

الحركة والسكون في كلم اللغة العربية من المفاهيم التراثية إلى التطبيقات الآلية

عند عبد الرحمن الحاج صالح

آمال بلجودي *

جامعة عبد الرحمن ميرة ، amel.beldjoudi@univ-begaia.dz

مخبر التأويل وتحليل الخطاب

التشر: 2024/12/15

القبول: 2024/12/01

الإرسال: 2024/09/12

الملخص:

يسعى هذا البحث إلى محاولة إمادة اللثام حول العلاقة القائمة بين العلوم اللغوية النظرية، وتطبيقات اللسانيات الحاسوبية، وذلك من خلال تتبع الدراسة الصوتية للحرف العربي في حركته وسكونه، وبيان سبل التحليل اللغوي للصوت العربي من المنظور التراثي عند الخليل ابن أحمد الفراهيدي ومن تبعه من علماء اللغة؛ وأيضاً من الناحية التقنية التي تعنى بالتحليلات الآلية التي تختص بها علوم الرتاب؛ إذ تنعكس كل هذه الدراسة على التصور الذي طرحه وعالجه عبد الرحمن الحاج صالح من خلال بحثه المعمق في التراث اللغوي العربي ودمجه في علوم الآلة، ساعياً نحو بيان رياضية ومنطقية و مطواعية اللغة العربية وفق ما يعرف بتكنولوجيا اللغة.

الكلمات المفتاحية: الصوت اللغوي العربي؛ الحركة والسكون؛ التراث اللغوي؛ التحليل الآلي للصوت؛ عبد الرحمن الحاج صالح.

* المؤلف المرسل

El-Haraka and soukoun in the words of the Arabic language from traditional concepts to mechanical applications.

by Abdul Rahman Al-Hajj Saleh

Abstract: The summary of the article is not more than ten lines, in which the subject is determined, the problem and the objective, and the results in short. The summary of the article is not more than ten lines, in which the subject is determined, the problem and the objective, and the results in short.

Key words: Arabic-linguistic sound ; Haraka and soukoun ; Linguistic Heritage ; Automated analysis; Abdul Rahman Al Haj Saleh .

1- مقدمة:

حمل منهج النحاة العرب في تدوينهم للعلوم اللغوية الطابع العلمي والتفسيري ، الذي يحتكم إلى الملاحظة القوية و التفكير المنطقي ، خاصة فيما يتعلق بتفسير الظواهر الصوتية ، حيث اعتمدوا في ذلك على الاستقراء و الإحصاء ؛ إذ نجد في أعمال الخليل ابن أحمد الفراهيدي سواء في علم العروض ، أو في وضعه للبنات التي يقوم عليها الشعر العربي وضبطه للبحور الشعرية ، أم في دراسته المعمقة حول البنى اللغوية من صوت وصرف وتركيب... ، وأيضاً في اهتمامه لتتبع للصوت الذي يختص به الحرف أثناء حركته أو عند سكونه ، وكيف يؤثر على إنتاج لغة قابلة للاستعمال و محققة للفائدة التواصلية ؛ حيث اعتمدت كل هذه النتائج في تدريس قواعد اللغة العربية ؛ كما أثبتت بدورها الدراسات الحديثة اليوم أهمية البحوث التراثية في المجال اللغوي والتقني ، وضرورة استغلالها في النظم الآلية كونها تحمل الخصائص الرياضية التي تجعل منها لغة مطواعة في علوم الرتاب ؛ فقد سعت بحوث عبد الرحمن الحاج صالح إلى أهمية و ضرورة استغلال المخزون اللغوي التراثي في المعالجة الآلية للغة و الإحصاء و تخزين واسترجاع المعلومات .

نتوصل من خلال هذا الطرح إلى بناء التساؤل الآتي: كيف وصل الحاج صالح المفاهيم اللغوية التراثية بالبحوث التكنولوجية ؟ وما مدى فاعلية هذا التصور في العالم التقني اليوم ؟

1 مفهوم الحركة والسكون في الدرس الصوتي العربي:

1.1 معنى الصوت في اللغة:

يرتبط مصطلح اللغة بشكل عام بمفهوم الصوت ، حيث أجمع العديد من العلماء والدارسين على أن اللغة عبارة عن أصوات متتابعة تحدث وقعا في الأذن ، فيترجم بذلك الدماغ الصوت إلى معلومات وأفكار ، وبهذا تتيح هذه العملية سهولة التواصل والتعبير بين البشر ، وهذا ما نجده عند ابن جني الذي أقر أن طبيعة اللغة تتجسد في أنها أصوات تعبيرية ؛ يتضح إذن أن «الصوت ظاهرة طبيعية ، ندرك أثرها قبل أن ندرك كنهها ، فقد أثبت علماء الصوت بتجارب لا يتطرق إليها الشك ، أن كل صوت مسموع يلتزم وجود جسم يهتز على أن تلك الهزات قد لا تدرك بالعين أحيانا.... كما أن الهواء هو الوسط الذي تنتقل من خلاله الهزات من مصدر الصوت في شكل موجات حتى تصل إلى الأذن »¹.

فلا بد أن تتوفر مواد تساعد على إحداث هذا الصوت ، والمتمثلة في جهاز النطق ، و الهواء الذي في جريانه وانحباسه في الأوتار الصوتية يتحقق الحرف ، و الوسط الخارجي الناقل للذبذبات الصوتية المنطوقة والمتحولة إلى أصوات مسموعة تدركها أذن السامع.

تظهر جهود العرب القدامى في اهتمامهم بالصوت اللغوي العربي إثر تحديدهم وتقسيمهم للحروف حسب درجة قوتها وخفتانها ، فمنها المهجورة ومنها المهموسة ، وقد عني الخليل ابن أحمد الفراهيدي بتقسيمه للحروف وإدراكه لصفاتها بطريقة منطقية أعطت نفس النتائج في المخاير الصوتية اليوم، ما يدل على تمكن علماء التراث من الإحصاء الرياضي ، والتفسير العقلي والمنطقي للظواهر اللغوية ، والتي تستفيد منها —هذه الجهود- العلوم التقنية اليوم.

تعتبر خصائص الصوت أو الصفات المميزة للصوت ((The manner of articulation عن البصمة الصوتية والتي تتيح لنا المعرفة والتفريق بين أصوات الحروف المختلفة فتظهر بذلك أصوات الجهر أو تنعدم فتميز بذلك بين صوت الزاي المجهور و صوت السين المهموس ، فكل صوت إذن مرتبط بملامح تمييزية distinctive features تتيح التعرف عليه و استخراجها سماعا من بين سلسلة أصوات الحروف المختلفة².

و «الأصوات الساكنة المجهورة في اللغة العربية كما تبرهن عليها التجارب الحديثة ، هي ثلاثة عشر: ب ، ج ، د ، ذ ، ر ، ز ، ض ، ظ ، ع ، غ ، ل ، م ، ن ؛ يضاف إليها كل أصوات اللين ، بما فيها الواو والياء ، في حين المهموسة ، اثنا عشر وهي: ت ، ث ، ح ، خ ، س ، ش ، ص ، ط ، ف ، ق ، ك ، ه »³ ، وُجد هذا التقسيم منذ القدم نتيجة لتفسير كيفية جريان

الحرف في الجهاز النطقي ، والهيئة التي يتشكل عليها في اللسان ؛ يتحقق حرف الباء مثلا نتيجة اندفاع الهواء من الرئتين عبر القصبات الهوائية ، مما يحدث اهتزاز الوتران الصوتيان ، ثم ينحبس وينقطع جراء التقاء الشفتين ، فهذا الانقطاع يشكل حرف الباء. تتحقق إذن صفة الجهر في صوت الحرف جراء ارتفاع وانخفاض الوتران ، أما الهمس فهو عبارة عن هدوئهما وثباتهما ؛ ومنه يتضح أن خاصية الجهر والهمس تتحكم فيها حركة الوتران الصوتيان.

2-1 مفهوم الحركة :

أما مفهوم الحركة ، فيتعلق بالصوت الذي يتبع الحرف الصامت المنطوق ، وهي وحدة صوتية خاصة ، لها أوجه متعددة في النطق ، تتغير بتغير وضعية أعضاء النطق ، عرفها الرازي بقوله: « الحركة صوت مخصوص ، يوجد عقيب اللفظ بالحرف ، وسميت بالحركات لانطلاق أعضاء النطق بها متحركة ، يسير وسهولة ، مع استحالة النطق بأي حرف ساكن دون أن يكون مدفوعا بصوت الحركة قبله أو بعده ، فعند حدوثها يحصل تجويف للخلاء الفموي وانفتاح عام ، حيث لا يعترضه مؤثر يحده بقوة القياس إلى ما يحصل عند حدوث السكون مع وجود شيء من الانقباض⁴ . » فالحركة وفق هذا المفهوم غير سابقة للحرف ، ولن يتحقق الإدغام إذا كانت الحركة ليست تابعة للحرف ؛ فنلاحظ في الفعل (قطّع) وجود ادغام في حرفي الطاء ، فجاءت الحركة بذلك تالية لحرف الطاء⁵ ؛ وفي هذا الصدد يفرق الحاج صالح بين الحركة الخاصة بالحرف في حد ذاته و حركة أعضاء النطق ذلك « لأنها حركة إطلاق لا حركة حبس للعضو والهواء وهو أعم من تحريك الحرف لأن تحريك الشفتين في الواو الجامدة (القابلة للتحريك) قد يحدث في هذا الحرف سواء كان متحركا أو ساكنا فإن كان متحركا فبإطلاق الشفتين أي رفعهما عن الحالة التي كانتا عليها قبل ذلك وهو الإنضمام وأما في التسكين فبالوصول إلى هذه الحالة وهو انضمام الشفتين جزئيا⁶ . »

فالحركة إذن هي المحور الرئيس المشكل للمقطع syllable ، والذي يتركب من حركة مصحوبة بصوت ، و "صامت" وتحدث بدورها هذه الحركة- أثرا سمعيا مميزا sonorité ، ومنها يدرك النبر stress ، كما تملك الحركات قابلية القياس من حيث طولها وقصرها ، حتى الأصوات الصامتة لديها مساحة صوتية مسموعة و جلية ، كالميم والنون واللام في العربية⁷ ، فهي -الحركة- العلامة المميزة للحرف المعني بالنطق به ، و تلتصق الحركات بالحروف الصامتة ، لتحدد كنه الحرف المراد التلفظ به ، كما يصف المحدثون الحركة على أنها ذلك الصوت المجهور الذي يتحقق حال النطق به ، فيمر بذلك الهواء دون عارض عبر الحلق و

الفم⁸؛ هذا وقد أكدت التجارب المتعلقة بالقياس الصوتي (مثل جهاز الممواج و المطياف) الخصائص المميزة لتشكيل الصوت الذي يتصف به الكلام حال عملية التلفظ ، كما أعطت النتائج الدقيقة فيما يخص قياس شدة الأصوات ، وتأثرها فيما بينها.

3-1 مفهوم السكون:

وفي المقابل يوجي مفهوم السكون بانحباس وانعدام الحركة ، ويشيد علماء اللغة أنه —السكون- لا يعد صوتا لغويا ، فهو لا يدرك بالسمع ولا يتم نطقه ، أي لا يحدث أثرا سمعيا ، كما وضحت البحوث التراثية أن الأصوات تنجزأ إلى صوامت وصوائت أو ما يعرف بالحركات⁹، حتى في اللغات الغربية يتم تشريح الأصوات إلى consonnes و voyelles ، أي ما هو صامت وما هو صائت ، ويوضح ابن جني طبيعة الحرف الساكن والتي تقضي باحتمالية تركيب الحركات الأخرى عليه ، فإن استجاب الحرف لتلك التغيرات الصوتية المطبقة عليه فيجوز تسكينه¹⁰ بالرغم من أن السكون خارج عن مجموعة التقسيم و التحليل الصوتي ، إلا أنه يؤدي دورا مهما في ترابط الكلام ، وتحقيق النطق الجلي والسليم للعناصر الصوتية. كما تساعد الحركات على إدراك كنه الجملة ، وتحقيق الغاية الاتصالية بين المتحدثين ، إذ يتم الانتقال من السكون في الحرف إلى نطقه بواسطة الحركات ، وفي هذا الصدد ذهب علماء اللغة إلى أن الحروف ساكنة في طبيعتها ، ويساعد في تحقيقها مجموع الحركات القصيرة والطويلة ؛ «ولما كانت حروف الهجاء سواكن في الأصل لكونهن أصواتا مجردة قابلة للتكييف و التحريك جيء بهذه الحركات ليتمكن من النطق بالحروف و بناء الكلم منهن ، لأن الحرف الساكن لا يجري فيه الصوت ، فإذا حرك انبعث الصوت في الحركة ثم انتهى إلى الحرف¹¹» وبالنسبة إلى المقطع الصوتي فهو عبارة عن وحدة صوتية ، تشكلها الكلمات أثناء التلفظ بها وذلك بمساعدة الحركات القصيرة والطويلة ، تحدث هذه الأخيرة وقعا سمعيا ، وتوجه المعنى في الخطاب التواصل ، فمنها —المقاطع الصوتية- المتحرك open ومنها الساكن closed ، يختص المقطع المتحرك بانتهائه بصوت لين قصير أو طويل ، والمقطع الساكن هو كل قطعة صوتية تنتهي بحرف ساكن ، وذلك نحو الماضي الثلاثي "فتح" يتشكل من ثلاثة مقاطع قصيرة متحركة ؛ على غرار مصدره "فَتَحَ" فهو يضم مقطعين ساكنين¹² .

نلاحظ أن المقطع الصوتي يرتبط بحركة المتشكل منها الحرف ، معناه:

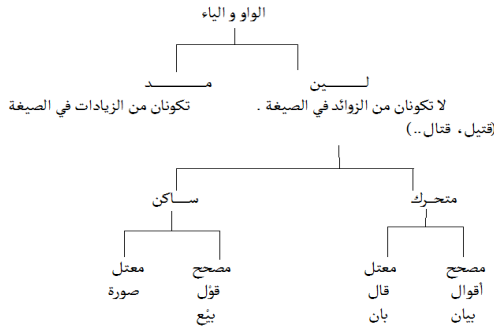
الفاء + الحركة القصيرة المفتوحة = مقطع صوتي متحرك ، وكذلك الأمر في التاء والحاء في الفعل "فتح" ، بيد أن السكون يحدد نهاية المقطع الصوتي ، ليتم الانتقال بعد ذلك إلى مقطع صوتي آخر ، الفاء+ الحركة القصيرة+ التاء+ السكون= مقطع ساكن... وهكذا ؛

نخلص بذلك إلى أن المقطع الصوتي يدرك و يحدد بالسمع ، ذلك لارتباط الدراسة الصوتية منذ القدم بعلم العروض الذي يجرى حركة الحرف ويستخرج التركيبة الفيزيولوجية للصوت العربي ، نجد أن الدراسة العروضية قد أسهمت منذ القدم وبشكل براغماتي في استنباط أحكام التلفظ وضبط المقاطع الصوتية ، وذلك من خلال التقطيع الصوتي والنغمي للوحدات الصوتية اللغوية.

ومن بين الدراسات العلمية التي ذهب إليها اللغويون التفريق بين الحروف الصحيحة و حروف العلة ، ولا يجري على الحروف الصحيحة ما يجري على حروف العلة من تحريك وإسكان ، وذلك لتغير طبيعة الألف و الواو والياء ؛ فاعتبرت بذلك حروف العلة حركات طويلة ، وما خالفها من الحروف فهو عبارة عن أصوات صامتة ؛ إذ يصطلح في النظام اللغوي العربي أن الواو والياء حرفا لين ، ما يقابله Semi-vowels في الاصطلاح الغربي¹³. أما إذا كانتا الواو والياء- ضمن صيغة لغوية معينة ، وذلك نحو واو "مفعول" ، وياء في "فعل" فتتغير وظيفتهما إلى المد مما يدل على كونهما حركات صوتية طويلة¹⁴.

حيث يبين المخطط أدناه الدور الذي يلعبه الحرفان " الواو و الياء" ، في تغيير صفتيهما بين المد واللين ، وكيف تتعدى تلك الحركة إلى السكون ، فإذا كان الحرفان أصليان في الكلمة ، انقسما إلى ما هو متحرك ، وما هو ساكن ، أما إذا تخللا الصيغة اللغوية للكلمة دل الحرفان على المد.

وبوضوح المخطط الآتي وضعية حروف اللين في نظام اللغة العربية ، وكيفية تمايزها في مختلف الكلمات:

الشكل 1: الحالات المختلفة للواو والألف والياء بين المد واللين¹⁵

تمام حسان: اللغة العربية معناها ومبناها، 1994، ص 70.

أما من زاوية القيمة والوظيفة لا النطق، فالسكون يمثل مجموعة خالية من ناحية الأداء الصوتي، ومن ناحية نطقه أيضا أي لا شيء *phonatically nothing*؛ حتى أن العرب لا تبدأ بساكن ولا تنتهي به. وبالرغم من ذلك لا يمكن الاستغناء عنه، لما له من وظائف في عملية تشكيل الصوت، ويعرف أنه حركة سالبة النطق (-) لكنها ايجابية القيمة (+)، يوضح السكون هيكل الصيغ، كما يعد مؤشرا لمعرفة الحركات الإعرابية، وتعتبر بذلك الصيغة "فعل" سواء كانت بفتح أو بضم أو بكسر أما "فعل" بتسكين العين فهي دلالة على صيغة مغايرة¹⁶. وكذلك الحال في معرفة العلامة الإعرابية، ولا بد أن نشير هنا إلى أهمية الحركة و التغير في المعنى الذي تحدثه أثناء تغييرها، إذ نشأ علم النحو جراء التغير في الحركات الأخيرة للكلم، حيث يرمز السكون في آخر الفعل إلى تغيير طرا في العوامل المؤثرة عليه كالجزم، أو في الأمر مثلا...

يعرض ابن سينا الألف الصغرى والكبرى عن طريق اندفاع الهواء بسلاسة دون عارض في تحقيقهما، أما الواوان فمخرجهما مع « أدنى مزاحمة و تضيق للشفيتين، و الاعتماد في الإخراج على ما يلي فوق اعتمادا يسيرا و الياء أن تكون المزاحمة فيهما بالاعتماد على ما يلي أسفل قليلا، و كل صغرى فهي واقعة في أصغر الأزمنة، وكل كبرى فهي أضعافها »¹⁷؛ وهنا

يظهر البعد الرياضي في فكر وتحليل ابن سينا حول كيفية إدراك حروف اللين ، و تحقيقها وذلك باعتياده على الوصف الدقيق لدرجة أداء الحركة ، فهي إما صغيرة تحقق في وقت زمني قصير ، أو طويلة "كبرى" فتأخذ مساحة صوتية أكبر من الحركة القصيرة ، وهذا ما يعرف بالحركات الطويلة. ويجدر بنا الإشارة هنا إلى التفاوت في الزمن أو في المساحة الصوتية التي تأخذها الحركات الطويلة في تلاوة القرآن الكريم ، فمنها ما يمد بحركتين ، أو أربع ، وست حركات.

2- التحليل الصوتي (الحركة والسكون):

كان النحاة القدامى منهجية علمية في تشخيص حروف العربية ، نحو الخليل ابن أحمد الفراهيدي الذي برز في تذوق الحروف ، واستنباط مخارجها وصفاتها ، وتقديم التعليل الدقيق لكل صفة من صفات الحرف ؛ ويأتي هذا التحليل العلمي الذي ظهر في ذلك الوقت نتيجة لقوة الملاحظة عند العرب ، و اعتمادهم على الحس السمع ، مع التبرير المنطقي للظواهر اللغوية ؛ فالذوق عندهم هو المنهج المتبع في جمع المادة اللغوية ، و الذي يعتمد على التجريب ، و المتجسد في الآلية التي يتم بواسطتها تحقيق الحروف نطقاً عن طريق تشارك أعضاء النطق في التلفظ بالحروف ، كما اعتمد العلماء قديماً على خاصية التأمل * ،¹⁸ والتي تتيح إيجاد التفسيرات المختلفة لكل ظاهرة لغوية ؛ وهذا ما يبرر المنطق الرياضي المبني على جمع كل المواد العلمية الملاحظة وتقديم التفسير الواقعي حول ما يجري داخل أعضاء النطق.

برز الفكر الخليلي في علم الأصوات منذ القرون الأولى للهجرة ؛ نظراً لانفراده في دمج العلوم الصوتية بالعلوم اللغوية ، فجاءت بذلك الدراسة شاملة ومبررة ، لا تقبل التناقض ، ويوضح ذلك المخزومي بقوله: «إن الخليل أول من التفت إلى صلة الدرس الصوتي بالدراسات اللغوية ، و الصرفية و النحوية ، و لذلك كان للدراسة الصوتية من عناية نصيب كبير ، فقد أعاد النظر في ترتيب الأصوات القديمة الذي لم يكن مبنيًا على أساس منطقي و لا على أساس لغوي فرتبها بحسب المخارج في الفم ، وكان ذلك فتحاً جديداً لأنه كان منطلقاً إلى معرفة خصائص الحروف وصفاتها »¹⁹ ؛ إذن يعتبر الفكر الخليلي فاتحة الدراسات اللغوية العلمية ، المبنية على البرهان الرياضي ، فنشأ بذلك القياس والذي يعد من أهم الأطر المنهجية المتبعة لمحاولة الوصول إلى لغة علمية مقننة.

شاع مصطلح الدليل اللغوي مع ظهور لسانيات سوسير ، حيث يبرر أن العلاقة بين الدال والمدلول هي علاقة اعتباطية ، كما أنهما وجهان لعملة واحدة ، ويعبران عن مادة واحدة ؛ إن

هذا النظام اللغوي لم يكن بعيدا عن المفاهيم التراثية العربية، فقد وضع وعلل النحاة القدامى الربط القائم بين المصطلح والمفهوم الذي يرمي إليه، وأرجعوا ذلك التبرير إلى الملفوظ الذي يحكم هذا التصور؛ نجد أن « الدوال اللغوية وغير اللغوية، تتكون دائما من مادة هي قوامها ومحلها، ونسميها الدال، و من مضمون يحل هذا المحل وهو المدلول؛ إلا أن اللسان قد يفارق غيره من الدوال في أنه صوت ملفوظ فإن بعض الدوال قد تكون مادتها غير صوتية و تكون أصواتا لكنها غير ملفوظة (مادة صلبة أو حركات....) أي غير حادثة في المخارج و الأحياز الصوتية الانسانية فهذه ميزة تمتاز بها اللغة عن غيرها ... فالصفة الصوتية الفيزيولوجية acoustico-physiologique هي أهم شيء في اللغة وليس الأمر كذلك لأن ميزة اللسان الذاتية لا يمكن أن تنحصر في مادتها بل في صورتها »²⁰.

وهكذا انتقل سوسير في بحثه عن النظام اللغوي لبنية اللغة، بانتقاله من الصورة السمعية الملفوظة، إلى الصورة الذهنية، والشحنة المفاهيمية التي يحملها الملفوظ، فميز بذلك الأصوات اللغوية التي يحكمها اللسان والتي تعبر عن نسق تواصلي؛ والأصوات الخارجة عن الملفوظ وهي أصوات مدركة بالسمع إلا أنها لا تؤدي معنى لغويا بحثا نحو أصوات الطبيعة الموجودة في العالم الخارجي.

كانت المبادرة الأولى لضبط أصوات العربية على يد أبو الأسود الدؤلي (ت 69 هـ)، من خلال عملية النقط، مما أدى إلى إعادة النظر في التغير الحاصل على مستوى السليقة العربية، ومحاولة وضع أسس ثابتة تحمي اللسان العربي من اللحن، وتكون تلك الأسس عبارة عن قوانين لها قياس و تعليل يحتكم إلى التبرير العقلي و المنطقي؛ وتوضح الدراسة الدقيقة لصفات الحروف ومخارجها أهمية وجود الحركة التابعة أثناء النطق بالحرف، حيث يصحب تحقيق الحرف الحركة، ففي المد مثلا "با" يندفع الهواء الخارج من الرئتين فيعترض له في الشفتين وهو مخرج الباء، مع وجود نوع من القلقلة أو الاضطراب الذي يجهر الباء، ثم تصحبه الحركة الطويلة، التي لا يعترضها عارض في جهاز النطق فتتحقق نتيجة جريان الهواء على مستوى الجهاز النطقي؛ لأن «الواقع النطقي لأي حركة في أثناء الكلام ليفرض الإقرار بكونها صوتا تابعا لصوت الحرف من جهة وجوده معه فهذه حقيقة ملحوظة صوتيا و كل حركة أريد النطق بها منفردة تعد نطقا إلا بصوت الهمة قبل الحركة ... لأن الهمز هو آخر مخارج الحروف الصوامت في أقصى الحلق.»²¹

إن نتائج التفسير الصوتي لحركة الحرف، لم تكن بعيدة عن تفكير الخليل المنفرد، فقد «وصف الخليل حركة كل عضو من أعضاء التصويت لما لهذه الحركة من دور في انتاج

هذا الصوت بل و الأكثر من ذلك كان سابقا لعصره و كان قليل من معاصريه فاهما إياه»²²؛ تداول العرب قديما مصطلح "الجرس" وذلك أثناء تحليلهم وتفسيرهم لظاهرة الصوت اللغوي، إذ يرتبط الجرس بالصوت في حد ذاته، مدركا من قبل السامع، فهو إذن البصمة المميزة للحرف، وهو ما يعرف اليوم بالحركة، فهو متعلق بتطبيق الحرف، وكذا الانتقال من ذلك الحرف إلى غيره من الحروف.

أما مصطلح الإدراج فقد ظهر في ثانيا بحث ابن جني وعرضه عبد الرحمن الحاج صالح وفق رؤى علمية دقيقة، فهو ذلك التتابع الذي تسببه حركة الحروف إثر تسلسلها في المخرج؛ هذا وقد أضاف الخليل أن الإدراج هو إلحاق نشاط العضو النطقي المتحرك بحركة أخرى تليه والمتمثلة في الإجراء الحركة المتعلقة بمجرى الهواء الصائت، فلا نسمع ولا يتحقق الصوت في الساكن في نظر ابن جني وإنما يتحقق في المتحرك من أصوات الحروف²³. وقد جاء ترتيب الخليل للحروف على النحو التالي، مراعيًا فيه سمة الحرف، ومحددا مكان نطقه الدقيق²⁴:

الجدول1: ترتيب الحروف حسب مخارجها وفق المنهج الخليلي.

نظم بنى اللغة العربية و تماثلها لألسنة البرامج الحاسوبية – المستوى المورفولوجي نموذجا،

الحروف	ترتيبها حسب المخرج
ع - ح - هـ - ع - غ	الحلقية
ق - ك	التهوية
خ - ث - ض	الشجرية
ط - س - ع	الأسلية
ط - د - ت	النطعية
ظ - ز - ث	اللتوية
ر - ل - ن	الذقية
ق - ب - م	الشفوية
و - ي	الهوائية

بن جلول مختار، 2021، ص1230.

يظهر من خلال هذا التقسيم عبقرية الخليل في إيجاد المنهج العلمي الذي يعتمد على التجربة العملية ، فجاء تقسيمه مخالفاً عما سبقه ، حيث استهل بالعين في بداية تقسيمه ، معتبراً إياها أنصع حروف العربية ، وأوضحها مخرجاً ، أي من أقصى الحلق ، أما حروف اللين فقد خصها بأنها حروف هوائية ، نظراً ليسر جريان الهواء بها دون أن يتخللها أي حبس للهواء ، و راعى الخليل في هذا الطرح التركيبة البيولوجية لجهاز النطق عند الإنسان ، كما ركز على الطبيعة الفيزيولوجية لجريان الهواء ابتداءً من الرئتين مروراً بالقصبات الهوائية وصولاً إلى تحقيق الحرف على مستوى الفم ، متعدياً ذلك إلى السامع ، فلأذن هنا دور فعال في إدراك كنه الحرف و التقاط الأصوات وتمييزها في المحيط الخارجي .

يتضح جلياً المعرفة الدقيقة عند الخليل لكيفية انتقال تيار الهواء و علاقته بأعضاء النطق ، وعرج لأهمية الدور الذي تلعبه حاسة السمع في التفريق بين الأصوات اللغوية ، ومنه حدد الخليل مستويين متعلقين بآلية النطق ، وهما كيفية مرور الهواء لإخراج الحرف ، و الطاقة التي يستهلكها المتلفظ في الأداء الصوتي للعناصر اللغوية ، و العارض الذي يحول دون جريان الهواء ، فيمنع استمراره لينتهي في الأخير لتشكيل الحرف في هيئته الصحيحة البعيدة عن اللبس .

أدرك-الخليل- مفهوم القطع أو الاعتراض الذي ورد أيضاً عند ابن جني ، عبر تذوقه للحروف ، بإسباق الحرف المذاق بهمزة مع تسكينه (أب....) ، فقطع جريان الهواء عند حرف الباء يظهره ، وذلك بإلحاق الحرف بالسكون وانعدام حركته ؛ «أي أن الاعتراض عند الخليل يتحدد نطقياً وفسولوجياً في أنه عبارة عن وقوف الصوت ، و بالتالي انقطاع النفس ، و يتم ذلك نتيجة لالتقاء بعض أعضاء النطق »²⁵ ؛ إذ يؤدي الحبس في الحركة إلى وضوح المخرج وبيانه ، و يترتب عنه تحقيق صوت الحرف بآلية دقيقة .

3- مستويات التقطيع الصوتي:

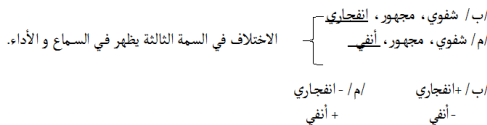
تماز اللغة بأنها وسيلة للتعبير عن عدد لا متناهي من الأفكار ، والتواصل عن طريق أداء مجموعة من الأصوات المتتابعة والمتسلسلة ، والمحكومة بمجموعة من القواعد ، يتم إنتاجها -الأصوات اللغوية- في ظرف زمني محدد يستهلكه كل صوت بمقدار معين ؛ ومنه تجزأ اللغة من حيث التحليل إلى مستويين²⁶ :

1-3 مستوى التقطيع الأولي première articulation : يعنى بمدارج الكلام la chaine verbale أو الحلقة التي يتم على مستواها إنشاء الحدث الكلامي ، وصولا إلى المكونات المفاهيمية ذات القيمة المعنوية المتعلقة بالمفردة ، ومنه يتحقق الكلم.

2-3 مستوى التقطيع الثانوي: يتعلق بشكل مباشر بالمستوى الأول ، و يهتم بمكونات الصوت ذات الدلالة غير المباشرة و التي تعد جزءا مهما في تركيب الخطاب ، نحو حروف المباني وهذه بعض من الخصائص التي تمتاز بها اللغة²⁷.

وفي المقابل عرض رومان جاكسون تصورا حول التركيبة الفعلية لبنية ال phonème استنادا على ملامحه التمييزية و تحليله وفق سماته المكونة له ، و يشير إلى أنه وحدة صغرى من السمات ؛ فهي تعطي البنية التشرحية للمتلفظ اللغوي في صورته الفيزيائية والسمعية ؛ وتظهر هذه السمات التمييزية في الفونيم والذي يعتبر أصغر وحدة صوتية أثناء الانتقال من صوت حرف إلى صوت حرف آخر وذلك نحو²⁸ :

الشكل 2: تأثير الوحدات الصوتية سمعا وأداء.



التطبيقات الآلية لمعالجة الصوت خطوة واقعية لحل إشكالية التواصل في ظل اللسانيات الحاسوبية: يمينه زكري ، 2020 ، ص 60.

رغما أن ب / و / م / يتحدان في المخرج والصفة ، إلا أنهما يختلفان في عنصر دقيق (السمة المميزة) ، يفضي إلى التمييز بين الحرف الانفجاري و الأنفي ، وكذلك الحرف الخالي من إحداث الوقع الانفجاري ، من الحرف الخالي من اتحاد مخرج الأنف أثناء أدائه أو سماعه ؛ وقد عرض سيويوه هذه القضية تحت مفهوم الاطباق.

كان لابن سينا أيضا شرحا في التمييز بين /ط / و /د / ، نخلص إلى أن مفهوم السمة المميزة للحروف قد عولج من قبل العرب القدامى ، كما تجدر بنا الإشارة إلى أن النحاة القدامى قد اهتموا بدراسة العناصر اللغوية وفق منظومة شاملة وكاملة ، تتحد فيها جميع المعطيات

العلمية، ذات البنى التحليلية في نسق لغوي واحد، إذ تعتبر أيضا المدة الزمنية التي يستغرقها الحرف أثناء أدائه من الملامح المميزة distinctive fractures، ففي اللغة العربية يؤثر الصائت الطويل على معنى الكلمة، حيث يختلف اسم الفاعل من الثلاثي "كاتب" و الفعل "كتب" ²⁹.

تتفرد الحركات من الناحية الصوتية عن غيرها من الأصوات بما يلي ³⁰:

- يتم النطق بالحركات بيسر وسهولة نتيجة الأريحية في انتقال الهواء دون عارض، كما تتباين هذه الحركات مثل الحركة (a) والتي تقابلها الفتحة في العربية تتميز بأكثر حرية عند تحقيقها؛ وهذا ما أدرجه ابن جني في تحليله الألف بوصفه الفتحة الطويلة موضحا اتساع وانفتاح مخرجه

- تحدث الحركات وقعا سمعيا قويا mostsonorous.

كما ظهر منذ القدم التقدير الكمي لحجم الصوت مفهوما وإجراء؛ إذ يتم الانتقال من الجزء إلى الكل في دراسة اللغة، فالظاهرة اللغوية إذن قابلة للقياس، تسعى في دراستها إلى تحقيق الشمولية والتعميم في بناء قواعدها؛ «فالكم هو كل شيء أمكن أن يقدر جميعه بجزء منه مثل العدد و الخط... و مثل الزمان و مثل الألفاظ و الأقاويل فإنه إذا أخذ أي عدد اتفق وجد له جزء يقدر أو ما هو مساو لجزء منه كمثل الخمسة فإن الواحد يقدره خمس مرات ومثل العشرة فإن الاثنين يقدره خمس مرات، وكل عدد إما أن يقدره الواحد فقط مثل الخمسة والسبعة وما أشبهها، وإما أن يقدره الواحد وعدد آخر،» ³¹

و التقدير هنا مفهوم رياضي ينبني على القياس، ويندرج ضمنه مفهوم الكم، والذي يحدد طبقا لمجموع الجزيئات المرتبطة فيما بينها ارتباطا منطقيا و رياضيا، وذلك نحو مفهوم الأعداد مثلما تطرق إليه الفارابي.

يوضح هيكل الملفوظ نوع الظاهرة اللغوية، وذلك استنادا على مبدأ الكم، فدراسة اللغة هنا وفق هذا التصور يجعل منها ظاهرة قابلة للقياس، عن طريق ما يعرف بالتقدير، أي تحديد قيمة النص وكميته عبر الجمل، و قياس الجمل بمجموعة من الكلمات المكونة من مورفيمات صوتية، كما تقدر هذه المورفيمات وتقاس عبر المقاطع، فيعد بذلك المقطع الصوتي مقدارا كميا رياضيا متلفظا ³².

4- التحليل الآلي للصوت: (الحركة والسكون في النظم الآلية):

تسعى اللسانيات الرياضية في دراستها للغة إلى عنصرين مهمين وهما: التحليل الإحصائي و الصياغة المنطقية الرياضية للغات البشرية، وتنصب جهود اللغويين الرياضيين المهتمين

بالبحوث التقنية التي تمس العنصر اللغوي حول توجيه المعطيات اللغوية المجردة ، وربط علاقاتها مع بعضها وفق صيغ رياضية ، «ومعنى ذلك أن يجدوا من المثل الرياضية ما هو انسب لتوحيد وتفسير مجاري اللغة و مخارج الكلام »³³؛ حيث يعرض هذا التفسير الأسباب الملاحظة والنتائج المحتملة للصوت اللغوي ، فتساعد بذلك التراكيب الرياضية ، في تبيان تلك المعطيات اللغوية في صورة إجرائية لا تقبل الخطأ ، إذ تعطي في الوقت نفسه النتيجة الدقيقة والنهائية لتلك الظاهرة اللغوية ، وهذا ما يحدث في المخابر الصوتية .

تتبنى الهندسة الآلية للألفاظ اللغوية طبقاً لمعادلات رياضية ، منها التحليل التوفيقى ، الذي يعتمد على إحصاء و برمجة الكلمات التي تشكل حروف العربية كلها ، بطريقة مرتبة و مكررة و متوافقة ، مما يتيح الاهتمام بالجانب الفونولوجي و للكلم العربي ، ثم تأتي بعد ذلك عملية الحوسبة وفق التحليل التوفيقى* ونظرياته³⁴. كما يدرس علماء الأصوات التغيرات التي تطرأ على مستوى بنية اللغة بالاعتماد على المنطوق والمسموع من الكلام ، وفق منهج تجريبي ، يحتكم إلى التطبيق ؛ وذلك نحو قياس شدة وقوة الصوت بأرقام رياضية ، عن طريق آلات متخصصة في قياس الصوت اللغوي ، و تحديد المدة التي يستغرقها كل صوت أثناء تحقيقه ، و المساحة أو الحيز الذي يشغله الحرف في العملية التلفظية ، كما تساعد هذه التقنيات الوصول إلى المخرج الدقيق للحرف ، عبر تتبع وقياس تواتر الأعضاء المتحدة في عملية النطق ، وهذا ما يعد وضع اللغة تحت التجربة أو الاختبار .

تظهر رياضية اللغة في تحويلها من القالب الحرفي إلى النموذج الرمزي ، وبهذا يمكن للنظريات اللغوية المصاغة بطريقة منطقية رياضية أن تدمج في العلوم الحاسوبية ، كما تحمل هذه الأخيرة "اللغة" خاصية المرونة والتي أهلت من أن تكون حاضرة في ظل هذا التطور الذي يشهده العالم في مجال التقنيات وتسارع نمو الذكاء الاصطناعي ؛ فتسعى إذن محاولة التحويل الصورية للنظريات اللغوية ، إلى تقديم المعطيات اللغوية في شكل قانون رياضي بالغ الدقة والوضوح ، يبين كل الخطوات التي مرت بها هذه الصياغة ، وذلك طبقاً لشروط التداول اللغوي³⁵ ، وهذا ما بينه الحاج صالح وأصر أن اللغة تدرس داخل حلقة استعمالها لضمان نجاعة العملية التواصلية والتحليلية للغة .

أعطت الكثير من البحوث الحديثة في مجال التحليل الصوتي المخبري ، أو التجريبي نفس النتائج المتحصل عليها في الدراسات التراثية للنظام اللغوي ، رغم قصور النحاة القدامى عن استخدام الآلات المتوفرة اليوم ، وهذا راجع إلى كفاءة الفكر اللغوي في تلك الفترة ، ومعرفتهم الحقبة بعلمية اللغة العربية ، باختلاف وضعية أعضاء النطق التي تظهرها شاشة التحليل

الطيفي أثناء العملية التلفظية للكلام ، تبرز ملامح الحركات وتحدد ماهية كل حركة ، كما توضح نتائج التحليل الطيفي وضعية الوترين الصوتيين عند النطق ؛ إضافة إلى ذلك نجد أن جهاز السبيكتروغراف spectrographe أو المطياف ساعد في استخلاص العلامات المميزة للصوت "السمات" وبالتحديد الفونيم كونه أصغر وحدة صوتية ، تحتاج إلى دقة في الأداء للتمكن من التعرف عليه ، وتحديد الفروقات الصوتية بين الفونيمات³⁶؛ حيث تقدم الدراسة الحديثة اليوم مخطط يفسر كيفية انتقال الكلام من خلال الذبذبات الصوتية التي يسجلها الجهاز ،

وتعطي نتائج تلك الذبذبات الصوتية على هذا النحو :

الشكل3: نتائج جهاز السبيكتروغراف.



إجرائية البرمجة الحاسوبية للغات الطبيعية حوسبة المقاطع الصوتية نموذجاً: سي بشير رشيد ، 2021، ص44.

يعبر هذا التموج عن مخطط يظهر نقطة دنيا وأخرى عليا ، تشير إلى النقاط العليا إلى أوضح صورة وأعلائها التي يتحقق فيها الصوت وتكون غالباً حروف اللين التي يسهل انتقال الهواء عبرها دون عارض ، أما النقاط السفلية أو الدنيا فتشكل الأصوات الساكنة ، غير أن الدراسة أوضحت أيضاً أن تلك النقاط العليا قد تعبر في بعض الأحيان عن حروف أخرى وهي اللام والتون والميم ، ومنه يتضح أن اعتبار العلماء اصوات اللين اصواتاً مقطعية كونها تدخل في تحديد المقاطع الصوتية في الملفوظ اللغوي³⁷.

تكون حركة الحروف أثناء النشاط اللغوي عضوية أي منشؤها من الجهاز النطقي ، وهوائية وذلك لحرية مرور الهواء المساعد في تشكيلها ، فهي تستوجب في هذه الحالة ، وجود قوة دافعة (impulsive force) ، وطاقة مخزنة تحدثها وأيضاً لا بد أن تحمل هذه الحركة شحنة أو قوة حركية (centric force) ؛ والتي تتكون إثر اندفاع (impulsion) الهواء ، ما يتيح لها

الاستمرار و الوصول إلى المخرج الموالي ، يعبر عنها الخليل بمصطلح الصرف ، وإذا قمنا بتتبع قياس كلمة "كتب" تحت الأجهزة الحديثة ، نجد أن التحليل الطيفي ، يظهر مجموعة من النتائج منها ما يتعلق بالحرف ومخرجه ، ومنها ما يتعلق بحركته التابعة له ، إذ يظهر تصاعد القوة المتعلقة بالحركة ، ثم يتراجع التصاعد بالانتهاء من أداء الحركة ؛ أي بانتقال العضو إلى الحرف الموالي ، لا يتشكل الطيف لصوت الحركة إلا أثناء تحقيقها ، فلا تظهر بذلك بنيتها -الحركة- إلا حال تحقيقها فعلا ، أما التناقص في شدة الصوت الذي يبينه الجهاز فهو راجع إلى الانتهاء من نطق الحرف الأول والانتقال في الوقت نفسه إلى الحرف الموالي ، وهذا ما يظهر أثناء الانتقال من الكاف في كتب إلى التاء (t) ، وينعدم بذلك صوت الحركة³⁸.

توسعت دائرة البحث والتجارب التقنية للكلام اللغوي في وقتنا الحاضر ، إذ نشهد العديد من الآليات التي تساعد على تعلم اللغة بطريقة سلسة وذكية وفعالة ، وذلك من خلال مساعدة الجهود التي بذلها المختصون سواء اللغويين منهم أم المهندسين ، فنجد مثلا تطبيقات تحويل الكلام المنطوق إلى مكتوب ، والعكس كذلك ؛ كما نجد المحللات الصرفية اللغوية التي تساعد على استخراج الصيغة الصفية الصحيحة لكلم العربية.

تسعى البرمجيات إلى تصحيح النطق لدى المتعلمين وغيرهم من مستعملي اللغة ، هذا ولا يزال البحث مستمرا في تحقيق التفاعل بين نظام الآلة و نظام اللغة الطبيعية ؛ ومن بين هذه التفاعلات نذكر جهاز راسم الموجة الكيموغراف Kymograph* وأيضاً تطبيق التعرف التلقائي على الكلام المنطوق فهو عبارة عن آلية تحويلية للذبذبات الصوتية (الموجات) ، بعد تلقيها من طرف الجهاز ، إلى معطيات لغوية ، فيتم بذلك تحويل المنطوق إلى فقرات ونصوص لغوية مدونة في الآلة ، استنادا إلى تفكيك شفرات الملفوظ إلى رموز رياضية حاسوبية ، تظهرها شاشة العرض في شكل نص متكامل³⁹.

إن من أهداف هندسة اللغة جعل الصوت اللغوي يدرس ويحلل ويولد عبر برمجيات حاسوبية ، تحاكي في عملية الانتقال من الصوت إلى الكتابة والإدراك عمل الدماغ البشري ، حيث تظهر صفات وخصائص الصوت عبر شاشة إلكترونية ، في شكل رسم بياني ، كما تحدد أوضاع الحركات التابعة لصوت الحرف بوضوح ودقة وذلك بتحديد مواضع اللسان أثناء القيام بعملية الكلام ، فتظهر واجهة الآلة الحركة الطويلة في شكل خط مستقيم ، أما الحركة القصيرة فيعبر عنها الجهاز بخط متقطع ؛ هذا وتتيح أجهزة أشعة اكس (X-Ray) المعرفة الحقة والدقيقة لمواقع أعضاء جهاز النطق البشري ، عن طريق جريان التيار الكهربائي ، كما تحدد تحركات كل عضو منها ، حيث تعبر عن هذه العمليات من خلال بيان تصويري متحرك

للأشعة x؛ فتقوم هذه الأشعة (الأشعة السينية) مساندة مع الجهاز بتسجيل حركات الجهاز النطقي وتتبعه، فتساعد هذه التقنية الحديثة في تبيان هيئة اللسان عند النطق، واكتشاف العيوب النطقية أيضاً.⁴⁰

5- الخاتمة:

- 1- أدرك العلماء العرب منذ القدم الإجراء العلمي والعملي لكيفية نطق الحروف وسريانها في الجهاز النطقي وفق تفسير منطقي وواقعي ودقيق، استغل اليوم في الدراسة الحاسوبية لأصوات العربية.
- 2- فصل الخليل في دراسته للصوت وتعمق في تحليله، وهذا ما يترجم عبقرية العلماء العرب في إدراكهم لكنه لغتهم و العناية بقواعدها.
- 3- عالجت البحوث الحاسوبية صفات الأصوات لحروف العربية في حركتها وسكونها وتتبع سريانها في أعضاء النطق، كما تقاطعت مع نتائج الأعمال اللغوية التراثية، غير أن أنظمة الآلة اليوم تساعد على تخزين كم لا محدود من التراث اللغوي كما تتيح للباحث سرعة استرجاع المعلومات والبيانات، وسهولة تفسيرها وذلك بالاستعانة بالمخططات والرسومات الطيفية.
- 4- ربط الحاج صالح الموروث اللغوي بالبحث التكنولوجي عن طريق تتبع العلمي لمنهجية البحث والتفكير لدى الخليل وما تركه السابقون من العلوم اللغوية، وإدراجها في السبل التقنية الحديثة التي تعالج اللغات الطبيعية في الآلة، من خلال إدراكه للوجه الرياضي للغة من جهة وجمعه بين نتائج البحث اللغوي و الرياضيات والمنطق والعلوم الحديثة من جهة أخرى.
- 5- حملت مفاهيم الحاج صالح أبعاد إجرائية واسعة المدى و الفاعلة في تطور البحث التكنولوجي وآلياته وفرض وجود اللغة العربية في سائر النتائج الآلية وفرض وجود اللغة العربية في سائر نتائج البحوث الآلية، و بيان طواعيتها في العلوم التقنية.
- 6- تتيح اللسانيات الحاسوبية اليوم عبر وسائلها اللغوية والالكترونية، تسهيل فهم واستعمال وتعلم وتعليم اللغة وفق ما يقتضيه العصر في ظل موجة الذكاء الاصطناعي (AI).

6- المصادر والمراجع:

1. إبراهيم أنيس، الأصوات اللغوية، مكتبة نهضة، مصر.

2. أبو الفتح عثمان ابن جني، سر صناعة الإعراب، د/ ت: حسن هنداي، دار القلم، ط2، دمشق، 1993.
3. أبو علي الحسين بن عبد الله ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، تح: محمد حسان الطيبان، يحي مير علم، تقديم و مراجعة: شاكِر الفحام، أحمد راتب النفاخ، مطبوعات مجمع اللغة العربية بدمشق.
4. أبو نصر الفارابي، المنطق عند الفارابي، تح و تقديم و تعليق: رفيق العجم، دار المشرق المكتبة الفلسفية، بيروت لبنان، 1985، الجزء 1.
5. تها م حسان اللغة العربية معناها ومبناها دار الثقافة المغرب، 1994.
- حلمي خليل، التفكير الصوتي عند الخليل، رفع: عبد الرحمن النجدي، دار المعرفة، ط1، الإسكندرية، مصر، 1988.
6. عبد الرحمن الحاج صالح بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، موفم للنشر، 2012، ج1.
7. عبد الرحمن الحاج صالح بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، موفم للنشر، 2012، ج2.
8. عبد الرحمن الحاج صالح، مدخل إلى علوم اللسان، موفم للنشر، 2012.
9. كمال بشر، علم الأصوات، دار غريب، القاهرة، 2000.
10. أحمد كاظم عماش، السكون الأصلي و العارض في العربية، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، العدد 33، 2017.
11. بن جلول مختار، نظم بنى اللغة العربية و تماثلها لألسنة البرامج الحاسوبية – المستوى المورفولوجي نموذجاً، مجلة علوم اللغة العربية وآدابها، 2021، - المجلد 13، العدد 3.
12. بن زيان عبد القادر البحث الصوتي عند ابن جني دراسة صوتية في مقدمة سر صناعة الإعراب في ضوء الدرس الصوتي الحديث مجلة دراسات وأبحاث، 2020، مجلد 12 العدد 2،
13. سليم مزهود، الحوسبة الرياضية لمعجم الألفاظ والمعاني في اللغة العربية، مجلة التواصل، 2021، المجلد 27، العدد 1.
14. سي بشير رشيد إجرائية البرمجة الحاسوبية للغات الطبيعية حوسبة المقاطع الصوتية نموذجاً مجلة دراسات معاصرة، 2021، المجلد 5 العدد 2.
15. عادل حسن أبو عاصي، اللسانيات الحاسوبية وأثرها في تطوير علوم العربية (علم الأصوات اللغوية نموذجاً)، مجلة جامعة الخليل للبحوث، فلسطين، 2020، المجلد 15، العدد 1،
16. عباس عبد العزيز صيهود، الذكاء الاصطناعي لتطبيقات اللغة العربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية دولة الإمارات العربية المتحدة أنموذجاً، مجلة الخليج العربي، 2022، المجلد 50، العدد1.
17. عبد الرحمن الحاج صالح مجلة اللسانيات معهد العلوم اللسانية والصوتية، 1971، المجلد1 الجزء1.

18. عبد الله بن محمد بن مهدي الأنصاري ، أصل تسمية الحركات وألقاب الإعراب في اللغة العربية – تحليل نحوي صوتي- ، مجلة العلوم العربية ، العدد 22.
19. قاسمي الحسني عواطف الصوتيات الرياضية في اللسانيات العربية ، مفهوم الكم المتصل والمتفصل كمفهوم ثنائي إجرائي في الدراسة الصوتية ، مجلة الصوتيات ، 2018 ، المجلد 20 ، العدد 01 ،
20. محمد باسل ، الدرس الصوتي عند القدماء والمحدثين ، مجلة آفاق الثقافة والتراث ، مركز الماجد للثقافة والتراث ، دبي ، الإمارات ، العدد 72.
21. يمينه زكري التطبيقات الآلية لمعالجة الصوت خطوة واقعية لحل إشكالية التواصل في ظل اللسانيات الحاسوبية مجلة المقرى للدراسات اللغوية و النظرية والتطبيقية ، 2020 ، المجلد 3 ، العدد 2.

الهوامش:

- ¹ إبراهيم أنيس ، الأصوات اللغوية ، مكتبة نهضة مصر ، ص 05.
- ² ينظر: بن زيان عبد القادر ، البحث الصوتي عند ابن جني ، دراسة صوتية في مقدمة سر صناعة الإعراب في ضوء الدرس الصوتي الحديث مجلة دراسات وأبحاث ، 2020 ، مجلد 12 العدد 2 ، ص 448.
- ³ إبراهيم أنيس مرجع سابق ، ص 22.
- ⁴ عبد الله بن محمد بن مهدي الأنصاري ، أصل تسمية الحركات وألقاب الإعراب في اللغة العربية – تحليل نحوي صوتي- ، مجلة العلوم العربية ، العدد 22 ، ص 21.
- ⁵ ينظر: أبو الفتح عثمان ابن جني ، سر صناعة الإعراب ، د/ ت: حسن هندواي ، دار القلم ، ط 2 ، دمشق ، 1993 ، ص 28.
- ⁶ عبد الرحمن الحاج صالح بحوث ودراسات في اللسانيات العربية ج 1 ، ص 185.
- ⁷ ينظر ، كمال بشر ، علم الأصوات ، دار غريب ، القاهرة ، 2000 ، ص 150.
- ⁸ ينظر ، عبد الله بن محمد بن مهدي الأنصاري ، مرجع سابق ، ص 22 ، ص 21.
- ⁹ ينظر ، أحمد كاظم عماش ، السكون الأصلي والعارض في العربية ، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية ، جامعة بابل ، 2017 ، العدد 33 ، ص 671.
- ¹⁰ ينظر: ابن جني ، سر صناعة الإعراب ، ص 27.
- ¹¹ عبد الله بن محمد بن مهدي الأنصاري ، مرجع سابق ، ص 21.
- ¹² ينظر: إبراهيم أنيس ، الأصوات اللغوية ، ص 87.
- ¹³ و أصوات اللين في اللغة العربية هي ما اصطلح عليه القدماء على تسميته بالحركات من فتحة وضمه وكسرة وكذلك ما سهوه بالألف اللينة والياء اللينة والواو اللينة وما عدا هذا فأصوات ساكنة ، للاستزادة انظر: إبراهيم أنيس ، الأصوات اللغوية ، ص 29.

- ¹⁴ ينظر، تمام حسان اللغة العربية معناها ومبناها، دار الثقافة، المغرب، 1994، ص70.
- ¹⁵ تمام حسان، مرجع سابق، ص 70.
- ¹⁶ ينظر، كمال بشر، مرجع سابق، ص457.
- ¹⁷ أبو علي الحسين بن عبد الله ابن سينا، أسباب حدوث الحروف، تح: محمد حسان الطيان، يحي مير علم، تقديم و مراجعة: شاكر الفحام، أحمد راتب النفاخ، مطبوعات مجمع اللغة العربية، دمشق، ص 126.
- ¹⁸ ينظر: محمد باسل، الدرس الصوتي عند القدماء و المحدثين، مجلة آفاق الثقافة و التراث، مركز الماجد للثقافة والتراث، دبي، الإمارات، العدد 72، ص 78.
- * ومصطلح التأمل هنا، يرمي إلى أبعاد كثيرة، فلم يكتف العلماء القدامى بمجرد السماع، في كيفية نطق الحروف سليقة و فقط؛ بل إعمال العقل في المسموع، وطرح التساؤلات حول كيفية نطقه، أي التفكير المبني على الأسس المنطقية، والمفاهيم الاجرائية الدقيقة.
- ¹⁹ محمد باسل، مرجع سابق، ص 79.
- ²⁰ عبد الرحمن الحاج صالح، مدخل إلى علوم اللسان، ص33.
- ²¹ عبد الله بن محمد بن مهدي الأنصاري، مرجع سابق، ص23.
- ²² بن جلول مختار، نظم بني اللغة العربية و تماثلها لألسنة البرامج الحاسوبية – المستوى المورفولوجي نموذجاً-، مجلة علوم اللغة العربية وآدابها، المجلد 13، العدد 3، ص 1229.
- ²³ ينظر: عبد الرحمن الحاج صالح بحوث دراسات في اللسانيات العربية ج1 ص 180، ص181، ص 183.
- ²⁴ بن جلول مختار، مرجع سابق، ص1230.
- ²⁵ حلمي خليل، التفكير الصوتي عند الخليل، رفع: عبد الرحمن النجدي، دار المعرفة، الإسكندرية، ط1، مصر، 1988، ص 12، ص 17.
- ²⁶ ينظر، يمينه زكري التطبيقات الآلية لمعالجة الصوت خطوة واقعية لحل اشكالية التواصل في ظل اللسانيات الحاسوبية، مجلة المقري للدراسات اللغوية و النظرية و التطبيقية، المجلد 3، العدد 2، 2020، ص 60.
- ²⁷ ينظر عبد الرحمن الحاج صالح مرجع سابق، ص 33، ص34.
- ²⁸ يمينه زكري، مرجع سابق، ص60.
- ²⁹ ينظر، حلمي خليل، مرجع سابق، ص86، ص87.
- ³⁰ ينظر، كمال بشر مرجع سابق ص 217، ص218.
- ³¹ أبو نصر الفارابي، المنطق عند الفارابي، تح و تقديم و تعليق: رفيق العجم، دار المشرق، المكتبة الفلسفية، بيروت، لبنان، 1985، الجزء1، ص 93.

- ³² ينظر: قاسيمي الحسني عواطف الصوتيات الرياضية في اللسانيات العربية ، مفهوم الكم المتصل و المنفصل كمفهوم ثنائي اجرائي في الدراسة الصوتية ، مجلة الصوتيات ، 2018 ، المجلد 20 ، العدد 01 ، ص 14 ، ص 17.
- ³³ عبد الرحمن الحاج صالح مجلة اللسانيات معهد العلوم اللسانية والصوتية ، 1971 ، المجلد 1 ، الجزء 1 ص 51.
- * يعتبر جزءا رياضيا و يعنى بحساب عدد الاحتمالات الممكنة و الشاملة وفقا للحساب المطلوب ، وذلك ضمن شروط وقوانين تحدد آلية الحساب من خلال التوفيق أو الترتيب ، وهي متعلقة بإمكانية الترتيب و التكرار معا. للاستزادة انظر: سليم مزهود ، الحوسبة الرياضية لمعجم الألفاظ والمعاني ، ص 154.
- ³⁴ ينظر: سليم مزهود ، الحوسبة الرياضية لمعجم الألفاظ والمعاني في اللغة العربية ، مجلة التواصل ، 2021 ، المجلد 27 ، العدد 1 ، ص 152.
- ³⁵ ينظر: سي بشير رشيد اجرائية البرمجة الحاسوبية للغات الطبيعية حوسبة المقاطع الصوتية نموذجا مجلة دراسات معاصرة ، 2021 ، المجلد 5 ، العدد 2 ، ص 44.
- ³⁶ ينظر: سي بشير رشيد مرجع سابق ص 43 ، ص 44.
- ³⁷ ينظر ، إبراهيم أنيس ، مرجع سابق ، ص 88.
- ³⁸ ينظر ، عبد الرحمن الحاج صالح ، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية ، الجزء 2 ، ص 197 ص 199.
- * راسم الموجة الكيموغراف Kymograph جهاز يتألف من اسطوانة دوارة لتسجيل حركات شبه موجبة (wavelike motions) وتنوعات صوتية (variations) وتغيير نغماته (Modulation) كما في حال الانقباض العضلي. انظر: عادل حسن أبو عاصي مرجع سابق ، ص 103.
- ³⁹ ينظر: عباس عبد العزيز صيهود ، الذكاء الاصطناعي لتطبيقات اللغة العربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية ، مجلة الخليج العربي ، دولة الامارات العربية المتحدة أنموذجا ، 2022 ، المجلد 50 ، العدد 1 ، ص 84.
- ⁴⁰ ينظر: عادل حسن أبو عاصي ، اللسانيات الحاسوبية وأثرها في تطوير علوم العربية (علم الأصوات اللغوية نموذجا) ، مجلة جامعة الخليل للبحوث ، فلسطين ، 2020 ، المجلد 15 ، العدد 1 ، ص 102