. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8 (7), 788-

802. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.03.015>

22. O'Brien, M., Tiernan, A., & Holloway, J. (2018). Teaching Phonics to Preschool Children with Autism Using Frequency-Building and Computer-Assisted Instruction. *Journal of*

Developmental and Physical Disabilities, 30, 215-237. <https://doi.org/10.1007/S10882-017-9581-X>.

23. Parikh, M. N., Li, H., & He, L. (2019). Enhancing Diagnosis of Autism With Optimized Machine Learning Models and Personal Characteristic Data. *Frontiers in computational neuroscience*, 13, 9.

<https://doi.org/10.3389/fncom.2019.00009>

24. Putnam, C., & Chong, L. (2008). Software and technologies designed for people with autism: what do users want? International ACM SIGACCESS Conference on Computers and

Accessibility. 3-10. <https://doi.org/10.1145/1414471.1414475>

25. Safi, M. F., Al Sadrani, B., & Mustafa, A. (2021). Virtual voice assistant applications improved expressive verbal abilities and social interactions in children with autism spectrum disorder: a

Single-Subject experimental study. *International journal of developmental disabilities*, 69(4),

555–567. <https://doi.org/10.1080/20473869.2021.1977596>

26. Schlosser, R. W., & Koul, R. K. (2015). Speech output technologies in interventions for individuals with autism spectrum disorders: A scoping review. *AAC : Augmentative and Alternative Communication*, 31, 285–309. <https://doi.org/10.3109/07434618.2015.1063689>

27. Sperdin, H. F., & Schaer, M. (2016). Aberrant Development of Speech Processing in Young Children with Autism: New Insights from Neuroimaging Biomarkers. *Frontiers in*

neuroscience, 10, 393. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00393>

28. Sweidan, S., Salameh, H., Zakarneh, R., & Darabkh, K. (2019). Autistic Innovative Assistant (AIA): an Android application for Arabic autism children. *Interactive Learning Environments*, 30,

735 - 758.

29. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1681468>.

30. Valencia, K., Rusu, C., Quiñones, D., & Jamet, E. (2019). The Impact of Technology on People with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19(20), 4485. <https://doi.org/10.3390/s19204485>
31. Vellonen, V., Kärnä, E., & Virnes, M. (2012). Communication of children with autism in a technology-enhanced learning environment. *Procedia-Social and behavioral sciences*, 69, 1208-1217. DOI:[10.1016/j.sbspro.2012.12.053](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.053)
32. Wijesinghe, P. Samarasinghe, S. Seneviratne, P. Yogarajah and K. Pulasinghe, "Machine Learning Based Automated Speech Dialog Analysis Of Autistic Children," 2019 11th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), Da Nang, Vietnam, 2019, pp. 1-5. doi:10.1109/KSE.2019.8919266.
33. Wilson, W. J., Harper-Hill, K., Armstrong, R., Downing, C., Perrykkad, K., Rafter, M., & Ashburner, J. (2021). A preliminary investigation of sound-field amplification as an inclusive classroom adjustment for children with and without Autism Spectrum Disorder. *Journal of communication disorders*, 93, 106142. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106142>.