

الصَوْتِيَّات التَّطْبِيقِيَّة المفهوم، الخصائص، المجالات

الصَوْتِيَّات التَّطْبِيقِيَّة

المفهوم، الخصائص، المجالات

La phonétique Appliquée

conception , caractères, domaines

د/رضا بيرش

المركز الجامعي سي الحواس-بريكة (الجز ل)

الملخص:

استفاد المسلمون في أيام حضارتهم الزاهرة من مفاهيم الصوتيات؛ في حياتهم اليومية، إذ توصلوا إلى بناء المآذن والمنابر والمحاريب والقباب؛ في مساجدهم ليحسنوا من وصول الموجات الصوتية إلى آذان المصلين في كل أرجاء المسجد، كما استفادوا من الصوتيات في تعليم أداء القرآن الكريم وتطوير الآلات الموسيقية واختيار الجواري والمغنيات على أسس علمية سليمة، ويحاول هذا المقال التعريف بالصوتيات التطبيقية وأهم فروعها وانجازاتها في العصر الحديث.

الكلمات المفاتيح: الصوتيات التطبيقية، البصمة الصوتية، تعليم اللغات الأجنبية، الهندسة المعمارية.

- Le résumé :

Les arabes ont su tourner, au summum de leur civilisation, la science du son au profit de leur vie quotidienne. Ils ont construit des mosquées avec des minarets et des mihrabes (niches) ainsi que des coupoles suivant les connaissances acquises dans ce domaine On trouve également ces connaissances appliquée dans l'enseignement de la diction du coron et dans l'amélioration des instruments de musique et le choix de chanteuses parmi les esclaves-concubines (el jawari) en se basant sur des fondements scientifiques incontestés.

L'article présent traite de la phonétique appliquée et ses branches à l'époque moderne.

Mots clés : Phonétique Appliquée, L'empreinte vocal, Didactique des Langues Etrangères, Architecture.

الصوتيات التطبيقية وفروعها

أ- مفهوم الصوتيات التطبيقية ومجالات البحث فيها:

التطبيق هو القدرة على تنفيذ المعلومات المعطاة في حالات ملموسة وخاصة،¹ أو هو القدرة على توظيف المعرفة النظرية والتجريبية في حل المشكلات؛² وعليه فالصوتيات التطبيقية هي استعمال ما توافر لدينا من معلومات عن طبيعة الصوت اللغوي من أجل تحسين كفاءة عمل عملي ما يكون الصوت العنصر الأساسي فيه،³ أو هي ذلك الحقل المعرفي الذي يقدم معلومات وحلولاً ملائمة لمختلف التخصصات التي تصادف مشاكل عند تعاملها مع الصوت اللغوي؛ كعلم تعليم اللغات و علم الحاسوب و علم أمراض الكلام، قال الدكتور سعد مصلوح: (لقد تجاوزت الصوتيات حدود بحثها في إطار اللسانيات إلى مجالات علمية وتطبيقية أخرى في ميادين كثيرة وهذا ما أدى بالصوتيين والمختصين في مجالات العلم الأخرى إلى مزيد من الاهتمام والتعاون العلمي المشترك لإضاءتها من جوانبها المختلفة).⁴

ب- أهمية ومستقبل الصوتيات التطبيقية:

قال د/محمد بن منصور الغامدي بهذا الصدد: (للصوتيات تطبيقات عديدة في حياتنا فهي تدخل في كل ما له علاقة بالأصوات اللغوية، ونظراً للتطور التقني الكبير الذي نشهده في هذا العصر والحاجة لاستخدام اللغة المنطوقة في التواصل بين الناس من جهة، وبين الإنسان والآلة من جهة أخرى؛ فإن الصوتيات التطبيقية تتوسع، ونتوقع أن تشهد توسعاً أكبر في السنوات القادمة، ويرافق هذا التوسع تطور نقل الموجات الصوتية وتخزينها والتحكم في الآلات والأجهزة، إن هناك مجالات عديدة للمعارف الإنسانية تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على ما يقدمه علماء الصوتيات، وإذا لم يكن هناك تطور حثيث ودقيق في الصوتيات؛ فإنه يعني تأخر علوم وتطبيقات أخرى من السير قدماً في تطورها لما فيه خدمة الإنسانية وازدهارها)⁵

ج- مجالات وفروع الصوتيات التطبيقية:

للصوتيات التطبيقية فروع كثيرة؛ منها ما يهتم بدراسة اللهجات والتوزيع الجغرافي لأصواتها، ومنها ما يهتم بتعليم اللغات، ومنها ما يهتم بأمراض الكلام - الصوتيات المرضية - ومنها ما يهتم بتحليل الأسلوب أو ما يعرف بالأسلوبيات الصوتية، وهي أحد أهم نقاط التقاء الصوتيات بالدراسات الأدبية وهناك فروع بحثية دقيقة جداً كتعليم الصم البكم، والتحليل

_____ الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

الطيفي للأصوات، والصوتيات القضائية أو ما يعرف ببحوث البصمة الصوتية، وتقنيات الأداء: (الغناء والإلقاء والإنشاد).⁶

1- الصوتيات وجغر فيا اللهجات:

يرى الأستاذ جوزيف رايت، أن التحليل الصوتي للهجات خير مجال ممكن للصوتيات التطبيقية ولا يمكن أن تتم دراسة اللهجات وتعرف أبعادها وخواصها المميزة في أي مستوى من مستوياتها، دون دراسة صوتية شاملة ودقيقة لأصواتها، فمن ابرز مظاهر الخلاف بين اللغة المشتركة ولهجاتها المتفرعة عنها تتجلى في النظام الفونولوجي، والنظر في هذا الخلاف وأبعاده من شأنه أن يمهد السبيل إلى دراسات أخرى لاحقة؛ كالصرف والنحو والدلالة وهذا من شأنه أن يعين على إدراك مدى القرب أو البعد بين اللغة المشتركة ولهجاتها،⁷ ويقوم الصوتي التطبيقي بدراسة انتشار كل كلمة، كما يدرس الأشكال الصوتية المختلفة للكلمة الواحدة، وبذلك يتمكن من تتبع انتشارها ووضع الأطلس اللغوي المناسب لذلك.⁸

ولا يخفى أن القراءات القرآنية تعج بظواهر صوتية لهجية مختلفة؛ كالإمالة والإشمام والروم ونطق الهمز محققا أو مسهلا... الخ، ولا شك أن لكل قراءة اختيار من هذه الظواهر يختلف عن الأخرى، وبذلك تكون كل قراءة أقرب إلى أحد لهجات العرب من الأخرى؛ وبذلك يمكن توزيع الظواهر الصوتية للقراءات القرآنية في أطالس بحسب توزيع اللهجات العربية، وبذلك يمكن معرفة أي اللهجات أكثر تأثيرا في اللغة الفصيحة وعلاقة هذه اللهجات ومدى تأثيرها في لغة القرآن الكريم.

2- الصوتيات الأسلوبية: phonostylistique

الصوتيات الأسلوبية هي فرع من فروع علم الأسلوب؛ وهو أحد فروع اللسانيات التطبيقية، وهي تعني -حسب بيار غيرو- دراسة المتغيرات الصوتية للسلسلة الكلامية، واستخدام بعض العناصر الصوتية لغايات أسلوبية.⁹

تقوم الصوتيات الأسلوبية بدراسة الوظائف التعبيرية للأصوات الكلامية؛ فتسجل خصائصها وصفاتها وطرائقها وصفاتها التمييزية، كما تعنى بدراسة الأنماط الصوتية التي تميز أو تعين على تمييز الأساليب المختلفة؛ كتكرار أصوات أو مقاطع معينة في توزيع معين، وكدراسة طول المقاطع والإيقاع والنبر وطبقة الصوت وتنغيم الجمل.¹⁰

والأسلوبية الصوتية علم ينتهي إلى الفونولوجيا ويدرس من العناصر الصوتية في لغة الإنسان تلك التي تحمل الوظائف: الانفعالية والندائية، والتي لا تدخل في نظام اللغة وقواعدها، هذه العناصر الصوتية تتمثل في طريقة التلطف وموضع النطق والنبرة وحدة الصوت وكل ما يسمح للسامع أن يكون فكرة عن المتكلم، بغض النظر عن معنى ما يقوله؛ كأصله الاجتماعي ومنشأه الجغرافي ودرجة ثقافته أو جنسيته، فالتنغيم والشدة والجرس في الصوت

وكذلك نظام اللغة (وحداته الصوتية) كل هذه العناصر تستطيع التعبير عن الأصول الاجتماعية للمتكلم وثقافته وتربيته وجنسه، وكل ما تقدم يقع على عاتق ما يسمى بعلم الأسلوب الصوتي.¹¹

3- الصوتيات التقابلية: La phonétique contrastive

يركز المنهج التقابلي على ظواهر اللغة الأولى أو الأم، واللغة المراد تعليمها و تسمى اللغة المنشودة أو الثانية، لذا فإن ميدان الدراسة التقابلية تطبيقي بحت، يهدف إلى المقابلة ويعتمد المنهج الوصفي ثم يقدم نتائج بحوثه لمعلم اللغات.¹²

والصوتيات التقابلية أو التفاضلية أحد فروع الصوتيات التطبيقية؛ تدين بوجودها للمنهج التقابلي الذي ظهر عقب الحرب العالمية الثانية لأغراض تعليمية تطبيقية.¹³ ويختلف هذا المنهج عن المنهج المقارن؛ من جانب عدم اهتمامه بالقضايا التاريخية التي تبحث في أصل اللغات وعلاقتها مع بعضها البعض، وهناك خلاف بين الباحثين في هذا المجال بين حدود التقابل بين اللغات، فبعضهم¹⁴ يرى أن التقابل لا يتم إلا بين لغتين لا تنتميان إلى فصيلة لغوية واحدة كاللغة العربية والانجليزية، وبعضهم¹⁵ يرى أن التحليل التقابلي يشمل أي لغتين أو لهجتين أو أكثر من ذلك تنتميان أو لا تنتميان إلى أرومة لغوية واحدة، كما يشمل التحليل التقابلي أي مستويين من مستويات استعمال اللغة أو أكثر؛ كأن يقابل بين العامية والفصحى في اللغة العربية مثلا، والرأي الوسط أن كل هذه الأوجه التقابلية متقبلة مادام قد أنشأ من أجل هدف تعليمي¹⁶ أو لأي غرض تطبيقي آخر كالتحليل الصوتي الأسلوبى التقابلي بين اللغة الفصحى وإحدى لهجاتها، أو صناعة معجم متعدد اللغات... الخ.

و يهدف المنهج التقابلي، في مجال تعليم اللغات إلى ما يلي:

- 1- استخدام المعلم للمادة التعليمية، التي تعتمد على التحليل التقابلي للنظام اللغوي للغة الأم واللغة المنشودة.
- 2- إمكان التنبؤ بالصعوبات التي تواجه المتعلم، من خلال التحليل التقابلي للنظامين اللغويين الخاصين بلغة المتعلم الأم واللغة المنشودة.
- 3- حسابان الصعوبات الرئيسية التي تواجه متعلم اللغة المنشودة، نتيجة تدخل مباشر أو غير مباشر للغة الأم.¹⁷

يبحث المنهج التقابلي في مسائل عديدة لها صلة بتعليم اللغات، هي على النحو التالي:

أ- الأزواج التقابلي *paire contractive*، وهو ما نطلق عليه عند تصنيف فونيمات اللغة وألوفوناتها بالثنائيات الصغرى، وتعني أن سلسلتين صوتيتين وتكن كلمتان تتفقان

الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

في كل الأصوات ما عدا صوتا واحدا، وهذا الصوت قد يكون فونيمًا إن أدى إلى تغيير المعنى وإلا فهو أَلُوفُون، مثل كلمة خَرِير وحرير في العربية، وهذا ما يستعين به معلم اللغة لوضع التمارين اللغوية لتدريب الطلاب على التفرقة بين معاني الثنائيات الصغرى؛ ليقوم بتسيخ النظام الفونولوجي للغة المنشودة في أذهان الطلبة الذي بدونه تتعثر عملية التعلم،¹⁸ ويستحسن أن يختار المعلم الثنائيات التي يحمل فيها الصوت المراد تدريسه قيمة لغوية، في مختلف السياقات التي يرد فيها مثل: ساد/صاد، حسد/حصد، مس/مص، وبعد أن يستقر النظام الفونولوجي في أذهان الطلبة يختار لهم الثنائيات التي لا يحمل فيها الصوت قيمة لغوية ليتمكنوا من رصد الاختلافات النطقية التي تعرض للصوت بسبب السياق، أو بعبارة أخرى ليكون نطقهم أقرب ما يكون لنطق أهل اللغة الأصليين، مثل: بسطة - بصطة، إن كان (نون طبقية) - إن قال (نون لهوية) - إن حار (نون لثوية).

ب- تحليل الأخطاء l'analyse d'erreurs، بعد حصر الأخطاء التي تصدر من متعلم اللغة المنشودة، يقوم المعلم بتحديد المشكلات التي تواجهه وإعداد المواد التعليمية والتمارين الملائمة واختيار منهج التدريس المناسب،¹⁹ ويشمل تحليل الأخطاء ثلاثة جوانب:

✓ تحديد الأخطاء و تصنيفها؛ هل هي فونولوجية أي أن المتعلم بدلا من أن يقول: ساد الرجل يقول: صاد الرجل، أو هي فوناتيكية؛ كأن ينطق المتعلم الأجنبي الفاء العربية في مثل: فأس، فاء مجهورة [v].

✓ تحديد الأسباب التي أدت إلى حدوث الأخطاء.²⁰

✓ التداخل اللغوي l'interférence linguistique، تتأثر لغة متعلم اللغة المنشودة بعادات لغته الأم، وهذا ما يمكن ملاحظته في نطق الأجانب للغة العربية، إذ لا يتمكنون من نطق الأصوات الحلقية إلا بصعوبة كبيرة وهنا تأتي وظيفة معلم اللغات في توجيه الطلبة في إخراج الصوت من مخرجه الصحيح.²¹

كما يتبادل المنهج التقابلي في انجاز مهماته اللغوية التطبيقية، مع المنهج السمعي النطقي؛ الذي يعنى برصد درجات الاستماع قبل القراءة والكتابة، كما يشجع على ممارسة واستعمال اللغة المنشودة بكل الوسائل التعليمية المتاحة، ويتعد قدر الإمكان عن الاستعانة باللغة الأم في الفصل الدراسي، وكذلك قواعد النحو التقليدية فهو يشجع عملية تيسير النحو كما لا يشجع سلوك الترجمة كوسيلة لتعلم اللغة المنشودة.²²

وقد اهتم العرب بتعليم أصوات القرآن أيما اهتمام، وهذا ما نلمسه عند العلامة محمد بن أبي بكر المرعشي قال: (وينبغي لمعلم الأداء أن يبدأ بتعليم ألفاظ حروف الهجاء؛ بأن

يقول: ألف، باء، جيم، ثم بتعليم مسميات تلك الحروف مع إسكانها وإدخال همز عليها، ثم بالتعود والبسمة وفتحة الكتاب)²³

والدراسات الصوتية من خيرة وسائل تعليم اللغة القومية تعليماً سليماً، وسبيل من سبل رقيها والمحافظة عليها، فالمتعلمون ينتمون إلى بيئات اجتماعية غير متجانسة، ولكل بيئة عادات نطقية تختلف قليلاً أو كثيراً عن نطق اللغة القومية أو البيئات اللهجية الأخرى، وهذا من شأنه أن يعرض المتعلمين للانحراف عن النطق المعياري للغة القومية. وهذه العادات يظهر أثرها في نطق اللغة القومية، وإذا ما أرشد المتعلمون إلى نطق أصوات اللغة القومية سهل عليهم إجادة نطقها وحسن أدائها تدريجياً، حتى يتمكنوا من التخلص من العادات النطقية المحلية غير المرغوب فيها.²⁴

ويحتل علم الأصوات مكاناً بارزاً في حقل تعليمية اللغات الأجنبية، فتعليم اللغة لغير الناطقين بها يتطلب من المعلم معرفة كاملة بالنظام الصوتي للغة المراد تدريسها وبالطريقة الصحيحة للنطق بأصواتها والخصائص المادية لها، كما يتطلب إلماماً بالنظام المقابل في لغة المتعلم وبوجوه الاتفاق والاختلاف بين النظامين. وذلك لتمكين المتعلم من اكتساب المهارات الصوتية المطلوبة.²⁵

فالمتعلمون يتأثرون بالعادات النطقية للغة الأم؛ فيخلطون بين أصواتها وأصوات اللغة المنشودة ويمكن توضيح ذلك بالإشارة إلى بعض الأخطاء الشائعة في نطق بعض المتعلمين العرب - من مختلف المستويات الدراسية - للغة الإنجليزية:

أ- يميل المتعلمون العرب - وبعض المثقفين - إلى نطق الصوت الإنجليزي الشفوي المهموس: [p] نطقاً مجهوراً [b]، وإلى نطق الصوت الشفوي الأنساني: [v] نطقاً مهموساً [f]، وذلك بسبب تأثرهم بنطق نظيراتها في اللغة العربية وهما: صوت الباء المجهورة: [b]، وصوت الفاء المهموس: [f].

ب- يميل بعض المتعلمين عند نطق كلمات انجليزية، تبدأ بصامتتين متتاليتين - وهذه الظاهرة لا تعرفها العربية إلا في حال الوقف على بعض المقاطع - أو أكثر إلى إدخال همزة؛ تخلصاً من التقاء الساكنين، وهم بهذا بلا شك متأثرون بالتركيب المقطعي للغة العربية.²⁶

ت- يخطئ المتعلمون العرب بعامة في نطق الراء الإنجليزية؛ إذ يظهرونها في النطق في كل المواقع، والقاعدة العامة في اللغة الإنجليزية البريطانية النموذجية - في مقابل الإنجليزية الأمريكية النموذجية - أن كل راء: [r] لا تنطق إذا وقعت في نهاية الكلمة كما في: singer، أو في وسط الكلمة غير متبوعة بحركة كما في: garden، وإنما تنطق الراء

الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

في هذه اللغة، إذا اتبعت بحركة سواء كانت في وسط الكلمة أم في ابتداءها كما في:
²⁷.present, red, right, rob

إن أي شخص يريد أن يتعلم كيف ينطق لغة أجنبية نطقاً سليماً عليه أن يكتسب أداء العادات النطقية الجديدة كما يجب عليه أن يعود نفسه نطق الأصوات الأجنبية بدقة، بل لا بد أن يكتسب كل النظام الفونولوجي لتلك اللغة، بما في ذلك النبر والتنغيم وغير ذلك من الظواهر الصوتية المصاحبة لها، ودون دراسة تقابلية ومعرفة كاملة لكلا نظامي اللغتين الفونولوجي لا يمكن لمدرس اللغة أن ينجح في تدريس تلاميذه النطق الجيد للغة الجديدة.²⁸

4- الصوتيات وتعلم اللغة الأجنبية:

عادة ما يواجه من يتعلم لغة أجنبية فونيمات جديدة، وقواعد جديدة وكلمات جديدة. وعليه معرفتها ومحاولة تطبيقها أثناء استخدام اللغة لأجنبية، فيجد العرب الذين يدرسون اللغة الإنجليزية فونيمات لم يعهدها في لغتهم أو لهجتهم العربية على سبيل المثال: /v/ /p/، إضافة للأصوات الجديدة التي قد تبدو لنا -للهللة الأولى- بأنها موجودة في لغة المتعلم الأم، إلا أنه في واقع الأمر ليس الصوت نفسه، مثل: /z/ /s/ فهما موجودان في اللغة العربية والإنجليزية إلا أن الفرق بين نطقهما في اللغة الإنجليزية واللغة العربية ليس هو الفرق نفسه، ومن ثم فإن المشعرات الصوتية أو السمات المُمَيِّزة التي يستخدمها سامع اللغة الإنجليزية كلغة أم وتلك التي يستخدمها سامع اللغة العربية ليست واحدة، فيحدث سوء إدراك عند استخدام اللغة الأجنبية، فقد نسيء التفريق في النطق بين "to use" و "use" فالأولى تنتهي بـ /s/ والثانية بـ /z/ والخلط هنا ليس ناتج عن كون الكلمتين لهما الكتابة نفسها ولكن لأننا لا نفرق بين نطق الكلمتين؛ لأن المشعرة أو السمة المُمَيِّزة التي نعتمد عليها لتمييز /z/ عن /s/ في اللغة العربية مختلفة فالناطقون باللغة الإنجليزية يعتمدون على أمد أو طول الصائت السابق لهذين الصوتين، فإذا كان الصائت طويلاً نسبياً فإنهم يسمعون الصائت الأخير /z/ وإذا كان قصيراً نسبياً فإنهم يسمعونهم مهموساً /s/؛ إذ لا يوجد فرق بين الصوتين عند نطقهما من حيث تردد الحبلين الصوتيين فكلاهما ينطقان مهموسين أما في العربية فإننا نعتمد في سماعنا على تردد الحبلين الصوتيين أثناء نطق /z/ وانعدامه أثناء نطق /s/.²⁹

لقد تمت دراسة كثير من اللغات الأجنبية وخصوصاً الغربية منها؛ الإنجليزية، الروسية، اليابانية، الفرنسية، الألمانية... ومن ثم تم تحديد مخارج وطرق نطق أصواتها وتحديد مشعراتها أو سماتها المُمَيِّزة، ونحتاج إلى دراسات مشابهة عن اللغة العربية، عندها نستطيع مساعدة من يرغب من العرب في تعلم لغة أجنبية ومن يرغب من العجم في تعلم اللغة العربية لينطق لغته الأجنبية نطقاً سليماً، كما أن هؤلاء المتعلمين للغات الأجنبية يحتاجون لدراسة

المشكلات التي تعترضهم في نطق وإدراك أصوات اللغات الأجنبية، ومن ثم وضع البرامج التي تسهل لهم تجاوز هذه الصعوبات.

5- الصوتيات و اكتساب اللغة الأم:

هناك متابعة دقيقة لاكتساب الطفل للغة الأم في كثير من اللغات الغربية، ومن المهارات اللغوية اللازمة لذلك؛ اكتساب الطفل للمشعرات الصوتية أو السمات المُمَيَّزة، فعلى سبيل المثال وجد أن الطفل الذي يعيش بين أناس يتحدثون اللغة الإنجليزية يفرق بين: /ba/ و /pa/ مستخدماً توقيت بداية التصويت كمشعر صوتي-صفة مميزة- وهو في الشهر الأول من عمره، وبعد أن يتقدم به السن يبدأ في نطق الأصوات اللغوية فيمر بعدة مراحل حتى يستطيع نطق أصوات لغة مجتمعه.

والطفل يتدرج في نطق الأصوات اللغوية فيبدأ بأصوات مثل: /ب،/، /د/ لينتهي بأصوات مثل: /ء،/، /ط،/، /ص/ وفي كل حالة فهو لا ينطق الأصوات ولا يسمعها مثلما يفعل البالغون ولقد دُرِسَ تطور الأصوات اللغوية لكثير من اللغات ولا تزال العربية فقيرة في هذا المجال.³⁰

ونتائج دراسات من هذا النوع تخدم النظريات اللغوية، بالإضافة للتطبيقات العملية لها في مجال؛ علاج اضطرابات التخاطب والسمع وتشخيص حالة من يعاني من تأخر في اكتساب اللغة، فدون نموذج لتطور اكتساب أصوات اللغة العربية عند الأطفال تصبح حالتا التشخيص والعلاج لأطفال لديهم اضطرابات لغوية من الصعوبة بمكان.

6- الصوتيات المرضية: La phonétique pathologique

تسعى الصوتيات المرضية، إلى الوقوف على الأسباب المؤدية إلى عيوب النطق وكيفية علاجها.³¹

هناك علاقة قوية بين الصوتيات وعلاج عيوب النطق والسمع، فعلى الصوتي أن يوفر معطيات عن الأصوات اللغوية؛ مخارجها والعضلات والأعضاء التي لها دور في نطقها وخصائصها الفيزيائية ومشعراتها الصوتية، فيكون الصوتي بهذا قد قدم نموذجاً للأصوات اللغوية للعاديين يستضيء بها معالج عيوب النطق والسمع، كما أن النتائج النظرية التي يتوصل إليها الصوتي تساعد في وضع طريقة للعلاج.³²

لقد اهتم القدامى بدراسة أمراض الكلام، هذا ما نلمسه عند الشيخ الرئيس ابن سينا إذ عقد فصلاً كاملاً سماه: (فصل في استرخاء اللسان وثقله والخلل الداخل في الكلام).³³ وقد جعل من أعراض هذا الاسترخاء: التمتمة والفأفة، وأرجع سببه إلى خلل في الدماغ،³⁴ كما أرجع بعض عيوب النطق إلى خلل عضوي يصيب أحد أعضاء النطق، كما وصف علاجاً ملائماً

_____ الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

لذلك، قال: (وقد تكون الآفة في الكلام لسبب في عضل الحنجرة؛ إذا كان فيها تمعدا واسترخاء، فربما كان الإنسان يتعذر عليه التصويت في أول الأمر، إلا أنه يعنف في تحريك عضل صدره وحنجرته تعنيفا لا تحتمله تلك العضلة فتعصي، فإذا ببس في أول كلمة أو لفظة استرسل بعد ذلك، ومثل هذا الإنسان؛ يجب ألا يستعد للكلام بنفس عظيم وتحريك للصدر عظيم بل يشرع فيه بالهويني، فإنه إن اعتاد ذلك سهل عليه الكلام واعتاد السهولة فيه).³⁵

لا بد للمهتمين بعلاج أمراض السمع والكلام من معرفة الأساس الصوتي، ولعل صلة هذا الجانب بعلم الأصوات لا تقل عمقا عن صلته بالطب، ذلك أن علاج عيوب النطق أو محاولة تدريب المذيعين والممثلين والخطباء على أفضل أداء صوتي ممكن للنص اللغوي لا بد أن يركز على أساس معرفة صوتية للغة، ويتطلب علاج أمراض السمع معرفة دقيقة بالخصائص الفيزيائية للأصوات،³⁶ فبعض الأشخاص المصابين بالصمم الجزئي-الذين يسمعون نوعا معينا من الترددات دون الأخرى- في مثل هذه الحالة من الضروري معرفة الخصائص الأكوستكية للأصوات حتى يمكن معرفة ما يستقبله هذا الشخص من مكونات الصوت، وبذلك يمكن معرفة أي ترددات يجب تقويمها حتى تصبح أصوات اللغة متميزة عنده، وبذلك يمكن له أن يتعرف بدقة على الفونيمات.³⁷

كذلك تتدخل الصوتيات المرضية، في تدريب الأشخاص غير المصابين بالصمم-ولكن لديهم اضطرابات نطقية في صوت واحد أو بعض الأصوات- على الأداء الصحيح لهذه الأصوات فيقوم المعالج بشرح طريقة نطق الرء مثلا ومكان اتصال طرف اللسان بسقف الحنك الصلب وتكليفه بعمل التدريب مستقبلا عن طريق النظر في المرأة،³⁸ وفي ميدان الصوتيات المرضية يبرز الدور التعاوني المشترك، بين الأطباء واللسانيين في فحص الاضطرابات العقلية وفي تشخيص عيوب السمع والكلام.³⁹

7- الصوتيات وطب الأسنان:

اهتم علماء الأصوات وأطباء الأسنان بدراسة الحنك والأسنان، وأقاموا تجارب ودراسات مخبرية عديدة لإنتاج عوض صناعي للحنك-أسنان اصطناعية-؛ حتى نجح طبيب الأسنان Kingsley عام 1880م في إنتاج أول حنك صناعي، ثم قام علماء آخرون بتطوير هذا الاختراع، حتى وصلت الأحناك الصناعية إلى ما وصلت إليه من تقدم في أيامنا هذه ولولا التعاون الوثيق بين علماء الأصوات وأطباء الأسنان لما وصلنا إلى ما وصلنا من تقدم و خبرات في هذا الميدان.⁴⁰

وقد اعتنى قدامى أطباء العرب؛ بإصلاح الأسنان ووضع الحشوات فيها وتسديدها⁴¹- وذلك بشدها بسلك من الذهب لكي لا تسقط-. وقد روى لنا الجاحظ أن العرب في عصره أولعوا بشد أسنانهم؛ ليبين كلامهم، قال: (وقال أبو حسن المدائني: لما شد عبد الملك أسنانه بالذهب قال: لولا المنابر والنساء ما باليت متى سقطت.)⁴²

ويحدثنا الطبيب العربي، أبي الفرج بن القف (ت658هـ/1286م) في كتابه؛ العمدة في الجراحة عن كيفية شد الأسنان بالعقاقير والذهب وسبب ذلك، قال: (واعلم أن الأسنان قد تتقلقل وتحرك ويخف عليها السقوط؛ عند شدة المضغ، والطريق في مسكها أن تكمد بالأدوية القابضة؛ كبزر والأس والعذبة والقرض وقشر الرمان وغير ذلك، فإن لم يفد ذلك؛ فيؤخذ شريط فضة أو ذهب والذهب أجود وتشد به، ويمسك المتحرك منها بغير المتحرك ويشد الربط شدا قويا ثم يقطع طرف الشريط الفاضل، وقد يتخذ سن من عظم أو من عاج⁴³ ويركز سن قد سقطت، ويشد بالشريط المذكور على الصورة المذكورة -والله أعلم.)⁴⁴

كما تهتم الدول المتقدمة اليوم بتدريس الصوتيات؛ لمختلف الاختصاصات التي لها علاقة بالصوت اللغوي، كطب الصوتيات La phoniatrie وطب الأسنان قالت د/وفاء البيه - أخصائية طب الصوتيات:- (...ومن أجل هذا يدرس الأطباء المتخصصين في طب الصوتيات "الفونياتري"، في الدول الأوروبية والأمريكية؛ هذين العلمين -أي الصوتيات والفونولوجيا- دراسة تفصيلية ومتخصصة، كما يدرس طلاب طب الأسنان هذين العلمين بطريقة موجزة، وذلك حتى لا يؤدي علاجهم لأسنان مرضاهم إلى إحداث عيوب نطقية فهم، أما أطباء الأسنان المتخصصين في تقويم الأسنان؛ فإنهم يدرسون هذين العلمين دراسة تفصيلية)⁴⁵

ويعود تاريخ تدريس الصوتيات والفونولوجيا في أقسام طب الصوتيات؛ إلى عام 1938م حيث عقد المؤتمر العلمي الأول للصوت البشري، ببرلين العاصمة الألمانية، ونوقش في هذا المؤتمر الصوت البشري من مختلف جوانبه؛ الفوناتيكية والفونولوجية والفونياترية أو المرضية، وأهم النقاط التي ناقشها المؤتمر هي:

- 1- مبادئ وأسس الصوتيات واللسانيات.
- 2- أوتوماتيكية وميكانيكية وديناميكية الصوت البشري.
- 3- ميكانيكية وديناميكية الحنجرة والوتران الصوتيان عند إصدار الأصوات.
- 4- حركات أعضاء النطق في أثناء الكلام والغناء.
- 5- طرق بناء الصوت البشري.
- 6- الأمراض المؤثرة على الصوت البشري؛ خاصة أمراض الجهاز العصبي.
- 7- أمراض الكلام واللغة، وطرق علاجها.

_____ الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

8- مناقشة الطريقتان الحديثتان لعلاج أمراض اللغة والكلام؛ الأولى وضعها العلامة إميل فروشليز؛ المعروفة باسم "طريقة المضغ في علاج الصوت البشري واللغة والكلام"، والثانية وضعها العلامة هـ.شولتز؛ المعروفة باسم "طريقة الأوتوجينه التدريبية".

ومن أهم توصيات المؤتمر؛ اعتبار طب الصوتيات علم مستقل بذاته، أي فرعا من فروع علم الطب الحديث، له مباحثه ومناهجه، كما وصى بضرورة تدريس هذا العلم لجميع طلاب كليات الطب.⁴⁶

8- الصوتيات والاقتصاد والتعدي على الماركات المسجلة:

تقوم بعض الشركات بالتعدي على ماركات مسجلة لشركات أخرى، وذلك بإنتاج السلعة نفسها أو سلعة مشابهة تحمل نفس الاسم، وتكاد تجمع معظم دول العالم على تحريم هذا النوع من التعدي، ليس فقط لحماية الشركات ذات السمعة الحسنة في السوق التجاري ولكن أيضًا لحماية المستهلك ولأن هذا التعدي غير مسموح به، قامت بعض الشركات بالتحايل عليه للاستفادة من سمعة ماركة مسجلة أخرى اكتسبت صيتًا جيدًا لدى المستهلك، فتضع الأخيرة لسلعتها اسمًا قريبًا من الاسم المقلد لدرجة أن المستهلك يندفع بسهولة عند شرائه لهذه السلعة؛ إذن فالتعدي على الماركات المسجلة إما أن يكون كاملاً -يتطابق مع الماركة الأصلية - أو جزئيًا- يقترب أو يتعد عن درجة التطابق- فإذا علمنا أن التعدي الكامل غير مسموح به، فمن يحدد ما إذا كان التعدي الجزئي يضر أو لا يضر بمصلحة الماركة المقلدة؟.

يأتي هنا دور الصوتيات في تحديد درجة التشابه بين الاسمين وما إذا كان المُقلد قد تعدى فعلاً على حقوق الماركة المقلدة أولاً، واضرب هنا مثالا لقضية رفعت إلى إحدى المحاكم الأمريكية -تأسست في عام ١٩٧١م WMEE - رفعت محطة الإذاعة الأمريكية وكانت الإذاعة المفضلة لدى كثير من المستمعين؛ دعوى قضائية ضد محطة إذاعية تأسست في عام ١٩٨٤م، بحجة أن المحطة WMCZ - أمريكية أخرى تدعى الجديدة اختير لها اسم مشابه لاسم المحطة الأولى، مما يجعلها تستفيد من سمعة المحطة الأولى وهذا يضر بمصلحة المحطة الأولى؛ إذ تترك السامع فيجد صعوبة في التمييز بين الإذاعتين عند سماعه أحد الاسمين، وقد استعان محامي المحطة الأولى بصوتي من جامعة إنديانا، أفاد بعد تحليله للموجات الصوتية لكلا الاسمين أنهما متشابهان لدرجة إمكانية إرباك السامع؛ وكان حكم القاضي في صالح المحطة الأولى.

ويوجد في أسواقنا كثير من السلع المتشابهة لدرجة كبيرة، وخصوصاً قطع غيار السيارات والعطور وأدوات الزينة، إذ لا يكتفي المقلد باستخدام علبة أو وعاء مشابه في اللون والشكل بل ويحاول استخدام اسم شبيهه أيضًا، وأورد هنا بعضاً لأمثلة على ذلك:

- أ- الأحذية؛ أديباس Adibas وأديداس Adidas .
ب- مبيض الملابس " كلوركس Clorox وكوينكس Quneex .
ت- المطهر ديتول Dettol وداك Dac .
ث- زيت الذرة عافية Afia و الفا Alfa.
ج- صابون الشعر هيد أند شولدر Head and Shoulder وهير اند شولدر Hair and Shoulder .

ح- القنوات الفضائية مثل: BBC ، LBC ، MBC ، NBC .⁴⁷

9- الصوتيات وصناعة وسائل وأجهزة الاتصال:

توثقت علاقة الصوتيات بمجالات هندسية الاتصال، وكان لنتائج الصوتيات أثر كبير في رفع كفاءة أجهزة الاتصال ونظم الهاتف وتصنيع مكبرات الصوت، واستخدام النوع المناسب منها في الإذاعة المسموعة والمرئية، كما أصبح لها دورا هاما في تعيين المواصفات المطلوبة لبناء المسارح وقاعات الاستماع الموسيقية وغرف التسجيل الإذاعي.⁴⁸

ولا بد لصناعة أجهزة الاتصال كالهواتف والميكروفونات ومكبرات الصوت... من معرفة الخصائص الفيزيائية للصوامت والصوائت، لكي يتمكن المهندس من جعل الجهاز قادرا على الاحتفاظ بكل الذبذبات المميزة لهذه الأصوات،⁴⁹ فليست كل الترددات الحادثة تتمتع بدرجة واحدة من الأهمية في تمييز الأصوات، وعلى هذا يجب على مهندس الصوت أن يعرف الترددات المطلوبة ويفصلها عن الترددات غير المطلوبة.⁵⁰

فالأولى يجب أن ينقلها الجهاز أما الأخيرة فيجب أن يسقطها، ولم يكن من باب الصدفة أن تقوم المؤسسات المعنية بهذا المجال كمؤسسة بال Bell للتلفون بأمريكا ودائرة البريد بإنجلترا وغيرها من الهيئات والمؤسسات المعنية بالاتصالات، أن تقوم بدراسات من هذا النوع؛ فما دام تطوير أجهزة أكثر اقتصادية وأفضل صلاحية يتوقف على معرفة ما يلزم من الترددات وما يمكن إسقاطه، ومن عجيب المصادفات أن مهندس الصوت يحاول أن يحدد السمات المميزة لكل صوت، تلك السمات التي يحاول اللغوي تحديدها عند قيامه بدراسة النظام الفونولوجي للغة ما.

فالدراسة الهندسية للصوت اللغوي والتحليل الفونولوجي له، بالرغم من اختلاف منطلقات الدراسة بينهما، إلا أنهما يلتقيان في هدف واحد، ألا وهو البحث عن الظواهر الناقلة للمعنى، لقد ضربت لنا الصوتيات التطبيقية مثلا رائعا عن اضمحلال الحدود التقليدية بين فروع المعرفة المختلفة،⁵¹ و يدخل تحت هذا الباب التجارب التي أجريت حول إقامة معايير للسمع وتعيين درجات الصم وتحديد أنواع الاستخدام للأذن السليمة والأذن المريضة عند

الصّوتيات التّطبيقية المفهوم، الخصائص، المجالات

ترددات مختلفة في العملية الكلامية مما يساعد على تطوير الوسائل المعينة للسمع تكون أصلح.⁵²

يعتمد مدى نجاح نقل الأصوات اللغوية باستخدام الأجهزة السلوكية واللاسلكية على مدى وضوح الصوت المنقول، إلا أن الشركات المصنعة لهذه الأجهزة تحاول موازنة تكلفة التصنيع مع وضوح الصوت؛ إذ إنه كلما كان الصوت المنقول واضحاً كلما ارتفعت تكاليف التصنيع، ومن ثم تعتمد شركات الهاتف - على سبيل المثال - إلى إرسال موجات الصوت اللغوية ذات التردد الذي لا يتجاوز ٤٠٠٠ هيرتز وتحتجب الترددات ما فوق ذلك علمًا بأن تردد موجات الأصوات اللغوية يصل إلى ١٠ كيلو هرتز (الكيلوهرتز = ١٠٠٠ هرتز) فيكون الصوت بذلك واضحاً لدرجة كافية للسامع، ولا يكلف شركة الهاتف كثيراً. ولحفاظ على هذا التوازن تعتمد الشركات ذات العلاقة بالاستعانة بعلماء الصوت اللغويين، بل وتنشئ بعضها مراكز للبحث في مجال الموجات الصوتية مثل شركة "إيه تي أند تي" AT&T " وشركة " بل BELL، فدور الصوتي هنا هو تحديد ما إذا كانت المشعرات الصوتية المنقولة كافية للسامع لدرجة أنها لا تسبب له سوء إدراك وقريبة من الأصوات المنقولة عبر الهواء في حالة المحادثة الطبيعية. إضافة إلى ذلك، فإن هناك خططاً حثيثة نحو استخدام الحاسوب في الاتصالات كاستخدامه بدلاً من موظف الاستعلامات على سبيل المثال. ويندرج جعل أجهزة التسجيل ما ذكر عن أجهزة الاتصالات فللمحافظة على نقاء الصوت والترددات التي يعتمد عليها السامع في إدراك الأصوات اللغوية؛ فإننا نحتاج إلى لاقط صوت - ميكروفون - ونظام تسجيل ومكبرات للصوت تتلاءم مع الخصائص الفيزيائية للأصوات اللغوية.⁵³

10- الصوتيات والذكاء الاصطناعي (توليد وإدراك الأصوات اللغوية آلياً):

ظهر مؤخرًا استخدام الحاسوب في التخاطب؛ والتخاطب هنا هو المقدرة على إخراج الأصوات اللغوية بدرجة مفهومة لدى السامع، والمقدرة على إدراك ما يقوله المتحدث للحاسوب، إلا أن هاتين المقدرتين لم تقتريا من قدرتي الإنسان، ولا يزال البحث فيهما في أول الطريق وأول ما بدأ العمل في ذلك لم يتجاوز الاستجابة لأوامر محددة ومحدودة، فعلى سبيل المثال ظهرت لعب أطفال تستجيب لبعض الأوامر التي يوجهها الطفل، فعندما يقول لها: "أمام" فإنها تتحرك إلى الأمام وهكذا عندما يقول لها "يمين" أو "يسار" أو "خلف" وظهرت سيارات عادية تستجيب لبعض الأوامر، كالتحكم في المذياع أو اتجاه المرايا، وقد طورت بعض مصانع الطائرات أنظمة إلكترونية لتنفيذ أوامر تصدر عن الطيار، إلا أنه قبل الشروع في إدراك الموجات الصوتية آلياً وتصنيعها، فإن خبراء الإلكترونيات والحاسوب يحتاجون لمعطيات عن الأصوات اللغوية قبل برمجة الحاسوب، واللغة العربية لا تزال تفتقر إلى الكثير من البحث في مجال الصوتيات لتوفير المعطيات اللازمة لخبراء الحاسوب للقيام بعملهم في هذا المجال.⁵⁴

11- الصوتيات القضائية La linguistique judiciaire:

الصوتيات القضائية فرع من اللسانيات القضائية La linguistique judiciaire وهذه الأخيرة عرفها الدكتور رمزي منير بعلبكي بقوله: (فرع من علم اللغة يستخدم الوسائل اللغوية للتحقيق الجنائي في الجرائم، التي يعد الاستخدام اللغوي بعضا من أدلتها مثلا في تبين أسلوب شخص ما يشتبه بكتابته رسالة ذات علاقة بالجريمة، أو في فحص الأدلة الصوتية المسجلة).⁵⁵ يعتبر علم اللغة القضائي La linguistique judiciaire أو ما يعرف باللغة الإنجليزية بـ: Forensic Linguistics، من العلوم الحديثة التي تدخل ضمن تطبيقات علم اللغة الحديث، فقد ظهر كعلم في منتصف تسعينيات القرن الماضي وهو يهدف إلى تحليل النصوص المكتوبة والمنطوقة بطريقة علمية، وتوظيف النتائج لخدمة المحكمة ورجال القانون في التوصل لأدلة تساعد على حل القضايا التي تكون اللغة جزءا من أدلتها؛ كرسائل التهديد المكتوبة والمنطوقة ورسائل الانتحار وطلبات الفدية وإفادات المتهمين والشهود ورجال الأمن وكتابات وتسجيلات الإرهابيين... الخ.⁵⁶

والصوتيات القضائية؛ هي ذلك الفرع الذي يقوم بتحليل التسجيلات الصوتية مخبريا لتحديد هوية المتكلم؛ أي لتحديد البصمة الصوتية لصاحب التسجيل ومطابقة ذلك مع صوت المتهم، لتتمكن المحكمة من تحديد المسؤوليات؛ أي تحديد أصحاب النصوص المسجلة صوتيا في إطار ما يعرف بالبصمة الصوتية.

- علم الإجرام وبحوث البصمة الصوتية:

توطدت العلاقة بين علم الإجرام criminologie والصوتيات في النصف الثاني من القرن الماضي، بسبب التقدم الذي أحرزته الصوتيات التطبيقية في مجال التحليل الطيفي للكلام، وقد أثمرت هذه العلاقة عن ظهور علم جديد كل الجدة سنة 1982م، هو علم البصمة الصوتية، والبصمة الصوتية l'empreinte vocale هي مجموعة الخصائص الطيفية، التي توجد ولا تختلف في نطق شخص ما في مختلف السياقات الكلامية.⁵⁷

وبعبارة بسيطة أقول: البصمة الصوتية هي انطباع سمعي لنطق الفرد، وهذا ما يجعلنا نفرق بين أصوات زملائنا في ظلام الليل الدامس من دون أن نراهم، قال د/ سعد مصلوح: (ولما كانت هذه المكونات محكومة بالخصائص التشريحية للوترين الصوتيين وهما مصدر الاهتزاز، كان من الطبيعي أن يختلف الأثر السمعي الناتج عن اهتزازهما؛ باختلاف الأفراد والأعمار والأجناس؛ أي تبعا للذكورة والأنوثة).⁵⁸

الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

وتنشأ البصمات الصوتية عن عدم التطابق التام في التكوين التشريحي؛ الذي لا مفر من وجوده بين الأفراد، تلك الفروق التي تؤثر على الأصوات الناتجة بحيث تجعل من السهل علينا أن نحدد شخصية من نعاشرهم من أصواتهم، ويمكن أن نشبه بصمات الصوت ببصمات الأصابع؛ فهي تختلف من شخص إلى شخص مع وحدة تكوينها العام.⁵⁹

تسعى المجتمعات السوية جاهدة إلى الحد من الجرائم بجميع أشكالها فالفرق كبير بين من هو آمن على نفسه وماله وأهله ويرى الناس من حوله في حالة مشابهة، وبين من هو عكس ذلك، فالمجال أمام الأول رحب للإنتاج والعمل اللذين يعودان على مجتمعه بالخير أما الآخر فمشغول بحماية نفسه ومن يعول وما يملك.⁶⁰

ومن ثم فإن دقة الأدلة الجنائية هي إحدى عوامل الحد من الجرائم، فكلما كانت الأدلة دقيقة كان من السهل القبض على المجرم وعدم التعرض للأبرياء؛ فالقبض على بريء أو ترك مجرم يعيش بحرية دون القبض عليه، كلاهما مضر بأمن المجتمع، والهدف من دقة الأدلة الجنائية تلافي الحالتين السابقتين، والبصمات من الأدلة الجنائية المستخدمة في الوقت الحاضر، والبصمة-يشكل عام- تعني ما يميز فرد من الناس عن بقية الأفراد من بني جنسه، وقد ظهر منها بصمة لأصابع وبصمة القزحية⁶¹ والبصمة الأحيائية أو البيولوجية DNA⁶² وهناك محاولات مستمرة لإثبات أن هناك "بصمة صوتية" وحيث أنه لم يثبت هذا لحد الآن فقد استخدم الباحثون مصطلح: التعرف على المتحدث بدلا من البصمة الصوتية.

يستند الباحثون في مجال التعرف على المتحدث على أساسين متينين: فالأساس الأول أن كل إنسان مر بطفولة فريدة وبذلك تكون لديه عقلية أو نفسية فريدة، ومن ثم فإن لكل إنسان طريقة فريدة في الكلام؛ نتيجة للإصدار الفريد لكل دماغ للإشارات الكهربائية من الدماغ إلى الجهاز الصوتي، وبهذا يكون نسق هذه الإشارات مختلف من إنسان إلى آخر.

والأساس الآخر أن لكل إنسان جهازًا صوتيًا فريدًا، بحيث لا يتطابق جهازان تطابقًا تامًا، ولهذين السببين فإننا نتوقع أن يكون لصوت كل إنسان خاصية أكوستيكية واحدة أو أكثر ينفرد بها عن بقية الناس، وتكمن المعضلة هنا في إثبات ذلك معلميًا.

والواقع أن الباحثين في هذا المضمار يجدون صعوبة في إثبات ذلك للسببين اللذين اعتمدا عليهما، فرغم أن لكل إنسان نظامه الدماغى وجهازه الصوتي الخاصين به، إلا أن المشكلة تكمن في ثبات هذين الأساسين؛ فنفسية الإنسان ليست دائمًا ثابتة، إذ إن أي تغيير في مزاج الإنسان كالفرح والغضب والخوف يؤدي إلى تغيير في نظام إرسال الإشارات العصبية إلى الجهاز الصوتي؛ ولهذا نستطيع في أحيان كثيرة أن نستشف الحالة النفسية لمحدثنا عبر الهاتف، إضافة إلى ذلك فإن الجهاز الصوتي نفسه معرض للأمراض ونزلات البرد التي تؤثر على أدائه، ومن ثم ينعدم عامل الثبات للخصائص الأكوستيكية الشخصية لصوت المتحدث، ومن

هنا يظهر بعدي المشكلة ونتيجة لذلك يبرز من وقت لآخر مؤيدون ومعارضون لاستخدام التعرف على المتحدث-البصمة الصوتية-كدليل معزز في المحاكم.

ومن المشاكل التي تعترض طريق الباحثين في مجال التعرف على المتحدث أن الأصوات غالبًا ما تكون مسجلة على أجهزة تسجيل عادية وباستخدام الهاتف أحيانًا، وهذا يجعل الموجات الصوتية اللغوية غير واضحة أو مشوشة أو فقدت بعض الترددات⁶³ وهناك طريقتان للتعرف على المتحدث:

- الأولى: الاستعانة بالحاسوب ليقوم بالتعرف على ما إذا كان صوت لغوي ما مطابقًا لصوت آخر، وتتم هذه العملية دون التدخل البشري؛ إذ إن الحاسوب ينجز هذا العمل بناء على برمجة مسبقة يقوم نتيجة لها بالمقارنة بين تسجيل المتحدث/متحدثين، ليعطي بعدها نسبة احتمال أن يكون مصدر الصوتين واحدًا.
- الأخرى: أن يستخدم الصوتي جهاز المطياف لمقارنة الرسوم الطيفية للأصوات المطلوب مقارنتها.⁶⁴

وقد أصبح التسجيل الآلي للبصمة الصوتية، مساويا قانونيا لما لبصمات الإبهام Les empreintes digitales⁶⁵ في بعض المحاكم المصرية والأمريكية والألمانية والكندية، ويتم إصدار الحكم على المتهم؛ بعد أن يقارن خبير الأصوات بصمة صوت المتهم ببصمة الصوت المسجل - سواء تم التسجيل في مسرح الجريمة أو عن طريق التنصت على المكالمات الهاتفية- ويشهد الخبير بأنها بصمته وإذا اختلط عليه الأمر فمن حقه الامتناع عن الإدلاء بشهادته.

وقد أصدرت محكمة جنح الموسكي؛ حكمها في الجلسة رقم: 2733 لعام 1962م الصادر في؛ 4جانفي1963م، الذي قضى بإدانة المتهم وبتعويض المدعى بالحق المدني وقد استندت المحكمة في حكمها -ضمن ما استندت عليه- إلى الحديث المسجل للمتهم الذي اعترف فيه بالتهمة وإلى تقرير خبير البصمة الصوتية.

وفي منتصف الستينيات ألفت الشرطة الأمريكية القبض على شاب، كان قد أضرّم النار في أحد المؤسسات الكبيرة، ثم خاطب أحد محطات الإذاعة -هاتفيا- قائلاً إنه الفاعل؛ دون أن يذكر اسمه، وبعد شهور قبضت عليه الشرطة وأثبت خبراء البصمة الصوتية أنه صاحب المكالمة؛ بعد أن طابقوا بين بصمته الصوتية في حديثه الهاتفي وفي حديثه العادي واعترف المجرم في النهاية بجريمته.

وقد أولت بعض الدول العربية اهتماما متزايدا ببحوث البصمة الصوتية، فقد انعقد أول مؤتمر للأدلة الجنائية في الرياض عام 1986م؛ لتطوير التعامل مع البصمة الصوتية بعد بصمات الإبهام Les empreintes digital، وفي عام 1988م أخذت محكمة أمن الدولة بمصر

الصوتيات التطبيقية المفهوم، الخصائص، المجالات

بتقرير خبير البصمة الصوتية؛ في قضية "الناجون من النار" بعد أن أكد الخبير أن الصوت المسجل في الأشرطة للمتهمين فلان وفلان، وهناك أكثر من جهة في مصر تقوم بتطوير مناهج التعرف على صاحب الصوت منها؛ إدارة الأدلة الجنائية والمركز القومي للبحوث، وذلك عن طريق استخدام الحواسيب -مبرمجة خصيصا لهذه الأمور- التي تخزن في ذاكرتها جملة لشخص ما، تتضمن المقاطع التي لها خواص صوتية أساسية شاملة للأصوات الصامتة والصائتة والمدغمة...الخ، ثم تقطع وتحول إلى أرقام يحتفظ بها الحاسوب، وعند الرغبة في التعرف على صاحب الصوت من بين مجموعة من الأصوات تجرى نفس العملية للأشخاص الجدد وتم العملية آليا.⁶⁶

إن اتخاذ البصمة الصوتية كدليل لإثبات الجرائم على مرتكبها؛ أمر يؤيده الواقع حتى وإن كان دليلا ضعيفا مقارنة بغيره من الأدلة؛ كوجود شهود كثيرون على الجريمة والاعتراف المباشر وتسجيلات الفيديو وأثار بصمات الأصابع وتحليلات DNA...الخ، إلا أن البصمة الصوتية -كما رأينا أنفا- تبقى دليلا معززا -أي يؤكد للقاضي أن الجاني هو من فعل للجريمة وأنه ليس في حالة تستر على مرتكبها عن طريق الإقرار- كما تكون دافعا للجاني بأن يعترف بجرمه؛ أي تستعملها الجهات القضائية والشرطة كضغط نفسي لدفع المجرم للاعتراف والإقرار.

12- الصوتيات وفن الالقاء:

الصوتيات الالقائية أو علم الأداء الصوتي؛ أحد الفروع التطبيقية لعلم الأصوات، يهتم بكيفية نطق النصوص اللغوية.⁶⁷

والنصوص اللغوية أنواع:

- 1- تمثيلية كتلك التي يؤديها الممثلون المسرحيون والسينمائيون.
- 2- إلقائية كتلك التي يؤديها المذيعون الإخباريون والقضاة والمحامين والخطباء ورجال السياسة.
- 3- غنائية كنصوص الشعر والغناء.
- 4- دينية كتجويد القرآن وترتيل الزابور (كتاب داود عليه السلام) والفيدا عند الهندوس...الخ.

ودور الصوتي التطبيقي هو تعليم الأداء الجيد والنطق الصحيح؛ لكل فئة بحسب ما تحتاجه في عملها.

والأداء (Diction) ، هو فن النطق،⁶⁸ أو هو فن متعلق بطرائق الإبانة الكلامية، ويعنى خاصة بالإخراج الصوتي للنصوص، وعند علماء التجويد هو: النطق بحروف القرآن الكريم على أصوله من التفخيم والتلين وسائر متطلبات التجويد.⁶⁹

والأداء يكون على مستويين:.

- الأداء الشفاهي: وهو ما يتحقق بواسطة الوصف (الأكوستيكي) ⁷⁰ للنص حال قراءته، أو الاستعانة بالتسجيلات الصوتية، ويتم ذلك بمتابعة نطق الشخص المدرب أو المذيع... الخ للصوائت والصوامت؛ من حيث إعطائها زمنها اللازم لنطقها وإخراجها من مخارجها المعلومة... وكذلك التحقق من الإتيان بالنبر في موضعه ونطق الجمل بتنغيمها الملائم.

- الأداء الكتابي: وهو ما يتحقق من خلال علامات الوقف والترقيم ونهايات الأسطر الطباعية، وما تحققه من تطابق مع النهاية الوزنية أو اللاتطابق مع نهاية الجملة الدلالية. ⁷¹

وإخراج النصوص صوتيا يتم بـ:

- إعطاء كل حرف أو كلمة حقها كاملا من حيث؛ المخرج والصفة والنبر.

- إعطاء العبارة أو الجملة حقها كاملا من التنغيم الذي يزيد في وضوح معناها. ⁷²

وتعليم الأداء يتم بالتدريب العملي ورياضة اللسان، وهو من المهمات الصعبة المنوطة بالصوتي التطبيقي؛ فاكتشاف المهارة في الإلقاء لا يكون بالمعرفة النظرية فقط، بل لا بد له من التطبيق العملي، ونجاح عملية التدريب على صحة النطق ومهارة الأداء يتوقف على ثلاثة عناصر:

1- وجود معلم يكون قدوة في النطق الصحيح ومهارة الأداء؛ كالمجازين في قراءة القرآن الكريم والمجودين المهرة، لمن أراد نطق العربية نطقا سليما سواء في مجال التعليم أو تنشيط الحصص والتمثيل المسرحي والسينمائي أو الإلقاء القضائي... الخ.

2- حسن الاستماع من الطالب؛ فالعلاقة وطيدة بين السمع والكلام، فلا يمكن مثلا نطق أصوات لغة ما دون تعلم ذلك من معلم متقن، كما أن الأبكم؛ أصم بالضرورة، وهذا دليل قاطع على الترابط بين السمع والكلام فالمناطق العصبية المسؤولة عن السمع لها سلطة على المناطق الدماغية المسؤولة عن الكلام.

3- المحاولة الجادة للنطق الصحيح، وإعادة المحاولة حتى يلاحظ المعلم أو الصوتي التطبيقي أن نطق الطالب لا يختلف عن نطقه هو، من حيث مراعاة قواعد السلامة النطقية. ⁷³

4- حفظ النصوص اللغوية، التي تحتاج إلى أداء متميز؛ كالقرآن الكريم والشعر والغناء الراقي (كأغاني أم كلثوم وعبد الحليم حافظ وغيرهم ممن اشتهر عنهم

الصَوْتِيَّاتُ التَّطْبِيقِيَّةُ الْمَفْهُومُ، الْخِصَائِصُ، الْمَجَالَاتُ

حسن الأداء)، مع محاولة نطقها نطقاً صحيحاً، أي حفظ نطقها كذلك - إن جاز التعبير- ويكون ذلك بتقليد أصحابها في بادئ الأمر مع الإسماع للتسجيلات الخاصة بها.

13- الصوتيات والهندسة المعمارية:

أفاد المسلمون من تطبيقات الصوتيات الفيزيائية، في تطوير تقنية الهندسة الصوتية، واستخدامها فيما يُعرَفُ الآن باسم (تقنية الصوتيات المعمارية)، فقد عرفوا أن الصوت ينعكس عن السطوح المقعرة، ويتجمّع في بؤرة محدّدة، شأنه في ذلك شأن الضوء الذي ينعكس عن سطح مرآة مقعرة، وقد استخدم التقنيون المسلمون خاصية تركيز الصوت (Focusing of sound) في أغراض البناء والعمارة؛ وخاصة في المساجد الجامعة الكبيرة؛⁷⁴ لنقل وتقوية صوت الخطيب والإمام في أيام الجمعة والأعياد؛ مثال ذلك: مسجد أصفهان القديم ومسجد العادلية في حلب، وبعض مساجد بغداد القديمة؛ حيث كان يُصمَّمُ سقف المسجد وجدرانه على شكل سطوح مُقَعَّرَةٍ، موزّعة في زوايا المسجد وأركانه بطريقة دقيقة؛ تضمن توزيع الصوت بانتظام على جميع الأرجاء.

إن هذه المآثر الإسلامية الباقية حتى اليوم لخير شاهد على ريادة علماء الحضارة الإسلامية في تقنية الصوتيات الهندسية المعمارية، وذلك قبل أن يبدأ العالم المعروف (والاس ك ساين) حوالي عام (1900م) في دراسة أسباب سوء الصفات الصوتية لقاعة محاضرات في جامعة هارفارد الأمريكية، وتتبع سلوك الخواص الصوتية للقاعات وحجرات عُرفِ الموسيقى.

ولكي نَقِفَ على مدى أهمية تطوير المسلمين لتقنية الصوتيات المعمارية، تكفي الإشارة إلى أن خاصية تركيز الصوت، التي لفتوا الأنظار إلى فوائدها التطبيقية، تستخدم في الحضارة المعاصرة كجزء أساسي من هندسة الصوتيات المعمارية؛ حيث تزوّد المسارح وقاعات الاحتفال الكبيرة بجدران خلفية مقعّرة تعمل على ارتداد الصوت وزيادة وضوحه.⁷⁵

إذن تحتاج بعض البنايات إلى تصميم خاص من حيث الرؤية والسمع والوقاية من الأخطار كالحريق والزلازل؛ منها المسارح وقاعات المحاضرات واستديوهات التسجيل الإذاعي ومخابر الصوتيات... الخ.

ففي قاعة المحاضرة نلاحظ أن رفوف المقاعد تنحصر مساحتها المنتشرة عليها كلما تقدما إلى الأمام، على شكل زاوية، فالأستاذ المحاضر هو رأس الزاوية؛ وبصر الإنسان يغطي مساحة أكبر كلما ابتعدت عنه المكان لأن الأبعد أصغر في رأي العين من الأقرب فكان على مهندس المعمار أن يستعين بخبرة عالم البصريات وطبيب العيون؛ لتحديد زوايا الرؤيا، فيجعل الأقرب إلى رأي العين يغطي مساحة والأبعد مساحة أكبر بالتدرج.

كما نلاحظ أن رفوف المقاعد تتدرج في الانخفاض كلما تقدمنا نحو الأستاذ المحاضر؛ وذلك لئلا يحجب الصف المتقدم الذي يليه، فيتمكن كل الطلبة من رؤية الأستاذ والسبورة وهذا الذي يقال عن الرؤية ينطبق على ظاهرة السمع، فكما الأجسام تؤثر على موجات الضوء فتحجبها؛ تؤثر كذلك على موجات الصوت فتحجبها أو تحجب بعضها دون الآخر وتسمى هذه العملية في الصوتيات بالترشيح أو التصفية،⁷⁶ وتحدث عندما تصطدم موجة صوتية ما بجسم، وهذا الجسم له تردد طبيعي (قدرة ذاتية على الاهتزاز لا يمكن أن يتجاوزها على الحدين الأعلى والأدنى) فإذا كانت هذه الموجة أو بعض تردداتها توافق تردد هذا الجسم عمل على تقويتها؛ أي أنه سيمتد استجابة لهذه الموجة أو لبعض تردداتها؛ وتسمى هذه الظاهرة في الصوتيات بالرنين أو الطنين،⁷⁷ أما إذا كانت الموجة أو بعض تردداتها أقل أو أكبر من تردد هذا الجسم فإنه لن يستجيب لها وبالتالي سيعمل على إيقافها وتضيق تلك الموجة ولا تستطيع الأذن التقاطها أحياناً، وتعرف ظاهرة تخميد الصوت بالاضمحلال.

لذا نجد أن تصميم رفوف المقاعد في التدرج في الانخفاض كلما تقدمنا نحو الأستاذ المحاضر؛ سيعمل على أن لا تصطدم الموجة الصوتية بالطلبة الأكثر تقدماً، بل ستنتقل مباشرة من الأستاذ -مكبرات الصوت المنتشرة- إلى الطالب في آخر الصف، لأن الصوت ينتشر في كل الجهات على شكل كرة، فإذا وزعنا الصفوف -من حيث مستوى الإرتفاع- على شكل نقاط في محيط الدائرة أعطانا كل صف أعلى من سابقه بحسب توزع تلك النقاط؛ وهذا يساعد على وصول الموجة دون عائق.

ولا يغيب عن مهندس المعمار أن الضوضاء تخل بعمل المهتمين بتسجيل الصوت والموسيقيين... الخ، لذا نجدهم يحرصون على عزل الضوضاء الصادرة من القاعة (كقاعات الأفراح التي تكون في وسط المدينة) أو الداخلة إليها من الخارج، أو تلك الموجات المنعكسة على الجدران الداخلية -ظاهرة الصدى- لقاعات التسجيل ومخابر الصوتيات؛ وهي بلا شك تخل بعمل المختصين، وعزل الموجات غير المرغوب فيها يعتمد على الألوان التي تطلّى بها الجدران والآلات، وعلى الإعاقة الصوتية التي تعتمد كثافة المواد وخواصها؛ التي تصنع منها الجدران والأبواب والأسقف والأرضيات:

1. الألوان: تؤثر الألوان على درجة امتصاص الصوت، ومن ثمة على عملية الرنين، مثال

ذلك ألوان الأسنان؛ فقدرة الأسنان الناصعة البياض على امتصاص موجات الصوت أقل من قدرة الأسنان غير الناصعة، والشأن في هذه المسألة كشأن اللون الأبيض؛ فهو يعكس الحرارة والصوت بينما تمتص الألوان الغامقة الألوان والصوت، لذلك يتم تصنيع الآلات الصوتية: كالمكبرات وأغلفة السماعات وغيرها، من مواد ملونة

الصَوْتِيَّات التَّطْبِيقِيَّة المفهوم، الخصائص، المجالات

باللون الأسود لا الأبيض؛ لأن للون الأسود قدرة خاصة على امتصاص الصوت أكثر من قدرة اللون الأبيض، وفي هذا مزية إذ يمكن سماع الصوت صافيا كهيئة صدوره من مصدره تقريبا؛ لأن موجاته لم تتعرض لكبير انعكاس وتداخل بسبب اصطدامها بالأجسام ذات اللون الغامق، ومن أجل ذلك أيضا تصنع حوائط المخابر الصوتية واستوديوهات التسجيل في الإذاعة من الألوان الغامقة -بالإضافة إلى أنها تصنع من مواد كاتمة للصوت كصفائح الفلين- وذلك لمنع حدوث الصدى؛ الذي يؤدي إلى تداخل الموجات الصوتية، مما يؤدي إلى عدم وضوح الكلام وعدم الاستماع الجيد.⁷⁸

2. الإعاقة الصوتية: تتعلق بدرجة انعكاس الموجات الصوتية على الجدار أو العازل؛ فكلما كانت قدرة العازل ضعيفة على امتصاص الموجات الصوتية كانت درجة معاوقته أعلى، وتمثل كتلة الجدار العامل الأساسي في عزل الصوت المنقول بالهواء، فكلما زادت كتلة الجدار من كثافة وسمك زادت نسبة عزل الصوت؛ حيث ثبت أن مضاعفة سمك الجدار يصحبهما نقص في شدة الضوضاء بمقدار 5ديسيبل ويمكن الحصول على عزل أكثر في حالة استخدام جدارين منفصلين تتوسطهما مادة الفلين، وتعطى علاقة المعاوقة الصوتية بالمعادلة الآتية: المعاوقة الصوتية = كثافة الوسط × سرعة الصوت (خلال المادة التي صنع منها العازل)؛ وعلى هذا فكلما كانت الإعاقة الصوتية للعازل كبيرة، كان مقدار الموجات الصوتية المنعكسة كبيرا والعكس صحيح، وبعبارة أخرى أقول: كلما كانت الإعاقة الصوتية للعازل كبيرة؛ كان مقدار الموجة الصوتية التي يمتصها أو التي تتمكن من اختراقه صغيرة والعكس صحيح.⁷⁹

هناك طرق ووسائل كثيرة يستخدمها مهندسو المعمار للإعاقة الصوتية، منها:

أ- الأرضية والأسقف: إن الحد الأدنى المتعارف عليه لخفض شدة الصوت؛ المنقول بالهواء خلال الجدران والأرضية هو 55ديسيبل، ويمكن الحصول على هذه النسبة في حالة الأرضية باستخدام مادة الإسمنت بعد تنعيمها، وإذا أردنا عزل الصوت أكثر؛ نستخدم نظام الأرضية العائمة، وهي عبارة عن أرضية من الخشب توضع فوق طبقة من الألياف أو الحصير.

ب- النوافذ: على الرغم من أهمية النوافذ في الغرف والصالات لتجديد الهواء ودخول الإضاءة؛ إلا أنها السبب الأساسي في دخول الضوضاء رغم إحكام الإغلاق والسبب هو سمك زجاجها الذي لا يتعدى عادة: 4مم، والطرق المتعارف عليها عالميا في نظام القطارات والطائرات لعزل الضوضاء في النوافذ؛ هي استخدام لوحين من الزجاج تفصل بينهما مسافة معينة ويلحمان معا بمادة عازلة، حيث أن مثل هذه النوافذ

المزدوجة لها القدرة على تخفيض شدة الصوت بنسبة 30 ديسيبل، في حين أن النوافذ العادية تخفض شدة الصوت بمقدار 15 ديسيبل، لهذا يحرص المهندسون المصممون للصالات واستوديوهات الموسيقى؛ أن تكون النوافذ ذات سماكة مزدوجة لمنع وصول الأصوات والضجيج الخارجي إلى الصالة.⁸⁰

الهوامش:

- ¹ انظر: بغداد لخصر: السؤال في البيداغوجيا، منشورات ثالة-الجزائر 1999، ص: 142.
- ² انظر: خالد لبصيص: التدريس العلمي والفني الشفاف بمقاربة الكفاءات والأهداف، دار التنوير-الجزائر، ص: 147.
- ³ انظر: بيرش رضا: قضايا نقدية في الصوتيات العربية المعاصرة، رسالة ماجستير أشرف عليها د/عبد الكريم بورنان 2009، مخطوطة بجامعة باتنة ومنشورة على الجامعة، ص: 23.
- ⁴ سعد عبد العزيز مصلوح: دراسة السمع والكلام صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الإدراك، عالم الكتب 2000، ص 14.
- ⁵ منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية 2000م، ص: 173-174.
- ⁶ انظر: بيرش رضا: قضايا نقدية في الصوتيات العربية المعاصرة، ص: 22-23.
- ⁷ انظر: كمال بشر: علم الأصوات، عالم الكتب الحديث، ط1/2000، ص: 629.
- ⁸ انظر: برتيل مالبرج: الصوتيات، تر: محمد حلي هليل، عين للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية 1994، ص: 185.
- ⁹ انظر: ماهر مهدي هلال: رؤى بلاغية في النقد والأسلوبية، المكتب الجامعي الحديث الأزارية-الإسكندرية 2006، ص: 139.
- ¹⁰ انظر: محمد صالح الضالع: الأسلوبية الصوتية، دار غريب 2002، ص: 7، وعلي عزت: علم الأسلوب ومشاكل التحليل اللغوي، مجلة الفكر المعاصر، عدد 80-أكتوبر 1971، ص: 94-90، وعبد القادر عبد الجليل: علم اللسانيات الحديث، دار صفاء، ط1/2002، ص: 169.
- ¹¹ ينظر: عادل نذير بيري الحساني: الأداء الأسلوبي في المستوى الصوتي لأدونيس في أغاني مهيار الدمشقي، رسالة ماجستير نوقشت في 2002، أشرف عليها د/ عباس محمد رضا البياتي، ص: 8.
- ¹² انظر: بوقرة نعمان: محاضرات في المدارس اللسانية المعاصرة، مكتبة الآداب، ط1/2004، ص: 11.
- ¹³ انظر: عبد القادر عبد الجليل: علم اللسانيات الحديثة، ص: 136، وبوقرة نعمان: محاضرات في المدارس اللسانية المعاصرة، ص: 11.
- ¹⁴ انظر: صبري متولي: دراسات في علم الأصوات، ص: 17، وأحمد شفيق الخطيب: قراءات في علم اللغة، دار النشر للجامعات، ط1/2002، ص: 45.
- ¹⁵ انظر: سامي عياد حنا وآخرون: معجم اللسانيات الحديثة، مكتبة لبنان ناشرون، دون ذكر للطبعة، ص: 30.
- ¹⁶ انظر: عبد القادر عبد الجليل: علم اللسانيات الحديثة، ص: 136.
- ¹⁷ انظر: سامي عياد حنا وآخرون: معجم اللسانيات الحديثة، ص: 30.

- 18 انظر: سامي عياد حنا وآخرون: معجم اللسانيات الحديثة، ص: 31.
- 19 انظر: سامي عياد حنا وآخرون: معجم اللسانيات الحديثة، ص: 43.
- 20 انظر: سامي عياد حنا وآخرون: معجم اللسانيات الحديثة، ص: 43.
- 21 انظر: سامي عياد حنا وآخرون: معجم اللسانيات الحديثة، ص: 82، تصرف.
- 22 انظر: عبد القادر عبد الجليل: علم اللسانيات الحديثة، ص: 139 بتصرف يسير.
- 23 محمد بن أبي بكر المرعشي: جهد المقل، ص: 161.
- 24 انظر: كمال بشر: علم الأصوات، ص: 587.
- 25 سعد مصلوح، دراسة السمع والكلام، ص 13.
- 26 انظر: كمال بشر: علم الأصوات، ص: 592 بتصرف.
- 27 انظر: كمال بشر: علم الأصوات، ص: 593.
- 28 انظر: أحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي، ص: 403
- 29 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية 2000م، ص: 164-165.
- 30 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية 2000م، ص: 163.
- 31 انظر: عصام نور الدين: علم الأصوات اللغوية، ص: 40، وعبد القادر عبد الجليل: علم اللسانيات الحديث، ص: 209.
- 32 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية 2000م، ص: 165.
- 33 ابن سينا: القانون في الطب، دار صادر، دون ذكر للطبعة، 2/175 وما بعدها.
- 34 ابن سينا: القانون في الطب، 2/176.
- 35 ابن سينا: القانون في الطب، 2/179.
- 36 انظر: يعد مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص: 13.
- 37 انظر: أحمد مختار عمر: دراسة الصوت الغوي، القاهرة 1997م - 1418هـ، ص: 406 – 408
- 38 انظر: أحمد مختار عمر: دراسة الصوت الغوي، ص: 408
- 39 انظر: ميلكا إفيتش: اتجاهات البحث اللساني، تر: سعد مصلوح، وفاء كامل، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة 2000، ص 201.
- 40 انظر: سمير شريف استيتية: الأصوات اللغوية، دار وائل-الأردن، 2003، ص: 44.
- 41 انظر: أوتو شيبس: طب الأسنان عند العرب، صحيفة معهد الدراسات في مدريد، مج 4/1968، ص: 212.
- 42 الجاحظ: البيان والتبيين، تح: عبد السلام محمد هارون دار الجيل بيروت، دون ذكر للطبعة. 60/1.
- 43 من هذا نفهم أن العرب عرفوا الأسنان الصناعية، واستعملوها كبدايل للأسنان المقلوعة، وهذه أولى الخطوات أو المبادرة الأولى نحو صناعة الأحنالك الصناعية؛ التي توصل إليها العلم الحديث في القرن التاسع عشر.
- 44 أبي الفرج بن القف: العمدة في الجراحة، ج 2/179، نقلان أوتو شيبس: طب الأسنان عند العرب، صحيفة معهد الدراسات في مدريد، مج 4/1968، ص: 214.
- 45 وفاء البيه: أطلس أصوات اللغة العربية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ط 1/1994، ص: 31.
- 46 وفاء البيه: أطلس أصوات اللغة العربية، 74-75.

- 47 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية 2000م، ص: 166-168.
- 48 سعد مصلوح، دراسة السمع والكلام، ص 14.
- 49 يقصد بالذبذبات المميزة تلك التي لها دور في وضوح الصوت وتمييزه عن غيره، فبعض الذبذبات يمكن حذفها -كتلك التي تخص بصمة الصوت- دون أن يتأثر مدلول الإشارة اللغوية، انظر: أحمد شفيق الخطيب: قراءات في علم اللغة، دار النشر للجامعات-مصر، ط1/2006، ص: 121، وأحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي، ص: 406 بتصرف.
- 50 فالصوائت مثلا أصوات موسيقية رنانة أي أن عنصر الضجة يختفي فيها، لكن غالبا ما تشتمل على ضوضاء - وهذا ما أظهرته الصور الطيفية المتقطعة لهذا النوع من الأصوات-ولكنها ضوضاء تخلو من الأهمية اللغوية، وعلى هذا الأساس وجب على مهندس الصوت عزل هذه الضوضاء فهي لا تساهم في تمييز الصوائت، وهذا من قبيل الاقتصاد عند تخليق الأصوات اصطناعيا، انظر: برتيل مالبرج: الصوتيات، 197-198، وأحمد مختار عمر: ص 38 بتصرف.
- 51 انظر: برتيل مالبرج: الصوتيات، ص: 198.
- 52 انظر: أحمد شفيق الخطيب: قراءات في علم اللغة، ص: 122، وأحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي، ص: 406، وبرتيل مالبرج: الصوتيات، ص: 197-198.
- 53 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، ص: 171-172.
- 54 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، ص: 172-173.
- 55 رمزي منير بعلبكي: قاموس المصطلحات اللغوية، دار الفكر اللبناني، ص: 196.
- 56 جون أولسون: علم اللغة القضائي؛ مقدمة في اللغة والجريمة والقانون، تر: محمد ناصر الحقباني، منشورات جامعة الملك سعود 2008، ص: ك.
- 57 انظر: عصام نور الدين: علم الأصوات اللغوية، دار الفكر اللبناني بيروت ط1/1992، ص: 142، وأحمد مختار عمر: أنا واللغة والمجتمع، عالم الكتب، ط1/2002، ص: 173-178 بتصرف.
- 58 سعد مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص: 217.
- 59 60- سعد مصلوح: دراسة السمع والكلام، ص: 153.
- 60 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، ص: 168.
- 61 الجزء الملون من العين، والذي يظهر باللون الأسود أو البني أو الأزرق.
- 62 - والذي يمكن بواسطته التعرف على شخص بناء على عينة من جسمه كالدم أو خلايا الجلد أو الشعر، وهو ما يعرف بالدي إن أيه DNA.
- 63 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، ص: 170.
- 64 منصور محمد الغامدي: الصوتيات العربية، ص: 169.
- 65 انظر: عصام نور الدين: علم وظائف الأصوات اللغوية الفونولوجيا، دار الفكر اللبناني، ط1/1996، ص: 92-93.
- 66 انظر: أحمد مختار عمر: أنا واللغة والمجتمع، عالم الكتب، ط1/2002، ص: 174-178.

⁶⁷ النطق الجيد - حسب رأيي- هو ذلك النطق أو الأداء؛ الذي ترضى عنه الجماعة اللغوية (كما في نصوص الشعر الشعبي والأساطير التي تروىها الجدات) أو أهل الاختصاص؛ كتجويد القرآن الكريم وإلقاء الشعر وتقديم حصص الإذاعة والتلفزيون... الخ، فمثل هذه النصوص الأخيرة لها مختصون يحاكمون نطقها؛ فيحكمون له أو عليه.

⁶⁸ ينظر: دراسة الصوت اللغوي: 348.

⁶⁹ انظر: سجع الجبيلي: تقنيات التعبير في اللغة العربية، المؤسسة الحديثة للكتاب طرابلس لبنان 2008، ص: 42.

⁷⁰ علم الأصوات الاكوستيكي (Acoustic phonetics) فرع من علم الأصوات يهتم بدراسة الخصائص المادية أو الفيزيائية لأصوات الكلام أثناء انتقالها من المتكلم إلى السامع ، ينظر: لأحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي: 3.

⁷¹ ينظر: عادل نذير بيري الحساني: الأداء الأسلوبي في المستوى الصوتي لأدونيس في أغاني مهيار الدمشقي، ص: 1 بتصرف.

⁷² انظر: سجع الجبيلي: تقنيات التعبير في اللغة العربية، المؤسسة الحديثة للكتاب طرابلس لبنان 2008، ص: 43-42

⁷³ انظر: محمد محمد داود: اللغة وكرة القدم دراسة دلالية ومعجم، دار غريب، ط5/2005، ص: 66 بتصرف يسير.

⁷⁴ ولم تقتصر الدراسات العربية القديمة؛ على الكتابة والوصف للجهاز الصوتي، كما يظن بعض الناس، بل تجاوزتها إلى أغراض تطبيقية أخرى كتعليم أصوات القرآن الكريم أو ما عرف تقليدياً بعلم التجويد، وكنباء المساجد؛ ليكون صوت الإمام مسموعاً لكافة المصلين، وهي ما يعرف الآن بالصوتيات المعمارية، فتصميم شكل المحراب وحجمه كان لأجل تلبية الحاجة إلى إيصال صوت المقرئ إلى السامعين في المسجد، انظر: منصور بن محمد الغامدي وعبد الله بن محمد الأنصاري: التقنيات الصوتية المعاصرة في خدمة القرآن الكريم، ندوة القرآن الكريم والتقنيات المعاصرة (تقنية المعلومات)، أقامتها وزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف ومجمع الملك فهد لطباعة المصحف الشريف، ص: 1-2 بتصرف يسير.

⁷⁵ انظر: د/راغب السرجاني: فن العمارة في الحضارة الإسلامية، موقع قصة الإسلام.

⁷⁶ لتقريب الفهم أقول لك لو كان هناك جمع من الناس حول شخص ما وقع معنى عليه؛ هل تستطيع رؤيته بوضوح؟ الجواب لا؛ لأن أجسام الناس حالت دون ذلك، ونفس الظاهرة تحدث مع الصوت، فإذا كانت هناك موجة مركبة تقوم بالمرور عبر مجموعة من الأجسام المستجيبة للرنين؛ تتفق تردداتها الرنينية مع بعض الترددات الطبيعية التي تشمل عليها الموجة المركبة دون بعضها الآخر، بلا شك فالمتوقع في هذه الحالة أن الترددات المماثلة لترددات الأجسام المستجيبة هي فقط سيكون لها القدرة على المرور، من خلال طاقم الأجسام المستجيبة للرنين؛ في هذه الحالة نسي عملية مرور أو تقوية بعض الترددات وإضعاف أخرى ترشيحاً أو تصفية، ونقل أن طاقم الأجسام قام بدور المرشح، وتشمل عملية الترشيح على ثلاثة مراحل: 1. وجود موجة مركبة يراد ترشيحها. 2. وجود مرشح يسمح بمرور حزام معين من الترددات. 3. موجة صوتية معدلة صادرة من المرشح.

77 الرنين Resonance من الناحية النطقية يشير إلى استجابة جزيئات الهواء (بالاهتزاز) داخل الفجوات: الأنفية والقموية والبلعومية لمصدر صوتي ما، أما من الناحية الفيزيائية المحضة فيشير إلى عملية اهتزاز جسم تحت تأثير اهتزاز جسم آخر، ولا يمكن لهذه الظاهرة أن تحدث إلا إذا كان الصوت من الجسم مصدر الاهتزاز له نفس ترددات الجسم المتأثر بالاهتزاز أو ما يقاربها، إذن فالجسم الذي يستجيب بالرنين (= يهتز تحت تأثير اهتزاز جسم آخر) لا ينشئ من ذاته القوة التي تحركه وإنما يهتز بانتقال الطاقة الناشئة عن انتشار الموجة الصوتية إليه، والجسم المستجيب يمتص الطاقة التي يتعرض لها فيخترنها ثم يبثها فيترتب على ذلك اهتزازه اهتزازا قسريا - أي بالتجاوب - وهو ما سميناه بالرنين، انظر بيرش رضا: قضايا نقدية في الصوتيات العربية المعاصرة، ص: 86.

78 انظر: سمير شريف استيتية: الأصوات اللغوية، ص: 28-39 بتصرف، وبيرش رضا: قضايا نقدية في الصوتيات العربية المعاصرة، ص: 34-35.

79 انظر: حمد عبد الله الهباد: الرياضيات في التراث الموسيقي العربي، دار الكتاب الحديث- القاهرة، ط2005، ص: 206.

80 انظر: حمد عبد الله الهباد: الرياضيات في التراث الموسيقي العربي، ص: 207-208.