وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر 2 كلية الآداب واللغات

قسم اللغة العربية وآدابها

الوصل في اللغة العربية
دراسة لدينامية النطق بالحركات الثلاث
في سياق حروف الحلق وحروف التفخيم عن طريق
التصوير الإشعاعي السنيمائي والتحليل الطيفي

رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه العلوم

في اللغة العربية وآدابها، تخصص: الصوتيات التجريبية

إعداد الطالبة تسعديت جبالي حاوش

السنة الجامعية 2014-2015

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر 2 كلية الآداب واللغات

قسم اللغة العربية وآدابها

الوصل في اللغة العربية
دراسة لدينامية النطق بالحركات الثلاث
في سياق حروف الحلق وحروف التفخيم عن طريق
التصوير الإشعاعي السنيمائي والتحليل الطيفي

رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه العلوم

في اللغة العربية وآدابها، تخصص: الصوتيات التجريبية

إعداد الطالبة تسعديت جبالي حاوش

السنة الجامعية 2014-2015

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر 2 كلية الآداب واللغات

قسم اللغة العربية وآدابها

الوصل في اللغة العربية
دراسة لدينامية النطق بالحركات الثلاث
في سياق حروف الحلق وحروف التفخيم عن طريق
التصوير الإشعاعي السنيمائي والتحليل الطيفي

رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه العلوم
في اللغة العربية وآدابها، تخصص: الصوتيات التجريبية

إعداد الطالبة:
تسعديت جبالي حاوش

إشراف الأستاذ الدكتور:
الطاهر ميلة
وفاكسيلير بياتريس

أعضاء اللجنة المناقشة

الأستاذ مصطفى حركات، جامعة الجزائر 2	رئيسا
الأستاذ الطاهر ميلة، جامعة الجزائر 2	مقررا
الأستاذة مهانيا غرتي، المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات	عضوا مناقشا
الأستاذة نورة تقزيري، جامعة ملود معمري،تيزي وزو	عضوا مناقشا
الأستاذ محمد بوعياد، جامعة الجزائر 2	عضوا مناقشا
الأستاذ أحمد حساني، جامعة الجزائر 2	عضوا مناقشا

السنة الجامعية 2014-2015

الإهداء

إلى روح أبي الذي قدَّم النفس والنفيس لتعيش الجزائر حرَّة كريمة،

و إلى أرواح كل الشهداء دون استثناء.

و إلى روح جدّي الهاشمي سي محمد،

و روح جدتي فاطمة عبد المالك،

أسكنهما الله في جنَّاته و تغمدهما برحمته الواسعة.

إلى أمي الحنون أطال الله في عمرها،

إلى أختي ،

إلى زوجي،

إلى سيد علي ونادية وأمال،حفظهم الله جميعا.

الشكر

أتقدم بفائق الشكر وبالغ التقدير إلى أستاذي المحترم الدكتور الطاهر ميلة، وإلى الأستاذة الفاضلة بياتريس فاكسيلير. كما أوجه تشكري الخالص إلى من حرِص على إخراج هذا العمل بهذا الشكل ولمساعدته في الإعلام الآلي، ابني سيد علي.

أشكر أعضاء اللجنة على تحملهم عبء القراءة وعلى كل التصويبات والتعديلات التي قدموها لي.

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

يتناول هذا البحث الوصف المباشر للنطق بالحركات الثلاث: الفتحة والضمة والكسرة في سياق الحروف الحلقية والنطعية المرققة والمفخمة، باستعمال التصوير الإشعاعي السينمائي المتزامن مع النطق. وتحلل فيزيائيا، إلى جانب هذا الوصف الديناميي لأصوات المدونة، نفس العناصر الصوتية، ونحاول إبراز التأثير القائم بين الوحدات على بعضها البعض في الوصل، والكشف عن الأعضاء المسؤولة عن إحداث كل فئة من هذه الأصوات المختارة ومدى تدخل كل عضو في تحقيق النطق وكذلك سعة تدخله حركيا والزمن المستغرق في كل حركة عضوية.

تعد طريقة التصوير بالأشعة السينية أنجع وسيلة إلى حد الآن، في وصف الأنظمة اللغوية انطلاقا من دينامية الأعضاء النطقية والمشاهدة المباشرة لجهاز النطق أثناء التلفظ بالكلام العادي. كما تُمكننا هذه الطريقة من تتبع الحركات العضوية لتحقيق المخرج ودرجة التدخل في تحقيق الصفة، وهذا كله من خلال وضعية الأعضاء وشكل التجاويف: تجويف الحلق وتجويف الفم. و يبين لنا كل ذلك مدى تأثير الحروف على الحركات ومدى تأثير الحركات على الحروف.

وقد أشار الأولون من اللغويين العرب إلى هذا التفاعل بين الأصوات وتأثيرها على بعضها البعض لسبب التجاور لأن أصل الكلام عندهم "... هو الوصل". وفيه تتواصل الحركة العضوية لجهاز النطق وتتسلسل الوحدات الصوتية على البعد الزمني ولا ينقطع النشاط العضوي من الابتداء إلى الوقف. ويعود هذا النشاط العضوي إلى الصدر الذي يمدُّ المتكلم الطاقة النفَسية اللازمة لتحريك الموجة الصوتية الحاملة لخصائص كل وحدة صوتية في سياقها الصوتي. ولا ينقطع نشاط المزمار أو الحنجرة التي تعتبر العضو المصوت، وعلى مستواها يتمُّ التمييز الأول والأساسي بين الأصوات اللغوية التي تتقابل

فيما بينها على أساس الجهر والهمس وتتقابل أيضا – في بعض الأنظمة اللغوية – بين النفح وعدم النفح للفئة المهموسة، والمهموز يكوّن فئة خاصة في بعض اللغات الأسيوية. ويقام على مستوى الأوتار نشاط مميز داخل كل فئة من هذه الفئات.

يوجد في عملية النطق تزامن بين النشاط الحنجري ونشاط الأعضاء ما فوق المزمار وقد يحدث تأثير بينهما.

تطرقنا، من خلال دراسة المدونة المختارة، إلى مختلف الظواهر النطقية التي تلحق النطق العربي وحاولنا قدر الإمكان الإجابة عن الأسئلة التي تنطلق منها إشكالية هذا البحث. ومن بين الأسئلة الأساسية فيها ما يلي:

- ماذا أظهر لنا هذا التصوير المباشر والمتزامن مع النطق؟
- وما حقيقة الحروف الحلقية والحروف المفخمة؟
- ما شكل تجويف الحلق لكل واحد منها؟
- ما هي الأعضاء المسؤولة عن إحداثها؟
- كيف يتم التنسيق الزمني بين هذه الأعضاء؟
- ما شكل جهاز النطق في إحداث الحركات الثلاث في هذه السياقات الصوتية؟
- ما وضعية الأعضاء فيها؟
- وما شكل الحلق والفم أثناء إحداثها؟
- هل هي ثابتة أم متأثرة بالحرف المجاور لها؟
- ما هو التركيب الفيزيائي لكل حرف ولكل حركة؟
- كيف يترجم التغيير الفيزيولوجي في التركيب الفيزيائي؟
- ما هي العناصر الفيزيائية التي تستجيب للتغيير بالسهولة؟
- ما الفرق بين صوت الإناث وصوت الذكور؟

فكما تبين من خلال الأسئلة، هناك دراسة فيزيائية لنفس المدونة ترافق الوصف الفيزيولوجي؛ ستسمح لنا بالقيام بالمقابلة بين النشاط العضوي وما يترتب عنه على

مستوى الصوت وجرسه الناتج من شكل التجاويف ووضعية الأعضاء وهذا انطلاقا من الحنجرة حتى الشفتين.

فجهاز النطق كما وصفه ابن جنّي عبارة عن أنبوب ينطلق من الجوف (ما تحت المزمار) حتى الشفتين. شبَّه هذا الأنبوب بمزمار تتغير نغمة صوته حسب إرادة الزّامر الذي يغيّر من حجم جوف المزمار وطوله (بأنامله). فالصوت اللغوي يكتسي مكوناته الفيزيائية من المنبع أولا، ثم من شكل وحجم تجويف الحلق وتجويف الفم، بالإضافة إلى وضعية الشفتين وشكلهما.

فمن خلال تتبعنا لحركة مختلف الأعضاء، أثناء النطق بالمدونة، حاولنا أن نلقي الضوء على الجوف والحلق بأقسامه لنبيّن حقيقة هذه الأصوات والإجابة عن بعض الأسئلة المطروحة.

تتضمن مدونتنا الصوتية حروف أقصى الحلق ووسطه وأدناه إلى جانب الذلقية النطعية المفخمة منها والمرققة. فحروف الحلق موزعة على هذا القسم العمودي من الجهاز النطقي، ولمشاهدته أثناء الكلام استعملنا أحسن طريقة وهي التصوير بالكمرة عن طريق الأشعة السينية. والوسيلة الوحيدة لتتبع نشاط الأعضاء المشاركة في إحداث كل من الهمزة(ء) – الهاء(ه) – العين(ع) – الحاء (ح) – الغين (غ) – الخاء (خ) – القاف (ق) في سياق الفتحة والضمة والكسرة وبدون إزعاج الناطق هي الراديو سينمائية ***(La radiocinématographie ou la ciné radiographie).***

تكشف لنا هذه الطريقة الحديثة عن شكل تجويف الحلق أثناء إحداث حروف وسط الحلق وحروف أدنى الحلق وحروف التفخيم التي تؤثر كلها على هذا التجويف. إلى جانب هذا سيتجسد أمامنا الرفع و النصب والانجرار من خلال تتبعنا للحركات الثلاث؛ ومن هنا نفهم كيفية توزيع هذه الحركات على عين الفعل المضارع لتحقيق الانسجام في بنيته و كيف تتلاءم حروف مقدمة الفم مع الكسرة و حروف الحلق مع الفتحة و حروف الاستعلاء مع الضمة، إلى جانب ظواهر صوتية أخرى شائعة و معروفة عند الجميع.

لتجسيد كل هذه النقاط قسمنا البحث إلى أربعة فصول. خصصنا الفصل الأول للدراسات العربية الوصفية عند اللغويين الأولين وعلماء التجويد ثم عند المحدثين. ودرسنا في الفصل الثاني دينامية النطق والمفاهيم الصوتية الحديثة، كما عرضنا فيه

الدراسات الصوتية التجريبية الفيزيولوجية و الدراسات الصوتية التجريبية الفيزيائية حول اللغة العربية؛ وذكرنا فيها بعض الأعمال التي تتصل ببحثنا. لقد كُتب بعض هذه الأعمال باللغة الفرنسية؛ فلخصنا النقاط المتعلقة ببحثنا وترجمناها. تناولت هذه الأعمال بالدراسة، الحروف الحلقية باستعمال التصوير الإشعاعي السنيمائي، وهذا عند بوف دخيسي (1983)؛ وتكمن إضافتنا في القسم السفلي لجهاز النطق؛ أي الجزء الذي يشمل المدخل الحنجري حتى أصل اللسان والغلصمة. وذكرنا كذلك بحث محمد عطاوي حول قوة الاعتماد في إدغام الحروف الشديدة، وهو دراسة فيزيولوجية باستعمال الأشعة السينية. عرضنا فيه ما يتصل بعملنا كالنتائج المتعلقة بالحروف المشتركة بين الدراستين: التاء والطاء والدال والقاف... هناك أبحاث أخرى استعملت التحليل الطيفي في دراسة أصوات اللغة العربية، لخصنا وترجمنا ما له علاقة ببحثنا. ومن بين هذه الأعمال؛ بحث يمينة بلقايد (1984) حول نظام المصوتات في اللغة العربية الفصحى، وكذلك بحث أحمد أعليوة الذي تناول أثر الحركات الطويلة في جوار حروف الحلق.

لقد تنوعت كل هذه الأعمال في المدونة الصوتية المختارة للدراسة، فنتائجها متكاملة ومثرية للدراسات التجريبية على اللغة العربية. وخصصنا بالذكر أعمالا أخرى كتبت باللغة العربية، وقدمنا ما نشترك فيه في البحث، ومن بين هذه الأعمال: بحث فتح الله الصغير حول الأصوات الرنينية في اللغة العربية؛ دراسة فيزيائية وظليليه.

تطرقنا في الفصل الثالث الى البعد الزمني والمكاني للحدث اللغوي؛ حيث درسنا فيه التقابل والتزامن لأعضاء النطق (باستعمال منحنيات)، وعلى كل مخرج قمنا بالمقارنة بين الأصوات الشديدة والأصوات الرخوة، وبين الأصوات المجهورة والأصوات المهموسة، وأيضا المقارنة بين وضعية الأعضاء لمختلف الحركات والمقارنة بين شكل التجاويف الناتجة عن وضعية الأعضاء طيلة النشاط الدينامي للنطق.

و اشتمل الفصل الرابع على الدراسة الفيزيائية لأصوات المدونة باستعمال التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق مختلف الحروف. و قمنا بربط هذه النتائج الفيزيائية بما سبق من وصف فيزيولوجي، لكل الوحدات الصوتية المدروسة، ثم استنتاج شامل لهذه الدراسة الفيزيائية. وختمنا باستنتاج عام؛ جمع بين الفيزيولوجي والفيزيائي. ولخصنا في الأخير أهم النتائج المتحصل عليها في الخاتمة مع ذكر فائدة هذا البحث المتواضع في المجال النظري للتعليم لما يحتويه من جديد في النشاط الحركي لأعضاء النطق المجسد في تحريك فيديو لصور الفيلم. وفي المجال التطبيقي للمتخصص الارطوفوني لما يحتويه من تفاصيل عن عملية النطق المجسدة بكيفية ملموسة.

ولم يكن هذا العمل ليتحقق لو لا تشجيع الأستاذ الطاهر ميلة لإنجاز هذا العمل والأشراف عليه فله كل الشكر والتقدير.

الفصل الأول

الدراسات الصوتية العربية الوصفية

عند اللغوين الأولين وعلماء التجويد

تمهيد

يعود اهتمام العرب بالدرس الصوتي العربي إلى حقبة تدوين علوم العربية في القرن الثاني الهجري. فقد تناولها بالبحث علماء العربية من نحاة و لغويين، كما تناولها علماء قراءة القرآن، وجعلوا من دراسة أصوات العربية وظواهرها في قراءة القرآن علما مستقلا سمِّي علم التجويد...[1]

ومن بين العلماء الأولين نذكر منهم: أبا الأسود الدؤلي (ت69 ه)، الخليل بن احمد الفراهيدي (ت175 ه) سيبويه (ت180 ه) ... ابن جنّي (ت392 ه) ابن سينا(380-428 ه). فعملية التدوين التي قام بها اللغويون العرب الأولون هي مرحلة الاكتشاف والإحصاء وتليها مرحلة التصنيف والترتيب ثم التحديد لمختلف الظواهر الصوتية...

قدّم هؤلاء اللغويون وصفا دقيقا للنطق بالأصوات العربية وحددوا أحياز حدوثها وأطلقوا عليها تسميات، تعود بها إلى الجانب العضوي لعملية النطق؛ فوُزعت حسب مخارجها على اقسام جهاز النطق التي تشمل الجوف وأقصى الحلق ووسطه وأدناه وصفاق الشجر والحنك... كما وصفوا هذه الأصوات حسب كيفية حدوثها وصفاتها وهذا بفضل الانطباع السمعي الذي تُجسده الموجة الصوتية انطلاقا من منبعها (الحنجرة). ويقول سيبويه في هذا الموضوع "... فالمجهورة من هذا الصنف، فالصوت يأتي من الصدر... أما المهموسة فتخرج أصواتها من مخارجها..."[2]

ويقول أيضا في موضع آخر: ".. إنك لا تصل إلى تبيين المجهور إلا أن تدخله الصوت الذي يخرج من الصدر... وأما المهموسة فتخرج أصواتها من مخارجها".[3] كما أدرك هؤلاء اللغويون عنصر الزمن وحددوا مُدُدَ الحركات من المطل حتى الاختلاس

1 غانم قدوري الحمد، المدخل إلى علم أصوات العربية، مطبعة المجمع العلمي، 2002 م ص08.

2 سيبويه، الكتاب، (جزءان) القاهرة، المطبعة الأميرية ببولاق 1317 ه، و بتحقيق عبد السلام محمد هارون (أربعة أجزاء) الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1975م.

3 السيرافي، شرح كتاب سيبويه، ج6، ص46، 463.

والإخفاء " والحركة هي قبل كل شيء الدفعة والنقلة العضوية والهوائية التي يتم بها الإدراج..."[4] وهي أيضا الطاقة اللازمة لتحقيق الكلام الذي يعتبر نشاطا ذهنيا وعضويا في نفس الوقت. إن الحرف لا يحدث إلا في مدرج صوتي، أي في سياق متسلسل من الحروف، والحركة هي التي تمكن من إخراج الحرف. [5]

لقد وضع الحجر الأساس لعلم الصوت أوائل اللغويين العرب وقدموا الملامح الأولى لهذا العلم المتعدد الفروع والمتنوع الاتجاهات، وكان الغرض من هذا الدرس الصوتي هو تفسير الظواهر الصوتية الناتجة عن الوصل والتجاور الصوتي الذي يخضع لا محالة إلى الانسجام والاستحسان في النطق.

لقد درس سيبويه أصوات العربية في باب الإدغام وقدم أوجه التجانس والتماثل وما يلحق بالحرف من تأثير وتأثر في السلسلة الكلامية... وجاء بعده ابن جني بتفصيل أوفر لعملية الكلام وخصص شرحا بكيفية علمية ودقيقة لنشاط الحركات وتساءل عن محلها من الحروف وهو السؤال الذي طرحه فيزيائيو الصوت بعد فشلهم في محاولات تركيب الكلام اصطناعيا. يتداخل علم الأصوات بكثير من العلوم الأخرى كالموسيقى والطب والتشريح والفيزياء والهندسة وعلم النفس وعلوم الاتصال... لقد مهد علم الموسيقى للدراسة الصوتية الفيزيائية عند العرب ومن بين الذين اشتهروا في هذا المجال نذكر إخوان [6] الصفا والكندي وابن سينا. [7]

لبحثنا هذا علاقة بالفيزياء فهو يصف أصوات المدونة من الجانب الفيزيائي بعد تحليلها مخبريا وله علاقة بالجانب التشريحي حيث يفسر فيزيولوجيا ما نتج عنه التحليل الفيزيائي.

4 عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث و دراسات في اللسانيات العربية، 2007، ص 284.

5 عبد الرحمن الحاج صالح، ن2007 م.

6 اخوان الصفا و خلان الوفا، رسائل إخوان الصفا، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية – الجزائر – ط 1992 م.

7 ابن سينا، رسالة أسباب حدوث الحروف، تحقيق محمد حسان الطيان، يحي مير علم – مطبوعات مجمع اللغة العربية بدمشق، دار الفكر، دمشق، ط 1 1403 هـ، 1983 م.

والصوت اللغوي ظاهرة فيزيائية محضة يخضع للقوانين الفيزيائية الطبيعية؛ فهو جانب مادي خاضع للقياس وللتفكيك إلى أصغر جزء لا يتجزأ لمعرفة طبيعته. وبالإمكان التركيب من جديد للعناصر المتحصل عليها بعد التفكيك والترشيح. ونجد إلى جانب هذه الدراسة الموضوعية للكلام شرحا منطقيا فيزيولوجيا لبعض الظواهر الصوتية التي تلحق بأصوات الكلمة في مدرج الكلام وما ينشأ عن ذلك من تأثير وتأثر بين مختلف الوحدات الصوتية المتجاورة. ومن خلال الوصف الديناميكي لأعضاء النطق سنجد بعض الأجوبة ندعم بها ما توصل إليه اللغويون العرب الأولون في وصفهم لبنية الكلمة من حيث الانسجام الصوتي وكذلك سبب توزيع الحركات الثلاث على عين الفعل المضارع وهذا حسب السياق الصوتي المجاور في تشكيل هذه الافعال.

وقد يتسع المجال في الافادة من هذه الدراسة المخبرية – وبالخصوص في جانبها الفيزيولوجي – إلى التخصص الارطوفوني، حيث تقدم لطلبته نماذج حية لعملية النطق عن طريق المشاهدة المباشرة لجهاز النطق أثناء إحداث مختلف أصوات المدونة المدروسة في هذا البحث. والسؤال القائم إلى يومنا هذا، وهو سؤال ابن جني عن محل الحركة من الحرف نأمل أن نقدم إجابة ملموسة تنبثق من التناسب بين الوصف الفيزيولوجي لأصوات المدونة والتحليل الفيزيائي لهذه الأصوات والربط بين الظاهرتين بكيفية محسوسة ومنطقية مع إبراز التزامن القائم بين الصوت الحنجري ونشاط أعضاء ما فوق المزمار.

1.1. اللغويون الأولون

يعد النصف الثاني من القرن الثاني للهجرة تاريخ انطلاق الدراسات اللغوية عند العرب، ظهرت فيه مدرسة البصرة و مدرسة الكوفة اللتان تعتبران مركزا مهما للدراسات اللغوية بمفهومها الواسع. نذكر من بين نحويي البصرة: ابن ابي اسحق الحضرمي (117ه) فأبا عمرو بن العلاء(70- 154ه) وعيسى بن عمر (149ه) ويأتي بعدهم الخليل بن احمد (100- 175) ويونس بن حبيب (182ه) فسيبويه (180ه). ونذكر من هم على رأس مدرسة الكوفة أبا جعفر الرُّؤَاسي وجاء بعده الكسائي والفراء...[8]

1.1.1. الخليل بن احمد الفراهيدي

وُلد الخليل بن احمد الفراهيدي البصري سنة مائة للهجرة، وتوفى سنة مائة وخمس وسبعين، ومنشؤه ومَرْباه وحياته في البصرة وقد أخذ يختلف منذ صغره إلى حلقات المحدثين والفقهاء وعلماء اللغة والنحو، وأكبَّ إكباباً على حلقات أستاذيه عيسى بن عمر وأبي عمر بن العلاء.

ألّف معجم العين وحصر فيه الأبنية التي يمكن أن تشتق منها جميع كلمات اللغة العربية مع بيان ما استعملته العرب منها وما أهملته أو لم تنطق به... ورأى الخليل أن يكون ترتيب الكلمات في هذا المعجم على مخارج الحروف ومواقعها من الجهاز الصوتي وهي الحلق واللسان والفم والشفتان، بادئًا بحرف العين وبه سمَّاه.[9]

درس الخليل أحوال الحروف داخل بنية الكلمة من قلب وحذف واعلال وابدال وإدغام وهذه العناصر عادة ما ترد في الابواب الصرفية لأنها مرتبطة بتغيير بنية الكلمة ولأن الصرف يدرس هيئة الكلمة وشكلها والصوت هو مادة هذه الهيئة وهذه البنية. فترتيب الحروف في

8 شوقي ضيف، المدارس النحوية، دار المعارف بمصر، 1976م، ص 30.

9 الخليل بن احمد الفراهيدي، كتاب العين، ج1، تحقيق د. مهدي المخزومي ود. ابراهيم السامرائي، دار الرشيد للنشر، بغداد 1400ه – 1980م.

هذا الكتاب يكون على النحو الآتي: العين، الحاء، الهاء، الخاء، الغين، القاف، الكاف، الجيم، الشين، الضاد، الصاد، السين، الزاي، الطاء، الدال، التاء، الظاء، الذال، الثاء، الراء، اللام، النون، الفاء، الباء، الميم، الياء، الواو، الالف.

أعضاء جهاز النطق:

حدد الخليل سبعة عشر مخرجا موزعة على الجوف والحلق وأول الفم ومناطق اللسان وحافته وطرفه والثنايا والشفة السفلى والشفتين. فمن خلال هذا التحديد للمخارج، تبيَّن أن الخليل أدرك قيمة القسم الأول للجهاز النطقي الذي يمثل الجهاز التنفسي وهو منبع الطاقة النفَسية والمحرك الأساسي والضروري في الكلام. وعبّر عنه بالجوف. ينطلق صوت الألف من الجوف ويُمدُّ إلى أن ينقطع على مستوى مخرج الهمزة. وموضع الهمزة هو الوتران الصوتيان الممثلان لبوابة الجهاز التنفسي،[10] فبعد نفاذ النَّفَس المحدث لاهتزاز الوترين، تنقبض الحنجرة وتنغلق وهذا الانغلاق يناسب صوت الهمزة المحدد في أقصى الحلق.

يصعد الخليل بعد أقصى نقطة حدوث الصوت اللغوي إلى المخرج الموالي وهو وسط الحلق ثم إلى أدنى الحلق؛ وهي مفترق بين القسم العمودي للجهاز النطقي والقسم الأفقي الذي فصل له الخليل أجزاءه. يقول عنه شوقي ضيف: "ويبدو أنه عرف المباحث الصوتية عند الهنود و كانت قد نمت عندهم نموًّا واسعاً وأضاف على ضوئها مادة صوتية غزيرة نقل منها تلميذه سيبويه في كتابه نقولا كثيرة كما نقلت منها كتب المتأخرين من اللغويين، وهي تُردّ إلى ثلاثة جوانب أولها ذوق أصوات الحروف عن طريق فتح الفم بألف مهموزة يليها الحرف المذاق ساكنا فيقال في الباء أبْ و في التاء أتْ وهلم جرا. وبذلك

10 أوّل من أشار إلى الوترين الصوتيين هو الشيخ ابن سينا الذي أطلق عليهما اسم "العضلة الفاتحة للحنجرة" في كتابه، أسباب حدوث الحروف.

يتضح صوت الحرف بالوقوف عليه ساكنا و المكث عنده قليلا بخلاف ما لو وُصِل بحرف بعده فإننا حينئذ لا نتمكن من إشباع الصوت، إذ نتهيأ للنطق بصوت الحرف التالي له."[11]

قدم الخليل وصفا للأجراس الصوتية للحروف وهي: الهمس والجهر والشدة والرخاوة والاستعلاء والاستفال... وعن أصوات الحركات ذكر ما يداخلها من إمالة وروْمٍ وإشمام (والروم حركة مختلسة ضعيفة، أما الاشمام فهو أن تذيق الحرف الضمة أو الكسرة بحيث لا تكاد تُسمع وإنما تُرى في حركة الشفة، فهو أقل من الروم همسا وخفة).

اهتم الخليل بما يحدث للصوت في بنية الكلمة من تغير يُفضى إلى القلب أو الحذف أو الاعلال أو الابدال أو الإدغام... كما أدرك الخليل أن العلاقة بين الحركات القصار والحركات الطوال علاقة في الكم وليست علاقة في الكيف. لقد عاصر الخليل عدد كبير من العلماء، واهتموا هم أيضا بدراسة اللغة العربية، نذكر من بينهم: سيبويه الذي تتلمذ على يد الخليل بن احمد الفراهيدي.

2.1.1. سيبويه

اشتهر بلقبه سيبويه، وهو لقب أعجمي يدل على اصله الفارسي، واسمه عمرو بن عثمان بن قَنْبَر، وُلد بقرية من قرى شيراز، قدم البصرة وهو لا يزال غلاما ناشئا والتحق بحلقات الفقهاء والمحدثين كما لزم حلقات النحويين واللغويين وفي مقدمتهم عيسى بن عمر والاخفش الكبير ويونس بن حبيب والخليل بن احمد، وأخذ من الخليل كل ما عنده في الدراسات النحوية والصرفية.[12]

درس سيبويه دراسة مفصلة ظاهرة الإدغام في – الكتاب – في باب الإدغام، أين تطرق لجميع أصوات اللغة العربية بالدراسة. لقد أحاط بكل الخصائص الصوتية لنظام اللغة العربية، وحدد المخارج مع ذكر بعض الأعضاء المحدثة للحرف وهذا انطلاقا من

11 الدكتور شوقي ضيف، المدارس النحوية، ص 33.

12 المرجع السابق.

أدنى الحلق إلى الشفتين ولم يصف القسم العمودي لجهاز النطق لصعوبة تصور ما يحدث فيه.

مخارج الحروف:

لقد وزع سيبويه الحروف على أحياز ومخارج منها: الحلق والفم، والخياشيم ويتفق مع أستاذه الخليل الذي قال: "مخارج حروف الحلق ثلاثة، فالأول مخرج الهمزة والهاء، والثاني مخرج العين والحاء، والثالث مخرج الغين والخاء" فهو نفس وصف سيبويه. ويتفق رأي سيبويه مع رأي الخليل عموما حول مخرج العين والحاء – من وسط الحلق– "إلا أن الخليل يصف مخرج العين بأنه أبعد من مخرج الحاء، فقد جاء في كتاب العين ما يأتي: "فأقصى الحروف كلها العين ثم الحاء ثم الهاء "ويضيف" فهذه ثلاثة أحرف في حيّز واحد بعضها أرفع من بعض". [13]

ويقول ابن منظور: "قرأت لشيخنا أبي العباس المبرد ما أحكيه. قال: الذي ثبت عندنا عن الخليل أنه قال: مخارج حروف الحلق ثلاثة، فالأول مخرج الهمزة والهاء، والثاني مخرج العين والحاء، والثالث مخرج الغين والخاء" [14] وهو نفس الترتيب عند سيبويه: وأدناها مخرجا من الفم الغين والخاء وأقصى اللسان والطبق (القاف). يعلق عبد المنعم الناصر على هذا الترتيب: "يقول علم الصوت الحديث أن الغين والخاء والقاف من مخرج واحد، هو موضع اللهاة مع أقصى اللسان. بينما يرى سيبويه أن الغين والخاء من مخرج والقاف من مخرج آخر أدنى من الأول"[15]. ويأتي الكاف على مستوى الحنك الصلب، أسفل من القاف. و يضيف عبد المنعم الناصر عن حرف القاف قائلا: "القاف مستعلية **وتمنع الإمالة في**

13 الخليل بن احمد الفراهيدي، كتاب العين، ج1، ص 57.

14 ابن منظو، المحيط، ج1، ص 51.

15 عبد المنعم النصر، ص 66.

الألف كما تؤثر على ما يجاورها من أصوات ويدخل فيها شيئا من التفخيم، بينما لا نجد ذلك في الكاف." [16]

ويقول سيبويه: "...ومن وسط اللسان بينه وبين وسط الحنك الأعلى مخرج الجيم والشين والياء" وفي موضع آخر يقول عن الشين: "...**لأن الشين استطال مخرجها لرخاوتها حتى اتصل بمخرج الطاء**" كما يقول عنها أيضا: "...استطالت حتى خالطت أعلى الثنيتين" ويذكر دائما أن فيها تفشيا.[17] (وهذه الملاحظة مهمة جدا حيث يرتكز عليها تفسير التحاق حرف الشين بالمجموعة الشمسية وهو ما نشرحه بالتفصيل لاحقا...) أما في ما يخص الضاد فيحدد المخرج على مستوى الأضراس وحافة اللسان. ويقول: "ومن بين أول حافة اللسان وما يليها من الأضراس مخرج الضاد"[18] "لأن الضاد مخرجها من أول حافة اللسان"[19] ويقول أيضا "... والضاد تجد المنفذ من بين الأضراس".

ذكر سيبويه صفة الرخاوة في مواضع عدة قائل:"... الضاد استطالت لرخاوتها حتى اتصلت بمخرج اللام... وليس من موضعها غيرها". [20]

أما ما ورد في **الكتاب** حول مخارج الحروف– كما وصفها سيبويه– فهو كالآتي:[21]

"ولحروف العربية ستةَ عشرَ مُخرَجا.

فللحَلْق منها ثلاثةٌ؛ فأقصاها مُخرجاً: الهمزةُ والهاء والألف. ومن أَوسطِ الحلق مُخرجُ العين والحاء. وأدناها مُخرجاً من الفم: الغين والخاء. ومن أقصى اللسان وما فوقه من الحنك الأعلى مُخْرَجُ القاف.

16 نفس المرجع ،ص67.

17 سيبويه، الكتاب، ص 425، 412، 427.

18 نفس المصدر، ص 405.

19 نفس المصدر، ص417.

20 سيبويه، ص 406، 416.

21 نفس المصدر، ص 433.

ومن أسفل من موضع القاف عن اللِّسان قليلا ومما يليه من الحنك الأعلى مُخرجُ الكاف.

ومن وسط اللسان بينه وبين وسط الحنك الأعلى مُخرجُ الجيم والشين والياء.

ومن بين أوَّل حافَةِ اللسان وما يليها من الأضراس مُخرجُ الضاد. ومن حافة اللسان من أدناها إلى منتهى طَرف اللسان ما بينها وبين ما يليها من الحنك الأعلى وما فُويْقَ الثَّنايا مُخرجُ اللام.

ومن طرف اللسان بينه وبين ما فويق الثنايا مُخْرَجُ النون. ومن مُخْرَجُ النون غيره أنّه أدخلُ في ظهر اللسان قليلا لانحرافه إلى اللام مُخْرَجُ الراء.

وممّا بين طَرف اللسان وأصول الثنايا مُخْرَجُ الطاء، والدال، والتاء. وممّا بين طرَف اللسان وفُويْقَ الثنايا مُخْرَجُ الزاي، والسين، والصاد.

وممّا بين طرف اللسان وأطراف الثنايا مُخْرَجُ الظاء، والذال، والثاء. ومن باطن الشّفة السُّفلَى وأطراف الثنايا العُلَيا مُخْرَجُ الفاء. ومِمَّا بين الشفتين مُخْرَجُ الباء، والميم، والواو.

ومن الخياشيم مُخْرَجُ النون الخفيفة".

وهذا التوزيع على الأحياز والمخارج الذي جاء به سيبويه لأصوات اللغة العربية "هو الترتيب الصحيح المُعَوَّلُ عليه" حسب قول أبي عمرو الداني.[22]

وقال الرضي: "وأحسن الاقوال ما ذكره سيبويه، وعليه العلماء بعده."[23]

ويضيف **قدوري الحمد** رأي المحدثين حول هذا الترتيب الصوتي لسيبويه قائلا: "كما نال ذلك الترتيب إعجاب المحدثين، فقد قال المستشرق الألماني ارتور شادِه عن سيبويه: إنه "بلغ في تعيين مواضع الحروف ومخارجها من الصحة والدقة ما يعسر علينا الزيادة والإصلاح، وإن كانت عبارته تحتاج في بعض الأمكنة إلى التفسير."[24]

22 غانم قدوري الحمد، المدخل إلى علم أصوات العربية، ص 82.

23 نفس المرجع، ص 83.

24 نفس المرجع، ص 83.

ينتقل سيبويه، بعد هذا التصنيف، إلى تصنيف الحروف حسب صفة الجهر وصفة الهمس ثم يحدد كلاً منهما بالتفصيل فيقول: "فأمّا (المجهورة) فالهمزة، والألف، والعين، والغين، والقاف، والجيم، والياء، والضاد، واللام، والنون، والراء، والطاء، والدال، والزاي، والظاء، والذال، والباء، والميم، والواو، فذلك تسعةَ عشر حرفا.

وأما (المهموسة) فالهاء، والحاء، والخاء، والكاف، والشين، والسين، والتاء، والصاد، والثاء، والفاء. فذلك عشرةُ أحرف."[25]

ثم يقدم التحديد التالي:

"فالمجهورة: حرفٌ أُشْبِعَ الاعتمادُ في موضعه، ومنع النَّفسَ أن يجريَ معه حتّى ينقص الاعتماد ويجري الصوت. فهذه حالُ المجهورة في الحلق والفم، إلا أنّ النون والميم قد يعتمد لهما في الفم والخياشيم فتصير فبهما غُنَّة... [26]

وأمّا المهموسة فحرفٌ أضعف الاعتماد في موضعه حتّى جرى النَّفَسَ معهُ، وأنت تعرف ذلك إذا اعتبرتَ فردَّدتَ الحرف مع جَرْيِ النفس. ولو أردت ذلك في المجهورة لم تقدر عليه...ومن الحروف (الشديدُ)، وهو الذي يمنع الصوت أن يجريَ فيه. وهو الهمزةُ، والقاف، والكاف، والجيم، والطاء، والتاء، والدال، والباء...

ومنها (الرِّخْوَةُ) وهي: الهاء، والحاء، والغين، والخاء، والشين، والصاد، والضاد، والزاي، والسين، والظاء، والثاء، والذال، والفاء... "[27]

ويفصل تصنيفه هذا ويقول: "وأمّا العين فبينَ الرِّخوة والشديدة، تصل إلى الترديد فيها لشَبَهها بالحاء.

---

25 سيبويه، الكتاب، تحقيق وشرح عبد السلام محمد هارون، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1975م، الجزء الرابع، ص 434.

26 حقا إن الفرق بين المجهور والمهموس هو فرق في تدفق الهواء وعدم تدفقه: حيث يعود الأمر إلى وضعية الوترين اللذين يمنعان مرور النفس باقترابهما في المجهور ويسمحان بمروره بانفتاحهما في المهموس – سياتي تفصيل نشاط الحنجرة لاحقا.

27 سيبويه، ص 435.

ومنها (المنحرف)، وهو حرفٌ شديد جرى فيه الصَّوت لانحراف اللسان مع الصّوت، ولم يعترض على الصّوت كاعتراض الحروف الشديدة، وهو اللام. وإن شئت مددت فيها الصّوت. وليس كالرّخوة؛ لأن طَرف اللسان لا يتجافَى عن موضعه. وليس يخرج الصّوت من موضع اللام ولكن من ناحِيتَيْ مُسْتَدَقِّ اللسان فُوَيْقَ ذلك."[28]

ومنها (حرفٌ شديد يجري معه الصّوت) لأن ذلك الصوت غُنَّةٌ من الأنف، فإنما تخرجه من أنفك واللسان لازم لموضع الحرف، لأنك لو أمسكت بأنفك لم يجرِ معه الصّوت. وهو النون، و كذلك الميم.

ومنها (المكرّرُ) وهو حرفٌ شديد يجري فيه الصوت لتكريره وانحرافه إلى اللام، فتجَافَى للصّوت كالرَّخوة، ولو لم يكرّر لم يجر الصوت فيه. وهو الراء.

وينتقل إلى فئة أخرى وهي أصوات اللين ويقول:[29]

"ومنها (اللّيِّنةُ)، وهي الواو والياء، لأن مُخرجهما يتسع لهواء الصّوت أشَدّ من اتِّساع غيرهما...

ومنها (الهاوي) وهو حرفٌ اتسع لهواء الصوت مُخرجُه أشَدَّ من اتساع مُخرج الياء والواو، لأنّك قد تضم شفتيك في الواو وترفع في الياء لسانك قِبَل الحَنَك، وهي الألف.

وهذه الثلاثةُ أَخْفَى الحروف لاتّساع مُخرجها. وأخفاهنّ وأوسعُهنّ مُخرجاً: الألفُ، ثم الياء، ثم الواو."[30]

ويقابل بعد هذا بين الحروف المطبقة والحروف المنفتحة مع وصف دقيق لوضعية اللسان في المطبقة والتي هي الحروف المفخمة الأربعة وهي أقوى الحروف في النظام الصوتي العربي...

تواصلت جهود اللغويين الاولين في دراسة أصوات اللغة العربية واستقل علم الصوت عن علم النحو والصرف بفضل ابن جنّي الذي استعمل العبارة"... بانكشاف اسرار

28 نفس المصدر، ص 435.

29 نفس المصدر، ص 435.

30 نفس المصدر، ص 436.

هذا العلم".[31] وقد وضع فيه ابن جني كتابه "سر الصناعة"، وهو أتم كتاب في ذلك، قسمه على أبواب بعدد الحروف فذكر فيه أسماءها وأجناسها ومخارجها ومدارجها وفروعها وخالف العلماء في ذلك مستقصىً مشروحا.[32]

3.1.1. ابن جنّي

هو ابو الفتح عثمان بن جنِّي الموصلي، ولد حوالي سنة 320 للهجرة. له دراسة صوتية واسعة لحروف المعجم ومخارجها وصفاتها، وما يحدث في صوت الكلمة من إعلال وابدال وإدغام ونقل وحذف، وما يجري في حروفها من تلاؤم يؤدي إلى جمال الجرس. استطاع استجماع جهود من قبله وصياغتها صياغة علمية مما يدل على تذوقه للصوت اللغوي وسعة اطلاعه وبعد نظره. استعمل مصطلح علم الأصوات في كتابه "سر صناعة الاعراب" للدلالة على دراسة الأصوات والبحث في مشكلاتها المختلفة على نحو ما جاء في الدرس اللغوي الحديث. ورد فصل كامل تحت عنوان "ذوق أصوات الحروف" وتكلم فيه عن أهم خواص الحروف المختلفة من حيث كيفية مرور الهواء حال النطق، وشرح مزايا الأصوات الشديدة والرخوة والحركات الطويلة والقصيرة، ثم ينتقل إلى قضية صوتية مهمة تتمثل في "محل الحركة من الحرف" وهي قضية حديثة توصل إليها الباحثون المتخصصون في التركيب الاصطناعي للكلام.

لقد عبر ابن جنّي عن كيفية حدوث الصوت تعبيراً دقيقاً في قوله: "اعلم أن الصوت عرض يخرج مع النفس مستطيلا متصلا، حتى يعرض له في الحلق والفم والشفتين مقاطع تثنيه عن امتداده واستطالته، فيسمى المقطع أينما عرض له حرفاً" [33] يشير ابن جنَّي الى العلاقة الموجودة بين شكل التجويف و الصدى المنبعث من الصدر، ومثَّل لذلك بالحروف الثلاث: الالف والياء والواو التي تختلف في جرس أصواتها"، والعلة

31 ابن جنّي، سر صناعة الاعراب، ج1، ص 4، 5.

32 مصطفى صادق الرافعي، تاريخ الادب، ص 122.

33 ابن جنّي، سر صناعة الاعراب، ج1، ص 6.

في ذلك أنك تجد الفم والحلق في ثلاث الأحوال مختلف الأشكال، أما الألف فتجد الحلق والفم معها منفتحين غير معترضين على الصوت بضغط أو حصر...وأما الواو فتضم لها معظم الشفتين، وتدع بينهما بعض الانفراج ليخرج فيه النفس، ويتصل الصوت. فلما اختلفت أشكال الحلق والفم والشفتين مع هذه الأحرف الثلاثة اختلف الصدى المنبعث من الصدر..."[34] لا يحتاج، ما سبق من الكلام لابن جنَّي، إلى شرح لأنه واضح كل الوضوح فإنه ربط شكل التجويف بجرس الصوت المنبعث من الصدر والمتكيف في الحلق والفم حسب وضعية اللسان وشكل الشفتين.

وتوالت جهود رواد العربية إلى أن استقرت عند **ابن سينا** الذي أضفى على الدرس الصوتي طابعا خاصا انفرد به وميز به بين الدرس الصوتي الفيزيولوجي والدرس الصوتي الفيزيائي.

4.1.1. ابن سينا

ولد ابن سينا في قرية أفشنة بالقرب من بخارى سنة 370 ﻫ وتوفي في سنة 428 ﻫ وهو أحد "العباقرة العظام الذين أنجبتهم الحضارة العربية الاسلامية، فخلدوا على وجه الدهر. نشأ محبا للعلم كلفا بالمعرفة، قد أوتي من الموهبة والذكاء ما بهر أساتذته...

تناول الشيخ ابن سينا في كتابه اسباب حدوث الحروف دراسة تشريحية للحنجرة واللسان وقدم وصفا فيزيولوجيا لأصوات اللغة العربية مع تحديد وضعية الحنجرة اثناء النطق بها.

وإلى جانب هذا الوصف الموضوعي، عرَّف الصوت من الناحية الفيزيائية مع الإحاطة بعناصره الأساسية. يحدد الصوت كالتالي: "أظن أنّ الصوت سببه القريب تموج الهواء دفعة بسرعة وبقوة من أي سبب كان..."[35] للصوت سرعة في التموج والانتشار؛ تتمثل هذه

34 نفس المرجع، ص 8.

35 ظهرت الدراسات الصوتية الفيزيائية لدى الغرب بعد اكتشاف الفيزيائي نيوطن لمطاطية الهواء ودورها في نقل التموج...

السرعة في التردد، وتتمثل قوة الانتشار في الشدة الصوتية أو الطاقة الصوتية. استعمل مصطلحات جديدة كالحدة والثقل واهتزاز الرطبات للمجهورة ...

نظرة الشيخ ابن سينا نظرة علمية حديثة أضاف بها الكثير إلى التراث الصوتي العربي. إذ قام بتشريح جهاز النطق ووصف أصوات اللغة العربية من الناحية الفيزيولوجية والفيزيائية. أمّا عن الحركات فيقول "وأمّا الألف المصوتة وأختها الفتحة فأظن أن مخرجهما مع إطلاق الهواء سلسا غير مزاحم.

وأمّا الواو المصوتة وأختها الضمة فأظن أن مخرجهما مع اطلاق الهواء مع أدنى تضييق للمخرج وميل به سلس إلى فوق.

وأمّا الياء المصوتة وأختها الكسرة فأظن أن مخرجهما مع إطلاق الهواء مع أدنى تضييق للمخرج وميل به سلس إلى أسفل.

ثم أمر هذه الثلاثة عليَّ مشكل، ولكني أعلم يقينا أن الألف الممدودة المصوتة تقع في ضعف أو أضعاف زمان الفتحة وأن الفتحة تقع في أصغر الأزمنة التي يصح فيها الانتقال من حرف إلى حرف."[36] وكذلك نسبة الواو المصوتة إلى الضمة، والياء المصوتة إلى الكسرة. وقد ذكر الشيخ ابن سينا في كتابه أسباب حدوث الحروف الضاد ووصفه بأنه حرف شديد: "وأما الضاد فإنها تحدث عن حبس تام عندما تتقدم موضع الجيم"؛[37] بمعنى أنها تخرج من مخرج الدال مع تفخيم وهو المتداول حاليا عند عامة الناس. ورغم ذلك نرى المتأخرين يرددون وصف سيبويه للضاد وإن لم ينطقوا به رخوا ومستطيلا وجانبيا كما حدده سيبويه.

إن بيان مخارج الحروف العربية وضبطها على وجوهها الصحيحة المتناقلة عن العرب...هو موضوع فن برأسه، وهو **فن التجويد** الذي وضعه حفص بن عمرو الدوري

36 ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، ص 85.

37 ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، ص 18.

صاحب القراءة المشهورة ب "قراءة حفص" وقد أخذ عن عاصم عن التابعين عن أصحاب رسول الله (صلى الله عليه و سلم)؛ وذلك بعد مستفيض في كتب التصريف.[38]

2.1. علماء التجويد

1.2.1. محمود علي بسة

ظهر استقلال علم الأصوات بصورة واضحة لدى علماء التجويد الذين خصصوا كتبا في علم التجويد الذي يرتكز على معرفة مخارج الحروف وصفاتها ومعرفة ما يلحق بها من أحكام بسبب التركيب والوصل.

- **الصفات الأساسية عند علماء التجويد**

الصفات الأساسية للأصوات عند علماء التجويد هي نفسها لدى علماء اللغة كسيبويه وابن جني. لقد أوردنا فيما سبق تحديد المخارج كما جاء بها سيبويه، ونضيف هنا تحديد الصفات حسب علماء التجويد[39] ونختصرها كالآتي:

تعريف الصفة:

والصفة لغة: ما قامت بالغير... واصطلاحا: الحالة التي تعرض للحرف عند النطق به. وتم تقسيمها إلى ذاتية وعرضية:

الصفات قسمان: إما ذاتية وهي الملازمة للحرف التي لا تفارقه أبداً كالجهر والرخاوة بالنسبة إلى حروف كل منهما، وإما عرضية وهي الصفات التي تلحق الحرف أحيانا وتفارقه أحيانا أخرى، كالتفخيم والترقيق بالنسبة إلى الراء. والكلام هنا على الصفات الثماني عشرة الذاتية الواردة في الجزرية عملا برأي الجمهور لأنه المختار.

38 مصطفى صادق الرافعي، تاريخ الادب، الجزء الأول، دار الكتاب العربي، بيروت لبنان، ط4، 1394 هـ – 1974م.

39 محمود علي بسة، العميد في علم التجويد، مطبعة الرافعي و شركاه، الطبعة الأولى 1960م.

فالهمس يقابله الجهر؛ وحروفه عشر مجموعة في: "فحثه شخص سكت". وتتسم هذه الحروف المهموسة بضعف الاعتماد عليها في مخارجها وجريان النفس معها عند النطق بها، بينما يتسم الحرف المجهور بانحباس النفس معه عند النطق به وبقوة الاعتماد عليه في مخرجه، وحروفه تسعة عشر وهي الباقية من أحرف الهجاء بعد حروف الهمس العشرة. ويكمن التقابل الثاني في الشدة والتوسط والرخاوة: فالشديد يمنع جريان الصوت لسبب الاعتراض الكلي على مستوى المخرج، والمتوسط حرف شديد جرى فيه الصوت أما الحرف الرخو فهو حرف جرى فيه الصوت لعدم الاعتراض على مستوى المخرج. وحروف الشدة ثمانية وهي مجموعة في: "أجد قط بكت"، وحروف التوسط خمسة مجموعة في: "لن عمر"، أما الرخوة فحروفها سته عشر وهي الباقية من حروف الهجاء بعد الحروف الشدّة والتوسط. إضافة إلى هذا التقابل؛ يوجد تقابل آخر تصنف به هذه الأصوات وله علاقة مباشرة بوضعية ظهر اللسان؛ وهذه الصفات هي: الاستعلاء والاستفال ثم الإطباق والانفتاح وأخيرا الاذلاق والإصمات؛ فيستعلي اللسان إلى الحنك الأعلى بالحرف المستعلي عند النطق به، وحروف الاستعلاء سبعة مجموعة في "خص ضغط قظ"؛ تقابلها حروف الاستفال التي ينخفض لها اللسان عند النطق بها وحروفه اثنان وعشرون وهي الباقية من أحرف الهجاء بعد حروف الاستعلاء، والاطباق هو تقعر لوسط اللسان أثناء النطق بالحروف التالية: الصاد، والضاد، والطاء، والظاء. أما الحروف المتبقية وهي خمسة وعشرون حرفا وهي الباقية من أحرف الهجاء بعد أحرف الإطباق؛ تحدث بانفتاح اللسان عن الحنك الأعلى عند النطق بالحرف. والاذلاق صفة لها علاقة بالمخرج وبالعضو المحدث للحرف وهي خفة الحرف عند النطق به لخروجه من طرف اللسان، أو من إحدى الشفتين، أو منهما معاً، وحروفه ستة مجموعة في "فر من لب"، تقابله صفة الإصمات وهي ثقل الحرف عند النطق به لخروجه بعيدا عن طرف اللسان والشفتين، وحروف الإصمات ثلاثة وعشرون وهي الباقية من أحرف الهجاء بعد الحروف الإذلاق.

بقية الصفات التي لا ضد لها وهي:

الصفير في(ص- ز- س)، والقلقلة في (ق- ط- ب - ج- د)[40] واللين في (و- ي) وهو النطق بالسهولة وعدم الكلفة في مثل الياء الساكنة المفتوح ما قبلها نحو (أين) والواو الساكنة المفتوح ما قبلها نحو (قوم)، نضيف إلى هذه الصفات الذاتية صفة الانحراف في اللام وصفة التكرار في الراء وصفة التفشي في الشين، أما الاستطالة فهي صفة الضاد حسب وصف الأولين له؛ وأقوى الحروف هو حرف الطاء لأن جميع صفاتها قوية وأضعفها هو حرف الهاء لأن جميع صفاتها ضعيفة.

أثر الوصل في تركيب هذه الصفات:

وما يلحق بهذه الصفات من أحكام بسبب التركيب والوصل، ظاهرة المماثلة بنوعيها: الجزئية والكلية وظاهرة التقارب والتباعد. وكل هذه الظواهر تجد تفسيرا منطقيا من خلال النشاط الفيزيولوجي لأعضاء النطق والتنسيق الزمني والمكاني لهذه الأعضاء. لم يتغير تحديد هذه الظواهر الصوتية الناتجة عن الوصل والتي حددها علماء العرب الأولين بالدقة:[41]

فالمثلان هما الحرفان اللذان اتفقا مخرجا وصفة: (هل لكم) (قل ربي) (قد تبين).

والتقارب هو التقارب في المخرج بين حرفين قد يتفقان أو يختلفان في الصفة، والتجانس يستعمل للحرفين اللذين اتفقا مخرجا واختلفا صفة كالثاء والذال نحو: (يلهث ذلك) – (قد تبين)، أما التباعد فهو التباعد في المخرج كما في:[42]

---

40 نجد تفسير القلقلة عند علماء التجويد كمحمود علي بسة وغيره بأنها " اضطراب اللسان عند النطق بالحروف حتى يسمع له نبرة قوية خصوصا إذا كان ساكنا وحروفها خمسة: "قطب جد". ومراتب القلقلة الثلاث: أقواها الساكن الموقوف عليه ثم الساكن الموصول، ثم المحرك الذي لا يوجد فيه إلا أصلها (ناقصة)"، من المرجع السابق. ونعلم أن هذه النبرة القوية منبعها من أقصى الحلق أي من الحنجرة وهذا الجزء من الجهاز الصوتي لم يكن معروفا آنذاك.

41 محمود علي بسة، العميد في علم التجويد ، مطبعة الرافعي و شركاه، الطبعة الأولى 1960م، صفحة 83، 84.

42 محمود علي بسة، العميد في علم التجويد، ص 83، 84.

(ء) و (د): في (أدنى)

(ء) و (ص): في (أصدق)

(ه) و (ث): في (يلهث)

أمثلة في التقارب:

ح / ه ← (فسبحه)

د / ج ← (قد جاءكم)

ن / م ← (من ماء)

والمماثلة الكلية أو الإدغام على أنواع:

الصغير: وهو أن يسكن الأول ويتحرك الثاني، ويسمى صغيراً لسهولته وقلة العمل فيه بالنسبة إلى الكبير نظراً لسكونه أوله وتحرك ثانية.

الكبير: وهو أن يتحركا معاً، ويسمى كبيرا لصعوبته وكثرة العمل فيه بالنسبة إلى الصغير لتحرك كل من حرفيه.

مطلق: وهو أن يتحرك الأول ويسكن الثاني عكس الصغير، ويسمى مطلقاً لعدم تقييده بصغير ولا بكبير.

- **جدول يجمع بين كل الصفات حسب علماء التجويد**

الحرف	عدد صفاته	بيانها						
		1	2	3	4	5	6	7
الهمز	5	جهري	شديد	مستفل	منفتح	مصمت		
الباء	6	"	"	"	"	مذلق	مقلقل	
التاء	5	مهموس	"	"	"	مصمت		
الثاء	5	"	رخوي	"	"	"		
الجيم	6	جهري	شديد	"	"	"	"	

الحاء	5	مهموس	رخوي	"	"	"		
الخاء	5	"	"	مستعل	"	"		
الدال	6	جهري	شديد	مستفل	"	"	"	
الذال	5	"	رخوي	"	"	"		
الراء	7	"	متوسط	"	"	مذلق	منحرف	مكرر
الزاي	6	"	رخوي	"	"	مصمت	صفيري	
السين	6	مهموس	"	"	"	"	"	
الشين	6	"	"	"	"	"	متفش	
الصاد	6	"	"	مستعل	مطبق	"	صفيري	
الضاد	6	جهري	"	"	"	"	مستطيل	
الطاء	6	"	شديد	"	"	"	مقلقل	
الظاء	5	"	رخوي	"	"	"		
العين	5	"	متوسط	مستفل	منفتح	"		
الغين	5	جهري	رخوي	مستعل	منفتح	مصمت		
الفاء	5	مهموس	رخوي	مستفل	منفتح	مذلق		
القاف	6	جهري	شديد	مستعل	"	مصمت	مقلقل	
الكاف	5	مهموس	"	مستفل	"	"		
اللام	6	جهري	متوسط	"	"	مذلق	منحرف	
الميم	5	"	"	"	"	"		
النون	5	"	"	"	"	"		
الهاء	5	مهموس	رخوي	"	"	مصمت		
الواو الصحيحة	5	جهري	رخوي	"	"	"		
الياء الصحيحة	5	"	"	"	"	"		

حروف المد الثلاث	5	جهرية	رخوية	مستفلة	منفتحة	مصمتة		
الواو و الياء الليناان	6	جهريان	رخويان	مستفلان	منفتحتان	مصمتان	لينان	

ويلاحظ محمود علي بسة فيقول:

"فأنت ترى من هذا الجدول اتحاد كل من التاء والكاف في جميع الصفات. والثاء والحاء والهاء في جميع الصفات. والجيم والدال في جميع الصفات. والميم والنون في جميع الصفات. والواو والياء الصحيحتين وحروف المد الثلاثة في جميع الصفات. والواو والياء اللينتين في جميع الصفات."[43]

لقد نقلنا هذه الصفات كما وردت في هذا الكتاب وهي متفق عليها عند اللغويين الأولين وعلماء التجويد وتكون المرجع الأساسي والصحيح في تصنيف أصوات اللغة العربية. والنتائج التي سنتوصل إليها بعد الدراسة المخبرية (المختبرية) لها صلة وثيقة بما جاء عند هؤلاء الأولين؛ فلكلام سيبويه وزن ثقيل في فهم النطق الحقيقي لبعض الأصوات التي لم يفصل فيها إلى حد الآن. من بين هذه الأصوات حرف الطاء وحرف القاف اللذان وصفهم سيبويه بالجهر ولم يظهر هذا الجهر للمحدثين؛ فهناك من قال بالتطور عبر الزمن كما حدث ذلك في أصوات اللغات الأوروبية وهناك من قال بعَدم الدقة في وصف سيبويه... لا نستطيع تقبُل فكرة التطور لأن النطق لم يتغير لسبب القراءات القرآنية التي وصلت إلينا. كما لا ننفي النصاعة الموجودة في جرس هذين الحرفين. فالمسألة متعلقة

43 محمود علي بسة، العميد في علم التجويد، مطبعة الرافعي وشركاه، الطبعة الأولى 1960م، صفحة 83، 84.

بالحنجرة وبوضعية الأعضاء ما فوق المزمار وهو ما سيفصل لاحقا خلال تحليلنا لهذه الأصوات.

2.2.1. حسني شيخ عثمان

وفي كتاب "**حق التلاوة**" **لحسني شيخ عثمان**[44] وهو كتاب منهجي تطبيقي لتعلم تجويد القرآن وتعليمه على رواية حفص عن عاصم، نجد نفس الأسس لهذا العلم ولكن أدخل المؤلف تجديدا في كيفية تقديمه:

ورد في الباب الأول من الفصل الأول من هذا الكتاب ما يخص الوقف والابتداء بأنواعها.

وفي الباب الثاني قدم تجويد الحروف وفيه تطرق لصفات الحروف كما تناول مسألة المد والقصر بالتفصيل.

خصص الباب الثالث لدراسة المخارج وحدد خمسة مواضع وفي كل موضع عدد معين من المخارج فعلى سبيل المثال:

الموضع الأول للشفتين ولهما مخرجان الأول مخرج الواو والميم والباء والمخرج الثاني للفاء.

الموضع الثاني للسان وله عشرة مخارج من الثاء والذال والظاء إلى مخرج القاف الذي يمثل المخرج الثاني عشر.

يلي ذلك الموضع الثالث للحلق وله ثلاثة مخارج من الغين والخاء إلى الهاء والهمزة في المخرج الخامس عشر.

والموضع ما قبل الأخير هو للجوف وفيه المخرج السادس عشر لمد الضمة (و) ومد الكسرة (ي) ومد الفتحة (ا).

واخيرا الموضع الخامس للخيشوم وهو المخرج السابع عشر لأحرف الغنة.

44 حسني شيخ عثمان، حق التلاوة، مكتبة المنار للطباعة والنشر والتوزيع، الأردن، 1990م.

ونلاحظ هنا أن المؤلف بدأ تصنيفه من الشفتين ثم نزل إلى أقصى الحلق وهو عكس المعتاد؛ ففي هذه النقطة خالف اللغوين الأولين في ترتيبهم لمخارج الحروف وخالف معظم القراء وعلماء التجويد. فالمعتاد هو ما ذهب إليه الخليل وسيبويه ومن تبعهما وهو أن ينطلق الترتيب من منبع الطاقة الصوتية ومن منبع الطاقة المحركة. فأقصى نقطة لجهاز النطق تحدد على مستوى الأوتار الصوتية المتحكمة في فتح وغلق الجهاز التنفسي الذي يمد الطاقة النفسية اللازمة لتحريك الوترين لإصدار هذه الطاقة الصوتية الضرورية للنطق.

ونشير هنا إشارة خفيفة إلى ما أورده المؤلف حول الصفات حيث يقول "والصفات الأصلية هي: الشدة والتوسط والرخاوة.

والشدة في اللغة: القوة، والرخاوة: اللين، والتوسط: الاعتدال. فالشدة والرخاوة تتوقف على انحصار صوت الحرف في مخرجه انحصارا تاما أو جريا تاما في الرخوة. وأمّا إذا لم يتم الانحصار ولا الجري فيكون متوسطا بين الشدة والرخاوة كما في كلمة (الظل) يجري صوت الحرف على حد الاعتدال بين الشديد والرخو،[45] ويتفق في بقية الصفات مع محمود علي بسة الذي ألم بكل الصفات وقدمها في جدول كما نجد نفس التحديد ونفس الوصف للحروف عند **ابن الجزري**[46] و**مكي بن ابي طالب**[47] وعند معظم علماء التجويد. و**لغانم قدوري الحمد**[48] كتاب حول القراءات والتجويد أشار فيه إلى أوجه الاتفاق بين العلماء في تحديدهم لهذا الجانب التطبيقي للأداء والتجسيد اللفظي في تلاوة الذكر الحكيم.

لقد أدرك الأولون أن للغة وزنا في وحدات تأليفها فهي كميات ومقادير توزع بين هذه الوحدات حسب الحاجة لتؤدي الغرض الرئيسي وهو التبيين والتبليغ فهو غرض نفسي فردي واجتماعي في نفس الوقت. ومن بين هذه العناصر التي تتقاسمها الأصوات في

45 محمود علي بسة، العميد في علم التجويد، مطبعة الرافعي و شركاه، الطبعة الأولى 1960م، ص 83، 84.

46 ابن الجزري، النشر في القراءات العشر، تحقيق د. غانم قدوري حمد، بيروت، مؤسسة الرسالة، (د ت).

47 مكي بن أبي طالب القيسي، الرعاية لتجويد القراءة وتحقيق الألفاظ، تحقيق أحمد حسن فرحات، دمشق، 1393هـ ، 1973م.

48 غانم قدوري الحمد، الدراسات الصوتية عند علماء التجويد، 1986.

الوصل عنصر الزمن الذي يمثل بُعدا من أبعاد الدليل اللغوي والذي يظهر في التسلسل على خط الزمن للوحدات الصوتية أثناء الأداء. فلعلماء التجويد قواعد مضبوطة فيما يخص هذا العنصر: "لكيلا يزيد القارئ في زمن مد الحرف أو ينقصه ضبط علماء التجويد أوزانا زمنية لكل مد، واصطلحوا على تسمية الفترة الزمنية المستغرقة في نطق حرف الألف من كلمة" قال "حركتين، وذلك من قبل شخص ذي طبيعة سليمة فصيح اللغة صافي التلقي لا يزيدها عن مقدارها ولا ينقصها."[49]

والحركة في اصطلاح القراء هي الوحدة القياسية لتقدير زمن المد. ووزن الحركة الزمني نصف وزن الحرف المتوالد عنها. أي نصف زمن الألف لأنّ الألف متوالدة عن فتحة بمضاعفة وزن زمنها ولذا سميت الفتحة الألف الصغرى. ونفس الشيء ينطبق على الضمة والكسرة. كما عبروا عن وزن الحركتين بالألف، فذكروا الألفين وثلاث الألفات، يعنون بها: أربع حركات وست حركات. وفي اصطلاحهم "المد والقصر": يعبر بالمد عن إطالة زمن جري الصوت بحرف ساكن من حروف العلة بحيث لا يتعرف على ذات هذا الحرف بدون هذه الاطالة. والمد في اللغة: الزيادة والمط: هو المد نفسه، ويقول الشيخ عثمان[50] "وحروف العلة ثلاثة، هي: الألف والواو والياء. فإذا كانت الألف ساكنة بعد حرف مفتوح أو منصوب... أو سكنت الواو بعد ضم أو رفع، أو سكنت الياء بعد كسر أو جر، سمي كل حرف منها: حرف مد ولين، ويجمعها قولك "ءاتوني". وإذا ما سكنت الواو، أو سكنت الياء، بعد فتح أو نصب؛ سمي كل منهما: حرف لين فقط. واللين هو "عبارة عما يجري من الصوت في حرف المد ممزوجا طبيعة وارتباطا لا ينفصل أحدهما في ذلك عن

49 حسني شيخ عثمان، ص 108 بالتصرف.

50 حسني شيخ عثمان، في هامش صفحة 132.

الآخر، وهو أجرى في الواو والياء إذا انفتح ما قبلهما، كما أن المد أجرى فيهما إذا انكسر ما قبل الياء، وانضم ما قبل الواو.[51]

وللشيخ ابن سينا كلام حول الحركة القصيرة – وهذا على سبيل المقارنة – فيقول: "...وأن الفتحة تقع في أصغر الازمنة التي يصح فيها الانتقال من حرف إلى حرف. كذلك نسبة الواو المصوتة إلى الضمة، والياء المصوتة إلى الكسرة". [52] وكلمة الانتقال تدل على البعد الزمني وعلى تسلسل وحدات الكلام.

وللغنَّة مكانة صوتية عند القراء فيقول عنها حسني شيخ عثمان بأنها "صوت هوائي يخرج من الخيشوم لا عمل للسان فيه"[53] بل للحنك اللّين وللهاة الدور الأساسي في فتح الممر المؤدي إلى الخياشيم. ويضيف قائلا "والغنَّة صفة مركبة في جسم حرف النون وجسم حرف الميم مطلقا".[54] ومقدار الغنَّة: يجب أن يستمر إخراج صوت الغنَّة الكاملة مقدار حركتين دائما، فإن لم يستمر الصوت مقدار حركتين لم تكن الغنَّة كاملة. وقال بعض العلماء بسقوط الغنَّة عند الاظهار والتحريك (وأرادوا بهذا سقوط كمالها لا سقوط أصلها). والغنَّة تتبع ما بعدها تفخيما وترقيقا فتفخم قبل حروف الاستعلاء وترقق قبل باقي الحروف.

51 حسني شيخ عثمان، ص 108.

52 ابن سينا، ص 85.

53 حسني شيخ عثمان، ص 94.

54 نفس المرجع ونفس الصحة.

3.2.1. خلاصة المبحث

العناصر المرتبطة بالجانب الفيزيولوجي المذكورة في أعمال الأولين تلخص كالتالي:

- طاقة النفس (هواء الزفير).
- درجة اهتزاز الأوتار(صوت الصدر عند سيبويه و عبارة: اهتزت له الرطبات (لابن سينا).
- وضعية التجاويف (حسب المخارج).
- صفات الحروف (لكل فئة سماتها الخاصة بها في توزيع العناصر الفيزيائية).

المجهور:
- الشديد: اهتزاز – انقطاع الاهتزاز – مد الحبس – الاطلاق (منع الصوت والنفس)
- الرخو: اهتزاز متواصل طيلة الحرف (حسب سيبويه: جرى فيه أو معه الصوت)

المهموس:
- الشديد: يحدث بطاقة هوائية بنفس المراحل: حبس – مد الحبس – الاطلاق (اطلاق النفس)
- الرخو: احتكاك هوائي(اضطراب هوائي) مدة احداثه (جرى معه النفس)

أعمال قيمة من جهود جبارة ورثناها عن العلماء الأولين الأجلاء سواء اللغويون أو النحويون أو علماء القراءات والتجويد. إنهم أحاطوا بالنظام اللغوي العربي إحاطة كاملة من كل الجوانب الدراسية اللسانية والصوتية. وجاءت الأبحاث الحديثة، على العموم، لتدعم هذا التراث الزاخر بالمعطيات اللغوية ولتضيف تفسيرات وأدلة موضوعية انبثقت من الاختبارات والتجارب باستعمال أحدث الوسائل توصل إليها التقدم التكنولوجي والإعلام الآلي الذي انفجر خلال هذه السنوات الأخيرة.

فاستعمال التصوير المباشر بواسطة الأشعة السينية لجهاز النطق يسمح لنا بالمشاهدة بالعين المجردة مواقع هذه الحروف الحلقية وكيفية حدوثها وكذلك نوعية التأثير على الحركة المجاورة لها. فمن أقصى الحلق أي على مستوى الوترين، تحدث الهمزة بانسدادهما ويحدث الهاء بانفتاحهما. أما الألف فيحدث باقترابهما لسبب عملية الجهر التي لا يمكن أن تحدث إلا باقتراب الوترين دون التصاقهما. وصوت الألف متواصل طيلة تدفق هواء الزفير من الجوف. ولوسط الحلق تحديد دقيق وموقعه بين جذر اللسان والجدار الخلفي للحلق مع ملازمة الغلصمة للجذر. ويضاف لهذا التضييق لأسفل الحلق تضييق آخر على مستوى شبه الوترين الصوتيين. أما حروف أدنى الحلق، الغين والخاء والقاف فتحدث بنشاط اللهاة على أقصى ظهر اللسان. وهذا القسم يعتبر سقف الحلق ومؤخرة الفم في نفس الوقت، وعلى مستواه تتحدد صفة الغنَّة؛ وهذا بانسحاب اللهاة عن الجدار الخلفي للحرف الغنَّي أو بانطباقها عليه للحرف الشفهي. ولا تتحقق هذه الحركة إلا بمساعدة كتلة الحنك اللين بأكمله. أما حرف الكاف فيتم الاعتراض الكلي فيه بين وسط ظهر اللسان وبداية الحنك اللين مما يجعله بعيد عن مخرج القاف اللهوي مع أقصى اللسان حسب تعبير سيبويه.

3.1. عند المحدثين

لقد حافظ العلماء على ما ورثناه عن اللغويين الأولين لمدة طويلة وتداولوا نفس الوصف ونفس التحديد لأصوات اللغة العربية. وبعد حقبة من الزمن، احتك العرب بالغرب واتصلوا بجامعاتهم للتكوين ولمواكبة العصر الجديد وتطوره التقني. تشبع البعض منهم بالمفاهيم الحديثة وحاولوا تطبيقها على اللغة العربية؛ فترجموا الكثير وتعددت المصطلحات بتعدد المترجمين.[1]

تناول هؤلاء العلماء مفاهيم حديثة لم يتطرق إليها الأولون بطريقة واضحة ولو أنهم أشاروا إلى البعض منها بأساليبهم الخاصة. ومن بين هذه المفاهيم: المقطع الصوتي والنبر والتنغيم... ولا تخلو كتب اللسانيات العربية الحديثة من هذه المفاهيم ومن الوصف الحديث لأصوات اللغة العربية ومع ذلك حافظوا على المصطلح العربي الأصيل كما ورد عند سيبويه[2].

1.3.1. الظواهر الصوتية والتصاحب النطقي:

لا ينقطع عمل الحنجرة في الكلام بل يأتي الزفير في شكل دفعات متواصلة تحمل جهرا أو همسا حسب وضعية الوترين، إلى جانب النشاط الحنجري يأتي نشاط اللسان ويغطي معظم الحروف ما عدا الحنجرية والشفوية أما بقية الحروف فهو الذي يحدد مخرجها وشدّتها أو رخاوتها وتفخيمها أو ترقيقها واستعلائها أو استفالها وإطباقها أو انفتاحها واذلاقها أو إصماتها (والاذلاق هنا للراء والنون واللام فقط). وتخضع جل الظواهر الصوتية الناتجة عن التجاور والتصاحب النطقي[3] للنظام الحركي والعضوي وبالخصوص عضلة اللسان. ونشاهد هذه الظاهرة في معظم لغات العالم ولكن بأشكال مختلفة حسب كيفية تركيب أنظمتها الصوتية. يعبر عبد الرحمن الحاج صالح عن هذه

1 لخص هذه النقطة غانم قدوري الحمد، مدخل إلى أصوات اللغة العربية، 2002 م، ص 14، 15، 16.

2 خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ في اللسانيات، دار القصبة للنشر، 2000 م.

3 حسب تعبير سالم غزالي.

الدينامية العضوية التي أدركها علماء العرب الأولون ويقول:"... هذا هو التصور العربي للديناميكية اللفظية الطبيعية؛ فاتصال الحروف يقتضي تهيؤ للنطق بالحرف التالي في الوقت الذي ينطق بما قبله، وهذا يحدث في أثناء النطق بالحركة أي في بداية الخروج من مخرج الحرف والانتقال إلى مخرج آخر، فالحركة ههنا هي مثل حركة الصور في الأفلام السينمائية فلا انقطاع فيها بين صورة وأخرى إطلاقا، فهذا هو الإدراج".[4]

وحسب ابن جنّي: "لا يجري الصوت في الساكن، فإذا حرّك انبعث الصوت في الحركة ثم انتهى إلى الحرف".[5]

- لا يمكن أن ينطق بحرف ساكن وحده وبالتالي لا يمكن الابتداء بساكن.
- لا يلتقي ساكنان.[6]

إن عملية الكلام مرتبطة بالتنفس؛ فالمتكلم يخضع لتنسيق دائم بين التلفظ والتنفس وكثيرا ما يكون اضطراب في الكلام يُظْهِر اضطراباً في التنفس. فعادة التنسيق الأول الذي يقوم به المتكلم هو تقسيم كلامه إلى وحدات تنفسية

(des groupes respiratoires) حيث تخضع عملية الكلام للوتيرة التنفسية؛ فلكل لغة نمطها الخاص في التقطيع... والمتكلم يلجأ دائما إلى تقطيع كلامه؛ وظهر المقطع الصوتي (la syllabe) وهو أصغر مقطع يسمح بالوقوف عليه لأخذ النّفس ولمواصلة التلفظ بدون أي خلل. يحدد عصام نور الدين[7] المقطع فيقول: هو "تقسيم طبيعي فوق البسيط للحدث اللغوي، بمعنى أنّه وحدة صوتية أكبر من الفونيم، وتأتي بعده مباشرة من حيث: البعد الزمني في النطق والبعد المكاني في الكتابة" بينما يعرفه محمد توفيق شاهين [8] بأنّه: "تقسيم بسيط للحدث اللغوي، أو هو الدفعة الهوائية التي تضُّم وحدة صوتية بسيطة لا

4 عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث و دراسات في اللسانيات العربية، ج 2 موفم للنشر، 2007 م، ص 182.

5 ابن جني، الخصائص، 130/3.

6 عبد الرحمن الحاج صالح، نفس المرجع، ص 186.

7 عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، الفونيتيكا، دار الفكر اللبناني، بيروت، 1996 م، ص 189.

8 محمد توفيق شاهين، علم اللغة العام، أم القرى للطباعة و النشر، الطبعة الأولى، 1980 م، ص 105.

يمكن تجزئتها إلى أقل منها لبساطتها" وأصغر وحدة صوتية تعرفها اللغة العربية هي الحرف المتحرك أي صامت ومصوتة. ويلجأ الناطق إلى تقطيع كلامه، مهما كانت لغته لأنه يحتاج إلى تنسيق بين الكلام والتنفس. ويُحدد المقطع باللغة الفرنسية كالتالي:[9] (ينظر الهامش). وتعتبر المصوتة نواة للمقطع على العموم ولكن قد تعوضها حروف بينية (ل ن ر) في بعض الأنظمة كالفرنسية مثلا.

نفهم من خلال ما تقدم أن المقطع يتمحور حول الحركات التي تعتبر النواة لكل مقطع.

نجد تعاريف متقاربة للمقطع عند اللغويين المحدثين كعبد الرحمن أيوب وكمال بشر وأحمد مختار عمر وتحديدهم يقترب من تحديد علماء اللغة الغربين.

يقول عبد العزيز الصيغ10 في كتابه "المصطلح الصوتي في الدراسات العربية":

"يعود مصطلح المقطع في العربية على ما اطلعنا عليه إلى الفارابي فهو أول من ذكره في قوله: "كل حرف غير مصوت تبع بمصوت قصير قرن به، فإنه يسمى (المقطع القصير)، والعرب يسمنوه الحرف المتحرك".[11]

والمعلوم ان الكلمات مكونة من أصوات متتابعة مترابطة، ولكنها تتفاوت فيما بينها في القوة والضعف في النطق بحسب الموقع الذي تقع فيه. "فالصوت أو المقطع الذي ينطق بصورة أقوى مما يجاوره يسمى صوتا أو مقطعا منبورا. فالنّبْرُ إذن هو وضوح نسبي

---

9 Nicole DERIVERY, la phonétique du français, éd. Seuil ; 1997,p. 31) (la syllabe) : « on peut la définir comme une unité purement articulatoire .Pendant la phonation, les muscles se tendent et se détendent pour former des unités rythmiques : la syllabe est la partie de la chaine parlée comprise entre deux moments de tension ».
« La syllabe français est vocalique : il y a autant de syllabes que de voyelles ».
« La syllabe est constituée d'un noyau ou centre de la syllabe, qui est généralement une voyelle–notée v (ou une consonne très audible comme / l / ou / r / dans certaines langues)… ».

10 عبد العزيز الصيغ، المصطلح الصوتي في الدراسات العربية، ص 274.

11 الفارابي، كتاب الموسيقى الكبير، ص 1075.

لصوت أو مقطع إذا قورن بغيره من الأصوات أو المقاطع المجاورة. ومعنى هذا أن المقاطع تتفاوت فيما بينها في النطق قوة وضعفا". [12]

"فالصوت أو المقطع المنبور ينطق ببذل طاقة أكثر نسبيا"[13] أو بتعبير أحمد مختار عمر "هو إضافة كمية من الطاقة الفيزيولوجية لنظام انتاج الكلام موزعة على القنوات الرئوية والتصويتية والنطقية".[14] يمسُّ رفع المجهود؛ الجهاز التنفسي أولا ثم الحنجرة فأعضاء ما فوق المزمار. ونفس التعبير لإبراهيم أنيس الذي يحدد النبر كما يلي: "هو نشاط في جميع أعضاء النطق في وقت واحد، فعند النطق بمقطع منبور، نلحظ أن جميع أعضاء النطق تنشط غاية النشاط..." [15] ونجد عصام نور الدين[16] يحدد النبر بأنّه" زيادة في شدّة الصوت وارتفاع نغمة وامتداد مدته مما يؤدي إلى وضوح نسبي لصوت أو لمقطع إن قورن بغيره من الأصوات أو المقاطع المجاورة" فالنبر هو اندفاع الصوت ويصل إلى ذروته في وسط المصوتة ويظهر ذلك في منحنى الطاقة الصوتية أثناء التحليل الطيفي. أما منحنى التردد الأساسي(pitch) فيبين نشاط الوترين في الوصل من علو وانخفاض وكيفية التسلسل في الكلام مع بروز قمم النبر. وهذا التنوع في التلفظ يسمى التنغيم عند أهل الاختصاص.

يحدد التنغيم محمد كمال بشر فيقول" هو مصطلح يدل على ارتفاع الصوت وانخفاضه في الكلام، ويسمى أيضاً موسيقى الكلام. إننا نلاحظ أن الكلام تختلف نغماته ولحونه وفقا لأنماط التركيب والموقف، ويساعد هذا الاختلاف على فهم المعنى المقصود. والتنغيم له وظيفة نحوية ودلالية مهمة..."[17]

12 كمال محمد بشر، علم اللغة العام، الأصوات، دار المعارف بمصر، 1973 م، ص 162.

13 المرجع السابق، ص 162.

14 تعبير أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، ص 187.

15 ابراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 169.

16 عصام نور الدين، علم وظائف الأصوات اللغوية، الفنولوجية، ص 11.

17 محمد كمال بشر، ص 163.

وللبعض التنغيم هو "نمط لحني" أو يطلق على منحنى الجملة اللحني"، أو "موسيقى الكلام".

يفيد التنغيم في اللغة العربية التأكيد أو الاستغراب أو الخبر الحقيقي...

أما في اللغة الانجليزية فيستخدم لإعطاء دلالة نحوية معينة للجملة... كما أن النبر يستخدم عندهم ليميزوا بين الاسم والفعل.[18]

يتضح دور النبر فيما ساقته الباحثة خديجة محمد الصافي[19] حول هذه الظاهرة الصوتية حيث تقول، في كتابها الموسوم "نسخ الوظائف النحوية في الجملة العربية" إن الضغط على مقطع من مقاطع الكلمة أو على كلمة من الجملة يساعد في توجيه الوظائف النحوية داخل السياق فالمائز بين الخبر الابتدائي والخبر الطلبي والخبر الانكاري في الجمل الآتي ذكرها هو موضع النبر في الجملة؛ فبه يأخذ المحمول (المسند) الوظيفة المحور، والوظيفة البؤرة الجديدة، والوظيفة المقابلة على التوالي:[20]

في الدار هند من في الدار؟

هند في الدار (بنبر الدار) = أجوبة للجمل أين هند ؟

في الدار هند (بنبر الدار) في الكلية هند أم في الدار؟ (بنبر الكلية)

الوقف: تشمل الفواصل النطقية مجموعة من السمات الصوتية العامة من بينها: الوقف والسكت فكلاهما ذو علاقة وثيقة بالنحو والوقف كما يعرفه الاشموني: " قطع النطق عن آخر الكلمة"، والذي يعنينا في بحثنا في موضوع الوقف هو الوقف الاختياري الذي عده بعضهم قرينة لفظية، قد يؤدي إلى الالغاز بإهداره، أو بتعبير أدق قد يؤدي إلى تغيير الدلالة على اختلاف موضعه من الكلام إن لم يكن في موضعه الصحيح المراد به التواصل مما يتيح مجالا رحبا للدلالة فتتعدد بذلك الوجوه الإعرابية في الجملة الواحدة

18 Gleason, H.A., Introduction à la linguistique générale, éd. Larousse, 1969.

19 خديجة محمد الصافي، نسخ الوظائف النحوية في الجملة العربية، دار السلام للطباعة و النشر و التوزيع و الترجمة، الطبعة الاولى سنة 1429 هـ – 2008 م ، القاهرة.

20 خديجة محمد الصافي، ص 23، 24.

فالوقف يقوم على مراعاة الجانب الدلالي والجانب الوظيفي ويكون الواقف فيه ملما باللغة عارفا بعلومها، وعليه فالوقف في علم القراءات أنواع:

- الوقف التام: هو الذي يحسن القطع عليه والابتداء بما بعده ؛لأنه لا يتعلق به شيء مما بعده وذلك في تمام القصص وأكثر ما يكون موجودا في الفواصل ورؤوس الآي وقد يوجد قبل انقضاء الفاصلة .
- الوقف الكافي: وهو الذي يحسن الوقف عليه والابتداء بما بعده غير أن الذي بعده يتعلق به من جهة المعنى دون اللفظ نحو: {حرمت عليكم أمهاتكم} [النساء: 23] والابتداء بما بعده وذلك في الآية كلها.
- الوقف الحسن: هو الذي يحسن الوقف عليه ولا يحسن الابتداء بما بعده لتعلقه به من جهة اللفظ والمعنى جميعا وذلك نحو قوله تعالى: {الحمد لله رب العالمين (2) الرحمن الرحيم} [الفاتحة: 1، 2].
- الوقف القبيح: كأن يوقف على الموصوف دون الصفة.

تواصل الباحثة الكلام عن الوقف وتقول "إن اهمية الوقف في الإعراب حملت بعض الدارسين لجعل – الوقف والإعراب – أحد محاور دراستهم، وخصها أحدهم بمؤلف كامل حول – القطع والائتناف – لصاحبه أبي جعفر النحاس ويعني به – القطع والابتداء – فقد أعطى النحاس "الجملة القرآنية علاقة واحدة هي أفضل العلاقات وألزم من غيرها وهذه العلاقة هي الرابطة النحوية بين أجزاء الجملة القرآنية مرتبطة بالمعنى العام ارتباطا وثيقا بحيث يلتزم القارئ بهذه العلاقة فيقف وقفا تاما في حالة واحدة وذلك في الموضوع الذي يتم فيه المعنى وتتصل أجزاء الجملة". وهذا بعد دراسة عميقة للدكتور مصطفى النحاس لكتاب – القطع والائتناف – لأبي جعفر النحاس فرأى أن من الدلالات النحوية

المصاحبة لبعض التراكيب: القطع، أي قطع الجمل عما قبلها بواسطة أحد الحروف التالية: الواو أو الفاء أو ثم أو حتى أو أم المنقطعة أو بل أو لكن".[21]

إلى جانب ظاهرة المقطع الصوتي وظاهرة النبر والتنغيم التي ترتبط بالوتيرة التنفسية وتنسيقها بالكلام على مستوى الحنجرة، ننتقل إلى ظاهرة أخرى ترتبط بالسياق الصوتي والانسجام في النطق؛ وهي ظاهرة شائعة في النطق العربي والمعروفة بالمماثلة. نجد مماثلة جزئية وهي التي تتوقف على بعض الصفات حيث القوية تطغى على الضعيفة، والمماثلة الكلية المشار إليها بالإدغام. تحدث ظاهرة الإدغام وفق الانسجام والتآلف الصوتي الذي يُفرض بدوره من طرف النشاط العضوي بطريقة طبيعية...

2.3.1. الانسجام الصوتي في اللغة العربية:

من بين ظواهر الانسجام الصوتي، ظاهرة إدغام لام التعريف:

والمعروف هو أن اللام تدغم في ثلاثة عشر حرفا وهي: النون والراء والدال والتاء والصاد والطاء والزاي والسين والظاء والذال والثاء والضاد والشين ولا يدغم في اللام إلاّ حرف النون لمقاربتها في المخرج بغنّة وبلا غنة – يقول سيبويه: والنون "تدغم في اللام لأنها قريبة منها على طرف اللسان وذلك قولك: من لَكَ، فإن شئت كان إدغاما بلا غنة فتكون بمنزلة حروف اللسان، وإن شئت بغنّة، لأنّ لها صوتا من الخياشيم، فترك على حاله، لأنّ الصوت الذي بعده ليس له في الخياشيم نصيب فيغلب عليه الاتفاق". [22]

هذا الكلام استنتاج من عادة العرب في النطق وهي عادة طبيعية تأتي من سليقتهم. فمن الطبع أن تخضع إلى السهولة واليسر والاقتصاد في الجهد المبذول وفي زمن النطق. فالحروف التي يرفع فيها اللسان رفعة واحدة لتحقيق لام التعريف ومعه الحرف الأول من الكلمة؛ هي الحروف الذلقية النطعية التي ذكرها سيبويه كما ذكر حرف الشين الذي

21 خديجة محمد الصافي، ص 25.

22 عبد الله بوخلخال، الإدغام عند علماء العربية في ضوء البحث اللغوي الحديث، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2000 م ، ص81، (الكتاب 452/46) .

يحدث على مستوى الشجر بجوار الياء والجيم؛ والسبب في ذلك يعود إلى صفة التفشي التي لا تفارقه فهي صفة ذاتية لو حذفت منه تحول إلى حرف شديد من مخرجه. ولتحقيق هذه الصفة نحتاج إلى مقدمة اللسان بكاملها والذولق معها. وهذا هو التفسير الفيزيولوجي الذي توصلنا إليه من خلال تتبعنا لنشاط أعضاء النطق وبالخصوص نشاط عضلة اللسان.

3.3.1. الانسجام في البنية الصرفية:

قام الطيب البكوش في كتابه: التصريف[23] بوصف تصريف الفعل المجرد في العربية، وحلل صيغ الأفعال، وفسّر سبب ظاهرة فتح عين المضارع الحلقي بالعلاقة بين جرس الفتحة ومخرج حروف الحلق فيقول: "وإذا حللّنا عددا كافيا من الأفعال تبيّن لنا أنّ **الضم والكسر مطلقان** بينما **الفتح مقيّد** بسبب صوتي متّصل بطبيعة الحروف المكوّنة للفعل. ومن الطبيعي أن الحروف الهامة هنا هي المتصلّة بحركة العين مباشرة، وهي العين، لأنها **تسبق الحركة**، و**اللاّم لأنها تتبع الحركة**[24]، فإذا كانت عين الفعل أو لامه **حرفا حلقيا** كانت حركة عين المضارع **فتحة** في الغالب، والحروف الحلقية هنا، تدخل فيها أيضا **اللهوية** ولاسيّما الخاء والغين... وقد شعر النّحاة العرب بهذا منذ القدم..." ويذكر قول سيبويه: "هذا باب ما يكون يفعل من فعل فيه مفتوحا، وذلك إذا كانت الهمزة أو الهاء أو العين أو الحاء أو الغين أو الخاء لاما أو عينا..." [25]

رأى الطيب البكوش أن سيبويه حاول تعليل هذه الظاهرة صوتيا فقال في الكتاب[26] "وإنّما **فتحوا** هذه الحروف لأنّها **سفلت في الحلق** فكرهوا أن يتناولوا حركة ما قبلها بحركة ما

23 الطيب البكوش، التصريف العربي، من خلال علم الأصوات الحديث، نشر و توزيع مؤسسات عبد الكريم بن عبد الله، تونس، ط 2، 1987 م.

24 قدمنا في الفصل الثاني بحثا لأحمد أعليوة حول تأثير حروف الحلق على الحركة السابقة لها أو اللاحقة بها، ص 126 إلى 133.

25 نفس المرجع، ص 90... سيبويه (252/2).

26 سيبويه، الكتاب (252/2).

ارتفع من الحروف، فجعلوا حركتها من الحرف الذي في حيّزها وهو الألف والواو والياء". ويلاحظ البكوش أنّه واضح أنّ خلط سيبويه بين الهمزة والألف، وما ينتج عنه من اعتبار الالف حرفا جعله يقع في التّكلّف والغموض. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بالعلاقة بين جرس الفتحة ومخرج الحروف الحلقية: فنطق حروف الحلق يصحبه انفتاح في الفم يسهل عمليّة انقباض الحلق، والحركة الوحيدة التي تتصف بالانفتاح هي الفتحة، ومن هذه الصفة أخذت اسمها.

ونوافق البكوش في تفسيره لاختيار الفتحة مع حروف الحلق لأنها كما يقول هي الحركة الوحيدة التي تتصف بالانفتاح ونلاحظ في الوقت نفسه أن سيبويه تفطّن لهذه العلاقة بين الفتحة وحروف الحلق وعبّر عن ذلك بالعبارة "لأنها سفلت في الحلق... " وهذا التسفل حسب اعتقادنا هو تسفل اللسان في الفم والذي ينتصب للفتحة وفي نفس الوقت ينفتح لها الفم بينما يضيق الحلق للفتحة وللحروف الحلقية حسب موضعها. فالهمزة تشترك مع الفتحة في انفتاح الفم وانتصاب اللسان، أما الألف فهي إما مدّ الفتحة وإما همزة حسب تَعْبِير البعض أحيانا. ولتوضيح تأثير حروف الحلق على الحركة، قدمنا، في الفصل الثاني، ملخصا لأهم النقاط التي وردت في بحث أحمد أعليوة – حول تفاعل الفتحة مع حروف الحلق وقُدم هذا البحث باللغة الفرنسية بجامعة ستراسبورغ (1989). ومن خلال نتائجنا، نستثني حروف أقصى الحلق؛ فلا أثر لها على الحركات.

والمتفق عليه هو أن الفتحة تتصف بانفتاح وانتصاب في كل اللغات: /a/

Voyelle de grande aperture – c'est aussi une voyelle pharyngale.

ويشير البكوش إلى أن الواقع اللغوي يظهر أن الضم يزيد عن الكسر في الاستعمال،[27] كما أن الاستعمال القرآني يدعم هذا الرأي، وعلل تفوق الضم على الكسر

27 تذكر وفاء كامل فايد الكسر عوض الضم، و نقلنا تفسيرها في ص 67 من بحثنا هذا.

بالتقارب الحركي، فضلا عن أن للضمة مخرجين: فهي خلفية، كما أنها أمامية من جهة استدارة الشفتين عند النطق بها، فتكون بذلك مناسبة لأغلب الحروف، على حين لا تلائم الكسرة الامامية إلا الحروف المجاورة لها.[28] نرى أن هذه المسألة تحتاج إلى توضيح أكثر في ما يخص ملاءمة الكسرة أو الضمة في التوزيع على عين الفعل؛ فالأمر مرتبط في الكسر بدرجة انغلاق الفكين أثناء النطق بالحروف التي تتطلب مشاركة الذولق في تحقيق المخرج، بينما الضم فهو مرتبط أكثر بشكل اللسان من حيث التأخر والرفع. أما الشفتان فانغلاق الفكين يكون أقل من انغلاقهما للكسر، ونضيف أيضا استقلالية الشفتين عن كتلة اللسان في نشاطهما العضوي؛ فهي أقل تقيدا من الكسر الذي يحتاج إلى غلق الفم لتحقيق انجراره وتحقيق جرسه؛ لأن انفتاحا قليلا قد يحوله إلى جرس فتحة ممالة إمالة شديدة.

يقدم البكوش أمثلة حول التمييز الدلالي القائم على التقابل بين الكسر والضم فيقول إن "... كثيرا ما تستعمل العربيّة هذا التنويع الحركي في نفس الفعل لغايات تمييزية واحداث فروق معنوية متفاوتة الأهمية مثل:

نفَـر ← ينفرُ= تجنب الشيء أو كرهه.

ونفَـر ← ينفِـر= نزل مع الناس من عرفات.

ويبقى هذا الاستعمال محدودا بحكم قانون الاقتصاد اللغوي (لتجنب الكلفة على الذاكرة). ولكن هذا التمييز بقي حيّا في ما كان قائما على مقابلة تامة بين الماضي والمضارع مثل:

هـوَى يهـوي سقط / هـوِي يهـوى = أحـــبّ.

روَى يروي = حكى / روِيَ يَروَى = أطفأ العطش.[29]

28 الطيب البكوش، ص 93.

29 الطيب البكوش، ص 96.

وعن سليقةِ العرب ننقل هذا الشاهد للسيوطي، في (المزهر 207/1) وهو ما رواه كثير من اللغويين عن أبي زيد الأنصاري أنّه قال: "طفت في عليا قيس وتميم مدّة طويلة اسأل عن هذا الباب صغيرهم وكبيرهم لأعرف ما كان فيه **الضم أولى** وما كان منه **بالكسر أولى** ، فلم أجد لذلك قياسا، وإنّما يتكلّم به كلّ امرئ منهم على ما يستحسن ويستخفّ لا على غير ذلك".[30]

وهذا يدّل على أن الانسان بفطرته يميل إلى الخفّة والانسجام ويتجنب الكلفة وخاصة أن الكلام نشاط حيوي ونشاط ذهني متواصل في أغلب الوقت. وتخضع هذه العملية النطقية لما تتطلبه أعضاء النطق من حركات عضوية منسجمة ومتناسقة مع بعضها البعض؛ فتحديد المخرج يعطي للتجاويف وضعية خاصة، وهذه الوضعية تفرض المصوتة القريبة والمناسبة.

فمن الجانب الفيزيولوجي نقول إن جلّ الحروف الحلقية تحدث بانفتاح الفم أي بنزول الفك السفلي وهذا مع انتصاب اللسان مع الهمزة والهاء والعين والحاء أو مع استعلاء أقصاه للقاف والغين والخاء. والحركة المناسبة كما أشار إلى ذلك سيبويه والبكوش ووفاء كامل هي الفتحة لأنها تحدث بانفتاح الفم ونزول الفك السفلي مع انتصاب اللسان فهي حركة حلقية لأن اللسان اذا انتصب واستفال الى قاع الفم تكتلت العكدة نحو الوراء وأحدثت نوعا من التضييق بين العكدّة والجدار الخلفي للحلق. ويلاحظ أن حروف وسط الحلق وحروف أدنى الحلق تتصف بتضييق تجويف الحلق لسبب مخرجها. فهناك انسجام في الحركة الفيزيولوجية بين الفتحة وحروف الحلق؛ أما الهمزة والهاء فالسبب الذي يقرِّبُهَا بالفتحة هو انْفِتَاح الفم ونزول الفك السفلي وانتصاب اللسان، وهذا كلّه يكفي لينسجِما مع الفتحة. أما الضمة كما أشار إلى ذلك البكوش فهي تتسم بالرفع أي رفع ظهر اللسان نحو الحنك اللّين وتقيد الشفتين بالضم والاستدارة وهذا لا يتم إلا بمشاركة

30 نفس المرجع، ص 96.

الفك السفلي الذي يصعد لكي يقرب بين الشفة السفلى الملازمة له والشفة العليا وهكذا تتم صفة الضم بتحقيق وضعية التقبب للشفتين. أما الكسرة فانجرار اللسان نحو الأمام يتطلب غلق الفكين أو بعبارة أخرى تتطلب الكسرة صعود الفك السفلي لكي يتم النطق بها...

"...إنّ أهم الظواهر اللغوية **كالإدغام والحذف** وما إليهما ترجع إلى الرّوابط الموجودة بين أصوات الكلمة. وهذه الروابط – تماما كروابط أفراد الأسرة أو المجتمع – تتسّم بالتجاذب أو التنافر وما ينجر عن ذلك التفاعل من تأثير وتأثر، يخضع لخصائص هذه الأصوات مثلما تخضع صلات البشر لطباعهم وخصائصهم النفسية.

فالأصوات البشرية تتميّز إذا بخصائص متعددة تكوّن منها أُسَرا ومجموعات تتقارب وتتباعد طبقا لنوع هذه الخصائص التي يمكن أن نرجعها إلى ثلاث مجموعات كبرى" [31]

ويقدم هذه المجموعات حسب تعلقها بالمخرج ثم بدرجة انفتاح الحاجز وأخيرا بحسب صفات الصّوت... بأسلوب آخر، جعل البكوش التقابل الأول بين الأصوات على مستوى المخارج ثم على مستوى كل مخرج يتم التقابل الثاني بين الشديد والرخو وآخر صفة للتقابل هي الجهر والهمس وصفات أخرى كالتفخيم والترقيق والاستعلاء والأغن... أما **الحركات** فتتقابل بدرجة انفتاح القناة الصوتية لها – وهذا التصنيف مفصل عند سيبويه وابن جني... يحدد الحركة بأنها "تمتاز عن الحرف بانعدام قيام حاجز في جهاز التصويت... وترتب الحركات – مثل الحروف– حسب مواضع نطقها (وهي كالمخارج بالنسبة للحروف) ودرجات انفتاحها وصفاتها، ويسمّى مجموع ذلك [جرْسُ] الحركة"[32]

31 الطيب البكوش، ص 36.

32 Le timbre vocalique.

وننقل هنا الجدول الملخِّص للحركات حسب البكوش:[33]

الحركات	موضع النطق	درجة الانفتاح	الصفة
الكسرة	أمامية	منغلقة	منفرجة
الفتحة	وسطية	منفتحة	منفرجة
الضمة	خلفية	منغلقة	مستديرة

وحسب البكوش دائما توجد أنواع خاصة من الحركات في اللغة العربية: فإلى "جانب الحركات العربية القصيرة والطويلة توجد أنواع أخرى من الحركات المتميزة إما بجرسها أو بمَدَاها". وفيما يخصّ هذه المسألة تحدَّث عنها ابن جني وأفصح عن وجود الحركات الفرعية في كتابه سر صناعة الإعراب. ونجد تنوعا في أجراس الحركات وبالخصوص حركة الفتحة التي تتلاءم مع الحروف المجاورة لها؛ وقد عبَّرت عن هذا التنوع في الجرس **يمينة بلقايد** التي أشرنا إلى عملها وقدمنا ملخصا لبحثها في متن الفصل الثاني.[34]

الحركات المختلسة:

هي حركات قصيرة جدًّا نجدها خاصة عند الوصل أو مع ألف الاتكاء التي يُؤتى بها حتى لا تبدأ الكلمة بساكن كما هو الشأن في الافعال المزيدة مثل: افعّل، انفعل إلخ.... أو في الأمر وتكون في الغالب كسرة.

الحركات المزدوجة:

لا يوجد منها في العربية إلاّ اثنتان هما ـَوْ [aw] و ـَيْ [ay]. ويقول البكوش عن هذا النوع من الحركات أنها "لا يكثر استعمالها في العربية إلا في الأسماء مثل: لون، بيت إلخ... و ـَيْ: تنزع في آخر الكلمة إلى الفتحة الطويلة ،إلَيْ ← إلى – عَلَيْ ←

33 نفس المرجع، ص 50.

و لعبد الرحمن الحاج صالح تفصيل حول جرس الحركة وصرف الحرف حسب مفهوم الأولين، ينظر الفصل الثاني من هذا العمل، ص 75.

34 في صفحة 117 إلى صفحة 126.

على؛ أما إذا اتّصلت هذه الكلمات بضمير متّصل ، فإن الحركات المزدوجة تبقى (إليك، عليْك). وإذا سقطت الياء أو الواو من بعض الافعال فإن الفتحة التي قبلها تكوّن مع الضمة أو الكسرة الطويلة التي بعدها حركة مزدوجة: تسعوْن– تسعيْن... [35]

(les diphtongues).

يقدم البكوش[36] أمثلة حول إدغام الواو في الياء:

1–تدغم الواو في الياء المجاورة لها:

أ– إدغاما تقدميا: طوْيٌ ← طيٌّ.

ب– إدغاما تأخريّا: أيوَامٌ ← أيّامٌ.

الظواهر التعاملية أو تفاعل الأصوات المجاورة وتغيّرها:

أهم ظواهر تعامل الأصوات: **الادغام** و**التقريب** و**التباين** و**التبادل** و**القلب**.

الإدغام: يحدد البكوش الإدغام[37] ويقول: "هو نزعة صوتين إلى التماثل أي الاتّصاف بصفات مشتركة تسهل اندماج أحدهما في الآخر، ويقع ذلك خاصة في الحروف المتقاربة المخارج كما يظهر في هذه الامثلة النموذجية".

ويسوق البكوش أمثلة حول الإدغام ويقول إن "في جميع الكلمات الشمسية، تدغم لام التعريف في الحرف الأول منها، والحروف الشمسيّة حسب النطق العَربي قديما – أربعة عشر وهي: الثاء والذّال والظّاء والتّاء والدّال والطّاء والنّون واللاّم والرّاء والضاد والسّين والزّاي والصاد والشين"[38] ويلاحظ البكوش أن" جميع هذه الحروف متتابعة

35 الطيب البكوش، ص 52.

يسمي عبد الصبور شاهين هذا النوع من الأصوات: بالأصوات الانزلاقية؛ و ذكرها في مؤلفه: البنية الجديدة في الصرف العربي...

كما خصص أحمد أعليوة دراسة فيزيائية، لهذه الأصوات، في مجلة معهد الصوتيات بجامعة ستراسبورغ، سنة 1985 م ، رقم 17، ص 13 – 45.

36 الطيب البكوش، ص 64.

37 نفس المرجع، ص 67.

38 نفس المرجع، ص 67.

المخارج، تقع جميعا في حيّز الأسنان وما يجاوره (مما بين الأسنان إلى أدنى الحنك) فهي إذا مجاورة عموما للام. أما الحروف القمرية–التي لا تدغم اللام فيها– فتقع في الطرفين الباقيين أي الشفتين والحلق (إذا اعتبرنا الحلق يبدأ تقريبا من أقصى الحنك)..."

نعتقد أن هناك – في مسألة إدغام لام التعريف – عنصرا مهما جداً– يتوقف على حدِّه تفسير هذه الظاهرة الصوتية؛ فالسرّ يكمن – حسب رأينا – في الجزء المسؤول من اللسان في إحداث الحرف. فكل الحروف التي تتطلب مشاركة مقدمة اللسّان لإحداثها تدغم فيها لاَم التعريف: فمن الأسلة إلى الذولق إلى مقدمة ظهر اللسان؛ تدغم حروفها في اللام. أما الشجرية التي تحدث بمشاركة وسط ظهر اللسان وهي الجيم والياء لا تدغم فيها اللام لأن الجزء المسؤول من اللسان بعيد عن مقدمته؛ فيُحقَّق اللام بالذولق والجيم والياء بوسط ظهره؛ فبإمكانه الحركة لتحقيق المخرجين ويَتَيَسَّرُ له ذلك. والحرف الثالث من حيِّز الجيم والياء – وهو الشين – فالسبب الذي يجعله من المجموعة الشمسية هو "التفشي" وهي صفة ذاتية لهذا الحرف؛ فنعتقد أن التفشي يتطلب وضعية خاصة لمقدمة اللسان بأكملها ليتفشى وينتشر الهواء اللازم لتحقيق جرس هذا الحرف. إذا مشاركة جزء كبير من اللسان أي من وسط ظهره حتى الذولق حيث تنطبق حافتي اللسان على الأضراس ويُحَرِرُ ممراً واسعاً لإخراج هواءٍ كثيرٍ وينتشر لإحداث التفشي المعروف في الشين العربي وغير العربي...[39]

أما باقي الحروف فلا تحتاج الى الذولق: ومنها الشفوية الفاء والباء والميم والواو يُنطق بها دون تدخل اللسان ومنها الشجرية: الجيم والياء يتدخل فيها وسط ظهر اللسان والكاف كذلك ثم اللهوية تحدث بأقصى ظهر اللسان والحلقية العين والحاء فجذرُهُ هو المسؤول فيهما. أما مع حرف أقصى الحلق فيتوقف تدخل اللسان فيها لأنها حنجريه، بعيدة عن كتلة اللسان.

39 وهذا هو استنتاجنا الشخصي لهذه الظاهرة.

وفي الختام نقول إن المخرج هو السبب في إدغام لام التعريف في الحروف المجاورة له ولكن السبب الحقيقي مرتبط بنشاط اللسان، نشاط الجزء الأمامي منه فقط.

وبإمكاننا أن نقول إن هناك ثلاثة مجموعات متباعدة بعضها عن بعض: المجموعة الاولى هي المجموعة التي تنتمي إلى **المنبع**، منبع الصوت وهي الحنجرية الهمزة والهاء لا تؤثر فيهما التجاويف العليا إلا لتحديد الحركة المصاحبة لهما. لا يتدخل فيهما اللسان إطلاقا. فاللسان حرٌّ في **حركاته لا يقيِّده** شيءٌ أثناء النطق بالهمزة والهاء فبإمكانه أن يتخذ الوضعية المناسبة للحرف اللاحق في الوقت الذي تُحدث فيه الحنجرة الهمزة والهاء. المجموعة الثالثة هي المجموعة التي تنتمي إلى **المنفذ** (المخرج بأتم معنى الكلمة) أي الشفتين وهي الحروف الشفوية والشفوي الأسناني؛ فمع هذه الحروف لا يتدخل اللسان إذا استثنينا الواو الذي يرتفع له ظهره كارتفاعه للضمة تماما. فمع هذه الحروف ينشط اللسان بكل حرية ويحقق الصوت الموالي لأصوات هذه المجموعة بيُسْرٍ كثير. والدليل على انفصالية عمل الشفتين عن عملِ اللسان هو ما يظهر في عملية الضم حيث تتخذّ الشفتان الشكل اللازم للضم قبل أن يُحَقَّق الحرف الذي يحمل الضمة – فحركة الشفتين للاستدارة والضم تسبق دائما احداث الحرف المضموم – إنّ عمل الشفتين للاستعداد يتزامن مع عمل الحنجرة إن كانت همزة مع ضمة أو هاء مع ضمة أو يتزامن مع عمل اللسان إن كان الحرف من المجموعة التي يتحكم فيها اللسان ويكون مسؤولا عن تحديد المخرج والصفات ما عدا صفة الجهر والهمس. والحروف التابعة للسان هي: العين والحاء والغين والخاء والقاف والكاف والجيم والشين والياء واللام والنون والراء والضاد والطاء والدال والتاء والسين والصاد والزاي والذال والثاء والظاء. فهو الذي يحدد مخرج كل منها ويحدد لها الشدّة والرخاوة كما يحدد التفخيم والترقيق ويحدد كذلك الاطباق والاستعلاء والانفتاح والاستفال والاذلاق والاصمات... ويُعَد مسؤولا في تحديد جرس الحركات من الرفع الى النصب الى الجر؛ وهذه التسميات مشتقة من وضعيته في الفم، ويعود هذا إلى النحوي الأول أبي الأسود الدُؤلي... فمن خلال هذه الملاحظة نعامل الحروف حسب هذا

التوزيع الثلاثي الذي نحدده بمجموعة **الألف** ومجموعة **اللام** ومجموعة **الميم**. فعمل الحنجرة قد يتزامن مع عمل اللسان أو عمل الشفتين، وعمل الشفتين قد يتزامن مع عمل اللسان وهذا اختزالٌ في المدّة الزمنية للسلسلة الكلامية وتخفيف في النشاط العضوي لأقسام جهاز النطق. وقد لوحظت نفس الظاهرة لعمل الشفتين فيما يخص الضم في لغات أخرى وعبروا عنها كما يلي:[40] « the lips seem to wait for the tongue ».

نعود إلى البكوش وإلى المثال الثاني الذي ساقه وهو إدغام فاء الفعل في التاء في صيغة افتعل اذا كانت تاء أو واو أو همزة مثل اتبع، اتصل، اتخذ، وذلك لثقل الواو الساكنة بعد كسر وثقل الهمزة الساكنة اطلاقا. أما إذا كانت الفاء مجهورة أو مفخمة فإنّ التاء هي التي تدغم فيها لغلبة الجهر على الهمس غالبا وغلبة التفخيم على الترقيق مطلق، مثل ادّثر، ادّرك، اذّكر، اطّلع، اطّرد. وهي حروف من نفس حيز التاء.

ويشاطر الكثير البكوش في ملاحظته أن حالات الإدغام كثير جدّاً في العربية، منها ما يبين في الرّسم ومنها ما يقع في مستوى النطق ولا يظهره الرّسم، وكثيرا ما يتردَّد الرّسم في مثل هذه الحالات: مَدَدْتُ = مَدَدتّ = مَدتّ...[41] وفيما يخص الحركات فيلخصها في قوله: "في الأفعال المعتلّة كثيراً ما يؤدي سقوط نصف الحرف الى التقاء حركتيْن فتدغم احداهما في الأخرى فتطيلها... وكثيرا ما يدغم نصف الحركة (الواو أو الياء) في الحركة المجاورة لها فتطيلها". وقدم البكوش جدولا يشمل كل هذه الحالات.[42]

التقريب: يحدده البكوش ويقول: هو نزعة صوتين إلى التقارب أي الاتصاف بصفات متقاربة حتى يسهل نطقهما متتاليين. وذلك إذا كانا متباعدي المخرج، أو كانا متماثلي المخرج لكن أحدهما مجهور والآخر مهموس، فكثيرا ما ينقلب المهموس الى مقابله في الجهر لمجانسة الحرف المجاور. وهذه المجانسة بين الهمس والجهر تعود إلى وضعية

40 جبالي حاوش تسعديت، رسالة ماجيستير، 1997 م.

41 الطيب البكوش، ص 68.

42 نفس المرجع، ص 58، 59.

الوترين؛ إما انفتاح للهمس، وإما اقتراب للجهر؛ وهو ما فصّلناه في الفصل الثاني من هذا البحث. وتتجلى هذه الظاهرة بوضوح من خلال النماذج التي اختارها البكوش وهي كالتالي:

1-الحروف: في صيغة افتعل تنقلب التّاء غالبا دالا إذا كانت فاء الفعل حرفا أسنانيا مجهورا وتنقلب طاء إذا كانت الفاء حرفا مفخما:

أ- ازتهر ← ازدهر، ازتاد ← ازداد،

إزتان ← ازدان، اذتكر ← إذدكـر،

في هذه الأمثلة، تبقى الأوتار على وضعية الجهر. أما في الأمثلة الموالية، فالأمر مرتبط بعضلة اللسان التي يثقل عليها الانتقال من وضعية الإطباق والاستعلاء – دون فصل بحركة – إلى وضعية الانفتاح والاستفال.

ب- اضترب ← اضطرب، اصتلح ← اصطلح، اضتجع ← اضطجع.

2- الحركات: وحول الحركات يقدم الأمثلة التالية:

لِـهُ ← لَـهُ، بِـهُ ← بِـهِ.

نوافق البكوش هنا في التفسير الذي قدمه وهو أن التقريب العادي هو في (لَـهُ). أما (بِـهُ) فإنها لم تصبح (بَـهُ) لأن الباء حرف شفوي، وأقرب الحركات إليه الكسرة فقربت منها حركة الهاء بأن أصبحت ضمتها كسرة. واجتنبت الفتحة حتّى لا يلتبس بالمؤنث بينما اللام هنا حرف أدنى حنكي وأنسب الحركات له الفتحة. ونضيف إلى كلامه أن حرف اللام، عندما يتجاف الذولق عن النطع، يجري الصوت الحنجري ويكتسي جرس الفتحة بدون أي كلفة للسان في ذلك، والهاء لا يكلف إلا الأوتار بالانفراج المعتدل الذي يسمح بالاحتكاك الهوائي؛ أمّا الباء فصحيح أنه يحدث بغلق الفم؛ والكسرة كذلك تحدث بصعود الفك السفلي لأن اللسان مرتبط به، في الأمام، بكوابح تمنعه من الالتواء.

وبتعبير آخر نقول إن السبب الذي جعل الكسرة قريبة من الباء هو مخرج الباء الذي تطلَّبَ انطباق الشفتين وهذا الانطباق يصاحبه انغلاق الفكين وفي الوقت نفسه

الحركة المناسبة هي الحركة المنغلقة التي تحدث بصعود الفك السفلي. وبما أن الهاء حنجري لا يتطلب أيا تعديل لأعضاء التجاويف العليا؛ يُحَقَّقُ على مستوى الحنجرة و يُتبع بالصوت الحنجري المجسِّد للكسرة وهذا بأقل تكلُّفٍ لأعضاء الفم (اللسان والفك) التي تبقى على حال وضعيتها وهي وضعية الكسرة الاولى [b i h i] وفي هذا المثال نلاحظ استقلالية اللّسان عن الشفتين وعن الحنجرة حيث اتخذ الوضعية المناسبة للكسرة الاولى وبقي على نفس الوضعية واحتفظ بها إلى أن حُقِّق الهاء الذي تكلفت به الحنجرة وجاءت الكسرة الثانية بعد الهاء بكل سهولة.

التباين: يحدده البكوش ويقول: هو عكس الإدغام، أي نزعة صوتين متماثلين أو متقاربين إلى التباعد والتباين حتى يحق نطقهما. ويكثر ذلك خاصة في معالجة الكلمات الدخيلة وفي نطق العامة للكلمات العربية الاصل. فإذا فك الإدغام تباينا، يظهر غالبا حرف مائع مثال فقّع = فرقع والحروف المائعة حروف شبيهة بالحركات سمعيا وتشمل هذه الصفة بالخصوص اللام والراء (les liquides) ونقول عنها (Phonèmes vocaliques).

التبادل:" تتمثّل هذه الظاهرة في تبادل صوتين مكانهما من الكلمة، فيحدث بذلك تأخير الأول وتقديم الثاني. ويقع التبادل أحيانا بين حرف وحركة وهو ما يفسّر وجود صيغتين من نوع: مَـرْءٌ ← اِمْرُؤٌ، مرأة ← اِمرأة. فالصيغة الأولى منهما هي الأصلية ثم تقدمت الراء على الفتحة (فتحة الميم) فأصبحت الكلمة ممدودة بحرفين (أي بساكن) فأتي بألف الاتكاء المكسورة لنطقها عند التّنكير، أما في التعريف فلا يُقال الا مرؤ ولا الامرأة وإنما تعود الصيغة الى أصلها. والتبادل بين الحرف والحركة هو أساس التغيير الطارئ على الأوزان الاصلية في مضارع الافعال المضاعفة:

مثال: سَـرّ (يَسْرُرُ) ← يَسُـرُّ [y a s u r r u]

فَرّ (يفرِرُ) ← يَفِرُّ [y a f i r r u]"[43]

43 نفس المرجع، ص 74 .

القلب: نسوق هنا بعض أمثلة حول التبديلات الصوتية الناتجة من تعامل الوحدات الصوتية مع بعضها البعض والتأثير والتأثر السائد في عناصر هذه الوحدات الصغرى في البِنْيَةِ اللُّغَوِيَةِ.

إنّ إبدال حرف بحرف لتسهيل النطق يسمى القلب. يقدم البكوش[44] أمثلة حول القلب وننقل منها:

و ← ء: أكَّـدَّ تأكيدا ← وكد توكيدا (كلاهما مستعمل).

ء ← ي: أئمة ← أيِمَّة (وجود الهمزة الاصلية بين همزة مفتوحة وكسرة هو الذي سهّل القلب).

و ← ي: عُـلْوا ← عُلْـيا، دُنْـوَاٍ ← دُنْـيا (يمكن ارجاع القلب هنا الى التباين: وجود ضمة بعد الفاء).

و← ت: وَقى ← تقى (تبدو هذه الصيغة غريبة، لكنّها ترجع إلى الإدغام في اتّقى، إدغام الواو في التاء ممّا جعل التّاء تبدو كأنها فاء الفعل: تقى)...

وهكذا نرى أن العربية القديمة لا تخلو من هذه الأمثلة التي ينجرّ عن القلب فيها أزواج من الكلمات المترادفة، وقد يرجع ذلك في كثير من الأحيان إلى اختلاف اللهجات العربية قديما وحديثا.[45] ذكر اللغويون الأولون صفة التفشي في حرف الشين صفة الاستطالة التي تجمع الضاد (بالنطق القديم) والشين. يقول عن ذلك سيبويه:[46] "الشين والضاد، ويجمعهما حيز واحد، كما تجمعهما صفة الاستطالة"، ويقول أيضا:[47] "وحرفان يخالطان طرف اللسان: الضاد والشين؛ لان الضاد استطالت لرخاوتها حتى اتصلت بمخرج اللام، والشين كذلك حتى اتصلت بمخرج الطاء".

44 الطيب البكوش، ص 75.

45 نفس المرجع، ص 75، 76.

46 سيبويه، الكتاب، 457/4.

47 سيبويه، الكتاب، 457/4.

يروي صالح القرمادي (1973) عن البكوش ويقول إنّه استطاع أن يستعمل كل ذلك لإقامة ترتيب تدريجي بين الحركات إما تجاورا و تجانسا أو تباعدا وتنافرا وقد مكنه هذا الترتيب المنظم من أن يقحم في مفاهيم العلل النحوية القديمة المبهمة من نحو الاستثقال والتعذر محتوى علميا مدققا ممنطقا منطقة واضحة حسب معايير صوتية مضبوطة.[48]

" ...وكذلك كلام النحاة المستفيض عن حروف المد واللين وعن الحركات طويلها وقصيرها في باب الإمالة والتفخيم والروم والإشمام دليل على أن هذه المسألة تستحق مزيدا من البحث والتنقيب والاحصاء والترقيم".[49]

المقطع: يعرف البكوش المقطع بأنه "الفترة الفاصلة بين عمليتين من عمليات غلق جهاز التصويت (غلقا كاملا أو جزئيا) فهو إذا أبسط وحدة نطقية".[50] و**النبرة** عنده هي اشباع مقطع من المقاطع وذلك بزيادة ارتفاعه الموسيقى أو مداه أو شدّته. وهي تقع، حسب ضبط المستشرقين لها "على أول مقطع طويل من الكلمة ابتداء من آخرها – باستثناء الأخير – فإذا خلت الكلمة من المقاطع الطويلة ،وقعت النّبرة على المقطع الأول منها".[51] وحسب البكوش "الوقف يغيّر كثيرا من مكان النّبرة لأنّه ينقص مقطعا من مقاطع الكلمة فيُغيّر من وزنها ويجعل بذلك هذه القاعدة نسبيّة:

أ- المقطع الطويل جدّا يحمل النّبرة ولو كان آخرا: مسلـ . مُون

ب- إذا أنقص الوقف مقطعا، تقدمت النّبرة بمقطع: ممـ – لـ – كة ← ممـ – لكة .

الحروف الزائدة في أول الكلمة لا تغيّر من مكان النَّبْرة لأنّ الحساب من آخر الكلمة،... فكلّ مقطع زائد على ثلاثة، يؤخر النّبرة بمقطع لتحتفظ الكلمة بتوازنها الموسيقي"...[52]

48 الطيب البكوش، ص 09.

49 نفس المرجع، ص 14.

50 الطيب البكوش، ص 77.

51 نفس المرجع، ص 80.

52 نفس المرجع، ص 81.

4.3.1. الانسجام بين الحركة وعين الفعل:

لاستكمال ما ورد عند البكوش حول الانسجام الصوتي في البنية العربية، نذكر بحث وفاء كامل فايد، ونستهله بما ذكرته في تحديد المخرج، وتذكر فيه قول ابن يعيش: "هو المقطع الذي ينتهي الصوت عنده" (شرح المفصل: 124/1). والتعريف الذي تقدمه كامل فايد هو "النقطة التي يلتقي عندها عضوان من أعضاء النطق ليمر هواء الزفير بينهما، ويحدث الصوت" وتواصل مع تحديد الطيب البكوش للحرف بأنه "هو الصوت الذي يحدث عندما يقوم في جهاز التصويت حاجز يعترض النَّفس ثم يجتاز النّفس ذلك الحاجز" والحاجز قد يُحدث اعتراضاً كلياً يمنع مرور هواء الزفير[53] فينحبس مدّة ثم يُطلق سراحه ويُسمع الصوت المناسب لموضع هذا الانغلاق للقناة الصوتية. وقد يكون الاعتراض جزئيا فيتسرب هواء الزفير محدثا احتكاكاً مسموعاً ويمثل الأصوات التسريبية حسب مصطلح **ابن سينا** أو الرخوة حسب مصطلح **سيبويه**.

"والحاجز هو عادة عضو من أعضاء جهاز التصويت، حسب تعبير الطيب البكوش، يقوم أمام الهواء المنطلق من الرئتين فيسد مجراه سداً تاما أو جزئيا... "[54]

فهذا الجانب الخاص بنشاط أعضاء النطق هو الجانب الحركي للغة وهو نشاط عضلي وعضوي يشمل الصدر أي القسم التنفسي الذي يعتبر مضخة للطاقة النفسية الضرورية لعملية الكلام والعضو الصائت وهي الحنجرة التي تمثل منبع الطاقة الصوتية والتي تتحكم في درجة علو الصوت أو خفضه كما يتم التقابل الأول للحروف بين المجهور والمهموس وبين المهموس والمهموس المنفوح[55] ؛ ثم القسم الثالث لجهاز النطق ويشمل كل الأعضاء ما فوق الحنجرة أو ما فوق المزمار اذا اعتبرنا الجهاز التنفسي القسم ما تحت المزمار. والأولوية عند الإنسان تأتي حسب الضرورة بهذا الترتيب: التنفس

53 وفاء كامل فايد، الباب الصرفي و صفات الأصوات، دراسة في الفعل الثلاثي المضعَّف، عالم الكتب، 2001م، الطبعة الاولى.

54 الطيب البكوش، ص 37.

55 و سنعود إلى تفصيل هذه الظاهرة الصوتية الأخيرة في الفصل الثاني من بحثنا.

أولا ثم التصويت وأخيرا الكلام بإسهام الأعضاء المتبقية وهي اللسان ثم الفكين والشفتين وما تبقى من أجزاء هذا القسم الثالث لجهاز النطق كالأسنان والحنك العلوي بأقسامه: الأسنان العلوية واللّثة والنطع ومقدمة الحنك الصلب والشجر الذي يمثل سقف الفم ثم صفاق الشجر أو الحنك اللين وأخيرا اللهاة التي تعتبر امتداد الحنك اللين، وتقوم بدور مهم بصفتها عضو شبه متحرك فتتدخل في إحداث بعض الأصوات وتعتبر مخرجا لها، كما تحدد صفات الأصوات التّابعة لها وتحدد في جميع لغات العالم صفة الغنّة وعدم الغنّة. فاللهاة هي التي تقرر إن كان نطق الحرف غنيا أو شفاهيا[56] وهذا بمساعدة الحنك اللين لأنهما يكونان كتلة عضلية واحدة.

ولكل عضو من أعضاء ما فوق الحنجرة دور مهم في تحديد جرس الأصوات:

اللّسان؛ كتلة عضلية تنبع من الفك السفلي فوق مدخل الحنجرة على مستوى الغلصمة – لسان المزمار– وتمتد إلى الأمام حتى الثنايا السفلى تمسكها في الأمام مكابح لكي لا تلتوي إلى الوراء.

القانون الأساسي في النظام الصوتي العربي هو "الاستحسان وطلب الخفة" و"الانسجام الصوتي" (harmonie vocalique). والقاعدة في النطق هي أن نبدأ بحرف متحرك وفي آخر الكلام أن نقف على ساكن لكي لا نكلّف الحنجرة بالاهتزاز ويَسْهُلُ عليها الرجوع إلى وضعية الراحة أي وضعية التنفس وهو انفتاح معتدل للمزمار وتراخ للوترين. كما لا يأتي حرف مُكَلِّف بعد حرف خفيف النطق أو حركة ثقيلة بعد حركة يسيرة فالانتقال دائما من الثقيل إلى اليسير في النطق؛ "و تتفاوت مراتب الحركات خفة وثقلا من حيث هي، فالفتحة أخف الحركات، وتليها الكسرة فالضمة".[57]

تذكر وفاء كامل الفعل الثلاثي فَعَلَ وتقول إن القياس عند البعض هو الكسر عوض الضم وهو أكثر استعمالا لأنه أخف من الضم، و تذكر ما نقلوه عن الفراء: "إذا

56 وتلحق ظاهرة الغنة الحروف والحركات حيث تقيم بعض الأنظمة الصوتية تقابلا بين الوحدات الصوتية، opposition entre oral et nasal.

57 حسب تعبير سيبويه.

أشكل عليك يفعِل أو يفعُل فثُب على يفعِل بالكسر؛ فإنه الباب عندهم" [58] وتضيف "وإن تحدثوا عن الفعل المضاعف ذكروا أنّ التضعيف يثقل على ألسنتهم، لصعوبة نطق الحرف فالحركة بعده، ثم العودة إلى الحرف؛ فأدغموا لتكون دفعة واحدة".

"... فلو كُسر لزم الخروج من كسرة وضمتين متتاليتين، وهذا ثقيل على اللسان."[59]

ونشير هنا أن في كثير من الأحيان الحروف المكونة للكلمة أو للفعل هي التي تفرض الحركة التي ستنسجم معها أيْ حسب وضعية اللسان ووضعية الفك السفلي: إما ارتفاع وغلق أو انجرار وغَلق أو انفتاح مع انتصاب. فالمسألة هي مسألة تنسيق في حركة الأعضاء وخاصة اللسان والفك السفلي:

في المثال فَعَلَ سَيُفضَّلُ الضمُّ إن كان العين حرفا من حروف الاستعلاء التي تتطلب رفع أقصى ظهر اللسان إلى الحنك اللين واللهاة.[حرفا لهويا: غ خ ق]

مثل: قَتَلَ ← يقْتُل يحتفظ اللسان بوضعية الاستعلاء و الرفع

خَرج ← يخْرُج

أما في الفعل: ضَربَ ← يضرِب.

غبط ← يغبِط.

فالكسرة مناسبة في يضْرِب لأن الذولق هو المسؤول في تحقيق مخرج الضاد رغم أنه مستعلي ومفخم وهو المحدث للراء كذلك ونشاط الذولق لا يتم إلاّ بِصُعُود الفك السفلي أي انغلاق الفم والحركة المناسبة هي الحركة الأمامية المغلقة.

(Voyelle antérieure fermée)

وفي فعل يغْبِط: نلاحظ أن الغين المستعلي لم يفرض الضمة (حركة الاستعلاء) لأنه فُصِل عن الحرف الموالي لسبب توقف اللسان أثناء تحقيق الباء الشفوي الذي يتطلب انطباق الشفتين مع غلق الفكين ثم يعود الذولق إلى تحقيقِ الطاء النطعي الذي يتطلب

58 وفاء كامل فايد، ص 09 في: «ابنية الاسماء و الافعال و المصادر: 324...» .

59 وفاء كامل فايد، ص 11، عن (الكتاب، 417/4) .

أيضاً صُعُود الفك السفلي ليُحَقِقَ الذولق الانطباق الكلي على النطع فمن الأفضل أن يحتَفظ جهاز النطق بوضعيته ويحدث الحركة المناسبة لهذه الوضعية والحركة هي الكسرة "أمامية مغلقة".

قامت **وفاء كامل** بدراسة صرفية صوتية حول تآلف الأصوات وتناظرها في الفعل الثلاثي، وحاولت "تلمس القواعد التي تحكم السلوك الصرفي للفعل المضعف مع أحياز صوتية و مخارجها: فبدأت برصد هذا السلوك حين يكون أحد صوتيه من حيزي الحلق والشفتين، وثنيت برصد السلوك الصرفي للمضعف حين يكون أحد صوتيه من الأحياز الوسطية والذلقية".[60] تُشِيرُ وفاء كامل إلى ما تَوَصَّلَ إليه كانتينو أنّ الحروف المجاورة تؤثر على أجراس الحركات، وضرب على ذلك مثلين: أحدهما أثر حروف الحلق في اتجاه عين المضارع إلى الفتحة، والثاني أن بعض الكلمات في اللغات السامية – غير العربية – حركتها الأصلية كسرة أو فتحة، ويوافقها في العربية كلمات حركتها الأصلية ضمة، وذلك بتأثير حرف شفوي يقع بعد تلك الحركة. وتقول إنه "سجل في هذا الصدد أن الحروف المفخمة تؤثر على مخرج الحركات المجاورة فتصيرها فتحة خلفية، وحركة خلفية نصف منغلقة، وحركة خلفية منغلقة. وذكر أن الحروف الشفوية، وخاصة الباء والميم، تؤثر في الحركات المجاورة لها فتقربها من الضمة. كما سجل أن هذا النوع ظاهرة انسجام الحركات، أو التماثل الحركي في الكلمة الواحدة".[61] "وفي دراسة عن تراكب الأصوات حاولت وفاء كامل تلمس بعض القواعد التي تحكم تنافر الأصوات في الفعل الثلاثي الصحيح؛ وكان من أسباب التنافر التي توصل إليها: اختلاف مخرج الصوتين مع تضادهما من حيث الاطباق، وبُعد مخرج الصوتين مع اتفاق الصفات فيهما، كما ابرزت الصفات الرئيسية التي تؤثر في التنافر الصوتي، وهي: الاطباق – وهو أقواها تأثيرا – ثم

60 وفاء كامل فايد، ص 07.

61 وفاء كامل فايد، ص 13.

الانفتاح والرخاوة، وهما صفتان يلزم اجتماعهما – إلى جانب بُعد المخرج حتى يتحقق التنافر الصوتي".[62]

وفي الصفحة 26 من مؤلفها قدمت أمثلة للفعل الثلاثي و هي:

نَصَر ← ينصُر (1)

ضَربَ ← يضرِبُ (2)

فَتَـح ← يفْتَـحُ (3)

تذكر وفاء كامل في صفحتي 18 و19 مختلف الصفات الخاصة بالحروف العربية فتقول عن الاطباق: "ظاهرة يرتفع فيها مؤخر اللسان إلى الحنك الأعلى، آخذا شكلاً مقعراً، مما يزيد من حجم تجويف الفم، ويضيق من حجم تجويف الحلق أثناء إخراج الصوت، فيسمع الصوت مفخماً، والأصوات المطبقة أربعة وهي: الصاد والضاد والطاء والظاء."

تجدر الإشارة هنا في العبارة "مما يزيد من حجم تجويف الفم" إلى تفسير وتوضيح للوضعية التي يتخذها اللسان في هذه الحروف المفخمة والتي يستعلي لها اللسان ومخرجها يتطلب مشاركة الذولق مع النطع أو الأسلة مع الثنايا؛ فهذه الوضعية المعقدة لكتلة اللسان تجعله يشغل فراغ التجويف الفمي بأكمله مع تقعير لوسط ظهره، فهذه الحروف الأربعة تحدث بتضييق على مستوى التجويف الحلقي وتضييق آخر على مستوى التجويف الفمي مما يجعل اقتراب قيم البانية الأولى من قيم البانية الثانية للحركة المجاورة لهذه الحروف، كما يلاحظ كذلك اقتراب تردد مكونات هذه الحروف – للتردد الأول والتردد الثاني.[63]

62 وفاء كامل فايد، ص 14.

63 ينظر أحمد أعليوة، حول: (rapprochement de F1 et F2) .

وعكس الانسجام هو التنافر الصوتي، وعلل الخليل بن أحمد الفراهيدي التنافر بالبعد الشديد أو القرب الشديد لمخارج الحروف ويقول الرماني أن القرب الشديد ومثله البعد الشديد صعب على **اللسان** لأنه في كلتا الحالتين يتطلب منه جهدا عضليا زائد لأداء هذه الألفاظ. أما ابن سنان "فلا يرى التنافر في بعد المخارج كما ذهب الرماني نقلا عن الخليل، بل يراه في القرب، مستدلا على ذلك بلفظة (ألم) التي تتباعد حروفها، ومع ذلك فهي غير متنافرة. فالهمزة من أقصى الحلق، والميم من الشفتين، واللام متوسطة بينهما، فلو كان التنافر بالبعد لكانت هذه الكلمة، وأمثالها في غاية التنافر.[64] "ويستدل على أن التنافر، بالقرب بكلمتي (عخ – سز) لما فيهما من قرب مخارج حروفهما، وشاهده على ذلك الإدغام والابدال، فإنهما لا يأتيان في الكلام إلا فرادا من تقارب مخارج الحروف".[65]

إنّ ما برز من هذا النقاش حول التنافر لسبب تباعد المخارج أو لسبب تقاربها هو اللجوء إلى التقسيم الثلاثي الذي أوردناه سابقا في الصفحة (56) وأحسن مثال هو ما جاء به ابن سنان في لفظة (ألم) التي تباعد مخرج حروفها؛ وهي خفيفة ومستحسنة في النطق بها، فالتفسيرُ تفسيرٌ فيزيولوجيٌ عضويٌ محض. نلاحظ أنّ الهمزة صوت حنجري لا يتدخل فيها اللسان اطلاقاً، واللام يكلِّفُ كتلة اللسان بأكملها والميم يُحَقَّقُ بالشفتين والخيشوم دون تدخل اللسان إطلاقا ! فكلّ حرف يُسَخَّر له عضوٌ مستقلٌ عن الآخر في حركته العضوية ولا يؤثر أحدٌ على الآخر فَتَتِمُّ عملية النطق بهذه الحروف الثلاث براحة تامة وهذا في سياق الفتحة التي تعتبر أخف الحركات. فالأمر في ثقل النطق يعود إلى الحروف التي يتحكم فيها اللّسان بمفرده، وهي كثيرة؛ أوّلها حروف وسط الحلق وهما العين والحاء ثم أدنى الحلق وهي الغين والخاء والقاف ثم الحنكي الكاف والشجرية الجيم

64 وهو ما توصلنا إليه من خلال تفسير ظاهرة الادغام في الحروف الشمسية وتقسيمنا الجهاز النطقي الى ثلاث أقسام متباينة ومستقلة عن بعضها البعض في نشاطها العضوي.

65 ابن سنان، سر الفصاحة، ص 112، نقلا عن عبد الواحد حسن الشيخ، التنافر الصوتي والظواهر السياقية، ص 12.

والشين والياء ثم الذلقية النطعية اللام والنون والراء ثم الدال والضاد والتاء والطاء ثم الأسلية السين والصاد والزاي ثم اللثوية الذال والظاء والثاء.

وهنا يتوقف دور اللسان في تحقيق المخرج. فقبل هذه الفئة عندنا الحنجرية وللأوتار الصوتية المسؤولة التامة في تحقيقها بالانغلاق أو الانفتاح، وبعدها الشفوية من الشفوي الأسناني الفاء ومن الشفتين الباء والميم والواو.

ملاحظة: إنّ أقصى حروف اللسان هما العين والحاء حيث تتدخل عكدة اللسان في احداثهما وهذا باقترابها من الجدار الخلفي للحلق محدثا تضييقا مميزا في أسفل الحلق على مستوى الغلصمة – لسان المزمار– فهذه الحركة للجذر يقيد الكتلة بأكملها ويؤثر على الحروف الأخرى التابعة للّسان. ويسوق ابن الاثير الحلبي في كتابه جوهر الكنز كلاما حول هذه الظاهرة ويقول إنّ تباعد المخارج اذا اقترن بحركات خفيفة، كان المتباعد أحسن تأليفا من المخارج المتقاربة لأن النطق إذا أتى على مخارج حروف اللفظة، وهي متباعدة ليجمعها ويؤلف بينها كان في ذلك مهلة وأناة، لأن بين المخرج إلى المخرج فسحة وبعدا، فتجيء الحروف عند ذلك متمكنة في مواضعها، بخلاف اللفظة المتقاربة المخارج...[66]

وفي الختام نقول إن كل التبديلات الصوتية لتحقيق الانسجام الصوتي والهروب من التنافر والثقل تخضع للجانب الحركي العضوي، واللسان[67] يفرض الحرف المناسب والحركة المناسبة للسياق الصوتي المناسب وظهر هذا بوضوح في اختيار حركة عين الفعل وكذلك في مختلف حالات الإدغام... نضيف إلى ما سبق من الأبحاث حول التنسيق والانسجام الصوتي، بحثا تناول الحركات في اللغة العربية من زاوية التشكيل الصوتي، للباحث زيد خليل القرالة:

66 نقلا عن عبد الواحد حسن ص 12.

67 حسب نشاطه و وضعيته.

حاولت هذه الدراسة إلقاء الضوء على الحركات في اللغة العربية وأثرها في بناء الكلمة، ومغايرة ذلك البناء،...، وقد استعرضت الدراسة المواضع النطقية للحركات، وعدد الحركات، والكمية الزمنية، وتناولت الدراسة العلاقة بين الحركات وقانوني المماثلة والمخالفة وكذلك العلاقة بين الحركات وقانوني القلب والحذف، وقد خلصت الدراسة إلى الآراء من بينها:

... تبيّن أن الكمية الزمنية للحركات في اللغة العربية تتأثر ببعض العوامل؛ ومنها: طبيعة الأصوات المجاورة من حيث الجهر والهمس، والاستمرار والوقف، والتضعيف وعدمه، وقد حاولت الدراسة تعليل هذا التفاوت، ومن أمثلة ذلك زيادة كمية الحركة المتبوعة بصوت مجهور على الحركة المتبوعة بصوت مهموس، وذلك بفعل تداخل الجهر؛ حيث يتم التحول من مجهور إلى مجهور، وهذا يؤدي إلى بقاء الأوتار الصوتية على الوضعية نفسها، فيتدخل الجهر، ومن هنا تزداد كمية الحركة المتبوعة بمجهور؛ وهي الملاحظة التي توصل إليها معظم الباحثين من خلال تجاربهم المخبرية. وقدمنا تفاصيل هذه الظاهرة في تحليلنا الفيزيائي لحروف الجهر والهمس على مستوى نفس المخرج كما قدمنا التفسير الفيزيولوجي لهذه الظاهرة بالضبط. وقد تبيّن من جهة أخرى للباحث القرالة أن الحركة القصيرة المتبقية من الحركة الطويلة بفعل عامل الجزم تقل بكميتها عن الحركة القصيرة أصلا، وذلك يرصدها على الأجهزة المخبرية[68] ويواصل الباحث مع نتائج الدراسة التي أظهرت وجود المماثلة بين الحركات والصوامت في التفخيم والترقيق، وأثر ذلك في تقديم أو تأخير مخرج الصوت، كما حاول دراسة المماثلة بين الحركات بعضها بعضاً، ... وتبين له أن للمماثلة والمخالفة أثراً في بناء الكلمة، وذلك من خلال قلب الحركة، وقلب شبه الحركة، إما للمماثلة وإما للمخالفة.

68 زيد خليل القرالة، الحركات في اللغة العربية، دراسة في التشكيل الصوتي، جامعة آل البيت، عالم الكتب الحديث 2004م، ص 134.

وهناك أعمال كثيرة تناولت ظواهر التنسيق والانسجام في النطق العربي نذكر بحث صلاح حسنين[69] الذي قدم إشارة حول المقطع الصوتي ويلخصها في النقاط التالية:

1- يتطلب النظام المقطعي في العربية الابتعاد عن توالي أربعة مقاطع قصيرة، وهذا هو السر في تغيير نظام المقاطع، في فعل الماضي الثلاثي المتصل بضمير الرفع المتحرك، إلى مقطعين قصيرين بينهما مقطع متوسط مغلق نحو ضربْتُ بدلا من ضَرَبَتُ[70].

2- المقطع الطويل المغلق نحو بَابْ لا يجوز في العربية الفصحى إلاّ في آخر الكلمة في حال الوقف عليها أو في وسطها، بشرط أن يكون المقطع التالي له، مبتدئا بصامت يماثل الذي ختم به المقطع السابق. وهذه الحالة الأخيرة، هي ما عبر عنها اللغويون العرب القدامى بالتقاء الساكنين على حدهما وهو أن يكون حرف لين والثاني مدغما في مثله نحو الضالِّين وشابَّه ومدهامَّتان... فإذا نشأ هذا المقطع اشتقاقيا، في غير هاتين الحالتين، حولته اللغة إلى مقطع متوسط مغلق؛ وذلك بتقصير الحركة الطويلة إلى حركة قصيرة نحو: يقومُ ولم يقُمْ. والمقطع الطويل المغلق لا يجوز في الشعر أصلا، إلاّ في الوقف، أي أنه لا يجوز فيه مثال: الضالِّين وشابَّه ومدهامَّتان. وإذا كان الشعر العربي لا يقبل مثل هذا النوع من المقاطع، فإذا الشاعر أراد استخدام كلمة تحتوي على هذا المقطع أقحم همزة في الكلمة، أو بعبارة أخرى: قسم المقطع إلى مقطعين مثل "احْمَأَرَّتْ" و"فادهَأَمَّتِ".[71] وهناك طريقة أخرى، للتخلص من هذا النوع من المقاطع في الشعر، وذلك بترك التضعيف...

يقول الباحث عن النبر أنه يساعد على تحديد الوحدات النحوية في سلسلة الأصوات المنطوقة؛ فإذا سمعنا مثلا كلمة: وصفت، وكان النبر واقعاً على المقطع

69 صلاح حسنين، المدخل في علم الأصوات المقارن، توزيع مكتبة الآداب، 2005 – 2006م، ص 89.

70 صلاح حسنين، عن رمضان عبد التواب، التطور اللغوي/63.

71 صلاح حسنين، ص 90.

الأول؛ فإنها تكون بمعنى وصف، ومن هنا نقول وصفت البنت لزميلتها موقع بيتها، أما إذا وقع النبر على المقطع الثاني، فإن الواو السابقة لها لن تكن من بنية الكلمة، وبالتالي ستكون واو عطف، وسيكون الفعل هو صفت؛ في نحو: صفت السماء؛ أي من: صفا يصفو.[72]

وأمثلة كثيرة ساقها المؤلف حول دور النبر في تحديد دلالة الألفاظ في اللغة العربية ننقل بعضاً منها:

أَقْوالنا ≠ أقوى + لنا

تهذيبها ≠ تهذي+ بها

أوحالها ≠ أوحى + لها

وقدم لهذه الظاهرة القواعد المتحكمة فيها[73]

ثم ينتقل إلى النغمة والتنغيم ويحددهما كما يلي:

"ترتبط النغمة بدرجة الصوت، وهناك نوعان من النغمة، نوعٌ يسمى بالنغمة، وهنا تقوم درجات الصوت المختلفة بدورها على مستوى الكلمة، ونوع يسمى بالتنغيم، وهنا تقوم درجات الصوت المختلفة بدورها المميز على مستوى الجملة..." [74] وعن التنغيم يقول "إن اختلاف التنغيم هو الذي يساعدنا في التعبير عن مشاعرنا وحالاتنا الذهنية المختلفة. هذا من ناحية ومن ناحية أخرى يساعدنا على أن نغير معنى الجملة من الخبر إلى الاستفهام أو إلى التعجب". [75]

يذْكُر المفصل (Juncture) ويقول عنه: "ويسمى كذلك الانتقال، وهو علاقة سينتجماتيك (syntagmatique) أخرى يمكن أن تصنف من البروسوديات (prosodie) وهو

72 نفس المرجع، ص 93.

73 نفس المرجع، من ص 95 إلى ص101.

74 نفس المرجع، ص 102.

75 نفس المرجع، ص 102.

عبارة عن سكتة خفيفة بين كلمات أو مقاطع في حدث كلامي بقصد الدلالة على مكان انتهاء لفظ ما أو مقطع ما وبداية آخر. وهناك في اللغات ثنائيات صغرى، لا يميز الواحد منها عن الآخر إلاَّ موضع المفصل، ولذلك سماه اللغويون تونيم المفصل، ويرتبط المفصل بذلك بالوقف، والوقف بين المقاطع المختلفة يؤدي إلى نشوء وحدات دلالية مختلفة. ومن أمثلة ذلك في الانجليزية:

a) an/ aim هدف b) a/ name اسم

a) an/ ocean محيط b) a/notion

مثال بالعربية: أ – لا# عفاك الله / ب– لا عفاك الله.[76]

يقول مصطفى حركات في هذا الصدد حول النغم ما يلي:

"الفونولوجيا لا تقتصر على دراسة المصوتات، بل تدرس عناصر أخرى ليست قطعاً من السلسلة الكلامية، وإنما تتعداها ولذا فإنها سميت بالعناصر "فوق القِطَعية" (supra_segmentaux) وخصص مصطلح "فونيماتيك" أو علم المصوتات للدراسات الخاصة بالمصوت بينما أطلق "علم النغم" على مجموعة الدراسات الخاصة بالعناصر" فوق المقطعية". وللنغم وظائف مختلفة قد تكون تمييزية أو تحديدية أو تعبيرية... ويطلق اسم "prosodème" "بروزوديم" على الوحدات فوق المقطعية ويمكن ترجمة هذا المصطلح باللفظ "مُنَغِّم" قياسا على "مُصَوِّت" الدال على "الفونيم".[77] يربط مصطفى حركات الظاهرة النغمية بالناحية الفيزيائية و يقول: "إن الجرس، و الارتفاع، و الشدّة، عناصر متواجدة في النطق، فالجرس هو مثلا ما يميز الفتحة عن الكسرة ويمكن التعبير عنه فيزيائيا، أما على المستوى الفيزيولوجي فإنه مرتبط بدوي الغرف التي تدخل في عملية النطق."[78] والارتفاع حسب هذا الباحث مرتبط بتردد ذبذبات الموجة الأصلية، وهو متعلق من الناحية

76 المرجع السابق، ص 103، 104.

77 مصطفى حركات، الصوتيات و الفونولوجيا، دار الآفاق، 1998م، ص 31.

78 مصطفى حركات، ص 32.

الفيزيولوجية بحجم الأوتار الصوتية وبشدّتها مما يفسر اختلاف الارتفاع بين الرجال والنساء...[79]

تطرق في موضع آخر إلى الطول أو المد ويقول عنه: "المُصَوِّت الممدود هو مصوت يختلف عن غيره بمدّه النطق. وهذه المدّة لا تُعيَّن بالثواني وإنما تحدد بالمقارنة بين الطويل والقصير في خطاب معين، وقد يستغرق نطق مصوت ممدود أحيانا مدّة قصيرة عند شخص يتكلم بسرعة. ويكون نطق مصوت قصير أطول زمنيا من ذلك الطويل، عند متكلم يتأنَّى في حديثه..."[80]

لقد حظيت الدراسات الصوتية العربية بجهود جبارة فتحت الآفاق للأجيال الصاعدة، ومهدت الطريق لمواكبة العصر ومستجداته في التكنولوجيا ومختلف الأجهزة الإلكترونية والحاسوبية... نذكر على سبيل المثال كتاب "أساسيات علم الكلام"[81] وكتاب "دراسة السمع والكلام" [82] وكتاب "مدخل إلى التصوير الطيفي للكلام"[83] وكتاب "تحليل أكوستيكي ووجوه الاختلاف الصوتي بين ورش وقالون في قراءة نافع".[84] أعمال كثيرة وقيمة أثرت المكتبة العربية في مجال علم أصوات اللغة العربية؛ وهي أبحاث في المستوى العالمي.

79 مصطفى حركات، الصوتيات و الفونولوجيا، نفس الصفحة.

80 نفس المرجع، ص 33.

81 ترجمة د. محيي الدين حميدي، جامعة أسكس، انجلترا، 1998م.

82 سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع و الكلام، صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الادراك، عالم الكتب، 2000م.

83 سعد عبد العزيز مصلوح، مدخل إلى التصوير الطيفي للكلام، عالم الكتب، 2002م.

84 عبد المهدي كايد أبو اشقير، تحليل أكوستيكي لوجوه الاختلاف الصوتي بين ورش و قالون في قراءة نافع، عالم الكتب الحديث، إربد – الأردن، 2006م.

الفصل الثاني

الدراسات الصوتية التجريبية الحديثة

مدخل

أصل الكلام هو الوصل أي تسلسل الوحدات الصغْرى التي يُبْنَى بها الكلام وهي الحروف والحركات. يذكر عبد الرحمن الحاج صالح قول الرُّماني بأن "أقل ما يمكن أن ينطق به من الحروف الحرف الواحد" (شرح الكتاب 141/5) ولسيبويه قوله "أقل ما تكون عليه الكلمة حرف واحد" (304/2) أما ابن جنّي فقوله "يجوز أن تكون سميت حروف لأنها جهات للكلم ونواح كحروف الشيء وجهاته المحدّقة به"[1]، "فمن هذا يتبيّن أن الحرف هو أصغر مكوّن للكلام، وأن الكلمة التي هي مكوّن آخر للكلام يمكن أن تتكون من حرف واحد على الأقل مثل المد "فرجا"، وأن ابن جني كان ينظر إلى أن هذا المكوّن الأصغر للفظ على أنه جهة وناحية للكلمة ولا يقول أن الحرف جزء أو قطعة منها... أما تحديد الحرف من حيث هو صوت، فاتفق الجميع على أنّه ناتج عن تقطيع الصوت الحنجري (أو النَّفَس) في جهات معينة من الجهاز الصوتي أي باعتراض عضو على هذا الصوت جزئيا أو كليا في زمنٍ وجيز، فيكون له بذلك جرس خاص".[2]

وعن جرس الحروف يذكر عبد الرحمن الحاج صالح قول ابن جنّي "تبتدئ الصوت من أقصى حلقك ثم تبلغ به أي المقاطع (المخارج) شئت فتجد له جرسا..."،[3] فالإشارة واضحة عند اللغويين الأولين إلى أن الصوت اللغوي يأخذ منبعه من أقصى الحلق أي من الحنجرة ومن الجوف الذي يُمَدُّ منه النفس الضروري للكلام ويكتسي جرسا في أعلى التجاويف حسب القانون الفيزيائي في دور التجويف في شكل التموج بين المنبع والمنفذ.

1 ابن جني، سر الصناعة 16/1.

2 عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث و دراسات في اللسانيات العربية، طبعة موفم للنشر 2007م، ج 2، ص 177، 178.

3 نفس المرجع، ص 178.

أما ابن سينا فيقول عنه عبد الرحمن الحاج صالح أن له "تحديداً فنولوجيا محضا سبق به أهل الفنولوجية بقرون (حيث يقول:) "الحرف هيئة للصوت عارضة يتميز بها عن صوت آخر في الحدّة و الثقل تميزا في المسموع"[4] ". ويعلق، في هامش كتابه، عن هذا التحديد قائلا: "هذا التحديد يؤكد أن وظيفة الحروف في الخطاب هو التمييز بين المعاني بتمايزها بعضها عن بعض ..."[5] ويأتي بفكرة جديدة عن تقسيم العرب للأصوات ويقول: "فقد قسم العرب الأصوات اللغوية إلى حروف صحاح وحروف لين، ثم قسموا هذه الأخيرة إلى حروف توامّ وهي حروف المد، وحروف ناقصة وهي الحركات"... يقول سيبويه عند تحديده لحروف اللين: "هذه الحروف غير مهموسات وهي حروف مد ولين ومخارجها متّسعة لهواء الصوت وليس شيء من الحروف أوسع مخارج منها ولا أمد للصوت... " (285/)[6] ويذكر في نفس الموضع كلام ابن جنيّ وكلام ابن يعيش حول هذه الحروف وحول الحركات مع شرح أوسع وتفصيل أدق، ثم يصل إلى تحديد الحركة ويميّزها عن المُصَوِّتَة ويكتب "الحركة هي في الحقيقة الحركة العضوية الهوائية التي تمكن من اخراج الحرف والانتقال منه إلى حرف آخر." لقد تجلت هذه الحركة العضوية بوضوح أثناء قيامنا بالوصف المباشر لعملية النطق بأصوات اللغة العربية؛ فهو نشاط حركي متواصل حيث تتخذ أعضاء النطق الوضعية المناسبة لكل جرس من أجراس مختلف الوحدات المتسلسلة على البعد الزمني والمتقابلة فيما بينها للتباين والتمايز في النطق. و"الحروف تتقوّم بالحركة على ما يمكن النطق به ولا تتقوّم بالحرف من الباء ونحوها، ويتوصل بالحركة إلى النطق بالحرف ولا يتوصل بالحرف إلى النطق بالحرف".[7]

4 ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، ص 60.

5 نفس المرجع، ص 178.

6 نفس المرجع، ص 178.

7 عبد الرحمن الحاج صالح، ص 179... عن الرماني، 14/56/1.

و يتبيَّن من خلال كلام الأولين أنهم أدركوا هذه الطاقة المحركة في الكلام وميزوها عن الصوت الناتج عنها. وبيَّن هذا عبد الرحمن الحاج صالح في أبحاثه الصوتية والتي وضح فيها مفهوم الحركة والسكون كما يتصورها الأولون؛ وأحسن دليل ما كتبه الرماني:[8] "لأن الحركة تمكّن من اخراج الحرف والسكون لا يمكّن عن ذلك"... "إذا تحرك الحرف اقتضى الخروج منه إلى حرف أخر" ... وينتقل الباحث إلى مفهوم آخر في النظرية العربية الصوتية والتي أشار إليها الخليل، وقدّم لها شرحا علميا:" يقول الخليل:" الحروف 28 لكل حرف منها صرف وجرس، وأما الجرس فهو الصوت في سكون الحرف، وأما الصرف فهو حركة الحرف "(تهذيب اللغة للأزهري 46/1). ويواصل مع قول الخليل" أما الألف اللينة فلا صرف لها إنّما هي جرس مَدَّة بعد فتحة، فإذا وضعت صروف الحركات عليها ضعفت عن احتمالها واستنابت إلى الهمزة أو الياء أو الواو، كقولك" عصابة وعصائب، وكاهل وكواهل، وسعلاة وسعليات... فالهمزة التي في العصائب هي الألف التي في العصابة، والواو في الكواهل... جاءت خلفا منها"... ويستخلص عبد الرحمن الحاج صالح فيقول: "وعلى هذا ينبغي أن نميّز، كما يفهم من هذا الكلام، بين جرس الحرف وهو ما يدرك منه بالسمع وهذا يخص الصوت في حدّ ذاته وهو هوية الحرف الصوتية السمعية، وبين صرف الحرف وقد فسّره بالحركة وهو يخص إحداث الحرف والخروج منه إلى حرف آخر. أما الألف فلا صرف لها لأنها مثل الواو والياء المديتين، امتداد لصوت الحركة لا للحركة كحركة أي كصرف وهو سبب الخروج أو الانتقال من موضع حرف إلى موضع حرف آخر. فالحركة كصوت غير الحركة التي تمكّن من إحداث الحرف ووصله بحرف آخر. ويضيف الباحث: "أما الحركة كصوت أي كَمُصَوِّت قصير فهو المفهوم السائد عند بعض المتأخرين وأكثر المحدثين ولا يعرفون غيره..." [9] " ثم إن للحركة التي بها يتم الإدراج تأثيرا كبيرا على الحرف الذي تحدثه لأنه

8 عبد الرحمن الحاج صالح، ص 180.

9 عبد الرحمن الحاج صالح، ص 180، 181.

"يتقوّم بها"، وبما لها مخرجا كمصوت (أو نَفَس) فتجذب الحرف إلى مخرجها. يقول ابن جنّي: "لأنها تقلق الحرف الذي تقترن به وتجذبه نحو الحروف التي هي أبعاضها"[10] ويقول الرضي: "لأن الحركة لشدة لزومها للحرف وإن كانت متعقبة لها (الياء) تفتّ في عضدها وتشربها شيئا من جوهر نفسها وتميلها إلى مخارجها شيئا". [11]

وهذا هو الموضوع الذي سنبحث فيه ونؤيد بنتائجه ما توصل إليه العلماء الأولون؛ سنستعين بالأجهزة الحديثة التي تسمح المشاهدة المباشرة لجهاز النطق أثناء الوصل. وأحسن وسيلة لهذا الغرض هي الراديوسينمائية أي التصوير الإشعاعي السينمائي لجهاز النطق وهو يحدث أصات المدونة المختارة للدراسة؛ سيتبين لنا كيفية لزوم الحركة للحرف وكيف تشربها شيئا من جوهر نفسها وتميلها إلى مخارجها شيئا... وكيف يتجسد صرف الحرف؟

والوسيلة الثانية في هذه الدراسة المخبرية هي التحليل الطيفي الذي يبيّن كيفية التركيب لمختلف الأجراس في الحروف والحركات ويقيم الأبعاد الثلاث، المعروفة للتحليل الفيزيائي، لكل صوت في السياق الذي ركب فيه.

1.2. الوسائل التقنية أو التكنولوجية في البحث اللغوي

"إن الوسائل التقنية أو التكنولوجية قد صار لها وزن عظيم في البحث العلمي ومختلف مجالات تطبيقاته – وهي لا تُعد ولا تُحصى في أيامنا الأخيرة – ولكن الذي يبدو جديداً هو وجود ميدان تقني محض في البحوث اللغوية أو ما نسميه نحن تكنولوجيا اللغة وهو مجال نشأ ضعيف وجِدٌّ محدود في نهاية القرن التاسع عشر باستعمال المنواج (الكيموغراف) في دراسة الأصوات اللغوية في اوروبا (على يد العالم الفرنسي روسلو). أما الآن وقد غزت الوسائل التقنية كل ميادين البحث والحياة اليومية فقد ظهر عالم جديد

10 ابن جني، سر الصناعة، 30/1.

11 عبد الرحمن الحاج صالح، ص 182.

في البحث اللغوي وهو البحث الجماعي المبرمج الذي سخرت له أعظم الأجهزة الإلكترونية كالآلات المحلّلة للكلام والراسمة لذبذباته والآلات التي تركب الكلام الاصطناعي وكالعقول الإلكترونية التي يذهب بها الآن الباحثون إلى أبعد حد...

فإن التكنولوجيا لا تضاعف قوى الباحث فقط بل تجبره دائما على تطوير منظوره بالنسبة إلى مناهجه فقط بل حتى في ذات الشيء الذي يبحث فيه.. اللغة ظاهرة كسائر الظواهر الطبيعية قابلة للرصد والتحليل والتقنين والتعليل".[12] لقد استُعمل المموّاج لتجسيد الذبذبات الصوتية على الورق وهي من بين الوسائل الأولى في تحليل الموجة الصوتية والتمييز بين المجهور والمهموس وكذلك إبراز بعض أوجه المماثلة كتأثير الجهر أو تأثير الغنة على الأصوات المجاورة. استبدل المموّاج بالمهزاز وهو جهاز إلكتروني عارض الذبذبات، سريع ودقيق في إظهار الذبذبات على شاشة صغيرة ويُستَعمل في تحليل الصوت بإيصاله بمسجل لصوت منعزل ومرشح صوتي ويخص هذا الجانب الفيزيائي فقط، أما لتحديد المخرج فاستعمل الحنك الاصطناعي (البلاطوغراف) وطور إلى رسام الحنك الإلكتروني (Electropalatographe)؛ يذكر منصور بن محمد الغامدي أجهزة حديثة في دراسة مختلف أقسام جهاز النطق فمنها منظار الحنجرة (Laryngoscope)[13] ومكهار العضلات (Electromyographe) والجهاز (Electrolaryngographe) وهو رسام الحنجرة الإلكتروني وذكر كذلك المطياف مع تقديم موجز ودقيق لكل جهاز. فيقول إن "المطياف متوفر على هيئته القديمة – الجيل الأول – وعلى الشكل الرقمي digital – الجيل الثاني – كما ظهر مؤخرا المطياف الحاسوبي – الجيل الثالث –" ويبقى المبدأ الأساس مشترك بينها جميعا... و يعود ظهور المطياف الأول إلى الحرب العالمية الثانية.

12 عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، 2007م، ج 2،" الحركة والسكون عند الصوتيين العرب وتكنولوجيا اللغة الحديثة" ص 175.

13 منصور بن محمد الغامدي، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة، الرياض، الطبعة الأولى، 2001م،ص179 إلى 183.

2.2. البعد الزمني و المكاني في الوصل

تظهر عملية النطّق متواصلة على الخط الزمني حيث يتلفظ الناطق بالوحدات الصوتية الواحدة تلوى الأخرى في فترات زمنية متقطعة قد تُكَوِّنُ ما يسمى بالوحدة التنفسية وقد تكون أقل منها... فالناطق حرّ في تقطيع كلامه ليجدد الطاقة اللازمة لهذا النشاط الفيزيولوجي وهي الطاقة التنفسية المحركة للوترين الصوتين.

والمعروف أن الوحدات الصوتية عبارة عن وحدات متقابلة ومتسلسلة على البعد الزمني ومن خلال هذا التقابل يتم التفاهم والافهام بين المتكلم والسامع. فالتمييز الأول بين هذه الوحدات يحدث على مستوى المنبع – الوترين الصوتين – الحنجرة – حيث يمرّ المزمار من حالة إلى حالة أخرى ومن وضع الحنجرة إلى وضع آخر حسب خصائص كلّ صوت: ينتقل من حالة التنفس إلى وضعية الجهر ثم إلى وضعية الهمس فالجهر إلى آخر... ولحالة الجهر حالات عديدة؛ فالجهر الذي يلي جهراً آخر أو جهرا يأتي بعد همس أو همس يأتي بعد جهر... كما يختلف الأمر كذلك في وضعية هذا المزمار (الوترين) إن كان الحرف السابق للجهر شديداً مهموساً أو شديداً مجهوراً وكذلك إن كان رخوا مهموسا أو رخوا مجهوراً؛ ففي كل هذه الحالات تختلف وضعية الوترين ويختلف الشكل الذي يتخذانهما لأن الصفات والمخارج تؤثر على نشاط هذا المنبع الصوتي.
يظهر التفاوت الأول في الزمن الذي يستقرّ عليه كل صوت من أصوات الكلام؛ ولهذا الزمن علاقة وطيدة بالنفَس الرئوي حيث ترتفع الدفعة الهوائية أو تنخفض وتطول أو تقل وهذا حسب ما يتطلبه الصوت ليظهر في السلسلة الكلامية؛ فمنها أصوات قوية ومنها أصوات ضعيفة ومنها أصوات متوسطة وهذا العنصر الرئوي يظهر في ما يسمى بالشدّة الصوتية: وهي الطاقة المحركة للصوت اللغوي. العنصر الثاني المميز للصوت في السلسلة الكلامية هو التردد الأساسي (F_0) المترجم بِـ (Pitch) ويمثل درجة علو الصوت الحنجري؛ ويدخل في تركيب موجة كل جرس من أجراس أصوات السلسلة الكلامية،

وبالخصوص الأصوات المجهورة منها. وقد يظهر تأثيرُ صوتٍ مجهورٍ على صوتٍ مهموسٍ مجاور له على مستوى هذا العنصر الذي يُمَثَّل بمنحنى حين التحليل الطيفي للكلام. أدرك علماء الصوت (اللّغوي) أن مخرج الحرف له تأثير على النشاط الحنجري وكل فئة من الأصوات تؤثر بشكل معين وتتحكم في زمن شروع الأوتار في الاهتزاز وهذا التأثير على العموم، يكون واضحا مع الأصوات الشديدة. فالشديدة المهموسة تؤخر الشروع في الاهتزاز وتزداد المدّة – مدّة التأخر– كلما اقترب المخرج من الحلق؛ رتب العلماء الأصوات انطلاقا من الشفتين – فالتأثير يكون قليلا؛ ثم النطع يكون التأثير على الحنجرة متوسطا؛ والحنك اللين يكون التأثير قوياً. ويظهر ذلك في درجة انفتاح الوترين وبالخصوص الأصوات المنفوحة (aspirées) فيستغرق الوتران مدّة زمنية أطول لكي يتخذا وضعية الجهر التي هي وضعية الاقتراب (position d'adduction) فيتَقَلَّصُ زمنُ اهتزاز الوترين للحرف أو للصوت المجهور الموالي للحرف الشديد المهموس مثل الكاف [k]، أو كما لاحظناه في حرف الخاء، رغم رخاوته فإنه يؤثر على نشاط الوترين ويؤخر شروع الاهتزاز لسبب همسه واحتكاكه. أما الشديد المجهور فينطلق باهتزاز الوترين وبعد سد الممر الصوتي على مستوى المخرج – بالاعتراض الكلي – يكفُّ الوتران عن الاهتزاز ويسكنان مدّة هذا الانغلاق ليستأنفا بعد إطلاق سراح الهواء المحبوس؛ فيأتي الانفجار ويُتبع بصوت جهر إن كان الحرف في موضع الوقف أو يتلوا بصوت حركة إن كان محركا. وهنا تتدخل ظاهرة القلقلة...

أما فيما يخص الحروف الرخوة فالمجهورة منها تعزز جهر الحركة ويكون الاهتزاز متواصلا، ونميِّز بين المصوتة والحرف الرخو المجهور من خلال الطاقة الصوتية التي ترتفع مع الحركات والتي تبقى مستقرّة مدّة حدوثها وتنخفض للحرف المجهور عن طريق سعة اهتزاز الموجة – من خلال الرسم الذبذبي – المرافق للشبحية.

(La courbe oscillographique) فهذه الظاهرة تتحكم في زمن اهتزاز الوترين للحركات فقد تزيد المدّة وقد تنقص حسب الحرف المجاور للحركة.

3.2. النشاط الحنجري تحت ضوء الأجهزة الحديثة

أُقِيمَتْ أبحاث عديدة حول نشاط الوترين الصوتين من بينها عمل الأيسلندي M.PETURSSON والباحثة الكورية Y. j. KIM. تبقى السمات المشتركة بين الأنظمة اللغوية متشابهة من حيث التقابل بين المجهور والمهموس؛ فالنشاط الحنجري هو نفسه لنفس الحروف في نفس السياق. كما يتم التقابل بين الشديد والرخو بنفس الكيفية إن كان في نفس التجاور الصوتي. وهناك سمات خاصة بكل لغة تنفرد بها عن لغة أخرى كالتفخيم في اللغة العربية وكالنفح والهمز في اللغة الكورية.

4.2. النشاط الحنجري وتصويره بجهاز خاص (Le glottographe):

قام الباحث (PETURSSON) بدراسة حول تشكيل الحروف الأيسلندية على مستوى الحنجرة ودرس نشاط المزمار أثناء حدوث الحروف المجهورة والمهموسة وحروف النفح.[14] إن الباحث الأيسلندي (PETURSSON) استعمل جهازا خاصا يكشف عن نشاط الحنجرة وهذا الجهاز يسمى (glottographe) فحص به أصوات اللغة الأيسلندية وهو نظام تدخل فيه ظاهرة النفح في التميز الدلالي للألفاظ. وبعد التجارب التي قام بها هذا الباحث اكتشف أن هناك تنسيق محكم بين الحنجرة والأعضاء ما فوق المزمار. وهذا ما قد لاحظناه أثناء تتبُعِنا لنشاط مختلف الأعضاء انطلاقا من مدخل الحنجرة إلى الشفتين؛ وهذا يخص النطق بحروف اللغة العربية والحركات الثلاث. تعود المسؤولية في فتح المزمار إلى العضلة الحلقية الهرمية الخلفية، وانغلاقه إلى العضلة بين الهرميين. وهتين العضلتين تعملان بالتناوب وفي تنسيق محكم أثناء إحداث حروف الهمس وحروف الجهر والحركات؛ فللصوت المجهور تنشط العضلة بين الهرميين، وللصوت المهموس فالعضلة

14 PETURSSON M., La fonction glottale dans la formation des consonnes Islandaises, Tips n° 14, 1982, p.p. 01 à 22.

الحلقية الهرمية الخلفية هي التي تتدخل وتنشط. ومن المعلوم أن في الكلام نمرّ باستمرار من صوت مهموس أو مجهور إلى حركة ثم إلى صوت حرف لاحق قد يكون مهموسا وقد يكون مجهورا وهكذا دواليك... فالنشاط لا ينقطع على مستوى هذه العضلات والعضلة الهرمية الدرقية الممثلة للوتر الصوتي. تخضع حركات الحنجرة، الأفقية والعمودية، للنشاط العضلي وكذلك للغضاريف كالهرمين الذين يتحركان فوق الحلقي بالانزلاق أحيانا والتدحرج أحيانا أخرى والاستدارة أيضا حسب الوضعية المناسبة للمزمار. ولاحظنا أن الصوت المجهور تنجذب له الحنجرة إلى الأمام وإلى الأسفل بينما الحرف المهموس تصعد له الحنجرة وتنجذب نحو الوراء. وهذه الوضعية لمدخل الحنجرة لها دور في تمييز القاف عن الخاء والغين بشكل واضح وكذلك في تمييز الطاء عن التاء. وفصلنا الشرح لهذه النقطة في متن عملنا المخبري.

ولهذا النشاط الحنجري دور فعّال في تمييز الحروف الشديدة المنفوحة والشديدة غير المنفوحة في الأنظمة اللغوية التي تعتمد على هذه الخاصية في التقابل على مستوى الدلالي؛ من بين هذه اللغات اللغة الأيسلندية واللغات الآسيوية كالكورية مثلا.

ففيما يخص اللغة الأيسلندية قام (F r ø K J a e r – jensen, Ludvigsen, Rischel.1971)

بدراسة هذه الظاهرة فوجدوا أن الحروف الشديدة المنفوحة ينفتح لها المزمار وقد يستغرق هذا الانفتاح مدّة تصل إلى فترة انغلاق جهاز النطق على مستوى مخرج هذا الحرف الشديد المنفوح، وأحيانا يصل انفتاح المزمار إلى ذروته في الانفتاح إلى لحظة الانسداد الكلي على مستوى المخرج. فلهذا النوع من الأصوات حركة انفتاح المزمار قد تستغرق مدّة أطول من مدّة الانغلاق للمزمار. وبإمكاننا ربط هذه المدّة في الانفتاح بدرجة ارتفاع

ضغط النفس في التجويف الفموي إلى أقصى حدٍ؛ ليتمكن احتكاك النفح من الحدوث.[15] وحركة الانفتاح طويلة بينما حركة الانغلاق سريعة.

- **الحروف الشديدة غير المنفوحة:**

تحدث هذه الأصوات على خلاف الفئة الأولى – بانفتاح المزمار وقد يصل فيها الانفتاح إلى أقصى حدٍ له في الفترة الأولى للاعتراض الكلي على مستوى المخرج – ومدّة الانفتاح قصيرة بينما مدّة الانغلاق للمزمار قد تمتد نوعا ما: إذا انفتاح سريع للمزمار وانغلاق تدريجي للفئة غير المنفوحة.

وخلاصة القول: الحروف الشديدة المنفوحة مثل التاء /t^h/ تُحْدَثُ بانفتاحٍ كبيرٍ للمزمار أثناء الانسداد أو الاعتراض وأثناء النفح. لقد بيّن الباحث LÖFQVIST (1975) أن الضغط تحت المزمار لا يتغير كثيرا للحروف الرخوة المهموسة أو المجهورة منها في اللغة الأيسلندية. والضغط الهوائي الملحوظ فوق المزمار يعود إلى حجم وشكل التجاويف العليا.[16] وهذه النقطة قد تجلت بوضوح في وضعية التجاويف للغين وللخاء وللقاف من خلال قياسنا للقطر الفاصل بين نقطتين متوازيتين أعلى الحلق ووسطه وأسفله.

تجلى مما سبق دورُ الحنجرة الأساس في إحداث الهمس والنفح والجهر، وعلى مستواها يتميّز الشديد المجهور والشديد المهموس والمهموز.[17]

وهناك دراسة مخصصة للوترين الصوتيين حال شروعهما في الاهتزاز أثناء النطق بكل فئة من هذه الفئات، والعنصر المدروس في هذه المسألة هو ما يسمى

15 نفس المرجع، ص PETURSSON , p.09.

16 المرجع: PETURSSON , p.08 .

17 ينجو كيم، الأصوات المنفوحة و غير المنفوحة و المهموزة في النظام الصوتي الكوري. Y . j. KIM

بالإنجليزية VOT أي زمن شروع الأوتار في الاهتزاز وما يسمى VTT أي زمن توقف الوترين عن الاهتزاز بعد إحداث صوت مجهور كالمصوتة...[18]

لقد تَتَبَّعَ الباحث **جرار قوت**[19] تَشْكيل الصوت الحنجري وما يَلْحَقُ به خلال مروره بالتجاويف العليا – الحلق والفم – وكيف يتكيف اهتزاز الأوتار ويتحول إلى صوت بعد عبوره للتجويفين ليخرج في آخر المطاف بجرس مميز من المنفذ – الشفتين – [20]

قام الباحث G. Guth من معهد الصوتيات بستراسبورغ باختبار الصوت الحنجري وتتبع تطوره عبر التجاويف العليا ليكشف عن عملية التكيف لهذا الصوت الخام، واكتسابه الجرس النهائي الذي يدرك بعد نفوذه من الشفتين. استعمل مكروفون داخل أنبوب صغير (micro sonde) وحاول التقاط الصوت في مواضع مختلفة وتسجيله ثم تحليله بالمطياف.

- تبيّن أن الصوت الحنجري في بدايته منتظم ويضمحل بسرعة. ويبدو بشكل واحد لمختلف الحركات.
- يبدأ الصوت يتغير على مستوى أدنى الحلق ويكتسب نغمات حادة وفي نفس الوقت تتقلص سعة النغمات المنخفضة التردد.

---

18 R. SOCK, « Ce paramètre articulatori-acoustique est en effet un indice du trait du voisement étant donné qu'il permet de différencier des occlusives sourdes (avec un VOT toujours positif (+) des occlusives sonores avec un VOT négatif (-) (pour L.&.A)

ويضيف، في محاضرته الملقاة في معهد الصوتيات، بجامعة ستراسبورغ سنة 2009 ويقول:

«Cet indice permet aussi de donner des renseignements sur le lieu d'articulation de l'occlusive sourde étant donné que le VOT, toute chose égale par ailleurs, augmente de [p] à < [t] à [k]...

19 Gérard GUTH, dans Guy CORNUT, La voix, PUF, 1990

20 «Le timbre de la voix tel qu'on l'analyse au sortir de la bouche est la résultante de la transformation et du modelage du son laryngé par les cavités de résonances.»

- تظهر البانية الثانية على مستوى مؤخر الفم وتغيب الترددات المتوسطة.
- يتغذى الصوت بترددات مرتفعة (حادة) وبضجيج على مستوى مقدمة التجويف الفمي.
- تتشكل المصوتة وتظهر بوانيها واضحة التكوين على مستوى الشفتين.

ويظهر من خلال هذه التجربة دور التجاويف في تشكيل الموجة الصوتية، وتحديد جرسها من خلال شكل التجويف الحلقي والتجويف الفمي. وهذا التوزيع في الطاقة الصوتية عبر الحلق والفم ناتج عن امتصاص جدران التجويف وأثر حجر الرنين في هذه الموجة العابرة لها.

في مقال آخر[21] يقدم النظريات الثلاث المتحكمة في نشاط الحنجرة، ونجد تقديم آخر لنفس النظريات في كتاب **كورنو** وهذه النظريات هي:

- النظرية المطاطية

(la théorie myo – élastique)

- النظرية الكروناكسية

(la théorie –- neuro – chronaxique)

- النظرية المطاتية الهوائية

(la théorie myo – élastique aéro dynamique)

و في آخر المطاف لكل هذه النظريات أثر في النشاط الحنجري.[22]

اللغة باعتبارها نظاماً حركياً تتجسد في النشاط الفيزيولوجي لمختلف أعضاء النطق ونشاطها المتواصل والمتزامن لبعضها والمستقل لبعض آخر والمتناوب أيضا.[23]

21 Gérard GUTH, où en sont les études de physiologie phonatoire ? Al Lisaniyyat, 2: 7-63,1972.

22 ينظر، تسعديت جبالي ، رسالة الماجستير،1997م، ص، 55، 56، 57.

إن تحديد أعضاء النطق ووضعيتها أثناء الكلام يمثل جزءا من هذا الجانب الحركي الفيزيولوجي لعملية النطق. فاستطالة الصوت هي امتداد الطاقة الصوتية مدّة زمنية معتبرة واستقرار الموجة الصوتية على شكلها مدّة هذه الاستطالة – وأكبر استطالة للصوت تُنْسَبُ للحرف الجوفي أو الهوائي الممثل بالألف – ألف المد– (الالف الذي يأتي ساكنا دائما عند النحاة الأولين) فهو امتداد النفس وامتداد نشاط الوترين الصوتيين واهتزازهما إلى أن ينقبض وينقطع النفس وتنقطع هذه الطاقة النفسية المحركة للوترين الصوتيين؛ وهذا الانقطاع عبارة عن انغلاق المزمار وانطباق الوترين لحظة من الزمن ويتولد من هذا الانغلاق المفاجئ للمزمار صوت النبرة الحنجرية التي تسمى بالهمزة: "نبرة تخرج من الصدر باجتهاد" حسب تعبير سيبويه.

فالجانب الحركي يبدأ في الجوف أو في الصدر على مستوى الرئتين لمدّ الطاقة النفسية اللازمة لإحداث الصوت اللغوي المجهور أو المهموس على حدٍ سواء. وللأصوات كميات ومقادير في هذه الطاقة المحركة للوترين والمكونة للموجة الصوتية بأنواعها: الحاملة لجهر أو همس والدورية وغير الدورية وشبه الدورية، ولهذه الطاقة النفسية منفذ متنوع بتنوع الصوت المُحْدَث ويتوقف هذا التنوع على وضعية الوترين وشكليهما إلى وضعية الغضاريف المسؤولة عن النشاط الحنجري: الحلقي الذي يمثل قاعدتها ثم الدرقي المركب في الأمام والهرميان المقابلان للدرقي من الخلف والكل يتحرك على صفيحات الحلقي بالتدحرج تارة والانزلاق تارة أخرى والاستدارة أحيانا... فبمساعدة العضلات الداخلية للحنجرة والرابطة بين مختلف غضاريفها؛ تتخذ الأوتار الصوتية الوضعية المناسبة

---

23 (Voir BOTHOREL 1983) «Des articulateurs dépendants, interdépendants et indépendants...».

A. BOTHOREL, contraintes physiologiques et indices articulatoires, Speech Communication 2, 1983, 119 – 122, North – Holland.

لإصدار النغمة الخاصة بالحرف أو الصوت المراد التلفظ به. فعلو الصوت وانخفاضه يعود إلى الوترين الصوتيين: والهواء المحدث للصوت المهموس يعود إلى الكمية التي تسمح لها الأوتار بالنفاذ، والكمية مرتبطة بدرجة انفتاح المزمار ومدّة انفتاحه وشكل ابتعاد الوترين. فمن هذا النشاط العضوي على مستوى الحنجري نمرّ من صوت مجهور حاد أو ثقيل إلى صوت مهموس أو إلى صوت مهموس منفوح وإلى الوشوشة وإلى المهموز. وقد يتأثر هذا المنبع الصوتي – الحنجرة – بمخرج الحرف؛ فكلما كان بعيدا وكلما كان تَأَثُرها أقل وكان مقدار هواء الزفير معتدلا، وهذا خاص بالحروف الشديدة. ونشاط الحنجرة مستمرّ لا ينقطع أثناء النطق.[24] والصوت الصاعد من المنبع جهرا أو همسا يكوِّن موجة صوتية مركبة تخضع لتأثير التجاويف العليا التي يتغير شكلها وحجمها حسب موضع المحبس أو التضييق؛ فتتشكل "غرف متنوعة يتردد فيها مع رطوبتها (ابن سينا) الصوت الحنجري المتكون من مكونات جزئية أو ذبذبات جزئية (les partiels) تخضع لفعالية التجويف؛ وخصوصياته الفيزيائية حيث يعزز بعض التوافقيات ويضعِف أخرى فتتشكل الموجة من جديد بعد تأثير حجرة الرنين، وتواصل مشوارها وتخضع لتشكيل آخر حسب شكل القناة الصوتية المتغير باستمرار فتكتسي هذه المكونات حِدّةً أو ثِقَلاً حسب كل تجويف ويتشكل في نهاية المطاف – بعد خروجه من الشفتين– جرس الصوت الملفوظ به. ولِانغلاق المنفذ وانفتاحه دور فعَّال في التشكيل النهائي للموجة الصوتية المتنقلة في الهواء (في الكلام العادي) والمنتشرة؛ إلى أن يلتقطها جهاز السمع أو يستقبلها جهاز ليسجلها مستعينا بالطاقة التي تحملها هذه الموجة الصوتية – طاقة هوائية وطاقة اهتزازية – وهي القوة التي تسمح بالتموج والانتقال في وسط مادي قابل للاهتزاز. تعود الطاقة الأساسية المحركة للصوت إلى الجوف أو إلى الصدر الذي يعتبر مضخة يمدُّ الحنجرة الطاقة اللازمة للتحريك. يتحكم المزمار بدوره في هذه الطاقة النفسية ويحولها إلى

24 Voir PETURSSON.

طاقة صوتية متكيفة في أعلى التجاويف مكتسية جرسا مميزا في كل مرة. والسؤال الذي يطرح نفسه هو: كيف يتم التنسيق بين التنفس والكلام؟

للإجابة عن هذا السؤال، علينا أن نلقي نظرة خاطفة على النشاط الرئوي والعضلات المسؤولة في عملية الشهيق والزفير.

5.2. الحركات التنفسية والكميات الهوائية المستعملة[25]

تتكون العملية التنفسية من الشهيق والزفير؛ تصل الكمية الهوائية في كل شهيق إلى ما يقارب 400 أو 500 ميللتر. ويطلق على هذه الكمية اسم "الحجم العادي". (Le volume courant) تعود عملية الشهيق أساسا إلى حركة عضلة الحجاب الحاجز التي تنخفض بمقدار 1.5 سم، في حين الزفير يعد عملية انفعالية سلبية (L'expiration est purement passive) ويشارك في النشاط التنفسي الحجاب الحاجز، والعضلات بين الضلوع والروادف التنفسية، (Les inspirateurs accessoires)، ونضيف إلى هذا كله، العضلات الباسطة للعمود الفقري (Les muscles extenseurs de la colonne vertébrale)، ويطلق مصطلح "السعة الحيوية "على الكميات الرئوية بأنواعها (La capacité vitale)، وهذه السعة تقاس بـ"مقياس التنفس" (Le spiromètre)، وتختلف هذه السعة من شخص لآخر، باختلاف السن والقامة والجنس، وكذلك حسب النشاط الرياضي للشخص.

25 Guy CORNUT, La Voix, Presse Universitaire de France ,3éme édition, 1990.

1.5.2. التنسيق بين عملية الكلام والتنفس

لابد من تكيف وتنسيق بين التنفس والكلام، ويتم هذا بشكل خاص، نلخصه كالتالي:

- تتغير الوتيرة التنفسية تغيراً ملحوظاً، حيث تقصر مدة الشهيق وتتمدد مدة الزفير المناسبة للتصويت.
- ترتبط الكميات الهوائية المستعملة بالنشاط (النطقي) الصوتي، وحجمها يرتفع دائما عن "الحجم العادي" المستعمل في التنفس العادي.
- ضغط هواء الزفير – في حالة الكلام – يكون أعلى من ضغط التنفس العادي، وهذا يعود إلى اقتراب الأوتار الصوتية التي تكوّن حاجزاً أمام الهواء الصاعد من القصبة الهوائية، فيرتفع ضغط ما تحت المزمار (élévation de la pression sous-glottique)، فعلى عضلات التنفس أن تتلاءم لتحدث هذا الضغط المرتفع المناسب لعملية النطق (التصويت)، والتحكم فيه حسب تغيرات الشدّة والتنغيم وجرس الصوت الحنجري. فللزفير قيمة أساسية في عملية النطق.

2.5.2. دور العضلات التنفسية أثناء التصويت

إن نشاط العضلات التنفسية أثناء عملية التصويت (la phonation)، كان موضوع العديد من الدراسات التجريبية، وأهم الطرق المستعملة هي طريقة (l'électromyographie)، تستعمل لدراسة نشاط العضلات عن طريق لمسات كهربائية. من الممكن وصف ثلاثة أنواع من الأنشطة العضلية في الزمن خلال العملية الصوتية.

- بعد استنشاق عميق للهواء، يرتفع ضغط الاسترخاء الناتج عن القوى المطاطية، وتبقى عضلات الشهيق (متشنجة= متقلصة=contractés)، لتمنع حركة إغلاق القفص الصدري.

- ينخفض ضغط الاسترخاء تدريجيا مع انخفاض حجم الهواء الرئوي إلى أن يصبح غير كافٍ، ففي هذه الحالة تنقطع عضلات الشهيق عن نشاطها، وتتدخل عضلات الزفير في هذه اللحظة لتتحكم في هذا الضغط الرئوي.
- بعد عملية التصويت (phonation)، التي يكون فيها الحجم الرئوي صغيرا، وضغط الاسترخاء سلبيا، يأتي دور عضلات الزفير وخاصة عضلات البطن، لتحافظ على ضغط ثابت. فمن الممكن القول بأن نشاط عضلات الزفير أثناء التصويت يتغير حسب عاملين اثنين: (deux facteurs).

- الضغط تحت المزمار الضروري.
- كمية الهواء الموجود داخل الرئتين والمتحكم في ضغط الاسترخاء.

(pression de relaxation) ، إن تطلبت عملية إحداث الصوت ضغطا قويا تحت المزمار (قد يحدث هذا أثناء النطق بصوت قوي أو صوت حاد) فعضلات بين الضلوع الخارجية وعضلة الحجاب الحاجز لا تتدخل إلا في وقت وجيز، بينما عضلات الزفير تتدخل بسرعة كلما استوجب ارتفاع الضغط. دور هذه العضلات مهم جدا أثناء اندفاع الأوتار لإحداث الصوت. إن تطلبت عملية إحداث الصوت ضغطا ضعيفا تحت المزمار (قد يحدث هذا أثناء النطق بصوت ضعيف ومنخفض)، فيمكن لعضلات الشهيق أن تواصل عملها إلى أن نصل إلى حالة الراحة للقفص الصدري، وهذا يناسب انخفاض حجم الهواء إلى أن نصل إلى السعة المتبقية الجارية (CRF).

3.5.2. حجم الهواء المسخر والضغط الرئوي

- أثناء الكلام: يتراوح الضغط الهوائي تحت المزمار ما بين 2 و12 سم، وقد يصل إلى 20 سم أثناء الكلام أمام الجمهور، ويتراوح تسرب هواء الزفير ما بين 60 و300 ميللتر في الثانية(60 et 300 ml/sec) وحجم الهواء المسخر لا يتعدى 1.5 لتر.

يتوقف تغيُّر حجم الهواء أثناء الكلام على نوع النشاط الصوتي:

- أثناء القراءة العادية، يكون حجم الهواء المستعمل قريبا من السعة المتبقية (CRF).

أثناء القراءة بصوت مرتفع، كثيرا ما ينطلق القارئ من حجم رئوي كبير (60 إلى 90 % من السعة الحيوية) (60à 90% de la capacité vitale).

في الحوار العفوي الذي لا يتطلب شدة قوية، نستعمل كميات أقل من السعة المتبقية (CRF).

- أثناء الغناء: يتراوح الضغط على المزمار ما بين 5 و20 سم، لكن في الغناء بصوت شديد قد يصل الضغط إلى 50 أو 60 سم. ومن السهل الحصول على هذا الضغط القوي من حجم رئوي كبير. يتراوح تسرب الزفير ما بين 100 و500 مللتر/ ثا، مع معدل ما بين 100 و200 ميللتر.

لكي تكون عملية استنشاق الهواء سريعة وبكمية معتبرة، تتم عن طريق الفم مع اتساع كبير لتجويف الحلق وتجويف مدخل الحنجرة. وهذا يجعل الهواء يتسرب بكل حرية وبدون أي عائق أو أي مقاومة. وغالبا ما تتراوح الكمية الهوائية ما بين 50 أو 60 % من السعة الحيوية، أي أنها أعلى بكثير من كمية السعة المتبقية (CRF).

لقد تجلى مما سبق، العمل المعقد في التنسيق بين الحنجرة والعملية التنفسية، وكذلك التنسيق القائم بين أعضاء ما فوق المزمار. والحركة العضوية المتواصلة مقيدة بكميات ومقادير في البعد الزمني والبعد المكاني حسب مميزات الصوت الذاتية المقيدة بدورها بالسياق الصوتي. نقدم بعض أمثلة في هذا التقيد: نأخذ على سبيل المثال حركة الفتحة؛ من سماتها النطقية الانفتاح والانتصاب واقتراب جذر اللسان من الجدار الخلفي للحلق لسبب انتصاب ظهر اللسان. فإذا وردت هذه المصوتة في سياق العين، حدث تعديل بسيط في وضعية الأعضاء لأن الحركة العضوية متشابهة للصوتين. أما إذا وردت الفتحة مع حرف الدال فالأمر يختلف في الحركة العضوية المحدثة لكل منهما: يتطلب

حرف الدال انطباق الذولق على النطع لتحقيق المخرج ولهذا تتمدد كتلة اللسان نحو الأمام ونحو الأعلى. وعند حدوث هذه الحركة العضوية اللازمة في حرف الدال يتسع لها الحلق لسبب انسحاب الجذر عن الجدار الخلفي. فنلاحظ هنا كيف يتم التنسيق في العمل العضوي للسان بين صوتين متتاليين: صوت يجذبه نحو الوراء وصوت يجذبه نحو الأمام ويتفقان على مستوى الحنجرة في صفة الجهر. فهنا يظهر التأثير والتأثر ويعود إلى هوية الصوت التي تتجلى في جرسه. فيتم الجذب بينهما ولكن لا يتعدى الحدود التي تُفقد الصوت جرسه أو هويته. لقد أشرنا فيما سبق إلى ما ورد عن هذه الظاهرة عند اللغويين الأولين وبالخصوص ما ذكره عنهم، عبد الرحمن الحاج صالح، في مسألة الحركة العضوية. وهذا يشبه مساومة في الكم والكيف بين أعضاء النطق أثناء الوصل. أما في الأصوات المنسجمة بالنسبة لهذه الحركة العضوية فيميل لها الناطق بطبعه ويظهر ذلك في توزيع الحركات في الصرف العربي كما تجلى ذلك في الأعمال التي ذكرناها سابقا حول التصريف والانسجام وحاولنا إضافة بعض الشروحات التي وجدناها منطقية؛ كربط حركة الكسرة بالحروف التي تحدث بصعود الفك السفلي كالحروف الذلقية النطعية التي تشترك مع الكسرة في تقدم اللسان واتساع التجويف الحلقي. وفي نهاية المطاف، بإمكاننا أن نقول بأن أعضاء النطق تتهيأ للحرف مع حركته أو للحركة مع الحرف اللاحق بها؛ فالبرمجة في الكلام برمجة كلية على مستوى الذهن الذي يراعي ويحرس على البيان والوضوح الدلالي.

نعود إلى النشاط الحنجري لعل نساهم في الفصل بين جهر أو همس الطاء، استنادا إلى أقوال سيبويه وأقوال المحدثين من بينهم أوديشو إدوار يوحنا وعبد المنعم الناصر. وصف سيبويه الطاء "بأنها مجهورة، غير أنها تلفظ الأن بشكل يُعَدُ مهموسا بالمقياس الحديث. من الممكن أن نعد ذلك فرقاً بين معيار سيبويه وبين المعيار الحديث،

فلا يبقى هناك داع للبحث والنقاش، سيما وأنها تلفظ الأن بشكل ينطبق عليه وصفه لها بغياب النفس عند اخراجها، كما هو الحال مع بقية الحروف المجهورة".[26]

ثم يقدم أدلة تاريخية ليبين الحقيقة في صورة الطاء الأصلية ويقول أن "هذه الأدلة تشير إلى احتمال أن الطاء ربما تكون قد تغيرت جزئيا في أحد صفاتها الصوتية، وأصبحت تلفظ مهموسة بحسب المعيار الصوتي الحديث للهمس والجهر."[27] ومن هذه الأدلة قول سيبويه "...ولولا الأطباق لصارت الطاء دالا" (ص 406) ويواصل تقديم الأدلة التاريخية ويقول: "استنتج بعض العلماء المحدثين بأن أهل مصر ينطقون الضاد شبيهة بالطاء. وقد بحثنا سابقا صفات الضاد عند عرب القاهرة وبعض حواضر بلاد الشام والشمال الافريقي ومواقع أخرى، وأنها تشبه دالا مطبقة (مفحمة)." [28] كما يستنتج من كلام احد علماء القراءات، وهو محمد المرعشي ساجقلي زادة (ت 1150هـ) الذي يحذر من أن يقل جهر الطاء فتحول إلى تاء مطبقة وهذا في قوله"... و احذر من اعطاء الطاء همسا كما يفعل بعض الناس" (جهد المقل، 63 ظ)؛ يستنتج إذا أن الطاء كانت قريبة عهد بالتحول من مجهورة إلى مهموسة، أو ربما أنها كانت تلفظ مجهورة عند القراء ورواد الفصاحة، بينما تلفظ مهموسة عند العامة".[29] ثم يذكر شادة (1911): "... أن الطاء ما تزال تسمع في لهجة عرب اليمن في صنعاء، مصحوبة بظاهرة الجهر"[30] وهذه العبارة بالنسبة لنا مهمة جدا "**مصحوبة بظاهرة الجهر**".

فالجهر الذي يظهر بعد اطلاق الحرف الشديد هو ما يسمى بالقلقلة و يفصلها سيبويه بقوله: "... وأعلم أن من الحروف حروفا مشربة ضغطت من مواضعها، فإذا وقفت خرج معها من الفم صُويت ونبا اللسان عن موضعه، وهي حروف القلقلة... وذلك

26 عبد المنعم الناصر، ص 107.

27 نفس المرجع، نفس الصفحة.

28 نفس المرجع، ص 107.

29 المرجع السابق، ص 108.

30 نفس المرجع، نفس الصفحة.

القاف والجيم والطاء والدال والباء. والدليل على ذلك أنك تقول: الحذق، فلا تستطيع أن تقف إلا مع التصويت، لشدة ضغط الحرف..."[31] وبعض العرب أشد صوتا، كأنهم الذين يرومون الحركة". ويعلق عبد المنعم الناصر عن قول سيبويه ويقول: "لقد تبنى علماء التجويد والقراءة مفهوم القلقلة التي ذكرها سيبويه، وجمعوا حروفها في عبارة: قطب جد، وصارت من قواعد التجويد واللفظ الصحيح للعربية. وعند الانتباه إلى طريقة تحقيق هذه القلقلة عند قراءة آيات الذكر الحكيم يسمع معها صويت (صوت قصير مختزل) يتبع حرف القلقلة عند الوقف عليه". [32] ويواصل كلامه قائلا: "وقد تصرف بعضهم و صار يحقق هذا الصُويت بعد حرف القلقلة إن جاء ساكنا حتى في الوصل أو ضمن الكلمة الواحدة؛ وقالوا عن ذلك أنها قلقلة صغرى، ووصفوها بتحقيقها عند الوقف بأنها قلقلة كبرى". "فالقلقلة ما هي إلا عملية اطلاق الحرف من أجل السماح لتيار الهواء بالجريان عند الوقف على أحد هذه الحروف ضمانا لإنتاج صفة الجهر. وبدون القلقلة تفقد هذه الحروف الخمسة صفة الجهر عند الوقف عليها."[33] "... هناك احتمال حدوث تغير صوتي في كل من القاف والطاء، وتشير الأدلة إلى أن ذلك أكثر احتمالا في حالة الطاء منه في حالة القاف. غير أن بين أيدينا أمرا آخر لا بد من مناقشته في هذا الصدد، وهو كوْن كل من الطاء والقاف من حروف الاستعلاء، ويعني ذلك أن ظهر اللسان يرتفع عند القسم الخلفي منه نحو مؤخرة سقف الفم عند اخراجها؛ ومن شأن هذا الارتفاع أن يصاحبه طوعا تراجع لجذر اللسان نحو الجدار الخلفي لمنطقة الحلق، فتضيق مساحته..."[34] ثم يربط هبوط في ضغط التيار الهوائي الخارج بعد اطلاق القاف أو الطاء "بإضعاف الطاقة الحركية له، وبالتالي هبوط قوة النفس؛ وهو ما قد يُعين على قبول رأي سيبويه بأن هذين الحرفين مجهوران".

31 سيبويه، الكتاب، ص 174.

32 عبد المنعم الناصر، نفس الصفحة.

33 نفس المرجع، ص 109.

34 نفس المرجع، ص 109.

و يختم عبد المنعم الناصر بالعبارة التالية:" هذه محاولات أولية في دراسة هذا الموضوع؛ ويحتاج الأمر إلى المزيد من البحث في مختبرات علمية تبحث طبيعة التيار الهوائي في هذه الأحوال لأجل التوصل إلى نتيجة مدروسة عن هذه الفرضية؛ تؤيدها أو تفندها".

إننا نؤيد الباحث عبد المنعم الناصر في فكرة ربط ظاهرة القلقلة بانخفاض قوة النفس فيها والمسألة مرتبطة بوضعية الوترين الصوتيين المميزة لحرفي الطاء والقاف، وهذا ما سنوضحه في المبحث الخاص بنشاط المزمار أثناء النطق بمختلف أصوات المدونة ومن بينها القاف والطاء في سياق الحركات الثلاث في صفحة 338 وصفحة 341 انشاء الله تعالى.

وسبق لنا الكلام عن جهر الطاء والقاف في رسالة الماجستير(1997) وأشرنا إلى مقالات إدوار يوحنا أوديشو[35] الذي وضَّح المسألة بطريقة علمية ومنطقية. تكلم ادوار يوحنا عن الحروف التي تتبع بنفحة هوائية بعد الانفجار كحرف التاء مثلا. ولاحظ أن الطاء لا يتبع بنفحة هوائية بعد انفجاره بل يتبع بصُويت كما عبر عن ذلك سيبويه بأسلوب واضح ودقيق يفصله عن المهموس بقوله: "وأما الحروف المهموسة فكلها تقف عندها مع نفخ، لأنهن يخرجن مع التنفس لا صوت الصدر؛ وإنما تنسل معه... لأن النفس تسمعه كالنفخ."[36] يستعرض سيبويه في كلامه ويذكر الحروف التي لا تسمع بعدها في الوقف شيئا مما ذكره؛ لأنها لم تُضغط ضغط القاف ولا تجد منفذا كما وُجد في الزاي، والظاء، والذال،... ويقدم سيبويه أحسن مثال في اتصال أصوات السلسلة الكلامية وترابطها في درج الكلام بقوله: "واعلم أنَّ هذه الحروف التي يسمع معها الصوت والنفخة في الوقف، لا يكونان فيهن في الوصل إذا سكنَّ؛ لأنك لا تنتظر أن ينبُوَ لسانك؛ ولا يفتُرُ

35 أوديشو إدوار يوحنا، هل كان سيبويه محقا في وصفه لبعض الأصوات بالجهر؟ آفاق عربية؛ العدد 2، 1976م، ص 67، 70.

36 سيبويه، الكتاب، ص 175.

الصوت حتى تبتدئ صوتا. وكذلك المهموس، لأنك لا تدَعُ صوت الفم يطول حتى تبتدئَ صوتا".[37]

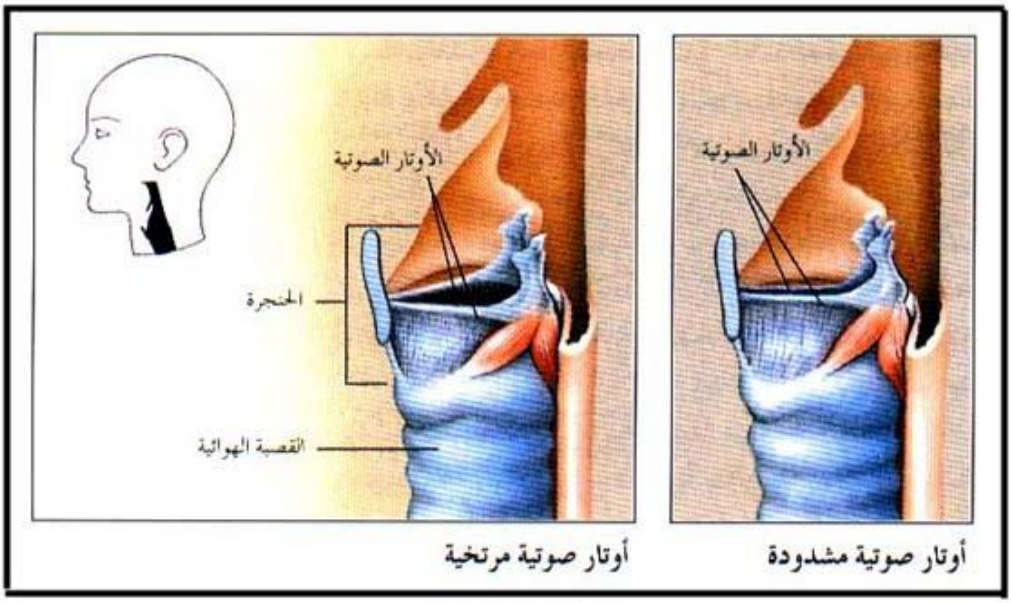
لقد تجلى من هذا الوصف الدقيق للكلام مدا وعي الأولين بعملية النطق وما يترتب عنها، في الوصل، من ترابط بين مختلف الوحدات المكونة للكلمات، ومدى تلاحم الحركة مع الحرف المقترن بها. كما أشار الصوتيون المعاصرون؛ فالنشاط الحنجري لا يتوق أثناء الكلام[38] ولا ينتهي الحرف إلا بعد بداية الصوت اللاحق به، بل يتهيأ الصوت اللاحق قبل نهاية الصوت السابق؛[39] وقد ذكرنا قولا شبيها بهذا في أعلى الصفحة لسيبويه(مع الإحالة رقم 34). كما نجد كلاما علميا لهذا التلاحم بين وحدات السلسلة الكلامية في رسالة الدكتوراه مهانيا غرتي.

37 سيبويه، الكتاب، ص 175.

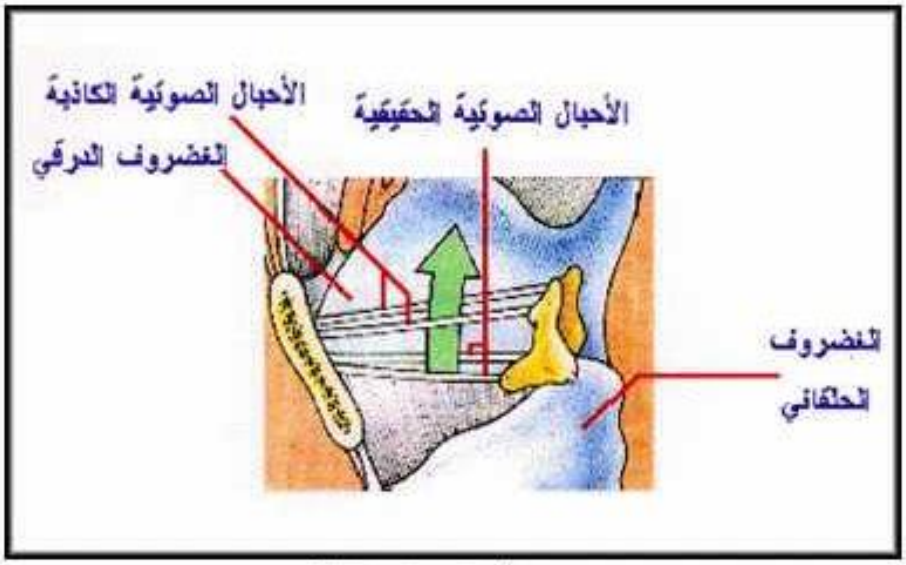
38 PETURSSON, M., La fonction glottale dans la formation des consonnes islandaises, T.I.P.S.n° 4, 1982.

39 GLEASON,H.A., Introduction à la linguistique, 1969, p. 291.

جهاز النطق

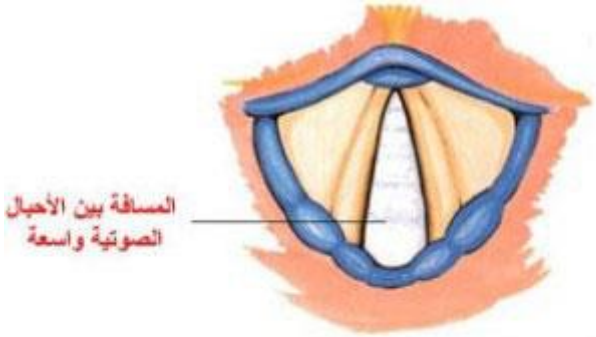


الأوتار الصوتية

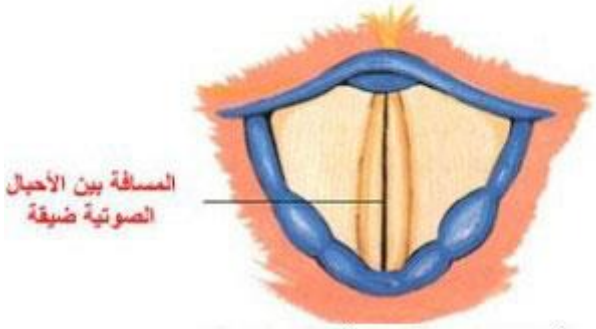


الأحبال الصوتية

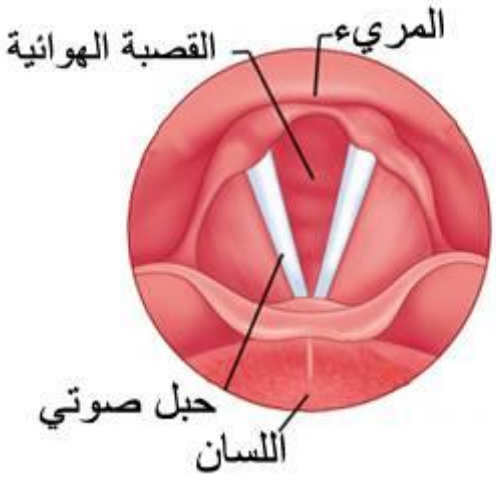
40



الأحبال الصوتية أثناء السكوت

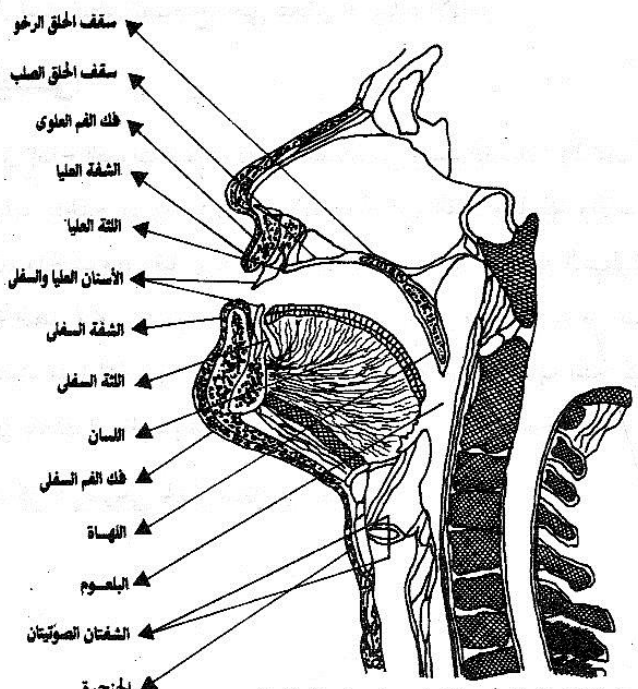


الأحبال الصوتية أثناء التحدث



41

جهـــاز النطـــق*

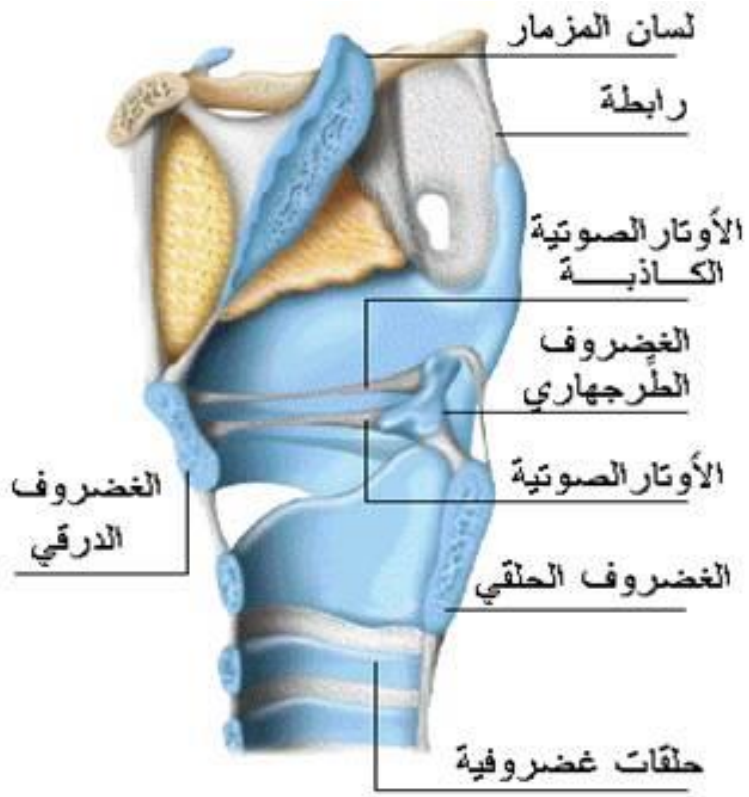


قطاع طولى فى رأس الإنسان يوضح أعضاء النطق :

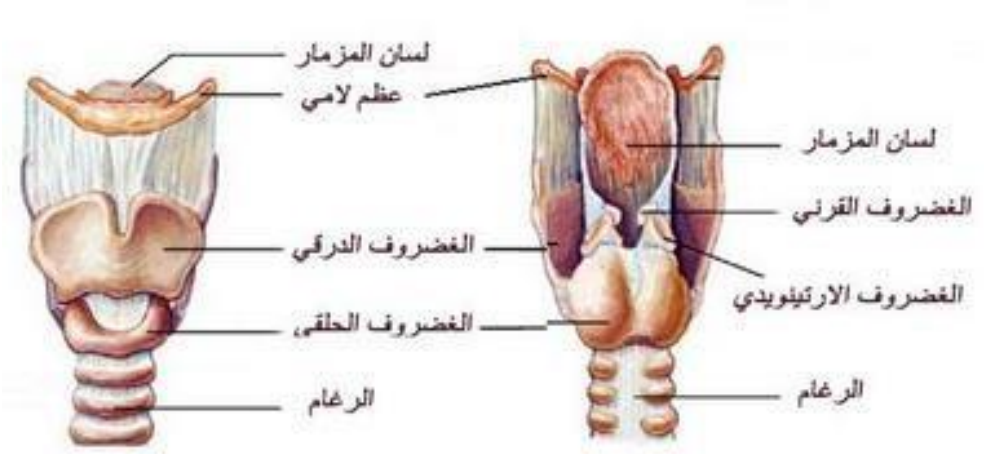
---

* الرسم مأخوذ من: د. وفاء البيه، أطلس أصـــوات اللغـــة العربيـــة: ص ١١١٢.

42



43



44

http://quran-m.com/container2.php?fun=artview&id=1204 43

http://quraneiat.blogspot.com/2012/04/blog-post_26.html 44

الدراسات الصوتية التجريبية

الفيزيولوجية

إن أعمالا كثيرة تمَّت حول الدراسة التجريبية على اللغة العربية باستعمال أحدث الوسائل المختبرية؛ منها التصوير الإشعاعي السينمائي ومنها التحليل الطيفي. نذكر هاهنا باختصار بعض الأعمال التي لها علاقة ببحثنا؛ إما في اختيار أصوات المدونة وإما في استعمال نفس الوسائل المختبرية. من بين هذه الأعمال نذكر بحث سلمان العاني وبحث سالم الغزالي وبحث دخيسي بوف. وتتفق هذه الأعمال في استخدام التصوير الإشعاعي مع التحليل الطيفي؛ واعتمدنا في دراستنا على نفس الوسائل. وهناك من اعتمد على التحليل الطيفي فقط، لدراسة مختلف حركات النظام الصوتي العربي في سياق حروف الحلق بأنواعها، من بينهم نكر أحمد أعليوة ويمينة بلقايد. ونشير إلى عمل فتح الله الصغير الذي نشر سنة 2008م.

1.6.2. سلمان العاني:

درس العاني[45] (1970) النظام الصوتي العربي الحديث المتداول في العراق، واستعمل في بحثه الوسائل المخبرية الحديثة ومنها التصوير الإشعاعي السينمائي والتحليل الطيفي. أراد العاني الحصول على نتائج علمية تكون المرجعية في الدراسات الصوتية العربية. نظرته المعيارية أدت به إلى استعمال منهجا صارما:

شكّل مُدونتَه من حركات منعزلة عن السياق ومن مقطع حرف حركة (cv)

وكذلك من جمل قصيرة. تمّ التسجيل الصوتي لتسعة ناطقين ذكور وناطقة واحدة.

(neuf locuteurs et une locutrice) .

45 سلمان العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية. فونولوجيا العربية، ترجمة ياسر الملاح ومراجعة محمد محمود غالي، النادي الأدبي الثقافي، جدة، المملكة العربية السعودية، 1983م.

المدّة الزمنية وقيم البواني للحركات المنعزلة:

توصل العاني إلى تمييز المدّة الزمنية بين الحركة القصيرة والحركة الطويلة، واعتبر زمن الطويلة يساوي ضعف زمن الحركة القصيرة؛ فالحركات القصيرة مدّتها 300 ملثا (ms) والحركة الطويلة مدّتها 600 ملثا (millisecondes).

وهذه الدقة في التقابل بين القصيرة والطويلة تعود إلى النطق بالحركة معزولة عن السياق الصوتي أي لم تأت في درج الكلام.

وقيم التردد لهذه الحركات هي:

الحركة	التردد الأول	التردد الثاني	التردد الثالث
/i/	290	2200	2700
/i:/	285	2200	2700
/u/	290	800	2150
/u:/	285	775	2150
/a/	600	1500	2100
/a:/	675	1200	2150

يظهر من خلال هذه القيم أن الفتحة القصيرة تتميز عن الفتحة الطويلة وهذا بالإضافة إلى الفرق الموجود في المدّة الزمنية. تتميّز الفتحة الطويلة بانفتاحٍ أكثرٍ ويتضح ذلك من خلال قيمة البانية الأولى[46] 675 هرتز. وكذلك قيمة البانية الثانية فهي منخفضة. الصورة الجانبية _بالأشعة السينية_ تؤكد أن الفتحة الطويلة وردت بتضييق معتبر على مستوى تجويف الحلق إثر تأخر لكتلة اللسان ونزول للعكدة.[47]

46 يعود ارتفاع البانية الأولى – حسب رئينا – إلى درجة تضييق الحلق و هذا التضييق يناسب درجة انفتاح الفك السفلي و انتصاب اللسان.

47 و حسب Georges STRAKA (1959)، يزداد انفتاح الحركة بازدياد المد:

بمعنى أن الفتحة متوسطة كانت أو ممالة أو مفخمة تنفتح دائما عند المدّ وتنغلق عند القِصَر وهذا كقانون عام. ولإظهار تأثير الحروف على جرس الحركات، جعل العاني نفس التوزيع للحركات مع الحروف باستثناء الفتحة الطويلة المتطرفة. وخَلُصَ إلى أن الحركة تتأثر بنفس الكيفية بغض النظر عن طول مدتها. والحروف التي تؤثر على جرس الحركة (بارتفاع البانية الأولى وانخفاض البانية الثانية) هي:

الحروف المفخمة، الحروف اللهوية (ق)، الذلقية النطعية (ر)، الحروف الرخوة: الحنكية (غ)[48] والحلقية (ع).

إن نتائج سلمان العاني حول تأثير الحروف على الحركات تناسب تماما ما توصلنا إليه في عملنا هذا؛ فالحروف المفخمة والحروف اللهوية والحلقية تُؤثر كثيرا على جرس الحركة وبالخصوص حركة الفتحة. وهذا يعود إلى وضعية اللسان الذي يعود بطريقة أو بأخرى نحو الوراء فيضيق الحلق:

الحرف الحلقي (ع) مخرجه من بين العكدة مع الغلصمة والجِدار الخلفي للحلق أي على مستوى قاعدة اللسان، للمفخمة يعود اللسان إلى الوراء محدثا تضييقا شديداً في الحلق لكن الموضع أعلى من موضع تضييق العين. أما القاف والغين فيحدثان بتضييق في الحلق لكنه يتميز عن الشكلين السابقين (للعين وللمفخمة) فهو تضييق عمودي من أعلى الحلق إلى أسفله وتضييق القاف أقوى من تضييق الغين. وهذا ما سيتضح من خلال صور الفيلم الإشعاعي السينمائي الذي ترتكز عليه مدونتها الفيزيولوجية.

« La voyelle /a/, qu'elle soit moyenne antérieure ou postérieure, s'ouvre sous l'effet de l'allongement et se ferme sous l'effet de l'abrègement » .

48 الغين عندنا لهوي و عند اللغويين الأولين من أدنى الحلق (و هو نفس الحيّز).

2.6.2. ســـــالم غزالي:

حاول سالم غزالي[49] (1979) أن يحدد من جديد خصائص النظام الصوتي العربي بطريقة تختلف عما قدّمه كانتينو الذي اعتمد على اللغويين (العرب) الأولين...

ركز غزالي على الكسرة القصيرة والطويلة. كذلك على الضمة القصيرة والطويلة... وهذا باستعمال الأشعة السينية والتحليل الطيفي. أخضع للتحليل قائمة من كلمات فصيحة تارة وكلمات عامية (من اللهجة التونسية) تارة أخرى. نطق بالمدونة الصوتية اثنى عشرة ناطق (ذكور) من ستة بلدان عربية (الجزائر وتونس وليبيا والأردن والعراق) وتلفظ كل واحد مرتيْن بكل كلمة؛ فالمحصول هو اربعة وعشرون مرّة لكل كلمة (vingt- quatre occurrences par mot).

توزيع قيم البواني حسب طول وقصر الحركة :

قدم غزالي معدل القيم لبواني الحركات /i/ و/u/ القصيرة والطويلة (نوردها نحن في جدول):

الحركة	الكلمة	البانية الأولى	البانية الثانية
الكسرة			
/i/	سِن	هرتز 455	هرتز 1780
/i:/	سِين	310 هرتز	2225 هرتز
الضمة			
/u/	يَكُنْ	450 هرتز	1125 هرتز
/u:/	يكون	330 هرتز	900 هرتز

يظهر من خلال هذه القيم أن الحركات القصيرة /i/ و/u/ منفتحة أكثر عن مقابلتها الطويلة، ويُلاحظ هذا من خلال قيم البانية الأولى للحركة القصيرة التي ترتفع بقيمة 145

49 سالم غزالي، Du statut des voyelles en arabe, Analyse, Théorie, n° 3/2,pp.199 – 219

هرتز للكسرة القصيرة عن الكسرة الطويلة وتزيد البانية الأولى للضمة القصيرة بـ 180 هرتز عن البانية الأولى للضمة الطويلة.

بإمكاننا أن نستنتج أن هناك تأثيرا على المخرج بين الحركة القصيرة والحركة الطويلة وهذا بقراءة قيم البانية الثانية؛ ولكن غزالي يشير إلى عدم وجود تناسب بين الجرس الفاتح وقصر الحركة وبين الجرس المُغلق وطول الحركة.[50] قام الغزالي بالمقارنة بين هذه الحركات وحركات اللغة الانجليزية ووجود قرابة بينها.

خلاصة القول:

يوجد، حسب العاني، فرق كمي ونوعي بين الفتحة القصيرة والفتحة الطويلة والكسرة القصيرة والكسرة الطويلة وكذلك، حسب غزالي، بين الضمة القصيرة والضمة الطويلة. الجرس الفاتح للكسرة وللضمة القصيرتين يظهر في المقاطع المغلقة (ص ح ص) حسب(الغزالي). وجد العاني تنوعا في الجرس على مستوى الحركة نفسها؛ وهذا التنوع يعود إلى تأثير الحروف المفخمة والحروف الحلقية في أدناه ووسطه.

تخضع الحركة، حسب العاني، لنفس التأثير مهما كان نوعها قصيرة أم طويلة.

3.6.2. دخيسي بوف[51]

تناولت الباحثة (1983) موضوع "الحروف الخلفية في اللغة العربية الفصحى دراسة فيزيولوجية (نطقية) وفيزيائية"، وبعد اطلاعها على ما قدم في هذا المجال من اعمال تبين للباحثة تمايز واختلاف في آراء الباحثين حول طبيعة هذه الحروف من حيث الصفة أو المخرج. فانطلاقا من مدونة مدروسة بإحكام قدمت الباحثة دراسة وصفية لهذه الفئة من الحروف وهي ء – هـ – ع – ح – غ – خ – ق – ك. استعملت التصوير الإشعاعي

50 Il signale qu'il n'y a pas de correspondance systématique entre timbre (ouvert) et quantité brève et timbre (fermé) de quantité longue.

51 دخيسي بوف،
Contribution à l'étude experimentale des consonnes d'arrière de l'arabe classique, Strasbourg, 1983,TIPS n° 15.

السينمائي معززا بتحليل طيفي لنفس المدونة. احتوت المدونة على 540 وحدة صوتية للتحليل موزعة بشكل يسمح للحرف الورود في الصدارة وبين حركتين ومشددا، وقبل الحرف ثم بعده وأخيرا في نهاية الكلمة.

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تحديد كيفية النطق بهذه الحروف ونقطة خروجها وهذا عن طريق الوصف المباشر لجهاز النطق بواسطة الاشعة السينية – الوسيلة الوحيدة القادرة على تقديم نظرة دقيقة عن وضعية الأعضاء وكيفية تحركها وانتقالها أثناء تحقيق الحرف. ومن هنا يمكنها الفصل بين آراء بعض الباحثين في وصفهم لحرفي الغين والخاء كحروف الحنك اللين (الطبق) ومن بين هؤلاء ذكرت (بـ . دولاتر). وكذلك الفصل بين حروف الحلق وحروف التفخيم في كيفية حدوثها وهل يوجد تقابل بين الجهر والهمس وكيف يتم؟

ركزت دخيسي في تحليلها على الصورة المميزة للحرف دون إهمال ما يسبقها من الصور وما يلحقها. وخضعت الصور المختارة للقياس في 8 نقاط تمثل مواضع مختلفة من جهاز النطق. فمن الدراسة المفصلة التي قامت بها الباحثة دخيسي تبين أن الغين والخاء حرفان احتكاكيان ومخرجهما من الحنك اللين إن حركا بالكسرة ومن اللهاة إن حركا بالفتحة. وانطباق اللهاة على اللسان مماثل لانطباقها أثناء تحقيق حرف القاف الذي يتميز عن الكاف بمخرجه الخلفي. يتحقق الخاء المهموس والغين المجهور برجوع اللسان نحو الحلق ليشكل تضييقا في وسطه ثم يتبع بتحدب نحو الأعلى ويحتك بالحنك اللين ليحدث صوت الاحتكاك الخاص بهذين الحرفين(غ – خ).

يتميز العين والحاء بحركة فيزيولوجية خاصة تتدخل فيهما الغلصمة بالتصاقها لجذر اللسان وهذا لم يشاهد أثناء تحقيق حروف أدنى الحلق. وتضيف دخيسي بأن الغين والخاء والقاف حروف حنكية يتدخل فيها الحنك اللين بوضوح...

أما العين والحاء فإحداثهما يتطلب تضييقا معتبرا بين جذر اللسان والجدار الخلفي للحلق مع انطباق الغلصمة على العكدة. العين والحاء حرفان احتكاكيان يتميزان بالجهر والهمس.

الهمزة والهاء: حرفان حنجريان ليس لهما شكلا معينا في التجاويف العليا بل يتخذ الحلق والفم شكل الحركة السابقة أو اللاحقة لكل منهما أو شكل الحرف الذي يسبقهما إن وردا بعد حرفٍ. تتميز عموما الهمزة والهاء بتضييق أكبر من تضييق الحركات الواردة معهما وبالخصوص حركة الفتحة التي تحدث بتضييق على مستوى الحلق. يبقى الحنك اللين مرتفعا جدا لهذين الحرفين. الشيء الذي يميز الهاء هو احتكاك الهواء في المخرج الحنجري أما الهمزة فتاتي بانغلاق شديد وبقوة.

ميزت دخيسي من خلال دراستها بين المفخم والمرقق مؤيدة رأي L.H.Ali et R.G. Daniloff ainsi que J. F. Bonnot الذين ينسبون للمفخمة مخرجين: مخرج أمامي ومخرج في وسط الحلق (1) وللمدغم مخرج واحد يتميز بمدة زمنية أطول وشدة أقوى. تتميز حروف الحلق بانفتاح للفكين وحروف أدنى الحلق بالانغلاق. أما حروف وسط الحلق فانفتاحهما أكبر من الانفتاحين الأولين.

يتفق عملنا مع عمل بوف دخيسي في اختيار العينة الصوتية للدراسة. ولكن كيفية توزيعها في السياق الصوتي يختلف أيما اختلاف: وردت حروف مدونة بوف دخيسي في سياق جمل عادية وأحسنت التوزيع فيما يخص التجاور الصوتي حيث تنوع التوزيع عندها... أما فيما يخص توزيع هذه الحروف والحركات في بحثنا فهو توزيع محايد بعيد عن تأثير السياق الصوتي حيث وردت هذه الحروف والحركات في سياق صوتي مصطنع لكنه يخضع لقياس الصيغة العربية؛ فهو متكون من (صامت + حركة + صامت + حركة + صامت) حيث تكرر نفس الصامت في الصدارة وفي الوسط بين حركتين وفي الأخير. وتتكرر نفس الحركة بالطبع مع نفس الحرف وتَرتب عن هذه الصيغة مقطعان: مقطع قصير مفتوح ومقطع طويل مغلق مع وقوع النبر، بطريقة تلقائية، على المقطع

الطويل. والنطق بالمدونة كان عاديا وطبيعيا. وضعت الصيغة الصوتية في وسط جملة كالتالي: "قل ص ح ص ح ص فقط" وسبب اختيار اللام هو لتسهيل فصله عن الحرف الموالي أثناء دراسة صور الفيلم الإشعاعي. ونفس الشيء بالنسبة للفاء في لفظة "فقط" يظهر جليا في صور الفيلم لسبب انطباق الشفة السفلى على الثنايا العليا. هذا من الجانب الفيزيولوجي في تحديد صور كل حرف وكل حركة.

أما من الناحية الفيزيائية فتظهر نهاية اللام في تقلص الاهتزازات الحنجرية ويظهر الفاء في تشكيله المميز فهو ضجيج مهموس يختلف عن نهاية حروف المدونة /$c_1v_1c_2v_2c_3$/. فبهذه الطريقة حاولنا أن نقلص من تأثير السياق الصوتي على الوحدات المدروسة وأن نقترب قدر الإمكان من المخرج الحقيقي والصفة الحقيقية لكل حرف ولكل حركة. ومع ذلك فتأثير الحرف على الحركة ظاهر بوضوح كحرف التفخيم مثلا وتأثير الحركة على الحرف بيّن كذلك لكن بقي هذا التأثير محصورا بين نفس الحرف ونفس الحركة فقط.

تكمن النقطة الثانية في اختلاف عملنا عن عمل بوف دخيسي في أبعاد الفيلم وكذلك في المحاور المختارة للقياس. اشتمل فيلمها على نظرة جانبية لجهاز نطق القارئ (المورد) تبدأ من الشفتين وتنتهي على مستوى العكدة والفك السفلي ويظهر فيها العظم اللامي. بينما صور ناطقنا الجانبية، تنطلق النظرة من الشفتين حتى مدخل الحنجرة أي نزلنا إلى أسفل العظم اللامي حتى بطين مرجاني؛ فأضاف هذا القسم السفلي (أقصى الحلق) معطيات جديدة حول نشاط مدخل الحنجرة وشبه الوترين الصوتيين لنفس الحروف ونفس الحركات. ويعتبر هذا إضافة جديدة في الدراسة الفيزيولوجية على العموم وفي دراسة أصوات اللغة العربية على الخصوص.

والنتائج تبقى متقاربة لأن الملاحظ هو أن حركات العظم اللامي هي نفس حركات قاعدة الحنجرة يصعدان معا وينزلان معا. والنقطة الوحيدة التي تميزت بها دراستنا هي مشاركة شبه الأوتار في عملية النطق وكذلك درجة نزول مدخل الحنجرة وكيفية التقدم والتأخر حسب المجهورة والمهموسة وحسب المفخم والمرقق.

لقد استفادت اللغة العربية من الوسائل التجريبية الحديثة ولا سيما التصوير الإشعاعي السينمائي في دراسة الظواهر الصوتية الخاصة بنظامها؛ ومن بين الأعمال المختبرية التي حظيت بها العربية، نذكر بحث محمد عطاوي الذي درس ظاهرة الإدغام في الحروف الشديدة؛ والغرض من ذلك هو إبراز قوة الاعتماد على مستوى النشاط العضوي وما يلحق بها من تأثير وما شابه ذلك.

4.6.2. محمد عطاوي

"**قوة الاعتماد في الحروف الشديدة المشددة في اللغة العربية بمنطقة فاس المغربية**"

درس محمد عطاوي[52] (1993) ظاهرة الإدغام في النطق العربي المغربي بمنطقة فاس، وحاول أن يُبَيِّن الخصائص والعناصر المتحكمة في هذه الظاهرة، وفي قوة الاعتماد أثناء النطق بالحروف المشدّدة وكذلك في الجهد المبذول من طرف أعضاء النطق، وهذا باستعمال التصوير الإشعاعي السنيمائي. اعتمد عطاوي في بحثه هذا على التصوير الاشعاعي لجهاز النطق انطلاقا من قاعدة الحنجرة حتى الشفتين.

شملت المُدَّونة الصوتية – في هذا البحث – ستين جملة وفي كل جملة ركبت الحروف المشدّدة التالية:

التاء ـ الدال ـ الكاف ـ القاف ـ القاف ـ الطاء...

/tt/ – /dd/ – /kk/ –/gg/ – /qq/ – /ṭṭ/..

لقد وردت هذه الحروف بين فتحتين.

استعمل عطاوي شبكة خاصة بالقياس (une grille de mesure). تمسح جهاز النطق بأكمله، واختار ستة (06) محاور في قياسه لمختلف التغيرات الطارئة على جهاز النطق أثناء إحداث هذه الوحدات الصوتية المذكورة أعلاه.

و المحاور المختارة لهذا القياس هي:

1. درجة انفتاح الفكّين.

52 محمد عطاوي، قوة الاعتماد في الحروف الشديدة المشددة في اللغة العربية بمنطقة فاس المغربية، 1993م.

2. سعة الانطباق (على مستوى المخرج: النطعي الأسناني والشجري الطَبَقي والطبقي اللغوي) (alvéodental, palato-vélaire et vélaire-uvulaire).
3. المسافة بين ظهر اللِّسان والجدار الخلفي للحلق (يتمكن الباحث من خلال هذا القياس الحصول على درجة اتساع التجويف الحلقي وشكله).
4. حركات الغلصمة (لسان المزمار) عموديا وأفقيا.
5. حركات العظم اللامي عموديا وأفقيا.
6. حركات قاعدة الحنجرة عموديا.

ومن بين النتائج التي توصل إليها الباحث نذكر منها ما يلي:

التاء المشدّدة والدال المشدّدة مخرجهما نطعي أسناني وتحدُثان بانطباق الذولق على المخرج النطعي الأسناني (alvéodental). يبدو الدال أقوى من التاء لسبب جهره ولكن القيم متقاربة لهذين الحرفين. حدث الدال بانطباق خفيف للذولق

(le contact étant moins ferme).

أما الطاء المشدّدة فمخرجها من النطع ولكن بتضييق معتبر في التجويف الحلقي مع صعود العظم اللامي وقاعدة الحنجرة وهذا بشكل واضح.

إن مخرج القاف /gg/ المجهورة شجري طبقي (palato-vélaire).

أما الكاف /kk/ فمخرجه طبقي (vélaire). وحدث هذا الحرف المهموس بصعود لسان المزمار والعظم اللامي وقاعدة الحنجرة، وهذا يدّل على الاعتماد القوي في المهموس الشديد مقارنة بالمجهور الشديد. جعل عطاوي مخرج القاف /qq/ المشدّد طبقي لهوي وهو قريب من مخرج الكاف ولكنّ مع انسداد معتبر بين اللهاة والطبق على ظهر اللّسان وتضييق ملحوظ لتجويف الحلق. إن قوة اعتماد القاف أكبر من قوة اعتماد الكاف والقاف؛ وبهذا جاءت نتائج عطاوي شبيهة بنتائج الباحثة دخيسي بوف (1983) ونتائج الباحث بونو (BONNOT 1976-1977).

ومن الخصائص التي توصل إليها الباحث عطاوي نذكر ما يلي:

كلما تأخر المخرج وكلما زاد انفتاح الفكين.

يُنسَبُ أكبر انفتاح الفكين لحرف القاف الذي يُعتَبر أقوى حرفٍ في الحروف الشديدة.

إن الطاء أقوى حرف من بين الحروف الذلقية النطعية ويحدث بانغلاق معتبر للفكين.

يحدث الحبس التام لكل هذه الحروف إما بواسطة الذولق أو ظهر اللسان.

واللسان هو المتحكم في التجويف الفمي والتجويف الحلقي؛ فصعود اللسان يُؤدي إلى اتساع الحلق وتضييق الفم (و هو حال الكاف المشدّدة والقاف /gg/ و/kk/).

ويكون عكس ذلك للحروف الذلقية النطعية الأسنانية: التاء والدال المشدّدتين، فلهما اتساع الحلق وتضييق الفم.

أما الطاء فالحلق ضيّق لسبب رجوع اللسان نحو الوراء (pharyngalisation).

إن قوة اعتماد ظهر اللسان أقوى من قوة اعتماد الذولق.

والطاء أقوى من التاء والدال لسبب التفخيم.

هناك علاقة بين قوة الاعتماد وصفة الجهر والهمس؛ فالحرف المهموس أقوى من الحرف المجهور.

إنّ وضعية اللسان هي التي تحدد درجة اتساع أو تضييق الحلق.

بعد تحدّب ظهر اللسان واقترابه من الشجر أثناء النطق بالكاف والقاف /gg/ و/kk/ يحدث التضييق في منطقة أدنى الحلق. وأثناء انطباق الذولق على النطع ينزل ظهر اللسان ويحدث تضييق في أسفل الحلق للتاء والدال.

للمفخمة طاء تضييق حلقي أشدّ.

وللقاف تضييق معتبر وممتد في الحلق مع حركة نحو الأعلى ونحو الوراء.

يصعد لسان المزمار أكثر للمشدّدة المهموسة (لأنها قوية).

يظهر تأثير لسان المزمار في حركاته الأفقية لأنّه يغير من حجم تجويف الحلق.[53]

53 نفس المرجع،

يكون لسان المزمار قريبا جدّاً من الجدار الخلفي للحلق أثناء إحداث القاف المشدّد والطاء المشدّدة بينما يبتعد عن الجدار الخلفي أثناء إحداث حروف الحنك الليّن والحنك الصلب (palato-vélaires).

إن حركات لسان المزمار الأفقية مرتبطة بمخرج الحرف ولا دخل لقوة الاعتماد في ذلك.

أثبت الباحث عطاوي أن حركات العظم اللامي العمودية مُصَاحبَة بحركات قاعدة الحنجرة في نفس الاتجاه.

أما أفقيا فحركتهما نحو الخلف (نحو الجدار الخلفي) بيّنة وهذا للمفخمة طاء المشدّدة والقاف المشدّد.

إن علو قاعدة الحنجرة يحدث مع وضعية رفع ظهر اللّسان (occlusives dorsales).

إن وضعية الرفع والرجوع نحو الوراء للسان أثناء تحقيق القاف يعزز حركة الحنجرة إلى الأعلى.

إن وضعية الحنجرة مرتفعة للطاء بالمقارنة مع وضعيتها للتاء وللدال.

إن ارتفاع الحنجرة مرتبط بصفة الجهر والهمس حيث إنّه يرتفع أكثر للمهموسة.

حاول الباحث عطاوي الربط بين حركة بعض الأعضاء بشكل تناظري حيث قارن بين حركة الفك السفلي والعظم اللامي ثم بين حركة العظم اللامي والغلصمة وأخيراً بين العظم اللامي وقاعدة الحنجرة. وتبيّن من خلال هذه العلاقات أن:

- للحروف الذلقية الشديدة يرتفع لها الفك السفلي (تصغر المسافة بين الفكين) ويرتفع في نفس الوقت العظم اللامي.[54]

«Le rôle de l'épiglotte est plus prépondérant sur le plan horizontal, ce qui participe à la réduction pharyngale, d'où la coloration *pharyngale* des consonnes d'arrière, ainsi que des consonnes emphatiques *autre articulateur*».

54 نفس المرجع،

«Plus la consonne est forte et plus l'angle des maxillaires est fermé ; c'est le cas des apicales, ...». p.167, Tips 2010 _ voir table p.21 Tips n°23

أما الحروف الشجرية الطبقية فالعلاقة عكسية؛ صعود اللسان إلى الشجر يؤدي إلى نزول الفك السفلي وصعود العظم اللامي. فالحروف الشجرية (les dorsales) التي تتطلب مشاركة ظهر اللسان تظهر قوتها من خلال درجة نزول الفك السفلي. فكلما نزل الفك السفلي كلّما كان الحرف قويا.[55]

- العلاقة بين العظم اللامي ولسان المزمار علاقة واحدة في حركتهما الأفقية، فانتقالهما نحو الأمام يوسع في حجم التجويف الحلقي أثناء النطق بالكاف والقاف /gg/ و/kk/.

وانتقالهما نحو الوراء يضيق حجم التجويف الحلقي وهذا يُرى في القاف المشدّد والطاء المشدّدة.

أما العلاقة الرابطة بين العظم اللامي وقاعدة الحنجرة فهي نفس العلاقة في المحور العمودي يتحركان في نفس الاتجاه:

فالقيم المرتفعة تُسجل للقاف والقيم المنخفضة تُسجل للدال، والارتفاع في القيم يدل على قوة الاعتماد للحرف.

وأخيرا للحروف المشدّدة خصائص تميّزها منها:

1. انغلاق الفك السفلي للحروف الذلقية.
2. انفتاح الفك السفلي لحروف الشجر والطبق (dorsales).
3. سعة انطباق اللسان على المخرج (تزداد بزيادة القوة) .
4. تجويف الحلق واسع للكاف والقاف /kk/ و/gg/ تجويف الحلق ضيق للقاف وللطاء.

«…alors que pour les dorsales, plus l'angle des maxillaires est ouvert plus la consonne est forte..» p.167-Tips :2010

«Les valeurs élevées pour ces deux paramètres sont à l'évidence un indice de force articulatoire.»

5. صعود لسان المزمار والعظم اللامي وقاعدة الحنجرة في إحداث هذه الحروف القوية.[56]

توصل محمد عطاوي إلى نفس النتيجة التي توصلت إليها دخيسي بوف:[57] إن الحرف المشدد يحدث على شكل حرف واحد لكنه يتسم بالاستقرار ومدة حدوثه أطول بكثير من الحرف غير المشدد.

إن أردنا المقارنة بين بحث محمد عطاوي وبحثنا سنجد أوجه التشابه أكثر من الاختلاف. لجأ الباحث إلى استعمال التصوير الإشعاعي السينمائي لدراسة أصوات مدونته التي نشترك معه في بعض الأصوات كالتاء والدال والطاء والقاف ولكن الفرق هو أنَّها مشدَّدة عنده.

توصل إلى نتائج مماثلة في كلا العملين فمنها:

- لاحظ تضييقا معتبرا في تجويف الحلق لحرف الطاء مع صعود العظم اللامي وقاعدة الحنجرة بوضوح.
- للقاف انسداد بين اللهاة والطبق على ظهر اللسان مع تضييق تجويف الحلق.
- أكبر انفتاح الفكين للقاف.
- أكبر انغلاق الفكين للطاء.
- جاء الحرف المهموس – عموما – أقوى من الحرف المجهور.
- يتحرك العظم اللامي والحنجرة عموديا في نفس الاتجاه.
- لاحظ محمد عطاوي أن ارتفاع الحنجرة يحدث مع ارتفاع ظهر اللسان وهذه النقطة ليست تلقائية عندنا.
- ترتفع الحنجرة للطاء أكثر من ارتفاعها للدال والتاء.

56 « …c'est ainsi que les consonnes sourdes sont des fortes et les sonores des faibles. » p.168

57 DKHISSI –BOFF , Tips 15, 1983, p.281

- ترتفع الحنجرة للمهموسة أكثر من ارتفاعها للمجهورة وهذا ملحوظ في معظم أصوات لغات العالم.

أما الاختلاف فيكمن في بضعة نقاط و منها:

- حدد ستة محاور للقياس على شبكته بينما القياس عندنا أوسع حيث مسحنا جهاز النطق من الشفتين حتى مدخل الحنجرة وصلت إلى ثلاثين محورا.
- أخذ القياس العمودي فقط للعظم اللامي وقاعدة الحنجرة بينما راقبنا في قياسنا الحركات العمودية والأفقية لكل من العظم اللامي وقاعدة الحنجرة على مستوى النقطتين الأماميتين للدرقي والخلفيتين على مستوى الهرميين. إضافة إلى قياس مدخل الحنجرة على مستوى شبه الوترين الصوتيين.

الدراسات الصوتية التجريبية الفيزيائية

اخترنا من بين الدراسات الفيزيائية التي اهتمت بأصوات اللغة العربية، عمل أحمد أعليوة وعمل يمينة بلقايد المتبعة لنفس المنهج في التحليل الطيفي.

1.7.2. بلقايد يمينة

الحركات في اللّغة العربية المعاصرة، تحليل طيفي.[58]

قامت الباحثة يمينة بلقايد بدراسة النظام الصوتي في اللغة العربية الفصحى المعاصرة (لغة المثقفين العرب) وهذا باستعمال التحليل الطيفي لمدونة صوتية مُتمحورة على المدّ والقصر في حركات اللغة العربية كما سبق الذكر.

بعد التقديم لدراستها وربطها بدراسة كانتينو حددت الباحثة جرس الحركات العربية وبيّنت التقابل القائم بين الحركة القصيرة والحركة الطويلة في النظام الفونولوجي العربي ووظيفة كل صنف في هذا النظام؛ وتقول إن للنظام العربي ثلاثة مصوتات تتقابل أجراسها وهي:

الفتحة /a/ والكسرة /i/ والضمة /u/.

وتسوق أمثلة موضحة هذا التقابل من خلال كلمة جَدٌّ وجِدٌّ (الجهد) وجُدٌّ (الجانب).

وتُضيف تقسيم هذه المصوتات إلى صنفين:

1. حركة أمامية مع انكسار.
2. حركة خلفية مع ضم.

أما الفتحة فهي خارجة عن هذا التقسيم لأنها وحيدة في موضعها، وتتميّز بانفتاح كبير (انفتاح القناة الصوتية) تحتل أكبر حيّز وتخضع لتنوع كبير.

فهناك نوعان في درجة الانفتاح:

1. مُنغلق: الكسرة والضمة.
2. منفتح: الفتحَة.

58 بلقايد يمينة، الحركات في اللّغة العربية المعاصرة ،تحليل طيفي، مجلة معهد الصوتيات بجامعة ستراسبورغ، 1984، رقم 16،ص 217، 240.

3. المدّ والقصر (quantité): لكل جرس صوت قصير وصوت طويل.

وقدّمت الأمثلة التالية: كتب/ كاتب

جِران / جِيريْن

قُتِل / قُوتِل

تتكون مدونة الباحثة بلقايد من:

1. الكلمات المتكونة من مقطعين ومن ثلاثة مقاطع.
2. وردت الحركات في مقاطع مفتوحة ومقاطع مغلقة.
3. تجنبت الباحثة حروف التفخيم: ط، ض، ص، ظ ولم تستعملْها في المدونة لسبب التأثير القوي لهذه الحروف على الصوت المجاور لها؛ فالحركات التي ترد مع هذه الحروف تفخم دائما – فتُكَوِّن نوعا خاصا – (Bonnot 1977).

تذكر الباحثة بأن النبر في اللغة العربية يقع على أول مقطع طويل ابتداء من آخر الكلمة وتقدم مثال:

/y u' qa :tilu/. أما الكلمة التي لا تحمل مقطعا طويلا فالنبر يقع دائما على المقطع الأول من الكلمة /kataba‘/ وتذكر أن الحركات الطويلة الواقعة في آخر الكلمة لا يقع عليها النبر.[59]

والسبب في ذلك حسب رأينا هو أن العرب لا تقف على متحرك والمقطع الطويل الموقوف عليه لا تُحقق حركتُه بإشباع المد.

اتسعت مدونة بلقايد إلى سبعين كلمة موزعة كالتالي:

خمسون كلمة متكونة من مقطعين وعشرون كلمة متكونة من ثلاث مقاطع. وتحتوي هذه المدونة على مائة وعشرة حركة قصيرة وخمسين حركة طويلة. الفتحة هي التي حظيت

59 تعود الباحثة في تحديدها للمقطع و النبر إلى

. (Cantineau 1941, FLEISCH 1968, WELDEN 1980)

بالقسط الأوفر حيث تشكل 50% من الحركات القصيرة و55% من الحركات الطويلة. وهذا يناسب تواتر هذه الحركة في النطق العربي المعتاد.

الناطق بالمدونة من أصل تونسي وعمره 27 سنة. وتمّ التسجيل الصوتي في قاعة معزولة عن الصوت بمخبر الصوتيات بجامعة ستراسبورغ.

قامت الباحثة بتحليل المدونة باستعمال جهاز المطياف: (sonagraphe) بمرشح واسع في حدود 300 هرتز مع بيان منحنى الشدة الصوتية في أعلى الشبحية.

نلخص نتائج التحليل الفيزيائي – قيم البواني – بنقل الجدول الذي يجمع بين معدل القيم و القيم الوسطى لكل حركة – القصيرة منها والطويلة. وسنعود إلى هذا الجدول لنقارن بين قيم هذه الحركات والقيم التي ستنبثق من دراستنا لنفس الحركات.[60]

معدل القيم بالهرتز			القيم الوسطى بالهرتز		
الحركة	**البانية 1**	**البانية 2**	**البانية 3**	**البانية 1**	**البانية 2**	**البانية 3**
الفتحة /1/a	400	1640	2320	400	1700	2300
/2/a	460	1360	2190	450	1300	2100
المد /1/a:	425	1720	2380	425	1700	2400
/2/a:	490	1250	2210	500	1300	2200
الكسرة القصيرة /1/i	290	1980	2580	300	2000	2600
/2/i	415	1680	2380	400	1700	2300
المد /i:/	285		2195	300	2200	2950
/u/	340	995	2100	350	1050	2100
المد /u:/	315	790	2370	300	800	2300

60 نفس المرجع، ص 224.

توصلت الباحثة بلقايد إلى أن ثلاث حركات من النظام الصوتي العربي يتغير جرسها بالسهولة وهذه الحركات هي:

الفتحة القصيرة /a/ والفتحة الطويلة /a:/ والكسرة القصيرة /i/؛ وقدمت لذلك أشكالا لا تبيّن فيها توزيع القيم الفيزيائية لهذه الأصناف أو لهذا التنوع في جرس هذه الحركات الثلاث (/a/ و /a:/ و /i/).[61]

جرس الحركة الثاني يظهر بارتفاع قيمة البانية الأولى وانخفاض في قيمة البانية الثانية.

أما الحركات الثلاث الأخرى: /u/ و /i:/ و /u:/ فجرسها لا يتغير.

لماذا قدمت الباحثة القيم الوسطى لتحليلها الفيزيائي ومعدل القيم كذلك؟

تشرح الباحثة هذا الاختيار بكلماتها:[62] وبالفعل فالمعدل يستخرج بشتى طرق؛ من قيم متباعدة أو من قيم متساوية لنفس النتيجة.

الفرق بين تنوع حركتين من نفس الجرس ونفس المدّة:[63]

بحثت بلقايد في السياق الصوتي الذي يؤدي إلى ظهور هذا التنوع في الجرس لنفس الحركة فلهذا الغرض وزعت الحركات في سياقات مختلفة متنوعة منها:

1. ورود الحركة في مقطع مفتوح وفي مقطع مغلق.
2. ورود الحركة في مقاطع منبورة ومقاطع غير منبورة.
3. ورود الحركة في وسط الكلمة وفي آخرها.

---

61 و ذلك في ص 234 و ص 235.

62 نفس المرجع ص 225.

« Nous appuierons notre commentaire sur les valeurs médianes car elles ont le mérite de faire ressortir de façon parlante les grandes tendances du systèmes alors que les valeurs moyennes introduisent des nuances parfois délicates à interpréter. »

63 عبارتها هي:

« Différence qualitative entre voyelles de même timbre et quantité phonologiques »

4. التنوع في الحروف المجاورة للحركة.

الفتحة القصيرة والطويلة /a/ و /a:/.

يعود التنوع في جرس الحركة القصيرة وجرس الحركة الطويلة إلى درجة الانفتاح الذي يتغير من حركة قصيرة إلى حركة قصيرة أخرى أو من فتحة طويلة إلى فتحة طويلة أخرى. ويدّل على ذلك التردد الأول 450/400 هرتز للفتحة القصيرة /a/؛ و500/425 هرتز للفتحة الممدودة /a:/. ويعود، حسب الباحثة، هذا التنوع في الجرس على مستوى الحركة الواحدة إلى نوعية الحروف المجاورة للحركة[64] والحروف التي أوردتها هي: الراء و القاف والخاء والغين والحاء والعين. فنجد في تحليلها التنوع التالي في القيم:

الحركة	الكلمة	البانية 1	البانية 2	البانية 3
القصيرة الفتحة /a/	كنز /kanzun/	425	1750	2400
/a/	حرب /ḥarbun/	500	1350	2300
الممدودة الفتحة /a:/	باكي /ba:ki:/	425	1850	2500
	راقي /ra:qui:/	500	1400	2200

إن السياق الصوتي هو المحدد لوضعية الأعضاء، واللسان على الخصوص هو المحدد لشكل التجويف: الكاف يوسع الحلق ويؤثر بالانخفاض على الفتحة لأن الحلق يتسع لسبب صعود ظهر اللسان نحو الحنك اللين فتنخفض البانية الأولى.

64 الحرف الذي ترد معه الحركة والحرف الذي يتبع هذه الحركة سيؤثر عليها حسب درجة قوة هذا الحرف وهذا ما لاحظناه من خلال التحليلات الفيزيائية التي قمنا بها.

للحاء يتسع له الفم وأعلى الحلق مع تضييق في أسفله. الباء لا أثر له على الحركة لأنه شفوي فاللسان حرّ في حركته لتحقيق الفتحة لكنّه مقيّد بالحرف الذي يلي الفتحة؛ ففي هذه الكلمة /ba :ki/ الفتحة الأولى مقيدة بالكاف مع الكسرة فلا يذهب اللسان بعيدا عن مخرج الكاف مع الكسرة التي تتطلب هي الأخرى انغلاق الفكين بصعود الفك السفلي لتحقيق انغلاقها وانجرارها مع مدٍّ وهو استقرار في التحقيق الصوتي. (لو كانت الكلمة بَاعَا لازداد انفتاح الفم).

الكسرة: /i/ تتميز هذه الحركة بجرسين متباينين ويتضح ذلك في قيم البانية الأولى والثانية معاً.

يُبْرِز الجدول (رقم 3) بقيمه الوسطى بأن الفتحة الممالة والكسرة الخفيفة (/i/ ouvert) لهما نفس القيم.

« Notons… que la variante la plus fermée de /a/ et la variante la plus ouverte de /i/ ont les mêmes valeurs 400 /1700 /2300 Hz».

تتسم الكسرة بانفتاح الجرس (le timbre le plus ouvert) عندما ترد في سياق المقطع المغلق، ويقع عليها النبر عموما.[65]

الضمة : /u/ تقول بلقايد:

« Il n'a été retenu qu'un seul type de valeur pour /u/ : 350 /1050 /2100 Hz…»

الكسرة الممدودة والضمة الممدودة : voyelles /i:/ et /u:/

لقد حقق الناطق(قارئ المدونة) الكسرة الطويلة والضمة الطويلة بنفس الطريقة أي هناك انسجام في تحقيقهما وهذا مهما كان السياق الصوتي وموقع الحركة...

الاختلاف النوعي بين الحركات القصيرة والحركات الطويلة:

إن دراسة القيم الوسطى للفتحة القصيرة والممدودة تبين أن الفرق القائم بين الفتحتين /a/ و/a:/ برز من خلال قيم البانية الأولى التي ترتفع أكثر للممدودة مقارنة بالقصيرة.

65 بلقايد يمينة، الحركات في اللّغة العربية المعاصرة ،تحليل طيفي، مجلة معهد الصوتيات بجامعة ستراسبورغ، 1984م، رقم 16ص 226.

وهذا الارتفاع للبانية الأولى يفسر بعدّة طرق: إما لحدوث انخفاض أو تراجع للسان (وهذا يؤدي حتما إلى تضييق تجويف الحلق) إما للحركتين العضويتين معاً أي انخفاضٌ وتراجعٌ لكتلة اللسان.

الكسرة /**i/ و/:i**/:

تلاحظ بلقايد أن الكسرة الممدودة تتميّز بالبانية الثانية...

إن المقارنة بين الكسرة الثانية أي بين قيم التنوع الثاني للكسرة وقيم الكسرة الطويلة تظهر لنا الفرق الشاسع بين الكسرة القصيرة والكسرة الطويلة وهذا يقربنا من نتائج غزالي.

إن قيم الكسرة القصيرة تجعلنا نفكر في وجود حركات عضوية مختلفة عن الحركات الفيزيولوجية المحدثة للكسرة الممدودة (/: i/ و /i/) (ص228).

علاقة الجرس بالموقع:

تتميّز الفتحة غير المنبورة عن المنبورة باحتفاظها لتردد البانية الأولى حول 400 هرتز وانخفاض البانية الثانية. ويزداد الفرق إن تطرفت الحركة المنبورة في موقعها.

للكسرة غير المنبورة وجهان أو حالتان هما:

- في الحالة الأولى ينزل فيها تردد البانية الثانية إلى 1800 هرتز.
- في الحالة الثانية يغيب كلية في الشبحية.

إذا تتميز الفتحة القصيرة والكسرة القصيرة غير المنبورتين بانخفاض البانية الثانية مقارنة بالموقع المنبُور لهما.

المدّة الزمنية:

لخصت الباحثة بلقايد المدّة الزمنية للحركات الثلاث والممدودة لها في الجدول (رقم 4) كالتالي:[66]

• /a/ 9.2 سنتيثانية (سثا)	• /a:/ 19 cs (من 14 إلى 25 سثا)
• /i/ 6.5 سنتيثانية (سثا)	• /i:/ 16.5 cs (من 12 إلى 17.5 سثا)
• /u/ 8.5 سنتيثانية (سثا)	• /u:/ 16.6 cs (من 14 إلى 19.5 سثا)

لم تتوصل بلقايد إلى النتائج التي توصل إليها سلمان العاني وهذا راجع إلى اختيار المدونة. فاختلاف المدونة الصوتية المختارة من قبل العاني والتي تكونت بالخصوص من حركات منفردة وبعيدة عن السيّاق الصوتي أدى إلى هذا التباين في النتائج؛ اعتمدت بلقايد على توزيع الحركات في كلمات إلى جانب حروف مختلفة في المخارج والصفات باستثناء الحروف المفخمة التي تجنبتها الباحثة عَمْدا.

وعلى العموم فالحركة الطويلة حسب بلقايد تعادل الضعف أو أكثر من مدّة الحركة القصيرة الزمنية... قدمت الباحثة الأمثلة التالية:

/b a n a t/	/b a : n a t /		
7.5 cs	20cs		
/q i m m a /	/ q i : m a /	/ s i n n u n /	/s i : n u n /
6cs	20 cs	6 cs	15 cs
/ b u k a : /	/ f u : k a /	/ r u : h u n /	
7 cs	14 cs	19.5 cs	

66 حسب العالم مالمبرغ، 1974م،

« ….toutes conditions égales par ailleurs, plus la voyelle est fermée, plus elle est brève et inversement. »

« Cela est surtout pour les voyelles brèves, nous obtenons du bref au plus long: /i/, /u/, /a/ »

المدّة الزمنية والموقع:

لا يوجد فرق زمني حسب بلقايد بين الحركة القصيرة المنبورة والحركة القصيرة غير المنبورة من نفس الجنس. فالنبر لا يغير من زمن الحركة بينما الموقع يؤثر في زمن الحركة إن كانت متطرفة وفي مقطع مفتوح أو إن كانت قصيرة في مقطع غير متطرف.[67] والأمثلة المساقة هي:

/ k a t a b a / = 13 cs ; / k a t a b a:/ = 18 cs

/l a k a / = 14 cs ; /b a k a:/= 15.5 cs

/l a k i /=14 cs ; /b a : k i:/=16 cs

الملاحظ هنا هو الاختلاف في تركيب الكلمات. فالحروف متفاوتة في القوة وفي الزمن؛ وهذه الكلمات المختارة من طرف الباحثة بلقايد للمقارنة غير متناظرة، فاللام في سياق الحركة القصيرة المتطرفة يختلف عن الباء في سياق الحركة القصيرة المتطرفة يختلف عن الباء في الكلمة الثانية الممثلة للسياق الفتحة الطويلة المتطرفة. فتوزيع الزمن يبدأ من أول حرف إلى آخر الكلمة وكل صوت يأخذ قسطه من النفس ومن الزمن حسب حاجته في التحقيق. فاللام حرف متوسط مجهور انحرافي بينما الباء حرف شديد مجهور ينطق بعد حبس ثم مَدْ للحبس ثم اطلاق فيأخذ مدّة زمنية معينة ليحقق كل هذه المراحل كما يأخذ كمية هوائية معتبرة لتحقيق الانفجار الذي يُسْمَعُ به، فهذا الحرف أثر على كمية هواء الزفير المسخرة لتحقيق مختلف أصوات هذه الكلمة والفتحة الممدودة أيضا أخذت قسطها من الزمن ومن هواء الزفير المتسرب مع اهتزاز الأوتار مدّة أطول.

إلى جانب هذا نذكِّر القاعدة المعتادة في كلام العرب أنهم لا يبتدؤون بالساكن ولا يقفون على متحرك.

---

67 نفس المرجع، ص 230،

« Les voyelles de syllabe finale ouverte se distinguent des voyelles non finales, quand elles sont brèves phonologiquement par une durée plus grande et quand elles sont longues phonologiquement par une durée moins importante (par rapport aux valeurs moyennes) »

الشدّة الصوتية:

تتميّز الحركات المنبورة كلها بارتفاع الشدّة الصوتية ويظهر ذلك في شكل المنحنى على الرسم الطيفي.

وفي الختام تقول بلقايد أن للنظام الصوتي العربي سِت حركات بيّنة وأساسية. وتتفرع عن البعض منها حركات أخرى ذات جرس خاص يميل إلى الانفتاح أو إلى الانغلاق. للكسرة الطويلة والضمة الطويلة جرس فريد وثابت لا يتأثر بالسياق الصوتي المجاور. أما الحركات الأخرى فتتأثر بالشكل التالي:

ينفتح جرس الفتحة القصيرة والطويلة إذا جاورتا حروف أدنى الحلق وحروف وسط الحلق، أما فيما يخص الكسرة فيكتسي جرسها انفتاحا لسبب المقطع المنغلق، أي ينفتح جرس الكسرة القصيرة حيث ورودها في مقطع مغلق. أما الحركات المنبورة فترتفع دائما شدّتها ولا يتغير زمنها عن الحركات غير المنبورة.[68]

وفي النظام الصوتي العربي حسب اللّغويين الأولين تأتي الحركة الطويلة بمقدار حركتين قصيرتين، ولكن في الموقع المنبور تمتد الحركة القصيرة بمقدار يناسب السياق إن كان مهموسا أو مجهورا وإن كان رخوا أو شديدا؛ وتفاصيل هذه المسألة في متن عملنا. وعلى العموم، توصلنا إلى نفس النتائج التي توصلت إليها الباحثة بلقايد يمينة.

2.7.2. أحمد أعليوة

لقد تناول أحمد عليوة (1989) موضوع: أثر الحروف الحلقية على بواني الحركات الطويلة في اللغة العربية الفصحى[69] (ناطــقون مـغربيون).

---

69 أحمد أعليوة، أثر الحروف الحلقية على بواني الحركات الطويلة في اللغة العربية الفصحى،

Ahmed ALIOUA

« l'effet des consonnes d'arrière sur la structure formantique des voyelles longues en arabe littéral (loc., marocains) ». dans mélanges,1989, pp.1-10

تناول **أحمد أعليوة** في بحثه الموسوم "أثر الحروف الحلقية على بواني الحركات الطويلة في اللغة العربية الفصحى" دراسة الحركات الطويلة وتنّوعِ تركيبها الفيزيائي لسبب امتداد زمن إحداثها من جهة ولسبب مجاورتها لحروف الحلق من جهة أخرى. يقول: إن الدراسة الفيزيائية باستعمال التحليل الطيفي تبين التأثير الكبير، والظاهر على الرسم الطيفي، لحروف التفخيم وحروف الحلق على الحركات المجاورة لهذه الحروف.

ويذكر أعمال (Giannini et al.1982) حول تأثير حروف التفخيم على الحركات المجاورة وهذا التأثير يتلخص في اقتراب البانية الأولى والثانية في قيمتهما إثر ارتفاع الأولى وانخفاض الثانية لسبب صفة التفخيم، وكذلك أعمال (J.F.BONNOT-1977) حول تأثير حروف الحلق على بواني الحركات المجاورة، ويتمثل هذا التأثير في ارتفاع البانية الأولى وانخفاض البانية الثانية لسبب انفتاح الفم لهذه الحروف الحلقية. وتوصل أحمد أعليوة إلى نفس النتائج إثر عملٍ سابق له سنة 1987 حول الحركات القصيرة؛ فكانت نتائجه في نفس الاتجاه مع نتائج (Giannini et al) ونتائج (J.F.BONNOT).

وفي بحثه حول الحركات الطويلة في سياق حروف الحلق يقول بأنه لاحظ عدم استقرار شكل البواني على الرسم الطيفي لهذه الحركات الطويلة والتي قد تصل إلى ضعف زمن الحركة القصيرة. ويزداد التأثير عليها حين مجاورتها للحروف المفخمة أو الحروف اللهوية وكذلك حروف وسط الحلق وأقصاه، كما تتأثر أيضا بالراء وهو حرف ذلقي نطعي.[70] أما عن موقع هذه الحركات الطويلة في سياق حروف الحلق فيلاحظ بأن

70 نفس المرجع، ص 2 و النص هو:

«En effet, nous avons observé que ces voyelles, d'une durée importante (plus de deux fois celle d'une brève correspondante), se caractérisent par une instabilité articulatoire manifeste qui se traduit par un mouvement formantique lors de leurs réalisations.

مسار البانية الأولى والبانية الثانية متعلق بموقع الحركة إن كانت قبل الحرف أو بعده. اختار الباحث مدونةً تتكون من كلمات ذات مقطعين أو ثلاث مقاطع وكذلك جمل قصيرة تحمل التراكيب التالية:

حرف حلقي + حركة طويلة + حرف غير حلقي.

حرف غير حلقي + حركة طويلة + حرف حلقي.

والصيغة هي كالتالي: /cv : car/ و /c: car v/.

من بين الكلمات المدروسة ننقل بعضها: خال – قال – رُقوب – قُولا – رحيم – وحيدٍ – خلاق – بلاغ – شجيع – رديء – بليغ.

أخضع الباحث المدونة الصوتية للقراءة واختار ثلاثة ذكور تتراوح أعمارهم من 25 إلى 32 سنة وكلهم طلاب من أصل مغربي. وتمّ التسجيل في مخبر الصوتيات بجامعة ستراسبورغ، وهنا لم يذكر الباحث أعليوة عدد القراءات المطلوبة لكل قارئ.

تمّ تحليل المدونة الصوتية في هذا المخبر باستعمال جهاز المطياف واختار الترشيح الواسع الذي يتقبل 300 هرتز في كل مرّة أثناء مسح الترددات المكونة لكل صوت أو لكل مقطع. بعد الحصول على الشبحيات اختار **أعليوة** قيمتين لكل بانية، واستخرج القيمة الأولى من نقطة استقرار الحركة والقيمة الثانية من نقطة انتقال التردد أي أثناء خروجه من الاستقرار.

ونلخص القيم التي أوردها أعليوة في جدول الصفحة رقم 133: ويشمل كل القيم التي سجلها للحركات الثلاث في موقع وَرَدَ فيه الحرف الحلقي في البداية (قبل الحركة الطويلة)، والموقع الثاني تأتي فيه الحركة الطويلة قبل الحرف الحلقي:

Ce mouvement est d'autant plus important lorsque les voyelles longues (a:/ u:/ i:/ sont _ outre les emphatiques _ au voisinage d'une consonne uvulaire : /x/, /q/, /ʁ/, d'une pharyngale : /ʿ/, /ḥ/ ou de la glottale /ʔ/, Ainsi que de l'apico –alvéolaire /r/.

يعلق **أعليوة** عن قيم النتائج الخاصة بالفتحة الطويلة /car v:c/، ويلاحظ أن قراءة المدونة من طرف الثلاث منسجمة ومتشابهة إلى حد كبير، جاءت القيمة الأولى للبانية الأولى مرتفعة مقارنة بالقيمة الثانية لنفس البانية (F1). فيعلق عن هذا الانخفاض التدريجي لقيمة البانية الأولى للفتحة الطويلة ويفسره بالانفتاح الكبير لهذه الفتحة الطويلة المجاورة لحروف الحلق الواقعة قبلها. أما قيم البانية الثانية فيسجل العكس تماما:

فالتردّدات المنخفضة في القيمة الأولى ومرتفعة في القيمة الثانية وهذا للناطقين الثلاث.

ويلاحظ أحمد أعليوة اقتراب البانية الأولى والبانية الثانية للفتحة الطويلة الموالية للحروف الحلقية بخلاف الحروف غير الحلقية. كما يلاحظ أيضا أن هذه الفتحة الطويلة الواقعة بعد الحرف الحلقي يتغيّر جرسها مرورا من جرس الفتحة /a/ وينغلق تدريجيا إلى أن يقارب جرس حركة متقدمة شِبْه مغلقة ومن /ɛ/. وتعليقنا حول هذا هو أنّ المدّ جعل الحركة تنغلق قليلاً وتُمَال عن الفتحة المتوسطة /a/.

تعليق الباحث حول الحركات المغلقة /u:/ و/i:/ الضمة الطويلة والكسرة الطويلة:

الملاحظة الأولى التي يقدمها الباحث تفيد تأثير حروف الحلق على الضمة الطويلة والكسرة الطويلة التابعتين للحرف الحلقي. وهذا التأثير من نفس نوع التأثير الذي أُلْحِق بالفتحة الطويلة. ويتجلى هذا من خلال قيمة البانية الأولى للضمة الطويلة وكذلك البانية الأولى للكسرة الطويلة؛ فالتردد الأول مرتفع في القيمة الأولى ومنخفض في القيمة الثانية وهذا عندما يسبق الحرف الحلقي الحركة الطويلة ويَنْسِبُ الباحث هذا التغيير إلى درجة انغلاق الضمة الطويلة والكسرة الطويلة (ص5).

أما قيم البانية الثانية (F2) للضمة الطويلة فتنخفض قليلا انتقالا من القيمة الأولى إلى القيمة الثانية (للقارئ الثالث) وفيما يخُص الكسرة الطويلة فالتردد الثاني (F2) قيمته الثانية هي مرتفعة عن القيمة الأولى لدى القارئ الثاني وقيم متقاربة عند القارئ الثالث حيث سجل 2240 هرتز و2245 هرتز ويقول بأن التردد الثاني للحركات المنغلقة أقل تغيرا من التردد الأول. ويشير إلى تأثير حروف الحلق على البانية الأولى في الضمة الطويلة

والكسرة الطويلة لأنها منغلقة، وهذا أكثر مما تأثر على بانيتها الثانية.[71] للكسرة جرس قريب من جرس [e] وينغلق تدريجيا وينحو نحو مقدمة الفم.

القسم الثاني لهذه الدراسة هو التحليل للمدونة الخاصة بالحركات الطويلة التي تسبق الحرف الحلقي والتي جاءت بالصيغة التالية /car: cv/: وجمعنا القيم في نفس الجدول السابق ذكره. إنّ قيم البواني الأولى المسجلة للفتحة الطويلة المتبوعة بالحرف الحلقي تبرز مسارا معاكسا لهذه البواني مقارنة بالسياق الصوتي السابق للفتحة أي تابعة للحرف الحلقي وليست سابقة له. فالقيم هنا ترتفع تدريجيا من القيمة الأولى إلى القيمة الثانية أي انطلاقا من مجاورة حرف غير حلقي إلى مجاورة حرف حلقي. وهذه الملاحظة خاصة بكل قراء المدونة. يشرح أعليوة هذا الارتفاع لتردد (F1) على مستوى القيمة الثانية بالانفتاح الكبير للحركة الطويلة /a:/ أثناء تحقيقها ويؤكد بذلك أثر الانفتاح لهذه الحروف الحلقية على الحركات الطويلة، وهذا هو المعروف لدى أهل الاختصاص.

ويواصل أعليوة وصفه الفيزيائي ويلاحظ أن البانية الثانية مسارها معاكس للبانية الأولى. فالقيم الأولى لهذه البانية الثانية مرتفعة مقارنة بالقيم الثانية. ويستنتج أن الحروف الحلقية تؤثر على ترد الحركات الطويلة وتجعل التردد الأول والتردد الثاني متقاربين.[72]

وينتقل إلى حركة الكسرة الطويلة في صيغة /car: ci/ حيث تقع هذه الحركة قبل الحرف الحلقي:

---

71 نفس المرجع، ص 6

«/u:/se réalise avec un timbre proche de [o] qui évolue à un timbre légèrement : plus fermé en cours d'émission»

72 نفس المرجع،

« …la voyelle longue /a:/ se réalise dans les séquences de types /cv : car/ avec un timbre intermédiaire entre [ɛ] et [a], qui évolue en cours d'émission à un timbre plus ouvert et plus postérieur au contact des consonnes d'arrière » (p.7)

إن التحقيق الصوتي لهذه الحركة الطويلة مماثل لكل الناطقين الثلاث؛ والتردد الأول يرتفع تدريجيا من القيمة الأولى إلى القيمة الثانية ويفسره أعليوة بالانفتاح الكبير لهذه الكسرة الطويلة أثناء إحداثها، ويقول:

بأن الارتفاع الذي يلحق بالبانية الأولى للحركة بعد الحروف الحلقية مرده هو ذلك التأثير البين بالانفتاح لهذه الحروف على الحركات الطويلة المختلفة. ويلاحظ أن القيم الأولى والقيم الثانية متقاربة. وأخيرا يستنتج ويقول:

«Ainsi la voyelle longue /i:/ dans les séquences /ci : car/, se réalise avec un timbre proche de /e/ qui évolue en cours d'émission à un timbre légèrement plus ouvert et plus postérieur».

ومن بين النتائج التي ختم بها بحثه ننقل نقطتين مهمتين بالنسبة لنا وهما:

النقطة الأولى:

« Au niveau du second formant, nous avons observé que les variations de fréquence sont nettement moins importantes que F1, que ce soit dans les séquences /car v : c/ ou dans /cv : car/».

النقطة الثانية:

« Par ailleurs, nous avons remarqué que F1 dans les séquences /car v : c/ se modifie davantage pour la voyelle /a:/ de grande aperture et /i:/ que pour la voyelle /u:/. Dans les séquences /cv : car/, la fréquence de F1 se modifie davantage pour /i:/ que pour /a:/». (p.8)

ويركز على أن هذه الحروف الحلقية تُؤثر أكثر على البانية الأولى للحركات الطويلة الثلاث من البانية الثانية، ويرجع الباحث ذلك إلى تأثير هذه الحروف على درجة انفتاح هذه الحركات.

خلاصتنا وتعليقنا حول هذا البحث:

تبيّن من خلال بحث أعليوة أن تأثير حروف الحلق على الحركات الطويلة تأثير قوي يغيّر شكل توزيع البواني وبالخصوص الأولى والثانية، وهذه القوة شبيهة بقوة حروف التفخيم. فالفتحة المسبوقة بحرف حلقي تنتقل البانية الأولى من ارتفاع (انغلاق الحلق) إلى انخفاض بمعنى انفتاح الحلق. والبانية الثانية تنتقل من انخفاض (انفتاح الفم) إلى ارتفاع (انغلاق الفم). وهذه فيما يخُص الناطق الأول والثاني والثالث. وهذه القيّم تُفَسَّرُ بدرجة نزول الفك وانتصاب اللسان. أما قيم الحركة الطويلة المتبوعة بحرف حلقي فمسار البواني معاكس للسابق؛ فالقيم منخفضة (أي اتساع الحلق) ثم ارتفاع (بمعنى تضييق الحلق) في التردّد الأول. أما التردد الثاني فارتفاع ثم انخفاض أي انغلاق الفم ثم انفتاحه وهذا للفتحة الطويلة. الكسرة الممدودة المتبوعة بحرف حلقي فالمسار كالتالي:

للبانية الأولى انخفاض (انفتاح) ثمّ ارتفاع (انغلاق) وهذا لكل الناطقين. للبانية الثانية وَرَدَ انخفاضٌ ثم ارتفاعٌ للناطق الأول وارتفاعٌ ثم انخفاضٌ للناطق الثاني والثالث. ونعلم أن الحركة /i/ بوانيها متباعدة حيث تنفصل البانية الثانية عن الأولى بكثير بسبب اتساع الحلق لها وتضييق الفم لانجرار اللسان نحو الأمام مع انغلاق الفكين. ففي هذا التأثير للحرف الحلقي جعل التجويف الحلقي ينغلق تدريجيا وترتفع البانية الأولى بمقدار هذا الانغلاق. ونلاحظ العكسَ فيما يخص البانية الثانية تبدأ بانغلاق تابع لوضعية اللسان للكسرة ثم انفتاح تدريجي مناسب لانفتاح الفم مع حلول الحرف الحلقي الذي ينفتح له الفم على العموم بدرجات متفاوتة حسب الحرف إن كان من أدنى الحلق (ق غ خ) أو من وسط الحلق (ع ح) أو من أقصاه (الهمزة) وهذا ما وضحناه من خلال المقابلة بين حركات الأعضاء أثناء تحقيق هذه الحروف من الجانب الفيزيولوجي وهذا بمراقبة حركات الأعضاء بطريقة مباشرة.

ولخصنا له القيم الفيزيائية التي توصل اليها في الجدول التالي:

Alioua :

	الناطق1		الناطق 2		الناطق3	
	الفتحة 1	الفتحة2	الفتحة 1	الفتحة2	الفتحة 1	الفتحة2
البانية 1	675	615	660	620	675	615
البانية 2	1490	1575	1480	1550	1460	1475
قيم الفتحة الطويلة المسبوقة بحرف الحلقي						
البانية 1	450	435	410	395	475	465
البانية 2	1040	1035	975	955	875	885
قيم الضمة الطويلة المسبوقة بحرف الحلقي						
البانية 1	460	420	400	375	390	385
البانية 2	2295	2355	2410	2390	2240	2245
قيم الكسرة الطويلة المسبوقة بحرف الحلقي						
البانية 1	620	670	590	635	605	645
البانية 2	1675	1525	1505	1420	1460	1320
قيم الفتحة الطويلة المتبوعة بحرف الحلقي						
البانية 1	370	415	375	425	375	415
البانية 2	2310	2340	2380	2235	2250	2225
قيم الكسرة الطويلة المتبوعة بحرف الحلقي						

3.7.2. محمد فتح الله الصغير

ومن الأعمال التجريبية التي خصّت اللغة العربية نذكر "الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية"؛[73] لمحمد فتح الله الصغير (2008) من كلية الآداب، جامعة الفاتح تقديم الأستاذ الدكتور سمير شريف استيتية. تناول الباحث دراسة أصوات الرنين: ع ل ر ن م وقدم الخصائص النطقية لكل حرف من هذه الحروف مع تحليل فيزيائي لنفس الأصوات.

جعل الفصل الأول من بحثه للخصائص النطقية، الفيزيائية للعين، وخصص المبحث الأول للخصائص النطقية للعين، وبدأ بوصف هذا الحرف مع ذكر قول الخليل:

73 محمد فتح الله الصغير، الخصائص النطقية و الفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية، من كلية الآداب، جامعة الفاتح ،مطبعة عالم الكتب الحديث، إربد الأردن 2008م.

"فأقصى الحروف كلها العين ثم الحاء... ثم الهاء...، فهذه ثلاثة أحرف في حيز واحد، بعضها أرفع من بعض، ثم الخاء والغين في حيّز واحد، كلهن حلقية،[74] والعين عند الخليل أحد حرفي الطلاقة ووصفها مع القاف بأنهما "لا تدخلان في بناء إلا حسنتاه، لأنهما أطلق الحروف و أضخمهما جرساً".[75]

وأشار في الفصل الأول في أدبيات الدراسة إلى بعض الأعمال في المجال التجريبي لأصوات اللغة العربية من هذه الأعمال:[76]

وبعض من هذه الأبحاث من الجامعة الأردنية جامعة اليرموك تحت إشراف سمير شريف استيتية.

لجأ فتح الله الصغير في وصفه النطقي لحرف العين إلى استخدام الجهاز الظليلي الذي أبان له عن مجموعة من الحقائق الصوتية في ميكانيكية نطق العين التي يلخصها في ست نقاط ويختم كلامه عن خصائص العين النطقية بما يلي: "ويترتب على هذه الأوضاع لأعضاء النطق أن يتحدد موضع إحداث صوت العين في الحلق؛ فهي النقطة التي يحدث فيها تقريب كل من لسان المزمار، ومؤخر اللسان للجدار الخلفي للحلق، وهو تقريب لا ينشئ احتكاكا كما ذهب أغلب المحدثين، ولا يكون تماسا كما قال بسام بركة؛

74 الخليل: العين، ص 57، 58.

75 المرجع السابق، ص 53.

76 محمد فتح الله الصغير، نفس المرجع: 32.

- فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي لخلدون أبو الهيجاء، ص 09.
- التحليل النطقي والأكوستيكي للحركات والانتقال بينها و بين الوقفيات لابتسام جميل، ص 10.
- الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الاحتكاكية في العربية لابتسام حسين جميل، ص 12.
- الحركات في العربية لزيد القرالة، ص 12.
- أصوات الرنين في العربية، دراسة نطقية أكستيكية لإلهام عبد الله أبو فريحة، ص 14.

وعليه لا يمكن هناك انحباس كما ذهب العاني، وإنما يحدث ارتعاد لمستدق اللهاة ومستدق لسان المزمار، والصورة الظليلية الآتية تبين بعض الذي قيل".[77]

أورد الباحث الصورة الظليلية في صفحة (رقم 42) وسطَّر فيها حدود لسان المزمار واللسان وكذلك حدود اللهاة وحدود الجدار الخلفي للحلق. نلاحظ من خلال هذه الصورة أن الباحث لم يضبط الصورة على الجهاز بكيفية سليمة بل ترك الجزء السفلي من الصورة حيث توقفت في حدود جذر اللسان ولم يظهر أسفل الحلق أين يحدث الاحتكاك المعروف لحرف العين.

إلى جانب هذا، نذكر الاختلاف بين البحثين في اختيار المصطلحات الصوتية سواء في الفيزيولوجي أو في الفيزيائي. ونشير أيضا أن الباحث قدم دراسة مفصلة في التحليل الفيزيائي لمختلف الأصوات الرنينية؛ ولم نشترك مع دراسته إلا في حرف العين.

77 نفس المرجع، ص 41.

الفصل الثالث

التصوير الإشعاعي السينمائي

1.3. فكرة موجزة عن طريقة التصوير بالأشعة

يعود أول استعمال الراديوغرافية إلى سنة 1895م بعد اكتشاف Wilhelm Konrad Rontgen العالم الفيزيائي للأشعة السينية (Les rayons x). أما أول من فكر في استعمالها لدراسة الأصوات اللغوية فهو Max scheier سنة 1897م، والصور الأولى لأصوات اللغة الألمانية حققت سنة 1907م؛ وهي صور ثابتة تمثل وضعية جهاز النطق لصوت معين وهذا انطلاقا من الحنجرة حتى الشفتين.

طوّرت هذه الطريقة وانتقل التصوير من صورة ثابتة لجهاز النطق إلى صورة متحركة ومتزامنة مع النطق عندما اخترع الدكتور *Janker* من جامعة ***بون*** Université de Bonn سنة 1916م جهازا يقوي اللمعان Amplificateur de brillance يوضع بين جهاز الأشعة والكمرة. والعمل الذي قمنا به لدراسة أصوات اللغة العربية كان تحت إشراف الأستاذة Pela Simon [1] مديرة معهد الصوتيات بجامعة Strasbourg سنة 1983م.

2.3. عملية التسجيل والتصوير

نطق بالمدونة عدد من الطلبة من البلدان العربية المتواجدين في جامعة ستراسبوغ (Strasbourg) آنذاك؛ البعض من سوريا والبعض من مصر وبعض آخر من المغرب.
سجلنا المدونة في المخبر أولا، وهي عبارة عن تكرار نفس الحرف مع حركة الفتحة؛ ثم مع الكسرة ومع الضمة؛ في شكل /***cvcvc***/ في وسط جملة. اخترنا بعد ذلك واحدا منهم لتسجيل الفيلم (لقد اجتمعت فيه كل الصفات المطلوبة لهذا النوع من الدراسة).
تم التسجيل في مستشفى Schitigheim بستراسبورغ تحت رعاية ومراقبة الدكتور F.Wolff والمشرفة Péla SIMON.

بعد تسجيل الصوت من جديد مع التصوير بكيفية متزامنة، تحصلنا على فيلم35 ملم وشريط صوتي يحتوي على إشارات (نبضات) impulsions تمثل كيفية التقاط الصور بالكمرة.

1 SIMON (P.), 1977 « les consonnes françaises, mouvements et positions. articulatoires à la lumière de la Radiocinématographie » KLINCKSICK, PARIS, P.380.

(لا نطيل في تفاصيل العملية، سنلخصها في عمل لاحق إن شاء الله تعالى).

انطلاقا من صور الفيلم التي رسمناها من جديد على ورق أبيض، صورة بعد صورة، باستخدام جهاز خاص يبث صور الفيلم عموديا على سطح أفقي، انطلقت عملية القياس المتمثلة في مسح الصورة الجانبية لمنظر جهاز النطق

(Le profil sagittal médian du locuteur) انطلاقا من الشفتين حتى مدخل الحنجرة أي حتى مستوى الوترين الصوتيين، مستوى- ***بطين مرجاني***-(le ventricule de Morgani) وتوقفنا على نقاط عدة لهذه الصور الجانبية حيث جزّأنا الصورة إلى 30 نقطة تؤخذ فيها المقاييس باستعمال نموذجا للقياس موحدا (une grille de mesure).

3.3. طريقة التسجيل

يجلس الناطق أمام ميكروفون بين عدسة الكمرة و جهاز الراديو، ويضبط تسلسل التقاط الصور أي انفتاح العدسة بجهاز البث للأشعة السينية (والغرض من ذلك هو الوقاية والتقليل من الأشعة السينية).

حددت سرعة التقاط الصور بمقدار 50 صورة في الثانية؛ تقدم للقارئ المدونة ويقرأها عدّة مرّات أمام الكمرة.

بعد التسجيل نتحصل على فيلم 35 مم بالأسود والأبيض (film de 35mm noir et blanc)

تمَّ تسجيل الفلم السينمائي بالمستشفى وسرعة التقاط الصور كانت 50 صورة في الثانية كما ذكرناه آنفا. وردت هذه الحروف في صيغة تسمح للحرف الصدارة ثم بين حركتين وفي الأخير؛ وكان هذا لتفادي تأثير السياق الصوتي على هذه الوحدات الصوتية؛ فالصيغة الصوتية كانت كالتالي: قل /ص حركة ص حركة ص/ فقط.

لقد تمَّ **اختيار الناطقين** بالمدونة في مخبر الصوتيات لجامعة ستراسبورغ بعد تسجيل مجموعة من الطلبة من أصل عربي. وتمَّ الفرز بين قراءاتهم، وتوقف اختيارنا على الناطق (إ.ع.) لتسجيل الفيلم الإشعاعي السنيمائي، وهو من مدينة حمص بسورية. لغته هي العربية ويحسن اللغة الفرنسية. كما اخترنا من بين المجموعة المسجلة ناطقين

آخرين للمدونة الصوتية الخاصة بالتحليل الفيزيائي، فهؤلاء هم: (أ.م.) من المغرب وله خبرة في القراءات القرآنية، ثم الناطق (ب.ف.) من المغرب كذلك يحظر رسالة دكتوراه في الصوتيات بجامعة ستراسبورغ. ولصوت الإناث سجلنا الناطقة (ح.أ.) من الجزائر وكذلك الناطقة (ج.ت.) من الجزائر أيضا. الكل يحسن نطق اللغة العربية الفصحى وتتفاوت أعمارهم ما بين أربعة وعشرين سنة وثلاثين سنة.

4.3. التحليل والدراسة للمدونة السينمائية

يُبَثُّ الفيلم عموديا وترسم كل الصور الواحدة تلوى الأخرى على ورق أبيض، ثم تُخضع للقياس بواسطة شبكة خاصة بذلك؛ فبهذه العملية أي عملية القياس، نجسد كل الحركات العضوية وكل التغيرات التي تحدث من صورة إلى صورة وهذا انطلاقا من مدخل الحنجرة حتى الشفتين. فمن خلال هذا المسح لجهاز النطق نسجل القيم لكل محور من المحاور المحددة للقياس.

فالعملية عملية دقيقة للغاية وتتطلب وقتاً طويلاً وصبراً. حددنا في شبكة القياس 30 محورا لتجسيد عملية الادراج في الكلام.

5.3. أهم المحاور الفيزيولوجية المحدَّدَة لهذا الوصف الديناميكي (للنُّطْقِ بأصْوَات المُدَوَّنَةِ)

لقد اعتمدنا، في وصفنا لمختلف الوضعيات التّي تتخذها أعضاء النُّطْقِ أثناء تحقيق كلّ صوت من أصوات المدّونة، على شبكةٍ قياسيةٍ وهذا على غرار باحثين في المجال الفيزيولوجي.[2] ولكن جعلناها تُبرز خصائص الأصوات الحلقية بأنواعها والمفَخمة والمرافقة، فأدرجنا في هذه الشبكة – لتحقيق أغراضنا – محاور عديدة تغطي نشاط كل الأعضاء المشاركة في إحداث هذه الأصوات الخاصة باللغة العربية، قمنا بمسح جهاز النطق انطلاقا من الشفتين حتى مدخل الحنجرة مع مراقبة الغلصمة والعظم اللامي وكذلك اللهاة. نشير هنا إلى عدم إدخال المقياس الخاص بالحنك اللين حيث تركنا جهة القيم المستخرجة لنشاطه؛ ستستغل لاحقا في بحث آخر.

---

2 علماء كثيرون درسوا اللغة من جانبها الديناميكي الفيزيولوجي ، ووصفوا وضعيات الأعضاء وشكل التجاويف وتغيُّراتها أثناء الكلام (في الوصل) باستعمال التصوير الإشعاعي السينمائي (la Cinéradiographie)؛ نذكر من بينهم:

J.S.PERKELL
M.PETERSSON
P.SIMON
A.BOTHOREL
B.VAXELAIRE
R.M.SKALIDIS KONTANTINIDIS
A.ASCI
H.GI KIM
G.M.GUEYE
M.T.CISSE

وهذا للغاتٍ مختلفةٍ منها اللغة الانجليزية والأيسلندية والفرنسية والتركية والكورية والافريقية..

وللعربية نذكر البعض منهم: سالم غزالي وسلمان العاني وكُولُوغْلي ومَتْوي مُنْجِي ودخيسي بوف وتسعديت جبالي ومحمد عطاوي.

وكيَّفَ كلٌّ واحدٍ شبكة القياس حسب أغراض الدراسة ومطالبها. لقد أوردنا بعض الأشكال لهذه الشبكة في رسالة الماجستير في الصفحات: 377 إلى 385.

فالمحَاور المختارة هي:

1-المحور الأول يمثل حركات الفك السفلي ويقاس من خلال درجة انفتاح الفكين.

2-المحور الثاني لقياس درجة تقدم الشفة السفلى.

3-المحور الثالث لقياس درجة تقدم الشفة العليا.

4-المحور الرابع لقياس درجة انفتاح الشفتين.

5- المحور الخامس لقياس المسافة الفاصلة بين الذولق والثنايا السفلى.

6-المحور السادس لقياس المسافة الفاصلة بين الذولق و الثنايا العليا.

7-المحور السابع لقياس المسافة الفاصلة بين وسط ظهر اللسان والحنك الصلب.

8-المحور الثامن لقياس المسافة الفاصلة بين اللهاة والجدار الخلفي للحلق.

9-المحور التاسع لقياس المسافة الفاصلة بين اللهاة وأقصى ظهر اللسان.

10- المحور العاشر يمثل مساحة انطباق اللهاة على أقصى ظهر اللسان.

11- المحور الحادي عشر يمثل مساحة انطباق اللهاة على الجدار الخلفي للحلق.

12- المحور الثاني عشر يمثل المسافة الفاصلة أقصى اللسان والجدار الخلفي على مستوى الخط الأفقي (P_1)، (Parallèle 1) أو(م1).

13- المحور الثالث عشر يمثل رقم المحور (P_1) أو(م1).

14- المحور الرابع عشر يمثل المسافة الفاصلة بين أقصى اللسان والجدار الخلفي على مستوى الخط الأفقي (P_4) أو(م4).

15- المحور الخامس عشر يمثل رقم المحور (P4).

16- المحور السادس عشر يمثل المسافة الفاصلة بين جدار اللسان والجدار الخلفي للحلق.

17- المحور السابع عشر يمثل رقم المحور (P6).

18- المحور الثامن عشر يمثل المسافة الفاصلة بين الغلصمة وجذر اللسان.

19- المحور التاسع عشر يمثل المسافة الفاصلة بين الغلصمة والجدار الخلفي للحلق.

20- المحور العشرون يمثل رقم المحور (P6).

21- المحور الواحد والعشرون يمثل سعة التصاق الغلصمة في حدها الأعلى.

22- المحو الثاني والعشرون يمثل سعة التصاق الغلصمة في حدها الأسفل.

23- المحور الثالث والعشرون يمثل موقع مدخل الحنجرة في نقطته الأمامية أفقيا.

24- المحور الرابع والعشرون يمثل موقع مدخل الحنجرة في نقطته الخلفية أفقيا.

25- المحور الخامس والعشرون يمثل موقع مدخل الحنجرة في نقطته الأمامية عموديا.

26- المحور السادس والعشرون يمثل موقع مدخل الحنجرة في نقطته الخلفية عموديا.

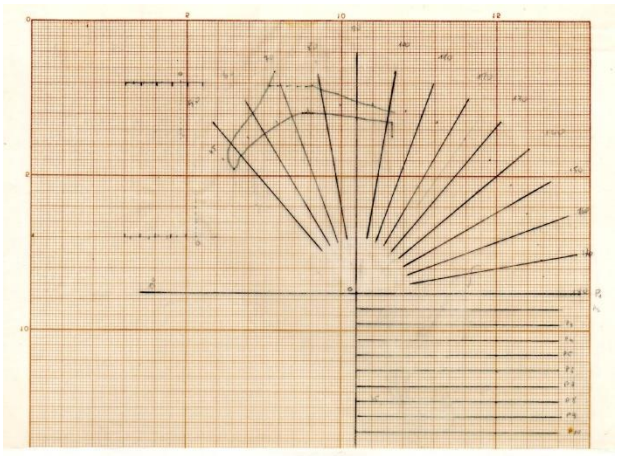
27- المحور السابع والعشرون يمثل درجة تضييق مدخل الحنجرة (على مستوى شبه الوترين الصوتين).

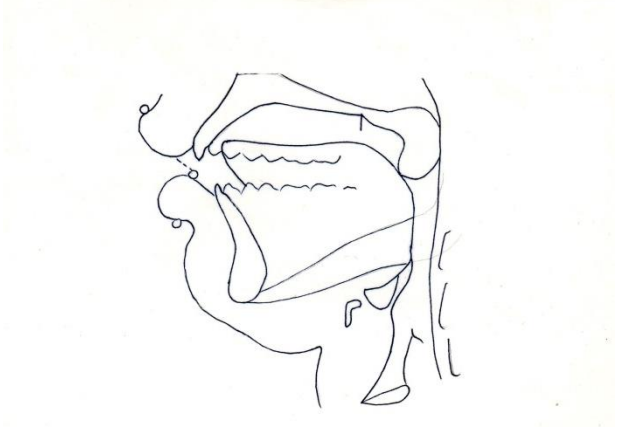
28- المحور الثامن والعشرون يمثل موضع هذا التضييق لمدخل الحنجرة.

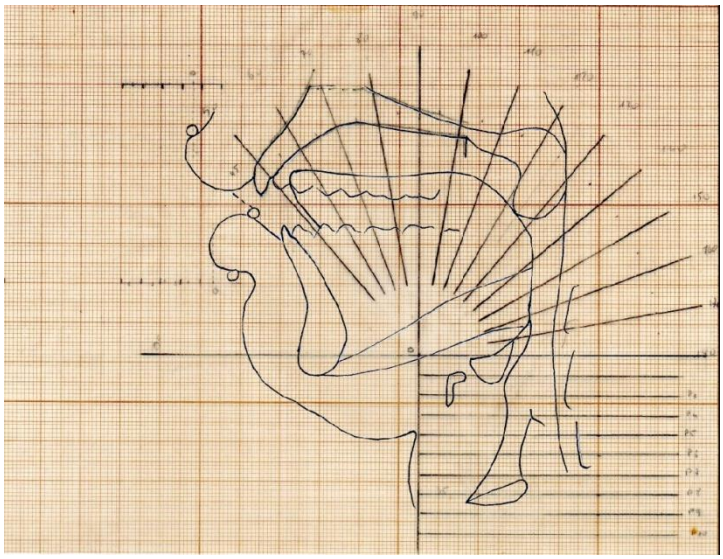
29- المحور التاسع والعشرون يمثل حركات العظم اللامي أفقيا.

30- المحور الثلاثون يمثل حركات العظم اللامي عموديا.

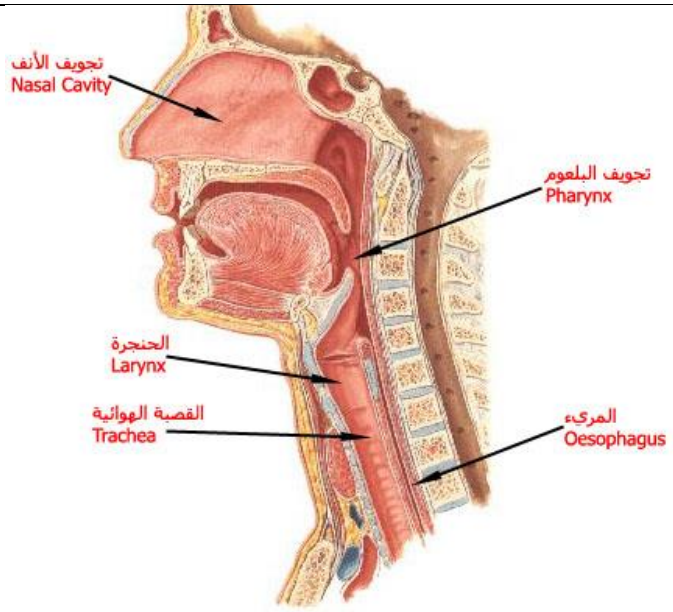
شبكة القياس لصور الفيلم



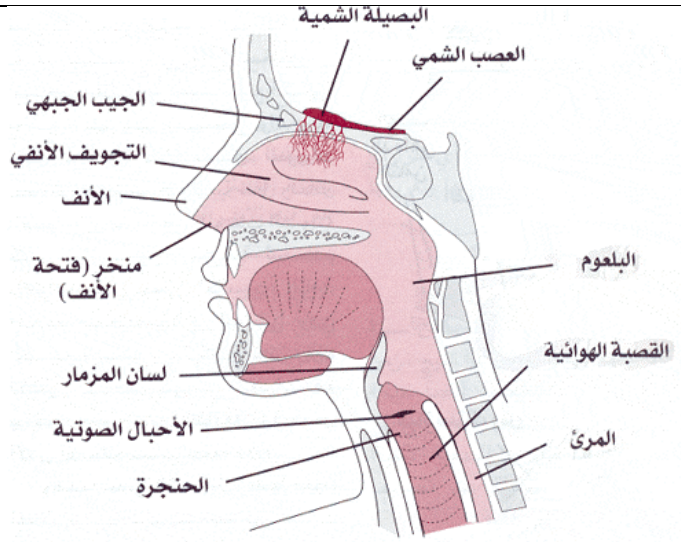




يمثل الشكلان مقطعا جانبيا لجهاز النطق مع تحديد الأعضاء



3



4

http://vb.arabsgate.com/showthread.php?t=541527 3

http://www.niswh.com/vb/showthread.php?t=310209 4

التقابل والتزامن لأعضاء النطق

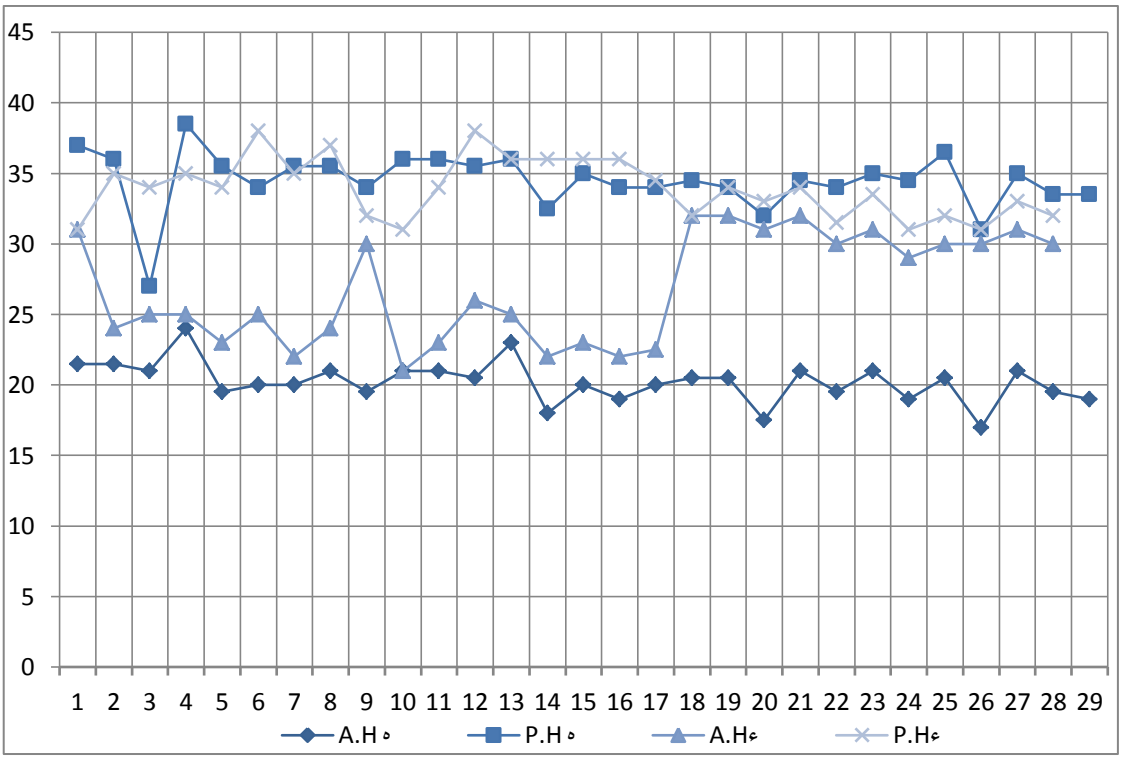
1.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق

في سياق الهمزة والهاء مع الفتحة

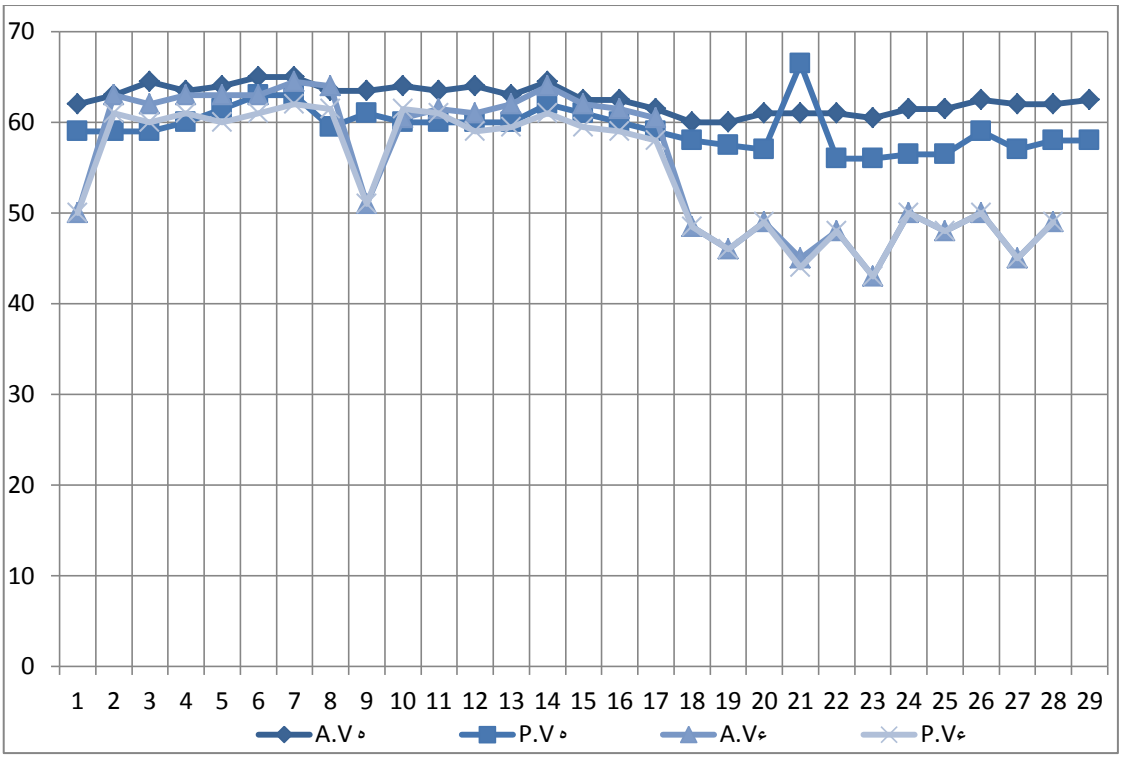
– **الرسم الاول:** زمن تدخل الحنجرة ومقدار انفتاحها أو انغلاقها على مستوى مدخلها (أي على مستوى بُطين مرجاني وشبه الوترين الصوتيين) وهذا لكل الحروف ولكل الحركات؛ حسب تسلسل مختلف الصور على البعد الزمني.

الهمزة والهاء

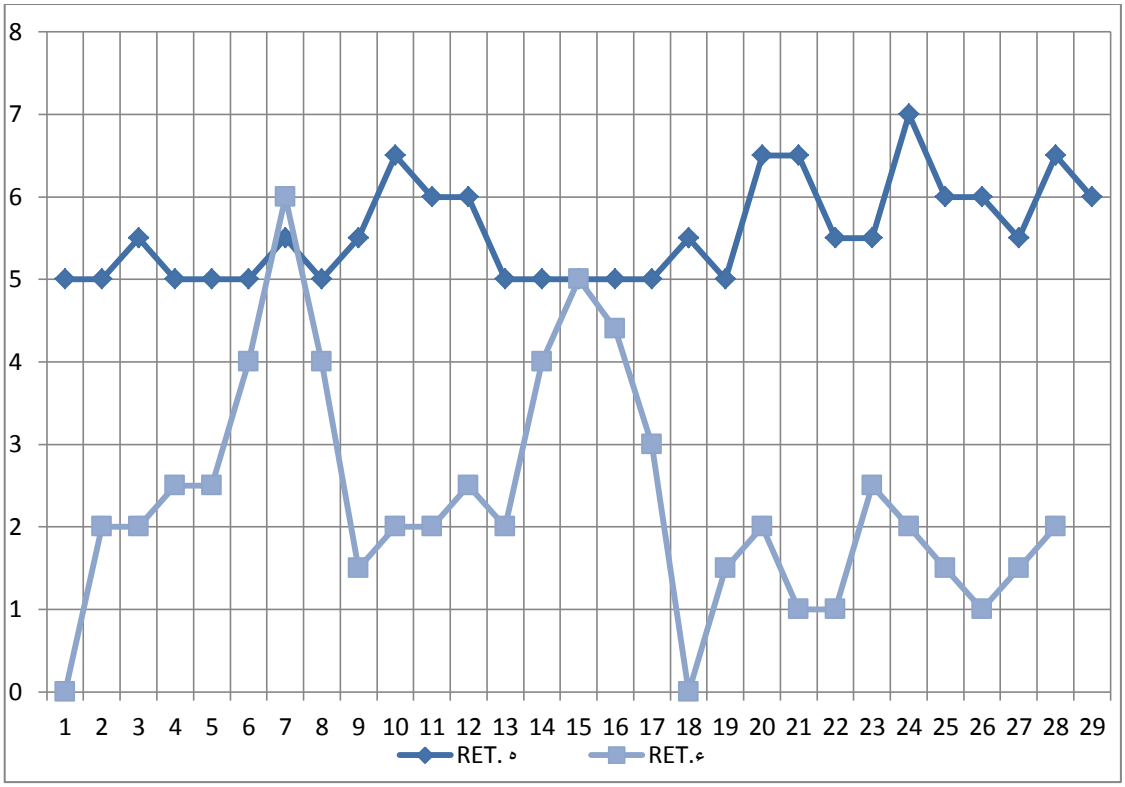
النشاط الحنجري أفقيا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



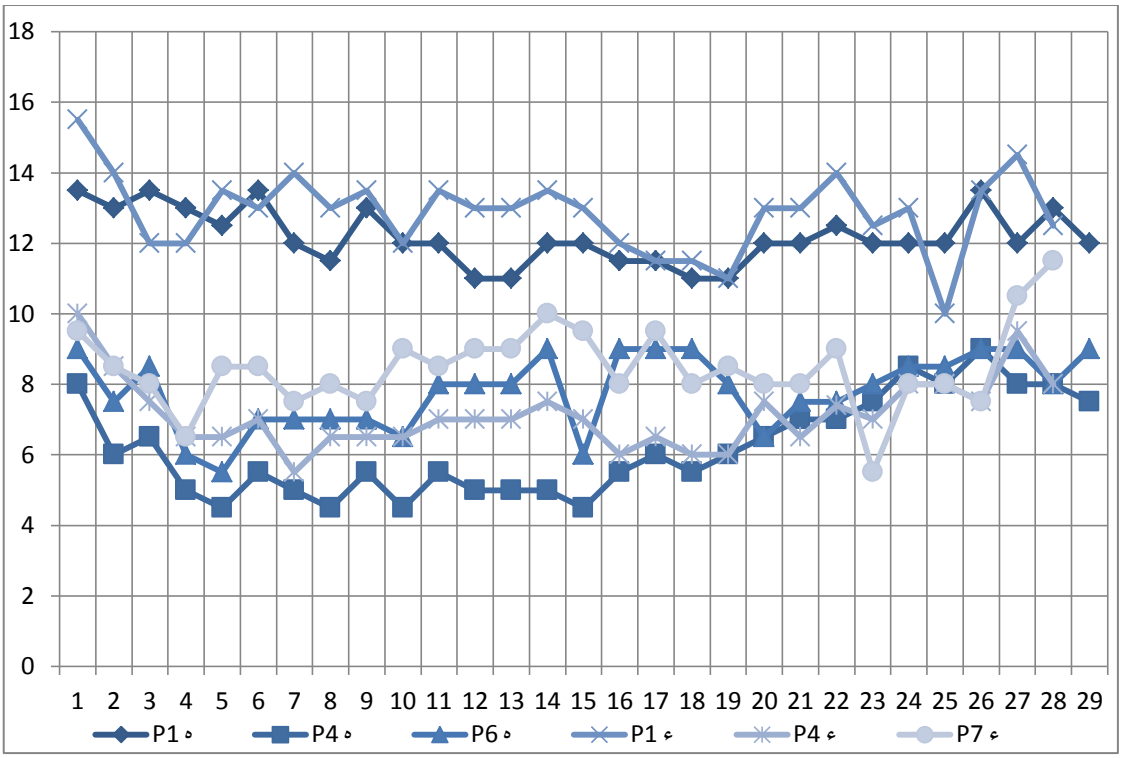
النشاط الحنجري عموديا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



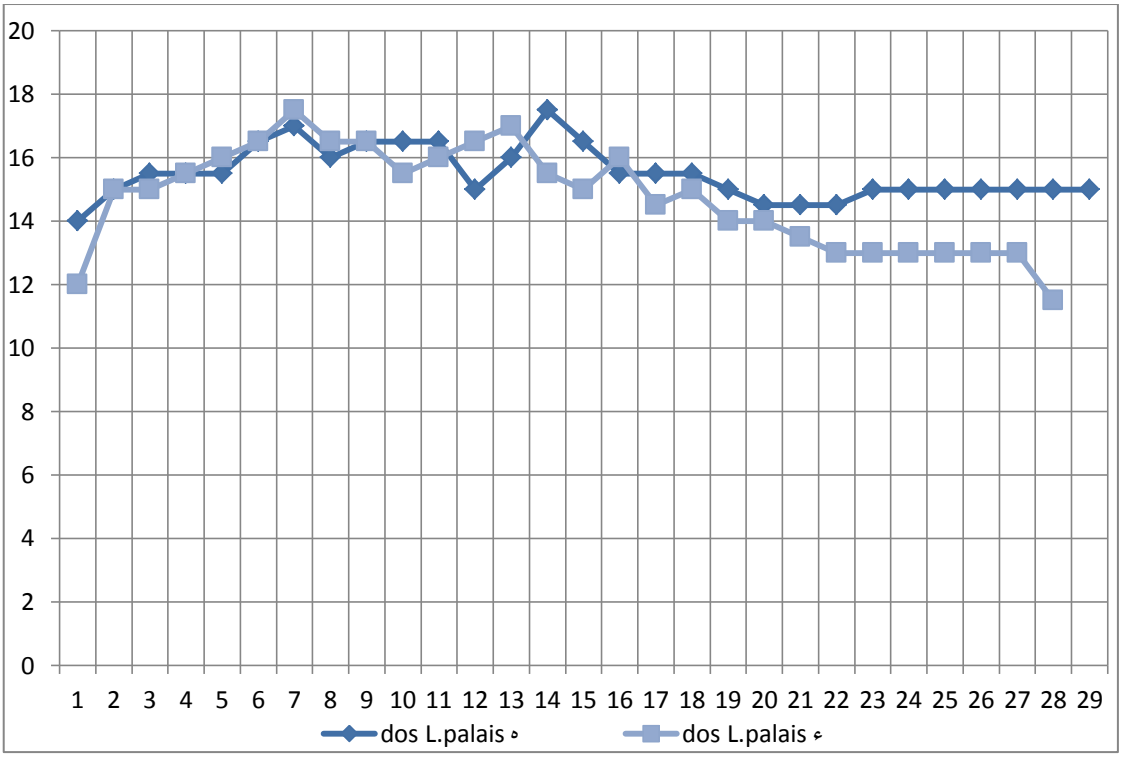
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



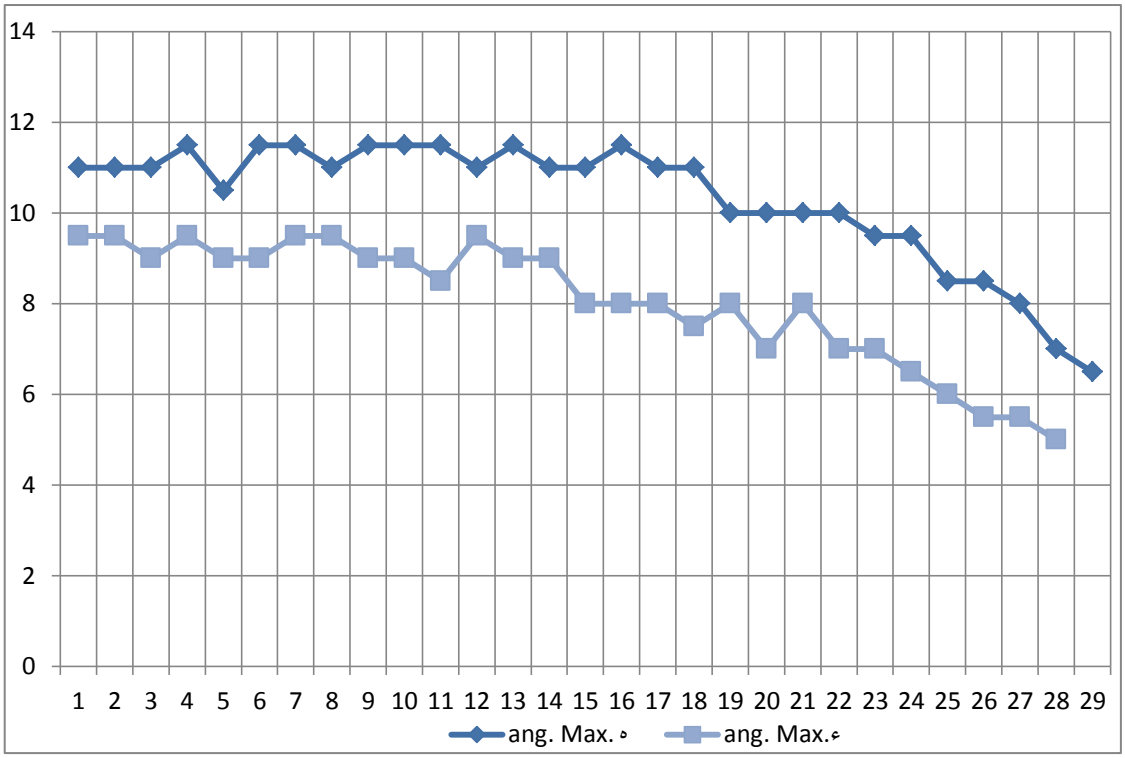
درجة تضيق الحلق في مواقع: أعلى الحلق– وسطه – أسفله



المسافة بين ظهر اللسان والحنك



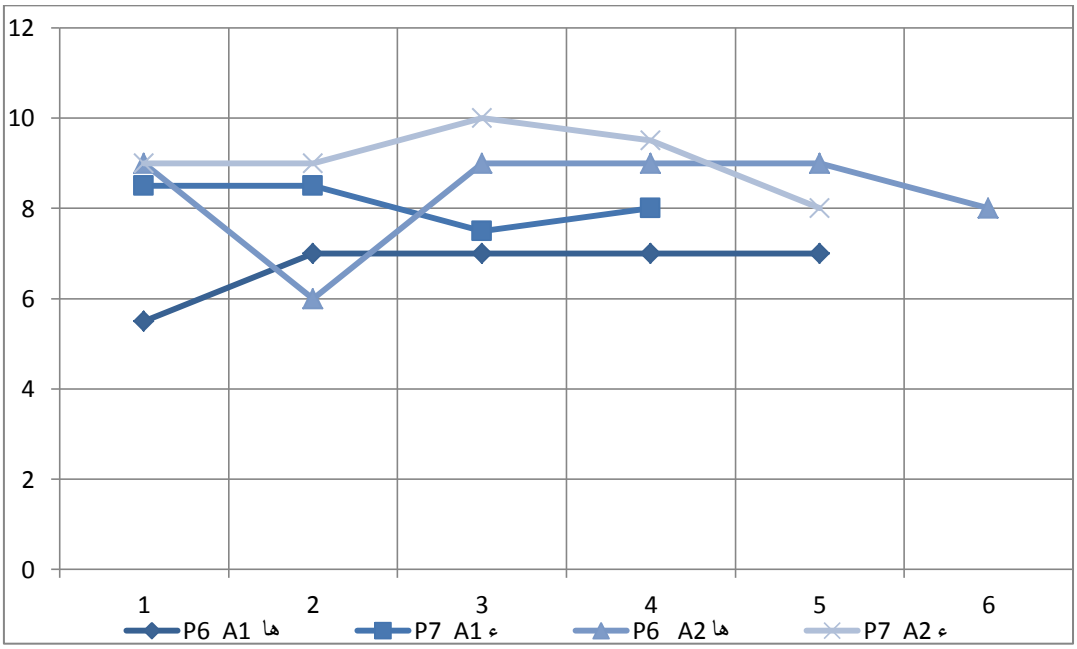
درجة انفتاح الفكين



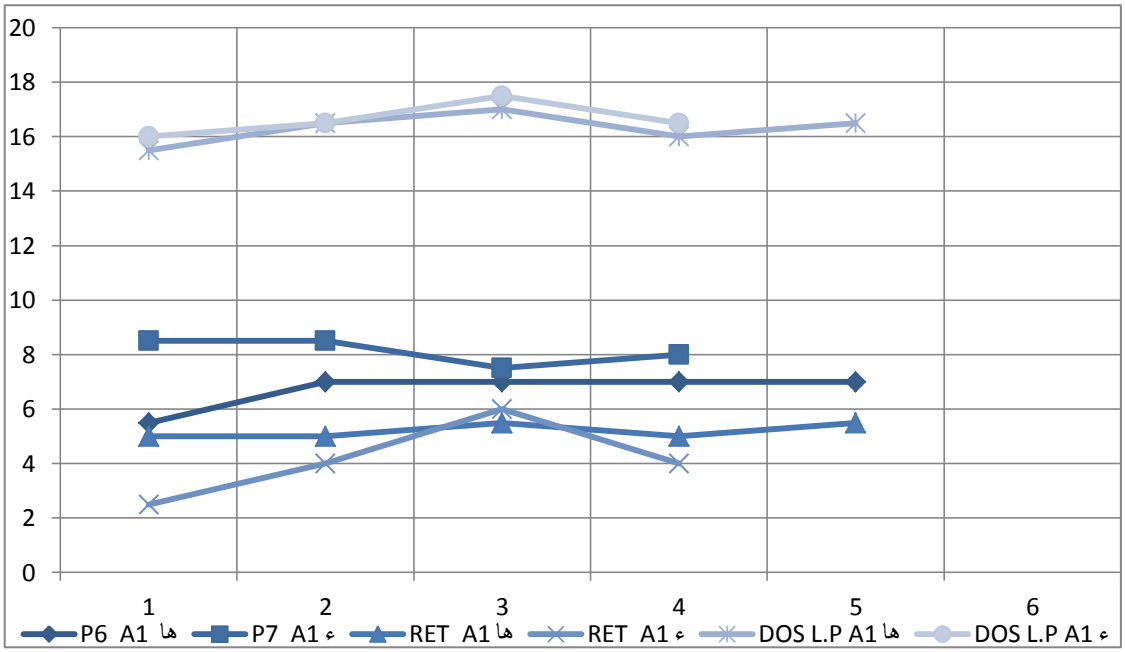
الحركات

درجة تضيق الحلق في مواقع: أعلى الحلق– وسطه – أسفله

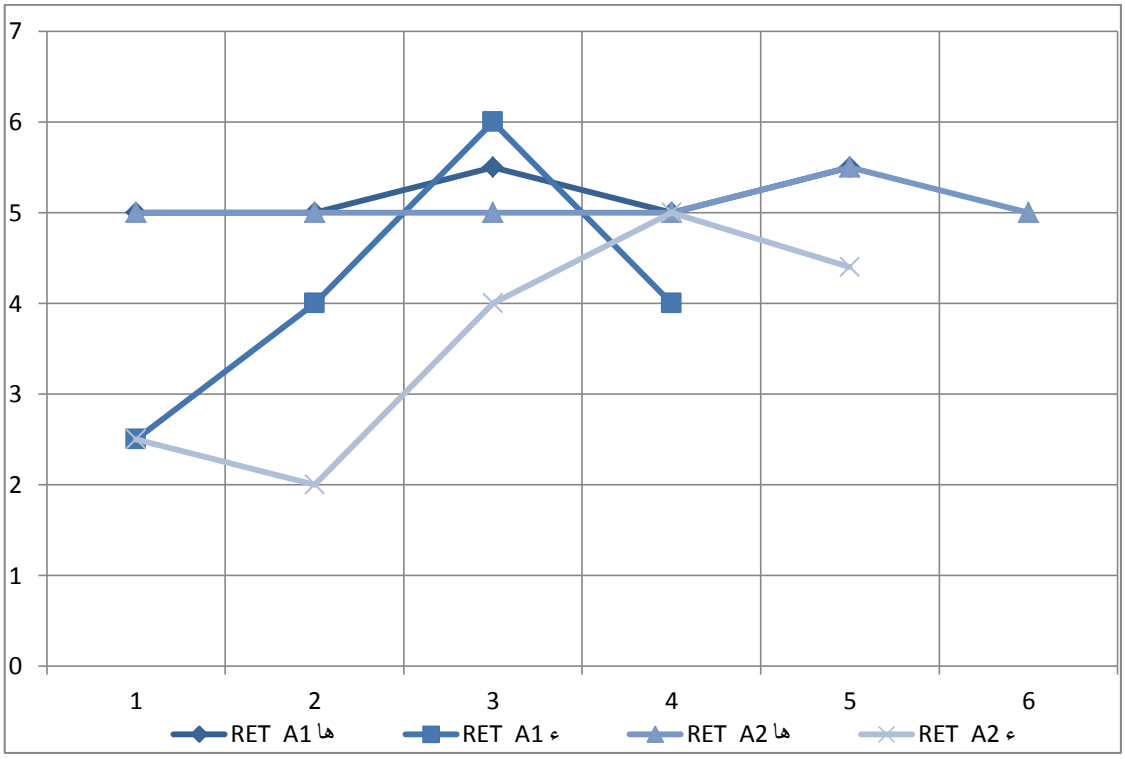
لفتحة الهمزة وفتحة الهاء: الاولى والثانية



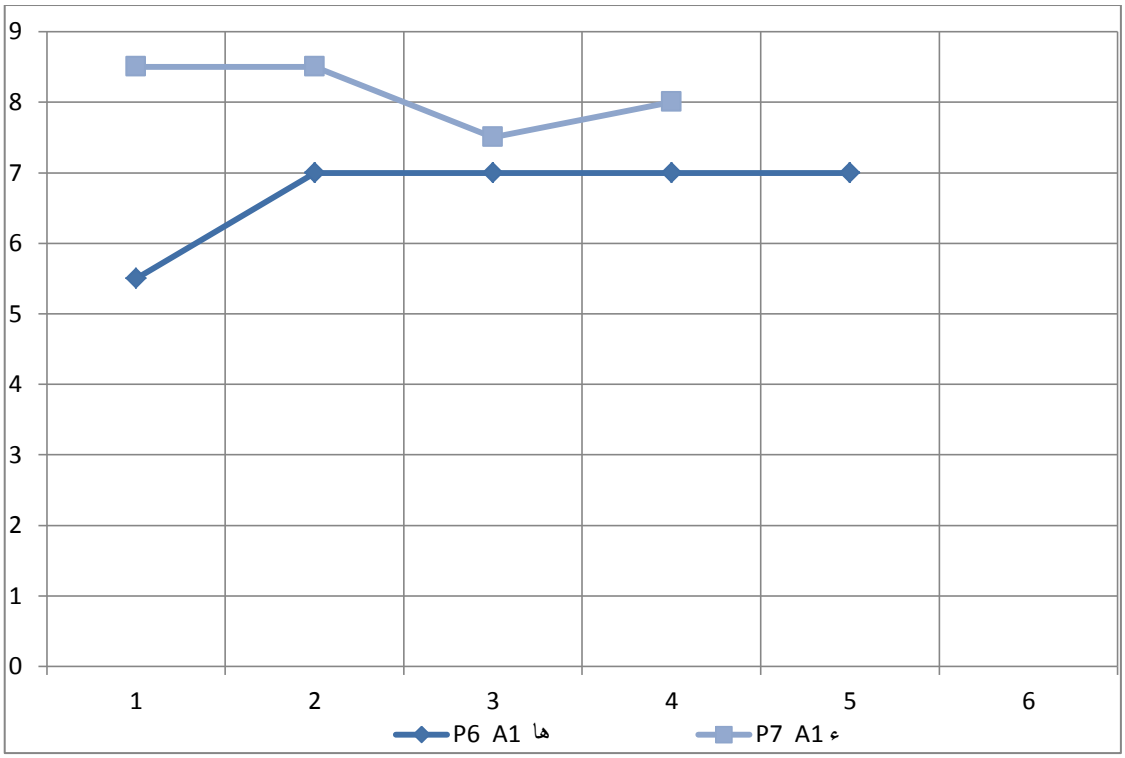
التزامن بين حركة مدخل الحنجرة – شبه الاوتار – واسفل الحلق وظهر اللسان في الفتحة الأولى



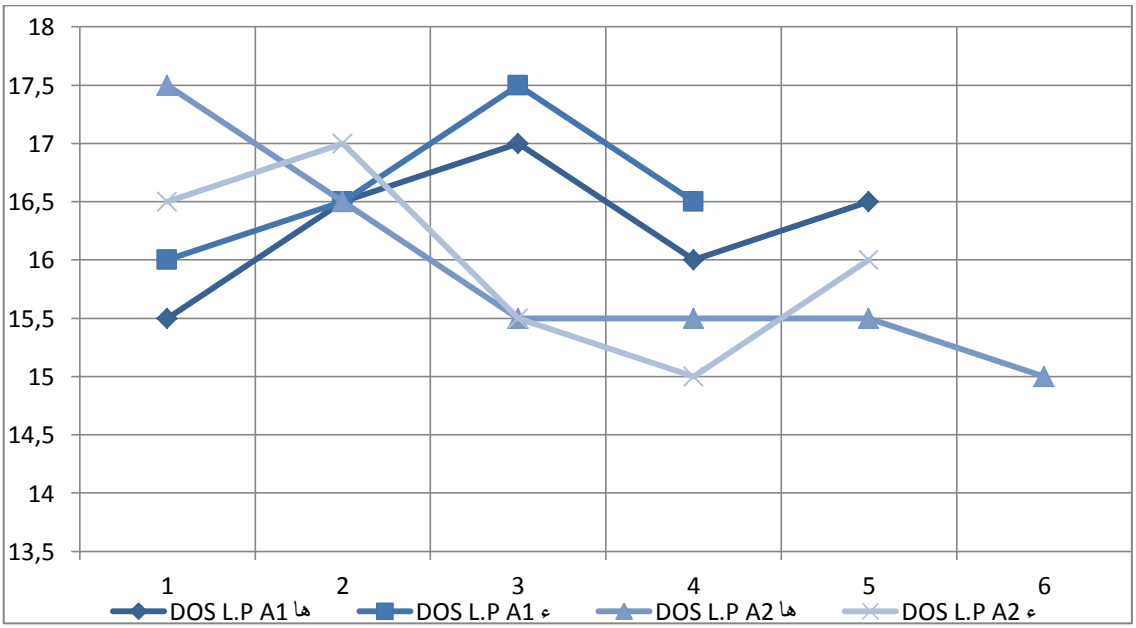
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار): a2 a1



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق:a1



المسافة بين ظهر اللسان والحنك: a2 a1



وصف حركة الفتحة في سياق الهمزة:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 4 (من 18 إلى 21).

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 5 (من 25 إلى 29).

نستهل هذا الوصف بالمدخل الحنجري على مستوى شبه الوترين الصوتيين (وهذه التسمية تسمية شخصية ربطنا هذه العضلة بالعمل الذي تقوم به وهو شبه عمل الوترين الصوتيين تعوضهما بعد إصابتهما) ،[5] للفتحة المصاحبة للهمزة: يضيق المدخل الحنجري للفتحة الأولى /a_1/ إلى درجة 2.5 مم وهنا للفتحتين في صورهما الأولَيْن، ثم نشاط هذه العضلات المبطنة لمدخل الحنجرة متنوع من /a_1/ إلى /a_2/.

في الصورة الثانية للفتحة الأولى /a_1/ ينفتح هذا المدخل إلى 4 مم ويواصل الانفتاح في الصورة الثالثة إلى 6 مم لينغلق في الأخير بمقدار 4 مم. (4 مم هو القطر الممثل لدرجة اتساع هذا المدخل أو درجة تضييقه – فوق بطين مُرْجاني–).

أما الفتحة الثانية /a_2/ فهي أكثر انغلاق عن الأولى حيث تنطلق من 2.5 مم كما أشرنا إلى ذلك آنفا وينغلق المدخل بنصف مليمتر في الصورة الثانية ونسجل قيمة 2 مم؛ ثم ينفتح إلى 4 مم بعد ذلك 5 مم وفي الصورة الأخيرة نسجل قيمة 4.5 مم.

في الحيز الحلقي بين العكدة والجدار الخلفي للحلق نسجل للفتحة الأولى /a_1/ القيم التالية: 8.5 مم للصورتين الأوليتين ثم تتحرك العكدة نحو الوراء بمقدار مليمتر ونسجل 7.5 مم ثم تعود إلى 8 مم من الجدار الخلفي.

في الفتحة الثانية /a_2/ نشاهد استقراراً بين الصورتين الأوليتين مثل الفتحة الأولى ولكن بقيم مُتَفاوِتة؛ فالعكدة على بعد 9 مم في الصورة الأولى والصورة الثانية للفتحة /a_2/ ويتسع الحلق إلى 10 مم في الصورة الثالثة و 9.5 مم في الصورة الموالية وأخيراً 8 مم.

الحركة الفيزيولوجية للسان خلال تحقيق الفتحة الأولى /a_1/ هي صعود إلى 16 مم في الصورة الأولى و 16.5 مم في الصورة الثانية ويواصل النزول إلى 17.5 مم في الصورة الثالثة ليصعد إلى 16.5 مم في الصورة الأخيرة.

5 حسب الدكتور دنيز مورال (D.MOREL, Les Disphonies, 1979, pp. 75 – 85) .

تنطلق الفتحة الثانية من 16.5 مم ثم ينزل اللسان إلى 17 مم ويصعد إلى 15.5 مم ثم 15مم وأخيراً ينزل إلى 16 مم.

فحركة اللسان للفتحتين؛ النزول ثم الصعود.

وفي الختام نلاحظ من خلال هذه الوصف في سياق الهمزة أن المدخل الحنجري ينفتح للفتحتين في نفس الاتجاه وبمقادير متفاوتة بين /a_1/ و/a_2/.

وفي الحلق تبدأ الفتحتان بالإستقرار ثم انغلاق الفتحة الأولى /a_1/ وانفتاح الفتحة الثانية /a_2/. ونذكر أن الفتحة الأولى تُكوِّن المقطع الأول والفتحة الثانية تكَوِّن المقطع الثاني. والحركة كما سبق الذكر هي نواة المقطع وذروته.

وصف حركة الفتحة في سياق الهاء:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 5 (من 25 إلى 29).

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 6 (من 34 إلى 39).

تلاحظ استقرارا للمدخل الحنجري في الصورتين الأوليتين للفتحة الأولى بانفتاح 5 مم لهما، ونسجّل لهذه الفتحة /a_1/ 5.5 مم في الصورة الثالثة ثم ينغلق المدخل إلى 5 مم في الصورة الموالية (الرابعة) وينفتح في الصورة الخامسة إلى 5.5 مم.

نبدأ الفتحة الثانية /a_2/ باستقرار ملحوظ لهذا المدخل الحنجري الذي حافظ على اتساع 5 مم مدّة أربع صور متتالية ثم ينفتح بنصف مليمتر (5.5 مم) ويضيق بنفس النسبة أي نصف مليمتر في الصورة الأخيرة التي نسجل لها انفتاحا يقدر بـ 5 مم وهو المقدار الذي انطلقت به هذه الفتحة /a_2/.

نسجل استقراراً آخر في الحلق للفتحتين ويظهر بالشكل التالي: تبتعد العكدة بِـ 5.5 مم عن الجدار الخلفي في الصورة الأولى للفتحة الأولى، وفي الصورة الموالية تبتعد عن الجدار الخلفي بِـ 7 مم وتستقر على هذا البعد إلى نهاية الفتحة الأولى.

تبتعد العكدة عن الجدار الخلفي – في الفتحة الثانية – بمقدار 9 مم وهذا في الصورة الأولى للفتحة الثانية /a_2/ ثم تتحرك نحو الوراء إلى 6 مم من الجدار وتتقدم في الصورة

الثالثة إلى 9 مم وتستقر على هذا البعد مدّة ثلاث صور ثم تتأخر بميليمتر في الصورة الأخيرة ونسجل 8 مم للقطر أسفل الحلق.

لكل فتحة حركة متميزة على مستوى تجويف الفم؛ نلاحظ نزول ظهر اللسان في الصور الأولى للفتحة بالمقادير التالية:

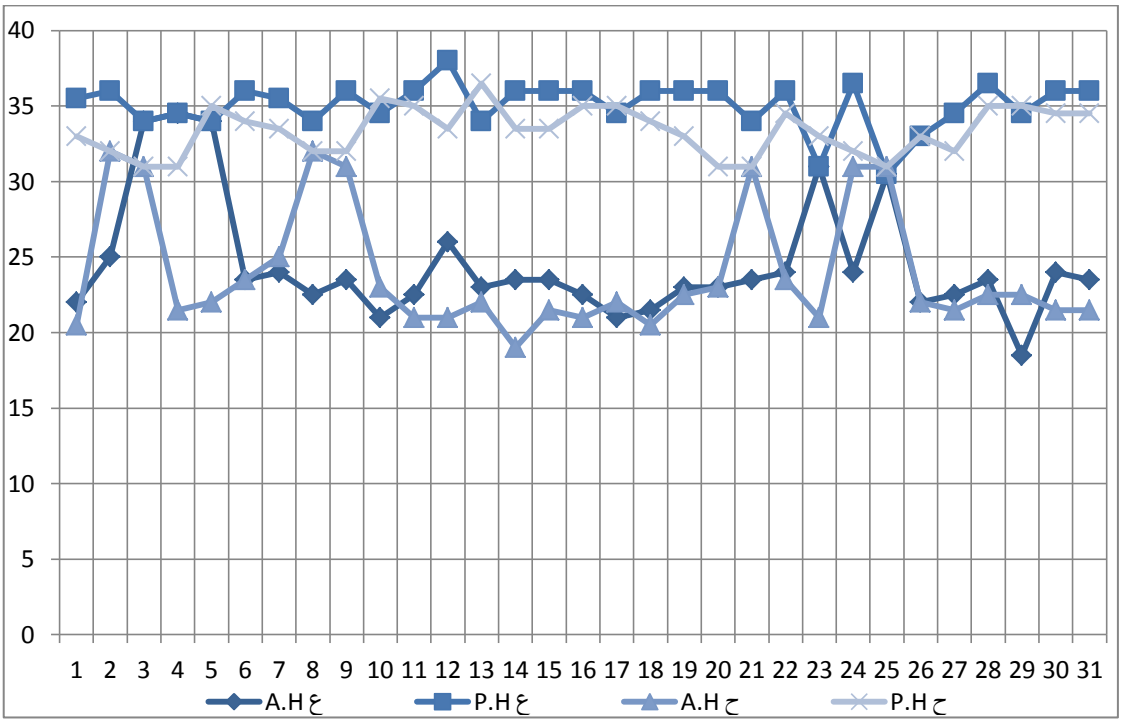
15.5 مم في الوضعية الأولى للسان في الفتحة الأولى /a1/ ثم ينزل إلى 16.5 مم (أي مليمتر واحد) في الصورة الثانية ليصل 17 مم في الصورة الموالية (الثالثة) ثم يصعد إلى 16 مم وينزل في الصورة الأخيرة إلى 16.5 مم.

تنطلق الفتحة الثانية بانفتاح كبير للفم حيث ينزل اللسان إلى 17.5 مم ويبدأ في الصعود إلى 16.5 مم ثم 15.5 مم ويستقرُّ على نفس الوضعية خلال ثلاث صورٍ (3 و 4 و5) ويصعد في الصورة الأخيرة إلى 15 مم.

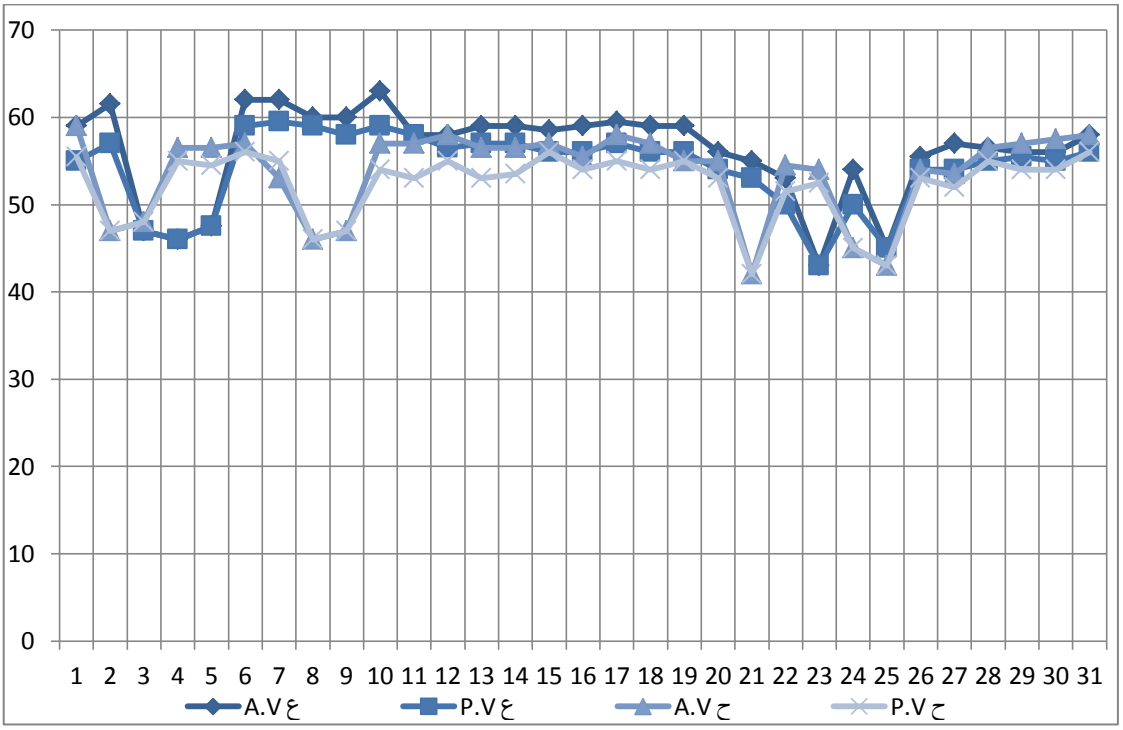
ملاحظة: يظهر استقرار الفتحة الأولى /a_1/ بوضوح في الحلق أكثر من الحنجرة، أما على مستوى اللسان فالحركة العُضْوِية متواصلة بين حدٍ أدنى 15.5 مم وحدٍ أقصى 17 مم.

2.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق في سياق الحاء والعين مع الفتحة

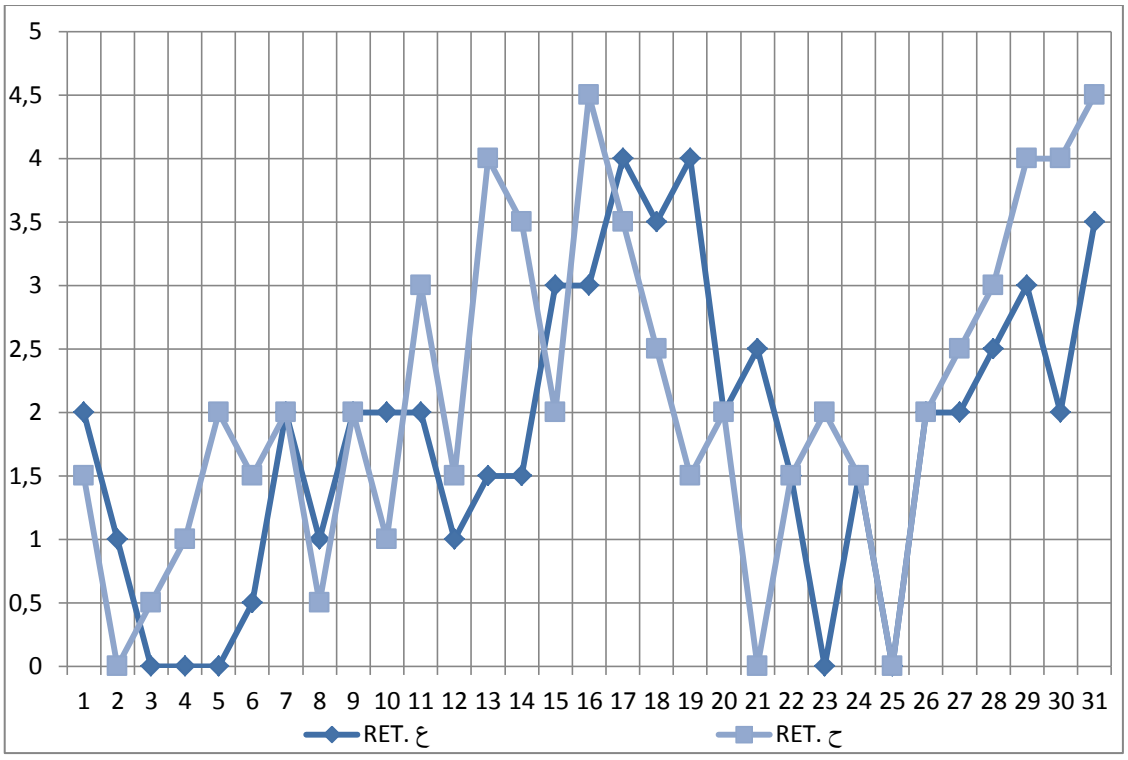
النشاط الحنجري أفقيا على مستوى النقطتين الأمامية والخلفية لبطين مرجاني



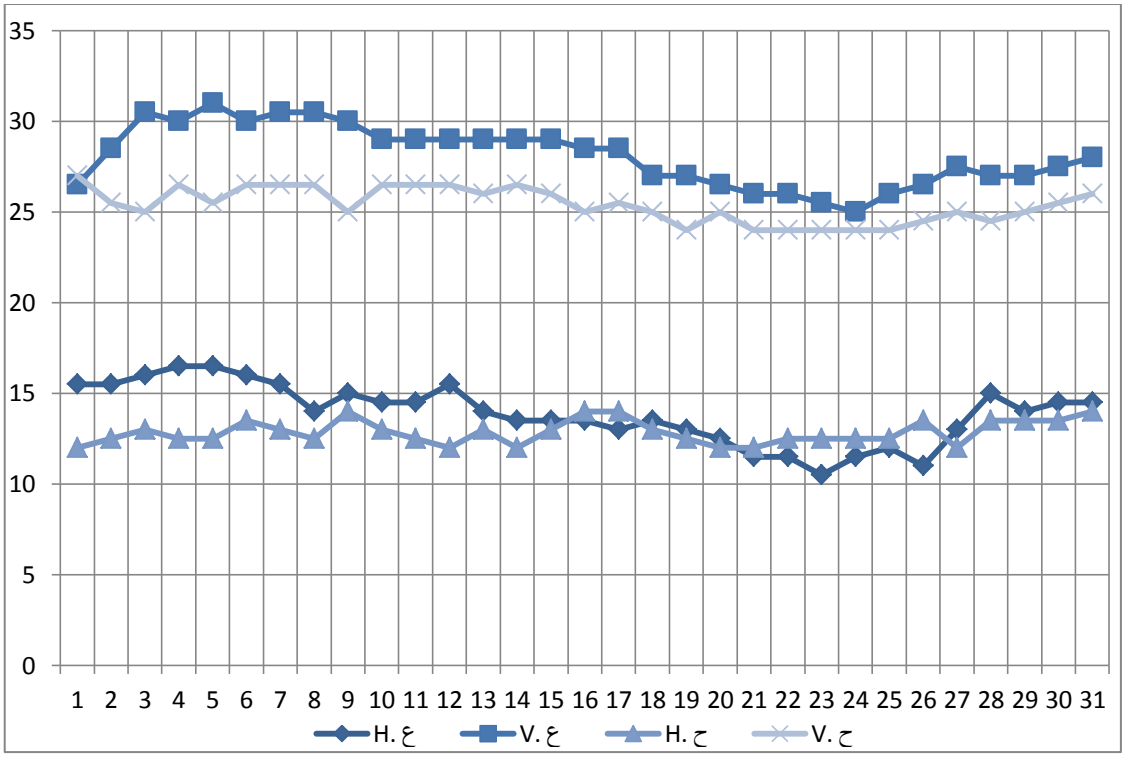
النشاط الحنجري عموديا على مستوى النقطتين الأمامية والخلفية لبطين مرجاني



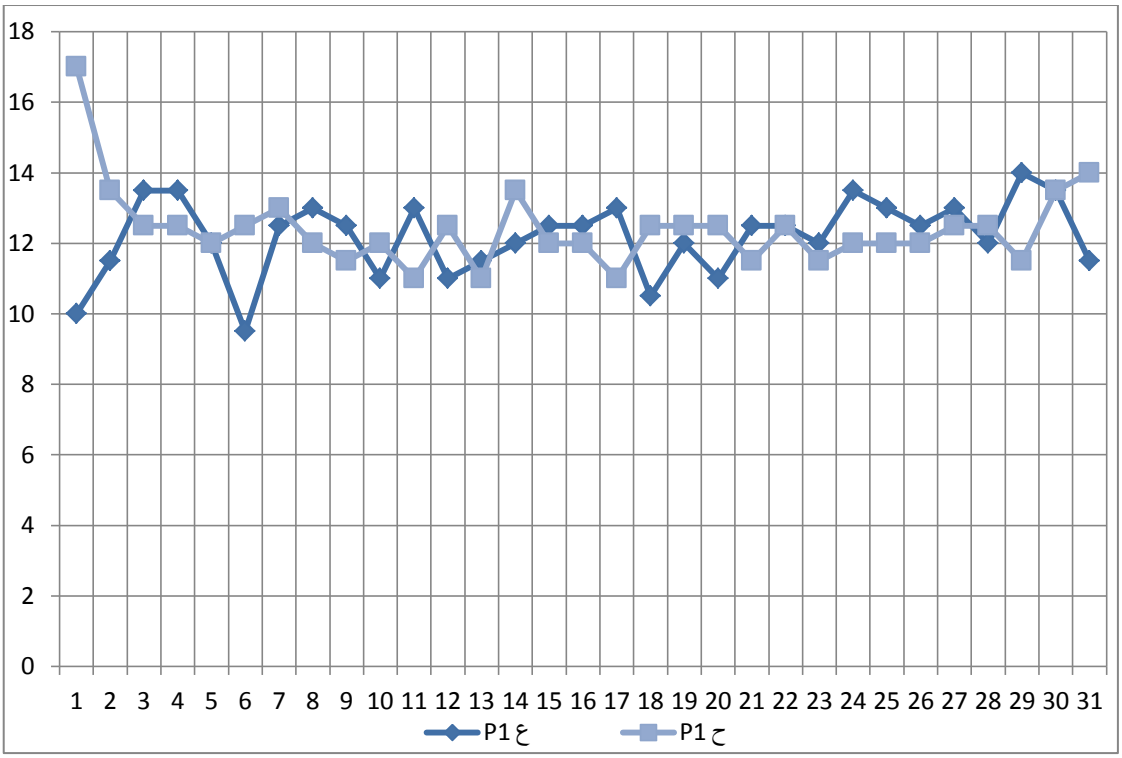
درجة تضيق مدخل الحنجرة (على مستوى شبه الأوتار)



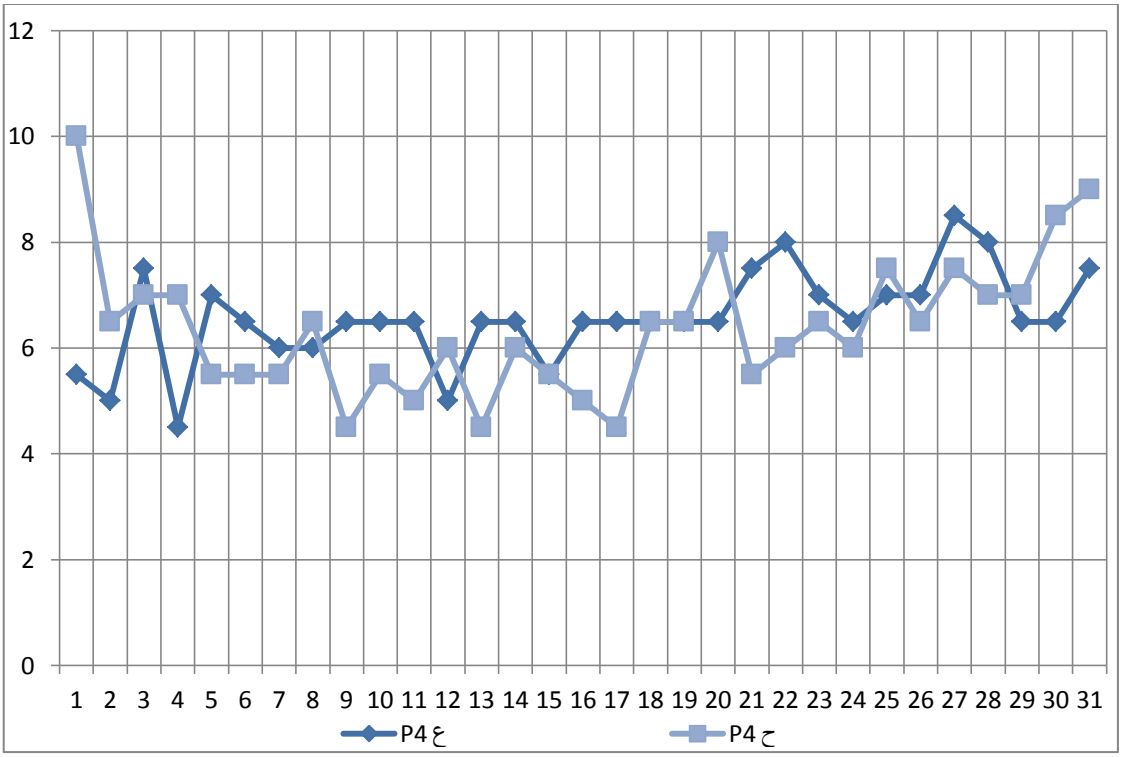
نشاط العظم اللامي أفقيا وعموديا



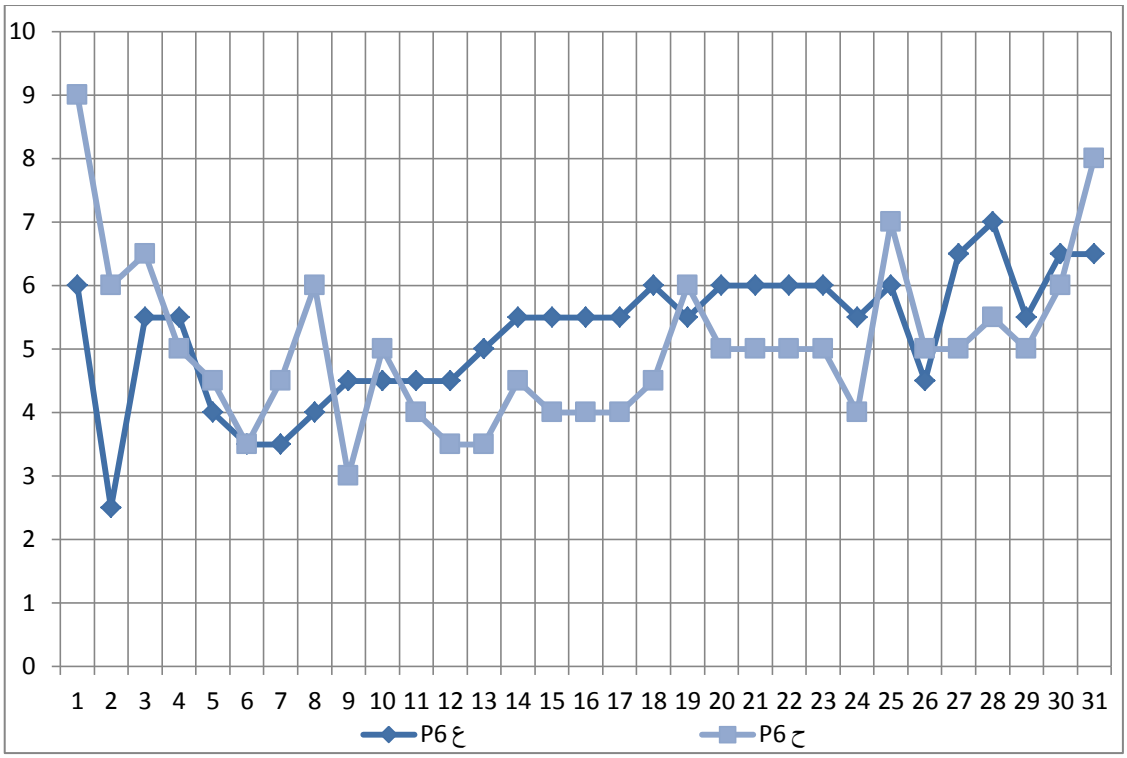
تضيق أعلى الحلق



درجة تضيق وسط الحلق

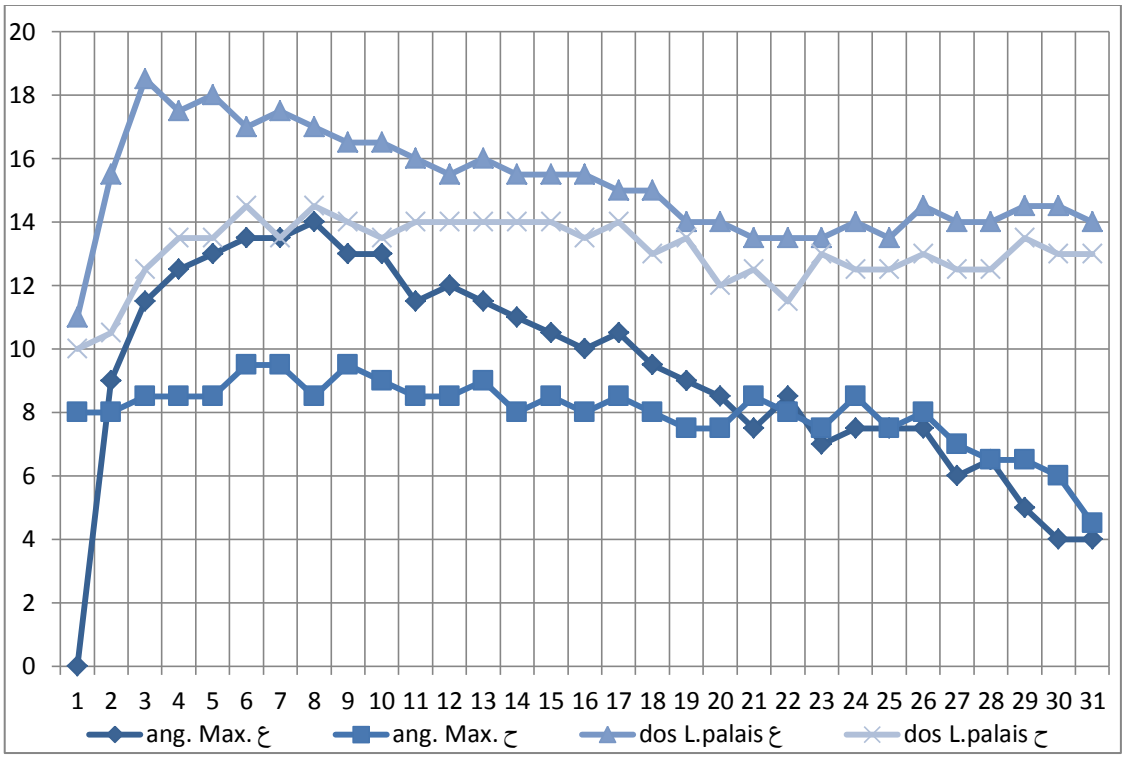


درجة تضيق أسفل الحلق



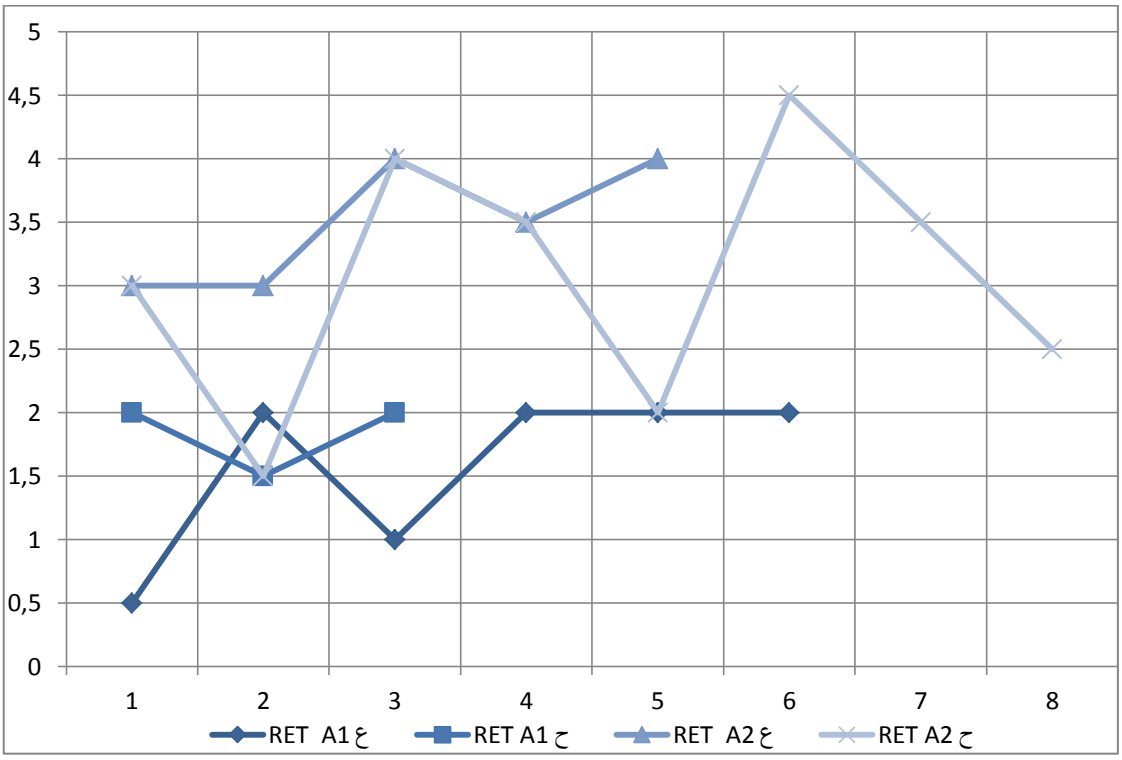
المسافة بين ظهر اللسان والحنك

درجة انفتاح الفكين

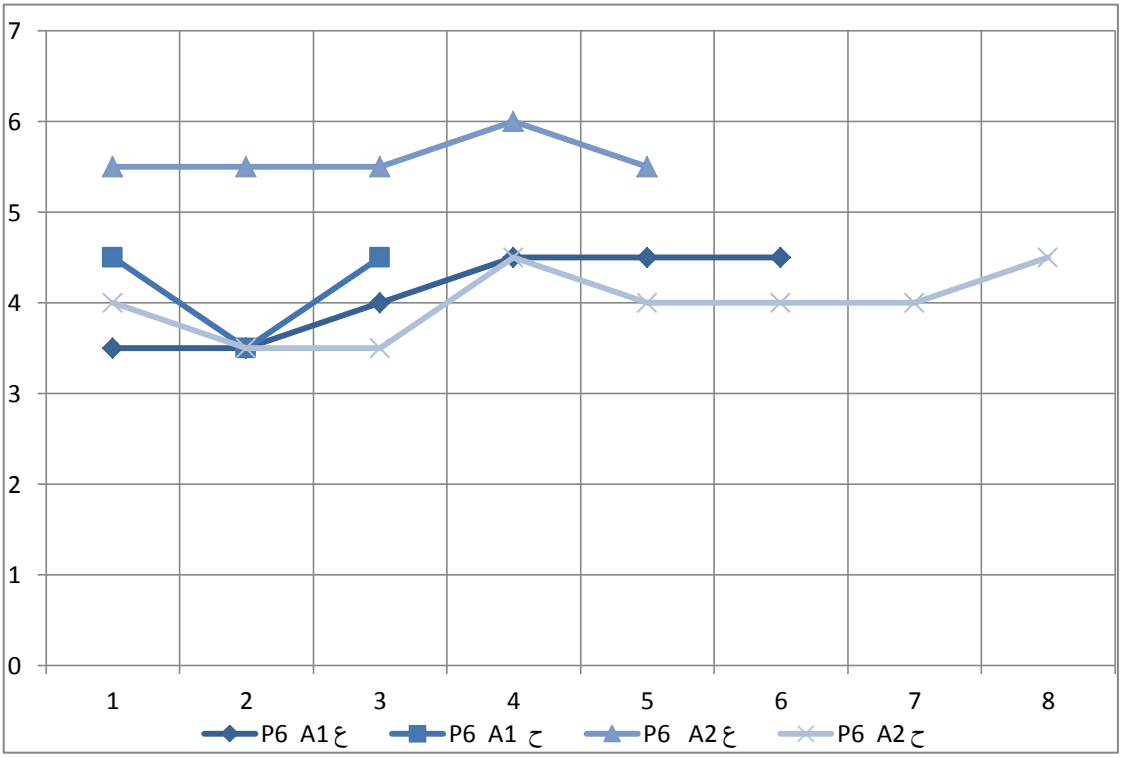


الحركات

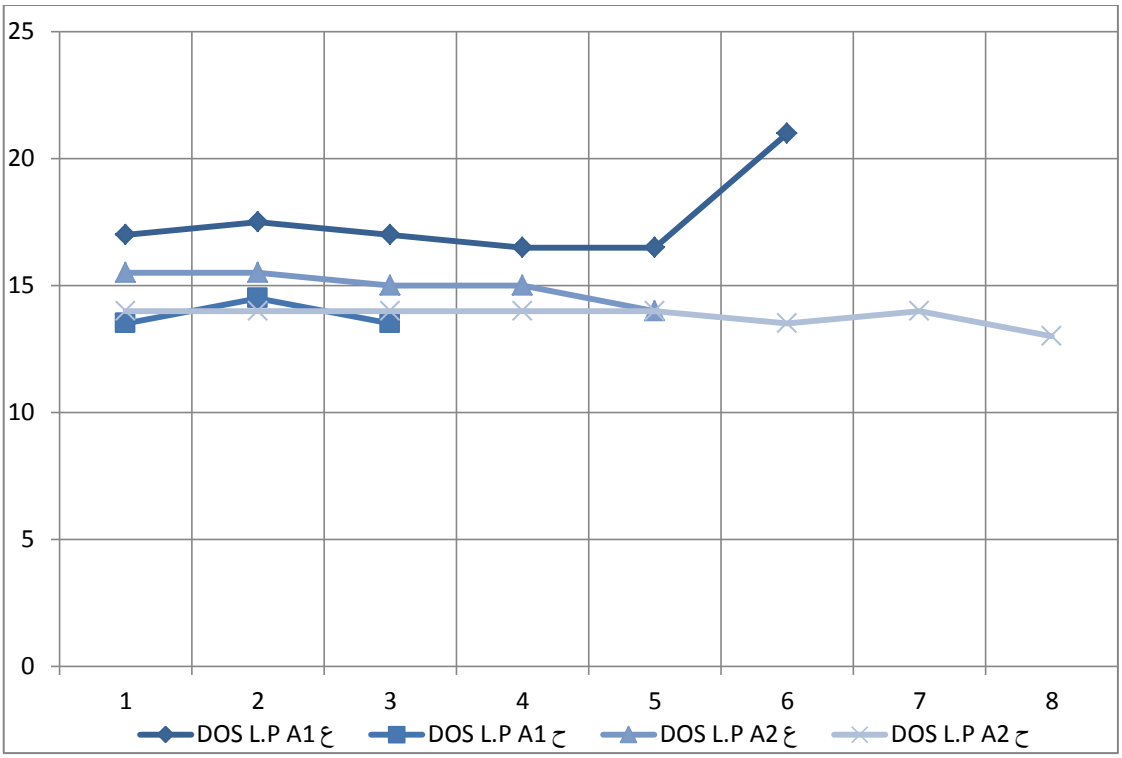
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق



المسافة بين ظهر اللسان والحنك



المقارنة بين الفتحة الأولى /a_1/ والفتحة الثانية /a_2/ في السياق الصوتي للعين

عدد الصور للفتحة /a_1/ هو 6 من (رقم 35 إلى 40).

عدد الصور للفتحة /a_2/ هو 5 من (رقم 44 إلى 48).

للفتحة الأولى /a_1/ في سياق العين، انغلاقٌ للمدخل الحنجري بمقدار 0.5 مم في الصورة الأولى لها، ثم ينفتح إلى 2 مم وينغلق بعد ذلك إلى 1 مم لينفتح من جديد ويستقر على 2 مم مدّة الصور الثلاثة الأخيرة. أما الفتحة الثانية /a_2/ فاستقرارها في البداية خلال الصورتين الأوليتين بمقدار 3 مم ثم ينفتح المدخل إلى 4 مم وينغلق إلى 3.5 مم وينفتح أخيرا بِـ 4 مم في الصورة الأخيرة للفتحة الثانية /a_2/.

هناك فرق شاسع بين /a_1/ و/a_2/ في التجويف الحلقي بين العكدة والجدار الخلفي للحلق.

نلاحظ على مستوى هذه النقطة من الجهاز استقرارا معينا لحركة العيّن ويتبيّن من خلال القيم المسجلة للحركتين وهي كما يلي:

تبتعد العكدة بـ 3.5 مم عن الجدار الحلقي وهذا خلال الصورتين الأولى والثانية. أما في الصورة الثالثة فينفتح إلى 4 مم ثم يستقر على بُعْد 4.5 مم مدّة ثلاث صور متتالية.

للفتحة الثانية /a_2/ تستقر لها العكدة على بعد 5.5 مم مدّة ثلاث صور متتالية ثم ينفتح الحلق بنصف مليمتر ونسجل 6 مم وفي الأخير 5.5 مم.

فاستقرار الحركة الفيزيولوجية في الحلق تسجل للصُّور الأخيرة للفتحة الأولى وفي الصورة الأولى للفتحة الثانية.

على مستوى الفم نسجل انفتاحا للفتحة الأولى أكثر من الفتحة الثانية، والقيم هي كالتالي: ينزل اللسان إلى 17مم ثم 17.5مم فـ 17 و 16.5مم خلال صورتين (4 و 5) وفي السادسة ينزل إلى 21 مم.

للفتحة /a_2/ يستقر ظهر اللسان على بعد 15.5 مم من الحنك الصلب لمدّة صوتين ثم يصعد بنصف مليمتر وتتقلص المسافة إلى 15 مم في الصورة الثالثة والرابعة ويصعد إلى 14 مم في الصورة الأخيرة.

ملاحظة: تتميز الفتحة الأولى بانغلاق معتبر على مستوى مدخل الحنجرة وكذلك انغلاق على مستوى العكدة والجدار الخلفي لأسفل الحلق؛ وتنفتح على مستوى الفم عن الفتحة الثانية /a_2/... فالفتحة الأولى متأثِرَة أكثر بحرف العين أما الفتحة الثانية فَتَأَثُرُهَا نِسْبِيٌّ.

وصف الفتحة في ساق الحــاء

الملاحظة الأولى التي سجلناها لهذا الحرف الحلقي المهموس هي المدّة الزمنية الطويلة في إحداث حرف الحاء مع الفتحة وهذا بالمواقع الثلاث المحدودة؛ الحاء الأول في الصدارة والحاء الثاني بين فتحتين والحاء الثالث في النهاية بعد الفتحة /a_2/.
فالحاء يستغرق زمنا أطول من زمن الحروف الأخرى المدروسة في بحثنا هذا، والتوزيع هو ثلاثون صورة (المناسب لِـ 30 centi-secondes)، استغرق المقطع الثاني 23 صورة: ثلاث صور للحاء الثاني /$ḥ_2$/ وثماني صور للفتحة الثانية /a_2/ واثني عشر (12) صورة للحاء الثالث المتطرف /$ḥ_3$/.

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ مع الحاء هي ثلاثة (من 26 إلى 28) وعدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هي ثمانية (من 32 إلى 39) الفتحة الأولى /a_1/ قصيرة جدّا، استغرقت مدّة ثلاث صور فقط (3 cs) ، وينطلق بقيمة 2 مم في اتساع المدخل الحنجري الذي يضيق بنصف مليمتر في الصورة الثانية ونسجل 1.5 مم ثم يتسّع إلى 2 مم في الصورة الثالثة.
دامت الفتحة الثانية /a_2/ مُدَّةَ ثماني صور (8 cs) فهي أطول بكثير من الفتحة الأولى /a_1/.

تنطلق هذه الحركة /a_2/ من 3 مم في قطر المدخل الحنجري وينغلق على غرار الفتحة الأولى /a_1/ حتى يصل إلى 1.5 مم لينفتح بعد ذلك بمقدار 4 مم في الصورة الثالثة ثم 3.5 مم وفي الصورة الخامسة نسجل 2 مم وينفتح إلى 4.5 مم في الصورة السادسة ثم ينغلق تدريجيا إلى 3.5 مم و 2.5 مم.

على مستوى الحلق تنفصل العكدة عن الجدار الخلفي بِـ 4.5 مم للفتحة الأولى في صورتها الأولى ثم تعود العكدة إلى الوراء على بُعْد 3.5 مم لتنسحب من جديد وتعود إلى

وضعيتها الأولى ويتسِع بـِ 4.5 مم (وسط الحلق قديما أو أسفل الحلق على مستوى قاعدة اللسان).

أما الفتحة الثانية /a_2/ فالقطر هو 4 مم ويستقر في الصورتين المواليتين على بعد 3.5 مم وتبتعد العكدة إلى 4.5 مم ثم تتأخر بنصف مليمتر وتستقر على نفس البعد 4 مدّة ثلاث صور (5 و 6 و7) وتبتعد إلى 4.5 مم في الصورة الأخيرة.

على مستوى الفم نلاحظ نفس التغير للفتحة الأولى /a_1/ وبنفس التزامن حيث نسجل لها صعود ظهر اللسان إلى 13.5 مم وينزل إلى 14.5 مم، ويصعد من جديد إلى 13.5 مم.

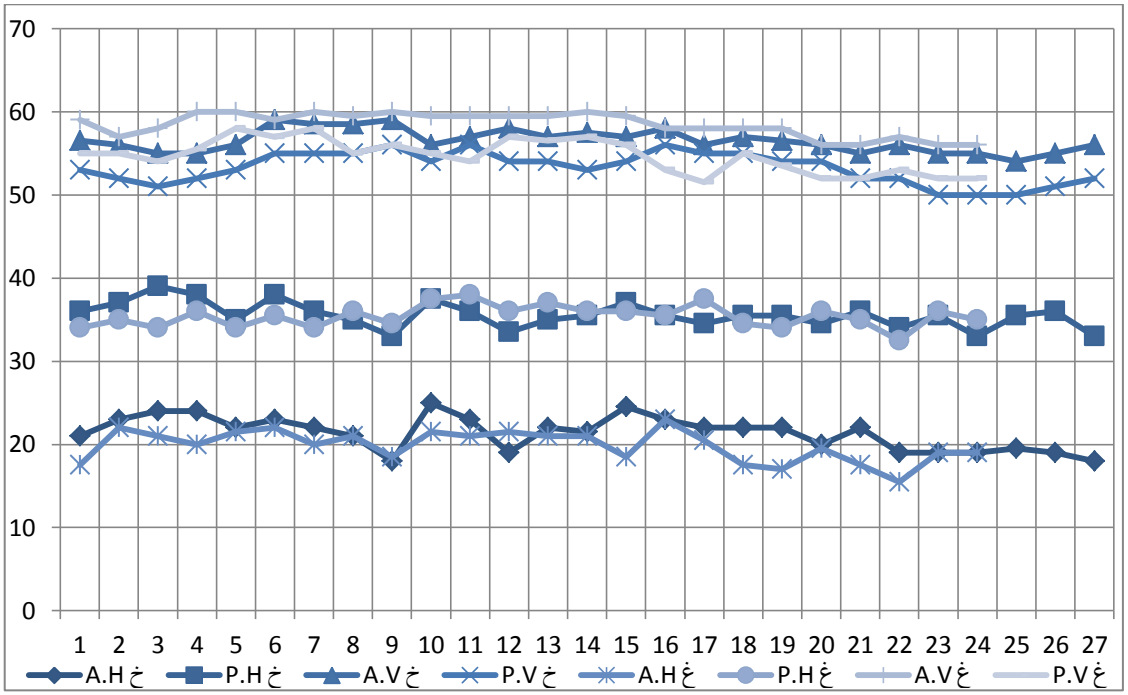
أما الفتحة الثانية فنشاهد لها استقرارا مدّة خمس صور من الأولى إلى الخامسة على مسافة 14 مم بين ظهر اللسان والحنك الصلب. ثم يصعد إلى 13.5 مم وينزل إلى 14 مم ليصعد أخيراً إلى 13 مم.

نلاحظ تنسيقاً دقيقاً بين شبه الوترين وظهر اللسان والعكدة في الفتحة الأولى /a_1/.
لم يظهر استقرارٌ للفتحة الثانية /a_2/ في حركة شبه الوترين ولكن نشاهد استقرارا صغيرا على مستوى الحلق في بداية الفتحة /a_2/ واستقرار أطول نسبيا في مرحلتها الأخيرة.
كما نلاحظ استقراراً كبيراً لهذه الحركة الثانية /a_2/ في بدايتها وهذا خلال خمس صور.

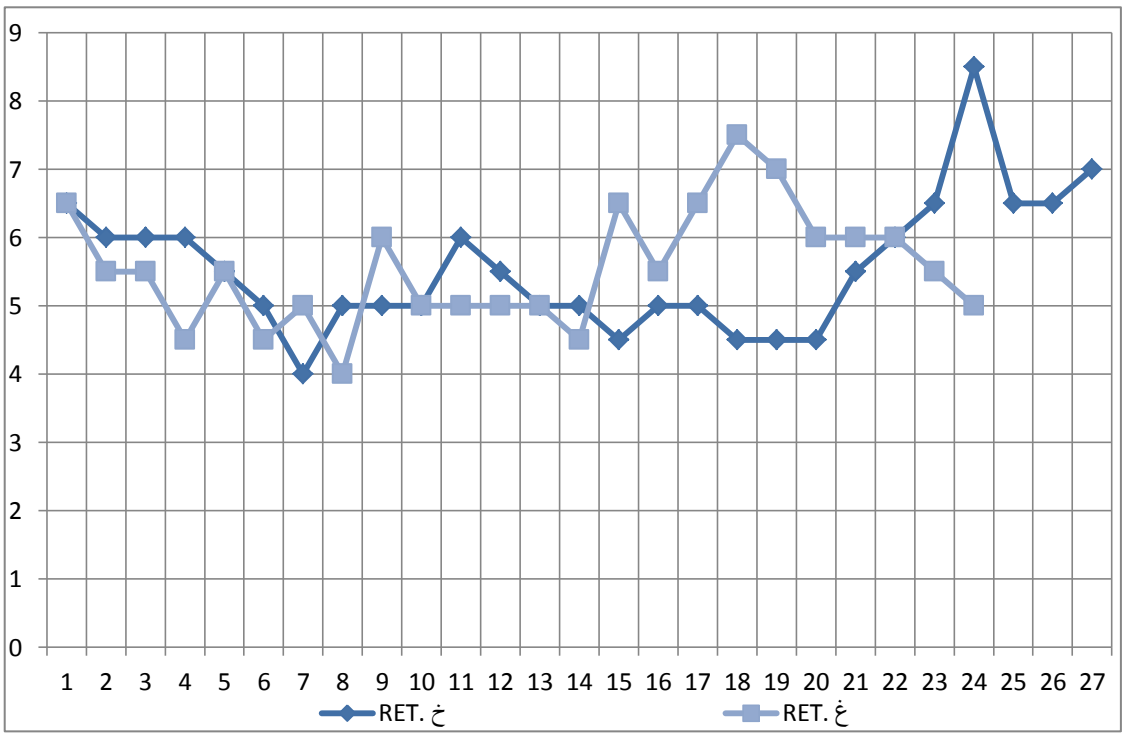
ملاحظة: أشرنا سابقا إلى أن حرف الحاء استغرق أطول مدّة زمنية بالمقارنة مع الحروف الأخرى، وعدد الصور هو 30 صورة حيث استغرق المقطع الثاني منه 23 صورة والتي توزع على التوالي:
3 [h_1] و8 [a_2] و12 [h_3]: فهذا الوقت المستغرق لإحداث الحرف مع الحركة يبيّن ثقل الحرف في النطق والجهد العضلي المبذول وكذلك كمية هواء الزفير المسخرة لإحداث احتكاكٍ مسموعٍ ليُدْرَك هذا الحرف الرخو المهموس والمتشكل على مستوى مخرجه كما أشار إلى هذا سيبويه... "لأنّه لا يحدث بصوت الصدر".

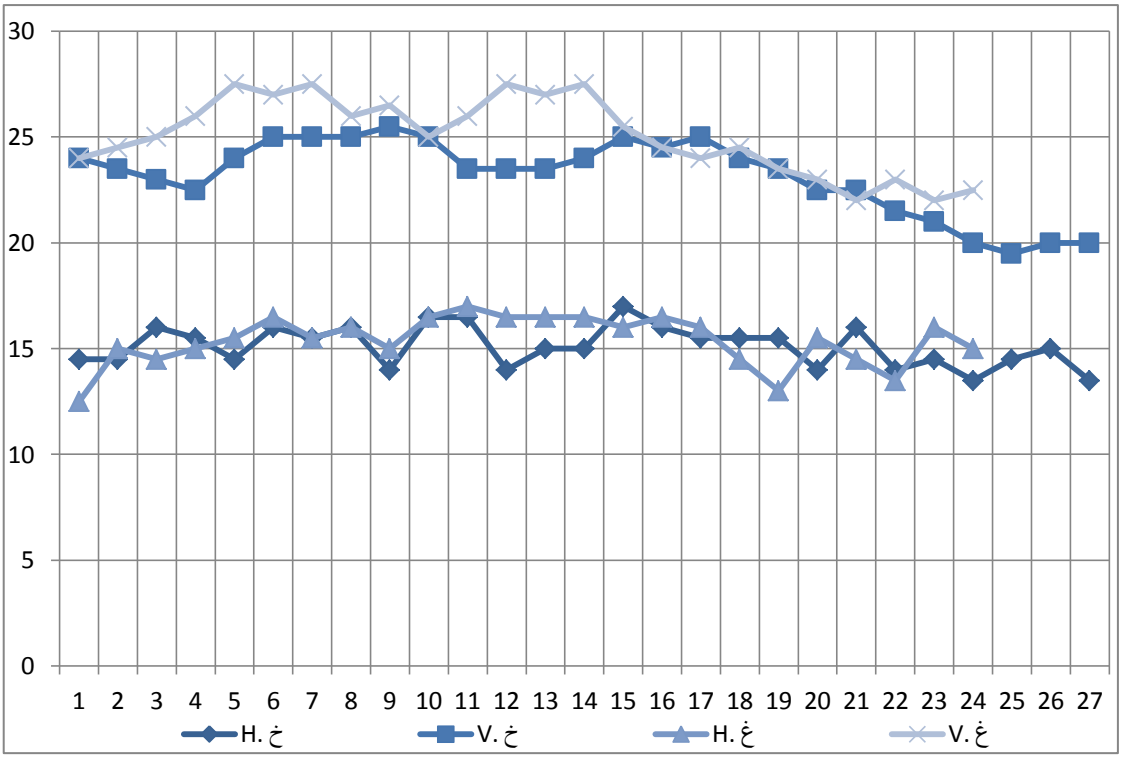
3.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق في سياق الخاء والغين والقاف مع الفتحة

النشاط الحنجري أفقيا وعموديا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني

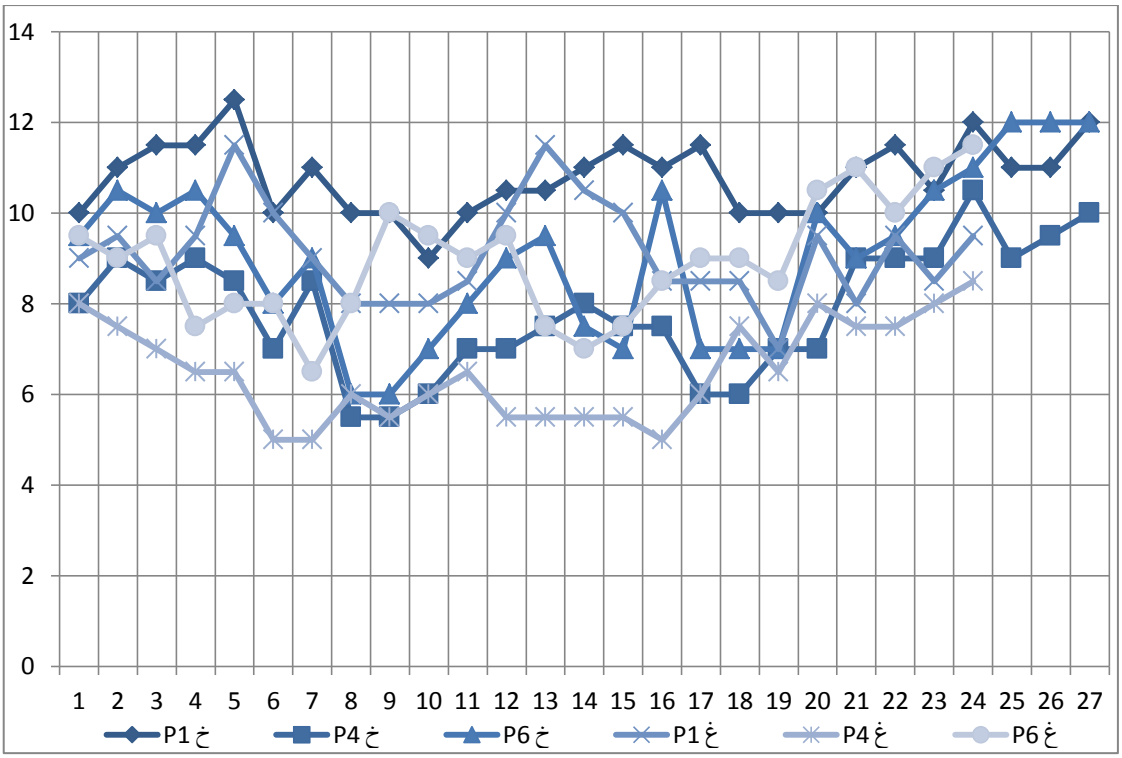


درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)

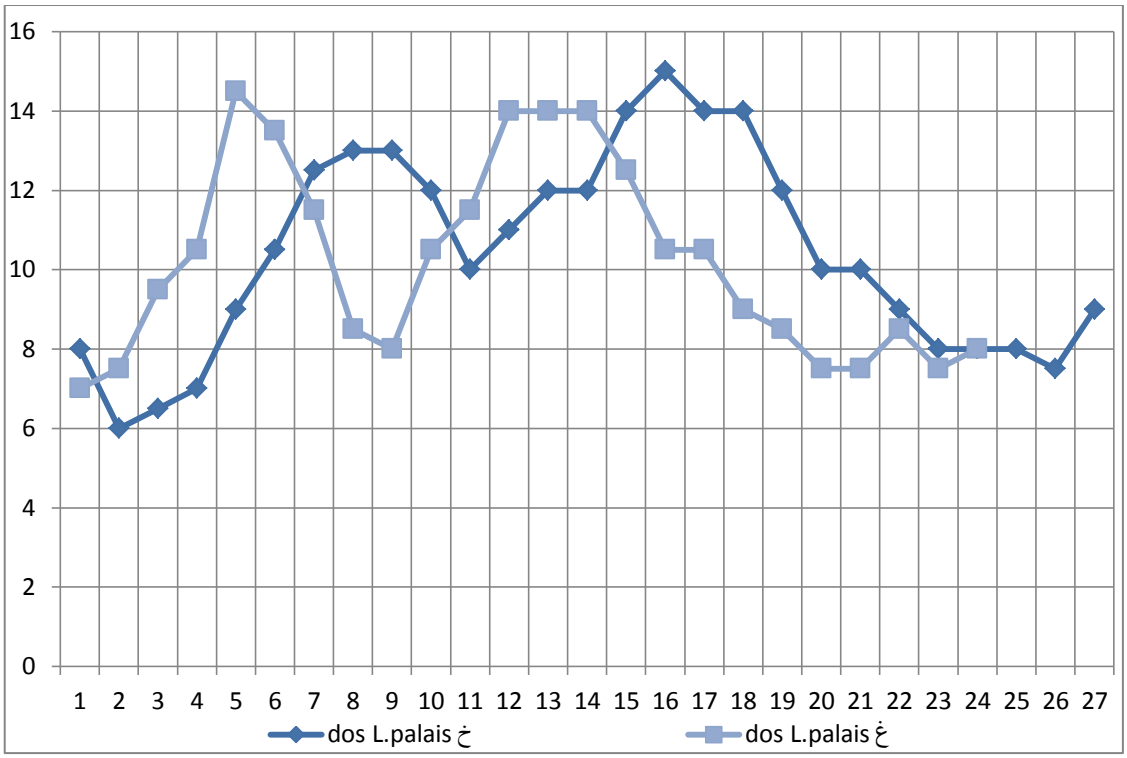




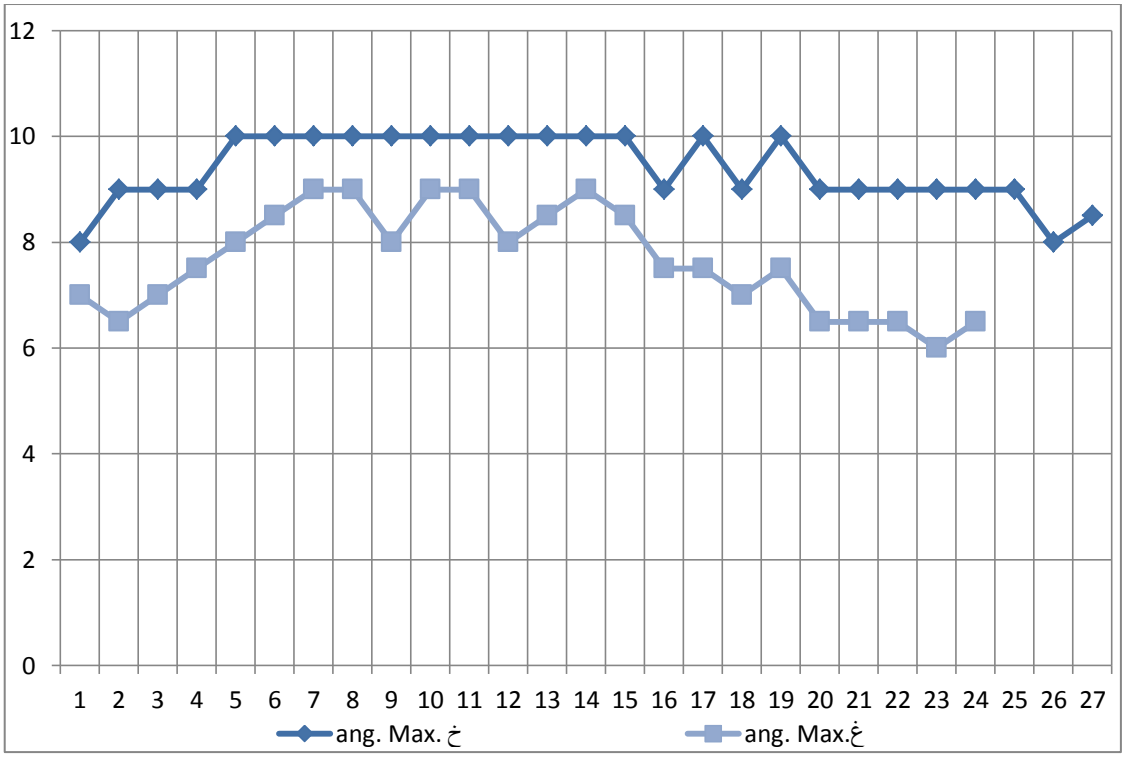
درجة تضيق الحلق في مواقع: أعلى الحلق– وسطه – أسفله



المسافة بين ظهر اللسان والحنك

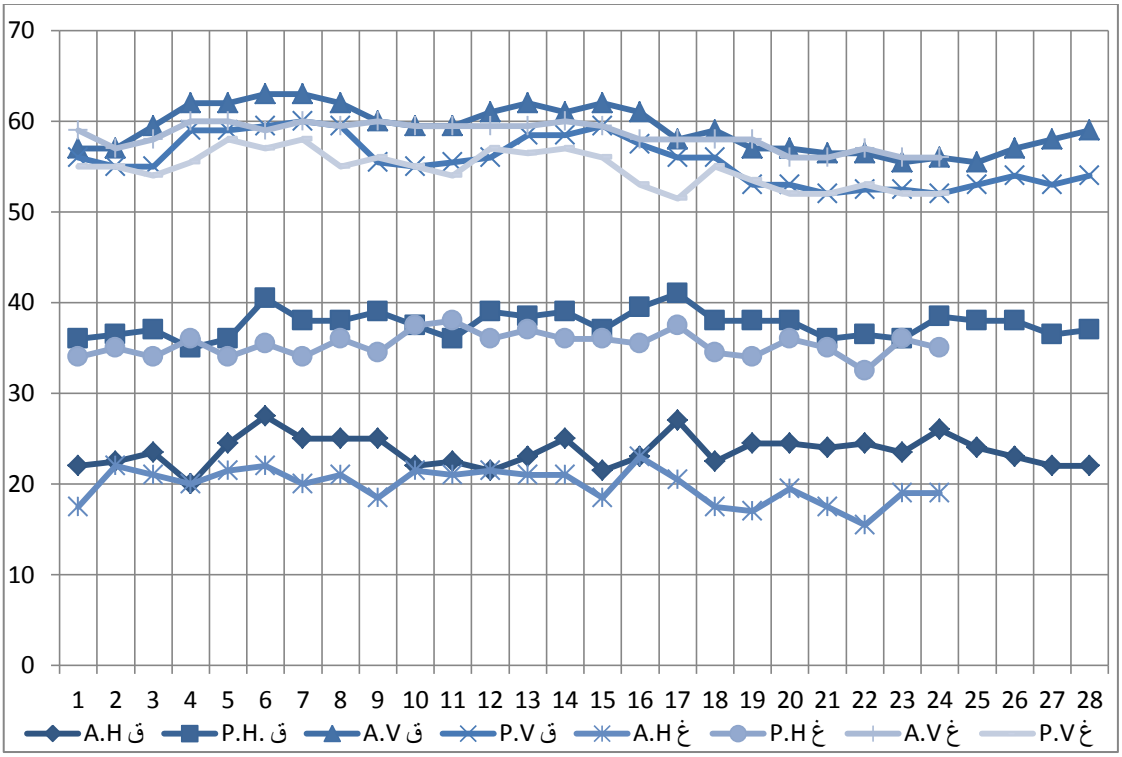


درجة انفتاح الفكين

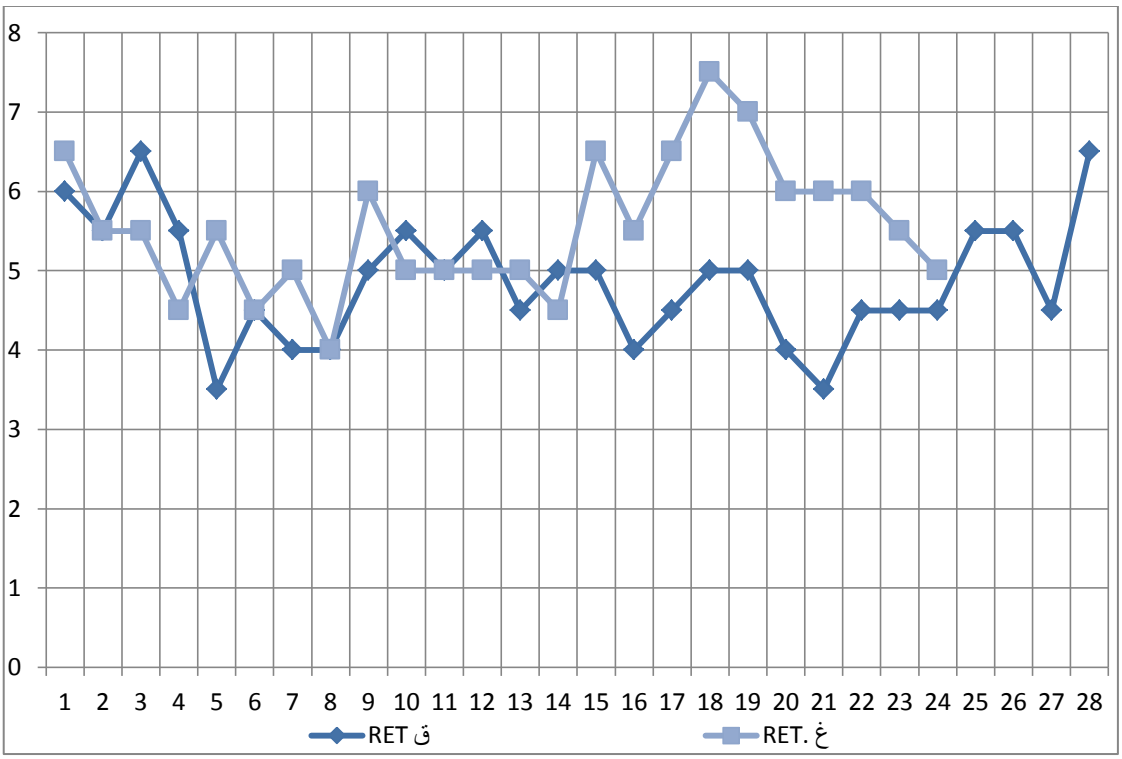


الغين والقاف

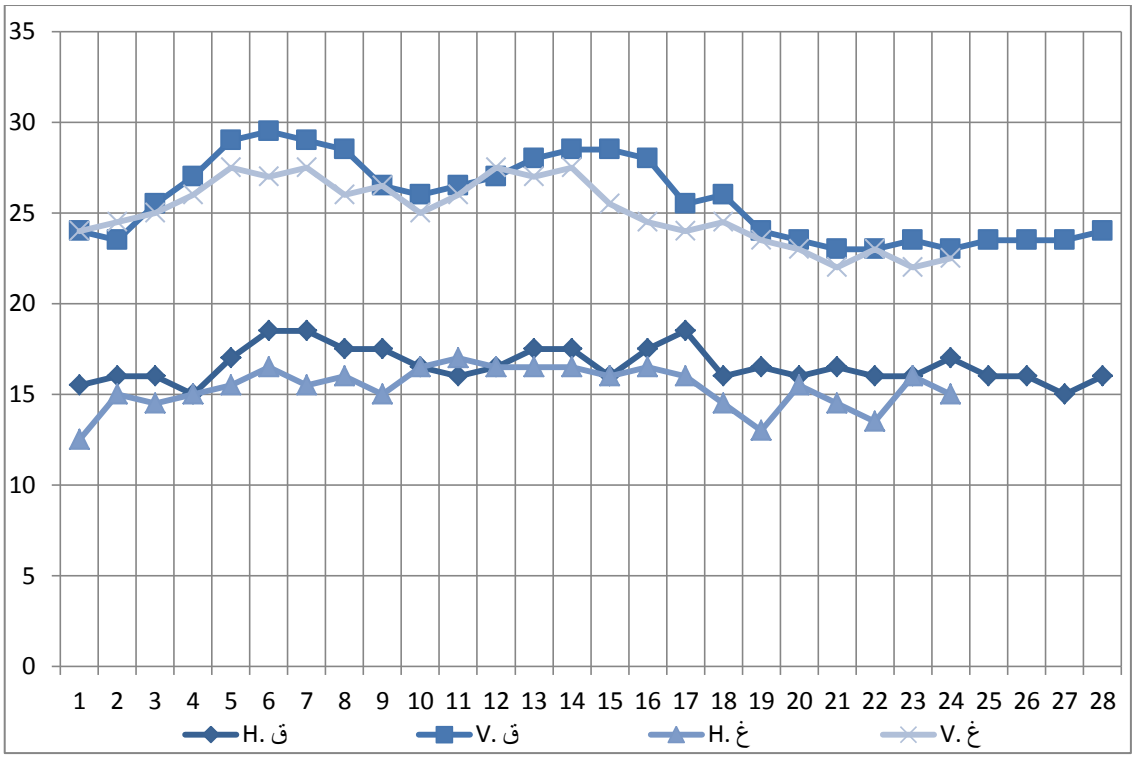
النشاط الحنجري أفقيا وعموديا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



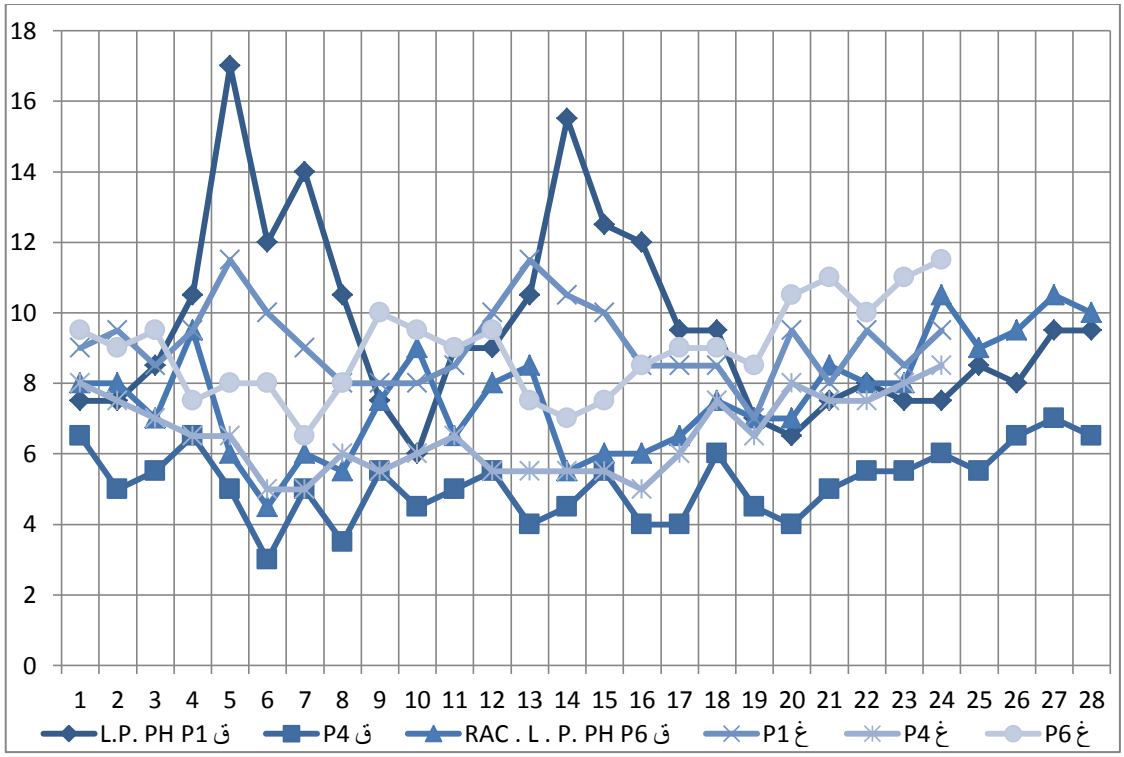
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



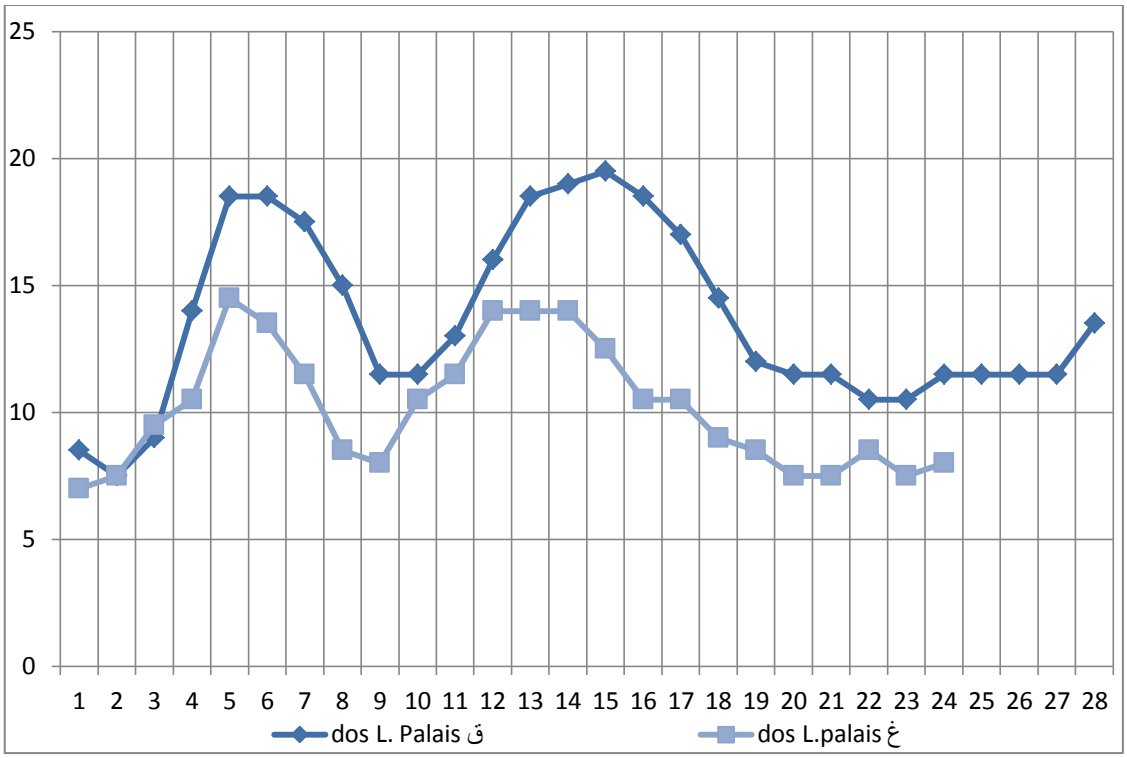
نشاط العظم اللامي أفقيا وعموديا



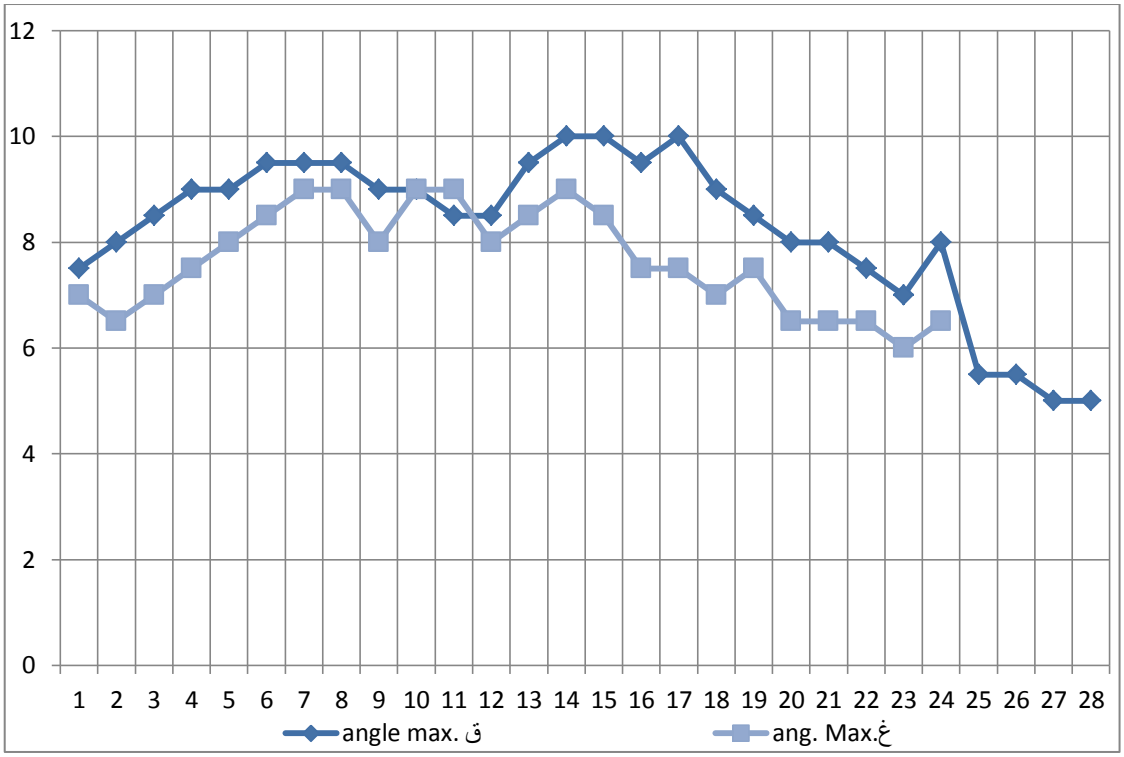
درجة تضيق الحلق في مواقع: أعلى الحلق– وسطه – أسفله



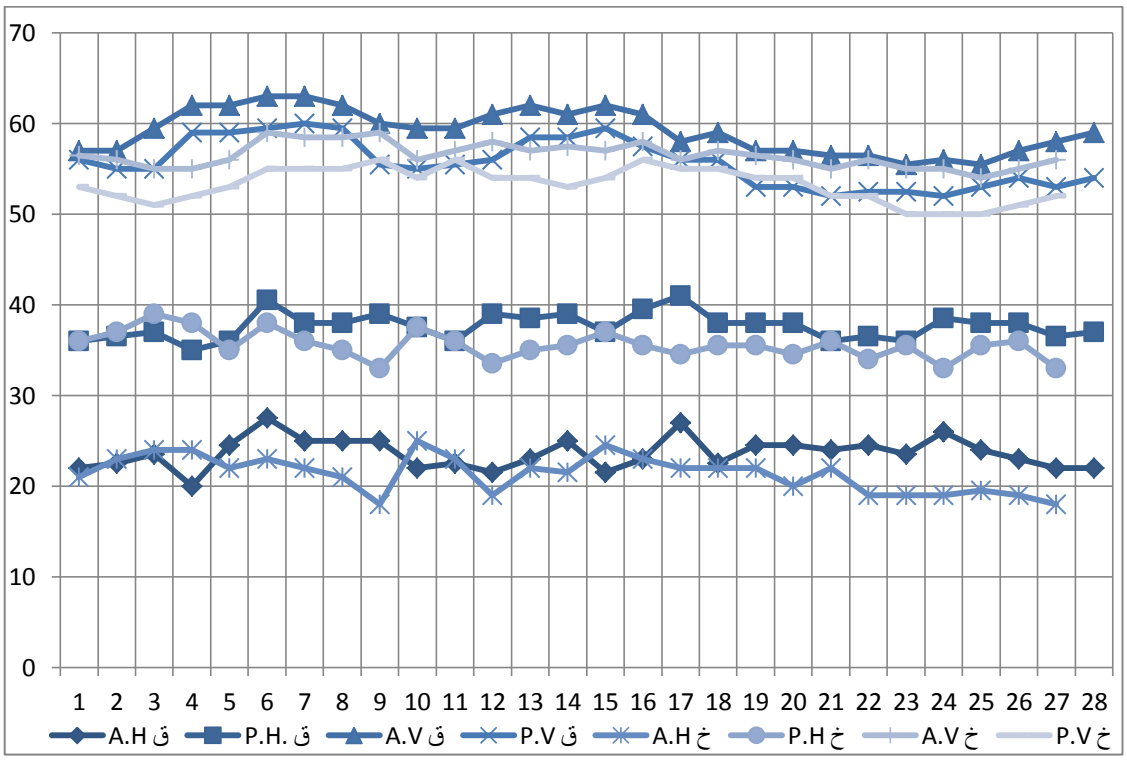
المسافة بين ظهر اللسان والحنك



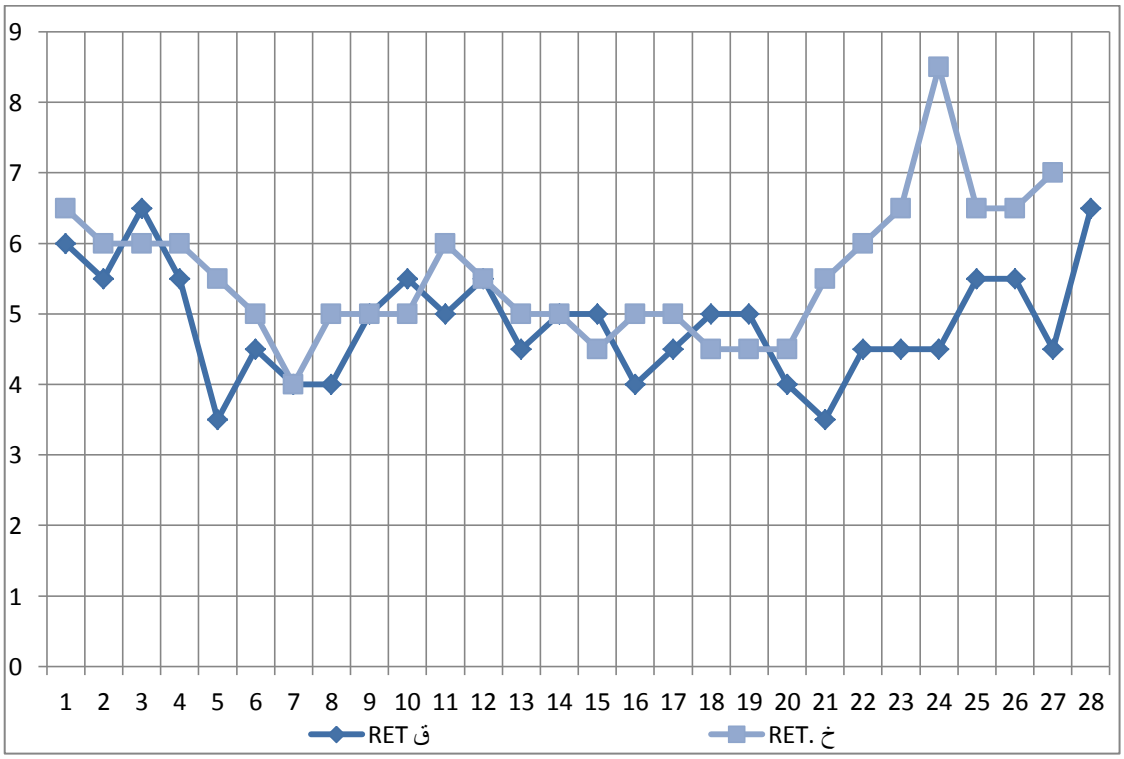
درجة انفتاح الفكين



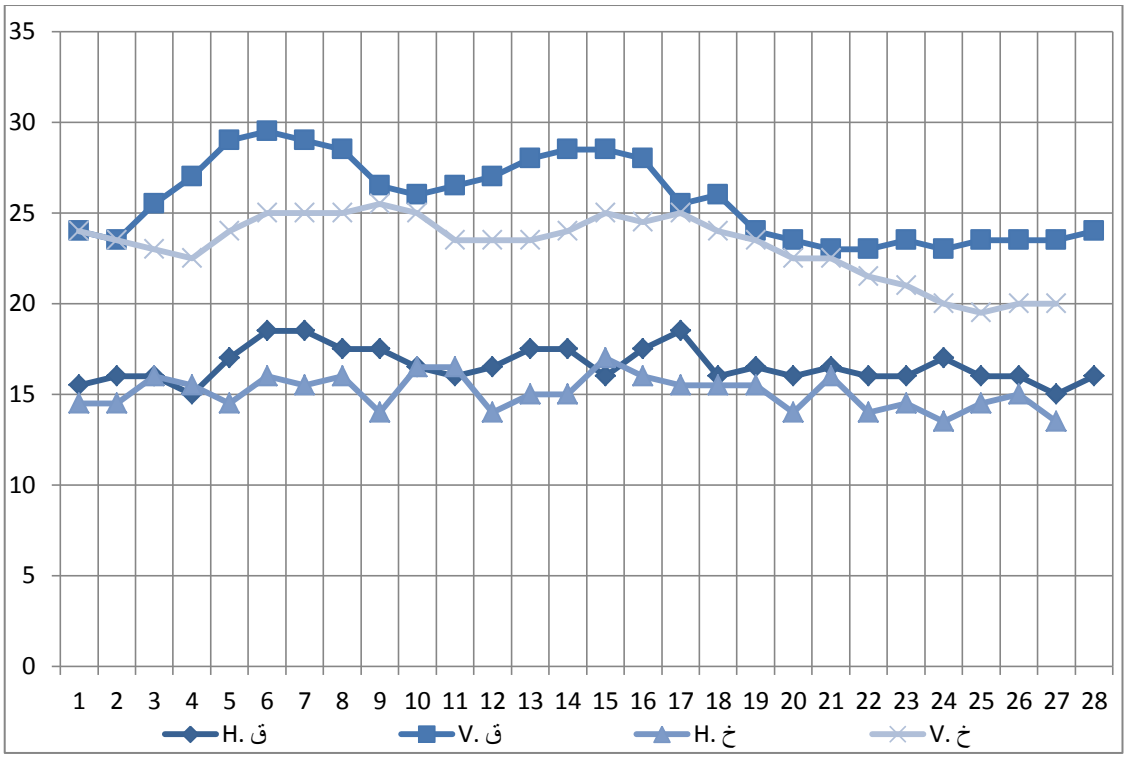
الخاء (خ) والقاف (ق)



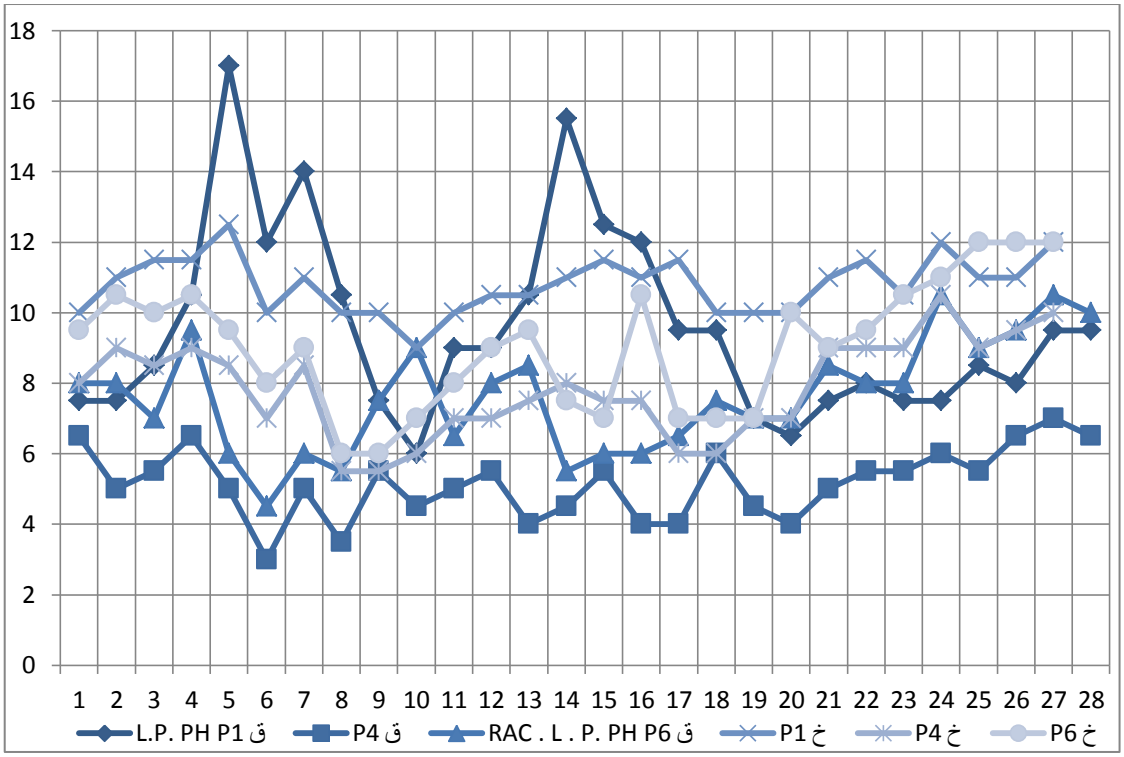
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



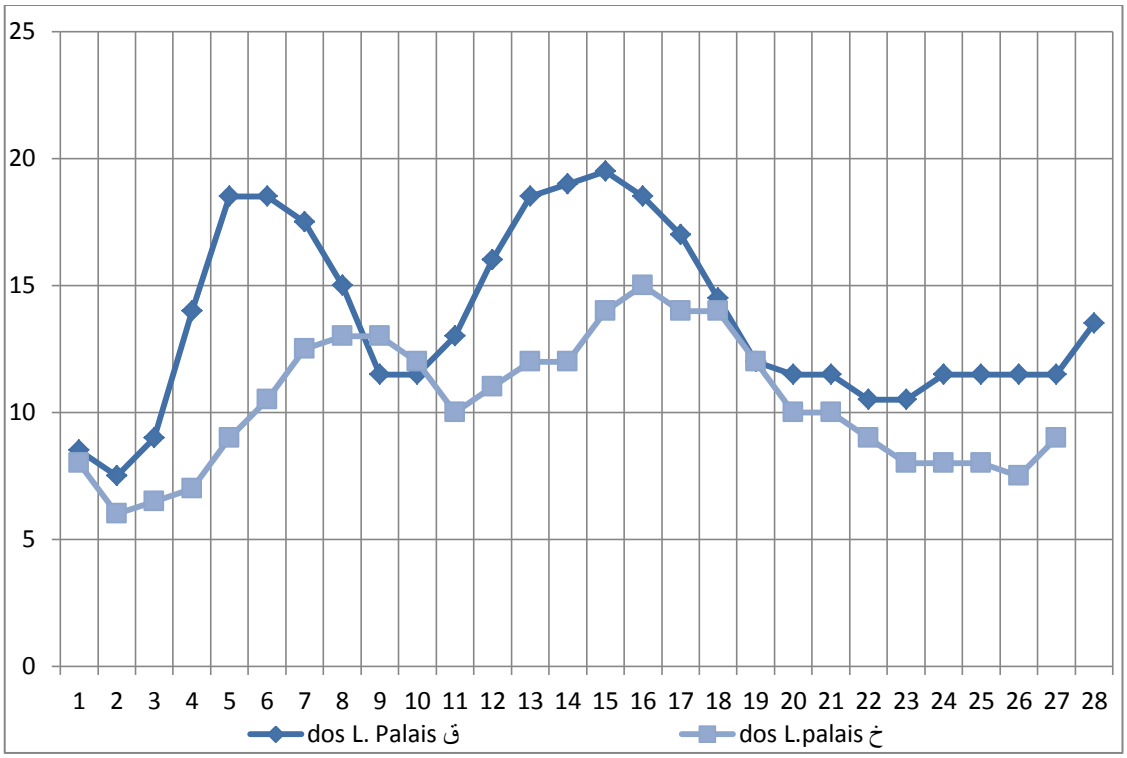
نشاط العظم اللامي أفقيا وعموديا



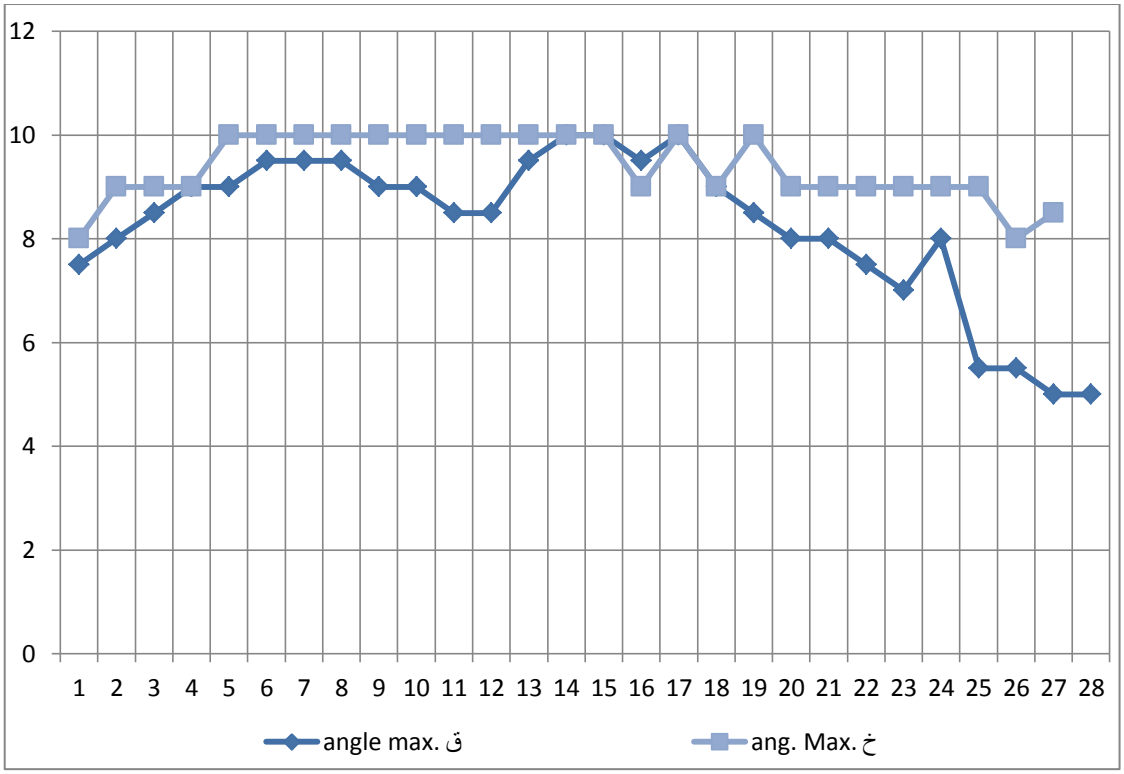
درجة تضيق الحلق في مواقع: أعلى الحلق– وسطه – أسفله



المسافة بين ظهر اللسان والحنك

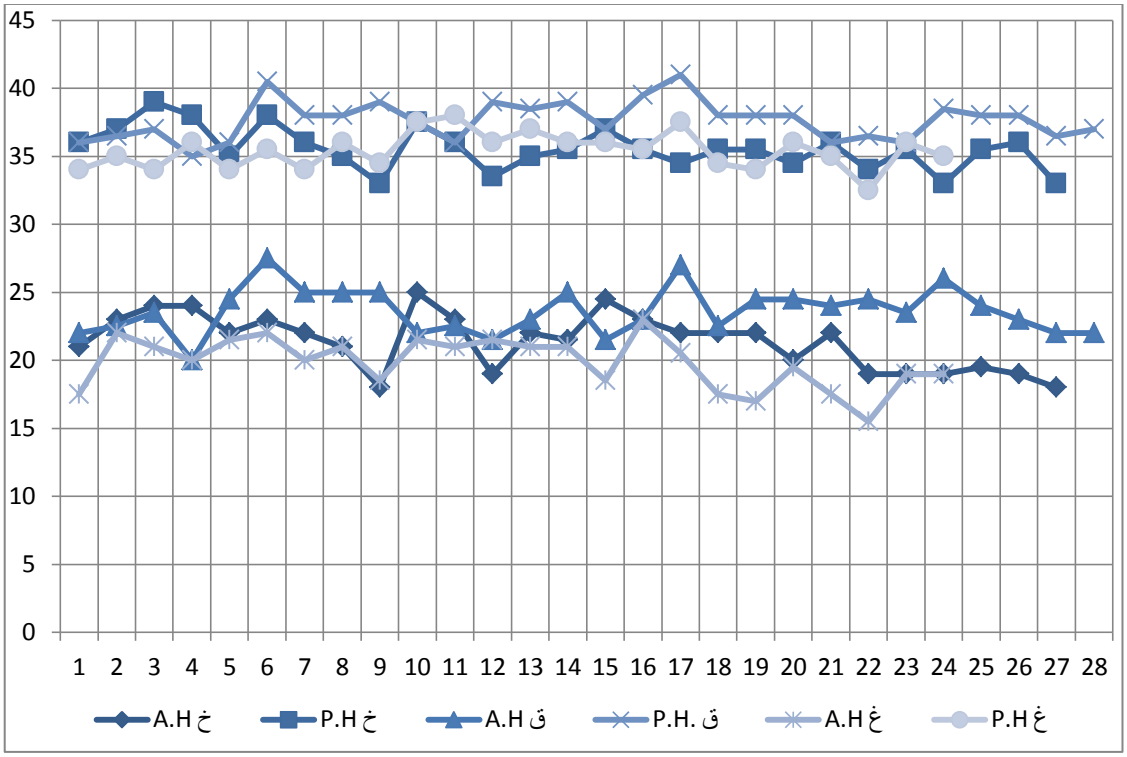


درجة انفتاح الفكين

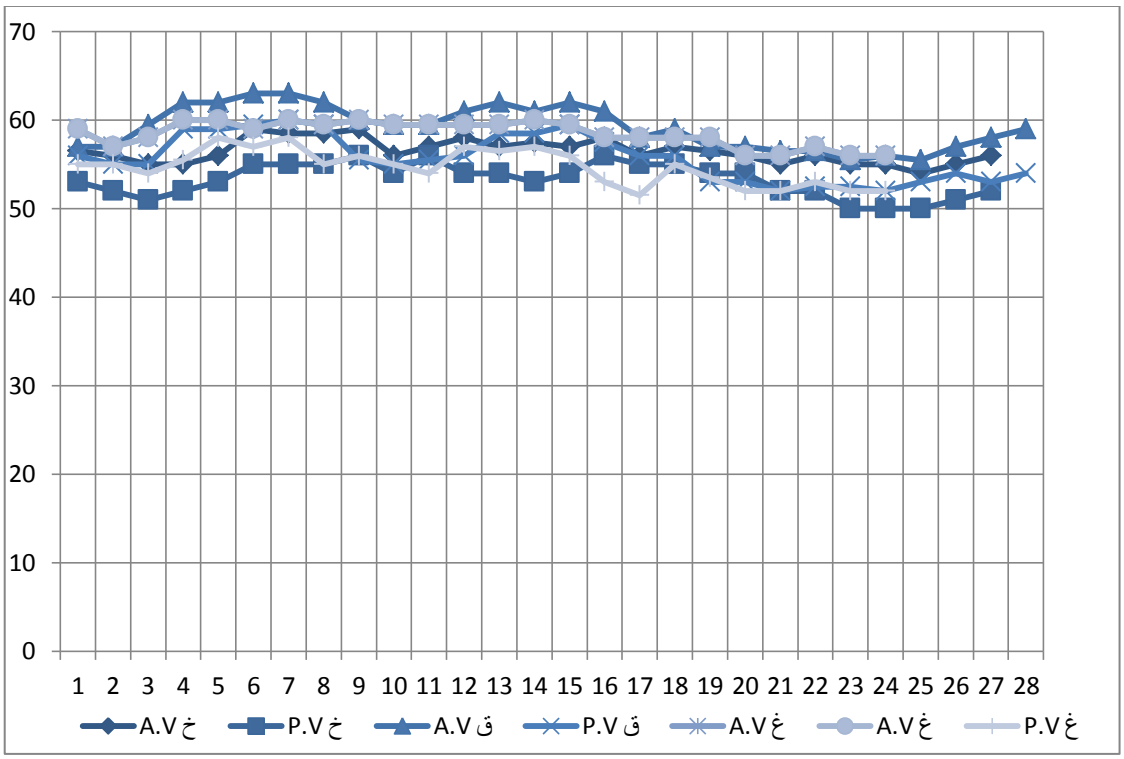


الخاء (خ) والغين (غ) والقاف (ق)

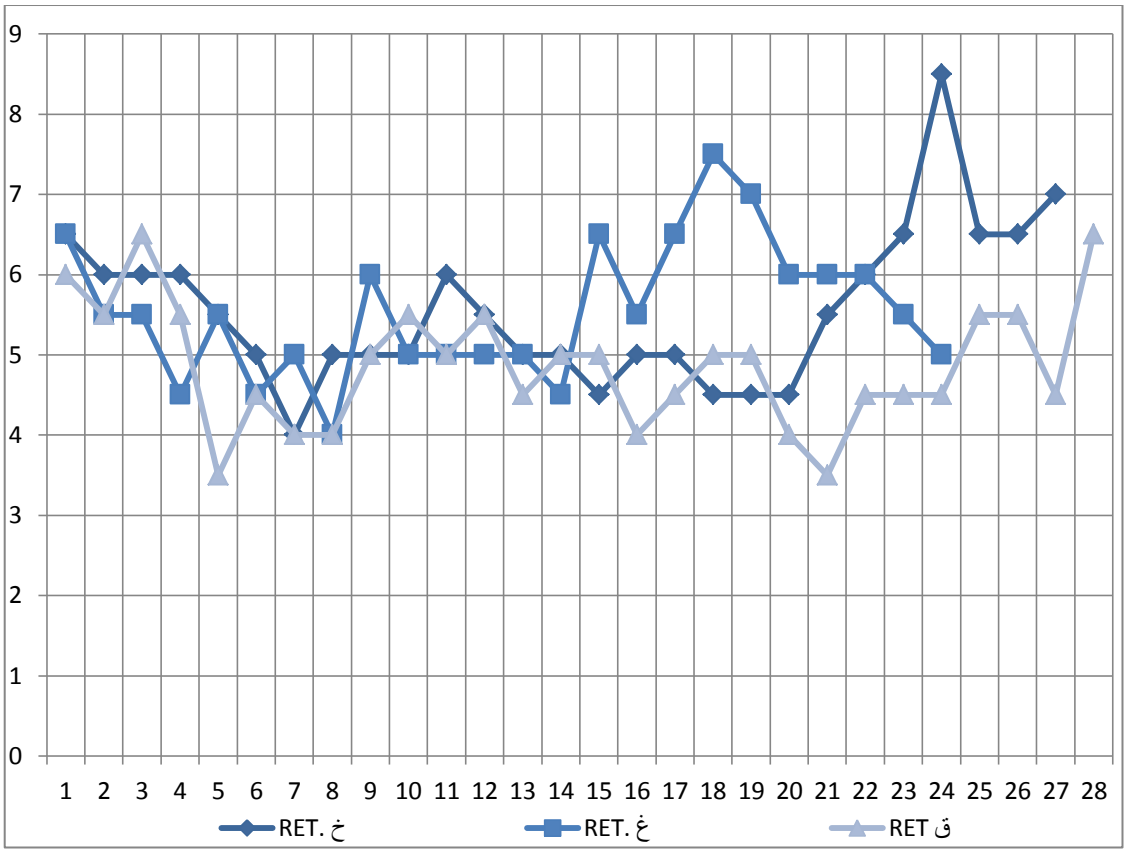
النشاط الحنجري أفقيا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



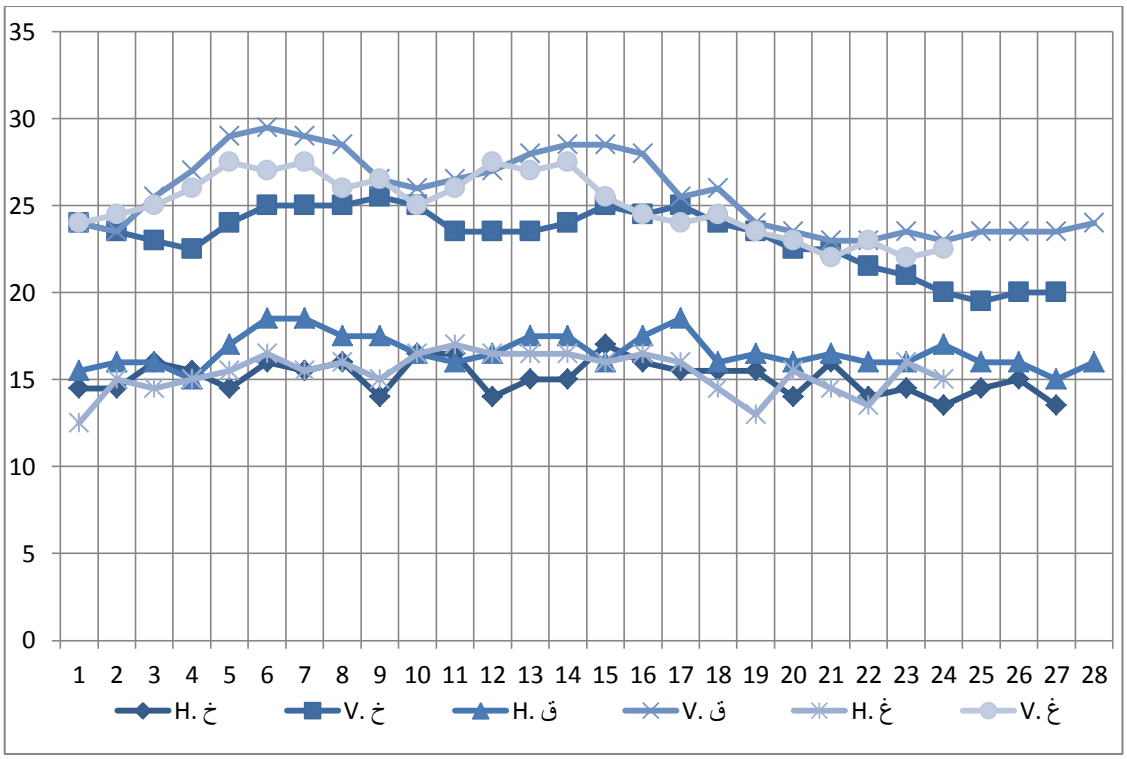
النشاط الحنجري عموديا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



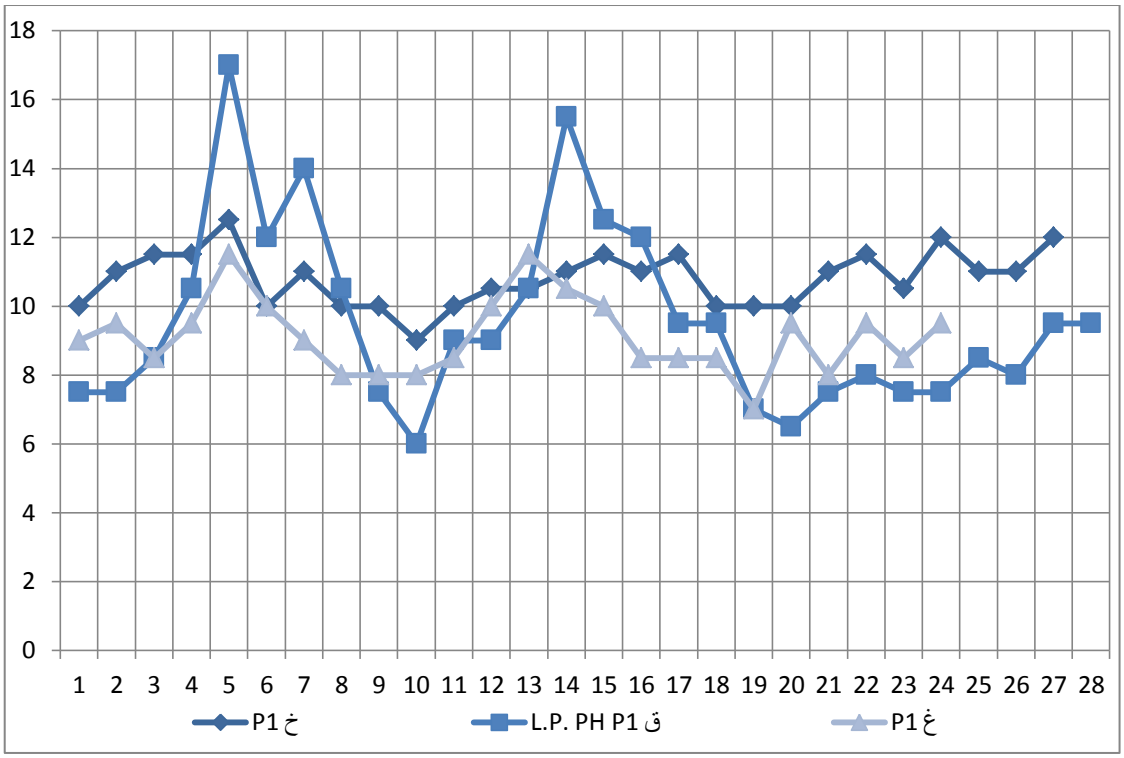
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



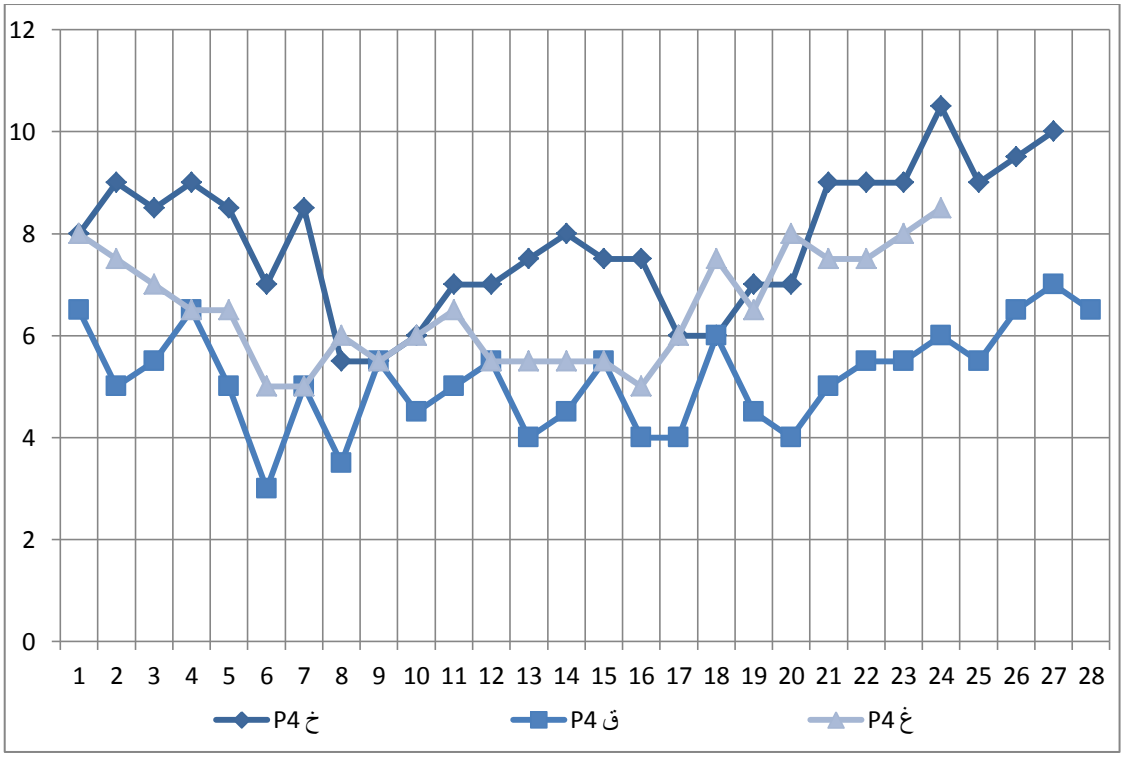
حركات العظم اللامي افقيا وعموديا



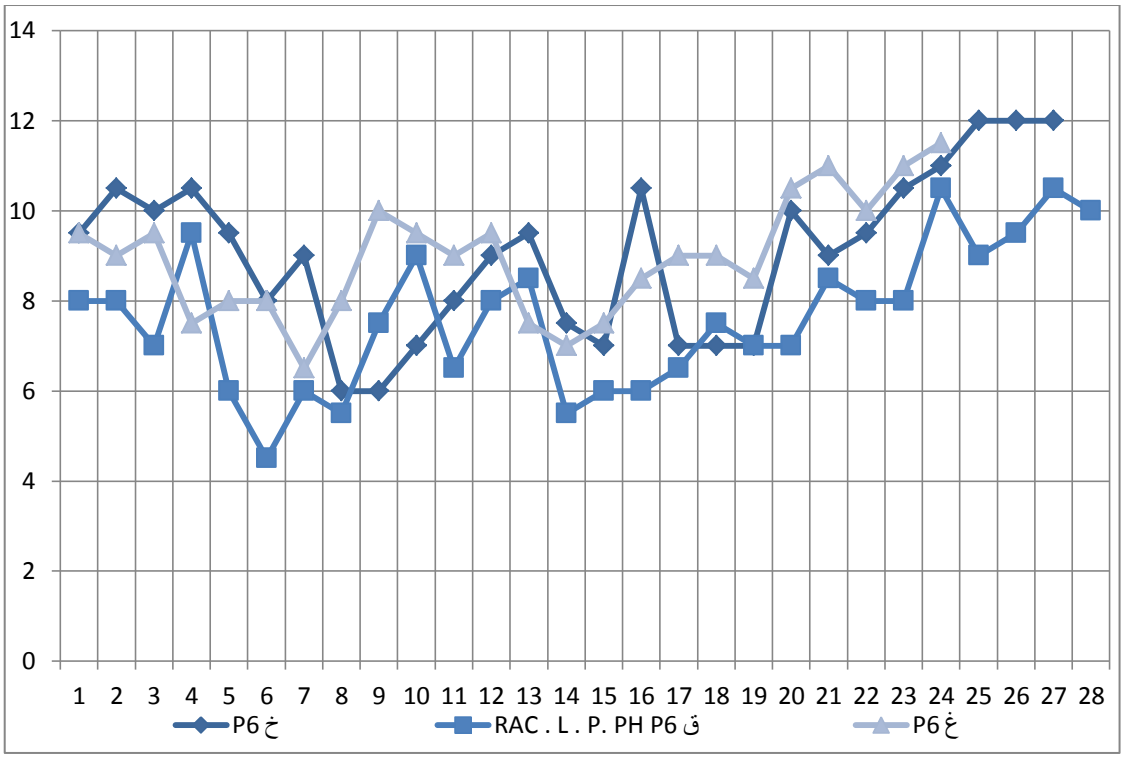
حركة أقصى ظهر اللسان على مستوى أدنى الحلق (تحت اللهاة)



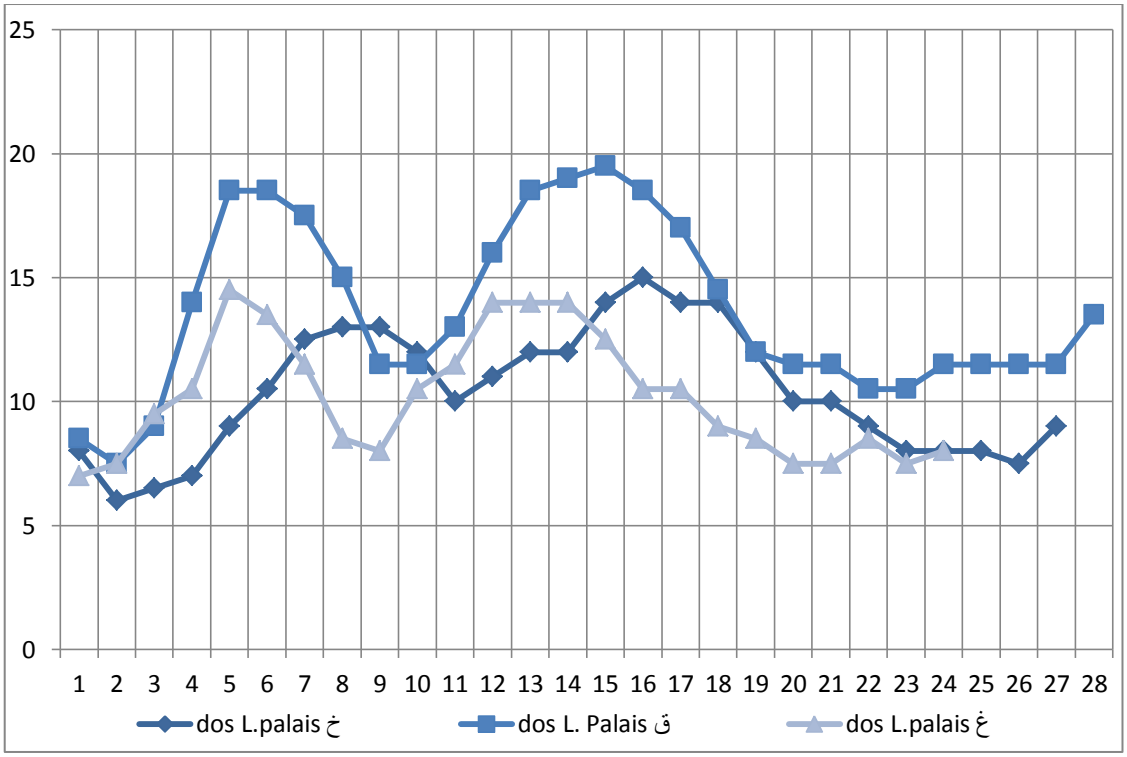
درجة تضيق الحلق في موقع وسط الحلق



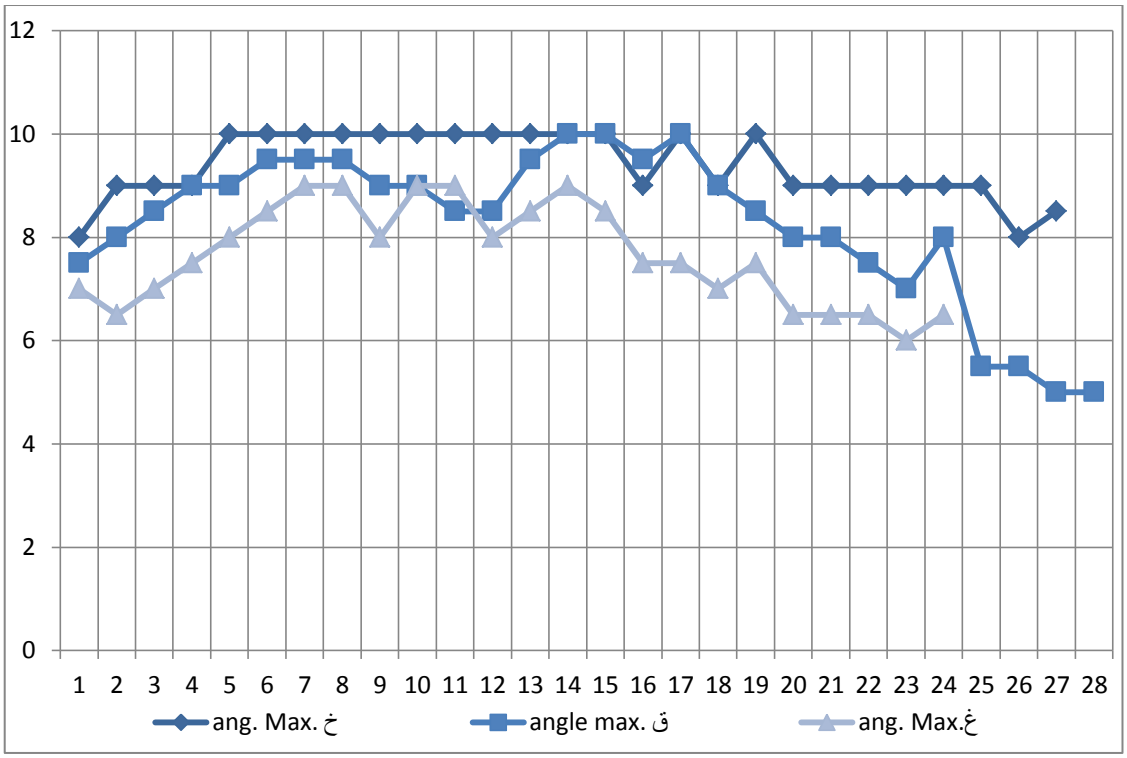
درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق



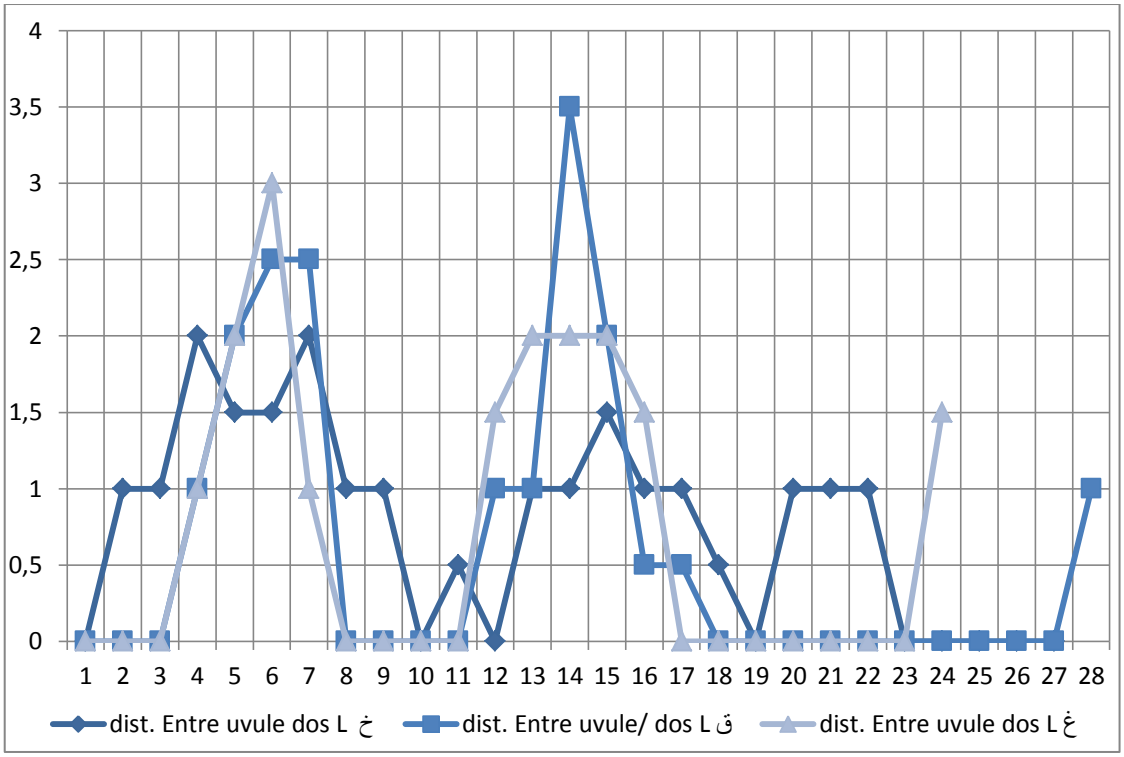
المسافة بين ظهر اللسان والحنك



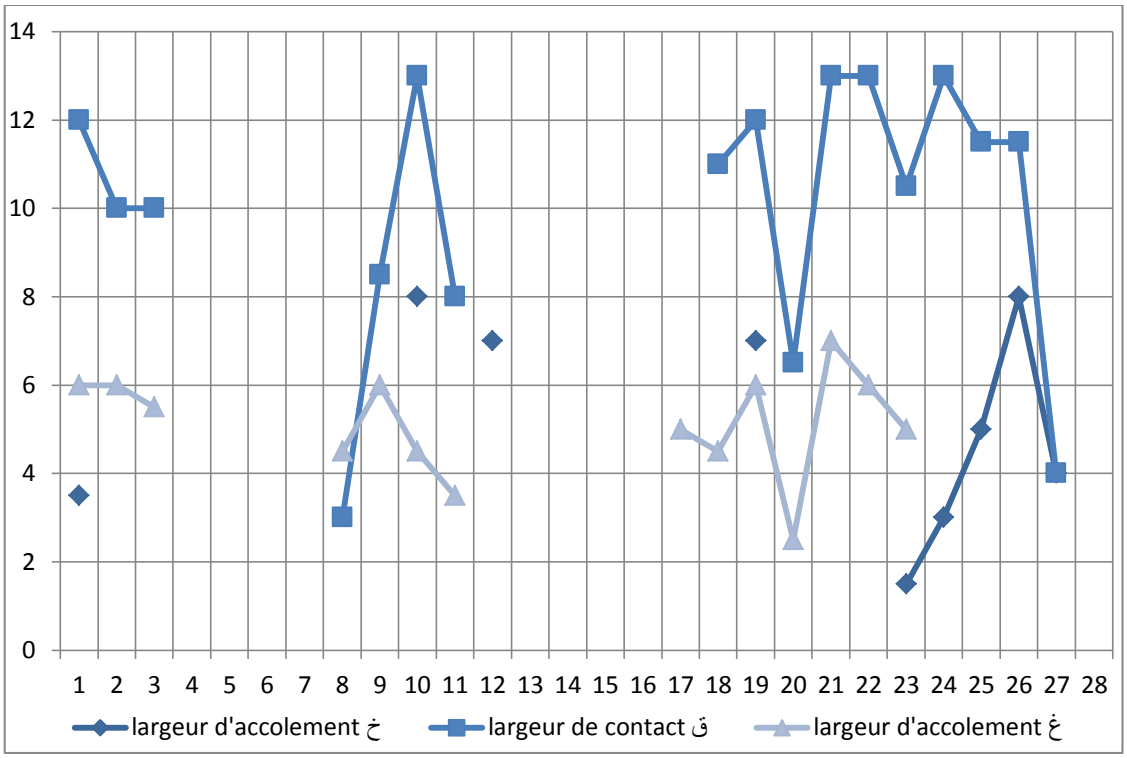
درجة انفتاح الفكين



المسافة بين ظهر اللسان واللهاة

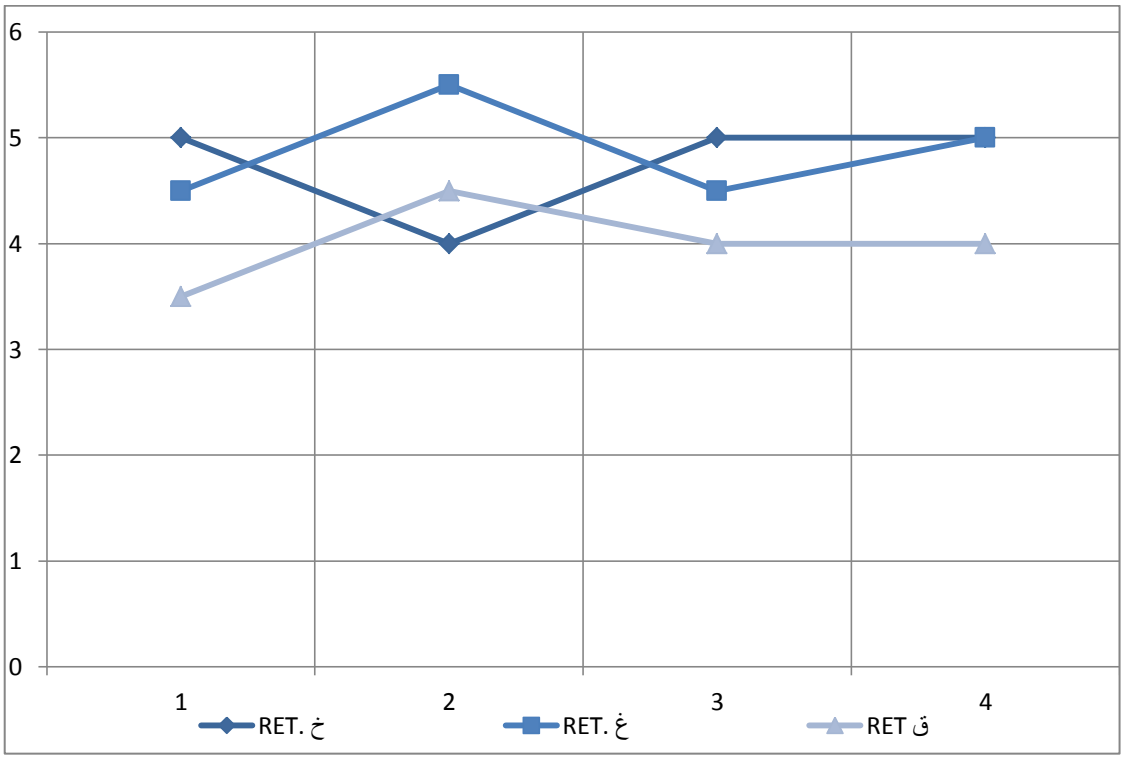


مسافة الانطباق الكلي للسان مع اللهاة

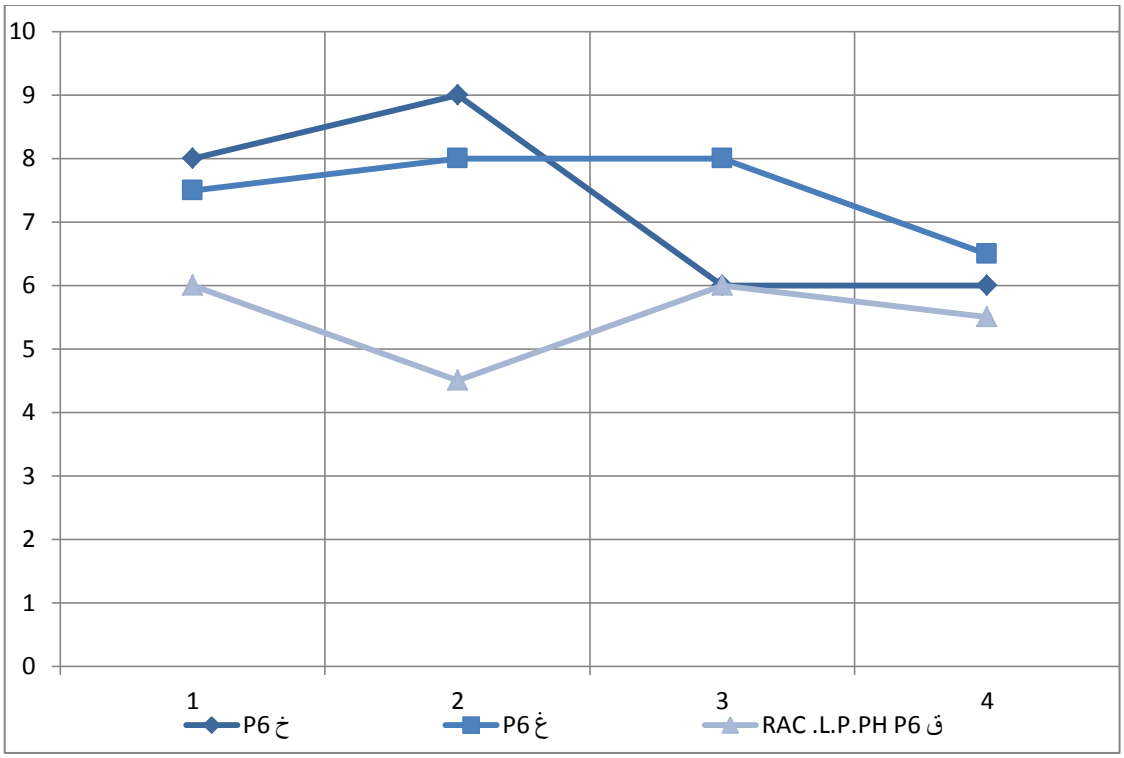


الحركات

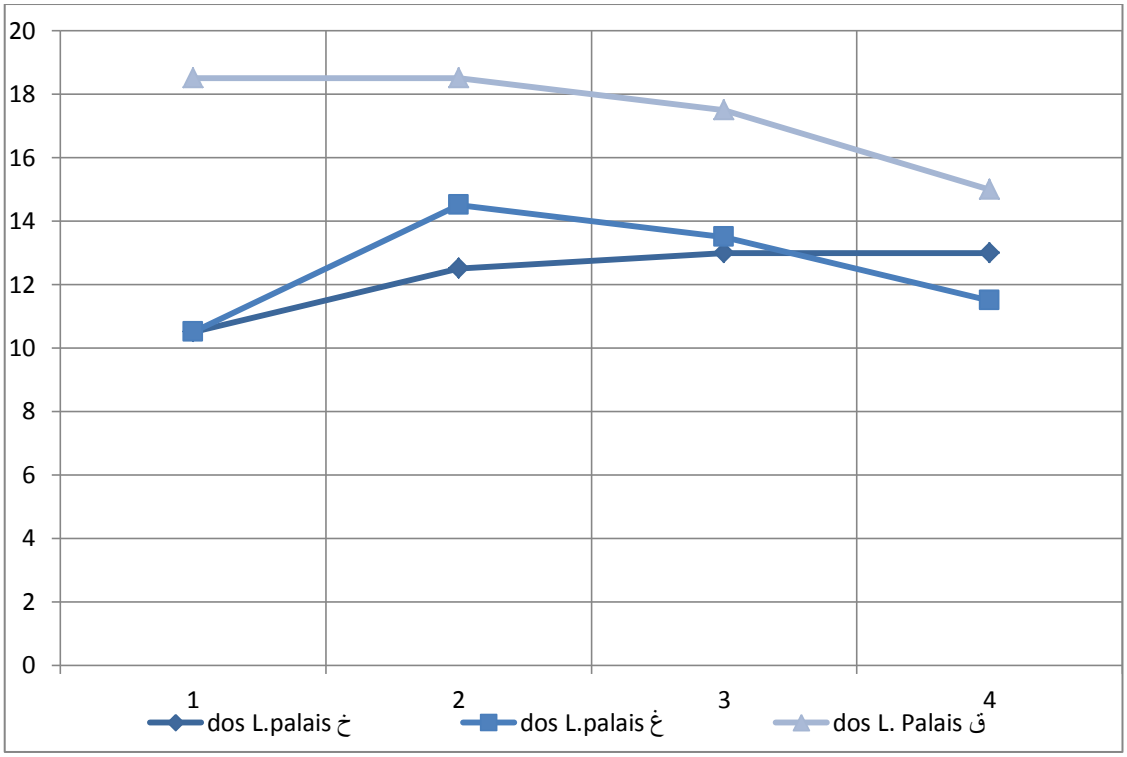
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار):a1



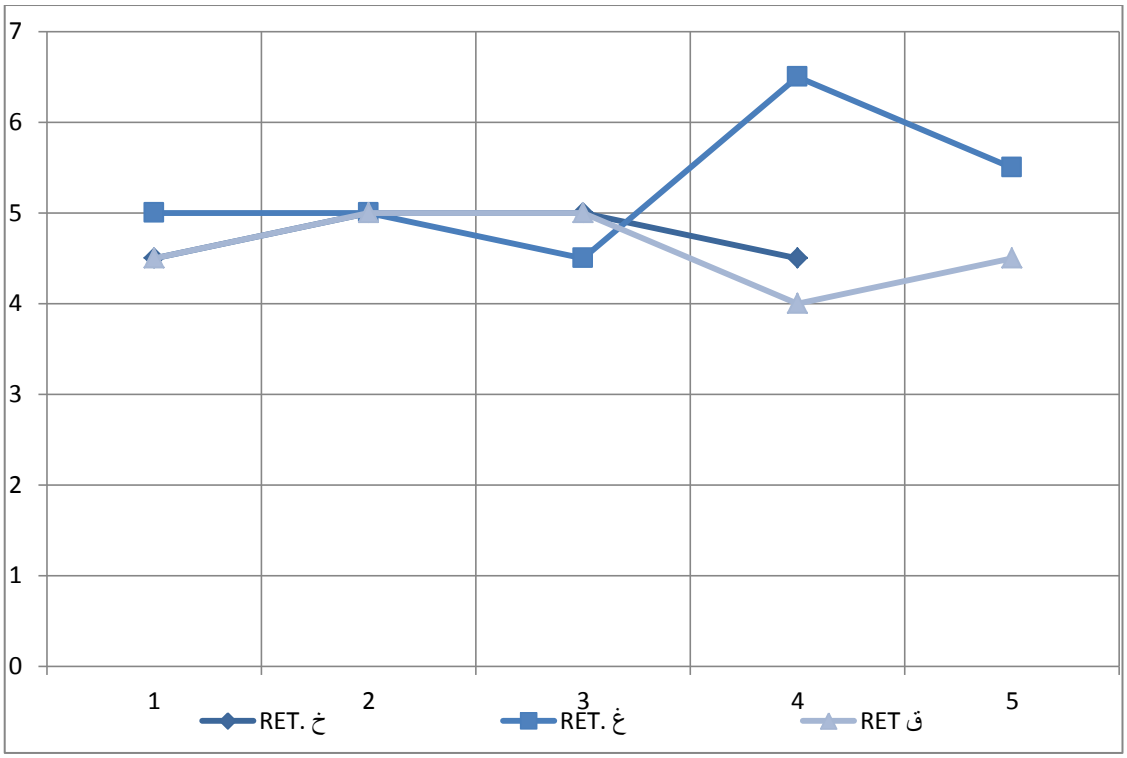
درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق:a1



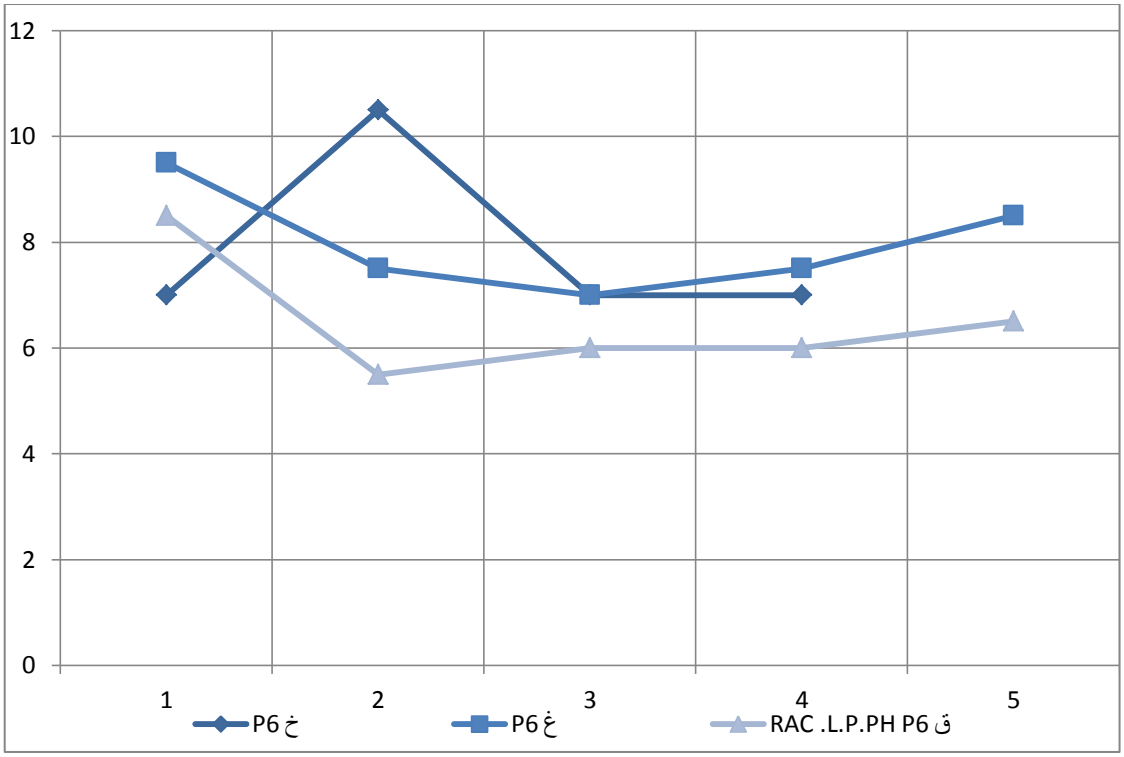
المسافة بين ظهر اللسان والحنك:a1



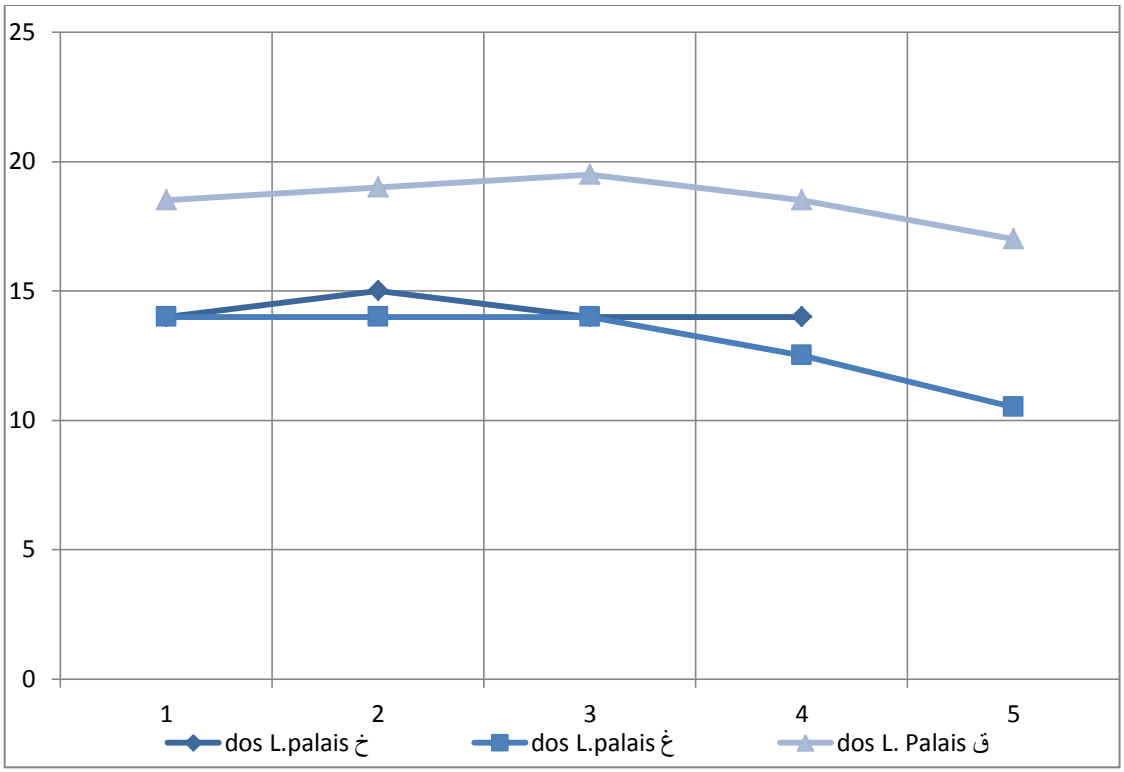
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار):a2



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق: a2



المسافة بين ظهر اللسان والحنك:a2



وصف حركة الفتحة في سياق القاف:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 4 (من 28 إلى31).

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 5 (من 36 إلى 40).

تتميّز الفتحة الأولى بانغلاقٍ على مستوى مدخل الحنجرة، فالقيمة الأولى 3.5 مم اتساعا بين شبه الوترين الصوتيين. وتنفتح إلى 5 مم في الصورة الثانية ثم 4 مم في الصورتين الأخيرتين.

أما الفتحة الثانية فاتساع المدخل يتغيّر بالقيم التالية: 4.5 مم و 5.5 مم في اللَّحْظَة الموالية ثم 5مم و4 مم وأخيراً 4.5 مم. فالفرق هو 1مم في الصورة الأولى و 0.5 مم في الصورة الموالية و 1 مم في الصورة الثالثة ونفس القيمة في الصورة الأخيرة.

يتسع الحلق في أسفله بين العكدة والجدار الخلفي للحلق بمقدار 6 مم للفتحة الأولى /a_1/ و 8.5مم للفتحة الثانية /a_2/. ونسجل في الصورة الثانية للفتحة الأولى /a_1/ 4.5 مم ثم 6 مم في الصورة الموالية وأخيرا 6 مم في الصورة الأخيرة للفتحة /a_1/.

أما الفتحة الثانية /a_2/ فينتقل القطر من 8.5 مم إلى 5.5 مم في الصورة الثانية ثم 6 مم مدّة صورتين (الثالثة والرابعة) وفي الصورة الأخيرة لِـ /a_2/ ينفتح بمقدار 6.5 مم.

على مستوى تجويف الفم، تنطلق الفتحتان من نفس الوضعية للسان حيث يبتعد عن الحنك الصلب وينزل بمقدار 18.5 مم. تستقر الفتحة الأولى على نفس الوضعية في صورتها الثانية (18.5 مم) ثم يصعد ظهر اللسان إلى 17.5 مم في الصورة الثالثة ويصل في الصورة الأخيرة إلى 15 مم.

أما الفتحة الثانية /a_2/ فنسجل لها 19ممفي صورتها الثانية و 19.5 مم في الصورة الثالثة و 18.5 مم في الصورة الرابعة وتنتهي بـِ 17 مم في آخر صورة لها.

نلاحظ من خلال هذا النشاط العضوي لجهاز النطق أن فتحة القاف الأولى تختلف عن الفتحة الثانية؛ ونذكر أن للصيغة الصوتية مقطعان: المقطع الأول (ق + فتحة)، والمقطع الثاني (ق+ فتحة + ق) والنير جاء على العموم، على المقطع الثاني.

ففتحة المقطع الثاني /a_2/ لها أكثر ارتكازاً وأكثر بُروزاً وجاءت بانفتاح أكثر على مستوى المدخل الحنجري وباتساع أكبر في أسفل الحلق وبانفتاح أكثر لتجويف الفم...

وصف حركة الفتحة في سياق الغين:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 4 (من 23 إلى 26).

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 5 (من 31 إلى 35).

نلاحظ على مستوى الحنجرة حركة انفتاح ثم انغلاقٍ للفتحة الأولى والعكس للفتحة الثانية أي انغلاق ثم انفتاح. والقيم هي كالتالي: 4.5 مم للفتحة /a_1/ ثم 5.5 مم في الصورة الثانية لها ثم 4.5 مم وأخيرا 5 مم.

بينما تستقر الفتحة الثانية على 5 مم في الصورتين الأوليتين ثم ينغلق المدخل إلى 4.5 مم و ينفتح في الصورة الموالية (الرابعة) بمقدار 6.5 مم و تنتهي هذه الفتحة الثانية بقيمة 5.5مم. في الحلق بين العكدة والجدار الخلفي للحلق تتميّز الفتحتان عن بعضهما البعض في الحركة الفيزيولوجية التي نصفها كما يلي:

الفتحة الأولى /a_1/ تنطلق من 7.5 مم و يتسع الحلق إلى 8 مم في الصورتين الثانية والثالثة ثم ينغلق بـِ 6.5 مم لآخر صورة للفتحة الأولى /a_1/.

تنطلق الفتحة الثانية /a_2/ من اتساع كبير يقدر بـِ 9.5 مم ثم ينغلق إلى 7.5 مم في الصورة الموالية وإلى 7 مم في الصورة الثالثة وينفتح إلى 7.5 مم وأخيراً 8.5 مم في الصورة الأخيرة للفتحة /a_2/.

على مستوى الفم، ينزل اللسان من 10.5 مم إلى 14.5 مم في الصورة الثانية ثم 13.5 مم وأخيرا 11.5 مم في الصورة الأخيرة.

ويستقر اللسان للفتحة الثانية /a_2/ ويحتفظ بنفس الوضعية مدّة ثلاث صور متتالية على بعد 14 مم من الحنك الصلب. وفي الصورة الرابعة يصعد إلى 12.5 مم و 10.5 مم في صورتها الأخيرة.

فنلاحظ أكثر استقرارا للفتحة الثانية /a_2/ في الفم. وكذلك انغلاق ثم انفتاح في الحنجرة وفي الحلق نسجل لها انفتاحا ثم انغلاق وانفتاحا معيَّناً.

لقد ظهر هذا النشاط العضوي في قيَّم البانية الأولى والبانية الثانية لهاتين الحركتين واختلفت القيم باختلاف درجة الانفتاح والانغلاق للحلق والفم.

وصف حركة الفتحة في سياق الخاء:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 4 (من 22 إلى 25).

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 4 (من 31 إلى 34).

تتحقق الفتحة الأولى /a_1/ بانغلاق على مستوى مدخل الحنجرة في موضع الوترين العلويين (شبه الوترين الصوتيين)، والقيم هي كالتالي في الصورة الأولى ينفتح بـِ 5 مم ثم ينغلق بمليمتر واحد و نسجل 4 مم في الصورة الثانية و 5 مم في الصورة الثالثة و تستقر على 5 مم في الصورة الأخيرة.

بينما الفتحة /a_2/ تنطلق باتساع 4.5 مم و ينفتح إلى 5 مم خلال صورتين متتاليتين (الثانية والثالثة) وينغلق إلى 4.5 مم في الصورة الأخيرة.

نلاحظ في الحلق انفتاحا للفتحة الثانية والقيم هي:

للفتحة الأولى/a_1/ 8 مم في صورتها الأولى ثم 9 مم و6 مم للصورتين الأخيرتين (الثالثة والرابعة).

للفتحة الثانية /a_2/ انغلاق إلى 7 مم ثم انفتاح كبير إلى 10.5 مم في الصورة الثانية؛ والثالثة والرابعة نسجل 7 مم.

فنلاحظ استقرارا للفتحتين خلال الصورتين الأخيرتين ولِكُلٍّ قيمها.

أما في الفم فالانفتاح الكبير للفتحة الثانية /a_2/ ووضعية اللسان كالتالي:

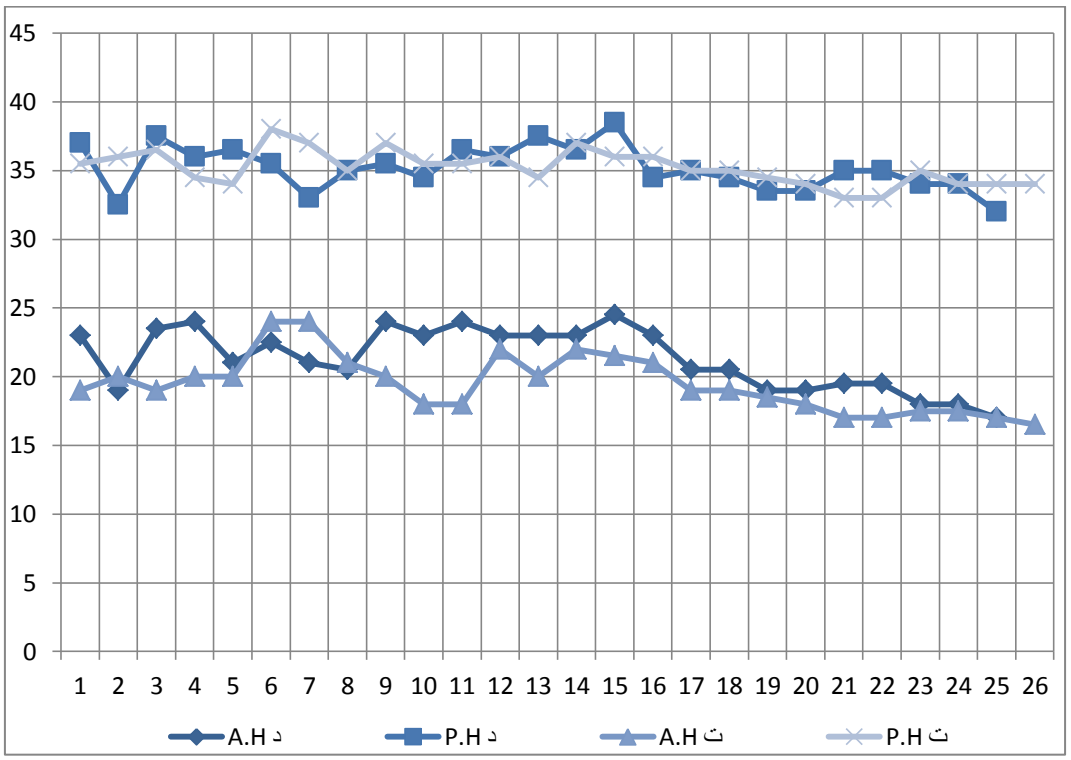
يبتعد ظهر اللسان عن الحنك الصلب بـِ 10.5 مم للفتحة الأولى /a_1/، ثم ينزل إلى 12.5 مم وبعد ذلك إلى 13 مم في الصورة الثالثة والرابعة.

أما الفتحة الثانية فوضعية اللسان هي 14 مم في الصورة الأولى لها وينزل إلى 15 مم ثم يستقرُّ في 14مم في الصورة الثالثة والرابعة.

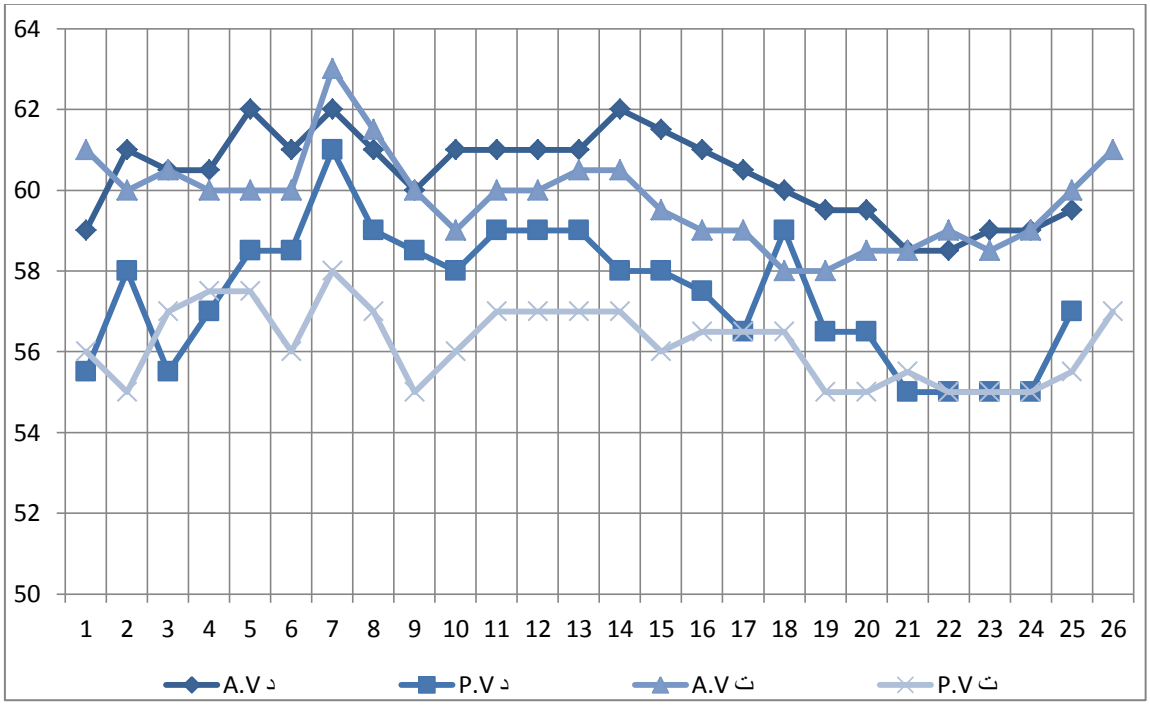
ونلاحظ أن الاستقرار يلحق الفتحتين في صورتهما الأخيرتين في الفم وفي الحلق. أما مدخل الحنجرة فالاستقرار يَمُسُّ الفتحة الأولى /a_1/ في الصورتين الأخيرتين أما الفتحة الثانية /a_2/ فالاستقرار يظهر في الصورة الثانية والثالثة.

4.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق
في سياق الدال والتاء والضاد والطاء مع الفتحة

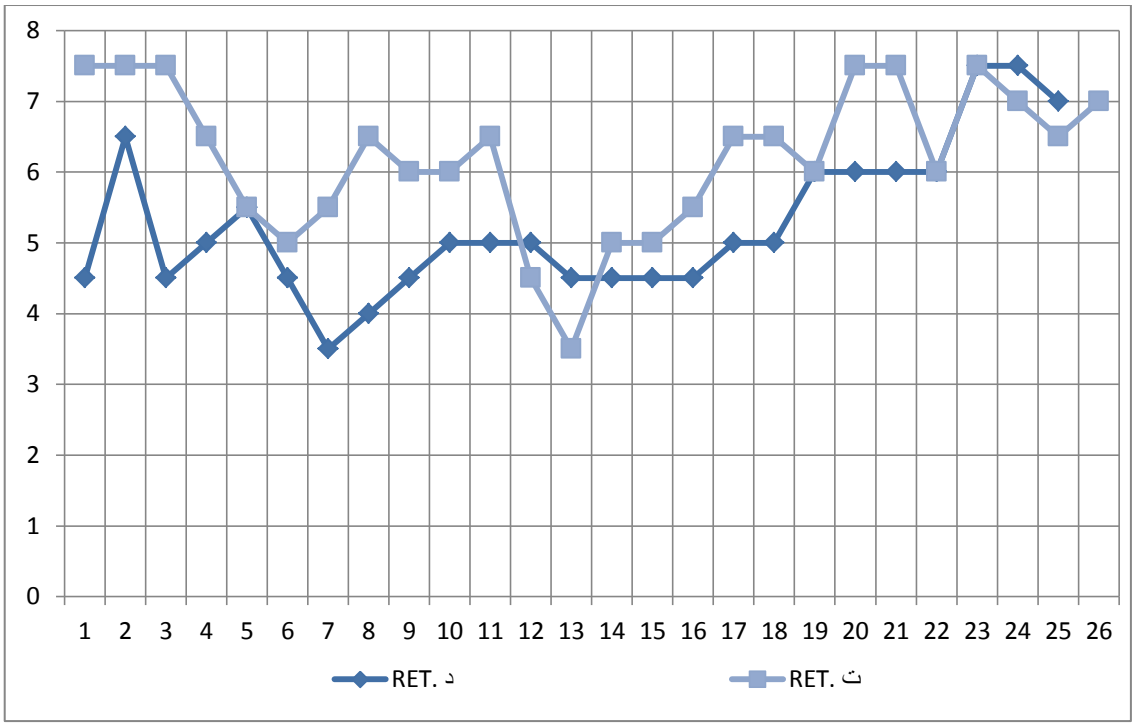
النشاط الحنجري أفقيا على مستوى النقطتين الامامية و الخلفية لبطين مرجاني



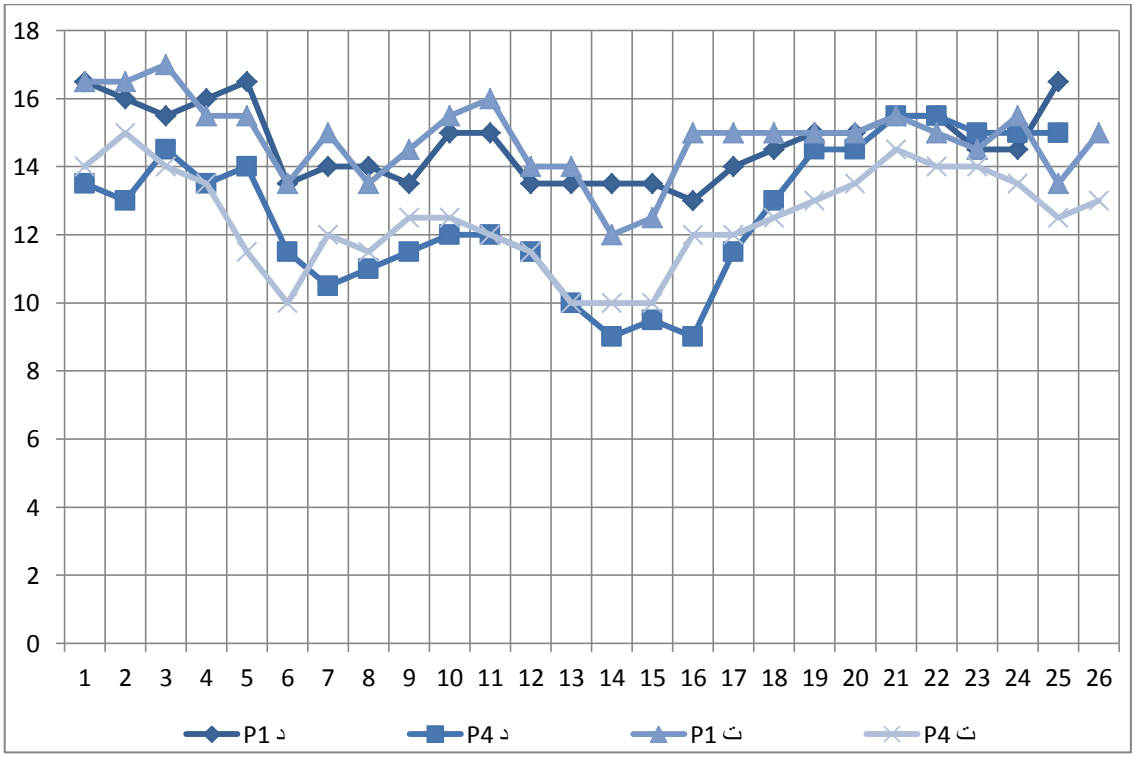
النشاط الحنجري عموديا على مستوى النقطتين الامامية و الخلفية لبطين مرجاني



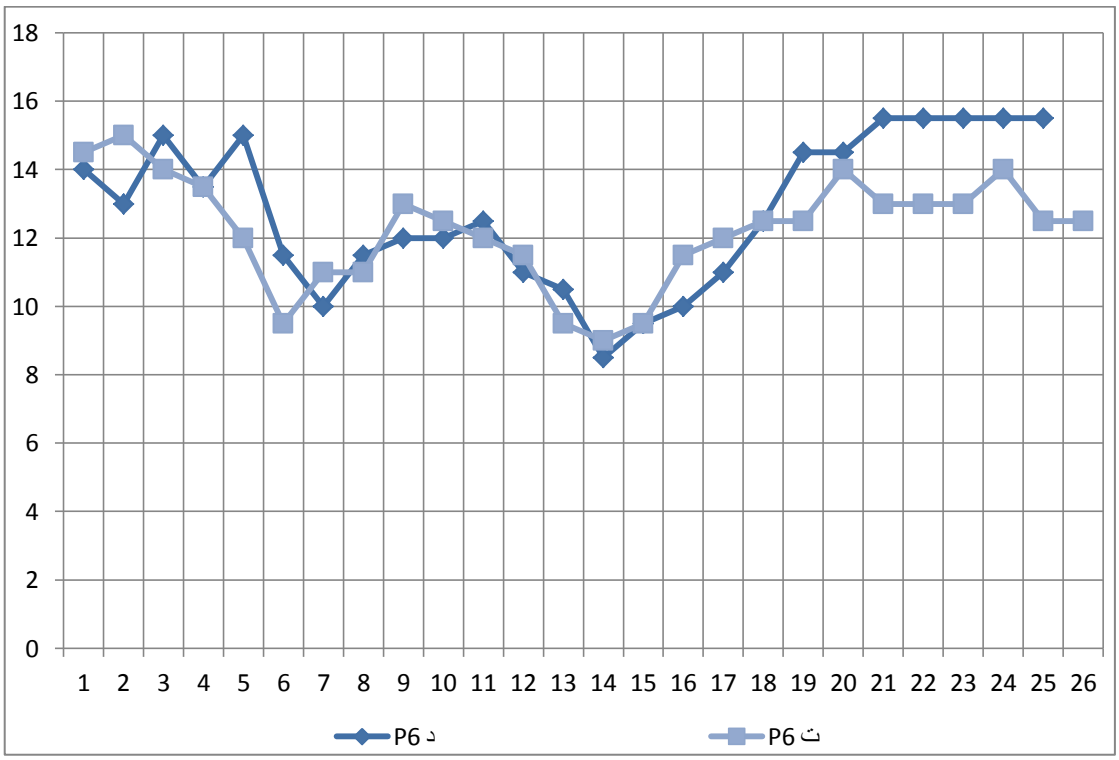
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



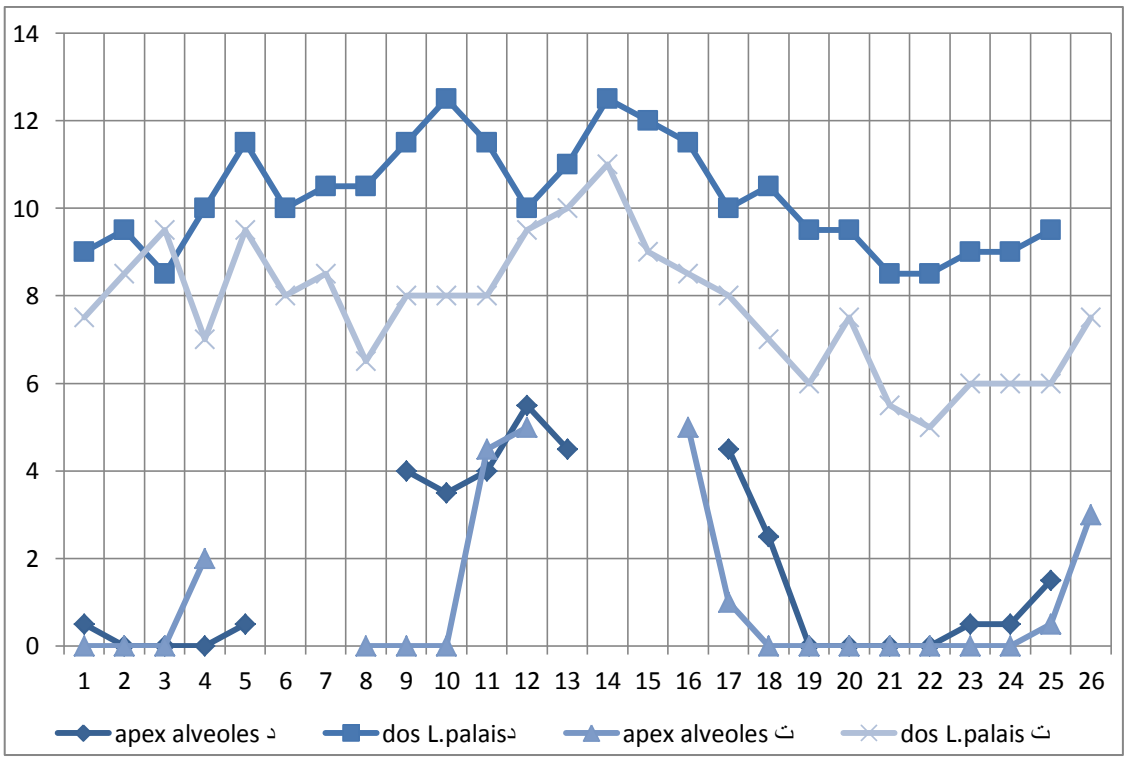
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق و وسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

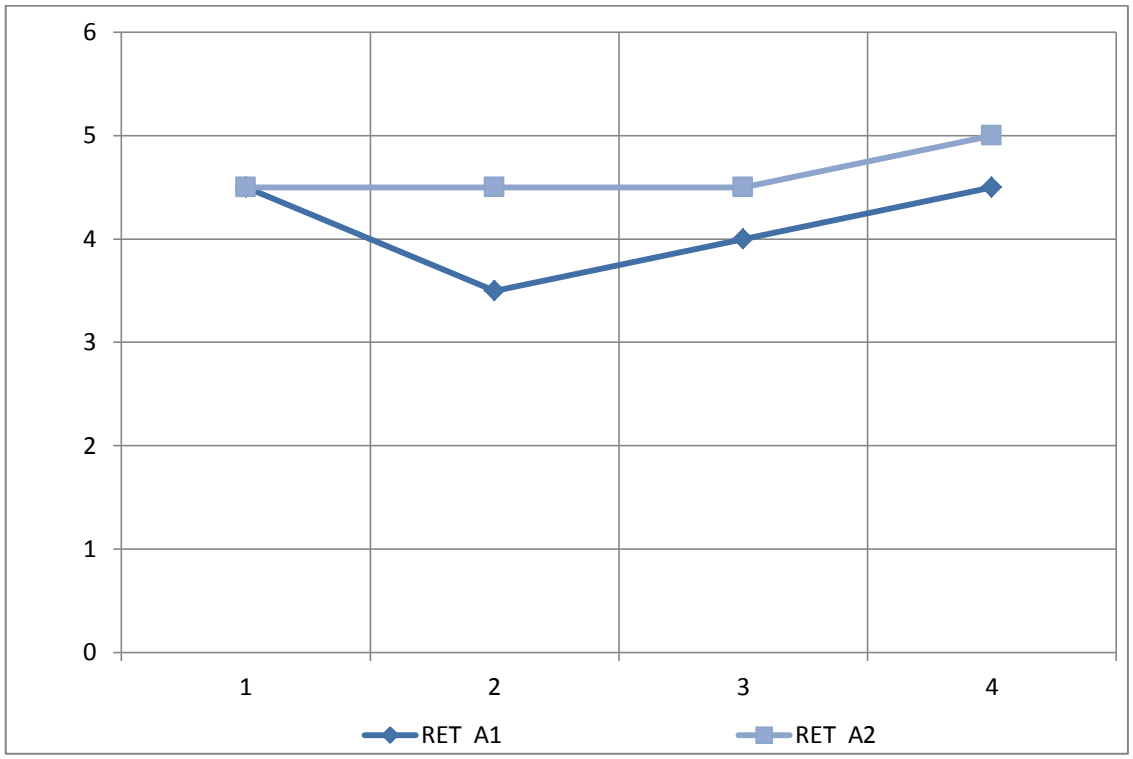


المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق

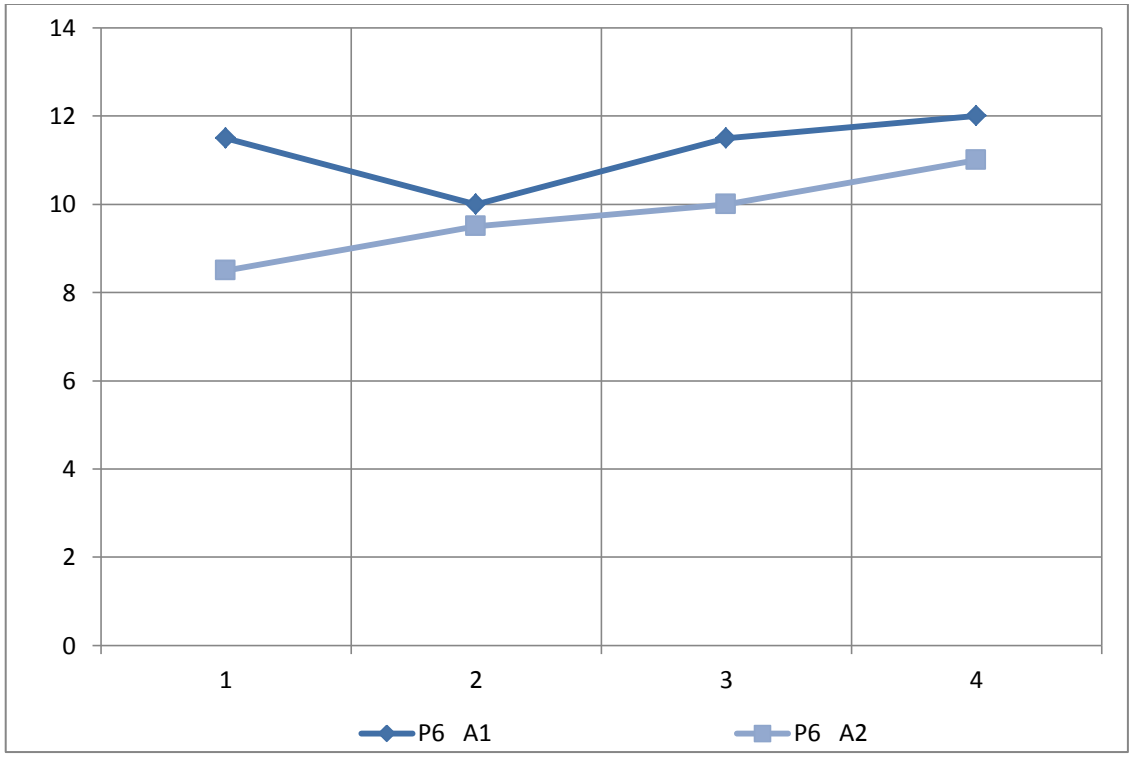


الحركات د /a1/ - /a2/:

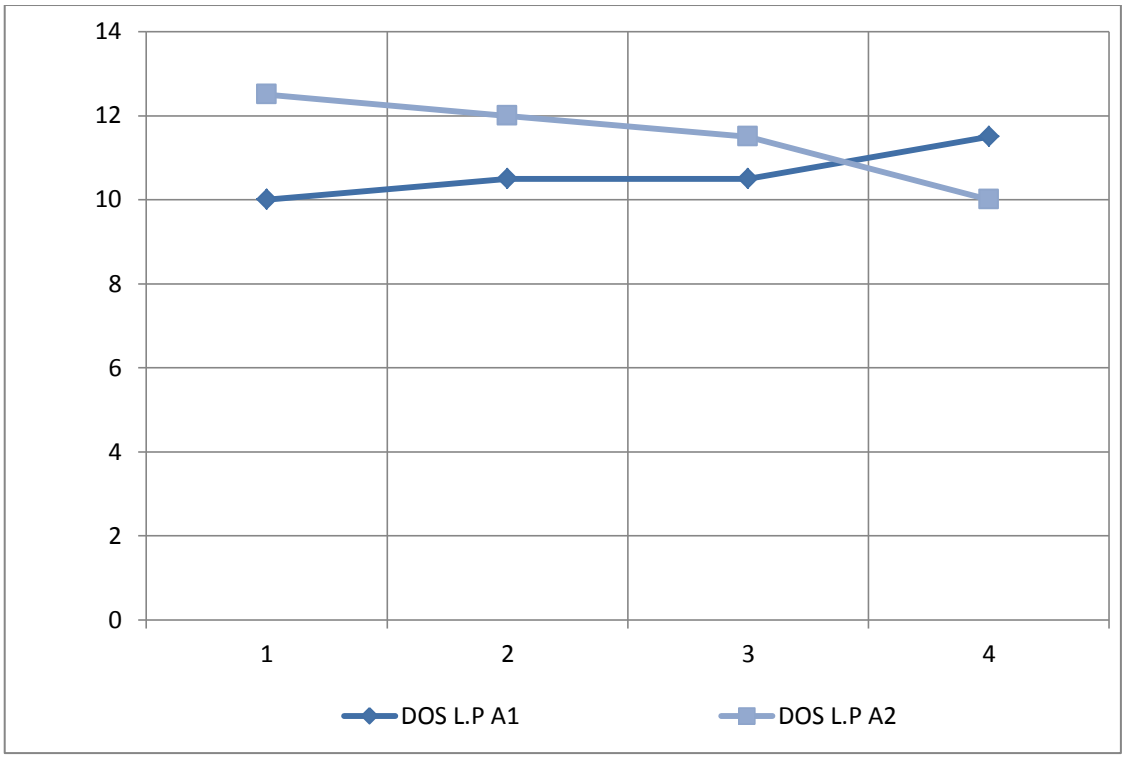
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

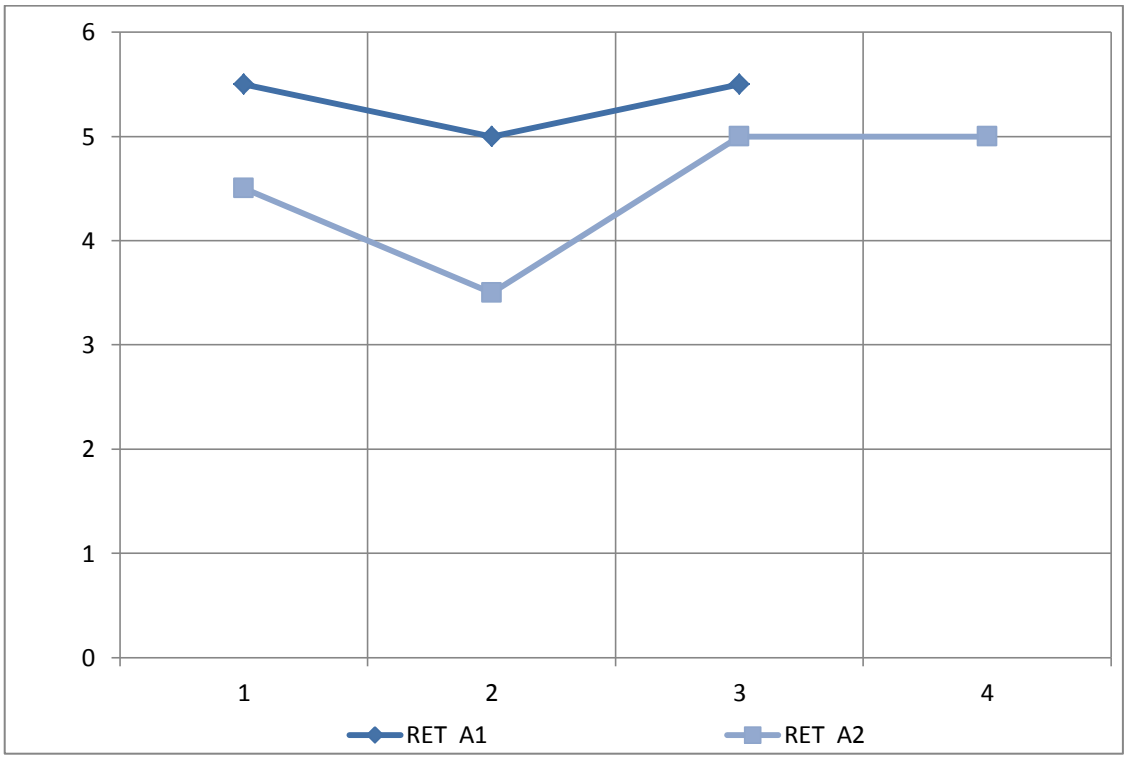


المسافة بين ظهر اللسان والحنك

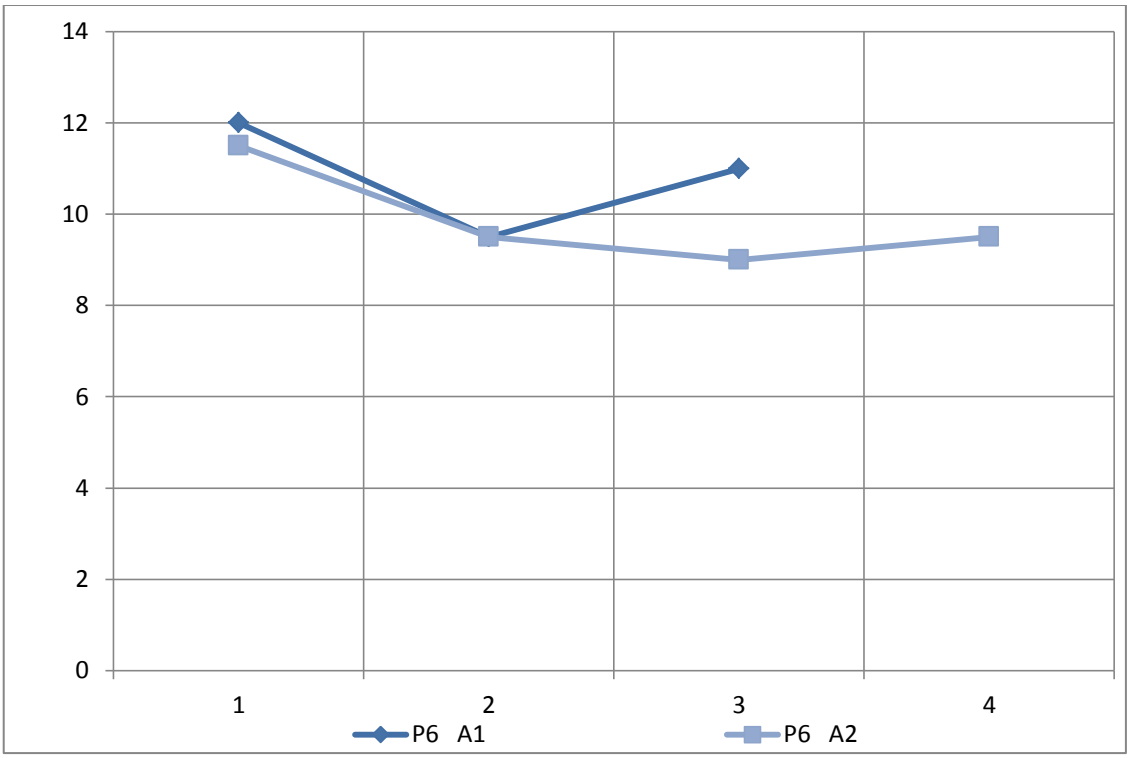


ت/a1/ – /a2/:

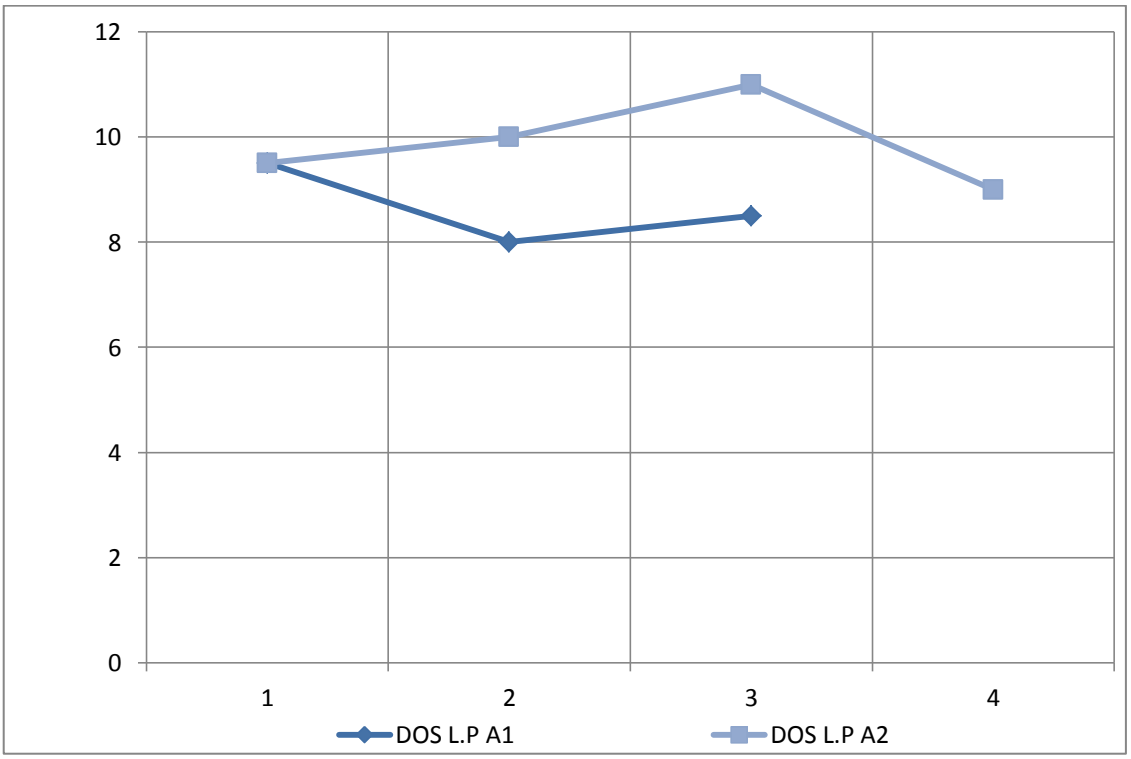
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

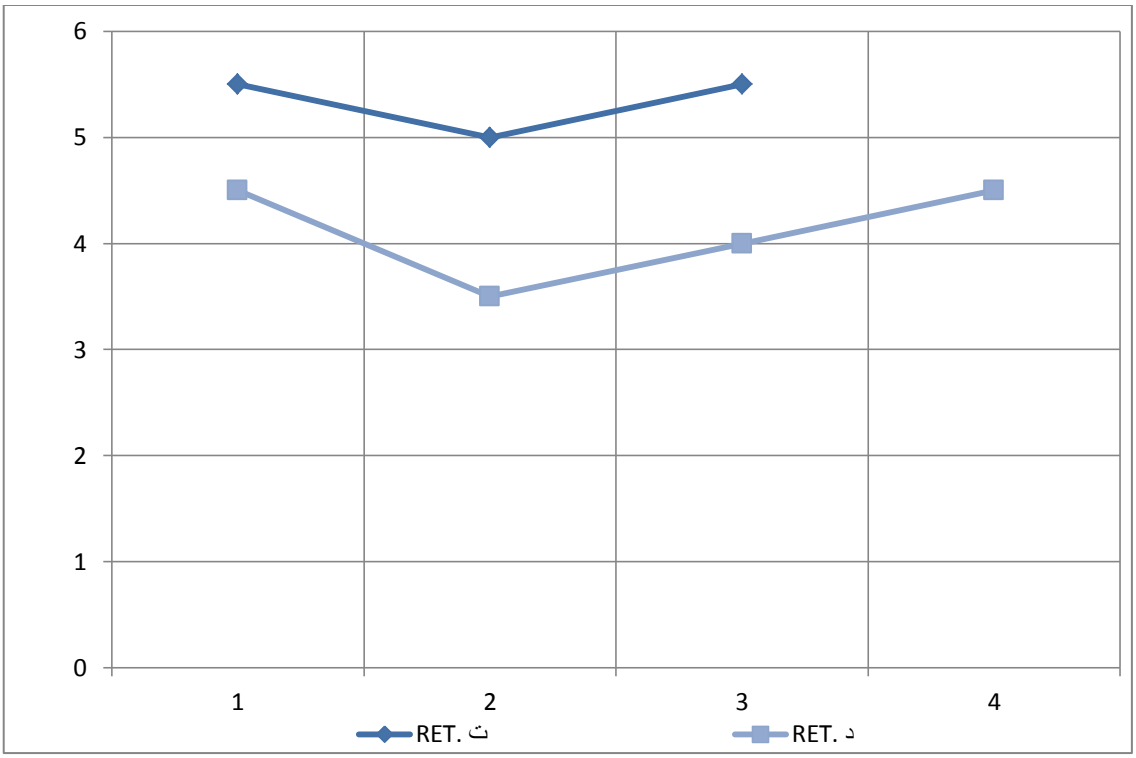


المسافة بين ظهر اللسان والحنك

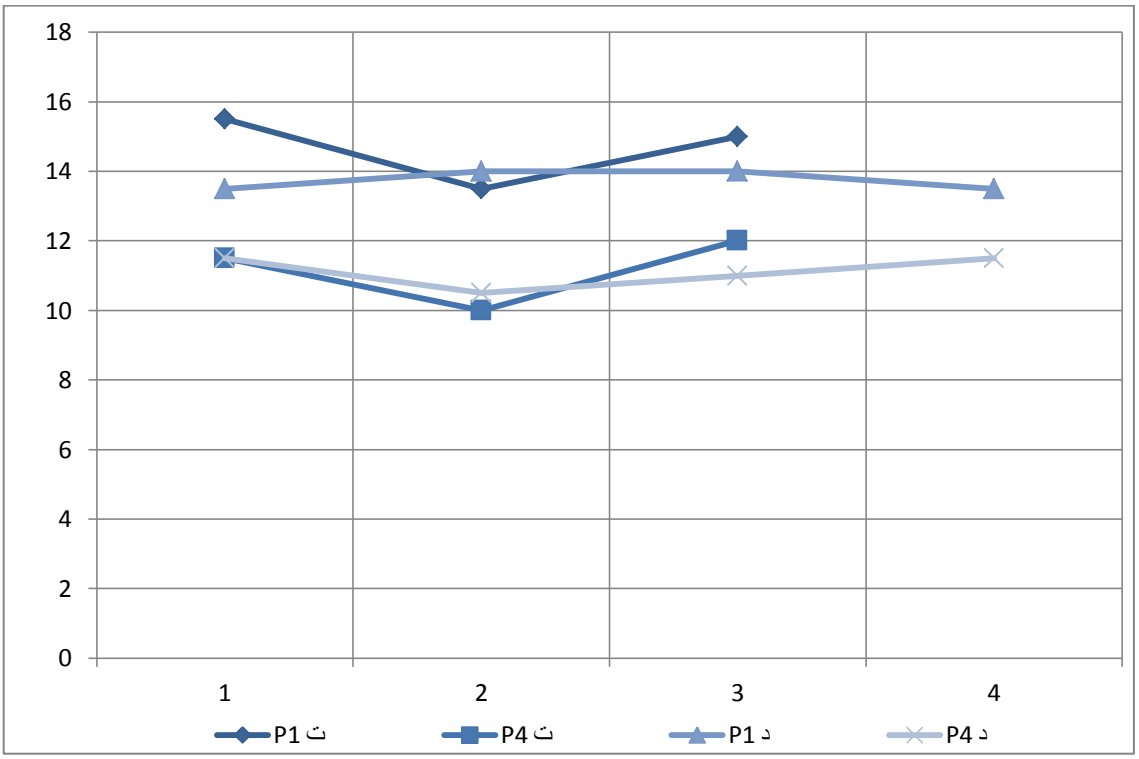


ت د/a1/:

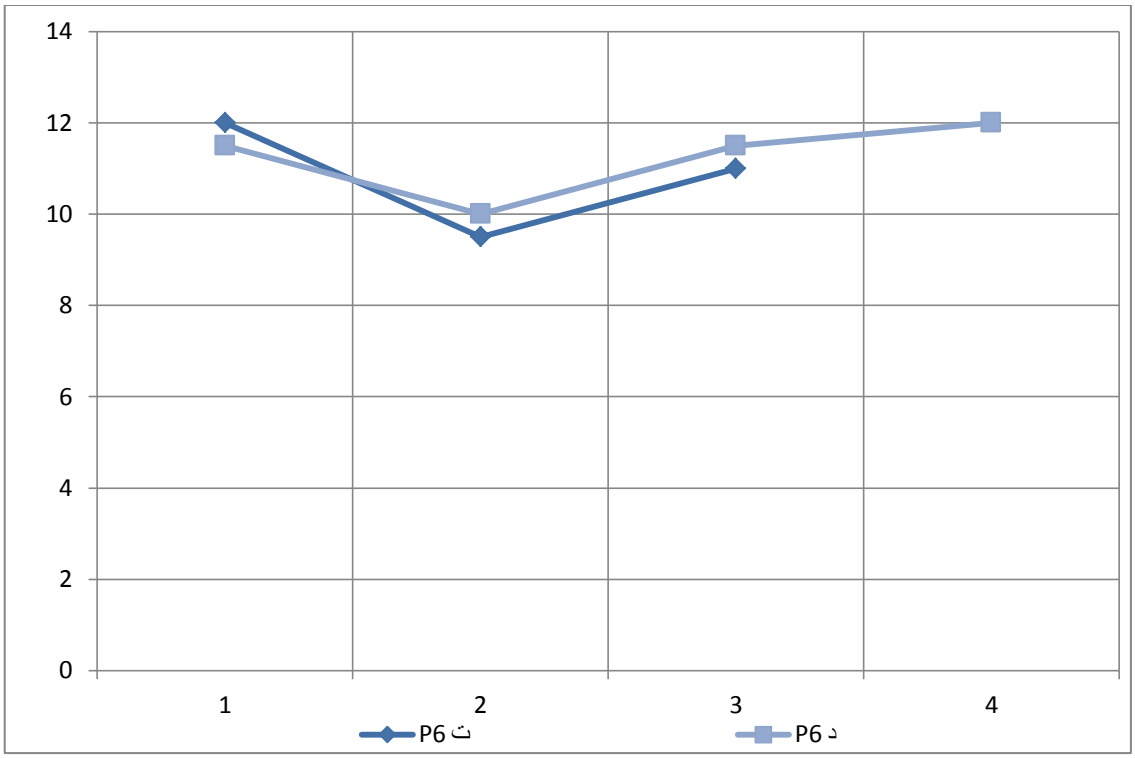
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



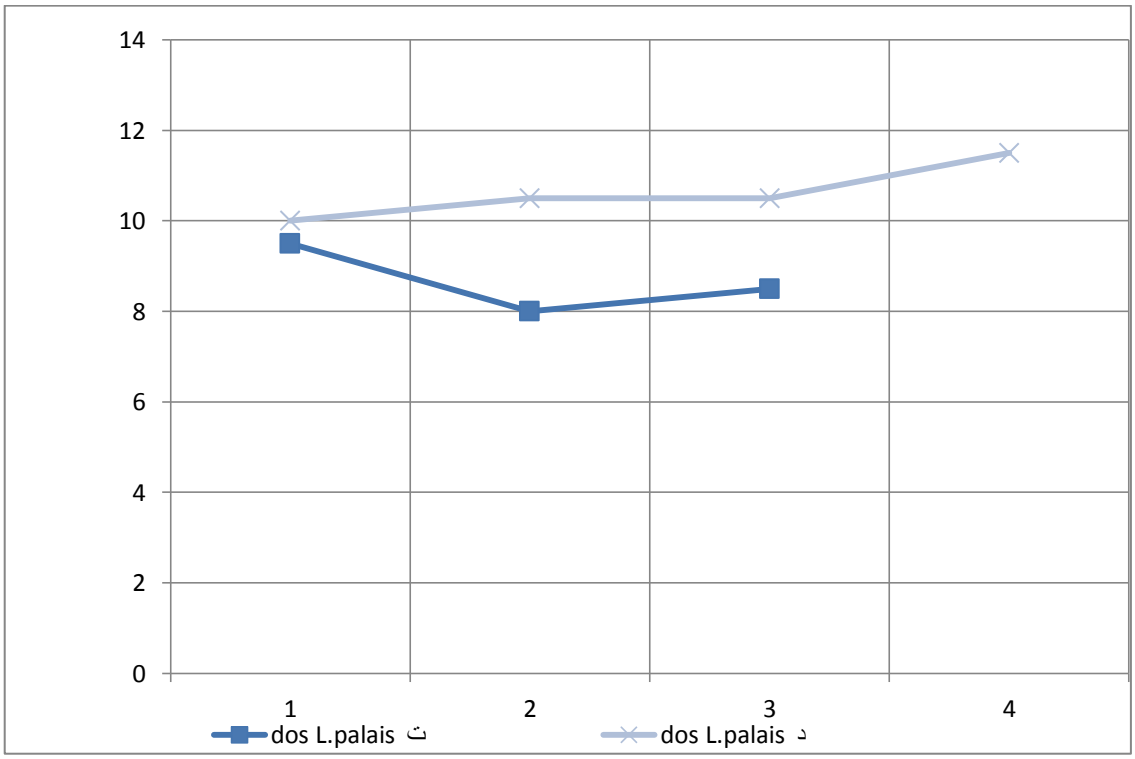
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق و وسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق



المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق



وصف حركة الفتحة في سياق التاء:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 3 (من 23 إلى 25).

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 4 (من 30 غلى 33).

تنطلق الفتحة على مستوى مدخل الحنجرة بانفتاح كبير يقدر بـ 5.5 مم ثم ينغلق بنصف مليمتر ونسجل 5 مم ثم يعود إلى 5.5 مم في الصورة الخيرة.

أما الفتحة الثانية /a_2/ فهي منغلقة أكثر حيث تنطلق بانفتاح 4.5 مم ثم 3.5 مم و 5 مم في الصورتين الثالثة والرابعة. تكون الحركة العضوية بين العكدة والجدار الخلفي للحلق كالتالي:

يتسع للفتحة الأولى /a_1/ إلى 12 مم في الصورة الأولى ثم ينغلق إلى 9.5 مم وينفتح مرّة أخرى إلى 11 مم، تبدأ الفتحة الثانية /a_2/ بـ 11.5 مم ثم 9.5 مم فَـ 9 مم وأخيرا 9.5 مم في الصورة الأخيرة...

انفتاح واتساع الفم متميّز لكل فتحة فهو أكثر انفتاحا للفتحة الثانية والقيم هي الفتحة الأولى /a_1/ كالتالي:

يصعد اللسان إلى 9.5 مم نحو الحنك الصلب ثم 8 مم وأخيرا 8.5 مم.

تنطلق الفتحة الثانية /a_2/ بنفس الوضعية للسان في الصورة الأولى وهي 9.5 مم، هي المسافة الفاصلة بين ظهر اللسان والحنك الصلب. نسجل في الصورة الثانية 10 مم و11مم في الصورة الثالثة وأخيراً يصعد إلى 9 مم في الصورة الأخيرة.

إذا انغلاق معتبر للفتحة الثانية /a_2/ على مستوى مدخل الحنجرة وانغلاق في الصورتين الأخيرتين للحلق لهذه الفتحة /a_2/ إلى جانب انفتاح معتبر للف يتمثل في نزول اللسان وخاصة في الصورة الثالثة حيث نسجل لها أكبر قيمة 11 مم للمسافة الفاصلة بين ظهر اللسان والحنك الصلب.

وصف حركة الفتحة في سياق الدال:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 4 (من 23 إلى 26)

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 4 (من 31 إلى 34)

تتميز الفتحة الأولى عن الفتحة الثانية بالشكل التالي:

نسجل نفس القيمة للفتحتين، في الصورة الأولى لكل منهما، على مستوى المدخل الحنجري. والقيمة هي 4.5 مم، ثم تنفصل الفتحة الأولى بانغلاق 3.5 مم ثم 4 مم في الصورة الثالثة و 4.5 مم في الصورة الرابعة والأخيرة. أما الفتحة الثانية فتستقرُّ على نفس الوضعية أي عن انفتاح 4.5 مم في الصورة الأولى والثانية والثالثة. لينفتح بنصف مليمتر في الصورة الأخيرة... ونسجل 5 مم.

ملاحظة: وردت الفتحة الأولى /a_1/ بانغلاق أكبر في الحنجرة وانفتاح أكبر في الحلق وانغلاق في الفم.

الوصف الفيزيولوجي ،وصف ديناميكي لأعضاء النطق؛ وصف التاء مع الفتحة على مستوى الحلق:

كما سبق الذكر، فتحديد المحاور التي تمثل قياس تجويف الحلق: القطر الأول لقياس الحلق محدد في أدنى الحلق تحت اللهاة مباشرة وهو (p_1) أو ($م_1$) والنقطة الثانية الموالية لهذا القياس هي م 4 ثم $م_6$ أو $م_7$ على مستوى الغلصمة وأقصى جذر اللسان. والمحور الخامس هو للمسافة الفاصلة بين لسان المزمار وجذر اللسان أثناء الانسحاب (وهذا قليل جداً لأنها تبقى ملازمة للجذر في معظم الأوقات).

فقياس القطر الأول ($م_1$) / (p_1) هو 16.5مم والقطر الثاني ($p_4/م_4$) هو 14مم والقطر الثالث ($p_6/م_6$) هو 14.5مم وأخيرا القطر الفاصل بين الغلصمة والجدار الحلقي هو 11.5 مم أما الغلصمة فهي ملازمة للجذر.

وفي الصورة الثانية للتاء الأول (ت$_1$) فالانفتاح على مستوى م$_1$ بقي ثابتاً وفي م$_4$ انفتح بميليمتر واحد وفي م$_6$ انفتح بنصف مليمتر. في الصورة الثالثة لِـ (ت$_1$) ينفتح م$_1$ إلى 17 مم وينغلق في نفس الوقت بمليمتر واحد في م$_4$ و م$_6$ ونسجل 14 مم ثم في الصورة الأخيرة (ت$_1$) نسجل 15.5 مم على م$_1$ و 13.5 مم على م$_4$ و م$_6$ وهذه الصورة تمثل مرحلة الانتقال من (ت$_1$) إلى الفتحة [a$_1$] أما المسافة بين الغلصمة والجدار الخلفي فهي متغيرة كالتالي: 11.5 مم ثم 12.5 مم مدّة صورتين ثم 11 مم في الصورة الأخيرة.

يضيق تجويف الحلق للفتحة /a$_1$/ من أعلاه إلى أسفله وهذا بمقادير متفاوتة تفصل بوضوح بين التاء والفتحة: فقيم المحور الأول هي: 15.5 مم و 13.5 مم و15 مم والصورة رقم 6 هي الممثلة للفتحة /a$_1$/ حيث نسجل لها تضييق في م**1** 13.5 مم و م**4** 10 مم و م**6** 9.5 مم، وبين الغلصمة والجدار الخلفي 8 مم، وتنزل إلى مدخل الحنجرة ونسجل أصغر مسافة وهي 5مم، إلى جانب هذا نسجل لها أكبر انفتاح للفكين 4 مم وأكبر انفتاح للشفتين 11 مم وبين ظهر اللسان والحنك نسجل 8 مم وهذا لم ينبسط لها اللسان كما ظهر ذلك في الفتحة الثانية /a$_1$/ والتي نسجل لها ما يلي:

يتراوح انفتاح م$_1$ ما بين 12 مم و 14مم ويتراوح انفتاح م$_4$ ما بين 10 مم و 11.5 مم و م$_6$ ما بين 9 مم و 11.5 مم؛ أما على مستوى الغلصمة فأصغر قيمة هي 6 مم وأعلاها هي 9 مم. والصورة المميزة لهذه الفتحة /a$_2$/ فقيسها هي – من أدنى الحلق إلى جذر اللسان– فالتالي:

م$_1$ 12 مم و م$_4$ 10 مم و م$_6$ 9 مم و على مستوى الغلصمة هي 6 مم وهذه القيم أدنى من قيم الفتحة الأولى /a$_1$/.

أما على مستوى شبه الأوتار– في مدخل الحنجرة – فالتضييق أكبر من تضييق للفتحة /a$_1$/؛ ونسجل الفتحة الثانية القيم التالية: 4.5 مم و 3.5 مم و 5 مم و 5 مم. وللفك نفس

النزول 4 مم بينهما. و 11 مم هي المسافة التي تفصل ظهر اللسان عن الحنك الصلب وهو أكبر انفتاح للفم في هذه المقاطع [t a t a t].

والملاحظ هو أن التاء الثاني /t_2/ تأثر بالفتحتين وجاءت قيمه أقل من قيم التاء الأول [t_1].

Remarque : La fermeture au niveau des fausses cordes vocales va dans le même sens qu'au niveau de l'épiglotte et de la paroi pharyngale ; parfois le mouvement de fermeture se fait d'abord au niveau des bandes ventriculaires puis, à l'image suivante, il se réalise au niveau pharyngale (donc pour le /t/ il y a un décalage d'une image).

الاستقرار في الحركة العضوية

(Corrélation dans la stabilité articulatoire)

لحرف الطاء /ṭ/ ظهر نشاط متواصل على مستوى شبه الوترين الصوتين والوضعية متغير باستمرار للمدخل الحنجري.

أما على مستوى الحلق ظهر استقرار في الصورة الأولى والثانية وكذلك خلال الصورتين الأوليتين للطاء الثالث /$ṭ_3$/. ولهذا الطاء المتطرف استقرار آخر على مستوى ظهر اللسان خلال الصورة الثانية والصورة الثالثة. وعلى العموم الاستقرار ضعيف لحَرْفِ الطاء.

أما الحرف الضاد /ḍ/ فسُجِّل استقرار في الفتحة الأولى /a_1/ بين الصور الثلاثة الأولى وكذلك في الصورتين ما قبل الأخيرتين وهذا على مستوى مدخل الحنجرة.

وفي الحلق ظهر استقرار للضاد الأول /$ḍ_1$/ في الصورة الثالثة والرابعة. وللفتحة /a_1/ استقرار بين الصورة الأولى لها والصورة الثانية.

استقرار آخر في الصورة الثانية والثالثة للضاد الثاني /$ḍ_2$/، وللضاد الثالث /$ḍ_3$/ استقرار بين الصورة الثالثة والرابعة.

على مستوى اللسان ظهر استقرار خلال الصورة الثانية والصورة الثالثة للضاد الأول /ḍ1/ وبين الصور الأخيرة للضاد الثالث وهي الصورة السادسة والسابعة والثامنة. (أما بين الصور المتبقية لهذه الفونيمات فالحركة العضوية متواصلة من صورة إلى صورة ...)

نسجل لحرف التاء استقراراً على مستوى المدخل الحنجري دام مدّة ثلاث صور لهذا التاء في الصورة /t1/ والصور هي الصورة الأولى والثانية والثالثة. ثم استقرار آخر للتاء الثاني /t2/ خلال الصورة الثانية والصورة الثالثة والرابعة. وفي التاء الأخير /t3/ استقرار بين الصورة الثانية والثالثة ثم بين الخامسة والسادسة.

وعلى مستوى اللسان نشاهد استقرار للتاء الثاني /t2/ خلال الصور 2 و 3 و 4 ثم بين صورة 8 و 9 و 10 للتاء الأخير /t3/.

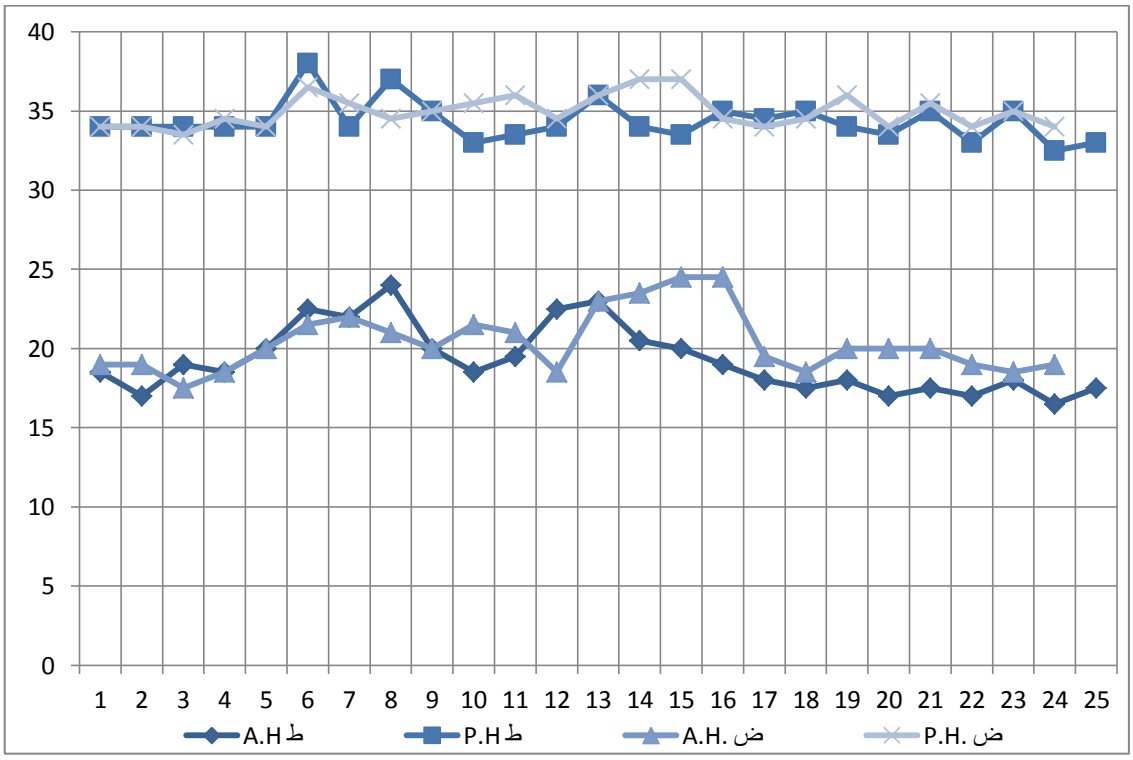
اتسم حرف الدال /d/ باستقرار على مستوى مدخل الحنجرة وهذا مدّة ثلاث صور للدال الثاني /d2/ وهي الصورة الأولى والثالثة ثم استقرار آخر لنفس الدال /d2/ بين الصورة الأخيرة له والصور الثلاث الأولى للفتحة الثانية /a2/. واستقرار بين آخر صورة الفتحة /a2/ والصور الأولى للدال الثالث /d3/ ثم استقرار بين الصور 2 و 3 و 4 و 5 وكذلك بين صورتين 6 و 7.

نصعد إلى الحلق ونجد استقرارا للفتحة الأولى /a1/ بين صورة 3 وصورة 4 مع الصورة الأولى للدال الثاني /d2/. ونشاهد استقرارا آخر للدال الثالث /d3/ بين صورة 2 و 3 ثم بين صورة 4 و 5 و بين صورة 6 و 7 و 8.

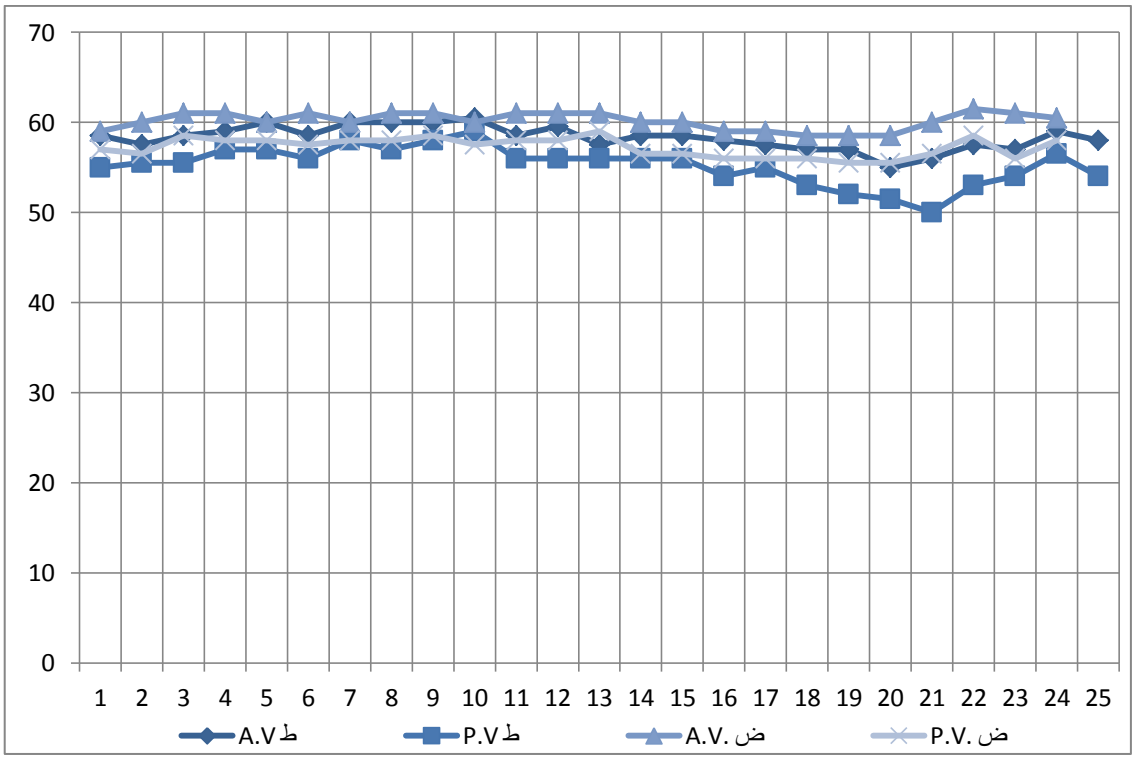
ونسجل على مستوى اللسان استقرارا للدال في الصورة 2 و 3 للفتحة الأولى /a1/ ثم استقرارا للدال الثالث /d3/ في صورة 2 و 3 وأيضا بين صورة 4 و 5 وبين صورة 6 و 7.
ملاحظة: هناك تنسيق زمني محكم في استقرار الدال الثالث /d3/ على مستوى الحنجرة والحلق واللسان.

الضاد(ض) الطاء(ط)

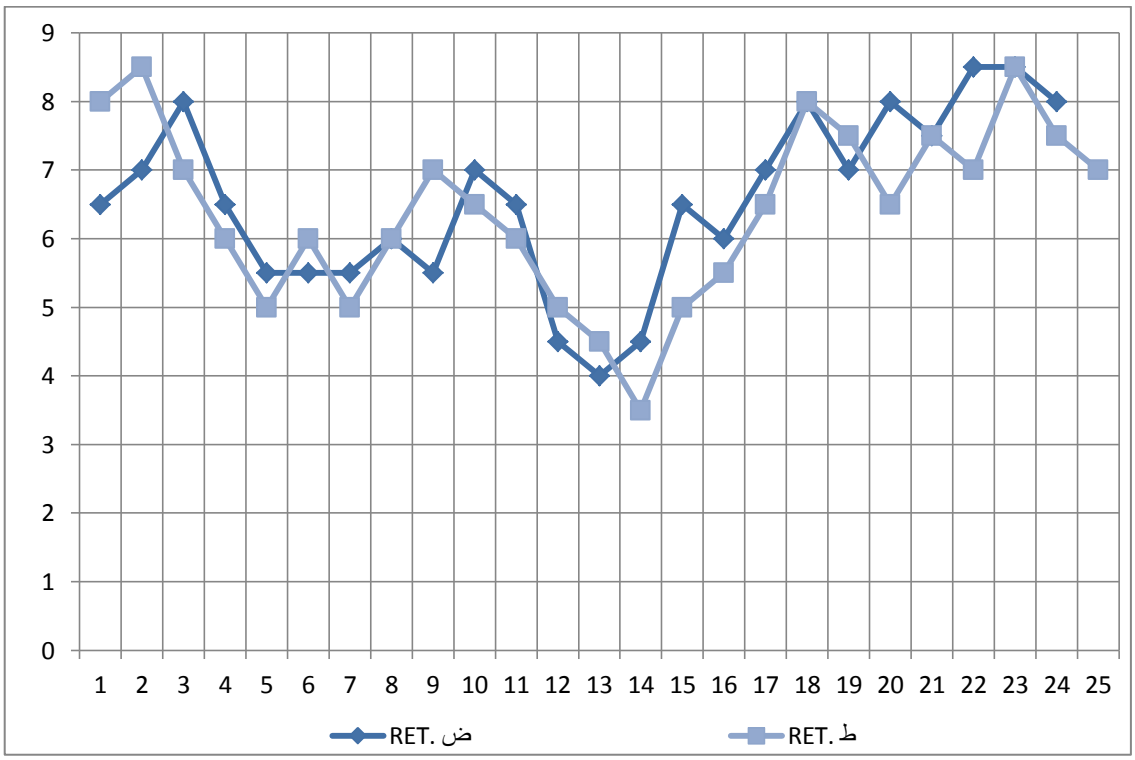
النشاط الحنجري أفقيا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



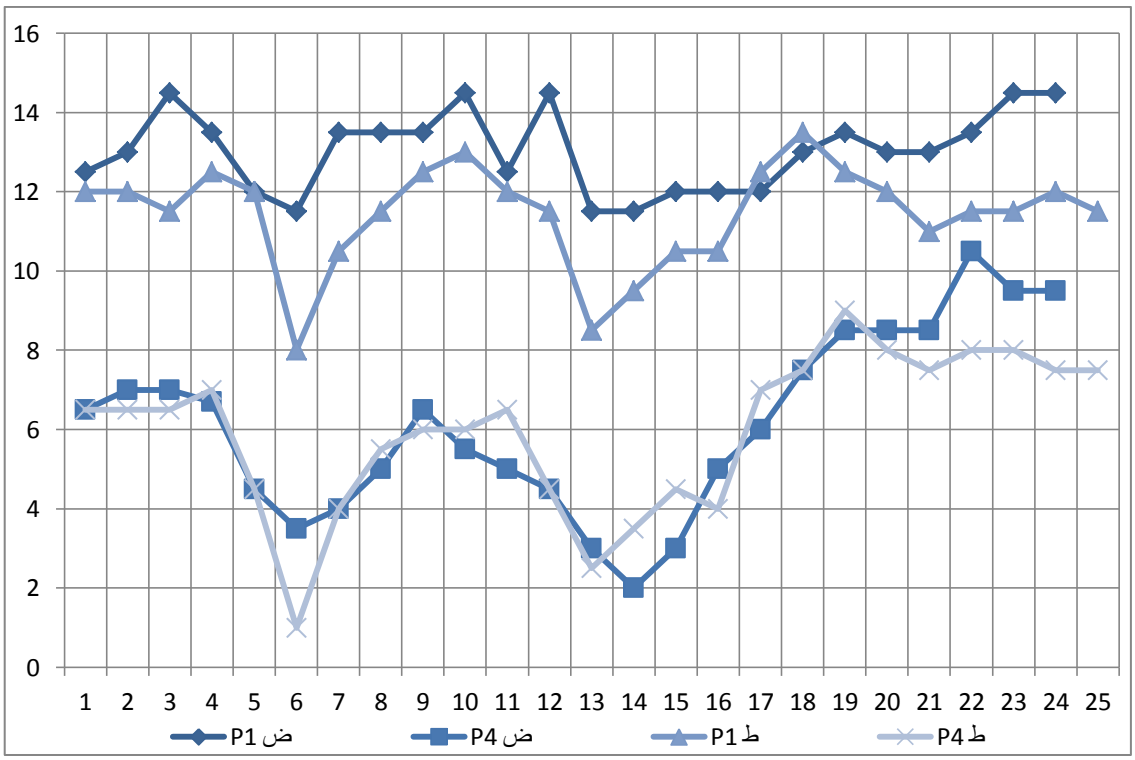
النشاط الحنجري عموديا على مستوى النقطتين الامامية و الخلفية لبطين مرجاني



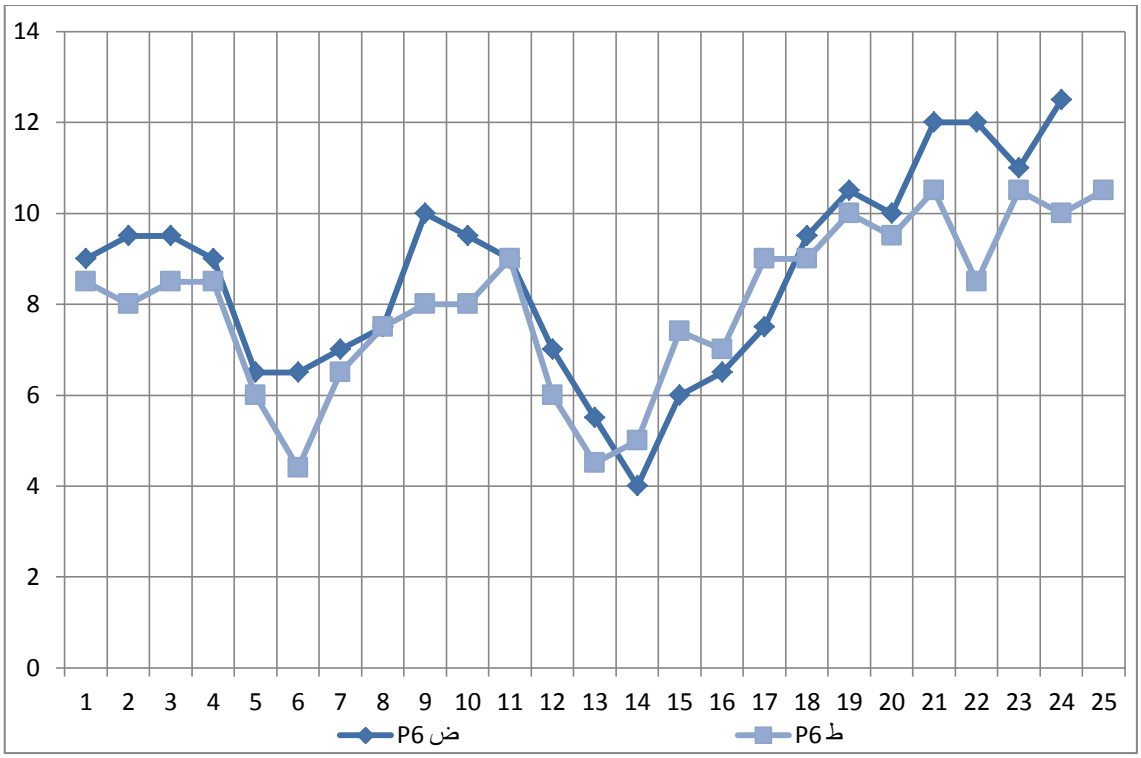
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



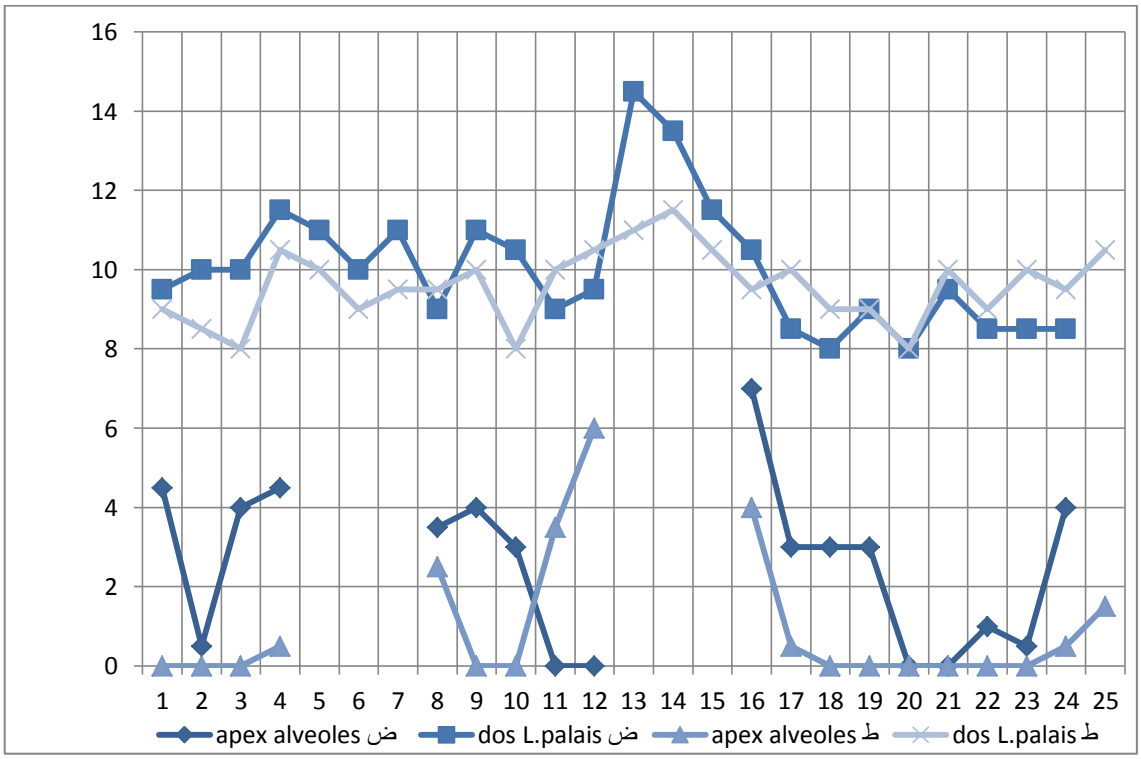
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق ووسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

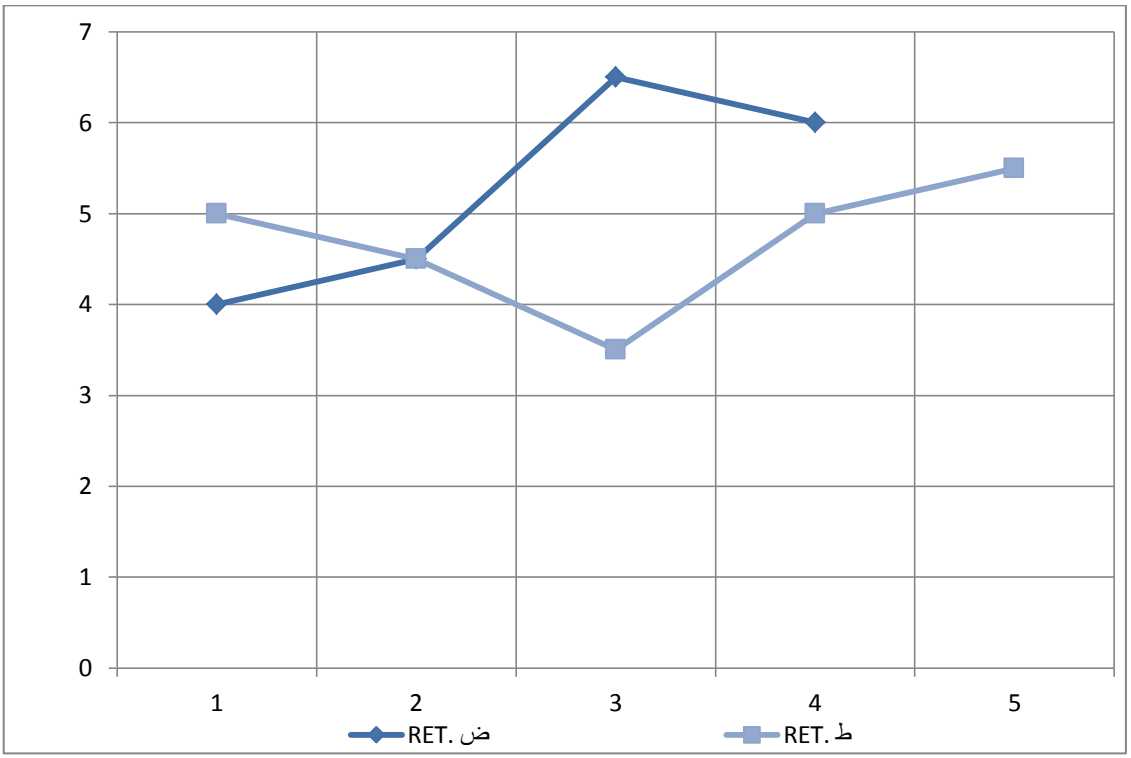


المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق

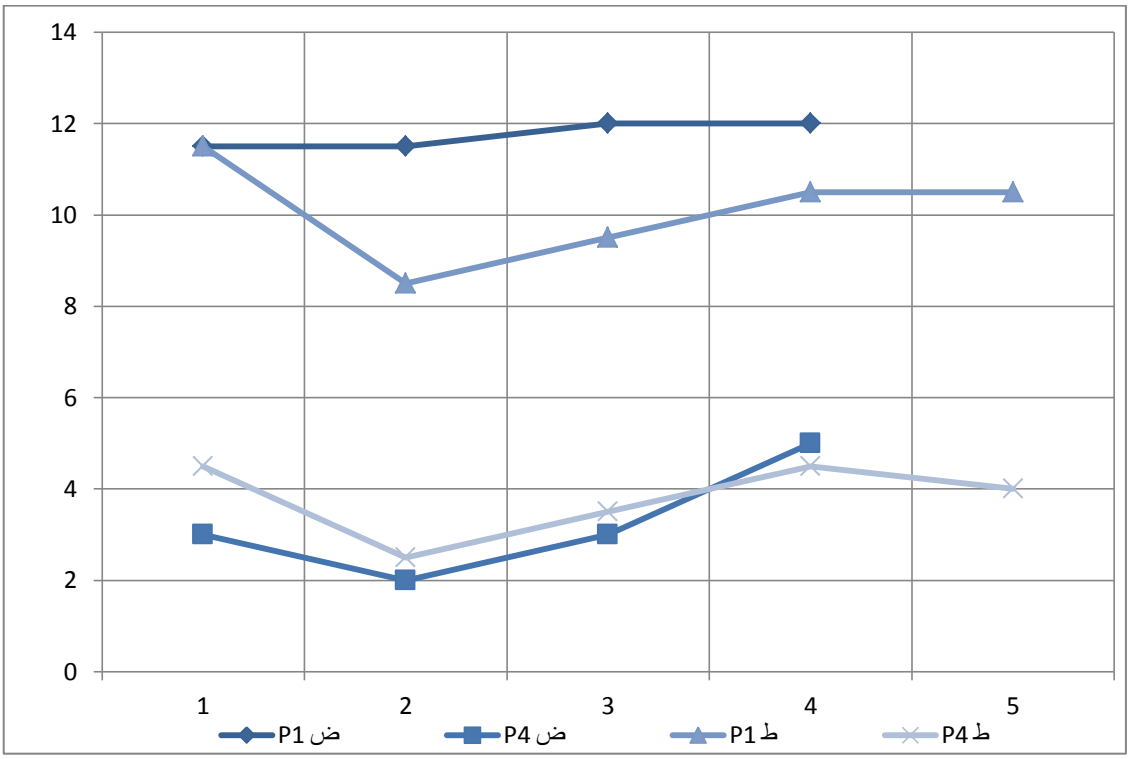


الحركات ض ط/a2/ :

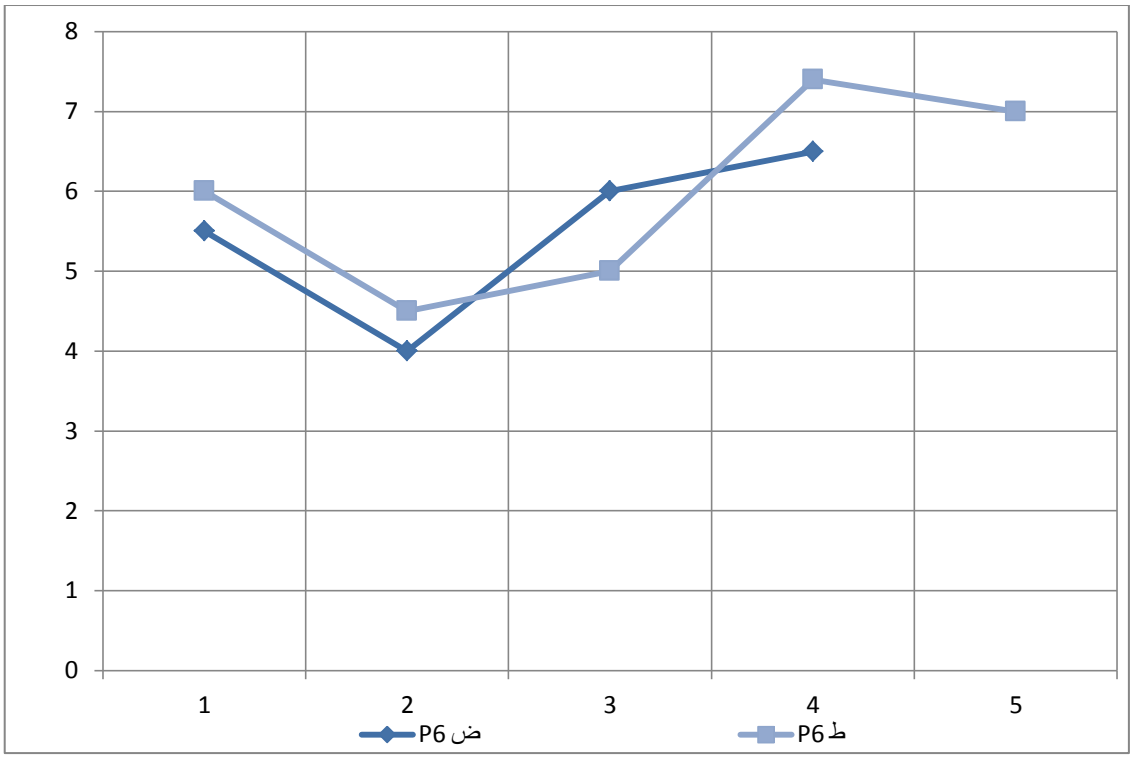
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



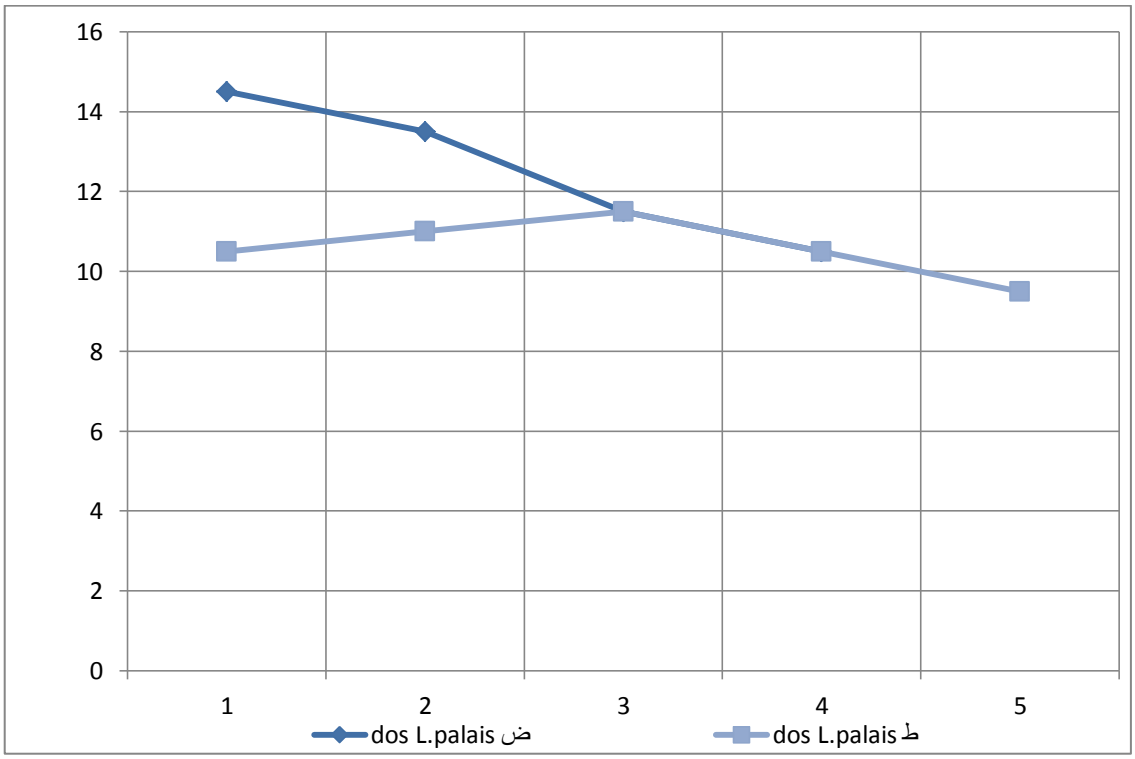
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق ووسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

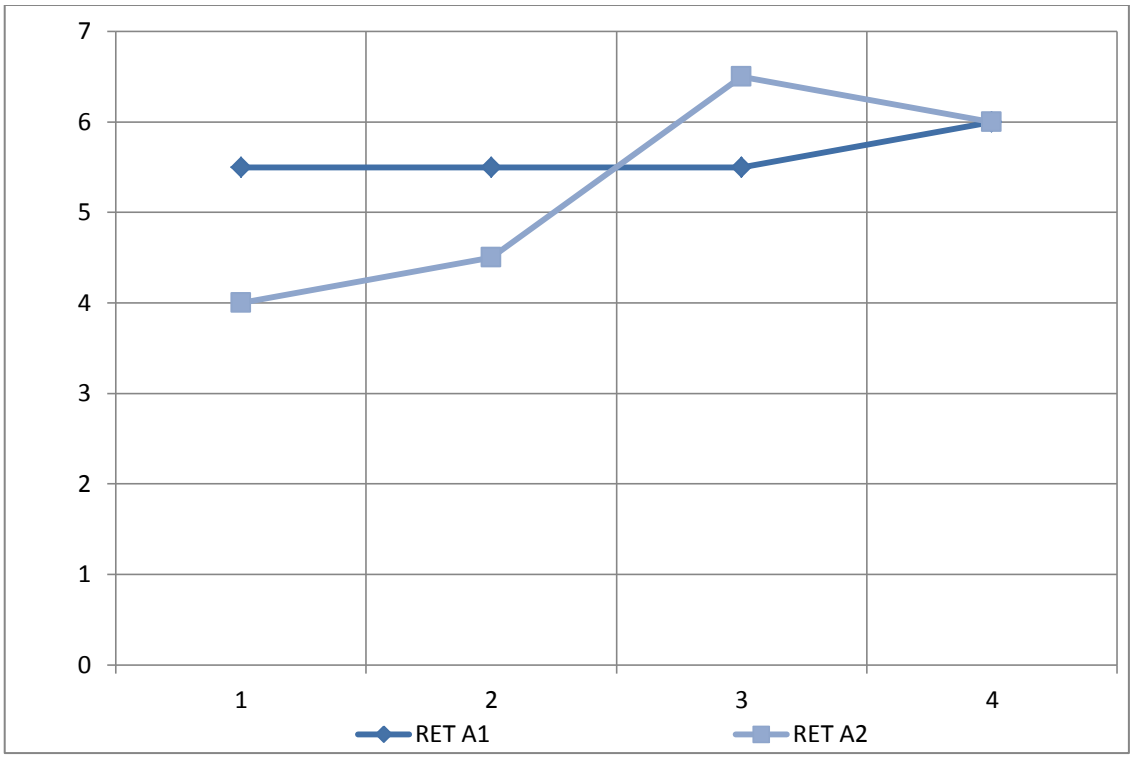


المسافة بين ظهر اللسان والحنك

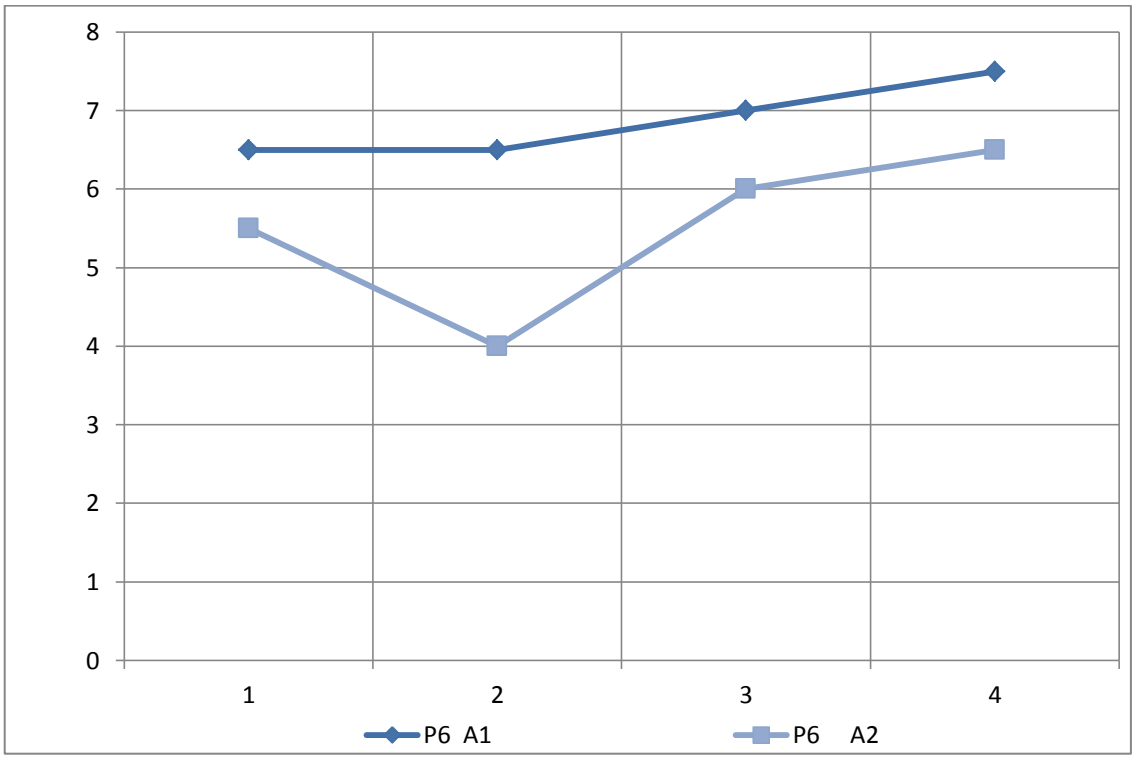


ض/a1/ – /a2/ :

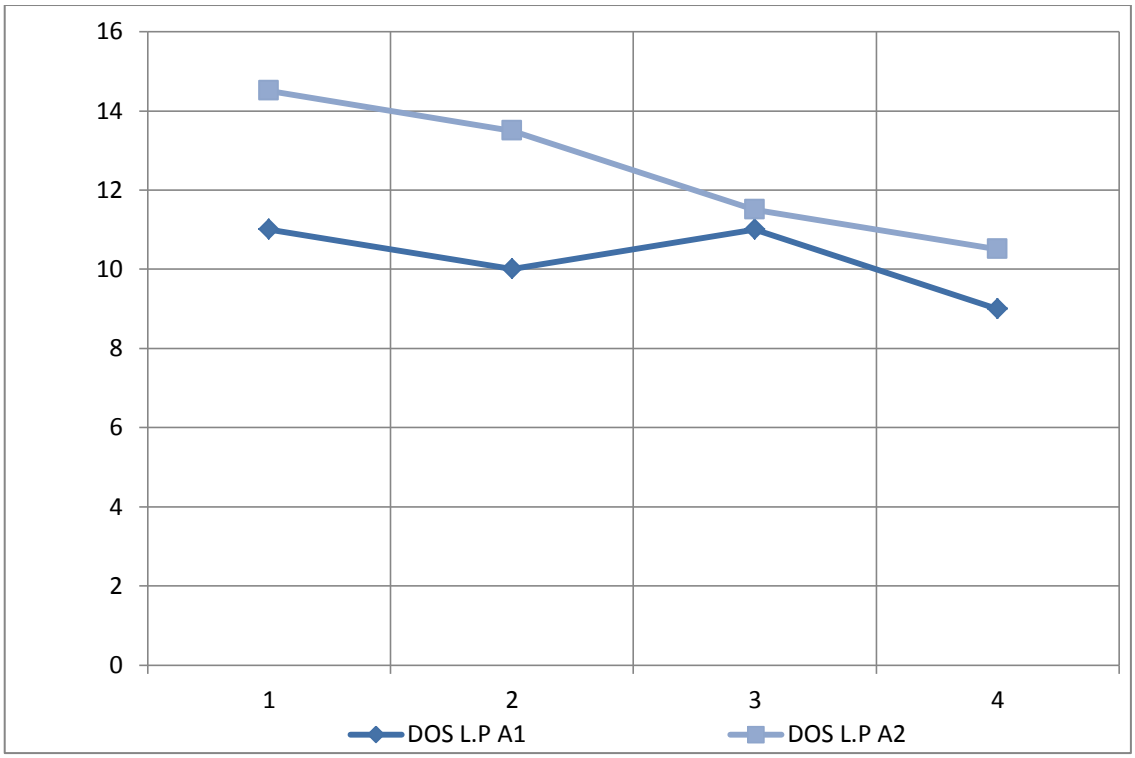
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

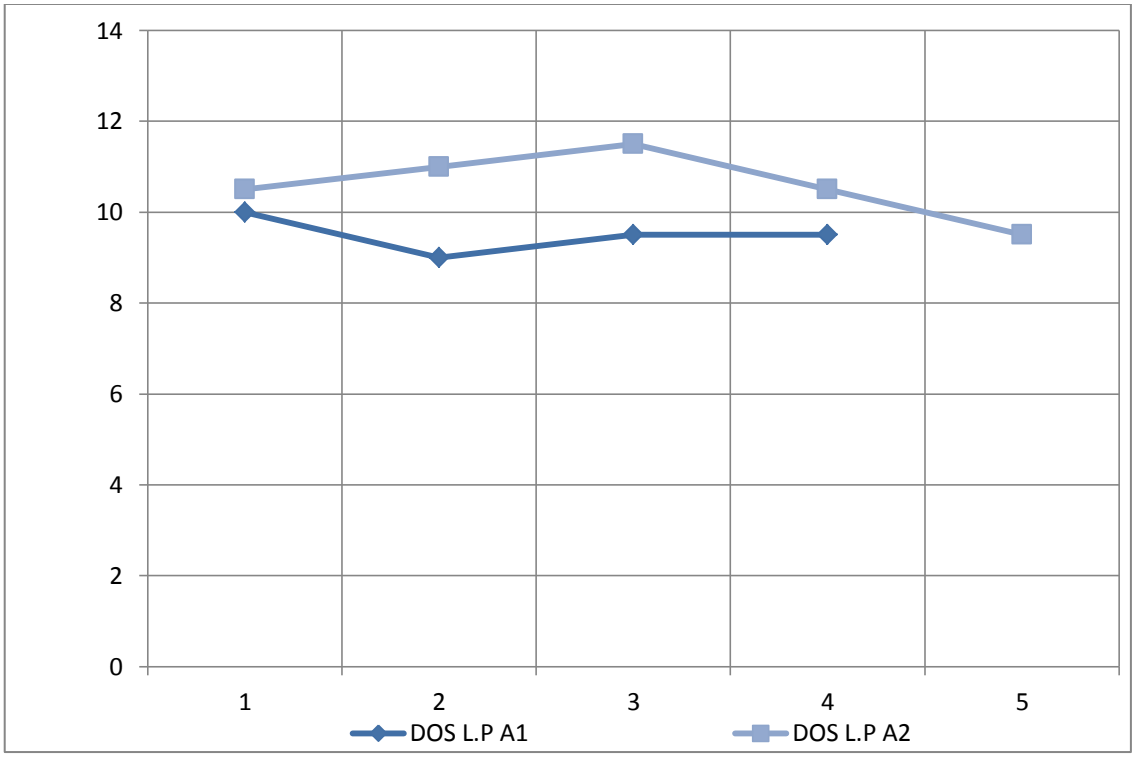


المسافة بين ظهر اللسان والحنك

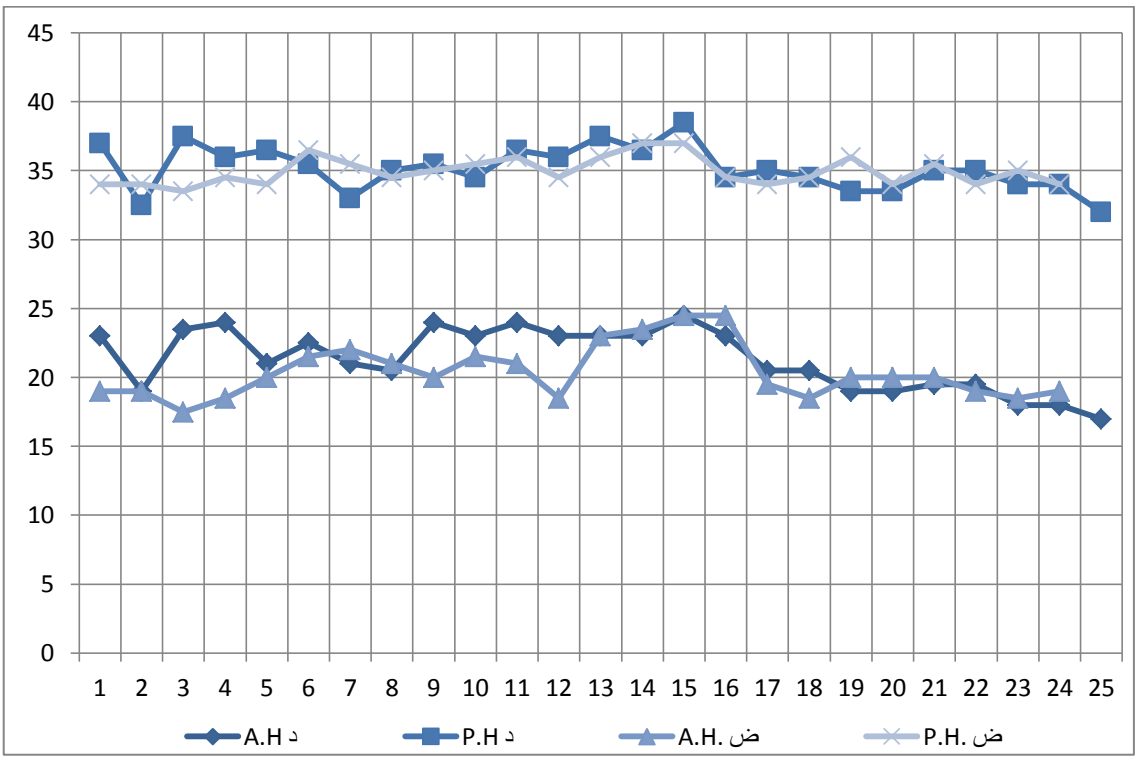


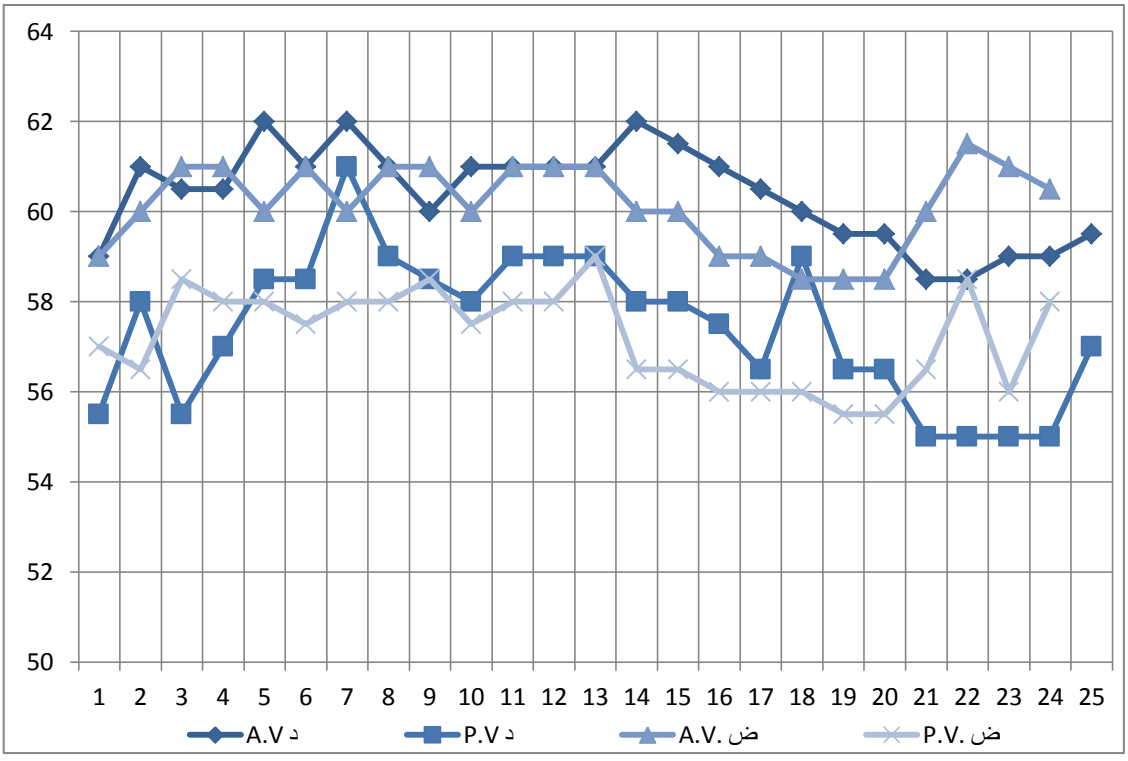
ط/a1/ – /a2/:

المسافة بين ظهر اللسان والحنك

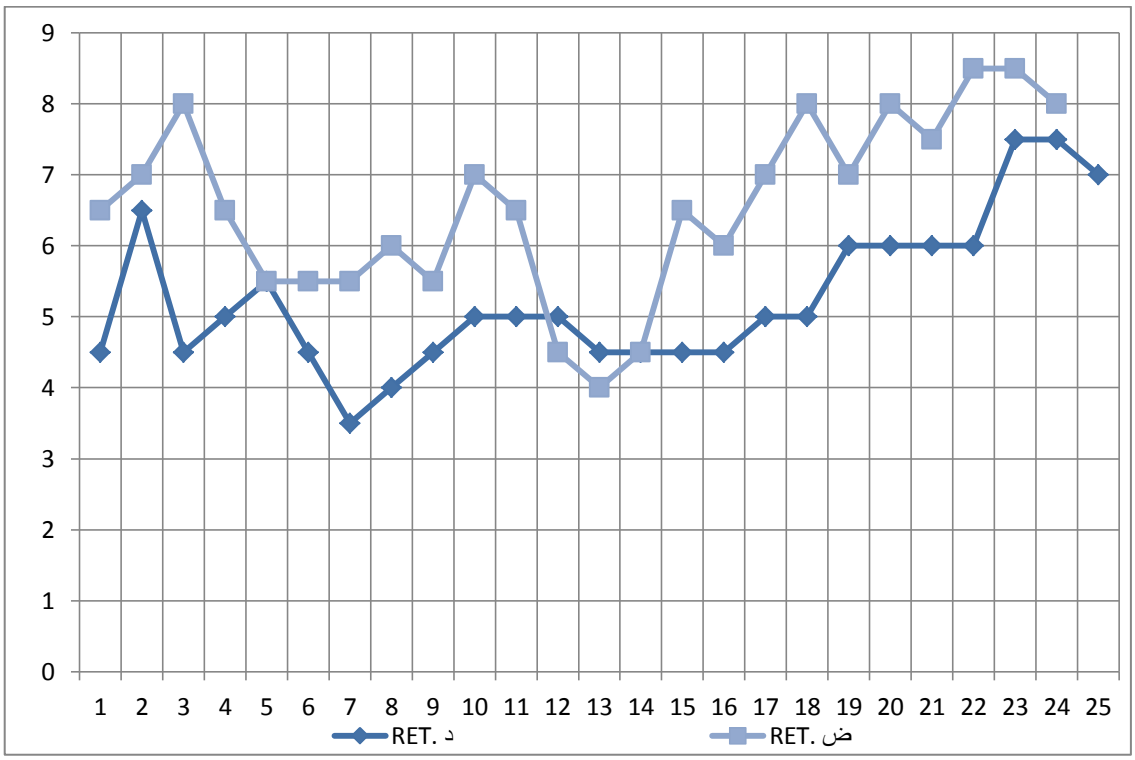


الدال(د) الضاد(ض)

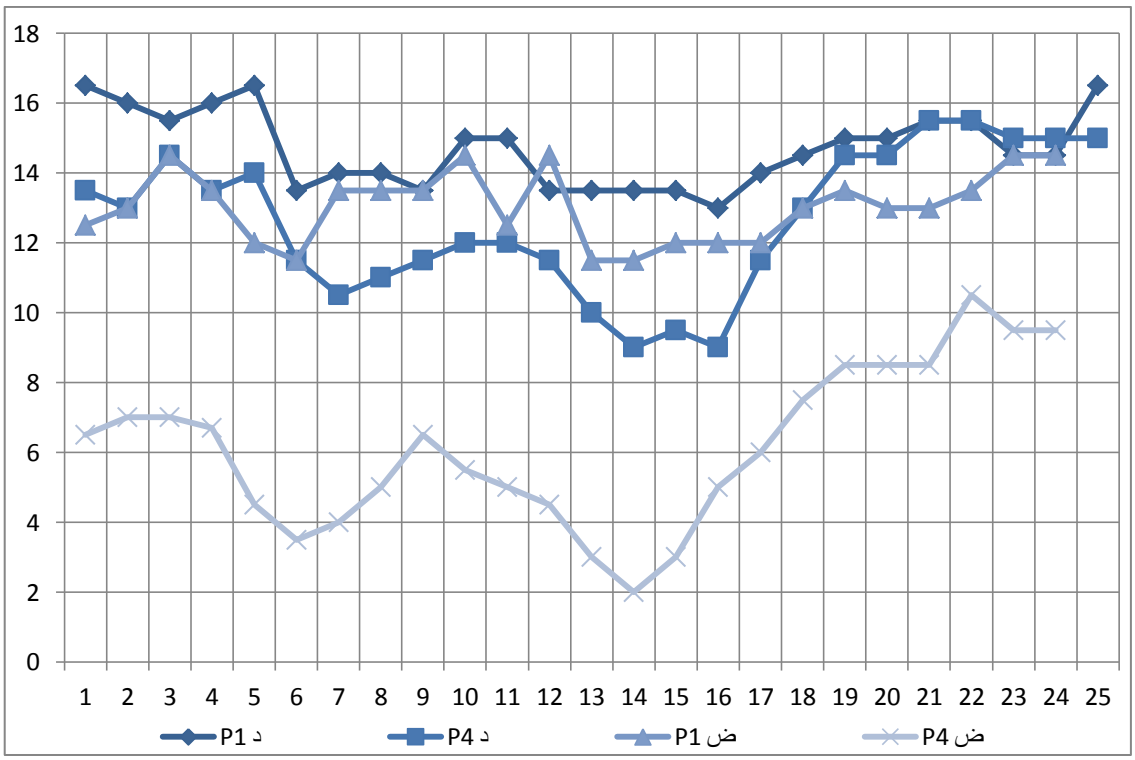




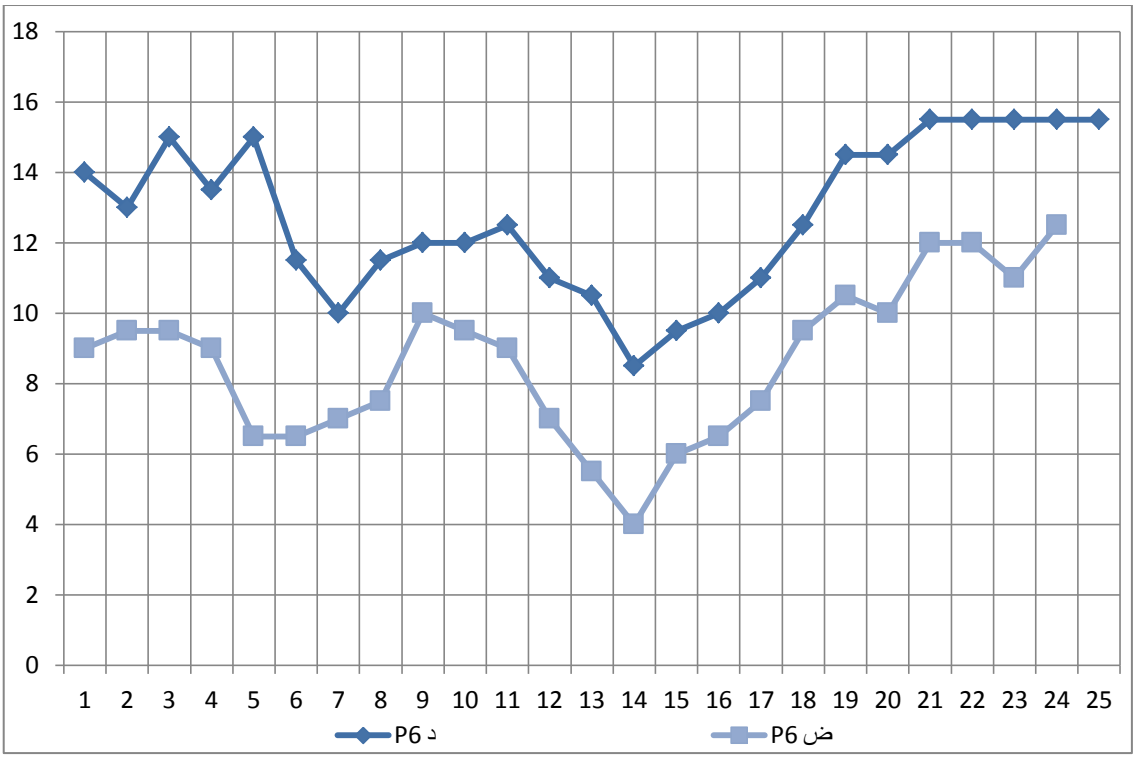
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



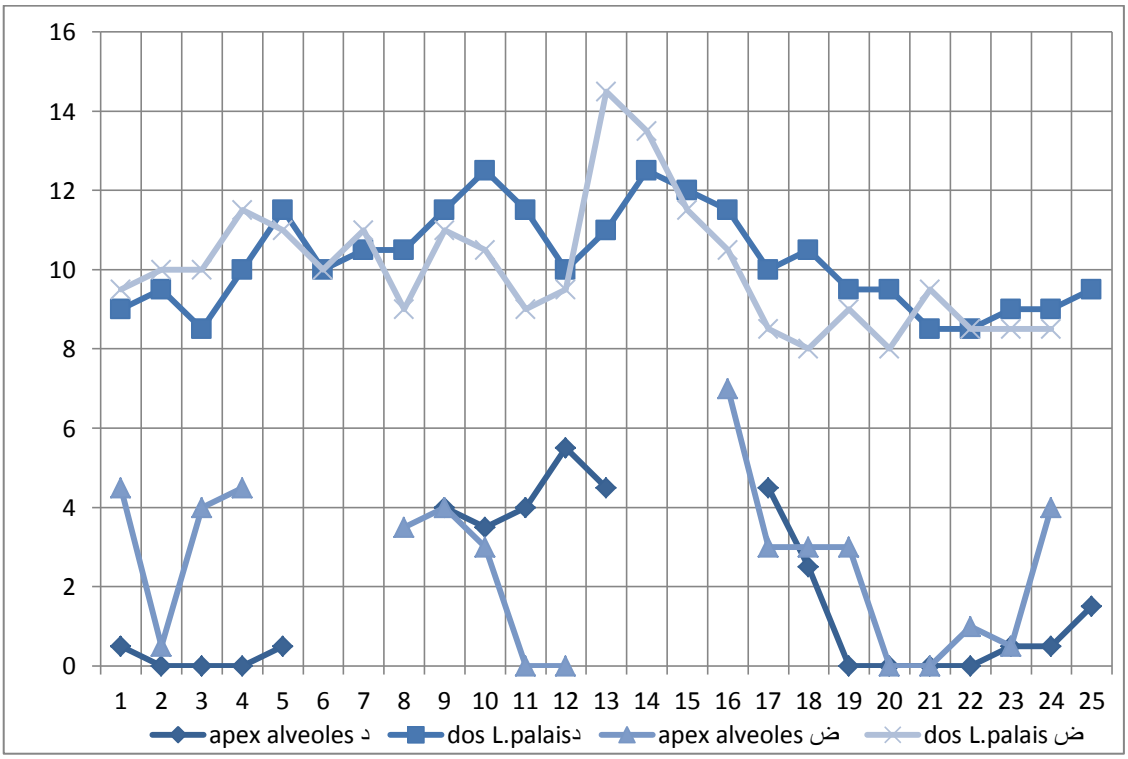
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق ووسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

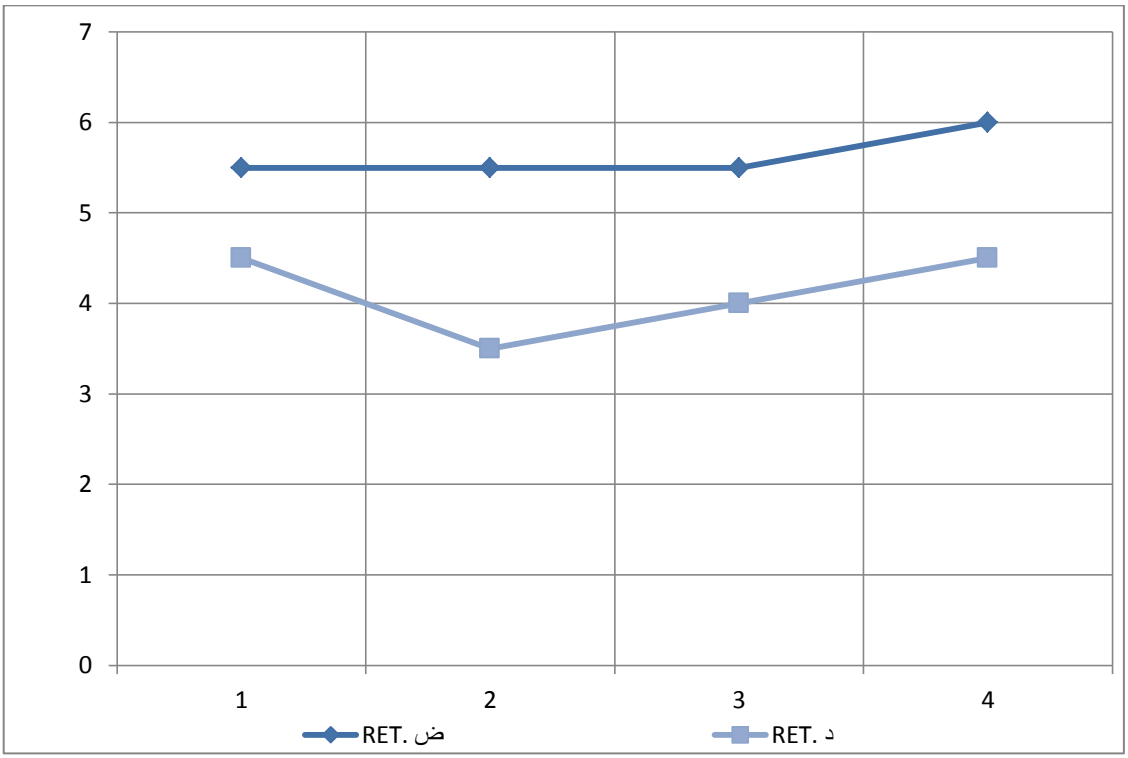


المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق

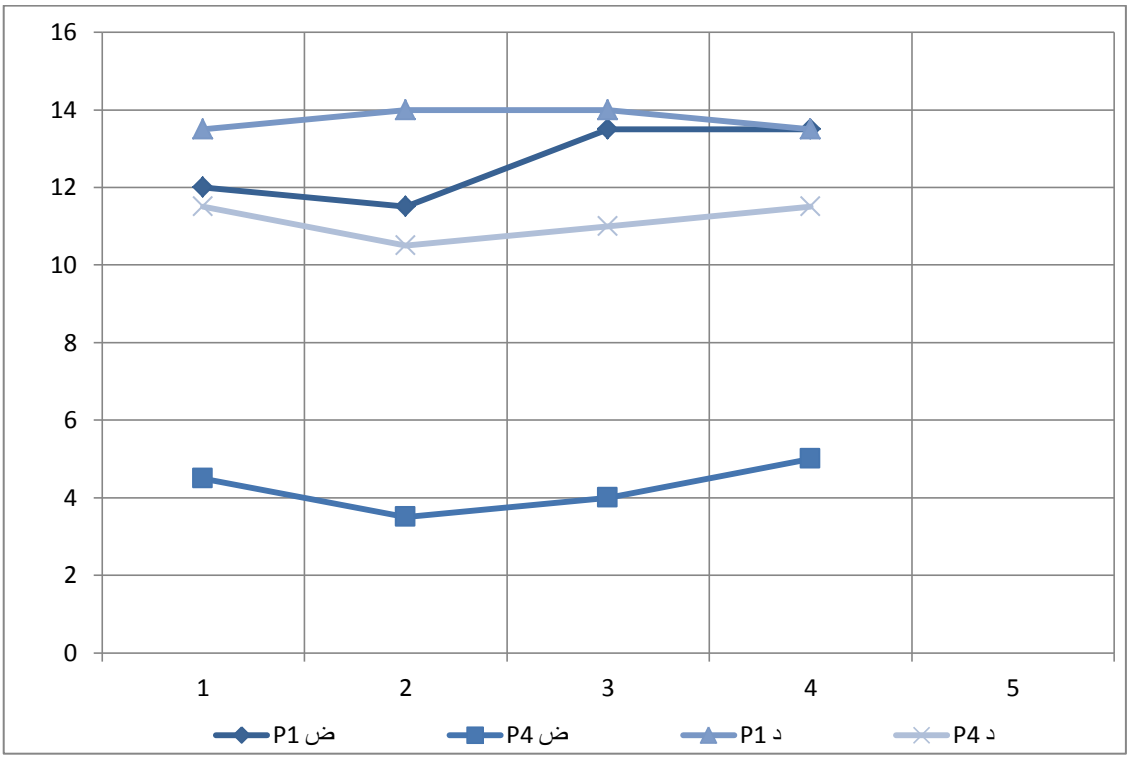


الحركات د ض/a1/:

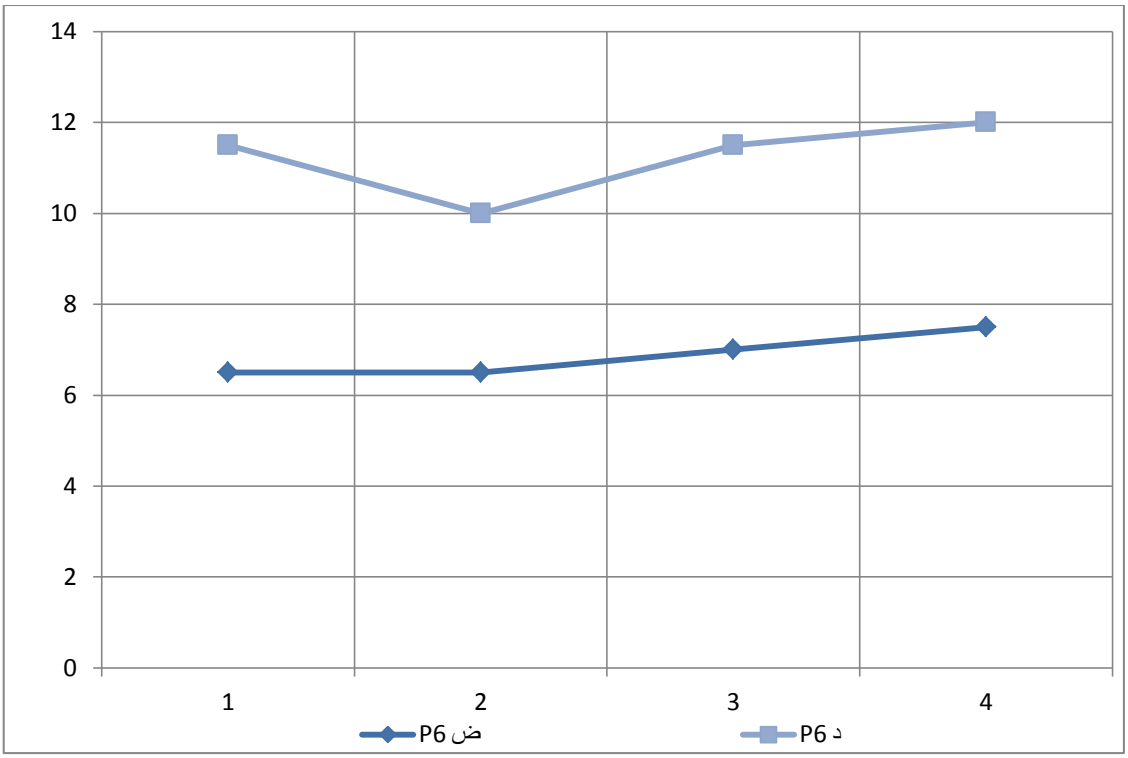
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



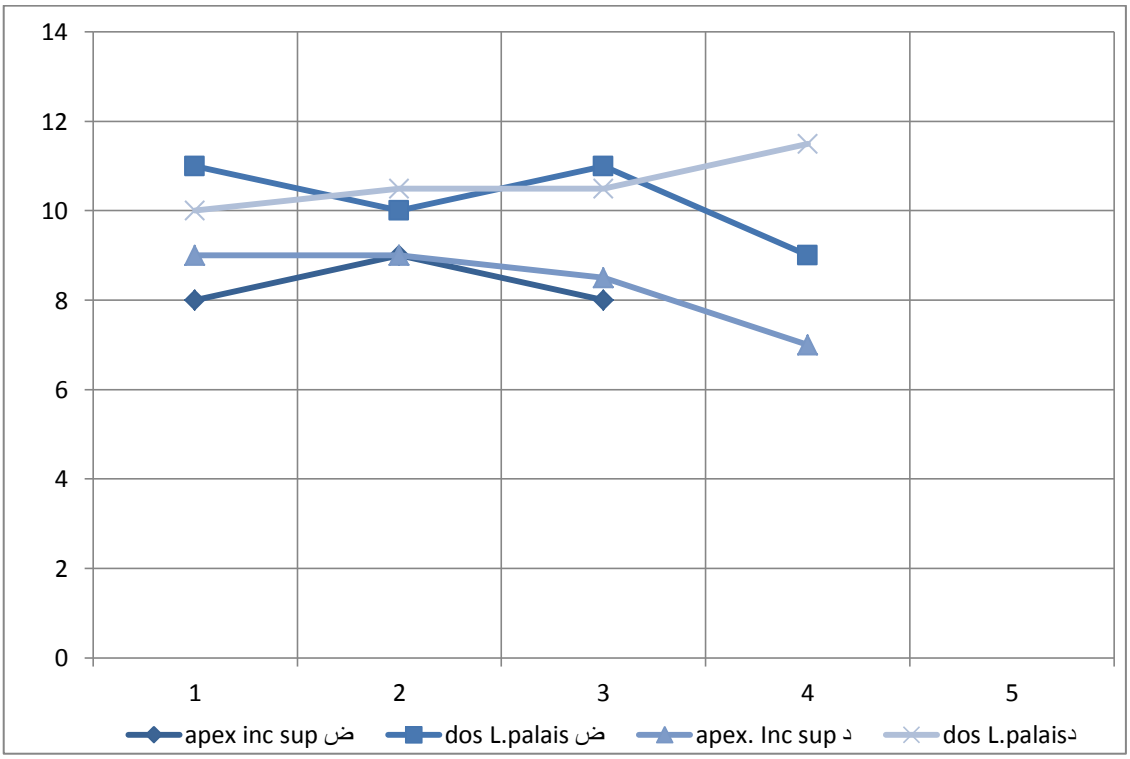
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق ووسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق

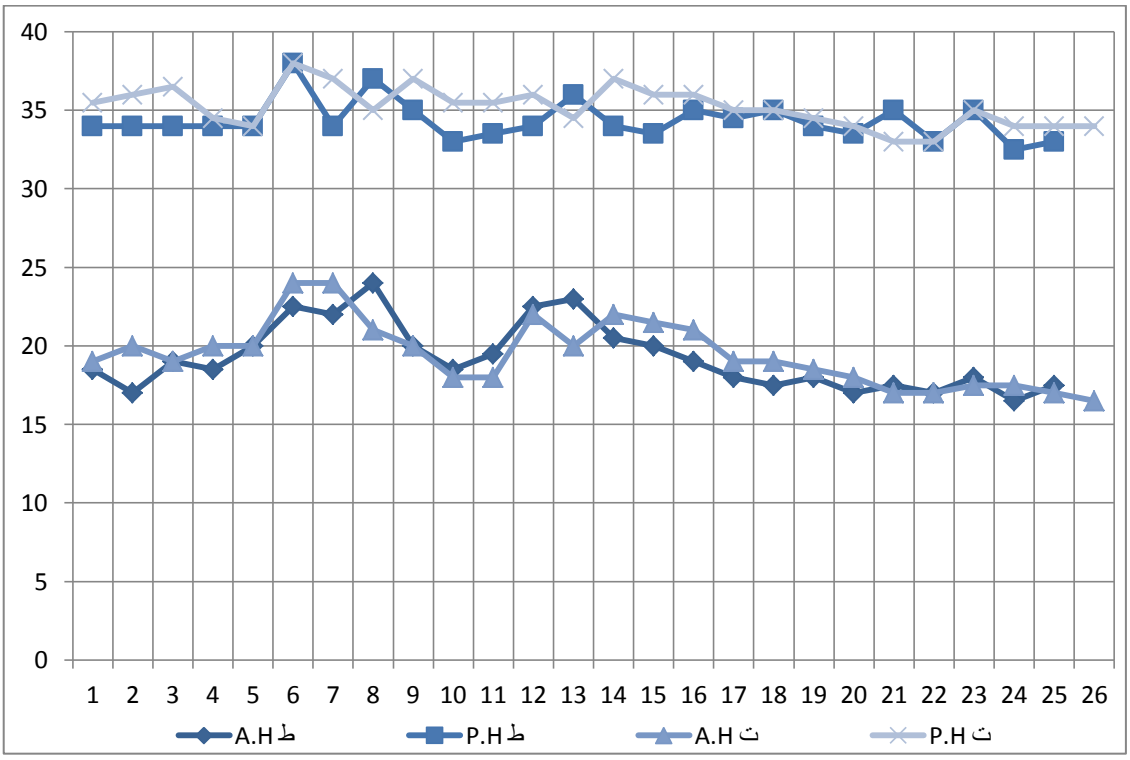


المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق

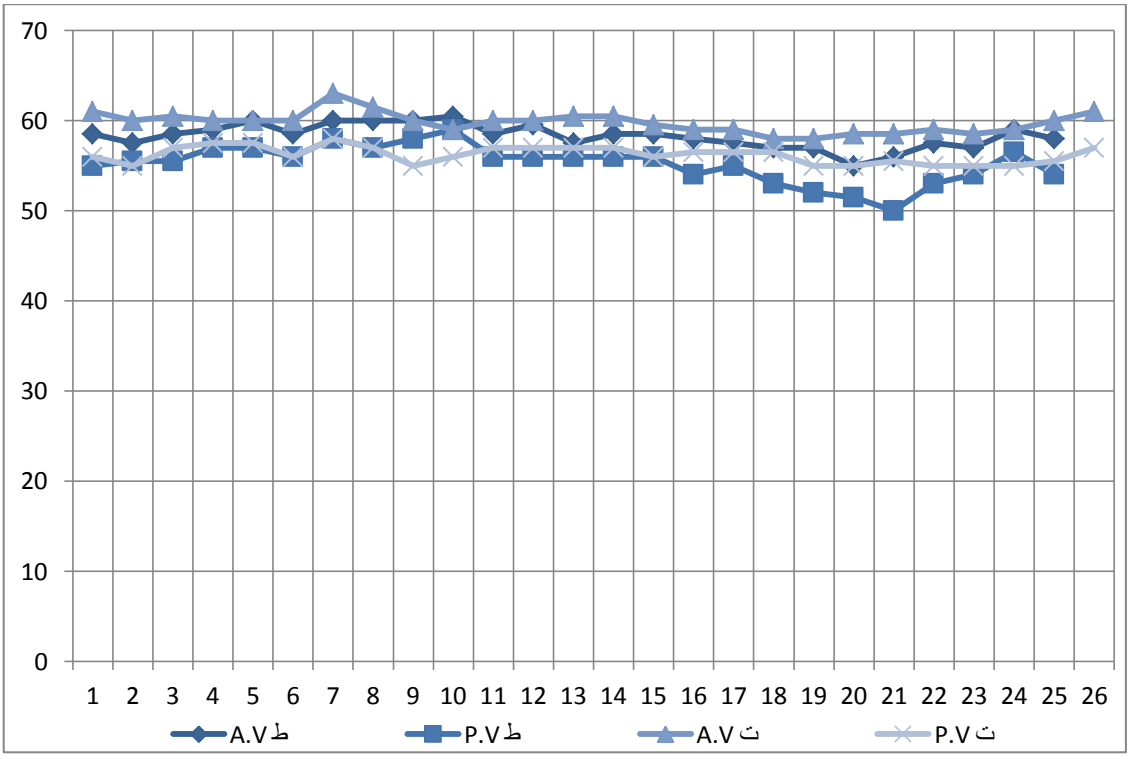


التاء(ت) الطاء(ط)

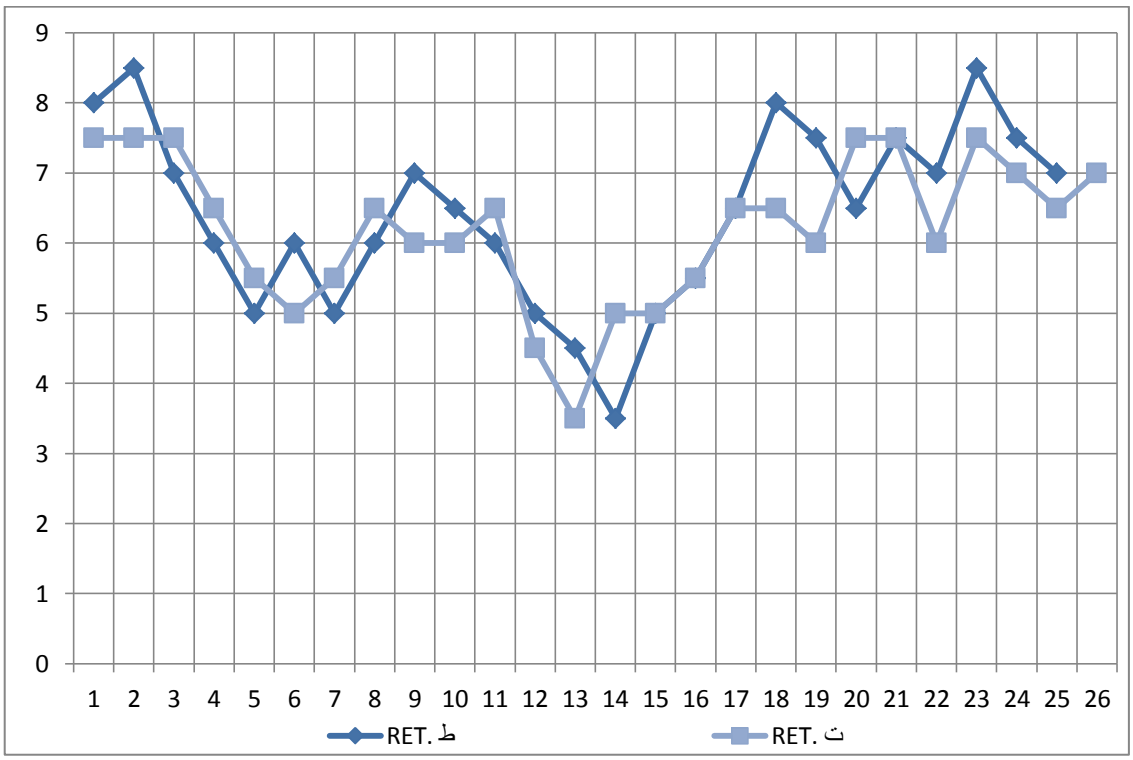
النشاط الحنجري أفقيا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



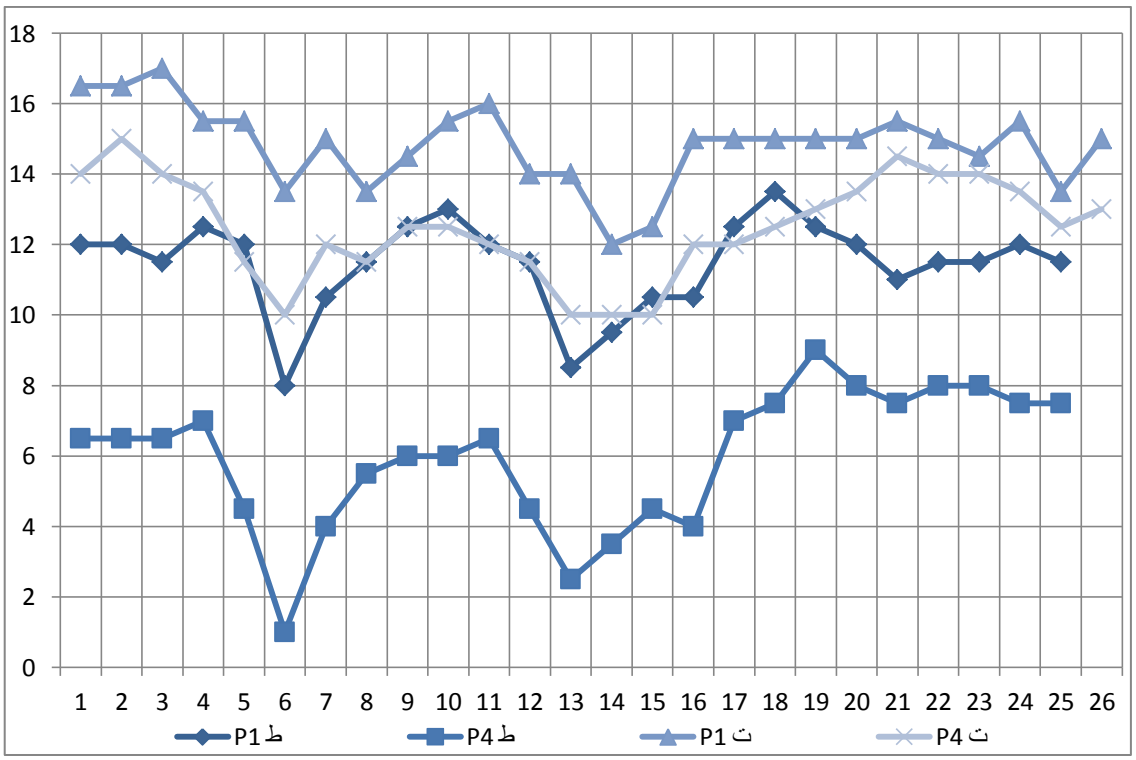
النشاط الحنجري عموديا على مستوى النقطتين الامامية والخلفية لبطين مرجاني



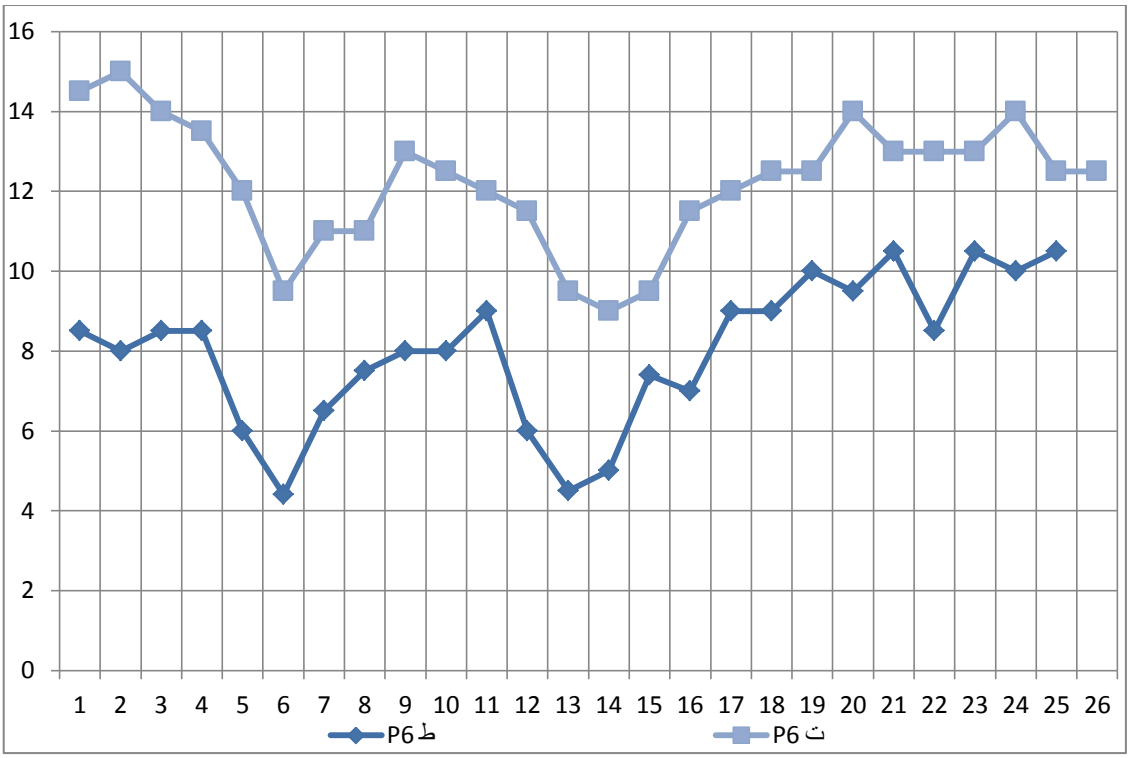
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



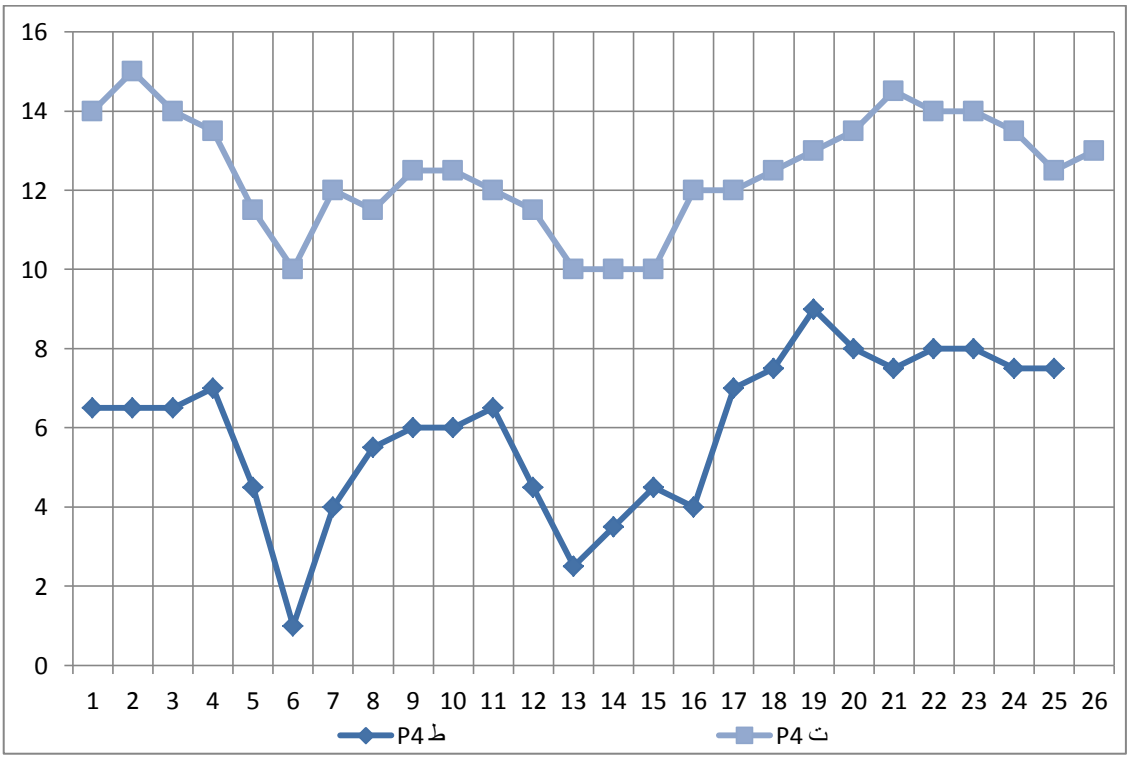
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق ووسطه



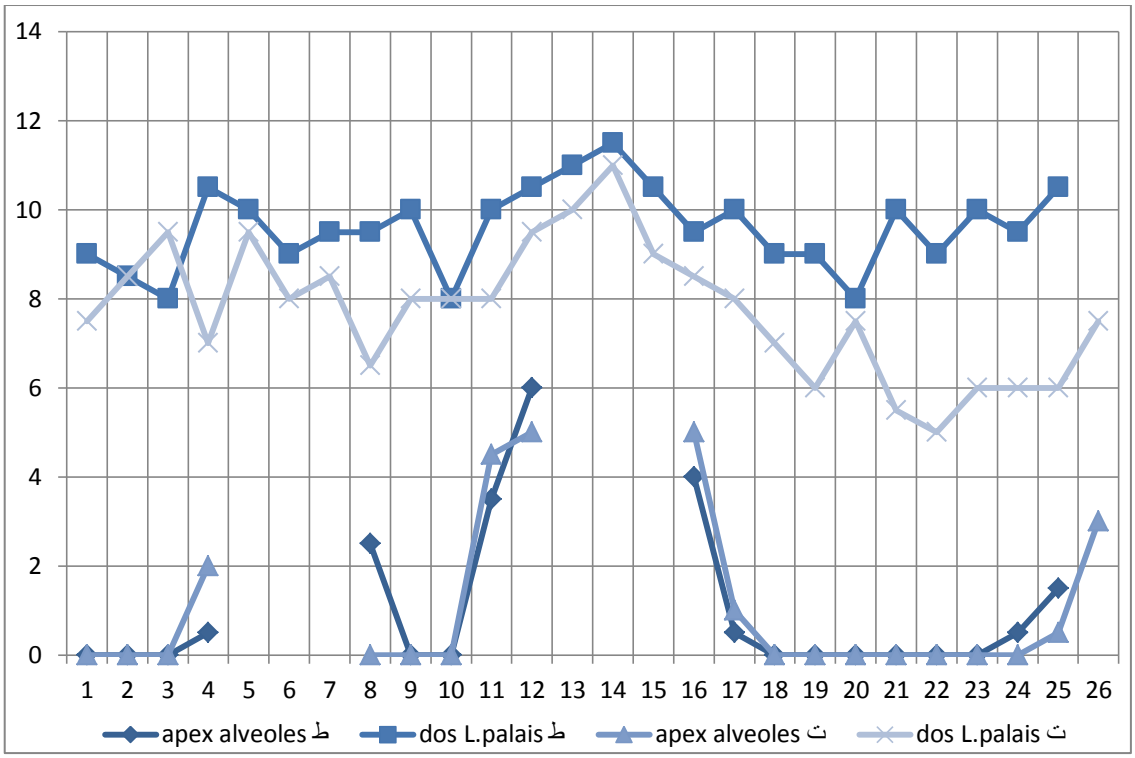
درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق



درجة تضيق الحلق في موقع وسط الحلق

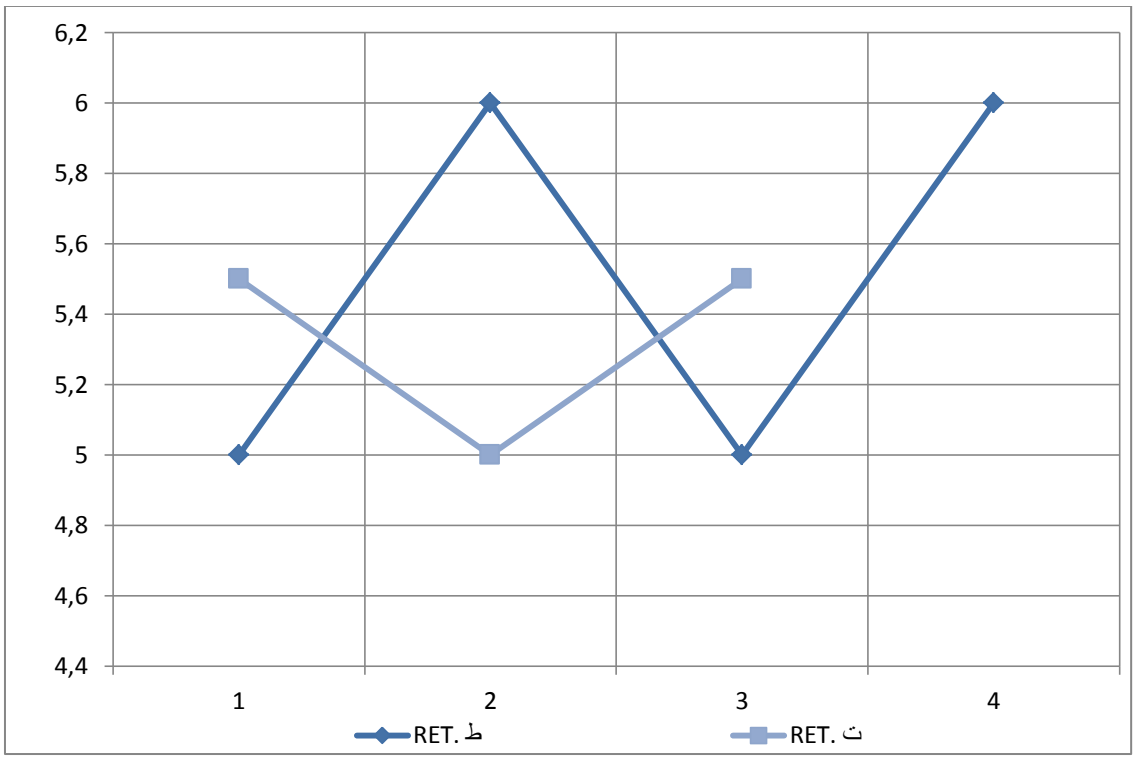


المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق

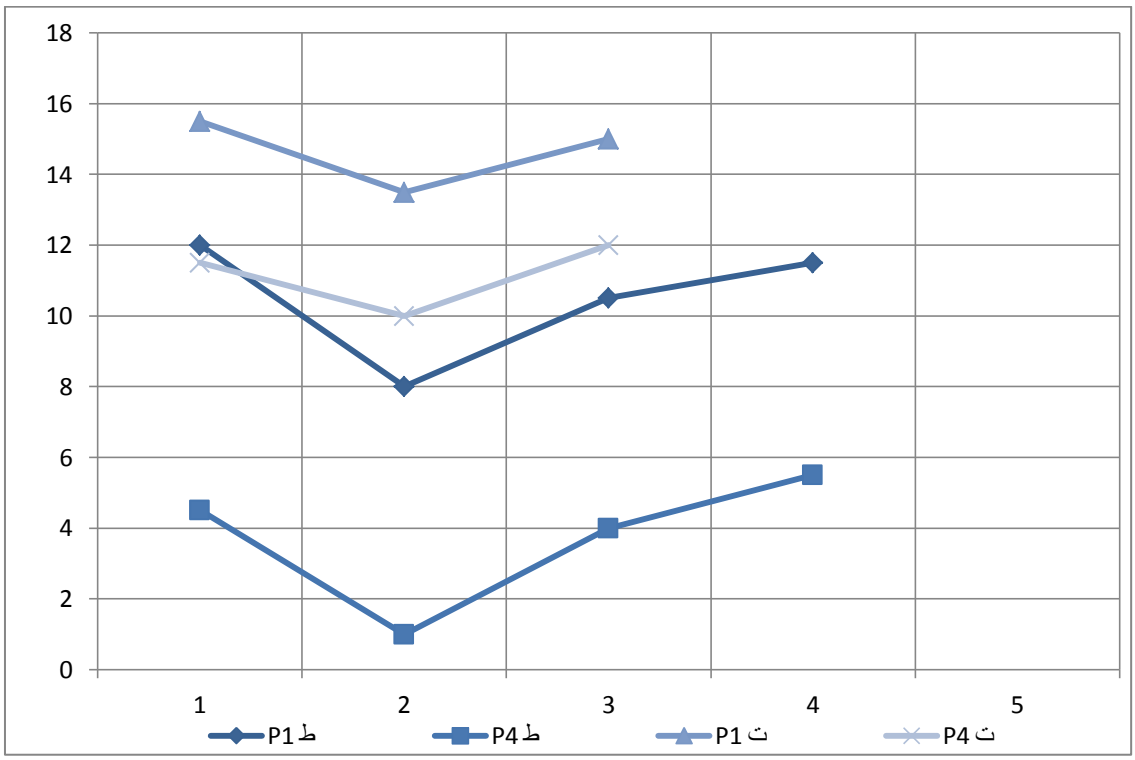


الحركات ت – ط/a1/:

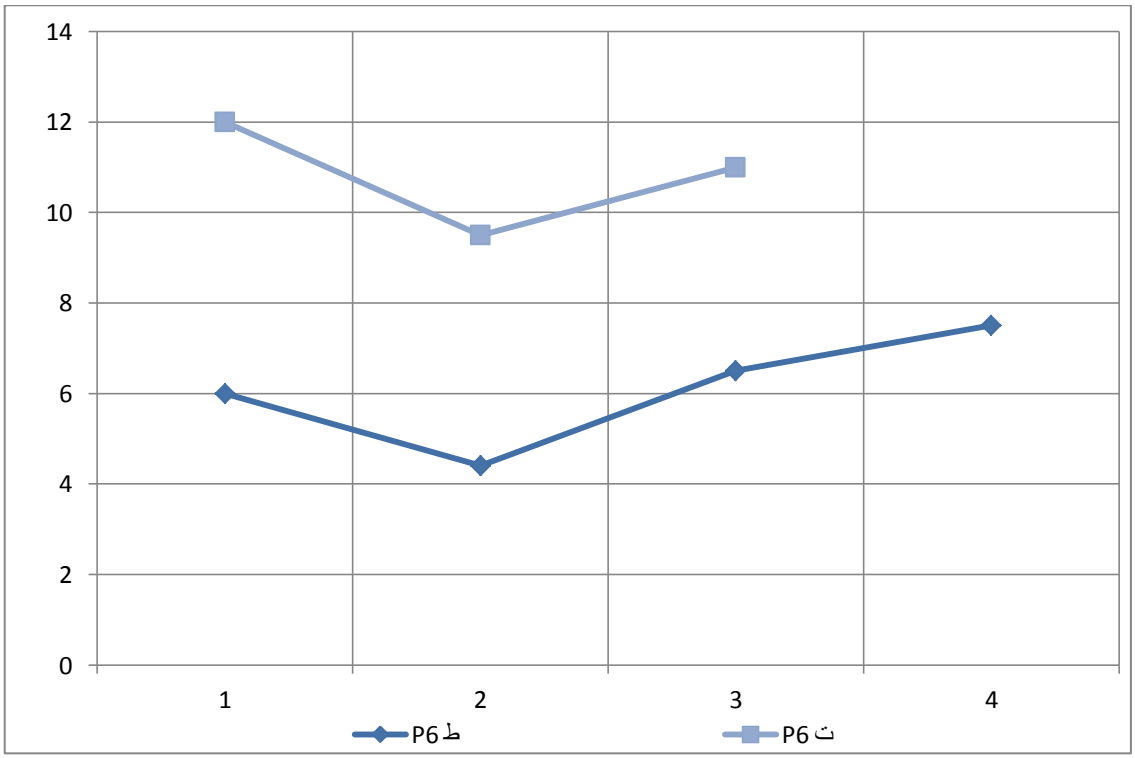
درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



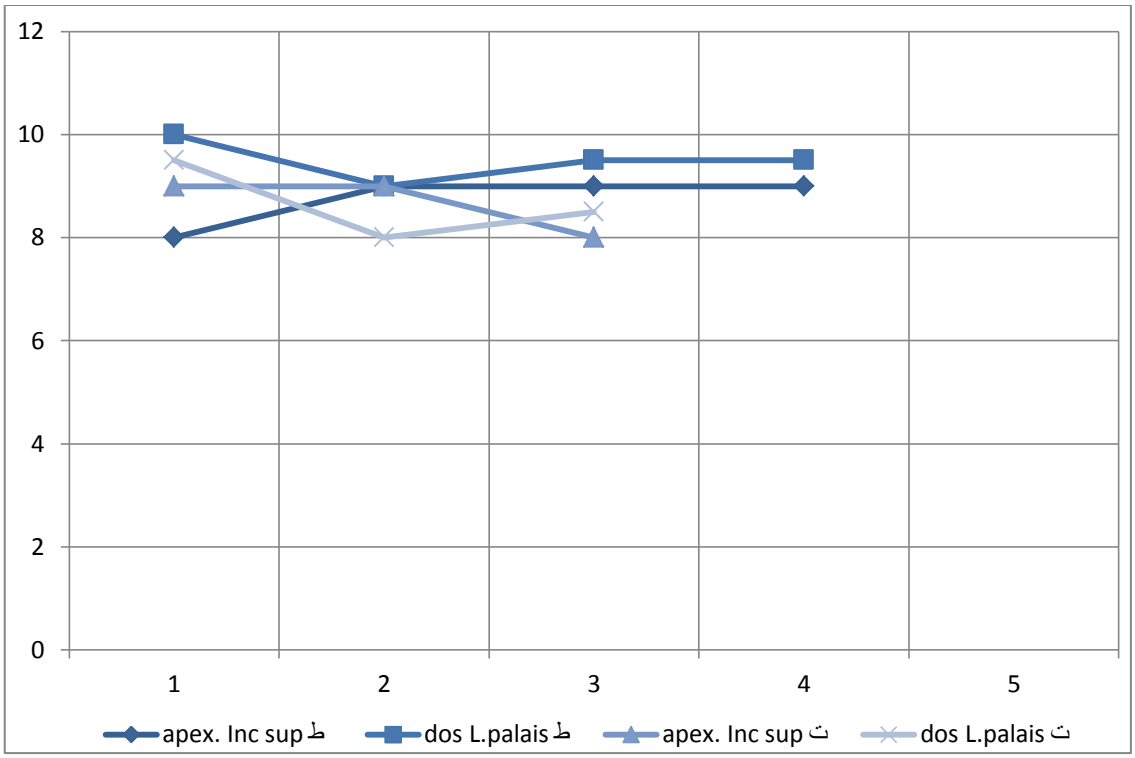
درجة تضيق الحلق في موقعي: أعلى الحلق ووسطه



درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق



المسافة بين ظهر اللسان والحنك مع وضعية الذولق



وصف حركة الفتحة في سياق الضاد:

عدد صور الفتحة الأولى/a_1/ هو 4 (من 22 إلى 25)

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 4 (من 30 إلى 33)

الحركة الفيزيولوجية لهاتين الفتحتين، على مستوى مدخل الحنجرة هي كالتالي: ينفتح مدخل الحنجرة على مستوى شبه الوترين بمقدار 5.5 مم و يستقرُّ على نفس الحالة مدّة ثلاث صور ثم ينفتح بمليمتر واحدٍ في الصورة الأخيرة ونسجل 6 مم أما الحركة الثانية /a_2/ فنشاط شبه الأوتار متواصل حيث تنطلق هذه الفتحة باتساع 4 مم لهذا المدخل الحنجري ثم 4.5 مم في الصورة الثانية و6.5 مم في الصورة الثالثة و أخيراً 6 مم للصورة الأخيرة لهذه الفتحة الثانية في سياق الضاد.

يتسع الحلق في أسفله بين العكدة والجدار الخلفي للحلق بمقدار 6.5 مم في بداية الفتحة الأولى /a_1/ و يبقى على حاله مدّة الصورة الأولى والثانية ثم يزداد انفتاحا إلى 7 مم وأخيرا 7.5 مم.

للفتحة الثانية /a_2/ أكثر انغلاقا من الفتحة الأولى /a_1/ والمقادير هي 5.5 مم للصورة الأولى لهذه الفتحة /a_2/ ثم 4 مم في الصورة الثانية، بعد ذلك ينفتح الحلق بمقدار 6 مم وأخيرا 6.5 مم في الصورة الأخيرة للفتحة الثانية.

أما على مستوى تجويف الفم فالنشاط يعود إلى ظهر اللسان في درجة الارتفاع والانتصاب. فالفتحة الأولى وردت بالشكل التالي: تتسم هذه الفتحة بأكثر انغلاق الفم أو أكثر ارتفاع اللسان ويتبيَّن ذلك من خلال القيم لقياس صور الفتحة /a_1/ التي هي: 11 مم تفصل ظهر اللسان عن الحنك الصلب أو الشجر ثم 10 مم بعد ذلك 11مم وأخيراً 9 مم ويعني هذا أن اللسان ارتفع في نقطة معينة يظهر بمليمترين عن الوضعية الأولى في /a_1/. أما الفتحة الثانية /a_2/ فهي أكثر انفتاحا من الفتحة الأولى، تنطلق هذه الفتحة الثانية /a_2/ بوضعية منخفضة للسان إلى 14.5 مم ثم 13.5 مم و 11.5 مم وأخيرا 10.5 مم.

تتصف هذه الفتحة /a_2/ بانغلاق أكثر في الحلق والمدخل الحنجري وبانفتاح أكثر في الفم لسبب نزول اللسان؛ وظهر ذلك في القيم الفيزيائية للبانية الأولى والبانية الثانية بوضوح لهاتين الفتحتين في سياق الضاد المفخم المجهور.

وصف حركة الفتحة في سياق الطاء:

عدد صور الفتحة الأولى /a_1/ هو 4 (من 26 إلى 29)

عدد صور الفتحة الثانية /a_2/ هو 5 (من 33 إلى 37)

نشاط مدخل الحنجرة على مستوى شبه الأوتار كالتالي:

تنطلق الفتحة الأولى /a_1/ بانفتاح 5مم للمدخل وهي نفس الوضعية للفتحة الثانية /a_2/. ينفتح المدخل في الصورة الثانية في /a_1/ إلى 6مم ثم ينغلق إلى 5 مم وينفتح مرّة أخرى إلى 6 مم؛ فالحركة العضوية متواصلة من صورةٍ إلى أخرى بالانفتاح والانغلاق ثم الانفتاح.

تبدأ الفتحة الثانية /a_2/ بالانغلاق ثم انفتاحٍ عكس /a_1/ والقيم هي كالتالي: 5 مم في الصورة الأولى ثم 4.5 مم و 3.5 مم ثم 5مم و أخيراً 5.5 مم في الصورة الأخيرة.

الوضعية في الحلق على مستوى العكدة متشابهة بين الفتحتين /a_1/ و /a_2/ حيث تنطلقان في الصورة الأولى لكل منهما من 6 مم بين العكدة والجدار الخلفي للحلق.

وفي الصورة الثانية لكل منهما نسجل 4.5 مم ثم تنفصل الفتحة الثانية عن الأولى بانغلاق إلى 5 مم في الصورة الثالثة ثم يلي انفتاح بمقدار 7 مم وأخيرا 7 مم كذلك؛ على مستوى تجويف الفم الفرق بين الفتحتين متميز حيث تنفصل كل واحدة عن الأخرى بقيم خاصة كالتالي:

ينفصل اللسان عن الحنك الصلب للفتحة الأولى /a_1/ بمقدار 10 مم ثم يصعد إلى 9 مم و 9.5 مم في الصورة الثالثة والرابعة. تتسم الفتحة الثانية بانفتاح أكبر حيث تنطلق بمسافة 10.5 مم بين ظهر اللسان والحنك الصلب وفي الصورة الثانية نسجل 11 مم ثم 11.5 مم ويصعد في الصورة الرابعة إلى 10.5 مم وفي الصورة الخامسة إلى 9.5 مم.

نلاحظ إذا انفتاحا أكبر للفتحة الثانية في الفم وانغلاقا أكثر في الحلق في الصورة الثالثة. وانغلاقٌ معتَبرٌ للفتحة /a_2/ على مستوى شبه الأوتار.

خلاصة جزئية

انطلاقا من المنحنيات المجسدة للحركة العضوية على مستوى مختلف المحاور المحددة، توصلنا إلى إبراز النشاط المتواصل للأعضاء أثناء النطق؛ يتسم المدخل الحنجري بحركة عضوية أفقية و عمودية مع تنسيق محكم مع شبه الأوتار الصوتية. يشترك في هذا النشاط الحنجري ويتميز به كل من الهمزة مع الفتحة والعين والحاء.

تتواصل الحركة العضوية كذلك بين الجدار الخلفي للحلق مع عكدة اللسان وتتسم فتحة الهاء بتضييق بسيط ثم تليها فتحة الهمزة وهذا على مستوى المحور م4 (p4) مع نزول الفك السفلي للهاء ثم للهمزة بفارق طفيف. تتميز فتحة الهاء باستقرار أكثر في وضعية الأعضاء على مستوى تجويف الحلق مقارنة بفتحة الهمزة.

برز نشاط معتبر للعين والحاء على مستوى شبه الأوتار الصوتية؛ يبين درجة الانغلاق والتضييق للحرفين أمام الفتحة الملازمة لكل منهما.

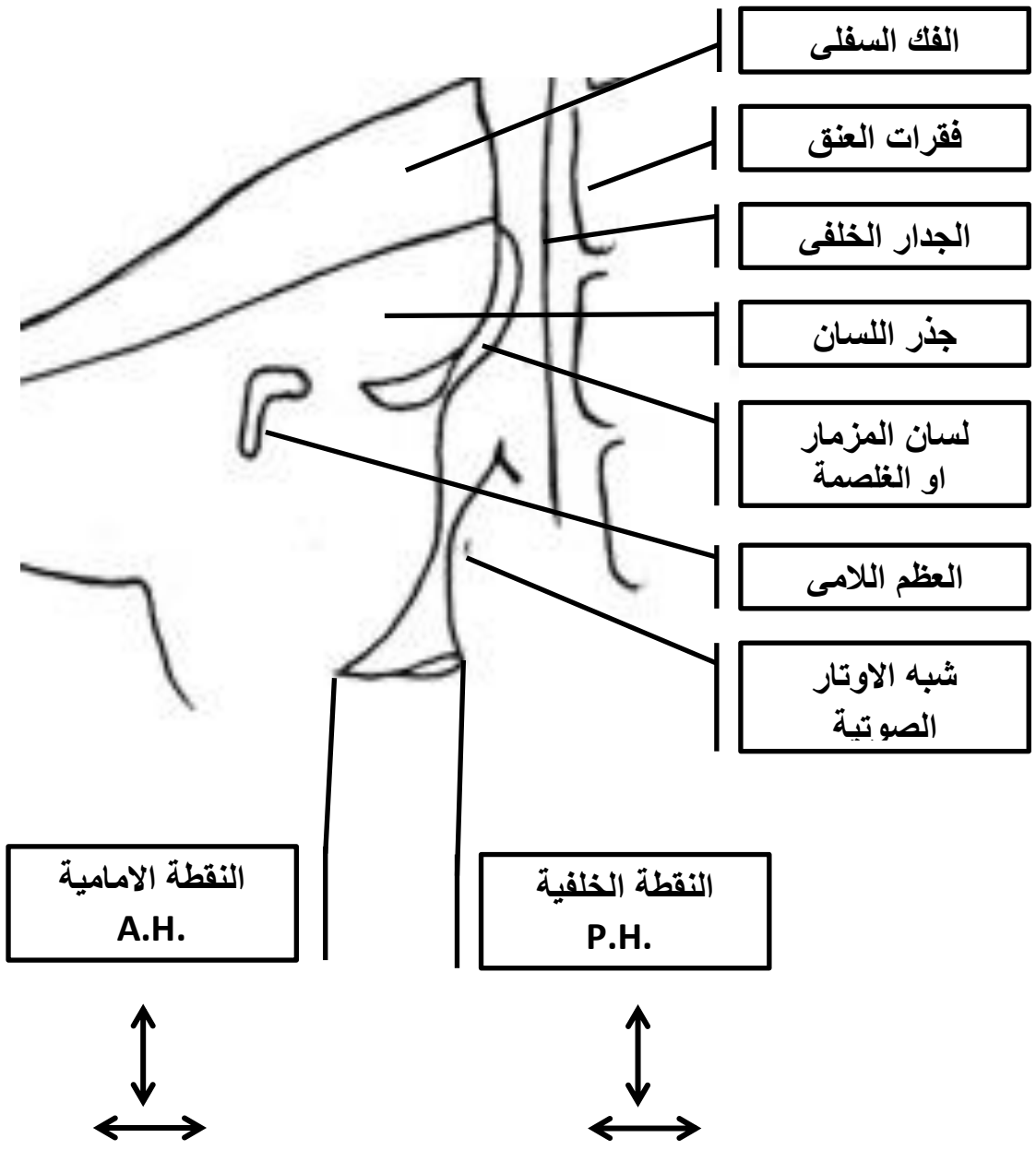
يرتكز التمييز الأساسي بين حروف أدنى الحلق على الحركة العضوية للهاة مع أقصى ظهر اللسان.

يعود التمييز بين حروف النطع إلى نشاط شبه الأوتار للمجهورة منها والمهموسة المرققة، بالإضافة إلى وضعية الوترين الخاصة بكل فئة.

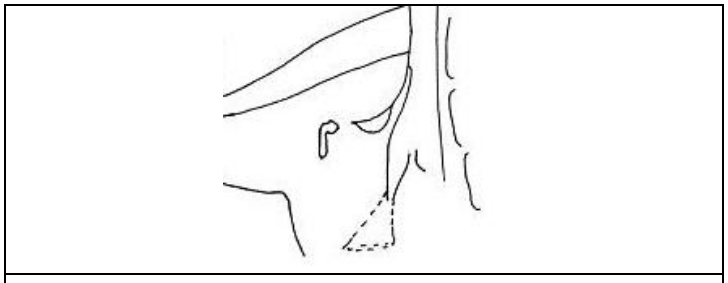
أما الحروف المفخمة الشديدة الضاد والطاء فالنشاط المميز مرتكز على مستوى وسط الحلق في نقطة م4 (p4) وهذا ما يميز المفخم عن المرقق وكذلك ما يميز المفخم عن حروف وسط الحلق؛ ونشرنا مقالا حول هذا التمييز بين حروف التفخيم وحروف وسط الحلق في مجلة اللسانيات بمركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية ببوزريعة.

تتأثر حركة الفتحة بالحرف الملازم لها فتتعدد أشكالها ولكن رغم هذه التنوعات احتفظت هذه الفتحة بجرسها وهذا مع اختلاف كبير في القيم الفيزيائية؛ ولهذا السبب لم نستعمل الكتابة الصوتية الضيقة بوضع الحركة بين معقوفتين [ ] بل استعملنا خطين مائلين / / لكتابة أصوات المدونة؛ فاستعملنا نفس الرمز للفتحة المرققة و الفتحة المستعلية والفتحة المفخمة.

مشهد اقصى الحلق، مدخل الحنجرة

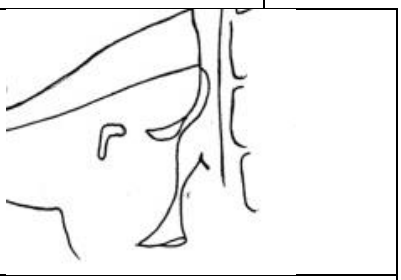


موضع مدخل الحنجرة للهمزة والعين والحاء



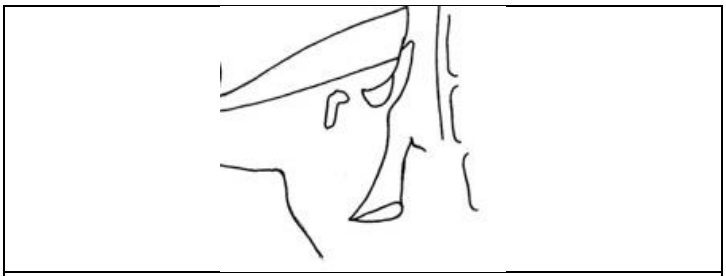
/ʔ2/

/ḥ2/



/ʿ2/

موضع مدخل الحنجرة للخاء والقاف والغين

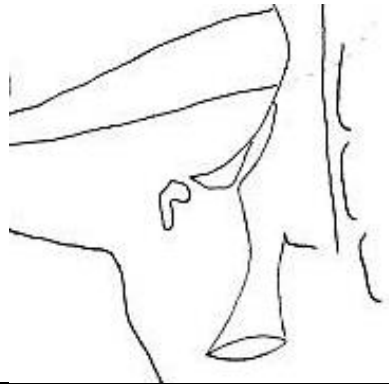
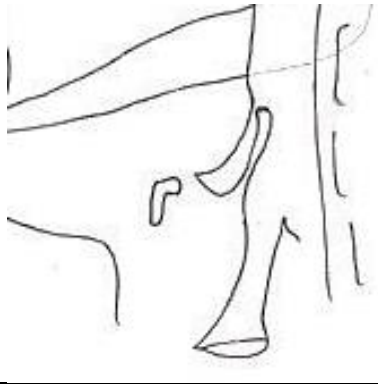


/ḫ2/

/ġ2/

/q2/

موضع مدخل الحنجرة للضاد والدال والطاء والتاء

	
/ḍ2/	/d2/
/ṭ2/	/t2/

الفصل الرابع

التحليل الفيزيائي لأصوات المدونة

1.4. مدخل حول علم الصوت الفيزيائي

إن علم الأصوات الفيزيائي حديث العهد بالوجود نسبيا، إنّه يمثل المرحلة الوسطى بين علم الأصوات النطقي (La phonétique articulatoire) وعلم الأصوات السمعي (la phonétique auditive). وظيفة هذا العلم هو دراسة التركيب الطبيعي للأصوات، فهو يحلل الموجات الصوتية المنتشرة في الهواء أو في أي وسط آخرو تتم هذه العملية عن طريق الترشيح باستعمال أجهزة متنوعة حسب الغرض المنشود.

يعرف **ابن سينا** الصوت من الناحية الفيزيائية ويقول: "أظنّ أنّ الصوت سببه القريب تموج الهواء دفعةً بسرعةٍ وبقوةٍ من أي سبب كان"[1] فالصوت هو عبارة عن اهتزازات هوائية أو كما يحدده علماء الفيزياء فهو ضغط متنقل في الهواء أو في اي وسط قابل للاهتزاز بسرعة معينة وقوة خاصة بكل موجة. ويحدده إتيان أمريت بأنه "تموجات هوائية "[2] "Le son est une vibration de l'air" . والموجة الصوتية (l'onde sonore) هي التي تُوصل الاهتزازات التي تحدث في الهواء؛ وتقدر سرعة الصوت في الهواء بحوالي: 340 متر/ ثانية، فالموجة هي اهتزاز متنقل في وسط مطاطي قابل للاهتزاز – كما أن الصوت لا ينتقل في الفراغ بل يحتاج الى حامل أي الى جسم ناقل لهذه القوة. إلى جانب **ابن سينا**، نذكر "**إخوان الصفا**" الذين اهتموا بالموسيقى والرياضيات وقد ألقوا الضوء على الظواهر الصوتية، فنجد لهم كثيراً من المقالات مشتتة في رسائلهم. يقولون مثلا: "منشأ الأصوات هي حركة الأجسام الصوتية وهذه الحركة تؤثر في الهواء، فإذا صدم جسم جسما آخر انسل ذلك الهواء من بينهما وتدافع وتموج إلى جميع الجهات، وحدث من حركته شكل كروي واتسع كما تتسع القارورة من نفخ الزجاج فيها، وكلما اتسع ذلك الشكل ضعفت حركته وتموجه إلى أن يسكن ويضمحل". و**ابن سينا** – في موضع

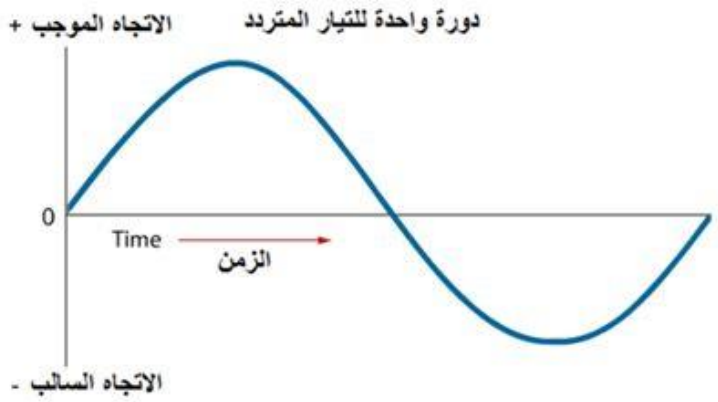
1 ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، ص 56.

2 « Dans cours de phonétique acoustique éd. SNED » Etienne EMERIT.

آخر– يرى أن "الصوت يحدث من قرع عنيف من جسم مقاوم لجسم مقاوم يتموج له الهواء تموجا يصل إلى الصِّماخ فيقرع الحاسة السمعية بشكل **قرعه وتموجه**".

يعود اهتمام علماء الغرب بهذا النوع من الدراسات الى القرن 17 م، أما قبل ذلك فكانت الدراسات الصوتية منصبة على "علم الموسيقى" فقط؛ في عام 1895 م نُشِرَت أول نظرية حول الصوت، وحدث ذلك بعد اكتشاف " نيوتن– Newton" للهواء كوسط مطاطي قابل للاهتزاز[3]. فالموجات الصوتية تنتشر في وسط قابل للاهتزاز كالهواء مثلا في شكل ضغط على جزيئات الهواء المحيط بالجسم المهتز ثم تتناقص شيئاً فشيئاً حتى تنقطع. تنتقل التموجات في الهواء الذي يمثل وسط قابل للاهتزاز وينتشر بشكل كروي كما سبق الى ذلك إخوان الصفا. ان اهتزاز الجسم المادي لا يستطيع أن يؤثر في الأذن ما لم يكن تواتره محصورا بين حدين يختلفان مع السنْ للسامع نفسه، ومن سامع لآخر وقيمتهما الوسيطتان هما 15 Hz هرتز كحد أدنى و 20.000 Hz هرتز كحد أقصى، ويمكن القول أن هناك أمواج تواتراتها أقل من ذلك الحد فتسمى بالموجات تحت الصوتية (les infra-sons) 0<15، وأمواج تواتراتها أعلى من ذلك الحد وتسمى" فوق الصوتية" (les ultra-sons) 0>20.000. والاهتزاز هو حركة جسم في اتجاهين متقابلين في فترات زمنية معينة تنشأ بسبب صدمة يهتز الجسم لها. ومن الممكن أن يمثل لهذه الحركة الاهتزازية بحركة (النواس:le pendule) الذي يذهب من موضع السكون إلى اليمين وإلى اليسار، وتتكرر الحركة بنفس الإيقاع؛ تجسد الحركة البسيطة بشكل المنحنى الجيبي (Une courbe sinusoïdale) الرسم التالي:

3 «Newton montra le rôle de l'élasticité dans la formation et la transmission du son» Il ajoute «L'air est un milieu élastique. »



فالحركة الواحدة أي الذهاب والإياب تسمى باللغة الفرنسية (Une oscillation) وإذا تكررت هذه الحركة نستعمل كلمة (Vibration).

انقسام الأصوات إلى دورية و غير دورية

(Les sons périodiques et les sons non périodiques)

تكون الحركة الاهتزازية دورية إذا حدثت حركاتها في فترات زمنية متساوية، مثل الحركة الجيبية وتكون غير دورية إذا حدثت حركاتها في فترات زمنية غير متساوية.

وهذا التقسيم هو أهم شيء بالنسبة للأصوات لأن حصول الاهتزازات في فترات زمنية متساوية يُحدث تموجا منتظما متناسب الأجزاء. فالأصوات التي تأتي بهذا الشكل هي النغمات وكل النغمات بأنواعها. (Les harmoniques) وقد نجد هذه النغمات في صوت الانسان (أي في التركيب الفيزيائي لصوت الانسان) فالأصوات اللغوية هي عبارة عن مزج لهذه النغمات البسيطة؛ ولكل نغمة ترددها الخاص وسعتها الخاصة، وتسمى هذه النغمات بالتوافقيات. فإذا تمّ الاختلاط والانسجام بين هذه النغمات حسب علاقة رياضية نتج عن ذلك صوت دوري منسجم، أما إذا كان هذا المزج عشوائيا فينتج عن ذلك صوت غير دوري.

من بين الأصوات الدورية نذكر الحركات، وغير الدورية نذكر الجوامد (أي الصوامت les consonnes). وهناك فئة شبه دورية تتمثل في الحروف المتوسطة: **ل** ،

م ، ي ، ر ، و ، ع ، ن؛ فهي أصوات مجهورة تتسم بشبه استقرار أثناء النطق بها وقد صنفها سيبويه بأصوات شديدة جرى معها الصوت؛ فهذا الجريان يمثل امتداد الصوت فترة معينة يظهر خلالها نوع من الاستقرار والانسجام. أما الحروف الأخرى: كالجيم والكاف والشين مثلا فتعتبر قروع فهي أصوات غير دورية وغير مستقرة (des bruits).

إن الظواهر الصوتية – مهما كانت هذه الأصوات – هي عبارة عن مزج للاهتزازات البسيطة؛ والذي يُمثل بمنحنى جيبي. وهذا الاهتزاز البسيط (أو النغمة البسيطة) يعتبر الجزء الذي لا يتجزأ لكل اهتزاز معقد دوري كان أم غير دوري. وتختلف الأصوات باختلاف عدد هذه النغمات المركَبَة فيها أي حسب تردد وسعة كل نغمة. تميز الأذن بين الأصوات بواسطة تردد وشدة هذه العناصر المركبة فيها.

الْموجة البسيطة (L'onde pure)

نميز بين صوتين بسيطين عن طريق التردد والشدة. فالنغمة البسيطة ذات تردد 400 هرتز توحي إلى صوت الضمة [u] تردد 1000 هرتز لنفس النغمة يوحي إلى صوت الفتحة [a] وتردد 3500 هرتز للنغمة البسيطة يوحي إلى صوت الكسرة [i] إذا صعد هذا التردد إلى 4000 هرتز سمعنا كسرة حادة جداً. بعد هذا الحد يفقد الصوت البسيط جانبه الموسيقي حيث نسمع صوتا قريبا من صوت السين [s] حول تردد 6000 هرتز. [4]

ذكرنا سابقا أن الأصوات كلّها مركبة من عدة موجات بسيطة الممثلة لموجة صوت الشوكة الرنانة (diapason)؛ فالاهتزاز المعقد (complexe) متكون من تركيب وتداخل عدّة اهتزازات بسيطة. تعتبر كل موجة دورية كمجموع جبري لعدد معين من النغمات: [5]

4 Ce son pur perd son caractère musical qu'ont les voyelles…

5 Théorème de fourrier «Toute onde périodique est considérée comme la somme algébrique d'un certain nombre d'harmoniques ».

إذا بإمكاننا تركيب أيّة موجة دورية انطلاقا من مجموع عدد معيّن من النغمات التي سنغيِّر تردد كلّ منها وتكون لها سعة معينة.

العناصر الفيزيائية المميزة للأصوات بعضها عن بعض هي:

الشدة الصوتية (**l'intensité sonore**) تميز بين الأصوات القوية (les sons forts) والأصوات الضعيفة (les sons faibles) والشدة الصوتية مرتبطة بالطاقة التي تلتقطها الأذن أثناء استقبالها للموجة الصوتية، وهي تنخفض بسرعة، بمقدار $\frac{1}{\text{مربع المسافة}}$

وحدة قياس الشدّة هي الديسيبال (dB).

الارتفاع أو التردد (**La fréquence**) نميِّز به بين الأصوات الحادة (les sons aigus) والأصوات المنخفضة (les sons graves) فالارتفاع هو سرعة الاهتزاز ووحدة قياسه هي: عدد الأدوار في الثانية أو الهرتز (Hz) Hertz.

الجَرْس يحدّد الانطباع الكلي للصوت أو يحدّد "هوية الصوت" وهو مرتبط بشكل تركيب الصوت، أي بشكل النغمات المركبِّة للصوت من حيث العدد والتردد والشدّة .[6]

والطريقة المثلى للوصول الى هذه المكونات الجزئية للصوت اللغوي هي طريقة الترشيح التي تقوم بتفكيك الصوت واستخراج كل النغمات والتوافقيات وترتيبها ترتيبا تصاعديا انطلاقا من أصغر تردد إلى أعلاه. والاجهزة المستعملة متنوعة: منها المرشح للصوت المنعزل عن السياق كالحركات بمفردها، وهناك المرشح الخاص بتحليل الصوت في وسطه الطبيعي أي في مدرج الكلام وهو المطياف أو المشباح (حسب ترجمة الأستاذ عبد الرحمن الحاج صالح) Le sonagraphe ou le spectrographe.

اللغة نظام من رموز سمعية، وهذا الجانب السمعي للغة هو جانب مادي ملموس يظهر في شكل طاقة متنقلة واهتزاز منتشر في وسط قابل للاهتزاز كما حددناه من قبل.

---

6 Le timbre est relié à la fréquence du mouvement vibratoire.

Le timbre est associé à la structure des sons c. a. d. au spectre des fréquences constitutives. (Chaque fréquence constitutive a la forme d'une courbe sinusoïdale).

فالصوت اللغوي ظاهرة فيزيائية قابلة للتحليل والتجزئة والتشخيص والتركيب من جديد. وأول مرحلة في دراسة أي مادة هي مرحلة وصفها عَنْ طريق التحليل والتفكيك إلى أصغر جزء لا يتجزأ. فذرة الصوت هي الموجة البسيطة الممّثلة بالمنحنى الجيبي – كما ذكر آنفا – والطريقة المستخدمة في استخراج كل المكونات الجزئية للموجة الصوتية هي طريقة الترشيح بأنواعه. فيعطينا الترددات البسيطة أو الموجات البسيطة المكونة لكل صوت؛ وبهذا التفكيك نتعرف على تركيب كل صوت لغوي دوري وشبه دوري وغير دوري؛ مع شدّة كل منها وتردد كل منها.

بعض أجهزة مخصصة لترشيح الصوت المنعزل وتحليله إلى مكوناته الجزئية؛ من بينها نذكر المهزاز l'oscillographe الذي يظهر النغمات المركبة للحركة على شاشةٍ وبواسطة المرشح bruel et kjoer – على سبيل المثال – نجسد التركيب الحقيقي لكل حركة وهذا بمسح كل الترددات التي يسمح بها هذا المرشح، انطلاقا من أَخْفضها حتى أعلاها؛ فيتحدد بهذه الطريقة عدد النغمات المكونة لكل مصوتة وشكلها من حيث التردد والشدّة. ويمكننا في المقابِل أن نركب من جديد هذه المكونات الفيزيائية ونستعمل جهازا مخصصا لعملية التركيب كجهاز (OVE III) ونتحصل على الصوت المناسب للمكونات المقدّمة للتركيب. إن الطريقة المثلى للتحليل الصوتي هي طريقة التحليل بجهاز المطياف أو المشباح[7] حيث يحلل الوحدات الصوتية – الحروف والحركات – في وسطها الطبيعي أي في الكلام المتواصل؛ فيُظهر المكونات الجزئية – النغمات والتوافقيات – لكل صوت ويبيِّن زمن كل وحدة صوتية كما يكشف على تعامل الأصوات في بعضها البعض والتأثير اللاحق بمختلف الأصوات أثناء الوصل.

7 ترجمة للأستاذ عبد الرحمن الحاج صالح، المشباح أو المطياف (le sonagraphe) .

طريقة التحليل بالمطياف أو الترشيح بآلة المطياف

إن تحليل المصوتات في وسطها الطبيعي يكون أفضل من أن تحلّل منعزلة

(son isolé) باستعمال المهزاز والمرشح الصوتي. والآلة القادرة على القيام بهذا العمل هي "المطياف" أو "الصوناغراف" الذي يحتوي على مرشح متغيّر. تقوم هذه الآلة بنوعين من التحليل:

التحليل بالمرشح الضيّق؛ يتقبل 45 هرتز فقط في كل دورة ونتحصل من خلاله على جميع التوافقيات المكونة للصوت مرسومة أفقيا على الشبحية (sonagramme) وكيفية توزيعها على محور الترددات، أي المحور العمودي. تبين لنا أيضا هذه الطريقة كيفية الأداء الصوتي أي: la courbe d'intonation أما نقائص هذه الطريقة فتتمثل في عدم وضوح البواني وكيفية الانتقال من صوت لآخر. الترشيح الواسع يتقبل 300 هرتز في كل مرّةٍ وترسم التوافقيات بشكل عمودي (خطوط رفيعة)، وتساعدنا على التمييز بين الصوت الدوري وغير الدوري، وتحدد لنا أيضا ترددات البواني المكونة للصوت.

والبانية هي تجمع التوافقيات حول تردد معيّن فتظهر على الشبحية على شكل بقع سوداء وشدّة السواد تدّل على شدّة السّعة للنغمات.[8] وكل صوت ذي جرس معين يظهر بكيفية معينة على الشبحية وكيفية توزيع البواني هي التي تحدد جرس الصوت.

- فبالنسبة لصوت الضمة مثلا (u) ترددات البواني تكون منخفضة ومتقاربة.
- الفتحة (a) تكون متوسطة.
- الكسرة (i) تكون مرتفعة والبانية الثانية تنفصل كثيرا عن البانية الأولى.

8 توجد برامج أخرى مجهزة للتحليل الطيفي تستعمل التدرج في الالوان لبيان درجة ارتفاع الشدة الصوتية وهذا من اعلى شدة باللون الاصفر الى الاحمر ثم الاخضر فالأزرق للمنخفضة منها، من هذه البرامج نذكر speech analyser

للبانية الأولى والثانية أكثر أهمية فيما يخص المصوتات. والملحوظ هنا هو أن التردد قد يختلف من شخص إلى آخر لنفس الصوت، وأيضا تردد صوت الإناث يكون أعلى أو مرتفعا عن صوت الذكور ويقدّر الفرق بحوالي 15% أما النسبة الموجودة بين البانية الأولى والثانية فهي لا تتغير (le rapport entre F_1 et F_2 ne change pas)

قام (P.DELATTRE) بدراسة المصوتات ويبيّن فيها كيفية توزيع البواني خاصة الأولى والثانية؛ فصنفها كالتالي: فمن الضمة (u) إلى (o) وهي تعتبر مصوتات منخفضة ومكثفة (v.graves et v.compactes) لكون ترددها المنخفض والمتقارب للبانية الأولى والثانية F_1 وF_2 أما الفتحة (a) و(oe) فتردد البانية الأولى متباعدة عن تردد البانية الثانية (Formants F_1 et F_2 plus écartés) فتعتبر لهذا الغرض مصوتات متوسطة. أما بقية المصوتات من (ε) إلى (i) فشكل البواني يختلف حيث أن تردد البانية الثانية يبتعد كثيراً أو ينفصل كثيراً عن تردد البانية الأولى ولهذا تسمى مصوتات حادة

(v. aigües ou v. diffuses) لأن تردد البانية الثانية مرتفع جدّاً.

ولا نكتفي بهذا التصنيف (حسب التردد) بل نحاول أن نبحث في الأسباب التي تتحكم في هذه التغيرات. ولا شك أن هذا التوزيع للبواني له علاقة بالجانب الفيزيولوجي أي كيفية حدوث هذه الأصوات. ولهذا الغرض يجب أن نتعرف على مختلف تجاويف القناة الصوتية وكيفية تغيراتها أثناء الكلام. الشيء الملاحظ هو أن الصوتيات الفيزيولوجية لا تنفصل عن الصوتيات الفيزيائية بل تتكامل؛ وأسباب التغيرات في توزيع البواني لا شك أنها راجعة للجانب الفيزيولوجي، لمرحلة تشكل الموجة؛ انطلاقا من الحنجرة حتى الشفتين. ويحدد تردد البانية الأولى من خلال وضعية اللسان. فكلّما انخفض اللسان وكلّما ارتفع تردد البانية الأولى (Fréquence de F_1 monte) وبالعكس كلّما ارتفع اللسان وكلّما انخفض تردد البانية الأولى. يستنتج من ذلك أن تردد البانية الأولى ناتج عن حجم التجاويف الموجودة بين ظهر اللسان والحنجرة. واللسان يعتبر العضو الأساسي الذي

يتحكم في تغيرات حجم هذه التجاويف. يمكن تلخيص هذه الظاهرة في تشكيل المصوتات كما يلي:

من الضمة (u) إلى الفتحة (a) ارتفاع تردد البانية الثانية (F_2) يكون على قدر انفتاح الشفتين أي كلّما زادت الشفتان في الانفتاح وكلّما ارتفع تردد البانية الثانية.

المصوتات المتوسطة والحادة غير الشفوية (v. non labialisées) أي من الفتحة (a) إلى الكسرة (i) مع الأصوات الفرعية الموجودة بينهما يرتفع تردد البانية الثانية (F_2) كلما صغر حجم التجاويف الموجودة بين ظهر اللسان والشفتين.

فنقول أخيرا أن البانية الثانية (F_2) تخضع مباشرة لتغيرات التجاويف الموجودة بين ظهر اللسان والشفتين، وتضيق فتحة الفم (الخروج أو المنفذ) يؤدي إلى انخفاض البانية الثانية. أما التجاويف المحصورة بين ظهر اللسان والحنجرة لا تتأثر بهذا التغيير، فينتج عن ذلك توحيد المصوتات في تردد البانية الأولى، أي تشترك جميع المصوتات في قيمة تردد البانية الأولى (F_1).

الصوت الأبيض(bruit blanc) يحتوي على اهتزازات غير نغمية موزعة بشكل موحد على سلم التردد. أي أن مكونات هذا الصوت لها سعة واحدة في كل الترددات. أما الضجيج فلا يحتوي على اهتزازات جزئية منغمة وليس بصوت دوري. ولكل هذه العناصر أهمية في تفسير كل ما يطرأ في تحليل المدونة الصوتية بشكل عام.

التحليل الطيفي للمدونة الصوتية

يعتبر التحليل الفيزيائي الوسيلة العلمية الكفيلة برصد مختلف الظواهر الصوتية المحققة عند التلفظ بالوحدات اللغوية في مدرج الكلام، وعليه فإن التحليل بالمطياف يعرفنا بالخصائص الفيزيائية للأصوات اللغوية – يقوم هذا الجهاز بترشيح الصوت واستخراج مكوناته الجزئية مع تقديم القياس لكل بعد من الأبعاد الثلاثة – المذكورة أعلاه – والمشكلة للشبحية أو للرسم الطيفي (le sonagramme)، والأبعاد هي كالآتي:

البعد الأول (المحور العمودي): يمثل التردد، حيث توزع النغمات المشكلة للصوت المدروس بشكل عمودي فوق الشبحية.

البعد الثاني (المحور الأفقي): يمثل زمن تسلسل الوحدات الصوتية حسب نطقها، يمكننا الفصل بين كل الوحدات الواحدة عن الأخرى ويقاس زمن كل مقطع بالثانية.

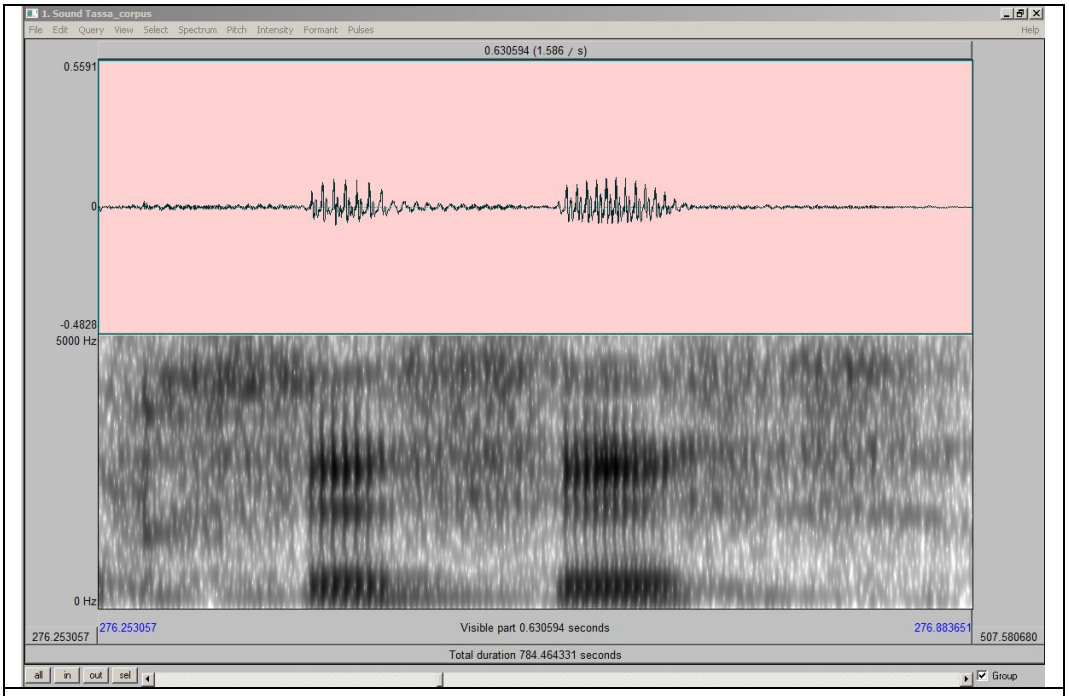
البعد الثالث يدل على شدّة النغمات.

الخصائص الفيزيائية للأصوات اللغوية من خلال التحليل الطيفي تعود هذه الخصائص إلى الصفات الفيزيولوجية الناتجة عن كيفية التأدية للحرف وللحركة كما ورد تفسيرها أعلاه. لكل فئة من الأصوات تشكيل خاص بها وتتقابل أجراسها حسب تقابلها في التركيب. فالحروف الحبسية أو الشديدة تأتي وفقا لثلاث مراحل وهي: مرحلة الحبس وهي الفترة التي تتخذ فيها الأعضاء الوضعية المناسبة للنطق بالحرف أي أثناء التحديد للمخرج. ومرحلة المدّ تتمثل في المدّة الزمنية التي تبقى عليها الأعضاء في نفس الوضع، وتظهر على مستوى الشبحية في شكل شريط أبيض يمثل السكوت الكلّي وهو مدة الاعتماد. مرحلة التحقيق هي لحظة الاطلاق وهو انفجار يرسم على الشبحية في شكل خط عمودي يحتوي على بقع ضئيلة كثيفة السواد، وتمثل الطاقة الصوتية للنغمات المشكلة لهذا الصوت تنطلق من هذه البقع مكونات الحركة الموالية المسماة بالبواني. والملاحظ أنّه قبيل مرحلة التحقيق تسجل للحرف الحبسي المجهور ذبذبات بسيطة في أسفل الشبحية تدل على استعداد الأوتار الصوتية للاهتزاز، في حين لا تسجل هذه الذبذبات مع الحرف الحبسي المهموس لأنه جرى فيه النفس بتعبير سيبويه ولأنه يتحقق بانفتاح المزمار بتعبير علماء الصوت. الحرف التسريبي أو الرخو: يحتوي على نغمات موزعة بطريقة عشوائية حسب صفة هذا الحرف، إن كان رخوا مثل الخاء والغين أو صفيريا مثل السين والزاي، وتشكل الشبحية حسب جرس هذه الحروف من ناحية الجهر والهمس؛ فإن كان الحرف مجهورا فالنغمات تأتي حينئذ واضحة، وتأتي على عكس ذلك مع الحرف المهموس المصحوب باحتكاك هوائي حيث ترتسم على الشبحية في شكل

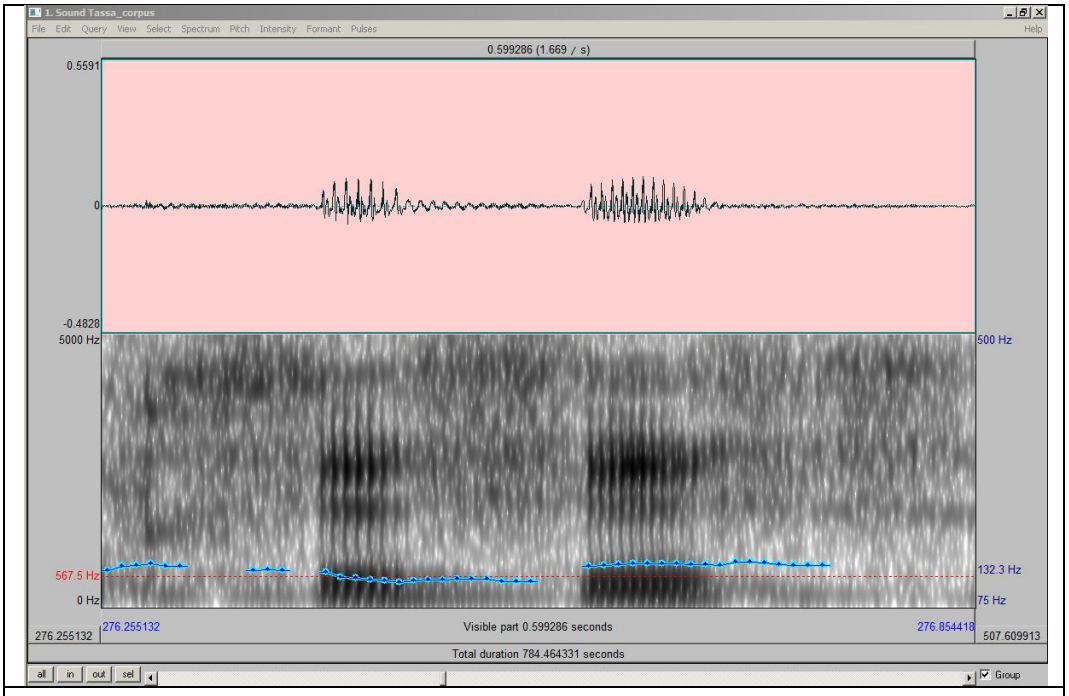
نغمات جزئية أو مكونات جزئية (partiels). تأتي الحروف المتوسطة بِشِبْهِ بواني لشبه استقرارها حال النطق بها؛ إنها أصوات شديدة جرى معها الصوت حسب وصف سيبويه لها. تظهر مستقرة مدَّة جريان هذا الصوت ثم تنتهي بانفجار ضعيف. الحركات باعتبارها أصوات دورية فإنّ انتظام النغمات يكون بانسجام وفق طريقة رياضية معينة، فترد البواني بصورة واضحة. يختلف توزيع هذه البواني من حركة إلى أخرى تبعا للخصائص الفيزيائية لكل منها التابعة لأجراسها الناتجة عن الرفع والنصب والجر وعن ضم الشفتين أو فتحهما أو انكسارهما تماما كما وصفها أبو الأسود الدؤلي.

ومع التقدم التكنولوجي توصل علماء الصوت إلى الاستفادة من الإعلام الآلي واستخدام الكمبيوتر في التحاليل المخبرية ومنها التحليل الصوتي والترشيح والتركيب إلخ ... والجهاز المعتاد عموما هو برنامج PRAAT للتحليل الفيزيائي للكلام، وبهذه الطريقة نتحصل على نفس النتائج بشكل سريع ودقيق كما يحتوي هذا البرنامج على امكانات متنوعة لدراسة الصوت بشكل عام.

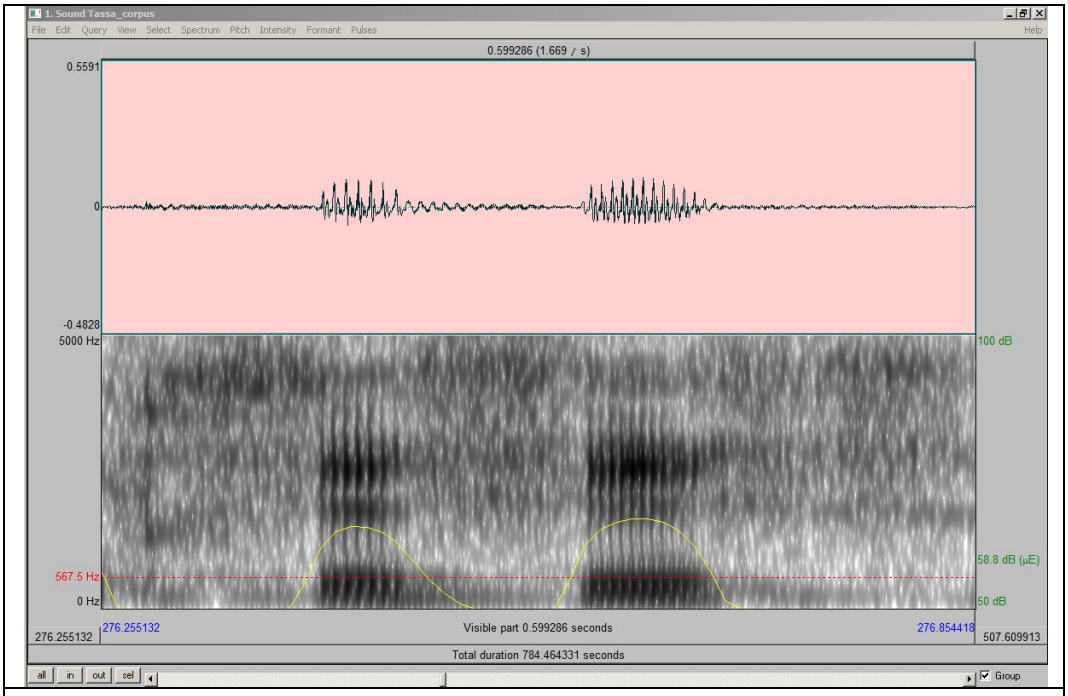
استعملنا في تحليلنا الفيزيائي للمدونة برنامجا خاصا، وهو (Le logiciel PRAAT). تمكننا بواسطتِه استخراج قِيَّم المحاوِرِ التالية: المدّة الزمنية والشدّة الصوتية والتردد الأساسي ثم الترددات الثلاث للحروف والبواني F_1 وF_2 وF_3 للحركات. ولم نكتفِ في هذه الدراسة الفيزيائية بِناطق واحدٍ بل وَسَّعْنَا النِطاق في التسجيل للذكور والإناث مع تكرار المدونة الصوتية بثلاث مرّات لكلِّ ناطق. سجلنا فيما يلي بعض الشبحيات وبينا فيها المحاور الأساسية في التحليل الطيفي وكيف تبرز على الرسم الطيفي.



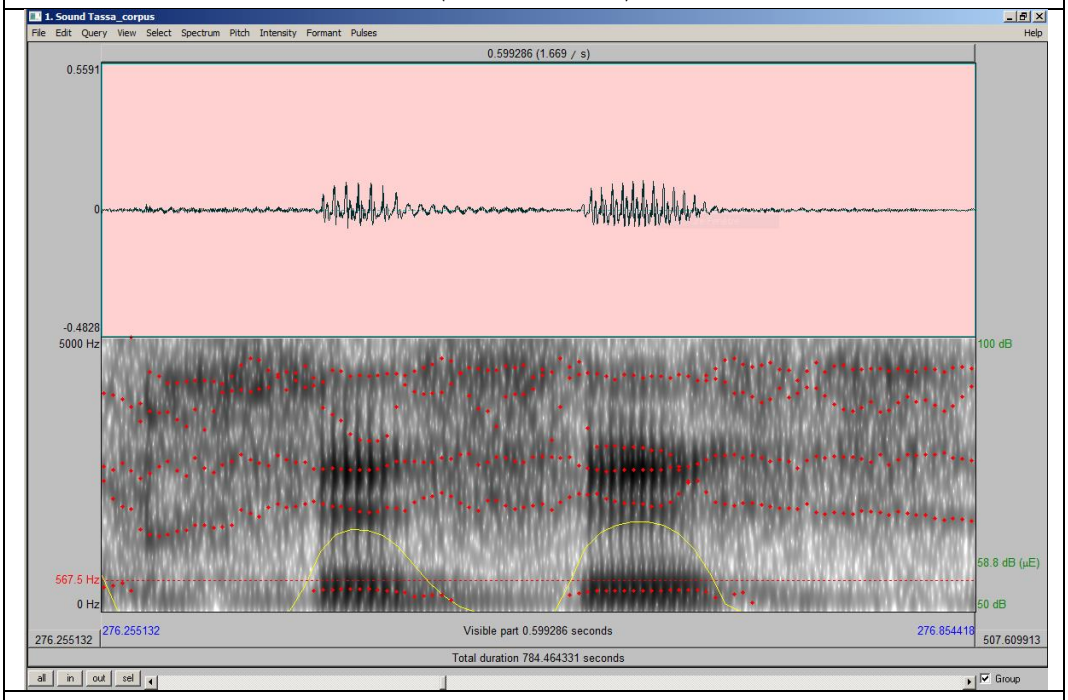
الشبحية رقم 1 تمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي
(oscillogramme et spectrogramme)



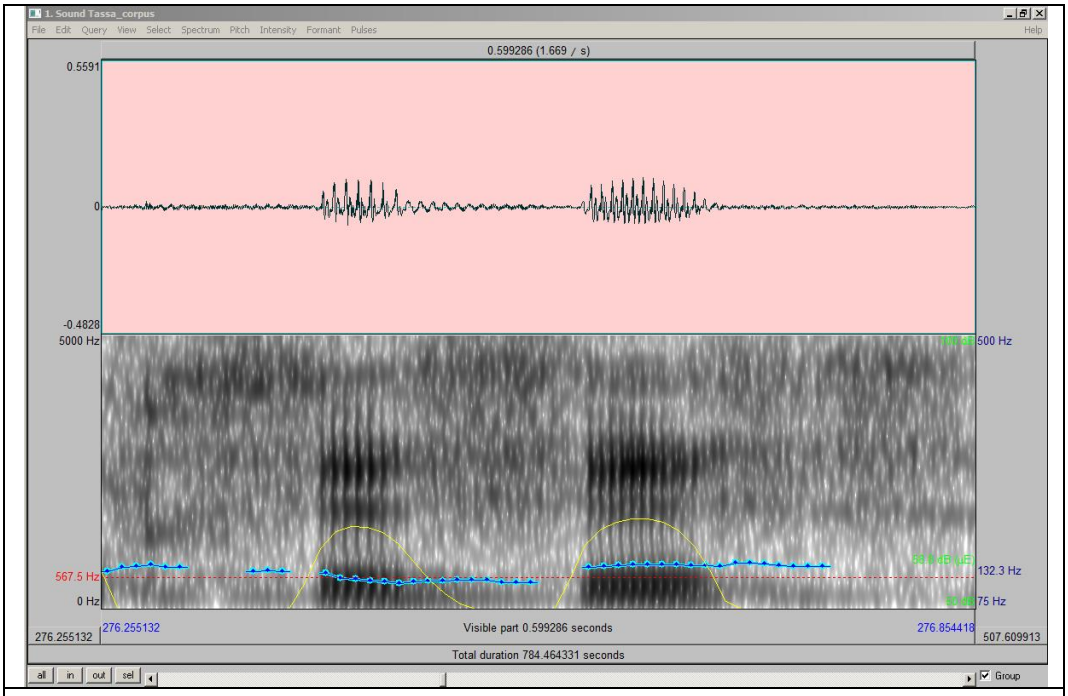
الشبحية رقم 2 تمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى التردد الأساسي
(avec pitch)



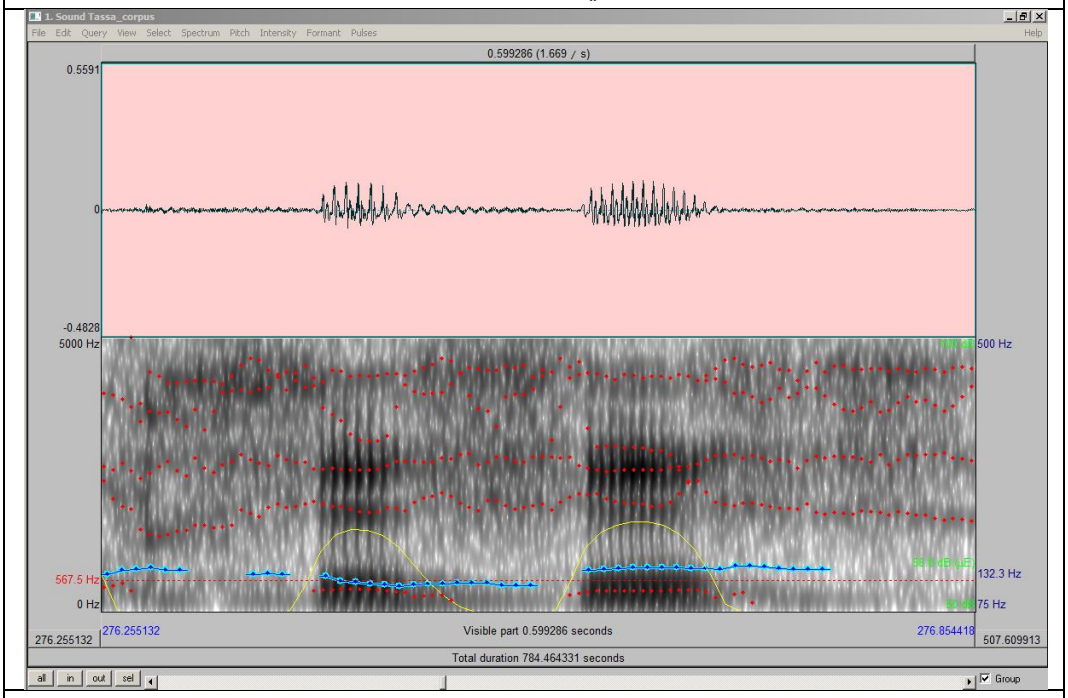
الشبحية رقم 3 تمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية (avec intensité)



الشبحية رقم 4 تمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية مع مسار البواني (avec Intensité et formants)



الشبحية رقم 5 تمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية ومنحنى التردد الأساسي (Intensité et pitch)



الشبحية رقم 6 تمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية ومنحنى التردد الأساسي مع مسار البواني (pitch, Intensité et formants)

التحليل الطيفي للحركات الثلاث

في سياق حروف أقصى الحلق

بعد التحليل المفصَّل لكل الحروف المدروسة في سياق الفتحة والكسرة والضمة توصلنا إلى ما يلي:

2.4 . التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف أقصى الحلق

معدل القيم لكل ناطق

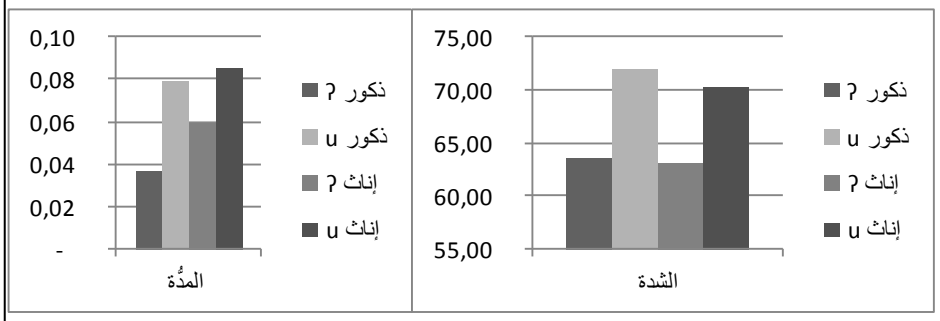
الصيغة/ʔuʔuʔ/

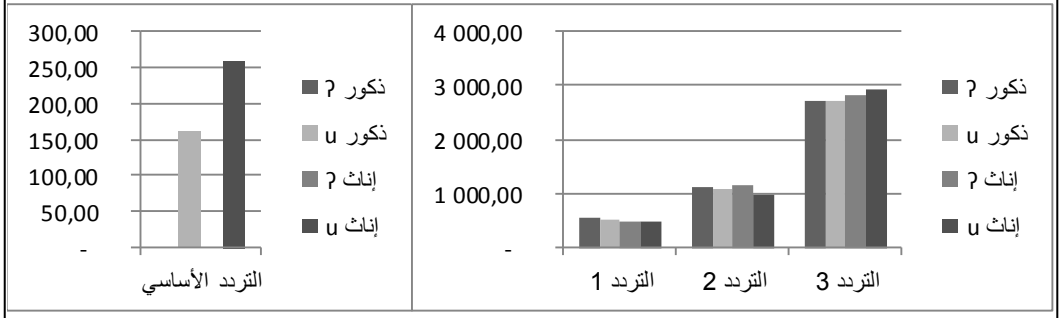
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ʔ	0,05	62,26	-	599,56	1 216,03	2 649,95
	u	0,09	71,22	156,77	545,87	1 084,70	2 616,13
ن ذ 2	ʔ	0,02	65,05	-	476,07	995,87	2 757,04
	u	0,06	72,50	167,61	497,62	1 107,06	2 836,47
ن أ 1	ʔ	0,07	53,85	-	477,83	1 277,78	2 809,73
	u	0,07	62,53	273,71	447,31	883,98	2 811,98
ن أ 2	ʔ	0,05	72,18	-	495,24	1 054,05	2 813,96
	u	0,10	78,02	246,26	488,93	1 104,48	3 063,87

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ʔuʔuʔ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ʔ	0,04	63,65	-	537,82	1 105,95	2 703,50
	u	0,08	71,86	162,19	521,75	1 095,88	2 726,30
إناث	ʔ	0,06	63,02	-	486,54	1 165,92	2 811,84
	u	0,09	70,28	259,98	468,12	994,23	2 937,92





معدل القيم لكل ناطق

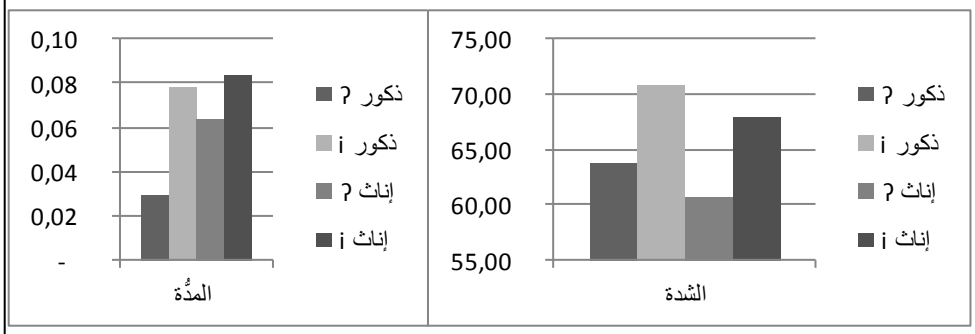
الصيغة/ʔiʔiʔ/

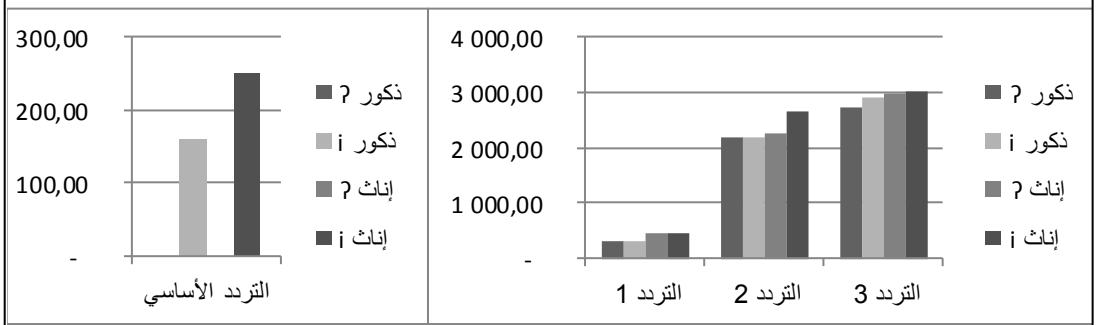
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ʔ	0,05	61,50	-	319,87	2 130,50	2 789,08
	i	0,09	69,76	143,91	309,84	2 164,74	2 759,16
ن ذ 2	ʔ	0,01	65,85	-	325,99	2 224,27	2 699,29
	i	0,07	71,94	174,01	336,09	2 219,47	3 063,09
ن أ 1	ʔ	0,06	50,58	-	485,35	1 997,83	2 987,11
	i	0,07	57,93	259,27	434,84	2 650,98	3 137,31
ن أ 2	ʔ	0,06	70,86	-	453,66	2 550,71	2 991,77
	i	0,10	77,81	238,67	458,82	2 664,59	2 909,12

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ʔiʔiʔ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ʔ	0,03	63,68	-	322,93	2 177,39	2 744,18
	i	0,08	70,85	158,96	322,96	2 192,10	2 911,13
إناث	ʔ	0,06	60,72	-	469,51	2 274,27	2 989,44
	i	0,08	67,87	248,97	446,83	2 657,79	3 023,22





معدل القيم لكل ناطق

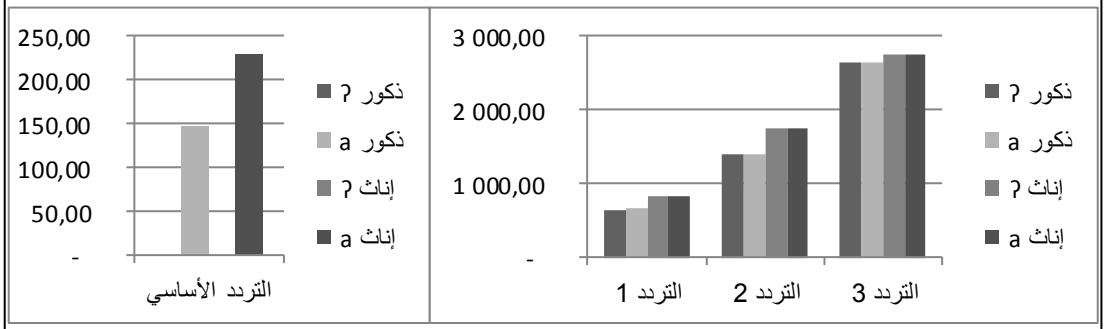
الصيغة/ʔaʔaʔ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ʔ	0,05	64,52	-	613,23	1 290,17	2 579,76
	a	0,09	71,28	137,20	626,41	1 289,56	2 601,38
ن ذ 2	ʔ	0,03	59,52	-	667,42	1 497,63	2 678,64
	a	0,08	69,54	156,58	704,56	1 503,95	2 672,17
ن أ 1	ʔ	0,06	50,87	-	795,04	1 734,05	2 873,49
	a	0,07	58,71	215,22	780,26	1 701,72	2 795,78
ن أ 2	ʔ	0,05	77,20	-	851,28	1 783,24	2 606,31
	a	0,09	83,79	241,38	863,39	1 773,50	2 699,84

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ʔaʔaʔ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ʔ	0,04	62,02	-	640,32	1 393,90	2 629,20
	a	0,09	70,41	146,89	665,48	1 396,75	2 636,78
إناث	ʔ	0,05	64,04	-	823,16	1 758,64	2 739,90
	a	0,08	71,25	228,30	821,83	1 737,61	2 747,81



المقارنة بين معدل القيم للهمزة مع الضمة:

المدّة الزمنية للهمزة قصيرة جداً أما الضمة فمدّتها متقاربة جداً بين الذكور والإناث (وهذه الملاحظة نفسها مع كل الحركات). تنخفض الشدة الصوتية للهمزة لدى الجنسين، وقيم الضمة متقاربة جداً بينهما.

يرتفع التردد الأساسي (F0) لضمة الإناث بمقدار 97.79 هرتز عن تردد ضمة الذكور الأساسي.

يرتفع التردد الأول لهمزة الذكور عن تردد همزة الإناث بمقدار 51.28 هرتز وتردد الضمة (F1) بمقدار 53.63 هرتز عن(F1) ضمة الإناث.

أما على مستوى التردد الثاني فهمزة الإناث ترتفع عن همزة الذكور بمقدار 59.97 هرتز وضمة الذكور ترتفع بمقدار 101.65 هرتز عن ضمة الإناث.

بالنسبة للتردد الثالث فقيمة همزة الإناث مرتفعة عن قيمة همزة الذكور بمقدار 108.34 هرتز وضمة الإناث ترتفع بمقدار 211.62 هرتز عن ضمة الذكور.

المقارنة بين معدل القيم للهمزة مع الكسرة:

وردت همزة الذكور بمدّة زمنية قصيرة جداً تقارب نصف مدّة همزة الإناث بينما الكسرة فمدّتها متطابقة تماماً بين الإناث والذكور. شدّة كسرة الذكور أعلى من شدّة كسرة الإناث بفارق يقدر بِـ 02.98 دسيبال وشدّة همزة الذكور أعلى من شدّة همزة الإناث بفارق يقدر بِـ 02.96 دسيبال. أما التردد الأساسي فيرتفع لكسرة الإناث عن كسرة الذكور بمقدار 90.01 هرتز.

ونفس الملاحظة لقيم همزة الإناث والكسرة التي ترتفع عن قيم الذكور بِـ 146.58 هرتز للهمزة و 123.87 هرتز للكسرة .

يسجل ارتفاع آخر لقيم الإناث في الترددات الثانية للهمزة و يقدر هذا الفرق بِـ 96.88 هرتز ويرتفع تردد كسرة الإناث عن تردد كسرة الذكور بمقدار 465.69 هرتز.

ونفس الارتفاع في التردد الثالث لهمزة الإناث والكسرة وهذا بفارق يقدر بِـ 245.26 هرتز للهمزة و 112.09 هرتز لكسرة الإناث مقارنة بكسرة الذكور.

المقارنة بين معدل القيم للهمزة مع الفتحة:

وردت مدّة الهمزة قصيرة جداً مقارنة بمدّة الفتحة؛ والقيم متقاربة بين الذكور والإناث.

شدّة الفتحة أعلى من شدّة الهمزة والقيم متقاربة بين الذكور والإناث مع ارتفاع طفيف لقيم الإناث. يرتفع التردد الأساسي لفتحة الإناث بمقدار 82.41 هرتز عن تردد فتحة الذكور الأساسي.

نسجل نفس التردد الأول بين الهمزة والفتحة للجنسين؛ وترتفع قيم الإناث بمقدار 182.84 هرتز للهمزة و 156.35 هرتز للفتحة عن قيم همزة الذكور والفتحة.

وفي التردد الثاني يرتفع الفرق الى 364.74 هرتز للهمزة وإلى 340.96 هرتز للفتحة عند الإناث مقارنة بقيم همزة وفتحة الذكور.

كما يرتفع التردد الثالث لدى الإناث الى 110.70 هرتز للهمزة والى 111.13 هرتز للفتحة مقارنة بقيم الذكور للهمزة والفتحة في هذا التردد الثالث.

ملاحظة:

الزمن والشدّة متقاربة على العموم بين الذكور والإناث.

التردد الأول المرتفع هو للهمزة و الفتحة ثم الهمزة والضمة وأخيراً الهمزة والكسرة.

التردد الثاني المرتفع هو للكسرة والهمزة ثم الفتحة والهمزة وأخيراً الضمة والهمزة .

التردد الثالث المرتفع للكسرة والهمزة ثم الضمة والهمزة وأخيراً الفتحة والهمزة.

ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الهمزة

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	162,19	259,98	521,75	468,12
i	158,96	248,97	322,96	446,83
a	146,89	228,30	665,48	821,83

معدل القيم لكل ناطق

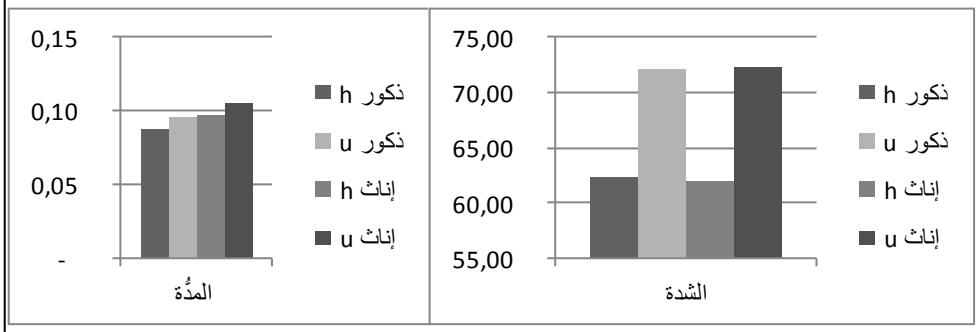
الصيغة/huhuh/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	h	0,09	61,62	137,68	797,45	1 695,57	3 018,54
	u	0,08	72,72	148,96	552,86	1 042,33	2 572,67
ن ذ 2	h	0,08	63,14	125,50	548,14	2 233,01	3 003,27
	u	0,11	71,41	148,94	300,50	2 168,99	2 875,48
ن أ 1	h	0,10	51,28	214,11	512,61	1 319,04	2 955,56
	u	0,09	62,84	227,31	431,22	973,83	2 892,30
ن أ 2	h	0,10	72,60	211,47	518,37	1 297,87	2 971,25
	u	0,12	81,59	233,14	541,01	1 183,18	2 852,95

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/huhuh/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	h	0,09	62,38	131,59	672,80	1 964,29	3 010,91
	u	0,10	72,06	148,95	426,68	1 605,66	2 724,08
إناث	h	0,10	61,94	212,79	515,49	1 308,46	2 963,40
	u	0,11	72,21	230,22	486,11	1 078,51	2 872,62



معدل القيم لكل ناطق

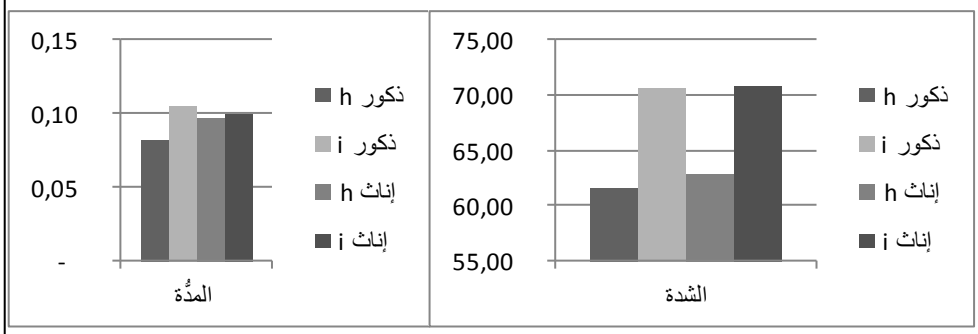
الصيغة/hihih/

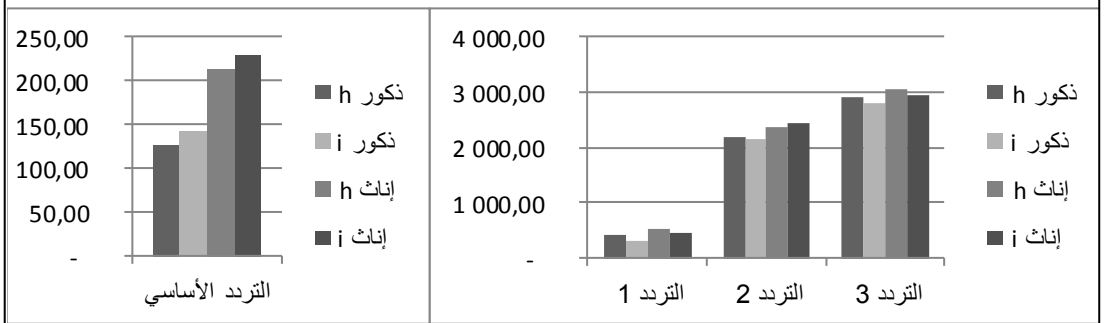
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	h	0,08	60,10	129,71	312,87	2 170,06	2 809,99
	i	0,10	69,71	134,56	321,77	2 133,08	2 721,64
ن ذ 2	h	0,08	63,14	125,50	548,14	2 233,01	3 003,27
	i	0,11	71,41	148,94	300,50	2 168,99	2 875,48
ن أ 1	h	0,09	52,46	209,51	531,30	2 272,26	3 174,45
	i	0,09	60,57	221,97	415,43	2 619,05	3 228,59
ن أ 2	h	0,10	73,44	218,78	492,13	2 463,65	2 940,75
	i	0,10	81,13	234,74	497,41	2 253,44	2 679,76

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/hihih/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	h	0,08	61,62	127,60	430,51	2 201,54	2 906,63
	i	0,10	70,56	141,75	311,13	2 151,04	2 798,56
إناث	h	0,10	62,95	214,14	511,72	2 367,96	3 057,60
	i	0,10	70,85	228,35	456,42	2 436,24	2 954,18





معدل القيم لكل ناطق

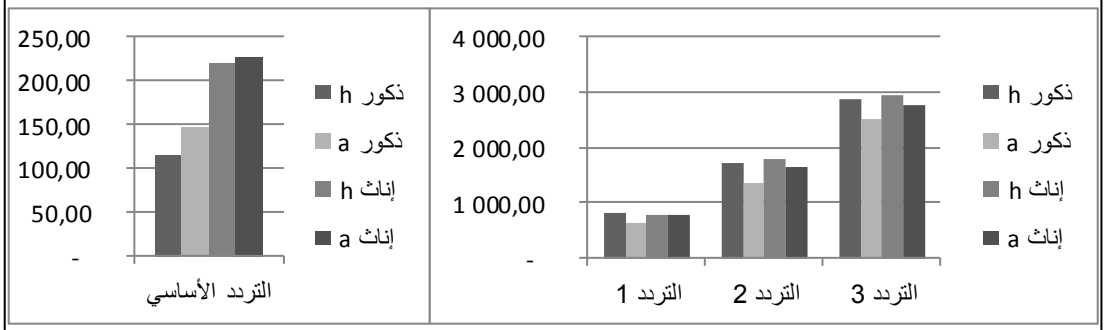
الصيغة/hahah/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	h	0,09	61,09	132,35	829,61	1 859,22	3 080,99
	a	0,07	70,13	135,58	564,95	1 268,03	2 460,55
ن ذ 2	h	0,07	65,22	98,39	797,77	1 597,49	2 635,80
	a	0,09	73,80	157,31	713,04	1 475,53	2 552,61
ن أ 1	h	0,09	50,52	211,73	784,78	1 805,48	2 930,87
	a	0,07	58,03	216,43	724,81	1 611,01	2 815,06
ن أ 2	h	0,11	74,38	226,19	760,33	1 782,73	2 994,42
	a	0,10	84,21	235,66	803,54	1 674,87	2 704,89

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/hahah/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	h	0,08	63,15	115,37	813,69	1 728,36	2 858,40
	a	0,08	71,97	146,45	638,99	1 371,78	2 506,58
إناث	h	0,10	62,45	218,96	772,55	1 794,10	2 962,65
	a	0,09	71,12	226,04	764,18	1 642,94	2 759,97



المقارنة بين معدل القيم للهاء مع الضمة:

نلاحظ اقتراب شديد بين قيم زمن الهاء وقيم زمن الضمة وهذا عند الإناث والذكور.

للضمة أعلى شدة صوتية عند الإناث والذكور ثم تأتي شدة الهاء بقيم متقاربة بين الفئتين.

أعلى تردد أساسي لضمة الإناث ثم الهاء وأقل قيمة تسجل للهاء عند الذكور والفرق بين هذه القيم هو كالتالي:

يرتفع تردد الإناث للهاء بِـ 81.20 هرتز عن تردد هاء الذكور ويرتفع تردد الإناث للضمة بِـ 81.20 هرتز عن تردد ضمة الذكور، فهي نفس النسبة بين الذكور والإناث لقيم الهاء والضمة.

أما فيما يخص التردد الأول فأعلى قيمة نسجلها لهاء الذكور وأقل قيمة لضمة الذكور حيث ترتفع ضمة الإناث بمقدار 59.43 هرتز عن ضمة الذكور ويرتفع تردد هاء الذكور بمقدار 157.31 هرتز عن تردد هاء الإناث.

وعلى مستوى التردد الثاني، يأتي هاء الذكور بأعلى قيمة ويليه تردد ضمة الذكور دائماً وأقل قيمة لهذا التردد الثاني تسجل لضمة الإناث التي تنخفض عن مثيلتها لدى الذكور بقيمة: 527.15 هرتز.

ونفس الترتيب للتردد الثالث فالصدارة لهاء الذكور الذي يرتفع عن هاء الإناث بمقدار 47.51 هرتز وتنخفض ضمة الذكور عن ضمة الإناث بمقدار 148.54 هرتز.

المقارنة بين معدل قيم الهاء مع الكسرة:

جاءت قيم المدّة الزمنية للهاء وللكسرة متقاربة جدّاً بين الذكور والإناث.

نسجل ارتفاعا طفيفا لشدّة هاء الإناث بمقدار 01.33 دسيبال، أما الكسرة فوردت بنفس الشدّة عند الجنسين.

يرتفع تردد الهاء الأساسي لدى الإناث بمقدار 46.54 هرتز عن تردد هاء الذكور الأساسي؛ كما يرتفع أيضا تردد الكسرة عند الإناث بمقدار 87.60 هرتز عن تردد كسرة الذكور الأساسي.

للتردد الأول ارتفاع لهاء الإناث بمقدار 81.21 هرتز و 145.29 هرتز لكسرة الإناث مقارنة بكسرة الذكور.

ويرتفع التردد الثاني لهاء الإناث بمقدار 166.42 هرتز ولكسرة الإناث بمقدار 285.20 هرتز.

ويرتفع التردد الثالث لهاء الإناث بمقدار 150.97 هرتز ولكسرة الإناث بمقدار 155.62 هرتز عن تردد كسرة الذكور.

المقارنة بين معدل القيم للهاء مع الفتحة:

جاءت قيم المدّة الزمنية للهاء والفتحة متقاربة من بعضها البعض ومتقاربة بين الذكور والإناث.

وردت الفتحة بشدة صوتية مرتفعة عن شدّة الهاء وتبقى القيم متقاربة بين الذكور والإناث.

يرتفع التردد الأساسي لهاء الإناث بِمقدار 103.59 هرتز عن هاء الذكور ويرتفع التردد الأساسي لفتحة الإناث بمقدار 79.59 هرتز عن تردد فتحة الذكور الأساسي.

أما التردد الأول فهاء الذكور أعلى من هاء الإناث بمقدار: 41.14 هرتز وفتحة الإناث أعلى من فتحة. (F1) الذكور بمقدار 126.19 هرتز لهذا التردد الأول للبانية الأولى

أما التردد الثاني فالارتفاع لهاء الإناث وفتحة الإناث بمقدار 65.74 هرتز للهاء و271.16 هرتز للفتحة.

ويرتفع تردد هاء الإناث الثالث عن تردد هاء الذكور بمقدار 104.25 هرتز وترتفع بانية الفتحة الثالثة للإناث بمقدار 253.39 هرتز عن البانية الثالثة لفتحة الذكور.

ملاحظة:

المدّة الزمنية متقاربة بين الهاء والحركات الثلاث.

الشدّة الصوتية متقاربة بين الهاء والحركات الثلاث.

وهناك ارتفاع طفيف لشدّة الضمة ثم تليها شدّة الفتحة وأخيرا شدّة الكسرة بالترتيب.

الترددات الثلاث:

للفتحة. F1 – يرتفع تردد الهاء الأول والبانية الأولى. ثم يلي تردد الهاء والضمة وأخيراً تردد الهاء والكسرة.

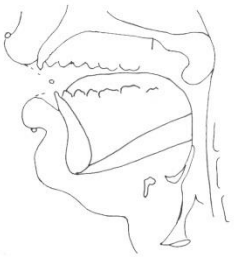
– في الترددات الثانية يرتفع تردد الهاء والكسرة ثم هاء الذكور والضمة يلي ذلك تردد هاء الإناث والفتحة ثم هاء الذكور والفتحة وأخيراً هاء الإناث وضمة الإناث بأقل قيمة.

– فيما يخص التردد الثالث: يرتفع تردد الهاء والكسرة ثم يلي تردد الهاء والضمة وأخيراً تردد الهاء والفتحة.

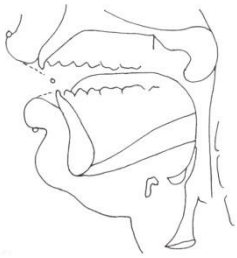
ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الهاء

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	148,95	230,22	426,68	486,11
i	141,75	228,35	311,13	456,42
a	146,45	226,04	638,99	764,18

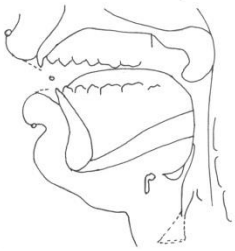
وضعية الأعضاء أثناء النطق بالهمزة مع الفتحة /ʔa/



22-17 /ʔ1/



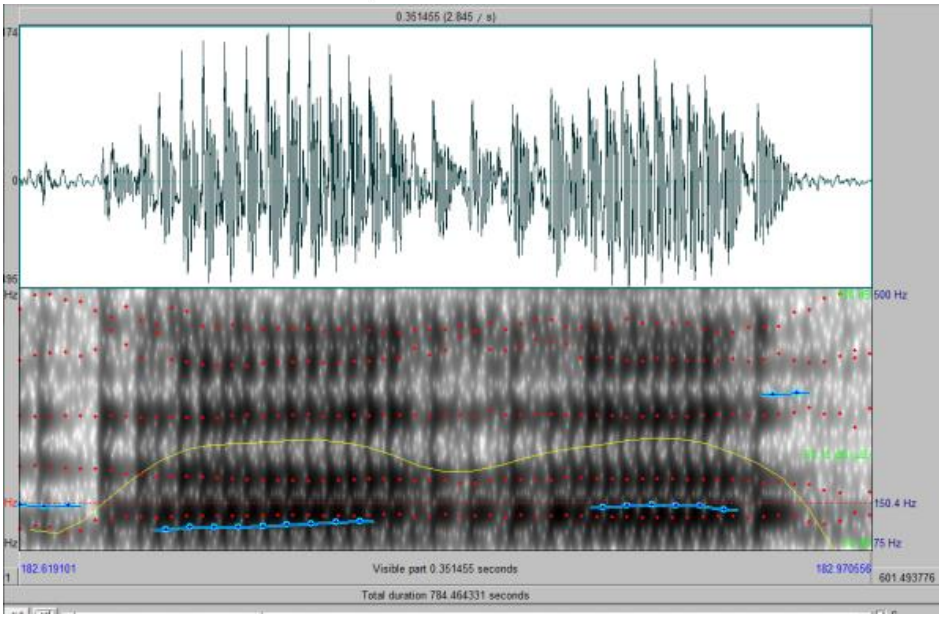
22-20 /a1/



22-22 /ʔ2/

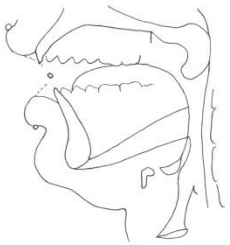
22-25 /a2/

22-31 /ʔ3/



الرسم الطيفي لصيغة /ʔ ʔa ʔa/

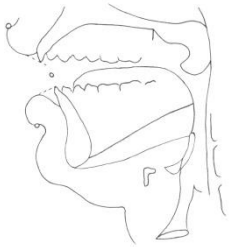
وضعية الأعضاء أثناء النطق بالهاء مع الفتحة /ha/



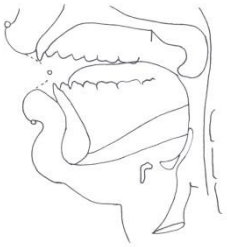
11-22 /h1/

11-27 /a1/

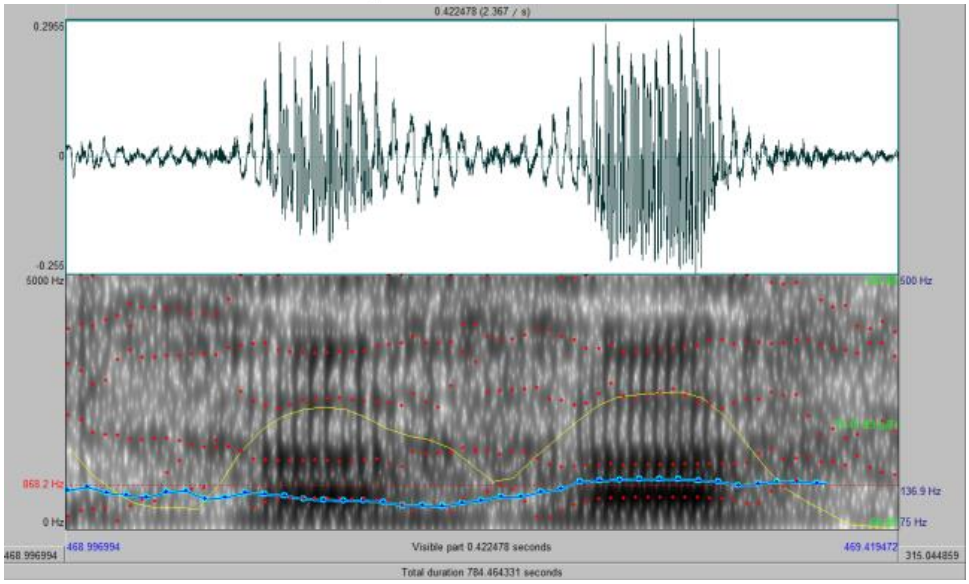
11-31 /h2/



11-34 /a2/



11-41 /h3/



الرسم الطيفي لصيغة /ha ha h/

التحليل الطيفي للحركات الثلاث

في سياق حروف وسط الحلق

3.4 . التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف وسط الحلق

معدل القيم لكل ناطق

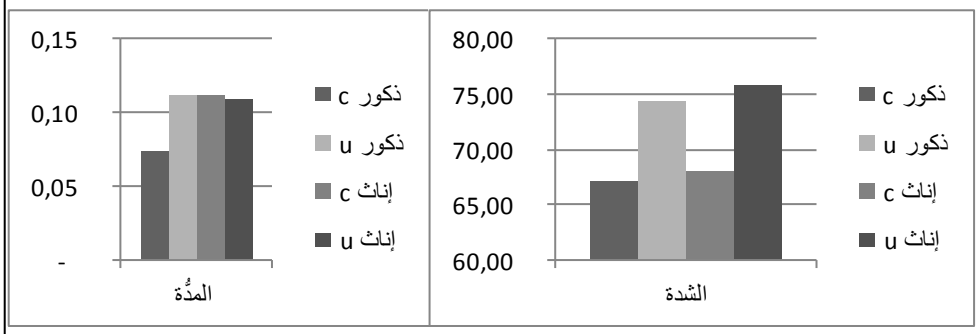
الصيغة/cucuc/

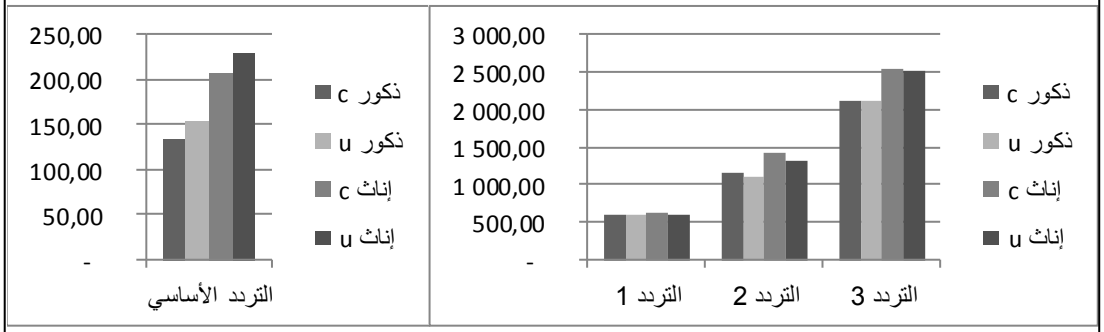
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	c	0,06	68,65	140,01	615,07	1 149,99	2 233,65
	u	0,12	73,41	149,70	612,94	1 126,19	2 209,04
ن ذ 2	c	0,09	65,76	130,30	602,35	1 155,53	2 003,28
	u	0,10	75,35	158,38	562,83	1 095,88	2 021,67
ن أ 1	c	0,10	54,12	204,00	552,12	1 250,71	2 425,43
	u	0,10	64,15	225,37	474,74	1 122,75	2 455,29
ن أ 2	c	0,12	81,97	208,77	702,29	1 587,55	2 641,88
	u	0,12	87,51	233,17	716,31	1 496,84	2 600,05

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/cucuc/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	c	0,07	67,21	135,15	608,71	1 152,76	2 118,47
	u	0,11	74,38	154,04	587,89	1 111,03	2 115,35
إناث	c	0,11	68,05	206,38	627,20	1 419,13	2 533,66
	u	0,11	75,83	229,27	595,52	1 309,79	2 527,67





معدل القيم لكل ناطق

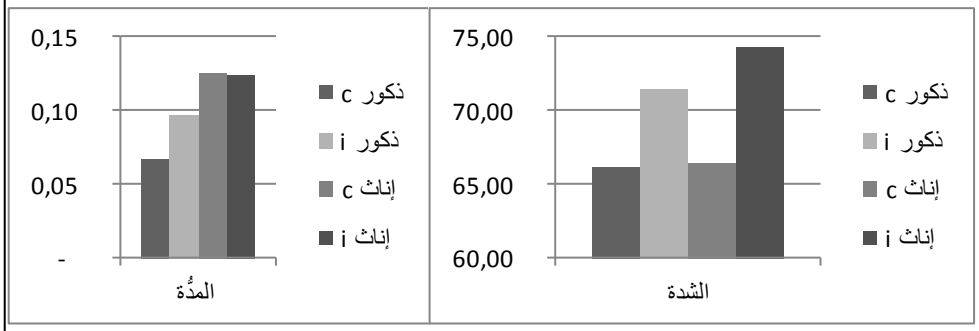
الصيغة/cicic/

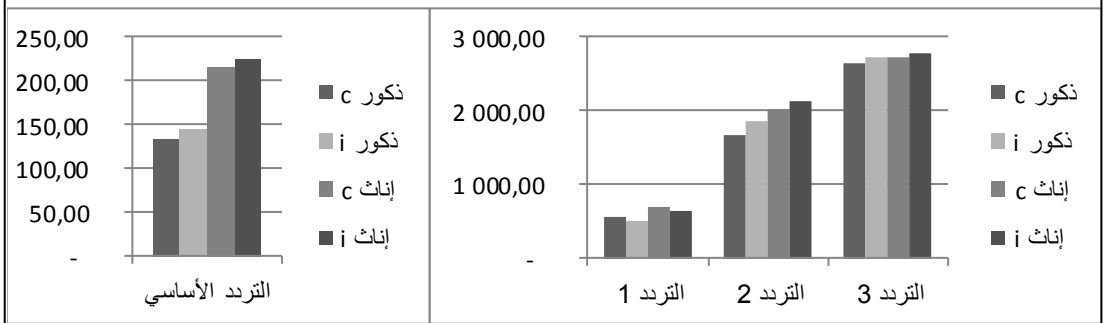
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	c	0,06	64,90	127,54	481,71	1 791,55	2 723,36
	i	0,11	70,05	133,46	454,32	1 892,23	2 792,50
ن ذ 2	c	0,07	67,36	138,24	627,50	1 529,59	2 562,64
	i	0,08	72,82	155,14	562,80	1 818,27	2 677,26
ن أ 1	c	0,12	52,75	216,12	640,71	2 141,56	2 833,08
	i	0,11	60,33	229,47	515,64	2 272,85	2 800,26
ن أ 2	c	0,13	80,14	213,74	730,55	1 917,13	2 619,33
	i	0,14	88,26	220,92	779,69	1 995,39	2 735,02

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/cicic/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	c	0,07	66,13	132,89	554,60	1 660,57	2 643,00
	i	0,10	71,44	144,30	508,56	1 855,25	2 734,88
إناث	c	0,13	66,44	214,93	685,63	2 029,35	2 726,21
	i	0,12	74,30	225,19	647,66	2 134,12	2 767,64





معدل القيم لكل ناطق

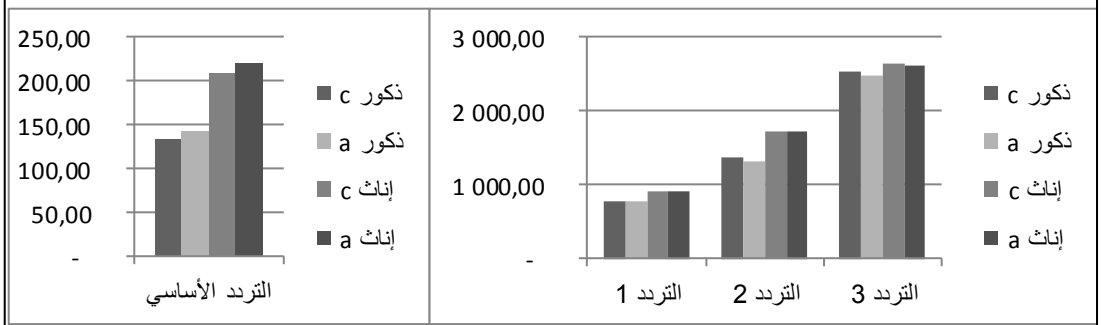
الصيغة/cacac/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	c	0,07	64,75	129,71	713,47	1 281,58	2 543,97
	a	0,12	70,76	131,04	700,96	1 179,41	2 406,48
ن ذ 2	c	0,07	69,26	139,08	817,57	1 446,07	2 525,53
	a	0,10	74,17	152,61	820,71	1 452,51	2 547,87
ن أ 1	c	0,13	51,05	207,82	866,68	1 725,43	2 522,96
	a	0,10	58,35	219,24	859,65	1 791,20	2 490,13
ن أ 2	c	0,11	80,54	210,81	936,10	1 740,04	2 742,45
	a	0,15	88,41	218,86	959,20	1 634,69	2 717,22

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/cacac/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	c	0,07	67,00	134,40	765,52	1 363,83	2 534,75
	a	0,11	72,47	141,83	760,83	1 315,96	2 477,17
إناث	c	0,12	65,79	209,32	901,39	1 732,73	2 632,70
	a	0,12	73,38	219,05	909,43	1 712,95	2 603,67



المقارنة بين معدل القيم للعين مع الضمة:

تبيّن من خلال قيم حرف العين وحركة الضمة ما يلي:

معدل المدّة الزمنية لحرف العين عند الذكور قصير جداً وهذا مع كل الحركات حيث لا يتعدى 0.07 ثا. أما معدل زمن الحركات فهو متفاوت من 0.10 ثا الى 0.11 ثا. وعند الإناث زمن حرف العين يساوي زمن الحركة الموالية فهو مع الضمة 0.11 ثا / 0.11 ثا ومع الكسرة 0.13 ثا / 0.12 ثا ومع الفتحة 0.12 ثا / 0.12 ثا القيمة الأولى لزمن حرف العين والقيمة الثانية لزمن الحركة.

أما الشدّة الصوتية فنلاحظ انخفاضا للشدّة في العين عند الذكور والإناث حيث تتراوح القيم لكليّهما ما بين: 65.79 دسيبال و 68.05 دسيبال. أما شدّة الحركات فأدنى قيمة هي 71.44 دسيبال وأعلاها هي 75.83 دسيبال.

تتراوح قيم التردد الأساسي لحرف العين عند الذكور ما بين 132.89 هرتز و 135.15 هرتز وللحركة ما بين 141.83 هرتز و 154.04 هرتز. أما الإناث فالتردد الأساسي هو الضعف تقريبا ولا يقلُّ عن 200 هرتز: فأدنى قيمة لحرف العين هي 206.38 هرتز وأعلى قيمة هي 214.93 هرتز. بالنسبة للحركات نجد القيم ما بين 219.05 هرتز و 229.27 هرتز.

جمعنا القيم في جدول الصفحة رقم (278) للمقارنة بين قيم الحركات للتردد الأساسي وقيم البانية الأولى.

قيم الترددات الثلاث: يحتوي العين على شبه بواني لسبب استقراره فهو شبيهٌ بالحركة. يتسم حرف العين عند الذكور بانخفاض للتردد الأول الذي يقدر بِـ 554.60 هرتز في سياق الكسرة التي انخفضت بَانِيَتُهَا الأولى 508.56 هرتز؛ أما عند الإناث فتردد حرف العين الأول يقدر بِـ 685.63 هرتز والبانية الأولى للكسرة تسجل في 647.66 هرتز ومن خلال هذه القيم نستنتج أن تردد العين يرتفع نسبيا عن تردد الكسرة _ ونقصد هنا التردد الأول

والبانية الأولى _ وهذا ناتج عن التضييق المحدّث في التجويف الحلقي أثناء تحقيق العين بينما يتسع هذا التجويف نسبياً للكسرة لسبب انجرار اللسان نحو الامام ولكن هذا الاتساع يبقى مقيداً بحرف العين الذي يتطلب حركةً فيزيولوجيةً معاكسة حيث يَنْجَذِبُ جذر اللِّسانِ إلى الأسفلِ ونحو الخلفِ.

ينخفض التردد الثاني لحرف العين عند الذكور إلى 1660.57 هرتز وترتفع بانية الكسرة الثانية الى 1855.25 هرتز، ونسجل نفس الانخفاض لحرف العين عند الإناث حول 2029.35 هرتز وتأتي البانية الثانية للكسرة بقيمة 2134.12 هرتز .

وهذا دليل على أن البانية الثانية تتأثر بشكل تجويف الفم حيث تصعد مقدمة اللسان نحو الاعلى وينغلق الفكان – أي يصعد الفك السفلي ليساعد عملية الانجرار الى الأمام للسان لتحقيق الكسرة.

وللتردد الثالث نفس التوزيع حيث ينخفض تردد حرف العين لدى الذكور الى 2643.00 هرتز وترتفع البانية الثالثة للكسرة إلى 2734.88 هرتز؛ أما عند الإناث فتردد حرف العين يرتفع إلى 2726.21 هرتز وتردد البانية الثالثة للكسرة يرتفع الى 2767.64 هرتز.

المقارنة بين معدل القيم للعين مع الفتحة:

تقل مدّة حرف العين لدى الذكور بينما القيم الاخرى متقاربة : قيم الفتحتين وقيمة العين للإناث. ترتفع شدة الفتحة عن شدة العين لدى الجنسين؛ يقترب التردد الأساسي بين العين والفتحة ويبقى تردد الإناث يقارب الضعف أمام تردد الذكور الأساسي كما سلف الذكر.

ونلاحظ نفس الاقتراب في التردد الأول بين قيم العين وقيم الفتحة مع ارتفاع تردد العين لدى الإناث بِمقدار 135.87 هرتز عن تردد العين لدى الذكور وكذلك الفتحة ترتفع بمقدار 149.60 هرتز لدى الإناث عن تردد فتحة الذكور.

نفس الملاحظة للتردد الثاني والثالث حيث تقترب ترددات العين من ترددات الفتحة وتبقى قيم الإناث أعلى من قيم الذكور : في التردد الثاني يرتفع العين النسوي عن حرف العين للذكور بِـ 369.90 هرتز، وفتحة الإناث عن فتحة الذكور بِـ 396.99 هرتز.

في الترددات الثالثة يرتفع تردد عين الإناث بِـ 97.95 هرتز وفتحة الإناث بِـ 126.50 هرتز عن فتحة الذكور.

ملاحظة:

ورد حرف العين لدى الذكور قصير في المدّة الزمنية وهذا في سياق الحركات الثلاث.

- زمن الحركة متقارب جداً بين الضمة والكسرة والفتحة .
- زمن العين لدى الإناث قريب جداً من زمن الحركة.
- شدّة الحركات أعلى من شدّة الحرف.
- التردد الأساسي عند الإناث يقارب الضعف لتردد الذكور الأساسي.
- ترتفع ترددات العين الثلاث لدى الإناث عن تردد الذكور للعين وعن ترددات الضمة.
- ترتفع ترددات الكسرة عند الإناث عن تردد العين ونستثني التردد الأول للعين عند الإناث والذي يرتفع عن تردد الكسرة (للإناث) بمقدار 38.97 هرتز.
- ترددات الذكور أقل من ترددات الإناث للعين وللكسرة.
- نسجل ارتفاعاً طفيفاً لفتحة الإناث عن عين الإناث.
- كما نسجل ارتفاع تردد العين الثاني والثالث عن تردد الفتحة.
- وأيضا ارتفاع ترددات الإناث على العموم عن ترددات الذكور للعين والفتحة.

ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع العين

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	154,04	229,27	587,89	595,52
i	144,30	225,19	508,56	647,66
a	141,83	219,05	760,83	909,43

معدل القيم لكل ناطق

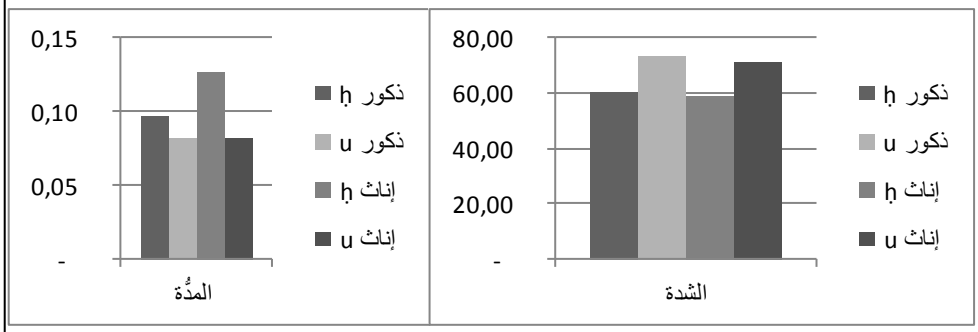
الصيغة/ḥuḥuḥ/

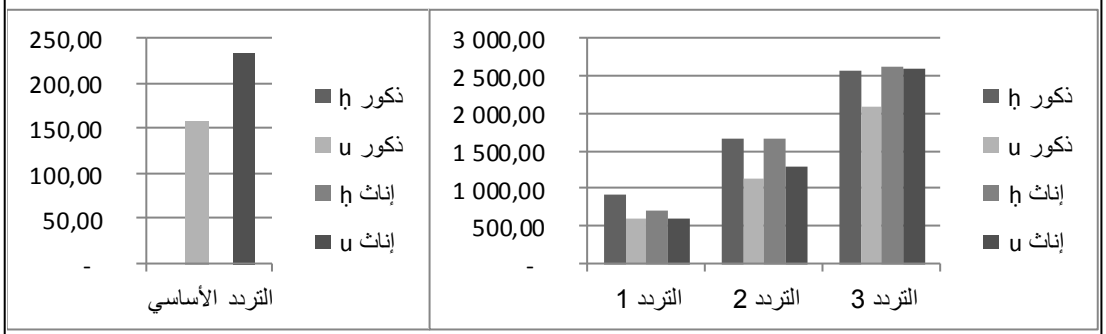
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḥ	0,10	60,40	-	889,67	1 703,23	2 767,19
	u	0,08	72,80	148,88	645,38	1 148,97	2 262,71
ن ذ 2	ḥ	0,09	60,84	-	968,36	1 628,20	2 393,29
	u	0,09	73,64	166,22	570,42	1 113,17	1 926,48
ن أ 1	ḥ	0,10	44,16	-	610,79	1 327,98	2 462,43
	u	0,08	57,29	218,83	461,46	1 043,77	2 565,31
ن أ 2	ḥ	0,15	73,90	-	792,49	2 024,26	2 800,72
	u	0,09	85,52	249,26	724,44	1 547,72	2 623,61

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḥuḥuḥ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḥ	0,10	60,62	-	929,02	1 665,72	2 580,24
	u	0,08	73,22	157,55	607,90	1 131,07	2 094,59
إناث	ḥ	0,13	59,03	-	701,64	1 676,12	2 631,57
	u	0,08	71,40	234,05	592,95	1 295,74	2 594,46





معدل القيم لكل ناطق

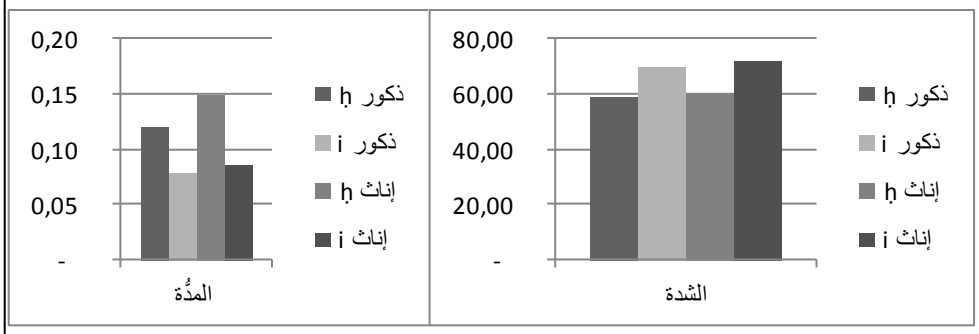
الصيغة/ḥiḥiḥ/

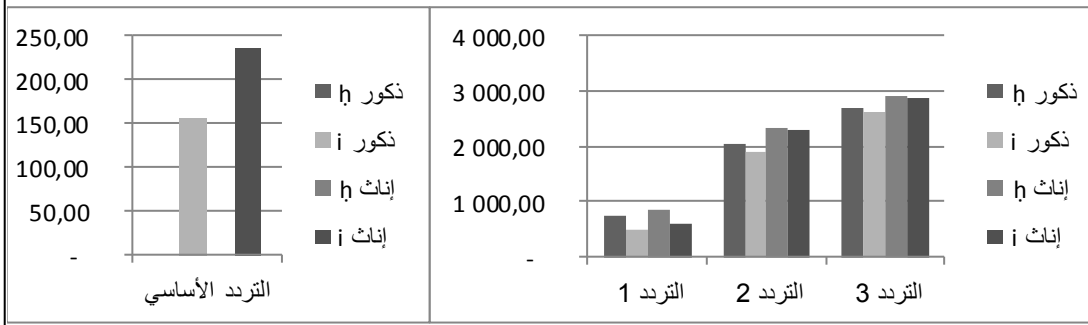
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḥ	0,12	55,43	-	546,04	2 180,75	2 749,06
	i	0,08	66,24	139,94	424,62	1 928,91	2 720,51
ن ذ 2	ḥ	0,12	61,86	-	934,20	1 931,52	2 605,38
	i	0,08	73,01	170,52	533,38	1 883,02	2 553,37
ن أ 1	ḥ	0,14	44,42	-	872,74	2 426,09	2 979,72
	i	0,08	58,24	223,10	456,89	2 541,75	3 103,45
ن أ 2	ḥ	0,16	75,82	-	852,47	2 261,89	2 847,50
	i	0,09	84,95	246,73	752,64	2 075,66	2 665,44

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḥiḥiḥ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḥ	0,12	58,65	-	740,12	2 056,14	2 677,22
	i	0,08	69,62	155,23	479,00	1 905,96	2 636,94
إناث	ḥ	0,15	60,12	-	862,60	2 343,99	2 913,61
	i	0,09	71,59	234,92	604,76	2 308,71	2 884,44





معدل القيم لكل ناطق

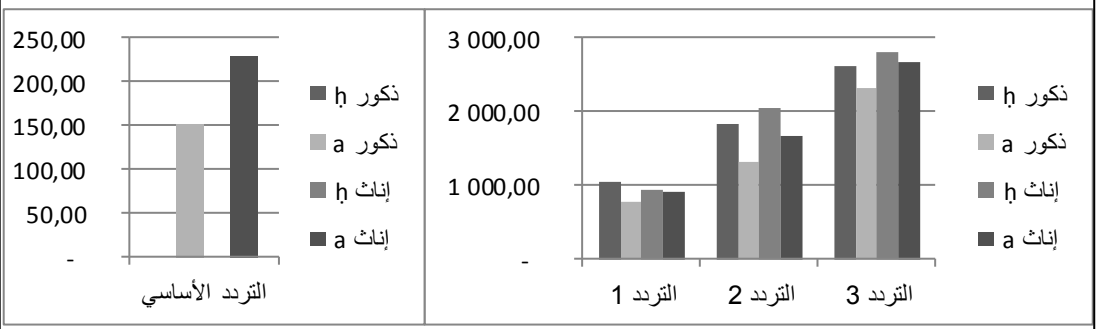
الصيغة/ḥaḥaḥ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḥ	0,10	56,87	-	947,94	1 821,03	2 678,90
	a	0,08	69,13	137,13	727,53	1 227,41	2 355,59
ن ذ 2	ḥ	0,09	63,35	-	1 146,93	1 844,48	2 529,18
	a	0,07	73,25	166,18	835,39	1 423,93	2 264,86
ن أ 1	ḥ	0,13	42,86	-	853,51	1 942,58	2 716,14
	a	0,08	51,95	216,16	819,78	1 785,98	2 620,85
ن أ 2	ḥ	0,17	74,44	-	997,48	2 133,18	2 906,94
	a	0,07	86,47	241,58	986,02	1 542,07	2 719,25

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḥaḥaḥ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḥ	0,10	60,11	-	1 047,44	1 832,76	2 604,04
	a	0,07	71,19	151,65	781,46	1 325,67	2 310,22
إناث	ḥ	0,15	58,65	-	925,49	2 037,88	2 811,54
	a	0,08	69,21	228,87	902,90	1 664,03	2 670,05



المقارنة بين معدل القيم للحاء مع الضمة:

المدّة الزمنية للحاء أطول عن مدّة الضمة لدى الإناث والذكور. وترتفع الشدّة الصوتية للضمة عن شدة الحاء وتبقى القيم متقاربة بين الجنسين. يرتفع التردد الأساسي لضمة الإناث بِـ 76.50 هرتز عن تردد ضمة الذكور الأساسي. ترتفع ترددات الحاء عن ترددات الضمة الأولى والثانية والثالثة. ونسجل ارتفاعا طفيفا لحاء الذكور بمقدار 227.38 هرتز عن حاء الإناث، وضمة الذكور بمقدار 14.95 هرتز عن ضمة الإناث في الترددات الأولى. أما في الترددات الثانية والثالثة فارتفاع طفيف لترددات الإناث أمام ترددات الذكور للحاء وللضمة معاً.

المقارنة بين معدل القيم للحاء مع الكسرة:

نفس الملاحظة لزمن الحاء فهو أطول بكثير عن زمن الكسرة لدى الجنسين.

وترتفع شدّة الكسرة عن شدّة الحاء لديهما. يرتفع تردد الكسرة الأساسي لدى الإناث بمقدار 79.69 هرتز عن تردد كسرة الذكور الأساسي.

يرتفع تردد الحاء عن تردد الكسرة على العموم ونسجل ارتفاعا طفيفا لترددات الإناث في الحاء وفي الكسرة عن ترددات الذكور.

المقارنة بين معدل القيم للحاء مع الفتحة:

نفس الملاحظة لزمن الحاء فهو أطول بكثير عن زمن حركة الفتحة.

المتقاربة كذلك بين /a/ وللحاء قيم الشدّة متقاربة بين الإناث والذكور وهي أقل من شدة الحركة الذكور والإناث.

يرتفع تردد فتحة الإناث الأساسي بِـ 77.22 هرتز يتميز حاء الذكور عن حاء الإناث في التردد الأول الذي يرتفع بمقدار 122.95 هرتز، أما في التردد الثاني والثالث فحاء الإناث أعلى من حاء الذكور وكذلك فتحة الإناث أعلى من فتحة الذكور. قيم التردد

الأساسي(F0) وتردد البانية الأولى في الحركات الثلاث مع الحاء؛ ملخَّصة في جدول الصفحة نفسها.

ملاحظة :

1-زمن الحاء أطول بكثير من زمن الحركات الموالية له.

2- شدّة الحركات أكبر دائما من شدّة الحرف.

3- الترددات الثلاث للحاء أعلى عند الإناث عن ترددات حاء الذكور.

*لا علاقة للتردد الأساسي بالبانية الأولى.

*أطول مدّة زمنية في سياق العين يسجل للفتحة عند الذكور والإناث.

*ترددات الحاء الثلاث مرتفعة عن ترددات العين الثلاث.

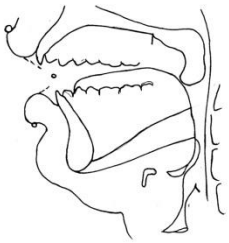
ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الحاء

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	157,55	234,05	607,90	592,95
i	155,23	234,92	479,00	604,76
a	151,65	228,87	781,46	902,90

وضعية الأعضاء أثناء النطق بالعين مع الفتحة /ᶜa/

9-34 /ᶜ1/

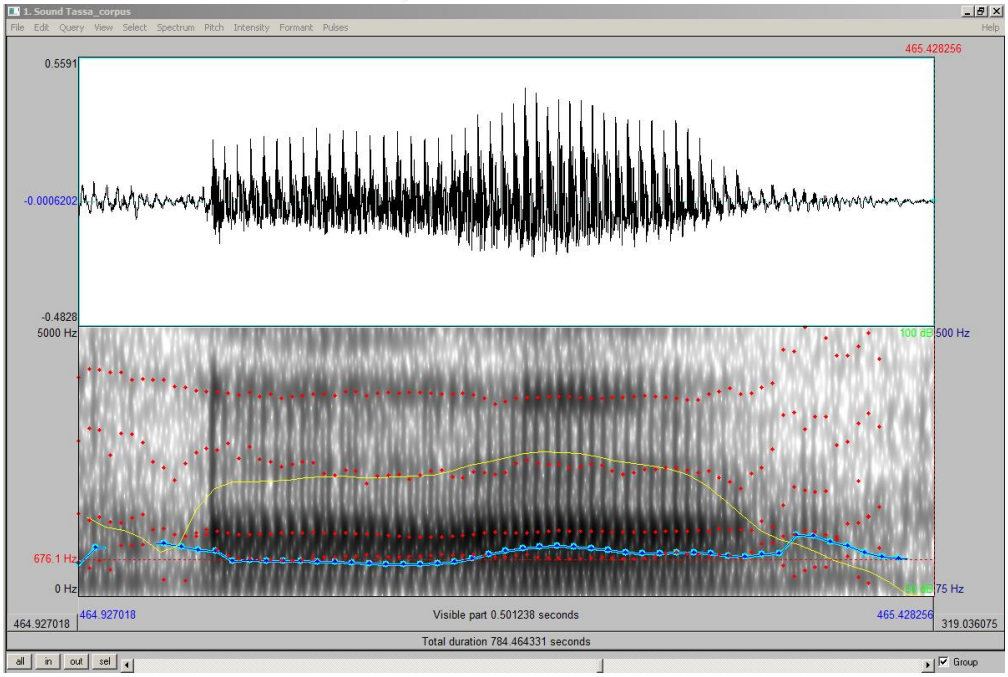
9-36 /a1/



9-41 /ᶜ2/

9-46 /a2/

9-52 /ᶜ3/



الرسم الطيفي لصيغة / ᶜa ᶜa ᶜ /

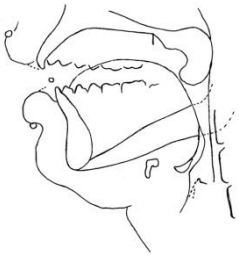
وضعية الأعضاء أثناء النطق بالحاء مع الفتحة /ḥa/

40-23 /ḥ1/

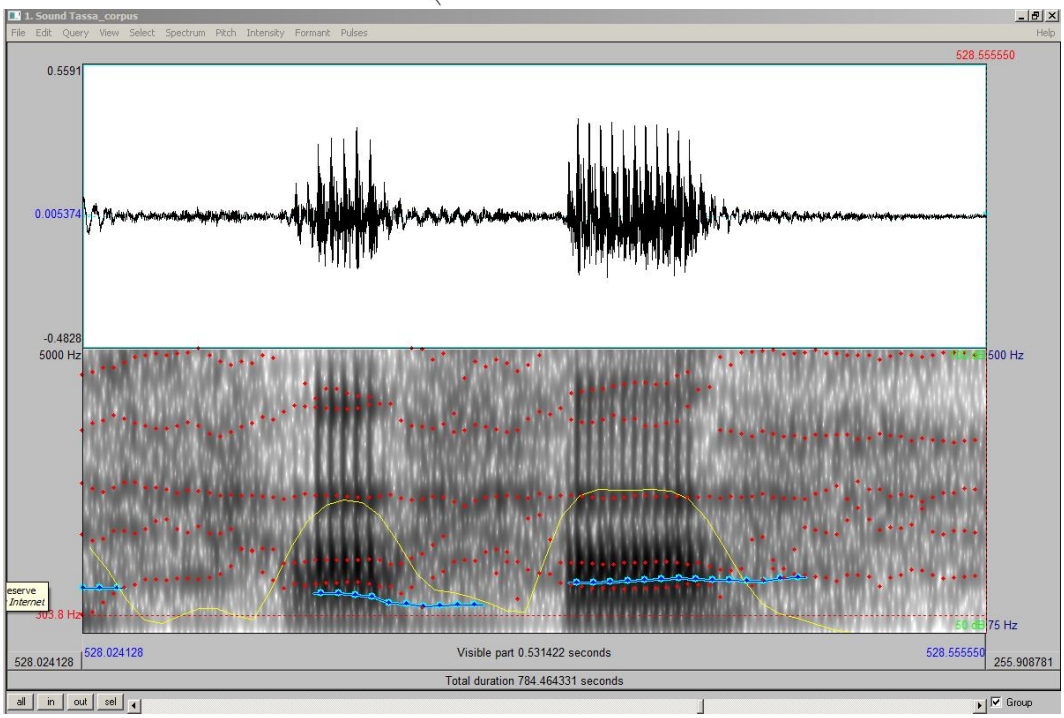
40-27 /a1/

40-29 /ḥ2/

40-34 /a2/



40-42 /ḥ3/



الرسم الطيفي لصيغة /ḥa ḥa ḥ/

التحليل الطيفي للحركات الثلاث

في سياق حروف أدنى الحلق

4.4 . التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف أدنى الحلق

معدل القيم لكل ناطق

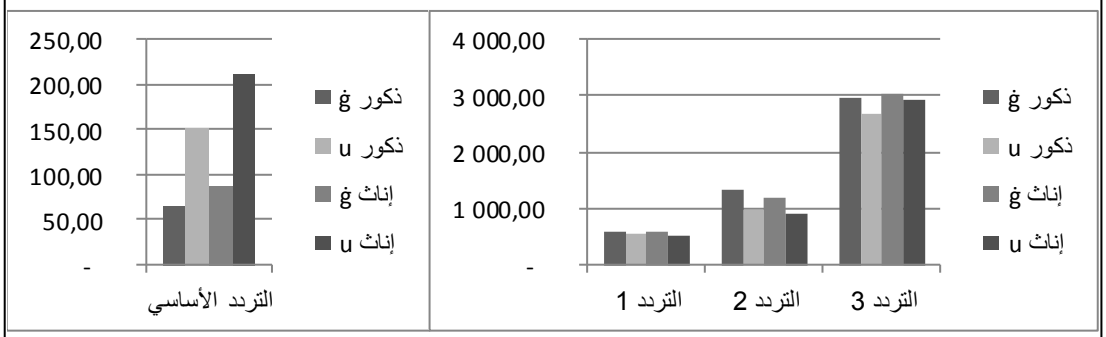
الصيغة/ġuġuġ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ġ	0,07	63,23	-	589,02	1 104,31	2 730,72
	u	0,12	73,68	145,57	587,12	1 032,78	2 578,52
ن ذ 2	ġ	0,08	65,57	131,64	560,82	1 547,25	3 203,76
	u	0,10	75,44	159,63	492,37	913,05	2 751,87
ن أ 1	ġ	0,08	62,96	175,97	590,97	1 300,08	2 976,22
	u	0,12	76,81	228,12	464,13	887,86	2 867,97
ن أ 2	ġ	0,09	69,53	-	595,40	1 080,02	3 076,64
	u	0,16	81,02	197,65	578,20	902,72	2 987,49

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ġuġuġ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ġ	0,07	64,40	65,82	574,92	1 325,78	2 967,24
	u	0,11	74,56	152,60	539,75	972,91	2 665,19
إناث	ġ	0,09	66,24	87,99	593,19	1 190,05	3 026,43
	u	0,14	78,92	212,89	521,17	895,29	2 927,73



معدل القيم لكل ناطق

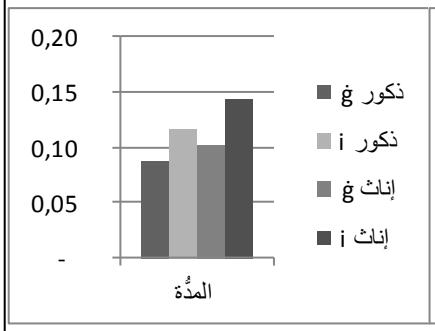
الصيغة/ġiġiġ/

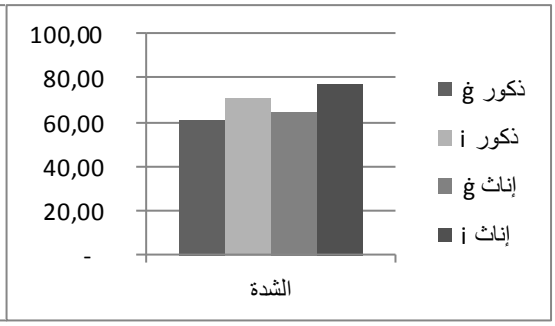
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ġ	0,08	59,15	-	402,22	1 750,56	2 807,12
	i	0,14	69,40	139,49	393,44	1 825,25	2 690,56
ن ذ 2	ġ	0,10	63,71	134,73	695,82	1 963,53	3 044,39
	i	0,10	72,27	163,55	452,63	1 892,69	2 743,26
ن أ 1	ġ	0,10	60,90	-	677,69	2 038,15	3 026,77
	i	0,12	74,13	226,13	448,89	2 219,47	2 968,56
ن أ 2	ġ	0,11	68,16	-	757,11	1 972,86	3 088,65
	i	0,17	80,20	196,41	540,24	2 094,10	2 959,37

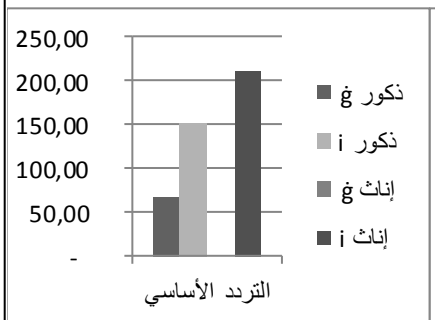
معدل القيم لكل الناطقين

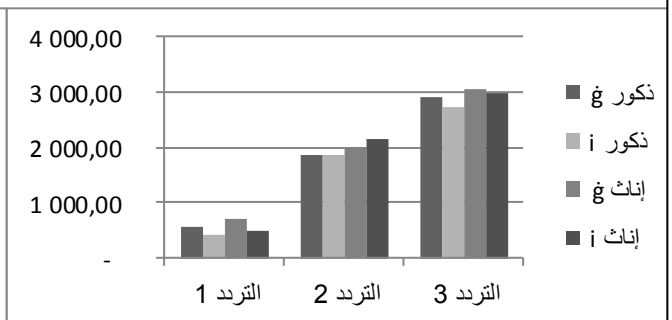
الصيغة/ġiġiġ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ġ	0,09	61,43	67,36	549,02	1 857,04	2 925,75
	i	0,12	70,83	151,52	423,04	1 858,97	2 716,91
إناث	ġ	0,10	64,53	-	717,40	2 005,51	3 057,71
	i	0,14	77,16	211,27	494,57	2 156,78	2 963,96









معدل القيم لكل ناطق

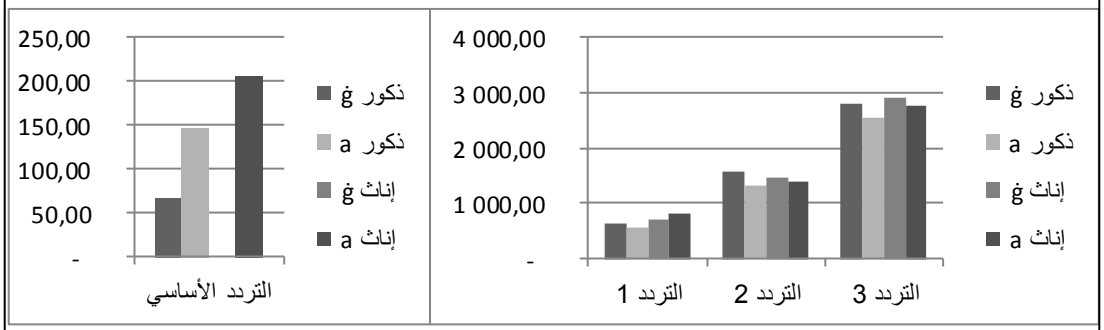
الصيغة/ġaġaġ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ġ	0,07	62,89	-	524,86	1 390,95	2 634,52
	a	0,11	71,03	127,50	500,70	1 249,81	2 486,16
ن ذ 2	ġ	0,08	64,57	135,70	706,14	1 729,70	2 979,44
	a	0,10	74,78	165,64	653,95	1 396,38	2 641,54
ن أ 1	ġ	0,10	62,04	-	765,78	1 538,26	2 942,23
	a	0,12	75,74	221,57	820,59	1 475,44	2 842,69
ن أ 2	ġ	0,07	68,77	-	640,30	1 356,38	2 888,69
	a	0,15	81,89	192,90	775,86	1 288,82	2 712,87

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ġaġaġ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ġ	0,08	63,73	67,85	615,50	1 560,33	2 806,98
	a	0,10	72,91	146,57	577,32	1 323,10	2 563,85
إناث	ġ	0,09	65,40	-	703,04	1 447,32	2 915,46
	a	0,14	78,81	207,23	798,22	1 382,13	2 777,78



المقارنة بين معدل القيم للغين مع الضمة:

يستغرق حدوث الغين زمنا أقل من زمن حدوث الضمة وهذا بفارق يقدر بـِ 0,04 ثا عند الذكور و 0,05 ثا عند الإناث.

ترتفع الشدّة الصوتية للضمة بكثير عن شدّة الغين لدى الجنسين:

تفوق بـِ 10.16 د سيبال عند الذكور و بـِ 12.68 د سيبال عند الإناث.

يعتبر تردد الضمة الأساسي ضِعْف تردد الغين الأساسي وهذا لدى الجنسين ويرتفع تردد ضمة الإناث بـِ 60.29 هرتز عن تردد ضمة الذكور.

نلاحظ تفوق طفيف لتردد الغين الأول أمام تردد الضمة F_1 وهذا لدى الإناث والذكور معاً.

أما التردد الثاني فيرتفع كثيراً عن تردد الضمة لدى الجنسين. ونفس الشيء للتردد الثالث لكنه بنسبةٍ أقل.

ملاحظة: هناك انقطاع التردد الأساسي في /ġ2/ وهذا لدى الإناث في سياق الكسرة والفتحة، أما الضمة فظهر بقيمة 87.55 هرتز أمام 65.82 هرتز عند الذكور؛ وهذا يفسر بالوقف بعد المقطع الأول وانفصاله عن المقطع الثاني للصيغة /ġ i ġ i ġ/ و /ġ a ġ a ġ/.

المقارنة بين معدل القيم للغين مع الكسرة:

تزداد مدّة الكسرة عن مدّة الغين بِمقدار 0.03 ثا لدى الذكور وبِمقدار 0.04 ثا لدى الإناث.

ترتفع شدّة الكسرة عن شدّة الغين لدى الجنسين وهذا بـِ 09.40 دسيبال لذكور و12.63 دسيبال لدى الإناث.

ورد التردد الأساسي لغين الذكور منخفض جدّاً أمام تردد الكسرة الأساسي. ويغيب /F_0/ في غين الإناث كما سبق الذكر ويبقى تردد الإناث في الكسرة /F_0/ أعلى دائما أمام تردد كسرة الذكور. فيرتفع التردد الأول للغين بمقدار يعتبر أمام تردد بانية الكسرة الأولى/F_1/، ويقدر الفارق كالتالي 125.98 هرتز للذكور و 222.83 هرتز للإناث.

يقترب التردد الثاني للغين من قيمة البانية الثانية للكسرة وهذا عند الذكور والإناث. ونلاحظ تقارب شديد بين قيم الغين وقيم الكسرة عند الذكور. وترتفع قيم تردد الإناث عن قيم تردد الذكور في الغين والكسرة بمقدار: 148.47 هرتز للغين و 297.81 هرتز للكسرة.

نسجل ارتفاعاً طفيفاً للغين أمام الكسرة في الترددات الثالثة لدى الجنسين حيث تقترب القيم بينهما بشكل واضح.

المقارنة بين معدل القيم للغين مع الفتحة:

نلاحظ ارتفاعا طفيفا في مدّة فتحة الذكور وتزيد فتحة الإناث عن مدّة الغين 0.05 ثانية.

ترتفع شدّة الفتحة عن شدّة الغين بمقدار 09.18 دسيبال عند الذكور وبمقدار 13.41 دسيبال عند الإناث، وتبقى شدّة الإناث أعلى من شدّة الذكور.

يرتفع تردد الفتحة الأساسي (F_0) بكثير عن تردد الغين الأساسي كما يرتفع كذلك تردد الإناث عن تردد الذكور في (F_0).

يرتفع التردد الأول للغين عن تردد البانية الأولى للفتحة لدى الذكور بينما يرتفع تردد البانية الأولى لفتحة الإناث عن تردد الغين الأول.

يرتفع التردد الثاني للغين عن تردد البانية الثانية (F_2) للفتحة لدى الذكور والإناث، وتبقى قيمة البانيتين متقاربتين بين الجنسين.

والترددات الثالثة متقاربة بعضها من بعضٍ بين الغين والفتحة وبين الذكور والإناث على السواء.

ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الغين

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	152,60	212,89	539,75	521,17
i	151,52	211,27	423,04	494,57
a	146,57	207,23	577,32	798,22

معدل القيم لكل ناطق

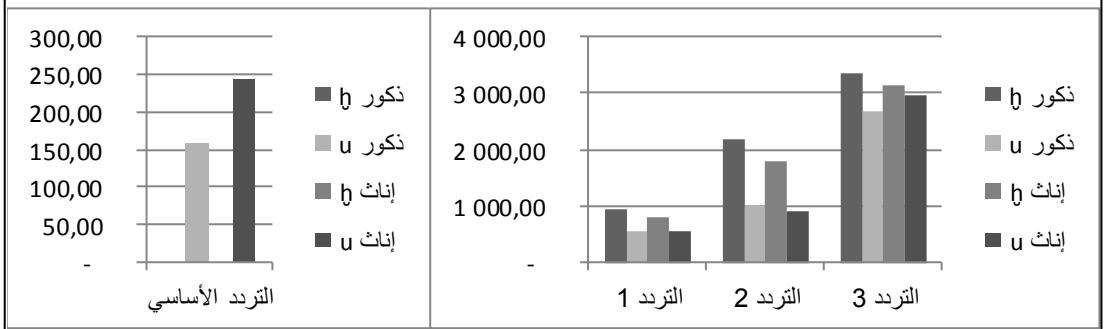
الصيغة/ḫuḫuḫ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḫ	0,09	58,00	-	906,97	1 801,28	3 141,68
	u	0,08	71,31	151,02	620,40	1 019,27	2 611,35
ن ذ 2	ḫ	0,11	59,14	-	962,99	2 541,09	3 552,38
	u	0,08	72,56	164,49	506,67	1 010,70	2 746,86
ن أ 1	ḫ	0,11	63,70	-	713,80	1 953,03	3 169,20
	u	0,08	75,26	248,94	483,35	873,17	2 895,32
ن أ 2	ḫ	0,12	66,42	-	865,61	1 655,82	3 129,14
	u	0,12	83,80	240,66	636,45	963,22	3 000,62

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḫuḫuḫ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḫ	0,10	58,57	-	934,98	2 171,18	3 347,03
	u	0,08	71,94	157,75	563,53	1 014,98	2 679,10
إناث	ḫ	0,12	65,06	-	789,71	1 804,42	3 149,17
	u	0,10	79,53	244,80	559,90	918,19	2 947,97



معدل القيم لكل ناطق

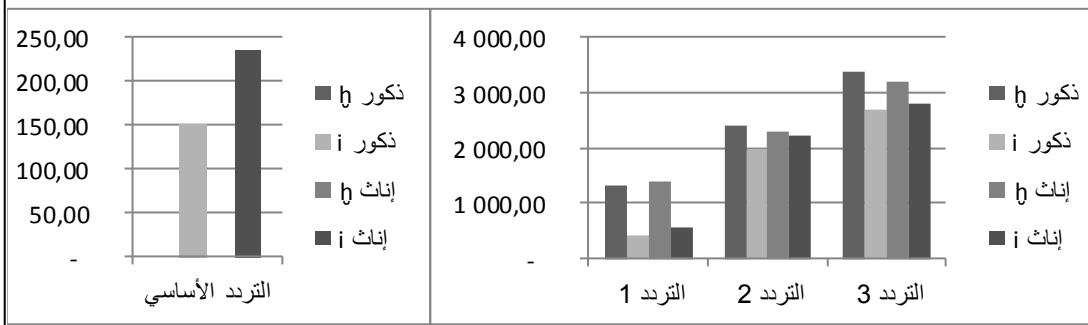
الصيغة/ḫiḫiḫ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḫ	0,14	54,96	-	1 247,17	2 430,76	3 422,57
	i	0,07	67,69	135,15	366,59	1 983,73	2 640,91
ن ذ 2	ḫ	0,13	61,59	-	1 363,38	2 350,44	3 305,16
	i	0,07	71,56	168,63	452,58	1 941,80	2 721,23
ن أ 1	ḫ	0,12	64,29	-	1 486,94	2 446,30	3 285,59
	i	0,09	72,29	229,98	458,06	2 234,52	2 743,53
ن أ 2	ḫ	0,11	70,78	-	1 327,87	2 146,21	3 127,42
	i	0,12	84,07	243,92	630,95	2 180,28	2 855,82

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḫiḫiḫ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḫ	0,13	58,27	-	1 305,28	2 390,60	3 363,87
	i	0,07	69,63	151,89	409,58	1 962,76	2 681,07
إناث	ḫ	0,12	67,53	-	1 407,40	2 296,25	3 206,51
	i	0,10	78,18	236,95	544,51	2 207,40	2 799,68



معدل القيم لكل ناطق

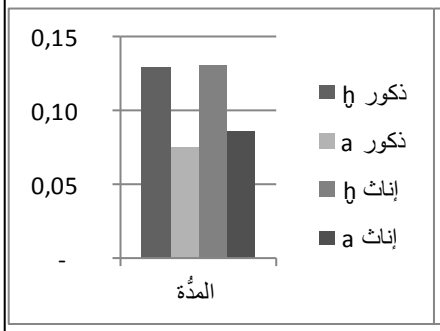
الصيغة/ḫaḫaḫ/

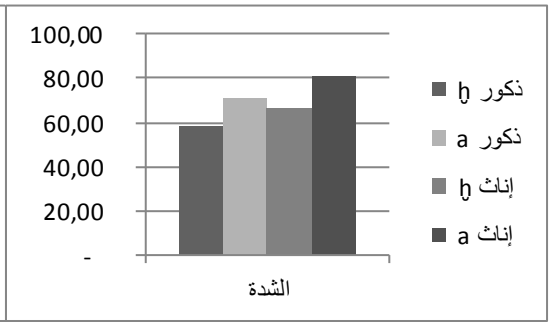
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḫ	0,14	56,29	-	995,48	2 225,50	3 373,05
	a	0,08	69,75	134,31	623,49	1 301,35	2 415,41
ن ذ 2	ḫ	0,12	61,16	-	1 305,48	2 198,53	3 292,91
	a	0,07	72,14	161,39	678,31	1 366,34	2 412,01
ن أ 1	ḫ	0,13	66,25	-	1 127,69	1 920,54	3 037,34
	a	0,07	76,37	231,17	886,47	1 518,69	2 822,45
ن أ 2	ḫ	0,13	67,19	-	1 187,49	1 898,67	3 148,04
	a	0,10	85,07	238,50	848,94	1 350,47	2 861,42

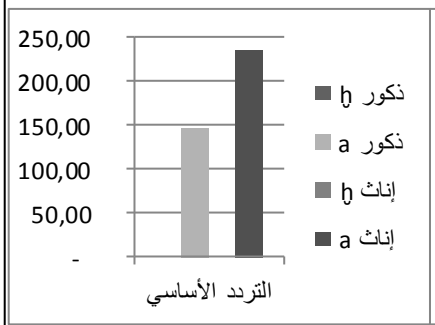
معدل القيم لكل الناطقين

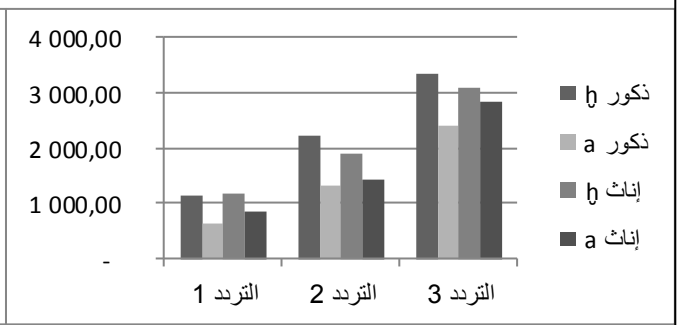
الصيغة/ḫaḫaḫ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḫ	0,13	58,73	-	1 150,48	2 212,02	3 332,98
	a	0,08	70,94	147,85	650,90	1 333,84	2 413,71
إناث	ḫ	0,13	66,72	-	1 157,59	1 909,61	3 092,69
	a	0,09	80,72	234,84	867,70	1 434,58	2 841,93









المقارنة بين معدل القيم للخاء مع الضمة:

وردت الضمة عند الذكور بمدّة زمنية قصيرة ثم يلي خاء الذكور وضمة الإناث بنفس المدّة الزمنية والفرق بين الخاء والضمة هو نفسه تماما لدى الذكور والإناث ويقدر بـ0.02 ثا.

شِدَّةُ الضمة أعلى من شدّة الخاء لدى الذكور والإناث وتبقى قيم الإناث أعلى من قيم الذكور.

يرتفع تردد ضمة الإناث الأساسي بمقدار 87.05 هرتز عن تردد ضمة الذكور الأساسي.

الترددات الأولى للخاء أعلى بكثير عن تردد بانية الضمة الأولى لدى الجنسين.

ونسجل نفس الشيء بالنسبة للتردد الثاني للخاء الذي يقارب الضعف أمام تردد الضمة وهذا عند الذكور والإناث معاً. وتبقى قيم التردد عند الذكور أعلى من قيم التردد عند الإناث بشكل عام في هذه الصيغة /ḫ u ḫ u ḫ/. وفي الترددات الثالثة هناك نوع من التقارب بين الحرفين للجنسين ثم بين الضمتين لديهما.

المقارنة بين معدل القيم للخاء مع الكسرة:

نسجل أصغر مدّة زمنية لكسرة الذكور أمام زمن الأصوات الأخرى كلها. تنخفض مدّتها بمقدار 0.06 ثا عن مدّة الخاء. و تبقى القيم الأخرى متقاربة.

وردت شدّة الكسرة أعلى من شدّة الخاء لدى الجنسين وتبقى قيم الإناث أعلى من قيم الذكور. يفوق التردد الأساسي (F_0) النسوي تردد الذكور الأساسي بمقدار 85.06 هرتز.

يرتفع تردد الخاء الأول عن تردد بانية الكسرة الأولى بمقدار يقارب الضِعْف وهذا لدى الذكور والإناث فالفارق شاسع بين تردد الحرف وتردد الحركة وهذا الفرق لدى الذكور هو 895.70 هرتز ولدى الإناث هو 862.89 هرتز.

أما فيما يخص التردد الثاني فتبقى القيم متقاربة بين تردد الحرف وتردد الحركة وينقص الفرق بين الذكور والإناث والفرق الفاصل بين الحرف والحركة 427.84 هرتز لدى الذكور بمقدار و 88.85 هرتز لدى الإناث .

وفي التردد الثالث يرتفع تردد الخاء عن تردد الكسرة لدى الذكور بمقدار 682.80 هرتز ولدى الإناث بمقدار 406.83 هرتز.

المقارنة بين معدل القيم للخاء مع الفتحة:

جاء الخاء بنفس المدّة الزمنية عند الإناث والذكور. ولفتحة الإناث تَفَوُقٌ طَفِيفٌ جداً أمام فتحة الذكور والفرق هو 0.01 ثا.

وردت شدّة الفتحة أعلى من شدّة الخاء وقيم الإناث أعلى من قيم الذكور.

يرتفع تردد الفتحة الأساسي لدى الإناث بمقدار 86.99 هرتز عن تردد فتحة الذكور الأساسي.

تبقى قيم بانية الفتحة الأولى منخفضة جدّا عن تردد الخاء الأول وهذا لدى الإناث والذكور.

يقدر الفرق بين تردد الخاء والضمة لدى الذكور بِـ 499.58 هرتز ولدى الإناث بِـ 289.89 هرتز.

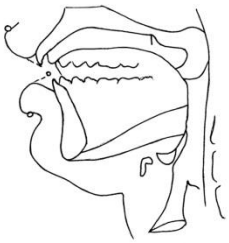
يحتفظ حرف الخاء بتفوقه في التردد الثاني أمام الفتحة وهذا بالمقادير التالية: 878.18 هرتز للذكور و 475.03 هرتز للإناث.

ونفس الفارق للترددات الثالثة فَتَفَوُقٌ للخاء أمام الفتحة عند الذكور بمقدار: 919.27 هرتز وعند الإناث بمقدار: 250.76 هرتز.

ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الخاء

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	157,75	244,80	563,53	559,90
i	151,89	236,95	409,58	544,51
a	147,85	234,84	650,90	867,70

وضعية الأعضاء أثناء النطق بالغين مع الفتحة /ġa/



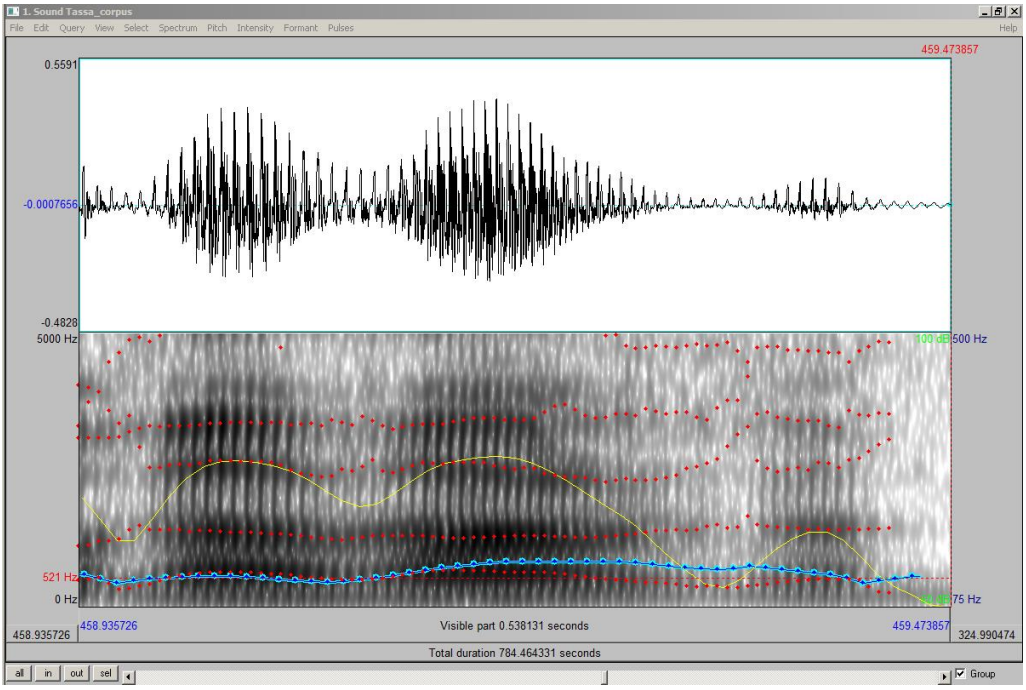
6-20 /ġ1/

6-24 /a1/

6-28 /ġ2/

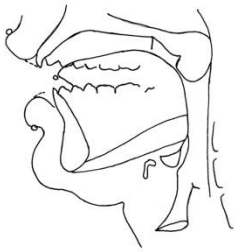
6-32 /a2/

6-39 /ġ3/



الرسم الطيفي لصيغة / ġa ġa ġ /

وضعية الأعضاء أثناء النطق بالخاء مع الفتحة /ẖa/



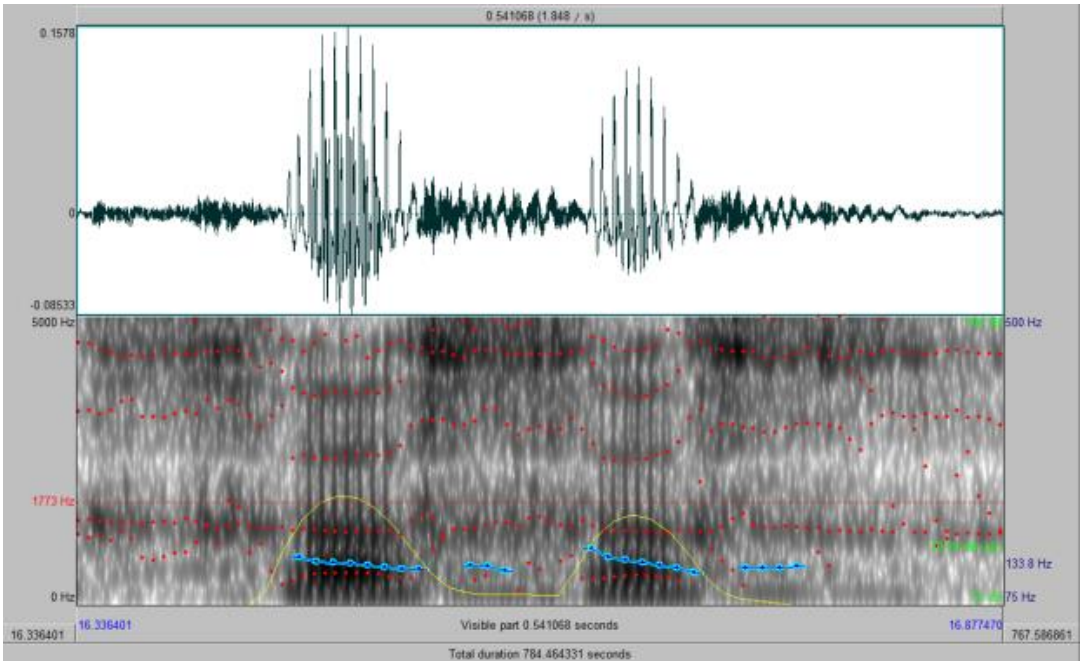
15-18 /ẖ1/

15-23 /a1/

15-28 /ẖ2/

15-31 /a2/

15-41 /ẖ3/



الرسم الطيفي لصيغة / ẖa ẖa ẖ /

معدل القيم لكل ناطق

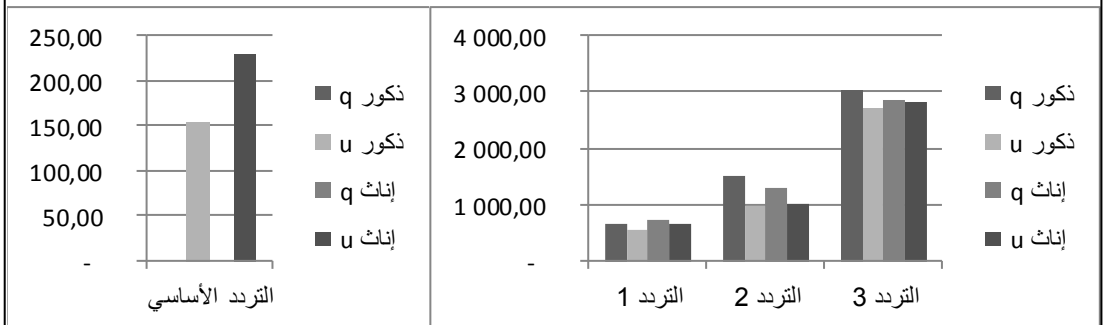
الصيغة/ququq/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	q	0,02	61,46	-	747,65	1 822,64	2 979,41
	u	0,06	75,24	139,17	611,18	1 041,53	2 683,45
ن ذ 2	q	0,02	67,66	-	535,41	1 203,17	3 057,05
	u	0,05	75,40	169,11	510,49	944,26	2 770,51
ن أ 1	q	0,11	68,74	-	601,19	1 228,38	2 898,81
	u	0,08	82,22	227,28	508,12	896,42	2 878,51
ن أ 2	q	0,13	72,77	-	862,44	1 364,55	2 839,87
	u	0,11	86,73	232,99	794,59	1 107,03	2 740,38

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ququq/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	q	0,02	64,56	-	641,53	1 512,90	3 018,23
	u	0,06	75,32	154,14	560,84	992,89	2 726,98
إناث	q	0,12	70,76	-	731,81	1 296,46	2 869,34
	u	0,10	84,48	230,13	651,36	1 001,72	2 809,44



معدل القيم لكل ناطق

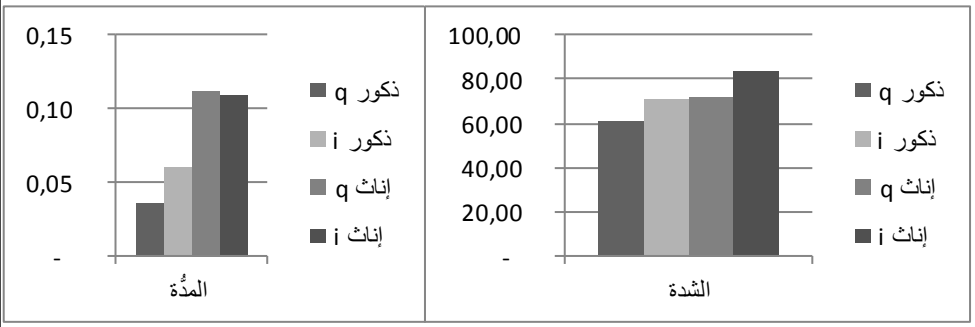
الصيغة/qiqiq/

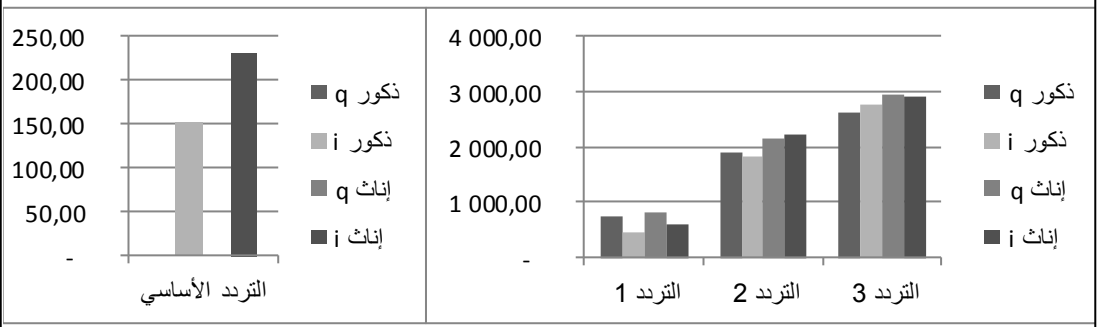
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	q	0,05	58,04	-	710,07	1 730,23	2 948,85
	i	0,07	70,75	142,74	387,37	1 765,71	2 748,24
ن ذ 2	q	0,03	64,63	-	767,17	2 053,96	2 323,33
	i	0,05	71,88	161,71	488,06	1 917,36	2 752,78
ن أ 1	q	0,10	71,05	-	834,94	2 195,11	2 951,89
	i	0,09	80,17	225,03	485,34	2 298,40	2 939,43
ن أ 2	q	0,12	72,26	-	777,11	2 104,96	2 922,08
	i	0,13	86,07	238,16	719,01	2 136,56	2 903,81

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/qiqiq/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	q	0,04	61,34	-	738,62	1 892,10	2 636,09
	i	0,06	71,31	152,23	437,71	1 841,53	2 750,51
إناث	q	0,11	71,66	-	806,03	2 150,04	2 936,98
	i	0,11	83,12	231,59	602,17	2 217,48	2 921,62





معدل القيم لكل ناطق

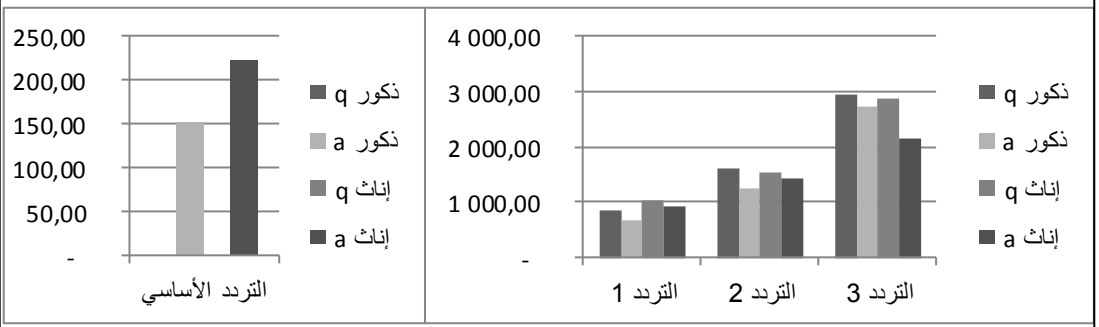
الصيغة/qaqaq/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	q	0,05	60,57	-	853,53	1 610,08	2 889,37
	a	0,07	74,90	137,50	635,22	1 089,39	2 689,38
ن ذ 2	q	0,02	65,92	-	830,42	1 571,65	3 013,82
	a	0,07	73,34	166,65	675,45	1 435,56	2 795,49
ن أ 1	q	0,12	70,68	-	979,96	1 527,95	2 895,47
	a	0,09	82,28	212,23	868,31	1 351,01	2 787,97
ن أ 2	q	0,10	76,12	-	1 051,96	1 553,37	2 830,65
	a	0,12	88,84	233,52	976,51	1 486,27	1 486,27

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/qaqaq/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	q	0,04	63,25	-	841,97	1 590,86	2 951,60
	a	0,07	74,12	152,08	655,33	1 262,47	2 742,43
إناث	q	0,11	73,40	-	1 015,96	1 540,66	2 863,06
	a	0,10	85,56	222,88	922,41	1 418,64	2 137,12



المقارنة بين معدل القيم للقاف مع الضمة:

مدّة القاف عند الذكور قصيرة جدّا، وضمته أقل مدّة من ضمة الغين وضمة الخاء. مدّة احداث القاف والضمة عند الإناث أطول بكثير.

أعلى شدّة صوتية تنسب لضمة الإناث ثم ضمة الذكور ثم قاف الإناث وأخيراً قاف الذكور.

يفوق تردد الإناث الأساسي (F_0) بمقدار 75.99 هرتز تردد الذكور الأساسي بِضَمَّةِ القاف.

يقترب تردد القاف الأول من البانية الأولى للضمة وهذا لدى الجنسين وهو كالتالي: 80.69 هرتز لدى الذكور و 80.45 هرتز للإناث، ونسجل ارتفاعاً طفيفاً في ترددات الإناث. أما التردد الثاني فالفرق بين القاف والضمة هو: 520.01 هرتز للذكور و 294.74 هرتز للإناث وهذا لسبب ارتفاع تردد القاف لدى الذكور عن تردد الإناث؛ وانخفاض تردد بانية الضمة الثانية للذكور؛ نسجل اقترابا بين القيم لدى الذكور والإناث وبين الحرف والحركة.

المقارنة بين معدل القيم للقاف مع الكسرة:

يقترب زمن حدوث القاف بزمن الكسرة بقليل عند الذكور ويتساوى زمن الحرف والحركة لدى الإناث مع ارتفاع القيم أمام قيم الذكور.

أقل شدّة تسجل لقاف الذكور وأعلى قيمة تُنْسَبُ لكسرة الإناث متساوية: /i/ 71.31 دسيبال و /q/ 71.66 دسيبال.

يرتفع تردد الإناث الأساسي للكسرة بمقدار 79.36 هرتز عن تردد كسرة الذكور الأساسي.

يرتفع تردد القاف الأول عن تردد البانية الأولى للكسرة (F_1) عند الجنسين و يقدر كالتالي: 300.91 هرتز للذكور و 203.86 هرتز للإناث.

تقترب الترددات الثانية بين القاف والكسرة على مستوى التجويف الفمي، وهذا لدى الذكور والإناث. ويبقى ارتفاعٌ طفيفٌ في قيم الإناث أمام قيم الذكور. والتفصيل هو كالتالي:

يرتفع تردد القاف الثاني لدى الذكور عن بانية الكسرة (F_2) بـِ 50.57 هرتز.

ترتفع بانية الكسرة (F_2) عن التردد الثاني للقاف لدى الإناث بـِ 67.44 هرتز.

ترتفع البانية الثالثة لكسرة الذكور بـِ 114.42 هرتز عن قاف الذكور وتقترب قيم الترددات لدى الإناث بين القاف والكسرة. وترتفع قليلا عن قيم الذكور.

المقارنة بين معدل القيم للقاف مع الفتحة:

ورد قاف الإناث أطول بكثير عن قاف الذكور حيث نسجل 0.04 ثا للذكور و 0.11 ثا للإناث. وفتحة الإناث تفوق قليلا فتحة الذكور في مدّة حدوثها.

تُنْسَبُ أعلى شدّةٍ لفتحة الإناث ثم فتحة الذكور وترتفع شدّةُ قاف الإناث عن شدّة قاف الذكور.

يفوق تردد الفتحة الأساسي (F_0) لإناث بمقدار 70.80 هرتز تردد فتحة الذكور الأساسي.

يرتفع تردد قاف الذكور الأول عن البانية الأولى للفتحة بمقدار 186.64 هرتز. ويرتفع تردد قاف الإناث عن تردد البانية الفتحة الأولى (F_1) بمقدار 93.55 هرتز وتبقى قيم تردد الإناث على العموم مرتفعة عن تردد الذكور.

تبقى قيم البانية الثانية للفتحة والتردد الثاني للقاف متقاربة وهي كما يلي:

تردد قاف الذكور أعلى من (F_2) الفتحة بمقدار 328.49 هرتز.

و تردد قاف الإناث أعلى من (F_2) الفتحة بمقدار 122.02هرتز.

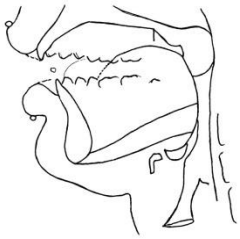
أما التردد الثالث فالفرق كما يلي:

قاف الذكور وفتحة الذكور 209.17 هرتز؛ وقاف الإناث وفتحة الإناث: 725.94 هرتز.

ملخَّص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع القاف

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
U	154,14	230,13	560,84	651,36
I	152,23	231,59	437,71	602,17
A	152,08	222,88	655,33	922,41

وضعية الأعضاء أثناء النطق بالقاف مع الفتحة /qa/

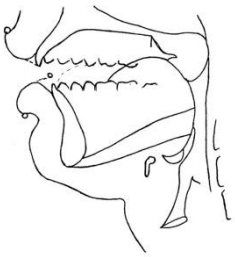


28-25 /q1/

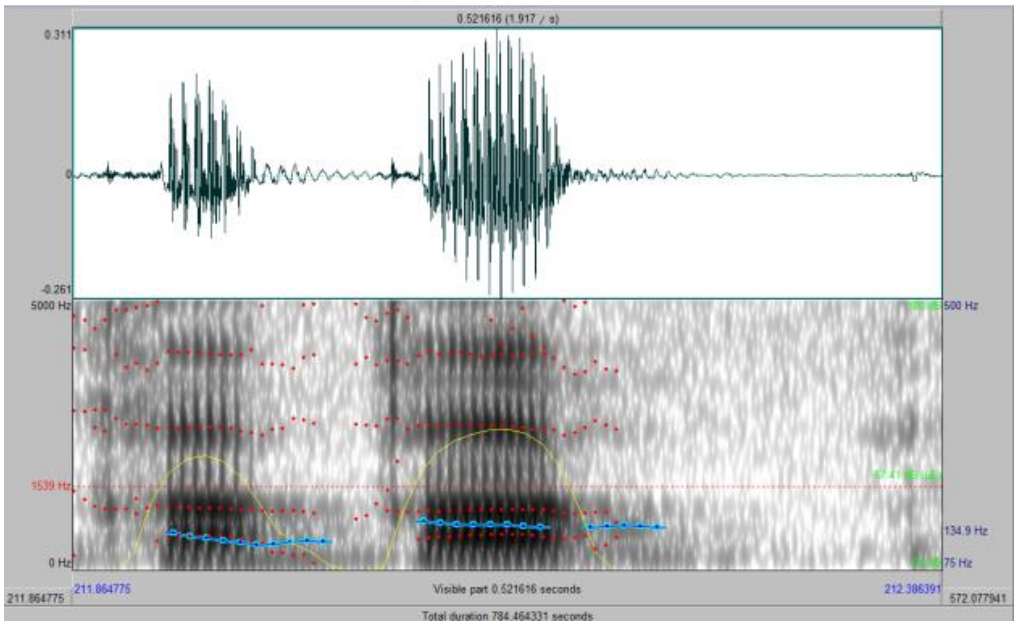
28-29 /a1/

28-33 /q2/

28-37 /a2/



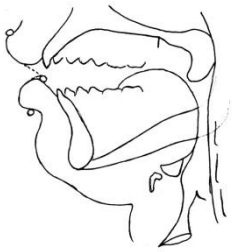
28-45 /q3/



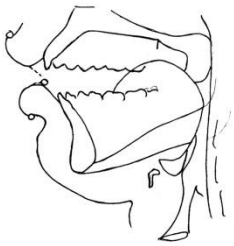
الرسم الطيفي لصيغة /q qa qa /

وضعية الأعضاء أثناء النطق بالقاف مع الضمة/qu/

2-19 /q1/

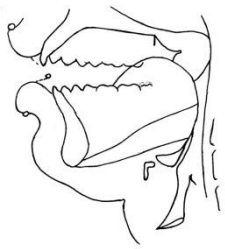


2-22 /u1/

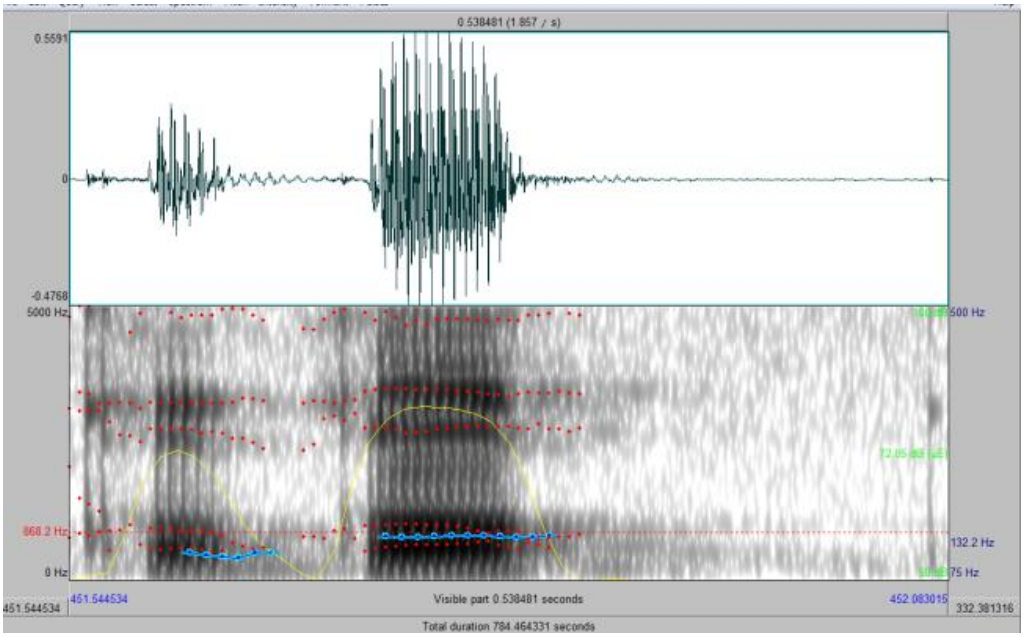


2-26 /q2/

2-31 /u2/



2-39 /q3/



الرسم الطيفي لصيغة /q qu qu /

خلاصة حول حروف أدنى الحلق:

بالنسبة للزمن ورد الخاء عند الذكور بمدّة زمنية طويلة مع زمنِ فتحةٍ متوسطٍ ثم يليه الغين بفتْحةٍ أطول من فتحة الخاء؛ بينما القاف مع فتحته فجاءا في المرتبة الثالثة.

عند الإناث ورد القاف مع فتحته في القيمة الوسطى بين الخاء في المرتبة الأولى وفتحته في المرتبة الاخيرة وبين الغين في المرتبة الاخيرة وفتحته في المرتبة الأولى.

فيما يخص الشدّة الصوتية فالغين أقوى من القاف الذّي بدوره أقوى من الخاء وهذا عند الذكور؛ والفتحة المصاحبة للقاف أقوى من فتحة الغين ثم أوّلهُا بروزاً هي فتحة الخاء.

أما عند الإناث فالقاف وفتحتُه أقوى من الخاء وفتحته؛ وأخيراً يأتي الغين مع فتحته بأوّل شِدّةٍ.

ورد التردد الأساسي للفتحة عند الذكور بالترتيب التالي: أعلى قيمة لفتحة القاف ثم فتحة الخاء وأخيراً فتحة الغين؛ ونلاحظ نفس الترتيب لبواني الفتحة الأولى عند الذكور وعند الإناث: أي أعلى قيمة البانية الأولى لفتحة القاف عند الذكور وعند الإناث ثم تليها البانية الأولى لفتحة الخاء وأخيراً البانية الأولى لفتحة الغين.

أما التردد الأساسي لفتحة الإناث فالترتيب كالتالي: فتحة الخاء أعلاها ثم فتحة القاف وأخيراً فتحة الغين. والملاحظ أن الغين جاء في كل هذه القيم في المرتبة الأخيرة عند الجميع. وهذا الترتيب للتردد الأساسي عند الإناث يناسب الترتيب الذي ورد للحروف في ترددااتها الأولى سواءً للذكور أو للإناث؛ فهو للخاء المرتبة الأولى ثم القاف وأخيرا الغين. ونحتفظ بنفس الترتيب للتردد الثاني للخاء ثم القاف ثم الغين عند الذكور. أما تردد البانية الثانية للفتحة لدى الذكور فالصَّدَارَةُ للخاءِ دائما أما فتحة الغين فتتقدم فتحة القاف بـ30.53 هرتز. أما البانية الثالثة عند الذكور فلفتحة القاف أعلى قيمة ثم تأتي فتحة الغين وأخيراً فتحة الخاء.

للتردد الثالث عند الإناث تناسبٌ في الترتيب بين تردد الحرف وتردد حركتِهِ والترتيب فالتالي: الخاء مع فتحته ثم الغين مع فتحته وأخيراً القاف مع فتحته.

يقول [E.EMERIT- 1976, 235] عند حرف الغين عموما :

« …dans toutes ses réalisations possibles, [R]se distingue par le fait que le premier formant de la voyelle attenante disparait presque complètement .quant au deuxième formant, il se transforme en une *tache* de bruit haché suivant un rythme irrégulier…. »

ويضيف في موضع آخر:

« …toute occlusion quelle qu'elle soit, produit une chute de $F_{1.}$»

[EMERIT -1989 TIPS] وللحروف اللهوية الثلاث انغلاق على مستوى المخرج بين اللهاة واقصى ظهر اللسان وهذا بالتفاوت بين الشديد والرخو.

خلاصة جزئية:

نستخلص مما سبق أن لكل حرفٍ حركتُهُ حيث يحدث انسجام وتلاحم بين الحرف والحركة؛ هذا من جهة ومن جهة أخرى، من خلال تتبعنا المباشر لعملية النطق لاحظنا أن الخلاف بين هذه الحروف اللهوية يعود إلى سماتٍ دقيقةٍ في كيفية حدوثها:
تكمن خصائص القاف النطقية في انفجاره حيث يتحقق دائما انطباق اللهاة على أقصى اللسان.

وخصائص الخاء في احتكاكه المهموس؛ أما خصائص الغين فتكمن في احتكاكه المجهور. فلكُلٍّ حركةٌ عضويةٌ متميِّزةٌ وطاقةٌ صوتيةٌ أو طاقةٌ نَفِسيَّةٌ وتتفاوت الحروف في هذا العنصر الأخير وبالخصوص يكمن التفاوت بين الهواء المحدث للقاف والهواء المحدث للخاء.

وبعد الوصف الفيزيولوجي لاحظنا أن الحنْجُرة تتقدم نحو الأمام في اتجاه الدَّرَقي للحرف المجهور وتتأخر وتنجذب إلى الوراء في اتجاه الهَرَمَيْن للحرف المهموس. ولهذه الحركات الفيزيولوجية لمدخل الحنجرة أثرٌ في وضعية الوترين الصوتيين....

التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف النطع المفخمة

5.4 . التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق الحروف المفخمة

معدل القيم لكل ناطق

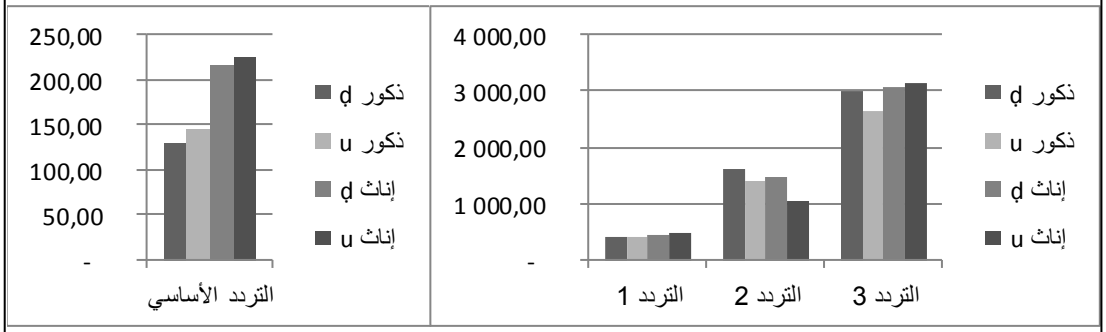
الصيغة/ḍuḍuḍ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḍ	0,11	58,98	124,49	350,13	1 624,79	2 961,52
	u	0,08	69,38	134,37	339,10	1 719,40	2 767,52
ن ذ 2	ḍ	0,11	64,99	133,27	438,40	1 613,55	3 067,09
	u	0,08	75,91	158,09	446,72	1 069,56	2 496,98
ن أ 1	ḍ	0,12	54,75	217,69	415,14	1 347,47	3 063,91
	u	0,09	64,67	224,83	447,65	905,23	3 094,95
ن أ 2	ḍ	0,12	66,24	214,41	462,89	1 593,88	3 053,22
	u	0,10	78,87	227,14	528,13	1 223,89	3 154,21

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḍuḍuḍ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḍ	0,11	61,99	128,88	394,27	1 619,17	3 014,31
	u	0,08	72,64	146,23	392,91	1 394,48	2 632,25
إناث	ḍ	0,12	60,49	216,05	439,02	1 470,68	3 058,57
	u	0,09	71,77	225,99	487,89	1 064,56	3 124,58



معدل القيم لكل ناطق

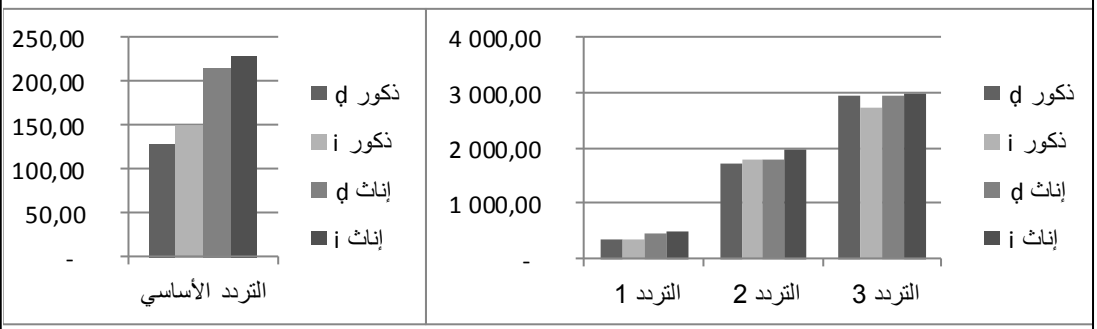
الصيغة/ḍiḍiḍ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḍ	0,11	58,98	124,49	350,13	1 624,79	2 961,52
	i	0,08	69,38	134,37	339,10	1 719,40	2 767,52
ن ذ 2	ḍ	0,13	65,01	135,25	343,52	1 808,19	2 944,04
	i	0,08	74,89	164,40	379,22	1 845,15	2 713,37
ن أ 1	ḍ	0,12	54,46	216,01	427,24	1 759,41	2 897,35
	i	0,09	63,98	227,72	452,58	1 985,69	2 873,95
ن أ 2	ḍ	0,12	67,26	215,96	478,11	1 847,81	3 002,67
	i	0,10	79,66	230,46	497,59	1 964,86	3 055,88

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḍiḍiḍ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḍ	0,12	62,00	129,87	346,82	1 716,49	2 952,78
	i	0,08	72,13	149,39	359,16	1 782,27	2 740,44
إناث	ḍ	0,12	60,86	215,99	452,68	1 803,61	2 950,01
	i	0,10	71,82	229,09	475,09	1 975,27	2 964,91



معدل القيم لكل ناطق

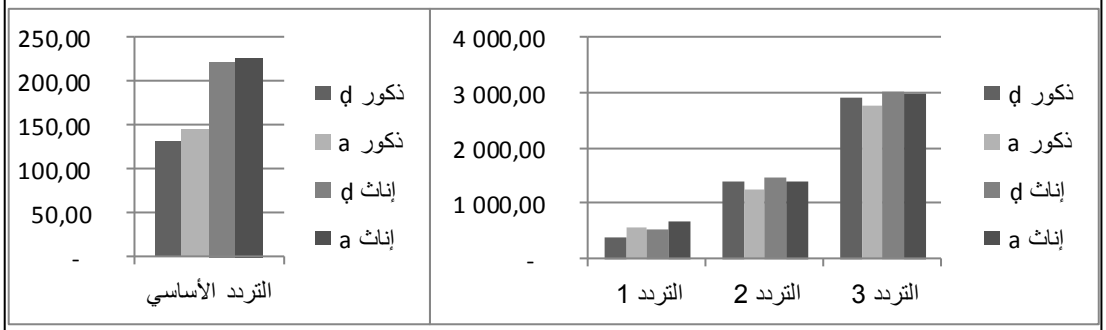
الصيغة/ḍaḍaḍ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ḍ	0,11	64,95	122,73	367,05	1 283,02	2 868,32
	a	0,07	74,42	128,55	523,99	1 106,42	2 813,06
ن ذ 2	ḍ	0,11	65,73	137,34	404,40	1 488,20	2 914,51
	a	0,07	75,93	162,74	572,79	1 400,44	2 697,28
ن أ 1	ḍ	0,11	56,56	213,04	584,22	1 318,89	3 004,08
	a	0,10	64,88	213,85	655,44	1 360,42	2 901,04
ن أ 2	ḍ	0,14	68,52	232,08	497,92	1 586,05	3 029,07
	a	0,11	82,02	237,87	715,89	1 393,05	3 042,53

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ḍaḍaḍ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḍ	0,11	65,34	130,04	385,73	1 385,61	2 891,42
	a	0,07	75,17	145,65	548,39	1 253,43	2 755,17
إناث	ḍ	0,12	62,54	222,56	541,07	1 452,47	3 016,57
	a	0,10	73,45	225,86	685,66	1 376,74	2 971,79



المقارنة بين معدل قيم الضاد مع الضمة /ḍu/

أطول مدة زمنية تنسب للضاد عند الإناث وتليها مدة الضاد عند الذكور بفارق زمني ضئيل جداً؛ وأصغر مدة تنسب لضمة الذكور. أعلى شدة صوتية لضمة الذكور وتليها ضمة الإناث بفارق طفيف وأصغر قيمة لشدة الضاد عند الإناث.

بالنسبة للتردد الأساسي، نسجل أعلى قيمة لضمة الإناث ثم ضاد الإناث وأصغر قيمة لضاد الذكور.

ترتفع البانية الأولى لضمة الإناث ثم يلي تردد الضاد لدى الإناث أقل قيمة تنسب لضمة الذكور.

لضاد الذكور أعلى قيمة في الترددات الثانية ثم ترددات ضاد الإناث وأصغر قيمة تنسب لضمة الإناث .

في الترددات الثالثة نجد بانية (F3) الضمة مرتفعة ثم يلي تردد الضاد عند الإناث وأصغر قيمة نسجلها لضمة الذكور.

المقارنة بين معدل قيم الضاد مع الكسرة /ḍi/

أعلى قيمة زمنية تسجل للضاد عند الإناث والذكور معا. أما أصغر مدّة فهي لكسرة الذكور.

أعلى شدّة صوتية لكسرة الذكور ثم كسرة الإناث بانخفاض طفيف جداً وأصغر قيمة تنسب لشدّة الضاد لدى الإناث.

يرتفع التردد الأساسي لكسرة الإناث ثم الضاد وأصغر قيمة تنسب لضاد الذكور.

الصدارة للبانية الأولى والثانية والثالثة لكسرة الإناث وأول قيمة للترددات الأولى والثانية لضاد الذكور، وللكسرة أصغر قيمة في التردد الثالث (F3) عند الذكور.

المقارنة بين معدل قيم الضاد مع الفتحة /ḍa/

أطول مدة زمنية تنسب للضاد عند الإناث ثم يلي الضاد لدى الذكور وأصغر قيمة تسجل لفتحة الذكور.

ترتفع شدّة الفتحة عند الذكور عن شدّة فتحة الإناث بـ 02,72 دسيبال وتنخفض شدة الإناث عن شدة الذكور في الضاد بمقدار 03,80 دسيبال.

تأتي فتحة الإناث بتردد أساسي مرتفع ثم تردد الضاد. وأصغر قيمة لتردد (F0) الضاد لدى الذكور.

ونلاحظ نفس الترتيب في قيم الترددات الأولى حيث تحتل فتحة الإناث الصدارة ثم ضاد الإناث وأخيرا ضاد الذكور.

أما في التردد الثاني فلضاد الإناث أعلى قيمة ثم ضاد الذكور وأصغر قيمة لفتحة الذكور (F2). في الترددات الثالثة يأتي ضاد الإناث في الصدارة ثم فتحة الإناث وأخيرا فتحة الذكور.

ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الضاد

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	146,23	225,99	392,91	487,89
i	149,39	229,09	359,16	475,09
a	145,65	225,86	548,39	685,66

معدل القيم لكل ناطق

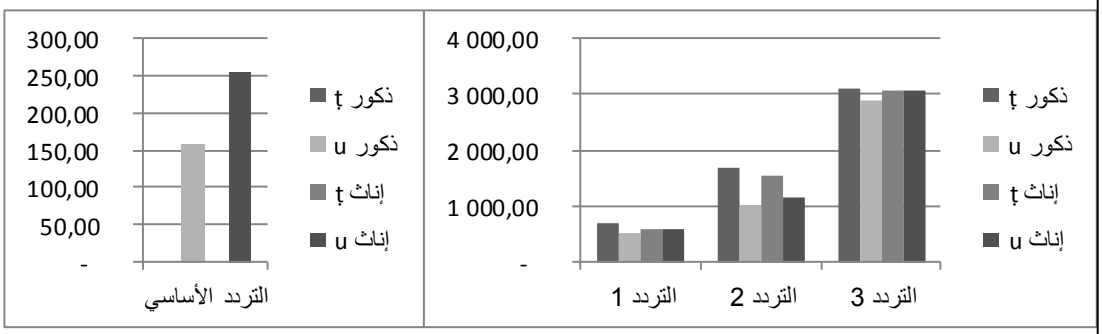
الصيغة /ṭuṭuṭ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ṭ	0,05	66,11	-	677,35	1 588,44	3 229,00
	u	0,06	73,08	152,40	533,61	1 006,69	2 996,71
ن ذ 2	ṭ	0,10	63,89	-	704,66	1 751,90	3 015,88
	u	0,06	73,44	162,93	465,21	990,15	2 755,71
ن أ 1	ṭ	0,12	56,51	-	482,42	1 344,65	3 164,73
	u	0,07	66,48	251,33	496,15	999,65	3 166,46
ن أ 2	ṭ	0,13	67,01	-	687,41	1 713,02	2 995,88
	u	0,09	78,80	255,28	680,46	1 284,38	2 983,16

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة /ṭuṭuṭ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ṭ	0,08	65,00	-	691,00	1 670,17	3 122,44
	u	0,06	73,26	157,66	499,41	998,42	2 876,21
إناث	ṭ	0,13	61,76	-	584,91	1 528,83	3 080,31
	u	0,08	72,64	253,31	588,30	1 142,01	3 074,81



معدل القيم لكل ناطق

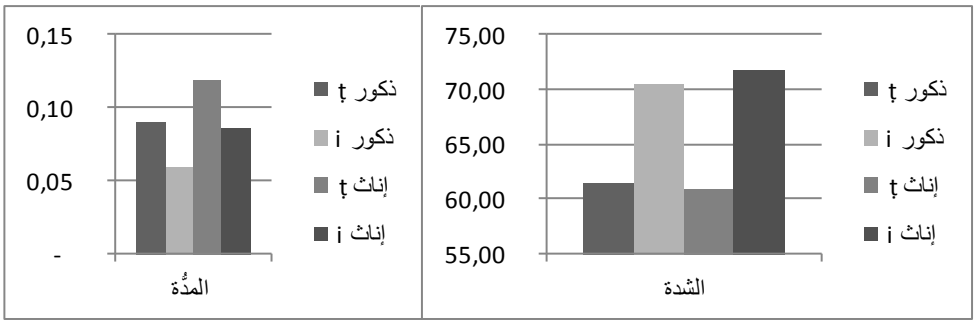
الصيغة/ţiţiţ/

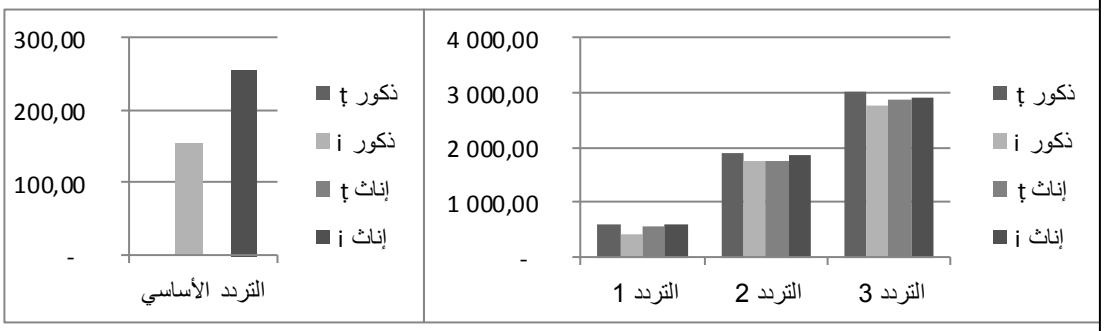
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ţ	0,06	60,08	-	645,98	1 827,55	3 030,67
	i	0,06	68,13	146,97	422,43	1 686,26	2 796,73
ن ذ 2	ţ	0,12	62,73	-	540,72	1 962,90	2 999,61
	i	0,06	72,70	163,82	394,09	1 846,53	2 734,65
ن أ 1	ţ	0,12	54,39	-	487,74	1 844,54	2 848,62
	i	0,08	64,08	254,25	496,40	1 899,70	2 893,11
ن أ 2	ţ	0,12	67,32	-	637,03	1 659,90	2 909,21
	i	0,09	79,29	259,97	672,94	1 838,28	2 928,95

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ţiţiţ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ţ	0,09	61,40	-	593,35	1 895,23	3 015,14
	i	0,06	70,41	155,40	408,26	1 766,40	2 765,69
إناث	ţ	0,12	60,86	-	562,39	1 752,22	2 878,92
	i	0,09	71,68	257,11	584,67	1 868,99	2 911,03





معدل القيم لكل ناطق

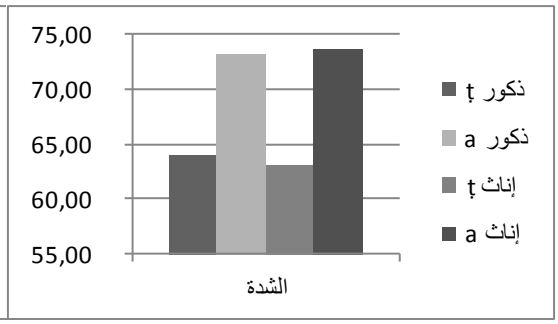
الصيغة/ṭaṭaṭ/

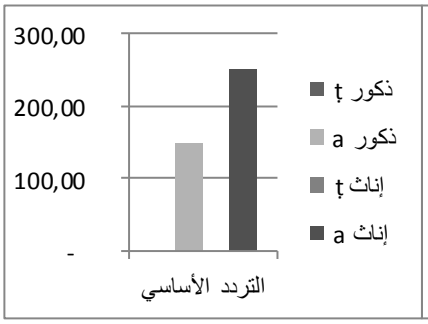
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	ṭ	0,06	63,16	-	607,06	1 462,02	3 064,30
	a	0,06	72,32	134,84	568,37	1 016,73	2 851,29
ن ذ 2	ṭ	0,11	64,86	-	632,64	1 485,75	2 883,02
	a	0,06	74,04	161,47	600,40	1 350,73	2 699,72
ن أ 1	ṭ	0,11	55,33	-	687,03	1 418,77	2 992,83
	a	0,08	63,87	238,39	706,57	1 360,37	2 983,73
ن أ 2	ṭ	0,13	70,92	-	739,04	1 661,31	2 945,27
	a	0,09	83,52	260,13	839,99	1 452,48	2 941,61

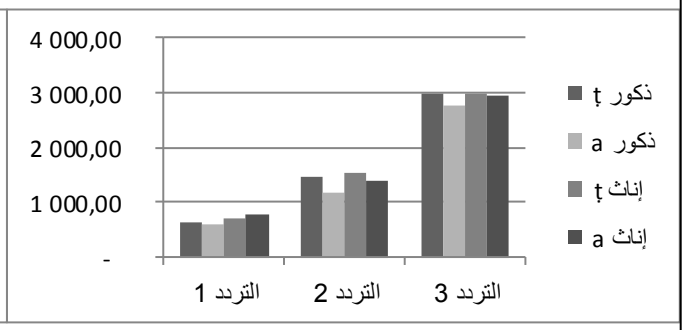
معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/ṭaṭaṭ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ṭ	0,08	64,01	-	619,85	1 473,88	2 973,66
	a	0,06	73,18	148,15	584,38	1 183,73	2 775,51
إناث	ṭ	0,12	63,13	-	713,04	1 540,04	2 969,05
	a	0,09	73,69	249,26	773,28	1 406,42	2 962,67







المقارنة بين معدل القيم للطاء مع الضمة /ṭu/

أعلى مدة زمنية للطاء عند الإناث وأقل مدّة زمنية تنسب لضمة الذكور ترتفع الشدّة الصوتية في ضمة الذكور ثم تليها قيمة الضمة لدى الإناث وأقل قيمة تسجل للطاء عند الإناث.

ورد التردد الأساسي (Fo) لحركة /u/ لدى الإناث ضعف تردد ضمة الذكور .

أما التردد الأول فأعلى قيمة تسجل لطاء الذكور أقلها لضمة الذكور.

وللتردد الثاني نفس الترتيب: ارتفاعٌ لترددات الطاء وأخفظها لبانية الضمة، وتقع قم الترددات لدى الإناث بين الحدين. ونفس التناسب للترددات الثالثة فالصدارة لطاء الذكور وأقلها لضمة الذكور.

المقارنة بين معدل القيم للطاء مع الكسرة /ṭi/

أطول مدّة زمنية لطاء الإناث وأصغرها تسجل لكسرة الذكور.

أعلى شدّة صوتية لكسرة الإناث ثم تليها كسرة الذكور بفارق طفيف وأقل قيمة تسجل لشدّة الطاء لدى الذكور.

يأتي التردد الأساسي (F0) في كسرة الإناث بضعف تردد F0 لكسرة الذكور.

أما التردد الأول فأعلى قيمة لطاء الذكور ثم كسرة الإناث وأقلها تردد F1 لكسرة الذكور.

نفس التناسب تماما يسجل للترددات الثانية والترددات الثالثة.

المقارنة بين معدل القيم للطاء مع الفتحة /ṭa/

أطول مدّة زمنية تسجل للطاء عند الإناث وأصغرها لفتحة الذكور أعلى شدّة صوتية للفتحة لدى الإناث والذكور وأقلها هي لشدة الطاء عند الإناث.

التردد الأساسي لفتحة الإناث يقارب الضعف لفتحة الذكور.

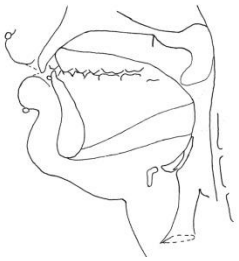
في الترددات الأولى تسجل أعلى قيمة لبانية فتحة الإناث ثم ترددات الطاء الأولى وأقل قيمة تنسب لبانية الفتحة لدى الذكور.

في الترددات الثانية أعلى قيمة للطاء عند الإناث ثم طاء الذكور وأقل قيمة لفتحة الذكور. في الترددات الثالثة نسجل أعلى قيمة لطاء الذكور وتليها ترددات طاء الإناث بفارق طفيف ثم فتحة الإناث و أخيرا فتحة الذكور.

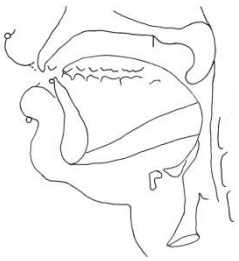
ملخص للتردد الأساسي والتردد الأول للحركات الثلاث مع الطاء

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	157,66	253,31	499,41	588,30
i	155,40	257,11	408,26	584,67
a	148,15	249,26	584,38	773,28

وضعية الأعضاء أثناء النطق بالضاد مع الفتحة /ḍa/



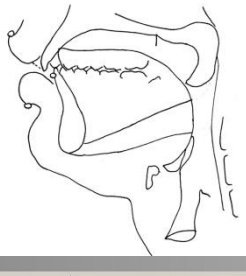
41-20 /ḍ1/



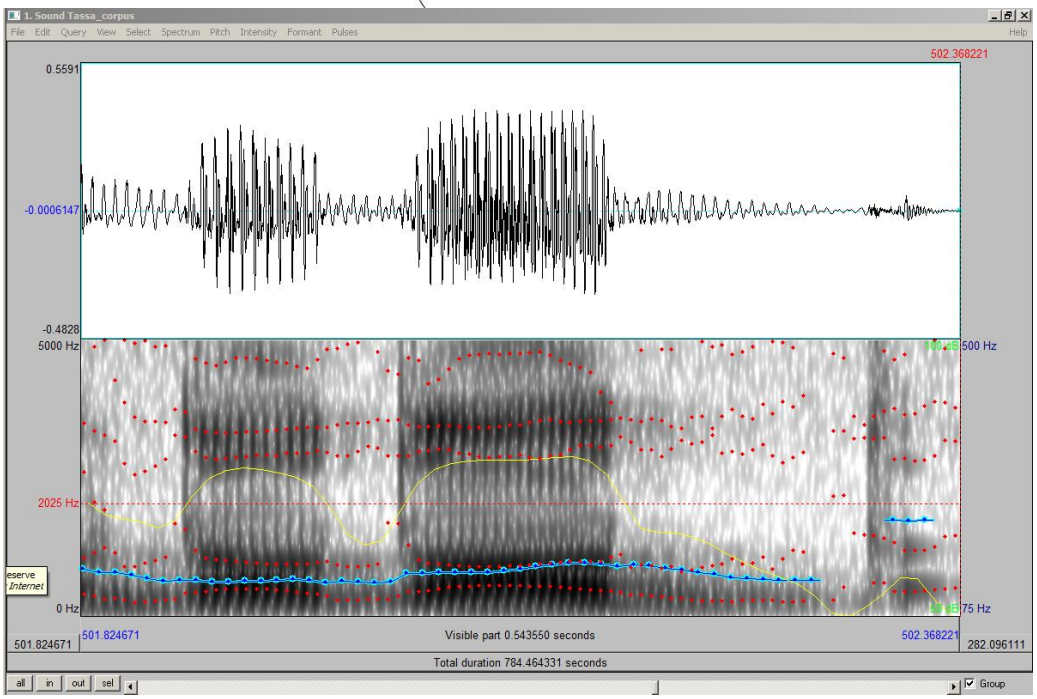
41-23 /a1/

41-26 /ḍ2/

41-31 /a2/



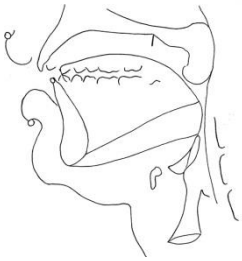
41-37 /ḍ3/



الرسم الطيفي لصيغة /ḍa ḍa ḍ/

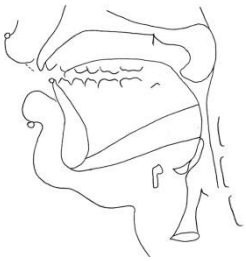
وضعية الأعضاء أثناء النطق بالطاء مع الفتحة /ṭa/

48-24 /ṭ1/

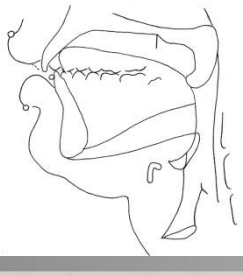


48-27 /a1/

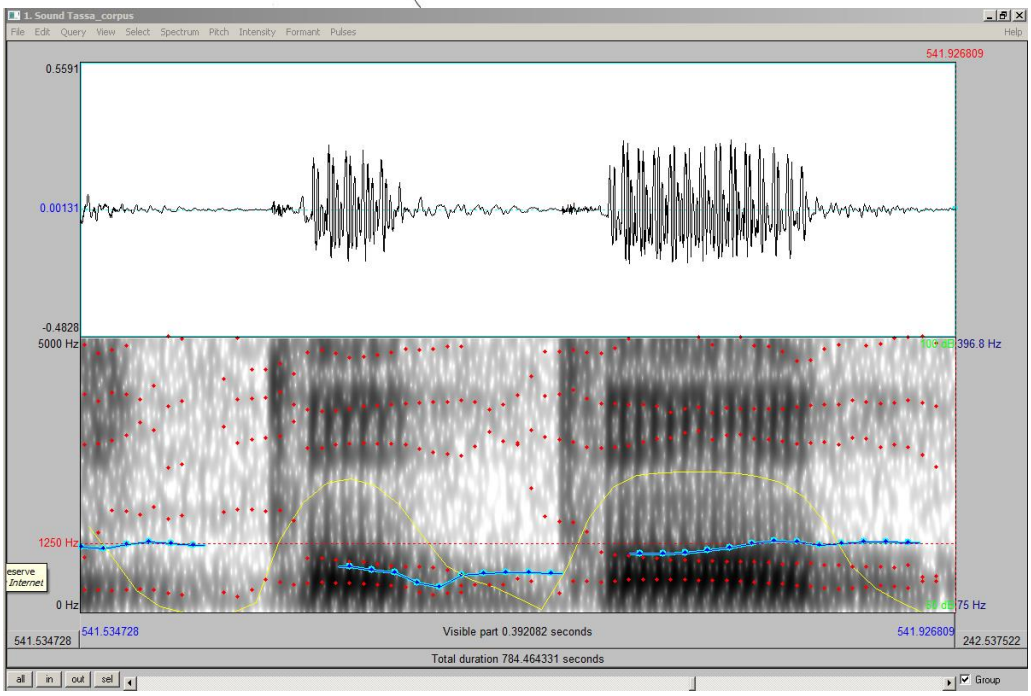
48-31 /ṭ2/



48-34 /a2/



48-43 /ṭ3/



الرسم الطيفي لصيغة / ṭa ṭa ṭ /

التحليل الطيفي للحركات الثلاث

في سياق حروف النطع المرققة

6.4 . التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق الحروف المرققة المقابلة للمفخمة

معدل القيم لكل ناطق

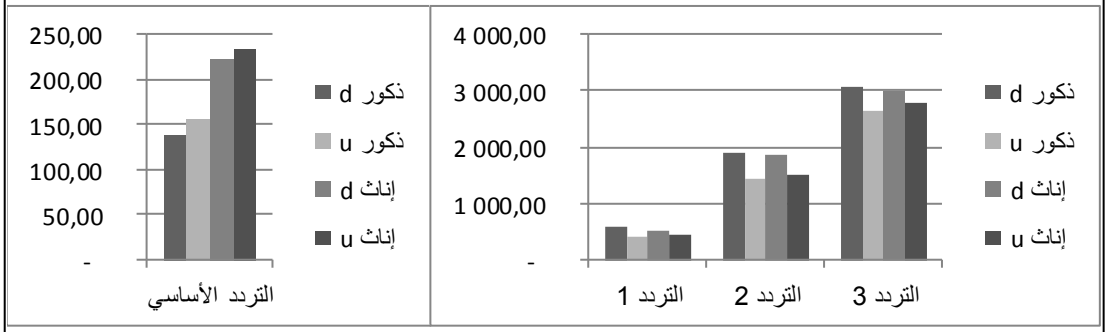
الصيغة/dudud/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	d	0,08	65,05	138,79	566,36	1 731,78	3 063,87
	u	0,08	73,74	148,02	460,49	1 384,07	2 666,56
ن ذ 2	d	0,11	64,71	136,45	602,85	2 054,05	3 046,53
	u	0,07	73,87	165,67	327,26	1 475,78	2 593,29
ن أ 1	d	0,12	37,49	220,83	600,90	1 917,99	3 034,77
	u	0,09	47,93	235,80	412,33	1 318,94	2 660,73
ن أ 2	d	0,12	68,60	226,77	454,76	1 828,48	2 966,80
	u	0,09	80,90	230,12	464,40	1 669,96	2 891,93

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/dudud/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	d	0,09	64,88	137,62	584,60	1 892,91	3 055,20
	u	0,08	73,81	156,85	393,88	1 429,93	2 629,92
إناث	d	0,12	53,04	223,80	527,83	1 873,24	3 000,79
	u	0,09	64,41	232,96	438,37	1 494,45	2 776,33



معدل القيم لكل ناطق

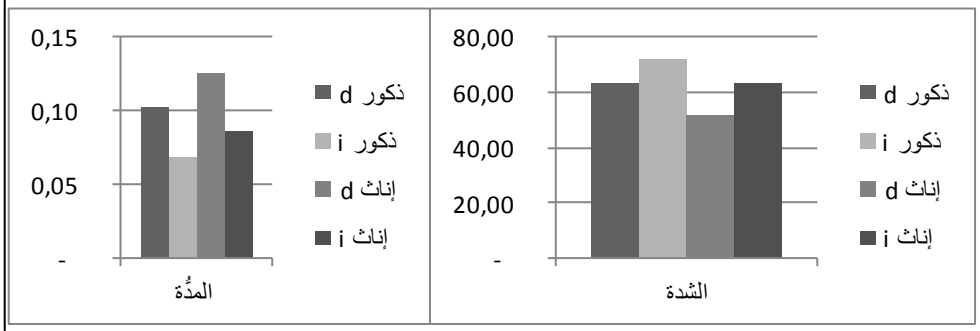
الصيغة/dididid/

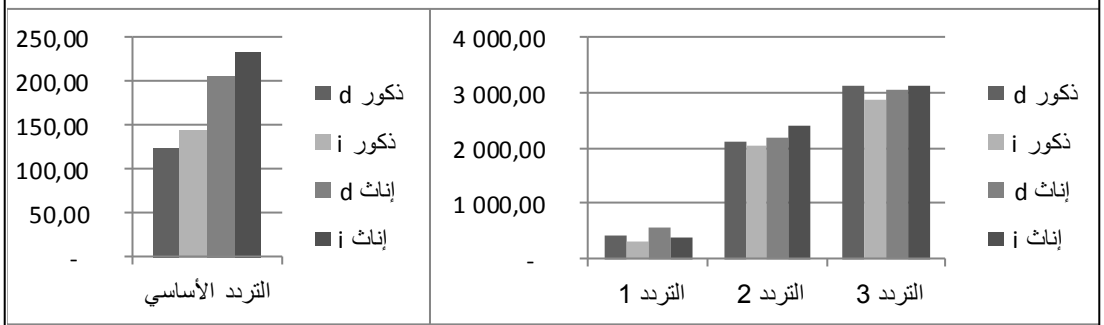
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	d	0,08	63,36	122,35	317,09	2 033,52	3 053,29
	i	0,07	71,02	129,22	300,34	2 000,39	2 810,90
ن ذ 2	d	0,13	62,78	126,89	488,10	2 213,39	3 208,90
	i	0,07	72,52	161,47	301,20	2 089,98	2 963,91
ن أ 1	d	0,13	35,19	204,81	563,29	2 224,96	3 115,49
	i	0,09	45,10	233,39	326,68	2 378,82	3 232,07
ن أ 2	d	0,12	68,80	209,57	527,26	2 150,91	2 999,88
	i	0,08	81,31	235,47	419,44	2 444,91	3 033,70

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/dididid/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	d	0,10	63,07	124,62	402,60	2 123,46	3 131,10
	i	0,07	71,77	145,34	300,77	2 045,19	2 887,40
إناث	d	0,13	51,99	207,19	545,28	2 187,93	3 057,69
	i	0,09	63,20	234,43	373,06	2 411,86	3 132,89





معدل القيم لكل ناطق

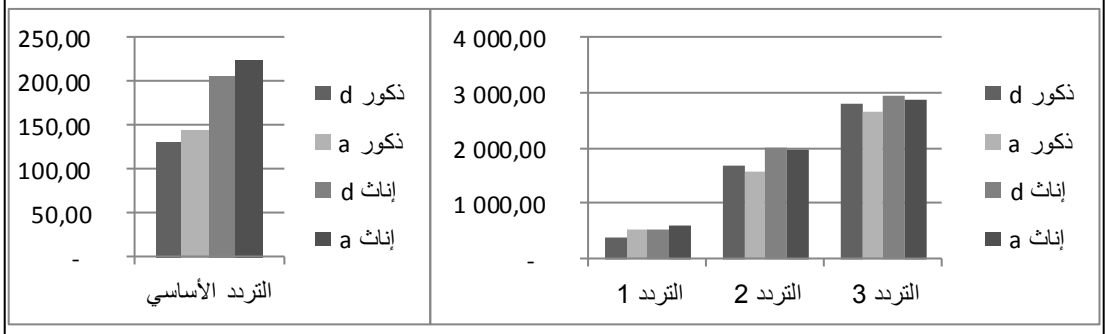
الصيغة/dadad/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	d	0,07	66,57	120,44	295,86	1 588,45	2 707,71
	a	0,08	74,57	126,22	502,48	1 529,76	2 667,80
ن ذ 2	d	0,07	68,60	144,06	461,06	1 744,46	2 880,55
	a	0,08	76,13	165,63	540,32	1 598,55	2 673,51
ن أ 1	d	0,12	39,91	199,13	558,97	2 028,32	3 014,70
	a	0,08	50,99	213,99	581,30	1 990,59	2 798,52
ن أ 2	d	0,14	72,58	213,52	471,56	1 948,11	2 907,55
	a	0,10	86,00	232,93	588,23	1 963,70	2 928,06

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/dadad/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	d	0,07	67,59	132,25	378,46	1 666,45	2 794,13
	a	0,08	75,35	145,92	521,40	1 564,15	2 670,65
إناث	d	0,13	56,24	206,32	515,27	1 988,22	2 961,12
	a	0,09	68,49	223,46	584,77	1 977,14	2 863,29



المقارنة بين معدل القيم للدال مع الضمة /du/:

نسجّل أعلى قيمة في المدة الزمنية لدال الإناث وأدنى قيمة لضمة الذكور.

ونسجل أعلى شدّة صوتية لضمة الذكور وأدنى شدّة لدال الإناث. تُنْسَبُ أعلى قيمة في التردد الأساسي لضمة الإناث ثم يلي دال الإناث وأدنى قيمة للدال عند الذكور.

يرتفع تردد الدال الأول لدى الذكور عن تردد الدال لدى الإناث ونسجل لضمة الذكور أدنى قيمة لبانية الضمة الأولى.

نحتفظ بنفس الترتيب في التردد الثاني: فالصدارة لدال الذكور ثم دال الإناث وأدنى قيمة تسجل لبانية الضمة عند الذكور. يأتي التردد الثالث بنفس الترتيب مثل التردد الثاني تماماً.

المقارنة بين معدل القيم للدال مع الكسرة /di/:

أعلى قيمة – في الزمن – تنسب لدال الإناث ثم دال الذكور وأقل مدّة لكسرة الذكور.

وردت كسرة الذكور بأعلى شدّة صوتية وأقل شدة لدال الإناث، أما كسرة الإناث ودال الذكور فقيم متقاربة.

أعلى تردد أساسي لكسرة الإناث ثم دال الإناث وأقل قيمة لدال الذكور. والملاحظ هو أن تردد F0 لدى الإناث يقارب الضعف لقيمة F0 لدى الذكور.

الترددات الأولى للدال مرتفعة عند الإناث ثم تليها قيم الدال لدى الذكور (وهذه الترددات تمثل انفجار الدال)، أما بانية الكسرة الأولى فهي منخفضة عند الذكور.

في التردد الثاني نسجل ارتفاع البانية الثانية لكسرة الإناث ثم دال الإناث وأقل قيمة تسجل للبانية الثانية لكسرة الذكور. ونفس الترتيب لقيم الترددات الثالثة والبانية الثالثة.

المقارنة بين معدل القيم للدال مع الفتحة /da/:

أطول مدّة زمنية تسجل لدال الإناث وأقلها لدال الذكور. أما مدّة الفتحة فالقيم متقاربة بين الذكور والإناث.

أعلى شدّة صوتية تنسب دائماً لحركة الذكور ثم تليها قيمة الفتحة عند الإناث وأقلها هي شدّة الدال عند الإناث.

ارتفاع ملحوظ في F0 فتحة الإناث ثم دال الإناث وأقل تردد لدال الذكور.

أعلى قيمة في التردد الأول يسجل لفتحة الإناث ثم تردد فتحة الذكور وأقلها هي قيمة تردد الدال لدى الذكور.

تنسب أعلى قيمة في التردد الثاني لدال الإناث ثم تردد فتحة الإناث وأقلها قيمة هي فتحة الذكور.

ونفس الترتيب تأتي عليه الترددات الثلاثة: فالصدارة لتردد دال الإناث ثم تردد فتحة الإناث وأخيراً تردد فتحة الذكور.

ملخص للتردد الأساسي و التردد الأول للحركات الثلاث مع الدال

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	156,85	232,96	393,88	438,37
i	145,34	234,43	300,77	373,06
a	145,92	223,46	521,40	584,77

معدل القيم لكل ناطق

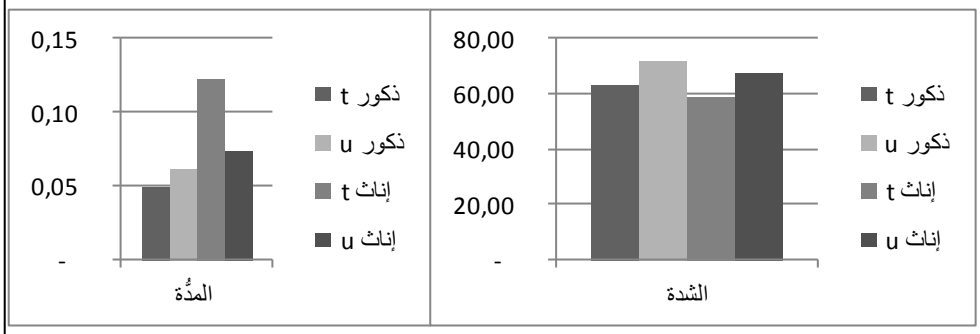
الصيغة/tutut/

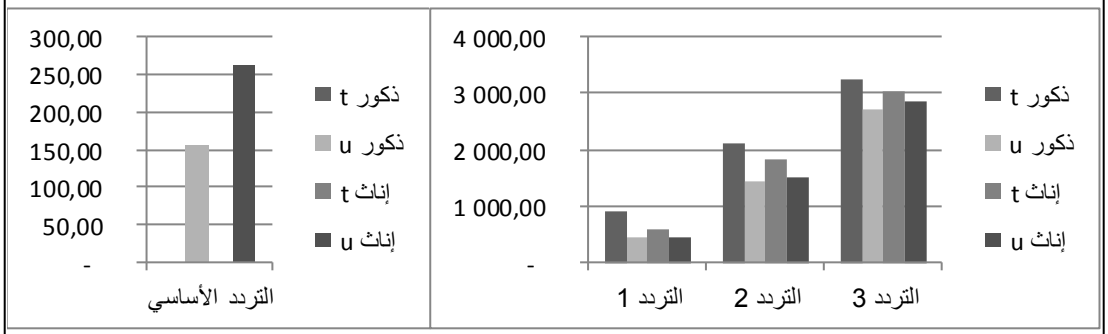
الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	t	0,06	63,28	-	667,03	1 721,61	3 054,10
	u	0,06	72,21	144,94	474,52	1 372,93	2 856,95
ن ذ 2	t	0,04	63,05	-	1 143,42	2 473,84	3 414,05
	u	0,06	71,38	166,08	396,48	1 478,13	2 565,20
ن أ 1	t	0,12	52,18	-	402,09	1 621,48	2 987,54
	u	0,07	60,89	255,76	437,55	1 342,76	2 752,48
ن أ 2	t	0,12	65,76	-	741,08	2 014,44	3 051,61
	u	0,08	74,54	269,14	461,53	1 660,62	2 967,60

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/tutut/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	t	0,05	63,16	-	905,23	2 097,72	3 234,07
	u	0,06	71,79	155,51	435,50	1 425,53	2 711,07
إناث	t	0,12	58,97	-	571,58	1 817,96	3 019,58
	u	0,07	67,71	262,45	449,54	1 501,69	2 860,04





معدل القيم لكل ناطق

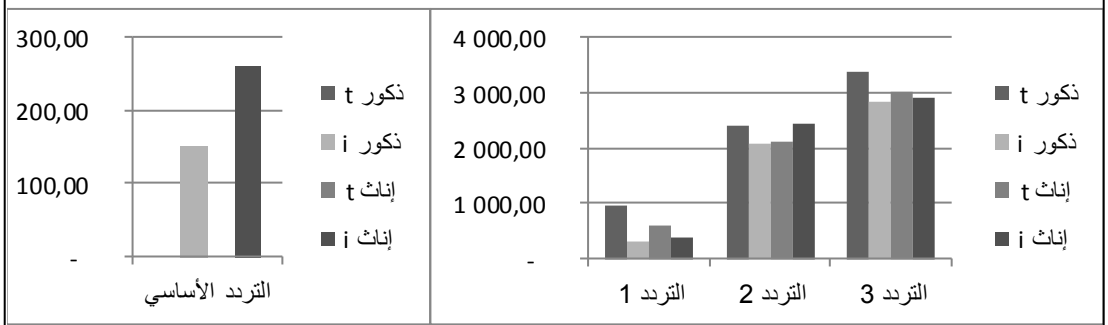
الصيغة/titit/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	t	0,08	58,92	-	841,28	2 335,98	3 280,54
	i	0,06	69,48	140,60	304,01	2 081,52	2 794,35
ن ذ 2	t	0,04	60,04	-	1 082,10	2 492,34	3 462,90
	i	0,05	71,12	164,95	325,89	2 058,53	2 895,44
ن أ 1	t	0,12	51,23	-	421,34	2 000,28	2 993,53
	i	0,07	60,96	259,82	363,13	2 387,54	3 104,24
ن أ 2	t	0,15	67,35	-	757,80	2 208,42	3 009,59
	i	0,07	78,56	264,89	396,45	2 516,56	2 710,17

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/titit/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	t	0,06	59,48	-	961,69	2 414,16	3 371,72
	i	0,06	70,30	152,77	314,95	2 070,02	2 844,89
إناث	t	0,13	59,29	-	589,57	2 104,35	3 001,56
	i	0,07	69,76	262,35	379,79	2 452,05	2 907,21



معدل القيم لكل ناطق

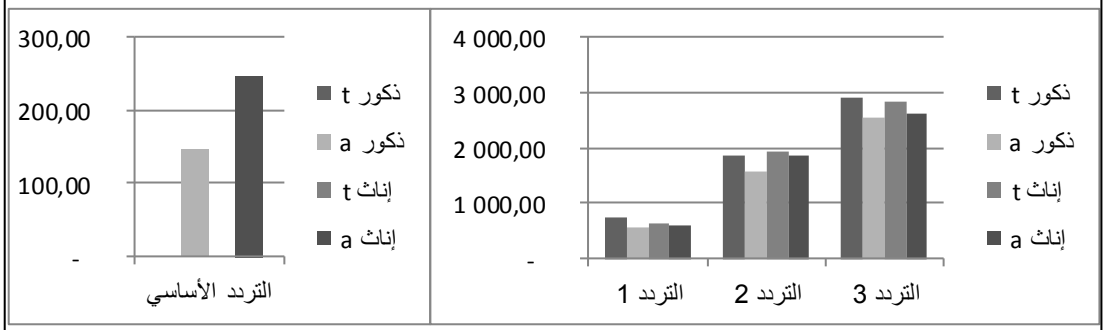
الصيغة/tatat/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ن ذ 1	t	0,07	60,65	-	613,57	1 760,64	2 871,64
	a	0,07	71,94	132,24	546,09	1 523,61	2 608,08
ن ذ 2	t	0,03	64,10	-	890,90	1 962,45	2 964,74
	a	0,06	74,30	159,12	577,66	1 590,65	2 486,08
ن أ 1	t	0,12	55,41	-	576,81	1 868,81	2 746,00
	a	0,08	64,59	238,43	603,35	1 742,36	2 456,26
ن أ 2	t	0,13	71,01	-	665,26	2 023,96	2 959,36
	a	0,08	82,75	256,01	606,83	1 965,83	2 757,28

معدل القيم لكل الناطقين

الصيغة/tatat/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	t	0,05	62,37	-	752,24	1 861,54	2 918,19
	a	0,07	73,12	145,68	561,87	1 557,13	2 547,08
إناث	t	0,13	63,21	-	621,04	1 946,39	2 852,68
	a	0,08	73,67	247,22	605,09	1 854,09	2 606,77



المقارنة بين معدل القيم للتاء مع الضمة /tu/

تتقارب قيم المدّة الزمنية للضمة /u/ بين الذكور والإناث وكذلك زمن التاء عند الذكور. أما زمن التاء لدى الإناث فيقارب الضعف للقيم الاخرى المذكورة.

ترتفع الشدّة الصوتية في ضمة الذكور ثم ضمة الإناث بفارق ضئيل يقدر بِـ 04.08 دسيبال .أما أدنى قيمة فتنسب لحرف التاء عند الإناث.

يرتفع تردد ضمة الإناث الأساسي بكثير عن تردد الضمة لدى الذكور. أما في كما يخص الترددات الأولى فأعلى قيمة تنسب للتاء عند الذكور وأصغر قيمة تظهر في البانية الأولى لضمة الذكور. فترتفع بانية الضمة الأولى لدى الإناث بمقدار 14.04 هرتز عن مثيلتها فقيَّمُ البانية الأولى متقاربة في ضمة الفئتين.

نفس الملاحظة للتردد الثاني فأعلى قيمة تنسب لتاء الذكور وأخفضها للضمة عندهم، وتقترب قيمة ضمة الإناث بارتفاع طفيف يقدر بِـ 76.16 هرتز. يبقى ضجيج التاء مرتفعا عن البانية الثانية للضمة.

نفس التوزيع لترددات التاء وبواني الضمة الثالثة: أعلى قيمة لترددات التاء الثالثة عند الذكور وأخفض قيمة للبانية الثالثة لضمة الذكور؛ ترتفع عنها البانية الثالثة (F3) لضمة الإناث بفارق يقدر بِـ 148.97 هرتز.

المقارنة بين معدل القيم للتاء مع الكسرة: /ti/

أطول مدّة زمنية تسجل للتاء عند الإناث، أما القيم الاخرى فهي متقاربة.

أعلى شدّة صوتية لكسرة الذكور ثم تليها شدّة كسرة الإناث بفارق ضئيل جداً 0.54 دسيبال. والقيمة المنخفضة لتاء الإناث.

يتميز التردد الأساسي عند الإناث بارتفاع يقارب ضعف تردد كسرة الذكور الأساسي.

تسجل أعلى قيمة في التردد الأول للتاء عند الذكور وأقل قيمة تنسب لبانية الكسرة الأولى عند الذكور وتليها بانية كسرة الإناث بارتفاع يقدر بِـ 64.84 هرتز.

ترتفع قيمة البانية الثانية لكسرة الإناث بمقدار 382.03 هرتز عن كسرة الذكور؛ يقترب تردد تاء الذكور بتردد كسرة الإناث حيث نسجل له 2414.16 هرتز بفارق ضئيل يقدر بِـ 37.89 هرتز فالملاحظ هو أن مكونات حرف التاء الفيزيائية عند الذكور مرتفعة عن البانية الثانية للكسرة.

بينما التردد الثالث فالصدارة للتاء عند الذكور ثم الإناث وبعد ذلك يأتي تردد البانية الثالثة للإناث فالذكور بفارق ضئيل يقدر بِـ 62.32 هرتز.

المقارنة بين القيم للتاء مع الفتحة /ta/:

في سياق الفتحة يأتي حرف التاء في الصدارة عند الإناث بمدّة زمنية مرتفعة جداً تقدر بِـ 0.13 ثا بينما تاء الذكور دام 0.05 ثا. أما الفتحتان فمتقاربتان في المدّة الزمنية.

الشدّة الصوتية مرتفعة في الفتحة بقيم متقاربة بين الذكور والإناث، و أقل قيمة تسجل لتاء الذكور.

نسجل للفتحة ارتفاع التردد الأساسي عند الإناث والذي يقارب الضعف أمام تردد فتحة الذكور.

لتاء الذكور أعلى تردد ثم يلي تاء الإناث؛ وأقل ارتفاع ينسب لفتحة الذكور.

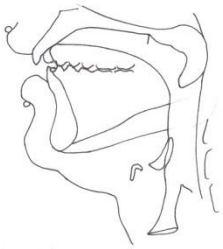
بالنسبة للتردد الثاني، تأتي مكونات التاء لدى الإناث في الصدارة ثم مكونات تاء الذكور وأخفض تردد ينسب للبانية الثانية لفتحة الذكور.

ترتفع مكونات التاء في التردد الثالث عند الذكور عن ترددات التاء عند الإناث بفارق يقدر بِـ 65.51 هرتز وأقل قيمة تسجل للبانية الثالثة لفتحة الذكور.

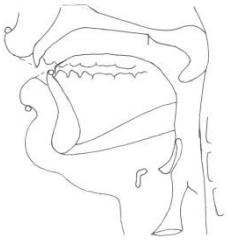
ملخص للتردد الأساسي و التردد الأول للحركات الثلاث مع التاء

	التردد الأساسي		التردد 1	
	الذكور	الإناث	الذكور	الإناث
u	155,51	262,45	435,50	449,54
i	152,77	262,35	314,95	379,79
a	145,68	247,22	561,87	605,09

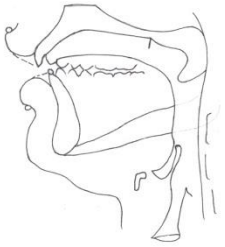
وضعية الأعضاء أثناء النطق بالدال مع الفتحة /da/



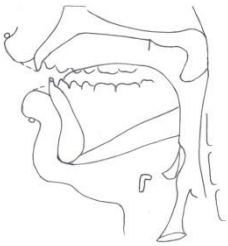
1-19 /d1/



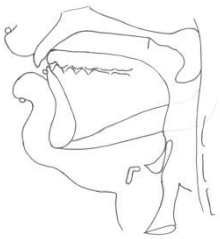
1-25 /a1/



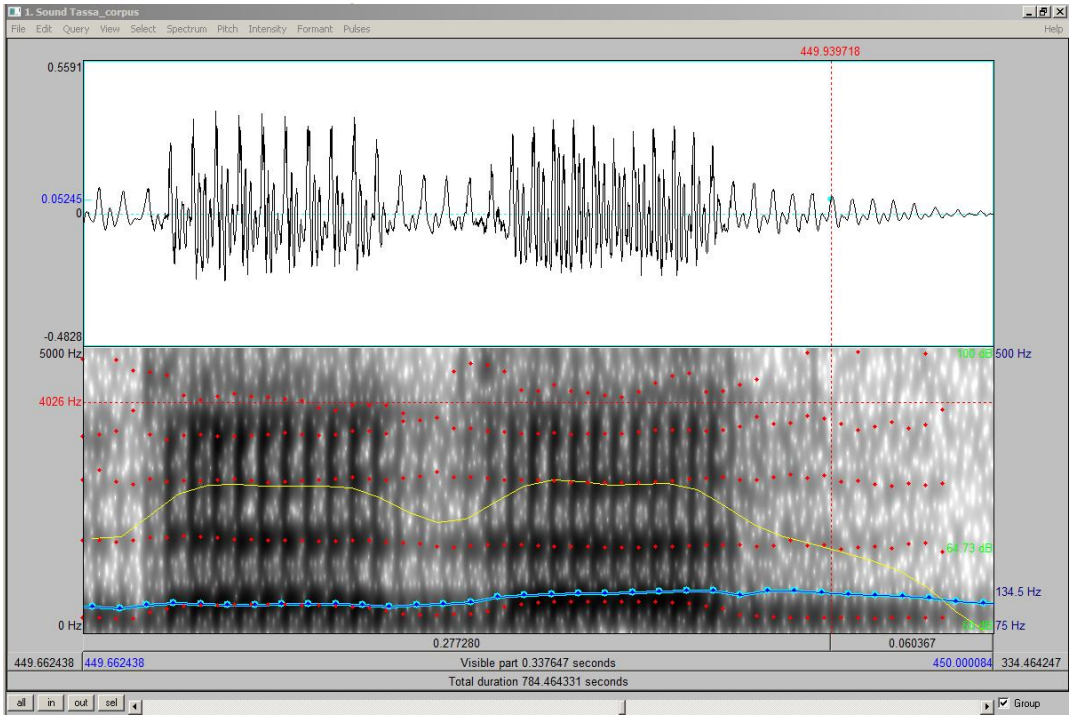
1-29 /d2/



1-32 /a2/

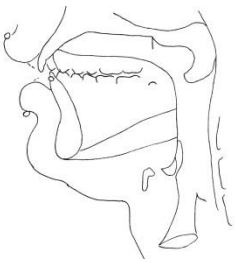


1-37 /d3/

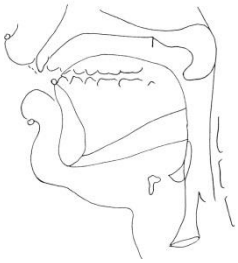


الرسم الطيفي لصيغة /da da d/

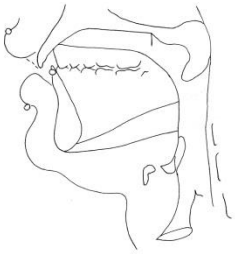
وضعية الأعضاء أثناء النطق بالتاء مع الفتحة /ta/



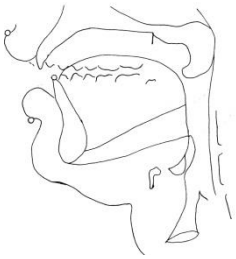
38-21 /t1/



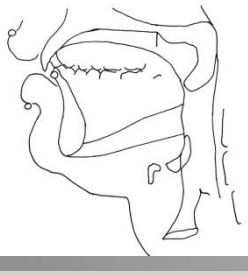
38-24 /a1/



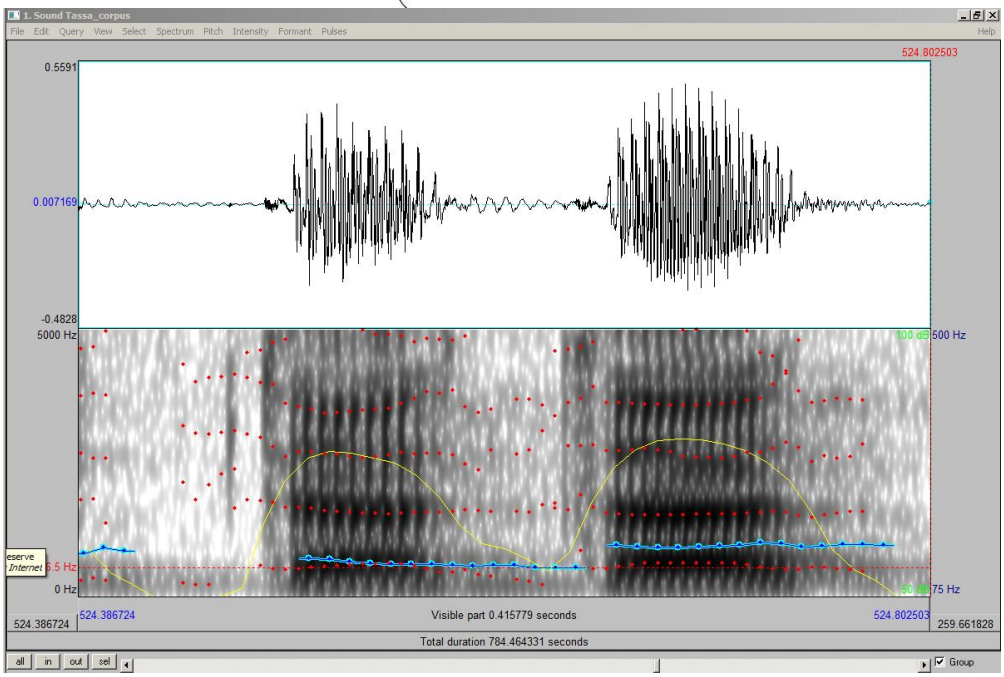
38-27 /t2/



38-32 /a2/



38-40 /t3/



الرسم الطيفي لصيغة /ta ta t/

استنتاج عام للوصف الدينامي
والتحليل الفيزيائي لأصوات المدونة

استنتاجات من الدراسة الفيزيولوجية

الخصائص الفيزيولوجية لكل حرف من حروف الحلق:

من المقارنة بين الهمزة والهاء في سياق الفتحة نتج ما يلي:

يتميز حرف الهمزة بانسداد شديد على مستوى شبه الوترين الصوتيين، وترتفع له الحنجرة والعظم اللامي ويرتفع كذلك ظهر اللسان والفك السفلي مع الشفة السفلية، بينما يبقى تجويف الحلق مماثلا للهمزة والهاء. وللهاء وضعية مغايرة لمختلف الأجزاء ما فوق الحنجرة.

ورد اختلاف طفيف بين فتحة الهمزة وفتحة الهاء؛ ويعود إلى تضييق خفيف لمدخل الحنجرة (م12) لفتحة الهمزة التي يتقدم لها العظم اللامي ولكن بمقدار ضئيل؛ مقارنة بفتحة الهاء.

نلاحظ وضعية الأعضاء في مقدمة الجهاز مرتفعة لفتحة الهمزة وهذا يخص الذولق والفك السفلي والشفة السفلية، أما الفتحة الثانية /a_2/ فالتأثير بالهمزة واضح جداً وهذا على مستوى مدخل الحنجرة الذي يُظْهِر انقباضا ملحوظا وتضييقا معتبراً مع حركةٍ نحو الوراء مصحوبة بتراجع العظم اللامي والجدار الخلفي؛ وطَبْعاً فتحة الهاء الثانية /a_2/ تأتي بعكس ذلك.

في الجزء الأمامي للجهاز، نلاحظ صعودا للسان و الفك و الشفة لفتحة الهمزة الثانية /a_2/ مقارنة بفتحة الهاء الثانية.

وضعية الأعضاء للعين وللحاء وللفتحة المصاحبة لهما:

للحرفين تضييق شديد لمدخل الحنجرة على مستوى (م11 و م12). ولحرف الحاء وضعية مرتفعة لبقية أقسام الجهاز ما فوق المزمار: صعود الحنجرة والعظم اللامي وكذلك الفك السفلي وظهر اللسان والشفة السفلية. وعكس ذلك يميز حرف العين أمام

الحاء: فوضعية هذه الأعضاء منخفضة للعين مع تضييق معتبر بين جذر اللسان (مع الغلصمة) والجدار الخلفي للحلق – والغلصمة تبقى ملازمة للجذر، لاصقة فيه.

وتجدر الاشارة إلى الحركة العضوية التي يقوم بها الجهاز للحاء المتطرفة /h_3/ الذي ينزل و يتأخر في نفس الوقت ككتلة واحدة من الحنجرة حتى الشفتين. ويعود بعد ذلك إلى الوضعية السابقة.

تتأثر الفتحتان بالحرف المصاحب لهما؛ لفتحة الحاء وضعية مرتفعة مثل الوضعية التي اتصف بها الحاء تماماً. والفرق الوحيد الفاصل بين الفتحة والحاء يعود إلى درجة انفتاح مدخل الحنجرة الذي ينفتح قليلا للفتحتين فتحة الحاء الاولى و فتحة العين الاولى ويتسع قليلا هذا الانفتاح للفتحتين الثانيتين /a_2/ مع تميز لفتحة الحاء الثانية المتمثل في انفراجٍ لمدخل الحنجرة على مستوى بوطين مرجاني (Ventricule de Morgani) مع ارتفاع لهذا البوطين.

ونستنتج أن لفتحة العين الثانية /a_2/ أقل انفتاحا للبطين ووضعيته في الأسفل مقارنة بوضعيته لفتحة الحاء الثانية.

ويتجلى هنا النشاط القوي الذي يلحق بهذا الجزء السفلي للجهاز النطقي – منطقة أقصى الحلق – يعود إلى الرابط الموجود بين الغلصمة والوترين الصوتيين وشبه الوترين الذي يتمثل في اتصال كل هذه الأجزاء بالغضروف الدرقي فتُكَوِّنُ كتلة تتحرك بكاملها.

أما العظم اللامي الملازم لحركات الحنجرة والعكدة، فهو متصل بالفك السفلي وقاعدة الجمجمة ومرتبط بعضلات اللسان. كما يتصل بالجزء العلوي للقفص الصدري. وهذا الارتباط المتشعب جعل العظم اللامي تَابِعًا في حركاته.

فالجديد الذي انبثق من الوصف الدينامي لمختلف أعضاء جهاز النطق هو نشاط ومشاركة شبه الوترين في إحداث الحروف الثلاث التي اختلف فيها العلماء وهذه الحروف

هي الهمزة والعين والحاء، فما هو المخرج المتقدم والمخرج المتأخر بين هذه الحروف؟ للوترين وضعية خاصة لكل منها: انقباض وانسداد للهمزة واقتراب واهتزاز للعين المجهور الناصع ولكن فيه شيء من الاحتكاك ناتج من انقباض شبه الوترين. وأخيرا انفتاح واحتكاك هوائي على مستوى المزمار وعلى مستوى شبه الوترين للحاء. فالجدال الذي قام حول هذه الحروف الثلاث شرعي ومنطقي.

الخصائص الفيزيولوجية لكل حرف من حروف أدنى الحلق:

الغين والخاء والقاف

التقابل بين الغين والخاء:

يعود التقابل الأول إلى صفة الجهر للغين وصفة الهمس للخاء المشتركين في المخرج اللهوي.

ورد الغين بوضعية منخفضة للحنجرة مع اتساع لمدخلها. بينما يرتفع ويتأخر هذا المدخل الحنجري لحرف الخاء. يبقى شكل التجويف الحلقي مشابها بين الحرفين ويبقى أقصى ظهر اللسان بنفس الارتفاع في أدنى الحلق ولكن بأكثر تكتل وتجمع للخاء (moinsvolumineux).

ينزل الفك السفلي والشفة السفلية للخاء مقارنة بوضعيتهما للغين. وللغين انطباق محكم للحنك اللين على الجدار الخلفي لأدنى الحلق.

يتخذ اللسان وضعية خاصة للغين الوارد بين فتحتين فيتحدب أقصى ظهره وتختفي مقدمته في قاع الفم. وعلى المستوى اللهوي؛ فللخاء أكبر انطباق بين اللهاة وأقصى ظهر اللسان. وفي الوقت نفسه يحتفظ الخاء بالوضعية السفلية للفك وللشفة السفلية مع صعود الحنجرة والعظم اللامي، ويبقى التجويف الحلقي أوسع من حجمه للغين.

التقابل بين القاف والخاء المهموسين؛ شديد ورخو: يتميز القاف عن الخاء في انطباق اللهاة على أقصى ظهر اللسان لهذا الحرف الشديد. يتحقق هذا الانطباق اللهوي بمشاركة كتلة اللسان التي حققت الاستعلاء برجوعها إلى الوراء، مع تحدب محكم لأقصاه في شكل نصف دائري؛ وهذه الحركة جعلت اللسان يذهب نحو الوراء ويفقد التجويف الحلقي النصف من حجمه. ويرافق هذه الحركة للسان نزول الحنجرة وتأخرها. ونفس الحركة العضوية تمس العظم اللامي فينزل ويتأخر لهذا القاف أمام وضعية الخاء الذي احتفظ بوضعية مرتفعة لمقدمة اللسان؛ وهذا بسبب الانتقال من حرف اللام في (قلْ) إلى الخاء. وفي الخاء الثاني الوارد بين فتحتين بدأ الاختلاف يظهر على مستوى كل الجهاز: نبدأ بصعود الحنجرة والعظم اللامي ومقدمة اللسان مع نزول الفك السفلي والشفة السفلية للخاء مقارنة بالقاف. وورد الخاء الثالث المتطرف بانطباق معتبر للهاة على أقصى ظهر اللسان، يكاد يكون مشابها تماما لتطابق اللهاة للقاف الثالث؛ ولكن مع صعود الحنجرة وتقدمها ويرافقها العظم اللامي في نفس الاتجاه.

ونستنتج أن القاف ورد بنزول الحنجرة وتأخرها وهذه الحركات تعود إلى الغضاريف المكونة للحنجرة فمنها الدرقي الممثل لمقدمة الحنجرة الأمامية والهرمين الممثلين للجزء الخلفي للمدخل الحنجري والمتحكمين في درجة انفتاح المزمار أي درجة اقتراب الوترين في الجهر وابتعادهما في الهمس بدرجات متفاوتة. فالصعود والتقدم للخاء والنزول والتأخر للقاف؛ وفي كلا الحرفين لم تهتز الأوتار ولكن وضعية المدخل للقاف مهيأ للقلقلة أي لاهتزاز الوترين بعد انفجار القاف وليس قبل حبسه كما هو المعتاد في الحروف المجهورة كالدال والباء والجيم. فنصاعة القاف الواردة عند علمائنا الأولين تعود الى هذه الوضعية المتميزة للقاف والتي جعلت القاف يلحق بالجهر إبان انفجاره مباشرة. فجهره جاء تابعا له وليس سابقا له ولأن الحنجرة تهيأت لذلك.

التقابل بين الغين والقاف:

يبدأ التمايز بين الغين والقاف على مستوى مدخل الحنجرة الذي يتسع ويتقدم للغين مقارنة بوضعيته للقاف التي تأتي بعكس الاتساع والتقدم؛ أي يضيق المدخل ويتأخر للقاف.
يتقدم العظم اللامي للغين. كما يصعد الفك السفلي والشفة السفلية للغين. إذن أكبر انفتاح للقاف.

يحتفظ اللسان بالوضعية المرتفعة وهذا راجع الى وضعيته السابقة وهي وضعية اللام بعد انسحاب الذولق من النطع فبقي على حاله مرتفعا في الفم لأن الغين لا يحتاج إلى اعتماد كبير في انطباق اللهاة على أقصى ظهره عكس ما يحدث للقاف. فانطباق اللهاة على ظهر اللسان أقل اتساعا من انطباقها في القاف. وهذا أيضا جعل التجويف الحلقي أكثر اتساعا للغين أمام القاف. وهذا الوصف للغين الأول في الصدارة، أما الغين الوارد بين فتحتين فجاء بتحدب أكثر لأقصى ظهر اللسان فهو مشابه لوضعيته للقاف ولكن مع تأخر ضئيل في الغين الثاني. ويحتفظ التجويف الفمي بنفس الوضعية لكلا الحرفين الواردين بين فتحتين.

وفي الوضعية المتطرفة للغين نشاهد تقدُّما للحنجرة والعظم اللامي وجذر اللسان ومقدمته التي تحاذي الثنايا. وعكس ذلك للقاف بالطبع. ويُلَخَّصُ بالرجوع الى الوراء لكل هذه الأجزاء.

ما درجة تأثير الفتحة بهذه الحروف اللهوية؟

المقارنة بين فتحة الخاء و فتحة الغين:

وردت فتحة الخاء بارتفاع الحنجرة والعظم اللامي وفتحة الغين بنزول الحنجرة والعظم اللامي. يضيق مدخل الحنجرة لفتحة الخاء ويتسع لفتحة الغين. ويرتفع ظهر اللسان لفتحة الخاء وينزل قليلا لفتحة الغين.

ينزل الفك السفلي والشفة السفلية لفتحة الخاء أمام وضعيتهما المرتفعة لفتحة الغين. يتسع تجويف الحلق لفتحة الخاء ويحتفظ التجويف الفمي بنفس الوضعية.

المقارنة بين فتحة القاف وفتحة الخاء:

يتخذ مَدْخَل الحنجرة شكل قُمْعٍ لفتحة الخاء ويصعد لها العظم اللامي وظهر اللسان.

ينزل الفك السفلي والشفة السفلية لفتحة الخاء أمام وضعيتهما لفتحة القاف (التي هي الصعود).

يضيق تجويف الحلق لفتحة القاف بينما يتسع لها التجويف الفمي.

المقارنة بين فتحة القاف وفتحة الغين:

يصعد مدخل الحنجرة لفتحة الغين وكذلك العظم اللامي وظهر اللسان، ويضيق تجويف الحلق تضييقا شديدا لفتحة القاف ويتسع تجويف الفم لفتحة القاف. والعكس يظهر لفتحة الغين.

الفتحة الثانية مع القاف والخاء:

تتميز الفتحة الثانية /a_2/ في سياق الخاء بصعود مدخل الحنجرة والعظم اللامي وظهر اللسان.

تنزل الشفة السفلية لفتحة الخاء مقارنة بفتحة القاف، ويتسع التجويف الحلقي لفتحة الخاء/a_2/. يضيق تجويف الفم لفتحة الخاء الثانية، ويتسع لفتحة القاف الثانية.

الفتحة الثانية /a_2/ مع القاف والغين:

وردت فتحة الغين الثانية بصعود الحنجرة والعظم اللامي وجذر اللسان وظهره. ونسجل العكس لفتحة القاف /a_2/. يتراجع الفك السفلي والشفة السفلية في فتحة الغين /a_2/. يتسع تجويف الحلق ويضيق تجويف الفم لفتحة الغين مقارنة بفتحة القاف.

الفتحة الثانية /a_2/ مع الغين و الخاء:

وردت فتحة الخاء الثانية /a_2/ بصعود الحنجرة والعظم اللامي، يتسع لها التجويف الحلقي ويبقى التجويف الفمي مماثلا للفتحتين (/a_2/ مع الخاء و الغين).

ينزل الفك السفلي والشفة السفلية لفتحة الخاء /a_2/.

الخصائص الفيزيولوجية لكل حرف من حروف النطع :

الدال والضاد [ḍ / d]، الدال والتاء [d / t]، التاء والطاء [ṭ / t]، الطاء والضاد [ṭ / ḍ] مع الفتحة الأولى /a_1/ ومع الفتحة الثانية /a_2/.

1-**المقارنة بين الدال والضاد** [ḍ] / [d]

جاء حرف الضاد [$ḍ_1$] بصعود الحنجرة والعظم اللامي والفك السفلي والشفة السفلية مقارنة بالدال [d_1]. ينطبق الذولق على النطع بإحكام وتتأخر قليلا نقطة التطابق إن قورن بحرف الدال.

يضيق التجويف الحلقي للضاد أمام الدال. و يبقى التجويف الفمي تقريبا مماثلا.

يتصف الضاد الوارد بين فتحتين /$ḍ_2$/ باتساع مدخل الحنجرة مع تقدمه نحو الأمام وارتفاعه أمام الدال الوارد بين فتحتين /d_2/ . يتقدم العظم اللامي للضاد /$ḍ_2$/ ويرتفع له.

يضيق التجويف الحلقي بمقدار ثلثين ⅔ أمام اتساعه للدال /d_2/. يرتفع اللسان بكامله وينطبق الذولق على النطع، ونقطة انطباقه تتأخر عن انطباق الذولق للدال /d_2/ .

ملاحظة : الدال الوارد بين فتحتين لم يُحقق الانطباق الذلقي له ويبقى مفهوما مع ذلك! (il y a eu rédiction). عكس التاء الذي يحقق انطباقه دائما بِإِحْكَام. يصعد الفك السفلي للضاد مع الشفة السفلية.

وفي الوضعية المتطرفة ورد الضاد الثالث /d_3/ بِتَوَسُّعٍ ملحوظٍ لمدخل الحنجرة مقارنةً بالدال /d_3/. وحدث تراجع لكل الجهاز لهذا الحرف المفخم؛ فالوضعية لمختلف الأجزاء كالتالي:

تنزل الحنجرة وتتأخر (تتحرك نحو الوراء). ويتأخر العظم اللامي كذلك لهذا الضاد /d_3/ أمام الدال /d_3/، والوضعية في الفم متطابقة حيث يلتصق الذولق للحرفين في نفس الموضع.

2-المقارنة بين التاء والدال [d] / [t]

يشترك الدال والتاء في نقطة حدوثهما وهي على مستوى النطع (apico –alvédaire).

ويتميز التاء عن الدال في تحقيق الانطباق الذلقي النطعي مقارنة بالدال الذي لم يُحَقق الانطباق الذلقي النطعي في وضعية التوسط للفتحتين /d_2/.

يتحقق التاء بانفتاح كبير للمدخل الحنجري وارتفاعه، وبالخصوص الجهة الخلفية له؛ ناحية الهرميين. يرتفع العظم اللامي ويتأخر للتاء مقارنة بالدال /d_2/. يتأخر الجدار الخلفي للحلق مما يزيد في اتساع تجويف الحلق.

أما شكل اللسان فهو مطابق للحرفين تقريبا. يرتفع الفك السفلي والشفة السفلية للتاء. في الوضعية الثانية للتاء أي الواقع بين فتحتين /t_2/ فالتغير يبدأ من الحنجرة حيث يتقدم المدخل نحو الأمام وتبقى نقطَتُهُ الخلفية مرتفعة (P.V.).

يرتفع العظم اللامي للتاء الثاني /t_2/ ويتقدم الجدار الخلفي في جزئه السفلي ويرافق حركة الحنجرة في نفس الاتجاه. يبقى التجويف الحلقي مماثلا بين التاء والدال المتوسطين للفتحة. (/t_2/ و /d_2/). يضيق التجويف الفمي للتاء وهذا راجع الى تحقيق الاعتراض الكلي بين الذولق والنطع والذي لم يحدث للدال. (وهذه الظاهرة معروفة في معظم اللغات ومنها اللغة التركية). يحتفظ الفك السفلي والشفة السفلية بوضعية مرتفعة للتاء /t_2/ أمام الدال

/d_2/. وفي الوضعية المتطرفة احتفظ التاء /t_3/ بالوضعية المرتفعة والمتقدمة للمدخل الحنجري الذي اتسع أكثر مع تحدب الحد الخلفي له (l'arrête postérieure est légèrement concave).

نلاحظ تضييقا طفيفا للتجويف الحلقي وخاصة على مستوى العكدة التي زاد حجمها قليلا. يرتفع ظهر اللسان للتاء /t_3/ وكذلك الفك السفلي.

الحركة في هذا السياق المجهور والمهموس لحروف النطع المرققة:

وردت الفتحتان بتضييق خفيف على مستوى مدخل الحنجرة. يتمدد المدخل الحنجري في نقطته الأمامية (AH) نحو الأمام لفتحة التاء متبوع بحركة العظم اللامي في نفس الاتجاه أي نحو الأمام.

يتراجع الذولق في فتحة التاء ويصعد لها ظهر اللسان مقارنة بوضعيته لفتحة الدال.

يتسع التجويف الحلقي لفتحة التاء بسبب تقدم الجزء الأمامي للمدخل الحنجري الذي احتفظ بنفس الوضعية لنقطته الخلفية (P.H.) وهي نفس الوضعية لفتحة الدال على هذا المستوى الخلفي (مستوى الهرميين). يصغر حجم تجويف الفم لفتحة التاء.

الفتحة الثانية : /a_2/

نسجل تضييقا للتجويف الحلقي للفتحتين معاً أي /a_2/ في سياق التاء وفي سياق الدال. تمدد مدخل الحنجرة نحو الأمام لفتحة التاء وارتفع كما ارتفع أيضا العظم اللامي لهذه الفتحة الثانية في جوار التاء. ارتفاع آخر لجذر اللسان وظهره لفتحة التاء أمام فتحة الدال. نسجل ارتفاعاً للفك السفلي والشفة السفلية. يتسع التجويف الحلقي لهذه الفتحة وبالخصوص في أسفله بجوار الحنجرة. أما التجويف الفمي فضيق بالنسبة إليها.

المقارنة بين الطاء والتاء : حرفان شديدان مهموسان يتقابلان بالتفخيم والترقيق.

يعود الفرق بينهما إلى الحلق والحنجرة. إذ يتسم التاء، كما سبق الذكر، بمدخلٍ حنجريٍ واسعٍ حيث تتمدد نقطتُهُ الخلفية (P.H.) نحو الوراء وإلى الأعلى؛ مما يجعل الشكل المقعر لهذا الجانب الخلفي للمدخل الحنجري. ينزل قليلا العظم اللامي للمرقق تاء – ويتأخر له الجدار الخلفي للحلق. اتخذ جذر اللسان شكلا عموديا مما يوسع أكثر التجويف ويقارب ضعف حجم تجويف الحلق للطاء الذي اتخذ الجذر معه شكلاً مقوساً فضاق الحلق على مستوى وسطه فويق الغلصمة. يتخذ التجويف الفمي نفس الوضعية لكلا الحرفين.

الوضعية بين فتحتي التاء والطاء:

تراجعت الأعضاء للتاء الثاني /t_2/ نحو الوراء بنطاق واسع وهذا خص الحنجرة والعظم اللامي والجدار الخلفي للحلق والعكدة. ويبقى حجم التجويف الحلقي ضعف تجويف الطاء، يضيق التجويف الفمي للتاء بعد صعود مؤخرة ظهر اللسان. وينزل الفك السفلي والشفة السفلية لهذا التاء الثاني أمام الطاء الثاني. وفي الوضعية المتطرفة اتسع مدخل الحنجرة للحرفين معاً مع انفراج كبير للمدخل. ويتميّز التاء عن الطاء بنزول معتبر لهذا المدخل الحنجري، وكذلك العظم اللامي. يتخذ الجذر شكْلاً مكتلاً (gonflé) ويتسع التجويف الحلقي للتاء مقارنة بالطاء. ويصغر حجم التجويف الفمي بقليل للتاء مقارنة بحجمه للطاء. ونسجل على مستوى فتحتيهما فرقاً شاسعاً بين فتحة التاء وفتحة الطاء؛ بتأخر مدخل الحنجرة لفتحة التاء بينما يتقدم لفتحة الطاء. ويتأخر العظام اللامي وينزل لفتحة التاء. يتسع تجويف الحلق مع تأخر الجدار الخلفي للحلق لفتحة التاء. يحتفظ ظهر اللسان بنفس الشكل للحركتين ولكن بنزول الذولق وتراجعه لفتحة التاء.

الوضعية والنشاط العضوي في الفتحة الثانية /a_2/ في سياق التاء والطاء:

تنزل الحنجرة لفتحة التاء الثانية /a_2/ وتتراجع نحو الوراء، ونفس الحركة العضوية للعظم اللامي نحو الأسفل ونحو الوراء، يصل حجم التجويف الحلقي إلى الضعف أمام التجويف الضيق لفتحة الطاء الثانية. التجويف الفمي مماثل لكلتا الحركتين – المرققة والمفخمة –

المقارنة بين المهموس المفخم و المجهور المفخم: /ḍ/ و/ṭ/.

لم نشاهد اختلافا بين الحرفين في الصدارة، و لكن يمكن لنا أن نسجل صعودا طفيفا للحنجرة و للعظم اللامي بالنسبة إلى المفخم المهموس الطاء /ṭ/. ويختلف الأمر على مستوى ظهر اللسان الذي يتخذ شكلا منحنيا للمجهورة الضاد /ḍ/ وشكلا أفقيا للطاء الشيء الذي يجعل اللسان مرتفعا للطاء في نقطته الخلفية – أقصى ظهره – يبقى التجويف الحلقي مماثلا للحرفين والتجويف الفمي أقل حجما للطاء، (لسبب صعود أقصى ظهره) في الموقع الثاني لهذين الحرفين أي بين حركتين (فتحتين)، ويَنْفَصِلُ المجهور عن المهموس بالشكل التالي:

يتقدم مدخل الحنجرة نحو الأمام للطاء /$ṭ_2$/ مصاحبا بتقدم الجدار الخلفي للحلق – (وضعية أمامية للطاء وخلفية للضاد) – يَصعد العظم اللامي والعكدة للطاء (نزول العظم اللامي والعكدة للضاد).

ينخفض موقع انطباق الذولق على النطع للطاء ويرتفع للضاد. ورد الضاد بانطواء مقدم الذولق نحو الوراء خلال انطباقه على النطع (وهذا لم يشاهد للطاء). أما في الموقع الأخير – المتطرف– فظهر نشاط معتبر في القسم السفلي للجهاز، بينما في القسم العلوي الأمامي لا شيء يُذْكَر.

يتسع المدخل الحنجري للطاء ويصعد بقوة ويُتْبَعُ بصعود العظم اللامي والعكدة. وعكس هذا يلاحظ على حرف الضاد. ويبقى شكل اللسان مطابقا لكلا الحرفين ولهما نفس الانطباق على النطع. تميَّز إذن الطاء عن الضاد على مستوى الحنجرة والعظم اللامي والعكدة.

أثر الحرفين في الفتحة المجاورة لهما:

نبدأ بالحنجرة ونلاحظ أن الشكل متشابه بين الفتحتين فتحة الضاد وفتحة الطاء، إلاّ أن هذا المدخل يتقدم نحو الأمام لفتحة الطاء (في اتجاه الدرقي) إلى جانب هذا نسجل صعود العظم اللامي والعكدة لهذه الفتحة المصاحبة للطاء. اتساع طفيف لها (/a_1/ للطاء) في أعلى الحلق على مستوى (p_1 – p_1).

وللتجويف الفمي اتساع طفيف في أقصاه – (الحنك اللين) لنفس الفتحة (فتحة الطاء).

للفتحة الثانية مع الطاء نصيب أكثر من التأثير على مستوى التجويفين:

تصعد الحنجرة بوضوح لفتحة الطاء وتنزل لفتحة الضاد مع تضييق للمدخل في فتحة الطاء على مستوى شبه الوترين، وصعود العظم اللامي مع العكدة.

نلاحظ كذلك تقدما للجدار الحلقي لفتحة الطاء دائما أمام فتحة الضاد، حدود عكدة اللسان متقدمة بالتساوي عن حدودها لفتحة الضاد /a_2/. يرتفع ظهر اللسان لفتحة الطاء مقارنة بالوضعية التي يتخذها لفتحة الضاد/a_2/.

استنتاجات من الدراسة الفيزيائية

استنتاجات عامة تخص تأثير كل فئة على الحركات الثلاث:

ركزنا في هذه الاستنتاجات العامة على معدل قيم الذكور فقط؛ لأن الفرق بين الذكور والإناث هو ارتفاع كل القيم عند الاناث.

- حروف أقصى الحلق وأثرها على الحركات الثلاث في مختلف العناصر الفيزيائية منها: المدّة الزمنية والتردد الاساسي أو (F_0) ثم تردد البانية الاولى والبانية الثانية لأنهما مرتبطتان بالتجويف الحلقي والتجويف الفمي ووضعية اللسان مع تحديد مخرج الحرف.

نسجل في سياق الهمزة والهاء نفس الزمن لكل الحركات: الفتحة والضمة والكسرة مع الهمزة ونلاحظ ارتفاعا طفيفاً في زمن الضمة والكسرة الواردتين مع الهاء.

يتراوح التردد الأساسي (F_0) بين 146,89 هرتز إلى 162,19 هرتز للحركات الثلاث مع الهمزة وبين 141,75 هرتز إلى 148,95 هرتز مع الهاء، وأصغر قيمة تنسب لكسرة الهاء.

تتراوح قيم البانية الاولى (F_1) ما بين 311,13 هرتز لكسرة الهاء و665,48 هرتز لفتحة الهمزة.

تنسب أدنى قيمة في البانية الثانية (F_2) لفتحة الهاء وأعلاها لكسرة الهمزة.

وظهر على مستوى أقصى الحلق، عدم تأثير الهمزة اطلاقا على الحركات بل تأتي الحركات بقيمها الخاصة بها. وإلى جانب هذا بَدَا تأثيرٌ طفيفٌ في سياق الهاء وهذا في مدٍّ قصيرٍ للضمة والكسرة دون الفتحة. وللهاء أيضا تأثيرٌ في (F_0) الكسرة وكذلك في البانية الأولى لكل الحركات بِجَعْل القيم منخفضة مقارنة بالقيم التي وردت لها في سياق الهمزة. وللكسرة انخفاض شديد للبانية الأولى (F_1) مع الهمزة ومع الهاء وهذا راجع إلى

اتساع الحلق لها وامتداد كتلة اللسان إلى الأمام حال الانجرار. وفي نفس الوقت يحدث ارتفاع شديد في البانية الثانية (F_2) للكسرة مع الهمزة والهاء والقيم متقاربة جدا بين الكسرتين.

فمن خلال هذه القيم الفيزيائية تَجَسَّدَ بوضوح وضعية التجويفين وشكلهما. أما فيما يخص الفتحة فانتصاب اللسان يجعل الحلق ضيقا بشكل بيّن في سياق الهمزة وبشكل أقل مع الهاء ولكن يبقى الفرق طفيفا يُقدر بِـ: 26,49 هرتز فقط.

تأتي الضمة في المرتبة الثانية بالنسبة لتضييق الحلق وضمة الهمزة أضيق بقليل عن ضمة الهاء والفرق هو 95.07 هرتز والفرق بين كسرة الهمزة وكسرة الهاء هو 11.83هرتز.

وظهر في سياق حروف وسط الحلق التأثير متميِّزا عن تأثير حروف الحنجرة على الحركات.

جاءت المدة الزمنية في سياق حرف **العين** متقاربة بين الحركات الثلاث على العموم. والمدّة متقاربة بين حركات الحاء كذلك، ولكن مع تَقَلُّصٍ ملحوظٍ لهذه المدة في سياق الحرف المهموس (ح). وهذا لسبب النفس المحدِث للحاء ولوضعية المزمار له؛ فحدث اختزال في زمن الحركة.

والمهموس يحدث في مخرجه كما أشار الى ذلك سيبويه. فللحاء انفتاح المزمار وانقباض شبه الوترين ثم لكتلة اللسان وضعية متميزة. والعين تقترب له الأوتار الصوتية وتدخل في الاهتزاز وينفذ هذا الصوت الحنجري عبر شبه الوترين المنقبضين كما انقبضا للحاء. ويتميَّزُ العين بتضييقه في أسفل الحلق كما فصلت هذه النقطة في الوصف السابق.

تتراوح قيم التردد الأساسي (F_0) في سياق العين والحاء ما بين 83 ,141 لفتحة العين و 55 ,157 لضمة الحاء؛ وتبقى قيم التردد الأساسي مع الحاء أعلى من التردد الأساسي مع العين للحركات الثلاث.

وردت البانية الأولى لكسرة الحاء بتردد 479,00 هرتز وهذا يدل على اتساع الحلق لها أمام كسرة العين الذي يضيق في أسفله، وبنسبة قليلة تقدر بـ : 29,56 هرتز. وأعلى قيمة لهذه البانية تنسب لفتحة الحاء وتزيد عن فتحة العين بـ : 21,63 هرتز. ونلاحظ أنها نسبة ضئيلة.

نستنتج من هذه القيم أثر حروف وسط الحلق على البانية الأولى لكل حركة؛ فكلها مرتفعة مقارنة ببواني نفس الحركات في سياق الهمزة و الهاء. وهذا ما أَكَّدَتْهُ الأَبْحَاثُ التي ذكرناها في بداية هذا البحث.

وهذا التأثير الأول منوطٌ بوضعية اللسان على الخصوص ودرجة انبساطه في الفم؛ وكلما انبسط زاد تَكَتُّلُ العكدة نحو الوراء وضاق لها الحلق وارتفع التردد الأول. وعكس ذلك تماما يظهر على مستوى الفم ونراه في قيم البانية الثانية. فالتشكيل الفيزيائي لهذه الحركات في ترددها الثاني يُظْهِر انخفاض تردد الضمة في سياق العين ثم تليها ضمة الحاء بمقدار: 20.04 هرتز.

أما أعلى قيمة في (F_2) فتنسب لكسرة الحاء ثم كسرة العين لأن التجويف الفمي أضيق قليلا مع الحاء لسبب الشكل المتميز الذي يتخذه اللسان من جذره الى ذلقه.

ويقدر الفرق بين كسرة الحاء وكسرة العين بـ : 50.71 هرتز. وإلى جانب هذا تبقى قيم البانية الثانية (F_2) للفتحة في التوسط بين الضمة المنخفضة والكسرة المرتفعة وفتحة الحاء أضيق بـ 10.71 هرتز عن فتحة العين.

أثر حروف أدنى الحلق على الحركات الثلاث :

تميّزت مدّة زمن الحركات الثلاث في سياق الحروف اللهوية بالشكل التالي: أقل مدّة زمنية تنسب لضمة القاف وكسرته. ثم تلي فتحة القاف وكسرة الخاء وتأتي بعدها ضمة الخاء وكسرته. أما في سياق الغين فنسجل الضِّعْفَ تقريباً لهذه المدّة الزمنية؛

وأعلى مدّة تنسب لكسرة الغين وبعدها الضمة فالفتحة ؛وهنا يظهر تفاعل الحرف المجهور الرخو الذي جرى فيه الصوت مع الحركات وهذا في تعزيز الجهر بين الغين وحركته على سبيل المثال. ويعود هنا التعزيز الى النشاط الحنجري المجسد في (F_0) التردد الأساسي.

وأدنى قيمة في (F_0) الحركات مع حروف اللهاة هي قيمة الفتحة الواردة مع الغين والخاء وبينهما 1.28 هرتز (لفتحة الخاء). وأعلى قيمة تنسب لتردد (F_0) الضمة مع الخاء التي ترتفع عن القيم السفلى بـ : 09.90 هرتز. وتبقى القيم بين حركات هذه الحروف متقاربة بعضها ببعض.

ومعلوم أن الصوت الحنجري صوت مركب من التردد الأساسي والترددات الجزئية، يصل إلى الحلق ويتردد فيه ويُعَدَّلُ في تشكيل جديد حسب الشكل وحسب درجة الاتساع والضيق لتجويفه ولم نَجِدْ علاقة بين التردد الأساسي وتردد البانية الأولى (F_1) من خلال فحصنا للقيم في كل السياقات الصوتية. فلهذا التردد الأول (F_1) مع حروف اللهاة تُنْسَبُ قيمة البانية المنخفضة للكسرة؛ وبالترتيب كسرةُ الخاء هي أخفضها ثم تليها كسرة الغين بارتفاع قليل جدا وتأتي بعدها كسرة القاف. وتتراوح القيم ما بين 409.58 هرتز و437.71 هرتز.

وردت أعلى قيمة لهذا التردد الأول (F_1) مع الفتحة في السياقات الثلاث وأعلاها فتحة القاف 655.33 هرتز ثم فتحة الخاء بـ : 650.90 هرتز وأخيرا فتحة الغين بـِ: 577.32 هرتز. ونلاحظ من خلال هذه القيم أن الفروق ضئيلة جداً. أما حركة الضمة فقيم بانيتها الأولى (F_1) متوسطة بين الفتحة والكسرة وهذا يبيّن وضعية الحلق مع هذه الحركات في سياق الحروف اللهوية؛ فالتضييق ينسب دائما للفتحة بقيم متقاربة بين هذه الحروف الثلاث. والاتساع ينسب للكسرة مع تفاوت ضئيل بين الحروف. وتضييقٌ متوسطٌ للحلق مع الضمة مقارنة بالفتحة والكسرة. وهذا التفاوت في الاتساع والضيق للحلق ظهر جلياً من خلال القيم الفيزيائية؛ فهي معبِّرةٌ عن وضعية التجاويف مع هذه الحروف اللهوية

وأظهرت درجة التفاعل بين الحرف والحركة وهذا حسب مخرجها وكيفية النشاط العضوي ككل في احداثها.

من التجويف الحلقي تصل الموجة الصوتية إلى التجويف الفمي وتخضع المكونات الفيزيائية إلى تعديل وتشكيل جديد لكل حركة حسب كل حرف من هذه الحروف المحيطة بالحركة: فأعلى تضييق لهذا التجويف ينسب للخاء مع كل الحركات؛ وهذا راجع الى وضعية اللسان في الفم. وأشرنا في الوصف الفيزيولوجي السابق إلى الوضعية المرتفعة التي احتفظ بها حرف الخاء لظهر اللسان وهذا لسبب مجاورتِه للام منْ جهةٍ، ومن جهة أخرى لسبب قِلَّةِ الاعتماد في انطباق اللهاة على أقصى اللسان مقارنة بالغين والقاف.

ويتبيّن حجم التجويف الفمي من قيم البانية الثانية (F_2) لمختلف الحركات في وسط هذه الأصوات اللهوية: فأقل قيمة في هذا التردد الثاني (F_2) وردت لضمة الغين وتليها ضمة القاف. وأعلى تردد لنفس البانية ينسب لكسرة الخاء الذي يزيد عن تردد كسرة الغين بـِ : 103.79 هرتز وتزيد كسرة الغين عن كسرة القاف بـِ : 17.44 هرتز.

وتأتي بانية الفتحة في التوسط بين قيم الضمة المنخفضة وقيم الكسرة المرتفعة وهذا بتفاوت بسيط بين هذه الفتحات حسب السياق التالي:

أقل قيمة للبانية الثانية في حوزة فتحة القاف وهذا يدل على اتساع الفم لها وانسحاب كتلة اللسان لسبب تحدب أقصى ظهره وقوة الاعتماد في تحقيق القاف فهذه الوضعية الخاصة بالقاف احتفظت بها الحركة.

وتأتي فتحة الغين في المرتبة الثانية في انفتاح الفم ونزول اللسان بتردد أعلى من تردد فتحة القاف. وفي المرتبة الثالثة ترد فتحة الخاء الذي احتفظ بوضعية مرتفعة لظهر اللسان نسبيا. والفروق ضئيلة بين هذه القيم المنسوبة للفتحة في سياق حروف أدنى الحلق، وعلى سبيل المثال نورد هذه الفروق كالتالي:

تفوق فتحة الخاء فتحة الغين في قيمة (F_2) بمقدار 10.74 هرتز. وتفوق فتحة الغين فتحة القاف في قيمة (F_2) بمقدار 61.63 هرتز. وهذه الظاهرة نفسها برزت من الأعمال التجريبية المشار إليها سابقا...

استنتاج عام حول تأثير حروف النطع على الحركات الثلاث

حروف التفخيم الشديدة وحروف الترقيق الشديدة :

ما برز من القيم الخاصة بالمدّة الزمنية للحركات هو التأثير البيّن لحروف الهمس على مدّة الحركة المجاورة مهما كانت هذه الحركة. فالأمر مرتبط بالنشاط الحنجري والزمن الساري من وضعية الهمس الى وضعية الجهر ولا فرق بين المهموس المفخم والمهموس المرقق في هذا الأثر الذي يلحق بزمن جَهْر الحركة. والدليل على ذلك هو اختزال زمن الحركات الواردة مع الطاء والتاء بنفس الشكل في الضمة والكسرة والفتحة.

بينما الحروف المجهورة فالمدّة الزمنية هي نفسها مع حركات الضاد وحركات الدال ونفسها تقريبيا بين الضمة والكسرة والفتحة.

وإلى جانب هذا التفاوت في زمن حدوث الحركة مع حرف مجهور وحرف مهموس، هناك تفاوت آخر على مستوى الأوتار دائما وهو التفاوت في درجة اهتزاز الوترين الصوتيين لكل حركة. ينطلق هذا التردد الأساسي أو (pitch) من 145.34 هرتز لكسرة الدال وتليها فتحة الضاد ثم فتحة التاء ثم فتحة الدال وأخيرا فتحة الطاء التي وصل ترددها الأساسي الى 148.15 هرتز. وأعلى قيمة في هذا التردد الأساسي تنسب إلى ضمة الطاء بمقدار 157.66 هرتز. ولهذا التردد علاقة بوضعية الأوتار وشكلها.

نصعد بعد الحنجرة إلى التجويف الحلقي لنراقب تردد البانية الأولى (F_1) للحركات الثلاث. فنكتشف أن أوسع تجويف هو للدال مع الكسرة الذي سجل تردد (F_1) بقيمة 300.77 هرتز لهذه الكسرة وهي أدنى قيمة من بين قيم الحركات مع حروف النطع.

وأضيق تجويف على مستوى الحلق تتصف به فتحة الطاء بقيمة 584.38 هرتز للبانية الأولى وهذا ما لاحظناه أثناء المقارنة بين تجويف الحلق للضاد وللطاء في وصفنا الفيزيولوجي. القيمة الموالية مباشرة في هذا التردد الأول هي قيمة (F_1) لفتحة التاء بقيمة 561.87 هرتز، ثم يلي تردد فتحة الضاد بقيمة 548.39 هرتز. وبعدها تأتي فتحة الدال. فالهمس أقوى تأثيرا من الجهر في بواني الحركات على مستوى التجويف الحلقي. ونذكر كلام سيبويه الذي قال بأن الحرف المهموس يحدث على مستوى مخرجه بينما المجهور فيبدأ مع صوت الصدر.

ونلاحظ كذلك من خلال هذه القيم الفيزيائية أن كسرة التاء منخفضة التردد الأول، تأتي بعد كسرة الدال مباشرة. وظهر أيضا بوضوح تضييق الطاء للحلق في قيمة الكسرة المرتفعة الى 408.26 هرتز بينما كسرة الضاد وردت بتردد 359.16 هرتز للبانية الأولى (F_1)؛ فشاهد تعزيز تضييق الحلق للطاء بحركة الضمة التي ارتفع ترددها إلى 499.41 هرتز فالطاء أقوى الحروف وله أعلى تضييق في الحلق.

وللحركة المستعلية أثر على الحروف المجاورة لها ويظهر هذا في قيم ضمة الدال وضمة الضاد فهي متقاربة على مستوى هذا التجويف الحلقي وهي على التوالي 393.88 هرتز و 392.91 هرتز.

فوجود الدال بين حركتي الرفع أتى باستعلاء اللسان له، وتكفي صفة التفخيم للضاد ليقترب من رفع الضمة واستعلائها.

وعلى مستوى الفم، التجويف الأفقي، أكثر اتساعا ينسب لضمة الطاء والدليل على ذلك هو قيمة البانية الثانية لهذه الحركة التي تقدر ب 998.42 هرتز، تليها فتحة الطاء بالقيمة التالية 1183.73 هرتز. وترتفع عنها بانية فتحة الضاد التي تسجل لها قيمة 1253.43 هرتز. وأكبر تضييق للفم يحدث مع كسرة التاء [ti] بتردد 2070.02 هرتز ثم كسرة الدال بمقدار 2045.19 هرتز. وبعد ذلك تأتي كسرة الضاد وكسرة الطاء لهذه البانية الثانية (F_2)،

ونذكر اقتراب البانية الأولى والبانية الثانية في حركات حروف التفخيم المتفق عليه عالميا.

ونستنتج أن أكبر انغلاق الفم يحدث في انجرار اللسان لكسرة التاء وكسرة الدال، وبعدها كسرة الضاد وأخيرا كسرة الطاء.

والترتيب في البانية الثانية (F_2) لحركات الضاد هو: أقلها ارتفاعا، الفتحة ثم الضمة وأخيرا الكسرة؛ ويظهر النصب والرفع والجر في هذا التسلسل. أما الطاء فنسجل انخفاض اللسان في الضمة ثم الفتحة وارتفاعا في الكسرة.

للمرققة أكبر انغلاق لتجويف الفم مع الكسرة أولا ثم مع الفتحة وأخيرا مع الضمة.

النشاط الحنجري

1. النشاط الحنجري لحروف أقصى الحلق

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع الهمزة (VOT و VTT)[1]**

وردت الهمزة الأولى /ʔ1/ (في الصدارة) في شكل اندفاع الأوتار الصوتية: (une attaque vocalique) وهذه الفترة تناسب زمن شروع الأوتار في الاهتزاز (VOT) للحركة الموالية لها، فهي قصيرة جداً وليس لها انفجار يُرى على الشبحية كما هو ملحُوظ في الحروف الشديدة التي يأتي معها الانفجار في شكل شريط عمودي يحْمِل طاقة الترددات الجزئية المكونة للحرف الشديد.

وردت الهمزة المتوسطة لضمتين /ʔ2/ بجهر على مدّة 0.044 ثا، وهذه المدّة تناسب امتداد مدة توقف الأوتار عن الاهتزاز (VTT) للضمة /u1/ ثم ينقطع منحنى التردد الأساسي (Pitch) لمدّة 0.029 ثا ثم يستأنف لبداية /u2/ الذي يحدث **بزمن شروع الأوتار** في الاهتزاز

---

1 VOT :Voice Onset Time

VTT : Voice Termination Time

يمثل المصطلحان وحدة زمنية والتي هي المدة التي تستغرقها الأوتار للشروع في الاهتزاز؛ ونترجمه في بحثنا هذا بـ (ز ش أ) و المدة التي تستغرقها الأوتار لتتوقف عن الاهتزاز نترجمه بـ(ز ت أ)

(ز ش أ بمعنى VOT) في مدّة 0,013 ثا. فالهمزة المتوسطة لحركتين تبدأ مع **زمن توقف الأوتار عن الاهتزاز** (ز ت أ بمعنى VTT) للحركة السابقة لها وتمثل مدّة الجزء المجهور لها (للهمزة) يُتْبَعُ بفترة غير مجهورة خلال 0.03 ثا؛ وتمثل هذه الفترة القصيرة لحظة انطباق الوترين على بعضهما البعض للهمزة ثم تستأنف الأوتار اهتزازها لبداية الحركة الموالية وهو ما يسمى بـِ (VOT) الحركة – ونترجمه بـِ (ز ش أ)– الذي يتراوح ما بين 0.013 ثا و0.027 ثا في هذا السياق الصوتي. فالهمزة المتوسطة محصورة بين نهاية اهتزاز الحركة السابقة لها وبداية اهتزاز الحركة اللاحقة لها، وبين الاهتزازين ترد فترة قصيرة ينقطع الاهتزاز فيها، وهي لحظة التصاق الوترين لهذه الهمزة.

وقد تأتي الهمزة بين حركتين مجهورة بدون التصاق الوترين بل يتواصل الاهتزاز من الحركة السابقة للهمزة حتى الحركة الموالية لها ولكن يحدد موقع الهمزة على مستوى المنحنى الخاص بالشدّة الصوتية الذي ينزل وكذلك على مستوى سِعَة الاهتزاز التي تتقلص بشكل واضح على الرسم الموجي للمهزاز (oscillographe).

أما الهمزة المتطرفة /ʔ3/ فهي غير مجهورة، تحدث بانغلاق المزمار وانقطاع الاهتزاز لمدّة قصيرة وترد بدون انفجار مرئي على الشبحية، ولا قلقلةٍ تُسْمَعُ لها في الوقف؛ فما هي إلاّ انسداد للوترين ثم انفتاحهما في صمت.

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع الهاء (VOT و VTT) أو (ز ش أ و ز ت أ)**

ورد الهاء مجهورا، وللعثور عليه بين حركتين نلجأ إلى منحنى المهزاز الذي يُظهر انخفاضا في سعة الموجة لحرف الهاء التي تبرز بوضوح بين اهتزاز معتبر للحركة السابقة واللاحقة للهاء.

يظهر الهاء في بدايته في شكل بقعة تمثل ضجيجا يمتدّ إلى 0.030 ثا. ينطلق منحنى التردد الأساسي (Pitch) بانتظام و يتجلى في الرسم المهزازي (le tracé oscillographique).

والهاء الوارد بين حركتين /h_2/ يأتي عموماً في مدّةٍ زمنيةٍ محدودةٍ. وتنخفض له سعة الاهتزاز كما ينخفض معه منحنى الطاقة الصوتية.

2. النشاط الحنجري لحروف وسط الحلق

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع العين (ز ش أ و ز ت أ)**

ورد العين مجهورا ويحتوي على شبه بواني قريبة من تردد بواني الحركة المصاحبة له. ويظهر حرف العين على الشبحية بانخفاض الشدّة الصوتية وانخفاض منحنى التردد الأساسي (pitch).

لقد تجلى بوضوح انسجام كبير بين تردد بواني الفتحة وتردد شبه بواني العين؛ فالعين قريب جدّا من حركة الفتحة. أما في سياق الكسرة فينطلق العين كما تنطلق الحركة ثم ترتفع الترددات على مستوى النقلة للتردد الثاني F_2 والتردد الثالث F_3 للكسرة. يظهر العين المتوسط للكسرتين /$^c_2$/ على الرسم الطيفي بانخفاض الشدّة الصوتية و انخفاض التردد الأساسي (pitch).

وفي الوقف يأتي /$^c_3$/ بانخفاض الشدّة وانخفاض التردد الأساسي (pitch) أيضا.

ورد العين في سياق الضمة بانخفاض الشدّة والتردد الأساسي وانخفاض كذلك في سعة اهتزازه على مستوى الرسم الموجي للمهزاز. والعين المتوسط لضمتين /$^c_2$/ ورد قصيراً جدّاً؛ يمثل مرحلة الانتقال من الضمة السابقة له إلى الضمة اللاحقة له.

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع الحاء (ز ش أ و ز ت أ)**

ورد الحاء في بداية المقطع الصوتي مهموسا. ولاحظنا أن الأوتار شرعت في الاهتزاز قبل نهايته خلال 0.010 ثا وتلي الفتحة بامتداد هذا الاهتزاز على مدّة 0.018 ثا ويمثل (ز ت أ) لهذه الفتحة وهذا بوجود احتكاك هوائي خلال هذا الامتداد للجهر؛ وهذا الاحتكاك ينسب للحاء الموالي /$\underline{h}_2$/ الذي يتواصل بدون التردد الأساسي (pitch) مدّة 0.049

ثا، ويظهر بعد هذه اللحظة منحنى التردد الأساسي للفتحة /a_2/. دام (ز ش أ) الفتحة الثانية /a_2/ مدّة 0.044 ثا.

يتوسط الحاء الثاني /$ḥ_2$/ اهتزاز (ز ت أ) الحركة السابقة واهتزاز (ز ش أ) الحركة اللاحقة له و بين هذه البداية المجهورة و النهاية المجهورة، توجد لحظة يتوقف فيها نشاط الوترين لتحقيق همس الحاء. يتواصل اهتزاز الفتحة الثانية /a_2/ خلال مدّة 0.011 ثا. وينطلق الحاء الأخير /$ḥ_3$/ من هذا الامتداد لجهر الفتحة السابقة له و يتواصل مع احتكاك هوائي ضعيف مدّة 0.079 ثا.

حُقِقَ الحاء في سياق الكسرة بهمس واضح خلال مدّته ثم يتصل ببداية الكسرة خلال 0.013 ثا ثم تنتهي الكسرة باهتزاز (ز ت أ) على طول 0.024 ثا ويتبع بالحاء الثاني /$ḥ_2$/ في همس يدوم 0.048 ثا ثم يلي اهتزاز الكسرة /i_2/ و مدّة (ز ش أ) هي 0.008 ثا.

لاحظنا تأثير الحاء على ظهور تردد أساسي الضمة /u_2/ والكسرة /i_2/ وهذا بتأخير ظهوره للحركتين. أما (ز ش أ) فهو بقيمة 0.009 ثا مع الضمة والكسرة و يتأخرُ تردد (pitch) لمدّة 0.014 ثا، ثم يتواصل اهتزاز الكسرة طيلة 0.052 ثا وينطلق الحاء الثالث /$ḥ_3$/ و يمتد إلى غاية 0.049 ثا في شكل ضجيج مهموس ضعيف.

فالحاء يتموقع حدوثه بين امتداد اهتزاز الحركة السابقة له وانطلاق اهتزاز الحركة اللاحقة له بين (ز ت أ) و (ز ش أ) ولكن له فترة يتوقف فيها الاهتزاز لإحداث النفخة الهوائية اللازمة لتحقيق هذا الحاء المهموس.

ملاحظة: يتأخر دائما ظهور التردد الأساسي للحركات في سياق الحاء. وعلى سبيل المثال مدّة تأخر حدوث تردد الفتحة الأساسي تقدر بـ 0.010 ثا[2] ويدل هذا التأخر في شروع التردد الأساسي على انفتاح الوترين و النفس النافذ ليَمُرَّ عبر تضييق شبه الوترين محدثا احتكاكا مسموعا.

2 Il y a toujours le retrait du pitch pour la voyelle prise dans le contexte phonique de la pharyngale sourde /ḥ/.

3. النشاط الحنجري لحروف أدنى الحلق

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع الخاء (ز ش أ و ز ت أ)**

انطلق حرف الخاء من اللام أي من امتداد اهتزازه (ز ت أ) اللام فبهذه الكيفية لا يوجد فاصل زمني بين اللام في كلمة " قُلْ" والخاء الأول /ḫ1/.[3]

يمتدُّ اهتزاز نهاية اللام إلى 0.034 ثا ويتواصل اهتزاز(pitch) مدّة 0.042 ثا و لكن مع احتكاك كبير يُتْبَع بضجيج مهموس مدّة 0.087 ثا.

يتواصل اهتزاز الفتحة /a1/ (ز ت أ) إلى 0.079 ثا و يعتبر أطول من زمن الفتحة نفسها. و يبدأ احتكاك الخاء الثاني /ḫ2/ في وسط هذا الامتداد المجهور (ز ت أ).

إذا قياس (ز ت أ) الفتحة الأولى /a1/ طويل جدا، أي أطول من مدّة اهتزاز الفتحة المستقر نفسه؛ و خلال هذه المدّة – مدّة نشاط الأوتار المتناقص تدريجيا، تنزل اللهاة لِتَحْتَكَ بأقصى ظهر اللسان لإحداث /ḫ2/؛ و أثناء التماس بين اللهاة و ظهر اللسان ينقطع اهتزاز الوترين ويغيب منحنى التردد الأساسي (pitch) مدّة 0.029 ثا وهذه اللحظة جاءت قبل الانتقال إلى الفتحة الثانية /a2/. ينطلق الخاء الثالث /ḫ3/ بالجهر مدّة لاَبَأْسَ بها أي يحدث اثناء امتداد جهر الفتحة السابقة له أي /a2/ طِيلَة 0.099 ثا في شكل احتكاكٍ مهموسٍ و ضعيفٍ.

مقياس النشاط الحنجري للحركة مع القاف (ز ش أ و ز ت أ)

ينطلق القاف في احتكاك مهموس ناتج عن انطباق اللهاة على أقصى ظهر اللسان ولا وجود لاهتزازٍ سابقٍ لهذه البداية. ظهرت له بُقعٌ كثيفةٌ على مستوى البانيتين

3 وهذا قد أشرنا إلى أن حرف الخاء احتفظ بالوضعية المرتفعة للسان وهذا لسبب عدم الاعتماد الكلي لأن أقصى ظهر اللسان يلتقي باللهاة بسهولة و العمل اللهوي خفيف جدا – وجدنا في الوصف الفيزيولوجي للخاء أن الاتصال يحدث في صورة واحدة فقط بين اللهاة و أقصى اللسان.

الأولى والثانية للضمة الموالية له وتمتد هذه البقع إلى 0.033 ثا؛ يلي هذا الاحتكاك انفجارٌ يُتْبَعُ باهتزاز الوترين و توزع بواني الضمة بانتظام.

والملاحظ مع القاف هو انفجاره الذي يأتي متزامناً مع (ز ش أ) الحركة الموالية، وهذا يبيِّن العمل المُتزامِن بين اللهاة والأوتَار الصَوتية لسبب استقلالية العضوين عن بعضهما البعض: قد تنشُط الأوتار وتتحرك اللهاة في نفس الوقت، ولا ينقطع الجهر إلا أثناء الانطباق المحكم للهاة .[4]

4. النشــاط الحنجري لــحروف النــطع

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع التاء (ز ش أ و ز ت أ)**

ينطلق التاء مع (ز ش أ) الفتحة الموالية له و الذي دام 0.02 ثا ورد التاء المتوسط لفتحتين بين (ز ت أ) الفتحة الأولى /a_1/ الذي دام 0.09 ثا و(ز ش أ) الفتحة الثانية /a_2/ الذي دام 0.012 ثا.

بدأ التلفظ بالتاء الثالث /t_3/ خلال امتداد اهتزاز (ز ت أ) الفتحة الثانية /a_2/ مدّة 0.17 ثا وهذه المدّة الزمنية تشمل مدّة الحبس للتاء الثالث /t_3/ المتبوع بانفجار في شكل شريط عمودي مهموس (Sous forme d'une barre de bruit sourd). حدث التاء الثالث /t_3/ في سياق الضمة أثناء امتداد (ز ت أ) الضمة /u_2/ و الذي دام 0.142 ثا.

وفي سياق التاء نسجل للكسرة /i_1/ مدّة 0.014 ثا لقياس (ز ش أ).

4 En conclusion, nous pouvons avancer que le VOT de la voyelle adjacente à /q/ coïncide avec l'explosion du /q/ (retrait de l'uvule), le VTT de cette même voyelle coïncide avec l'accolement de l'uvule sur le dos de la langue…

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع الدال (ز ش أ و ز ت أ)**

اهتزاز الدال في بدايته دام 0.074 ثا وانفجاره دام 0.013 ثا والجزء المجهور منه والذي استغرق 0.027 ثا يمثل انفجاره اضافة إلى زمن شروع الاوتار في الاهتزاز للحركة – أي (ز ش أ) الحركة الموالية له و هي الفتحة /a_1/.

ورد الدال المتوسط لفتحتين /d_2/ في شكل امتداد الجهر من الفتحة السابقة له إلى الفتحة اللاحقة به أي لم ينقطع الاهتزاز وهذا يعني أن الذولق لم ينطبق بإِحْكَام على النطع (rédiction) وهو الشيء الذي لم يُر أبداً للتاء. [5]

لقد حُقِقَ انفجار /d_2/ في شكل شريط عمودي لاحتكاك مجهور بمدّة زمنية تقدر بـِ 0.014 ثا. والدال الثالث يتحقق مع (ز ت أ) الفتحة الثانية /a_2/ و زمن انفجاره هو 0.060 ثا.

يحدث إذاً /d_3/ بالحبس المتزامن مع (ز ت أ) /a_2/ ثم مدّ الحبس وانفجارٍ بدون جهر (في هذا المثال).

وقد يحدث أيضا في سياق الضمة كذلك خلال (ز ت أ) الذي يمتد إلى 0.056 ثا فينطلق من هذا الامتداد للجهر فتكون له بداية مجهورة ثم يتوقف الجهر خلال 0.026 ثا لسبب انسداد الممر لهواء الزفير و بعد ذلك يحدث انفجارٌ في شكل شريط عمودي مهموس في مدّة 0.022 ثا و يتبع بدوره بالجهر مدّة 0.020 ثا وهي ما تسمى بالقلقلة.

ونفس الكيفية في احداث الدال مع الكسرة و القيم المسجلة له هي:

(ز ش أ) الكسرة الأولى /i_1/ تقدر بـ 0.095 ثا.

(ز ت أ) الكسرة الثانية /i_2/ تقدر بـ0.057 ثا.

5 Voir Réa Constantinidis, les occlusives du Turc parlé à Istanbul : étude radio cinématographique et acoustique. T I P S n° 13, Strasbourg, 1981.

وقد سجلنا لهذه الكسرة في موضع آخر قيمة: 0.066 ثا لهذا (ز ت أ).

- **مقياس النشاط الحنجري للحركة مع الطاء و الضاد (ز ش أ و ز ت أ)**

ينطلق الطاء الثالث /t_3/ من امتداد جهر الضمة السابقة له /u_2/ ثم مدّة الحبس وأخيرا انفجار بمدّة 0.086 ثا.

وبنفس الشيء يظهر به الضاد الثالث الذي يبدأ هو أيضا من امتداد اهتزاز الضمة /u_2/ مدّة 0.047 ثا وأثناء حبسه ينقطع الجهر وانفجارهُ مهموسا أيضاً.

في موضع آخر ورد الضاد الثالث /$ḍ_3$/ مع (ز ت أ) الضمة /u_2/ الذي دام 0.033 ثا ثم يلي السكوت بمدّة زمنية تقدر بـ 0.075 ثا ويتبع بانفجار مدّة 0.042 ثا. ولم تظهر للضاد قلقلة كما ظهرت للدال و للطاء و للقاف.

والضاد الثالث /$ḍ_3$/ في سياق الفتحة يبدأ مع (ز ت أ) الفتحة /a_2/ الذي دام 0.037 ثا يتلو مباشرة بسكوت لمدّة 0.110 ثا ثم انفجار بمدّة 0.033 ثا.

ملاحظة: الانتقال إلى الحرف المُوالي كان سريعا جداً بخِلاف ما شاهدْناه مع الحُروف الأخرى. فالفارق الزمني بين التلفُظِ بالضَاد وتحقيق الفاء في كلمة "فقط" الواقِعة بعد الحرف الثالث كان أَقَلْ والانْتِقَال كان أَسْرَع من الحروف الأخرى في هذا الموقع الثالث قبل آخر كلمة للجملة "قلْ /ص ح ص ح ص/ فقط".

الخاتمة

حاولت في هذه الدراسة تسليط الضوء على مدى تأثير وتأثُّر الحركات الثلاث في سياق حروف الحلق بأنواعها، وكذلك حروف التفخيم الشديدة ومقابلتها المرققة. وكان ذلك بتتبع نشاط مختلف الأعضاء، خلال النطق بالوحدات الصوتية المكونة لمدونتنا، انطلاقا من المنبع حتى المنفذ أي من الحنجرة (من فتحة بُطيْن مرجاني) حتى الشفتين. وراقبنا، في نفس الوقت، التزامن بين حركات أعضاء النطق ومدى تدخلها في تحقيق الحرف وتحقيق الحركة (المصوتة). سَمَحَت المشاهدة المباشرة لجهاز النطق، وهو يعمل لتحقيق مختلف الأصوات المدروسة، بتحديد كل مخرج بالدقة وبتجسيد الصفة الذاتية لكل وحدة صوتية. وكان هذا بفضل الفلم الإشعاعي السنيمائي الذي نُقلت صورُه على الورق الأبيض، ثم أخضعنا الصور لشبكة القياس التي مسحت كل صورة لاستخراج القيم المجسدة لوضعية الأعضاء في كل لحظة؛ أي في مدَّة 100/2 من الثانية لكل صورة. تجلت الحركة العضوية وظهرت حرية العضو في نشاطه، كما ظهر التقيُّد وعدم الحرية لسبب جذب الحرف للمصوتة المقترنة به، وجذب المصوتة للحرف اللاحق بها. وهذا تأييدا لما جاء عند اللغويين الأولين. وكان هذا من الجانب الفيزيولوجي، أما فيما يخص الجرس الناتج عن مختلف الوضعيات؛ فلجأنا إلى التحليل الطيفي بنطاقه الواسع لكي تتجسد مختلف الترددات ومسار البواني على الشبحية (الرسم الطيفي). وربطنا في آخر المطاف، بين القيم الفيزيائية وبين وضعية التجاويف المشكلة لكل حرف ولكل حركة. وقد خلصت الدراسة إلى استنتاجات فيزيولوجية واستنتاجات فيزيائية مع إضافة مختصرة حول النشاط الحنجري؛ للكشف عن تسلسل الوحدات الصوتية على مستوى المنبع، وهو عنصر مهم لدى دارسي أمراض الكلام: كالاضطراب العصبي(الباركنسون) والاضطراب الفيزيولوجي(استئصال الحنجرة)؛ لقد قدم الباحث كمال فرات أطروحة الدكتوراه في هذا الموضوع. أما النتائج التي توصلنا إليها، من عملنا، فهي كالآتي:

1.من الجانب الفيزيولوجي

وضعية الأعضاء للهمزة و الهاء و لفتحتهما

- يتميز حرف الهمزة بانسداد شديد على مستوى شبه الوترين الصوتيين، بينما يبقى تجويف الحلق مماثلا للهمزة والهاء.
- ورد اختلاف طفيف بين فتحة الهمزة و فتحة الهاء ويعود إلى تضييق خفيف لمدخل الحنجرة.
- أما الفتحة الثانية /a_2/ فالتأثر بالهمزة واضح جداً وهذا على مستوى مدخل الحنجرة الذي يُظْهِر انقباضا ملحوظا و تضييقا معتبراً مع حركةٍ نحو الوراء مصحوبة بتراجع العظم اللامي والجدار الخلفي.

وضعية الأعضاء للعين والحاء ولفتحتهما

- للحرفين تضييق شديد لمدخل الحنجرة على مستوى (م11 و م12).
- ولحرف الحاء وضعية مرتفعة لبقية أعضاء الجهاز ما فوق المزمار.
- وضعية هذه الأعضاء منخفضة للعين مع تضييق معتبر بين جذر اللسان (مع الغلصمة) والجدار الخلفي للحلق – والغلصمة تبقى ملازمة للجذر، لاصقة فيه.
- لفتحة الحاء وضعية مرتفعة مثل الوضعية التي اتصف بها الحاء تماماً.
- تميزت فتحة الحاء الثانية بانفراجٍ لمدخل الحنجرة على مستوى بوطين مرجاني (Ventricule de Morgani) مع ارتفاع لهذا البوطين.
- ونلاحظ هنا أن النشاط القوي الذي يلحق بهذا الجزء السفلي للجهاز النطقي – منطقة أقصى الحلق – يعود إلى الرابط الموجود بين الغلصمة والوترين الصوتيين وشبه الوترين الذي يتمثل في اتصال كل هذه الأجزاء بالغضروف الدرقي فتُكَوِّنُ كتلة تتحرك بكاملها.

- أما العظم اللامي الملازم لحركات الحنجرة والعكدة، فهو متصل بالفك السفلي وقاعدة الجمجمة ومرتبط بعضلات اللسان. كما يتصل بالجزء العلوي للقفص الصدري. وهذا الارتباط المتشعب جعل العظم اللامي تَابِعٌ في حركاته.
- فالجديد الذي انبثق من الوصف الدينامي لمختلف أعضاء جهاز النطق هو نشاط ومشاركة شبه الوترين في إحداث الحروف الثلاث التي اختلف فيها العلماء وهذه الحروف هي الهمزة و العين والحاء، فما هو المخرج المتقدم والمخرج المتأخر بين هذه الحروف؟ للوترين وضعية خاصة لكل منها: انقباض و انسداد للهمزة و اقتراب واهتزاز للعين المجهور الناصع ولكن فيه شيء من الاحتكاك ناتج عن انقباض شبه الوترين. وأخيرا انفتاح واحتكاك هوائي على مستوى المزمار وعلى مستوى شبه الوترين للحاء. فالجدال الذي قام حول هذه الحروف الثلاث شرعي ومنطقي.

وضعية الأعضاء لحروف أدنى الحلق ولفتحتها

- يعود التقابل الأول في حروف أدنى الحلق إلى صفة الجهر للغين وصفة الهمس للخاء المشتركين في المخرج اللهوي.
- ورد الغين بوضعية منخفضة للحنجرة مع اتساع لمدخلها. بينما يرتفع و يتأخر هذا المدخل الحنجري لحرف الخاء.
- وللغين انطباق محكم للحنك اللين على الجدار الخلفي لأدنى الحلق.
- يتخذ اللسان وضعية خاصة للغين الوارد بين فتحتين فيتحدب أقصى ظهره.
- وللخاء أكبر انطباق بين اللهاة وأقصى ظهر اللسان. ويبقى التجويف الحلقي أوسع من حجمه للغين.
- يتميز القاف عن الخاء في انطباق اللهاة على أقصى ظهر اللسان لهذا الحرف الشديد. يتحقق هذا الانطباق اللهوي بمشاركة كتلة اللسان التي حققت الاستعلاء

برجوعها الى الوراء مع تحدب محكم لأقصاه في شكل نصف دائري؛ وهذه الحركة جعلت اللسان يذهب نحو الوراء ويفقد التجويف الحلقي النصف من حجمه.

- ورد القاف بنزول الحنجرة وتأخرها وهذه الحركات تعود إلى الغضاريف المكونة للحنجرة مع عضلاتها الداخلية والخارجية.
- يبدأ التمايز بين الغين والقاف على مستوى مدخل الحنجرة الذي يتسع ويتقدم للغين مقارنة بوضعيته للقاف التي تأتي بعكس الاتساع والتقدم أي يضيق المدخل ويتأخر للقاف.
- يصعد الفك السفلي والشفة السفلية للغين؛ فأكبر انفتاح للفم ينسب للقاف.
- إن انطباق اللهاة للغين على ظهر اللسان أقل اتساعا من انطباقها في القاف.
- وردت فتحة الخاء بارتفاع الحنجرة والعظم اللامي وفتحة الغين بنزولهما.
- يضيق مدخل الحنجرة لفتحة الخاء ويتسع لفتحة الغين. ويتسع تجويف الحلق لفتحة الخاء.
- يتخذ مَدْخَل الحنجرة شكل قُمْعٍ لفتحة الخاء أمام فتحة القاف، ويصعد لها ظهر اللسان.
- يضيق تجويف الحلق لفتحة القاف بينما يتسع لها التجويف الفمي.
- يصعد مدخل الحنجرة لفتحة الغين، ويضيق تجويف الحلق تضييقا شديدا لفتحة القاف ويتسع تجويف الفم لها. والعكس يظهر لفتحة الغين.
- تتميز الفتحة الثانية /a_2/ في سياق الخاء بصعود مدخل الحنجرة واتساع التجويف الحلقي لها أمام فتحة القاف. ويضيق تجويف الفم لفتحة الخاء الثانية ويتسع لفتحة القاف الثانية. وردت فتحة الغين الثانية بصعود الحنجرة وجذر اللسان وظهره. ويتسع تجويف الحلق ويضيق تجويف الفم لفتحة الغين مقارنة بفتحة القاف.

وضعية الأعضاء لحروف النطع ولفتحتها

- جاء حرف الضاد [d_1] بصعود الحنجرة وينطبق الذولق على النطع بأحكام وتتأخر قليلا نقطة التطابق إن قورن بحرف الدال.
- يضيق التجويف الحلقي للضاد أمام الدال. ويبقى التجويف الفمي تقريبا مماثلا.
- يتصف الضاد الوارد بين فتحتين /d_2/ باتساع مدخل الحنجرة مع تقدمه نحو الأمام وارتفاعه أمام الدال الوارد بين فتحتين /d_2/.
- يضيق التجويف الحلقي بمقدار ثلثين ⅔ أمام اتساعه للدال /d_2/.
- الدال الوارد بين فتحتين لم يُحقق الانطباق الذلقي له.
- وفي الوضعية المتطرفة ورد الضاد الثالث /d_3/ بِتَوَسُّعٍ ملحوظٍ لمدخل الحنجرة مقارنةً بالدال /d_3/.
- يشترك الدال والتاء في نقطة حدوثهما وهي على مستوى النطع.
- يتميز التاء عن الدال في تحقيق الانطباق الذلقي النطعي؛ ظهرت هنا قوة اعتماد التاء على مستوى المخرج لسبب همسه بينما الدال تقوى بصوت الصدر كما أفصح عن هذا سيبويه.
- يتحقق التاء بانفتاح كبير للمدخل الحنجري وارتفاعه وبالخصوص الجهة الخلفية له؛ ناحية الهرميين. يتأخر الجدار الخلفي للحلق مما يزيد في اتساع تجويف الحلق.
- يبدأ التغير لتاء /t_2/ من الحنجرة حيث يتقدم المدخل نحو الأمام وتبقى نقطَتُهُ الخلفية مرتفعة.
- ويتقدم له الجدار الخلفي في جزئه السفلي ويرافق حركة الحنجرة في نفس الاتجاه.
- يبقى التجويف الحلقي مماثلا بين التاء والدال المتوسطين للفتحة.
- يضيق التجويف الفمي للتاء وهذا راجع إلى تحقيق الاعتراض الكلي بين الذولق والنطع.
- وردت الفتحتان بتضييق خفيف على مستوى مدخل الحنجرة.

- يتسع التجويف الحلقي لفتحة التاء لسبب تقدم الجزء الأمامي للمدخل الحنجري ويصغر حجم التجويف الفمي لها.
- نسجل تضييقا للتجويف الحلقي للفتحتين معاً أي /a_2/ في سياق التاء وفي سياق الدال.
- تمدد مدخل الحنجرة نحو الأمام لفتحة التاء وارتفع كما ارتفع لها العظم اللامي.
- إتسع التجويف الحلقي لهذه الفتحة وبالخصوص في أسفله بجوار الحنجرة.
- يعود الفرق بين الطاء والتاء إلى الحلق والحنجرة. إتسم التاء، كما سبق الذكر، بمدخلٍ حنجريٍ واسعٍ حيث تمددت نقطتُهُ الخلفية (P.H.) نحو الوراء وإلى الأعلى؛ مما جعل الشكل المقعر لهذا الجانب الخلفي للمدخل الحنجري. ينزل قليلا العظم اللامي للمرقق تاء – ويتأخر له الجدار الخلفي للحلق.
- اتخذ جذر اللسان شكلا عموديا مما يوسع أكثر التجويف ويقارب ضعف حجم تجويف الحلق للطاء الذي اتخذ الجذر معه شكلاً مقوساً فضاق الحلق على مستوى وسطه فُوَيق الغلصمة. ويتخذ التجويف الفمي نفس الوضعية لكلا الحرفين.
- تراجعت الأعضاء للتاء الثاني /t_2/ نحو الوراء بنطاق واسع وهذا خص الحنجرة والعظم اللامي والجدار الخلفي للحلق و العكدة.
- ويبقى حجم التجويف الحلقي ضعف تجويف الطاء، يضيق التجويف الفمي للتاء بعد صعود مؤخرة ظهر اللسان.
- وفي الوضعية المتطرفة اتسع مدخل الحنجرة للحرفين معاً مع انفراج كبير للمدخل. ويتميّز التاء عن الطاء بنزول معتبر لهذا المدخل الحنجري.
- يتخذ الجذر شكْلاً مكتلاً (gonflé) ويتسع التجويف الحلقي للتاء مقارنة بالطاء.
- وعلى مستوى فتحتيهما نسجل فرقاً شاسعاً بين فتحة التاء وفتحة الطاء؛ يتأخر مدخل الحنجرة لفتحة التاء بينما يتقدم لفتحة الطاء.
- يتسع تجويف الحلق مع تأخر الجدار الخلفي للحلق لفتحة التاء.

- لفتحة التاء الثانية /a_2/ تنزل الحنجرة وتتراجع نحو الوراء. يصل حجم التجويف الحلقي إلى الضعف أمام التجويف الضيق لفتحة الطاء الثانية.

المقارنة بين المهموس المفخم والمجهور المفخم: /ḍ/ و/ṭ/

- لم نشاهد اختلافا بين الضاد والطاء في الصدارة، ولكن الأمر يختلف على مستوى ظهر اللسان الذي يتخذ شكلا منحنيا للمجهورة الضاد /ḍ/ وشكلا أفقيا للطاء؛ الشيء الذي جعل اللسان مرتفعا للطاء في نقطته الخلفية – أقصى ظهره – يبقى التجويف الحلقي مماثلا للحرفين. وفي الموقع الثاني لهما؛ أي بين حركتين (فتحتين)، يَنْفَصِلُ المجهور عن المهموس بالشكل التالي:
- يتقدم مدخل الحنجرة نحو الأمام للطاء /$ṭ_2$/ مصاحبا بتقدم الجدار الخلفي للحلق ويَصعد العظم اللامي والعكدة للطاء.
- ينخفض موقع انطباق الذولق على النطع للطاء ويرتفع للضاد.
- أما في الموقع الأخير – المتطرف– ظهر نشاط معتبر في القسم السفلي للجهاز، بينما في القسم العلوي الأمامي لا شيء يُذْكَر.
- يتسع المدخل الحنجري للطاء ويصعد بقوة ويُتْبَعُ بصعود العظم اللامي والعكدة. يبقى شكل اللسان مطابقا لكلا الحرفين ولهما نفس الانطباق على النطع.
- إذن تميَّز الطاء عن الضاد على مستوى الحنجرة والعظم اللامي والعكدة.

أثر الحرفين السابقين في الفتحة المجاورة لهما

- نلاحظ على مستوى الحنجرة شكلا متشابها بين فتحة الضاد وفتحة الطاء، إلاّ أن هذا المدخل يتقدم نحو الأمام لفتحة الطاء (في اتجاه الدرقي) إلى جانب هذا نسجل صعود العظم اللامي والعكدة لهذه الفتحة المصاحبة للطاء.
- للفتحة الثانية مع الطاء نصيب أكبر من التأثير على مستوى التجويفين:

- تصعد الحنجرة بوضوح لفتحة الطاء وتنزل لفتحة الضاد مع تضييق للمدخل في فتحة الطاء على مستوى شبه الوترين، وصعود العظم اللامي مع العكدة.
- نلاحظ كذلك تقدما للجدار الحلقي لفتحة الطاء دائما أمام فتحة الضاد، حدود عكدة اللسان متقدمة بالتساوي عن حدودها لفتحة الضاد /a_2/.
- يرتفع ظهر اللسان لفتحة الطاء مقارنة بالوضعية التي يتخذها لفتحة الضاد/a_2/ .

2.استنتاج فيزيائي

استنتاج عام حول تأثير كل فئة على الحركات الثلاث

- حروف أقصى الحلق وأثرها على الحركات الثلاث في مختلف العناصر الفيزيائية منها: المدّة الزمنية والتردد الاساسي أو (F_0) ثم تردد البانية الاولى والبانية الثانية لأنهما مرتبطتان بالتجويف الحلقي والتجويف الفمي ووضعية اللسان مع تحديد مخرج الحرف.
- في سياق الهمزة والهاء نسجل نفس الزمن لكل الحركات ولكن نلاحظ ارتفاعا طفيفاً في زمن الضمة والكسرة الواردتين مع الهاء.
- أصغر قيمة تنسب لكسرة الهاء في ترددها الأساسي.
- تنسب أدنى قيمة في البانية الثانية (F_2) لفتحة الهاء وأعلاها لكسرة الهمزة.
- على مستوى أقصى الحلق، ظهر عدم تأثير الهمزة اطلاقا على الحركات بل تأتي الحركات بقيمها الخاصة بها.
- للهاء تأثيرٌ في التردد الأساسي (F_0) للكسرة وكذلك في البانية الاولى لكل الحركات بِجَعْل القيم منخفضة مقارنة بالقيم التي وردت لها في سياق الهمزة. وللكسرة انخفاض شديد للبانية الاولى (F_1) مع الهمزة ومع الهاء وهذا راجع إلى اتساع الحلق لها وامتداد

كتلة اللسان إلى الأمام حال الانجرار. وفي نفس الوقت يحدث ارتفاع شديد في البانية الثانية (F_2) للكسرة مع الهمزة والهاء والقيم متقاربة جدا بين الكسرتين.

- فمن خلال هذه القيم الفيزيائية تَجَسَّدَ بوضوح وضعية التجويفين وكشلهما.
- أما فيما يخص الفتحة فانتصاب اللسان يجعل الحلق ضيقا بشكل بيّن في سياق الهمزة و بشكل أقل مع الهاء. تأتي الضمة في المرتبة الثانية بالنسبة لتضييق الحلق وضمة الهمزة أضيق بقليل عن ضمة الهاء. والفرق بين كسرة الهمزة وكسرة الهاء طفيف.
- في سياق حروف وسط الحلق ظهر التأثير متميِّزا عن تأثير حروف الحنجرة على الحركات.
- في سياق حرف **العين** جاءت المدة الزمنية متقاربة بين الحركات الثلاث على العموم.
- المدّة متقاربة بين حركات الحاء كذلك، ولكن مع تَقَلُّصٍ ملحوظٍ لهذه المدة في سياق الحرف المهموس (ح). للحاء انفتاح المزمار وانقباض شبه الوترين ثم لكتلة اللسان وضعية متميزة. والعين تقترب له الأوتار الصوتية وتدخل في الاهتزاز وينفذ هذا الصوت الحنجري عبر شبه الوترين المنقبضين كما انقبضا للحاء. ويتميَّزُ العين بتضبيقه في أسفل الحلق.
- تبقى قيم التردد الأساسي مع الحاء أعلى من التردد الأساسي مع العين للحركات الثلاث.
- قيمة البانية الأولى لكسرة الحاء أقل من قيمتها مع العين. وأعلى قيمة تنسب لفتحة الحاء.
- نستنتج من القيم أثر حروف وسط الحلق على البانية الأولى لكل حركة؛ فكلها مرتفعة مقارنة ببواني نفس الحركات في سياق الهمزة والهاء. وهذا ما أَكَّدَتْهُ الأَبْحَاثُ التي ذكرناها في بداية هذا العمل.

وهذا التأثير الأول منوطٌ بوضعية اللسان على الخصوص ودرجة انبساطه في الفم.

- أما أعلى قيمة في (F_2) فتنسب لكسرة الحاء ثم كسرة العين لأن التجويف الفمي أضيق قليلا مع الحاء بسبب الشكل المتميز الذي يتخذه اللسان من جذره إلى ذلقه.

أثر حروف أدنى الحلق على الحركات الثلاث

- تميّزت مدّة زمن الحركات الثلاث في سياق الحروف اللهوية بالشكل التالي: أقل مدّة زمنية تنسب لضمة القاف وكسرته. ثم تلي فتحة القاف وكسرة الخاء بعدها ضمة الخاء وكسرته. أما في سياق الغين فنسجل الضِّعْفَ تقريباً لهذه المدّة الزمنية؛ وأعلى مدّة تنسب لكسرة الغين وبعدها الضمة فالفتحة؛ وهنا يظهر تفاعل الحرف المجهور الرخو الذي جرى فيه الصوت مع الحركات وهذا في تعزيز الجهر بين الغين وحركته على سبيل المثال. ويعود هنا التعزيز إلى النشاط الحنجري المجسد في (F_0) التردد الأساسي.
- أدنى قيمة في (F_0) الحركات مع حروف اللهاة هي قيمة الفتحة الواردة مع الغين والخاء. وأعلى قيمة تنسب لتردد (F_0) الضمة مع الخاء التي ترتفع قليلا. وتبقى القيم بين حركات هذه الحروف متقاربة بعضها ببعض.
- في التردد الأول (F_1) مع حروف اللهاة تُنْسَبُ قيمة البانية المنخفضة للكسرة؛ وبالترتيب كسرةُ الخاء هي أخفضها ثم تليها كسرة الغين بارتفاع قليل جدا بعدها تأتي كسرة القاف. وأعلى قيمة في التردد الأول (F_1) تنسب للفتحة في السياقات الثلاث وأعلاها فتحة القاف ثم فتحة الخاء: وأخيرا فتحة الغين؛ والفروق ضئيلة جداً.
- أما حركة الضمة فقيم بانيتها الأولى (F_1) متوسطة بين الفتحة والكسرة. وهذا يبيّن وضعية الحلق مع هذه الحركات في سياق الحروف اللهوية.
- ولقيم البانية الثانية ($F2$) لمختلف الحركات في وسط هذه الأصوات اللهوية: فأقل قيمة وردت لضمة الغين وتليها ضمة القاف. وأعلى تردد لنفس البانية ينسب لكسرة الخاء.

- وتأتي بانية الفتحة في التوسط بين قيم الضمة المنخفضة وقيم الكسرة المرتفعة وهذا بتفاوت بسيط بين هذه الفتحات: أقل قيمة للبانية الثانية في حوزة فتحة القاف وهذا يدل على اتساع الفم لها وانسحاب كتلة اللسان لسبب تحدب أقصى ظهره وقوة الاعتماد في تحقيق القاف فهذه الوضعية الخاصة بالقاف احتفظت بها الحركة.
- في المرتبة الثانية في انفتاح الفم ونزول اللسان تأتي فتحة الغين بتردد أعلى من تردد فتحة القاف. وفي المرتبة الثالثة ترد فتحة الخاء الذي احتفظ بوضعية مرتفعة لظهر اللسان نسبيا.

أثر حروف النطع على الحركات الثلاث

- ما برز من القيم الخاصة بالمدّة الزمنية للحركات هو التأثير البيّن لحروف الهمس على مدّة الحركة المجاورة مهما كانت هذه الحركة. فالأمر مرتبط بالنشاط الحنجري والزمن الساري من وضعية الهمس الى وضعية الجهر ولا فرق بين المهموس المفخم والمهموس المرقق في هذا الأثر الذي يلحق بزمن جَهْر الحركة. والدليل على ذلك هو اختزال زمن الحركات الواردة مع الطاء والتاء بنفس الشكل في الضمة والكسرة والفتحة. بينما المدّة الزمنية للحروف المجهورة هي نفسها مع حركات الضاد وحركات الدال ونفسها تقريبيا بين الضمة والكسرة والفتحة، وإلى جانب هذا التفاوت في زمن حدوث الحركة مع حرف مجهور وحرف مهموس، هناك تفاوت آخر على مستوى الأوتار دائما وهو التفاوت في درجة اهتزاز الوترين الصوتيين لكل حركة. ينطلق هذا التردد الأساسي أو (pitch) من 145.34 هرتز لكسرة الدال وتليها فتحة الضاد ثم فتحة التاء ثم فتحة الدال وأخيرا فتحة الطاء التي وصل (F_0) إلى 148.15 هرتز. وأعلى قيمة في هذا التردد الأساسي تنسب إلى ضمة الطاء بمقدار 157.66 هرتز. ولهذا التردد علاقة بوضعية الأوتار وشكلها.

- نصعد بعد الحنجرة الى التجويف الحلقي لنراقب تردد البانية الأولى (F_1) للحركات الثلاث. إن أوسع تجويف هو للدال مع الكسرة الذي سجل تردد (F_1) بأدنى قيمة من بين قيم الحركات مع حروف النطع.
- وأضيق تجويف على مستوى الحلق تتصف به فتحة الطاء. القيمة الموالية مباشرة في هذا التردد الأول هي قيمة (F_1) الفتحة، ثم يلي تردد فتحة الضاد. وبعدها تأتي فتحة الدال. فالهمس أقوى تأثيرا من الجهر في بواني الحركات على مستوى التجويف الحلقي.
- ونلاحظ كذلك من خلال هذه القيم الفيزيائية أن كسرة التاء منخفضة التردد الأول، تأتي بعد كسرة الدال مباشرة. وظهر أيضا بوضوح تضييق الطاء للحلق في قيمة الكسرة المرتفعة، بينما وردت كسرة الضاد وردت بتردد منخفض. تعزز تضييق الحلق للطاء بحركة الضمة التي ارتفع ترددها، فالطاء أقوى الحروف وله أعلى تضييق في الحلق.
- وللحركة المستعلية أثر على الحروف المجاورة لها ويظهر هذا في قيم ضمة الدال وضمة الضاد فهي متقاربة على مستوى هذا التجويف الحلقي وهذا؛ لوجود الدال بين حركتي الرفع استعلى اللسان له، وللضاد تكفي له صفة التفخيم ليقترب من رفع الضمة و استعلائها.
- وعلى مستوى الفم، التجويف الأفقي، نجد أكبر اتساعا ينسب لضمة الطاء والدليل على ذلك هو قيمة البانية الثانية لهذه الحركة ثم تليها فتحة الطاء. وترتفع عنها بانية فتحة الضاد. وأكبر تضييق للفم يحدث مع كسرة التاء [ti]، وبعد ذلك تأتي كسرة الضاد وكسرة الطاء لهذه البانية الثانية (F_2) ونذكر اقتراب البانية الأولى والبانية الثانية في حركات حروف التفخيم المتفق عليه عالميا.

ونستنتج أن أكبر انغلاق الفم يحدث في انجرار اللسان لكسرة التاء وكسرة الدال وبعدها كسرة الضاد وأخيرا كسرة الطاء. وفيما يخص النشاط الحنجري، تأتي الهمزة المتوسطة لحركتين خلال "زمن توقف الأوتار عن الاهتزاز" (VTT) للحركة السابقة لها و"زمن شروع الأوتار في الاهتزاز" (VOT) للحركة اللاحقة بها؛ مع انقطاع قصير جدا للجهر والذي يدل على انطباق الوترين لتحقيق هذه الوقفة الحنجرية (coup de glotte).

وقد تأتي الهمزة بمواصلة الاهتزاز الحنجري للحركتين الحاصرتين لها، فلا تدرك إلا في انخفاض الشدة الصوتية وانخفاض السعة. والملاحظ مع القاف هو انفجاره الذي يأتي متزامناً مع VOT الحركة الموالية، وهذا يبيِّن العمل المُتزامِن بين اللهاة والأوتَار الصَوتية لسبب استقلالية العضوين عن بعضهما البعض: قد تنشُط الأوتار وتتحرك اللهاة في نفس الوقت، ولا ينقطع الجهر إلا أثناء الانطباق المحكم للهاة؛ وهو الشيء الذي جعل القاف يتبع بجهر بعد انفجاره مباشرة: فهو لم يبدأ بالجهر بل انتهى به.

تعتبر الصوتيات الجانب التطبيقي للأرط فونيا؛ سيجد الباحث فيها ما يساعده في الجانب العضوي والحركي كما سيلقى ما يخص تشكيل الأجراس الصوتية للناطق العربي. لقد رافقنا هذا البحث بتركيب فيديو يُظهر نشاط جهاز النطق أثناء تحقيق أصوات المدونة.

وأملي أن يكون هذا العمل المخبري في المستوى المطلوب، ويفتح المجال لمواصلة البحث في علم الصوت العربي والتوسع فيه. وأخيرا، الحمد والشكر لله.

بسم الله الرحمن الرحيم

"و من ءاياته خلق السموات والأرض واختلافُ ألسنتكم وألوانكم إن في ذلك لآيات للعالمين". (*صدق الله العظيم*) من سورة الروم، الآية 22.

الملاحق

الكتابة الصوتية العالمية المعتمدة في هذا البحث:

الحرف	الرمز العالمي	الحرف	الرمز العالمي
ء	ʔ	ض	ḍ
ب	b	ط	ṭ
ت	t	ظ	ḍ
ث	ṯ	ع	ʿ
ج	ǧ	غ	ġ
ح	ḥ	ف	f
خ	ḫ	ق	q
د	d	ك	k
ذ	ḏ	ل	l
ر	r	م	m
ز	z	ن	n
س	s	ه	h
ش	š	و	w
ص	ṣ	ي	y

الحركات	
القصيرة	الممدودة
a	ā
i	ī
u	ū

المدونة الصوتية:

جعلنا في مدونتنا الصوتية، الأصوات المدروسة في سياق صوتي بعيد عن التأثير و التأثر بالمجاورة و التركيب. فاخترنا صيغة مصطنعة؛ و هي معمول بها في الدراسات التحليلية في المخابر العالمية و هو ما يسمى (logatome). و الصيغة التي اخترناها هي "قل / ص ح ص ح ص/ فقط. و جعلنا حرف اللام قبل الحرف المدروس و حرف الفاء بعده، و هذا لغرض عزل الحرف بالسهولة على مستوى الفلم السنيمائي و معرفة بدايته و نهايته بوضوح و بدقة. كررنا في الصيغة نفس الحرف و نفس الحركة لحصر التفاعل في نطاق محدود. لقد كررت القراءة عدة مرات و بترتيب عشوائي. لقد كررنا الحروف مع الفتحة ثم مع الضمة و مع الكسرة.

تركيب المدونة:

قل /أ أ أ / فقط

قل /هَهه / فقط

قل / ععع / فقط

قل /ححح / فقط

قل /غغغ / فقط

قل / خخخ / فقط

قل / ققق / فقط

قل / د د د / فقط

قل / تتت / فقط

قل / ضضض / فقط

قل / طططط / فقط

وشكل الصيغة بالكتابة الصوتية العالمية كالآتي: / c_1 v_1 c_2 v_2 c_3 / / c_1 v_1 c_2 v_2 c_3 /

الإحالة لمختلف الرسوم الواردة في العمل:

الصفحة	المحتوى
96 .1	رسم يمثل شكل الأوتار وتركيبها.
97 .2	رسم يمثل وضعية الأوتار في التنفس العادي.
97 .3	رسم يمثل وضعية الأوتار في التصويت.
97 .4	رسم يمثل شكل المزمار مفتوحا مع تحديد الوتر الصوتي و لسان المزمار و جذر اللسان.
98 .5	رسم يمثل مقطع جانبي لجهاز النطق.
99 .6	رسم يمثل غضاريف الحنجرة وموقع الوترين وشبه الوترين، مع رسم لتركيب الغضاريف؛ نظرة أمامية ونظرة خلفية.
143 .7	رسم يمثل شبكة القياس الفيزيولوجي مع منظر جانبي من صور الفيلم.
144 .8	رسم يمثل مقطعا جانبيا لجهاز النطق مع تحديد الأعضاء.
235 .9	رسم رقم 1 يمثل شبحية (رسم طيفي) مع الرسم الموجي.

10.	235	رسم رقم 2 يمثل شبحية مع إظهار منحنى التردد الأساسي(pitch).
11.	236	رسم رقم 3 يمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية.
12.	236	رسم رقم 4 يمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية مع مسار البواني.
13.	237	رسم رقم 5 يمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية ومنحنى التردد الأساسي.
14.	237	رسم رقم 6 يمثل الرسم الموجي مع الرسم الطيفي مع منحنى الشدة الصوتية ومنحنى التردد الأساسي مع مسار البواني.
15.	220	مشهد أقصى الحلق و تحديد موضع شبه الأوتار والمدخل الحنجري (بطين مرجاني) و محاور قياسه.
16.	221	رسم يمثل شكل المدخل الحنجري؛ للهمزة و العين والحاء مع انقباض شبه الوترين الصوتيين.
17.	221	رسم يمثل شكل المدخل الحنجري للغين والخاء والقاف مع وضعية شبه الوترين الصوتيين.

18. 222 رسم يمثل شكل المدخل الحنجري؛ للضاد و الدال والتاء و الطاء مع وضعية شبه الوترين.

19. 226 رسم يمثل شكل الموجة البسيطة؛ بالمنحن الجيبي وهو شكل النغمة البسيطة.

قيم التردد الأساسي والبانية الأولى للحركات الثلاث مع:

1. 243 مع الهمزة.
2. 249 مع الهاء.
3. 258 مع العين.
4. 263 مع الحاء.
5. 276 مع الغين.
6. 281 مع الخاء
7. 283 مع القاف
8. 293 مع الضاد
9. 298 مع الطاء
10. 306 مع الدال
11. 311 مع التاء

رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الحرف مع الفتحة: في موقع الصدارة والتوسط والتطرف، وشكله للفتحة الأولى وللفتحة الثانية:

250 .12 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الهمزة مع الفتحة، وكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /ʔaʔaʔ/ .

251 .13 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الهاء مع الفتحة، و كل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /hahah/ .

264 .14 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق العين مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /ᶜaᶜaᶜ/ .

265 .15 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الحاء مع الفتحة، و كل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /ḥaḥaḥ/ .

277 .16 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الغين مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي/ġaġaġ/.

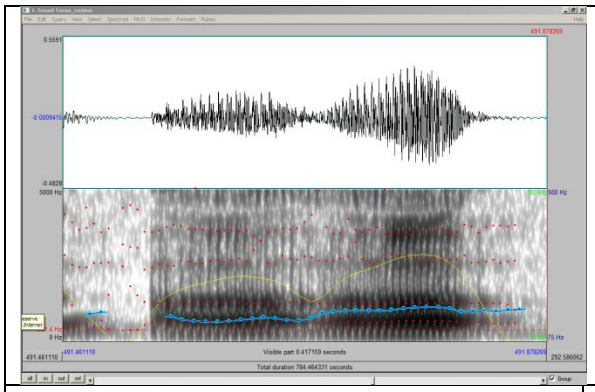
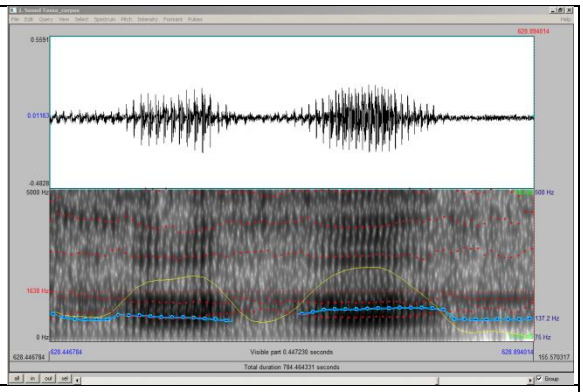
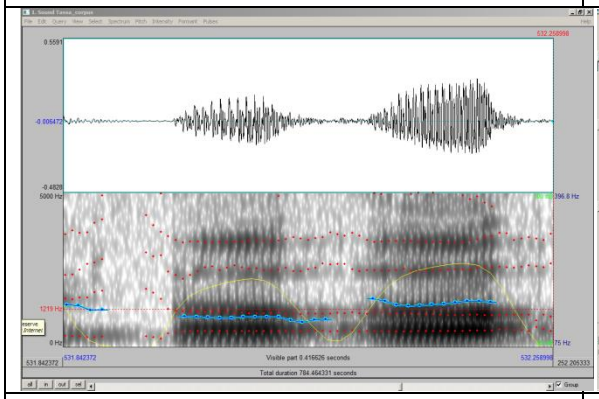
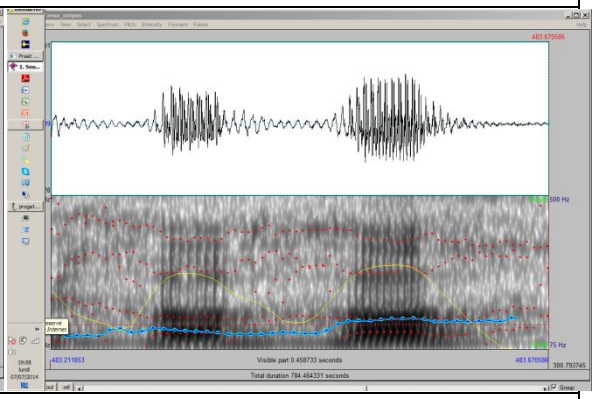
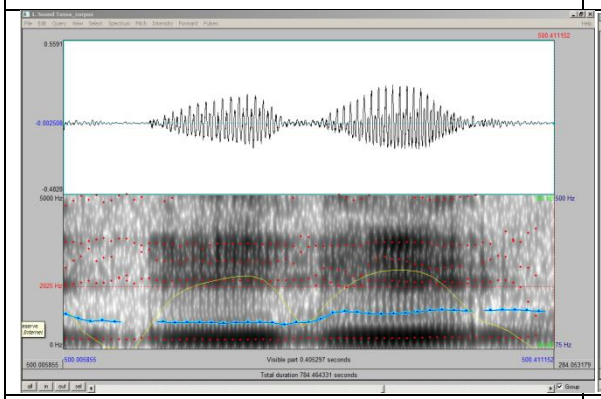
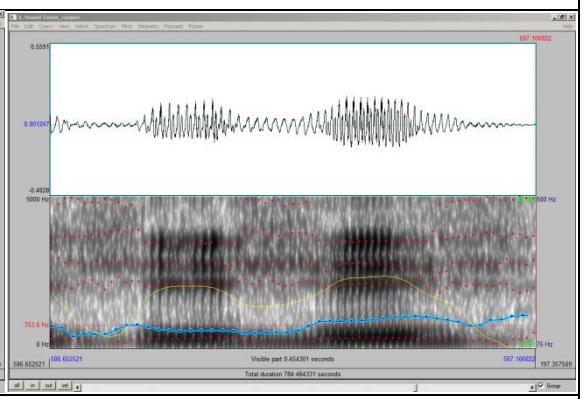
278 .17 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الخاء مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي/ẖaẖaẖ/ .

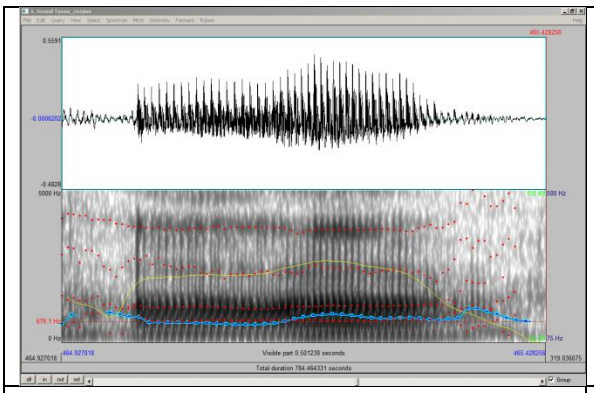
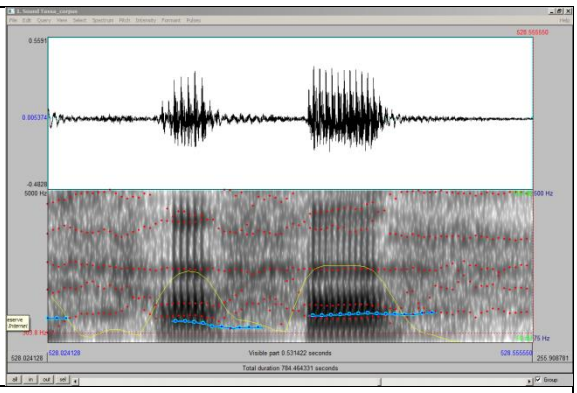
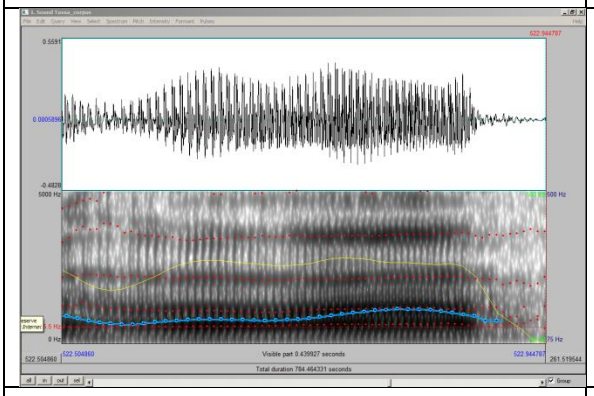
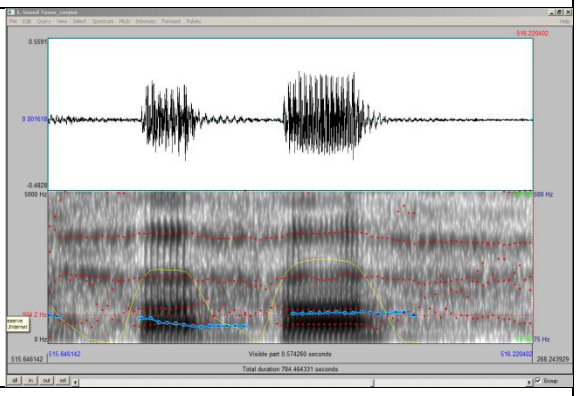
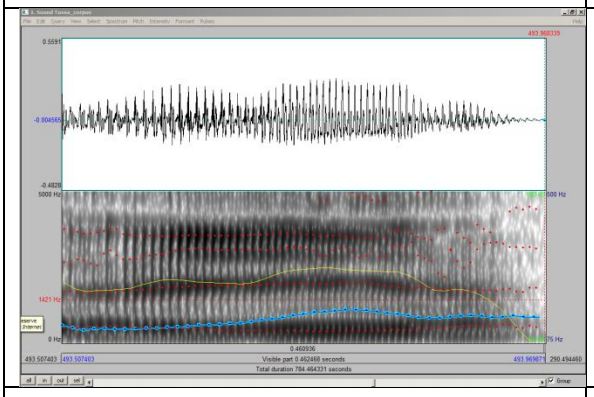
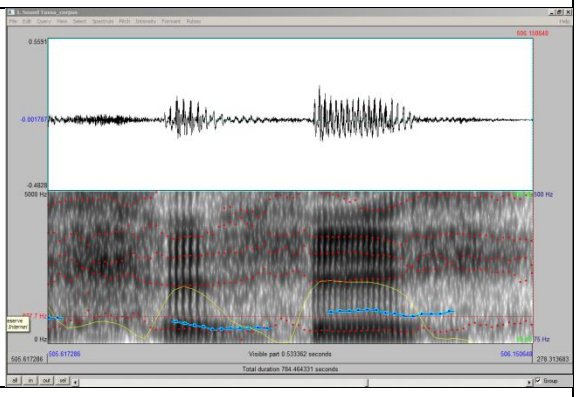
284 .18 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق القاف مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /qaqaq/ .

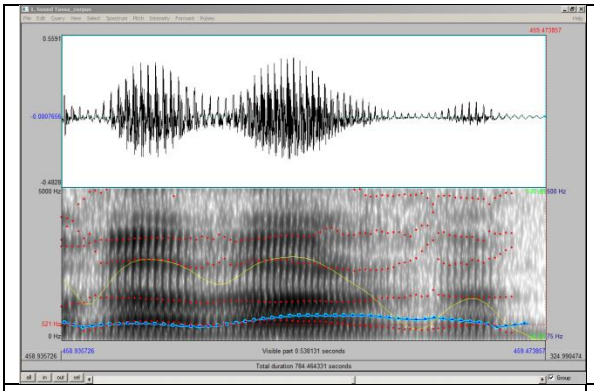
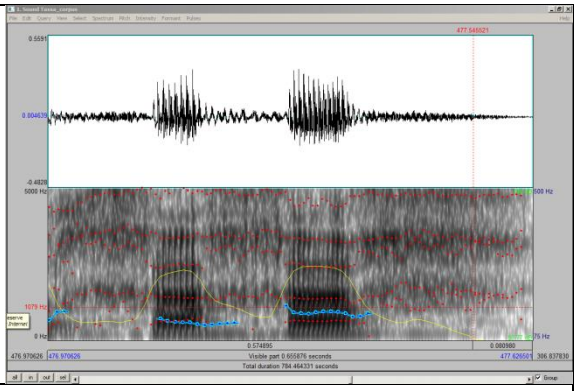
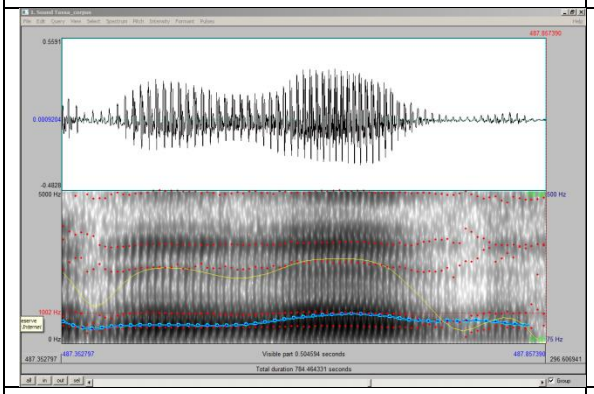
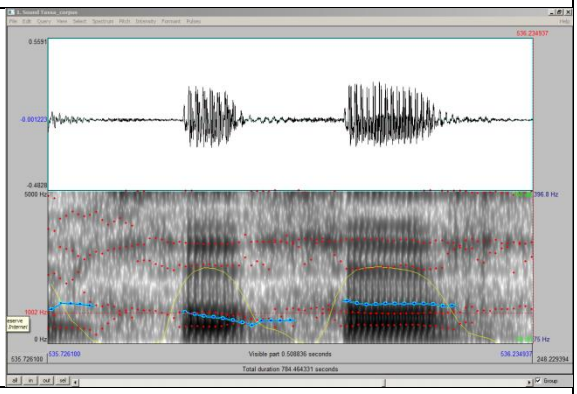
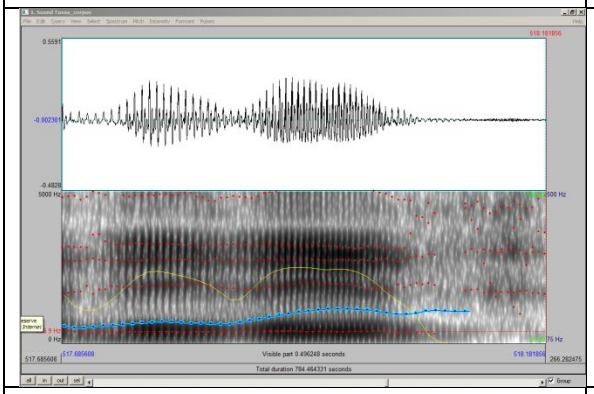
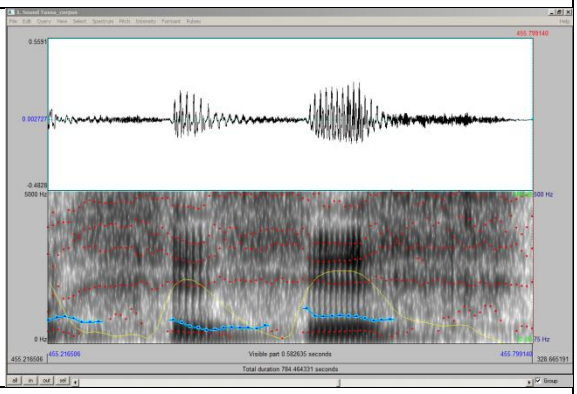
285 .19 رسم يمثل شكل الجهاز في نطق القاف مع

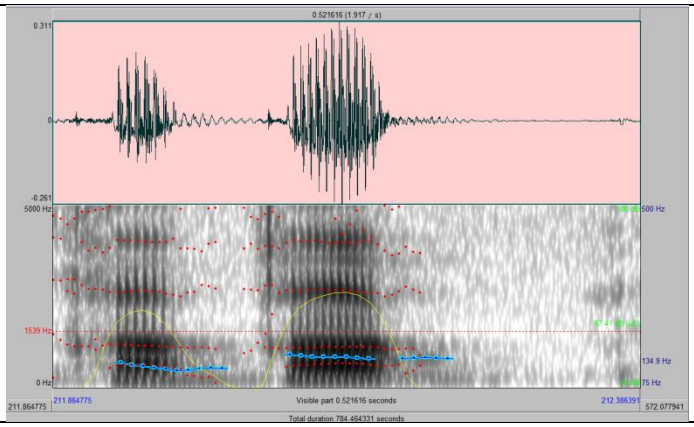
	الضمة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /ququq/ .
20. 299	رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الضاد مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /ḍaḍaḍ/ .
21. 300	رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الطاء مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /ṭaṭaṭ/ .
22. 312	رسم يمثل شكل الجهاز في نطق الدال مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي/dadad/ .
23. 313	رسم يمثل شكل الجهاز في نطق التاء مع الفتحة، وشكل يمثل رسم الشبحية للمقطع الصوتي /tatat/.

الرسم الطيفي لأصوات المدونة:

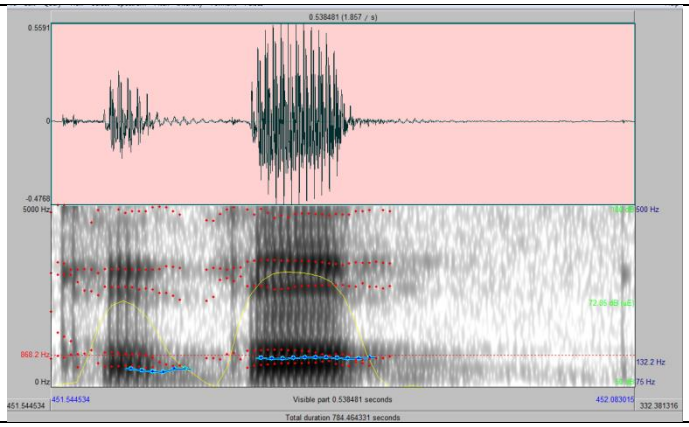
	
/ʔaʔaʔ/	/hahah/
	
/ʔuʔuʔ/	/huhuh/
	
/ʔiʔiʔ/	/hihih/

	
/ᶜaᶜaᶜ/	/ḥaḥaḥ/
	
/ᶜuᶜuᶜ/	/ḥuḥuḥ/
	
/ᶜiiᶜ/	/ḥiḥiḥ/

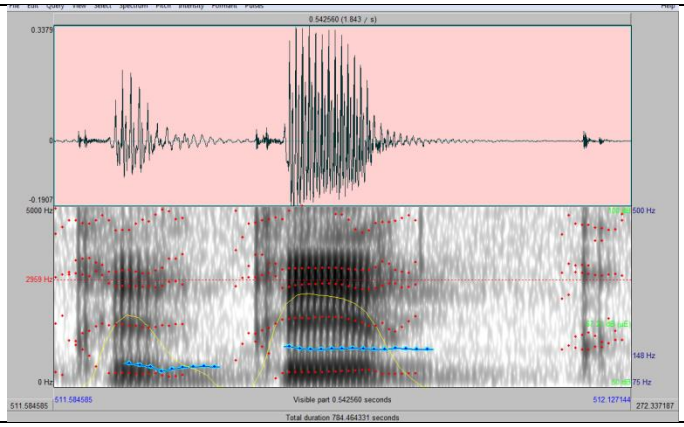
	
/ġaġaġ/	/ḫaḫaḫ/
	
/ġuġuġ/	/ḫuḫuḫ/
	
/ġiġiġ/	/ḫiḫiḫ/



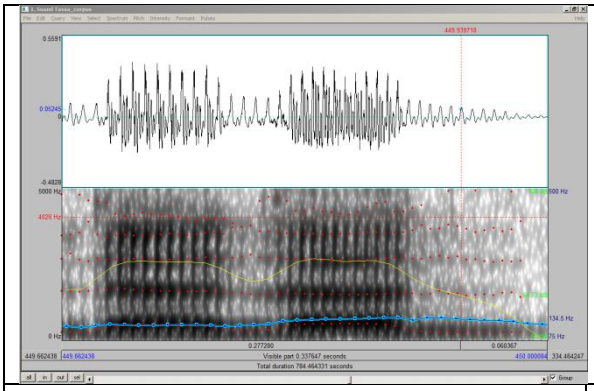
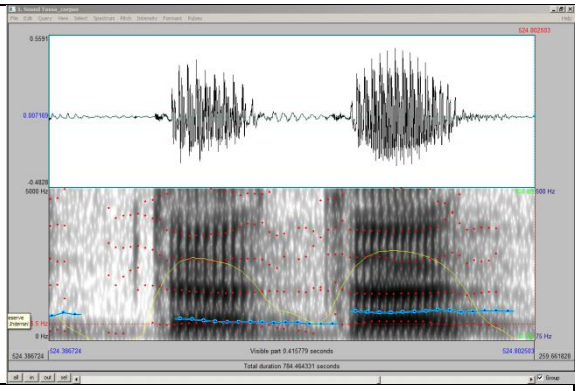
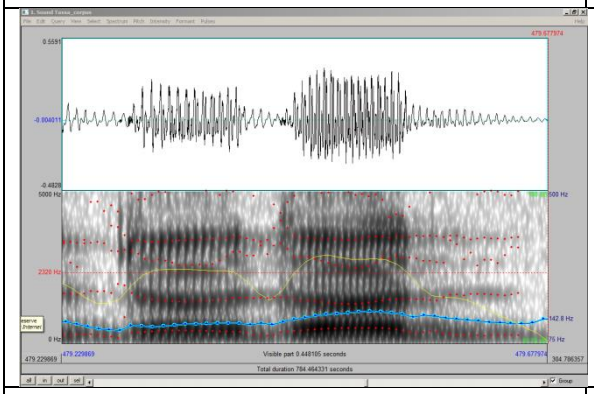
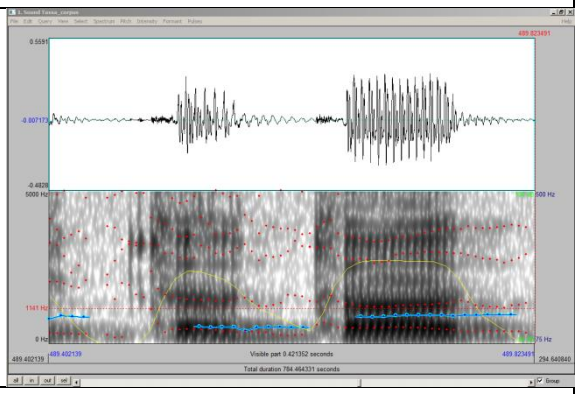
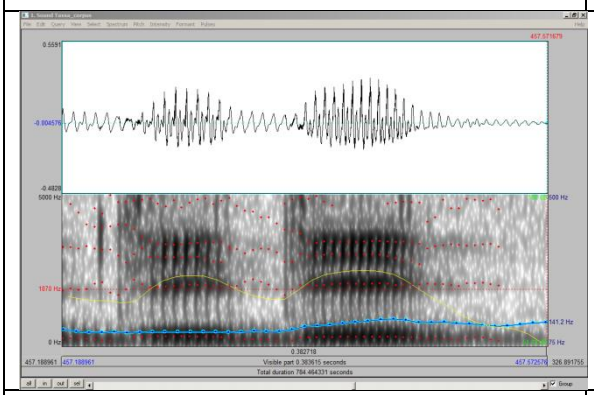
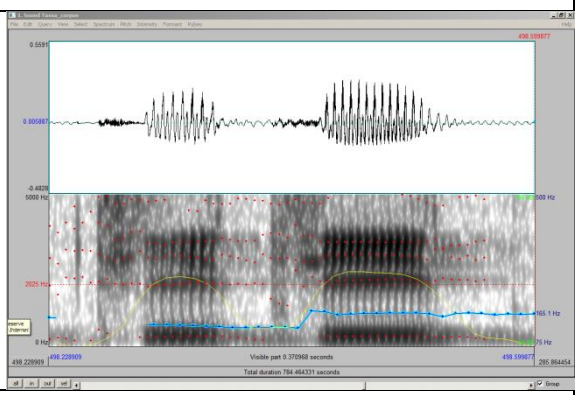
/qaqaq/

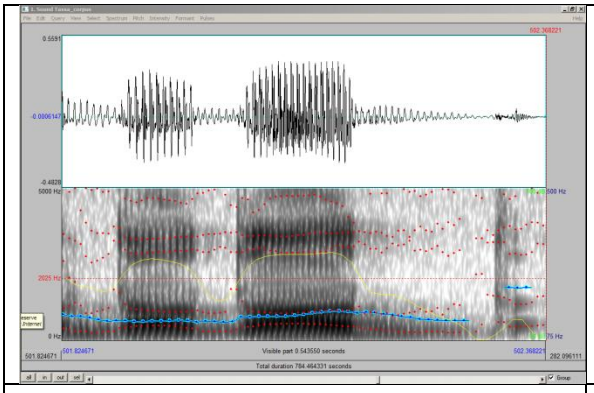
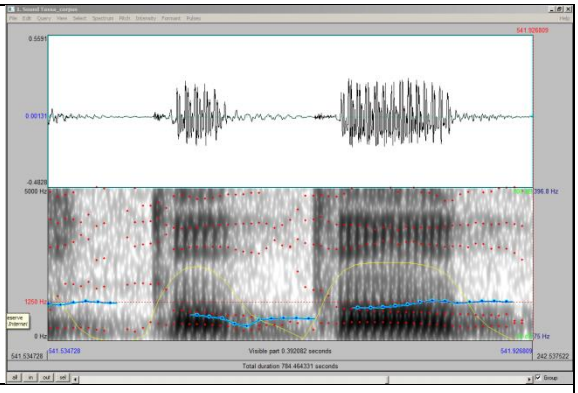
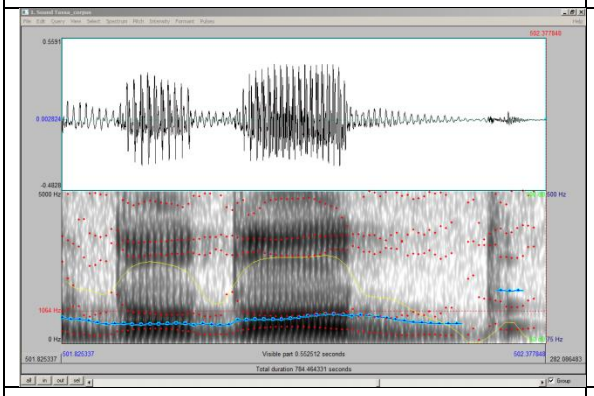
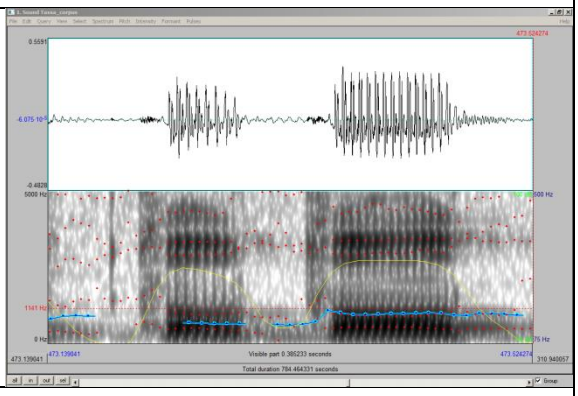
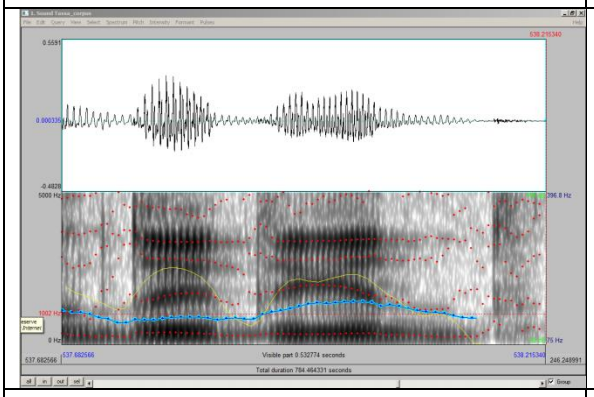
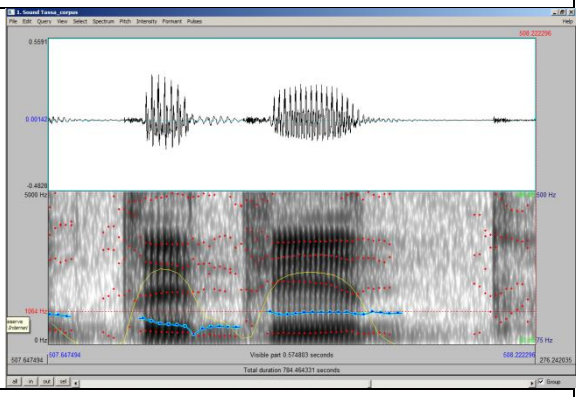


/ququq/



/qiqiq/

	
/dadad/	/tatat/
	
/dudud/	/tutut/
	
/dидid/	/titit/

	
/ḍaḍaḍ/	/ṭaṭaṭ/
	
/ḍuḍuḍ/	/ṭuṭuṭ/
	
/ḍiḍiḍ/	/ṭiṭiṭ/

المراجع

ثبت المراجع العربية

1 القرآن الكريم

2 ابن أبي طالب أبو محمد مكي القيسي القيرواني، الرعاية لتجويد القراءة وتحقيق الألفاظ، تحقيق أحمد حسن فرحات، دمشق، 1393هـ ، 1973م.

3 ابن الأنباري، أبو البركات عبد الرحمن بن محمد، زينة الفضلاء في الفرق بين الضاد والظاء، تحقيق رمضان عبد التواب، بيروت، دار الأمانة ومؤسسة الرسالة،1971

4 ابن الجزري شمس الدين، التمهيد في علم التجويد؛ الرياض: مكتبة المعارف، 1985، بيروت، مؤسسة الرسالة 1986.

5 ابن الجزري، شمس الدين أبو الخير محمد بن محمد العمري الدمشقي (751 –833 هـ) النشر في القراءات العشر، تحقيق د. غانم قدوري حمد، بيروت، مؤسسة الرسالة، (د ت).

6 ابن جني، أبو الفتح عثمان، الخصائص (ثلاثة أجزاء)، تحقيق محمد علي النجار، القاهرة، دار الكتب المصرية 1952– 1965، القاهرة، ط 3، الهيئة العامة للكتاب، 1986.

7 ابن جني، أبو الفتح عثمان، سر صناعة الإعراب (جزءان) ، تحقيق حسن هنداوي، دمشق، دار القلم، 1985.

الخليل بن احمد الفراهيدي، العين، ج1، تحقيق د. مهدي المخزومي ود. ابراهيم السامرائي، دار الرشيد للنشر، بغداد 1400هـ – 1980م

8 ابن دريد أبو بكر محمد بن الحسن الأزدي، جمهرة اللغة، بيروت، دار صادر (د ت) حيدر آباد، دائرة المعارف، 1351 هـ، بغداد، مكتبة المثنى 1970.

9 ابن سينا، أبو علي الحسين بن عبد الله البخاري، أسباب حدوث الحروف، تحقيق محيي الدين الخطيب، مطبعة دار الفكر، دمشق، سورية، 1983.

10 ابن منظور، جمال الدين أبو الفضل محمد، لسان العرب، دار المعارف، القاهرة،

.1981

11 ابن يعيش، موفق الدين، شرح المفضل، القاهرة، دار الطباعة المنيرية (د ت).

12 أبو الهيجاء، خلدون، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، الطبعة الأولى، 2006.

13 الأزهري، أبو منصور محمد بن أحمد، تهذيب اللغة، تحقيق عبد السلام محمد هارون القاهرة.

14 أنيس، إبراهيم، الأصوات اللغوية، القاهرة، مطبعة نهضة مصر، دار النهضة العربية 1961، مكتبة الأنجلو المصرية، 1961.

15 أوديشو، أدور يوحنا، هل كان سيبويه محقافي وصفه لبعض الأصوات بالجهر؟، آفاق عربية، العدد 2، 1976.

16 البخاري، أبو عبد الله محمد بن اسماعيل، صحيح البخاري، القاهرة.

17 بسة، محمود علي، العميد في علم التجويد، مطبعة الرافعي وشركاه، الطبعة الأولى 1960.

18 بشر، كمال محمد، علم اللغة، الأصوات، القاهرة، دار المعارف بمصر، 1970.

19 البكوش، الطيب، التصريف العربي من خلال علم الأصوات الحديث، الطبعة الثالثة تونس، 1992.

20 الجزري، شمس الدين محمد، النشر في القراءات العشر، القاهرة، 1961.

21 الحاج صالح، عبد الرحمن، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، جزءان، موفم للنشر، 2007.

22 حجازي، محمود فهمي، مدخل إلى علم اللغة، القاهرة، دار الثقافة للطباعة والنشر، 1978.

23 حركات، مصطفى، الصوتيات والفونولوجيا، دار الأفاق، 1998.

24 حسان، تمام، مناهج البحث في اللغة، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية، الدار البيضاء، 1980.

25 حسن الشيخ عبد الواحد، التنافر الصوتي والظواهر السياقية، مكتبة ومطبعة الاشعاع الفنية، الطبعة الاولى، 1999.

26 حسني شيخ عثمان، حق التلاوة، مكتبة المنار للطباعة والنشر والتوزيع، الأردن، 1990.

27 حمد، غانم قدوري، الدراسات الصوتية عند علماء التجويد، 1986.

28 حمد، غانم قدوري، تحقيق، بيان العيوب التي يجب أن يتجنبها القراء لابن البناء، مجلة معهد المخطوطات العربية المجلد 31 الجزء الأول، 1978.

29 حمد، غانم قدوري، مدخل إلى أصوات اللغة العربية، مطبعة المجمع العلمي، بغداد، 2002.

30 الداني، أبو عمرو عثمان بن سعيد، (371–444 هـ) التيسير في القراءات السبع، القدس (د ت).

31 الرازي، أبو العباس أحمد بن محمد بن المظفر بن المختار، كتاب الحروف، تحقيق رمضان عبد التواب القاهرة، مطبعة الخانجي، 1982.

32 الزجاج، أبو اسحق ابراهيم بن السري سهل (241–311 هـ)، معاني القرآن و إعرابه، تحقيق عبد الجليل عبود شلبي القاهرة، اللجنة العامة لشؤون المطابع الأميرية، 1974.

33 السعران، محمود حسن، علم اللغة، القاهرة، دار المعارف، 1962.

34 السعران، محمود، علم اللغة مقدمة للقارئ العربي، الطبعة الثانية دار الفكر العربي القاهرة، 1992.

35 سيبويه، أبو بشر عمرو بن عثمان بن قنبر، الكتاب (جزءان) القاهرة، المطبعة الأميرية ببولاق 1317 هـ، وبتحقيق عبد السلام محمد هارون (أربعة أجزاء) الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1975.

36 السيرافي، أبو سعيد الحسن بن عبد الله، شرح كتاب سيبويه القاهرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1986.

37 السيوطي، عبد الرحمن جلال الدين، المزهر في علوم اللغة وأنواعها، المكتبة العصرية بيروت، 1986.

38 السيوطي، عبد الرحمن جلال الدين، همع الهوامع في شرح الجوامع، الطبعة الأولى، دار الكتب العلمية بيروت، 1998.

39 شاهين، عبد الصبور، أثر القراءات في الأصوات والنحو العربي، القاهرة، مكتبة الخانجي، 1987.

40 الصغير، محمد فتح الله، الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية، من كلية الآداب، جامعة الفاتح، مطبعة عالم الكتب الحديث، إربد الأردن، 2008.

41 صلاح حسنين، المدخل في علم الأصوات المقارن، توزيع مكتبة الآداب، 2005-2006.

42 طالب الإبراهيمي، خولة، مبادئ في اللسانيات، دار القصبة للنشر، 2000.

43 العاني، سلمان حسن، التشكيل الصوتي في اللغة العربية، ترجمة: ياسر الملاح، محمد محمود غالي، جدة السعودية، النادي الأدبي الثقافي، الطبعة الأولى، 1403هـ- 1983م.

44 عبد التواب، رمضان، التطور اللغوي، القاهرة، مكتبة الخانجي، 1983.

45 عبد الله بوخلخال، الإدغام عند علماء العربية في ضوء البحث اللغوي الحديث، ديوان المطبوعات الجامعية، 2000.

46 عمر، أحمد مختار، دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتب القاهرة، 1991.

47 الفارابي، أبو نصر محمد، الحروف، تحقيق محسن مهدي، بيروت، دار المشرق.

48 الفارابي، أبو نصر محمد، الموسيقى الكبير، القاهرة، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر.

49 فايد، وفاء كامل، الباب الصرفي وصفات الأصوات، دراسة في الفعل الثلاثي المضعَّف، عالم الكتب، 2001، الطبعة الاولى.

50 الفراهيدي، أبو عبد الرحمن الخليل بن أحمد، العين (ثمانية أجزاء)، تحقيق مهدي المخزومي وإبراهيم السامرائي، بغداد، دار الرشيد، 1980- 1985.

51 القرالة، زيد خليل، الحركات في اللغة العربية، دراسة في التشكيل الصوتي. (جامعة آل البيت) عالم الكتب الحديث، 2004.

52 كانتينو، جان، دروس في علم أصوات العربية، ترجمة صالح القرمادي، منشورات الجامعة التونسية، 1966.

53 كايد أبو اشقير، عبد المهدي، تحليل أكوستيكي لوجوه الاختلاف الصوتي بين ورش

وقالون في قراءة نافع، عالم الكتب الحديث، إربد – الأردن، 2006.

54 كرجيه، أمجد عبد الرزاق، فيزياء الصوت والحركة الموجية، بغداد، 2000.

55 المبرد، أبو العباس محمد بن يزيد، المقتضب، المجلس الأعلى للشؤون الإسلامية، القاهرة، 1399 هـ.

56 محمد الصافي، خديجة، نسخ الوظائف النحوية في الجملة العربية، دار السلام للطباعة والنشر والتوزيع والترجمة، الطبعة الاولى سنة 1429 هـ – 2008م، القاهرة.

57 المرعشي، محمد المرعشي ساجقلي زادة، جهد المقل، مخطوط في مكتبة المتحف في بغداد رقم 6/11086، وتحقيق سالم قدوري حمد، 1992، جامعة بغداد.

58 مصلوح، سعد عبد العزيز، دراسة السمع والكلام، الطبعة الأولى عالم الكتب القاهرة، 2000.

59 منصور بن محمد الغامدي، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة، الرياض، الطبعة الأولى، 2001.

60 الناصر، عبد المنعم، شرح صوتيات سيبويه، دار الكتب العلمية، بيروت، 2012.

61 وافي، علي عبد الواحد، فقه اللغة، القاهرة، مطبعة البيان العربي طبعة الرابعة، 1956.

الدوريات والرسائل العلمية

1 جميل ابتسام، الخصائص النطقية والأكستيكية للصوامت الاحتكاكية في العربية (أطروحة دكتوراه)، الجامعة الأردنية، 2003.

2 مجلة المجمع الجزائري للغة العربية، دورية لغوية علمية تصدر عن المجمع الجزائري للغة العربية بالجزائر، العدد الأول، السنة الاولى، 2005.

قائمة المصادر والمراجع باللغة الأجنبية

AL-ANI, (S.H.).	An acoustical and physiological investigation of the arabic /ᶜ/, Actes du X^{ème} congrés International des Linguistes, Buccarest, 1967, Vol. 4, pp.155-160.
AL-ANI.	Arabic phonology,Mouton, Paris, 1970.
AL-ANI.	Literary Arabic X-ray sound films, actes du VI^{ème}congrès International des sciences phonétiques, Prague, 1967, pp. 109-110.
ALI (L.H.)-DANILOFF (R.G.).	A cinefluorographic – phonologic investigation of Emphatic - sounds assimilation in Arabic , Actes du VII^{éme}, Congrès International des sciences phonétiques, Montréal, 1971, p.639-648.
ALI (L.H.)-DANILOFF (R.G.).	A contrastive cinefluorographic investigation of the articulation of emphatic/non emphatic cognate consonants, Studia Linguistica, 1972, vol.26, n ˚42pp.81-105.
ALI (L.H.)-DANILOFF (R.G.).	The perception of coarticulated emphaticness , in : Phonetica, 1974, 29, pp.225-231.
ALIOUA (A.) .	L'effet des consonnes d'arrière sur la structure formantique des voyelles longues en arabe littéral (locuteurs marocains), in : Mélanges dephonétique générale et expérimentale .offerts à Pela SIMON, Publication de l'Institut de phonétique de Strasbourg; 1989.pp.1-10.
ALIOUA (A.).	Etude phonétique de /au.et /ai/ de l'arabe littéral : analyse acoustique fondée sur la spectrographie.(locuteur marocain) ; T.I.P.S, 17, 1985, PP. 13-45.
ALIOUA (A.).	De la corrélation entre la durée de l'aperture des voyelles brèves en arabe littéral ? T.I.P.S., 22, 1991/92, PP.1-8.
ATTAOUI (M.).	Force articulatoire et gémination en arabe marocain de Fès, T.I.P.S., 23, 1993, PP 1-25.
AUTESSERRE (D.),	Exploration radiologique de l'oropharynx, de

ROSSI (M.)et al. — l'hypopharynx et du larynx en phonation, Séminaire Larynx et Parole, Institut de phonétique – Grenoble, 1979.

BELKAID (Y.). — Les voyelles de l'arabe littéraire moderne, analyse spectrographique, T.I.P.S, 16, 1984, PP.217-240

BERG (J.V.D.). — Physiologie et physique de la vibration des cordes.vocales ; in : Larynx et phonation : Anatomie-physiologie, Clinique-pathologie.

Symposium international sur la fonction phonatoire. du larynx, 20-21 oct.1955.édition Presses Universitaires de France, 1957.

BOE (L.J.) DESCOUT (R.) GUERIN (B). — Larynx et parole. Actes du séminaire organisé àl'institut de phonétique de Grenoble, les 8 et 9 Février 1979 sous le patronage du groupe Communication parlée, de G.A.L.F, 1979.

BOE (L.J.). — Anatomie et physiologie de phonation .Une introduction.Travaux de l'Institut de phonétique de Grenoble, Série A. Manuels, 1977.

BOFF (M. C.). — Contribution à l'étude expérimentale des consonnes d'arrière de l'arabe classique (locuteurs marocains). Thèse de doctorat de 3 éme cycle présentée à l'U.S.H.S, T.I.P.S, 15. 1983, p.365.

BOGNAR (E.). — Directions des recherches phonétiques consacrées à la mâchoire, Bulletin de l'institut de phonétique de Grenoble, 1983, vol. 12 pp. 1-15.

BONNOT (J.F), (A) 1989. BOTHOREL — Co-dépendances des traits phonétiques, sensibilité au contexte et variabilité paramétrique, in : Mélanges de phonétique générale et expérimentale, offerts à pela SIMON, publication de l'Institut de phonétique de Strasbourg, 1972, pp.95-116.

BONNOT (J.F). — Contribution à l'étude des consonnes emphatiques de l'arabe à partir des Méthodes expérimentales.Thèses de Doctorat 3 éme cycle, présentée à l'U.S.H.S, 1976.

BONNOT (J.F). — Recherche expérimentale sur la nature des consonnes emphatiques de l'arabe classique, T.I.P.S, 8, 1977, 47-88

BONNOT (J.F). — Production de la parole et coarticulation, T.I.P.S, 20, 1990, p.172.

BOTHOREL (A). La gémination consonantique dans un parler breton(Argol) ; Actes du 7éme congrès internationale des sciences phonétiques, Montréal 1971, Mouton the Hague, pp. 659-665.

BOTHOREL (A). Déplacement de l'os hyoide et F_0.
Séminaire Larynx et parole, Institut de phonétique-Grenoble (8-9 février1979).

BOTHOREL (A). Positions et mouvements de l'os hyoïde dans la chaine parlée, T.I.P.S. 7, 1975, pp. 80-132.

BOTHOREL (A). b)-Déplacement vertical de l'os hyoïde et variation de la fréquence fondamentale, T.I.P.S. 10, 1978, PP ,120-130.

BOTHOREL (A). a)- Etude phonétique et phonologique du breton parlé à Argol (Finistère-sud), Thèses, de doctorat d'état, présentée à l'U.S.H.S. service de reproduction des Thèses, université de Lille III (1983), 407 p.

BOTHOREL (A). La cavité pharyngale configuration et variation dans la chaine parlée, extrait de mélanges à la mémoire de LOUIS MICHEL, université Paul VALERY Montpelier, 1979, pp.103-118.

BOTHOREL (A). Mouvement des lèvres, déplacement du larynx et variation de la longueur du conduit vocal, séminaire international sur la labialité, G.A.L.F. Lannion1980.

BOTHOREL (A). Apport de la cinématographie à la recherche linguistique, communication à la Journée d'étude-Institut de phonétique de Paris V, 1982.

BOTHOREL (A.), BROCK (G.), MAILLARD-SALIN (G.). Contribution à l'étude des rapports entre les mouvements de l'os hyoïde et le déplacement du larynx, T.I.P.S. 12, 1980, PP .225-269.

BOTHOREL (A.), SIMON (P.). Cinéradiographie des voyelles et consonnes du Français, travaux de WIOLAND (F.), ET ZERLING (J.P.), l'Institut de phonétique de Strasbourg, 1986.

BOTHOREL (A.). Contraintes physiologiques et indices articulatoires, speech communication, 1983, pp 119-122.

BOURCIEZ (E.) ET (J.). Phonétique française, éd. KLINCKSIECK, Paris,

1967,243p.

BRINCHLER – LABAYE (C.). Les voyelles françaises, mouvements et positions articulatoire à la lumière de la radiocinématographie. éd. KLINCKSIECK-Paris, 1970, 258 p.

BROCK (G.). Méthode de synchronisation graphique image – son pour l'exploitation de films radiologiques T.I.P.S. 9, 1977, PP. 221-232.

CALLIOPE. La parole et son traitement automatique (préface de Gunnar Fant).Collection technique et scientifique des Télécommunications, éditeur principal J.P.TUBACH-MASSON, 1989.

CANTINEAU (J.). Etudes de linguistique arabe, mémoire jean CANTINEAU. KLINCKSIECK
Paris, 1960, réédition d'un ensemble d'articles :
-cours de phonétique arabe, Alger, 1941, pp1-125.

Esquisse d'une phonologie de l'arabe classique, extrait de B.S.L., n : 43, 1946, pp.93-140, -pp. 165-204.

COHEN (D.). Sur le statut phonologique de l'emphase en arabe, WORD, Volume 25, N : 3, 1969, pp. 59-69.

COHEN (M.). Le parler arabe des juifs d'Alger, Paris. marron d'édition - Essai comparatif sur le vocalisme et la phonétique du chamito-sémitique, champion, Paris, 1947.

CORNUT (G.). LA VOIX, collection que sais-je? Presses universitaire de France, 1990.

DELATTRE (P.). a) la force d'articulation consonantique en français, studies in French and comparative Phonetics, Mouton, the Hague, 1966, pp. 111-120.

DELATTRE (P.). b) Le jeu des transitions de formants et la perception des

Consonnes, studies in French and comparative phonetics Mouton, The Hague, 1966, pp 276-286.

DELATTRE (P.). Divergences entre nasalité vocalique et consonantique, Word, 24, 1986, pp64-72.

DELATTRE (P.). Des indices acoustiques aux traits pertinents. Actes du congrès de PRAGUE, 1970.

DELATTRE (P.). Pharyngeal features in the consonants of Arabic, German,Spanish French and America English, phonetica, 23, 1971, pp 129-155.

DELATTRE (P.). Les attributions acoustiques de la nasalité vocalique et consonantique, studia linguistia, 8,1954, pp 103-109.

DENZ (A.). Die phonetische Beschaffenheit der laryngale im Arabishen und ihre phonologishe Systematisierung Z.D.M.G., cxiv, 1964, pp 232-238.

DJEBALI HAOUCHE (T). Etude radiocinématographique et acoustique des phonèmes spécifiques à la langue arabe.

Mémoire de Magister, présenté à l'Université d'Alger en Mai 1997.

DJEBALI HAOUCHE (T). Etude radiocinématographique et acoustique des phonèmes spécifiques à la langue arabe.

Dans revue : Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg n° 35b, 2010 pp.156 à 164.

DJEBALI HAOUCHE (T). Configuration des cavités et valeurs acoustiques des formants de la voyelle /a/ en contexte pharyngal et emphatique : étude corrélative.

National Conference on Speech Processing, 10th and 11th December 2014 Algiers, CRSTDLA.

EMERIT Etienne. Nouvelle contribution à la théorie des «locus», phonetica, 30, 1974, pp1-30.

EMERIT Etienne. Cours de phonétique acoustique, édition SIBAWAYH, SNED, Alger, 1975.

EMERIT Etienne. Nouvelle contribution à la théorie des «locus» 3emePartie.L'individualité de «formes sonores», phonetica 33, 1976, pp425-466.

EMERIT Etienne. la corrélation Acoustico – Articulatoire des phonèmes dans L'enseignement et la synthèse graphique de la parole, in «Mélanges de phonétique générale et expérimentale» offerts à Pela SIMON Publications de l'Institut de phonétique de Strasbourg, 1989, pp 335-355.

FALC'HUN (F.). L'énergie articulatoire des occlusives, phonética 13, 1965, pp 31-36.

FANT (G.).	Acoustic theory of speech production. Mouton and co. S. Gravenhagne, 1960, 323p.
FANT (G.).	Sound spectrography, proceedings of the IV th international congress of phonetic sciences, Helsinki1961, pp14-34.
FANT (G.).	Formants and cavities, proceedings of the V th international congress of phonetic sciences, BaselS. Karger, 1965, pp120-141.
FANT (G.).	Speech analysis.Stops in C V syllables, STL-QPSR, 4, 1969, pp1-25.
FISCHER-JORGENSEN (E.).	Acoustic analysis of stop consonants, miscellanea phnetica,2, 1954 ,pp42-59.
FISCHER-JORGENSEN (E.).	Les occlusives françaises et danoises d'un sujet bilingue, Word, 24, 1968, pp112-153.
FISCHER-JORGENSEN (E.).	a)Tape cutting experiments with danish stop consonants in initial position, ARIPUC, 6, 1972, pp104-168.
FISCHER-JORGENSEN(E.).	b) «P T K » et «B D G» français en position intervocalique accentuée, papers in linguistics and phonetics to the memory of P. DELATTRE, Mouton, the Hague, 1972, pp143-200.
GHAZELI (S.).	La coarticulation de l'emphase en Arabe, Arabica, 28, 1982, pp 251-177.
GIANNINI (A.).PETTORINO (M.).	The emphatic consonants in Arabic .S C R IV – speech laboratory report, 1982.
GIMSON, (A.C.).	An introduction to the pronunciation of English, 2nd.éd.E. ARNOLD. London, 1970.
GLEASON (H.A.).	Introduction à la linguistique, traduction de Françoise DUBOIS-CHARLIER librairie LAROUSSE- Paris, 1969.
GUERTI, (M.).	Synthèse par règles du Français, Thèse de doctorat d'Etat Présentée à l'Ecole National Polytechnique d'Alger – dépt d'électronique ,1993.
GUEYE (G.).	Les corrélats articulatoires et acoustiques de la distinction +- A T R en nd'ut… T.I.P.S. 18, 1986.

GUTH (G). où en sont les études de physiologie phonatoire ? in : revue« Lisaniyyat » volume 2, N : 1 édition SIBAWAYH-SNED, Alger, 1972.

GUTH (G). Contribution expérimentale à l'étude des attributs acoustique de la nasalité, SNED, Alger, 1972.

HADJ_SALAH (A.). La notion de syllabe et la conception cinético – impulsionnelle des phonéticiens arabes, in : al-Lisaniyyat (revue algérienne de linguistique), 1, 1971, pp, 63-83.

HADJ_SALAH (A.). Linguistique arabe et linguistique générale, thèse de doctorat d'état, Université d'Alger, 1979.

HAN, (M.H). Etude articulatoire et acoustique des voyelles du coréen, thèse de doctorat 3 éme cycle présenté à l'U.S.H.S.1978, 431, p.

HARDCASTLE (W),. Physiologie of speech production, Academic press, LONDON, NEW YORK, SAN FRANCISCO, 1976.

HEFFNER, (R.M.S.). General phonetics , The university of Winsconsin Pres, Madison, Milwaukee and London, 1969.

JACKOBSON (R.). mufaḥḥama, «the emphatic » phonemes in Arabic,studies presented to Joshuah WHATMOUGH, La Haye, 1957, pp. 105-115.

KAHLE (W).
LEONHARDT (H.).
PLATZER (W). Anatomie 2 viscères, EditionFrançaise dirigée par C.CABROL. FLAMMARION-MEDECINE-SCIENCES, 1981.

KIM (C.W). A theory of aspiration, phonetica, 21, 1970, pp. 107-116.

LADEFORGED (P.). Elements of acoustic phonetics, the university of CHICAGO, press –USA.1962.

LADEFORGED (P.). A cours in phonetics, Harcourt, Brace, JOVANOVICH inc, New York, 1975.

LADEFORGED (P.).1979. Articulatory parameters, working papers in phonetics, U C L A 45.pp 25-31.

LAFON (J.C.L.). Message et phonétique : introduction à l'étude Acoustique et Physiologique du phonéme, P.U.F., Paris, 1961.

LAUFER (A.) and The epiglottis as an articulator, working,

CONDAX (I.D.). Papers in phonetics, U C L A 79, 1979, pp 60-83.

LAUFER (A.)and BAER (Th.). The emphatic and pharyngeal sounds in Hebrew and in Arabic, Haskins laboratories , S R-95/96 status report on speech research, 1988, pp.51-71.

LEGENT(F.), PERLEMUTER (L.), VANDENBROUCK (CL.). CAHIERS d'anatomie O.R.L, fosses nasales pharynx 2, édition MASSON, 1981.

LEROY (M.). Les grands courants de la linguistique moderne. Edition de l'Université de BRUXELLES, 1980, 208 P.

LINDAU (M.). The feature expanded, journal of phonetics, 7, 1979, pp26-176.

LINDBLOM (B.E.F.). SUNDBERG (J.E.F.). Acoustical consequences of lip, tongue, jaw larynx movement, JASA 50, 1971, pp. 1166-1179.

LONCHAMP (F.). Analyse acoustique des voyelles nasales françaises.

Verbum- I. II- Fascicule I, (Revue de linguistique publiée par l'Université de Nancy II, travaux de l'Institut de phonétiquede Nancy (N : 2), 1979.

MALECOT (A.). An experimental study of the force of articulation, studia linguistica, 9, 1955, pp. 35-44.

MALECOT (A.). The effect of syllabic rate and loudness on the force of articulation of American stops and fricatives, phonética, 19, 1969, pp. 205-216.

MALECOT (A.). Contribution à l'étude de la force d'articulation en Français, Mouton, the Hague, 1977.

MALEMBERG (B.). Manuel de phonétique générale.Introduction à l'analyse scientifique de l'expression du langage. Collection connaissance des langues, édition A & J.PICARD, Paris, 1974.

MARCAIS (P.). L'articulation de l'emphase dans un parler maghrébin, Annales de l'Institut d'Etudes orientales d'Alger, T.8, 1948.

MATTSON (E.). Etude phonologique sur le dialecte arabe vulgaire de Beyrouth, 2éme édition, U P S A L, 1911.

Mc CARTHY. Formal problems in semitic phonology. Thèse de doctorat, M.I.T. 1979.

MOORE (P.). Observations sur la physiologie de la tonalité de la voix, in Larynx Et Phonation, Anatomie-physiologie Clinique-pathologique Symposium international sur la fonction phonatoiredu larynx-20-21, octobre1955.
Edition Presses Universitaires de France, 1957.

MOREL (D.). Les DYSPHONIES, séminaire larynx et parole, Institut de Phonétique, Grenoble 8-9 Février, 1979, pp. 75-85.

NASR (R.T.). Velarization in Lebanese Arabic, in phonetica 3, 1959, pp. 203-209.

OBRECHT (D.H.). Effects of the second formant on the perception of Velarization Consonants in Arabic, Mouton, the Hague Paris, 1968.

ODISHO (E.Y.). Arabic /q/ :a voiceless unaspirated uvular plosive lingua, 42, 1972,pp 343-347.

PERKELL (J.S.). Cyneradiographic studies of speech, 5 ème congres International d'acoustique, liège 7-14 septembre, paper A 32, 1965.

PERKELL (J.S.). Physiology of speech production :results and implications of the Quantitative cyneradiographic study, research Monograph N : 53
M I T press , Cambridge and LONDON, 1969,104 p.

PERKELL (J.S.). Physiology of speech production:a preliminary study of two Suggested revisions of the features specifying vowels, M I T – Q P R 102, 1971, pp123-139.

PERKELL (J.S.). Variability in production of the vowels [i] and [a] Acoustical society of America, 1985 .pp1889-1895.

PETURSSON (M.), La fonction glottale dans la formation des consonnes islandaises T.I.P.S.4, 1982, pp1-22.

PETURSSON (M.), Quelle est la position de la substance dans la Recherche Phonétique ? T.I.P.S.17, 1985, pp 1-12.

PETURSSON (M.), La nature des traits distinctifs.T.I.P.S.22,1991/92,

pp 51-69.

PETURSSON (M.). Le système vocalique de l'islandais à partir de L'analyse Radiocinématographique, T.I.P.S.2, 1970, pp1-71.

PETURSSON (M.). a)Les articulations de l'Islandais à la lumière de la Radiocinématographie. Etude de phonétique articulatoire complétée par quelques données acoustiques, thèse de Doctorat d'Université, U, S, H.S., (1969), KLINCKSIECK, Paris, 1974, 359p.

PETURSSON (M.). b) Aspects acoustiques et articulatoires du phonétisme Islandais, thèse présentée devant l'université de STRASBOURG II, 1973, Service de production des thèses, Université de Lille III. T.I, 1974, 448 P .T.II, 299P.

PETURSSON (M.). Coarticulation en islandais .Etude préliminaire, T.I.P.S.1977, 9, PP15-46.

PIAGET (J.). Logique et connaissance scientifique. Encyclopédie de La Pléiade, édition Gallimard. édition N : 21035, 1976.

ROUSSELOT (P.J.). Principes de phonétique expérimentale, H,Didier, paris, 1924.

SAIB (J.). Etude phonologique, table ronde sur la syllabe et les Processus Syllabiques -RABAT-MAROC.1980

SANTERRE (L.). Corrélations entre les mouvements articulatoires et les Variations formantiques, Actes du 7éme congrès International Des sciences phonétiques, Montréal, Mouton, the Hague, 1971, pp389.

SANTERRE (L.). Transitions articulatoires et transitions acoustiques dans la parole Réelle, journée d'études sur la parole Lannion, (GALF), 1972, pp49-104.

SAPIR (E.). LE LANGAGE, édition PAYOT, Paris, 1967, 231p.

SARRAT (P.), GIRAUD (G.), VISQUIS(R.),CHEVROT (L.). DEMANGE(R.). Séminaire Larynx et parole, Institut de phonétique-Grenoble, 1979.

SATAWIBOON (S.). Etude acoustique des voyelles fermées du THAI, T.I.P.S.21, 1989, Pp 229-263.

SAUSSURE (F.). Cours de linguistique générale, édition ENAG, Alger, 1990.

SIMON (P.), BOTHOREL (A.). Les mouvements labiaux et leurs rapports avec les autres structures articulatoires en chaine parlée, 1980.

SIMON (P.), BROCK (G.), et HAN (M.H.),. Description et utilisation d'un équipement à rayons X pour l'étude de certains aspects Articulatoires : application au Coréen symposium : Modèles Articulatoires et Phonétiques, Grenoble, GALF, 1977, pp222-242.

SIMON (P.), WOLFF (F.), NADJAFIZADEN (H.), BROCK (G.). Numération automatique et codage synchrone graphique et phonique pour l'exploitation des films radiologiques, T.I.P.S. 16, 1984, pp181-190.

SIMON (P.). Les consonnes Françaises et leurs variations dans la chaine parlée d'après les films radiologiques, Actes du 4éme congrès International des sciences phonétiques Helsinki, 1961,pp241-249.

SIMON (P.). Les consonnes Françaises, Mouvements et positions articulatoires à la lumière de la radiocinématographie, KLINCKSIECK, Paris, 1977, 380p.

SKALIDIS-KONSTANTINIDIS (R.M.). Les occlusives du truc parlé à Istanbul : Etude radiocinématographique et acoustique. T.I.P.S. N : 13, 1981.

SOCK (R.), LOFQUIST (A.). Le timing du voisement consonantique, variabilité et viabilité des patrons cinématiques et acoustiques, T.I.P.S.25, 1995, pp47-66.

SUNDBERG (J.) andNORDSTROM (P.E.). Raised and lowered larynx: the effects on vowel formant frequencies, STL-QPSR, 2-3, 1976, pp35-39.

VARGAS –CALDERON (R.). Analyse acoustique de l'accent de l'espagnol Parlé au Costa-Rica…. T.I.P.S.18, 1986, pp 1-23.

VAXELAIRE (B.). Variations de geste et de débit, contribution à une base de donnée sur la production de la parole, mesures cinéradiographiques, groupes

consonantiques en français. T.I.P.S.24, 1994, pp109-146.

VAXELAIRE (B.). Contraintes géométriques et temporelles pour des Catégories consonantiques en français, T.I.P.S.25, 1995, pp 67-94.

WIOLAND (F.). Les mouvements du maxillaire dans la chaine parlée, T.I.P.S. 3, 1971, pp57-119.

ZERLING (J.P.). Articulation et coarticulation dans des groupes occlusive-voyelle en français, thèse de doctorat de 3éme cycle Présenté à l'Université de Nancy II, T.I. 344P. T.II documents et annexes, 1979.

ZERLING (J.P.). Description de cinq voyelles orales du français en contexte et nouvelles classification articulatoire. Verbum T.II fascicule 1, 1979 .pp 55-87.

ZERLING (J.P.). Phénomène de nasalité et de nasalisation vocalique : Etude Cinéradiographique pour deux locuteurs ,T.I.P.S.16, 1984, pp241-266.

ZERLING (J.P.). Articulation, coarticulation et contraintes. Quelques Points De Vue d'auteurs.T.I.P.S.22,1991/92.PP 87-104.

ZERLING (J.P.). Tenue, invariance et compensation,
a) aspects articulatoires et acoustiques T.I.P.S.23-PP.55-176.
b) Les contraintes en production de la parole.T.I.P.S.23, 1993, PP177-181.

ABREVIATIONS

T.I.P.S =Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg.

P.U.F. = Presses Universitaires de France.

U.S.H.S. = Université des Sciences Humaines de STRASBOURG.

الملخص باللغة الأجنبية

Le travail porte entre autre, sur la description du mode articulatoire des voyelles de la langue arabe - arabe standard – dans le contexte consonantique des laryngales, des pharyngales, des uvulaires et des apico-alvéolaires.
De ce contexte consonantique varié, se dégagera le degré d'influence du lieu d'articulation sur la constitution acoustique de ces voyelles principales à savoir [a], [i] et [u].

Nous savons que le [a] voyelle pharyngale a tendance à rétrécir la cavité pharyngale suite au recul de la racine qui est dû à l'abaissement du dos de la langue que l'on désigne par [ʔ i n t i ṣ a : b] en langue arabe. Le [i] a tendance à élargir la cavité pharyngale suite à sa position antérieure que l'on désigne en arabe par [ʔ i n ǧ i r a : r]. Le [u] a tendance à diviser le conduit vocal en deux cavités plus ou moins réduites suite à la vélarisation que l'on désigne en arabe par [ʔ i s t i ^{c} l a : ʔ] et la labialisation qui maintient le maxillaire plus ou moins fermé.
Ces caractéristiques des voyelles sont soumises à des modifications suivant le lieu d'articulation des consonnes adjacentes.

L'environnement consonantique des laryngales est neutre que ce soit le coup de glotte /ʔ/ ou que ce soit la sonante /h/ ; la seule activité qui s'opère pour ces consonnes est concentrée au niveau de la glotte : position et ajustement et volume de l'air expiré. Les fréquences des voyelles prises dans ce contexte consonantique sont les fréquences propres à ces voyelles qui ne se distinguent que par la forme des cavités lesquelles sont tributaires de la position du muscle linguale. Les fréquences de ces consonnes sont donc très proches de celles des voyelles.
En ce qui concerne les pharyngales, l'influence est très importante : le /^{c}/ impose à la voyelle un recul considérable de la racine de la langue donc une cavité pharyngale réduite dans des proportions différentes suivant que la voyelle soit pharyngale vélarisée ou antérieure fermée.

Le /ḥ/ se présente différemment du /^{c}/. Le corps de la langue prend une autre forme que pour le /^{c}/ (voir film) mais ils agissent sur la voyelle en attirant la langue vers l'arrière; donc réduction du volume pharyngale avec des configurations différentes pour chacune de ces deux consonnes.

Les uvulaires imposent aux voyelles une pharyngalisation qui consiste à réduire le tube du pharynx à sa partie supérieure ce qui diminue le travail de la racine qui était la pièce maitresse pour les pharyngales. La différence est grande entre la consonne sourde et la consonne sonore puis entre fricative et occlusive - car le système de la langue arabe possède ce contraste au niveau uvulaire : entre le [ḫ] le [ġ] et le [q] de manière très distincte.
L'influence de ces consonnes uvulaires est très significative sur les différentes voyelles [a] [i] [u].

Les apico-alvéolaires communes à beaucoup de langue à savoir le /d/ et le /t/ leur lieu d'articulation et leur mode articulatoire imposent à la langue un mouvement vers l'avant et vers le haut ce qui fait élargir la cavité pharyngale avec des

proportions différentes suivant que la consonne soit sonore -/d/- ou sourde -/t/- et suivant la voyelle ; par exemple le /a/ pharyngale empêchera dans des proportions maitrisées cet élargissement de la cavité pharyngale des proportions qui permettent à l'onde acoustique de garder le timbre vocalique du /a/. Pour le /u/ la cavité qui doit être caractéristique est la cavité buccale où la langue garde une position de vélarisation et un accolement apicale.

Pour le /i/, la cavité pharyngale est largement ouverte car la langue réalise, du même mouvement vers l'avant et vers le haut, les deux phonèmes.
Le mouvement physiologique le plus compliqué est pour les apico-alvéolaires emphatiques. Le mouvement apicale reste le même que celui du /d/ et du /t/ mais le corps de la langue doit réaliser une pharyngalisation report de la racine vers l'arrière avec un fort rétrécissement à mi-hauteur du pharynx [un point plus élevé que celui des pharyngales en particulier le /^{c}/].

Toutes ces caractéristiques sont visibles à l'œil nu, grâce à la méthode ciné radiographique ; une méthode qui présente les articulateurs en mouvement, avec une parfaite synchronisation entre l'image et le son. Ce que l'acoustique décrit, le physiologique l'explique : ainsi, nous avons abouti, à partir de nos observations, à une conclusion qui résume la distribution des voyelles, sur le plan morphologique, laquelle serait dictée par la dynamique articulatoire. Cette dynamique dépendrait entièrement du muscle linguale et du maxillaire, mais aussi du lieu d'articulation ; suivant que le phonème appartienne à la première catégorie – catégorie de la source laryngale, ou la troisième catégorie – catégorie de l'orifice de sortie buccale, ou la deuxième catégorie laquelle est soumise à une influence notable du muscle linguale. A côté de cette description dynamique, nous avons mis, en exergue et pour la première fois, la participation des bandes ventriculaires dans la production du coup de glotte et des deux pharyngales du système de la langue arabe, ainsi que le caractère non aspiré de l'uvulaire /q/ et de l'emphatique /ṭ/.

الفهرس

مقدمة 10

الفصل1 الدراسات الصوتية العربية الوصفية 11

عند اللغوين الأولين و علماء التجويد 12

تمهيد 13

1.1. اللغويون الأولون 16

1.1.1. الخليل بن احمد الفراهيدي 16

2.1.1. سيبويه 18

3.1.1. ابن جنّي 24

4.1.1. ابن سينا 25

2.1. علماء التجويد 27

1.2.1. محمود علي بسة 27

2.2.1. حسني شيخ عثمان 33

3.2.1. خلاصة المبحث 37

3.1. عند المحدثين 39

1.3.1. الظواهر الصوتية والتصاحب النطقي 39

2.3.1. الانسجام الصوتي في اللغة العربية 45

3.3.1. الانسجام في البنية الصرفية 46

4.3.1. الانسجام بين الحركة و عين الفعل 60

الفصل2 الدراسات الصوتية التجريبية الحديثة 72

مدخل 73

1.2. الوسائل التقنية أو التكنولوجية في البحث اللغوي 76

2.2. البعد الزمني و المكاني في الوصل 78

3.2. النشاط الحنجري تحت ضوء الأجهزة الحديثة 80

4.2. النشاط الحنجري وتصويره بجهاز خاص 80

5.2. الحركات التنفسية و الكميات الهوائية المستعملة 87

1.5.2. التنسيق بين عملية الكلام و التنفس 88

2.5.2. دور العضلات التنفسية أثناء التصويت 88

3.5.2. حجم الهواء المسخر و الضغط الرئوي 89

6.2. الدراسات الصوتية التجريبية الفيزيولوجية 100

1.6.2. سلمان العاني 101

2.6.2. ســـالم غزالي 103

3.6.2. دخيسي بوف 105

4.6.2. محمد عطاوي 109

7.2. الدراسات الصوتية التجريبية الفيزيائية 116

1.7.2. بلقايد يمينة 117

2.7.2. أحمد أعليوة 126

3.7.2. محمد فتح الله الصغير 133

الفصل3 التصوير الإشعاعي السينمائي 136

1.3. فكرة موجزة عن طريقة التصوير بالأشعة 137

2.3. عملية التسجيل و التصوير 137

3.3. طريقة التسجيل 138

4.3. التحليل و الدراسة للمدونة السنيمائية 139

5.3. أهم المحاور الفيزيولوجية المحدَّدَة لهذا الوصف الديناميكي 140

6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق 145

1.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق في سياق الهمزة و الهاء مع الفتحة 146

2.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق في سياق الحاء والعين مع الفتحة 155

3.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق في سياق الخاء و الغين و القاف مع الفتحة 164

4.6.3. التقابل والتزامن لأعضاء النطق في سياق الدال و التاء و الضاد و الطاء مع الفتحة 186

مشهد اقصى الحلق، مدخل الحنجرة 220

الفصل4 التحليل الفيزيائي لأصوات المدونة 223

1.4. مدخل حول علم الصوت الفيزيائي 224

2.4. التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف أقصى الحلق 238

3.4. التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف وسط الحلق 252

4.4. التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف أدنى الحلق 266

5.4. التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف النطع المفخمة 288

6.4. التحليل الطيفي للحركات الثلاث في سياق حروف النطع المرققة 301

7.4. استنتاج عام للوصف الدينامي و التحليل الفيزيائي لأصوات المدروسة 314

1.7.4. استنتاجات من الدراسة الفيزيولوجية 315

2.7.4. استنتاجات من الدراسة الفيزيائية 326

8.4. النشاط الحنجري 334

1.8.4. النشاط الحنجري لحروف أقصى الحلق 334

2.8.4. النشاط الحنجري لحروف وسط الحلق 336

3.8.4. النشاط الحنجري لحروف أدنى الحلق 338

4.8.4. النشـاط الحنجري لـحروف النـطع 339

الخاتمة 342

الملاحق 356

المصادر والمراجع 370

الملخص باللغة الاجنبية 388

الفهرس 390