دور المؤثرات السياقية في تقدير المدى الزمني للفونيم: دراسة فونولوجية حاسوبية

أحمد راغب*

ملخص البحث:

تتناول هذه الصفحات دور المؤثرات السياقية في تقدير المدى الزمني للفونيم، وذلك عبر رصد زمن الحركات والمدود في عينة البحث ومحاولة استنباط العوامل المؤثرة في تقدير زمن الفونيم، وذلك عن طريق تحليل الأداء القرآني لعينة الدراسة التي مثّلت مجموعة من المشايخ المشهود لهم بالإتقان وهم: الشيخ عبد الله بصفر، والشيخ محمد أيوب، والشيخ مشاري بن راشد العفاسي، وذلك بهدف الوصول إلى إجابة للتساؤل الآتي: هل النتائج المتعلقة بتقدير المدى الزمني للمدود في القرآن الكريم ظاهرة خاصة متعلقة بقارئ القرآن وحده وطبيعة قرائته وطرق أدائه أم أنها قاعدة عامة أو ظاهرة إنسانية لا يمكن الانفكاك عنها فسيولوجيًّا عند نطق القرآن الكريم.

الكلمات المفتاحية: الفونولوجيا- علم اللغة الحاسوبي- التحليل الطيفي- ذبذبة- النبر.

Abstract:

This study touches on the contextual effects in approximating the time range of a phoneme. This is done by tracking the time of long vowels in the samples of the study. The effects in approximating the time of the phoneme will be concluded through the analysis of the Quranic recitations by the samples which consist of reliable recitors such as Syaikh ‘Abdulla Basfar, Saikh Muhammad Ayyub, and Syaikh Masyari bin Rasyid al-‘Afasi. Among the questions the study wishes to answer: Is the approximation of the time of the phoneme a special characteristic of the recitation of the reciter and his

* أستاذ مساعد بقسم اللغة العربية وآدابها- الجامعة الإسلامية العالمية بماليزيا.

recitation? Is it a general rule? Is it human nature which cannot be separated physiologically in the recitation of the Quran?

Keywords: Phonology – computational linguistics – spectrum analysis – waves - intonation

Abstrak:
Kajian ini mencakupi fungsi konteks dalam mementukan jangka masa bagi sesuatu fonem, ini dilakukan melalui pemantauan ke atas tempoh masa sesuatu baris dan *mad* pada sampel kajian. Kajian ini juga cuba merumuskan faktor-faktor yang mempengaruhi jangka masa sesuatu fonem dengan cara menganalisa dan mengamati bacaan Al-Qur'an oleh para Sheikh yang mu'tabar, iaitu: *Sheikh Abdullah Basafar*, *Sheikh Muhammad Ayyub*, *Sheikh Masyārī Bin Rāshid Al-'Afāsī*. Ini bertujuan menjawab persoalan berikut: Adakah dapatan kajian berkaitan jangka masa bagi bacaan *mad* dalam al-Qur'an berupa fenomena khusus berkait rapat dengan pembacanya, sifat bacaannya dan cara bacaannya atau ia adalah kaedah umum atau fenomena manusia yang tidak boleh dipisahkan secara fisiologi ketika membaca Al-Qur'an.

Kata kunci: Fonologi – linguistik komputer - Spektroskopi – getaran - nada

مقدمة:

القرآن الكريم كتاب الله العظيم، ومعجزة نبيه محمد ﷺ الخالدة، وهو كتاب معجز في كل مستوياته الصوتية والصرفية والتركيبية والدلالية. وتحاول هذا الدراسة بحث أحكام المدود وفق مقتضيات علم الصوت التشكيلي –(phonology)– للقرآن الكريم، وهو بذلك يختار أرقى نصّ عربي ليكون مجال دراسته تنظيراً وتطبيقاً.

وتقوم هذه الدراسة على مناقشة الظواهر الصوتية المتعلقة بالحركات القصيرة أو الطويلة حال تجويد القرآن الكريم في ضوء ما وصلت إليه الحوسبة الصوتية، مع الأخذ بعين الاعتبار الجهود العربية السابقة في هذا المجال ومقارنة ذلك بنتائج البحث الصوتي الحاسوبي الحديث.

وقد اعتمدت في هذه الدراسة على وسائل البحث الأكوستي والفسيولجي وما يتبع ذلك من إعداد وتجهيز قواعد بيانات تتضمن المنظور الطيفي (spectrogram) للصوت القرآني المنطوق وأفلام أشعة إكس –(X-Ray)– بهدف تقديم وصف لفونولوجيا القرآن

الكريم التي بقيت متوارثة منذ نزول الوحي بها مرورًا بتعليم الرسول ﷺ إياها لصحابته الكرام ووصولاً إلى ما نطق به أئمة القراءات القرآنية في هذا العصر.

يمكن إجمال الأهداف المرجوة من هذه الدراسة في النقاط الآتية:

١. رصد المدة الزمنية للمد في الأداء القرآني ومعرفة العوامل والمؤثرات التي تؤدي إلى زيادة هذه المدة الزمنية أو نقصانها.
٢. نقد وتقييم نظرية الحركة والحركتين التي اعتمدها علماء التجويد والقراءات في تحديد مقدار زمن الحركات القصيرة والطويلة في تلاوة القرآن الكريم.
٣. رصد علاقة زمن المد بنوع الصامت السابق له.

وسيحاول البحث تحقيق هذه الأهداف من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

١. ما العوامل والمؤثرات التي تؤدي إلى زيادة زمن الحركات أو نقصانها في تلاوة القرآن الكريم؟
٢. ما مدى مواءمة نظرية الحركة والحركتين التي اعتمدها علماء التجويد في تحديد مقدار زمن الحركات مع معطيات التحليل الصوتي الحاسوبي؟
٣. ما مدى تأثر زمن المد بنوع الصامت السابق له؟

الرموز الصوتية المستخدمة في البحث:

تمثل الكتابة العادية طريقة واحدة للتعبير عن الأصوات عن طريق مجموعة من الرموز الكتابية، فإذا كانت اللغة عبارة عن (أصوات يعبر بها كل قوم عن أغراضهم)[١] فإن الكتابة هي رموز يعبر بها كل قوم عن أصواتهم، وتقوم الكتابة على نظام رمزي صوتي، (ومهمة هذا النظام أن يزودنا بالرموز التي يمكن أن نعبر بها عن القيم الصوتية المختلفة للمواد اللغوية في لغة ما).[٢]

ولكن منذ فترة ليست بالبعيدة استطاع علماء الأصوات أن يبتكروا ألفبائية جديدة للتعبير عن الأصوات المختلفة (Transcription)، تحاول هذه الألفبائية الحفاظ على قرب العلاقة بين الرموز الكتابية والصّوت المنطوق.

وقد تم الاتفاق على عدد كبير من الأنظمة الرمزية الصوتية، وتعتبر الألفبائية المستخدمة على نطاق واسع هي IPA[٣] أو (International Phonetic Association)، وهي جمعيّة صوتيّة دوليّة نشأت أواخر القرن التّاسع عشر، وكانت المراجعة الأخيرة لها في عام ١٩٨٩م. ويعمل نظام IPA على إيجاد رمز لكلّ فونيم في كلّ لغة بشريّة، ووضع علامات تشكيلية للتّغيّرات التي تعتري أية لغة من اللغات، ثم تطورت فكرة هذه الألفبائية، واكتست ثوبًا جديدًا يتوافق مع سهولة التعامل مع الحاسب الآلي؛ بحيث يجد كل رمز صوتي مكانًا له على لوحة المفاتيح بالجهاز، وقد تم ذلك بفضل جهود نظام سامبا[٤] اللغوية الصوتية SAMPA (Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet)، فجمعت الرموز الصوتية العربية على نحو أكثر مواءمة مع الأصوات المنطوقة واللهجات المختلفة، إلا أنني في هذا البحث لم أستطع أن أعتمد على الرموز الدولية المشهورة والمتمثلة في (IPA) أو نظام (SAMPA) أو برنامج (ROTAS)؛[٥] نظراً لأن كل هذه الأنظمة لا تتواءم مع صوتيات القرآن الكريم؛ حيث لا نجد فيها رموزاً للمدود بأنواعها أو القلقلة أو الغنة. وعليه فقد قرر الاعتماد على برنامج الكتابة الصوتية (Transcriptor)[٦] المبني على الألفبائية المعتمدة لدى الشركة الهندسية لتطوير نظم الحاسبات (RDI)،[٧] وقد استخدمت منها الرموز الآتية:

أولاً: رموز الصوائت القصيرة:

الصائت	رمزه	وصفه	مثال
فتحة قصيرة	a	حركة أمامية، مفتوحة، غير مدورة، قصيرة	كَتَبَ
فتحة قصيرة مفخمة	A	حركة خلفية، مفتوحة، غير مدورة، قصيرة	خَرَجَ
كسرة قصيرة	i	حركة أمامية، مغلقة، غير مدورة، قصيرة	كُتِبَ
ضمة قصيرة	u	حركة خلفية، مغلقة، مدورة، قصيرة	خُبُرَ

جدول ١ يبين رموز الأصوات الصائتة المستخدمة في البحث

ثانياً: رموز المدود

نوع المد	فرعه	الرمز	مثال
المد بالفتح	مد طبيعي مفتوح	a2	يَنَالَ
	مد أربع حركات مفتوح	a4	السَّمَاءِ
	مد ست حركات مفتوح	a6	الْحَاقَّةُ
	مد طبيعي مفتوح مفخم	A2	قَامَ
	مد أربع حركات مفتوح مفخم	A4	قَائِمٌ
	مد ست حركات مفتوح مفخم	A6	يُضَارَّ
المد بالكسر	مد طبيعي مكسور	i2	قِيلَ
	مد أربع حركات مكسور	i4	خَطِيئَتُهُ
	مد ست حركات مكسور	i6	مِيمْ
المد بالضم	مد طبيعي مضموم	u2	يَقُولُ
	مد أربع حركات مضموم	u4	سُوءُ
	مد ست حركات مضموم	u6	أَتُحَاجُّونِّي
المد اللين العارض للسكون	مد لين مكسور حركتان	y2	شَيْءٌ[٨]
	مد لين مكسور أربع حركات	y4	شَيْءٌ
	مد لين مكسور ست حركات	y6	شَيْءٌ
	مد لين مضموم حركتان	w2	قَوْمٌ[٩]
	مد لين مضموم أربع حركات	w4	قَوْمٌ
	مد لين مضموم ست حركات	w6	قَوْمٌ

جدول ٢ يبين رموز المد المستخدمة في البحث

التجربة التطبيقية لأصوات المد:

قاعدة البيانات:

يقوم هذا البحث على تحليل آيات القرآن الكريم المقروءة على طريقة الترتيل بأصوات ثلاثة من أشهر قراء القرآن الكريم بإذاعة القرآن الكريم بمصر، وهم: عبد الله بصفر،

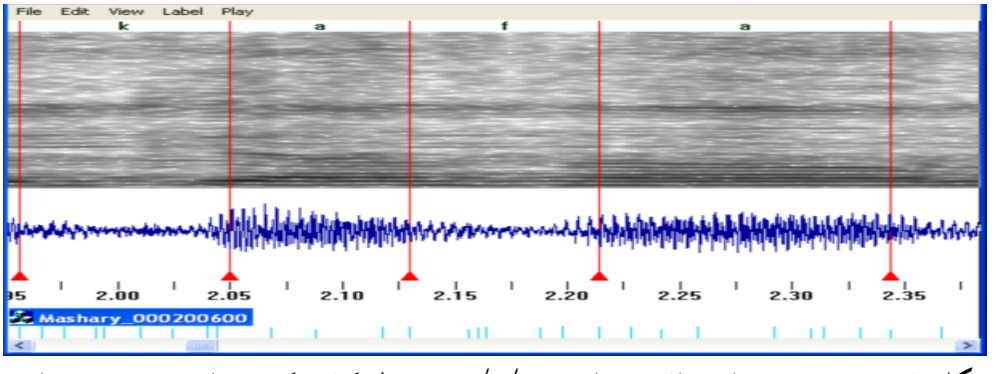
ومحمد أيوب، ومشاري بن راشد العفاسي، وكانت المادة الصوتية مسجلة على أسطوانات أوديو، وكلها خالية من المؤثرات الصوتية الموجهة (Echo)، وغير الموجهة (Noise)، وكان اختيار مادة البحث على اعتبار أنها المادة التي تمت مراجعتها واعتمادها من قِبَلِ الشركة الهندسية لتطوير نظم الحاسبات RDI ضمن فعاليات مشروعات المعلم الآلي للتجويد "حفص"، وقد تم إعدادها بواسطة فريق الدعم اللغوي بقسم أبحاث ومعالجة الصوتيات.

وقد تألفت قاعدة البيانات من:

١. سورة الفاتحة (مكية) من الآية (١) إلى الآية (٧).
٢. سورة البقرة (مدنية) من الآية (١) إلى الآية (٢٥).
٣. سورة الأنفال (مدنية) من الآية (١) إلى الآية (٢١).
٤. سورة الكهف (مكية) من الآية (١) إلى الآية (٢٢).
٥. سورة ق (مكية) من الآية (١) إلى الآية (٤٥).

نماذج تحليلية:

– الفتحة القصيرة المرققة/a/:[١٠]



شكل ١ يعرض صورة طيفية للفتحة القصيرة /a/ من خلال كلمة كفروا التي وردت في قوله تعالى:

﴿ إِنَّ ٱلَّذِينَ كَفَرُوا۟ سَوَآءٌ عَلَيْهِمْ ءَأَنذَرْتَهُمْ أَمْ لَمْ تُنذِرْهُمْ لَا يُؤْمِنُونَ ﴾ البقرة: ٦

ويظهر في الشكل صوت الفتحة القصيرة، والذي بدأ من الثانية ٠٢:٢١٠، وانتهى عند الثانية ٠٢:٣٥٠، مستغرقًا زمنًا مقداره ٠,٢٤٠ ميللي ثانية، وتعرض هذه الصورة ثلاثة مستويات للتحليل الصوتي:

١. المستوى الأول الأعلى يعرض الشكل الموجي (wave form) ويبدو جليًا أنها لصوت مجهور؛ حيث توجد إشارة الذبذبات التي تقترن دائمًا بالأصوات المجهورة، بخلاف الصوت التالي أو السابق لها.
٢. المستوى الثاني يعرض النغمة الأساسية أو منحنى التنغيم الأساسي (Fundamental Frequency) ونلاحظ اتصال الخط القاعدي لها، وهو أمر ملازم للأصوات المجهورة فقط.
٣. المستوى الثالث formants يعرض المعالم الأولى والثانية والثالثة (f1,f2,f3) ونجدها موزعة توزيعًا منتظمًا متتابعًا مما يدل على انتماء هذا الصوت إلى مجموعة الأصوات المجهورة وعليه فإن صوت الفتحة القصيرة /a/ صوت مجهور لا تظهر فيه أية معالم من معالم الهمس.

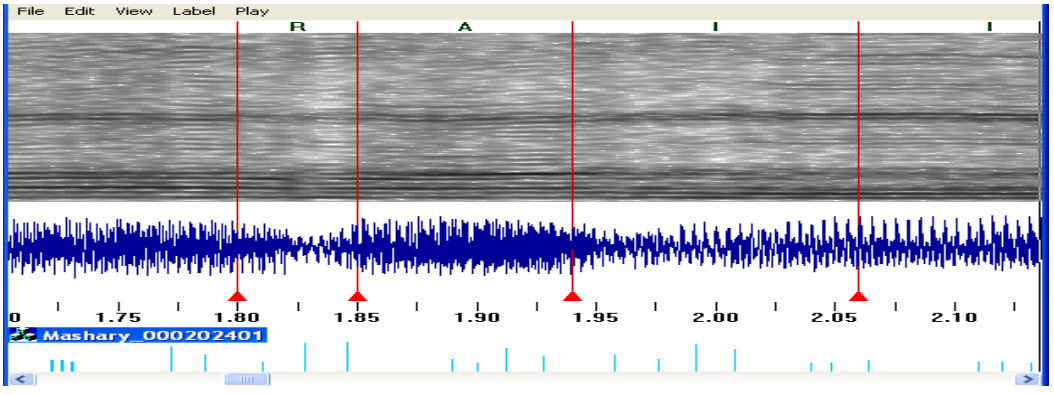
وهذه الحزم الصوتية والتي يطلق عليها formants أو المعالم هي (الترددات أو مجموعة الترددات –(groups of frequencies)– التي تشكل نوع الصوت (Timpre) وتميزه عن الأصوات الأخرى ذات الأنواع المختلفة).[١١]

ومن استقراء القيم التي حواها ملف التحليل الصوتي نجد الآتي:

بلغ متوسط[١٢] قيمة المعلم الأول ٦٨٤ ذبذبة والمعلم الثاني ١٦٠٢ ذبذبة والمعلم الثالث ٢٨٣٩ ذبذبة، ونلاحظ أثناء تحليل قيم المعالم الثلاثة –(formants)– ارتفاع قيم المعلم الأول مع انخفاض قيم المعلم الثاني بشكل ملحوظ، وهو أمر مرده عملية الترقيق، وقد أدى هذا الانخفاض في قيم المعلم الثاني إلى التأثير في قيم المعلمين الأول والثاني لصوت "الفاء/f/" التالي للفتحة؛ حيث أثرت هذه الفتحة القصيرة علي الصامت المجاورة فانخفضت بداية المعلم الأول للصوت اللاحق من ١٠٧٢ ذبذبة/ثانية إلي ٩٧٥ ذبذبة/ثانية، كما

أثرت الفتحة القصيرة علي بداية المعلم الثاني للصوت اللاحق فانخفض من ٢١٨٧ ذبذبة/ثانية إلى ٢٠٨٣ ذبذبة/ثانية.

– الفتحة القصيرة المفخمة /A/ :



شكل ٢ يعرض صورة طيفية للفتحة القصيرة المفخمة /A/ من خلال كلمة **النار** التي وردت في قوله تعالى: ﴿ فَٱتَّقُواْ ٱلنَّارَ ٱلَّتِي وَقُودُهَا ٱلنَّاسُ وَٱلۡحِجَارَةُۖ أُعِدَّتۡ لِلۡكَٰفِرِينَ ﴾البقرة: ٢٤

ومن خلال رصد المدى الزمني للمدود في الصور الطيفية السابقة وفي الجداول الملحقة يمكنني مناقشة قضية الحركة والحركتين وعلاقتها بزمن المد التي تناولها علماء التجويد على النحو التالي:

زمن المد:

غلب على علماء التجويد تحديد زمن المد بالحركات، فإذا استوفى حرف المد نصيبه من المد انتقل بذلك من الحركة إلى الحرف، وهذه الخاصية ثابتة لحروف المد دون غيرها من الأصوات الجامدة (لا سيما الشديدة –الانفجارية– فإنها آنية الحدوث، وكذلك الرخوة – الاحتكاكية– فإنها وإن كانت زمانية يمتد بها الصوت مدة، لكن ذلك الامتداد لا يبلغ مقدار ألف، أي مقدار نطق حرف المد).[١٣]

وقد عقد غانم قدوري الحمد مبحثاً خاصًا بالمدود في كتابه القيم الدراسات الصوتية عند علماء التجويد ذكر فيه أقوال علماء التجويد التي تباينت كثيرًا في تقدير زمن المد

فذكر أن مقادير المد تكاد (تنحصر بين المد مقدار ألفين، أي ضعف المد الطبيعي، وبين المد مقدار خمس ألفات، وبين ذلك مراتب من المد بحسب مذهب القراء، وبحسب نوع المد ومكانه، وبحسب أسلوب القراءة من الحدر والتحقيق).[١٤]

ثم ذكر أن علماء التجويد قد حاولوا ابتكار وسائل لقياس مقادير المد وضبطها (فالقول أن مقدار المد ألف أو ألفان مثلًا لا يكفي لبيان الزمن الذي يحتاجه نطق المد، فلابد من إيجاد وسيلة تساعد في ضبط زمن نطق الوحدة المستعملة في قياس طول المد وهي الألف، أي زمن نطق صوت الألف).[١٥]

ثم جمع نتائج دراسته لأقوال علماء التجويد في مسألة قياس وضبط زمن المد في وجود خمس طرق (لقياس زمن نطق الألف الذي اتخذه علماء التجويد أساسًا لقياس مقادير المدود، وتلك الطرق هي:

١. أن تقول (آ) مرة أو مرتين أو أكثر، كل مرة تساوي نطق ألف.
٢. العقد بالأصابع، ولعل معناه الطرق بأي من الأصابع على الإبهام، كل طرقة تقابل نطق ألف.
٣. أن تعد عددًا، فتقول: واحد، اثنان، ثلاثة..إلخ. وقد انفرد بذكر هذه الطريقة طاش كبرى زاده، وهو موضع نظر، لأن كل واحد من الأعداد المذكورة يتضمن صوت الألف إلى جانب أصوات أخرى، فكل كلمة تعادل في النطق أكثر من ألف.
٤. أن تمد صوتك بقدر قولك: ألف ألف.
٥. أو كتابتها، أي كتابة (ا) وليس كتابة **ألف** فيما نرجح، وانفرد علي القاري بذكر هاتين الطريقتين).[١٦]

والحق أن كل هذه الطرق المذكورة لا تصمد ولو للحظات أمام البحث الموضوعي، بل هي في أغلب الأحيان حجة من لا يملك تعليلاً، أو تعليل من لا يملك حجة. وقد شعر بذلك غانم قدوري الحمد نفسه، فختم حديثه عن هذه المسألة – مسألة مقادير المدود- بما يشير -من طرف خفي- إلي عدم قناعته بكل تلك الطرق التي تبدو غير موضوعية،

لكنه وجد لنفسه عذرًا في اعتمادها في بحثه؛ لتعذر حصوله علي أجهزة دقيقة لرصد مقادير المدود (وإذا كان استخدام أجهزة القياس الدقيقة في ضبط مقادير المدود غير متيسر الآن، فإن الطرق السابقة التي ذكرها علماء التجويد تظل صالحة للاستخدام حتى يتيسر استخدام طرق أكثر دقة وتحديدًا لقياس مقادير المدود).[١٧]

والحق أنني قصدت عمدًا الإطناب في نقل جهود غانم قدوري الحمد في هذه المسألة؛ لأؤكد –هنا– أنني لن أحاول مجاراته في جمع أقوال، ولن أحلل مقولات لبعض علماء التجويد أو علماء الأصوات، لكنني سأبدأ من حيث انتهي؛ لأن العذر الذي وجده لنفسه والذي نقله نصًا من كتاب إبراهيم أنيس[١٨] لم يعد بإمكاني أن أحتمي خلفه أو أستتر من ورائه. وعليه فقد شرعت في تحليل زمن المد في الآيات عينة الدراسة، حيث قمت بعرض الملفات الصوتية المذكورة علي تقنية برنامج HTK[١٩] والذي قام بدوره بتحديد الأزمان التي استغرقها كل فونيم ورد في قاعدة البيانات بالميللي ثانية، ثم قمت بمراجعتها واعتمادها ضمن المواصفات التقنية لشركة RDI، وعن طريق رصد نتائج تلك الجداول يمكن دراسة الأسباب التي قد تؤدي إلى زيادة أو نقصان المدى الزمني للفونيم، وذلك على النحو الآتي:

تفاوت مقادير المدود:

أولاً: محمد أيوب:

م	رمز الفونيم	م الزمن	م	رمز الفونيم	م الزمن
1	i	0.118	9	A4	1.786
2	A	0.123	10	a4	2.000
3	u	0.135	11	i4	2.020
4	a	0.138	12	u4	2.041
5	a2	0.305	13	i6	2.996
6	i2	0.309	14	a6	3.578
7	u2	0.291	15	A6	???
8	A2	0.293			

جدول ٣ يبين متوسط أزمان المدود المختلفة، التي جمعت في قاعدة بيانات الدراسة

ولا تقتصر نتيجة هذا الجدول على إدراك زمن المد بأشكاله المختلفة بل تتعداه إلى إبراز العوامل التي تؤثر في تقدير زمن هذه الحركات، وذلك على النحو الآتي:

جدول متوسط مقادير الحركات والمدود إذا سبقها صوت مجهور أو مهموس:

الحركة	متوسط الزمن بعد الصوت المهموس	متوسط الزمن بعد الصوت المجهور
/a/	0.113	0.113
/i/	0.121	0.122
/u/	0.115	0.138
/a2/	0.293	0.299
/i2/	0.269	0.291
/u2/	0.25	0.291
/a4/	2.004	1.87
/i4/	1.979	2.091
/u4/	2.091	2.043
/a6/	----	3.578
/i6/	----	2.996
/u6/	----	----

جدول ٤ يوضح متوسط مقادير الحركات والمدود حسب الجهر والهمس

ويُظْهِرُ الجدول بصفة عامة عدم اختلاف المدى الزمني للحركات والمدود إذا سبقت بصامت مجهور عن مثيلاتها المسبوقة بصامت مهموس.

جدول متوسط مقادير الحركات والمدود إذا تبعها صوت مجهور أو مهموس:

الحركة	**متوسط الزمن قبل الصوت المهموس**	**متوسط الزمن قبل الصوت المجهور**
/a/	0.114	0.162
/i/	0.105	0.125
/u/	0.140	0.166
/a2/	0.292	0.304
/i2/	0.284	0.294
/u2/	0.298	0.286
/a4/	----	----
/i4/	----	----
/u4/	----	----
/a6/	----	3.578
/i6/	----	2.996
/u6/	----	----

جدول ٥ يوضح متوسط مقادير الحركات والمدود حسب الجهر والهمس

يظهر الجدول بصفة عامة زيادة القيم الزمنية للحركات والمدود إذا أتبعت بصامت مجهور عن مثيلاتها المتبوعة بصامت مهموس ويمكن توضيح ذلك من خلال الاستنتاجات الآتية:

١. بلغ متوسط الفتحة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ١١٤ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٦٢ ميللي ثانية.
٢. بلغ متوسط الكسرة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ١٠٥ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الكسرة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٢٥ ميللي ثانية.
٣. بلغ متوسط الضمة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ١٤٠ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الضمة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٦٦ ميللي ثانية.
٤. بلغ متوسط الفتحة الطويلة (حركتان) المتبوعة بصوت مهموس ٢٩٢ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة —حركتان- المتبوعة بصوت مجهور ٣٠٤ ميللي ثانية.
٥. خلت أصوات العينة من صوت الفتحة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة — ست حركات- المتبوعة بصوت مجهور ٣٥٧٨ ميللي ثانية.
٦. بلغ متوسط الكسرة الطويلة (حركتان) المسبوقة بصوت مهموس ٢٨٤ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة —حركتان- المتبوعة بصوت مجهور ٢٩٤ ميللي ثانية.
٧. خلت أصوات العينة من صوت الكسرة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة — ست حركات- المتبوعة بصوت مجهور ٢٩٩٦ ميللي ثانية.
٨. بلغ متوسط الضمة الطويلة (حركتان) المتبوعة بصوت مهموس ٢٩٨ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة —حركتان- المتبوعة بصوت مجهور ٣٨٤ ميللي ثانية.

٩. خلت أصوات العينة من صوت الضمة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس أو مجهور.

نتائج الجداول:

١. زيادة المدة الزمنية للحركات المتبوعة بصوت مجهور عن مثيلتها المتبوعة بصوت مهموس، سواء أكانت الحركة طويلة أم قصيرة، وسواء أكانت مفتوحة أم مضمومة، وذلك مع كل الحركات عدا الكسرة الطويلة /i2/.

٢. اختلاف المدى الزمني للمد العارض للسكون عن المد الطبيعي وعن المد المتصل والمنفصل؛ لعامل النبر الذي أدى إلى زيادة المدة الزمنية للمد العارض للسكون حتى كادت أن تصل إلى ضعف المد الطبيعي (٤٠٢ ميللي ثانية) مع الأخذ في الاعتبار أن المشايخ عينة الدراسة التزموا جميعًا بوجه قصره على حركتين.

٣. أظهرت النتائج أن متوسط قيم الحركات القصيرة المتبوعة بهمزة أكبر من من قيم الحركات القصيرة المتبوعة بصوت مهموس وأقل من قيم الحركات المتبوعة بصوت مجهور، وهذا دليل على عدم انتماء صوت الهمزة إلى أي من القسمين.

٤. خلت العينة من المد الطبيعي المتبوع بالهمزة؛ وذلك لأن الهمزة سبب من أسباب المد الفرعي.

٥. أظهرت النتائج أن متوسط قيم الحركات القصيرة المفتوحة المرققة (/a/ = ١١٤ ميللي ثانية) أصغر من قيم الحركات المفتوحة المفخمة (/A/ = ١٦٢ ميللي ثانية).

اختبار T Test

لكي يتحقق الباحث من منطقية نتائج مخرجات الجداول السابقة عمد إلى إجراء اختبار الثقة المسمى بـــ T Test، وهو اختبار لمعرفة دلالة الفروق بين متوسطين، ويهدف الاختبار إلى التأكد من كون نتائج الجداول عشوائية أم أنها تعبر عن فروق ذات دلالة إحصائية. علمًا أن لهذا الاختبار ثلاث حالات، وسيعتمد البحث على الحالة الأولى فقط، التي تقوم على مقارنة متوسط عينة بمتوسط مجتمع (One Sample T Test).

نتائج الاختبار:

بعد عرض جداول قاعدة البيانات التي تحتوي على كل الأصوات على برنامج T Test أوضحت نتائج صدق الافتراضات ما يأتي:

م	الافتراض	النتيجة	نسبة الثقة
1	تأثير الصوت المجهور في الحركة السابقة له بالزيادة	قبول	0.050
2	تأثير الصوت المهموس في الحركة السابقة له بالنقص	قبول	0.050
3	تأثير الصوت المجهور في الحركة التالية له بالزيادة	رفض	0.052
4	تأثير الصوت المهموس في الحركة التالية له بالنقص	رفض	0.054
5	زيادة مدة المد العارض للسكون عن مدة المد الطبيعي	قبول	0.050
6	عدم تأثير الهمزة في زمن صوت المد بالزيادة أو النقصان	قبول	0.050
7	تأثير التفخيم في زمن صوت المد	رفض	0.053
8	عدم اختلاف زمن مد البدل عن زمن المد الطبيعي	قبول	0.040

جدول ٦ يعرض النتيجة التي خرجت من اختبار (T test) الذي قام بمستوى شك (α =٠,٠٥)، بمعنى أننا نثق في قرارنا المتخذ بنسبة ٩٥% ونشك بنسبة ٥%، وكانت القيمة الناتجة تحت (sig.2-tailed والتي تمثل P-Value أصغر من قيمة α =٠,٠٥ للدلالة على وجود فروق ذات دلالة إحصائية في البند ١ و ٢ و ٥ و ٦ و٨ــ في حين كانت النسبة أكبر من (٠,٠٥ %) في ٣ و٤ و٧،للدلالة على عدم وجود دلالة إحصائية.

ثانياً: عبد الله بصفر:

م	رمز الفونيم	م الزمن	م	رمز الفونيم	م الزمن
1	i	0.101	8	A2	0.267
2	A	0.103	9	u4	1.001
3	a	0.104	10	i4	1.091
4	u	0.106	11	a4	1.140
5	I2	0.220	12	A4	1.335
6	u2	0.235	13	i6	2.416
7	a2	0.258	14	a6	2.422

جدول ٧ يبين متوسط أزمان المدود المختلفة؛ التي جمعت في قاعدة بيانات الدراسة

ولا تقتصر نتيجة هذا الجدول على إدراك زمن المد بأشكاله المختلفة بل تتعداه إلى إبراز العوامل التي تؤثر في تقدير زمن هذه الحركات، وذلك على النحو التالي:

جدول متوسط مقادير الحركات والمدود إذا سبقها صوت مجهور أو مهموس:

الحركة	متوسط الزمن بعد الصوت المهموس	متوسط الزمن بعد الصوت المجهور
/a/	0.100	0.101
/i/	0.104	0.106
/u/	0.105	0.106
/a2/	0.267	0. 259
/i2/	0.210	0.243
/u2/	0.221	0.235
/a4/	1.118	1.126
/i4/	1.101	1.080
/u4/	1.062	1.068
/a6/	----	2.424
/i6/	----	2.425
/u6/	----	----

جدول ٨ يوضح متوسط مقادير الحركات والمدود حسب الجهر والهمس

ويُظْهِرُ الجدول بصفة عامة عدم اختلاف المدى الزمني للحركات والمدود إذا سبقت بصامت مجهور عن مثيلاتها المسبوقة بصامت مهموس.

جدول متوسط مقادير الحركات والمدود إذا تبعها صوت مجهور أو مهموس:

الحركة	متوسط الزمن قبل الصوت المهموس	متوسط الزمن قبل الصوت المجهور
/a/	0.094	0.108
/i/	0.095	0.107
/u/	0.112	0.120
/a2/	0.251	0.272
/i2/	0.433	0.221
/u2/	0.202	0.239
/a4/	----	0.985
/i4/	----	1.061
/u4/	----	0.865
/a6/	----	2.427
/i6/	----	2.416
/u6/	----	----

جدول ٩ يوضح متوسط مقادير الحركات والمدود حسب الجهر والهمس

يظهر الجدول بصفة عامة زيادة القيم الزمنية للحركات والمدود إذا أتبعت بصامت مجهور عن مثيلاتها المتبوعة بصامت مهموس ويمكن توضيح ذلك من خلال الاستنتاجات التالية:

١. بلغ متوسط الفتحة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ٩٤ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٠٨ ميللي ثانية.
٢. بلغ متوسط الكسرة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ٩٥ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الكسرة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٠٧ ميللي ثانية.
٣. بلغ متوسط الضمة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ١١٢ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الضمة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٢٠ ميللي ثانية.
٤. بلغ متوسط الفتحة الطويلة (حركتان) المتبوعة بصوت مهموس ٢٥١ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة –حركتان- المتبوعة بصوت مجهور ٢٧٢ ميللي ثانية.
٥. خلت أصوات العينة من صوت الفتحة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مجهور ٢٤٢٧ ميللي ثانية.
٦. بلغ متوسط الكسرة الطويلة (حركتان) المسبوقة بصوت مهموس ٤٣٣ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الكسرة الطويلة –حركتان- المتبوعة بصوت مجهور ٢٢١ ميللي ثانية.
٧. خلت أصوات العينة من صوت الكسرة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس، بينما بلغ متوسط الكسرة الطويلة – ست حركات- المتبوعة بصوت مجهور ٢٤١٦ ميللي ثانية.
٨. بلغ متوسط الضمة الطويلة (حركتان) المتبوعة بصوت مهموس ٢٠٢ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة –حركتان- المتبوعة بصوت مجهور ٢٣٩ ميللي ثانية.

٩. خلت أصوات العينة من صوت الضمة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس أو مجهور.

نتائج الجداول:

١. زيادة المدة الزمنية للحركات المتبوعة بصوت مجهور عن مثيلتها المتبوعة بصوت مهموس، سواء أكانت الحركة طويلة أم قصيرة، وسواء أكانت مفتوحة أم مضمومة، وذلك مع كل الحركات عدا الكسرة الطويلة /i2/.

٢. اختلاف المدى الزمني للمد العارض للسكون عن المد الطبيعي وعن المد المتصل والمنفصل؛ لعامل النبر الذي أدى إلى زيادة المدة الزمنية للمد العارض للسكون (٩٤٠ ميللي ثانية) حتي تخطت مقدار المد المتصل (٨٧٥ ميللي ثانية).

٣. أظهرت النتائج أن متوسط قيم الحركات القصيرة المتبوعة بهمزة أكبر من من قيم الحركات القصيرة المتبوعة بصوت مهموس وأقل من قيم الحركات المتبوعة بصوت مجهور، وهذا دليل على عدم انتماء صوت الهمزة إلى أي من القسمين.

٤. خلت العينة من المد الطبيعي المتبوع بالهمزة؛ لأن الهمزة سبب من أسباب المد الفرعي.

٥. أظهرت النتائج أن متوسط قيم الحركات القصيرة المفتوحة المرققة (/a/ = ١٠٦ ميللي ثانية) كانت مقاربة من قيم الحركات المفتوحة المفخمة (/A/ = ١٠٥ ميللي ثانية).

اختبار T Test

نتائج الاختبار:

بعد عرض جداول قاعدة البيانات التي تحتوي على كل الأصوات على برنامج T Test أوضحت نتائج صدق الافتراضات ما يأتي:

م	الافتراض	النتيجة	نسبة الثقة
1	تأثير الصوت المجهور في الحركة السابقة له بالزيادة	قبول	0.050

2	تأثير الصوت المهموس في الحركة السابقة له بالنقص	قبول	0.050
3	تأثير الصوت المجهور في الحركة التالية له بالزيادة	رفض	0.052
4	تأثير الصوت المهموس في الحركة التالية له بالنقص	رفض	0.054
5	زيادة مدة المد العارض للسكون عن مدة المد الطبيعي	قبول	0.050
6	عدم تأثير الهمزة في زمن صوت المد بالزيادة أو النقصان	قبول	0.050
7	تأثير التفخيم في زمن صوت المد	رفض	0.053
8	عدم اختلاف زمن مد البدل عن زمن المد الطبيعي	قبول	0.040

جدول ١٠ يعرض النتيجة التي خرجت من اختبار (T test) الذي قام بمستوى شك (α =٠,٠٥)، بمعنى أننا نثق في قرارنا المتخذ بنسبة ٩٥% ونشك بنسبة ٥%، وكانت القيمة الناتجة تحت (sig.2-tailed والتي تمثل P-Value أصغر من قيمة α =٠,٠٥ للدلالة على وجود فروق ذات دلالة إحصائية في البند ١ و ٢ و ٥ و ٦ و٨ــ في حين كانت النسبة أكبر من (٠,٠٥ %) في ٣ و٤ و٧،للدلالة على عدم وجود دلالة إحصائية.

ثالثاً: مشاري بن راشد:

م	رمز الفونيم	م الزمن	م	رمز الفونيم	م الزمن
1	i	0.102	8	A2	0.287
2	A	0.105	9	u4	1.007
3	a	0.106	10	i4	1.095
4	u	0.108	11	a4	1.150
5	I2	0.230	12	A4	1.346
6	u2	0.245	13	i6	2.428
7	a2	0.274	14	a6	2.437

جدول ١١ يبين متوسط أزمان المدود المختلفة التي جمعت في قاعدة بيانات الدراسة

ولا تقتصر نتيجة هذا الجدول على إدراك زمن المد بأشكاله المختلفة؛ بل تتعداه إلى إبراز العوامل التي تؤثر في تقدير زمن هذه الحركات، وذلك على النحو التالي:

تفاوت مقادير المدود:

جدول متوسط مقادير الحركات والمدود إذا سبقها صوت مجهور أو مهموس:

الحركة	متوسط الزمن بعد الصوت المهموس	متوسط الزمن بعد الصوت المجهور
/a/	0.099	0.100
/i/	0.106	0.106
/u/	0.106	0.105
/a2/	0.279	0.306
/i2/	0.220	0.260
/u2/	0.233	0.235
/a4/	1.131	1.196
/i4/	1.108	1.064
/u4/	1.068	1.070
/a6/	----	2.437
/i6/	----	2.428
/u6/	----	----

جدول ١٢ يوضح متوسط مقادير الحركات والمدود حسب الجهر والهمس

ويُظْهِرُ الجدول بصفة عامة عدم اختلاف المدى الزمني للحركات والمدود إذا سبقت بصامت مجهور عن مثيلاتها المسبوقة بصامت مهموس.

جدول متوسط مقادير الحركات والمدود إذا تبعها صوت مجهور أو مهموس:

الحركة	متوسط الزمن قبل الصوت المهموس	متوسط الزمن قبل الصوت المجهور
/a/	0.097	0.111
/i/	0.096	0.107
/u/	0.114	0.121
/a2/	0.261	0.282
/i2/	0.443	0.225
/u2/	0.206	0.241
/a4/	----	0.995
/i4/	----	1.066
/u4/	----	0.875
/a6/	----	2.437
/i6/	----	2.428
/u6/	----	----

جدول ١٣ يوضح متوسط مقادير الحركات والمدود حسب الجهر والهمس

يظهر الجدول بصفة عامة زيادة القيم الزمنية للحركات والمدود إذا أتبعت بصامت مجهور عن مثيلاتها المتبوعة بصامت مهموس، ويمكن توضيح ذلك من خلال الاستنتاجات التالية:

١. بلغ متوسط الفتحة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ٩٧ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١١١ ميللي ثانية.
٢. بلغ متوسط الكسرة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ٩٦ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الكسرة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٠٧ ميللي ثانية.
٣. بلغ متوسط الضمة القصيرة المتبوعة بصوت مهموس ١١٤ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الضمة القصيرة المتبوعة بصوت مجهور ١٢١ ميللي ثانية.
٤. بلغ متوسط الفتحة الطويلة (حركتان) المتبوعة بصوت مهموس ٢٦١ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة –حركتان– المتبوعة بصوت مجهور ٢٨٢ ميللي ثانية.
٥. خلت أصوات العينة من صوت الفتحة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة –ست حركات– المتبوعة بصوت مجهور ٢٤٣٧ ميللي ثانية.
٦. بلغ متوسط الكسرة الطويلة (حركتان) المسبوقة بصوت مهموس ٤٤٣ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة —حركتان– المتبوعة بصوت مجهور ٢٢٥ ميللي ثانية.
٧. خلت أصوات العينة من صوت الكسرة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة –ست حركات– المتبوعة بصوت مجهور ٢٤٢٨ ميللي ثانية.
٨. بلغ متوسط الضمة الطويلة (حركتان) المتبوعة بصوت مهموس ٢٠٦ ميللي ثانية، بينما بلغ متوسط الفتحة الطويلة —حركتان– المتبوعة بصوت مجهور ٢٤١ ميللي ثانية.

٩. خلت أصوات العينة من صوت الضمة الطويلة (ست حركات) المتبوعة بصوت مهموس أو مجهور.

نتائج الجداول:

١. زيادة المدة الزمنية للحركات المتبوعة بصوت مجهور عن مثيلتها المتبوعة بصوت مهموس، سواء أكانت الحركة طويلة أم قصيرة، وسواء أكانت مفتوحة أم مضمومة، وذلك مع كل الحركات عدا الكسرة الطويلة /i2/.

٢. اختلاف المدى الزمني للمد العارض للسكون عن المد الطبيعي وعن المد المتصل والمنفصل؛ لعامل النبر الذي أدى إلى زيادة المدة الزمنية للمد العارض للسكون (١٠٤٠ ميللي ثانية) حتى تخطت مقدار المد المصل (٠,٨٧٥ ميللي ثانية).

٣. أظهرت النتائج أن متوسط قيم الحركات القصيرة المتبوعة بهمزة أكبر من من قيم الحركات القصيرة المتبوعة بصوت مهموس وأقل من قيم الحركات المتبوعة بصوت مجهور، وهذا دليل على عدم انتماء صوت الهمزة إلى أي من القسمين.

٤. خلت العينة من المد الطبيعي المتبوع بالهمزة؛ لأن الهمزة سبب من أسباب المد الفرعي.

٥. أظهرت النتائج أن متوسط قيم الحركات القصيرة المفتوحة المرققة (/a/ = ١٠٦ ميللي ثانية) كانت مقاربة من قيم الحركات المفتوحة المفخمة (/A/ = ١٠٥ ميللي ثانية).

اختبار T Test

نتائج الاختبار:

بعد عرض جداول قاعدة البيانات التي تحتوي على كل الأصوات على برنامج T Test أوضحت نتائج صدق الافتراضات ما يأتي:

م	الافتراض	النتيجة	نسبة الثقة
1	تأثير الصوت المجهور في الحركة السابقة له بالزيادة	قبول	0.050

2	تأثير الصوت المهموس في الحركة السابقة له بالنقص	قبول	0.050
3	تأثير الصوت المجهور في الحركة التالية له بالزيادة	رفض	0.052
4	تأثير الصوت المهموس في الحركة التالية له بالنقص	رفض	0.054
5	زيادة مدة المد العارض للسكون عن مدة المد الطبيعي	قبول	0.050
6	عدم تأثير الهمزة في زمن صوت المد بالزيادة أو النقصان	قبول	0.050
7	تأثير التفخيم في زمن صوت المد	رفض	0.053
8	عدم اختلاف زمن مد البدل عن زمن المد الطبيعي	قبول	0.040

جدول ١٤ يعرض النتيجة التي خرجت من اختبار (T test) الذي قام بمستوى شك (α =٠,٠٥)، بمعنى أننا نثق في قرارنا المتخذ بنسبة ٩٥% ونشك بنسبة ٥%، وكانت القيمة الناتجة تحت (sig.2-tailed والتي تمثل P-Value أصغر من قيمة α =٠,٠٥ للدلالة على وجود فروق ذات دلالة إحصائية في البند ١ و ٢ و ٥ و ٦ و٨ــ في حين كانت النسبة أكبر من (٠,٠٥ %) في ٣ و٤ و٧، للدلالة على عدم وجود دلالة إحصائية.

الخاتمة:

حاولت في هذه الدراسة تحليل أصوات الحركات والمدود في القرآن الكريم، باستخدام تقنيات التحليل الصوتي من أجل التعرف على دور المؤثرات السياقية في تحديد المدى الزمني للحركات، اعتماداً على تسجيلات لعينة البحث التي ضمت مجموعة من المشايخ المشهود لهم بإتقان تلاوة القرآن الكريم، وهم: عبد الله بصفر، ومحمد أيوب، ومشاري بن راشد العفاسي، وذلك بهدف معرفة إذا كانت النتائج المتعلقة بتقدير المدى الزمني للمدود في القرآن الكريم ظاهرة خاصة شخصية تختلف بين قارئ وآخر حسب طبيعة قرآته أو مزاجه الشخصي أم أنها قاعدة عامة أو ظاهرة إنسانية لا يمكن الانفكاك عنها فسيولوجيًّا؛ لأنها تعتمد على سياق ورود هذه الأصوات.

وختامًا فقد حاولت هذه الدراسة معالجة دور المؤثرات السياقية في تقدير المدى الزمني للفونيم حال النطق بأصوات القرآن الكريم معالجة حاسوبية، وقد خلصت إلى مجموعة من النتائج يمكن إبرازها كالآتي:

١. وجود عوامل تؤثر في تحديد المدة الزمنية للحركات والمدود في القرآن الكريم، ومن أهمها طبيعة الصوت السابق أو اللاحق للحركة الطويلة أو الكثيرة، وكذا موضع هذه الحركة في الكلمة، والنبر الواقع عليها.

٢. زيادة المدة الزمنية للحركات المتبوعة بصوت مجهور عن مثيلتها المتبوعة بصوت مهموس، سواء أكانت الحركة طويلة أم قصيرة، وسواء أكانت مفتوحة أم مكسورة أم مضمومة.

٣. عدم تأثير الأصوات المهموسة أو المجهورة التي تأتي قبل الحركات مباشرة في تقدير زمن تلك الحركات.

٤. اختلاف المدى الزمني للمد العارض للسكون عن المد الطبيعي وعن المد المتصل والمنفصل؛ لعامل النبر الذي أدى إلى زيادة المدة الزمنية للمد العارض للسكون حتى كادت أن تصل إلى ضعف المد الطبيعي، مع الأخذ في الاعتبار أن المشايخ عينة الدراسة التزموا جميعًا بوجه قصره على حركتين.

٥. ظهرت متوسطات قيم الحركات القصيرة المتبوعة بهمزة والتي ظهرت بقيم أكبر من قيم الحركات المتبوعة بصوت مهموس وأقل من قيم الحركات المتبوعة بصوت مجهور، وهذا دليل على عدم انتماء صوت الهمزة إلى أي من القسمين.

٦. تقارب متوسطات مد البدل مع متوسطات المد الطبيعي (٢٩٢ ميللي ثانية).

٧. مع أن متوسط قيم الحركات القصيرة المفتوحة المرققة ظهرت بقيم أصغر من قيم الحركات القصيرة المفتوحة المفخمة، إلا أن اختبار (T Test) لم يقر هذه النتيجية لعدم انتظامها منطقيًّا ورياضيًّا.

هوامش البحث:

[١] ابن جني، أبو الفتح عثمان، **الخصائص**، تحقيق: محمد علي النجار، (القاهرة: ١٩٥٢- ١٩٥٦م)، ج١، ص٣٣.

[٢] فتيح، محمد، **الأصوات العامة والأصوات العربية**، (القاهرة: دار الثقافة العربية، د. ت)، ص١٧٨.

[٣] انظر:

http://www.langsci.ucl.ac.uk/ipa/ipachart.html .

[٤] انظر:

http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa /.

[٥] برنامج كتابة النصوص العربية بالحروف الرومانية المعتمد لدى الجامعة الإسلامية العالمية بماليزيا، ينظر: http://rotas.iium.edu.my/.

[٦] برنامج لتوليد الكتابة الصوتية من الحروف العربية، والصوتيات القرآنية، أنتجته الشركة الهندسية لتطوير نظم الحاسبات (RDI)، ينظر: http://www.rdi-eg.com/.

[٧] المختصر الكتابي (RDI) عبارة عن اختصار ل (Reasearch and Development International) ويمثل العلامة المسجلة للشركة الهندسية لتطوير نظم الحاسبات، وهي من كبرى المؤسسات العربية المتخصصة في إعداد قواعد بيانات معالجة اللغة العربية حاسوبياً وتطوير أنظمة التعرف الآلي على اللغة العربية بكافة مستوياتها الصوتية والصرفية والنحوية والمعجمية والدلالية، ينظر: http://www.rdi-eg.com/.

[٨] الشاهد هنا –كلمة شَيْءٌ– قد يكون مقدار مد اللين فيها حركتان أو أربعة أو ست حركات.

[٩] الشاهد هنا –كلمة قَوْمٌ– قد يكون مقدار مد اللين فيها حركتان أو أربعة أو ست حركات.

[١٠] لم يستطع الباحث الاعتماد على الرموز الدولية المشهورة والمتمثلة في (IPA) أو نظام (SAMPA) أو برنامج (ROTAS) نظراً لأن كل هذه الأنظمة لا تتواءم مع صوتيات القرآن الكريم؛ حيث لا نجد فيها رموزاً للمدود بأنواعها أو القلقلة أو الغنة، وعليه فقد قرر الاعتماد على برنامج الكتابة الصوتية (Transcriptor) المبني على الألفبائية المعتمدة لدى الشركة الهندسية لتطوير نظم الحاسبات (RDI).

[١١] عمر، أحمد مختار، **دراسة الصوت اللغوي**، (القاهرة: عالم الكتب، ٢٠٠٠م)، ص٣٤.

[١٢] عبارة متوسط الزمن أو متوسط المد أو متوسط قيمة المعالم في البحث لا تعني أن هذه القيمة تقريبية، لكنها ترجمة للمصطلح الإنجليزي (Average) الذي يجمع كل القيم للعينات ثم يقسمها على عدد تلك العينات.

[١٣] الحمد، غانم قدوري، **الدراسات الصوتية عند علماء التجويد**، (عمان: دار عمار للتوزيع، ٢٠٠٣م)، ص ٥٣٦.

[١٤] السابق نفسه، ص٥٣٩.

[١٥] السابق نفسه، ص٥٤٠.

[١٦] السابق نفسه، ص٥٤١.

[١٧] السابق نفسه، ص٥٤١.

[١٨] انظر: أنيس، إبراهيم ، **الأصوات اللغوية**، ط٥، (القاهرة: مكتبة الأنجلو، ١٩٧٥م)، ص١٥٩.

[١٩] المختصر الكتابي (HTK) عبارة عن اختصار لـــ (Hidden Markov Model Toolkit - Speech Recognition toolkit) ويمثل مجموعة أدوات نماذج ماركوف المخفية، التي تفيد في تحليل الصوت اللغوي، ويشيع استخدامها في أنظمة التعرف الآلي على الصوت المنطوق (Speech Recognition)، ينظر: http://htk.eng.cam.ac.uk/.

References: **المراجع:**

Al-Ḥamad, Ghānim Qaddūriyy, *al-Dirāsāt al-Ṣawtiyyah ʿind ʿulamāʾ al-Tajwīd*, (Amman: Dār ʿammār li al-Tawzīʿ, 2003).

ʾanīs, ʾibrāhīm, *al-ʾaṣwāt al-Lughawiyyah*, 5th edition, (Cairo: Maktabah al-ʾanjlu, 1975).

Fatīḥ, Muḥammad, *al-ʾaṣwāt al-ʿammah wa al-ʾaṣwāt al-ʿarabiyyah,* (Cairo: Dār al-Thaqāfah al-ʿarabiyyah, no date).

Ibn Jiniyy, Abū al-Fatḥ ʿuthmān, *al-Khaṣāʾiṣ*, ed. Muḥammad ʿalī al-Najār, (Cairo: 1952- 1956).

ʿumar, Aḥmad Mukhtār, *Dirāsah al-Ṣawt al-Lughawiyy*, (Cairo: ʿālam al-Kutub, 2000).

http://htk.eng.cam.ac.uk/.

http://rotas.iium.edu.my/.

http://www.langsci.ucl.ac.uk/ipa/ipachart.html.

http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa /.

http://www.rdi-eg.com/.