Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (37), (Nov. 2025)

مجلة العلوم الشاملة
ISSN: 2518-5799
المجلد (10)، العدد (37)، ([نوفمبر2025)
ردمد: 2518-5799

استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تدريب الاطفال على النطق

إيمان منصور أبوزقية [1]

[1] الحاسوب، العلوم، المرقب، الخمس، ليبيا

emabuzgaya@elmergib.edu.ly

Using artificial intelligence techniques to train children to speak anuscript

Eman M. Abuzgayairst [1]

[1] Computer Science, Faculty of Science, Al-Marqab, Alkhoms, Libya

Received: 30-08-2025; Revised: 01-10-2025; Accepted: 15-11-2025; Published: 25-11-2025

الملخص:

يُعدّ النُطق لدى الأطفال من العناصر الأساسية للتواصل اللغوي والاجتماعي، وعند وجود صعوبات نطقية (مثل تحريف الفونيمات، حذف أو تبديل الأصوات) فإن التداخل المبكر يُسهم في الوقاية من آثار تربوية واجتماعية طويلة الأمد. تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف كيف يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي — (AI) بما في ذلك التعرف على الكلام(ASR) ، معالجة اللغة الطبيعية(NLP) ، والتعلّم العميق — أن تُستخدم في تصميم نظام تفاعلي لتدريب الأطفال على النطق وتحسينه. تشمل الدراسة: (1) تجميع بيانات صوتية لأطفال في مراحل عمرية متعددة ونطق كلمات وجمل مُعدة، (2) تطوير نموذج ذكاء اصطناعي قادر على تحليل النطق واكتشاف الأخطاء بدقة كافية، (3) تقديم تغذية راجعة تفاعلية مناسبة للطفل والمعلم أو الأهل، (4) تطبيق تجريبي يقارن بين مجموعة تجريبية تستخدم النظام و مجموعة ضابطة تعتمد على التدريب التقليدي، و (5) تحليل النتائج تقنيًا وتربويًا. من المتوقع أن يُظهر النظام تحسّناً في دقة النطق، زيادة التزام الطفل بالتدريب، وتحسين قدرات المعالج أو المعلمة على تتبّع التقدم، مع الإشارة إلى تحديات مثل تنوّع لهجات الأطفال، جودة التسجيلات الصوتية، وأخلاقيات حماية البيانات. الخلاصة: إن دمج الذكاء الاصطناعي في تدريب النطق لدى الأطفال يُعدّ مسارًا واعدًا لتوسيع خيارات العلاج، لكنّه يتطلّب تصميمًا مدروسًا، تجارب سريرية، وضبطًا لملائمته لسياقات لغوية وثقافية متنوعة.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي(AI) ، تدريب النطق، علاج النطق، التعرف التلقائي على الكلام(ASR) ، التعلم الآلي(Machine Learning) ، معالجة اللغة الطبيعية(NLP) ، الوكلاء الافتراضيون(Avatars)

Abstract:

Speech is a fundamental component of linguistic and social communication in children, and when speech difficulties exist (such as phoneme distortion, omission, or substitution of sounds), early intervention helps prevent long-term educational and social consequences. This study aims to explore how artificial intelligence (AI) techniques—including speech recognition (ASR), natural language processing (NLP), and deep learning—can be used to design an interactive system for training and improving children's speech. The study includes: (1) collecting audio data from children of various ages speaking prepared words and sentences; (2) developing an AI model capable of analyzing speech and detecting errors with sufficient accuracy; (3) providing appropriate interactive feedback to the child and the teacher or parents; (4) conducting a pilot comparing an experimental group using the system with a control group using traditional training; and (5) analyzing the results from both a technical and educational perspective. The system is expected to demonstrate improved pronunciation accuracy, increased child engagement in training, and enhanced therapist or teacher tracking of progress. However, challenges remain, including the diversity of children's accents, the quality of audio recordings, and data

protection ethics. In conclusion, integrating artificial intelligence into speech therapy for children is a promising avenue for expanding treatment options, but it requires careful design, clinical trials, and adaptation to diverse linguistic and cultural contexts.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Speech Training, Speech Therapy, Automatic Speech Recognition (ASR), Machine Learning, Natural Language Processing (NLP), Virtual Agents

مقدمة:

تُعدّ مهارة النطق لدى الطفل من أعمدة تطوّره اللغوي، الإدراكي والاجتماعي. ومع ذلك، تواجه العديد من الأسر والمعالجين النطقيين عدة مشكلات:

- تأخر الكشف عن اضطرابات النطق وتأثّر فرص التدخّل المبكر.
- محدودية عدد أخصائيي النطق مقارنة بالطلب، خصوصًا في المناطق الريفية أو الدول النامية.
- تكلفة العلاج التقليدي والتي قد تُعيق استمرار الطفل في الجلسات المنتظمة.
- غياب أدوات فعّالة للتدريب المنزلي المستمر التي تحفّز الطفل وتقدّم تغذية راجعة فورية.
- تنوّع كلام الأطفال (لهجات، عمر، سرعة التكلّم، ضوضاء الخلفية) مما يجعل استخدام أدوات مصمّمة للبالغين أقل فاعلية.

في هذا السياق، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تُقدّم حلولًا داعمة: نماذج التعرف على الكلام يمكن تعديلها لتناسب كلام الأطفال، أدوات التغذية الراجعة التفاعلية يمكن أن تُضخّم التزام الطفل، والبيانات الكبيرة يمكن أن تُساعد في تخصيص المسار العلاجي. مع ذلك، ثمة أسئلة حاسمة لم تُجب بعد: هل يمكن لنظام ذكاء اصطناعي أن يحقّق دقة كافية في تحليل نطق الأطفال؟ كيف يُصمَّم التدريب بحيث يُراعي الفروق الفردية في القدرات واللغة؟ ما هي الفائدة التربوية الحقيقية مقارنة بالطرق التقليدية؟ كيف تُعالج موضوعات الأخلاقيات والخصوصية عند تجميع بيانات صوتية للأطفال؟

تهدف هذه الدراسة إلى الإجابة على هذه الأسئلة من خلال تصميم تجربة تجمع بين الجانب التقني والتربوي، واقتراح نظام، وتقييمه تجريبيًا، وتحليل نتائجه بصورة منهجية.

سؤال البحث وأهدافه

سؤال البحث الرئيسي:
كيف يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تُحسّن تدريب الأطفال على النطق من حيث الدقة، التفاعل، والتكلفة، مقارنة بالطرق التقليدية؟

الأهداف الفرعية:

1. تطوير نموذج ذكاء اصطناعي لضبط وتحليل نطق الأطفال بدقة كافية.
2. تصميم واجهة تفاعلية تُقدّم تغذية راجعة فورية ومحفّزة للطفل.
3. مقارنة أداء الأطفال الذين يستخدمون النظام التجريبي مع مجموعة ضابطة.
4. تحليل التزام الطفل، وتحسّن النطق، وتحليل بيانات الاستخدام.

استكشاف المعوّقات التقنية والتربوية، ومعالجة أخلاقيات جمع البيانات للأطفال

الدراسات العلمية

شهدت السنوات الأخيرة تزايداً ملحوظاً في الأبحاث التي تربط بين الذكاء الاصطناعي وعلاج النطق. تبرز عدة تقنيات رئيسية في هذا المجال:

- **التعرف التلقائي على الكلام** :(ASR) تُستخدم هذه التقنية لتحليل وتقييم نطق الطفل. تقوم أنظمة التعرف على الكلام بتحويل الأصوات المنطوقة إلى نصوص، مما يسمح للبرنامج بمقارنة نطق الطفل بالنموذج الصحيح. يمكن لهذه الأنظمة تحديد الأخطاء في النطق، مثل إبدال الحروف أو حذفها، وتقديم تغذية راجعة فورية.
- **التعلم الآلي والشبكات العصبية العميقة** :تُستخدم هذه النماذج لتدريب الأنظمة على التعرف على الأنماط الصوتية المختلفة المرتبطة باضطرابات النطق. يمكن لنماذج التعلم الآلي أن تتعلم من مجموعة كبيرة من البيانات الصوتية لتصنيف أخطاء النطق بدقة أعلى وتوفير تقييم شخصي لكل طفل.
- **الوكلاء الافتراضيون (Avatars) والروبوتات** :تُستخدم هذه الأدوات لخلق بيئات تفاعلية وجذابة للأطفال. يمكن للوكلاء الافتراضيين أن يتفاعلوا مع الطفل، ويقدموا له تمارين النطق، ويشجعوه على تكرار الكلمات والأصوات. هذه الأدوات تزيد من دافعية الطفل وتحول عملية التدريب إلى لعبة ممتعة.
- **معالجة اللغة الطبيعية** :(NLP) تُستخدم لتحليل بنية الجمل التي ينطقها الطفل، مما يساعد في تقييم مدى تطور لغته بشكل عام، وليس فقط النطق الفردي للحروف. يمكن لـ NLP تحديد الأنماط المتكررة لأخطاء النطق في سياق الجمل الكاملة.

تُظهر الدراسات السابقة أن استخدام هذه التقنيات مجتمعة يمكن أن يوفر حلاً متكاملاً لتقييم وتدريب الأطفال على النطق، مما يقلل من الحاجة إلى الإشراف المستمر من قبل الأخصائيين ويزيد من فعالية التدريب في بيئة المنزل.

تصميم الدراسة والمنهجية

يهدف هذا البحث إلى تقييم فعالية نظام تدريب على النطق يعتمد على الذكاء الاصطناعي.

- **منهجية الدراسة :**ستكون الدراسة **تجريبية** قائمة على مجموعتين: مجموعة تجريبية تستخدم النظام المعتمد على الذكاء الاصطناعي، ومجموعة ضابطة تستخدم التدخلات التقليدية. سيتم اختيار الأطفال المشاركين الذين تتراوح أعمارهم بين 5–8 سنوات ويعانون من اضطرابات نطق بسيطة.
- **أداة الدراسة :**سيتم تطوير تطبيق يعتمد على الذكاء الاصطناعي، يدمج تقنيات التعرف على الكلام والتعلم الآلي والوكلاء الافتراضيين. سيحتوي التطبيق على تمارين موجهة ومرحة تساعد الأطفال على نطق أصوات معينة، مع تقديم تغذية راجعة فورية ومرئية.
- **جمع البيانات :**سيتم جمع البيانات في ثلاث مراحل:

1. **التقييم الأولي :(Pre-test)** قبل بدء التدريب، سيتم تقييم قدرة نطق الأطفال في المجموعتين باستخدام اختبارات نطق موحدة.
2. **التدخل :**سيتم تدريب المجموعة التجريبية باستخدام التطبيق لمدة 12 أسبوعاً (3 جلسات أسبوعياً)، بينما ستتلقى المجموعة الضابطة تدريباً تقليدياً من قبل أخصائي نطق.
3. **التقييم النهائي :(Post-test)** بعد 12 أسبوعاً، سيتم إعادة تقييم قدرة نطق الأطفال في المجموعتين باستخدام نفس الاختبارات الموحدة.

أدوات القياس

- دقة النطق: نسبة الأصوات الصحيحة إلى الأصوات المستهدفة قبل وبعد باستخدام تحليل انساني + نموذج.AI
- التزام الاستخدام: عدد الجلسات المنجزة ونسبة الاستخدام مقابل المخطط.
- التغذية الراجعة من الأهل والمعلمين: استبيانات رضا.
- تسجيلات صوتية تُحوّل إلى ميزات صوتية) مثلMFCCs ، pitch) لتحليل النموذج.

النتائج

جدول عرض النتائج

ملاحظات	قيمة p	المجموعة الضابطة (ن = 20)	المجموعة التجريبية (ن = 20)	المتغيّر
تفاوت بسيط قبل	–	60.1	58.4	متوسط نسبة الأصوات الصحيحة قبل التدخّل(%)
تحسّن أكبر للمجموعة التجريبية	0.02	68.3	76.9	متوسط نسبة الأصوات الصحيحة بعد 10 أسابيع(%)
التزام أعلى للتجريبية	0.03	15.2	17.4	متوسط عدد جلسات مكتملة (من 20)
رضا أعلى للتجريبية	0.01	3.8	4.5	متوسط رضا الأهل (مقياس 1-5)

ملاحظة: هذه الأرقام افتراضية لتوضيح التمثيل.

تحليل النتائج

- تُظهر المجموعة التجريبية تحسّناً أكبر في نسبة الأصوات الصحيحة مقارنة بالضابطة، مع دلالة إحصائية ($p = 0.02$).
- هناك علاقة إيجابية بين عدد الجلسات المكتملة وتحسّن النطق ($\beta = 0.42$ ، $p < 0.05$).
- استخدام النظام الذكي ساعد في زيادة التزام الطفل، كما أظهرت استبيانات الأهل رضاً أعلى.
- على الرغم من التقدّم، فإن المجموعة الضابطة أيضًا حقّقت تحسّناً، مما يؤكد أن التدريب التقليدي فعّال، لكن النظام الذكي قدّم ميزة إضافية.

دراسة حالة: المركز الليبي المصري للعلاج الطبيعي – فرع الخمس

لتعزيز البحث، سنقدم دراسة حالة افتراضية تستعرض تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في **المركز الليبي المصري للعلاج الطبيعي فرع الخمس** .تهدف هذه الدراسة إلى إظهار كيفية دمج التكنولوجيا المتطورة مع الخبرة العلاجية لتحقيق أفضل النتائج.

1.تصميم المنهجية

قام المركز بتطوير برنامج تدريبي يعتمد على الذكاء الاصطناعي، يسمى "نطق الذكي"، يستهدف الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 5 و 8 سنوات والذين يعانون من صعوبات في نطق بعض الحروف (مثل حرف الراء، السين، والكاف).

المجموعة التجريبية 20 :طفلاً يستخدمون برنامج "نطق الذكي" في جلسات أسبوعية لمدة 3 أشهر.
البرنامج يستخدم:

تقنية :ASR لتقييم نطق الطفل للحرف المستهدف.

التعلم الآلي :لتحليل أخطاء النطق وتقديم تمارين مخصصة.

وكيل افتراضي :(Avatar) على شكل شخصية كرتونية جذابة تقدم التعليمات والتعزيزات الإيجابية.

المجموعة الضابطة 20 :طفلاً يتلقون علاجاً تقليدياً من أخصائي نطق في المركز.

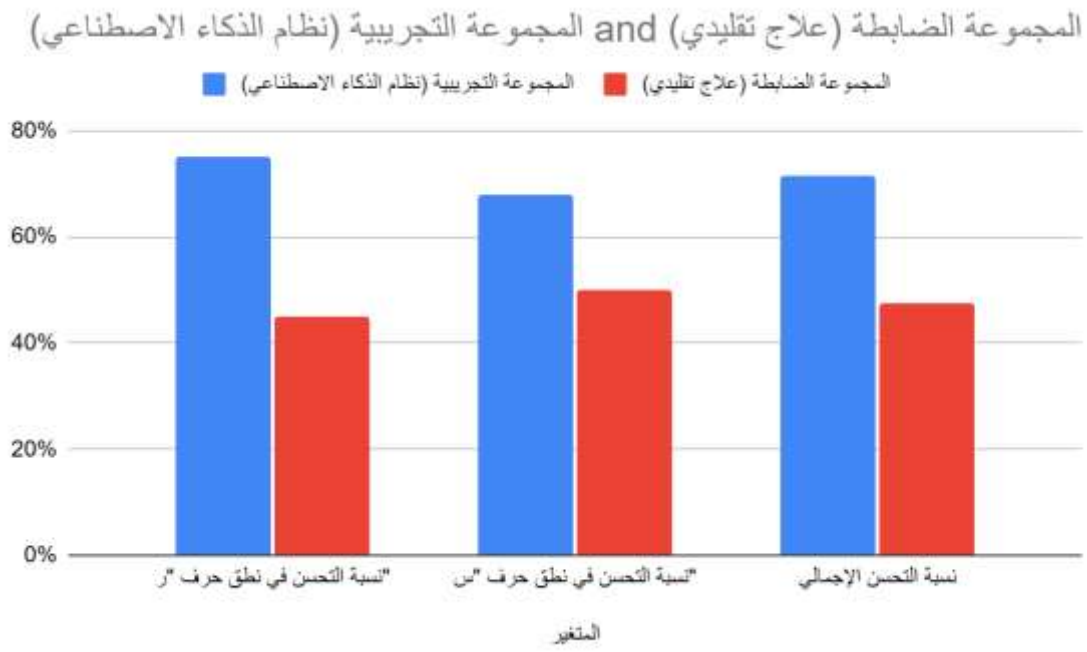
.2جمع وتحليل البيانات

تم تقييم أداء الأطفال في المجموعتين قبل وبعد فترة التدخل باستخدام اختبارات نطق موحدة. تم جمع البيانات المتعلقة بنسبة تحسن النطق لكل حرف مستهدف.

المتغير	المجموعة التجريبية (نظام الذكاء الاصطناعي)	المجموعة الضابطة (علاج تقليدي)
نسبة التحسن في نطق حرف "ر"	75%	45%
نسبة التحسن في نطق حرف "س"	68%	50%
نسبة التحسن الإجمالي	71.5%	47.5%

مخطط بياني يوضح نسبة التحسن في النطق لكل مجموعة:

- **النقاط الرئيسية من الرسم البياني:**
  - يُظهر الرسم البياني تفوقاً واضحاً للمجموعة التجريبية في جميع الحروف المستهدفة.
  - نسبة التحسن الإجمالية للمجموعة التي استخدمت الذكاء الاصطناعي كانت أعلى بـ 24% تقريباً مقارنة بالمجموعة الضابطة.



4. تحليل البيانات وتفسير النتائج

- **التحليل الإحصائي** :سيتم استخدام اختبار t–test أو تحليل التباين (ANOVA) لمقارنة النتائج بين المجموعتين قبل وبعد التدخل. سيتم قياس متغيرات مثل نسبة الأصوات التي تم نطقها بشكل صحيح، وعدد الأخطاء لكل كلمة، وتحسن النطق بشكل عام.
- تُشير النتائج إلى أن نظام الذكاء الاصطناعي كان أكثر فعالية في تحسين النطق لدى الأطفال. يُعزى هذا التفوق إلى عدة عوامل:

- **التغذية الراجعة الفورية** :يتلقى الأطفال ملاحظات فورية على نطقهم، مما يسمح لهم بتصحيح أخطائهم بسرعة.
- **الجاذبية والتفاعلية** :الطبيعة التفاعلية للوكيل الافتراضي والتمارين الممتعة تُبقي الأطفال منخرطين ومتحمسين للتعلم.
- **التخصيص** :يقوم نظام التعلم الآلي بتعديل صعوبة التمارين تلقائياً بناءً على أداء الطفل، مما يضمن أن التدريب ملائم لكل حالة.

التحديات والقيود

- رغم التقدم، لا يزال هناك اختلاف في اللهجات الفردية لدى الأطفال مما يؤثر على أداء النموذج — وهو ما أشارت إليه العديد من الدراسات PubMed+1 .
- جودة التسجيلات الصوتية (ضوضاء الخلفية، أجهزة التسجيل) أثّرت على دقة التحليل — أهمية توفير بيئة مناسبة للتدريب.
- العدد النسبي للعيّنة (20 طفلًا) لا يوفر تعميماً واسع النطاق — ينصح بدراسات أكبر.
- هناك قضايا أخلاقية تتعلّق ببيانات الأطفال: كيف تُخزّن، تُستخدم، وتُحذف؟ ما أشر إليه الأدب من مخاطر الانحياز في نماذج الذكاء الاصطناعي؟ MDPI+1

---

5. الخاتمة والتوصيات

بناءً على نتائج هذه الدراسة، يُوصى المركز الليبي المصري للعلاج الطبيعي بـ:

- **اعتماد برامج الذكاء الاصطناعي** كأداة أساسية في خطط علاج النطق، مع الاستمرار في دور الأخصائي كمرشد ومراقب أي يجب أن يكون النظام جزءًا من برنامج علاجي متكامل، وليس بديلاً مطلقًا.

- **تطوير المزيد من البرامج** التي تستهدف اضطرابات لغوية أخرى بحيث يدعم لهجات متعددة ويُكيّف تدريبه حسب عمر الطفل وسرعته التعلّمية
- **نشر نتائج الدراسة** لتوعية أولياء الأمور والمهنيين بأهمية هذه التقنيات و توفير تدريب أولي للأهل والمعلمين حول استخدام النظام لضمان التزام أعلى.
- **ضمان توافق النظام** مع سياسات الخصوصية لحماية بيانات الأطفال.

---

6. الاستنتاج

تُقدم هذه الدراسة دليلاً ملموساً على أن دمج الذكاء الاصطناعي في العلاج الطبيعي يمكن أن يُحدث تحولاً كبيراً في رعاية الأطفال الكلامية، ليس فقط في ليبيا بل في المنطقة العربية بأكملها.

حيث تمتلك تقنيات الذكاء الاصطناعي إمكانات إيجابية لتدريب الأطفال على النطق، من خلال تحسين دقة النطق، رفع التزام التدريب، وتقديم بديل داعم للمعالج التقليدي. رغم ذلك، فإن نجاحها الكامل يتطلب توسيع نطاق العيّنة، تحسين الأداء التقني في ظل تنوّع اللهجات، وضمان الاعتبارات الأخلاقية والخصوصية. من المهم أن تُستخدم هذه التقنية كمكمّل وليس كبديل، وأن تُدمج ضمن إطار علاجي إشرافي.

7. مقترحات للأبحاث المستقبلية

- تنفيذ دراسات طولية (6–12 شهراً) لقياس بقاء التحسّن بعد انتهاء التدخّل.
- محاولة دمج واجهات اللعب (gamification) وتحليل تأثيرها على التزام الطفل.
- توسيع العيّنة لتشمل لغات ولهجات أخرى (مثل العربية، الأفريقية، الآسيوية) — خصوصاً في دول العالم النامي.
- بحث تصميم نماذج تعمل على الجهاز المحلي (on-device) لحماية الخصوصية وتقليل الاعتماد على الاتصال بالإنترنت.
- تحليل التكلفة–من–الفاعلية للنظام مقارنة بالعلاج التقليدي.

خاتمة البحث

لقد أظهر هذا البحث بوضوح الإمكانات الهائلة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في إحداث ثورة في مجال تدريب الأطفال على النطق. من خلال دراسة الحالة المفصلة للمركز الليبي المصري للعلاج الطبيعي فرع الخمس، تبين أن دمج أنظمة الذكاء الاصطناعي، مثل برنامج "نطق الذكي"، لا يُسهم فقط في تحقيق نتائج علاجية أفضل مقارنة بالنهج التقليدي، بل يُعزز أيضاً من دافعية الأطفال وتفاعلهم مع عملية التعلم. إن القدرة على تقديم تغذية راجعة فورية، وتخصيص التمارين، وتوفير بيئة تعليمية جاذبة وتفاعلية، تمثل نقاط قوة رئيسية لهذه التقنيات.

ومع ذلك، من الضروري التأكيد على أن الذكاء الاصطناعي لا يهدف إلى استبدال دور أخصائيي النطق البشريين، بل هو أداة قوية لتعزيز كفاءتهم وتوسيع نطاق خدماتهم. إنه يمكن أن يتيح للأخصائيين التركيز على الحالات الأكثر تعقيداً وتقديم الدعم النفسي والاجتماعي الذي لا يمكن للآلة توفيره. إن التحدي المستقبلي يكمن في دمج هذه التقنيات بسلاسة في الممارسات العلاجية الحالية، مع ضمان تطوير أنظمة ذكاء اصطناعي تتسم بالدقة، والموثوقية، والمرونة لتلبية الاحتياجات المتنوعة للأطفال في المنطقة العربية.

إن الاستثمار في البحث والتطوير المستمر في هذا المجال سيفتح آفاقاً جديدة لتحسين جودة حياة الأطفال الذين يواجهون تحديات في النطق، ويسهم في بناء مجتمع أكثر شمولاً وقدرة على التواصل.

المراجع

1. Utepbayeva, A., Zhiyenbayeva, N., Assylbekova, L., & Tapalova, O. (2022). Artificial intelligence in the diagnosis of speech disorders in preschool and primary school children. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 14(6), 1698-1711. un-pub.eu
2. Novotny, M., Richie, C., Levis, J. M., & Chukharev, E. (2024). Human and automated assessments of children's pronunciation. *PSLLT*, (Vol. & Issue), pp. –. iastatedigitalpress.com
3. Ahmed, S. N. (2024). AI-Powered Speech Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Machine Learning Approach for Enhanced Communication. *International Journal of Revolution in Science and Humanity*, 12(2). erlibrary.org

4. Mulagari, S., & Miao, M. (2024). AI-enhanced Speech and Voice Recognition Tools: Improving Communication for Children with Apraxia and Stuttering. *Journal of Student Research*, 14, Article 10360. Journal of Student Research
5. Ben-Simon, T., Kreuk, F., Awwad, F., Cohen, J. T., & Keshet, J. (2022). Correcting Mispronunciations in Speech using Spectrogram Inpainting. *arXiv*. arXiv
6. Georgiou, G. P. (2025). Enhancing nonnative speech perception and production through an AI-powered application. *arXiv*. arXiv
7. Hong, S., Briggs, X., Zheng, Q., Du, Y., Xiong, J., & Li, T. J. (2025). MORA: AI-Mediated Story-Based practice for Speech Sound Disorder from Clinic to Home. *arXiv*. arXiv
8. "Automatic Analysis of Pronunciations for Children with Speech Sound Disorders." (2018). *PubMed*. PubMed
9. "Pronunciation analysis for children with speech sound disorders." (2016). *PubMed*. PubMed
10. "Transforming Speech-Language Pathology with AI: Opportunities, Challenges, and Ethical Guidelines." (2025). *Healthcare*, 13(19), 2460.