الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المركز الجامعي أحمد بن يحي الونشريسي– تيسمسيلت

معهد الآداب واللغات

قسم اللغة العربية وآدابها

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر في اللغة والأدب العربي

موسومة بـ:

دراسة كتاب:

من إعداد الطالبتين:

- طيبي ، عياد
- نعيمة ، خيرة

إشراف الأستاذ:

د. بن فريحة الجيلالي

د. بوعرعارة محمد	المركز الجامعي تيسمسلت	رئيساً
د. غربي بكاي	المركز الجامعي تيسمسلت	عضوا مناقشاً
د. بن فريحة الجيلالي	المركز الجامعي تيسمسلت	مشرفاً ومقرراً

السنة الجامعية

2016 م–2017م

1437هـ–1438هـ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المركز الجامعي أحمد بن يحي الونشريسي– تيسمسيلت
معهد الآداب واللغات
قسم اللغة العربية وآدابها

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر في اللغة والأدب العربي

موسومة بـ:

دراسة كتاب:

من إعداد الطالبتين:

- طيبي ، عياد
- نعيمة ، خيرة

إشراف الأستاذ:

د. بن فريحة الجيلالي

د. بوعرعارة محمد	المركز الجامعي تيسمسلت	رئيساً
د. غربي بكاي	المركز الجامعي تيسمسلت	عضوا مناقشاً
د. بن فريحة الجيلالي	المركز الجامعي تيسمسلت	مشرفاً ومقرراً

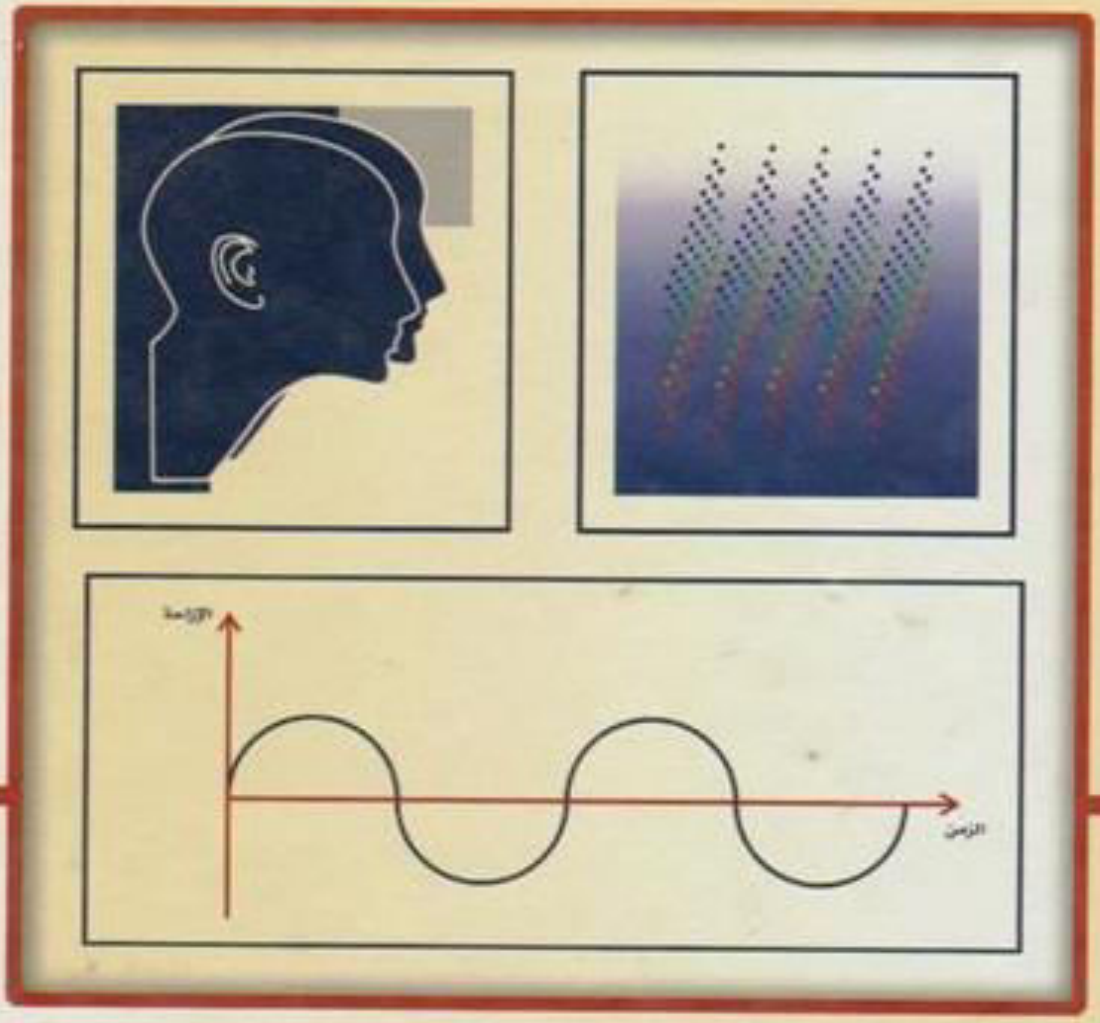
السنة الجامعية

2016 م–2017م

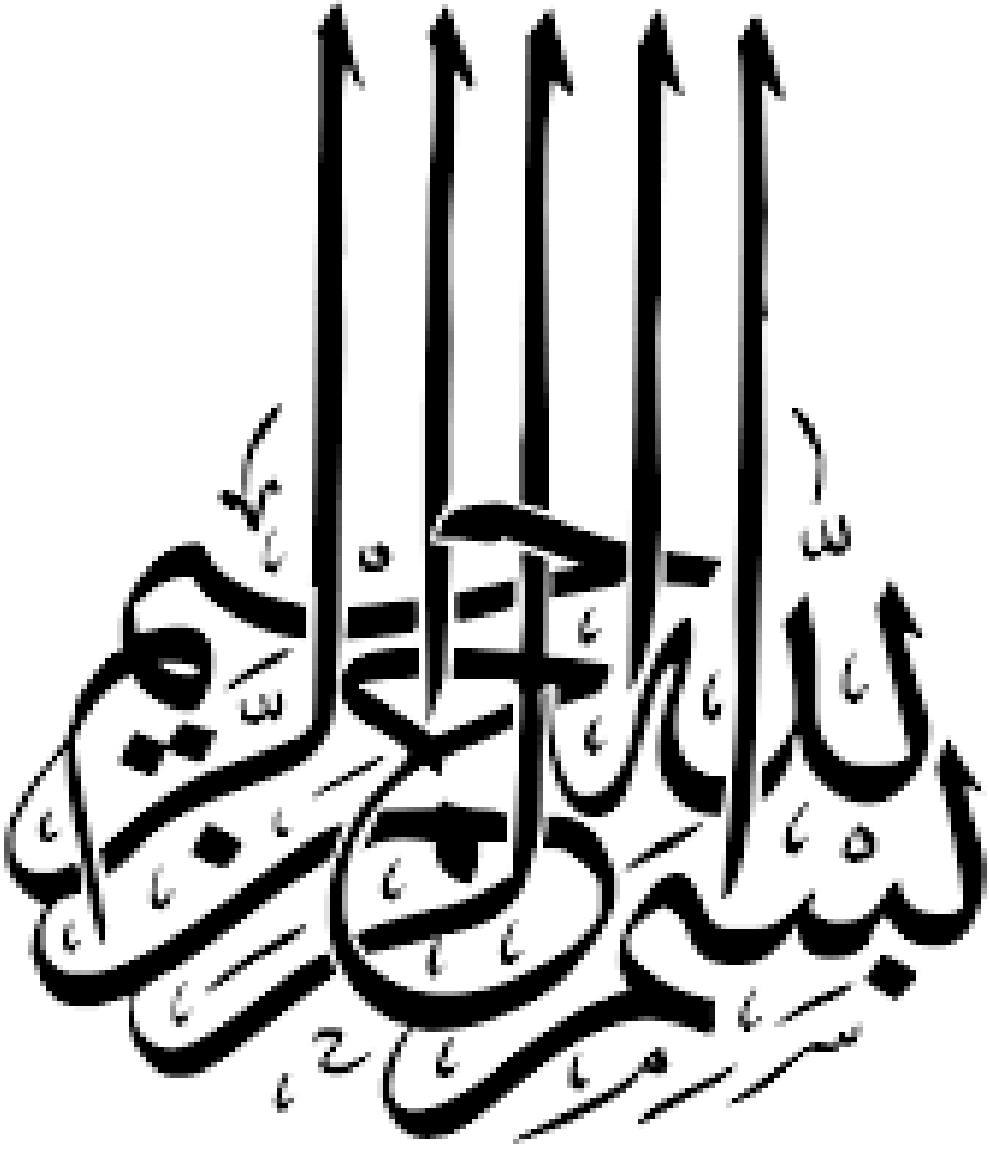
1437هـ–1438هـ

فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي

الدكتور
خلدون أبو الهيجاء
جامعة اليرموك



عالم الكتب الحديث
جدارا للكتاب العالمي



شكر وعرفان

نشكر الله على فضله أن أمدّنا بالصحة والقوّة، لإنجاز هذا العمل.

كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى من قدم لنا يد العون والمساعدة لإنجاح هذا العمل، وتحمّل معنا الأعباء وكان لنا معينا وناصحا ومرشدا الأستاذ الفاضل الدكتور "بن فريحة الجيلالي" حفظه الله وأعانه في مشواره التعليمي.

خيرة، نعيمة

http://www.myhouseonweb.eu/
MY HOUSE ON WEB

إهـــداء

إلى كل من صبرت وثابرت لأجل بلوغ هدفها.

إلى كل من وقفت في مفترق الطرق تستدرك ما فاتها.

إلى كل من طعنت بسكين الغدر وهي على نيتها.

إلى كل من تجعل المولى عزّ وجل وليها.

إلى كل فتاة وامرأة صادقة في مشاعرها.

نقية سريرتها، عفيفة نفسها، تحب الخير لغيرها وترجو الثواب من ربّها، وتحلم بيوم نصرها، وترتقب تحقيق أحلامها، وتنتظر الفرج أن يبلغها.

إليكن أنتن، وفقط، يا بنات حواء.

إهداء من قلب صادق ينشد الخير لكنّه.... إلى الثلاثي المرح واللائي سعدت بصحبتهن نعيمة، خديجة، أمينة.

وإلى المميزات جوبة، عائشة، حكيمة، نبيلة وفتيحة.

خيرة

إهـداء

أهدي ثمرة عملي وجهدي إلى من رحل وترك ذكراه دون كلمة وداع.

إلى من به كبرت وعليه اعتمدت... إلى من به اكتسبت القوة والمحبة.

إلى من أحمل اسمه بكل افتخار أبي الغالي رحمه الله وتغمده فسيح جنانه.

إلى الأمل الذي دوما أنشده... والنبض الذي أعيش به... أمي الحبيبة حفظها الله وأطال في عمرها.

إلى شقائق روحي أخواتي... فاطمة، عائشة، فايزة.

إلى إخوتي... بلقاسم، رابح، جمال ومحمد.

إلى رفاق دربي... خيرة، عائشة، حكيمة، خديجة، نبيلة، فاطمة، أمينة، أمال، جوبة، سارة....

وإلى كل من يحملهم قلبي ولم يكتبهم قلمي...

نعيمة

بطاقة فنية للكتاب

بطاقة فنية للكتاب

المؤَّلف: فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي.

المُؤلف: خلدون أبو الهيجاء.

الطبعة: الأولى.

السنة: 2006.

البلد: عمان.

دار النشر: عالم الكتب الحديث.

الحجم: متوسط.

عدد الصفحات: 255 صفحة.

قسّم "خلدون أبو الهيجاء" كتابه إلى مقدمة وخاتمة يتوسطهما ثلاثة فصول، حيث عنون الفصل الأول بـ "مفهوم الصوت ومصدره"، وهو يحتوي على خمسة وسبعين صفحة، وكان يحمل في طياته العناصر التالية:

1-مفهوم الصوت.

2-مصدر الصوت.

3-إشارات الفصل.

وفي هذا الأخير تم ذكر جّل الكتب التي استند عليها أثناء تحريره لهذا الفصل.

أمّا الفصل الثاني، فهو من خمسة وسبعين صفحة وقد عُنون بـ "انتشار الصوت وخواصه"، إذ نجد خلدون قد تطّرق فيه إلى:

1- انتشار الصوت.

2- تردد الموجة الصوتية.

3- شدة الموجة الصوتية.

4- شكل الموجة الصوتية.

5- إشارات الفصل.

أما فيما يخص الفصل الأخير، فتحدث عن ظاهرة الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية، ويتكون هذا الفصل من مائة وخمس صفحات بما فيها الخاتمة ومكتبة البحث.

مقدمة

الحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيدنا أجل المرسلين محمد وعلى آله وصحبه الطيبيّن

أما بعد:

كانت اللغة ولا تزال تأخذ اهتماما بالغا من طرف العلماء، الذين قاموا بدراستها دراسة علمية دقيقة ومعرفة كل العلوم التي ترتبط بها، فاللغة حسب ابن جنّي هي: "أما حدّها فهي أصوات يعبر بها كل قوم عن أغراضهم"[1] وهذا ما دفع بالباحثين إلى دراسة هذه الأصوات دراسة فيزيولوجية وفيزيائية، ومن المعروف أن هذه الدراسة كانت قديمة جدا حيث نجد الفارابي وإخوان الصفاء وابن سينا وغيرهم، قد قدموا لنا دراسة فيزيائية للصوت اللغوي وذلك عن طريق الأبحاث والتجارب وغيرها، وكان قد سبقهم إلى ذلك كل من "الخليل بن أحمد الفراهيدي" وتلميذه "سيبويه" في دراسة الصوت اللغوي من حيث مخارج الأصوات وصفاتها، بالإضافة إلى دراسة الجهاز النطقي.

كل هذه الدراسات أدت بعلماء اللغة العربية إلى البحث في أغوار اللغة وعلومها المختلفة من بلاغة، نحو، دلالة وصوت وغيرها من العلوم الأخرى، فقد أسالوا حبرا في تأليف أمهات الكتب لخدمة الباحث الناشئ، ومن بين هذه الكتب، نجد بعضها في علم الأصوات الذي لقى هو الآخر اهتماما بالغا، ومع بداية العصر الحديث تعّمق علماء اللغة في دراسة الصوت اللغوي وطبقوا عليه المنهج العلمي التجريبي، حيث ألفت العديد من الكتب في هذا المجال، ومن بين هذه الكتب، الكتاب الذي نحن بصدد دراسته، لصاحبه "خلدون أبو الهيجاء" والمعنون بـ "فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي".

وفي الأخير ذيّلنا بحثنا بخاتمة، كانت عبارة عن حوصلة عامة لنتائج الدراسة، ومن أهم الأسباب التي دفعتنا لاختيار دراسة الكتاب ما يلي:

1-تحقيقا لرغبة الأستاذ الفاضل، الذي اقترح علينا الفكرة.

1- إبن جني، الخصائص، ج1، ص: 33.

2-حبنا الكبير لمقياس علم الأصوات، ومدى شغفنا في اكتشاف بعض الدراسات والبحوث التي قام بها علماؤنا في هذا المجال.

وقد اتّبعنا في دراستنا للكتاب المنهج الوصفي التحليلي، إلّا أنه واجهتنا العديد من الصعوبات من بينها: صعوبة التحكم في المادة العلمية.

ومن هنا طرحنا التساؤلات التالية: ما محتوى الكتاب؟ وكيف تم تصنيفه وتنظيمه؟ وما هي أهم السّمات التي تميّز بها؟ وهل من انتقادات قد وجهت له؟

للإجابة عن هذه التساؤلات اقترحنا الخطّة التالية:

المقدمة والتي كانت عبارة عن لمحة عامة حول الموضوع، ثم العرض والذي كان يحمل في طيّاته العناصر التالية:

مدخل.

الفصل الأول: مفهوم الصوت ومصدره.

- المبحث الأول: مفهوم الصوت.
- المبحث الثاني: مصدر الصوت.

الفصل الثاني: دراسة خواص الصوت عند خلدون أبي الهيجاء.

- المبحث الأول: انتشار الصوت وتردد الموجة الصوتية.
- المبحث الثاني: شدة الموجة الصوتية وشكلها.

الفصل الثالث: ظاهرة الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية عند "خلدون أبي الهيجاء".

- المبحث الأول: تجربة وولف wolff .

- المبحث الثاني: تجربة جيسبرسون jesperson.

- المبحث الثالث: تجربة بايك pike.

- دراسة وتقويم.

وفي الأخير نتقدم بالشكر الجزيل إلى المولى عز وجل، ثم لأستاذنا المشرف الذي كان سندا لنا، ولم يبخل علينا يوما بشيء، وإلى كل من كانت له يد العون في إثراء المادة العلمية.

تيسمسيلت يوم: 2017/05/15

طيبي ، عياد

نعيمة ، خيرة

مدخل: مفهوم الصوتيات الفيزيائية

تعّد الدراسة الصوتية من الدراسات التي اهتّم بها العرب القدامى لكونها من أصل علوم اللغة وذلك لارتباطها بالقراءات التي هي في الأصل مذهبٌ يذهب به إمام من الأئمة القرّاء مذهبا يخالف غيره، سواء أكانت هذه المخالفة في الحروف أم في نطق هيئاتها، كما أوجز بن الجزري التعريف بقوله: "القراءات علم بكيفيات أداء كلمات القرآن واختلافها بعزو الناقلة"[1]، وقد سبق العرب إلى ذلك الهنود القدامى الذين درسوا لغتهم "السنسكريتية" "Sanskrit" لغة كتابهم

1- ينظر: ابن الجزري، منجد المقرئين ومرشد الطالبين، (نقلا عن: أبي عمر عثمان الداني، التيسير في القراءات السبع، ط1، دار الغد الجديد، القاهرة، 2015، ص: 5).

المقدس "الفيدا Vedas" ووصفوها وصفا صوتيا دقيقا جدا، وسطع اسم علّامتهم الشهير "بانيني Panini" الذي شُبِّهَ سيبويه به فيما بعد.[1]

ورد في المعجم "Les termes clés de la linguistique" في شرح "Phonétique / Phonologie" وهما علم الأصوات العام وعلم الأصوات الوظيفي: «علم تجريبي يصف الأصوات اللغوية، بعدّها أحد أنواع الأصوات المنتجة في الواقع نحو: (نوتات) الموسيقى، ضربات الدف، سرير الأبواب...إلخ[2].

وهدفها دراسة الأصوات وتنوعها وعلم الأصوات النطقي الذي يندرج تحت علم الأصوات العام، هو علم يصف كل صوت من حيث مخرجه وطريقة نطقه، نحو قولنا مثلا: الأصوات الأنفية (الميم، النون) عندما يمّر الهواء عبر الأنف، والأصوات الأسنانية (التاء، الدال) التي تنطق عند الأسنان، والشفوية (الباء والميم) عند الشفتين.

إضافة إلى ذلك علم الأصوات الفيزيائي الذي يستند إلى النظريات الفيزيائية لدراسة مميزات كل صوت على حدة "الارتفاع، الشدة، التردّد".

فالصوتيات الفيزيائية تدرس الموجات الصوتية الصادرة عن جهاز النطق وانتقالها إلى الأذن، وتعتمد اعتمادا كليا على الآلات منها: جهاز راسم الطيف الصوتي "Spectrographe"، جهاز قياس سرعة التردّد "Strobostopie"».[3]

كما أنّ فيزياء الكلام تحدث نتيجة نشاط أعضاء النطق، والعملية الهامة في إنتاج هذا الكلام هي عملية التنّفس، وتكون في أكثر الأحيان طردا للهواء إلى الخارج، وفي حالات قليلة لغوية وغير لغوية تكون جذبا له، وتختلف عملية التنفس العادي اختلافا كبيرا عن عملية التنفس أثناء الكلام من

1- عصام نورالدين، علم الأصوات اللغوية، ط1، دار الفكر اللبناني، لبنان، 1992، ص: 6.
2- خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية دروس وتطبيقات، ط1، بيت الحكمة، الجزائر، 2012، ص: 58.
3- خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية دروس وتطبيقات، ص: 143، 144.

حيث طول فترة خروج الهواء وطريقة خروجه والتدّخلات التي تحدث عند إنتاجه، والأعضاء التي تسهم في هذا التدّخل، وتقيس الفيزياء الحديثة كل هذه الأمور بدقة كما أنّها لا تهمل العمليات العضوية من عصبيّة وعضليّة والتي تعتبر ضرورية لفهم عملية التنّفس والكلام بشكل متكامل.[1]

وقد انتبه الدارسون إلى أعضاء النطق التي تشكلت في هيئات تسمح لها بالتنّفس والكلام في الوقت نفسه، فمثلا مرونة اللسان زائدة عن ما يستدعي ابتلاع الطعام وهي مرونة لازمة لإنتاج الصوت، كذلك الأذن الإنسانية لها القدرة على استقبال أي صوت كان، وبإمكانها أن تفرق بين الصوت اللغوي وغير اللغوي، كما يحتوي المخ الإنساني على مركز خاص تكمن وظيفته في إدراك الكلام وإنتاجه وللإشارة، فإنّه إذا حدث الكلام أثناء عملية الشهيق، تنتج أصوات تسمى (الشفطية)، وهي موجودة في بعض اللغات نحو صوت حمل الفرس على الإسراع، صوت دعاء الدجاج لقدومه.[2]

أمّا الفرع الثاني للصوتيات هو علم الأصوات الوظيفي: « وهو قسم من نظرية لسانية تأسست على دراسة فونيمات لغة ما، وقواعد ائتلاف هذه الفونيمات في المورفيمات والقواعد المميزة للنبر والتنغيم.

فعلم الأصوات الوظيفي يصف الأبعاد الصوتية للغة من وجهة نظر وظيفتها في أداء المعنى، إنه يتميز في هذه الحال عن الصوتيات العامة التي تعد دراسة وصفية خالصة».[3]

انطلاقا من هذا، قمنا بدراسة هذا الكتاب دراسة وصفية تحليلية، أمّا فيما يخص حياته، فقد بحثنا كثيرا واستعملنا مختلف الوسائل إلّا أنّنا لم نعثر على معلومات شخصية كافية، سوى أنّه دكتور في جامعة "اليرموك بدمشق"، وهو من جنسية سورية، إضافة إلى ذلك فإن جلّ كتاباته هي كتابات

1 – المرجع نفسه، ص: 58.

2 – المرجع نفسه، ص: 144.

3 – خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية دروس وتطبيقات، ن ص.

لغوية موضوعية ممّا يتضح لنا بأن أسلوبه أسلوب علمي تجريبي من خلاله قام بدراسة الصوت اللغوي دراسة فيزيائية بحتة، ومن هنا قمنا باستخـــلاص أهم الدوافـــع التي دفعت به لتأليف هذا الكتاب ومن بينها:

- أنّ جّل الكتب الصوتية التي ألفت قبله في الجانب الفيزيائي كانت مرتبطة بالجوانب الأخرى لعلم الصوت كالجانب النطقي والسمعي، وهذا ما دفعه للتأليف في الجانب الفيزيائي فقط مستقلا عن الفروع الأخرى.
- التركيز على كشف الجوانب النطقية والأكوستيكية والسمعية للأصوات اللغوية اللازمة لفهم هذه الجوانب.
- محاولة تطبيق المنهج الوصفي التجريبي على الجانب الصوتي في اللغة العربية.
- الرغبة والميل الى الدراسة الفيزيائية.
- تبسيط وتيّسير الدراسة الفيزيائية بغية استيعابها من طرف الطلبة.
- توضيح ظاهرة الوضوح السمعي من خلال التجارب التطبيقية.

ومن خلال تفحصنا للمؤلف نجده قد استند إلى مجموعة كبيرة من المصادر والمراجع المتخصصة في دراسة علم الأصوات، نذكر من بينها ما يلي:

- أمجد عبد الرزاق كرجيه، فيزياء الصوت والحركة الموجية.
- ابن سينا، رسالة أسباب حدوث الحروف.
- إخوان الصفاء، رسائل إخوان الصفاء وخلان الوفاء.
- ألكسندر إفرون، الصوت.

- سيد رمضان هدّارة، خواص المادة والصوت.
- أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي.
- حسان تمام، مناهج البحث في اللغة.

المصادر الأجنبية

- Abercrambie david, elements of general phonetics.
- Ball martin, J. phonetics for speech patholoag.
- Borden, gloria j. and Katherine S. Harris, Speech Science primer.
- Martin, Fredrick, N. Introduction to audiology.
- Smalley Willian A.Mamial of Articulatory phonetics.

وبعد البحث عن هذه المصادر والمراجع تم التأكد بأنه فعلا قد استند عليها من أجل إثراء عمله ودراسته.

وهذا ممّا يدّل على أنّ أبا الهيجاء قد أثرى دراسته بالمصادر القيمة والثّرية التي اعتمد عليها كل الاعتماد ممّا يثبت دقّة معلوماته وأسلوبه العلمي وهذا راجع إلى الدراسة الموضوعية ومدى أهميتها لدى المتعلمين بحيث أصبح الدرس الصوتي يأخذ مكانة وقيمة علمية كبيرة لدى الباحثين اللغويين، فهو الركيزة الأساسية في دراسة أيّ لغة، نظرا لأهمية تأثيره في فهم المعنى، وخاصة في لغة الضّاد التي هي لغة ثرية بمفرداتها.

لقد اتّبع الكاتب في دراسته للصوت المنهج الوصفي التجريبي، حيث قام بتطبيق المفاهيم النظريّة الصوتيّة في الميدان، داخل المخبر، قام بتجريب الأصوات على مختلف الأجهزة الصوتيّة الحديثّة.

إنّ الحقل المعرفي الذي ينتمي إليه كتاب "خلدون أبو الهيجاء" هو علم الصوت ويظهر هذا من خلال قراءتنا للكتاب بحيث إنّه تطرّق إلى دراسة مفهوم الصوت اللغوي، إنتشاره ووضوحه السّمعي عند السامع، وتميزت دراسته بالبحث العلمي التجريبي، ممّا جعل الكتاب فيزيائي بحت وهذا يعود إلى دقة التجارب الفيزيائية على الصوت اللغوي، والقواعد والقوانين التي قام برسمها من أجل دراسةّ شدة الصوت، التردّد، طول الموجه وغيرها من القوانين الفيزيائية، دون أن ننسى تقديمه لبعض الرسومات والمخططات والجداول الخاصة بالموجة الصوتية وأنواعها المختلفة. أمّا فيما يخّص تقسيم فصول الكتاب فهو تقسيم منظّم ومتسلسل.

ولا تزال هذه الدراسة تلقى اهتمام علماء اللّغة العربية حتى أصبحت تقام عليها تجارب في المخابر الصوتيّة مثل الدراسة التي جاء بها " فتح الله الصغير" في كتابه الموسوم بالصوائت الرنينيّة في اللّغة العربية.

الفصل الأول: مفهوم الصوت ومصدره

المبحث الأول: مفهوم الصوت.

المبحث الثاني: مصدر الصوت.

تعدّدت مفاهيم الصوت واختلفت لكنها تكاملت فيما بينها، حيث نجد خلدون أبا الهيجاء قد ضمّن الفصل الأول من كتابه بالعنـ ت ومصدره.

المبحث الأول: مفهوم الصوت (Sound):

المطلب الأول: تعريف الصوت عند خلدون أبي الهيجاء:

ومن المفاهيم الواردة حول الصوت نذكر مايلي:[1]

- الصوت اهتزازات ميكانيكيّة في أي وسط مادي (غازي، سائل، صلب).
- الصوت سلسلة تتابعات سريعة من التضاغطات "compression" والتخلخلات "Raréfaction" المتتالية في الهواء.
- الصوت هو الطاقة التي تصل إلى الأذن من الخارج.

بعد طرحه للمفاهيم الثلاثة للصوت، تناولها بالشرح التالي، وهو أن الاهتزازات الميكانيكيّة تنتج عن التتابعات السريعة لتضاغطات الهواء وتخلخلاته وتكون في أي وسط مادي، بحيث أن هناك الاهتزازات الخاصة بكل صوت مثال على ذلك «الضوء»، فالأمواج الميكانيكيّة تختلف عن الأمواج الكهرومغناطيسيّة، فالنوع الأول يحتاج إلى وسط مادي ولا ينتقل في الفراغ، أمّا النوع الثاني فباستطاعته الانتشار في الفراغ، ويكون انتشار الصوت على شكلين، على شكل أمواج طوليّة وعلى شكل أمواج مستعرضة في الأوساط الغازية والسائلة، فلا تنتشر فيها الأمواج الميكانيكيّة إلا على شكل أمواج طوليّة مكونة من تضاغطات وتخلخلات متعاقبة.

كما تنتشر الأمواج الميكانيكيّة على سطوح السوائل على شكل أمواج مستعرضة، أمّا الصلبة فتنتشر فيها الأمواج الميكانيكية على شكل أمواج طولّية وأمواج مستعرضة على حدّ سواء.

فالأمواج الطولية تتكون من تضاغطات وتخلخلات، بينما الأمواج المستعرضة على شكل قمم وقيعان.

ومن الأمثلة التي وردّت حول الأمواج الميكانيكيّة نبين فيها ما يلي:[1]

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 04.

يتصرف الجدار تصرف صفيحة رقيقة يمّر منها الصوت إذا أن الجدار يتثنّى فيرتّج، فإذا تكلمت في غرفة نقل الهواء والجدار صوتك إلى الغرفة المجاورة فمتى أردت الإسرار بشيء فتحذّر من الهواء المحيط بك، وتحذّر –أيضا– من الجدران.

الهواء وسيط بين آذاننا والأصوات، فالموجات الصوتية التي تحدثها الطائرات تنتقل بواسطة الهواء، إلّا أنّها تضعف – شيئا فشيئا– بابتعادها عن مكان حدوثها، ولكنها قد تحمل من الطاقة ما يكفي من رّج الجدران والنوافذ رجّا تسمعه الأذن، فإذا كانت النوافذ محكمة التركيب، وكان بلورها حسن التمليط، خفت وطأة تلك الرجّات.

أما فيما يخص الأمواج الكهرومغناطيسية، نأخذ على سبيل المثال موجات الراديو: «التي تنتقل حاملة للصوت والصور إلى التلفاز كانتقال الضوء تقريبا، فيكفي أن يعترضها حاجز كالجبل أو العمارة – مثلا–حتى يوقفها، لذلك نرى لاقطة التلفاز مثبتة عالية فوق السطوح في الهواء الطلق،كي تتجه مباشرة إلى جهاز البّث فتلتقط ما يبّث من (إشارات) في أحسن الظروف»[2].

إضافة إلى مثال آخر والمتمثل في القدر حيث: «تغلق القدر الضاغطة على الطعام والهواء، فلما ترتفع الحرارة فيها يكثر البخار، ويقوى ضغطه حتى يصل حدا يخشى منه خلع الغطاء، عندئذ ينفتح صمام الأمن فيخرج منه البخار مضغوطا، ولكنه لا يختلط بالهواء مباشرة لذلك يحدث رجّات صوتية أثناء مروره بفتحة صغيرة بالغطاء جعلت خصيصا لهذا الغرض».[3]

كل المفاهيم السابقة والأمثلة حدّدت الصوت من الناحية الفيزيائية، أما المفاهيم التي حدّدت الصوت من الناحية الفسيولوجيّة (النفسيّة)، إذ عرضها خلدون أبو الهيجاء على النحو التالي: إن خبرة الدماغ الحسّية تنتقل عبر الأعصاب السّمعية للأذن وبالتالي ينتبه الإحساس السمعي الذي ينتج

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب قل لماذا؟، الشركة التونسية للتوزيع، ط 5، (1987)، ص: 122-127.
2- المرجع نفسه، ص: 128.
3- المرجع نفسه، ص: 132.

عن دخول التتابعات السريعة من التضاغطات والتخلخلات إلى الأذن البشرية، بمعنى السّمع،وهذه النظرية من زاوية مركز إدراك الأصوات في الدماغ الذي يكون مسؤولا عن تحويل النبضات العصبية الصادرة عن الأذن الداخلية "unner ear" إلى أصوات مسموعة مدركة، والإحساس السمعي لا يتحقق إلا بشرطين اثنين هما:[1]

1- أن تكون ترددات الأصوات واقفة ضمن مدى الترددات السمعية التي تدركها الأذن، وهو المدى الذي يتراوح بين (20-20000 ذ/ثا) تقريبا.

2- أن تكون الأذن واقفة في مجال الطاقة الصوتية المسموعة أو قوة إسماع الأصوات "Sonority".

وفيما يخص الجانب السمعي نأخذ الأمثلة التالية:

من المعروف أن البيانو آلة وترية: «تحّرك كل لمسة فيها مطرقة ملبّدة تصطدم بوتر من الفولاذ فترّجه والأوتار متوترة بواسطة ملاوي (ج- ملوى) تشدها إلى إطار صلب، ويقوم بتعديل الأوتار مدوزّن له أذن حساسة، يستعمل تلك الملاوي للتخفيف أو الرفع من حدّة التوتر حتى يتحصل على الصوت الصحيح، أما حدّة الصوت فهي رهينة السرعة التي بها تصدم المطرقة الوتر».[2]

وكذلك آلة حادي الأناشيد آلة نفخ كالهرمونيكا كبيرة: «لا بد من النفخ فيها قويا لإخراج الأصوات ويدخلها الهواء بواسطة منفاخ يحرّك باليد فيضّخه ضخّا، وهناك حادي أناشيد كهربائي يأتيه الهواء من مروحة نافخة، يشبه حادي الأناشيد آلة الهرمونيكا من حيث التركيب، إذ أن الأصوات التي يحدثها ناتجة عن ارتجاج صفائح معدنية مختلفة الطول، يحركها تيار هوائي يبثه منفاخ،

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 09.
2- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب، قل لماذا؟ ص: 129.

والمنفاخ تحركه اليد بواسطة مرفاع، ولحادي الأناشيد لمسات كلمسات البيانو يتحكم العازف بواسطتها في فتح الثقوب التي يخرج منها الهواء، ليقع على الصفائح فيرجّها»[1].

كما دعّم "خلدون" كلامه بآراء الفلاسفة المسلمين من بينهم "ابن سينا" "وإخوان الصفاء"، حيث أدرج قول "ابن سينا" في سبب حدوث الصوت قائلا: «بأنه نتيجة تموج الهواء دفعة ومن أسباب تموج الهواء القرع والقلع»[2]. بالإضافة إلى قول "إخوان الصفاء" هو: «قرع يحدث في الهواء من تصادم الأجرام، كل صوت له نغمة وصفية وهيئة روحانية خلاف صوت آخر»[3]. حيث أطلقوا مصطلح "القوة السامعة" للأصوات على الأذن، وأطلقوا مصطلح "القوة الباصرة" على العين، ويعني المصطلح الأول كيفية إدراك الأذن للأصوات وإلى تحديد الصوت بأنه الإدراك السمعي الناتج من تذبذب جزيئات الوسط الملامس للأذن، باشتمال ثلاثة عناصر ضرورية وهي:

1/ مصدر الصوت.

2/ وسط انتشار الصوت.

3/ الإدراك السمعي.

يندرج هذا الكلام تحت مفهوم الصوت عامة، أمّا بالنسبة لمفهوم الصوت اللغوي فإنّه لا يختلف عنه كثيرا فهو: «الإدراك السمعي الناتج عن تذبذب جزيئات الهواء الملامس للأذن بسبب حركات الجهاز النطقي، علم الأصوات النطقي»[4]. بالإضافة إلى الهواء علم "الأصوات الأكوستيكي"، والإدراك السمعي وفاعله السامع "علم الأصوات السمعي".

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب، قل لماذا؟، ص: 129.

2- ابن سينا، رسالة أسباب حدوث الحروف، تح: محمد حسن الطيّان ويحي مير علم، مطبوعات مجمع اللغة، ط1، دمشق، (1983)، ص: 59.

3- إخوان الصفاء، رسائل إخوان الصفاء وخلان الوفاء، ج2، دار صادر، د.ط، (1957)، ص: 408.

4- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي وضوحه السمعي، ص: 14.

يعّرف "خلدون أبو الهيجاء" الصوت اللغوي بأنّه: «أمواج ميكانيكيّة طوليّة مكونة من تضاغطات وتخلخلات؛ لأن الصوت لا ينتقل في الوسط الغازي (الهواء)، إلّا على شكل أمواج طوليّة، والأمواج الطوليّة تتكون من تضاغطات وتخلخلات».[1]

الإدراك السمعي الذي يمثل المعنى الفسيولوجي (النفسي) للصوت هو تمييز الصوت في الدماغ من حيث هو إدراك سمعي، مثال: الضوء هو إدراك بصري كما أن ما لا يثير الأذن لا يؤدي إلى إحساس سمعي بحيث أنه لا يعد صوتا.

المطلب الثاني:تعريف الصوت عند القدامى:

من تعاريف العرب القدامى لمفهوم الصوت بصفة عامة، نجد "الفارابي" يبيّن (ت.393 هـ):

«أن تلك التصويتات، إنّما تكون من القرع بهواء النفس لجزء أو أجزاء من حلقه، أو بشيء من أجزاء ما فيه، وباطن أنفه أو شفتيه، فإن هذه هي الأعضاء المقروعة بهواء النفس، والقارع أولا هي القوة التي تسرب هواء النفس من الرئة وتجويف الحلق أولا فأولا إلى طرف الحلق، الذي يلي الفم من آخر باطن الفم، وإلى جزء من أجزاء أصول الأسنان، وإلى الأسنان فيقرع به ذلك الجزء، فيحدث من كل جزء يضغطه اللسان عليه ويقرعه به تصويت محدود، وينقله اللسان بهواء من جزء إلى جزء من أجزاء أصل الفم، فتحدث تصويتات متوالية،كثيرة محدودة»[2]. من خلال هذا التعريف، نجد الفارابي قد ربط مفهوم الصوت عنده بالجهاز النطقي بالدرجة الأولى، وذلك من خلال ذكره لبعض أعضاء النطق كالشفتين والأسنان والحلق وغيرها.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي وضوحه السمعي، ص: 15.

2- فرح ديدوح، دراسة المصوتات العربية عند الفلاسفة المسلمين، د .ط ، (د .س)، الجزائر، منشورات المجلس الأعلى للغة العربية، ص: 14.

كما أعطى تعريفا آخر للصوت في قوله: «الصوت هو مماسة الجسم الصلب جسم آخر صلبا مزاح له عن حركته»[1]. نستنتج من هذا القول بأن "الفارابي"قد ربط مفهوم الصوت بالجانب الفيزيائي "الأكوستيكي" هو احتكاك جسم لجسم آخر فيصدر عن ذلك صوت ما، أمّا "ابن باجة" (ت.1138 م) فيرى أن الصوت هو: «الأثر الحادث في الهواء عن تصادم جسمين متقاومين»[2]. يتبين لنا بأن "ابن باجة" قد وافق "الفارابي" في مفهومه للصوت، إلاّ أنه أضاف عنصر الهواء الذي يعد جذبا للصوت.

بينما عرّف "الجاحظ" (ت. 255 هـ)، الصوت في كتابه البيان والتبيين: «هو آلة اللفظ والجوهر الذي يقوم به التقطيع وبه يوجد التأليف، ولمن تكون حركات اللسان لفظا ولا كلاما موزونا ولا منثورا إلا بظهور الصوت، ولا تكون الحروف كلاما إلا بالتقطيع والتأليف وحسن الإشارة باليد والرأس من تمام حسان البيان باللسان، مع الذي يكون مع الإشارة من الدّل والشكل .....»[3].

في هذا القول يتحدث الجاحظ عن الإشارة أثناء التخاطب بحيث توضح للمتلقي مدى انفعال الملقّي، وتكون الإشارة واللفظ شريكان، ونعم العون هي له ونعم الترجمان هي عنه، وما أكثر ما تنوب عن اللفظ وتغني عن الخط، والمقصود بآله اللفظ هو الجهاز النطقي.

كما نجد "الراغب الأصبهاني" (ت 365 هـ) في كتابة "المفردات في غريب القرآن" يرى أن: الهواء المنضغط عن قرع جسمين، وذلك ضربان:[4]

1- أحدهما صوت مجرد عن تنفس بشيء كالصوت الممتد.

1- علاء جبر محمد، مدارس صوتية عند العرب "النشأة والتطور"، ط 1، دار الكتب العلمية، لبنان، (2006)، ص: 155.
2- المرجع نفسه، ص: 156.
3- الجاحظ البيان والتبيين، تح: عبد السلام هارون، ج 1، دار الجيل، بيروت، د. ط، ص: 79.
4- ينظر: خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية "درس وتطبيقات"، ص:47.

2- الآخر كما يكون من الجمادات والحيوان، والآخر: اختياري كما يكون من الإنسان، وذلك ضربان أيضا:

1- ضرب باليد، كصوت العود وما يجري مجراه.

2- وضرب بفم ضربان: نطق وغير نطق، وغير النطق كصوت الناي.

اشّتمل تعريفه للصوت بين كل من الجانب الفيسيولوجي وذلك من خلال قوله صوت مجرد عن تنفس، ومن الجانب الفيزيائي في قوله الصوت هو الهواء المنضغط عن قرع جسمين، بالإضافة إلى الجانب السمعي في قوله وغير النطق كصوت الناي.

المطلب الثالث: تعريف الصوت عند المحدثين:

من المفاهيم الحديثة للصوت والتي إنبنت على المنهج العلمي التجريبي نذكر ما يلي:

مفهوم الصوت عند "تمام حسان": «هو عملية حركية يقوم بها الجهاز النطقي وتصحبها آثار سمعية معينة تأتي من تحريك الهواء»[1]. في هذا التعريف مفهوم الصوت قد ألّم بالجوانب الثلاثة: الفيزيولوجية الفيزيائية، وحتى السمعية.

أمّا عبد العزيز مصلوح فيربطه بأذن السامع قائلا: «لا نحكم بوجود صوت ما، إلا عندما "نسمعه"؛ أي عندما تشرع طبلة الأذن في الاهتزاز استجابة لاهتزاز جزيئات الهواء الملامسة لها، وتحدث هذه الظاهرة نتيجة لاهتزاز جسم من الأجسام على نحو يؤثر على العلاقات بين جزيئات الهواء المحيطة بهذا الجسم».[2]

1- تمام حسان، اللغة العربية معناها ومبناها، دار الثقافة، المغرب، ط1، (1994)، ص: 66.

2- سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام "صوتيات من الإنتاج إلى الإدراك"، ط1، عالم الكتب، القاهرة، (2000)، ص:17

وفي تعريف آخر قال: «إنّ سماع الصوت في حياتنا اليومية يأتي نتيجة لاهتزاز جسم ما في الهواء، وتأثير الاهتزازات خلال الهواء على طبلة الأذن، وحينئذ يبدأ جهاز السمع في نقل هذه الاهتزازات خلال سلسلة العظيمات الثلاث إلى الأذن الداخلية، ثم عبر عصب السمع إلى المخّ، حيث يتم تفسيرها»[1]، نجده هنا قد ربط مفهوم الصوت بالجانب السمعي، وركّز على الوسط الناقل الذي هو الهواء.

مفهوم الصوت عند "محمد إسحاق العنّاني" يرى بأن الصوت هو: «اضطراب في جزيئات الهواء، أو تخلخل وتضاغط في جزيئاته، فأصوات الكلام، إذن، هي تغيّرات في ضغط الهواء ناتجة عن اهتزاز الأوتار الصوتية».[2]

نجده قد وظّف كل من الجانب الفيسيولوجي والفيزيائي مهملا الجانب السمعي.

تطرّق "خليفة بوجادي" لمفهوم الصوت هو الآخر فعرّفه على النحو التالي هو: «الأثر السمعي الناتج عن ذبذبة مستمرة لجسم من الأجسام وقد يسمع ذلك من احتكاك جسم آخر أو اصطدامه به، أو يسمع من الآلات الموسيقية الوترية والنفخية، أو من جهاز النطق عند الانسان ويسلك هذا الأثر السمعي (من حيث هو ظاهرة فيزيائية) محيطا غازيا، أو سائلا، أو صلبا وبذلك يتم التواصل ويتحقق الإبلاغ، والهواء هو وسط الانتقال في أغلب الحالات على شكل هزّات»[3].

مفهوم الصوت عند "كمال بشر" قد وافق "خليفة بوجادي" في تعريفه للصوت اللغوي حين قال: «الصوت اللغوي هو أثر سمعي يصدر طواعية واختيارا عن تلك الأعضاء المسّماة تجاوزا أعضاء النطق، والملاحظ أن هذا الأثر يظهر في صورة ذبذبات معدّلة وملائمة لها يصاحبها من حركات الفم بأعضائه المختلفة، ويتطلب الصوت اللغوي وضع أعضاء النطق في أعضاء معيّنة محدّدة أو تحريك

1- سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام "صوتيات من الإنتاج إلى الإدراك"، ص: 17.
2- محمد إسحاق العناني، مدخل إلى الصوتيات، ط1، دار وائل، عمان، (2008)، ص: 113.
3- خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية"دروس وتطبيقات"، ص: 48.

هذه الأعضاء بطرق معينّة محدّدة أيضا، ومعنى ذلك أن المتكلم لابد أن يبذل مجهودا ما، كي يحصل على الأصوات اللّغوية»[1]. من خلال التعريفين نرى أن "خليفة بوجادي" ضمّن مفهومه كل الجوانب الثلاثة لعلم الصوت بما فيها الجانب الفسيولوجي، الفيزيائي والسمعي، بينما "كمال بشر" حصره في الجهاز النطقي، علم الأصوات النطقي".

نستنتج ممّا عرضنا من تعاريف تعدّدت بتعدّد اللغويين القدامى والمحدثين لمفهوم الصوت،أن هناك اختلافا بينهم، فيما يخص المفهوم، فمنهم من حصره على الجهاز النطقي (الصوت اللغوي)، مثال على ذلك: "الجاحظ"، و "الفارابي"، ومن المحدثين "تمام حسان"، و "كمال بشر"، وهناك من شمل تعريفهم للصوت على الجوانب الثلاثة: الجانب الفسيولوجي، الجانب الأكوستيكي (الفيزيائي)، والجانب السمعي نذكر منهم: "الأصبهاني"، "ابن باجة"، "عبد العزيز مصلوح"، "محمد إسحاق العناني"، "وخليفة بوجادي".

أمّا فيما يخص"خلدون أبو الهيجاء" فانتهج أسلوبا علميا دقيقا في مفهوم الصوت: «الإدراك السمعي الناتج من تذبذب جزيئات الوسط الملامس للأذن بسبب مادة مهتزة»[2].

وهو يشتمل على ثلاثة عناصر ضرورية لكي تكتمل العملية الصوتية وهي:

1) المادة المهتزة؛ أي مصدر الصوت.
2) الوسط؛ أي انتشار الصوت.
3) الإدراك السمعي؛ أي إدراك الصوت.

في حين نجد القدامى والمحدثين قد تطّرقوا إلى مفهوم الصوت اللّغوي والذي اشتمل على الجهاز النطقي فقط (علم الأصوات النطقي)، أمّا "خلدون أبو الهيجاء" فقد أعطى مفهوما دقيقا بقوله:

1- خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية"دروس وتطبيقات"، ص: 49.
2- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السّمعي، ص: 13.

«الصوت اللغوي هو الإدراك السمعي الناتج من تذبذب جزئيات الهواء الملامس للأذن بسبب حركات الجهاز النطقي»[1].

ومن هنا نخلص إلى أن طريقته في البحث العلمي، تعتمد على المنهج التجريبي فقسّم الصوت (علم الأصوات اللغوي phonetics) وهو علم يدرس الأصوات من الجوانب الثلاثة وهي:

أولا: الجانب النطقي؛ يدرس علم الأصوات النطقي (Articulatory phonetics).

ثانيا: الجانب الأكوستيكي؛ يدرس علم الأصوات الاكوستيكي (Acoustic phonetics).

ثالثا: الجانب السّمعي؛ يدرس علم الأصوات السّمعي (Auditory phonetics).

المبحث الثاني: مصدر الصوت:

بعد عرضنا لمفاهيم الصوت آنفا، نتطرق إلى مصدر الصوت (المادة المهتزة)، المتسببة في حدوث الصوت.

المطلب الأول: مصدر الصوت عند خلدون أبي الهجاء (Sound source):

إنّ الصوت المسموع يتطلب بالضرورة وجود مادة مهتّزة في (مصدر الصوت) وليس من الضروري أن تكون المادة المهتّزة قادرة على إحداث صوت، كما لا تعد المادة المهتّزة مصدرا للصوت ما لم توصل بوسط مادي (صلب، غاز)، تكون له القدرة على نقل الطاقة الاهتزازية إلى الأذن، ولا تعد المادة المهتّزة مصدرا للصوت، ما لم تولّد قدرا كافيا من الطاقة؛ بمعنى أن المسافة تعد سببا آخر لعدم قدرة المادة المهتّزة على إحداث صوت مسموع[2].

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي وضوحه السمعي، ص: 14.
2- المرجع نفسه، ص: 18.

المادة المهتّزة التي تسبّب تذبذب في جزيئات الهواء الملامس للأذن، حتى تدرك الأذن ذلك التذبذب: تكون عمودا من الهواء كما في الناي، والصّفارة، والمزمار البلدي.[1]

أو تراكما مثل العود، والكمان أو غشاء الطبل أو قضيبا في الشوكة الرنّانة أو جرسا أو بندولا، فهذه المواد جميعها قادرة أن تحدث الأصوات المسموعة؛ بمعنى تكون مصادرا للأصوات.

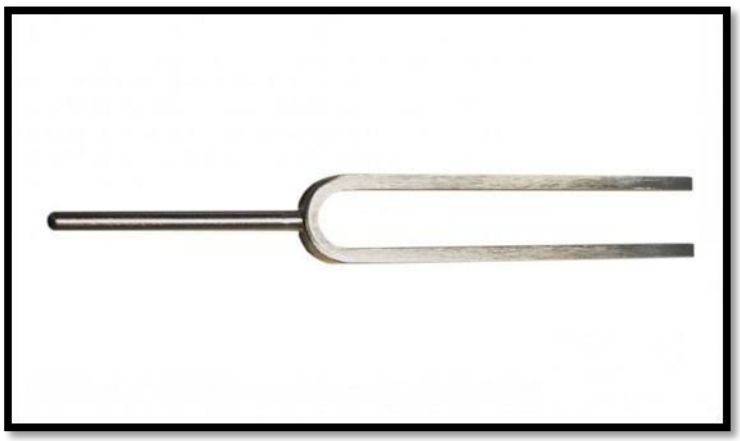
ومن الأمور الواجبة توفرها لحدوث السمع:[2]

أن يكون التردد الذي تولده المادة المهتّزة ضمن مدى الترددات السمعّية التي تدركها الأذن، وهو المدى الذي يتراوح تقريبا بين (20-20000 ذ/ث) أمّا الأصوات التي تقل ترددتها عن الحدّ الأدنى فتعرف باسم الترددات تحت السمعية (Subsonic frequencies)، كما يطلق عليها اسم الأصوات دون السمعية (Subsonic sounds).

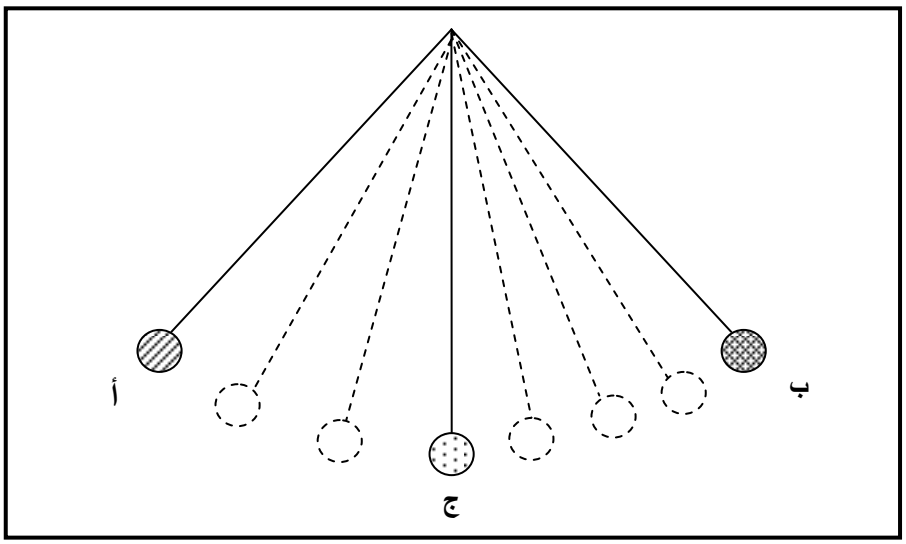
إنّ الأصوات التي تزيد ترددتها على الحد الأعلى لمدى الترددات السمعيّة، فتعرف بإسم الترددات فوق السمعيّة (Ultrasonic frequencies)، ويطلق عليها اسم الأصوات فوق السمعية (Ultrasonic sounds)، إذن فالأذن لا تدرك ترددات هذه الأصوات: وبالتالي لا تتأثر بها، لتؤدي إلى إحساس سمعي.

من مصادر الصوت، نوضح في الرسومات التالية ما يلي:[3]

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي وضوحه السمعي، ص: 17.
2- المرجع نفسه، ص: 18.
3- عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية "الفونيتيكا"، ص: 96 – 98 .



الشكل[1]: شوكة رنّانة: Turing fork



الشكل[1]: حركة البندول.

يوضح لنا كل من الشكل الأول والثاني، أن المادة المهتّزة تسبب تذبذبا في جزيئات الهواء، مما يصدر لنا صوتا تدركه الأذن؛ بمعنى تدرج ضمن الترددات السمعيّة.

من خلال المادة المهتزة تتوقف نوع الحركة الاهتزازية لمصدر الصوت، وهذا على حسب مادة المصدر (كثافتها ومرونتها وحجمها)، أمّا طريقة الاهتزاز منتظمة كانت أو غير منتظمة فإنّها تتوقف على التردد الطبيعي (natural frequency)، للمادة المهتّزة.

1- عصام نورالدين، علم الأصوات اللغوية بين "الفونيتيكا"، ص: 96-98.

تكون طريقة الاهتزاز منتظمة إذا كان لها تردد طبيعي واحد، كذلك إذا كانت للمادة المهتّزة عدة ترددات طبيعية تكون أيضا طريقة الاهتزاز منتظمة، وتكون غير منتظمة.

أمّا بالنسبة لنوع الاهتزاز فقد يكون بسيطا أو مركبا وهذا متوقف على زمن تأثير الطاقة المسببة للاهتزاز وتكون في ذرات المادة المهتزة، نذكر على سبيل المثال: (الناي) يرسل أصواتا مختلفة الارتفاع حسب الرّجات التي يحدثها نفس الموسيقار في الأنبوب الصائت، فالهواء يخرج بين شفتي الموسيقار فيرتطم على فم الناي قبل أن يدخل إلى الأنبوب الذي أحدثت فيه ثقوب ويتمكن الموسيقار –بالتحكم في اغلاقها أو فتحها من تغيير ذبذبة الصوت وتأدية مختلف (النوتات).[1]

عندما تنفخ في (الناي) يرّج الهواء المدفوع أنبوبه رجّا، فإذا كان الأنبوب قصيرا كان الصوت مرتفعا وإذا كان طويلا كان الصوت منخفضا بإمكاننا التحكم في طول الأنبوب أو قصره بسّد الثقوب أو تركها مفتوحة فنغير بذلك النغمات.[2]

فإذا أثّرت الطاقة المسببة للاهتزاز في ذرّات المادة المهتزة جميعها في الوقت نفسه كان الاهتزاز بسيطا، أمّا إذا أثرت الطاقة المسببة للاهتزاز في ذرّات المادة المهتزة جميعها في أوقات متباينة يكون هنا الاهتزاز مركبا ونتيجة لذلك،تظهر الحركة الاهتزازية من زاويتين هما على التوالي من حيث طريقة الاهتزاز نجد:[3]

1/ أولا: حركة منتظمة (Périodic): تكون عند اهتزاز ذرّات مصدر الصوت جميعها اهتزازا دوريا، وطريقة هذا الاهتزاز لمادة ذات تردد طبيعي واحد، كما تكون لمادة ذات ترددات طبيعية متعددة.

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب قل لماذا؟، ص: 132.
2- المرجع نفسه، ص: 147.
3- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 19.

2/ ثانيا: حركة غير منتظمة (Aperiodic): تكون عند اهتزاز ذرّات مصدر الصوت جميعها اهتزاز غير دوري، وطريقة هذا الاهتزاز تكون لمادة ذات ترددات طبيعية متعددة.

أمّا من حيث نوع الاهتزازات فيكون:[1]

أ- **بسيطة (simple)**: ويكون عند اهتزاز ذرّات مصدر الصوت جميعها في الوقت نفسه، ولا يحدث هذا النوع إلا إذا أثّرت الطاقة المسببة للاهتزاز في ذرّات المادة المهتزة في الوقت نفسه.

ب- **مركبة (complexe)**: ويكون عند اهتزاز ذرّات مصدر الصوت جميعها في أوقات متباينة ولا يحدث هذا النوع، إلّا إذا أثرّت الطاقة المسببة للاهتزاز في ذرّات المادة المهتزة في أوقات متباينة.

وعليه، فإن الحركة الاهتزازية لمصدر الصوت يمكن أن تكون واحدة من الأنواع التالية:[2]

1- حركة منتظمة بسيطة (simple periodic motion): حيث تهتّز ذرّات مصدر الصوت جميعها اهتزاز دوريا في الوقت نفسه.

2- حركة منتظمة مركبة (complex periodic motion): حيث تهتّز ذرّات مصدر الصوت جميعها اهتزاز دوريا في أوقات متباينة.

3- حركة غير منتظمة بسيطة (simple aperiodic motion): حيث تهتّز ذرّات مصدر جميعها اهتزازا دوريا في الوقت نفسه.

4- حركة غير منتظمة مركبة (complex aperiodic motion): حيث تهتّز ذرّات مصدر الصوت جميعها اهتزاز غير دوري في أوقات متباينة.

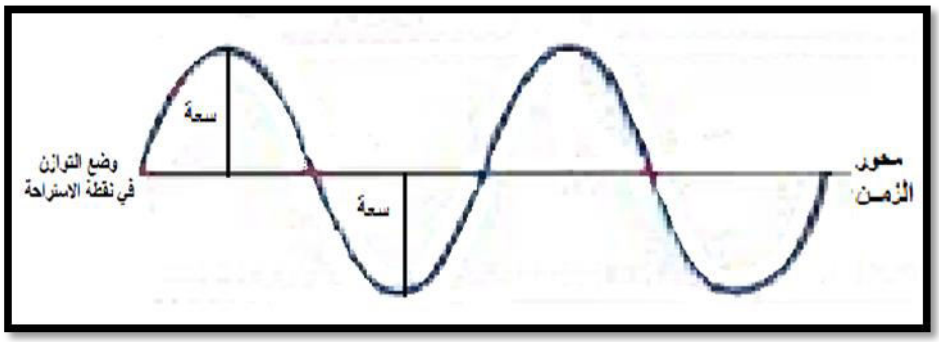
1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 19، 20.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 20، 21.

وتكون كل واحدة من هذه الحركات من الناحية النظرية متخامدة (damped) أو غير متخامدة (undamped)؛ وذلك بالنظر إلى الطاقة المسببة للاهتزاز.

وفي ما يلي نعرض بعض الرسومات التي توضع أنواع الحركات الاهتزازية لمصدر الصوت:

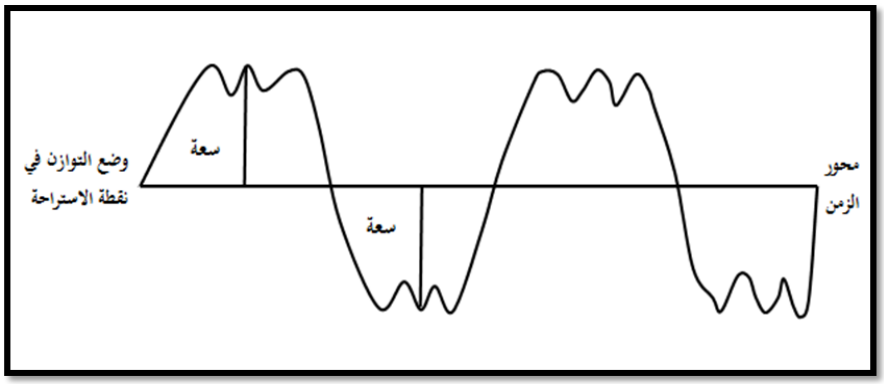
- ذبذبة دورية منتظمة بسيطة تظهر بالمنحى الجيبي (courbe sinusiodale) التالي:



الشكل (1)

يبين الشكل (1) حركة منتظمة بسيطة تتكون من ذروة واحدة، بحيث تتساوى سعة التضاغطات مع سعة التخلخلات، مثل"وتر العود، الناي وتذبذب الوترين الصوتين".[1]

* ذبذبة دورية منتظمة مركبة يوضحها الرسم التالي:

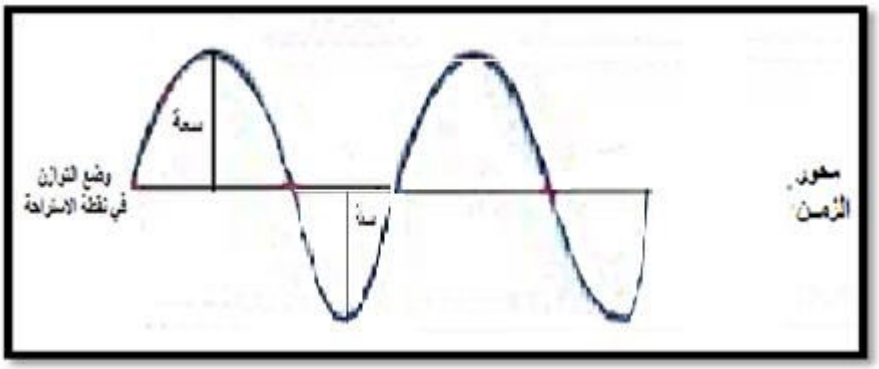


الشكل (2)

1- عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوي، ص: 99.

يبين الشكل (2) حركة منتظمة مركبة تتكون من عدة ذروات، بحيث تتساوى سعة التضاغطات مع سعة التخلخلات مثل حركة الشوكة الرنّانة.[1]

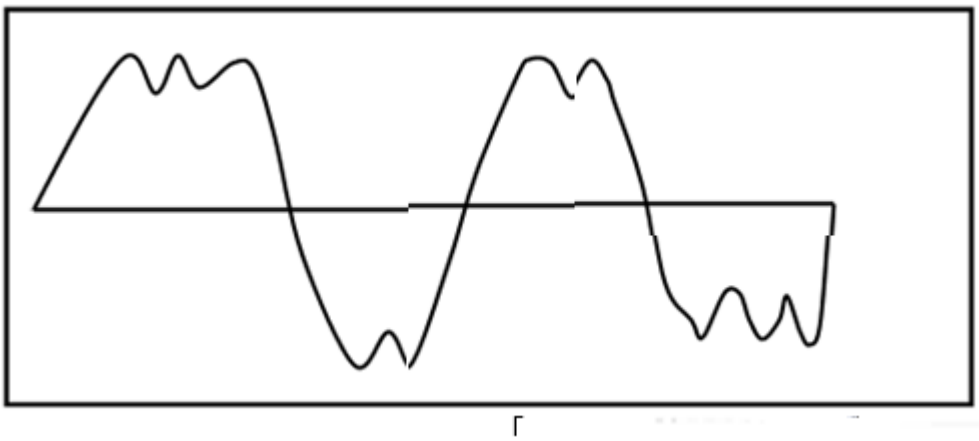
* ذبذبة غير منتظمة بسيطة يوضحها الرسم التالي:



الشكل (3)

يبين الشكل (3) حركة غير منتظمة بسيطة تتكون من ذروة واحدة، بحيث لا تتساوى سعة التضاغطات مع سعة التخلخلات مثل صوت المنبه، ودقات عقارب الساعة.

* ذبذبة غير منتظمة مركبة يوضحها الرسم التالي:



الشكل (4)

1- عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام، ص: 43.

يبين الشكل (4) حركة غير منتظمة مركبة تتكون من عدة ذروات، بحيث لا تتساوى سعة التضاغطات مع سعة التخلخلات مثل (جهاز رسم القلب، صوت الرعد، طلقات النارية، وبعض الأصوات الكلامية) مثل (المشجرات الكلامية الحادة).[1]

أمّا بالنسبة لمصدر الصوت اللغوي؛ فتعدّ حركات الجهاز النطقي مصدرا للصوت اللغوي فهي التي تسبب تذبذبا في جزيئات الهواء الملامس للأذن، بحيث تتأثر الأذن بذلك التذبذب وبالتالي تؤدي إلى إحساس سمعي، وتتم هذه العملية بعنصرين متكاملين متلازمين لا يمكن فصل أحدهما عن الآخر وهما:[2]

أولا:ميكانيكية تيار الهواء (air stream mechanism): وهي الكيفية التي يتولد بها الهواء اللازم لكي ينتج الصوت اللغوي، وكذا إرساله في حركة معينة؛ بمعنى نتيجة تغير بين ضغط الهواء الكائن في القناة النطقية، وضغط الهواء الخارج، والمصطلح الذي يطلق على مكان توليد الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي وهو (مصدر تيار الهواء) لإنتاج الصوت اللغوي، وقد حدّدها العلماء بثلاثة مصادر:

أ- الرئتان.

ب-الحنجرة.

ج -الفم.

أمّا بالنسبة لاتجاه حركة تيار الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي فلقد أطلق عليه مصطلح اتجاه الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي وقد حدّدها العلماء باتجاهين اثنين:

أ-الخارج: من الداخل إلى الخارج؛ أي من مكان توليده باتجاه الهواء الخارج.

1- عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، ص: 100.

2- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 34-35.

ب–الداخل: من الخارج إلى الداخل؛ أي من الخارج باتجاه مكان توليده.

وبالتالي فإن نوع ميكانيكية تيار الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي يمكن أن يكون واحدا من هذه الأنواع:[1]

- ميكانيكية تيار الهواء الرئوي الخارج pulmonic egressive air stream mechanism
- ميكانيكية تيار الهواء الرئوي الداخل pulmonic ingressive air stream mechanism
- ميكانيكية تيار الهواء الحنجري الخارج glottalic egressive air stream mechanism
- ميكانيكية تيار الهواء الحنجري الداخل glottalic ingressive air stream mechanism
- ميكانيكية تيار الهواء الفموي الخارج oralic egressive air stream mechanism
- ميكانيكية تيار الهواء الفموي الداخل oralic ingressive air stream mechanism

والحاصل هنا، فإنّ ميكانيكية تيار الهواء هي التي توفر الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي، وتزود به (القناة الصوتية) (vocal-tract) تحديدا من المنطقة الممتدة من الوترين الصوتيين في الحنجرة إلى الشفتين وفتحتي الأنف، بحيث تشكل (حجرة رنين) (resonance cavity) في صورة معقّدة.

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 35.

ينتج الصوت هنا نتيجة: «ارتجاج مادة ما بذبذبة معينة والأوتار الصوتية في الحنجرة هي تجعدات غشائية تفصل بين فتحتين رقيقتين يمرّ بينهما الهواء الخارج من الرئتين، ويتغير توتر تلك الأوتار وعرضها بتأثير اللّيف العضلية المرتبطة بالدماغ، وهكذا يرّج الهواء الخارج من الرئتين الأوتار الصوتين بذبذبات مختلفة فتحدث أصواتا يقوم الفم بتعديلها»[1].

ثانيا: حركات أعضاء النطق:

يتحول تيار الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي، في القناة الصوتية في شكل عمود هواء يهتز مولدا قدرا كافيا من الطاقة بحيث تترجمها الأذن إلى صوت مسموع. وهي أيضا المسؤولة عن تحديد حجرة الرنين وشكلها للصوت اللغوي المعين، فمصدر الصوت اللغوي هو عمود الهواء المهتز بفعل حركات أعضاء النطق، ومن الأعضاء المعتمد عليها والتي تسبب اهتزاز عمود الهواء هي "ميكانيكية تيار الهواء الرئوي الخارج" pulmonic egressive air-stram mehanism، يعد التيار المستغل في إنتاج الأصوات اللغوية جميعها المكوِنة لفونيمات معظم اللغات البشرية وكذلك هو التيّار المستغل في إنتاج معظم الأصوات اللغوية.[2]

يتكون الهواء الرئوي الخارج من بلايين الجزيئات التي تهتزّ اهتزازات لا تولد قدرا كافيا من الطاقة، وبالتالي لا تترجمها الأذن إلى صوت مسموع، لكن إن وصل هذا التيار إلى منطقة أعضاء النطق والقناة الصوتية فإنه ينتج واحدا من هذه الأوضاع الثلاثة، والمذكورة على الترتيب:[3]

أ- أن يكون الوتران الصوتيان في وضع الهمس ممّا يعرّض القناة الصوتية بفعل حركات النطق والتي تشملها التعديلات الثلاثة وهي الغلق (closure)، أو التضييق (construction)، أو كلاهما؛

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب قل لماذا؟، ص: 82.
2- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 36.
3- ينظر: المرجع نفسه، ص: 37.

أي يتحول تيّار الهواء بسبب أي من هذه التعديلات إلى عمود هوائي مهتز يولد قدرا كافيا من الطاقة باستطاعة الأذن ترجمتها.

ب- أن يكون الوتران الصوتيان في وضع الجهر، ممّا يعرض القناة الصوتية بفعل حركات أعضاء النطق والتي تشتملها التعديلات الثلاثة الأنفة الذكر؛ بمعنى يتحول تيّار الهواء بسبب تذبذب الوترين الصوتيين؛ أي من التعديلات الثلاثة إلى عمود هوائي مهتز،يولد قدرا كافيا من الطاقة تستطيع الأذن ترجمتها إلى صوت مسموع.

ج- أن يكون الوتران الصوتيان في وضع الجهر، ممّا يعرض القناة الصوتية بفعل حركات أعضاء النطق حجرة رنين لا غير؛ أي يتحول تيّار الهواء بسبب تذبذب الوترين الصوتيين إلى عمود هوائي مهتز، مولدا قدرا كافيا من الطاقة باستطاعة الأذن ترجمتها إلى صوت مسموع.

والعمليات السابقة تندرج ضمن ما أطلق عليه مصطلح (مصدر الصوت اللغوي) وهو واحد من المصادر الثلاثة التالية:

1-موضع النطق.
2-الوتران الصوتيان وموضع النطق.
3-الوتران الصوتيان.

يكون تعرّض تيار الهواء لوقف وقتي، يتحول في أثنائه وبعده إلى عمود هوائي مهتز، تهتز جزيئاته اهتزازا غير دوري بفعل اصطدامها بموضع النطق وأعضاء النطق المتلبسة به وجدران القناة الصوتية، ففي كل ما ذكرنا تكون طريقة الاهتزاز.

أمّا فيما يخص نوع الاهتزاز فإن جزيئات عمود الهواء تهتز اهتزازا مركبا؛ بمعنى تصطدم بموضع النطق وأعضاء النطق المتلبسة به وجدران القناة الصوتية يكون في أوقات متفاوتة، يتزايد اهتزاز جزيئات عمود الهواء فيزداد ضغطه وهذا إذا استمر الغلق لكن عندما يبرئ عمود الهواء المضغوط

فجأة يسمع صوتا انفجاريا،كما تهتز أيضا جزيئات عمود الهواء اهتزازا مركبا نتيجة احتكاكها بموضع النطق وأعضاء النطق المتلبسة به وجدران القناة الصوتية في أوقات متفاوتة؛ أي يستمر سماع الصوت الاحتكاكي إذا استمر زفر الهواء حال حدوث التضييق في القناة الصوتية.[1]

ونتيجة لذلك، فإن الحركة الاهتزازية التي يهتزها عمود الهواء في القناة الصوتية بسبب موضع النطق هي حركة غير منتظمة مركبة؛ بمعنى جزيئات عمود الهواء في القناة الصوتية تهتز جميعها اهتزاز غير دوري في أوقات تتفاوت.

أمّا الحركة الاهتزازية التي يهتزها عمود الهواء في القناة الصوتية بسبب الوترين الصوتيين وموضع النطق، إنما هي حركة مختلفة (منتظمة وغير منتظمة مركبة)؛[2] ذلك لأن جزيئات عمود الهواء في القناة الصوتية تهتز جميعها اهتزازا مختلطا (دوريا وغير دوري) في أوقات متفاوتة، ومن أمثلة ذلك نذكر ما يلي:[3]

- حركة اهتزازية غير منتظمة مركبة مثل الصوامت الانفجارية المهموسة، الصوامت الاحتكاكية المهموسة، والصوامت المركبة المهموسة.
- حركة اهتزازية مختلطة (منتظمة وغير منتظمة) مركبة مثل الصوامت الانفجارية المجهورة، الصوامت الاحتكاكية المجهورة، الصوامت المركبة المجهورة.
- حركة اهتزازية منتظمة مركبة مثل أشباه الصوائت، أنصاف الصوائت، الصوائت.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 38،39.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 49.
3- المرجع نفسه، ص: ن.

المطلب الثاني: مصدر الصوت عند القدامى والمحدثين:

قسّم الباحثون القدامى الأصوات اللغوية إلى قسمين:[1]

- الأول: الأصوات الجامدة والتي يقابلها في المصطلح الحديث الصوامت (consonants).

- الثاني: الأصوات الذائبة والمعروفة حديثا بالصوائت (vowels)

في حين "عصام نور الدين" يرى أن الصوت يصدر: «عن أي شيء يسبب اضطرابا أو اهتزازا ملائما في ضغط الهواء، مثل الشوكة الرنّانة، والوتر المشدود كما في العود، ومثل الوترين الصوتيين الموجودين في حنجرة الإنسان وكلها يمكن أن تتحرك في اتجاهات مختلفة ومتعددة، فتنتج أصواتا تسبب تنوعات في ضغط الهواء»[2]، هنا يتحدث عن مصدر الصوت في الجانب الفيزيائي عن طريق الاضطراب فقط، أما في الجانب الفيسيولوجي فيتمثل في التحركات المختلفة الاتجاهات للوترين الصوتيين.

أمّا تعريف "أحمد مختار عمر" لمصدر الصوت فهو: «أي شيء يسبب اضطرابا أو تنوعا ملائما في ضغط الهواء، مثل الشوكة الرنّانة، الوتر الممتد،وهو في أصوات اللغة أعضاء النطق، ولاسيّما الوترين الصوتيين التي تتحرك في اتجاهات مختلفة وبأشكال متعددة وتنتج أصوات تسبب تنوعات في ضغط الهواء»[3]، يتبين لنا أن "أحمد مختار عمر" قد اتبع "عصام نور الدين" في مفهومه للمصدر الصوت.

من ناحية أخرى، نجد "حازم علي كمال الدين" قد توسّع في كيفية حدوث الصوت اللغوي في قوله: «الصوت الإنساني ينشأ من ذبذبات مصدرها في الغالب الحنجرة لدى الإنسان، فعند اندفاع النفس من الرئتين يمّر بالحنجرة فيحدث تلك الاهتزازات التي صدورها من الفم أو الأنف،

1- منصور بن محمد الغامدي، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة، ط 1، الرياض، (2001)، ص: 88.
2- عصام نور الدين، السلسلة الألسنية "علم الأصوات اللغوي"، ط 1، دار الفكر، لبنان، (1996)، ص: 96.
3- أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، د. ط، عالم الكتب، القاهرة ، (1997)، ص: 21.

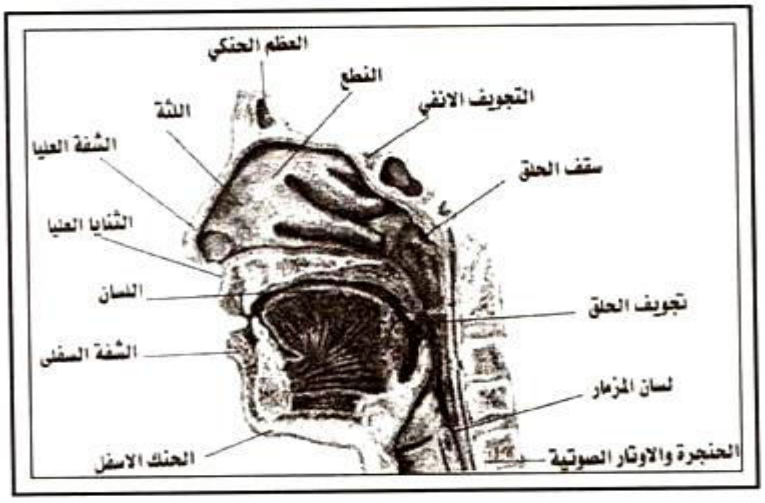
تنتقل خلال الهواء الخارج على شكل موجات حتى تصل إلى الأذن، والصوت اللغوي ذو جانبين أحدهما عضوي والأخر صوتي، أو بعبارة أخرى أحدهما حركي والآخر تنفسّي، أو بعبارة ثالثة أحدهما يتصل بعملية النطق والثاني يتصل بصفته، وعملية النطق هذه تحدث في أيّة نقطة مما بين الشفتين والأوتار الصوتية في الجهاز النطقي الإنساني»[1].

وأجزاء الجهاز النطقي تنقسم إلى قسمين في حالة نطق الأصوات اللغوية وهذان القسمان هما:[2]

أ- أجزاء ثابتة وهي: الأسنان، اللثة، الغار، والجهاز الخلفي للحلق.

ب-أجزاء متحركة وهي: الشفتان، اللسان من طرفه إلى ما يشمل لسان المزمار، الفك الأسفل، والطبق بما فيه: اللهاة، الحنجرة، الأوتار الصوتية، والرئتان.

في هذا المفهوم نجده قد خصّص مصدر الصوت على كل أعضاء الجهاز النطقي وليس الأوتار الصوتية فقط، وهذا يعود إلى منهجه العلمي التجريبي وأسلوبه الدقيق، وفي ما يلي رسم تخطيطي للجهاز النطقي.[3]



شكل (1): الجهاز النطقي.

1- حازم علي كمال الدين، دراسات في علم الأصوات، ط 1، القاهرة، (1999)، ص: 13،14.
2- المرجع نفسه، ص: 14.
3- المرجع نفسه، ص: 17.

وكمثال على ذلك نأخذ صوت المذيع: «فهو يكون بعيدا عنا في غرفة تسمى الستيديو، حيث يوجد جهاز البّث، إلّا أنّ صوته يتحول إلى موجات تنتقل بسرعة فائقة في الهواء، فتصل إلى جهازنا-المذياع أو التلفاز- في زمن قصيرا جدا، لا يكاد يحصى، يتكلم المذيع في استيديو أمام مكرفون يحول رجّات صوتية إلى تيّارات كهربائية مضّمنة تقع تقويتها قبل وصولها إلى آلة البّث التي تكون بعيدة عن الستيديو. وهناك تضاف إلى موجة حاملة يحدثها الجهاز البّث (الراديو أو التلفاز) وتنتشر في الفضاء بعيدا فتلتقطها لاقطة المذياع فيعيد جهاز البّث صوت المذيع بواسطة مضّخم الصوت يوجد داخله، وذلك بعد أن تحول التيارات الكهربائية إلى رّجات صوتية»[1].

نستنتج ممّا سبق أن الأصوات أو الكلمات تخرج من أفواهنا بفضل الأوتار الصوتية الموجودة في حلوقنا، وهي أوتار ترتج ارتجاج أوتار الكمنجة أو القيثارة محدثة بذلك أصواتا مختلفة متعددة باختلاف اللغات البشرية، كما يرتبط ارتفاع الصوت لدى السامع بقوة اهتزاز مصدر الصوت وهذا على حسب قرب وبعد السامع، بالمقابل ينتج الصوت عن قرع الذي هو التقاء المواد أو الأجسام عن طريق الاصطدام، أو الاحتكاك بينهما، أو عن قلع الذي هو التبعيد بين المواد مثل قلع جذر الشجر، أو شق خشبة إلى نصفين وغيرها من المواد الجامدة.

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب قل لماذا؟، ص: 123.

الفصل الثاني: دراسة خواص الصـــوت عنـــد خلـــدون أبـــي الهجاء

المبحث الأول:انتشار الصوت وتردّد الموجة الصوتيّة.

المبحث الثاني: شدّة الموجة الصوتية وشكلها.

من المفهوم الآنف للذكر والذي من خلاله حدّدنا الصوت ومنه يتّضح لنا أن انتشار الصوت عبارة عن تذبذب جزيئات الوسط الملام[illegible] مادة ما بحيث ينتبه إحساس الأذن لدى السامع عن طريق تلك التذبذبا[illegible]بو الهيجاء " يقوم بتقسيم الفصل الثاني إلى العناصر التالية: انتشار الصوت، وتردّد الموجة، شكل وشدّة الموجة.

المبحث الأول: انتشار الصوت وتردّد الموجة الصوتيّة:

المطلب الأول: انتشار الصوت (Sound propagation):

من شروط انتشار الصوت وجود الوسط المادي (غاز، سائل، صلب)، فالصوت أمواج ميكانيكيّة يرتكز نوعها على نوع الوسط الذي تنتشر فيه،كما لابد للوسط المادي اللّازم لانتشار الصوت من أن يصل المادة المهتّزة (مصدر الصوت) بالأذن وهذا لكي تتم عملية الاستماع، وبناء على هذا فلا بد من توفر شرطين أساسيين وهما على التوالي:[1]

أ- المرونة: وهي عودة جزيئات الوسط المادي الذي من خاصيته المرونة إلى الحالة الطبيعية وهذا بعد توقف أثر القوة الخارجية التي جعلت تلك الجزيئات حاملة للحركة (التذبذب).

ب- الكثافة: لكي تتمكن جزيئات الوسط المادي من تجاوز الحالة الطبيعة المتعادلة وأن تتّخذ وضعا جديدا؛ أي تتذبذب، بتوفر الشرطين السابقين في الوسط المادي اللازم لانتشار الصوت: «يتحقق لنا نقل الطاقة الاهتزازية الصادرة عن مصدر الصوت إلى أذن السامع، ومن الأمثلة عن ذلك: الهواء، الماء، الزجاج، الخشب، والصلب. وجميع هذه المواد لها القدرة على نقل الطاقة الاهتزازية التي تصدر عن مصدر الصوت؛ بمعنى أن هذه المواد ميزتها المرونة والكثافة»[2].

ينقل الوسط المادي اللازم لانتشار الصوت، الطاقة الاهتزازية الصادرة عن مصدر الصوت إلى الأذن في شكل أمواج ميكانيكية، تنتج من الحركة الذبذبية لجزيئات الوسط؛ بمعنى أن اهتزاز مصدر الصوت متأثر بقوة معيّنة وبالتالي تذبذب جزيئات الوسط المادي الموجود في ذلك المصدر، وهذه الجزيئات تؤثر بدورها فيما يتعبها من جزيئات، فتتذبذب وهكذا دواليك ..... فيصدر عن الحركة الذبذبية لجزيئات الوسط ما يسمى بالحركة الموجية الميكانيكيّة، مثل عمل الساعات حيث: «تسير معظم الساعات سيرا متقطّعا منتظما في حركات متساوية بين عجلة تضمن انتظام السير، وبين

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 76.
2- المرجع نفسه، ن، ص.

دولاب مسنّن يدور دورانا متقطّعا، بدوره، وصوت الدولاب المسنّن هو المتسبب أساسا – في تكتكة الساعة– أما الساعات الدقّاقة والساعات الكهربائيّة فهي صامتة لأن محرّكها يعمل باستمرار»[1].

من هنا نصل إلى القاعدة التي توصل إليها "خلدون أبو الهيجاء" وهي أن انتشار الصوت اللغوي: «يكون في تذبذب جزيئات الهواء الملامس للأذن بسبب حركات الجهاز النطقي؛ بحيث تتأثر الأذن بذلك التذبذب فتؤدي إلى إحساس سمعي»[2]. فيتضح أمران أساسيان هما:[3]

- أن الوسط المادي اللازم لانتشار الصوت اللّغوي هو الهواء، أي أن الصوت اللغوي عبارة عن أمواج ميكانيكيّة طولية مكونة من تضاغطات وتخلخلات؛ لأن الصوت لا ينقل في الوسط الغازي (الهواء) إلاّ على صورة أمواج طولية، وهذه الأخيرة بدورها تتكون من تضاغطات وتخلخلات.

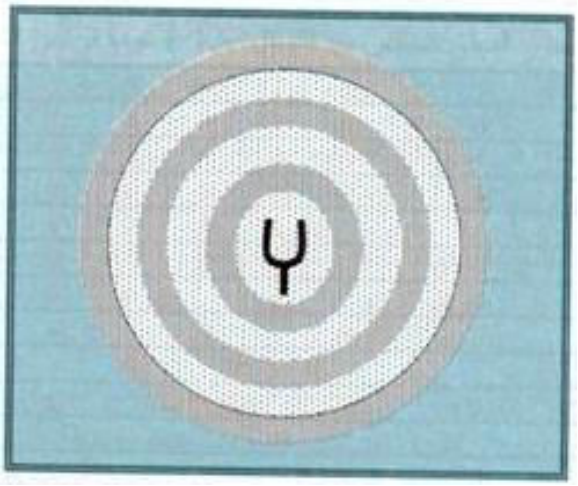
- أن الوسط المادي اللازم لانتشار الصوت اللغوي وهو الهواء، الذي يصل حركات الجهاز النطقي مصدر الصوت عند المتحدّث، بالأذن التي تمثل مستقبل الصوت عند السامع، وبذلك تتم العملية الكلامية.

يعّد الهواء ناقلا لأنّه الوسط المادي اللّازم لانتشار الصوت اللّغوي للطاقة الاهتزازية التي تصدر عن مصدر الصوت اللغوي إلى الأذن، في صورة أمواج ميكانيكية كروية طولية بحيث تتكون من سلسلة سطوح ذات شكل كروي متتابع من التضاغطات والتخلخلات التي تنتج من مصدر الصوت في كل الاتجّاهات؛ أي إن الصوت ينتشر من خلالها ويدركه الإنسان عندما تتأثر الأذن بهذه التضاغطات والتخلخلات فتحدث بذلك اهتزازات في المقابل.

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب قل لماذا؟، ص: 339.
2- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 77.
3- المرجع نفسه، ن : ص.

يتكون الهواء من: «خليط من الغازات التي تتميز جزيئاتها بالقابلية لأنّها تتضاغط وتتخلخل، فإن تضاغطت ارتفع الضغط الهوائي على ضغط الهواء الجوي العادي ويعرف (بالضغط الإيجابي)، أمّا إذا تخلخلت قلّ الضغط الهوائي عن الضغط الجوي العادي ويعرف باسم (الضغط السلبي) وكل هذا يحدث نتيجة اهتزاز مصدر الصوت المتأثر بقوة معينة»[1].

في العملية الكلامية تتسبب حركات الجهاز النطقي في تذبذب جزيئات الهواء، بحيث في الأول تتضاغط إذ أنّها تتحرك من منطقة السّكون إلى منطقة التضاغط، فيزيد ضغطها على ضغط الهواء الجوي العادي ويصبح إيجابيا، بعد ذلك تتخلخل إذ أنّها تتحرك من منطقة التضاغط نحو منطقة التخلخل، فينقص ضغطها عن ضغط الهواء الجوي العادي حتى يصبح سلبيا وفي حين آخر تتحرك جزيئات الهواء الجّوي من منطقة التضاغط إلى منطقة التخلخل، وكذلك يكون العكس، حيث تمّر في منطقة السكون، إذ أنّها تعمل في نفس الوقت الذي تتحرك فيه بين المنطقتين؛ أي التضاغط والتخلخل، لدفع جزيئات أخرى على الحركة؛ معنى ذلك تتذبذب، حيث تمر بدورها بنفس المرحلة التي مرّت بها سابقتها، ثم تؤثر فيما يليها من جزيئات فتتذبذب. وهكذا تكون حركة جزيئات الهواء في صورة سلسلة مستمرة، من التضاغطات والتخلخلات التي بدورها تكوّن الموجة الصوتية (acoustic wave) وهذا يوضّحه الشكل التالي:[2]



1 – خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 78.

2– المرجع نفسه، ص: 79.

الشكل 01: يوضح الشكل تجمع جزيئات الغاز في مناطق التضاغط وتباعدها في مناطق التخلخل

وضّح "خلدون أبو الهيجاء" كيفية انتشار الصوت بمجموعة من الأمثلة والرسومات التوضيحية،ثم قام بالتعليق عليها، وشرحها متوصلا إلى نتيجة مضمونها: «الموجة الصوتيّة عبارة عن مجموعة الذبذبات الصوتية المتعاقبة (التضاغطات والتخلخلات) التي تنتج إحداهما من الأخرى».[1]

كما تتميز الموجة الصوتية بثلاث خصائص رئيسية هي:

1- تردّد الموجة.

2- شدّة الموجة.

3- شكل الموجة.

لم تهمل الدراسات الصوتية العربية القديمة عملية حدوث الصوت اللّغوي وانتشاره، وتوصّلوا إلى أن الموجة الصوتية تنتقل في شكل كروي يتسع ويضيق بحسب قوته وبعده عن المصدر حتى يضمحل، وهذا ما نجده في الدراسات الصوتية الحديثة.

ومن علماء العرب الذين تحدثوا في ظاهرة انتشار الصوت، نجد "الفارابي "(ت 950 هـ) قد أشار إلى الطريقة التي ينتقل بها الهواء بعد حمله للصوت فقال: «أمّا كيف يتأدى إلى سمع فإنّ الهواء الذي ينبوا من المقروع هو الذي يحمل الصوت فيحّرك مثل حركته الجزء الذي يليه فينقل الصوت الذي كان قبله ويحرك الثاني ثالثا يليه فيقبل ما قبله الثاني، والثالث رابعا يليه فلا يزال هذا التداول من واحد إلى واحد حتى يكون آخر ما يتأدى إليه من أجزاء الهواء هو الهواء الموجود في الصماخين، وهو الصماخ ملاق للعضو الذي فيه القوة التي بها يسمع ويتأدى ذلك إلى القوة السامعة فيسمعه الإنسان»[2]. يتّضح لنا من هذا القول أن "خلدون أبو الهيجاء"، قد اتبع "الفارابي" في منهجه خاصة

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 84.

2- علاء جبر محمد، مدارس صوتية عند العرب "النشأة والتطور"، ص: 157.

في كيفية انتشار الصوت، بينما يظهر الاختلاف في المصطلحات العلمية التي قد وظّفها "خلدون" مثل التضاغط، التخلخل وغيرها، في حين استعمال "الفارابي" مصطلح فلسفي مثل المقروع، وتأكيده على أنّ الهواء هو الحامل للصوت.

في حين وافق "إخوان الصفاء" "الفارابي" في حصرهم للهواء، إذ يعتبر العامل الأساسي لانتشار الصوت وهذا في قولهم: «وذلك أن الهواء لشدّة لطافته وصفاء جوهره وسرعة حركة أجزائه يتخلّل الأجسام كلها، ويسري فيها ويصل إليها ويحرّك بعضها إلى بعض، فإذا صدم جسم جسما انسّل ذلك الهواء من بينهما، وتدافع وتموج إلى جميع الجهات وحدث من حركته شكل كروي فاتّسع كما تتّسع القارورة من نفخ الزجاج وكل ما اتسع ذلك الشكل، ضعفت قوة ذلك الصوت إلى أن يسكن...»[1].

يتّضح لنا بأن الصوت ينتقل في الهواء على شكل اهتزازات ذات شكل دائري، فيشكل موجة صوتية تتأثر ببعضها بواسطة انتقال الحركة إلى الأجزاء التي تتبعها، فيتحقق بذلك انتشار الصوت مع سعة رقعته في الانتقال، إلى أن يضمحل شيئا فشيئا.

يرى "ابن سينا " أن: «التموّج ليس هو حركة انتقال من هواء واحد بعينه، بل كالحال في تموج الماء يحدث التداول بعد صدم مع سكون قبل سكون وهذا التموج الفاعل للصوت سريع ليس بقوي الصّك»[2]. نلاحظ هنا أن "ابن سينا"عارض كل من "الفارابي " و "إخوان الصفاء" حينما حصروا انتشار الصوت في الهواء فقط، بل يتعدد ذلك فأعطى مثال (تموج الماء)، بالإضافة إلى استخدامه لمصطلح الصّك وقوته، والذي يعني التصادم المفاجئ.

كما يذهب "عبد اللطيف البغدادي "(ت 1999 هـ) إلى أنّ انتشار الصوت وانتقاله يكون على الشكل التالي:« إنّ الهواء الناتج من تصادم الأجسام بقوّة يتأثر بذلك الأثر ويتدافع مع مجاوره

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص:158.
2- علاء جبر محمد، مدارس صوتية عند العرب "النشأة والتطور"، ص:159.

حتى يصل العصب المفروشة على الصماخ، وبيّن أن هذه الحركة التداولية تكون على شكل دوائر أو قطع دوائر، ذلك لأن الهواء بسيط لا يقبل ما كان من الأشكال ذا زوايا ...»[1].يتبين لنا بأن "البغدادي" قد سار على نهج سابقيه في تعليله لظاهرة انتشار الصوت، وركّز على عنصر الهواء فقط.

من آراء المحدثين نأخذ رأي "أحمد مختار عمر" في شرحه لظاهرة انتقال الصوت (انتشاره)، حيث قال:« تنتقل الأصوات بسرعة من مصدرها إلى أذن السامع،وإذا راقبنا شخصا يتكلم يخيّل لنا أنّنا نسمع في نفس اللحظة نطقه، ولكن في الحقيقة يوجد وقت قصير بين النطق والسمع.وفي حالة وجود مصدر صوت بعيد المدى مثل: بندقية، أو مدفع، فإنّنا نرى ضوء الانفجار قبل أن نسمع صوته»[2] . بمعنى أنّ الصوت اللّغوي أو غير اللغوي ينتقل من المتكلم إلى السامع عن طريق الهواء، وهذا ما وضّحه في قوله (يوجد وقت قصير بين النطق والسمع)، وفي قوله (صوت البندقية، والمدفع) صوت غير لغوي.

وأضاف الحديث عن كيفية فهم الظاهرة قائلا: «لنفهم هذه الظاهرة من المناسب أن نتصور الهواء بين آذاننا ومصدر الصوت كما لو كان مقسما إلى عدد من الأجزاء، يسبب مصدر الصوت تحركات لأجزاء الهواء المجاورة له، وهذه التحركات تسبب اضطرابا في الهواء لمسافة أبعد من المصدر، وهذه الأجزاء بدورها تؤثر على ما جاورها... وهكذا يمتد التأثير بعيدا عن مصدر الصوت وتنتشر خارجا»[3]. فهنا قد ركّز هو الآخر على عنصر الهواء الذي يعّد عاملا أساسيا في انتشار الأصوات اللغوية وغير اللغوية.

وعليه فإنّ "خلدون أبو الهيجاء" قد اتّبع سابقه "أحمد مختار عمر" في شرحه وتفسيره لظاهرة انتشار الصوت. ونخلص إلى أنّه لابد من توفر شروط أساسية لانتشار الصوت، والتي تتمثل في الوسط المادي (غاز،سائل،صلب)، بالإضافة إلى توفر عنصرين مهمين هما: المرونة والكثافة، إلى

1- المرجع نفسه ، ن: ص.
2- أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، ص: 22.
3- أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، ص: 22، 23.

جانب تميز الموجة الصوتية بخصائصها الثلاثة (التردد،الشدة،والشكل) وهذا ما قد تناوله علماؤنا العرب القدامى وكذلك المحدثين منهم فقد اتفقوا على أن عنصر الهواء هو العامل الرئيسي الذي يساعد في انتشار الصوت اللغوي وغير اللغوي، إلى أنّنا نجدهم قد اختلفوا في وضع المصطلحات الخاصة بظاهرة انتشار الصوت (انتقاله).

المطلب الثاني: تردّد الموجة (wave frequency):

تطرقنا سابقا إلى أنّ جزيئات الهواء تتذبذب لتأثرها بمصدر الصوت المهتزّ بحيث أنّه:[1]

عندما يتابع جزيء الهواء حركته فإنّه يبدأ في ذبذبة جديدة، وتسمى عدد الذبذبات الصوتية التي ينتجها جزيء الهواء بسبب اهتزاز مصدر الصوت في وحدة الزمن، يطلق عليها مصطلح التردد (fréquence) وبالتالي فإنّ وحدات قياس التردّد هي الثانية (ذ/ث) وتساوي (هيرتز) ويكون مدى التردّد الذي تدركه الأذن بين (20-20000 ذبذبة/ثانية) .

فمعرفة تردد الموجة الصوتية التي تصدر عن اهتزاز أحد مصادر الصوت تمكّننا من معرفة زمن الذبذبة الصوتية الواحدة، وهذا بواسطة المعادلة الآتية: $ن = \frac{1}{ت}$

حيث: (ن) هو زمن الذبذبات الصوتية الواحدة، و(ت) هو نردد الموجة الصوتية كما يعرف تردد الموجة الصوتية إذا عرف زمن الذبذبات الواحدة بالمعادلة التالية: $ت = \frac{1}{ن}$

والنتيجة هي إذا كان تردد الموجة الصوتية التي تصدر عن أحد مصادر الصوت هو 300ذ/ث، فإن زمن الذبذبة الصوتية الواحدة يكون (300/1من الثانية).

وبإمكاننا معرفة تردّد الموجة الصوتية إذا تبيّن لنا كلا من سرعة انتشارها وطولها ويكون باستعمال المعادلة وهي: $ت = \frac{ع}{ل}$

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضحه السمعي، ص: 85، 86.

بحيث: (ع) هو سرعة انتشار الموجة الصوتية، نستطيع حسابها إذا كان لدينا طول الموجة الصوتية وترددها ويكون حساب ذلك بالمعادلة الآتية: ع=ت × ل.

أمّا سرعة انتشار الموجة الصوتية في الوسط المادي المحدّد، على نوع ذلك الوسط (غاز، سائل، صلب) فيدّل عليها بالعلاقة التالية: [1] $ع = \sqrt{\frac{م}{ث}}$

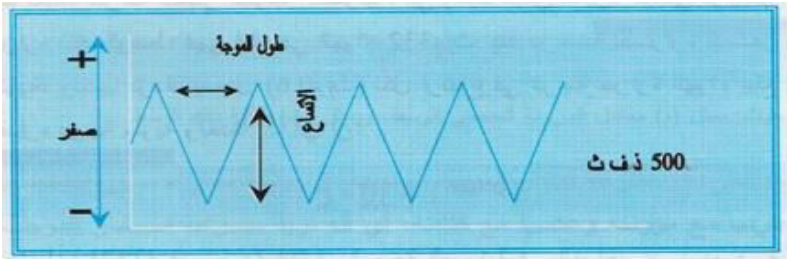
حيث يمثّل (م) معامل المرونة الحجمي للوسط، وتمثل (ث) كثافة ذلك الوسط ونأخذ على سبيل المثال، غطاء القدر في حالة الغليان إذ: «يتحرك لأن الماء –في غليانه– يتحول إلى بخار ويتجمع هذا البخار، فلا يجد في القدر المكان الذي يسعه فيزيح الغطاء قليلا ويخرج، ثم يرجع الغطاء إلى مكانه إثر كل خرجة، يعني غليان الماء أن السائل بلغ درجة من الحرارة، أصبح فيه هيجان جزيئاته في حالته الغازية يحدث ضغطا يعادل ضغط الهواء على سطحه، ويساوي ذلك الضغط –عادة– كيلوغرام في السنتمتر المربع،وذلك على ارتفاع قريب من المستوى وتنتج –عن هذا الضغط المحدث– قوة تفوق ثقل الغطاء، قادرة على رفعه»[2].

وعليه: «فإنّ سرعة انتشار الموجة الصوتية، في وسط مادي معين تتناسب طرديا مع مرونته وعكسيا مع كثافته، بحيث تكون سرعة انتشار الموجة الصوتية في الأوساط الصلبة، أكبر منها في الأوساط السائلة، وهي في الأوساط السائلة أكبر منها في الأوساط الغازية.

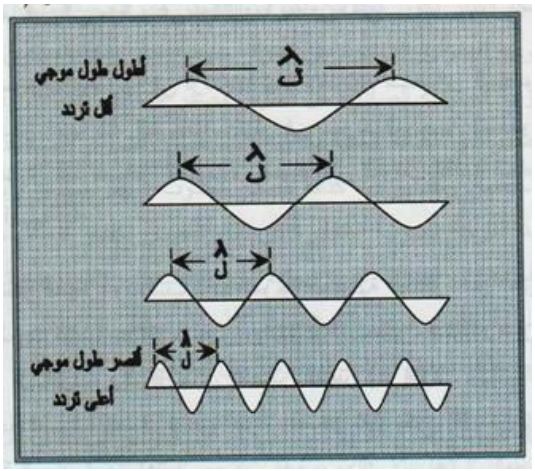
كلّما ارتفعت درجة حرارة الهواء قلّت كثافته دون أن تتأثر مرونته، ومن هنا تكون سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء الدافئ أكبر منها في الهواء البارد، وأمّا سرعة انتشار الموجة الصوتية في الوسط الغازي لا تعتمد على ضغطه،بمعنى أنّ تغير ضغط الغاز يؤثر في كل من المرونة والكثافة بنسبة

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضحه السمعي، ص: 86.
2- سيسيل أبوري، موسوعة الشباب، قل لماذا؟، ص: 111.

واحدة ومنه، فإنّ السبب الرئيسي لانخفاض سرعة انتشار الموجة الصوتية في الارتفاعات الكبيرة هو انخفاض درجة حرارة الهواء وليس انخفاض ضغطه»[1]. وهذا موضح في الشكلين التاليين.[2]



الشكل (1): يبين طول الموجة الصوتية



الشكل(2): العلاقة بين طول الموجة الصوتية وترددها

يعرّف "خلدون أبو الهيجاء" طول الموجة الصوتية على أنها: «المسافة التي تقطعها الموجة الصوتية في الزمن اللازم لإتمام ذبذبة صوتية واحدة، أو هو المسافة بين أي نقطتين متتاليتين في وسط متذبذب؛ بمعنى تمركزهما في نفس الطور الذبذبي، ومنه يكون طول الموجة الصوتية معلوما، إذا عرفنا كلا من سرعة الانتشار والتردد، بواسطة المعادلة التالية»:[3] $ل = \frac{ع}{ت}$

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 86، 87.
2- المرجع نفسه، ص: 88، 89.
1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 89.

يتبيّن لنا من هذه المعادلة أن طول الموجة الصوتية يتناسب تناسبا عكسيا مع ترددها، إذا كانت سرعة انتشار الموجة الصوتية ثابتة؛ بمعنى أن طول الموجة الصوتية يزداد كلما قلّ تردّدها، ويقّل كلما زاد ترددها وبالتالي، فإنّ طول الموجة الصوتية ذات التردّد العالي يكون أقصر من طول الموجة الصوتية ذات التردد المنخفض. وهذا ما يمثله الشكل (2) السابق الذكر.

يشير هنا إلى أن التردد قيمة فيزيائية، وحسابه يكون بواسطة المعادلات السابقة الذكر، أو بجهاز قياس الذبذبات (oscillograph) أمّا الإدراك السمعي للتردد فهو أمر سيكولوجي ذاتي، يعرف باسم درجة الصوت (sound pitch) والحكم فيه للسامع، فمفهوم مصطلح التردد هو فيزيائي موضوعي، أمّا مصطلح الدرجة فهو سمعي ذاتي.

وهناك مجموعة من العوامل الذاتية التي تؤثر في تردد الموجة الصوتية الصادرة عن مصادر الصوت، ومنها:[1]

أولا: وزن المصدر المهتز: يتناسب تردد الموجة الصوتية تناسبا عكسيا مع وزن ذلك المصدر، فإذا زاد وزن المصدر المهتز قلّ التردد، وإذا قلّ وزن المصدر المهتزّ زاد التردد، علما أن اهتزاز المصدر الثقيل يكون أبطء من اهتزاز المصدر الخفيف.

ومنه فإذا زاد حجم المصدر المهتزّ قلّ التردد، وإذا قلّ حجم المصدر المهتز زاد تردده، كما أنّه إذا زادت كثافة المصدر المهتزّ قل التردد، وإذا قلت كثافة المصدر المهتز زاد تردده. ونأخذ على سبيل المثال الحجر إذ: «يتعرض عندما يوضع في الماء إلى قوتين اثنتين، الأولى قوة الجاذبية الأرضية المتمثلة في وزنها؛ وهي قوة تحاول إسقاطها، والثانية قوة المادة الدافعة التي تقاوم القوة الأولى فتحاول رفع

1- المرجع نفسه، ص: 90، 91.

الحجرة، فإذا كانت الحجرة أثقل من الماء سقطت إلى القعر، أمّا إذا كانت أقل ثقل كالخفّاف، مثلا طفت»[1].

ثانيا: طول المصدر المهتز: يتناسب تردد الموجة الصوتية تناسبا عكسيا مع طول تلك المصدر؛ بمعنى إذا زاد طول المصدر المهتّز قلّ التردّد، وإذا قلّ طول المصدر المهتّز زاد التردد فيكون اهتزاز المصدر الطويل أبطء من اهتزاز المصدر القصير.

ينتج عن المصدر المهتز سلسلة من الذبذبات الثانوية (sécondary vibration) بحيث أن الذبذبات الأساسية (Fundamentals vibration) والتي تمثل تردد الأساس لا تصدر عن أي مصدر مهتز، وتكون الترددات المضاعفة تمثل مضاعفات كاملة وصحيحة لتردد الأساس ويسمى بالترددات التوافقية (hormonic frequencies).[2]

يعّد موضع النطق هو المصدر الذي تصدر عنه موجة الصوت اللغوي، إذ لا تصدر عنه ذبذبات أساسية ولا ذبذبات ثانوية، وإنّما تصدر عنه الذبذبات التي تمثّل الترّدات العشوائية جميعها والتي تدخل ضمن هذا النوع من الموجات وكذلك تؤثر في ترددات موجة الصوت اللغوي مجموعة من العوامل المتمثلة فيما يلي:[3]

أولها: سرعة الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي: فزيادة سرعة الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي تعادل زيادة اصطدامه أو احتكاكه بموضع النطق وجدران القناة الصوتية.

ثانيها: نوع التعديل الذي تتعرض له القناة الصوتية في موضع من المواضع النطقية التي تشملها: وهي (الغلق أو التضييق)أو كلامها، وهذا من خلال نوع التعديل بوسعنا تمييز الصوت الذي تمثله الموجة(أهو انفجاري مهموس، احتكاكي مهموس، أو مركّب مهموس).

1- سيسيل أبيري، موسوعة الشباب،قل لماذا؟ ص: 112.
2- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 92.
3- المرجع نفسه، ص: 97، 98.

ثالثهما:حجم القناة الصوتية وشكلها بسبب حركات أعضاء النطق: ففي حالة صغرها (قصرها أو ضيقها)، زادت الترددات العشوائية العالية في موجة الصوت اللغوي.

يعتبر الوتران الصوتيان المصدر الذي تصدر عنه موجة الصوت اللغوي، فإنّهما تصدر منهما ذبذبات أساسية ترتكز على سرعة الفتح والغلق المتواليين لفتحة المزمار وهو التردد الأساس لتلك الموجة، بحيث تكون هذه الذبذبات المصاحبة لذبذبات ثانوية تمثل بدورها ترددات توافقية. كما تصدر من موضع النطق ذبذبات تمثل الترددات العشوائية جميعها، وبالتالي فإن موجة الصوت اللغوي تكون ممزوجة من:[1]

أ- تردد أساس مصحوب بترددات توافقية،وتصدر جميعها عن الوترين الصوتيين.

ب-ترددات عشوائية تصدر عن موضع النطق.

ومن العوامل المؤثرة في ترددات موجة الصوت اللغوي الصادرة عن الوترين الصوتيين وموضع النطق ما يلي:[2]

- سرعة الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي.
- طول الوترين الصوتيين وكتلتهما وقوّة شدّهما.
- نوع التعديل الذي تتعرّض له القناة الصوتية في موضع من مواضع النطق التي تشملها.
- حجم القناة وشكلها بسبب حركات أعضاء النطق.

من النتائج التي توصل إليها علماء العرب القدامى، ومن بينهم الفلاسفة المسلمين في قضية الضوء والصوت، هي أن الضوء أسرع من الصوت، وهذا على الرغم من عدم استعمال أيّة أجهزة صوتية. فنجد "الفارابي" في كلامه عن القرع، والذي هو السبب الرئيسي في حدوث الصوت يرى بأنّ: « الهواء إذا اندفع بشدة وكان الصوت أشد اتصالا، كان الصوت أسرع، وإذا كانت أجزاء

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 98.
2- المرجع نفسه، ص: 99، 100.

الصوت أكثر تباعدا وأقل اتصالا كان الصوت أبطء»[1]، فربط "الفارابي" شدّة اندفاع الهواء بشدّة الصوت، ونتيجة لهذا يكون الصوت أسرع، بينما إذا حدث العكس فيكون الصوت أبطء.

أمّا "ابن سينا" فيرى بأن الصوت أسرع من الضوء: «.....ويرجع السبب في ذلك، إلى أن البرق يحّس في الآن بلا زمان، والرعد الذي يحدث مع البرق يحس بعد زمان، لأنّ الإبصار لا يحتاج فيه إلاّ إلى موازاة وإشفاق... أمّا السمع فيحتاج فيه إلى تموج الهواء أو ما يقوم مقامه، ينتقل به الصوت إلى السمع وكل حركة في زمان، ولهذا عادة ما يرى وقع الفأس إذا كان يستعمل في موضع بعيد قبل أن يحس بالصوت بزمان محسوس القدر،وأمّا إذا قرب فلا يمكنك أن تفرق بين الزمان القصير وبين الآن».[2]

يشير "ابن سينا" إلى أن الصوت وتردده أسرع من تردد الضوء، ويرجع في ذلك إلى أن الإبصار لا يحتاج إلى زمان.

من الباحثين المحدثين الذي تطرقوا إلى مفهوم التردد، نجد منهم "التواتي بن التواتي" إذ يرى أنّ التردد هو: «الدورات الكاملة التي يمّر عليها الجسم المهتز في الثانية فهو سرعة اهتزاز الجسم (يمكن أن تكون بطيئة أو سريعة سرعة لا ترى)، ولكل جسم تردد خاص به وذلك راجع إلى نوعيته وعناصره الهامة وهي ثقله أو توتره أو ثخانته وإلى العمر والجنس، فكلّما كانت الأوتار الصوتية طويلة وثخينة كانت الاهتزازات بطيئة، وكلما كانت قصيرة ورقيقة كان التردد أكبر، وهذا هو السبب في كون صوت الأطفال والنساء أعلى من صوت الرجال»[3]. يتبين لنا من خلال هذا المفهوم، أنّ التردّد يختلف ويتميز باختلاف وتنوع الأجسام المهتّزة المصدرة للصوت.

1- علاء جبر محمد، مدارس صوتية عند العرب "نشأة والتطور"، ص: 160.
2- المرجع نفسه، ص:161.
3- التواتي بن التواتي، مفاهيم علم اللسان، ط 2، دار الوعي، الجزائر، (2008)، ص: 145.

أمّا "التواتي بن التواتي" فقد وافق "عصام نور الدين" في مفهومه للتردد إلاّ أنّ هذا الأخير أطلق عليه مصطلح التوتر (Fréquence) فقال: «...يعني عدد الدورات الكاملة في الثانية مثلا:... وهذا التذبذب يختلف باختلاف وزن الجسم، وطوله، ونسبة الشدّة، ونسبة التجاويف: الكتلة والشكل والامتداد...إلخ»[1]. يتميز قوله عن سابقه بتلك المصطلحات الجديدة التي وظّفها مثل نسبة الشدة، الكتلة، الشكل، الامتداد وهي العوامل المؤثرة في تردّد وشدّة الصوت، بحيث أن الجسم الثقيل أبطء تذبذب من الجسم الخفيف.

نستنتج من خلال عرضنا لمفهوم التردد fréquence أو التوتر، أنّه نتيجة لعدّة دورات في الثانية الواحدة، ويكون حسب الجسم المهتز والعوامل المؤثرة فيه كالثقل، أو الخفّة، بالإضافة إلى الطول والقصر، وكذلك الحجم والوزن، ومن خلال هذه العوامل تتبين لنا درجة التوتر (التردد) الخاصة بكل جسم، سواء أكان التردّد فيها مرتفعا أم منخفضا.

المبحث الثاني: شدّة الموجة الصوتية وشكلها:

تناولنا سابقا أنّ الطاقة الاهتزازية التي تصدر عن مصدر الصوت تنتقل على شكل موجة صوتية كروية طولّية، بحيث تتكون من مجموعة من الذبذبات المتتالية.

المطلب الأول:-شدّة الموجة (wave intenisty):

يعرّف "خلدون أبو الهيجاء" الشدة الأكوستيكية (Acoustic Intenisty) على أنها: «كمية الطاقة الصوتية المنسابة الصادرة عن مصدر صوت مهتّز عبر مساحة قدرها واحد سنتيمتر مربع في وحدة الزمن»[2]، بحيث تقاس شدّة الموجة بوحدة تسمى: «الواط في السنتيمتر المربع (واط/سم^2) فأقل شدّة تستطيع الأذن الإحساس بها هي (10^{-16} واط/سم^2)، وأمّا أكبر شدة تستطيع الأذن الاحساس بها أو تحملها تصل إلى (10^{2} واط/سم^2) واستخدم علماء الأصوات

1- عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية "الفونيتيكا"، ص: 101 .

2- خلدون أبو الهيجاء،فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 104.

مقياس مستوى الشدة (Intenisty Level) لقياس الشدة المدركة نسبيا بدلا من الشدة الأكوستيكية، أساسه لوغاريتم كما يرتكز مقياس مستوى الشدة على قانون معروف في علم النفس وهو قانون "فيبر فيخنر" (Waber –Fechner law)، بحيث تتناسب الأذن طرديا، مع لوغاريتم شدة الأكوستيكية.

كما يستعمل في قياس الشدّة المدركة نسبيا الديسيبل الذي هو مقياس موضوعي لحساب النسبة بين قيمتين أو أكثر من قيم الشدّة، وذلك بإحالة كل منها إلى القيمة الرجعية (10^{-16} واط/سم ^{2})، والتي تمثل أقل شدة تستطيع الأذن الاحساس بها، ويسمى بعتبة السمع (thres hold of hearing)».[1]

وبالنتيجة، تتناسب الشدة الأكوستيكية طرديا مع مربع اتّساع الذبذبة الصوتية (Amplitude)، والذي هو: «المسافة بين وضع الثبات وأقصر نقطة يمكن أن يصلها جزيء الهواء في أثناء تذبذبه مع مربع أقصر ضغط أكوسيتكي (Acouctic pressure)»[2] كما يقاس اتساع الذبذبة الصوتية بواسطة جهاز يحتوي على أجزاء من ألف من المليمتر، وأمّا وحدات قياس الضغط الأكوستيكي فهي (الدّاين)في السنتميتر المربع (داين/سم^2).

يستخلص "خلدون أبو هيجاء" مما سبق أنّ:[3]

- الأذن تحس بضعفي الشدّة إذا تضاعفت عشر مرات، وثلاثة أضعاف الشدّة إذا تضاعفت مئة مرة، وهكذا دواليك.

1- ينظر: المرجع نفسه، ص: 104، 105.
2- المرجع نفسه، ص: 108.
3- خلدون أبو الهيجاء،فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 113-116 .

- الأذن تحس بضعفي الضغط إذا تضاعفت عشر مرات، وثلاثة أضعاف الضغط إذا تضافعت مائة مرة، وهكذا دواليك.
- كلما زادت شدّة صوت ما (100000)مرة، فإن مستوى الشدة المدركة نسبيا يكون (50ديسيبل).
- كلما زادت شدة صوت ما (100000)مرة، فإن مستوى الضغط المدرك نسبيا يكون (100ديسيبل)

ويشير "خلدون أبو الهيجاء" إلى عدم الخلط بين مفهوم مصطلحي الشدّة الأكوسيتيكية وعلو الصوت، فالأول فيزيائي موضوعي، والثاني سمعي ذاتي.

ومن المؤثرات في شدة الموجة الصوتية، نذكر العوامل التالية:

أ- مقدار القوّة التي حملت مصدر الصوت على الاهتزاز.

ب- المساحة السطحية لمصدر الصوت المهتّز.

جـ- مرونة الوسط الذي تنتشر فيه الموجة الصوتية.

د- البعد عن مصدر الصوت المهتّز.

من المصطلحات التي استعملها علماء العرب القدامى في مفهوم شدّة الصوت هو مصطلح (درجة الصوت)، وهذا ما ذهب إليه "إخوان الصفاء" في قولهم: « الأصوات الحادة والغليظة المتضادتان، ولكن إن كانت على نسبة تأليفية ائتلفت وامتزجت واتّحدت وصارت لحنا موزونا، وأسعدت السامع وفرحت بها الأرواح وسّرت بها النّفوس، وإذا كانت على غير النسبة تنافرت وتباينت ولم تألف سماعها ولم تستلذها المسامع، بل تنفر عنها وتشمئز منها النفوس.»[1] يتضح لنا بأنّهم ركزوا في درجة الصوت على الأصوات وصفاتها وائتلافها،"فخلدون أبو الهيجاء" قد اتّبع منهج القدامى في

1- علاء جبر محمد، مدارس صوتية عند العرب "النشأة والتطور"،ص:162.

مفهومه لشدّة الصوت، بينما يظهر الاختلاف في توظيف المصطلحات فقط، فالقدامى استخدموا الأسلوب الفلسفي الأدبي، و"خلدون" اتّبع المنهج العلمي الموضوعي التجريبي.

أمّا "الفارابي" فلم يفرق بين النغم الانساني والنغم الصادر من المزامير، في درجة الصوت وأسباب حدوثه: «...وأسباب الحدّة، الثقل في النغم الانسانية هي بأعيانها أسباب الحدّة والثقل في النغم المسموعة من المزامير، فإنّ الحلوق كأنّها مزامير طبيعية والمزامير كأنها حلوق صناعية »[1] وهنا ساوى بين النغم الإنساني والنغم الموسيقي في شدته، ونأخذ على سبيل المثال الموسيقي:«... الذي يبذل جهدا لتحريك أوتار الآلة الموسيقية، كما أنّ الصوت الناتج عندما تصفق بيديك لتشجيع رياضيا مثلا، يأتي من بذل جهد وهذا الجهد المبذول بواسطة اليدين يسبب اضطرابا في الهواء المحيط، متحولا إلى طاقة صوتية، تتشكل على شكل موجات منتظمة، وعليه فإنّ الصوت صورة من صور الطاقة إذا استقبلتها الأذن يحدث الإحساس بالسمع».[2]

كما يشير "خلدون أبو الهيجاء" إلى العوامل المؤثرة في شدة الموجة الصوتية إذ تضعف شدة الموجة الصوتية كلما ابتعدت عن مصدر الصوت المهتز لسببين هما:[3]

1-كلما زاد البعد عن مصدر الصوت المهتّز زادت مساحة مقدمة الموجة الصوتية.

2-كلما زاد البعد عن مصدر الصوت المهتّز تحوّل جزء أكبر من الطاقة الصوتية إلى طاقة حرارية؛ أي أنه يمتص جزيئات الوسط المتذبذب الذي ينقل الطاقة الصوتية.

يعتبر ضغط الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي هو العامل الأساسي الوحيد المؤثر في شدّة موجة الصوت اللغوي، بحيث تتناسب شدّتها تناسبا طرديا مع ضغط الهواء، فكل زيادة في الضغط

1- المرجع نفسه، ص:162.

2- الموقع الإليكتروني، ويكيبيديا "الموسوعة الحرة"، اطّلع عليه يوم 27 فيفري 2017 الساعة 10:16 .

3- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 117.

تتبعها زيادة في اتّساع الذبذبة الصوتية، وكذا زيادة في شدّة موجة الصوت اللغوي وبالتالي، تتضمن هذه الأخيرة مجموعة من العناصر والتي مصدرها موضع النطق وهي:[1]

أولا: نوع التعديل (الغلق أو التضييق أو كلاهما).

ثانيا: حجم القناة الصوتية وشكلها بأثر من حركات أعضاء النطق (القصر، والضيق).

وضف إلى ذلك، المتغيّرات التي يتحدد وفقها ضغط الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي، وشدّته الّتي مصدرها الوتران الصوتيان وموضع النطق:[2]

اتّساع ذبذبة الوترين الصوتيين وترتبط بأمرين هما:

1-ضغط تيّار الهواء القادم من الرئتين، فكل زيادة في ضغط تيّار الهواء القادم من الرئتين تتبعه زيادة في اتّساع ذبذبة الوترين الصوتيين والعكس صحيح.

2-حجم القناة الصوتية وشكلها بأثر من حركات أعضاء النطق فكلما كبرت (طالت أو اتّسعت) القناة الصوتية كانت هناك إمكانية تقويّة ذبذبة الوترين الصوتيين وبعض الذبذبات التوافقية لها عن طريق الرنّين (حجرة الصوت) ونستدل على ذلك بآراء بعض العلماء المحدثون ومن بينهم "التواتي بن التواتي" يرى أن شدّة الصوت هي:«مقدار الطاقة الصوتية التي تنفذ في الوحدة الزمنية من خلال سم^2 واحد، موضعا في وجه الصوت على هيئة عمودية (انقسام الأصوات إلى بسيطة ومركبة)».[3] يتبين لنا أن "خلدون أبو الهيجاء" قد سار على نهج "التواتي بن التواتي" حيث ربط هو الآخر الطاقة الصوتية بالزمن، وقسم الأصوات إلى بسيطة ومركبة (غليظة وحادّة). وللتوضيح نأخذ المثال التالي: «من خاصية الماء تضخم حجمه عند

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 118.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 119-120.
3- التواتي بن التواتي، مفاهيم علم اللسان، ص: 145.

تجميده، فينشأ عن ذلك ضغط قوّي أثناء هذا التحول من حالة إلى أخرى، فيشّد على الجوانب الداخلية للأواني التي تحويه، شدا قد يؤدي إلى انكسارها».[1]

أما "عبد العزيز أحمد علاّم" و "عبد الله ربيع محمود"، قد أطلقا مصطلح (سعة الموجة أو مداها) (amplitude) على شدّة الصوت في قولهما: «...لما كان الأثر يحدث الاهتزاز في مصدر الصوت يختلف قوّة وضعفا، كان من الطبيعي أن تختلف حركة الأجسام المهتّزة في المدى الذي يصل إليه ما بين نقطة سكونها،ونقطتي النهاية في حركتّها الاهتّزازية فتارة تسع هذا المدى، وتارة أخرى يضيق تبعا لدرجة القوّة التي جعلته في حالة اهتزاز، ومثل هذا يحدث أيضا في الوسط الناقل، حيث تتّسع الموجة أو تضيق تبعا لقوة الإهتزاز التي صنعتها، ومدى تأثير الموجة على الأذن البشرية، فكلما كانت سعة الموجة أكبر كلما أحست الأذن بقوة الصوت وشدة تأثيره».[2] يظهر لنا من خلال هذا القول أن "خلدون أبو الهيجاء" قد اختلف عن سابقيه في توظيف المصطلح.

نستنتج من هذا العرض أن شدّة الموجة تتأثر بنوع الحركة الاهتزازية وذلك باختلاف مصادر الصوت وبسبب تأثير قوّة ما، تتناسب مع مرونة الوسط الذي تنتشر فيه الموجة الصوتية، وكذلك البعد عن مصدر الصوت المهتّز.

تعتبر عملية إنتاج الكلام (The production of speech) هي: «تحويل الطاقة العضلية (Muscular energy) إلى طاقة أكوستيكية (Acoustic energy)، أي أن شدّة موجة الصوت اللغوي تحتاج إلى إنتاج جهد عضلي أكبر، يكون أقوى من شدة موجة الصوت اللغوي

1- سيسيل أوبري موسوعة الشباب،قل لماذا؟، ص: 158

2- عبد العزيز أحمد علاّم وعبد الله ربيع محمود، علم الصوتيات، مكتبة الرشد، د،ط، الرياض، (2009)، ص: 138

الذي يحتاج إنتاجه إلى جهد عضلي أقّل».[1] ومن هنا يخرج "خلدون أبو الهيجاء" بالقانون الفيزيائي التالي:[2]

شدة الصوت = الطاقة الكلية – الطاقة الأصلية

= ضغط الهواء اللازم لإنتاج الصوت اللغوي – الضغط الجوي

= (ضغط الرئتين + ضغط الهواء المستعمل في إنتاج الصوت اللغوي) – الضغط الجّوي.

وبما أنّ، الضغط الرئوي (الرئتين) يساوي الضغط الجوّي فإنّ:

شدة الصوت = ضغط الهواء المستعمل في إنتاج الصوت اللغوي.

ومنه فإن، التنوع في مستوى شدّة الصوت في الكلام العادي يتم بطريقتين هما:[3]

1- الاختلاف في الضغط تحت الحنجرة للهواء من خلال عضلات التنفس، فيتأثر اتساع ذبذبة الوترين الصوتيين زيادة أو نقصان.

2- الاختلاف في درجة غلق فتحة المزمار ومدته في كل ذبذبة، يؤدي الغلق المحكم طويل المدى إلى زيادة مستوى شدّة الصوت في الكلام العادي، بالمقابل يؤدي الغلق الجزئي إلى تسريح كمية من الهواء الغير المتذبذب، فينقص مستوى شدّة الصوت في الكلام العادي.

إن عملية حدوث الصوت اللغوي تتوافر فيها ثلاثة عوامل هي:[4]

- تحريك هواء الزفير بشكل مقصود، وبقوة زائدة على الزفير (وجود تيّار هواء).

1- ينظر: خلدون أو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 125.
2- المرجع نفسه، ن، ص.
3- المرجع نفسه ، ص: 126، 127.
4- ينظر: عاطف فضل، الأصوات اللغوية، دار المسيرة، ط1، الأردن، (2013)، ص: 74.

- استثمار أعضاء النطق الثابتة، والفراغ الممتد من الرئتين إلى الفم عموما لتشكيل ممّر صوتي يساعد الأعضاء الأخرى على إعطائه كيفيات متعددة (وجود ممّر ضيّق).

- اعتراض أعضاء النطق المتحركة لتيّار الهواء المنبعث من الرئتين في مواضع محددة، اعتراضا تامّا يولد حبسا للهواء أو غير تام لا يولد حبسا، بل يكون تضييقا (وجود اعتراض لتيّار الهواء في نقاط محدّدة في جهاز النطق).

إن الأصوات الصامتة توصف بالنظر إلى مكان النطق (المخرج) ودرجات الانفتاح فيها، فدرجات الانفتاح تتّولد من وجود حبس أو تضييق في ممّر الهواء، والحبس والتضييق كلاهما سبب لإصدار الأصوات الصامتة حسب درجات الانفتاح كالآتي:[1]

1- عند الانحباس التام للهواء نتيجة سد المجرى، ثم انطلاق فجائي يسرح الهواء، تتولد الأصوات الشديدة (الوقفية أو الانفجارية أو الانحباسية) وهي (ب، ض، د، ط، ت، ك، ق، همزة).

2- عندما يكون مجرى الهواء ضيقا غير مسدود فإنّه يمر محتكا بالعضوين اللذين ضيقاه وتسمى الأصوات حينها (الرخوة) أو الاحتكاكية وهي (ف، ظ، ذ، ث، ز، ص، س، ش، غ، خ، ع، ح، ه).

3- الانحباس المركّب يولد الشدّة والتضييق الذي يولد الاحتكاك فيحتّك الهواء الخارج من الحبس بالعضوين اللذين سببا ذلك الانحباس وهما يتباعدان تباعدا بطيئا، ويدعى الصوت بالمعطّش أو المتراخي وهو صفة الجيم في العربية الفصيحة.

4- عند مرور الهواء بمجراه دون انحباس أو احتكاك من أيّ نوع، يحدث صوت متوسط واسع الانفتاح وهي (و، ي، ل، ر، م، ن).

1- ينظر: خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية، دروس وتطبيقات، ص: 55، 56.

المطلب الثاني: شكل الموجة الصوتية (wave form):

يعرّف "خلدون أبو الهيجاء" شكل الموجة الصوتية على أنّها: « السبب الفيزيائي للإحساس السمعي بنوع الصوت، ويتم باستعمال جهاز الرسم الذبذبي،وهي طريقة منحنى الزمن (time) اتّساع الذبذبة (amplitude) أو يتم بواسطة جهاز الرسم الطيفي وهي طريقة المنحنى الطيفي (spectrum curve) تتنوع الموجات الصوتية بسبب أمرين هما:[1]

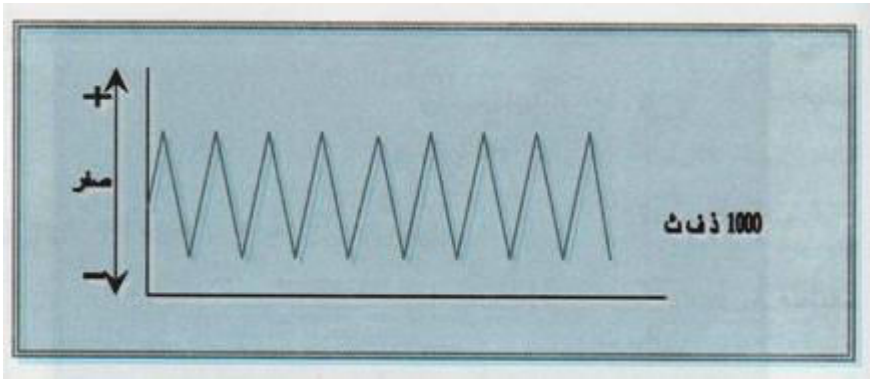
1-تختلف الموجات الصوتية باختلاف مصادر الصوت المهتّز وتبعا لنوع الحركة الاهتّزازية الخاصة بكل مصدر.

2-تختلف الأشكال تبعا لإختلاف مصادرها في تردّدها وكذلك بسبب اختلاف القوّة التي حملت تلك المصادر على الاهتّزاز.

ومن بين الموجات الصوتية تمثل الموجة التوافقية البسيطة والتي تعّد أبسط أنواع الموجة الصوتية أنّها تتميز بمجموعة من الخصائص وهي:[2]

- أنها تتكون من ذبذبات منتظمة بسيطة، بحيث يكون اتّساع التضاغط مساويا لإتّساع التخلخل.
- زمن الذبذبة الصوتية يبقى ثابتا طوال مدة انتشارها.
- ترددها يتأثر بكل طاقتها؛ أي أنّه التردد الوحيد الذي يكونها.
- الصوت الذي تمثله يعد صوتا جرسيا تستريح الأذن لسماعه، وفيما يلي الشكل (1) يوضح الموجة التوافقية البسيطة.[3]

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 128.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 128، 129.
3- المرجع نفسه، ص: 128، 129.



الشكل (1): أحد أشكال الموجة التوافقية البسيطة

لم يتحدث علماء العرب القدامى عن شكل الموجة، والسبب في ذلك هو انعدام الأجهزة العلمية الخاصة بالبحث الفيزيائي للصوت، وهذا يعود إلى عدم تطبيق المنهج العلمي التجريبي في دراستهم للصوت وخاصة الصوت اللغوي ومع تطور العلوم التجريبية وتطبيقها في العلوم الإنسانية، ممّا لفت انتباه علماء اللغة إلى دراسة الصوت دراسة فيزيائية بحتة، قام هؤلاء برصد أشكال الموجة الصوتية بمختلف أنواعها، ومن بينهم "أحمد مختار عمر" الذي أطلق عليها مصطلح (الحزم الصوتية) في قوله:«...التردّدات أو مجموعة التردّدات (groups of fréqiencies) التي تشكّل نوع الصوت (timbre) وتميزه عن الأصوات الأخرى، ذات الأنواع المختلفة تسمى حزما صوتية (formants) وكل أصوات العلّة (vowel sounds) تملك نغمة أساسية (fundamental tone) واثنتين على الأقل من الحزم تسمى الحزمة كذلك (frequency band) وتظهر الحزم في الرسم الطيفي (spectrogram) كشرائط سوداء أفقية ».[1] يتبين لنا أنّه قد أشار إلى شكل الموجة دون شرح أو تمثيل، فقط ذكره للشرائط السوداء الأفقية التي تعتبر عند "خلدون أبو الهيجاء" موجة صوتية توافقية.

1- أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، ص: 34.

أمّا "منصور بن محمد الغامدي" فقد عرّف شكل الموجة الصوتية ومثل لها في قوله: «...تشترك جميع الموجات الصوتية في خواص مشتركة منها: - أنّها تثير جزيئات الوسط الذي تنشأ فيه ممّا يمكنها من الانتقال من مكان إلى آخر، كما أن الموجة الصوتية تحتاج إلى نوع من أنواع الطاقة المولدة لها، فجرس الباب الكهربائي يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية ميكانيكية، والطاقة الحركية الى موجات صوتية، فالصوت اذن شكل من أشكال الطاقة فعندما تسقط كتابا على الارض يصدر صوتا فالسقوط هذا طاقة حركية تحولت إلى إضطراب الهواء المحيط بمكان سقوط الكتاب فنشأ الصوت». يتضح لنا من خلال قوله أنّه توسّع في شرحه لشكل الموجه الصوتية بالاضافة الى تمثيل الموجة الكهرومغناطيسية والمتمثلة في الجرس والموجة الميكانيكية.

وللتوضيح أكثر نمثل لذلك بماء الفوّارة حيث: «يندفع ماء الفوّارة بقوّة إلى الأعلى فيصل إلى ارتفاع معيّن، ثم يسقط بحكم الجاذبية الأرضية متناثرا قطرات دقيقة كالضباب بسبب مقاومة الهواء لها، يصعد ماء الفوّارة إلى أعلى لأنّ قوّة دافعة تمكنّه من التغلّب على قوّة الجاذبية الأرضية، إلاّ أن التسارع الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية يظّل يقاوم تصاعد الماء حتى سرعة صعوده، فتجذبه الأرض –حينئذ- إليها جذبا فيرسم الماء –أثناء سقوطه-دوائر في الهواء، ويتقسّم الماء إلى قطرات مختلفة الحجم والثقل هكذا تكون مقاومة الهواء لها مختلفة كماً باختلاف ثقلها مما يجعلها تنزل في أوقات متفاوتة»[1] يتّنوع شكل الموجات على حسب نوع الحرك الاهتزازية الخاصة بكل مصدر وتبعا لإختلاف القوى التي تحمله.

أمّا فيما يتّعلق بموجات الصوت اللغوي فهي تختلف في مجالين اثنين هما:[2]

الأول: تختلف موجات الصوت اللغوي تبعا لإختلاف مصادر الصوت اللغوي التي تنتج عنها الموجات، نوع الحركة الاهتزازية التي يختص بها كل مصدر.

1- سيسيل أوبري، موسوعة الشباب، قل لماذا؟ ص: 402.

2- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 130، 133.

الثاني: تختلف موجات الصوت اللغوي في جانبها الشكلي على حسب اختلافها في العناصر الموالية:

أ- عدد الترددات الداخلة في تكوينها.

ب-نوع الترددات الداخلة في تكوينها.

ج- توزيع طاقاتها على الترددات الداخلة في تكوينها.

تتميز الموجة غير التوافقية المركبة، بعدد من المميزات وهي:

1- تتكون من ذبذبات غير منتظمة مركبة، ذات إزاحات عشوائية من حيث التضاغط والتخلخل.

2- تدخل في تكوينها الترددات غير التوافقية (العشوائية) جميعها.

3- أن تردداتها غير توافقية (العشوائية) تتقاسم طاقاتها بشكل عشوائي.

4- أن الصوت الذي تمثله يعّد صوتا ضوضائيا لا تستريح الأذن لمسامعه.

5- أن شكل الموجة غير التوافقية المركبّة تحدده العوامل التالية:

أ- عدد الترددات غير التوافقية (العشوائية) الداخلية في تكوينها.

ب- قيمة كل تردد من الترددات غير التوافقية (العشوائية) الداخلة في تكوينها.

ج- كمية الطاقة التي تحظى بها كل تردد من الترددات غير التوافقية (العشوائية) الداخلة في تكوينها.

6- شكل الموجة غير التوافقية المركبة الذي يقدمه جهاز الرسم الطيفي، يتّم تحليله بتحديد مجال الترددات التي تحظى بأكبر قدر من مستوى الشدة.

أمّا الموجة المختلطة (التوافقية وغير التوافقية) المركبة فتتميز هي الأخرى بعدد من المميزات، هي:[1]

1- تتكون من ذبذبات مختلطة مركبة، لديها إزاحات متفاوتة من حيث التضاغط والتخلل.

2- تدخل في تكوينها الترددات التوافقية وغير التوافقية.

3- أن ترددتها التوافقية وغير التوافقية (العشوائية) تتقاسم طاقتها بشكل متفاوت.

4- أن الصوت الذي تمثله هو صوت (ضوضائي، جرسي)؛ فإن غلبت الضوضاء على الجرس لم تسترح الأذن لسماعه، أمّا إذا غلبت الجرس على الضوضاء إستراحت الأذن لسماعه.

5- أنّ شكل الموجة المختلطة (التوافقية وغير التوافقية) تحدده العوامل التالية:

أ- عدد الترددات التوافقية وغير التوافقية الداخلة في تكوينها.

ب- مقدار كل تردد من الترددات التوافقية وغير التوافقية الداخلة في تكوينها.

ج- الطاقة التي تحظى بها كل تردد من الترددات التوافقية وغير التوافقية الداخلة في تكوينها.

6- شكل الموجة المختلطة المركبة التي يقدمه جهاز الرسم الطيفي، يتّم تحليله عن طريق:

أ- تحديد مجال الترددات التي تحظى بأكبر قدر من مستوى الشدة.

ب-تمييز الترددات التي تحظى بأكبر قدر من مستوى الشدة.

كما تتميز الموجة التوافقية المركبة، بعدد من المميزات، هي:[2]

1- تتكون من ذبذبات منتظمة مركبة يكون إتساع التضاغط فيها مساويا لإتساع التخلخل.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 133، 134.
2- المرجع نفسه، ص: 135.

2- زمن الذبذبة الصوتية يبقى ثابتا طوال مدة إنتشارها.

3- تدخل في تكوينها الترددات التوافقية التي يمثل كل منها موجة توافقية بسيطة.

4- أن ترددها الأساس (Fundamental Frequency) هو القاسم المشترك الأعظم للترددات التوافقية الداخلة في تكوينها، وليس شرطا أن يكون أحدها.

5- ترداتها التوافقية تتقاسم طاقاتها بشكل منتظم، فيحظى تردد الأساس بأكبر قدر من الطاقة.

6- أن الصوت الذي تمثله يعد صوتا جرسيا تستريح الأذن لسماعه.

7- أن شكل الموجة التوافقية المركّبة، يتحدد بالعوامل الآتية:

أ- عدد الترددات التوافقية الداخلة في تكوينها.

ب- الترددات التوافقية الداخلة في تكوينها مضاعفات فردية أو زوجية لترددها الأساس.

ج- كمية الطاقة التي يحظى بها كل تردد من الترددات التوافقية الداخلة في تكوينها.

8- أن شكل الموجة التوافقية المركبة الذي يقدمه جهاز الرسم الطيفي يتم تحليله عن طريق:

أ- تحديد قيم الترددات التوافقية الداخلة في تكوين الموجة التوافقية المركبة.

ب-تحديد مستوى الشدة لكل تردد من الترددات التوافقية.

مما ذكر آنفا يستخلص "خلدون الهيجاء" مايلي:[1]

أولا: مجموعة الأصوات اللغوية (الانفجارية المهموسة، والاحتكاكية المهموسة، والمركبة المهموسة).

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 137، 138.

ومن خاصية الصوامت الانفجارية أنّها: تنتج من إنحباس مجرى الهواء الخارج من الرئتين حبسا تاما في موضع من المواضع، ثم يضغط الهواء ويطلق مجراه فجأة، فيندفع محدثا صوتا إنفجاريا وحروفها هي: (ب، ت، د، ط، ض، ك، ق، الهمزة).

ومن خاصية الصوامت الإحتكاكية أنها تنتج عن مضيق مجرى الهواء الخارج من الرئتين في موضع من المواضع بحيث يحدث الهواء أثناء خروجه إحتكاكا مسموعا وحروفها هي: (ف، ث، س، ص، ش، خ، ح، ه)، وهي صوامت مهموسة، أما فيما يخص الحروف التالية: (ذ، ظ، ز، غ، ع) فهي صوامت مجهورة في حين أن الصوامت الانفجارية –الاحتكاكية– أو المركبة، فتنتج عن ارتفاع مقدم اللسان في إتجاه الغار فيلتصق به، وبهذا يحجز وراءه الهواء الخارج من الرئتين، إذ لا يزول هذا الحاجز فجأة كما في الأصوات الانفجارية، فيتّم انفصال العضوين ببطئ، فينتج عنه احتكاك الهواء الخارج بالعضوين المتباعدين احتكاكا شبيها بالاحتكاك الذي نسمع صوته مع الشين المجهورة (ج)، ومثل الصوامت الانفجارية الاحتكاكية الجيم في اللغة العربية.[1] قد فصّل "رابح بوحوش" وبيّن مجموعة الأصوات اللغوية بالتمثيل والشرح أكثر من "خلدون أبو الهيجاء" الذي إكتفى بذكرها وتصنيفها، والإشارة إلى مميزاتها على النحو التالي:[2]

- ذات نوع موجي واحد وغير التوافقي المركب.
- يتميز بعضها عن بعض في أشكال موجاته غير التوافقية المركبة، وهذا بسبب أثر نوع التعديل الذي تتعرض له القناة الصوتية.
- اختلاف أصوات المجموعة الواحدة منها في أشكال موجاتها غير التوافقية المركبة، وهذا بسبب أثر حجم القناة الصوتية وشكلها في ترددات موجاتها وشددها، أي:

1- تزداد غلبة الترددات غير التوافقية (العالية) كلما صغرت (قصرت أو ضاقت) القناة الصوتية.

1- ينظر: رابح بوحوش، البنية اللغوية لبردة البوصيري، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، (1993)، ص: 20.
2- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 138.

2- تزداد شدّة موجة الصوت اللغوي التي مصدرها موضع النطق كلّما صغرت (قصرت أو ضاقت) القناة الصوتية.

ثانيا: مجموعة الأصوات اللغوية (الانفجارية المجهورة، الاحتكاكية المجهورة والمركبة المجهورة)[1]:

- ذات نوع موجي واحد مختلط مركب.
- يتميز بعضها عن بعض في أشكال موجاته المختلطة المركبة وهذا بسبب أثر نوع التعديل الذي تتعرض له القناة الصوتية في ترددات موجاته وشددها.
- اختلاف أصوات المجموعة الواحدة منها في أشكال موجاتها المختلطة المركبة، وهذا بسبب أثر حجم القناة الصوتية وشكلها في ترددات موجاته وشددها، أي[2]:

1. تزداد غلبة تردد الأساس والترددات التوافقية المصاحبة له، وتقل الترددات العشوائية؛ أي إن كبرت (طالت واتسعت) القناة الصوتية.

2. تزداد إمكانية تقوية ذبذبة الوترين الصوتيين بواسطة الرنّين، فتزداد شدة موجة الصوت اللغوي؛ أي إن كبرت (طالت واتسعت) القناة الصوتية.

ثالثا: مجموعة الأصوات اللغوية (أشباه الصوائت وأنصاف الصوائت والصوائت)[3]:

- ذات نوع موجي واحد، التوافقي المركب.
- يتميز بعضها عن بعض في أشكال موجاتها التوافقية المركبة، وهذا بسبب أثر نوع التعديل الذي تتعرض له نوع القناة الصوتية.

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 138.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 139.
3- ينظر: المرجع نفسه، ص: 140.

- اختلاف أصوات المجموعة الواحدة منها في أشكال موجاتها التوافقية المركبة، وهذا بسبب أثر حجم القناة الصوتية وشكلها في ترددات موجاتها وشددها؛ أي:

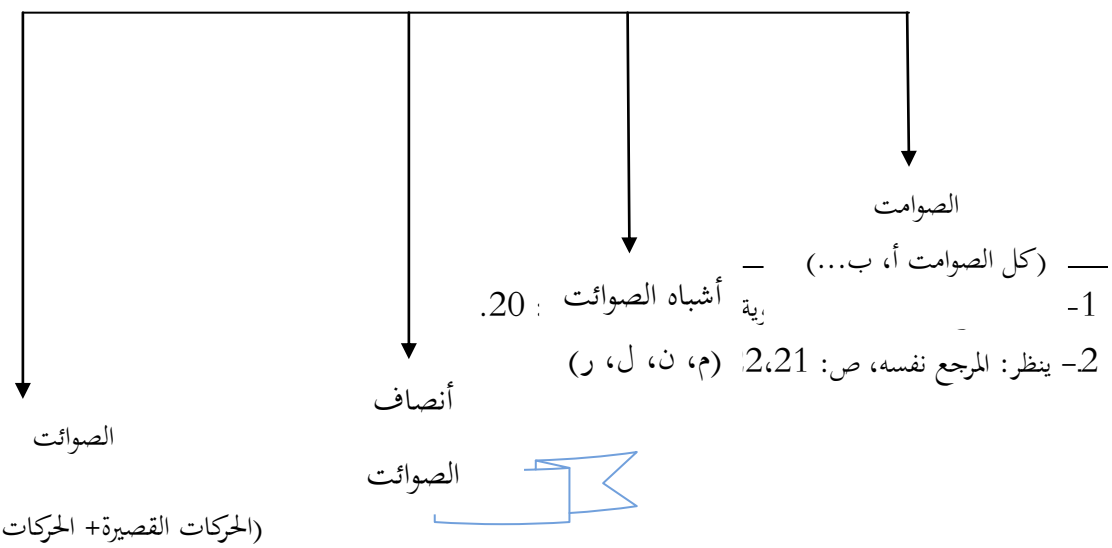
1. تقوى بالرنين الترددات التوافقية العليا كلما صغرت (قصرت أو ضاقت)القناة الصوتية.

2. تقوى بالرنين الترددات التوافقية السفلى، كلما كبرت (طالت أو اتسعت) القناة الصوتية.

لقد عدّ علماء الأصوات المحدثون أشباه الصوائت وحروفها هي: (ل، ن، م، ر) من الأصوات التي تشبه الصوائت لأنّها تقترب من المخرج وتشترك معها في صفة الوضوح السمعي، وهي أوضح الصوامت في السمع، وهي أيضا ليست انفجارية ولا احتكاكية.

أمّا أنصاف الصوائت فتبدأ أعضاء النطق به في منطقة حركة من الحركات ثم تنتقل بسرعة ملحوظة إلى مكان حركة أخرى ولأنّ ميزتها انتقالية (أو إنزلاقية) وقصر قلّة الوضوح السمعي إذ قيست بالصوائت عدت صوامت لا صوائت لأنّها تشبه الصوائت، ويوجد في العربية من هذا النوع صوتان: الواو في مثل ولد وحوض، والياء في مثل يترك وبيت في حين تعتبر الصوائت هي القسم الرئيسي الثاني من الأصوات بعد الصوامت وهي تنقسم إلى اعتبارات عدّة، كما سمّاها النحاة العربية بالحركات (الفتحة، الضّمة، الكسرة)، وحروف المد أو اللين مقصودا به الألف في مثل عدا، والواو في مثل قالوا، والياء في مثل القاضي، إلّا أنّه توجد أنواع أخرى تبدو من الصوامت وهي من الصوائت والعكس صحيح، ومنها أشباه الصوائت وأنصاف الصوائت[1].

والمخطط الموالي يوضح ما ذكر آنفا:[2]



1- ... 20.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 21،2.

إذن، يتوصل "خلدون أبو الهيجاء" إلى أنّ: «شكل الموجة الصوتية أمر فيزيائي يمكن تمثيله بواسطة جهاز الرسم الذبذبي، أو جهاز الرسم الطيفي، أمّا الإدراك السمعي فهو أمر سيكولوجي يعرف بنوع الصوت (Sound quality)»[1]، كما لا ينبغي الخلط بين مفهوم مصطلح شكل الموجة الصوتية ومفهوم نوع الصوت فالأول فيزيائي والثاني سمعي ذاتي.

نستنتج من خلال عرضنا أن شكل الموجة حدث فيزيائي يتم تثبيته بواسطة جهاز الرسم الطّيفي أو جهاز الرسم الذبذبي. والموجات متعدّدة الأنواع على حسب اختلاف مصادر الصوت ونوع الحركة الاهتزازية منها الموجة التوافقية البسيطة، والموجة غير التوافقية المركبة، والموجة المختلطة المركبة (توافقية وغير التوافقية)، والموجة التوافقية المركبة.

ويعد شكل الموجة الصوتية أثراً فيزيائياً لإحساس الأذن بنوع الصوت أو بالأحرى للإدراك السمعي.

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 141.

الفصل الثالث: ظاهرة الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية

المبحث الأول: تجربة وولف.

المبحث الثاني: تجربة أوتو جسبر ون.

المبحث الثالث: تجربة بايك.

تضّمن الجزء الأخير من الكتاب، عدّة تجارب لمجموعة من علماء علم الأصوات اللغوي، وكان ترتيبهم على المنوال التالي: "وولف (wolff)"، "جسبرسون (jespreson)"، "هينفنر (heffener)"، والعالم "فون إس ر)"، "فلتشر (fletcher)"، "نيومان (neumann)" الذي قام بتصميم جهاز مبسط لتحقيق الأصوات اللغوية سماه "مقياس نيومان

(neumann phonmetr)" وكانت وحدة قياسه هي الديسبيل، والعالم "بيتر لاديفوجد "(peter ladefiged)، و "ميسون (Mason)" و "ستيفنس (Stevens)".

ومن بين هذه النماذج اخترنا، تجربة "وولف" و "جسبر سون" وتجربة "بايك" وقمنا برصد أهم النتائج التي توصلوا إليها، بالإضافة إلى ملاحظات واستنتاجات "خلدون أبو الهيجاء" على هذه التجارب في مجال ظاهرة الوضوح السمعي للأصوات اللغوية.

المبحث الأول: تجربة وولف (wollf).

إستهل "خلدون أبو الهيجاء"، الفصل الثالث بالإشارة إلى أهمية ظاهرة الوضوح السمعي، التي شغلت بال علماء الأصوات ودارسيها بتطبيقهم لعدة تجارب في هذا الميدان، وتمت بإستخلاصهم لمجموعة من النتائج المتنوعة، عن الباحث الناطق تحدث عن العالم الألماني "(وولف wolff)" الذي اصطحب عددا من الباحثين في عام 1871 وقام بعدة تجارب في وسط الغابة على عدد من الأصوات.

سجل "خلدون أبو الهيجاء" على هذه الدراسة عدة ملحوظات:[1]

- كل زيادة في المسافة التي يسمع منها الصوت اللغوي المعين تقابلها زيادة في درجة قوة إسماعه، وكل نقص في المسافة التي يسمع منها الصوت اللغوي المعين، تقابلها نقص في درجة قوة إسماعه.
- عدد الخطوات الدال على قوة إسماع الصوت اللغوي المعين من ناحية البعد السمعي لهذا الصوت الدال على علوه، والذي يتناسب تناسبا عكسيا مع بُعد السامع عن مصدر الصوت (الباحث الناطق).

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 153-156.

- مفهوم الوضوح السمعي من خلال "وولف"، هو علو الصوت اللغوي المعيّن عند السامع؛ فكل زيادة في مقدار علو الصوت اللغوي المعيّن عند السامع، إشارة إلى أنه يتميز بشدة أكوستيكية أقوى، هذا من ناحية بعده الأكوستيكي وبالمقابل كل نقص في مقدار علو الصوت اللغوي المعين عند السامع إشارة إلى أنه يتميز بشدة أكوستيكية أضعف.

- فالصوت اللغوي الصائت [a] كانت شدته الأوكوستيكية أقوى ما تكون، ثم قلّ علوه مع ابتعاد "وولف" ومن معه عن مصدر الصوت (الباحث الناطق).

- فمفهوم قوة إسماع الصوت اللغوي يساوي مفهوم علو الصوت اللغوي، بحيث الأول نتيجة مباشرة للشدة الأوكوستيكية، والثاني نظيرا سمعيا ذاتيا لها. كما أن الصوت اللغوي العالي، والذي يتميز بشدة أكوستيكية أقوى، ليس صوتا وضّاحا سمعيا.

- لم ينظر "وولف" إلى الأبعاد النطقية والأكوستيكية والسمعية للأصوات اللغوية؛ بمعنى كيفية تحديد مفهوم قوة إسماع الأصوات اللغوية، ولم يقدم تفسيرات توضح الأسباب المؤدية إلى تباين مقادير المسافات التي بقيت الأصوات مسموعة منها.

- لم يحاول "وولف" الربط بين الأبعاد النطقية والأكوستكية والسمعية للأصوات اللغوية، لتوضيح مفهوم الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية.

- الاعتماد على عدد الخطوات كدلالة على قوة إسماع الصوت اللغوي المعين يعطي نتائج تقريبية؛ أي أن كل فرد يتميز بخطواته وكذلك تختلف الخطوة عن الأخرى عند الفرد ذاته.

- لابد أن تكون درجة الشدة التي نُطقت بها الأصوات قد اختلفت من صوت إلى آخر أثناء تكرار نطق الصوت الواحد من مرة إلى أخرى وهذا يجعل النتائج المتوصل إليها تقريبية.

النتائج المقدرة الدالة على قوة إسماع الأصوات اللغوية هي:[1]

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 156-157.

- كان "وولف" موفقا في أن الصوت الصائت [o] أقوى إسماعا من الصوت الصائت [u] أي أنه أقوى رنينا منه والصوت الصامت [s] أقوى إسماعا من الصوت الصامت [f] أي أنه أقوى احتكاكا منه.

- لم يكن "وولف" موفقا في أن الصوت الصامت المهموس [s] أقوى إسماعا من الصوتين شبه الصائتين المجهورين [r,m] وأن كلا الصامتين المهموسين [f,s] أقوى إسماعا من الصوت شبه الصائت المجهور [r].

- كان "وولف" صائبا في التوصل إلى أن الصوت الصائت [a] أوضح سمعيا من الصوت الصائت [i] وأن الصوت شبه الصائت [m] أوضح سمعيا من الصوت الصامت [s] ذلك أن أولهما جرسي بينما ثانيهما ضوضائيا.

- لم يكن "وولف" صائبا في التوصل إلى أن الصوت الصامت [s] أوضح سمعيا من الصوت شبه الصائت [m] وأن الصوت شبه الصائت [m] أوضح سمعيا من الصوت شبه الصائت [r] وهذا بسبب تداخل مفهومي قوة إسماع الأصوات اللغوية والوضوح السمعي في الأصوات اللغوية لم يتمكن "وولف" من الوقوف عليه ونتيجة لما سبق نأتي على ما يلي:[1]

أ- الفرق بين نتيجتي الصوتين الصائتين [e,i] ثلاثين خطوة زائدة لصالح القوت الصائت [e] لا يوجد فرق في ملامحها التمييزية سوى أن الصائت الأول مغلق بينما الصائت الثاني نصف مغلق.

والفرق بين الصوتين الصائتين [o,u] سبعون خطوة زائدة لصالح الصوت الصائت [o]، ولا وجود لفروقات تمييزية بينهما سوى أن الصائت الأول مغلق، والصائت الثاني نصف مغلق.

1- ينظر: المرجع نفسه، ص:157-158.

ب- الفرق بين نتيجتي الصوتين الصائتين [u,i] عشرون خطوة زائدة لصالح الصوت الصائت [i] وكلاهما مغلقان والفرق بين الصوتين الصائتين [o,p] عشرون خطوة زائدة لصالح الصوت الصائت [o] وكلاهما، نصف مغلق.

نتيجة الصوتين الصامتين [t,k] نتيجة خاطئة فإنهما ذوي طبيعة نطقية واحدة، لكنهما يختلفان من حيث موضع النطق؛ أي أنهما يختلفان في الخواص الأكوستيكية (الشدّة)؛ وهذا يعني أن قوة إسماعهما لا تتساوى، وبالتالي اختلاف في الخواص السمعية (علويهما) عدم التساوي في مقدار العلو.

ولو بحثنا في العلاقة الموجودة بين السماع والاستماع والإنصّات يظهر لنا اختلاف واضح بينهم؛ فالسماع: «هو استقبال الأذن لذبذبات صوتية من مصدر معين من دون إعارتها انتباها مقصودا. والاستماع: هو فن يشتمل على عمليات معقدة يعطي فيها المستمع اهتماما خاصا وانتباها مقصودا لما تتلقاه أذنه من الأصوات، وإعمال الفكر فيها. أمّا الإنصّات فهو استماع غير أنّه مستمر»[1]، والفرق بينهم هو في الدرجة وليس في طبيعة الأداء أي هو تركيز الإنتباه على ما يسمعه الإنسان من أجل تحقيق هدف معين.

يقول الله تبارك وتعالى: ﴿وَإِذَا قُرِئَ الْقُرْآنُ فَاسْتَمِعُواْ لَهُ وَأَنصِتُواْ لَعَلَّكُمْ تُرْحَمُونَ﴾[2].

1- طيب شيباني، أطروحة ماجستير، إستراتيجية التواصل اللغوي في تعليم وتعلم اللغة العربية (دراسة تداولية)، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، (2009-2010)، ص: 80.

2- الأعراف، [204].

تختلف درجات الصوت على حسب شدته وعلوه وبالتالي قوة إسماعه فمثلا درجة الصوت هو المقياس الموسيقي الذي يدركه من يتعلّم الموسيقى. ودرجات السلم الموسيقي في الموسيقى الأوربية يرمز إليها بما يلي:[1]

Si	la	Sol	Fa	Mi	Re	Do
سي	لا	صول	فا	مي	ري	دو

وعلى حسب انتقال الصوت من [do] إلى [si] تزداد حدّته، ويقل عمقه فحين يقف في درجة الـ [do] وهي الدرجة الأقصى عمقا (كصوت الرجال) يطلق عليه الموسيقيون اسم القرار. وحين يقف في درجة [si] وهي الدرجة الأكثر حدة (كصوت النساء). ولكل صوت خاصة مميزة سواء أكان إنسانا أم حيوانا أم من الجماد. وبه نستطيع التمييز وإن اتحدا في الدرجة والشدة. فنحن نتّعرف على من يكلمنا هاتفيا من خلال نوع الصوت.

المبحث الثاني: تجربة "أوتو جسبر سون Otto Jesperson":

في حين نجد عالم الأصوات الدانماركي المشهور "أوتو جسبرسون (otto jesperson)" قد صنف الأصوات اللغوية من حيث قوة الإسماع (Sonority) مبتدئا، بالأضعف إسماعا:[2]

1- الصوامت المهموسة:

أ- الوقفيات [k,t,p].

ب- الاحتكاكيات [s,f... إلخ].

- الوقفيات المجهورة [g,d,b].

1- ينظر: روعة محمد ناجي، علم الأصوات وأصوات اللغة العربية، المؤسسة الحديثة للكتاب، ط1، لبنان، (2012)، ص: 22، 23.

2- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 159.

- الاحتكاكيات المجهورة [z,v...إلخ].

- التكراريات الاستدلاليات [r].

- الصوائت المغلقة [u,y,i].

- الصوائت نصف المغلقة [o,e...إلخ].

- الصوائت المفتوحة [g..إلخ].

قدم "جسبرسون" نظرية لتفسير المقطع (syllable)، فوجد الأصوات اللغوية تميل إلى التجمع في وحدات أكبر منها، وهذا تبعا لقوى إسماعها؛ وهذا يعني الفصل في تكوين البنية المقطعية (syllabic structure) والمقطع هو: «مسافة ذات قمة إسماع واحدة وعدد مقاطع الكلمة مساويا عدد أصواتها والتي تكون أقوى إسماعا مما يجاورها، وأقوى إسماعا مما بعدها، إذا كانت في بداية الكلمة ومما قبلها وما بعدها، إذا كانت في وسط الكلمة مما قبلها إذا كانت في نهاية الكلمة».[1]

تُصَّنيف الأصوات اللغوية الداخلة من حيث البعد النطقي إلى عاملين أساسين هما:

أ – وضع الوترين الصوتين، ومنه يتبين أن أي صوت مجهور أقوى إسماعا من كل صوت مهموس. والنتيجة هنا خاطئة مع أن الأصوات المجهورة أقوى إن الأصوات المهموسة والذي أدى إلى الخلط بين مفهومي قوة الإسماع (Sonority) والجهر (voicing) مما جعل بعض العلماء إرداف قوة الإسماع لمفهوم الجهر، وبعض الدارسين على ترجمة مصطلح قوة الإسماع إلى مصطلح الجهر وإلى مصطلح التصويت.

ب– نوع تعديل القناة الصوتية بفعل حركات أعضاء النطق إذا كانت أكثر انفتاحا زادت قوة الإسماع وإذا كانت أقل انفتاحا قلت قوة الإسماع. والنتيجة في ذلك هو أن الجهر ودرجة انفتاح القناة الصوتية هما الأساس في تحديد درجة قوة إسماع الأصوات اللغوية.

1– ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 159، 160.

من أهم الملاحظات التي خرج بها "خلدون أبو الهيجاء" من تجربة جسبرسون ما يلي:[1]

ج- إنّ الشدّد الأكوستيكية للأصوات اللغوية تتناسب تناسبا طرديا مع قوة الجهر التي يحددها اتساع ذبذبة الوترين الصوتيين إلا أن "جسبرسون" لا يخبرنا مع أية مجموعة من الأصوات اللغوية يكون الجهر أقوى.

من حيث البعد السمعي للأصوات اللغوية الداخلة فيه يتناسب علوها تناسبا طرديا مع درجة انفتاح القناة الصوتية؛ أي العلو حتى بلوغه أعلى مقدار له مع أقوى جهر.

مفهوم الوضوح السمعي هو: «علو الأصوات اللغوية عند السامع؛ فكل زيادة في علو الأصوات اللغوية دلالة على أنها ذوات شدد أكوستيكية قوية وكلما كانت هذه الأخيرة قوية إشارة إلى أنها أصوات مجهورة وعكسها؛ أي أنّ الشدّد الأكوستيكية تصل إلى أضعف مقدار لها مع الأصوات الوقفية المهموسة وهذا تصنيف للأصوات اللغوية باعتبارها نظائر سمعية ذاتية لشددها الأكوستيكية».

الأسباب الدالة على تباين درجات الأصوات اللغوية هما: الجهر ودرجة انفتاح القناة الصوتية.

عدم الربط بين الأبعاد النطقية والأكوستيكية والسمعية للأصوات اللغوية في تحديد مفهوم الوضوح السمعي.

علم الأصوات السمعي يبحث في إدراك الأصوات اللغوية وذلك من خلال جانبي هما: «عضوي مخرجي، ونفسي، يركز جهوده على الذبذبات التي تتقبلها أذن السامع، والأثر النفسي لهذه الذبذبات في الملتقي، وهذا الفرع أصبح محصورا في دائرة المتخصصين تخصصا دقيقا في فيسيولوجيا الجهاز السمعي وعلم النفس الإدراكي».[2]

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 162.

2- عاطف فضل، الأصوات اللغوية، دار الميسرة، ط1، الأردن، (2013)، ص: 46.

وإذا ما قمنا بمقابلة بين الأصوات الفرنسية والأصوات العربية: (فحرف الباء) صامت مجهور شفوي (شفتاني) انفجاري والنظير المهموس له هو [p] وهو يتكون بنفس الطريقة التي يتكون بها الباء فيما عدا أن الوترين الصوتيين لا يتذبذبان أثناء نطقه فال [p] صامت مهموس شفوي (شفتاني) انفجاري والنظير المجهور للقاف وهو الذي يرمز إليه كتابة [g] صوت صامت مجهوري هو انفجاري.[1]

واللام العربي صامت مجهور سني منحرف (جانبي) ولقد لاحظ نحّاة العربية أن المتكلمين العرب يستعملون نوعين رئيسيين من اللام، اللام المفخمة، اللام المرققة:[2]

الأولى"والله" والثانية "لك" وقد ذكروا الظروف التي تحدد نطق اللام مفخمة وتلك التي تحدد نطقها مرققة. إن الشكل الذي يتخذه جسم اللسان، أي الجزء الرئيسي منه في نطق اللام، عنصر أساسي في تحديد صوت اللام.

أمّا اللام الإنجليزي فهو "لثوي" والإنجليزية كذلك تستعمل نوعين رئيسين من اللام المفخمة، وتسمى (L) "Dark"؛ أي (اللام المعتمة أو القاتمة)، واللام المرققة، وتسمى (L) "Clear"؛ أي (اللام الصافية أو المشرقة) ويتعين نطق اللام في الإنجليزية مفخمة إذا وقعت قبل أي صوت صامت كما في "Field" أو متطرفة كما في "Pill" و "Feel" ويتعين نطقها مرققة إذا وقعت قبل أي صوت صامت، كما في "late" أو قبل صوت الياء كما في "Million" والفارق بين الأنواع المرققة من اللام وبين الأنواع المفخمة هو فارق (الرنين).

والراء العربي: يتكون من تتابع طرقات طرف اللسان على اللثة تتابعا سريعا، ومنه تمت تسميته بالمكرر وهذه الطرقات لا تحدثها حركة عضلية واعية من طرف اللسان، والحاصل هو أن طرف

1- ينظر: محمود السعران، علم اللغة مقدمة للقارئ العربي، دار النهضة العربية، د. ط، لبنان، (د،س)، ص: 154-157.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 170.

اللسان يوضع في موضعه المناسب، ويعمل العمود الهوائي على ذبذبته فتنتج نغمة يحدثها الوتران الصوتيان، إذن الراء العربي صامت مجهور لثوي مكرر.[1]

الياء: تتكون نتيجة اتخاذ الأعضاء الوضع المناسب لنطق صائت من نوع الكسرة [i] ثم تنتقل بسرعة إلى موضع صائت آخر أشد بروزا ومن هذا يتكون الصامت المعروف بالياء، إذ يرفع وسط اللسان عاليا اتجاه الحنك الصلب (وسط الحنك) وتكسر الشفتان ويسد الطريق إلى الأنف إذ يرفع الحنك اللين، ويتذبذب الوتران الصوتيان الياء [y] شبه صائب مجهور مكسور(غير مضموم) حنكي وسيط.

الواو: يتكون باتخاذ أعضاء النطق الوضع المناسب لنطق نوع من "الضمة" [u] ثم الانتقال بسرعة إلى وضع صائت آخر، إذ تختلف نقطة البداية نوعا من بين المتكلمين وحسب الصائت الموالي، تنضم الشفتان، ويرفع أقصى اللسان نحو أقصى الحنك، ويسد الطريق إلى الأنف بأن يرفع الحنك اللين، ويتذبذب الوتران الصوتيان. فالواو [w] شبه صائت مجهور شفوي حنكي، قصبي.[2]

يتبين لنا من خلال ما عرضنا من الأمثلة السابقة الذكر بأن هناك أصوات لغوية مجهورة، تتحد قوة إسماعها ارتباطا بانفتاح القناة الصوتية، كما أن الشدّد الأكوستيكية تتناسب تناسبا طرديا مع قوة الجهر.

من الدرجات الدالة على قوة إسماع مجموعات الأصوات اللغوية الداخلة في تصنيف "جسبرسون"، تشير إلى:[3]

أ- كان صائبا في التوصل إلى أن الأصوات المجهورة أقوى إسماعا من الأصوات المهموسة.

1- ينظر: محمود السعران، علم اللغة مقدمة للقارئ العربي، ص: 171.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 180، 181.

3- ينظر: خلدون أبو الهيجاء فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 168.

ب- لم يكن صائبا في التوصل إلى أن أي صوت مجهور أقوى إسماعا من كل صوت مهموس.

ج- كان صائبا في التوصل إلى أن الأصوات المنتجة على درجة انفتاح أكبر للقناة الصوتية أقوى إسماعا من الأصوات المنتجة على درجة انفتاح أقل؛ بمعنى أن الأولى أقوى رنينا وأضعف احتكاكا من الثانية.

د- لم يكن صائبا في توصله إلى أن أي صوت منتج على درجة انفتاح أكبر للقناة الصوتية، أقوى إسماعا من كل صوت منتج على درجة انفتاح أقل لها، فالصوت الذي ينتمي إلى مجموعة الصوائت المغلقة ليس بالضرورة أقوى إسماعا من كل صوت ينتمي إلى مجموعة الأنفيات والجانبيات.

يدل تصنيف درجات الوضوح السمعي لمجموعة الأصوات اللغوية على أن:[1]

1- كان صائبا في التوصل إلى أن مجموعات الصوائت المفتوحة والصوائت نصف المغلقة والصوائت المغلقة أوضح سمعيا كونها ضوضائية بينما أصوات المجموعتين الأوليتين جرسية.

2- لم يكن صائبا في التوصل إلى أن مجموعة الصوامت الوقفية المجهورة أوضح سمعيا من مجموعة الصوامت الاحتكاكية المهموسة وإلى أن مجموعة الصوائت نصف المغلقة أوضح سمعيا من مجموعة الصوائت المغلقة وهذا بسبب تداخل مفهومي قوة إسماع الأصوات اللغوية والوضوح السمعي في الأصوات اللغوية.

الدرجات المقررة في التصنيف والتي تدّل على قوة إسماع مجموعات الأصوات اللغوية فهي دالة على أن:[2]

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 168.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 169.

أ- عند تساوي بعض مجموعات الأصوات اللغوية في ملمح الهمس اعتمد "جسبرسون" على أساس درجة انفتاح القناة الصوتية وعلى نفس الأساس اعتمد على قوة إسماع مجموعات الأصوات التي تساوت في ملمح الجهر.

ب- لم يكن صائبا في التوصل إلى أن أي صوت مجهور أقوى إسماعا من كل صوت مهموس، وبالتالي فليس أي صوت ينتمي إلى مجموعة الصوامت الوقفية المجهورة أقوى إسماعا من كل صوت من مجموعة الصوامت الاحتكاكية المهموسة.

ج- كان صائبا في التوصل إلى أن الأصوات المنتجة على درجة انفتاح أكبر للقناة الصوتية، أقوى إسماعا من الأصوات المنتجة على درجة انفتاح أقل لها؛ أي أن الأولى أقوى رنينا وأضعف احتكاكا من الثانية فمجموعة الأنفيات والجانبيات أقوى إسماعا من مجموعة من الصوامت الاحتكاكية المجهورة والصوائت المفتوحة أقوى إسماعا من الصوائت المغلقة.

د- لم يكن صائبا في التوصل إلى أن أي صوت منتج على درجة انفتاح أكبر للقناة الصوتية أقوى إسماعا من كل صوت منتج على درجة انفتاح أقل لها؛ أي صوت ينتمي إلى مجموعة الصوائت المغلقة أقوى إسماعا من كل صوت ينتمي إلى مجموعة الأنفيات والجانبيات.

إذا كانت الدرجات المقررة دالة على درجات الوضوح السمعي لمجموعات الأصوات اللغوية الموجودة في هذا التصنيف فإنها تشير إلى ما يلي:[1]

أ- كان صائبا في التوصل إلى أن مجموعات الصوائت المفتوحة، والصوائت نصف المغلقة، والصوائت المغلقة أوضح سمعيا من مجموعتي التكراريات والاستدلاليات، والأنفيات، والجانبيات، فالمجموعات الأولى أكثر جرسا من المجموعات الثانية. بينما مجموعتي التكراريات والاستدلاليات والأنفيات والجانبيات أوضح سمعيا من مجموعات الصوامت الاحتكاكية المجهورة، والاحتكاكية

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 169.

المهموسة، والوقفية المجهورة، والوقفية المهموسة، فأصوات المجموعتين الأوليتين جرسية، وأصوات المجموعات الأخرى ضوضائية جرسية.

ب- لم يكن صائبا في توصله أن مجموعة الصوامت الوقفية المجهورة أوضح سمعيا من مجموعة الصوامت الاحتكاكية المهموسة، وبأن كل صائت في مجموعة الصوائت النصف المغلقة أوضح سمعيا من كل صائت من مجموعة الصوائت المغلقة، والسبب هو تداخل مفهومي قوة إسماع الأصوات اللغوية والوضوح السمعي في الأصوات اللغوية والذي لم يبحث فيه "جسبرسون" ولم يتناوله.

جدول الرموز الصوتية لأصوات اللغة العربية:[1]

الصوامت	
? الهمزة	s الصاد
b الباء	d الضاد
t التاء	ţ الطاء
o الثاء	ą الظاء
z الجيم	؟ العين
h الحاء	y الغين
x الخاء	f الفاء
d الدال	q القاف
σ الذال	k الكاف
r الراء	l اللام
z الزاي	m الميم
s السين	n النون
∫ الشين	h الهاء

1- روعة محمد ناجي، علم الأصوات وأصوات اللغة العربية، ص: 93.

أنصاف الصوائت:

j الياء w الواو

الصوائت:

i الكسرة Ī الكسرة الطويلة

u الضمة ū الضمة الطويلة

a الفتحة ā الفتحة الطويلة

إن علم الأصوات الحديث قد ميّز أشباه الصوائت عن غيرها من الأصوات بما يلي:[1]

أ- مجرى النفس مع هذه الأصوات تعترضه بعض الحوائل وهي صفة من صفات الصوامت.

ب- لا يكاد يسمع لهذه الأصوات أي نوع من الحفيف.

ج- هذه الأصوات تعدّ من أكثر الصوامت وضوحا في السمع.

د- هي كثيرة الشيوع سهلة من حيث النطق.

ففي الأصوات الصائتة: «يكون مجرى الأداء الصوتي أوسع مما هو عليه في الأصوات الصامتة.

أمّا الصوت الصامت فهو الذي يحدث في أثناء النطق به اعتراض أو عائق في مجرى الهواء سواء كان الاعتراض كماً في نطق أصوات الدال أو الطاء أو التاء. أو كان الاعتراض جزئيا يسمح بمرور الهواء بصورة ينتج عنها احتكاك مسموع كما في نطق أصوات الحاء والخاء والغين»[2] يتضح لنا من خلال التعريف بأن الفرق بين كل من الصائت والصامت يكمن في كون أن الصائت مجراه الصوتي أوسع من الصامت.

1- رابح بوحوش، البنية اللغوية البردة البوصيري، ص: 59.

2- هادي نهر، علم الأصوات النطقي دراسات وصفية تطبيقية، عالم الكتب الحديث، ط1، الأردن، (2011)، ص: 32،31.

كل صائت في مجموعة الصوائت نصف المغلقة أوضح سمعيا من كل صائت من مجموعة الصوائت المغلقة، والسبب هو تداخل مفهومي قوة إسماع الأصوات اللغوية والوضوح السمعي في الأصوات اللغوية والذي لم يبحث فيه "جسبرسون" ولم يتناوله.

الدرجات المقررة التي تشير إلى قوة إسماع مجموعات الأصوات اللغوية في هذا التصنيف فإنها، تبين ما يلي[1]:

أ- عند تساوي بعض مجموعات الأصوات في ملمح الهمس وعلى أساس علمي اعتمد "جسبرسون" على درجة انفتاح القناة الصوتية ومن خلاله تظهر الدرجات التي تشير على قوى إسماع، وعلى نفس الأساس تظهر الدرجات التي تشير على قوة إسماع في المجموعات التي تساوت في ملمح الجهر.

ب- بدون دقة علمية، وضع "جسبرسون" مجموعة الصوامت الاحتكاكية المهموسة في درجة أقل من الدرجة التي وضع فيها مجموعة الصوامت الوقفية المجهورة اعتماده في ذلك على أن الثانية مجهورة بينما الأولى مهموسة. بالرغم من أن الأولى تنتج على درجة انفتاح أكبر للقناة الصوتية من الدرجة التي تنتج عليها الثانية. لم ينتبه "جسبرسون" إلى أن الجهر له أثر قليل في الشدّد الأكوستيكية لمجموعة الصوامت الوقفية المجهورة لسبب كونها وقفية وكذا في مقادير علوها، وقوى إسماعها. ووضعه هذه المجموعة من حيث قوة الإسماع في الدرجة التي وضع فيها مجموعة الصوامت الاحتكاكية المهموسة ووضع مجموعة الصوامت الاحتكاكية المهموسة من حيث قوة الإسماع في الدرجة التي وضع فيها مجموعة الصوامت الوقفية المجهورة معتمدا أساسا على درجة انفتاح القناة الصوتية.

من النتيجة التي قررها "جسبرسون" وهي تجمع الأصوات اللغوية في مقاطع يكون حول أقواها إسماعا بالنسبة لقوى إسماعها في تلك المقاطع وهي دليل على أن:[2]

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 170، 171.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 171.

أ- قوى إسماع الأصوات اللغوية عندما تكون منعزلة، تختلف عن قوى إسماعها عندما تكون في سياقات معينة (داخل المقاطع) والسبب يعود إلى اختلاف حدود الأصوات اللغوية حينما تكون منفصلة عن حدودها داخل المقاطع، بسبب تأثيرها فيما يجاورها من أصوات داخل المقاطع وتأثرها بها.

ب- تحديد أقوى الأصوات اللغوية إسماعا في مقطع معين يتوقف على قوى إسماع الأصوات المكونة لذلك المقطع، فقد يكون صوت لغوي ما ينتمي إلى مجموعة ذات درجة قليلة من حيث قوة الإسماع يكون أقوى الأصوات اللغوية في مقطع معين؛ لأن الأصوات اللغوية المشتركة معه أقل إسماعا منه.

ج- قوى إسماع الأصوات اللغوية عندما تكون في مقاطع معينة تشير إلى مستويات مقادير علوها هذا من البعد السمعي لها وكذلك مستويات شددها الأكوستيكية وهذا من البعد الأكوستيكي.

والمقطع في العربية هو: «درجة أعلى من الفونيم في الوحدات الصوتية الفونولوجية لأنه مكون من مجموعة من الفونيمات، أقلها فونيمات، صامت وصائت وذلك لأن الصامت يمثل قمة الإسماع في المقطع، لأنه أعلى درجة في الوضوح السمعي من الصائت».[1]

تختلف أشكال المقطع من لغة إلى أخرى تبعا لقواعد التشكيل الصوتي، فهي في العربية تتحدّد بالنظر إلى طول المقطع وقصره أو بالنظر إلى نهايته: فبالنظر إلى نهايته نميّز:[2]

- المفتوح: إذا انتهى بالصامت طويلا أو قصيرا (بَ، بِي).
- المغلق: إذا انتهى بالصامت (منْ، عنْ).
- مُضّاعف الإغلاق: إذا انتهى بصامتين (عبْدْ).

1- خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية دروس وتطبيقات، ص: 61.

2- المرجع نفسه، ص: 62.

وبالنظر إلى الطول والقصر نميز:

- القصير: بَ/ص ح.
- المتوسط: بَا/ ص ح ح، أو منْ/ ص ح ص.
- الطويل: بَابْ، عُودْ/ ص ح ح ص، أو بدرْ، عبْدْ/ ص ح ص ص.

أما النبر: «فهو وضوح نسبي لصوت أو مقطع... والمقطع المنبور بقوة ينطقه المتكلم بجهد أعظم من المقاطع المجاورة له. وله أهمية في التمييز بين معنى وآخر، وبين كلمة وأخرى، نحو: "شهر آب" أو شهراب (اسم شخص)»[1]، إن المقطع المنبور يكون قمة في الإسماع وبالتالي الوضوح السمعي.

يبين "جسبرسون" أن أقوى الأصوات اللغوية إسماعا ضمن المقاطع غالبا يكون صوتا صائتا، فإنه يدل على:[2]

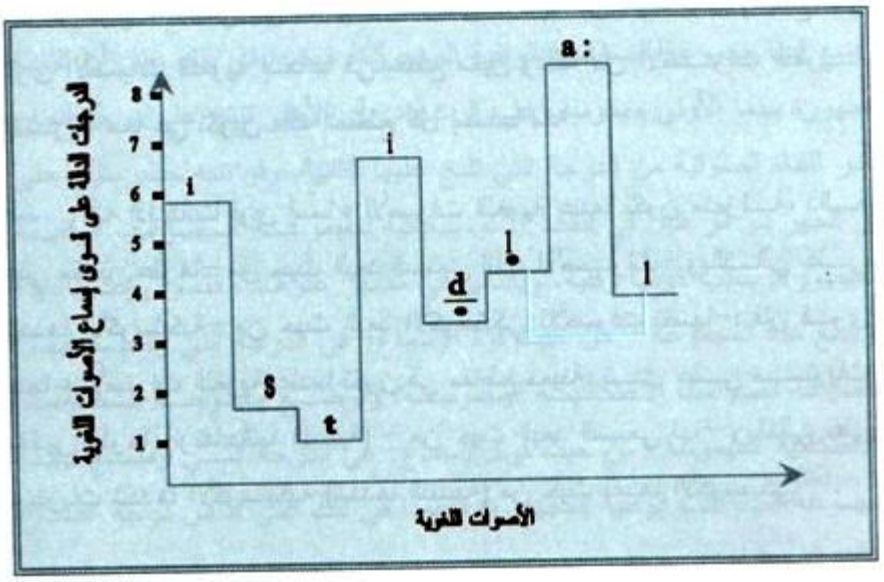
أ- الصوائت أقوى إسماعا من الصوامت سواء أكانت منعزلة أم في سياقات معينة.

ب- هناك أصوات صامتة معينة يمكنها أن تكون أقوى الأصوات إسماعا، ضمن مقاطع معينة إلا أن "جسبربون" لم يحددها.

الرسم التحليل الموالي يبين فيه التحليل المقطعي لكلمة استظلال (Istidlal) معتمدا في ذلك على تصنيف "جسبرسون" للأصوات اللغوية من حيث درجات قوى إسماعها.[3]

رسم بياني يبين التحليل المقطعي لكلمة استظلال (Istidlal).

1- ينظر: خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية دروس وتطبيقات، ص: 63.
2- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص :171، 172.
3- المرجع نفسه، ص: 172.



من خلال الشكل يبين "خلدون أبو الهيجاء" النتائج التالية:[1]

أ- إن المقطع في بداية كلمة استظلال (Istidlal) تمثله المسافة الفاصلة بين بداية الصوت الصائت (i) وبداية الصوت الصائت (t) حيث يقع الحدان المقطعيان، وتكون قمة إسماع هذا المقطع واقعة عند منتصف الصوت الصائت (i).

ب- عدد مقاطع الكلمة يساوي عدد أصواتها التي تحتل قمماً داخل المقاطع، بسبب قوى إسماعها فكلمة استظلال تتكون من ثلاثة مقاطع (is) و (tid) و (lal).

تنقسم الصوامت في اللغة العربية إلى ثلاثة اعتبارات:[2]

1- بحسب وضع الأوتار الصوتية من حيث (التذبذب وعدمه).

2- بحسب مواضع النطق أو مخارج الأصوات.

3- بحسب حالة مرور الهواء والحوائل التي تعترضه عند النطق وتنقسم الصوائت إلى عدة اعتبارات متنوعة:

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 173.

2- ينظر: رابح بوحوش، البنية اللغوية لبردة البوصيري، ص: 19.

أ- النظر إلى الجزء من اللسان.

ب- النظر إلى درجة العلو الذي يرتفع إليها اللسان.

ج- النظر إلى وضع الشفتين من ناحية الانضمام والانفراج.

كما يحدد موقع النبر في اللغة العربية بحسب كمية المقطع قبل الأخير مثال:[1] الفعل (يكتبون)، والاسم (دروسهم في جملة: الطلاب يكتبون دروسهم نجد أن النبر يقع على المقطع قبل الأخير في الفعل، وهو المقطع (بو) وفي الاسم (دروسهم) يقع النبر على المقطع الثالث من الأخير وهو (رو) وذلك لأن المقطع الثاني —ما قبل الأخير- هو مقطع قصير، فإذا لم يكن قبل الأخير إلا مقاطع قصيرة وقع النبر على المقطع الأول منها، وذلك نحو الفعل (كتب)، فالنبر فيه على المقطع الأول (ك) أما الأخير فلا يكون منبورا إلا إذا كان المقطع من النوع الطويل: ص ح ح ص أو ص ح ص ص مثال: يدرسونْ، ويخشونْ على التوالي، وذلك في حالات الوقف.

من الظواهر الصوتية الطريفة المستخدمة "في البردة" كثرة أشباه الصوائت وهي (ل، م، ن، ر)، فقد أوضح البحث الصوتي بأن هذا النوع كثير الشيوع. فلقد نجحت بصفاتها المتميزة، كالسهولة والوضوح السمعي وتأثير في تبليغ الرسالة فهي تمتاز بالعذوبة وقوة التأثير على السمع، ونلمس ذلك في مطلع القصيدة:[2]

أمِــنْ تذَكُّـرِ جيرانٍ بذي سـلمِ مزجتَ دمعاً جرى من مقلةٍ بـدمِ

أمْ هبَّتِ الريحُ من تلقاءِ كاظمةٍ وأوْمَضَ البَرْقُ في الظلْماءِ مِنْ إضَمِ

كما استخدمت الصوات الاحتكاكية في البردة فهي تمتاز بصفاتها الصوتية الخاصة بحيث تصور المعاني تصويرا حسيا وتضفي عليه جرسا موسيقيا موحيا مؤثرا.

1- ينظر: عاطف فضل، الأصوات اللغوية، ص: 151.

2- ينظر: رابح بوحوش، البنية اللغوية لبردة البوصيري، ص: 55-58.

ما رَنَّحَتْ عَذَباتِ البـــانِ ريحُ صَبـاً وأطْرَبَ العِيسَ حادي العِيسِ بِالنَّغَمِ

وَاخْشَ الدَّسائِسَ مِن جُوعٍ وَمِنْ شِبَعٍ فَـــرُبَّ مَخْمَصَةٍ شَـــرٌّ مِنَ التُّخَـــمِ

المبحث الثالث: تجربة بايك (Pike):

اعتمد "بايك" على قوة إسماع الأصوات اللغوية بوصفها واحدا من معيارين أكوستيكين هامين من أجل التفريق بين الصوامت والصوائت وسجل ما توصل إليه بعض علماء الأصوات، وهو: «أن الصوائت هي الأصوات اللغوية التي تكون أقوى إسماعا ورنينا من الصوامت، ونبه إلى أنه يجب التفريق بين مفهوم قوة الإسماع بوصفه معيارا أكوستيكيا بواسطته يتم التفريق بين الصوامت والصوائت، ومفهوم قوة الإسماع بوصفه دليلا على أن قوة إسماع صوت ما أقوى نسبيا من قوة صوت آخر، والأصوات اللغوية تُدرس ضمن المفهوم الأول منعزلة، بينما تُدرس ضمن المفهوم الثاني في سياقات معينة؛ بمعنى أن مفهوم قوة الإسماع الذي يصنف الصوت اللغوي المعين كونه صامت أو صائت هو معيار "أكوستيكي" "Acoustic Citerion " وليس معيارا سياقياً "Contextual Criterion".»[1]

النتيجة التي خلص إليها "بايك" هي أنه: سواء أكان المعيار الأكوستيكي الحاسم الذي اعتمد عليه في تصنيف الأصوات اللغوية هو قوة الإسماع أم الاحتكاك، أم كليهما، فالخط الفاصل بين الصوامت والصوائت متذبذب ومبهم وملبس والسبب راجع إلى أنّ بعض الصوامت أقوى إسماعا من بعض الصوائت وأن بعض الصوائت يحتوي على احتكاك مسموع (الصوائت المغلقة) في حين لا يحتوي بعض الصوامت القوية الإسماع (Sonorants) على إحتكاك مسموع[2]. كما عرّف "بايك" الصوت المقطعي (Syllabic Sound) بأنه: الصوت الذي تكون حركة مولد تيار الهواء الأكوستيكية للصوت الصائت (=a) وزيادة علوه وبالتالي قوة إسماعه.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 186.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 187.

الدرجة الدالة على قوة إسماع الصوت شبه الصائت (L) تدل على قوة إسماع الصوت حين انعزاله، وسبب ذلك تأثر الصوت شبه الصائت متوسط الإسماع (L) بالصوت الصائت قوي الإسماع (: d) ومن جانب آخر تحقق له تفخيما ضئيلا لما سبقه من أصوات مفخمة والنتيجة زيادة الشدة الأكوستيكية وزيادة علوه وبالتالي قوة إسماعه، بسبب تأثر الصوت شبه الصائت متوسط الإسماع (L) بالصوت الصائت قوي الإسماع (: a) تحقق به التفخيم لو لم يكن كذلك لكانت الدرجة الدالة على قوة إسماعه أقل من الدرجة (4) في الشكل السابق الدالة على قوة إسماعه حين انعزاله وسبب ذلك وقوعه في آخر الكلمة.

إن أقوى الأصوات اللغوية إسماعا داخل المقاطع العربية يكون في جميع الأحوال صوتا صائتا، وذلك أنه لا يخلو مقطع من مقاطع اللغة العربية من صوت صائت.[1]

فالمقاطع أو الكلمات تكون شديدة البروز عن سائر الجملة، هذه الجهارة بسبب ارتباطها بين طول الصوت، وارتكازه ودرجته والوضوح الطبيعي للصوت مفردا. فالارتكاز هو درجة قوة النفس في نطق الأصوات والمقاطع المتنوعة المتفاوتة. ميز الصوتيون بين ثلاث درجات رئيسية من الارتكاز:

- تسمى المقاطع التي يكون عليها الارتكاز القوي (قوية الارتكاز).
- تسمى المقاطع التي يكون عليها الارتكاز الضعيف (ضعيفة الارتكاز).
- أمّا المقاطع التي يكون عليها الارتكاز الثانوي (فهو وسط بين الدرجتين السابقتين)[2]. يتبين لنا بأن الارتكاز هو درجة قوة إسماع الصوت.

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 188.

2- ينظر: محمود السعران، علم اللغة، مقدمة للقارئ العربي، ص: 189-190.

في أثناء إنتاج المقطع أقوى ما تكون حال إنتاجه فيكون كل ما عداه من أصوات داخلة في بنية المقطع غير مقطعي وقسّم الأصوات اللغوية من حيث كونها مقطعية (Syllabic) أو غير مقطعية (Non Syllabic) إلى مجموعتين هما:[1]

المجموعة الأولى: أصوات مقطعية وتقسم إلى:

أ- أصوات مقطعية غالبا، هي الصوائت (Voiced) ذات الرنين القوي والأصوات الفموية الرنينية المركزية (r, y, w).

ب- أصوات مقطعية أغلبها، هي الأنفيات الرنينية (Resonant Nasals) والأصوات الفموية الرنينية الجانبية (Lateral Resonant Orals).

المجموعة الثانية: أصوات مقطعية نادرا، وهي الوقفيات والاحتكاكيات غير الرنينية.

وصل "بايك" إلى أن ملامح العلو (Loudnesse) وقوة الإسماع (Sonority) والكمية (Duration) للصوت اللغوي الداخل في بنية مقطع معين، تكون مسؤولة عن تحديد بروز ذلك الصوت في ذلك المقطع. وبناءا على هذا فالأصوات المقطعية عامة تملك هذه الملامح؛ فبروزها يمثل الملمح الأكوستيكي من الملاحظات التي استنتجها الكاتب وقام بتلخيصها على النحو التالي:[2]

يدرك "بايك" تماما معنى مفهوم قوة الإسماع في الأصوات اللغوية إلا أنه لا يشير إلى علاقة هذا المفهوم بمفهوم الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية.

ومن الأمثلة على ذلك: الكلمات التي على وزن "فاعِلٌ" مثل "سامع"، و "كاتب"، "قارئ"، "حادث" و "سامح"، يقع ارتكاز قوي على المقطع الأول. وفي الكلمات التي على وزن "مسْتفعِلٌ" يقع الارتكاز القوي على المقطع "ت" نحو "مستفهم"، "مستقبل".

1- ينظر: خلدون أبو الهيجاء، الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 188.
2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 188-192.

وفي الكلمات التي على وزن "مفْعولُ" يقع الارتكاز القوي على المقطع المقابل لـ "عُ" نحو محبوب، مفهوم، مضروب.[1]

النبر القوي أو الرئيس، ويسمى النبر الأولي، ويرمز له (/) وتختلف مواقع هذه النبرة، في البداية، أو الوسط، أو النهاية. النبر الثانوي، ويرمز له (^) ويأتي بعد النبر الأولي. أما النبر المتوسط، فيترك دون رمز، ومن هم من جعل رمزه (\)، النبر الضعيف، ويرمز له (V).

مثال:[2] كيف حالك؟

– V ^ \

كي ف حا لك

رئيس ضعيف ثانوي متوسط

وهناك من قسّم النبر إلى:[3]

- النبر الظاهر، ويوجد على الكلمات المكتوبة فقط.
- النبر اللغوي، وهذا يصدر من الأصوات والحركات، من الحيوانات والجمادات.
- النبر العفوي، وهذا النوع يصدر بغتة، بسبب رؤية أمرا على حين غفلة مثل الوفاة أو الغرق، أو غيرها من الأحداث المقدّرة.

يوافق الكاتب "بايك" في ضرورة التفريق بين مفهوم قوة الإسماع كونه معيارا أكوستيكيا بواسطته صنفت الأصوات اللغوية في مجموعتي الصوامت والصوائت ومفهوم قوة الإسماع كونه دليلا على أن قوة إسماع صوت ما أقوى نسبيا من قوة إسماع صوت آخر.

1- ينظر: محمود السعران، علم اللغة، مقدمة للقارئ العربي، ص: 190.
2- ينظر: عاطف فضل، الأصوات اللغوية، ص: 148.
3- ينظر: المرجع نفسه، ص: 149.

يوافق الكاتب "بايك" في عدم عدّ قوة إسماع الأصوات اللغوية معيارا يتم بواسطته تصنيف الأصوات اللغوية، سواء انعزلت أم وجدت في سياقات معينة، فإذا اعتبرنا قوة إسماع الأصوات اللغوية معيارا حاسما في التفريق بين الصوامت والصوائت توّجب على أن تكون الحركة المعيارية الأساسية (i) وهي صوت صائت، أقوى إسماعا من اللام المفخمة (Lˠ) وهي صوت صامت، لكن الثانية أقوى إسماعا من الأولى، فالصوائت غير المقطعية التي أشار إليها "بايك" أضعف إسماعا من الصوامت المقطعية الداخلة معها في تكوين مقاطع معينة.

يعرّف "بايك" الصوت المقطعي بأنه: «الصوت الذي تكون حركته مولد تيار الهواء في أثناء إنتاج المقطع، أقوى ما تكون حال إنتاجه وهذا دال على أنّ "بايك" اعتمد على بعد فسيولوجي (نطقي)».[1] والصوت المقطعي أقوى الأصوات الداخلة في بنية مقطع معين من ناحية الشدة الأكوستيكية وأعلاها ترددا وبالتالي أقوى المقطع إسماعا. أمّا سمعيا (إدراكيا) فهو أعلى الأصوات الداخلة في بنية مقطع معين من ناحية علوه وأحدها من ناحية درجته.

تصنيف الكاتب للأصوات اللغوية المقطعية وغير المقطعية موضحة على الشكل التالي:[2]

أ- أصوات مقطعية غالبا، وهي الصوائت وهي أنوية المقاطع الداخلة في تكوينها لأن قوة رنينها وانعدام احتكاكها جعلها قوية الإسماع.

ب- أصوات مقطعية أحيانا، وهي أنصاف الصوائت وأشباهها وهي أنوية المقاطع الداخلة في تكوينها وفي الغالب عندما تخلو تلك المقاطع من الصوائت يندر اشتمال تلك المقاطع على صوائت غير مقطعية، وذلك لأن قوة رنينها وانعدام احتكاكها جعلها قوية الإسماع.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 189.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 190-192.

ج- أصوات مقطعية في أندر الأحوال، وهي الصوامت الانفجارية والاحتكاكية، وهي أنوية المقاطع الداخلة في تكوينها، حين خلو تلك المقاطع من الصوائت وأنصافها وأشباهها، فبسبب ضعف رنينها وقله احتكاكها جعلها ضعيفة الإسماع.

كان الأجدر بـ "بايك" أن يوحّد بين الملامح التي يتوقف عليها تحديد بروز الصوت الداخل في بنية مقطع معين فيجعلها جميعها أكوستيكية (فيزيائية) أو سمعية (إدراكية)؛ لأن مستوى العلو للصوت اللغوي من حيث بعده السمعي هو نتيجة لمستوى شدته الأكوستيكية الدالة بقوة الإسماع من ناحيته بعده الأكوستيكي.

النتيجة هي أنّ أقوى الأصوات اللغوية إسماعا سواء إنعزلت أم وجدت في سياقات معينة، هو أقواها شدة وأعلاها ترددا من ناحية البعد الأكوستيكي وأعلاها وأحدّها درجة من ناحية البعد السمعي إلّا أنّ "بايك" لم يبحث من جانب وضوحها السمعي.

تتميز المصوّتات: «بالصعوبة من حيث النطق إذا ما قورنت بالصوامت والسبب هو أن الأولى تتميز بقوة إسماع كبيرة، بمعنى أي انحراف في نطقها بيّنا في السمع، بعيدا عن النطق الصحيح؛ فالمصوتات تشكل صعوبة لمن أراد أن يتعلم نطق اللغة الثانية».[1]

نستنتج ممّا سبق أن "بايك" عرّف مفهوم قوة الإسماع على أنه المعيار الأكوستيكي كما فصل بين الصوامت والصوائت من حيث قوة الإسماع إلا أن بعض الصوامت القوية لا تحتوي على احتكاك مسموع وبعض الصوائت فيها احتكاك مسموع.

إضافة إلى أن (ملامح العلو) و (قوة الإسماع) و (الكمية) عناصر أساسية مسؤولة عن تحديد بروز الصوت في ذلك المقطع. فلكل لغة من اللغات عددا من المقاطع أو الكلمات يكون بروزها أو جهارتها شديدا من بقية الجملة.[2]

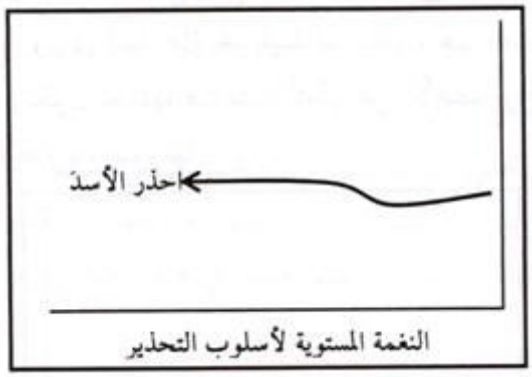
1- فرح ديدوح، دراسة المصوتات العربية عند الفلاسفة المسلمين، ص: 55.

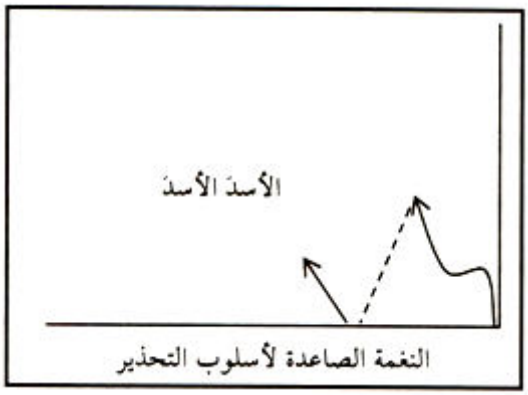
2- ينظر: محمود السعران، علم اللغة مقدمة للقارئ العربي، ص: 188.

المقطع الصوتي العربي قمته تكون في صوته الأخير ما عدا ما يلتصق منها بهامش المقطع عند الوقف، والتمايز بين مقاطع اللغة العربية هو تمايز نبري وكمي في الوقت نفسه.

فكل مقطع غير قصير هو حامل للنبر، والواضح هو أنّ علاقة النبر بالمقطع، علاقة عضوية تلازمية؛ أي هما عمليتان رئويتان على أساسهما يبنى الكلام.[1]

أمّا التنغيم يشمل كلمات الجملة كاملة إن تضّمنت الجملة عدد من الكلمات أو يكون على الكلمة التي هي الجملة في الكلمة الجملة، فتتحول الجملة من باب نحوي إلى باب نحوي آخر ويتضح ذلك بارتفاع الصوت وانخفاضه أثناء نطق الجملة، للتعبير عن معان مختلفة وتصنف النغمة إلى: صاعدة وهابطة، ومستوية، فالصاعدة توجد في الاستفهام والأمر، والهابطة توجد في الندبة والتفجع، والمستوية توجد في الجملة الخبرية والطلبية، ونمثل لذلك على النحو التالي:[2]





1- ينظر: عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوي، ص: 101.

2- ينظر: المرجع نفسه، ص: 167.

تختلف النغمات وتتنوع من حالة إلى أخرى: «فالنغمة العادية تستعمل في معظم الكلام وهي (المتوسطة)، والنغمة العالية، والنغمة العالية جدا. تكون دالة على التعجب أو الأمر، أما الهابطة، فتكون في نهاية الجملة، والمستوية هي النغمة الثابتة»[1]. تتنوع النغمات على حسب ردة فعل المتكلم وقوة نفسه.

فالمقطع اللغوي العربي هو تجميع لعدّة مصوّتات، له حقيقة فيزيائية يملك حدودا وذروة في حيّزه، فالمقاطع العربية بسيطة وتحديدها في السلسلة الكلامية سهل ولا يحمل اللبس[2].

وهنا نلاحظ تميز المقطع العربي بخصائص تميزه عن مقاطع اللغات الأخرى ومما يثبت علمية اللغة العربية.

إنّ التحديد الدقيق لأنواع الأصوات مرتبطا بعمليتي:[3] الإنتاج (الجهاز النطقي والإدراك (القوة السامعة))، وفق خصوصيات فيزيولوجية –نطقية، فيزيائية – سمعية.

1- عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوي، ص: 166.

2- ينظر: مصطفى حركات، العروض العربي بين النظرية والتطبيق، دار الآفاق، د.ط، الجزائر، (د.س)، ص: 33.

3- مصطفى بوعناني، في الصوتيات العربية والغربية أبعاد التصنيف الفونيتيقي ونماذج التنظير الفونولوجي، عالم الكتب الحديث، ط1، الأردن، (2010)، ص: 147.

دراسة وتقويم

عتبة العنوان: من خلال دراستنا للكتاب تبيّن لنا بأنّ العنوان مطابق تماما للمضمون، وحجتنا في ذلك المفهوم الذي ارتضاه للصوت اللغوي وهو: «إدراك سمعي ناتج من تذبذب جزيئات الهواء الملامس للأذن بسبب حركات الجهاز النطقي»[1].

كما تطرق إلى دراسة الصوت اللغوي دراسة فيزيائية بالاعتماد على مصدر الصوت، نوع الاهتزازات الصادرة منه، انتشاره، تردد الموجة، شدّتها وشكلها.

أمّا فيما يخص الوضوح السمعي فقد تناول عدة تجارب تختلف في دراستها من عالم إلى آخر، كتجربة "وولف"، "جسبرسون" و "بايك" وقام بالتسجيل عليها أهم الملاحظات والاستنتاجات.

عتبة المقدمة: هي عبارة عن لمحة عامة لما تضمنه محتوى الكتاب، حيث ذكر مجموعة من المفاهيم الأساسية في علم الأصوات، كمفهوم الصوت، مصدر الصوت وظاهرة الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية، اتسمت بالوضوح والبساطة، دون طرحه لأي إشكال.

المنهج: اتبع المؤلف المنهج الوصفي التحليلي إضافة إلى المنهج التجريبي، لأن دراسته تتطلب الموضوعية العلمية.

دراسات حول الكتاب: لم نجد أي دراسات نقدية حول الكتاب على حسب رأينا المتواضع، وهذا راجع إلى الأسباب التالية:

- لأن الكتاب علمي، وموضوع الدراسة فيزيائية بحتة.
- لعّل الكاتب غير معروف في ساحة من كتبوا في علم الأصوات.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 14.

- لعّل الكتاب لم يوزع توزيعا كافيا، لكي يروج له، إلا أن فتح الله الصغير في كتابه "الخصائص النطقية الفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية" لخّص فصول كتابه حيث قال:... إنه بحث يهدف إلى كشف الجوانب النطقية والأكوستيكية والسمعية للأصوات اللغوية، كما أنّ للصوت ثلاثة مقاييس سمعية (إدراكية) وهي التردد الذي هو مقياس أكوستيكي، الشدة الأكوستيكية وهو مقياس أكوستيكي، والشكل الموجي وهو مقياس أكوستيكي، ومفهوم الوضوح السمعي الذي يعني قوة إسماع الأصوات اللغوية الدالة على مستويات شددها الأكوستيكية....[1]

- لم نلاحظ أي اختلاف بين كتاب "خلدون أبو الهيجاء" والكتب الأخرى الخاصة بمجال علم الأصوات، فقط فيما يخص الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، نرى "خلدون أبو الهيجاء" له بصمة واضحة تمثلت في شرحه وتفصيله للقواعد والقوانين الفيزيائية.

- بالإضافة إلى تسجيل الملاحظات والنتائج المتوصل إليها، وعرض بعض الأشكال والرسومات التوضيحية، والجداول الخاصة بفيزيائية الصوت اللغوي في الأصوات العربية مثل: «الجدول الذي يوضح الحركة الاهتزازية لعمود الهواء للأصوات اللغوية الناتجة عنها».[2]

منهجية الكاتب: تناسب كل من له دراية بعلم الأصوات، أي أنه موجه لفئة خاصة، مثل: أساتذة الصوتيات وأصحاب التخصص فالطالب المبتدئ لا يمكن له الفهم والاستيعاب بسهولة، وهذا لتضّمن الكتاب على قواعد صوتية فيزيائية بحتة، لم تدرج تحتها أمثلة تطبيقية للتوضيح. عكس ما نجده في الكتب الصوتية الأخرى مثل: كتاب أحمد مختار عمر الموسوم بدراسة الصوت اللغوي، كتاب عاطف فضل الموسوم بالأصوات اللغوية، كتاب مصطفى بوعناني الموسوم بالصوتيات العربية والغربية

1- ينظر: محمد فتح الله الصغير، الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية، ط1، عالم الكتب الحديث، الأردن (2008م)، ص: 09-10.

2- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 49.

بالإضافة إلى كتاب "منصور بن محمد الغامدي" الموسوم بالصوتيات العربية، يمكننا القول بأنّ الكتاب علمي فيزيائي بحت لفئة خاصّة.

- إن الشيء الجديد الذي جاء به "خلدون أبو الهيجاء" في دراسته للصوت اللغوي، يكمن في تطبيقه لدراسة الجانب الفيزيولوجي دراسة فيزيائية بحتة.

- اتبع "خلدون أبو الهيجاء" في منهجية التوثيق طريقة مؤلوفة، حيث أنه استعمل الترقيم المستمر، وقدم في نهاية كل فصل إشارات له تمثلت في الإحالات وبعض الشروحات مثل:

«الوضع الذي يكون فيه الوتران الصوتيان متباعدين».[1]

تقويم المتن: استخدم الكاتب أسلوب الاستطراد بكثرة خاصة في الفصل الثاني المعنون بانتشار الصوت وخواصه، مما يشعر القارئ بالملل، بالإضافة إلى أن القوانين الفيزيائية المذكورة تنقصها الأمثلة التطبيقية المساعدة على الفهم والاستعاب.

عند عرضه للتجارب التي طبقت على الأصوات الفرنسية لم يقابلها بالأصوات العربية لتوضيح ظاهرة الوضوح السمعي.

1- خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص: 74.

خاتمة

أدرك اللغويون العرب قيمة الصوت، ومدى أهميته في تصوير المعاني المجردة إلى محسوسة وإضفاء الجرس الموسيقي المؤثر بفضل ما يمتاز به من صفات خاصة تميز صوتا عن صوت آخر، فتجسدت آراؤهم المتعددة في وضع العروض، والنحو، والصرف والمعاجم، وفي تدوين القراءات القرآنية، وكل هذه المجهودات انبنت على الدراسة الصوتية.

أمّا علماء الغرب فأُولى اهتماماتهم بالأصوات كانت في القرن الثامن عشر تزامنا مع التقدم العلمي الذي حققته علوم الطبيعة وعلم وظائف الأعضاء، إضافة إلى ذلك اتباعهم المنهج المقارن الذي يدرس الأنظمة اللغوية الصوتية دراسة مقارنة.

تطّور علم الأصوات وأصبح علما يطبق عليه الدراسة العلمية باستخدام الوسائل الآلية والاعتماد على المناهج العلمية والوسائل التجريبية كراسم الطيف الصوتي (Spectrographe) وجهاز قياس سرعة التردد (Strobostopie).

من خلال دراستنا للكتاب خلصنا إلى مجموعة من النتائج أهمها:

- الصوت يشمل المعنى الفيزيائي والمعنى الفيزيولوجي، يتمثل في اهتزازات ميكانيكية تتضمن سلسلة من التتابعات السريعة (التضاغطات والتخلخلات) السريعة والمتتالية التي تحدث في الهواء باتجاه أذن السامع.
- الأمواج نوعين ميكانيكية وكهرومغناطيسية، النوع الأول لا ينتقل في الفراغ ويحتاج إلى وسط مادي، أمّا النوع الثاني فينتشر في الفراغ.
- الأمواج الطوليّة تتكون من تضاغطات وتخلخلات أمّا الأمواج المستعرضة فتتكون على شكل قمم وقيعان.
- انحصر مفهوم الصوت عند القدامى في الجهاز النطقي لكن عند المحدثين اشتمل على الجوانب الثلاثة، الفيسيولوجي، الأكوستيكي والسمعي.

- مصدر الصوت اللغوي هو الجهاز النطقي يتمثل في الرئتين، الحنجرة موضع النطق، الوترين الصوتيين والفم بما فيها التجاويف الأنفية والفموية وهي (حجرة الرنين) إضافة إلى اهتزاز عمود الهواء.

- يعد الهواء العامل الأساسي في انتشار الصوت اللغوي وغير اللغوي.

- الشروط الأساسية لانتشار الصوت هي الوسط المادي، وتوفر عنصري المرونة والكثافة.

- مميزات الموجة الصوتية هي التردد، الشدة، والشكل.

- تظهر درجة التردد (عند المحدثين) والتوتر(عند القدامى) من خلال العوامل المؤثرة فيه كالثقل والخفة، الطول والقصر، الحجم والوزن.

- يتم تثبيت شكل الموجة بجهاز الرسم الطيفي، أو جهاز الرسم الذبذبي.

- تختلف درجات الصوت على حسب شدته، وعلوه، وقوة إسماعه.

- تتناسب الشدد الأكوستيكية تناسبا طرديا مع قوة الجهر والأصوات المجهورة تكون مرتبطة بانفتاح القناة الصوتية.

- تختلف الصوائت عن الصوامت، فالصوائت يكون فيها المجرى الصوتي أوسع عكس الصوامت.

- تختلف الموجات الصوتية باختلاف مصادر الصوت ونوع الحركة الاهتزازية وشدّدها الأكوستيكية، والمنتجة ترددات متنوّعة تتشكل منها موجات صوتية مختلفة الأشكال، المنتظمة وغير المنتظمة، البسيطة والمركبة.

- تعتمد ظاهرة الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية على الإدراك السمعي، وقوّة الإسماع، وكمية الصوت.

- مصدر الصوت اللغوي تنتج منه موجات على حسب نوع الحركة الاهتزازية لعمود الهواء وتكون غير منتظمة، مختلطة (منتظمة وغير منتظمة) ومنتظمة مركبة.

- شدّة الصوت عند المحدثين ودرجة الصوت عند علماء العرب تتأثر بقوة الاهتزاز ومساحة مصدر الصوت بالإضافة إلى مرونة الوسط والبعد عن مصدر الصوت المهتز.

- الإدراك السمعي له ارتباط بشكل الموجة الصوتية لخاصيتها الفيزيائية.

- للغة العربية مكانة علمية تظهر من خلال التحليل المقطعي لكلمة "استظلال" ومن مقابلة الأصوات العربية للأصوات الفرنسية، وتميّز المقطع العربي.

- الصوامت أعلى درجة في الوضوح السمعي من الصوائت فهي تمثل قمة الإسماع في المقطع.

- تختلف أشكال المقاطع على حسب اللغات وقواعد التشكيل الصوتي.

- النبر وضوح نسبي للصوت أو المقطع.

- تتسم أشباه الصوائت بالوضوح السمعي.

- خاصية المقاطع العربية هي التميز بالنبر والكمية في آن واحد.

- المعيار المعتمد في تمييز الصوامت من الصوائت هو الاختلاف في الوضوح السمعي.

- الأصوات التي تقل ترددتها عن الحد الأدنى تحت السمعية (Subsonic Frequencies) لا تدركها الأذن ولا تؤدي إلى إحساس سمعي لكننا نسمع أثناء الليل "طقطقة" الأعمدة والأخشاب التي تغطي قاعات الغرف بحيث تتقلص وتقصر بسبب الطقس البارد –نلاحظ هنا– تأثر الأذن التي تؤدي إلى إحساس سمعي.

- ارتفاع الصوت مرتبط بقوة اهتزاز مصدر الصوت وعلى حسب قرب وبعد السامع.

- شدة الموجة تتأثر بنوع الحركة الاهتزازية على حسب اختلاف مصادر الصوت.

نرجو أن نكون قد وفقنا ولو بالقليل في إنجاز هذا البحث المتواضع. والبحث مهما بلغ درجة ما فلابد وأن تتخلله نقائص ويبقى مجاله مفتوحا أمام طلاب العلم ومحبيه، فدرب العلم طويل وعلينا أن نفرشه بالصبر ونحفه بالرضا ونجعله لله عز وجل، حينها يهون صعبه.

مع تشكراتنا الخالصة

الملاحق

المصطلحات الصوتية الخاصة بالقدامى:

المصطلح	مفهومه	توثيقه
التموج	أكثر ابن سينا من استعمال مصطلح تموج الهواء، وهو يقصد به تذبذب الهواء لسبب من الأسباب حصرها في اثنين هما: القلع والقرع.	دراسات أدبية –البصيرة– البحوث والاستشارات والخدمات التعليمية، ص: 79.
الجّرم	استعمله ابن سينا بمعنى الجسم، ربما جاء عنده بمعنى العضو، كما يتضح ذلك من حديثه عن اختلاف أجراس الأصوات بسبب اختلاف مخارجها ووضعية الأعضاء عند تلك المخارج.	دراسات أدبية –البصيرة– للبحوث والاستشارات والخدمات التعليمية، العدد 02، دار الخلدونية، الجزائر، (2008م)، ص: 80.
الحرف	هو رمز كتابي يعبر عن صوت معين أو مجموعة أصوات لا يؤدي تبادلها فيما بينها في الكلمة إلى اختلاف في المعنى، وبذلك يكون الحرف أعم من الصوت، لأنه يضم مجموعة من الأصوات تنسب إلى رمز معين.	عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوية، دار المسيرة، ط1، عمان، (2013م)، ص: 192.
حجرة الرنين	هي تجاويف حلقية وفموية وأنفية.	عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوية، ص: 192.
الحركات (الصوائت)	هي الأصوات التي يواجه معها تيار الهواء أثناء خروجه من الرئتين مارا بالأعضاء النطقية أقل قدر من التضييق، والتوتر والاحتكاك.	المرجع نفسه، ص: 193.

شدة الصوت	مقدار الطاقة التي تنساب في موجات الصوت.	عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوية، ص: 193.
الصوت اللغوي	كان يطلق عليه مصطلح آخر هو الحرف وهذا دليل واحد على تمييزه بين الصوت بوصفه الأثر المسموع اصطلح عليه أكثر القدماء بالحرف.	دراسات أدبية –البصيرة– البحوث والاستشارات والخدمات التعليمية، ص: 79.
الصوامت	هي الأصوات التي يتعرض تيّار الهواء الصادر من الرئتين أثناء إنتاجها إلى قدر كبير من التضييق، والتوتر، والاحتكاك، والغلق في بعض الأحيان.	عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوية، ص: 193.
الصوت المقطعي	هو الصوت الذي يشغل موقع النّواة، أو القمّة في المقطع الصوتي، ويشمل ذلك الحركات بأنواعها المختلفة.	عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوية، ص: 193.
الصوت غير المقطعي	هو الصوت الذي يشغل موضع الهامش في المقطع الصوتي، ويشمل الصوامت، وأنصاف الحركات، وتتسم هذه الأصوات بأنها أقل وضوحا في السمع من أصوات الحركات.	المرجع نفسه، ص: ن.
المحبس	عبّر به ابن سينا عن المكان الذي يتم فيه حبس الهواء، أي إيقافه، حبسا تاما أو ناقصا، ثم إطلاقه ليسمع مع ذلك الإطلاق صوت معين، وهو الذي يعبر عنه غيره من اللغويين بالمخرج.	دراسات أدبية –البصيرة– البحوث والاستشارات والخدمات التعليمية، ص: 83.

المخرج	هو أقصى نقطة يصل إليها انتقال التجويف الفموي أثناء النطق بصوت من الأصوات.	عاطف فضل محمد، الأصوات اللغوية، ص: 196.
القلع	هو تبعيد جرم ما عن جرم آخر مماس له، منطبق أحدهما على الآخر، تبعيدا ينقلع عن مماسته انقلاعا عنيفا لسرعة حركة التبعيد. والمقصود بذلك التفريق بين المواد.	خلدون أبو الهيجاء، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، عالم الكتب الحديث، ط1، عمان، (2006م)، ص: 31.
القرع	هو تقريب جرم ما إلى جرم مقاوم له لمزاحمته تقريبا تتبعه مماسة عنيفة لسرعة حركة التقريب وقوتها. والمقصود بذلك التقاء المواد إما عن طريق الاصطدام، وإما عن طريق الاحتكاك.	المرجع نفسه، ص: ن.
الوتران الصوتيان	هما رباطان يمتدان من طرفي الحنجرة من الخلف إلى الأمام ويلتقيان عند تفاحة آدم من الداخل، ولهما أهمية كبيرة في عملية النطق	المرجع نفسه، ص: 198.

المصطلحات الصوتية:

اللغة الانجليزية	اللغة العربية
1.Articulatory phonetics	**1. علم الأصوات النطقي**
Phonetics/ Language Sounds	الأصوات اللغوية
Sound	الصوت
Psychophysiology	علم النفس الفسيولوجي
The Speech event	الحدث الكلامي
Vocal tract	القناة الصوتية
Human Languages	اللغات البشرية
Closure	الغلق
Constriction	التضييق
Glottis opening	فتحة المزماز
Adductor Laryngeal muscles	العضلات الحنجرية المقربة
Muscular elasticity	المرونة العضلية
Voicing	الجهر
Voicelessness	الهمس
Thuroid cartilage	الغذروف الدرقي

False Vocal cords	الوترين الصوتيين الكاذبين
The production of speech	عملية إنتاج الكلام
Sound quality	نوع الصوت
Mid Vowels	الصوائت الوسطية
Sémiclose Vowels	الصوائت نصف مغلقة
Central vowels	الصوائت المركزية
Diphthongs	الصوائت المزدوجة
Syllabic Sound	الصوت المقطعي
Resonant nasals	الأنفيات الرنينية
Laterol resonant orals	الأصوات الفموية الرنينية الجانبية
Suprasegmental features	ملامح فوق القطعية
Manner of arcticulation	كيفية النطق
Lax	رخو
2. Acoustic phonetics	**2. علم الأصوات الفيزيائية**
Compressions	التضاغطات
Rarefactions	التخلخلات

Mechanical waves	الأمواج الميكانيكية
Electromagnetic waves	الأمواج الكهروميغناطيسية
Longitudinal waves	الأمواج الطوليّة
Transverse waves	الأمواج المستعرضة
Standing waves	أمواج موقوفة
Subsonic Frequencies	ترددات تحت السمعية
Ultrasonic Frequencies	ترددات فوق السمعية
Natural Frequency	التردد الطبيعي
Simple periodic motion	حركة منتظمة بسيطة
Complex periodic motion	حركة متظمة مركبة
Simple aperiodic motion	حركة غير منتظمة بسيطة
Complex aperiodic motion	حركة غير منتظمة مركبة
Damped	متخامدة
Undamped	غير متخادمة
The pendulum motion	حركة اهتزاز البندول
The string motion	اهتزاز الوتر

The strectched string	الوتر المشدود
Fundamental vibrations	ذبذبات أساسية
Fundamental frequency	تردد الأساس
Harmonic vibrations	الذبذبات التوافقية
Harmonic Frequencies	الترددات التوافقية
Air stream Mechanism	ميكانيكية تيار الهواء
Subglottalic pressure	الضغط تحت الحنجري
Supraglottalic pressure	الضغط فوق الحنجري
Intra glottalic pressure	الضغط ما بين الحنجري
Cavity friction	احتكاك الحنجرة
Sound propagation	انتشار الصوت
Aconstic wawe	الموجة الصوتية
Acoustic vibration	الذبذبة الصوتية
Wave frequency	تردد الموجة
Sound pitch	درجة الصوت
Local friction	احتكاك موضعي

Sound energy	الطاقة الصوتية
High harmonic frequencies	الترددات التوافقية العليا
Low hormonic frequencies	الترددات التوافقية السفلى
Wave intensity	شدة الموجة
Intensity level	مستوى الشدة
Pressure level	مستوى الضغط
Loudness level	مستوى العلو
Muscular energy	الطاقة العضلية
Amplitude	اتساع الذبذبة
Time	الزمن
Spectrum curve	المنحنى الطيفي
Simple harmonic wave	موجة توافيقة بسيطة
Complex inharmonic wave	موجة غير توافقية مركبة
Complex harmonic wave	موجة توافقية مركبة
Acoustic criterion	معيار أكوستيكي
Loudnees	العلو

Duration	الكمية
Length	الطول
Pitch	الدرجة
Displacement	الإزاحة
Low	منخفض
3.Auditory phonetics	**3 علم الأصوات السمعي**
Auditory sensation	الإحساس السمعي
Sonority	استماع الأصوات
Inner ear	الأذن الداخلية
Subsonic Sounds	الأصوات دون السمعية
Ultrasonic Sounds	الأصوات فوق السمعية
Threshold of hearing	عتبة السمع
The Sonority	الإسماع
Audibility	إمكانية السمع
Vocalic Sonority	الإسماع الصوتية
Sonorants	قوة الإسماع

Audio clarity	الوضوح السمعي
Sound Loudness	علوم الصوت
4– Phonologie	**4. علم الأصوات الوظيفي**
Resonance cavity	حجرة الرنين
Phonemes	الفونيمات
Stress	النبر
Nonsyllabic Vowels	الصوائت غير المقطعية
Sullabic boundaries	الحدود المقطعية

القواعد والقوانين الفيزيائية:

1- قانون حساب زمن الذبذبة الواحدة:

$$ن = \frac{1}{ت}$$

إذ أن: (ن): هي زمن الذبذبة الصوتية الواحدة.

- (ت): هو تردد الموجة الصوتية.

2- قانون حساب تردد الموجة الصوتية:

$$ت = \frac{1}{ن}$$

3- قانون حساب تردد الموجة الصوتية:

$$ت = \frac{ع}{ل}$$

حيث أن: (ع): هي سرعة انتشار الموجة الصوتية.

- (ل): هو طول الموجة الصوتية.

4- قانون حساب سرعة انتشار الموجة الصوتية:

ع=ت×ل

5- قانون حساب طول الموجة الصوتية:

$$ل = \frac{ع}{ت}$$

6- قانون حساب شدة الصوت:

شدة الصوت = الطاقة الكلية – الطاقة الأصلية

مكتبة البحث

قائمة المصادر والمراجع:

المصادر والمراجع:

(أ)

1. أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، د. ط، عالم الكتب، القاهرة، (1997).

2. إخوان الصفاء، رسائل إخوان الصفاء وخلان الوفاء، ج 2، دار صادر، د. ط، (1957).

(ت)

3. التواتي بن التواتي، مفاهيم علم اللسان، ط 2، دار الوعي، الجزائر، (2008).

4. تمام حسان، اللغة العربية معناها ومبناها، دار الثقافة، ط1، المغرب، (1994).

(ج)

5. الجاحظ، البيان والتبيين، تح: عبد السلام هارون، ج 1، دار الجيل، بيروت، د. ط، (د.س).

6. بن جني أبو الفتح عثمان، الخصائص، تح: محمد علي النجار، ج 1، ط، دار الكتب المصرية، القاهرة، (2006).

(ح)

7. حازم علي كمال الدين، دراسات في علم الأصوات، ط 1، القاهرة، (1999).

(خ)

8. خليفة بوجادي، اللسانيات النظرية دروس وتطبيقات، بيت الحكمة، الجزائر، ط1، (2012).

9. خلدون أبو الهيجاء فيزياء، الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ط1، عالم الكتب الحديث، عمان، (2006).

(ر)

10. رابح بوحوش، البنية اللغوية لبردة البوصيري، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، (1993).

11. روعة محمد ناجي، علم الأصوات وأصوات اللغة العربية، المؤسسة الحديثة للكتاب، ط 1، لبنان، (2012).

(س)

12. سعد عبد العزيز مصلوح، دراسة السمع والكلام "صوتيات من الإنتاج إلى الإدراك"، ط1، عالم الكتب، القاهرة، (2000).

13. ابن سينا، رسالة أسباب حدوث الحروب، تح: محمد حسن الطيان ويحي مير علم، مطبوعات مجمع اللغة، ط 1، دمشق، (1983).

14. سيسيل أوبري، موسوعة الشباب قل لماذا؟، الشركة التونسية للتوزيع، ط 5، (1987).

(ع)

15. عاطف فضل، الأصوات اللغوية، دار المسيرة، ط1، الأردن، (2013).

16. عبد العزيز أحمد علام وعبد الله ربيع وحمود، علم الصوتيات، مكتبة الرشد، د. ط، الرياض، (2009).

. **عصام نور الدين:**

17.السلسلة الألسنية "علم الأصوات اللغوي"، ط 1، دار الفكر، لبنان، (1996).

18. علم الأصوات اللغوية، ط1، دار الفكر، لبنان، (1992).

19. علاء جبر محمد، مدارس صوتية عند العرب "النشأة والتطور"، ط 1، دار الكتب العلمية، لبنان، (2006).

20. أبي عمر عثمان الداني، التيسير في القراءات السبع، ط1، دار الغد الجديد، القاهرة، (2015).

(ف)

21. فرح ديدوح، دراسة المصوتات العربية عند الفلاسفة المسلمين، د.ط، منشورات المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر، (د. س).

(م)

22. محمد إسحاق العناني، مدخل إلى الصوتيات، ط1، دار وائل، عمان، (2008).

23. محمد فتح الله الصغير، الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية، ط1، عالم الكتب الحديث، الأردن، (2008).

24. محمود السعران، علم اللغة مقدمة للقارئ العربي، دار النهضة العربية، د. ط، لبنان، (د.س).

25. مصطفى بوعناني، في الصوتيات العربية والغربية أبعاد التصنيف الفونيتيقي ونماذج التنظير الفونولوجي، عالم الكتب الحديث، ط1، الأردن، (2010).

26. مصطفى حركات، العروض العربي بين النظرية والتطبيق، دار الآفاق، د.ط، الجزائر، (د.س).

27. منصور بن محمد الغامدي، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة، ط 1، الرياض، (2001).

(هـ)

28. هادي نهر، علم الأصوات النطقي دراسات وصفية تطبيقية، عالم الكتب الحديث، ط1، الأردن، (2011).

الرسائل الجامعية:

1. طيب شيباني، أطروحة ماجستير في اللغة العربية، إستراتيجية التواصل اللغوي في تعليم وتعلم اللغة العربية (دراسة تداولية)، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، (2009-2010).

مواقع الأنترنت:

2. ويكيبيديا "الموسوعة الحرة"، اطّلع عليه يوم: 27 فيفري 2017 الساعة: 10:16 .

فهرس الموضوعات

المحتوى	الصفحة

شكر وعرفان	
إهداءات	
البطاقة الفنية للكتاب	
مقدمة.....	أ-ج
مدخل: مفهوم الصوتيات الفيزيائية	9-4
الفصل الأول: مفهوم الصوت ومصدره	10
المبحث الأول: مفهوم الصوت (Sound).....	11
المطلب الأول: تعريف الصوت عند خلدون أبي الهيجاء.....	11
المطلب الثاني: تعريف الصوت عند القدامى.....	15
المطلب الثالث: تعريف الصوت عند المحدثين.....	17
المبحث الثاني: مصدر الصوت.....	20
المطلب الأول: مصدر الصوت عند خلدون أبي لهجاء (sound source).	20
المطلب الثاني: مصدر الصوت عند القدامى والمحدثين.....	32
الفصل الثاني: دراسة خواص الصوت عند خلدون أبي الهجاء	35
المبحث الأول: انتشار الصوت وتردّد الموجة الصوتيّة.....	36

المطلب الأول: انتشار الصوت (Sound propagation).....	36
المطلب الثاني: تردّد الموجة (wave frequency).....	42
المبحث الثاني: شدّة الموجة الصوتية وشكلها.....	49
المطلب الأول: شدّة الموجة (wave intenisty).....	49
المطلب الثاني: شكل الموجة الصوتية (wave form).....	57
الفصل الثالث: ظاهرة الوضوح السمعي في الأصوات اللغوية	67
المبحث الأول: تجربة وولف (wollf).....	68
المبحث الثاني: تجربة أوتو جسبر سون otto jesperson.....	72
المبحث الثالث: تجربة بايك (Pike).....	86
دراسة وتقويم.....	94
خاتمة.....	98
الملاحق.....	103
مكتبة البحث.....	115
فهرس الموضوعات.....	119