

آلية توصيف اللغة العربية في الحاسوب

-المستوى الصوتي أنموذجاً-

The mechanism of describing the Arabic language on the
computer -Phonic level as a model-

لويذة بوحامرة^{*1}

¹ المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف، ميلة، (الجزائر)

louizabou6@gmail.com

الاستلام: 2021/01/25 القبول: 2020/04/05 النشر: 2022/12/31

الملخص:

يعالج هذا البحث قضية هامة في مجال اللسانيات الحاسوبية وهي قضية آلية توصيف اللغة العربية في الحاسوب، خاصة في عصرنا الحالي الذي يشهد ثورة معلوماتية وتكنولوجية كبيرة، لذا لا بد أن تتلاحم لغتنا مع الحاسوب، بغية مواكبة هذا التطور الكبير عن طريق إعادة توصيف قواعدها إلى أدلة شكلية يفهمها الحاسوب، لنتجاوز بذلك هذه الطفرة العلمية الكبيرة، لأنَّ الغرب بلغ أشواطاً كبيرة في تطويع لغاتهم. وعليه نسعى من خلال هذه الورقات إلى معالجة أحد مستويات العربية وهو المستوى الصوتي، لنتعرف من خلاله على كيفية توصيفه في الحاسوب.

الكلمات المفتاحية: آلية توصيف العربية، المستوى الصوتي.

* لويذة بوحامرة

Abstract:

This research deals with an important issue in the field of computer linguistics, namely the characterization of the Arabic language in the computer, especially in our time, which is witnessing a great technological and media revolution.

Therefore, our language must be according to computer in order to keep up with this great development by re-understanding it by the computer, to keep up with this great scientific development, because the because the developed countries come a long way in make their languages it easy , and fit all areas of life.

Therefore, we seek through these pages to address one of the levels of Arabic language, and the level of phonetic, to learn how to characterization it by the computer.

Keywords: Arabic characterization mechanism, phonetic level

تمهيد:

ترتبط اللغة بالإنسان ارتباطاً وثيقاً، فهو يعبر بها عن مكوناته الداخلية من أفكار ومشاعر وأحاسيس، فباللغة يتم التواصل بين أبناء المجتمع وعن طريقها نتعرف على شخصية الأفراد ومستواهم الفكري والثقافي وغيرها من الفوائد، لذا نالت اللغة الكثير من البحوث والدراسات منذ القديم، لأنها ظاهرة عجيبة وخاصة لصيقة بالنوع البشري تكتسب من المحيط الاجتماعي الذي يعيش فيه.

توجد الكثير من اللغات في العالم، واللغة العربية إحدى هذه اللغات فهي لغة القرآن الكريم ما زالت موجودة حية بفضلها ، وبفضل أبنائها الذين يتواصلون بها، لكن نتيجة العولمة وظهور الحاسوب في الفترة الأخيرة ، قد عرف التواصل بها نوعاً من التراجع لاسيما في المجال العلمي والتكنولوجي، بينما بلغ الغرب أسواطاً كبيرة في تطويع لغاتهم، إلا مازلنا متأخرين مقارنة بهم، ولا ننكر الجهود التي يبذلها الباحثون العرب في سبيل النهوض بلغتنا

العربية، لكن ما زلنا بحاجة إلى تكثيف الجهود، من أجل مواكبة هذه الطفرة العلمية الكبيرة.

من خلال العمل على استغلال التكنولوجيا الحديثة لخدمة اللغة العربية، لأنّ «استرداد ثقة الإنسان العربي في لغته هي نقطة البداية في استرداد ثقته في ذاته ومؤسساته... ولن يأتي ذلك من فراغ، بل لا بد أن يتحقق من خلال إثبات جدارة العربية في اقتحام المجالات الحديثة للمعرفة والتعامل مع تكنولوجيا المعلومات»⁽¹⁾، كما يمكن أن يتحقق ذلك عن طريق تكثيف الدراسة والبحث بنوعيه النظري والتطبيقي من أجل النهوض باللسانيات الحاسوبية العربية.

واللسانيات الحاسوبية هي مصطلح عام يشمل مجموعة من المجالات والمتداخلة، والتي تتداخل فيها اللسانيات بعلم الحاسوب إذ يتناول فيها الباحثون موضوعات لغوية باستخدام الحاسوب، مهما اختلفت المناهج والمقدمات والتوجهات العلمية بين هندسية يطغى عليها التوجه الآلي التقني وبين معرفية يشيع فيها إنشاء النماذج الحاسوبية، سواء أكان ذلك في جانبه النظري أم من خلال تطبيقاته المتعددة⁽²⁾، وإحداث خطوة نوعية في مجال الحوسبة، وبذلك نستطيع أن نفهم ونتعامل مع التكنولوجيا الحديثة بسهولة ويسر، خدمة لمجتمعنا العربي ومواكبة العولمة والتعايش مع العصر بكل ما يفرضه من رهانات.

إنّ عملية توصيف العربية في الحاسوب لا بدّ أن تمرّ بمستويات اللغة جميعها، ويقوم بهذه العملية علماء وباحثون متخصصون، لأنّ الحاسوب لا يفهم إلاّ عن طريق البرمجة، وصدق من قال: "الحاسوب تلميذ غبي لا يفهم إلا وفق البرمجة"، فغاية العلماء هي الكشف عن "المعطيات والأدلة الضمنية

المدركة بالحدس لدى ابن اللغة، وصياغة تلك المعطيات في خطوات إجرائية وأدلة شكلية يمكن تمثيلها لجهاز الحاسوب المفترق إلى الفهم⁽³⁾ ويمكن تحقيق ذلك بتشفير اللغة العربية إلى صور حاسوبية، ورموز رياضية يفهمها، وعليه سننطرق في هذا المقال إلى أحد المستويات المهمة في ذلك، وهو المستوى الصوتي.

1- خصائص اللغة العربية: تتميز اللغة العربية بمجموعة من

الخصائص والمميزات جعلت منها لغةً متفردة في أصواتها وصرفها ونحوها ودلالاتها عن اللغات الأخرى، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- أنها غنية بالترادف والمشارك اللفظي، والمجاز والاستعارة.
- تمتلك آلية الاشتقاق ونقصد به أخذ الفرع من الأصل؛ أي أخذ صيغة من صيغة أخرى.

- فريدة من حيث أصواتها ومخارجها وإعرابها.
- تتميز بأنها لغة إصاقية عكس اللغة الإنجليزية التي يمكننا كتابتها دون تشابك الحروف.

- من ميزاتها كذلك أنها لغة مشكولة بالحركات (الصوائت).
إن اللغة العربية غنية وغزيرة بمفرداتها، وتتميز بقوة بيانها وبلاغتها، فهي لغة مرنة قادرة على مواكبة التطور؛ لأنها تمتلك المقومات كلها، لكن الإشكالية التي تعترض الباحثين أن الحاسوب لا يفهم السياق والكلام الذي قيل في الخطاب، بل يفهم الجملة بمعزل عن سياقها المقامي الذي قيلت فيه. خلاصة القول، إن اللغة دوراً كبيراً في عصر المعلومات واقتصاد

المعرفة، لأنها تحتل موقع الصدارة، وهو ما يفسر احتفاء الأمم بلغاتها القومية، وإعادة النظر إليها من الصفر، من خلال إقامة معاهد البحوث المتخصصة في مجال تكنولوجيا المعلومات لرقمنة لغاتهم⁽⁴⁾، ومنه فلا بد أن

نستغل الإمكانيات كلها من أجل النهوض بلغتنا في المجالين؛ العلمي والتكنولوجي.

2- إرهاصات اتصال اللغة العربية بالحاسوب:

عند ظهور الحاسوب في العالم الغرب كانت غايتهم من العلاج الآلي للغات في البداية هي الترجمة الآلية للغات، فقاموا بإنشاء العديد من المخابرة المتخصصة، ثم تطورت نظرتهم لتصل لضرورة التزويج بين الحاسوب وعلوم اللسان، فظهرت نتيجة لذلك اللسانيات الحاسوبية.

أما عند العرب فالاتصال الفعلي بين الدراسات اللغوية والحاسوب تبدأ كما يذكر الدكتور إبراهيم أنيس (1906-1978م)، حينما فاتحه الدكتور (الطبيب) محمد كامل حسين (1901-1977م) متسائلا عن إمكانية الاستفادة من الكمبيوتر في البحوث اللغوية، فصادفت هذه الفكرة في نفسه قبولا واستحسانا، وانتهاز فرصة زيارته جامعة الكويت سنة 1971م للعمل بها أستاذا زائرا، فالتقى هناك بالدكتور علي حلمي موسى؛ أستاذ الفيزياء النظرية في جامعة الكويت⁽⁵⁾، وبرزت نتيجة هذا اللقاء أول دراسة عربية متصلة بالحاسوب وهي الدراسة الإحصائية للجذور الثلاثية لمعجم الصحاح للجوهري. ثم توالى بعدها الدراسات المتصلة بالحاسوب من قِبَل الباحثين العرب، سواء أكانت متعلقة بالمعاجم وإحصاء جذورها في الحاسوب أم متعلقة بالدراسات القرآنية وإحصاء كلمات القرآن، وغيرها من البحوث والدراسات، فالإحصاء إذًا يُعتبر أول طريق طبّقت في ميدان اللغة العربية ومجالاتها على الحاسوب.

3- مشروع الذخيرة العربية والنظرية الخليلية الحديثة:

إنّ المشروع الجاد والرائد مؤخرا في مجال حوسبة اللغة العربية هو مشروع الذخيرة العربية لصاحبه الجزائري الدكتور "عبد الرحمن الحاج صالح"؛

الذي سعى من خلاله إلى حوسبة التراث العربي والإنتاج الفكري العربي في ذخيرة واحدة، والهدف من هذا المشروع هو «أن يجعل تحت تصرف أي باحث في أي مكان وأي وقت مدونة تحتوي على الاستعمال الحقيقي للعربية قديماً وحديثاً»⁽⁶⁾، وإنَّ هذا كلُّه مِنْ شأنه أن يحلَّ الكثير من المشكلات المتعلقة بالبحث العلمي.

فيما يخص النظرية الخليلية الحديثة فأتباعها يطمحون إلى «الإسهام الجاد في إعادة قراءة التراث العربي الأصيل ومواصلة العمل من نون توقف أسلافنا من دون التقليد الأعمى لكل ما هو تراثي، لضمان تطوير مناهج اللغة العربية وإيجاد أدوات أكثر نجوعاً في التحليل اللساني والمعالجة الآلية»⁽⁷⁾؛ فالنظرية الخليلية هي نظرية لسانية من اسمها نستشف أنها تُعنى بالتراث العربي جاءت على اسم الخليل بن أحمد الفراهيدي (ت 175هـ)، وتهتم -كما سبق الذكر - بأعمال اللغويين والنحاة العرب، يقول "الحاج صالح" معلقاً على اسمها: «سميت هكذا بالتغليب؛ لأن الخليل رحمه الله - وإن كان هو العماد فيها إلا أنه - قد أخذ كثيراً عن شيوخه، ثم إن سيبويه لم يكن من المقلدين أبداً، بل أثرى هذه النظرية، هو ومن جاء بعده كالأخفش والمازني ولاسيما مدرسة ابن السراج؛ مثل أبي علي والرماني والسيرافي والزجاجي، ثم ابن جني وبعدهم بكثير، الرضي الاستريادي (من أرسن العلماء وأكثرهم أصالة وهو شاذ في زمانه)»⁽⁸⁾

سعى "عبد الرحمن الحاج صالح" من خلال مشروعه القومي إلى إحداث بنك آلي للمعلومات، وتهدف النظرية الخليلية الحديثة إلى إعادة قراءة التراث العربي للعلماء العرب الأفاضل ومقارنته بما توصل إليه البحث اللساني الغربي الحديث، من أجل الرقي بالدراسات العربية الحديثة، ثم استثمار ذلك من أجل النهوض بتعليمية اللغة العربية.

4- فوائد حوسبة اللغة العربية:

إنَّ لحوسبة اللغة العربية فوائدَ جَمَّةً للنهوض بمجتمعنا وتلبية طموحاته، لتصبح لغة تقنية تنافس مثيلاتها وتثبت وجودها وجدارتها في عالم الرقمنة، ومن فوائد حوسبتها نذكر ما يأتي⁽⁹⁾:

-إدخال العربية في مجالات الهندسة اللغوية.

-دخول العربية في غمار مجالات التعامل مع المستجدات العصرية.

-تشجيع العلماء والباحثين العرب على إنتاج علومنا المعصرة ومنها

علوم الحاسوب بلغتنا العربية.

-الأخذ مما قدمه السابقون في مجالات التقعيد للغة العربية: صوتا

وصرفا ونحوا وأسلوبا ومعجما.

-إنجاز الكثير من المشاريع اللغوية التي طالما تحدث اللغويون عن

أهميتها وفوائدها.

5- المستوى الصوتي:

تتكون اللغة العربية من ثمانية وعشرين حرفا؛ تعرف بالصوامت، وثلاث

حركات قصيرة هي: الفتحة والكسرة والضمة، وأخرى طويلة وهي حركات

المد، وهذه الحركات تعرف بالصوائت، ولقد اهتم العلماء العرب بدراسة

الأصوات العربية قديما، ولعل أبرزهم هو الخليل بن أحمد الفراهيدي الذي

عرف ببراعته في ترتيب الحروف حسب مخارجها، ومعجمه العين ما زال

شاهدا على ذلك، إذ رتّب أبوابه وفقّ مخارج الحروف، وبطريقة رياضية

مستعينا بنظام التقاليب، فكان وصفه دقيقا للظواهر اللغوية.

تعرف اللغة بأنها عبارة عن نظام من الرموز والإشارات يستعملها

الإنسان للتعبير عن أغراضه ولتواصل بها في إطار اجتماعي، فاللغة تمتلك

مجموعة من الخصائص التي تمكنها من ولوج عالم الحوسبة يقول "سمير

الشريف استيتية": «مما بلغت الانتباه أن اللغة قائمة على تفكير رياضي، يستوي في ذلك اللغات الإنسانية ولغة الحاسوب. أما اللغات الإنسانية ففيها من الظواهر الرياضية قدر غير يسير، والرياضيات ذات طابع عقلي رمزي تجريدي كما هو معلوم. واللغة مبنية على رموز⁽¹⁰⁾؛ فالطابع الرياضي للغة والحاسوب قد جعل من الممكن حوسبة اللغة العربية وإنتاج الكثير من البرامج التي تخدم لغتنا وتنهض بالمستوى التعليمي سواء للناطقين بها أم للناطقين بغيرها.

إنّ اللغة العربية بأصواتها وصرفها ونحوها ودلالاتها، قادرة على ولوج عالم الرقمنة. سنحاول أن نتعرف على المستوى الصوتي أدنى المستويات وأهمها، ونتعرف على كيفية توصيفه في الحاسوب.

علم الأصوات هو أحد فروع اللسانيات، وينقسم إلى نوعين علم الأصوات العام، وعلم الأصوات الوظيفي.

فعلم الأصوات العام (الفونتيك Phonétique) يهتم بدراسة «الأصوات الإنسانية شرحاً وتحليلاً، ويجري عليها التجارب دون نظر إلى ما تنتمي إليه من لغات، وإلى أثر تلك الأصوات في اللغة من الناحية العملية»⁽¹¹⁾

في حين أن علم الأصوات الوظيفي (الفنولوجي Phonologie) يُعنى بدراسة «أثر الصوت اللغوي في تركيب الكلام نحوه وصرفه، ولهذا يمكن أن يطلق عليه علم الأصوات الذي يخدم الكلمات والجمل»⁽¹²⁾

نستخلص مما سبق، أنّ علم الأصوات العام يدرس الأصوات اللغوية من حيث مخارجها وصفاتها وطريقة أدائها، وينقسم هذا العلم إلى ثلاثة فروع هي: علم الأصوات النطقي، وعلم الأصوات الفيزيائي وعلم الأصوات السمعي. أما علم الأصوات الوظيفي فيختص بوظيفة الأصوات.

وإذا أردنا توصيف المستوى الصوتي فلا بدّ «أنّ نقدم للحاسوب توصيفا رقميا لنظام العربية الفون تيكي ينبىء عن ماهية الأصوات التي يتلقاها، ويختلف هذا التوصيف بالضرورة عن التوصيف الذي رسمه علماء الأصوات لابن اللغة وللناطق بغيرها»⁽¹³⁾؛ بمعنى أنّ ننظر ونتعامل مع الحاسوب بطريقة تختلف عن تعاملنا ونظرتنا للإنسان، لأنّ الإنسان يمتلك الحدس اللغوي لفهم ما يقال له، لكنّ الحاسوب يكون بعكس ذلك؛ فهو آلة صماء لا تفهم إلا وفق برمجة معينة؛ إذ إنّ طريقة توصيف اللغة للناس ستختلف بالضرورة عن الحاسوب؛ لأنّ الإنسان يمتلك ذكاءً طبيعياً فطرياً، أما الحاسوب فيملك ذكاء اصطناعياً لا يخرج عن حدود برمجته.

لا يستطيع الحاسوب أن يتعامل مع القوانين الصوتية للغة العربية إلا عن طريق تحويلها إلى نماذج رياضية يفهمها ويتعرف عليها الجهاز على أنها رموز، بعدها يقوم بتحليلها فتخرج أصواتاً حقيقية، والترميز هو تخصيص كل حالة نطقية وكل وصف برمز يمثله⁽¹⁴⁾؛ بمعنى الإدخال الدقيق للأصوات العربية بحالاتها المختلفة وترميز كل حالة برمز يمثّلها؛ «فيرمز لكل حرف لا يرد إلا في بداية الكلمة كهزمة الوصل برمز، ولكل حرف صائت رمز، ولكل صامت رمز، ولكل حركة رمز، ولكل صفة من صفات الحروف، وللغواغ رمز يخصه»⁽¹⁵⁾؛ أي إن المادة الصوتية تحلل إلى أصغر مكوناتها، وتعطى وتسمى كل حالة برمز معين «فيرمز كل حرف مصحوباً بصفاته وملامحه النطقية كالتفخيم والترقيق والاستعلاء... وكذلك الأبعاد الصوتية، كالموجة والتردد والنطاق الرنيني والنغمة والنبر، ويدخل كل حرف بجميع صور وروده في الكلام: محرّكاً بالفتح والضم والكسر...»⁽¹⁶⁾

خلاصة القول، إن إنشاء وتصميم برنامج حاسوبي يقوم بإدخال الحدث الكلامي ويحوّله إلى نص مكتوب، يتطلّب الوقوف على المواضيع التي تتغير فيها الفونيمات بما يجاورها على مستوى الكلمة⁽¹⁷⁾.

إنّ رحلة إدخال حروف اللغة العربية في الحاسوب قد مرّت بجملة من «التطورات ظهرت أثناءها اجتهادات شتى في أسلوب معالجة الحروف العربية، وقد أسهمت الجهات العربية في الوصول إلى بعض الحلول المناسبة، إلا أنّ الشركات الأجنبية الكبرى، لا يزال لها التأثير الكبير في فرض المنهج الذي تتبعه في معالجة الحروف العربية وفلسفة تعريب الحاسوب بشكل عام»⁽¹⁸⁾؛ لذا لا بد من التخلص من هيمنة الشركات الكبرى، ويتأتى ذلك بتكثيف البحث العلمي العربي.

أخيرا يتبيّن أن اللغة العربية هي المستفيد الأول من استخدام الحاسوب، لذا يمكن استعماله وتطوير آلياته وأنظّمته لتتواءم مع خصوصية العربية، كما يمكن توظيفه في معالجة قضاياها المختلفة تحليلا وتوليدا وترجمة وتعلّما⁽¹⁹⁾ إن الطريق مازال طويلا أمام الباحثين والمتخصصين، من أجل العمل على هذا المجال الفتى بالنسبة للعرب ممّا يتطلب مزيدا من البحث والدراسة وتنسيق العمل والجهد بين التخصصات جميعها من أجل خدمة اللغة العربية.

خاتمة:

إنّ الثورة المعلوماتية والتكنولوجية الكبيرة التي اجتاحت العالم قد أدت إلى ضرورة المزوجة بين الحاسوب واللغة العربية لأجل إلحاق اللسانيات الحاسوبية الغربية، بداية من توصيفها وحوسبتها، لذا تناول مقالنا طريقة توصيف المستوى الصوتي حاسوبيا، وعليه نستخلص مما سبق ما يأتي:

✓ سعي العلماء إلى محاكاة عمل العقل البشري، أدى إلى التقاء اللغة بالحاسوب، وهذا ما جعل الحاسوب يتفوق على كل الانجازات العلمية السابقة.

✓ اللغة العربية لغة مرنة، جديرة وقادرة على مواكبة الركب الحضاري المعلوماتي والتكنولوجي، ولتثبت وجودها لا بدّ من تعريب وترجمة كل ما يخص الحاسوب، فينبغي إذاً خَلْقُ برامج حاسوبية عربية جديدة تخدم لغتنا وتنهض بالتعليم العربي، لمواجهة الحرب العالمية التي تلوح في الأفق ، التي ستكون حربا رقمية واقتصادية لا محالة.

✓ لا بد من تكثيف الجهود والدراسات بين الباحثين العرب في مختلف التخصصات للنهوض بمستوى اللسانيات الحاسوبية العربية ، التي لا تزال مجالا خصبا تحتاج لمزيد من العمل النظري والتطبيقي، خاصة المجمع اللغوية العربية التي تحتاج لمزيد من التنسيق.

✓ إنشاء المزيد من المخابر العلمية الخاصة بالصوتيات.

✓ توجد مجموعة من البحوث والدراسات جديرة بالثمنين كمشروع الذخيرة اللغوية العربية لـ "عبد الرحمن الحاج صالح".

✓ ضرورة غرس الوعي العلمي والتكنولوجي في المجتمعات العربية، خاصة في المدارس والمعاهد والجامعات، عن طريق إنشاء تخصصات تعنى باللسانيات الحاسوبية.

✓ وضع سياسة عربية استشرافية مشتركة لتبادل الخبرات في المجال التقني من أجل خدمة اللغة العربية.

✓ ضرورة التسريع في رقمنة مختلف المجالات والقطاعات.

✓ توفير الإمكانيات المادية والمعنوية جميعها في خدمة البحث العلمي في مجال الحاسوبية العربية، بغرض تجنب هجرة العقول العربية نحو الغرب.

الاقتراحات:

- العمل على إرجاع العقول العربية العاملة في الخارج.
- إقامة مراكز عربية مشتركة متخصصة في البحث العلمي والتكنولوجي.
- تحفيز الباحثين عن طريق استحداث جوائز مغرية لخلق جو من التنافس والإبداع العلمي والأدبي.

الهوامش:

- 1 - نبيل علي: اللغة العربية وعصر المعلومات. مجلة دراسات إفريقية، العدد الثالث والعشرون، السودان، الخرطوم، 2000م، ص: 18.
- 2 - ينظر، رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية؛ مشكل المصطلح والترجمة، مخبر المعالجة الآلية للغة العربية، جامعة تلمسان، الجزائر، ص: 16.
- 3 - وجدان محمد صالح: اللسانيات الحاسوبية العربية؛ الإطار والمنهج. المعهد الإسلامي للبحوث والتدريب. ص: 5.
- 4- ينظر: نبيل علي: المرجع السابق. ص: 14.
- 5 - عبد الرحمن بن حسن العارف: توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة اللغة العربية؛ جهود ونتائج. جامعة أم القرى، ص: 5.
- 6 - عبد الرحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربية. موفم للنشر، الجزائر، ج 2، 2012م، ص: 148.
- 7 - الشريف بوشحدان: النظرية الخيلية الحديثة وسبل ترقية تعليم اللغة العربية فيما قبل الجامعة. مجلة التواصل في اللغات والثقافة والآداب، العدد 31، 2012م، ص: 106.
- 8- عبد الرحمن الحاج صالح: المرجع السابق. ص: 20.
- 9- صادق عبد الله أبو سليمان: نحو استثمار أفضل للحاسوب في مجالات خدمة اللغة العربية وعلومها. مجلة المجمع الجزائري للغة العربية، الجزائر العدد 6، 2007م، ص: 58-60
- 10- استيتية سمير شريف، اللسانيات: المجال، الوظيفة والمنهج. عالم الكتب الحديث، إربد، ج 2، 2008م، ص: 563.
- 11- إبراهيم أنيس: الأصوات اللغوية. مطبعة نهضة مصر، (د. ط)، (د. ت)، ص: 3.
- 12- المرجع نفسه، الصفحة نفسها.
- 13 - وجدان محمد صالح: اللسانيات الحاسوبية العربية؛ الإطار والمنهج. ص: 10.
- 14- ينظر، عبد الله محمد بن مهدي الأنصاري: الدرس النحوي في ضوء الحاسب الآلي. ص: 266.
- 15 - المرجع نفسه، الصفحة نفسها.

- 16 - المرجع نفسه، ص:263.
- 17- ينظر، وجدان محمد صالح: اللسانيات الحاسوبية العربية: الإطار والمنهج. ص: 11.
- 18- محمد زكي محمد خضر، الحروف العربية والحاسوب، مجمع اللغة العربية الأردني، 1996م، ص 12
- 19- ينظر: عبد الرحمن بن حسن العارف: توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة اللغة العربية جهود ونتائج. ص:33.