

الحوسبة وترجمة النظام الصائتي للعربية (أصولا وفروعا) إلى مصفوفة (Matrice)

Computing and translating the Arabic vocalic system (ascendants and descendants) into a Matrice

د. حورية زلاقي*

جامعة المسيلة (الجزائر)

zellagui.h2014@gmail.com

المعلومات المقال	الملخص:
تاريخ الارسال: 2022 /11 /03	تحاول هذه الورقة البحثية إيجاد صياغة رياضية للتوصيف الصوتي العربي مواكبة للتطور التقني والرقمي الذي ولجته اللغات العالمية؛ إذ تخص بالنظر والتحليل مصوتات العربية (الصوائت) التي تعتبر قسيما للصوامت في النظام الصوتي العام للفصحى، حيث تنطلق من التقسيم الذي يجعلها أصولا وفروعا، وتبين خصائص وحداتها والعلاقات القائمة بينها فونيتيكيا، كما تهتم تحديدا ببحث العلاقة بين الأصول والفروع، الذي يتيح ترجمتها إلى مصفوفة بالمفهوم الرياضي (Matrice). وتطمح هذه الدراسة إلى تهيئة النظام الصائتي للعربية أصولا وفروعا، ليكون قادرا على الاستجابة للبرمجة الآلية التي تهيئ بدورها اللسان العربي في المستوى الصوتي للحاسبات الإلكترونية، شأنها في ذلك شأن الأنظمة الجزئية الأخرى في مستويات التحليل الدراسية
تاريخ القبول: 2022 /12 /23	
الكلمات المفتاحية: ✓ الحوسبة ✓ المصوتات ✓ النظام الصوتي العربي ✓ الصياغة الرياضية ✓ الأصول والفروع ✓ المصفوفات	
Article info	Abstract :

this paper attempts to create mathematical formulation of Arabic phonetic descriptions in line with the technical and digital development that has been accessed to the world's languages; since it is interested in the analysis of Arab vowels, which are considered as a counterpart of consonant in the general phonetic system of the Standard Arabic; given that it proceeds from the division that makes it an ascendants and descendants, demonstrates the characteristics of its units and their relationships with Phonetics, and is specifically concerned by examining the relationship between ascendants and descendants, which allows them to be translated into matrix by mathematical concept.

The study aspires to establish an Arabic vocalic system with ascendants and descendants in order to be able to respond to automated programming, which in turn creates the Arabic language at the phonetic level of computers, as well as other partial systems at the levels of study analysis.

Received

03 / 11 / 2022

Accepted

23 / 12 / 2022

Keywords:

- ✓ Computing
- ✓ Vowels
- ✓ Arabic phonetic system
- ✓ Mathematic formulation
- ✓ ascendants and descendants
- ✓ Matrices

1. مقدمة:

لا يخفى على الباحثين اللغويين أن الصياغة الرياضية لقوانين اللسان البشري حاضرة في التحليل العلمي للغة البشرية عامة والعربية بصفة خاصة، إذ لعلمائنا الأقدمين - على غرار أقرانهم- باع في المعالجة العلمية الموضوعية التي تعين على إيجاد صياغة رياضية للقوانين المستخلصة من معالجة مختلف مسائل لغتهم، منذ جهود أستاذه الأول الخليل بن أحمد ومن حذا حذوه من تلاميذه إلى يومنا هذا، وذلك في مستويات التحليل المعروفة: صوتاً وصرفاً وتركيباً ودلالة. ولا شك أن الإرث الأصيل الذي وضعه بين أيدينا هؤلاء الأفذاذ جهدٌ عظيم، تعهده أصحابه بالمدراسة والتحليل العلمي حتى استقام واستوى على سوقه، فكان غاية في الدقة والشمول، قلّما توفرت لغيره في جهود السابقين واللاحقين من العلماء على مَرِّ الزمان؛ ذلك أنه من أهم ما اصطبح به علمياً هو اتكاؤه على العلم الرياضي واعتماده عليه منهجاً، مما أتاح له تكميم قضايا مادته العلمية بعد التوصيف والتصنيف وتحديد طبائع العلاقات بين أجزاء مادته المخصوصة بالتحليل، ومن ثم تجريدها لتكون قابلة للترميز الذي ينقلها إلى عالم الحواسيب والمعالجة الآلية.

كما لا يخفى على المشتغلين في حقل اللسانيات حديثاً أن الصياغة الجديدة للنظرية الخليلية القديمة بين يدي الأستاذ عبد الرحمن الحاج صالح قد أصلت لحضور المنهج الرياضي الخليلي؛ إذ بينت تواجده في تحليل الأنظمة الجزئية لبنية العربية، وأزاحت عن مسأله كثيراً من الالتباس والغموض؛ ذلك أن المفاهيم والمبادئ المستخرجة قد بينت عند الاختبار أن النظرية الخليلية القديمة هي أطوع نظرية لهذا التوجه.

الذي يهيئها -حسب قول الحاج صالح- للتشكيل بالشكل الخوارومي (Algoritmique) حتى يمكن استعمالها على الرتاب (الحاسب الإلكتروني).

وجدير بالذكر أن تطويع اللغة للحاسبات الالكترونية يمر عبر توصيف دقيق لأنظمتها الجزئية في مستويات التحليل اللساني، وهي أنظمة مترابطة في اللغات الطبيعية عموماً وفي العربية خصوصاً، حيث تتدرج هرمياً من المستوى الصوتي (الفونيمي)، إلى المستوى الصرفي (المورفيمي)، إلى المستوى التركيبي، حيث تتقاطع هذه الأنظمة وتتكامل لتشكيل النظام الكلي للسان المدروس.

والدرس الصوتي العربي هو أحد الجوانب المهمة في الدراسة اللسانية، وقد عرف إثراء متميزاً، خاصة في ظل توفر الوسائل والأدوات المعينة على التحليل العميق والتشخيص الدقيق لمختلف المسائل الصوتية شديدة التعقيد، ولعل أبرز مظاهر هذا الإثراء ما قدمه الأستاذ الحاج صالح، الذي اضطلع بتجديد الرؤية للصوتيات الخيلية بمنظور تكنولوجي يواكب التطور العلمي الحداثي، وغايته في ذلك إضفاء مزيد من الصبغة العلمية عليها.

ويتصل موضوع بحثنا بأحد جوانب هذا التوجه¹؛ إذ يضطلع ببحث خصائص أحد فرعي النظام الصوتي العربي وهو مصوتات العربية أصولاً وفروعاً، حيث يحاول إيجاد صياغة رياضية للعلاقة التي تربط أصول الصوتيات بفروعها اعتماداً على الخاصية المتعلقة بدرجة الانفتاح في الجهاز التصويقي التي تحدد خصائص المصوتات ومواضع النطق بها، وإن كانت تفتقر إلى مخارج محددة، ومنطلقها الأساسي هو التقسيم الثنائي لأصوات العربية الذي يجعل مصوتات العربية قسماً لصوامتها، ووصولاً إلى ترجمة النظام الصائقي إلى مصفوفة (Matrice).

والفكرة هذه مستوحاة من مقالة موجزة للأستاذ عبد الرحمن الحاج صالح، تحدث فيها إجمالاً عن كون النظام الصوتي العربي يشكل مصفوفة بمفهوم رياضي، حيث يقول: "أما النظام الصوتي فقد تصوره العلماء الأولون أيضاً كمصفوفة (Matrice)؛ فترتيب المخارج عندهم هو ترتيب لأجناس من الأصوات على المحور الأفقي، وكل جنس في (داخل عمود) يتفرع عن الآخر بزيادة: صوت الحركة ثم حرف المد (+مد) ثم اللين (+شيء من الجمود) ثم الرخو (+جمود أكثر) ثم بين بين (رخاوة + شدة) ثم التشديد (جمود مطلق)"². وهذا التصور الذي قدمه الحاج صالح يطرح بعض التساؤلات التي تتلخص في الآتي:

هل يشكل النظام الصائقي (أصولاً وفروعاً) مصفوفة بالنظر إلى كونه جزءاً من النظام الصوتي العام للعربية الفصحى؟ وهل يمكن ترجمة هذا التصور رياضياً؟ وهل يمكن أن تجد لها حيزاً في أعمال المشتغلين بحوسبة اللغة العربية لنقلها إلى عالم الحواسيب والمعالجة الآلية.

أما فرضيات البحث فتنبني على إمكانية تقديم تصور خاص بالمصوتات (الحركات) قياساً على تصور الأستاذ عبد الرحمن الحاج صالح، ومفاده ما يلي: إن النظام الصائقي للعربية يمكن أن نتصوره أيضاً كمصفوفة (Matrice)؛ فترتيب الوضعيات التشكيلية لأعضاء النطق هو ترتيب لأجناس من المصوتات على المحور الأفقي (أمامية وخلفية)، وكل جنس في (داخل عمود) يتفرع عن الآخر بزيادة: صوت الحركة المنفتحة (أقصى درجة انفتاح) ثم صوت الحركة نصف المنفتحة (+ شيء من التضييق) ثم صوت الحركة نصف المغلقة (+ تضيق أكثر) ثم صوت الحركة المغلقة (أقصى درجة انغلاق). وسيأتي تفصيل هذا التصور من خلال معالجة المسائل الآتية:

- التعريف بالمصوتات في النظام الصوتي العام.
- المصوتات الأصول والمصوتات الفروع عند علمائنا الأقدمين (التنوعات النطقية للحركات ومداتها).
- مصوتات العربية والنظام الصائتي العالمي (الخصائص والسمات).
- المصوتات العربية (أصولا وفروعا) تشكل مصفوفة بمفهوم رياضي (Matrice).

أولا: التعريف بالمصوتات في النظام الصوتي العام:

يتميز علماء الأصوات في العصر الحديث بين عنصرين أساسيين يشكلان السلسلة الصوتية في اللغة، وهما: الصوامت (consonnes) والمصوتات أو الصوائت (voyelles)، وعليه فالصوت في التأليف المنطوق إما صامت أو مصوت. ولا يختلف الأمر عند علماء العربية قديما وحديثا، حيث يعتمدون التقسيم نفسه مشيرين إلى هذين الصنفين بتسميات متنوعة، كالحروف والحركات أو السواكن والعلل أو الصوامت والمصوتات وغيرها.

وجدير بالذكر أن دراسة المصوتات وهي موضوع هذا البحث تتسم بشيء غير قليل من الصعوبة في التوصيف والتصنيف، بل إنها من أشد جوانب التحليل الصوتي صعوبة وتعقيدا، وذلك لأسباب عديدة يأتي في مقدمتها عدم وجود معيار ثابت ودقيق³ يكون محل اتفاق بين الأصواتيين، بحيث يضبط خصائص المصوتات ضبطا يخرج من دائرتها الأصناف الصوتية التي لا تتوافر فيها تلك الخصائص.

غير أن أهم التعريفات لهذه الفئة من أصوات اللغة، والتي تكاد تكون محل اتفاق وقاسما مشتركا بين أغلب الدارسين تتلخص في قولهم: "المصوت هو الصوت المجهور الذي يخرج الهواء عند النطق به في مجرى مستمر خلال الحلق والفم من غير أن يتعرض لتدخل أعضاء آلة النطق تدخلا يؤدي إلى حبس أو تضيق يسبب احتكاكا مسموعا"⁴. ويمكننا أن نميز في هذا التعريف أهم الخصائص النطقية والمعايير النظرية كما يلي:

1- الجهر: وهو خاصية نطقية تتصل بحركة الوترين الصوتيين، إذ يهتزان محدثين نغمة موسيقية أثناء النطق بالصوت المعين، وجميع المصوتات أصوات مجهورة. وبالرغم من أن كثيرا من الصوامت تشترك في هذه الخاصية مع المصوتات، إلا أن النغمة الحنجرية تكاد تكون جوهر الصوت المصوت، إذ تجعله مميزا بأثر سمعي أقوى من الأثر السمعي الذي يميز الصوامت، وذلك لكون المصوتات تتشكل أساسا من النغمات الحنجرية التي تؤثر فيها غرف الرنين الموجودة في الممر الصوتي، والمتمثلة في تجويف الحلق وتجويف الفم⁵. وقد اتخذت ظاهرة الوضوح السمعي في المصوتات معيارا للتفريق بينها وبين الصوامت عند أغلب الدارسين المحدثين.

2- مرور الهواء مرورا حرا: ومفاد ذلك عدم حدوث حبس أو تضيق في مجرى التنفس أثناء النطق بالمصوت؛ إذ يمر الهواء حرا طليقا خلال الحلق والفم، بخلاف الصوت الصامت الذي يحدث أثناء النطق به اعتراض موضعي يكون إما جزئيا أو كليا. لكن ما يميز الصوائت أو المصوتات بعضها من بعض هو وجود تشكيلات متنوعة لأعضاء النطق تؤدي إلى ما يشبه التضيق الجزئي، لكنه تضيق تجويفي لا موضعي، وسيأتي بيان ذلك في موضعه من هذا البحث.

ثانيا- مصوتات العربية والنظام الصائتي العالمي (الخصائص والسمات).

تبين الدراسة النطقية للمصوتات (الحركات) أن الصفة المميزة لها تتحدد بناء على الشكل العام الذي يتخذه تجويفا ما فوق الحنجرة وهما الحلق والفم أثناء النطق بها، إذ يشكلان معا أنبوبا صوتيا يمتد من الحنجرة إلى

الشفيتين، يسمح بمرور عمود الهواء مرورا حرا، ويمكن تسمية هذا التجويف الأنبوبي بالقناة النطقية⁶، التي يختلف شكلها من مصوت لآخر، وهو ما يؤدي لاختلاف الرنين، ومن ثم اختلاف الصوت، فكل مصوت يمتلك نمطا رنينيا يختلف نوعا ما عن غيره من المصوتات الأخرى⁷، ويعتمد التشكيل التجويفي في بيان سمات المصوتات على ثلاثة أعضاء نطقية متحركة هي: اللسان والشفتان والحنك اللين، وبناء على كل عضو من هذه الأعضاء، يوصف المصوت بصفات متميزة⁸: فالصفات التي تنبني على الحركة العمودية للسان من الأعلى إلى الأسفل هي: مغلقة (Fermée)، نصف مغلقة (Mi fermée) ومنفتحة (Ouvverte)، ونصف منفتحة (Mi Ouvverte).

أما حركة اللسان الأفقية فيترتب عنها صفتان هما: أمامية (Antérieur)، وخلفية (Postérieur)، فالحركة الأمامية هي التي تتحقق بتقدم اللسان إلى الأمام. والخلفية تتحقق بتراجع اللسان إلى الوراء.

أما عضو الشفتين فتنبني عليه صفتان هما: (مستديرة وغير مستديرة)؛ فالحركة المستديرة تتحقق باستدارة الشفتين، والحركة غير المستديرة تتحقق بانفراجهما.

والعضو الثالث هو الحنك اللين. وبناء على حركته نميز المصوتات الأنفية (Nasales) من المصوتات الفموية (Orale). فعندما يرتفع الحنك اللين نحو جدار الحلق ينغلق الممر الأنفي، فيمنع الهواء من المرور، فيكون المصوت فمويا. وعندما ينخفض الحنك اللين عن جدار الحلق، يُسمح للهواء بالمرور عبر التجويف الأنفي فيكون المصوت أنفيا. وقد اهتم الباحثون المحدثون باستنباط مقاييس عامة للمصوتات، تقاس عليها مصوتات جميع اللغات الطبيعية وتنسب إليها، وقد قبسوا هذه المقاييس من عدد من اللغات المشهورة لتكون صادقة على أي لغة من اللغات المعروفة.

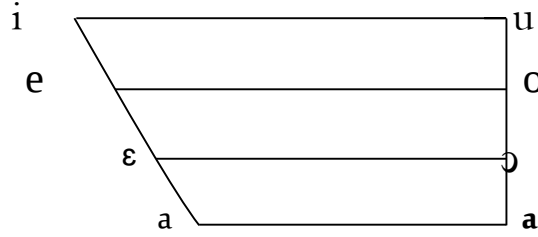
وبناء على ذلك حدد علماء الأصوات ثلاثة مصوتات رئيسة تستخدم في اللغات جميعا، هي: (i) أي الكسرة، و (u) أي الضمة، و (a) أي الفتحة، وهذا وصف موجز لها⁹:

1- عندما يرتفع اللسان إلى الأعلى قدر المستطاع، ويدفع إلى الأمام قدر الإمكان مع ترك فراغ يسمع بمرور الهواء مرورا حرا، وتأخذ الشفتان وضع الانبساط في الوقت نفسه يصدر الصوت (i) أو (ا)، وهما يقابلان الكسرة أي الصائت القصير، وياء المد (الياء الساكنة المكسور ما قبلها).

2- وعندما يتحرك اللسان إلى الأسفل قدر المستطاع، وينسحب إلى الخلف قدر الإمكان مع انبساط الشفتين من غير تدوير، فإنه يصدر صوت (a) أو صوت (à)، وهما يقابلان الفتحة وألف المد.

3- وعندما يرتفع اللسان وينسحب إلى الخلف قدر الإمكان دون إحداث حفيف ما، مع أخذ وضع الاستدارة للشفتين، فإنه يصدر صوت (u) أو صوت (ù)، وهما يقابلان: الضمة وواو المد (الواو الساكنة المضموم ما قبلها).

ولم يكتف العلماء المحدثون بوصف هذه الصوائت الرئيسية الثلاثة، إنما حددوا نظرا إلى موضع اللسان من الحنك الأعلى ثمانية مقاييس تبدأ بالصائت (i) وتنتهي بالصائت (u). وهي موضحة في الشكل التالي:



*مخطط لأشهر الصوائت المعيارية العالمية *

ومهما كان عدد المصوتات التي تنسب إلى لغة من اللغات، فإنه يمكن وصف كل مصوت فيها قياسا على هذه الفئة من المصوتات المعيارية الثمانية. ولا شك في أن عددها يختلف من لغة إلى أخرى اختلافا بينا، فعلى حين تضم الانجليزية والفرنسية ستة عشر مصوِّتا، فإنه لا حظّ منها للعربية الفصحى سوى ثلاث صوائت معترف بها، مع أنه يمكن للإنسان أن ينطق ما يتجاوز من نحو خمسين مصوِّتا.

وبناء على ما سبق توصف الصوائت التي تفتقر إلى مخارج معينة اعتمادا على النظر إلى مواضع اللسان وصورة الشفتين وإلى درجات الانفتاح، وإلى طريقة النطق على النحو الآتي:

أولا: من حيث مواضع اللسان وصورة الشفتين يلاحظ أن اللسان عندما يتكتل في مقدم الفم عند الغار (قبة الحنك)

يُحدث مصوتات أمامية، وهي المصوتات الأربعة الأولى، الموضحة مواضعها في الشكل السابق، وهي: (a, ε, e, i). أما إذا تجمع اللسان في مؤخر الفم عند الطبق (الحنك اللين) فإنه يُحدث مصوتات خلفية. وهي المصوتات التالية للأربعة الأولى، أي أصوات (u, o, ɔ, a).

وتصوّر الشفتان حين النطق بالمصوتات وضعين هما الاستدارة والانفراج. فالاستدارة تكون حين النطق بالمصوتات الخلفية متدرجة من حيث الضم من صوت (a) أي الفتحة المفخمة إلى صوت (ɔ) أي الإمالة المنفرجة إلى صوت (o) أي الإمالة الحادة، إلى صوت (u) أي الضمة حيث تبلغ الاستدارة أقصاها مع بروز الشفتين إلى الأمام .

أما الانفراج فيكون حين النطق بالمصوتات الأمامية، التي يتدرج الانفتاح فيها حتى يبلغ مداه في نطق المصوت (i). وتقابل الأصوات الأمامية المنفرجة الصوائت والصور الصوتية العربية المعروفة. فصوت (i) يقابل الكسرة، وصوت (e)

يقابل الإمالة الكسرية الحادة، وصوت (ε) يقابل الإمالة الكسرية المنفرجة، وصوت (a) يقابل الفتحة المرققة.

ثانيا: ومن حيث درجة الانفتاح الفموي حين النطق بالصوائت يميز بين الصوائت المنغلقة أو الحادة والصوائت المنفتحة أو المنفرجة. فصوت الضمة (u) وصوت الكسرة (i) يمثلان أصغر درجة انفتاح، على حين أن صوت الفتحة (a) يمثل أكبر درجة انفتاح.

ثالثا- المصوتات الأصول والمصوتات الفروع عند علمائنا الأقدمين

ميز علماؤنا قديما بين المصوتات الأصول وتنوعاتها (التنوعات النطقية للحركات ومداتها): يقول أبو الفتح عثمان بن جني: "واعلم أنك قد تجد هذه المضاربة وهذا التقارب بين الحروف، فقد تجده أيضا بين الحركات، حتى إنك تجد

الفتحة مشوبة بشيء من الكسرة، أو الضمة منحوا بها إلهما، وتجد الكسرة مشوبة بشيء من الضمة، والضمة مشوبة بطرف من الكسرة.¹⁰

فابن جني يفصل بين الحركات الأصلية، التي يعتد بها في التحليل على المستوى الفنولوجي بالمفهوم الحديث، وبين الحركات الفرعية، التي تعتبر تنوعات أو تحققات صوتية لها. فالحركات في نظره ليست ثلاثا فحسب: ضمة وكسرة وفتحة، كما هو مستقر في تصور الناطقين باللسان العربي، بل توجد حركات تتفرع عنها بسبب التجاور في السياق، كالتي بين الفتحة والكسرة، والتي بين الفتحة والضمة، والتي بين الكسرة والضمة، حيث يقول بشأن ذلك: "باب في كمية الحركات: أما ما في أيدي الناس في ظاهر الأمر فثلاث وهي الضمة والكسرة والفتحة، ومحصلها على الحقيقة ست، بين كل حركتين حركة... ويدل على أن هذه الحركات معتدات اعتداد سيبويه بألف الإمالة وألف التفخيم حرفين غير الألف المفتوح ما قبلها"¹¹.

ينبئ مثل هذا النص عن وعي القدماء بوجود حد فاصل بين الاعتبار الفونيني، والتحقق الصوتي للحركات. فهم يميزون بين ما هو مدرك منها نظريا، وما هو محقق في واقع الاستعمال اللغوي؛ فعبارة ابن جني: (ظاهر الأمر)، تشير إلى ما يسمى بالحركات الأصول، أي ما يعتقد المتكلم أنه ينطقه والمتلقي أنه يسمعه، وهو ذلك الصنف من الحركات الذي يعتد به في التحليل على المستوى الفنولوجي، كما يعبر عنه علماء الأصوات في عصرنا. وعبارته (على الحقيقة): تشير إلى مجموع التحققات الصوتية للحركات الأصول، وقد عدّها ابن جني، ومثل لها لبيان مواضعها من خلال عدد من السياقات. ومن هذه التنوعات الصوتية الفتحة المشوبة بالكسرة، وهي حركة نتجت عن الإمالة، حين تنحونطقيا بالفتحة نحو الكسرة، ولا يتأتى ذلك دون إمالة الألف التي بعدها نحو الياء، وذلك في السياقات التي ترد فيها الفتحة متبوعة بمدّها، يقول أبو الفتح: "أما الفتحة المشوبة بالكسرة، فالفتحة التي قبلها الإمالة. نحو فتحة عين عابد وعارف، وذلك أن الإمالة إنما هي أن تنحوا بالفتحة نحو الكسرة، فتميل الألف التي بعدها نحو الياء، لضرب من تجانس الصوت. فكما أن الحركة ليست فتحة محضة، فكذلك الألف التي بعدها ليست ألفا محضة وهذا هو القياس. لأن الألف تابعة للفتحة، فكما أن الفتحة مشوبة فكذلك الألف اللاحقة لها"¹².

والملاحظ في هذا الوصف أن ابن جني يجعل إمالة الألف لاحقة لإمالة الفتحة، حادثة لحدوثها في مثل السياقات السابقة، ويبدو بذلك أنه يخالف سيبويه ومن حذا حذوه، لأن صاحب الكتاب تحدث عن إمالة الألف، أو مد الفتحة نحو الياء، لوجود الكسرة التي بعدها، دون أن يشير إلى الفتحة التي سبقتها، أو يجعل إمالة الألف بسبب من إمالة الفتحة ذاتها، حيث يقول: "فالألف تمال إذا كان بعدها حرف مكسور، وذلك قولك عابد وعالم ومساجد ومفاتيح... وإنما أمالوها للكسرة التي بعدها، أرادوا أن يقربوها منها، كما قربوا في الإدغام الصاد من الزاي حين قالوا صدر، فجعلوها بين الزاي والصاد، فقربها من أشبه الحروف من موضعها بالدال...، فالألف قد تشبه الياء فأرادوا أن يقربوها منها"¹³.

ولكننا نعتز على قول آخر لسيبويه، يشير فيه إلى أن الإمالة نحو الكسرة تشمل الألف والفتحة التي تسبقها، وذلك لعدم إمكانية الفصل بين الحركة القصيرة ومدّها، باعتبار أن الألف حرف ساكن في نظر القدماء، تسبقه الفتحة دائما. غير أن سيبويه يجعل الإمالة في الأصل للألف، وإمالة الفتحة تابعة لها، إذ يقول بشأن ذلك: "واعلم أن الألف

إذا دخلتها الإمالة، دخل الإمالة ما قبلها¹⁴. وبذلك نتيبن أن الاختلاف بين الرجلين يكمن في أن ابن جني قد عكس مراحل التحليل التي عرضها سيبويه، حين جعل إمالة الألف لاحقة لإمالة الفتحة قبلها. ويبدو أن ابن جني بهذا الإجراء العملي، قد أخذ بعين الاعتبار ترتيب الأحداث النطقية زمنيا؛ أي إنه يراعي في وصفه هذا إحدى المفاهيم الأساسية المتعلقة بخصائص اللسان البشري، والمعروفة في الصوتيات الحديثة بـ "خطية الدال"، ومفادها: أن الدال يجري في الزمن وحده لطبيعته الصوتية، ويأخذ عنه صفاته، ومنها امتداده الذي يقاس في بعد واحد وهو الخط¹⁵.

وعليه فإن الترتيب الزمني للأصوات في السلسلة الكلامية في السياقات التي ذكرها ابن جني، تقتضي ترتيب الفتحة أولا، ثم يتلوها المد (الألف)، وبالتالي تكون إمالة الفتحة أسبق؛ لأن أعضاء الجهاز التصويتي تهيأ لإحداث الإمالة مع بداية النطق بالفتحة، ثم تأتي إمالة مدها تالية لها في الترتيب.

وخلاصة القول في هذا الضرب من الإمالة، أنه ينتج عنه نوعان من الأصوات الفروع: فتحة مشوبة بالكسرة، وكذا ألف مشوبة بالياء، وهما تحققان نطقيان للفتحة والألف بعدها.

ويمكن وصفهما من الناحية النطقية، بأنهما نوع من المصوتات، تحدث بالجنوح من الانفتاح الأقصى في جهاز النطق، لتبلغ درجة تقترب من الانغلاق، ومن الوسطية إلى الأمامية، وذلك بالنسبة لحركة اللسان أفقيا وعموديا على مستوى التجويف الفموي.

ومن أمثلة هذه التنوعات أيضا الفتحة الممالة نحو الضمة، والتي يصفها ابن جني بقوله: "وأما الفتحة الممالة نحو الضمة فالتى تكون قبل ألف التفخيم، وذلك نحو الصلاة... وقَامَ وصُاع، وكما أن الحركة أيضا هنا قبل الألف ليست فتحة محضة، بل هي مشوبة بشيء من الضمة، فكذلك الألف التي بعدها ليست ألفا محضة لأنها تابعة لحركة هذه صفتها، فجرى عليها حكمها"¹⁶.

وهذا النوع من الإمالة أيضا، والذي ينتج عنه فتحة مشوبة بالضمة، وألف مشوبة بالضمة، هو تنوع نطقي للفتحة ومدها، عند الجنوح بهما نحو الضمة، ويمكن أن نصفه في إطار الدرس الصوتي الحديث، بأنه جنوح من الانفتاح الأقصى للجهاز النطقي إلى درجة أقرب إلى التضييق أو الغلق. ومن الوسطية إلى الخلفية، على مستوى تجويف الفم وحركة اللسان أفقيا وعموديا.

ومن فروع المصوتات كذلك الكسرة المشوبة بالضمة، وقد جاء وصفها كما يلي: "وأما الكسرة المشوبة بالضمة فنحو: قيل، وبيع، .. وكما أن الحركة قبل هذه الياء مشوبة بالضمة فالياء بعدها مشوبة بروائح الواو على ما تقدم في الألف"¹⁷. كما ذكر ابن جني حركة معاكسة لها، هي الضمة المشوبة بالكسرة، بعدّها أيضا من التنوعات السياقية للضمّة ومدها، حيث يقول: "وأما الضمة المشوبة بالكسرة، فنحو قولك في الإمالة مررت بمذعور، وهذا ابن بور، تنحو بضمة العين والياء نحو كسرة الراء، فأشمتها شيئا من الكسرة. وكما أن هذه الحركة قبل هذه الواو ليست ضمة محضة، ولا كسرة مرسلة، فكذلك الواو أيضا بعدها مشوبة بروائح الياء... لأن هذه الحروف تتبع الحركات قبلها، فكما أن الحركة مشوبة غير مخرصة، فالحرف اللاحق بها أيضا في حكمها"¹⁸.

وهذه التنوعات الأخيرة للكسرة ومدما، وكذا الضمة ومدما، يمكن أن توصف من الناحية النطقية بأنها تحدث بالجنوح من الانغلاق الأمامي إلى الانغلاق الخلفي، والعكس صحيح، وذلك على مستوى تجويف الفم، وحركة اللسان أفقياً، في المستوى الأعلى من ارتفاعه المناسب لإحداث المصوتات.

وخلاصة القول: إن تلك الحركات الناشئة عن تجاوز الأصوات في السياقات المختلفة، سواء أكانت خاصة لهجية، يجنح إليها الناطق باللسان العربي، أو أنها ضرورة نطقية يفرضها التجاور في السياق، لا تخرج عن إطار كونها تحقيقات نطقية للمصوتات (الحركات) الأصول، لأنها لا تقترن بدلالة فونيمية.

إن الاعتداد بهذا الصنف من المصوتات لا يخرجها عن إطار كونها تنوعات نطقية، يتضح ذلك فيما درج عليه العلماء بعد سيبويه، وابن جني من جواز إثبات الإمالة، كما يجوز تركها، فقد جاء في قول بعضهم: "واعلم أن أسباب الإمالة ليست بموجبة لها، بل هي المجوزة لها عند من هي في لغته، وكل موضع يحصل فيه سبب الإمالة جاز لك الفتح"¹⁹. وإنما اعتداد القدماء بها قد لا يخرج عن إطار تصنيفهم لها ضمن الصور النطقية المستحسنة في قراءة القرآن والأشعار، مثلما هو مذهب سيبويه الذي نبه على أن ألف الإمالة وألف التفخيم صورتان في النطق لألف المد²⁰. وهما بهذا المعنى مجرد تغيرات سياقية تخضع سلباً أو إيجاباً بحسب الموقع في البناء الصوتي للكلمة²¹.

رابعاً- المصوتات العربية (أصولاً وفروعاً) تشكل مصفوفة بمفهوم رياضي (Matrice).

سبقت الإشارة إلى أن حظ العربية من المصوتات المعيارية هو ثلاث مصوتات (حركات) قصيرة وطويلة، وهي ما يقع في السطر الأول (المنغلقة) والسطر الأخير (المنفتحة). وأما باقي المصوتات المعيارية الأساسية فهي بالنسبة للعربية الفصحى تحقيقات فرعية (ألفونات) أو صور نطقية تنوعية للفونيمات الصائتية الثلاث: الفتحة والضمة والكسرة. ولأن هذه الورقة البحثية تهتم بالمصوتات العربية أصولاً وفروعاً من جانب فونيتيكي محض فهي تسقط الاعتبار الفونيني وتسلكها في صنف واحد وذلك بالنظر فقط إلى العلاقات القائمة بينها نطقياً وهو ما يمكننا من ترجمتها إلى مصفوفة بالمفهوم الرياضي (Matrice). ولأجل هذه الغاية يمكن تلخيص وصفها مرتبة على النحو الآتي²²:

- الكسرة: وتقابل الحركة المعيارية الأولى، ورمزها (i)، وتسمى الحركة الأمامية المنغلقة، كما تسمى الحركة الأمامية الضيقة غير المدورة. وتنتج حينما يأخذ اللسان الوضع الأعلى عمودياً، وتكون أعلى نقطة في الجزء الأمامي منه.
- الإمالة الكسرية الحادة: وتقابل الحركة المعيارية الثانية، ورمزها (e)، وتسمى الحركة الأمامية نصف المنغلقة غير المدورة، وتحدث حين تكون أعلى نقطة في اللسان حال النطق بها عند نهاية الثلث الأول من المسافة التي يتحرك فيها اللسان بين الحركة (i) والحركة (a). ولذلك فهي إلى الحركة المنغلقة أقرب.
- الإمالة الكسرية المنفرجة: وتقابل الحركة المعيارية الثالثة، ورمزها (ɛ)، وتسمى الحركة الأمامية نصف المنفتحة غير المدورة، وتحدث نطقياً في موضع بروز أعلى نقطة في اللسان عند نهاية الثلث الثاني من المسافة التي يتحرك فيها، فهي إلى الحركة المفتوحة أقرب.

- الفتحة: وتقابل الحركة المعيارية الرابعة، ورمزها (a)، وتسمى الحركة الأمامية المنفتحة غير المدورة، وتحدث حين تكون أعلى نقطة في اللسان حال النطق بها عند نهاية المسافة التي تتدرج فيها الحركات الأمامية من أعلى إلى أسفل.
- الفتحة المفخمة: وتقابل الحركة المعيارية الخامسة، ورمزها (a)، وتسمى الحركة الخلفية المنفتحة غير المدورة، وتحدث نطقيا حين يتكثرت اللسان خلفيا، في موضع أخفض نقطة من حركته في إحداث المصوتات.
- الإمالة الضمية المنفرجة: وتقابل الحركة المعيارية السادسة، ورمزها (o)، وتسمى الحركة الخلفية نصف المنفتحة المدورة، عند النطق بها تكون أعلى نقطة في اللسان عند نهاية الثلث الثاني من المسافة الواقعة بين أعلى حركة خلفية وأسفل حركة خلفية.
- الإمالة الضمية الحادة: وتقابل الحركة المعيارية السابعة، ورمزها (o)، وتسمى الحركة الخلفية نصف المغلقة المدورة، وتقع عند نهاية الثلث الأول من المسافة الواقعة بين أعلى حركة خلفية وأسفل حركة خلفية.
- الضمة: وتقابل الحركة المعيارية الثامنة، ورمزها (u)، وتسمى الحركة الخلفية المنغلقة المدورة، وتحدث نطقيا بارتفاع اللسان إلى أقصى درجة في الخلف.
- ولأجل تجسيد فكرة ترجمة المصوتات العربية إلى مصفوفة يجدر بنا إعطاء تعريف موجز وبسيط للمصفوفات في الرياضيات وبعض تطبيقاتها، وتحديدًا فيما يتصل بموضوع المقال، فليس من شأننا أن نفصل في أنواع المصفوفات والعمليات عليها، وتطبيقاتها... الخ.
- إن أصل رياضيات المصفوفات يستخدم لدراسة جمل المعادلات الخطية الآنية، وعليه فإن كثيرا من الباحثين في هذا الميدان يرون أن المصفوفات لا تتعدى العمليات الجبرية المعروفة، في حين تؤكد دراسات حديثة أنها تتجاوزها إلى مجالات حياتية عملية متنوعة²³.
- لأجل ذلك نقدم في موضوعنا هذا بعض المفاهيم المتعلقة بالمصفوفات في صورتها المبسطة، في محاولة لتمثيل نظام المصوتات العربية بمصفوفة رياضية، لعلنا نصل في ختامه إلى الإجابة عن بعض التساؤلات من قبيل: ما أهمية هذا الإجراء فيما يتصل بحوسبة اللغة في المستوى الصوتي؟ وكيف يخدم المتكلم ومتعلم العربية في مجال الاستعمال اللغوي الواسع؟
- والمصفوفة هي ترتيب معين للأعداد على شكل أعمدة وصفوف، وتكتب المصفوفات عادة على شكل صندوق مربع أو مستطيل الشكل، ويسمى الخط العمودي داخل المصفوفة بالعمود، أما الخط الأفقي فيسمى صفًا، ويمكن التعبير عن حجم المصفوفة من خلال عدد الصفوف والأعمدة التي تحتويها كما يلي: عدد الصفوف × عدد الأعمدة.. وتُعرف الصفوف والأعمدة بأبعاد المصفوفة، ويُعرف كل ما يوجد داخل المصفوفة بعناصر المصفوفة، سواء كانت أرقاما أو رموزا أو مقادير جبرية²⁴.
- وبلغت الرياضيات التجريدية يمكن القول بأن "المصفوفة (Definition) 25 من رتبة "N×M"، هي ترتيب مستطيل لكميات تنتمي إلى حقل ما في M من الصفوف (Rows) و N من الأعمدة (Columns).
- وتكتب: $A = [a_{ij}]$: حيث a_{ij} هو عنصر المصفوفة A الواقع في الصف i والعمود j

- و $(1 \leq i \leq m; 1 \leq j \leq n)$ ومن أشكال المصفوفات :
- إذا كان $n=1$ تصبح المصفوفة من النمط $1 \times m$ ، وتسمى المصفوفة العمود.
- إذا كان $m=1$ تصبح المصفوفة من النمط $1 \times n$ ، وتسمى المصفوفة السطر
- إذا كان $m=n$ تصبح المصفوفة من النمط $n \times n$ ، وتسمى المصفوفة المربعة من المرتبة n .
- تقتضي ترجمة المصوتات العربية (أصولا وفروعا) إلى مصفوفة وضع جدول يلخص صفاتها على محورين (أفقي وعمودي)، يسمح لاحقا بتعيين كل عنصر في موضعه من المصفوفة وذلك بتحديد الفواصل والترتيبات. ولأن المصوتات في العربية تفتقر كغيرها من مصوتات اللغات العالمية إلى مخارج محددة في الآلة المصوتة فإن تعيينها في جدول يعتمد على النظر في الحركات التشكيلية لأعضاء النطق ممثلة في حركة اللسان أفقيا وعموديا، وكذلك حركة الشفتين بين الاستدارة وعدمها، فيما يلي:

مصوتات أو حركات خلفية		مصوتات أو حركات أمامية	السمات حسب حركة اللسان
مستديرة	غير مستديرة	حركات أمامية غير مستديرة	السمات حسب حركة اللسان العمودية الأفقية وحركة الشفتين
	الفتحة المفخمة (a)	الفتحة المرفقة (a)	المنفتحة
إمالة ضمية منفرجة (o)		إمالة كسرية منفرجة (ε)	نصف المنفتحة
إمالة ضمية حادة (O)		إمالة كسرية حادة (e)	نصف المغلقة
الضمة (u)		الكسرة (i)	المغلقة

واعتمادا على السمات والخصائص المقررة آنفا، ومن خلال الجدول أعلاه، يمكننا أن نقول:

إن النظام الصائتي للعربية يمكن أن نتصوره أيضا كمصفوفة (Matrice): فترتيب الوضعيات التشكيلية لأعضاء النطق هو ترتيب لأجناس من المصوتات على المحور الأفقي (أمامية وخلفية)، وكل جنس في (داخل عمود) يتفرع عن الآخر بزيادة: صوت الحركة المنفتحة (أقصى درجة انفتاح) ثم صوت الحركة نصف المنفتحة (+ شيء من التضييق) ثم صوت الحركة نصف المغلقة (+ تضييق أكثر) ثم صوت الحركة المغلقة (أقصى درجة انغلاق).

ومفاد ذلك كالاتي:

- يبين الجدول بوضوح تموضع العناصر الصوتية (المصوتات) أصولاً وفروعاً، مرتبة حسب كيفية النطق بها، من أقصى انفتاح في الآلة المصوتة على مستوى تجويف الفم إلى أقصى تضيق فيه (يسمح بمرور عمود الهواء مروراً حراً)، وهو ما نطلق عليه التفرع بالزيادة: + (انفتاح) + (شيء من التضيق) + (تضيق أكثر) + (انغلاق).
- نأخذ في الحسبان أن الحركة ومدتها في المصفوفة بمثابة العنصر الواحد وذلك في الأنواع الثلاثة، لأن الحركات (الفتحة والضمة والكسرة) أبعاد حروف المد 26، وبعض الشيء لا ينفصل عنه.
- نعتبر المصوتات الفروع وحدات أساسية ضمن عناصر المصفوفة، بالرغم من كونها بدائل سياقية أو لهجية للمصوتات الأصول، لأننا نأخذ في الحسبان الجانب الفونتيكي النطقي المحض، وتتمثل هذه المصوتات حسب الجدول في: الفتحة المفخمة، الإمالة الضمية المنفرجة، الإمالة الضمية الحادة، والإمالة الكسرية المنفرجة، والإمالة الكسرية الحادة.
- وبالاعتماد على المعطيات السابقة للمصفوفة وكذا القراءة الخاصة بالجدول نحاول تمثيل العناصر الصوتية تمثيلاً رقمياً حسب ترتيبها المخرجي من أقصى انفتاح في التجويف الفموي إلى أقصى انغلاق فيه (الانغلاق الذي يترك منفذاً لمرور الهواء مروراً حراً)، حيث تُعين على النحو التالي:
- هي النظام الصائتي للغة العربية، وهي ترتيب مستطيل لصفات المصوتات العربية حيث تعين على النحو الآتي:
- M: هو ترتيب السمات (حسب حركة اللسان العمودية) على المحور الأفقي، ويمثل (الصفوف) وعددها = أربعة (04) صفوف.
- N: هو ترتيب الصفات (حسب حركة اللسان الأفقية ووضع الشفتين) على المحور العمودي (الأعمدة) وعددها = ثمانية 03 أعمدة.
- وتُكتب المصفوفة: $A = [a_{ij}]$ ، حيث a_{ij} هو عنصر المصفوفة A (النظام الصائتي في اللغة العربية).
- a_{ij} عنصر المصفوفة A الواقع في الصف i والعمود j.
- أو مجهولان محددان بالترجمة الآتية: $(1 \leq i \leq 04; 1 \leq j \leq 03)$.
- عناصر المصفوفة هي مصوتات العربية، فإذا كانت مدخلات المصفوفة أو عناصرها تُعين رياضياً بضرب $(n \times m)$ ، فإن مدخلات A (نظام المصوتات العربية) هو: $12 = 03 \times 04$ عنصرًا، ولأن عدد المصوتات في العربية (أصولاً وفروعاً) حسب الجدول السابق (08 مصوتات) فإن باقي مكونات المصفوفة هي خانات صفرية، وتعني عدم وجود المصوت أو اللامصوت، الذي يرمز له بالصفر (0). وبالتالي فإن مدخلات هذه المصفوفة هي:

المنفتحة	ترميزها	نصف المنفتحة	ترميزها	نصف المنغلقة	ترميزها	المنغلقة	ترميزها
الفتحة	1	إمالة كسرية	3	إمالة كسرية حادة	5	i الكسرة	7
المرققة		منفرجة					

د. حورية زلاقي

8	الضممة u	6	إمالة ضمية حادة	4	إمالة ضمية منفرجة	2	الفتحة المفخمة
---	----------	---	--------------------	---	----------------------	---	-------------------

ومنه نحصل على المصفوفة الآتية:

مصفوتات أو حركات خلفية		مصفوتات أو حركات أمامية غير مستديرة	السمات حسب حركة اللسان الأفقية وحركة الشفتين السمات حسب حركة اللسان العمودية
مستديرة	غير مستديرة		
0	2	1	المنفتحة
4	0	3	نصف المنفتحة
6	0	5	نصف المنغلقة
8	0	7	المنغلقة

وهذه أمثلة عن مدخلات أو عناصر المصفوفة:

- $2 = a_{12}$ (عنصر من السطر الأول والعمود الثاني) $a =$ (الفتحة المفخمة) وهي مصوتخلفي من المصوتات الفروع منفتح غير مستدير.

- $3 = a_{21}$ (عنصر من السطر الثاني والعمود الأول) = إمالة كسرية منفرجة من المصوتات الفروع نصف منفتح خلفي مستدير.

- $8 = a_{43}$ (عنصر من السطر الرابع والعمود الثالث) = الضمة (u) وهو مصوت خلفي من المصوتات الأصول منغلق مستدير.

- $0 = a_{13}$ (عنصر من السطر الأول والعمود الثالث) = اللامصوت ويعني عدم وجود مصوت خلفي منفتح مستدير.

خلاصة القول أن لكل عنصر في المصفوفة إحداثيتان، الأولى على محور الفواصل (ويمثله السطر في المصفوفة)، والثانية على محور الترتيب (ويمثله العمود في المصفوفة) وعلى هذا النحو تتم قراءة المصفوفة بالكامل، وذلك بتعيين كل عنصر فيها بإحداثياته.

خاتمة:

إن ترجمة النظام الصائتي للعربية إلى مصفوفة ينبنى على فكرة مفادها أن النظام الصوتي العام للعربية يشكل مصفوفة بمفهوم رياضي، وهذه الترجمة عبارة عن صياغة رياضية للعلاقة التي تنبنى على السمات النطقية للصوائت العربية أصولاً وفروعاً، والتي يمكن تعيينها على محوري الفواصل والترتيب بالنظر أساساً إلى درجات انفتاح الجهاز

التصويتي من الأقصى إلى الأدنى، وما يصاحبها من حركات للأعضاء النطقية المساعدة. وقد توصل هذا البحث إلى الترجمة المقصودة ليسهل نقل الصوائت العربية بهذه الصياغة إلى عالم الحواسيب، فتكون قادرة على الاستجابة للبرمجة الآلية شأنها شأن غيرها من الأنظمة الجزئية الأخرى في مستويات التحليل اللساني.

إن المأمول من نتائج هذه الورقة البحثية هو أن تجد لها حيزاً في أعمال المشتغلين بحوسبة اللغة العربية خاصة في المستوى الصوتي، لعلها تكون لبنة في المجال التطبيقي الواسع الذي يعود بالنفع ولو بالزهر القليل.

الهوامش:

- ¹ ينظر مقالنا: حورية زلاقي، اللسانيات الحاسوبية وترجمة النظام الصوتي العربي إلى مصفوفة (Matrice)، مجلة الأكاديمي، تصدر عن جمعية الأكاديميين العراقيين في أستراليا ونيوزيلاندا، العدد 22، 2020، ص 162.
- ² النظرية الخليلية، ص 41.
- ³ ينظر: أحمد مختار عمر: دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتب-القاهرة، ط: 1418 هـ- 1997 م، ص 135 وما بعدها. وينظر سمير شريف استيتية: الأصوات اللغوية- رؤية عضوية ونطقية وفيزيائية- دار وائل للنشر، عمان - الأردن، ط 1، 2003، ص 206.
- ⁴ التعريف في أصله لعالم الأصوات الإنجليزي "دانيال جونز"، ينظر كمال محمد بشر، الأصوات، دار المعارف بمصر، 1971، ص 92.
- ⁵ ينظر: سعد مصلوح: دراسة السمع والكلام، عالم الفكر، القاهرة، 1400 هـ- 1980 م، ص 225-226. وينظر: عبد الرحمن أيوب: الكلام إنتاجه وتحليله، جامعة الكويت، ط 1، 1404 هـ- 1984 م، ص 237.
- ⁶ ينظر: غانم قدوري الحمد، المدخل إلى علم أصوات العربية، مطبعة المجمع العلمي، 1423 هـ- 2002 م، ص 143.
- ⁷ ينظر: سعد مصلوح، دراسة السمع والكلام، ص 224-225.
- ⁸ ينظر: عبد الحميد زاهيد: حركات العربية- دراسة صوتية في التراث الصوتي العربي- المطبعة والوراقة الوطنية، زنقة أبو عبيدة، الحي المحمدي- مراكش، ط 1، 2005، ص 71 وما بعدها.
- ⁹ ينظر: كمال بشر، علم الأصوات، ص
- ¹⁰ ابن جني، سر صناعة الإعراب، تحقيق: حسن الهنداوي، دار القلم بدمشق، ج 1، ص 52-53.
- ¹¹ ابن جني، الخصائص، تحقيق محمد علي النجار، دار الكتب- القاهرة، 1952 م، ج 3، ص 120-121.
- ¹² سر صناعة الإعراب، ج 1، ص 52.
- ¹³ سيبويه، الكتاب، تحقيق وشرح عبد السلام محمد هارون، دار الجيل- بيروت، 1991 م، مج 4، ص 235.
- ¹⁴ نفسه، مج 4، ص 241.
- ¹⁵ ينظر: فردنان دي سوسير، محاضرات في الألسنية العامة، ترجمة يوسف غازي- مجيد النصر، المؤسسة الجزائرية للطباعة، 1986 م، ص 92.
- ¹⁶ سر صناعة الإعراب، ج 1، ص 52.
- ¹⁷ نفسه، ص 52-53.
- ¹⁸ سر صناعة الإعراب، ص 53.
- ¹⁹ شرح الشافعية، ج 2، ص 4-5.
- ²⁰ الكتاب، مج 4، ص 572.
- ²¹ ينظر: كمال بشر: علم الأصوات، ص 454.
- ²² ينظر: سمير شريف استيتية: الأصوات اللغوية، ص 217 وما بعدها.

- ²³ ينظر: مها حسن كحله، المصفوفات وتطبيقاتها: the Matrices and ets Application، حلقة بحث بمادة الجبر الخطي، إشراف: ندى علي، سوريا، 2016-2017، ص 03.
- ²⁴ إحسان العقلة: بحث رياضيات عن المصفوفات، موقع الأنترنت (mawdoo 3.com)، آخر تحديث 28 يونيو 2020، التوقيت 05:17، وتاريخ أخذ الإحالة: 17 ديسمبر 2020، ص 1.
- ²⁵ نفسه، ص 4.
- ²⁶ يعتبر المد عند بعض لغويينا من عناصر النغم (الظواهر فوق القطعية أو التطريزية)، ينظر: مصطفى حركات، اللسانيات العامة وقضايا العربية، المكتبة العصرية، صيدا-بيروت، ط 1، 1418 هـ – 1998 م، ص 23.