الأمدَاء الزمنِيَّة لأصوات اللُّغة العربِيَّة– دراسة نطقِيَّة فيزيائِيَّة

د. حُسَيْن مُحَمَّد عَلي البَسُومي– كليَّة الآداب جامعة الوادي الجديد

المقدمـــــة

تعد قضية الأمداء الزمنية للأصوات اللغوية العربية إحدى القضايا البحثية الصوتية التي لا تزال في حاجة إلى كثير من الجهود لاستجلاء غوامضها، وصياغة ضوابطها، وذلك لأهميتها في تحقيق النطق الصحيح للغة، وصعوبة بحثها ودراستها. والمدى الزمني لصوت معين ظاهرة مركبة ونسبية، فهو يتباين عن غيره تبعًا لخصائص ذلك الصوت، وسياقه الصوتي، وطبيعة الجهاز النطقي للمتكلم، وأحواله النفسية والاجتماعية والصحية، فالمدى الزمني للصوت الواحد لا يثبت بتكرار أدائه من المتكلم نفسه، هذا بالإضافة إلى تغير طبيعته وأدوات دراسته بتغير المرحلة التي يمر بها، سواء كانت نطقية أو فيزيائية أو سمعية.

ولعل الطبيعة التجريبية المعملية للمرحلة الفيزيائية من دراسة الصوت اللغوي قد وسمت منهج البحث الصوتي الفيزيائي بالموضوعية إلى حد كبير مقارنة بمنهجه في المرحلتين النطقية والسمعية، ومن ثم فقد أصبح من الأهمية بمكان الإفادة من أدوات ومناهج البحث الفيزيائي للصوت اللغوي في دراسة المرحلتين الأخريين، وفي ضوء ذلك يحاول هذا البحث رصد ظاهرة تباين المدى الزمني للأصوات العربية فيزيائيا، وتفسير ذلك التباين في ضوء الخصائص الفسيولوجية النطقية لها، انطلاقا من أن القيم الرقمية الفيزيائية للأصوات هي إعادة تمثيل لخصائصها النطقية، كما تتمثل أهمية هذا البحث في أنه اعتمد في التحليل إحدى التقنيات الصوتية الحديثة ذات الدقة العالية في تعيين الأمداء الزمنية للأصوات العربية، في محاولة منه لتقديم نتائج يمكن البناء عليها في التطبيقات الصوتية الحاسوبية، ودراسة الخصائص الصوتية الأخرى للفونيمات الرئيسية والثانوية للغة العربية.

وقد اختطت الدراسة لنفسها حدودًا منهجية تمكنها من بلوغ أهدافها، وتمنعها من التشتت وراء التفاصيل الكثيرة، حيث اقتصرت على دراسة الأمداء الزمنية للأصوات العربية المعاصرة الفصيحة بقسميها: الصوامت، وهي متبوعة بإحدى الحركات الست، والحركات، وهي مسبوقة بأحد الصوامت الثمانية والعشرين، وقد استثنيت الصوامت الساكنة؛ لاختلاف طبيعة أمدائها الزمنية عنها وهي متبوعة بحركة؛ حيث يؤدي افتقادها الوظيفة التصويتية التي تنهض بها

الحركات، إلى إشباع الاعتماد على خصائصها النطقية في تحصيل نغمتها الخاصة، ومن ثم اختلفت طبيعة أمدائها الزمنية عنها وهي متحركة، وهو ما يحتاج رصده وتفسيره إلى دراسة أخرى مستقلة.

وقد عقدت الدراسة تجربة موجهة لتحقيق غاياتها، وقد روعي فيها ما يلي:

- اختيار أحد أبناء اللغة العربية المشهود لهم بدقة النطق، وانضباط الأداء[1].
- إجراء التسجيلات داخل ستديو مخصص للتسجيلات الصوتية، حتى يمكن تجنب تأثير الضوضاء في خصائص الأصوات.
- وضع كل صوت في سياق صوتي حيادي مصنوع؛ للتقليل من أثر المماثلة الصوتية بين الأصوات بقدر الإمكان، وحصرها فقط في تأثير الصامت على الحركات الست، وتأثره بها، حيث اقتصر السياق على الصامت متبوعًا بإحدى الحركات ثم تكراره ساكنًا، حتى يغلق المقطع، ويضبط الأمداء الزمنية للحركات، وبذلك أصبح السياق أحد مقطعين، إما (ص ح ص) وذلك إذا أتبع الصامت بحركة قصيرة، كما في: بَبْ/ بُبْ/ بِبْ ، أو (ص ح ح ص) وذلك إذا أتبع الصامت بحركة طويلة، كما في: بابْ/ بوبْ/ بيبْ.
- اعتماد أحد أدق البرامج المعتمدة في البحوث والأعمال الصوتية التطبيقية، وهو برنامج برات Praat.

اعتمد البحث في دراسة قضيته المنهجَ الوصفي التجريبي، مستعينًا بإجراءات أخرى كالتحليل والإحصاء في استخلاص القيم الفيزيائية للأصوات، وتحديد متوسطاتها، وترتيبها. وقد جاء البحث في ثلاثة مباحث، عرض المبحث الأول لعدد من القضايا التي تمهد لدراسة الأمداء الزمنية للأصوات، وارتباطها بالخصائص الصوتية لها، وتفرع منه ثلاثة مطالب، الأول بعنوان: التحليل النطقي والفيزيائي للصوت اللغوي، والثاني بعنوان: علاقة المدى الزمني بخصائص الصوت اللغوي، والثالث بعنوان: قائمة ترتيب الأمداء الزمنية للأصوات العربية، ثم تناول المبحث الثاني تأثر المدى الزمني بخصائص الصوامت العربية، واندرج تحته أربعة مطالب: الأول بعنوان: تأثر المدى الزمني بالوقف والاحتكاك، والثاني بعنوان: تأثر المدى الزمني بالجهر والهمس، والثالث بعنوان: تأثر المدى الزمني بالتفخيم والترقيق، والرابع بعنوان: تأثر المدى

[1] هو الأستاذ محمد الجزار، وهو متخصص في الأداء الصوتي باللغة العربية الفصحى لدى شركة المتحدة للبرمجيات حاليًا، وإذاعة أم القيوين بالإمارات العربية المتحدة سابقًا.

الزمني بالخصائص الصوتية البينية، أما المبحث الثالث فقد عرض لتأثر المدى الزمني بخصائص الحركات العربية، ثم اختتم البحث بخاتمة اشتملت على أهم النتائج التي انتهى إليها، وعدد من التوصيات التي اقترح دراستها.

المبحث الأول: قضايا تمهيدية

المطلب الأول: التحليل النطقي والفيزيائي للصوت اللغوي:

الصوت اللغوي هو ذلك الصوت الذي يصدر عن الجهاز النطقي عند الإنسان، وهو يختلف عن سائر الأصوات التي تحدث عن أسباب أو أدوات أخرى،[1] ويتمثل الجانب النطقي للأصوات اللغوية في الإجراءات التصويتية التي يؤديها الجهاز النطقي من أجل إصدارها، حيث يتلقى عمود الهواء القادم من الرئتين عددًا من الاعتراضات في مواضع متفرقة وبنسب متباينة، ينتج عنها نغمات متفاوتة في القوة والوضوح والمدى الزمني، تميز كل صوت عن بقية الأصوات، أما الجانب الفيزيائي فيتمثل في الاضطرابات التي تحدثها تلك النغمات في الهواء فور خروجها من فم المتكلم، ويمكن قياس تلك النغمات فيزيائيًّا من خلال قياس مكوناتها الأساسية، وهي:

- الشدة Intensity، ويقصد بها كمية الطاقة المتدفقة في الموجات الصوتية خلال وحدة زمنية معينة، ووحدة قياسها هي الديسبل، ويعني مقدار طاقة الموجة الصوتية خلال ثانية واحدة، و"ترتبط شدة الصوت فسيولوجيا بشكل عام بالطاقة العضلية لأعضاء النطق، والضغط تحت الحنجرة، فكلما ازداد هذا الضغط، وزادت تلك الطاقة، اتسع مدى الموجات الصوتية واشتد الصوت"[2].
- النغمة Pitch، وتسمى أيضًا درجة الصوت، ووحدة قياسها هي الهيرتز، ويعني عدد الذبذات التي تتكون منها الموجة الصوتية خلال الثانية الواحدة، وتتوقف خصائص كل نغمة على ترددها frequency، وهو ما يقابل اهتزاز الوترين الصوتيين من الناحية الفسيولوجية، وكلما زاد معدل اهتززا الوترين الصوتيين، زادت النغمة الصادرة عنهما، وهي التي تعتمد عليها الأذن في التمييز بين حدة الصوت وغلظته[3].

([1]) علم اللغة: مقدمة للقارئ العربي، محمود السعران، دار الفكر العربي، القاهرة، ط2، 1997م، ص 85.

([2])علم الصوتيات، د . عبد العزيز أحمد علام، ود. عبد الله ربيع محمود، مكتبة الرشد، 2009م، ص 154.

([3])السابق، ص 155.

- الحزم الصوتية formants ويقصد بها مجموعة الترددات والنغمات التوافقية التي توزع عليها الطاقة، فتجعل من أماكن تركز تلك الطاقة قممًا في القوة والوضوح، وتختلف هذه القمم في عددها وانتشارها من صوت إلى آخر.[1]

وقد صمم المختصون معامل ومختبرات صوتية لقياس تلك الموجات الصوتية وتحويلها إلى صور طيفية وتذبذبية مرئية، والتعبير عنها بالقيم الرقمية تسهيلا لقياسها، وقد طوروا حديثا برامج حاسوبية تختزل آلات وأجهزة تلك المختبرات الصوتية، وتعطي نتائج أعلى دقة في سرعة وسهولة، ومن أشهر هذه البرامج برنامج "برات Praat"[2]، الذي أشرف على إنتاجه وتطويره كل من "باول بويرسما" و"ديفيد وينينك" المدرسان في معهد علوم الصوتيات في جامعة أمستردام، والبرنامج يمكّن الباحثين على نحو دقيق من رؤية الخصائص الصوتية للأصوات من خلال مطالعة رسومها الطيفية والتذبذبية، والحصول على قيمها ومتوسطاتها الرقمية التي تعين على تحليل تلك النتائج واستخراج خصائصها بدقة، وذلك يشمل:

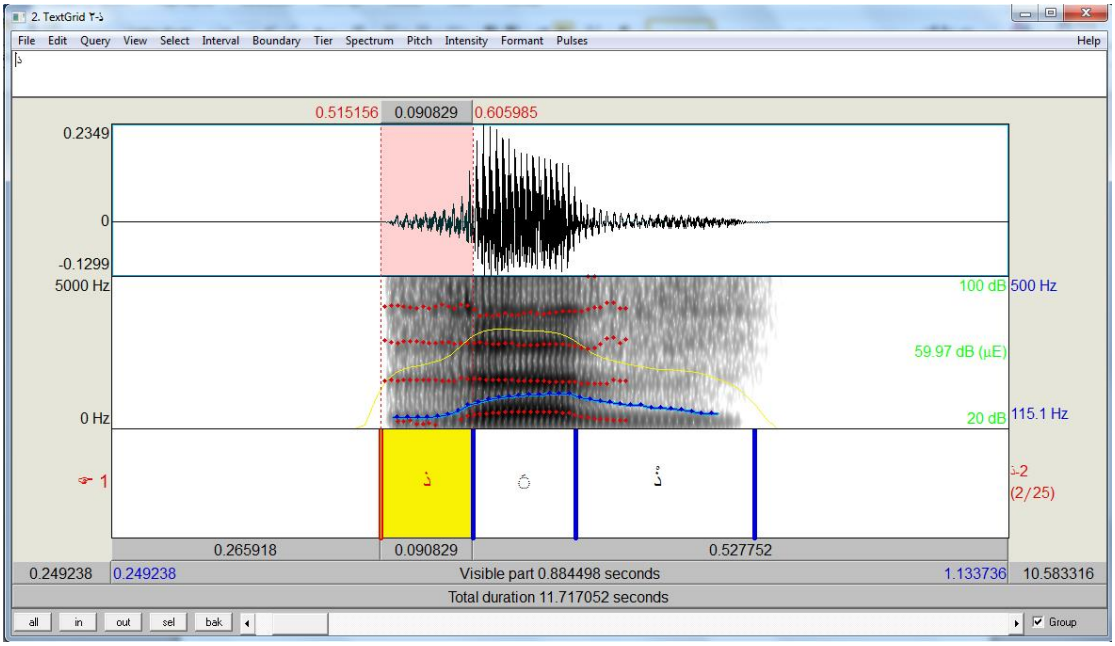
- النغمة الحنجريةpitch، وتقاس بالهيرتز، ويمثله طيفيًّا خط متصل أزرق، وتذبذبيًّا موجات منتظمة.
- الشدةIntensity، وتقاس بالديسبل، ويمثلها طيفيًّا خط أصفر متصل، كما يزداد كثافة اللون بعلو الشدة وتقل كثافته بقلتها.
- الحزم أو المعالم الصوتية، Formants وهي تمثل النغمات غير الحنجرية الناتجة عن الإجراءات التصويتية الأخرى، وهي أربعة معالم، وقد تزيد إلى خمسة لبعض الأصوات، كالاحتكاك والانفجار والتفخيم... وكذلك الناتجة عن عمليات التقوية والفلترة، ويرمز لها بالرموز: (F1–F2–F3–F4–F5)، وتقاس بالهيرتز، وتمثل طيفيًّا بخطوط حمراء متقطعة.
- المدى الزمنيDuration، ويقاس بالثانية، وهو المدة التي تؤدَّى خلالها كل الإجراءات التصويتية المحدثة للصوت، ويمثل له في الرسم الطيفي التذبذبي بكتابة المدة الزمنية أسفله

---

(1) دراسة الصوت اللغوي، د. أحمد مختار عمر، عالم الكتب، القاهرة، 1997م، ص22–34، وانظر: علم الصوتيات، د . عبد العزيز أحمد علام، ود. عبد الله ربيع محمود، ص 147.

(2) يعد هذا البرنامج من أشهر البرامج الصوتية في الجامعات العالمية والمعاهد والمؤسسات الصوتية المهتمة بمعالجة الصوت البشري حاسوبيًّا، وهو برنامج مجاني متاح لجميع الباحثين، ويمكن الحصول عليه، مع دليل يوضح كيفية استخدامه، ويبين خصائص نتائجه، من خلال الموقع الرسمي للبرنامج http://www.fon.hum.uva.nl/praat/.

وأعلاه. أما القيم الرقمية فيمكن الحصول عليها مباشرة من واجهة الرسم الطيفي، أو من خلال قوائم البرنامج التي تعرض لها مفصلة ومجملة، وفيما يلي نموذج توضيحي لواجهة التحليل الطيفي والتذبذي:



الشكل (1) صورة لواجهة برنامج برات Praat

يمثل الشكل السابق واجهة برنامج برات للمقطع (ذَذْ) المكون من صوت الذال، ثم حركة الفتحة، ثم الذال ساكنًا، وهي مقسمة إلى ثلاثة أقسام ترتيبها من الأعلى:

- الرسم التذبذي، وهو يعرض لشكل الذبذبات على نحو يبين طولها الموجي، وكثافتها، ويظهر على يساره أرقام سوداء توضح اتساع تردد الموجة حول خط الأساس، وهو يتردد بين 0.1299- حتى 0.2349، ويمكن التمييز بصريًّا بين نوعين من الموجات أحدهما منتظم كما في الأصوات المجهور، والآخر عشوائي مضطرب كما في الأصوات المهموسة.
- الرسم الطيفي، وهو يعرض شدة الصوت ونغماته على نحو منظور، ويتخلله أكثر من منحنى، أحدها أزرق يشير إلى النغمة الأساس (النغمة الحنجرية)، والثاني أصفر يشير إلى شدة الصوت، وعدد من المنحنيات الحمراء المتقطعة التي تشير إلى النغمات المصاحبة للنغمة الأساس، والنغمات الأخرى غير الحنجرية، وما طرأ عليها من تقوية وفلترة، ويعبر ارتفاع تلك المنحنيات أو انخفاضها عن قوة القيم الفيزيائية لكل منها أو ضعفها.

كما تظهر على يمينه أرقام باللون الأزرق وحدتها الهرتز، وهي مقياس للنغمة الأساس، أو النغمة الحنجرية، والحد الأدنى المبين على الواجهة هو 75 Hz (75 هيرتز)، والحد الأقصى هو 500Hz ومتوسط النغمة الأساس للصوت محل التحليل هو 141Hz، أما الأرقام الخضراء فهي مقياس لشدة الصوت ووحدتها الديسبل، وتبدأ من 20db إلى 100db، بالإضافة إلى متوسط شدة الصوت محل التحليل وهو: 59.79db، كما تظهر على يسار الرسم الطيفي أرقام سوداء، وهي مقياس لنغمات معالم الصوت، والحزم الصوتية، وهي تبدأ من الصفر حتى 5000Hz.

- هامش يكتب فيه الصورة النصية للصوت المحلل، بحيث تسهل المراجعة والتدقيق، ويظهر أسفل الهامش مدرج زمني، يحدد فيه المدى الزمني الإجمالي للمقطع الصوتي، وكذلك المدى الزمني للجزء المحدد منه.

المطلب الثاني: علاقة المدى الزمني بخصائص الصوت اللغوي:

المدى الزمني للصوت Duration هو الزمن الذي يستغرقه إنتاج صوت في سياق معين من حين شروع الجهاز النطقي في إنتاجه إلى حين الانتهاء منه[1]، وقد يطلق عليه مصطلحات أخرى، مثل: مصطلح (الكم الزمني) أو (الزمن) أو (الطول) [2]، وللمدى الزمني ثلاثة أبعاد، الأول نطقي، وهو زمن إنتاج الصوت، والثاني فيزيائي، وهو زمن الموجات الصوتية المكونة للصوت في المرحلة بين المتكلم والسامع، والثالث سمعي، وهو الزمن الذي تميز به الأذن بين صوت وآخر، ويتحدد البعدان الثاني والثالث تبعًا للبعد الأول، فالقيم الصوتية الفارقة بين الأصوات في المرحلة النطقية تثبت أو تكاد عندما تنتقل الأصوات إلى المرحلتين التاليتين، ومن ثم فقياس المدى الزمني للصوت في إحدى مراحله الثلاث، هو قياس له في كل المراحل. والبحث يعتمد برنامج برات Praat في قياس المدى الزمني الفيزيائي للأصوات، ومحاولة تفسيرها في ضوء الإجراءات التصويتية النطقية المحدثة لها.

([1]) الأصوات اللغوية، د. إبراهيم أنيس، مطبعة نهضة مصر، مصر، ص 80.

([2]) نحو منظومة للمقايسة الصوتية الكمية ومدى عمقها في تحليل الخطاب اللغوي وأهميتها في تعليم اللغات: تنظير وتجريب، د. محمد ثناء الله الندوي، أعمال المؤتمر العالمي لتعليم اللغة العربية لغير الناطقين بها، جامعة الملك سعود، 2009، ص191، وانظر: الأصوات الذلقية في اللغة العربية: دراسة تطبيقية مخبرية، نجيدة ولهاصي، رسالة دكتوراه، جامعة أبي بكر بلقايد، الجزائر، ص74.

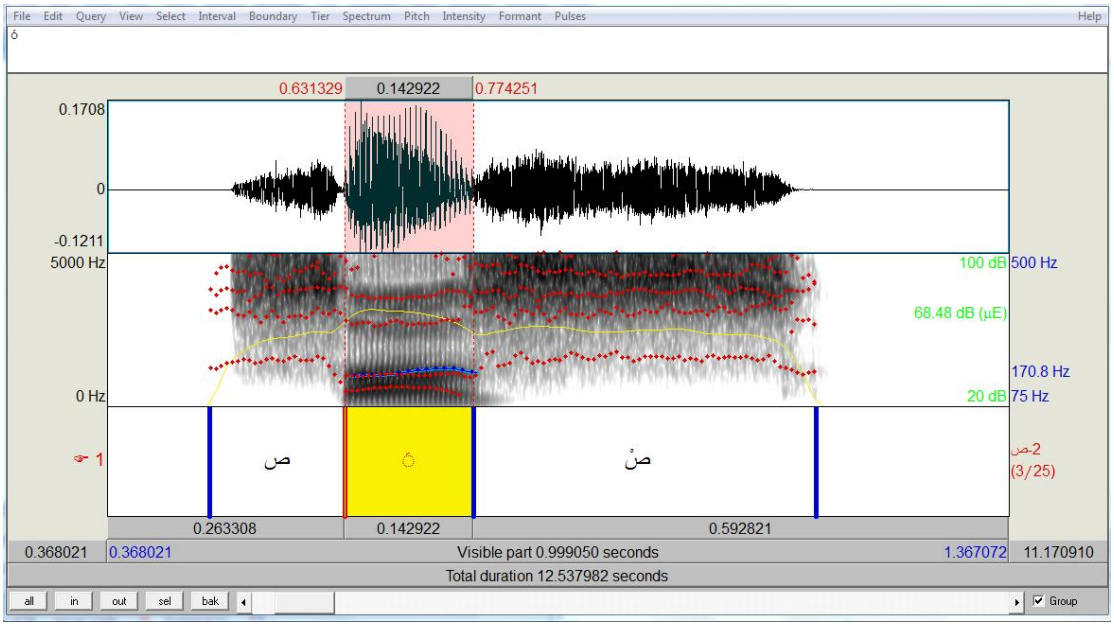
يتألف الصوت اللغوي من مجموع الخصائص والنغمات الصوتية الناتجة عن تفاعل الجهاز النطقي مع عمود الهواء المار خلاله أثناء النطق. وتتباين الأصوات تبعا لتباين تلك النغمات الجزئية، كالتي تصدر عن اهتزاز الوترين الصوتيين، أو الاحتكاك، أو الانفجار، أو الصفير أو التفشي ...إلخ، وتختلف النغمة الجزئية الواحدة من صوت إلى آخر تبعا لشدتها، وطبيعة المخرج المنتج لها، والنغمات الأخرى المصاحبة لها، وكذلك بما تتعرض له من عمليات التقوية والفلترة خلال مرورها بالتجاويف الرنينية التي تتشكل على مدى الجهاز النطقي. والمدى الزمني لكل صوت يتناسب مع مجموع خصائص نغماته الجزئية المكونة له، بحيث يتسع أو يضيق وفق ما يحتاجه تمام إصدارها، فيتباين لذلك المدى الزمني للأصوات اللغوية.

المطلب الثالث: ترتيب أصوات اللغة العربية وفق أمدائها الزمنية:

أولا: آلية الفصل بين الأصوات في برنامج برات Praat:

يعرض برنامج برات السياق الصوتي المدخَل إليه كتلة مرئية واحدة، إذ لا يمكنه الفصل الآلي بين حدود كل صوت، ويترك تحديد بداية كل صوت ونهايته للمتخصص في الصوتيات الحاسوبية، الذي يمكنه الاستعانة في ذلك ببعض الظواهر الطيفية أو التذبذبية المرئية التي تعكس تباين الخصائص النطقية والقيم الفيزيائية بين صوت وآخر، ومن هذه الظواهر:

- ظهور أو اختفاء منحنى النغمة الحنجرية، فقد يكون هذا هو الفاصل الرئيس بين صوتين أحدهما مهموس، والآخر مجهور.
- تباين مسار منحنى الشدة صعودًا أو هبوطًا، نظرًا لاختلاف الأصوات فيما بينها في مقدار الشدة.
- تباين مسار منحنيات معالم الحزم الصوتية، وتفاوت المساحات الفاصلة بينها.
- تفاوت اللون الطيفي بين الكثافة والخفة، فذلك مؤشر آخر على تباين الأصوات في شدتها.
- تباين اتساع الموجات التذبيبة لكل صوت عن الآخر اعتمادًا على حالة الوترين الصوتيين أثناء التذبذب، أو تباين طبيعتها بين الانتظام والعشوائية كما هو الحال بين الصوت المهموس والمجهور، ويمكن توضيح ذلك من خلال التمييز بين صوتي الفتحة والصاد من الرسم الطيفي الآتي:



الشكل (2) رسم طيفي وتذبذبي لصوتي الصاد والفتحة

حيث يتمثل التباين بينهما فيما يلي:

- وجود منحنى النغمة الحنجرية في صوت الفتحة، وغيابه من صوت الصاد.
- تباين مسار منحنيات الحزم الصوتية للفتحة عن صوت الصاد، حيث تتسم مع الفتحة بالاستقامة، ومع الصاد بالاضطراب.
- ارتفاع منحنى الشدة مع صوت الفتحة عنه مع صوت الصاد نظرا لاختلاف مقدار الشدة بينهما.
- تباين كثافة اللون الطيفي، حيث يتركز في الأسفل مع الفتحة، وفي الأعلى مع الصاد؛ لتفاوت مقدار اعتراض الهواء وموضعه.
- تباين الرسم التذبذبي بين الصوتين، فهو مع الفتحة منتظم، وموجته أكثر اتساعا؛ لجهرها وعلو شدتها، ومع الصاد مضطرب وعشوائي؛ لهمسها.

ثانيا: آلية ترتيب أمداء الأصوات العربية:

اتبع البحث عددًا من الخطوات للوصول إلى ترتيب الأصوات العربية، بيانها فيما يلي:

- تسجيل كل صامت ست مرات، متبوعًا في كل مرة بإحدى الحركات الست.
- الفصل بين الأصوات في الرسم الطيفي والتذبذبي وفق الآليات المبينة أعلاه.

- استخلاص متوسط القيم الفيزيائية[1] لكل صامت في كل حالة من حالاته الست على حدة بما يشمل: المدى الزمني، النغمة الحنجرية إن وجدت، الشدة، معالم الحزم الصوتية الخمسة.
- استخلاص متوسط القيم الفيزيائية للصامت الواحد على اختلاف الحركات التابعة له، أي في جميع الحالات الست.
- استخلاص متوسط القيم الفيزيائية لكل حركة من الحركات القصيرة الثلاث في جميع حالاتها الثمانية والعشرين، حيث تختلف تلك القيم باختلاف الصوامت قبلها.
- استخلاص المتوسط العام لكل قيمة فيزيائية على حدة لجميع الصوامت والحركات القصيرة.
- استنتاج النسب المئوية المعبرة عن مقدار كل صوت مقارنة له ببقية الأصوات في كل قيمه الفيزيائية، وقد اعتمد البحث على قيم المدى الزمني في ترتيب الأصوات، وعلى بقية القيم في تفسير ذلك الترتيب.
- ترتيب الصوامت والحركات القصيرة فيما بينها وفق أمدائها الزمنية، وفيما يلي بيان بها:

([1]) تتفاوت الخصائص الصوتية للصوت ارتفاعًا وانخفاضًا خلال مداه الزمني، فقد يبدأ منخفضا ثم يرتفع، أو العكس، بحيث تتباين الأصوات فيما بينها في موضع نقطة الذروة لكل خصيصة من خصائصه على مدرج المدى الزمني له، ولذلك لجأ البحث إلى اعتماد متوسط القيم، وبرنامج برات يوفر هذه الخاصية.

قائمة ترتيب أمداء الصوامت والحركات القصيرة				
الصوت	المدى الزمني%	النغمة%	الشدة%	رنين المعالم%
أ	19.47	0.00	89.27	85.60
ت	34.51	0.00	81.17	104.51
ق	34.51	0.00	85.69	97.46
ط	37.17	0.00	86.43	108.30
ه	41.59	0.00	86.50	104.73
ك	44.25	0.00	86.88	110.32
ج	66.37	90.46	94.09	121.43
ح	69.91	0.00	84.78	111.18
د	80.53	73.73	94.76	101.07
ف	83.19	0.00	79.62	112.01
ب	87.61	66.92	84.72	89.74
خ	89.38	0.00	84.18	101.95
ذ	90.27	70.02	91.31	119.93
ث	95.58	0.00	82.98	121.63
ض	97.35	89.35	91.44	91.17
ر	105.31	78.07	101.72	93.98
غ	106.19	73.73	95.79	105.80
ـِ	110.62	113.33	110.98	97.30
ن	112.39	83.03	100.95	76.54
ـَ	112.39	111.47	111.89	95.41
ـُ	115.93	114.82	112.64	92.29
ز	120.35	79.31	93.61	121.77
ي	123.01	79.31	97.45	104.53
ش	128.32	0.00	89.93	120.47
س	129.20	0.00	87.86	126.83

قائمة ترتيب أمداء الصوامت والحركات القصيرة				
الصوت	المدى الزمني%	النغمة%	الشدة%	رنين المعالم%
ص	130.09	0.00	88.71	122.57
م	131.86	86.13	99.82	93.68
و	132.74	81.79	101.37	89.83
ل	135.40	79.93	100.90	95.52
ع	137.17	78.69	102.64	87.14
ظ	140.71	71.88	87.71	117.39

المبحث الثاني: تأثر المدى الزمني بخصائص الصوامت العربية

المطلب الأول: تأثر المدى الزمني بالوقف والاحتكاك

تعد كيفية مرور الهواء المحدث للصوت (نغمة الصوت) أبرز العوامل المؤثرة في طول المدى الزمني للصوت أو قصره، وقد لوحظ على ترتيب الأمداء الزمنية للأصوات أن المدى الزمني للأصوات الوقفية عمومًا أقصر من المدى الزمني للأصوات الاحتكاكية.

أولا: الوقف والانفجار

ينتج عن الوقف والانفجار ما يسمى بالأصوات الوقفية أو الانفجارية، وفيها "يحبس مجرى الهواء الخارج من الرئتين حبسًا تامًّا في موضع من المواضع، وينتج عن هذا الحبس أو الوقف أن يضغط الهواء أمام المخرج، ثم يطلق سراح المجرى الهوائي فجأة فيندفع الهواء محدثًا صوتًا انفجاريًّا"[10]

لا يستغرق الوقف والانفجار مدى زمنيًّا طويلاً مقارنة بالاحتكاك، ولذا نجد أن الأصوات الوقفية تشغل المواقع الاثنى عشر الأولى من قائمة الأصوات، ومما قد يفسر ذلك أن نغمة الصوت تصدر بشكل أساسي عن الانفجار، نتيجة الانفتاح التام المفاجئ لموضع النطق، ومن ثم مرور كمية الهواء التي زاد ضغطها (شدتها) أمام الموضع مباشرة نتيجة الوقف، وتتفاوت قيم تلك النغمة من صوت إلى آخر تبعا لطبيعة الموضع، ومدة وقف الهواء أمامه، ومقدار ضغطه، والصفات الصوتية الأخرى المصاحبة له كالجهر والتفخيم...إلخ، ويحدث هذا الانفجار عمومًا في سرعة وقوة بما يؤدي إلى قِصر المدى الزمني له، ومما يفسر ذلك أيضًا أن الجهاز النطقي بعد الانفتاح المفاجئ لموضع النطق يأخذ وضعية قريبة من وضعيته أثناء نطق الحركات كما يتضح من خلال الشكل (3)، فيسرِّع ذلك انتقاله إلى وضعية نطقها، ومن ثم يقصر المدى الزمني للصوت الوقفي الانفجاري.

([10]) علم الأصوات، د. كمال بشر، ، دار غريب، القاهرة، ص 247.

وبمطالعة أمداء الأصوات الوقفية يلاحظ تباين أمدائها، حيث نجد أن صوت الهمزة هو أقصرها بنسبة مئوية 19.469%، وأن أطولها هو صوت الضاد في الترتيب الخامس عشر بنسبة مئوية 97.345%.

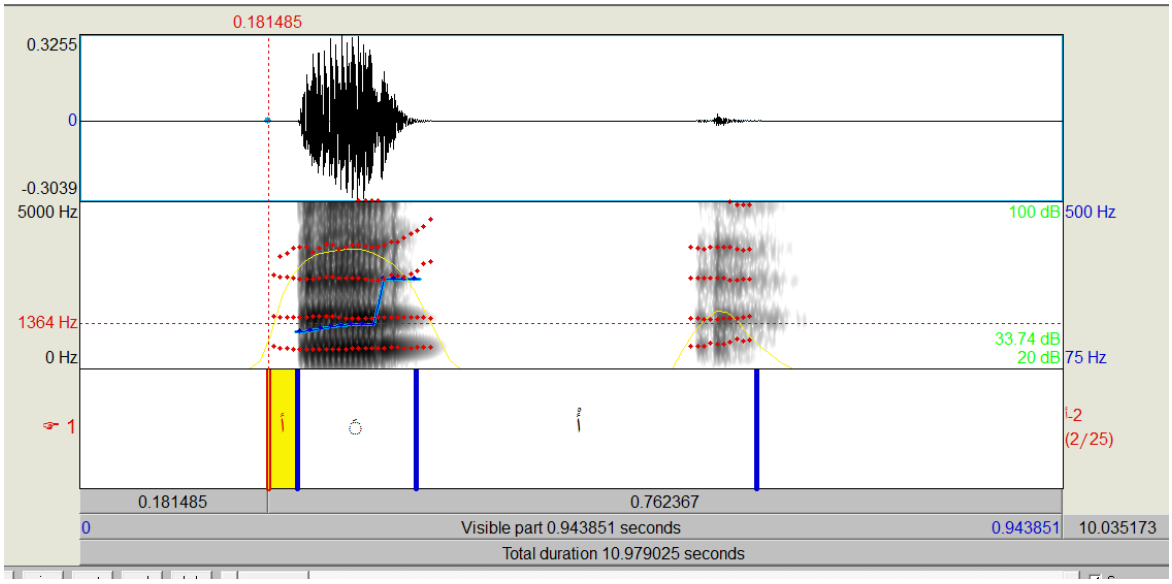
أما قصر المدى الزمني للهمزة فيمكن تفسيره في ضوء ما يلي:

- قصر مدة انحباس الهواء أمام الوترين الصوتيين، حيث بلغ 39.58% وهي أقصر مدة انحباس في الأصوات الوقفية.[11]
- سرعة انفراج جانبي موضع النطق، وهما الوتران الصوتيان، نظرًا لطبيعتهما الوترية المرنة.
- زيادة معدل ضغط الهواء أمام الوترين المغلقين، حيث بدأ في أول إحداث الصوت ب 45.790 ديسبل، ووصل قبيل الانفجار إلى 64.390 ديسبل، وهو ثاني أقوى معدل زيادة للشدة خلال انحباس الهواء، حيث بلغت نسبته 172.15%،[12]وهو ما أدى إلى تقليل مدة الوقف، وسرعة انفراج الوترين الصوتيين، ومن ثم تقليل المدى الزمني العام للصوت.
- تأثر الجزء الذي يلي الانفجار بخصائص نطق الحركة، فصار مجهورًا لجهرها بعد أن كان مهموسًا، كما يتضح حال نطق الهمزة ساكنة، ولما كان الجهر أقوى من الهمس، كان عد

([11]) جاء ترتيب الأصوات الوقفية وفق مدد انحباس الهواء أمام المخرج وهي محركة، كما يلي: 1- الهمزة بنسبة 39.58%، 2-الطاء بنسبة 41.67%، 3-الكاف بنسبة 43.75%، 4- القاف بنسبة 47.92%، 5- الجيم بنسبة 58.33%، 6- التاء بنسبة 79.17%، 7- الدال بنسبة 127.08%، 8- الباء بنسبة 204.17%، 9- الضاد بنسبة 252.08%.

([12]) جاء ترتيب الأصوات الوقفية وفق معدل زيادة الشدة خلال انحباس الهواء من الأقوى إلى الأضعف على النحول الآتي: 1-الطاء بنسبة 176.756%، و2- الهمزة بنسبة 172.159%، 3- القاف بنسبة 143.151%، 4- الكاف بنسبة 134.732%، 5- التاء بنسبة 124.618%، 6- الجيم بنسبة 74.189%، 7- الدال بنسبة 27.771%، 8- الضاد بنسبة 23.770%، 9- الباء بنسبة 22.855%.

هذا الجزء من الحركة أولى من الهمزة، فازداد قصر المدى الزمني للهمزة بتلك المناسبة الصوتية مع جهر الحركة.[13]



الشكل (3): رسم طيفي لصوت الهمزة

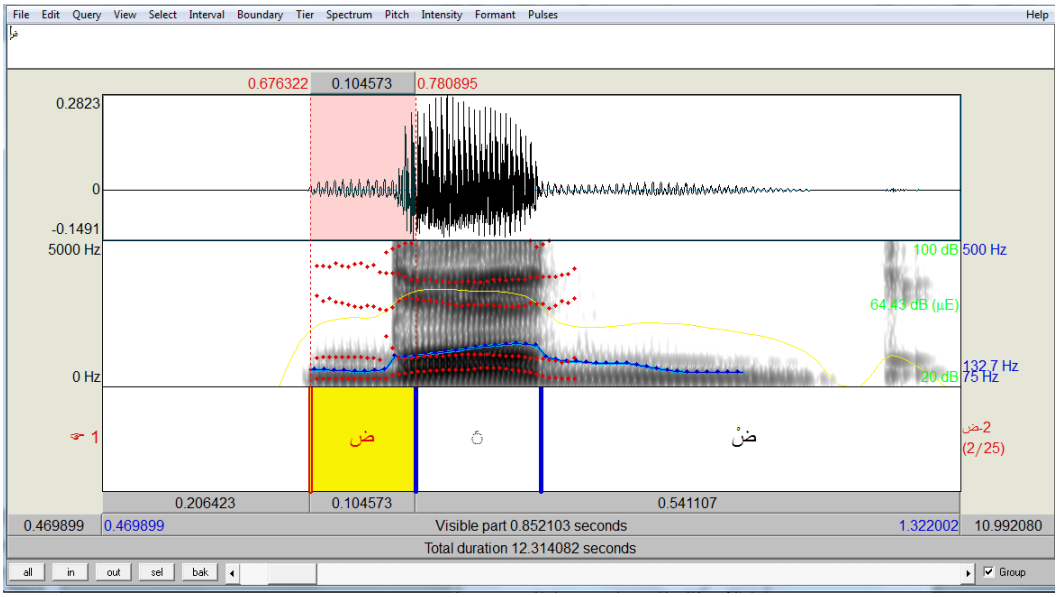
وأما طول المدى الزمني للضاد مقارنة بالأصوات الوقفية الأخرى فيمكن أن يفسر في ضوء أمرين: الأول هو طول مدة وقف الهواء المحدث لها قبل الانفجار، وقلة شدتها أثناء الوقف، حيث جاء الضاد أطول الأصوات الوقفية التسعة في مدى الوقف بنسبة 252.08%، وفي الترتيب الثامن في قلة شدتها بنسبة 23.770%، أما الثاني فهو تعدد صفاته النطقية، وطول مداه المكاني نتيجة تباعد المواضع المسئولة عن إحداثها، حيث يشترك في ذلك:

- موضع الحنجرة، حيث يهتز الوتران الصوتيان لإنتاج الذبذبات المحدثة لصفة الجهر.

([13]) وصفت الهمزة من حيث الجهر والهمس بأنها غير مجهورة ولا مهموسة، وذلك اعتمادًا على حركة الوترين الصوتين، إذ يتباعدان أثناء نطق الأصوات المهموسة، وهو ما لم يحدث أثناء الهمزة، فخرجت بذلك عن تلك الأصوات، ويهتزان ويترددان في سرعة أثناء نطق الأصوات المجهورة، وهو ما لم يحدث أيضًا أثناء نطق الهمزة، فخرجت عن هذا الصنف كذلك، (انظر: علم الأصوات، د. كمال بشر، ص288)، غير أني أرى أنه من الأولى وصف الهمزة بالهمس، اعتمادا على الأثر الناتج عن حالة الوترين الصوتين، إذ يتشابه الهمزة مع الأصوات المهموسة في ذلك الأثر، أما التصاق الوترين الصوتيين ثم انفراجهما أثناء نطقها، فهو من قبيل الوظيفة المزدوجة لهما، فهما مع الهمزة موضع نطق يشبه بقية المواضع النطقية للأصوات الوقفية، إلى جانب دوره السلبي بعدم التذبذب بعد الانفجار.

- موضع الحنك: أقصاه ووسطه وأدناه، حيث يرتفع مؤخر اللسان باتجاه سقف الحنك اللين، وينخفض وسطه، وينطبق طرفاه، وذلك لإنتاج صفة التفخيم.
- موضع مقدم اللسان مع اللثة وأصول الثنايا العليا، حيث ينغلقان ثم ينفرجان فجأة، لإحداث الوقف ثم الانفجار.
- موضع الشفتين، حيث تتقاربان وتتمددان للمساعدة في زيادة صفة التفخيم.

ويمكن ملاحظة تتابع هذه الإجراءات التصويتية وتراكبها من خلال الرسم الطيفي للمعالم، حيث اضطرابها وتباين المسافات الفاصلة بينها كما في الشكل (4):



الشكل(4): رسم طيفي وتذبذبي لصوت الضاد

ثانيا: الاحتكاك:

ينتج عن عملية الاحتكاك ما يسمى بالأصوات الاحتكاكية، وهي أكثر شيوعًا في اللغة العربية من الأصوات الوقفية الانفجارية، ويحدث أثناء نطقها أن "يضيق مجرى الهواء الخارج من الرئتين في موضع من المواضع، ويمر من خلال منفذ ضيق نسبيًّا يُحدث في خروجه احتكاكًا مسموعًا، والنقاط التي يضيق عندها مجرى الهواء كثيرة ومتعددة"[14]

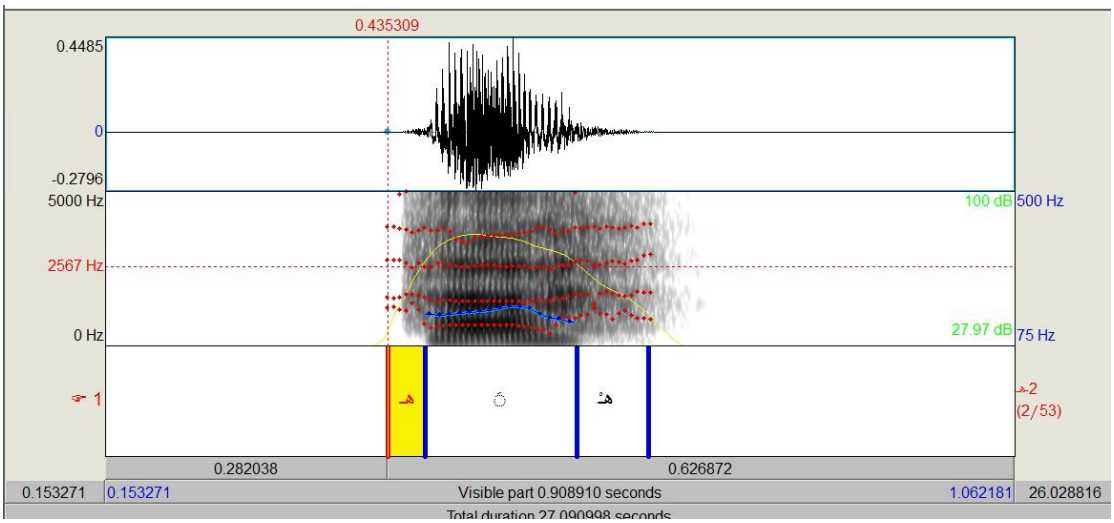
([14]) علم الأصوات، د. كمال بشر، 297.

يحتاج الاحتكاك عمومًا إلى مدى زمني أطول من الوقف والانفجار، وذلك لقدرة الانفجار على تقوية نغمة الصوت الصادرة عنه إذا ما قورنت بقدرة الاحتكاك في المدى الزمني نفسه، ومن ثم يحتاج الاحتكاك إلى إطالة المدى الزمني لتعويض هذا الضعف.

ويتوقف المدى الزمني للاحتكاك على طبيعة جانبي موضعه من حيث الصلابة والرخاوة، ومقدار التضييق بينهما، وعلى طبيعة الخصائص الصوتية الأخرى المصاحبة له كالجهر أو الهمس، والتفخيم أو الترقيق.

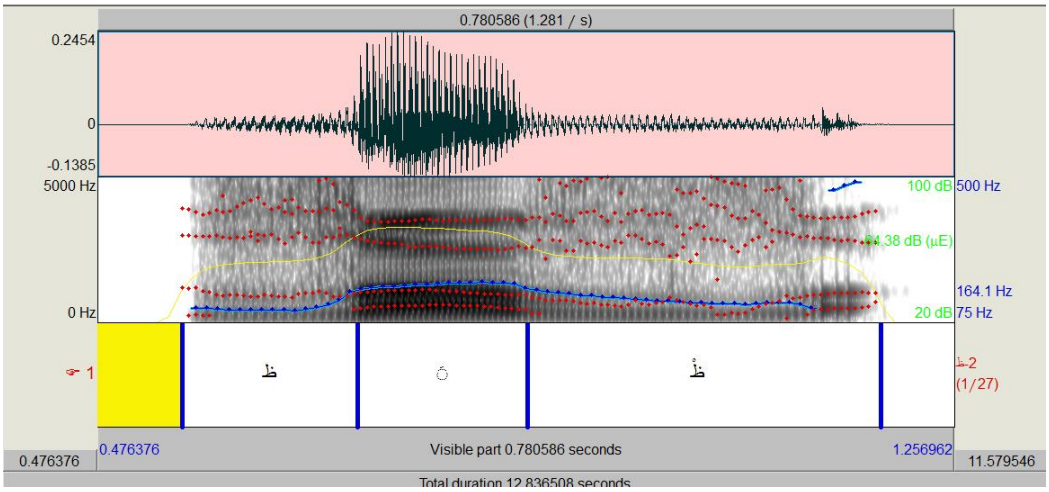
وبمطالعة ترتيب أمداء الأصوات الاحتكاكية فإننا نجد أن صوت الهاء أقصر الأصوات الاحتكاكية، وأن أطولها هو صوت الظاء.

فقد جاء الهاء في الترتيب الخامس، بنسبة 41.593%، ويمكن تفسير ذلك بأنه يصدر من مخرج رئيسي واحد وهو الحلق، دون اعتماد على مواضع نطقية أخرى في الحنك، باستثناء عدد من التجاويف الرنينية لإحداث التقوية والفلترة على النغمة الصادرة من الحلق، وشاهد ذلك ارتفاع نسبة المعلم الأول حيث بلغ 181.389%، وانخفاض المعالم التالية تدريجيًّا، حيث جاء المعلم الثاني بنسبة 117.001%، والمعلم الثالث بنسبة 110.195%، والمعلم الرابع بنسبة 108.892%، والمعلم الخامس بنسبة 85.249%،وهذا يعني اقتراب وضعية الجهاز النطقي أثناء نطقها مع وضعيته أثناء نطق الحركات، مما أدى إلى تقليل المدى الزمني المستهلك في تحول الجهاز النطقي بين الوضعيتين، ويعكس الرسم الطيفي هذا التقارب، حيث يتشابه الهاء مع الفتحة إلى حد كبير في مستوى منحنيات المعالم وأماكن توزعها، كما يتضح من خلال الشكل(5)، ومما قصَّر أيضًا من المدى الزمني للهاء سرعة مرور الهواء؛ نتيجة اتساع الفراغ بين جانبي الاحتكاك، وعدم ارتخائهما على الرغم من رخاوته.



الشكل (5): رسم طيفي وتذبذي لصوت الهاء

أما الظاء فهي أطول الأصوات، حيث تجتمع فيها جميع الخصائص الصوتية التي تتطلب طولا في المدى الزمني، فإلى جانب كونها احتكاكية، فهي مفخمة، ومجهورة، وقد تطلبت هذه الخصائص تباعد مواضع إنتاجها على مدى الجهاز النطقي، فالجهر موضعه الحنجرة حيث يهتز الوتران الصوتيان، والتفخيم موضعه الحنك: أقصاه حيث يرتفع مؤخر اللسان باتجاه سقف الحنك اللين، ووسطه حيث ينخفض وسطه، ويرتفع جانباه حتى يلامسا الأضراس العليا، ومقدمته حيث ترتفع لتلتقي مع الأسنان العليا مشكلة موضع الاحتكاك الرئيسي، وتتقارب الشفتان، وتتمددان قليلا للمساعدة في زيادة صفة التفخيم. ويوضح الرسم الطيفي تتابع هذه الإجراءات التصويتية وتراكبها، حيث تضطرب منحنيات المعالم، وتتباين المسافات الفاصلة بينها كما في الشكل (6)



الشكل (6): رسم طيفي وتذبذبي لصوت الظاء

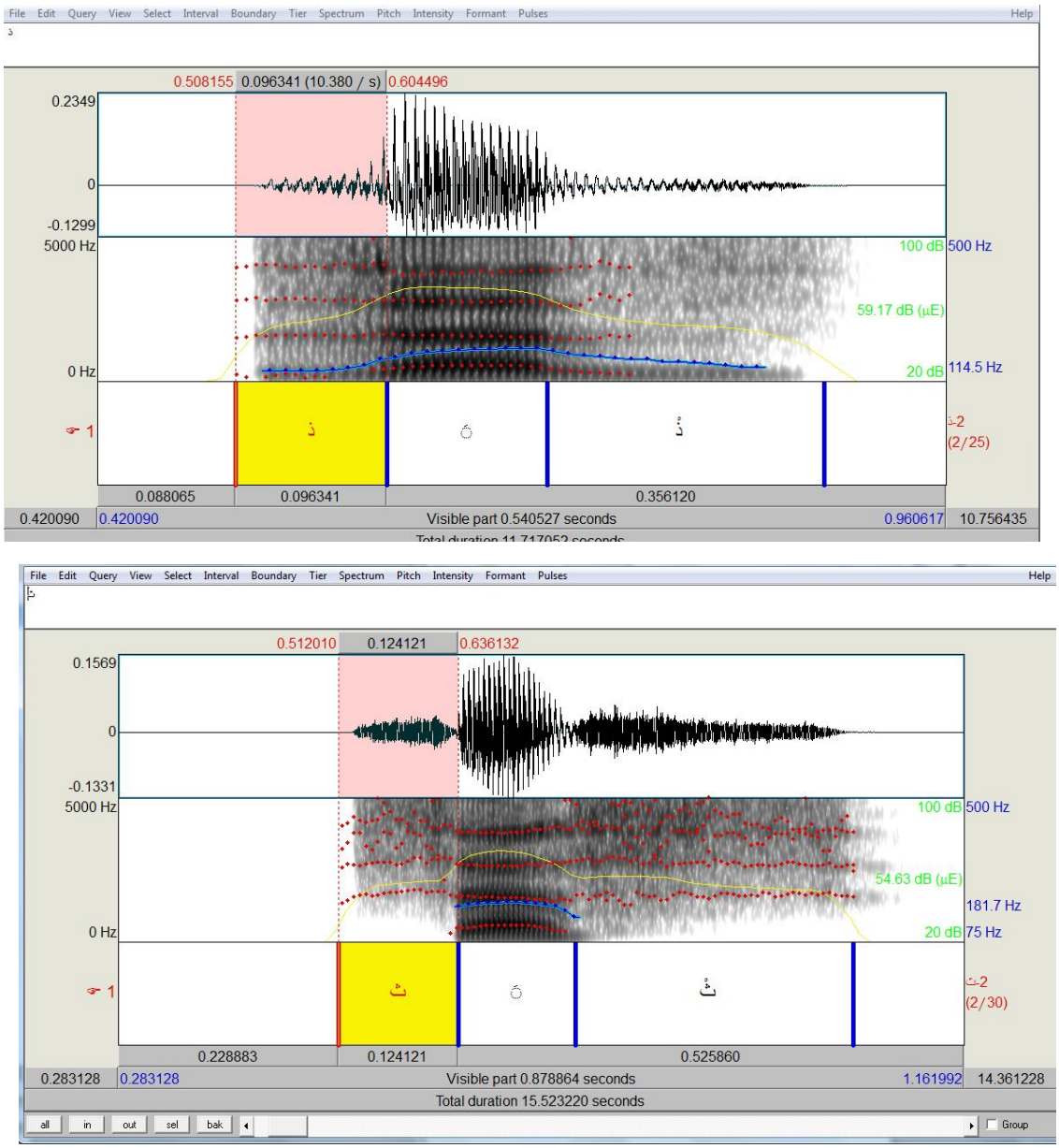
المطلب الثاني: تأثر المدى الزمني بالجهر والهمس

تعد النغمة الحنجرية إحدى المكونات الأساسية للأصوات المجهورة، ووجودها يقلل من الحاجة إلى نغمات تمييزية أخرى للصوت، ومن ثم يقصر المدى الزمني للصوت المجهور، أما في حالة غيابها كما في الأصوات المهموسة فإن الصوت يعوض غيابها بزيادة في القيم الصوتية الأخرى كقيم الوقف، أو الاحتكاك، أو التفخيم، أو الصفير، أو التفشي، أو بمزيد من عمليات التقوية والفلترة التي تقوم بها التجاويف الرنينية، ومن ثم يطول المدى الزمني للصوت.

غير أن الجهر قد يُطيل من المدى الزمني، وذلك إذا تقدم موضع نطق الصوت في الجهاز النطقي؛ لأنه حينئذ يباعد بين مواضع النغمة العامة للصوت، فتأثير الجهر في إطالة المدى الزمني لصوت الدال مثلا أطول من تأثيره في المدى الزمني لصوت الجيم، وذلك لأن تباعد المدى المكاني بين المواضع الأساسية لنطق الصوت يقابله طول في المدى الزمني له، وهذا ما يفسر طول المدى الزمني لصوت الضاد، حيث جاءت في الترتيب الخامس عشر، بنسبة مئوية 97.345% عن صوت الطاء، حيث جاء في الترتيب الرابع، بنسبة مئوية 37.168%، على الرغم من اشتراكهما في أغلب الخصائص الصوتية، وذلك لجهر صوت الضاد، بما يعني تباعد المدى المكاني بين الحنجرة موضع الجهر ومقدم اللثة موضع الوقف، فقابل ذلك طول في المدى الزمني، وذلك بخلاف صوت الطاء المهموس الذي يتراوح موضع خصائص نطقه بين أقصى الحنك وأدناه.

أما الهمس فمن شأنه أن يطيل المدى الزمني للأصوات، وذلك لأن ضعفه في التصويت، يجعل الاعتماد على الخصائص الصوتية الأخرى أكبر، ومن ثم يطول مداها الزمني، فالاحتكاك مع الهمس أطول منه مع الجهر، إذا تشابهت الخصائص الصوتية الأخرى، كزيادة المدى الزمني للثاء عن الذال، حيث جاءت الثاء في الترتيب الرابع عشر، بنسبة مئوية 95.575%، وبلغت نسبة رنين معالمها الناتج عن عمليات الاحتكاك والتقوية والفلترة 121.630%، وسبقتها الذال في الترتيب الثالث عشر بنسبة مئوية 90.265%، وبلغت نسبة رنين معالمها 119.932%، والفرق بينهما هو أن الذال أكثر اعتمادًا في تحصيل النغمة التي تميزها عن غيرها من الأصوات على وجود النغمة الحنجرية التي بغلت نسبتها 70.017%، وعلو ضغط الهواء الذي سرع بإتمام عملية التصويت، وقد بلغت نسبته 91.315%، أما الثاء فهي تفتقد النغمة الحنجرية تمامًا، لأنها صوت مهموس، وذات شدة ضعيفة، بلغت نسبة شدتها 82.984%، فأعطى ذلك فرصة لإشباع الاعتماد على موضع

الاحتكاك، فطال مداها الزمني، ويمكن ملاحظة ذلك من الرسم الطيفي والتذبذبي للصوتين كما في الشكل (7).

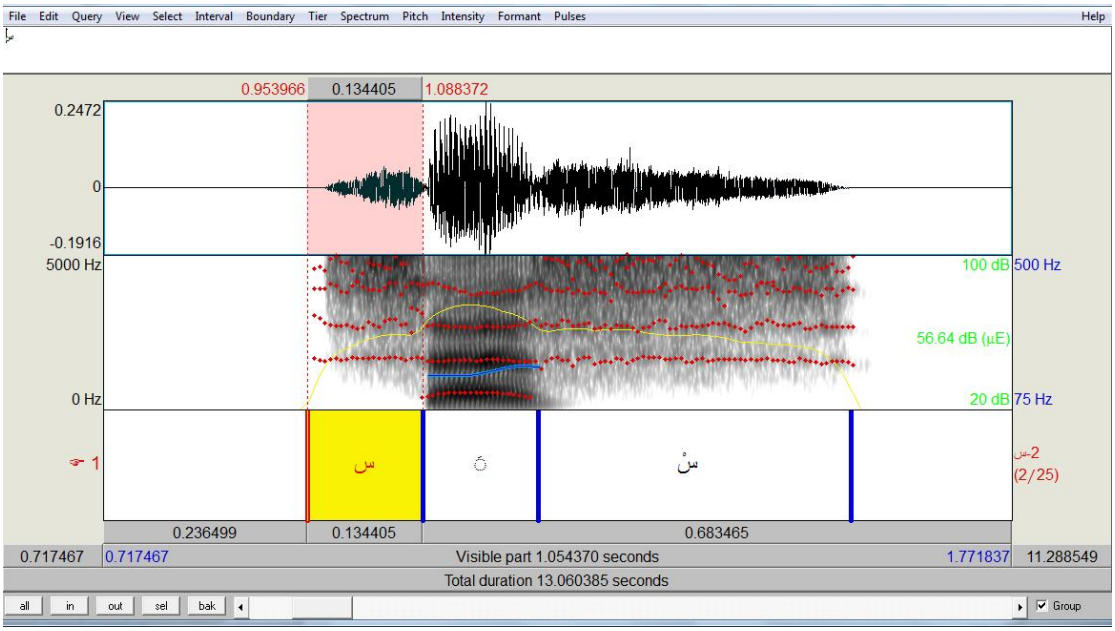


الشكل (7): الرسم الطيفي والتذبذبي لصوتي الذال والثاء

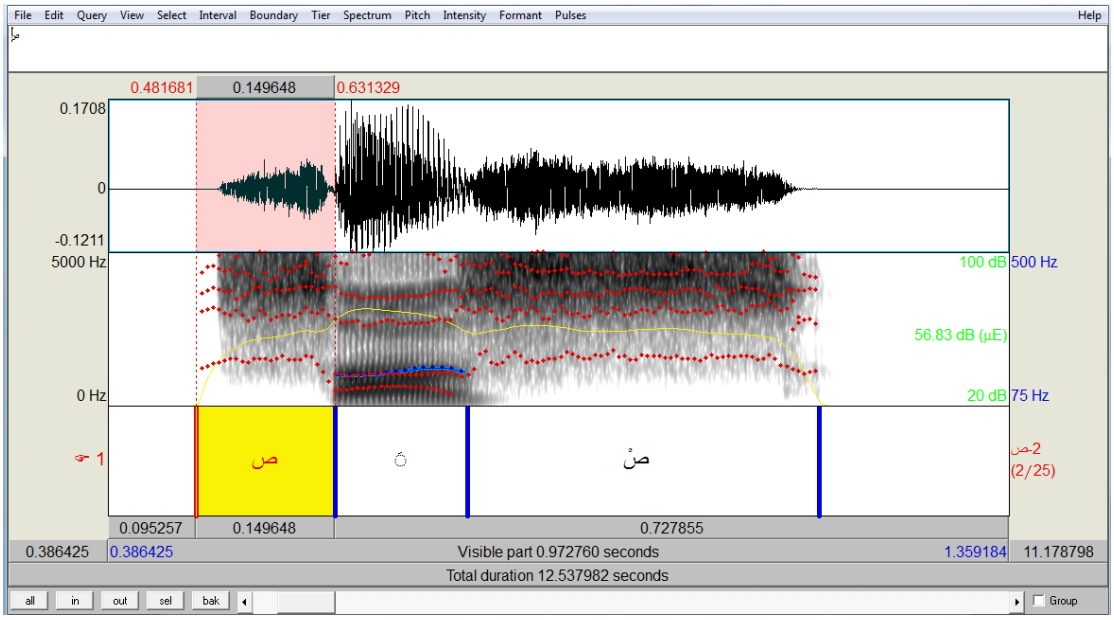
المطلب الثالث: تأثر المدى الزمني بالتفخيم والترقيق

يحدث التفخيم للأصوات نتيجة وضع اللسان، حيث يرتفع أقصاه تجاه الحنك اللين، وطرفه إلى أعلى، وينخفض وسطه، ليتسع التجويف الفموي، كما في أصوات الصاد، والضاد، والطاء،

والظاء[15]، وهذا الإجراء من شأنه إطالة الموجات الصوتية، وإبطاؤها، ومن ثم يطول المدى الزمني للصوت المفخم، ولذلك طال المدى الزمني للطاء عن نظيرها المرقق التاء، حيث وردت التاء في الترتيب الثاني بنسبة مئوية 34.513%، والطاء في الترتيب الرابع بنسبة مئوية 37.168%، وكذلك طال المدى الزمني للصاد عن السين، حيث وردت السين في الترتيب الخامس والعشرين بنسبة مئوية 129.204%، والصاد في الترتيب السادس والعشرين بنسبة مئوية 130.088%، ويوضح الرسم الطيفي الفرق بين السين والصاد في التفخيم، حيث تتسع المسافة بين المعلم الأول والثاني في الصاد نتيجة التفخيم بخلاف السين، كما في الشكل (8).

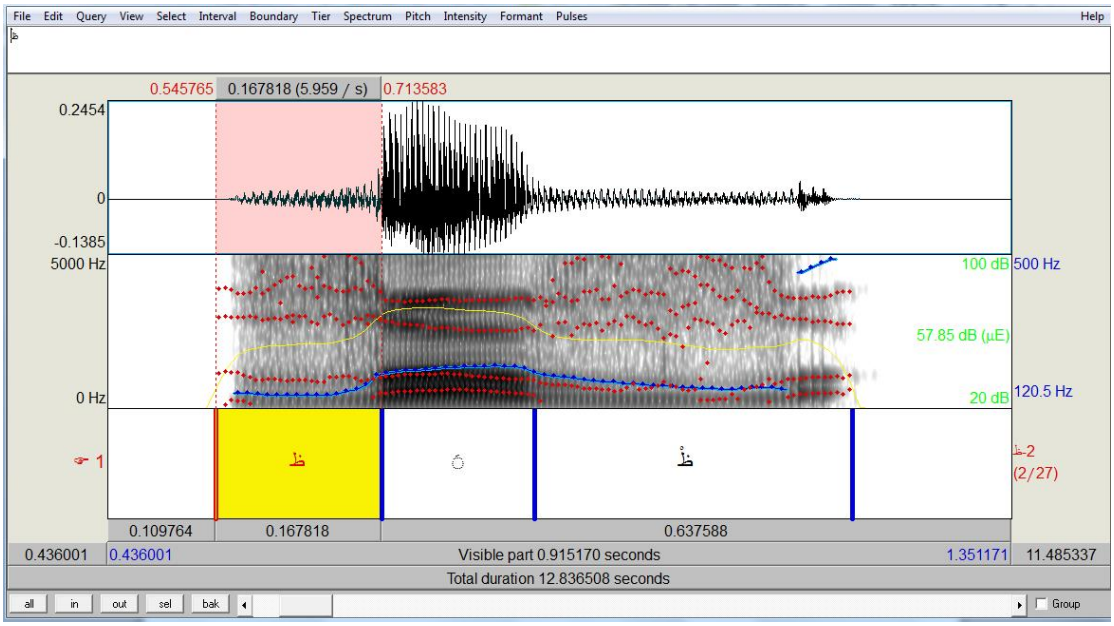


([15]) اكتفى البحث في التمثيل على تأثر المدى الزمني بالتفخيم على الأصوات المفخمة تفخيما كليا في أي سياق تقع فيه، وهي الصاد والطاء والضاد والظاء، والتفخيم لهذه الأصوات جزء لا يتجزأ من بنيتها، وبه تعرف حقيقتها، وتتماز عن سائر الأصوات الصامتة (انظر: علم الأصوات، د. كمال بشر، ص 396.)



الشكل (8): الرسم الطيفي لصوتي السين والصاد

غير أن التفخيم ليس هو العامل الأول في إطالة المدى الزمني للأصوات، وإنما هو عامل ثانوي يدعم أثر خصيصة الوقف والاحتكاك في تقصير المدى الزمني أو إطالته، ولذلك يلاحظ تفاوت الأصوات المطبقة في أمدائها الزمنية، فنجد أن الطاء أقصرها، لكونها وقفية مهموسة، حيث جاءت في الترتيب الرابع، بنسبة مئوية 37.168%، ثم الضاد في الترتيب الخامس عشر، بنسبة مئوية 97.345%، حيث طال مداها عن الطاء لكونها مجهورة، والجهر يطيل المدى الزمني للأصوات ذات المخرج الأمامي، ثم الصاد في الترتيب السادس والعشرين بنسبة مئوية 130.088%، لكونها احتكاكية، ثم الظاء وهي أطول الأصوات مدى في الترتيب الحادي والثلاثين بنسبة مئوية 140.708%، وذلك لجمعها كل الصفات الصوتية التي تقتضي تطويل المدى الزمني، فهي أمامية المخرج، احتكاكية، مفخمة، مجهورة، فاجتماع المخرج الأمامي مع الجهر يطيل المدى المكاني للتصويت، والاحتكاك يطيل المدى الزمني ليعطي الفرصة مع علو الشدة لإحداث التنغيم والرنين اللازمين للصوت، والتفخيم يطل الموجة الذبذبية، ويبطئ سرعتها، ومن ثم يطيل مداها الزمني كذلك، والرسم الطيفي للظاء يوضح هذه الخصائص، كما في الشكل (9).



الشكل (9): الرسم الطيفي والتذبذبي لصوت الظاء

المطلب الرابع: تأثر المدى الزمني بالخصائص الصوتية البينية:

أولا: الصفير:

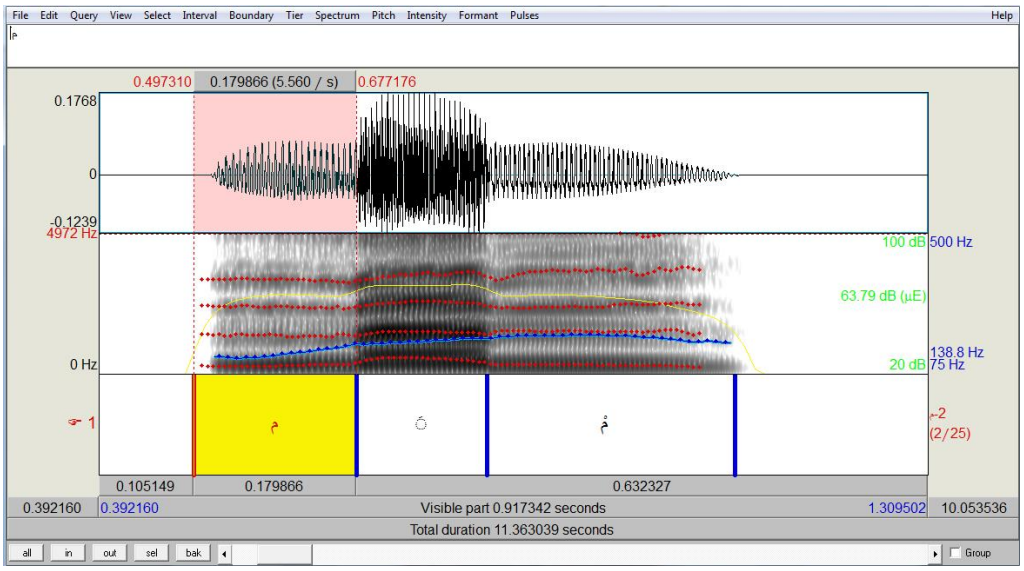
تختص أصوات السين والصاد والزاي من بين الأصوات الاحتكاكية التي تخرج من مقدم الحنك بتضييق شديد في المخرج، ومن ثم علو في النغمة الصادرة عن الاحتكاك وحِدَّةٌ واستقامة، أما العلو فناتج عن التضييق الشديد، وأما الحدة فناتجة عن صلابة اللثة وانشداد مقدم اللسان اللذين يمثلان جانبي الاحتكاك، وأما الاستقامة فناتجة عن عدم اعتراض موجات النغمة الصادرة عن الاحتكاك بما يشتتها أو يضعفها، وتساعد وضعية اللسان على تجميع الهواء القادم إلى موضع الاحتكاك، حيث يتقلص اللسان فترتفع جوانبه حتى تلامس الأسنان مشكلةً مجرى ضيقًا، يحسر الهواء القادم إلى موضع الاحتكاك بما يحمله من خصائص صوتية، حتى يضطره للخروج من الفرجة الضيقة بين جانبي موضع الاحتكاك محدثًا ما يسمى بالصفير.

وقد تعاونت كل هذه الإجراءات التصويتية مع الخصائص الصوتية الأخرى لهذه الأصوات في الإطالة النسبية لمداها الزمني، فقد جاءت الزاي في الترتيب الثاني والعشرين بنسبة 120.354%، ونسبة رنين معالمها121.766%، ثم صوت السين في الترتيب الخامس والعشرين بنسبة 129.204%، ونسبة رنينها 126.826%، ثم الصاد في الترتيب السادس والعشرين بنسبة

130.088%، ونسبة رنين معالمها 122.568%.وعلى الرغم من علو رنين معالم السين إلا أن المدى الزمني للصاد جاء أطول، نظرا لتفخيم الصاد، وترقيق السين.

ثانيا: الأنفية:

تختص الميم والنون بوضوح هذه الخاصية الصوتية من بين مكوناتها الصوتية، ففي الميم تعترض الشفتان تيار الهواء اعتراضًا تامًّا، فُيوجد الهواء لنفسه مسارًا بديلاً عبر التجويف الأنفي بعد فتح القناة الأنفية من الحنك اللين،[16] غير أن تحويل مسار الهواء بما يحمله من نغمات، ثم إضافة رنين أنفي جديد إليها، يحتاج مزيدًا من الوقت، فيطول المدى الزمني للصوت، ولذلك نجد فرقًا واضحًا بين المدى الزمني لكل من صوت الميم الشفوي الأنفي، وصوت الباء الشفوي غير الأنفي، مع اتفاقهما في طول المدى المكاني بين الحنجرة حيث الجهر، والشفتين حيث اعتراض الهواء، فقد حل صوت الباء في الترتيب الحادي عشر بنسبة 87.611%، في حين حل صوت الميم في الترتيب السابع والعشرين بنسبة 131.858%، كما يتضح في الشكل (10).



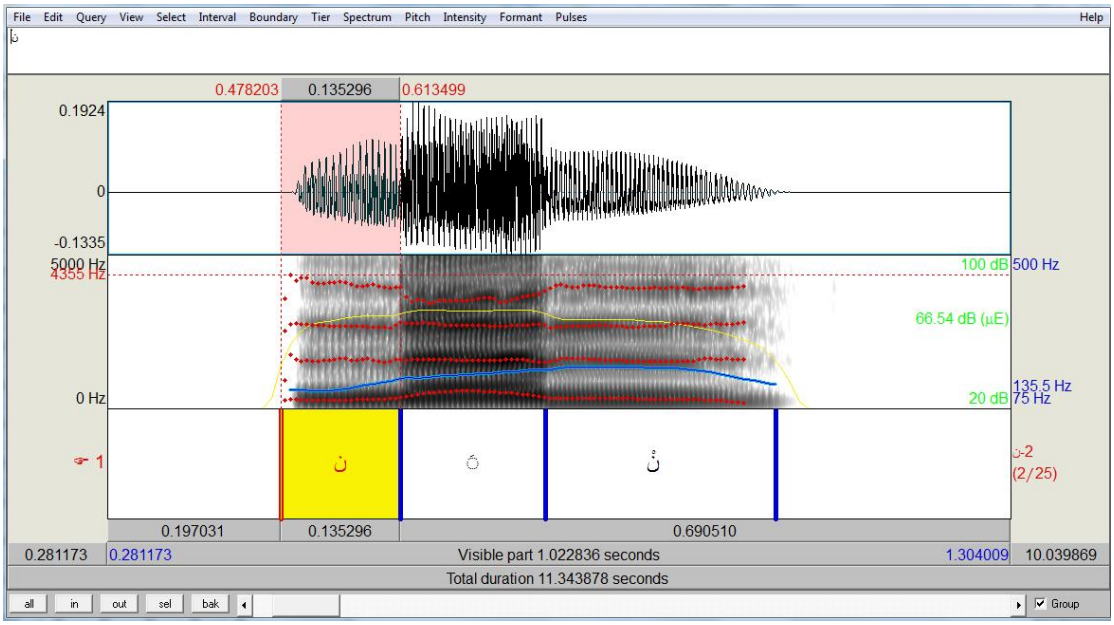
الشكل (10): رسم طيفي وتذبذبي لصوت الميم

أما صوت النون فيعترض اللسان هواءه تمامًا بالتصاق مقدمته باللثة، وأطرافه بالأسنان والأضراس العليا ، فيسلك الهواء مسار القناة الأنفية بعد فتح المجرى من الحنك اللين[17]، ونظرًا

([16]) الأصوات اللغوية: النظام الصوتي للغة العربية، د. محمد علي الخولي، عمان، الأردن، 1990م، ص 28.

([17]) علم الأصوات، د. كمال بشر، ص 140.

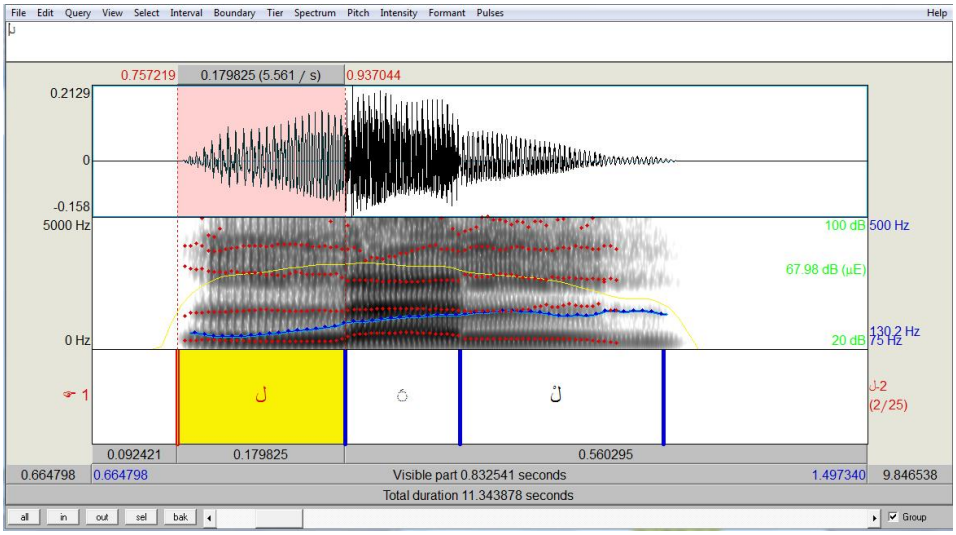
لقصر المدى المكاني لصوت النون عن نظيره لصوت الميم، فقد جاء النون أقصر منه، حيث حل في الترتيب التاسع عشر بنسبة 112.389%، كما في الشكل (11).



الشكل (11): رسم طيفي وتذبذبي لصوت النون

ثالثا: الجانبية:

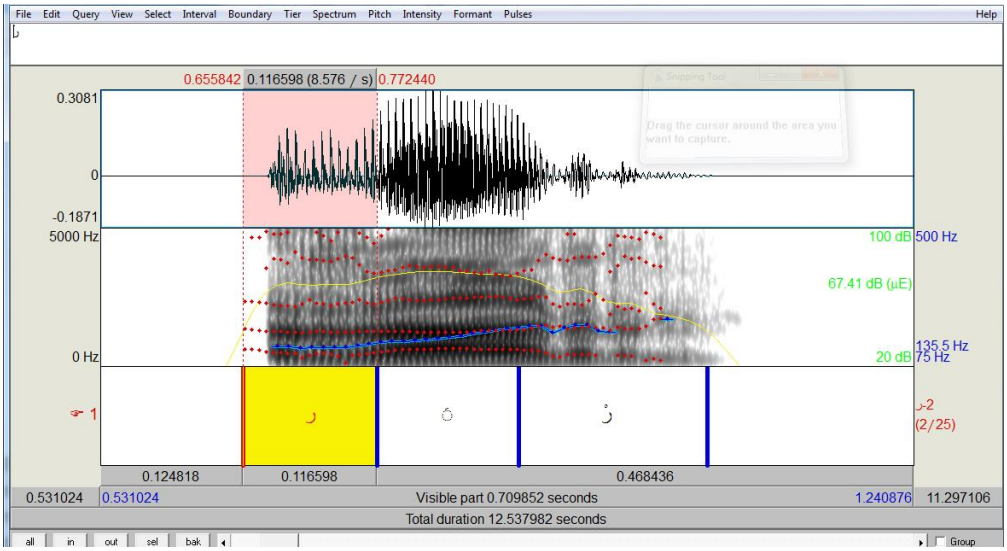
تختص اللام بصفة الجانبية من بين أصوات اللغة العربية، حيث يلتصق طرف اللسان باللثة، مانعًا الهواء من المرور، فيخرج الهواء من جانبي اللسان أو من أحدهما محتكًّا؛ لعدم التصاق اللسان بالأسنان العليا، فيتحمل بذلك نغمة من الاعتراض، وأخرى من الاحتكاك. وتسهم صفة الجانبية بشكل كبير في إطالة مدى صوت اللام، بجانب تباعد المدى المكاني بين الحنجرة موضع الجهر، واللثة موضع الاعتراض، وذلك لأن الهواء يستهلك مزيدًا من الوقت في بلوغه مقدم الحنك، ثم عودته مرة ثانية إلى الخلف حتى يتمكن من الخروج من جانبي اللسان، وقد جاء اللام في الترتيب التاسع والعشرين بنسبة 135.398%، ويتضح ذلك من رسمه الطيفي والتذبذبي في الشكل (12).



الشكل (12): رسم طيفي وتذبذبي لصوت اللام

رابعا: التكرارية:

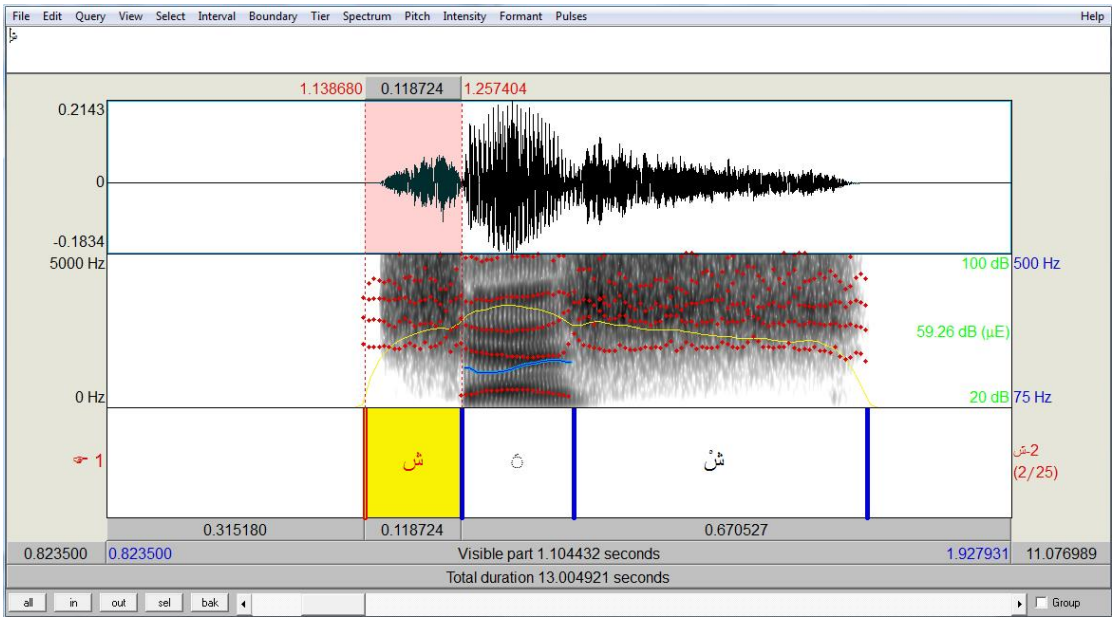
تتفرد الراء بهذه الصفة من بين أصوات اللغة العربية، حيث يلتصق مقدم اللسان باللثة لمدة وجيزة، ثم يبتعد، ليمر الهواء، ثم تتكرر هذه العملية أكثر من مرة، وتلعب صفة التكرارية دورًا رئيسا في إطالة المدى الزمني للراء، بجانب تباعد المدى المكاني بين الحنجرة موضع الجهر، واللثة موضع الاعتراض، وذلك لأن التصاق اللسان ثم انفراجه وتكرار ذلك أكثر من مرة يستهلك وقتًا إضافيًا جعل الراء في الترتيب السادس عشر بنسبة 105.310%، ويتضح ذلك من خلال رسمه الطيفي والتذبذبي في الشكل (13).



الشكل (13): رسم طيفي وتذبذبي لصوت الراء

خامسًا: التفشي:

يختص صوت الشين من بين الأصوات الاحتكاكية بهذه الصفة، حيث يرتفع وسط اللسان إلى سقف الحنك الصلب مع زيادة التضييق بينهما، وانبساط اللسان واستعراضه وانشداده في موضع الاحتكاك، فيخرج الهواء من حيز ضيق عريض، متحملا نغمة قوية غير حادة، حيث بلغت معالم الشين نسبة 120.47%، وقد أدى ذلك إلى صعوبة مرور الهواء، ومن ثم إطالة مداه الزمني، فجاء صوت الشين في الترتيب الرابع والعشرين بنسبة 128.319%، كما يتضح من خلال رسمه الطيفي والتذبذبي في الشكل رقم (14).



الشكل (14): رسم طيفي وتذبذبي لصوت الراء

المبحث الثالث: تأثر المدى الزمني بالخصائص الصوتية للحركات:

أولا: تأثر المدى الزمني بهوائية الحركات:

تتميز الحركات إلى جانب صفة الجهر بصفة الهوائية؛ لاتساع مجرى الهواء المحدث لها، وعدم اعتراضه في أي موضع من مواضع النطق، وهي صفة تقلل المدى الزمني لنطقها غير أن الملاحظ أن الحركات القصيرة ذات مدى زمني متوسط، فقد جاء ترتيبها على النحو الآتي: الكسرة في الترتيب الثامن عشر بنسبة 110.619%، ثم الفتحة في الترتيب العشرين بنسبة 112.389%، ثم الضمة في الترتيب الحادي والعشرين بنسبة 115.929%، ومرد ذلك إلى إشباع الاعتماد على الوترين الصوتيين أثناء النطق بها، فأدى ذلك إلى شبه اعتراض للهواء المار بينهما، فطال أمده الزمني، ودليل ذلك علو النغمة الحنجرية لجميع الحركات، وعلو شدتها، فجهرها يأتي في مقدمة الأصوات المجهورة، حيث جاء جهر الضمة في الترتيب الأول بنسبة 114.821%، ثم الكسرة في الترتيب الثاني بنسبة 113.326%، ثم الفتحة في الترتيب الثالث بنسبة 111.469%، بفارق 11% عن أول الأصوات المجهور بعدها وهو الجيم في الترتيب الرابع بنسبة 90.464%، كما تأتي شدتها في مقدمة الأصوات عمومًا، حيث جاءت شدة الضمة في الترتيب الأول بنسبة 112.639%، ثم شدة الفتحة في الترتيب الثاني بنسبة 111.888%، ثم شدة الكسرة في الترتيب الثالث بنسبة 110.981%، بفارق 8% عن أول الأصوات بعدها وهو صوت العين في الترتيب الرابع بنسبة 102.636%، وربما جاء هذا العلو تعويضًا لها عن غياب النغمات الأخرى المحصلة من الاحتكاك أو الوقف أو الانفجار أو التفخيم إلى غير ذلك، وتوافقًا مع وظيفتها التصويتية، وقد أدى اقتصار الحركات على صفة الجهر إلى اقتراب الجهاز النطقي أثناء النطق بها من الوضع الحيادي الأقرب إلى جميع الأصوات، ليسهل بذلك عليه الانتقال إليها ومنها.[18]

ومما أطال مداها الزمني أيضًا ما تشهده تلك النغمة الحنجرية العالية من عمليات التقوية والفلترة في التجاويف الرنينية المتتابعة بفضل حركات اللسان والشفتين، حيث جاءت نسبة رنين

([18]) في الأصوات اللغوية. دراسة في أصوات المد العربية، د. فاضل غالب المطلبي، منشورات وزارة الثقافة والإعلام، سلسلة دراسات (364)، العراق، 1984، ص 45.

معالمها مرتفعة نسبيًّا، فقد جاء رنين معالم الكسرة بنسبة 97.299%، ثم الفتحة بنسبة 95.411%، ثم الضمة في الترتيب الخامس والعشرين بنسبة 92.292%.

ويمكن تفسير ترتيب الحركات القصيرة فيما بينها في ضوء خصائصها النطقية، فهي مع هوائيتها إلا أن نغمتها الحنجرية تتعرض لشبه اعتراض على مدار القصبة الصوتية لتقويتها وفلترتها حتى تتمايز فيما بينها، وقد تباينت الحركات في موضع هذا الاعتراض قربًا وبعدًا عن موضع الحنجرة، مصدر الجهر، فما كان منها أقرب قصر مداه الزمني، وما كان منها أبعد طال مداه الزمني، فقد جاء موضع الاعتراض الرئيسي لنغمة الكسرة في وسط اللسان، حيث يرتفع وسطه، وينسحب طرفه هابطًا إلى الأسفل، وجاء موضع اعتراض نغمة الفتحة في مقدم اللسان، حيث يرتفع إلى أعلى، أما نغمة الضمة فقد تعرضت للتضييق في موضعين أحدهما هو أقصى اللسان باعتلائه، وانسحاب طرفه إلى الخلف، والآخر هو الشفتان بضمهما وامتدادهما، وهو الأوضح.

أما الحركات الطويلة فقد تباينت أقوال المحدثين حول طبيعة الاختلاف بينها وبين نظائرها القصيرة، فمنهم من قال بأن الاختلاف بينها في الطول فقط، أي أنه اختلاف كمي كالدكتور كمال بشر[19]، والدكتور حازم علي كمال الدين[20]، ومنهم من قال إنه اختلاف كمي وكيفي، كالدكتور أحمد مختار عمر حيث أفرد العلل الطويلة عن القصيرة، واعتبر كلاً منهما فونيمات مستقلة؛ فـ"الدراسة التشريحية أثبتت أن الخلاف بين العلل الطويلة والعلل القصيرة (منعزلة) ليس خلافًا في الكمية فقط، وإنما في الكيفية كذلك. فموقع اللسان مع إحدى العلتين المتقابلتين مختلف قليلا "[21]، ويرى الدكتور زيد خليل القرالة أنه بتدقيق "التأمل في نطق الفتحة الطويلة نجد أن النصف الخلفي من اللسان يتوتر بعض الشيء، وينقبض للخلف بدرجة بسيطة، وهذا يتأتى نتيجة مضاعفة الجهد في نطق صوت ضوعفت كميته"[22]، وقد رأى الدكتور سمير إستيتة أن عدد الحزم الصوتية في

([19]) دراسات في علم اللغة، د. كمال بشر، دار المعارف، مصر، 1986، ص34.

([20]) دراسة في علم الأصوات، د حازم علي كمال الدين، مكتبة الآداب، مصر، 1999م، ص 53.

(21) دراسة الصوت اللغوي، د. أحمد مختار عمر، ص 329.

(22) الحركات في اللغة العربية: دراسة في التشكيل الصوتي، د. زيد خليل القرالّة، عالم الكتب الحديث، الأردن، 2004م، 22.

الحركات الطويلة ليس شرطا أن يكون ضعف ما هي عليه في الحركات القصيرة، فقد يكون ضعفها، أو أقل من ذلك أو أكثر حسب السياقات اللغوية لها.[23]

والواقع أن التحليل الفيزيائي للحركات الطويلة يثبت أن الاختلاف بينها وبين الحركات القصيرة ليس فقط في المدى الزمني، وإنما تعدى ذلك إلى كل القيم الفيزيائية الأخرى، غير أن اختلاف هذه القيم قد تناسب عكسيًّا مع مقدار إطالة المدى الزمني، فقلت النغمة والشدة في الحركات الطويلة عن نظائرها القصيرة، وقد يكون مرد ذلك الاختلاف إلى أن الحركات الطويلة أشبعت الاعتماد في تصويتها على طول مداها، فقل اعتمادها على النغمة والشدة، ويتضح ذلك من خلال الجدول الآتي.

متوسطات القيم الفيزيائية للحركات القصيرة والطويلة				
الصوت	مدى التحريك%	النغمة%	الشدة%	رنين المعالم%
ـَ	67.55	111.47	111.89	95.41
ا	220.21	107.17	108.99	96.40
ـُ	69.68	114.82	112.64	92.29
و	217.55	111.94	107.34	88.03
ـِ	66.49	113.33	110.98	97.30
ي	224.47	112.71	101.18	101.22

ثانيا: قابلية إطالة المدى الزمني للحركات القصيرة:

تعود قابلية الحركات القصيرة للإطالة إلى أنها تتألف من نغمة أساسية واحدة، وهي نغمة الجهر، الصادرة عن اهتزاز الوترين الصوتيين، ولم تضف إليها نغمات أساسية أخرى باستثناء بعض عمليات التقوية والفلترة بما يكفي لتمييز كل واحدة عن الثنتين الأخريين، فهي ذات نغمة بسيطة، ومن ثم فإن إطالتها لا يفقدها تلك النغمة، وإنما يبقيها متميزة مستقلة، وهذا بخلاف الصامت، لأن

(23) الأصوات اللغوية. رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية، د. سمير شريف إستيتة، ص 248

نغمته ذات طبيعة مركبة من أكثر من نغمة فرعية، لكل واحدة خصائصها وقيمها، ولو أطيل الصوت لحدثت تلك الإطالة لبعضها، وأهملت الأخرى، فيفقد بذلك الصامت خصائصه التي تميزه.

وإطالة المدى الزمني للحركات ليس له حد أقصى من الناحية النطقية أو الفيزيائية، فقد يختلف من متكلم إلى آخر، ومن موقف إلى آخر للمتكلم نفسه، لاعتماد ذلك على تقدير المتكلم، ورغبته في التلوين الصوتي، وعدم اعتماد ذلك على إجراءات تصويتية محددة تحكم هذا المدى، ومن ثم فقد أخرج البحث الحركات الطويلة من قائمة ترتيب أمداء الأصوات العربية مكتفيًا بالحركات القصيرة تعبيرًا عنها.

الخاتمة

انتهى البحث من تناوله لقضية الأمداء الزمنية للأصوات العربية إلى عدد من النتائج والتوصيات، فيما يلي بيان بها:

- أهمية معرفة الأمداء الزمنية لأصوات اللغة العربية في ضبط النطق بها، وتعليمها.
- تأثر الخصائص الفيزيائية للصوت بخصائصه الفيسيولوجية النطقية، فكلاهما نظير للآخر.
- وثاقة الصلة بين المدى الزمني للصوت من ناحية، وكل من شدته ونغمته من ناحية أخرى.
- الوقف والاحتكاك هما العامل الأول المؤثر في طول المدى الزمني للصوت أو قصره.
- تأثر المدى الزمني للصوت بصفة الجهر أو الهمس.
- تأثر المدى الزمني للصوت بصفة التفخيم أو الترقيق.
- تطاول المدى الزمني للأصوات المتصفة بإحدى الخصائص الصوتية البينية كالصفير، أوالأنفية، أوالجانبية، أوالتكرارية، أو التفشي.
- الطول النسبي للمدى الزمني للحركات القصيرة نتيجة إشباع الاعتماد على الوترين الصوتيين أثناء النطق بها على الرغم من هوائيتها.
- قابلية إطالة المدى الزمني للحركات مقارنة له بالمدى الزمني للصوامت.

ويوصي البحث بتوجيه الاهتمام إلى دراسة عدد من القضايا البحثية ذات الصلة بموضوعه، ومنها:

- الأمداء الزمنية للصوامت العربية حال سكونها.
- المناسبة الصوتية بين الحركات والصوامت السابقة عليها والتالية لها.
- تحليل عينات صوتية إضافية بمقيدات منهجية أخرى لبيان تفاوت خصائص ظاهرة الأمداء الزمنية بتغير تلك المقيدات.

المصادر والمراجع

أولا: المراجع العربية:

- الأصوات الذلقية في اللغة العربية: دراسة تطبيقية مخبرية، نجيدة ولهاصي، رسالة دكتوراه، جامعة أبي بكر بلقايد، الجزائر.
- الأصوات اللغوية، د. إبراهيم أنيس، مطبعة نهضة مصر، مصر، د. ت.
- الأصوات اللغوية. رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية، د. سمير شريف إستيتة، دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 2002م.
- الأصوات اللغوية: النظام الصوتي للغة العربية، د. محمد علي الخولي، عمان، الأردن، 1990م.
- التحليل الفيزيائي لصفات أصوات اللغة العربية. دراسة مخبرية، لخضر ديلمي، رسالة دكتوراه، جامعة باتنة، الجزائر، 2018م.
- الحركات في اللغة العربية: دراسة في التشكيل الصوتي، د. زيد خليل القرالّة، عالم الكتب الحديث، الأردن، 2004م.
- دراسات في علم أصوات العربية، د. داوود عبده، مؤسسة الصباح، الكويت.
- دراسات في علم اللغة، د. كمال بشر، دار المعارف، مصر، 1986.
- دراسة الصوت اللغوي، د. أحمد مختار عمر، عالم الكتب، القاهرة، 1997م.
- دراسة في علم الأصوات، د حازم علي كمال الدين، مكتبة الآداب، مصر، 1999م.
- سر صناعة الإعراب، الجزء الأول، أبو الفتح عثمان ابن جني، تحقيق محمد حسن إسماعيل، دار الكتب العلمية، بيروت.
- الصوائت والمعنى في العربية. دراسة دلالية معجمية، د. محمد محمد داود، دار غريب للنشروالتوزيع، القاهرة، 2001م.
- ظاهرة التفخيم الصوتي في اللغة العربية دراسة نطقية– وصفية – مخبرية، ابتسام حسين، مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)، الأردن، مجلد 26، 2012م.
- علم الأصوات، برتيل مالبرج، ترجمة ودراسة د. عبد الصبور شاهين، مكتبة الشباب، القاهرة، 1984م.
- علم الأصوات، د. كمال بشر، دار غريب، القاهرة، 2000م.
- علم الصوتيات، د . عبد العزيز أحمد علام، ود. عبد الله ربيع محمود، مكتبة الرشد، 2009م.
- علم اللغة: مقدمة للقارئ العربي، محمود السعران، دار الفكر العربي، القاهرة، ط2، 1997م.

- في الأصوات اللغوية. دراسة في أصوات المد العربية، د. فاضل غالب المطلبي، منشورات وزارة الثقافة والإعلام، سلسلة دراسات (364)، دار الحرية للطباعة، العراق، 1984.
- القيم التوافقية والخلافية بين الصفات الصوتية، د. علي ناصر غالب، أصيل محمد كاظم، مجلة العلوم الإنسانية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، المجلد 23، العدد الأول، 2016م.
- نحو منظومة للمقايسة الصوتية الكمية ومدى عمقها في تحليل الخطاب اللغوي وأهميتها في تعليم اللغات: تنظير وتجريب، د. محمد ثناء الله الندوي، أعمال المؤتمر العالمي لتعليم اللغة العربية لغير الناطقين بها، جامعة الملك سعود، 2009.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

- http://www.fon.hum.uva.nl/praat/
- Factors Influencing Voice Onset Time (VOT): Voice Recognition, JasdeepKaur, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), October 2015.
- Voice Onset Time of Jordanian Arabic Stops, Fares MousaMitleb, 3 rd International Conference on Arabic Language Processing (CITALA'09), May 4-5, 2009, Rabat, Morocco
- Automatic calculation of Voice Onset Time (VOT) for voiced stop sounds in Modern Standard Arabic (MSA), 1 SulaimanS.Aldahri, 2Hazem A. Alhakami , 2King Abdulaziz City for Science and Technology. Riyadh, Saudi Arabia
- Theeffectsofgender andageon voiceonset timebyAbaharabicspeakersS, Ibrahim Al malwi, California State University, Long Beach, ProQuest Dissertations Publishing, 2017.