اللسانيات الحاسوبية
وأثرها على التحوُّل الرقمي

م . د . إيناس عبد برَّاك
مديرية تربية النجف الاشرف

Computational linguistics and its relationship to digital transformation

Lect. Dr. Inas Abed Barak

ملخص البحث

تُعد اللسانيات الحاسوبية من العلوم التطبيقية، فقد برزتْ إلى حيِّز الوجود البشري، وحوّلتْ تعامله من الجانب المادي الفيزيائي إلى الافتراضي، وقد بان ذلك جليًّا في المنظومة اللغوية، من هندسة لنظامها، وتحويلٍ لمضامينها من طريقة التراكيب إلى الرقمية، وتعدى ذلك الأمر ليشمل اللغة العربية، متعاملة معها بطريقة رمزية افتراضية، فشكّل التطور التكنولوجي مرتكزا أساسيًا ووسيلة للتحول الرقمي، شاملًا للعمليات التقنية والأعمال والنشاطات والاتصالات وغيرها، موظفًا إياها في مجالات الحياة جميعها، وخير دليل على ذلك مجال التعلم والتعليم، فأصبح أداة وعنصرًا فعّالًا في هذا المجال، وعليه جاءتْ معالجتي للموضوع عن طريق مداخلتي ببحثي الموسوم بـ(اللسانيات الحاسوبية وأثرها على التحوُّل الرقمي).

Abstract

Computational linguistics is an applied science. It has emerged into the realm of human existence and transformed its interaction from the material physical aspect to the virtual. This was clearly evident in the linguistic system, from engineering its system, and transforming its contents from the method of structures to the digital one. This aspect started to include the Arabic language as well, dealing with it in a virtual symbolic way. Technological development has become a fundamental pillar and means for digital transformation, including technical processes, businesses, activities, communications, etc., employing it in all life domains. The best evidence of this is the field of learning and education, which has become an effective tool and element in this field. Accordingly, I tackled this subject through the intervention of my research entitled (Computational Linguistics and its Relationship to Digital Transformation).

بِسمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

المقدمة:

الحمد لله ربِّ العالمين وصلَّى الله على خير خلقه محمد وعلى آل بيتهِ الطيبين الطاهرين المتقين الميامين.

وبعد...

فإنَّ اللغة العربية مطواعةٌ تنسجم والتطور التكنولوجي، إذ لم يقتصر الأمر على علاقتها بالعلوم البشرية الأخرى وإنَّما توسع الأمر إلى تعالقها مع آلة صماء استنطقها الإنسان وأضفى عليها سمة الذكاء الاصطناعي؛ لتُناظره في التواصل وتعينه على قضاء أموره، وبلغة رقمية ذهنية تجريدية، تناظر الجانب التجريدي في ذهن الإنسان، فدخلتْ ضمن المنظومة اللغوية لتُسهم في معالجتها آليًا، وتكشف عن دفائن تلك المنظومة، لصعوبة أمر ذلك فيزيائيًا، فتعددتْ مجالاتها إلى التواصل والتحاور، والتعدد اللغوي، والترجمة، والتعليم بشقيه المتزامن وغير المتزامن؛ وذلك برقمنة تلك الأحداث الفيزيائية، وتحويلها إلى جانبها الافتراضي؛ لخزن المعلومات، وتكرارها، ودقتها وإيصالها بشكل أسرع وأقل تكلفةً ووقتًا.

وبما أنّ الأساس هو اللسانيات الحاسوبية، فهي أساس التكنولوجيا، والمكمل هو التحول الرقمي، بوصفه وسيلةً لاستعمال تلك التكنولوجيا، ويتمثل أمره باستنطاقها وتحويل النشاطات والعمليات التقنية والأعمال إلى جانبها الافتراضي، ومنه انطلق بحثي الموسوم بـ(اللسانيات الحاسوبية وأثرها على التحوُّل الرقمي)، وكما هو معلوم لدينا أنَّ عالمنا اليوم يمر بظرف استثنائي، فهو بحاجة لذلك التحول، فلولاه لأصيب العالم بحالة من الركود، أو الاندفاع نحو خطر الوباء، فيمكن عدّه وسيلة إنقاذٍ.

فانقسم بحثي على ثلاثة

مباحث، تناول الأول (مفهوم اللسانيات الحاسوبية، من تعريف، ونشأةٍ وأهداف) على حين تناول المبحث الثاني: (التحليل الحاسوبي للمستويات اللغوية) وكان التطرق فيه للغة العربية حصراً بوصفها لغتنا، دُمِجَ فيه المستويان الصرفي والمعجمي معًا لتعالق مسارهما في إطار واحد، ومثله المستوى النحوي والدلالي، أما المبحث الثالث فقد كان بعنوان (علاقة اللسانيات الحاسوبية التحول الرقمي) دارسةً فيه مفهوم الرقمنة والتحول الرقمي، مع بيان الفرق الأساس بين كليهما، فضلًا عن اللسانيات الحاسوبية.

المبحث الأول

اللسانيات الحاسوبية Computational Linguistics

اللغة كما هو معلوم لدينا تمثل إنتاجًا أو وسيلةً لإظهار الأفكار ونقلها إلى الآخرين مراعيةً في ذلك مستوياتها اللغوية وتسلسلها المنطقي في الكلام، فضلًا عن توافقها مع دلالتها، وبذا يصبح المتلقي متكلمًا آخر وبالعكس.

وبما أنّ اللسانيات منبعها اللغة بغض النظر عن تنوّع نظرياتها واتجاهاتها النظرية أو التطبيقية[1]، فبعضها تعامل مع العلوم التربوية، وبعضها الآخر مع العلوم النفسية، وفرع منها مع العلوم الطبية، وآخر مع العلوم الاجتماعية، وغير ذلك، وإذا ما لاحظنا الأمر نجد أن تعامل اللسانيات مع هذه العلوم، -التي سُميت باسمها- هو تعامل أنطولوجي وجودي، ذات تقابل ذاتًا أخرى توافقها بالهيكلة البشرية المخلوقة.

والملاحظ أنَّ الأمر لم يكتفِ بذلك بل تعداه إلى التعامل مع آلةٍ صماء (الحاسوب) هي من صنعه، لمعالجة اللغة بطريقة هندسية تنظم مضامينها وحيثياتها، وتصفها، بدقةٍ عالية فضلًا عن احتفاظها

بالكم المعرفي اللساني، ووفقًا لذلك سُمي هذا الجانب بـ(اللسانيات الحاسوبية Computational Linguistics)،مثله مثل بقية العلوم بالتزاوج بين علمين.

تعددتْ مفاهيم اللسانيات الحاسوبية، بحسب الزاوية التي يُنظر إليها، فمن الباحثين من يرى أنّها: «دراسة علمية للغة الطبيعية من منظورٍ حاسوبي، وهذه الدراسة لا يمكن أن تتم إلّا ببناء برامجَ حاسوبية لأنظمة اللغات البشرية من خلال تقييس ومحاكاة نظام عمل الدماغ البشري لنظم عمل الحاسب الآلي»[٢]، ما يعني إنشاء دماغ إلكتروني يُحاكي الدماغ البشري، وهنا قد يسأل سائل ما الغاية من هذا الإنشاء والمحاكاة، وهذه الدراسة من المنظور الحاسوبي؟

ويجيب على ذلك (نيوقس) عن طريق تعريفه للسانيات الحاسوبية: « بأنها فرع علمي اللغة والحاسب، يهدف إلى تصميم نماذج رياضية للتراكيب اللغوية، للتمكن من معالجة اللغة آليا عن طريق الحاسب، على أنه تشكيل للنظريات، والنماذج اللغوية أو تنفيذها على الآلة، ويرى بإمكاننا النظر إليه على أنه وسيلةٌ لتطوير نظريةٍ لغوية جديدة بمساعدة الحاسب»[٣]، فتكونها صادر من اقتران علمين وتزاوجهما مع بعضهما، الغاية من ذلك هي المعالجة الآلية الدقيقة للنظريات اللغوية ونماذجها، فـ«أصبح في إمكان الحاسوب محاكاة نمط اشتغال العقل الإنساني وتقييسه من خلال لغة صورية خوارزمية أشبه ما تكون باللغة الصناعية، كما أصبح أيضًا مجالًا تطبيقيًّا لاختبار الفرضيات حول الطريقة التي يشتغل بموجبها العقل الإنساني»[٤]؛ لأن الحاسوب آلة تتمتع بالذكاء الاصطناعي، يوازي في قدرته قدرات الإنسان الذهنية، وبذا تُفَسَّر «كيفية اشتغال الذهن البشري في تعامله مع

اللغة، معرفة واكتسابًا واستعمالًا»[٥].

أمّا كيفية تلك المعالجة والمحاكاة، أ بالطريقة التقليدية، أي موافقة للطريقة الورقية أم بطريقة مميزة توافق السمة التي تتميز بها؟

يمكن استنباط الإجابة عن ذلك من أعلاه، فما تتميز به من ميزات وقدرات بكونها آلة اصطناعية ذكية، فضلا عن سمة موافقتها لقدرة الإنسان الذهنية، فيمكن محاكاتها بالطريقة الصورية الخوارزمية، المتمثلة بالرموز الرياضية، فهي «ذات قدرة عظيمة في التعامل، وبسرعة فائقة، مع أعقد العمليات الحسابية وأطولها... قادرة على تداول مختلف المعلومات وتحليلها»[٦].

وإذا ما انتقلنا لتعريف عبد الرحمن العارف لها بانتْ لنا وظيفة اللسانيات الحاسوبية بصورة جليةٍ، فيرى أنّها «العلم الذي يبحث في اللغة البشرية كأداة طيّعة لمعالجتها في الآلة (الحاسبات الالكترونية - الكمبيوتر)، وتتألف مبادئ هذا العلم من اللسانيات العامة، بجميع مستوياتها التحليلية: الصوتية والنحوية والدلالية، ومن علم الذكاء الاصطناعي، وعلم المنطق ثُمَّ علم الرياضيات»[٧]، فبتضام هذه العلوم وتآلفها عمليًا بنهضة عقلية بشرية تنتج المعالجة الآلية للغة، والمهمة الأساس التي تقوم بها هذه اللسانيات هي: « ترجمة اللغة إلى رموز رياضية يفهمها الحاسوب، أو تهيئة اللغة الطبيعية لتكون لغة تخاطب وتحاور مع الحاسوب بما يُفضي إلى أن يؤدي الحاسوب كثيرًا من الأنشطة اللغوية التي يؤديها الإنسان مع إقامة الفرق في الوقت والكلفة»[٨].

ومن هنا تنبع أهمية علم الرياضيات بالنسبة للغة العربية، ومن يعتقد غير ذلك فقد غلط بحق عملية الفهم والتفاعل، وبحقِّ اللغة العربية على حدِّ تعبير عبد الرحمن الحاج

صالح، عن طريق بيانه علاقة التحليل اللغوي بالصياغة الرياضية[٩]، ومنبعها العمليات الذهنية، وما تتميز به من تجريد، والمؤدى قد يكون كلاميًا أو رمزيًا، وهما مؤديان لغويان.

فلا يقتصر أمر الحاسوب على العمليات الحسابية الرياضية، وإنّما توسَّع بحسب توسع العمليات الإدراكية للفهم الإنساني، ومن ثمَّ عملوا تلك المقاربات -الإدراكية لآلةٍ صماء ذكية- فيما بين العقل البشري والحساب الرياضي، وعليه فيقُسم علم الحاسب الآلي على قسمين[١٠]:

١. علم الحاسب الرقمي Numerical computer science:

ويختص بحساب الأرقام، وقد أدى إلى اتساعٍ هائل في المعرفة العلمية في حقولٍ مختلفة، نحو: الفيزياء والكيمياء والاقتصاد وعلم الاجتماع.

٢. علم الحاسب غير الرقمي Non- Numerical computer science:

ويُعنى بظاهرة الإدراك والفهم، وتندرج تحته اللسانيات الحاسوبية التي تعنى بإنتاج اللغة وتلقيها.

وللسانيات الحاسوبية حيثيتان تتمم إحداهما الأخرى ولا تستقل عنها، وهما:

* الحيثية النظرية: وتهتم بالجنبة المعرفية، والنظريات الذهنية، وتبحث في كيفية عمل «الدماغ الإلكتروني لحل المشكلات اللغوية كالترجمة الآلية من لغة إلى أخرى»[١١]، فيدخل أمرها ضمن عمليات الفهم والتفهيم، والوصف والتوصيف، فتدخل ضمن السياق الأكبر للغة.

* الحيثية التطبيقية: وتُعنى بالجانب العملي الإجرائي للغة،ويسند أمرها إلى السياق الأصغر في الاستعمال الإنساني للغة، ويرتكز عملها بحثًا في «العمليات الرياضية الخوارزمية Algorithm والتي هي عبارة عن

مجموعة من القواعد المنظمة في طريقة معينة تنطلق من القواعد البسيطة إلى القواعد المعقدة ثُمَّ إلى القواعد التي هي أكثر تعقيدًا»[١٢].

- وتهدف اللسانيات الحاسوبية إلى:

١- النمذجة أو محاكاة التفكير الإنساني Simulation: وتنسجم مع الدراسة النظرية للسانيات الحاسوبية، التي تصاغ حول المعرفة الكلية، وفقًا لاحتياج الإنسان لإنتاج اللغة وفهمها، ويحاول الباحثون بناء نظام هندسي قادرٍ على فهم اللغة الإنسانية وإنتاجها تماما، مثلما يفعل سائر البشر.

وتتطلب هذه المحاكاة أو النمذجة نظمًا حاسوبية تعمل بالطريقة نفسها، التي يعمل بها دماغ الإنسان في ارتباطه بجوارح الجسم الإنساني كافة وحواسه، التي تنفذ عبرها المعلومات إلى خلايا الدماغ، أي إنها تقتضي نظمًا حاسوبية ذكية تهتم باستنساخ وظائف الذهن الإنساني.

٢- محاكاة الأداء البشري: أمَّا هدف المسار الثاني للسانيات الحاسوبية فهو محاكاة الأداء البشري في القدرة على القيام بمهام معينة في عملية استيعاب اللغة وإنتاجها.

وهذان المساران (محاكاة التفكير والأداء الإنساني) لا يخلوان من الصعوبات والمشاكل، وأهمها نتيجة المعرفة الإدراكية والسيكولوجية والثقافية والاجتماعية، أي المعرفة الموسوعية السابقة من ثقافة وخبرة ومقدرة على الاستعمال اللغوي في المواقف الاجتماعية المناسبة[١٣].

كانت نشأة اللسانيات الحاسوبية مع بداية اختراع جهاز الحاسوب، وقد اتخذ وجوده في جامعة جورج تاون، في تاريخ دخوله العمل الأكاديمي ١٩٥٤، وذلك في حقل الترجمة الآلية من اللغات الأخرى إلى الإنكليزية، بحسب ما ذكر الدكتور مايكل زار تشناك (M.Zarechnak)،

ومنها انطلق لجامعة قوتبرغ (Goteborg) السويدية ١٩٦١، ومنها انتشر عمله الفعلي، وقد كان جليا في مركز التحليل الآلي للغة بمدينة (قالارات gallarat))، ومنها انتشر أمره في أوربا[١٤]، ولم يقتصر الأمر على ذلك وإنما تعداه إلى العرب، ظهر أمرها عند الدكتور إبراهيم أنيس بما يسمى بـ(الحسَّابة الآلية)، ولا سيما عند زيارته لجامعة الكويت ١٩٧١، عند لقائه بالدكتور حلمي موسى، وطرحه لفكرة الحوسبة ونسج الكلمة، وأثمرت نتاجها بالتوافق والعمل عليها، ومن ثماره صدور الدراسة الإحصائية للجذور الثلاثية وغير الثلاثية لمعجم الصحاح للجوهري (٣٢٤هـ)[١٥]، واستمر العمل بالتطور والنضوج إلى ظهور نجاحات متوالية واحدة تلو الأخرى.

المبحث الثاني

التحليل الحاسوبي للمستويات اللغوية

يدخل الحاسوب في جميع المجالات اللغوية، ومستوياتها، فينظمها آليًا، وفق نظام هندسي معتمدًا في تنظيمه الرموز الرياضية، ولا يكتفي الأمر بذلك وإنما يحلل الكلام من وإلى، انطلاقًا من الجنبة الصوتية، وبشتى الوسائل التي تعين العقل البشري، فضلًا عن صفة التحاور والتواصل، التي أصبحتِ الواصلة بين إدراكين إدراك بشري مخلوق، وهو الإدراك العام والأساس، والآخر هو الإدراك الآلي، وهذا جزءٌ من الأول؛ لأنه مصنوع من مخلوق.

* التحليل الحاسوبي للمستوى الصوتي:

يحظى هذا المستوى بمعالجة آلية بواسطة تحليل طيف الصوت، وتوليد الكلام، وتخزين الأنماط الصوتية للشخص المتكلم، وتبعًا

لذلك صُممتْ أجهزة صوتية فضلًا عما سبق تحوِّل الكلام المنطوق آليًا إلى نصوص مدخلة في جهاز الحاسوب إلى مقابلاتها الصوتية، وقد أُنجزتْ في هذا المجال دراساتٌ عدة، كما تجري فيها أبحاث صوتية تعتمد في المقام الأول على أجهزة الحاسوب(١٦).

ثمة تقنياتٌ ثلاث لحوسبة المستوى الصوتي للغات البشرية تُشكِّل تحديًا كبيرًا أمام الباحثين، وأهميةً كبيرةً لكل المستعملين، وتكمن أهميتها في التعامل مع الآلة والتخاطب معها، فيُشكّل التخاطب فيها عنصرًا أساسًا، ويمكن بيانه بالآتي(١٧):

١. توليد الكلام صوتيًا: text-to-speech or speech synthesis:

وتهدف هذه الأنظمة إلى تحويل النَّص المكتوب إلى موجات كلام مسموعة، وغالبًا ما تستند إلى عنصرين، هما (١٨):

- الوضوح \ intelligibility comprehensiblity:

وهو مدى قدرة الإنسان على فهم كلام النظام؛ أي تحويل الموجات الصوتية إلى النّصّ، الذي نطقه في الأصل.

- الطبيعة naturalness:

وهي مدى قربها من الكلام الطبيعي، الذي يولده جهاز صوت الإنسان.

والعنصران أعلاه يعدهما المختصون أساسًا تقويميًا قبل الخوض في العمل ضمن نظام توليد الكلام آليًا.

وفي إطار التوليد الآلي للغة اتخذت قراراتٌ بشأن الكيفية التي تصاغ بها المفاهيم، وتكمن أهمية الأمر في تحويل البيانات الصوتية إلى نصوص؛ إذ تقوم بإعداد خلاصات نصيَّة للبيانات الرقمية، وغير اللغوية، فتمزج بين تحليل البيانات والتوليد الآلي للغة، وذلك نحو النشرات الآلية لأحوال المناخ والبورصة(١٩).

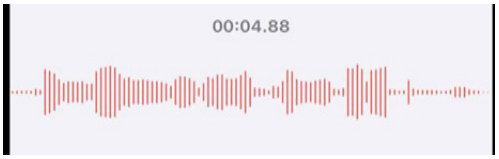
٢. التعرُّف الآلي على الكلام: speech-to-text أو automatic speech recognition:

وهو تطوير للنظام الهندسي الحاسوبي، ويتمثل أمره بتحويل الموجة الصوتية إلى نص، ويتضح أمره بالصورة البيانية الآتية:

ولتحقيق ذلك يتطلب القيام بـ[٢٠]:

- معالجة الإشارة الصوتية؛ ليتمكن من التعامل معها.
- تحديد الفواصل، فلا بدّ من وضع حدودٍ فاصلة بين كلِّ صوتٍ وآخر من الموجة الثانية.
- استخلاص الخصائص الأكوستية[٢١] للأصوات بين الفواصل.
- ولا بدّ من مقارنتها بالخصائص الصوتية المخزنة لديه.
- اختيار المقارب لكلِّ صوتٍ بحسب أعلى احتمالية ممكنة؛ ليصل بذلك إلى النتيجة المقصودة.

وتمثلتِ النتيجة أعلاه بالموجة -المكونة على سبيل المثال لا الحصر- من الأصوات الآتية: (قُلْ أَعوذُ بِربِّ الفَلَقْ) فأصواتها تكون بحسب الموجة، أمرها مقاربٌ للكتابة الصوتية، ويمكن بيانها بالآتي: (ق / ُ ل / أ / َ ع / ُ و / ُ ذ / ُ ب / ِ ر / َ ب / ب ل / ف / َ ل / َ ق/)، فتتحوّل هذه الرموز، التي هي عبارة عن موجات صوتية إلى نصٍّ مقروء، ويمكن بيان ذلك بصورة للموجة الصوتية للآية الكريمة:



ويعد من أكثر التطبيقات التقنية أهميةً إذا ما قورن بغيره؛ وذلك تبعًا لوظيفته المتمثلة بتحويل النّصِّ إلى كلامٍ وبالعكس، ففتح الآفاق أمام

الباحثين، للتوجه نحو استعماله.

٣. التعرِّف الآلي على المتحدث speaker identification or speaker recognition:

وتعني التعرف على صفته أو حالته، أ هو في حالة حزنٍ أم فرحٍ...؟ عن طريق البصمة؛ إذ تحمل الموجات الصوتية الصادرة عن الجهاز الصوتي مشعرات خاصة بالأصوات اللغوية (الفونيمات)، فضلًا عن حالة المتحدث الآنفة الذكر، ويأتي دور المستمع في التمييز بين الأصوات، فمنه ما اعتاد على سماعه واختلط من الصوت الغريب، ومنه ما كان صادرًا من الأنثى، ومنه ما صدر من الطفل، فيميِّز بين هذه الأصوات جميعها، وفيه تنقسم قواعد البيانات على قسمين[٢٢]:

أ- مجموعة التدريب training: وهي جزء من القاعدة المستعملة في تدريب النظام؛ لبناء أنموذجه الأكوستي، ويُشكِّل ٩٠٪ من القاعدة.

ب- مجموعة الاختبار testing: وتشمل مجموعة من الملفات المستعملة في تقويم النظام، تعتمد كفاءته على نسبة التعرف على أصوات المتحدثين في مجموعة الاختبار، والتعرف هو معيار جودة ما توصلوا إليه.

وتتفرع تطبيقات التعرف الآلي؛ تبعًا لتنوع استعمالاته، ومن تلك الاستعمالات التعرف على ماله علاقة بالأدلة الجنائية؛ إذ يمكن عدّه قرينةً دالة عند حدوث جريمة، ووجود تسجيل صوتٍ له علاقةٌ بالجريمة، فيقوم الخبير الصوتي باستعمال نظم التعرف على المتحدث فضلًا عن خبرته في تحليل الرسوم الطيفية[٢٣].

❋ التحليل الحاسوبي للمستوى الصرفي المعجمي:

يُعد الصرف الواصلة الهندسية في النظام اللغوي؛ فيوصل فيما بين المستويات اللغوية تحليلًا وتنظيمًا، بدءًا من المستوى الصوتي، ومرورًا بالمستوى

المعجمي والنحوي وانتهاءً بالدلالي، يقول نبيل علي بشأنه:« الصرف هو رابطة العقد لعناصر المنظومة اللغوية، فهو ركيزة الفونولوجي، ومدخل النحو، وأساس تنظيم المعجم، وفوق هذا كله فهو خط المواجهة الساخن لالتقاء مباني اللغة ومعانيها... فالصرف بلا شكٍّ هو مصدر التوسُّع اللغوي بما يوفره من وسائل عديدة لتكوين كلمات جديدة، وإعادة تحليل تلك القائمة بالفعل»[٢٤]، فيدخل في مجالي التكوين والتحليل، وعليه عُدَّ الصرف ولاسيما الصرف العربي مثالًا أنموذجيًا لإبراز ثنائية التحليل والتركيب[٢٥]، فأثره يبدو جليًا في المنظومة العربية؛ وذلك لما يقوم به من وصفٍ لتلك المنظومة وتفسيرٍ لظواهرها، وتحديد أسلوب معالجتها آليًا[٢٦]؛ إذ يقوم بـ«ربط كلمات النص بالعناصر الصرفية الأولية التي تدخل في تكوينها، وكذلك بالقيم النحوية دون اعتبار موقعها»[٢٧].

فيجري تتبع الكلمة من جذرها وما يتصل بها من لواصق أو زوائد سابقة عليها كـ(سألتمونيها) أو لاحقة عليها كالضمائر، ما يعني أن لكل كلمة مجموعة من الأشكال، ويتم التعرف على ذلك استنادًا للبيانات المخزنة، فتعدد الأشكال يتبع تعدد المعاني، فعلى سبيل المثال نأخذ كلمة: (وجد) مثلًا يمكن أن تكون لها الإمكانيات الآتية:

- وَجَدَ، وُجِدَ = فعلان.
- وَجَدَّ، وَجُدَّ = حرف عطف (واو) + فعل.
- وَجَدٌّ= حرف عطف + اسم.

وأمثال هذه الكلمة المشكلة، التي تشترك فيها الاسمية والفعلية والحرفية، ومن أمثلة الفعلية كلمة (يزيد)، فالسياق هو الذي يحددها، فلو قلنا:

- خَرجَ يزيدُ من الغرفة = اسم (فاعل)؛ إذ سبقتْ بفعل، فمثلتْ

فاعلا قام بفعل الخروج

- يزيد اللهُ في خلقه ما يشاء = فعل، سياق جملة فعلية، حدث مقترن بزمن، الله (جلّ وعلا) هو الفاعل قام بالفعل (يزيد).

فعلى نحو ذلك لا بدَّ للحاسوب أن يعالجها-الكلمة- وفق السياق الواردة فيه، ويحللها وفق القسم التابعة له اسمًا أو فعلًا أو حرفًا، مع إعطاء احتمالاتها المتعددة، والمحددة - بالمميزات فللاسمية مميزاتها، كـ(ال التعريف، والتنوين...) والفعلية كـ(تاء التأنيث، وأنيت، وسين وسوف...)- على نحو ما سبق في المثال أعلاه.[٢٨]

فلو أخذنا على سبيل المثال لا الحصر الفعل (وعد)، لوجدنا تخريجاتٍ عدة له بحسب سياقتها، التي يوظف فيها، فضلًا عن اشتقاقاته، ما يعني أنَّ له حيثيتين: الشكلية، والمعنوية، ويمكن بيانها بالآتي:

- وَعَدَ: فعل (وعَدَ يَعِد، عِدْ)، مصدره: وَعْدًا، وعِدَةً، وموعِدًا، وموعِدةً، وموعودًا، فهو واعد مشتق اسم فاعل، ومَوْعود مشتق اسم مفعول.

فإذا ما لا حظنا الأمر نجد أنَّ الجذر (وَ عَ دَ) قد كوّن البنية الأساسية للفعل، ومن ثَمَّ يقابله الوزن (فَ عَ لَ)؛ ليعطيه الهيكل العام، بما يشتمل عليه من الفونيمات والحركات، فضلًا عن السوابق واللواحق، والأخرى تُضفي توليداً للفعل بحسب السياق، فعند تحليل فعلٍ ما، فيقوم المحلل الصرفي - بعد تحديد الحاسوب لها- بـ« تحديد سوابقها ولواحقها ويحدد وزنه، وأصله المشتق منه، يُبيِّن حالته الإعرابية، والضمير المسند إليه. أي إنه يعطي وصفًا كاملًا عن حالة الفعل الصرفية والنحوية، والدلالية مستقلة عن سياق النّصّ»[٢٩] هذا بالنسبة للحيثية الشكلية.

وهذه شكلياته المتعددة تشكلَّتْ تبعًا لميكنتها المعنوية،وهي

الأخرى تتأثر بالسياق، فالسياق هو الذي يسوقها، وعليه نجد في الحيثية المعنوية أو الوظيفية تنوُّعًا، يمكن بيان جزءٍ منه:

- وعَد فلانًا الأمرَ. وعَد فلانًا بالأمر: منّاه به، قال إنه يعطيه له أو ينيله إيّاه، قَالَ لَهُ إِنَّهُ يُجْرِيهِ لَهُ ﴿وَعَدَ اللهُ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ مِنْهُمْ مَغْفِرَةً وَأَجْراً عَظِيماً﴾[الفتح:٢٩].

- وَعد بالقمر: مَنَّى بالمستحيل، أو بغير الممكن، وَعَدَ فلانًا: كان أَكثرَ عِدَةً منه.

- وعَد فلانًا: أنذره وهدَّده،تهدّده. وعَده بالعقاب، هَدَّدَهُ شَرّاً.

- وَعَدَ الفَحْلُ: هَدَرَ حِينَ هَمَّ أَنْ يَصُولَ.

- 'وعَده بجائزة/ بهديَّة- ﴿بَلْ إِنْ يَعِدُ الظَّالِمُونَ بَعْضُهُمْ بَعْضًا إِلاَّ غُرُورًا﴾ [فاطر:٤٠]

وإذا ما بينا اسميته نجده لا يقل أهمية عن فعليته، فـ: وَعْد: اسم، وَعْد: مصدر وَعَدَ، الجمع: وعود، الجمع: مَواعِدُ، مصدر ميميّ من وعَد: مُوعَد: (اسم، مُوعَد: اسم المفعول من أَوعَدَ، مُوعِد: فاعل من أَوعَدَ، موعِد: مصدر وَعَدَ، وَعيد: (اسم) مصدر وعَدَ)،هذا بالنسبة لشكليته الاسمية.

أمّا معنويته فنجد السياق وما يحمله من تعرِّفٍ آلي له أثره في بيان معناه وتغييره بحسب متطلب السياق آليا، بحكم ما يضعه للباحث من خيارات مقاربة، يختار منها ما ينسجم والمعنى العام للسياق؛ ويكون ذلك بحكم الخزين العام للفظ ومقاربته في قاعدة البيانات العامة، وكأنه يعرض للباحث كشفًا سياقيًا، لمعانٍ متعددة خزنها نتيجة التعامل المسبق،واستعملها في الوقت المطلوب أداة للتواصل والتفاعل، وتداولها آليًا، وإليكم المعاني الاسمية المتعددة، التي يحملها لفظ (وعد) بغض النظر عن اللواحق والزوائد من السوابق،ومن معانيه:

- ما يُقْطَع من عهد في الخير والشرّ،

التزام باحترام عَهد والتقيُّد به بأمانة، وَفّى (بوَعْده): أتمّه، فشكليتها متكونة من = ب (حرف عطف) + وعد (اسم - مصدر) مجرد + الضمير المتصل المحال إلى الشخص الذي قام بالوفاء ! أي وفاء ؟ الوعد، وهذا يعطينا نتيجةً بأنّ المعالجة الآلية لها في الحلول، إعطاء النتيجة المرضية، مع إضفاء سمة التفكر للنشاط الإنساني، إذ قام تحفيز الذهن البشري يتتبع المعنى المقصود سياقيًا، وبذا عد الحاسوب أداة للتواصل والتعامل بطريقة رمزية.

وإذا ما انتقلنا للمعنى المضاد له، وجدنا المعجم الآلي يعطينا المعنى المقصود، فنقول: (فلان أخلف بوعده): نكثه، قطَع الوَعْدَ على نفسه بكذا: ألزم نفسَه بشيء ما.

فالتحليل الصرفي الآلي هنا لا يستغني عن المعجم؛ إذ يكون الأخير للأول مرتكزًا أساسيًا، يستعين به الصرف الآلي من الحثيثتين الشكلية والمعنوية أو الوظيفية، ويستمر الأمر به في بيان الحيثية المعنوية أو الوظيفية المتصلة بالشكل اتصالًا وثيقًا، فضلًا عن التلازمات اللفظية، أو يمكن أن نسميه بالتضام المعجمي الآلي، وخير مثالٍ على ذلك، قولك:

- وَعْدٌ صوريّ: التزام شكليّ، فالوعد = التزام، والصوري = الشكل فهو ما يرى بالعين، وبتلازم المعنيين المعجميين، يعطينا المعجم الآلي المعنى المقصود، فهذا جاء نتيجة تضام معجمي آلي، ومثله:

- وَعْدٌ عرقوبيّ: التزام كاذب، وهو وصف حال من يعد ويخلف، وعُرْقوب كان رجلاً يُضرب به المثل لكذبه وخلفه بالوعد.

- الوَعْدان: عذاب الدُّنيا، وعذاب الآخرة، فاللاحقة (ا ن) للجذر الأساس (وعد)، قد رمزتْ للتثنية، فأمر هذه الزيادة الغالب عليها للمثنى[٣٠]، فشملتْ (عذاب الدنيا +

عذاب الآخرة).

- واعد:مَرْجُوّ خيرُه.

- أَرْض واعدة: رُجيَ خيرها وتمام نبتها، سحاب واعد: كأنَّه وعد بالمطر.

- شباب واعد: توفَّر له من تمام الكفاية والخُلُق ما يرجى معه الخير.

- فرسٌ واعد: يعدك جَرْيًا بعد جَرْي.

- نَظْرة واعدة: مليئة بالوعود.

- يَوْمٌ واعد: يعدك أوّله بحرٍّ أو بردٍ.

- وَعيد: تهديد وتوعّد بالشَّرّ، إنذار بما سيحدث من دمار ونكبات.

فضلًا عما سبق نجد مدخلات الزيادة تلازم الكلمة بحسب الاستعمال، فالمحلل الصرفي في حالة التوليد يُجرد الكلمة لاسترجاعها لجذرها الأساسي، وفي حالة التحليل يقوم باسترجاع تلك الزيادات، على نحو ما نجده في زيادات (وعد) (اِستَوعَدَ - اِستيعاد - إيعاد - أَوعَدَ - تَوَعَّدَ - تَواعَدَ - مَوَاعِيدُ - مَوْعود - مَواعِدُ - مَوعِد - مَوعِدة - مُتَوَعِّد مُتواعِد - مُستوعَد - مُواعَدة - ميعاد - وَعَدَ - وَعيد - واعَدَ - واعِدة - وعِدَة - وعود.

ففي مرحلة التحليل تَجَرَّد الكلمة - فعلا كانت أم اسمًا- من السوابق واللواحق والحركات وإعادتها إلى الجذر، وفي كلِّ صيغة دلالة يوجهها السياق ويفرض اختيارها، فتكون موجودة في الكفاية اللغوية، ما يعني استمرار تعالق المسار اللغوي ليشمل الجنبة الدلالية، فكما رأينا لا يقتصر الأمر على المعجم، فيوظف النظام الهندسي منظومته الآلية بكل قواها لمعالجة تلك المستويات؛ لتعالق ذلك المسار.

- خصائص التحليل الصرفي العربي الآلي[٣١]:

نركز فيها على النواحي ذات الصلة بمعالجته آلياً، والتي تُعد مطلباً أساسياً لميكنة عمليات تحليل النصوص المكتوبة والمنطوقة، وفهمها

وتوليدها، فضلا عن علاقته بالمعجم فلا غنى لأحدهما عن الآخر لمعالجة المعلومات واسترجاعها، وتحليل مضمون النصوص، وعليه يمكن إيجاز خصائصه بما يأتي:

أ- وضوح مسار عملية الاشتقاق؛ أي الانتقال من الجذور إلى المشتقات الفعلية.

ب- اطراد التصريف في العربية، باستثناء حالات نادرة.

ت- ميل الصرف العربي لتركيب الكلمات إضافة.

ث- انتظام بنية الكلمة العربية؛ لثبوت رتبة عناصرها(الصرف - نحوية).

ج- التداخل العميق بين الصرف والفونولوجي، بالنسبة لتعدد قواعد الإبدال والإعلال، وعمليات التغيير (الصرف – صوتية) الأخرى.

ح- قلة عدد جذور الأفعال وكثرة عدد فروعها.

خ- الاشتقاق في العربية مبني على الأنماط الصرفية، فتستعمل أنماطها عدداً قليلاً من حروف الزيادة.

د- محورية مفهوم الجذر في العربية بوصفه عنصر ربط معجمي ودلالي.

* التحليل الحاسوبي للمستوى النحوي الدلالي:

يمثل الجانب النحوي نقطة التقاء المستويات الأخرى؛ لارتكازه عليها، ولا سيما المستوى الصرفي، في الجانبين العام والآلي، فلتأدية عملية الفهم الآلي للنص اللغوي لا بدَّ من الارتكاز عليها، « فالنحو في الحاسوب معادلة رياضية، ويعتمد هذا الجزء بشكل كبير على المستويين الصوتي، والصرفي، فهو رياضة اللغة... أو المعادلات الرياضية التي تقوم بلم اللامحدود في معادلات محدودة فمثلًا إذا قلنا: إن الجملة العربية تتركب من فعل، وفاعل، ومفعول به، فكم جملة يمكن أن تتبع هذه المعادلة ؟، ويرتبط أيضًا بالمستوى الدلالي وهو دلالة

المعنى، ولا بد من تغذية الحاسوب بالمعلومات المتعلقة بالمعنى»[٣٢].

فضلًا عن وصله -النحو- بين علوم اللغة وعلوم الحاسوب، فبالنسبة للأول بوصفه بؤرة اللغة العربية، وللثاني لتعدد جوانبه، يقول نبيل علي: « فالمعالجة النحوية الآلية هي قنطرة الوصل التي تعبر خلافًا مسارات الاقتراض المتبادل بين علوم اللغة وعلوم الحاسوب، ويقصد بذلك الافتراض مصممي لغات البرمجة لبعض خصائص اللغات الطبيعية لإكساب اللغات الاصطناعية المرونة والقوة. واقتراض منظري اللغات الطبيعية لبعض الأساليب المنهجية والتحليلية لعلوم الحاسوب، وذلك لاستخدامها في صياغة النحو، وتمثيل العلاقات الدلالية، وتنظيم المعجم وما شابه »[٣٣]، أمر المعالجة الآلية للنحو لا يقل شأنًا عن معالجة المستوى الصرفي، فكذلك الأمر معه تجري معالجته من حيثيتين التحليلية والتوليدية، انطلاقًا من الكلمة، وانتهاءً بالنص: وتتم الحيثية الأولى بمستويين[٣٤]:

- الكلمة: يحللها المعالج النحوي فيما إذا كانت - الكلمة- فعلًا أو اسمًا أو حرفًا، فيجري تصنيف القسم الأول فيما إذا كان ماضيًا أو مضارعًا أو أمرًا، مؤكدًا أو لا، مبنيًا للمعلوم، أو للمجهول، لازمًا أو متعديًا، مزيدًا أو مجردًا، مثبتًا أو منفيًا، صحيحًا أو معتلًا، جامدًا أو متصرفًا، وغير ذلك.

وأمّا الثاني - الاسم- فالتغييرات التي تطرأ عليه، فضلًا عن إعرابه، وعلامته إن كان مبنيا أو معربًا، وغير ذلك. والثالث - الحرف - السابق واللاحق والوظيفة الإعرابية وعلامتها، فلنأخذ على سبيل المثال:كتاب

- الصيغة الصرفية:فعال
- قسم الكلمة: اسم
- الحال الإعرابية: الرفع، نحو (الكتاب مفيدٌ)، النصب، نحو (اشتريتُ كتابًا)

والجر، نحو (قرأتُ بكتاب محمد)

- جذر الكلمة: ك ت ب

- الدلالة: الصحف المجموعة

- الجملة: وتمثل الشق الثاني من التحليل الآلي النحوي، ويمكن تعريفها آليًا بأنَّها «تلك التي يحدُّها فراغان قبلها وبعدها، وتعد علامات الترقيم كالنقطة وعلامة الاستفهام وعلامة التعجب... من العوامل الأساسية في تحديد الجملة من حيث الشكل في المعلوماتية، فالسكون الذي تكلم عليه الألسنيون يُقابل الفراغ عند الحاسوبيين»[٣٥]، وهذا التحليل الشكلي الصوري، والإعراب، وعلامته هو الذي يُشير إلى المعنى العام.

أمَّا ما يربط بين المكونات الجملية الدقيقة ويحللها «من حيث ترتيب عناصرها، والعلاقات التركيبية والوظيفية التي تربط بينها، ويعطي كل كلمة فيها موقعًا إعرابيًا، فيقوم بإعراب الكلمات في الجملة آليًا»[٣٦]، ويبحث في دلالة الجملة ومكوناتها الجزئية بما فيها من وصائل لفظية كالعطف، والشرط، والجر وغير ذلك، وربط ذلك بالدلالة السياقية والمقام، فدلالة الأخير تكمن في دلالة التراكيب اللغوية، و« يجب أن نتتبع ونستقرئ جميع السياقات التي تحققتْ فليس للكلمات دلالة خاصة بل لها استعمالات ليس إلّا »[٣٧].

ما يعني تعالق المستوى النحوي بالدلالي تعالقًا تكامليًا، فلا يمكن لأحدهما تأدية عمله بالاستغناء عن غيره، وعلى هذا الأساس جُمِعَا معًا كما في المستوى الصرفي مع المعجمي، فقد تكمن الدلالة وترتكز في السياق أو في المقام، بحسب الوجهة التي يُنظر إليها،

فقد نظر بامسلاف إلى فكرة التوازن فيما بين اللفظ والمعنى في اللغة، وعليه يمكن تقطيع الكلمات دلاليًا إلى أصغر وحدة، وتُسمى السمات المعنوية [٣٨].

أمّا التوليد النحوي: فعمله كما هو الحال في الصرف الآلي على العكس من التحليل، فيغذي إليه المفردات المعجمية، فضًلا عن نوع الأسلوب النحوي خبري أو إنشائي، مثبت أو منفي، ويقوم المركب النحوي الآلي بتكوين الجملة في صورتها الأصلية؛ ليجري عليها بعد ذلك العمليات الواجبة للتحويل النحوي من تقديم وتأخير [٣٩].

• مشاكل المعالجة آليًا:

على الرغم من توسع المعالجة الآلية للنحو، وانطلاقها من الكلمة الجزئية الصغيرة في الجملة، ومعرفة مستواها الصرفي والنحوي ومعناها المعجمي والدلالي، المرتبط بالمقام والسياق، فضلًا عن فونيماتها وحركتها، فقد مكّن ذلك من « إكساب الحاسوب مهارة القراءة الصوتية للنصوص، ومهّد نظام الإعراب الآلي للدخول في عدة مجالات متقدمة لتكنولوجيا اللغة، منها نظم الترجمة الآلية، وتعليم النحو بوساطة الحاسوب»[٤٠]، فكل هذه المعالجة متفرعةٌ، إلّا أنه ثَمَّة هبوط في معالجتها معالجةً منطقية تنسجم والمعرفة الإنسانية، للتواصل معه آليًا، وقد أوجز بعض الباحثين تلك المشكلات بمجموعة نقاط [٤١]:

١- غياب العلامات الإعرابية من أغلب النصوص العربية، فضلًا عن علامات الترقيم أو عدم استعمالها بالشكل الصحيح، وإغفال كتابة الهمزة على الألف في بعض الأحيان، وعدم التفريق بين الياء والألف المقصورة، كل ذلك يعد مشكلة تواجه الحاسوب في معالجته للجملة.

٢- تعدد المعاني المعجمية لكلمات الجملة فمعظم الكلمات لها أكثر من

معنى معجمي وعلى الحاسوب أن يختار من هذه المعاني ما يناسب سياق الجملة، أو النص، فكلمة عين تحمل معاني كثيرة؛ فتعني حاسة الإبصار، وينبوع الماء وعين الجاسوس وغيرها.

٣- تعدد صيغ كتابة الحرف العربي، واختلاف تلك الصيغ بحسب موقع الحرف في الكلمة.

٤- تعدد حالات اللبس الصرفي والنحوي، نحو كاتبوه فتشترك بين الاسمية والفعلية.

المبحث الثالث

التحول الرقمي وعلاقته باللسانيات الحاسوبية

مفهوم الرقمنة (digitization):

نجد أغلب الممارسات الإدارية، والعلمية تحوَّلتْ لجانبها الإلكتروني بطريقة الرموز الرقمية، لغرض التسهيلات ودقة العمل وحفظها فضلًا عن ميول العالم نحو السرعة في الحصول على المبتغى من معلومات وتواصل وحلول وغير ذلك، ما يعكس طبيعة التطور التكنولوجي الذي يشهده العالم، وانطلاقًا من هذا الأمر لا بدَّ لنا من تحديد مفهومها، ويمكن تعريف الرقمنة بحسب تعريف القاموس الموسوعي لها، فالرقمنة: هي «عملية إلكترونية لإنتاج رموز إلكترونية أو رقمية، سواء من خلال الوثيقة أم أي شيء مادي أو من خلال إشارات الكترونية تناظرية»[٤٢]، ويجري ذلك وفق نظام حاسوبي يُسهل تلك العملية، فضلًا عن كون تلك الرموز هي لغة الحاسوب تلتقي مع اللغات البشرية، لتتقابل ويفهم بعضها بعضًا؛ ما يسهل عملية التواصل والتداول؛ وتمثل أول نقطة تعالق بينه وبين اللسانيات الحاسوبية، فالثانية تمثل أول الانطلاق والأول يعكس نجاح ذلك الانطلاق.

ويأتي محمد فتحي معرِّفًا

للرقمنة من منطلق تطورٍ عربي لها، فيرى أنَّها «عملية نقل أو تحويل البيانات إلى شكل رقمي للمعالجة بواسطة الحاسب الآلي، وفي نظم المعلومات عادة ما يُشار إلى الرقمنة على أنّها تحويل النصّ المطبوع أو الصور الفوتوغرافية، والإيضاحيات، والخرائط... إلخ إلى إشارات ثنائية باستخدام وسيلة للمسح الضوئي لإمكان عرض النتيجة على شاشة الحاسب الآلي»[٤٣]، فأعطى مفهومها بحسب الزاوية التي يتم توظيفها فيها، والجامع الكلي بين هذه الزوايا هو عملية التحويل والنقل والتغيير فضلًا عن الحاسب الآلي وهو أساس التحول.

فالرقمنة كما يراها محمد زهران «ليست تكنولوجيا ولكنها وسيلة نحو استخدام أنواع كثيرة من التكنولوجيات مثل الذكاء الاصطناعي»[٤٤]، فالرقمنة هي المرحلة التالية للسانيات الحاسوبية، الانطلاقة تكون من الصنع بدافع الفكر البشري، ثم تفعيل المصنوع بطريقة المحاكاة لذلك الفكر، ومن ثَّم تطويره لإنطاق تلك الآلة الصماء، وإعانة الفكر الإنساني فضلا عن نشاطه الحركي في مقابلة إعطاء أهمية تليق بذلك المصنوع، وعليه أصبح التحويل الرقمي وسيلةً لتفعيل ذلك الذكاء، فـ«هي تحويل جميع المعلومات والوثائق إلى صورة تستطيع أجهزة الكمبيوتر التعامل معها. هذا ليس بالشيء السهل لأنك تريد تحويل الوثائق والصور والأصوات ومقاطع الفيديو وأي شيء يمكن قياسه مثل درجة الحرارة وشدة الإشعاع وما شابه إلى صورة يستطيع الكمبيوتر التعامل معها وتخزينها وتحليلها»[٤٥]، ما يعني أن التحول الرقمي هو مرحلة أوسع من الرقمنة؛ إذ يشمل العمليات والنشاطات والأعمال التقنية جميعها، أمّا الرقمنة فتحويل النشاط من الجانب

المادي الملموس إلى العالم الافتراضي، والتفاعل مع تلك العمليات.

يتضح من أعلاه أنّ الحاسوب يمثل مرحلةً نشطة من الإنتاج البشري، بعدها يأتي عنصر المعالجة المرتبط ارتباطًا وثيقًا باللسانيات الحاسوبية، ثُمَّ يتلو ذلك الرقمنة وتعني التحول من الجانب المادي الموجود إلى الجانب الافتراضي المرموز، وتستمر هذه العملية إلى أن يُطلق عليها بـ(التحول الرقمي)، وهذه المسميات هي وسائل دالة على التكنولوجيا وعملية تطورها، ويمكن أن يُعرّف بأنّه «الانتقال من مقومات الفضاء الفيزيائي الواقعي إلى الوجود الافتراضي Virtual Reality بحيث تصبح عملية الاتصال لا يسودها مفاهيم المسافات والأزمنة التي تسود العالم الفيزيائي التقليدي، وتصبح المواقع الإلكترونية لتلك الجامعات الرقمية كبديل للمواقع التي استوطنت البقع الجغرافية الأرضية، أوضحت وسطًا يحاكي الواقع الفيزيائي في هويته، مع وجود خلاف في طبيعة الماهية التي يمتاز بها »[٤٦].

وكان له الأثر البارز في مجالات الحياة جميعها، وفي أغلب بقاع الأرض ولا سيما من تتوفر لديهم إمكانيات تكنولوجيا عالية، وخير شاهد على ذلك الصين في ظل جائحة كورونا، وبقية الدول، في المجال الصحي تم تفعيل الروبوت، لتسهيل عملية التنقل والوقاية من الوباء، ومثله الجانب الاقتصادي والجانب التعليمي.

فإذا ما ركزنا على أثره في الجانب التعليمي وجدنا أثره في التعليم المباشر المتزامن، والمتمثل بالتواصل المباشر بين الأستاذ والطالب، والتحاور بين الطرفين، ويتوقف أمره على الانترنت، فيدل الأخير على التحول منذ نشأته مفهوميًا وآليًا، وغير المباشر غير المتزامن، فـ«كل ما يستخدم في عملية

التعليم والتعلم من تقنيات المعلومات والاتصالات، والتي تستخدم بهدف تخزين ومعالجة واسترجاع ونقل المعلومات من مكان لآخر، فهي تعمل على تطويره وتجويده بجميع الوسائل الحديثة كالحاسب الآلي وبرمجياته شبكة الانترنيت، الكتب التعليمية والبريد الإلكتروني، البريد الصوتي، التخاطب الكتابي والتخاطب الصوتي، المؤتمرات المرئية، الفصول الدراسية الافتراضية، التعليم الإلكتروني والمكتبات الرقمية، التلفزيون التفاعلي، التعليم عن بعد، الفيديو التفاعلي، الوسائط المتعددة، الأقراص المضغوطة، البث التلفزيوني الفضائي»[٤٧]، فيمكن لنا أن نسميها أدوات حاسوبية في التحول الرقمي، والتعليم الافتراضي.

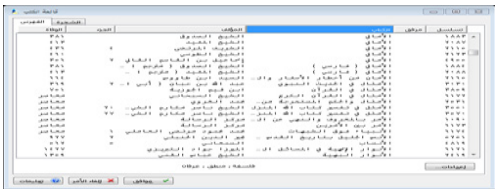
تبرز أهمية أعلاه في تحقيق الأهداف المرجوة من تيسير العملية التعليمية وتوسيع نطاقها، فضلًا عن تحقق اطلاع واسع للجانب العلمي، وإمكانية الفهم والتفهيم عن طريق الأدوات: الافتراضي، والتكرار، والخزين المعلوماتي في الجانب الافتراضي، كخزن الفيديو، والصور، وغير ذلك.

وللأمر سلبياته وتكمن عناصر التجاذب السلبية، المتمثلة بالترفيهيات وغير ذلك، يُقابله المحادثات الافتراضية التي تأخذ مداها في هذا الجانب، فضلًا عن تكلفتها المادية بالنسبة للفرد، وتوفر الشبكة بشكلٍ ضعيف، وغير ذلك، وعليه يمكن أن يؤخذ بوصفه عنصرًا مساعدًا للتعليم الحضوري، لتوسيع المعلومات والاطلاع بصورة أكثر، ولغرض المتابعة..إلخ.

أمّا في الجانب البحثي فاعتماده واضح، وصورته إيجابية، وعليه تحوّلت الكثير من المكتبات من جانبها المادي إلى الرقمي الافتراضي، وجعله مكملًا للأول، فحفظتِ المطبوعات

بشكل رقمي، لتسهيل عملية البحث، وتتمثل في الحصول على كم أكثر في وقت أقل، وكلفة أقل أيضًا، فعلى سبيل المثال في المكتبة الشاملة الرقمية، فقد تضمنت العديد من الكتب، التي تُسهل عملية البحث في مضامين الكتب، فضلًا عن تضمنها بحثًا كليًا، في المجموعات المقسمة، وفي الكتاب المختار، مع وجود هوية لكل كتاب، كما نجد ذلك في الصورة المدرجة أدناه

وإذا ما انتقلنا لمكتبة أهل البيت نجد الأمر أكثر دقة، وتوافقًا للمطبوع، ففي الاعتماد جزئيًا وكليًا في عملية البحث، يمكن اختيار الكتاب ظاهريًا أو بالبحث عنه، متضمنة تسلسلاً رقميًا، وبحسب الوفاة، وبحسب الألف بائية، فميزاتها عالية الدقة، وتتضمن رموزًا كلٌّ بحسب إشارتها، لهوية الكتاب أو للبحث داخل الكتاب في الكتب جميعها، والبحث أيضًا في القرآن...إلخ، كما موضح أدناه في الصورة



الخاتمة

بعد مسيرة بحثية في أعماق التكنولوجيا، والرمزية الحاسوبية، وعلم التناظر نتوصل لأبرز النتائج، والمتمثلة بما يأتي:

- اتخذت انطلاقة الصنع مسارين عموديًا وأفقيًا؛ إذ انطلقتْ من عقل الإنسان إلى سلوك عملي، متمثل بالآلة الصماء، ثم إنطاق تلك الآلة وفق محددات، أرادها العقل الأولي، عن طريق بث المرتكزات المفعلة لها سواء كانت فيزيائية،أم مجردات لغوية ذهنية، تتمثل بالخوارزميات، من ثم الرقمنة والتحول الرقمي.

- أساس التكنولوجيا هو اللسانيات الحاسوبية، أما الرقمنة فوسيلة استعمال، والتحول الرقمي يشمل العمليات التقنية جميعها فضلًا عن الأعمال الافتراضية، من اتصال وتواصل وخزن ونقل، وغيرها. فالأساس هو الحاسوب، والتعامل هو اللغة الإنسانية، والرقمنة وسيلة استعمال، والتحول الرقمي هو التقنية.

- اللسانيات الحاسوبية ظاهرة انعكاسية لتطور الفكر الإنساني، فأصبحت أداة للتداول والتحاور والتواصل بشكل متزامن وغير متزامن، وظفت بعض الحواس لدى الإنسان كالسمع والبصر.

- أقوى المستويات حضورا في التحليل والتوليد هو المستوى الصرفي المعجمي، وأقلها المستوى النحوي، فقد كان جانب الحركات والإعراب ضعيفًا إذا ما قورن بالجانب المادي.

- المستوى الصوتي هو أقوى المستويات اللغوية في التعرف الآلي للمتحدث، فلا نجد ذلك في المستويات اللغوية الأخرى؛ وذلك عن طريق الموجات الصوتية.

- حقق التحول الرقمي نجاحًا واسعًا في عملية البحث ومصادره؛ وذلك بتحولها إلكترونيًا، لما في ذلك من دقة في العمل، فضلًا عن سرعة الحصول على المبتغى بتكلفة أقل ووقت أقصر إذا ما قورن بالواقع الانطولوجي.

- يعد الواقع الافتراضي عنصرًا فعّالًا ومساعدًا بارزًا للواقع الانطولوجي، نتيجة ما يحققه في مجالات الحياة جميعها.

- يمكن اعتماد التحول الرقمي بوصفه عنصرًا مساعدًا، وليس تحولًا كليًا في جانب التعليم، لما فيه من تجاذبات سلبية.

الهوامش:

١- تُعنى اللسانيات النظرية بـ« توصيف الظواهر اللغوية كالأصوات والفونيمات والدلالة والصرف والنحو والعروض والبلاغة وأحكامها نظريًا. وتنهد الثانية [اللسانيات التطبيقية] إلى العناية بجوانبها التطبيقية، بما يخدم العلمية التعليمية وتوظيف جوانبها الأساسية والإنتاجية لمستعملي اللغة » علم اللسانيات الحديثة، عبد الجليل: دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان - الأردن، ط١/ ٢٠٠٢: ١٦٢-١٦٣. والأخرى (اللسانيات التطبيقية) تهتم بـ« تكوين المادة عن طريق أنماط اللغة وترسيخ المفاهيم التي فيها نقل النتائج والنظرية إلى مستوى تطبيقي، يدرس اللغة بغرض الحصول على طبيعتها في ذاتها من ذاتها» دروس في اللسانيات التطبيقية، صالح بلعيد، دار هومة للطباعة والنشر والتوزيع، بوزريعة، الجزائر، ط٣، ٢٠٠٨: ١١.

٢- توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللغة العربية - مقاربة لسانية حاسوبية-، عمر مهديوي، الجزء الأول، إشراف عبدالغني أبو العزم، جامعة الحسن الثاني - عين الشق - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - الدار البيضاء، شعبة اللغة العربية وآدابها - وحدة علوم اللغة العربية والمعجميات، ٢٠٠٨: ١ / ١٧.

٣- حسين عيجولي، تصميم طريق معالجة لغوية لتلخيص النصوص العربية، العرض باللغة العربية والفرنسية، من إشراف الدكتور محمد عباس، درجة الدكتوراه، جامعة أبي بكر بالقايد، تلمسان الجزائر، ١٤٣٨هـ - ٢٠١٨م: ١٢.

٤- توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللغة العربية - مقاربة لسانية حاسوبية، عمر مهديوي: ١ / ٥.

٥- بالقاسم اليوبي، اللسانيات

الحاسوبية، مفهومها وتطوراتها ومجالات تطبيقاتها، (استشراف آفاق جديدة لخدمة اللغة العربية وثقافتها)، مجلة مكناسة، العدد ١٢، ١٩٩٠: ٤٤.

٦- توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللغة العربية - مقاربة لسانية حاسوبية: ١ / ٢.

٧- توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية (جهود ونتائج) مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، العدد ٧٨، المملكة الأردنية الهاشمية، عمّان،٢٠٠٧: ٥٢.

٨- اللسانيات، مجلة علوم اللسان وتكنولوجياته، العددان ١٤و١٥، مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية، الجزائر، ٢٠٠٨-٢٠٠٩: ٨٤.

٩- بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، عبد الرحمن الحاج صالح،ج١، د. ط، موفم للنشر، الجزائر، ٢٠٠٧: ٨٥.

١٠- ظ: Hausser، Foundations of Computational Linguistics, 2nd edition, 13.springer, Berlin p. نقلًا عن النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية "مثلٌ من جمع التكسير " إعداد هدى سالم عبد الله آل طه، المشرف: الأستاذ الدكتور نهاد الموسى، أطروحة دكتوراه، كلية الدراسات العليا، بالجامعة الأردنية، كانون الثاني، ٢٠٠٥م: ٨.

١١- اللسانيات والعلم والتكنولوجيا، نحو تعريف موحد للسانيات التطبيقية العربية وبرمجيتها في الحاسبات الإلكترونية، مازن الوعر مجلة اللسان العربي، ع٢٢، الرباط: ٢٠.

١٢- م. ن: ٢٠.

١٣- اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية، سناء منعم ومصطفى بو عناني، عالم الكتب الحديث، الأردن، ط١،

٢٠١٥: ٩٥.

١٤- للاطلاع أكثر يرجى مراجعة دراسات تطبيقية، مازن الوعر، دار طلاس، دمشق، ط١، ١٩٩: ٣٢٥.

١٥- للاطلاع يرجى مراجعة: الثورة التكنولوجية واللغة، محمد صالح بن عمر، ط١، دار الشؤون الثقافة العامة - وزارة الثقافة والإعلام، بغداد - العراق، ١٩٨٦م: ٣٢- ٣٥.

١٦- ظ: توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية "جهود ونتائج"، عبد الرحمن بن حسن العارف، د. ط مجلة مجمع اللغة العربية، العدد، ٧٣، الأردن، ٢٠٠٧: ٦٢.

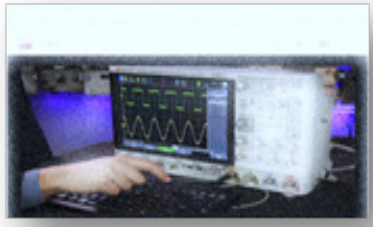
١٧- مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، منصور الغامدي، عبد العزيز المهيوبي، أحمد روبي، إشراق علي الرفاعي، صلاح راشد الناجم، وليد بن عبد الله الصانع، تحرير: عبد الله بن يحيى الفيفي، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي، لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية - الرياض، ط١، ١٤٣٨هـ- ٢٠١٧م: ٢٧.

١٨- ظ: مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية: ٣٠.

١٩- ظ: المعالجة الآلية للغة، عيجولي حسين، دراسات وأبحاث، المجلة العربية في العلوم العربية الإنسانية، والاجتماعية، مجلد: ١٣، عدد: ٢- إفريل، ٢٠٢١، السنة الثالثة عشرة: ٥٠٦.

٢٠- ظ: مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية: ٢٨.

٢١- وهي تسمية تُطلق على ما اختص بالموجات الصوتية للكلام، ففيها يخرج الكلام من الجهاز الصوتي على هيئة موجاتٍ صوتية تنتشر في الوسط المحيط بالمتحدث؛ لتصل إلى أذن السامع؛ ولأن تلك الموجات لا يمكن مشاهدتها بالعين، كان من الصعب دراستها علميًّا حتى ظهور جهاز الأوسلوسكوب oscilloscope،



هذه صورة الأوسلوسكوب، توضح الموجات الصوتية، فالخط المتعرج يمثل تلك الموجات

فتعرض تلك الشاشة ترددات الموجات الصوتية ببعدين: الزمن والتردد، وعليه يمكن حساب تردد الدقيقتين الصوتيتين في زمن محدد، كما يمكن معرفة نوع الموجة الصوتية هل هي بسيطة مثل التي تصدر عن الشوكة الرنانة أم مركبة كما في الجهاز الصوتي.ظ: مدخل إلى اللسانيات: ٢٠.

٢٢- ظ: مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية: ٣١.

٢٣- البصمة الصوتية، أمد بداية التصويت أنموذجًا، منصور بن محمد الغامدي، المجلة العربية للدراسات الأمنية والتدريب: ٢١. ٤٢: ٨٩ -١١٨.

٢٤- اللغة العربية والحاسوب(دراسة بحثية)، نبيل علي، تعريب، د.ط، ١٩٨٨م: ٢٤٧.

٢٥- ويعنى بثنائية التحليل والتركيب: الثنائية التي يوصف عن طريقها الكثير من الظواهر اللغوية في الوقت الذي تعد فيه أحد المفاهيم الأساسية في تصميم نظم المعالجة الآلية للغات، ظ: اللغة العربية والحاسوب: ٢٤٧.

٢٦- ظ: اللغة العربية والحاسوب، نبيل علي: ٢٤٧- ٢٤٨.

٢٧- التحليل الصرفي للعربية، وقائع مختارة من ندوة استخدام اللغة العربية في الحاسب الآلي في الكويت، يحيى هلال، عمّان، دار الرازي: ٢٦٦.

٢٨- بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد الأفعال في اللغة العربية وتصريفها، عبد العزيز بن عبد الله المهيوبي، -دكتوراه معهد تعليم اللغة العربية

- جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، ١٤٣٦: ١٢٦-١٢٧.

٢٩- م. ن ١٢٧.

٣٠- إلا في بعض الكلمات التي تتضمن هذين الحرفين أساسين في بنية الكلمة، عدهما لاحقة، وهنا قد يسأل سائل كيف للمعجم الآلي التعرف عليها، ومعالجتها؟ فأمر ذلك تابع للخزين الموجود ضمن قاعدة البيانات (ذاكرة الحاسوب)، فيأتي دور الكشف السياقي لبيان مدى التوائم والانسجام، وذلك بقطع أو فصلها اللاحقة (ا، ن) عنها، وذلك نحو: عطشان المتضمنة (ا، ن) على وزن فعلان، فهذه صفة، لو قطعناهما عنها لأصبحتْ عطش، فيرفضها الحاسوب، ولا يكتفي بهذا الأمر وإنما يمد الباحث بخزينه المعلوماتي عن طريق الكشف السياقي وإعطاء مجموعة مخرجات مقاربة له ليجري الاختيار منها على وفق ما ينسجم والسياق.

٣١- http: / /lisan٢ .blogspot.com /٢٠١٥ /٠٩ /٠٩ html.٩٩_blog-post اللسانيات العربية والحاسوب (معالجة الصرف آلياً) د.عبدالعزيز بن عبدالله المهيوبي - ١٥ SEP

٣٢- اللسانيات الحاسوبية العربية، عصام محمود، دار الوفاء للطباعة والنشر والتوزيع، ط١، ٢٠١٥م: ٥٤،٥٥.

٣٣- اللغة العربية والحاسوب، نبيل علي: ٣٣٥-٣٨٨

٣٤- ظ: اللسانيات وبرمجة اللغة العربية في الحاسوب، محمد علي الزركان، ندوة استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات، ١٤١٢ هـ، ١٩٩٢ م، مجلة التواصل اللساني، المغرب، مج١ ١٤١٣هـ، ١٩٩٣م: ٣٣، ٣٤.

٣٥- المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة، جوزيف طانيوس لبس،

المؤسسة الحديثة للكتاب، طرابلس - لبنان، ط١، ٢٠١٢: ٣١.

٣٦- المعلوتية واللغة والأدب والحضارة، جوزف طانيوس لبَس:١٩.

٣٧- مبادئ في اللسانيات خولة طالب الإبراهيمي، الجزائر، دار القصبة، ٢٠٠٠: ١٢٤.

٣٨- اللغة العربية وعصر المعلومات، نبيل علي، دراسات أفريقية، مجلة بحوث نصف سنوية - جامعة أفريقيا العالمية، السودان -الخرطوم: ١٤١.

٣٩- ظ: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية، سناء منعم ومصطفى بو عناني: ١٩٥ - ١٩٦.

٤٠- المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة، جوزيف طانيوس لبس: ١٩.

٤١- ظ: المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة، جوزف طالينوس لبس:٣٤، و: استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ٥٥:١٩٩٦، و: المعالجة الآلية للجملة العربية، رشيدة عابد، جامعة حسيبة بين بوعلي الشلف - الجزائر، مجلة أمارات، المجلد:٢ / العدد:١ / ٢٠١٨: ١٥٧-١٥٨.

٤٢- CACALY sege، etall. Dictionnaire encyclopedique linformation et de la documentation - Amsterdam; Nathan، ٢٠٠١-p٤٤٣، نقلًا عن نظام الحوسبة الإلكترونية للمخطوطات وإسهامه في تيسير البحث العلمي وتطويره، عبد الكريم خليل، المركز الجامعي ميلة - الجزائر، بحث: ٤.

٤٣- رقمنة الدوريات العربية، مشروع رقمية الدوريات، عبد الهادي محمد فتحي، دار الكتب المصرية نموذجا،

المؤتمر السادس لجمعية المكتبات والمعلومات المتخصصة، الإمارات، ٢٠١٠: ٢.

٤٤- https://www.shorouknews.com/columns/mohammed-zahran

٤٥- https://www.shorouknews.com/columns/mohammed-zahran

٤٦- نموذج الإدارة الجديد في عصر الاتصالات والمعلومات، في رحلتي مع الإدارة في قضايا وطنية، علي السلمي، ٢٠٠٥، الجزء الثاني، القاهرة، دار غريب للنشر: ٥.

٤٧- معوقات توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصال في مناهج المواد التجارية بالتعليم الثانوي، المؤتمر الدولي الأول حول استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال لتطوير التعليم قبل الجامعي، مصر، ٢٠٠٧: ٦.

المصادر والمراجع:

١- بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، عبد الرحمن الحاج صالح، د. ط، موفم للنشر، الجزائر، ٢٠٠٧.

٢- التحليل الصرفي للعربية، وقائع مختارة من ندوة استخدام اللغة العربية في الحاسب الآلي في الكويت، يحيى هلال، عمّان، دار الرازي.

٣- الثورة التكنولوجية واللغة، محمد صالح بن عمر، ط١، دار الشؤون الثقافة العامة - وزارة الثقافة والإعلام، بغداد - العراق، ١٩٨٦م.

٤- دراسات تطبيقية، مازن الوعر، دار طلاس، دمشق، ط١، ١٩٩.

٥- دروس في اللسانيات التطبيقية، صالح بلعيد، دار هومة للطباعة والنشر والتوزيع، بوزريعة، الجزائر، ط٣، ٢٠٠٨.

٦- رقمنة الدوريات العربية، مشروع رقمية الدوريات، عبد الهادي محمد فتحي، دار الكتب المصرية نموذجا، المؤتمر السادس لجمعية المكتبات والمعلومات المتخصصة، الإمارات، ٢٠١٠.

٧- علم اللسانيات الحديثة، عبد الجليل: دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان - الأردن، ط١/ ٢٠٠٢.

٨- اللسانيات الحاسوبية العربية، عصام محمود، دار الوفاء للطباعة والنشر والتوزيع، ط١، ٢٠١٥م

٩- اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية، سناء منعم ومصطفى بو عناني، عالم الكتب الحديث، الأردن، ط١، ٢٠١٥

١٠- اللغة العربية والحاسوب (دراسة بحثية)، نبيل علي، تقديم أسامة الخولي، تصميم تركي العريض، حقوق النشر محفوظة التعريب،(د.ط)، ١٩٨٨.

١١- نموذج الإدارة الجديد في عصر الاتصالات والمعلومات، في رحلتي مع الإدارة في قضايا وطنية، علي السلمي، ٢٠٠٥، الجزء الثاني، القاهرة، دار

غريب للنشر.

١٢- مبادئ في اللسانيات خولة طالب الإبراهيمي، الجزائر، دار القصبة، ٢٠٠٠.

١٣- مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، منصور الغامدي، عبد العزيز المهيوبي، أحمد روبي، إشراق علي الرفاعي، صلاح راشد الناجم، وليد بن عبد الله الصانع، تحرير: عبد الله بن يحيى الفيفي، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي، لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية - الرياض، ط١، ١٤٣٨هـ- ٢٠١٧م.

١٤- المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة، جوزيف طانيوس لبس، المؤسسة الحديثة للكتاب، طرابلس - لبنان، (د. ت).

الرسائل والأطاريح:

١٥- بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد الأفعال في اللغة العربية وتصريفها، عبد العزيز بن عبد الله المهيوبي، -دكتوراه معهد تعليم اللغة العربية - جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، ١٤٣٦.

١٦- تصميم طريق معالجة لغوية لتلخيص النصوص العربية، العرض باللغة العربية والفرنسية، حسين عيجولي، من إشراف الدكتور محمد عباس، درجة الدكتوراه، جامعة أبي بكر بالقايد، تلمسان الجزائر، ١٤٣٨هـ - ٢٠١٨م.

١٧- توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللغة العربية - مقاربة لسانية حاسوبية -، عمر مهديوي، الجزء الأول، إشراف عبدالغني أبو العزم، جامعة الحسن الثاني - عين الشق - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - الدار البيضاء، شعبة اللغة العربية وآدابها - وحدة علوم اللغة العربية و المعجميات، ٢٠٠٨.

١٨- النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية «مثلٌ من جمع

التكسير» إعداد هدى سالم عبد الله آل طه، المشرف: الأستاذ الدكتور نهاد الموسى، أطروحة دكتوراه، كلية الدراسات العليا، بالجامعة الأردنية، كانون الثاني، ٢٠٠٥م.

البحوث والمجلات والمؤتمرات:

١٩- استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ٥٥:١٩٩٦، و: المعالجة الآلية للجملة العربية، رشيدة عابد، جامعة حسيبة بين بوعلي الشلف - الجزائر، مجلة أمارات، المجلد:٢ / العدد:١ / ٢٠١٨

٢٠- البصمة الصوتية، أمد بداية التصويت أنموذجًا، منصور بن محمد الغامدي، المجلة العربية للدراسات الأمنية والتدريب: ٢١. ٤٢.

٢١- توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية (جهود ونتائج)، عبد الرحمن بن حسن العارف، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، العدد ٧٨، ٧٣، المملكة الأردنية الهاشمية، عمّان،٢٠٠٧.

٢٢- عن نظام الحوسبة الالكترونية للمخطوطات وإسهامه في تيسير البحث العلمي وتطويره، عبد الكريم خليل، المركز الجامعي ميلة - الجزائر، بحث: ٤.

٢٣- اللسانيات الحاسوبية، مفهومها وتطوراتها ومجالات تطبيقاتها، بلقاسم اليوبي (استشراف آفاق جديدة لخدمة اللغة العربية وثقافتها)، مجلة مكناسة، العدد ١٢، ١٩٩٠.

٢٤- اللسانيات وبرمجة اللغة العربية في الحاسوب، محمد علي الزركان، ندوة استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات، ١٤١٢ هـ، ١٩٩٢ م، مجلة التواصل اللساني، المغرب، مج١ ١٤١٣هـ، ١٩٩٣م.

٢٥- اللسانيات والعلم والتكنولوجيا، نحو تعريف موحد للسانيات التطبيقية العربية وبرمجيتها في الحاسبات

الإلكترونية، مازن الوعر مجلة اللسان العربي، ع٢٢، الرباط.

٢٦- اللسانيات، مجلة علوم اللسان وتكنولوجياته، العددان ١٤و١٥، مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية، الجزائر، ٢٠٠٨-٢٠٠٩.

٢٧- اللغة العربية وعصر المعلومات، نبيل علي، دراسات أفريقية، مجلة بحوث نصف سنوية - جامعة أفريقيا العالمية، السودان -الخرطوم، (د.ت).

٢٨- المعالجة الآلية للغة، عيجولي حسين، دراسات وأبحاث، المجلة العربية في العلوم العربية الإنسانية، والاجتماعية، مجلد: ١٣، عدد: ٢- إبريل، ٢٠٢١، السنة الثالثة عشرة.

٢٩- معوقات توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصال في مناهج المواد التجارية بالتعليم الثانوي، المؤتمر الدولي الأول حول استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصال لتطوير التعليم قبل الجامعي، مصر، ٢٠٠٧.

المواقع الإلكترونية:

٣٠- blogspot..http://lisan2 blog- /09 /2015 /com html.99_post اللسانيات العربية والحاسوب (معالجة الصرف آلياً) د.عبدالعزيز بن عبدالله المهيوبي

٣١- shorouknews.com/ columns/mohammed-zahran