الجمـهورية الجزائريــة الديمقراطيــة الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة وهران السانية

كلية الآداب، اللغات والفنون **قسم اللغة العربية وآدابها**

رسالة لنيل شهادة الماجستير في اللغة

القياسات الحاسوبية للكميات الصوتية في التراث

إعداد الطالب:
بوداود ابراهيمي

إشراف
الدكتور مكي درار

السنــة الجامعيــة
2007-2006

مقدمة

إن المتأمل في التعاريف التي خصّت اللغة، يقف على حقيقة تشعب مفاهيمها وتفرعها، لكنه قد يدرك في الآن نفسه، أن الاختلافات المتولدة لا تعدو أن تكون ظاهرية وشكلية. في حين، يبقى الجوهر ثابتا ومتعارفا عليه، في كون اللغة ظاهرة إنسانية فكرية صوتية، وظيفتها التبليغ والتواصل.

وبدءاً من هذا التحديد، انطلق الباحثون في استنباط المكنونات والمكوّنات الحقيقية لهذه الظاهرة، وهو ما أدى إلى التأسيس الفعلي للدرس اللغوي الذي رسا على بناء هرمي، تشكله أربعة مستويات تكمل بعضها بعضا. وهي المستوى الصوتي، فالإفرادي، فالتركيبي، فالأسلوبي.

وغير بعيدين عن فلسفة البحث في المكوّن، فإنه لا مناص من الانطلاق من المستوى القاعدي للدرس اللغوي، وهو الدرس الصوتي، والذي يحيلنا بدوره على حقول بحثية مختلفة، كعلم الأصوات الوظيفي، والفيزيولوجي، والأكوستيكي، وكلها تتوزع بحسب منظور الباحث، وأداة البحث المستعملة.

ووفق منظور يسعى إلى مواكبة التسارع العلمي، الذي أحدثته النقلة المذهلة للمعلوماتية وعلم الحوسبة، تكونت لدينا مجموعة من التساؤلات، تبلورت من خلالها الإشكالية الرئيسة للبحث، وهي كيفية توظيف الإمكانات الجديدة الذي وفرتها برمجيات الحاسوب، وإدراجها في باب التجريب، للبحث في المكوّنات الجوهرية للصوت اللغوي من حيث هو جسم وكم فيزيائي متنقل. وذلك بالكشف عن ماهيته المادية، من خلال قياس حاسوبي دقيق لأبعاده الكمية، وأطواله الزمنية، التي من شأنها أن تؤثر في الحقول والمستويات الأخرى للدرس اللغوي.

كما أن التأكيد على مشروعية التطبيق العلمي في الدراسات اللغوية الحديثة، بات مطلبا أساسيا لا مفر منه. ولاسيما ما اتصل منها بالجانب المادي القابل للقياس والضبط الآلي؛ إذ تطرح اللسانيات الحديثة خيارات علمية وتطبيقية، تخرج بالبحث اللساني من بوتقة الملاحظة التجريدية القائمة على المساءلة الحسية والتخمينية، إلى مجال أوسع وأرحب؛ تتسع فيه المساحة لاستيعاب المعطيات العلمية المتجددة، التي تفرزها العلوم التطبيقية، مما يعين الدراسات اللسانية على مسايرة متطلبات البحث العلمي الحديث.

ولما كان الصوت اللغوي طاقة إنسانية، تتمظهر بمظهر مادي؛ نتيجة اهتزازه في وسط ناقل للموجات، فقد كان من الطبيعي أن يستقي منطلقات بحثه من الوسائل التطبيقية المتاحة على الدرس الصوتي، سواء أكانت وسائل تشريحية تعنى بالتأسيس لمبادئ علم الأصوات الفيزيولوجي والسمعي، أم كانت فيزيائية تعين على كشف خصائص فيزيائية، أو أكوستيكية لأصوات الكلام الإنساني، بالاستفادة من المعطيات التقانية الحديثة من أشعة سينية وحسابات رقمية وآلية وغيرها.

ومن ثمة، فإن التأسيس العلمي لمبادئ علم الأصوات يقتضي من الدارس فحص خصائصه الفيزيولوجية والفيزيائية، باعتباره ظاهرة طبيعية يتوقف حدوثها على جهاز النطق الإنساني للمرسل، والوسط الناقل له. وعلى المهيئات الفيزيائية التي ينتقل بها الصوت اللغوي من المرسل إلى المستقبل.

ولعل أبرز ملمح فيزيائي يساهم في تحديد السمات النوعية للصوت، ويمكن إخضاعه لمحك التجربة الآلية، هو الكمية الصوتية التي يستشعرها المتلقي ويعيها المتكلم؛ فتكون بذلك ملمحا نفسيا وذاتيا؛ يتخذ صفة الموضوعية العلمية، القابلة للتوظيف التطبيقي والمخبري، عن طريق القياس والضبط الحاسوبي.

وبحكم انتماء بحثنا إلى مشروع "الدراسات الصوتية في الآثار العربية"؛ وهو ما يخول له الإلمام بكل مجالات المستوى الأول، وبحكم ما يتوفر لدينا من مادة، وأداة بحث، عمدنا إلى حصر نطاق البحث في المجال الفيزيائي، وضبطناه بحقل الكميات الصوتية قياسا وحسابا، إذ وقع اختيارنا على موضوع عنوناه بـ " القياسات الحاسوبية للكميات الصوتية في التراث".

إن هذا التوجه يدفع بنا إلى دراسة نتوقع أن يغلب عليها الطابع العددي، بحكم انتمائها إلى الحقل التجريبي الذي يقتضى توظيفا سليما لآلة القياس، وتعاملا تقنيا دقيقا مع كل المكونات المخبرية المستعملة؛ لنتمكن من الوقوف على القيمة والنتيجة الفيصل لكل قياس. هذه النتائج التي تحتاج إلى توظيف سليم في الحقول الصوتية الأخرى (الإفرادية، التركيبية).

أما سبب اختيارنا للموضوع، فهو نابع من فكرة البحث في إيجاد النسقية اللازمة للتوفيق بين ازدواجية المنهج الإنساني، والتجريبي. حيث يصبح الثاني معللا فعليا للأول، من خلال الحقائق المثبتة عن طريق أداة التجريب. وبخاصة إذا تعلق الأمر بأداة مثل جهاز الحاسوب، الذي بات يفرض تبعية إلزامية لكل العلوم، بفعل برمجياته التي مست كل مسالك المعرفة.

ومن هذه الخلفية، جاءت فكرة تفعيل الإمكانات التي يوفرها الحاسوب، والاستفادة بما أسس له اللغويون القدامى؛ وما توصل إليه المحدثون من خلال استعمالاتهم لآلات مخبرية أخرى. وتوظيف كل هذه العوامل المتاحة من شأنه أن يوصلنا إلى نتائج متقدمة، وأن تفتح آفاقا جديدة في حقل علم الأصوات التجريبي.

ولما كانت طبيعة الدراسة، مؤسسة من الوجهة المعرفية على منظور علمي، حاولنا من خلالها الموافقة بين منهج العلوم الإنسانية، والعلوم التجريبية، فقد ارتأينا أن نستهل بحثنا هذا بتقديم وجيز للموضوع،

ومن ثمة نفتح مجالا، نضم فيه المفاهيم المكونة لعنوانه، كما هو الشأن أيضا لتلك المفاهيم الموظفة فيه، ومن ثمة نحدد ماهيتها اللغوية والاصطلاحية وأطر استعمالها، من خلال مدخل مختصر للبحث.

ومن وجهة التوافق بين المنهجين أيضا، كان من الضروري تقسيم البحث إلى محورين أساسيين، ممثلين في بابين؛ أولهما تنظيري نتعرض فيه إلى مناقشة وتحليل بعض المعايير والأحكام الفيزيائية التي أسفرت عنها الملكات الذهنية لعلماء الأصوات، وثانيهما تطبيقي نوظف فيه ذات الطرح النظري كمجموع فرضيات ننطلق منها لتفعيل النتائج وإخضاعها للقياس الحاسوبي،ومن ثمة إخضاعها للمقارنة والتعليل.

ومن ههنا، ضمّ الباب التنظيري فصلين، عنى الفصل الأول بالبعد الكمي للمدة والزمن، حيث شمل تفكيكا للمفاهيم اللفظية لمصطلح الزمن، وتحليلا لما تقدم من أطروحات، أو خلفيات فكرية، بخاصة ما يتعلق بزمن نطق الكلم، والأصوات اللغوية العربية، وتأثيريها على الدرس الصوتي.

كما أن الفصل الثاني من الباب نفسه، اختص بكمية الثقل. حيث حاولنا من خلاله توضيح العلاقة الترابطية القائمة بين المفهوم اللغوي للفظ، والمفهوم الفيزيائي الحديث، الذي يتحدّد من خلاله البعد الكمي للوحدات القاعدية الصوتية اللغوية، على غرار كميتي الشدة، والتردد.

أما الباب التطبيقي فقد تمثل في تطبيق ذات الفصلين على عينات صوتية مفردة وتركيبية، تحوي أربعة عينات صوتية مختلفة، منها ما هو مسجل مباشرة بأصوات أعضاء فرقة البحث في المخبر، ومنها ما كان عن طريق أقراص مضغوطة، تحوي أصوات مقرئين، عملنا على قياس أبعادها الكمية.

وحفاظا على نفس المنهجية المتبعة في الباب النظري، قسمنا باب التطبيق، إلى فصلين أيضا، اختص الفصل الأول لقياسات زمن الصوائت القصيرة، والصوائت الطويلة، وزمن الصوامت اللغوية، مستعينين

بالكرونومتر الرقميchronomètre numérique ، الذي يضمه البرنامج الحاسوبي المستعمل.

أما الفصل الثاني، فقد انتقلنا فيه إلى قياس كميات الثقل بمعلميها (الشدة، والتردد)، باستعمال البرنامج الحاسوبي نفسه، اعتمادا على القراءة المباشرة للسبيكتورغرام spectrogramme الرقمي، حيث عمدنا إلى الاستعانة بأصوات عينة واحدة، وهي العينة التي تضم الصوامت المعزولة.

وأنهينا البحث بخاتمة، عرضنا فيها النتائج المتوصل إليها، وحاولنا مناقشتها وتعليلها، بخاصة مكامن الاختلاف والتوافق بينها وبين مجموع الطروحات التي أسس لها اللغويون.

وأخيرا، أنوه بالدفع العلمي والمعنوي الذي خصني به أستاذي المشرف، والذي ساندني بنزعته الموضوعية في التحصيل العلمي، وبذهنية البحث العلمي الملموس، والنزوح نوعا ما عن التقليد والمحاكاة، فله جزيل الشكر والامتنان، وكذا الشكر لكل أعضاء فرقة البحث في المخبر على مدهم يد العون لنا. وأنهي شكري الجزيل إلى أعضاء لجنة المناقشة على ما بذلوه من جهد في قراءة هذا البحث وتقويمه.

الطالب ابراهيمي بوداود

وهران يوم .....

المدخل

تشكل الظاهرة اللغوية نسيجا من المفاهيم والدلالات التي ترتبط أساسا بالعنصر الإنساني. فعُدّت بهذا ظاهرة اجتماعية وفكرية؛ بحكم ملازمتها للإنسان. فهي سلوك يتولد منه فكريا أو مواضعة بين الجماعة التي ينتمي إليها. والتطرق للظاهرة من شأنه أن يفتح عدة أروقة معرفية من اجتماعية، وفلسفية، ونفسية، ولسانية.

ولذا، يعتبر الدرس اللغوي نموذجا حيا، في بنائه الابستمولوجي للحقول المعرفية، من خلال الجمع بين تلك الأروقة في هدف الكشف عن كنّه الظاهرة اللغوية. وأية محاولة ترمي إلى الإلمام بجوانب الدرس اللغوي بكل أبعاده وخلفياته، هي مغامرة جريئة ولا شك. وذلك بحكم تشعب هذه العلوم واختلاف مناهجها في البحث.

وبحكم أن اللغة أساسا «تجمع بين المظهر المادي المتمثل في أصواتها، وبين المظهر المعنوي المتمثل في التفاهم والوسائل من كلمات وجمل»"[1]". ومن باب التعقل العلمي المؤدي إلى النتائج البناءة والملموسة؛ فإن الأمر يقتضي التعرف على الظاهرة اللغوية بجميع مستوياتها. ومن ثمة، جاء التخصيص والتقصي في إحدى المستويات، لما قد يحمله كل منها من انشغالات وتساؤلات تدفع إلى البحث والتحري.

ومن التأني، أن ننهج سبيلا ترتيبيا في الكشف عن هذه المستويات؛ حيث «أن المستوى الصوتي هو أول المستويات التي ينبغي مراعاتها؛ مرورا بالمستوى الصرفي فالنحوي ووصولا إلى المستوى

1 -سلمان حسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية فونولوجيا العربية، تر: ياسر الملاح، مراجعة محمد محمود غالي، ص 05، ط1، النادي الأدبي الثقافي، جدة ، المملكة العربية السعودية.

الدلالي»"[1]" وتعمدنا لفظ التراتب ههنا، إيحاء مباشراً لما يرسمه في أذهاننا مصطلح المستوى، والذي يفيد التدرج في معلم عمودي.

ويبدو أن التراتبية أو التتالي المذكور، مصنف بدلالة المجالات التي يشملها كل مستوى؛ وبدلالة ما يتناوله كل مجال. وهذا الأخير يمثل بدوره تفريعا من المبادئ والقوانين اللغوية (وصفية، وظيفية...)، والتي من شأنها أن تحدث تناسقا متكاملا بحسب الأولوية من الجزء إلى الكل، أو من « المعارف الأدنى عمومية إلى معرفة جديدة أكثر عمومية، أي ننتقل من حالات خاصة مفردة إلى حكم عام»"[2]"، وهو ما يُعرف بالاستدلال عند أهل الفلسفة.

والمتأمل في هذه المجالات، يتضح له أنها تجمع بين علوم تطبيقية، يمكن الوصول بها إلى نتائج موسومة بالدقة لا تقبل الشك والريب، «بخاصة في علم الأصوات الأكوستيكي الذي تطور وازداد ثراء بسرعة مذهلة، يمكننا الآن من أن نحلل كثيرا من ألغاز الصوت»"[3]" من خلال تبنيه للمنهج التجريبي، اعتمادا على الملاحظة والقياس، وبين علوم فكرية تقبل الطرح النظري ، وهو ما يمكن جمعه في فرعين رئيسيين «الفونيتكا Phonetics، والفونولوجيا Phonology »"[4]" هذه الأخيرة، التي من شأنها أن تشكل حلقة الوصل التي تنقلنا إلى المستوى الثاني وهو بناء الكلمة الواحدة، أو الإفراد.

---

1 - عبد العليم بوفاتح، الفونولوجيا العربية بعض خصائصها ومزاياها، مجلة الآداب واللغات، ص: 219، ع :1 ، ديسمبر 2003، دار الغرب للنشر والتوزيع.

2 -ألكسندر غيتمانوفا، علم المنطق، ص، 236، دار التقدم موسكو.

3 ـ رومان ياكبوسون، 6 محاضرات في الصوت والمعنى ، تر: حسن ناظم وعلي حاكم صالح، ط1 ، المركز الثقافي العربي، بيروت 1994.

4 - كمال محمد بشر، علم اللغة العام، القسم الثاني، الأصوات، ص28، دار المعارف بمصر، 1981.

واعتمادا على هذا المنطلق الاستقرائي، فقد عُدّ « الصوت الإنساني مادة اللغة الأولى في الدراسة اللغوية»"[1]" مُمثّلا للجزء الذي يُفترض الانطلاق منه لإدراك الباقي، « فالمؤكد أن الدراسات الصوتية أساس مهم تقوم عليه البحوث اللغوية، صرفية أو نحوية أو معجمية ودلالية »"[2]" انطلاقا من أن الصوت هو المستوى الذي يعنى بتناول أصغر جزء لغوي هو المقطع؛ قبل أن يساهم في التشكيل الكلامي.

وما من شك، أن « اللغة العربية منذ أن اهتم بها أهلها، بذوا اهتمامهم على الكميات والموازين، وعلى الحساب والمقادير، فهذا سيبويه يؤسس نظريته اللغوية على مجاري الكلام الثمانية، والحروف عنده أصول وفروع أعداد ومعدودات»"[3]"، وهذه الترجمات العددية والرقمية، من شأنها أن تفضي إلى تعبيرات أكثر يسرا، وتعليلات لغوية أكثر مصداقية.

ودراسة المقطع الصوتي، اعتبارا من أنه أصغر وحدة لغوية، بطريقة تفكيكية، يقود حتما إلى إدراك الخصائص الكمية (فيزيائية وفيزيولوجية) للأصوات« حين تتمازج في صور كلمات، ولن يُستغنى عنها، لأنها تفسر كثيرا من الظواهر اللغوية التي لولا هذه الدراسة، لكان الكلام فيها نوعا من الافتراض سيقف طويلا أمام البحث العلمي»"[4]"، وكأن المخزومي في قوله تعمد مقابلة لفظ الافتراض

---

1 -عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، الفونيتيكا، ص ،05، ط1، دار الفكر اللبناني،1992.

2 -كمال بشر، دراسات في علم اللغة، القسم الأول، ص، 21، ط2، دار المعارف بمصر.1971.

3-مكي درار، مقال بعنوان الكميات الصوتية بين الدراسات اللغوية والقراءات القرآنية، ص 30، مجلة الصوتيات، حولية أكادمية، صادرة عن مخبر الصوتيات العربية الحديثة، جامعة سعد دحلب، البليدة، العدد الأول السنة 2005.

4 - مهدي مخزومي، مدرسة الكوفة ومنهجها في دراسة اللغة والنحو، ص، 166، مط، الحلبي وأولاده، ط2، 1958 نقلا عن مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية، ص 9،دار الأديب للنشر والتوزيع.

لنقيضه البحث العلمي، في إشارةٍ منه إلى مناهج البحث القادرة على فك عقد التأويلات المجردة، بالحقائق العلمية الأكثر واقعية وإثباتا.

إن المعالجة التطبيقية للخصائص الكمية في الصوت اللغوي تنصرف، «إلى تحديد الشحنة التي يحملها العنصر الصوتي من قوة أو ضعف»"[1]" في شكل الصوت، وطول أو قصر في الزمن الذي تستغرقه الموجة الصوتية حتى تستقر في أذن المتلقي. ولهذا، فالدراس مطالب بالاستفادة من المعطيات المتاحة في الدرس الصوتي من وسائل علمية وتقانيات، فإذا «كانت الآلة قد سبقت إلى ميادين العلوم العربية المادية، وثبت نجاحها هناك، كان الأحرى بالدارس اللغوي، إذا أراد الاستعانة بالآلة أن يبدأ بجانبه المادي، وفي مجال الأصوات اللغوية بالتحديد»"[2]"حيث تتسم فيه مساحة المجال التطبيقي، بإخضاع الظاهرة المقيسة لأساليب البحث الفيزيائي، و«حيث يلجأ الباحثون إلى استخدام الأجهزة والآلات في قياس الكميات، فإنهم يحاولون التوصل إلى خصائص الواقع المادي، على ما هي عليه في الوجود»"[3]"، سعيا نحو الوصول إلى غايات جديدة، يفرضها واقع النتائج المحصل عليها.

وما حديثنا عن الآلة إلا تلويح للعصرنة والحداثة، التي خصت الدرس اللغوي، وبخاصة المستوى الصوتي، «حيث استفاد من الأجهزة الدقيقة التي تساعد كثيرا للوصول إلى نتائج مشجعة في علم لم يكن ممكنا الاستمرار في أبحاثه، اعتمادا على الحدس والظن؛ وهي الطريقة التي كانت تتبع في الوصول إلى حقائق هذا العلم قديما»"[4]"، حيث بات

---

1 - مكي درار، الوظائف الصوتية والدلالية للصوائت العربية، ص 61.

2 - سلمان حسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العري، فونولوجيا العربية، ص 10، ترجمة ياسر الملاح، مراجعة محمد محمود غالي، المملكة العربية السعودية، ط1، 1983

3 _ سعد عبد العزيز مصلوح، في النقد اللساني، دراسات في مسائل الخلاف، ص 105، عالم الكتب القاهرة، ط1، 2004م.

4 -عبد العزيز سعيد الصيغ، المصطلح الصوتي في الدراسات العربية، ص 16، ط1، دار الفكر بدمشق، أيلول سبتمبر 2000.

التقدم في الدرس الصوتي مرتبطا ارتباطا وثيقا، ويتماشى طرديا مع تطور الأداة المستعملة في حقله التجريبي.

وقد تَحملُنا نفس الحمولة الدلالية للفظ القياس، إلى طرح تساؤل عن حقيقة هذا الشيء، الذي من شأنه أن يُقدر ويُقاس، داخل الكلم واللغة، وليس للجواب أن يتعدى حدود العقل والطبيعة. فكل ما يمكنه أن يكتسب صفة البعد من طولٍ، أوقصر؛ أو صفة الكم، من قلة وكثرة؛ أو صفة الوزن، من خفة وثقل؛ أو صفة الحركة من سرعة وبطء؛ فهو قابل للقياس والتقدير. وكل هذه الأوصاف والمواصفات تحتاج إلى وقفة متأنية ونظرة علمية ترسيها في مجال المستويات والمجالات والموضوعات العلمية. وهو ما نحاول إنجازه في هذا البحث، الذي اخترنا له العنوان اللاحق وهو:

القياسات الحاسوبية للكميات الصوتية في التراث•

إن عناصر كل بحث، هي عبارة عن مجموعة من المفاهيم والمصطلحات، كما هي عبارة عن مفاتيح وآليات، ولا حرج أن يتعمق الباحث في المفاهيم التي جمعها الحقل الدلالي السابق. وذلك من أجل الإحاطة بكل ما من شأنه أن يعني أو يلامس هذه المفاهيم لغة، واصطلاحا، واستعمالا؛ مما يجمعه عنوان الرسالة وهي: الكمية، والقياس، والحاسوب. مما نقف عنده مفصلا فيما هو آت.

مفهوم الكمية

إذا رجعنا إلى الجذر (كمم) في لسان العرب، نرسو على أن « "كَمْ" اسم، وهو سؤال عن عدد، وهي مغنية عن الكلام الكثير المتناهي في البعد والطول»"[1]"، ومردّ الغنى هنا، هو موضع الإفادة بالكثرة المجهول العدد أو القياس.

• غُير عنوان الموضوع من "الكميات الصوتية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين" إلى العنوان المدون أعلاه من طرف اللجنة العلمية لقسم اللغة العربية بجامعة وهران.

1 - ابن منظور، لسان العرب، المجلد الخامس، ص، 297، ع3، س 28.

والكمُّ عند الجوهري « اسم ناقص مبهم مبني على السكون، وله موضعان، الاستفهام والخبر. "[1]". وفي الموضعين، لا يخرج مصطلح (كَمْ) عن سؤال أو استفهام يفيد التقدير، وإدراك المبلغ أو القيمة أو العدد.

وقد ابتعد الألسنيون واللغويون نوعا ما عن التخصيص الدقيق، لمصطلح الكمية؛ وجعلوه أكثر شمولية في مفهومها العام، من حيث أنها « نوع من القوة والطاقة في حالة تجمع»"[2]" فخصّ اللفظ كل مستويات الدرس اللغوي التي لها علاقة بالمقدار والكم؛ من ثقل، وطول، وقصر، وحذف، وزيادة.

واعتبارا أن الصوت ظاهرة فيزيائية تنتج إثر « قرع يحدث في الهواء...، فإذا صدم جسمٌ جسما، انسلّ ذلك الهواء من بينهما، وتدافع وتموج إلى جميع الجهات»"[3]"، وهو شأن الصوت الإنساني الذي يتمثل بعد إصداره في شكل مجموعة من التموجات، «فتتوقف طبيعة الصوت غليظا كان أم رفيعا على كمية الذبذبات الصوتية الناتجة عن الاهتزاز والتخلخل» "[4]"، ولن تتحدد كمية هذه الذبذبات إلا بعامل طبيعة الأعضاء المسؤولة عن إصدار الصوت وطبيعة الوسط الذي يحتويها.

وذلك من حيث، أن كل «جسم في الطبيعة، له درجة تذبذبية خاصة تتحكم فيها مجموعة من العوامل والمؤثرات الخارجية والداخلية، كالوزن والطول، ونسبة الشد والغلظة والرقة في الأوتار

---

1 - نفسه، ص 298، ع1، س16.

2 - مكي درار ،الوظائف الصوتية والدلالية للصوائت العربية ، ص: 105، رسالة مقدمة لنيل درجة دكتوراه دولة ، جامعة وهران –السانية –2003/2002.

3 - عبد القادر المهيري ، حمادي صمود ، عبد السلام المسدي، النظرية اللسانية والشعرية في التراث العربي من خلال النصوص، رسائل إخوان الصفاء، ص 147، باختصار، الدار التونسية للنشر.

4 -سامي عبد الحميد نوري، بدري حسون فريد، فن الإلقاء، ص74، ج1 ، مطبعة جامعة بغداد، 1980.

الصوتية»"[1]"، وهي ظواهر خصها الدرس الصوتي في مجالاته الفيزيولوجية، الفيزيائية، والإدراكية، بدءا من الوحدة الصوتية الأولية أو المقطع المشكل للصوت اللغوي.

والمقطع الصوتي مركب أساسا من ثنائية، صائت وصامت، أما الصوائت فتنتج «عن مرور الهواء في الآلة المصوتة مرورا حرا، ولا يصادف الهواء لدى نطقها أي عائق يحدث ضجة واحتكاكا»"[2]"، وأخذت الصوائت العربية من حيث كمياتها التسميات عدّة، بين القدامى والمحدثين؛ مثل: «حروف المد، أو حروف العلة، أو حروف اللين، أو الحركات، أو المصوِّتة»"[3]".ومن الواضح، أن الاختلافات الواردة لا تخص التسمية فقط، مِن أنّ «الحركات في مدلولها العام، علامة متغيرة تلحق الصامت في التركيب لتبديل صوته أو صورته أو هما معا»"[4]" بل هو اختلاف في التلوين الصوتي، والوظيفة النطقية، « فالحركات على هذا، ذات مقادير في صيغ الكلام لفظا وعبارة»"[5]"وهذه المقادير هي التي تُطرح في التفريق بين ظواهر صوتية؛كالإشمام، والروم، والاختلاس، والمد، والاستطالة داخل الكلم.

ونجد «بعض القدماء، قد أحس كما يحس المحدثون بأن الفرق بين الفتحة وما يسمى بألف المدّ لا يعدو أن يكون فرقا في الكمية، وكذلك الفرق بين ياء المد وواو المد، إذا قورنتا على الترتيب بالكسرة

1 -عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية،ص، 46 ، ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، 1408هـ، 1998.

2 -بسام بركة، علم الأصوات العام،أصوات اللغة العربية، ص 80، مركز الإنماء القومي.(والنص هكذا جاءت مفرداته).

3 -عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، الفونيتيكا، ص 280، دار الفكر اللبناني، بيروت.

4 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 61، دار الأديب للنشر والتوزيع

5 -محي الدين رمضان، في الصوتيات العربية، ص 209، مكتبة الرسالة الحديثة،عمان.

والضمة، ليس إلا فرقا في الكمية»"[1]"، وفروق الكمية يمكن أن تشمل التباين في الطول والمقدار الزمني.

وأما الصامت، فهو « الصوت المجهور أو المهموس الذي يحدث في نطقه أن يعترض مجرى الهواء اعتراضا كاملا، أو اعتراضا جزئيا، من شأنه أن يمنع الهواء من أن ينطلق من الفم دون احتكاك مسموع»"[2]" مردّه في ذلك أن الصوامت هي مجموع الأصوات الصادرة نتيجة تصادم الهواء بحاجز عضوي من الجهاز النطقي.

وتُصنف الصوامت بحسب، صفاتها (مهموسة، ومجهورة)، وبحسب مخارجها (مواضع نطقها)، لتنشأ اختلافات وتباينات في الصفة، يكون التحديد الكمي المكاني هو الفاصل فيها، وهو ما سنتطرق إليه بأكثر من التفصيل في فصول هذا البحث.

وبعد أن تتشكل المقاطع في تتابع، نجد أنفسنا قد انتقلنا ترتيبيا إلى مستوى الإفراد، وهو لا يخلو بدوره من توظيف مصطلح الكمية في العديد من ظواهره، على نحو الحذف، والزيادة، « وعلى اعتبار أن حذف حرف ما، ينقص من قيمة الكلمة، ومن حيث عدد الحروف. وعلى اعتبار أن زيادة حرف يزيد من كمية تلك»"[3]"الكمية، حيث يمثل التكميم تعليلا صوتيا لظواهر صرفية وإفرادية.

وإذا كان مجموع الأنساق الإفرادية من شأنه أن يصنع تتابعا صوتيا ودلاليا، أكبر وأوسع، وهو الجملة؛ فإننا نطأ مستوى التركيب الذي ليس له أن يكون في منأىً من خضوعه لتأثيرات الكمية، وقد « أظهرت الدراسة، أن نظام الخليل الإيقاعي نظام كمي، يقوم أساسا على الكمية المقطعية وكيفية تواليها في النسق الإيقاعي، وأن نظام المقاطع لا

1 -ابراهيم أنيس، الصوت اللغوي، ص 38 ، مكتبة الأنجلو مصرية، 1995.
2 -محمود السعران، علم اللغة،ص، 124، ط 2، دار الفكر العربي، القاهرة. 1417هـ 1997.
3 -حبيب زحماني فاطمة الزهراء، رسم القرآن الكريم، دراسة صوتية، ص، ج-د، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في اللغة، جامعة السانيا، وهران، 2000/1999

يعمل على مستوى الصوت الواحد، بل على نظامه التركيبي»"[1]"، من حيث أن التقسيم العروضي، لا يخرج من إطار التوزيعات الإيقاعية والتوافقات الصوتية المتناسقة.

كما أن مصطلح الكم لم يأخذ منحى آخر في العلوم الأخرى، عدا تبدله وتبدل المادة المرُاد تقديرها، لتصبح هذه المادة قرينة له في الاستعمال، وأُجمع على استعماله في أي موقع يستدعي تحديد الكم. وهو ما أشار إليه ابن سنا في قوله: « أما الكميات المتصلة فهي مقادير المتصلات، أما الجسم الذي هو الكم فهو مقدار المتصل هو الجسم بمعنى الصورة »"[2]"، حيث يُلزم الكمية بقرينة متصلة بها يمثلها بالجسم أو الصورة.

على أن بعض العلوم، وبخاصة الطبيعة والفيزيائية فضلت تخصيص المصطلح للقرائن المادية أو المجسدة، وإلغاءه من الأخرى المجردة واللامتناهية، على نحو الزمان والمكان، حيث أن « الكم المتصل لا يخلو إما أن يكون قارا حاصل الوجود بجميع أجزاءه أو لا يكون»"[3]"، وأن «الكمية بالجملة حدها، هي أنها التي يمكن أن يوجد فيها شيء منها يصح أن يكون واحدا عادّا»"[4]" ولذا أن نقول كمية السائل، والهواء، والصوت والضوء، وهي قرائن أو أجسام يمكن تحديد قيّمها بعلامات أو وحدات قياس نتواضع عليها، وأن نقول مقدار الزمن ومقدار المكان. وهي أبعاد معلمية غير مادية.

وبما أن التعبير الصوتي المُشكل للكلام، لا يمثل في حقيقة الحال إلاّ علامات ورموز منطوقة ذات معنى معين، مكوِّنا لثنائية (اللفظ

---

1 -عبد القادر عبد الجليل، هندسة المقاطع الصوتية وموسيقى الشعر العربي، ص، 63، دار الصفاء للطباعة والنشر، عمان الأردن. باختصار.

1- أبو علي حسين ابن سنا، الشفاء،ص،117 ، جزء 1، الإلهيات، مراجعة ابراهيم مدكور، تحقيق الأب تنولي، سعيد زايد

3 - أبو علي حسين ابن سنا، الشفاء، المصدر نفسه، ص،118 (هكذا جاء النص)

4 - أبو العلي حسين بان سنا، المصدر نفسه، ص ،

والمعنى)، والتي عني بها المستوى الدلالي في الدرس اللغوي، حيث تُفاعل الكمية الكلامية مرة أخرى دورها في تحديد معنى اللفظ ودلالته، فطول الكلمة أو قصرها في الأصوات قد يوحي في اللغة بمعنى خاص، وفي هذا المقام يصادفنا قولهم «زيادة المبنى يتبعها زيادة المعنى»"[1]"، وقد يرد هذا في الدرس البلاغي ، على نحو الاختلاف الذي نقف عنده في توظيف (مشبه، ومشبه به، وأداة التشبيه، ووجه الشبه)، في بناء أسلوبي كامل ومؤدي للمعنى، وبين توظيف نعمد فيه إلى حذف أحدهم ما يؤدي إلى تقصير في الكم واكتمال المعنى.

وفي المجال نفسه (الزيادة والحذف)، فقد أشار بعض البلاغيين إلى «ظاهرة الاقتصاد في الاستعمال اللغوي، حين لا يكون هناك لبس ولا إبهام، وهو اقتصاد محمود لا يعد نقصا في اللغة»"[2]"؛ وهو بمثابة التقليل من الجهد والطاقة والاكتفاء بما هو أقل ومُبلغ للمعنى، وفي الجميع قياس.

مفهوم القياس

إذا كان التقدير ارتبط بجهود الأوائل الذين افتقدوا آلات القياس الدقيقة، فعمدوا إلى هذا السبيل لتكميم الظواهر وتبيان أبعادها، وفوارقها، فإن القياس؛ وإن بدا في معناه اللغوي مرادفا للتقدير، كما جاء في لسان العرب في مادة (قيس): «قاس الشيء، إذا قدره على مثاله، والمقياس المقدار»."[3]" فإنه لا يعدو أن يكون مجرد تفاوت في الدقة والضبط.

وفي مادة (قس) قال ابن فارس: « القاف والسين، معظم بابه تتبع الشيء، وقد يشد عنه ما يقاربه في اللفظ»"[4]" وتتبع الشيء إلى معظمه

1 - ابراهيم أنيس، من أسرار اللغة، ص، 133،ط3، مكتبة الأنجلو مصرية، القاهرة، 1966.
2 - نفسه، ص، 140
3 - ابن منظور ، نفس المصدر – المجلد الخامس – ص 200 ع2-س38.
4 - أبو الحسين أحمد ابن فارس ابن زكريا- المصدر السابق – المجلد الخامس –ص 09.

هو إدراك لمبلغه وقيمته. ولعل ابن منظور كان أوضح في التبيان بتوظيفه لمصطلح التقدير على أنه الأقرب والأدنى دلاليا.

وينبغي ههنا أن نحتاط من الخلط في الاستعمال الاصطلاحي للفظ القياس، حيث أنه يأخذ معنى المقارنة والمقايسة عند النحويين والفلاسفة. كما يعرفه ابن سنا بأنه «قول إذا ما وضعت فيه أشياء أكثر من واحد، لزم من تلك الأشياء بذاتها، لا بالعرض شيء آخر غيرها من الاضطرار»"[1]" ووجه الاضطرار هو وجوب استقدام مقدمتين، لنقابل بينهما، وهو قياس ذهني، أو منطقي. وينهج اللغويون هذا السبيل في العديد من القضايا التي تفرض «استنباط مجهول من معلوم. فإذا اشتق اللغوي صيغة مادة من مواد اللغة على نسق صيغة مألوفة في مادة أخرى، سمي عمله قياسا»"[2]". ويعمد إلى هذا الفقهاء، في الفصل في أحكام الشرع التي لم ترد فيها نص في القرآن والسنة.

أما المعنى الثاني للمصطلح والذي يخصه المستوى الصوتي بخاصة فهو ما يرتبط بأجهزة قياس الصوت، وتحديد معالمه الكمية والمعلمية. إما باعتماد الآلة، أو على القوانين الرياضية.

ومن الواضح أن يكتسب اللفظ حقولا استعمالية عديدة بحكم ملازمته،كما أشرنا إلى التعريف بالظواهر والأشياء تعريفا كميّا. وبالتالي قد يرد استعماله في كل ما يرتبط بعمليات تحديد الأبعاد والسعات على اختلافها وعكس التقدير، فإن القياس يوجب إحداث دلالات علامية ورمزية، تصنف وطبيعة المُقاس باعتبارها عرفا حسابيا يُعمل به* لتقدير قيمة الموجودات وحسابها بما يسمى حاسوبا.

---

1 - أبو علي حسبن ابن سنا، الشفاء، المنطق، مصدر سابق، ص4.

2 - ابراهيم أنيس، من أسرار اللغة، نفس المرجع السابق، ص 09.

- مثل وحدات القياس العالمية (USI) المتر للأبعاد، واللتر للسوائل، والغرام للأوزان ..

مفهوم الحاسوب

إن النهضة العلمية التي شهدها العالم في مطلع القرن التاسع عشر موازاة مع الثورة الصناعية الأوروبية، «عرفت توجها كبيرا نحو علوم الفيزياء، بخاصة بعد اكتشاف الطاقة المولدة للحركة بشتى أنواعها»"[1]"، وبدأت التكنولوجيات تأخذ تسارعا لا يصدقه المرء. وأخذ يُسند للآلة مهاما طالما مارسها الإنسان عبر العصور.

وتماشيا مع هذا، ظهر ما يسمى باللغة الرقمية، وهي لغة وسيطة تربط لغة المعادلات الرياضية المجردة المؤدية للأغراض العلمية، ولغة النظم الإلكترونية المؤدية لغرض الطاقة والتحريك، ومن هنا نشأت فكرة الحوسبة، والحاسوب، والإعلام الآلي، والمعلوماتية،والرقمية، وهي كلها مصطلحات مقترضة من اللاتينة، تفيد علم الحساب الرقمي.

وعودة إلى الأصل اللغوي للمصطلح، وكما جاء في لسان العرب «حسب الشيئ، يحسُبُه، بالضم، حسبا وحسابا، وحسابة، عَدّه»"[2]"، غير أن أداة الحاسوب هنا، لا تؤدي غرض الحساب العددي فقط، بل تتعداه إلى تحويل كل لغة إنسانية برموزها الحرفية إلى لغة رقمية، تتيح فرصة الدقة والقياس والضبط. بالإضافة إلى مهام أخرى، لا يدعو المقام التطرق إليها مما كان موجود في التراث، وهو آخر عنصر من عناصر عنوان البحث.

مفهوم التراث

جاء في لسان العرب في مادة ورث « الورث، والإرث والتراث والميراث، ما وُرث»"[3]"وهو كل ما تركه السلف من أثر معنوي أو مادي. وكان للخلف حق الوراثة فيه؛ أي حق الاستعمال والكسب. والتراث في مقامنا هذا مادة معنوية وتأصيلية. فاللغة العربية بقدر ما هي أداة تفيد التبليغ والتواصل، فهي تتجاوز هذا النطاق، من حيث أنها

---

[1] David Pogue , le Mac pour les nuls ,p03 IDG Books,imprimerie «la source d'or » Paris ,1993

2 - ابن منظور، لسان العرب، مج 2، ص ،ع 3،س47، دار صادر، بيروت.

3 -نفسه، ص 200، ع2،س12.

تحجز لنفسها مقاما روحيا وعقائديا لدى العرب والمسلمين على خلاف اللغات الأخرى. وذلك أن الله عز وجل اصطفاها كمادة خطابية، خاطب به رسوله الكريم. (وَمِن قَبْلِهِ كِتَابُ مُوسَى إِمَامًا وَرَحْمَةً وَهَذَا كِتَابٌ مُّصَدِّقٌ لِّسَانًا عَرَبِيًّا لِّيُنذِرَ الَّذِينَ ظَلَمُوا وَبُشْرَى لِلْمُحْسِنِينَ)"[1]".

وبما أن « أصوات الكلام، تتألف من ظواهر تنتمي إلى عالم الطبيعة والمادة»"[2]"، فإن قداسة اللغة العربية، لا تجردها من خصائصها الوضعية والذاتية، التي تفرض على متمرسيها البحث فيها وتطويرها، بحسب ما توافر من إمكانات ووسائل، قد تدفع بها إلى مكانة أفضل. ومن ههنا، نشأت نواة البحث في اللغة، من حيث هي كائن مادي ينبني على المنظومة الصوتية المشكّلة للسلسلة الكلامية.

وانطلاقا من هذه الخلفية والرؤية التي تأسست في التراث العربي القديم، بالاعتماد الكلي على التحليل النظري، القائم على المساءلة الحسية دون الممارسة الفعلية للوسائل العلمية، وذلك لانعدام آلات التسجيل وقياس الصوت، وقد «استطاع القراء وعلماء اللغة من أكثر من أربعة عشر قرنا، أن يحكموا مواضع المد، ويبينوا زمنه، ويحددوا أماده، من دون أجهزة تعينهم على ذلك»"[3]"، وهو ما يعد اقتحاما للمجال الحسابي والتقديري. وإيذانا منهم، بإمكانية التعمق والاستكشاف وفق سبل البحث بغية تحصيل أفضل.

وإذا كان البحث في الكميات الصوتية في التراث العربي القديم يندرج ضمن القياس الذاتي والنفسي الذي يعنى بقياس «علو الصوت كما تدركه الأذن، *LOUDNESS* ودرجة الصوت *PITCH* أي الاختلاف من

---

1 - الآية12، الأحقاف.

2 -سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، صوتيات اللغة من الانتاج إلى الإدراك، ص 09، ط1، عالم الكتب، 1420هـ -2000م

3 _ نشأة محمد رضا ظبيان، علم اللغة العربية في الآيات المعجزات، علم أصوات اللسان العربي، ص 56، دار ابن حزم، ط1، 1977م.

حيث الحدة والغلظ، والمدة التي يستغرقها وهي هنا كم زمني ذاتي»"[1]" فإن الدراسات الكميّة الحديثة تقوم على المعيار الموضوعي الذي يخضع لمدى فاعلية الآلات والأجهزة المخبرية، إذ «نقيس في الصوت كميات الشدة *INTENSITY* والضغط *PRESSURE* والتردد *FREQUENCY* والمدة *DURATION*»"[2]" وهو ما سنحاول البحث فيه، وتحقيقه عمليا أن شاء الله.

1 ـ سعد عبد العزيز مصلوح، في النقد اللساني، ص 106.
2 ـ نفسه، ص 106.

تصدير

يشكل الصوت اللغوي العربي، تركيبا من الوحدات القاعدية تنبني عليها المستويات اللغوية، وهو مكوّن من جزيئات (الصائت والصامت) المترابطة، التي لا يمكن فصل أحدهما عن الآخر فصلا فعليا وتطبيقيا. لأن التحقيق النطقي للصوت يقوم أساسا على إنتاج الصامت والصائت معا. ولكن يبقى «التمييز بين الصوامت والحركات ذو أهمية نظرية وعلمية كبيرة، لا في الجانب الصوتي من اللغة حسب، بل على جميع المستويات التحليلية، ويقوم هذا التمييز على أسس نطقية وفيزيائية ووظيفية»"[1]"، وكل منهج تحليلي ينطلق أساسا من فكرة التفكيك والتجزئة.

غير أن قابلية الفصل المطروحة في الدرس الصوتي، القائمة على دراسة الصوائت بمعزل عن الصوامت لا تعني بالضرورة إلغاء الثنائية الصوتية بين الصائت والصامت، بل تذهب إلى منحىً أبعد وأعمق من ذلك. فتحاول تحليل عناصر الصوت اللغوي وتقسيمها، تقسيما تجريديا دون أن يؤدي ذلك إلى الفصل النهائي أو إحداث فجوة عميقة بينها؛ لنقف من خلالها على خصائص كل منها على حدة، وإذا تم لنا ذلك، قمنا بعملية البناء والتركيب لتتضح صورة الصوت اللغوي بشقيه، فـ «الحركات في اللغة العربية أو ما اصطلح عليه الأصوات الصائتة القصيرة أو الصوائت القصيرة Short vowels، تشكل مع الأصوات الصامتة consants إلى جانب الصوائت الطويلة البنية التركيبية للغة العربية»"[2]" القابلة للتقدير والقياس بمختلف المقادير، والزمن منها.

---

1 -سعد عبد العزيز مصلوح،دارسة السمع والكلام، صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الإدراك، ص162، ط1، عالم الكتب، القاهرة، 2000.

2 -عبد الجليل عبد القادر، التنوعات اللغوية، ص 150، دار الصفاء للنشر والتوزيع، ط1، 1997.

مع الزمن

يُعد الزمن معلما رئيسا في الأخذ بقياس أية حركة كونية، وهو العامل المحوري في تحديد توقيت حدوث أية ظاهرة كانت. ومن ثمة، أصبح من الضروري اعتماد الزمن منهجا و سبيلا لإدراك الأشياء ومعرفتها وتقديرها.

وعلى اختلاف هذه المدركات والمعارف في طريقة الكشف عن حقيقتها، فقد تباين استعمال مفهوم الزمن فيها، وانفرد كل علم بمعاملة خاصة به، مع ظاهرة الزمن، إنْ لم نقل إنه أصبح هو ذاته علما قائما بذاته، سواء في العلوم التجريبية كعلم الفلك ، أم في العلوم الإنسانية كعلم التاريخ.

وقد يصعب تحديد المفهوم المطلق لمعنى الزمن، من حيث أن دلالته أخذت أبعادا عدة ومتشعبة من فلسفية، ورياضية؛ «فلفظ الزمن يعني الوقت كثيره وقليله، ويختلف تعريف الزمان باختلاف وجهات النظر الفلسفية، إلا أنه يرتبط دائما بالحركة والتغير»"[1]" ومن ثمة، بات لزاما أن نربط تعريف اللفظة بطبيعة العلم المُساقة فيه.

مفهوم الزمن

الزمن ظاهرة كونية نفسية فلسفية مقيسة، وعرفه اللغويون بقولهم «الزاي، والميم، والذون أصل واحد يدل على وقت من الوقت من ذلك الزمان وهو الحين، قليله وكثيره، يقال زمان وزمن والجمع أزمان وأزمنة»"[2]" ومع اختلاف أسماء الزمن، بقيت دلالته محصورة في الوقت والتوقيت.

---

1 -عبدو الحلو، معجم المصطلحات الفلسفية »فرنسي - عربي »، ص 17، ط، المركز الثقافي للبحوث والإنماء، مكتبة لبنان.

2 -- أبو الحسين أحمد بن فارس بن زكريا، معجم مقاييس اللغة، تحقيق وضبط عبد السلام محمد هارون،ط3، ص 22، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع،1979.

ويبدو أن أغلب التعاريف اللّغوية تصب في منحى دلالي واحد، وهو أن الزمن مقدار مبهم من الوقت، لتبقى الاختلافات الدلالية في مفهوم اللفظ مرتبطة ارتباطا وثيقا مع طبيعة العنصر المتحرك، وهو ما قد يرد في بعض التعاريف الاصطلاحية التي نحاول التطرق إليها.

وإذا انطلقنا من حقيقة أن الزمن هو مقدار وقتي محدد لكمٍ ما. حيث أن الوقت يدل «في علم الفلك على نقط معنية من الزمان، وكذلك على أجزاء من الزمان ثابتة عادة»"[1]"؛ أي أنه مجموع الوحدات الزمنية التي يتم فيها حدوث أية ظاهرة، كالأداء اللغوي.

ومن مبدأ أن الصوت هو أحد الظواهر التي تحدث نتيجة «لاهتزاز ينتقل في وسط خاص على صورة موجات تصل إلى الأذن »"[2]"، ليشكل كل جزء من هذه الهزات وحدة صوتية، أو مقدارا معينا لها، يمكن إخضاعه إلى تعبير وتقدير وقياس زمني محدد.

إن الصوت هو ما صدر من توليد هزات وأمواج في الوسط الذي يحتويها: «فقد أثبت علماء الصوت بتجارب لا يتطرق إليها الشك، أن كل صوت مسموع يستلزم وجود جسم يهتز»"[3]"، وهي حقيقة علمية لا تستثني أي مصدر طبيعي لإصدار هذا الصوت بما فيها الإنسان، الأمر الذي استدعى ملازمة هذه الحقائق العلمية المطلقة إلى تخمينات أخرى نفسية وفكرية.

---

1 - دائرة المعارف الإسلامية، برعاية أحمد الشنتناوي، إبراهيم زكي خورشيد، عبد الحميد يونس، محمد فهمي علام، المجلد 10، ص 374، دار المعرفة، ، بيروت، لبنان.

2 -عبد الرحمان أيوب، الكلام إنتاجه وتحليله، ص 215، ط1، مطبوعات الجامعة، جامعة الكويت، 1984.

3 -إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 6، مكتبة الأنجلو مصرية، القاهرة، 1995.

فالظاهرة الصوتية الإنسانية لا تقف عند مجرد هزات تصدرها أعضاء مسؤولة وتستقبلها أعضاء أخرى، وإنما هي ظاهرة دلالية إعجازية لما تحمله في كنهها «لأننا لا نستقبل الصوت من أجل استقباله فقط، ذلك حاصل من وظيفة الأذن، وإنما نستقبله من أجل تفهمه، وتحويل الموجات الصوتية الفيزيائية إلى مواقف وقرارات »"[1]"، وأن تلك الذبذبات هي تشكيل لحمولة من المفاهيم والمعاني المعبرة التي تمثلها شفرات، وتعقيد من الرموز، أحيل إلى العقل البشري مهمة تفكيكها وتشفيرها.

وفي حد اللغة يقول ابن جني: «هي أصوات يعبر بها كل قوم عن أغراضهم»"[2]"، وبهذا يكون الصوت هو الممثل للوحدة الأساسية المكونة للسلسلة الكلامية، الحاملة للدلالات المختلفة التي تؤدي بصاحبها إلى الإدلاء والإبلاغ. والدال عند الألسنيين هو «ذو طبيعة سمعية ولا يجري إلا في الزمن»"[3]" وهذا بفعل تمركز كل لفظ من السلسلة الكلامية في محورين، إما محور المتزامنات simultanéités، أو محور المتعاقبات successivités"[4]"، وكل تقديم أو تأخير للفظ عن الآخر من شأنه أن يرمي إلى دلالة دون أخرى.

وبما أن «اللغة هي في الواقع أداة زمنية لا تعدو أن تكون مجموعة من الأصوات المقطعية تشمل حركاتها وسكناتها تتابعا زمنيا له دلالة معينة »"[5]"، لا يمكن بأي حال، أن تكتمل الصورة الذهنية (concepts) الحاملة لدلالة اللفظ لدى المستقبل إلا إذا أخذت

---

1 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 72، دار الأديب للنشر والتوزيع، السانيا، الجزائر (د.ت).

2- أبو الفتح عثمان ابن جني، الخصائص، ج1، ص 33، تحقيق محمد علي النجار، مطبعة دار الهدى للطباعة والنشر، د.ت، لبنان (د.ت).

3 -حنون مبارك، مدخل للسانيات سوسير، ص 53، ط1، دار توبقال للنشر ، الدار البيضاء، المغرب، 1987.

4 - ينظر حنون مبارك، نفس المرجع، ص 57.

5 -صلاح يوسف عبد القادر، بين الموسيقى والشعر، ص 17، مجلة الخطاب، جامعة مولود معمري، عدد 1، تيزي وزو، الجزائر، 1996.

الموقع التراتبي الملائم، ضمن الكل المسموع، فيشكل بهذا الزمن معيارا في البناء اللغوي، حيث «تخضع الإشارة اللغوية، لعامل التتابع الزمني، فالكلام لا يوجد إلا بوجود عامل الوقت»"[1]"، الموجود فيه صاحب الحدث.

وبنظرة أدق، تخضع وظيفة الزمن في المجال اللغوي والصوتي إلى معيارين مختلفين، أولهما وظيفة خطية للسلسلة الكلامية التي اهتم بها اللسانيون بدرجة أكبر، وثانيهما وظيفة حسابية وقياسية للصوت الإنساني، من حيث هو كم ومقدار متغير لحركة فيزيائية معلومة الزمن والكمية، والكم هنا « وليس كما منفصلا، لامتناع الجوهر الفرد. فهو إذن مقدار لهيئة غير قارة وهي الحركة»"[2]"، ومن ثمة، فهو تعبير حسابي مباشر ومطلق لا يقبل الريب لتلك الكميات والهزات الصوتية الصادرة عن الإنسان.

وتجدر الإشارة، إلى أنني لم أعمد إلى وضع حدود دلالية بين مصطلحي الزمن والزمان ذلك لاختلاف الآراء وتضاربها، وعنيت الأخذ بمصطلح الزمن الذي يفيد التقدير والحساب لا غير، ونقصد بالزمن هنا «الوقت الفلسفي الذي ينبني على الماضي، والحاضر والمستقبل، ويعتبر قياسا لكمية التجربة في الرياضة، أو الطبيعة، أو الفسلفة، ويُعبر عنه بالتقويم، والإخبار عن الساعة »"[3]"، أي المدة الممثلة لكمية التجربة الطبيعية المجسدة في الصوت المراد قياسه فيزيائيا، فهو إذن، المقدار الوقتي المنحصر بين بداية المقطع الصوتي ونهايته.

---

1 -بسام بركة، علم الأصوات العام، »أصوات اللغة العربية»، ص 22، باختصار، مركز الإنماء القومي، لبنان (د.ت).

2 -ابن سنا، الشفاء، ج1، «الطبيعيات»، ص 636، مراجعة وتصدير الدكتور إبراهيم بيومي مذكور، تحقيق سعيد زايد، مركز تحقيق التراث، باختصار.

3 تمام حسان، مناهج البحث في اللغة، ص: 245، دار الثقافة للنشر والتوزيع الدار البيضاء، مطبعة النجاح الجديدة، سنة 1986، ومن اللغويين من ينكر الزمن الحاضر.. وتسمى "بنظرية حد السكين"

وحتى في المجالات المعرفية الأخرى، فإن مدلول الزمن فيها يمثل مجموعة من العناصر والوحدات المجردة المتتابعة المشكلة لمعلم افتراضي، وكأنه يحاكي مفهوم المكان في ذلك، فمن «معاني الزمان في الفلسفة الحديثة أنه وسط لا نهائي غير محدود، شبيه بالمكان تجري فيه جميع الحوادث، فيكون لكل منها تاريخ، ويكون هو نفسه مدركا بالعقل»"[1]" والمقصود هنا بالشيء المدرك عقلا، هو المجرد الافتراضي.

وذهب أرسطو إلى أن الزمن «بكل مكان وعند كل شيء، وأيضا فإن كل تعبير قد يكون أسرع، وقد يكون أبطأ، وليس يكون الزمان هكذا، وذلك أن السريع والبطيء، إنما يحددان بالزمان»"[2]" وما السرعة والبطء إلا تقديرات ووصف لحركية مادية معينة بدلالة الزمن والمكان، وفي الاتجاه نفسه، يعرف الزمان على أنه «علة لكون الحركة ذات مقدار غير متناه »"[3]"، واللامتناهي هو البعد الذي ليس له حد في معلمه، وهي إشارة على لا محدودية عامل الزمن.

ويشير إلى هذا ابن سنا في قوله: «ولما صحّ أن الزمان ليس مما يقوم بذاته، وليس له ذات حاصلة، ومع أنه مادي موجود في المادة يتوسط الحركة، فإن لم تكن حركة ولا تغير لم يكن الزمان »"[4]" وهو تأكيد على أن أي تحديد فيزيائي لماهية الزمن يلزم حتما ربطها بحركية مادية.

ومن المعروف، أن أم العلوم التي هي الفلسفة، فتحت أبوابا واسعة لاستجلاء مفاهيم الزمن بمناهج عدة؛ استقرائية واستنباطية،

---

1 -جميل صليبا، المعجم الفلسفي بالألفاظ العربية والفرنسية والإنجليزية واللاتينية، ج1، ص 636

2 -عبد الرزاق قسوم، مفهوم الزمان في فلسفة أبي الوليد ابن رشد، ص 20، المؤسسة الوطنية للكتاب الجزائر، 1986.

3 -ابن سنا، الشفاء، ج1،«الطبيعيات»، ص 222.

4 -ابن سنا، الشفاء، ج1 «الطبيعيات»، ص

يتساءل القديس أغسطين عن ماهيته فيقول: «ما هو الزمن؟ عند ما لا يُطرح عليّ أحد هذا السؤال، فإني أعرف، وعندما يطرح علي فإني آنذاك لا أعرف شيئا»"[1]" وما قيام هذه الجدلية عند أغسطين إلا دليلا على أن الفكر الإنساني لا يقف على حقائق الأشياء المجردة إلا من خلال اختلاف زوايا الرؤى في هذا الفكر.

كما أخذ مفهوم الزمن بعدا آخر عند بعض الفلاسفة، فهو «إما ماضي أو مستقبل، وليس عنده زمان حاضر بل الحاضر هو الآن الموهوم المشترك بين الماضي والمستقبل»"[2]" وهي إشكالية ما زالت قائمة، بفعل تداخل تصورها الذهني وتفعيلها في الواقع، ومن هنا، نشأ اختلاف أدى إلى تباين وجهات النظر بين المفكرين من فلاسفة ونحاة.

يقول ابن يعيش في هذا: «وقد أنكر بعض المتكلمين فعل الحال، وقال إنْ كان قد وجد فيكون ماضيا، وإلا فهو مستقبل، وليس ثمة ثالث، والحق ما ذكرناه وإن لطف زمان الحال »"[3]" والقول يوحي إلى ما نشأ بين المتكلمين والنحاة على اختلاف في هذا، فمنهم من وافق الفلاسفة في مذهبهم على نحو الزجاجي، في قوله: «الفعل على الحقيقة ضربان، ماض ومستقبل، فالمستقبل لم يقع بعد، ولا أتى عليه زمان، ولا خرج من العدم إلى الوجود، والفعل الماضي ما تقضى وأوتي عليه زمانان ولا أقل من ذلك، زمان وجد فيه، وزمان أخبر فيه عنه، أما فعل الحال فهو المتكون في حال خطاب المتكلم لم يخرج إلى حيز المُضي والانقطاع، ولا

---

1 -سعيد يقطين، تحليل الخطاب الروائي «الزمن ـ السرد ـ التقدير»، ص 61، ط1، المركز الثقافي العربي، 1989، باختصار عن Paul Ricoeur : temp et recit. Ed du seuil 1983 T.1 , p 22.

2 -جميل صليبا، المعجم الفلسفي بالألفاظ العربية والفرنسية ، والإنجليزية، واللاتينية، ص 636.

3 - ابن يعيش(أبو البقاء بن يعيش)، شرح المفصل، ج 7، ص 4، تحقيق: إميل بديع يعقوب، مط: دار الكتب العلمية، بيروت- لبنان، ط: 01، 1966م

هو في حيز المنتظر الذي لم يأت وقته»"[1]"، والمراد بمصطلح الحال عند الزجاجي هو الزمن الحاضر، فالمتمعن في القول يقف على تناقض واقع بين نفي مبدئي لحصول الزمن الحاضر، واعتبار ضمني لوجوده وضمه إلى زمن المستقبل.

ومنهم من ذهب إلى غير ذلك، معتبرا أن الزمن «ثلاثة أقسام: ماض وحاضر ومستقبل»"[2]" وهو تأكيد على حضور الزمن الحاضر، وتفعيله في تصريف الفعل، ويقصد به الزمن الذي يضارع الفعل في آن وقوعه، والواضح أن التضارب في الرأي، كامن في التحديد المطلق لمعنى الزمن من جهة، وفي التحديد الوظيفي له من جهة أخرى، وهو ما أشرت إليه بثنائية الكم والمقدار.

وباعتمادنا المنهج التجريبي المباشر؛ أي الحصول على النتيجة انطلاقا من التجربة، فإننا نقف أمام حتمية تجزئة الوحدة الصوتية اللغوية باعتبارها المكونة للجسم الفيزيائي المراد قياسه، وعليه نقيس المكون الأول (الصائت)، ثم قياس المكون الثاني(الصامت). كلٌ بمعزل عن الثاني.

ولعل استخدام مصطلح "الجسم المادي" ليس بالمناسب للوحدة الصوتية، حيث أنه يُكسبه صفة الثبوت، بيد أن المقطع الصوتي جسم متغير ومتبدل بحسب تموقعه داخل السياق، وهو ما يضعنا أمام حتمية التوضيح والتفصيل في طبيعة هذه التلوينات والتبدلات بدءا بالصائت.

---

1 -أبو القاسم بن عبد الرحمان الزجاجي، الإيضاح في علل النحو، ص 86-87، تحقيق مازن مبارك، دار النفائس، ط3، بيروت، 1979.

2 -عبد الله بوخلخال، التعبير الزمني عند النحاة العرب، ج1، ص: 24، ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر، عن فاضل مصطفى الساقي، أقسام الكلام العربي من حيث الشكل ولوظيفة، ص 229، مكتبة الخانجي، القاهرة، 1977.

مفهوم الصائت

تعددت المصطلحات المستعملة لمفهوم الصائت اللغوي على نحو «الصوائت، المصوتات، وحركات البناء والإعراب، ونقط الإعراب»"[1]"، وكلها تفيد على أنه صوت لغوي يحدث إثر اندفاع الهواء من الرئتين مرورا بالحنجرة، وتتغير صفته بحسب «كيفية مرور الهواء في الحلق والفم وخلو مجراه من حوائل وموانع» "[2]" أي أنها لا تُحبس أثناء جريانها في القناة الهوائية، ولا يأخذ الصائت في هذا أي تلوين صوتي إلا من خلال ملازمته للصامت.

وبفعل هذه الملازمة، اعتبر تحليل ودراسة الصائت بصفة منفردة أمرا عسيرا، بخاصة في اللغة العربية، فقد خصّ اللغويون القدامى هذه الظاهرة بعناية قصوى، من جانبيها الوظيفي والوصفي، وكان أولهم أبو الأسود الدؤلي حين تولى مهمة نقط المصحف الشريف في قوله: «فإذا فتحت شفتي فانقط واحدة فوق الحرف، وإذا ضممتها فاجعل النقطة إلى جانب الحرف، وإذا كسرتها فاجعل النقطة في أسفله، فإن أتبعت شيئا من هذه الحركات غنة فانقط نقطتين»"[3]"وهي إشارة ضمنية إلى المهمة الوظيفية للصائت ـ العلامة الإعرابية ـ من ضم، وكسر، وفتح.

أما ابن جني فيصفها بقوله: «الحركات أبعاض حروف المد واللين»"[4]"، والبعض جزء من الكل، في إفادة منه على أن الحركات هي تخصيص لكميات جزئية من الألف والياء والواو.

---

1 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 72، دار الأديب للنشر والتوزيع، السانيا، وهران »2002-2003».

2 -إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 26.

3 -أبو عمرو بن سعيد الداني، المحكم في نقط المصاحف، ص 6-7، تحقيق عزة حسين، مطبوعات مديرية إحياء التراث القديم، 1960

4 -أبو الفتح عثمان ابن جني، سر صناعة الإعراب، ج1، ص 17.

وإذا أردنا الجمع بين القوانين، فإننا نقف عند رأي الفارابي الذي قسم الحروف إلى قسمين «منها مصوت ومنها غير مصوت، والمصوتات منها قصيرة ومنها طويلة، والمصوتات القصيرة هي التي يسميها العرب الحركات »"[1] والذي يبدو في الوصف أن المصوتات مقسمة بحسب القصر والطول الكمي، حيث يسمي المصوتات القصيرة [الفتحة، الضمة، الكسرة] بالحركات التي قصر زمان انتاجها، أما الطويلة فهي الكل الذي تمثله حروف المد واللين.

ولم يبتعد المحدثون كثيرا عن هذه المسلمات، عدا إضافة بعض المصطلحات إليها «كالأصوات الطليقة، والأصوات المتحركة»"[2]، ومحاولة انفرادهم بدراسة تحليلية وتجريبية، بالاستناد على جهود daniel jones الذي استطاع بعد تجارب دقيقة ومتواصلة بأن يخرج لنا تلك المقاييس العامة»"[3]".والتي أجراها على الأصوات اللاتينية voilles حيث حاول من خلالها المحدثون إسقاط نتائجها على الصوائت العربية بابتداع تصنيف مماثل لها على نحو «الكسرة لـ /i/، والفتحة مقابل /a/، والضمة لـ /u/»"[4]"، غير أن الواقع غير ذلك، لأن هذه الصوائت المعيارية لا تمثل إلا مقاربات للحركات القصيرة العربية[َ]،[ُ]،[ِ].

وهو ما نرى فيه إجحافا علميا بيّنا يكمن بالدرجة الأولى في الاختلاف الحاصل بين المسلمة العلمية «المعطاة» وطبيعة النتيجة المحصل عليها، إذ كيف ننطلق من دراسة لصوائت تختلف تركيباً،

---

1 -أبو نصر محمد بن محمد بن طرخان الفارابي، كتاب الموسيقى الكبير، ص 1072، تح: غطاس عبد المالك خشبة، مراجعة وتصدير محمود أحمد الحفني، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر، القاهرة (دت).

2 -عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية، ص: 197.

3 -إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 31.

4 -بسام بركة، علم الأصوات العام، أصوات اللغة العربية، ص 131.

ونطقاً، وصفةً، عن الصوائت العربية، ونصل في الآن ذاته إلى نتائج نسقطها ونعممها عليها.

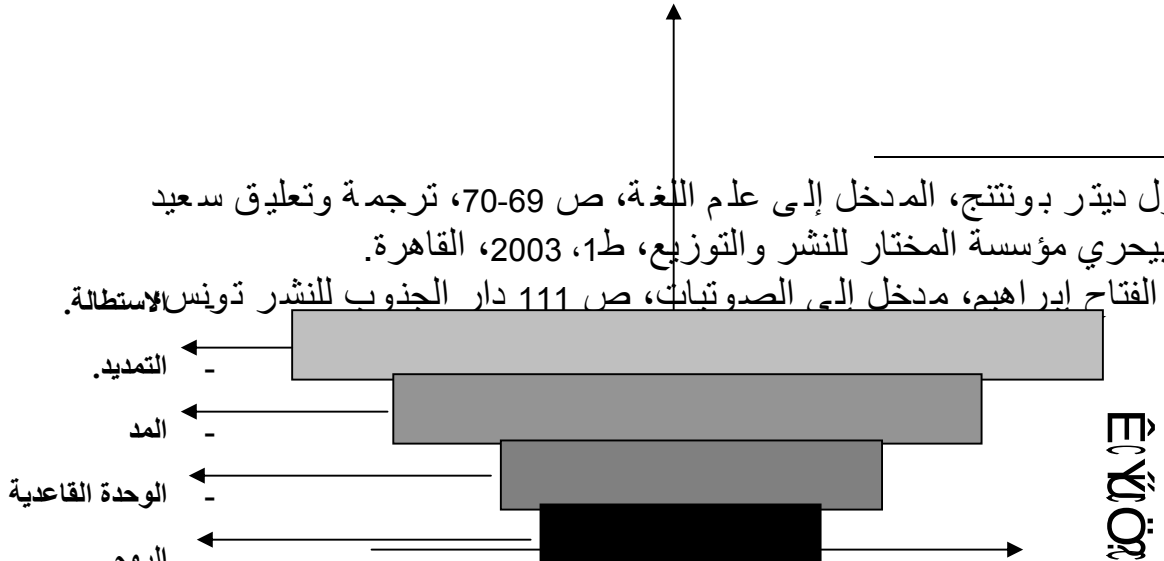
الطبيعة الفيزيولوجية للصوائت

تتحدد الكيفية الفيزيولوجية للصوائت العربية باهتزاز الوترين الصوتيين، اهتزازا يفوق اهتزازهما مع الأصوات المهموسة «فحين يضغط الهواء القادم من الرئة من خلال القصبة الهوائية، فإنه يجب أن يمر في طريقه في الحنجرة، بالوترين الصوتيين، ويمكن أن يتذبذب الوتران الصوتيان في تردد عال جدا، حتى مئات عدة في الثانية»"[1]"محدثا عددا من الصوامت المجهورة، والصوائت بنوعيها القصير والطويل أعلى الحنجرة.

وقد ورد في تآليف المحدثين معايير فيزيولوجية يمكن وفقها تحديد نوعية الحركة التي «تعود أساسا إلى معيارين هما موضع اللسان في الفم، وشكل الشفتين»"[2]"وهي معايير تستند على معطيات فيزيولوجية لحركات غير عربية. ومن ثمة، تم إسقاطها على الحركات العربية دون مراعاة للفروق البينية.

القياس الكمي للصوائت العربية

يقوم نظام الصوائت في اللغة العربية على ثلاث حركات، يتخذها القياس الكمي كوحدات صوتية قاعدية، يبني عليها تقسيماته من أجزاء ومضاعفات، فإذا كانت الأجزاء تمثل الكميات الدنيا للصوائت، فإن المضاعفات تعادل الصائت، الأصلي بمرتين أو أكثر، «فمن الطبيعي أن يعتمد تحديد هذه الحركة الطويلة على



1 -كارل ديتر بونتنج، المدخل إلى علم اللغة، ص 69-70، ترجمة وتعليق سعيد حسين بيحري مؤسسة المختار للنشر والتوزيع، ط1، 2003، القاهرة.

2 -عبد الفتاح إبراهيم، مدخل إلى الصوتيات، ص 111 دار الجنوب للنشر تونس (د.ت).

تحديد الحركة القصيرة »"[1]"، ويمكن أن تمثل لهذه الحالات بالمخطط التوضيحي الآتي:

الشكل (1): *أجزاء ومضاعفات الصائت، مطابقة للنظام المتري*

1 -كمال محمد بشر، دراسات في علم اللغة، القسم الأول، ص 120، دار المعارف مصر، 1971.

الاختلاس:

يُعد الاختلاس أصغر وحدة جزئية، تلي السكون، يتهيأ منها المتكلم للتصويت، وذلك بالتخلص أو الانفلات من السكون، الذي تنعدم فيه الكمية، والتأهب للنطق السريع «بالحركة إسراعا يحكم السامع له، أن الحركة قد ذهبت»"[1]"، ومرد ذلك، أن التقدير الكمي للحركة المختلسة لا يكاد يُدرك لقربها من السكون واختفاء صفتها، ولهذا فإن تحليل كميته« متفاوت فيها، والمرجح أنه أصغر جزء صوتي من صائت قصير، ينطق به في الأداء»"[2]" اللغوي، ولاسيما في القراءات القرآنية.

الإشمام:

والإشمام يعني الإشارة إلى كمية الصائت فيزيولوجيا، وعدم تحقيقه فيزيائيا، «أي بإشراب الحركة بعضا من منابع إخراجها»"[3]" الفيزيولوجية، من دون إحداث أثر سمعي تدركه الأذن، فهو ظاهرة بصرية تدرك بحاسة البصر، ولا تسمع، فلا يدركه الأعمى ولا يُدرك في الظلام، «وتقدر كميته الصوتية إن أردنا لها تقديرا، بثلثي الصائت القصير الأصلي تقريبا»"[4]" أي ما يعادل نسبة (3/2) من الوحدة الصوتية القاعدية.

---

1 - عبد العزيز الصيغ، المصطلح الصوتي في الدراسات العربية، ص 233، دار الفكر المعاصر، بيروت لبنان، دار الفكر ، دمشق سوريا، ط1، 2000.

2 - مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 100.

3 - عبد الجليل عبد القادر، الأصوات اللغوية، ص 312، دار الصفاء، عمان، الأردن، ط1، 1998.

4 - مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 101.

الروم:

إذا احتكمنا للقياس الكمي في الصوائت العربية، وجدنا أن الروم يمثل أقصى الدرجات الكمية الجزئية وضوحا، لدنوه من كمية الصائت الأصلي (الحركة)، فهو عبارة عن النطق «ببعض الحركة، وقال بعضهم، هو تضعيف الصوت بالحركة حتى يذهب معظمها»"[1]" بصوت خفي في حالة الوقوف على آخر الكلمات المتحركة، ولذلك ألفينا سيبويه يذكره في «باب الوقف في آخر الكلم المتحركة في الوصل التي لا تلحقها زيادة في الوقت»"[2]"، وقد تمثل له ابن جني بضميري المخاطب في حالة التأنيث والتذكير، إذ يقول «وروم الحركة يكاد الحرف يكون معه متحركا، ألا تراك تفصل فيه بين المذكر والمؤنث في الوقف أنتَ، أنتِ، فلولا أن هناك صوتا لما وجدت فصلا»"[3]"، وإذا كانت ظاهرة الروم هي آخر التجزيئات، بعد الإشمام،والاختلاس، فيجب الإشارة إلى أنها تبقى ظواهر مستوحاة من وحي السمع، داخل السياق، متأثرة بما يسبقها وما يليها داخل الكلم، في ما معناه أننا أثناء الحقل التجريبي أن نتقيد بالمقطع كاملا "le formant" وإجراء القياس الزمني عليه.

أما في الوحدة الصوتية القاعدية فقد يكون الأمر أيسر، حيث أن القياس يشمل ثلاث وحدات رئيسة مستقلة، تتمثل في الفتحة، والضمة، والكسرة، يستند عليها القياس الكمي التضعيفي والتجزئي ، وتتميز الحركات أو الصوائت، بقوة الوضوح السمعي، باعتبارها الروح التي تحرك الصامت الساكن.

وتتفاوت قوة الوضوح بعامل طولها وزمنها، من حركة إلى أخرى، وهو ما يصطلح عليه بالمد «ولطول الصوت وظيفة كبرى

---

1 -عبد الفتاح إبراهيم، مدخل إلى ا لصوتيات، ص 122.

2 - أبي بشر عمر بن عثمان بن قنبر سيبويه، الكتاب، ج4، ص 168.

3 -أبو الفتح عثمان ابن جني، الخصائص، ج3، ص 328، ط2، تحقيق محمد علي النجار، دار الهدى للطباعة والنشر، بيروت، لبنان.

في اللغة»"[1]"، من حيث النطق، والدلالة الصوتية، وكما استُنبط للحركة أجزاء، فأنه يقابلها مضاعفات تناظرها، وأولها تضعيف الحركة الأولى وهو المد.

المد:

إن الحركات القصيرة تقترن بالطويلة، «فنظام الحركات في اللغة العربية الفصيحة نظام مكون من ست حركات، ثلاث منها قصيرة، تقابلها ثلاث طويلة»"[2]" لا يميزها إلا الفارق الكمي والزمني، فالصوائت من هذه الزاوية تنقسم إلى حركة ثابتة، ومد، ناتج عن إشباع مضاعف لكمية الحركة، فكما أن هذه الحركات ثلاث، فإن المدود ثلاثة كذلك، فالفتحة بعض الألف، والضمة بعض الواو، والكسرة بعض الياء، لأن «الحركات أبعاض حروف المد»"[3]"، وقد علق إبراهيم أنيس على قول ابن جني، مؤكدا على العلاقة الكميّة بين الصائت القصير والطويل، قائلا: «هذا ما رواه ابن جني، ومنه نرى أن بعض القدماء قد أحس كما يحس المحدثون بأن الفتحة وما يسمى بألف المد لا يعدو أن يكون فرقا في الكمية، وكذلك الفرق بين ياء المد وواو المد إذا قورنتا، على الترتيب بالكسرة والضمة ليس إلا فرقا في الكمية»"[4]". ونخلص إلى أن المد يُقدر ببعد طولي واحد، بالنسبة للوحدة الصوتية القاعدية.

التمديد:

---

1 -سلمان حسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية، فونولوجيا العربية، ص 115 ،ترجمة ياسر الملاح، مراجعة محمد محمود غالي، النادي الأدبي الثقافي، جدة، المملكة العربية السعودية، 1403هـ 1983.

2 -خليل إبراهيم الحماش، دراسة مقارنة للنواحي الصوتية في كتاب العين والنظرية الحديثة في علم الصوت، ص 507، مجلة كلية الآداب، ع16، مطبعة المعارف بغداد، 1973.

3 - أبو الفتح عثمان ابن جني، سر صناعة الإعراب، ج1، ص 38

4 -إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 38، مكتبة الأنجلو المصرية، ط4، 1992.

يعد التمديد، ثاني الكميات التضعيفية بعد المد «وكميته تعادل صائتين طويلين (أَلِفيْن)، أو أربع صوائت (حركات) قصيرة»"[1]"، يفرضها موقع المد في الكلمة قبل حرف مشدد في مثل (شابّة)، فتتحول الكمية من ضعف الصائت القصير إلى ضعف الصائت الطويل، ما نمثله بمضاعف المد، أو المضاعف الثاني للوحدة الصوتية.

الاستطالة:

أما آخر المدود التضعيفية المصنفة نظريا، هي الاستطالة، وكما يبينها المخطط السابق، فإنها تشكل تضعيفا زائدا بوحدتين قاعديتين عن التمديد أو بستة قواعد من الحركات الأصلية، وهو ما نقابله تقديريا بثلاثة أضعاف المد.

وإذا كانت الصوائت العربية تقارب نظيراتها في اللغات الأخرى، وظيفيا بإحداث التلوينات الصوتية المختلفة داخل التركيب اللغوي، من طول وقصر، فإن التباينات الرئيسية تظهر عند ملازمة الحركة للصامت، وخاصة عند تشكيل اللفظ، حيث تتولد الظواهر الفرعية للصوت، التي تفرضها صيغ الكلام، على نحو التفخيم والترقيق في اللغة العربية.

ويمكن التمييز بين هذه المفارقات من خلال جمعها في حيزين رئيسين: أولهما طولي، «حيث ما تزال المصوتات في العربية محصورة في ثلاثة: هي الفتحة والضمة والكسرة بمقاديرها الستة أي الفتحة القصيرة والطويلة، والضمة القصيرة والطويلة، والكسرة القصيرة والطويلة»"[2]" وهي فروق في الكمية الطولية، يمكن الكشف عنها بدلالة قرينة الزمن.

---

1 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية، ص 102.

2 -محي الدين رمضان، في الصوتيات العربية، مكتبة الرسالة الحديثة، ص 197، وينظر عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية، ص 202، ، ط1، دار الصفاء عمان، الأردن، 1998.

وثانيهما في الخفة والثقل، وهي موازنات لوحظت بين الحركة والأخرى، حيث أن «الفتحة أخف من الكسرة والضمة، والكسرة أخف من الضمة»"[1]"، والمقصود بالخفة هنا، هي يسر في النطق لا يتطلب الجهد الكبير، أما الثقل فهو توظيف أكبر جهد فيزيولوجي داخل القناة الصوتية، وهي فروق كمية أيضا تحددها قرينة الضغط والتردد.

زمن الصوائت عند اللغويين القدامى

لم يبتعد القدامى في تناولهم لمسألة الزمن داخل اللغة عن المجال الوصفي ، في المستوى التركيبي، أو البلاغي، معتمدين على الذوق اللغوي، أما التعبير الزمني الذي يتناوله الدرس الصوتي اليوم Duration، فهو حديث النشأة، ويُعد هذا أمرا طبيعيا بسبب افتقادهم لآلة المحددة لوحدات الزمن الصغيرة (الثانية، والدقيقة، الساعة)، فكان تعبيرهم عن الزمن تقديرا أو مقارنة القرائن ببعضها.

1 -عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، الفونيتكا، ص 274، دار الفكر اللبناني، بيورت.

وكما كان الفضل لآيات التنزيل، كونها مثلت لهم معيارا تقعيديا، بُنيت عليها اللغة العربية، كان الحال كذلك في المجال الصوتي و«لعل القراءات القرآنية قد حفظت لنا طريقة العرب القدامى في نطق الحركات، خاصة وأنها تعتمد على الرواية والأخذ المباشر، وتشير كتب التجويد إلى إنجازات متعددة للحركات النظامية الثلاث، وإلى ظواهر التصاحب النطقي والتغيير في الأجراس»"[1]"، فالقراءات السليمة لأنواع التجويد، كانت تفرض قرعا، ونبرا، وأوزانا لآيات القرآن الكريم، يحددها النطق الصحيح لوحداته الصوتية في سياقها التواتري.

ومن ثمة سنوا بذلك أحكاما صوتية كالوقف، والابتداء والسكت، والقطع، وكلها محمّلة بالدلالة الزمنية «وقسموا المد إلى واجب وجائز، وإلى منفصل ومتصل، واصطفوا في تحديده وسيلة العد بالأصابع[2]» ، مما ساعد معظمهم في الاستخراج والكشف عن الظواهر الصوتية الدقيقة، بخاصة الصوائت، على نحو الحركات البينية التي أشار إلهيا ابن جني في قوله: «ذلك أن بين كل حركتين حركة، فالتي بين الفتحة والكسرة هي الفتحة قبل الألف الممالة، نحو فتحة عين عالِم»"[3]"، وعلى هذا المنوال كانت كل التخريجات مبنية على سليقة السمع.

ثم عمدوا في تقديراتهم إلى التفريق بين الحركات الطويلة والقصيرة، بموازنات سمعية، تضعّف أو تصغر الحركة، والملاحظ أن هذه الاجتهادات أصبحت مرجعية إلى يومنا هذا، بمثابة المسلمات تنتظر الإثبات من عدمه.

---

1 -عبد الفتاح إبراهيم، مدخل إلى الصوتيات، ص 121.

2 -سعد عبد العزيز مصلوح، في النقد اللساني، دراسات ومثاقفات في مسائل الخلاف، ص 127 ط1،عالم الكتب، القاهرة، 2004

3 -أبو الفتح عثمان ابن جني، الخصائص، ج1، ص 120.

زمن الصوائت عند اللغويين المحدثين:

لقد أثبت درس حركية المادة cinematique في الفيزياء، أن التغير الزمني لتنقل جسم من نقطة بداية (س$_0$، إلى نقطة نهاية س)، يحدده تغير المسافة بينهما، أخذاً بأن تكون سرعة التنقل ثابتة (س = سرعة × الزمن). «والحركة هي النقلة من مكان إلى مكان في زمان ثان، وتكون سريعة أو بطيئة، فالسريعة هي التي يقطع المتحرك بها مسافة طويلة في زمن قصير، والبطيئة هي التي يقطع المتحرك فيها مسافة قصيرة في زمان طويل»"[1]"، والتغير النطقي الحاصل في الحركات العربية هو اختلاف طولي و زمني انطلاقا من:

مد

الفتحة [َ] ← الألف

الضمة [ُ] ← الواو

الكسرة [ِ] ← الياء

ويؤخذ المد في مفهومه العام على أنه إطالة للحركة في محور خطي (فيزيائيا)، أي أنه تنقل صوتي من موقع تكونه إلى موقع انطلاقه (فيزيولوجيا).

مـــــد

[ً]

الشكل (2) *رسم بياني نوضح من خلاله معنى المد في المحور الأفقي محور الطول*

وبإخضاع تنقل النقطة المادية في أدائها لحركة الفتحة مثلا، إلى حساب كرونومتريchronométrique، فإننا نتحصل حتما على مقدار زمني مطلق لها، لكن هذا يتطلب عزلها عن أي صامت باعتبارها الجسم المادي المعني بالتجريب. وهو ما لم يوظفه اللغويون، حيث «اعتمدت اللغة العربية على عنصر الشكل لتمثيل الأصوات الصائتة القصيرة، مما جعل علماء اللغة العرب القدماء ينظرون إليها على أنها توابع للأصوات الصامتة، وليست مستقلة

1 -رسائل إخوان الصفا وخلاف الوفا، ج3، ص 137، دار بيروت للطباعة والنشر، 1957.

بـ ذاتها ممتلكـة لقـ درة التمييـز يـ بن دلالات التراكيـ ب اللغويـ ة »"[1]"، فعمـدوا فـي دراسـاتهم الكميـة والزمنيـة للحركـات، انطلاقـا مـن أن الحركـة القصـيرة هـي وحـدة كميـة مجـردة، ومـا المـدود والظـواهر الصـ وتية الأخـ رى المتولـ دة عنهـ ا، إلا مضـ اعفات أو أجـ زاء لهـ ذه الوحـ دة، لتُشـ كل عنـ دهم «الكميـ ات والأطـ وال المختلفـ ة مفهومـ ات اعتبارية، فالطويل طويل بالنسبة لما هو أقصر، والقصير قصير منسوبا إلى ما هو أطول»"[2]"، وهو ما يدفع بالإبقاء على نسبية تحديد أزمان وكميات المضاعفات والأجزاء.

هذه النسبية، أدت بدورها إلى إحداث تناقضات أخرى حيث «يختلف علماء اللغة في عصرنا هذا في تفسير الحركات الطويلة، أكثر مما يختلفون في أي مجال آخر، لأنهم عجزوا عن تقدير زمن الصائت القصير متصلا ومنعزلا عن الصامت، قياسا مضبوطا. فمنهم من يعتبر الحركة الطويلة حركتين قصيرتين ملتصقتين في تتابع محكم، ومنهم من يعتبرها حركة قصيرة يليها صوت ساكن يشبه الحركة يسمى نصف الحركة semivowel ينطلق منها»"[3]"، والاختلاف في تحديد مضاعفات أطوال المدود، نابع من الاختلاف في تقدير كمية الوحدة الأساسية أي الحركة القصيرة.

أضف إلى ذلك، أن تنوع الحركات الطويلة من «مد واجب ومتصل، وجائز، ومعارض، وبدل وعوض، ولازم مثقل، ولازم مخفف، مثقل حرفي، ومخفف حرفي، ومد لين، ومد صلة، ومد مفرق، ومد تمكين»"[4]" يضعنا أمام تناقض ضمني حول ما اتفق

---

1 -عبد القادر عبد الجليل، التنوعات اللغوية، ص 46، ط1، دار الصفاء للنشر و التوزيع، عن الصامت، الأردن، 1997.

2 -تمام حسان، مناهج البحث في اللغة، ص 158، مكتبة الأنجلومصرية، مطبعة الرسالة، 1955.

3 -خليل إبراهيم الحماش، مجلة كلية الآداب، ص 509.

4 -سامي عبد الحميد بدري، حسون فريد، فن الإلقاء، ج1، ص 127، مطبعة جامعة بغداد، 1980.

عليه المحدثون من أن المد هو تتابع حركتين قصيرتين. فالمنطق يضع أكثر من ذلك، وإلا لما كان هذا التنوع المدّي.

إن هذا هو ما حمل البعض منهم إلى إرجاع سب هذه الفروق إلى علل فونيمية وتركيبية لحروف المد، وهو انحراف آخر تفسره «المشكلات التي نشأت عن (و، ا، ي) في اللغة العربية»"[1]"، والتي هي مجموع انحرافات انبنت على تجاوز التعليلات الصوتية لسبب أو لآخر، والاكتفاء بما تفرزه الصيغة التركيبية.

ويكفي أننا نرجع إلى تحديد ماهية الحركات على أنها في حقيقتها «حروف مد قصيرة. وطريقة الكتابة العربية هي التي أوهمتنا أن بينها وبين حروف المد فرقا نوعيا مع أن الفرق كمي، فالفتحة أخت الألف، والضمة أخت الواو والكسرة أخت الياء»"[2]"، لندرك أن تجانسها هو «اتفاق الحركتين في كل الخواص النطقية، فيما عدا خاصة الكمية quantity والفترة الزمنية duration التي يستغرقها نطق كل منها»"[3]" ولا مناص من تناول خاصيتي الكمية والزمن على أنهما القرينتان المحدثتان لفارق المد بالدرجة الأولى.

ولم يتأت هذا بسهولة للغويين، حيث كان «لا بد من انتظار تقدم البحث في مجال علم الأصوات التجريبي وكسر الحاجز المنيع الذي كان يفصل، جورا، علم الأصوات الفونولوجيا، ليتضح أن للزمن تنظيما على مستوى الكم، وعلى مستوى القوة، وعلى مستوى الإبراز»"[4]"، ذلك أن المستوى الكمي الذي خُص بالتناول، كان يقصد به كمية المقطع الصوتي كاملا (صائت وصامت)، وهذا

1 -كمال محمد بشر، دراسات في علم اللغة، القسم الأول، ص 43-44.
2 - محمد مبارك، فقه اللغة وخصائص العربية، ص 180، ط4، دار الفكر بيروت، 1970.
3 -كمال محمد بشر، دراسات في علم اللغة، القسم الأول، ص 120.
4 -مبارك حنون، في الصواتة الزمنية، الوقف في اللسانيات الكلاسيكية، ص 06، ط1، دار الأمان، الرباط، 1424هـ، 2003.

راجع أساسا إلى استحالة نطق الحركة أو الصائت بمعزل عن صامته. والزمن الحاصل هو «الذي يستغرقه التلفظ، أي الزمن ذو النظرة الأحادية البعد، ذلك لأنه تصور باعتباره أحيازا زمنية متعاقبة تشغلها الصوامت والمصوتات في تعاقبها»"[1]"وهو زمن الكميات اللفظية والمتصلة بينها.

وتجدر الإشارة، إلى أن معيار الكم في المقاطع الصوتية أو داخل الصيغ الكلامية لا يكون محددا كافيا، لفوارق الزمن الحاصلة في الحركات، لأن الزمن أو «المدة تنسب إلى الصوت، والكمية تنسب إلى الحرف والمقطع، والمدة والكمية يتفقان ويختلفان. فليس من الضروري أن يكون الحرف المشدد، وهو أطول كمية من المفرد، أطول مدة في نطق صوته من الحرف المفرد »"[2]"، وهي إشارة بيّنة إلى أن «المقياس الكمي إذا لم يكن كافيا دائما، فهو على الأقل ضروري على الدوام»"[3]" باعتباره عنصرا مساعدا على التمييز بين المقطع والآخر.

إلا أننا لو حاولنا التفرد بكميات الصوائت في الدراسة، من حيث أن الحركات تشترك كلها في الصفة، هوائية وجوفية، و أنها «الصوت الحنجري الذي في تحقيقه لا يقف في طريقه أي حاجز، مهما كان نوعه »"[4]"، فإننا سنقف على رأي مغاير تماما، يمثله توافق طولي، إذ تقترن كمية الحركة الطويلة بالزمن الأطول، وكمية الحركة القصيرة بالزمن الأقصر.

---

1 -نفسه، ص 05.

2 -تمام حسن، مناهج البحث في اللغة، ص 158.

3 - محمد العمري، تحليل الخطاب الشعري، البنية الصوتية في الشعر، ص 63، الدار العالمية للكتب.

4 - عبد القادر حديدي، البنية الصوتية للكلمة العربية، ص 37، المطابع الموحدة، 1986.

وهو ما يعني، حتمية فصلها عن الصامت، وأخذها بمعزل عنه وإخضاعها للقياس الزمني الكرونومتري *chronométrique*، ثم مضعفاتها ثم أجزاؤها، لكن هذه الفرضية تضعنا أمام إشكالية جديدة، ترجع إلى طبيعة الصوائت ذاتها من حيث أنها مجهورة و«هاوية في الهواء»"[1]" مما يصعب على الأذن البشرية أن تحدد نقطة بداية الصوت، كما أنها لا يمكن أن تحدد نهايته، وهو ما يعني وجوب الاستعانة بالآلة التي تحل محل جهاز السمع البشري، « فالأذُن عند البشر ليست مؤهلة بأصل الخلق، لإدراك كل ما يحدث من أصوات في الطبيعة، إذ أن ترددات وكميات من الشدة تقع دون مجال قدرتنا على الإدراك»"[2]"، وهو ما يسمى بالمجال السمعي عند علماء الفيزياء، ويحدد بدرجة عليا ودنيا لقدرة الأذن على التقاط الصوت وتصنيفه.

وهنا يدخل مجال عملنا التطبيقي، حيث يمكننا جهاز الحاسوب ببرامجه السمعية (Multi-media) أن يلعب دور المتلقي، وأن يسجل أدنى تلك الهزات عند تهيأ المتكلم للنطق، وبفضل برامج حديثة نستطيع فصل التمثيل البياني لكل مقطع، عن الآخر، ومن ثمة كل وحدة عن الأخرى، وحتى قراءة مسار الحركة (voyelle)، بمعزل عن الصامت الذي يلازمه.

زمن الصوامت
مع المفهوم

إن الصامت الذي يشكل المكوِّن الثاني للوحدة الصوتية، هو قرع للصوت يقع نتيجة حبس واصطدام للهواء في أحد أعضاء الجهاز النطقي، ويّعد ساكنا أو ميتا ما لم تحركه حركة، والواضح أن المدلول الاصطلاحي للفظ (الصامت) مستنبط من معناه اللغوي، حيث يشار إلى مادة "صمت" في معجم مقاييس اللغة «أن

1 - عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، الفونيتيكا، ص 270.
2 - سعد عبد العزيز مصلوح، في النقد اللساني ، دراسات ومثاقفات في مسائل الخلاف.ص 105

الصاد والميم والتاء أصل واحد يدل على إبهام وإغلاق. من ذلك صمت الرجل، إذا سكت، وأصمت أيضا»"[1]"، والسكوت في الكلام، هو سكون فيزيائي، أو انعدام للحركة.

ومن أهل الاختصاص من ذهب إلى تشبيه الصامت بجسم روحه الحركة، و«إذا كنا لا نتصور حياة لجسم بلا روح، فإننا كذلك لا نتصور وجودا لروح بلا جسم»"[2]"، وهو تلويح إلى أن كينونة الصامت الفيزيائية تكمن في الحركة الملازمة له، والتي من شأنها أن تفتح الانغلاق الحاصل، فاسحة له المجال للخروج والتلوّن، والتأثير والتأثر، في السياق الذي يضمه، وذلك بحسب «مخرج الصوت، ودرجة انفتاح الآلة المصوتة، أو إقفالها»"[3]". ومن ثمة، تكتمل الصورة السمعية لما يسمى بالحرف بتشكلات مختلفة، تحددها تغيرات التموقع في الجهاز النطقي، والتغيرات النقلية والفيزيائية في الوسط الحاصلة فيه.

الطبيعة الفيزيلوجية والفيزيائية للصامت

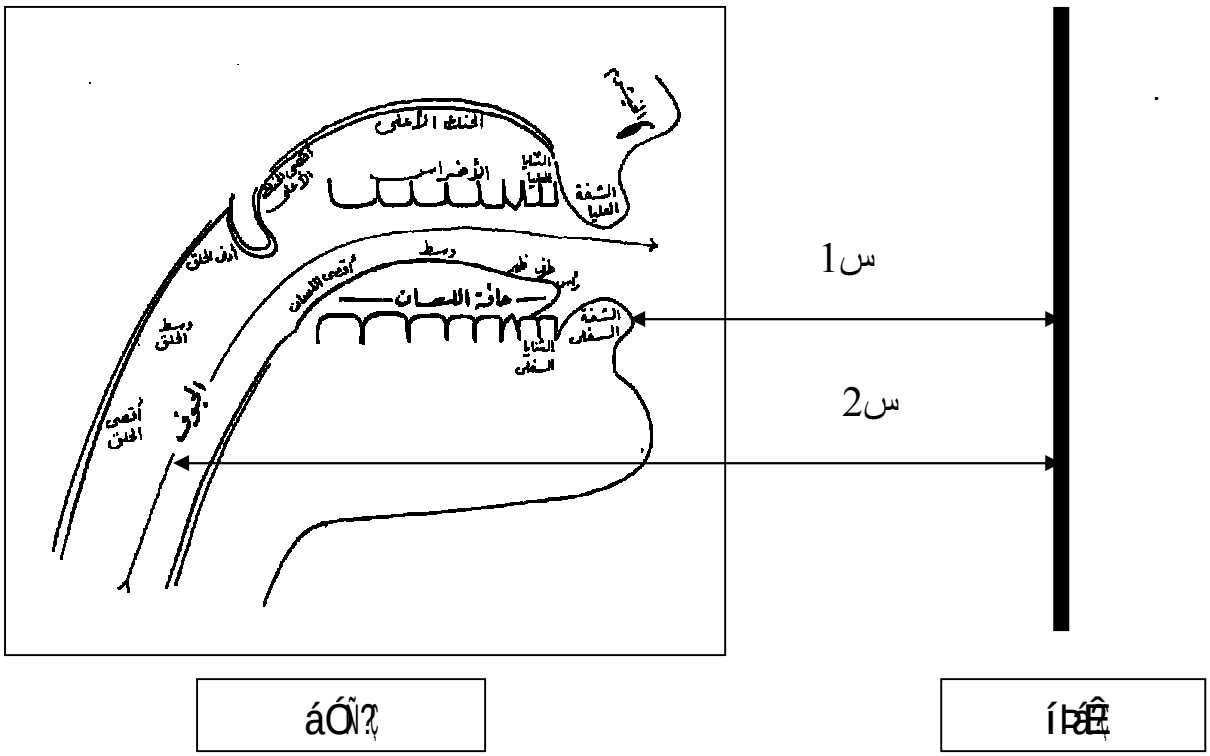
إننا إذا انطلقنا من مسلمة، أن طبيعة الصامت تتحدد بناء على المخرج العضوي، والصفة الفيزيائية، فإنه لا مناص من التعرض لهذين المعلمين، لا من أجل التعمق فيهما، بل من أجل الكشف عن تفاعل عاملي الزمن فيهما. خاصة ونحن ندرك أن التركيبة الفيزيولوجية وحجم كل مخرج من شأنها أن تسهم في الإسراع في توليد الصامت أو الإبطاء به، إضافة إلى التموقع المسافتي لكل مخرج، وبعده عن المتلقي . ويمكن تمثيل ذلك بالرسم الإيضاحي الآتي:

---

1 - أبو الحسين أحمد بن فارس بن زكريا، معجم مقاييس اللغة، ص 308.

2 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، من سلسلة اللغويات، ص 77، دار الأديب للنشر والتوزيع، وهران ،الجزائر،2004.

3 - عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية-الفونيتيكا- ص196، سلسلة الألسنية، دار الفكر اللبناني، الطبعة الأولى، بيروت، لبنان،1992



الشكل (3): *بيان لفوارق البعد من مخرج لآخر، ومن ثمة فهو تغير طردي للزمن*

ومن خلال الشكل، نحاول أن نعطي صورة لتموقع المخارج في الجهاز النطقي، ليتسنى لنا أن نوضح تباعد المسافة الحاصل بينها،واعتمادا على القانون الفيزيائي (س= سر x ز)، لتصبح ($ز_1$= $س_1$/سر و $ز_2$= $س_2$/سر)، فإننا نصل نظريا، إلى إن مدة استقبال المتلقي للصامت (عْ) من وسط الحلق لنفس المرسل، ستكون أبطأ من تلقيه لصامت (بْ) من الشفتين .

ورغم الاختلافات الحاصلة في تصنيفات المخارج كعدم الإلمام بها كاملة عند القدامى، لانعدام عمليات التشريح، واختلافات الاصطلاح عند المحدثين، فأنهم يتفقون كلهم في مسألة الترتيب حيث يقدّمون «أقصى الحلق الحروف يليها في البعد مخرج

الهاء»"[1]"، و البعد الذي يشير إليه المبرد هنا، هو بعده هو كمتلقي من الأداة المصوتة.

ولكننا هنا وبحكم طبيعة البحث والأهداف المتوخاة من الدراس، سنحاول عكس الترتيب المتعارف عليه عند اللغويين، حيث يصبح وصف الأعضاء من المتلقي ذاته، لنخلص إلى ترتيب المخارج في الجهاز النطقي على النحو الآتي: (الجوف)،و(الحلق)، و(اللسان)، و(الشفتان)، و(الخيشوم).

1-الخيشوم: وهو «أقصى الأنف ومنه مخرج واحد، وأحرفه أحرف الغنة وهن : التنوين، والنون والميم إن كن سواكنات مدغمات أو مخفيات غير مظهرات» "[2]"

2- الشفتان: ومنها مخرجان: «من باطن الشفة السفلى مع أطراف الثنايا العليا، ويخرج منه الفاء فقط، ما بين الشفتين: ويخرج منه ثلاثة أحرف: الواو، والباء، والميم»"[3]"المتحركة.

3-اللسان: و«منه عشر مخارج موزعة حسب اقترابها من المتلقي :

- طرف اللسان وأطراف الثنايا العليا، ويخرج منه ثلاثة أحرف: الظاء والثاء، والذال.
- من بين طرف اللسان فوق الثنايا العليا والسفلى، ويخرج منه ثلاثة أحرف: الصاد، والزاي والسين.

---

1 - أبو عباس محمد المبرد، المقتضب، باب مخارج الحروف، ص 192، تح: محمد عبد الخالق عظيمة، عالم الكتب ، بيروت.

2 - أبو عبد الرحمن عاشور خضراوي الحسني، أحكام التجويد برواية ورش عن نافع من طريق الأزرق، سلسلة دراسات قرآنية، ص28.

3- نفسه، ص28.

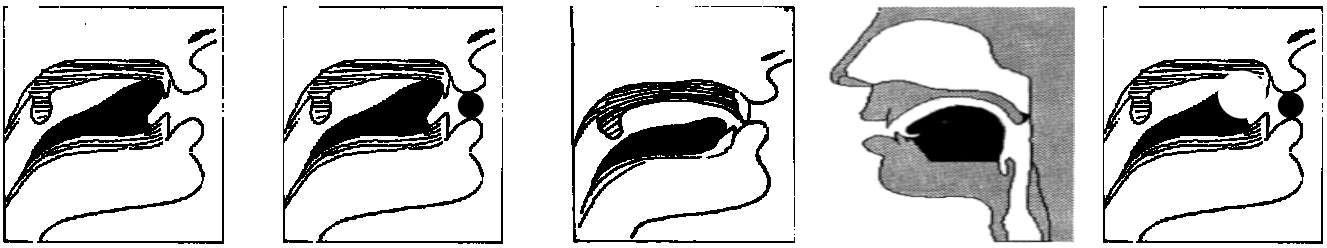
- من طرف اللسان مع أصول الثنايا العليا، ويخرج منه ثلاثة أحرف: الطاء والدال، والتاء.
- من ظهر اللسان مع ما يحاذيه من لثة الثنايا العليا أسفل من مخرج النون، ويخرج منه حرف الراء.
- من طرف اللسان وما يحاذيه من لثة الثنايا العليا أسفل من اللام قليلا، ويخرج منه حرف النون.
- أول حافة اللسان مع ما يليها من الحنك الأعلى إلى آخرها، ويخرج منه حرف اللام.
- أول حافة اللسان وما يليها من الأضراس من الجانب الأيسر وهو كثير، أو الأيمن وهو قليل، أو منهما وهو أقل، ويخرج منه الضاد المفقودة.
- وسط اللسان مع ما يحاذيه من وسط الحنك الأعلى ويخرج منه ثلاث حروف: الجيم، والياء، والشين.
- أقصى اللسان من أسفل مخرج القاف قليلا وما يليه من الحنك الأعلى ويخرج منه حرف الكاف.
- أقصى اللسان وما يحاذيه من الحنك الأعلى، ويخرج منه حرف القاف». "[1]"

4- الحلق : « ومنه ثلاثة مخارج وحروفه هي: الهمزة والهاء من أقصى الحلق، العين والحاء، من وسط الحلق، الغين والخاء من أدنى الحلق». "[2]"

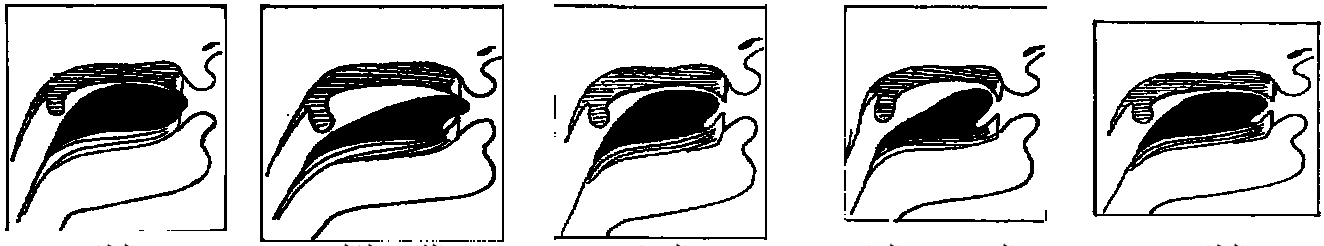
ونذكّر أن عكسية الترتيب، أخذت بمعيار المسافة، من الأدنى إلى الأبعد، بالنسبة للمتلقي، ونحاول إيضاحها أكثر من خلال الرسم الآتي .

1- أبو عبد الرحمن عاشور خضراوي الحسني، ص25.

2 - نفسه، ص 24.

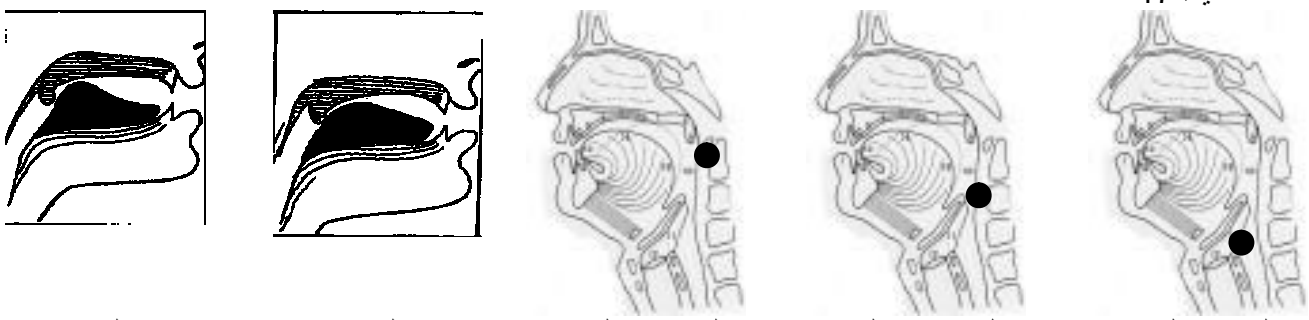


النون1 الميم2 الفاء3 الواو4 الباء5

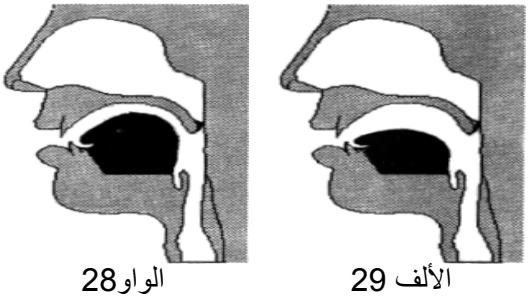


الظاء6 الثاء والذال7 الصاد8 السين10 والزاى9 الطاء11

التاء13 والدال12 الراء14 اللام15 الضاد16 الجيم19 و الشين18 و الياء 17



الكاف20 القاف21 الغين23 والخاء22 العين25، والحاء24 الهاء27،الهمزة26



الواو28 الألف 29

إن هذا الرسم التوضيحي، إضافة إلى أنه تبيان لتشكل العضو عند خروج كل صوت، فهو يحمل ترقيما تصاعديا يرتب كل صامت بحسب قربه من الأداة المستقبلة، من أقصر مسافة إلى أبعدها، غير أن هيئة المخرج وتموقعها تبقى عاملا غير كاف في التحديد الزمني، هذا إذا راعينا مواضع تلك السواكن داخل السياق، «على كونها بادئة أو متوسطة أو أخيرة»"[1]"، حيث نجد أنفسنا أمام ظواهر صوتية جديدة، من شأنها أن تجرد الصامت عن خصوصيته وهو في معزل عن المفردة.

كما أن عملية تكّون الصامت وتوليده، هي الأخرى، كفيلة بحجز حيز زمني، قد يتغير من مخرج إلى آخر. هذا بحسب طبيعة الحرف وصفته، وهو ما يدفعنا إلى الكشف عن صفة كل حرف والأخذ بها في حساب الزمن الكلي لنطق كل صامت حيث يصبح الزمن الكلي هو :

أي ز=ز1+ز2

الشكل (5) رسم إيضاحي للزمن الكلي الذي يستغرقه الصامت من بداية تكونه إلى وصوله إلى المتلقي

ونقصد بزمن التنقل (ز2)، الزمن الفاصل بين انطلاق الصوت واستقباله، أي زمن التموجات الصوتية الناتجة، عن القرع، أو القلع، وحدوث الصوت، ويسمى زمن الاهتزاز أو التذبذب (PERIODE DE VIBRATION)، وقد يتغير بدلالة الوسط الذي يحتويه، وبدلالة سرعة التنقل فيه، و«قد أثبتت الدراسات العلمية أن الصوت ينتقل مثل الضوء في شكل موجات عبر الهواء حتى يصل

1 -سلمان حسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية ، فونولوجيا العربية، ص 116، النادي الأدبي الثقافي، ط1، جدة، المملكة العربية السعودية. 1403هـ،1983

الأذن، وتبلغ سرعته (320م/ث) »"[1]"، «بينما يختلف سرعة (1450م/ث) وترتفع سرعته في المواد الأسمنتية إلى (4000م/ثا)، وتزداد سرعته في اختراق المواد الحديدية إلى (5850 م/ثا) »[2]، وهو ما يجيرنا على توفير وسط ثابت أثناء تجاربنا الصوتية.

أما الزمن (1)، فهو الذي تحدده مدة طبيعة وصفة الصامت و«متعلقة أساسا بالكيفية التي يخرج بها الصوت من الجهاز النطقي الصوتي البشري، وأهم هذه الصفات متصل بدرجة انفتاح الجهاز الصوتي عند إصدار الصوت، أما الصفات الأخرى فتضاف لها ليزداد الصوت دقة وحدّة»"[3]".فهي إذاً تبدلات فيزيائية تُشكل الصامت، وتمدّه بخصائص، لتصبح هذه الأخيرة، وسيطا جديدا، يجب أخذه بعين الاعتبار.

فالصفة هي الحالة التي تعرض للحرف عند النطق به من جهر وهمس، ورخاوة وشدة. وهذه التميزات « تمكّن من تحديد الصوت، ولا يعرف الصوت إلا بواسطة هذه المجموعة من الصفات»"[4]" التي تسمح للأذن البشرية بتذوقها.

وبما أن تحليل هذه الصفات وتركيباتها يعتمد أساسا على قوة ودقة الملاحظة السمعية وحتى البصرية، فقد كان في مقدور اللغويين القدماء التطرق لها، حيث «درس علماء الأصوات الظواهر العضلية المصاحبة لعملية النطق، فصنفوا هذه الظواهر،

---

1 - كرم زكي حسام الدين، الدلالة الصوتية ص 39، مكتبة الأنجلومصرية ، ط1، 1412هـ، 1992م

• أثبتت الحقائق الفيزيائية أن سرعة الصوت في الهواء في شروط القياس العادية (الضغط، درجة الحرارة) تبلغ 340م/ث

2 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 50.

3 - خولة طالب الإبراهيمي،مبادئ في اللسانيات، كلية اللسانيات، ص57، دار القصبة للنشر، الجزائر، 2000.

4 -مصطفى حركات، الصوتيات والفونولوجيا، ص 45، دار الآفاق، الجزائر العاصمة.

وميزوا الصامتات بعضها من بعض وفق مقاييس منها الخفة والثقل، النعومة والقوة»"[1]" وكلها ظواهر فيزيائية، تؤثر مباشرة في الفوارق الزمنية الحاصلة بينها.

ومن أبجديات القوانين الفيزيائية في الديناميكا والحركيات (Cinématique ,dynamique)، أن التغير الزمني للأجسام يحصل بدلالة طاقته،وسرعته، وكتلته.على نحو قانون كمية الحركة: «q =V.T »"[2]" حيث أن q هي كمية الجسم المتنقل، وT هو زمن تنقله وV سرعة انتقاله.

و بما أن «دراسة صفات هذه التحركات النطقية وأبعادها التكوينية تندرج ضمن وجهات علم الأصوات التركيبي الذي قوم على الملاحظة الذاتية، والدقة في الرصد الوصفي، مع معطيات التكنولوجيا الصوتية المتطورة المختصة في فصل بياناتها وتسجيل ملامحها التميزية»"[3]"، فإنه لا يمكن بأي حال، الاكتفاء بالملاحظات الأكوستيكية والبصرية في تكوّن صفة الحرف، والاستغناء عن التحليل الكمي له.

ولما كان المدى النسبي• لتنقل الصوامت «يعتمد على كونها نَفَسية، أو غير نفسية (aspirated , Unaspirated)، ومصوتة أو غير مصوتة (voiced,voiceless)، ومفردة أو مضعفة»"[4]"، وهو ما ينحو بنا إلى تفحص صفات الأصوات اللغوية وتقسيماتها، والتركيز على جانبها الفيزيائي وعلاقته بالمعلم الزمني .

---

1 -عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، ص 228.

2- M.Eurin et H.Guimiot, physique sciences expérimentales , serie Hachette, p94, P.U.F, France , 1966.

3 - عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية، دار الصفاء للنشر والتوزيع، ط1، عمان، 1418هـ، 1998.

• المدى النسبي: هو المسافة تنقل الصامت بعد تكونه وانطلاقه من المخرج إلى المتلقي.

4 -سلمان حسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية، ص 116.

كما أن التفصيل في صفات الأصوات اللغوية، قد يتطلب مجالا أوسع، بخاصة إذا ولجنا في الاختلافات الواقعة بين ما وضعه اللغويون القدامى، وما أتى به المحدثون من تقسيمات ثانوية وأساسية، وتباينات أخرى في استعمال المصطلحات الخاصة بكل صفة. إلا أن مثل هذا الطرح يخرج بنا عن نطاق البحث حيزا وموضوعا، ولذا سنكتفي في هذا المقام بالتعريف بها، أو بالأحرى التعريف بالصفات الأكثر شيوعا.

وفي هذا، نذكر بأن الصفات تنقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسة، وهي الصفات الأساسية والصفات الثانوية والصفات التمييزية الفارقة، ويذهب ابن جني إلى أن «المهموس عشرة أحرف وهي: الهاء، والحاء، والخاء، والكاف، والشين، والصاد، والتاء، والسين، والثاء، والفاء، ويجمعها في اللفظ قولك (سنشحثك خصفة)»"[1]"، وهي حروف لا يهتز في آداها الوتران الصوتيان بشدة مقارنة مع نظيراتها المجهورة.

حيت يعرف الحرف المجهور بأنه «حرف أشبع الاعتماد في موضعه، ومُنع النفس أن يجري معه حتى ينقضي الاعتماد عليه، ويجري الصوت»"[2]"، وتشمل الصوامت التسع عشر المتبقية من حروف الأبجدية، وأول ما يمكن استنباطه من التعريفين السابقين لظاهرتي الجهر والهمس، أنهما يتضادان في عمليتي الإشباع والتضعيف في مخارجهما، وهو ما ينتج عنه قوة دفع في الحروف المجهورة أكبر، أي سرعة في الانطلاق أكبر، وزمن أقل للوصول إلى المستقبل ذلك بالتطابق مع قانون السرعة نظريا: الزمن = س /سر.

1 -أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، ص68.
2 - أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب ، ص 68.

وإذا انتقلنا إلى الصفات الثانوية، فالحرف الشديد «هو الذي يمنع الصوت من أن يجري فيه»"[1]"، وحروفه الهمزة، والقاف، والكاف، والجيم، والطاء، والتاء، والدال، والباء، وعكسه الرخو «الذي يجري فيه الصوت»"[2]"، وحروفه الهاء، والحاء، والغين، والخاء، والشين، والصاد، والضاد، والزاي، والسين، والظاء، والثاء، والذال، والفاء.

ولم يتطرق اللغويون القدامى لبعض الحروف «التي لا تنتمي إلى الحروف الشديدة، كما أنها لا تنتمي إلى الرخوة فقالوا إن هذه الحروف تقع بين الشدة والرخاوة»"[3]"، والملاحظ أن الصفات الثانوية تصب في نفس منوال سابقتها الأساسية من الناحية الزمنية، حيث الشديد أقوى دفعا من الرخو مما يكسبه سرعة أكبر في التنقل، أما الصفة المتوسطة فلا تحكم فيها إلا التجربة التطبيقية المباشرة، أي القياس الكرونومتري الفيصل باستعمال الأداة.

وأخيرا تأتي الصفات الفارقة، ومن سماتها إقامة الفروق التدقيقية أكثر في الأحرف التي تتشابه في الصفات الأساسية والثانوية، وهي تمثل مكمن اختلافات وتباينات عديدة بين القدامى والمحدثين من الناحية الاصطلاحية والوظيفية مما أشرنا إليه في سابق حديثنا، وسنحاول أن نتطرق إلى لما هو مشترك ومتعارف عليه.

- الإطباق: «هو تلاقي طائفتي اللسان والحنك الأعلى عند النطق بالحرف، وحروفه الأربعة هي: الصاد، الضاد، الطاء، الظاء»"[4]".

---

1 - أبي بشر عمر بن عثمان بن قنبر سيبويه، الكتاب، ص 434

2 - أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، ، ص 70

3 -مصطفى حركات، الصوتيات والفونولوجيا، ص47.

4 - أبو عبد الرحمن عاشور خضراوي الحسني، أحكام التجويد برواية ورش عن نافع من طريق الأزرق ، ص 37.

- الانفتاح: « تجافي كل من طائفتي اللسان والحنك الأعلى عن الأخرى، حتى يخرج النفس من بينهما عند النطق بالحرف، وحروفه ما تبقى بعد حروف الإطباق»"[1]".
- اللّينة: و«هي الواو والياء، لأن مخرجهما يتسع له واء الصوت أشد من اتساع غيرهما كقولك ، وأي، والواو، وإن شئت أجريت الصوت ومددت»"[2]"
- الغنّة: هي «عبارة عن صدى ورنين يحدث في الخياشيم بإزالة الاعتراض العضوي وانفتاح الفتحة الخلفية لتجويف الفم بانخفاض اللهاة»"[3]" وحروفه النون والميم والتنوين.
- الاستعلاء: هو «خروج الصوت من أعلى الفم، وذلك لعلو اللّسان عند النطق بالحرف إلى الحنك الأعلى مما يؤدي إلى خروج الصوت من أعلى الفم»"[4]" وحروفه هي الخاء، والصاد، والضاد، والطاء، والظاء، والغين، والقاف.
- الصفير: «تخرج الأصوات الصفيرية من بين الثنايا وطرف اللسان، فينحصر الصوت هناك إذا سكنت ويأتي كصفير الطائر»"[5]" ، وحروفه هي الصاد، والسين، والزاي.
- المكرر: يقول ابن جني« وهو الراء، وذلك أنك إذا وقفت عليه رأيت طرف اللسان يتعثر، بما فيه من التكرير»"[6]".
- المنحرف: تحدث لأن «اللسان ينحرف فيه مع الصوت، وتتجافى ناحيتا مستدق اللسان عن اعتراضهما على الصوت، فيخرج الصوت من تبنك الناحيتين، ومما فويقهما»"[7]" وحرف اللام.
- الذلاقة والإصمات: تسمى بالذلاقة لأنه «يعتمد عليها بذلق اللسان، وهو

1-نفسه، ص 37 .
2- أبي بشر عمر بن عثمان بن قنبر سيبويه، الكتاب، ص 435
3 -خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ في اللسانيات، ص 58.
4 - عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، ص 243.
5 - نفسه، ص 243
6 - أبو عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، ص 82.
7 - نفسه، ص 82.

صدره أو طرفه»"[1] وحروفها اللام، والراء، والنون، والفاء، والياء، والميم، أما المصمتة فهي باقي الحروف.

- الاستطالة: وسميت كذلك «لامتداد الصوت من أول حافة اللسان إلى آخرها»"[2] وحرفها الضاد.
- التفشي: وهو «كثرة انتشار خروج النفس بين اللسان والحنك عند النطق»"[3] وحرفه الشين.
- الهاوي: «وهو حرف اتسع لهواء الصوت مخرجه أشد من اتساع مخرج الياء، والواو، لأنك قد تضم شفتيك في الواو وترفع في الياء لسانك قبل الحنك، وهي الألف»"[4]".

وفي قراءة مبدئية للصفات الفارقة يمكن أن نتصور بعض الفوارق الزمنية نظريا، كأن نقول بأن التكرار بما أنه إعادة للصوت في موضعه قد يشغل حيزا زمنيا أطول، وكذا الحال بالنسبة للاستطالة، والصفير، لكننا لا نخلص إلى إثبات علمي دقيق دون اللجوء إلى العمل التطبيقي وهو ما سنحاول البرهنة عليه في الفصل التطبيقي اللاحق، وقبل ذلك نقدم جدولا لقياسات صفات الصوامت العربية.

الجدول رقم(1):جدول ترتيبي لصفات الصوامت العربية[5]

الرقم	الصفات	أصواتها	نسبتها	رتبتها
الصفات الاساسية				
01	الجهر	*19*	*65.1*	*01*
02	الهمس	*10*	*34.48*	*02*
الصفات الثانوية				
01	الرخاوة	*13*	*44.82*	*01*
02	الشدة	*8*	*27.58*	*02*
03	التوسط	*8*	*27.58*	*03*
الصفات التمييزيه				
1	الاستفال	*26*	*89.65*	*01*

1 - نفسه، ص 83

2 - أبو عبد الرحمن عاشور خضراوي الحسني، أحكام التجويد برواية ورش عن نافع، ص 38

3 - نفسه، ص 38.

4 - أبي بشر عمر بن عثمان بن قنبر سيبويه، الكتاب، ص 435.

5 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 62-63 .

2	الانفتاح	25	86.20	02
3	الإصمات	23	79.31	03
4	الذلاقة	6	20.68	04
5	القلقلة	5	17.24	05
6	الإطباق	4	12.79	06
7	الاستعلاء والصفير	3	10.34	07
8	اللين والغنة	2	6.89	08
9	الاستطالة	1	3.44	09
10	التفشي	1	3.44	10
12	الهاوي	1	3.44	11
13	الانحراف	1	3.44	12
14	التكرار	1	3.44	13

تعقيب على الجدول:

يجمع الجدول عامة صفات الأصوات اللغوية العربية ويشمل ترتيبا تصاعديا بحسب ضم كل صفة لأكبر عدد من الحروف، ثم يُمثل ذلك العدد بنسبة جزئية من مجموع حروف الأبجدية، وهو الجدول الذي سنتقيد بالتطبيق عليه في الدراسة الزمنية لاحقا.

تصدير

إن الحديث عن فيزياء الظاهرة الصوتية بشكل عام، يعتبر أمرا في متناول الباحث؛ وما عليه إلا التقيّد بالمناهج التجريبية، وتطبيق القوانين الفيزيائية المُثبتة سابقا، حتى يصل إلى النتائج المرجوة. أما إذا امتزجت الظاهرة الفيزيائية بظواهر أخرى تلازمها، فهنا يجب توخي الحيطة، وهو ما يقتضي حتمية الإلمام بتلك الظواهر المصاحبة، وتجنب الملابسات التي لا تخدم هدف البحث.

وهو ما يمكن أن نسقطه على دراسة الصوت اللغوي في جانبه الفيزيائي، حيث نجد أنفسنا أمام تداخلات في المفاهيم، والدلالات المتشعبة، خاصة في تبني خيار المنهج التحليلي لا الوصفي، للوصول إلى نتائج أكثر دقة وعلمية، وهو ما لا نراه أمرا يسيرا.

وتعد مسألة الثقل في الصوت اللغوي، إحدى الظواهر التي تنطبق عليها هذه الملابسات والتداخلات، وذلك بفعل انشطارها الدلالي بين المجالين الصوتي اللغوي، والصوتي الفيزيائي. وهو ما يضطرنا إلى تفكيك معاني اللفظ في كلا المجالين، وتوضيح معالم البحث فيهما، ومن ثمة التفصيل فيهما.

مفهوم الثقل

جاء في معجم مقاييس اللغة أن «الثاء والقاف واللام أصل واحد يتفرع من كلمات متقاربة، وهو ضد الخفة، ولذلك سمي الجن والإنس الثقلين، لكثرة العدد»"[1]"، حيث لا نجد مرادفا مباشرا للفظ، وذهب ابن فارس إلى الاستعانة بقرينة الضد، وهي الخفة، ولعل أخذه بقياس الكثرة العددية لا يفي بالمعنى اللغوي كاملا، فليس كل كثير ثقيلا، وليس كل قليل خفيفا.

وهو ما احتكم إليه ابن منظور أيضا، حيث يفيد بأن «الثقل نقيض الخفة، والثقل مصدر الثقيل»"[2]"، فكلاهما تمسكا بالإحالة على الضد (الخفة) لغرض التبيان، والتي يذكر في شأنها أن «الخاء والفاء أصل واحد، وهو شيء يخالف الثقل، يقال خف الشيء يحف خفة،وهو خفيف وخفاف»"[3]".منتهجا نفس السبيل، أي أنه يشرح الأولى بالثانية، ويشرح الثانية بالأولى.

والمتسائل عن التغييب اللغوي لمرادف يناسب الثقل، وملازمة المصطلح لضده في الشرحين، قد يقف أمام حقيقة وجوب البحث عن وسيط لفظي ودلالي آخر، من شأنه الكشف عن معنى اللفظين لغويا، وهو ما نجده في مصطلح الوزن وهو «وزر الثقل والخفة، ونقل شيء بشيء مثله كأوزان الدراهم»"[4]" ويقال «وزن الشيء إذا قدره»"[5]"، ولعل

---

1 -أبو الحسن أحمد بن فارس بن زكريا، معجم مقاييس اللغة ،مج1، ص 382 تحقيق وضبط عبد السلام محمد هارون، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع 1979.

2 - ابن منظور، لسان العرب، المجلد1، ص 365، ع1، س41.

3 - المصدر نفسه، ص 365،

4 ابن منظور، لسان العرب ، مج 3، ص 930، ع3، س41.

5 -المصدر نفسه ، مج 3، ص 921ع1، س37.

المعنى يزداد وضوحا هنا، حيث نفهم بأن عاملي الخفة والثقل هما معياران لوصف الشيء أو الجسم بمقدار وزنه.

وجاء في الذكر الحكيم (والوزن يومئذ الحق فمن ثقلت موازينه فأولئك هم المفلحون)"[1]"، تقابلها الآية (ومن خفت موازينه فأولئك الذين خسروا أنفسهم بما كانوا بآياتنا يظلمون)"[2]" وفي القرآن الكريم كذا من شاهد على مقابلة التضاد للفظتين، واقترانهما بوسيط الوزن.

مفهوم الثقل عند اللغويين القدامى

لقد تفطن اللغويون القدامى إلى ظاهرة الخفة والثقل، داخل النظام النطقي، وتأثيراتها على الكلم. وكلٌ عني بها بحسب علله لتفسير الأحكام اللغوية المختلفة، فمنهم من علل لها في مستوى الإفراد، ومنهم من علل لها في مستوى التركيب، و«قد يعرض سيبويه لعلة الثقل فيبين الثقل في صورة الشيء المكروه الذي تنفر منه الطباع وتتجنبه النفوس»"[3]"، والكره حس نفسي، تولده ظاهرة الثقل في الكلام، سواء عند المتلقي أم المرسل.

ويوضح سيبويه الأمر أكثر بقوله «اعلم أن الشيء قد يقل في كلامهم، وقد يتكلمون بمثله من المعتل كراهية أن يكثر في كلامهم ما يستثقلون»"[4]"، من التراكيب الصوتية المتنافرة، الناتجة عن تتابع الصوامت، تتابعا يستثقل الجهاز النطقي، بفعل الجهد العضلي الزائد على المواضع النطقية.

---

1 - سورة الأعراف، سورة 7 - آية 8.

2 -سورة الأعراف، سورة 7 - آية 9.

3 - شعبان عوض محمد العبيدي، التعليل اللغوي في كتاب سيبويه، ص 191،ط1، منشورات جامعة قاريونس،بنغازي، الجماهرية الليبية، 1999.

4- أبي بشر عمر بن عثمان بن قنبر سيبويه، الكتاب، تح : عبد السلام هارون ، مطبعة عالم الكتب، ص 430-431.، ج4.، بيروت، لبنان

إلا أن ما تتميز به حروف العلة من صفة انطلاقية، ووضوح سمعي يضفي على السلسلة الكلامية المتنافرة تلوينات نطقية متميزة تستعذبها الأذن، وتتقبلها النفس، لأنها تساهم في التخفيف من «حدة المقاطع الإيقاعية الناتجة عن تتابع الأصوات الساكنة، وتمنحها صدى موسيقيا يؤثر على إيقاعية الصوت الساكن ويفتح أمامه مدى أوسع، مما يساعد في إبرازه ووضوحه في السمع»"[1]"، وإننا لو حاولنا قراءة البيت:

وقبر حرب بمكان قفر وليس قرب قبر حرب قبر

للاحظنا أن تتابع السواكن المتقاربة نطقا، وتجاورها في البيت، يؤدي إلى عسر في نطقها، بيد أن توظيف حروف العلة داخل السياق، من شأنه أن يحفف من استثقالها ويؤدي إلى استحسان نطقي وسمعي، كأن نقول :

وقبور حروب بأماكن قفرة وليس قرب قبور حروب قبور.

ثم يستدل سيبويه بالنقيض وهو الخفة، قائلا في باب التضعيف «اعلم أن التضعيف يثقلُ على ألسنتهم، وأنّ اختلاف الحروف أخفّ عليهم من أن يكون من موضع واحد، ألا ترى أنهم لم يجيئوا بشيء من الثلاثة على مثال الخمسة نحو ضَرَبَّبٍ، ولم يجئ فَعَلَّلٌ ولا فَعُلَّلٌ إلا قليلا، ولم يبنوهنّ على فُعالِل كراهية التضعيف، وذلك لأنه يثقلُ عليهم أن يستعملوا ألسنتهم من موضع واحد ثم يعودوا له»"[2]"، ومرده في ذلك أن نطق الحرف من موضع ثم الرجوع له فيه تكليف، وعناء في النطق.

وهو«يعني تماما ما عناه الدرس اللغوي الحديث عندما جعل من قوانينه اللغوية ما يعرف بقانون الاقتصاد اللغوي، فالمتكلم وفقا لهذا القانون يخفف الجهد فيقتصد توفيرا للجهد واقتصادا في تحريك

1 -ابتسام أحمد حمدان، الأسس الجمالية للإيقاع البلاغي في العصر العباسي، ص 156، مراجعة وتحقيق أحمد عبد الله فرهوه، دار القلم العربي، سورية ، ط1، 1997

2 - سيبويه، الكتاب تحقيق عبد السلام هارون، دج4، ص417، 418.

العضل»"[1]"، فهو يُرجع سبب نفور العرب منه، إلى علة إفرادية، وأخرى فيزويولجة.

ولم يحد ابن جني عن سيبويه كثيرا. ولو أنه تناول تأثير ظاهرة الثقل والخفة في الحركة، وذلك في قوله «أنت لو رمت أن تأتي بكسرة أو ضمة قبل الألف لم تستطع ذلك البتة، وكذلك لو تكلفت الكسرة قبل الواو الساكنة المفردة، أو الضمة قبل الياء الساكنة المفردة لتجسمت فيه مشقة وكلفة، لا تجدها مع الحروف الصحاح، وذلك نحو فِعْل من القول والطَّوْل، وطِوْل تستثقل ذلك فتقلب الواو إلى الكسرة قبلها ياء ، فتقول قِيل وطِيل، وقد قالتها العرب»"[2]"،وهو ما يسمى بظاهرة القلب عند الصرفيين.

إن الاستثقال عند ابن جني هو تكلف في الجهد يعيق النطق، ويصعبه، ويفسد مذاق السمع عند متلقيه، وفي السياق نفسه يقول: «ويزيد ذلك وضوحا لك، أن جميع حروف المعجم غير هؤلاء الثلاثة• الأحرف لك أن تأتي بكل حرف منها، بعد أي الحركات شئت، ولا تجد مع ذلك بنوا في اللفظ، ولا استكراها، سواكن عن الحروف أو محركة، وذلك نحو اللام من سلم وسلم وسلمى، وكذلك العين من سِعد وسعد وسعلاة، وسِعاد وسعد وسَعُود، فأما استكراههم الخروج من كسر إلى ضم بناء لازما، فليس ذلك شيئا راجعا إلى الحروف، وإنما هو استثقال منهم للخروج من ثقيل إلى ها هو أثقل منه»"[3]"، ويمكن التمثيل لهذه الوضعية، بمثلث الحركات في القناة الصوتية .

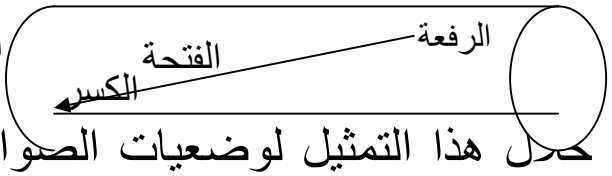
---

1 - فريدنان دي سوسير، دروس في الألسنية العامة،تعريق صالح القرمادي، ومحمد الشاوش،ومحمد عجينة، الدار العربية للكتاب، ص 225-226طرابلس، الجماهيرية الليبية، 1985.

2 - أبو الفتح عثمان ابن جني، سر صناعة الإعراب،ص 34،ج1، تحقيق محمد حسن محمد حسن اسماعيل، أحمد رشدي شحاتة، منشورات محمد علي بيضون، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان ط1، 2000

• يقصد ابن جني بهولاء الثلاثة حروف العلة الثلاث (و،ا،ي)

3 -أبو الفتح عثمان ابن جني، سر صناعة الإعراب،ص 34،ج1.



ومن خلال هذا التمثيل لوضعيات الصوائت في القناة الصوتية نلاحظ أن

- الرفعة والفتحة متجاورتان متباعدتان .
- الفتحة والكسرة متجاورتان متقاربتان.
- الرفعة والكسرة متباعدتان غير متجاورتين.
- الرفعة مستعلية والكسرة مستفلة، والفتحة وسط بينهما[1]

والسهم المبين أعلاه يوضح خفة تنقل الناطق من حركة لأخرى، حيث أن الانتقال من الفتح إلى الكسر أخف، والعكس صحيح، ففي تصور ابن جني أن الحروف التي تتطلب جهدا عضليا أكثر في الأداء هي الحروف التي ينتقل فيها المتكلم من الكسرة إلى الضمة مباشرة من دون فاصل، وهو ما يحدث اضطرابا سمعيا في أذن المتلقي وكلفة فيزيولوجية.

وبغض النظر عن تعليلات اللغويين القدامى لظاهرة الثقل والخفة، فالذي يهمنا هو استنباط الدلالات الاصطلاحية للفظتين عندهم والتي كانت تصب كلها في أن المصطلحين هما وصفان لحس معنوي [الجهد، الاستكراه، القوة]، تصيب جسما ماديا وهو الحرف.

ووصف الحرف مجسما، لا يعدو أن يكون وصفا في كميته الصوتية لا غير. وهو ما يثبت «اهتمام الدارسين بالكميات الصوتية والموازين، مراعاتهم لمبدأ الخفة والثقل في الإفراد والتركيب، وهي مصطلحات ومفاهيم دلالتها الموازين، وجعلوا للصوائت مقادير

1 -مكي درار، رسالة مقدمة لنيل درجة دكتوراه الدولة في اللغة بعنوان الوظائف الصوتية والدلالية للصوائت العربية، ص 55، جامعة وهران السانية 2003/2002.

ومراتب،كلها موازين، وكانت الضمة أقوى الحركات عندهم وأثقلها،والكسرة أضعف الحركات وأخفها، والفتحة متوسطة حيادية في الإفراد»"[1]"، ليظهر مرة أخرى ذلك الوسيط البيني، وهو الوزن والتقدير لغرض التجسيد الموضوعي لظاهرتي الثقل والخفة في اللغة.

وتوافقا مع التطور العلمي، الذي عرفته الحضارة الإسلامية، وطرقُ باب علم التشريح، بدأت تظهر المدلولات الأخرى لفيزياء الصوت، وبدأ الكشف الحقيقي عن ماهياته المجسدة، فقد اهتدى ابن سنا إلى أن «الصوت سببه القريب تموج الهواء دفعة وبقوة وبسرعة من أي سبب كان»"[2]"، فالكلام المسموع الذي كان يوصف سابقا بالثقل والخفة، ما هو إلا صوت، وأن تركيباته الحرفية، هي أجزاء منه، تمثلها أمواج منتشرة في الهواء، لتبدأ تعليلات أخرى تتسق بالموجة الصوتية.

وذهب ابن سنا في تفسيراته إلى أن «حال التموج في نفسه من جهة اتصال أجزائه وتماسها أو بسطها ونحتها فيفعل الحدة والثقل»"[3]"، ومرده أن صفة الفيزيائية بعد الحدوث فتحددها طبيعة التموج؛ وهي إشارة إلى التناسب الطردي لصفتي الحدة والثقل *Aigue Gras* ، مع قيمة التردد الناتج عن الحركة الاهتزازية والذي يعلو ويدنو بحسب، عامل مسافة تنقل الصوت، وزمنه في الحركة الجيبية للموجة.

1- الصوتيات، حولية أكاديمية محكمة متخصصة، تصدر عن مخبر الصوتيات العربية الحديثة، جامعة سعد دحلب، البليدة، أبحاث الملتقى الوطني الأول، الصوتيات من التاريخية إلى الوظيفية، مقال للدكتور مكي درار، بعنوان الكميات الصوتية بين الدراسات اللغوية والقراءات القرآنية، ص 30.

1- أبو علي الحسين بن سينا، أسباب حدوث الحروف، ص 08،راجعه وقدم له طه عبد الرءوف سعد، مكتبة الكليات الأزهيرية، القاهرة.

3 - المصدر نفسه، ص10.

وقبل التطرق لتعريفات الموجة الصوتية ودراسة علاقاتها المختلفة مع مصطلح الثقل والخفة في الكلام، نشير إلى أن الثقل بعد اكتشاف ظاهرة الجاذبية الأرضية أخذ بعدا آخر في المفهوم الفيزيائي والعلمي، حيث حُدّد الثقل على أنه العلاقة القائمة بما يسمى بكتلة الجسم (وزنه) وتسارع الجاذبية الأرضية ومثل بالقانون
ث= ك$_x$ 9.18."[1]"، ويقاس بالنيوتن• وهي وحدة تقاس بها القوة والجهد، أما الكتلة فتقاس بالغرام ومضاعفاته.

ومن هنا ينتقل الثقل من مفهوم الوزن إلى مفهوم القوة، ولوعدنا إلى تعليلات سيبويه وابن جني، لفهمنا إن الجهد المقصود عندهم، هي قوة فيزيائية تقاس، وأن الاستكراه، هي قوة صوتية لا تستوعبها الأذن أو لا تتقبلهما، وأن حروف العلة، مبدئيا لها قوة تفوق سواها من الحروف، تولدت عنها ظواهر إفرادية أخرى كالقلب والإبدال.

أما إذا حللنا آراء ابن سنا، فإننا نجدها أكثر دقة ووضوحا. ولعله كان أكثر فيزيائيا منه لغويا في تعليلاته ، حيث قرن الثقل بالحرف، وقرن الحدة بالتموج، وربط الأول بالثاني، وجعل كمية الحرف مقترنة بموضع حدوثه الفيزيولوجي، والصفة الفيزيائية التي يكتسبها والتي تمثل كمّا صوتيا، من شأنها أن تؤدي إلى تشكل الموجة الصوتية بخصائصها الفيزيائية.

3-physique ,serie Bordasse, classe terminale ,p17

• - هو العالم الإنجليزى إسحق نيوتن مكتشف ألوان الطيف وحساب التفاضل والتكامل ، وقوانين الحركة بالإضافة إلى اكتشافه للجاذبية ، واختراعه للتلسكوب العاكس . وهو الذي صاغ لنا نيوتن قانون الجذب العام وهو ينص على :القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوى المعدل الزمنى للتغير فى كمية تحرك الجسم، واتجاه هذه القوة هو اتجاه كمية التحرك .

إن طبيعة الصوت، تحددها مجموعة من العناصر والخصائص الناتجة عن الاضطرابات التي تحدث في الهواء جراء «اهتزاز جسم من الأجسام على نحو يؤثر على العلاقات بين جزيئات الهواء المحيطة بهذا الجسم»"[1]"، فإذا كان الاضطراب أو الاهتزاز مصدره كلاما أو صوتا لغويا، فتحليل طبيعة تموّجات هذا الاهتزاز هو دليلنا إلى معرفة طبيعة الصوت اللّغوي.

1 - سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، صوتيات اللغة من الانتاج إلى الإدراك، ص 17، ط1 ، عالم الكتب، القاهرة ، 1420هـ،2000

أبعاد كمية الثقل في الصوت اللغوي

إن تقدم علوم الفيزياء الأكوستيكية، بالموازاة مع النهضة الصناعية في أوروبا دفعت بالدرس الصوتي إلى سبل جديدة في اكتشاف الظواهر الصوتية الفيزيائية التي كانت تبدو أكثر غموضا، والتي كان بإمكانها أن تفصل في طبيعة وخصائص الأصوات بعناصرها المميزة كلُ بمعزل عن الآخر.

فالصوت اللغوي تميزه ثلاثة أبعاد فيزيائية رئيسة ينبغي أن نفرق بينها، وأن ندرس كل واحدة منها على حدة حتى نصل إلى مفاهيم محددة لكمية الحرف أو لصفته الفيزيائية، وأول هذه الظواهر هي:

الشدة : *INTENSITY*

وهي العامل أو «الصفة التي تميز بها الأذن الأصوات من حيث القوة والضعف أو العلو والانخفاض، وتتوقف شدة الصوت بهذا المفهوم على قوة القرع أو الطرق للجسم المصوت لأن قوة القرع تؤدي إلى حركة قوية تحدث اضطرابا قويا في الهواء، تسمعه الأذن بقوة ووضوح، وحينئذ نصف الصوت بالعلو»"[1]"،ومعنى هذا، أن الشدة هي قوة الصوت التي تشحنها كميته، بعد تكونه وحدوثه.

وبتعبير آخر هي الطاقة الكامنة في الصوت، أو «الصفة التي تميز بها الأذن الأصوات من حيث القوة والضعف، والعلو والانخفاض»"[2]" والتي من شأنها أن تنتقل إلى أذن المتلقي والتي ستلتقطها الطبلة، وهي تقع بين حدين، حد أقصى لا تستطيع الأذن تحمل أكثر منه، وحد أدنى لا

---

1 - كريم زكي حسام الدين، الدلالة الصوتية، دراسة لغوية لدلالة الصوت ودوره في التواصل، ص 40-41، ط1، مكتبة الأنجلو مصرية، 1412-1992. وينظر J.Laurand , enseignement secondaire –programme 1947 de physique classe mathématique et science experimentale

2 - سامي عياد، كريم زكي حسام الدين ، نجيب جريس، معجم اللسانيات الحديثة، انجليزي عربي، ص 66، مكتبة لبنان، ط 1، 1997

تستطيع الأذن التقاطه، أي أن الأذن البشرية تشتغل في مجال سمعي محدد، تتراوح قيمته من الأدنى إلى الأعلى ما بين $10^{16}/1$واط/سم^2• و$10^4/1$ واط/سم^2 "1"، ولضبط مختلف المجالات الصوتية المتواجدة في الطبيعة والتي تتعدد مصادرها، فكر علماء الأصوات في اعتماد طريقة المقارنة بين الأصوات، أو قياس صوت بدلالة صوت آخر، حيث نجد أن وحدة القياس ديسبل Db ما هي إلاّ مقارنات بين شدة صوت وأخرى نحدد من خلالها حدا أدنى للصوت وحدا أعلى له.

وقد تكون هي نفس الطرق المعتمدة عند القدامى، أي مقارنة صوت بآخر، ووصف الأصوات اللغوية بالتمييز فيما بينها. فالمفخم، هو مفخم تمييزا على المرقق والعكس كذلك، فالصاد تقابلها السين، و الطاء تقابلها التاء، والذي ليس له ضد فهو حيادي أو متوسط.

• إن وحدة قياس واط/سم^2 هي الحاصل النسبي لقوة الضغط بالواط على مساحة بالسم^2، وقد تم التمثيل لهذا لمجال البيني ، أي من أدنى قيمة للشدة يمكن للأذن تقبلها إلى أقصاها في الأذن البشرية ببعد آخر وهو الديسبل

1- ينظر سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، ص 37-38.

درجة الصوت *PITCH*

تُعد هذه الظاهرة الخاصية الثانية المحددة لكمية الصوت، وهي «التي تميز بها الأذن الأصوات من حيث الحدة والغلظة، وتتوقف درجة الصوت بهذا المفهوم على عدد الاهتزازات أو الذبذبات التي يصدرها الجسم المصوت في الثانية وهو ما يسمى بالتردد. فإذا زاد عدد الذبذبات في الثانية، كان الصوت حادا دقيقا. وإذا قل عدد الذبذبات كان الصوت غليظا أو سميكا»"[1]" وأخذت هذه الخاصية تسميات عدة، عند علماء الصوت والفيزياء،كالاهتزاز، والتردد والتواتر، وهي خاصية تفيد القوة والثقل.

وقد أثبتت الدراسة التشريحية أن طبيعة الصوت البشري «من غلظ ورقة (*voix aigue ,voix bas*) وتبدلاتها بين الذكر والأنثى، أو عند الطفل والمسن ، تعود أساسا إلى الطبيعة الفيزيولوجية للوترين الصوتين».[2]" فقد أثبتت التجارب أن الوترين السميكين أو القصيرين أو المرتخيين، تصدر عددا من ذبذبات أقل من عدد الذبذبات الصادرة من وترين أقل سمكا أو طويلين أو مشدودين.

ولو تأملنا في ظاهرتي الهمس والجهر التي أشار إليها اللغويون، والتي استدلوا لهما بالعامل نفسه، أي عامل اهتزاز الوترين، للاحظنا أنهم أشاروا إلى أن اختلاف الأجسام في الطبيعة يعود إلى «اختلاف أوزانها وطولها ونسب الشد في مكوناتها، وتجاويفها وكتلها وامتدادها وشكلها وخفتها وثقلها. وعلى هذا فالجسم الثقيل يتذبذب بأقل حالة أبطأ من الجسم الخفيف»"[3]" وهو ما يحيلنا في حقلنا التطبيقي إلى مقارنة ترددات الحروف المهموسة بالمجهورة، باعتبارها تتفاوت نظريا في درجة الاهتزاز والتردد. ومنه في الخفة والثقل.

---

1 - كريم زكي حسام الدين، الدلالة الصوتية، ص 39

2 - الموسوعة الإلكترونية "مقاتل " *www.moqatel.net*باختصار.

3 -عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية، ص 51، دار الصفاء لنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن، 1418هـ، 1998.

نوع الصوت *Timbre*

أما ظاهرة النوع *Timbre*، فهي تأتي في آخر المراتب التصنيفية لخصائص الصوت، من حيث علاقتها بمفهوم كمية الثقل، ونعني بها «الخاصة أو الصفة التي تستطيع الأذن أن تميز بها الأصوات المختلفة الإنسانية وغير الإنسانية»"[1]" ، لأنها تخص أكثر تصنيف الأذن لنوع الصوت أو الفرق بين الأصوات الذي «ينشأ عن قابلية النغمات التوافقية، لأن تكون مسموعة، فإذا تركبت ذبذبتان ذات تردد متماثل فإن النتيجة زيادة السعة، ومن ثم يقوى الصوت، وذلك شرط أن تكون المسافة واحدة في كلتيهما»"[2]"، وقد سماها البعض بظاهرة البصمات الصوتية.

و«إذا كنا نستطيع أن نميز بدرجة الصوت الأصوات الحادة والغليظة، وأن نميز بشدة الصوت الأصوات القوية والضعيفة، فإننا نستطيع أن نميز بين الأصوات الناتجة من مصادر مختلفة، وإن كانت هذه الأصوات تتسق في درجتها وشدتها، لأن الأذن تدرك شيئا آخر في هذه الأصوات غير الشدة والدرجة، ونعني بذلك القيمة أو الطابع *timbre*»"[3]"، ونوع الصوت اللغوي تحدده الطبيعة الفيزيولوجية لأعضاء النطق والتي تختلف من شخص لآخر.

إن تطرقنا لعوامل الشدة، والتردد، لا يعني أنها تمثل العناصر الكلية في تحديد ماهية الصوت، وإنما هي العناصر المحددة لثقل كمية الصوت، لتأتي العوامل الأخرى، كسعة، والرنين، والتنغيم، النبر، وهي

---

1 - سامي عياد حنا، كريم زكي حسام الدين ، نجيب جريس، معجم اللسانيات الحديثة، إنجليزي عربيي، ص 117.

2 - عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، الفونيتكا، ص ، ط01 ، 112دار الفكر اللبناني، بيروت، 1992.

3 -سامي عياد حنا، كريم زكي حسام الدين ، نجيب جريس، معجم اللسانيات الحديثة، إنجليزي عربيي، ص 117.

عوامل لا تتعلق بكمية الصوت بالدرجة الأولى بقدر ما تتعلق بحركته، وتلوناته، وتغيراته الأكوستيكية.

فعامل السعة *Amplitude* هو « المسافة الفاصلة بين وضع التوازن وأبعد نقطة يصل إليها الصوت في حركة الجسم وهو في حالة اهتزاز»"[1]"، ويمكن حسابها رياضيا من الدالة الجيبية الممثلة لتنقل الصوت في حركته الاهتزازية وتحسب بدلالة الزمن، ونبض الاهتزاز، وسرعة التنقل.

أما عامل الرنين، والتنغيم فهي أبعاد تدخل في مقارنة أصوات لهما نفس درجة الصوت وعلوه وأُنتجا من مصدرين مختلفتين، ليكونا موجة متداخلة *interférence*، وهي موجة لصوت مركب، «من صوت ذو تنغيم أساسي وهو المحدث للرنين *résonance*أ كبر، أما النغم الثاني فهو توافقي *harmonics* وهو أقل رنينا»"[2]"، لكن محقق لحالة الانسجام الصوتي.

أما النبر *loudnesse* فهو العلو في درجة الصوت الذي يكتسبه فونيم صوتي داخل اللفظة، «وهو مقدار قوة على مقاطع كل لفظ»[3]، وليس بالضرورة أن يكون هذا الفونيم مجهورا أو ذي شدة عالية، فالبروز الذي يكتسبه داخل اللفظة يتأتي بحكم تموقعه بين الفونيمات المجاورة له.

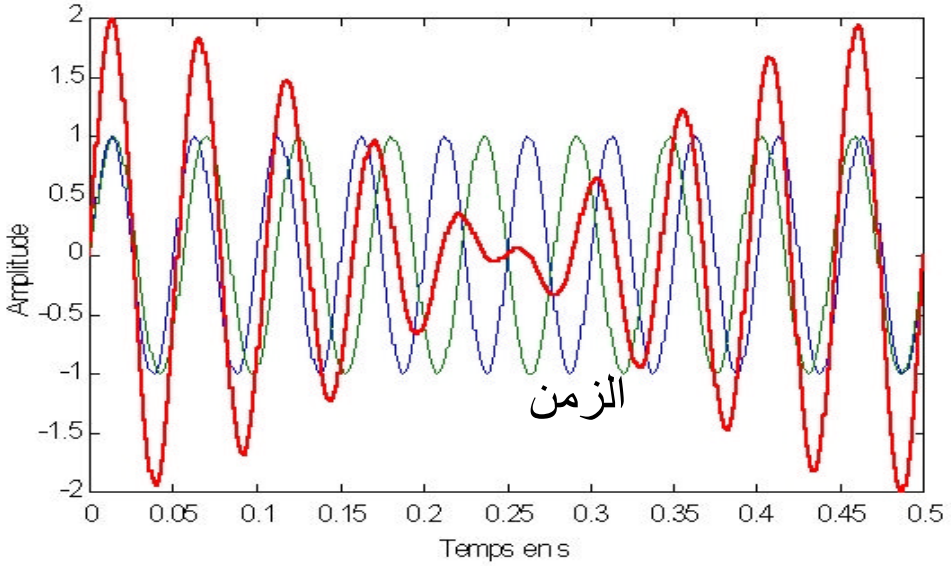
وبالنظر لطبيعة هذه العوامل، والتي لا تُعد من المحددات المطلقة لكمية الصوت اللغوي الفيزيائية، والتي لا يمكن أن نحسب مقاديرها ودرجاتها، بالاعتماد على آلة القياس، فإننا نحاول التركيز على البعدين

1 - عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية، ص 60
2 - أحمد مختار عمر ، دارسة الصوت اللغوي، ص31، الناشر عالم الكتب، القاهرة 1997
3 - سلمان حسن العاني ، التشكيل الصوتي في اللغة العربية ، ص133، ط1، النادي الأدبي الثقافي، جدة ، السعودية 1983.

الرئيسين المحددين لعامل الثقل، وهما التردد، والشدة، عن طريق القراءة الرقمية من الحاسوب.

هذه الطريقة، التي من شأنها أن تمكّننا من تجاوز عدة عقبات لاقاها المحدثون في قياساتهم للصوت اللغوي، «باستعمال الآلات الميكانيكية الإلكتروميكانيكة، مثل آلة الكيموغرافيا للألماني *Karl ludwidge*، وآلة البلاتوغرافيا للإنجليزي *ErasmusDarwine* وآلة المينوغراف،وآلةكوبر*Kooper*، وجهاز الراسم الطيفي *Spectrographe*، وقارئة النمط لمختبرات *Haskins* في أمريكا، وجهاز التحليل الطيفي»"[1]"، حيث أن هذه الأجهزة كان أغلبها يؤدي غرضا معينا، إضافة إلى نسبة الخطأ الفيزيائي الواردة بقوة.
غير أن القياس باستعمال البرامج الحاسوبية، فهي تمكننا من جمع وقياس كل الوسائط ذات العلاقة بثقل الصوت الملفوظ من تردد وشدة وزمن في برنامج واحد، ومن جانب آخر، فإنها تقلل من الخطأ الفيزيائي، فالقراءة الرقمية المباشرة على المنحنى (الشكل1)، تلغي عناء الحساب الرياضي للنتائج المحصل عليها.

الشكل 1 : القراءة المباشرة للموجة الصوتية



ين، علم
الاصطلاحات اللغوية، ص 132 ؛ حمد ان حيدري بلعيد، حركية الحداثة في الشعر العربي المعاصر، ص 409 ،مطبعة المشرق للطباعة والنشر والتوزيع، ط1، 1982، وعبد الرحمن أيوب ، الكلام انتاجه وتحليله ص 264.

والشكل 1 يبين نموذجا بيانيا للموجة الصوتية العادية، التي تحُسب عادة بدلالة الاتساع في المحور العمودي، وبدلالة الزمن في المحور الأفقي، والمنحنى هو عبارة عن المسار الجيبي التي تأخذه أي نقطة مادية، مكوّنة لموجات ومشكّلة لحركة ترددية يستغرق كل تردد فيها دورا من الزمن، وكل القراءات الحاسوبية تظهر على هذا النموذج، ولا تتغير فيها إلا العوامل المحسوبة، بحسب كل برنامج، فكما يقرأ الشكل 1 عامل السعة والزمن، فإنه بالإمكان استعمال البرنامج الحسابي الذي يعمل بدلالة الشدة والاهتزاز مثل السبكتروغرام الرقمي .

جهود بعض المحدثين في القياس الآلي لكميات الثقل

وفي قراءة سريعة لجهود بعض المحدثين الذين أولوا اهتماما لقياسات الصوت اللغوي، نلحظ تفاوتات عديدة، وفروقات كبيرة لأسباب قد تخص الآلة، أو حتى الطريقة والمنهج المستخدم في القياس وللتوضيح أكثر لابأس أن نتناول بعض الأمثلة.

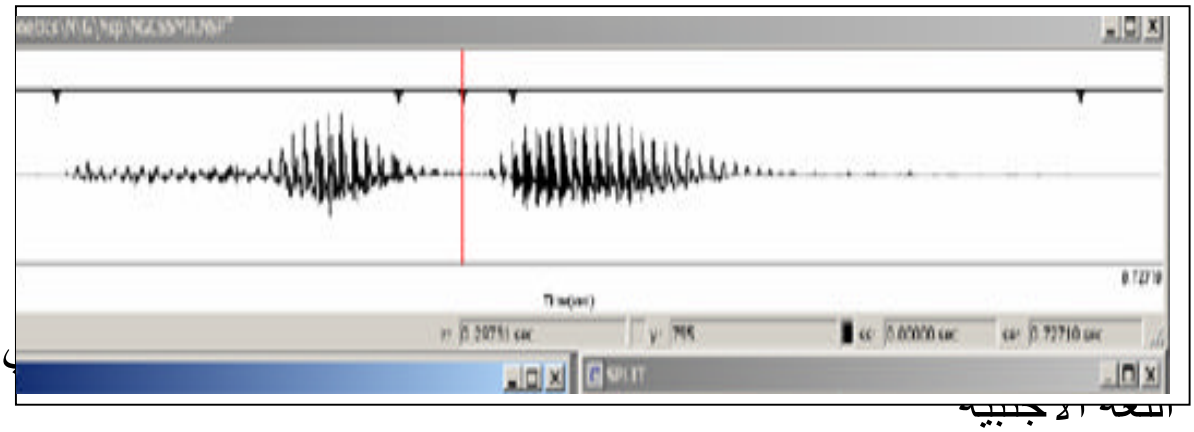
دراسات عبد الرحمن أيوب•

أغلب استنتاجاته لقياسات زمن النطق، وشدة الحروف كانت بالإسقاط على مقاطع صوتية من اللغة الإنجليزية، والنتائج المستخرجة كانت عبارة عن قراءة مباشرة للتمثيلات البيانية لصور الراسم الطيفي Spectrographe، (الشكل2)، وهذه عينة لبعض النتائج المحصل عليها.

الشين: تراوح الطاقة فيه من (2500 ذ/ث) إلى (6000 ذ/ث)

السين : تراوح الطاقة فيه من (3500 ذ/ث) إلى (6000 ذ/ث)

• - هو الدكتور عبد الرحمن أيوب، رئيس مختبر للصوتيات في جامعة الكويت، سعى جاهدا إلى تجسيد، فكرة قياس الصوت اللغوي العربي، ويرى أنه لا فرار من حتمية إخضاعه لهذه للحقل التجريبي المباشر، وقد تنبأ من الخمسينات إلى الثورة التي يمكن أن يحدثها جهاز الكميوتر، وكان يحث على ضرورة ابتكار اللغة الرقمية التي تعتمد على الثنائية الرمزية (0.1) الخاصة بالصوت اللغوي والتي من شأنها أن تقضي على معضلة طبيعة اللغة من حيث خصائصها الصوتية ، الإفرادية، والصرفية، لتضحى اللغة في جانبها التجريبي حقل مادي محض يمكن لنا استخلاص خصائصه الفيزيائية والنطقية، ينظر: الكلام انتاجه وتحليله، ص 08- ص 09



أعطى الرسم الطيفي قراءة كاملة لعبارة *She came back started again*، والقياسات المستخرجة هي لـ الحرف s والحرف sh ومن ثم، تم إسقاطها على الصوامت العربية [السين، الشين]. وقد كانت معظم دراسات عبد الرحمن أيوب المخبرية على هذا المنوال.

قياسات حسن العاني•

وتعد قياسات العاني، أكثر دقة رغم أنه استعماله لنفس آلة القياس *Spectrographe* ، لكنه حاول إجراء القياس على الحروف العربية، بخصائصها وميزاتها، إلا أنه درس الوحدة الصوتية كاملة، (الفونات) كما يسميها، داخل السياق أو المقطع، ليستخرج نتائج خص بها كل صامت بمعزل عن الآخر.وهده عينة من بعض القيم المحصل عليها لنفس الصوامت عند سلمان حسن العاني

السين: يتراوح مقدار الذبذبة في أعلاها (3000د/ث)

الشين : يتراوح مقدار الذبذبة في(1500 ذ/ث) إلى (2000 ذ/ث).

و في قياسه للصوائت يقدم النتائج التالية"[1]"

• هو الدكتور سلمان حسن العاني، عضو مختبر علوم الاتصالات بجامعة مشجان Michigan بلندن، أشرف على قياساته مجموعة من الخبراء منهم : الباحثة جون ي شوب، و رالف فيرنج، وقد استعمل جهاز الاسبكتروغراف الرقمي ، الذي يعتبر من أحدث تقنيات القياس المستخدمة في المخابر الصوتية.

الحركة	*المعلم الأول*	*المعلم الثاني*	*المعلم الثالث*
الكسرة القصيرة	290	2200	2700
الكسرة الطويلة	285	2200	2700
الضمة القصيرة	290	800	2150
الضمة الطويلة	285	770	2050
الفتحة القصيرة	200	1500	2100
الفتحة الطويلة	275	1600	2150

يبدو أن العاني قد اعتمد عامل التردد *la fréquence* لحساب كمية القوة في الصوامت والصوائت معا؛ وحدد ثلاثة معالم في هذا. الأول عند بداية ضجيج الحرف إي بداية نطقه ، والمعلم الثاني عند انتهاء الصوت، أما الثالث فهو لأعلى قيمة للذبذبة أو التردد.

1 - سلمان حسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية، فونولوجيا العربية، ص 57، وص 75، تر: ياسر الملاح ، محمد محمود غالي، ط1، النادي الأدبي الثقافي، جدة، المملكة العربية السعودية، 1403هـ 1983م

قياسات شريف إستيتية••

العينة الأخيرة نخصها لدراسات شريف إستيتية والتي استعمل فيها الراسم الطيفي المبرمج حاسوبيا، حيث قام باستخراج نتائج لقياسات خص بها الصوائت ونتائج أخرى خصّ بها الصوامت، وكانت عبارة عن مقارنات لترددات هذه الصوامت من خلال قراءة صورة الراسم الطيفي، لموجة المقطع المنطوق كاملة.

ورغم أن الدراسة تعد حديثة مقارنة بما سبقها، بمعيار الآلة المستعملة، فأن الباحث لم يتعمق في قياساته، واكتفى بقراءات لمجموع الصوائت وبعض الصوامت من خلال مقاطع صوتية كاملة مفتوحة ومغلقة، وجهلنا لطبيعة البرنامج المستخدم ودرجة تطويره، يجعلنا بعيدين عن إبداء الحكم الحقيقي لما أتى به استيتية من نتائج، ونكتفي بعرض جزء منها قصد التعقيب عليها.

عينة لحساب ترددات بعض الحركات"[1]"

الكلمة	الحركة المراد فحصها	التردد الأول والثاني
يَدُومْ	واو المد	280
يَدُومُ	واو المد	280
دَفَعْ	فتحة الدال	440
دَفَعَ	فتحة الدال	520
سَبْقْ	فتحة السين	440

•• -هو الأستاذ الدكتور سمير شريف إستيتية؛ شغل منصب عميد كلية الآداب بجامعة اليرموك وعميد كلية الآداب بجامعة فيلادلفيا ، يصرح أن أبحاثه هي في ميكانيكا النطق، وأن بحثه هو أول بحث في العربية يدرس ميكانيكية النطق بتفاصيلها وأنه لم يؤخذ بأفكاره، وقياساته، رغم أنه استعمل أدق الأجهزة الصوتية وأحدثها قياسا.

1- سمير شريف إستيتية، الأصوات اللغوية رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية، ص 256، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2002-

سَبَقَ	فتحة السين	440
سَلْ	فتحة السين	440
سَلِيمْ	فتحة السين	360

ومن خلال الجدول، يتبين أن القيم المحصل عليها لمختلف الحركات هي قراءات مباشرة للحركة داخل المقطع أي داخل السياق، دون عزلها وفصلها. والتباين الحاصل في قياس نفس الحركة داخل المقطع نفسه، دليل على تأثرها بالقيم الصوتية التي يمليها السياق، بحكم العلاقة الجوارية بين الأصوات. هذا كل ما يمكن أن نستشفه من خلال قراءة أولية لهذا الجدول.

إن المراد من اختيار هذه النماذج، لا يكمن في مقارنة القيم المسجلة، بقدر ما يكمن في المنهجية المتبعة. فالاختلافات في القيم المسجلة شاسعة وواضحة، وهذا لعدة اعتبارات، وأهمها الغرض من القياس؛ حيث أن دراسة كمية المقطع في التقطيع الشعري، لا تخدم الهدف الفونولوجي بقدر ما تخدم الهدف العروضي، بتفاعل عناصر أخرى كالتنغيم *intonation* و النبر.

كما أن البحث في كمية الثقل والخفة في الوحدات الصوتية يفرض طرح منهجية أدق تنطلق أساسا من المسلمات النظرية التي تفطن لها القدماء بالسليقة، ولو أنها كانت تقديرية، إلا أنها في تصورنا كانت تكسب مصداقية في طرحها المنطقي لبديهيات الظواهر الصوتية.

ونستدل هنا بقول الخليل مجيبا سائله حول الفرق الكمي بين الحركات «أخف الأفعال عليك السمع لأنك لا تحتاج فيه إلى استعمال جارحة إنما تسمعه من الصوت وأنت تتكلف في إخراج الضمة إلى تحريك الشفتين مع إخراج الصوت، وفي تحريك وسط الفم مع إخراج

الصوت، فما عمل فيه عضوان أثقل مما عمل فيه عضو واحد»"[1]"، فتوظيف عضوين بدل عضو واحد دلالة على ثقل المنطوق، وجهره دلالة على صواتته، وشدته دلالة على قوته.

كما أن هذه المسلمات شكلت منطلقا رئيسا في دراسات المحدثين، غير أن محاولة إسناد هذه النظريات في حقل التجريب على الإسقاطات المحصل عليها من اللغات الأخرى، شكّل تناقضا، وأحدثت فجوات كبيرة، أدت إلى خلط وتحصيل لا منطقي بين المسلمة والنتيجة المحصل عليها. وارتأينا بدورنا تجنب هذه الانحرافات. والانطلاق من فرضيات القدامى في المنطوق داخل التراث المنطوق، ومقارنتها بالنتائج المحصل عليها رقميا.

التصنيف الفيزيائي للصوائت

إن التصنيف الكمي للصوائت العربية القديمة ينطلق من مسلمة أن «الضمة أثقل الحركات والفتحة أخفها، فهي إلى الكسرة أقرب»"[2]"، وتأخذ الفتحة مكانا وسطا، وهو تصنيف يبدو منطقيا من حيث أن الضمة أثناء حدوثها في تجويف الحلق والشفتين تميل نحو الاتساع، عكس الكسر في تضيقها للحلق.

وإذا احتكمنا إلى المعيار الفيزولوجي للصوائت العربية وحاولنا استجلاء طبيعة الفتحة في نطقها بمقارنتها مع غيرها من الحركات، وجدناها أكثر استعمالا «وذلك أن الفتحة القصيرة، أو الفتحة الطويلة،

---

1 -أبو الفضل عبد الرحمن بن الكمال أبو بكر جلال الدين السيوطي، الأشباه والنظائر في النحو،ج1 ص 202،راجعه وقد له الدكتور فايز ترجيني، دار الكتاب العربي، ط1، بيروت لبنان 1404هـ، 1984.

2 - أبو القاسم الزجاجي، الإيضاح في علل النحو، ص 128، تح مازن المبارك، الناشر مكتبة العروبة، مطبعة المدني ، مصر 1959.

وهي الألف لا تكلف الناطق إلا إرسال النفس حرا، وترك مسرد الهواء أثناء النطق»"[1]" من دون عناء ولا تكلف.

كما أن الصوائت تأخذ صفات فيزيائية أخرى، يمليها تجاور الأصوات داخل السياق الكلامي،«فالفتحة قد تكون مفخمة وقد تكون مرققة وقد تكون بين التفخيم والترقيق»"[2]" على نحو صَبر، سَبر، قَبر و«هذا الشيء نفسه يطبق على الكسرة والضمة (الطويلة والقصيرة)، فهما مفخمتان مع أصوات الإطباق وبين التفخيم والترقيق مع (القاف والغين والخاء)، ولكنهما مرققتان مع الأصوات الأخرى»"[3]"، وبعملية حسابية، ندرك أن الصوائت تحمل ثمانية عشرة صوتا، وكل صوت بكمية مستقل بها.

وقد اكتفى المحدثون ههنا بوضع مقارنات بين هذه التفرعات للحركة العربية مع نظيراتها المعيارية التي صنفها دانيال جونس، علما أن التصنيف أو المقارنة المطروحة لم تكن تخص الجانب الكمي للحركات، بل كانت مقاربات نطقية مع الحركات المعيارية في اللغات الأخرى (*VOIELLES*).

---

1 ـ عباس محمود العقاد، أشتات مجتمعات في اللغة والأدب، ص 33، دار المعارف، مصر ، ط3، 1970.

2 ـكمال محمد بشر، علم اللغة العام، القسم الثاني (الأصوات)، ص 192، دار المعارف بمصر، 1981.

3 ـ نفسه، ص 192

وتجدر الإشارة إلى أن التصنيف النطقي للحركات المعيارية كان أكثر تركيزا على وضع اللسان في كل حركة، رغم أن الحركة قد تُشرك أعضاء أخرى في الحلق والتجويف الفموي (الوتران، الحنك، والأسنان)، ويمكن استنباط ذلك من تعريفات هذه الحركات المعيارية، وهي على النحو التالي:

[a] الحركة الأمامية المفتوحة غير المدورة

[i] الحركة الأمامية المغلقة غير المدورة.

[e] الحركة الأمامية نصف المغلقة غير المدورة

[u] الحركة الخلفية المغلقة المدورة

[ɛ] الحركة الأمامية نصف المفتوحة غيرة المدورة

[α] الحركة الخلفية المفتوحة غير الممدودة

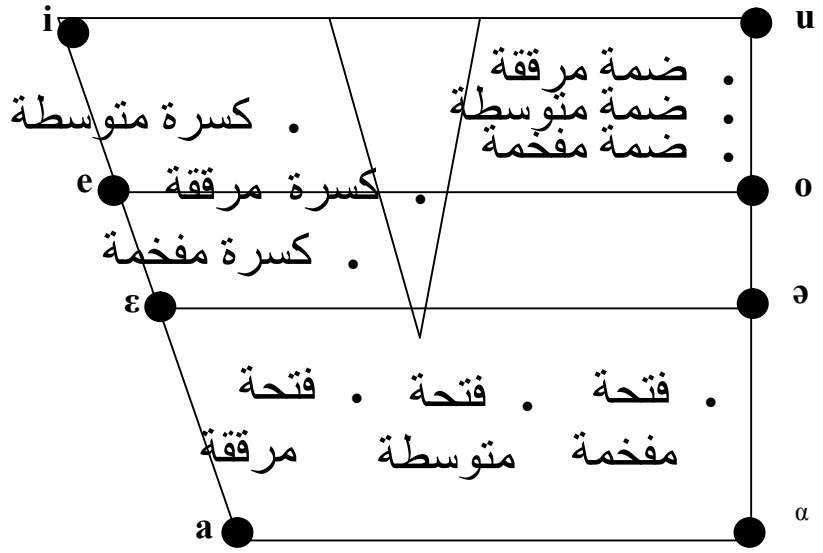
[ɘ] الحركة الخلفية نصف المفتوحة المدورة

[o] الحركة الخلفية نصف المغلقة المدورة"[1]"

وهي تتوزع في التمثيل الخماسي (الشكل3) بحسب تموقعها أثناء النطق

خلفي أمامي

1-سمير شريف استيتية، الأصوات اللغوية، رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية، ص217، 218، 219.



الشكل (3): رسم إيضاحي يبين مقاربة الحركات العربية مع

وكما يظهر في هذا الرسم، فإن الحركات العربية تأخذ وضعيات مختلفة داخل
الخماسي الذي يمثل اللسان، فنسجل أن الفتحة المرققة هي حركة نصف متسعة، وأن الفتحة المفخمة هي حركة بين المتسعة ونصف المتسعة، مع مقاربتهما بالحركة المعيارية [a]، أما الضمة فهي تقارب الحركة المعيارية [u]، أما الكسرة فهي مقاربة للحركة المعيارية [i].

والواضح مما سبق أن تصنيف مقاربات الحركات العربية تحدد، وفق التشابه النطقي والسمعي الحاصل مع الحركات المعيارية، بيد أنه كان يجب مراعاة الفوارق الكمية الحاصلة بين الحركات، والتي هي فوارق في كمية الهواء الصادرة عند النطق، غير أنه كان من الأصح الأخذ بالاعتبار صفات جوهرية وهامة يمكن أن تحدد الماهية الفيزيائية للحركة العربية .

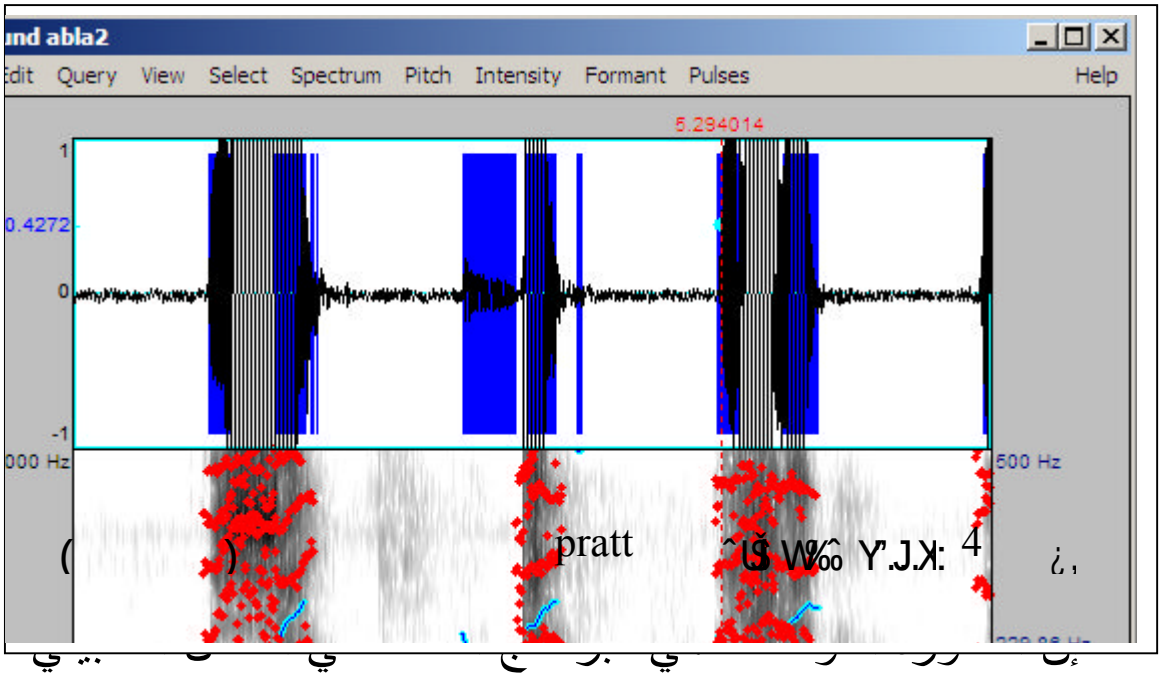
ولعل أهمها أن الحركات العربية هي أصوات مجهورة، أي أنها تكتسب درجة صوت أعلى من الصوامت، والاختلاف الكمي بين الفتحة والضمة والكسر «يصنف بوصفين أساسيين هما: اختلاف في الاتساع والامتداد»[2]، وإذا كان الامتداد يحدده عامل الزمن، فإن درجة الاتساع هي اختلاف في درجة الانفراج الحاصل في القناة الصوتية عند النطق بكل حركة.

وبما أن البرنامج الحاسوبي المتوفر لدينا يمكّننا من فصل الصائت عن الصامت الملازم له، فإننا بهذا نستطيع تبيان الفروق الحاصلة في كميات الشدة والتوتر للحركات العربية، وهما الأبعاد المحددان للقيم المطلقة الخاصة بعامل الثقل لكل الحركات الثماني عشر، حين يقوم

1 -عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللغوية، ص 211،
2 - مكي درار ، الوظائف الصوتية والدلالية للصوائت العربية، ص 105.

البرنامج بتهشير• قيمة الحركة Voielle بلون مغاير داخل السبكتروغرام الرقمي.

وما علينا إلاّ التجريب على المقاطع الصوتية تشكل اختلافات في تفرعات الحركة العربية بحسب تموقعها داخل المقطع ، كأن نقرأ شدة الضمة المرققة من مقطع سُلٌّ، وفتحة مفخمة من مقطع ضرب، وكسرة متوسطة من مقطع سئِم. ولنا أن نقدم نموذجا لذلك قبل التفصيل فيه في الفصل التطبيقي، لتكون على النحو التالي:



حيث يبرز تمثيلات السبكتروغرام الرقميspectrogramme التي تظهرها الشاشة في قسمين: الأعلى وهو للمنحنيات البيانية العازلة، فكل جزء مهشر هو للصائت مهما كان نوعه قصيرا، أو طويلا، ضم، كسر، أو فتح، ويمكن من خلاله تصنيف القيمة المطلقة للصامت وهي التي تظهر في القسم الأعلى من الشاشة على شكل موجة شديدة السواد، أما الجزء المُهشر فهي كمية الصائت المصاحبة للصامت [جْ]، والتي تمثل هنا

• التهشير : هو مصطلح علمي مقترض من كلمة LES HACHURES يعني تلوين مساحة ما بخطوط متوازية.

الماد [آ]، ولو قمنا بتحديد الجزء المهشر بتحريك مؤشر الحاسب من بداية التهشير إلى نهايته، سنحصل على قراءة مباشرة قراءة للزمن في الأعلى، وذلك بالنقر على نافذة *PITCH* وعلى نافذة *INTENSITY*

التصنيف الفيزيائي للصوامت

إن أبسط التعاريف لمصطلح الصامت، تُقرّ أنه الصوت الذي يزاوج الحركة، ويتعذر نطقه بدونها. و«العرب في دراستهم اللغوية أعاروا للصامت اهتماما أكثر مما أعاروه للصائت، معتبرين الصامت جوهرا والصائت عرضا، مرجحين بذلك الجانب المادي على الروحي» "[1]" وكأنهم أدركوا أن استنباط الخواص الفيزيائية لجسم ما لن تتأتى إلا من خلال معرفة الأبعاد الملموسة لا المحسوسة لذات الجسم.

وقد تفطن العرب القدامى لهذه المسلمة، وحاولوا دراسة صفات الصامت، معتمدين على قوة الملاحظة من خلال متابعة حركية الصامت، بدءا من تكوّنه وصدوره، وصولا إلى الأثرالذي يحدثه في أذن المستقبل، وهو ما مكّنهم من استخلاص فروق رئيسة، وأخرى ثانوية، جاءت متقابلة ومتناظرة، على نحو الجهر والهمس، الشدة والرخاوة.

وتعارفَ أغلب اللغويين القدامى، ومنهم ابن جني على تقسيم رئيس، وهو أن الصوت إما أن يكون مجهورا أو مهموسا، والجهر عندهم هو صفة«للحرف الذي أشبع الاعتماد من موضعه، ومنع النفس أن يجري معه، حتى ينقضي الاعتماد، ويجري الصوت »"[2]"، ومردّه في ذلك أنه يتم تجميع لكمية من الهواء المندفع من الرئتين، ليتم إصدارها دفعة واحدة محدثا لدرجة عليا من الصوت.
أما الهمس فهو صفة لحرف «أضعف الاعتماد من موضعه حتى يجري معه النفس »"[3]"، وهي حركية مناظرة لسابقتها في الجهر، حيث يفتح مجال سماح لمرور كمية من الهواء بالتوازي مع صدور الحرف.

---

1 -مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 72.
2 -أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، ج1، ص 75.
3 - أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، ج1، ص 75.

إلا أن هناك من المحدثين، من يقف على النقيض من ذلك، ويعتبر أن القراءة التحليلية للتراث الصوتي العربي، قد تأثرت إلى حد كبير بثقافة أخرى، و«حدس علمي مغاير تماما، لما داب عليه عرب القرون الإسلامية الأولى، والحقيقة أن الجهر والهمس عند علماء الغرب مبنيان على دور الحبلين الصوتين، وعلاقتهما بالتجويف الحنجري، في حين أن العرب بنوا نظريتهم على مفهوم الريح، والنفس والهواء»"[1] فالدراسة الصوتية الحديثة أثبتت أن الجهر والهمس *sourdité , Sonorité* هما ظاهرتان صوتيتان محكومتان بعامل اهتزاز الوترين الصوتيين، نتيجة اندفاع الهواء الصادر من الرئتين، بقوة في حالة الجهر، وضعف في حالة الهمس.

والحقيقة الفيزيولوجية تثبت أن الهمس «هو تباعد أو انفراج الوترين الصوتيين بصورة تسمح لتيار الهواء الصادر من الرئتين بالمرور من خلال التجويف الحلقي دون اعتراض، ونسمي الأصوات الناتجة عن هذا الوضع بالأصوات voicelesse.»"[2] والمهموسة هي (التاء، الثاء، الحاء، الخاء، السين، الشين، الصاد، الفاء، الكاف، الهاء).

والحقيقية الفيزيولوجية ذاتها تثبت أن «الصوت المجهور، إذاً هو الذي يهتز معه الوتران الصوتيان، ويمكن للمتكلم أن يحس به لو راعى أن يسد أذنيه عند النطق بالصوت المجهور، فإنه حينئذ يسمع الرنين، الذي تنشره الذبذبات الحنجرية في تجاويف الرأس، ويمكن أن يحس به كذلك إذا وضع أصبعه فوق تفاحة آدم، ثم نطق بالصوت، فإنه حينئذ يحس باهتزازات الوترين الصوتيين»"[3]، وههنا ندرك أن الصوت

---

1 -عبد القادر جديدي ، البنية الصوتية للكلمة العربية، ص 31، (باختصار)، المطابع الموحدة، تونس ، 1986.

2- كريم زكي حسام الدين ، أصول تراثية في علم اللغة ،ص 158،ط2، مكتبة الأنجلو المصرية، 1985.

3 -عاطف مذكور، علم اللغة بين القديم والحديث، ص 102. مديرية الكتب والمطبوعهات الجامعية، 1987.

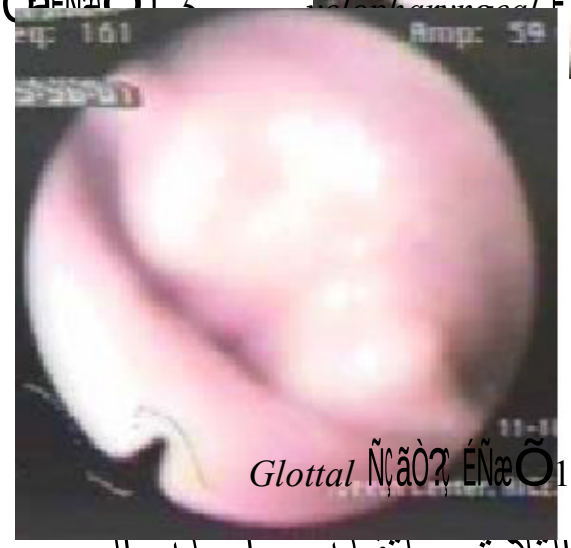
المجهور، ينتج عنه تردد أعلى من الذي ينتج عن نظيره المهموس، بحكم خفته.

والقاعدة الفيزيولوجية تفسر ظاهرة الجهر بأن «انقباض فتحة المزمار وانبساطها يقوم بها المرء في أثناء حديثه، دون أن يشعر بها في معظم الأحيان، وحين تنقبض فتحة المزمار يقترب الوتران الصوتيان أحدهما من الآخر فتضيق فتحة المزمار ولكنها تظل تسمح بمرور النفس خلالها فإذا اندفع الهواء خلال الوترين وهما في هذا الوضع يهتزان اهتزاز منتظما،ويحدثان صوتا موسيقيا تختلف درجته حسب عدد الهزات أو الذبذبات في الثانية»"[1]"، (ينظر الشكل 5-1، 5 -2، 5 -3)

1 -ابراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 19،20.المكتبة الأنجلو المصرية، القاهرية 1992.

pharyngeal Ñ¢ãÒ?¢ ä¢ÓéÉÑæÕ 1-5

Éáí ßä?¢ É Í ÊéÉÑæÕ 1-5



Glottal Ñ¢ãÒ?¢ ÉÑæÕ 1-5

إن الصور الثلاث ملتقطه بواسطه المجهر الحنجري،وتمثل الوضعيات التي يأخذها المزمار أثناء النطق بصامت العين مفتوح[عَ]، وهو صامت مجهور، والصورة 2-5 توضح فتحة لسان المزمار أثناء انقباضها وفجوات أخرى تسمح بمرور كمية من الهواء نحو الوترين الصوتين، والتي تتسبب في إحداث هزات وذبذبات مختلفة محددّة لدرجة علو الصوت.

وإذا كانت النظرية الفيزيائية في الحركة الجيبية تنص على أن«الجسم الثقيل، يتذبذب بحالة أبطأ من الجسم الخفيفة، والكتلة الكبيرة تتذبذب بشكل أبطأ من الكتلة الصغيرة أو المحصورة، والأوتار الطويلة

تتذبذب بحالة أبطأ من الأوتار القصيرة »"[1]"، فالأصوات المجهورة هي الأخف وقعا على الوتران الصوتيان، والمهموسة أثقل.

والأصوات المجهورة بحسب الواقع الصوتي الحديث هي « (الباء، الجيم، الدال، الذال، الراء، الزاي، الضاد، الظاء، العين، الغين، اللام، الميم، النون، الواو، الباء) »"[2]"، والتصنيف هذا ينقص الطاء، والقاف، والهمزة من الجهر المعتاد، وهي صوامت وقع الاختلاف فيما بين أصوات الجهر أو الهمس.

وينقسم الصوت اللغوي إلى انقسامات ثانوية، تتراوح بين الشدة والرخاوة والاعتدال بينهما، «فالشديدة ثمانية أحرف، وهي: الهمزة، والقاف، والكاف، والجيم، والطاء، والدال والتاء، ومعنى الشديد: أنه الحرف الذي يمنع الصوت من أن يجري فيه»"[3]"، فينحبس انحباسا تاما، عند موضع حدوثه، مما يؤدي إلى ضغط هوائي لمدة من الزمن، ثم ينفرج المجرى الهوائي فجأة ليفسح المجال للهواء المضغوط، فيندفع بقوة محدثا صوتا انفجاريا *plosive*.

والشديد هو مصطلح أطلقه المحدثون على هذا النوع من الأصوات حيث ذهبوا إلى أن الصوت الانفجاري يتكون «من حبس (وقف)، وإطلاق، وصوت يتبع الإطلاق»"[4]"، ومآله في ذلك أن الصوت الانفجاري يمر بمرحلتين "يتوقف تيار الهواء هيهة في المرحلة الأولى، ثم تتم عملية الانفجار، متمثلة في إرسال تيار الهواء ثانية»"[5]" وهذا الاندفاع من شأنه أن يصنع انفجارا صوتيا .

---

1 - عبد الجليل عبد القادر، الأصوات اللغوية، ص 51.
2 -كمال محمد بشر، علم اللغة العام، ص 110.
3 - أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، ج1، ص 75 (باختصار).
4 -محمود السعران، علم اللغة، ص128، ط2، دار الفكر العربي، القاهرة، 1417هـ 1997.
5 -سمير شريف استيتية ، الأصوات اللغوية، رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية، ص 173 دار وائل،ط1، للنشر والتوزيع، عمان، 2003.

ولا خلاف إذاً بين الشديد والانفجاري، و«الصفة التي تجمع بينها هي انحباس الهواء معها عند مخرج كل منها انحباسا لا يسمح بمروره متى ينفصل العضوان فجأة ويحث النفس صوتا انفجاريا »"[1]"، إلا أننا نفضل استعمال مصطلح الشدة، لأنه يتماثل تماما، اصطلاحا واستعمالا، مع عامل الشدة الفيزيائي intensité والذي سنعتمده في الحقل التجريبي.

أما الصوت الرخو، فيقابل الشديد «إذ يجري فيه الصوت»"[2]"، محتكا بالمجرى الهوائي، الذي ينسدّ انسدادا جزئيا، نتيجة لضيقه، مما يسمح للهواء بالتسرب محدثا «نوعا من الصفير أو الحفيف تختلف نسبته تبعا لنسبة ضيق المجرى»"[3]"، ولهذا يسميها المحدثون بالأصوات الاحتكاكية، « fricatives وتتكون هذه الأصوات عندما يضيق مجرى تيار الهواء الصادر من الرئتين، في موضع من مواضع بحيث يحدث الهواء في خروجه احتكاكا مسموعا، كما نرى في نطق الفاء بين الشفة السفلى والأسنان العليا والتاء في مخرجها بين الأسنان »"[4]"، وما من شك أن هذه الأصوات ذات شدة أقل من نظريتها الانفجراية.

والأصوات الرخوة في اللغة العربية «كما تبرهن عليها التجارب الحديثة هي مرتبة حسب نسبة رخاوتها (س، ز، ص، ش، ذ، ث، ظ، ف، هـ،ح،خ) » "[5]"، ومعنى هدا أن صامت السين والمصنف في المرتبة الأولى، تكون شدتنه بأي حال، أقل من أي صامت شديد يصنف في المرتبة الأخيرة بقيمة دنيا، وهو أمر نبدي تحفظا فيه لأن ابراهيم أنيس لم يوضح الطريقة المعتمدة في هذا التصنيف.

---

1 -ابراهيم أنيس ،الأصوات اللغوية، ص 23.
2 -ابن جني، سر صناعة الإعراب ، ج1، ص 76.
3 -ابراهيم أنيس ، الأصوات اللغوية، ص 24.
4 - كريم زكي حسام الدين ، أصول تراثية في علم اللغة ،ص 162،ط2، مكتبة الأنجلو المصرية، 1985.
5 -ابراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 25

أما المتوسطة، فهي باقي الأصوات بين الشدة والرخاوة،وهي مجموعة الصوامت المتكونة من (اللام، العين، الميم، الياء، الراء، الواو، النون، والألف). وفي وصف اللغويين لهذه الصوامت بالاعتدال، دلالة على عجزهم الجزم في كنّهها الفيزيائي ففضلوا جمعها في خانة حيادية.

إضافة إلى هذا، فقد تنبه الباحثون إلى أن التصنيفات الأساسية والثانوية، والتي تقوم على نظام ثنائي تقابلي، لا تفي بغرض التصنيف كاملا، حيث أنه يقع التصنيف في حالات تتشابه وتتطابق تماما، وهو أمر من شأنه أن يبقي على حالة الغموض في التمييز بين الصامت والآخر، على نحو صامت [الباء] وهو مجهور شديد، و[الدال] مجهور شديد. وهو ما دفع إلى وضع صفات مُميزة، والتي بُستعان بها «عادة عندما يتداخل صوتان، ويلتقيان في الموقعية والصفات الأساسية والثانوية، حتى يصبحا متماثلين»"[1]"، واصطلح عليها بالصفات الفارقة.

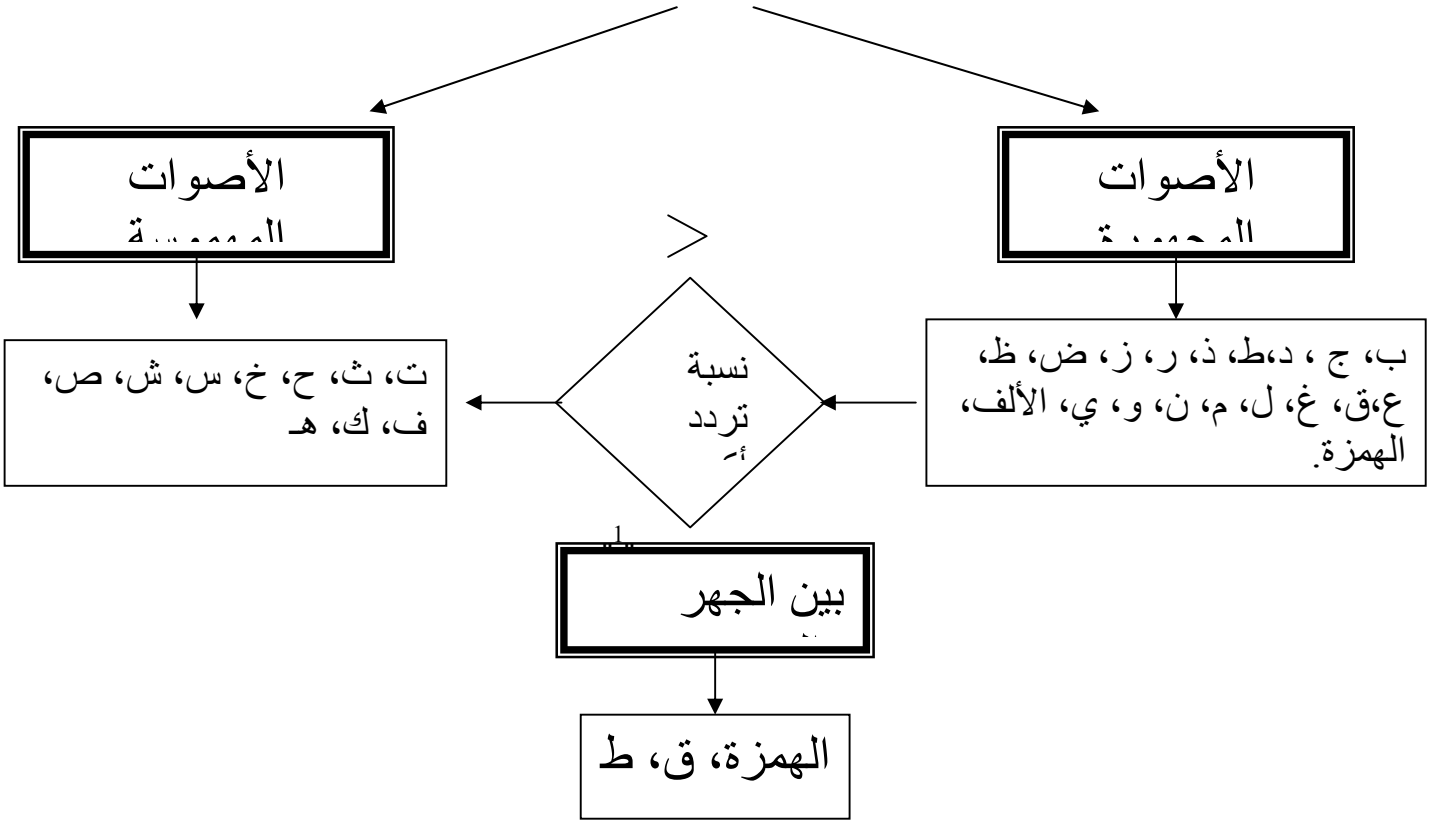
ورغم أن هذه التصنيفات الفيزيائية للصامت قد بُنيت على الملاحظة سواء البصرية أم السمعية ، فهي تشكل منطلقا نظريا إيجابيا، يساعد على طرح فرضيات قوية، حيث أنها بصيغة أو أخرى قد فرقّت بين عامل الاهتزازla fréquence في تمثيله لثنائية الجهر والهمس، وبين عامل الشدة intensité في تمثيله لعامل الشدة والرخاوة. وتفيد بأن المجهور قد يكون أعلى ترددا من المهموس، وأن الانفجاري الشديد

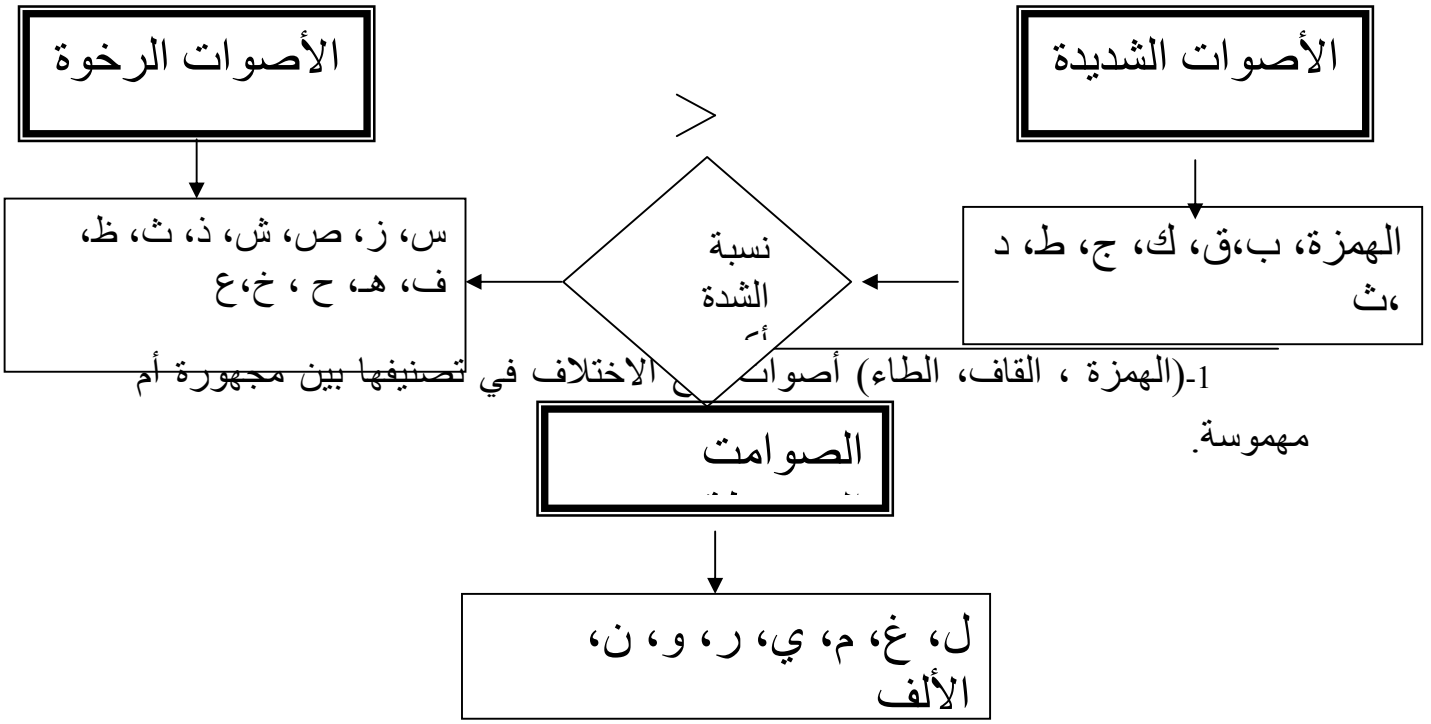
1 - مكي درار، المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، ص 54.

أعلى شدة من الاحتكاكي الرخو، وهناك من برهن نظريا على أن «شدة الأصوات المهموسة وهي (الكاف، والتاء)، أقل من شدة الأصوات المجهورة، ليس من الناحية النطقية المجردة وحسب، وإنما هي ذلك من الناحية الفيزيائية »"[1]"، وأبقت على عامل التوسط في موضع الحياد، للتجربة المباشرة أن تفصل فيه، ويمكن لنا أن نمثل هذه الفرضية في الرسم البياني التالي:

1 - مصطفى السعدني، المدخل اللغوي في نقد الشعر ، ص 103، قراءة بنيوية ، منشأة المعارف، الإسكندرية (د.ت).

الصامت

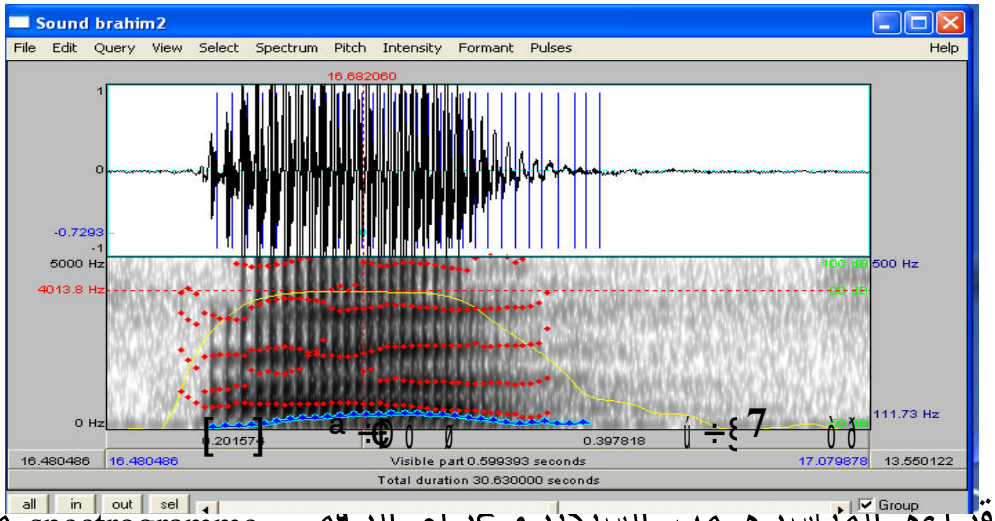




1-(الهمزة ، القاف، الطاء) أصوات [illegible] الاختلاف في تصنيفها بين مجهورة أم مهموسة.

إن الشكل (6) تمثيل توضيحي للنتائج التي اتفق عليها اللغويون بعامة، من حيث تردد الصوت، انطلاقا من أن الصوت المجهور يكون أعلى ترددا من نظيره المهموس في كل الأحوال، وكذا الأمر بالنسبة لثنائية الشدة والرخاوة، أما الصفات الفارقة فليس لنا أن نعتمدها في هذه الترتيب المنطقي لأنها لا تحمل دلالات فيزيائية مادية في وصفها النظري يمكننا الارتكاز عليه.

وكل هذه الفرضيات التي سبق طرحها، يمكن الفصل فيها من خلال القراءات المنعزلة للصامت في الحقل التجريبي، وقراءة كل خاصية فيزيائية لها مباشرة ، من السبكتروغرام، ويمكن الفصل أيضا في طبيعة الأصوات التي وقع عليها الاختلاف بين القدامى والمحدثين على غرار خاصية الجهر في (الهمزة، القاف، الطاء)، وبإمكاننا أيضا أن نحدد مجالات قيمية لشدة الصوامت المتوسطة، والشكل (6) يوضح نموذجا لقيم صامت العين منعزلا [آعْ] من الشدة والاهتزاز.



والقراءة المباشرة من السبكتروغرام الرقمي spectrogramme من برنامج pratt تعطينا رسما للحزمة الصوتية formant للساكن [آعْ] وقيم إحداثيات الشدة والاهتزاز بوضوح وهي : قيمة التردد باللون الأحمر على يسار المنحنى وتبلغ(4013.8 هرتز.) أما قيمة الشدة والتي يمثلها المنحنى البياني الأصفر فتبلغ قيمتها (88 دسبل). وإذا أجري الاختبار نفسه على الصوامت اللغوية المتبقية فإنه بمقدورنا استخراج كل الفروق

الحاصلة في مقادير الشدة والتردد، وهو ما نعمل به في الفصل التطبيقي بعون الله.

تصدير

إن ما تم تقديمه في الجانب النظري، كان دراسة للأبعاد الفيزيائية الرئيسة التي يمكن أن تخص قياس كمية الصوت اللغوي العربي، باعتباره جسما ماديا، ينتج بفعل طاقة النفس المتولدة من الرئتين، وبعد أدائه لمسارات مختلفة بحسب تجويفات الجهاز النطقي، يأخذ كل صوت صفة فيزيائية معينة.

وانطلاقا من النظريات السابقة للدرس اللغوي، والتي اعتمدت أساسا عاملي الزمن والثقل، كمعلمين رئيسين، في تحديد إحداثيات الكمية الصوتية؛ ظهر عامل الزمن واضحا، من حيث بعده الدلالي. بيد أن الأمر بدا أكثر غموضا في عامل الثقل، الذي يأخذ مناحي عدة، في تعارفيه الاصطلاحية بخاصة عند تنقلنا من الحقل اللغوي إلى الحقل العلمي التجريبي .

وكان لزاما علينا أن نبرز هذه الفروق في الفصل الثاني، حيث تبين أن عامل الثقل الصوتي عند اللغويين القدامى، هو ما ترجمته الفيزياء الحديثة بدرجة الصوت، وشدته، وقوته. وهي الأبعاد التي عمدنا إلى البحث فيها واستخراج إحداثيات كل منها.

وبإيضاح كل هذه المفاهيم، فإن الأرضية أصبحت مهيأة أمامنا لإسقاطها بشكل مباشر في الحقل التجريبي، والذي تبنيا فيه برنامجا حاسوبياPraat، من شأنه أن يلعب دور السبكتروغرام spectrogram spectrogram الرقمي والكرونومتر chronomètre، الذي يمكننا من القراءة المباشرة لمحصلة الأصوات المنطوقة بحسب المنهجية المتبعة، والتي ستطرق إلى التفصيل فيها لاحقا في هذا الفصل.

التعريف ببرنامج PRAAT الحاسوبي لقياس أبعاد الصدوت اللغوي.

برنامجPraat هو برنامج حاسوبي، يُمكّن من أداء مهام عديدة للتحليل الصوتي، ويسمح بإجراء عمليات التركيب الآلي في الكلم، وتوظيف مختلف البيانات القاعدية لـ (التحليل الإحصائي، والبناء الكلامي، والنحو....)

وتم تطوير برنامج Praat من طرف الباحثين "بول بورسما " Paul Boersma و"دافيد وينيك " David Weenink ، من معهد الصوتيات في جامعة أمستردام -بهولندا- حيث تم إعداد ثلاث نسخ مطورة من البرنامج، النسخة (3.99)، والنسخة (4.05)، والنسخة(4.011)، وهذه الأخيرة هي المعتمدة في دراستنا التطبيقية.
وتتلخص مهام برنامج Praat الحاسوبية في :
1- تسجيل اللفات الصوتية Audio (سمعية) التي توضع قيد التحليل.
2- إجراء تحاليل صوتية، وأكوستيكية على مستوى المقاطع (سبكتروغرام spectrogram، تحليل الحزم الصوتية).
3-تغيير الخصائص الفيزيائية للصوت (تصفية، تبدلات التنغيم).
4-إحداث التركيب الكلامي من خلال (تفعيل مؤثرات صوتية جديدة، وتغيير البيانات القاعدية الرقمية) .
5-استعمال البرنامج كأداة تعليمية للنطق السليم.
6-إجراء التحاليل والمراجعات الإحصائية لمختلف الأبعاد من خلال الدراسات الصوتية."[1]

[1] التعريف بالبرنامج المقدم ،هو ترجمة مباشرة للمقال المنشور في موقع الانترنيت للمخبر الصوتي التابع للمعهد http://fonsg3.let.uva.nl/praat :

المنهجية المتبعة في الدراسة التطبيقية

لم تخرج المنهجية المتبعة في حقلنا التجريبي عن نطاقها النظامي المعتمد في العلوم التجريبية الأخرى، حيث كانت الانطلاقة من أطروحات اللغويين. واعتمدناها نحن على أنها فرضيات، ومن ثم التجريب، وصولا إلى النتيجة.وبما أننا نعمل على تحديد قياسات بعدين رئيسين، هما: زمن الصوت اللغوي، وقوته الممثلة في درجته وشدته .

فكان لزاما علينا أن نقسم العمل التجريبي إلى فصلين ، نتناول في الفصل الأول قياسات الزمن للصوائت والصوامت، منعزلة وداخل السياق، ونتطرق في الفصل الثاني إلى عوامل التردد (درجة الصوت)، والشدة للصوائت والصوامت، بصفة مطلقة، وداخل الكلم.

أما الأصوات اللغوية التي أجريت عليها التجارب، فكانت ممثلة في أربع عينات• صوتية ، ملقاة مباشرة من عشرة ناطقيين، خمسة ذكور، وخمسة إناث، وجاءت الوحدات المنطوقة على النحو التالي:

العينة 1:

أصوات الأبجدية المغربية مسكنة : آءْ، آبْ، أجْ.....آشْ

والغرض منها قراءة زمن الصامت وتردده، وشدته بمعزل عن السياق.

العينة 2:

مكونة من الحزم الصوتية للكلمات التالية:

• نقصد بالعينة هي المادة الصوتية المختارة، لنجري عليها القياس من خلال الحاسوب الآلي، وتختلف العينات بحسب الهدف من القياس، حيث اعتمدنا على في بعض القياسات على عينات منطوقة مباشرة من أصحابها، وفي البعض الآخر على ملفات أخرى تم تحويل نوعية الملفات الصوتية بحسب ما يطلبه برنامج pratt في القياس.

جَاءَ، قَالَ، شَابَّة . كَتَبَ، هُبِّي، بِصَحْنِكِ.
والغرض منها استخراج زمن الحركات العربية، وزمن المد، باختلاف مواضعه، وتبدلاته الجوارية داخل السياق.

العينة 3:

نفس الحزم الصوتية (جاءَ، قالَ،دابَّة)لثلاث مقرئين، الشيخ العجمي، والشيخ السديس، والشيخ سعد الغامدي. حيث يختلف نمط الترتيل عندهم، من قراءة تقصيرية، إلى قراءة بالتوسط عند الغامدي، إلى قراءة بالتمديد عند الشيخ العجمي، علما أنه تم تحويل كل الملفات الصوتية المستعملة.إلى امتداد .WAV حتى يتسنى لنا إخضاعه للقياس المباشر، ومن ثم مقارنة النتائج المحصل عليها لقياس الزمن مع النتائج المحصل عليها من القراءة المباشرة لطلبة المخبر.

العينة4:

تتكون من الحزم الصوتية لبيتين شعريين من معلقة عمر بن كلثوم:

ألا هُبّي بِصَحْنِكِ فَاصْبِحِينَا ولا تُبْقِي خُمُورَ الأَنْدَرِينَا
أَلاَ لاَ يَجْهَلَنَّ أَحَدٌ عَلَيْنَا فَنَجْهَلَ فَوْقَ جَهْلِ الجَاهِلِينَا

والغرض منها قراءة زمن حركات الكسرة، والضمة، بعد عزلها عن داخل السياق.

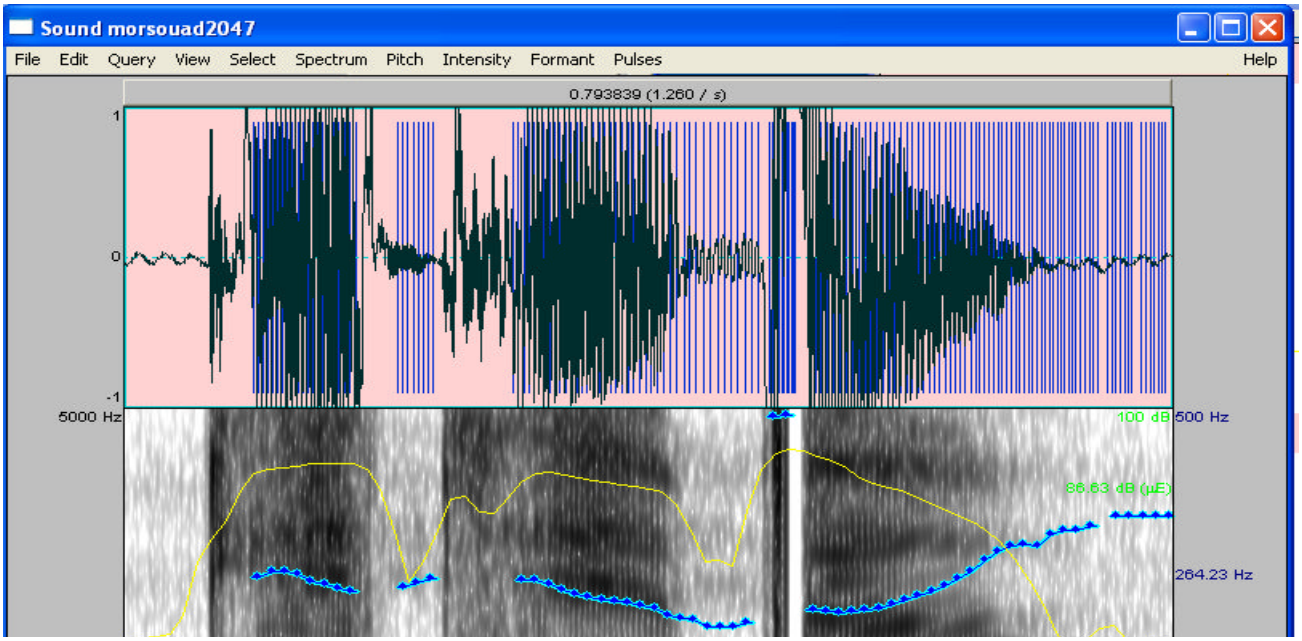
زمن نطق الصوائت

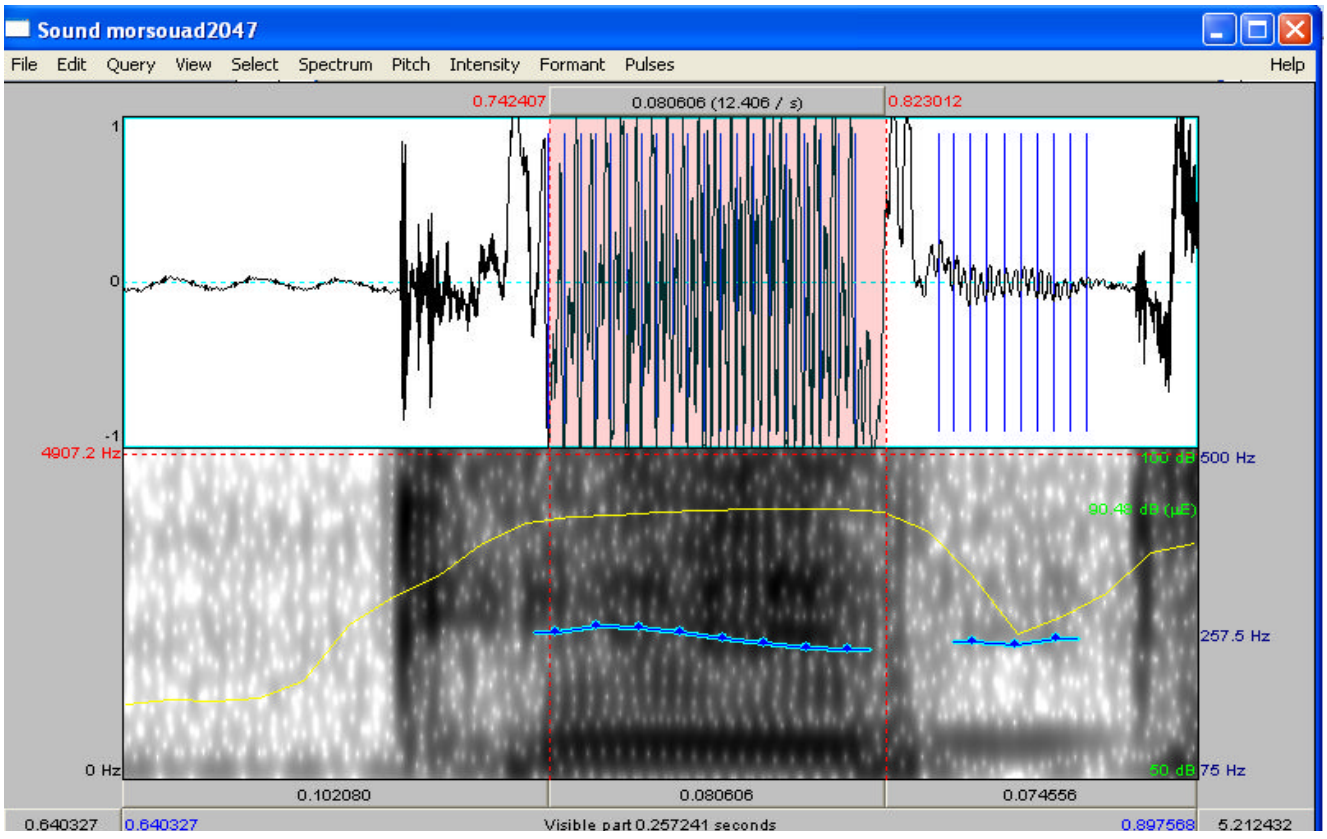
زمن نطق حركة (الفتحة القصيرة)

يحتوي الجدول التالي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق الفتحة من الحزمة الصوتية للفظ كلمة (كَتَبَ)، وبما أنه يتعذر نطق الفتحة منعزلة فقد قمنا بعزل المقطع الصوتي /كَ/،و/بَ/ من تسجيلات العينة 2 لعشر ناطقين. ومن ثم؛ عزل صائت الفتحة [َ].والرسم التالي يوضح خطوات العزل من الحزمة الصوتية الأولى، وصولا إلى المقطع المراد قياسه.

جدول رقم (04): القياسات

رقم الناطق	الجنس	المحاولة1	المحاولة 2	المحاولة3	متوسط الزمن
01	ذكر	0.084	0.071	0.080	***0.078***
02	ذكر	0.070	0.111	0.109	***0.096***
03	ذكر	0.090	0.079	0.082	***0.083***
04	ذكر	0.138	0.134	0.141	***0.137***
05	ذكر	0.130	0.135	0.171	***0.145***
06	أنثى	0.071	0.069	0.120	***0.086***
07	أنثى	0.102	0.107	0.089	***0.099***
08	أنثى	0.074	0.063	0.086	***0.0743***
09	أنثى	0.103	0.111	0.112	***0.108***
10	أنثى	0.093	0.112	0.123	***0.109***
المتوسط الحسابي العام لزمن نطق الفتحة القصيرة					***0.102ثانية***


Sound morsouad2047
File Edit Query View Select Spectrum Pitch Intensity Formant Pulses Help
0.793839 (1.260 / s)
1
0
-1
5000 Hz
100 dB
500 Hz
86.63 dB (µE)
264.23 Hz


Sound morsouad2047
File Edit Query View Select Spectrum Pitch Intensity Formant Pulses Help
0.742407
0.080606 (12.406 / s)
0.823012
1
0
-1
4907.2 Hz
100 dB
500 Hz
90.48 dB (µE)
257.5 Hz
0 Hz
50 dB
75 Hz
0.102080
0.080606
0.074556
0.640327
0.640327
Visible part 0.257241 seconds
0.897568
5.212432

التعليق على الشكلين 1و 2

تظهر الحزم الصوتية formant في القسم الأسفل من صورة السبكتروغرام spectrogram الرقمي من الشكل (1) في تركيب من ثلاثة أشرطة عمودية سوداء داكنة، وهي الممثلة للفونيمات (كَ+تَ+بَ)، تفصلها أشرطة عمودية بيضاء وهي سكتات فاصلة لا يشعر بها الناطق.

وبعد عزل الشريط الممثل للفونيم المراد قياس زمن التصويت فيه، تم تفكيك الثنائية [ك + َ]، حيث تظهر حركة الفتحة أكثر سوادا، من الأسفل إلى الأعلى (الشكل 2)، وهو الجزء الذي يحمل تهشيرا كثيفا في الجزء الأعلى من صورة السبيكتروغرام spectrogram والتي تم تحديدها باللون الأحمر.

ومن ثم يمكن قراءة الفارق الزمني، أو القيمة المطلقة لزمن صائت الفتحة التي يُظهرها البرنامج الحاسوبي، في الجزء الأعلى من الرسم، والمقدر في هذه الوضعية بـ(0.09) ثانية.

التعقيب على النتائج المحصل عليها:

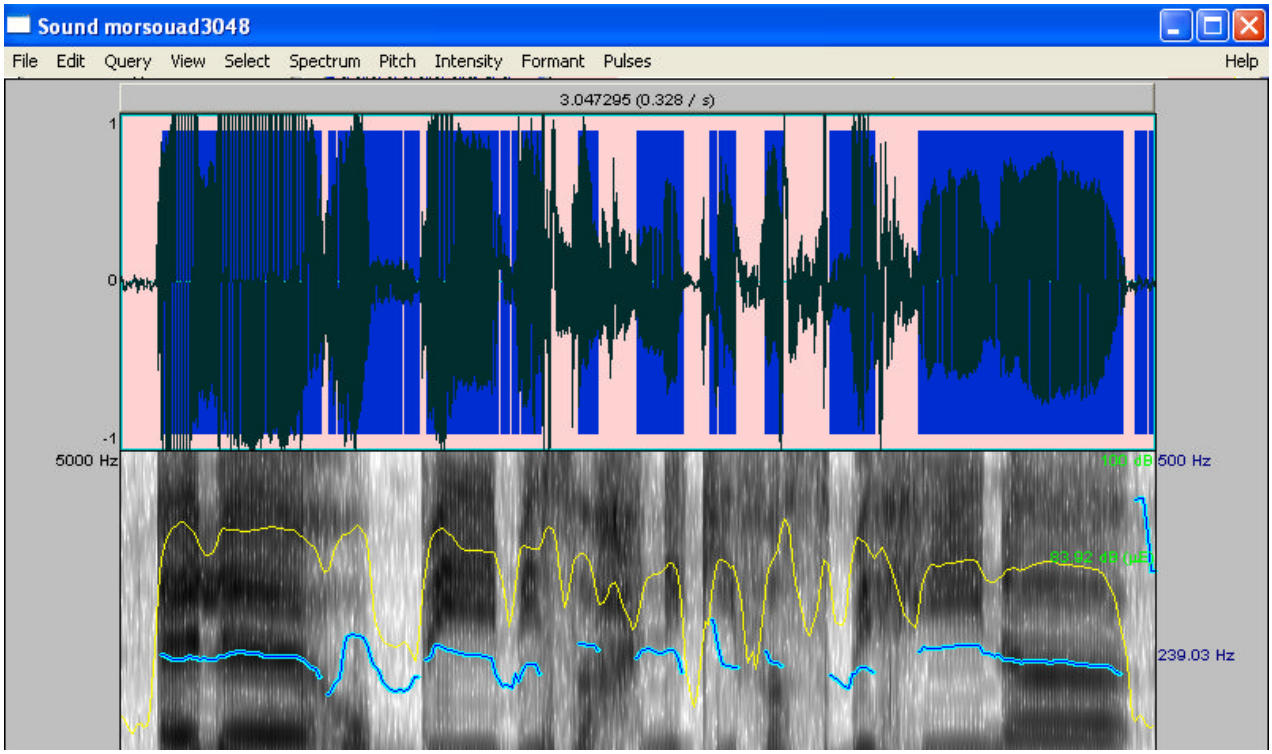
الملاحظ من الجدول رقم (04)، أن معدل القيم المتحصل عليها، كانت جد متقاربة، وكانت أطول مدة نطق قد سجلت في المحاولة الخامسة وقدرت بـ ***(0.145) ثا***، بينما أدنى قيمة سُجلت في المحاولة الأولى قدرت بـ***(0.078) ثا***، أما باقي المعدلات فكانت كلها بينية ومتقاربة لنحصل في الأخير على معدل عام قدر بـ(0.102)ثا، والذي نعتبره زمنا مرجعيا للفتحة القصيرة .

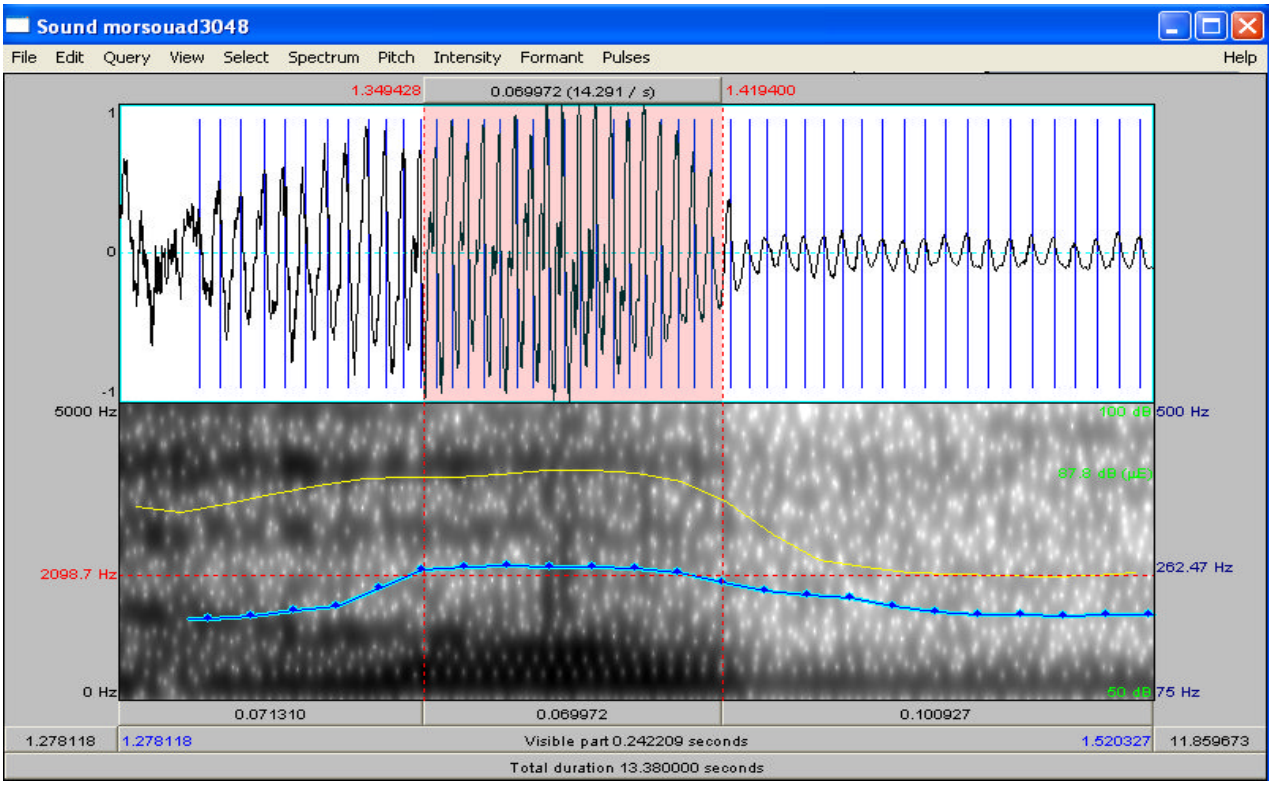
زمن نطق حركة (الضمة القصيرة)

يحتوي الجدول التالي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق الضمة من الحزمة الصوتية للصائت الأول من كلمة (هُبي)، وقد اتبعنا نفس المنهجية المطبقة على الفتحة حيث تم عزل المقاطع الصوتية هـُ، وتـُ،وخُ من تسجيلات العينة (4) لعشر ناطقين، ومن ثم عزل صائت الضمة [ُ]،والرسم التالي يوضح خطوات العزل من الحزمة الصوتية الأولى، وصولا إلى المقطع المراد قياسه.

جدول رقم (05): *القياسات*

رقم الناطق	الجنس	المحاولة1	المحاولة 2	المحاولة3	متوسط الزمن
01	ذكر	0.077	0.064	0.089	***0.076***
02	ذكر	0.072	0.083	0.091	***0.082***
03	ذكر	0.080	0.061	0.013	***0.051***
04	ذكر	0.070	0.063	0.093	***0.075***
05	ذكر	0.066	0.082	0.086	***0.078***
06	أنثى	0.076	0.040	0.091	***0.069***
07	أنثى	0.071	0.036	0.079	***0.062***
08	أنثى	0.060	0.042	0.082	***0.061***
09	أنثى	0.0817	0.36	0.066	***0.169***
10	أنثى	0.039	0.038	0.043	***0.040***
المتوسط الحسابي العام لزمن نطق الضمة القصيرة					*0.07 ثانية*


Sound morsouad3048
File Edit Query View Select Spectrum Pitch Intensity Formant Pulses Help
3.047295 (0.328 / s)
1
0
-1
5000 Hz
500 Hz
239.03 Hz


Sound morsouad3048
File Edit Query View Select Spectrum Pitch Intensity Formant Pulses Help
1.349428
0.069972 (14.291 / s)
1.419400
1
0
-1
5000 Hz
500 Hz
2098.7 Hz
262.47 Hz
0 Hz
75 Hz
0.071310
0.069972
0.100927
1.278118
1.278118
Visible part 0.242209 seconds
1.520327
11.859673
Total duration 13.380000 seconds

التعليق على الشكلين (3 و4)

تظهر الحزم الصوتية في القسم الأسفل من صورة السبكتروغرام spectrogram الرقمي من الشكل (3) في تركيب من أشرطة عمودية سوداء داكنة مكونة للصيغة (هبي)، تم تحديدها من البيت الشعري ألا هبي بصحنك فاصبحين، من العينة (4).

ثم قمنا بعزل الشريط الممثل للفونيم المراد قياس زمن التصويت فيه، بعد تفكيك الثنائية [هـ + ُ]، حيث تظهر حركة الضمة أكثر سوادا، من الأسفل إلى الأعلى (الشكل 4)، وهو الجزء الذي يحمل تهشيرا كثيفا في الجزء الأعلى من صورة السبيكتروغرام spectrogram التي تم تحديدها باللون الأحمر.

ومن ثم يمكن قراءة الفارق الزمني، أو القيمة المطلقة لزمن صائت الضمة التي يُظهرها البرنامج الحاسوبي، في الجزء الأعلى من الرسم، والمقدر في هذه الوضعية بـ (0.06) ثانية. وبنفس الطريقة تم حساب الكميات الزمنية لصائت الضمة القصيرة من صامت التاء من الصيغة /تُبقي/ في المحاولة2، ومن صامت الخاء من الصيغة (خُمور) في المحاولة الثالثة .

التعقيب على النتائج المحصل عليها:

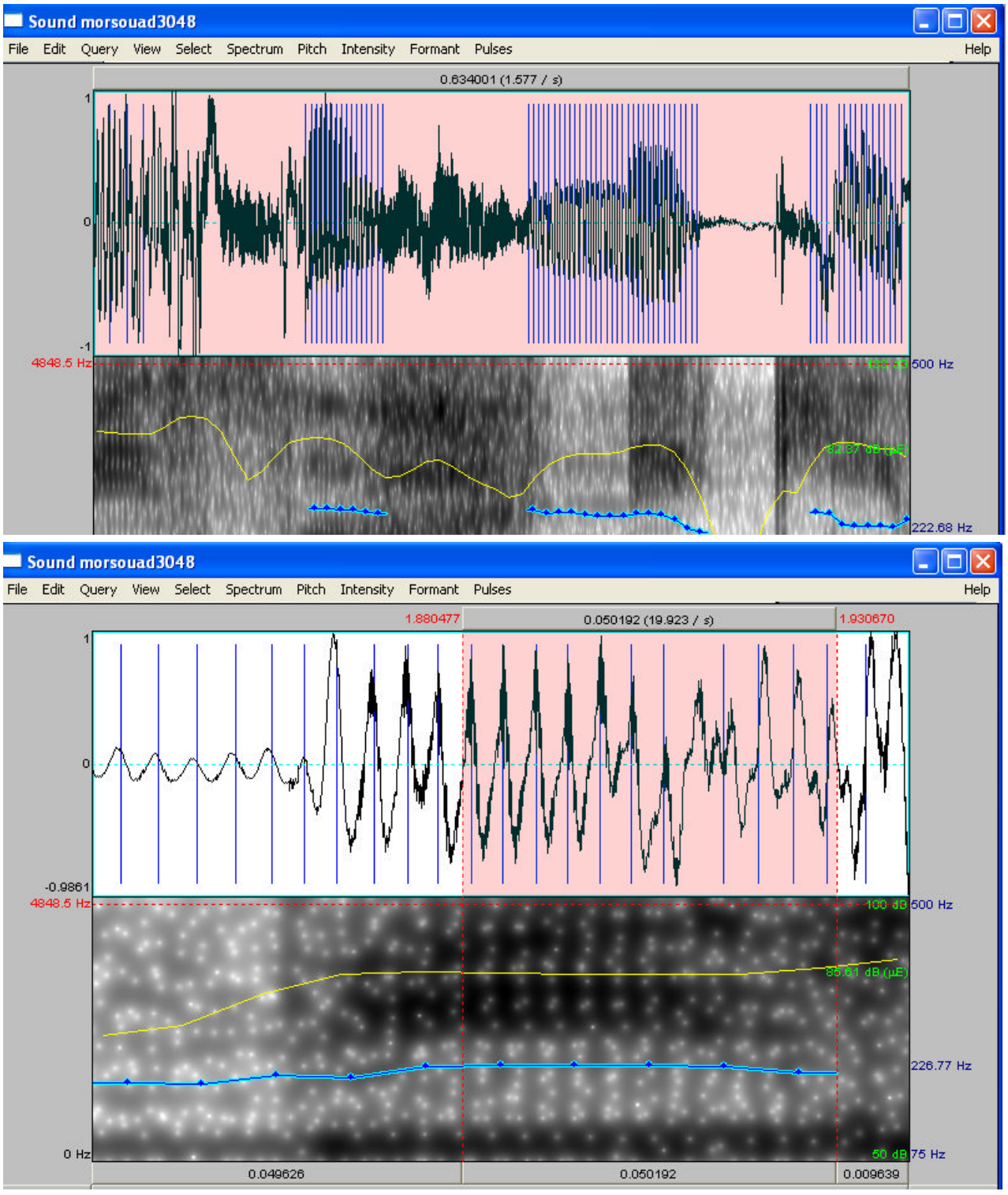
الملاحظ من الجدول رقم (05)، أن معدل القيم المتحصل عليها، غير متباعدة. وكانت أطول مدة نطق قد سُجلت في التجربة التاسعة، وقدرت بـ (***0.169 ثا***)، بينما أصغر قيمة سُجلت في التجربة العاشرة، وقدرت بـ(***0.040 ثا***)، أما باقي المعدلات فكانت كلها بينية ومتقاربة لنحصل في الأخير على معدل عام قدر بـ(0.07ثا)، وهو الذي نعتبره زمنا مرجعيا الضمة القصيرة ، وهي قيمة أقل مقارنة بزمن نطق الفتحة القصيرة.

زمن نطق (الكسرة القصيرة).

إن الجدول التالي يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق الكسرة من الحزمة الصوتية للفظ (بِصَحْنِكِ)، وتتبعنا نفس الطريقة السباقة في عزل المقاطع الصوتية بـِ، نِـ،كِ من تسجيلات العينة لعشر ناطقين. ومن ثم عزلنا صائت الكسرة [ِ]،.والرسم التالي يوضح خطوات العزل من الحزمة الصوتية الأولى، وصولا إلى المقطع المراد قياسه.

جدول رقم (06): *القياسات*

رقم الناطق	الجنس	المحاولة1	المحاولة 2	المحاولة3	متوسط الزمن
01	ذكر	0.032	0.063	0.073	***0.056***
02	ذكر	0.043	0.080	0.072	***0.065***
03	ذكر	0.045	0.008	0.084	***0.045***
04	ذكر	0.054	0.069	0.080	***0.067***
05	ذكر	0.035	0.083	0.081	***0.066***
06	أنثى	0.029	0.067	0.069	***0.055***
07	أنثى	0.038	0.073	0.062	***0.057***
08	أنثى	0.060	0.048	0.070	***0.059***
09	أنثى	0.031	0.061	0.086	***0.059***
10	أنثى	0.038	0.043	0.031	***0.037***
المتوسط الحسابي العام لزمن نطق الكسرة القصيرة					***0.05 ثانية***



تظهر الحزم الصوتية في القسم الاسفل من صورة السبكتروغرام spectrogram الرقمي من الشكل (5)، في تركيب من أشرطة عمودية سوداء داكنة مكونة للصيغة (بِصحنِك)، تم تحديدها من البيت الشعري ألا هبي بصحنك فصبحين، من العينة4.

ثم قمنا بعزل الشريط الممثل للفونيم (بِـ)، بعد فك الوحدة القاعدية [يـ+ِ]، حيث تظهر حركة الكسرة القصيرة في الشريط المهشر بالأزرق في القسم الأعلى من(الشكل5)، وبنفس الطريقة ننتقل إلى فك صوائت الخفض المكونة للصيغة بصحنك.

ويتبين المقدار الزمني، لصائت الكسرة القصيرة من خلال القراءة الكرونومتية الظاهرة في أعلى الشكل (6)، والمقدرة في هذه الوضعية بـ(0.05)ثانية.وبنفس الطريقة تم حساب الكميات الزمنية لصائت الكسرة القصيرة بالنسبة للمقطع الصوتي [نِ] في المحاولة الثانية، والمقطع الصوتي [كِ] في المحاولة الثالثة.

التعقيب على النتائج المحصل عليها

يتبين من الجدول رقم (06)، أن معدل القيم المتحصل عليها، محصورة بين القمية العليا(*0.067ثا*)، التي سجلت في التجربة الرابعة، والقيمة الدنيا(*0.037 ثا*)التي سُجلت في التجربة العاشرة. أما قيم المعدلات المتبقية فكانت جد متقاربة فيما بينها، لنحصل في الأخير على معدل عام قدره (0.05ثا)، وهو يمثل نصف زمن نطق الفتحة القصيرة نسبيا. وأقل من زمن نطق الضمة القصيرة أيضا.

زمن نطق المد

إن التجربة الأولى، والتي خصّت قياس زمن الحركات القصيرة، مثلت لنا معطى جديد، إذا اعتبرنا أن متوسط القيم المحصل عليها هي أساس (*raison*)•، مما يمكننا اعتمادها كقيم قاعدية أثناء قياسنا لزمن نطق المد، كأن نقول المدة ضعف لهذه الوحدة، والاستطالة ستة أضعاف لها.

إضافة إلى هذا، فإن ما أتى به القدامى من تشخيصات لظواهر المد والتمديد والاستطالة، والتي يعتمدها المقرؤون بخاصة في تجويدهم لآيات القرآن الكريم، تشكل فرضيات يمكن الانطلاق منها، لإثبات صحتها من عدمه. فكان من اللائق بنا أن ندرج عنصرا جديدا في عملية القياس، وهو القراءة المباشرة للمقرئين، وتسجيل النتائج المحصل عليها لقراءتهم العينة 2، وهي العينة المشكلة للحزم الصوتية (قال، شابة، جاء).

ومن ثم قراءة نفس العينة من طرف الناطقين العشر ، حيث نتمكن من الحصول على متوسط قيمتين للعينة 2، المتوسط الأول هو نتيجة لقياسات تجربة الناطقين العشر، والمتوسط الثاني، هو نتيجة لقياسات تجربة المقرئين، وقد عمدنا إلى اختيار هذه المقاطع، كونها تحقق ظاهرة المد، في الحزمة الصوتية للفظ (قال)، وظاهرة التمديد وفي الحزمة الصوتية للفظ (شابّة)، وظاهرة الاستطالة في الحزمة الصوتية للفظ (جاء).

• نقصد بالأساس الحسابي القيمة الثابتة التي يمكن اعتبارها وحدة حسابية بيمكن تضعيفها.

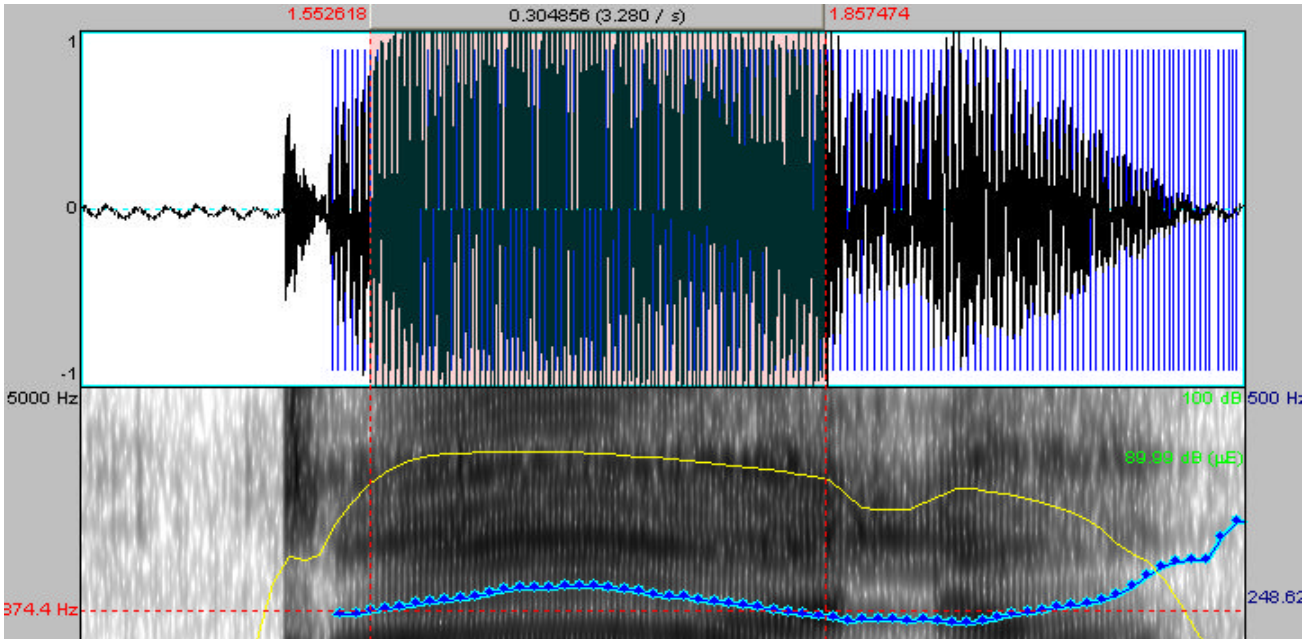
زمن نطق المد من اللفظ (قال)

إن الجدول التالي يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق مد الفتحة [ا] من الحزمة الصوتية للفظ (قال)، لناطقي المخبر العشر.

جدول رقم (07): القياسات

رقم الناطق	الجنس	المحاولة1	المحاولة 2	المحاولة3	متوسط الزمن
01	ذكر	0.439	0.381	0.306	***0.375***
02	ذكر	0.329	0.289	0.241	***0.286***
03	ذكر	0.281	0.290	0.291	***0.287***
04	ذكر	0.241	0.226	0.302	***0.256***
05	ذكر	0.341	0.354	0.298	***0.331***
06	أنثى	0.348	0.440	0.426	***0.404***
07	أنثى	0.396	0.465	0.389	***0.416***
08	أنثى	0.258	0.307	0.280	***0.281***
09	أنثى	0.431	0.346	0.388	***0.388***
10	أنثى	0.487	0.340	0.341	***0.389***
المتوسط الحسابي العام لزمن نطق المد [ا]					***0.341 ثانية***

التعليق على الجدول: تنحصر القيم المبينة في الجدول ما بين (0.416 ثا) وهي أعلى قيمة مسجلة في التجربة السابعة، وقيمة دنيا مقدرةبـ (0.256ثا) مسجلة في التجربة الرابعة، لنسجل معدل عام لزمن المد [آ] من الصيغة قال مقدرة بـ (0.314 ثا).



الشكل 7: الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ قال(العينة 2)

التعليق على الشكل (7)

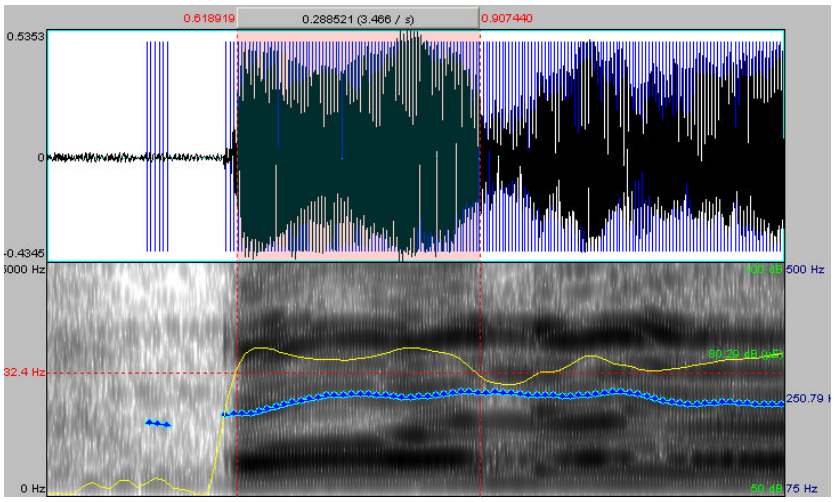
توضح صورة السبكتروغرام spectrogram الرقمي الملتقطة في القسم الأعلى، منها جزءا مهشرا باللون الأحمر يمثل طول المد [آ] من الصيغة قال، ونفس الطول يبينه المنحنى البياني الملون بالأصفر في القطعة الخطية المنحصرة ما بين خطي التحديد العموديين المتقطعين، ويمكن قراءة المدة الزمنية من أعلى الصورة، حيث تظهر القيمة(0.304 ثا).

قياس ألف المد عند ثلاث مقرئين للفظ (قال) من (العينة 3)

الجدول رقم *(08)*: يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق المد [ا] من الحزمة الصوتية للفظ كلمة (قال)، للمقرئين السديس، والعجمي، وسعد الغامدي

المقرئ	زمن ألف المد
العجمي	***0.535*** ثـا
سعد الغامدي	***0.353*** ثا
السديس	***0.301*** ثا
المتوسط الحسابي لزمن نطق الألف	***0.396 ثا***

التعليق على الجدول: القيمة الأولى هي للمدة الزمنية المستغرقة في نطق مد الصيغة (قال) من سورة نوح (قال يا قوم إني لكم نذير مبين)، بصوت المقرئ الشيخ العجمي؛ من حيث أنه يعتمد ترتيلا بالتمديد، أما القيمة الدنيا فقد سجلت عند الشيخ السديس بـ(0.301 ثا)، معتمدا ترتيلا تقصيريا، ويتوسطهما الشيخ الغامدي بقدر زمني متوسط بيني (0.353 ثا).أما معدل الأزمان والمساوي لـ(0.396)ثا، فقد سجل ثلاثة أساسات للفتحة القصيرة، ولم يبتعد عن القيم المسجلة لدى ناطقي ا



الشكل 8: الحزمة الصوتية للمد [ا] من أصوات العينة(3)

زمن نطق المد من اللفظ (شابّة)

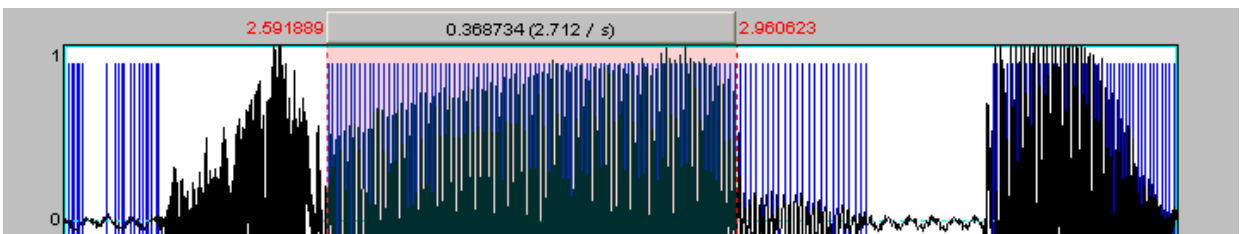
إن الجدول التالي يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق المد [ا] من الحزمة الصوتية للفظ كلمة (شابّة)، للناطقي المخبر العشر.

جدول رقم (09): القياسات

رقم الناطق	الجنس	المحاولة1	المحاولة 2	المحاولة3	متوسط الزمن
01	ذكر	0.316	0.299	0.327	***0.314***
02	ذكر	0.459	0.483	0.325	***0.422***
03	ذكر	0.318	0.301	0.374	***0.331***
04	ذكر	0.363	0.356	0.388	***0.369***
05	ذكر	0.340	0.433	0.454	***0.409***
06	أنثى	0.380	0.418	0.428	***0.408***
07	أنثى	0.2388	0.395	0.368	***0.333***
08	أنثى	0.341	0.302	0.315	***0.319***
09	أنثى	0.316	0.394	0.399	***0.369***
10	أنثى	0.286	0.333	0.294	***0.304***
المتوسط الحسابي العام لزمن نطق المد [ا]					**0.358** ***ثانية***

التعليق على الجدول:

تنحصر القيم المسجلة في الجدول ما بين(***0.422*** ثا)، وهي أعلى قيمة مسجلة في التجربة الثانية، وقيمة دنيا مقدرة بـ(***0.304*** ثا) مسجلة في التجربة العاشرة، لنسجل معدلا عاما لزمن المد[آ]من الصيغة (شابّة) مقدرة بـ (0.358ثا)، ليكتسب المد قيمة أكبر من القيمة المسجلة في الصيغة (قال).



الشكل 9: الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ شابّة(العينة 2)

التعليق على الشكل 9 :

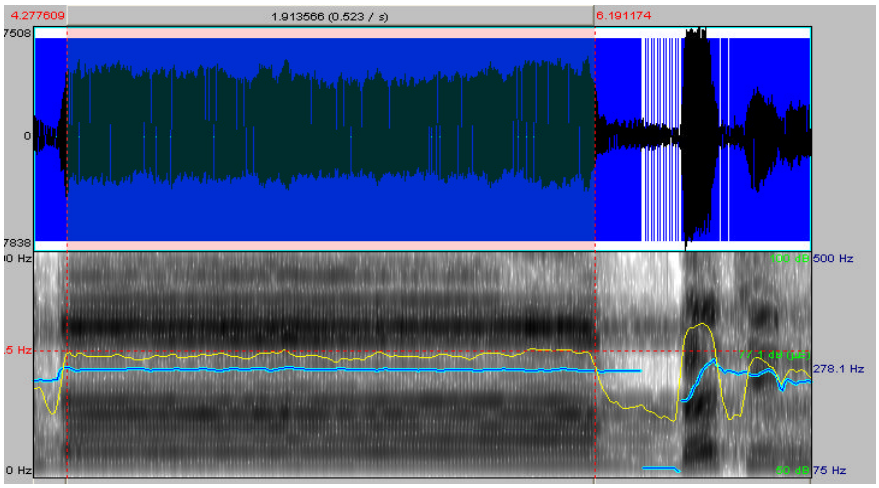
تظهر الحزمة الصوتية للصيغة (شابّة) في أسفل الصورة بثلاثة أشرطة متوازية، والشريط الأوسط والأكبر عرضا، هو الممثل لنطق المد[آ]، ويبدو واضحا أنه أكبر طولا. مقارنة بالأشرطة الموازية له، ويمكن قراءة القيمة المسجلة لزمن النطق من أعلى الصورة.

قياس ألف المد عند ثلاث مقرئين للفظ (دابّة) من (العينة 3)

الجدول رقم *(10)*: يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق المد [ا] من الحزمة الصوتية للفظ كلمة (شابّة)، للمقرئين: العجمي، السديس، والغامدي.

المقرئ	زمن ألف المد
العجمي	***2.471***ثا
سعد الغامدي	***1.67***ثا
السديس	***1.872ثا***
المتوسط الحسابي لزمن نطق الألف	***1.75***ثا

التعليق على الجدول: من خلال القيم المسجلة في الجدول يمكن ملاحظة الفارق الكبير بين القيمة العليا المسجلة في نطق الشيخ العجمي للمد [آ] من الصيغة /دابّة/ المقدرة بـ (2.471)ثا ، والقيمة الدنيا المسجلة بصوت الشيخ الغامدي، المقدرة بـ (1.67) ثا، وهذا التباين يعود أصلا إلى قواعد التجويد المعتمدة لكل منهما، ونحصل في الأخير على معدل حسابي لزمن نطق المد مقدر بـ(1.75) ثا، وهو ما يمثل ستة عشر ضعف الفتحة القصيرة .



الشكل 0 خ

السديس).

زمن نطق المد من اللفظ (جاء)

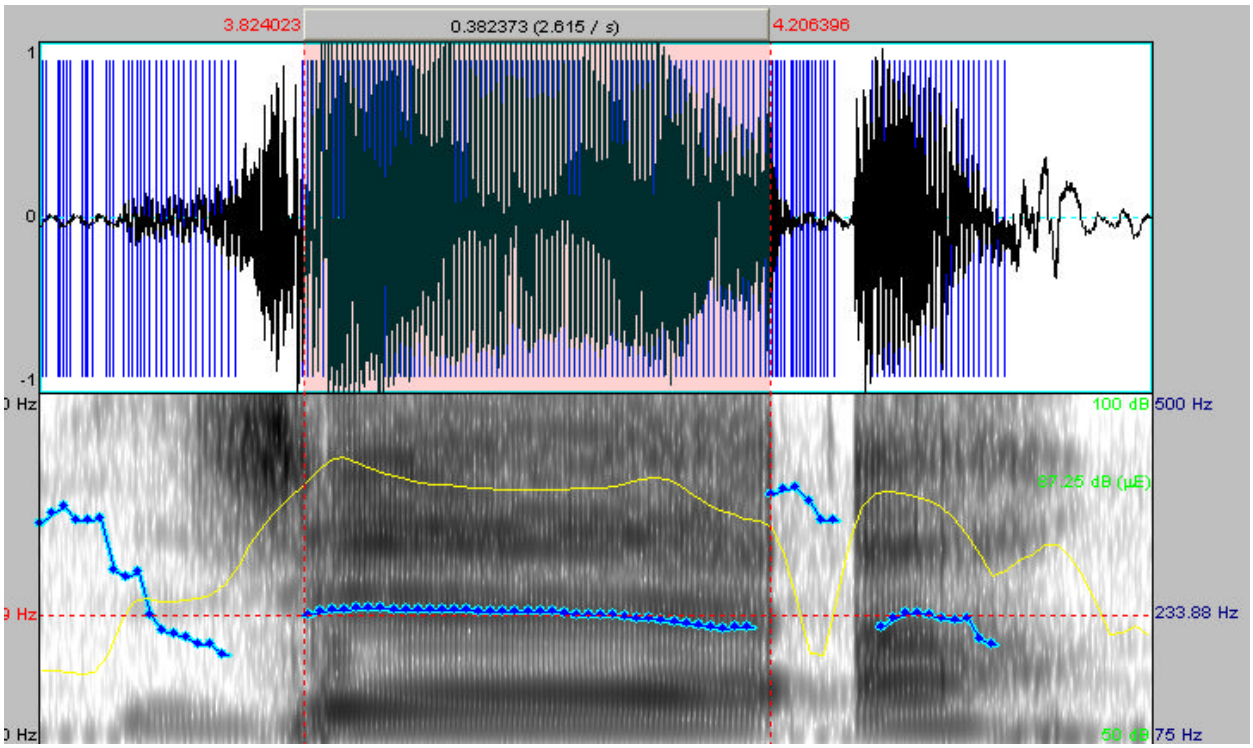
الجدول التالي يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق المد [ا] من الحزمة الصوتية للفظ كلمة (جاء)، للناطقي المخبر العشر.

جدول رقم (11): *القياسات*

رقم الناطق	الجنس	المحاولة1	المحاولة 2	المحاولة3	متوسط الزمن
01	ذكر	0.364	0.348	0.323	***0.345***
02	ذكر	0.409	0.345	0.339	***0.364***
03	ذكر	0.400	0.394	0.391	***0.395***
04	ذكر	0.320	0.348	0.354	***0.340***
05	ذكر	0.545	0.500	0.491	***0.512***
06	أنثى	0.368	0.322	0.359	***0.349***
07	أنثى	0.516	0.551	0.379	***0.482***
08	أنثى	0.254	0.234	0.214	***0.234***
09	أنثى	0.345	0.330	0.387	***0.354***
10	أنثى	0.301	0.327	0.396	***0.341***
المتوسط الحسابي العام لزمن نطق المد [ا]					***0.371 ثانية***

التعليق على الجدول:

نسجل من بيانات الجدول أن أطول زمن نطق للمد [آ] في الصيغة (جاء) كان في التجربة الخامسة بنسبة قدرها(***0.512***ثا)، وأدنها كان في التجربة الثامنة قدرها (0.345 ثا)، وهي قيم غير متباعدة، حيث نحصل على معدل زمني يقدر بـ(0.371 ثا) وهو أكبر بعد زمني يسجل مقارنة بقيمتي المد والتمديد الممثلتين بالصيغتين (قال، وشابة).



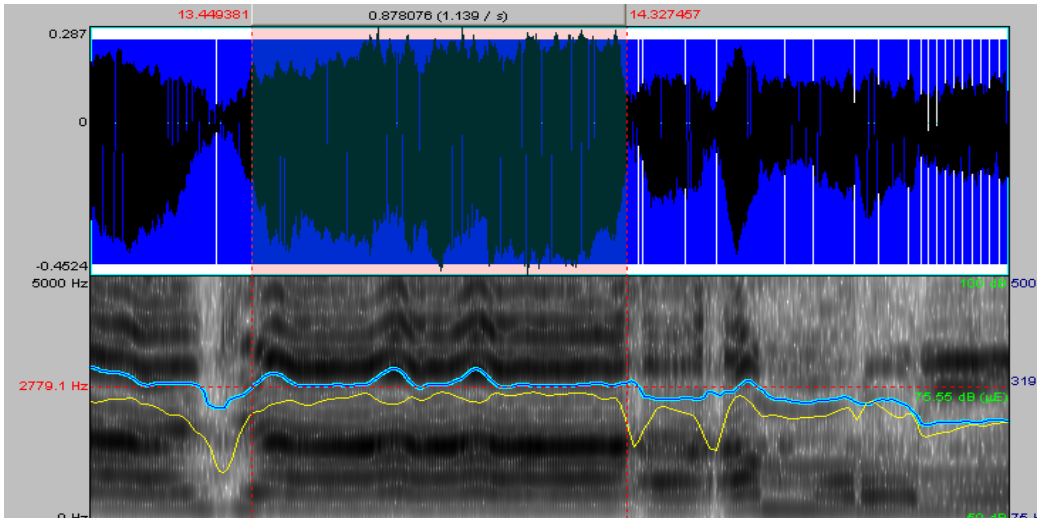
نلاحظ من خلال الشكل 12 قيمة المد، ممثلة في الجزء المهشر باللون الأحمر في أعلى الصورة، ويمكن ملاحظة مدى طول البعد الزمني، والتي يقدر في الوضعية الملتقطة بـ(0.382ثا)، وهي مدة زمنية تفوق النسب المسجلة في الصيغة (قال)، والصيغة (شابّة).

قياس ألف المد عند مقرئين في لفظ كلمة (جاء) من (العينة 3)

الجدول رقم (12): يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق المد [ا] من الحزمة الصوتية للفظ كلمة (جاء)، للمقرئين: العجمي، والغامدي، والسديس.

المقرئ	زمن ألف المد
العجمي	***1.500***ثـا
سعد الغامدي	***1.13***ثا
السديس	***0.860***ثـا
المتوسط الحسابي لزمن نطق الألف	***1.340***ثـا

التعليق على الجدول: من خلال القيم المسجلة في الجدول يمكن ملاحظة الفارق المسجل بين زمن نطق المد عند الشيخ العجمي للمد [آ] من الصيغة /جاء/ المقدر بـ (1.500)ثا ، والقيمة الدنيا المسجلة بصوت الشيخ السديس، المقدرة بـ (0.860) ثا. أما المعدل الحسابي ، فقد أعطى قيمة متوسطة قدرها(1.340) ثا، وهو ما يمثل ثلاثة عشر ضعف الفتحة القصيرة .



ال

زمن نطق الضمة الطويلة

إن الجدول التالي يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق مد الضمة [و] من الحزمة الصوتية للفظ (خمُور)، لناطقي المخبر العشر.

***جدول رقم (07):** القياسات*

رقم الناطق	الجنس	متوسط الزمن
01	ذكر	***0.319***
02	ذكر	***0.300***
03	ذكر	***0.199***
04	ذكر	***0.189***
05	ذكر	***0.207***
06	أنثى	***0.167***
07	أنثى	***0.264***
08	أنثى	***0.252***
09	أنثى	***0.196***
10	أنثى	***0.177***
معدل زمن نطق الضمة الطويلة 0.227ثانية		

التعليق على الجدول

إن القيم المبينة في الجدول، هي للأزمان المستغرقة لنطق الضمة الطويلة،من المقطع الصوتي /مُو/ من الصيغة /خمور/، والقيمة المسجلة في أدنى الجدول هي المعدل الحسابي العام لأزمان النطق المسجلة في الكرونومتر الرقميChronometre، والمقدرة بـ(0.227)ثا، معادلة بذلك ثلاثة أضعاف قيمة الضمة القصيرة، المقدرة قيمتها بـ (0.07)ثا.

زمن نطق الكسرة الطويلة

إن الجدول التالي يحتوي على قيم الزمن الذي استغرقه نطق مد الكسرة [ي] من الحزمة الصوتية للفظ (فاصبحينا)، لناطقي المخبر العشر.

جدول رقم (07): *القياسات*

رقم الناطق	الجنس	متوسط الزمن
01	ذكر	***0.192***
02	ذكر	***0.204***
03	ذكر	***0.167***
04	ذكر	***0.167***
05	ذكر	***0.240***
06	أنثى	***0.165***
07	أنثى	***0.141***
08	أنثى	***0.167***
09	أنثى	***0.260***
10	أنثى	***0.182***
معدل زمن نطق الكسرة الطويلة 0.188 ثا		

التعليق على الجدول:

إن القيم المبينة في الجدول، هي لزمن مد الكسرة المستغرق في كل محاولة نطق للمقطع الصوتي /حي/ من الصيغة /تصبحين/، والقيمة المسجلة في أدنى الجدول هي المعدل الحسابي العام لأزمان النطق المسجلة وقدرت بـ(0.188)ثا، وهي تعادل ثلاثة أضعاف قيمة الكسرة القصيرة، المقدرة قيمتها بـ (0.05)ثا.

التعقيب على النتائج المحصل عليها

إن القيم المسجلة في أبعاد كمية الزمن للصوائت بدت منطقية، وذلك من حيث تقاربها سواء في التجارب العشر لدى العينة 1 ، أم في المحاولات الثلاث للناطقين. وبخاصة عند الصوائت القصيرة. وهو ما مكننا من الحصول على قيم مطلقة ودقيقة.

وسجلت الفتحة القصيرة أعلى قيمة بـ (0.102 ثا)، تليها الضمة القصيرة بقيمة (0.070 ثا)، وهو ما يمكن تمثيله بنسبة ¾ من بعد الفتحة، أما الكسرة القصيرة فاكتسبت أقل قيمة عددية بمقدار(0.050 ثا)، أي ½ من بعد الفتحة الزمني.

أما المد، فقد سجل في الحالات الثلاث (الفتحة، الكسرة، الضمة) قيما مضاعفة بثلاثة أساسات؛ حيث سجل مد الفتحة الطويلة زمن ثلاثة فتحات قصيرة[(0.102 ثا)، (0.341)ثا]، ومد الضمة القصيرة زمن ثلاث ضمّات قصيرة [(0.07ثا)،(0.221ثا)]، وسجل زمن مد الكسرة ثلاث أضعاف زمن الكسرة القصيرة [(0.05ثا)،(0.180ثا)].

وبنفس منطقية النتائج، كانت القيم المسجلة في مضاعفات المدود الأخرى؛ حيث جاءت النسب الزمنية لحركة المد أقل من نسبة مد التمديد في صيغة (شابّة)، ومد الاستطالة في الصيغة (جاء)، وتحقق هذا من خلال تجارب العينة 1، ولكن علينا أن نشير إلى أن التفاوت الحاصل لم يحقق عمليا النظرية القائمة، على أن المد هو ضعف الحركة القصيرة، والتمديد هو بمقدار ضعفين لها، والاستطالة هي بمقدار ثلاثة أضعاف.

وإذا اعتبرنا البعد الزمني للفتحة القصيرة محدد بعُشر من الثانية، فإن المد أخذ بعد ثلاثة أعشار من الثانية، أي ثلاثة أضعاف من أساس القياس (0.102ثا)، والتمديد أخذ قيمة ثلاثة أضعاف ونصف، أما الاستطالة فقد أخذت نسبة ثلاثة أضعاف و(0.07 ثا).

أما عند القراء، فقد كان الأمر مختلفا تماما، حيث أن القيم المسجلة كانت متباينة جدا، بحكم الاختلاف في نمط الترتيل، وبحكم الاعتماد على البراعة في الأداء لعملية التقدير في نطق المد؛ فيما عدا قيمة المد من الصيغة /قال/، التي سجلنا فيها زمنا يوازي ثلاثة أضعاف الفتحة القصيرة، فإن نطق المد في صيغة /دابّة/ سجل قيمة توازي ستة عشر ضعف الفتحة القصيرة، ونطق المد في صيغة /جاء/ سجل قيمة زمنية توازي ثلاثة عشر ضعف الفتحة القصيرة. كان ذلك حديث الصوائت، ومن ثمة ننتقل إلى حديث الصوامت فيما هو آت.

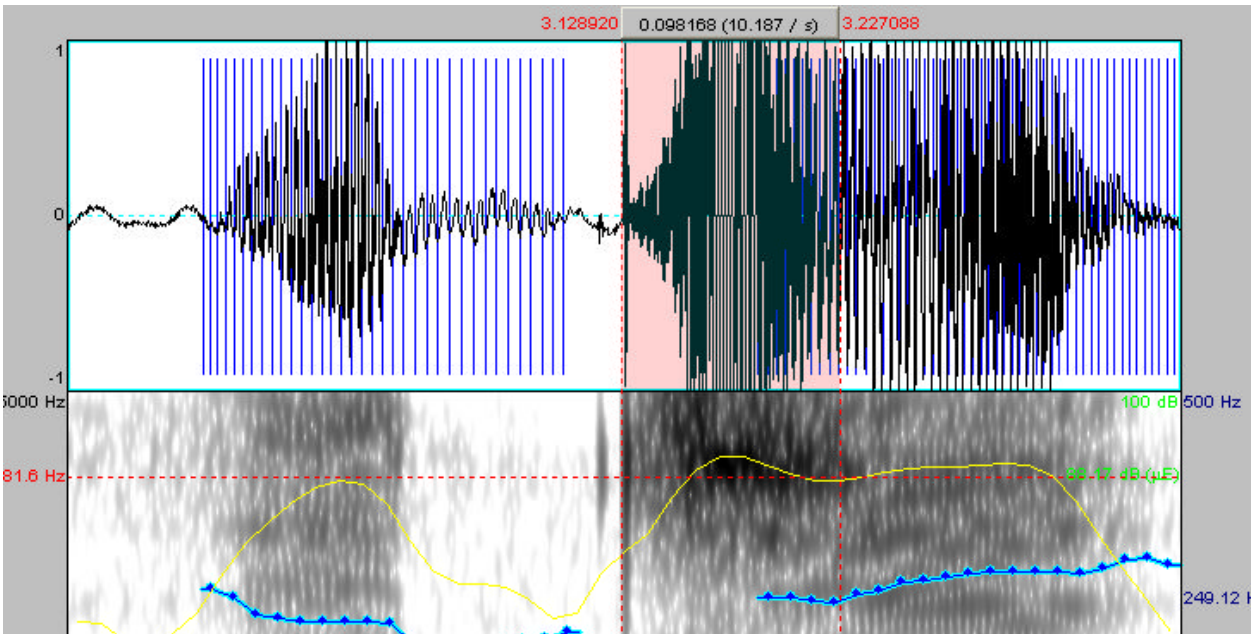
قياسات زمن الصوامت

قبل البدء في عرض نتائج التجارب الخاصة بقياس زمن الصوامت، ارتأينا أن نشير، إلى أنه أثناء استكشافنا لبرنامج *pratt*، اتضح أن النطق الساكن لحروف منعزلة(العينة 1)، يؤدي غرض حساب كل أبعاد الصامت، (الزمن، التردد، الشدة)بيسر، ذلك من حيث أن البرنامج يوفر إمكانية قراءة القيمة المطلقة لصوت الصامت وعزل الصائت [ˇ] عنه.

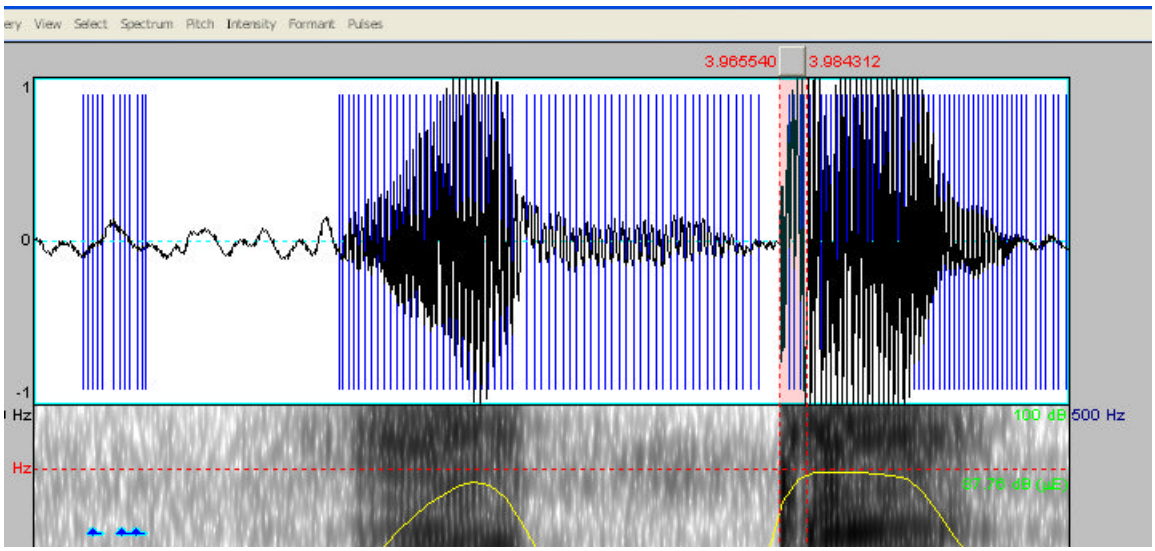
وهذا معناه، أننا لم نركز على كيفية موحدة لنطق السواكن بشكل دقيق، لأنه في كل حالات النطق يمكن أن نحصل على هذه القيمة المطلقة للصامت. بل عمدنا إلى أن تكون أصوات العينة، منطوقة بشكل عفوي وبسيط، تقترب من النطق العادي لصاحبها.

وعليه، فقد شملت القياسات الكرونولوجية لنطق السواكن كل صوامت الأبجدية حسب الترتيب الأبجدي المغاربي. ممثلة في ثلاث محاولات نطق لكل ناطق، من أفراد المجموعة المكونة من خمسة ذكور وخمس إناث، ومن ثم، ننتقل إلى حساب المعدل الزمني لكل ساكن عند كل ناطق في المرحلة الأولى. ومن ثمة نعود إلى حساب المعدل الكلي لكل ساكن عند كل الناطقين في مرحلة ثانية وأخيرة.

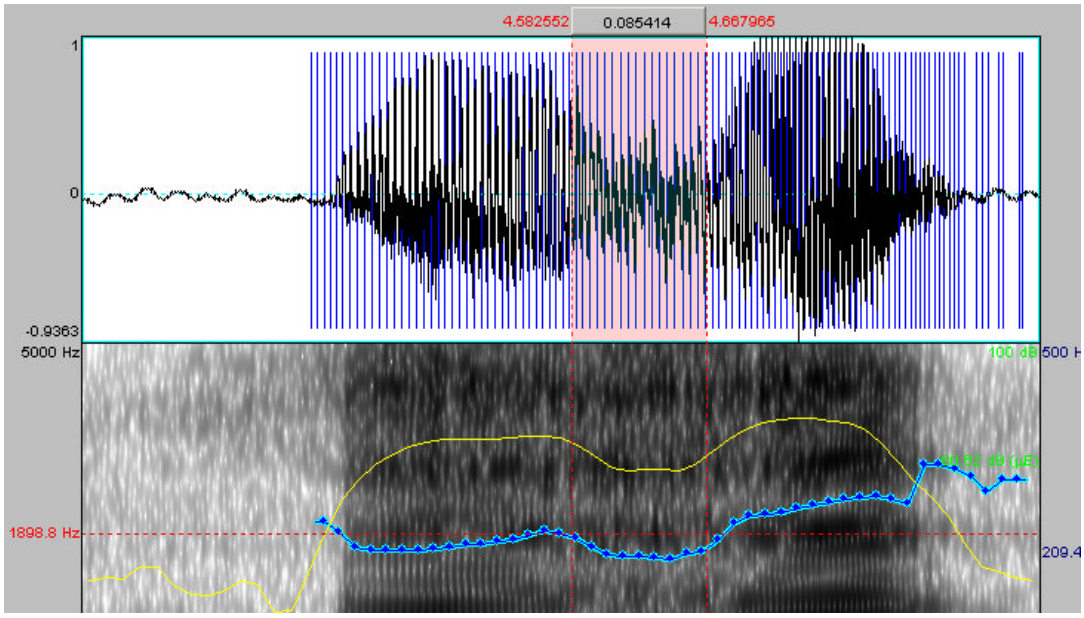
وسنقوم بعرض بعض الأصوات الملتقطة من السبكتروغرام spectrogram من العينة 1 لبعض الناطقين، لنوضح من خلالها القراءة الكرونولجيةchronométrique لزمن نطق الصوامت. ومن ثمة نعرض جداول القياسات لكل ناطق؛ وننتقل في الأخير إلى تبيان جدول المعدلات النهائية لزمن نطق كل صامت.



الوحدة ل[ج] والممثل للقيمة الزمنية المطلقة للصامت [ج]، حيث تظهر القراءة من أعلى الصورة بقيمة (0.098ثا).

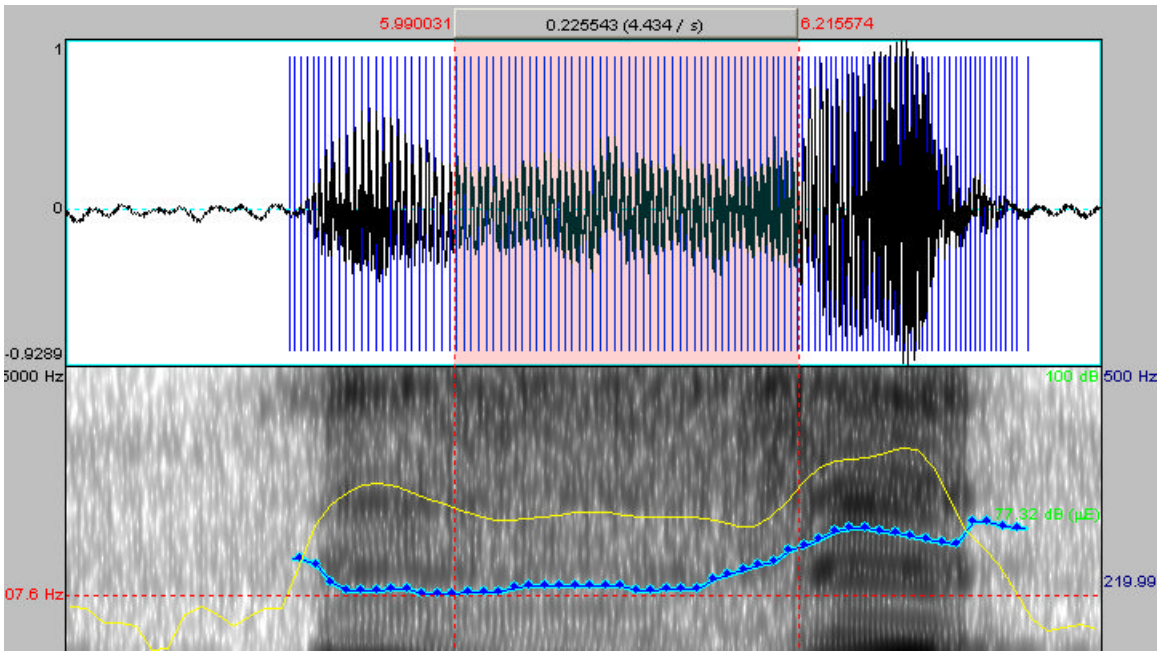


القيمتين المبينتين أعلاه في الصورة لنحصل على قيمة النطق المطلقة.



ى

الصورة، والممثل لقيمة الصامت [هـْ] المطلقة، والمقدرة في هذه



العلة، حيث يبرز الكرونومتر chronomètre الرقمي في الأعلى قيمه (0.225ثا) وهي من القيم الأكبر نسبيا من قيم الصوامت الأخرى.

جدول رقم (13) زمن نطق الصوامت (العينة 1)

صوت الباحث الأول

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.099	0.105	0.139	***0.114***
آبْ	0.012	0.032	0.033	***0.025***
آجْ	0.054	0.068	0.560	***0.227***
آدْ	0.027	0.024	0.026	***0.025***
آهْ	0.245	0.184	0.192	***0.207***
آوْ	0.142	0.222	0.318	***0.227***
آزْ	0.248	0.200	0.335	***0.261***
آحْ	0.300	0.183	0.342	***0.275***
آطْ	0.082	0.028	0.058	***0.056***
آيْ	0.210	0.079	0.231	***0.173***
آكْ	0.048	0.096	0.049	***0.064***
آلْ	0.230	0.247	0.390	***0.289***
آمْ	0.231	0.129	0.101	***0.153***
آنْ	0.172	0.191	0.198	***0.187***
آصْ	0.287	0.322	0.469	***0.359***
آعْ	0.083	0.074	0.100	***0.085***
آفْ	0.248	0.329	0.359	***0.312***
آضْ	0.159	0.210	0.190	***0.186***
آقْ	0.020	0.025	0.016	***0.020***
آرْ	0.282	0.318	0.309	***0.303***
آسْ	0.352	0.469	0.399	***0.406***
آتْ	0.049	0.051	0.034	***0.044***
آثْ	0.341	0.326	0.234	***0.300***
آخْ	0.316	0.327	0.279	***0.307***
آذْ	0.199	0.272	0.218	***0.229***
آظْ	0.282	0.202	0.176	***0.22***
آغْ	0.193	0.236	0.204	***0.211***
آشْ	0.247	0.358	0.336	***0.313***

جدول رقم (14): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث الثاني

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.146	0.156	0.151	***0.151***
آبْ	0.034	0.050	0.063	***0.049***
آجْ	0.208	0.208	0.278	***0.231***
آدْ	0.029	0.03	0.031	***0.030***
آهْ	0.095	0.178	0.168	***0.147***
آوْ	0.185	0.204	0.161	***0.183***
آزْ	0.279	0.201	0.250	***0.243***
آحْ	0.220	0.179	0.229	***0.209***
آطْ	0.010	0.035	0.058	***0.034***
آيْ	0.218	0.214	0.248	***0.226***
آكْ	0.050	0.070	0.061	***0.060***
آلْ	0.154	0.168	0.200	***0.174***
آمْ	0.146	0.174	0.173	***0.164***
آنْ	0.169	0.215	0.231	***0.205***
آصْ	0.266	0.347	0.313	***0.308***
آعْ	0.147	0.109	0.083	***0.113***
آفْ	0.231	0.251	0.229	***0.237***
آضْ	0.061	0.104	0.191	***0.118***
آقْ	0.010	0.008	0.020	***0.012***
آرْ	0.095	0.152	0.193	***0.146***
آسْ	0.351	0.364	0.335	***0.350***
آتْ	0.085	0.115	0.120	***0.106***
آثْ	0.186	0.209	0.265	***0.220***
آخْ	0.264	0.264	0.237	***0.255***
آدْ	0.151	0.240	0.215	***0.202***
آظْ	0.162	0.200	0.183	***0.181***
آغْ	0.186	0.199	0.173	***0.186***
آشْ	0.286	0.261	0.306	***0.284***

جدول رقم (15): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث الثالث

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.250	0.191	0.201	***0.214***
آبْ	0.018	0.021	0.028	***0.022***
آجْ	0.133	0.018	0.142	***0.097***
آدْ	0.013	0.015	0.018	***0.015***
آهْـ	0.078	0.111	0.080	***0.089***
آوْ	0.138	0.161	0.140	***0.146***
آزْ	0.158	0.142	0.133	***0.144***
آحْ	0.203	0.215	0.230	***0.216***
آطْ	0.017	0.012	0.019	***0.016***
آيْ	0.173	0.156	0.133	***0.154***
آكْ	0.039	0.021	0.053	***0.037***
آلْ	0.172	0.181	0.176	***0.176***
آمْ	0.220	0.216	0.177	***0.204***
آنْ	0.220	0.196	0.182	***0.199***
آصْ	0.270	0.363	0.267	***0.300***
آعْ	0.174	0.162	0.133	***0.156***
آفْ	0.254	0.253	0.163	***0.223***
آضْ	0.139	0.148	0.156	***0.147***
آقْ	0.010	0.0161	0.018	***0.014***
آرْ	0.154	0.124	0.183	***0.153***
آسْ	0.243	0.227	0.234	***0.234***
آتْ	0.020	0.031	0.040	***0.030***
آثْ	0.333	0.302	0.350	***0.328***
آخْ	0.174	0.198	0.282	***0.218***
آدْ	0.145	0.152	0.148	***0.148***
آظْ	0.205	0.185	0.141	***0.177***
آعْ	0.216	0.213	0.191	***0.206***
آشْ	0.330	0.282	0.214	***0.275***

جدول رقم (16): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث الرابع

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.163	0.231	0.171	***0.188***
آبْ	0.010	0.016	0.021	***0.015***
آجْ	0.113	0.117	0.192	***0.140***
آدْ	0.12	0.011	0.031	***0.054***
آهْـ	0.290	0.175	0.191	***0.218***
آوْ	0.380	0.420	0.310	***0.370***
آزْ	0.299	0.308	0.301	***0.302***
آحْ	0.366	0.301	0.312	***0.326***
آطْ	0.012	0.081	0.018	***0.037***
آيْ	0.380	0.427	0.410	***0.405***
آكْ	0.013	0.018	0.013	***0.014***
آلْ	0.281	0.315	0.201	***0.265***
آمْ	0.341	0.342	0.320	***0.334***
آنْ	0.300	0.316	0.312	***0.309***
آصْ	0.450	0.390	0.351	***0.397***
آعْ	0.260	0.220	0.331	***0.270***
آفْ	0.410	0.451	0.431	***0.430***
آضْ	0.151	0.173	0.171	***0.165***
آقْ	0.061	0.130	0.036	***0.075***
آرْ	0.493	0.212	0.351	***0.352***
آسْ	0.588	0.692	0.501	***0.593***
آتْ	0.077	0.062	0.063	***0.067***
آثْ	0.530	0.480	0.512	***0.507***
آخْ	0.460	0.427	0.481	***0.456***
آذْ	0.392	0.127	0.251	***0.256***
آظْ	0.119	0.181	0.171	***0.157***
آغْ	0.410	0.321	0.331	***0.354***

آشْ	0.432	0.448	0.412	***0.430***

جدول رقم (17): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث الخامس

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.167	0.151	0.155	***0.157***
آبْ	0.021	0.021	0.036	***0.026***
آجْ	0.139	0.171	0.148	***0.152***
آدْ	0.028	0.021	0.019	***0.022***
آهْـ	0.084	0.125	0.115	***0.108***
آوْ	0.051	0.181	0.127	***0.119***
آزْ	0.179	0.171	0.178	***0.176***
آحْ	0.193	0.183	0.176	***0.184***
آطْ	0.011	0.018	0.028	***0.019***
آيْ	0.079	0.081	0.066	***0.075***
آكْ	0.037	0.031	0.036	***0.034***
آلْ	0.206	0.182	0.186	***0.191***
آمْ	0.125	0.129	0.111	***0.121***
آنْ	0.153	0.141	0.131	***0.141***
آصْ	0.263	0.245	0.234	***0.247***
آعْ	0.153	0.177	0.183	***0.171***
آفْ	0.191	0.190	0.193	***0.191***
آضْ	0.173	0.173	0.183	***0.176***
آقْ	0.032	0.041	0.035	***0.036***
آرْ	0.134	0.121	0.109	***0.121***
آسْ	0.241	0.231	0.203	***0.225***
آتْ	0.032	0.025	0.127	***0.061***
آثْ	0.250	0.273	0.190	***0.237***
آخْ	0.230	0.211	0.206	***0.215***
آدْ	0.200	0.179	0.172	***0.183***
آظْ	0.207	0.197	0.174	***0.192***

آعْ	0.227	0.183	0.152	***0.187***
آشْ	0.326	0.327	0.310	***0.321***

جدول رقم (18): *زمن الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث السادس

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.160	0.141	0.137	***0.126***
آبْ	0.020	0.013	0.018	***0.017***
آجْ	0.096	0.091	0.099	***0.095***
آدْ	0.030	0.032	0.028	***0.030***
آهْـ	0.101	0.113	0.141	***0.118***
آوْ	0.325	0.220	0.128	***0.224***
آزْ	0.112	0.121	0.102	***0.111***
آحْ	0.138	0.143	0.177	***0.152***
آطْ	0.028	0.017	0.019	***0.021***
آيْ	0.162	0.162	0.170	***0.164***
آكْ	0.033	0.041	0.043	***0.039***
آلْ	0.181	0.161	0.170	***0.170***
آمْ	0.191	0.176	0.185	***0.184***
آنْ	0.157	0.168	0.140	***0.155***
آصْ	0.266	0.240	0.346	***0.284***
آعْ	0.183	0.201	0.214	***0.199***
آفْ	0.312	0.267	0.250	***0.276***
آضْ	0.282	0.291	0.261	***0.278***
آقْ	0.029	0.025	0.032	***0.028***
آرْ	0.130	0.163	0.183	***0.158***
آسْ	0.307	0.321	0.280	***0.302***
آتْ	0.048	0.041	0.046	***0.045***
آثْ	0.296	0.284	0.271	***0.283***
آخْ	0.200	0.219	0.305	***0.241***
آدْ	0.205	0.193	0.222	***0.206***
آظْ	0.161	0.197	0.218	***0.192***

آعْ	0.204	0.201	0.178	***0.194***
آشْ	0.227	0.280	0.227	***0.244***

جدول رقم (19): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*
صوت الباحث السابع

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.167	0.167	0.142	***0.158***
آبْ	0.020	0.020	0.031	***0.023***
آجْ	0.151	0.157	0.158	***0.155***
آدْ	0.021	0.033	0.032	***0.028***
آهْ	0.225	0.299	0.197	***0.240***
آوْ	0.164	0.204	0.198	***0.188***
آزْ	0.208	0.242	0.256	***0.235***
آحْ	0.215	0.261	0.231	***0.235***
آطْ	0.019	0.010	0.020	***0.016***
آيْ	0.193	0.154	0.259	***0.202***
آكْ	0.035	0.036	0.057	***0.042***
آلْ	0.188	0.189	0.222	***0.199***
آمْ	0.111	0.264	0.208	***0.194***
آنْ	0.199	0.258	0.256	***0.237***
آصْ	0.261	0.349	0.325	***0.311***
آعْ	0.156	0.231	0.262	***0.216***
آفْ	0.262	0.348	0.306	***0.305***
آضْ	0.231	0.265	0.268	***0.254***
آقْ	0.100	0.010	0.010	***0.040***
آرْ	0.190	0.190	0.282	***0.220***
آسْ	0.343	0.307	0.361	***0.337***
آتْ	0.064	0.047	0.060	***0.057***
آثْ	0.306	0.241	0.268	***0.271***
آخْ	0.359	0.234	0.337	***0.310***
آدْ	0.325	0.260	0.265	***0.283***

آظْ	0.323	0.310	0.279	***0.304***
آعْ	0.255	0.269	0.274	***0.266***
آشْ	0.278	0.221	0.197	***0.232***

جدول رقم (20): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث الثامن

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.161	0.153	0.189	***0.167***
آبْ	0.022	0.015	0.031	***0.022***
آجْ	0.225	0.191	0.100	***0.172***
آدْ	0.320	0.029	0.021	***0.123***
آهْ	0.220	0.231	0.302	***0.251***
آوْ	0.314	0.298	0.284	***0.298***
آزْ	0.240	0.211	0.201	***0.217***
آحْ	0.280	0.291	0.226	***0.265***
آطْ	0.011	0.012	0.012	***0.011***
آيْ	0.325	0.291	0.273	***0.296***
آكْ	0.021	0.018	0.281	***0.106***
آلْ	0.329	0.314	0.292	***0.311***
آمْ	0.431	0.391	0.313	***0.378***
آنْ	0.322	0.318	0.319	***0.319***
آصْ	0.279	0.311	0.225	***0.271***
آعْ	0.203	0.217	0.260	***0.226***
آفْ	0.287	0.310	0.274	***0.290***
آضْ	0.221	0.281	0.247	***0.249***
آقْ	0.198	0.018	0.014	***0.076***
آرْ	0.281	0.176	0.200	***0.219***
آسْ	0.298	0.293	0.288	***0.293***
آتْ	0.225	0.053	0.059	***0.112***
آثْ	0.268	0.286	0.283	***0.279***
آخْ	0.298	0.281	0.300	***0.290***
آدْ	0.225	0.198	0.247	***0.223***
آظْ	0.268	0.251	0.241	***0.253***
آعّ	0.261	0.210	0.355	***0.275***
آشْ	0.290	0.310	0.301	***0.300***

جدول رقم (21): *زمن الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث التاسع

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.131	0.137	0.142	***0.136***
آبْ	0.020	0.020	0.020	***0.020***
آجْ	0.153	0.151	0.147	***0.150***
آدْ	0.020	0.031	0.010	***0.020***
آهْـ	0.193	0.156	0.204	***0.184***
آوْ	0.221	0.194	0.336	***0.250***
آزْ	0..187	0.204	0.126	***0.165***
آحْ	0.281	0.196	0.306	***0.261***
آطْ	0.020	0.010	0.028	***0.019***
آيْ	0.251	0.249	0.345	***0.281***
آكْ	0.018	0.012	0.030	***0.020***
آلْ	0.194	0.179	0.230	***0.201***
آمْ	0.176	0.168	0.190	***0.178***
آنْ	0.172	0.186	0.182	***0.180***
آصْ	0..221	0.244	0.216	***0.230***
آعْ	0.242	0.255	0.250	***0.249***
آفْ	0.261	0.365	0.185	***0.270***
آضْ	0.272	0.220	0.290	***0.260***
آقْ	0.013	0.030	0.010	***0.017***
آرْ	0.177	0.142	0.262	***0.193***
آسْ	0.281	0.343	0.265	***0.296***
آتْ	0.046	0.050	0.070	***0.055***
آثْ	0.232	0.259	0.247	***0.246***
آخْ	0.201	0.266	0.188	***0.218***
آذْ	0.122	0.135	0.128	***0.128***
آظْ	0.171	0.161	0.126	***0.152***
آغْ	0.090	0.050	0.146	***0.095***
آشْ	0.311	0.277	0.390	***0.326***

جدول رقم (22): *زمن نطق الصوامت (العينة 1)*

صوت الباحث العاشر

الصامت	زمن النطق في المحاولة1	زمن النطق في المحاولة2	زمن النطق في المحاولة3	متوسط زمن النطق
آءْ	0.141	0.160	0.184	***0.161***
آبْ	0.040	0.020	0.015	***0.025***
آجْ	0.059	0.104	0.097	***0.086***
آدْ	0.020	0.053	0.047	***0.040***
آهْـ	0.055	0.141	0.123	***0.106***
آوْ	0.216	0.293	0.225	***0.244***
آزْ	0.234	0.297	0.297	***0.276***
آحْ	0.161	0.260	0.200	***0.207***
آطْ	0.020	0.020	0.018	***0.019***
آيْ	0.218	0.318	0.302	***0.279***
آكْ	0.041	0.076	0.066	***0.061***
آلْ	0.230	0.256	0.291	***0.259***
آمْ	0.220	0.247	0.286	***0.251***
آنْ	0.191	0.221	0.241	***0.217***
آصْ	0.228	0.312	0.960	***0.500***
آعْ	0.263	0.138	0.110	***0.170***
آفْ	0.214	0.251	0.233	***0.232***
آضْ	0.249	0.231	0.354	***0.278***
آقْ	0.011	0.019	0.021	***0.017***
آرْ	0.176	0.192	0.207	***0.191***
آسْ	0.355	0.363	0.321	***0.346***
آتْ	0.090	0.022	0.020	***0.044***
آثْ	0.215	0.253	0.281	***0.249***
آخْ	0.177	0.210	0.229	***0.205***
آذْ	0.230	0.280	0.319	***0.276***
آظْ	0.269	0.296	0.362	***0.309***
آغْ	0.151	0.104	0.093	***0.116***
آشْ	0.360	0.284	0.266	***0.303***

جدول رقم (23): زمن المعدلات النهائية لزمن نطق الصوامت العربية

الصامت	م1	م2	م3	م4	م5	م6	م7	م8	م9	م10	المعدل النهائي
آءْ	0.114	0.151	0.214	0.188	0.157	0.626	0.158	0.167	0.136	0.161	**0.157**
آبْ	0.025	0.049	0.022	0.015	0.026	0.017	0.023	0.022	0.020	0.025	**0.025**
آجْ	0.227	0.231	0.097	0.140	0.152	0.095	0.155	0.172	0.150	0.186	**0.160**
آدْ	0.025	0.030	0.015	0.054	0.022	0.030	0.028	0.123	0.020	0.040	**0.038**
آهْ	0.207	0.147	0.089	0.218	0.108	0.118	0.240	0.251	0.184	0.106	**0.166**
آوْ	0.227	0.183	0.146	0.370	0.119	0.224	0.188	0.298	0.250	0.244	**0.224**
آزْ	0.261	0.243	0.144	0.302	0.176	0.111	0.235	0.217	0.165	0.276	**0.213**
آحْ	0.275	0.209	0.216	0.326	0.184	0.152	0.235	0.265	0.261	0.207	**0.233**
آطْ	0.056	0.034	0.016	0.037	0.019	0.021	0.016	0.011	0.019	0.019	**0.024**
آيْ	0.173	0.226	0.154	0.405	0.075	0.164	0.202	0.296	0.281	0.279	**0.225**
آكْ	0.064	0.060	0.037	0.014	0.034	0.039	0.042	0.106	0.020	0.061	**0.047**
آلْ	0.289	0.174	0.176	0.265	0.191	0.170	0.199	0.311	0.201	0.259	**0.223**
آمْ	0.153	0.164	0.204	0.334	0.121	0.184	0.194	0.378	0.178	0.251	**0.216**
آنْ	0.187	0.205	0.199	0.309	0.141	0.155	0.237	0.319	0.180	0.217	**0.214**
آصْ	0.359	0.308	0.300	0.397	0.247	0.284	0.311	0.271	0.230	0.500	**0.303**
آعْ	0.085	0.113	0.156	0.270	0.171	0.199	0.216	0.226	0.249	0.170	**0.185**
آفْ	0.312	0.237	0.223	0.430	0.191	0.276	0.305	0.290	0.270	0.232	**0.276**
آضْ	0.186	0.118	0.147	0.165	0.176	0.278	0.254	0.249	0.260	0.278	**0.211**
آقْ	0.020	0.012	0.014	0.075	0.036	0.028	0.040	0.076	0.017	0.017	**0.033**
آرْ	0.303	0.146	0.153	0.352	0.121	0.158	0.220	0.219	0.193	0.191	**0.205**
آسْ	0.406	0.350	0.234	0.593	0.225	0.302	0.337	0.293	0.296	0.346	**0.338**
آتْ	0.044	0.106	0.030	0.067	0.061	0.045	0.057	0.112	0.055	0.044	**0.062**
آثْ	0.300	0.220	0.328	0.507	0.237	0.283	0.271	0.279	0.246	0.249	**0.292**
آخْ	0.307	0.255	0.218	0.456	0.215	0.241	0.310	0.290	0.218	0.205	**0.271**
آدْ	0.229	0.202	0.148	0.256	0.183	0.206	0.283	0.223	0.128	0.276	**0.213**
آظْ	0.22	0.181	0.177	0.157	0.192	0.192	0.304	0.253	0.152	0.309	**0.213**
آغْ	0.211	0.186	0.206	0.354	0.187	0.194	0.266	0.275	0.095	0.116	**0.209**
آشْ	0.313	0.284	0.275	0.430	0.321	0.244	0.232	0.300	0.326	0.303	**0.302**

تعقيب ختامي على النتائج المحصل عليها

إن المتوسطات الحسابية المتحصل عليها، والمدونة في آخر خانة من الجدول رقم (22)، تُعد نتائج نهائية لمعدلات زمن نطق الصوامت العربية، ويمكننا التأكيد أننا حاولنا التقليل من نسبة الخطأ الحسابي أكبر قدر من الإمكان، حيث تعتبر النتيجة المحصل عليها هي معدل ثلاثين محاولة نطق لكل صامت على حدة.

وكما كان متوقعا، فقد سجلنا تباينات عدة في مقادير زمن النطق. والتفاوتات الحاصلة هي نتيجة اختلاف صفات الصوامت الأساسية والثانوية، وخصائصها الفيزيائية. بالإضافة إلى تموقع مخرجها في الجهاز النطقي، ومن خلال النتائج المحققة يمكننا أن نرتب الصوامت العربية بحسب طول وقصر المدة الزمنية المستغرقة في النطق حتى يتيسر لنا أمر تعليل هذه التفاوتات، ومقارنتها بالترتيب الفرضي الذي أدرجناه في الفصل الأول من الباب النظري.

ترتيب الصوامت العربي بحسب المدة الزمنية للنطق :

الترتيب	الصامت	المعدل النهائي		الترتيب	الصامت	المعدل النهائي
01	آطْ	***0.024***		*15*	آزْ	***0.213***
02	آبْ	***0.025***		*16*	آظْ	***0.213***
03	آقْ	***0.033***		*17*	آنْ	***0.214***
04	آدْ	***0.038***		*18*	آمْ	***0.216***
05	آكْ	***0.047***		*19*	آلْ	***0.223***
06	آتْ	***0.062***		*20*	آوْ	***0.224***
07	آءْ	***0.157***		*21*	آيْ	***0.225***
08	آجْ	***0.160***		*22*	آحْ	***0.233***
09	آهْ	***0.166***		*23*	آخْ	***0.271***
10	آعْ	***0.185***		*24*	آفْ	***0.276***
11	آرْ	***0.205***		*25*	آثْ	***0.292***
12	آغْ	***0.209***		*26*	آشْ	***0.302***
13	آضْ	***0.211***		*27*	آصْ	***0.303***
14	آدْ	***0.213***		*28*	آسْ	***0.338***

إن الصوامت المدوّنة في الجدول، مرتبة ترتيبا تصاعديا بحسب المدة الزمنية المستغرقة في نطقها، حيث يأتي صامت الطاء في الصدارة، بزمن قدره (24) من الألف من ثانية، وينزل صامت السين إلى آخر الترتيب بمدة زمنية قدرها (338)من الألف من الثانية.

وبغية لتحليل النتائج المحصل عليها والتعليل لها، وبغض النظر عن التفاوتات البسيطة الحاصلة في قيم الزمن، لجأنا إلى تقسيم الأصوات إلى مجموعات صغيرة يتقارب الزمن فيها، حيث لا يتعدى 5من الألف من الثانية، وهي تتقارب أيضا في المخرج أو الصفة، فلاحظنا أن الصوامت الأسرع والأقل زمنا هي الأصوات التي لا تصنع احتكاكا في مخارجها مع كمية الهواء الموظفة، على نحو أصوات (ط، ب، ق، د، ك، ت)، وهي التي يتراوح زمن نطقها من [0.024ثا] إلى [0.062ثا]، فهذه الأصوات كلها أصوات وقفية لا تستغرق وقتا في نطقها.

ثم تأتي الهمزة كفاصل بقيمة(0.160 ثا)، وصوت الهمزة لا يصنع هو الآخر احتكاكا في مكان حدوثه، فهو يصدر نتيجة وقفة حنجرية، ولكنه يأخذ زمنا أكثر مقارنة بالمجموعة الأولى، نتيجة بعده المسافتي من أدنى الحلق، ولذا نستطيع أن نصنفه في خانة محايدة، تفصل بين المجموعة الأولى والمجموعة الثانية.

أما المجموعة الثانية، فهي تتكون من الأصوات (ج،ع، هـ، ر،غ)، وهي أصوات احتكاكية أقل استغراقا للزمن والأسرع نطقا بمن يليها، وهي الأصوات الرخوة، إضافة إلى صامت الراء وهو صامت تكراري، وينحصر زمن نطق هذه المجموعة ما بين [0.160 ثا] و[0.209 ثا] .

أما المجموعة الثالثة، فهي مكوّنة من أصوات لثوية احتكاكية، ولثوية أسنانية احتكاكية نجمعها في (ض، ذ، ز، ظ)، وهي صوامت متقاربة النطق، تُحد مدة التصويت فيها ما بين [0.211ثا]و [0.213ثا]، وبالكاد تكون الأزمان متساوية تماما، حيث لا يتجاوز الاختلاف فيما بينها (0.02 ثا).

وتأتي المجموعة الرابعة، لتضم صوتي (ن،م)، وهما صامتان خيشوميان، الأول لثوي، والثاني أسناني، ويأخذان نفس مدة زمن النطق، ويُرجح سبب ذلك، إلى أن المسار المسافتي الذي تأخذه كمية الهواء انطلاقا من الرئتين وصولا إلى المسرب الأنفي هو نفسه، وبالتالي فإن الفارق الزمني لن يكون متباعدا حتما، حيث لا يتعدي هذا الفارق مقدار (0.01ثا).

وفي نفس التراتبية تحتل المجموعة المكونة من أصوات (ل،و،ي) مرتبة خامسة، مع العلم أن صوتا الواو والياء يشتركان في صفة اللين، بينما صوت اللام هو صوت ذلقي، وتنحصر مدة هذه المجموعة من [0.023ثا]إلى [0.025ثا].

أما المجموعة السادسة، فنجمعها في ثنائية (ح،خ)، وهما صوتان احتكاكيان. حلقيان، الأول من وسط الحلق، والثاني من أقصاه، وهو بعد مسافتي، يعكسه البعد الزمني الأكبر نوعا ما، مقارنة بالفوارق الزمنية الحاصلة في المجموعات السابقة، حيث يصل إلى (0.038 ثا).

وتأتي المجموعة السابعة مكونة من ثنائية (ف، ث)، وهما احتكاكيان، الأول شفوي أسناني، والثاني أسناني، وفي كليهما نسمع نوعا من الحفيف طويل المدة نسبيا"[2]"،حيث بلغت المدة (0.292 ثا) عند صامت الثاء.

لنصل في الأخير إلى أطول الأزمان المستغرقة في نطق الصوامت العربية، وهي أصوات تضمها المجموعة المكونة من(ش، ص، س)،وهي أصوات احتكاكية الأول فيها متفشي، بينما يشتركان (ص، س) في خاصية الصفير، لتعد بهذا أبطأ الأصوات نطقا بزمن أقصاه (0.338ثا).

[2] سماه ابن الحاجب التأفيف ، وجعله من موانع الإدغام، وجمعها في قوله: (ضوي مشفر)

تصدير

لقد خصصنا هذا الفصل من الجانب التطبيقي إلى القياسات الحاسوبية لأبعاد كميات الثقل في الصوت اللغوي بمفهومها الفيزيائي، والتي تمثلها قيم التردد أو درجة الصوت، وقيم الشدة، حيث أننا قَرَنّا عامل التردد بتفعيله لعامل الجهر والهمس في صفات الصامت الأساسية، وعامل الشدة في تفعليه لعامل الشدة والرخاوة والتوسط في صفات الصامت الثانوية.

وقد عمدنا إلى التجريب على الصامت اللغوي، من حيث هو مادة أو جسم فيزيائي متنقل، لتكون القيم المتحصل عليها، قيما مطلقة لكميته الصوتية. وتفادينا تلك التغيرات التي من شأنها أن تحدث بفعل التجاور داخل السياق، على غرار ظاهرة التفخيم والترقيق. لأن القياس الكمي لا يفي غرض التعليل فيها، ويستلزم علينا العودة إلى التعليلات اللغوية الأخرى.

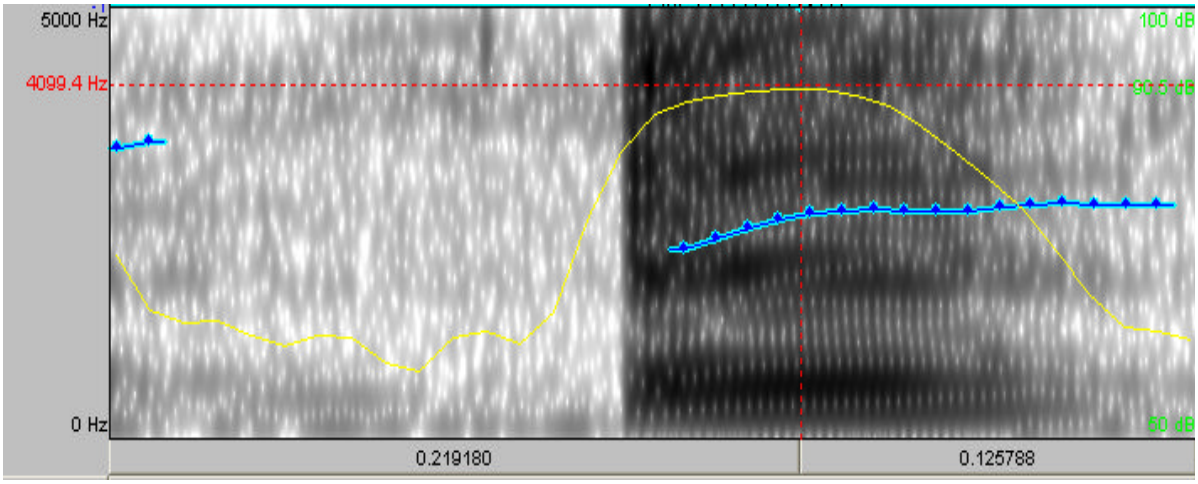
لذا اقتصرت الدراسة في هذا الفصل على العينة الأولى المكونة من أصوات الأبجدية المنطوقة في المخبر، وبعد عزل الساكن [ْ]، أثبتت التجربة أنه حركة كاملة تمتلك كل الأبعاد الكمية مثل باقي الحركات، تظهر قيم الصامت الكمية (التردد، والشدة) في السبكتروغرام spectrogramواضحة، وما علينا إلى حساب متوسط كل ناطق على حدة، ومن ثمة، استخراج المتوسط الحسابي العام للصامت عند الناطقين العشر.

وبما أن الصور الملتقطة من السبكتروغرامspectrogram، هي تمثيل موجي للخصائص الأكوستيكية للصوامت العربية، تمكننا من قراءة قيم الشدة، والتردد في الآن نفسه، وقد عمدنا إلى عرض نصف صوامت الأبجدية لتبيان أبعاد الشدة، والنصف الأخير (14)، لتبيان قيم التردد، وذلك من أجل الإيضاح.

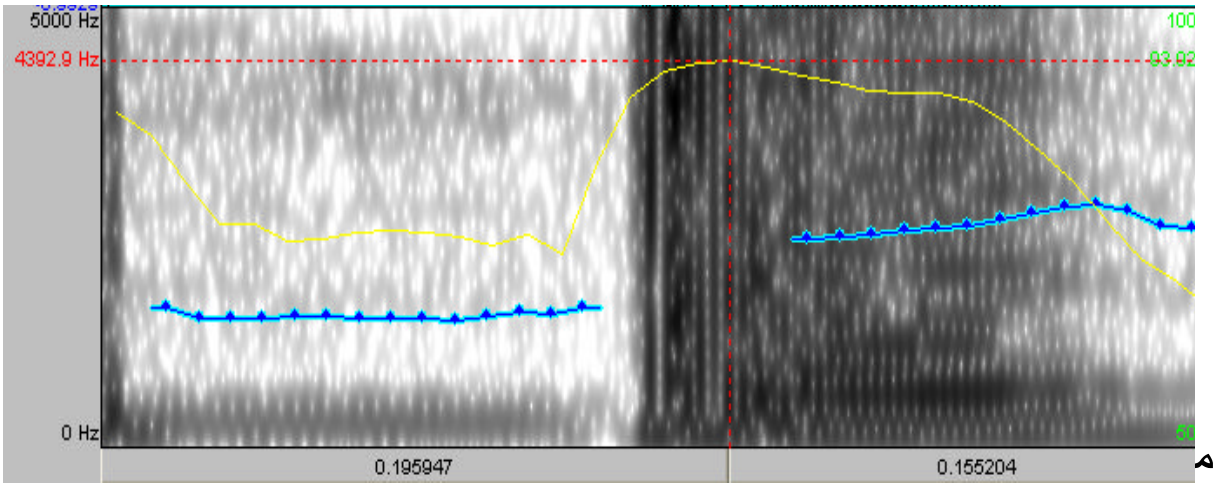
ولتفادي اللبس في القياس، بخاصة في مسألة التردد، نشير إلى أن القيم المأخوذة بعين الاعتبار في قياس عامل التردد، هي القيم الحاصلة بدلالة الوسط الناقل؛ أي هي قيم التواتر المحُدث لاضطراب الجزيئات المكونة للهواء، والتي التقطناها من خلال القراءة على المعلم الأيسر من السبكتروغرام spectrogramme .

أما القيم المسجلة في المنحنى الأزرق، الخاص باهتزاز الوترين الصوتيين، فإننا اكتفينا بتصنيف الصوامت المحدثة للاهتزاز، والصوامت غير المحدثة. ذلك لأن الوصف عن طريق ملاحظة البصمة الصوتية، يفي بغرض الإسقاط على تصنيف المحدثين لصفة الجهر، من حيث هو هز للوترين الصوتيين، ولصفة الهمس من حيث هو خلو منه.

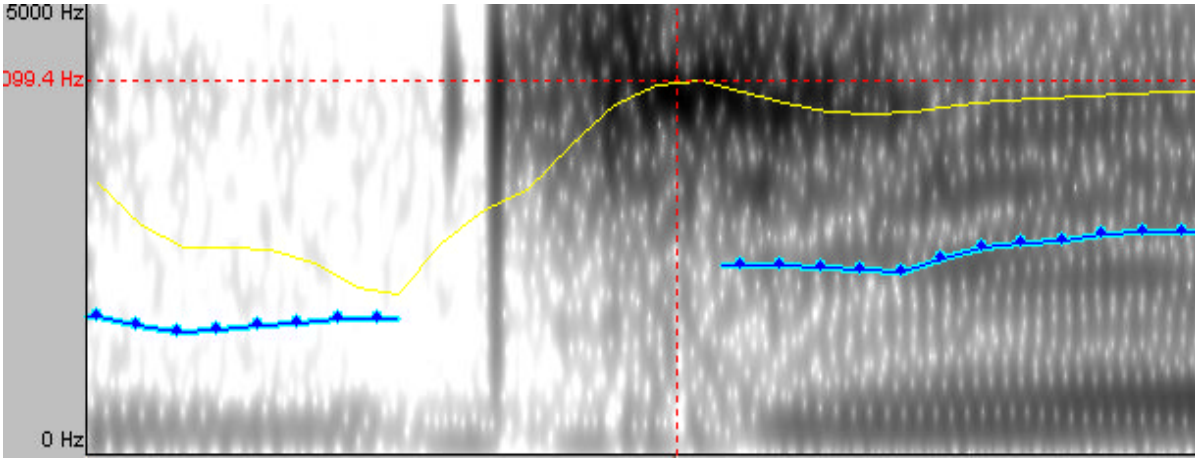
القياسات الحاسوبية لكمية الشدة



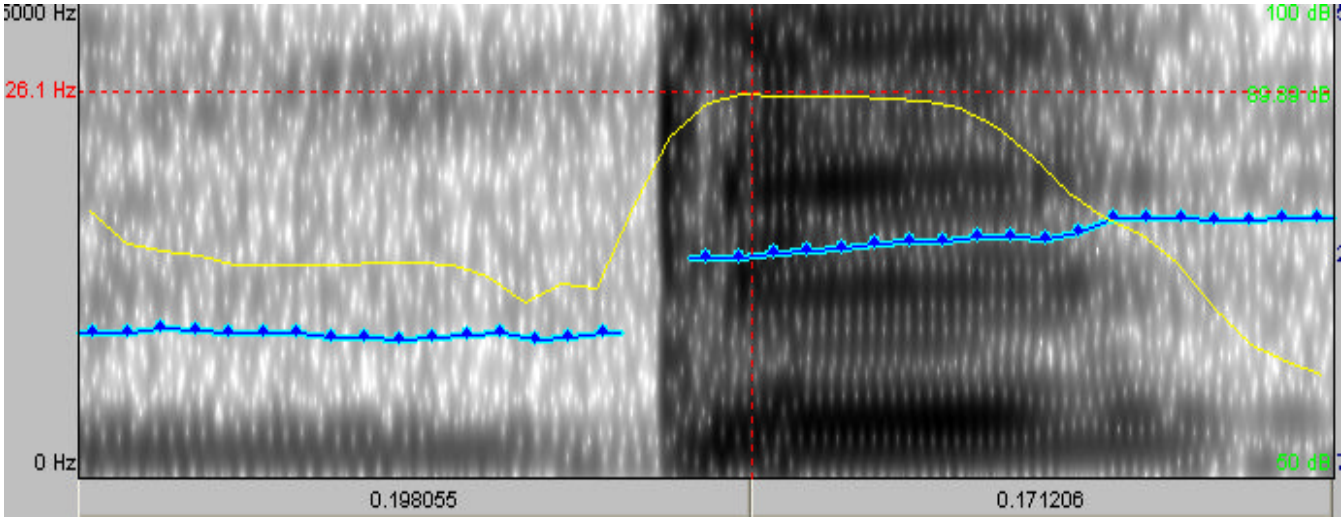
هذا الشكل، يمثل المنحنى البياني الملون بالاصفر مسار الموجة الصوتية للصامت [آءْ] ونستطيع قراءة قيمة الشدة من خلال النقر على ذروة المنحنى ، لتظهر مباشرة القراءة الرقمية للشدة على يمين الصورة باللون الأخضر، قيمة شدة الصامت؛ حيث تحصلنا على متوسط حسابي من مجموع المحاولات المسجلة، مما قدره (82.52)ديسبل.



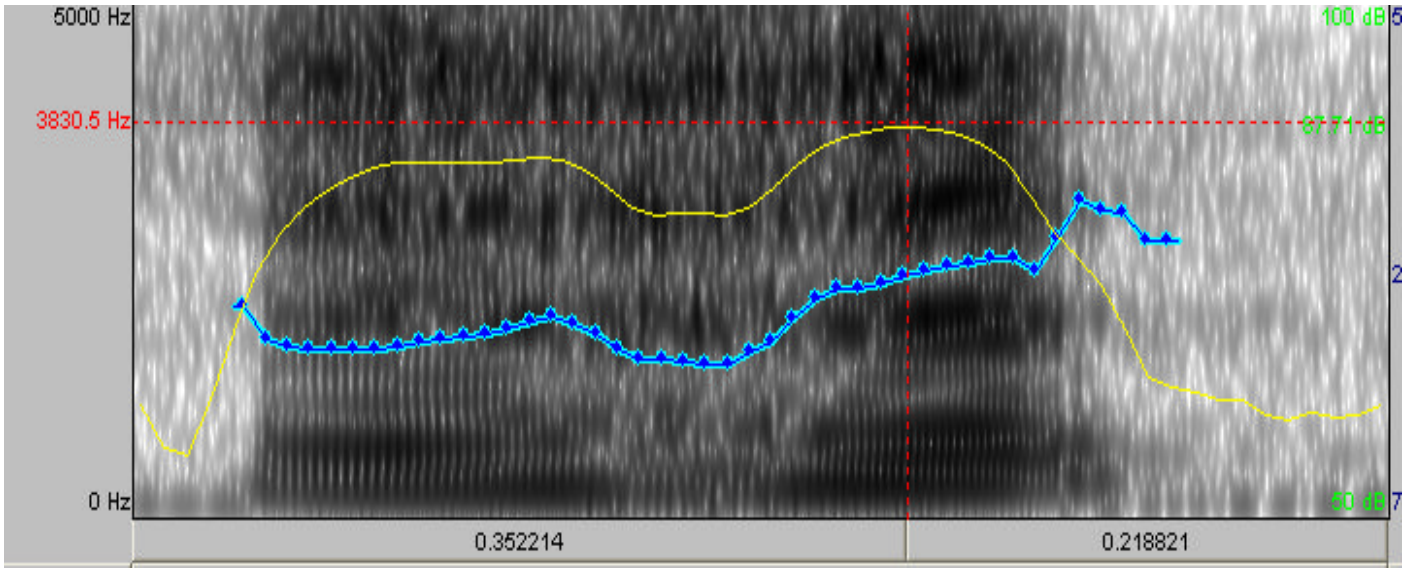
صوت شفوي وقفي، وسجلت القياسات المتحصل عليها متوسطا حسابيا قدره (88.29) ديسبل.



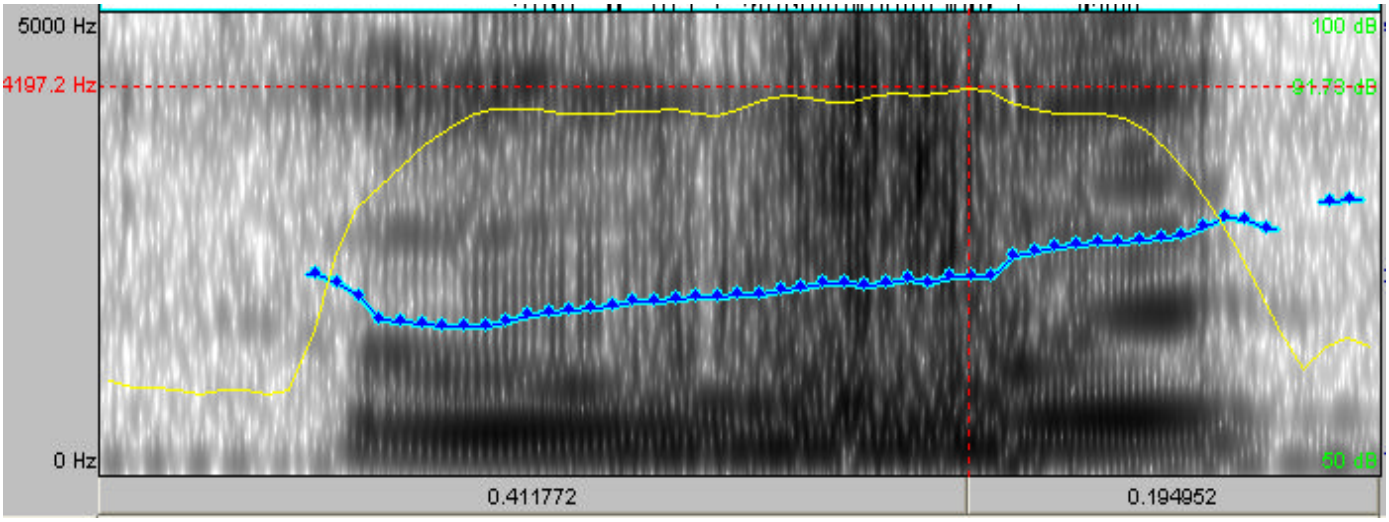
يمثل الشكل 20:قراءة شدة الصامت [ج] (صوت شجري)،
وأعطت القيم المسجلة في المحاولات متوسطا حسابيا قدره (83.19 ديسبل).



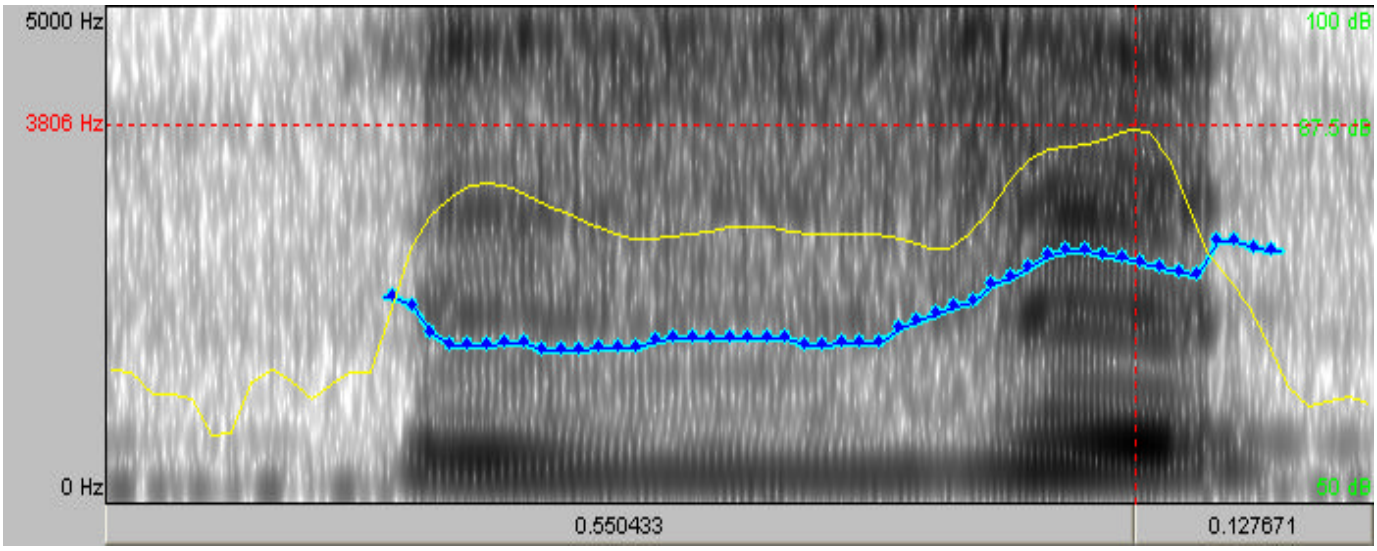
(صوت شفوي وفمي)، وافرزت القيم المسجله متوسطا حسابيا قدره (88.29)ديسبل.



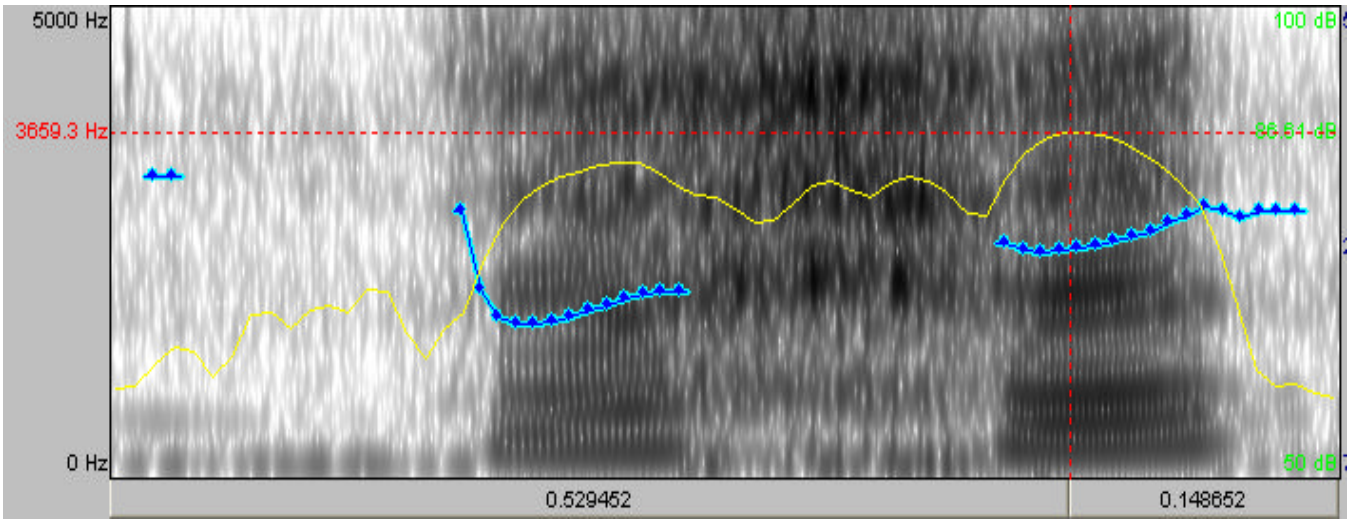
هوائي)، وأدت النتائج المسجلة لقياس الشدة في كل المحاولات إلى متوسط حسابي قدره (3.15 ديسبل).



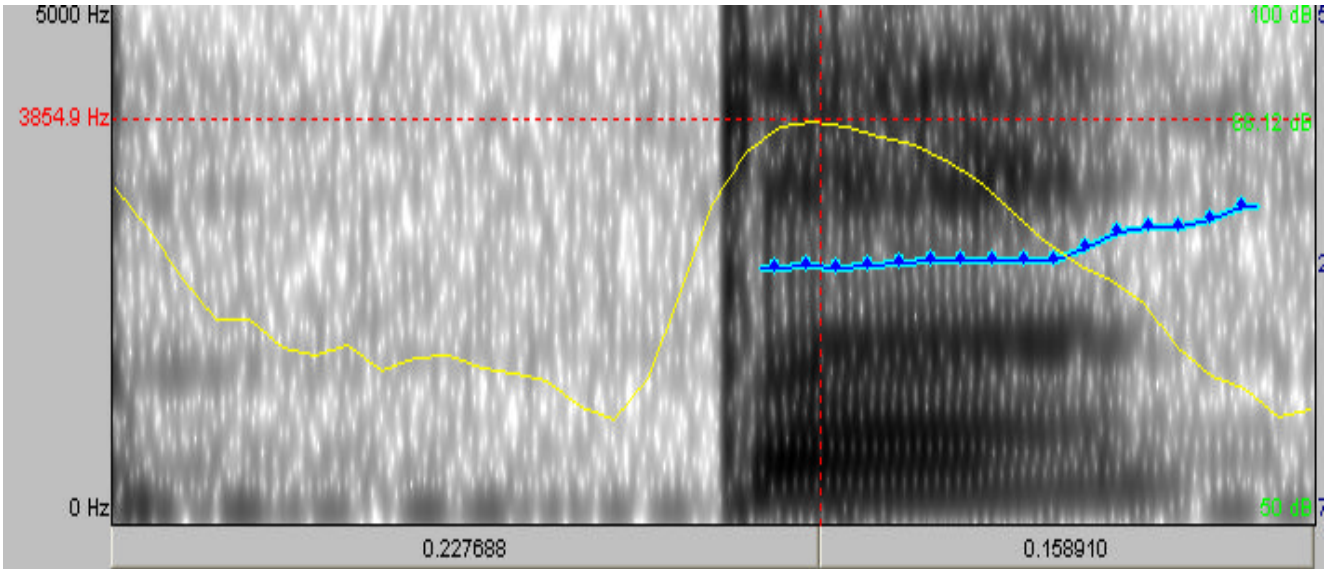
(صوت شفوي)، وأعطت القيم المسجلة في المحاولات متوسطا حسابيا قدره (86.61)ديسبل.



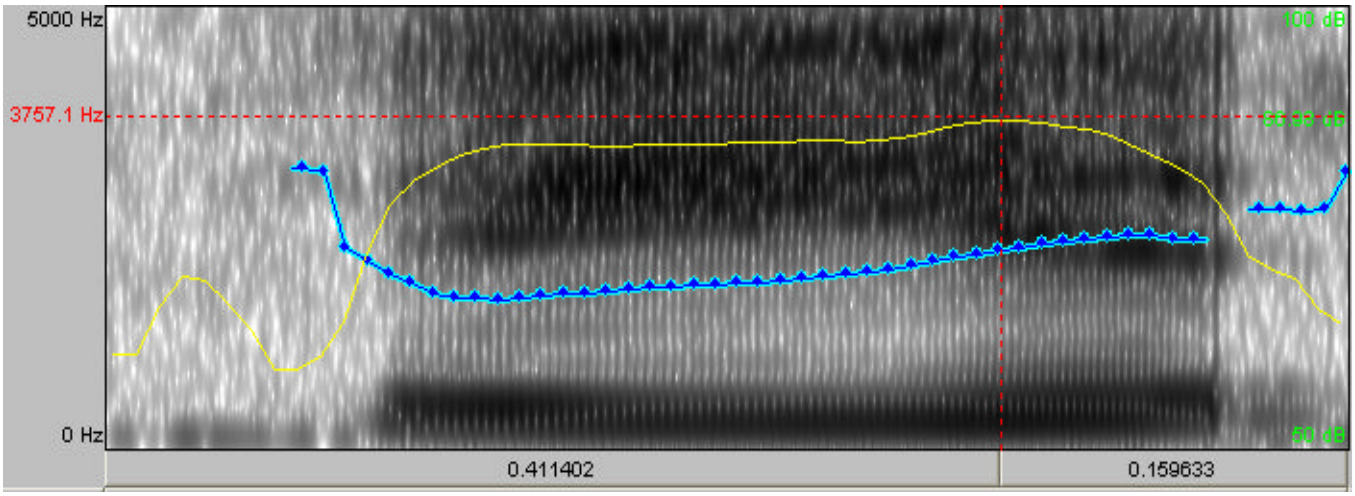
وأعطت القيم المسجلة في المحاولات متوسطا حسابيا قدره (81.82) ديسبل.



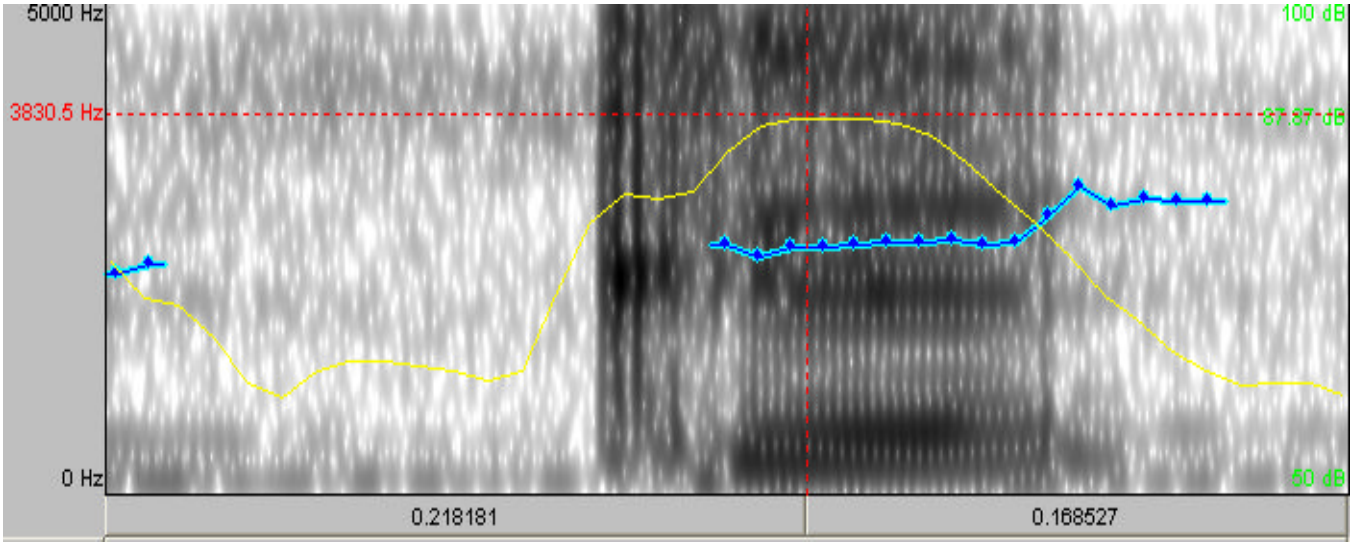
احتكاكي)، وسجلت القياسات المتحصل عليها متوسطا حسابيا قدره (81.82) ديسبل.



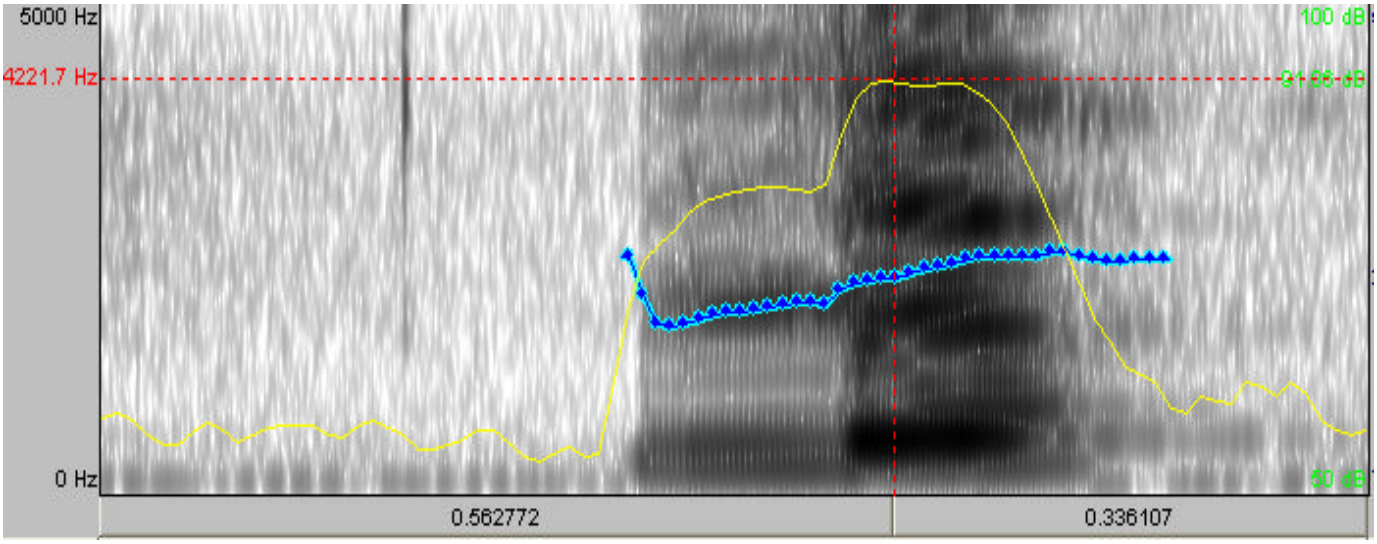
أسناني)، وأدت النتائج المسجلة لقياس الشدة في كل المحاولات إلى متوسط حسابي قدره (84.48)ديسبل.



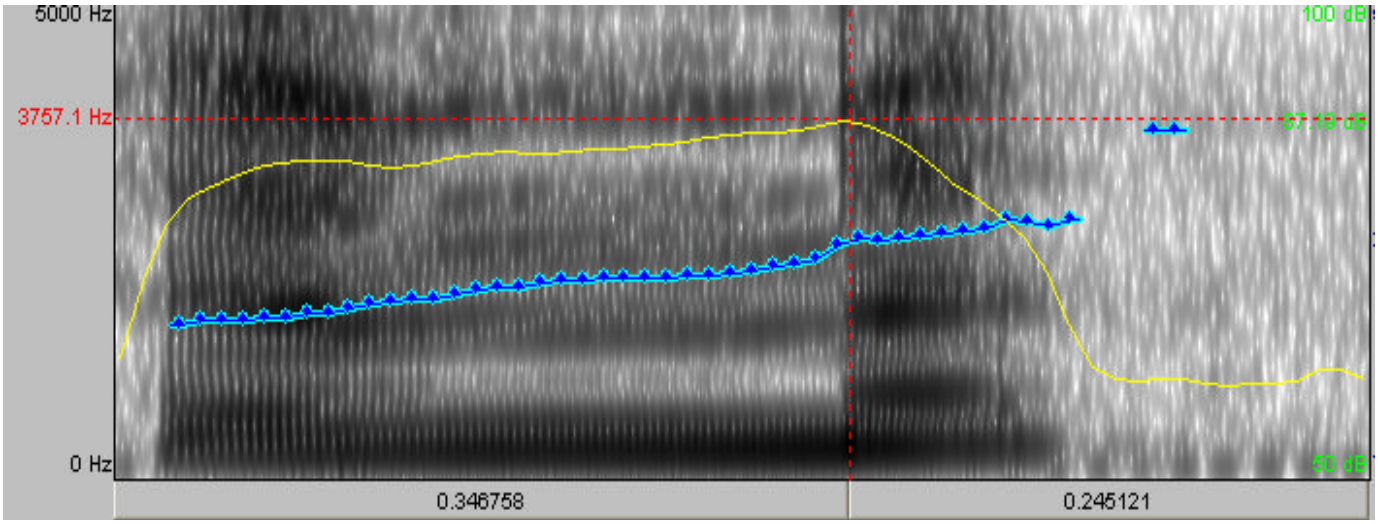
وسجلت القياسات المتحصل عليها متوسطا حسابيا قدره (82.79)ديسبل.



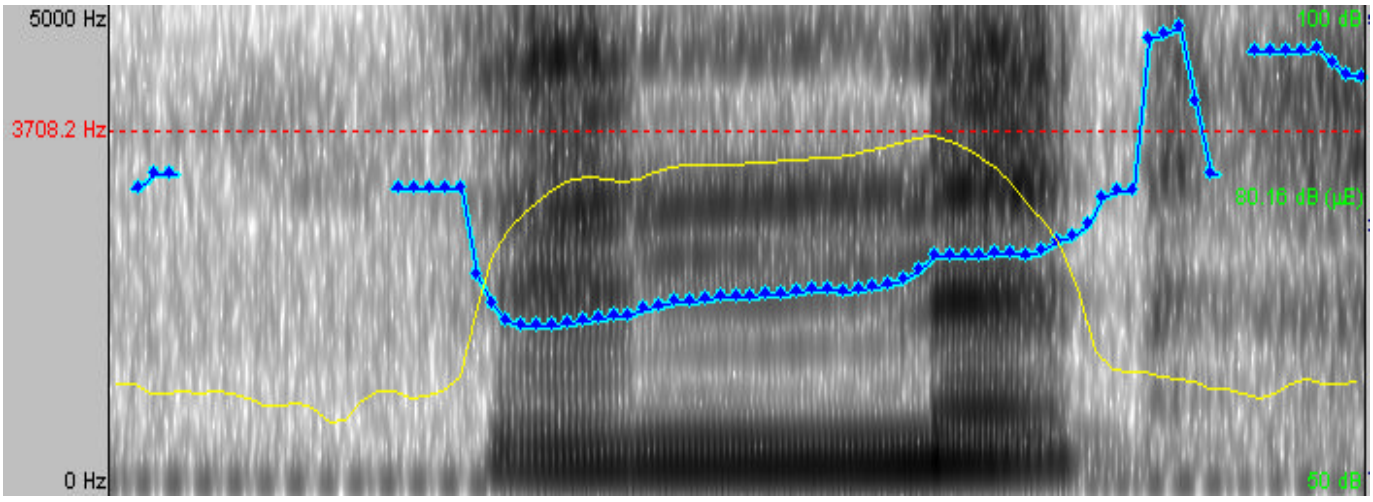
القيم المسجلة في المحاولات متوسطا حسابيا قدره (83.47)ديسبل.



وأدت النتائج المسجلة لقياس الشدة في كل المحاولات إلى متوسط حسابي قدره (82.06)ديسبل.



أنفي)، وأدت النتائج المسجلة لقياس الشدة في كل المحاولات إلى متوسط حسابي قدره (82.19)ديسبل.



)، وأفرزت النتائج المسجلة لقياس الشدة في كل المحاولات متوسطا حسابيا قدره (82.24)ديسبل.

جدول رقم (24): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة1:
بصوت الباحث الأول

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	81.48	81.06	77.38	***79.97***
آبْ	86.58	83.71	89.98	***86.75***
آجْ	57.34	79.32	78.14	***71.60***
آدْ	83.46	82.60	76.52	***80.86***
آهْـ	80.30	82.41	71.27	***77.99***
آوْ	79.59	79.67	77.37	***78.87***
آزْ	81.66	69.59	74.63	***75.29***
آحْ	75.96	72.41	71.93.	***74.18***
آطْ	79.47	77.32	74.69	***77.16***
آيْ	73.37	77.55	72.49	***74.47***
آكْ	76.46	84.08	84.51	***81.68***
آلْ	76.02	73.70	70.81	***73.51***
آمْ	80.91	71.90	70.74	***74.51***
آنْ	79.27	75.05	74.79	***76.37***
آصْ	68.94	66.34	65.07	***66.78***
آعْ	77.10	77.74	66.14	***73.66***
آفْ	75.30	70.09	65.09	***70.16***
آضْ	71.40	72.16	70.16	***71.24***
آقْ	76.54	74.37	74.50	***75.13***
آرْ	79.30	80.02	73.94	***77.75***
آسْ	71.46	66.61	63.87	***67.31***
آتْ	78.01	81.78	81.60	***80.46***
آثْ	76.40	63.03	62.73	***67.38***
آخْ	71.89	74.80	75.15	***73.94***
آذْ	77.22	66.90	72.31	***72.14***
آظْ	76.85	73.45	66.55	***72.28***
آعْ	75.36	75.53	72.57	***74.48***
آشْ	81.72	82.18	82.76	***82.22***

جدول رقم (25): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة2:
بصوت الباحث الثاني

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	92.54	91.80	92.54	***92.29***
آبْ	87.52	92.54	90.56	***90.20***
آجْ	80.06	89.60	82.86	***84.17***
آدْ	90.47	92.19	88.70	***90.45***
آهْ	84.74	89.34	83.22	***85.76***
آوْ	84.16	82.30	89.94	***85.46***
آزْ	76.85	81.06	78.40	***78.77***
آحْ	89.17	78.31	88.90	***85.46***
آطْ	85.65	87.40	84.73	***85.92***
آيْ	89.53	88.61	81.77	***86.63***
آكْ	83.53	89.52	84.39	***85.81***
آلْ	89.89	78.68	79.98	***82.85***
آمْ	83.19	83.43	88.78	***85.13***
آنْ	82.90	88.15	88.10	***86.38***
آصْ	74.68	89.88	88.96	***84.50***
آعْ	87.65	81.37	83.48	***84.16***
آفْ	76.08	89.24	88.39	***84.57***
آضْ	80.48	87.16	76.50	***81.38***
آقْ	91.41	88.76	90.56	***90.24***
آرْ	85.90	81.00	88.47	***85.12***
آسْ	85.79	85.37	86.35	***87.83***
آتْ	81.52	89.06	89.20	***86.59***
آثْ	87.48	88.15	87.91	***87.84***
آخْ	85.30	88.87	89.88	***88.01***
آدْ	80.63	78.79	89.76	***83.06***
آظْ	78.25	79.96	88.88	***82.36***
آغْ	84.78	82.51	89.24	***85.51***
آشْ	81.02	84.97	88.29	***84.76***

جدول رقم(26): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة3:
بصوت الباحث الثالث

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	85.57	73.65	78.52	***79.24***
آبْ	86.01	84.15	81.88	***84.01***
آجْ	82.96	81.02	67.84	***77.27***
آدْ	86.14	85.13	74.87	***82.04***
آهْ	79.65	79.40	70.18	***76.41***
آوْ	86.32	86.17	79.74	***84.07***
آزْ	83.34	82.92	66.96	***77.74***
آحْ	75.03	74.83	65.06	***71.64***
آطْ	81.63	81.47	72.60	***78.56***
آيْ	72.43	73.02	73.51	***72.98***
آكْ	77.48	76.91	70.52	***74.97***
آلْ	73.52	73.08	73.71	***73.43***
آمْ	79.30	78.94	62.92	***73.72***
آنْ	74.41	74.21	62.43	***70.35***
آصْ	85.42	84.88	71.62	***80.64***
آعْ	82.11	81.73	74.27	***79.37***
آفْ	88.80	88.21	69.61	***82.20***
آضْ	74.66	74.21	59.61	***69.49***
آقْ	79.90	79.70	73.37	***77.65***
آرْ	79.95	79.80	70.33	***76.69***
آسْ	85.92	86.12	75.27	***82.43***
آتْ	82.86	82.24	76.41	***80.50***
آثْ	83.97	82.96	61.41	***76.11***
آخْ	75.76	75.61	62.71	***71.36***
آدْ	84.41	84.12	65.21	***77.91***
آظْ	79.99	79.66	72.41	***77.35***
آعْ	79.18	79.31	70.71	***76.40***
آشْ	79.95	79.82	71.38	***77.05***

جدول رقم(27): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة4:
بصوت الباحث الرابع

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	85.78	85.17	85.66	***85.53***
آبْ	88.39	86.02	87.02	***87.14***
آجْ	85.61	83.97	84.52	***84.70***
آدْ	89.02	90.30	89.33	***89.55***
آهْ	86.15	79.91	80.12	***82.06***
آوْ	80.59	79.61	80.17	***80.12***
آزْ	80.51	75.61	77.76	***77.96***
آحْ	82.83	75.14	76.98	***78.31***
آطْ	86.03	89.85	90.12	***88.66***
آيْ	83.42	85.74	85.01	***84.72***
آكْ	84.71	90.65	90.71	***88.69***
آلْ	80.43	81.39	80.14	***80.65***
آمْ	81.76	81.57	81.46	***81.59***
آنْ	83.50	83.58	84.63	***83.90***
آصْ	88.82	87.82	88.24	***88.29***
آعْ	84.08	81.19	83.12	***82.79***
آفْ	83.81	82.23	83.07	***83.03***
آضْ	85.93	77.45	79.11	***80.83***
آقْ	87.44	82.81	82.51	***84.25***
آرْ	80.62	80.36	81.31	***80.76***
آسْ	80.65	82.93	82.47	***82.01***
آتْ	89.49	88.11	88.41	***88.67***
آثْ	85.72	87.18	88.03	***86.97***
آخْ	77.79	78.04	78.31	***78.04***
آذْ	82.05	83.77	82.18	***82.66***
آظْ	68.29	80.17	80.19	***76.21***
آعّ	78.78	79.41	80.26	***79.48***
آشْ	78.20	82.50	82.41	***81.03***

جدول رقم (28): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة5:
بصوت الباحث الخامس

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	90.51	90.97	91.38	***90.95***
آبْ	92.04	90.81	85.23	***89.36***
آجْ	84.86	85.07	85.86	***85.26***
آدْ	89.42	86.13	85.42	***86.99***
آهْ	88.00	87.66	74.30	***83.32***
آوْ	89.60	86.15	89.10	***88.28***
آزْ	88.33	87.41	78.48	***84.74***
آحْ	83.49	85.91	86.88	***85.42***
آطْ	81.69	83.04	84.60	***83.11***
آيْ	88.01	86.71	83.35	***86.02***
آكْ	75.57	84.31	86.49	***82.12***
آلْ	82.82	85.38	88.24	***85.48***
آمْ	89.16	88.61	87.22	***88.33***
آنْ	88.12	88.54	89.01	***88.55***
آصْ	82.01	81.06	80.71	***81.26***
آعْ	81.39	84.34	87.36	***84.36***
آفْ	86.08	85.83	75.96	***82.62***
آضْ	79.24	83.31	86.92	***83.15***
آقْ	88.01	86.82	82.90	***85.91***
آرْ	87.12	87.30	85.13	***86.51***
آسْ	85.79	86.22	76.78	***82.93***
آتْ	80.72	84.17	87.53	***84.14***
آثْ	86.23	87.53	88.89	***87.55***
آخْ	73.95	78.30	79.14	***77.13***
آذْ	78.96	79.18	87.87	***82.00***
آظْ	86.06	87.67	88.91	***87.54***
آعّ	85.02	86.18	88.72	***86.64***
آشْ	85.65	88.08	89.72	***87.81***

جدول رقم:(29) قياس كمية شدة الصوامت في التجربة6:

بصوت الباحث السادس

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	91.15	91.08	91.41	***91.21***
آبْ	86.90	90.91	92.45	***90.08***
آجْ	85.60	84.92	85.49	***85.33***
آدْ	92.61	92.05	92.56	***92.40***
آهْـ	83.10	85.86	87.27	***85.41***
آوْ	91.78	91.17	90.24	***91.06***
آزْ	88.98	88.18	88.86	***88.67***
آحْ	83.63	84.01	84.73	***84.12***
آطْ	90.01	89.48	88.91	***89.46***
آيْ	89.70	89.38	89.16	***89.41***
آكْ	86.50	85.98	86.79	***86.42***
آلْ	88.86	88.07	87.53	***88.15***
آمْ	86.06	84.31	81.61	***83.99***
آنْ	84.73	84.24	85.94	***84.97***
آصْ	91.33	88.13	78.77	***86.07***
آعْ	83.19	84.03	84.68	***83.96***
آفْ	89.46	90.35	91.25	***90.35***
آضْ	78.92	88.13	91.31	***86.12***
آقْ	90.15	90.25	89.37	***89.92***
آرْ	89.71	88.18	86.84	***88.24***
آسْ	87.19	87.37	88.41	***87.65***
آتْ	92.16	92.02	92.05	***92.07***
آثْ	88.91	88.31	88.05	***88.09***
آخْ	80.53	89.17	90.36	***86.68***
آذْ	89.71	89.65	90.79	***90.05***
آظْ	89.11	90.14	90.25	***89.83***
آغْ	86.53	89.21	90.03	***88.59***
آشْ	89.38	88.01	85.57	***87.65***

جدول رقم(30): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة7:
بصوت الباحث السابع

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	90.54	89.97	90.76	***90.42***
آبْ	89.11	88.84	86.22	***88.05***
آجْ	87.03	87.05	86.90	***86.99***
آدْ	88.43	87.93	87.37	***87.91***
آهْـ	92.68	93.23	89.22	***91.71***
آوْ	90.18	89.43	88.63	***89.41***
آزْ	86.68	84.28	85.78	***85.58***
آحْ	86.86	88.29	86.06	***87.07***
آطْ	89.99	87.37	88.57	***88.64***
آيْ	82.89	85.45	86.25	***84.86***
آكْ	83.64	86.52	86.10	***85.42***
آلْ	87.97	86.51	87.22	***87.23***
آمْ	89.07	88.00	88.19	***88.42***
آنْ	87.44	87.18	87.41	***87.34***
آصْ	87.09	86.19	83.59	***85.62***
آعْ	87.00	86.20	85.60	***86.26***
آفْ	88.19	88.26	86.82	***87.75***
آضْ	86.82	88.52	86.09	***87.14***
آقْ	90.66	88.73	89.99	***89.79***
آرْ	88.11	86.77	86.73	***87.20***
آسْ	80.51	87.14	84.14	***83.93***
آتْ	89.34	86.09	81.79	***85.74***
آثْ	85.76	86.51	86.05	***86.10***
آخْ	79.42	87.65	84.01	***83.69***
آذْ	78.52	88.20	86.85	***84.52***
آظْ	87.26	89.20	87.78	***88.08***
آعْ	87.92	87.96	84.66	***86.84***
آشْ	86.64	81.23	83.50	***83.79***

جدول رقم(31): قياس كمية شدة الصوامت في التجربة8:
بصوت الباحث الثامن

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	91.93	90.03	91.92	***91.29***
آبْ	93.24	91.21	91.95	***92.13***
آجْ	91.67	91.07	89.10	***90.61***
آدْ	92.50	93.01	92.47	***92.66***
آهْـ	91.47	92.53	91.00	***91.66***
آوْ	91.20	92.31	90.55	***91.35***
آزْ	89.54	90.04	88.81	***89.46***
آحْ	87.96	88.02	88.27	***88.08***
آطْ	90.22	91.15	87.71	***89.69***
آيْ	88.14	89.02	87.84	***88.33***
آكْ	88.67	88.95	86.46	***88.02***
آلْ	89.20	89.68	88.11	***88.99***
آمْ	87.92	88.01	88.80	***88.24***
آنْ	87.13	87.26	88.72	***87.70***
آصْ	89.18	90.00	89.79	***89.65***
آعْ	89.99	89.87	88.00	***89.28***
آفْ	88.31	87.91	89.60	***88.60***
آضْ	91.67	90.89	90.64	***91.06***
آقْ	89.12	89.65	89.47	***89.41***
آرْ	87.60	87.81	88.96	***88.12***
آسْ	88.64	87.74	89.13	***88.50***
آتْ	88.25	88.54	90.18	***88.99***
آثْ	87.87	88.21	86.58	***87.55***
آخْ	88.07	88.01	88.50	***88.19***
آدْ	90.50	90.23	91.06	***90.59***
آظْ	90.48	89.91	91.46	***90.61***
آغْ	88.55	89.02	90.00	***89.19***
آشْ	89.23	89.14	91.80	***90.05***

جدول رقم (32) قياس كمية شدة الصوامت في التجربة9:
بصوت الباحث التاسع

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	74.11	74.72	74.37	***74.40***
آبْ	83.40	83.53	83.42	***83.45***
آجْ	76.47	77.82	76.36	***76.88***
آدْ	78.53	81.67	77.06	***79.08***
آهْـ	74.13	79.01	72.19	***75.11***
آوْ	84.21	84.13	86.27	***84.87***
آزْ	74.06	73.41	77.41	***74.96***
آحْ	72.86	76.07	65.22	***71.38***
آطْ	73.02	78.54	71.42	***74.32***
آيْ	74.28	77.68	73.93	***75.29***
آكْ	78.61	79.32	74.42	***77.45***
آلْ	73.41	72.11	75.69	***73.73***
آمْ	71.82	73.43	70.58	***71.94***
آنْ	70.91	72.74	69.43	***71.02***
آصْ	77.16	81.76	77.84	***78.92***
آعْ	76.40	76.67	78.96	***77.34***
آفْ	72.00	73.30	70.53	***71.94***
آضْ	78.51	78.22	79.15	***78.62***
آقْ	75.24	73.93	77.41	***75.52***
آرْ	76.32	75.25	78.18	***76.58***
آسْ	81.84	83.66	82.16	***82.55***
آتْ	74.56	71.51	77.85	***74.64***
آثْ	77.16	73.28	80.86	***77.1***
آخْ	76.93	72.89	64.32	***71.38***
آدْ	74.81	74.94	73.73	***74.49***
آظْ	76.08	76.18	63.71	***71.99***
آغْ	73.20	76.19	71.29	***73.56***
آشْ	83.50	81.49	83.68	***82.89***

جدول رقم (33) قياس كمية شدة الصوامت في التجربة10:

بصوت الباحث العاشر

الصامت	كمية الشدة في المحاولة1	كمية الشدة في المحاولة2	كمية الشدة في المحاولة3	متوسط كمية الشدة(دسيبل)
آءْ	90.29	89.88	89.64	***89.93***
آبْ	93.87	88.78	89.10	***90.58***
آجْ	90.86	89.40	87.19	***89.15***
آدْ	87.39	92.01	91.94	***90.44***
آهْـ	79.51	82.06	84.71	***82.09***
آوْ	90.57	89.46	97.86	***92.63***
آزْ	84.41	85.92	84.88	***85.07***
آحْ	81.85	81.24	81.53	***81.54***
آطْ	85.70	91.03	91.26	***89.33***
آيْ	86.85	84.20	84.65	***85.23***
آكْ	84.53	84.05	83.99	***84.19***
آلْ	88.98	86.00	84.82	***86.60***
آمْ	86.93	85.98	85.45	***86.12***
آنْ	86.33	85.53	85.87	***85.91***
آصْ	80.43	80.70	82.53	***81.22***
آعْ	84.38	81.21	83.67	***83.08***
آفْ	83.39	81.62	81.45	***82.15***
آضْ	88.35	85.98	86.53	***86.95***
آقْ	80.65	82.78	83.71	***82.38***
آرْ	85.80	86.12	85.40	***85.77***
آسْ	83.86	86.08	89.08	***86.34***
آتْ	82.83	81.97	80.02	***81.60***
آثْ	87.14	84.32	83.89	***85.11***
آخْ	81.96	82.17	83.14	***82.42***
آذْ	85.35	85.01	85.92	***85.42***
آظْ	83.92	84.92	85.11	***84.65***
آغْ	81.04	79.42	78.28	***79.58***
آشْ	91.17	88.91	87.66	***89.24***

جدول رقم (34):المعدلات النهائية لكميات شدة الصوامت العربية

الصامت	م1	م2	م3	م4	م5	م6	م7	م8	م9	م10	المعدل النهائي
آءْ	79.97	92.29	79.24	85.53	90.95	91.21	90.42	91.29	74.40	89.93	86.52(دسيبل)
آبْ	86.75	90.20	84.01	87.14	89.36	90.08	88.05	92.13	83.45	90.58	88.29""
آجْ	71.60	84.17	77.27	84.70	85.26	85.33	86.99	90.61	76.88	89.15	83.19""
آدْ	80.86	90.45	82.04	89.55	86.99	92.40	87.91	92.66	79.08	90.44	87.23""
آهْ	77.99	85.76	76.41	82.06	83.32	85.41	91.71	91.66	75.11	82.09	83.15""
آوْ	78.87	85.46	84.07	80.12	88.28	91.06	89.41	91.35	84.87	92.63	86.61""
آزْ	75.29	78.77	77.74	77.96	84.74	88.67	85.58	89.46	74.96	85.07	81.82""
آحْ	74.18	85.46	71.64	78.31	85.42	84.12	87.07	88.08	71.38	81.54	80.72""
آطْ	77.16	85.92	78.56	88.66	83.11	89.46	88.64	89.69	74.32	89.33	84.48""
آيْ	74.47	86.63	72.98	84.72	86.02	89.41	84.86	88.33	75.29	85.23	82.79""
آكْ	81.68	85.81	74.97	88.69	82.12	86.42	85.42	88.02	77.45	84.19	83.47""
آلْ	73.51	82.85	73.43	80.65	85.48	88.15	87.23	88.99	73.73	86.60	82.06""
آمْ	74.51	85.13	73.72	81.59	88.33	83.99	88.42	88.24	71.94	86.12	82.19""
آنْ	76.37	86.38	70.35	83.90	88.55	84.97	87.34	87.70	71.02	85.91	82.24""
آصْ	66.78	84.50	80.64	88.29	81.26	86.07	85.62	89.65	78.92	81.22	83.25""
آعْ	73.66	84.16	79.37	82.79	84.36	83.96	86.26	89.28	77.34	83.08	82.42""
آفْ	70.16	84.57	82.20	83.03	82.62	90.35	87.75	88.60	71.94	82.15	82.33""
آضْ	71.24	81.38	69.49	80.83	83.15	86.12	87.14	91.06	78.62	86.95	81.59""
آقْ	75.13	90.24	77.65	84.25	85.91	89.92	89.79	89.41	75.52	82.38	84.02""
آرْ	77.75	85.12	76.69	80.76	86.51	88.24	87.20	88.12	76.58	85.77	83.27""
آسْ	67.31	85.83	82.43	82.01	82.93	87.65	83.93	88.50	82.55	86.34	82.94""
آتْ	80.46	86.59	80.50	88.67	84.14	92.07	85.74	88.99	74.64	81.60	84.34""
آثْ	67.38	87.84	76.11	87.97	87.55	88.09	86.10	87.55	77.1	85.11	83.08""
آخْ	73.94	88.01	71.36	78.04	77.13	86.68	83.69	88.19	71.38	82.42	80.08""
آدْ	72.14	83.06	77.91	82.66	82.00	90.05	84.52	90.59	74.49	85.42	82.28""
آظْ	72.28	82.36	77.35	76.21	87.54	89.83	88.08	90.61	71.99	84.65	82.09""
آغْ	74.48	85.51	76.40	79.48	86.64	88.59	86.84	89.19	73.56	79.58	82.02""
آشْ	82.22	84.76	77.05	81.03	87.81	87.65	83.79	90.05	82.89	89.24	84.64""

تعقيب على النتائج المحصل عليها

تضمنت الجداول السابقة قيماً لقياسات الشدة المتحصل عليها بعد التجارب الصوتية، والمقسمة إلى عشرة محاولات. وكل محاولة تحمل ثلاث تجارب نطق لكل صامت مسكن على حدة، فكانت النتائج المحصل عليها غير متباعدة فيما بينها، وسجلت أعلى قيمة شدة عند الصامت [آب] (88.29) ديسبل، بينما أدناها كانت للصامت [آخْ] (80.08) ديسبل، ولإعطاء صورة أوضح للقيم المسجلة، فقد عمدنا إلى ترتيبها ترتيبا تنازليا في الجدول الموضح أدناه.

جدول رقم (35): ترتيب الصوامت العربية بحسب علو الشدة

الرقم	الصامت	المعدل النهائي		الرقم	الصامت	المعدل النهائي
01	آبْ	***88.29***		***15***	آسْ	***82.94***
02	آدْ	***87.23***		***16***	آيْ	***82.79***
03	آوْ	***86.61***		***17***	آعْ	***82.42***
04	آءْ	***86.52***		***18***	آفْ	***82.33***
05	آشْ	***84.64***		***19***	آدْ	***82.28***
06	آطْ	***84.48***		***20***	آنْ	***82.24***
07	آتْ	***84.34***		***21***	آمْ	***82.19***
08	آقْ	***84.02***		***22***	آظْ	***82.09***
09	آكْ	***83.47***		***23***	آلْ	***82.06***
10	آرْ	***83.27***		***24***	آعْ	***82.02***
11	آصْ	***83.25***		***25***	آزْ	***81.82***
12	آجْ	***83.19***		***26***	آضْ	***81.59***
13	آهْ	***83.15***		***27***	آحْ	***80.72***
14	آثْ	***83.08***		***28***	آخْ	***80.08***

تعقيب على الجدول

كما هو ملاحظ من مكونات الجدول، فإن الترتيب التنازلي لمتوسطات قياسات الشدة للصوامت العربية يصنف الصوامت بطريقة حسابية لا يتجاوز فارق القيمة فيها (1)من المائة ديسبل بين الصامت والآخر . وهذا ما يصعّب علينا تحديد فاصل دقيق يميز بين أعلى قيمة لرخاوة الصوت وأدنى قيمة لشدته.

أما إذا عمدنا إلى مقارنة النتائج المحصل عليها من خلال التجريب، بالمسلمات التي قنّن لها اللغويون، فيما خصّ تصنيفهم لشدة الصوامت. فإننا نستطيع أن نقسم جدول الترتيب إلى قسمين رئيسين؛ حيث يبدأ القسم الأول، وهو الخاص بالصوامت الشديدة، من الصامت [آبْ] بشدة وقدرها (88.29 ديسبل)، إلى الصامت [آرْ] بشدة قدرها (83.27)ديسبل،كون هذا الصامت مصنف في قائمة البين بين، أو الصوامت المتوسطة، القابلة لأن تأخذ صفة الشدة. ومن هنا نخلص إلى قائمة الصوامت الشديدة مجموعة في (ب، د، و، ء، ش، ط، ت،ق ، ك، ر).

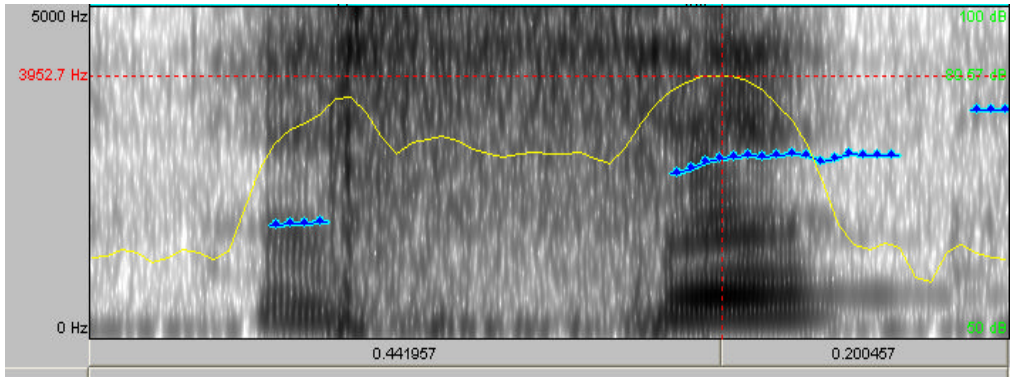
والملاحظ، أن هذا التصنيف ضم كل الصوامت الشديدة المتفق عليها عند اللغويين، وجاء منقوصا من صامت، (ج)، وهو الذي لم يبتعد عن قيم الصوامت الشديدة إلا بفارق (0.08) ديسبل، مع الإشارة أن النطق المنعزل لهذا الأخير كان صعبا؛ من حيث تبدل النطق من باحث إلى آخر. فمنهم من كان يصاحبه بصامت الدال؛ فيميل إلى نطق [آدْجْ] ومنهم من كان يصاحبه بصامت الزاي، مما كان يؤثر سلبا على الصفة الأكوستيكة المطلقة للصامت.

كما أنه ضم صامت الشين، والعلة في ذلك، أن هذا الصامت عند نطقه منعزلا أو مسكنا، يدغمه الناطق لا شعوريا. ويرجع ذلك إلى أن تسريب كمية الهواء أثناء النطق تتم بعسر. فيصحب الصوت ضجيجا إضافيا، يُكسب الصامت شدة وترددا يزيد من حدته.كما أن المجموعة ضمت إليها صامتين، صنفا عند اللغويين بالصوامت المتوسطة وهما صامت الواو،وصامت الراء، جاء الأول في متوسط الترتيب، والثاني في أخر المراتب بأقل قيمة للشدة.

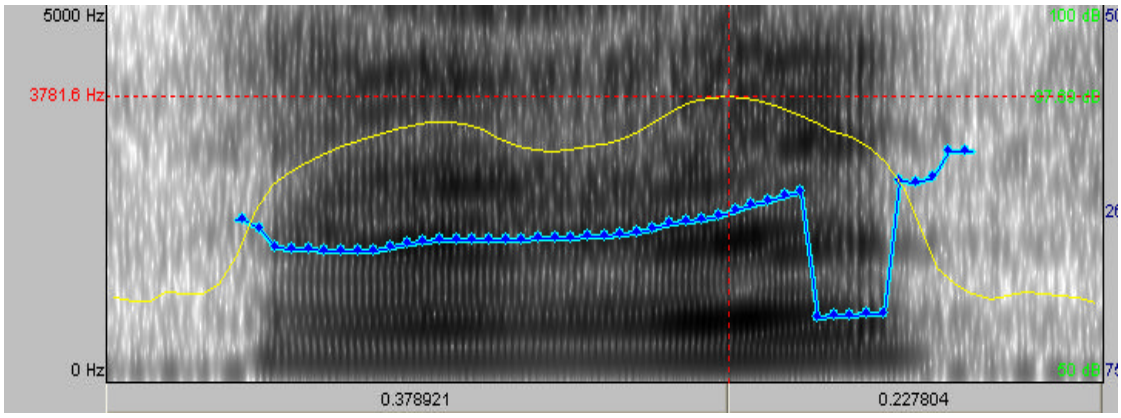
أما القسم الثاني، الذي يخص الصوامت الرخوة، فقيمه تتراوح ما بين (83.25) ديسبل عند الصامت (ص)، و (80.08) ديسبل عند الصامت (خ)، التي ضمت كل الصوامت الرخوة المعتمدة عند اللغويين. إضافة إلى باقي الصوامت المتوسطة (ل، ع، م ي ، ن)، مع نفور صامت (ش) منها، وضمها لصامت (ج).

وإذا استثنينا الخاصية الأكوستيكية لصامت (ش)، و (ج) المكتسبة أثناء النطق بهما منعزلين، فإنه حدث توافق كبير بين النتائج المخبرية المحصل عليها، والفرضية التي انطلقنا منها. كما أن النتائج استطاعت أن تحدد درجة التوسط عند الصوامت (بين بين) المتوسطة، فقد بينت القيم العددية أن صامت الياء مثلا، وإن كان متوسطا فهو يعلو شدة من صامت العين. هذه جل الملاحظات التي خصت قياس الشدة في الصوامت العربية، لننتقل بعدها إلى قياسات خاصية التردد؛ حيث جاءت كالآتي.

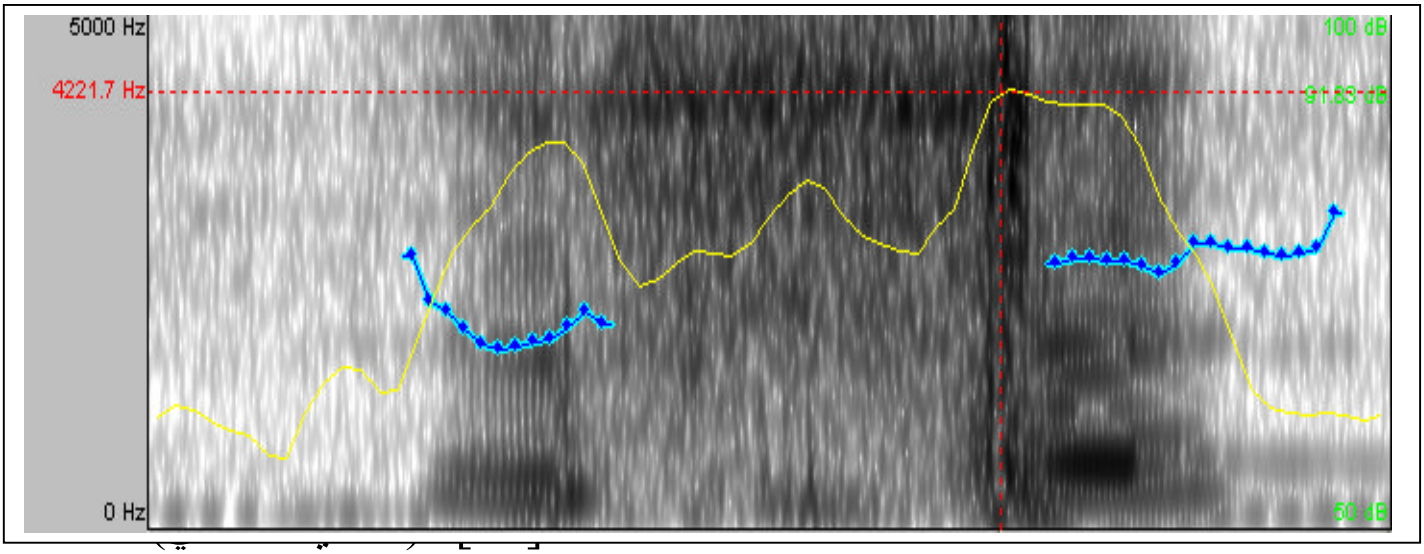
القياسات الحاسوبية لكمية التردد.



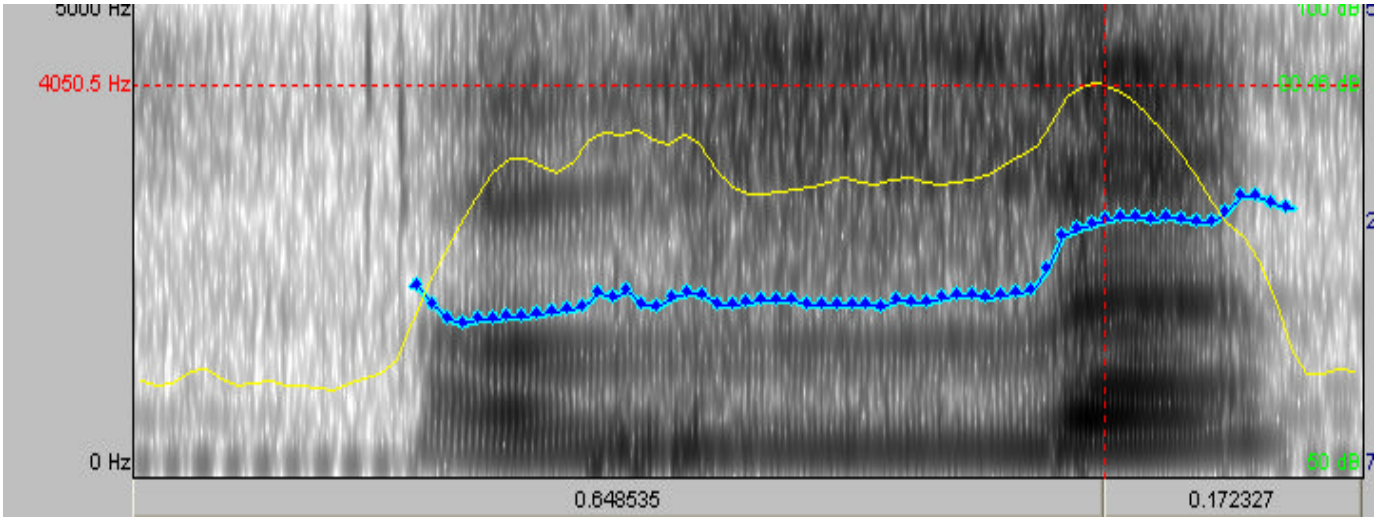
[يمثل المنحنى البياني الملون بالاصفر في الشكل 33،مسار الموجة الصوتية للصامت [آص]، (صوت أسلي) ونقرأ من خلاله قيمة التردد المسجلة من ذروة المنحنى ، لتظهر مباشرة القراءة الرقمية للتردد على يسار الصورة باللون الأحمر المبينة لقيمة تردد الصامت، وكان المعدل الحسابي المسجل بقيمة(3471.1)هرتز.



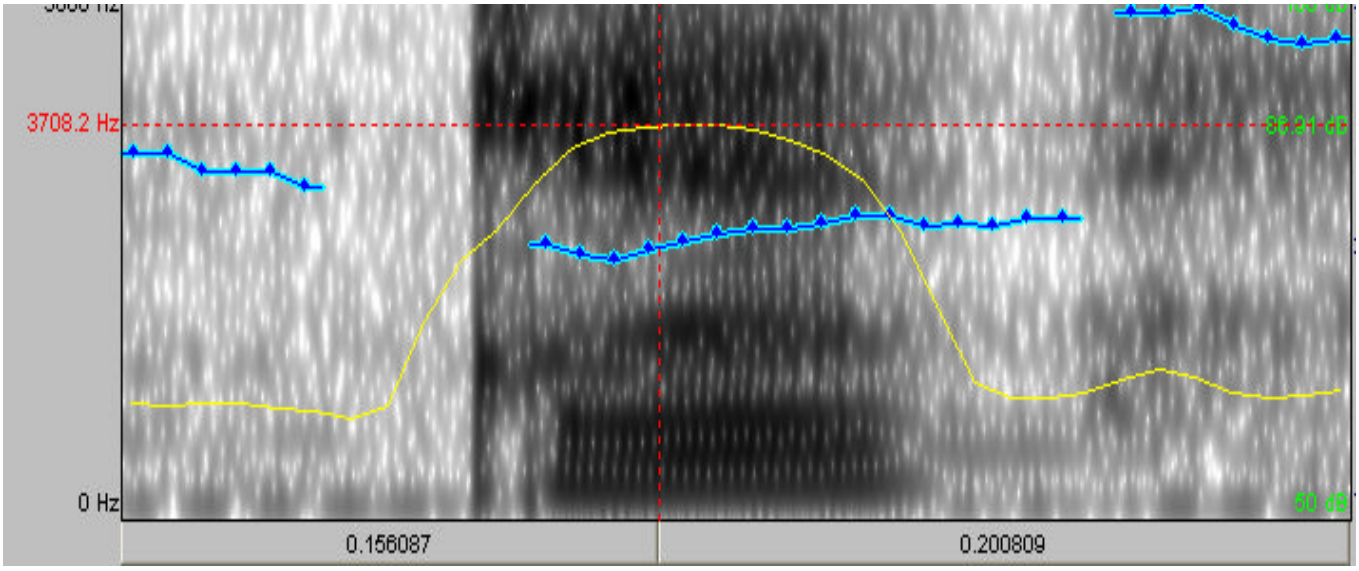
يا لقيمة(3386.8)هرتز، مسجلا من اعلى نقطة في المنحنى الاكستوكي للصامت[آعْ] (حلقي احتكاكي)، ونلاحظ من خلال الشكل أن التذبذب كان منتظما من بداية النطق إلى نهايته، حيث أن المنحنى يأخذ شكلا تصاعديا منذ بداية النطق، ويستمر في خط مستوى، دلالة على استمرارية التصويت المجهور، ليأخذ في النزول عند نهاية الحزمة الصوتية مباشرة.



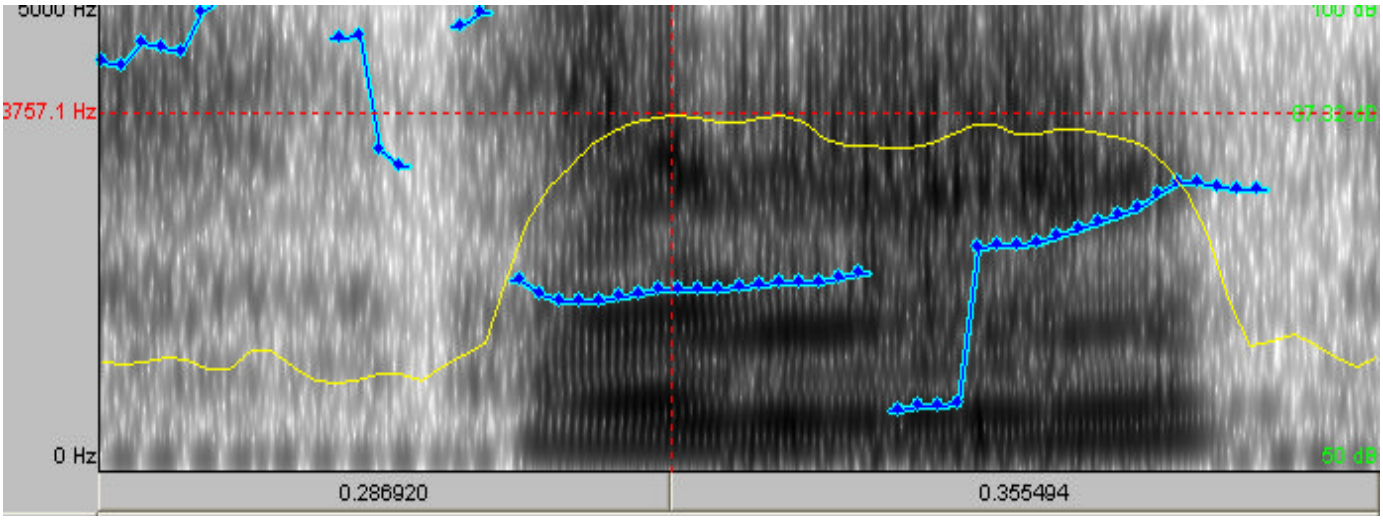
قيمة(3508.8) هرتز، وتُظهر الصورة تكسّرات عديدة في النهايات العليا للمنحنى، وذلك نتيجة الاضطرابات الأكوستيكية المتولدة من طبيعة الصوت الاحتكاكية.كما تظهر الحزمة خُلوًّا من الجهر يبدو واضحا من خلال الشريط الوسطي الأبيض اللون.



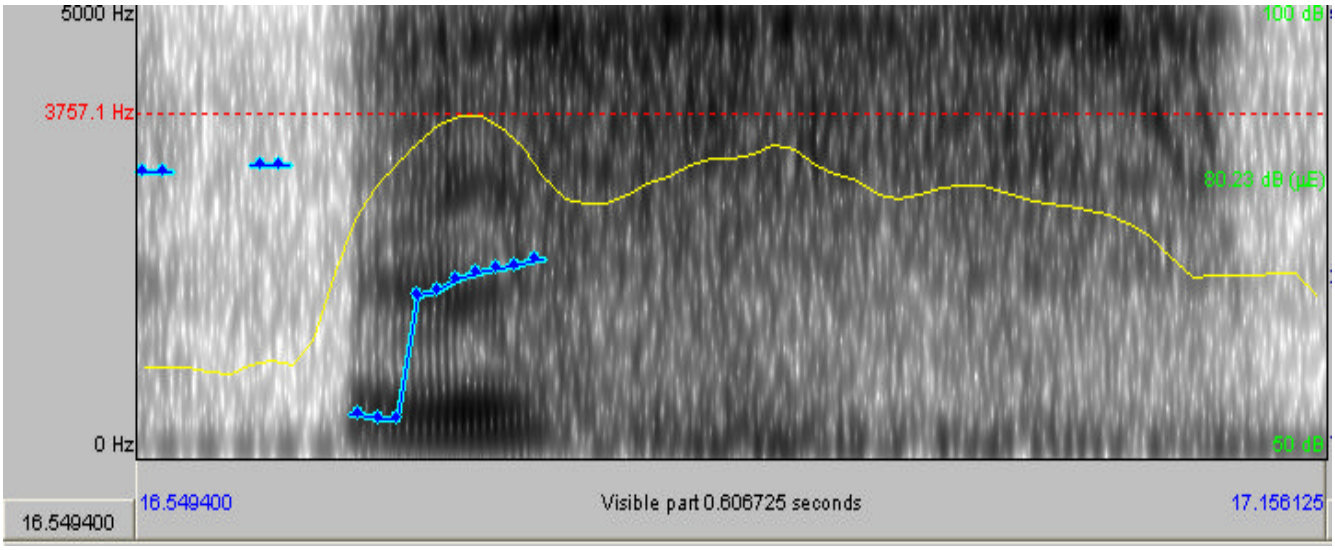
حسابيا قدره (3400.0)هرتز، والملاحظ من شكل الحزمة، أن التصويت كان ضعيفا، يعكسه السواد المسجل في أسفل الشريط الوسطي، دلالة على تذبذب وتري خفيف.



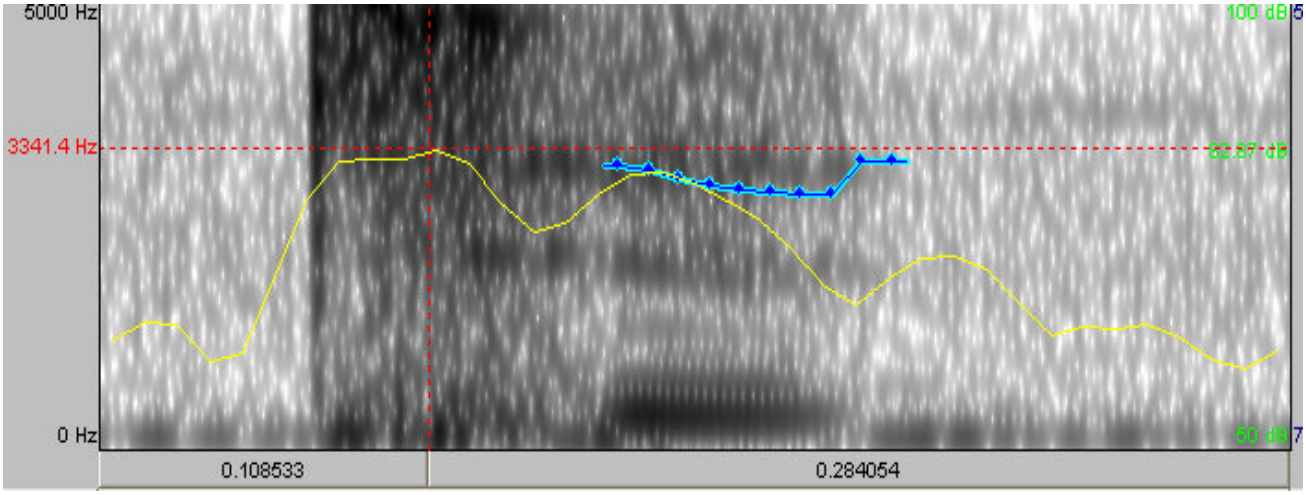
قيمة(3414.8)هرتز، والمنحنى ياخذ مسارا تصاعديا إلى قمة ذات مسار أفقي قصير. ثم يعود إلى الهبوط، كون الصوت وقفيا. مسجلا بذلك ذبذبات وترية قصيرة المدى.



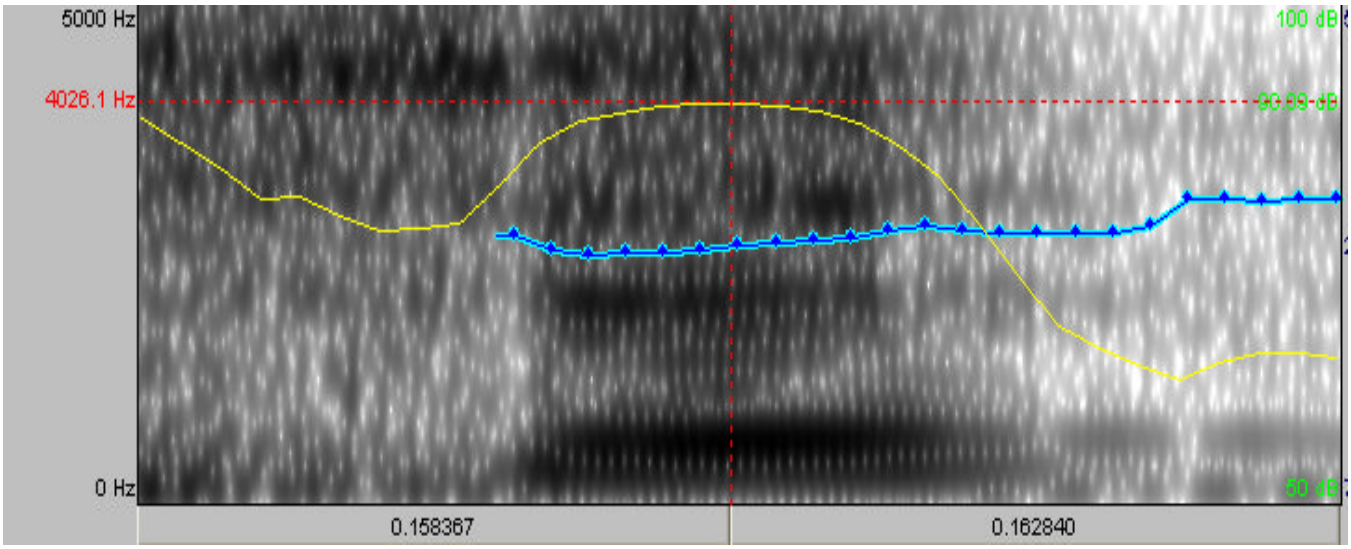
هرتز، والملاحظ من الشكل، ان المسار العلوي من المنحى اخذ مسافه أطول. وأن الحزمة الصوتية تتخللها ثغرات بيضاء عمودية، نتيجة التبدل الصوتي أو التكرار الحاصل.



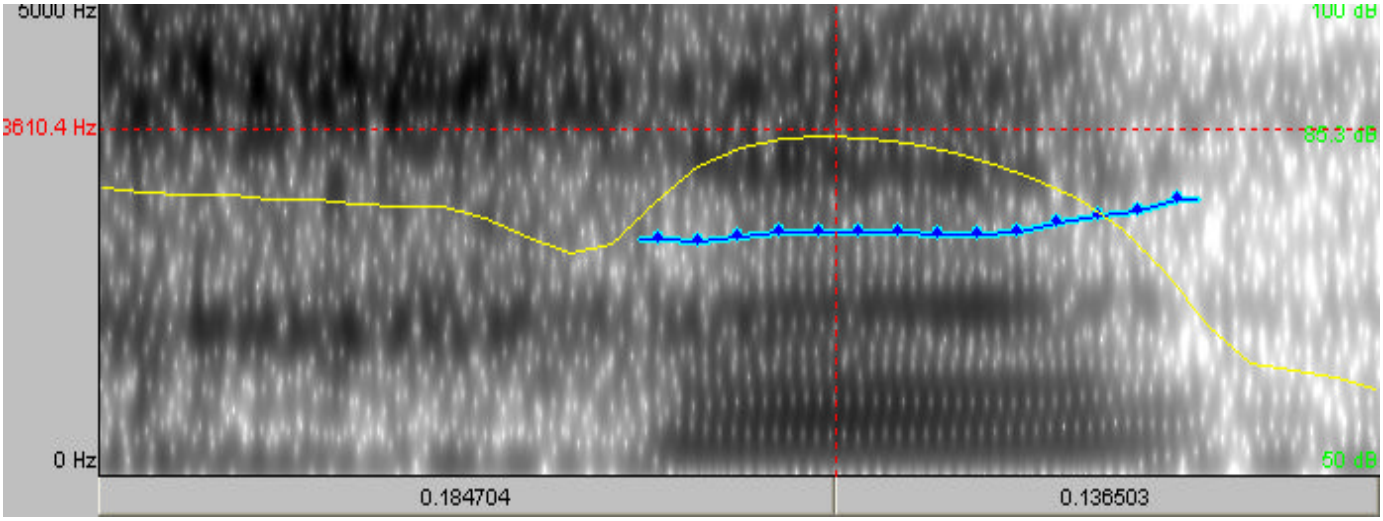
(3410.8) هرتز، والحزمة الصوتية تشغل طولا أكبر؛ يغلب عليها البياض دلالة على درجة أقل في التصويت عدا نقطة البداية. وهي نقط حشد كمية الهواء الصاعد من الرئتين، التي يصحبها بالطبع اهتزاز خفيف للوترين الصوتيين.



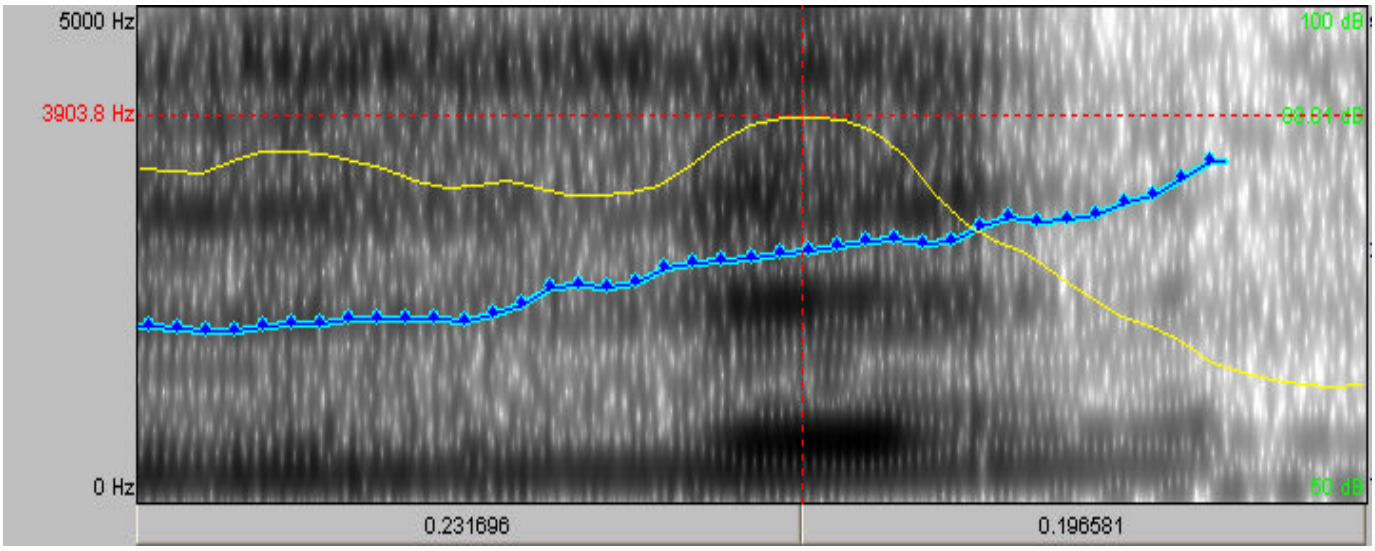
قدرها(3530.0)هرتز، وياخذ المنحنى شكلا تصاعديا، تنازليا، في موجة حادة؛ وتأخذ ذروته إحداثياتها من نقطة واحدة. وذلك من حيث أنه صوت وقفي.



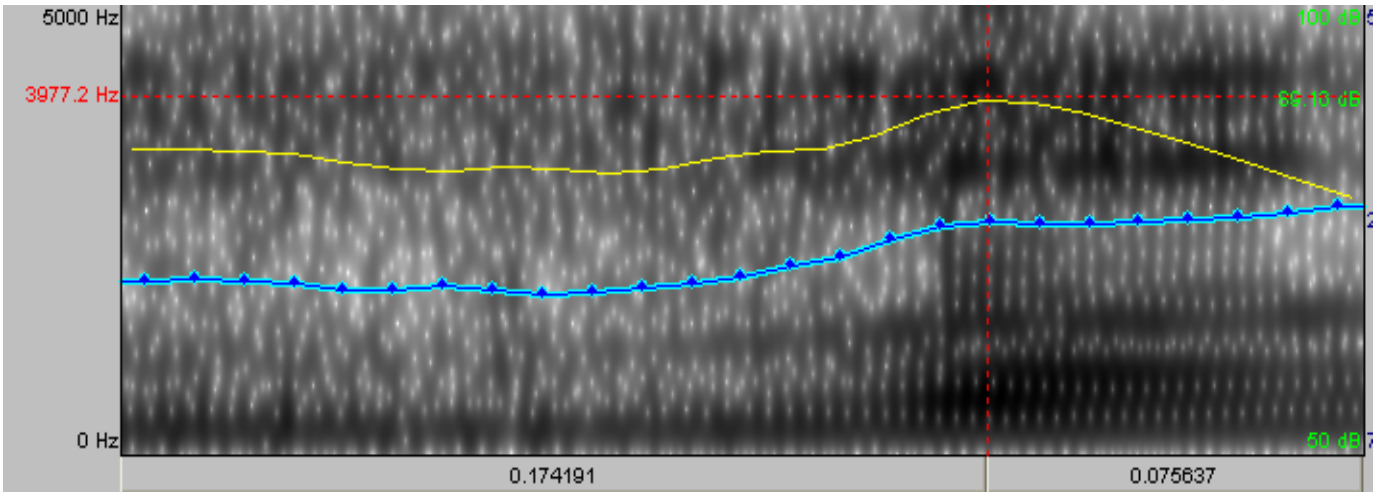
فيه(3530.0)هرتز، المنحنى كان خطيا منتظما نوعا ما في أعلاه، بالنظر إلى طبيعة الصوت الاحتكاكية والتي تشغل حيزا زمنيا أكبر أثناء النطق. أما الحزمة فتؤول إلى البياض دلالة على ضعف في التصويت.



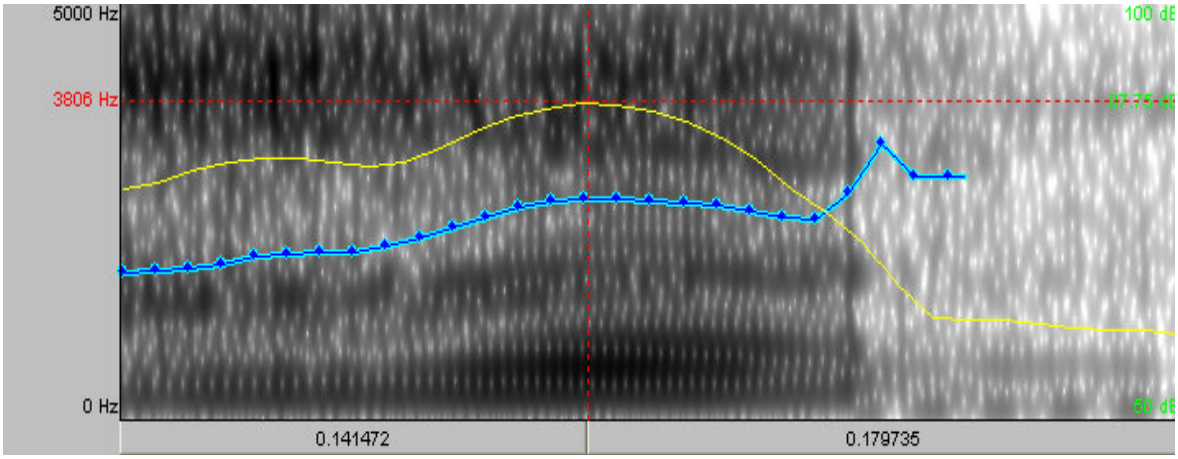
(3060.1)هرتز، والمنحنى يأخذ زاوية أكثر انفراجا في ذروته، وتتخلل الحزمة الصوتية أشرطة سوداء غير سميكة نظرا للطبيعة الاحتكاكية المولدة لنوع من الضجيج المصوت.



(3418.9) هرتز، والحزمة صوتية تميل إلى السواد أكثر. من حيث أن الصامت يكتسب درجة تصويت أعلى. تحدثها الاهتزازات المصاحبة أثناء النطق، والتي مصدرها الحبلان الصوتيان.

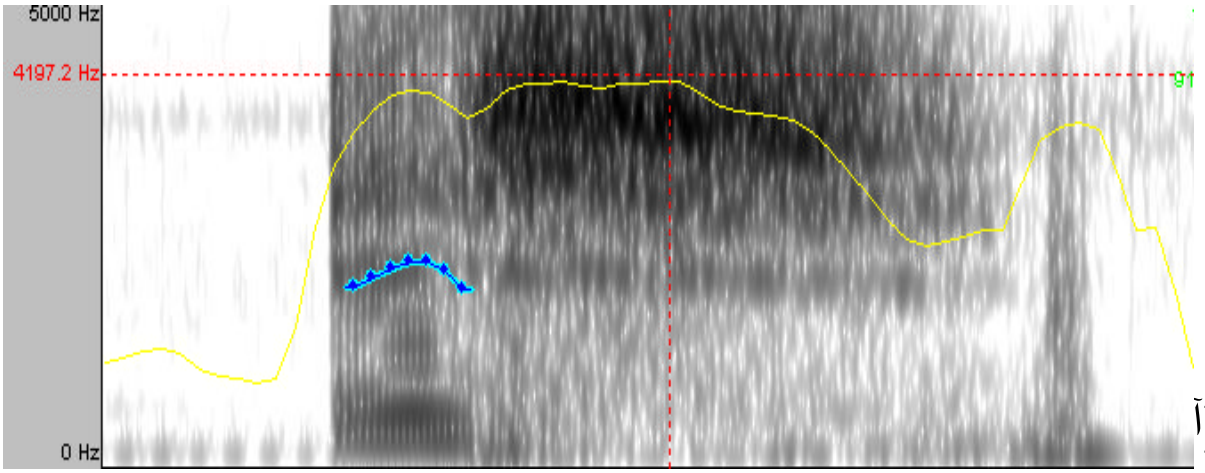


المسجلة في صامت [اذ]، غير أنها تبدو أكثر سماكة، وهذا يعود إلى طبيعة الصوت المفخم.



الشكل 44: الحزمة الصوتية للصامت [آعْ]

سجل صامت[آعْ] (صوت احتكاكي طبقي)، قيمة تردد متوسطة بلغت(3288.3) هرتز. والحزمة الصوتية تبدو أكثر سماكة. وغلبت عليها الأشرطة السوداء الدالة على علو درجة التصويت .



[آ

(3512.3)هرتز، وهي أعلى قيمة للتردد، بينما تعكس صورة الحزمة بياضا واضحا، والتصويت الحاصل في آخر الحزمة هو نتيجة الضجة التي يحدثها الصامت بخاصة عند نطقه معزولا من السياق. ومن بعد هذه التمثيلات، نصل إلى تبيان القيم العددية المتحصل عليها أثناء القياس، وقد جاءت على النحو الآتي:

جدول رقم (36): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة1:*
بصوت الباحث الأول

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد (هرتز)
آءْ	3195.4	3124.5	3080.6	***3133.5***
آبْ	3714.8	3620.4	4020.8	***3785.3***
آجْ	3030.1	3289.8	2852.7	***3057.5***
آدْ	3313.4	3266.2	2710.2	***3096.6***
آهْـ	3053.7	3267.8	3080.6	***3134.0***
آوْ	3006.5	3006.5	2795.7	***2936.2***
آزْ	3195.4	2014.8	2681.6	***2630.6***
آحْ	2581.5	2298.2	2254.3	***2378.0***
آطْ	2982.9	3030.1	2510.8	***2841.2***
آيْ	2392.6	2794.0	2054.9	***2413.8***
آكْ	2675.0	3431.5	3508.0	***3204.8***
آلْ	2605.1	2392.6	2083.4	***2360.3***
آمْ	3124.5	2273.0	2194.5	***2530.6***
آنْ	2959.3	2534.3	2566.2	***2686.6***
آصْ	2961.3	1637.1	1542.0	***2046.8***
آعْ	2723.2	2914.3	1570.5	***2402.6***
آفْ	2557.9	2020.7	1485.0	***2021.2***
آضْ	2180.1	2163.2	2001.0	***2114.7***
آقْ	2652.3	2508.1	2453.8	***2538.0***
آرْ	2935.7	3022.6	2425.3	***2794.5***
آسْ	2203.7	1689.9	1428.1	***1773.9***
آتْ	2817.6	3575.5	3194.6	***3195.9***
آثْ	2652.3	1318.5	1713.0	***1894.6***
آخْ	2227.3	2518.4	2544.5	***2430.0***
آذْ	2723.2	1689.9	2346.7	***2253.2***
آظْ	2699.5	2347.0	1725.0	***2257.1***
آعْ	2881.5	3257.0	3246.7	***3128.4***
آشْ	3195.4	3204.0	3327.7	***3242.3***

جدول رقم (37): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة2:*
بصوت الباحث الثاني

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	4268.3	4151.0	4280.7	***4233.3***
آبْ	4155.3	4264.8	4025.7	***4148.6***
آجْ	4014.0	3952.2	3799.0	***3921.7***
آدْ	4098.8	4264.8	3855.7	***4073.1***
آهْ	4127.0	3923.8	3855.7	***3968.8***
آوْ	4226.0	4094.3	4025.7	***4115.3***
آزْ	3900.8	4009.0	4100.6	***4003.4***
آحْ	4014.0	3838.6	3940.7	***3931.1***
آطْ	3957.5	4122.7	4012.3	***4030.8***
آيْ	4001.5	3867.0	4001.3	***3956.6***
آكْ	3872.7	3952.2	4002.6	***3942.5***
آلْ	4070.5	3854.2	4002.5	***3975.7***
آمْ	4075.6	3952.8	4054.0	***4027.4***
آنْ	3929.2	3838.6	3799.0	***3855.6***
آصْ	3947.1	4009.1	3912.3	***3956.1***
آعْ	3987.9	3868.1	3974.0	***3943.3***
آفْ	3287.9	3352.2	3201.0	***3280.3***
آضْ	3844.4	3753.2	3873.9	***3823.8***
آقْ	3929.2	3923.8	3875.5	***3909.5***
آرْ	3618.3	3934.4	3855.7	***3802.8***
آسْ	3843.1	3867.0	3855.7	***3855.2***
آتْ	3957.5	3867.0	3940.6	***3921.7***
آثْ	3557.5	3465.9	3425.6	***3483.0***
آخْ	3561.8	3895.4	3997.4	***3818.2***
آذْ	3985.7	3895.4	3987.2	***3956.1***
آظْ	3957.5	3895.4	3969.0	***3940.6***
آعّ	3900.9	3895.4	3970.1	***3922.1***
آشْ	3900.0	3895.4	3827.3	***3874.2***

جدول رقم(38): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة3:*
بصوت الباحث الثالث

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	3554.2	3504.0	2863.0	***3307.0***
آبْ	3581.0	3567.1	3185.0	***3444.3***
آجْ	3358.1	3006.1	1708.0	***2690.7***
آدْ	3635.0	3598.5	2298.0	***3177.1***
آهْـ	2933.0	3001.8	1997.0	***2643.9***
آوْ	3636.0	3597.7	3015.0	***3416.2***
آزْ	3392.0	3401.2	1863.4	***2885.5***
آحْ	3527.8	3412.6	1791.1	***2910.5***
آطْ	3257.0	3156.7	2291.9	***2901.8***
آيْ	2933.0	3108.5	2854.0	***2965.1***
آكْ	3311.0	3324.2	2157.8	***2931.0***
آلْ	3338.0	3367.2	2399.1	***3034.7***
آمْ	2933.0	3006.8	2479.5	***2806.4***
آنْ	2446.9	2501.9	1880.2	***2276.3***
آصْ	3346.5	3421.0	2104.3	***2957.2***
آعْ	3384.1	3493.1	2425.6	***3100.9***
آفْ	3095.1	3177.0	1970.3	***2747.4***
آضْ	3311.0	3287.2	2023.9	***2874.0***
آقْ	3014.1	3206.0	2346.5	***2855.5***
آرْ	3176.2	3200.6	2184.5	***2853.7***
آسْ	3581.3	3566.0	2508.0	***3218.4***
آتْ	3230.0	3305.6	2747.4	***3094.3***
آثْ	3419.2	3423.0	2285.1	***3042.4***
آخْ	2554.4	2497.5	1648.8	***2233.5***
آذْ	3446.0	3503.2	1508.3	***2819.1***
آظْ	29.6.0	2816.7	2345.5	***2581.1***
آعّ	2933.1	3112.5	2438.9	***2828.1***
آشْ	2960.0	2952.2	2157.9	***2690.0***

جدول رقم(39): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة4:*
بصوت الباحث الرابع

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	3631.7	3514.5	3540.5	***3218.0***
آبْ	3835.0	3862.0	3776.8	***3481.4***
آجْ	3514.8	3407.8	3505.2	***3069.2***
آدْ	3915.8	4022.3	3414.0	***3195.6***
آهْ	3596.0	2980.0	3017.5	***2694.7***
آوْ	3033.7	2953.0	3008.2	***2777.4***
آزْ	3407.0	3435.0	3536.5	***3459.5***
آحْ	3274.0	2873.0	2910.5	***2768.3***
آطْ	3701.8	3996.0	3908.8	***3348.1***
آيْ	3354.0	3588.0	3675.1	***3042.1***
آكْ	3942.2	4102.0	4006.2	***4016.8***
آلْ	3087.2	3167.0	3201.5	***3151.9***
آمْ	3194.0	3167.0	3188.0	***3183.0***
آنْ	3327.0	3354.0	3428.5	***3369.8***
آصْ	3835.0	3756.0	3766.2	***3785.7***
آعْ	3707.0	3707.0	3612.9	***3675.6***
آفْ	3354.0	3220.0	3310.1	***3294.7***
آضْ	3558.0	3766.0	1815.3	***3046.4***
آقْ	3755.0	3274.0	3321.9	***3450.3***
آرْ	3150.0	3033.0	3088.5	***3090.5***
آسْ	3032.7	3301.5	3209.2	***3181.1***
آتْ	4022.0	3808.0	3907.5	***3912.5***
آثْ	3262.3	3102.8	3188.4	***3184.5***
آخْ	2819.9	2830.0	2915.5	***2855.1***
آذْ	3274.0	3407.0	3431.0	***3370.6***
آظْ	2766.0	2766.6	2810.5	***2781.0***
آعْ	2900.0	2953.5	2967.6	***2940.3***
آشْ	2873.3	3274.8	3016.3	***3054.8***

جدول رقم(40): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة5:*

بصوت الباحث الخامس

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	ش كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	4062.0	4007.8	4179.2	***4083.0***
آبْ	4252.0	4189.2	3534.2	***3991.8***
آجْ	3601.4	3567.5	3588.1	***3585.6***
آدْ	3954.3	3902.0	3803.1	***3886.4***
آهْـ	3418.0	3318.2	2466.6	***3067.6***
آوْ	3954.3	3922.1	3858.8	***3911.7***
آزْ	3872.9	3961.0	3895.0	***3909.6***
آحْ	3384.2	3446.2	3749.4	***3526.6***
آطْ	3628.5	3771.8	3910.6	***3770.3***
آيْ	3791.0	3802.7	3803.1	***3798.9***
آكْ	2788.9	3281.3	3064.9	***3045.0***
آلْ	3357.0	3895.3	3856.8	***3703.0***
آمْ	3900.0	3948.1	3749.8	***3865.9***
آنْ	3927.2	4015.6	3878.5	***3940.4***
آصْ	3347.6	3509.4	3194.1	***3350.3***
آعْ	3862.0	3912.0	3764.3	***3846.1***
آفْ	3618.3	3820.3	3981.5	***3806.7***
آضْ	3455.0	3657.0	3791.4	***3634.4***
آقْ	3645.5	3771.0	3682.8	***3699.7***
آرْ	3728.7	3800.0	3519.9	***3682.8***
آسْ	3537.0	3680.0	3700.0	***3639.0***
آتْ	3672.1	3697.8	3764.3	***3711.4***
آثْ	3645.0	3811.2	3827.3	***3761.1***
آخْ	2899.0	2228.0	2814.0	***2647.0***
آدْ	3835.0	3821.0	3780.8	***3812.2***
آظْ	3618.3	3765.0	3889.0	***3757.4***
آعْ	3537.0	3679.0	3948.0	***3721.3***
آشْ	3618.0	3829.2	3997.7	***3814.9***

جدول رقم(41): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة6:*

بصوت الباحث السادس

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	4117.2	4120.0	4105.2	***4114.1***
آبْ	4062.0	4172.0	4268.2	***4167.4***
آجْ	3601.4	3607.5	3548.2	***3585.7***
آدْ	4252.0	4231.1	4241.1	***4241.4***
آهْـ	3464.0	3418.0	3459.9	***3447.3***
آوْ	4144.4	4058.0	3997.4	***4066.6***
آزْ	3900.0	3927.0	3943.3	***3923.4***
آحْ	3411.3	3428.0	3401.7	***3413.6***
آطْ	4008.6	4012.1	3970.4	***3997.0***
آيْ	3954.0	3917.2	3916.2	***3929.1***
آكْ	4090.1	4016.0	3997.4	***4034.5***
آلْ	3727.0	3873.0	3753.7	***3784.5***
آمْ	3737.1	3700.5	3780.3	***3739.3***
آنْ	3438.5	3713.3	3557.1	***3569.6***
آصْ	3444.4	3551.0	3494.5	***3496.6***
آعْ	3927.0	3888.2	3759.8	***3858.3***
آفْ	3308.0	3227.1	3290.2	***3275.1***
آضْ	3928.0	4016.2	4163.8	***4045.9***
آقْ	3818.6	3841.0	3840.6	***3833.4***
آرْ	3981.5	4006.2	4063.0	***4016.9***
آسْ	3927.2	4012.3	4056.1	***3998.5***
آتْ	4252.9	4209.1	4092.0	***4184.6***
آثْ	3398.6	3411.5	3590.1	***3466.7***
آخْ	4160.9	4041.2	4056.1	***4086.0***
آذْ	3981.5	4139.1	4217.7	***4112.7***
آظْ	3927.2	4001.3	4083.0	***4003.8***
آغْ	3682.2	3917.5	4056.2	***3885.3***
آشْ	3904.3	3881.0	3568.8	***3784.7***

جدول رقم(42): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة7:*
بصوت الباحث السابع

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	4065.9	4025.7	4079.6	***4057.0***
آبْ	3952.0	3996.0	3893.9	***3947.3***
آجْ	3781.5	3742.3	3688.2	***3737.3***
آدْ	3923.8	3827.3	3800.0	***3850.3***
آهْ	3493.2	3265.7	3339.8	***3366.2***
آوْ	4065.9	3940.5	3883.9	***3963.4***
آزْ	3839.7	3887.3	3848.4	***3858.4***
آحْ	3791.7	3844.4	3832.3	***3822.8***
آطْ	4094.3	3816.2	3883.9	***3931.4***
آيْ	3810.2	3551.4	3632.3	***3664.6***
آكْ	3838.6	3720.5	3688.2	***3749.1***
آلْ	3867.0	3577.0	3744.1	***3729.3***
آمْ	3923.8	3822.0	3855.9	***3867.2***
آنْ	3781.7	3709.7	3772.1	***3754.5***
آصْ	3138.6	3253.5	3252.7	***3214.9***
آعْ	3810.2	3625.2	3576.4	***3670.6***
آفْ	3980.6	3822.1	3688.2	***3830.3***
آضْ	3753.3	3878.0	3604.3	***3745.2***
آقْ	3867.0	3850.2	3823.0	***3846.7***
آرْ	3781.7	3653.5	3660.2	***3698.4***
آسْ	3099.8	3765.9	3402.6	***3422.7***
آتْ	3895.4	3765.9	3240.9	***3634.0***
آثْ	3381.7	3406.4	3455.9	***3414.6***
آخْ	2986.2	3794.0	3436.6	***3405.6***
آذْ	3729.9	3873.3	3716.2	***3773.1***
آظْ	3781.7	3934.5	3828.0	***3848.0***
آغْ	3895.4	3822.0	3820.5	***3845.9***
آشْ	3668.0	3147.0	3408.6	***3407.8***

جدول رقم(43) :*قياس كمية تردد الصوامت في التجربة8:*

بصوت الباحث الثامن

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	4235.0	4088.0	4205.9	***4176.3***
آبْ	4346.7	4278.8	4251.1	***4292.2***
آجْ	4179.4	4063.8	3917.2	***4053.4***
آدْ	4318.8	4215.5	4250.9	***4261.7***
آهْـ	4180.0	4179.0	4084.0	***4147.6***
آوْ	4151.5	4200.5	4056.2	***4136.0***
آزْ	3958.3	4012.7	3861.6	***3944.2***
آحْ	3789.1	3812.5	3833.8	***3811.8***
آطْ	4123.6	4211.5	3861.6	***4065.5***
آيْ	3873.7	3940.5	3806.0	***3873.4***
آكْ	3928.5	4002.5	3722.6	***3884.5***
آلْ	3948.2	3996.0	3887.4	***3943.8***
آمْ	3787.1	3812.0	3833.8	***3810.9***
آنْ	3761.2	3781.5	3889.4	***3810.7***
آصْ	3256.3	3360.5	3306.0	***3307.6***
آعْ	4076.1	3998.5	3889.4	***3988.0***
آفْ	3200.6	3287.2	3302.3	***3263.3***
آضْ	4151.5	4091.2	4111.8	***4118.1***
آقْ	3956.3	3978.2	3972.8	***3969.1***
آرْ	3816.9	3829.1	3945.0	***3863.6***
آسْ	3495.7	3288.5	3339.6	***3374.6***
آتْ	3878.7	3901.1	4112.0	***3963.9***
آثْ	3207.3	3208.8	3284.0	***3233.3***
آخْ	3789.1	3807.2	3917.2	***3837.8***
آذْ	4095.7	3787.8	4139.6	***4007.7***
آظْ	4123.6	4112.5	4167.4	***4134.5***
آعْ	3906.0	3877.1	4056.2	***3946.4***
آشْ	4012.1	4008.1	4195.3	***4071.8***

جدول رقم (44): *قياس كمية تردد الصوامت في التجربة9:*

يصوت الباحث التاسع

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	2552.0	2502.0	2195.5	***2416.5***
آبْ	3405.1	3448.0	3475.4	***3442.8***
آجْ	2767.5	2849.0	2630.6	***2749.0***
آدْ	2899.1	3176.0	2740.4	***2938.5***
آهْـ	2663.0	2908.0	2277.7	***2616.2***
آوْ	3551.1	3421.0	3666.0	***3546.0***
آزْ	2688.5	2338.1	2767.7	***2598.1***
آحْ	2226.0	2740.4	1624.0	***2196.8***
آطْ	2441.1	2849.3	2222.8	***2504.4***
آيْ	2752.0	2822.1	2441.0	***2671.7***
آكْ	2670.0	2985.4	2448.0	***2701.1***
آلْ	2442.0	2549.9	2641.0	***2544.3***
آمْ	2408.0	2658.3	2250.5	***2438.9***
آنْ	2106.0	2413.2	1954.9	***2158.0***
آصْ	2802.0	3121.5	2794.9	***2906.1***
آعْ	2766.3	2713.2	2876.6	***2785.3***
آفْ	2298.1	2441.0	2144.6	***2294.5***
آضْ	2861.0	2794.1	2878.3	***2844.4***
آقْ	2665.0	2577.0	2740.4	***2660.8***
آرْ	2786.0	2549.9	2876.0	***2737.3***
آسْ	3225.0	3366.5	3257.6	***3283.0***
آتْ	2441.0	2386.6	2794.5	***2540.7***
آثْ	2468.0	2277.0	3067.1	***2604.0***
آخْ	2226.0	2388.6	1515.5	***2043.3***
آدْ	2387.5	2631.6	2441.0	***2486.7***
آظْ	2277.5	2658.0	1651.6	***2195.7***
آعْ	2647.5	2740.0	2223.3	***2536.9***
آشْ	3367.1	3348.8	3339.7	***3351.8***

جدول رقم (45): قياس كمية تردد الصوامت في التجربة10:
بصوت الباحث العاشر

الصامت	كمية التردد في المحاولة1	كمية التردد في المحاولة2	كمية التردد في المحاولة3	متوسط كمية التردد(هرتز)
آءْ	4072.4	3989.2	3966.5	***4009.3***
آبْ	4432.9	4021.7	4241.5	***4232.0***
آجْ	4100.1	3812.1	3773.5	***3895.2***
آدْ	3850.5	4138.0.	4214.8	***4032.6***
آهْ	3018.5	3434.5	3525.2	***3326.0***
آوْ	4100.1	3900.8	3856.2	***3952.3***
آزْ	3917.4	3940.9	3980.4	***3946.2***
آحْ	3218.7	3132.0	3139.0	***3163.2***
آطْ	3711.9	4006.0	4132.0	***3949.9***
آيْ	3684.2	3587.0	3414.9	***3562.0***
آكْ	3490.0	3486.0	3342.5	***3439.5***
آلْ	3815.9	3688.0	3622.0	***3708.6***
آمْ	3711.9	3508.1	3580.4	***3600.1***
آنْ	3864.2	3438.5	3525.8	***3609.5***
آصْ	3074.0	3163.0	3014.8	***3083.9***
آعْ	3562.3	3736.5	3594.0	***3297.6***
آفْ	3351.4	3142.0	3048.7	***3180.7***
آضْ	3876.3	3726.5	3659.4	***3754.0***
آقْ	3157.3	3532.0	3467.8	***3385.7***
آرْ	3601.0	3616.0	3686.7	***3634.5***
آسْ	3434.6	3618.0	3933.0	***3661.8***
آتْ	3259.9	3130.5	3034.7	***3141.7***
آثْ	3933.7	3738.0	3659.4	***3777.0***
آخْ	3185.0	3218.5	3331.0	***3244.8***
آدْ	3573.3	3588.0	3632.0	***3597.7***
آظْ	3406.0	3508.0	3577.3	***3497.1***
آعْ	3529.5	3508.1	3520.5	***3519.3***
آشْ	4115.0	3904.0	3873.3	***3964.1***

جدول رقم (46):المعدلات النهائية لكمية التردد للصوامت العربية

الصامت	م1	م2	م3	م4	م5	م6	م7	م8	م9	م10	المعدل النهائي
آءْ	3133.5	4233.3	3307.0	3218.0	4083.0	4114.1	4057.0	4176.3	2416.5	**4009.3**	**3674.8(هرتز)**
آبْ	3785.3	4148.6	3444.3	3481.4	3991.8	4167.4	3947.3	4292.2	3442.8	**4232.0**	**"""3939.0**
آجْ	3057.5	3921.7	2690.7	3069.2	3585.6	3585.7	3737.3	4053.4	2749.0	**3895.2**	**"""3434.5**
آدْ	3096.6	4073.1	3177.1	3195.6	3886.4	4241.4	3850.3	4261.7	2938.5	**4032.6**	**"""3675.3**
آهْ	3134.0	3968.8	2643.9	2694.7	3067.6	3447.3	3366.2	4147.6	2616.2	**3326.0**	**"""3241.2**
آوْ	2936.2	4115.3	3416.2	2777.4	3911.7	4066.6	3963.4	4136.0	3546.0	**3952.3**	**"""3682.1**
آزْ	2630.6	4003.4	2885.5	3459.5	3909.6	3923.4	3858.4	3944.2	2598.1	3946.2	**"""3515.8**
آحْ	2378.0	3931.1	2910.5	2768.3	3526.6	3413.6	3822.8	3811.8	2196.8	**3163.2**	**"""3192.2**
آطْ	2841.2	4030.8	2901.8	3348.1	3770.3	3997.0	3931.4	4065.5	2504.4	**3949.9**	**"""3534.0**
آيْ	2413.8	3956.6	2965.1	3042.1	3798.9	3929.1	3664.6	3873.4	2671.7	**3562.0**	**"""3387.7**
آكْ	3204.8	3942.5	2931.0	4016.8	3045.0	4034.5	3749.1	3884.5	2701.1	**3439.5**	**"""3494.8**
آلْ	2360.3	3975.7	3034.7	3151.9	3703.0	3784.5	3729.3	3943.8	2544.3	**3708.6**	**"""3393.6**
آمْ	2530.6	4027.4	2806.4	3183.0	3865.9	3739.3	3867.2	3810.9	2438.9	**3600.1**	**"""3386.9**
آنْ	2686.6	3855.6	2276.3	3369.8	3940.4	3569.6	3754.5	3810.7	2158.0	**3609.5**	**"""3303.1**
آصْ	2046.8	3956.1	2957.2	3785.7	3350.3	3496.6	3214.9	3307.6	2906.1	3083.9	**"""3210.5**
آعْ	2402.6	3943.3	3100.9	3675.6	3846.1	3858.3	3670.6	3988.0	2785.3	3630.9	**"""3490.1**
آفْ	2021.2	3280.3	2747.4	3294.7	3806.7	3275.1	3830.3	3263.3	2294.5	**3180.7**	**"""3099.4**
آضْ	2114.7	3823.8	2874.0	3046.4	3634.4	4045.9	3745.2	4118.1	2844.4	**3754.0**	**"""3400.0**
آقْ	2538.0	3909.5	2855.5	3450.3	3699.7	3833.4	3846.7	3969.1	2660.8	**3385.7**	**"""3414.8**
آرْ	2794.5	3802.8	2853.7	3090.5	3682.8	4016.9	3698.4	3863.6	2737.3	**3634.5**	**"""3417.5**
آسْ	1773.9	3855.2	3218.4	3181.1	3639.0	3998.5	3422.7	3374.6	3283.0	**3661.8**	**"""3340.8**
آتْ	3195.9	3921.7	3094.3	3912.5	3711.4	4184.6	3634.0	3963.9	2540.7	**3141.7**	**"""3530.0**
آثْ	1894.6	3483.0	3042.4	3184.5	3761.1	3466.7	3414.6	3233.3	2604.0	**3777.0**	**"""3186.1**
آخْ	2430.0	3818.2	2233.5	2855.1	2647.0	4086.0	3405.6	3837.8	2043.3	**3244.8**	**"""3060.1**
آذْ	2253.2	3956.1	2819.1	3370.6	3812.2	4112.7	3773.1	4007.7	2486.7	**3597.7**	**"""3418.9**
آظْ	2257.1	3940.6	2581.1	2781.0	3757.4	4003.8	3848.0	4134.5	2195.7	**3497.1**	**"""3299.6**
آغْ	3128.4	3922.1	2828.1	2940.3	3721.3	3885.3	3845.9	3946.4	3351.8	3519.3	**"""3508.8**
آشْ	3242.3	3874.2	2690.0	3054.8	3814.9	3784.7	3407.8	4071.8	3218.5	**3964.1**	**"""3512.3**

تعقيب ختامي على النتائج المحصل عليها

من خلال قراءة سريعة للجدول(44)، الذي خصص لتدوين القيم النهائية للمتوسطات الحسابية لمجموع قياسات التردد، نلاحظ أن القيم المسجلة تماشت طردا مع القيم المسجلة عند حسابنا لكمية الشدة. كما أننا لاحظنا معدلات حسابية متباينة نوعا ما، وفارقا كبيرا لأدنى قياس كمي للتردد (3060.1)هرتز عند الصامت [آخْ]، وأعلى قياس له(3682.1)هرتز عند الصامت [آبْ]، ليصل الفارق بينهما إلى (622) هرتز.

واعتمادا على نفس منهجية التحليل المتبعة في قياس الزمن، والشدة، فإننا أدرجنا جدولا تصنيفيا؛ نرتب فيه الصوامت ترتيبا تصاعديا بحسب معدلات التردد المحصل عليها من خلال التجارب. وذلك من أدنى قيمة مسجلة إلى أقصاها؛ حيث يمكننا الفرز من خلال عملتي التصنيف والمقارنة.

جدول (47): ترتيب الصوامت العربية بحسب علو درجة التردد

الرقم	الصامت	المعدل النهائي		الرقم	الصامت	المعدل النهائي
01	آخْ	***3060.1***		***15***	آرْ	***3417.5***
02	آفْ	***3099.4***		***16***	آدْ	***3418.9***
03	آثْ	***3186.1***		***17***	آجْ	***3434.5***
04	آحْ	***3192.2***		***18***	آعْ	***3490.1***
05	آصْ	***3210.5***		***19***	آكْ	***3494.8***
06	آهْ	***3241.2***		***20***	آغْ	***3508.8***
07	آظْ	***3299.6***		***21***	آشْ	***3512.3***
08	آنْ	***3303.1***		***22***	آزْ	***3515.8***
09	آسْ	***3340.8***		***23***	آتْ	***3530.0***
10	آمْ	***3386.9***		***24***	آطْ	***3534.0***
11	آيْ	***3387.7***		***25***	آءْ	***3674.8***
12	آلْ	***3393.6***		***26***	آدْ	***3675.3***
13	آضْ	***3400.0***		***27***	آوْ	***3682.1***
14	آقْ	***3414.8***		***28***	آبْ	***3939.0***

وبما أن القيم البينية المسجلة لا تتيح فرصة الفصل بين مجموعة وأخرى، من حيث أن الأساس العددي في التنقل بينها، بالكاد يكون متشابها، فإننا لجأنا إلى نفس الطريقة المستعملة في مقارنة نتائج قياسات كمية الشدة، ليظهر أمامنا صامت السين بقيمة تردد تبلغ (3340.8) هرتز كحد فاصل للقسم الأول من الصوامت الأقل درجة في التصويت والتي نجمعها في (خ، ف، ث، ح ، ص، هـ ، ظ، ن، س)، وهي مجموعة لا تبتعد كثيرا عن التصنيف النظري، عدا خلوها من مهموسات ثلاثة وهي التاء، والكاف، والشين. وضمها لصامتي (الظاء، والنون)، من المجهورات، ونرجع هذا الاختلاف إلى سببين رئيسين :

بالنسبة لصامت التاء، والكاف؛ هما صامتان وقفيان، حيث تجمع كمية كبيرة من الهواء قبل حدوثهما، ويتم بعدها الإصدار بطريقة فجائية، ومن المنطقي جدا أن يتم هز الوترين الصوتيين أثناء الدفع القوي، حتى وإن تباعدا في مخرجهما عن موضع الوترين، وهو ما يسبب حتما نوعا من جهارة الصوت .

أما بالنسبة لصامت الشين، فيُرجح أن يكون السبب أكوستيكيا محضا، من حيث أن نطقه بصفة منعزلة يؤدي إلى تضعيف كميته نتيجة عسر في نطقه، وهو ما يؤدي حتما إلى توظيف تلك النسبة القليلة من الجهارة بصفة أكبر، فتكسبه قيمة أعلى من التردد.

وإذا انتقلنا إلى القسم الثاني من التصنيف، وهو الذي خصّ مجموعة المجهورات، فإن نتائج القياسات الكمية المحصل عليها، بينت أن أعلى حد له، يبدأ بصامت الميم بقيمة متوسطة قدرها (3386.9)هرتز، وينتهي عند صامت الباء بقيمة عليا قدرها (3939.0)هرتز لتمثل بذلك أكبر كمية تردد في صوامت اللغة العربية بحسب ما أثبتته التجارب المخبرية.

أما التصنيف الوصفي المبني على عامل تواتر الحبلين الصوتيين، وهو الذي يثبته المنحنى الملون بالأزرق في السبكروعرام spectrogram، فجاء كالآتي:

الرقم	الصوامت غير المحدثة لاهتزاز الوتران	الرقم	الصوامت المحدثة لاهتزاز الوتران

01	ابَ
02	اجَ
03	احَ
04	اكَ
05	اصَ
06	افَ
07	اسَ
08	اتَ
09	اثَ
10	اخَ
11	اشَ

11	اغَ
12	ادَ
13	اهَ
15	اوَ
16	ازَ
17	اطَ
18	ايَ
19	الَ
20	امَ
21	انَ
22	اعَ
23	اضَ
24	اقَ
25	ارَ
26	اطَ
27	اظَ
28	اغَ

إن التصنيف المدرج في الجدول، والمحصل عليه بدلالة عامل اهتزاز الوترين الصوتيين من عدمه، يقترب جدا من التصنيف الذي سنّه اللغويون لصفات الصوامت الأساسية المحددة لعاملي الجهر والهمس، حيث تبين من خلال القراءات المتعددة، أن الصوامت المهموسة تخلو فعلا من اهتزاز الوترين في أثناء نطقها، عدا صامتي الباء، والجيم، في حين لاحظنا أن صامت الهاء المصنف مهموسا، هو صوت محدث لاهتزاز الحبلين الصوتيين، ومكتسب لنفس الخاصية الأكوستيكية للأصوات المجهورة.

نتائج البحث

لقد اترتأينا في خاتمة البحث، أن نتعرض إلى طرح النتائج المتوصل إليها، والتي غلب عليها الطابع العددي والرقمي، وهو ما فرضته علينا طبيعة الموضوع المنجز، المتمثلة في محاولة تحديد الأبعاد والإحداثيات الكمية للصوت اللغوي في التراث العربي.حيث شمل الفصل الأول من الباب الثاني قياسات كمية البعد الزمني لمختلف مكونات الصوت اللغوي، الذي يتركب أساسه من الوحدة القاعدية، المُمثلة في ثنائية الصائت، والصامت.

وبدءا بالجزء الأول من الثنائية، عمدنا إلى قياس زمن الصوائت القصيرة والطويلة، وجاءت قيم القياسات على النحو الآتي:

زمن الفتحة القصيرة: 0.10 ثانية
زمن الضمة القصيرة: 0.07ثانية
زمن الكسرة القصيرة: 0.05 ثانية
زمن الفتحة الطويلة: 0.341 ثانية
زمن الضمة الطويلة: 0.227ثانية
زمن الكسرة الطويلة: 0.188 ثانية

حيث تأتي الفتحة في واجهة التصنيف بأطول مدة زمنية في النطق، متقدمة على الضمة القصيرة والكسرة القصيرة. وبتعبير النسب نقول إن زمن الكسرة هو نصف زمن الفتحة، بينما زمن الضمة هو ثلاثة أرباع الفتحة.

كما أنه، لو استثنيا بعض التفاوتات البسيطة، لاحظنا أن أطوال الحركات الطويلة تحقق ثلاثة أضعاف الحركات القصيرة؛ حيث أن الفتحة الطويلة تساوي ثلاث فتحات قصيرة، والضمة الطويلة تؤول إلى ثلاث ضمّات قصيرة، والكسرة الطويلة تزيد بمقدار ضئيل عن زمن ثلاث كسرات قصيرة.

وتبدو هذه النتائج المخبرية جد منطقية، مقارنة بالطروحات النظرية المبنية على التعليلات الفيزيولوجية التي أسس لها اللغويون، من حيث أن كمية الهواء الموظفة إثر الاتساع والتضييق الحادث في القناة الصوتية، وتحولها إلى تكلف نطقي، يدفع بالناطق إلى التقليص من زمن النطق لا إراديا، وهو عكس الفتح الذي يُشعره بالراحة والارتخاء، فيستحسن التصويت فيه آخذا زمنا أطول للنطق.

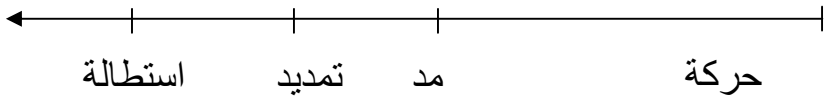
أما النتائج الخاصة بالأبعاد الزمنية لمضاعفات المدود، وهي التي ركزنا فيها على ظاهرة التضعيف والاختلافات الطولية الحاصلة فيها، فجاءت على النحو الآتي:

زمن المد :0.341ثانية

زمن التمديد :0.358ثانية

زمن الاستطالة: 0.371ثانية

وأرى أنها نظرة جديدة،وجهد جديد، ونتائج جديدة. تفضي إلى حقائق مخبرية جديدة، أهمها أن كل المدود تأخذ ثلاثة أضعاف من زمن الحركة القصيرة، ويشغل زمن الاستطالة بعدا أكبر من زمن التمديد والمد، محققا للتراتبية المقننة من اللغويين في معلمهم الزمني المبين:



غير أننا لو تكلمنا بلغة النسب، فإن النتائج المخبرية المتوصل إليها، لا تحقق نظرية الأضعاف، التي قال بها القدامى، من حيث أن المد يمثل ضعفي الحركة القصيرة، والتمدد أربعة أضعاف لها، والاستطالة ست أضعافها.

بيد أن النتائج المحصل عليها في قياس البعد الزمني للمدود، التي طبقت على العينة (4)، بأصوات المقرئين الشيح العجمي، والشيخ الغامدي، والشيخ السديس أدت إلى نتائج جد متباينة، فيما بينهما، وابتعدت كثيرا عن التقعيد اللغوي الخاص بمضاعفات المد، ونرجع ذلك إلى

الأحكام المختلفة في أداء التجويد، والتي تنبني أساسا على تقنين سياقي، وتقعيد في التنغيم.

وقبل إنهاء ملاحظاتنا حول النتائج المحصل عليها في باب زمن الحركات، ووقوفا على الحقائق الفيزيائية التي أثبتتها برامج القياس الحاسوبية، لفت انتباهنا إضافة في غاية الأهمية، وهي أن حركة السكون التي تعارف عليها اللغويون بأنها خلو من الحركة، وتوقف العضو من إصدار الصوت، قد أكدت لنا أدوات القياس أن السكون هو حركة قصيرة مطلقة، تكتسب لكل الأبعاد الفيزيائية للجسم المادي المنطوق كغيرها من الحركات (زمن النطق، كمية شدة، كمية درجة الاهتزاز)، ولها قاعدة نطقية(support) مطابقة تماما للقاعدة النطقية لصامت الهمزة المعزول [ءْ].

أما في تعليقنا عن زمن الصوامت، فإننا نقر بأن طبيعة الصوامت الفيزيائية والأكوستيكية، وتنوعها مخرجا وصفة؛ دفعت إلى تباين في النتائج المحصل عليها في التطبيقات المخبرية. وبفضل التقانية العالية التي صُمّم بها البرنامج الحاسوبي المستعمل، والذي أتاح لنا إمكانية فصل الصامت عن الحركة الملازمة له، وهو أمر أزال عنّا إشكالية التبدل الذي يكتسبه الصامت بحكم العلاقات الجوارية داخل السياق، والظواهر المتولدة عنها كالتفخيم والترقيق .

وههنا نؤكد أن قياسات الزمن كانت قيما مطلقة، يبدأ العد الكرونومتري *chronométrique*الحاسوبي مذ لحظة صدور صوت الصامت، وينتهي عند بداية ملازمتة للصائت، وجاءت النتائج على النحو الآتي:

الترتيب	الصامت	المعدل النهائي		الترتيب	الصامت	المعدل النهائي
01	اطْ	***0.024***		*15*	ازْ	***0.213***
02	ابْ	***0.025***		*16*	اظْ	***0.213***
03	اقْ	***0.033***		*17*	انْ	***0.214***
04	ادْ	***0.038***		*18*	امْ	***0.216***
05	اكْ	***0.047***		*19*	الْ	***0.223***
06	اتْ	***0.062***		*20*	اوْ	***0.224***

07	اءْ	**0.157**		21	اىْ	**0.225**
08	اجْ	**0.160**		22	احْ	**0.233**
09	اهْـ	**0.166**		23	اخْ	**0.271**
10	اعْ	**0.185**		24	افْ	**0.276**
11	ار	**0.205**		25	اثْ	**0.292**
12	اغْ	**0.209**		26	اشْ	**0.302**
13	اضْ	**0.211**		27	اصْ	**0.303**
14	ادْ	**0.213**		28	اسْ	**0.338**

كما تظهر مكونات الجدول، أن الصوامت الوقفية تقدمت الترتيب النهائي، بأسرع الأزمان نطقا يتصدرها صامت الطاء بزمن وقدره (24) جزءاً من الألف من الثانية، وتلتها الصوامت الاحتكاكية متتابعة بحسب درجة احتكاكها، وكمية الهواء الموظفة أثناء نطقها، حيث احتلت الأصوات الصفيرية (ص، س) ذيل الترتيب، بأبطئ زمن للنطق والمقدر بـ338 جزء من الألف من الثانية .

أما في باب الثقل، الذي انطلقنا فيه من مجموعة نظريات عنى بها اللغويون، واعتمادا على أسس المنهج التجريبي المتبع في البحث كان لزاما علينا أن نرتب هذه التنظيرات ونوظفها بحسب ما يقابلها في المفاهيم الفيزيائية الحديثة الخاصة بعلم الصوت، فشكلت لنا بذلك مجموعة من الفرضيات التي عملنا على التحقق من مدى توافقها مع النتائج المحصل عليها بعد التجريب.

وبناءا على تمحص دقيق في ماهية كل الظواهر الفيزيائية التي خلص لها اللغويون للتمييز بين الصفات الأساسية التي تحكمها ظاهرة الصفة الجهر والهمس. فهي تُحدّد وفق كمية التردد أو درجة علو الصوت

التي تحدد بدورها بحسب درجة اهتزاز الوترين الصوتيين، حيث عمدنا إلى قياس درجة التردد عند كل صامت في الوسط الناقل للموجة الصوتية، وإلى ملاحظة الصور الملتقطة من السبيكتروغرام *spectrogram* والتي تعطي تصنيفا ثانويا، من خلال منحنى درجة تواتر الحبلان الصوتيان.

فجاء التصنيف الحسابي على النحو الآتي :

الرقم	الصامت	المعدل النهائي		الرقم	الصامت	المعدل النهائي
01	اخ	***3060.1***		***15***	ار	***3417.5***
02	اف	***3099.4***		***16***	اد	***3418.9***
03	ات	***3186.1***		***17***	اج	***3434.5***
04	اح	***3192.2***		***18***	اع	***3490.1***
05	اص	***3210.5***		***19***	اك	***3494.8***
06	اهـ	***3241.2***		***20***	اع	***3508.8***
07	اظ	***3299.6***		***21***	اش	***3512.3***
08	ان	***3303.1***		***22***	از	***3515.8***
09	اس	***3340.8***		***23***	ات	***3530.0***
10	ام	***3386.9***		***24***	اط	***3534.0***
11	اي	***3387.7***		***25***	اء	***3674.8***
12	ال	***3393.6***		***26***	اذ	***3675.3***
13	اض	***3400.0***		***27***	او	***3682.1***
14	اق	***3414.8***		***28***	اب	***3939.0***

إن النتائج المبينة على الجدول، تضع الصوامت الأقل اهتزازا في صدارة الترتيب، وتُعد بهذا صوامت مهموسة، بدءا بصامت الخاء بأقل درجة اهتزاز وصولا إلى صامت السين. أما الصوامت المتأخرة في نفس السلم التراتبي، فهي الصوامت الأعلى اهتزازا، لتعد بذلك صوامت مجهورة.

والتصنيف التطبيقي هذا،لم يبتعد كثيرا عما جاء به اللغويون، عدا انتقال ثلاث صوامت من صف المهموسات إلى صف المجهورات وهي

(ش، ك، ت)، وانتقال صامتين في الاتجاه المعكوس وهما (الضاء، والنون).

أما الملاحظة الوصفية لمنحنى درجة اهتزاز الحبلان الصوتيان، فقد أدت إلى تصنيف ثانوي يقترب أكثر مما سنّه اللغويون في تعريفهم لظاهرتي الجهر والهمس، حيث بيّنت لنا صور السبيكتروغرام *spectrogram* خلوا من الاهتزاز في كل الصوامت المهموسة التي أقر بها اللغويون، والمجموعة في عبارة (سكت شخص حثفه) باستثناء صامت الهاء، وبإضافة صامتي الباء والجيم.

كما أننا خلصنا إلى أن الصفة الثانوية التي يكتسبها الصامت، من شدة ورخاوة، ما هي إلا بعد كمي للشدة، تخص كل الأصوات في الطبيعية، باعتبارها أجساما مادية متنقلة في وسط يحويها. وتحسب نظريا مربع سعة الصوت؛ أي قوته، والسبكتروغرام *spectrogram*الرقمي المستعمل في التطبيق، وفر لنا إمكانية القراءة المباشرة لكمية الشدة في تزامن آني مع قراءة كمية التردد، حيث أتت النتائج مرتبة تصاعديا كالآتي :

الرقم	الصامت	المعدل النهائي		الرقم	الصامت	المعدل النهائي
01	اب	***88.29***		***15***	اس	***82.94***
02	اد	***87.23***		***16***	اي	***82.79***
03	او	***86.61***		***17***	اغ	***82.42***
04	اء	***86.52***		***18***	اف	***82.33***
05	اش	***84.64***		***19***	اذ	***82.28***
06	اط	***84.48***		***20***	ان	***82.24***
07	ات	***84.34***		***21***	ام	***82.19***

08	اق	***84.02***		***22***	اظ	***82.09***
09	اك	***83.47***		***23***	ال	***82.06***
10	ار	***83.27***		***24***	اع	***82.02***
11	اص	***83.25***		***25***	از	***81.82***
12	اج	***83.19***		***26***	اض	***81.59***
13	اهـ	***83.15***		***27***	اح	***80.72***
14	ات	***83.08***		***28***	اخ	***80.08***

ومن خلال النتائج المدونة في الجدول، نلاحظ أن الصوامت الوقفية قد تقدمت الترتيب، مجموعة في (ب، د، و، ء، ش، ط، ت، ق، ك)، وهي الصوامت الأكبر شدة، لنصفها بذلك شديدة، وجاءت متبوعة بالصوامت الأقل منها شدة، بدءا بصامت الراء، إلى صامت الخاء، وهي الصوامت الرخوة.

ومقارنة بما اعتمدناه نحن فرضية، وهي مجموعة الصوامت الشديدة المصنفة من اللغويين، فإن النتائج التطبيقية اقتربت كثيرا منها، باستثناء نفور صامت الجيم، وانضمام صامت الشين. ورجحنا هذا الاختلاف إلى خاصية الجيم والشين الأكوستيكية عند نطقهما بمعزل عن السياق؛ حيث يقوم الناطق بتضعيف كمية الهواء المستعملة في نطق الشين لا شعوريا، كما أنه يقوم بإضافة أصوات إضافية عند نطقه لصوت الجيم، وهو ما تثبته الاختلافات الحاصلة في نطق هذا الصامت في مناطق عديدة من الوطن العربي، حيث يلجأ بعضهم إلى إضافة صامت الدال له، أو الزاي، أو القاف.

وننتهي إلى الوقوف على حقيقة الجهود التي قدمها أسلافنا، رغم فقدانهم كل التقانيات المساعدة، إلى أن أبحاثهم وتقعيداتهم لا ينقصها إلى تفعيل وتوظيف تطبيقي بما توفره العلوم التكنولوجية اليوم من آليات وإمكانات لإثبات مصداقيتها.

كما أننا نقف على حقيقة أن مصداقية هذه النتائج المخبرية، بخاصة الحاسوبية منها، لا تكمن في معياريتها، بقدر ما تكمن في التأكيد على أن عملية التكرار والاستمرار في التجريب على هذه البرامج، من شأنها أن تفضي لنا حتما بمقاييس أكثر دقة لكل الأبعاد الكمية للصوت اللغوي.

مكتبة البحث

❖القرآن الكريم

ابتسام أحمد حمدان.

1-الأسس الجمالية للإيقاع البلاغي في العصر العباسي، مراجعة وتحقيق أحمد عبد الله فرهوه، دار القلم العربي، سورية ، ط1، 1997

ابراهيم أنيس.

2-الأصوات اللغوية،المكتبة الأنجلو المصرية، القاهرية 1992

3-من أسرار اللغة، ط3، مكتبة الأنجلو مصرية، القاهرة، 1966

أبو الحسين أحمد بن فارس بن زكريا.

4-معجم مقاييس اللغة، تحقيق وضبط عبد السلام محمد هارون، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع،1979.

أبو الفتح عثمان ابن جنـي.

5-الخصائص، تحقيق محمد علي النجار، مطبعة دار الهدى للطباعة والنشر، د.ت، لبنان (د.ت).

6-سر صناعة الإعراب، تحقيق محمد حسن محمد حسن اسماعيل، أحمد رشدي شحاتة، منشورات محمد علي بيضون، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان ط1، 2000.

أبو الفضل جمال الدين محمد بن مكرم بن منظور الإفريقي المصري.

7-لسان العرب، دار صادر، للطباعة والنشر، ط1، بيروت 1997 .

أبو الفضل عبد الرحمن جلال الدين السيوطي.

8-الأشباه والنظائر في النحو، راجعه وقد له الدكتور فايز ترجيني، دار الكتاب العربي، ط1، بيروت لبنان 1404هـ، 1984.

أبو القاسم بن عبد الرحمان الزجاجي.

9-الإيضاح في علل النحو، تحقيق مازن مبارك، دار النفائس، ط3، بيروت، 1979.

أبو بشر عمر بن عثمان بن قنبر سيبويه،

10-الكتاب، تح: عبد السلام هارون، مطبعة عالم الكتب، بيروت، لبنان، 1966.

أبو عباس محمد المبرد.

11-المقتضب، باب مخارج الحروف، تح: محمد عبد الخالق عظيمة ، عالم الكتب، بيروت

أبو عبد الرحمن عاشور خضراوي الحسني.
12-أحكام التجويد برواية ورش عن نافع من طريق الأزرق، سلسلة دراسات قرآنية، (دت ،دط).

أبو علي الحسن.
13- الشفاء،"الطبيعيات"،"الإلهيات" مراجعة وتصدير الدكتور إبراهيم بيومي مذكور، تحقيق سعيد زايد، مركز تحقيق التراث، باختصار.
14-أسباب حدوث الحروف، راجعه وقدم له طه عبد الرءوف سعد، مكتبة الكليات الأزهيرية، القاهرة.

أبو عمرو بن سعيد الداني
15- المحكم في نقط المصاحف، تحقيق عزة حسين، مطبوعات مديرية إحياء التراث القديم ، 1960

أبو نصر محمد بن محمد بن طرخان الفارابي .
16-كتاب الموسيقى الكبير، تحقيق غطاس عبد المالك خشبة، مراجعة وتصدير محمود أحمد الحفني، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، (د ت).

أحمد الشنتناوي، إبراهيم زكي خورشيد، عبد الحميد يونس، محمد فهمي علام.
17- 1دائرة المعارف الإسلامية، دار المعرفة، ، بيروت، لبنان.

ابن يعيش (أبو البقاء بن يعيش)-
18-لمفصل، تحقيق: إميل بديع يعقوب، مط: دار الكتب العلمية، بيروت- لبنان، ط: 01، 1422هـ- 2001هـ.

أحمد مختار عمر.
19-دارسة الصوت اللغوي،الناشر عالم الكتب، القاهرة 1997

ألكسندر غيتمانوفا.
20-علم المنطق، دار التقدم موسكو، (د.ت).

بسام بركة.
21-علم الأصوات العام،أصوات اللغة العربية، مركز الإنماء القومي.(وفي نهاية النص خطأ نحوي).

تمام حسان.
22-مناهج البحث في اللغة،مكتب الطبع والنشر مكتبة الأنجلومصرية، مطبعة الرسالة، 1955.

جميل صليبا.
23-المعجم الفلسفي بالألفاظ العربية والفرنسية والإنجليزية واللاتينية، دار الكتاب اللبناني، بيروت.

حنون مبارك.
24-مدخل للسانيات سوسير، ط1، دار توبقال للنشر ، الدار البيضاء، المغرب، 1987.

خولة طالب الإبراهيمي.
25-مبادئ في اللسانيات، كلية اللسانيات، دار القصبة للنشر،الجزائر، 2000.

رسائل إخوان الصفا وخلان الوفا.
26- دار بيروت للطباعة والنشر، 1957.

رومان ياكبسون
27- 6 محاضرات في الصوت والمعنى، ترجمة حسن ناظم وعلى حاكم صالح، ط1، المركز الثقافي العربي ، بيروت، 1994

سامي عبد الحميد بدري،حسون فريد،
28-فن الإلقاء، مطبعة جامعة بغداد، 1980.

سامي عياد، كريم زكي حسام الدين ، نجيب جريس.
29-معجم اللسانيات الحديثة، انجليزي عربي،مكتبة لبنان، ط 1، 1997

سعد عبد العزيز مصلوح
30-دراسة السمع والكلام، صوتيات اللغة، من الإنتاج، إلى الإدراك، ط1، عالم الكتب، القاهرة، 1420هـ، 2000م
31- في النقد اللساني، دراسات في مسائل الخلاف، ط1،عالم الكتب، القاهرة، 2004

سعيد يقطين.
32-تحليل الخطاب الروائي-الزمن ـ السرد ـ التقدير»، ط1، المركز الثقافي العربي، 1989.

سلمان حسن العانـي.
33-التشكيل الصوتي في اللغة العربية فونولوجيا العربية، تر ياسر الملاح، مراجعة محمد محمود غالي، ط1، النادي الأدبي الثقافي، جدة ، المملكة العربية السعودية.

سمير شريف استيتية.
34-الأصوات اللغوية، رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية، دار وائل للنشر والتوزيع،عمان، ط1، 2003

شعبان عوض محمد العبيدي.
35-التعليل اللغوي في كتاب سيبويه،ط1، منشورات جامعة قاريونس،بنغازي، الجماهرية الليبية، 1999.

عاطف مذكور.

36-علم اللغة بين القديم والحديث، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، 1987

عباس محمود العقاد.

37-أشتات مجتمعات في اللغة والأدب، دار المعارف، مصر ، ط3، 1970.

عبد الجليل عبد القادر.

38-الأصوات اللغوية، دار الصفاء، عمان، الأردن، ط1، 1418هـ، 1998.

39-التنوعات اللغوية، دار الصفاء للنشر والتوزيع، ط1، 1997.

عبد الرحمان أيوب.

40-الكلام إنتاجه وتحليله، ط1، مطبوعات الجامعة، جامعة الكويت، 1984.

عبد الرزاق قسوم.

41-مفهوم الزمان في فلسفة أبي الوليد ابن رشد، المؤسسة الوطنية للكتاب الجزائر، 1986.

عبد العزيز سعيد الصيغ.

42-المصطلح الصوتي في الدراسات العربية، ط1، دار الفكر بدمشق، أيلول سبتمبر 2000 .

عبد الفتاح إبراهيم.
43-مدخل إلى ا لصوتيات، دار الجنوب للنشر تونس، (د.ت).

عبد القادر المهيري، حمادي صمود، عبد السلام المسدي.
44-النظرية اللسانية والشعرية في التراث العربي من خلال النصوص، رسائل إخوان الصفاء، الدار التونسية للنشر.

عبد القادر حديدي.
45-البنية الصوتية للكلمة العربية ، المطابع الموحدة، تونس ، 1986.

عبد القادر عبد الجليل.
46-هندسة المقاطع الصوتية وموسيقى الشعر العربي، دار الصفاء للطباعة والنشر، عمان الأردن.

عبد الله بوخلخال.
47-التعبير الزمني عند النحاة العرب، ديون المطبوعات الجامعية الجزائر.

عبدو الحلو.
48-معجم المصطلحات الفلسفية »فرنسي ـ عربي «، المركز الثقافي للبحوث والإنماء، مكتبة لبنان.، (د ت).

عصام نور الدين.

49-علم الأصوات اللغوية، الفونيتيكا، ط1، دار الفكر اللبناني، بيروت،1992.

كارل ديتر بونتنج.

50-المدخل إلى علم اللغة، ترجمة وتعليق سعيد حسين بيحري، مؤسسة المختار للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، 2003.

كرم زكي حسام الدين.

51-الدلالة الصوتية، مكتبة الأنجلومصرية ، ط1، 1412هـ، 1992م

52-أصول تراثية في علم اللغة ،ط2، مكتبة الأنجلو المصرية، 1985.

كمال خير بك

53-حركة الحداثة في الشعر العربي المعاصر، مطبعة المشرف للطباعة والنشر والتوزيع، ط1، 1982

كمال محمد بشر.

54-دراسات في علم اللغة، القسم الأول، ط2، دار المعارف بمصر.1971.

55-علم اللغة العام، القسم الثاني (الأصوات)، دار المعارف بمصر، 1981.

مبارك حنون.

56-في الصواتة الزمنية، الوقف في اللسانيات الكلاسيكية، ط1، دار الأمان، الرباط، 1424هـ، 2003.

محمد العمري.

57-تحليل الخطاب الشعري، البنية الصوتية في الشعر، الدار العالمية للكتب، للطباعة والنشر والتوزيع. (د. ت).

محمد مبارك.
58-فقه اللغة وخصائص العربية، ، ط4، دار الفكر بيروت، 1970.

محمود السعران.
59-علم اللغة، ط2، دار الفكر العربي، القاهرة، 1417هـ 1997.

محي الدين رمضان.
60-في صوتيات العربية، مكتبة الرسالة الحديثة(دت)،عمان

مصطفى السعدني.
61-المدخل اللغوي في نقد الشعر ، قراءة بنيوية ، منشأة المعارف، الإسكندرية (د.ت).

مصطفى حركات.
62-الصوتيات والفونولوجيا، دار الآفاق، الجزائر العاصمة.

مكي درار.

63-المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، دار الأديب للنشر والتوزيع، السانيا الجزائر، ط1/2004.

64- المجمل في المباحث الصوتية من الآثار العربية، دار الأديب للنشر والتوزيع،
السانيا الجزائر، ط2/2006.

نشأة محمد رضا ظبيان.

65-علم اللغة العربية في الآيات المعجزات، علم أصوات اللسان العربي،دار ابن حزم، ط1، 1977م

المراجع الأجنبية

1-David Pogue , le Mac pour les nuls , IDG Books,imprimerie «la source d'or » Paris ,1993

2- J.Laurand , enseignement secondaire –programme 1947 de physique classe mathématique et science experimentale.

3-M.Eurin et H.Guimiot, physique sciences expérimentales , serie Hachette, P.U.F, France , 1966.

4-Paul Ricoeur : temp et recit .tome 1 Ed du seuil 1983..

5*-physique ,serie Bordasse, classe terminale ,*

المؤلّفات غير المطبوعـة

1-حبيب زحمانـي *فاطمة الزهراء*.
رسم القرآن الكريم، دراسة صوتية، ص، ج-د، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في اللغة، جامعة السانيا، وهران، 2000/1999

2-مكـي *درار*.
رسالة مقدمة لنيل درجة دكتوراه الدولة في اللغة بعنوان الوظائف الصوتية والدلالية للصوائت العربية، ص 55، جامعة وهران السانية 2003/2002.

الدوريات

1-مجلة الآداب واللغات

عبد العليم بوفاتح ، العدد الأول، الفونولوجيا العربية بعض خصائصها ومزاياها، دار الغرب للنشر والتوزيع، ديسمبر 2003.

2- *مجلة الخطاب*

صلاح يوسف عبد القادر، بين الموسيقى والشعر، جامعة مولود معمري، العدد

الأول، تيزي وزو، الجزائر، 1996.

3-مجلة كلية الآداب

خليل إبراهيم الحماش، دراسة مقارنة للنواحي الصوتية في كتاب العين والنظرية الحديثة في علم الصوت العدد 16، مطبعة المعارف بغداد، 1973.

4-مجلة الصوتيات.

مكي درار، حولية أكادمية، صادرة عن مخبر الصوتيات العربية الحديثة، جامعة

سعد دحلب، مقال بعنوان الكميات الصوتية بين الدراسات اللغوية والقراءات

القرآنية، البليدة، العدد الأول السنة 2005.

مواقع الإنترنيت

www.al.iman.com
www.quranway.net
http://fonsg3.let.uva.nl/praat
والروابط الإلكترونية للموقع

- http://www.fon.hum.uva.nl/praat/
- http://www.ling.lu.se/persons/Sidney/praate/

البريد الإلكتروني للسيد بول مصمم برنامج praat
.ءpaul.boersma@uva.nl

فهرس الجداول

رقم	عنوان الجدول	الصفحة
01	جدول ترتيبي لصفات الصوامت العربية.....	58
02	جدول قياسات زمن نطق حركة (الفتحة القصيرة).....	103
03	جدول قياسات زمن نطق حركة (الضمة القصيرة).....	106
04	جدول قياسات زمن نطق حركة (الكسرة القصيرة).....	109
05	جدول قياسات زمن نطق المد من اللفظ (قال).....	113
06	جدول قياسات ألف المد عند ثلاث مقرئين للفظ (قال).....	115
07	جدول قياسات زمن نطق المد من اللفظ بّة).....	116
08	جدول قياسات ألف المد عند ثلاث مقرئين للفظ (شابّة) من (العينة 3).....	118
09	جدول قياسات زمن نطق المد من اللفظ (جاء).....	119
10	جدول قياسات ألف المد عند مقرئين في لفظ كلمة (جاء) من (العينة 3).....	121
11	جدول قياسات زمن نطق الضمة الطويلة	122
12	جدول قياسات زمن نطق الضمة الطويلة	123
13	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث الأول.....	129
14	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث الثاني.....	130
15	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث الثالث.....	131
16	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث الرابع.....	132

17	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث الخامس.....	133
18	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث السادس.....	134
19	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث السابع.....	135
20	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث الثامن.....	136
21	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث التاسع.....	137
22	جدول قياسات زمن نطق الصوامت (العينة 1):صوت الباحث العاشر.....	138
23	جدول قياسات جدول زمن المعدلات النهائية لزمن نطق الصوامت العربية...	139
24	جدول ترتيب الصوامت العربي بحسب المدة الزمنية للنطق.....	140
25	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة1: بصوت الباحث الأول.....	152
26	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة2: بصوت الباحث الثاني.....	153
27	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة3: بصوت الباحث الثالث.....	154
28	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة4: بصوت الباحث الرابع.....	155
29	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة5: بصوت الباحث الخامس....	156
30	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة6: بصوت الباحث السادس....	157
31	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة7: بصوت الباحث السابع.....	158
32	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة8: بصوت الباحث الثامن.....	159
33	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة9: بصوت الباحث التاسع.....	160
34	جدول قياس كمية شدة الصوامت في التجربة10: بصوت الباحث العاشر....	161
35	جدول المعدلات النهائية لكميات شدة الصوامت	162

العربية.....
36 جدول ترتيب الصوامت العربية بحسب علو الشدة..... 163
37 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة1:بصوت الباحث الأول..... 173
38 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة2:بصوت الباحث الثاني..... 174
39 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة3:بصوت الباحث الثالث..... 175
40 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة4:بصوت الباحث الأربع..... 176
41 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة5:بصوت الباحث الخامس.... 177
42 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة6:بصوت الباحث السادس.... 178
43 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة7:بصوت الباحث السابع..... 179
44 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة8:بصوت الباحث الثامن..... 180
45 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة9:بصوت الباحث التاسع..... 181
46 جدول قياس كمية تردد الصوامت في التجربة10:بصوت الباحث العاشر.... 182
47 جدول المعدلات النهائية لكمية التردد للصوامت العربية..... 183
48 جدول ترتيب الصوامت العربية بحسب علو درجة التردد..... 184

فهرس الموضوعات

فهرس الأشكال والرسومات

رقم	عنوان الرسم	الصفحة
01	أجزاء ومضاعفات الصائت، مطابقة للنظام المتري.....	32
02	رسم بياني نوضح من خلاله معنى المد في المحور الأفقي محور الطول.....	39
03	بيان لفوارق البعد من مخرج لآخر.....	46
04	رسم توضيحي لمخارج الحروف مرتبة بحسب دنو المسافة من المتلقي.....	49
05	رسم إيضاحي للزمن الكلي الذي يستغرقه الصامت من بداية تكونه إلى وصوله إلى المتلقي.....	50
06	القراءة المباشرة للموجة الصوتية.....	75
07	نموذج لقراءة من الراسم الطيفي للحرف s و الحرف Sh في اللغة الأجنبية.....	77
08	رسم إيضاحي يبين مقاربة الحركات العربية مع الحركات المعيارية.....	83
09	قراءة آلية من برنامج pratt الحاسوبي لصامت آجْ.....	85
10	صورة الفتحة الحنكحلقية *velopharyngeal*.....	90
11	صورة لسان المزمار *pharyngeal*.....	90
12	صورة المزمار *Glottal*.....	90
13	الحزمة الصوتية للفظ كَتَبَ.....	104
14	الحزمة الصوتية للوحدة الصوتية /كَ/.....	104
15	الحزمة الصوتية للفظ هُبِّي.....	107
16	الحزمة الصوتية للوحدة الصوتية /هُ/ من اللفظ هبي.....	107
17	الحزمة الصوتية للفظ بِصَحْنِك.....	110
18	الحزمة الصوتية للوحدة الصوتية /بِـ/.....	110
19	الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ قال(العينة 2).....	114
20	الحزمة الصوتية للمد [ا] من أصوات العينة(3).....	115

21	الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ شابّة(العينة 2).....	117
22	الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ دابّة(صوت الشيخ السديس).....	118
23	الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ جاء(العينة 2).....	120
24	الحزمة الصوتية للمد [ا] من اللفظ (جاء) من الآية (بصوت الشيخ السديس).....	121
25	الحزمة الصوتية للصامت [آجْ].....	127
26	الحزمة الصوتية للصامت [آدْ].....	127
27	الحزمة الصوتية للصامت [آهـْ].....	128
28	الحزمة الصوتية للصامت [آوْ].....	128
29	الحزمة الصوتية للصامت [آءْ].....	145
30	الحزمة الصوتية للصامت [آبْ].....	145
31	الحزمة الصوتية للصامت [آجْ].....	146
32	الحزمة الصوتية للصامت [آدْ].....	146
33	الحزمة الصوتية للصامت [آهـْ].....	147
34	الحزمة الصوتية للصامت [آوْ].....	147
35	الحزمة الصوتية للصامت [آزْ].....	148
36	الحزمة الصوتية للصامت [آحْ].....	148
37	الحزمة الصوتية للصامت [آطْ].....	149
38	الحزمة الصوتية للصامت [آيْ].....	149
39	الحزمة الصوتية للصامت [آكْ].....	150
40	الحزمة الصوتية للصامت [آلْ].....	150
41	الحزمة الصوتية للصامت [آمْ].....	151
42	الحزمة الصوتية للصامت [آنْ].....	151
43	الحزمة الصوتية للصامت [آصْ	166

44	الحزمة الصوتية للصامت [آعْ]	166
45	الحزمة الصوتية للصامت [آفْ]	167
46	الحزمة الصوتية للصامت [ضْ]	167
47	الحزمة الصوتية للصامت [آقْ]	168
48	الحزمة الصوتية للصامت [آرْ]	168
49	الحزمة الصوتية للصامت [آسْ]	169
50	الحزمة الصوتية للصامت [آتْ]	169
51	الحزمة الصوتية للصامت [آثْ]	170
52	الحزمة الصوتية للصامت [آخْ]	170
53	الحزمة الصوتية للصامت [آذْ]	171
54	الحزمة الصوتية للصامت [آظْ]	171
55	الحزمة الصوتية للصامت [آغْ]	172
56	الحزمة الصوتية للصامت [آشْ]	172

فهرس الموضوعات

فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	أ- و
مدخل	01
مفهوم الكمية	07
مفهوم القياس	13
مفهوم الحاسوب	14
مفهوم التراث	15
الباب الأول: *الجانب النظري*	18
الفصل الأول (في كميات الزمن)	19
تصدير	20
مع الزمن	21
مفهوم الزمن	21
مفهوم الصائت	29
الطبيعة الفيزيولوجية للصوائت	31
القياس الكمّي للصوائت العربية	32
الاختلاس	33
الإشمام	33
الروم	34
المد	35
التمديد	36
الاستطالة	36
زمن الصوائت عند اللغويين القدامى	37

زمن الصوائت عند اللغويين المحدثين..... 39
زمن الصوامت..... 44
مفهوم الصامت..... 44
الطبيعة الفيزيولوجية والفيزيائية للصامت 45
الفصل الثاني:(في كميات الثقل) 59
تصدير..... 60
مفهوم الثقل..... 61
مفهوم الثقل عند اللغويين القدامى..... 62
أبعاد كمية الثقل في الصوت اللغوي..... 69
الشدة..... 69
درجة الصوت..... 71
نوع الصوت..... 72
جهود بعض المحدثين في القياس الآلي لكميات الثقل 76
دراسات عبد الرحمن أيوب 76
قياسات حسن العاني..... 77
قياسات شريف استيتيه..... 79
التصنيف الفيزيائي للصوائت..... 81
التصنيف الفيزيائي للصوامت..... 87

الباب الثاني : 97
الجانب التطبيقي
الفصل الأول : القياسات الحاسوبية لكميات الزمن 98
تصدير 99
التعريف ببرنامج praat الحاسوبي لقياس أبعاد الصوت اللغوي 100
المنهجية المتبعة في الدراسة التطبيقية 101
قياسات زمن نطق الصوامت 103
زمن نطق الفتحة القصيرة 103
زمن نطق الضمة القصيرة 106
زمن نطق الكسرة القصيرة 109
زمن نطق المد 112
زمن نطق المد من اللفظ (قال) 113
قياس زمن نطق ألف المد عند ثلاث مقرئين من اللفظ (قال) 115
زمن نطق المد من اللفظ (شابّة) 116
قياس زمن نطق ألف المد عند ثلاث مقرئين من اللفظ (دابّة) 118
زمن نطق المد من اللفظ (جاء) 119
قياس زمن نطق ألف المد عند ثلاث مقرئين من اللفظ (جاء) 121

زمن نطق الضمة الطويلة 122
زمن نطق الضمة الطويلة 123
التعقيب النهائي على النتائج المحصل عليها 124
قياسات زمن الصوامت 126
التعقيب النهائي على النتائج المحصل عليها 140
الفصل الثاني : القياسات الحاسوبية لكميات الثقل 143
تصدير 144
القياسات الحاسوبية لكمية الشدة 145
رسومات توضيحية لبعض القراءات الحاسوبية 145
جداول القياسات الحاسوبية 152
تعقيب على النتائج المحصل عليها 163
القياسات الحاسوبية لكمية التردد 166
رسومات توضيحية لبعض القراءات الحاسوبية 166
جداول القياسات الحاسوبية 173
تعقيب على النتائج المحصل عليها 184
نتائج البحث 186
مكتبة البحث 198
فهرس الجداول 210
فهرس الأشكال والرسومات 213
فهرس الموضوعات 217

فهرس الموضوعات

فهرس الموضوعات