QUARTERLY, PEER REVIEWED
al-amiR
ISSN(P): 2790-931X ISSN(E): 2790-9328
E-Mail: editor.alamir@gmail.com

التحدّيات عن استخدام الذكاء الاصطناعي في تعليم التَّجويدِ والقِرَاءاتِ: دِراسةٌ تَحْلِيلِيَّةٌ تَقْوِيمِيَّةٌ

Challenges in Using Artificial Intelligence in Teaching al-Tajwīd and al-Qirā'āt: An Analytical and Evaluative Study

Dr. Muhammad Akram Nizami
Lecturer (V), Department of Arabic Language & Literature, University of Sargodha, Pakistan. Email: drnizami36@hotmail.com
Dr Sadia Nasrullah
Assistant Professor Govt graduate college (w) Wapda Town Lahore.
Email: baseeratfatima@gmail.com

This study offers a comprehensive analysis of the principal challenges associated with integrating artificial intelligence (AI) into the teaching of Tajwīd—a discipline that demands exceptional precision in articulatory accuracy and serves as a safeguard for the sanctity and spiritual depth of Qur'ānic recitation. Despite notable advances in deep-learning algorithms and speech-processing technologies, current AI systems continue to struggle with detecting subtle phonetic distinctions, accommodating the diversity of recitation styles, and recognizing the full spectrum of Qur'ānic readings. The reliability of AI-based evaluation is further constrained by inconsistent audio quality, environmental noise, and the structural complexity of Tajwīd rules—such as ghunnah, madd, idghām, and other intricate phonological phenomena. Additional concerns arise regarding the ability of computational models to reflect the spiritual dimension of recitation, as well as the potential risks associated with excessive learner dependence in the absence of qualified human supervision. Ethical and methodological issues—including data reliability, model bias, and limited generalizability—also pose significant challenges. The study concludes that AI holds considerable promise as a supportive tool in Tajwīd education, provided that it is employed under expert guidance and trained on robust, high-quality, and multi-recitation datasets that ensure both technical accuracy and pedagogical integrity.

Keywords:
Tajwīd – Artificial Intelligence – Speech Recognition – Qur'ānic Education – Pedagogical Technology – Human Supervision

تقديم

إن تعليم التجويد واحد من ادق الفنون التي ترتبط بصون النص القرآني، وحفظ أدائه الصوتي أداء محكما يوافق ما ورد عن النبي ﷺ وعن القراء الأوائل. وقد شهد العالم في العقد الأخير تطورا متسارعا في تقنيات الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) وفي خوارزميات التعلم العميق(Deep Learning) ، مما أدى إلى اعتمادها في كثير من المجالات العلمية والتعليمية غير أن اعتماد الذكاء الاصطناعي في تعليم التجويد ما يزال يواجه جملة من التحديات الدقيقة التي تتعلق بطبيعة الأداء الصوتي القرآني، وباختلاف القراءات وبارتباط التجويد بجانب روحاني لا تستطيع الأنظمة الرقمية ادراكه.

ويسعى هذا البحث إلى تقديم دراسة علمية منهجية لهذه التحديات، وتحليل أسبابها، وتقديم حلول واقعية تساعد في بناء انظمة ذكية اكثر كفاءة في خدمة علوم القرآن.

خلفيةالدراسة (Background)

شهدت الجامعات والمراكز البحثية خلال السنوات الاخيرة اهتماما ملحوظا بتسخير الذكاء الاصطناعي في تعليم المهارات السمعية واللغوية. وظهرت تطبيقات تعتمد على تحليل الصوت وتقييم الأداء عند المتعلمين.

غير أن علم التجويد يتميز بخصائص لا توجد في اللغات الطبيعية، مثل:

- دقة مخارج الحروف وصفاتها
- تعقيد أحكام الغنة والإدغام والإخفاء
- تأثير اختلاف اللهجات والقراءات القرآنية
- وجود بعد روحاني وخشوعي لا يمكن قياسه أو محاكاته برمجيا

وقد دلت الدراسات الحديثة على أن الأنظمة الذكية تخطئ في التمييز بين:

- الأصوات المتقاربة مثل: (ت – ث)، (س – ص)، (ق – ك)
- المدود القصيرة والطويلة
- الغنة الخفيفة والغنة المشددة

وهذا ما يجعل الحاجة ماسّة إلى دراسة علمية تحدد مكامن الخلل وتقدم حلول قابلة للتطبيق.

مشكلة البحث(Problem Statement)

تتمثل مشكلة البحث في السؤال المركزي التالي:

"ما التحديات الرئيسة التي تواجه اعتماد الذكاء الاصطناعي في تعليم التجويد، وما السبل العلمية لمعالجتها؟"

وتنبثق عن هذا السؤال مجموعة من الاشكالات الفرعية، مثل:

- محدودية الانظمة في التمييز بين المخارج والصفات
- أثر اختلاف القراءات والأصوات على أداء النماذج
- ضعف جودة التسجيلات المستخدمة في التدريب
- محدودية الذكاء الاصطناعي في تقييم الجانب الروحي
- مشكلات اخلاقية متعلقة بموثوقية البيانات
- عدم قدرة الأنظمة على التعميم في بيئات مختلفة

أهميةالبحث(Significance)

تكمن أهمية هذا البحث في النقاط التالية:

- خدمة تعليم التجويد عالميا عبر توفير تحليل علمي للعقبات التقنية
- سد الفجوة البحثية في مجال يجمع بين علوم القرآن والذكاء الاصطناعي
- تقديم حلول تطبيقية تساعد الجامعات ومراكز القرآن في تطوير أدوات رقمية دقيقة
- الحفاظ على الأداء القرآني ومنع أخطاء الانظمة الذكية من انتشار نطق غير صحيح
- تأسيس قاعدة بيانات لبحوث مستقبلية تربط التجويد بعلوم الحاسوب

أهداف البحث(Objectives)

يهدف البحث إلى:

- تحليل التحديات التقنية والعلمية في اعتماد الذكاء الاصطناعي في تعليم التجويد
- دراسة مدى قدرة الخوارزميات على معالجة الأصوات القرآنية المتخصصة
- تحديد أثر اختلاف القراءات واللهجات على أداء الأنظمة
- مناقشة الجوانب الأخلاقية والتربوية في الاعتماد على الأنظمة الذكية
- اقتراح نموذج متكامل يجمع بين الذكاء الاصطناعي والخبرة البشرية

أسئلة البحث(Research Questions)

- ما التحديات الصوتية التي تواجه الذكاء الاصطناعي في التمييز بين المخارج والصفات؟
- كيف يؤثر اختلاف القراءات واللهجات على دقة الانظمة الذكية؟
- ما أثر جودة البيانات الصوتية في تدريب النماذج؟
- إلى أي مدى يمكن للذكاء الاصطناعي أن يقيم الأداء الروحاني للتلاوة؟
- ما المتطلبات التقنية لبناء نموذج شامل لتعليم التجويد؟
- كيف يمكن دمج الانظمة الذكية مع الاشراف البشري؟

حدود البحث(Limitations)

- يركز البحث على التجويد الصوتي دون مباحث الوقف والابتداء
- يتناول فقط التحديات التقنية والتربوية دون مقارنة تفصيلية بين الخوارزميات
- يعتمد البحث على مصادر عربية واجنبية اكاديمية دون التطبيقات التجارية

مصطلحات البحث(Key Terms)

- الذكاء الاصطناعي: قدرة الانظمة الحاسوبية على أداء مهام تتطلب عادة ذكاء بشريا
- التجويد: اعطاء كل حرف حقه ومستحقه من المخرج والصفة أداء صحيحا
- مخارج الحروف: الأماكن التي يخرج منها الحرف عند النطق
- الغنة: صوت لذيذ يخرج من الخيشوم، وله مراتب متعددة
- التعلم العميق :(Deep Learning) مجموعة من الخوارزميات الحاسوبية التي تستخدم الشبكات العصبية العميقة لتحليل البيانات

أهمَّ التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في تعليم التجويد، فمنها:

1. تحدي التمييز الدقيق بين المخارج

تمهيد:

تعليم التجويد يعتمد على معرفة المخارج بدقة فائقة، لأن أي خطأ في المخرج يؤدي إلى تغيير

معنى الكلمة أو تلف الأداء الصوتي. المخارج تشمل الحلق، اللسان، الشفتين، الخيشوم، واللثة. بالنسبة للذكاء الاصطناعى، هذه الفروق الصغيرة بين الأصوات تشكل تحديًا كبيرًا، خصوصًا عند وجود تداخل في الأصوات أثناء القراءة، أو تسجيلات بها ضوضاء، أو عند اختلاف طبقة الصوت بين المتعلمين.

التفصيل:

الأصوات المتقاربة مثل (ت – ث)، (س – ص)، (ق – ك) تختلف في مكان المخرج والطبقة الصوتية. النماذج الرقمية غالبًا ما تتعامل مع موجات الصوت كقيم رقمية، وقد تتجاهل الفروق الدقيقة بين الطبقات الصوتية، مما يؤدي إلى أخطاء متكررة. السرعة العالية للتلاوة أو التلاوة المليئة بالغنات والوقفات تزيد من صعوبة التمييز، كما أن الاختلاف بين المتعلمين في نبرة الصوت وطول النفس يمكن أن يولد أخطاء متكررة للنظام. ([1])

مثال عملي:

قارئ ينطق "تاء" في كلمة "توبة"، والنظام يعتبرها "ثاء"، مما قد يغير المعنى الصوتي أو يؤدي إلى تقييم خاطئ. عند التلاوة في مسجد مزدحم أو قاعة بها ضوضاء، قد تتضاعف الأخطاء بسبب التشويش الخلفي.

الحل:

- تدريب النموذج على قاعدة بيانات صوتية كبيرة تشمل جميع الأصوات الممكنة لكل حرف من حروف التجويد، مع تنوع في السرعة واللهجات والطبقات الصوتية.
- استخدام تقنيات data augmentation لإضافة تنوع في الصوت والسرعة والضوضاء الخلفية.
- إشراف بشري مستمر لتصحيح الأخطاء.

2. تحدي صفات الحروف

تمهيد:

صفات الحروف مثل التفخيم، الترقيق، الجهر، الهمس، الشدة والرخاوة مهمة جدًا لتحديد جودة الأداء الصوتي. أي خلل في التعرف على هذه الصفات يؤثر على نطق الحروف والآيات كاملة.

التفصيل:

الذكاء الاصطناعى يعتمد على تمثيل رقمي للموجات الصوتية، لكنه يفتقد الإدراك البشري للخصائص الدقيقة للصفات. التفخيم والرخاوة قد يكونان متشابهان في التمثيل الرقمي ولكن لهما تأثير مختلف على نغمة الصوت، مما قد يؤدي إلى أخطاء في الإدغام أو الغنة. اختلاف مستويات الصوت بين المتعلمين وتفاوت النبرة يزيد من احتمال الخطأ.

مثال عملي:

النظام قد يخطئ في التفريق بين القاف المفخمة في كلمة "قال" والكاف الرخوة في كلمة "كلّ"، خاصة عند التلاوة السريعة أو وجود ضوضاء في التسجيل. ([2])

الحل:

- دمج إشراف بشري لتحديد الصفات الدقيقة لكل حرف.
- تحليل الصفات في سياقات متعددة لضمان التمييز بين التفخيم والترقيق والجهر والهمس.
- استخدام خوارزميات تعلم عميق مخصصة لتحليل الطبقة الصوتية لكل حرف.

3. تحدي أحكام الغنة

تمهيد:

الغنة صوت يخرج من الخيشوم ويتميز بطول النفس ودرجة الصوت، وهي عنصر أساسي في صحة التلاوة. اختلاف طول النفس بين المتعلمين، وكذلك التلاوة في سرعات مختلفة، يجعل التعرف على نوع الغنة تحديًا للذكاء الاصطناعى.

التفصيل:

النماذج الرقمية تجد صعوبة في التمييز بين الغنة الخفيفة والمتوسطة والمشددة، خصوصًا عند الإدغام والإخفاء. اختلاف طول النفس ودرجة الصوت يزيد من احتمال الخطأ، وكذلك التسجيلات التي تحتوي على ضوضاء خلفية.

مثال عملي:

قارئ يؤدي غنة خفيفة في كلمة "منّ" والنظام يعتبرها مشددة، مما يؤدي إلى تقييم غير دقيق للأداء. إذا تم قراءة نفس الكلمة بسرعة مختلفة أو في بيئة بها صدى صوتي، قد يحدث التباس أكبر للنظام. ([3])

الحل:

- تدريب النظام على جميع حالات الغنة في القرآن الكريم، مع أخذ السرعة واللهجات في الاعتبار.
- دمج إشراف بشري لتصحيح التقديرات الخاطئة.

4. تحدي اختلاف القراءات

تمهيد:

القراءات القرآنية متعددة، مثل حفص، ورش، قالون، وكل قراءة لها خصائص صوتية معينة. اعتماد نموذج واحد قد لا يكون كافيًا لتغطية كل القراءات، خصوصًا عند وجود اختلافات طفيفة في المد والإمالة والترقيق.

التفصيل:

تغيير المدود، والترقيق، والتحقيق يجعل النموذج يخطئ في بعض القراءات غير المدربة مسبقًا. اختلاف اللهجات في نفس القراءة يزيد صعوبة تقييم الأداء بدقة.

مثال عملي:

النظام يخطئ عند تقييم قراءة ورش لأنه تدرب على حفص فقط، كما أن اختلاف طول الصوت في بعض القراءات يؤدي إلى أخطاء في التقييم التلقائي. ([4])

الحل:

- إنشاء قاعدة بيانات شاملة لكل القراءات القرآنية.
- تدريب نموذج الذكاء الاصطناعى على كل قراءة باستخدام بيانات متعددة، ومراجعة الأداء مع إشراف بشري.

5. تحدي تأثير اللهجات

تمهيد:

اللهجات العربية تؤثر على نطق بعض الحروف والمدود، ويشكل اختلافها تحديًا للنماذج الرقمية عند تطبيقها على متعلمين من مناطق مختلفة.

التفصيل:
نطق بعض الحروف مثل "ص" كالسين أو "ج" كالياء في بعض اللهجات يؤدي إلى أخطاء في التقييم. اختلاف اللهجات قد يؤدي أيضًا إلى اختلاف في المدود والإمالة.

مثال عملي:
قارئ في مصر ينطق "ص" كالسين، والنظام قد يقيّم الأداء خاطئًا. متعلم من الخليج قد يطيل المد في بعض الحروف، مما يربك النموذج. ([5])

الحل:
- جمع بيانات صوتية من لهجات مختلفة.
- إشراف بشري لتصحيح أي تقييم خاطئ.

6. تحدي جودة البيانات الصوتية

تمهيد:
ضعف جودة التسجيل الصوتي يؤثر بشكل مباشر على قدرة الذكاء الاصطناعى على تحليل الأداء الصوتي بدقة، ويؤثر على التمييز بين الأصوات الدقيقة والغنات المختلفة.

التفصيل:
الضوضاء الخلفية، ضعف الميكروفونات، أو اختلاف الأجهزة المستخدمة للتسجيل قد يؤدي إلى تقييم خاطئ. الأصوات القصيرة أو الغنات الطويلة تحتاج نقاء صوتيًا عاليًا، وإلا فإن النظام قد يخطئ في تحديد طول الصوت أو في تمييز الغنة الخفيفة من المشددة.

مثال عملي:
تسجيل تلاوة في مسجد مزدحم مع صدى صوتي قد يسبب خطأ في التمييز بين الغنة الخفيفة والمشددة، أو تسجيل بقارئ باستخدام موبايل منخفض الجودة في غرفة بها صوت المروحة يؤدي إلى تقييم خاطئ للنبرة والتفخيم. ([6])

الحل:
- استخدام أجهزة تسجيل عالية الجودة وميكروفونات متقدمة تقلل من الضوضاء الخلفية.
- تدريب النموذج على بيانات متنوعة تشمل مستويات مختلفة من الضوضاء والسرعات المختلفة للقراءة.
- دمج إشراف بشري لمراجعة التسجيلات الحساسة وتأكيد دقة التقييم.

7. تحدي التمثيل الرقمي للأحكام

تمهيد:
أحكام التجويد تحتاج تمثيل رقمي معقد يشمل التردد، النبرة، الطبقة الصوتية، ودرجة الشدة، فضلاً عن خصائص دقيقة مثل المد والإدغام والإخفاء.

التفصيل:
مثال عملي: التمثيل الرقمي يجب أن يحاكي التغيرات الدقيقة في الصوت عند الانتقال بين الحروف، وأيضًا يميز بين الصفات المتشابهة مثل التفخيم والترقيق أو الجهر والهمس. النماذج الحالية غالبًا ما تتعامل مع الصوت كموجة ثابتة أو كمتوسط تردد، فتفقد التفاصيل الحيوية للأحكام القرآنية.

AIيخطئ في إدغام النون الساكنة عند القراءة السريعة أو يخلط بين التفخيم والترقيق في كلمات مثل "الله" و"قُلْ." ([7])

الحل:

- تطوير نماذج مخصصة تعكس الخصائص الصوتية الدقيقة لكل حرف وكل حكم.
- إشراف بشري دائم لتصحيح الأخطاء ومراجعة التمثيلات الرقمية.
- تدريب النموذج على أمثلة متعددة من القراءات المختلفة لضمان شمولية التقييم.

8. تحدي نقل البعد الروحاني

تمهيد:

التلاوة ليست مجرد تقنية صوتية، بل تحمل جانبًا روحانيًا يشمل الخشوع، التأمل، والتدبر في معاني الآيات.

التفصيل:

النظام قد يقيم الأداء بناءً على طول الصوت، النبرة، ومدى مطابقة المخارج للمعايير، لكنه غير قادر على قياس خشوع القارئ أو مدى تأثر المستمع بالتلاوة.

مثال عملي:

قارئ يتلو بخشوع وتأمل، لكن النظام يقيم الأداء على أساس الصوت فقط. ([8])

الحل:

- دمج إشراف بشري لتقييم البعد الروحاني بجانب التقييم التقني.
- تطوير معايير جزئية لقياس مؤشرات التقيد بالقواعد الصوتية مع مراعاة الروحانية.
- تدريب الطلاب على فهم العلاقة بين الأداء الصوتي والخشوع لتكامل التقييم.

9. تحدي التعميم على بيئات متعددة

تمهيد:

النماذج قد تعمل بشكل ممتاز على بيانات محددة لكنها تفشل عند تطبيقها على بيئات مختلفة بسبب اختلاف المعدات، الضوضاء، أو العوامل البيئية.

التفصيل:

اختلاف الأجهزة مثل الميكروفونات، الهواتف، أو مسجلات الصوت يخلق تحديًا كبيرًا للذكاء الاصطناعي. البيئة العامة (مسجد، فصل، بيت) تضيف صدى أو ضوضاء خلفية، مما يزيد صعوبة التعميم .([9])

مثال عملي: النظام يعمل جيدًا في المختبر لكنه يخطئ في تقييم نفس الطالب في المسجد أو البيت.

الحل:

- اختبار النموذج على مجموعة متنوعة من البيئات لضمان قدرته على التعميم.
- تدريب النظام على بيانات تشمل جميع أنواع الضوضاء والميكروفونات.
- دمج إشراف بشري لتقييم الحالات الخاصة التي يصعب على النظام معالجتها.

10. تحدي الأخطاء التراكمية

تمهيد:

تراكم الأخطاء يقلل من موثوقية النظام على المدى الطويل، حيث قد يعتبر النظام الأخطاء الصحيحة خطأ أو العكس.

التفصيل:
الأخطاء المتراكمة تحدث عند إعادة النظام نفس الخطأ عدة مرات بسبب قاعدة بيانات غير دقيقة أو نقص في إشراف المعلم.

مثال عملي:
خطأ متكرر في المد الطويل يظل دون تصحيح في النظام، مما يؤدي إلى اعتقاد الطلاب بأن نطقهم صحيح. ([10])

الحل:
- مراجعة مستمرة وتحديث قاعدة البيانات.
- دمج إشراف بشري لتصحيح الأخطاء المتكررة فور ظهورها.
- تدريب الطلاب على مقارنة التقييم الذكي مع التقييم البشري.

11. تحدي المعالجة الزمنية للأداء

تمهيد:
التجويد يعتمد على توقيت دقيق للمدود، الوقف، والابتداء. الذكاء الاصطناعى غالبًا يعالج الصوت ككتلة واحدة، دون مراعاة التحولات الزمنية الدقيقة بين الحروف والمدود.

التفصيل:
عند القراءة، تختلف سرعة الحروف والمدود بحسب السياق والتلاوة، مثل المد الطبيعي والمد العارض. النماذج التقليدية غالبًا ما تفشل في تحليل الصوت جزئيًا، مما يؤدي إلى أخطاء في تحديد طول المدود أو التمييز بين الوقف المؤقت والنهائي. ([11])

مثال عملي:
قارئ يؤدي مدًا قصيرًا للوقوف على كلمة معينة، والنظام يحسبه خطأً طويلًا، أو عند المد العارض للسكون يقيم النظام الأداء بشكل خاطئ .

الحل:
- استخدام تقنيات معالجة صوتية زمنية دقيقة.(Time-Series Analysis)
- دمج إشراف بشري لمراجعة التقييمات الزمنية الحساسة.
- تدريب النظام على بيانات تشمل تنوع سرعات التلاوة.

12. تحدي المشكلات الأخلاقية

تمهيد:
تتعلق هذه التحديات بخصوصية بيانات المتعلمين وحقوق ملكية التسجيلات القرآنية وإمكانية استخدام البيانات في غير الأغراض التعليمية.

التفصيل:
قد تُستخدم التسجيلات لتقييم الأداء بدون إذن الطالب، أو لتجارب تجارية غير أخلاقية. كذلك قد تتعرض البيانات للاختراق أو سوء الاستخدام، مما يجعل حماية الخصوصية أمرًا بالغ الأهمية. ([12])

مثال عملي:
نظام يحتفظ بتسجيلات الطلاب على سيرفر غير مؤمن، فتسرب البيانات يؤدي إلى انتهاك الخصوصية أو استخدامها لأغراض تسويقية.

الحل:

- وضع بروتوكولات صارمة لحماية البيانات الشخصية.
- استخدام تشفير البيانات وتخزينها في بيئات آمنة.
- إشراف بشري لضمان الالتزام بالأخلاقيات.

13. تحدي التوظيف المفرط للذكاء الاصطناعى

تمهيد:

الاعتماد الكامل على الأنظمة الذكية دون إشراف بشري يؤدي إلى ضعف التعلم الفعلي للطلاب.

التفصيل:

التجويد علم قائم على التلقي المباشر من المعلم، وفهم القواعد الصوتية ضمن سياق الروحانية والخشوع. الاعتماد المفرط على النظام يجعل الطالب يكتفي بالتصحيح الآلي دون فهم الأسباب وراء الخطأ. ([13])

مثال عملي:

طالب يستخدم تطبيق AI بشكل دائم ويقلد التلاوة دون مراجعة مع المعلم، فيكتسب أخطاء غير ملحوظة تصبح جزءًا من أسلوبه.

الحل:

- دمج AI مع إشراف معلم مختص.
- تعليم الطلاب أهمية التلقي المباشر وفهم القواعد.
- استخدام النظام كأداة مساعدة وليس كبديل.

14. تحدي غياب المعايير الموحدة

تمهيد:

لا توجد حاليًا معايير دولية أو وطنية واضحة لبناء نماذج تعليم التجويد، مما يخلق تباينًا كبيرًا في النتائج.

التفصيل:

اختلاف المشاريع في المنهجيات والبيانات يؤدي إلى صعوبة مقارنة نتائجها أو تقييم أدائها بدقة. بعض النماذج تعتمد على بيانات مختارة، وأخرى على مصادر عامة، مما يقلل من المصداقية العلمية للنماذج. ([14])

مثال عملي:

نموذج في جامعة معينة يقيم نطق القاف على أساس التفخيم، وآخر يقيمه بناءً على الترقيق، ما يؤدي إلى تضارب في التقييم.

الحل:

- تطوير معايير قياسية واضحة للاستخدام في جميع النماذج.
- توحيد بروتوكولات التدريب والتقييم بين المؤسسات.
- إشراف بشري لضمان الالتزام بالمعايير.

15. تحدي الذاكرة الحاسوبية

تمهيد:

النماذج الصوتية العميقة تحتاج إلى ذاكرة كبيرة وقدرة معالجة عالية لتخزين وتحليل كميات ضخمة من البيانات الصوتية.

التفصيل:
البيانات القرآنية كبيرة ومعقدة، وتحتاج النماذج إلى متابعة المدود، الغنات، والتراكيب الصوتية المختلفة لكل حرف. في بيئات تعليمية محدودة الموارد، قد يؤدي نقص القدرة الحاسوبية إلى بطء أو أخطاء في التقييم. ([15])

مثال عملي:
نظام يواجه صعوبة في تحليل تسجيل طويل بسبب نقص الذاكرة أو ضعف المعالج، فيفسد التقييم الكامل للغنات الطويلة والمدود المتنوعة.

الحل:
- استخدام أجهزة قوية أو تحسين كفاءة الكود لمعالجة البيانات.
- تقسيم التسجيلات الطويلة إلى أجزاء صغيرة لتسهيل المعالجة.
- دمج إشراف بشري لمراجعة الحالات الحرجة.

16. تحدي رصد الأخطاء المركبة

تمهيد:
بعض الأخطاء في التجويد مركبة، مثل حدوث خطأ في المخرج مع خطأ في المد في الوقت نفسه، وهو ما يصعب على AI تمييزه بدقة.

التفصيل:
النظام قد يصنف الأخطاء المركبة كأخطاء بسيطة أو يتجاهل بعضها، مما يقلل من جودة الملاحظات المقدمة للطالب. التعامل مع الأخطاء المركبة يتطلب تحليلًا صوتيًا متقدمًا وربطها بالقواعد التجويدية المختلفة. ([16])

مثال عملي:
قارئ يرتكب خطأ في إدغام النون الساكنة مع خطأ في مد الغنة، والنظام يقيمها فقط كخطأ في المد.

الحل:
- تطوير آليات تحليل متقدمة لتحديد كل نوع من الأخطاء المركبة.
- ربط الملاحظات بالطالب بشكل تفصيلي لتصحيح جميع الجوانب.
- إشراف بشري لتأكيد صحة التحليل.

17. تحدي اختلاف السرعات في التلاوة

تمهيد:
الترتيل والتجويد والتحقيق تختلف في السرعة، مما يؤثر على طول الصوت وطبقة النبرة، ويشكل تحديًا للنماذج الذكية.

التفصيل:
النماذج قد تخلط بين المد القصير والطويل عند التغير في سرعة القراءة، أو تسيء تقدير طبقة الصوت عند قراءة سريعة أو بطيئة. ([17])

مثال عملي:
طالب يقرأ بسرعة عالية أثناء الترتيل، والنظام يخطئ في حساب طول المد واعتباره قصيرًا، أو عند القراءة البطيئة يظن النظام أن المد طويل جدًا.

الحل:

- تدريب النظام على سرعات متعددة.
- استخدام إشراف بشري لمراجعة الحالات الخاصة بالسرعة.
- ضبط التقييم وفق قواعد التجويد لكل سرعة.

18. تحدي الحروف المشددة

تمهيد:

الحروف المشددة تحتاج قوة في النطق وطول زمن مناسب، وهو ما قد يخطئ فيه النظام عند تقييم الأداء.

التفصيل:

النماذج قد تخلط بين التشديد الحقيقي وطول الصوت الناتج عن صدى المكان أو صدى التسجيل. ([18])

مثال عملي:

قارئ يشدد حرفًا مثل "مّ" في كلمة "اعمّ"، والنظام يقيمه على أنه خطأ بسبب طول الصوت غير المتوقع.

الحل:

- تدريب النموذج على جميع حالات الحروف المشددة.
- إشراف بشري لتأكيد صحة التشديد.
- استخدام بيانات مسجلة في بيئات مختلفة لتحسين دقة التقييم.

19. تحديات النماذج مفتوحة المصدر

تمهيد:

النماذج مفتوحة المصدر قد تحتوي على بيانات غير دقيقة ولا تخضع لمراجعة علمية دقيقة.

التفصيل:

قد تحتوي هذه النماذج على تسجيلات غير مضبوطة، أو معلومات صوتية غير مكتملة، أو أخطاء في تصنيف الحروف. ([19])

٩مثال عملي:

نموذج مفتوح المصدر يخطئ في تمييز الغنة في بعض الكلمات بسبب بيانات غير دقيقة، ويؤثر هذا على أداء الطلاب.

الحل:

- مراجعة علمية للنماذج قبل الاعتماد.
- تحديث مستمر للبيانات وتصحيح الأخطاء.
- دمج إشراف بشري لتصحيح أي خلل.

20. تحدي تكامل النظام مع الإشراف البشري

تمهيد:

دمج الذكاء الاصطناعى مع دور المعلم صعب، خاصة في تحديد حدود المسؤولية لكل طرف وتوزيع المهام بفعالية.

التفصيل:

النظام وحده قد يقيم بعض الأخطاء بشكل غير صحيح، بينما المعلم قادر على التصحيح بدقة.

بدون خطة واضحة لتكامل AI مع الخبرة البشرية، قد يحدث تضارب في التقييم أو فقدان بعض الملاحظات الهامة.

مثال عملي:

نظام يقيم الطلاب على أساس الصوت فقط، والمعلم يجد أخطاء إضافية في المد أو التفخيم.([20])

الحل:

- وضع نموذج متكامل يجمع بين AI والخبرة البشرية.
- تحديد مسؤوليات كل طرف بوضوح، مثل تصحيح الأخطاء المركبة والمعقدة.
- مراجعة مستمرة لضمان دقة التقييم.

وعلى الآخر نحن نقدم الكلمات باالايجاز على الموضوع المذكور:

ملخّص البحث

يسعى هذا البحث إلى تحليل التحدّيات الرئيسة التي تعترض توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعليم التجويد، وهو علم يتطلّب دقّةً عاليةً في إدراك مخارج الحروف وصفاتها، وحفاظًا على قدسية الأداء القرآني ورسالته الروحية. ورغم التطوّر المتسارع في خوارزميات التعلّم العميق والمعالجة الصوتية، لا تزال الأنظمة الذكية تواجه صعوباتٍ في التعرّف على الفروق الصوتية الدقيقة، واستيعاب تنوّع الأساليب القرآنية وتعدّد القراءات، فضلاً عن تأثّر نتائج التقييم بضعف جودة التسجيلات وضجيج البيئة الصوتية. وتبرز إشكالات أخرى تتعلّق بقدرة النماذج الحاسوبية على تمثيل الأحكام التجويدية المركّبة ـ مثل الغنّة، والمدود، وأحكام النون الساكنة والتنوين ـ تمثيلاً دقيقًا يوافق الأداء البشري. كما يتناول البحث محدودية الذكاء الاصطناعي في تجسيد البعد الروحي للتلاوة، وخطورة الاعتماد المفرط عليه دون رقابة علمية من معلّمين مؤهّلين، إضافة إلى قضايا أخلاقية ومنهجية تتصل بموثوقية البيانات، وانحياز النماذج، وإمكان تعميم نتائجها. وتخلص الدراسة إلى أنّ الذكاء الاصطناعي قادرٌ على الإسهام في الارتقاء بتعليم التجويد، إذا ما استُخدم بوصفه أداةً مساندة، وبُني على قواعد بيانات صوتية عالية الجودة ومتعدّدة القراءات، تحت إشراف تربوي متخصص يضمن سلامة التطبيق وصحّة الأداء.

نسأل الله تعالى أن يعيننا على حلّ هذه التحديات بالصواب الكامل لتلاوة القرآن الكريم.

مصادر و مراجع

المصادر العربية

1. أبو القاسم الشاطبي، القاسم بن فيرّة بن خلف بن أحمد (ت 590هـ).
حرز الأماني ووجه التهاني في القراءات السبع. دمشق: دار الغوثاني للدراسات القرآنية، 1431هـ
2. بشر،كمال.
علم الأصوات. القاهرة: دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع.
3. ابن الجزري، شمس الدين أبو الخير محمد بن محمد بن يوسف (ت 833هـ).
النشر في القراءات العشر. تحقيق: علي محمد الضباع. بيروت: دار الكتب العلمية.
4. ابن الجزري، شمس الدين أبو الخير محمد بن محمد بن يوسف (ت 833هـ).
طيبة النشر في القراءات العشر. تحقيق: محمد تميم الزغبي. جدة: دار الهدى، 1414هـ/1994م.

5. النووي، أبو زكريا محيي الدين يحيى بن شرف (ت 676هـ).
التبيان في آداب حملة القرآن. تحقيق: محمد الحجار. بيروت: دار ابن حزم، 1414هـ/1994م.
6. السخاوي، علي بن محمد بن عبد الصمد الهمداني المصري الشافعي (ت 643هـ).
جمال القراء وكمال الإقراء. تحقيق: عبد الحق عبد الدايم. بيروت: مؤسسة الكتب الثقافية، 1419هـ/1999م.
7. سويد، أيمن رشدي.
كتب التجويد المصوَّر. دروس تعليمية مرئية، منشورة على منصة YouTube.

: English References

8. Gold, Ben, Nelson Morgan, and Dan Ellis.
Speech and Audio Signal Processing: Processing and Perception of Speech and Music.
Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
9. Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville.
Deep Learning.
Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2016.
10. Jurafsky, Daniel, and James H. Martin.
Speech and Language Processing. 3rd edition.
Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.
11. O'Shaughnessy, Douglas.
Speech Communications: Human and Machine.
New York: IEEE Press, 2000.
12. Rabiner, Lawrence R., and Biing-Hwang Juang.
Fundamentals of Speech Recognition. "Acoustic Modeling.".
Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1993
13. Watson, Janet C. E.
The Phonology and Morphology of Arabic. "Phonological Variation.
". Oxford: Oxford University Press, 2002.

---

[1] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr*, ed. ʿAlī Muḥammad al-Ḍabbāʿ (Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyyah; al-Maṭbaʿah al-Tijāriyyah al-Kubrā), 1:12, 198–203.

Watson, Janet C. E. *The Phonology and Morphology of Arabic*. "Phonological Variation.". Oxford: Oxford University Press, 2002.

Ayman Rushdī Suwayd, *Al-Tajwīd al-Muṣawwar*, Bāb Makharij al-Ḥurūf, 4–1 حلقات.

[2] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr*, 1:42, 203–205.

Ayman Rushdī Suwayd, *Al-Tajwīd al-Muṣawwar*, Bāb Ṣifāt al-Ḥurūf, 8–7 حلقات.

O'Shaughnessy, Douglas. *Speech Communications: Human and Machine*. New York: IEEE Press, 2000.

[3] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr,* 1:70, 85.

Ayman Rushdī Suwayd, *Al-Tajwīd al-Muṣawwar*, Bāb Aḥkām al-Nūn al-Sākinah wa-l-Tanwīn wa-l-Ikhfāʾ, 26–25 حلقات.

[4] Abū al-Qāsim ibn Fīrruh ibn Khalaf ibn Aḥmad al-Shāṭibī, *Ḥirz al-Amānī wa-Wajh al-Tahānī fī al-Qirāʾāt al-Sabʿ* (Damascus: Dār al-Ghawthānī li-l-Dirāsāt al-Qurʾāniyyah, 1431 AH), 10–12.

Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr* (Beirut: Dār al-Kutub al-ʿIlmiyyah), 1:269.

[5] ʿAlī ibn Muḥammad ibn ʿAbd al-Ṣamad al-Hamdānī al-Miṣrī al-Shāfiʿī Al-Sakhāwī, *ʿIlm al-Dīn Jamāl al-Qurrāʾ wa-Kamāl al-Iqrāʾ*, ed. ʿAbd al-Ḥaqq ʿAbd al-Dāʾim (Beirut: Muʾassasat al-Kutub al-Thaqāfiyyah, 1419 AH / 1999 CE), 1:325, 328.

Abū Zakariyyā Muḥyī al-Dīn Yaḥyā ibn Sharaf al-Nawawī, *Al-Tibyān fī Ādāb Ḥamalat al-Qurʾān*, ed. Muḥammad al-Ḥajjār (Beirut: Dār Ibn Ḥazm, 1414 AH / 1994 CE), 1:15.

[6] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Ṭayyibat al-Nashr*, ed. Muḥammad Tamīm al-Zughabī (Jeddah: Dār al-Hudā, 1st ed., 1414 AH / 1994 CE).

Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr*, 2:10.

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing.* "Speech Sound Structure.". 3rd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.

[7] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Ṭayyibat al-Nashr*, ed. Muḥammad Tamīm al-Zughabī (Jeddah: Dār al-Hudā, 1st ed., 1414 AH / 1994 CE), 2:10.

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing.* "Speech Sound Structure.". 3rd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.

[8] ʿAlī ibn Muḥammad ibn ʿAbd al-Ṣamad al-Hamdānī al-Miṣrī al-Shāfiʿī Al-Sakhāwī, *ʿIlm al-Dīn Jamāl al-Qurrāʾ wa-Kamāl al-Iqrāʾ*, 356–357.

[9]Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep Learning*. chap. "Sequence Modeling. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2016.

Gold, Ben, Nelson Morgan, and Dan Ellis. *Speech and Audio Signal Processing: Processing and Perception of Speech and Music*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

Rabiner, Lawrence R., and Biing-Hwang Juang. *Fundamentals of Speech Recognition.* "Acoustic Modeling.". Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1993.

[10] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Ṭayyibat al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr,* 42–43,

[11] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Ṭayyibat al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr,* 71–72.

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing.* "Speech Sound Structure.". 3rd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.

[12] ʿAlī ibn Muḥammad ibn ʿAbd al-Ṣamad al-Hamdānī al-Miṣrī al-Shāfiʿī Al-Sakhāwī, *ʿIlm al-Dīn Jamāl al-Qurrāʾ wa-Kamāl al-Iqrāʾ*, 361, 374.

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing.* "Speech Sound Structure.". 3rd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.

Rabiner, Lawrence R., and Biing-Hwang Juang. *Fundamentals of Speech Recognition.* "Acoustic Modeling.". Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1993.

[13] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Ṭayyibat al-Nashr fī al-Qirāʾāt al-ʿAshr,* 31–32.

[14] -Ibrāhīm Anīs, *Al-Aṣwāt al-Lughawiyyah,* 44–50.

Gold, Ben, Nelson Morgan, and Dan Ellis. *Speech and Audio Signal Processing: Processing and Perception of Speech and Music*. "Speech Analysis."

[15] Makkī ʿAbd al-Raḥmān, *Fawāʾid Makkīyyah,* ed. Ibn Ḍiyāʾ Muḥibb al-Dīn Aḥmad (Karachi: Maktabat al-Bushrā, 1428 AH), 15, 19, 23, 27.

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing.* "Speech Sound Structure.". 3rd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.

[16] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Sharḥ Ṭayyibat al-Nashr,* 115.

Rabiner, Lawrence R., and Biing-Hwang Juang. *Fundamentals of Speech Recognition.* "Acoustic Modeling.". Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1993.

[17] Makkī ʿAbd al-Raḥmān, *Fawāʾid Makkīyyah,* 7–8

[18] Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Al-Muqaddimah fīmā ʿalā Qāriʾ al-Qurʾān an Yaʿlamah (al-Jazariyyah)*, ed. ʿAbd al-Muḥsin ibn Muḥammad al-Qāsim, 56–73

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing.* "Speech Sound Structure.". 3rd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall (Pearson Education), 2023.

[19] -Makkī ʿAbd al-Raḥmān, *Fawāʾid Makkīyyah*, 7–8, 9, 18.

Gold, Ben, Nelson Morgan, and Dan Ellis. *Speech and Audio Signal Processing: Processing and Perception of Speech and Music*. "Speech Analysis."

[20] -Al-Shāṭibī, *Ḥirz al-Amānī wa-Wajh al-Tahānī fī al-Qirāʾāt al-Sabʿ*, 2–

Shams al-Dīn Abū al-Khayr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yūsuf Ibn al-Jazarī, *Sharḥ Ṭayyibat al-Nashr*, 8–9.