ديناميةالنطق و التشكيل الفيزيائي،
الحروف الحلقية الرخوة مع الفتحةنموذجا

أ.تسعديت حاوش

جامعة الجزائر 2

tassadit-h@hotmail.fr

1.مقدمة

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 وتأثرفي السلسلة الكلامية... وجاء بعده ابن جني بتفصيل أوفر لعملية الكلام وخصص شرحا بكيفية علمية ودقيقة لنشاط الحركاتوتساءل عن محلها من الحروف وهو السؤال الذي طرحه فيزيائيو الصوت بعدفشلهم في محاولات تركيب الكلام اصطناعيا. بتداخل 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 اللذين اشتهروا في هذا المجال نذكر إخوان الصفا[1] والكندي وابن سينا[2].

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.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.

---

(1)إخوان الصفا و خلان الوفا، رسائل إخوان الصفا، المؤسسة الوطنية للفنون المطبعية، الجزائر، ط.2، 1992.

(2)ابن سينا، رسالة أسباب حدوث الحروف، تحقيق محمد حسان الطيان، يحي مير علم ، مطبوعات مجمع اللغة العربية بدمشق، دار الفكر، دمشق، ط.1، 1983.

فالسؤال المطروح هو ما طبيعة كل حرف من هذه الحروف المدروسة؟ ما هي الأعضاء المسؤولة في إحداثها؟ و ما أثرها على الحركة المجاورة لها؟ كيف يتجسد هذا التأثير في التحليل الفيزيائي؟فباستعمال التصوير المباشر للنطق بهذه الوحدات الصوتية سيتبين لنا مدى تقيد الحركة بالحرف اللاحق بها أو المجاور لها.

2.فكرة موجزة عن طريقة التصوير بالأشعة

يعود أول استعمال الراديوغرافية إلى سنة 1895 بعد اكتشاف Wilhelm Konrad Rontgenالعالم الفيزيائيللأشعة السينية (Les rayons x).أما أول من فكر في استعمالها لدراسة الأصوات اللغوية فهو Maxscheierسنة 1897،والصور الأولى لأصوات اللغة الألمانية حققت سنة 1907؛ 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 Jankerمن جامعة بون UniversitédeBonnسنة 1916 جهازا يقوي اللمعان Amplificateur de brillanceوضع بين جهاز الأشعة والكمرة.والعمل الذي قمنا به لدراسة أصوات اللغة العربية كان تحت إشراف الأستاذة Péla Simonمديرة معهد الصوتيات بجامعة Strasbourgسنة 1983.

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 Schitigheimبستراسبورغ تحت رعاية ومراقبة الدكتور F.Wolffوالمشرفة Péla Simon.

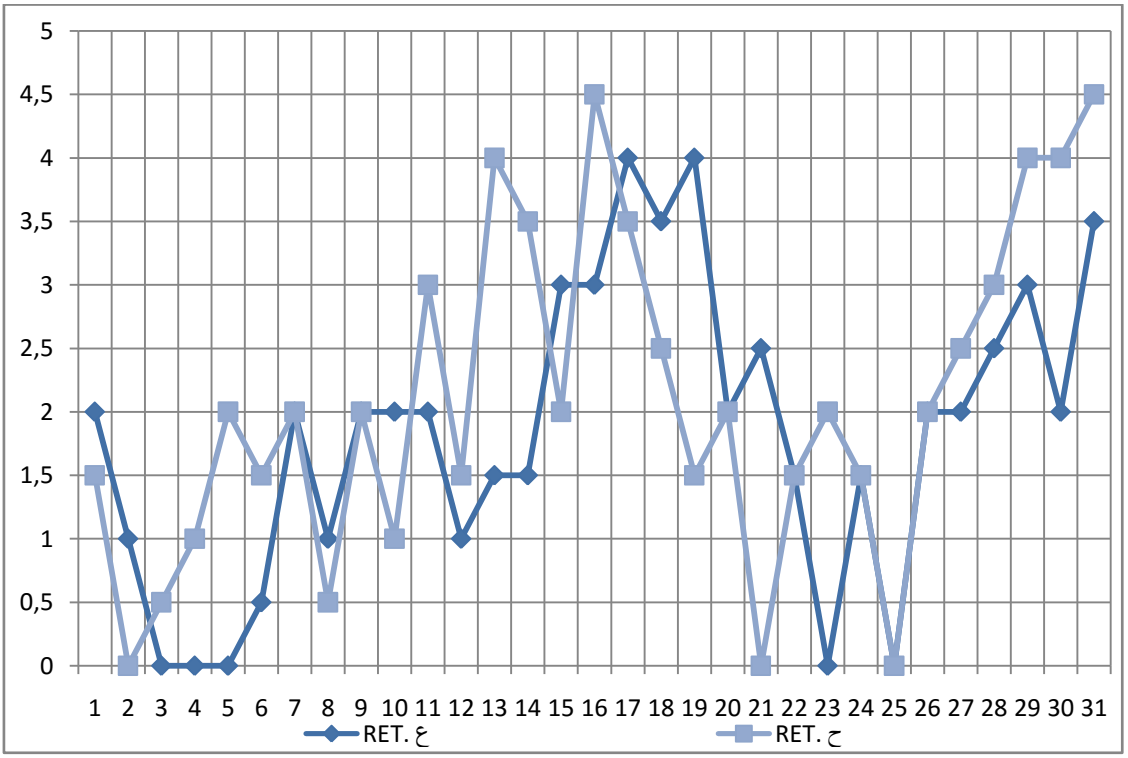
بعد تسجيل الصوت من جديد مع التصوير بكيفية متزامنة، تحصلنا على فيلم 35 ملم وشريط صوتي يحتوي على إشارات (نبضات) impulsionsتمثل كيفية التقاط الصور بالكمرة.

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 لمنظرجهاز 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).

4.الوصف الديناميي لأعضاء النطق

وصف حرف العين وحرف الحاءفي وسط الفتحة في موقع الصدارة و بين فتحتين ثم في وضعية التطرف.يمثل الرسم الأول النشاط العضوي على مستوى مدخل الحنجرة في موضع شبه الأوتار الصوتية. ويمثل المحور الأفقي زمن تسلسل الوحدات الصوتية وهذافي ترقيم صور الفيلموالمحور العمودي يجسدسعة الحركة العضوية.

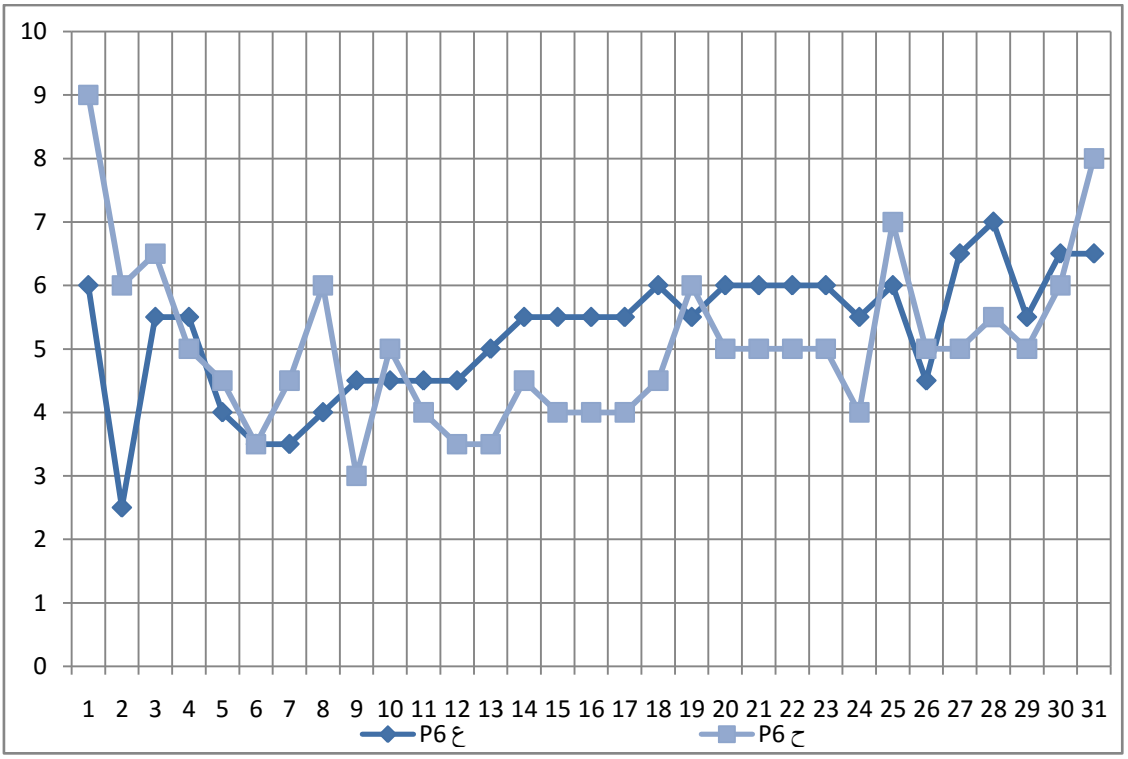


صورة 1. درجة تضيق مدخل الحنجرة (على مستوى شبه الأوتار)

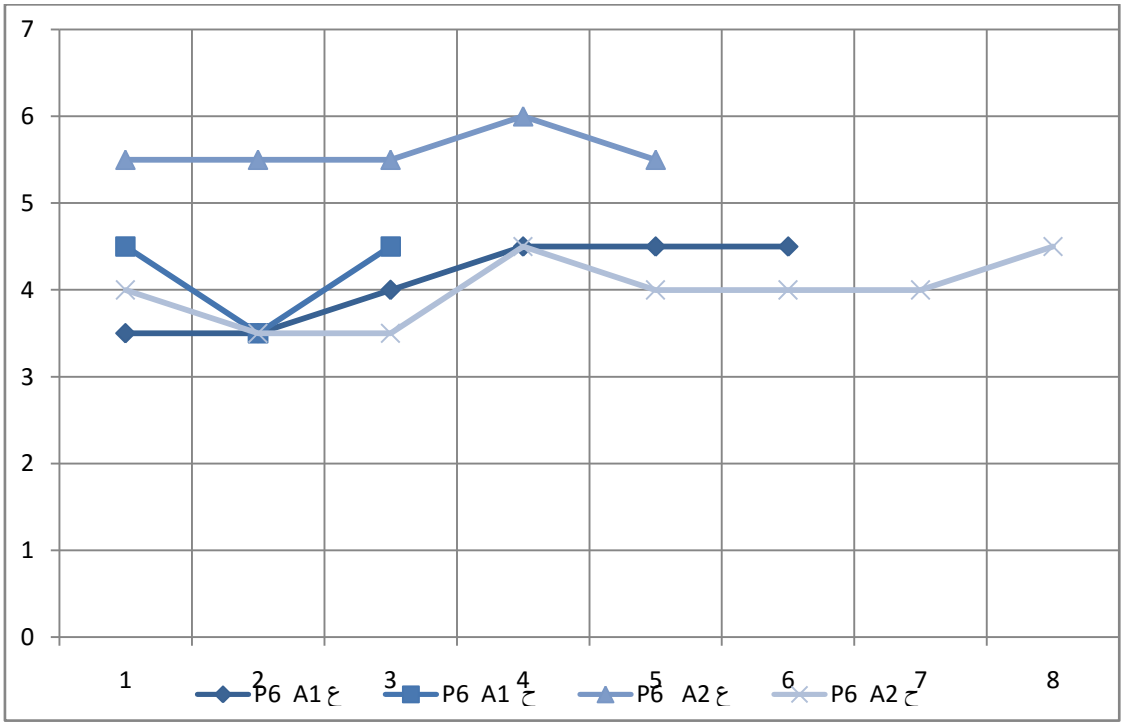
يمثل هذا الرسم الحركة الدينامية لشبه الأوتار الصوتية أثناء النطق بحرف العين و حرف الحاء مع الفتحة حسب التسلسل على البعد الزمني. فنشاهد أن الحركة العضوية متواصلة من بداية النطق بالحرف حتى الوقف؛ كما نلاحظ انسدادا كليا لحرف الحاء خلال الصورة الثانية له وفي الصورتين رقم 21ورقم25؛ ونفس الانسداد حدث لحرف العين خلال الصور التالية : 3 و4 و5 ثم 23.

نفس النشاط يسجل للحرفين مع فتحتيهما في أسفل تجويف الحلق بين جذر اللسان والغلصمة و الجدار الخلفي للحلق.

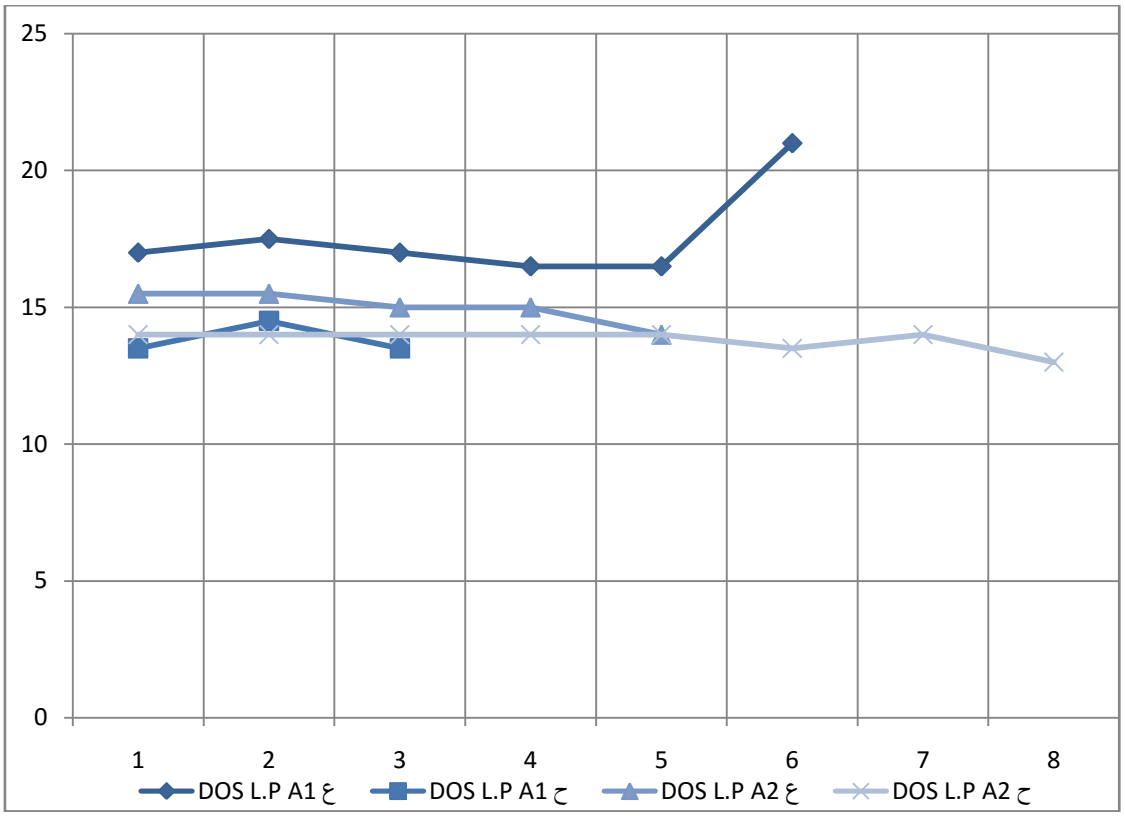
نتابع في الرسم الثالث الموالي نشاط العكدة وسعة الحركة العضوية أثناء تحقيق حركة الفتحة في سياق العين والحاء.



صورة 2. تضيق أسفل الحلق



صورة 3. درجة تضيق الحلق في موقع أسفل الحلق للفتحتين



صورة 4. المسافة بين ظهراللسان والحنك

يبيّن لنا هذا الرسم درجة نزول اللسان وانتصابه لفتحة العين أكثر من نزوله لفتحة الحاء. كما نلاحظ أيضا الحركة العضوية المتواصلة لكتلة اللسان في تحقيق الفتحة في سياقها الصوتي المختلف.

5.وصف الفتحة في ساق العين

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 /a2/... فالفتحة الأولى متأثِرَة أكثر بحرف العين أما الفتحة الثانية فَتَأَثُرُهَا نِسْبِيٌّ.

6.وصف الفتحة في ساق الحاء

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 /a2/.

فالحاء يستغرق زمنا أطول من زمن الحروف الأخرى المدروسة في بحثنا هذا، والتوزيع هو ثلاثون صورة (المناسب لـِ centi-secondes 60)، إن عدد صور الفتحة الأولى /a1/مع الحاء هي ثلاثة (من 26 إلى 28) وعدد صور الفتحة الثانية /a2/ هي ثمانية (من 32 إلى 39) الفتحة الأولى /a1/قصيرة جدّا، استغرقت مدّة ثلاث صور فقط (6 cs) ، وينطلق بقيمة 2 مم في اتساع المدخل

الحنجري الذي يضيق بنصف مليمتر في الصورة الثانية ونسجل 1.5مم ثم يتسّع إلى 2 مم في الصورة الثالثة.دامت الفتحة الثانية /a2/ مُدَّةَ ثماني صور (16 cs) فهي أطول بكثير من الفتحة الأولى /a1/.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 /a2/ 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.

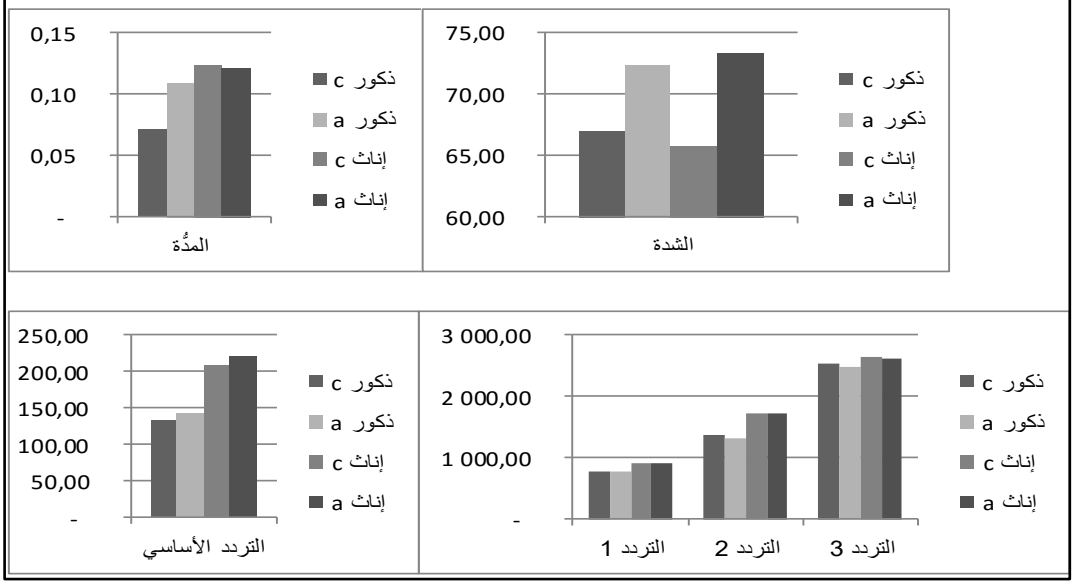
على مستوى الفم نلاحظ نفس التغير للفتحة الأولى /a1/ وبنفس التزامن حيث نسجل لها صعود ظهر اللسان إلى 13.5 مم وينزل إلى14.5 مم، ويصعد من جديد إلى13.5 مم.

أما الفتحة الثانية فنشاهد لها استقرارا مدّة خمس صور من الأولى إلى الخامسة على مسافة 14 مم بين ظهر اللسان والحنك الصلب. ثم يصعد إلى13.5مم وينزل إلى 14 مم ليصعد أخيراً إلى 13 مم.

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

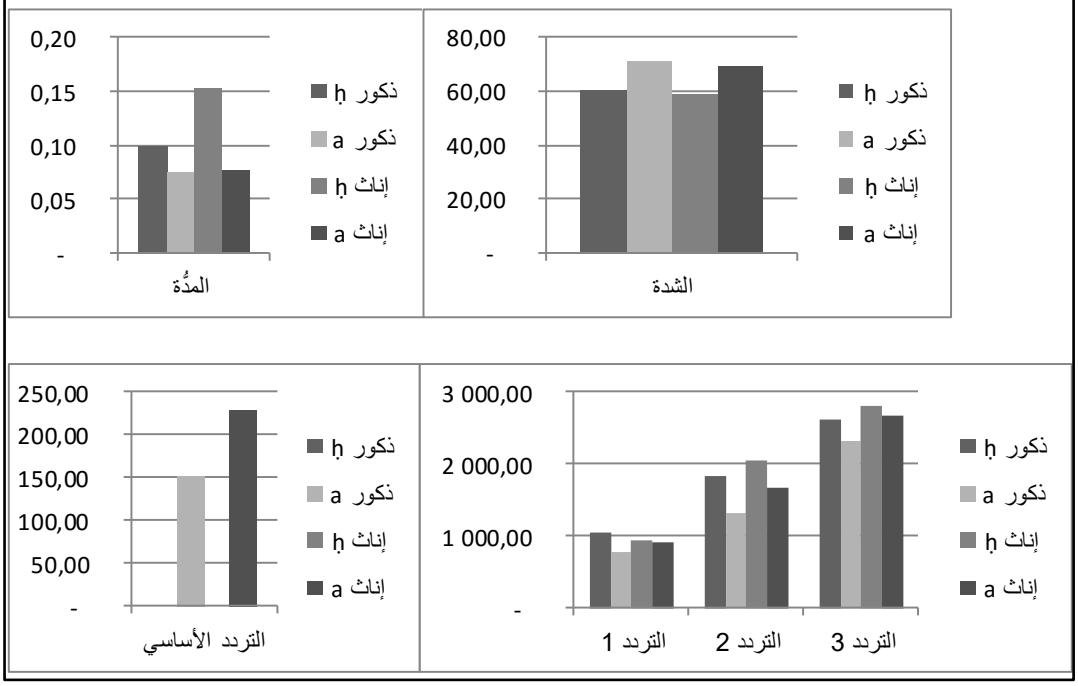


صورة 5. التحليل الطيفي للعين في سياق الفتحة

نلاحظ اقترابا بين قيم العين وقيم الفتحة المرافقة له كما نلاحظ أيضا ارتفاعا في القيم المسجلة للإناث فهي تقارب الضعف أمام القيم المسجلة للذكور.

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

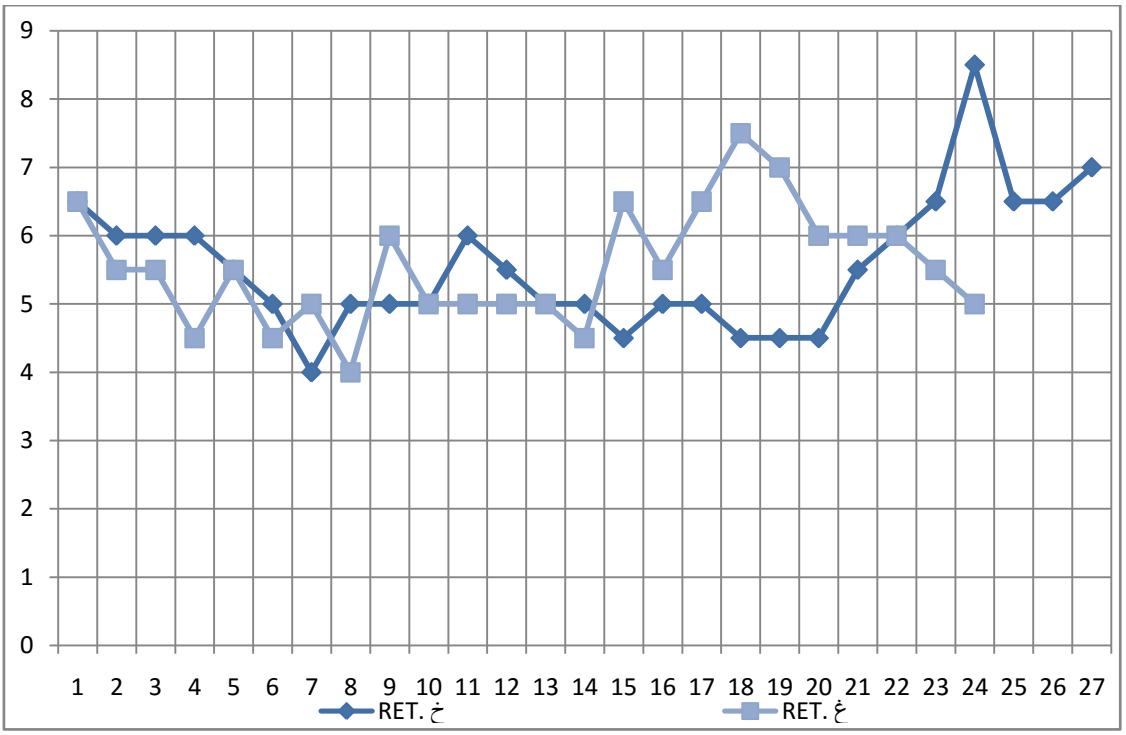


صورة 6. التحليل الطيفي للحاء في سياق الفتحة

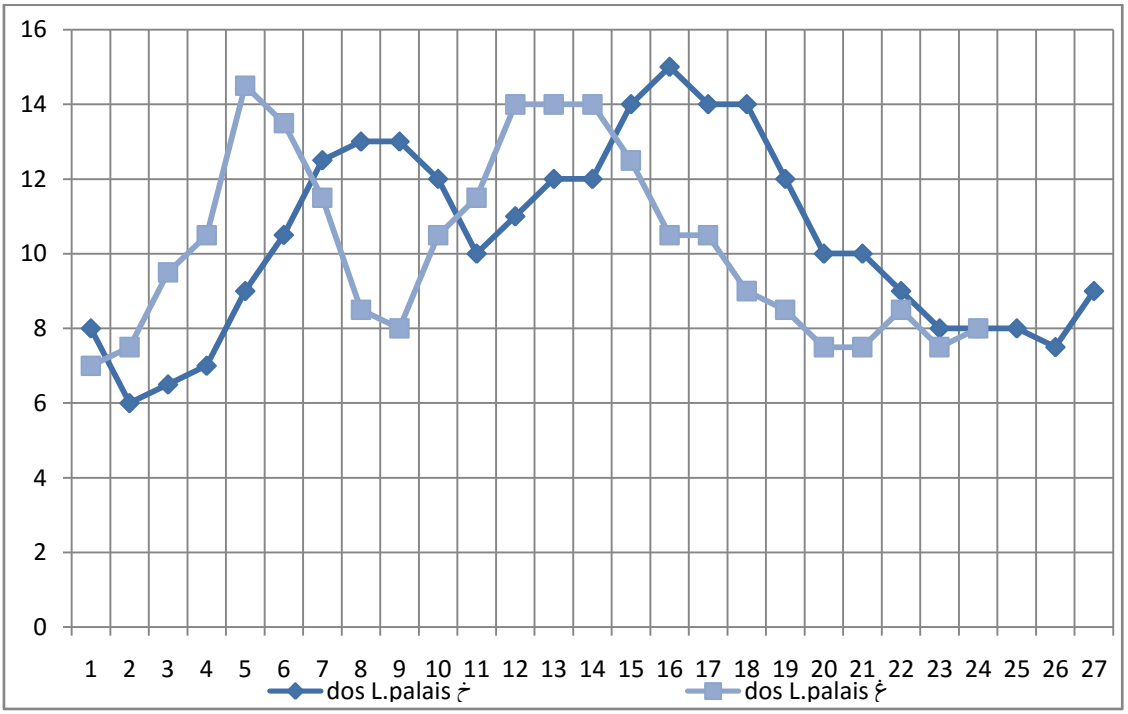
ظهر أثر الحرف المهموس في قيمة التردد الأساسي لفتحة الحاء مقارنة بفتحة العين.جاء حرف الحاء بزمن أطول من زمن الفتحة المصاحبة له وأطول كذلك من زمن العين وهذا ما لاحظناه سابقا في الوصف الفيزيولوجي لهذا الحرف المهموس.

7.التقابل والتزامن لأعضاء النطقفي سياق الخاء والغين مع الفتحة:

ظهر من خلال النشاط العضوي على مستوى شبه الأوتار الصوتية أنالانغلاق الأكبر للحرفين اللهويين مع الفتحة على مستوى هذا المدخل هو 4مم بينما الانفتاح الأكبر ينسب للخاء المتطرف يقدر ب 8.5 مم. ورد استقرار طفيف للفتحتين في سياق الغين والخاء لمدة 6 سنتيثانيةٍ.

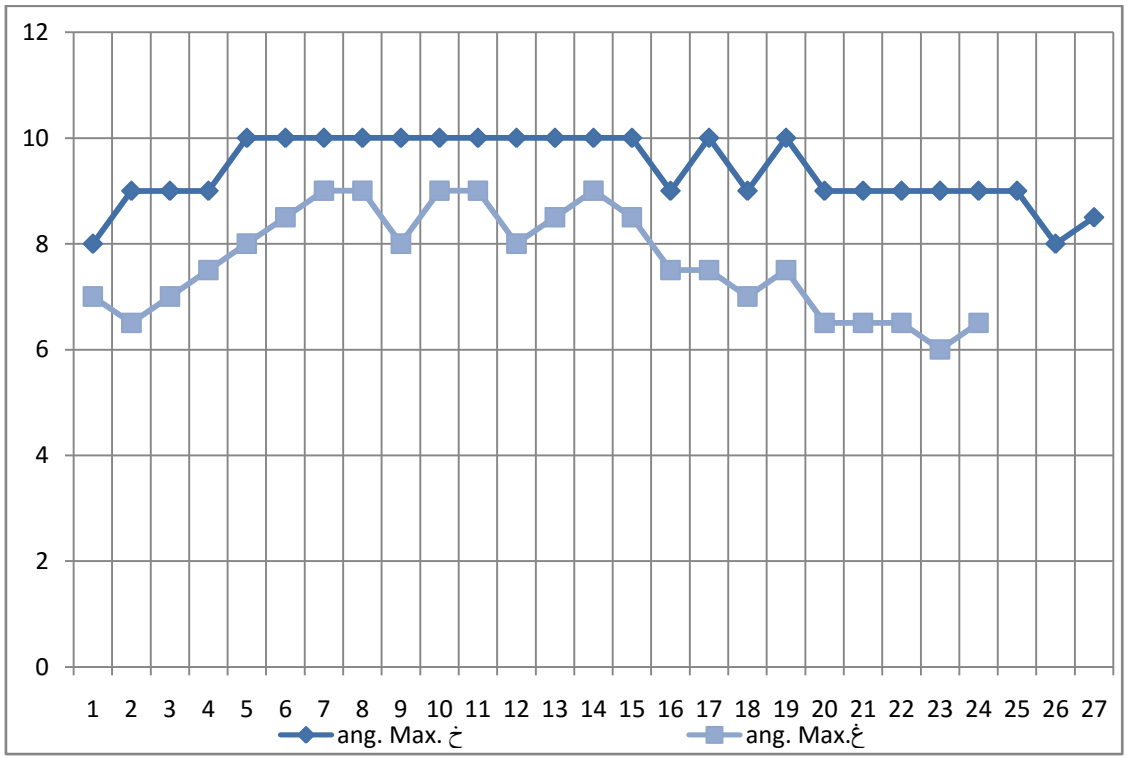


صورة 7. درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)



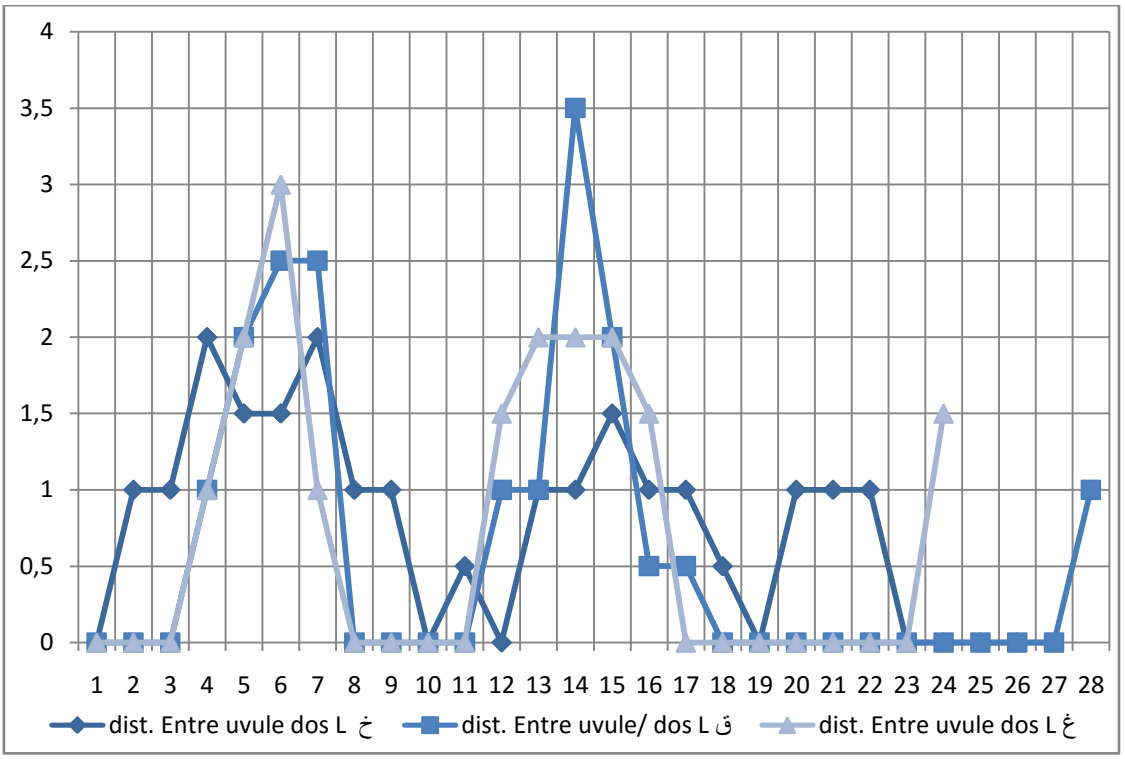
صورة 8. المسافة بين ظهر اللسان والحنك

يبين هذا الرسم (رقم 08)استقرارا للفتحة الثانية في سياق الغين لمدة ثلاث صور، وانفتاحا أكبرا للفتحة الثانية في سياق الخاء وهذا خلال صورة واحدة.أما في الرسم الموالي(رقم 09) فنشاهد استقرارا معتبرللفكين أثناء النطق بالغين و الفتحة مع انفتاح أكبر مقارنةً بالحرف المهموس مع فتحته.



صورة 9. درجة انفتاح الفكين

يجسد الرسم الموالي(رقم 10) نشاط اللهاة أثناء تحقيق الحروف اللهوية الثلاث: الغين والخاء والقاف لنبين نوعية العمل اللهوي مع أقصى ظهر اللسان.ظهر نشاط معتبر للهاة لحرف القاف أولا ثم حرف الغين وأخيرا حرف الخاء؛ وذلك في مدة التصاقها بأقصى ظهر اللسان وكذلك في المسافة الفاصلة بينهما أثناء تحقيق الفتحة الثانية بالخصوص. بإمكاننا القول أن أكبر الاعتماد ينسب للقاف لشدته ثم يلي الغين لجهره وأخيرا الخاء بأقل اعتماد لسبب همسه ورخاوته؛ وهذا مجسد بوضوح من خلال الحركة الدينامية للهاة مع أقصى ظهر اللسان.

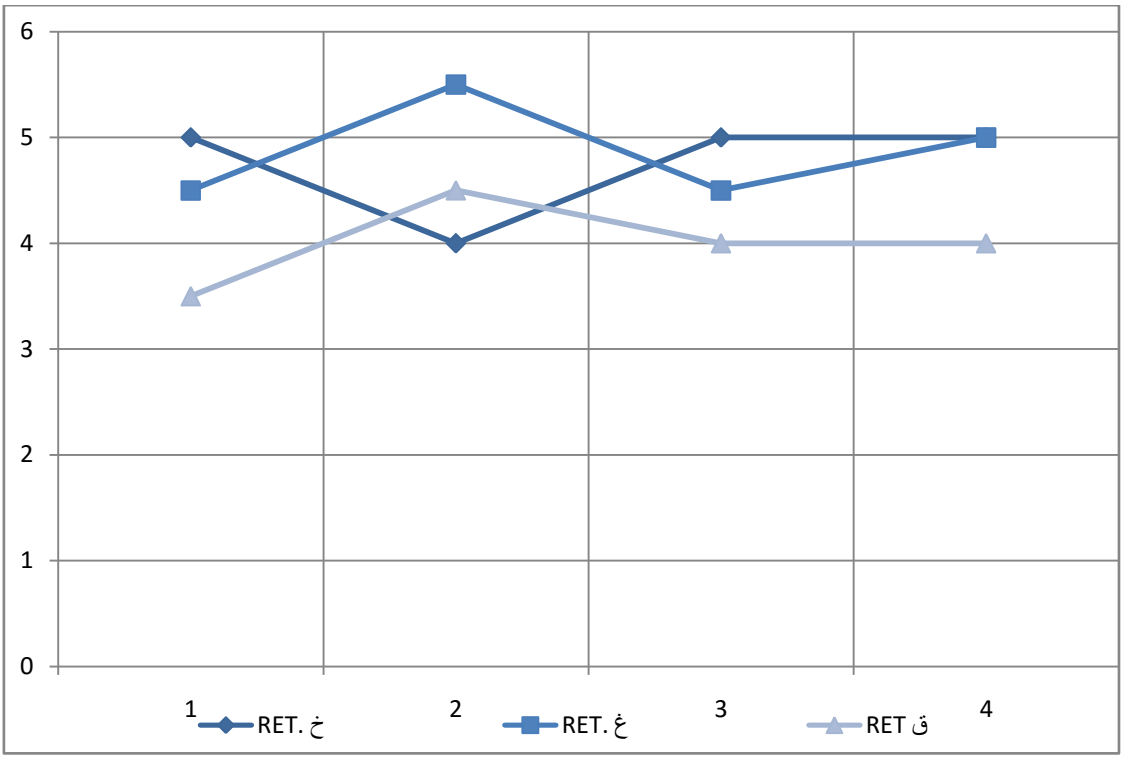


صورة 10. المسافة بين ظهر اللسان واللهاة

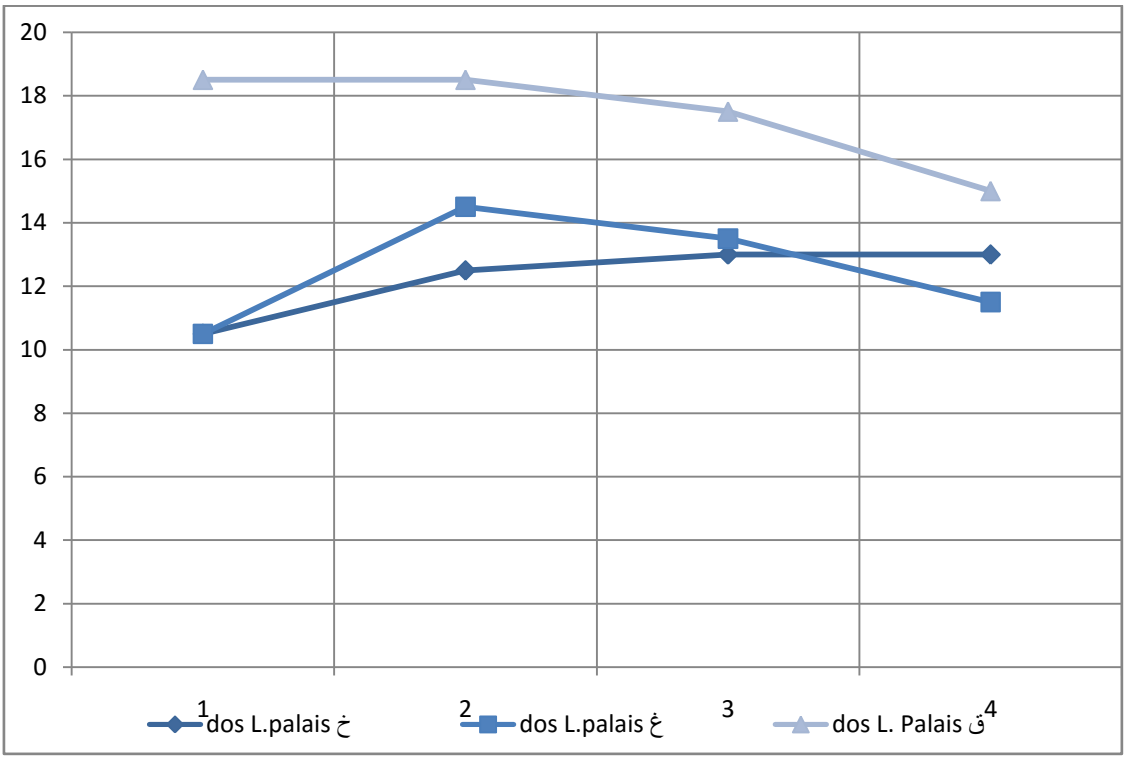
8.الحركات

يُنسب أكبر انفتاح لفتحة الغين بمقدار 5.5 مم على مستوى شبه الأوتارالصوتية، أما فتحة الخاء فتُحقق انغلاقا ثم انفتاحا. لفتحة القاف نفس الحركة العضوية للمدخل الحنجري لكن بنسبة أقل من فتحة الغين،تقدر بمليمتر واحد.

يُنسب أكبر انفتاح الفم لفتحة القاف ثم فتحة الغين وتأتي فتحة الخاء في المرتبة الأخيرة. والرسم رقم 12 يبين نشاط ظهر اللسان لحركة الفتحة في هذه السياقات الثلاث المختلفة.



صورة 11. درجة تضيق الحنجرة (مستوى شبه الأوتار)a1

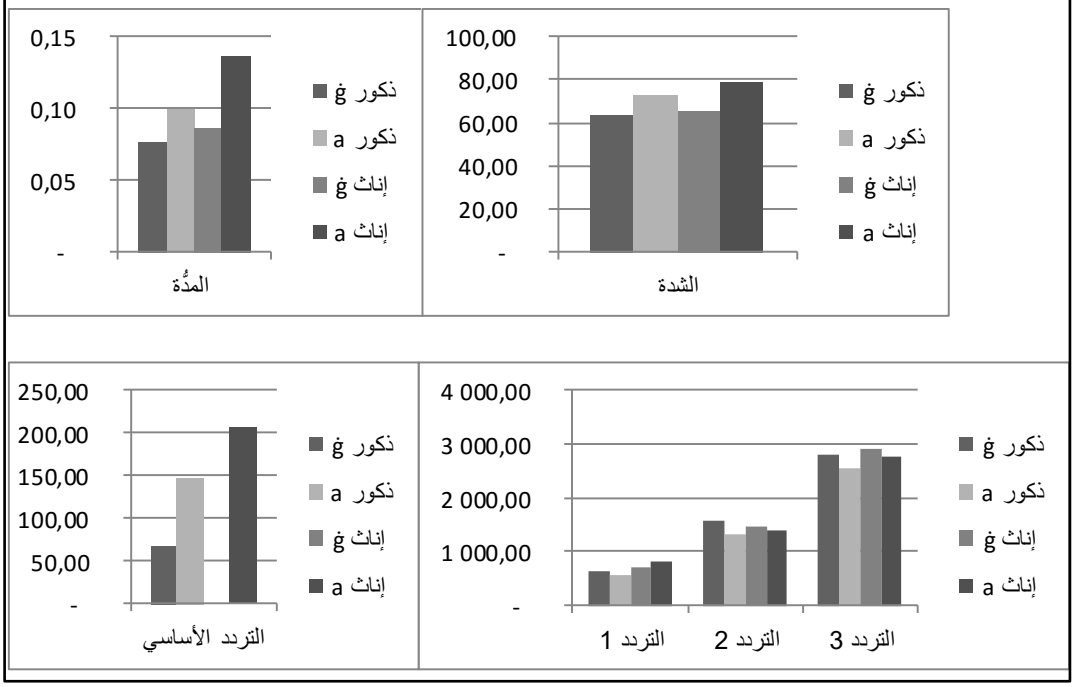


صورة 12. المسافة بين ظهر اللسان والحنك:a1

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



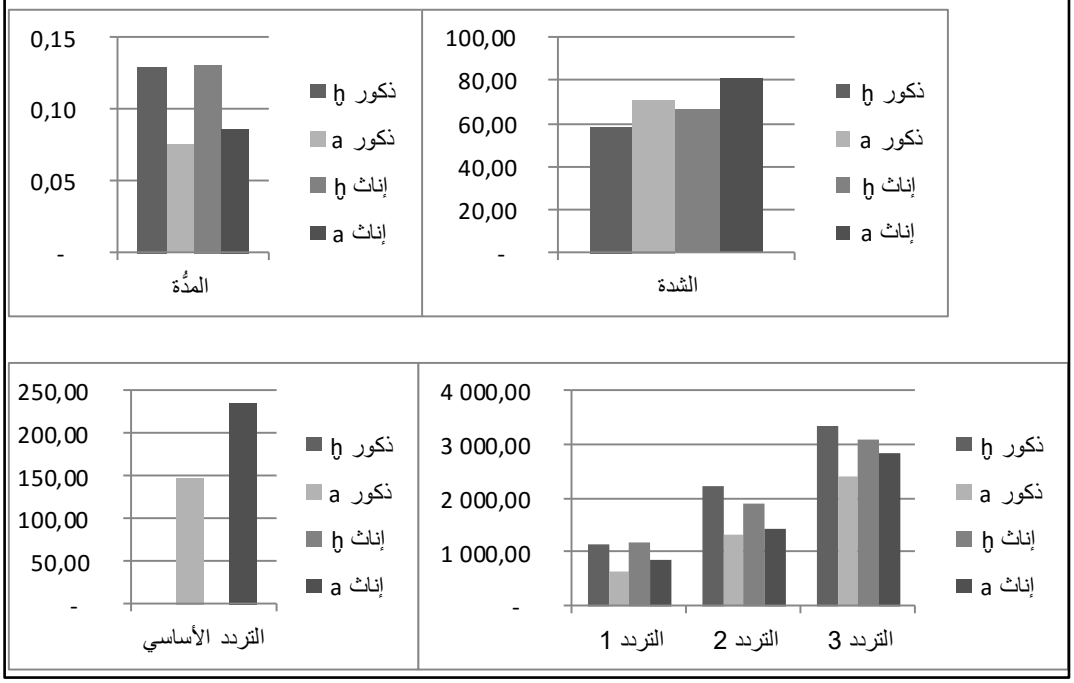
صورة 13. معدل القيم لكل الناطقين

نستنتج من خلال القيم المستخلصة من التحليل الطيفي للغين في سياق الفتحة أن التجويف الحلقي احتفظ بشكله للغين وللفتحة؛ وظهر هذا من خلال التردد الأول للغين وقيمة البانية الأولى للفتحة التي انخفضت بمقدار 38.18 هرتز وهو مقدار انسحاب اللهاة عن أقصى ظهر اللسان. وتبقى القيم متقاربة بين غين الإناث والفتحة.

أما الخاء فالأمر مخالف تماما حيث نجد اقترابا بين التردد الأول لدى الذكور والإناث وتنخفض البانية الأولى للفتحة عن تردد الخاء ونربط هذا بالحركة العضوية المحدثة للحرف المهموس وهي أقوى من الحركة العضوية المحدثة للحرف المجهور. فجرس المهموس يتشكل على مستوى المخرج كما أشار إلى ذلك سيبويه.

الصيغة/ḥaḥaḥ/

الناطق	الحرف	المدُّة	الشدة	التردد الأساسي	التردد 1	التردد 2	التردد 3
ذكور	ḥ	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	ḥ	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



صورة 14.معدل القيم لكل الناطقين

9.الخاتمة

و في الختام نقول أن اللغة العربية حظيت بدراسات صوتية تجريبية على غرار لغات العالم. هناك أعمال قيمة في المجال الفيزيولوجي والمجال الفيزيائي في جامعاتنا عبر الوطن وفي مراكز البحوث والمعاهد الوطنية.كما نجد أعمالا قيمة أيضا لباحثين تونسيين ومغربيين في نفس المجال، نقدم لاحقا بعض العناوين في قائمة المراجع.

10.المراجع

1 حمد، غانم قدوري، مدخل إلى أصوات اللغة العربية، مطبعة المجمع العلمي، بغداد، 2002.

2 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.

3 -الصغير، محمد فتح الله، الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية، من كلية الآداب، جامعة الفاتح، مطبعة عالم الكتب الحديث، إربد الأردن، 2008.
4 -القرالة، زيد خليل، الحركات في اللغة العربية، دراسة في التشكيل الصوتي. (جامعة آل البيت) عالم الكتب الحديث، 2004.
5 -كايد أبو اشقير، عبد المهدي، تحليل أكوستيكي لوجوه الاختلاف الصوتي بين ورشوقالون في قراءة نافع، عالم الكتب الحديث، إربد – الأردن، 2006
6 -كرجيه، أمجد عبد الرزاق، فيزياء الصوت والحركة الموجية، بغداد، 2000.

7-AL-ANI, (S.H.) : An acoustical and physiological investigation of the arabic, Actes duXème congrés International des Linguistes, Buccarest, 1967, Vol. 4, pp.155-160.

8-ALI (L.H.)-DANILOFF (R.G.): A cinefluorographic – phonologic investigation of Emphatic - sounds assimilation in Arabic , Actes du VIIéme, Congrès International des sciences phonétiques, Montréal, 1971, p.639-648.

9-ALIOUA (A.) : De la corrélation entre la durée de l'aperture des voyelles brèves enarabe littéral ? T.I.P.S., 22, 1991/92, PP.1-8.

10-ATTAOUI (M.) : Force articulatoire et gémination en arabe marocain de Fès, T.I.P.S., 23, 1993, PP 1-25.

11-BELKAID (Y.) : Les voyelles de l'arabe littéraire moderne, analyse spectrographique, T.I.P.S, 16, 1984, PP.217-240

12-BOFF (M. C.) : Contribution à l'étude expérimentale des consonnes d'arrière de l'arabe classique (locuteurs marocains). Thèse de doctorat de 3ème cycle présentée à l'U.S.H.S, T.I.P.S, 15. 1983, p.365.

13-BOTHOREL (A.), SIMON (P.) : Cinéradiographie des voyelles et consonnes du Français, travaux de WIOLAND (F.), ET ZERLING (J.P.),Institut de phonétique de Strasbourg, 1986.

14-LADEFORGED (P.) :Articulatory parameters, working papers in phonetics, U C L A 45.pp 25-31.1979.

15-PERKELL (J. S.) :Cyneradiographic studies of speech, 5ème congrès International d'acoustique, Liège 7-14 septembre, paper A 32, 1965.