فاعلية برنامج برات Praat في رصد الكميات الواصفة للظّواهر الصّوتية فوق التّركيبية – ظاهرة النَّبر Accent أنموذجا

The effectiveness of The Praat program in monitoring the quantities descriptive of Suprasegmental phonemes phenomena - Accent phenomenon as a model -

ط.د بلالطة حمزة[1] *

[1] المركز الجامعي أحمد زبانة غيليزان(الجزائر)،

hamza.belalta@univ-relizane.dz

تاريخ الإرسال: 01/16 /2023	تاريخ القبول:24 /05/ 2023	تاريخ النشر:26 /06/ 2023

ملخص:

تندرج هذه الدِّراسة في إطار ما يسمّى بالمعالجة الآلية للُّغة، في مستواها الصَّوتي؛ إذ نسعى من خلالها إلى إبراز دور البرنامج الحاسوبي "برات Praat " لتحليل الإشارات الصّوتية، في رصد الكميات الواصفة للصَّوت اللُّغوي، والاستعانة بها في تقفي الظّواهر الصّوتية فوق التّركيبية، وبخاصة، ظاهرة النَّبر Accent في العربية الفصحى. ومن أجل ذلك سنقدّم الإطار النظري للدّراسة؛ الذي يشرح الظّاهرة الصّوتية المشار إليها سالفا، كما سنقوم بتقديم تعريف موجز لبرنامج (برات Praat) الصّوتي، ومن ثَمَّ نعرّج على الدّراسة التّطبيقة؛ التي من خلالها نقف على نجاعة هذا البرنامج الحاسوبي، في تحديد وتتبع مواطن النَّبر Accent على مستوى الكلمة العربية الفصيحة.

الكلمات المفتاحية: المعالجة الآلية للُّغة، الظّواهر الصّوتية فوق التَّركيبية، النَّبر، برنامج برات Praat ، العناصر الفيزيائية للصَّوت اللُّغوي.

Abstract:

This study falls within the framework of the so-called automated language processing, at its phonemic level; through it, we seek to highlight the role of the computer program "Praat" for analyzing audio signals, in monitoring the descriptive quantities of the linguistic sound, and using it in tracing the Suprasegmental phonemes phonetic phenomena, especially the phenomenon of Accent in Standard Arabic. For this purpose, we will present the theoretical framework of the study; which explains the audio phenomenon referred to above, and we will also provide a brief definition of the Praat audio program, and then we will turn to the applied study; Through which we stand on the

* ط.د بلالطة حمزة

efficacy of this computer program in identifying and tracking Accent at the level of the classical Arabic word.

Keywords: Automated language processing; Suprasegmental phonemes; Accent; Praat program; physical elements of linguistic sound.

1.مقدمة:

ممّا لا شكّ فيه أنّ البحث اللِّساني أضحى يعيش أزهى فتراته، بعد الانفتاح الكبير الذي شهدته اللِّسانيات على الحقول المعرفية الأخرى، مثل: الطب والفيزياء، والرياضيات، وعلوم الحاسوب والبرمجيات وغيرها، كما لا يخفى على أحد أنّ اقتحامَ الحاسوبِ ميدانَ الدّراسات اللُّغوية، أسهم بشكل كبير جدّا في تطوير البحث اللِّساني؛ إذ استفاد ممّا يوفّره من برامج وتطبيقات حاسوبية أُنشِئت خصِّيصا لدراسة الظّاهرة اللُّغوية بمختلف مستوياتها: الصّوتية، والصّرفية، والنّحوية، والدّلالية والمعجميّة، وقد حقّقت نتائج بارزة في هذه الميادين، على غرار ما حقّقته برامج الذّكاء الاصطناعي من طفرة نوعية، في هندسة المعاجم الآلية ومَكْيَنَتِها، بالإضافة إلى توفيرها برامج مختلفة للتّحليل الصّوتي والصّرفي، الأمر الذي ساعد على تقليص الفجوة بين البحث التقليدي والحديث، والانتقال به إلى رحاب المعاينة المختبرية ومنطق الآلة؛ التي لا تُفسح المجال للتّخمينات العلمية أو الملاحظات الذاتية المبنية على ذوق الباحث، بل تسعى إلى رصد الأحكام الموضوعية المنبنية على أرقام وقياسات رياضية تقدّمها الآلة أو الحاسوب في المختبرات العلميّة.

وفي غمار المعالجة الآلية للُّغة في مستواها الصّوتي، نسعى من خلال هذه الورقة البحثية إلى تِبيان فاعلية برنامج برات **Praat** الحاسوبي لتحليل الإشارات الصّوتية، في رصد الكميات الواصفة للصَّوت اللُّغوي، مثل: شدّته ودرجته وتردّده وسرعته وتزمينه. والوقوف على فاعلية ذلك في دراسة الظواهر الصوتية فوق التّركيبية – وبخاصة- ظاهرة النّبر في اللُّغة العربية، وبالتالي يقودنا هذا إلى طرح بعض الإشكالات الرئيسة، والمتمثّلة في الآتي: ما مدى نجاعة المعالجة الآلية للظواهر الصّوتية فوق التّركيبية؟ وما المقصود بظاهرة النّبر في اللُّغة العربية؟ وماهي العناصر الفيزيائية للصّوت اللّغوي التي تعيننا على تقفي هاته الظاهرة الصّوتية؟.

2. مفاهيم و مصطلحات

1.2 في مفهوم اللِّسانيات الحاسوبية:

كغيره من المصطلحات اللِّسانيَّة الجديدة الوافدة إلى الثَّقافة العربيَّة المعاصرة ، عرف مصطلح اللِّسانيات الحاسوبيَّة اختلافا في التَّعاريف و المفاهيم بين اللِّسانيين العرب ، وحتى في تعريب المصطلح أو ترجمته ، حيث تعدد ت المقابلات العربية له و اختلفت ؛ إذ "أطلقت عليها تسميات متعدِّدة، منها على سبيل المثال "اللُّغويات المعلوماتيّة" و"اللِّسانيات المعلوماتيّة"، و"اللِّسانيات الإعلامية"، و"اللُّغويات الحاسوبية"، و"علم اللُّغة الحاسوبي"، و"علم اللُّغة الآلي"، و"اللِّسانيات الحاسوبية"، و"نظرية حاسوب لسانيَّة" ..."[1]، بينما أطلق عليها عبد الرَّحمن حاج صالح مصطلح اللِّسانيات الرتابيَّة .

ونتيجة لهذا التعدّد والتنوّع الاصطلاحي، تنوّعت وتعدّدت المفاهيم النَّظريَّة لمفهوم (اللِّسانيات الحاسوبية) عند اللِّسانيين العرب، حيث يرى بعضهم أن « مجال اللسانيات الحاسوبية(**computational linguistics**) أحد العلوم

البينية ، (**interdisciplinary**) التي تقع بين علمين مستقلين ، و ذلك لاتصاله بعلم اللغويات أو اللسانيات من جهة ، و بعلم الحاسب الآلي من جهة أخرى » [2]. « وذهب آخرون إلى كونها تعدُّ أداةً مساعدة في التعامل مع اللُّغة بالحاسوب، ومن الآراء ما ذهب إلى كونها تتّجه نحو التعامل مع الحاسوب باللُّغة الطّبيعية، وهي معالجة البرمجة الآلية للُّغة الطبيعيّة في الحاسوب، وعلاجها بواسطة الحاسوب»"[3]".

و يعتبرها عبد الرَّحمن بن حسن العارف ، علما يبحث « في اللُّغة البشرية كأداةٍ طيّعة لمعالجتها في الآلة (الحاسبات الإلكترونية)، وتتألَّف مبادئ هذا العلم من اللِّسانيات العامَّة، بجميع مستوياتها التَّحليليَّة: الصَّوتية، والصَّرفية، والنَّحوية، والدّلالية، ومن علم الحاسبات الإلكترونيَّة (الكمبيوتر)، ومن علم الذَّكاء الاصطناعي، وعلم المنطق، ثمّ علم الرياضيات»"[4]"، حيث سمح هذا التَّداخل و التَّكامل بين مختلف التَّخصُّصات العلميَّة ، بالإضافة إلى جهود الباحثين ، بتوفير الأرضيَّة الخصبة لاستثمار المعطيات اللِّسانيَّة النَّظريَّة أحسن استثمار ، و توظيفها في مجال الحوسبة الآليَّة للُّغة .

بينما يعتبرها آخرون فرعا «من فروع اللِّسانيات التَّطبيقيَّة يهتمُّ بوصف اللُّغات الطبيعيَّة و توصيفها و مقارنتها ، من خلال وضع قاعدة بيانات رقميَّة و دقيقة للمعارف اللُّغويَّة بكلِّ مكوناتها و فروعها باستخدام علوم الحاسب المختلفة» [5]

ويرى بعض الباحثين أنَّ «هدف اللِّسانيات الحاسوبية، ليس التّعامل مع الحاسوب باللُّغة الطَّبيعيَّة فحسب، بقدر ما هو بناء وصياغة برامج -حاسوبية- لسانية، تُمكِّن من خلق حوار طبيعيّ بين الإنسان والحاسوب باللُّغة الطَّبيعيّة، وذلك بنمذجة **(Assimilation)** الدِّماغ البشري، بما يتطلَّبه ذلك من استغلال جميع المعارف اللِّسانية السَّابقة (نظريّات ومناهج)، وذلك بأن يبلغ بالحاسوب مبلغ الكفاية اللُّغوية التي يمتلكها الإنسان حين يستقبل اللُّغة وينتجها»"[6]". و بالتالي « تهدف إلى تصميم نماذج رياضية للتراكيب اللغوية ؛ للتمكن من معالجة اللغة آليا عن طريق الحاسب »[7] بعد إدخالها للحاسوب . وتقوم اللِّسانيات الحاسوبية **(linguistique computationnelle)** على جانبين أساسيين متكاملين فيما بينهما .

حيث يهتم **الجانب النّظري**« بتناول النّظريّات الصّورية للمعرفة اللُّغوية التي يحتاج إليها الإنسان لتوليد اللُّغة، وفهمها»"[8]"، بالإضافة إلى عنايته «بالبحث عن كيفيّة عمل الدّماغ الإلكتروني، لحلّ المشكلات اللُّغوية، كالتَّرجمة الآلية من لغة إلى لغة أخرى»"[9]" ، والتَّشكيل الآلي للنصوص، والتَّصويب الإملائي للأخطاء اللُّغوية وغيرها. إذا يهتم بتوصيف هذا الفرع من اللسانيات ، و وضع نظريات و قواعد تساهم في تحقيق غاياته .

بينما يهتمُّ **الجانب التَّطبيقي** بـ«النَّاتج العملي لنمذجة الاستعمال الإنساني للُّغة، و يرجع إليه الباحث قصد تحسين التفاعل بين الانسان و الآلة »"[10]". من خلال إنتاج برامج ذات معرفة باللُّغة الإنسانية ، بعد ايجاد طريقة مناسبة لبرمجة الحاسوب برمجةً متماثلةً مع البرمجة الموجودة في الدِّماغ البشريّ ؛ لأنه يعمل على تطبيق هذه النظريات و القواعد على اللغة بربطها بالحاسوب لاكتشاف مدى ملائمتها من خلال اكتشاف عيوبها و نقائصها ، و السعي إلى تطويرها و العمل على تعديلها إن اقتضت الضرورة ذلك لتصبح أكثر فاعلية و سهولة .

إذا من خلال التَّكامل بين الجانبين النَّظري والتَّطبيقي تقوم اللِّسانيات الحاسوبيَّة على « تصوّر نظري، يتخيَّل الحاسوب عقلًا بشريًا، يحاول استكناه العمليّات العقليّة والنفسيّة، الَّتي يقوم بها العقل البشري لإنتاج اللُّغة، وفهمها، وإدراكها »"[11]".و لا يتأتى ذلك إلا عن طريق برامج و تطبيقات تسهّل عمل الحاسوب ،لذا ينبغي توصيف المواد اللُّغويَّة توصيفا دقيقا ، من أجل تفادي أيَ اشكال يمكن أن يقع فيه الحاسوب .

2.2 المعالجة الآلية للُّغة العربية:

أ- **المعالجة**: يقصد بالمعالجة من وجهة نظر علم اللُّغة الحاسوبي، التَّطبيق الآلي على مجموعة من نصوص اللُّغة، وذلك بتغييرها وتحويلها، وإبداع شيء جديد اعتمادًا عليها، بحيث يتم كلّ ذلك باستعمال تقنيات وأدوات من علوم اللِّسانيات والإعلام الآلي، والنَّمذجة **(modélisation)**، ويجب التَّفريق عند المعالجة بين وصف المعارف، وهي وظيفة اللِّسانيات، وبين التَّعبير عن هذه المعارف في شكل نماذج باستخدام تقنيات واستراتيجيات فعَّالة، مستمدَّة من علم الحاسوب، وهي وظيفة علم اللُّغة الحاسوبي"[12]"، أو اللِّسانيات الحاسوبية.

ب- **الآلية Automatique** : و يقصد بها العمليّات الآلية التي يلجأ فيها الانسان لاستخدام ما أتيح له من آلات ، خاصَّة الحاسوب الذي اختُرع في نهاية القرن العشرين ؛ لإجراء العمليّات الحسابيّة، لذا يجب تطويره لمعالجة المعلومات ذات الطَّبيعة اللِّسانيَّة، حيث إنَّ المعالجة الآلية هي تتابع حركات حسابيّة، تقوم بها الآلة وفق تسلسل زمني؛ أي إنَّ برنامج المعالجة الآلية **(Programme automatique)** يمكن أن يكون كلِّيًا **(total)**؛ بحيث يقوم الحاسوب بكلّ شيء، أو جزئيًا **(Partiel)**؛ بحيث يتدخّل الإنسان في بعض مراحله"[13]"، من خلال إعداد و برمجة هذا البرنامج الحاسوبي.

ج- **البرمجة الآلية (Programmation)** : تستند عمليّات المعالجة الآلية للُّغات الطّبيعيّة على عمليّات البرمجة الآلية **(Programmation)**، حيث يعتبرها مهندسو المعلوماتية من أساسيات العمل لديهم ؛ و « هي فهم وتفسير الخوارزم، وفهم تفسير العلاقة الجامعة بين اللُّغة الطّبيعيّة، واللُّغة الاصطناعيّة/ لغة الآلة **(Langage machine)**، بلغة برمجة **(Langage de programmation)**، تُشكِّل الوسيط بين طبيعة اللُّغتين، وتقترب بشدَّة من اللُّغة الطّبيعيّة؛ التي تمكّن البرنامج من قَبول عمليّات الرّقن، الكتابة، والفهم، والتَّغيير، وتجعل الحاسوب يشتغل، يحلّل ويولّد، ويسترجع المعطيات، بدون تعثّر أو توقّف، في تفسير التتابعات التَّكرارية، للقواعد الخوارزميّة الرياضية»"[14]" وتمكّنه من فهم مختلف العمليّات المنطقيّة، بواسطة لغة برمجيّة صورية، ترتكز على أسس رياضية خوارزميّة معدَّة مسبقا بشكل دقيق لا مجال فيه للخطأ .

3.2 المعالجة الآلية للصَّوت اللُّغوي:

كما هو معلوم ، يمكننا إخضاع الصَّوت اللُّغوي (المنطوق) للمعالجة الآلية عن طريق استغلال الحاسوب ، من خلال توظيف التطبيقات والبرامج الحاسوبية المتخصّصة في تحليل الإشارات الصَّوتية، و من بين هذه البرامج نذكر على سبيل المثال لا الحصر برنامج برات **Praat** الحاسوبي. و لكن قبل التَّعريف بهذا البرنامج ، و التَّعرُّف على مزاياه و طريقة عمله و كيفية معالجة الصَّوت اللُّغوي حاسوبيا بواسطته ، يجب علينا أوَّلا أن نقدِّم تصوُّرًا عامًّا لماهية الصَّوت اللُّغوي، وطبيعته الفيزيائية الأكوستيكية؛ التي تمكِّننا من تحديد الخصائص المادِّية للصَّوت اللُّغوي، ومن ثَمَّ تحديد هويته إزاء باقي أصوات اللُّغة المدروسة، هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإنَّ المعالجة الآلية للصَّوت اللُّغوي، ترتكز في أساسها على المعطيات الفيزيائية التي تحملها الموجة الصَّوتية، التي نستمدها من خلال القراءة الطيفية المباشرة على شاشة البرنامج أو المحلّل الصَّوتي، المستخدم خلال الدِّراسة .

1.3.2 الطَّبيعة الفيزيائية للصّوت اللّغوي :

الصَّوت اللُّغوي: «هو ذلك الأثر السّمعي الذي يصدر طواعية واختيارا عن أعضاء النطق»"[15]"، إثر ذبذبات الوترين الصوتيين **les cordes vocales**، وينتقل الصَّوت في الهواء على شكل اهتزازات أو ذبذبات تُحدِثُ اضطرابا في جزيئات الهواء، التي تنطلق من «وضع الثبات أو نقطة الصفر إلى الأمام وإلى الخلف في سلسلة متتابعة من التضاغطات والتخلخلات»"[16]"، باتجاه الأذن. وهذه الاهتزازات أو الذبذبات هي ما يصطلح على تسميتها بـ«الموجة الصّوتية» تشبيهًا لحركتها بحركة الموج في الماء"[17]"، والموجة الصوتية **Sound wave** هي «مجموعة من الذبذبات الصوتية المتعاقبة التي تنتج إحداها عن الأخرى»"[18]"؛ وتكون محمّلة بعناصر فيزيائية تشكل الملمح الأكوستيكي للصّوت اللغوي، من بينها ما يأتي:

سرعة الصّوت velocity: هي السرعة التي تنتقل بها الموجات الصوتية في الوسط المادّي، وتختلف هذه السرعة حسب كثافة الوسط الذي تنتقل فيه، وتصل سرعة الصّوت في الهواء حوالي 340م/ثا (متر/الثانية) في درجة حرارة 20^0 درجة مئوية"[19]".

شدّة الصّوت intensity: هي التي تعطي الصوت عند إدراكه صفة الضعف أو القوة"[20]"، وهي مقياس أكوستيكي للصّوت اللغوي، يقابل من حيث الإدراك السمعي لهذا الصوت بعلوه **loudness**"[21]"، وتقاس الشدّة بالديسبل **décibel**، وتكتب اختصارا (**dB**)، وهي غير ثابتة ، أي تتغير بتغير سعة الاهتزاز.

درجة الصوت Pitch: ويعرّفها الفيزيائيون «بأنها :(الخاصية التي تميز بها الأذن الأصوات أو النغمات من حيث الحدّة أو الغلظة). ويتوقف إحساس الأذن بحدّة الصوت أو غلظه أساسا على التردّد الذي يقابل اهتزاز الوترين الصوتيين من الناحية الفيسيولوجية»"[22]". فهي تتناسب طرديا معه؛ أي كلما زاد معدّل الاهتزاز، كانت درجة الصوت عالية (ويكون الصوت حادًّا)، وإذا قلّ عدد الاهتزازات قلّت درجة الصّوت (ويكون الصوت غليظا).

التردّد Fréquence : و يتمثل في «عدد الذبذبات التي يصدرها الجسم المهتز في الثانية الواحدة»"[23]"، و بمفهوم آخر هو «عدد الدّورات الكاملة التي تتم خلال وحدة زمنية محدّدة»"[24]"؛ ويُحسَب التردد بالهرتز وهو مقياس أكوستيكي للصوت، يُقابَل من حيث الإدراك السمعي بالقيمة الصوتية التي تحيل عليها درجة الصوت **pitch** "[25]".

السّعة Amplitude: إنَّ سعة الذبذبة «تمثّل البعد بين نقطة الاستراحة، وأبعد نقطة يصل إليها الجسم المتحرّك. وسعة الذبذبة هي المسئولة عن التوتر **intensity**، فكلما زاد الاتساع زاد التوتر»"[26]"، ويقصد بالتوتر هنا شدّة الصوت **intensity** .

العلو loudness: يتمثّل العلو في «الأثر السمعي الناتج عن اتّساع ذبذبات الصوت زيادة ونقصا»"[27]"؛ أي إنّ «الارتفاع أو العلو **loudness**، **hauteur** صفة صوتية تنجم عن تواتر التذبذب الذي يحدثه الصّوت وينتجه، والارتفاع هو الذي يميّز الصوت الخفيض **grave**، والصّوت الحاد **aigu**»"[28]".

نوع الصوت Timbre : يُمثِّل نوع الصَّوت «الفرق الذي يظهر بين نغمتين موسيقيتين ربما اتفقتا في درجة الصوت **Pitch**، وفي العلو **loudness**، ولكنهما أنتجتا بآلتين مختلفتين مثل بيانو وكمان»"[29]"؛ وتفسير ذلك أنّ كلتا الآلتين تصدر مجموعة من النغمات واحدة منها (وهي الأساسية **fundamental**) هي المسيطرة، والأخريات (التوافقيات **harmonics**) تكون في وضع انسجام معها، وحيث إنّ الجسم الرنان **resonator** يقوي بعضا من هذه التوافقيات

أكثر من الأخريات، فإنّ النغمة تتلقى خصائص تسمح للسّامع أن يميّز بين صوت وآخر ، أو آلة وأخرى"[30]" بسهولة تامة.

بما أنَّه لا يمكننا مشاهدته الخصائص الفيزيائية للصّوت اللغوي بالعين المجرّدة ،لجأ الباحثون في مجال الصوتيات للاستعانة بالأجهزة والبرامج الحاسوبية ،التي تستطيع تحويل هذه الموجات الصوتية المحمّلة بالمقومات الفيزيائية للصّوت اللغوي، إلى صور طيفية مرئية، ليتسنى للباحث بعد استنطاق قيمها، تكشُّف المضامين الفيزيائية، للصَّوت المفرد، أو الظَّاهرة الصَّوتية المدروسة. ومن بين هذه البرامج الحاسوبية، برنامج (برات **Praat**) لتحليل الإشارات الصَّوتية ومعالجتها، الذي نحن بصدد التعريف به، وتبيان كيفية قراءة الصورة الطيفية للموجة الصوتية، واستخلاص القياسات الفيزيائية للصوت؛ كالشِّدَّة والدَّرجة والتَّزمين.

الشكل (01): واجهة المحلِّل الصَّوتي برات

2.3.2 التَّعريف ببرنامج برات Praat (تطبيق تحليل الإشارات الصوتية ومعالجتها):

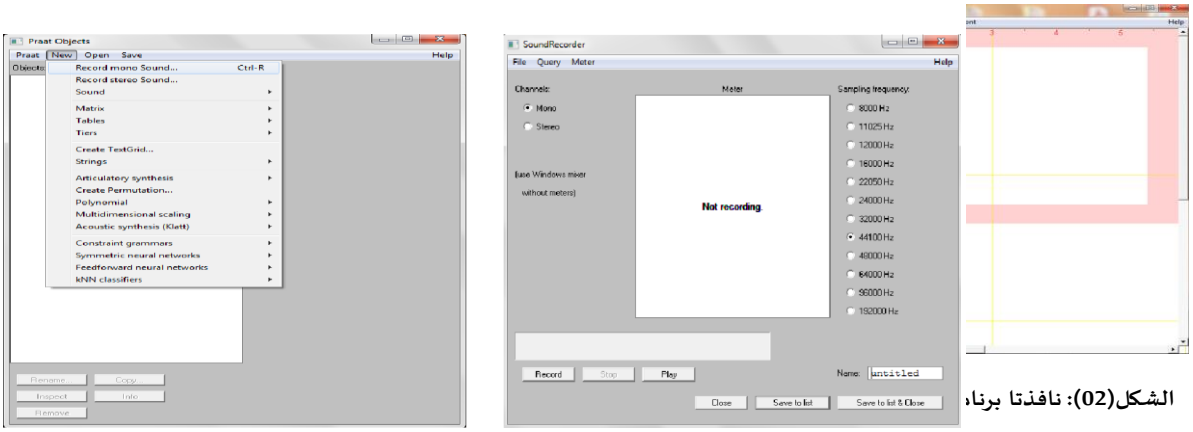
برنامج برات **Praat**؛ هو برنامج أو تطبيق حاسوبي يُعنى بتحليل الإشارات الصَّوتية، ومعالجتها، بعد تحويلها إلى صور طيفية مرئية، وتعني كلمة (برات) بالهولندية (تكلّم)، كتبه ويشرف عليه منذ 1992 باحثان هولنديان ، هما: (**David Weeninck**) وزميله (**Paul Boersma**)، من معهد علوم الصوتيات بجامعة أمستردام"[31]". وهو برنامج مجاني صغير الحجم وسهل الاستخدام ، يمكن تحميله من صفحة البرنامج على الإنترنت **http://www.praat.org** "[32]"؛ كما بالامكان تشغيله على مجموعة من الأنظمة والإصدارات المختلفة مثل: (ليونكس، وماكينتوش، ووينـدوز). و من أهم الخصائص التي يتميز بها سهولة استخدامه فهو يقرأ الصيغة الصوتية على شكل **mp3** أو**mp4** أو يوتيوب، يتحول بالمصنع؛ أي مصنع الصيغ **format face tory** إلى الصيغة الصوتية **wav** وهي الصيغة التي تستعمل في برنامج برات"[33]".

خطوات تحميل و قراءة الملفات الصوتية في نافذة البرنامج برات :

1- عند فتح البرنامج تظهر لنا نافذتان:

الأولى هي **praat objects** قراءة للأيقونات الخاصة ببرنامج برات، والثانية **praat picture** ، و هي رسم بياني للصوت ،حيث تمكننا هذه النافذة من قراءة البيانات و الصور ، و حتى طباعتها أو نسخها .

2- و في حالة وجود ملف صوتي مسجل من قبل، نختار من النافذة الأولى كلمة **open**،ثم نختار من القائمة بأعلى النافذة و التي تحتوي على خيارات عدّة **read** ، ثم نضغط على **read from file** من القائمة، ثم نختار الملف الصوتي المراد فتحه بعد أن تم تحويله في المصنع مسبقا، وبعدها سوف يظهر لنا الملف في نافذة البرنامج"[34]".



الشكل(02): نافذتا برنا

الشكل (03): توضيح الخطوتين: الأولى والثانية، لتسجيل صوت جديد

طريقة تسجيل

مقطع صوتي جديد في برنامج برات:

لتسجيل الصَّوت نتَّبع الخطوات التَّالية :

- عند فتحنا لبرنامج برات تظهر لنا نافذتان ، نافذة قراءة الأيقونات **praat objects** على يسارنا، ونافذة طباعة الصور **praat picture** على اليمين، نقوم بإلغاء نافذة طباعة الصُّور ونبقي على نافذة قراءة الأيقونات.

- ومن خلال قائمة الأدوات الموجودة أعلى نافذة قراءة الأيقونات، نختار أمر جديد **new**، ثمَّ على خيار **record mono sound** و هو الخيار الأنسب من حيث تقليص حجم الملف الصوتي ،ثم تظهر لنا نافذة جديدة و هي (**sound recorder**)، ثم نضغط على خيار **record** لتسجيل أي صوت نريد قياس كمياته الواصفة، و عند الانتهاء من التسجيل نضغط على كلمة قف **stop**، و بالتالي نقوم بتسمية الصوت في خانة (**Name**).

- يمكننا الاستماع للصوت المسجَّل بالضَّغط على **play** ، وبعد تسمية الصوت المسجَّل نقوم بتثبيته في البرنامج بالنَّقر على كلمة **save to list** لتظهر لنا الصيغة المحولة في ملف الإخراج .

- ثم تأتي عملية قراءة الصورة الطَّيفيَّة، للموجة الصَّوتيَّة، وتحليل القياسات الفيزيائيَّة المسجَّلة على شاشة برات، وإذا أردنا أخذ مقطع صوتي معيَّن ودراسته، نقوم بتظليله، وستظهر لنا بعد ذلك الكمِّيات الفيزيائية الواصفة لهذا المقطع الصَّوتي المحدَّد.

3. وحدات النِّظام الفونولوجي:

ممَّا لا شكَّ فيه أنَّ (الصَّوت) يمثِّل الأساس القاعدي، أو المادة الخام؛ التي تُشكِّل النَّسيج اللُّغوي، في مظهره النُّطقي؛ «فما اللُّغة إلا سلسلة من الأصوات المتتابعة أو المتجمعة في وحدات أكبر ، ترتقي حتى تصل إلى المجموعة النفسية»"[35]"، ولذلك فإن الاشتغال الصَّوتي ضمن فضاء خطابي، تتجاذبه علاقات متعدِّدة، تؤطِّرها البنى اللُّغوية فيما بينها، بدءًا بالفونام؛ بوصفه أصغر وحدة صوتية، ثمَّ المقطع؛ فالكلمة؛ وصولًا إلى الجملة على مستوى التَّركيب؛ كان لا بدَّ أيضًا البحث في الظَّواهر التي تؤثِّر في البناء الدّلالي للتَّركيب، دون أن تدخل في تركيبته النَّسيجيَّة، أو المقطعيَّة. وبما أنَّ التَّأطير المنهجي لدراسة الظَّاهرة الصَّوتية، يقتضي أوَّلًا فهم حدود الدِّراسة، وتحديد المستوى المدروس، عمد علماء الأصوات إلى تقسيم الفونيمات إلى نوعين رئيسين"[36]":

فونيمات رئيسة Phonème Primaires: وهي تلك الوحدة الصّوتية التي تكون جزءًا من أبسط صيغة لغوية ذات معنى، منعزلة عن السِّياق ،بينما يعتبرها أحمد مومن «أصغر وحدة صوتية متمثلة في أحد الصوامت أو الصوائت التي نتلفظ بها »"[37]"، أو بتعبير آخر، ذلك العنصر الذي يكون جزءا أساسيا من الكلمة المفردة كالكاف والتاء، والباء في كلمة (كتب) ولذلك أطلقوا عليها اسم (الفونيمات التركيبة) **Phonèmes Segmentaux** .

الفونيمات الثانوية Phonèmes Secondaires؛أطلق علماء الأصوات على هذا النوع من الفونيمات الثانوية اسم (الفونيمات ما فوق التركيب) **Phonèmes Suprasegmentaux** وقد سميت بالفونيمات فوق التركيبة أو غير التركيبية؛ لأنها لا تدخل في جوهر التراكيب اللّغوية، بيد أنّ لها تأثيرات موجّهة للبنى الوظيفية"[38]"، وهي ظاهرة صوتية لاتكون جزءا من تركيب الكلمة، لكنَّها «قد تكون في بعض الأحيان مهمة للمعنى تماما كأهمية الوحدات الصوتية (الصوائت والصوامت) في الحدث الكلامي»"[39]". ومن أهم أنواعها النَّبر**Accent**، والتنغيم **Intonation**، والمفصل **Juncture**، والإيقاع **Le Rythme**.

1.3 النَّبر Accent:

النّبر في مفهومه الفونولوجي هو فونيم فوق مقطعي (أو فوق تركيبي)، يُحيلنا من خلال تركيبته الاشتقاقية للمصطلح إلى مفهوم الظهور والبروز ، فقد أُثْبِتَ بطريق «الاستقراء أنّ كلّ صيغة مبدوءة (بنون بعدها باء) تدلّ على عموم الظّهور في مثل (نَبَرَ، ونَبَغَ ، ونَبَتَ)»"[40]"، وقد أقرّ الدّرس الصّوتي الحديث أنّ النظام المقطعي العربي يتّسم بتلوينات أدائية تتباين ملامحها بحسب القيمة النّوعية والكمّية للتّوليفة المقطعية من جهة، ودرجة البروز الإسماعي للمقطع الصّوتي من جهة أخرى"[41]"، فمقاطع لفظ ما «لا تُنْطَقُ في درجة واحدة من العلو **loudness»"[42]"**، وهذا التفاوت في المقاطع من حيث قوّتُها النّسبية ببروز بعضها على حساب بعض هو مايسمّى بالنّبر **accent"[43]"**، الذي ينشأ نتيجة «الضّغط على مقطع معيّن من الكلمة لجعله بارزا وأوضح في السّمع من غيره من مقاطع الكلمة»"[44]"، بينما يرى تمام حسان أنه « وضوح نسبي لصوت أو مقطع إذا قورن ببقية الأصوات أو المقاطع في الكلام » "[45]"، و هو « قوة التلفظ النسبية التي تعطى للصائت في كل مقطع من مقاطع الكلمة ، أو الجملة » "[46]"وهذه التعاريف تُوحي جميعُها إلى أنّ النّبر يقتضي طاقة زائدة أو جهدا عضليا إضافيا، ولهذا يقول دانيال جونز: «المقطع المنبور بقوة ينطقه المتكلم بجهد أعظم من المقاطع المجاورة له في الكلمة أو الجملة . فالنّبر إذن نشاط ذاتي للمتكلم ينتج عنه نوع من البروز **prominence** لأحد الأصوات أو المقاطع بالنسبة لما يحيط به»"[47]"، في حين يكون «الأثر السمعي المرتبط بالنّبر هو العلو **loudness**»"[48]"؛ الذي يؤشِّر له سمعيًا.

2.1.3. أنواع النّبر:

للنّبر أنواع، أو درجات، أشّر لها الأصواتيون المحدثون استنادا إلى مبدإ الوضوح، والبروز، والارتكاز، بالنسبة إلى المقاطع، هي كالآتي"[49]":

1- النّبر الرّئيس (أو الأوّلي) **Primary Stress**. وعلامته (ˆ).

2- النّبر الثانوي (أو المتوسط) **Secondary Stress**. وعلامته (-).

3- النّبر الضّعيف **Weak Stress**. وعلامته (\)، (أو ليس له علامة"[50]").

والقواعد التي تضبط نبر الكلمة العربية، هي"[51]":

1- عندما تتألف الكلمة من سلسلة من المقاطع مثل: / ص ع/ فإنّ المقطع الأول ينبر نبرا أوّليا، وتنبر المقاطع الباقية أنبارا ضعيفة، نحو:

- كَتَبَ : /ص ^ع / _/ ص ع/ _/ ص ع/، وقع النّبر على / كَ/.

2- عندما تحتوي الكلمة مقطعا طويلا واحدا فقط، فإنّ هذا المقطع هو الذي يستقبل النّبر الأوّلي، وتستقبل بقية المقاطع أنبارا ضعيفة، نحو:

- كاتِبْ: / ص ^ع ع/ _/ص ع ص/ ، فالمقطع المنبور هو / كا /.

3- وعندما تحتوي الكلمة مقطعين طويلين، أو أكثر، فإنّ المقطع الطويل الأقرب إلى آخر الكلمة (غير المقطع الأخير) يستقبل النّبر الأوّلي، وفي أغلب الحالات يستقبل المقطع الأقرب إلى بداية الكلمة، نبرًا ثانويا، نحو:

- رَئِيسُهُنَّ : / ص ع/ _/ ص -ع ع / _/ ص ع / _/ ص ^ع ص/ _/ص ع/ .

- مُستَوْدَعاتُهُمْ :/ ص ع ص/ _/ ص -ع ص / _/ ص ع / _/ ص ^ع ع/ _/ ص ع/_/ ص ع ص/.

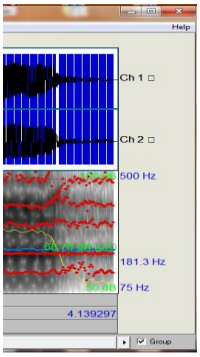
4- إذا كانت الكلمة مؤلفة من مقطع واحد فقط، فالنّبر عليه اطلاقا، أيّا كان شكل هذا المقطع، مثل: عُدْ، نَمْ، صِلْ ..."[52]".

5- إذا كانت الكلمة مؤلفة من مقطعين، فالنّبر على ثانيهما إطلاقا، (ويجري العد بطريقة عكسية؛ أي من الشمال إلى اليمين)؛ لأنّ الأوّل لا ينبر في العربية مطلقا أيّا كان شكله، إلا إذا كان هو المقطع الوحيد في الجملة، ومثال ذات المقطعين: قامَ:/ ص ^ع ع + ص ع/. لَكُمْ :/ ص ^ع + ص ع ص/؛ فالنّبر وقع في الكلمة الأولى على: /قا/، وفي الكلمة الثانية وقع على المقطع: / لَ/"[53]".

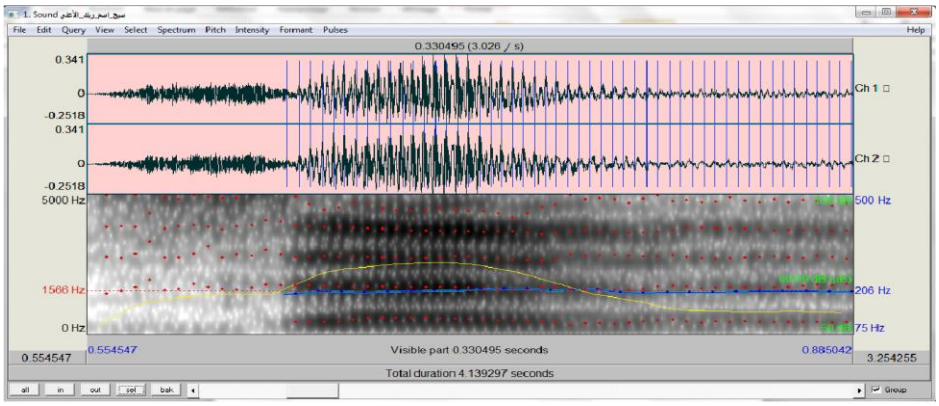
1.1.3 التَّحليل الطيفي الفيزيائي لظاهرة النَّبر:

يقوم التحليل الطَّيفي الفيزيائي للظّاهرة النّبرية ، على تتبّع الأثر الكمّي، للمقاطع الصّوتية، وما تحدثه من أثر في الأذن؛ ذلك «لأنّ المقطع المنبور ينطقه المتكلّم بجهد أعظم من المقاطع المجاورة له»"[54]"، فينتج عنه وضوح في السمع أكثر من غيره من المقاطع الأخرى المجاورة له في نفس البنية، وعليه ينبغي دراسة الملمح الأكوستيكي للنّبر من حيث هو «مادّة فيزيائية يُدلَّل لها بالقانون والحساب الفيزيائي»"[55]"، بالارتهان إلى القراءة الطيفية المباشرة للموجة الصّوتية، لتسجيل قياسات الشدّة، ودرجة الصّوت، والتَّزمين، والحزم الصّوتية؛ التي تُعيننا على تقفي واستجلاء مواطن النّبر في الكلمة العربية بدقة عالية، وفيما يأتي رسم طيفي لكلمة (سَبِّحِ) من سورة الأعلى.

الشكل(05): يظهر الصورة الطيفية لكلمة (سَبِّحِ)/ص ع ص+ ص ع ص/ /**Sab+bih**/ من سورة الأعلى (الآية:01)، بصوت المقرئ الشيخ عبد الباسط عبد الصَّمد:



الشكل (06): يظهر الصورة الطيفية للمقطع الأول /سَبْ/ /ص ع ص/ / cvc/ :



الحزم ا

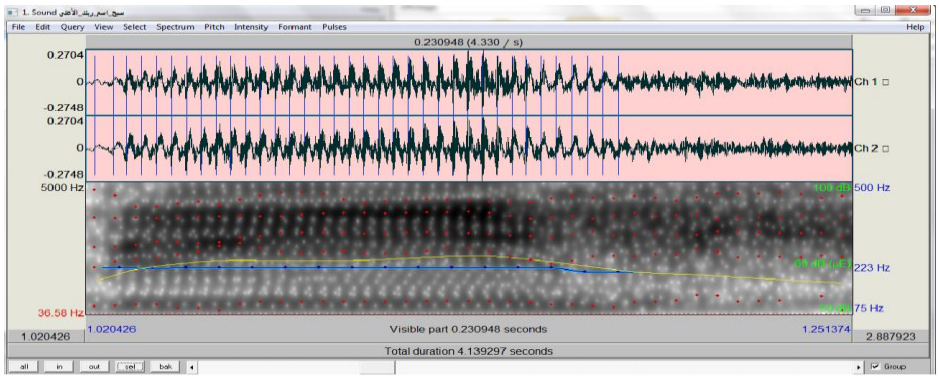
- يمثل المنحنى البياني الأصفر :(شدة الصوت: (**Intensity**).

- يمثل المنحنى البياني الأزرق: (درجة الصوت:**Pitch**).

- تمثل النقاط الحمراء : (الحزم الصوتية **Formant**): **f4- f2- f3-f1**.

- تتكوَّن كلمة (سَبِّخْ) من مقطعين صوتيَّيْن متوسِّطين هما: /سَبْ/ و/بِخْ/، ولذلك سنقوم برصد الكمِّيات الواصفة لكلّ مقطع على حدة، لنعرف على أيٍّ منهما وقع النَّبر، وهذا من خلال استنطاق الصورة الطيفية ورصد القياسات الفيزيائية التي تحملها الموجة الصَّوتية لكلّ مقطع:

الشكل (07): يظهر الصورة الطيفية للمقطع الثاني /بِخْ/ /ص ع ص/ / cvc/ :



الجدول الآتي يبيّن الخصائص الفيزيائية لكلٍّ من المقطعين /سَبْ/ و/بِخْ/:

	الشدة (ديسبل) باللَّون الأصفر	التردّد (هرتز) باللَّون الأزرق	الزَّمين (ثانية)	الحزمة الصَّوتية F1 (هرتز)
المقطع /سَبْ/	**69.69 dB**	**206 hz**	**0.33**ثا	**775.96 hz**

المقطع /بِخْ/	**69 dB**	**223 hz**	0.23 ثا	**503.57hz**

تعقيب على النتائج: نلاحظ أنّ المقطع /سَبْ/ في الشكل(06)، يظهر بقيم أعلى في الشدّة والحزمة الصوتية **F1** ونسبة متقاربة في التردد؛ حيث جاءت شدة صوت المقطع الأول /سَبْ/ (بحيث ترتيب المقاطع يكون بطريقة عكسية من الشمال إلى اليمين)، جاءت شدّته في حدود 69.69 ديسبل، ودرجته حوالي 206 هرتز، وجاءت حزمته الصّوتية **F1** حوالي 775.96 هرتز، في مدة زمنية استغرقت حوالي 0.33 ثانية. أمّا المقطع الأول /بِخْ/ في الشكل (07)، فكانت شدته حوالي 69 ديسبل، وجاءت درجته في حدود 223 هرتز، في حين قدِّرت حزمته الصّوتية **F1** بحوالي 503.57 هرتز، في مدة زمنية قُدِّرت بـ0.23 ثانية. وعلى هذا الأساس نستنتج أنّ النّبر وقع على المقطع الثاني /سَبْ/ لا على المقطع الأول /بِخْ/؛ وَفق هذه القياسات الفيزيائية المسجلة، التي تظهر بنسب عالية في المقطع الثاني، مقارنة بقياسات المقطع الأول. لتوافق هذه النتائج التنظير الفونولوجي العربي، لموقعية النّبر في الكلمة العربية، الذي ينصّ على أنّ الكلمة المكونة من مقطعين فقط، فالمقطع المنبور هو المقطع الثاني اطلاقا"[56]"؛ بحيث يجري العد بطريقة عكسية؛ أي من الشمال إلى اليمين.

تعقيب على النتائج:

	الشدة (ديسبل)	التردد (هرتز)	التَّزمين (ثانية)	الحزمة **F1**
المقطع /سا/	**78.7 dB**	**226.4 hz**	**1.85 s**	**712.28 hz**

تُظهر المعاينة الطيفية لقيم الشدّة، والدرجة، والتزمين، والحزمة الصَّوتية **F1**، للمقطع الثاني /سا/ من كلمة /سَائِل/، من سورة المعارج (الآية 01)، أنّه هو المقطع المنبور، في مقابل المقطع الأول /ئِل/ من نفس الكلمة؛ بدليل المغايرة الواضحة في نسب الشدة والتردد والتزمين والحزمة **F1**، فيما بينهما، حيث كانت الكميات الواصفة المسجلة في المقطع الثاني /سا/ أعلى بكثير من نظيراتها المسجلة في المقطع الأول /ئِل/. وهذا تأكيد آخر على أنّ صيغة (فاعل) يقع النَّبر فيها على المقطع الصَّرفي الأول /فا/ كما قرّره الفونولوجيون المحدثون العرب. ويمكننا بهذه الطريقة أن ندرس أي مقطع نبري نريده، من خلال إخضاعه للمعاينة الطيفية على برنامج برات الصَّوتي، ومن ثمّ الوقوف على عناصره الفيزيائية التي تشكّل الملمح الأكوستيكي لظاهرة النّبر **Accent**، في الكلمة العربية.

5. خاتمة :

في الأخير، خلصت ورقتنا البحثية لأهم النتائج الآتية :

- تنقسم الفونيمات في اللغة العربية إلى نوعين رئيسن: فونيمات تركيبية تكون جزءا من أبسط صيغة لغوية ذات معنى؛ أي هي جزء أساسي من بناء الكلمة المفرد، وفونيمات فوق تركيبة لا تدخل في تركيب الكلام، ولا تخضع للتقطيع الفونيمي، بيد أنّ لها تأثيرات موجّهة للبنى الوظيفية.

- النّبر **Accent** ظاهرة صوتية فوق تركيبة يدل من حيث المظهر الفيزيولوجي، على الضغط على أحد المقاطع دون غيرها؛ بمعنى آخر المقطع المنبور ينطقه المتكلم بجهد أعظم من المقاطع المجاورة له، مما يؤدّي إلى وضوح نسبي في

السمع، وهذا يترتّب عليه زيادة في الشدة، والتردّد، من خلال الموجة الصوتية الصادرة عنه، كما يترتب عنه من حيث الجانب السمعي، زيادة في درجة الصوت **Pitch**، وعلوّه **loudness**.

- تحمل الموجة الصوتية عناصر فيزيائية مثل: الشدّة، والتردّد، والدّرجة، والحزم الصوتية **f3، f2،f1** . هذه العناصر الفيزيائية تعيننا على تقفي مواطن النّبر، من خلال القراءة الطيفية المباشرة على برنامج (برات **Praat**).

– أثبتت الدّراسة المختبرية من خلال برنامج (برات **Praat**)؛ أنّ النّبر في الكلمة المكونة من مقطعين في مثل كلمة: /سَبّحْ/، أنّ النّبر يقع على المقطع الثاني /سَبْ/، كما أثبتت الدّراسة، أنّ النّبر يقع على المقطع الأول في الصيغة الصرفية (فاعل)، مثل مقطع /سا/ من كلمة / سَائِل/، وهذا يوافق التنظير الفونولوجي العربي.

- ونستطيع من خلال القراءة الطيفية للموجة الصوتية، على شاشة برنامج برات، أن نسجل القياسات الأكوستيكية للأصوات اللغوية، مثل: الشدَّة والدَّرجة و التَّزمين ، وغيرها.

- يتيح لنا برنامج برات **Praat** إمكانية فصل (الصائت) عن (الصامت)، وتسجيل قيمهما الفيزيائية.

- ويُمَكِّنُنا برنامج برات **Praat** أيضا من دراسة الظواهر الفوق تركيبة، مثل: (النبر، والتَّنغيم، والتَّفخيم والتَّرقيق، والوقف ...)، ومعرفة خواصها الفيزيائية بطريقة علمية وموضوعية .

- نستطيع من خلال برنامج برات **Praat** حساب معدّلات الشدّة والدرجة والتزمين والحزم الصوتية **f1 ,f2,f3,** لكل أصوات اللغة العربية، ممَّا يُسهم في تحديد الهوية الأكوستيكية لكل صوت لغوي.

الهوامش:

[11] عبد الواحد دكيكي: منظور أو آليات المعجم تركيب، في المستوى التركيبي أنموذجا، ضمن كتاب: اللسانيات وإعادة البناء، ط1،وقائع الندوة العلمية الدولية الثالثة للسانيات، 10و11و12 أفريل2014، إعداد ومراجعة: المنصف عاشور وسرور اللحياني، 2014م، مخبر نحو الخطاب وبلاغة التداولية، كلية الآداب والفنون والإنسانيات، منوبة، تونس، ص76.

[2] عبد الله بن يحيى الفيفي، ،مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية،ط1 ، دار وجوه للنشر و التوزيع ، الرياض، المملكة العربية السعودية ، 2017م ،ص5.

[3] عبد الواحد دكيكي، المرجع السابق، ص77.

[4] عبد الرحمن بن حسن العارف، كانون الأول (ديسمبر) ، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية - جهود ونتائج - مجلة مجمع اللغة العربي الأردني، الأردن، العدد 73، 2007م ،ص52.

[5] حسين بن علي الزراعي ، 2016 م ، اللسانيات و أدواتها المعرفية ، ط 1 ، مؤسسة الانتشار العربي ، بيروت ، لبنان ،ص 208 .

[6] عبد الواحد دكيكي، مرجع سابق، ص77.

[7] - عبد الله بن يحيى الفيفي ،مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية ، مرجع سابق ، ص 6.

[8] نهاد الموسى، 2000م ،العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ط1،المؤسسة العربية للدراسات والنشر، الأردن، ص54.

[9] ينظر: الوعر مازن،: دراسات لسانية تطبيقية، ط1،دار طلاس، دمشق، سورية، 1989 م ،ص317.

[10] نهاد الموسى: العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ص53،54.

[11] ينظر: وليد أحمد العناتي، اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، العدد الثاني، 2005م، ص62،63.

[12] ينظر: فارس شاشة، ، المعالجة الآلية للغة العربية: إنشاء نموذج لساني صرفي إعرابي للفعل العربي، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاجتماعية والإنسانية، قسم علم المكتبات والتَّوثيق، جامعة الجزائر، الجزائر، 2007م/2008م ،ص13.

[13] ينظر: فارس شاشة، المعالجة الآلية للغة العربية: إنشاء نموذج لساني صرفي إعرابي للفعل العربي، ص13.

[14] عبد الواحد دكيكي، مرجع سابق، ص84،85.

[15] كمال بشر ،، علم الأصوات، دط، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، 2000م ،ص 119.

[16] سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، دط، عالم الكتب، القاهرة، 2005م، ص 21.

[17] عبد العزيز أحمد علام وعبد الله ربيع محمود، ، علم الصوتيات، دط، مكتبة الرُّشد، الرياض، السعودية، 2009م ،ص 136.

[18] عبد الرحمن أيوب، أصوات اللغة، ط2،مطبعة الكيلاني، القاهرة، مصر، 1968م، ص 98.

[19] ينظر: سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، ص32. و بسام بركة، علم الأصوات العام، ص32.

[20] ينظر: بسام بركة، علم الأصوات العام، ص 40.

[21] ينظر: خلدون أبو الهجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص248.

[22] عبد العزيز أحمد علام وعبد الله ربيع محمود: علم الصوتيات، ص155.

[23] عبد الغفار حامد هلال، ،أصوات اللغة العربية، ط3،مكتبة وهبة، القاهرة، مصر، 1996م ،ص36.

[24] بسام بركة، دت، علم الاصوات العام أصوات اللغة العربية، دط، مركز الإنماء القومي، بيروت، لبنان، ص34.

[25] خلدون أبو الهجاء،فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ط1،عالم الكتب الحديث، 2006م ،ص248.

[26] أحمد مختار عمر، دراسة الصّوت اللّغوي، ط4،عالم الكتب، القاهرة، مصر، 2006م، ص25.

[27] عبد الرحمن أيوب ، أصوات اللغة، ص107.

[28] بسام بركة، علم الاصوات العام أصوات اللغة العربية، ص39.

[29] أحمد مختار عمر، دراسة الصّوت اللّغوي، ص31.

[30] نفسه، ص31.

[31] كبير بن عيسى،، دليل مستعمل برات، كراسات مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية، العدد التاسع، الجزائر، 2019م ،ص5.

[32] زهراء جاسم محمد ،طريقة عمل برنامج برات وتحليل القصائد صوتيا ومخبريا، شرح المهندس: فؤاد كاظم طاهر ، إشراف الدكتور إبراهيم صبر الراضي، المخبر الصوتي، جامعة ذي قار، ص2.

[33] زهراء جاسم محمد، طريقة عمل برنامج برات وتحليل القصائد صوتيا ومخبريا، نفس المرجع، ص3.

[34] نفسه، ص3.

[35] أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، ص401.

[36] عصام نور الدين، الفونولوجيا، ط1، دار الفكر اللبناني، بيروت، لبنان، 1992م،ص88.

[37] أحمد مومن ، ، اللسانيات النشأة والتطور ، ط 2 ، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر ، 2005م ،ص 184.

[38] عبد القادر عبد الجليل ،،الأصوات اللّغوية، ط2، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2014م ،ص213.

[39] ماريو باي، 1998م، أسس علم اللغة ، تروتع: أحمد مختار عمر، ط8، عالم الكتب، القاهرة ،مصر، ص92.

[40] سعاد بسناسي،،التحولات المورفولوجية والتركيبة في ضوء الدراسات الصوتية،أطروحة دكتوراه، قسم اللغة العربية وآدابها، معهد الآداب واللغات والفنون، جامعة السانية، وهران، الجزائر، 2005- 2006م، ص86.

[41] بن شيحة نصيرة، الوقف بين وقائع التطريز الإيقاعي وفاعلية التشكل الدلالي، مجلة مطارحات في اللغة والأدب، ديسمبر 2015م، ضالعدد4، ص43.

[42] سلمان الحسن العاني،التشكيل الصوتي في اللغة العربية، ط1،النادي الأدبي الثقافي، جدة، السعودية، ص134.

[43] سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، 1983م، ص 229.

[44] محمد منصف القماطي ، الأصوات ووظائفها، د ط ،منشورات جامعة الفاتح، ليبيا، 1986م، ص152.

[45] تمام حسان ،مناهج البحث في اللغة ، د ط ، دار الثقافة ، الدار البيضاء ، المغرب ، 1979 م ،ص 160 .

[46] محمد علي الخولي ، الأصوات اللغوية ، ط 1 ، مكتبة الخريجي ، 1987 م، ص 158 .

[47] أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، ص221.

[48] نفسه ، ص221.

[49] عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللّغوية، ط2،دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2014م، ص251.

[50] ينظر: سلمان الحسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية، ص134.

[51] ينظر: نفسه، ص134، 135.

[52] محمد الأنطاكي، دت، المحيط في أصوات العربية ونحوها وصرفها، ط3، ج 1،دار الشرق العربي، بيروت، لبنان، ص52.

[53] محمد الأنطاكي، المحيط في أصوات العربية ونحوها وصرفها، ص 52.

[54] أحمد قدور، مبادئ اللسانيات، ط3،دار الفكر، دمشق، سورية، 2008م، ص163.

[55] براهيمي بوداود،فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين، رسالة دكتوراة، جامعة السانيا وهران، الجزائر، 2012/2011م، ص146.

[56] محمد الأنطاكي، المحيط في أصوات العربية ونحوها وصرفها، ص 52.

قائمة المصادر والمراجع:

*أحمد قدور، مبادئ اللسانيات، ط3،دار الفكر، دمشق، سورية ،2008م

*أحمد مومن، اللسانيات النشأة والتطور ، ط 2 ، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر. 2005م

*أحمد مختار عمر، دراسة الصّوت اللّغوي، ط4،عالم الكتب، القاهرة، مصر 2006م ،

* تمام حسان، مناهج البحث في اللغة ، د ط ، دار الثقافة ، الدار البيضاء ، المغرب. 1979 م

*حسين بن علي الزراعي ،اللسانيات و أدواتها المعرفية ، ط 1 ، مؤسسة الانتشار العربي ، بيروت ، لبنان ،2016 م

* سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، دط، عالم الكتب، القاهرة، 2005م

* سلمان الحسن العاني، التشكيل الصوتي في اللغة العربية، ط1،النادي الأدبي الثقافي، جدة، السعودية،1983م.

*عبد الرحمن أيوب، أصوات اللغة، ط2،مطبعة الكيلاني، القاهرة، مصر، 1968م

*عبد العزيز أحمد علام وعبد الله ربيع محمود، علم الصوتيات، دط، مكتبة الرُّشد، الرياض، السعودية،2009م،

*عبد الغفار حامد هلال، أصوات اللغة العربية، ط3،مكتبة وهبة، القاهرة، مصر، 1996م

*عبد القادر عبد الجليل، الأصوات اللّغوية، ط2، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2014م

* عبد الله بن يحيى الفيفي ،مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، ط1 ، دار وجوه للنشر و التوزيع ، الرياض، المملكة العربية السعودية ، 2017م

*عصام نور الدين، الفونولوجيا، ط1، دار الفكر اللبناني، بيروت، لبنان. 1992م

*كمال بشر، علم الأصوات، دط، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، 2000م

*ماريو باي، أسس علم اللغة ، تر وتع: أحمد مختار عمر، ط8، عالم الكتب، القاهرة ،مصر،1998م

*مازن الوعر،دراسات لسانية تطبيقية، ط1،دار طلاس، دمشق، سورية، 1989 م

*محمد منصف القماطي، الأصوات ووظائفها، د ط ،منشورات جامعة الفاتح، ليبيا. 1986م

*محمد علي الخولي، الأصوات اللغوية ، ط 1 ، مكتبة الخريجي. 1987 م

*محمد الأنطاكي، المحيط في أصوات العربية ونحوها وصرفها، ط3، ج 1،دار الشرق العربي، بيروت، لبنان، دت،

*نهاد الموسى،العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ط1،المؤسسة العربية للدراسات والنشر، الأردن، 2000م.

المقالات:

* عبد الرحمن بن حسن العارف، كانون الأول (ديسمبر) ، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية - جهود ونتائج - مجلة مجمع اللغة العربي الأردني، الأردن، العدد 73، 2007م

* بن شيحة نصيرة، ديسمبر الوقف بين وقائع التطريز الإيقاعي وفاعلية التشكل الدلالي، مجلة مطارحات في اللغة والأدب، العدد4، 2015م،

* كبير بن عيسى،دليل مستعمل برات، كراسات مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية، العدد التاسع، الجزائر،2019م

* وليد أحمد العناتي، اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، العدد الثاني، 2005م

رسائل الدكتوراه والماجستير:

* براهيمي بوداود، فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين، رسالة دكتوراة، جامعة السانيا وهران، الجزائر. 2012/2011م

*زهراء جاسم محمد ،طريقة عمل برنامج برات وتحليل القصائد صوتيا ومخبريا، شرح المهندس: فؤاد كاظم طاهر ، إشراف الدكتور إبراهيم صبر الراضي، إعداد الطالبة: زهراء جاسم محمد، المخبر الصوتي، جامعة ذي قار

*سعاد بسناسي،التحولات المورفولوجية والتركيبة في ضوء الدراسات الصوتية، أطروحة دكتوراه، قسم اللغة العربية وآدابها، معهد الآداب واللغات والفنون، جامعة السانية، وهران، الجزائر2005- 2006م

* فارس شاشة،المعالجة الآلية للغة العربية: إنشاء نموذج لساني صرفي إعرابي للفعل العربي، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاجتماعية والإنسانية، قسم علم المكتبات والتَّوثيق، جامعة الجزائر، الجزائر،2007م/2008م.

أعمال ملتقى:

*عبد الواحد دكيكي: منظور أو آليات المعجم تركيب، في المستوى التركيبي أنموذجا، ضمن كتاب: اللسانيات وإعادة البناء، ط1،وقائع الندوة العلمية الدولية الثالثة للسانيات، 10و11و12 أفريل2014، إعداد ومراجعة: المنصف عاشور وسرور اللحياني، 2014م، مخبر نحو الخطاب وبلاغة التداولية، كلية الآداب والفنون والإنسانيات، منوبة، تونس.