

دراسة بينية في علم الصوت اللغوي وعلم الفيزياء

نادية شارف¹

¹جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان - الجزائر -

sabrineleterature@gmail.com

سميرة شارف²

²المركز الجامعي مغنية - الجزائر -

samiraarabiya@gmail.com

تاريخ الإرسال : 2021/08/11 تاريخ القبول : 2021/08/18

ملخص:

يتميز عصرنا الحالي بانفتاح العلوم وتضافرها بعد أن سيطرت النزعة التخصصية عقودا طويلة في البحوث العلمية والإنسانية والاجتماعية، فلم نعد نتحدث عن التخصصات المنعزلة الضيقة، وأضحى كل تخصص مرتبط بشبكة من المعارف والعلوم المحيطة به، سواء في بناء المفاهيم أو في بناء موضوع العلم نفسه، إيماناً بالفائدة المعرفية التي يمكن أن تتحقق بانفتاح العلم وتفاعله مع غيره من العلوم، وأصبح رسم حدود للعلوم من الأمور المستعصية، بل إن التخصص الواحد يتمظهر في وجوه عديدة نتيجة التخصصات المختلفة التي تتجاذبه، وعليه اخترنا جانبا من هذه التخصصات، فكانت فكرة الدراسة بعنوان: "دراسة بينية في علم الصوت اللغوي وعلم الفيزياء" المهدف منها التأكيد على العلاقة بين علم الأصوات اللغوية وعلم الفيزياء، وذلك بإخضاع أصوات اللغة إلى البرامج الإلكترونية والأجهزة الصوتية والرقمية الحديثة من أجل إبراز دلالتها في السياق اللغوي، وكذا وضوحه السمعي.

الكلمات المفتاحية: اللغة العربية، علم الأصوات، علم الأصوات المخبري، علم الفيزياء، الدراسة البينية.

* المؤلف المرسل: نادية شارف، الايميل: sabrineleterature@gmail.com

مقدمة:

تعدّ اللّغة العربيّة اللّغة الخالدة التي كتب الله لها الصّمود والبقاء على مرّ العصور، رغم كلّ الصّعاب التي واجهتها، بما نزل القرآن الكريم، فالتقى العربيّ بفصاحته، والأعجميّ بعجمته حول هذا الكتاب العظيم لحفظه وتلاوته، فاختلفت الألسن وظهر اللّحن، لذا قام الغيورون على اللّغة العربيّة بوضع ضوابط تحمي هذه اللّغة وتحفظها من الزلّل والخطأ.

كانت البدايات الأولى بوضع نقط الإعراب للقرآن الكريم، ثم توالى بعدها الجهود اللّغويّة القديمة بجميع جوانبها ومستوياتها المختلفة؛ الصّوتيّ، الصّريّ، النّحويّ، والدّلاليّ، فتداخلت مواضيعها بعضها بعضاً، فالمستوى الصّوتيّ أوّل هذه المستويات؛ إذ لم تظهر ملامحه واضحة جليّة إلّا في بداية القرن الرّابع الهجريّ على يد علماء من أمثال ابن جنيّ، الذي حظي الدّرس الصّوتيّ عنده باهتمام بالغ، حيث إنّ كتابه: "سرّ صناعة الإعراب"، أوّل مؤلّف متخصص في علم الأصوات، ثمّ اهتمّ علماء آخرون بهذا العلم، كونه يرتبط أكثر بعلم التّجويد بوصفه علماً صوتياً في أصوله وفروعه وقواعده.

وبالرّغم من الجهود الجبّارة في الدّراسات الصّوتيّة عند القدماء الذين خلفوا لنا تراثاً هائلاً يتمثّل في مسائل لغويّة كثيرة، إلّا أنّ بعضاً منها بقي على ما هو عليه حتّى العصر الحديث وظهور الثّورة التّكنولوجيّة عند الغرب، أين اكتشفت المخابر الصّوتيّة، والبرامج الحاسوبية، حينئذ تمكّن العلماء من الاهتمام بهذه المسائل، وبالتّالي دراسة الأصوات دراسة علميّة مخبريّة بابتكار برامج حاسوبية واختراع آلات تختصر العمل والزمن وتوسع مجالات دراسة اللّغة، وتضمن النتائج .

وعليه فإنّ البحث يهدف إلى إبراز العلاقة القائمة بين علمي الصوت والفيزياء، وتتمين دراسات علماء اللّغة القدامى بطريقة حديثة ودقيقة في مجالات جديدة لمواكبة التطورات العصرية الحديثة كالبصمة الصوتية وفك قضايا الإحرام ومجالات التكنولوجيا التي لها علاقة باللّغة.

فكانت الإشكالات كالآتي:

1. ما العلاقة القائمة بين الصّوت اللّغويّ والفيزياء؟
2. كيف استفاد علماء الأصوات العرب المحدثون من علم الفيزياء؟
وبناء عليه سنتطرق للفرضيات الآتية:
1. تعدّ اللّغة العربيّة غنية بخصائص كثيرة مما جعلها تفتح عدّة مجالات حديثة.

2. وجود علاقة بين علمي الأصوات والفيزياء.
 3. نتج عن توسع دائرة البحث في اللغة مفاهيم ومصطلحات جديدة.
 4. نتوصل بالدراسة المخبرية إلى نتائج دقيقة وثابتة وواضحة.
- ونظرا لطبيعة الموضوع، فإنه يقتضي المنهج الوصفي التحليلي بغية تحقيق الأهداف السالفة الذكر.

أولا: تعريف علم الأصوات اللغوية:

تعددت تعريفات علم الأصوات في الدراسات اللغوية الحديثة والمعاصرة، ومن بين هذه التعريفات: تعريف عبد القادر عبد الجليل الذي عدّه «أحد فروع علم اللسانيات، يهتم بدراسة الصوت الإنساني ابتداء من حالته المادية (شحنة هوائية داخل الرئتين)، حتى تشكيله وإنتاجه على هيئة أصوات مميزة.» (الجليل، صفحة 164)، وعرفه كل من "ماريوباي" و"فرنك غينور" بأنه «علم دراسة وتحليل وتصنيف الأصوات، متضمنا دراسة إنتاجها وانتقالها وإدراكها.» (القماطي، 1986م، صفحة 14).

يتضح من هذين التعريفين أنّ علماء الأصوات يهتمون بدراسة ما يلي:

❖ مخارج الأصوات: أي تحديد منطقة كل صوت على جهاز النطق، ويسمونها بحسب مخارجها، فيقال: هذا صوت لثوي، وذاك أسناني، وآخر شفوي.

❖ صفات الأصوات: وهنا يقوم علماء اللغة بوصف الصوت بناء على ملاحظة طريقة احتكاك الهواء بعضلات جهاز النطق، وتغير طريقة النطق (طريقة احتكاك الهواء وطريقة وضع العضو الناطق) وفي نفس المخارج، ويؤدّي ذلك إلى أن يتّصف الصوت بسمات مختلفة، تحدّد صفاته النطقية، فيقال: هذا صوت مهموس، وذاك مجهور، وآخر شديد ...

❖ الجانب الفيزيائي الأكوستيكي للصوت: أين يتمّ دراسة الصوت اللغويّ دراسة فيزيائية انطلاقا من إنتاجه ثمّ انتقاله عبر موجات فيزيائية ليصل إلى أذن السامع.

لدراسة مخارج الأصوات اللغوية ومعرفة صفاتها أهمية كبرى وغاية عظمى، حيث كان لعلماء اللغة العربية المتقدمين وعلماء القراءة والتجويد عناية كبيرة بهذه الدراسة، لأنهم يعدونها من أهمّ الدراسات التي

ينبغي عليها النطق، وتصحيح القراءة؛ إذ إنّ ضبط الأداء وإخراج كلّ صوت من مخرجه الصحيح هو الأساس، فمن أتقن صنعة مخارج الأصوات وصفاتها نطق بأفصح الكلام. ونظراً لأهمية دراسة مخارج الأصوات وصفاتها على مرّ القرون، ألف علماء العربيّة والقراءات والتجويد والأصوات المؤلّفات، وصنّفوا المصنّفات، وكتبوا الكثير من النّشرات والدروس، ولم يقفوا في دراستها عند حدّ معيّن، بل معرفة مواضع نشوئها وتمايزها عن غيرها في التّجاوز والتّقارب، وذلك لتجنّب الخطأ في نطقها. قال أبو عمرو الدّاني (ت: 444 هـ): «اعلموا أنّ قطب التجويد، وملاك التحقيق معرفة مخارج الحروف وصفاتها التي ينفصل بعضها من بعض وإنّ اشتركت في المخرج.» (الدّاني، 2000م، صفحة 102).

فالّداني يعدّ المعرفة التّامة بمخارج الحروف، وصفاتها التي تتمايز بها أصوات الحروف رغم اشتراك الحرف الواحد مع غيره في المخرج، هو الرّكيزة المثلى والأهم قبل الشّروع بدراسة أصول وقواعد التجويد، وتحقيق النّطق بحروف اللّغة العربيّة، ثمّ جاءت الدّراسات الحديثة بوسائلها التّقنيّة المختلفة وبرامجها التّكنولوجيّة لتدرس الصّوت اللّغويّ دراسة فيزيائيّة تتسم بالدقّة، مستفيدة من علم الفيزياء بقوانينه ومصطلحاته.

ثانياً: علاقة علم الأصوات اللّغويّة بالعلوم الأخرى:

يتشابك علم الصّوت اللّغويّ مع غيره من العلوم كعلم الفيزياء، وعلم الطّب، ومعالجة عيوب النّطق، تعليم اللّغة لغير النّاطقين بها، تحليل الخطب السّياسيّة، فنّ الإلقاء، وسائل الاتّصال وأجهزة السّمع، علم الإجمام وبحوث البصمة الصّوتيّة، التّشريح، طبّ الأسنان،.. إلى غير ذلك. فالصّوت في حدّ ذاته ظاهرة فيزيائيّة، ويختلط بعلم وظائف الأعضاء، ذلك أنّ الصّوت الإنسانيّ يحتاج في تكوينه إلى الجهاز النّطقيّ، كما يحتاج في استقباله إلى الجهاز السّمعّي، ودراسة هذين الجهازين من مهام علم وظائف الأعضاء، كما أنّ لعلم الصّوت علاقة وطيدة بعلوم وفنون أخرى: كعلم التجويد والغناء والشّعر، والخطابة وعلوم الاتّصالات وغيرها، ولما كانت اللّغة في ذاتها عبارة عن أصوات، فإنّ معظم اضطرابات الكلام راجع في المقام الأوّل إلى اضطراب في الصّوت، سواء أكان هذا الاضطراب في تحديد مكان نطق الصّوت، أو في طبيعته نفسه، أو أن يكون الاضطراب في طلاقة الصّوت. (الضاهر، صفحة

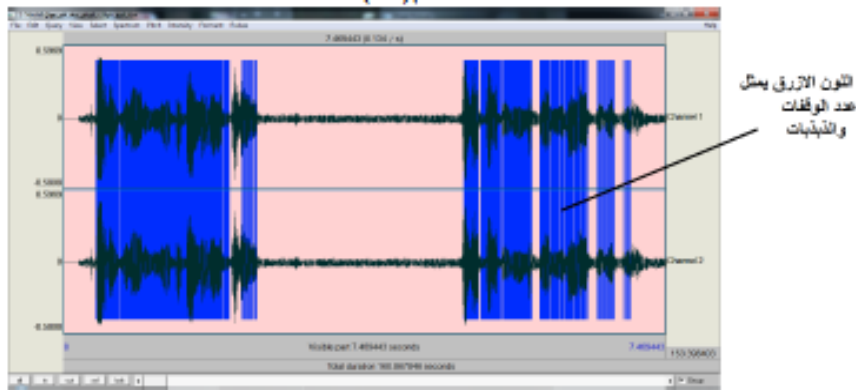
28). فهذا يوحي إلى تداخل علم الصّوت بعلم عيوب النّطق، وخاصّة إذا كان يمسّ الجانب المتعلّق بالفم (الأسنان، اللّثة، مرض في اللّهاة..)، فهذا من اختصاص طبّ الأسنان، ولهذا الجمع والتّسيق بين الاختصاصات الإنسانيّة والعلميّة تناسب في إطار مقارنة دجّية منسجمة، وتولّد عن جملة هذه التّخصّصات البيّنة مفاهيم ومصطلحات قريبة منها ومتقاطعة معها مثل (اللّسانيّات الطّبيّة، المظاهر الكلاميّة المرضيّة، عيوب النّطق، أمراض اللّغة..). (زهران، 1994م، صفحة 351)، ويتعلّق هذا بتناول الموضوع الواحد أو الظّاهرة الواحدة من أكثر من اختصاص فينظر إليه من زوايا متعدّدة، فكأنّ تخصّص يسلّط الضوء على زاوية مخصوصة، ويرجع بنا هذا الطرح إلى قرون مضت، فنقف على دراسات وأبحاث العالِم اللّغويّ والمتخصّص في مجال الطبّ "ابن سينا" في رسالته (أسباب حدوث الحروف)، حيث اعتنى بالجانب التّشريحّي، وخصّص له مبحثاً في تشريح الحنجرة واللّسان بالتّفصيل رابطاً بين إنتاج الأصوات وعمل أعضاء النطق فيها. (سينا، 1332م، صفحة 05)

ثالثاً: علم الصّوت اللّغويّ والفيزياء:

لعلّ الدّراسات الصّوتية لم تدخل في عداد البحوث العلميّة الدّقيقة إلّا في أواخر القرن الماضي أو قبل ذلك بقليل، وحينما اتّضحت قسّمات الدّراسات اللّغوية بعامة وتحدّدت معالمها ورأى الباحثون ضرورة تفرّعها فروعاً مختلفة، يتناول كلّ منها جانباً من جوانب اللّغة، كان علم الأصوات واحداً من هذه الفروع (بشر، 2000م، صفحة 168)، بفضل فروع علم الأصوات أصبح بإمكاننا التّمييز بين الصّوتيات التّقليديّة التي اعتمدت الملاحظة الدّاتيّة والدّوق الفعليّ للأصوات والحدس في حكمها على الأصوات، والصّوتيات الحديثة التي استطاعت أن تقلّل من أثر تلك العوامل بمساعدة البرامج الإلكترونيّة المختلفة. (بيرش، 2008م، 2009م، صفحة 26)

اعتنى علماء اللّغة قديماً بأصوات العربيّة، فبيّنوا صفاتها ومخارجها، وتألّفها في أبنية الكلام العربيّ، حيث كان لهم بصر وبصيرة بصفات الأصوات العربيّة، وحسّ لغويّ مرهف في تحديد معظم الصّفات بدقّة ووضوح، وطريقة تصنيفهم للأصوات تعدّدت، فمن العلماء من قسّمها حسب المخرج، ومنهم من قسّمها حسب الاحتكاك في موضع النّطق، ومنهم من صنّفها حسب الصّفة، وذلك بوصفهم صفات الأصوات بكلّ اقتدار معتمدين على تدوّقهم اللّغة وإحساسهم الفطريّ بأصواتها، وقسّموا الأصوات إلى مجهورة

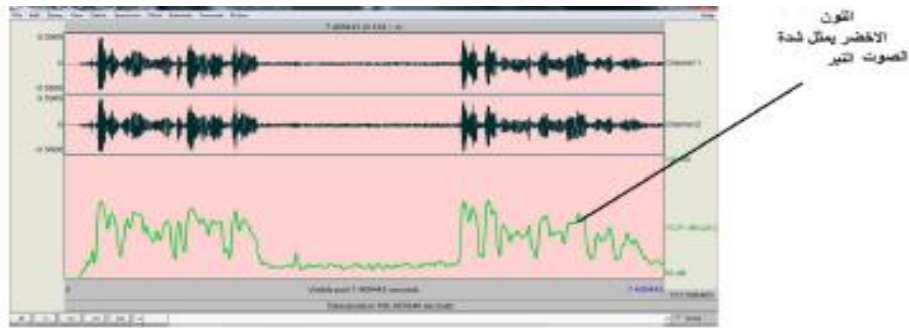
ومهموسة وشديدة... تقسيما دقيقا معتمدين فيه على مقياس تذبذب الوترين الصوتيين؛ حيث إن الهواء يسمح بالتأثير فيهما بالاهتزاز أثناء التطق بالصوت أو عدم اهتزازه (بشر، 2000م، صفحة 168)، وهذا التقسيم اتفق مع تقسيم المحدثين الذين استمروا في إنجازهم الصوتية معتمدين على العلوم الحديثة والتقنيات المتطورة، مبرزين خصائصه الفيزيائية، فالصوت اللغوي لا يختلف عن صوت آخر، فكلاهما يحملان تلك الخصائص، حيث يعرف الصوت فيزيائيا بأنه سلسلة لتغيرات الضغط في الوسط بين المرسل والمستقبل، فالصوت هو «اضطراب مادي في الهواء يتمثل في قوة أو ضعف سريعين للضغط المتحرك من المصدر في اتجاه الخارج، ثم في ضعف تدريجي إلى نقطة الزوال النهائي» (هلال، 1988م، صفحة 24)، فالمرسل عندما يبدأ عملية إصدار الصوت، فإن الصوت الخارج منه يقوم بالضغط على الهواء في شكل موجات متلاحقة تصطدم بالمستقبل، ميكروفون أو أذن مثلا، فتحدث عملية التخلخل التي تصاحب الضغط، وأكثر الأمور شيوعا لتمثيل ورصد معالم الصوت الحسية هو الرسم التذبذبي **Wave Form**، والذي غالبا ما يطلق عليه الشكل الموجي، ويمثل المحور الأفقي فيه محور الزمن وتتم قراءته من اليسار إلى اليمين، بينما يمثل المنحنى الرأسي قوة هذا الصوت في لحظة معينة، في الوقت الذي تظهر فيه عدد الترددات الذبذبية للحظة الواحدة على هيئة تتابع وتلاحق هذه الخطوط.



الشكل 01: يمثل مدة الذبذبات في الصوت بالثانية

فالصوت يُنظر إليه عادة على أنه عملية فيزيائية مادية تتكوّن من جزأين أساسيين:

- منتج حقيقي للصوت، وتمثله الأحبال الصوتية (Vocal Lips)
 - ومشكّل للصوت، وهو عبارة عن منتج مساعد، يقتصر دوره على إتمام عملية التوجيه واكتساب الصفات التمييزية، وتمثله باقي أعضاء التطق مثل: اللسان والشفاة والأسنان ... إلخ.
- يمكن وصف أيّ صوت بسيط وصفا كاملا عن طريق تحديد ثلاث خصائص: درجة الصوت، ارتفاع الصوت (أو كثافته)، جودة الصوت، وتتوافق هذه الخصائص تماما مع ثلاث خصائص فيزيائية: التردد، السعة، نمط الموجة، أما الصّوضاء فهي عبارة عن صوت معقد أو خليط من العديد من الترددات المختلفة التي لا يوجد تناغم صوتي بينها. (الدسوقي، الزغي، و رشوان عبد الرزاق، صفحة 04)



الشكل رقم 2 يمثل صورة طيفية لقياس شدة الصوت

ويعدّ جهاز المطياف (spectrograph) من أفضل الأجهزة التي خدمت الصوتيات الفيزيائية، إن لم يكن أفضلها على الإطلاق، فنظرا لموجات الصوت اللغويّ من النوع المركّب، فإنّ عرضها باستخدام جهاز عارض الذبذبات (الشكل موضح في الأعلى) لا يقدّم كلّ التفاصيل عن الموجة الصوتية، بينما يقدّم المطياف ثلاثة أبعاد للموجة المرسومة، وهي: التردد Frequency (هو عدد الذبذبات (أو الموجات) الكاملة في الثانية الواحدة، وحدة تردد الصوت هي هرتز Hertz) أو

Intensity: (هي قياس كمية الطاقة الصوتية لصوت ما بالنسبة HZ أو ذبذبة/ ثانية))، الشدة Intensity: (هي قياس كمية الطاقة الصوتية لصوت ما بالنسبة إلى كمية طاقة صوتية ثابتة تستخدم كمرجع، ويتم القياس بطريقة لوغاريتمية، وليست حسابية بسيطة، وتسمى وحدة شدة الصوت "الديسيبل" واختصارها dB)، الزمن: (هو زمن قياس موجات الصوت، ويقدر بالثانية، فكلما زاد الزمن زادت الموجات الصوتية (HZ / ثا))، وهذا يُعين الباحث في معرفة زمن الصوت، والتردد الأساس Fundamental Frequency ، والنطاق الرنيني: (هو تجويف فموي يتكوّن فيه الصوت عند النطق به.)، وشدته، ولذا فإنّ معظم دراسات أكوستيكية الصوت اللغويّ تعتمد على المطياف بشكل أو بآخر (الغامدي، صفحة 189)، لتحليل ومعالجة الموجات الصوتية – كما هو موضح في الصورة الطيفية لشدة الصوت في الشكل 02 ، فالموجات باللون الأخضر تمثل شدة الصوت.

نلاحظ أنّ هناك تداخلاً واضحاً بين علم الصوت والفيزياء، فقد اتّسعت مجالات الدراسة في اللغة العربية، وتنوّعت المفاهيم والمصطلحات، فمتطلّبات العصر واحتياجاته جعلت اللغة العربية تقتحم مجالات عديدة مثل الفيزياء.. وغيره، والصوت بوصفه اهتزازات تنتقل في الوسط المرن، يتجاذب فيه علماء من اختصاصات متعدّدة اللسانيات، ولكل مختصّ مجال بحث يشكّل منطلق دراسته، فاللساني يصرف اهتمامه لدراسة الاهتزازات التي ينشأ عنها إحساس بالسمع؛ أي التي تقع آثارها ضمن حدود قدرة الأذن البشرية على الإدراك، وبهذا يتحدّد مفهوم مصطلح Acoustique عند اللسانيين بالدراسة الفيزيائية للصوت الواقع في مجال السمع البشري. (كامل، العلوم وحياة الإنسان، صفحة 20)، أمّا علماء الفيزياء الأكوستيكية، فيوسعون دائرة اهتمامهم، لتشمل كامل الاهتزازات التي تحدث في أي وسط ماديّ، وليس الهواء فحسب، بما في ذلك ما يقع تحت أو فوق حساسية الأذن البشرية، وبذلك يصبح مصطلح الصوت عندهم مرتبطاً بمطلق حدوث اهتزازات في الوسط المرن، سواء ترتّب عن ذلك انطباع سمعيّ أم لا (كامل، العلوم وحياة الإنسان، صفحة 19) من هنا ندرك أنّ هذا التداخل بين العلوم ينتج عنه توسّع في الدراسات والأبحاث، فكان الرّهان على هذه التخصصات البيئية في قراءة مختلفة لعلوم اللغة، انطلاقاً من رؤية ترى أنّ التداخل بين المعارف يمكن من إثراء العلوم فيما بينها، ويمكن من الوصول إلى نتاج أعمق

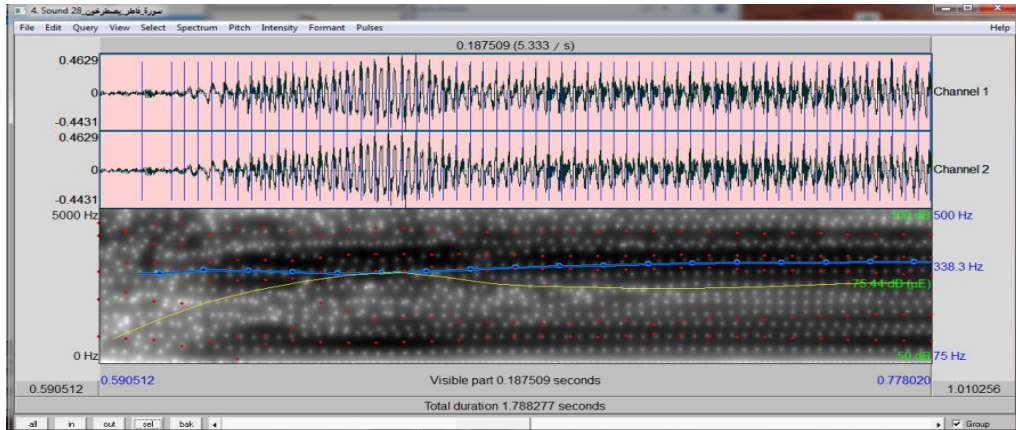
وأدقّ في قراءة العلوم الإنسانيّة بصورة عامّة، وهذا ما يفسّر التداخل بين علم الأصوات اللّغويّ وبين علم الفيزياء.

على سبيل التّوضيح نجد أنّ معدّل السّمع يختلف بين الكائنات الحيّة المختلفة، فيقع السّمع عند الأدميين عندما تصل ذبذبات ذات تردّد يقع بين (20) و(20.000) هيرتز (HZ) إلى الأذن الدّاخلية، وتصل هذه الذبذبات إلى الأذن الدّاخلية عندما تنتقل عبر الهواء، ويطلق علماء الفيزياء مصطلح الصّوت على الذبذبات المماثلة التي تحدث في السّوائل والمواد الصّلبة، وفي هذا الصدد يقول أحمد كامل: «أمّا الأصوات التي يزيد ترددها على (20.000) هرتز فتعرف بالموجات فوق الصّوتية، ويتعدّر على الأذن سماعها.» (كامل، صفحة 13) ويقول أيضا: «أمّا الأصوات ذات التردّد المنخفض أقل من 20 ذبذبة/ ثانية لا تستطيع الأذن الأدمية إدراكها أو التّأثر بها، وتعرف بالموجات تحت السّمعية.» (كامل، العلوم وحياة الإنسان، صفحة 14)، ويتنقل الصّوت طويلاً وعرضياً، وفي كلتا الحالتين، تنتقل الطّاقة الموجودة في حركة موجة الصّوت عبر الوسيط النّاقل، بينما لا يتحرّك أي جزء من هذا الوسيط النّاقل نفسه، ومثال على ذلك: إذا ربطت حبل بسارية من أحد طرفيه ثمّ جذب الطرف الثاني بحيث يكون مشدوداً ثمّ هزّ مرّة واحدة، عندئذٍ سوف تنتقل موجة من الحبل إلى السّارية ثمّ تنعكس وترجع إلى اليد، ولا يتحرّك أي جزء من الحبل طويلاً باتجاه السّارية، وإمّا يتحرّك كلّ جزء نال من الحبل عرضياً، ويسمّى هذا النوع من حركة الأمواج "الموجة العرضية"، وعلى نفس التّحو: إذا ألقيت صخرة في بركة مياه، فسوف تتحرّك سلسلة من الموجات العرضية من نقطة التّأثر، وإذا كان هنالك سدّادة من الفلين طافية بالقرب من نقطة التّأثر، فإنّها سوف تطفو وتنغمس ممّا يعني أنّها سوف تتحرّك عرضياً باتجاه حركة الموجة ولكنّها ستتحرك طويلاً حركة بسيطة جداً. (كامل، العلوم وحياة الإنسان، صفحة 15)، ومن ناحية أخرى، فإنّ الموجة الصّوتية هي موجة طولية، حيث إنّ طاقة حركة الموجة تنتشر إلى الخارج من مركز الاضطراب، فإنّ جزيئات الهواء المفردة التي تحمل الصّوت تتحرّك جيئة وذهاباً بنفس اتجاه حركة الموجة، ومن ثمّ فإنّ الموجة الصّوتية هي عبارة عن سلسلة من الضّغوط والخلخلات المتناوبة في الهواء، حيث يمرّ كلّ جزيء مفرد الطّاقة للجزيئات المجاورة، ولكن بعد مرور الموجة الصّوتية، يظلّ كلّ جزيء في نفس موقعه. (الدسوقي، الزغبي، و رشوان عبد الرزاق، صفحة 04).

ولو أخذنا الأصوات المجهورة وقمنا بوضعها على جهاز المطياف، لكانت تبدو أكثر تنظيماً، تبدو أعلى السلسلة (البقع المظلمة)، في الواقع على هيئة خطوط في وضع أفقي الشكل عبر الصورة الطيفية، وتمثل الحزم الذبذبات؛ حيث يعطي شكل الفم رنين الصوت حتماً تسمى (فورمانتس) (**formants**)، ويتم ترقيمها من الأسفل إلى الأعلى على هذا النحو: ح1، ح2، ح3، أو f_1, f_2, f_3, \dots ، وتختلف مواضع هذه الحزم باختلاف نوع الصوت المنطوق، ومن الممكن تحديدها بشكل تقريبي مع كل فونيم، f_1 يمثل مخرج الصوت من الحنجرة، و f_2 يمثل مخرج الصوت من الحلق، أما f_3 فيمثل مخرج الصوت من الفم، و f_4 يمثل مخرج الصوت من الشفة. (جاسم، صفحة 08)، إذن عند قياس شدة الصوت المجهور وتردده مثلاً، فإننا نحدد درجات هذه الحزم حسب مخرج كل واحدة منها وترددها ونتوصل إلى نتائج دقيقة، فهذه الحزم الصوتية والتي يطلق عليها **formants** أو المعالم الصوتية هي: الترددات أو مجموعات الترددات **groupe of frequency** التي تشكل نوع الصوت وتميزه عن الأصوات الأخرى ذات الأنواع المختلفة. (عمر، 1997م، صفحة 34)، فمثلاً، إذا قمنا بتحليل القيم الصوتية لصوت "الطاء" في كلمة "يصطرخون" في قوله تعالى: ﴿وَهُمْ يَصْطَرُخُونَ فِيهَا رَبَّنَا أَخْرِجْنَا نَعْمَلْ صِلْحًا غَيْرَ الَّذِي كُنَّا نَعْمَلُ﴾ سورة فاطر، الآية 37، نجد أن مادة (صرخ) في الآية الكريمة، هي الصرخة والصيحة الشديدة عند الفزع، والصراخ: الصوت الشديد (منظور، 2000م، صفحة 02)، فالفعل: "يصطرخون" يوحي بأن الصراخ بلغ ذروته، والاضطراب قد تجاوز مده، والصوت العالي الفظيع يصطدم بعضه ببعض، فلا أذن صاغية، ولا نجدة متوقعة، فقد وصل اليأس أقصاه، فالصراخ في شدة إطباقه وتراصف إيقاعه من توالي الصاد والطاء، وتقاطر الزاء والحاء، وترتم الواو والتون. (الصغير، 2000م، صفحة 166)، اصطرخ على وزن افتعل، «أبدلت التاء طاء لأجل الصاد الساكنة قبلها ومناسبتها في الاستعلاء والإطباق، وتوافق التاء في المخرج». (عيد، 2018م، صفحة 364)، فصيغة "اصطرخ" على وزن "افتعل" أي أصلها "اصترخ" وقد اجتمع فيها صوتان مهموسان، أحدهما الصاد (مطبق) والآخر التاء (شديد) ثم قلبت (التاء) إلى نظيرتها (الطاء) المطبقة، فالصوت الأول أثر في الثاني، فحدثت مماثلة تامة بين الصوتين، وهنا طلب التجدة بفزع، والاستعانة على الأمر أشبه بمعجزة، ذلك لأنها نتيجة خوف نازل وفزع متواصل. (الصغير، 2000م، صفحة 167)، شدة الحدث الذي

هم فيه أو بسببه يصطرخون أعطته أصواتا بما غلبت عليه من شدة واستعلاء تدلّ على شدة الموقف (الكريم، 2010م، صفحة 303)، وما اختيار الطاء رغم أنه صوت مهموس بدلا من التاء، إلا لأنها من مخرج التاء أولا، ولأنها توحى بالقوة والعنف، وتدللّ على التعبير عن التصادم والارتطام أثناء الصراخ ثانيا، وجاءت لتشديد وتوكيد الحدث دون فصل أو تراخ (الكريم، 2010م، صفحة 303).

يتبين لنا من تحليل صوت الطاء، أنه صوت مفخم، مستعل، مطبق، يمتلك قيمة تفخيمية ثابتة نتيجة التحرك اللساني المتمثل في الإطباق، حيث إنّ الصائت القصير (الفتحة) لا يمكنه أن ينتزع هذه القيمة التفخيمية، ذلك أنّ صفة التفخيم تميّزها عن صوت التاء، لذلك أبدلت بها للدلالة على الموقف.



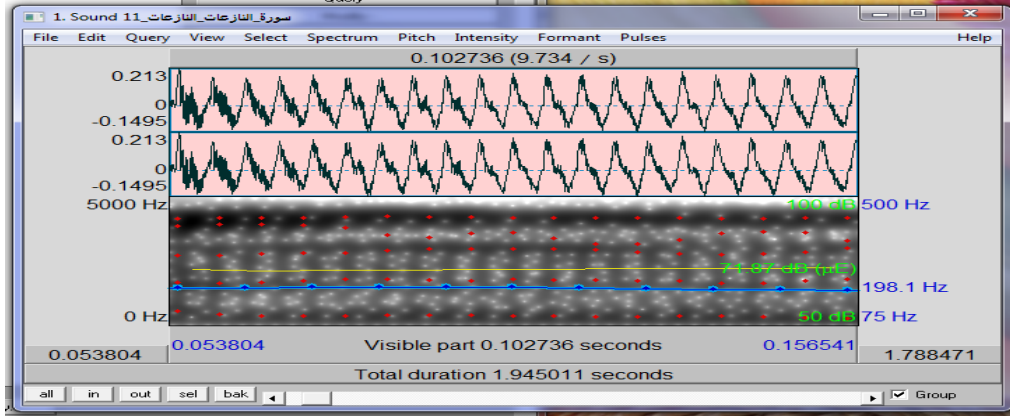
الشكل 1: صوت الطاء من كلمة "يصطرخون" سورة فاطر الآية 37

يتضح من الصورة الطيفية لصوت "الطاء" من كلمة "يصطرخون" من سورة فاطر، الآية 37، أنّ المكونات الصوتية المتمثلة في الحزم الصوتية تظهر كالاتي: $F1:758.994\text{HZ}$ ، $F2:1534.060\text{HZ}$ ، $F3:2985.374\text{HZ}$ ، فهذه المكونات الصوتية تخضع للفراغات الرنانة أو التجاويف (الحلق، الحنجرة، الفم، الأنف، الحنك الصلب) المتحكّمة في إنتاج الصوت. وقد بلغت شدتها بالتقريب نسبة عالية قدرت بـ: 75.432DB ، أما زمن نطق صوت الطاء فقدّر بـ: 0.187509 ث

نستقرئ من هذه القيم الصوتية لَصوت الطاء أنه صوت وقفي، تميّز بانخفاض معدّل تردّد المكوّنات الصوتية مقارنة بالصّاد الاستمراريّ، رغم أنّهما يشتركان في صفة الهمس، يقول في ذلك سمير إستيتية: «إنّ صفّي الجهر والوقفية تفقدان الصّوت جزءاً من طاقته ممّا يؤدي إلى انخفاض تردّداته.» (إستيتية، 2003م، صفحة 214)، إنّ هذه اللفظة (بصطرخون) جمعت من الأصوات التي فيها جهر وإطباق واستعلاء، لتوحي بتعالّي الأصوات باستمرارية وزيادة العذاب والرّعب على النّاس (الكريم، 2010م، صفحة 303)، يقول الله تعالى في كتابه العزيز: ﴿وَالنّزِعَاتِ غَرَقًا ۝١١ وَالنّشِطَاتِ نَشْطًا ۝٢١ وَالسّٰبِحَاتِ سَبْحًا﴾. سورة النّازعات، الآيات 1، 2، 3.

يستوقفنا هنا أمر، وهو تسمية السّورة بأول كلمة وردت فيها وهي "النّازعات" ومعنى النّازعات، الملائكة الذين ينزعون نفوس بني آدم، فإذا نزعوا نفس الكفّار، نزعوها بشدّة، وهو مأخوذ من قولهم: نزع في القوس فأغرق، يقال: أغرق النّازع في القوس إذا بلغ غاية المدى حتّى ينتهي إلى النّصل، فتقدير الآية: والنّازعات إغراقاً، والعرق والإغراق في اللّغة بمعنى واحد. (الرازي، 2004م، صفحة 28.27)

فلملاحظ في كلمة "النّازعات" أنّها اسم فاعل مشتقّ من الفعل "نزع"، وأنّ أصواتها مجهورة ما عدا "النّاء" فهو مهموس شديد، «فهذا التشكيل الصوتي لهذه الكلمة يؤكّد قوّة وشدّة نزع الرّوح من الكفّار، وما تكابده النّفس البشريّة من صراع عند خروج الرّوح منها.» (الكريم، 2010م، صفحة 293)، «فالنّزع الجذب بشدّة.» (الرازي، 2004م، صفحة 27) أمّا كلمة "غرقاً" فوردت "الرّاء" - وهو صوت مجهور تكراريّ- بعد صوت "الغين" المجهورة المفخّمة، ثمّ أتبعته بـ "القاف" الشّديدة الانفجارية المهموسة المتنوعة بالألف التي تمنح المقطع الصوتيّ طولاً وامتداداً إشارة إلى كيفية قبض أرواح الكفّار. (الكريم، 2010م، صفحة 293)، فالانتقال بالأصوات بين الجهر والانفجار والانتهاه بالهمس يتناسب مع صورة نزع الملائكة لأرواح الكفّار، وهذا ما أطلق عليه بالدلالة الصوتية، أو رمزية الألفاظ (الزبيدي، 1978م، صفحة 337) والوضوح السّمي في الأصوات المجهورة يكون أقوى منه في الأصوات المهموسة، وهذا ما أضفى سمة القوّة على كلمة "النّازعات".



الشكل 3: صوت النون من كلمة النازعات سورة النازعات الآية 1

يظهر من تحليل الصورة الطيفية لصوت "النون" المجهور، أنّ زمن أداء كلمة "النازعات" **1,9450** ثا، بينما يبلغ زمن نطق صوت "النون" بغمّة **0,86** ثا، أمّا زمن نطق النون ساكنا **0,0869** ثا، لأنّ الجهر يظهر في صوت النون من خلال النغمة الخيشومية، والتي يهتز لها الوتران الصوتيان، فبلغ التردد عندها: **F1:355,098HZ**، **F2:1705,48 HZ**، **F3:2829,586 HZ**، **F4:3536.142HZ** في حين تبلغ الشدّة الصوتية لها: **71,873 DB** وهذا ما أضفى صفة القوّة لكلمة "النازعات" والوضوح السمعي أقوى في الأصوات المجهورة منه في الأصوات المهموسة.

خاتمة:

- على عموم ما حاولنا الوقوف عليه في هذه الدراسة، نخلص إلى جملة من النتائج، أهمّها ما يلي:
- أثبتت الدراسات الحديثة وجود علاقة وطيدة بين علم الأصوات اللغوية وبين علوم عدّة في إطار ما يسمّى العلوم البيئية، كان أهمّها علم الفيزياء بقوانينه ووسائله ومصطلحاته.
- تداخل علم الأصوات بعلم الفيزياء أدخل الدراسات الصوتية الحديثة في عداد الدراسات العلمية الموضوعية والدقيقة.

● درس المحذون الصوت اللغوي باستعمال الأجهزة الحديثة، كي تكشف لهم الخصائص الفيزيائية لكل صوت، ففاسوا زمن نطق الصوت، وشدته، وتردده، ودرجته، فتوصلوا إلى نتائج تؤكد ما توصل إليه القدامى بالملاحظة، وليزيلوا بعض الغموض وهكذا أصبحت اللغة العربية تحظى بطابع علمي فيه ما يكفي من الدقة، لذلك نجد أحيانا تأثر بعض الأصوات المهموسة في الكلمة بالأصوات المفحمة أو المجهورة أو الشديدة التابعة لها، حيث يظهر ذلك جليا في الموجات الصوتية والحزم الصوتية الموجودة في الرسم الطيفي للصوت، مما يحمله شدة عالية ودرجة عالية، بالإضافة إلى أنه لا يعني اتصاف الأصوات في أصل نطقها أنها تحتفظ بقيمتها الصوتية في السياقات الصوتية كافة، بل إنها تتفاعل داخل التركيب فتؤثر وتتأثر مما يكسب اللفظ معاني دقيقة ومناسبة للموقف الكلامي.

● اهتمام علماء الصوتيات المحدثين بمتابعة التطور العلمي والتقني في مجال دراسة الأصوات، مكّنهم من الاستفادة من برامج الحاسوب الحديثة التي سهّلت لهم إنجاز الدراسة الفيزيائية للأصوات بالقليل من الجهد والتعب، والكثير من الدقة والفائدة، مما يتيح للباحث أن يعمل في بحثه في المخابر اللغوية، ويحقق نتائج مضمونة ودقيقة.

● اتسعت مجالات الدراسة في اللغة العربية، وتنوعت المفاهيم والمصطلحات، فمتطلبات العصر واحتياجاته جعلت اللغة العربية تقتحم هذه المجالات منها: معالجة عيوب النطق، تعليم اللغة لغير الناطقين بها، تحليل الخطب السياسية، فن الإلقاء، وسائل الاتصال وأجهزة السمع، علم الإجمام، اللسانيات الجنائية، وبحوث البصمة الصوتية، التشريح، طب الأسنان، الفيزياء.. إلى غير ذلك.

● تختلف الدراسة الفيزيائية للأصوات بحسب نطق الأشخاص للأصوات والزمن الذي يستغرقونه في نطقها، وإذا تحدثنا عن القرآن الكريم، فيكون بحسب تلاوة الشخص للآيات ودقته في أحكام تجويدها، فالوقت المستغرق مهم جدا، بالإضافة إلى عمر الشخص فالكبير ليس كالصغير والرجل ليس كالمرأة، والدليل على ذلك تفرّد كل شخص ببصمته الصوتية، كما يتفرّد ببصمة يده، وهذا ما أشارت إليه الدراسات العلمية.

● تداخل العلوم البينية فيما بينها ساهم في توليد مصطلحات علمية جديدة أو استعارة مصطلحات أخرى من علوم عدّة، كما ساهم في استحداث تخصصات عديدة اقتحمت الساحة العلمية، وتوسّعت دائرة البحث والدراسة، كما أدى هذا التداخل إلى تحديث مناهج البحث، فاللغة على سبيل المثال لا الحصر دخلت مجالات علمية بقوة بعد أن أصابها الفتنور في فترة لا بأس بها مضت، لدرجة أنها صارت محلّ

- تكوين وتحليل وتدقيق العديد من المجالات، فرجال الأمن مثلا يتم تدريبهم تدريباً مكثفاً على تحليل البصمة الصوتية انطلاقاً من معرفتهم الكافية للغة، لحلّ وفكّ جرائم عالمية كالإرهاب، القتل، الابتزاز، الانتحال... ● من بين المصطلحات التي استعارها علم الأصوات من علم الفيزياء ووظفها توظيفا جديداً: الشدّة، الموجات، الزمن، التردد، الحزم الصوتية، الهيرتز (HZ)، الديسيبال (DB)، الثانية... ● جهاز المطياف من أفضل الأجهزة الحديثة التي خدمت الدراسات الصوتية الأكوستيكية.

CONCLUSION

In general, we tried to stand on in this study and we conclude a number of results, the most important of which are the following:

- Modern studies have proven the existence of a strong relationship between linguistic phonology and several sciences within the framework of the so-called interdisciplinary sciences, the most important of which was physics with its laws, means and terminology

- The interference of phonology with physics introduces modern phonetic studies into the rank of objective and accurate scientific studies.

- The modernists studied the linguistic sound using modern devices, in order to reveal to them the physical characteristics of each sound, so they measured the sound's pronunciation time, intensity, frequency, and degree, they get results confirming what the ancients reached by observation, in order to remove some of the ambiguities, and thus the Arabic language has acquired a scientific character with sufficient accuracy, therefore, we sometimes find that the sounds interact within the language structure, and it was affected and affected, which gives the expression an accurate and appropriate meanings for the talking situation.

- The interest of modern phonetics scientists in following the scientific and technical development in the field of sound study, enabled them to benefit from modern computer programs that facilitated them to complete the physical study of sounds with little effort and pains, and a lot of accuracy and interest, which allows the researcher to work in his research in the linguistic laboratories, and realize guaranteed and accurate results.

- The fields of study in the Arabic language have expanded, and the concepts and terminology have diversified, so the requirements and needs of the era made the Arabic language enter these fields, including: Treatment of

speech defects, language teaching for non-native speakers, analysis of political speeches, art of speech, means of communication and hearing devices, criminology, criminal linguistics, voiceprint research, anatomy, dentistry, physics..etc.

- The physical study of sounds varies according to the sounds people's pronunciation and the time they take to pronounce them, and if we talk about the Noble Qur'an, it is accordingly to the person's recitation of the verses and his accuracy in the provisions of their reciting, so the time it takes is very important, in addition to the age of the person, the old person is not like the young and the man is not the same as the woman, and the evidence for this is the uniqueness of each person with his voice print, as well as the uniqueness of his handprint, and this is what the scientific studies have indicated.

- The interference of interdisciplinary sciences contributed to creating new scientific terms or borrowing other terms from several sciences, it also contributed to the creation of many specializations that stormed the scientific arena, and the circle of research and study had expanded, this interference led again to the modernization of research methods, so language, to name a few, entered scientific fields with strength after it declining for a good period of time, so that it has become the subject of formation, analysis and auditing of many fields, for example, security personnel are intensively trained to analyze the voice print based on their sufficient knowledge of the language, To solve and decode global crimes such as terrorism, murder, extortion and plagiarism...

- Among the terms that phonology borrowed from physics and use them in a new way are: Intensity, waves, time, frequency, sound packets, hertz (HZ), decibel (DB), second....

The spectrometer is one of the best modern devices that have served acoustic phonetics studies.

التوثيق:

1. ابن منظور. (2000م). لسان العرب. بيروت لبنان: دار صادر.
2. أبو عمرو عثمان بن سعيد الداني. (2000م). التحديد في الإتيان والتجويد. عمان.
3. أحمد راغب الدسوقي، أحمد الزغيبي، و محسن رشوان عبد الرزاق. فونولوجيا القرآن دراسة لأحكام التجويد في ضوء علم الأصوات الحديث. مصر: كلية الآداب عين شمس.
4. أحمد مختار عمر. (1997م). دراسة الصوت اللغوي. القاهرة: عالم الكتب.
5. حامد عبد الغفار هلال. (1988م). أصوات اللغة العربية. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
6. حامد ياسر الزبيدي. (1978م). الجرس والإيقاع في القرآن الكريم. مجلة آداب الرافدين جامعة الموصل. العراق: جامعة الموصل.
7. رضا بيرش. (2008م، 2009م). قضايا نقدية في الصوتيات العربية المعاصرة. باتنة.
8. زهراء جاسم. طريقة عمل برنامج برات وتحليل القصائد صوتيا ومخبريا. تأليف محمد زهراء جاسم (المحرر)، جامعة ذي قار. كلية الآداب قسم اللغة العربية ، مكتبة وملتقى علم الأصوات.
9. زهران البدر اوي. (1994م). في علم الأصوات اللغوية وعيوب النطق. القاهرة: دار المعارف.
10. سعد مصلوح. دراسة السمع والكلام. صوتيات اللغة من الإنتاج إلى الإدراك. عالم الكتب.
11. سمير شريف إستيتية. (2003م). الأصوات اللغوية. دار وائل للنشر.
12. عبد العظيم جمال عيد. (2018م). السهل في علم الصرف. مصر: الهيئة المصرية العامة للكتاب.
13. عبد الجليل عبد القادر. علم اللسانيات الحديثة. الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.
14. عبد الكريم ساجدة. (2010م). أثر الصوت اللغوي في توجيه الدلالة. دراسة أسلوية صوتية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، (صفحة 303).
15. علي الحسن بن عبد الله بن سينا. (1332م). أسباب حدوث الحروف. القاهرة، مصر: مطبعة المؤيد.
16. فخر الدين الرازي. (2004م). التفسير الكبير. بيروت: دار الكتب العلمية.
17. كمال بشر. (2000م). علم الأصوات اللغوية. مصر: دار غريب.
18. محمد أحمد كامل. العلوم وحياة الإنسان. مصر: نخضة مصر للطباعة والنشر.
19. محمد علي الصغير. (2000م). الصوت اللغوي في القرآن. بيروت: دار المؤرخ العربي.
20. محمد منصف القماطي. (1986م). الأصوات ووظائفها. ليبيا: منشورات جامعة الفتح.
21. محمد منصور الغامدي. الصوتيات العربية. مكتبة التوبة.

22. ندى بنت عبد الله الضاهر. (بلا تاريخ). علم الصوت وأثره في علاج اضطرابات الكلام. المؤتمر الدولي للغة العربية للدراسات البنائية .

Bibliography List :

1. Ibn Mandour (2000). Lisân al-Arab. Beirut, Lebanon: Sader House.
2. Abou Amrou Othmane Ben Said Ed-Dani (2000). Determination in Mastery and Reciting. Oman
3. Ahmed Ragheb Al-Dessouki, Ahmed Al-Zoghbi, and Abdelrazak Mohssen Rachwan. The phonology of the Qur'an Reciting Provisions study in the light of modern phonology. Ain Chams, Egypt.
4. Ahmed Mokhtar Omar (1997). The Linguistic Sound Study. Cairo: The world of books.
5. HAMED Hellal Abdelghaffar (1988). Arabic Language Sounds. Cairo: Anglo-Egyptian Library.
6. HAMED Yasser Ez-Zayedi (1978). Bell and rhythm in the Holy Quran. Al-Rafidain Literature Magazine. El-Mosul, page 337.
7. Reda Birech & Abdelkarim BOURENANE (2009). Critical issues in contemporary Arabic phonetics, Batna. Page 26.
8. Zahraa Djassim. Praat program Action. page 08.
9. Zahran El-Badrawi. (1994). In Linguistic phonology and articulation defects. Cairo: House of Knowledge
10. Saad Maslouh (2000). Hearing and Speech Study. The world of books.
11. Samir Charif Estitia. (2003). Linguistic sounds. Wael Publishing House.
12. AbdelAdim DJAMEL. (2018). Easy in morphology. Egypt. Egyptian General Book Authority.
13. Abdelkader Abdeldjalil. Modern Linguistics. Jordan: Safaa for Publishing and Distribution House.
14. Abdelkarim Sajida. (March 2010). The Impact of linguistic sound in directing the significance, a phonetic stylistic study. page 303.
15. Ali El- Hassan Ben Abdallah Ben Sina. (1332). The reasons for the occurrence of letters. Cairo, Egypt: Al-Moayad Press
16. Fakhreddine Al-Razi. (2004). The Great Explanation. Beirut: Scientific Books House.
17. Kamel Bachar (2000). Linguistic Phonology. Egypt: House of Gharib.

18. Mohammed Ahmed Kamel. Science and Human Life. Nahdat Misr for Printing and Publishing.
19. Mohammed Hocine Ali Es-Saghir. (2000). Linguistic Sound in the Holy Quran. Beirut: Arab Historian House.
20. Mohammed Monsif El-Kamati (1986). Sounds and its Functions. Libya: Al-Fath University Publications.
21. Mohammed Mansour El-Ghamedi. Arabic phonetics. El-Taouba Library.
22. Nada Bent Abdallah El-Dahir. 2015. Phonology and its impact on the treatment of speech disorders. International Conference on the Arabic Language for Interdisciplinarity, Cognitive Perspectives and Social Stakes. April 28th, 29th, 2015. Al-Madinah International University: Center for Arabic Language Studies and Literature.

Structure study in Phonology and Physics

Nadia Charef¹

¹ Abu bakr belkaid Universit-Tlemcen-Algeria

sabrineleterature@gmail.com

Samira Charef²

² U niversity Center Machnia - Algeria

samiraarabiya@gmail.com

Abstract:

Our current era is characterized by the openness and coordination of sciences, after the specialization trend was dominated for decades in scientific, human and social research, so we don't talk anymore about the limited isolated specializations, and each specialization became linked to a network of knowledge and to the sciences surrounding it, whether in constructing concepts or in constructing the subject of science itself, believing in the cognitive benefit that can be achieved by the openness of science and its interaction with other sciences, and drawing limits for the sciences has become one of the difficult matters, in fact, a single specialization appears in many faces as a result of the different specializations that attract it, accordingly, we chose a side of these specializations, and the idea of the study was entitled: "Interdisciplinarity in Phonetics and Physics," it aims to emphasize the relationship between phonology and physics, by subjecting the sounds of the language to modern electronic programs and audio and digital devices in order to highlight its significance in the linguistic context, as well as its audio clarity.

Keywords: Arabic language, phonology, laboratory phonology, physics, interdisciplinary study.