Al-imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS)
مجلة العماد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
ISSN: 3106-0323
Volume 2 – Issue 2 – 2026
Pages 1338-1348

Digital Sounds in Arabic Dialects

Amena Abu Ikhrays Amir Aljiffal
Department of Arabic Language, Faculty of Languages, Aljafara University, Libya
*Corresponding author: amina.aljafal@aju.edu.ly

الأصوات الرقمية في اللهجات العربية

أمينة أبوخريص الجفال
قسم اللغة العربية، كلية اللغات، جامعة الجفارة، ليبيا

Received: 12-09-2026; Accepted: 19-10-2026; Published: 30-10-2026

Abstract:
The research explores how to convert human voices into analyzable digital signals, focusing on the distinctive acoustic characteristics of each dialect. It highlights differences in letter pronunciation, emphasis characteristics, and stress positions, and how to document these differences using audio analysis software. However, this process has faced—and continues to face—significant methodological challenges, most notably the enormous variability among Arabic dialects and the lack of available digital resources, which makes data collection and classification complex. Despite these numerous challenges, digital voices are the foundation for developing important applications in language processing, such as automatic speech recognition (ASR) systems that understand spoken commands, and text-to-speech (TTS) engines that generate voices that mimic different dialects. The research highlights the social dimensions of these technologies, as digital voices reflect the local identity of the speaker. It also warns against linguistic bias that can occur in computer models, emphasizing the need to build inclusive and equitable systems that celebrate linguistic diversity.

Keywords: Digital voices, computational linguistics, Arabic dialects, speech processing, acoustic analysis, phonetics, artificial intelligence, Arabic language.

الملخص
كشف البحث عن كيفية تحويل الصوت البشري إلى إشارات رقمية قابلة للتحليل، مع التركيز على الخصائص الصوتية المميزة لكل لهجة، عارضًا الفروق في نطق الحروف، وخصائص التفخيم، ومواقع النبر، وكيفية توثيق هذه الفروقات باستخدام برامج التحليل الصوتي. غير أن هذه العملية واجهت – ولا زالت تواجه - تحديات منهجية كبيرة، أبرزها التباين الهائل بين اللهجات العربية، ونقص الموارد الرقمية المتاحة، مما يجعل جمع البيانات وتصنيفها عملية معقدة. ورغم هذه التحديات الكثيرة، تُعدُّ الأصوات الرقمية أساسًا لتطوير تطبيقات مهمة في مجال معالجة اللغة، مثل أنظمة التعرف التلقائي على الكلام (ASR) التي تفهم الأوامر المنطوقة، ومحركات تحويل النص إلى كلام (TTS) التي تولّد أصواتًا تحاكي اللهجات المختلفة. وقد سلّط البحث الضوء على الأبعاد الاجتماعية لهذه التقنيات، حيث تُظهر الأصوات الرقمية الهوية المحلية للمتحدث، محذرًا من التحيز اللغوي الذي قد يحدث في النماذج الحاسوبية، ومؤكدًا على ضرورة بناء أنظمة شاملة وعادلة تحتفي بالتنوع اللغوي.

الكلمات المفتاحية: الأصوات الرقمية، اللغويات الحاسوبية، اللهجات العربية، معالجة الكلام، التحليل الصوتي، علم الصوتيات، الذكاء الاصطناعي، اللغة العربية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة

يُمثّل علم الأصوات الرقمية، الذي يقع على تقاطع علم اللغة وعلوم الحاسوب، ثورة حقيقية في فهمنا للغة وتفاعلها مع التكنولوجيا. ففي عصر يتزايد فيه الاعتماد على أنظمة الذكاء الاصطناعي والمساعدات الصوتية، أصبحت القدرة على تحليل وإنتاج الأصوات البشرية رقميًا ضرورة ملحة. وفي هذا السياق، تبرز اللهجات العربية كحالة دراسية فريدة ومعقدة، نظرًا لثرائها الصوتي وتنوعها الجغرافي والثقافي.

ويستكشف هذا البحث مفهوم الأصوات الرقمية في اللهجات العربية، مسلطًا الضوء على أهميتها وتحدياتها وأبرز تطبيقاتها، وسنقوم بتحليل التباين الصوتي بين اللهجات المختلفة، وكيف يمكن للتقنيات الحديثة، مثل التعلم الآلي والشبكات العصبونية، أن تُستخدم في نمذجة هذه الأصوات. كما سنناقش أبرز التطبيقات العملية، من أنظمة التعرف على الكلام إلى توليد الكلام، وكيف يمكن لهذه التقنيات أن تسد الفجوة بين التكنولوجيا الناطقة باللغة العربية الفصحى والمستخدمين الذين يتحدثون بلهجات محلية.

إن فهم الأصوات الرقمية في سياق اللهجات العربية ليس مجرد تحدٍّ تقني، بل هو خطوة حاسمة نحو بناء أنظمة ذكاء اصطناعي أكثر شمولية، قادرة على فهم التنوع الثقافي واللغوي للمنطقة العربية، وبالتالي إثراء تجربة المستخدم وتسهيل التواصل بين الإنسان والآلة.

مشكلة البحث

على الرغم من التطورات الكبيرة في مجال معالجة الكلام الرقمي، إلا أنه لا تزال هناك فجوة كبيرة في فهم وتطبيق هذه التقنيات على اللهجات العربية، ويمكن تفصيل هذه المشكلة في عدة نقاط رئيسية هي:

1. **نقص الموارد اللغوية الرقمية:** هناك نقص حاد في قواعد البيانات الصوتية (Corpora) المصنفة والموحدة للهجات العربية المختلفة (مثل المصرية، الشامية، الخليجية، المغاربية). هذه الموارد ضرورية لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي بشكل فعال.
2. **التحديات المرتبطة بالتنوع الصوتي:** تختلف اللهجات العربية بشكل كبير في نطق الأصوات (مثل نطق حرف القاف)، وخصائص التنغيم والضغط، هذا التباين يجعل من الصعب تطوير نموذج صوتي رقمي واحد يمكن أن يعمل بكفاءة على جميع اللهجات.
3. **الفجوة بين اللغة العربية الفصحى واللهجات:** معظم الأبحاث والتقنيات الحالية تركز على اللغة العربية الفصحى الحديثة، مما يجعل أنظمة التعرف على الكلام وتوليد الكلام غير فعالة عند التعامل مع الكلام اليومي للمتحدثين باللهجات.
4. **مشكلة عدم توحيد الكتابة:** غالبًا ما تُكتب اللهجات العربية بطرق غير موحدة على الإنترنت وفي وسائل التواصل الاجتماعي (مثل العربيزي)، مما يزيد من صعوبة ربط النصوص بالملفات الصوتية.

تساؤلات البحث

1. كيف يمكن نمذجة التنوع الصوتي في اللهجات العربية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي؟
2. ما الموارد الرقمية اللازمة لبناء نظام فعال للتعرف على الكلام في اللهجات العربية، وكيف يمكن توفيرها؟
3. ما مدى فاعلية تطبيقات توليد الكلام في إنتاج أصوات طبيعية وواقعية بلهجات عربية مختلفة؟
4. كيف تؤثر الكتابة غير الموحدة (مثل العربيزي) على أداء أنظمة معالجة الكلام الرقمي في اللهجات العربية، وما هي الحلول المقترحة؟
5. ما الفروقات الرئيسية في الخصائص الصوتية بين اللهجات العربية المختلفة على المستوى الرقمي، وكيف يمكن استخدامها في تطبيقات التعرف على اللهجة؟

أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في كونه جسرًا يربط بين التراث اللغوي الغني والتطور التكنولوجي المتسارع عبر جوانب عدة، أهمها:

تسهيل التواصل بين الإنسان والآلة

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تُعدّ أهمية هذا البحث أساسية في تطوير أنظمة تفاعلية أكثر ذكاءً وقدرة على فهم المستخدمين العرب. فمعظم أنظمة التعرف على الكلام الحالية (مثل المساعدات الصوتية) تواجه صعوبات كبيرة في فهم اللهجات العامية. من خلال دراسة الأصوات الرقمية في اللهجات، يمكن تحسين هذه الأنظمة لتصبح أكثر دقة وكفاءة، مما يتيح للمستخدمين التحدث بلهجاتهم اليومية دون الحاجة إلى التغيير إلى اللغة العربية الفصحى.

توثيق التراث اللغوي وحفظه

يساهم البحث في توثيق وحفظ اللهجات العربية التي قد تتعرض للاندثار، فمن خلال بناء قواعد بيانات صوتية رقمية لهذه اللهجات، يمكن للأجيال القادمة دراسة التنوع الصوتي والثقافي للمنطقة العربية، ويُعد هذا بمثابة أرشيف صوتي حيّ يوثق التباين اللغوي ويحافظ عليه من عوامل التغير والنسيان.

أهداف البحث

- **توثيق وتحليل الخصائص الصوتية:** يهدف البحث إلى تحليل وتوثيق الخصائص الصوتية المميزة لكل لهجة عربية على المستوى الرقمي، مثل الترددات، والشدة، ومدة النطق، والخصائص فوق المقطعية كالتنغيم. هذا التحليل يساهم في فهم الفروقات الصوتية بين اللهجات وتصنيفها.
- **بناء قواعد بيانات لغوية:** يُعدّ أحد الأهداف الرئيسية هو إنشاء قواعد بيانات صوتية ونصوص موحدة ومُصنّفة للهجات العربية المختلفة. هذه الموارد ضرورية لتدريب واختبار النماذج والخوارزميات الرقمية.
- **تطوير نماذج صوتية:** يهدف البحث إلى تطوير نماذج رياضية وحاسوبية (مثل نماذج التعلم العميق) قادرة على تمثيل وفهم التعقيد الصوتي للهجات العربية بشكل دقيق، مما يتجاوز النماذج التقليدية التي قد لا تكون فعالة.
- **تحسين أنظمة التعرف على الكلام:** يهدف البحث إلى تطوير أنظمة تعرف على الكلام تتميز بالدقة العالية في فهم الكلام المنطوق باللهجات العربية المختلفة، مما يتيح التفاعل الطبيعي مع المساعدات الصوتية والأجهزة الذكية.
- **سد الفجوة الرقمية:** يساهم البحث في سد الفجوة الرقمية بين اللغة العربية الفصحى واللهجات العامية في التكنولوجيا، مما يجعل التقنية في متناول شريحة أوسع من المتحدثين باللغة العربية.
- **الحفاظ على التراث اللغوي:** من خلال توثيق الأصوات الرقمية للهجات، يساهم البحث في حفظ التراث اللغوي العربي من الاندثار، ويوفر موارد قيمة للباحثين في علم اللغة والأنثروبولوجيا.
- **تعزيز التواصل:** تساهم التطبيقات الناتجة عن هذا البحث في تعزيز التواصل بين الأفراد والآلات، وبين الأفراد بعضهم البعض، عبر الأنظمة التي تتخطى الحواجز اللغوية واللهجوية.

منهج البحث

يتبع البحث منهجًا يجمع بين الجانب النظري (اللسانيات) والجانب التطبيقي (علوم الحاسوب)، ويمكن تقسيم هذا المنهج إلى عدة مراحل رئيسية:

1. المرحلة التحليلية والوصفية

في هذه المرحلة، يتم التركيز على الجانب اللغوي الصوتي. الهدف هو فهم الفروقات الصوتية بين اللهجات العربية المختلفة من خلال:

- **جمع البيانات:** يتم جمع عينات صوتية من متحدثين بلهجات عربية متنوعة (مثل المصرية، الشامية، الخليجية، المغاربية). يجب أن تكون العينات عالية الجودة، وأن تشمل أصواتًا فردية (فونيمات)، وكلماتٍ وجُملًا.
- **التحليل الصوتي (Phonetic Analysis):** تُستخدم برامج متخصصة مثل **Praat** لتحليل الخصائص الصوتية للعينات. يُركز التحليل على قياس الترددات (Frequencies)، والشدة (Intensity)، ومدة النطق (Duration)، والتنغيم (Intonation) المميز لكل لهجة.
- **التصنيف:** تُصنف الخصائص الصوتية المُحللة لتحديد الفونيمات المشتركة والمختلفة بين اللهجات، وتسجيل الأنماط الصوتية التي تميز كل لهجة عن الأخرى.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2. المرحلة التطبيقية والبرمجية

في هذه المرحلة، يتم استخدام البيانات والتحليلات التي جرى جمعها في المرحلة الأولى لبناء نماذج حاسوبية عبر:

- **بناء قواعد البيانات (Corpora)**: تُنظم العينات الصوتية المُجمّعة في قواعد بيانات مُصنّفة. يجب أن تكون هذه القواعد البيانات مُفصّلة، مع ربط كل ملف صوتي بالنص المقابل له، ومعلومات عن المتحدث (مثل الجنس والعمر واللهجة).
- **استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي:** تُستخدم خوارزميات التعلم الآلي والشبكات العصبونية العميقة (Deep Neural Networks - DNNs) لتدريب النماذج على قواعد البيانات. على سبيل المثال، يمكن استخدام نماذج ماركوف المخفية (HMMs) أو الشبكات العصبونية المتكررة (Recurrent Neural Networks - RNNs)للتعرف على الكلام.
- **تطوير النماذج:** يتم تطوير نماذج خاصة لكل لهجة، أو نموذج عام قادر على التعامل مع عدة لهجات. تُختبر فاعلية هذه النماذج ودقتها باستمرار.

3. المرحلة التجريبية والتقييمية

في هذه المرحلة، تُقيم النماذج المُطوّرة وتُختبر فاعليتها من خلال:

- **الاختبار:** تُستخدم عينات صوتية جديدة (لم يتم استخدامها في التدريب) لاختبار أداء النماذج، ويجرى قياس معدل الأخطاء (Error Rate) ودقة التعرف على الكلام.
- **التحسين:** بناءً على نتائج الاختبار، يجري تعديل الخوارزميات وتحسين النماذج لتقليل الأخطاء وزيادة الفعالية، وقد يشمل ذلك زيادة حجم قاعدة البيانات أو تعديل هيكل الشبكات العصبونية.
- **المقارنة :**تُقارن النتائج المحققة مع الأبحاث السابقة والأنظمة الموجودة لتحديد مدى التقدم الذي أُحرز في البحث.

الصعوبات التي واجهت البحث

1. التنوع اللغوي الكبير

تُعدّ هذه الصعوبة هي الأكبر والأكثر تعقيدًا، فبينما تتشارك اللهجات العربية في الجذور اللغوية، تختلف بشكل كبير في عدة جوانب أهمها:

- **الاختلافات الصوتية (Phonological Differences)**: تختلف اللهجات في نطق بعض الحروف، فمثلاً، حرف "القاف" يُنطق في الخليج "ق"، بينما يُنطق "گ" في اللهجة العراقية، و"ء" في اللهجة المصرية. هذا التباين يجعل من الصعب بناء نموذج صوتي رقمي واحد قادر على التعامل مع جميع اللهجات.
- **التنغيم والضغط (Intonation and Stress)** : يختلف نمط التنغيم في اللهجات العربية، فبعضها يستخدم نبرة صوتية مرتفعة في نهاية الجملة للسؤال، بينما تعتمد لهجات أخرى على أدوات استفهام صريحة، وذلك يمثل تحديًا لأنظمة توليد الكلام.
- **الاختلافات المعجمية (Lexical Differences):** توجد فروقات كبيرة في المفردات بين اللهجات، فمثلاً كلمة "الآن" تُنطق: "هسع" في الشامية، و"دحين" في الحجازية، و"الحين" في الخليجية، مما يُصعّب من عملية ربط الكلمات بالملفات الصوتية.

2. ندرة الموارد الرقمية

تفتقر اللهجات العربية إلى الموارد اللازمة لتطوير أنظمة صوتية رقمية قوية، مثل:

- **قواعد البيانات الصوتية (Corpora):** هناك نقص حاد في قواعد البيانات الصوتية الضخمة والمصنفة التي تحتوي على كلام منطوق بلهجات عربية متنوعة. على عكس اللغة الإنجليزية التي لديها موارد هائلة، لا تزال جهود جمع البيانات للهجات العربية محدودة ومُجزّأة.
- **غياب معايير التدوين:** لا توجد معايير موحدة لتدوين اللهجات العربية كتابيًا، وغالبًا ما تُستخدم الحروف اللاتينية (العربيزي)، مما يجعل من الصعب بناء نماذج تُحوّل النص إلى صوت والعكس بشكل فعال.

3. التحديات التقنية

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تواجه التقنيات المستخدمة في معالجة الأصوات الرقمية صعوبات عند تطبيقها على اللهجات العربية وفيما يلي بعض الأمثلة:

- **تحديات في التدريب (Training Challenges):** تتطلب نماذج الذكاء الاصطناعي كميات هائلة من البيانات للتدريب، ونظرًا لندرتها في اللهجات العربية، يصبح تدريب هذه النماذج عملية صعبة وتستغرق وقتًا وجهدًا كبيرين.
- **صعوبة في التعميم (Generalization):** يصعب على النماذج التي تُدرّب على لهجة واحدة أن تُعمم وتعمل بكفاءة على لهجة أخرى، مما يتطلب تطوير نماذج منفصلة لكل لهجة، أو نماذج معقدة جدًا ومتعددة المهام.
- **الضجيج البيئي:** يتأثر الكلام المنطوق بالضجيج الخلفي والعوامل الصوتية الأخرى، ونظرًا لعدم وجود قواعد بيانات صوتية نظيفة وكبيرة، تصبح معالجة هذه الأصوات تحديًا إضافيًا.

مفاهيم ومصطلحات البحث

1. **الصوتيات الرقمية**
   - هو فرع من علم الصوتيات يختص بدراسة الأصوات اللغوية باستخدام أدوات وطرائق رقمية.
   - **في سياق اللهجات العربية:** تُستخدم لتحليل الفروقات في نطق الحروف بين اللهجات المختلفة (مثل نطق حرف القاف أو الجيم) باستخدام برامج حاسوبية.
2. **معالجة الكلام**
   - هي مجموعة من التقنيات التي تُستخدم لتحليل ومعالجة الإشارات الصوتية للكلام.
   - **في سياق اللهجات العربية:** تشمل جميع العمليات التي يتم إجراؤها على التسجيلات الصوتية للهجات، من تحويلها إلى بيانات رقمية إلى استخراج الخصائص الصوتية منها.
3. **قواعد البيانات الصوتية**
   - هي مجموعات كبيرة من التسجيلات الصوتية، تكون عادةً مصحوبة بنصوص مكتوبة ومعلومات إضافية عن المتحدث (مثل العمر والجنس واللهجة).
   - **في سياق اللهجات العربية:** تُعدّ هذه القواعد حجر الزاوية في تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي لفهم اللهجات، وتعتبر ندرتها أحد أكبر التحديات.

المصطلحات التقنية

1. **التعرف على الكلام**
   - هو عملية تحويل الكلام المنطوق إلى نص مكتوب، ويُعرف أيضًا بتحويل الصوت إلى نص (Audio-to-Text).
   - **في سياق اللهجات العربية** يُستخدم في تطبيقات المساعدات الصوتية مثل "سيري" أو "أليكسا" لفهم الأوامر باللهجة العامية.
2. **توليد الكلام**
   - هي عملية تحويل النص المكتوب إلى كلام مسموع. يُعرف أيضًا بتحويل النص إلى كلام (Text-to-Speech).
   - **في سياق اللهجات العربية** يُستخدم في قراءة الأخبار أو الرسائل النصية بصوت طبيعي ولهجة محددة (مثل اللهجة المصرية أو السعودية).

من الدراسات السابقة

التعليل الصوتي لتعليم صوت "الثاء": دراسة وصفية تطبيقية من الجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة تبحث في كيفية تحول صوت "الثاء" عند المتحدثين بلهجات مختلفة أو ناطقين بلغات غير عربية، ويقدم تحليلًا لأسباب الإبدال الصوتي ويطرح حلولًا تعليمية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تمييز اللهجات العربية باستخدام الشبكات العصبية العميقة: بحث من جامعة عين شمس المصرية يعتمد على تحليل الصوت باستخدام معاملات Mel-frequency cepstral coefficients (MFCCs) لتصنيف اللهجات: المصرية، الشامية، والخليجية. وأظهرت أظهرت تفوق نماذج الشبكات العصبية التلافيفية.(Convolutional Neural Networks)

أصوات التفخيم في الفصحى واللهجات البائدة: بحث يقارن تاريخيًّا بين الأصوات المفخّمة مثل الضاد/الظاء، ويحلل التداخل بينها ويشرح تطورها الصوتي.

الإمالة الصوتية في اللهجات: دراسة تطبيقية عن تغير الحركات الصوتية (الإمالة) كما تظهر في القراءات القرآنية واللهجات المتنوعة.

تعاقب الأصوات في اللهجات القديمة: بحث يستعرض الظواهر المتعاقبة للصوتيات في اللهجات العربية القديمة من منظور لغوي صوتي.

أنواع الألوفونات في كتاب سيبويه: تحليل رائع لانسيابية أصوات فرعية (ألوفونات) كما وردت في كتاب سيبويه، وتوثيق استمرارها في الفصحى واللهجات حتى اليوم.

المبحث الأول: الخصائص الصوتية المميزة للأصوات الرقمية في اللهجات العربية

الإطار النظري: مفهوم الصوت الرقمي والتحليل الصوتي

يُقصد بالصوت الرقمي تلك الإشارة الصوتية التي تم تحويلها من شكلها التناظري (Analog) إلى شكل رقمي (Digital) عبر عمليتين أساسيتين: أخذ العينات (Sampling) والكمّ(Quantization) ، ويتيح هذا التحويل معالجة الصوت وتحليله باستخدام الحاسوب، مما يُمكّن من دراسة خصائصه الفيزيائية بدقة.[1]

- **التباين الصوتي (Phonetic Variation) في اللهجات العربية**

تمثل الأصوات الرقمية للهجات العربية سجلًا للتباين الصوتي الهائل الذي يميزها عن اللغة العربية الفصحى وعن بعضها البعض. من أبرز هذه الخصائص:

- **نطق الحروف:** يختلف نطق بعض الحروف اختلافًا كبيرًا بين اللهجات. على سبيل المثال، يختلف نطق حرف **القاف** بين لهجة وأخرى؛ فهو يُنطق غالبًا صوتًا انفجاريًا لثويًا (dental stop) في اللهجة الشامية، بينما يُنطق صوتًا انفجاريًا لهويًا (uvular stop) في بعض لهجات الجزيرة العربية، ويُتحول إلى صوت همزة في اللهجة المصرية. .
- **التفخيم والترقيق:** تُعد ظاهرة التفخيم من أبرز سمات الأصوات العربية، وفي اللهجات، قد يمتد تأثير التفخيم إلى حروف لا تُفخّم في العربية الفصحى، مما يغير من خصائصها الصوتية.
- **تغييرات النبر:** يختلف موقع النبر في الكلمات بين اللهجات، مما يؤثر على إيقاع الجملة وطول مقاطعها. في بعض اللهجات، يقع النبر غالبًا على المقطع الأخير، بينما في أخرى قد يكون متحركًا.
- **الإدغام:** تحدث ظاهرة الإدغام بشكل أكثر وضوحًا في اللهجات عند النطق السريع، حيث تتأثر الأصوات ببعضها البعض لتسهيل النطق.[2]

- **أدوات التحليل الصوتي الحاسوبي**

تُستخدم برامج متخصصة لتحليل الخصائص الصوتية للأصوات الرقمية. ومن أشهر هذه البرامج **برنامج Praat** المجاني، ويُمكّن هذا البرنامج الباحثين من:

- **إنشاء الموجات الصوتية (Waveforms):** لتمثيل تغير شدة الصوت (amplitude) بمرور الزمن.
- **رسم الرسوم الطيفية (Spectrograms):** لإظهار كيفية تغير ترددات الأصوات بمرور الزمن، مما يساعد في تمييز الفونيمات (phonemes) المختلفة.

---

[1] محمود إسماعيل صيني، (2000)، "علم الأصوات العام"، الرياض: مطبعة الفرزدق التجارية، عبد الرحمن فراج (2012)، "اللسانيات الحاسوبية: مدخل إلى حوسبة اللغة العربية"، القاهرة: دار الكتب والوثائق القومية.

2 رمضان عبد التواب (2009)، "مباحث في فقه اللغة"، القاهرة: مكتبة الخانجي، علي عبد الواحد وافي (1985)، "فقه اللغة"، القاهرة: نهضة مصر، خليل عمايرة (1993)، "دراسات في فقه اللغة"، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- **قياس الخصائص الصوتية:** مثل تردد الأساس (fundamental frequency) الذي يحدد درجة الصوت، وسعة الصوت (amplitude) التي تحدد شدته[3]

▪ **التحديات والتطبيقات**

تواجه دراسة الأصوات الرقمية للهجات العربية تحديات كبيرة، أبرزها ندرة الموارد اللغوية وقواعد البيانات الصوتية الموثقة، بالإضافة إلى التباين الشديد بين اللهجات، ورغم تلك التحديات، تُعد دراسة الخصائص الصوتية للهجات أساسًا لتطوير تطبيقات حاسوبية مهمة؛ مثل أنظمة التعرف التلقائي على الكلام(ASR) ، والمساعدات الصوتية التي تستطيع فهم الأوامر المنطوقة باللهجات العامية، مما يساهم في سد الفجوة بين التقنية واللغة المستخدمة في الحياة اليومية.[4]

المبحث الثاني: التحديات المنهجية في جمع البيانات الصوتية وتصنيفها

تمثل عملية جمع وتصنيف البيانات الصوتية للهجات العربية تحديًا منهجيًّا كبيرًا، نظرًا للطبيعة المعقدة والمتغيرة لهذه اللهجات، وتتعدد الأسباب وراء هذه التحديات، وتتطلب حلولًا مبتكرة لتمكين تطوير تطبيقات معالجة اللغة الطبيعية.. وأبرز تلك التحديات:

▪ **التباين اللهجي الهائل (Dialectal Variation)**

يُعد التباين الجغرافي والاجتماعي بين اللهجات العربية هو التحدي الأكبر؛ فاللهجة المصرية تختلف عن الشامية، التي بدورها تختلف عن الخليجية أو المغربية، وهذا التباين لا يقتصر على المفردات والقواعد فحسب؛ بل يشمل أيضًا الجانب الصوتي (Phonetics) والنطقي (Phonology).

- **تعدد اللهجات الفرعية:** كل لهجة رئيسية تنقسم إلى لهجات فرعية (Sub-dialects)، مما يزيد من تعقيد عملية الجمع والتصنيف. على سبيل المثال، تختلف لهجة القاهرة عن لهجة الصعيد في مصر.
- **ظاهرة الازدواجية (Diglossia)**: التداخل بين اللغة العربية الفصحى واللهجات العامية يخلق تحديًا في تمييز الكلمات المنطوقة، حيث قد يستخدم المتحدثون كلماتٍ من الفصحى في سياق لهجي[5].

▪ **ندرة الموارد اللغوية (Lack of Linguistic Resources)**

تواجه اللهجات العربية نقصًا حادًا في قواعد البيانات الصوتية (Speech Corpora) الموثقة والمتاحة للبحث، ومقارنة باللغات الأخرى، مثل الإنجليزية أو الصينية، لا تزال الجهود المبذولة لإنشاء هذه القواعد قليلة..

- **صعوبة جمع البيانات:** وهي عملية تتطلب جهدًا ووقتًا كبيرًا، فضلًا عن الحاجة لموارد مالية وفنية.
- **غياب معايير موحدة:** لا توجد معايير موحدة لجمع البيانات الصوتية للهجات العربية، مما يجعل من الصعب دمج البيانات من مصادر مختلفة.[6]

▪ **التحديات المنهجية في التصنيف (Classification Methodologies)**

لا يقتصر التحدي على الجمع فقط، بل يمتد إلى عملية تصنيف الأصوات وتدوينها (Annotation) ومن ذلك:

- **غياب أنظمة تدوين موحدة:** لا توجد أنظمة تدوين صوتية موحدة متفق عليها عالميًا لكل اللهجات العربية. على الرغم من وجود **نظام الأبجدية الصوتية الدولية(IPA)** ، إلا أنه يحتاج إلى تعديلات لتمثيل الأصوات اللهجية غير الموجودة في الفصحى.
- **الترميز الصوتي (Phonetic Transcription):** تتطلب عملية الترميز الصوتي خبرة عالية، وتُعد عملية مكلفة وتستهلك الوقت، مما يحد من حجم البيانات التي يمكن معالجتها.

---

[3] عادل محمد عبد اللطيف (2005)، "علم الأصوات التجريبي: المنهج والأدوات"، القاهرة: دار غريب للطباعة والنشر، محمد حسن الدوسري (2018)، "قاعدة بيانات صوتية للهجات العربية"، ورقة بحثية مقدمة في المؤتمر الدولي للغة العربية.

[4] نبيل علي (2001)، "اللغة العربية والحاسوب"، القاهرة: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، طارق خفاجي (2019)، "التعرف على الكلام في اللهجات العربية: التحديات والحلول"، مجلة دراسات اللغة العربية، جامعة القاهرة.

[5] رمضان عبد التواب (2009)، "مباحث في فقه اللغة"، مصدر سابق.

[6] نبيل علي (2001)، "اللغة العربية والحاسوب"، مصدر سابق، محمد حسن الدوسري (2018)، "قاعدة بيانات صوتية للهجات العربية"، ورقة بحثية مقدمة في المؤتمر الدولي للغة العربية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- **التحيز(Bias) :** قد تؤدي قواعد البيانات غير المتوازنة إلى تحيز النماذج الحاسوبية نحو لهجة معينة على حساب أخرى، مما يقلل من دقة التطبيقات.[7]

المبحث الثالث: تطبيقات الأصوات الرقمية في أنظمة معالجة اللغة الطبيعية

تُعد الأصوات الرقمية أساسًا حيويًّا لتطوير العديد من أنظمة معالجة اللغة الطبيعية (NLP) المتقدمة، فبتحويل الصوت البشري إلى إشارات رقمية قابلة للمعالجة، تُفتح آفاقٌ واسعة لتطبيقات تتفاعل مع اللغة المنطوقة، لا سيما في سياق اللهجات العربية التي تتطلب نماذج متخصصة.

- **التعرف التلقائي على الكلام (Automatic Speech Recognition - ASR)**

لا شك أن التعرف التلقائي على الكلام من أبرز تطبيقات الأصوات الرقمية، حيث تهدف هذه الأنظمة إلى تحويل الكلام المنطوق إلى نص مكتوب، وفي سياق اللهجات العربية، يواجه هذا التطبيق تحديات فريدة ولكنه يشهد تطورات ملحوظة..

- **تحديات اللهجات:** تُعد التحديات الرئيسية هي التباين الهائل بين اللهجات، ونقص قواعد البيانات الصوتية (Corpora) المخصصة لكل لهجة على حدة.
- **نماذج النطق (Acoustic Models):** تعتمد أنظمة ASR على نماذج نطق تُدرب على خصائص الأصوات الرقمية للهجات، وكلما كانت البيانات الصوتية أكثر تنوعًا وشمولًا، كانت دقة النموذج أعلى.
- **التطبيقات العملية:** تُستخدم أنظمة ASR في المساعدات الصوتية (Voice Assistants) مثل Siri و Alexa التي تتعرف على الأوامر باللهجات العامية، وفي أنظمة تحويل المحادثات الهاتفية إلى نصوص مكتوبة.[8]

- **محركات تحويل النص إلى كلام (Text-to-Speech - TTS) :** تعمل محركات تحويل النص إلى كلام على توليد صوت بشري طبيعي من نص مكتوب، ويعتمد هذا التطبيق بشكل كبير على الأصوات الرقمية لإنشاء نماذج صوتية تحاكي النطق البشري.

- **نماذج صوتية باللهجات:** يتم تدريب نماذج TTS على بيانات صوتية لأشخاص يتحدثون بلهجات معينة لإنتاج صوت لهجي أصيل. على سبيل المثال، يمكن توليد صوت بلكنة مصرية أو خليجية أو شامية.
- **التحديات الفنية:** تتضمن التحديات توليد نبرات الصوت (Intonation) الصحيحة، ومواقع النبر (Stress)في الكلمات، والوصل والفصل بينها بطريقة طبيعية.
- **التطبيقات العملية:** تُستخدم أنظمة TTS في تطبيقات القراءة الآلية للكتب الإلكترونية، وفي أنظمة الإعلانات الصوتية، وتوليد أصوات الشخصيات في ألعاب الفيديو.[9]

المبحث الرابع: الأبعاد الاجتماعية والثقافية للأصوات الرقمية في اللهجات

تتجاوز الأصوات الرقمية للهجات العربية كونها مجرد بيانات تقنية قابلة للتحليل، لتصبح حاملًا للهوية الاجتماعية والثقافية للمتحدث. إن فهم هذه الأبعاد أمر ضروري لتطوير تقنيات لغوية شاملة وعادلة.

- **الأصوات الرقمية كمرآة للهوية والطبقة الاجتماعية**

تُعد الأصوات الرقمية مؤشرًا قويًا على الانتماء الاجتماعي والثقافي، وغالبًا ما تختلف طريقة نطق الكلمات وخصائصها الصوتية (مثل النبر والتنغيم) بين فئات المجتمع المختلفة.

- **الانتماء الجغرافي:** يعكس النطق الصوتي للهجة المنطقة الجغرافية التي ينتمي إليها المتحدث (مثل لهجة أهل الحجاز، لهجة أهل الشام، لهجة أهل العراق)، وتُستخدم هذه الخصائص الرقمية في أنظمة تحديد هوية المتحدث أو تحليل اللهجة.

---

[7] عادل محمد عبد اللطيف (2005)، "علم الأصـــوات التجريبي: المنهج والأدوات"، القاهرة: دار غريب للطباعة والنشـــر، فاطمة الزهراء شريفي (2015)، "التحليل الصوتي للهجات العربية"، مجلة اللسانيات التطبيقية، جامعة الجزائر.

[8] طارق خفاجي (2019)، "التعرف على الكلام في اللهجات العربية: التحديات والحلول"، مجلة دراسات اللغة العربية، جامعة القاهرة، ياسين الزغب (2017)، "التعرف الآلي على الكلام: مدخل إلى المبادئ والتقنيات"، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية.

9 رمزي صالح (2018)، "توليد الكلام في اللغة العربية: دراسة تطبيقية"، مجلة دراسات في اللسانيات الحاسوبية، جامعة الملك سعود، محمد حسن الدوسري (2018)، "قاعدة بيانات صوتية للهجات العربية"، مصدر سابق.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- **الانتماء الاجتماعي:** قد تُظهر الخصائص الصوتية اختلافًا بين الطبقات الاجتماعية أو المستويات التعليمية. على سبيل المثال، قد يميل المتحدثون من طبقات معينة إلى نطق أصوات بطريقة مختلفة عن غيرهم، مما يعكس خلفيتهم الاجتماعية.[10]

- **التحديات الأخلاقية والتحيز اللغوي (Linguistic Bias)**

يُعد تطوير تقنيات لغوية تعتمد على الأصوات الرقمية تحديًا أخلاقيًّا كبيرًا، وإذا لم يتم جمع البيانات الصوتية بشكل متوازن، فقد يؤدي ذلك إلى **تحيز النماذج الحاسوبية** (Algorithmic Bias) وتهميش بعض اللهجات أو الفئات الاجتماعية.

- **تفضيل لهجات معينة:** غالبًا ما يتم تدريب أنظمة التعرف على الكلام (ASR) على اللهجات الأكثر انتشارًا أو المتاحة بياناتها، مما يؤدي إلى ضعف أدائها مع اللهجات الأقل استخدامًا، وبالتالي حرمان متحدثيها من الاستفادة الكاملة من هذه التقنيات.
- **التحيز ضد اللهجات غير الموثقة:** قد تُعتبر اللهجات التي لا تتوفر لها بيانات صوتية كافية أقل شأنًا من الناحية التقنية؛ مما يزيد من الفجوة الرقمية بين المتحدثين.[11]

- **الأصوات الرقمية ودورها في الحفاظ على الهوية الثقافية**

يمكن أن تلعب الأصوات الرقمية دورًا إيجابيًّا في الحفاظ على التنوع اللغوي والثقافي، خاصة في ظل التحديات التي تواجهها بعض اللهجات.

- **توثيق اللهجات المهددة:** يمكن استخدام تقنيات التسجيل الرقمي والتحليل الصوتي لتوثيق اللهجات المهددة بالانقراض، مما يساهم في الحفاظ على الموروث الثقافي.
- **دعم التعليم:** يمكن استخدام الأصوات الرقمية في تطبيقات تعليم اللهجات المختلفة، مما يعزز التبادل الثقافي ويقرب بين المجتمعات العربية.

إن التعامل مع الأصوات الرقمية في اللهجات العربية يتطلب وعيًا بالأبعاد الاجتماعية والثقافية، لضمان أن تكون التكنولوجيا أداة لتعزيز الشمولية والاحتفاء بالتنوع اللغوي، لا وسيلة لزيادة التهميش والتحيز[12].

النتائج

- تُظهر النتائج أن الخصائص الصوتية للهجات العربية متباينة بشكل كبير، مما يؤكد الحاجة إلى مناهج معالجة مخصصة لكل لهجة.
- "ندرة الموارد الرقمية" هي أكبر عائق أمام تطوير تطبيقات فعالة، فغياب قواعد البيانات الصوتية الضخمة والمصنفة يجعل من الصعب تدريب نماذج التعلم العميق بكفاءة، كما أن غياب معايير موحدة لتدوين اللهجات كتابيًا يؤثر سلبًا على دقة أنظمة التعرف على الكلام.
- أنظمة التعرف على الكلام التي تُدرّب على لهجة محددة (مثل اللهجة المصرية) تُحقق دقة عالية عند التعامل مع نفس اللهجة، ومع ذلك، ينخفض الأداء بشكل حاد عند محاولة استخدام نفس النموذج لفهم لهجة مختلفة.
- أظهرت النماذج العصبونية قدرة فائقة على إنتاج كلام يبدو طبيعيًا. ورغم ذلك، لا يزال التحدي يكمن في إنتاج كلام بلهجات عربية متعددة بنفس درجة الواقعية، نظرًا لصعوبة محاكاة الفروقات الدقيقة في التنغيم واللهجة.

الخاتمة

[10] محمود إسماعيل صيني (2000)، "علم الأصوات العام"، مصدر سابق، علي عبد الواحد وافي (1985)، "فقه اللغة"، القاهرة: نهضة مصر.

[11] نادية الخباز (2020)، "الذكاء الاصطناعي والأبعاد الأخلاقية: تحديات المستقبل"، مجلة دراسات علوم الحاسوب، جامعة قطر، نبيل علي (2001)، "اللغة العربية والحاسوب"، مصدر سابق.

[12] عبد الرحمن فراج (2012)، "اللسانيات الحاسوبية: مدخل إلى حوسبة اللغة العربية"، القاهرة: دار الكتب والوثائق القومية، طارق خفاجي (2019)، "التعرف على الكلام في اللهجات العربية: التحديات والحلول"، مجلة دراسات اللغة العربية، جامعة القاهرة.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تُعدّ الأصوات الرقمية في اللهجات العربية مجالًا بحثيًّا حيويًا وذا أهمية متزايدة، يربط بين علم اللغة وعلوم الحاسوب، وقد كشف هذا البحث أن التنوع الصوتي الهائل للهجات العربية، بالرغم من كونه تحديًا كبيرًا، إلا أنه يُمثّل في الوقت نفسه فرصة فريدة لتطوير أنظمة ذكاء اصطناعي أكثر شمولية ودقة.
ولقد أثبت البحث أن ندرة الموارد الرقمية الموحدة هي العقبة الأبرز أمام تحقيق تقدم ملموس في تطبيقات مثل: التعرف على الكلام وتوليد الكلام. ومع ذلك، فإن التقدم في تقنيات التعلم العميق يفتح آفاقًا واعدة لتجاوز هذه العقبات من خلال نماذج قادرة على التعامل مع البيانات غير المصنفة والتكيف مع التنوع اللغوي.
في الختام، لا يقتصر هذا البحث على كونه مساهمة علمية فحسب، بل يمثل أيضًا خطوة حاسمة نحو تمكين ملايين المستخدمين من التفاعل مع التكنولوجيا بلهجاتهم اليومية، ولا شك أن الاستثمار في هذا المجال سيعزز من حضور اللغة العربية في الفضاء الرقمي، ويُساهم في الحفاظ على التراث اللغوي الغني والمتنوع للمنطقة، مما يجعله مجالًا جديرًا بالمزيد من الاهتمام والبحث في المستقبل.

التوصيات

استنادًا إلى التحديات والنتائج التي توصل إليها هذا البحث، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات العملية والمستقبلية لتعزيز هذا المجال منها:

- يجب على المؤسسات الأكاديمية والمراكز البحثية والشركات التقنية التعاون لإنشاء قواعد بيانات صوتية ضخمة ومصنفة (Corpora) للهجات العربية الرئيسية، كما يجب أن تحتوي هذه القواعد على تسجيلات صوتية عالية الجودة مع معلومات ديموغرافية عن المتحدثين (العمر، الجنس، المنطقة).
- يُنصح بجعل هذه قواعد البيانات هذه متاحة بشكل مفتوح للباحثين والمطورين، مما يُعزز من سرعة البحث ويُقلل من ازدواجية الجهود.
- يُوصى بالتركيز على تطوير نماذج ذكاء اصطناعي قادرة على فهم لهجات متعددة في آنٍ واحد، بدلًا من بناء نموذج لكل لهجة على حدة.
- نظرًا لندرة البيانات المصنفة؛ يمكن استخدام هذه التقنيات التي تجمع بين البيانات المصنفة وغير المصنفة لتدريب النماذج بشكل أكثر كفاءة.
- يجب على الأبحاث المستقبلية أن تدمج بين الخصائص الصوتية والخصائص اللغوية (مثل قواعد النحو والمفردات) لزيادة دقة أنظمة التعرف على الكلام وتوليده.
- يمكن استخدام هذه التقنيات في تطبيقات لتعليم اللغات واللهجات، حيث تُوفر للمستخدمين إمكانية الاستماع إلى نطق الكلمات بلهجات مختلفة.
- يُوصى بأن تكون أنظمة المساعدات الصوتية قادرة على التعرف تلقائيًا على لهجة المستخدم وتقديم استجابات مخصصة تتناسب مع هذه اللهجة.
- توجيه الجهود البحثية نحو توثيق اللهجات العربية المهددة بالانقراض وحفظها رقميًّا لتجنب فقدانها.

المراجع:

[1] خليل عمايرة (1993)، "دراسات في فقه اللغة"، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
[2] رمضان عبد التواب (2009)، "مباحث في فقه اللغة"، القاهرة: مكتبة الخانجي.
[3] رمزي صالح (2018)، "توليد الكلام في اللغة العربية: دراسة تطبيقية"، مجلة دراسات في اللسانيات الحاسوبية، جامعة الملك سعود.
[4] طارق خفاجي 2019))، "التعرف على الكلام في اللهجات العربية: التحديات والحلول"، مجلة دراسات اللغة العربية، جامعة القاهرة.
[5] عادل محمد عبد اللطيف (2005)، "علم الأصوات التجريبي: المنهج والأدوات"، القاهرة: دار غريب للطباعة والنشر.
[6] عبد الرحمن فراج (2012)، "اللسانيات الحاسوبية: مدخل إلى حوسبة اللغة العربية"، القاهرة: دار الكتب والوثائق القومية.
[7] علي عبد الواحد وافي (1985)، "فقه اللغة"، القاهرة: نهضة مصر.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[8] فاطمة الزهراء شريفي (2015)، "التحليل الصوتي للهجات العربية"، مجلة اللسانيات التطبيقية، جامعة الجزائر.
[9] محمد حسن الدوسري (2018)، "قاعدة بيانات صوتية للهجات العربية"، ورقة بحثية مقدمة في المؤتمر الدولي للغة العربية.
[10] محمود إسماعيل صيني (2000)، "علم الأصوات العام"، الرياض: مطبعة الفرزدق التجارية.
[11] نبيل علي (2001)، "اللغة العربية والحاسوب"، القاهرة: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
[12] ياسين الزغب (2017)، "التعرف الآلي على الكلام: مدخل إلى المبادئ والتقنيات"، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJHAS** and/or the editor(s). **AJHAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).