الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف لميلة

معهد الآداب واللغات
قسم اللغة والأدب العربي

المرجع: .....

نحو استثمار المفاهيم الفزيائية في حوسبة الصوت اللغوي العربي نماذج مختارة

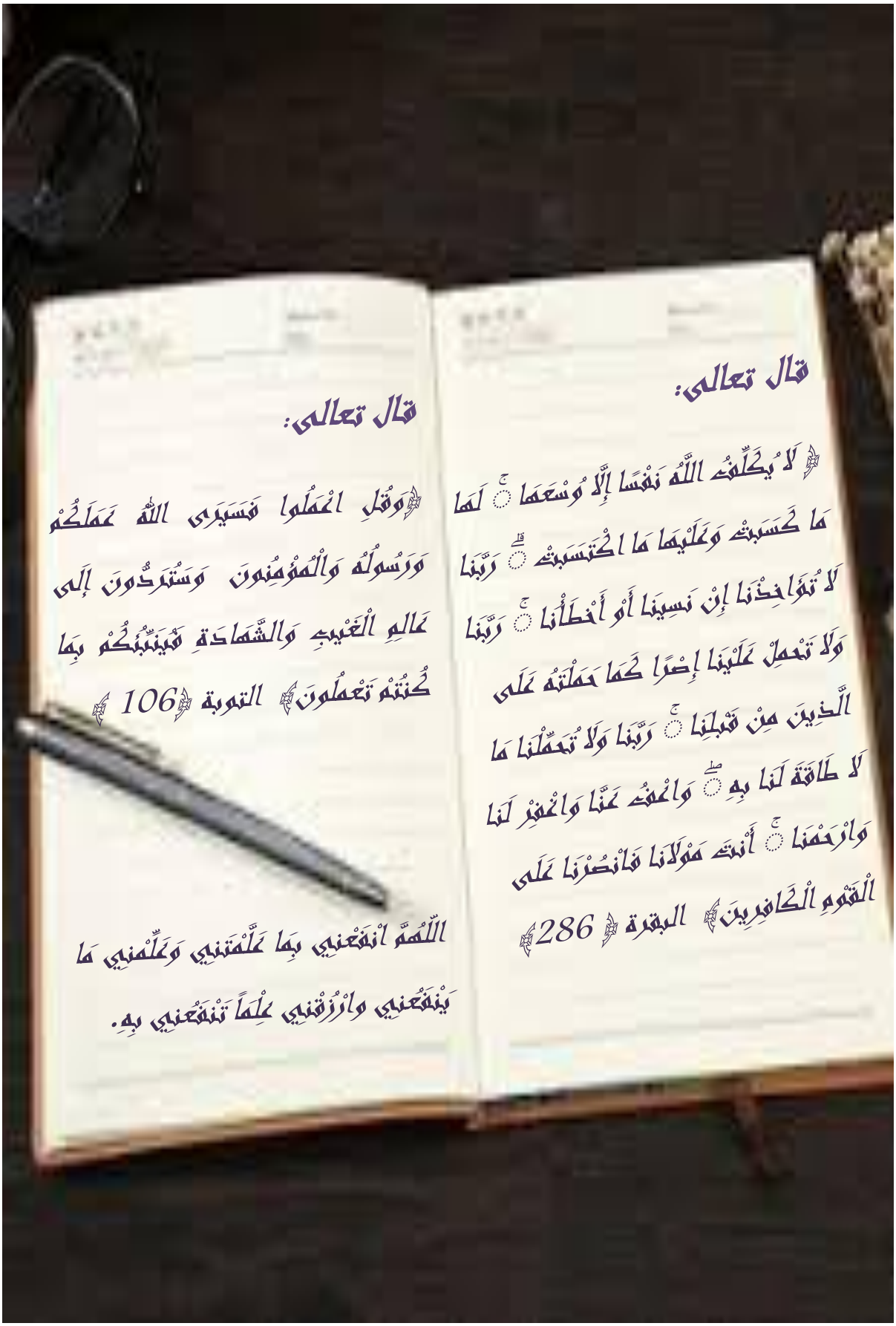
مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر في اللغة والأدب العربي
تخصص: لسانيات عربية

إعداد الطالبة:
• سهام بوحمار

إشراف الأستاذ(ة):
أ د. وردة مسيلي

السنة الجامعية 2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم
١٤
٣٧



قال تعالى:

﴿ لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا ۚ لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ ۗ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا ۚ رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إِصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِنْ قَبْلِنَا ۚ رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ ۖ وَاعْفُ عَنَّا وَاغْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا ۚ أَنْتَ مَوْلَانَا فَانْصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ﴾ البقرة ﴿286﴾

قال تعالى:

﴿وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ﴾ التوبة ﴿106﴾

اللَّهُمَّ انْفَعْنِي بِمَا عَلَّمْتَنِي وَعَلِّمْنِي مَا يَنْفَعُنِي وَارْزُقْنِي عِلْماً تَنْفَعُنِي بِهِ.

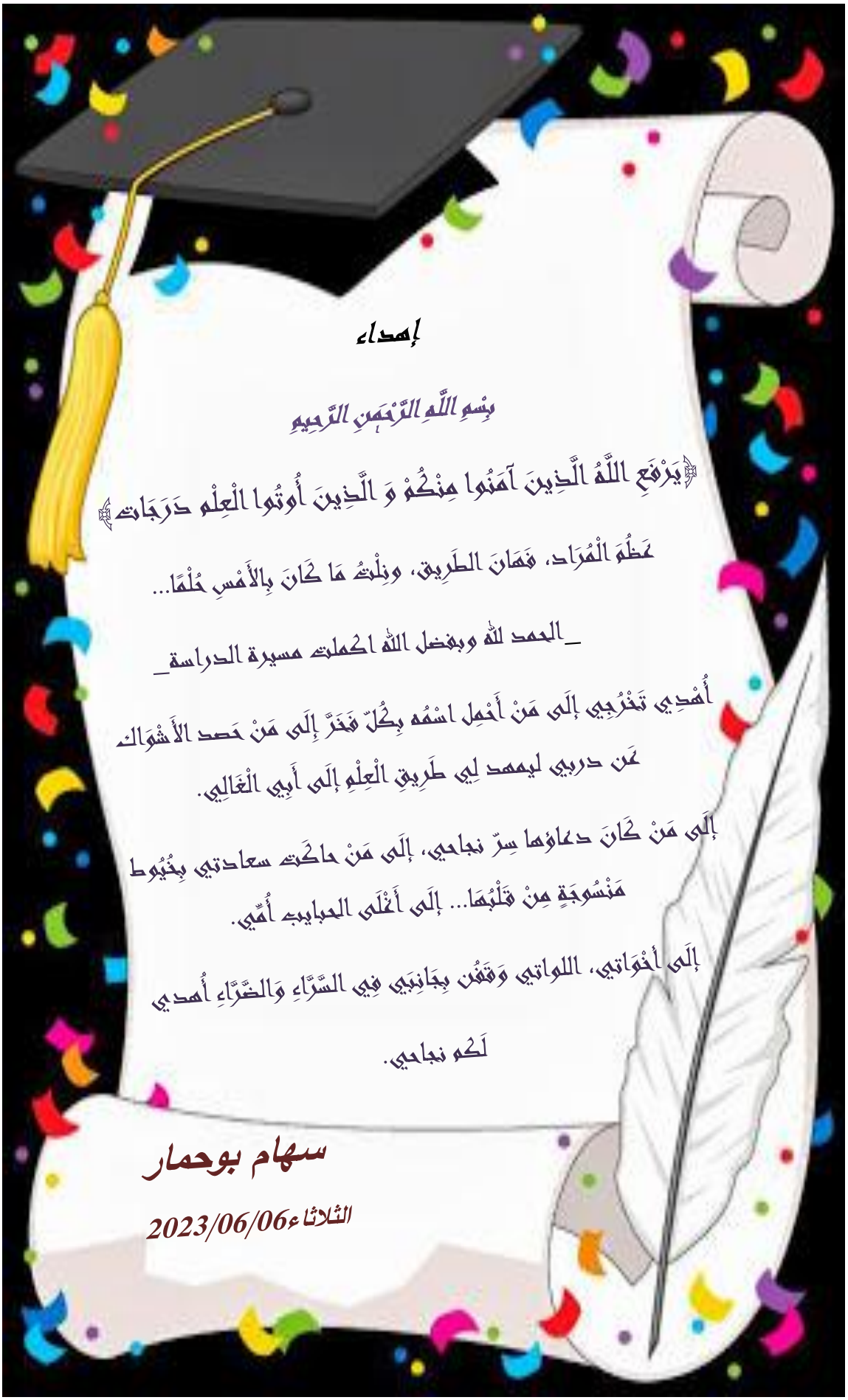
الشكر

شكر خالص لا يشوبه نقص ولا يخالطه رياء، نرفعه تضرعا لربّ كريم واسع العطاء.

وشكر خاص للأستاذة المشرفة " **أ. د وردة مسيلي**"، وشكر خالص لأمي على توجيهها وحسن رعايتها، والأهم على تفهمها لما يساور خاطري من رهانات فلولا مثابرتها ودعمها المستمر ما تم هذا العمل، وإلى كل آخواتي اللواتي ساعدنني باهتمامهم وتوجيههم، وكريم عطائهم وامتنان لا يحده اسم ولا يقصره مكان.

إلى كل من بسط لي كفه مساعدا، ومؤازرا وساعياً ولو بكلمة لبعث التحفيز.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين وصلى الله وسلم على سيدنا محمد وآله وصحبه أجمعين.



إهداء

بِسمِ اللَّهِ الرَّحمَنِ الرَّحِيمِ

﴿يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَ الَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ﴾

عَظُمَ الْمُرَادُ، فَهَانَ الطَرِيقُ، ونِلْتُ مَا كَانَ بِالأَمْسِ حُلْمًا...

الحمد لله وبفضل الله اكملت مسيرة الدراسة

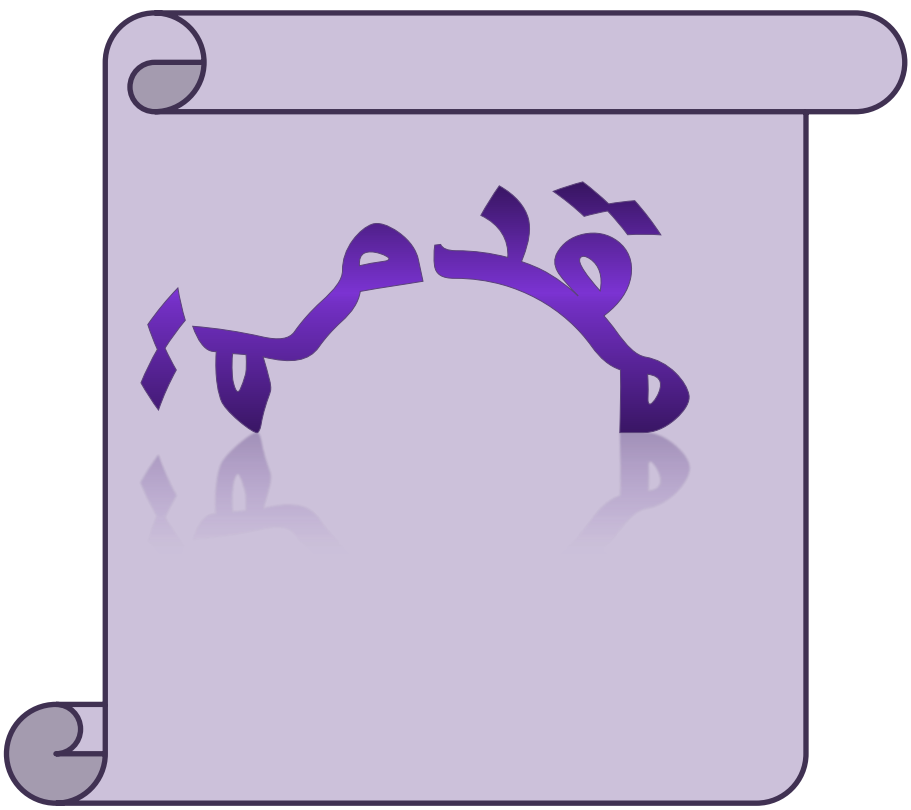
أُهْدِي تَخَرُّجِي إِلَى مَنْ أَحْمِلُ اسْمُه بِكُلّ فَخَرٍّ إِلَى مَنْ حَصد الأَشْوَاك عَن دربي ليمهد لِي طَرِيقِ الْعِلْمِ إِلَى أَبِي الْغَالِي.

إِلَى مَنْ كَانَ دعاؤها سِرّ نجاحي، إِلَى مَنْ حاكَت سعادتي بِخُيُوط مَنْسُوجَةٍ مِنْ قَلْبُهَا... إِلَى أَغْلَى الحبايب أُمِّي.

إِلَى أَخْوَاتِي، اللواتي وَقَفْن بِجَانِبَي فِي السَّرَّاءِ وَالضَّرَّاءِ أُهدي لَكم نجاحي.

سهام بوحمار

الثلاثاء2023/06/06


مقدمة

مما لا شك فيه أن اللغة هي وعاء الفكر وجسر التواصل بين الأقوام فباللغة يحدث التبادل المعلوماتي والثقافي في مجالات عدة، لذا اهتمت الأمم بلغاتها على مر العصور وحتى عصرنا هذا وذلك قصد النهوض بها فالأمة من غير لغة لا ترقى إلى مصاف الأمم، وفي هذا السياق نستدل بقول **مصطفى صادق الرّافعي** المبثوث في كتابه "وحي القلم" والذي مفاده: "ما ذلت لغة شعب إلا ذل وما حطت إلاّ كان أمره في ذهاب وإدبار"؛ وعليه فإن ازدهار الأمة مقرون ببلوغ لغتها ذروة التطور.

أما اليوم وفي ظل التكنولوجيا أو ما يعرف بالحوسبة، فالحاسوب صحيح أنه ليس آخر الاختراعات لكنه يبقى أعظمها حتى الآن فهو أهم أدوات التمكن الثقافي بل ويعد كلمة المرور الأولى إلى مجتمع المعرفة؛ وعليه أصبحت الأمم بلغاتها في تنافس مستمر أكثر من ذي قبل، فحوسبة اللغة فيه حفظ للهوية، للتاريخ والثقافة.

أمّا إذا ما تحدثنا عن لغتنا العربية فنرى أنها نظام متقن يقوم على طابع رياضي يتضح بدءًا من مستواها الصوتي الذي يتقاطع مع علم الفيزياء (القائم على القوانين الرياضية) في مجال انتقال الصّوت في الهواء هذا ما ساهم في عملية حوسبته؛ أي بمعنى تطويعه لهذه _الآلة_ التقنية الحديثة وهنا يأتي دورنا كباحثين في المجال الصوتي الذي يتجلى في فهم آلية إنتاج الأصوات اللغوية ما يسمح لنا بالعمل على صياغتها في هذه التقنية وهذا بالاعتماد على المفاهيم الفيزيائية ذات القوانين الرياضية التي يقوم عليها كلا العلمين (علم الأصوات وعلم الحاسوب).

ويندرج هنا وفي هذا السياق تحديداً موضوع بحثي الموسوم: " **نحو استثمار المفاهيم الفزيائية في حوسبة الصوت اللغوي العربي نماذج مختارة** " المستدرك لأهمية العربية وذلك لما تتصف به من لين ومرونة يمكنانها من التّكيف وفقا لمعطيات العصر.

وقد كان اختياري لهذا الموضوع وليد أسباب موضوعية وأخرى ذاتية، أذكر الأولى منها والمتمثلة في الحيز الهام الذي تشغله المفاهيم الفيزيائية في حقل الصوتيات، أما الثانية والمتمثلة في الاهتمام الكبير بميدان اللسانيات بمستوياتها ومختلف فروعها الحديثة، ومن ثم تظهر الحاجة إلى تسليط الضوء على استثمارها في حوسبته، وقد كانت الإشكالية العامة للبحث متمحورة حول حوسبة الصوت اللغوي العربي في ضوء المفاهيم الفيزيائية ومنه فإن نص الإشكالية كالتالي:

_ ماهي المفاهيم الفيزيائية وكيف استثمرت في حوسبة الصوت اللغوي العربي؟

وقد كانت هذه الإشكالية مصدراً للعديد من التساؤلات الفرعية أذكر منها: ماذا يراد بالحوسبة في اطار الصوت اللغوي؟ وهل لهذه الحوسبة معيقات؟ ماهي أهم المفاهيم الفيزيائية المستثمرة في هذه العملية؟ ما الصوت؟ وماهي اللسانيات الحاسوبية؟

ولتقديم إجابات مؤقتة عن التساؤلات الواردة ذكرها، أصوغ الفرضيات التالية:

- ✓ ربما يراد بالصوت تلك الظاهرة الفيزيائية الطبيعية التي تحدثها الأجسام المهتزة.
- ✓ ربما يراد باللسانيات الحاسوبية ذلك العلم البيني الذي يجمع بين علم اللغة وبين علوم الحاسوب الإلكتروني لاستغلال اللغات الطبيعية في البرامج الحاسوبية عبر طرق ذكية آلية عديدة.
- ✓ يمكن استثمار بعض المفاهيم الفيزيائية مثل الشدة والسعة والتردد والصدى....

وبالانتقال إلى خطة البحث، نجد أنها اشتملت على مقدمة، فصلين، خاتمة وقائمة للمصادر والمراجع.

خصصت الفصل الأول للجانب النظري بعنوان" **الصوت والحوسبة... حدود نظرية** " والذي قسم بدوره إلى عنصرين رئيسان هما:_ الصوت اللغوي والذي تفرع إلى: نشأة الدرس الصوتي ومفهومه ثم أقسامه كما تناولت ضمن هذا العنصر كل من الجهاز الصوتي

ومخارج الأصوات، الأصوات البشرية وأنواعها، صفات الأصوات، الفونيم، المقطع الصوتي، الفواصل الصوتية، النبر والتنغيم، ثم _ اللسانيات الحاسوبية وقد ناقشت فيه نشأة اللسانيات الحاسوبية ومفهومها، مصادرها، منهجها، تطبيقاتها وأهميتها.

أما الفصل الثاني فقد خصصته للجانب التطبيقي، وكان بعنوان "**فيزياء الصوت...في النماذج المختارة** "، تحدثت فيه عن العلاقة بين اللغة والحاسوب ومنهجية تناول الحوسبة اللغوية، مجال تقاطع علم الأصوات اللغوية مع علم الفيزياء، المفاهيم الفيزيائية الواصفة للصوت اللغوي، أجهزة التحليل الصوتي عارضة نماذج عن استثمار المفاهيم الفيزيائية في حوسبة الصوت اللغوي العربي تحت عنوان بين التحليل الصوتي والتعليل الفيزيائي. لتذيل دراستي بخاتمة حاولت من خلالها عرض جملة من أهم النتائج التي توصلت إليها. وقد كان المنهج الوصفي بآلية من آلياته وهي آلية التحليل منهجاً وسيطاً شمل جزءاً كبيراً من مراحل الدراسة، وكبقية البحوث العلمية جميعاً، فإنني قد اعتمدت في سياق هذا البحث على مجموعة قيمة من المراجع، أخص بالذكر منها:

1_ **عاطف فضل محمد**" الأصوات اللغوية"

2_ **مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد**" مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة"

3_ **ابراهيمي بوداود** " فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين"

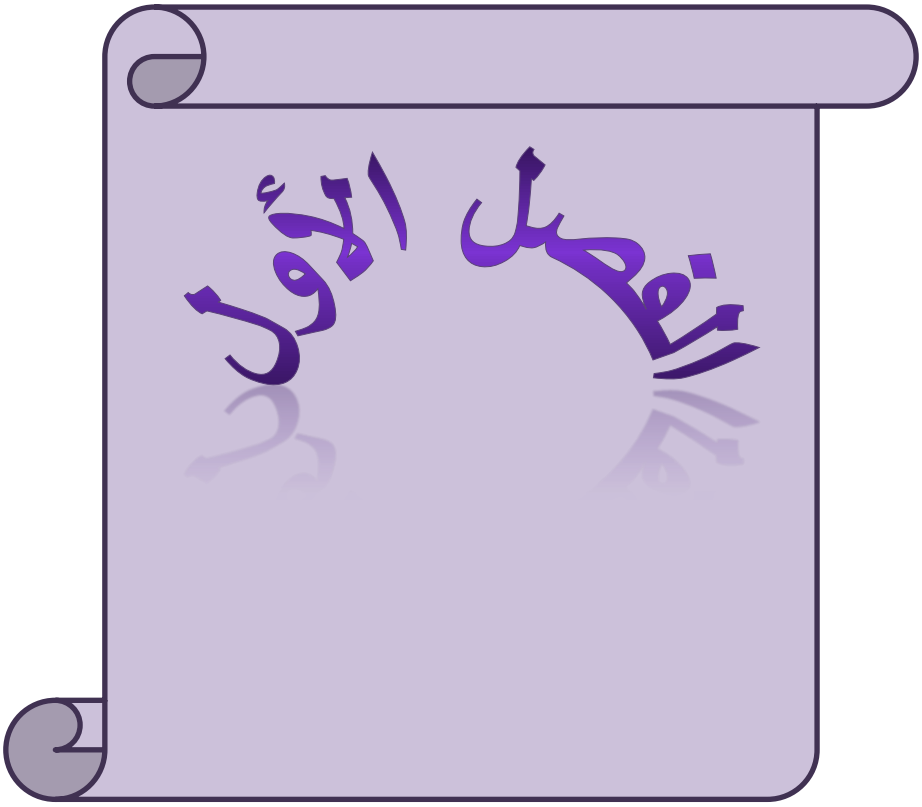
ولم يخلو بحثي كما هو الأمر مع سائر البحوث العلمية الأخرى من صعوبات وعراقيل طيلة مراحل إعداد هذا البحث، لكنها لا تختلف على تلك الصعوبات التي تواجه أي باحث في مجال الصوتيات ويرجع أهمها إلى كوني مبتدئة في هذا المضمار هذا من جهة، بالإضافة إلى صعوبة معالجة كل جوانب الدراسة.

وقبل الختام أتوجه بأسمى وأخلص عبارات الاحترام والشكر والامتنان للأستاذة المشرفة " أ. د وردة مسيلي" مديرة معهد الآداب واللغات على قبولها الإشراف على هذا البحث وعلى جهودها المبذولة ونصائحها اللامحدودة وآرائها السديدة وتعليماتها الدقيقة فقد كان لها الدور الكبير في إخراج هذا البحث على هذه الحلة، ولا أنسى أعضاء لجنة المناقشة وكل من أسهم في منحنا جزءًا من وقته رغم الضغوطات التي يتعرض لها فلكم جميعاً من الله ما تحبون.

_ الملحق:

الكلمة المفتاحية	المعنى
C	**الصوامت**
V	**الصوائت**
Hz	**الرمز المختصر للهرتز Hertez وهي وحدة قياس التردد**
التردد $= \frac{1}{\text{الدور}}$	**قانون التردد**
الدور $= \frac{1}{\text{التردد}}$	**قانون الدور**
S	**الثانية**
$\frac{1}{1000}$ من الثانية	**الميلي ثانية**
$m.s^{-1}$	**المتر على الثانية**
$\boldsymbol{\lambda}$	**الطول الموجي**
T	**الدور**
℃	**الدرجة المئوية للحرارة**
O_2	**الرمز الكيميائي للأوكسجين**
V	**الرمز الخاص بالسرعة**
$V = \frac{\mathrm{d}(M_1 M_2}{t_2 - t_1}$	**قانون السرعة**
D	**الرمز الخاص بالمسافة**
T	**الرمز الخاص بالزمن**
Db	**الرمز المختصر للديسيبل decibel وهي وحدة قياس الشدة**

الواط على المتر المربع	$w.m^{-2}$
قانون الشدة الصوتية	$L=10 \log \frac{I}{I_0}$
الشدة الصوتية	I
الشدة الصوتية المرجعية	I_0
الدالة لوغاريتم	Log
قانون طول الموجة	$\lambda = \frac{V}{f}$
تواتر الموجة	F
السعة	A
قيمة الموجة	S
قعر الموجة	H
الرمز الخاص بالكيلو هرتز	KHz


الفصل الأول

الفصل الأول: الصوت والحوسبة...

حدود نظرية

أولاً: الصوت اللغوي

1_ نشأة الدرس الصوتي

2_ مفهوم الصوت

3_ أقسام علم الأصوات

ثانياً_ علم الأصوات العام (الفوناتيك)

أ_ مفهومه

ب_ فروعه

1_ الجهاز الصوتي (النطقي)

2_ مخارج الأصوات

3_ الأصوات البشرية وأنواعها

4_ صفات الأصوات

ثالثاً_ علم الأصوات الوظيفي (الفونولوجيا)

أ_ مفهومه

ب_ فروعه

1_ الفونيم

2_ المقطع الصوتي

3_ الفواصل الصوتية

4_ النبر

5_ التنغيم

رابعاً: اللسانيات الحاسوبية

1_ نشأة اللسانيات الحاسوبية

2_ مفهوم اللسانيات الحاسوبية

3_ مصادر اللسانيات الحاسوبية

4_ منهج اللسانيات الحاسوبية

5_ تطبيقات اللسانيات الحاسوبية

6_ أهمية اللسانيات الحاسوبية

أولاً: الصوت اللغوي

إن الباحث في مجال اللغة عندما يحاول أن يطلع على ما جرى أو يجري في الساحة اللغوية عامةً والصوتية خاصةً؛ إلاّ ويجد نفسه أمام طريق واسع به العديد من الدرر المكنونة التي يفتخر بكونه منتميا إليها، فقد ابحر علماء اللغة في الصوت العربي منذ القدم وألفو فيه، وذلك عندما تفطنوا إلى أهميته في تلبية حاجيات اللغة العربية وبالتالي فهم مقتضيات وأهداف النص القرآني.

1_ نشأة الدرس الصوتي العربي ومصادره:

تعد الأمة العربية من أقدم الأمم التي اهتمت بل وتفننت في دراسة اللغة وبالأخص في جانبها الصوتي وهذا بإقرار المستشرقين أنفسهم،وعليه فإن العرب هم أعظم أمة أولت أهمية لهذا الجانب وذلك لاعتباره اللبنة الأولى التي تبنى عليها مختلف الدراسات والمستويات، وإذا ما أمعنا النظر أكثر إلاّ ووجدنا أن الدرس الصوتي يقوم على مصدران رئيسان ألا وهما:

أ_ علماء اللغة العربية:

وهنا نجد أن أول من ألف في المصطلحات الصوتية هو **الخليل بن أحمد الفراهيدي** (ت175هـ) بمعجمه الضخم "العين" حيث جمع فيه كل مستويات اللغة من أبسط مستوى ألا وهو المستوى الصوتي وصولاً إلى المستوى الدلالي، كما أن مقدمة المعجم قد احتوت

على ملاحظات تخص أصوات العربية وهذا إن دل فإنما يدل على دقة الحس اللغوي، ومنه فإن **الخليل:** "حدد في معجمه مخارج الحروف وصفاتها بل واعتمد على طريقة معينة لتحديد مخرج الحرف فكان يفتح فاهه بالألف ثم يظهر الحرف نحو "اَبْ_ اَتْ _ اَحْ _ اَعْ _ اَغْ " فوجد العين أدخل الحروف في الحلق فجعلها أول الكتاب ثم ما قرب منها الأرفع فالأرفع حتى أتى على آخرها وهو الميم"[1] فكانت هذه هي الآلية التي اتبعها **الخليل** لمعرفة مخارج الأصوات والتي استطاع من خلالها أن يحقق نتائج مبهرة، أفلا يسأل أحدكم هنا كيف أَنّ لهذه الطريقة البسيطة أن تُؤثر في العلم الحديث؟ فقد أصبح علماؤنا اليوم في المخابر وبوسائل علمية جد متطورة أمام حيرة كبيرة جراء النتائج التي توصل إليها الخليل، وهنا لا يمكننا أن نجزم بأن دراسته هذه نشأت من العدم، فربما قد تكون نتيجة لدراسات سابقة.

ليأتي بعده تلميذه **سيبويه**(ت180هـ) بكتابه المشهور "الكتاب" الذي لخص فيه آراء استاذه، ثم **الجاحظ** (ت255هـ) الذي تميز هو الآخر بدراسة التبدلات الصوتية للغة العربية، ثم **ابن جني** (ت392هـ) والذي أخذ من اسمه نصيب لتفكيره وعقله فقد كان جنياً بحق حيث صنف كتابين مهمين في هذا المجال، كتاب "سر صناعة الإعراب"، وكتاب "الخصائص": "الذي ضمَّن كثيراً من الموضوعات الصوتية، فوصف الصوت اللغوي ومخارج الحروف، مكرراً ما قاله الخليل من إضافة همزة الوصل المكسورة لا المفتوحة نحو:(اِكْ، اِقْ....) وفرق بين الأصوات الشديدة والرَّخوة ووضح كيفية حدوث الصوت اللغوي حيث شُبه بوتر العود وأثر الأصابع عليه..."[2].

[1] ينظر: عبد الرحمن عثمان إبراهيم آدم: الفواصل الصوتية وأثرها على المواقع الدلالية (دراسة صوتية دلالية)، بحث مقدم للحصول على درجة ماجستير(منشورة)، كلية اللغة العربية، جامعة أم درمان الإسلامية ، السودان، 2007م، ص3.

[2] المرجع نفسه، ص6.

وهنا نستنتج الآلية التي اتبعها ابن جني ألا وهي آلية الناي وكيف كان يراوح أصابعه على الثقوب الموجودة بها ليعرف ويحدد لنا مخرج وصفة هذا الصوت وليس هذا فحسب، فهو وفي نفس الوقت كان يراوح لنا بين نغمة ونغمة، وهذه الأخيرة سيكون لها نصيبها من الشرح لكن في وقت لاحق.

لاحظوا معي عندما قلت كلمة نغمة أولا تصنف هذه الأخيرة في الشق الثاني من الدرس الصوتي وهو الشق الفونولوجي؛ وعليه فإن **ابن جني** تفطن أيضاً لما يعرف اليوم بعلم وظائف الأصوات، هذا العلم الجديد بالنسبة للسانيات الحديثة أو بعبارة أدق الصوتيات الحديثة، كما أن المبحر في هذا العلم وبالضبط في هذين الكتابين إلا ويعرف أن هذا العلم لم يستقل إلاَّ مع بداية القرن الرابع والخامس للهجرة، حيث أنه وفي هذه الفترة بدأ بأخذ صفة العلمية وكذا صفة الاستقلالية مع هذا الجني الذي أفرد مباحث صوتية بمؤلف مستقل بل واعتبرها علماً قائماً بذاته.

ب_ علماء التجويد:

فكما ذكرنا آنفاً بأن الأمة العربية من أعظم الأمم التي أولت العناية بهذا الجانب اللغوي أفلا يتساءل هنا أحدكم ما الغاية من هذه العناية؟ وهل خلف هذه العناية عناية أخرى؟ لتأتي الإجابة أن هذه العناية وراءها عناية أخرى ألا وهي خدمة القرآن الكريم، فهذا الأخير تداول عليه الدارسين سواء أكانوا قراء، مفسرين، مؤولين، لغويين... فكانت جلّ دراساتهم هذه منصبة حول المدونة القرآنية، ولما كان لهذه الأخيرة ميزة خاصة بها ألا وهي ميزة التجويد فقد " أولى العلماء العرب الدراسة الصوتية اهتماما كبيرا لما يربط هذه الدراسة بتجويد القرآن الكريم، فكان من نتائج هذه الدراسة ظهور علم التجويد الذي يحافظ على

النطق السليم لأصوات العربية، وعناية العرب بالصوتيات قديمة تعود إلى اليوم الذي بدأ فيه اللحن، فأصاب العربية في أصواتها كما أصابها في نحوها وصرفها ودلالتها..."[1].

ومن خلال ما سبق ذكره نلاحظ أن هناك إقراراً تاماً بأن علم الأصوات عند العرب عرف نشأةً وتطوراً على يد علماء العربية وعلماء التجويد، لكن هيهات لهذا التطور فهو لم يستمر طويلا ليعرف خمولاً وسباتاً، والمؤسف حقاً أن هذا الأخير لم يقتصر على الجانب الصوتي فحسب بل تعداه ليشمل كل علوم العربية، وتمر السنين ليتطور هذا العلم من جديد "وعادت الحياة إلى الدِّراسات الصَّوتيَّة العربيَّة من جديد بعد رقدة استمرت سنين كثيرة، وأسهم فيها رافدان كبيران هما: الدِّراسات الصَّوتيَّة العربيَّة القديمة عند علماء العربيَّة وعلماء التَّجويد.

والدِّراسات الصَّوتيَّة لدى الغربيين على يد عدد من المستشرقين، وعدد من الباحثين العرب الذين درسوا في جامعات الغرب فاطلعوا على مصادر هذا العلم وترجموا أو نقلوا من موضوعاته إلى العربيَّة."[2] وهنا تجدر الإشارة إلى كل من: **سوسير**(ت1913م) والذي هو الآخر بدوره تطرق إلى هذا الجانب في كتابه المشهور Cours de linguistique generale الذي عرف النور سنة 1916م لكنه لم يلق رواجاً حتى انعقد مؤتمر اللسانيات في مدينة براغ عاصمة تشك سنة 1926م، وها هو كتابه يصل إلينا اليوم بعد ترجمته إلى اللغة العربية بعنوان فصول في علم اللغة العام حيث خصص فصلا كاملا للحديث عن هذا الجانب ألا وهو الفصل السابع الحامل لعنوان علم الأصوات اللغوية (علم وظائف الأصوات phonology) فتناول الجهاز الصوتي ودوره الوظيفي وعدة أشياء مهمة.... و**ابراهيم أنيس** بكتابه "الأصوات اللغوية" الذي تناول فيه الصوت اللغوي موضحا كيف بدأ، هذا

[1] ملخص مقياس الصوتيات، المحاضرة رقم2، الدراسة الصوتية عند العرب، ص5، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

https://elearning.univ-bejaia.dz 26/03/2023 08 :33

[2] عيسى قيزة: بيبليوغرافيا علم الأصوات، محاضرة مقدمة لطلبة السنة أولى ماستر تخصص لسانيات عربية ضمن مقياس بيبليوغرافيا علوم اللسان العربيِّ التُّراثيَّة، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف، ميلة، 2022م، ص6.

وبالإضافة إلى أعضاء النطق وأقسام الصوت... و**كمال بشر** بمؤلفه "علم الأصوات " الذي وصف الأصوات وجوانبها....

وملخص القول " حظيت أصوات العربيَّة بعناية طوائف من العلماء والباحثين منذ عصر تدوين علوم العربيَّة في القرن الثَّاني الهجريِّ حتى عصرنا، فقد تناولها بالبحث علماء العربيَّة من نحاة ولغويين، كما تناولها علماء قراءة القرآن، وجعلوا من دراسة أصوات العربيَّة وظواهرها في قراءة القرآن علما مستقلا سمي علم التَّجويد ونشطت دراسة أصوات العربيَّة في عصرنا على أيدي بعض المستشرقين أولا، ثم على يد الباحثين العرب بعد ذلك"[1].

فهنا وجب التنويه إلى أن الدراسة الصوتية نشأت نشأة أصيلة نظراً لحاجة العربية إلى هذه العلوم؛ بمعنى أنها لم تتأثر بغيرها من الدراسات خلافاً لما يقال بأن الدراسة الصوتية العربية نشئت بتأثر الجهود العربية؛ إي علماء العرب بغيرهم من مثل اليونان والهنود، فكما بحث الهنود في هذا الجانب لفهم كتابهم المقدس الفيدا، فقد بحث العرب أيضاً.

2_ مفهوم الصوت:

أ_ لغة:

جاء في لسان العرب **لابن منظور** الصوت الجرس وهو النداء والصياح إذ يقول:" صَاتَ يَصُوتُ...وَصوَّتَ بِهِ... نَادَى وَيُقَالُ صَوَّتَ فَهُوَ مُصَوِّت وَذَلِكَ إِذَا صَوَّتَ بِإِنْسَان فَدَعَاهُ، وَيُقَالُ صَاتَ... صَائِتٌ مَعْنَاهُ صَائِحٌ وَيَكُونُ الصَوْتُ بِهَذا المَعنى مُنطَبِقاً على الإِنْسَانِ وَغَيْرِهِ"[2].

[1] عيسى قيزة: بيبليوغرافيا علم الأصوات، ص5.

[2] جمال الدين بن مكرم ابن منظور الأنصاري الإفريقي: لسان العرب، مادة (ص ا ت)، ضبط: خالد رشيد القاضي، دار صبح، بيروت، لبنان، ج7، ط1، 2006م، ص401.

ب_ اصطلاحاً:

الصوت جوهر الكلام ومادته إذ لا وجود للثاني دون الأول وعليه يعرفه **الجاحظ** (ت255ه) بقوله:" الصوت هو آلة اللفظ، والجوهر الذي يقوم به التقطيع، وبه يوجد التأليف، ولن تكون حركات اللسان لفظاً ولا كلاماً موزوناً ولا منثوراً إلا بظهور الصوت، ولا تكون الحروف كلاماً إلا بالتقطيع والتأليف"[1].

والصوت هو ظاهرة طبيعية في الإنسان، فعند الولادة وبمجرد استنشاق الهواء(الاكسجينO_2) يبدأ الرضيع في البكاء فهذا يعد صوتاً؟ ومنه فهو ما نسمعه عن طريق الأذن ونحس به وندرك أثره أي الأثر السمعي الذي ينتج من خلال الاحتكاك الحاصل بين أعضاء الجهاز الصوتي مع الهواء إذ يقول **تمام حسان:**" الصوت عملية حركية يقوم بها الجهاز النطقي، وتصحبها آثار سمعية تأتي من تحريك الهواء فيما بين مصدر إرسال الصوت وهو الجهاز النطقي، ومركز استقباله وهو الأذن"[2] وبالتالي فهو نتيجة حودث الحركة بين الشيئين السابق ذكرهما، هذا وبالإضافة إلى إمكانية وروده بشكل منفرد أو ضمن سلسلة من الأصوات والتي نستطيع من خلالها تركيب الكلمات والجمل، وفهمها وبالتالي فـ: "هو أصغر وحدة كلامية فعندما نتكلم نتفوه بالعديد من سلاسل الأصوات المتشابكة التي تتحد لتكون الكلمات والتي بدورها تتحد لتكون الجمل ومن ثم الكلام"[3] وهنا تجدر بنا الإشارة إلى نقطة مهمة ألا وهي وجوب التفريق بين الصوت والحرف فهذا الأخير هو" أصغر قطعة من السلسلة الكلامية. ولا يجوز له أن ينفصل بنفسه، لأن النطق بالحرف الواحد مستحيل

[1] أبو عثمان عمرو بن بحر الجاحظ: البيان والتبيين، تح وش: عبد السلام هارون، دار الجيل، بيروت، لبنان، ج1، ص285.

[2] تمام حسان: اللغة العربية معناها ومبناها، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ط2، 1979م، ص66.

[3] جوزف لبس: دليل مناهج البحث العلمي، تنسيق: مهى جرجور، الجامعة اللبنانية لكلية الآداب والعلوم الإنسانية، ط1، 2020م، ص130-131.

كما يشير إلى ذلك علي ابن إسحاق الرّماني أكبر شرّاح كتاب سيبويه"[1] ومنه فهو اللفظ الذي لا يمكننا ادراك معناه إلا اذا استعمل مع غيره، فلو نطق أحدنا بالحرف (س) لوحده ماذا سيتبادر إلى أذهاننا؟ لا شيء صحيح، لذلك يجب أن يرد في سياق كلامي متسلسل وهنا وجب استحضار ما ذكره **تمّام حسان** حين فرق بين الصوت والحرف حيث" جعل الصّوت حقيقة مادية، والحرف قسم يضم أنواعا من الأصوات، وهو فكرة ذهنيّة لا حقيقة مادية، والصّوت حسب تمام حسان جزء من تحليل الكلام والحرف جزء من تحليل اللّغة"[2].

3_ أقسام علم الأصوات:

وهي على النحو التالي:

أولاً_ علم الأصوات العام (الفوناتيك):

أ_ مفهومه:

ويعد علم الأصوات أحد العلوم اللغوية بل وأحد أهم فروع علم اللسانيات ف "هو العلم الذي يتناول بالدرس الأصوات الإنسانية في جانبها المادي، وذلك من أجل وصفها، وتفسيرها، وتصنيفها، معتمداً في ذلك كله على النظريات والمعارف المستمدة من فروع هذا العلم، علم الأصوات"[3] فنستنتج أن علم الأصوات العام ينظر في الأصوات بحدّ ذاتها، فيدرس مخارجها وصفاتها بل وحتى من حيث سماعها، بمعنى أنه يدرس الصوت دراسة مادية من

---

[1] انظر: Hadj-salah(A) ;la notion de syllabe et la théorie cinético impultionnelle des-phonéticiens Arabes ,Revue AL LISANIYAT ,université d'Alger,vol,1,n°1,1971,p,63

نقلا عن: شريف بوشحدان: "النظرية الخليلة الحديثة وإسهامها في الدرس الصوتي العربي"، **مجلة التواصل**، ع: 21 جوان 2008م، ص4.

[2] ينظر: تمام حسان: اللغة العربية معناها ومبناها، دار الثقافة، المغرب، 1994م، ص74، نقلا عن: أنور طراد: "الدّرس الصّوتي في نظر اللّسانيين العرب الوصفيين ورأي عبد الرحمن الحاج صالح"، **مجلة الصوتيات**، م15، ع02 ديسمبر2019م، ص81.

[3] عاطف فضل محمد: الأصوات اللغوية، دار المسيرة، عمان، ط1، 2013م، ص37.

حيث الصفة والمخرج أي أدرسه لوحده فأعرف ما هو مخرجه؟ وماهي صفاته؟ كيف أفرق على سبيل المثال بين _م_ و _ب_ ماهي الصفات التي يشتركان فيها هذان الصوتان؟ ماهي الصفات التي يختلفان فيها؟ فهذا ما نسميه بالدراسة الصوتية العامة والتي أصبحت تعرف حديثاً بمصطلح الفوناتيك.

وملخص القول: فعلم الفوناتيك هو الذي يعنى بتحرير الأصوات الكلامية مع تصنيفها والاهتمام بكيفية النطق بها واستقبالها دون الالتفات إلى وظائفها.

ب_ فروعه: وهي على النحو الآتي

ب_1 علم الأصوات النطقي(الفزيولوجي):

يعتبر هذا الفرع من أقدم الفروع وأولها؛ وذلك لكون جلّ اهتمام الدراسات الصوتية القديمة منصب في هذا الفرع بالذات، والذي بدوره يقوم على الملاحظة الذاتية ذات الطابع الوصفي ومنه فهو "يعنى بطريقة إنتاج الصوت في الجهاز النطقي للمتكلم، محدداً أعضاء النطق لدى الإنسان مع ما يترتب عليها من صفات تتميز بها كل مجموعة من الأصوات"[1].

ونستنتج من خلال ما سبق بأن هذا الفرع يختص بدراسة كيفية إنتاج الصوت مع الانتباه إلى حركة أعضاء الجهاز النطقي أثناء الكلام، كما أنه يختص بعدة جوانب نذكر منها:

" أ. دراسة الأصوات المنطوقة والتفريق بينها من حيث إنها (لثوية، أو شفهية أو غيرها)، والكيفية التي ينطق بها (انفجارية، أو احتكاكية)، وصفتها(مجهورة، أو مهموسة)، ونوعها(أنفية أو فموية)، إلى غير ذلك.

ب. الطريقة التي بها تكوّن الأعضاء المستخدمة في هذا التكوين.

[1] فهد خليل زايد ومحمد صلاح رمان: الصوت بين الحرف والكلمة، دار الإعصار العلمي، عمان، الأردن، ط1، 2015م، ص96.

ج. وظيفة الصوت المنطوق"[1]

وبالتالي فهو يولي العناية لأعضاء النطق؛ والتي هي بدورها تقوم بإنتاج الأصوات الكلامية، فيدرس آلية انتاجها محدداً مخارجها وصفاتها المختلفة مع الوصف الموضوعي لها.

ب_2 علم الأصوات الفيزيائي(الأكوستيكي):

وتتجلى وظيفة هذا الفرع في دراسة التراكيب الطبيعية للأصوات اللغوية وعليه يكون ميدان الدراسة هو المكان الذي يكون فيه كل من المتكلم والمستمع، وبالضبط البقعة الواقعة بين فم الأول (الذي يصدر الصوت)، وأذن الثاني(المتلقي للصوت)، فـ" هو العلم الذي يبحث في الخصائص الفيزيائية للموجات الصوتية التي يحدثها نشاط أعضاء النطق، وتنقل عبر الهواء بين المتكلم والمستمع"[2] وهنا نرى العناية بالخصائص الفيزيائية لتلك الموجات الصوتية التي تنتشر في الهواء فيدرس هنا هذه المرحلة والتي يمكننا أن نطلق عليها مصطلح المرحلة الانتقالية للصوت، فهو ينتقل من فم المتكلم لينتشر في الهواء مشكلا موجات أو ذبذبات صوتية تصل إلى أذن السامع وعليه" يعنى بدراسة الذبذبات الصوتية التي تنتقل من جهاز النطق إلى جهاز الاستقبال، ويركز على انتقال الموجات الصوتية عبر قناة الاتصال بين المتكلمين"[3].

ب_3 علم الأصوات السمعي:

يعرفه **عاطف فضل محمد** على أنه " العلم الذي يبحث في إدراك الأصوات اللغوية، ويقوم على جانبين هما: عضوي مخرجي، ونفسي، ويركز جهوده على الذبذبات التي تتقبلها

[1] عاطف فضل محمد: الأصوات اللغوية، ص46.

[2] المرجع نفسه.

[3] فهد خليل زايد ومحمد صلاح رمان: الصوت بين الحرف والكلمة، ، ص96.

أذن السامع، والأثر النفسي لهذه الذبذبات في المتلقي"[1] ثم يكمل قوله:" يتمثل في مدى تأثر طبلة الأذن بالأصوات، أي في ميكانيكية الأذن الداخلية، وفي استجابة الأعضاء السمعية"[2] وهنا نستنتج بأن هذا الفرع يهتم بدراسة طريقة التقاط الأذن للصوت وتحليله لتأتي بعد ذلك مرحلة الفهم والإدراك لهذا الصوت، وبالتالي فك شفراته حيث أن هذا الأخير يتم على مستوى الدماغ وبالضبط في المخ فهو يعنى بمكونات جهاز السمع ووظائفها لدى الإنسان سواء أكانت سليمة أو أصيبت باختلالات وراثية.

وفي هذا السياق يقول **نادر أحمد جرادات:** " هو العلم الذي يعنى بدراسة ميكانيكية الجهاز السمعي والطرق التي تؤدي في سلوكيته وتأثره بالأصوات التي تشكل مادته الرئيسية، من حيث تموجها، واستقبالها، وتحويلها إلى برقيات، عبر سلسلة الأعصاب إلى الدماغ"[3] وهنا وجب أن نشير إلى أمر مهم ألا وهو:

أن المتخصصين الدقيقين في فسيولوجيا الجهاز السمعي وعلم النفس الإدراكي هم اللذين يولون العناية بهذا الجانب، فلا يخفى على أي باحث في اللغة بصفة عامة، أو باحث في علم الأصوات بصفة خاصة أن هذا الفرع بالذات يواجه مشاكل عدة مما ينفرهم عن دراسته والاهتمام به.

وهناك من يعد علم الأصوات التجريبي (المعملي، أو الآلي) أحد فروع علم الأصوات العام والذي يتواكل عليه كل من علم الأصوات النطقي وعلم الأصوات الفيزيائي، فوظيفته تتمثل في القيام بالتجارب عن طريق المخابر المزودة بالآلات والأدوات التكنولوجية المتطورة.

---

[1] عاطف فضل محمد: الأصوات اللغوية ، ص46.

[2] المرجع نفسه.

[3] نادر أحمد جرادات: الأصوات اللغوية عند ابن سينا عيوب النطق وعلاجه، الأكاديميون، عمان، الأردن، ط1، 2009م، ص77.

1_ الجهاز الصوتي(النطقي):

يعتبر الجهاز الصوتي بأعضائه من أهم المباحث الصوتية التي شهدت إقبالا كبيرا من طرف الباحثين، والذي بدوره أخذ نصيب الأسد من الدراسات فهو " جهاز هوائي يتكون من منفاخين هما: الرئتان، ومن أنبوبين هما: القصبة الهوائية، والحلق. ومن تجويفين هما: فموي، وأنفي ومن صمامات شتى هي: الحنجرة، والحنك اللين، واللهاة، والشفتان"[1] كما أن الجهاز الصوتي هو مصطلح يشير إلى ثلاثة أجهزة بشرية محصورة بين الشفتين والرئتين والتي بدورها تسهم في عملية إصدار الأصوات، وها هو **عاطف فضل محمد** يحدد وظيفة كل جهاز بقوله: " وهذا الجهاز الهوائي يتكون من ثلاثة أجهزة رئيسة هي:

_ الجهاز التنفسي: وهو المسؤول عن توفير تيار الهواء الضروري لإنتاج الأصوات

_ الجهاز الصوتي، ووظيفته إنتاج الطاقة الصوتية وذلك بتحويل الطاقة الديناميكية لتيار الهواء إلى طاقة أكوستيكية عن طريق تذبذب الأوتار الصوتية

_ الجهاز النطقي ووظيفته إنتاج الأصوات الكلامية "[2].

وهذا لا يعني أن لهذا الجهاز (الجهاز الصوتي) وظيفة واحدة تقتصر على إنتاج الأصوات اللغوية وفقط، بل له وظائف أخرى.

وهنا سنعرض مكونات (أعضاء) كل جهاز من الأجهزة السابقة الذكر حيث " يتكون جهاز النطق عند الإنسان من ثلاثة أجهزة تعمل متكاملة هي:

1-الجهاز التنفسي: يتكون من الحجاب الحاجز والرئتين(مخزن الهواء الحامل للصوت) والقصبة الهوائية

[1] عاطف فضل محمد: الأصوات اللغوية، ص64.

[2] المرجع نفسه.

2-الجهاز الصوتي: ويتكون من الحنجرة حيث يوجد الوتران الصوتيان وهما أهم أعضاء النطق بغيابهما ينعدم الصوت والنطق

3-الجهاز النطقي: حيث تنطق كل الأصوات فيه تقريباً ويتكون من: لسان المزمار، الحلق، الحنك الصلب(الغار)، والحنك اللين، اللهاة، اللسان، الأسنان واللثة، الشفتان والخياشيم"[1].

ولا تفوتني الإشارة هنا إلى أن عملية النطق بصوت من الأصوات يتطلب وضعاً معيناً لذلك العضو المسؤول عن انتاج ذلك الصوت، فالاختلاف في الوضع يؤدي إلى الاختلاف في المخرج وكذا الصفة.

2_ مخارج الأصوات:

بالنسبة للحديث عن تعريف المخرج فإننا هنا نرى أن آراء العلماء قد إحرنجمت فنجده عند القدماء تارةً بمعنى موضع النطق وأخرى بمعنى مخرج الحرف كما نجده بمعنى الحيز، المحبس، المدرج

فها هو **أبو الإصبع السُّماني ابن الطحان** (ت560هـ) يعرفه بقوله:" هو محل الخروج، وموضع ظهور الصوت، وتمييزه عن غيره من الأصوات، إذ المخرج نقطة يحدث فيها حبس الهواء، أو تضيق مخرجه، بحيث يحدث الصوت الذي تسمعه، وهذه المخارج موزعة على المدرج الصوتي الذي يمتد من الحنجرة إلى الشفتين"[2].

---

[1] مصطفاي: الجهاز النطقي عند علماء اللغة حديثا وعملية حدوث الصوت اللغوي، ص1، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

http://fll.univ-bouira.dz 13/03/2023 20:00

[2] الإمام السُّماني الإشبيلي(ت560هـ)، المعروف بابن الطحان: مخارج الحروف وصفاتها، تح: محمد يعقوب تركستاني، تنفيذ مركز الصف الإلكتروني، الرياض السعودية، ط1، 1984م، ص22، نقلا عن: نادر أحمد جرادات: مرجع سابق، ص93.

أ.عند القدماء:

وهنا اخترنا الترتيب الصوتي الذي أقره **الخليل بن أحمد الفراهيدي** في معجمه العين.

التسمية	التعليل	الحروف	عددها
حروف حلقية	لأن إنتاجها من الحلق	ع / ح / ه/ خ / غ	5
حروف لهوية	لأن إنتاجها من اللهاة	ق / ك	2
حروف شجرية	لأن إنتاجها من شجرة الفم أي بمعنى مَفْرِجُه	ج / ش / ض	3
حروف أسلية	لأن إنتاجها من أسلة اللسان	ص / س / ز	3
حروف نطعية	لأن إنتاجها من نطع الغار الأعلى للسقف العلوي الصلب للفم	ط / د / ت	3
حروف لثوية	لأن إنتاجها من اللثة	ظ / ذ / ث	3
حروف ذلقية	لأن إنتاجها من ذلق اللسان	ر / ل / ن	3
حروف شفوية	لأن إنتاجها من الشفتين	ف / ب / م	3
حروف هوائية	لأن إنتاجها من الهواء	و/ ا / ي/ ء(الهمزة)	4

جدول يوضح الترتيب الصوتي عند الخليل بن أحمد الفراهيدي[1].

[1] ينظر: نادر أحمد جرادات، الأصوات اللغوية عند ابن سينا عيوب النطق وعلاجه، ص97-98.

ب. عند المحدثين:

تميز هذا الترتيب بكونه ترتيبا تنازليا (من الأعلى إلى الأسفل) أي بمعنى من الشفتين نزولا إلى أقصى الحلق، وهذا نتيجة للتجارب التي أقامها العلماء في مخابر الأصوات الحديثة.

المخرج	الحروف	عددها
الشفتان	ب / م / و	3
الشفة + الأسنان	ف	1
الأسنان + حد اللسان	ذ / ث / ظ	3
الأسنان + اللثة + اللسان	س / ص / د / ض / ت / ط / ز	7
اللثة	ل / ر / ن	3
الطبق الصلب	ش / ج / ي	3
الطبق اللين	ك / غ / خ / ح	4
اللهاة	ق	1
الحنجرة	ه / ء(الهمزة) / ع	3

جدول يوضح الترتيب الصوتي عند المحدثين[1].

3_ الأصوات البشرية وأنواعها:

يمكن تقسيم الأصوات البشرية إلى نوعين رئيسين وهما:

[1] ينظر: نادر أحمد جرادات، الأصوات اللغوية عند ابن سينا عيوب النطق وعلاجه، ص99.

أ_ الصوامت:

وهي حروف اللغة العربية المعروفة والتي" تنتج عن انحباس الهواء وحجزه عن المرور كليا أو جزئيا بأحد الحواجز الموجودة في الحلق أو الفم أو مجرى التنفس بصفة عامة"[1] ومعنى ذلك أنها تتميز باعتراض الهواء الصادر من الرئتين أثناء خروج الصوت من الجهاز الصوتي مما يسبب توتر واحتكاك وربما الحجز (الغلق).

وله أربعة أشكال يوضحها الجدول الآتي:

الشكل(النوع)	حروفه
أصوات شديدة انفجارية	ب / ت / د / ض / ط / ك / ق / ء (الهمزة)
أصوات رخوة	ث / ح / خ / ذ / ز / س / ص / ظ / ع / غ / ه
أصوات مركبة	ج
أصوات مائعة	و / ي / ن / ر / ل / م

جدول يوضح أشكال الأصوات الصامتة.

ب_ الصوائت:

ويعرفها **محمد الأنطاكي** بقوله:" هي التي لا يجد معها الهواء عقبة تعترض طريقها من نقطة من نقاط القناة الصوتية"[2] وهي هنا عكس الأولى، حيث أنها لا تواجه أي اعتراض أو تضييق من قِبل أعضاء الجهاز النطقي وهي في اللغة العربية ستة صوائت ثلاثة منها قصيرة والأخرى طويلة.

- القصيرة: وهي الفتحة [َ] والضمة [ُ] والكسرة [ِ]

[1] محمد مبارك: اللغة وخصائص العربية، دار الفكر، بيروت، ط1، 1970م، ص46.

[2] محمد الأنطاكي: الوجيز في فقه اللغة، دار الشرق، السعودية، ط2، 1969م، ص227.

➢ الطويلة: وهي المد بالألف [ا] والمد بالواو [و] والمد بالياء [ي]

وهنا نشير إلى ما يوضحه **كمال بشر** لاعتبار اللغويين الواو والياء (غير المديتين) من الأصوات الصامتة، قائلا: "الواو والياء في اللغة العربية من الأصوات الصامتة في سياقين صوتيين مُعَيّنين هما:

1_ إذا أتبعتِ الواو والياءُ بحركةٍ من أي نوع

2_ إذا وقعتا ساكنتين وقبلهما فتحة

ولكن يجب ألاّ ننسى أنهما في هاتين الحالتين لهما شَبَه نطقي بالحركات، كما أنَّ لهما شَبَها وظيفياً بالأصوات الصامتة من جهة أخرى. ولهذا يُطلق عليها العلماء في هاتين الحالتين أنصاف الحركات (semi-vowels). وليس هناك أبداً ما يمنع من تسميتها أنصافَ صوامت"[1].

4_ صفات الأصوات:[2]

الصفة	تعريفها عند القدامى	تعريفها عند المحدثين	حروفها عند القدامى	حرفها عند المحدثين
الجهر	و المجهور هو حرف أشبع الاعتماد في موضعه، ومنع النفس أن يجري معه حتى ينقضي	وهو الصوت الذي تتذبذب الأوتار الصوتية حال النطق به	الألف /ع/غ/ق/ج/ ي/ض/ل/ن/ ر/ط/د/ز/ظ/ ذ/ب/م/و/	ب/ج/د/ذ/ر/ ض/ظ/ع/غ/ ل/م/ن/الواو والياء غير

[1] كمال بشر: علم اللغة العام(الأصوات)، ص85-86، اللغة لفندريس، ص51، نقلا عن: عبد المعطي نمر موسى: الأصوات العربية المتحولة وعلاقتها بالمعنى، دار ومكتبة الكندي، ط1، 2014م، ص37-38.

[2] ينظر: عبد المعطي نمر موسى: مرجع سابق، ص48-63.

	الاعتماد (عليه) ويجري الصوت		الهمزة	المديتين
الهمس	و المهموس حرف أضعف الاعتماد في موضعه حتى جرى النفس معه	إنه الصوت الذي لا تتذبذب الأوتار الصوتية حال النطق به	ه/ح/خ/ك/ ش/س/ت/ ص/ث/ف	ت/ث/ح/خ/ س/ش/ص/ط /ف/ق/ك/ه
الشدة	و الشديد وهو الذي يمنع الصوت أن يجري فيه	وهو الذي ينتج عن محبس مجرى الهواء، الخارج من الرئتين حبسا تاما في موضع من مواضع النطق، حيث يُضغط الهواء، ثم يُطلق سراح المجرى الهوائي فجأة، فيندفع الهواء محدثا صوتا انفجاريا	الهمزة/ق/ك/ ج/ط/ت/د/ب /ن/م/ل/ر	ب/ت/د/ط/ ض/ك/ق/ الهمزة
الرخاوة	والرخو الذي تستطيع إجراء الصوت فيه إن شئت	عند النطق بالصوت الرخو لا ينحبس الهواء انحباسا تاماً، وانما يكون مجراه عند المخرج ضيقاً جداً ويترتب على ضيق المجرى أن النفس في أثناء مروره يُحدث نوعاً	ه/ح/غ/خ/ ش/ص/ض/ ز/س/ظ/ث/ ذ/ف	س/ز/ص/ش /ذ/ث/ظ/ف/ ه/ح/خ/غ

		من الصفير أو الحفيف تختلف نسبته تبعاً لنسبة ضيق المجرى		
الاطباق	/	هو ارتفاع مؤخر اللسان في اتجاه الطبق بحيث لا يتصل به على حين يجري النطق في مخرج آخر غير الطبق يغلب أن يكون طرف اللسان أحد الأعضاء العاملة فيه	/	ض/ط/ظ/ ص
الذلاقة والاصمات	/	سميت بحروف الذلاقة لأنه يُعتمد عليها بذلق اللسان وهو صدرهُ وطرفه وباقي الحروف تسمى مصمتة	باقي الحروف	ل/ر/ن/ف/ب/ م/
التفشي	/	انتشار خروج الريح وانبساطه حتى يُتخيل أن الشين انفرشت، حتى لحقت بمنشأ الظاء	/	المتفق عليه هو حرف /ش/ وأضاف بعضهم /ف/ظ/
الاستفال والاستعلاء	انخفاض اللسان والصوت إلى قاع الفم	/	/	ع/خ/ق/ص/ ض/ط وتسمى أيضا حروف الانطباق

الصّفير	/	حدَّة الصوت، كالصوت الخارج عن ضغط ثُقب	/	ص/ز/س
القلقلة	/	سميت كذلك لأنها يصطحبها ضغط اللسان في مخرجها في الوقف مع شدة الصوت فإذا أردت بيانها للمخاطب احتجت إلى قلقلة اللسان وتحريكه عن موضعه حتى يخرج صوتها فيسمع	/	ق/ج/ط/د/ب
التكرار	والمكرر أنك إذا وقفت عليه رأيت طرف اللسان يتعثر بما فيه من التكرير	/	ر	/
الانحراف	هو الخروج من صفة إلى أخرى أو من مخرج إلى آخر	/	ل وزاد الكوفيون ر	/
الاستطالة	/	سميت كذلك لأنها استطالت على الفم عند النطق بها حتى اتصلت بمخرج اللام، وذلك لما	ض	/

		اجتمع فيها من قوة بالجهر والاطباق والاستعلاء		

جدول يوضح صفات الأصوات.

من خلال الجدول والتعاريف المقدمة نستنتج أن صفات الحروف تنقسم إلى قسمين:

أولا: الصفات التي لها ضد

أ_ الهمس وضده الجهر.

- فالأول هو جريان النَّفس عند النطق بالحرف.
- بينما الثاني هو انحباس جريان النَّفس عند النطق بالحرف.

ب_ الاستعلاء وضده الاستفال.

- فالأول هو ارتفاع اللسان إلى الحنك الأعلى عند النطق بالحرف.
- بينما الثاني هو انخفاض اللسان إلى أسفل الفم عند النطق بالحرف.

ت_ الشدة وضدها الرخاوة.

- فالأولى هي انحباس جريان الصوت وذلك عند النطق بالحرف.
- بينما الثانية هي جريان الصوت مع الحرف وذلك عند النطق به.

ث_ الإطباق وضده الانفتاح.

- فالأول هو ارتفاع اللسان إلى الحنك الأعلى مع الالتصاق به عند النطق بالحرف.
- بينما الثاني هو ذلك الانفتاح الذي يكون بين اللسان والحنك الأعلى عند النطق بالحرف.

ج_ الإذلاق وضده الإصمات.

- فالأول هو الاستناد على ذلق اللسان عند النطق بالحرف.
- بينما الثاني هو عكس الأول بحيث لا ترد حروف الاصمات إلا مع حروف الإذلاق وذلك في الكلمات الرباعية والخماسية.

ثانيا: الصفات التي لا ضد لها

أ_ الصفير

- ✓ هو حدة الصوت الذي يخرج من بين الشفتين ملازما لحروفه.

ب_ القلقلة

- ✓ هي اضطراب يصيب المخرج عند النطق بالحرف الساكن.

ت_ الانحراف

- ✓ هو الميل عند النطق بالحرف من المخرج الأصلي إلى مخرج آخر.

ث_ التكرار

- ✓ هو اهتزاز يصيب مقدمة اللسان عند النطق بالحرف ويتميز بها حرف الراء.

ج_ التفشي

- ✓ وهي صفة يتميز بها حرف الشين.

ح_ الاستطالة

- ✓ هي امتداد الصوت في المخرج عند النطق بالحرف.

ثانياً_ علم الأصوات الوظيفي (الفونولوجيا):

أ_ مفهومه:

الفونولوجيا هي مصطلح معرب من (Phonologie)، ترجمه **كمال بشر** إلى علم وظائف الأصوات بينما قام **تمام حسان** بترجمته إلى علم التشكيل الصوتي، وبالرغم من اختلاف الترجمة إلا أن المعنى والمادة (المحتوى)هو نفسه، فهي فرع من فروع علم اللغة وتعرّف على أنها:" دراسة الأصوات اللغوية للغة ما، ودراسة وظيفتها في إطار النظام الصوتي لتلك اللغة. ويسمى أيضاً على[علم] التشكيل الصوتي، أو علم وظائف الأصوات، أو علم الأصوات التنظيمي"[1] أي بمعنى أنه علم يبحث في وظيفة الصوت وذلك ضمن النظام اللساني وعلاقته بالمعنى، كما ورد تعريف آخر لها، وما جاء فيه أنه "هو العلم الذي يدرس أصوات اللغة لجهة وظيفتها التمييزية في نظام التواصل اللغوي، إنه يهتم أساساً بالشكل لا بالمادة الصوتية التي تميز، في اللسان عينه، مرسلتين مختلفتين المعنى، كما تلك التي تسمح بتمييز المرسلة من خلال تحقيقات فردية مختلفة"[2] ويتضح لنا من خلال ما سبق ذكره بأن الفونولوجيا هي العلم الذي يهتم بدراسة وظيفة الصوت ويكون ذلك داخل البنية اللغوية، أي أنها تولي العناية بما يسبقه وكذا ما يلحقه من الأصوات وزيادة على هذا فهي تهتم بدراسة هذا الأخير من حيث علاقته بالدلالة، وعليه نخلص إلى أن موضوعها يتمثل في محاولة معرفة ما يطرأ لأصوات الكلام داخل الجماعة اللسانية وذلك من خلال:

- الدراسة التاريخية(عبر التاريخ) للتغيرات التي تعتري أصوات الكلام.
- ابدال أصوات بأخرى في لغة معينة مما يسهم في التطور الدلالي.
- النقل الذي يصيب الأصوات وذلك طبعا وفق قواعد صوتية.

[1] عاطف فضل محمد: الأصوات اللغوية، ص195.

[2] نادر سراج: مدخل إلى تبسيط المفاهيم اللسانية، دار الكتاب الجديد، لبنان، ط1، 2007م، ص115.

ب_ فروعه: وهي على النحو الآتي

ب_1 علم فزياء الأصوات(علم الأصوات الفيزيائي):

وهو "عندما تؤدي هذه الأصوات وظيفتها التواصلية"[1] وهنا يقصد بقوله الأخيرة عن كلمة الأصوات التي تتميز بطابع فيزيائي عند التواصل.

ب_2 علم الفونولوجيا العامة:

وهو" يدرس التنظيمات الأصواتية المنتشرة في لغات العالم كلها، وقوانين قيامها بوظائفها، وقد وضع Hall نظريته المشهورة التي حدّدت الشبكة العالمية الأصواتية التي بيّنت كيف أنها تصلح لمعظم لغات العالم وكيف أن كل لسان يستمدّ منها بعض عناصره ليؤلف تنظيمه الأصواتيّ الخاص"[2] فنستنتج أن هذا العلم يهتم بدراسة كل أصوات اللغات الموجودة في العالم فيدرس فنولوجيا اللغة العربية وفنولوجيا اللغة الفرنسية وفونولوجيا اللغة الإنجليزية ....

ب_3 علم الفونولوجيا الخاصة:

فيدرس " التنظيم الأصواتي الخاص بلغة معينة (فونولوجيا اللغة العربيّة مثلاً)"[3] ومنه فهو يعنى بدراسة الأصوات الخاصة بهذه اللغة المعينة وليس جميع اللغات وقد وضح لنا **عصام نور الدين** ذلك عندما ضرب لنا مثالاً عن فونولوجيا اللغة العربية.

ب_4 علم الفونولوجيا المقارنة:

---

[1] ينظر: عصام نور الدين: علم وظائف الأصوات اللغوية الفونولوجيا، دار الفكر اللبناني، بيروت، لبنان، ط1، 1992م، ص37.

[2] المرجع نفسه، ص38.

[3] المرجع نفسه.

وهو" يدرس الاختلافات الصوتية بين لغتين أو أكثر، ويقارن بين تنظيمين أصواتيين أو أكثر، ويستخلص أوجه التشابه أو التماثل والتخالف أو التمايز"[1] وهذا العلم تميز بصفة المقارنة وبالتالي فهو يقوم على أساس المقارنة ودراسة الاختلافات بين لغتين أو أكثر وبعبارة أدق يمكن القول أنه يقارن بين الأصوات مع السعي نحو إيجاد نقاط التشابه والخلاف الموجود بين هذه الأصوات.

ب_5 علم الفونولوجيا التعاقبيّة:

وهو " يقف على حالة تنظيم أصواتي في فترة معيّنة من تاريخ اللغة، معتمداً الطريقة الوصفية"[2] وبالتالي فإن هذا العلم يهتم بدراسة الأصوات في تاريخ معين، أما إذا كان أكثر دقة فسيختار زمناً معيناً ليحصُر دراسته ويحصل على نتائج جد مضبوطة، كما يقوم هذا العلم أيضاً على طريقة الوصف للأصوات وفقط دون الاستعانة بطرق الأخرى.

ب_6 علم الفونولوجيا التعاصرية، أو (التزامنية):

ويقف هذا العلم " على حالة تنظيم أصواتي يستعمله المعاصرون، ولئن كانت الكتابة هي التي بلورت الفروق الفونولوجية وثبتها في الألفباء وأحرف الهجاء، فالكلام هو الذي يبيّن وظائف الأصوات، وما فيها من متطابقات ومتخالفات وقيم خلافية صوتية. وقد تقيّد علماء الفونولوجيا بمحور التعاصر، وقاموا باستطلاعاتهم، مستعينين بمتكلمين أصيلين locuteurs Natif ومتعدين عن دراسة الخط التقليدي الذي يسجل الأصوات اللغوية والكلام بشكل تقريبي وبواسطة عملية الكتابة."[3] وهنا إشارة واضحة لأهمية الكلام فهو الذي يظهر ويوضح وظائف الصوت.

[1] ينظر: عصام نور الدين: علم وظائف الأصوات اللغوية الفونولوجيا، ص38.

[2] المرجع نفسه.

[3] المرجع نفسه.

1_ الفونيم:

أ_ مفهومه:

تداول مصطلح الفونيم وشاع بشكل غير متوقع في القرن العشرين وبدقة أكثر في العقد الثاني منه وقد عرف على أنه: "أصغر وحدة صوتية مجردة تمايزية لا تحمل بحدّ ذاتها أي معنى يكوّن الحركة الثانية في الإنبناء المزدوج، ويمكن عدّه مجموعة من السّمات التمايزية المتحدة فيما بينها"[1] ومنه فإن الفونيم صوت بل هو أصغر وحدة صوتية منطوقة نستطيع من خلالها التمييز بين الكلمات فإذا غيرنا فونيماً في الكلمة بصوت آخر أدى هذا التغيير إلى الحصول على كلمة جديدة.

ويقول **عبد الرحمن الحاج صالح** في تعريفه للفونيم: "هو جنس من الأصوات وليس صوتاً محصلاً معيّناً... وعنصر صوري يُؤدِّيه المتكلِّمون بكيفياتٍ مختلفة، وكلّ كيفيةٍ تنتج صوتاً واحداً معيّناً مغايراً إلى حدٍّ ما لأصوات الكيفيات الأخرى"[2] وعليه فالفونيم عنده عنصر صوري تقوم تأديته بكيفيات مختلفة.

وها هو **كمال بشر** يعرفه على أنه "وحدة صوتية قادرة على التفريق بين معاني الكلمات، وليست حدثاً منطوقاً بالفعل في سياق محدد، فالفونيمات أنماط للأصوات، والمنطوق بالفعل هو صورها وأمثلتها الجزئية التي تختلف من سياق إلى آخر، (فالكاف) فونيم وكذلك (الجيم)، (والقاف)، أما الصور النطقية المختلفة لكل واحد منها فهي أمثلتها (variants) أو (allephones) والفونيمات بهذا المعنى محدودة معدودة في كل لغة لكن

[1] بسام بركة: علم الأصوات العام، منشورات مركز الإنماء العلمي، بيروت، ط1، 1988م، ص177.

[2] عبد الرحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في علوم اللسان، دار موفم للنشر، الرّغاية، الجزائر، ط1، 2007م، ص196.

صورها النطقية والفعلية فكثيرة فائقة"[1]. ومعنى ذلك أن الفونيم هي كلمة تطلق على الصوت الكلامي وتحمل دلالة كما يمكن للصوت أن يصبح حرفاً هجائياً.

ومثال ذلك لدينا الكلمة: قَال فإذا ما استبدلنا القاف بالميم أي مَال يختلف المعنى فكل من القاف والميم فونيمات، كما أن الحركة تعد أيضاً فونيماً لأنها تغير المعنى أيضاً ومثال ذلك : رَجُلٌ / رِجْلٌ.

ب_ أنواع الفونيم:

تنقسم الفونيمات إلى نوعين رئيسين هما:

ب_ أ _ فونيمات رئيسة(Phonéme Primaires):

يقول **لزرق مفلاح** في تعريفه للفونيمات الرئيسية: "هي تلك الوحدات الصوتية التي تكون جزءاً من أبسط صيغة لغوية ذات معنى، منعزلة عن السياق..."[2] ثم يكمل قوله:" ذلك العنصر الذي يكون جزءا أساسيا من الكلمة المفردة كالدّال والراء، والسين في كلمة "درس" ولذلك أطلقوا عليها اسم الفونيمات التركيبية" Phonémes Segmentaux ""[3] ومن خلال المثال المقدم من طرف الباحث نجد أن الكلام بصفة عامة أو الحروف بصفة خاصة تتركب بشكل متوالي خطي مستقيم، هذا وبالإضافة إلى كونها الركيزة في أصوات الكلام.

ومن أسماءها: فونيمات تركيبية- فونيمات خطية- فونيمات آلية...

ب _ ب _ فونيمات ثانوية (Secondaires Phonémes):

[1] كمال بشر: علم اللغة العام، الأصوات، ص31-32، نقلا عن: نادية مرابط: علوم اللغة العربية، منشورات المجلس، الجزائر، 2011م، ص489-490.

[2] لزرق مفلاح: المعالجة الألّيّة للظّواهر الصّوتية الفوق تركيبيّة ظاهرة النبر أنموذجا، ضمن كتاب: اللغة العربيّة وبرامج الذّكاء الاصطناعيّ، المجلس الأعلى للغة العربية، أعمال الملتقى الوطني، منشورات المجلس، الجزائر، ج2، 2019م، ص195.

[3] المرجع نفسه.

وهي "ظاهرة صوتية ذات مغزى في الكلام الإنساني، بحيث لا تكون جزءا من تركيب الكلمة، فهي ليست الدال أو الراء أو السين من كلمة "درس"، وقد أطلق علماء الأصوات على هذا النوع من الفونيمات الثانوية اسم الفونيمات ما فوق التّركيب Phonémes Suprasegmentaux"[1] وعليه فهي النتيجة التي يتوصل إليها بعد الانتهاء من الكلام.

ومن أسماءه: الفونيمات فوق التركيبية– الفونيمات غير التركيبية– الفونيمات التطريزية– الفونيمات البرؤسؤدية...

2_ المقطع الصوتي:

ظهر مصطلح المقطع الصوتي في الفكر اليوناني القديم، حيث ولد مع مفهوم كل من الصامت والمصوت (C+V) إذ لاوجود له بدونهما، ويقابله المصطلح الأجنبي syllabe والذي يراد به مكان القطع، أي موضع نطق القطعة المرادة مع الاهتمام بمكان الوقف حيث يكون هذا الأخير مع حدود المقطع لا في داخله فـ: "هو وحدة صوتية أكبر من الفونيم، ويأتي مباشرة بعده من حيث الأبعاد الزمنية (في النطق) والمكانية (في الكتابة)، يتكون من النواة المقطعية (تكون صائتاً إجمالاً) ومن صامت واحد أو أكثر"[2] ونستنتج مما سبق أنه أصغر وحدة صوتية بإمكانها الانفصال أثناء النطق، تتكون من صائت أو أكثر حيث يمثل هذا الصائت نواة المقطع مع احتمال ورود صامت واحد وربما أكثر، وقد يكون هذا الورود قبل الصائت أو بعده أو ربما معاً، نحو الأشكال التالية:

_ صامت + صائت

أو _ صائت + صامت

أو _ صامت+ صائت+ صامت

[1] لزرق مفلاح: المعالجة الألّيّة للظّواهر الصّوتية الفوق تركيبيّة ظاهرة النبر أنموذجا، ص195.

[2] بسام بركة: علم الأصوات العام، ص181.

ويقول **الفرابي:** "كلّ حرفٍ غير مصوّتٍ أُتبِع بمصوِّت قصير قُرن به، فإنّه يسمّى "المقطع القصير" والعرب يسمّونه الحرف المتحرِّك، من قِبل أنّهم يسمّون المصوِّتات حركات، وكلّ حرفٍ لم يُتبَع بمصوِّت أصلاً، وهو يمكن أن يُقرَن به فإنّهم يسمّونه "الحرف السّاكن"، وكلّ حرفٍ غير مصوِّت قُرِنَ بمصوِّت طويل نسمِّيه "المقطع الطويل""[1] والمبحر في هذا القول يجد أن المقطع بدوره قائم على أساس تتابع تسلسل الصوامت والصوائت وهما كما ذكرنا آنفا(الحركات الطويلة والحركات القصيرة) وعليه فإن:

_ المقطع القصير: هو الحرف الصامت غير المصوت المتبوع بحركة قصيرة.

_ المقطع الطويل: هو الحرف الصامت غير المصوت المتبوع بحركة طويلة.

هذا وبالإضافة إلى أن:

_ المصوت القصير= الحركة

_ المصوت الطويل= السكون

_ المقطع القصير= الحرف المتحرك

_ المقطع الطويل= الحرف الساكن

وإذا أردنا تحليل كلمة من الكلمات إلى مقاطع صوتية حيث أن:

ص = صامت / ح = حركة

لدينا كلمة(جَلَسَ) = جَ، لَ، سَ = ص + ح، ص + ح، ص+ ح

فمن خلال تحليل كلمة جَلَسَ نستنتج أنها تتكون من ثلاثة مقاطع.

[1] الفرابي(أبو نصر محمد بن محمد بن طرفان): الموسيقى الكبير، تح: غطّاس عبد المالك خشبة، دار الكتاب العربي، القاهرة، د.ط، ص1075، نقلا عن: سعودي أمينة: "القضايا الفونولوجية عند عبد الرحمن الحاج صالح دراسة وصفية" ضمن: **مجلة دراسات لسانية**، م2، ع8، مارس2018م، ص23.

وتعرض لنا **نادية مرابط** تحليل بعض الكلمات بالإضافة إلى تسمية أنواع مقاطعها فتقول:

" مِنْ = ص + ح + ص = طويل مقفول

ما = ص + ح + ح = طويل مفتوح

كانَ = ص + ح + ح + ص = مديد مغلق بصامت

كَرْب = ص + ح + ص + ص = مديد بصامتين"[1].

وعليه نخلص إلى:

_ أن المقطع لا يمكن أن يبتدأ بصامتين في حين يمكنه أن ينتهي بهما.

_ أن المقطع يبتدأ دائماً بصامت ثم تليه الحركة ولا يعقل بتاتاً أن يبتدأ بحركة يليها الصامت.

_ أن المقطع يمكن أن يحتوي على حركتين متتاليتين لكن لا يمكنه أن ينتهي بهما.

3_ الفواصل الصوتية:

أ_ مفهومها:

يعرفها **محمد الخولي** بأنها:" نوع من السكون يفصل بين مجموعة صوتية وأخرى. ويدعوه البعض وقفاً أو انتقالاً أو مفصلاً. وقد يفصل بين صوت وآخر، أو بين كلمة وأخرى، أو بين عبارة وأخرى في الجملة الواحدة، أو بين جملة وأخرى"[2] ويتضح لنا بأنها تقوم بالفصل بين الأصوات أو الكلمات أو الجمل...، بينما يقول **كمال بشر**:" مصطلح نطلقه نحن على مجموعة من الظواهر الصوتية التي تشكل ظواهر أخرى- كالنبر والتنغيم-

[1] نادية مرابط: علوم اللغة العربية، ص495.

[2] محمد علي الخولي: الأصوات اللغوية، دار الفلاح، عمان، 1990م، ص167.

تلوينا موسيقيا خاص بالمنطوق، يحدد طبيعة التركيب وماهيته ودلالته. هذه الفواصل هي: الوقفة stop والسكتة pause والاستراحة أو أخْذ النفس"[1] وهنا إقرار واضح لأنواع الفواصل الصوتية.

ب_ أنواعها:

للفواصل الصوتية ثلاثة أنواع متمثلة في القفة والسكتة والاستراحة، وبطبيعة الحال فإن هذه الأنواع تختلف عن بعضها البعض سواء من حيث الموقع أو الدور الذي تقوم به داخل التركيب، وهنا سنعرض مجموعة من المفاهيم الخاصة بهذه الأنواع.

ب_ أ _ الوقفة:

وهنا يقال " ولا تكون الوقفة ولا تتحقق إلا عند تمام الكلام في مبناه ومعناه. ونعني بذلك أن تكون بنية المنطوق مؤلفة وفقا لقواعد اللغة ومنسوقة وحداتها في نظم خاص يطابق المعنى المقصود والغرض المطلوب بحسب الظروف والحال"[2] وهذا دليل على أن موقعها لا يتحقق إلاّ في نهاية الكلام، وليس أي كلام بل الذي يحمل بين طياته معناً أو مجموعة من المعاني.

قاعدتها:

وأن" تأتي الوقفة الكاملة مصاحبة بنغمة هابطة، دليلا على تمام الكلام، ورمزها في الكتابة النقطة [.] "[3].

ب_ ب_ السكتة:

[1] كمال بشر: علم الأصوات، دار غريب، القاهرة، 2000م، ص553.

[2] المرجع نفسه، ص554.

[3] المرجع نفسه، ص555.

وهي "السكتة في اصطلاحنا أخف من الوقفة وأدنى منها زمنا. وهي في حقيقة الأمر لا تعني إلا مجرد تغيير مسيرة النطق بتغيير نغماته، إشعارا بأن ما يسبقها من الكلام مرتبط أشد ارتباط بما يلحقها ومتعلق به ومن ثمة يسميها بعضهم ((وقفة أو سكتة معلّقة))"[1] وهنا تستغرق السكة مدة زمنية قصيرة يراد بها تغيير النطق.

قاعدتها:

أنها" تكون مصحوبة بنغمة صاعدة rising tone، دليلا على عدم تمام الكلام وعلامتها في الكتابة الفاصلة [،]"[2].

ب_ ج _ الاستراحة:

هي " مجرد وسيلة صوتية لمنح الكلام خاصية الاستمرارية عند مثل الوقفة أو السكتة في فتراتها الزمنية، إذ لا يكاد يلحظها السامع غير المجرب، أو أن يتوقع حدوثها. إنها فرصة لمجرد أخْذ النفس، أو ما يسميه بعضهم ((سرقة النفس))"[3] وأظن أن توظيفها يتلائم مع الكلام المطول المجهد.

قاعدتها:

لا قواعد ضابطة لها

4_ النبر:

أ_ مفهومه:

[1] كمال بشر: علم الأصوات ، ص557.

[2] المرجع نفسه.

[3] المرجع نفسه، ص560.

كان النبر في القديم يعرف بمصطلحات عديدة فنجد منها الهمز، علو الصوت، ارتفاعه.... وغيرها، أما الأن فيراد به " الضَّغْطُ على مقطع من مقاطع الكلمة، ليصبح بارزاً وواضحاً في السمع أكثر من غيره من مقاطع الكلمة"[1] وهذا التعريف توصل إليه المحدثون من خلال المخابر الصوتية المزودة بأحدث الأجهزة والتطبيقات.

أما **كمال بشر** فيرى أن النبر هو" نطق مقطع من مقاطع الكلمة بصورة أوضح وأجلى نسبياً من بقية المقاطع التي تجاوره"[2]؛ ومعنى ذلك أن النبر هو نشاط يميز الناطق أو المتكلم حيث يبرز صوت معين أو مقطع ما على خلاف الأصوات الأخرى فيكون أكثر وضوحا (سماعا) بالإضافة إلى أنه يتطلب جهد أكثر.

وبالتالي نستنتج " أنَّ للنبر قيماً صوتية (نطقية)، وأخرى فنولوجية (وظيفية). فمن الناحية النطقية يعد النبر ذا أثر سمعيٍّ بارز أوضح من غيره، فهو يَميْزُ مقطعاً من آخر، أو كلمة من أخرى. أمَّا من الناحية الوظيفية، فإنَّ النَّبر يقود إلى تعريف التتابع المقطعيِّ في الكلمات ذات الأصل الواحد، عند تنوع درجات نبرها ومواقعه، بسبب ما يلحقها من تصريفات مختلفة"[3].

ب_ أقسامه:

[1] الخليل عبد القادر مرعي : التشكيل الصوتي في اللغة العربية بحوث ودراسات، المكتبة المركزية، عمان، الأردن، ط1، 2002م، ص15، وينظر: حسان: مناهج البحث في اللغة،ص194، نقلا عن: بدر سند السميحيين: جهود كمال بشر في الدرس اللغوي الحديث، رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير(غير منشورة)، جامعة مؤتة، الأردن، 2012م، ص66.

[2] كمال بشر: علم الأصوات، ص512-513.

[3] المرجع نفسه، ص514.

وينقسم النبر في اللغة العربية إلى قسمين فنجد: نبر الكلمة والذي يسمى أيضاً بالنبر الصرفي وهو: "الضغط على مقطع من مقاطع الكلمة وإبرازه تمييزا له عن غيره"[1] أي بمعنى نقوم بالضغط على مقطع واحد من الكلمة قصد ابانته هو وفقط.

وكذا نبر الجملة والذي يسمى هو الآخر بالنبر الدلالي ويعرف هذا النوع على أنه: "الضغط النسبي على كلمة من كلمات الجملة أو على ما كان في حكم الكلمة الواحدة، ليكون ذلك الجزء المضغوط من الجملة أبرز من غيره من أجزاء الجملة، ويقع على ما يراد تأكيده، أو ما يُسْتغرب من الجملة"[2] أي بمعنى نقوم بالضغط على مقطع واحد من الجملة خلاف الأول، وهنا يكون قصد التأكيد أو البحث عن توضيح .

ونذكر أن للنبر في اللغة العربية ثلاث درجات وهي:

" النبر القوي: وذلك كقولك: دَرَسَ

_ دَ / ر/س

حيث يلاحظ أن (دَ) ينطق بارتكاز أكبر من الفونيمين اللذين يشكّلان معه كلمة ((درس)).

_ وخذ أيضاً كلمة: ((دارس))

_ دا / رِ/ سْ

حيث يتمتع المقطع / دا / بارتكاز أكبر

النبر الوسيط: يظهر في المقطع / مُسْ / من كلمة ((مُسْتحيل)):

/مُسْ/تَ/حيل.

[1] نور الهدى لوشن: مباحث في علم اللغة ومناهج البحث اللغوي، المكتب الجامعي الحديث، الاسكندرية، مصر، د ط، 2006م، ص134.

[2] خالد عبد الحليم العبسي: النبر في العربية مناقشة للمفاهيم النظرية ودراسة أكوستيكية في القرآن، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط1، 2011م، ص36.

النبر الضعيف: يظهر في المقطع /س/ من كلمة /دَرَسَ/

دَ/ رَ/سَ"[1].

5_ التنغيم:

أ_ مفهومه:

ويراد به " الارتفاع والانخفاض في طبقة أو درجة الصوت"[2] وعليه هو حدوث تغيير في درجة الصوت بارتفاعه وانخفاضه أثناء النطق أو الكلام قصد أمر معين، أو هو" ملمحٌ تركيبيٌ تمييزيٌ يرتبط بالجملة أو العبارة، ويغير معناها، ويتشكل هذا الملمح من سلسلة النغمات الصوتية المتوالية في الجملة أو التركيب، وهذا الجانب التشكيليٌ الصوتيٌ يوجد في جميع اللغات، ويختلف من لغة إلى أخرى ومن لهجة إلى أخرى"[3] ونستنتج مما سبق أن التنغيم هو ظاهرة صوتية ملازمة للتركيب تفيد تغيير المعنى قصد الإفهام والفهم، وهنا قد يتساءل أحدهم ما الفرق بين النبر والتنغيم إذا؟

لتكون الإجابة كالتالي:

أن النبر ما هو إلا جزء من التنغيم حيث أن:

_ النبر= رفع الصوت نسبياً

_ التنغيم= رفع الصوت أو خفضه

ب_ أقسامه:

[1] عصام نور الدين: علم وظائف الأصوات اللغوية الفونولوجيا، ص111.

[2] صبيح التميمي: دراسات لغوية في تراثنا القديم، دار مجدلاوي، عمان، ط1، 2003م، ص163.

[3] عبد القادر مرعي الخليل: مرجع سابق، ص36 نقلا عن بدر سند السميحيين: مرجع سابق، ص78.

وهنا قد اهتدى **كمال بشر** إلى أن التنغيم نوعان وذلك من خلال النظر في آخر نغمة منبورة في التّركيب الكلامي وهما كالآتي:

ب_ أ_ النغمة الهابطة:

وقد "سُمِّيَتْ بذلك لاتصافها بالهبوط في نهايتها، على الرَّغم ممَّا قد تنتظمه من تلوينات جزئية داخلية"[1] أي بمعنى أن النغمة هنا تنخفض لغرض معين، وتظهر على وجه الخصوص في الجمل التقريرية (التامة المعنى) مثل: محمود في البيت وكما تظهر في الجمل الاستفهامية مثل: محمود فين؟ وغيرها....

ب_ ب_ النغمة الصاعدة:

وهنا "سميت بذلك لصعودها في نهايتها، على الرغم من تنوع أمثلتها الجزئية الداخلية"[2] وأشار هنا أيضا للمواضع التي يكثر فيها القسم فنجد الجمل المعلقة(غير تامة المعنى) وكذا الجمل الاستفهامية بشرط أن تكون اجابتها نعم أو لا مثل: محمود في البيت؟.

[1] كمال بشر: علم الأصوات، ص534.

[2] المرجع نفسه، ص536.

رابعا: اللسانيات الحاسوبية

نتيجة للتسارع المعرفي والتكنولوجي الذي شُهد في هذه الآونة الأخيرة، ظهرت عدة علوم جديدة واختراعات ووسائل وأدوات تكنولوجية حديثة، ومن أبرز هذه الاختراعات نجد آلة الحاسوب الذي بدوره مكن الانسان القيام بالعديد من المهام، وذلك منذ أن رأى النور الأول إلى أن تم تطويره وتزويده بآخر التحديثات، ففي بداية الأمر كان ينظر إليه على أنه آلة فائقة السرعة تستعمل لحل المعقد من العمليات الرياضية، لكن سرعان ما تحولت هذه النظرة ليصبح وسيلة علمية عملية تقوم على أساس معالجة جميع البيانات المدخلة إليها، وهنا لابد أن ننوه إلى أن اللغة التي برمج عليها الحاسوب في بداية الأمر أي عند اختراعه هي اللغة الإنجليزية ولكن لما لقيه من اقبال واسع وانتشار مذهل وجب برمجته ليشمل لغات العالم بأسره ومنها اللغة العربية، ونظرا لهذا التزاوج الحاصل بين آلة الحاسوب واللغة ظهر ما يسمى حديثا باللسانيات الحاسوبية.

1_ نشأة اللسانيات الحاسوبية:

تُرجع نشأة اللسانيات الحاسوبية إلى خمسينيات القرن العشرين وذلك استنادا لما ذكره **حمادي الموقت** بأن نشأة هذا العلم كان متزامناً مع اكتشاف الحاسوب نفسه، ومن المتداول بأن الحاسوب ظهر لأول مرة عند الغرب وبالتالي فإن علم اللسانيات الحاسوبية عُرف عند الغرب قبل العرب وذلك لعدة أسباب لا يسعنا المقام لذكرها هنا.

أ_ الغرب:

مِن المَعلُومِ أنَّ الارهاصات الأولى لنشأة اللسانيات الحاسوبية تُرجع إلى الغرب أولاً وذلك راجع إلى اختراع الحاسوب عام 1948م والذي حظي الإنسان بالإفادة منه في جميع مجالات الحياة، بدءاً من الجيل الأول 1951م وحتى الجيل الخامس 1991م، بالإضافة إلى **آلان تورينج** الذي قام باختراع الآلة التي حملت اسمه والمعتمدة في وضع الحواسيب

المزودة بحاسبات خوارزمية، "كما أن من أقدم الاختصاصيين في الحاسوبيات الذين شعروا بأهمية التزويج الفعلي بين علوم الحاسوب وعلم اللسان هو الباحث الأمريكي د.ج. هايس(D.G.Ilays) ثم ف. إنجيف(V.Yngve)"[1]

عَلاوَةً على ذلك يأتي **تشومسكي**، حيث أولى عناية خاصة بهذا العلم الذي يجمع بين ما هو آلي (آلة الحاسوب) وما هو لغوي لساني فقد "بدأ اهتمام أهل الاختصاص في اللسانيات والعلاج الآلي للمعلومات بشكل الصياغة المنطقية الرياضية ينبغي أن تصاغ به النظريات اللسانية، يوم ظهرت أول محاولة في صياغة نظرية المكونات القريبة من طرف الأمريكي نوام تشومسكي (Nom chomasky)"[2] ومن خلال ما قيل سابقاً نفهم بأن **تشومسكي** هو أول من صاغ اللغة صياغة منطقية رياضية في الحاسوب.

والمتعمق في نشأة هذا العلم يقول أن البداية الفعلية كانت "على المستوى الأمريكي وبالضبط على يد الدكتور " مايكل زار تِشناك"، أستاذ علم الدلالة ومنظم البرمجة اللسانية الآلية بجامعة "جورج تاون" في معهد "ماساسوتش" سنة 1954م وذلك في حقل الترجمة الآلية من اللغات الأخرى إلى اللغة الإنجليزية.

أما على المستوى الأوروبي فكانت أقدم محاولةٍ لدراسة اللغة بواسطة الحاسوب سنة 1961م بجامعة ڤوتبورغ (Goteborg) السويدية، لكنها لم تلق الانتشار الذي لقيته في إيطاليا" والبداية العلمية لهذا الاتجاه كانت مركز التحليل الآلي للغة بمدينة ڤالارات (Gallarat) بإيطاليا سنة 1962م"[3].

خُلاصة القَول، أن اللسانيات الحاسوبية قد جمعت في تربة الحرب العالمية الثانية فكان أول شكل لها هو الترجمة الفورية باستعمال آلة أنقما، لتكون الولايات المتحدة الأمريكية هي

[1] عبد الرحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، موفم للنشر، الجزائر، ج1، 2012م، ص233.

[2] عبد الرحمان بن حسن العارف : "توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية " جهود ونتائج""، **مجلة اللغة العربية**، عمان، ع73، 2007م، ص58.

[3] ينظر: عبد الرحمان بن حسن العارف : توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية، ص3.

المنطلق الحقيقي لها(اللسانيات الحاسوبية)، حيث بدأت بالترجمة الآلية لتنتهي بالتطبيقات الواسعة المتعددة وتم ربطها بعلم اللغة قصد تقنين جانبها النظري.

ب_ العرب:

تعد "العلوم الشرعية من أسبق العلوم الإنسانية استخداماً لتقنية الحاسبات الإلكترونية ونظم المعلومات"[1] أما إن أردنا أن نقف على البذرة الأولى للسانيات الحاسوبية العربية فقد بدأت مع انعقاد المؤتمرات والندوات وورش العمل، وكانت أول ندوة دولية لجمعية اللسانيات من نصيب العاصمة المغربية بالرباط وذلك في شهر أفريل سنة 1987م، بمشاركة جامعة الكويت، أما فيما يخص الموضوعات المناقشة فكانت من بينها اللسانيات النظرية والتطبيقية " أما قضية الاتصال العلميّ بين الحاسوب والبحث اللّغويِّ العربيِّ، كما يذكر إبراهيم أنيس، فكانت في الكويت علم 1971م، ويعدّ كتاب "اللغة العربية والحاسوب" للدكتور " نبيل علي" سنة 1988م أول كتابٍ يتناول موضوع اللسانيات الحاسوبية"[2].

ويُصعب هنا إخفاء قصة التقاء **إبراهيم أنيس** بـ**علي حلمي** الذي شغل منصب أستاذ الفيزياء النظرية في جامعة الكويت، أين عرض الأول على الثاني فكرة الاستعانة بآلة الحاسبة في إحصاء الحروف الأصلية لمواد اللغة العربية وعليه فإن الإرهاص العربي الأول الذي فتح باب التأليف حيث إن أول كتاب ألف في هذا المجال كان لـ**علي حلمي موسى** بعنوان دراسة إحصائية للجذور الثلاثية وغير الثلاثية لكل من:

- معجم الصحاح للجوهري (ت324هـ).
- معجم لسان العرب لابن منظور(ت711هـ).

---

[1] العلوم الشرعية والحسابات، "القضايا الفونولوجية عند عبد الرحمن الحاج صالح دراسة وصفية" ضمن: **مجلة دراسات لسانية**، م2، ع8، مارس2018م، ص2.

[2] راضية بن عربية: حوسبة النظام اللغوي العربي _ المعجم الآلي عند البروفيسور عبد الرحمن الحاج صالح أنموذجاً_، ضمن كتاب: ازدهار اللغة العربية بين الماضي والحاضر " أعمال الملتقى"، المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر، ج1، 17-18 مايو 2017م، ص251-252.

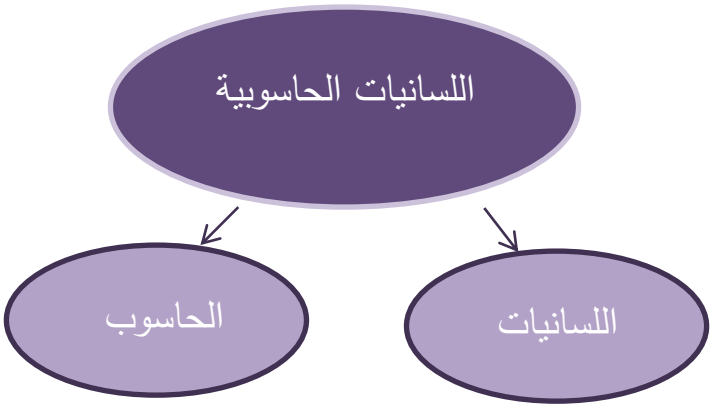
- معجم تاج العروس للزبيدي (ت1205هـ).

ونبيل علي بكتابه "اللغة العربية والحاسوب" الذي صدر عام 1988م.

هذا كان حظ الكويت من هذا المجال، أما عن حظ الجزائر فنجد **بشير حلمي** ذلك العبقري الفذ الذي تفطن للخطأ الواقع في الأسئلة المقدمة لنيل شهادة البكالوريا وبالضبط في مادة الرياضيات؛ فكانت هذه هي انطلاقة نجاحه في إدخال اللغة العربية إلى آلة الحاسوب.

2_ مفهوم اللسانيات الحاسوبية:

إن القارئ لهذا المصطلح "اللسانيات الحاسوبية" يجد نفسه أمام مصطلح مركب من كلمتين وهما:



وهنا قد يتساءل أحدهم ماذا لو قمت بتفكيك هذا المصطلح؟ إذا أين هو حظ المصطلحين من التعريف، فهل من المعقول أن يأخذ مصطلح اللسانيات الحاسوبية حصة الأسد من التعريفات في حين يُهمل تعريف كل من اللسانيات والحاسوب وعليه:

- ✓ **اللسانيات:** يراد به "العلم الذي يهتم بدراسة اللغة في ذاتها ولذاتها دراسة علمية تقوم على الوصف وتفسير أبنية اللغات واستخراج القواعد العامة المشتركة بينها، والقواعد

الخاصة التي تضبط العلاقات بالعناصر المألوفة لكل لغة"[1]؛ فهو العلم الذي يدرس اللسان البشري دراسة علمية موضوعية كما أنه يولي العناية باللغة بل ويتخذها موضوعا له قصد معرفة أسرار اللسان البشري.

- ✓ **الحاسوب:** يعد الحاسوب محور الحياة، بل وأساسها وذلك لما يقوم به من مهام فهو "جهاز إلكتروني سريع ودقيق، له القدرة على استقبال البيانات وتحزينها، ومعالجتها، ويستخدم في مجالات الحياة كافة"[2].

من خلال هذا التعريف يتبين لنا أن بأن الحاسوب هو آلة حاسبة إلكترونية، تتميز بالسرعة والدقة وظيفتها تتمثل في استقبال المعلومات ومعالجتها وتخزينها وبالتالي اخراجها مع امكانية استرجاعها.

في حين أن **اللسانيات الحاسوبية:** هي من العلوم الحديثة، وفرع من فروع اللسانيات التطبيقية، تقوم على استغلال الحاسوب وأدواته في تحليل اللغة ومعالجتها وتحويل معلوماتها فيعرفها **نيوقس** بقوله: " فرع من علمي اللغة والحاسوب يهدف إلى تصميم نماذج رياضية للتراكيب اللغوية، لتتمكن من معالجة اللغة آلياً عن طريق الحاسب"[3] وكما أنه يقوم على تصور نظري يسعى نحو جعل اللغة العربية لغة آلية من خلال برمجتها في الحاسوب فهو" علم بيني يجمع بين علم اللغة وبين علوم الحاسوب الإلكتروني لاستغلال اللغات الطبيعية

---

[1] عز الدين صحراوي: "اللغة بين اللسانيات واللسانيات الاجتماعية"، **مجلة العلوم الإنسانية**، جامعة محمد الخيضر بسكرة، ع5، فيفري2004م، ص147.

[2] جمانة حامد الشديفات: "أثر استخدام الحاسوب في التحصيل المدرسي لدى طلبة سياق مناهج وآساليب لتدريس التربية الإسلامية في جامعة آل البيت"، **مجلة جامعة دمشق**، كلية العلوم التربوية آل البيت، الأردن، مج27، ع 1_2، 2011م، ص782.

[3] منصور بن محمد الغامدي: مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، تح: عبد الله بن يحي الفيفي، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية، الرياض، ط1، 2017م، ص6.

في البرامج الحاسوبية عبر طرق ذكية آلية عديدة منها الذكاء الاصطناعي والدلالة الاصطناعية وهو ما يعرف جملة بالنظم الخبيرة "[1].

وكما نلاحظ أن البحث في اللسانيات الحاسوبية يشمل جانبين هامين يمثلان موضوع اللسانيات الحاسوبية هما:

- الجانب النظري: الذي يبحث في "الاطار النظري العميق الذي جاء به يمكننا أن نفترض كيف يعمل الدماغ الإلكتروني لحل المشكلات اللغوية"[2].
- الجانب التطبيقي: الذي يعنى "بالناتج العلمي لنمذجة الاستعمال الإنساني للغة ... وإنتاج برامج ذات معرفة باللغة الإنسانية"[3]. وهذا بغية تحسين التفاعل بين الآلة والإنسان وانتاج برمجيات تطبيقية.

فهو علم ينصب على معالجة اللغة البشرية الطبيعية بطريقة آلية، يخيل لجانبه النظري أن ذاكرة الحاسوب هي عقل بشري تقوم بالعمليات المنطقية والعقلية والنفسية.

والأن سنقوم بعرض الخطوات التي يقوم عليها كلا الجانبين " أمَّا المنحى النظري فيتخذ الخطوات المنهجية التالية:

1-تحديد القضية المشكلة (قد يحتاج الوصف والإحصاء)

2_تقديم الدراسة الوصفية اللسانية المناسبة للفهم البشري للعلاقات والقواعد (الوصف والاستقراء)

3_تقديم الدراسة التوصيفية المناسبة للفهم الآلي للعلاقات على شكل برمجيات (الإحصاء والتجربة)

---

[1] ديدوح عمر: "فعاليات اللسانيات الحاسوبية العربية"، **الأثر مجلة الآداب واللغات**، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، ع8، ماي 2009م، ص87.

[2] مازن الوعر: قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، دار طلاس، دمشق، 1988م، ص407.

[3] عبد الرحمن بن حسن العارف: توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية، ص51.

4_عرض العملية على المبرمجين لتحويل الخدمة إلى معالجة بالعقل الاصطناعي(المنهج التجريبي)

وأمَّا المنحى التطبيقي فيعتمد على الخطوات الأربع السابقة، ويكمل

1- يُنتج البرمجية المستهدفة باعتماد الخوارزميَّات والأكواد المناسبة

2-يُنتج الأنموذج اللغوي المناسب لتتم محاكاته

3- يجرب الأنموذج ونقده

4- ينشر الخدمة للمستخدمين"[1]

ومنه نستنتج أن اللسانيات الحاسوبية هي مجال يتداخل فيه كل من علم اللسانيات وآلة الحاسوب مشكلين لنا نظريات وتطبيقات جديدة تقوم على معالجة اللغة.

3_ مصادر اللسانيات الحاسوبية:

ومن بين مصادر اللسانيات الحاسوبية على سبيل المثال لا الحصر نجد:

_ اللسانيات العامة والتطبيقية

_ النظام العام للغات

_ فلسفة اللغة والمنطق

_الذكاء الاصطناعي

_ الإعلام الآلي

_ الرياضيات وبالأخص فرع الاحصاء ونظرية المخططات...

[1] جوزف لبس: مرجع سابق، ص130-131.

4_ منهج اللسانيات الحاسوبية:

وهنا" يختلف الباحثون في تحديد مناهج اللسانيات الحاسوبية تحديدا واضحا، ولعل ذلك راجع إلى تجاربهم ومشاربهم العلمية؛ فإن كان الجميع متفقون على أن هذا العلم يعالج المواد اللغوية في الآلات الإلكترونية، فإن بعضهم يجعله جزءا من الذكاء الاصطناعي، وبالتالي يفرض على اللسانيات الحاسوبية مناهج الذكاء الاصطناعي"[1] وهذه إشارة واضحة إلى صعوبة تحديد المنهج تحديدا دقيقا؛ وذلك لاختلاف الدراسات والتجارب العلمية بالإضافة إلى تعدد زوايا النظر نحو الموضوعات، فمنهم من يعتبر أن اللسانيات الحاسوبية جزء من الذكاء الاصطناعي، في حين "أن هناك باحثين يربطون اللسانيات الحاسوبية بحقل الإحصاء اللغوي للمواد اللغوية"[2] ومن بينهم نجد الباحث **إبراهيم أنيس** الذي تبنى المنهج الاحصائي في دراساته ويتجلى ذلك من خلال ما قد قيل سابقا(أين عرض **إبراهيم أنيس** على **علي حلمي** فكرة الاستعانة بآلة الحاسبة في احصاء الحروف الأصلية لمواد اللغة العربية والتي كان نتيجتها ظهور عدة دراسات احصائية).

هذا ويمكننا الاستفادة أيضا من المناهج اللسانية التي تستقطب اهتمام الباحثين اللسانيين أثناء دراستهم للغة ومنها: المنهج الوصفي حيث " يتعين على المعنيين باللسانيات الحاسوبية في بحوثهم توصيف قواعد العربية، لأغراض البرمجة الحاسوبية إتباع المنهج الوصفي"[3]، المنهج التوليدي والتحويلي، المنهج الوظيفي.... وعليه فإن الباحث في هذا المجال عليه أن يتبنى منهجاً خاصاً أثناء دراسته الحاسوبية للغة من إنتاج وتحليل ومعالجة.... وغالبا ما تكون هذه الدراسة تحت هدف انشاء برامج وتطبيقات حاسوبية.

---

[1] رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية: مشكل المصطلح والترجمة، مخبر المعالجة الآلية للغة العربية، الجزائر، ص16 عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:
http://www.aot.org.lb/Attachments/Attachment90_120.pdf 06/04/2023 14:56

[2] المرجع نفسه، ص17.

[3] وجدان محمد صالح كنالي: اللسانيات الحاسوبية العربية، الإطار والمنهج، المؤتمر الدولي الثاني للغة العربية ، دبي، 7-10 مايو 2013م، ص9.

كما لا تفوتنا الإشارة هنا إلى المستويات التجريدية في الدراسة الحاسوبية للغة والتي جاءت ضمن ثلاث مستويات يوضحها **رضا بابا أحمد** كالتالي:

"مستوى المكنزم: وصف المهام التي تقوم بها العناصر المادية للدماغ أو(الحاسوب).

المستوى الخوارزمي: و صف الخوارزمية التي تتحكم في نشاط الجهاز. تتيح هذه المقاربة عدة تشغيلات ممكنة وغير محدودة تقريبا بما أنها مرتبطة بالجهاز المتوفر.

المستوى الحاسوبي: أعلى مستويات التجريد، يتعلق بتحليل المشكل في إطار معالجة المعلومة (أي النقل الرمزي للمعلومة) بمعنى يتم تحديد ما يمكن حسابه ولماذا، وكذا توفير نماذج رياضية لهذه المشاكل"[1].

وملخص القول فإن من مناهج اللسانيات الحاسوبية:

- مناهج الذكاء الاصطناعي
- المناهج الإحصائية
- المناهج الوصفية
- مناهج التحليل اللساني
- المناهج الخوارزمية....إلخ.

5_ تطبيقات اللسانيات الحاسوبية:

هنا يستفيد أي تطبيق يتعامل مع اللغة سواء أكانت مكتوبة أو منطوقة من نظريات وتطبيقات الحوسبة، لذا تعددت هذه التطبيقات وتنوعت وذلك لما للغة من أهمية في حياة الإنسان إذ لا وجود للأول دون الثاني والعكس صحيح؛ وعليه " انتشرت التطبيقات الآلية ذات البعد اللغوي حتى صاغت لنفسها تكنولوجيا خاصة بها، ألا وهي تكنولوجيا اللغة، ولقد

[1] رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية، ص19.

سعت هذه التكنولوجيا فيما سعت إلى تطبيق اللسانيات والتقنيات الحاسوبية في صورة العديد من المنتجات العملية التي تشمل على سبيل المثال لا الحصر:

_النظم الآلية للتدقيق الهجائي والنحوي

_الفهرسة الآلية والاستخلاص الآلي

- التلخيص الآلي
- نظم الفهم الأتوماتي الضحل والعميق
- بناء قواعد البيانات المعجمية
- آليات البحث داخل مضمون النصوص
- قواعد النصوص كاملة
- توليد الكلام آليا
- تمييز الكلام وفهمه آليا
- بنوك المصطلحات
- دوائر المعارف الإلكترونية
- برامج تعليم اللغات وتعلمها
- الترجمة الآلية "[1].

ومنه يتضح أن اللسانيات الحاسوبية قامت باستثمار كافة النتائج التي توصلت إليها في عدة مجالات مختلفة منها تعلم اللغات، الترجمة الآلية، الإحصاء اللغوي، صناعة المعاجم، المعالجة الآلية، التعريب، إجابة الأسئلة، فك اِلتباس المعاني، تمييز الأعلام، الحوار الآلي .... هذا ماساهم في انجاز بنوك للمصطلحات.

[1] سناء منعم: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابي الإجزائية ، تقديم: مصطفى بوعناني، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط1، 2015م، ص96.

6_ أهمية اللسانيات الحاسوبية:

تعد اللسانيات الحاسوبية من أجلّ العلوم الحديثة التي تواكب التطور المعرفي العالمي، حيث أنها ترتقي باللغة العربية وذلك عن طريق الاستفادة من الخدمات التي يقدمها الحاسوب وأدواته لتوظيف قواعد بيانات للغة في الحاسوب.

وتتجلى أهميتها من حيث الناحية التقنية في ثلاثة مجالات موضحة كالتالي:

1_في مجال معالجة المنطوق: وتكمن "أهمية هندسة اللغة إلى تصميم وانشاء برمجيات حاسوبية تعمل كأنظمة متكاملة لمعالجة الإشارات الصوتية للكلام المنطوق مثل: نظام التعرف الآلي على الكلمات المعزولة والمنطوقة باللغة العربية"[1] وهذا يعني إنشاء تطبيقات تعمل على تحويل الذبذبات الصوتية إلى كلمات مكتوبة أو العكس وبالتالي معالجة الكلام اللغوي.

2_في مجال معالجة اللغة المكتوبة: وهي التي" تهتم بشكل خاص بتحليل النصوص أو تلخيصها أو ترجمتها، والمسائل الأساسية التي تتناولها هي: وسم المتون اللغوية والتحليل النحوي والصرفي والاملائي ومعالجة المعجم تحليلاً أو توليداً والترجمة والتلخيص الآليين والتنقيب عن المعلومات في قواعد البيانات أو النصوص أو في الوثائق الرقمية"[2] ويعنى هذا المجال بدراسة النصوص اللغوية وما يطرأ عليها من حذف أو تحليل أو توليد أو تلخيص ....

[1] إيمان صبحي دلول: الحلقة الثانية "أهمية اللسانيات الحاسوبية"، برنامج لغتنا والحوسبة، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

https://www.youtube.com/watch?v=G_NgXE-StXo 08/02/2023 21:25

[2] . إيمان صبحي دلول: الحلقة الثانية "أهمية اللسانيات الحاسوبية.

3_"ثالثاً وأخيراً إن بحوث الهندسة اللغوية في ميدان الحوار بين الإنسان والآلة تتعلق بالجوانب الأساسية للغة"[1].

وكما نجد أن من أهداف اللسانيات الحاسوبية:

_ السعي نحو تلقين الحاسوب لغة بشرية يستطيع من خلالها التحاور مع المستعمل سواء عن طريق الكلام أو الكتابة وبالتالي الوصول إلى درجة محاورة الآلة والتخاطب معها.

_ محاولة تزويد الحاسوب ببنك لغوي يتمكن من خلاله محاكاة التفكير البشري.

_ فهم اللغات الطبيعية وتوليدها وتحليلها ومعالجتها وتحويلها.

_ تقديم توصيف شامل ودقيق للنظام اللغوي.

_ إنتاج برمجيات وتصميم تطبيقات تخدم اللغة العربية.

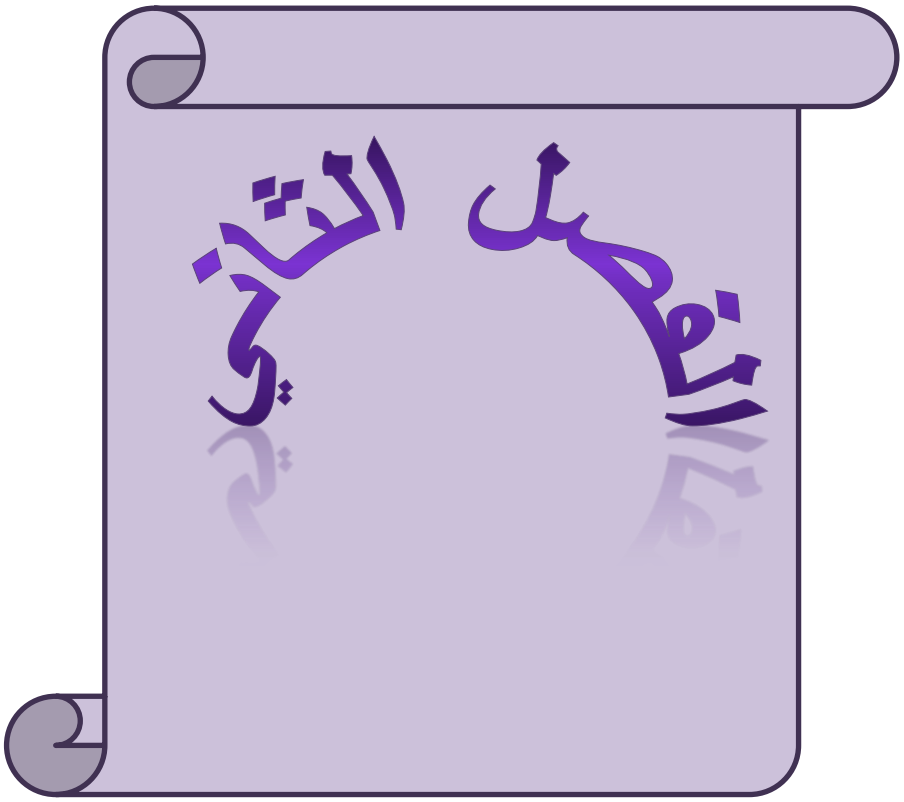
_ الوصول للمعلومات في وقت قياسي.

_ التواصل الجيد بين البشر.

_التواصل الفعال مع الحاسوب.

وباختصار فإن الدراسات والبحوث الحديثة تهدف إلى جعل الحاسوب انسان آلي.

[1] المرجع نفسه.


الفصل الثاني

الفصل الثاني: فيزياء الصوت... في النماذج المختارة.

1_ العلاقة بين اللغة والحاسوب.

2_ منهجية تناول الحوسبة اللغوية.

3_ مجال تقاطع علم الأصوات اللغوية مع علم الفيزياء.

4_ المفاهيم الفيزيائية الواصفة للصوت اللغوي.

5_ أجهزة التحليل الصوتي.

6_ بين التحليل الصوتي والتعليل الفيزيائي.

لقد أصبح اتصال اللغة العربية بتكنولوجيا المعلومات أحد المسلمات، وذلك للاستجابة الفعالة بينها وبين أنظمة الحاسوب وخضوعها لقواعده، وبالتالي تسهيل الوصول للمعلومات وتبادلها وكذا تطبيقها مع امكانية الاستفادة من علوم أخرى كالعلوم الفيزيائية، الهندسة الكهربائية، الإلكترونيات– بمعنى الهندسة بمختلف فروعها– الطب...

1_ العلاقة بين اللغة والحاسوب:

يقول **نبيل علي** في هذا السياق بأنه و"منذ ظهور الحاسوب، في أواخر الأربعينات، وصلته باللغة تتوثق وتتأصل. وقد أخذت العلاقة بينهما طابعا تبادليا، (علاقة ((هات وخذ))"[1] وهذه إشارة واضحة لطبيعة العلاقة بين كل من الحاسوب واللغة إذ أن لاوجود للثاني دون الأول، فهل يمكن أن نتصور آلة بدون لغة ؟ بطبيعة الحال يستحيل ذلك، فالإنسان أوجد الحاسوب ليستفيد منه ويسهل عليه الكثير من الأمور، ومن بين هذه الأخيرة نجد أمر التواصل.

وفي المقابل يرى بأن اللغة تتميز بأهم وظيفة ألا وهي الوظيفة التواصلية، وفي هذه النقطة بالذات أخذ يفكر كيف يتم إدخال اللغة في مجال الحاسب الآلي؟ وهل هناك شيء مشترك بينهما؟ ليجد الحل المتمثل في علم الرياضيات " فالرياضيات ذات طابع عقلي رمزي تجريدي وهذا معلوم، بينما اللغة مبنية على الرموز وفيها من التجريد الذهني ما هو بين وواضح لكل باحث، هذا وبالإضافة إلى أن إطراد اللغة يشبه إطراد النظر الرياضي، وهذا يعني وجود اختلاف قائم على أمور متعددة أهمها: أن اللغة رموز تجريدية ذات مرجعية موجودة ملموسة أو مفهومة، يعرفها كل ناطق باللغة، في حين أن الرياضيات تتحدث عن

[1] نبيل علي: اللغة العربية والحاسوب، تق: أسامة الخولي، تعريب، 1988م، ص113.

القوانين التي تضبط المسائل في الحياة"[1] والناظر للدراسات اللغوية سواء الأولى منها أو الأخيرة يرى بأنها قامت ولازالت تقوم على أساس رياضي محض، أفلا نجد ذلك بصورة واضحة في معجم العين **للخليل بن أحمد الفراهيدي** أين اعتمد على نظام التقاليب فجعل الكلمة الثنائية تتصرف على وجهين وهكذا.

في حين أن الحاسوب كمصطلح فهو مشتق من كلمة حساب وهي آلية رياضية؛ وبالتالي فهو كعلم أو كآلة قائم على طابع رياضي مما يمكنه من استيعاب المعلومات المدخلة إليه ومعالجتها وتخزينها، وهذه الأخيرة تكون على شكل مفاهيم أو رموز رياضية التي من بينها الخوارزميات القائمة على ثنائية الصفر والواحد، ومنه فإن الطابع الرياضي في كل من اللغة والحاسوب هو السبب الرئيس في جعل هذان العلمان يرتبطان ارتباطا وثيقا.

هذا وبالإضافة إلى أنه" كان من المنطقي، بل من الحتمي أيضا، أن تلتقي اللغة والحاسوب وذلك لسبب أساسي وبسيط، وهو كون اللغة تجسيد لما هو جوهري في الإنسان، أي نشاطه الذهني بكل تجلياته، في نفس الوقت الذي يتجه فيه الحاسوب نحو محاكاة بعض وظائف الإنسان وقدراته الذهنية، متخذا من الاعتبارات الإنسانية(الهندسة البشرية) محورا رئيسيا لتصميم نظمه ومجالات تطبيقاته ومطالب تشغيله"[2] فكان هذا الالتقاء من الأمور البديهية بل والحتمية وذلك لكون الإنسان محور ومركز النشاط اللغوي فالله جلَّ وعلا وهبه بالعقل ليفكر ويتدبر ويبدع، كما أن العقل البشري يتميز بخاصية فريدة من نوعها ألا وهي خاصية الحدس الناجمة عن الإحساس وهنا يمكنني القول أنه ومهما بلغ الإنسان أعلى درجات العلم والمعرفة فلن يستطيع تجسيدها في الحاسوب أو أي آلة أخرى لكونها هبة ربانية خلق الإنسان عليها.

---

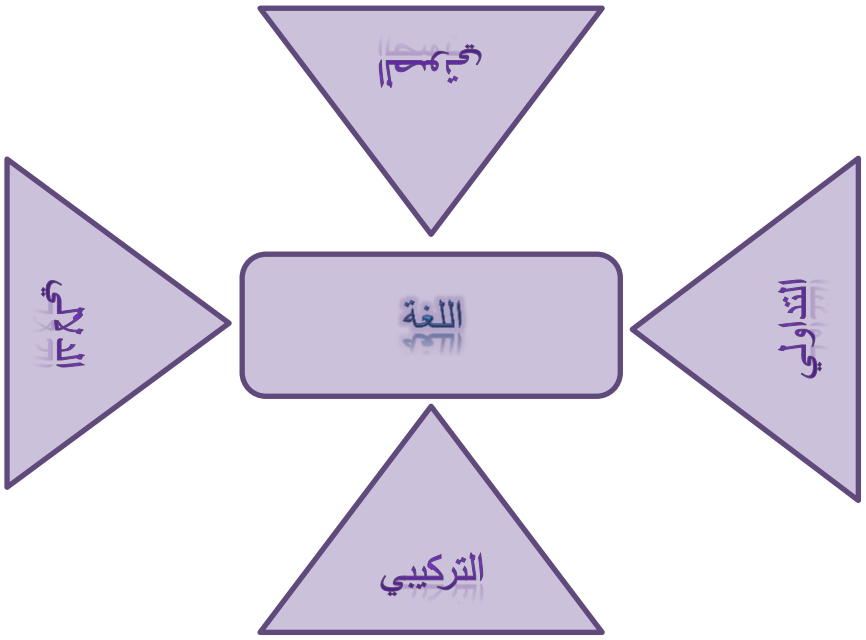
[1] ينظر: جمانة خالد محمد: برامج النطق الآلي أو ما يعرف ب(مركبات الكلام) وعلاقتها باللغة العربية، جامعة بغداد، ع 202، 2012م، ص302.

[2] نبيل علي: اللغة العربية والحاسوب، ص114.

فأين يأتي صنع المخلوق من صنع الخالق؟

2_ منهجية تناول الحوسبة اللغوية:

تقوم اللسانيات بدراسة اللغة من كل متكامل وذلك من منطلق منطقي، فاللغة هي أصوات تتآلف مع بعضها البعض لتشكل مقاطع ثم كلمات فجمل ذات معنى، وعليه فاللسانيات تعنى بدراسة اللغة من أربعة مستويات يوضحها المخطط الآتي:



مخطط يوضح مستويات اللغة

والملاحظ النبيه يجد أن هذه المستويات لا تنفصل عن بعضها البعض، وهنا يتساءل البعض منكم.

أولا يقوم الباحثون بفصل هذه المستويات؟ لتأتي الإجابة أن الفصل الذي يقوم به الدارسون إنما هدفه إجراء الدراسة والقيام بالتحليلات بغية معرفة كنه هذه المستويات، ومنه

نبدأ بالمستوى الأول ألا وهو المستوى الصوتي والذي بدوره انشق إلى قسمين كبيرين يعرف الأول باسم الفوناتيك بينما يعرف الثاني باسم الفونولوجيا، فهما يتقاسمان نفس الدراسة وهي دراسة الصوت، لكنهما يختلفان من حيث المنهج الموظف لدراسة الصوت وكذا تحليله كما ذكرنا سابقا وعليه تأتي حوسبتهما على الشكل التالي:

2_1_ المعالجة الآلية للنظام الفوناتيكي:

وهنا يجب الاشارة أولاً إلى أن الجانب الفوناتيكي يقوم بدراسة الصوت كمادة دون النظر إلى وظيفته داخل نسق معين مستعملاً في ذلك المنهج التجريبي ليتفرع مجاله ويتوسع إلى مجموعة من الميادين العضوية... ومنه "تؤول العربية في نظامها الصوتي إلى أربعة وثلاثين فونيما؛ ثمانية وعشرين صامتا تتمثل في حروف الأبجدية العربية، وستة صوائت تمثلها الحركات الثلاث القصيرة الفتحة والكسرة والضمة، والحركات الثلاث الطويلة حروف المد."[1] ولقد تحدثنا سابقا في الأصوات البشرية وأنواعها عن الصوامت والصوائت، فقلنا أن الأولى تنحصر في حروف اللغة العربية المعروفة، في حين أن الثانية تتجلى في قسمين وقد أطلقنا على القسم الأول اسم الصوائت القصيرة بينما القسم الثاني كان بعنوان الصوائت الطويلة، كما قد قلنا أيضا بأن الحرف يعد فونيم كما تعد الحركة كذلك، وذلك للتغيرات التي يسببانها على الكلمة وقد ضربنا في ذلك أمثلة وعليه فعند جمع الكل مع بعضه البعض نتحصل على أربعة وثلاثين فونيما. ونكمل القول "ويعنى في الجانب الفوناتيكي بتوصيف تلك الأصوات آحادا على المستوى الأكوستيكي الفيزيائي؛ بحيث يكون لكل صوت صورة طيفية مرئية ذات ثلاثة أبعاد: بعد أفقي يمثل الوقت، وبعد عمودي يمثل التردد وبعد ثالث يمثل درجة الشدة يظهر في شكل سواد على ورق خاص"[2] ويتضح ذلك من خلال عرض الصوت المراد حوسبته(من تحليل ومعالجة...) على الجهاز أو التطبيق الخاص بتحويل

[1] وجدان محمد صالح كنالي: اللسانيات الحاسوبية العربية، ص10.

[2] رمزي البعلبكي: معجم المصطلحات اللغوية، دار العلم للملايين، بيروت، 1990م، ص459، نقلا عن: وجدان محمد صالح كنالي: مرجع سابق، ص10.

الصوت إلى صور طيفية والذي يسمى بالراسم الطيفي للصوت، وكما هو معلوم بأن الحرف في ذاته يختلف عن غيره، سواء أكان من حيث المخرج أو الصفة.. وعليه يتوجب أن يكون له صورة طيفية خاصة به، ومنه" توصيف الأصوات منفردة على هذا النحو سيفضي إلى نتائج دقيقة لا تقبل اللبس، وأن حدودا فاصلة قاطعة تمثلها أرقام رياضية حاسمة ستميز كل صوت عن بقية الأصوات"[1] وبطبيعة الحال فإن الجهاز سيوضح لنا هذا الاختلاف الحاصل بين الحروف من خلال القيم الرياضية المطلقة التي يعرضها مع الصور الطيفية، كما يمكن أن تتصف النتائج بالنسبية وذلك في حالات شاذة قد تُرجع لأسباب مرضية أو نفسية، فهذه الأخيرة تؤدي إلى الإصدار الخاطئ أو العشوائي للصوت "ويزداد أثر التباين النسبي بين الأفراد لدى التعامل مع الصوائت للاتفاق الواقع بين كل صائت قصير ومثيله الطويل الذي لا يفترق عنه إلا في الوقت الذي يستغرقه، فقد يكون في أداء العجلان من نطق الصوائت الطويلة ما يلتبس على الحاسوب بكونه صائتاً قصيراً، وقد يوهم الأداء المتأني للصوائت القصيرة استيعاب الحاسوب لها على أنها طويلة"[2] وهذه إشارة واضحة لأهمية طريقة النطق بالصوت " لذا يتحتم أن نقدم للحاسوب توصيفا رقميا لنظام العربية الفوناتيكي ينبئ عن ماهية الأصوات التي يتلقاها، ويختلف هذا التوصيف بالضرورة عن التوصيف الذي رسمه علماء الأصوات لابن اللغة وللناطق بغيرها"[3] واختلاف التوصيف يرجع للاختلاف الكائن بين الانسان والآلة فكما قلنا سابقاً مهما بلغت الآلة من تطورات إلا أنها تبقى من صنع الإنسان ويستحيل أن تأخّذ جميع ميزاته، وكما يرجع أيضا للاختلاف الحاصل أثناء النطق باللغة الأم واللغة الثانية وذلك لما في الثانية من صعوبات تواجه الناطق.

2_2_ المعالجة الآلية للنظام الفونولوجي:

[1] أحمد علي علي لقم وآخران: "حوسبة اللغة العربية بين الواقع والمأمول(منهج مقترح لأقسام اللغة العربية بجامعة الأمير سطام بن عبد العزيز)"، **مجلة الدراسات العربية**، كلية دار العلوم، جامعة المينا، م35، ع7، يناير 2017م، ص3945.

[2] المرجع نفسه.

[3] وجدان محمد صالح كنالي: اللسانيات الحاسوبية العربية، ص10.

وهنا الجانب الفونولوجي يستقبل ويستعمل المناهج اللسانية بهدف الكشف عن الوظيفة التي تقوم بها الأصوات داخل نسق لغوي معين مهتماً بالأصوات التي تحمل قيما تميزية، بمعنى الفونيمات وقد فصلنا فيها سابقا كما ضربنا أمثلة ومنه " تخضع الفونيمات العربية لقواعد فونولوجية تحكم تتابعها في سياق الكلمة أو الجملة وقد يطرأ على الفونيم تغيير في صفته تأثراً بما يسبقه أو ما يليه من الفونيمات ويعني ذلك أن التوصيف الفوناتيكي لأصوات العربية لا يكفي وحده ليمكن الحاسوب من تمييز الفونيمات وأنه يحتاج إلى توصيف آخر لما يعتري فونيمات العربية في سياقها الوظيفي (التضعيف ـ التجانس والإدغام ـ ال الشمسية)"[1]. معنى ذلك أن للتشكيل الصوتي أهمية قصوى عند حوسبة الصوت سواء أردنا تحويله إلى نص مكتوب أو إلى صور طيفية وموجات... فمثلا عند قولنا كلمة _ شدَّ _ ألا نلاحظ أن النطق بحرف الدال يستغرق مدة زمنية أطول من النطق بحرف الشين وهذا ما يسمى بالتضعيف، ومثال ذلك مع الإدغام... لذا يجب مراعاة بل حسم طريقة النطق بالكلمات مع ضرورة الانتباه إلى الحروف سواء المنطوقة منها أو غير المنطوقة.

وخلاصة القول أن في النظام الصوتي " يَصْدُرُ العربي في نطق لغته على قوانين صوتية لا تتهيأ له بالمعرفة المباشرة، فهو يُماثِل في (ال) الشمسية، ويُقَصِّر العلّة قبل الساكن، ويراعي قوانين التركيب المقطعي، فلا يبدأ بصامتين ولا ينتهي بهما إلاّ في الوقف حصراً..."[2] ومنه يتمكن الناطق من التلفظ الصحيح للكلمات.

2_3_ توصيف النظام المورفولوجي:

وهي الخطوة الثانية بعد توصيف النظام الصوتي بشقيه الفوناتيكي والفونولوجي، التي تقوم بوصف قواعد البنية الداخلية للكلمات، بمعنى تلك القواعد التي تتآلف عن طريقها

[1] طارق عبد الحكيم أمهان: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية خطوة باتجاه الحل، بحث مقدم في مقرر اللسانيات والدراسات الصوتية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة إدلب، ص1.

[2] وليد أحمد العناتي: "اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)"، **مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات**، مج7، ع2، 2005م، ص63.

المورفيمات مع العناصر المعجمية، لتكون لنا بذلك الكلمات مع مراعاة ما يطرأ على هذه من تغيرات كالزيادة والحذف والاشتقاق... كما يجب أن ندرك أن توصيف النظام المورفولوجي "يهدف إلى تمكين الحاسوب من التعامل مع المورفيمات (الوحدات الصرفية) التي تشكل التراكيب اللغوية المتنوعة، وينبغي ونحن في هذا الصدد التمييز بين مطلبين متمايزين:

المطلب الأول: هو المتمثل في القدرة على (التوليد) أي صوغ الأبنية اللغوية السليمة بخطوات إجرائية محددة على نحو شامل مستقص.

المطلب الثاني: الذي يمكن الحاسوب من، (التحليل) بتعيين المعاني الصرفية وتفكيك التراكيب اللغوية إلى وحداتها الصرفية الصغرى حين ترد في سياق الجملة أو في سياق النص"[1] فوجب على المتخصصين أن يحققوا جبهة الصرف بمفهومه الواسع مع مراعاة تنظيم وترتيب كافة صيغه قصد توصيفه " والحق أن هذا المطلب ضخم مجهد عسير لما تتميز به اللغة العربية من تعدد أنماطها الجملية وكونها من اللغات ذات النسق الحر، وقد خلص أحد الباحثين إلى أن الأنماط الجملية الممكن تأليفها على وفق قواعد النظم في العربية تصل إلى بضعة عشر ألف نمط"[2] وذلك لتميزها بخاصيتي القياس والاشتقاق والدور الذي يلعبانه في إثراء اللغة العربية، فعملية تحليل الكلمة إلى عناصرها الرئيسة من السابق واللاحق والجذر لها أكثر من احتمال واحد.

وعليه كيف يتم اختيار الاحتمال الصحيح أو المناسب؟ لتأتي الإجابة فوراً: يتم اختيار الاحتمال المناسب حسب السياق الذي سيرد فيه.

2_4_المعالجة الآلية للنظام الإعرابي:

[1] وجدان محمد صالح كنالي: اللسانيات الحاسوبية العربية ، ص12.

[2] نهاد الموسى: العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ط1، 2000م، ص31، نقلا عن: وجدان محمد صالح كنالي: مرجع سابق، ص14.

تمثل حوسبة النحو أو ما يسمى بالتركيب اليوم صلب اللسانيات الحاسوبية، فهو يصف تلك القواعد التي تتآلف من خلالها الكلمات وتندمج في الجمل والوظائف المرتبطة بها، كما أنه يعنى بدراسة العلاقات الموجودة أو القائمة بين مكونات الجملة مع العناية بحالاتها الإعرابية، وعليه" يلزمنا بادئ الأمر تصنيف كلم العربية إلى المبني والمعرب ذلك أن المبني سيستدخل في الحاسوب على هيئة لا تتغير، فلا يحتمل غير وجه واحد لقراءته أو لضبط آخره. وسيفضينا ذلك إلى حصر جهدنا على الاسم المعرب والفعل المعرب"[1] فالكلمة في اللغة قسمان لا ثالث لهما فإما أن تكون معربة وذلك لتميزها بتغير حركة آخرها، أي أن الكلمة تتغير الحركة التي توجد في آخرها حسب موقعها من الجملة، أو مبنية وهي عكس المعربة بمعنى أن الحركة في آخر الكلمة لا تتغير، وعليه فهذا الأخير لا يتطلب جهداً كبيراً أثناء حوسبته على خلاف الأول الذي يشهد تعدد العلامات الإعرابية، ومنه لا بد من تحديد وظيفة الكلمة في الجملة وذلك من خلال موقعها الإعرابي الأمر الذي يساهم في فهم المعنى، إلا أن هذه العلاقة (المعنى والتحليل النحوي) هي التي تزيد الطين بلة وذلك لمرونة اللغة العربية كما قلنا سابقا، هذا وبالإضافة إلى وجود مشاكل أخرى تهدد حوسبة المستوى النحوي كما يقول نبيل علي:" تواجه معالجة النحو آليا مشكلات عديدة، ومتداخلة، ومنه لا يمكن تلخيصها في قائمة التحديات التالية:

أ) المشكلة الأولى: غياب صيغة رسمية للنحو العربي

ب) المشكلة الثانية: إسقاط علامات التشكيل في معظم النصوص العربية

ج) المشكلة الثالثة: تعدد حالات اللبس النحوي وتداخلها الشديد

د) المشكلة الرابعة: المشاكل الناجمة عن المرونة النحوية للعربية

هـ) المشكلة الخامسة: حدة ظاهرة الحذف النحوي

و) المشكلة السادسة: قصور المعجم العربي، نحويا ودلاليا

ي) المشكلة السابعة: تعدد العلامات الإعرابية وحالات الجواز والتفضيل

[1] وجدان محمد صالح كنالي: ص اللسانيات الحاسوبية العربية ،14.

ح) المشكلة الثامنة: عدم توفر الإحصائيات النحوية"[1]

ونرى أن هذه أهم المشاكل التي تواجه المتخصصين في هذا المجال.

2_5_توصيف النظام الدلالي:

وهنا يرى **وجدان** أن توصيف النظام الدلالي يمثل " نواة المعالجة الآلية وعموده الفقري؛ ذلك أن جل عمليات المعالجة الآلية للتراكيب اللغوية تستند بشكل من الأشكال عليه وتحيل إليه. ويعد عند المعنيين باللسانيات الحاسوبية أعسر المباحث تناولا لتعلق دلالات الألفاظ بداهة بـ(الفهم) البعيد المنال عن الحاسوب. ذلك أن الدلالة قد تكون معجمية أو صرفية أو نحوية أو مجازية أو إيحائية، وهي تعني في الذاكرة البشرية كل ما يتداعى إلى ذهن ابن اللغة من علائق ومعان تتصل باللفظ."[2]. فلا يمكن إهمال الدراسة الدلالية القائمة على تحديد معاني الكلمات في السياق والتي تعد أدنى درجات التحليل الدلالي، بالإضافة إلى الاهتمام بالنصوص من جميع جوانبها بل والغوص فيها للوصول إلى المعاني الجوهرية بمختلف جوانبها الصرفية أو المجازية..." ولعل الأولى ونحن في سبيل إنشاء هذا النظام الدلالي أن نستعين ببنك للنصوص العربية الفصيحة يتم اختيار نصوصه سلفا وفق معايير علمية يرتضيها المتخصصون في العربية"[3].

3_ مجال تقاطع علم الأصوات اللغوية مع علم الفيزياء:

وفي هذه النقطة بالذات وُجب أن نشير إلى حديثنا السابق في فروع علم الأصوات العام وبالضبط في الفرع الثاني منه _ علم الأصوات الفيزيائي (الأكوستيكي) _ أين قلنا بعناية

[1] نبيل علي: اللغة العربية والحاسوب، ص391.

[2] وجدان محمد صالح كنالي: اللسانيات الحاسوبية العربية، ص16.

[3] المرجع نفسه، ص17.

علم الأصوات واهتمامه بدراسة الخصائص الفيزيائية للأصوات اللغوية المختلفة، وذلك في المرحلة الانتقالية التي يشهدها الصوت اللغوي منذ خروجه من فم المتكلم وحتى وصوله إلى أذن السامع، وبما في ذلك الموجات أو الذبذبات الصوتية التي تحدثها أعضاء الجهاز النطقي أو الصوتي، والمتدبر في هذه العبارة الأخيرة إلا ويجد نفسه تنجذب حتى تُولِجُه علم الفيزياء وذلك لاعتبارات عدة من بينها:

أن هذه الموجات أو الذبذبات هي مفاهيم فيزيائية، وزيادة على ذلك فإن عملية انتقال الصوت من فم المتكلم إلى أذن السامع هي " ظاهرة يقوم بتحليلها عادة عالم الفيزياء، لأنّ هذه الظاهرة تقع ضمن حقل علم الفيزياء، فخصائص الموجة الصوتية من تردّد وشدّة أو درجة، وما شابه، تهُمُّ بالدّرجة الأوّلى طلبة الفيزياء"[1] ودائرة دراستهم الصوتية لا تنحصر في دراسة الصوت البشري أو الإنساني فحسب، بل تتوسع لتشمل دراسة جميع الأصوات سواء البشرية منها أو غير البشرية على خلاف دراسات علماء الأصوات التي تقتصر على دراسة الصوت الانساني وفقط أي" ندرس الصّوت الإنساني الواضح بالنسبة إلى الذهن والقريب من الفهم بمعنى أنّنا نهتمّ بالصّوت لاعتبارين، باعتباره ظاهرة طبيعية أولاً وباعتباره في نفس الوقت ظاهرة سيكولوجيّة ثانياً "[2] وهذا ليس فيه نكران لاستفادة الثانية من معارف ونتائج الأولى "إلا أنّ عالم الأصوات يلتقي مع عالم الفيزياء في دراسة هذه المسائل"[3].

وزبدة القول أن علم الأصوات يلتقي ويتقاطع مع علم الفيزياء في " دراسة الصّوت في مرحلة انتقاله في الهواء على شكل موجات صوتية، وهذه المرحلة يُعنى بدراستها علم الأصوات الأكوستيكي الذي هو علم أقرب إلى علم الفيزياء منه إلى العلوم الإنسانية لذلك يجد الباحث اللّساني نفسه أمّا [أمام] حقيقة علميّة مُفادها أنه في حاجة ماسّة إلى اكتسابه

[1] محمد إسحاق العناني: مدخل إلى الصّوتيات، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2008م، ص12.
[2] عبد الرّحمن أيوب: أصوات اللّغة، مطبعة الكيلاني، القاهرة، ط2، 1968م، ص95.
[3] محمد إسحاق العناني: مرجع سابق، ص12.

خلفيّة علميّة حول فيزياء الصّوت، تُمكنه من ولوج عالم الأكوستيك"[1] فلفهم هذا الفرع والتمكن منه وجب دراسة علم الفيزياء والاحاطة بمفاهيمه.

4_ المفاهيم الفيزيائية الواصفة للصوت اللغوي:

يعد الصوت اللغوي أحد الظواهر الفيزيائية الطبيعية المنطلقة من الفم والمنتقلة في الهواء على شكل ذبذبات أو اهتزازات باتجاه الأذن، وهذا استنادا لقول **عبد الجبار عبد الله** :" الصوت ظاهرة تنتقل على صورة حركة ذبذبية في الوسط المادي"[2] إذ يصطلح عليها(الذبذبات) مصطلح الموجات نظرا لما يُرى في الطبيعة وخاصة ما يصيب التجمعات المائية مثل البرك... من تموجات عند رمي الحصى أو سقوط الأمطار شأنه شأن اصطلاح مصطلح خرير المياه للصوت الصادر عن جريان الماء في الجداول والأنهار... وهنا نعرض الصورة التالية بغية تقريب المعنى إلى الذهن أكثر.

[1] لزرق مفلاح: انفتاح علم الأصوات اللّغوية على علم الفيزياء دراسة في المجال الأكوستيكي للصّوت اللّغوي، ضمن كتاب: اللّغة العربيّة بين اللّسانيات الرّتابيّة الحاسوبية واللّسانيات العرفانيّة في الجامعات الجزائريّة، ج3، أعمال النّدوة الوطنيّة 24-25 ديسمبر 2019، المكتبة الوطنيّة الحامّة- الجزائر، منشورات المجلس، 2019م، ص 205.

[2] عبد الجبار عبد الله: علم الأصوات، مطبعة العاني، بغداد العراق، ط1، 1955م، ص334، نقلا عن نادر أحمد جرادات: مرجع سابق، ص61.

الشكل رقم(01): صورة توضح تموج ناتج عن سقوط قطرات من الماء في بركة.

إذ إن الموجات الصوتية غنية بالمفاهيم الفيزيائية والتي من بينها:

التردد(fréquence)

ونعني به عدد الذّبذبات الصادرة في الثانية الواحدة ومنه" يعني تواتر أو تردد حركة اهتزازيّة معينة عدد الدّورات الكاملة التي تتم خلال وحدة زمنية محددة"[1] حيث إن وحدة قياسه هي الهيرتز Hertz الذي يرمز لها اختصاراً بالرمز Hz.

قانونه:

قلنا سابقا بأن التردد هو عدد الذّبذبات المعينة لعدد الدّورات، حيث نرمز لعدد الدورات بـ:

[1] بسام بركة: علم الأصوات العام أصوات اللّغة العربيّة، مركز الإنماء القومي، بيروت، لبنان، د ت، د ط، ص34.

ن دورة

ومنه العلاقة التناسبية[1]:

ن دورة ⟵ 1 ثا

1 دورة ⟵ الدّور (الزّمن الدّوري)

وبالضرب والقسمة نجد:

$$\text{ن دورة} = 1 \times \frac{1}{\text{الدور}}$$

وعليه فإن:

$$\text{التّردّد} = \frac{1}{\text{الدور}}$$

مثال تطبيقي:

إذا طلب منا حساب تردد حركة اهتزازية ذات الدور 10 ثا

فإننا نستحضر القانون

$$\text{أي : التّردّد} = \frac{1}{\text{الدور}}$$

$$\text{وبالتطبيق نجد: التّردّد} = \frac{1}{10}$$

$$\text{ومنه النتيجة: التّردّد} = 0{,}1\ Hz$$

[1] لزرق مفلاح: انفتاح علم الأصوات اللّغوية على علم الفيزياء دراسة في المجال الأكوستيكي للصّوت اللّغوي، ص211.

الدرجة(pitch)

ومنها درجة الصوت إذ يقول **د. كريم زكي حسام الدين** في هذا المقام بأن عملية إدراكنا للصوت متوقفة على ثلاثة خواص منها درجة الصوت (pitch) حيث يرى أنها" الخاصية أو الصفة التي تميز بها الأذن الأصوات من حيث الحدة والغلظة، وتتوقف درجة الصوت بهذا المفهوم على عدد الاهتزازات أو الذبذبات التي يصدرها الجسم المصوت في الثانية، وهو ما يسمى أيضاً بالتردد، فإذا زاد عدد الذبذبات في الثانية كان الصوت غليظاً أو سميكاً"[1] فالأذن إذا هي الفيصل في تحديد النغمات سواء من حيث الحدة أو الغلظة، كما أن هذه الخاصية في الأصل متوقفة على التّردّد المقابل للاهتزازات الصادرة من الوترين الصوتيين فهي في علاقة طردية، بمعنى أن ارتفاع درجة الصوت مرهونة بارتفاع معدل الاهتزازات والعكس صحيح ، ويكمل قوله: "ونلاحظ أن عدد الذبذبات يرتبط بعدة عوامل:

أ) سمك مصدر الصوت، مثل الوتر الذي إذا كان سميكاً قل عدد ذبذباته فينتج صوتاً غليظاً والعكس صحيح.

ب) طول المصدر المصوت، فالوتر الطويل يقل عدد ذبذباته فينتج صوتاً غليظاً والعكس صحيح.

ج) قوة توتر المصدر، فالوتر المشدود تزيد عدد ذبذباته وينتج صوتاً أحدُ من الصوت الذي ينتجه الوتر المرخي"[2] والمقصود بالوتر هنا هو الوتران الصوتيان أحد أعضاء الجهاز النطقي.

---

[1] كريم زكي حسام الدين: الدلالة الصوتية دراسة لغوية لدلالة الصوت ودوره في التواصل، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ط1، 1992م، ص39.

[2] المرجع نفسه.

الدور (role)

أو الزّمن الدّوري ويعنى به زمن القيام بدورة واحدة تامة " هو الزمن اللازم الذي يقطعه جسم مهتز ليقوم بتذبذب واحد"[1]؛ حيث إن وحدة قياسه هي الثانيةsecond .

ونستنتج قانون الدور انطلاقا من قانون التّردّد.

حيث لدينا: التّردّد $= \frac{1}{\text{الدور}}$

وعليه: الدور $= \frac{1}{\text{التّردّد}}$

الزمن (time)

وهو المقياس الزمني للموجات الصوتية، وحدة قياسه هي الميلي ثانية milli second وهي جزء من الألف من الثانية أي:

الميلي ثانية $= \frac{1}{1000}$ من الثانية

السرعة (Velocity)

هي السرعة التي تنتقل عن طريقها الموجات الصوتية و" لا تتعلق سرعة الصوت بخصائص الصّوت الصّادر ولكن بدرجة الحرارة. إنها تقارب $340m.s^{-1}$ في درجة الحرارة العادية ($20°C \approx$) "[2] وهي ترتبط بالوسط حيث أنه " من السّهل استعمال الأمواج الصوتية الجيبية لاثبات أن سرعة الانتشار لا ترتبط بخصائص الموجة، ولكن ترتبط بالوسط. إذا غيّرنا تواتر الموجة باستعمال مولّد للتّوترات المنخفضة وبحثنا في كل حالة عن

[1] بسام بركة: ، علم الأصوات العام أصوات اللّغة العربيّة، ص32.

[2] زرقيني طه حسين وآخرون، العلوم الفيزيائية، التطورات غير الرتيبة، السنة الثالثة ثانوي لشعب العلوم التجريبية والرياضيات والتقني رياضيات، الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية، واد الرمان العاشور، الجزائر، 2020م-2021م، ص476.

طول الموجة الموافقة نجد أن النسبة $\frac{\lambda}{T}$ ثابتة من أجل نفس الوسط. هذه النسبة تُمثّل سرعة الانتشار v بـ $m.s^{-1}$."[1] وتختلف هذه السرعة حسب كثافة الوسط الذي تنتقل فيه في المواد الصّلبة أكبر منها في المواد السّائلة في " السوائل، مثل الماء، تكون سرعة الصّوت أكبر، إنها تصل إلى $1500m.s^{-1}$. إنها تزداد كثيراً في الأجسام الصّلبة حيث تصل في الحديد إلى $6000m.s^{-1}$. إن الأجسام الصّلبة تنقل إذاً جّيداً الصوت"[2]

والسرعة v للصّوت تُعرّف بالعلاقة التالية:

$$v = \frac{d(M_1\,M_2)}{t_2 - t_1}$$

حيث:

(d) هو الرمز الخاص بالمسافة، وحدتها هي المتر [m]

(t) هو الرمز الخاص بالزمن، وحدته هي الثانية [s]

ومنه (v) هو الرمز الخاص بالسرعة، وحدة قياسها هي (المتر/ الثانية) [$m.s^{-1}$]

السعة(amplitude)

وتعرف على أنها" الانتقال الأعظمي انطلاقا من الموضع السطحي. إذا لم يفقد الجسم طاقته فإن السعة تبقى ثابتة."[3] ومعنى هذا أن سعة الذبذبة أو الموجة هي المسافة بين أول وآخر نقطة يصل إليها الجسم المتحرك.

[1] زرقيني طه حسين وآخرون: العلوم الفيزيائية، ص477.

[2] المرجع نفسه، ص476.

[3] المرجع نفسه، ص467.

الشدة(intensity)

وتعني مدى شدة الموجة أو سعتها وتقاس بالديسبيل decibel الذي يرمز له اختصارا بالرمز db، وفي هذا السياق يقول **نادر أحمد جرادات** بأن الشدة هي " الخاصية التي تميز بها الأذن الأصوات من حيث القوة والضعف أو العلو والانخفاض، وتتوقف شدة الصوت بهذا المفهوم على قوة القرع أو الطرق للجسم المصوت... إن قوة القرع أو ضعفه- تحدد سعة الاهتزاز التي تساهم في تحديد علو الصوت أو انخفاضه ونعني بها_ المدى الذي يصل إليه المصدر المصوت في حالة الاهتزاز فالصوت القوي ينتج عن الاهتزاز الواسع والصوت الضعيف ينتج عن الاهتزاز الضعيف."[1] فالشدة كمية الطاقة المتسربة في الموجات الصوتية التي تقدم لهذه الأخيرة صفات القوة والضعف... كما لا ننسى أن نشير هنا إلى العلاقة الطردية بينها وبين الاهتزاز والتي تبدو واضحة من خلال القول السابق وضوح هلال العيد، وزيادة على ما قيل فإنه وحسب علم الفيزياء فالأذن العادية تستقبل في العادة أصواتا " لها تواترات من 15 Hz إلى 20000 Hz، ينقص هذا المجال مع التقدم في السن. الأصوات المسموعة لها شدة صوتية محصورة بين $10^{-12} w.m^{-2}$ التي تمثل الحد الأدنى للسمع و $100 w.m^{-2}$ التي تمثل حد الإحساس المؤلم."[2]

ويعطى قانون الشدة الصوتية بالعلاقة الرياضية التالية:

$$L = 10\log\frac{I}{I_0}$$

حيث أن I_0 يمثل الشدة الصوتية المرجعية وتقدر قيمته كما يلي:

$$I_0 = 10^{-12} w.m^{-2}$$

[1] نادر أحمد جرادات: الصوت اللغوي، ص71.

[2] زرقيني طه حسين وآخرون: العلوم اليفزيائية ، ص479.

الصدى(echo)

ويعرف على أنه " ظاهرة مألوفة معروفة، يدركها الناس عندما يصيح أحدهم في الخلاء على بعد معين من عائق مثل تل أو جبل أو بناء مرتفع، فإنه يسمع تكرار صوته، ويسمى هذا الصوت المنعكس بالصدى"[1] فهو انعكاس الصوت الناتج من مكان بعيد، وللصدى شروط أهمها : "وجود حائل أو سطح عاكس، ولابد أن يكون الحائل على بعد من مصدر الصوت لا يقل عن ١٧م. ويظهر من هذين الشرطين أنه إذا لم يوجد حائل فلا صدى للصوت، والعكس صحيح."[2] وهذا القول واضح بين لا يحتاج شيء من التفصيل.

العلو(loudness)

ويعرف على أنه " الأثر السّمعي النّاتج عن اتّساع ذبذبات الصوت زيادة ونقصا؛ أي إن 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"[3] فيعنى به درجة العلو الصوتي الذي يتلقاه السامع أو هبوطه الناتج عن انتشار الذبذبات الصوتية.

الموجة(wave)

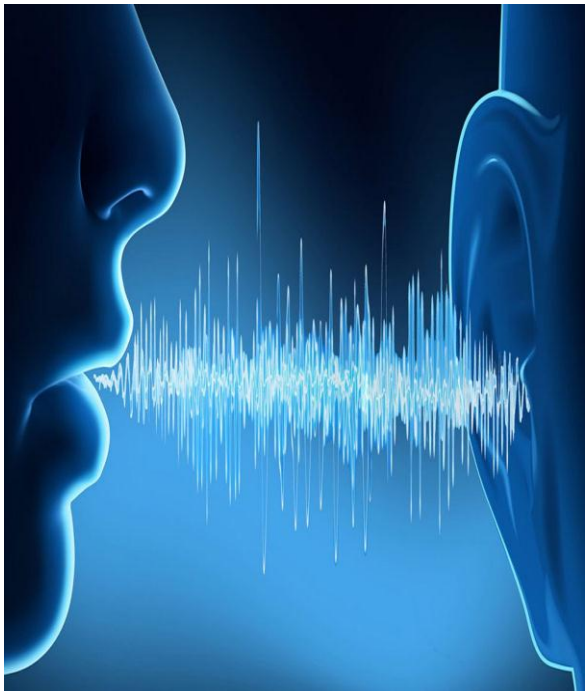
وتعرف الموجة فيزيائيا على أنها ذلك الاضطراب الذي ينتشر دون انتقال للمادة ومنه الموجة الصوتية(sound wave) هي " مجموعة من الذبذبات الصوتية المتعاقبة التي

[1] نادر أحمد جرادات: الصوت اللغوي، ص88.

[2] المرجع نفسه.

[3] لزرق مفلاح: المعالجة الآليّة للظّواهر الصّوتيّة الفوق تركيبيّة ظاهرة النبر أنموذجاً، ص201.

تنتج إحداها عن الأخرى، وتكون محمّلة بعناصر فيزيائية تشكل الملمح الأكوستيكي للصّوت اللغوي"[1] وكما ذكرنا سابقا فإن وحدة قياسها هي الميلي ثانيةmilli second.



الشكل رقم(02): صورة[2] توضح انتقال الموجات الصوتية.

وبالحديث عن أنواعها نجد أن الباحث ابراهيمي بوداود ذكر أن للموجة الصوتية ثلاثة أنواع هي:"

1- الموجات المنتظمة البسيطة sine wave

2- الموجات المركبة complex wave

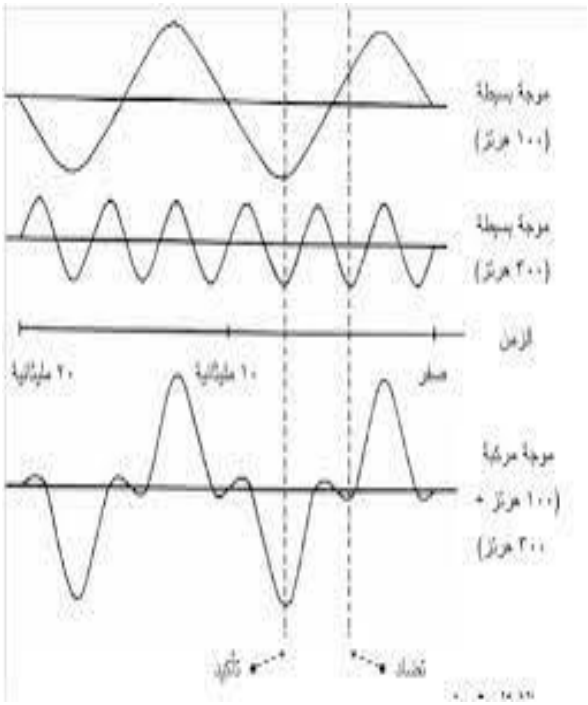
3-الموجات غير المنتظمة random/ aperiodi cnoise "[1]

[1] المرجع نفسه، ص200.

[2] بحث عن الصوت وخصائصه- مخزن، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت

https://www.m5zn.com 28/04/2023 20:10

وعليه:



الشكل رقم(03): صورة[2] توضح نوعين من الموجات الصوتية

في حين أن طول الموجة يراد بها "إنها أقصر مسافة على طول الموجة بين نقطتين متوافقتين. "التوافق" يعني أن النقطتان تتحركان بنفس الطريقة في الفضاء والزمن. مثلا المسافة بين قمّة وأخرى بين موجتين أو المسافة بين انضغاط وآخر في الأمواج الصوتية تمثل أطوال موجات."[3] بمعنى أنها المسافة الطولية بين ذروتين.

وبالنسبة لقانون طول الموجة فهو يعطى بالعلاقة الرياضية التالية:

[1] ابراهيمي بوداود: فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب واللغات والفنون، قسم اللغة العربية وآدابها، جامعة وهران، 2012م، ص66.

[2] الصوتيات الفيزيائية: تصنيف الموجات الصوتية حسب الحركة الموجية، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت https://www.google.com 28/04/2023 10:10

[3] زرقيني طه حسين وآخرون، العلوم الفيزيائية ، ص467.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

حيث أن:

(v) تمثل سرعة انتشار الموجة

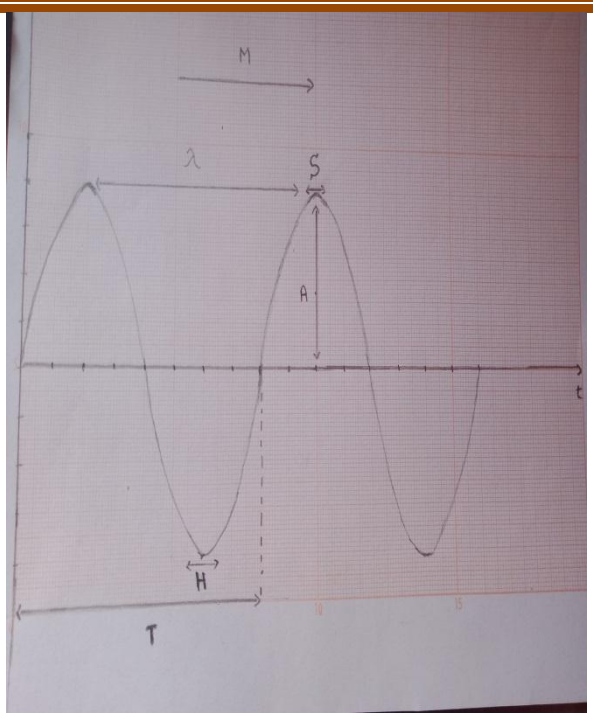
بينما(f) تمثل تواتر الموجة

النوع(Quality)

وهنا يراد بالنوع أن " نلاحظ أن القيمة الصوتية تتمثل في النغمات التوافقية وشكل الفراغات الرنانة بالنسبة للأصوات البشرية التي نميز على أساسها بين أصوات من نعرفهم حتى لو اتحدت في الدرجة والشدة، إن كل صوت يتميز عن الآخر بالنغمات التوافقية التي تختلف من شخص لآخر باختلاف نسيج الوترين الصوتيين واختلاف فراغات الحلق والفم والأنف"[1] فهو الفرق الظاهر الواضح بين النغمتين الناتجتين بطريقتين مختلفتين وذلك لاختلاف تفصيلة الجهاز الصوتي من شخص لآخر.

وهنا لا نبد أن نوضح بعض النقاط السابقة الذكر في منحنى بياني وعليه:

[1] نادر أحمد جرادات: الأصوات اللغوية، ص71.



الشكل رقم(04): منحى بياني لإنتاج الموجة الصوتية

ترجمة بيانات المحنى:

M هو اتجاه انتشار الموجة

λ هو الطول الموجي

S هي قمة الموجة

A هي السعة

t هو الزمن

H هو قعر الموجة

T هو الدور

وزبدة القول أن ما قيل في الأعلى يعد من أهم المفاهيم الفيزيائية الواصفة للصوت اللغوي والتي لا يمكن ملاحظتها بالعين المجردة ما دفع المتخصصين في هذا المجال، إلى

الاستعانة بالأجهزة والبرامج والتطبيقات الصوتية الحديثة والمتطورة قصد تحويل وتحليل وإبراز هذه المفاهيم.

5_ أجهزة التحليل الصوتي:

وهنا وجب أن نشير لما قيل سابقاً عن افتتان العرب منذ القدم بالدرس الصوتي وإبداعهم فيه بوسائلهم الطبيعية المتماشية مع عصرهم، ما جعل أغلب دراساتهم قائمة على الملاحظة المباشرة والتجارب الذاتية ودليل ذلك ما قام به **الخليل وابن جني** وغيرهم، أما الآن ونظرا للتطورات العلمية المستمرة والمنقطعة النظير التي يشهدها العالم فقد انشأت مخابر وظهرت مجموعة كبيرة من الأجهزة والبرامج والتطبيقات المتخصصة في علوم التشريح ووظائف الأعضاء والصوتيات، نتيجة لتظافر جهود علماء من تخصصات مختلفة كـ(الهندسة الكهربائية- الاعلام الآلي- الرياضيات- الفيزياء- الإلكترونيات- الطب....) وسوف نعرض فيما يلي أهم الأجهزة المستخدمة في التحليل الصوتي:

الأشعة السينية (إكسْ x_Ray)

تستعمل هذه الأشعة أثناء العملية الكلامية فتقوم بعرض تسجيلات صوتية وصور وفيديوهات واضحة ودقيقة لأعضاء الجهاز النطقي وهي تؤدي وظائفها، فهي "تسمح بدراسة كل موقع لأي عضو من أعضاء الكلام عند أي نقطة أثناء الكلام، وهناك كذلك الصور المتحركة لأشعة إكس التي تسجل حركات هذه الأعضاء أثناء النطق"[1] وهنا وجب التنبيه من خطورة هذا النوع من الأشعة على الجهاز الصوتي برمته، وذلك للأضرار الناجمة عن الاستعمال المفرط وبفترات زمنية طويلة.

[1] مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، المملكة العربية السعودية، الرياض، دار وجوه للنشر والتوزيع، ط1، 2019م، ص82.

جهاز المطياف الصوتي (الاسبكتروجراف spectrograph)

وتتمثل وظيفة هذا الجهاز في تحويل الصوت إلى موجات وقيم فيزيائية فهو" الذي يُحَوِّل الكلام إلى صور مرئية، تظهر ذبذبة الكلام وأبعاده الزمنية، وتفاوتَ درجات شدته بحسب مصدره، فيتعرف القارئ على مواقع الحركات، ومقادير المدود والغنن والتنغيم والنبر...وغير ذلك"[1] ويستفيد أصحاب الدراسات القرآنية وعلماء التجويد كثيرا من هذا الجهاز.

جهاز الرسم الحنجري(Laryngograph)

ويعرف على أنه جهاز إلكتروني يمكننا من "استنتاج حالتي الفتح والغلق للأوتار الصوتية عن طريق تسجيل اتجاه التيار من أحد جانبي الحنجرة إلى الجانب الآخر، ويمكن تحويل هذا التسجيل إلى صوت يمثل نتيجة عمل الأوتار الصوتية دون تأثير أي رنين صادر عن القناة العليا، كما لو كنا قد فصلنا تجاويف ما فوق الحنجرة، وسمعنا ذبذبة الأوتار الصوتية بدونها"[2] فعملية التسجيل لا تتم إلا من جانب واحد للحنجرة مع امكانية تحويل هذا التسجيل إلى صوت حقيقي.

مقياس التنفس(Spirometer/Respirometer)

وقد قيل في وصف الجهاز بأنه "عبارة عن خرطوم مطاطي متصل بجهاز قياس، حيث يوضع الأنبوب المطاطي في فم المتحدث مع إغلاق فتحتي الخيشوم، فيقوم الجهاز برصد مقدار وقوة واتجاه التنفس"[3]. ومن هنا نستنتج وظيفته المتمثلة في قياس مقدار وقوة واتجاه الهواء في حالتي الشهيق والزفير.

---

[1] عبد الله محمد بن مهدي الأنصاري: الدرس النحوي في ضوء الحاسب الآلي، غياب معلومات النشر، ص254_255.

[2] مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، ص80.

[3] المرجع نفسه، ص81.

مقياس انسياب الهواء(Pneumotachogrrph)

ومما ورد حول هذا الجهاز كونه "عبارة عن كمامة توضع حول الفم والأنف مع وجود عازل بينهما، وتتصل هذه الكمامة بجهاز قياس فترة خروج الهواء"[1] هذا وبالإضافة إلى فائدته في "قياس مدة انسياب هواء الزفير الخارج من الأنف والفم معاً أو كلٍ على حدة"[2] ومنه نخلص إلى كونه مقياس لكمية الهواء الخارجة من الجهاز الصوتي المصاحبة للعملية الكلامية.

منظار الحنجرة أو المجهر الحنجري (Laryngoscope)

وهو جهاز يوضع في فم المتكلم بغية رؤية الأوتار الصوتية وهي تؤدي عملها الكامل فيصور أعضاء النطق ويحدد صفة الصوت الصادر، ومنه " يقوم هذا الجهاز برصد حركة الأوتار الصوتية، وهذا المنظار عبارة عن مرآة مستديرة قطرها بوصة، ويوضع هذا المنظار في فم المتحدث فيعكس صورة الأوتار الصوتية، ويبين إذا كان الصوت المنطوق مهموساً أو مجهوراً"[3] ويراد بالبوصة الإنش وهو الإبهام.

مجهارُ العضلات (Electromyograph)

ويستعمل هذا المجهار لتعيين العضلات المساهمة في العملية الكلامية وتحديد وظائفها فكما هو معلوم أن العضلة هي التي تؤمن الحركة، ومنه" يفيد هذا الجهاز في رسم إشارات تعبر عن حركة العضلات المصاحبة لعملية النطق؛ حيث يقوم بقياس الشحنات الكهربائية

[1] مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، ص81.

[2] المرجع نفسه.

[3] المرجع نفسه.

الصادرة من المخ التي تؤدي إلى تناغم ما يزيد عن مئة عضلة في الجهاز الصوتي؛ لتوليد الصوت الإنساني بشكل سلس "[1] فعملية انتاج الصوت لا تأتي هكذا من العدم.

رسامُ الحنك الإلكتروني (Electropalatograph)

يقوم جهاز رسام الحنك الإلكتروني برسم " أجزاء الحنك التي يلامسها اللسان أثناء الكلام كل ١/١٠٠ من الثانية = ١٠ ميللي ثانية. يتكون الجهاز من حنك صناعي مصنوع من البلاستيك ويحتوي على ٦٤ حالباً– يزيد عددها أو ينقص حسب نوع الجهاز، يتم تثبيت الحنك الصناعي في الفم ملاصقاً للحنك الطبيعي وموصلاً بحاسوب. أثناء التجربة، يعرض الجهاز الحوالب التي يلامسها اللسان أثناء التحدث إما على الشاشة أو بالطابعة على الورق"[2] فهو حنك صناعي يوضع داخل الفم مجاوراً الفك الأصلي مع ربطه بالحاسوب، وتشغيله أثناء الكلام بغية تسجيل ومتابعة حركة الأوتار الصوتية أثناء عملية انتاج الصوت.

رسامُ الحنجرة الإلكتروني (Electrolaryngograph)

وهنا نذكر أن رسامُ الحنجرة الإلكتروني يتكون من "حالبين يوضعان على سطح الجلد المغطي لغضروف الحنجرة بحيث يقعان على الصفيحتين الغضروفيتين، يتابع الحالبان حركة تقارب الرقيقتين الصوتيتين أثناء إصدار الصوت، وتنقل الإشارة إلى جهاز عرض أو رسم، والجهاز يقيس تردد الرقيقتين الصوتيتين ونمط التردد، وله فوائد في تحديد ما إذا كان عمل الرقيقتين الصوتيتين طبيعي أم لا "[3] فهو يتابع الحركة لينقل الإشارة.

أمّا الأن فسنقوم بعرض التطبيق المعتمد والمعمول به في هذا البحث ألا وهو:

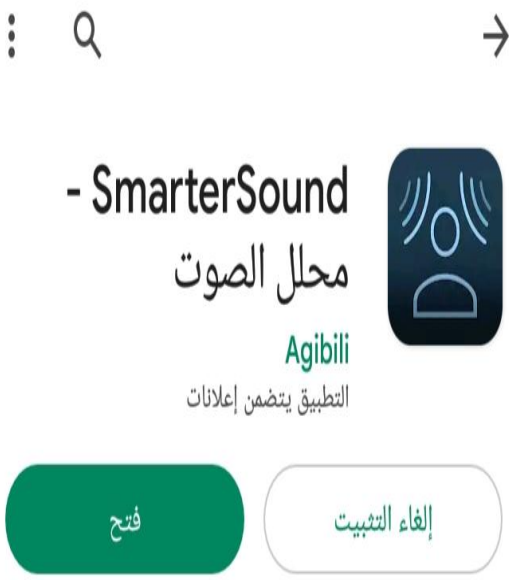
---

[1] المرجع نفسه.

[2] بسام بركة: علم الأصوات العام أصوات اللّغة العربيّة، مركز الإنماء القومي، بيروت، لبنان، د ت، د ط، ص34.

[3] منصور بن محمد الغامدي: مرجع سابق، نقلا عن: مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مرجع سابق، ص83.

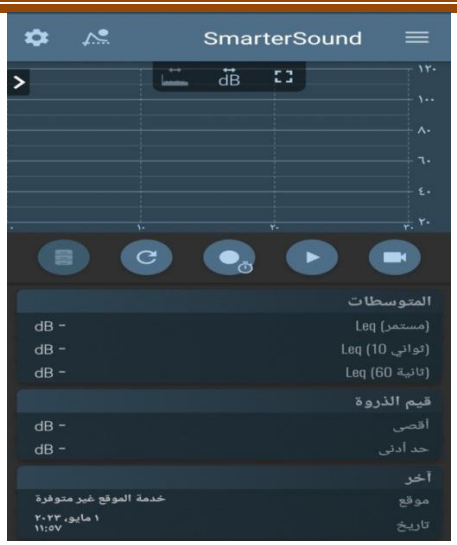
تطبيق محلل الصوت Smartersound[1]



الشكل رقم(05):صورة تطبيق محلل الصوتSmartersound على متجر play

Smartersound لتحليل الترددات وقياس وتسجيل مستويات الصوت في وضعي الفيديو والصوت هو تطبيق مجاني يمكن تحميله من Google Play، مدعوم بالإعلانات من محلل صوت التسجيل Smarter Noise Peo يحتوي على جميع ميزات تحليل الصوت والتسجيل المتقدمة لـ Smarter Noise Peo، مثل عرض الطيف الترددي وتصدير بيانات القياس، والترجيحA والترجيح C ، أو بدون ترجيح مستوى الصوت، وأوضاع ملء الشاشة لكل من تسجيل الفيديو والصوت، فبعد تحميل التطبيق والضغط على زر فتح تظهر لنا الشاشة الرئيسية للتطبيق كما موضحة في الصورة.

[1] ينظر: Agibili: المحلل الصوتي Smarter sound ، تاريخ الإصدار 2021/07/08م، تاريخ التحديث 2023/02/13م، معلومات الاتصال بمطور البرنامج(بريده الالكتروني: info@agibiliapps.com ، العنوان: Itäinen Harjutie 10 A ,07900, Loviisa)



الشكل رقم(06): واجهة تطبيق محلل الصوتSmartersound

وبالنظر إلى Smartersound من زاوية ميزاته نجدها لا تعد ولا تحصى، فهي تمكننا من القدرة على التحكم في التطبيق وتفعيل الوضع الذي نريده، من خلال الضغط على الزر في يمين أعلى الشاشة واختيار خيار الإعدادات أو رمز الإعدادات السريعة في يسار أعلى الشاشة فتظهر لنا نافذة بها أربعة خيارات كما هي موضحة في الصورة.

الشكل رقم(07): نافذة الإعدادات السريعة

والخيارات على النحو التالي:

✓ ترجيح تردد مستوى الصوت وذلك من خلال الضغط على خيار عامل الترجيح واختيار أحد الخيارات المتاحة.

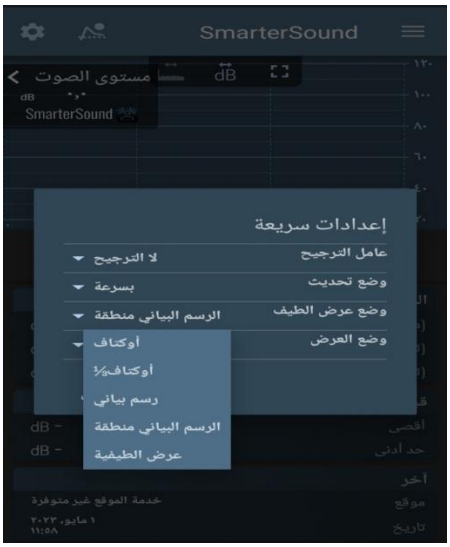
الشكل رقم(08): تحديد عامل الترجيح

وهنا الترجيح A هو مرشح قياسي شائع الاستخدام يحاول تغيير مستويات ضغط الصوت المقاسة لتتناسب بشكل وثيق مع تصور الأذن البشرية، يجعل الترجيح A مقياس مستوى الصوت أقل حساسية للترددات العالية جداً (أكثر من 8000 هرتز) والمنخفضة (أقل من 1000 هرتز)، بينما يعمل الترجيح C أيضاً على إضعاف الترددات المنخفضة والعالية، لكن توهين الترددات المنخفضة يكون أقل حدة بكثير مقارنة بالوزن A.

✓ التحكم في السرعة من خلال وضع تحديث.

الشكل رقم(09): اختيار وضع تحديث

✓ عرض الطيف الترددي مع وضع المخطط الطيفي.



الشكل رقم(10):تحديد وضع عرض الطيف

✓ قياس مستوى الصوت في وضع كل من الصوت والفيديو من خلال وضع العرض كما هو موضح في الصورة.

الشكل رقم(11): تحديد وضع العرض

أما فيما يخص قياس مستوى الصوت والديسيبل فقد سبق وذكرنا بأن وحدة قياس الصوت تسمى ديسيبل ويرمز لها بالرمز dB، ونظراً لأن مقياس الديسيبل لوغاريتمي فإن الصوت الذي تبلغ شدته ضعف شدة الصوت المرجعي يتوافق مع زيادة تبلغ حوالي 3 ديسيبل، يتم تعيين النقطة المرجعية البالغة 0 ديسيبل على شدة أقل صوت محسوس، وهو عتبة السمع على هذا المقياس يكون صوت 10 ديسيبل أقوى 10 مرات من الصوت المرجعي، يُعد تسليط الضوء على هذا أمراً مهماً لأن بضعة ديسيبلات أعلى أو أقل تُحدث فرقاً ملحوظاً في كيفية إدراك الضوضاء.

الطريقة المفضلة لوصف مستويات الصوت التي تتغير بمرور الوقت، مما يؤدي إلى قيمة ديسيبل واحدة تقيس إجمالي الطاقة الصوتية خلال الفترة تسمىLeq، ومع ذلك فمن الشائع قياس مستويات الصوت باستخدام الترجيح A، والذي يخفف من الترددات المنخفضة والعالية التي لا يستطيع الشخص العادي سماعها، في هذه الحالة تسمى القيمة LAeq.

- ✓ كشف تردد الذروة.
- ✓ أرشفة ومشاركة ملفات الفيديو والصوت والرسوم البيانية لمستوى الصوت كصورة...إلخ.

وقبل عرض النماذج ارتئينا أن نشير إلى دلالة أصوات الأحرف العربية فيزيائياً وهي موضحة في الجدول الآتي[1]:

دلالة أصوات الأحرف العربية فزيائياً		
0	ء	صوت خفيف يدل على ظهور متوقف. وهو جزء من صوت (آ).
1	ب	صوت يدل على جمع مستقر.
2	ت	صوت يدل على دفع خفيف متوقف.
3	ث	صوت يدل على دفع خفيف ملتصق.
4	ج	صوت يدل على جهد أو شدة.
5	ح	صوت يدل على تأرجح شديد منضبط، أو سعة محددة.
6	خ	صوت يدل على رخاوة أو طراوة.
7	د	صوت يدل على دفع شديد متوقف.
8	ذ	صوت يدل على دفع وسط ملتصق.
9	ر	صوت يدل على تكرار.
10	ز	صوت يدل على بروز متصل.
11	س	صوت يدل على حركة متصلة حرة.
12	ش	صوت يدل على انتشار وتفشٍّ.
13	ص	صوت يدل على حركة متصلة محددة.
14	ض	صوت يدل على دفع شديد جدّاً، متوقف.
15	ط	صوت يدل على دفع وسط متوقف.
16	ظ	صوت يدل على دفع شديد ملتصق.
17	ع	صوت يدل على عمق أو بُعد في الشيء.
18	غ	صوت يدل على غموض، أو غياب.
19	ف	صوت يدل على فتح خفيف منضم.

[1] سامر إسلامبولي : عِلميَّةُ اللّسانِ العربي وعالمِيَّتُه تأسيس نظرية دلالة الأصوات العربية فيزيائياً، تق: مازن الوعر، مركز ليفانت للدراسات الثقافية والنشر، الإسكندرية، مصر، ط1، 2018م، ص75.

20	ق	صوت يدل على قطع، أو وقف شديد
21	ك	صوت يدل على وقف، أو ضغط خفيف.
22	ل	صوت يدل على حركة ثقيلة متصلة لازمة.
23	م	صوت يدل على جمع متصل.
24	ن	صوت يدل على ستر، أو اختباء.
25	ه	صوت يدل على تأرجح خفيف منضبط.
26	آ – ى	صوت يدل على إثارة وامتداد في الزمان والمكان.
27	و	صوت يدل على ضم ممتد مكانياً.
28	ي	صوت يدل على جهد ممتد زمانياً.

جدول يوضح دلالة أصوات الأحرف العربية فيزيائياً

6_ بين التحليل الصوتي والتعليل الفيزيائي:

استفاد الدرس اللغوي من أغلب الخدمات التي تتيحها آلة الحاسوب، فكان لشقه الصوتي الحظ الأوفر من ناحية تحليل الأصوات، ذلك أن للصوت أجزاء ودرجات وملامح مختلفة تساهم في اختلاف الصفات والوظائف والدلالات وفي هذا السياق يقول **عبد الله محمد بن مهدي الأنصاري** " والمواد الصوتية تُدخل في جهاز الحاسوب محلَّلة إلى أصغر مكوناتها الصوتية، فيعرَّف كل حرف مصحوبا بصفاته وملامحه النطقية، كالتفخيم والترقيق والاستعلاء والهمس....وكذلك الأبعاد الصوتية، كالموجة والتردد والنطاق الرنيني والنغمة والنبر، ويُدخل كل حرف بجميع صور وروده في الكلام: محركاً بالفتح والضم والكسر، وخاليا من التحريك، ومنونا، وبصورته منفرداً، وصورته مرتبطا بغيره، ومشدداً ومخففا"[1] وهذه إشارة واضحة إلى أن عملية تزويد الحاسوب بالأصوات اللغوية لا تكون هكذا دفعة واحدة، بل يتم أولا وقبل عملية الإدخال تحليل هذه الأصوات إلى وحدات صوتية صغيرة محددة الصفة والبعد وصور الورود، ويكمل قوله" ويرمز لكل عنصر برمز يخصه، ليكون كل حرف

[1] عبد الله محمد بن مهدي الأنصاري: الدرس النحوي في ضوء الحاسب الآلي، ص263.

عبارة عن حزمة في الحاسوب مكونة من مجموعة من الرموز الدالة على جسمه الكامل، فالحرف جسم مكون من أعضاء متعددة الأوصاف والأبعاد"[1] ويقصد هنا بقوله أن الحاسوب بني ليتعامل مع القيم الرياضية _وقد أشارنا إلى هذا سابقا_ فهو لا يتعامل مع ما ذكر في الأعلى (القوانين الصوتية) إلا بعد تغييرها لمفاهيم رياضية يتعرف عليها الحاسوب فيقوم باستقبالها لتتم معالجتها وتحليلها وأخيراً إما يخزنها أو يخرجها، وهنا نستعين بالتحليل الطيفي إذ" يعد التحليل الطيفي للأصوات من أهم جوانب البحث الصوتي، وهو الجانب الذي يُشَار إليه كثيراً بالجانب الصوتي التجريبي، أو التحليل الميكني للصوتيّات البشرية"[2].

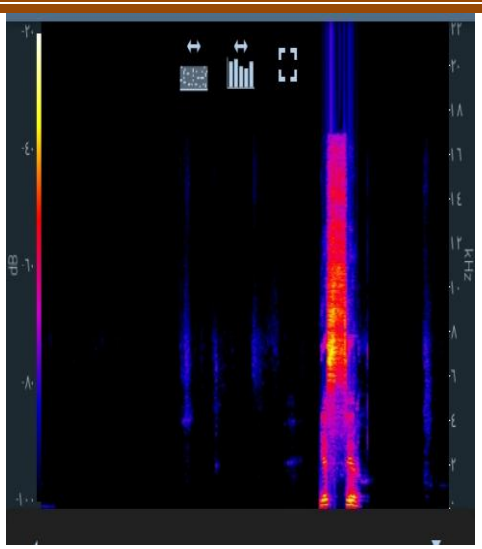
الهمس

وهنا قلنا بأن الهمس يراد به جريان النفس عند النطق بالحرف، حيث يظهر بصورة واضحة في الحرف الساكن كما يظهر في الحرف المشدد وكذا المتحرك، ففي قوله تعالى: ﴿ **وَيَسِّرْ لِي أَمْرِي**﴾[3] يعد حرف السين في كلمة (يَسِّرْ) أحد الحروف المهموسة هذا من الناحية النظرية، وأما من الناحية التطبيق _ والأدق أن نقول مصطلح التجريب_ سنستعين بالصورة الطيفية يتبعها الرسم البياني للموجة الصوتية بغية تقفي موطن الهمس بدقة وهنا سنعتمد الكلمة السابقة وفيما يأتي رسم طيفي وبياني لكلمة (يَسِّر).

[1] عبد الله محمد بن مهدي الأنصاري: الدرس النحوي في ضوء الحاسب الآلي ، ص263.

[2] مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة ، ص74.

[3] سورة طه: الآية 26.



الشكل رقم(12): يبين الصورة الطيفية لكلمة (يَسِّر).

الشكل رقم(13): يبين الرسم البياني لكلمة (يَسِّر).

من خلال النظرة الأولية للشكلين:

_ في الصورة الطيفية نجد أن كل من الشدة والتوتر جاءتا على المحورين العموديين الأولى على اليسار والثاني على اليمين بنفس الترتيب، على خلاف الزمن الذي جاء على محور الفواصل أي بمعنى هي صورة طيفية للشدة والتردد بدلالة الزمن.

_ أما في الرسم البياني فنجد الزمن الذي يقدر بالثانية على محور الفواصل (x) بينما تقع الشدة والتي تقدر بالديسيبل على محور التراتيب(y)، أي بمعنى هو رسم بياني للشدة بدلالة الزمن وتتم القراءة فيه من اليمين إلى اليسار على عكس الصور الطيفية.

الشكل رقم (14):يبين القيم الفزيائية لكلمة (يَسِّر).

التعقيب على الأشكال والنتائج:

من خلال النتائج التي أظهرتها الأشكال المثبتة أعلاه نلاحظ أن حرف السين يظهر بصورة واضحة(مركزة) وبقيم أعلى في الشدة والتردد على خلاف الأحرف الأخرى التي ظهرت بصورة فوضوية، حيث جاءت شدة صوت السين في حدود 78,7 ديسيبل بترجيح(A) والتي مثلت الذروة القصوى، وتردده حوالي 17 كيلو هيرتز أي ما يعادل 17000 هرتز، حيث أن:

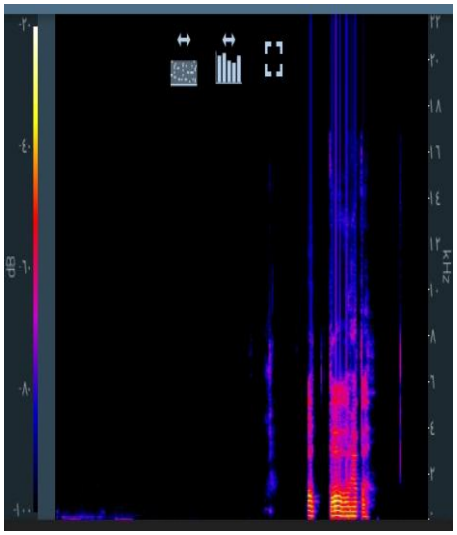
1 كيلو هرتز (KHz) = 1000 هيرتز (Hz)

أما بالنسبة لمستوى الصوت فقد قدرت قيمته ب17,0 ديسيبل بترجيح (A)، وهذا دليل على اختلاف طبيعة الأصوات المنطوقة " أما في باقي الأصوات المهموسة_ الانفجارية على سبيل المثال_ فإن هذه الأصوات تتكوّن من فترة صامتة حتّى تظهر الطّاقة فجأة وبقوة في نطاقات التّردّد أو الحزم، على هيئة انفجار"[1] ويراد هنا بالفترة الصامتة الحروف السابقة في النطق الممهدة لهذا الانفجار (الهدوء الذي يسبق العاصفة).

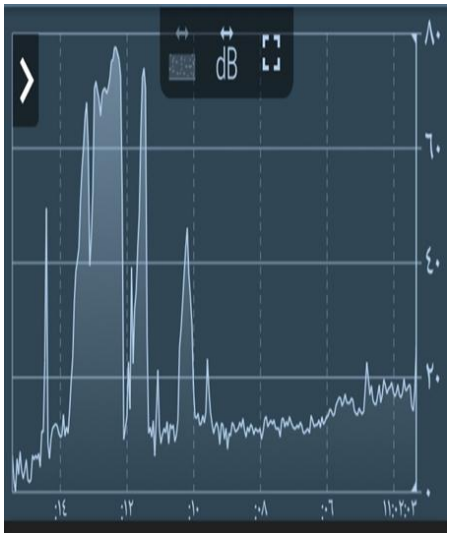
[1] مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، ص76.

الإطباق

ومما ورد سابقاً في الإطباق أنه محاذاة اللسان للحنك الأعلى أثناء النطق بالحرف، حيث يظهر بصورة واضحة في الحرف الساكن كما يظهر في الحرف المشدد وكذا المتحرك بالكسرة، ويأتي على أربعة أحرف ففي قوله تعالى: ﴿ **وَالسَّمَآءِ وَالطَّارِقِ** ﴾[1] يعد حرف الطاء في كلمة (الطَّارِقِ) أحد الحروف المطبقة وهو أقوى حروف الإطباق هذا من الناحية النظرية، وأما من لناحية التجريب سنستعين بالصورة الطيفية يتبعها الرسم البياني للموجة الصوتية بغية التأكد ومعرفة موقع الإطباق بدقة وهنا سنعتمد نفس الكلمة السابقة وفيما يأتي رسم طيفي وبياني لكلمة (الطَّارِقِ).



الشكل رقم (15): يبين الصورة الطيفية لكلمة (الطَّارِقِ).



الشكل رقم(16): يبين الرسم البياني لكلمة (الطَّارِقِ).

[1] سورة الطارق: الآية1.

الشكل رقم (17): يبين القيم الفيزيائية لكلمة (الطَّارِقِ).

التعقيب على الأشكال والنتائج:

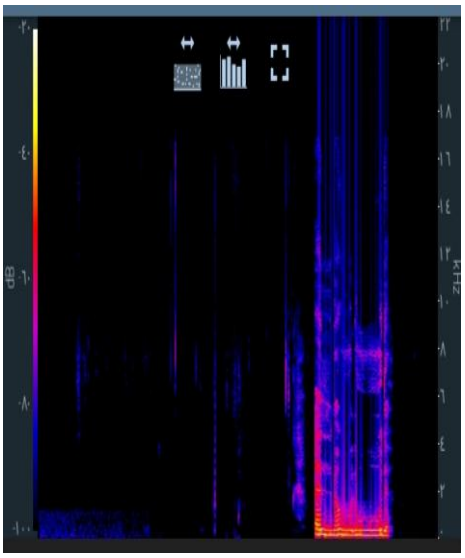
من خلال النتائج التي أظهرتها الأشكال المثبتة أعلاه نلاحظ أن حرف الطاء يظهر بصورة بينة قوية وبقيم مرتفعة في الشدة والتردد على غرار الحروف الأخرى التي ظهرت بصورة تشبه الضوضاء، وعليه جاءت شدة صوت الطاء في حدود 77,6 ديسيبل بترجيح(A) والتي مثلت أيضاً الذروة القصوى، وتردد بلغ حوالي 9 كيلو هيرتز أي ما يعادل 9000 هرتز، في حين أن مستوى الصوت بلغ هنا 5,8 ديسيبل بترجيح (A).

القلقلة

وقد جاءت القلقة بمعنى تحريك مخرج الحرف المقلقل الساكن بغية سماع نبرة قوية له، وتأتي على خمسة أحرف ففي قوله تعالى: ﴿ **وَالْيَوْمِ الْمَوْعُودِ**﴾[1] يعد حرف الدال في كلمة (الْمَوْعُودِ) أحد الحروف المقلقلة والذي يصفها ابن سينا بقوله:" أما الدال ولكن ينقل الهواء عن الحبس بما يلي طرف اللسان من الرطوبة حتى يحركها ويهزها هزاً يسيراً وينفذ فيها وفي

[1] سورة البروج: الآية2

أعالي خلل الأسنان قبل الإطلاق ثم يطلق كان منه الدال"[1] هذا من الناحية النظرية، وأما من ناحية التجريب سنستعين كذلك بالصورة الطيفية يتبعها الرسم البياني للموجة الصوتية بغية معرفة ما إذا كان الحرف مقلقلا أم لا بدقة عالية وهنا سنعتمد نفس الكلمة السابقة وفيما يأتي رسم طيفي وبياني لكلمة (اِلْمَوْعُودِ).



الشكل رقم(18): يبين الصورة الطيفية لكلمة (اِلْمَوْعُودِ).

الشكل رقم(19): يبين الرسم البياني لكلمة (اِلْمَوْعُودِ).

الشكل رقم(20): يبين القيم الفيزيائية لكلمة (اِلْمَوْعُودِ).

التعقيب على الأشكال والنتائج:

[1] نادر أحمد جرادات: الأصوات اللغوية، ص114

مما أفرزته هذه التجارب المنجزة والمثبتة أعلاه نلاحظ أن حرف الدال يظهر بصورة بينة تتخللها بعض الفوضى وبقيم لا تكاد مرتفعة في الشدة والتردد على غرار أل التعريف التي ظهرت بصورة مركزة وقوية أين بلغت الذروة القصوى بقيمة 70,7 ديسيبل بترجيح (A)، فأثناء عملية النطق بأي كلمة هكذا دفعة واحدة " في البداية سيتم التنفس من الرئتين ثم يخرج الهواء إلى الحنجرة الذي قد يسبب عند مروره بها اهتزاز الحبلين الصوتيين ويستمر في مسيره حتى يصل إلى القناة الصوتية وينتقل منها إلى التجويف الفموي، وبعدها تخرج الكلمة وتصبح مسموعة وتتحول إلى شكل الموجة"[1] وعليه جاءت شدة صوت الدال حوالي68,5 ديسيبل بترجيح(A) والتي أخذت المرتبة الرابعة من حيث الذروة القصوى، وتردد بلغ حدود 10 كيلو هيرتز أي ما يعادل 10000 هرتز، في حين أن مستوى الصوت بلغ هنا 13,1 ديسيبل بترجيح (A) وبذلك عدت القلقلة نبرة يظهر بها الحرف ويتميز.

الصائت الطويل

وقد سبق وتطرقنا في الفصل الأول إلى الأصوات البشرية وأنواعها حيث تم تقسيمها إلى قسمين، سمي القسم الأول بالصوامت وهي حروف اللغة العربية المعروفة، بينما سمي القسم الثاني بالصوائت والذي بدوره تفرع إلى شقين صوائت قصيرة تمثلها الحركات وأخرى طويلة ومنه فإن الصّائت الطويل هو" وحدة تصويتية من جنس الحركة القصيرة"[2] ويمثله حروف المد وهي المد بالألف [ا] والمد بالواو [و] والمد بالياء [ي] " وسميت بذلك إشارة إلى امتداد الهواء واستطالته دون عائق أو مانع عند إصدارها نطقا"[3]، ونجد حرف المد واضحاً في كلمة (جَآءَ) المأخوذة من قوله تعالى:﴿ **وَجَآءَ رَبُّكَ وَالْمَلَكُ صَفًّا صَفًّا** ﴾[4] هذا من

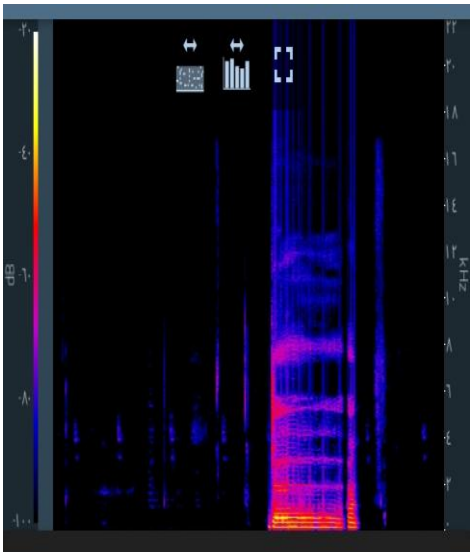
[1] مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، ص73.

[2] ابراهيمي بوداود: فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين ، ص36.

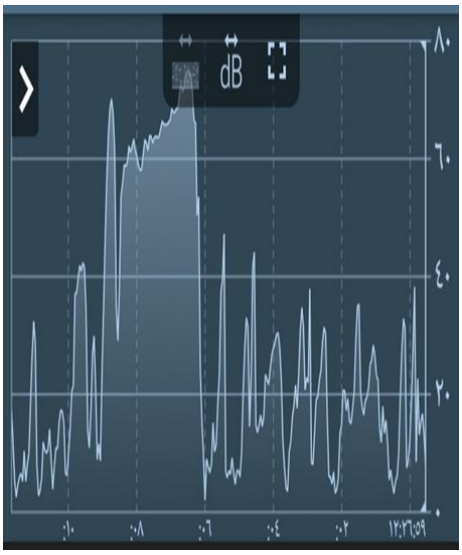
[3] كمال بشر: علم الأصوات، ص423.

[4] سورة الفجر: الآية 22.

الجانب النظري لهذه الظاهرة، أما من الجانب التجريبي فسنستعين أيضا بالصورة الطيفية يتبعها الرسم البياني للموجة الصوتية قصد التأكد.



الشكل رقم(21): يبين الصورة الطيفية لكلمة (جَآءَ).



الشكل رقم(22): يبين الرسم الباني لكلمة (جَآءَ).

الشكل رقم(23): يبين القيم الفزيائي لكلمة (جَآءَ).

التعقيب على الأشكال والنتائج:

مما أقرته هذه التجارب المنجزة والمبينة أعلاه نلاحظ أن " مدرجة الألف شاخصة، نحو الغار الأعلى"[1] يظهر بصورة مستطيلة تتخللها بعض الفراغات وبقيم مرتفعة في الشدة والتردد شأنها شأن الحروف الأخرى، حيث جاءت شدة الصوت الصائت في حدود 74,9 ديسيبل بترجيح(A) والتي مثلت الذروة القصوى لتأخذ في التناقص التدريجي وهذا واضح في الرسم البياني، وتردد بلغ حوالي 13 كيلو هيرتز أي ما يعادل 13000 هرتز، في حين أن مستوى الصوت بلغ هنا 2,6 ديسيبل بترجيح (A).

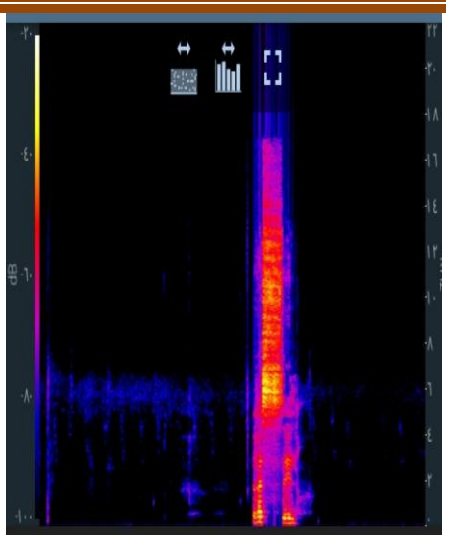
النبر

ويراد بالنبر على حد قول الطيب البكوش "اشباع مقطع من المقاطع وذلك بزيادة ارتفاعه الموسيقي أو مداه أو شدته"[2] وهذا الاشباع يتطلب جهد أعظم فيكون بذلك أقرب إلى السمع من غيره، لذا لا بد من دراسة النبر باعتباره هو " مادة فيزيائية يُدلل لها بالقانون والحساب الفيزيائي"[3] وبالاعتماد على الصور الطيفية للموجة الصوتية التي توضح لنا كل من الشدة والتردد بدلالة الزمن نستطيع أن نستجلي موطن النبر بدقة وسهولة وفيما يأتي صورة طيفية وأخرى عبارة عن رسم بياني لكلمة (غَسَّلْ).

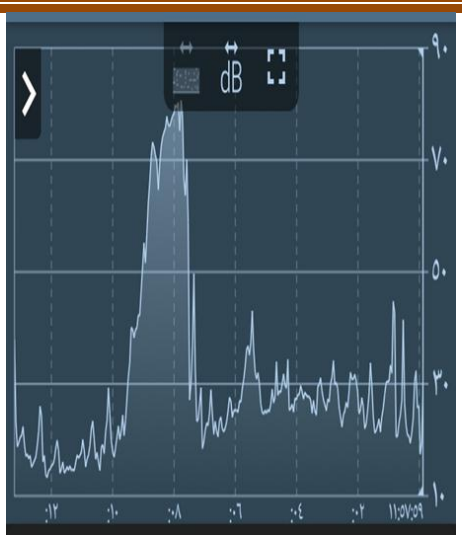
[1] ابراهيمي بوداود: فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين، ص37

[2] الطيب البكوش: التصريف العربي من خلال علم الأصوات الحديث، تح: صالح القرمادي، المطبعة العربية، تونس، ط3، 1992م، ص80

[3] ابراهيمي بوداود: مرجع سابق، ص146



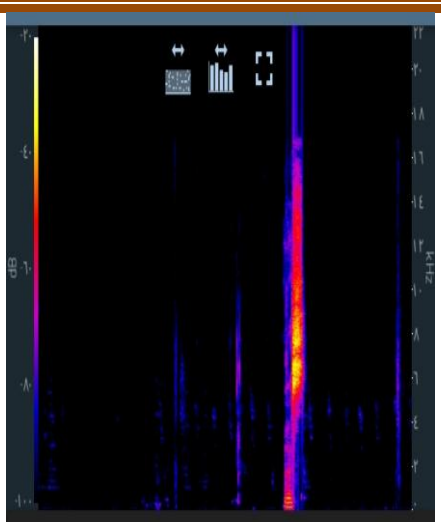
الشكل رقم(24): يبين الصورة الطيفية لكلمة (غَسَّلْ).



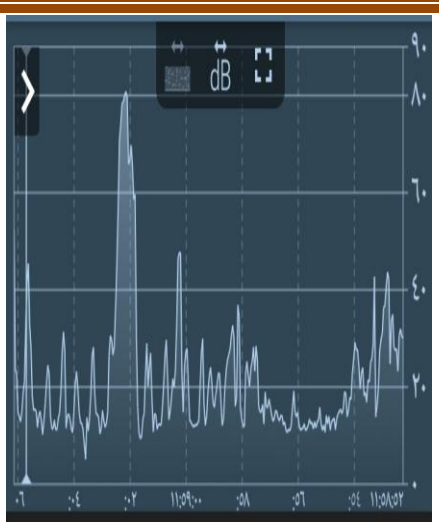
الشكل رقم(25): يبين الرسم البياني لكلمة (غَسَّلْ).

الشكل رقم(26): يبين القيم الفزيائية لكلمة (غَسَّلْ).

والملاحظ النبيه يجد أن كلمة (غَسَّلْ) تتكون من مقطعين صوتيين هما / غَسْ / و/سَلْ/ وهذا لكون (السين) حرف مضعّف (مشدد) والذي هو عبارة عن حرفين متماثلين أُدغم أحدهما في الآخر، أولهما ساكن بينما الثاني متحرك، لذا سنسجل كلّ مقطع على حدى وذلك لمعرفة أي مقطع وقع عليه النّبر.

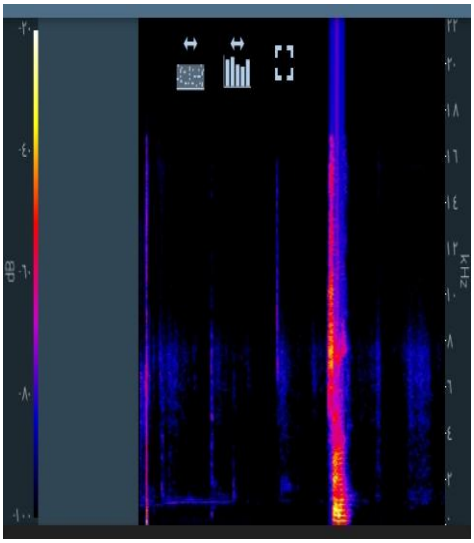


الشكل رقم(27): يبين الصورة الطيفية للمقطع / غَسْ /



الشكل رقم(28): يبين الرسم البياني للمقطع / غَسْ /

الشكل رقم(29): يبين القيم الفزيائية للمقطع / غَسْ /



الشكل رقم(30): يبين الصورة الطيفية للمقطع /سَلْ/

الشكل رقم(31): يبين الرسم البياني للمقطع /سَلْ/

الشكل رقم(32): يبين القيم الفزيائية للمقطع /سَلْ/

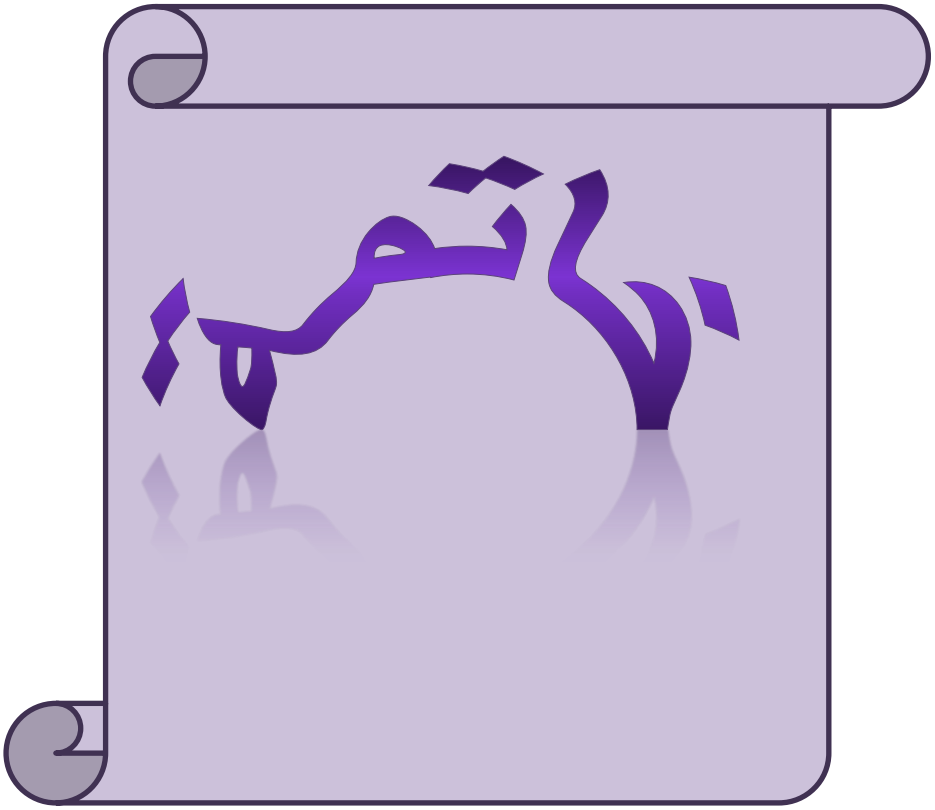
التعقيب على الأشكال والنتائج:

وقد أفرزت هذه التجارب المنجزة نتائج متقدمة ومقنعة، حيث يبرز كل من الرسم البياني والصورة الطيفية أن المقطع الأول /غَسْ/ يظهر قيم أقل في الشدة والتردد، حيث قدرت شدة صوت المقطع الأول حوالي 80,8 ديسيبل، وتردد 17,0 كيلو هرتز بترجيح (A) في مدة زمنية قدرت ب 0,36 ثانية، وعليه قدر مستوى الصوت بـ13,8 ديسيبل، في حين أن المقطع الثاني/سَلْ/ كانت شدته حوالي ما يقارب 82,7ديسيبل، وتردد17,5 كيلو هيرتز

بترجيح (A) في مدة زمنية 0,47 ثانية، قدر فيها مستوى الصوت بحوالي 18,8 ديسيبل، وبذلك نجد أن النبر وقع على المقطع الثاني نظراً لقيمه المرتفعة في الشدة والتوتر.

وزبدة القول أنه "ونظراً لأن موجات الصوت اللغوية من النوع المركب فإن عرضها باستخدام جهاز عارض الذبذبات لا يقدم كل التفاصيل عن الموجة الصوتية – بينما يقدم المطياف ثلاثة أبعاد للموجة المرسومة وهي التردد، والشدة، والزمن. وهذا يعين الباحث في معرفة زمن الصوت، والتردد الأساسي، والنطاق الرنيني وشدته؛ ولذا فإن معظم دراسات أكوستية [أكوستيكية] الصوت اللغوية تعتمد على المطياف بشكل أو بآخر"[1].

[1]منصور بن محمد الغامدي: مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية نقلا عن: مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، ص75.


خاتمة

بعد البحث والتقصي العلمي للحقائق الصوتية التي تناولها موضوع الدراسة، توصل البحث إلى النتائج التالية:

1_ انتقال الدراسة الصوتية من الدراسة الوصفية القائمة على الملاحظة الذاتية إلى الدراسة العلمية العملية.

2_ أثبتت لنا الدراسة المختبرية من خلال تطبيق المحلل الصوتي Smartersound صحة النتائج الصوتية التي توصل إليها علماؤنا الأوائل ومنه فقد قدموا جهود محمودة في دراسة الصوت اللغوي.

3_ يتقاطع علم الأصوات اللغوية مع علم الفيزياء في مرحلة انتقال الصوت في الهواء أين يحدث موجات صوتية.

4_ لجهاز الحاسوب أهمية تتمخض في بيان صفات الأصوات وأنواعها مع تقديم قيمها الفيزيائية بدقة متناهية.

5_ يعتبر علماء الأصوات أن تذبذب الأوتار الصوتية هي الفيصل الفاصل في تحديد الأصوات اللغوية وصفاتها

6_ صعوبة إدراك هذه المفاهيم الفيزيائية بالعين العادية هذا ما أدى إلى تصميم وانتاج برامج وتطبيقات مُعِينَة، ومن هذه الأخيرة نجد تطبيق المحلل الصوتي Smartersound الذي يمكننا من تسجيل المقاطع الصوتية وتحويلها إلى صور طيفية ورسوم بيانية....

7_ يقوم علم الأصوات أساساً على المفاهيم الفيزيائية التي يقدمها له علم الفيزياء من مثل: الموجة الصوتية، التردد، الشدة، الصدى، السعة... وهذا الأمر ساعد كثيراً في عملية حوسبته.

8_ يعد الطابع الرياضي للغة مفتاح الحوسبة.

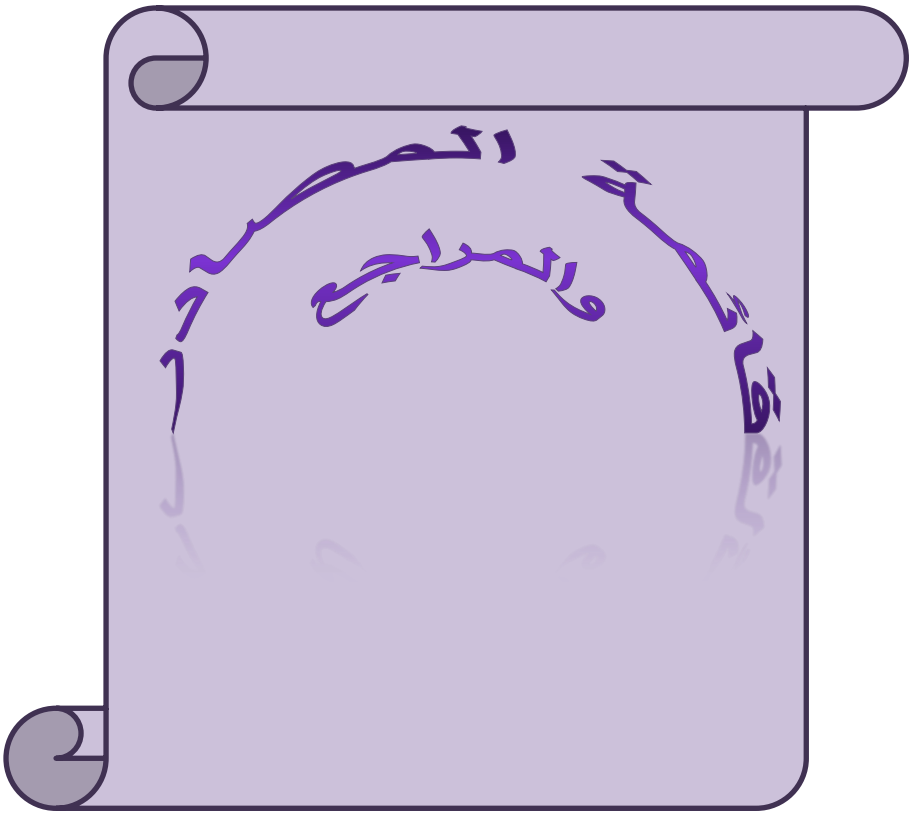
9_ صعوبة فهم وادراك المفاهيم الفيزيائية وقوانينها بالنسبة للباحث الصوتي مالم يُحط أو يطلع على علم الفيزياء.

10_ من أجل الوقوف على الحقيقة الفيزيائية للصوت اللغوي لابد على الباحث الصوتي من المعرفة التامة بالقوانين الفيزيائية المساهمة في هذه العملية.

11_ يتمثل هدف الأجهزة والتطبيقات الصوتية الحديثة في استقبال الصوت اللغوي في شكله الموجي قصد معالجته واخراجه على هيئة صور قابلة للتخزين والعرض والطبع.

12_ مساهمة الحوسبة في إخراج اللغة العربية بصفة عامة من المحلية إلى العالمية.

13_ ضرورة تكثيف وتظافر جهود الباحثين في هذا المجال


قائمة المصادر والمراجع

1/ القرآن الكريم برواية ورش عن نافع.

2/ المراجع بالعربية:

1_الإمام السُّماني الإشبيلي(ت560هـ)، المعروف بابن الطحان: مخارج الحروف وصفاتها، تح: محمد يعقوب تركستاني، تنفيذ مركز الصف الإلكتروني، الرياض السعودية، ط1، 1984م.

2_بسام بركة: علم الأصوات العام أصوات اللّغة العربيّة، مركز الإنماء القومي، بيروت، لبنان، د ت، د ط.

3_تمام حسان:

_اللغة العربية معناها ومبناها، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ط2، 1979م.

_ اللغة العربية معناها ومبناها، دار الثقافة، المغرب، 1994م.

4_عبد الجبار عبد الله: علم الأصوات، مطبعة العاني، بغداد العراق، ط1، 1955م.

5_جوزف لبس: دليل مناهج البحث العلمي، تنس: مهى جرجور، الجامعة اللبنانية لكلية الآداب والعلوم الإنسانية، ط1، 2020م.

6_خالد عبد الحليم العبسي: النبر في العربية مناقشة للمفاهيم النظرية ودراسة أكوستيكية في القرآن، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط1، 2011م.

7_الخليل عبد القادر مرعي: التشكيل الصوتي في اللغة العربية، بحوث ودراسات، عمان، الأردن، ط1، 2002م.

8_عبد الرحمن الحاج صالح:

_بحوث ودراسات في علوم اللسان، دار موفم للنشر، الرّغاية، الجزائر، ط1، 2007م.

_ بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، موفم للنشر، الجزائر، ج1، 2012م.

9_عبد الرّحمن أيوب: أصوات اللّغة، مطبعة الكيلاني، القاهرة، ط2، 1968م.

10_رمزي البعلبكي: معجم المصطلحات اللغوية، دار العلم للملايين، بيروت، 1990م.

11_زرقيني طه حسين وآخرون، العلوم الفزيائية، التطورات غير الرتيبة، السنة الثالثة ثانوي لشعب العلوم التجريبية والرياضيات والتقني رياضيات، الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية، واد الرمان العاشور، الجزائر، 2020م-2021م.

12_سامر إسلامبولي : عِلميَّةُ اللّسانِ العربي وعالمِيَّتُه تأسيس نظرية دلالة الأصوات العربية فيزيائياً، تق: مازن الوعر، مركز ليفانت للدراسات الثقافية والنشر، الإسكندرية، مصر، ط1، 2018م.

13_سناء منعم: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابي الإجزائية، تقديم: مصطفى بوعناني، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط1، 2015م.

14_صبيح التميمي: دراسات لغوية في تراثنا القديم، دار مجدلاوي، عمان، ط1، 2003م.

15_الطيب البكوش: التصريف العربي من خلال علم الأصوات الحديث، تح: صالح القرمادي، المطبعة العربية، تونس، ط3، 1992م.

16_عاطف فضل محمد: الأصوات اللغوية، دار المسيرة، عمان، ط1، 2013م.

17_أبو عثمان عمرو بن بحر الجاحظ: البيان والتبيين، تح وش: عبد السلام هارون، دار الجيل، بيروت، لبنان، ج1.

18_عصام نور الدين: علم وظائف الأصوات اللغوية الفونولوجيا، دار الفكر اللبناني، بيروت، لبنان، ط1، 1992م.

19_ الفرابي(أبو نصر محمد بن محمد بن طرفان): الموسيقى الكبير، تح: غطّاس عبد المالك خشبة، دار الكتاب العربي، القاهرة، د ط.

20_فهد خليل زايد ومحمد صلاح رمان: الصوت بين الحرف والكلمة، دار الإعصار العلمي، عمان، الأردن، ط1، 2015م.

21_كريم زكي حسام الدين: الدلالة الصوتية دراسة لغوية لدلالة الصوت ودوره في التواصل، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ط1، 1992م.

22_كمال بشر: علم الأصوات، دار غريب، القاهرة، 2000م.

23_مازن الوعر: قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، دار طلاس، دمشق، 1988م.

24_مُحسن رَشوان و المُعتزّ بالله السَّعيد: مُقَدِّمةٌ في حَوْسَبَة اللُّغة العَرَبِيَّة، المملكة العربية السعودية، الرياض، دار وجوه للنشر والتوزيع، ط1، 2019م.

25_ محمد إسحاق العناني: مدخل إلى الصّوتيات، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2008م.

26_محمد الأنطاكي: الوجيز في فقه اللغة، دار الشرق، السعودية، ط2، 1969م.

27_عبد الله محمد بن مهدي الأنصاري: الدرس النحوي في ضوء الحاسب الآلي، غياب معلومات النشر.

28_محمد علي الخولي: الأصوات اللغوية، دار الفلاح، عمان، 1990م.

29_محمد مبارك: اللغة وخصائص العربية، دار الفكر، بيروت، ط1، 1970م.

30_عبد المعطي نمر موسى: الأصوات العربية المتحولة وعلاقتها بالمعنى، دار ومكتبة الكندي، ط1، 2014م.

31_منصور بن محمد الغامدي: مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، تح: عبد الله بن يحي الفيفي، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية، الرياض، ط1، 2017م.

32_نادر أحمد جرادات: الأصوات اللغوية عند ابن سينا عيوب النطق وعلاجه، الأكاديميون، عمان، الأردن، ط1، 2009م.

33_نادر سراج: مدخل إلى تبسيط المفاهيم اللسانية، دار الكتاب الجديد، لبنان، ط1، 2007م.

34_نادية مرابط: علوم اللغة العربية، منشورات المجلس، الجزائر، 2011م.

35_نبيل علي: اللغة العربية والحاسوب، تق: أسامة الخولي، تعريب، 1988م.

36_نهاد الموسى: العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ط1، 2000م.

37_نور الهدى لوشن: مباحث في علم اللغة ومناهج البحث اللغوي، المكتب الجامعي الحديث، الاسكندرية، مصر، د ط، 2006م.

3/ المراجع بالأجنبية:

1_Hadj-salah(A) ;la notion de syllabe et la théorie cinético impultionnelle des- phonéticiens Arabes ,Revue AL LISANIYAT ,université d'Alger,vol,1,n°1,1971.

4/ المعاجم والموسوعات:

1_جمال الدين بن مكرم ابن منظور الأنصاري الإفريقي: لسان العرب، مادة (ص ا ت)، ضبط: خالد رشيد القاضي، دار صبح، بيروت، لبنان، ج7، ط1، 2006م.

5/ المجلات:

1_أحمد علي علي لقم وآخران: "حوسبة اللغة العربية بين الواقع والمأمول(منهج مقترح لأقسام اللغة العربية بجامعة الأمير سطام بن عبد العزيز)"، مجلة الدراسات العربية، كلية دار العلوم، جامعة المينا، م35، ع7، يناير 2017م.

2_أنور طراد: "الدّرس الصّوتي في نظر اللّسانيين العرب الوصفيين ورأي عبد الرحمن الحاج صالح"، مجلة الصوتيات، م15، ع02 ديسمبر 2019م.

3_جمانة حامد الشديفات: "أثر استخدام الحاسوب في التحصيل المدرسي لدى طلبة سياق مناهج وآساليب لتدريس التربية الإسلامية في جامعة آل البيت"، مجلة جامعة دمشق، كلية العلوم التربوية آل البيت، الأردن، مج27، ع 1_2، 2011م.

4_جمانة خالد محمد: "برامج النطق الآلي أو ما يعرف ب(مركبات الكلام) وعلاقتها باللغة العربية"، جامعة بغداد، ع 202، 2012م.

5_ديدوح عمر: "فعاليات اللسانيات الحاسوبية العربية، الأثر مجلة الآداب واللغات"، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، ع8، ماي 2009م.

6_عبد الرحمن حسن العارف: "توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية" جهود ونتائج""، مجلة اللغة العربية، عمان، ع73، 2007م.

7_سعدودي أمينة: "القضايا الفونولوجية عند عبد الرحمن الحاج صالح دراسة وصفية" ضمن: مجلة دراسات لسانية، م2، ع8، مارس2018م.

8_شريف بوشحدان: "النظرية الخليلة الحديثة وإسهامها في الدرس الصوتي العربي"، مجلة التواصل، ع: 21 جوان2008م.

9_عز الدين صحراوي: "اللغة بين اللسانيات واللسانيات الاجتماعية"، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة محمد الخيضر بسكرة، ع5، فيفري2004م.

10_العلوم الشرعية والحسابات: "القضايا الفونولوجية عند عبد الرحمن الحاج صالح دراسة وصفية" ضمن: مجلة دراسات لسانية، م2، ع8، مارس2018م.

11_ وليد أحمد العناتي: "اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)"، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، مج7، ع2، 2005م.

6/ الرسائل الجامعية:

1_ابراهيمي بوداود: فيزياء الحركات العربية بين تقديرات القدامى وقياسات المحدثين، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب واللغات والفنون، قسم اللغة العربية وآدابها، جامعة وهران، 2012م.

2_بدر سند السميحيين: جهود كمال بشر في الدرس اللغوي الحديث، رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير(غير منشورة)، جامعة مؤتة، الأردن، 2012م.

3_عبد الرحمن عثمان إبراهيم آدم: الفواصل الصوتية وأثرها على المواقع الدلالية (دراسة صوتية دلالية)،بحث مقدم للحصول على درجة ماجستير(منشورة)، كلية اللغة العربية، جامعة أم درمان الإسلامية ، السودان،2007م.

4_طارق عبد الحكيم أمهان: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية خطوة باتجاه الحل، بحث مقدم في مقرر اللسانيات والدراسات الصوتية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة إدلب.

7/ المؤتمرات والأعمال المشتركة:

1_راضية بن عربية: حوسبة النظام اللغوي العربي_ المعجم الآلي عند البروفيسور عبد الرحمن الحاج صالح أنموذجاً_ ضمن: ازدهار اللغة العربية بين الماضي والحاضر" أعمال الملتقي"، المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر، ج1، 17_18 مايو 2017م.

2_لزرق مفلاح:

_ انفتاح علم الأصوات اللّغوية على علم الفيزياء دراسة في المجال الأكوستيكي للصّوت اللّغوي، ضمن: اللّغة العربيّة بين اللّسانيات الرّتابيّة الحاسوبية واللّسانيات العرفانيّة في الجامعات الجزائريّة، ج3، أعمال النّدوة الوطنية24_25 ديسمبر 2019، المكتبة الوطنيّة الحامّة_ الجزائر، منشورات المجلس، 2019م.

_ المعالجة الأليّة للظّواهر الصّوتية الفوق تركيبيّة ظاهرة النبر أنموذجا، ضمن كتاب: اللغة العربيّة وبرامج الذّكاء الاصطناعيّ، المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر، ج2، 2019م.

8/ المحاضرات:

1_عيسى قيزة: بيبليوغرافيا علم الأصوات، محاضرة مقدمة لطلبة السنة أولى ماستر تخصص لسانيات عربية ضمن مقياس بيبليوغرافيا علوم اللسان العربيِّ التُّراثيَّة، 2022م

9/ المواقع الإلكترونية:

1_إيمان صبحي دلول: الحلقة الثانية "أهمية اللسانيات الحاسوبية"، برنامج لغتنا والحوسبة، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

https://www.youtube.com/watch?v=G_NgXE-StXo

08/02/2023 21:25

2_بحث عن الصوت وخصائصه: - مخزن، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت

https://www.m5zn.com 28/04/2023 10:20

3_رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية مشكل المصطلح والترجمة، مخبر المعالجة الآلية للغة العربية، الجزائر، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

http://www.aot.org.lb/Attachments/Attachment90_120.pdf

06/04/2023 56:14

4_صوتيات الفيزيائية: تصنيف الموجات الصوتية حسب الحركة الموجية، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت

https://www.google.com 28/04/2023 10:10

5_مصطفاي الجهاز النطقي عند علماء اللغة حديثا وعملية حدوث الصوت اللغوي، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

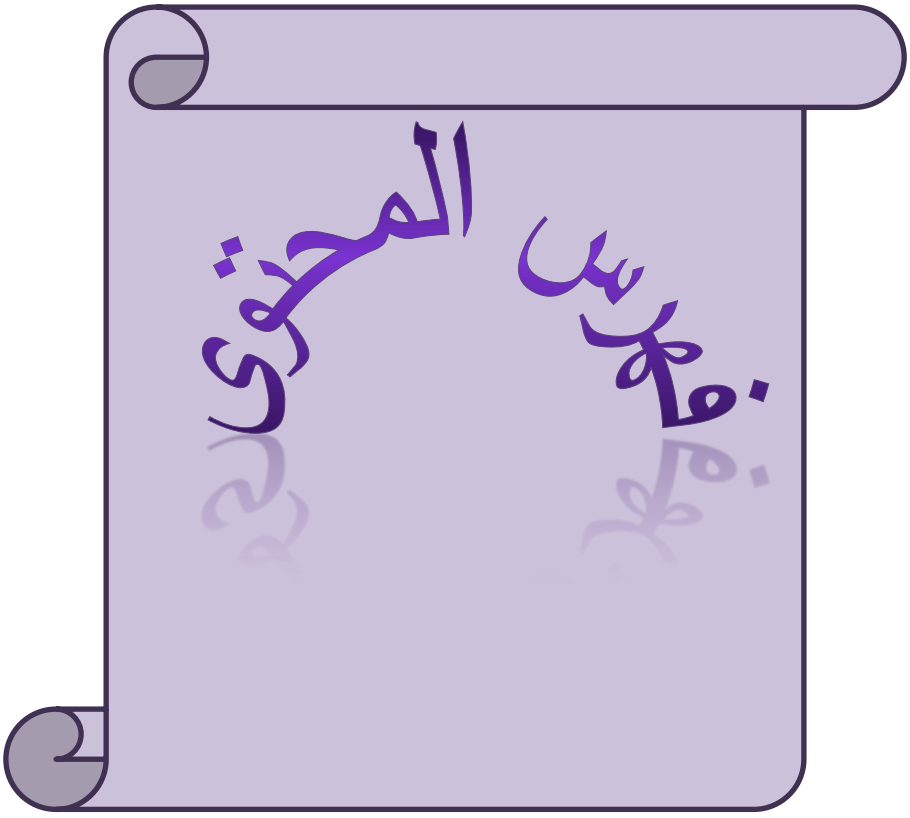
http://fll.univ-bouira.dz 13/03/2023 20:00

6_ملخص مقياس الصوتيات، المحاضرة رقم2، الدراسة الصوتية عند العرب، عبر الرابط مع تاريخ الدخول والتوقيت:

https://elearning.univ-bejaia.dz 26/03/2023 08 :33

10/التطبيقات:

_Agibili المحلل الصوتيSmartersound ، تاريخ الإصدار 2021/07/08م، تاريخ التحديث 2023/02/13م، معلومات الاتصال بمطور البرنامج(بريده الالكتروني: info@agibiliapps.com ، العنوان: Itäinen Harjutie 10 A ,07900, Loviisa)


فهرس المحتوى

فهرس المحتوى

بسملة

آيات

شكر

إهداء

مقدمة: 7

ملحق

الفصل الأول: الصوت والحوسبة... حدود نظرية

أولا: الصوت اللغوي: 16

1_نشأة الدرس الصوتي: 16

أ_ علماء اللغة العربية: 16

ب_ علماء التجويد: 18

2_مفهوم الصوت: 20

3_ أقسام علم الأصوات: 22

ثانياً_ علم الأصوات العام (الفوناتيك): 22

أ_ مفهومه: 22

ب_ فروعه: 23

1_ الجهاز الصوتي (النطقي): 26

2_ مخارج الأصوات: 27

3_ الأصوات البشرية وأنواعها: 29

4_ صفات الأصوات: 31

ثالثاً_ علم الأصوات الوظيفي(الفونولوجيا): 37

أ_ مفهومه: 37

ب_ فروعه: 38

1_الفونيم: 40

2_ المقطع الصوتي: 42

3_ الفواصل الصوتية: 44

4_ النبر: 46

5_ التنغيم: 49

رابعاً: اللسانيات الحاسوبية: 51

1_ نشأة اللسانيات الحاسوبية: 51

2_ مفهوم اللسانيات الحاسوبية: 54

3_ مصادر اللسانيات الحاسوبية: 57

4_ منهج اللسانيات الحاسوبية: 58

5_ تطبيقات اللسانيات الحاسوبية: 59

6_ أهمية اللسانيات الحاسوبية: 61

الفصل الثاني: فزياء الصوت... في النماذج المختارة

1_ العلاقة بين اللغة والحاسوب: 65

2_ منهجية تناول الحوسبة اللغوية: 67

3_ مجال تقاطع علم الأصوات مع علم الفيزياء: 73

4_ المفاهيم الفيزيائية الواصفة للصوت اللغوي: 75

التردد (Fréquence): 76

الدرجة (pitch): 78

الدور (role): 79

الزمن(time): 79

السرعة (Velocity): 79

السعة(amplitude): 80

الشدة(intensity): 81

الصدى (echo): 82

العلو(loudness): 82

الموجة(Wave): 82

النوع (Quality): 85

5_ أجهزة التحليل الصوتي: 87

الأشعة السينية (إكسْ x_Ray): 87

جهاز المطياف الصوتي(الاسبكتروجراف Spectrograph): 88

جهاز الرسم الحنجري(Laryngograph): 88

مقياس التنفس(Spirometer \ Respirometer): 88

مقياس انسياب الهواء (Pneumotachogrrph): 89

منظار الحنجرة أو المجهر الحنجري(Laryngoscope): 89

مجهار العضلات (Electromyograph): 89

رسامُ الحنك الإلكتروني(Electropalatograph): 90

رسام الحنجرة الإلكتروني (Electrolaryngograph): 90

تطبيق محلل الصوت Smarter sound : 91

6_ بين التحليل الصوتي والتعليل الفيزيائي: 97

الهمس: 98

الإطباق: 101

القلقلة: 102

الصائت الطويل: 104

النبر: 106

خاتمة: 112

قائمة المصادر والمراجع: 115

فهرس المحتوى: 125

ملخص البحث: 130

تمّت

بحمد الله وتوفيق منه

الملخص بالعربية

يهدف هذا البحث إلى تبيان طريقة حوسبة بعض الظواهر الصوتية بالاعتماد على المفاهيم الفيزيائية، فنتيجة للتطور التكنولوجي الذي شهدته ولا تزال تشهده الساحة العلمية وبالأخص في مجال الحوسبة والذكاء الاصطناعي، ظهر ما يعرف بالدراسات البينية الناجمة عن زوال الحدود وتلاقح العلوم اللغوية بالعلوم التجريبية من مثل: الطب_ الهندسة _ الرياضيات_ الفيزياء..، وهذا التلاقح والانفتاح هو الذي ساعد على إنتاج برامج وتطبيقات حاسوبية هدفها معالجة وتحليل مستويات اللغة بدءاً من المستوى الصوتي، وعليه يعد تطبيق المحلل الصوتي Smarter Sound أحد التطبيقات المسخرة لخدمة هذا المستوى. وما لمسناه من خلال هذه الدراسة أنه بحث يحتاج إلى الكثير من الدراسات والجهد.

الكلمات المفتاحية: الصوت _ الحوسبة _ المفاهيم الفيزيائية.

Abstract in English

This research aims to demonstrate the method of computerizing some audio phenomena based on physical concepts. As a result of the technological development witnessed and still witnessing in the scientific arena, especially in the field of computing and artificial intelligence, what is known as interstitial studies resulting from the demise of borders and the cross-pollination of linguistic sciences with experimental sciences such as: Medicine _ Engineering _ Mathematics _Physics... This cross-pollination and openness that helped produce computer programs and applications aimed at processing and analyzing language levels, starting from the phonetic level, and accordingly, the application of the phonemic analyzer Smarter sound is considered One of the applications harnessed to serve this level. What we have seen through this study is that it is research that needs a lot of studies and effort.

Key Words: Sound _ Computing _ Physical concepts.