

أصالة المنهج الرياضي في التفكير اللساني العربي

The originality of the mathematical approach in arabic linguistic thinking.

الطالبة: فاطمة الزهراء سبع

Fatima.zohra.s@hotmail.com

المشرف: د. لخضر قدور قطاوي

جامعة حسيبة بن بوعلي- الشلف(الجزائر)

تاريخ النشر: 2019/06/03

تاريخ القبول: 2019/04/29

تاريخ الإرسال: 2019/04/28

ملخص:

مما لا يرقى إليه الشك الاعتزاز بقداصة لغتنا العربية وما نتج عنها، باعتبارها لغة شائكة ذات أصول عريقة كونها من أسى وأغنى اللغات في العالم، وذلك لاستعمالها أفكاراً تصاغ وفق نظام منطقي محكم، فاللغة العربية أضحت تضاهي جميع المجالات (الاقتصاد والفيزياء والكيمياء والرياضيات) وأصبحت جزءاً لا يتجزأ منها، وهذا ما يدل على أصالة الفكر العربي آنذاك، كما لا يختلف اثنان أن العرب انضروا وتميزوا بإجادتهم في استخدام المنهج الرياضي في اللغة والذي يعتبر منهجاً علمياً خالصاً، فالمسائل الرياضية قديمة النشأة كما أنها موجودة في القرآن الكريم وفي العديد من الآيات البينات من (جمع وقسمة وضرب وكسور وميراث) وهذا ما يثبت لنا أن اللغة العربية لغة ذات مكانة مرموقة.

كما أولى الدارسون العرب أن أول من استعمل المنهج الرياضي بمختلف صيغته في الدراسات اللغوية الخليل بن أحمد الفراهيدي وابن جني اللذان سار على نهجهما العديد من العلماء بعدهما في العصر الحديث، نذكر منهم عبد الرحمن الحاج صالح العالم اللساني المؤسس للنظرية الخليلية الحديثة.

الكلمات المفتاحية: أصالة الفكر العربي؛ المنهج الرياضي؛ القرآن الكريم؛ الصيغ الرياضية؛ الدراسات اللغوية؛ التفكير اللساني.

ABSTRACT: There is no doubt that we cherish the sanctity of our Arabic language and its result, as a prickly language of ancient origin and one of the highest and richest languages in the world, because it uses ideas formulated in accordance with a logical system which is tightly controlled, Arabic has become a match for all fields (Economics, physics, chemistry and mathematics) and became an integral part thereof, and this indicates the authenticity of Arab thought then, It is also obvious that the Arabs were unique and distinguished by their ability to use the mathematical method in the language which is considered as a purely scientific approach, the mathematics issues are old so that they are found in the Holy Quran and in many verses such as (addition, division, multiplication, fractions and inheritance) this proves to us that Arabic is a language of high standing.

some Arab scholars also suggested that the first one who used the mathematical approach in its various formulas in linguistic studies were EL KHALIL BNOU AHMAD EL FARAHIDI and BNOU DJINY So that many scientists followed their approach in modern times, among them we mention ABDERRAHMANE EL HADJ SALAH the linguistic scientist founder of modern herbon theory.

Keywords: The originality of Arab thought ; mathematical approach ; Holy Quran ; Mathematical formulas ; Language Studies ; Linguistic thinking.

1. مقدمة:

لقد شقَّ الفكر العربي طريقه من مهد التراث إلى أفق الحداثة دون قفز مؤلِّد للقطيعة¹، فما آل إليه التراث العربي في اللغويات العامة قد أحرز قطعاً في تسلسل التفكير اللساني عبر الحضارات الإنسانية، فبذلك اصطبغت على الحضارة الغربية حصيلة التراث اليوناني لكن بمعزل عن مستخلصات ثمانية قرون من مخاض التفكير اللغوي عند العرب²، لذا تعدّ المحاولات العربية في تريبض اللسانيات محدودة³، فالرياضيات كانت ومازالت تعرف في الأوساط العامة بأنها لغة الكم⁴ وكذا شمولها علومًا عديدة كالهندسة والجبر ونظام القيس...، بينما اللسانيات هي الأخرى تضم علومًا عديدة كالنحو والصرف والصوتيات

والمعجمية والدلالة والأسلوبية⁵، فمن خلال هذه المقاربة بين الرياضيات واللسانيات يظهر التناسب الوظيفي في استعمال الخوارزمي لتحديد قواعد الجبر الموضوعة في اللغة⁶.

فمعلوم أنّ فكرة جمع العربية في معجم هي للخليل بن أحمد الفراهيدي⁷ (ت 175هـ)، بحيث تمثلت نواته الأولى في كتابه العين الذي أسسه وفق منهج رياضي، وبجهد عقلي في وضع معايير التي أُرسيّت أصوله على النظرية الارتباطية في اللغة والتي استمدت من المنطق الرياضي بوصفها:

1- طريقة في البحث و العرض.

2- إنّه علم لا موضوع له، وليس لها علاقة بالعالم الخارجي، ومعطياته⁸.

وبهذا المنهج الرياضي استطاع الخليل* أن يحسب فيه كل جذور اللغة العربية، ما استعمل منها وما أهمل بتقليب أبنيتها، اعتماداً منه على مخارج أصواتها. فابتدأ من أعمقها مخرجاً منها وهو صوت العين إلى آخر صوت وهو حرف الميم الشفوي⁹. ومما لا ضير فيه أنّ الخليل قد جمع بين الدرس النحوي والصرفي والصوتي، ورأى أنّ كل درس مكمل و متمم للآخر في الوصول إلى المعنى¹⁰. وهذا ما نجده عند عبد الرحمن الحاج صالح الذي انتهج طريقه وأعجب بتفكيره ومنهجه الرياضي.

وهذا ما يدلّ على إجادة العرب في المجال اللغوي، فاستعمالهم للرياضيات في دراسة القضايا اللغوية أكسبهم صدارة الإبداع والتفنّن عبر مختلف العصور، فالأصول الأولى للمنهج الرياضي من بؤرة تراثية استعملها العرب في تحليل تراكيبيهم، ثم انتقلت عند الغرب فقاموا بتحديث وتطوير صيغها بتطور اللغة والعصر.

ابستمولوجيا التراث والحداثة - مفاهيم ومقاربات:-

إنّ تداول كلمة "تراث" في اللغة العربية، لم يعرف في أي عصر من عصور التاريخ العربي من الازدهار الذي عرفه في هذا القرن، بل يمكن القول منذ البداية، إنّ المضامين التي تحملها هذه الكلمة في أذهاننا اليوم - نحن عرب القرن العشرين- لم تكن تحملها في أي وقت مضى، هذا من جهة، ومن جهة أخرى يمكن أن نلاحظ أن الإشباع الذي يميّز به مفهوم التراث في خطابنا المعاصر يجعله غير قابل للنقل، بكل شحناته الوجدانية ومضامينه الايديولوجية، إلى أية لغة أخرى معاصرة¹¹.

فلفظة التراث في اللغة العربية من مادة (و. ر. ث)، وتجعله المعاجم القديمة مرادفاً لـ "الإرث" و "الورث" و "الميراث"، وهي مصادر تدل عندما تطلق اسماً على ما يرثه الانسان من والديه من مال أو حسب. وقد فرّق بعض اللغويين القدامى بين "الورث" و "الميراث" على أساس أنّهما خاصان بالمال وبين "الإرث" على أساس أنّه خاص بالحسب. ولعلّ لفظ "تراث" هو أقلّ هذه المصادر استعمالاً وتداولاً عند العرب الذين جمعت منهم اللغة. ويلتمس اللغويون تفسيراً لحرف " التاء" في لفظ تراث فيقولون إنّ أصله واو. وعلى هذا يكون اللفظ في أصله الصّرفي " وراث"، ثم قلبت الواو تاء لثقل الضمة على الواو كما جرى النّحاة على القول...¹²

فمن خلال ما تقدّم نجد أنّ كلمة "تراث" وكلمة "ميراث" ولا أيّاً من المشتقات من مادة (و. ر. ث) قد استعمل قديماً في معنى الموروث الثقافي والفكري - حسب ما نعلم- وهو المعنى الذي يعطي لكلمة "تراث" في خطابنا المعاصر.¹³

وذهب عبد السلام المسديّ إلى أنّ: «مقولة التّراث تستند عند عامّة المفكرين العرب إلى مبدأ ثقافي منه تستقي شرعيّتها وصلابتها في التّأثير* والتّجاوز*، وهي بهذا الاعتبار لحظة البدء في خلق الفكر العربيّ المعاصر والتميّز، فلا غرابة أن تعدّ قراءة التّراث تأسيساً للمستقبل على أصول الماضي بما يسمح ببعث الجديد عبر إحياء المكتسب*، إلاّ أنّ قراءة التّراث منهج لا يُعوّز التأسيس اللّساني في حدّ ذاته، فكلّ قراءة - كما هو معلوم في اللّسانيات العامّة هي تفكيك لرسالة* قائمة بنفسها، وما التّراث إلاّ موجود لغويّ قائم الذات باعتباره كتلة من الدّوال المتراصة، وإعادة قراءته هي تجديد لتفكيك عبر الزمن، وهي بذلك إثبات لديمومة وجوده، فكما أنّ الرسالة اللّسانية عند بثّها قد تصادف أكثر من متقبّل واحد فيفكّكها كل حسب أنماط جداوله اللغوية فتعدّد القراءة أنياً للرسالة الواحدة حسب تعدّد المتقبّلين فكذلك تعدّد القراءة زمانياً بتعاقب المتقبّلين للرسالة والمفكّكين لبنائها عبر محور الزمن والتّاريخ، وهكذا تتبين الشرعيّة اللّسانية لمقولة القراءة والاستعادة طالما جاز تعدّد المتقبّلين للرسالة الواحدة وتنوّع إدراكهم لأنماطها»¹⁴.

ومن هنا نستدلّ بالحكمة المنتسبة لأحد حكام العرب: "من ليس له ماضٍ ليس له حاضر ولا مستقبل"¹⁵. وهذا ما نعيشه في حياتنا اليومية، ونضرب مثلاً عن أسلافنا عمّا اخترعوه فهم أصحاب الإبداع والفكرة والاختراع ونحن من طوّرنّا وأتممنا ما أنجزوه والفضل عائد لهم.

وفي مقام آخر يقول محمود درويش: «لا بأس من أن يكون ماضينا أفضل من حاضرنا ولكن الشقاء الكامل أن يكون حاضرنا أفضل من غدنا، يا لهاويتنا كم هي واسعة»¹⁶.

ومن هنا تتبدّى أهميّة التّراث ومظاهر تجديده* في العودة إلى أصوله التاريخيّة، أي كما كان في الأصل قبل تحريفه، والارتكاز عليه لتجاوز كل موروث قديم وتشديد تراث جديد¹⁷.

أمّا الحديث عن الحدائث فهي لم تأتي من العدم، أي: أنّ لها بؤادر وإرهاصات تدلّ عليها، وكلمة حدائث في اللّغة تعني نقيض القديم، حدّث الشيء حدوثاً وحدائثاً، وأحدّثه هو، فهو مُحدّثٌ وحديثٌ، وكذلك استحدّثه¹⁸. كما تعرّف الحدائث على أنّها رسالة ونزوع من أجل التّحديث، تحديث الذهنيّة، تحديث المعايير العقلية والوجدانية¹⁹.

فالمعاجم العربيّة القديمة لا تقدّم تفسيراً للحدائث إلاّ بعدّها نقيضاً للقديم، ومن هنا نستنتج أنّ القدماء ركّزوا في تعريفهم للحدائث على أنّها ثنائيّة نقيضة للقديم بمعنى (حديث # قديم).

أمّا مفهوم الأصالة عند عبد الرحمن الحاج صالح فـ «تعرفّ الأصالة على أنّها تقابل في الحقيقة التّقليد أيّاً كان المقلّد المحتذى به سواء كان العلماء العرب القدامى أو العلماء الغربيين إذ الأصيل هو الذي لا يكون نسخة لغيره»²⁰. أي أنّ الأصيل عندهم هو المبدع الذي يأتي بشيء جديد لم يسبق إليه مهما كان الزمان الذي يعيش فيه. والأصالة في زماننا هذا هي الامتناع عن تقليد* الغربيين خاصة.

فمن خلال هذا الوضع المعرفي تتضح لنا العلاقة الموجودة بين المنهج الرياضي واللسانيات، هو أنّ اللسانيات غدت رائدة للعلوم الإنسانية بإطلاق، وذلك لما حققته لنفسها من طابع الشمول، والتفرد، والخصوصية²¹. وبيان مكانتها ف: « من فضول القول لدى ذوي العلم والرجحان أن يتحدث المرء اليوم عن منزلة اللسانيات ووجاهة شأنها، فلو فعل لكان شأنه لديهم شأن من ينوه بالرياضيات الحديثة بين أهل العلوم الدقيقة، أو شأن من يمتدح قيمة التحاليل العضوية وكشوف الأشعة في حقل العلوم الطبيّة»²² لذلك رأى الكثير من اللسانيين العرب أنّ الدراسة اللسانية تعدّ أساساً للبرهنة على صحّة التراث ونفوذه وقوته²³، فهذا استطاع عبد الرحمن الحاج صالح أن يقدم تصوّره اللساني الجديد لقضايا اللغة العربيّة انطلاقاً من التراث، والانفتاح على المناهج والعلوم العصرية، لذلك يعدّ تفكيره من جوهر رياضي²⁴. وممّا لاشكّ فيه أنّ حاجة اللساني في التعامل مع المنطق (الرياضي) واستخدام أدواته الثابتة، تتعلّق أساساً بقضايا عامّة كعلاقة اللغة بالتفكير، وبقضايا خاصّة على رأسها المكسب المنطقي الرياضي²⁵.

وهذا ما جعلنا نؤكد أنّ الحداثة لا تعني القطيعة والرفض لتراثنا اللغوي، وعليه فإنّ المنهج الرياضي هو دراسة للجوانب اللغوية (النحو والصوت والصرّف...) من تحليل للتراكيب ودراسة للأبنيّة عن طريق الصيغ والرموز الرياضيّة، فالخليل بن أحمد كان منهجه رياضياً خالصاً في معجمه المعروف، أمّا عبد الرحمن الحاج صالح فانطلق تفكيره الرياضي من النحو الخليلي.

النحو عند عبد الرحمن الحاج صالح*:

يرى عبد الرحمن الحاج صالح أنّ القصد العمليّ من النحو في القديم هو « إلحاق من ليس بعربي في الفصاحة، أي في المهارة اللغوية العربيّة، بمن كان فصيحاً». فالنحو عند نشأته علمياً وتعليمياً في الوقت نفسه، فقد كان علمياً لأنّه كان تدويناً - لأول مرة في التاريخ - لأصول العربيّة ولأنّ الذين وضعوه قاموا باستقراء النّص القرآني لاستنباط هذه الأصول بالمووضوعيّة اللازمة²⁶.

ومفهوم النحو التعليمي عنده هو: « ما كان يعلم الصّبيان وكل من كان يرغب في تحسين مهارته اللغوية وكان لهم اهتمام كبير جدّاً بتعليم أبنائهم العربيّة. وكان مرجعهم، كأصول مدوّنة، هي ما وضعه النّحويون واعتمدوا على ما تعودوا عليه منذ القديم من وضع أولادهم في بيئات فصيحة ومن تحفيظهم الشّعْر خاصّة»²⁷.

ونتاج القول أنّ النحو العربيّ هدفه الرّئيسي منع الخلل والزلزل الذي يعتري الألسن، فالنحو العربيّ غايته غاية علميّة تعليميّة، بالإضافة إلى الكشف عن صحّة وعلل التراكيب اللغويّة.

ومن رؤى عبد الرحمن الحاج صالح أنّ أكثر اللغويين اليوم صرّحوا بأنّ النّحاة القدامى أمثال الخليل كانوا يعتمدون اعتماداً تامّاً على المنطق غير أنّهم لم يتفطنوا أو بالأحرى لم يسمعوا بمنطق آخر غير هذا الذي يُنسب إلى أرسطو، فأصبحت حقيقة الوسائل العقلية غائبة بالنسبة إلى أولئك العلماء. فكان لا بد من الباحث إلى التفطن إلى عدم وجود مثل السلوجسموس* في استدلالات النّحاة القدامى ومثل الحدود التي حصرها أرسطو كلّها في حدّ الجنس والفصل وغير ذلك. كما على الباحث أن يتفطن إلى ما يسمّيه الخليل بـ «

وجوه التصرف* وذلك عند إحصائه لعدد التّقاليب التي يحتملها التّلاثي والرّباعي وغيرهما لا يقابلها شيء أبداً في منطق أرسطوبل هو أبعد شيء عنه؛ لأنّه تحليل رياضي²⁸.

وما شدّ انتباه عبد الرحمن الحاج صالح: أنّ الباحثين لم ينتهوا إلى أنّ الوسائل الرياضيّة التي استعملها الخليل «كالتّصرف» الذي مثله برسم بيانيّ على شكل دائرة، وكذلك بالنّسبة للإيقاع، لم يتساءلوا هل هي أساس التّحليل التّحوي العربي القديم؟، وهذا ما يجعلنا نستنتج أنّ الخليل بن أحمد الفراهيدي هو أوّل من اخترع الطّريقة الرياضيّة، إلّا أنّ النّحو العربيّ وبالذّات كتاب سيبويه وما يحتويه، فقياسه وحدوده وأصوله هي كلّها من الرياضيات ومسالكها²⁹.

وما يظهر لنا من خلال النّقاط السّالفة الذّكر أنّ الرياضيات المقصودة هنا هي التي تهتم بدراسة وتحليل التّراكيب من خلال دراسة النّحو، فالنّحو بدوره يعتمد اعتماداً كليّاً على المنطق الرّياضي .

المنهج الرّياضي في الدّرس اللّغويّ:

تعدّ الرياضيات رافداً مهمّاً في تقصّي الظواهر وشكلتها من أجل إبراز وتفسير واستنباط قوانينها ورسم قواعدها³⁰. فعلم اللّغة الرّياضي (Mathematical Linguistics) اعتمده رواد اللّسانيات الحديثة مثل بلومفيلد (Bloomfield.L) وهيمسلاف (Hjelmslev.L) وشومسكي (Chomsky.N). فشومسكي على سبيل المثال، قد فسّر بنى اللّغة تفسيراً رياضياً معتبراً نظام اللّغة نظاماً حوسبياً يتمتّع بالاستقلاليّة التّامة ويشغل آلياً ودون شعور منّا، ومن ثمّ فهو المسؤول عن كل عمليّات التّركيب اللّغوي ومختلف أنماط الإخراج الصّوتي بمقتضى قدرات حوسبيّة توجد في الدّماغ البشريّ ويتحكّم فيها قانون " الكفاءة الحوسبيّة"³¹، كما لاننسى جهود القدماء من خلال تنبّئهم إلى إمكانات العربيّة التوليدية وقواعد تكوّن صيغها ومفرداتها رياضياً³²، كما ينصبّ اهتمامنا هنا على منهج التّقليب الرّياضي بما يقدّمه من احتمالات نبّه عليها الخليل بن أحمد وابن جني³³.

أولاً: حدود التّفكير الرّياضيّ:

إنّ التّفكير الرّياضيّ هو سلسلة من النّشاطات العقليّة، التي يقوم بها دماغ الفرد للبحث عن موضوع معيّن، أو الحكم على واقع شيء معيّن، أو حلّ مشكلة معيّنة في الرياضيات، وهذا السّلك له خصائص محددة أهمها وجود خاصيّة الرّبط؛ وهي ربط المعلومات الرياضيّة بالواقع والقدرة على الاستبصار والاختيار وإعادة التّنظيم، والتّفكير الرّياضي له أنماط ومن أهمها: التّفكير البصري، الاستدلالي، الناقد، الابداعي³⁴.

ثانياً: التّفكير الرّياضي عند نحاة العربيّة:

«هو تفكيرٌ علميٌّ مبرهنٌ يتخذُ من النّظر المتسلسل الخطوات في مسألةٍ ما وسيلةً إلى اكتشاف المجهول، أو اثبات صحّة المعلوم، وهو بهذا منهجٌ في التّفكير البشريّ ينظر في علاقة التّرابط أو التّلازم بين أجزاء المسألة المعرفيّة الواحدة، ليجعل منها سلسلة مترابطة قابلة للبرهنة والتّجريد، وقد يحوّل التّفكير الرّياضي المدرك بالحسّ، أو الإحصاء إلى مدرك بالعقل، وهو بهذا يجعل المعرفة عقليّة، وإن كانت في أصلها منقولة أو حسيّة؛ لأنّه تجريد رمزي للمعرفة، والتّجريد يتجاوز الحسّ والزمان والمكان غالباً»³⁵.

الحروف، وبرّر الخليل تقديمه حرف "العين" على حرف "الهاء" على الرغم من أنّ الثّانية أدخل في الحلق من الأولى وبأنّ الهاء مهموسة خفيفة لا صوت لها⁴¹ حسب ما يأتي:

أولاً: أنّه قَسَمَ العين إلى كتب مرتّبة على حسب مخارج الحروف، والمخارج عنده تبدأ من الحلق يليه أقصى اللسان فوسطه فطرفه وتنتهي بالشففتين فالجوف⁴².

ثانياً: قد رتّب الخليل الحروف أو الأصوات التي تخرج منها في أبجدية صوتية مسلسلة تنسب إليه، وهي كالآتي⁴³: ع ح ه خ غ/ق ك/ج ش ض/ص س ز/ط د ت/ظ ذ ث/ر ل ن/ف ب م/وا ي ء.

كما وجد الخليل بن أحمد أنّ أصول الكلمات العربية على أربعة أصناف هي: الثنائي الثلاثي الرباعي والخماسي⁴⁴.

عدّ الألفاظ وجمعها رياضياً عند الخليل:

يقول عبد الرحمن الحاج صالح: «إنّ الخليل بن أحمد ممّن أقام أسس الجبر التركيبي فقد وضع مفهوم ما يسمّى الآن العاملي ورسم دائرة تمثّل جميع احتمالات التركيب الثلاثي طردا وعكساً وهذا ما يسمّى في الوقت الحاضر بالزمرة الدائرية (cyclic group)⁴⁵، كما نجد أنّ الخليل قد أقرّب أنّ أحرف المعجم العربي هي 28 حرفاً. فبدأ بعدّ جذور لغة العرب وحصّرها حسب عدد الأحرف المستعملة منها والمهملة على مراتبها الأربع⁴⁶. ولحساب ما يمكن أن يتشكّل من ألفاظ مستعملة أو مهملة في حدود الحروف الهجائية العربية⁴⁷، حصر الخليل هذا العدد من الجذور وفق نظرية التحليل التوفيقي في الرياضيات، حسب مفهوم (العاملي) و (الترتيبي) وهي كالتالي⁴⁸:

$$ع = \frac{1-}{28} + \frac{2-}{28} + \frac{3-}{28} + \frac{4-}{28} + \frac{5-}{28}$$

حيث (ع) هو العدد المطلوب و (ر) هو رتبة الجذر المتناقض توفيقياً: 1-، ثم 2-، ثم 3-... وهكذا⁴⁹. وبالتالي

تكون حروف الهجاء العربية من دون تكرير نظرياً كما يلي:

• عدد الجذور الثنائية: $28 \times (1-28) = 756$ جذراً

• عدد الجذور الثلاثية: $28 \times 27 \times (2-28) = 19656$ جذراً

• عدد الجذور الرباعية: $28 \times 27 \times 26 \times (3-28) = 491400$ جذراً

• عدد الجذور الخماسية: $28 \times 27 \times 26 \times 25 \times (4-28) = 11793600$ جذراً

وبذلك يكون العدد الاجمالي لما يمكن تأليفه من أبنية كلام العرب، المستعمل منها والمهمل⁵⁰:

$$12305412 = 11793600 + 491400 + 19656 + 756$$

فهذا النوع من الحساب الذي يُمكن من حصر مفردات العربية يقول عبد الرحمن الحاج صالح عنه لم يُعرف إلا في عصرنا هذا في أوروبا. وهو الآن باب من أبواب الجبر التركيبي (Combinatory Algebra) وتسمى صيغته الرياضية بالعاملي (Foctorial)⁵¹.

وفي تمثيل بسيط لهذه العمليّات وضح عبد الرحمن الحاج صالح ما اصطنعه الخليل بقوله: وقد اصطلح الرياضيون المحدثون على بعض الرموز للدلالة على هذا النوع من العمليّات، فما يسمّى العاملي يرمز

إليه بالعدد متبوعاً بنقطة تعجب⁵² ومن أمثلة ذلك الخاصّة بوجوه التّصرف الكلمة الثنائية والثلاثيّة والرّباعيّة والخماسيّة كالتّالي:

$$2 = 2 \times 1 = 1!2$$

$$6 = 3 \times 2 = 3 \times 2 = 1!2 = 3 \times 2 \times 1 = 3!$$

$$24 = 4 \times 6 = 4 \times 3! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 4!$$

$$120 = 5 \times 24 = 5 \times 4! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 5!$$

فقول الخليل: « وذلك أنّ حروفها وهي أربعة أحرف تضرب في وجوه الثلاثي وهي ستة أوجه هو في هذه الصيغة الحديثة: $4 \times 3!$ (ثلاثة عاملي في 4) (العالمي = Factorial).

وأما الحساب عند من جاء بعد الخليل هو قسم واحد مما سمّوه بـ: «قسمة التراكيب» وهي تقابل مفهوم (Combinatory). فقد أحصى الخليل عدد المواد الأصليّة بناء على عدد الحروف العربيّة وهي 28 وعلى هذه الصّيغة الحسابيّة، ويصوّر هذا على صيغة حديثة هكذا⁵³:

$$756 = 27 \times 28 = \int_{28}^2 \text{الثنائي:}$$

$$19.656 = 26 \times 27 \times 28 = \int_{28}^3 \text{الثلاثي:}$$

$$491.400 = 25 \times 26 \times 27 \times 28 = \int_{28}^4 \text{الرباعي:}$$

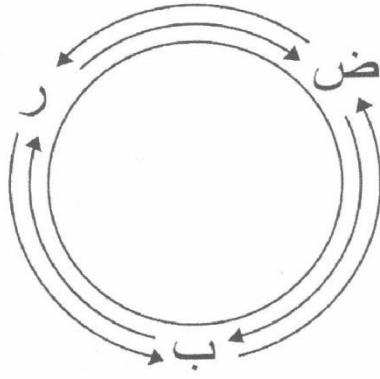
$$11.793.600 = 24 \times 25 \times 26 \times 27 \times 28 = \int_{28}^5 \text{الخماسي:}$$

فهذه الأعداد يدخل فيها ما استعمله الناطقون العرب وما لم يستعملوه لأنّها تمثّل كل ما تحتمله القسمة المذكورة⁵⁴.

من هنا يتّضح لنا أنّ الصّيغ الرّياضية في أبنية الرّباعي والخماسي كثيرة ومستعملة مقارنة بأبنية الثّلاثي والثّنائي إلا أنّ ما يستعمل اليوم بكثرة هي أبنية الثّلاثي (ف.ع.ل) كما نلاحظ أنّ النّتيجة نفسها بالرغم من اختلاف الطّريقة.

وهذا ما نلاحظه كذلك في الدّائرة التي رسمها الخليل من أجل تمثيل قسمة تراكيب الحروف مثلما قال عبد الرحمن الحاج صالح أنّها دائرة ذات اتّجاهين متقابلين ووضع عليها ثلاثة أحرف متباعدة، فالانطلاق من كل حرف باتّجاه معين يسمّى موضع الانطلاق: في العروض «مفكاً»^{*}. فيعتبر الضاد المفكّ في ضرب، وتصير رأؤها مفكاً ل (رَبَضَ)، وهكذا... وتقلّب العمليّة حتى تستفرغ جميع التراكيب المحتملة.

فما يلاحظ هنا أنّ كل عمليّة تركيبية لها نظيرها - بقلب الاتّجاه - فبذلك وبالتركيب التّسلسلي وفيه صفة التّجميع (Associative) وإمكانية عدم التّركيب تكوّن مجموعة التّراكيب ممّا يسمّيه الرّياضيّون المحدثون (زمرة) Group⁵⁵.



فعند تغيير المفك في دائرة "ض رب" تصبح النتيجة كالتالي⁵⁶:

- ✓ تصاريف المفك ض: ض رب، ب رض.
- ✓ تصاريف المفك ر: رب ض، ض ب ر.
- ✓ تصاريف المفك ب: ب ض ر، رض ب.

نظرية العين الصوتية:

هي نظرية شمولية ترصد الظاهرة اللغوية، وتحاول حصر الطاقة التوليدية للغة، وذلك برصد ما يمكن تشكيله من ألفاظ وكلمات في حدود الحروف الهجائية العربية رياضياً، ثم تمييز المستعمل من المهمل والفصيح من الدخيل عن طريق الصوت قبل السماع أو الرواية في الغالب⁵⁷. والعامل الرئيسي الذي أدى بالخليل إلى اكتشاف هذه النظرية اعتقاده بنظرية المحاكاة في نشأة اللغة، باعتبارها نظرية تكاد تتفق وميوله العلمية⁵⁸.

بمعنى أنّ الخليل اعتمد في نظريته محاكاة الأصوات* من أجل تمييز دلالات الألفاظ وترتيب مخارج الحروف التي تتميز بين الشدة والرخاوة والهمس والجهر، والقوة والضعف...إلخ.

كما لا ننسى اهتمام عبد الرحمن الحاج صالح كذلك بالمجال الصوتي ففي مقام الآلات* التي أهداها علم الفيزياء إلى علم اللغة يقول: « وإقراراً بالحق، ومن باب عزو الفضل إلى ذويه يحسن بنا ههنا أن ننوه بالبحوث الصوتية المخبرية التي اضطلع بها أستاذنا الدكتور عبد الرحمن الحاج صالح، وعرض فيها على محك الآلات ما جاء في كتب علمائنا الأقدمين، ولا سيما ما رواه سيبويه عن شيخه الخليل بن أحمد في مخارج الحروف وصفاتها، فتبين له أن كثيراً من آرائهم بلغت من الحصافة، وأنّ غرائزهم أوتيت من الرهافة ما جعل نتائجهم تقارب النتائج التي توصلت إليها الآلات»⁵⁹.

وهذا ما يؤكد اهتمام العرب القدماء والمحدثين بالدرس الصوتي العربي لما له من أهمية قصوى في المجال العلمي التجريبي.

المحور السيني والصادي في الدرس الصوتي من خلال المنظور الرياضي:

فالخليل بن أحمد لم يكتف باكتشافه الأصوات وترتيبها كلاً حسب مخرجه، وإنما ذهب إلى معرفة صفات هذه الأصوات ومميزاتها واختلافها عن بعضها، كما أنّه انتقل من موضع معرفة طريقة ولادة الأصوات

إلى طريقة الأداء كما قسم علماء الصوت القدامى والمحدثون الأصوات بحسب طريقة أدائها إلى أصوات شديدة (انفجارية)، وأصوات رخوة (احتكاكية)، وأصوات متوسطة بين الشدة والرخاوة⁶⁰.

أ- ترتيب الأصوات العربية حسب شدتها من أعلاها رخاوة حتى أكثر شدة حسب عادل عباس هويدي النصاروي كما يأتي⁶¹:

0 = س، 1 = ز، 2 = ص، 3 = ش، 4 = ذ، 5 = ث، 6 = ظ، 7 = ف، 8 = هـ، 9 = ح، 10 = خ، 11 = غ، 12 = ع، 13 = و، 14 = ي، 15 = ل، 16 = ن، 17 = ر، 18 = م، 19 = ب، 20 = ت، 21 = د، 22 = ط، 23 = ض، 24 = ك، 25 = ق، 26 = ج = الهمزة = 28.

ولمعرفة قوة الفعل الدلالي وتأثيره رياضياً ينبغي إيجاد معادلات رياضية تدلّ عليه، لذا فالمحور السيني في هذه العملية يتمثل في مخارج الأصوات حسب تسلسلها ابتداءً من صوت الهمزة الذي يحمل التسلسل (صفر) حتى آخر صوت فيه، وهو الياء ذو التسلسل (28)⁶².

أما المحور الصادي فيتمثل في شدة الأصوات ورخاوتها، فكانت البداية بأكثر الأصوات رخاوة هو صوت الألف ذو التسلسل (صفر) وبأعلاه شدة هو صوت الهمزة الذي يحمل التسلسل (28)⁶³.

ومن تقاطع المحورين السيني والصادي، نجد كل الأصوات ممثلة بمخرجها ومحل ولادتها كما أثبتتها التجارب العملية، وكما أوضحه الخليل، فعند ايصال الخطوط بين تلك الأصوات يمكننا إيجاد المعادلات الرياضية التي تعبر عن تلك الأصوات رياضياً، وذلك بمقارنتها بمرادفاتنا سنجد الفرق واضحاً ودقيقاً بينها⁶⁴. وعليه فإن قيم الأصوات العربية حول المحورين السيني والصادي ستكون كما يلي⁶⁵:

الهمزة (0، 28)، ع (1، 13)، ح (2، 10)، هـ (3، 9)، غ (4، 12)، خ (5، 11)، ق (6، 26)، ك (7، 25)، ج (8، 27)، ش (9، 4)، ض (10، 23)، ص (11، 3)، س (12، 1)، ز (13، 2)، ط (14، 23)، ت (15، 21)، د (16، 22)، ظ (17، 7)، ذ (18، 5)، ث (19، 6)، ر (20، 18)، ل (21، 16)، ن (22، 17)، ف (23، 8)، ب (24، 20)، م (25، 19)، الألف (26، 0)، و (27، 14)، ي (28، 15).

المخطط البياني لتوزيع الأصوات⁶⁶:



مخارج الأصوات حسب تسلسلها.

ولحساب المساحة الصوتية للألفاظ نقترح النموذج الذي قدّمه عادل عباس هويدي التصراوي وفيه يوضّح كيفية استخدام اللّغة بطريقة رياضية وهو كالتّالي: ونأخذ على سبيل المثال اللفظتان (أزّ- هزّ):

- فاحداثيات الأصوات هي كالتّالي⁶⁷: الهمزة (28,0)، الزّاي (2,13)، معادلة أزّ:

$$\frac{ص-2ص}{1س-2س} = \frac{ص-1ص}{1س-1س}$$

$$\frac{28-2}{0-13} = \frac{ص-28}{0-س}$$

ص=2س+28، وحدود تكامل المعادلة من س=0 إلى س=13

$$المساحة الصوتية^* = \left(\frac{2-}{2} س + 28 \right) س = 13 \cdot 169 + 364 = 195.$$

- مساحة أزّ⁶⁸ هي: 195 وحدة صوتية.

احداثيّة الأصوات لمعادلة هزّ: الهاء (9,3)، الزّاي (2,13)⁶⁹:

$$\frac{ص-9}{3-13} = \frac{ص-9}{3-س}$$

المعادلة الرياضيّة* هي:

$$ص = \frac{8-}{10} س + 111، وحدود تكاملها من س=3 إلى س=13.$$

المساحة الصوتية لهزّ:

$$= \left[\frac{8-}{2 \times 10} س^2 + 111 س \right] = 56 + 111 = 55$$

مساحة هزّ⁷⁰ هي: 55 وحدة صوتية.

فمن خلال المعادلتين السّابقتين يتّضح لنا أنّ المساحة الصوتية للفعل أزّ أقوى من المساحة الصوتية للفعل هزّ، فبالرغم من تقارب اللفظتين وحملهما لنفس دلالة الدّفع، إلّا أنّ الاختلاف يكمن في الهمزة والهاء، فالهاء ضعيفة مقارنة بقوة وشدّة الهمزة.

خاتمة:

من الواضح الجليّ أنّ علماء اللّغة العربيّة قد تفتّنوا إلى ضرورة استعمال المنهج الرياضي في الدّراسات اللّسانية العربيّة وذلك لما لها من أهميّة في رصد الظواهر اللغويّة وذلك من خلال تبيان مجموع الكلمات الموجودة في العربيّة وتقليب الجذور وحساب الأبنية... إلخ، والتّمييز بين المهمل والمستعمل وهذا لاستعمالهم نظريّات الخليل بن أحمد الفراهيدي مثل (نظريّة العين الصوتية، المعجميّة...)، بالإضافة للدّراسات القيّمة التي قدّمها عبد الرحمن الحاج صالح من خلال نظريته الخليليّة التي استخدم فيها النّظام الرّياضي، فالمنهج الرّياضي بالرغم من قدمه إلى أنّه في تطوّر مستمرّ، وهذا ما يؤكّد لنا أنّ للتّراث قيمة تبقى وليدة العصر، والحداثة ماهي إلّا تكملة لما أتى به أسلافنا القدماء أمثال الخليل وابن جني وصولاً إلى عبد

الرحمن الحاج صالح وغيرهم من الذين ساروا على نهج القدماء وطوّروا نظريتهم بطريقة حديثة، وهذه مجموعة من النتائج المتوصل إليها:

✓ اللّغة العربية لغة مَيّزها الله عن باقي اللّغات وعلاقتها بالرياضيات علاقة وطيدة وقديمة فقد ذكر الله في محكم تنزيله عدّة آيات تدل على المسائل الرياضيّة (الميراث والجمع والضرب ولقسمة والكسور) وهذا ما يثبت لنا أن الرياضيات أصولها عريقة.

✓ يعتبر الخليل بن أحمد من العلماء الأجلّاء في عصره باعتباره مؤسس المنهج الرياضي اللغويّ.

✓ إنّ أصالة الفكر العربيّ في التفكير اللّساني نابع ممّا خلفه علماءنا من تراث لغويّ ضخم .

✓ من المحدثين العرب الذين ساروا على نهج الخليل بن أحمد نذكر عبد الرحمن الحاج صالح مؤسس النّظرية الخليليّة الحديثة، والذي تعدّد دراساته من منطق رياضيّ.

✓ تعتمد الرياضيات على استخدام الرموز والصّيغ بينما اللّغة العربية تعتمد على الألفاظ وتحليل

التراكيب؛ أي: أنهما وجهان لعملة واحدة تحليل الألفاظ وتفسير التراكيب باستخدام الصّيغ والرموز.

الهوامش:

¹ - ينظر: عبد السّلام السّدي، مباحث تأسيسيّة في اللّسانيّات، دار الكتاب الجديد المتحدّة، ط1، بيروت- لبنان، 2010، ص: 24.

² - ينظر: عبد السّلام السّدي، مباحث تأسيسيّة في اللّسانيّات، ص: 31.

³ - صابر حبّشة، علاقة اللّسانيّات بالرياضيات: رهانات أم عقبات؟، مجلة مخاطبات، ع 5، 2013، ص: 113.

⁴ - قاسمي الحسيني عواطف، الصّوتيات الرياضيّة في اللّسانيّات العربيّة مفهوم الكّم المتصل والمنفصل كمفهوم ثنائي إجرائي في الدّراسة الصوتية، مجلة الصوتيات، مج 20، ع 01، جمادى الأولى 1439هـ- 2018م، ص: 13.

⁵ - صابر حبّشة، علاقة اللّسانيّات بالرياضيات: رهانات أم عقبات؟، ص: 99.

⁶ - ينظر: عبد الرزاق هندي، آثار الدّرس اللّساني في تفعيل الدرس اللغوي " دراسة ميدانيّة في الجامعة الجزائريّة، أطروحة لنيل الدكتوراه في الدراسات اللغويّة، قسم اللغة العربيّة وآدابها، جامعة الجزائر2، 2012م- 2013م، ص: 35.

⁷ - معالي هاشم علي أبو المعالي، الاتجاه التوافقي بن لسانيات التراث واللّسانيّات المعاصرة الدكتور عبد الرحمن الحاج صالح أنموذجاً، أطروحة الدكتوراه فلسفة في اللغة العربيّة وآدابها، قسم اللغة العربيّة، جامعة بغداد، 1435هـ- 2014م، ص: 347.

⁸ - عادل عبّاس النصاروي، المنهج الرياضي في الدّرس المعجمي عند الفراهيدي تقويم وتجديد، مجلة البحوث والدراسات اللغويّة، ع3، العراق، 2015، ص: 78-79.

^{*} - الخليل ابن أحمد الفراهيدي مؤصل علم النّحو العربي وواضع مصطلحاته، وباسط مسائله، ومسبب علله، ومفتق معانيه، أستاذ أهل النّكاء والفتنة، مكتشف علمي العروض والقافية، الموسيقى، الرياضيات، المعجميّة...، كما شغل الناس بخلقه وعلمه وتراثه الذي كان ثمرة جهوده العلميّة، بالإضافة إلى زهده ورفضه للمال واكتفائه بالقليل، ونستعرض هنا بعض الأبيات التي تدل على عقته وزهده:

أبلغ سليمان أنّي عنه في سعة وفي غنى غير أنّي لسئتُ ذا مالٍ.

سخّى بنفسي أنّي لا أرى أحداً يموت هزلاً ولا يبقى على حالٍ.

والفقر في النّفس لا في المال نعرفه ومثلُ ذلك الغنى في النّفس لا في المال.

فالرَّزْقُ عن قدر لا العجز ينقصُه ولا يزيدُك فيه حلولٌ مُحْتالٍ.

ينظر: الخليل بن أحمد الفراهيدي، المنظومة النَّحْوِيَّة، تح: أحمد عفيفي، وزارة التَّراث والثقافة، عمان، ط2، 1436هـ-2015م، ص: 18-24.

⁹ - ينظر: عادل عباس النصاروي، المنهج الرياضي في الدرس المعجمي عند الفراهيدي تقويم وتجديد، ص: 79.

¹⁰ - عادل عباس هويدي النَّصاروي، المنهج الرياضي في الدرس الصَّوتي، مجلة مركز دراسات، ع24، الكوفة، 2012، ص: 133.

* الاستيمولوجيا: (*Epitémologie*) مصطلح جديد صيغ من كلمتين يونانيتين *Epitémé* ومعناها: علم، و *logos*، ومن معانيها: علم نقد ونظرة ودراسة، وكذلك عند أندري لالاند تعني « فلسفة العلوم، ولكن بمعنى أكثر دقة فهي ليست دراسة خاصة لمناهج العلوم، لأنَّ هذه الدراسة موضوع للميتودولوجيا وهي جزء من المنطق، كما أنَّها ليست أيضا تركيبا أو توقعا حدسيًا للقوانين العلميَّة (على طريقة الوضعيَّة)، إنَّها بصفة جوهرية الدَّراسة الهادفة إلى بيان أصلها (المنطقي لا النَّفسي) وقيمتها الموضوعيَّة، وينبغي أن نميِّز الاستيمولوجيا عن نظرية المعرفة، بالرغم من أنَّها تمهيد لها، وعمل مساعد لا غنى عنه، من حيث إنَّها تمهيد لها، وعمل مساعد لا غنى عنه، من حيث إنَّها تدرس المعرفة بتفصيل، وبكيفية بعدية في تنوع العلوم والموضوعات لا في وحدة الفكر». حافظ اسماعيل علوي، امحمد الملائخ، قضايا ابستمولوجية في اللسانيات، منشورات الاختلاف، الجزائر، الدار العربية للعلوم ناشرون، لبنان، ط1، 1430هـ-2009م، ص: 21-22.

¹¹ - محمد عابد الجابري، التراث والحداثة دراسات...ومناقشات، مركز دراسات الوحدة العربية، ط5، بيروت، ماي 2015، ص: 21.

¹² - المرجع نفسه، ص: 21-22.

¹³ - المرجع نفسه، ص: 22.

* *Influence*

* *dépassement*

* *renaissance de l'acquis*

* *décodage du message*

¹⁴ - عبد السلام المسدي، التفكير اللساني في الحضارة العربية، دار الكتاب الجديد المتحدة، بيروت، ط3، 2009، ص: 21-22.

¹⁵ - البيان - دبي، 16 فبراير 2018م، الموقع الالكتروني: <https://www.albayan.ae/across-the-uae/news-and-reports/2018-02-16-1.3188020>

¹⁶ - الموقع الالكتروني: <https://www.hekams.com/?id=8888>

* *renouveau*

¹⁷ - ينظر: محمد عابد الجابري، اشكاليات الفكر العربي المعاصر، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، ط2، 1990، ص: 22-23.

¹⁸ - ابن منظور، لسان العرب، دار صادر، بيروت، ط3، 2004، مج 4، مادة "ح. د. ث"، ص: 52.

¹⁹ - محمد عابد الجابري، التراث والحداثة دراسات...ومناقشات، ص: 17.

²⁰ - عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، موفم للنشر، دط، الجزائر، 2012، ج1، ص: 11.

* التقليد: هو اتباع الإنسان لغيره فيما يقول أو يفعل معتقداً الحقيقة فيه من غير نظر وتأمل، وهو كذلك اتخاذ أقوال الغير كحقائق لا تقبل الجدل وعدم الإتيان بأي ابتكار. عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، ج1، ص: 11.

²¹ - ينظر: حافيظ اسماعيل علوي، نحن واللسانيات: مقارنة لبعض إشكالات التلقي في الثقافات العربية، مجلة الكلمة "منتدى الكلمة للدراسات والأبحاث"، ص15، ع59، لبنان، 2008، ص: 12.

²² - عبد السلام المسدي، اللسانيات وأسسها المعرفية، الدار التونسية للنشر والمؤسسة الوطنية للكتاب، تونس، أوت 1986م، ص: 07.

²³ - حافيظ اسماعيل علوي، نحن واللسانيات: مقارنة لبعض إشكالات التلقي في الثقافات العربية، ص: 27.

²⁴ - ينظر: سعاد شرفاوي، الجهود اللسانية عند عبد الرحمن الحاج صالح (قراءة في الآثار والمنهج ومواطن الاجتهاد)، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه العلوم في اللغة والأدب العربي، قسم اللغة والأدب العربي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2016م-2017م، ص: 120.

²⁵ - محمد غاليم، النظرية اللسانية والدلالة العربية المقارنة "مبادئ وتحاليل جديدة"، دار توبقال للنشر، ط1، المغرب، 2007، ص: 53.

* ولد عبد الرحمن الحاج صالح (1927م-2017م) بمدينة وهران، درس في مصروفي بوردو وباريس، تحصل على التبريز من باريس - السوربون- كان أستاذاً بجامعة الرباط سنة 1961م إلى سنة 1962م، وبجامعة الجزائر بعد ذلك، وصار مدير معهد العلوم اللسانية بالجزائر، ثم مدير مركز البحوث العلمية لترقية اللغة العربية، وعينه الرئيس عبد العزيز بوتفليقة رئيساً للمجمع الجزائري للغة العربية سنة 2000م، وهو عضو في المجمع الآتية: دمشق وبغداد وعمّان والقاهرة، ويشرف على مشروع الذخيرة الدولي. ينظر: عبد السلام السيد حامد، النظرية النحوية عند عبد الرحمن الحاج صالح، مجلة الطريق التربوي وعلم الاجتماع، ع5، أوت 2018م، ص: 139، وعبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، صفحة الغلاف.

²⁶ - عبد الرحمن الحاج صالح، منطق العرب في علوم اللسان، موفم للنشر، دط، الجزائر، 2012، ص: 13-14.

²⁷ - المرجع نفسه، ص: 14.

* - المنطق هو علم أو فن يهتم بدراسة قوانين الفكر الأساسية وقواعد التفكير الصحيح. ياسين خليل، نظرية أرسطو المنطقية، دراسة تحليلية لنظرية أرسطو في اللغة والمربع المنطقي والقياس الحملي وقياس الجهات، مطبعة أسعد، دط، بغداد، 1964، ص: 16.

* السلوجسموس: يفيد اليقين من حيث صورته، ويتحقق اليقين التام صورة ومادة بشرط أن تكون مقدمته يقينيتين. عبد الرحمن الحاج صالح، منطق العرب في علوم اللسان، ص: 311.

* وجوه التصرف: تعرف عند الخليل أنها احصاء كل التراكيب التي تحتلها المجموعة من حرفين وثلاثة أحرف إلى خمسة أحرف. جاء في قوله: «اعلم أنّ الكلمة الثنائية تتصرف على وجهين، نحو قدّ، ودقّ وشدّ، ودشّ. والكلمة الثلاثية تتصرف على ستة أوجه وتسمى مسدوسة، وهي نحو: ضرب، ضبر، برض، بضر، رضب، رض. والكلمة الرباعية تتصرف على أربع وعشرين وجهاً، وذلك أنّ حروفها وهي أربعة وعشرين، وذلك أنّ حروفها وهي أربعة أحرف تضرب في وجوه الثلاثي الصحيح وهي ستة أوجه فتصير أربعة وعشرين وجهاً، يكتب مستعملها ويلغى مهملها، وذلك نحو عبقر.... والكلمة الخماسية تتصرف على مئة وعشرين وجهاً وذلك أنّ حروفها وهي خمسة أحرف تضرب في وجوه الرباعي وهي أربعة وعشرون حرفاً فتصير مئة وعشرين وجهاً يستعمل أقله ويلغى أكثره». الخليل بن أحمد الفراهيدي، كتاب العين، تح: مهدي المخزومي و إبراهيم السامرائي، ص: 59، وينظر: عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، ج2، ص: 68-69.

- ²⁸ - ينظر: عبد الرحمن الحاج صالح، منطق العرب في علوم اللسان ص: 29.
- ²⁹ - ينظر: المرجع نفسه، ص: 29.
- ³⁰ - ينظر: محمد شندول، الصرف العربي بين المقاربات اللغوية القديمة والمقاربات اللسانية الحديثة، مركز النشر الجامعي، تونس، 2015، ص: 94.
- ³¹ - ينظر: المرجع نفسه، ص: 94.
- ³² - ينظر: المرجع نفسه، ص: 95-96.
- ³³ - المرجع نفسه، ص: 96.
- ³⁴ - هاني فتحي عبد الكريم نجم، مستوى التفكير الرياضي وعلاقته ببعض الذكاوات لدى طلبة الصف الحادي عشر بغزة، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة، 1428هـ-2007م، ص: 16.
- ³⁵ - حسن خميس الملح، رؤى لسانية في نظرية النحو العربي، دار الشروق، عمان، 2007م، ص: 15.
- ³⁶ - عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، دط، موفم للنشر، 2012، ج 2، ص: 68.
- ³⁷ - عبد الرحمن الحاج صالح، منطق العرب في علوم اللسان، ص: 220.
- ³⁸ - المرجع نفسه، ص: 220.
- ³⁹ - ينظر: حسن خميس الملح، رؤى لسانية في نظرية النحو العربي، ص: 16، نقلا عن: معالي هاشم علي أبو المعالي، الاتجاه التوافقي بن لسانيات التراث واللسانيات المعاصرة الدكتور عبد الرحمن الحاج صالح أنموذجا، ص: 348.
- ⁴⁰ - أبي الفتح عثمان بن جني، الخصائص، تح: محمد علي النجار، دار الكتب المصرية، 1913م، ج 1، ص: 13.
- ⁴¹ - أسامة الألفي، المعجم العربي الحديث بين الواقع والمأمول، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2010، ص: 27-28.
- ⁴² - أحمد طه حسنين، المعاجم العربية بين الابتكار والتقليد، كلية اللغة العربية، القاهرة، ط 2، 1426هـ-2005م، ص: 35.
- ⁴³ - المرجع نفسه، ص: 35.
- ⁴⁴ - المرجع نفسه، ص: 36.
- ⁴⁵ - التواتي بن التواتي، الخليل بن أحمد الفراهيدي منظرا نحويًا وعنايته بالقراءات وتوجيهها النحوي، مجلة المجمع الجزائري، ع2، السنة 1، ديسمبر 2005، ص: 153.
- ⁴⁶ - ينظر: عادل عباس النصراوي، المنهج الرياضي في الدرس المعجمي عند الفراهيدي تقويم وتجديد، ص: 89.
- ⁴⁷ - حلام الجيلالي، المعجم العربي بين المدارس النظرية والنظريات، مجلة المعجمية، تونس، ع 9-10، 1994م، ص: 113.
- ⁴⁸ - المرجع نفسه، ص: 113.
- ⁴⁹ - المرجع نفسه، الصفحة نفسها.
- ⁵⁰ - المرجع نفسه، ص: 114.
- ⁵¹ - عبد الرحمن الحاج صالح، منطق العرب في علوم اللسان، ص: 221.
- ⁵² - المصدر نفسه، ص: 222.
- ⁵³ - عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، ج 2، ص: 69.
- ⁵⁴ - عبد الرحمن الحاج صالح، منطق العرب في علوم اللسان، ص: 222.
- ^{*} *diviseur*
- ⁵⁵ - عبد الرحمن الحاج صالح، بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، ج 2، ص: 70.

⁵⁶- مختارية بن قبلية، فاطمة الزهرة حبيب زحماني، الإحصاء بين اللسانيات والرياضيات من منظور عبد الرحمن الحاج صالح، أعمال الملتقى الوطني "الجهود اللغوية لدى الدكتور عبد الرحمن الحاج صالح"، 11-12 مارس 2018م، جامعة الجيلالي الياابس سيدي بلعباس، الجزائر، ص: 57.

⁵⁷- حلام الجيلالي، المعجم العربي بين المدارس النظرية والنظرياتية، ص: 112.

⁵⁸- ينظر: المرجع نفسه، ص: 112.

* *Simulation des sons*

* المقصود بالألات هنا: السقف الصناعي، الكاشف، المدون، والمسجل.

⁵⁹- غازي مختار طليمات، في علم اللغة، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، ط2، 2000، ص: 34.

⁶⁰- ينظر: عادل عباس هويدي النصراوي، المنهج الرياضي في الدرس الصوتي، مجلة مركز دراسات الكوفة، 2012، ع24، ص: 139.

⁶¹- المرجع نفسه، ص: 142.

⁶²- ينظر: المرجع نفسه، ص: 144.

⁶³- ينظر: المرجع نفسه، ص: 144.

⁶⁴- ينظر: المرجع نفسه، ص: 144.

⁶⁵- المرجع نفسه، ص: 145.

⁶⁶- المرجع نفسه، ص: 146.

⁶⁷- المرجع نفسه، ص: 148.

* *l'espace sonore*

⁶⁸- عادل عباس هويدي النصراوي، المنهج الرياضي في الدرس الصوتي، ص: 148.

⁶⁹- المرجع نفسه، ص: 149.

* *L'équation mathématique*

⁷⁰- عادل عباس هويدي النصراوي، المنهج الرياضي في الدرس الصوتي، ص: 149.