علم الأصوات بين الفكر العربي القديم والدراسات اللسانية الحديثة- دراسة أكوستيكية -

The Acoustics of the Sound between Traditional and modern Linguistics

د.مصطفى حفاظ *
كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس- فاس/ المغرب
haffad.mustapha@gmail.com

تاريخ الإرسال:2021/05/06	تاريخ القبول: 2021/06/08

الملخص:

نتغيا من هذا العمل عقد مقارنة بين الدراسات القديمة والحديثة التي اهتمت بالصوت اللغوي باعتباره أثرا سمعيا يَظْهَر في صورة ذبذبات مُعدّلة وموائِمة لِمَا يُصاحبها من حركات الفم بأعضائه المختلفة. وهذا ما حدا بمجموعة من العلماء المسلمين وأصحاب المعاجم بدراسته أمثال: ابن منظور وابن دريد، والمفسرين كالفخر الرازي، والمهتمين بالقراءات كالداني والقسطلاني وابن الجزري، والنحاة أمثال: سيبويه وابن جني، والفلاسفة كابن سينا والفارابي، والمتصوفين كابن عربي وإخوان الصفا. فتعددت مناحي أبحاثهم، ابتداء من الناحية النطقية مرورا بالمستوى الوظيفي، وانتهاء بطبيعته الفيزيائية، إذ لم تكن دراستهم للصوت دراسة عابرة بل نابعة من نظرة عميقة إلى الموضوع.

وما دام الصوت اللغوي عبارة عن ذبذبات وتموجات تحدث في الهواء، فإنه يُولّد إثر ذلك تغييرات تتواتر بين الضعف والقوة، والشدة والرخاوة ارتباطا بأوضاع الوترين الصوتيين، وبنوعية الحُزم التكوينية المُشَكّلة للصوت، فكلما كانت سعة الاهتزاز كبيرة نتج عنها حدة الصوت، وكلما تقلّصت كان الصوت خافتا، لتبدأ العملية السمعية حينئذ؛ فتنتقل هذه الذبذبات إلى مكونات الأذن، الشيء الذي جعل مجموعة من العلماء يخوضون غمار البحث المعرفي للكشف عن تلك السيرورات المعرفية التي تطرأ داخل جهازنا السمعي.

الكلمات المفتاحية: أكوستيكية الصوت- الدراسات القديمة- اللسانيات الحديثة- الموجات الصوتية

Abstract

This study analyzes the linguistic sound from an acoustic perspective through comparing it within the traditional and the modern linguistics.

The premise of this article is based on the concern given by many pioneers in phonetics, such as Ibn Sina, "Ikhwan Safa", Al Farabi who consider the linguistic sound as a human competence that results from physical, physiological and articulatory processes.

Hence, they established the fundamentals of the phonetic study which have become the basis of contemporary linguistics.

Keywords:The linguistic sound – acoustics – phonetics – linguistics

*المؤلف المرسل: مصطفى حفاظ.

مقدمة:

يعد الصوت ظاهرة طبيعية تستعمله الكائنات الحية على اختلافها، فتُدرك أثرَه وتتعامل معه دون أن تعي كُنهه. كما يعتبر وسيلة من وسائل التواصل عندها، فتعبر عن ألمها وجوعها، والخطر الداهم عليها، كما تتبادل بواسطته إشارات الحب وصرخات الغضب والتهديد. إلا أن الصوت عند الإنسان يختلف تماما عن الصوت عند الحيوان، لأنه يكتمل ويؤدي وظيفته التواصلية بعلاقاته.[1]

لاشك أن الدراسات الصوتية عند علماء العربية اتكأت على الحس الدقيق في تمييز الأصوات بين مخارجها وصفاتها، ولايزال المحدثون يولون رهافة السمع أهمية في إدراك خصائص الأصوات، إلا أن علماء العربية أدركوا إدراكا واعيا بضرورة الاستعانة بعلم التشريح للوصول إلى حقائق في معرفة الأصوات، فقد عني ابن سينا في رسالته الشهيرة "أسباب حدوث الحروف" بذلك فجعل مبحثا من مباحثها في تشريح الحَنْجَرة تشريحا مفصلا، رابطا بين إنتاج الأصوات وبين عمل الأعضاء فيها.

ولهذا فإن ما تم التوصل إليه من نتائج في حقل الدراسات الصوتية عند علماء العربية يعد سبقا كبيرا جدا إذا قورن بكثير من الحقائق التي لم يتوصل فيها إلى وضوح إلا مؤخرا بالاستعانة بالتطور العلمي المطرد.

إن علماء الأصوات المعاصرين لم يخرجوا كثيرا عن أسلوب الدراسات الصوتية العربية فجعلوا دراساتهم في فرعين أساسيين، وهما: الفونيتيكا (Phonetics) والفنولوجيا (Phonology)

وقد توصَّلوا إلى عزل الصوت، واستطاعوا إعادة تركيبه؛ لأن الصوت الإنساني مادة، ودراسة هذه المادة تكون علمية مئة بالمئة، تبدأ لحظة تشكل الصوت في الجهاز النطقي بدءا بضغط الحجاب الحاجز(The Diaphragm) على الرئتين اللتين تدفعان الهواء في القصبة الهوائية، مرورا بالحنجرة والفم واللسان وصولا إلى أذن السامع، بل حتى وصول الأصوات إلى الدماغ وَرَدّ الفعل الذي تحدثه[2].

ومن ثم فإن دراسة الصوت اللغوي، أصبحت حاجة مُلِحّة لمعرفة النظام الصوتي لكل لغة، وكذا طريقة النطق بالصوت.

فكيف يتم التمييز بين صوت وآخر، وما أعضاء النطق الكفيلة بإنتاجه؟

1- علم الأصوات السمعي في الدراسات القديمة Auditory Phonetics

1-1 . مصدر الصوت عند إخوان الصفا

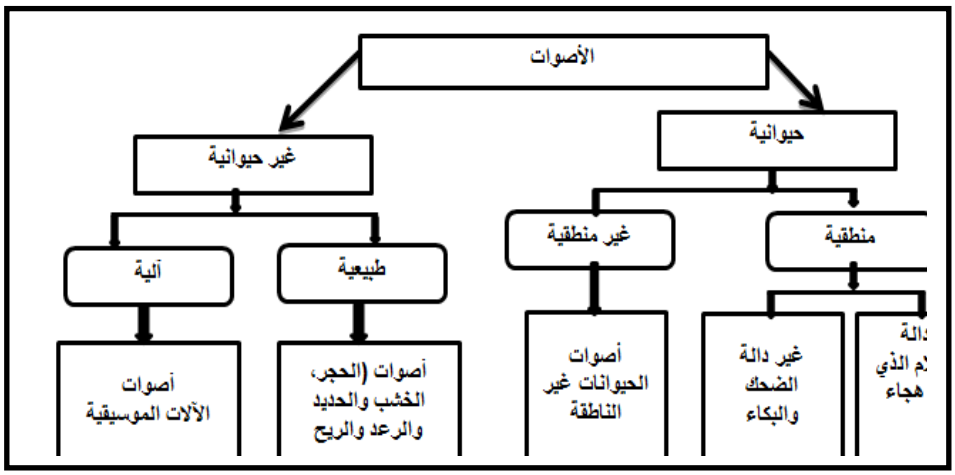
ارتبط مفهوم الأصوات عند إخوان الصفا بمفهوم الجوهر، وهو فعل من أفعال النفس الإنسانية معتبرين إياه بمثابة الروح؛ فبمجرد خروج الصوت تلتقطه أذن السامع ليختفي إثر ذلك ضمن إواليات باطنية.

لقد درس إخوان الصفا الصوت دراسة طبيعية فقدموا له تعاريف تختلف تماما عن تلك التي قدمت له من قِبلِ علماء اللغة.

يقول إخوان الصفا عن كيفية إدراك الأصوات بحاسة السمع: " كل هذه الأصوات إنما هي قرعٌ يحدث في الهواء من تصادم الأجرام، وذلك أن الهواء لشدة لطافته وخفة جوهره، وسرعة حركة أجزائه يتخلل الأجسام كلها، فإذا صَدَمَ جسمٌ جسمًا آخر انسلَّ ذلك الهواء من بينهما وتدافَع وتَمَوّجَ إلى جميع الجهات، ليدخل في أذنيه إلى صماخيه في مؤخر الدماغ، ويتموج أيضا ذلك الهواء الذي هناك فتحس عند ذلك القوة السامعة بتلك الحركة وذلك التغيير"[3].

تنتجُ الأصوات إذن عن قرعٍ يحدث في الهواء، وبما أن الهواء يتسم بلطافته وخفة جوهره فإنه يتخلل جميع الأجسام، ومن تم فإذا تصادم جسمان انسل الهواء الموجود بينهما وتدافع في شكل موجات في جميع الاتجاهات، ليبدأ في الاتساع بعد ذلك، فكلما اتسع التموج ضَعُف الصوت، وبتدافع تموج الصوت يدخل في أذن المستمع ويساهم إثر ذلك في تموج الهواء الموجود داخل الأذن، فيحس المستمع بتلك الحركة التي يُحَوّلُها الدماغ إلى نفس الأصوات الناتجة عن القرع، دون أن يختلط صوت بصوت آخر. " فكل صوت له نغمة وهيئة روحانية خلاف صوت آخر، كما الهواء يحمل كل صوت بهيئته، ويَحفظُها لكي لا يختلط بعضها ببعض فيفسد هيئاتها، إلى أن يبلغها الدماغ وذلك تقدير العزيز الحكيم الذي جعل لكم السمع والأبصار والأفئدة قليلا ما تشكرون"[4].

إنَّ العوامل الأساسية في حدوث الصوت اللغوي عند إخوان الصفا تتجلى في تقارع الأجسام فيما بينها، وحمل الهواء لذبذبات ناتجة عن ذلك القرع لتستقر في الأذن، وتختلف حدة الصوت باختلاف الأجسام المقروعة ودرجة الاصطدام أو القرع، فكلما كان الاصْطِدام أقوى كان الصوت أقوى وكلما كان القرع لينا كان الصوت أخَفّا. وهذه الأصوات قد تكون حيوانية منطقية أو غير حيوانية، طبيعية أو آلية ويمكن تلخيصها في الترسيمة التالية:



الشكل (1): خطاطة توضيحية لأقسام الأصوات من منظور إخوان الصفا

1-2. حدوث الصوت عند الفارابي

تناول الفاراب 393هـ في الجزء الثاني من كتاب "الموسيقى الكبير" ثلاثة مواضيع أساسية:

- في أسطقسات صناعة الموسيقى؛
- دراسة الآلات المشهورة والنغم المحسوسة منها؛
- تأليف الألحان الجزئية؛

إن العلم المختص بدراسة الصوت وتفسير حدوثه هو العلم الطبيعي، يقول الفارابي: " إن من الأجسام ما إذا زاحَمَهُ جسم آخر لم يقاوم الزاحم، وانقادَ له، وإما بأن يندفع إلى عمق نفسه مثل الأجسام اللينة، أو ينْخرِق للزاحم من الأجسام الرطبة، أو أن ينتَحِي إلى الجهة التي إليها كانت حركة الزاحم من غير مقاومة أصلا، فمتى كان كذلك لم يوجد في الجسم الذي زحم صوت أصلا"[5].

إن العنصر الأساس في إنتاج الأصوات هو الزحم القرع والعنصر الثاني هو المقاومة، والمقاومة تشترط القوة والصلابة.[6]

فكلما كانت مقاومة من الجسم المقروع إلى الجسم القارع فإننا نسمع صوتا، وكلما ضعُف الجسم المقروع عن مقاومة القارع غاب الصوت، وما يُبرر هذا الطرح كون الأجسام الجامدة اللينة كالصوف أو الأجسام الرطبة كالطين لا تتوفر على عنصر المقاومة ومن تم لا تُنتج الأصوات مهما كانت قوة الجسم القارع لها، يقول الفارابي في هذا الصدد: "ومن الأجسام ما إذا زحم بجسم آخر قاوم الزاحم فلم ينخرق له، ولم يندفع لا إلى عمق نفسه ولا إلى الجهة التي إليها حركة الزاحم، وذلك مثل جميع الأجسام الصلبة متى كانت قوة الزاحم دون قوة المزحوم، وحينئذ يمكن متَى قُرع أن يوجد له صوت"[7].

يحدث الصوت إذن نتيجة القرع، والقرع هو مماسة جسم صلب، جسما آخر يماثله في هيئته، إذن هناك عنصران أساسيان لإنتاج الأصوات، هما القرع والمقاومة الناتجة عن الجسم الصلب، فكلما كانت مقاومة من الجسم المقروع للجسم القارع حدث الصوت، وكلما غابت المقاومة انعدم الصوت، وهناك عنصر ثالث أساسي في إنتاج الصوت وهو الهواء باعتباره الناقل لمادة الصوت، " فمتى تحرك الجسم القارع إلى المقروع الذي يقرِعُه، فإن أجزاء الهواء التي فيه وبين المقروع منها قد ينخرق له، ويبقى من الهواء أجواء لا تنخرق لكن تندفع بين يديه فيضطره القارع إلى أن ينضغط بينه وبين الجسم المقروع، فينفلت من بينهما... ومتى نَبَا الهواء من بين القارع والمقروع مجتمعاً متصل الأجزاء حدث حينئذ صوت "[8].

أما عن كيفية إدراك السامع لهذه الأصوات: " فإن الهواء الذي ينبو عن المقروع هو الذي يحمل الصوت.... إلى الهواء الموجود في الصماخين، والصماخ ملاقٍ للعضو الذي فيه القوة التي بها يسمع فيتأذى ذلك إلى القوة فيسمعه الإنسان"[9].

إن الصوت بهذا المعنى ظاهرة فيزيائية تحدث إثر قرع جسم صلب لجسم آخر يقاوم هذه القرع، وأثناء هذه العملية ينتقل الهواء الموجود بين الجسمين – القارع والمقروع- وينتشر في الهواء على شكل موجات صوتية متتالية تُبلّغ الصوت إلى صماخ الأذن أو طبلة الأذن ليُدرك بالقوة السامعة[10].

1-3.الصوت عند ابن سينا

تَطرَّق الشيخ الرئيس ابن سينا (428هـ) للصوت في إطار العلم الطبيعي، في معرضِ حديثه عن حاسة السمع في كتاب "الشفاء"، حيث قال: " إن الكلامَ في أمر السمع يقتضي الكلام في أمر الصوت وماهيته، وقد يليق بذلك الكلام في الصدى". ويقصد بهذا القول؛ إن الكلام في حاسة السمع وما ينشأ عنه من عمليات باطنية يقتضي الحديث بداية عن ماهية الصوت كمادة خام لوجود هذه الحاسة، فلولا الصوت لما تحدثنا عن مُدخله فحاسة السمع وُجدت أساسا لإدراك الأصوات طبيعية كانت أو آلية.

فما الصوت؟ وما الصدى عند ابن سينا؟

يقول ابن سينا "إن الصوت ليس أمرا قائم الذات وليس ملموسا ولا موجودا ثابت الوجود، ولا يجوز فيه ما يجوز في البياض والسواد، والشكل من أحكام الثبات... بل الصوتُ بين واضح من أمره، أنه أمر يحدث ولا يحدث إلا عن قلع أو قرع[11].

تبدو الإضافة التي قدمها ابن سينا عن غيره– إخوان الصفا والفارابي- بخصوص حدوث الصوت اللغوي هي مسألة القلع والتي هي مقابل القرع، فكيف يحدث الصوت بالقرع والقلع معاً؟

يرى ابن سينا أن القرع وحده ليس سببا في حدوث الصوت، مستندا في ذلك إلى أنه قد يحدث عن مقابل القرع وهو القلع.

أ– مفهوم القرع:

– القرع: هو تقريب جسم من آخر مقاوم له، تليه مَمَاسة عنيفة، ناتجة عن سرعة حركة التقريب أو قوتها. يقول ابن سينا "يجب أن يكون للجسم الذي تقرعه مقاومة وأن يكون للحركة التي للمقروع به إلى المقروع عنف صادم فهناك يحس"[12].

ب- مفهوم القلع:

– القلع: هو تبعيد جسم ما عن جسم آخر مماس له، مثل: "ما قلع أحد شِقّي مشقوق عن الآخر كخشبة تنحي عليها بأن تبين أحد شقيها عن الآخر طولا"[13]، غير أننا لا نجد مع كل قلع صوتا، كأن نقلَع شيئا ببطء وكان هذا الشيء لا صلابة فيه فلن يكون لمثل هذا القلع صوتا البتة.

يصدر القلع بناءً على تصادم قارع ومقروع شريطة أن يكون المقروع صلبا مقاوما للقارع، وأما القلع فينتج عن تباعد جسمين.

يرى الشيخ الرئيس أن حركتي القلع والقرع تنتُجان حركة الهواء، وهذه الحركة مرتبطة بنوعية القرع أو القلع، فإن كان الصدم ضعيفا وكانت الأجسام المقروعة أو المقلوعة لينة، فإن حركة

الهواء وتموجَهُ تكون ضعيفة، أما إذا كان القلع أو القرع بقوة وعنف وكانت الأجسام صلبة فإن حركة الهواء تكون قوية، ومتى تموج الهواء بسرعة وبقوة فإنه يُحدث الصوت، ومن تم فإن العلة الأولية لإنتاج الأصوات هي المقاومة[14].

ج- مفهوم الصّدى:

– الصدى: إن صوت الصدى كما يقول ابن سينا يَحدُث عن تموج يُوجِبُه نفس التموج، فإذا أصدر أحد صوتا ما، فإن تموج ذلك الصوت إذا قاومه حاجز ما بعيد عن مكان إصدار الصوت كجبل أو جدار ومنعهُ من الانتشار، فإن ذلك التموج يَنْضغِطُ بقرعهِ لجدار أو لجبل، وينصرف إلى الخلف محتفظا بشكله الأول. ويلزم التموج في هذه الحالة: "ما يلزم الكرة المرمي بها إلى الحائط أن تضطر الهواء إلى التموج فيما بينها وأن ترجع القهقرى"[15]، ويشترط في سماع الصدى أن يكون عاكس الصوت جبل أو جدار بعيدا عن مكان إنتاج الصوت، إذ لا يُسمع الصدى في البيوت لأن عاكس الصوت يكون قريبا من مصدر الصوت، ولا يسمعان في زمنين متعاقبين.

1-4. انتقال الصوت

أشار الفارابي إلى أن انتشار الصوت قد يحدث عنه اصطدام جزء بجسم آخر، فينتقل في الهواء فينتُج عنه ما يعرف بالموجة الصوتية التي تتحول إلى ذبذبات فتصل إلى أذن السامع وقد أشار الفارابي إلى هذه العملية بقوله: "يكون هذا الهواء نفسه إذا فارق الذي عنه نَبَا، يتفق فيه أن يصدم جسما آخر فينبو عنه أيضا وينكفئ فيصدم من خلفه آخر ثم ينكفئ أيضا فيصدم آخر ولا يزال هذا التداول حتى تسكن حركته فتضعف موجته حتى يسكن"[16].

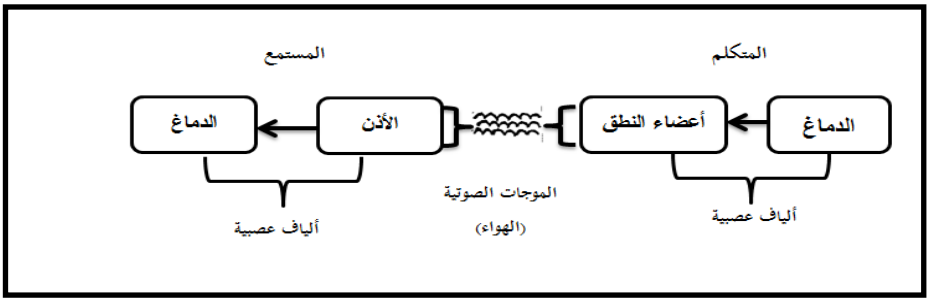
أما إخوان الصفا وخلان الوفا فقد رأوا أن انتشار الصوت في الهواء يحدُث على شكل دائري قد يتسع وقد يضيق تبعا لقوة الصوت أو ضعفه ليتلاشى ويختفي بعد ذلك.

2- علم الأصوات السمعي في الدراسات الحديثة

1-2. أهمية السمع في إدراك الأصوات

يعد علم الأصوات السمعي (Acoustic Phonetics) فرعا من فروع علم الأصوات، لكونه يهتم بدراسة الخصائص المادية أو الفيزيائية لأصوات الكلام، حيث تَصدُر الأصوات من الإنسان فتنتقل أولا خلال الهواء الخارجي على شكل موجات حتى تصل الأذن، ومنها إلى المخ فَتُتَرجمُ هناك وتُفَسر، لأنّ السمع هو الحاسة الطبيعية التي لابد منها لفهم تلك الأصوات، إذ إن السمع في نموه ونشأته يسبق الكلام والنطق باعتباره أقوى الحواس وأرهفها.

ولتوضيح هذه العملية ندرج الترسيمة التالية:



الشكل (2): سيرورتا النطق والسمع

من البدَهي أن كل صوت لغوي يُحدث ضجة تنتج عنه تحركات تحدث في الهواء، وهذه الاهتزازات سرعان ما تولد تغيراتٍ في الضغط بين القوة والضعف، فتنتشر انطلاقا من مصدرها وتتلاشى شيئا فشيئا كلما ابتعدت عنه، وغالبا ما يُقارن بين هذه الظاهرة وظاهرة الحَجر الذي يُلقى في ماء راكد فيولِّد فيه تموجات تنطلق من موقع سقوط الحجر لتموت بعيدا عنه على الضفاف.

وهكذا فإن الأصوات تُحَد على المستوى السمعي بكونها تذبذبات تنتشر بسرعة معينة في وسط مرن شديد اللطافة وهو الهواء، وتُنتِج بذلك الموجات الصوتية عن حركات تموُّجية تنجم عن اهتزاز جسم صلب، مثل: حركة وتر العود والهواء في الناي، وتذبذب الوترين الصوتيين لدى إخراج بعض الأصوات الكلامية. ولكي يحدث هذا الاهتزاز ويولد صوتا سمعيا لابد من أن ينتقل في الهواء من مصدره إلى مكان التقاطه. فتُحَوّل الأذن تلك الذبذبات إلى رسائل عبر الألياف العصبية وصولا إلى الدماغ، هذا الأخير الذي يعمل على فك هذه الرموز وترجمتها، لأن الحركة الاهتزازية لدى انطلاقها من مصدرها تسبب اضطرابا في جزيئات الهواء وتُجبرها على الاهتزاز بتواتر المصدر ذاته وبالشكل ذاته. فتُحدِث هذه التحركات في الوسط المحيط علُوا في الضغط وانخفاضاً، مما يؤدي إلى ولادة الموجة الصوتية[17].

2-2. جهاز السمع

تلعب الأذن دورا مهما في توازن الإنسان الداخلي من جهة، وفي توازنه مع العالم الخارجي وتَعَرُّفه إليه وتفاعله معه من جهة ثانية، وقد أشار علم التشريح في دراسته لتطور نمو الجنين في الرحم، أن الفم – وهو عضو الكلام- والأذن- وهي عضو السمع- يتكونان في مجموعة واحدة ويبقيان كذلك حتى فترة متأخرة من عمر الجنين ونموه، مما يشير إلى التناسق والتناغم والتكامل في عمليتي إنتاج الصوت والتقاطه، بل يشير إلى ضرورة التقاط الأذن للصوت من أجل إنتاجه، وبعبارة أخرى فلا يمكن إنتاج صوت ما، ما لم تسمعه آذاننا [18] . وحسب تعبير ألفريد توماتيس في كتابه " الأذن واللغة" " فالأذن عضو رئيس يقوم بدور أساسي في حياة الإنسان الجسدية والنفسية. فهي الآلة التي بها يتلَقَّف الإنسان الكلام والتي بواسطتها يستيقظ على وجود ذاته"[19]

وتنقسم الأذن إجمالا إلى ثلاثة أجزاء وهي:

أ- الأذن الخارجية: The outer ear

ب- الأذن الوسطى: The middle ear

ج- الأذن الداخلية: The inner ear

ونمثل لأقسام الأذن بالرسم التخطيطي الآتي:

الشكل (3): رسم تخطيطي لأجزاء الأذن

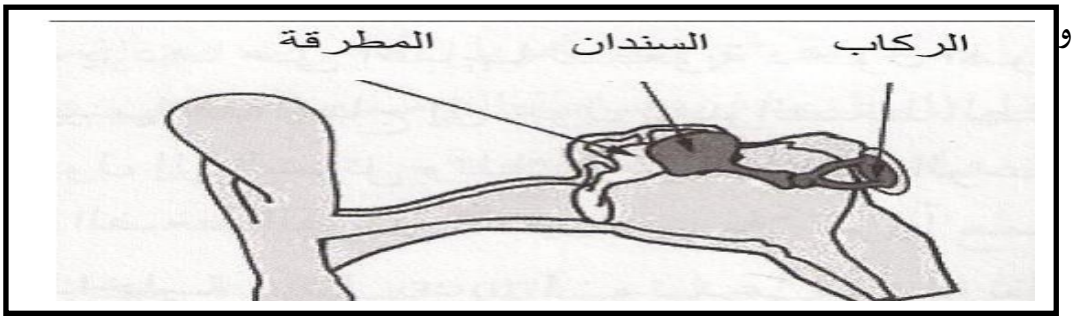
أ- الأذن الخارجية: وهي القسم الخارجي من الأذن التي تلتقط الذبذبات الهوائية وتتكون من قسمين رئيسين هما؛ صِوان الأذن الرادار وهو الغضروف الخارجي دوره التقاط الصوت وتوجيهه إلى الممر السمعي أو الصِّماخ وهو الجزء الممتد من الصوان إلى طبلة الأذن، ويبلغ طوله خمسة وعشرين سنتيمتراً إذ ينقل هذا الأخير الصوت إلى الأذن الوسطى.

ب- الأذن الوسطى: عبارة عن تجويف طبلي صغير ويتكون من:

- طبلة الأذن وهي عبارة عن غشاء شفاف وظيفتها استقبال الذبذبات الصوتية وهي بمثابة جدار يحمي الأذن الوسطى.
- العظيمات السمعية وتتألف من: المطرقة والسندان والركاب وتتصل فيما بينها بمفاصل متحركة.

ويبدأ عمل هذه العظيمات عندما يصل الصوت إلى الأذن، فيتذبذب غشاء الطبلة، فتتحرك يد المطرقة، فتدق دقات خفيفة على السندان، فيطرق السندان الركاب، فيؤدي الركاب هذه الرسالة الصوتية ذات الطبيعة الحركية. ويؤدي هذا النسق المتدرج من الأكبر إلى الأصغر، إلى تكبير الصوت وتضخيمه.

لقد لاحظ العلماء أن لكل من المطرقة والسندان عضلة تتصل بالعظم فتحميه من الأصوات القوية، لأن هاتين العضلتين تتمتعان بطبيعة انكماشية، تتقلصان عندما تكون الموجة الصوتية شديدة، فَتحُولا بذلك بين الموجة الصوتية القوية وبين وصلها إلى الأذن الداخلية فتحميا بذلك الأذن من الأصوات المرتفعة جدا، والتي قد تحدث فيها أضرارا جسيمة جدا قد تؤدي إلى الصمم[20].



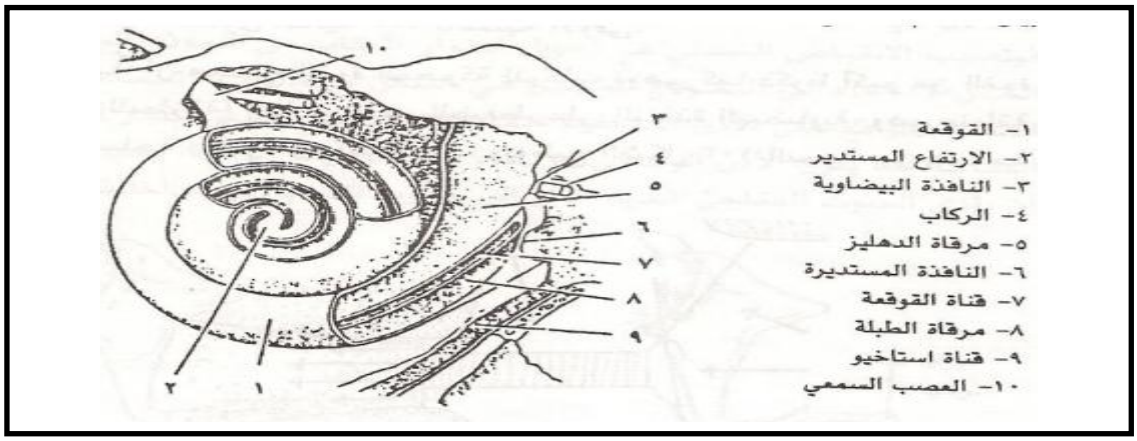
الشكل (4): رسم تخطيطي للعظيمات السمعية

ج- الأذن الداخلية: وهي أعضاء السمع الحقيقية، لانتشار ألياف العصب السمعي بأجزائها. وفي الأذن الداخلية السائل الذي يسمى بالسائل التيهي وفيه تنغمس الأعصاب السمعية[21]. وتتكون الأذن الداخلية من:

- القنوات الهلالية: تمتلئ بالسائل التيهي وتنغمس فيه ألياف عصبية تُحَوِّل الذبذبات الصوتية إلى موجات كهربائية تنقلها أعضاء الأذن الداخلية إلى المراكز السمعية في القسم الأيسر من الدماغ، حيث يجري فك رموزها.

- القوقعة: أهم جزء في الأذن الداخلية يشبه محارة حلزونية مليئة بالشعيرات والخلايا ما بين سمعية يختص باستيعاب التردد وعصبية تستوعب قوة الصوت.[22]

ويظهر ذلك عبر الترسيمة التالية:



الشكل (5): محارة حلزونية تمثل قوقعة الأذن

- العصب السمعي: وهو الذي يصل بين الأذن الداخلية والجهاز العصبي المركزي للمخ وتتجمع فيه الشحنات الكهربائية فينقلها إلى المخ حيث تتم عملية تفسير الذبذبات وتجهيز الرد عليه[23].

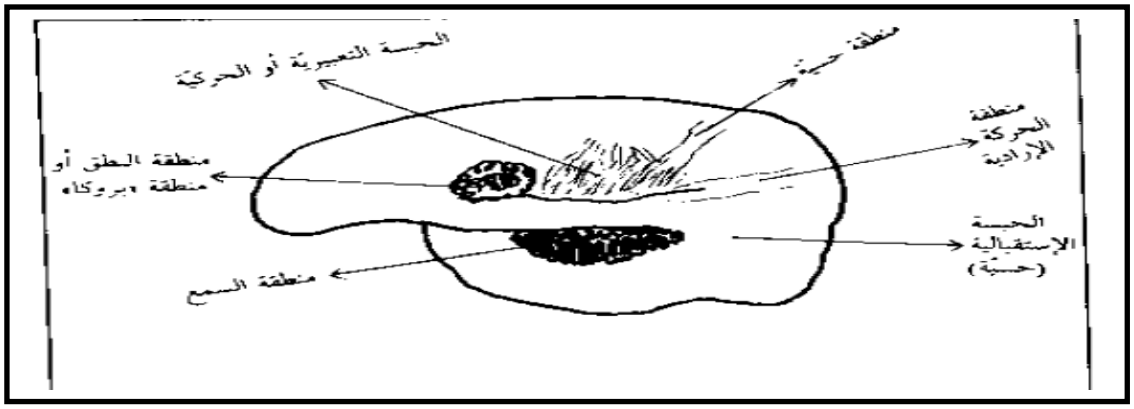
2-3. العملية السمعية

تبدأ العملية السمعية عندما تنتقل الذبذبات الصوتية إلى الأذن فيستقبلها الصوان أو صماخ الأذن، فتوجه عبر الممر السمعي إلى طبلة الأذن، فيهتز غشاؤها اهتزازات تتناسب مع طبيعة هذه التذبذبات. لتنتقل إلى الأذن الداخلية عبر عظيمات الأذن الثلاث، المطرقة والسندان ثم الركاب، فتجري الاهتزازات في السائل التيهي، لتنغمس فيه ألياف عصبية تُحَوِّل الذبذبات إلى موجات كهربائية تنتقل إلى المراكز السمعية في الدماغ[24].

والواقع أن الأذن في أقسامها الثلاثة لا تقوم بنقل الصوت فقط؛ بل تعمل كذلك على تضخيم الصوت، حيث إن الصوت الذي يصل إلى صِوان الأذن يُضَخّم مرتين في الممر السمعي الخارجي، وثلاث مرات في سلسلة العظيمات الثلاث، وثلاثين مرة في انتقاله من غشاء طبلة الأذن إلى الأذن الداخلية. وتبلغ قوة الصوت المضخم في الأذن الداخلية 180 مرة، قوته قبل دخوله الصوان والمَمَرُّ

السمعي. والواقع أن هذا التحول الكبير في قوة الذبذبات الصوتية ضروري لانتقالها من الوسط الهوائي إلى السائل التيهي في الأذن الداخلية[25].

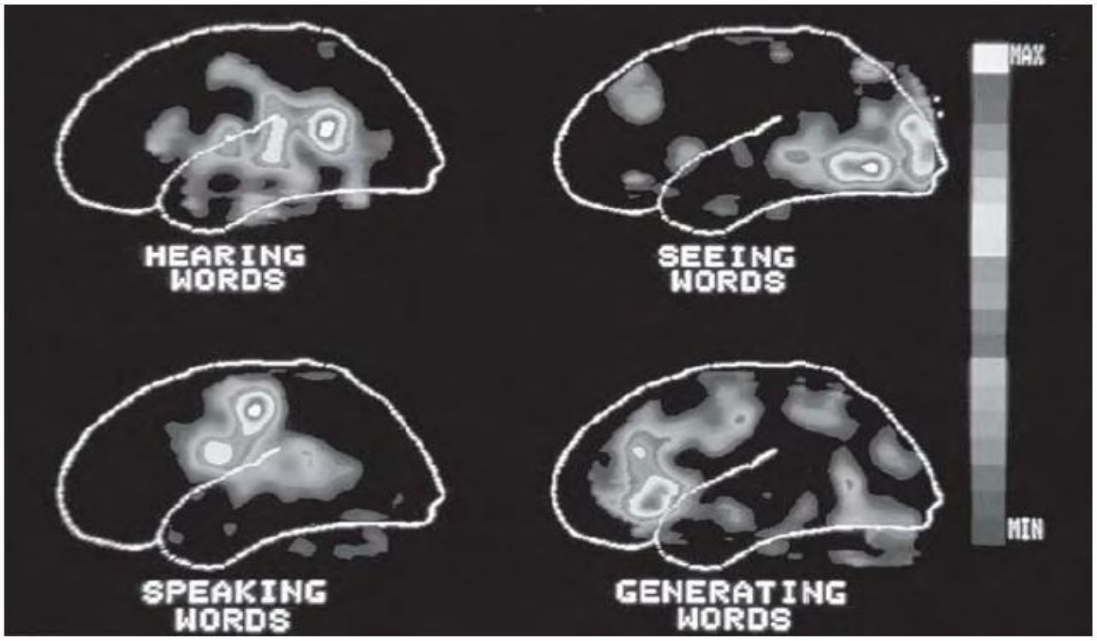
ولعل الدراسات العلمية التي أجراها العبقري بول بروكا (P.Broca) أثبتت أن هناك منطقة في الجزء الأيسر من الدماغ مسؤولة عن اللغة واستخدامها وفهمها وتعرف بمنطقة بروكا (Broca's area) واستطاع عالم آخر يدعى فيرنيك (Wernicke) اكتشاف منطقة أخرى سميت بمنطقة فيرنيكي (Wernick area) تتموقع بالقرب من المنطقة السمعية تختص بفهم اللغة المنطوقة أو المكتوبة واستيعابها.[26]



الشكل (6): رسم تخطيطي للدماغ يوضح مكان تدفق الدم أثناء نشاط أحد المناطق

يبدو من خلال الترسيمة أنه عندما نسمع لفظا فإنه ينقل عبر نبضات عصبية إلى منطقة فيرنيكي كذاكرة قصيرة المدى حيث يفهم ويحلل ثم يصل إلى منطقة بروكا عبر القشرة الحركية ليرسل بعد ذلك إلى عضلات اتخاذ القرار.

ويمكن توضيح هذه السيرورة من خلال الصورة الآتية المأخوذة عن طريق جهاز TEP الذي يوضح جريان الدم عند التكلم أو الاستماع أو الرؤية.



الشكل (7): صورة عن طريق جهاز TEP توضح جريان الدم أثناء التكلم والاستماع والرؤية

2-4.أكوستيكية الصوت

تتضمن العملية الصوتية ثلاثة عناصر رئيسة وهي:

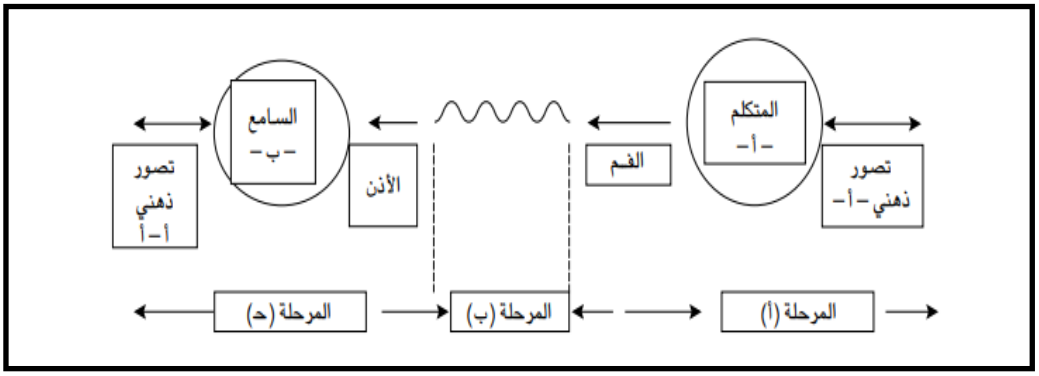
- وجود جسم في حالة تذبذب؛
- وجود وسط فيزيائي تنتقل فيه الذبذبة الصوتية الصادرة عن الجسم المتذبذب؛
- وجود جسم يستقبل هذه الذبذبات؛

إن موضوع الدراسة الأكوستيكية هي الذبذبة الصوتية التي ينقلها الجهاز المصَوّت، فالصوت مهما كان مصدره أو أصله يحتوي على اضطراب مادي في الهواء يتمثل في قوة أو ضعف سريعين للضغط المتحرك من المصدر تجاه الخارج، ثم ضُعف تدريجي ينتهي إلى نقطة الزوال النهائي، وتُعقَدُ عادة مقارنة هذا بما يحدث من تموجات نتيجة التقاء حجر على سطح ماء أملس[27].

تنتقل الأصوات بسرعة من مصدرها وتنتشر في الهواء بسرعة 340 متر في الثانية إلى أذن السامع، أي ضِعف ما تقطعه أسرع طائرة عرفت حتى الآن[28]، وإذا راقبنا شخصا يتكلم يُخيل إلينا أننا نسمع في نفس لحظة نطقه، ولكن في الحقيقة وقت قصير بين النطق والسمع. وفي حال وجود صوت بعيد المدى، مثل البندقية أو الرعد، فإننا نرى ضوء الانفجار قبل أن نسمع الصوت. ولفهم هذه الظاهرة بإمكاننا تصور الهواء بين مصدر الصوت وآذاننا مُقسَّم إلى عدة أجزاء، يسبب مصدر الصوت اهتزازات لأجزاء الهواء المجاورة له، وهذه الاهتزازات تسبب بدورها اهتزازات للأجزاء المجاورة لها، فتنتقل بذلك على شكل موجات بعيدا عن مصدر الصوت وتنتشر إلى أن تصل أذن السامع[29].

تتوقف درجة صوت المرء على سنه وجنسه، فأصوات النساء والأطفال أقل حدة وذلك نظرا لكونهما أقل ضخامة، ارتباطا بطبيعة وتريهما الصوتيين.

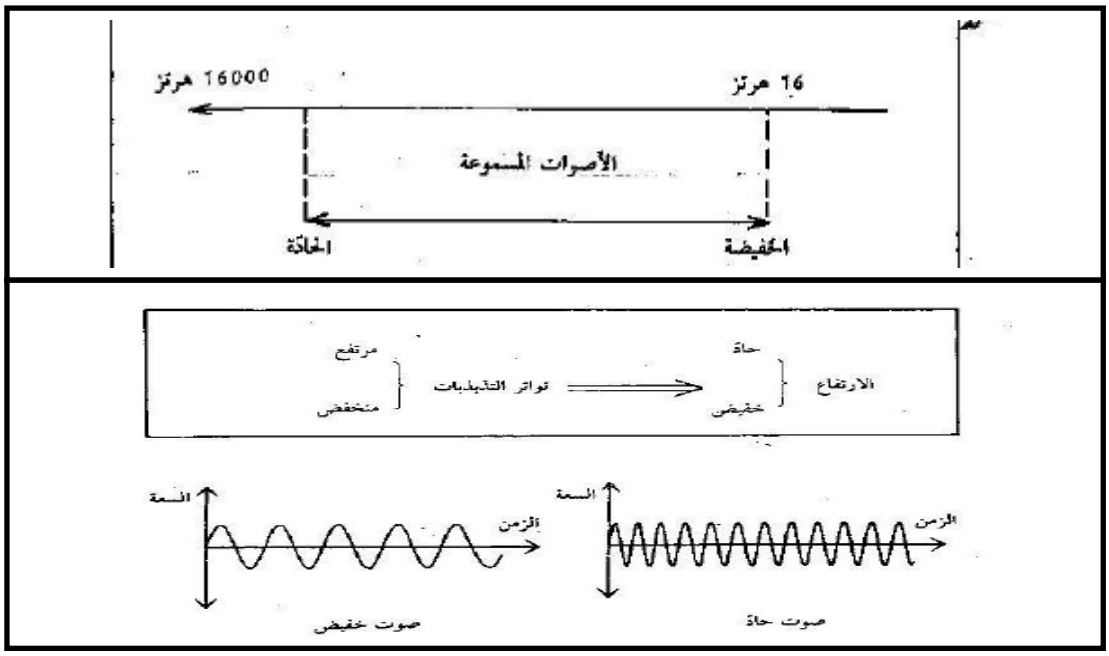
يصل طول الوتر الصوتي عند الإنسان حوالي 23 مليمترا ويمتد أحيانا إلى 28 مليمترا، وعدد الذبذبات يتراوح بين 60 و1300 في الثانية.[30] فدرجة الصوت أكوستيكيا تتوقف على عدد الاهتزازات في الثانية، فإذا زادت الاهتزازات أو الذبذبات على عدد خاص، ازداد الصوت حدة واختلفت درجته. وهذا ما يجعلنا نُميز بين أصوات أصدقائنا في الهاتف. ويمكن توضيح هذه السيرورة المعرفية بالرسم التالي[31]:



الشكل (8): رسم توضيحي لمراحل انتقال الصوت اللغوي

2-5. الذبذبة الصوتية وخصائصها

للذبذبة الصوتية وترددها بالغ الأثر في تحديد علو الصوت، فكلما كانت سرعة التوتر سريعة كان الصوت حادا، وكلما كانت حركة التوتر بطيئة كان الصوت ثقيلا، إن الحدة والثقل هنا مرتبطان بعدد الدورات التي تَحدُث في الثانية وتقاس بالهرتز. فكلما كانت سَعة الاهتزاز كبيرة كان الصوت قويا وكلما كانت سعة الاهتزاز صغيرة كان الصوت خفيفا خافتا. لنتأمل هذه التغيرات في اهتزاز الموجة الصوتية:[32]

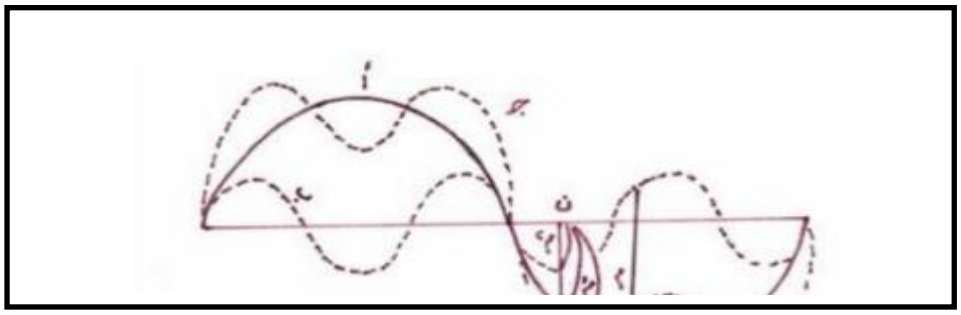


الشكل (9): رسوم تخطيطية للذبذبة الصوتية تبين تردد الأصوات المسموعة حسب الهرتز

3.الذبذبة الصوتية الدورية البسيطة

وتحدث هذه العملية حينما تتساوى دورة كل ذبذبة فيها مع الذبذبة الأخرى، منذ بدء الصوت إلى انتهائه، وتشمل مجموعة من الحركات، كما تبرُز أيضا عندما يتكرر الصوت وفق فترات زمنية تشبه إلى حد كبير حركة البندول وسرعان ما تتفاوت سرعة الصوت ارتباطا بالوسط الذي تنتشر فيه الموجات الصوتية، وأهم ما تمتاز به الأصوات الدورية، أنها تتركب من نغمة أساسية (Fundamental Tone) ونغمات ثانوية توافقية (Harmonic Tones) بحيث تكون ترددات هذه النغمات من المضاعفات البسيطة لتردد نغمة الأساس، كأن يكون تردد النغمة الأساس 100 ذبذبة في الثانية، وتردد النغمات التوافقية 200 و300 ذبذبة في الثانية ومضاعفات المئة، ويعتمد ذلك على هذه النغمات التوافقية.

ويمكن تمثيل هذه العملية من خلال المنحنى التالي:[33]



الشكل 10:منحنى تمثيلي لتردد النغمات الصوتية البسيطة

أ- موجة جيبية بسيطة ترددها 100 ذبذبة في الثانية وهي موجة الأساس

ب- موجة جيبية بسيطة ترددها 200 ذبذبة في الثانية وهي موجة توافقية

ج- موجة غير جيبية مركبة مكونة من الموجتين السابقتين

إن ما يُلاحظ هو تردد الموجة غير الجيبية مع تردد الموجة الأساس، إذ سرعان ما يتأثر شكل ذبذباتها بالموجة التوافقية، كما يكون تردد نغمة الأساس قاسما مشتركا مع ترددات الموجات التوافقية.

3-1. الذبذبة الصّوتية غير الدورية المركبة

وهي الذبذبة التي لا تتساوى دورة كل ذبذبة فيها مع الذبذبة الأخرى، وتتم عن طريق مجموعة من الحركات الاهتزازية غير الدورية، وتمثلها الصوامت العربية، إذ سرعان ما تتوزع طاقتها الصوتية على مدى واسع من الترددات لفترة زمنية ملحوظة مما يجعل الحُزم الصوتية تنتشر طاقتها الأكوستيكية على مدى واسع وبشكل عشوائي[34]، وقد تقتصر هذه الحزم مدة دوام التردد قِصَرا ملحوظا كما هو الحال بالنسبة للأصوات الصفيرية والأنفية والتقابلية في اللغة العربية.

3-2. التحديد الأكوستيكي للأصوات

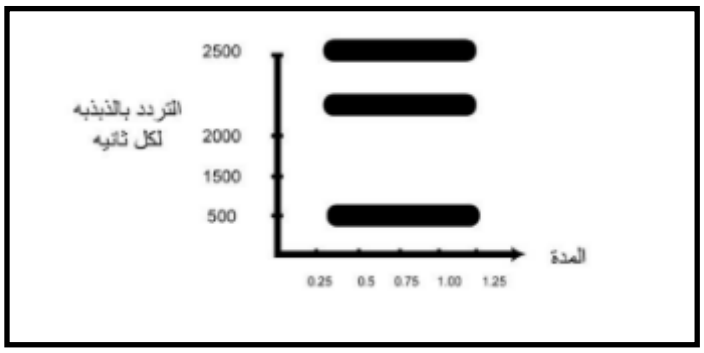
يرتكز التحديد الأكوستيكي للأصوات على ثلاثة معايير، يتم من خلالها تحديد الأصوات أكوستيكيا وتتمثل هذه المعايير فيما يلي:

3-4. بنية الحزم التكوينية:

يعرفها بيتر لديفوكد[35](P.Ladefoged) من خلال كتابه (Course in phonetics): "بأنها مجموعة من النغمات التوافقية المطابقة لأي تردد نغمي".

فالحزمة التكوينية بهذا المعنى عبارة عن ترددات صوتية نغمية متقاربة ترتكز فيها الطاقة جراء مرور الهواء داخل الممر الصوتي فينجم عنه اهتزاز الوترين الصوتين عند النطق بصوت ما، فتخضع هذه الحزم لمتغيرين رئيسين هما: الشدة والتردد. ويجري ترتيب تردد هذه الحزم من أصغرها إلى أكبرها.

فلو أظهرنا الحزم التكوينية للحركة i الواردة في الكلمة الإنجليزية sit لاتضح أن هذه الحزم تبدو على شكل أشرطة أفقية قاتمة تتركز أولاها عند التردد 500 ذبذبة في الثانية، في حين تتركز الثانية عند 1780 ذبذبة في الثانية، والثالثة عند 2500 ذبذبة في الثانية. وتبدو هذه الحزم جلية من خلال المِبيان التالي[36]:



شكل(11): التردد الحزم التكوينية بالذبذبة في الثانية

والواقع أنه ليست كل الأصوات يمكن أن تقترن بحزم تكوينية جلية، إلا أن أمثل هذه الأصوات هي تلك التي أشرنا إليها سلفا والتي تدخل ضمن الأصوات الدورية التي تظهر أطيافها تركزا للطاقة الأكوستيكية عند عدد من الترددات المنفصلة، وقد تليها في مرتبة ثانية الأصوات غير الدورية التي تتوزع طاقتها الأكوستيكية على مدى واسع وبشكل عشوائي ولفترة زمنية ملحوظة.

والواقع أن الموجة الصّوتية ترتبط في تشكلها بترددات صوتية يصدرها الهواء عبر الممر الصوتي الذي ينشأ عنه اهتزاز للوترين الصّوتيين، وفي السياق نفسه توصل العالمان(House) و(Stevens) إلى أن الممر الصّوتي يخضع لمتغيرات في تكوين الحزم التكوينية وهذه الأخيرة تتمثل في:

موقع التضييق في الممر فوق الحَنجري؛

مقدار المقطع العَرضي لهذا التضييق؛

مقدار الانفتاح الشَّفوي؛

وقد قادهما هذا الطرح إلى أن الربط بين ترددات الحزم التكوينية ومتغيرات المَمَر الصوتي يُفضي إلى[37]:

- انخفاض ترددات الحزم التكوينية مع صغر انفتاح الشفتين واقتراب التضييق من الحنجرة، وارتفاع الترددات مع كِبر انفتاح الشفتين، أو تقدُّم التضييق أدنى الفم.
- انخفاض ترددات الحزم التكوينية مع صغر انفتاح الشفتين واقتراب التضييق من الحنجرة، كما تميل الترددات إلى الارتفاع.

3-5. مركبة الضجيج

يقوم هذا المعيار على التمييز بين الأصوات الشديدة والاحتكاكية والتكرارية التي تقوم على توزيع متصل للطاقة كما يحدث من خلال التصويت بالسين والشين إذ يتجلى الفرق بينهما في شدة التردد الفعال كما يحدث بين صوتي السين والفاء، كما تتميز الصّوامت الاحتكاكية بتوزع الطاقة توزيعا متفاوتاً في مدى واسع من الترددات، إذ سرعان ما يتغير ويتفاوت هذا التوزعُ بشكل ملحوظ تبعاً لدرجة النبر كما تتسم هذه الصوامت بعدم وضوح حُزمها التكوينية، كما قد لا تظهر بشكل جلي في الصوامت المجهورة الاحتكاكية وتتضح درجة قوة الصوت الاحتكاكي من خلال سَعة الصوت المنطوق؛ فصوتا الصّاد والسين مثلا، أكثر إسماعا من صوتي الثاء والفاء فلكلٍّ منهما حزم تكوينية خاصة به.

خاتمة: خلُص المقال إلى ما يلي:

- إن أكوستيكية الصوت اللغوي تتضمن ثلاثة عناصر وهي:
- وجود جسم في حالة تذبذب؛
- وجود وسط فيزيائي تنتقل فيه الذبذبة الصوتية الصادرة عن الجسم المتذبذب؛
- وجود جسم يستقبل هذه الذبذبات؛

توصلنا أيضا من خلال هذه المقارنة إلى أن القدماء أرجعوا تغير الموجات الصوتية إلى مفهوم الحِدّة والثقل، إذ يحدث ثقل الصوت نتيجة غِلظة الوتر واسترخاؤه وسعة ثقب المزامير، فمتى طال الوتر ثقلت النغمة، ومتى قصرت احتدت، تقييسا على يحدث في المزمار بسلوك الهواء، فإذا ضيق المسلك كانت النغمة أحد وإذا اتسعت كانت أثقل.

على هذا النحو اتضح لنا جليا ما بذله العلماء القدامى في تتبعهم للصوت اللغوي عبر مراحله الثلاث: نطقيا وفيزيائيا وسمعيا.

أدرك القدماء بعين استشرافية أن قوة الصوت وضعفه ترتبط بطبيعة الوترين الصوتين باعتبارهما المسؤولين عن مفهوم التردد، فكلما زادت حركت التردد انحصر الهواء ليمر عبر ممر ضيق من فتحة المزمار ونتج عن ذلك تذبذب .

قدم لنا العلم الحديث ملامح الصوت أكوستيكيا من حيث شدتُه ورخاوتُه وذلك بالاستناد إلى معطيات فيزيائية مخبرية استطعنا عبرها الوقوف على خصائص الذبذبة الصوتية وسعة اهتزاز الصوت، فكلما كانت سعته قوية كان الصوت قويا وكلما كانت ضعيفة كان الصوت خافتا.

تتم الصوامت العربية عن طريق مجموعة من الحركات الاهتزازية غير الدورية مما يجعل الحزم الصوتية تنتشر طاقتها الأكوستيكية على مدى واسع.

تحدث الذبذبة الصوتية الدورية البسيطة حينما تتساوى دورة كل ذبذبة فيها مع الذبذبة الأخرى؛ منذ بدء الصوت إلى انتهائه، وتشمل مجموعة من الحركات كما تبرُز أيضا عندما يتكرر الصوت وفق فترات زمنية تشبه إلى حد كبير حركة البندول، وسرعان ما تتفاوت سرعة الصوت ارتباطا بالوسط الذي تنتشر فيه الموجات الصوتية، على عكس الذبذبة الصّوتية غير الدورية التي لا تتساوى دورة كل ذبذبة فيها مع الذبذبة الأخرى.

الإحالات:

[1] بسام بركة، 1988، علم الأصوات العام، بيروت. مركز الإنماء القومي. ص: 4

[2] عصام نور الدين 1992، علم الأصوات اللغوية- الفونيتيكا- دار المفكر اللبناني بيروت ص: 7-8

[3] رسائل إخوان الصفا، 407/2

[4] رسائل إخوان الصفا،189/1 و408/2

[5] الفارابي "كتاب الموسيقى الكبير" ص:112

[6] الحسان حجيج 2017 "علم الأصوات في الفكر اللساني العربي- دراسة ابستيمولوجية، مكتبة النشر كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس. ص: 36

[7] نفسه ص: 213

[8] كتاب الموسيقى الكبير ص:213

[9] ابن سينا، كتاب " الشفاء" تحقيق سعيد زايد وجورج قنواتي المكتبة العربية القاهرة 1964، ص:70

[10] الحسان حجيج 2017، ص:37

[11] كتاب الشفاء ص: 70

[12] أسباب حدوث الحروف ص:56

[13] الشفاء، ص:70

[14] الحسان حجييج ص: 38

[15] الشفا ص:75

[16] كتاب الموسيقى الكبير ص: 2016

[17] بسام بركة ص،32

[18] عصام نور الدين ص،163

[19]Alfred Tomatis, 1978 , « l'oreille et langage », paris,coll,points,seuil P,65

[20]عصام نور الدين ص: 175

[21] إبراهيم انيس " الأصوات اللغوية"، ص: 15

[22]عصام نور الدين ص: 179

[23] نفسه، ص:181

[24] إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص:15

[25] بسام بركة، مرجع سابق، ص:54

[26]Charles.R.Noback ; Norman.L.Strominger " the human nervous system" structure and function.P.450

[27] أحمد مختار عمر، 1998، " دراسة الصوت اللغوي"، عالم الكتب ، ص:21

[28] إبراهيم أنيس، ص:01

[29] بسام بركة مرجع سابق ص:32

[30] المرجع نفسه ص:9

[31] راضية بن عربية " الصوت اللغوي والحوسبة الآلية" مجلة الاكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية جامعة حسيبة بن بوعلي.ص:95

[32]بسام بركة مرجع سابق، ص:41

[33] محمد جواد النوري 2018 " دراسات صوتية وصوتية صرفية في اللغة العربية" دار الكتب العلمية بيروت، ص:41

[34]L. F. Brosnahan ,Bertil Malmberg april 1976,P:57

[35]P.Ladefoged , 1975 , « a course in phonetics » P:278

[36] محمد جواد النوري 2018 " دراسات صوتية وصوتية صرفية في اللغة العربية" دار الكتب العلمية بيروت، ص:60

[37]L. F. Brosnahan,and malmberg: " introduction to phonetics " P,62-63, Bertil Malmberg april 1976,P:57

المراجع :

-ابن سينا(428ه)، " الشفاء: الطبيعيات.ا.السماع الطبيعي، تحقيق سعيد زايد، الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة. (1983).

-إبراهيم أنيس " الأصوات اللغوية"، مركز الإنماء القومي.(1988)

-ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، تج: محب الدين الخطيب، المطبعة السفلية، القاهرة.(1932)

-أبو نصر الفارابي (339ه)، "كتاب الموسيقى الكبير"، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر، القاهرة.

-إخوان الصفا وخلان الوفا، "رسائل إخوان الصفا"، دار صادر.(1957).

-بسام بركة، "علم الأصوات العام"، بيروت. مركز الإنماء القومي.(1988).

-الحسان حجيج، "علم الأصوات في الفكر اللساني العربي"- دراسة ابستيمولوجية-، مكتبة النشر كلية الآداب والعلوم الإنسانية - سايس فاس. (2017).

- راضية بن عربية " الصوت اللغوي والحوسبة الآلية" مجلة الاكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية جامعة حسيبة بن بوعلي. المجلد 1، العدد 2.(2009).

-عصام نور الدين، "علم الأصوات اللغوية- الفونيتيكا"- دار الفكر اللبناني بيروت.(1992).

محمد جواد النوري، دراسات صوتية وصوتية صرفية في اللغة العربية، دار الكتب العلمية بيروت.(2018)

-Charles.R.Noback ; Norman.L.Strominger " the human nervous system" structure and function 6th ed.(2005) Edition

-F.Dell " les régles et les sons ",Huarman, paris.(1985

-L. F. Brosnahan ,Bertil Malmberg, "introduction to phonetics", april (1976)