وقائع المؤتمر الدولي الرابع (التعليم العالي وقضايا المجتمع المعاصر)٦-٧/٥/٢٠٢٦
Kirkuk University Journal: Humanity Studies
مجلة جامعة كركوك للدراسات الانسانية
ISSN P: 1992-1179
ISSN E: 3107-3360

Computer studies and Arabic language computing

Prof. Dr. Abdullah Ali Mohammed Tamim
Vice President of Kirkuk University for Scientific Affairs.
Abdullah_tameem@uokirkuk.edu.iq
Lecturer (PhD). Hawneaz Mustafa Rasheed
College of Law and Political Science.
Hawneazmustafa@uokirkuk.edu.iq
Prof. Dr. Doria Kamal Farhat
Lebanese University / Lebanon

AbstractThe presence of language in the technological environment is no longer a cultural choice, but a civilizational necessity connected to identity, knowledge, education, and scientific research. Hence, the importance of Arabic language computing emerges in light of the global digital transformation, leading to the emergence of a new scientific field combining linguistics and computer science, known as computational linguistics or language computing. In this research, we aim to define computer studies, the computing of the Arabic language in terms of origin and methodology, explain the theoretical foundations for the computer processing of the Arabic language, analyze the mechanisms of automatic morphological analysis of the Arabic language, as well as study the systems of computer grammatical analysis and their challenges, while exploring the levels of semantic analysis in computer models, in addition to presenting the techniques of automatic recognition of Arabic speech. This research relied on the descriptive analytical approach in presenting concepts and theories, and the evaluative approach in assessing computer models. Among the results we reached in the research is that the structural characteristics of the Arabic language, especially the root system, weight, and abundance of derivation, make its computer processing more complex compared to some other languages. Morphological analysis is also a fundamental stage in the computational processing of Arabic, as it enables the identification of a word's root, morphological weight, and grammatical properties.

Keywords: Computational Studies, Computing, Arabic Language

الدّراسات الحاسوبيّة وحوسبة اللّغة العربيّة

ا.د عبدالله علي محمد تميم[١] م.د هاونياز مصطفى رشيد[٢] ا.د درية كمال فرحات[٣]

مساعد رئيس جامعة كركوك للشؤون العلمية[١]كلية القانون و العلوم السباسية[٢]الجامعة اللبنانية /لبنان[٣]

الملخص

لم يعد حضور اللّغة في البيئة التّقنيّة خيارًا ثقافيًّا، بل ضرورة حضاريّة تتّصل بالهويّة والمعرفة والتّعليم والبحث العلميّ. ومن هنا تبرز أهمية حوسبة اللّغة العربيّة في ظلّ التّحوّل الرّقميّ العالميّ ما أدّى إلى ظهور مجال علميّ جديد يجمع بين علوم اللّغة، وعلوم الحاسوب، عُرف بـ(اللّسانيّات الحاسوبيّة) أو (حوسبة اللّغة)، ونحن في هذا البحث نهدف إلى تعريف الدّراسات الحاسوبيّة، وحوسبة اللّغة العربيّة تأصيلًا ومنهجًا، وبيان الأسس النّظريّة لمعالجة اللّغة العربيّة حاسوبيًا، وتحليل آليات التّحليل الصّرفيّ الآليّ للّغة العربيّة، وكذلك دراسة نظم التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ وتحدّياتها، مع استكشاف مستويات التّحليل الدّلاليّ في النّماذج الحاسوبيّة، بالإضافة إلى عرض تقنيّات التّعرّف الآليّ على الكلام العربيّ. وأُعتمد في هذا البحث على المنهج الوصفيّ التّحليليّ في عرض المفاهيم والنّظريّات، والمنهج التّقويميّ في تقييم النّماذج الحاسوبيّة، حيث نذكر من النّتائج التي توصل إليها البحث أنّ الخصائص البنيويّة للّغة العربيّة، ولا سيما نظام الجذر والوزن وكثرة الاشتقاق تجعل معالجتها حاسوبيًا أكثر تعقيدًا مقارنة ببعض اللّغات الأخرى، وكذلك إنّ التّحليل الصّرفيّ يمثّل المرحلة الأساسيّة في المعالجة الحاسوبيّة للّغة العربيّة، لأنّه يمكّن من تحديد جذر الكلمة، ووزنها الصّرفيّ، وخصائصها النّحويّة.

الكلمات المفتاحيّة: الدّراسات الحاسوبيّة، الحوسبة، اللّغة العربيّة

مقدمة

شهدت العقود الأخيرة تطوّرا متسارعًا في مجال الدّراسات الحاسوبيّة، ولا سيما في ميدان معالجة اللّغات الطّبيعيّة (Natural Language Processing)، ما أتاح للّغات العالميّة فرصًا واسعة للاندماج في التّطبيقات الرّقميّة الحديثة، غير أنّ اللّغة العربيّة – بما تمتاز به من خصائص صرفيّة ونحويّة ودلاليّة معقدة– تمثّل تحديًّا خاصًا أمام النّماذج الحاسوبيّة .

وتبرز أهمية حوسبة اللّغة العربيّة في ظلّ التّحوّل الرّقميّ العالميّ، إذ لم يعد حضور اللّغة في البيئة التّقنيّة خيارًا ثقافيًا، بل ضرورة حضاريّة تتصل بالهويّة والمعرفة والتّعليم والبحث العلميّ. ومن هنا يتّجه هذا البحث في دراسة مفهوم الدّراسات الحاسوبيّة، وأسس حوسبة اللّغة العربيّة، وتحليل أبرز مستويات المعالجة: الصّرفيّة، والنّحويّة، والدّلاليّة، والصّوتيّة (التّعرّف على الكلام) مع بيان التّحديّات والآفاق المستقبليّة.

- **الدراسات السابقة:**

١_**في حوسبة اللغة ،الواقع والتحديات:** النذير ضبعي، مجلة الآداب والعلوم الإنسانية، المجلد /١٥/ العدد الثاني ، ٢٠٢٢ : يقدم هذا البحث رؤية واضحة عن واقع المعالجة الآلية للغة العربية، فوقف على جملة من القضايا المتعلقة بحوسبة اللغة العربية وهندستها صوتياً وصرفياً ودلالياً ، وذكر التحديات التي تواجه هذه الحوسبة.

٢_**المعالجة الدلالية الحاسوبية:** مصمودي مجيد، مذكرة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم، جامعة وهران ، الجزائر، ٢٠٢٠- ٢٠٢١ ، تناولت الدراسة إلى إمكانية استيعاب المعالجة الآلية للتمظهرات الدلالية للغة، واستثمارها التراكم المعرفي التراثي واستشراف آفاق التحليل الحاسوبي في ذلك، وانصرفت الدراسة في الجانب التطبيقي إلى معالجة الدلالة معالجة أنطولوجية انطلاقاً من هندسة الشبكات الدلالية بالاستفادة من المنجز اللساني الحديث.

٣_ **حوسبة المستوى الدلالي في اللغة العربية:** إبري أمينة، مجلة (لغة- كلام) مخبر اللغة والتواصل، جامعة غليزان، الجزائر، ٢٠٢٢، تناول البحث حوسبة اللغة العربية على المستوى الدلالي ، ورصد مجموعة من المشكلات التي تمس هذا الجانب، وتقديم حلول لها وفق رؤية الباحث.

٤_ **إجرائية البرمجة الحاسوبية للغات الطبيعية:** سي بشير راشيد، براهيمي بوداود، مخبر الدراسات النقدية والأدبية المعاصرة، جامعى تيسمسيلت ، الجزائر، ٢٠٢١

تناول البحث البرمجة الحاسوبية للغة العربية بالاعتماد على أراء علماء اللغة، وعلماء الحاسوب، من أجل معالجة تعامل الحاسوب مع الظواهر اللغوية تقريباً كتعامل العقل البشري ، وتم تطبيق الدراسة على نموذج للمقاطع الصوتية ، وتمت الحوسبة وفق مراجل معينة.

- **أهمية البحث**

تتجلّى أهمية البحث في النّقاط الآتية:

١- إبراز مكانة اللّغة العربيّة في بيئة الذّكاء الاصطناعيّ والتّقنيّات الحديثة.

٢- سدّ فجوة معرفيّة بين الدّراسات اللّغويّة التّقليديّة، والدّراسات الحاسوبيّة الحديثة.

٣- بيان التّحديّات الخاصة بالبنية الصّرفيّة والنّحويّة العربيّة في المعالجة الآليّة.

٤- خدمة مجالات تطبيقيّة مثل: التّرجمة الآليّة، محرّكات البحث، أنظمة الإجابة الآليّة، تحليل النّصوص، والتّعرّف على الكلام.

- أهداف البحث

يسعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١- تعريف الدّراسات الحاسوبيّة، وحوسبة اللّغة العربيّة تأصيلًا ومنهجًا.

٢- بيان الأسس النّظريّة لمعالجة اللّغة العربيّة حاسوبيّا.

٣- تحليل آليات التّحليل الصّرفيّ الآليّ للّغة العربيّة.

٤- دراسة نظم التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ وتحدّيّاتها.

٥- استكشاف مستويات التّحليل الدّلاليّ في النّماذج الحاسوبيّة.

٦- عرض تقنيات التّعرّف الآليّ على الكلام العربيّ.

- إشكالية البحث

تنطلق إشكالية البحث من الأسئلة الآتية

١- إلى أي مدى استطاعت الدّراسات الحاسوبيّة أن تستوعب الخصائص البنيوية للّغة العربيّة في مستوياتها الصّرفيّة، والنّحويّة، والدّلاليّة، والصّوتيّة؟

٢- ما حدود نجاح أنظمة التّحليل الصّرفيّ والنّحويّ العربيّ؟

٣- كيف تتعامل تقنيّات التّعرّف على الكلام مع التّنوّع اللّهجيّ؟

– منهج البحث

يعتمد البحث على:

- المنهج الوصفيّ التّحليليّ في عرض المفاهيم والنّظريّات.
- المنهج التّقويميّ في تقييم النّماذج الحاسوبيّة.

- خطة البحث

تمهيد

المبحث الأوّل: التّحليل الصّرفيّ: كيفية اشتقاق الكلمات من جذورها

المبحث الثّاني: التّحليل النّحويّ: العلاقات الإعرابيّة وبنية الجملة

المبحث الثّالث: التّحليل الدّلاليّ

المبحث الرّابع: التّعرّف على الكلام

الخاتمة: نتائج البحث

المبحث الأوّل

التّحليل الصّرفيّ

كيفية اشتقاق الكلمات من جذورها

إنّ التّحليل الصّرفيّ من الأسس المهمة في دراسة اللّغة العربيّة، إذ يُعنى بكيفية اشتقاق الكلمات من جذورها الصّرفيّة، وكيفية تفاعل المشتقات المختلفة مع جذور الكلمات. ويعدّ هذا المجال أساسًا لفهم تطوّر الكلمة في اللّغة، وتحويلاتها وفقًا للقواعد الصّرفيّة التي تحكمها.

ومن خلال تطبيق التّحليل الصّرفيّ تتحدّد الصّيغ الصّرفيّة اللّغويّة المتنوّعة التي تظهر في الكلمة الواحدة، ما يسهم في فهم المعاني الدّقيقة، والتّراكيب اللّغويّة المتنوّعة في اللّغة العربيّة.

أوّلًا- المحلّل الصّرفيّ

هو "تطبيق حاسوبيّ يقوم باستخلاص العناصر الأوّلية لبنية الكلمة في اللّغة العربيّة، ويحدّد سماتها الصّرفيّة، والصّرف صوتيّة، والصّرف نحويّة، فيقوم المحلّل الآليّ بالكشف عن جذر الكلمة، ووزنها الصّرفيّ، ويبين ما يطرأ عليها من تغيير بالزّيادة والنّقصان، والإعلال والإبدال والإدغام والقلب، ويوضح ما يلحقها من سوابق، ولواحق وزوائد، بالإضافة إلى تقسيم الكلمة إلى اسم أو فعل أو حرف، وتقسيم الاسم إلى جامد أو مشتق، ومذكر ومؤنث، ومفرد أو مثنى أو جمع..."(الغامدي، ١٩٧١: ٥١).

ويمكن تلخيص وظيفة المحلّل الصّرفيّ في الشّكل:

كلمة عربيّة--> تحليل صرفيّ-->(نوع الكلمة: السّابقة، الجذر، الصّيغة الصّرفيّة، اللّاحقة).

فمثلًا إذا أردنا أن نحلّل فعلًا صرفيًّا من الأفعال، مثل (انكسر) نجرّده من الزّوائد (حروف الزّيادة) وهما (الألف والنّون) فنحصل على الجذر(ك، س، ر)، نقوم بتحديد نوعه ووزنه، فهو ثلاثي على وزن (فَعَلَ).

و يمكن أن نمثّل لتحليل الجملة صرفياً: (ذهبَ الطالبُ إلى المدرسة مبكراً) :

ذهبَ: فعل ماض ثلاثي، مجرد، متصرف (الجذر: ذ-هـ-ب)

الطالب: اسم مرفوع ، فاعل، الجذر(ع-ل-م)

إلى : حرف جر

المدرسة: اسم مجرور بحرف الجر ، الجذر(د-ر-س)

مبكراً : ظرف زمان منصوب، الجذر(ب-ك-ر)

ويقبل هذا البرنامج الكلمة مشكولة كلياً نحو (سَمِعَ) أو جزئياً نحو (تعلُّم) أو غير مشكولة مطلقاً نحو (سحب) ويراعي أيضاً الوجوه المختلفة للكلمة من حيث أنها غير مشكولة فيعرض مختلف الاحتمالات التي ممكن أن ترد ، نحو (وَهْمٌ ، وَهُمْ ، وَهَمَّ ..)، وكون الكلمة مستقلة عن السياق، فيعرض مختلف وجوهها المعجمية والاحتمالات الدلالية التي قد تحتملها ، نحة كلمة (فَرَمَتْ) التي تحتمل أن تكون عبارة عن اتصال حرف الفاء بالفعل (رمى) أو كلمة واحدة (فَرَمَتْ) من الفعل (فَرَمَ يَفْرِمُ) (دراوشة وآخرون، تعليمية اللغة العربية، دراسات لسانية تطبيقية، ٢٠٢٢ ، ١٣٧، ١٣٨، ١٣٩ .)

ومن ثم فالمحلّل الصّرفيّ يقوم بتحليل المدخلات من كلمات، وجمل إلى وحدات، أو فئات معرفيّة زوّد بها الحاسوب من قبل اللّسانيين، والمأخوذة أساسًا من مصادر اللّغة، ومعاجمها بمعنى أنّه يفكّك اللّغة انطلاقًا من الزّوائد الدّاخلة عليها، ومن هنا "فالحاسوب يعمل على الوقوف على كلّ الخصائص التي تميّز الفعل، كالوزن، والجذر، والجنس والإفراد والجمع والتثنية..." (عقيلة، ٢٠١٩: ٦٤٩).

ويحتوي المحلّل الصّرفيّ مجموعة من قواعد المعطيات التي تزوّد بها، وهي قواعد معجميّة لأوزان الكلمات المستعملة، وقواعد معطيات أسماء الأعلام، وقواعد معطيات للأخطاء الإملائيّة، والنّحويّة الشّائعة في نصوص اللّغة العربيّة، مثل المقالات الصّحفيّة والإذاعيّة، وغيرها (الغامدي، ١٩٧١: ٥١)

ومن ثم فإنَّ برنامج المحلل الصرفي يُعنى بتحديد المعارف الصرفية المتعلقة بالكلمة كجذرها وسابقها ولاحقها ونوعها ووزنها ، ويطلّع هذا البرنامج بوظيفة توصيف المعطيات الصرفية للحاسب من خلال تحليل الكلمة تحليلاً كاملاً ، وبمجرد الدخول إلى البرنامج وكتابة الكلمة المراد العرف عليها صرفياً في محرك البحث يتمّ الحصول على النتائج المطلوبة.

ثانيًا – المعالجة الصّرفيّة لبنية الكلمة

تُعنى المعالجة الصّرفيّة بالعناصر المكوّنة لبنية الكلمة في اللّغات الطّبيعيّة، من خلال تحليلها إلى مكوّنات صغرى، أو توليدها من مكوّنات صغرى، وبذلك تكون وحدة المعالجة البنيويّة

هي (المورفيم) (محمد وآخرون، ٢٠١٩: ١٣٢)، وهنا يُعتمد هذا الإجراء في جملة الثّنائيّات الصّرفيّة التي تأخذها الصّيغ على غرار ظواهر الاشتقاق والجمود، والإلصاق والانصهار، الصّيغة والميزان، المجرد والمزيد، الأصول والزّوائد، التّصدير والتّذييل، التّركيب والمزج، التّأنيث والتّذكير، الإفراد والجمع، الغيبة والحضور، الماضي والحاضر (علي، اللّغة العربيّة والحاسوب) . ويغلب على هذه الظّواهر يُلحق بالشّكل طبيعة البناء المورفيميّ للمفردة العربيّة الذي قد نجمله من خلال الآتي

-الجذر: هو الحروف الأصليّة المكوّنة للكلمة المشتقة، أو القابلة للاشتقاق.

-الجذع: صورة الكلمة بعد تجريدها من الزّوائد.

- الفرع: المقابل الصّرفيّ المجرد للوحدة المعجميّة في الكلمة المعينة

- الزّائدة: مورفيم لاصق، يسبق جذع الكلمة في بدايته، فيكون سابقة، أو يلتحق به في نهايته، فيكون لاحقة (وآخرون، العربيّة والذّكاء الاصطناعيّ).

وفي الحالة التي ترتد فيها الظّاهرة الصّرفيّة إلى العلل الفونولوجيّة، يقوم التّحليل الحاسوبيّ بمسح وتغطية الحالات على غرار الإعلال والإبدال، والحذف، والقلب، والإدغام في كل الصّيغ الصّرفيّة العربيّة، بالإضافة إلى توصيف حاسوبيّ يصف كل حالة من تلك الحالات، وبناءً على ذلك يزيد عدد الصّيغ الصّرفيّة عن الألف (رشوان، ٢٠١٩: ١٠٦)، وهنا تظهر الدقة في عمل الحاسوب في شرح الظاهرة الصرفية.

ثالثًا- مزايا المحلّل الصّرفيّ

١_التّعامل مع الكلمات المراد تحميلها صرفيًّا بالأسلوب نفسه بغض النظر عن مدى تشكيلها.

٢_معالجة الكلمة وهي مرتبطة بما هو نحويّ، وما هو صوتيّ.

٣_ التّعامل مع اللّبس الناتج عن غياب التشكيل(العايب ، ٢٠٢٢: ٦٦٣)

المبحث الثّاني

التّحليل النّحويّ: العلاقات الإعرابيّة وبنية الجملة

التّحليل النّحويّ حجر الزّاوية في فهم اللّغة العربيّة، إذ يساعد على تحليل العلاقات الإعرابيّة بين مكوّنات الجملة، وأجزائها، يسهم هذا التّحليل في توضيح كيفية تأثير القواعد النّحويّة في ترتيب الكلمات في الجملة، ما ينعكس على المعنى الذي تنقله، كما يسهم في ضبط الإعراب الصّحيح، والتّعرّف على التّركيب اللغويّ داخل الجمل من خلال فهم الأدوات النّحويّة التي تربط بين الأجزاء المختلفة.

أوّلًا- المحلّل النّحويّ

يعتمد التّحليل النّحويّ على ما يُعرف بـ (المحلّل النّحويّ) وهو برنامج يحلّل الجملة، ويفكّكها إلى عناصرها الأوّليّة، أي يقوم بتحليلها إعرابيًّا، وبيان العلاقات النّحويّة المختلفة، والمولد النّحويّ المقصود به: تكوين الجمل على صورتها الأصلية، وبعد ذلك تجرى عمليات التّحويل المختلفة بالحذف والتّقديم والتّأخير (العارف، ٢٠٠٧ : ٤٧)

وهذا يعني أنّ برنامج المحلّل النّحويّ يقوم بتحليل الجمل، وتوليدها آليًّا من أجل إعطاء كل مفردة موقعًا إعرابيًّا، واستظهار العلاقات التّركيبيّة التي تربط فيما بينها.

وللمعالج النّحويّ شقان:

أ- **المستوى التّحليليّ:** يقصد به مستوى التمييز النّحويّ الآليّ، ومهمّة النّظام الآليّ فيه مقتصرة على الحكم على صحّة الجمل النّحويّة، أو عدم صحّتها، ومستوى الإعراب الآليّ الشّامل، وفيه تزداد مساحة النّظام؛ ليشمل تحديد بنية الجملة من هيكليّة سليمة المكوّنات، وإيراد بنية الجملة السّطحيّة، ويقع على عاتق المحلّل النّحويّ توفير المعطيات اللّازمة كلّها للتّحليل اللغويّ.

ب- **الشّق التّوليديّ:** مقوّم رئيسيّ لتوليد النّصوص، وهو أحد التّطبيقات التي تحظى بأهميتها الواسعة في استخدام أساليب الذّكاء الاصطناعيّ، ونظم قواعد المعارف(علي، ١٩٨٨ : ٤٠٤).

ثانيًا- مفهوم التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ (الآليّ)

التّحليل النّحويّ هو "عملية التّعرّف على الجملة المدخلة إلى الحاسوب، وإعطاء بنية نحويّة لهذه الجملة، و[يعدّ] التّحليل النّحويّ جزءًا مهمًا من تطبيقات التّدقيق النّحويّ الموجودة في برامج معالجة الكلمات، وهدف هذا التّحليل هو الوصول إلى كل التّحليلات الممكنة التي تعطي كل

كلمات الجملة المدخلة على أن تنبثق هذه التّحليلات من الفئة النّحويّة"(الناجم، www.alnajem.com).

وهذا يعني أنّ التّحليل الآليّ النّحويّ هو تعرّف الحاسوب على الجملة العربيّة المدخلة إليه عن طريق برامج متطوّرة، وهنا يعتمد على نظريّة نحويّة في اللّغة حتّى تمكّنه من صوغ القاعدة النّحويّة صياغة منطقيّة رياضيّة تلبّي ما يريده من جهة، ويقوم بمعالجتها حاسوبيًّا من جهة أخرى، وبذلك تسهل عليه عملية البحث عن المعلومة النّحويّة (عابد، ٢٠١٩: ٤٦١).

ومعالجة النّحو حاسوبيًّا أسُّ اللّسانيّات الحاسوبيّة، وفيها يحدث الاندماج بين اللّسانيّات والحاسوبيّات، والمعالجة الآليّة صلة الوصل التي يتموضع فيها الافتراض المتبادل بين علوم اللّغة، وعلوم الحاسوب، والمقصود به: افتراض مصممي اللّغات الطّبيعيّة لبعض الأساليب المنهجيّة، والتّحليليّة لعلوم الحاسوب، بسبب استخدامها في صياغة وتمثيل العلاقات الدّلاليّة، وتنظيم المعجم، وما شابه (علي، ١٩٨٨، ٤٠٥)

وانطلاقًا من الحاجة الماسة إلى النّحو بعد ظهور التّرجمة الآليّة أدّى إلى تحديد مجموعة من العوامل التي تتحكّم في طبيعة المعالج النّحويّ، وهي:

١_ الشّريحة اللّغويّة

هي شريحة يغطّيها النّظام الآليّ، ومهمتها تصميم نظم النّحو الآليّة لتعطي شريحة لغويّة معينة تحدّد أنواع التّركيبات النّحويّة التي تتعامل معها، وقائمة المفردات المعجميّة، والصّيغ الصّرفيّة التي تُعزى إليها، بوصفها أنواعًا للتّركيبات النّحويّة، مثل: المثنى المفرد، نحو: (فاز بالمنحة الذي والتي أجادتا) (علي، ١٩٨٨ : ٤٠٤)

ومن ثم فالشّريحة اللّغويّة تقوم بتوصيف البيانات والمعطيات اللّغويّة لجاز الحاسوب؛ من أجل التّعرّف عليها، ثم القيام بمعالجتها حاسوبيًّا.

٢_ نظام التّقعيد

ثمة أمران في هذا السّياق، وهما (علي، ١٩٨٨: ٤٠٤):

- الأوّل: طبيعة النّموذج النّحويّ المستخدم.
- الثّاني: الاتّجاه اللّغويّ الذي يركّز عليه نظام القواعد، فيما إذا كان نحويًّا، أم نحويًّا صرفيًّا، أم نحويًّا دلاليّا، وذلك وفق نظام التّقعيد النّحويّ المتّبع يتحدّد أسلوب برمجته (علي، اللّغة العربيّة

والحاسوب) ، أي أنّ هذا النّظام يستقبل المعلومة اللّغويّة، ويحدّد طبيعتها، إذ يرتكز على نظام القواعد، ويحدّد أسلوب البرمجة.

٣_ الخوارزميّات البرمجية

هي ضروريّة للتّحليل النّحويّ، لأنّها تقوم بتحليل البيانات الموصفة إليها، ثم تقوم بتنفيذ المهمّة المسندة إليها، وهذه الخوارزميّات متعدّدة وتختلف من حيث قدرتها على احتواء حالات اللّبس المتعدّدة، واستراتيجيّة التّحكيم التي تحدّد العلاقة التّنفيذيّة بين أجزاء النّظام المختلفة(علي، ١٩٨٨ : ٤٠٤)

ثالثًا – الجملة ومراحل تحليلها آليًا (حاسوبيًّا)

الجملة جزء من بنية النّص، وهي "مركب من كلمتين أُسندت أحداهما إلى الأخرى سواء أفاد كقولك: زيدٌ قائمٌ، أو لم يفد قولك، كقولك: إنْ يكرمني، فإنّه جملة لا تفيد إلا بعد مجيء جوابه، فتكون الجملة أعمّ الكلام مطلقًا" (الجرجاني، ١٩٨٥: ٨٢)

والجملة" ترادف الكلام، والأصح أعم، لعدم شرط الإفادة، فإن صُدرّت باسم فاسمية، أو فعل ففعلية، أو ظرف أو مجرور، فظرفيّة، وإن تقدمها حرف، والعبرة بصدر الأصل، واسمية الصّدر: فعلية العجز، ذات وجهين، وتسمى الكبرى إن كان خبرها جملة، وصغرى إن كانت خبرًا" (السيوطي، ١٩٩٢: ٣٧/١)

ويمرّ تحليل الجملة النّحويّة آليًا بالمراحل الآتية (عابد، الجملة في ضوء اللّسانيّات الحاسوبيّة):

- تطبيق صرفيّ لكلمات الجملة، وذلك لاستخلاص جذرها وصيغتها الصّرفيّة، وتحديد المعاني الوظيفيّة للزّوائد التّصريفيّة والحركات الإعرابيّة
- إمداد الدّلالات المعجميّة لجذور الكلمات، وخصائصها النّحويّة.
- تطبيق القواعد النّحويّة لتحديد بنية الجملة، ومعرفة مكوّناتها والتّمييز بينها، والعلاقات القائمة فيما بينها.
- جمع القرائن المعجميّة، والوظيفيّة، والصّوتيّة، والسّياقيّة، لمعرفة المعنى المراد والمقصود (علي، ١٩٨٨ : ٣٦).
- تطبيق قواعد النّحو لتشكيل بنية أشباه الجملة، وغيرها من مكوّنات نحويّة بهدف إيجاد بدائل محتملة لبنية الجملة.

- ضربت الضّمائر بمراجعها، وذلك من خلال مطابقة السّمات النّحويّة الصّرفيّة للضّمائر مع مقابلاتها.

- تطبيق القيود الدّلاليّة للحصول على بنية الجملة الصّحيحة، وهنا تكون آخر مرحلة من مراحل تحليل الجملة النّحويّة حاسوبيًّا، ويتلوها تمثيل بنية الجملة في هيكلية تتعدّد مستوياتها (لبّس، ٢٠١٢: ٣٢)

ويمكن القول إنّ التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ "يقوّم نظام النّحويّ الآليّ بتفكيك الجملة إلى عناصرها الأوّلية من أفعال، وأسماء، وأشياء، وجمل وظروف، وما شابه، وتحديد الوظائف النّحويّة، لكل عنصر فاعل، ومفعول به، وخبر، وصفة، وحال، وربط الضّمائر، ومن ثم يعد المحلّل النحويّ الآليّ (الحاسوبيّ) مقوّمًا أساسيًا لتحليل مضمون النّصوص، وفهمها آليًا"(علي، ١٩٨٧: ٣٥١)

ويتم التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ وفق مستويين:

١- **مستوى الكلمة المفردة:** تعتمد المعالجة الآليّة في ذلك على: "الاشتقاق والتّوليد والتّحليل، أو التّفكيك في الاشتقاق، يتم الانتقال من جذر الكلمة إلى جميع الكلمات المشتقة منه، وفي التّحليل يتم الانتقال من جذرها، وتحديد وضعها الصّرفيّ، والنّحويّ والدّلاليّ، وتنتمي الكلمة في اللّسانيّات الحاسوبيّة إلى فئتين: الفعل، والاسم"((لبّس،٢٠١٢: ٢٤،٢٥)

وتحلّل الكلمة "بالعودة إلى جذرها الثّلاثيّ لتعرف وزنها، والتّوليد، أي توليد مفردات جديدة، ومصطلحات جديدة، انطلاقًا من فكرتي الجذر والوزن، إذ يمكن توليد اسم الآلة، واسم الفاعل، واسم المفعول..." (الجبر، ٢٠١٥: ٥٥)

٢-**مستوى الجملة:** هنا يعتمد التّحليل النّحويّ على المحلّلين: النّحويّ والصّرفيّ للكلمة، فالنّحو في الحاسوب معادلة رياضيّة، ويعتمد هذا الجزء على المستويين: الصّوتيّ والصّرفيّ، فهو رياضة اللّغة، هو الجمل أو المعادلات الرّياضيّة التي يقوم بلم اللامحدود في معادلات محدودة، فمثلًا إذا قلنا: إنّ الجملة العربيّة تتركّب من فعل وفاعل ومفعول به، فكم جملة يمكن أن تتبع هذه المعادلة؟ ويرتبط أيضًا بالمستوى الدّلاليّ، وهو دلالة المعنى، ولا بد من تغذية الحاسوب بالمعلومات المتعلّقة بالمعنى" (محمود، ٢٠١٥: ٥٥)

وهكذا نجد أنّ تحليل الكلمة المفردة حاسوبيًّا يستند إلى خاصية الجذر الثّلاثيّ، وتحديد وزنها، وتحليل الجملة يكون من خلال تحليل بنيتها من حيث ترتيب عناصرها، والعلاقات بين هذه العناصر، وموقعها الإعرابيّ، بعد إعراب كل مفردة فيها، ومن ثمّ فإنّ التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ

يقوم بتحليل الجملة، ويعربها بطريقة آلية، معتمدًا على: التّحليل والتّوليد، وتحديد بنية طبيعة الجملة مهما كان نوعها.

المبحث الثّالث

التّحليل الدّلاليّ: استخراج المعنى المقصود

يعدّ التّحليل الدّلاليّ من أهم مجالات دراسة اللّغة العربيّة ؛ فهو يتعامل مع استخراج المعاني المقصودة من النّصوص، وذلك من خلال التركيز على كيفية ارتباط المعنى بالكلمة والعبارة في سياق الجملة والنص.

ويساعد التّحليل الدّلاليّ في فهم الوظائف التي تقوم بها الكلمات ضمن السّياق النّصيّ من خلال تحليل المعاني المتعدّدة التي قد تحملها الكلمة الواحدة في سياقات مختلفة، كما يعين هذا التّحليل في تحديد معاني الكلمات المتعدّدة، وتفسير الرّمزيّة والدّلالات التي يحملها النّصّ.

أولًا- مفهوم الدّلالة والتّحليل الدّلاليّ

ظهر علم الدّلالة في نهاية القرن التّاسع عشر، واتّجه الاهتمام نحو المعنى، وقد أكد ميشال بريال ذلك، فقال:"علم الدّلالة هو ذلك الفرع الذي يدرس الشّروط الواجب توافرها في الرّمز حتى يكون قادرًا على حمل المعنى" (عمر، ١٩٩٣: ١١)، أو هو "دراسة المعنى" (لاينز، ١٩٨٠ : ٩)

وقد اهتم العرب المحدثون بالدّلالة من حيث العلاقة التي تربط بين الدّالّ والمدلول، فقرروا وجود علاقة وثيقة بين اللّفظ ومدلوله (أبو شريفة، ١٩٨٩: ٣٢)، ومن ثم فإنَّ لكلِّ دالٍّ مدلوله والعلاقة بينهما هي علاقة طبيعيّة، ذلك أنّ "اللغات بوجه عام تؤثّر التّعبير عن الأشياء بواسطة ألفاظ أثرها في الأذن يشبه أثر تلك الأشياء في الأذهان" (أبو شريفة، ١٩٨٩: ٣٢)،).

والتّحليل الدّلاليّ هو دراسة معنى الكلمات في السّياق، وتُقسم الدّلالات إلى قسمين:

١- دراسة معنى الكلمة المفردة.

٢- دراسة المعنى الإجماليّ للكلمات مجتمعة في عبارات (بن يحيى، ٢٠١٧: ١١٠)

ثانيًا- التّرجمة الآليّة لمعالجة الوحدات الدّلاليّة

يعدّ المستوى الدّلاليّ من أكثر مستويات بنية اللّغة صعوبة، ولا سيما في مجال حوسبة اللّغة؛ "إذ تشيع فيها ظواهر عدة تخرجها من واقع الاستخدام اللغويّ، وحقيقته إلى المجاز، كالاستعارة، والكناية، والتّشبيه، وهذا أمر يتطلّب تحديد تلك التّعابير غير الحقيقية، وتصنيفها دلاليًّا، بما يساعد النّظام الحاسوبيّ على تمثّلها، ومن ثم معالجتها آليًا" (العارف، ٢٠٠٧: ٦٨) .

ما يعني أنّ نواة المعالجة الآليّة هو النّظام الدّلاليّ للّغة العربيّة، لأنّ المعالجة الآليّة للتّراكيب اللّغويّة مستندة إلى هذا النّظام بشكل أو بآخر، كما أنّ اللّسانيّات الحاسوبيّة من أعسر المباحث تناولًا؛ وذلك بسبب العلاقة بين دلالات الألفاظ بالفهم البعيد المنال الحاسوبيّة من جانب آخر (أمهان ، ٢٠١٧: ١٧)، وهذا يحتاج إلى بحث عن الأدوات الإجرائيّة اللّسانيّة – الآليّة المناسبة لفكّ ذلك الغموض، والعمل على تقريب صورة الملفوظ من إمكانية الحصر الرّقميّ من خلال ابتداع نماذج حاسوبيّة مناسبة في تصميم شبكات الهندسة الدّلاليّة التي يتصدّرها، وهي:

- شبكة الكلمات :(Word Net) وهي "قاعدة بيانات معجمية دلاليّة؛ حيث تربط بين الوحدات والمفاهيم من ناحية، وبين الوحدات والعلاقات الدّلاليّة من ناحية أخرى"(مجيد، ٢٠٢٠: ١١٠)
- الانطولوجيا: (Ontology) وهي"شبكة معرفيّة ضخمة تجمع في كيانها بين الشّبكات الدّلاليّة، وشيكات الكلمات، وتتجاوز الانطولوجيا المعاني المعجميّة إلى مختلف أشكال المعرفة، كما تتجاوز العلاقات الدّلاليّة المباشرة إلى العلاقات غير المباشرة بين الوحدات" (عطية، ٢٠١٩: ١٢٢٠) والانطولوجيا أيضًا "مجموعة مفردات ضمن مجال معرفيّ، وكذا العلاقات الدّلاليّة التي تربط بين مختلف هذه المفردات" (اللويسي، ٢٠١٩: ٢٠)

وقد انطلق الباحث عبد الرحمان حاج صالح في مشروع عبارة عن تصوّر شامل للاشتغال على حوسبة الدّلالة من خلال جمعه الألفاظ والصّيغ المعجميّة في مختلف مجالات التّداول، وذلك بغرض إنشاء بنك معلومات يستثمره بوصفه معطىً في الشّبكات الهندسيّة الدّلاليّة، وخاصة على المستوى الانطولوجيّ، وحصر النّماذج في ما يأتي (حاج صالح، ١٩٩٩ : ٣٧) :

- المعجم الآليّ الجامع لألفاظ العربيّة المستعملة.
- المعجم الآليّ للمصطلحات العلميّة والتّقنيّة المستعملة بالفعل.
- المعجم التّاريخيّ للّغة العربيّة، معجم الألفاظ الحضاريّة (القديمة والجديدة).
- معجم الأعلام الجغرافيّة، معجم الألفاظ الدّخيلة والمولّدة.
- معجم الألفاظ المتجانسة والمترادفة والمشتركة والأضداد.

والغاية من جمع هذه المعاجم هو تصميم بنك معلومات يرصد الألفاظ، وصيغ المنطوق العربيّ عبر سياقاتها المتبدّلة والتي ترد ضمنها، وبذلك تمثّل ما يسمى (التّاكسومومي) (Taxonomie) النّصيّة، وهي تُوَظّف في الشّبكات الدّلاليّة، وهنا يأتي عمل الانطولوجيا بالاعتماد على لغة برمجة

معينة على إحداث عملية الرّبط بين التّقاطعات المتعالقة مع وجود اللّفظ المعين، ثم تُعرض في المرحلة الأخيرة ضمن واجهة تضبط التّجلي المفاهيمي للّفظ، أو المصطلح، إذ يمكن أن يخضع هذا اللّفظ أو المصطلح إلى معالجة آليّة على نمط التّرجمة الآليّة(مجيد، ٢٠٢٠ : ١١١).

والوحدة الدّلاليّة أصغر من الكلمة، لأنّها تشير إلى معنى وظيفيّ، وهنا تُعالج آليًا معالجة صرفيّة تركيبية، وإذا كانت أكبر من الكلمة، فإنّها تشير إلى معنى مصطلحيّ تتم معالجتها بواسطة قواعد بيانات خاصة (السعيد ، ٢٠٢٠: ١١٧)، وهذه البيانات تتضمّن مجموعة من المصطلحات والتّراكيب والتّعابير الدّقيقة الموافقة لمعانيها، وهذه القواعد تشبه معاجم المصطلحات، وإذا كانت الوحدة الدّلاليّة عبارة عن مفردة، فإنّها تشير إلى معنى معجميّ، وهو الذي تتعامل معه الآلة عند توجهها للمعالجة الآليّة(السعيد ، ٢٠٢٠: ١١٨).

وهذا ما يبين أهمية التّحليل الدّلاليّ، وحساسيته، فالدّلالة بوصفها عنصرًا لغويًّا ليست مستقلة بذاتها، بل توجد في جميع مستويات اللّغة، ولكل مستوى معاملة خاصة به، تتوافق مع طبيعته.

ثالثًا- المعالجة السّطحيّة للوحدات الدّلاليّة

قد تشير الوحدات الدّلاليّة إلى معنى واحد فقط، ومن الممكن أن تشير إلى أكثر من معنى، نحو كلمة (عين)؛ فهي عين الماء، وهي عين الجاسوس، وعين الإنسان، وعين الحقيقة، وغير ذلك، وهنا يحدث الإشكال؛ ذلك أنّ الوحدة الدّلاليّة قد تشير إلى معنى واحد، وهنا تتوجّه الآلة إلى المعجم كونه موردًا رئيسًا للمعاني المعجميّة، أمّا إذا كانت تشير إلى أكثر من معنى فإنّه يجب توجيه الآلة إلى هذه المعاني المتعدّدة، وذلك من خلال معالجة سطحيّة مستندة إلى قواعد بيانات معجميّة، ويتعقّد الأمر حين تتم محاولة توجيه الآلة إلى المعنى المقصود من بين كل المعاني المقترحة (السعيد ، ٢٠١٩: ١١٨)

رابعًا- المعالجة العميقة للوحدات الدّلاليّة:

تُعنى هذه المعالجة بالعمل بناءً على احتماليّة وجود معانٍ أخرى للوحدات ذات المعنى الواحد، كما تُعنى باختيار المعاني الأكثر دقّة في الوحدات التي تشير إلى دلالات متنوّعة، وذلك بهدف تحديد المعنى المقصود اعتمادًا على القرائن اللّغويّة ضمن السّياق الذي ترد فيه (أمينة، ٢٠٢٢: ٢٦٠)

ومن ثمّ فإنّ المعالجة الآليّة للمعنى الدّلاليّ للكلمة أو الجملة، لا يتم من خلال الكلمة المفردة منعزلة عن سياقها، وإنّما من خلال معناها من جهة، وموقعها في الجملة ضمن سياقها من جهة أخرى.

المبحث الرّابع

التّعرّف على الكلام: تحويل الصّوت إلى نصّ، وبالعكس

إنّ التّعرّف على الكلام من المواضيع الحديثة التي تجمع بين اللّغة والتّكنولوجيا، ويُعنى بتحويل الصّوت إلى نصٍّ مكتوب، أو العكس.

ويُستخدم هذا التّحليل في العديد من التّطبيقات، مثل: تحويل الكلام إلى نصّ في الأجهزة الرّقميّة، أو في مجالات الذّكاء الاصطناعيّ، والتّفاعل البشريّ مع الآلات.

وتقوم حوسبة اللّغة على نظام آلي عبارة عن "مجموعة من الأجزاء المترابطة التي تتفاعل مع البيئة، ومع بعضها البعض، لتحقيق هدف ما عن طريق قبول المدخلات، وإنتاج المخرجات من خلال إجراء تحويل منظم" (الصباغ، ٢٠٠٠ : ١٣) ومن هنا فإنّ اللّسانيّات الحاسوبيّة هي"العلم الذي توجّه من خلاله أنظمة الحاسوب إلى فهم لغة الإنسان، ومحاكاة الذّكاء البشري"(رشوان ، ٢٠١٩: ١٧) بمعنى: محاكاة الحاسوب للّغة الإنسان، ويتوضّح ذلك أكثر بالتّعريف القائل بأنّه"العمل الذي يبحث في اللّغة البشريّة كأداة طيعة لمعالجتها في الآلة، وتتألّف مبادئ هذا العمل من اللّسانيّات العامة بجميع مستوياتها التّحليليّة، الصّوتيّة، النّحويّة، والدّلاليّة، ومن علم الحاسبات الإلكترونيّة، ومن علم الذّكاء الاصطناعيّ، وعلم المنطق، ثم علم الرّياضيات"(العارف، ٢٠٠٧: ١٨٤)

وقد سعى الباحثون في هذا المجال إلى إيجاد تطبيقات ووسائل تحليل حاسوبيّة لمستويات اللّغة الصّوتيّة، الصّرفيّة، النّحويّة، المعجميّة؛ وذلك يهدف إلى محاكاة تفكير الإنسان في تحليل اللّغة الطبيعية، ومن هنا تخضع برمجة اللّغة حاسوبيّا إلى معايير لسانيّة وحوسبانيّة دقيقة، تهدف إلى تخزين آلاف البيانات في بنوك لغويّة تتميّز بسرعة الوصول إليها(راشيد، ٢٠١٢: ٤٠).

أوّلًا- تركيب الكلام (الصّوت) أليًا

"إنّ التّعرّف الآليّ على الأصوات هو ميدان آخر تمامًا له قوانينه الخاصة به، وقد توصّل العلماء في التّركيب الاصطناعيّ (الآليّ) إلى نتائج رائعة؛ إذ أصبح من الممكن أن تنطق الآلة والآيالة (robt) (الحاج صالح، ٢٠٠٧: ٩٢)

ويُقصد بتوليد الكلام آليًا ,I عملية تحويل البيانات اللّغويّة المكتوبة، كلمات أو أرقام أو جمل، إلى مقابلها المنطوق بصورة تلقائيّة، يمكن توليد الكلام بعدة طرق، وأهمها:

أ- توليد الكلام سابق التّسجيل.

ب- توليد الكلام سابق التّحليل.

ت- توليد الكلام من خلال القواعد" (علي، اللّغة العربيّة والحاسوب).

ويجب تمييز الكلام، أي تمييزه آليًا، ويعني استخلاص سلسلة الفونيمات من الإشارة المغذّاة، وتحويلها إلى مقابلها المكتوب، أو يقول آخر هي: ميكنة عملية قراءة السّيكنوغراف (المطياف الصّوتيّ) (علي: ١٩٨٨، ٤٤٨)

ثانيًا- استخدام اللّغة في تطبيقات الذّكاء الاصطناعيّ

تُصنّف مجالات الذّكاء الاصطناعيّ إلى ثلاث، وهي(علي: ١٩٨٨، ٤٤٩):

- نظم محاكاة القدرات البصريّة والحركيّة للإنسان.
- نظم الاستنتاج المنطقيّ، وحلّ المسائل آليًا.
- نظم التّعامل مع اللّغات الطّبيعيّة، كتابة ونطقًا.

ويعد نظم التّعامل مع اللّغات الطّبيعيّة مجالًا لسرد بعض تطبيقات الذّكاء الاصطناعيّ، ويشمل:- نظم التّرجمة الفوريّة.

- الآلات الكاتبة التي تعمل بالإملاء.
- برامج التّعليم الذّاتيّ الذّكيّة، القادرة على التّكيّف ديناميكيًّا مع قدرات المتعلّم، ومستوى أدائه.
- الآلات القارئة.
- نظم الخبيرة، مثل نظم تشخيص الأمراض، ونظم التّدريب، ونظم الاستشارات الفنيّة.

نظم توليد النّصوص (مثال: الذّكاء الاصطناعيّ يعدّ مادة مقالة، أو تقرير من موضوع معين).

ثالثًا- الإطار العام لمعالجة الكلام آليًا وفهم المنطوق

معالجة الكلام آليًا يمثل "نقلة نوعيّة في علاقة المستخدم مع الحاسوب، إذ تسعى للتخليص من الطّباعة، وإنّ التّعامل بالصّوت بشكل مباشر يتم بسهولة وسرعة طبيعيّة، أي أنّه يحرّر نظم المستخدم"(علي: ١٩٨٨، ٤٤٩)، بمعنى معالجة الكلام بشكل آليّ من خلال وسائل وتقنيّات خاصة في الحاسوب.

والمنطوق هو حصيلة النّطق، واللّغة المنطوقة تعرف بأنّها "طبيعيّة، وشبه ثابتة في نسقها العام والمعتاد "(مرتاض، ٢٠١٢: ١٠٠٧)، وهي الإطار العام "للنّواحي اللّفظيّة والصّوتيّة والإيمائيّة"(طبال، سعيداني، ٢٠١٠-٢٠١١ : ١٩)

أ- معالجة الكلام آليًا

يقوم الحاسوب بمعالجة اللّغة المنطوقة آليًّا، وذلك بعد قيام الصّوتيّات المخبريّة بإنشاء برنامج (s.a) الذي يحلّل الصّوت إلى مكوّنات جزئيّة من شكل موجة صوتيّة، ليستخرجها في شكل صورة طيفية(زكري، ٢٠٢٠: ٦٩).

ويتم تحويل النّصّ المكتوب إلى كلام منطوق في جزأين أساسيين: الجزء الأوّل يحوّل النّصّ إلى "توصيف لغويّ، ويقوم الجزء الثّاني بتحويل التّوصيف اللّغويّ إلى إشارات الكلام، ويعتمد الجزء الأوّل على اللّغة، والثّاني يعتمد في الأساس على البيانات المسجلة، ويجب أن تكون هذه البيانات من اللّغة المراد نطقها(رشوان ، ٢٠١٩: ٧٧):

ويعالج الكلام آليًا وفق ترتيب الخطوات الآتية: التسجيل --> يلتقط الحاسوب المعلومات ويحولها إلى قيم كهربائية --> يتم التّجزئة إلى عيّنات--> تحويل العيّنات إلى قيم رقميّة حتى تُعالج --> ثم تبدأ عملية المعالجة وفق الخطوات الآتية:

١- تحويل العيّنات من قيم رقميّة القيم تماثلية.

٢- النّتيجة وأخذ القرار.

٣- حفظ المعلومات وإخراجها وقت الحاجة.

٤- تتم عملية التّخزين التي ينتج عنها: الإنتاج والتّعرّف الآليّ وبذلك يتحقّق هدف المعالجة وتنتهي عملية المعالجة الآليّة للصّوت (بن عربية، ٢٠٢٠:٥٧)

ب- تطبيقات معالجة الكلام حاسوبيّا

توجد تطبيقات وبرامج كثيرة على الشّبكة العنكبوتيّة تسهم في تحقيق التّواصل بين الآلة والإنسان، ومن أشهرها وأكثرها استخدامًا (زكري، ٢٠٢٠: ٧١)

- مساعد غوغل (google assistant): يقوم بتسهيل عملية البحث صوتيًّا، حيث يصدر المتكلّم أوامره صوتيًّا بطريقة تمكّن مكبر الصّوت من التقاطها، والتّعرّف عليها، لتظهر النّتائج المطلوبة بسهولة.

- الصّوت الذكيّ (voice smartier: يتجاوز مساعد غوغل في البحث الصّوتيّ، ويقوم بتنفيذ أوامر واسعة خارج الشّبكة، مثل إغلاقها، وإعادة فتحها، والتّحكّم في قائمة التّطبيقات المثبتة على الهاتف، وغيرها من الخصائص التي تعمل صوتيًّا.

رابعًا- تحويل المنطوق إلى مكتوب (الإملاء الآليّ)

عملية تحويل المنطوق إلى مكتوب تحتاج برامج خاصة، ومن أفضلها برنامج (dragon) الذي يتّصف بدقته وقدرته على مسايرة إصدارات النّظام المعلوماتيّ (windows) كلّها، والتّماشي معها، إذ يتم بواسطته إملاء الكلام(الفونومات) بسهولة، ليتم تحويله إلى نصّ مكتوب بغرافيمات ماثلة أمام القارئ.

وهناك برامج أخرى في هذا المجال، وأهمها:

- **(apk)**: برنامج يقوم بتحويل الكلام إلى كتابة تظهر على الشّاشة، ويمكن أن يتخطّاها إلى إمكانية ترجمتها إلى اللّغات الأخرى في صورتها المنطوقة أو المكتوبة، أي أنّه يعمل في طريقين متوازيين: أحدهما الإملاء الآليّ، والثّاني: التّرجمة الآليّة.
- **(live transcribe)**: هو تطبيق يسمح بالتّعرّف التّلقائيّ على الكلام المنطوق، وعرض الكلمات، ويملك ميزة تحويل المكتوب إلى منطوق في حال الرّد على المحادثات.

خامسًا- التّعرّف الآليّ على الكلام المنطوق

لا يزال هذا الأمر غير متحقّق على الرّغم من الجهود الكثيرة المبذولة من قِبل العلماء، فالتّعرّف الآليّ على الأصوات يحتاج قوانين خاصة، ويجب على العلماء أن يتنبهوا إلى أنّ التّصويت الفيزيولوجيّ الذي يحتوي على تغييرات نغميّة ونبريّة متنوّعة، من حيث السّمع، ومما يمكّن الأذن من معرفة نوعية الصّوت، والكشف عنه، ومن هنا بات من الضّرورة إعادة النّظر في التصويت الفونولوجي، وعلى أساس نظريّة جديدة تعتمد على مفهوم الحركة الفيزيولوجيّة لا الفونيم (لحاج صالح، ٩٢)

ومن ثم يمكن القول إنّ مستلزمات التّعرّف الآليّ على الكلام المنطوق لا تزال غير متوفرة.

نتائج البحث: توصل البحث إلى ما يأتي:

- إنّ حوسبة اللّغة العربيّة مجالٌ علميّ يجمع بين علوم اللّغة وعلوم الحاسوب وتقنيّاته، ويهدف إلى تمكين الحاسوب من معالجة اللّغة العربيّة، وفهمهما، وتحليلها آليًا.

– إنّ الخصائص البنيويّة للّغة العربيّة، ولا سيما نظام الجذر والوزن وكثرة الاشتقاق تجعل معالجتها حاسوبيًّا أكثر تعقيدًا مقارنة ببعض اللّغات الأخرى.

– إنّ التّحليل الصّرفيّ يمثّل المرحلة الأساسيّة في المعالجة الحاسوبيّة للّغة العربيّة، لأنّه يمكّن من تحديد جذر الكلمة، ووزنها الصّرفيّ، وخصائصها النّحويّة.

– إنّ المحلّلات الصّرفيّة الآليّة تعتمد على قواعد معجميّة وصرفيّة واسعة، تشمل الأوزان، والزّوائد، وأنماط الاشتقاق، إضافة إلى قواعد معالجة الظّواهر الصّوتيّة، مثل: الإعلال، والإبدال، والإدغام.

– إنّ التّحليل النّحويّ الحاسوبيّ يقوم على تحليل بنية الجملة العربيّة، وتحديد العلاقات الإعرابيّة بين عناصرها، معتمدًا على قواعد نحويّة، وخوارزميات برمجيّة تمكّن الحاسوب من تفسير تركيب الجملة.

_ إنّ معالجة اللّغة آليًا يمر بعدّة مراحل، تبدأ بالتّحليل الصّرفيّ للكلمات، ثم إدخال المعطيات المعجميّة والدّلاليّة، وصولًا إلى تحديد البنيّة التّركيبيّة للجملة، والعلاقات بين عناصرها.

_إن التّحليل الدّلاليّ من أكثر مستويات المعالجة الحاسوبيّة تعقيدًا، بسبب ظواهر التّعدّد الدّلاليّ والمجاز اللّغويّ، مما يتطلّب بناء قواعد بيانات معجميّة، وشبكات دلاليّة متقدّمة.

– إنّ للشّبكات الدّلاليّة والانطولوجيّة أهمية في تنظيم المعارف اللّغويّة، وربط المفاهيم والمعاني المختلفة داخل النّظام الحاسوبيّ، ما يساعد على فهم المعنى المقصود للنّصّ.

– إنّ تقنيّات التّعرّف على الكلام تسعى إلى تحويل الصّوت إلى نصّ مكتوب، أو العكس، هو من التّطبيقات المهمة التي تربط بين المعالجة اللّغويّة والتّكنولوجيا الحديثة.

– إنّ معالجة الكلام آليًا تعتمد على مراحل تقنيّة تشمل تسجيل الصّوت، وتحويله إلى إشارات رقميّة، ثم تحليلها لاستخراج الفونيمات، وتحويلها إلى نصّ مكتوب.

– إنّ تطبيقات حوسبة اللّغة العربيّة تسهم في تطوير مجالات متعددة، مثل التّرجمة الآليّة، ومحرّكات البحث، والتّدقيق اللّغويّ، والتّعليم الإلكترونيّ، وأنظمة التّفاعل الصّوتيّ مع الحاسوب.

– إنّ نجاح حوسبة اللّغة العربيّة يتطلّب تكاملًا بين اللّسانيّات النّظريّة، والتّطبيقات الحاسوبيّة، إضافة إلى تطوير قواعد بيانات لغويّة، ومعاجم إلكترونيّة دقيقة.

– إنّ التّقدّم في مجال الذّكاء الاصطناعيّ يفتح آفاقًا لتطوير أنظمة حاسوبيّة أكثر قدرة على فهم اللّغة العربيّة، وتحليلها، وإنتاجها بصورة تحاكي القدرة البشريّة.

قائمة المصادر والمراجع

- ابن عربيّة (٢٠١٧): **محاضرات في اللّسانيّات الحاسوبيّة**، دار ألفادوك، الجزائر، ط١.

- الجبر، خالد والعناتي، وليد (٢٠٠٧): **دليل الباحث إلى اللّسانيّات الحاسوبيّة العربيّة**، دار جرير للنّشر والتّوزيع، ط١.

- دراوشة ، صلاح الدين أحمد وآخرون (٢٠٢٢): **تعليمية اللغة العربية ، دراسات لسانية تطبيقية**، بحوث المؤتمر الدولي الرابع للسانيات التطبيقية وتعليم اللغات.

- راشيد، سي بشير (٢٠٢١): **إجرائيّة البرمجة الحاسوبيّة للّغات الطّبيعيّة – حوسبة المقاطع الصّوتيّة نموذجًا**، دراسات معاصرة، مخبر الدّراسات النّقديّة والأدبيّة المعاصرة، جامعة تيسمسلت، الجزائر، المجلد /٥/ العدد /٢/.

- رشوان، محسن (٢٠١٩): **مدخل إلى حوسبة اللّغة**، مركز الملك عبدالله بن عبد العزيز، الرّياض.

- رشوان، محسن (٢٠١٩): **تطبيقات أساسية في المعالجة الآليّة للّغة العربيّة**، مركز الملك عبدالله بن عبد العزيز الدّوليّ لخدمة اللّغة العربيّة، الرّياض، ٢٠١٩.

- زكري، يمينّة (٢٠٢٠): **التّطبيقات الآليّة لمعالجة الصّوت**، مجلة المقري للدّراسات اللّغويّة النّظريّة والتّطبيقية، مج / ٣/ ع /٢/ .

- السيوطي، جلال الدين (١٩٩٢): همع اللوامع في شرح الجوامع، تحقيق : عبدالعال سالم مكرم، مؤسسة الرسالة للنشر والتوزيع، بيروت .

- الصّباغ، عماد (٢٠٠٠): **نظم المعلومات، ماهيتها ومكوّناتها**، مكتبة دار الثّقافة للنّشر والتّوزيع، عمان، ط١.

- طبال، فاطمة، وفيروز سعيداني (٢٠١١): **إشكالية ترجمة صيغ التّعجب والهتاف في رواية (آخر يوم في حياة محكوم عليه بالإعدام) للأديب فيكتور هيجو**، رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في التّرجمة، جامعة قسنطينة.

- عابد، رشيدة (٢٠١٩): **الجملة في ضوء اللّسانيّات الحاسوبيّة**، مجلة جسور المعرفة، جامعة حسيبة بن بوعلي، الشّذلف ظن الجزائر.

- العارف، عبد الرحمان بن حسن (٢٠٠٧): **توظيف اللّسانيّات الحاسوبيّة في خدمة الدّراسات اللّغويّة**، مجلة مجمع اللّغة العربيّة الأردني، العدد /٧٣/.

- العايب، حسن (٢٠٢٢): **حوسبة الصّرف العربيّ**، واقع وآفاق، مجلة العلوم الإنسانيّة، مج /٣٣/ ع/ ٣/ ديسمبر.

- عبد القادر أبوشريفة (١٩٨٩): علم الدلالة والمعجم، دار الفكر، عمان.

- عقيلة ، زموري (٢٠١٩): **مقاربات في علم اللغة الحاسوبي**، مقال في مجلة جسور المعرفة، المجلد الخامس، العدد الثاني، الجزائر.

- عطية، محمد وآخرون (٢٠١٩): العربية والذكاء الاصطناعي، مركز الملك عبدالله بن عبد العزيز.

- علي، نبيل (١٩٨٧): **العرب وعصر المعلومات**، سلسلة عالم المعرفة للنّشر والتّوزيع، الكويت.

- علي، نبيل (١٩٨٨): **اللّغة العربيّة والحاسوب**، تقديم: أسامة الخولي، تعريب للنّشر والتّوزيع، الكويت.

- عمر، أحمد مختار (١٩٩٣): علم الدلالة، دار الشروق، القاهرة.

- الغامدي، منصور (١٩٧١): **مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية**، دار توبقال، الدار البيضاء.

- لبُّس ، جوزف طانيوس (٢٠١٢): **المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة**، المؤسسة الحديثة للكتاب، لبنان للنشر والتوزيع.

- لا ينز، جون (١٩٨٠): **علم الدلالة**، ترجمة: مجيد عبد الحليم، دار النهضة العربية، بيروت.

- لحاج صالح (٢٠٠٧)، عبد الرحمان: **بحوث ودراسات في اللّسانيّات العربيّة**، الجزائر.

- محمود، عصام (٢٠١٥): **اللّسانيّات الحاسوبيّة العربيّة**، دار الوفاء للطّباعة والنشر، ط١.

- مرتاض، عبد الجليل (٢٠١٩): **اللّغة والتّواصل**، دار هومة للطّباعة والنّشر والتّوزيع، الجزائر.

- النّجم، صلاح: **التحليل النحوي الآلي-علم اللّغة الحاسوبيّ**، نشر إلكتروني على الموقع www.alnjem.com

-