العنوان:	استعمال المختبرات والأجهزة الصوتية وأثرها في خدمة علم التجويد ك دراسة تحليلية معملية
المصدر:	دراسات - علوم الشريعة والقانون
الناشر:	الجامعة الأردنية - عمادة البحث العلمي
المؤلف الرئيسي:	أبو شعر، عادل إبراهيم عبدالله
المجلد/العدد:	مج44, ملحق
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2017
الصفحات:	147 - 164
رقم MD:	819849
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	IslamicInfo
مواضيع:	علم التجويد، تجويد القرآن، الأجهزة الصوتية، تعليم القرآن
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/819849

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

استعمال المختبرات والأجهزة الصوتية وأثرها في خدمة علم التجويد "دراسة تحليلية معملية"

*عادل إبراهيم أبو شعر**

ملخص

هذه الدراسة تتناول أهم الأجهزة الصوتية المتخصصة التي استعملت تقنية الحاسوب في العملية التعليمية للقرآن الكريم، وهي أجهزة تستعمل لأغراض طبية وصوتية، فمنها ما يستعمل لمعالجة عيوب النطق والكلام (كالغنة من الأنف)، والصعوبات النطقية التي تحدث لبعض الناس. ومنها ما يستعمل لأغراض صوتية تجويدية، وهي التي تعنينا هنا، وقد رتب في مقدمة ومطالب ستة، وخاتمة، نسأل الله– عز وجل– التوفيق والسداد.

الكلمات الدالة: التجويد، الأصوات، الأجهزة الصوتية.

المقدمة

الحمد لله رب العالمين وأفضل الصلاة وأتم التسليم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد.

هذه الدراسة تُعنى بالكشف عن الفوائد التي تقدِّمها الأجهزة الصوتية الحديثة في خدمة العملية التعليمية للقرآن الكريم، وهو ما يقودنا بالضرورة إلى الحديث عن الدراسات السابقة التي قدَّمها علماء الأصوات الأوائل من أهل العربية والتجويد والقراءات، والتي تنتمي دراساتهم إلى العلوم النقلية (علوم الشريعة)، وهي: العلوم والفنون التي استحدثها المسلمون خدمةً لكتاب ربِّهم وسنَّة نبيِّهم من تفسير، وحديث، ولغة ، ونحو، وصرف، وتجويد وقراءات... الخ[1]. أو تلك الدراسات الدقيقة المتميزة التي قدمها علماء الأصوات من أهل الفلسفة والطب والمنطق والموسيقى، والتي تنتمي دراساتهم إلى العلوم العقليَّة وهي: العلوم التي استفادها المسلمون نتيجة احتكاكهم بثقافات الأمم المجاورة.

تمهيد

شكَّلتْ العلومُ النقليَّة والعقليَّةُ– في المجمل– رصيداً معرفيًّا حضارياً فريداً عنوانُه: الحضارة العربية الإسلاميَّة. ففي مجال الصوت وكيفية حدوثه وإدراكه وشدَّته ودرجته، وما يتعلَّق منها بالنَّواحي التشريحية والفيزيائيَّة على السَّواء تميز علماء الطب والفلسفة والموسيقى كالكندي والفارابي وابن سينا بآرائهم الصوتية الدقيقة التي تقترب من الفهم المعاصر لها، بل تتطابق في كثير من الأحوال.

فمثلاً: كشف الفارابيُّ عن كيفيَّة انتقالِ الموجات الصَّوتيَّة عبر الهواء حتى تصِل إلى الأذن بمثلِ مفهوم المعاصِرين له، على الرَّغم من عدمِ وجودِ أيِّ أجهزةٍ قياسيَّةٍ دقيقة[2].

وأشار إلى تجويفات أعضاء النُّطق كغُرَفٍ رنينيَّة تؤدِّي إلى تضخيم الصَّوت. كما أشار إلى حقل السَّمع الذي تَسمعُه الأذن ، يعني التردُّدات الطبيعيَّة التي تدركُها الأذن الإنسانية والتي لا تدركها[3]، وهو ما يُعرَفُ اليوم فيزيائيًّا بـ: (عتبة السَّمع، وعتبة الألم).

واشترط الفارابيُّ الملاسَةَ في الأجسامِ العاكِسةِ للصَّوتِ والرنَّانة، وهذا فيه إدراكٌ خَطيرٌ ودقيقٌ لظاهِرَتَي الرَّنين والصَّدَى، فمهندسو الصَّوت يَعْلَمون جيداً أنَّ"أكثرَ الأسطُحِ فعاليَّةً لعَكْسِ الصَّوتِ هي الأجسامُ الصُّلْبَةُ المَلْساءُ ذاتُ المَلْمَسِ القاسِي، مثل الجُدران والأسْقُفِ والأرضيَّات الصُّلْبَة. أمَّا الأجسامُ الطريَّةُ، وتلك التي تكونُ ذاتَ مَسَامٍّ كثيرةٍ مثل السُّجَّاد والسَّتائر وغيرها، فإنَّها تُعتَبَرُ عاكِساتٍ رديئةً للصَّوْتِ، فهي تَمْتَصُّ نسبةً عالِيَةً من الصَّوْتِ عبر مَسَامِّها"[4].

كما فرَّق الفارابيُّ بين الأصواتِ الانفعاليةِ التي تخرجُ بالطبع وبعفويَّة من الإنسان والحيوان على السَّواء، كالأصوات التي تخرجُ عند الطرَب والخَوف والغضَب، وبين تلك التي

* قسم القراءات والدراسات القرآنية، جامعة العلوم الإسلامية العالمية، الأردن. تاريخ استلام البحث 2015/12/3، وتاريخ قبوله 2016/2/6.

© 2017 عمادة البحث العلمي وضمان الجودة/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

تخرجُ بقصدٍ إرادةَ الإفهام، وتوصيل ما في الأذهان، وهي الحروفُ التي منها يتألَّفُ الكلام، وتخصُّ الإنسان[5]، وما قاله الفارابيُّ والتقسيم الذي أَوْرَدَهُ من أصوات لغويَّة واعتباطيَّة انفعاليَّة هو الذي تذكرُه كتب علم اللُّغة الغربيِّ المعاصر في مقدِّمات حديثِها في التفريق بين الأصوات اللُّغوية والأصوات الاعتباطيَّة[6].

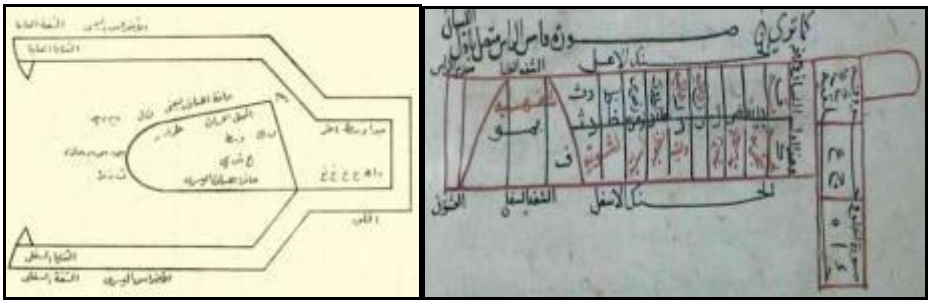
وكان الفارابيُّ رائداً في حديثه عن المقطع الصوتيِّ بمفهومه المعاصر كوحدة صوتية تتكون من صحيحٍ وحركة[7]. وبشكل فريد جداً تحدَّث عن الحركات المعيارية التي لا تخلو منها لغةٌ إنسانية، وجعلها اثنتي عشرة حركة، وهو بهذا يسبق دانيال جونز في مقياسه المعياريّ للحركات بحوالي ألف سنة[8].

أما ابن سينا ففَاقَ في وصْفه للحَنجرَة كلَّ منكان قَبْلَهُ في الصحَّة والدقة، حيثُ أعطَاها صورةً تشريحيةً لا تفترقُ كثيراً عما نعرِفُه اليوم عنها، حيث وصَفَ غضاريفَها وعضلاتِها والأربطةَ التي تَضمُّها، وتَعَرَّضَ لوظائفِ كلِّ جزءٍ منها، عند بعلْمٍ وَظَائف الأعضاء[9].

وكان تحديده لعضلات اللِّسان وجَعْل بعضها مسؤولاً عن بعض الأصواتِ أمراً فريداً لا أعرف إلى الآن مَن تحدَّث عنه أو قام بدراسته، ففي رسالته أسباب حدوث الحروف، وفي تميُّزٍ واضحٍ جعَل بعضَ عضَلاَتِ اللِّسان مسؤولاً عن خروج بعض أصوات الحروف[10].

وأما علماءُ العربية والتجويد فقدَّموا وصفاً دقيقاً لأصوات الحروف العربية كالخليل وسيبويه وابن جني والداني ومكي القيسي أدهَش علماءَ الصوتيَّات في الغربِ، مع أنَّ علماءَنا قد تمَّ لهم ذلك بملاحظاتهم الذاتية واعتمادِهم على آذانهم فقط دون أن تكون هناك أجهزة صوتية تُساعِدُهم في ذلك. وابتكَر المتقدِّمون منهم بعضَ الطرُقِ العملية التي ساهمَت في العملية التعليميَّة للقرآن الكريم، منها:

1. الرُّسوماتُ التي قدَّموها لإظهار مخارج الحروف[11] الصورة (1).



الصورة (1)

رسم لمخارج الحروف كما جاءت في مفتاح العلوم عند السكاكي وتجويد القراءة عند ابن وثيق الإشبيلي

الكلامِ، والتنفسِ والبَلْعِ، وغير ذلك مما يعرف في يومنا هذا

2. قياسُ زمنِ المدودِ وضبطُها نحو المدِّ المتَّصل في كلمة: ﴿لِلْفُقَرَاءِ﴾، إذ من المعروفِ أنَّ القرَّاء يزيدون في زمن الألف في مثل هذه الكلمة، أداءً كما تلقَّوْه من فمِ النبيِّ ﷺ، فعَن جبَلة بن سُحَيم (ت 125هـ) قال: "قرأتُ على عبد الله بن عمر ﷺ: ﴿لِلْفُقَرَاءِ والْمَسَاكِينَ﴾ التوبة: 60 قال: فأخَذَها عليَّ بالمدِّ، ثمَّ قال: قرأتُها على رسول الله ﷺ كما قرأتَها، فأخذَها عليَّ كما أخَذتُها عليك، وفَغَرَ فَاهُ"[12].

كان ضبطُ مثل هذه الزِّيادة في المدِّ يحتاجُ إلى دقَّةٍ متناهيةٍ قد تَصعُب على المبتدئ في تعلُّم القراءة، فابتكَر قرَّاءُ القرن الرَّابع كابن مجاهدٍ وأصحابه أبي طاهر بن أبي هاشم، وأحمدَ بن يعقوب التائبِ مقياساً لتقدير زمن المدِّ، وذلك بالقياسِ بحروف المدِّ الثلاثة: الألف والواو والياء.

ثمَّ استَعمل القرَّاءُ طريقةً أخرى لضبطِ الزيادةِ في المدِّ، وهي التقديرُ بالحركاتِ الإعرابية، فألفُ المدِّ تُقدَّرُ بحركتَين، وكذلك واو المدِّ، وياء المدِّ، وكان أقدمُ نصٍّ يُنسَبُ إليه هذا التقدير لأبي البركات ابن الأنباريِّ النحويِّ المشهور (ت 577هـ) حيث قدَّر ياءَ المدِّ بكسرتَين[13].

وابتكر المتأخِّرون من علماء التجويد– في حدود القرن العاشر الهجريّ تقريباً– طريقةً ثالثةً لضبطِ الزيادةِ في المدِّ، وذلك بالتقدير بحركاتِ الأصابع، ويَتِمُّ ذلك بتكرير قبضِ الإصبع وبَسطِه بما يُعادِلُ تلك الزيادة التي ذُكِرَت من قبل.

وبغضِّ النَّظر عن مدى فعاليةِ ودقَّةِ هذه الطريقةِ الأخيرة فإنَّها قد أسهمت نوعاً مَّا في ضبطِ مقياسِ المدودِ.

كلُّ هذه الطرق والمقاييس السَّابقة إنَّما وُضِعتْ لأجلِ ضبطِ الكيفيَّةِ الأدائيَّة التي تلقَّاها علماء القراءةِ جيلاً عن جيلٍ مسلسلةً إلى النبيِّ صلى الله عليه وسلم.

وهكذا فإننا نرى أنَّ كلَّ عَصرٍ من العصور السابقةِ قد قدَّم أفضلَ ما عنده وبحسب الوسائلِ المتاحة خدمةً لعلمِ الأصوات والتجويدِ وإثراءً لمباحثِهما.

مشكلة البحث

- هل توقَّف علم التجويد والأصوات عند الدراسات النظرية التي قدَّمها الأوائل، والتي استعرضنا بعضها في التمهيد؟
- هل هناك حاجة لاستعمال الأجهزة الصوتية الحديثة في تحقيق بعض القضايا التي اختلف حولها الأوائل؟
- هل توقفت الدراسات الصوتية العربية المعاصرة عند الجانب النظريّ دون إردافه بالجانب المعمليّ؟
- ما الشيءُ الذي تستطيعُ أن تُقدِّمه معطَياتُ العصرِ الحديث في خدمة علمي التجويد والأصوات؟

الدراسات السابقة

يرى الباحث قلة الأبحاث والدراسات العربية التي استعملت الأجهزة الصوتية الحديثة في خدمة أداء القرآن الكريم بشكل مباشر، ويرى أنها اقتصرت– في مجملها– على راسم الموجة الصوتية أو التحليل الطيفي للأصوات لحساب زمن الكلمات، أو المدود، او مواطن النبر في بعض الرسائل الجامعية المقدمة في بعض البلاد العربية، أو ما قدمته بعض البرامج الحاسوبية التي تعتمد تقنية التعرف الآلي للصوت كبرنامج "حفص"، وهو برنامج متخصص في تعليم تجويد القرآن الكريم برواية "حفص عن عاصم". ويعتمد البرنامج على تقنية (Recognition Speech) أو التعرف الآلي على الصوت المنطوق، وهي تقنية سادت في تطبيقات الدراسات الصوتية في اللغات الأوروبية بهدف عقد روابط تفاعلية بين الإنسان والحاسب. لكن هذه المحاولات ما زالت في البدايات، باستثناء الجهود العلمية والتقنية التي تقوم بها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الرياض، وباستثناء بعض الأبحاث الصوتية التي قدمت في ندوة "القرآن الكريم والتقنيات المعاصرة" التي عقدها مجمع الملك فهد لطباعة المصحف الشريف في المدينة المنورة (24– 26 شوال 1430هـ– 17– 19 يونيو 2009م). ومن جملة البحوث المقدمة فيها البحث القيم الذي قدمه الأستاذان القديران الأستاذ الدكتور منصور الغامدي والأستاذ الدكتور عبد الله الأنصاري وفقهما الله، وكان عنوان البحث: "التقنيات الصوتية المعاصرة في خدمة القرآن الكريم"، وتناولا فيه حديثاً عاماً عن تقنيات دراسة الجهاز الصوتي والموجات الصوتية والبث الإذاعيّ إلى غير ذلك من الاستعمالات العامة للأجهزة الصوتية، إلا أن بحثي يختلف عن بحثهما بالتناول الخاص للأجهزة الصوتية وأثرها في خدمة الأداء القرآنيِّ مع تدعيم ذلك بالصور التوضيحية المناسبة.

والحقيقة أن هناك مسائل في العلم الصوتي المعمليِّ تحتاج إلى كشف وتوضيح، وتحاول هذه الدراسة المتواضعة أن تجيب عن جملةٍ منها، وأعرض في السطور القادمة ما يُمكنُ أن تساعِد به الأجهزةُ الصَّوتيَّة الحديثةُ في خدمة علمَي الأصوات والتجويد. وخاصة أن هذه الدراسة استعملت بعضها عند إعدادي لرسالة الماجستير سنة 1996– 1998م. وأجريت هذه التجارب في مكانين: وحدة التخاطب والكلام في القصر العيني بالقاهرة، وفي المستشفى المغربي التخصُّصيّ بجدة. والأجهزة التي استعملت جميعا هي من إنتاج الشركة الأمريكية المشهورة بصناعة الأجهزة الطبية والصوتية: (kay elemetrics corporation) باستثناء جهاز راسم الحنك الكهربي فهو من إنتاج الشركة اليابانية (RION CO., LTD).

المطلب الأول: مِنظارُ الحَنجرة (Stroboscopy)

أولاً: وصف الجهاز

هو عبارة عن جهاز الصورة (2) يستعمله طبيب الأنف والأذن والحنجرة باستخدام تلسكوب رقيقة مرنة أو ثابتة يتم تمريرها عن طريق الفم أو الأنف ويحمل (كاميرا) صغيرة وضوءاً ساطعاً ليكشف عن منطقة الحلق والفم والأنف، ومنشأ العيوب التي تحدث أثناء عملية الكلام أو عند نزلات البرد وغيرها، وهذا يساعد الأطباء في إلقاء نظرة على الطيات الصوتية (Vocal fold). وتفاصيل تحركاتها (فتح وإغلاق واهتزاز) في عمليتي التنفس والكلام. وقبل تنفيذ هذا الإجراء يتمُّ رش الأنف والحلق بمخدر موضعي لتخفيف دخوله بشكل عام.

ثانياً: استعمالات الجهاز في علمي الأصوات والتجويد

أ. الكشف عن وضع الوترين الصَّوتيَّين أثناء التنفس والتصويت والكلام.

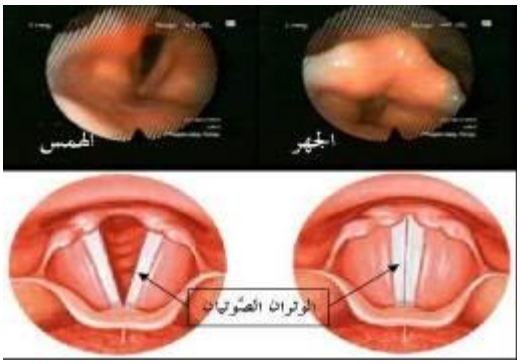
أظهر منظار الحنجرة كيفيَّة حدوث بعضِ الصِّفات المشهورة في كتب التجويد، كالجهر والهمس؛ فالذي يُسبِّبُ الجهرَ في الكلام ووضوحَ الأصوات المجهورة في السَّمعِ هو اهتزازُ الوترَين الصَّوتيَّين. ويَمنَعُ هذا الاهتزازُ– لتَضَامِّ الوترَين– من تدفُّق هواء النَّفَس الكثير مع هذه الحروف. أمَّا الهمسُ وخفاءُ الأصوات المهموسة في السَّمعِ، فإنَّ الذي يُسبِّبُه هو توقُّفُ الوترَين الصَّوتيَّين عن الاهتزاز– لانفِتَاحِهما– ممَّا يَسمحُ بتدفُّق هواء النَّفَس الكثير مع هذه الأصوات.

الصورة (2)

منظار الحنجرة

ويمكِن ملاحظة أثر اهتزاز الوترَين الصوتيَّين عند وضعِ اليد على أسفل العُنُق ونُطق الزاي هكذا: زْ... زْ، على حين أنك لا تُلاحِظُ أثرَ هذا الاهتزاز في السِّين هكذا: سْ... سْ.

وتمثِّل الصورة (3) صورةً حقيقية للطيات الصوتية أثناء نطقي للزاي والسين؛ حيث قام طبيب الأنف والأذن والحنجرة بالكشف عن وضع الوترَين أثناء النطق بهما، وقمت بوضع رسمين تحتهما للتوضيح.



الصورة (3)

وضع الوترين الصوتيين في الجهر والهمس حسب نطق الباحث لحرفي الزاي والسين

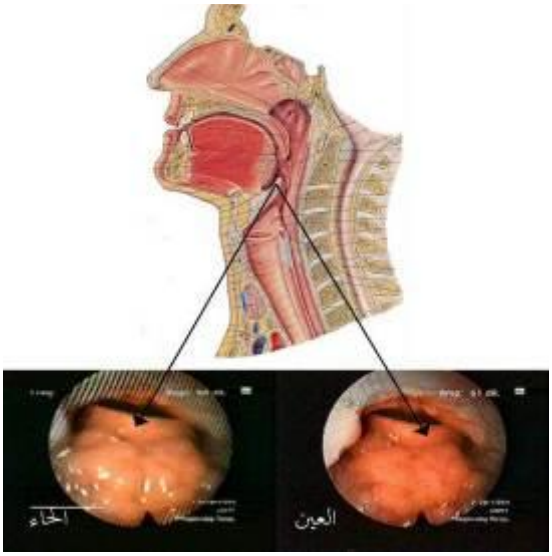
ب. الكشف عن مخارج الحروف الحلقيَّة:

- الهمزة والهاء

أظهرت تجاربي على منظار الحَنجرة أنَّ الهمزة هي الحرفُ الوحيد من بين حروف النُّطق الأخرى التي تشتركُ في نطقِها الأوتار الصوتيَّة الحقيقيَّة والكاذبة مع الغضروفَين الطِّرْجِهاليَّين (Arytenoid cartilage) حيث تقوم هذه الثلاثة بغَلْقِ فتحةِ الحَنجرة تماماً مسبِّبةً الجهد العضليَّ الذي نَعرِفه في نُطقِ الهمزة، ومن هنا كانت أشق الحروف في النُّطق، وخفِّفت بأنواع التخفيف من إبدال وحذفٍ وتسهيلٍ، وجاء النَّهي من القراء عن المبالغة في إخراجِها.

- العين والحاء

أظهرت تجاربي على منظار الحَنجرة أن منطقة وسط الحلق التي تخرج منها العين والحاء في كلام علماء التجويد والأصوات هي منطقة الغلصمة (لسان المزمار Epiglottis). حيث توضِّح الصورة (4) وضعي العين والحاء.

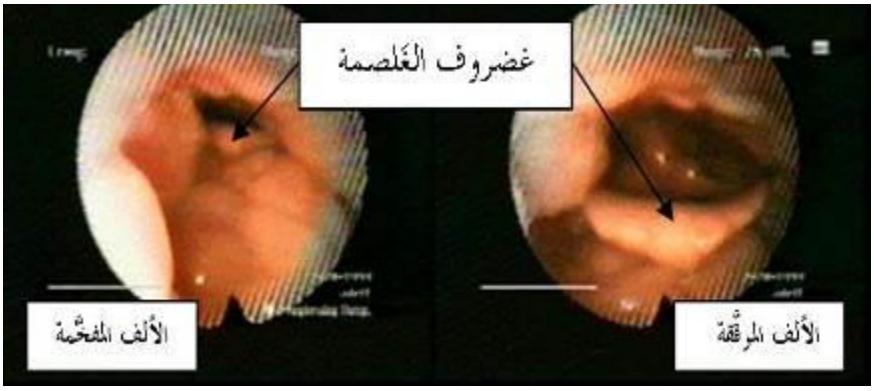


الصورة (4)

مخرج العين والحاء بواسطة المنظار

ج. الكشف عن آليتَي التفخيم والترقيق في الحلق

يُساعِدُ منظارُ الحنجرة أيضاً في الكشف عن وضع غضروف الغَلصَمة (Epiglottis)– وهو أحدُ غضاريف الحَنجَرة– أثناء نطق الحروف المفخَّمة كالصاد والظاء؛ إذ أثبتت التجارب الصوتيَّة التي قمت بها أنَّ التفخيم يَحدُث بتقعُّرٍ لوسطِ اللِّسان مع تضييقٍ كبيرٍ في الحلق، وكشَف منظارُ الحَنجرة أنَّ مكان هذا التضييقِ يكون عند غضروف الغَلصَمة. وتُمثِّل الصورة (5) وضعَ هذا الغضروفِ أثناء نُطق الألفِ المفخَّمة والمرقَّقة في كلمتَي: (قال)، و(مَال) كمثالٍ على صوتٍ واحدٍ تتغيَّرُ صفتُه بحسب السِّياقِ الذي ورَد فيه.



الصورة (5)

دَور منظار الحنجرة في التفخيم والترقيق

المطلب الثاني: راسمُ الحنك الكهربيِّ (Electro -Palatograph Dp-20):

أولاً: وصف الجهاز وفوائده

- راسم الحنك الكهربي الصورة (6) مفيد جداً في إظهار العملية النطقية بصورة مرئية لباحث الصَّوتيات. حيث يظهر هذا الجهاز التقاء اللسان بالحنك الصلب أثناء العملية النطقية.

الصورة (6)

راسم الحنك الكهربي

- وكذلك فهو مفيد جداً في الفحص الوظيفي لمرضى عيوب النطق الناتجة عن الإعاقة السمعية، أوالشلل الدماغي (Cerebral Palsy) أو التشوه الخلقي لبنية الحنك الصلب.
- إضافة إلى ذلك فإن التدريب من خلال إعادة الصوت والصورة آلياً يلعب دوراً كبيراً في إعادة تأهيل المرضى.
- وهناك طابعة موجودة ضمن تركيبة الجهاز وشريطُ تسجيل ممغنط (Disk) يقومان بتسجيل الإشارات الحنكية وتخزينها ثم إعادتها آلياً مرة أخرى.
- ومن فوائده أنه يعرض صورة تلامس اللسان بالحنك في زمن النطق، ويقوم بتخزين المعلومات على الشريط الممغنط لإعادة عرض الإشارات الحنكيَّة عند النطق.
- وهو يُقسِّم الثانية الواحدة إلى 64 شريحة (Frame) وكل شريحة من هذه الشرائح يمكن عرضها بصورة منفصلة عن غيرها، وبذلك فإن هذا الجهاز يظهر الانتقالات النطقية للأمثلة المستخرجة بشكل سلس وواضح لمزيد من الدقة في التحليل.
- وللمستخدم حرية الاختيار بين ثلاث سرعات لإعادة عرض الصورة المرئية للنطق: بمعنى أنه يُتيح للباحث أن يسمع العيِّنات المختبرة بثلاث سرعات 1/1− 3/1 10/1 ثانية، حتى يمكن تحديد الصَّوت المطلوب فقط من العينة. وهناك شريط ممغنط موجود في الجهاز يخزن ويعرض المعلومات حتى يُمكن استرجاعها بسهولة.
- وهناك إمكانية لتوصيل حنكين في حال تدريب شخصٍ ما على النُّطق؛ إذ يمكن العرض عن طريق قناتين بشكل متبادل عن طريق تحريك مفتاح لإمكان مقارنة الإشارة الحنكيَّة للمتدرِّب بالإشارة الحنكيَّة للمدرِّب للوصول إلى النُّطق المثالي لأصوات اللغة.
- ونظراً لاختلاف حجم الحنك الصُّلب بين شخص وآخر، وطفل وراشد، وذكر وامرأة، فقد روعيت مرونة الحنك الصناعي لتضمن ملاءمته لحنك الشخص، فهناك ستة أنواع من الأحناك الاصطناعية لضمان ملاءمتها للحنك الصَّلب (Hard Palat)، وليس هناك حاجة لاستخدام الموديلات الجصِّية المفصَّلة.

ثانياً: استعمالات الجهاز في علمي الأصوات والتجويد

يُظهِرُ هذا الجهاز تحرُّكات اللِّسان في المخرجِ الواحد من بدء وَضعِه على المخرج إلى رَفعِه عنه، أو عند الانتقال من مخرجٍ إلى مخرجٍ آخر، وقياس زمن النُّطق في الكلمات المراد

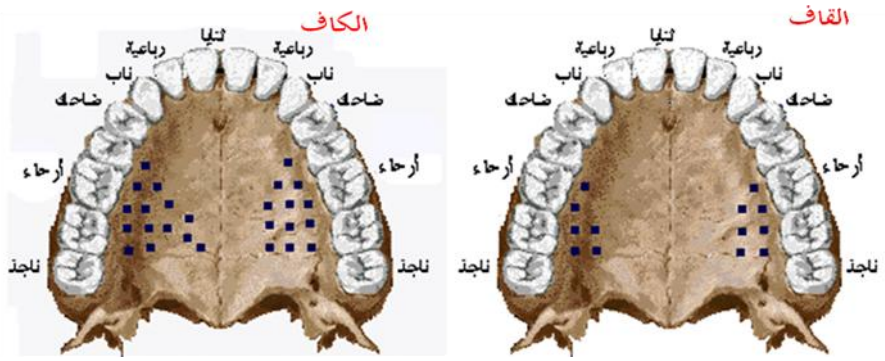
اختبار مخارجها. ويساعد في الكشفِ عن مخارج الحروف اللِّسانيَّة، وتحقيق كلام المتقدِّمين في هذا الجانب، فمن ذلك ما يأتي:

- مخرج القاف والكاف

اختلفت الدراسات القديمة والحديثة في تحديد مخرج الغين والخاء والقاف والخاء بدقة، أعني تحديد المناطق التي تخرج منها، فاخْتَبرت هذه الأصوات (غ خ ق ك) بواسطة الحنك الكهربي الصورة (7). ولاحظت ظهور تلامسٍ لأقصى اللسان بأقصى الحنك الصَّلب في القاف والكاف.

ونلاحظ التلامس الواضح في حالة الكاف (علماً بأننا في منطقة الحنك الصُّلب) على حين يَقِلُّ التلامس في حالة القاف، لأن مخرجها من منطقة اللهاة (الحنك اللين)، وما وجدتُ أي تلامسٍ ظاهر في حالة الغين والخاء، وهذا مايدعوني بالضرورة إلى القول بأن القاف أعمق في المخرج من الكاف، وكذلك الغين والخاء أعمقُ في المخرج من القاف، لكننا يجب أن نلاحظ ما يلي:

- التلامس في حالة القاف لايعني أن مخرجها من منطقة شجْر الفم (الحنك الصلب)، إذ إنها تخرج من منطقة اللهاة (الحنك اللين)، لكن الحنك الكهربيّ لم يَرْصُد ذلك لأنه لا يتجاوز منطقة الحنك الصُّلب.
- الحنك الكهربي قاصرٌ عن تحديد الجزء اللسانيّ الذي تتم فيه الملامسة، فلا ندري من خلال الجهاز، هل التلامس يكون بطرف اللسان، أو وسطه، أو أقصاه، ويُرجع في ذلك إلى الملاحظة الذاتية.
- الحنك الكهربيّ يُظهر فقط منطقةَ تلامس اللسان بالحنك، وهو عاجز عن تحديد منطقة الضغط الحقيقيّ (المخرج الجزئيّ).
- وتبقى تجاربُ الحنك الكهربي شاهدةً على صحة كلام القدماء في أن الغين والخاء أعمقُ من حيث المخرج على القاف، وهي جميعها تخرج من منطقة اللهاة (الحنك اللين)، على حين تخرج الكاف من منطقة شَجْر الفم (الحنك الصَّلب). ومع هذا الوضوح، فالقضية جديرة أن تُبحث أكثر من هذا.



الصورة (7)

دور الحنك الكهربي في إظهار مخرجي القاف والكاف

- مخرج الضاد

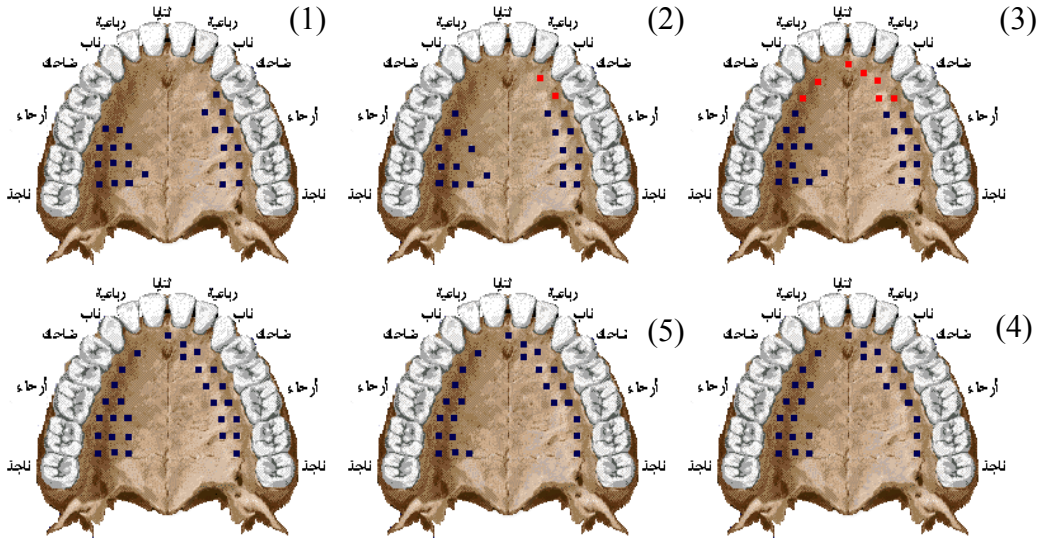
ساعد جهاز راسم الحنك الكهربي أيضاً في حلِّ قضايا شائكة أخذت حيزاً كبيراً من الدراسات الصوتية القديمة والحديثة كقضية الضاد مثلاً، التي دارت حولها كثير من المناقشات، وأُلِّفت من أجلها مؤلفات. ولم تختلف الكتب العربية حول حرف من الحروف قدر اختلافها في الضاد.

وآلية الضاد في وصف المتقدمين تكمن في أن حافة اللسان اليمنى أو اليسرى أو معهما معاً تمتدَّ ضاغطة على الأضراس العليا حتى تتصل بالضاحك، وهو أول مخرج اللام، وينشأ عن احتكاك الحافة بالأضراس تلك الرخاوة التي في الضاد، فتستطيل الضاد حتى تتصل بمخرج اللام، ويصير مخرجها عندئذ مخرج اللام، لكن حافَّة اللسان لا تتَّصل باللِّثة كما هو في مخرج اللام، بل تتَّصل بأصول الثنايا العليا. وهي مع كل هذه التحرُّكات السَّابقة تُحافظ على إطباقها.

أنظر إلى سيبويه وقد شرح ذلك ببلاغة: "وقد تدغم الطاء والتاء والدال في الضاد، لأنها اتصلت بمُخرج اللام، وتَطَأْطَأَت عن اللام حتى خالَطَت أصولَ ما اللامُ فوقه من الأسنان ولم

تقع من الثَّنيَّة موضع الطاء لانحرافها، لأنك تضع للطاء لسانك بين الثَّنيتين، وهي مع ذا مطبقة"[14].

والصورة (8) توضِّح تحرُّكات اللسان (الاستطالة) عند نطق الضَّاد السَّاكنة من خلال نطقي على الحنك الكهربيّ، ولاحظ زيادة نقاط التلامس في الصور الأربعة الأولى (اللون الأحمر) في الجهة اليمنى من الحنك، مما يُظهر أن قوة الضغط كان على هذه الجهة، ولاحظ في الصورة الخامسة والسادسة أن نقاط التلامس الخلفيَّة في الجهة اليمنى من الحنك قد اختفت تدريجياً، مما يُظهر أن الضغط قد انتقل من الخلف إلى الأمام، وأظن أن هذا هو معنى استطالة الضَّاد الذي ذكره سيبويه فوق.



الصورة (8)

تحركات ضغط اللسان على الحنك الأعلى عند النطق بمخرج الضاد بواسطة الحنك الكهربي

المطلب الثالث: جهاز مقياس الغُنَّة (Nasometer 6200-2): أنتج عام 1986م

أولاً: وصف الجهاز

يتكون الجهاز من جزأين:

أ. مجموعة الإدخال (Input moudle)، وتتكون من:

- حامل يحتوي على لاقطين للصوت (لاقط لصوت الأنف ولاقط لصوت الفم) تفصل بينهما قاعدة توضع بين الأنف والفم.
- صندوق (External module) لمعالجة الطاقة الصوتية القادمة من اللاقطين.

ب. مجموعة معالجة البيانات (Processing Unit)، وتتكون من:

- حاسب آلي.
- محلل (Interface card) داخل الصندوق يقوم بتحليل البيانات وإظهارها على الشاشة.

ثانياً: آلية عمله

- يوضع الحامل على الرأس بحيث تثبت القاعدة بين الأنف والفم، وذلك للتمكن من حساب الطاقة الصوتية الخارجة من الأنف والفم معاً.
- يقوم اللاقطان بنقل طاقة الصوت (acoustic energy) الخارجة من الأنف والفم إلى محلل الصوت (Interface card).
- يقوم المحلل بجمع الإشارات وتحليلها رقمياً (Digital processing).
- يقوم البرنامج بتحديد درجة الغنة (Nasality) وذلك بقياس نسبة طاقة الصوت الخارجة من الأنف إلى (الأنف+ الفم)، ويظهرها على الشاشة مباشرة.
- يقوم البرنامج بإظهار النتائج بصورة منحنيات وحسابات إحصائية.

الصورة (9)

جهاز مقياس الغنة

ثالثاً: فوائد الجهاز الصوتية في علمي التجويد والأصوات

- يستخدم في عملية تقدير جودة الصوت، (Voice quality) وفي علاج خنخنة الصوت (Nasality therapy) كما يستخدم في قياس الغنة في الأصوات الغنَّاء حالة الإفراد وكذلك حالة التركيب.
- ويُساعِد هذا الجهاز الصورة (9) في تحديد نسبة الغُنَّة في الحروف الأنفية كالميم والنون، وفي بعض العيوب النُّطقية كمن يتكلَّمُ من أنفه أثناء النُّطق، أو يُخرِجُ بعضَ الحروفِ غير الأنفيَّة مختلطةً بالغُنَّة.
- كما يُساعِدُ هذا الجهاز أيضاً في تحديد نسبة غُنَّة النُّون عند حروف الإخفاء الخمسة عشر.

وكنتُ قد أجريتُ تجاربَ خاصَّة على هذا الجهاز لتحديد نسبة الغُنَّة عند حروف الإخفاء، فجاءتْ كما يُمثِّلها الرَّسمُ البيانيّ في الصورة (10)، حيث سجَّل الجهاز أعلى نسبة للغُنَّة عند القاف والكاف، وهذا يُمكِن تفسيرُه بأنَّ أقصى اللِّسان– وهو مخرج القاف والكاف– يَرتَفع ويَسُدّ مجرى الصَّوت إلى الفم، فيخرج أكثرُ الهواء إلى جهة الخيشوم. ثمَّ تقاربَتْ نسبةُ الغُنَّة عند الحروف الباقية لتأتيَ الثاءُ والذالُ في الدرجة الثانية، ثمَّ الشينُ ثم الظاءُ، وسجَّلت الغُنَّة أدنى معدَّلاتها في ثلاثة من حروف الإطباق، وهي الصاد والضاد والطاء، وهو أمرٌ لافتٌ للنَّظَر.

وهذه النِّسبُ ليست قياسيَّةً معياريَّةً؛ لأنَّها قامتْ على راوٍ واحدٍ، وتحتاج إلى تجارب أخرى للتأكُّد من نتائجها.

المطلب الرابع: جهاز عارض الذبذبة (Visi Pitch) vp 6087 أنتج عام 1978م

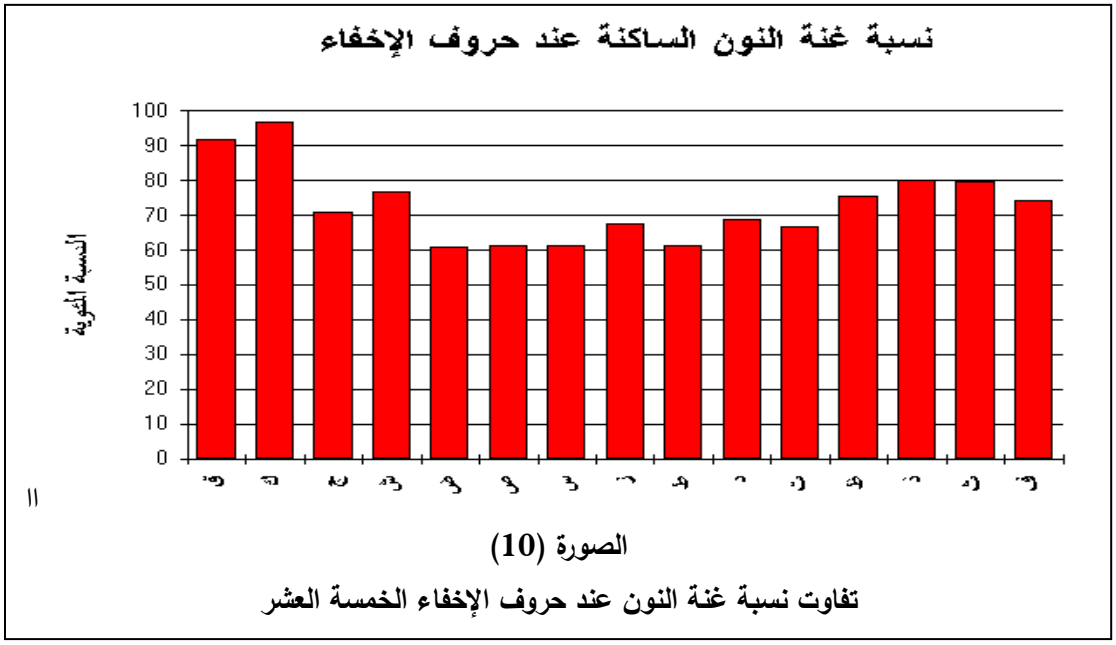
أولاً: وصف الجهاز الصورة (11) يتكون الجهاز من جزأين:

1. وحدة الإدخال (Input Module): من:
   - لاقط للصوت.
   - صندوق معالجة الإشارات القادمة من اللاقط.
2. وحدة معالجة البيانات (Processing Unit): وتتكون من: حاسب آلي ومحلل بيانات وبرنامج.

ثانياً: آلية عمله

- يقوم اللاقط (ميكروفون) باستقبال الصوت وإدخاله إلى صندوق المعالجة.
- يتم داخل الصندوق تكبير الإشارة ومعالجتها، ثم ترسل إلى وحدة معالجة البيانات.
- يقوم المحلل بجمع الإشارة، وتحليلها رقمياً لتظهر على شاشة الحاسب الآلي عن طريق البرنامج.
- عن طريق استخدام مؤشر على شاشة الحاسب الآلي يتم تحديد الصوت المراد تحليله.
- يحسب متوسط النغمة الأساسية= عدد ذبذبة الأوتار الصوتية÷ الزمن المحصور.
- متوسط شدة الصوت= مجموع شدة الصوت÷ عدد مواضع الشدة في الصوت المطلوب.
- تغير نغمة الأساس من تردد إلى تردد.

- القيمة العظمى لنغمة الأساس والقيمة الأدنى لها.
- حساب النغمة الأساسية وشدة الصوت عند المؤشر الأيمن أو الأيسر.
- نسبة المجهور= نسبة الطاقة الصوتية التي تحتوي على ذبذبة أساسية.
- نسبة المهموس= نسبة الطاقة الصوتية التي لا تحتوي على ذبذبة أساسية.
- نسبة الوقفة= نسبة عدم وجود أي طاقة صوتية.



الصورة (10)

تفاوت نسبة غنة النون عند حروف الإخفاء الخمسة العشر

الصورة (11)

جهاز عارض الذبذبة

ثالثاً: فوائد الجهاز الصوتية في علمي التجويد والأصوات

استخدمت هذا الجهاز في تجاربي الصوتية لأمرين:

1. لتوضيح الحروف التي تحتوي على ذبذبة أساسية (اهتزاز الوترين الصَّوتيَّين)، والتي لاتحتوي عليها.
2. كيفية تصنيف الأجهزة الصَّوتيَّة الحديثة لمرحلة حبس الصوت في الحروف الشديدة. وخاصة أن الشركة المصنِّعة للجهاز قد وضعت ثلاثة مصطلحات، هي على التوالي:
   - الجهر (Voiced).
   - الهمس (Unvoiced).
   - الوقفة (Puese).

ولم يتَّضح لديَّ المصطلحان الأخيران، لأن مصطلح الهمس عند المحدثين من دارسي الأصوات هو ترجمة

للمصطلح الأجنبيّ (Unvoiced) ويعنون به– حسب ما ذكروا- الصَّوت النَّفَسي، ومرحلة عدم وجود صوت مطلقاً[15]، فلماذا أضيف المصطلح الثالث (Puese)؟

فأفادت الشَّركة المصنِّعة للجهاز بعد مراسلتهم وسؤالهم عن هذه المصطلحات أنها تعني الآتي:

- الصوت المجهور (Voiced): ذو طاقة صوتية تحتوي على نغمة أساسية (Fundamental frequency).
- الصوت المهموس (Unvoiced): ذو طاقة صَوتية لا تحتوي على نغمة أساسية (Fundamental frequency).
- الوقفة (Puese): لاتوجد أي طاقة صوتية (مرحلة صمت).

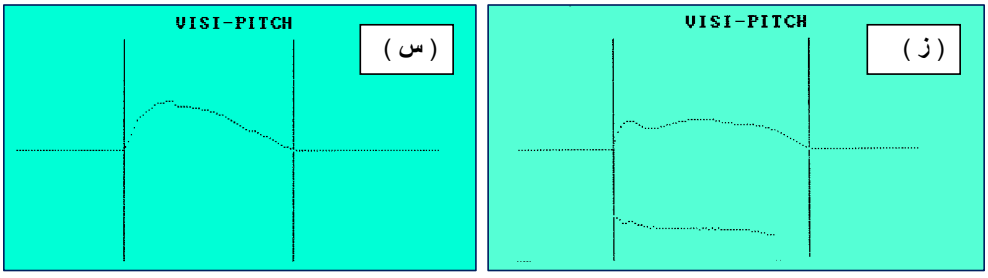
وهذه المصطلحات تدلُّ على أنَّ من الصَّوتيين الغربيين من لايعتبر مصطلح (Puese) والذي يعني مرحلة الصَّمت داخلاً ضمن المصطلح الاجنبيّ (Unvoiced).

وتعتمد فكرة هذه التقسيمات على الزَّمن، فلو قسَّمنا صوتاً ما إلى مائة جزء، فإنَّ هذا الجهاز يحسب الأجزاء التي تحتوي على طاقة صوتية تتذبذب معها الأوتار الصَّوتيَّة (ذبذبة منتظمة) ويصنِّفها على أنَّها جهر (Voiced)، والأجزاء التي تحتوي على طاقة صوتية خالية من ذبذبة الأوتار الصَّوتية (نَفَس) ويصنِّفها على أنَّها همس (Unvoiced)، والأجزاء التي لا تحتوي على طاقة صوتيَّة مطلقا ويصنِّفها على أنها لحظة صمت (Puese).

رابعاً: طريقة نطق الأصوات في هذا الجهاز

- طبَّقت طريقة المحدثين في نطقي الحروف مفردةً، وذلك بتجريد الحروف عن همزة الوصل[16].
- إذا كان الصوت يحتوي على ذبذبة، فإن النِّقاط الذبذبية تظهر في أسفل الرَّسم، وإذا كان خالياً من الذبذبة، فلا تظهر أيّ نقاط ذبذبية في أسفل الرَّسم.
- حَصَرْتُ الصوت المراد اختباره بين مؤشرين، وقمت بالإحصاءات اللازمة.
- هذا الجهاز لايملك إعادة آلية للصَّوت، ولكنه يُظهر الإشارة الصَّوتيَّة زمنَ النُّطق.
- إن مقياس شدة الصوت الذي مرجعه إلى عتبة السَّمع لايُعبِّر عن القوة الحقيقية للصَّوت، بل هو نسبيٌّ اصطُلح عليه، لذلك فإن معدَّل شدة الصَّوت في هذا الجهاز يتراوح بين (30–70 ديسيبل).
- المدَّة الزمنية التي يستغرقها الصَّوت مهمةٌ جداً في القياسات الصوتية، إذ تُعدُّ أحد أركانها المهمَّة. لكنني هنا لم أعتن بدقَّة بالزَّمن الذي يستغرقه الصَّوت قدر اهتمامي بالقياسات الأخرى، لذلك أفضِّل أن لايؤخذ الزمن هنا مقياساً دقيقاً لعمل مقارنة بين زمن الحروف الشديدة والرخوة مثلاً.
- كرَّرتُ الصَّوت أكثر من مرَّة للتأكُّد من النتيجة.

والصورة (12) توضح صوتي الزاي والسين، لاحظ أن الصوت هو المحصور بين المؤشرين، وأنه في صوت الزاي ظهرت هناك ذبذبات صوتية أسفل الإشارة الصوتية تدل على أن هذا الصوت مجهور.



الصورة (12)

توضح الفرق بين صوتي الزاي والسين

المطلب الخامس: جهاز مقياس تدفق الهواء (Aerophone II) أُنتج عام 1990م

أولاً: وصف الجهاز الصورة (13) الجهاز مكون من:

أ. وحدة الإدخال، وتتكون من:

- كمامة توضع على الفم والأنف.
- لاقط للصوت (Microphone) .
- لاقط لضغط الهواء (Pressure Transducer).
- لاقط لقياس سرعة الهواء (Air Flow Transducer).

وهذه الكمامة واللواقط محمولة على ذراع مثبَّت على قاعدة، ليسهل استخدامها.

الصورة (13)
جهاز مقياس تدفق الهواء

ب. وحدة معالجة البيانات (الحاسب الآلي) وتحتوي على:
برنامج خاص يتعامل مع المعلومات المرسلة من وحدة الإدخال.

- شاشة الحاسب الآلي(Screen) .
- لوحة مفاتيح التحكم (Keyboard) .
- وحدة المعالجة الرئيسية (CPU (Central Processing Unit.

ثانياً: آلية عمله

- توضع الكمامة على الأنف والفم، وينطق بالصوت المطلوب.
- تقوم اللواقط باستقبال الصوت، وإرساله إلى وحدة المعالجة الرئيسية .
- تجمع وتحلل البيانات المرسلة من وحدة الإدخال، وتظهر على شاشة الحاسب الآلي ثلاث منحنيات:

1. منحنى شدة الصوت (SPL (Sound Pressure Level.
2. منحنى ضغط الهواء (Air Pressure Level) .
3. منحنى معدل انسياب الهواء (Air Flow Level) .

- من خلال هذه المنحنيات التي تظهر على شاشة الحاسب الآلي يمكن تحديد الصوت المطلوب بوضعه بين حاصرتين.
- تقوم وحدة المعالجة الرئيسية بحساب قيم الصوت المطلوب وإظهاره في صورة جدول.

ثالثاً: فوائد الجهاز ومميزاته
لهذا الجهاز مميزات متعددة منها:

أ. تسجيل وعرض الآتي:

1. معدل انسياب الهواء(Air Flow) .
2. ضغط الهواء (Air Pressure) .
3. شدة الصوت (Sound Pressure Level) .
4. مقدار ذبذبة الصوت (Pitch).
5. أعلى قيمة لمعدل انسياب الهواء، والكفاءة الحيوية للرئة (Max Air flow and vital capacity).

ب. معرفة الآتي:

1. ضغط الهواء تحت الأوتار الصوتية (Sub glottal pressure).
2. مقاومة الأوتار الصوتية للهواء الصاعد من الرئتين (Glottal resistance).
3. قدرة الطاقة الصوتية الخارجة (Glottal aerodynamic input power).
4. كفاءة الأوتار الصوتية (Glottal efficiency) .

ج. مقاييس الجهاز:

1. حساب متوسط معدل انسياب الهواء (Mean airflow rate) ويساوي حجم الهواء في الصوت المطلوب مقسوماً على الزمن ويقاس بـ لتر/ثانية.
2. حساب متوسط شدة الصوت(Sound power level) ويقاس بـ الديسيبل.
3. حساب متوسط ضغط الهواء (Mean air pressure) ويقاس بالسنتيمتر المائي.
4. حساب متوسط مقاومة الحبال الصوتية، ويقاس بـ أكوستيك أوم [= ضغط الهواء بالسنتيمتر المائي] ويساوي أعلى

ضغط للهواء تحت الحبال الصوتية مقسوماً على معدل انسياب الهواء [= لتر/ ثانية].

5. حساب قدرة الطاقة الصوتية الخارجة من الأوتار الصوتية (Glottal Aerodynamic input power).
6. حساب معدل كفاءة الأوتار الصوتية(Glottal efficiency) .

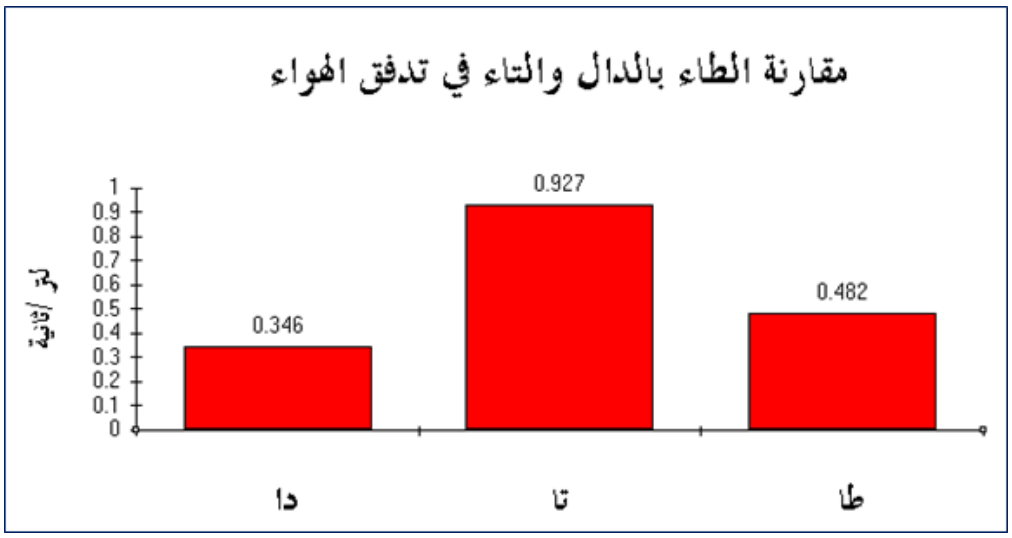
رابعاً: مساعدة الجهاز في حل نصوص المتقدمين

يساعد هذا الجهاز – بالإضافة إلى ما سبق– في حلِّ بعض المشكلات التي نشأت حول نصوص المتقدمين، فمن ذلك نصُّ سيبويه الشهير في باب الإدغام وهو قوله:"ولولا الإطباقُ لصارتِ الطاءُ دالاً، والصَّادُ سيناً، والظاءُ ذالاً، ولخرجتِ الضَّادُ من الكلامِ؛ لأنَّه ليس شيءٌ من موضعِها غيرُها"[17].

معنى ذلك أنه إذا زال الإطباق سيبقى الصَّوتُ منحصراً في مكانٍ واحدٍ هو مخرجُ الحرف، وسيذهبُ الأثرُ الصوتيُّ التفخيميُّ للحرفِ المُطْبَق، ويَرجِع إلى نظيرِهِ المرقَّقِ إن وُجِد له نظيرٌ مرقَّق. وواضحٌ من النصِّ أيضاً أنَّ ثلاثةً من الحروف يَمْلِكُ نظيراً مرقَّقاً بخلاف الضَّادِ التي تَعْدَمُ ذلك النَّظير عند زوال إطباقِها.

ولحلِّ هذا الخلاف بين المتقدمين والمحدثين استخدمت جهاز مقياس تدفق الهواء (Ap2) لقياس نسبة الهواء في الطاء والدال والتاء حين مجيئها مع الحركة هكذا: (طا، دا، تا)، والرسم البياني في الصورة (14) يُمثل النسب لهذه الثلاثة. ونلاحظ أن الطاء أقرب إلى الدال من التاء، وفي هذا تفسير لمراد سيبويه في قوله (ولولا الإطباق لصارت الطاء دالاً)، وتفسير لمراد الأقدمين من الهمس.

وإذ عرفنا صوت الطَّاء الفصيحة التي ينحبس معها جريان النَّفَس، أدركنا بسهولة كيف تحوَّلت الطَّاء إلى ضاد في بعض لهجات اليمن كقولهم في مثل (مَطَر): (مَضَر)، لأن الضَّاد أسهل من الطاء، وأدركنا كذلك وجود الطاء التي هي شبيهة بالتاء، وذلك بسبب جريان النَّفَس معها.



الصورة (14)

المطلب السادس: جهاز التحليل الطيفيّ (معمل الأصوات المبرمج computrized speech lab csl 4300) أنتج عام 1990م

وهو من أهمِّ الأجهزة الصورة (15) التي تُساعِد في عملية تصحيح النُّطق وتجويد الحروف؛ حيث يقوم بعَرض صورة مرئيَّة للنُّطق تَكشِفُ عن خصائص الكلمة المنطوقة وصفاتها من جهرٍ وهمسٍ، وشدَّة ورخاوةٍ، وتفخيم وترقيق.

أولاً: وصف الجهاز

الصورة 15 يتكون الجهاز من:

أ. مجموعة الإدخال (input modules)، وتتكون من:
- سماعة لسماع الصوت (loud sprader).
- لاقط للصوت (ميكروفون).
- صندوق معالجة الإشارة (external module) المستقبلة من لاقط الصوت، وتكبيرها ليتم معالجتها من خلال الحاسب الآلي.

ب. وحدة المعالجة (processing unit)، وتتكون من:
- حاسب آلي.
- محلِّل يستقبل الإشارة من لاقط الصوت ويعالجها.

- برنامج يتعامل مع المحلِّل لإظهار النتائج المطلوبة.

ثانياً: آلية عمله

- يقوم المستخدم بنطق الصوت (كلمة- جملة... الخ) بواسطة برنامج تابع للوحة (كارت) الصوت، أو يتم نقل الصوت من أشرطة مسجلة في (الاستوديو).
- يتم ضبط بعض مفاتيح صندوق المعالجة ليتم الاستخدام الأمثل للإشارة المستقبلة.
- يتم إرسال تحليل الإشارة المسجلة بواسطة البرنامج إلى المحلل ليقوم بتجميعها ومعالجتها رقمياً لتظهر على شاشة الحاسب الآلي.
- عن طريق برنامج الحاسب الآلي يختار نوع التحليل المطلوب.
- تقوم الطابعة بطبع البيانات التي تظهر على الشاشة.

ثالثاً: فوائد الجهاز

يقوم الجهاز بإظهار مجموعة التحاليل الآتية:

- التحليل الطيفي للصوت (Spectograph) ويمكن عرضه بألوان مختلفة.
- شدة الصوت (acoustic energy) ويقاس بالديسيبل.
- الزمن (Time).
- الترددات الخاصة بالصوت (Pitch).
- النغمة الأساسية للصوت (Fundemental frequency).
- يظهر كل التحاليل السابقة على شاشة الحاسب الآلي في صورة منحنيات وجداول.
- إعادة سماع الصوت آلياً بعد تسجيله وسماع قطع مختارة من الصوت.
- حفظ المعلومات والإشارات على شرائط ممغنطة (disketts).

رابعاً: أهمية التحليل الطيفي في التجويد والأصوات

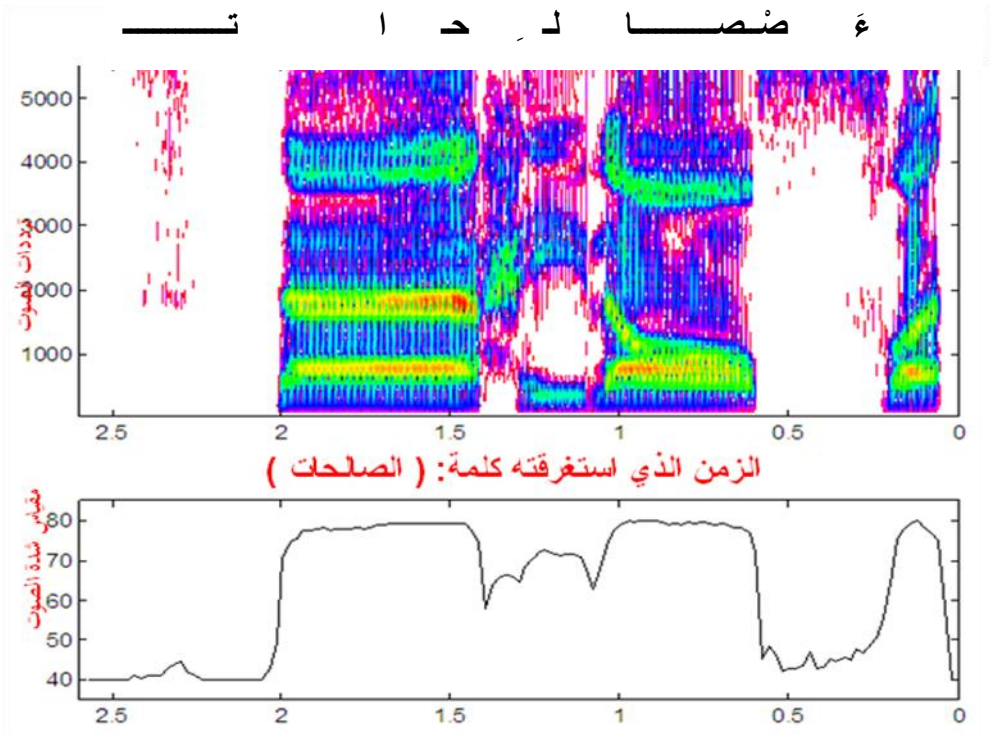
- أن الدراسات الصَّوتية الحديثة تستخدم هذا التحليل للاستدلال به[18].
- أنه يستطيع أن يظهر الحروف بوضوح، وخاصَّة الحركات وحروف المدّ على شاشة المرسم الطيفي.
- اختبار الحروف طيفياً من حيث الجهر والهمس من خلال نطق مجيدي القراءة القرآنيَّة، حيث يظهر أثر ذبذبة الوترين الصَّوتيين في الحرف الصحيح المجهور على هيئة خط عريض في أسفل المرسم الطَّيفيّ. ويظهر النَّفس في الحرف المهموس على هيئة تشويش. ويظهر الجزء غير المجهور وغير المهموس على هيئة فراغ تنعدم فيه أي إشارة صوتية.
- يمتاز هذا التحليل بقدرته على عرض صورة طيفية للعيِّنة المراد اختبارها، وتحديد أجزائها، وسماع أيّ جزء منها، ومن ثمَّ تحليلها. وكذلك يقوم بعرض مقياس للطاقة الصَّوتية (Intensity)، فكلمة (ذَهَبَ) مثلاً تستطيع بواسطة التحليل أن تُحدِّد مكان (الذال)، وتسمعها، وتحسب زمن بداية صوتها ونهايته. مع تحليلات أخرى تطلبها حسب الغرض كحساب ترددات الحزم المكونة والشدة. وهكذا يتمّ التعامل مع باقي أجزاء الكلمة.
- يمكن أن يستفاد من هذا الجهازِ في عمليةِ المقارنات النطقيَّة بين المتعلِّم والمعلِّم حيث يُبيِّن المعلِّمُ خطأ المتعلِّم من خلال الصورة الطيفيَّةِ المرئية، ويَكشِفُ له موضعَ الخللِ، كعاملٍ مساعدٍ للمشافهةِ في رَصْدِ الأخطاء. وهذا له فائدةٌ كبيرة، وخاصَّةً في تعليم التجويد للناطقين بغير العربية.
- يُستفادُ من هذا الجهازِ أيضاً في قياس زمنِ أصواتِ الحروف، وكذلك زمن المدود بالثانية وأجزاء الثانية ممَّا يُعطي مقاييس ثابتة دقيقة موثَّقة كعاملٍ مساعدٍ في تقدير المدود والتي تعتمد أيضاً على سرعة القارئ.
- فكرة التحليل الطيفي تقوم على أن الصوتَ الذي تستطيع الأذُن البشرية سماعَه يتكون من مجموعة تردُّدات مختلفة تتراوح بين 20 – 20,000 ذبذبة/ ثانية، وإنَّ توزيع الطاقة الصوتية على هذه الترددات المختلفة عند لحظة مَّا من الزمن يختلف بحسب الصوت المنطوق في تلك اللحظة. والرَّسمُ الطيفيُّ هو تمثيلٌ مرئيٌّ لتوزيع الطاقة الصَّوتية على التردُّدات المختلفة في زمن النطق. وتُمثَّلُ الطاقةُ الصوتية في الكلمة المختارة بمناطقَ سوداء تتناسَبُ شدَّةُ سوادها مع كمِّية الطاقة، فالمناطقُ الشديدة السواد- تدلُّ على وجود طاقة صوتيةٍ عاليةٍ عند تردُّدٍ مّا في زمنٍ مّا. والمناطقُ الرَّمادية تدلُّ على وجودِ طاقةٍ صوتية منخفضة. والفراغاتُ تدلُّ على عدمِ وجودِ طاقةٍ، أو وجود طاقة صوتية منخفضةٍ جداً أقلّ من الحساسية المختارة للجهاز، حيث إن هناك حَداً أدنى للطاقة يمكن أن يَظهَر في الطيف.
- وإذا كانت الدراساتُ الصَّوتيةُ قد استخدمت في الصورةِ الطَّيفية تدرُّجاتِ الألوان من الأبيضِ إلى الأسود فإنه مع تقدُّم البحوث الصَّوتية أمكن لعلماء الصَّوتيات أن يزيدوا من تدرجات الألوان (من الأبيض إلى الأحمر). فإذا أردنا أن نَعرِضَ صورةً طيفيةً ملوَّنةً ساعَدَتنا هذه الصورةُ الطيفية على التعرُّف على أشياء لم تكن واضحةً تماماً في الأبيض والأسود، منها: وضوحُ المناطق ذات الطاقة الصَّوتية المنخفضة جداً، ومنها معرفة المواضع التي تَميَّز بها مقطعٌ من الكلمة عن غيرِه من مُجاوِريه، وذلك بملاحَظةِ المناطق

التي زادت فيها الطاقة الصَّوتية، وهذا يساعد الباحثين الصَّوتيين في الكشفِ عن خصائصِ المتكلِّم، وتحديد درجاتِ النَّبر، يعني الضغطَ على مقطعٍ من مقاطع الكلمة دون غيره، والذي يختلِفُ من شخصٍ لآخَر بحسب بيئته ومحيطه اللغويّ. تُسَمَّى الشرائطُ الأفقيةُ الخضراءُ المصفرَّةُ الحزمَ، أو المكوِّنات، أو المعالِمَ، وهي ترجماتٌ للمصطلح الأجنبيّ (Formant).

- تُبيِّنُ الصورة (16) الصورةَ الطيفيَّة للكلمة القرآنية: ﴿الصَّالِحَات﴾، حيث يُمثِّلُ المحورُ الأفقيُّ زمنَ العبارة المنطوقة، ويُمثِّلُ المحورُ الرأسيُّ التردُّداتِ التي يَدخُلُ في نطاقها صوتُ العبارة المنطوقة (من صفر إلى 5000 ذبذبة/ ثانية تقريبا).
- من المعلوم قديماً وحديثاً أنَّ الحركاتِ وحروفَ المدّ هي أوضحُ الأصوات في السَّمع، ولذلك كان من الطبيعيّ أن تحتوي على أعلى طاقة صوتية، ويمكن ملاحظةُ ذلك على الصورة (16) حيث يبين فتحة الهمزة، وألفَي المدِّ في صاوحا.
- تمتلك كلُّ حركة من الحركات وحروف المدّ حزماً مكونةً تُحدِّدُها وتُميِّزُها عن غيرها من الحركات الأخرى. وقد تحتوي بعضُ الأصوات الأخرى على حزمٍ شبيهة بتلك التي في الحركات الصورة (16) اللام. هذا شرح مبسَّط جداً للتحليل الطيفيّ للصَّوت.

الصورة (15)

جهاز التحليل الطيفي



الصورة (16)

التحليل الطيفي لكلمة (الصالحات)

الخاتمة وأهم النتائج

هذه أمثلةٌ بسيطةٌ لِما يُمْكِنُ أن تُقدِّمَه الأجهزة الصوتيَّة الحديثة في خدمة علمَي التجويد والأصوات، وقد خرج البحث بالنتائج الآتية:

1. أن الأجهزة الصوتية الحديثة تقدِّم خدمةٌ جليلةٌ لعلمَي التجويد والأصوات في إثْرَاء مباحثهما والنُّهوضِ بمستواهما ليواكِبا تطوراتِ هذا العصر.
2. أنَّ الاستعانة بالأجهزة الصوتية الحديثة يُحقِّقُ التواصُلَ التاريخيَّ بين الماضي والحاضر بقالَبٍ عربيٍّ إسلاميٍّ له شخصيَّتُه وهويَّته الأصيلة المستقلَّة.
3. أن الاستعانة بالأجهزة الصوتية الحديثة يساعد في الكشف عن مخارج الأصوات وصفاتهما وتحقيق كلام الأوائل من علماء العربية والتجويد وتقييم معارفهم الصوتية.

توصيات البحث:

1. إنشاء معامل صوتيةً حديثةً على غرار معامل تعليم اللُّغات الأجنبيَّة يكونُ من أهدافِها النُّهوضُ بمستوى مدرِّسي القرآن الكريم، وتثقيفُهم صوتياً وتجويدياً حتى يكونوا على بيِّنة فيما يقولون ويُعلِّمون.
2. تدريب طلاب الدراسات العليا على هذه الأجهزة وتوجيههم لدراسة قضايا تتعلَّق بالأداء القرآني واختبارها معملياً بواسطة هذه الأجهزة.

إنَّه لو هيِّئ ذلك لقرَّاء القرآن الكريم لقدَّموا خدمة جليلةً لا تنساها لهم الأجيالُ في وضع معايير قياسية لعلم التجويد وتحديثِه وتثبيتِ أركانه، كما أنَّ هذه الثقافةَ الصوتيةَ الحديثةَ تُساعِدُ القرَّاءَ في صدِّ هجماتِ المشكِّكين في النَّقل الصوتيِّ للقرآن المجيد الذي تعهَّده الله بالحفظ في قوله تعالى: ﴿إِنَّا نَحْنُ نَزَّلْنا الذِّكْرَ وَإِنَّا لَه لَحَافِظُونَ﴾.

الهوامش

(1) العلوم النقليَّة: علم التفسير، وعلم القراءات، وعلم الحديث، والفقه، وعلم الكلام، والنحو، واللغة، والأدب.
انظر: الخوارزميّ، م. (1411هـ= 1991م)، مفاتيح العلوم. ط1 بيروت: دار المناهل. ص13. وحسن، ح. (1964م)، تاريخ الإسلام السياسي والديني والثقافي والاجتماعي. ط7 بيروت: دار إحياء التراث العربي. مج 2/ 323.

(2) الفارابي، م. الموسيقى الكبير، تحقيق: غطاس عبد الملك خشبه، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر. ص214.

(3) الفارابي، م. الموسيقى الكبير، تحقيق: غطاس عبد الملك خشبه، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر. ص112 – 113.

(4) الشيباني، خ. (1416هـ= 1996م)، الفيزياء للأدباء، ط1: الدار السعودية للنشر والتوزيع. ص227.

(5) الفارابي، م. الموسيقى الكبير، تحقيق: غطاس عبد الملك خشبه، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر. ص62.

(6) سعران، م. علم اللُّغة مقدمة للقارئ العربيّ، بيروت: دار النهضة العربية. ص58 وما بعدها.

(7) الفارابي، م. الموسيقى الكبير، تحقيق: غطاس عبد الملك خشبه، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر. ص1075.

(8) الفارابي، م. الموسيقى الكبير، تحقيق: غطاس عبد الملك خشبه، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر. ص1073.

(9) موقع: (http://www.islamset.com) على الإنترنت، فيه مقالة للدكتور مصطفى أحمد شحاته عن الحنجرة وأمراضها في الطبِّ الإسلاميّ.

(10) ابن سينا، ح. (1352م)، رسالة أسباب حدوث الحروف، نسخه وصححه محب الدين الخطيب، ط2 القاهرة: المطبعة السلفية. ص90 و 123.

(11) هذه الرسومات مأخوذة من بحث قدمه الدكتور غانم قدوري الحمد بعنوان (استخدام صورة آلة النطق ومخارج الحروف في تعليم قواعد التلاوة) ضمن أعمال الندوة التي قدمها مجمع الملك فهد لطباعة المصحف الشريف 2009م.

(12) الهمذاني، ح. (1420هـ= 2000م)، التمهيد في معرفة التجويد، تحقيق: غانم قدوري الحمد، ط1 الأردن: دار عمار. ص161.

(13) الأنباري أبو البركات (ت 577هـ). الإنصاف في حل مسائل الخلاف بين النحويِّين: البصريِّين والكوفيِّين، تحقيق محمد محي الدين عبد الحميد، دار إحياء التراث العربي، 2/ 742.

(14) سيبويه، ع. (1403هـ= 1983م)، كتاب سيبويه، تحقيق: عبد السلام هارون، ط3 بيروت: عالم الكتب. مج 4/465.

(15) انظر: أنيس، إ. (1981م)، الأصوات اللغوية، ط6، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية ص20. وحسان، ت. (1400هـ– 1979م)، مناهج البحث في اللغة، الدار البيضاء: دار الثقافة. ص114. وسعران، م. علم اللُّغة "مقدمة للقارئ العربيّ"، بيروت: دار النهضة العربية. ص142 و151 و152. وبشر. ك. (1980م)، الأصوات، ط7، القاهرة: دار المعارف، ص87–88. وأيوب، ع. (1984م)، الكلام إنتاجه وتحليله، ط1، مطبوعات جامعة الكويت. ص64.

(16) هذه التجارب على هذا الجهاز، قام بها الباحث وحده. فلا تعدُّ نتائجها معياراً قياسياً، لكن يستأنس بها، والذي روى حجةٌ على من لم يرو من الذين يكتفون بالتنظير للأصوات دون تجريبها.

(17) سيبويه، ع. (1403هـ= 1983م)، كتاب سيبويه، تحقيق: عبد السلام هارون، ط3 بيروت: عالم الكتب. مج 4/465. مج4/ 436.

(18) انظر: عمر، أ. (1411هـ– 1911م)، دراسة الصوت اللغوي، القاهرة: عالم الكتب. ص19، وأيوب، ع. (1984م)، الكلام إنتاجه وتحليله، ط1، مطبوعات جامعة الكويت. ص267. ومصلوح، س. (1400هـ– 1980م)، دراسة السمع والكلام، القاهرة: عالم الكتب. ص261.

المصادر والمراجع

ابن سينا، ح. (1352م)، رسالة أسباب حدوث الحروف، نسخه وصححه محب الدين الخطيب، ط2 القاهرة: المطبعة السلفية.

أعمال الندوة التي قدمها مجمع الملك فهد لطباعة المصحف الشريف 2009م.

الأنباري أبو البركات (ت 577هـ). الإنصاف في حل مسائل الخلاف بين النحويِّين: البصريِّين والكوفيِّين، تحقيق محمد محي الدين عبد الحميد، دار إحياء التراث العربي.

أنيس، إ. (1981م)، الأصوات اللغوية، ط6، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

أيوب، ع. (1984م)، الكلام إنتاجه وتحليله، ط1، مطبوعات جامعة الكويت.

بشر. ك. (1980 م)، الأصوات، ط7، القاهرة: دار المعارف.

حسان، ت. (1400هـ– 1979م)، مناهج البحث في اللغة، الدار البيضاء: دار الثقافة.

حسن، ح. (1964م)، تاريخ الإسلام السياسي والديني والثقافي والاجتماعي. ط7 بيروت: دار إحياء التراث العربي.

الخوارزميّ، م. (1411هـ= 1991م)، مفاتيح العلوم. ط1 بيروت: دار المناهل.
سعران، م. علم اللُّغة "مقدمة للقارئ العربيّ"، بيروت: دار النهضة العربية.
سيبويه، ع. (1403هـ= 1983م)، كتاب سيبويه، تحقيق: عبد السلام هارون، ط3 بيروت: عالم الكتب.
الشيباني، خ. (1416هـ= 1996م)، الفيزياء للأدباء، ط1: الدار السعودية للنشر والتوزيع.
عمر، أ. (1411هـ- 1911م)، دراسة الصوت اللغوي، القاهرة: عالم الكتب.
الفارابي، م. الموسيقى الكبير، تحقيق: غطاس عبد الملك خشبه، القاهرة: دار الكتاب العربي للطباعة والنشر.
مصلوح، س. (1400هـ- 1980م)، دراسة السمع والكلام، القاهرة: عالم الكتب.
موقع: (http://www.islamset.com) على الإنترنت، فيه مقالة للدكتور مصطفى أحمد شحاته عن الحنجرة وأمراضها في الطبِّ الإسلاميّ.
الهمذاني، ح. (1420هـ= 2000م)، التمهيد في معرفة التجويد، تحقيق: غانم قدوري الحمد، ط1 الأردن: دار عمار.

The Usage of Laboratories and Acoustic Devices and their Impact on Serving the Science of Tajweed
"An Analytical Laboratory Study"

Adel Ibrahim Abushaar*

ABSTRACT

This study addresses the most important, specialized acoustic devices that apply computerized technology in the educational process of the Qur'an. Utilized for medical and acoustic purposes, some of these devices are used to treat speech and language defects such as excessive nasality and pronunciation difficulties that occur in some people, while other such devices are used to improve and perfect vocalization. This latter function is what concerns the study, which consists of an introduction, six sections, and a conclusion.

Keywords: Tajweed, Phonetics, Acoustic Devices.

* Department of Qur'anic Recitals and Studies, The World Islamic Sciences and Education University, Jordan. Received on 3/12/2015 and Accepted for Publication on 6/2/2016.