أهمية التحليل الفيزيائي في دراسة الظواهر اللغوية واضطرابات الكلام

The importance of physical analysis in the study of linguistic phenomena and speech disorders

L'importance de l'analyse physique dans l'étude des phénomènes linguistiques et des troubles de la parole

فرات كمال

مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية

الملخص:

يعتبر التحليل الفيزيائي للكلام العادي والكلام المضطرب مجال مهم يمكن أن يساعد بشكل كبير في دراسة وتفسير موضوعي للظواهر اللغوية (التفخيم، التشديد، مخارج وصفات حروف اللغة العربية،...)، وكذا رعاية اضطرابات النطق في الوسط الاستشفائي الجزائري. هذا مهم بشكل خاص لأننا لاحظنا نقصا ملموسا في استخدام الأدوات التكنولوجية واستغلال البرمجيات الحاسوبية كدعم ومساعدة لدراسة الظواهر اللغوية وتقييم مدى درجة اضطرابات الكلام وتطوير تقنيات إعادة التأهيل المناسبة للحد من عواقب الاضطرابات النطقية على مهارات التواصل لغرض الtكفل المدرسي الأنجع للأطفال المصابين بإعاقات نطقية وسمعية. وفي هذا الإطار، تم تطوير أدوات الرعاية بشكل حقيقي وفعال لاضطرابات النطق والسمع في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا.

الكلمات المفتاحية:. التحليل الفيزيائي للكلام، اضطرابات الكلام، الصوتيات العربية.

Abstract:

The physical analysis of normal speech and turbulent speech is an important area that can greatly help in the study and accentuate the objective interpretation of linguistic phenomena (amplification, uation, adjectives and adjectives of Arabic letters,...), as well as in charge of speech disorders in the Algerian hospital environment. This is all the more important since there is a significant lack of use of technological tools and exploitation of computer software as a support and aid in the study of linguistic phenomena, in the evaluation of the level of speech disorders and the development of effective rehabilitation techniques to reduce the consequences of speech disorders on communication skills with the aim of ensuring the most effective school support for children suffering from speech impairment. In this context, real and effective pricing tools for speech and hearing disorders have been developed in the USA and in Europe.

Résumé:

L'analyse physique de la parole normale et de la parole turbulente est un domaine important qui peut grandement aider à l'étude et à l'interprétation objective des phénomènes linguistiques (amplification, accentuation, adjectifs et adjectifs de lettres arabes,...), ainsi qu'à la prise en charge des

troubles de la parole dans le milieu hospitalier algérien. Ceci est d'autant plus important que l'on constate un manque important d'utilisation des outils technologiques et d'exploitation des logiciels informatiques comme support et aide à l'étude des phénomènes linguistiques, à l'évaluation du degré des troubles de la parole et au développement de techniques de rééducation appropriées pour réduire les conséquences des troubles de la parole sur les compétences de communication dans le but d'assurer la prise en charge scolaire la plus efficace des enfants souffrant de troubles de la parole et de l'ouïe. Dans ce contexte, des outils de prise en charge réels et efficaces des troubles de la parole et de l'audition ont été développés aux USA et en Europe.

Mots clés : Analyse physique de la parole, troubles de la parole, phonétique arabe.

1. مقدمة:

الهدف الرئيسي من دراسة الصوتيات الفيزيائية هو استخراج أهم الخصائص (الارتفاع، الشدة، الطابع الصوتي،...) التي تسمح لنا وصف الموجة الصوتية وصف دقيق وموضوعي، بغض النظر عن الدراسة الفيزيولوجية لصفات ومخارج الحروف وكذا وصف أعضاء النطق وكيفية توليد الصوت في الجهاز الصوتي (الصوتيات الفيزيولوجية)، ولا تأخذ بعين الاعتبار وصف أعضاء الجهاز السمعي أو الأذن ودورها في التقاط وإدراك الأصوات (الصوتيات السمعية).

أهمية علم الأصوات، وخاصة منها الصوتيات الفيزيائية، تكمن في استعمالها في كثير من الميادين، منها: الأرطوفونيا وعلاج أمراض الكلام والنطق، الإلكترونيك في تطوير الهواتف، وكذا التركيب الاصطناعي للكلام (synthèse de la parole) والاستكشاف الآلي للكلام (reconnaissance automatique de la parole). كما يدخل أيضا علم الأصوات في تعليم اللغات للأجانب ودراسة درجة اضطرابات الكلام.

في مجال علم أمراض الكلام، يحتوي التحليل الفيزيائي للأصوات على العديد من المزايا، مثل توصيف وتصنيف مختلف الاضطرابات الصوتية عن طريق مجموعة من معطيات ملموسة، وتطوير طرق تقييم موضوعية وموثوقة لقياس درجة اضطرابات الكلام، انطلاقا من مجموعة من مؤشرات صوتية مماثلة لإشارة الكلام.

واليوم يشعر الأرطوفونيين أكثر فأكثر بالحاجة إلى تصور الكلام تصورا يربط التحليل السمعي الذي غالبا ما يكون ذاتي وغير موضوعي مع بيانات ملموسة وموضوعية. ومما يزيد من حدة هذه الأداة، تطور التكنولوجيا المعلوماتية ووجود على الإنترنت بشكل مستمر للعديد من البرمجيات الحاسوبية لتحليل الصوت. إن تطوير البرمجيات الحاسوبية يوفر لنا اليوم أدوات لاستخراج الخصائص الفيزيائية للكلام التي تسمح لنا الاستعانة بمعلومات دقيقة إلى حد ما عن طبيعة ودرجة اضطراب الكلام.

2. أهداف التحليل الفيزيائي للكلام:

لقد اخترنا هذا الموضوع لعدة أسباب أهمها ندرة الدراسات في ميدان استخدام أدوات التحليل الفيزيائي في تعليم اللغات وتقييم درجة اضطرابات كلام الأطفال على مستوى المدرسة الجزائرية. زيادة على ذلك، فإن تكوين أغلبية طلبة الأرطوفونية يعدّ تكوين أدبي أكثر منه علمي ولا يسمح لهم إتقان المفاهيم الفيزياء، وعلى وجه الخصوص كيفية استغلال أدوات التحليل، رغم انتشارها على نطاق واسع على شبكة الإنترنت وامكانية تحميلها بسهولة. ويبدو أن الافتقار إلى المعلومات وخاصة التكوين التقني في الميدان هم الأسباب الرئيسية.

تساهم أدوات التحليل الفيزيائي بشكل كبير في موضوعية الدراسات المتعلقة بالصوتيات وعلم أمراض الكلام، إذ تسمح لنا بتفسير الكثير من الظواهر الفيزيولوجية التي تحدث أثناء إنتاج الكلام العادي والكلام المضطرب. وزيادة على ذلك، فهي تزوّد الأخصائي في علم اللغة وعلم أمراض الكلام بالعديد من التحليلات الموضوعية للصوت والكلام في شكل منحنيات طيفية وبيانات رقمية ملموسة.

3.الدراسات السابقة:

أول من سلّط الضوء على أهمية الصوتيات الفيزيائية هو أبي جون روسلو، في كتابه "مبادئ الصوتيات التجريبية"، مجلدان منه تم نشرهما في 1897 و1901 على التوالي [1]. في المجلد الأول، قدم جون روسلو

1 . Rousselot J.P., "Principes de phonétiques expérimentale", édition revue et corrigée en 2 vol. Paris: H. Didier, 1252 p, 1924.

فصلا كاملا عن العناصر الفيزيائية في الكلام[2]. وقد ساهمت تلك الأعمال على ظهور عدة بحوث جديدة في الصوتيات التجريبية، كعلوم للمراقبة والتجريب، مما أدّى بطبيعة الحال إلى تطبيقات تربوية وعلاجية، مثل تعليم اللغات، وتصحيح أخطاء النطق وإعادة تأهيل الصمم، إلخ. وفي عام 1903، نشر جون روسلو مقالا عن "تربية الأذن والصمم"[3]. في السويد، ساهمت أعمال غونار فانت إسهاما كبيرا في تعزيز المعلومات الفيزيائية لتحليل الصوت البشري، وخاصة منها البواني الصوتية (Formants)[4]. أما في فرنسا، فقد انتشر استعمال التحليل الفيزيائي بشكل ملحوظ بفضل أعمال جوزيف فورييه (1768-1830).

في وقتنا الحاضر، فإن المبادئ الأساسية لتشغيل الجهاز الطيفي (sonagraphe) الذي يعتبر من أهم الوسائل المستعملة في الصوتيات الفيزيائية، مبنية على تحويل فورييه (Transformée de Fourier). في الولايات المتحدة الأمريكية، تعتبر أعمال باحثين مثل ألكسندر غراهام بيل (وهو مهندس أدّت أبحاثه حول السمع والكلام إلى انجاز وسائل سمعية لعلاج ضعف السمع)، وإدوارد سكريبتور (عالم نفساني، وفيزيائي في علم الأصوات، بعد حصوله على المنحة الأولى لعلم النفس التجريبي من مؤسسة كارنيغي في عام 1902 لدراسة أصوات الكلام البشري، والتي أسفرت عن أبحاث ذات صلة بشأن إعادة تعليم التأتأة) رائدة في البحوث الصوتيات التجريبية والعيادية. ينتمي هؤلاء الباحثون إلى جمعية تعرف

2 . http://onthesignal.com/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=principe_phonetique.pdf.

3 . Rousselot J.P., "L'éducation de l'oreille dans la surdité", Clermont: impr. De Daix frères, 14 p. (Extrait du Bulletin officiel des Société Médicales d'arrondissement de Paris et de la Seine, n° 5, mars, 1903.

4 . Fant G., "Acoustic Theory of Speech Production",1970, Mouton, The Hague.

بالجمعية الأمريكية للكلام، السمع واللغة (ASHA)، التي أسست في عام 1925. وقد ساهمت هذه الجمعية في تطوير معتبر لتكنولوجيات الكمبيوتر ونظم الاكتساب الصوتي وتحليله في خدمة الصوتيات العيادية. وأخيرا، يعتبر هارفي فليتشر، وهو عالم فيزيائي، متخصص في نظرية الإدراك الصوتي ومخترع جهاز قياس مستويات السمع، أول من أكتشف وجود توزيع عناصر الصوت على نطاق واسع من الترددات، وبالتالي إمكانية استعمال مؤشر لقياس درجة فقدان السمع. وقد ترأّس هارفي فليتشر وحدة بحث في الكلام في مخابر بيل لمدة ثلاثين عاما بداية من أواخر 1920.

تم إصدار العدد الأول من مجلة علمية مكرسة لعلم الصوتيات التجريبية، تعرف بمجلة اضطرابات السمع الكلام، في عام 1936 في جامعة أوهايو (الولايات المتحدة الأمريكية). في عام 1991، تم دمج المجلة مع مجلة أبحاث في السمع والكلام (JHSR)، التي أسست عام 1958. ومنذ ذلك الحين، نشرت مجلات أخرى مثل "مجلة اضطرابات التواصل"، و"مجلة الجمعية الصوتية الأمريكية"، و"المجلة الأمريكية لاضطرابات اللغة والكلام"، وما إلى ذلك.

في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا، كان أصبح تطوير الصوتيات التجريبية والعيادية ممكنا بفضل الروابط الموجودة بين التخصصات الطبية مثل الأنف والأذن والحنجرة والأعصاب من جهة، والمخابر الرئيسية في الصوتيات والعلاج الآلي للكلام وعالم الهندسة والصناعة.

في الجزائر، ما زلنا بعيدين جدا عن هذا التبادل المتعدد التخصصات، وهذا التعاون المكرّس بين المراكز الأكاديمية والبحثية. تثبت

الممارسة الميدانية أن القيام بالتسجيلات الصوتية للمرضى أو مجرد المناقشة معهم، من أهم الصعوبات التي يواجهها الطلاب والباحثون للقيام ببحوثهم في مجال التحليل الفيزيائي للكلام[5]. وفي هذا المجال أريد إبراز فضل الأستاذ عبد الرحمان الحاج صالح، الذي بتأسيسه منذ الثمانينات معهد اللسانيات والصوتيات ILP فمركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية CRSTDLA، عمل على تشجيع بحث متعدد التخصصات في مجال علوم اللسان، على غرار إنشائه لأول قسم بحث في الجزائر وربما على مستوى العالم العربي يقوم ببحوث حول التبليغ المنطوق وأمراض الكلام الذي يستغل التكنولوجيات الحديثة لتطوير تلك البحوث وإنشائه لفرق بحث تتكون من مهندسين، أطباء ولسانيين.

4. التحليل الفيزيائي للكلام

تتمثل الوظيفة الأساسية للتحليل الفيزيائي للكلام في إيجاد ثم استخراج المكونات الفيزيائية التي تعكس بصفة أمثل الظواهر الفيزيوليجية التي تسمح بإنتاج الكلام. في مجال اضطرابات الكلام، يقترح التحليل الفيزيائي للأخصائي في أمراض الكلام العديد من المعلومات التي تسمح له التقييم الموضوعي لدرجة اضطرابات الكلام، بطريقة موثوق بها، على أساس بيانات خاصة وملموسة للكلام (الارتفاع، الشدّة، الطابع الصوتي،...).

5 . Ferrat K., "La recherche orthophonique en Algérie, état des lieux", Séminaire national sur le Handicap. Centre Psychopédagogique de formation pour handicapés à retard mentale, Tizi-Ouzou, 3-4 Décembre 2010.

في ميدان الأرطوفونيا، غالبا ما يكون التحليل الإدراكي للصوت مرجعا لتقييم درجة اضطرابات الكلام، وإن كان التقييم غير موضوعي. في وقتنا هذا، مع تطوير أدوات الإعلام الآلي والبرمجيات، يحاول التحليل الفيزيائي تحقيق هذه الموضوعية التي كانت دائما تفتقر إلى توصيف الصوت البشري. إذ يوفر لنا بيانات ملموسة تسمح لنا بتحديد الاختلافات الصغيرة أو الاضطرابات الطفيفة في الكلام مقارنة بالحالة العادية.

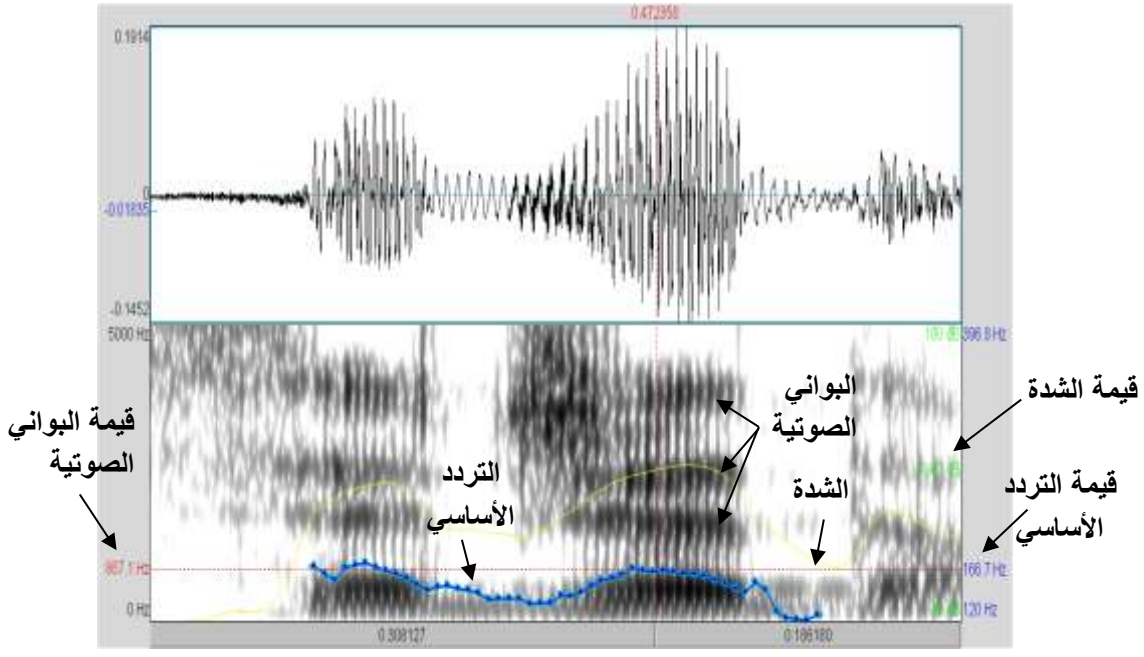
ويمثل الجهاز الطيفي الأداة الأكثر استعمالا لاستخراج الخصائص الفيزيائية للكلام وكذا مختلف المنحنيات التي تمثل هذه الخصائص. حاليا، هناك تطوير متزايد لبرامج تحليل الكلام باستخدام مبدأ الجهاز الطيفي التي نجدها في السوق (كاي إليمتريكس Kay Elemetrics) وأيضا البرامج التي يمكن تحميلها من الأنترنيت مثل (برات Praat، فوكالاب Vocalab، وينسنوري WinSnoori، وينبيتش WinPitch،...). تعدّ برمجية برات من البرمجيات الأكثر استعمالا في التحليل الفيزيائي للكلام المضطرب، إذ من الممكن تحميلها مجانا على شبكة الإنترنت[6].

يتم تحليل الكلام العادي أساسا من خلال مراقبة الخصائص الفيزيائية الرئيسية التالية: التردد الأساسي(Pitch) الذي يسمح لنا قياس اهتزازات الأوتار الصوتية، المدة الزمنية لنطق الأصوات لدراسة مدى تدفق الهواء وسيولة الكلام، الشدّة التي تسمح لنا التمييز بين الصوت المرتفع والصوت المنخفض والبواني الصوتية (Formants) التي تمثل الطابع الصوتي، والخاصة بتجاويف جهاز النطق التي تتحكم في نوعية

6 . http://www.praat.org.

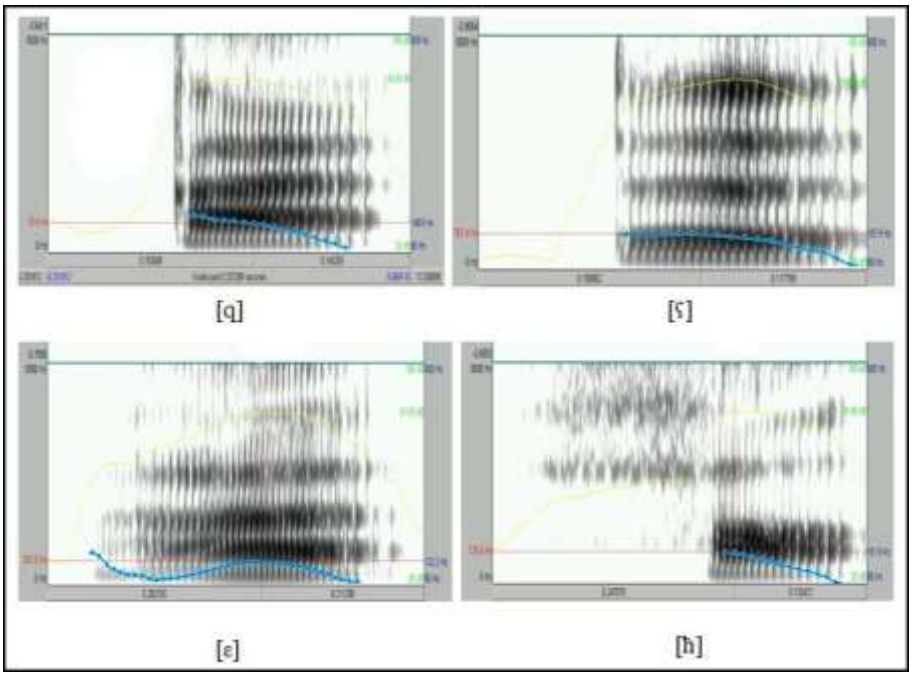
الصوت. تعبّر تلك البواني الصوتية عن تردد الرنات التي تتطابق مع تجاويف مجرى الصوت وتختلف حسب حجم التجويف ووضعية اللسان، الشفتين واللهاة...الخ... لكل صوت بواني صوتية مميزة وقد تم تمثيل البواني الصوتية على جهاز التقاط الأصوات والذي يعرف بالمطياف (sonagraphe) بشرائط سوداء.

زيادة على ذلك، فإن التحليل الفيزيائي للكلام المضطرب يستنجد بخصائص فيزيائية أخرى جد مهمة مثل الجيتر(Jitter) الذي يدرس درجة اضطراب اهتزاز الأوتار الصوتية والشيمر(Shimmer) الذي يدرس درجة اضطراب شدة الصوت، والتي تستخدم على نطاق واسع لتوصيف نوعية الكلام المضطرب[7].

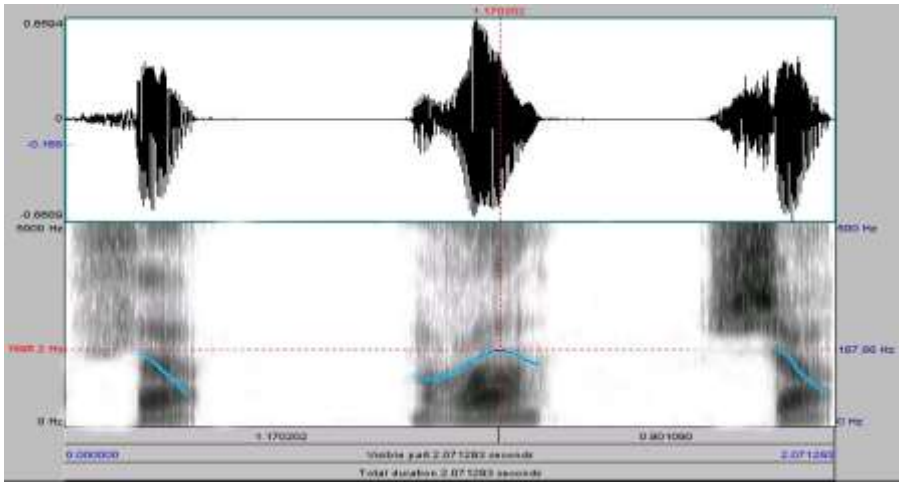


7 . Brockmann M., Drinnan M.J., Storck C. and Carding P.N., "Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task", Journal of Voice, 25(1), pp. 44-53, 2011

الشكل 1. استخراج الخصائص الفيزيائية للكلام عن طريق الجهاز الطيفي.



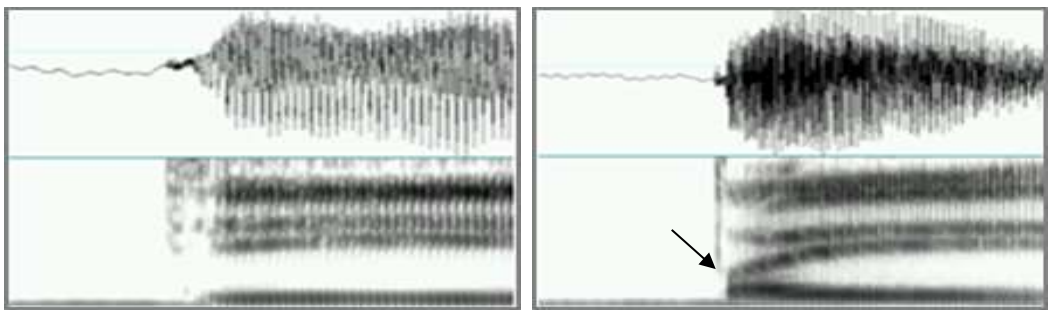
الشكل 2. التمثيل الطيفي للحروف العربية الخلفية.



[ ] [fa] فَ [ ] [gha] غَ [

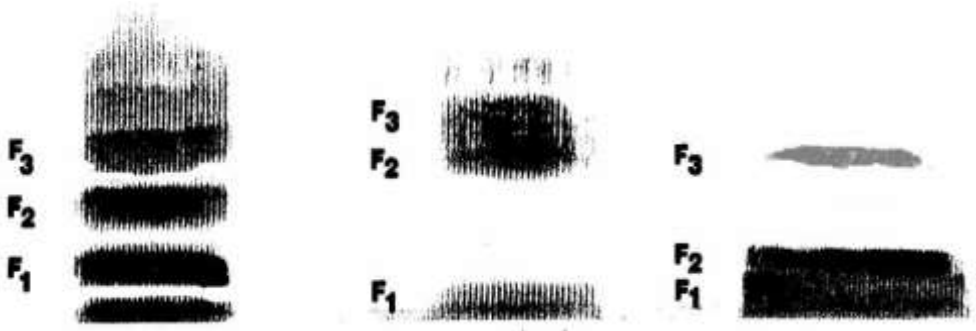
] [cha]شَ[

الشكل 3. التمثيل الطيفي لبعض الحروف التسريبية العربية.



[ti] [ṭi]

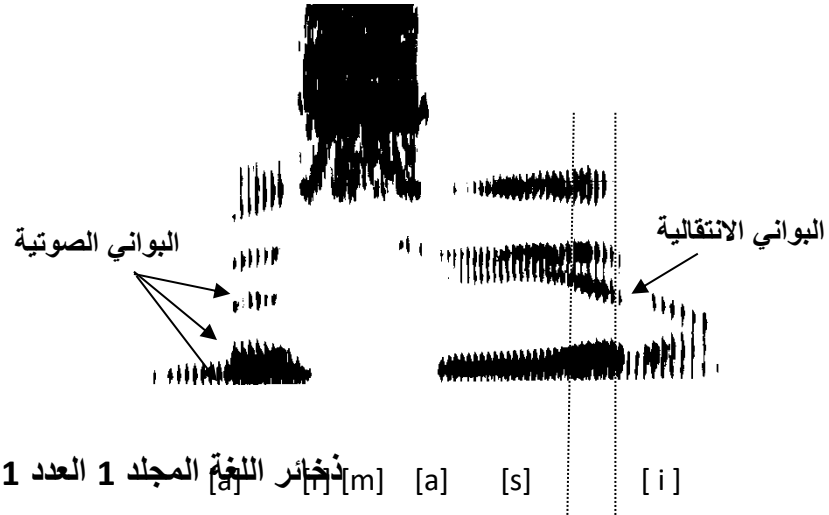
الشكل 4. المقارنة بين الحرف المفخّم والحرف المقابل المرقّق.
انخفاض قيمة البنية الصوتية F2 للحرف المفخّم.



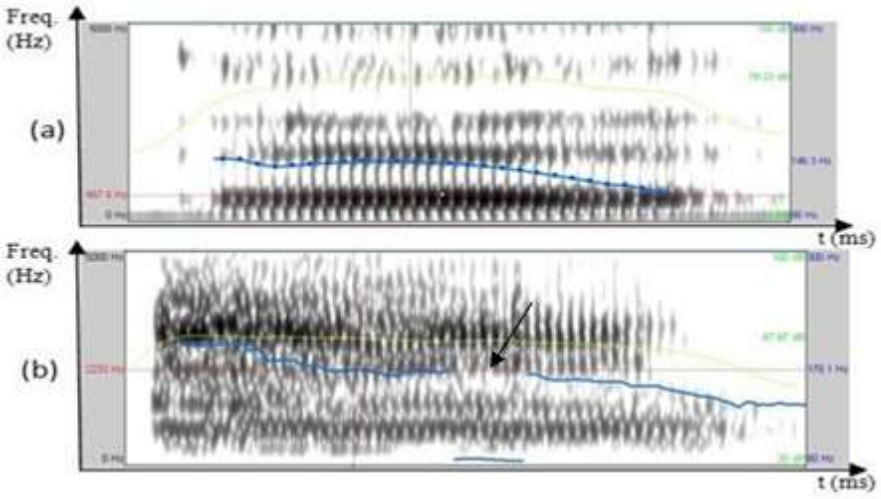
[i] [ ] ـَ [a] [ ]

ـِ [ ] [u] ـُ]

الشكل 5. الرسـم الطيــفي للحركــات العربية.

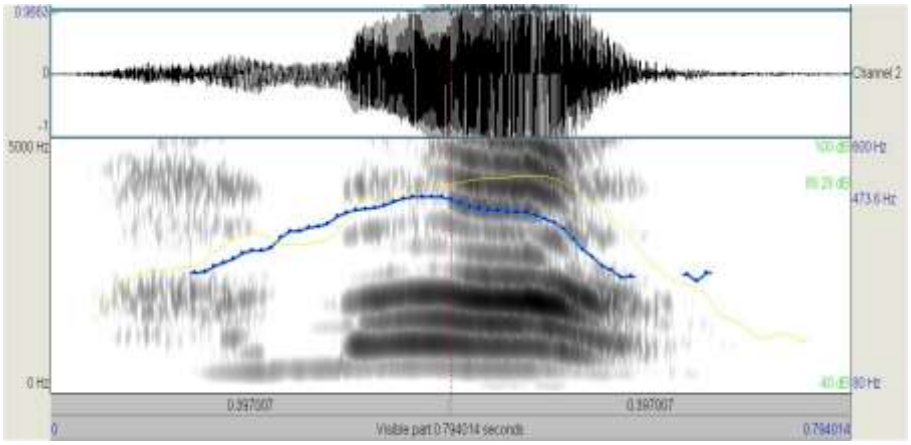


الشكل 6. التمثيل الطيفي للبواني الصوتية في كلمة [مسيرة].



الشكل 7. المقارنة بين الصوت العادي والصوت المضطرب.

ظهور انقطاعات على مستوى منحني الجهر.



موس [ح] مجهورا

الشكل 8. اكتشاف أخطاء النطق عن طريق المنحني الطيفي.
نطق الحرف المهموس [ح] مجهورا في كلمة [حمّام].

5. الخاتمة

التحليل الفيزيائي يسمح لنا استخراج الخصائص الفيزيائية المماثلة للكلام والتعرف الموضوعي لدرجة اضطرابات الكلام مقارنة مع الحالة العادية. وهو يسمح القيام بالإجراءات والتقنيات الملائمة لتطوير تقنيات إعادة التأهيل لأمراض الكلام، وهذا استنادا إلى بيانات ملموسة ومنحنيات خاصة. في الوقت الحاضر، ومع عصر تكنولوجيات المعلومات الجديدة والإنترنت، من الضروري إعطاء أهمية مستمرة لتعليم الطلبة كيفية استغلال التحليل الفيزيائي في بحوثه في ميدان علوم اللسان.

وبشكل عام، فإن العمل الذي قمنا به في الميدان يدل على نقص حاد في التنسيق والتعاون بين الأرطوفوني في الوسط الاستشفائي، المهندس

والباحث في مخابر البحث، والأستاذ الجامعي في الجامعة. إذ من المستحسن أن يكون هناك تكامل بين جهود المختص في علاج اضطرابات النطق والمختص في الصوتيات ليكون التأهيل متكامل. إن وجود مثل هذا التنسيق كفيل بتحقيق نتائج أجود من خلال وضع طريقة تأهيل أنسب للواقع الثقافي واللغوي الجزائري وبالتالي الوصول إلى تكفّل أحسن لأمراض الكلام.

زيادة على ذلك، تدخل أدوات التكنولوجيا في عدة مجالات علم الأمراض مثل التشخيص والمعالجة والتحليل الفيزيائي لاضطرابات الكلام، والتعرف والتصنيف الآلي للعاهات المختلفة للكلام والسمع، تقييم اللغة الشفهية عند الأصم المستفيد من الزرع القوقعي[11]،... إذ تساهم بشكل كبير في رعاية اضطرابات النطق والسمع في الوسط الاستشفائي. هذا مهم بشكل خاص لأننا لاحظنا نقص ملموس في استخدام الأدوات التكنولوجيا في الوسط الاستشفائي الجزائري كدعم ومساعدة لرعاية المرضى ولتطوير تقنيات إعادة التأهيل المناسبة للحد من عواقب الاضطرابات النطقية على مهارات التواصل.

ومن الموضوعي تعميم وتوسيع استخدام التحليل الفيزيائي للصوت لتشخيص الاضطرابات الصوتية والنطقية بجميع أنواعها، للخروج من دائرة التغفسيرات النظرية المبنية على الوصف إلى التفسير الموضوعي المبني على الدليل الملاحظ والتدقيق، وذلك من خلال الاهتمام بالدراسات الحديثة التي لها أساس عملي مبرهن عليه في الميدان مثل التحليل الفيزيائي للصوت.

المراجع:

- Rousselot J.P., "Principes de phonétiques expérimentale", édition revue et corrigée en 2 vol. Paris: H. Didier, 1252 p, 1924.
- http://onthesignal.com/dokuwiki/lib/exe/fetch .php? media=principe_phonetique.pdf
- Rousselot J.P., "L'éducation de l'oreille dans la surdité", Clermont: impr. De Daix frères, 14 p. (Extrait du Bulletin officiel des Société Médicales d'arrondissement de Paris et de la Seine, n° 5, mars, 1903.
- Fant G., "Acoustic Theory of Speech Production",1970, Mouton, The Hague.
- Ferrat K., "La recherche orthophonique en Algérie, état des lieux", Séminaire national sur le Handicap. Centre Psychopédagogique de formation pour handicapés à retard mentale, Tizi-Ouzou, 3-4 Décembre 2010.
- http://www.praat.org
- Brockmann M., Drinnan M.J., Storck C. and Carding P.N., "Reliable jitter and shimmer

measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task", Journal of Voice, 25(1), pp. 44-53, 2011.

- Klingholz F. and Martin F., "Quantitative spectral evaluation of shimmer and jitter", Journal of Speech Language and Hearing Research, 28, pp.169-174, 1985.
- Munoz J., Mendoza E., Fresneda M.D., Carballo G. and Lopez P., "Acoustic and perceptual indicators of normal and pathological voice", Folia phoniatrica et logopaedica, 55, pp.102-114, 2003.
- Kreiman J. and Gerratt B.R., "Perception of aperiodicity in pathological voice", Journal of the Acoustical Society of America, 117, pp.2201-2211, 2005.
- Ferrat K., "Outils Technologiques et aide à la rééducation scolaire des enfants à surdité légère", Colloque International en « Didactique des Langues Etrangères et Maternelles: TIC, aides et méthodes d'apprentissage », Université

Mohamed Premier, Oujda (Maroc), 23-26 mars 2008.