مجلة إشكالات في اللغة والأدب مجلد: 09 عدد: 5 السنة: 2020
ص: 521 - 547 E ISSN: 2600-6634 / ISSN:2335-1586

التّفكير الصّوتي عند ابن سينا . بحث في المسائل الصّوتية الفيزيائية والسّمعيّة .

The acoustic thinking about IbnSina
Search in the physical acoustic and auditory problems

[*] د. **نصيرة شيادي**
Nassira Chiadi
جامعة أبي بكر بلقايد (تلمسان)
Abi Bakr Belkaid University-Tlemcen-
Nacera83@hotmail.fr

تاريخ الإرسال:2020 /4/17	تاريخ القبول: 2020/06/17	تاريخ النشر : 2020/12/25

مُلخّص البحث

تعرضُ هذه المقالة لجهود ابن سينا في مجال علم الأصوات الفيزيائي والسمعي مُحاولة عرض مُنجزه المعرفي الذي أثرى به الدرس الصوتي العربي؛ إذ أنّ الأقلام والأنامل تتجه إلى علماء الأصوات المحدثين في كل مرة يُذكر فيها علم الأصوات الفيزيائي والسمعي، ويُغفلُ جُهد ابن سينا على الرغم من أنه أوّل من بعج علم الأصوات الفيزيائي وأفاد الدراسات الصوتية الفيزيائية والسمعية الحديثة كثيرا؛ إذ كان مجددا لا مقلّدا؛ ولذلك سأحاول توضيح كل ما له علاقة بعلم الأصوات الفيزيائي والسمعي كما ورد عند ابن سينا وفي ضوء علم الأصوات الحديث لنبيّن مدى الإفادة التي أغنى بها العالم الدراسات الصوتية بشقيها العربية والأجنبية هذا من جهة ولنبين أنّ ابن سينا أدرك حقيقة الصوت فيزيائيا من حيث هو صوت خالص، وأدرك العملية السمعية كيف وأين تتم؟

إنّ البحث في المسائل الصوتية الفيزيائية والسمعية عند ابن سينا يحتمّ علينا طرح أسئلة من نحو: ماهية علم الأصوات الفيزيائي عند ابن سينا؟ وكيف شرح ابن سينا عملية حدوث الصوت؟ وما مصدره؟ وكيف ينتقل؟ ما هي أبرز المصطلحات الصوتية الفيزيائية التي تفرّد بها ابن سينا والمتعلقة بالصوت وحدوثه؟ كيف شرح ابن سينا العملية السمعية؟

إنّ الإجابة عن هذه الأسئلة يُعدُّ الحجر الأساس للتأسيس لعلم الأصوات الفيزيائي السمعي في التراث العربي.

[*] الدكتورة: نصيرة شيادي: Nacera83@hotmail.fr

الكلمات المفتاح: فيزياء الصوت؛ علم الأصوات السمعي؛ ابن سينا.

Abstract :

This article presents Ibn Sina's efforts in the field of physical and auditory acoustics to try to present his cognitive achievement, which enriched the Arabic audio lesson; Pens and fingertips turn to modern phonologists every time physical and acoustic phonology is mentioned. Ibn Sina's effort is neglected, although he was the first in the treatment of physical phonology, and he greatly benefited modern phonological and acoustic studies. As he was an innovative not a counterfeiter; Therefore, I will try to clarify everything related to the physical and auditory phonology as reported by Ibn Sina and in the light of modern phonology to show the extent of the benefit that the scientist has enriched with phonological studies in both Arabic and foreign parts, on the one hand, and to show that Ibn Sina realizes the reality of the sound physically in terms of it is a pure sound And realize how and where the auditory process takes place?

Researching the physical and acoustic problems of Ibn Sina necessitates us to ask questions such as: What is Ibn Sina's physical phonology? How did Ibn Sina explain the process of occurrence of sound? What is its source? How is it transmitted? What are the most prominent physical acoustic terms that are unique to Ibn Sina that are related to sound and its occurrence? How did Ibn Sina explain the auditory process?

The answer to these questions is the cornerstone of the foundation for the acoustic physical phonology in the Arab heritage.

Key words: Physics of the Sound; Auditory phonology; Ibn Sina

مقدمة:

لقد بلغ ابن سينا (ت 428هـ) في اللغة طبقة قلّما يتفق مثلها لغيره، وأنشأ قصائد، وكتب رسائل،وتُعدّ رسالته أسباب حدوث الحروف من أروع ما ألّف ضمّت خلاصة لعلوم شتّى كالفيزياء والطب واللغة موظّفة للدرس العلمي للأصوات عامة ولحروف اللغة العربية خاصة. فكثيرة هي مؤلفاته التي ضمّت الدراسة الصوتية فإلى جانب الرسالة المذكورة آنفا حوى كتابه القانون في الطب مسائل مهمة في الدراسة الصوتية ولا سيما ما يتصل بأعضاء النطق وآلية إصدار الأصوات، وتحدّث باستفاضة في مؤلفه الشفاء الفن السادس من الطبيعيات عن الصوت وحدوثه فيزيائيا والسمع كذلك وأتى بمعطيات أغنت الدرس الصوتي الحديث، وإذا كانت الدراسات الصّوتية القديمة لا تخرجُ عن نِطاقِ وصفِ الصوتِ وبيانِ مُخرجهِ وصفتهِ فإنّ الدرسَ

الصّوتيَّ عند ابن سينا قد قطعَ أشواطًا بعيدةً في ميدانِ الكشفِ عن الخصائص الفيزيائية له والتي تُعدُّ الخطوة الأولى في الدراسات الصوتية حديثا.

فعلم الأصوات الفيزيائي السمعي من المواضيع الأساسية التي اهتمّ بها علم الأصوات المعاصر اهتماما كبيرا لما له من أهمية كبيرة في ضبط حقيقة الصوت وإنتاجه. وعلى الرغم من الإسهامات القيمة لابن سينا في مجال علم الأصوات الفيزيائي السمعي إلاّ أنها لا تزال مجهولة لدى الكثير من الباحثين المحدثين ما خلا بعض الإشارات المبثوثة هنا وهناك والتي لم تتناول المسائل الفيزيائية والسمعية بشكل شمولي يتناول الموضوع بالدراسة والتمحيص؛ وإنما اكتفت بالإشارات لطبيعة الصوت فيزيائيا عند ابن سينا من نحو: مقال بعنوان صوتيات ابن سينا لإبراهيم الخليل منشور ضمن مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية العدد3 عام 2005، ورسالة الماجستير الموسومة بالمصطلح الصوتي عند ابن سينا في ضوء الصوتيات الحديثة لنسيمة قسايمي عام 2012.

على هذا الأساس تبلور البحث في دراسة متواضعة حاولت أن أرصد من خلالها مفهوم علم الأصوات الفيزيائي عند ابن سينا وشرح للعملية السمعية. وقد ابتدأت الدراسة بتوضيح لماهية علم الأصوات الطبيعي الفيزيائي عند ابن سينا وذلك من خلال شرح عملية حدوث الصوت، ومصدره، وانتقاله، وبعد ذلك قامت الدراسة بتفريع موضوعاتها إلى قسمين رئيسيين هما: المصطلحات الفيزيائية المتعلقة بالصوت وحدوثه فذكرتُ جُلّ المصطلحات الفيزيائية التي أوردها ابن سينا مما له علاقة بإحداث الصوت مثل: القوة الضاغطة، والصدم، والتقريب...وخُصّص القسم الثاني لشرح العملية السمعية عند ابن سينا والتي جعلها تستندُ إلى تموج الهواء الذي يمر بالأذن ويؤثر بالهواء الراكد في الصماخ الذي يمتدّ تأثيره إلى الأعصاب السمعية فيُحدثُ الإدراك في الصماخ الذي يصل تأثيره إلى الأعصاب السمعية فيحدث الإدراك السمعي مدعّمة شروح ابن سينا بآراء المحدثين بين الفينة والأخرى.

وللوقوف على ماهية تلك الحقائق وزيادة نصاعتها بإماطة اللثام عنها حريّ بي أن أجعلها تتمحور على أسئلة تأسيسية يحاول هذا البحث أن يجيب عنها ن نحو: إلى أيّ مدى تأثر ابن سينا بآراء غيره من الدارسين لصوتيات العربية؟ وما منهجه في دراسة الصوت فيزيائيا وسمعيا؟ وما هي جوانب تأثيره في غيره من الدارسين المحدثين؟

أوّلا . علم الأصوات الطّبيعي الفيزيائي عند ابن سينا

يتطلّبُ وصف اللغة ثلاثة مستويات، أولها المستوى الصوتي وهو الأحرى بالدراسة على أساس أنّ وصف اللغة المنطوقة أكثر تمثيلا لها من وصف اللغة المكتوبة لذا جعل اللسانيون من دراسة الأصوات منطوقة أو مسموعة الخطوة الأساسية نحو فهم النظام اللغوي، وجعلوها في منزلة أولى من دراسة الألفاظ والتراكيب.[1]

وتوصف دراسة الصوت من حيث هو صوت خالص بأنها دراسة فيزيائية (Acoustics) تُعنى بدراسة أصوات الكلام من حيث خصائصها المادية أو الفيزيائية أثناء انتقالها من المتكلم إلى السامع، وتبحث في تردد الصوت وسعة الذبذبة وطبيعة الموجة الصوتية أما دراسته من حيث هو مسموع فتوصف بالسمعية الدماغية (Auditory) حيث يُبحثُ في جهاز السمع وفي العملية السمعية ذاتها وطريقة استقبال الأصوات اللغوية وإدراكها؛[2] ويعدُّ هذين الجانبين مما بحث فيهما ابن سينا باستفاضة ساعده في ذلك معرفته الموسوعية.

إنّ العلاقة التي تربط بين علم الأصوات وبين علم الفيزياء هي الصّوت؛ لأنّ أوّل ما نُدركه عن اللغة أنّها أصوات على حدّ قول ابن جني (ت 392هـ) وفي علم الفيزياء يدرسُ الصّوت بشكل عام وهذا هو المشترك بين العِلمين وهذه العلاقة تجسّدت حديثا من خلال التقدّم الهائل في العلوم اللغوية والعلوم التجريبية ولكن الذي يُميّز الدراسات الفيزيائية هو التجربة والمعمل لذلك سُمّيت علوم تجريبية وهذا ما تفتقرُ إليه العلوم اللغوية وهذا ما قاله محمود السعران:"مادة اللغة لا تخضعُ لما تخضع له العلوم من التجربة المعملية."[3]

واللغة عموما تتكون من كلمات لها مدلولات يُمكن أن نُؤلّف منها جُملا وتراكيب نعبر من خلالها عن أفكارنا ووجداننا ولا يُمكن أن تُعتبر هذه الجمل قوالبا جامدةً أو أجساما صلبة أو غازية أو سائلة يُمكن أن تخضع للتجربة والقياس إلاّ أنّ علم الطّبيعة (الفيزياء) استطاع أن يمُدَّ علم اللغة بمقاييسه ومناهجه وتجاربه من خلال الصّوت اللغوي؛ لأنّ الفيزياء تدرس الأصوات مهما كانت أصواتا لغوية إنسانية أو طبيعية أو حيوانية وبذلك استطاع"علم الفيزياء أن يُقرض علم اللغة أبعاضا من أساليبه وتجاربه وآلات مبتكرة من أدواته وأجهزته استفاد منها اللغويون."[4]

ولعلّ السبب الذي جعلَ الفيزياء يعطي علم اللغة هذه الوسائل على الرغم من الاختلاف بينهما هو أنه يوجد في الفيزياء فرع هو الأصوات يدرس فيها الأصوات بشكل عام سواء كانت

أصوات إنسانية أو طبيعية أو حيوانية وأنّ لكلّ صوت خصائص محددة "ويتمّ تحديد الأصوات بعدد الذبذبات التي تحدده صورها"[5] حيث يلتقي العلمان في موضوع واحد هو دراسة الأصوات. إنّ الذي أسّس لهذه العلاقة هو الصّوت وهو الموضوع المشترك بين العلمين حتى نشأ حديثا ما يسمى بعلم الأصوات الفيزيائي" وهو العلم الذي يهتم بدراسة الخصائص المادية أو الفيزيائية لأصوات الكلام أثناء انتقالها من المتكلم إلى السّامع."[6]

وإذا كان علم الأصوات النطقي هو الأصل في الدراسات الصّوتية فإنّ علم الأصوات الفيزيائي جاءّ ليُقدّمَ العونَ والمساعدة للدّراسات الصّوتية من خلال الوصول إلى أعماق الصّوت اللغوي وأسراره ولقد تباينتْ اتّجاهات الدّراسة الصّوتية عند علماء العربية على وفق تبايُنِ المدرسة التي ينتمون إليها وغايتها ومنهجها في الدراسة فكانت السّمة البارزة والأكثر تمييزا في المدرسة الفلسفية هي تأكيدها دراسة الجوانب الطّبيعية في الظّاهرة الصّوتية ورصدها رصْدًا يهيّئ لهم الوقوف على الكثير من حقائقها ومُحاولة تفسيرها.[7]

فلقد عُنِيَ ابن سينا عنايةً خاصّةً بالدّراسةِ الصّوتية الفيزيائية ومنهجه في الدراسة الصّوتية يقومُ على أهمّ مُرتكزاتِ علمِ الأصواتِ السّمعي المتمثلة في الجانبِ المادي أو الطّبيعي كالصّوتِ والوسط الناقلِ ولعلّ من أبرز الجوانبِ الطّبيعية التي تناولها ابن سينا:

1 . حُدوث الصوت وإصداره

طرحَ ابن سينا مسألة حُدوثِ الصّوتِ طرحًا دقيقا وهو الأمرُ الذي جعلهُ صورةً أولى شابهتْ ما قاله المحدثون من بعده في دراستهم؛ إذ ذهب إلى القولِ إنّ السّبب الأساس في حُدوثِه هو عملية قرع جسمٍ لجسمٍ آخرَ، واشترط في هذا الجسم شُروطا منها الصّلابةُ والملاسةُ وقوة القرع فضلا عن وُجودِ الوسط الناقل للصّوت.يقول في وصفِ عمليةِ حُدوثِ الصوتِ الناجم عن القلع الذي يعدّهُ سببا آخر لحُدوثِه فضلا عن القرع "الصوت بيّن واضح من أمره وأنّه ليس يحدث إلاّ عن قلع أو قرع وأمّا القرع فمثل قرع صخرة أو خشبة فيحدث صوت وأمّا القلع فمثل ما يقلع أحد شقي مشقوق عن الآخر كخشبة ينحى عليها بأن يبين أحد شقيها عن الآخر طولا ولا نجد أيضا مع كل قرع صوتا فإن قرعت جسما كالصّوف بقرع ليّن جدّا لم تحسّ صوتا بل يجب أن تكون للجسم الذي تقرعه مقاومة ما وأن تكون الحركة التي للمقروع به إلى المقروع عنف صادم فهناك يحسّ وكذلك أيضا إذا شققت شيئا يسيرا أو كان الشيء لا صلابة له لم يكن للقلع صوت البتّة

والقرع بما هو قرع لا يختلف والقلع أيضا بما هو قلع لا يختلف لأنّ أحدهما إمساس والآخر تفريق."[8]

من تحليلنا للنص السابق يتبيّن لنا أنّ:

1 . الصّوت شكل عرضي غير ثابت ودائم يحدث ثم يزول.

2 . القرع والقلع سببان لحدوث الصّوت يؤكد ابن سينا هذا في رسالته أسباب حدوث الحروف يقول:"والدليل على أنّ القرع ليس سببا كليا للصوت أنّ الصوت قد يحدث أيضا عن مقابل القرع وهو القلع."[9*]

3 . لكي يُحدث القرع أو القلع صوتا لابُدّ من مقاومة وصلابة المقروع والمقلوع.

لم يكتف ابن سينا بأن حدّد أنّ القرع والقلع هما سببا الصّوت بل راح يتساءل: هل الصّوت هو نفس القرع والقلع ؟ أو هو حركة موجية تعرض للهواء من ذلك؟ أو شيء ثالث يتولّد من ذلك أو يُقارنه؟[10]

فابن سينا يطرح الفروض الثلاثة الممكنة ليتوصّل لماهية الصّوت وسنرى الآن كيف يناقش هذه الفروض ؟ أمّا عن الفرض الأوّل" فإنّ القرع والقلع يُحسّان بالبصر بتوسط اللّون ولا شيء من الأصوات يُحسّ بتوسط اللّون فليس القرع والقلع بصوت بل إن كان ولابدّ فسببا الصّوت"[11] أمّا عن الفرض الثّاني " فالحركة قد يتشكّك في أمرها فيظنّ أنّ الصّوت نفس تموّج الهواء وليس كذلك أيضا فإنّ جنس الحركة يُحسّ أيضا بسائر الحواس وإن كان بتوسط محسوسات أخر، والتّموج الفاعل للصّوت قد يُحسّ حتّى يؤلم فإنّ صوت الرّعد يعرض منه أن تدكّ الجبال وربّما ضرب حيوانا فأفسده وكثيرا ما يستظهر على هدم الحصون العالية بأصوات البوقات بل حسّ اللّمس كما أشرنا قبل أيضا قد ينفعل من تلك الحركة من حيث هي حركة ولا يحسّ الصّوت ولا أيضا من فهم أنّ شيئا حركة فُهِمَ أنّه صوت. ولو كانت حقيقة الصّوت حقيقة الحركة لا إنّه أمر يتبعها ويلزم عنها لكان من عرف أنّ صوتا عرف أنّ حركة وهذا ليس بموجود فإنّ الشّيء الواحد النّوعيّ لا يُعرفُ ويُجهَلُ معا إلاّ من جهتين وحالين: فجهة كونه صوتا في ماهية ونوعية ليس جهة كونه حركة في ماهيته ونوعيته"[12]

بإبطال الفرضين الأوّلين تنتج صحّة الفرض الثّالث؛ إذ لا يوجد احتمال لفرض آخر غير هذه الفروض الثلاثة" فالصّوت إذن عارض يعرض من هذه الحركة الموصوفة يتبعها ويكون معها فإذا

انتهى التّموّج من الهواء والماء إلى الصّمّاخ وهناك تجويف فيه هواء راكد يتموّج بتموج ما ينتهي إليه ووراءه كالجدار مفروش عليه العصب الحاس للصّوت أحسّ الصّوت"[13]

إنّ مناقشة ابن سينا لهذه الفروض الثلاثة وإبطاله للفرضين الأوّلين، وإثباته للفرض الثالث . وهو الرّأي المسلّم به الآن . إنّما هو مثال بديع لطريقة التّفكير الاستنباطي التي كان يلجأ إليها المفكّرون القدماء في بحث المشكلات الفلسفية والعلميّة ولقد استطاع ابن سينا أن يصل بطريقة التّفكير الاستنباطي إلى حقيقة علميّة لازالت صحيحة حتّى اليوم؛ وهذه الحقيقة هي أنّ الصّوت ينتج عن تأثير الموجات الهوائية[14] أو على حسب اصطلاح ابن سينا أنّ الصّوت "عارض يعرض من حركة الهواء المتموّج"

فابن سينا يميّز بدقة بين الصوت وماهيته فالصوت كما يُفهم من عباراته السابقة: شيء مادي ملموس مسبب عن حركة وهذا يتفق وما توصل إليه علماء الفيزياء في العصر الحاضر.[15]

غير أنّ التّفكير الاستنباطي الذي لا يعتمدُ على أساسٍ من التّفكير الاستقرائي قد يُؤدّي إلى الخطأ في النّتائج التي يُتَوَصّلُ إليها وقد وقع ابن سينا في الخطأ حينما حاول الإجابة عن هذا السؤال:هل الصّوت شيء موجود في الخارج وتابعٌ من خارج لتموّج الهواء ؟ أو هو غير موجود في الخارج ؟ وإنّما يحدث في حاسّة السّمع عند ملامسة الهواء المتموّج لها؟[16]

فهذه مسألة أخرى تحتاج إلى مناقشة وقد ناقشها ابن سينا بشيء من التفصيل وانتهى إلى أنّ الصّوت يتولّدُ في الخارج عن تموّج الهواء الحادث عند الاصطدام أو التّفريق ولكن هذا الصّوت الموجود في الخارج هو بالقوة لا بالفعل لأنّنا لا نسمعه بالفعل إلاّ حينما يُؤثّرُ الهواء المتموّج في حاسّة السّمع يقول ابن سينا:" إنّ للصّوت وُجودا ما من خارج لا من حيث هو مسموع بالفعل بل من حيث هو مسموع بالقوّة وأمر كهيئة ما من الهيئات للتّموّج غير نفس التّموّج"[17]

ولا يُقِرُّ العلماء اليوم رأي ابن سينا الذي يذهب إلى أنّ للصّوت وُجودا في الخارج فليس في الخارج إلاّ موجات هوائية أمّا الصّوت فهو خبرة سيكولوجية تحدث في المركز السّمعيّ في المخ حينما تُؤَثّرُ هذه الموجات الهوائية في أعضاء السّمع الموجودة في الأذن الدّاخليّة.[18]

وبعد أن أقرّ ابن سينا أنّ الصّوت يحدث خارجا وبالقوّة يُحدّد سبب تلك القوّة فيقول:"ويجب أن نُحقّق الكلام في القارع والمقروع فنقول أنّه لابُدّ في القرع من حركة قبل القرع وحركة تتبع القرع فأمّا الحركة قبل القرع فقد تكون من أحد الجسمين وهو الصّائر إلى الثّاني وقد تكون من كليهما

ولابدّ من قيام كلّ منهما أو أحدهما في وجه الآخر قياما محسوسا فإنّه إن اندفع أحدهما كما يُمسّ بل في زمان لا يحسّ لم يكن صوت، والقارع والمقروع كلاهما فاعلان للصّوت لكن أولاهما به ما كان أصلبهما وأشدّهما مقاومة فإنّ حظّه في ذلك أشدّ"[19]

فابن سينا يجعل شرط حدوث الصوت هو صلابةُ الجسمين المتصاكّين؛ لأنّ الصّوت لا يحدث في حالة ما إذا كان الجسمان ضعيفين فالصوت لا يحدثُ عن كلّ الأجسام وإنما يحدث فقط عن الأجسام المصقولة والصلبة، فالصوف والإسفنج مثلا لا يحدثان صوتا بينما تُحدث المعادن والأجسام الصّلبة الصوت كالنحاس والخشب[20] وهذه حقيقة كان أرسطو قد اهتدى إليها من قبل حيث قرّر أنّ القرع لا يحدث صوتا عن جسمين كيفما اتّفقا فالصوف مثلا لا يحدث أيّ صوت إذا قرع على العكس ممّا يحدث للبرنز وسائر الأجسام الملساء والمجوفة.[21]

ويجعلُ ابن سينا المقاومةَ شرطًا لحُدوثِ الصّوتِ بل العلة الأولية للصوت يقول:"وليست الصّلابةُ والتّكاثُفُ علّة أوّلية لإحداثِ هذا التموّج بل ذلك لهما من حيثُ يُعينانِ على المقاومةِ والعلّةِ الأوّلية هي المقاومة، فالصّوت يحدثُ من تموّجِ الجسمِ الرّطيبِ السّيّالِ مُنضغطًا بين جسمينِ مُتصاكّينِ من حيثُ هو كذلكَ."[22]

ويُعدُّ صوت الألف هو الوضعُ الأصلي لكلّ الحروف من حيث إنه لا يتعرّضُ لأيّ مقاومةٍ في مخارج النطق ولا قوة خارجية تؤثر عليه إذا أغفلنا بالطبع مُقاومةَ الوترين الصوتيين يقول ابن سينا: "وأما الألف المصوتة وأختها الفتحة فأظنّ أنّ مخرجهما مع إطلاق الهواء سلسا غير مزاحم"[23] أمّا باقي الحروف فإنها تتعرّضُ لقوة خارجية مؤثرة تقطعُ هذا الصوت في مخارج النطق أو تُعيقهُ عن حركته فيحاولُ استعادة وضعه الأصلي وهي المقاومة التي تحدث في مخارج النطق ويتولد عنها الأصداءُ المختلفة للحروف، وكان ابن جني قد لخّص كيفية مرور الصوت في الألف وغيرها بقوله: "شبّه بعضهم الحلق والفم بالناي فإنّ الصوت يخرج فيه مستطيلا أملس ساذجا كما يجري الصوت في الألف غُفلاً بغير صنعةٍ فإذا وضع الزّامرُ أنامله على خروق الناي المنسوقة وراوحَ بين عمله اختلفت الأصوات وسُمِعَ لكلّ خَرقٍ منها صوت لا يشبه صاحبه فكذلك إذا قُطِعَ الصوت في الحلق والفم باعتمادٍ على جهاتٍ مختلفة كان سبب استماعنا هذه الأصوات المختلفة."[24]

كما ذكر ابن سينا أنّ الجسمين المتقاومين كلاهما سبب فاعل في حُدوث الصوت والمقاومة لا تخصّ فقط الجسم المصدوم قال:" والقارع والمقروع كلاهما فاعلان للصوت لكن أولاهما به ما كان أصلبهما وأشدّهما مُقاومةً فإنّ حظّه في ذلك أشدّ."[25]

ولا يُشترطُ في المقروع المقاوم أن يكون جسما صلبا بل ربّما يشكل الهواء نفسه مُقاومة حتى يكون بمثابة الجدار الصّلب بسبب تركيز الطاقة الموجية في منطقة صغيرة جدا أمام المصدر يقول وابن سينا في شرح ظاهرة مُقاومة الهواء والماء" وربما كان الجسمُ المقروع في غاية الرطوبة واللين لكنّه إذا حُملَ عليه بالقوة وكُلّفَ الهواء المتوسط أن ينفذ فيه أو ينضغطَ فيما بينهما لم يكن ذلك الجسم أيضا بحيث يمكن الهواء المتوسط أن ينفذ فيه ويشقّهُ في زمانٍ قصيرٍ بل قاومَ ذلك فلم يندفع في وجه ذلك الهواء المتوسط بل وقاومَ أيضا القارعَ؛ لأنّ القارع كان يسُومهُ انخراقًا كثيرا في زمان قصير جدا وليس ذلك في قوة القابل ولا في قوة الفاعل القارع فامتنع من الانخراق فقام في وجه القارع وضغط الهواء المتوسط فكانت المقاومة فيه مكان الصّلابة وأنت تعلمُ هذا إذا اعتبرت إمراركَ السّوط في الماء برفقٍ فإنه يُمكنكَ أن تشُقّهُ شقًّا من حيث لا تلزمُكَ فيه مؤونة فإنْ استعجلت استعصى عليك وقاوم والهواء أيضا كذلك بل قد يجوز أن يكون الهواء نفسه يصيرُ جزءٌ منه مُقاومًا وجزء بينه وبين المزاحم القارع منضغطًا بل يجوز أن يصيرَ الهواء أجزاء ثلاثة جزء منه قارع كالريح وجزء مُقاوم وجزء منضغط فيما بينهما على هيئةٍ من التموج وليست الصّلابة والتكاثف علّة أوّلية لإحداث هذا التموج بل ذلك لهما من حيث يُعينانِ على المقاومة والعلة الأولية هي المقاومة، فالصوت يحدثُ من تموج الجسم الرطب السيّال مُنضغطًا بين جسمين مُتصاكّين متقاومين من حيث هو كذلك."[26]

وتكتفي الكتب الصوتية القديمة والمعاصرة بوصف الجسمين المتصاكين أو عُضوي النطق الملتقيين في الحديث عن مخارج الحروف دون أن تتحدث عن هيئة الهواء المنضغط بين الجسمين المتقاومين[27]إلاّ ابن سينا فإنه وظّف بشكل فريدٍ المعطيات الفيزيائية ولم يسبقه أحد إلى هذا التوظيف وإلى المصطلحات الموظفة.

2. مصدر الصوت

وهو أيّ شيء يُسبب اضطرابا أو تنوعا ملائما في ضغط الهواء، مثل الشوكة الرنانة، والوتر الممتد. وهو في أصوات اللغة أعضاء النطق، ولا سيما الوترين الصوتيين التي تتحرك في اتجاهات مختلفة، وبأشكال متعددة، وتنتج أصواتا تسبب تنوعات في ضغط الهواء.[28]

ويشير ابن سينا لمصدر الصوت بقوله:" أظنّ أنّ الصّوت سببه القريب تموج الهواء دفعة بسرعة وبقوة من أيّ سبب كان"[29]

فابن سينا يشير بقوله" من أيّ سبب كان" إلى مصدر الصوت الذي يسبب تذبذبا في جزيئات الهواء أو يُموّجُهُ، ويذكرنا قوله (تموج الهواء دفعة بسرعة وبقوة) بمفهوم روبين (Robin) للصوت على أنه" اضطراب مادي في الهواء يتمثل في قوة أو ضعف سريعين للضغط المتحرك من المصدر في اتجاه الخارج، ثم في ضعف تدريجي ينتهي إلى نقطة الزوال النهائي"[30] وبهذا نجد أنّ المفهوم الفيزيائي للصوت حُدّد بسلسلة سريعة من التضاغطات والتخلخلات المتتالية الحادثة في الهواء،[31] كما ويعتبر ابن سينا الحنجرة مصدر الصوت الإنساني يقول:"الحنجرة عضو غضروفيّ خُلقَ آلة للصّوت"[32]

3. انتقالُ الصّوت

إنّ مرحلة نقلِ الصّوت هي الواسطة بين إصداره وسماعهِ وإدراكهِ ولذا سمّاها إخوان الصفا "الحركة الواصلة إلى حاسّة السّمع."[33]

ولم يُهمل ابن سينا أمرَ انتقالِ الصّوتِ اللغوي ووصوله إلى الآلة السّامعة له بل أولى هذا الأمر عنايةً كبيرةً فتنبّه إلى كونهِ العُنصرَ الآخر المتمّمَ لعملّةِ حُدُوثِ الصّوت اللغوي، وبالتالي فالموجة الصّوتية تنتقلُ على شكل كُرويّ يتّسعُ ويضيقُ بحسبِ قُوّتهِ وبُعدهِ عن المصدر إلى أن يضمحل وهو أمر أثبتته الدراسات الصوتية الحديثة.[34]

أ . الموجات الصّوتية

يُعرّفُ الفيزيائيون المعاصرون الموجة " بأنها مجموعة من الذبذبات الصوتية المتعاقبة التي تنتج إحداهما عن الأخرى فمصدرُ الصوت يُسببُ تحركات لأجزاء الهواء المجاورة له وأنّ هذه الأجزاء تضغطُ على الذرات الهوائية المجاورة لها وتلك بدورها تضغطُ على الذرات المجاورة لها وهكذا ولو حدث أن أوقفنا تذبذب الجسم بعد أن أتمّ ذبذبة واحدة لكان ما حصلنا عليه هو ذبذبة الجسم وذبذبة الذرات المجاورة له ثم ذبذبة الذرات المجاورة للأولى ثم ذبذبة الذرات المجاورة للثانية وهكذا ومجموع هذه الذبذبات كلها هو الموجة الصّوتية."[35]

واستعمل ابن سينا مصطلح (تموّج الهواء) قاصدا به تذبذب الهواء والتّموّج الذي به يتمّ انتقال الصوت يصفه بأنّه" ليس هو حركة انتقال من هواء واحد بعينه بل كالحال في تموج الماء يحدث بالتداول بصدم بعد صدمٍ مع سكون قبل سكون وهذا التموج الفاعل للصوت سريع لكنّه ليس بقوي الصّكّ"[36]وفي هذا إشارة إلى التّضاغطات والتّخلخلات لجزيئات الهواء وهي محلّ اتّفاق علماء الفيزياء المحدثين وفيه أيضا ما يُشير إلى تنبّهِ ابن سينا إلى ظاهرة الرنين*[37]

فإلى جانب القرع والقلع يعتبر ابن سينا (التّموّج) سببا من أسباب حدوث الصوت وتحقّقه يقول:" أظنّ أنّ الصّوت سببه القريب تموج الهواء دفعة بسرعة وبقوة من أيّ سبب كان"[38] ويضيف قائلا" ثمّ ذلك الموج يتأدّى إلى الهواء الرّاكد في الصّمّاخ فيُموّجه فتحسّ به العصبة المفروشة في سطحه"[39]

ويُمكن توضيح الموجة الصوتية بالرسم التالي:[40]

وبتحليلنا للنصّين السّابقين يتبيّن ما يلي:[41]

أ . يُدرك ابن سينا أنّ الصّوت أثر سمعي ناتج من سبب فيزيائيّ قريب هو تموّج الهواء.

ب . يُذكرنا قول ابن سينا (تموج الهواء دفعة بسرعة وبقوة) بذلك المفهوم الفيزيائي الذي حدّد الصوت بأنه سلسلة سريعة من التّضاغطات والتّخلخلات المتتالية الحادثة في الهواء.

ج . يتضمّن قول ابن سينا (تموّج الهواء) إشارة إلى ضرورة وُجود وسط مادي وهو هاهنا الهواء حتى يُدركَ الصوت وهي إشارة ذات بُعد متّصل بنوع أمواج الصوت التي تحتاج إلى وسط مادي لتنتقل فيه. فهي أمواج ميكانيكية هذا من ناحية ويتضمن من ناحية أخرى إشارة ثانية إلى تضاغطات الهواء وتخلخلاته وهي إشارة ذات بعد متّصل بشكل أمواج الصوت في الوسط الغازي (الهواء) فهي أمواج طُوليّة.

د . يُوضّحُ ابن سينا أنّ تموّج الهواء يُموّج الهواء الراكد في صمّاخ الأذن وهو بُعد فيزيائيّ سمعي للصّوت.

ه . يُشير ابن سينا بقوله (فتحسّ به العصبة المفروشة في سطحه) إلى بعد فيسيولوجي نفسي متعلق بالإحساس السّمعي للصّوت.

وفي تعريف ابن سينا للتموّج يُوضّح أنّ موجات الماء السّطحية تُشارك بعض صفات الموجات السّمعية الهوائية؛ إذ تتشكّل الموجات المائية من ذبذبات الجزيئات المائية تماما كما تتشكل الموجات الصّوتية من ذبذبات الجزيئات الهوائية ويقع الاختلاف بين الصّنفين من الموجات في أنّ تذبذب الجزيئات الهوائية تكون في اتّجاه حركة الموجة نفسه في حين يتّجه تذبذب الجزيئات المائية في الموجات المائية السّطحية باتّجاه الأعلى والأسفل بشكل رئيس وبزوايا قائمة وباتّجاه حركة الموجة وعِوضًا عن ظاهرتي الضّغط والخلخلة في الموجات الهوائية تشكل المائية السطحية قِممًا وأغوارًا على مستوى سطح الماء؛[42] أي إنّ الصّوت ينتقل في الهواء بصورة اهتزازات موجية وأنّ أجزاء الهواء التي تُصاب بحركة تهتزّ فتنتقل الحركة إلى الأجزاء التي تليها وهكذا يتمّ انتقال الصّوت.[43]

وابن سينا سبق علماء الفيزياء باكتشافه أنّ الصّوت موجات تنتقل في الهواء وهذه الموجات الهوائية تتّصل بحاسّة السّمع مُحدثة الإحساس السّمعي قال معبّرا عن هذه الفكرة "وقد وجب هاهنا شيء لابدّ أن يكون موجودا عند حدوث الصّوت وهو حركة قويّة من الهواء أو ما يجري مجراه."[44]

وأقول هنا إنّ ابن سينا لم يُصرّح بأنّ الصّوت موجات هوائية ولكنّه قال:"حركة قوية من الهواء أو ما يجري مجراه"وهذا تعبير دقيق عن وصف حقيقة الصّوت بالمفهوم العلمي الحديث.[45] إذ أنّ انتقال موجات الصّوت في الهواء تُشبه انتقال التّموّجات في الماء التي يُحدثها جسم يُلقى داخله فتشكّل حول مكان سقوطه دوائر متداخلة تتّسع حتى تتلاشى بصورة تدريجية ومن ناحية أخرى نرى أنّ علم النفس الحديث يُقرّر وُجود ثلاثة عناصر للإحساس هي: عنصر فيزيائي وفيزيولوجي ونفساني.[46]

فالعنصر الفيزيائي يبدو في التقاء المؤثّر بالحاسّة أي الموجات الصّوتية المنتقلة بالهواء وملامستها للأعصاب السّمعية في الأذن وهذا ما أشار إليه ابن سينا بقوله "حركة قوية من الهواء أو ما يجري مجراه " ثمّ يُوضّح بعد ذلك كيف ينتقل الصّوت عن طريق الأعصاب السّمعيّة ويتمّ الإحساس السّمعي فيقول" وينتقل الصّوت عن طريق الحركة التي يُحدثُها في الهواء أو الماء وهي تموّجات إذا انتهت إلى صمّاخ الأذن حيث يُوجد تجويف فيه هواء راكد يتموّج بتموّج ما ينتهي إليه ووراءه كالجدار مفروش عليه العصب الحاس للصّوت أحسّ بالصّوت"[47]

فبالرغم من عدم توفر الأجهزة الحديثة لابن سينا إلاّ أنّه توصّل إلى حقيقة الصّوت وكُنهِهِ، وقرّر أنّ القرع أو القلع والتموّج ليسا هما الصّوت وإنّما هما السبب القريب والبعيد للصّوت يقول:"أظنّ أنّ الصّوت سببه القريب * تموّج الهواء دفعة بسرعة و بقوة من أيّ سبب كان والذي يشترط فيه من أمر القرع عساه ألاّ يكون سببا كلّيا للصّوت بل كأنّه سبب أكثري ثم إن كان سببا كلّيا فهو سبب بعيد ليس السبب الملاصق لوجود الصّوت"[48]

ب . سعةُ الموجة أو مداها

لما كان الأثر الذي يُحدثُ الاهتزاز في مصدر الصّوت يختلفُ قوّةً وضُعفًا كان من الطّبيعي أن تختلف حركة الأجسام المهتزّة في (المدى) الذي تصلُ إليه ما بينَ نُقطةِ سُكونها ونُقطتي النهاية في حركتها الاهتزازية فتارة يتّسعُ هذا المدى وتارة أخرى يضيقُ تبعًا لدرجةِ القوّةِ التي جعلت الجسم في حالة اهتزاز ومثل هذا يحدثُ أيضا في الوسط الناقل حيث تتّسعُ الموجةُ أو تضيقُ تبعًا لقوّةِ الاهتزازةِ التي صنعتها ولمدى الموجة تأثيره على الأذن البشريّة فكلما كانت سعةُ الموجة أكبر كلّما أحست الأذن بقوّةِ الصوت وشدّة تأثيره.[49]

ج . التردّد

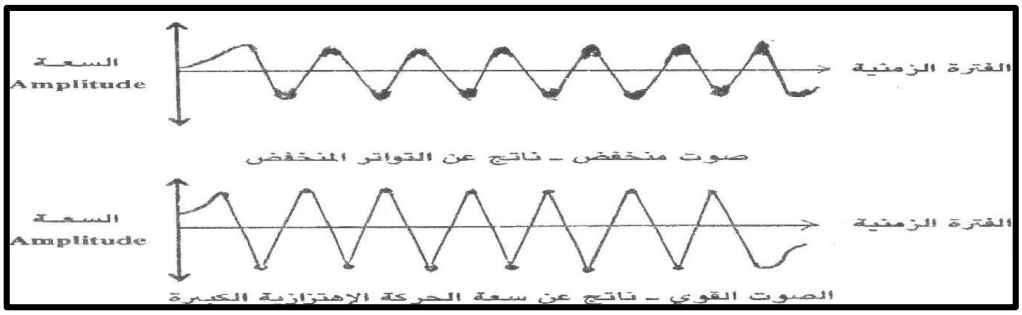
من الطّبيعي أن يكون لكلّ ذبذبةٍ صوتيةٍ أو اهتزازةٍ فترة زمنية تتمُّ فيها فإذا نحن أخذنا وحدة زمنية (كالثانية مثلا) وعرفنا عدد الاهتزازات التي تحدثُ فيها كُنّا قد وصلنا إلى ما يُسمّى (بالتردد) أي عدد الذبذبات الكاملة التي تتمُّ في الثانية، والأصوات تختلف في هذا التردد وتتنوع معدلات اهتزازها تبعًا لظُروفِ الجسم المهتز كمادته وشكله، وسُمكه وغير ذلك من صفاته.[50]

فابن سينا فيرى" أنّ التموّج ليس هو حركة انتقال من هواء واحد بعينِهِ بل كالحال في تموّج الماء يحدث بالتّداولُ بصدمٍ بعد صدمٍ مع سكونٍ قبل سُكون وهذا التموّج الفاعل للصّوت سريع لكنّه ليس بقويّ الصّكّ."[51]

3 . درجةُ الصوت

يتوقّفُ ضغطُ الصوتِ على سُرعةِ ذبذبات الصوت وعددها، وبهذه السّرعة والعدد يكون الصّوت دقيقا أو مرتفعا أو منخفضا أو سميكا وبهما يُسمّى الصوتُ حدًّا أو غليظا، وبهذه الصفات يستطيعُ السّامعُ التّفريقَ بين الأصوات الدقيقة والسّميكة.[52]

وتحدّث ابن سينا عن درجة الصوت كثيرا من خلال حديثه عن الحدة والثقل فبيّن أنّ الحدة هي قوة تراص أجزاء من موج الهواء الناقل للصوت أمّا الثقل فيكون عكس ذلك فكلما زادت صلابة الجسم المقروع زادت حدة الصوت، ويُرجعُ ابن سينا أسباب الحدة إلى تلزّز* وقوة وملاسة سطح وتراصّ أجزاءٍ من موج الهواء الناقل للصوت، وصلابة المقاوم المقروع أو ملامسته أو قصره أو انحِزاقِه* أو ضيقه إن كان مخلص هواء أو قربه من المنفخ إن كان أيضا مخلص هواء أمّا أسباب الثقل فأضداد ذلك من اللين والخشونة والطول والرخاوة والسعة والبعد.[53] وفي رسالة أسباب حدوث الحروف يُحدّدُ ابن سينا أسباب الحدة والثقل بقوله:"وأمّا حال المتموّج في نفسه من اتّصال أجزائه وتملّسها* أوتشظّيها وتشذّبها* فيفعل الحدّة والثّقل.أمّا الحّدة فيفعلها الأوّلان وأمّا الثّقل فيفعله الثّانيان."[54]



خصائص الموجة الصوتية*

ومن عرضنا لهذه الآراء لابن سينا حول درجة الصوت نرى أنّ فكرة الحدة والثقل(درجة الصوت) عنده تعتمد على القول بأنّ قوة الحركة وضعفها هما السببان اللذان يؤثران على ضغط الهواء ويؤديان إلى اضطرابه وهو الأمر الذي يؤثر في ارتفاع درجة الصوت وقلته.

4 . انعكاسُ الصّوت وتضاعفه

لقد استعمل ابن سينا مصطلح الصدى للدلالة على انعكاس الصوت وتضاعفه وعرّفه بقوله "الصّدى يحدث من تموّج يُوجبُه هذا التموّج فإنّ هذا التّموّج إذا قاومه شيء من الأشياء كجبل أو جدار حتّى وقفه لزم أن ينضغط أيضا بين هذا التّموّج المتوجّه إلى قرع الحائط أو الجبل وبين ما يقرعه هواء آخر يرد ذلك ويصرفه إلى خلف بانضغاطه فيكون شكله الشّكل الأوّل على هيئة"[55] فكما أنّ الطّاس إذا كان فيه ماء وأُلقيَ فيه حجر نشأت عنه دائرة إلى أطراف الطّاس المحيطةِ بالماء انصدمت بها تلك الدائرة ثم انعطفت إلى الوسط إلى موضع ابتدأت فيه فكذلك موج الهواء إذا انصدم بجسم صلب ربّما انعطف فيكون منه الصّدى ويكون بتلاحق الانعطاف وتزيده دوامَ الصّوت في الطّشت والحمّام والصّريخ تحت الجبل.[56]

فابن سينا يرى أنّ ما يميّز بين الصّدى والصّوت هو أنّ الصّدى لا يحدث عن قرع جسم لجسم آخر وإنّما هو ارتداد الصّوت الذي يصطدم بجسم آخرَ إلى المصدر الذي انطلق منه"لأنّ قرع مثل هذا الهواء قرع ليس بالشّديد ولو كان شديدا بحيث يحدث صوتا لأضرّ بالسّمع" [57] وأنّ الصّدى صفة تلحق كلّ الأصوات وإن كانت لا تسمع.[58]

فالصّدى كما يراه ابن سينا ما هو إلاّ " الارتداد الحاصل للهواء النّاقل للصّوت نتيجة اصطدامه بجسم ما فيرجع هذا الهواء على شكل صدى للصّوت الأوّل فيحمل بذلك صفة الصّوت الأوّل

وهيأته وقد ربط ابن سينا بين إرسال الصّوت واستقباله عن طريق الصّدى ويعطينا . أيضا . وسيلة إدراك الصّدى من جانب سمعيّ يرتكز على أوّليّات الإدراك الحسّي وهو شبيه بالإدراك الرّياضي الذي يلجأ إلى التّعميم القائم على مُدركات حسّية متوازنة تعتمد طرفين: تموّجا أوّل وتموّجا ثانيا ويخلص الصّدى لاعتماده رجع الصّوت الأوّل النّاقل للصّوت الذي لا يمكنه أن يولّد صوتا من تمـوّج ثـانٍ لأنّه ليس له قدرة إسماعية شديدة متحصّلة من القرع ولو توافرت له لأضرّت بالسّمع" [59]

ويذهب ابن سينا إلى القول بأنّ "المسافة إذا كانت قريبة بين المصوّت وبين عاكس الصّوت لم يُسمعا في زمانين متباينين بل يسمعان معا كما يُسمع صوت القرع معه وإن كان بعده بالحقيقة"[60] وهو بذلك يُبيّنُ السّبب الذي لأجله لا يُسمع الصّدى في الأصوات التي نتحدّث بها في المنازل والبيوت.

ومن هنا يتبيّنُ لنا أنّه على الرغم من عدم وُجود مفهوم دقيق للصّدى عند ابن سينا إلاّ أنّه لم يُهمل تعريفه وهو الأمر الذي سهّل على اللاّحقين بيانه بشكلٍ قارب في مفهومه مفهوم المحدثين الذين ذهبوا إلى تعريفه بقولهم إنّ الصّدى هو:" تكرار الصّوت الأصلي الذي يحدث نتيجة لانعكاس الأمواج الصّوتية ويُسمع بوضوح بعد زوال التّأثير الذي يُحدثه الصّوت الأصلي على الأذن"[61] وبذلك نستطيع أن نلمح القُرب الكبير بين ما ذهب إليه ابن سينا وما ذهب إليه المحدثون في مفهوم الصّدى.

واستعمل ابن سينا مصطلح الدويّ للدلالة على انعكاس الصوت وتضاعفه وذلك في وصفه الرنين الأنفي (الغنّة) قال عن كيفية حدوث صوت الميم"إذا كان حبس تام غير قوي وكان ليس الحبس كلّه عند المخرج بين الشفتين ولكن بعضه إلى ما هناك وبعضه إلى ناحية الخيشوم حتى يحدث الهواء عند اجتيازه بالخيشوم والفضاء الذي في داخله دويّا حدث الميم."[62]وفي وصف صوت الغنة النون يقول:" وأما النون فإن الحبس أرفعُ قليلا من الحبس الطبيعي للباء وبطرف اللسان إلاّ أنّ جُلّ الهواء يُصرفُ فيها إلى غنّةِ المنخرِ فتكون النون أرطبُ وأدخل حبسا وأكثر دويًّا وغنّةً." كما وظّف مصطلح (الدويّ) للتعبير عن الأثر التفخيمي الذي يُصاحبُ الحروف المفخمة، قال عن صوت الصّاد عند خروجه"حتى يكون لانفلات الهواء كالدويّ." وقال عن الطاء" ليحدث هناك للهواء دويٌّ عند الانفراج ثم يقلع"[63]

ثانيا . المصطلحات الفيزيائية المتعلقة بالصوت وحُدوثه

استعمل ابن سينا عدّة مصطلحات فيزيائية للدلالة على حدوث الصوت مصطلح منها مصطلح القوة الضاغطة حيث أنّ الصادم يضغطُ الهواء فيضطرّ إلى الانفلات يقول" أمّا في القرع فلاضطرار القارع الهواء إلى أن ينضغط وينفلت من المسافة التي يسلكها القارع إلى جنبتيها بعنفٍ وقوّةٍ وشدةٍ وسرعةٍ"، واستعمل مصطلح الضّغط في وصفه سبب حدوث بعض الحروف فمثلا قال عن الباء المشددة (P) أنها " تحدث بشدّ قويّ للشفتين عند الحبس وقلعٍ بعنفٍ وضغطٍ للهواء بعنفٍ" وقال عن انفتاح مخرج الطاء بعد حبسها"إنما تحدث عن انطباق سطح اللسان أكثره مع سطح الحنك والشجر وقد يبرأ شيء منهما عن صاحبه وبينهما رطوبة فإذا انقلع عنه وانضغط الهواء الكثير سمع الطاء " وذكر أنّ الانضغاط في الواو غير المدية أقلّ من انضغاطه في الفاء وبالتالي يضعف دفع الهواء فيها.

أما مصطلح المماسة فقد استعمله في وصف حدوث اللام قال:"والاعتماد فيها على الجزء المتأخر من اللسان المماس لما فوقه أكثر من الاعتماد على طرف اللسان"وقال عن حدوث الزاي " يكون طرف اللسان فيها أخفض وما بعده أقربُ وأرفعُ من سطح الحنك المماسّ بالعرض أجزاء دون أجزاء"ووصف هواء الهاء المدفوع كقوة ضاغطة بقوله:"والاندفاع يُماسّ حافاته بالسّواء غير مائل إلاّ إلى الوسط" واستعمل مصطلح (المماسّات الخفية غير المحسوسة) في وصف ارتعاد طرف اللسان في السين الزائية في لغة أهل خوارزم يقول بأنها تحدث" بأن تهيّأ الهيئة التي عن مثلها تحدث السين ثم يحدث في العضلة الباطحة للسان ارتعاد كما يحدث في الزاي يلزم ذلك الارتعاد مماسات خفيّة محسوسة يحتبس لها الهواء احتباسات غير محسوسة فتضرب السين لذلك إلى مشابهة الزاي"واستعمل مصطلح (المماسة العنيفة) في تعريف القرع.[64]

ودلّ مصطلح الصدم على إحداث الصوت فيزيائيا فقد ذكر ابن سينا أنّ " الهواء في الحاء يندفعُ أمْيَل إلى قُدّام ويصدمَ حافّةَ التقعير الذي كان يصدمه هواء العين عند الخروج."

ودلّ مصطلح (التقريب) على القوة الضاغطة من أحد الجسمين على الآخر لإحداث الصوت واستعمله ابن سينا كجزء أساسي في تعريف القرع يقول:" القرع هو تقريب جرمٍ ما إلى جرمٍ مقاوم له لمزاحمته تقريبا تتبعه مماسّة عنيفة لسرعة حركة التقريب وقوتها" واستعمله أيضا كقوة

ضاغطة من اللسان على سطح الحنك في وصف خروج الزاي الشينية يقول" هي شين تحدث عن تقريب اللسان من سطح الشجر"

ومن المصطلحات التي استعملها ابن سينا للتعبير عن ضغط عُضوي النطق لإحداث الصوت اللغوي مصطلح الاعتماد من ذلك حديثه عن مُخرج اللام يقول:"والاعتماد فيه على الطرف من اللسان بل على ما يليه لئلا يكون مانعا عن التزاق الرطوبة ثم انفلاتها"

ومن المصطلحات التي اعتمدها ابن سينا للدلالة على القوة الضاغطة في أعضاء النطق لإحداث الصوت اللغوي الرفع فذكر أنّ "الحبس في النون أرفعُ قليلا من الحبس الطبيعي للباء"

ووظف مصطلح التضييق للدلالة على نفس الفعل ألا وهو إحداث الصوت اللغوي فذكر أنّ الواو والضمة يخرجان "مع أدنى مُزاحمةٍ وتضييقٍ للشفتين" و" الياء المصوتة فمخرجها مع إطلاق الهواء مع أدنى تضييق للمخرج وميلٍ به سلسٍ إلى أسفل"

واستعمل ابن سينا مصطلح الشدّ للدلالة على التّضاغط بين عُضوَي النطق في صوت الحرف حيث استعمل مصطلح (الشد القوي) للشفتين عند الحبس في الباء المشددة يقول"تحدث بشدّ قويّ للشفتين عند الحبس" وفي الحرف الشبيه بالجيم يقول" هذه الجيم يفعلها إطباق من طرف اللسان أكثر وأشدّ وضغطٍ للهواء عند القلع أقوى ونسبة الجيم العربية إلى هذه الجيم هي نسبة الكاف الغير عربية إلى الكاف العربية"[65]

ثالثا . العملية السمعية

لقد اقتضت حكمة الخالق جلّ وعزّ أن يكون لبعض الأعضاء في جسم الإنسان وظيفتان: إحداهما حيويّة والأخرى فيزيولوجيّة أو إنسانيّة ومن ذلك أنّ الوظيفة الحيوية للفم . مثلا . هي البلع ووظيفته الإنسانية هي الكلام فالأولى تتوقّف عليها حياة الإنسان لأنّه لا يعيش بلا طعام والثّانية تتحقّق بها إنسانيته كذلك الأذن فإنّ وظيفتها الحيويّة هي تحقيق التّوازن في مسيرة الإنسان وبدون هذا التّوازن لا يمكن أن يعيش ووظيفتها الثانية الأخرى هي السّمع واستيعاب الأصوات المختلفة وحملها إلى المخ حيث تُوجد أجهزة التّفسير وإصدار الأوامر والأحكام.[66]

واعتبر ابن سينا الأذن عُضوًا خُلقَ للسّمع* وجُعِلَ له صدف مُعوجٌّ ليحبس جميع الصوت ويُوجِبَ طنينَهُ[67] ويصف تركيبها فيقول:" أنّها تتركّب من ثقب يأخذ في العظم الحجري ملولب معوج ليكون تعويجه مطولا لمسافة الهواء إلى داخل مع قصر تحته الذي لو جُعل الثقب نافذا فيه

نُفوذا مستقيما لقصرت المسافة وإنّما دُبِّرَ لتطويل المسافة إليه لئلاّ يغافص باطنه الحر والبرد المفرطان وثقب الأذن يؤدي إلى جوبة فيها هواء راكد وسطحها الإنسي مفروش بليف العصب السابع الوارد من الزوج الخامس من أزواج العصب الدماغي وصلب فضل تصليب لئلا يكون ضعيف منفصلا عن قرع الهواء وكيفيته فإذا تأدّى الموج الصّوتي إلى ما هناك أدركه السّمع"[68]

وابن سينا يرى أنّ السّمع " قوة مرتبة في العصب المفرق في سطح الصماخ تدرك صورة ما يتأدى إليه بتموج الهواء المنضغط بين قارع و مقروع مُقاوم له انضغاطا بعنف يحدثُ منه صوت فيتأدى متموجا إلى الهواء المحصور الراكد في تجويف الصماخ ويحركه بشكل حركته وتماس أمواج تلك الحركة تلك العصبة."[69]

فالعملية السمعية حسب ابن سينا تستندُ إلى تموّج الهواء الذي يمرّ بالأذن ويُؤثّر بالهواء الراكد في الصماخ الذي يمتدّ تأثيره إلى الأعصاب السمعية فيُحدث الإدراك في الصماخ الذي يصلُ تأثيره إلى الأعصاب السمعية فيحدث الإدراك السمعي.[70]وهنا نستطيع أن نلمسَ مدى التقارب بين ما طرحه ابن سينا وما توصل إليه المحدثون في دراساتهم القائمة على الأجهزة الحديثة في دراسة علم الصوت؛ إذ توصلوا إلى أنّ الذبذبات الهوائية تؤثر في التغيرات العصبية التي تمدّ الأعصاب الموصلة إلى منطقة الإدراك السمعي في المخ؛ [71] إذ أنّ ذبذبات الهواء تنتقل إلى الأذن عن طريق طبلة الأذن فيهتزّ غشاؤها اهتزازات تتناسبُ مع هذه الذبذبات ومن الأذن الداخلية تنتقل إلى السائل التيهي بوساطة سلسلة من العظيمات فيُنبّه الأعصاب المغموسة فيه فتنقل هذه الذبذبات بدوافعَ عصبية إلى المراكز السمعية في الدماغ.[72]

أجزاء الأذن

1 . الأذن الخارجية: التي تلتقط الذبذبات الهوائية [73] وتتكون من:

أ . الغضروف الخارجي للأذن

وهو ما عبّر عنه ابن سينا بمصطلح الصّدف المعوج وذكر من فائدته حبس الصوت وتجميعه يقول:" اعلم أنّ الأذن عضو خلق خُلق للسمع وجُعل له صدف معوج ليحبس جميع الصوت"[74] وهو ما يُعرف حاليا بصِوان الأذن وحدد المحدثون وظيفته أيضا في تجميع الموجة الصوتية. [75]

ب . القناة السمعية الخارجية

هي مجرى متعرّج لا يؤدي إلى الداخل مباشرة ووظيفتها حمل الموجة الصوتية وتوصيلها إلى الأذن الوسطى(الطبلة) [76]و استعمل ابن سينا مصطلح (ثقب الأذن) للدلالة على القناة السمعية الخارجية يقول "وثقب الأذن يؤدي إلى جوبة بها هواء راكد فإذا تأدّى الموج الصوتي إلى ما هناك أدركه السمع" [77]

2 . الأذن الوسطى أو الطبلة

وهي التي تحول الضغط الصوتي إلى ذبذبات ميكانيكية وهي عبارة عن أربعة أجزاء (غشاء الطبلة والمطرقة، والسندان، والركاب) فإذا وصل الصوت إلى الأذن تذبذب غشاء الطبلة فتحركت يد المطرقة فدقّت دقات خفيفة على السندان فطرق السندان على الركاب فأدّى الركاب هذه الرسالة ذات الطبيعة الحركية إلى النافذة أو الكوة التي يملؤها بقاعدته. [78]

وعبّر ابن سينا عن الأذن الوسطى بمصطلح (الجوبة التي فيه الهواء الراكد) يقول:"وثقب الأذن يؤدي إلى جوبة بها هواء راكد وسطحها الإنسي مفروش بليف العصب السابع الوارد من الزوج الخامس من أزواج العصب الدماغي وصلب فضل تصليب لئلا يكون ضعيف منفعلا عن قرع الهواء و كيفيته" [79]

3 . الأذن الداخلية

التي تحول الذبذبات الميكانيكية إلى واقع عصبي ترسله نحو الدماغ [80]وتتكون من ثلاثة أجزاء هي:

أ. القنوات الهلالي

تمتلئ بالسائل المؤثر في عملية التوازن فحين يتحرك الرأس يتخلف السائل في إحدى القنوات قليلا فينشأ عن هذا التخلف ضغط يحمل رسالة عصبية إلى المخ.

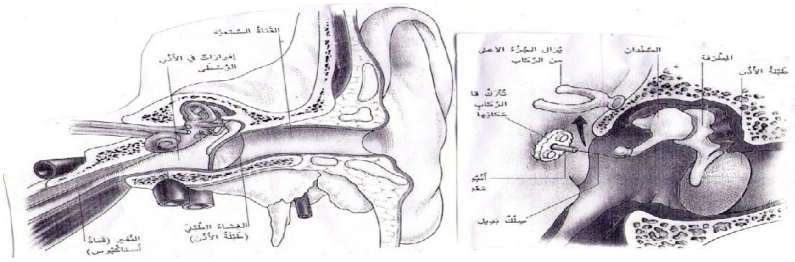
ب. القوقعة

وفي جزئها العريض تقع الكوة البيضاوية المتصلة بالركاب ويوجد بداخلها سائل لزج ينقل الرسائل السمعية وهو مليء بالشعيرات و الخلايا السمعية التي يبلغ عددها مائة وأربعين ألفا في المليمتر المربع وعندما تتحرك قاعدة الركاب إلى الداخل والخارج بتأثير الذبذبات القادمة فإنّ السائل الموجود في القوقعة يتحرك فتتحرك معه ملايين الخلايا الصغيرة حركة ميكانيكية تتحول إلى ومضات كهربية عصبية ثم تتجمع في شحنات سارية من الأصول إلى الأطراف. [81]

ج. العصب السمعي

وتتجمع فيه الشحنات وهو الذي يصل بين الأذن الداخلية والجهاز العصبي المركزي في المخ وفي المخ يحدث الإدراك السمعي[82] وتتمّ عملية تفسير الذبذبات وتجهيز الرد المناسب لها طبقا لدورة الكلام المعروفة: [83] **سماع ← تصويت ← سماع ← تصويت**

رسم يوضح أقسام الأذن[84]



عرفنا الآن في أيّ مكان يوجد **عضو السمع** ومن ذلك يتبين لنا خطأ ما قاله ابن سينا بخصوص انتشار الأعصاب السمعية في سطح الصماخ الداخلي وذلك حين قال" قوة السمع هي مشعرُ الأصوات وعضوها العصبة المنغرسة على سطح باطن الصماخ"[85] وعُذر ابن سينا في ذلك عدم توفر الوسائل و الأجهزة المساعدة على عملية التشريح . و بالتالي يختلف تحليل ابن سينا للعملية السمعية بعض الاختلاف عن تحليل المحدثين يقول:" فإذا انتهى التموج من الهواء والماء إلى الصماخ وهناك تجويف فيه هواء راكد يتموج بتموج ما ينتهي إليه ووراءه كالجدار مفروش عليه العصب الحاس للصوت أحس بالصوت.[86]

والمعروف الآن عن كيفية حدوث السمع هو أنّ الموجات الهوائية تصل إلى الغشاء الطبلي عن طريق القناة السمعية الخارجية فتهزه اهتزازات مناسبة لدرجة تموجها وتمر هذه الاهتزازات في داخل العظيمات السمعية وتنفذ في الدهليز إلى السائل التيهي فتحدث فيه نفس هذه الاهتزازات وتصل هذه الاهتزازات إلى القوقعة فتؤثر في أعضاء كورتي ذات الخلايا الشعرية ويحدث عند ذلك تغيير كيميائي يؤثر في نهاية الأعصاب السمعية المنتشرة حولها وتنقل هذه الأعصاب التأثير إلى المركز السمعي في المخ حيث يحدث السمع.[87]

ومن اللافت للنّظر أن يتنبّه ابن سينا إلى قابلية الأذن لإدراك الأصوات بمعدلات معينة للتردد والتوتر وأنّ الأذن لها مجال سمعي معين إذا استقبلت أصواتا ذات نغماتٍ هابطة من هذا المجال لا تُدركها وإذا

كانت أعلى منه تُتلف فالأذن البشرية لا تستطيعُ " أنْ تُدركَ جميعَ الأصوات الصادرة عن العالم الخارجي فهي تُدرك الأصوات التي تقعُ تردّداتها بين (20. 20000 هرتز) "[88]

والأصوات التي يبلغُ تردّدها أقلّ من (20 هرتز) هي تحت السمع ونستطيعُ إدراكها باللمس[89] وقد أشار إليها ابن سينا وإن كان لم يذكر الحدّ الأدنى الذي تسمعه الأذن لكنه أشار إلى الإحساس بالصوت وإن لم يُسمع يقول:" ولا نجدُ أيضا مع كلّ قرعٍ صوتًا فإن قرعتَ جسمًا كالصوف بقرعٍ ليّنٍ جدّا لم تُحسّ صوتًا بل حسّ اللمس قد ينفعلُ من تلكَ الحركة من حيث هي حركة ولا يُحسّ الصوت" [90]

وتكون الأصوات التي يتعدّى تردّدها 20000 هرتز أصواتا فوقية لا يُدركها الإنسان والأصوات التي هي في الحدود العُليا في الشدة القريبة من 20000 هرتز تتحمّلها الأذن بعناءٍ كبير وقد تصلُ إلى درجةٍ تُؤذِي معها الأذن (كسماع صوتِ صاروخ الفضاء عند الإقلاع) وتصلُ إلى حال السّمع المؤلم الذي يُفضِي إلى تدميرِ الأذن الداخلية وتشويهها وهذا ما أشار إليه ابن سينا بقوله:"والتموج الفاعل للصوت قد يُحسّ حتى يُؤلمَ فإنّ صوت الرعد يعرضُ منه أن تُدكَّ الجبال وربما ضربَ حيوانًا فأفسدهُ وكثيرًا ما يُستظهرُ على هدْمِ الحصُونِ العالية بأصوات البُوقاتِ بل حسّ اللمس قد ينفعلُ من تلكَ الحركة من حيث هي حركة ولا يُحسّ الصوت " [91] والقرع الشديد يحدث صوتا يضرّ السّمع.[92]

خاتمة:

أسهم ابن سينا في إثراء الدراسات الصوتية العربية والغربية في المجالين الصوتي الفيزيائي والسمعي ومن جملة ما تمّ التوصل غليه:

. يعدُّ ابن سينا السباق في جعل علم الأصوات الفيزيائي أساس فروع علم الأصوات الأخرى.

. يعدّ القرع والقلع والتموج والصلابة والمقاومة أسبابا لحدوث الصوت وهو ما أكده علم الأصوات الحديث.

. المفهوم الفيزيائي للصوت حدده ابن سينا بسلسلة سريعة من التضاغطات والتخلخلات المتتالية الحادثة في الهواء وهو ما استقر عليه علم الأصوات الفيزيائي المعاصر.

. يُعدُّ انتقال الصوت اللغوي العنصر المتمم لعملية حدوث الصوت اللغوي.

. سبق ابن سينا علماء الفيزياء المعاصرين باكتشافه أنّ الصوت موجات تنتقل في الهواء وهذه الأخيرة تتصل بحاسة السمع محدثة الإحساس السمعي.

. وظف ابن سينا عدة مصطلحات للدلالة على فكرة صوتية فيزيائية واحدة.

. العملية السمعية تستند إلى تموج الهواء الذي يمر بالأذن ويؤثر بالهواء الراكد في الصماخ الذي يمتد تأثيره إلى الأعصاب السمعية فيحدث الإدراك وهو ما أُثبتَ معمليا.

. توصل ابن سينا لأهم مرتكزات علم الأصوات السمعي المتمثلة في الجانب المادي أو الطبيعي(الصوت، الوسط الناقل)

هوامش:

1 . زكريا ميشال، الألسنية . علم اللغة الحديث - المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر، بيروت، ط1، دت، ص 209

2 . الخولي محمد علي، معجم علم الأصوات، مطابع الفرزدق التجارية، ط1، 1402هـ، 1982م ص 114

3 . محمود السعران، علم اللغة . مقدمة للقارىء العربي، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، دط، دت، ص 12

4 . غازي مختار طليمات، في علم اللغة، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، ط 2، 2000 م، ص 33

5 . ج.فندريس، اللغة، تعريب: عبد الحميد الدواخلي، ومحمد القصاص، مكتبة الأنجلو المصرية، دط، دت، ص 44

6 . Hartmann, R.R.K, & Stork , Dictionary of language and linguistics : , F.C , Applied Science Publishers , P 403

7 . علاء جبر محمد، المدارس الصوتية عند العرب . النشأة والتطور . دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان ط1، 1427هـ، 2006 م، ص 154

8 . ابن سينا،كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع باريس، دط، 1982 م،ص 82 . 83

* حقيقة أنّ القرع سبب حدوث الصوت اهتدى إليها أرسطو قبل ابن سينا يقول:" القرع هو علة حدوث الصوت "ينظر : أرسطو طاليس،كتاب النفس، نقله إلى العربية: أحمد فؤاد الأهواني، راجعه على اليونانية: جورج شحاته قنواتي، دار إحياء الكتب العربية، ط 1، 1949 م، ص 69

9 . ابن سينا، رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 56 . 103

10 . الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . الطبيعيات . ص 83

11 . المصدر نفسه والصفحة نفسها.

12 . المصدر نفسه: ص 83 . 84

13 . المصدر نفسه: ص 84

14 . بارتيل مالبرج، علم الأصوات، دراسة وتعريب: عبد الصبور شاهين، مكتبة الشباب، المنيرة، مصر، دط، دت، ص 11

15 . عبد المعطي نمر موسى، الأصوات العربية المتحولة وعلاقتها بالمعنى، دار الكندي للنشر والتوزيع، إربد، لبنان ط1، 2008م، ص20

16 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 84

17 . المصدر نفسه: ص 86

18 . محمد عثمان نجاتي، الإدراك الحسي عند ابن سينا . بحث في علم النفس عند العرب . دار الشروق، بيروت، ط3، 1980، ص 110

19 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 86

20 . فتح الله خليف، ابن سينا ومذهبه في النفس . دراسة في القصيدة العينية . طبع في دار الأحد البحيري إخوان، بيروت، دط، 1974 م، ص 82

21 . أرسطو طاليس، كتاب النفس، نقله إلى العربية: أحمد فؤاد الأهواني، راجعه على اليونانية: جورج شحاته قنواتي، دار إحياء الكتب العربية، ط 1، 1949 م، ص 69

22 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 87

23 . رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 84

24 . أبو الفتح عثمان بن جني، سر صناعة الإعراب، دراسة وتحقيق: حسن هنداوي، دار القلم للطباعة والنشر، دمشق، ط 1، 1405هـ، 1985 م 1/ . 8 . 9

25 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 86

26 . المصدر نفسه: ص 87

27 . عادل أبو شعر، المصطلحات الصوتية في التراث اللغوي عند العرب . دراسة تاريخية تأصيلية من القرن الأول إلى القرن السادس الهجري . رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه، جامعة أم القرى السعودية، 1424هـ، 1425هـ، ص 298

28 . أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتب، القاهرة، دط،1997 م، ص 21

29 . رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 56 . 103

30 . خليل إبراهيم العطية، في البحث الصوتي عند العرب، منشورات الجاحظ، بغداد، دط، دت، ص6

31 . أبو الهيجاء خلدون، فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، خلدون أبو الهيجاء ، إربد، عالم الكتب الحديث ، اليرموك، ط،1 2006م، ص 10

32 . ابن سينا، القانون في الطب، وضع حواشيه: محمد أمين الضنّاوي، منشورات محمد علي بيضون، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، ط 1، 1420هـ، 1999م، 1 / 65 . 66

33 . إخوان الصفا وخلان الوفا، الرسائل 3 / 275

34 . عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية . الفونيتيكا . دار الفكر اللبناني، بيروت، ط 1، 1992 م، ص 109 . 110 وينظر: علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . بسام بركة، مركز الإنماء القومي، بيروت، لبنان، دط، دت، ص 30

35 . دراسة الصوت اللغوي، ص 27

36 . كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 89

* الرنين: Résonance هو الصوت زائدا صداه سواء كان الصوت رفيعا حادا أو غليظا سميكا، ويتكون نتيجة لتراكم الأصداء وكلما زادت الأصداء زاد الرنين ولا يتم إظهار الرنين إلاّ إذا اتبعنا الخطوات التالية: أ . أن نفتح الفكين بصورة جيدة/ب . أن يستقرّ اللسان في الفم بدون تصلب/ج . أن يكون سقف الفم حرا ومسترخيا. ينظر: سامي عبد الحميد، تربية الصوت وفن الإلقاء، مطبعة الأديب البغدادية، دط، دت، ص 34

37 . محمد فتح الله الصغير، الخصائص النطقية والفيزيائية للصوامت الرنينية في العربية، عالم الكتب الحديث جدارا للكتاب العربي، عمان، ط 1، 1428 هـ ، 2008 م، ص 25

38 . رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 56 . 103

39 . المصدر نفسه: ص 57 . 58

40 . دراسة الصوت اللغوي: ص 28

41 . فيزياء الصوت اللغوي ووضوحه السمعي، ص 9 . 10

42 . د.بيتر، ب. دنيس ، ود. أليوت ينشن، المنظومة الكلامية . دراسة في فيزياء وبيولوجيا اللغات الشفهية . ترجمة: محيي الدين حميدي، معهد الإنماء العربي، بيروت، دط، 1991، ص 42

43 . المدارس الصوتية عند العرب . النشأة و التطور . ص 160

44 . كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 83

45 . ينظر على سبيل المثال: إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، مكتبة الأنجلو المصرية، ط 4، 1971 م ص9 وما بعدها وبارتيل مالبرج، علم الأصوات، ص 11

46 . محمد خير حسن عرقسوسي، ابن سينا والنفس الإنسانية، حسن ملا عثمان، مؤسسة الرسالة، بيروت، ط1، 1402هـ، 1982م، ص 185

47 . ينظر: كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 84 وابن سينا والنفس الإنسانية، ص 185

* استعمل ابن سينا مصطلحات : السبب القريب، البعيد، الأكثري لأنّ السّببة (العلّية) causality كانت إطارا فكريا سائدا في الفكر اليوناني ثم الفكر الإسلامي، واعتقد الفلاسفة القدماء بمقولة " أنّ لكلّ معلول علّة تُحدثه وأنّ معرفة الأسباب هي شرح الظواهر من ورائه و تفسيرها فلكل شيء سبب ولكل سبب غاية. ينظر: محمد صالح الضالع، علم الأصوات عند ابن سينا، دار المعرفة الجامعية،ع ش موتير، الاسكندرية، دط دت، ص 30 . 31

48 . رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 56 . 103

49 . عبد العزيز أحمد علام وعبد الله ربيع محمود، علم الصوتيات، مملكة الرّشد، الرياض، دط، 1430 ه 2009 م، ص 138

50 . علم الصوتيات، ص 139وينظر:عبد الرحمن أيوب، أصوات اللغة، مطبعة الكيلاني، القاهرة، ط 2، 1968 م، ص 102

51 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 89

52 . ينظر: دراسة الصوت اللغوي، ص 30 . 31

* التلزز لغة: الملازمة والملاصقة، ينظر: معجم مقاييس اللغة مادة (ل ز) 5 / 204

* الحِزق لغة: تجمع الشيء، والحِزَقُ: الجماعات، ينظر: معجم مقاييس اللغة مادة (ح ز ق) 2 / 52

53 . ينظر: ابن سينا، الشفاء، الرياضيات . جوامع علم الموسيقى . تحقيق: زكريا يوسف، تصدير: ومراجعة: أحمد فؤاد الأهواني، ومحمود أحمد الحفني، المطبعة الأميرية، القاهرة، 1376 ه، 1956 م ص 10

* الاتّصال والتّملس لغة: التّقارب والنعومة. ينظر: لسان العرب مادة (وصل) 11/ 868 ومادة (ملس) 6/ 266 ،* التشظي والتشذّب لغة: الافتراق والابتعاد. ينظر: لسان العرب مادة (شظي) 14 / 533 ومادة (شذب) 1/ 565

54 . رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 59 . 105

*ينظر: نسيمة قسايمي، المصطلح الصوتي عند ابن سينا في ضوء الصوتيات الحديثة، جامعة سعد دحلب، البليدة، 2012م، ص 54

55 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 88

56 . الإمام الغزالي، مقدمة تهافت الفلاسفة المسمّاة مقاصد الفلاسفة، تحقيق: سليمان دنيا، دار المعارف، مصر ط2، دت ، ص 351

57 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 88 . 89

58 . المدارس الصوتية عند العرب . النشأة و التطور . ص 164

59 . المرجع نفسه: ص 164 . 165

60 .كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 89

61 . المدارس الصوتية عند العرب . النشأة و التطور . ص 165

62 . رسالة أسباب حدوث الحروف، ص 83 . 103

63 . المصدر نفسه: ص 120 . 121 . 124

64 . المصدر نفسه: ص57 . 103

65 . المصدر نفسه: ص 56 . 129

66 . بارتيل مالبرج، علم الأصوات، ص 37 . 38

* . الله سبحانه وتعالى أعطى الأولوية للسّمع في الكثير من السور القرآنية ، يقول جل شأنه في سورة الملك الآية 22 ﴿ قُلْ هُوَ الّذِي أَنْشَأَكُمْ وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالأَبْصَارَ وَالأَفْئِدَةَ قَلِيلاً مَا تَشْكُرُونَ.﴾ وقال تبارك وتعالى في سورة المؤمنون الآية 77﴿ وَهُوَ الذِي أَنْشَأَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالأَبْصَارَ وَالأَفْئِدَةَ قَلِيلاً مَا تَشْكُرُونَ.﴾ وفي سورة السجدة الآية 8 قال سبحانه﴿...وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالأَبْصَارَ وَالأَفْئِدَةَ قَلِيلاً مَا تَشْكُرُونَ.﴾

67 . القانون في الطب2 /17

68 . المصدر نفسه والصفحة نفسها.

69 . ابن سينا، أحوال النفس . رسالة في النفس وبقائها ومعادها . تحقيق ودراسة: أحمد فؤاد الأهواني، دار بيبليون باريس، دط، 2007 م، ص 59

70 . ينظر: محمد عثمان نجاتي، الإدراك الحسي عند ابن سينا . ص 111

71 . علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . ص 54 . 55 وينظر: المدارس الصوتية عند العرب . ص 172 . 173

72 . الأصوات اللغوية، ص 16 وينظر: علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . ص 54

73 . علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . ص 51

74 . القانون في الطب 2 / 217

75 . بارتيل مالبرج، علم الأصوات، ص 38

76 . المرجع نفسه والصفحة نفسها.

77 . القانون في الطب 2 / 217

78 . بارتيل مالبرج، علم الأصوات، ص 39

79 . القانون في الطب 2 / 217

80 . علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . ص 51

81 . بارتيل مالبرج، علم الأصوات، ص 40 . 41

82 . نفسه: ص 41وينظر: علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . ص 54

83 . نفسه: ص41

84 . أحمد شفيق، موسوعة جسم الإنسان الشاملة، مكتبة لبنان، 2003 م

85 . ابن سينا، عيون الحكمة، حققه وقدم له: عبد الرحمن بدوي، دار القلم، بيروت، لبنان، ط2، 1980، ص 36

86 . كتاب الشفاء . الفن السادس من الطبيعيات . ص 84

87 . الإدراك الحسي عند ابن سينا، ص 111 وينظر: إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، ص 17

88 . علم الأصوات العام . أصوات اللغة العربية . ص 35

89 . نفسه: ص 35 . 36

90 . ينظر: الشفاء الفن السادس من الطبيعيات، ص 82 . 83 . 84

91 . نفسه: ص 83 . 84

92 . نفسه: ص 88 . 89