مجلة أنساق للفنون والآداب والعلوم
الإنسانية
الإصدار السادس عشر
المجلد (٥) العدد (٣)
٢٠٢٤ (٢٠-١)

اللّسانيات الحاسوبيّة ومجالات استخدامها، تقنيات وتحدّيات

غراوي فتيحة

المركز الجامعي بريكة،طريق إمدوكال بريكة٠٥٠٠١،الجزائر ،

مخبر، الدّراسات اللّغوية النّظريّة والتطبيقيّة ،جامعة مسيلة.

عبد الغني بن أحمد

المركز الجامعي بريكة،طريق إمدوكال بريكة ٠٥٠٠١، الجزائر.

نشر إلكترونياً بتاريخ:١٩ اغسطس ٢٠٢٤م

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

الملخص

من منطلق أنّ اللّسانيات الحاسوبية علم بينيّ يجمع بين علم اللّغة والتكنولوجيا الحاسوبية يسعى إلى فهم وتحليل ودراسة اللغة الطبيعيّة، فإنّه قد تمّ استخدام أساليب حاسوبية متطورة تضم تطبيقات وأنظمة وبرامج تتعامل مع اللّغة في شتّى المجالات من إحصاء لغوي ومعاجم إلكترونيّة وترجمة آلية وتحليل حاسوبيّ لمستويات اللّغة وغيرها من التقنيات. وبناء على هذا فإن الإشكالية التي يطرحها هذا الموضوع هي: ما لمقصود باللّسانيات الحاسوبيّة؟ وما هي أهم مجالات استخداماتها في الميدان اللّغوي؟ ثمّ ماهي أهم التحدّيات التّي تواجهها في ذلك؟ وهذا ما حاولنا أن نتبيّنه باعتماد منهج وصفي تحليلي نحدّد فيه دور هذا العلم في دراسة وتحليل اللغّة العربيّة وما أتاحه من تطبيقات متطورة يتم بواسطتها التعامل مع اللّغة بفاعليّة وسلاسة، غير أنّ هناك تحديّات قد تواجه الباحثين والمهنيين في مجال اللسانيات الحاسوبيّة أثناء التّعامل مع اللّغة العربيّة حاسوبيا، منها القواعد اللّغوية المعقّدة والتعقيدات الصّرفية والتنوع اللّهجي إلى غير ذلك. ما يوجب علينا تطوير تطبيقات وأنظمة تتعامل مع لغتنا بدقة ويسر واستثمار التكنولوجيا لمواكبة مستجدات العصر.

الكلمات المفتاحية: اللّسانيات الحاسوبيّة، اللّغة العربية، التقنيات، التّحدّيات.

Abstract

Computational linguistics is an interdisciplinary field that combines linguistics and computer science, aiming to understand, analyze, and study natural language. Advanced computer-based methods, including applications, systems, and software, are used across various domains such as linguistic statistics, electronic

dictionaries, machine translation, and computational analysis of language levels. Consequently, the main questions raised by this topic are: What is meant by computational linguistics? What are its main areas of application in the linguistic field? And what are the primary challenges it faces? Through a descriptive-analytical approach, we attempt to delineate the role of this science in studying and analyzing the Arabic language and the advanced applications it enables for effectively and smoothly dealing with language. However, there are challenges that researchers and professionals in the field of computational linguistics may encounter when dealing with the Arabic language, including complex linguistic rules, morphological intricacies, dialectal variations, among others. This necessitates the development of applications and systems that deal with our language accurately and efficiently, leveraging technology to keep pace with the advancements of the era.

Keywords: Computational linguistics, Arabic language, technologies, challenges.

*** المقدمة**

تعد اللّغة من أهم الخصائص التّي تميّز بها الإنسان عن باقي المخلوقات على وجه الأرض، وأنّ فهمها واستخدامها بشكل فعّال أسهم إلى حدّ بعيد في تطور كثير من الحضارات والثّقافات على مرّ العصور، وبما أنّنا في عالم يسير بخطى سريعة نحو التّقنيّة والتّحوّل الرقمي ازدادت أهميّة اللغة كوسيلة للتواصل والتّفاعل، وأصبح من الممكن تحليل واستخدام اللّغة البشريّة بأساليب وطرق جديدة ومبتكرة وغاية في الإبداع تعرف باللّسانيات الحاسوبية التي تجمع بين دراسة اللّغة والحوسبة لفهم ومعالجة اللّغة البشريّة باستخدام أجهزة وبرمجيات. فما المقصود باللّسانيات الحاسوبيّة؟ وماهي أهم مجالات استخدامها لتألية اللغة العربيّة؟ هذا ما سنحاول الإجابة عنه من خلال ورقتنا البحثيّة هذه حيث سنستكشف مفهوم اللّسانيات الحاسوبيّة، ونسلّط الضّوء على أهمّ مجالات استخدامها من برامج وتطبيقات، بما في ذلك مستويات التّحليل اللغوي التي تمثل الأساس المعتمد عليه في هذا الميدان، لتفسير وفهم اللّغة البشريّة وخاصّة العربية بشكل أدق وأعمق ومناقشة تحديات مستقبليّة وفرص للبحث والتطوير في مجال اللسانيات الحاسوبيّة.

*** اللّسانيات الحاسوبيّة نشأتها وتطوّرها**

*** مفهوم ونشأة اللسانيات الحاسوبية**

تم اختراع الحاسب الآلي، كما تذكر المصادر، في أواخر النّصف الأوّل من القرن الماضي–القرن العشرين، وتحديدا عام ١٩٤٨م. ومنذ ذلك التّاريخ أصبح الحاسوب منهلا يستورد منه في جميع مجالات الحياة والعلوم والمعارف الإنسانيّة المختلفة حيث تطوّرت تقنيّات هذا الجهاز تطورا مذهلا بدءا من ظهور الجيل الأوّل من الحواسيب الآلية سنة ١٩٥٨م إلى غاية ظهور الجيل الخامس منه سنة ١٩٩١م.

ونتيجة لمحاولة توصيف اللغة حاسوبيا ظهر علم مستقل بذاته اصطلح عليه "باللسانيات الحاسوبية" Computational Linguistics، الذي صار فرعاً من فروع علم اللّسانيات التطبيقية، وحقلاً من حقول

الذّكاء الاصطناعي Artificial Intelligence، وبالتالي فهو من العلوم البينية الحديثة يستمد أسسه ومبادئه من علمي اللّسانيات وعلم الحاسوب. يتكوّن من جزأين رئيسيين وهما: –

١– الجزء الأوّل هو مصطلح "اللسانيات" التّي تعدّ "علما يدرس اللغة الإنسانيّة دراسة علميّة قائمة على الوصف ومعاينة الوقائع بعيدا عن النّزعة التّعليميّة والأحكام المعياريّة"[١]. ويقوم هذا العلم على دعامتين وهما: نظريّة لغوية (Linguistic theory) تقدم الإطار المعرفي العام عن اللغة وعن طبيعتها، ووصف لغوي(Linguistic description) يقدم المعالجة العلميّة لظواهر اللغة على مستوى الأصوات والصرف والنحو والدّلالة[٢]. ما يعني إخضاع الظواهر اللغويّة لمناهج البحث العلمي.

٢– أمّا الجزء الثاني: فهو مصطلح" الحاسوبيّة" أي الإعلام الآلي (المعلوماتيّة) المترجم من المصطلح الأجنبي (Data processing) المركب من لفظين أدمجا في هذا المصطلح أوّلهما: (Data) Information وهي المعلومات والبيانات المتوفرة .وثانيهما: Automatic (آليا) وهو لفظ يشير إلى الآلة أي الحاسوب وهذا ما يوضّح تقسيم المعلوماتيّة إلى قسم خاص بالعتاد(Hard ware) ومن ذلك المعالج الآلي(Micro processor) لمعالجة البيانات والذّاكرة في القرص الصّلب(Hard disk) لتخزين المعلومات . وقسم خصّص للبرمجيات (Soft ware) بما في ذلك أنظمة التشغيل (Operating system) ولغات البرمجة (Programming languages) والبرمجيات التطبيقيّة (Application programs)[٣]. وبهذا فإن المعلوماتيّة هي معالجة المعلومات بشكل آلي قصد الوصول إلى نتائج (مخرجات)، في حين أنّ الحوسبة تقوم على نظام آلي يحوي مجموعة من الأجزاء المترابطة التي تتفاعل مع بعضها البعض لتحقيق هدف ما عن طريق قبول المدخلات وإنتاج المخرجات من خلال إجراء تحويل منظم"[٤]. وبالنّظر إلى نقطة تلاقي كل من المعلوماتية(الحاسوبية) وعلم اللغة(اللّسانيات) نجد أنّ اللسانيات الحاسوبيّة هي حقل لمعالجة اللغة بطريقة آلية ووفق آليات تتألف من عتاد وبرامج تنهل من اللسانيات النّظرية كل ما له صلة بالظّواهر اللغوية، و صياغتها صياغة حاسوبيّة للوصول إلى أفضل النّتائج، وبناء عليه دأب علماء اللسانيات الحاسوبية على إعداد برامج وتطبيقات وأدوات التّحليل الحاسوبي لمستويات اللغة: الصّوتية، والصرفية، والنّحوية، والمعجميّة بغية محاكاة التفكير الإنساني في تحليل اللغات الطبيعيّة ببرمجة لغوية حاسوبية تخضع لمعايير لسانيّة وحوسباتيّة غاية في الدّقة، الغرض منها تخزين الألاف من البيانات في بنوك لغويّة تتميّز بالسّهولة والسّرعة في الوصول إلى المعلومة اللّغويّة.

وقد عرّف نهاد الموسى اللّسانيات الحاسوبيّة بأنّها" الدّراسة العلميّة للنّظام اللغوي في سائر مستوياته بمنظار حاسوبي، يتجلّى هدفه في تطبيق النّماذج الحاسوبيّة على

[١] أحمد كشك، من وظائف الصوت اللغوي- محاولة لفهم صرفي ونحوي ودلالي- دار غريب للطباعة والنّشر، القاهرة، مصر، ٢٠٠٦م، ص١٦

[٢] عبده الرّاجحي، علم اللغة التّطبيقي وتعليم العربيّة، لبنان، ط١، ٢٠٠٤م، ص٠٧.

[٣] سي بشير راشيد وبراهيمي داوود، إجرائية البرمجة الحاسوبيّة للغات الطبيعيّة-حوسبة المقاطع الصّوتية-مجلّة دراسات معاصرة، جامعة تيسمسيلت، المجلد ٥، العدد٠٢، ٢٠٢١م، ص٣٩.

[٤] ينظر: عماد الصّباغ، نظم المعلومات- ماهيتها ومكوّناتها- مكتبة دار الثّقافة للنّشر والتّوزيع، عمان، ط١، ٢٠٠٠م، ص١٣.

الملكة اللغوية"[1]، وذلك أنّ الحاسوب آلة تضاهي في قدرتها وظائف وقدرات الإنسان الذهنيّة، والتي تسعى إلى تفسير كيفية عمل واشتغال الذّهن البشري في التّعامل مع اللغة معرفة واكتسابا واستعمالا.[2]

ويُشارُ إلى هذا العلم بمُسَمَّياتٍ أخرى، لعلَّ أهمَّها:[3] –

١- اللِّسانِيَّات الحاسُوبِيَّة (Computational Linguistics – CL).

٢- مُعالجَة اللُّغات الطَّبيعِيَّة (Language Natural Processing – NLP).

٣- تقنيات اللُّغة الطَّبِيعِيَّة الإنسانِيَّة(Language Human Technologies – HLT).

وما نفهمه من خلال هذه التعاريف أنّ اللسانيات الحاسوبيّة علم يسعى إلى استغلال كفاءة الحاسوب وجعله قادرا على التّعامل مع اللّغة بوضع برامج حاسوبيّة تحاكي عمل الدّماغ البشري، ولا يتأتى ذلك إلاّ بخلق أنظمة آلية مشابهة إلى حدّ بعيد لآليات التّفكير لدى الإنسان، ذلك أنّ معيار تحديد ذكاء الآلة لا يتحدّد إلاّ بمدى استطاعتها محاكاة الإنسان في كل مدركاته أو تتجاوزه في ذلك.

*** نشأة اللسانيات الحاسوبيّة**

أمّا عن بدء استخدام الحاسوب في دراسة اللغة على مستوى العالم فإنه ليس بالأمر الهيّن تحديد تاريخ زمنيّ له، لأنّه لم يتم دفعة واحدة بل تم بناء على محاولات متفرّقة وعلى مراحل زمنية متباينة وفي دول متعدّدة ولنا أن ندرج بعضها في الآتي: –

١- على المستوى الأمريكي: يقول مارتن كاي أنّ" اللّسانيات الحاسوبيّة بدأت مع ظهور التّرجمة الآليّة سنة ١٩٤٩م، حيث عقد المؤتمر الأوّل للتّرجمة الآلية سنة ١٩٥٢م، وصدرت أوّل مجلّة للتّرجمة الآليّة سنة ١٩٥٤م، أمّا عن استعمال مصطلح اللّسانيات الحاسوبيّة لأوّل مرة فكان سنة ١٩٧٤م فقد تغيّر عنوان المجلّة من " التّرجمة الآلية واللّسانيات الحاسوبيّة " إلى "المجلّة الأمريكيّة للّسانيات الحاسوبيّة". على المستوى الأوروبي: ما تذكره المصادر أنّ أقدم محاولة لدراسة اللغة بواسطة الحاسوب تعود إلى سنة ١٩٦١م بجامعة قوتبرغ (Goteborg) السويدية، لكن على ما يبدو أنّ هذه المحاولة ظلّت ذات طابع محلّي ولم ترق إلى مستوى الذيوع والانتشار والتأثير في محيطها الأروبي[4].ولعلّ البداية الفعليّة لهذا الاتّجاه أسندت لمركز التّحليل الآلي للغة بمدينة قالارات(Gallarate) بإيطاليا الذي كان يشرف عليه روبيرتو بوزا (Roberto Bousa) إذ يعدّ أوّل من أرسى الدعائم الأولى لاستخدام الحاسوب في دراسة اللغة وكان ذلك سنة ١٩٦٢م[5]. لتستمر وتيرة هذا التّوجه وتتوالى إنجازاته، ومن ذلك افتتاح المراكز الحاسوبيّة للغة في أروبا والاتحاد السوفييتي، والمركز الحسابي لدراسة الأدب واللغة بجامعة كامبريدج سنة ١٩٦٤م والمركز المعجمي بمجمع دالا كروسكا (Dallacrusca) بإيطاليا سنة١٩٦٤م ومعهد

[1] نهاد الموسى، العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللّسانيات الحاسوبيّة، المؤسسة العربيّة للدّراسات والنّشر، ط١، ٢٠٠٠م، ص٥٣-٥٤.

[2] البوني بلقاسم، اللسانيات الحاسوبيّة مفهومها وتطوّرها ومجالات تطبيقاتها، مجلة مكناسة، العدد١٢، ١٩٩٩م، ص٤٤.

[3] محسن رشوان وآخرون، مقدمة في حوسبة اللغة العربيّة، دار وجوه للنشر والتوزيع، المملكة العربيّة السعودية، الرياض، ١٤٤١هـ - ٢٠١٩م، ص١٧.

[4] عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبيّة في خدمة الدراسات اللغويّة العربية-جهود ونتائج- ص١٥.

[5] ينظر: المرجع السابق، ص١٥.

الألسنية التابع لمجمع العلوم في أوكرانيا سنة ١٩٦٤م أيضا[١].

٢- على المستوى العربي: بدأت الجهود في حقل اللسانيات الحاسوبيّة في العالم العربي مطلع السبعينات وقد صدرت في بادئ الأمر على إدخال أجزاء معيّنة من القرآن الكريم في الحاسوب، تلتها محاولة جادة لتعريبه وذلك باستبدال الحروف اللاتينية بالحروف العربيّة[٢]. وقد بدأت بالفعل قصة الاتصال العلمي بين الحاسوب والبحث اللغوي العربي عند لقاء محمد كامل مع إبراهيم أنيس رائد الدّراسات اللغوية، حين اقترح عليه إمكانية الاستفادة من الحاسوب في البحوث اللغوية، فلقيت هذه الفكرة قبولا واستحسانا لأنّها كانت تداعب خاطره منذ أن سمع بإنجازات الحاسوب في شتى العلوم[٣].لينتهز بهذا إبراهيم أنيس فرصة زيارته لجامعة الكويت سنة ١٩٧١م للعمل بها أستاذا زائرا، وهناك التقى بالدكتور علي حلمي موسى أستاذ الفيزياء النظريّة بجامعة الكويت وطرح عليه فكرة الاستعانة بالحاسوب في إحصاءات الحروف الأصلية لمواد اللغة العربية قصد الوقوف على نسج الكلمة العربية، وقد رحب بالفكرة واستحسنها، وبدأ بالتخطيط لها وتنفيذها في النّصف الأول من عام ١٩٧١م، و كان من ثمرة ذلك صدور الدّراسة الإحصائيّة للجذور الثلاثية وغير الثلاثية لمعجم الصحاح للجوهري[٤].وقد مرت هذه العملية الإحصائية بثلاث مراحل أساسيّة وهي:[٥] -

١- الأولى: إدخال المواد اللغوية في ذاكرة الحاسوب.

٢- الثانية: وضع برنامج بإحدى لغات الحاسوب.

٣- الثالثة: التنفيذ الفعلي لهذا البرنامج.

ووردت نتائج هذه الدراسة في صورة جداول إحصائية لجذور اللغة وحروفها وتتابع أصواتها وخصائص، حروفها مقترنة بدراسة تحليلية موجزة عن التفسير اللّغوي لما ورد في تلك الجداول.[٦]و بهذا يكون ولأول مرة قد تمّ التعاون بين الفيزيائيين واللغويين حول إحصاء كلمات اللّغة العربية ما فتح آفاقا واسعة للباحثين في الدّراسات اللغوية تمكنوا من خلاله أن يلجوا إلى عالم الحاسوب وتسخيره لخدمة الدّرس اللغوي .ما يعني أنّ حقل الإحصاء اللغوي هو الميدان الأوّل لتطبيق اللسانيات الحاسوبية على اللغة العربيّة وهذه هي الإرهاصات الأولى لظهور فرع جديد من فروع علم اللغة يطلق عليه أغلب الباحثين "اللّسانيات الحاسوبيّة".

ذكر الدكتور علي حلمي موسى أنّه قد بدأ عام ١٩٧٤م البحث في ألفاظ القرآن الكريم قصد حصرها ومن ثم تحليلها ومقاربتها بألفاظ معجم الصّحاح، كما أنّه أخذ بالبحث عن دراسة العلاقة بين الحروف والحركات في القرآن الكريم، ومقارنة السور المكّية بالسور المدنيّة مستعينا في ذلك بالآلات الحاسبة الإلكترونية ومشيرا في هذا الصّدد إلى أنّه قدّم أجزاء من هذه البحوث في مؤتمرات علميّة عالميّة[٧]. كما يمكننا حصر إرهاصات جهود العلماء العرب

[١] ينظر: نبيل علي اللغة العربيّة والحاسوب، ص٣.
[٢] سمية حمادي، اللسانيات الحاسوبية العربيّة من خلال أعمال الدكتور نهاد الموسى، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في ميدان اللغة العربيّة وآدابها، تخصص لسانيات عربية، جامعة الحاج لخضر، باتنة، ٢٠١٦-٢٠١٧م، ص٠٤.
[٣] ينظر: سعيد فاهم، قراءة في الإسهامات اللسانية الحاسوبية-آفاق ورهانات- مجلة دراسات، العدد٣٦، ٢٠١٥م، ص١٣٠.
[٤] عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية، ص١٦.
[٥] ينظر: علي حلمي موسى، دراسة إحصائيّة لجذور معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر، جامعة الكويت، ١٩٧٣م، ص٩.
[٦] ينظر: سعيد فاهم، قراءة في الاسهامات اللسانية الحاسوبيّة العربية، ص١٣١-١٣٢.
[٧] ينظر: حلمي موسى، استخدام الآلات الحاسبة الإلكترونية في دراسة ألفاظ القرآن الكريم، مجلة عالم الفكر، الكويت، المجلد١٢، العدد٤، ١٩٧٢م، ص١٥٣-١٩٤.

المعاصرين والمؤسسات العلمية من خلال هذا التوجه في أربع صور وهي[1]: -

١- الأولى: تمثلت في مؤلّفات خصصت للعربيّة والحاسوب، أو الحاسوب والعربية.

٢- الثانية: ظهرت على شكل مقالات وبحوث نشرت في المجلاّت والدوريات العلمية ضمن أعمال المؤتمرات ووقائع النّدوات والملتقيات العلمية.

٣- الثالثة: اختصت بالبرامج والنظم التي وضعت لحوسبة العربيّة أو لعوربة الحاسوب سواء ما كان منها فرديا أو إنتاجا مشتركا أو عملا تجاريّا عامّا.

٤- الرابعة: تمثلت في إنشاء بعض الكلّيات الجامعية قسما خاصّا لعلم اللغة الحاسوبي.

لنخلص بهذا إلى أنّ علم اللسانيات الحاسوبية كانت بداياته الأولى غربيّة بامتياز لما كان لهم من السبق في استغلال الحاسوب واستثماره في الدّراسات اللغوية، ثم أخذت جذوره تمتد إلى وصلت إلى العرب الذين لم يدخروا بدورهم جهدا لاستثماره في خدمة اللغة العربية.

*** اللّغة العربية واللّسانيات الحاسوبية**

تشتمل اللغة العربية على الكثير من الخصائص التي تجعل منها قابلة للحوسبة، فهي تمتلك الخصائص التي تتوافق مع مطالب الحوسبة، من اعتماد معجمها على الجذور، وخاصية الاشتقاق الصرفي، والصلة الوثيقة بين المبنى والمعنى، واطراد القياس في كثير من الحالات الصرفية والإعرابية والصوتية، وإلى جانب ذلك كله، فإنّ اللغة العربية توصف بأنها لغة جبرية، كل ذلك يرشحها للمعالجة الآلية، التي ستجعل منها لغة شائقة ومثيرة، وسهلة التعلم[2].

وهذه الميزات تجعل من اللغة العربية أكثر من أي لغة أخرى قابلة لأن تُمثَّل حاسوبياً، خاصة أن العصر الذي نعيش فيه لا يعترف إلا باللّغة التي تفرض نفسها في مجال التكنولوجيا والمعلوماتية، وليس هناك أي عذر يمنع من البحث في تطوير نظام عربي، ينقل اللغة العربية إلى عالم التكنولوجيا والاتصال، لأن:" اللّغة العربية لغة ذات نظام دقيق وأنيق تركيبياً ودلالياً ومعجمياً"[3].

إلا أنه قبل الشروع في إعداد تطبيقات حاسوبية للغة العربية في مختلف مستوياتها، ينبغي أن تستند هذه التطبيقات على معالجة نظرية آلية للغة العربية، تتخذ من تراث العربية النحوي منطلقاً لها، فعملية حوسبة اللغة لا تعني أن نرمي وراء ظهورنا جـــهوداً جبّارة قام بها النحويون العرب القدامى، وبذلك فإنّ أخطر تحدٍ يواجهنا عند محاولة معالجة اللغة العربية آلياً: قضية مدى ملاءمة النحو التقليدي للمعالجة الآلية، التي تتطلب قواعد واضحة ودقيقة لا لبس فيها ولا غموض[4].

فهي محتاجة إلى أن نعيد تنظيمها بدقة، ونصوغها على هيئة قضايا منطقية، لتتوافق والمعالجة الآلية، مع الأخذ بعين الاعتبار أن معالجة نصوص اللغة العربية بالحاسب لا تتحقق إلا بتضافر عدة مستويات: "فهناك المعالجة الصرفية، والنحوية، والدلالية، والمعجمية، وغيرها، وينبغي أن تُبنى

[1] عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية، ص١٩.
[2] البواب، مروان، والطيان، محمد حسن، أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية (الكلمة- الجملة)، ضمن ندوة استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، تونس، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ١٩٩٦م، ص٢٥.
[3] مازن الوعر، دراسات لسانية تطبيقية، ص٣٧٧.
[4] فرغلي علي، الإطار النظري للمعالجة الآلية للغة العربية.المؤتمر الثاني حول اللغويات الحسابية العربية، الكويت، ١٩٨٩م، ص٣٢٣.

هذه المعالجة على قواعد واضحة ومحدودة، لأن الحاسوب لا يتعامل إلا مع الدقيق والمضبوط والمكتمل"[١].

إنّ أهم مطلب في المعالجة الآلية للغة العربية هو إعادة صياغة تراثنا اللغويّ صياغة جديدة تماماً على ضوء الإنجازات، التي تحققت في دراسة لسانيات الحاسوب في اللغات الأخرى، إلا أننا نصطدم بحقيقة وهي أن لغة البرمجة المودعة في الحاسوب –حالياً– هي اللغة الإنجليزية، مما يجعل معالجة اللغة العربية حاسوبياً مطلباً محفوفاً بالعقبات والمشاكل، خاصة إذا علمنا أنه:" لا ارتقاء للحاسوب العربي ما لم تتوفر لتلك الآلة– أي الحاسوب– المصطلحات العلمية الدقيقة، والأجهزة الناطقة بلغة الضاد والشفرة العربية الموحدة، والبرمجيات العربية الملائمة"[٢].

*** حوسبة اللّغة ومستويات التّحليل اللّغوي**

تقومُ حوسبةُ اللُّغة أساسا على ثلاثة محاورَ أساسيَّة، هي: –

١– تقنيات معالجة النُّصوص (Text Processing) ومن أمثلتِها: التَّرجمة الآليَّة، والتَّلخيص الآليّ، والتَّنقيب في النُّصوص.

٢– تقنيات معالجة الكلام المنطوق (Speech Processing) ومن أمثلتِها :التَّعَرُّف الآليّ على الكلام المنطوق، وتحويل النَّصّ المكتوب إلى كلام منطوق.

٣– تقنيات مُعالجَة الصُّوَر (Image Processing) ومن أمثلتِها :التَّعَرُّف الآليّ على الكتابة (Optical Character Recognition – OCR) .

وقد اقتضت طبيعة اللسانيات الحاسوبية، التي تُعنى بجانبين: نظري وعملي، أوّلهما: يوجِّه طاقاته لاستجلاء قدرات العقل البشري في توليد المعرفة اللغوية، ومن ثمَّ صياغة هذه القدرات بصورة رمزية منطقية، وثانيهما: يستثمر ما تحقق في الجانب النظري، لتمثيله في الحاسوب ليكون قادراً على محاكاة الإنسان في استعماله للغة[٣]، كل ذلك اقتضى أن تتعدد ميادين المعالجة الآلية للغة، إذ تفرض اللغة نفسها في كل مناحي الحياة بصور وأشكال متعددة على المستويين: المكتوب والمنطوق[٤]، ولأجل ذلك، فإن ميادين المعالجة وأشكالها ستتعدد وفق تعدد مستويات اللغة المتمثلة في الصرف، والنّحو، والدلالة، والمعجم. ثمّ إنّ أوّل ما يجب أن يقوم به الباحثون في مجال اللّسانيات الحاسوبيّة في مسعاهم هو توصيف قواعد العربية من أجل البرمجة الحاسوبية وذلك باتّباع المنهج الوصفي واستقراء معطيات النّظام الكلّي للعربيّة الذّي رسمه علماؤها على اختلاف مناهجهم قديما وحديثا، ويتم توصيف اللغة العربيّة حاسوبيّا بناء على مراحل ثلاث للوصول إلى نموذج آلي يحاكي العقل البشري يوضّحها الشكل الآتي:

---

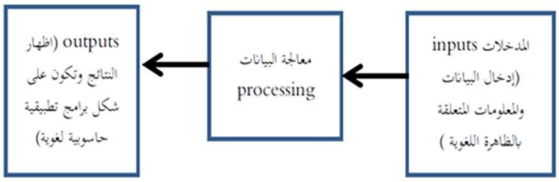
[١] البواب، والطيان، أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية، ص ٢٥.

[٢] الهبابلي، حسين، وبن رحومة، محمد كمال، (١٩٩٦). ميادين تطبيق استخدام اللغة العربية في المعلوماتية (التعليم والتدريب). ندوة استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، ص٢١١

[٣] الموسى، العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ص٥٣-٥٤.

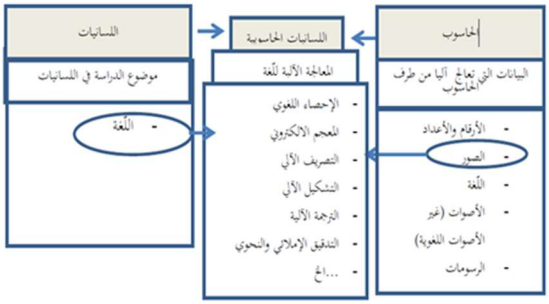
[٤] تقسم الدراسات الهادفة إلى تحقيق الاتصال بين الإنسان والآلة عبر اللغات الطبيعية إلى ميدانين متداخلين: يتعلق الميدان الأول بالمعالجة الآلية للغات الطبيعية بالنص المكتوب، ويستهدف الثاني الخصائص الصوتية في اللغة، ويعرف بالمعالجة الآلية للخطاب الشفهي، وتنضوي تحت هذين الميدانين فروع أخرى. لمزيد من التفاصيل، انظر: الغزالي، أشغال الملتقى الرابع للسانيات العربية والإعلامية، ص١٤.

الشكل ١: مراحل توصيف اللغة حاسوبيّا



ونظرا لما شهده العالم من تطور تكنولوجي وما صاحبه من تقدم وتطور في الحاسوب وأساليبه فقد تعمّقت تطبيقاته وتداخلت فيما يتعلّق بمجال اللغة، ساعية لتغطية ودراسة معظم أركان المنظومة اللّغوية على الرغم من تعدد وتفاوت أغراض استخداماتها، وسنعرض فيما يلي بعض أهم المجالات المستخدمة في اللسانيات الحاسوبيّة. ويمكننا أوّلا أن نمثل لمجالات هذا العلم وما تضمنه من عناصر لمعالجة اللغة آليا بالشكل الآتي:[١]

الشكل٢ :مجالات اللسانيات الحاسوبية



وفيما يلي عرض موجز لأهم مجالات اللسانيات الحاسوبية ودورها في المعالجة الآلية للغة العربية.

*** أهمّ مجالات اللّسانيات الحاسوبيّة**

أولاً: الإحصاء اللغوي

يعد الحقل الإحصائي أوّل ميدان يخضع لتطبيق اللسانيات الحاسوبيّة على اللغة العربية. وقد تمّ احتضان هذا المجال لأوّل مرة في جامعة الكويت والموسوم بـــ: الدراسة الإحصائية للجذور الثلاثيّة وغير الثلاثية لمعجم الصّحاح. وهي دراسة إحصائيّة على جذور اللغة العربيّة المدونة بمعجم الصّحاح، وتمتدّ الدراسة إلى الحروف الدّاخلة في تركيب الجذور وقد أجريت الإحصائيات لأوّل مرة في هذا الكتاب على الأجهزة الحاسبة الإلكترونية في مثل هذه الإحصائيات[٢]. وتوالت الأبحاث وأثمرت نتائج في ميدان إحصاء مفردات اللّغة العربية اتّحد فيها الفيزيائيون واللّغويون فتمّ "إحصاء كلمات اللّغة العربيّة الواردة في أشهر المعاجم اللغوية، وتحليل ما نتج عن ذلك تحليلا لغويّا قوامه استخراج مادة اللغة (جذورها) سواء أكانت ثلاثية أو رباعيّة أو خماسيّة وتردّد الحروف وتتابعها ومقارنة النتائج ببعضها"[٣].

ولعلّ استخدام الإحصاء الرّياضي يحقّق تقييما كميّا لبعض الخاصيات النّوعية للغة ومن ذلك معدّل استخدام الحروف والكلمات والصّيغ الصرفية والموازين الشعريّة وأنواع الأساليب النحوية أو التوزيع النسبي للأفعال المعتلّة والصحيحة أو للإفراد والتثنية والجمع أو لحالات الإعراب المختلفة، كما يحقّق توصيفا كميّا لبعض العلاقات اللغويّة كالعلاقة بين طول جذر الكلمة وعدد مرات تكراره والعلاقة بين طول الكلمة ومعدّل استخدامها داخل النّصوص، و يقوم الإحصاء بتفسير بعض الظواهر اللغويّة وتحليلها وليس هذا فحسب بل هناك إحصاء جديد يستطيع أن يتعامل مع البنية المعقّدة للسّياق اللغوي حتى يكشف لنا علاقات الترابط والتّماسك بين فقراته وجمله وألفاظه وتلك

[١] سي بشيرراشيد وبراهيمي داوود، إجرائية البرمجة الحاسوبيّة للغات الطبيعيّة-حوسبة المقاطع الصّوتية-مجلّة دراسات معاصرة، جامعة تيسمسيلت، المجلد ٥، العدد٠٢، ٢٠٢١م، ص٣٩.

[٢] علي حلمي موسى، دراسة إحصائيّة لجذور معجم الصّحاح باستخدام الكمبيوتر، الهيئة المصريّة العامة للكتاب، ١٩٧٨م، ص٠٧.

[٣] عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية –جهود ونتائج-مجمع اللغة العربيّة الأردني، ٢٠١٦م، ص٤٠.

التي تربط بين ظاهر العبارات وما تبطنه من معان وإشارات[1].

ثانياً: المعاجم الآليّة

إنّ الحاجة إلى المعاجم حاجة أبديّة قائمة بقيام اللّغة، ولاستحالة استغناء الباحث والدّارس عنها مهما كان حقل تخصصه، ومجال دراسته وقد "بدأ التفكير في حوسبة المعاجم للتغلّب على صعوبة الوصول إليها من طرف الباحثين والطلاب وغيرهم، والتغلب أيضا على الحجم الكبير الذي يحتلّه بعضها، ناهيك عن السّرقة الزمنيّة ودون التغاضي عن الكلفة المادية، وتسهيل عمليّة تطوير المادة المعجميّة وإثرائها"[2]. وكل هذا جعل من حوسبة المعجم أمرا ضروريّا وقد حدث بالفعل "إذ بدئ بمشروع الحوسبة للمعجم العربي بإدخال مجموعة كبيرة من المعاجم داخل قرص مضغوط (CD) وقد نشرت عام ١٩٧٣م دراسة لعلي حلمي موسى بعنوان: إحصائية جذور معجم لسان العرب باستخدام الكمبيوتر واستمرت الأبحاث حتى قدم بعض علماء اللّغة المحدثين مشروعا ذا أهميّة لا يستهان بها، ومنهم الدكتور خليل عمارة وزميله أحمد أبو الهيجا ألا وهو (فهارس لسان العرب) في ستة مجلّدات وضعت كلّها على قرص مدمج مع إمكانية متنوّعة من البحث المتقدّم[3]، وليس هذا فقط بل صار عدد غير قليل من معاجم العربيّة في المتناول على مواقع مجّانية في الشّبكة العالميّة (الأنترنت) فموقع عجيب (www.ajeeb.com) سبيل المثال أتاح للمتصفحين إمكانية البحث في سبعة معاجم بضغطة زرّ. وقد أتاح الحاسوب أيضا إمكانيات عديدة لعرض المادة اللغوية معتمدا في ذلك على أساليب العرض المختلفة انطلاقا من نوع المحتوى اللغوي للمعجم، و تشتمل إمكانية العرض على[4]:-

١- عرض المادة اللغوية بناء على الجذر.

٢- عرض المادة اللغوية بمعرفة المصدر.

٣- عرض المادة اللغوية بمعرفة الكلمة كاملة.

٤- عرض المادة اللغوية وربطها بمرادفاتها اللّغوية.

٥- عرض المادة اللغوية وربطها بأضدادها اللغويّة.

وتميّزت المجالات الرّئيسيّة لاستخدام الحاسوب في ميكنة المعجم بثلاثة حقول وهي: -

أ- تخزين المعاجم إلكترونيّا: على شرائح ممغنطة أو ضوئيّة أو شذرات إلكترونيّة، وذلك لاستخدامها في المعالجات اللغويّة المختلفة، وفي أغراض التّرجمة الآليّة والتعليم واكتشاف الأخطاء الإملائيّة وتصحيحها وما إلى ذلك.

ب- تحليل العلاقات التي تربط بين مفردات المعجم: كالعلاقة بين جذور الكلمات والصّيغ الصّرفية (قواعد تكوين الكلمات) والعلاقة المتعلّقة بمعاني الألفاظ كعلاقات التّرادف والاشتراك اللّفظي والتّضاد أو العلاقات الموضوعيّة (مصطلحات طبيّة، مصطلحات زراعيّة.).

ج- تحليل مفردات المعجم: والمستخدمة في شرح معاني مفرداته وهي دراسات تحظى بأهميّة خاصة في بحوث الدلالة المعجميّة ونظم الفهم الأتوماتيكي واسترجاع المعلومات، إذ أنّها تسعى إلى إبراز المفاهيم الأساسيّة والأبعاد المحوريّة

[1] ينظر عيجولي حسين، تصميم طرق معالجة لغويّة لتلخيص النّصوص العربيّة، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في الدّراسات اللغوية، جامعة أبو بكر بالقايد، ٢٠١٧-٢٠١٨م، ص١٠-١١.

[2] ينظر: عبد الحليم عبّاس، دور اللغة العربيّة في نقل المعلومات الرّقميّة والتّبادل الثّقافي عبر الشّبكات، صناعة المعجم الآلي أنموذجا، جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات، العدد١٠، نيسان٢٠٠٧م، ص٣١٢-٣١٣.

[3] ينظر: حنّا حداد، جهود المعاصرين في خدمة لسان العربيّة وفهرسته، أبحاث اليرموك، المجلد١٣، العدد١، ١٩٩٥م، ص٩-١٣.

[4] إبراهيم الخراشي، المعجم الحاسوبي للغة العربية، ٢٠٢٠م، ص١٣-١٤.

لمدلولات الألفاظ المترابطة كتلك التي تربط بين ألفاظ علاقة القرابة (أب، أم، شقيق، خال، عم، صهر، جدة، حماة...) والوصول إلى نواة اللغة أو قاعدة المفاهيم الأساسيّة التي يقام عليها معجمها، و تحديد شكل شجرة مفرداتها ومدى عمق مستويات تفريعها مثل(عالم، قارة، بلد، إقليم، مدينة، قرية، شارع، حارة.)[1].

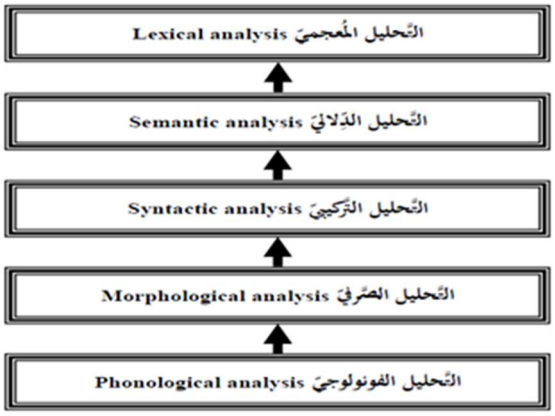
ولاتزال الجهود متواصلة للوصول إلى صياغة أكثر دقة وشموليّة لتوصيف حاسوبي للمادة المعجميّة من أجل استخدامها رقميّا قائم على اختيار عناصر المعيار المناسب للمفردة باعتبار أنّ العناصر المقدّمة للمفردة ستستوعب خصائص تشمل الأسماء والأفعال والحروف. وهذا ما يبيّن أنّ تقنية حوسبة المعاجم قد قدمت خدمات جليلة وخيارات متاحة بأقل جهد وبأسرع ما لا يمكن تصوره للبحث عن المعاني وفهم المصطلحات المرجوة.

ثالثاً: التّحليل اللّغوي الحاسوبي

ويقصد به تحليل النّص اللغوي باعتماد أدوات حاسوبيّة مطوّرة تساعد على إنجاز مهام التّحليل المتنوّعة وتقديم نتائج بطريقة متكاملة ومنظّمة بحيث يمكن تمثيلها حاسوبيّا ويتعدّد التحليل اللغوي بتعدّد المستوى اللّغوي الذي تنتمي إليه الظاهرة المدروسة كما تتحدّد ملامحه أيضا في ضوء الأهداف المرجوة منه، وذلك أنّه إذا كانت الأهداف لغوية عامة فإنّ الأدوات والمناهج المستخدمة في التّحليل قد تختلف عنها وذلك من حيث عدد المعلومات وطريقة تنظيمها.

مستويات التّحليل اللغوي: رتّب الباحثون مراحل التّحليل اللغوي في سلّم لغويّ يوضحه الشكل الآتي:[2]

الشكل٣: ترتيب مستويات التحليل اللغوي



أ- التحليل الفونولوجي: يتمّ في هذا المستوى من التّحليل حسم طريقة نطق الكلمة مع مراعاة الحروف التي لا تنطق والتي تنطق على غير أصلها كالحروف المدغمة والحروف التي يلتقي فيها الساكنان. وتعدّ علوم التّجويد الوسيلة الأساسيّة التي تساعد على معرفة قواعد نطق القرآن الكريم، مع ملاحظة التباين بينها وبين قواعد نطق العربيّة الفصحى في عمومها.[3]

وتواجهنا في العربيّة -خاصة — صعوبة تكمن في عدم استخدام الحركات القصيرة (Short vowels) وهذا يجعل إنجاز آلية النّطق الآلي لكلمات العربية مهمّة صعبة مقارنة بنظائره من اللّغات التي تراعي في كتاباتها الحركات القصيرة والطويلة كالعديد من اللغات اللّاتينية.

ب- التحليل الصّرفي: ويتمّ في هذه الدّرجة تحليل الكلمة إلى عناصرها الأساسيّة (السابق والجذع واللاحق)، ووفقا لطبيعة اللغة العربيّة الاشتقاقيّة يوجد للكلمة العربية-عادة- أكثر من احتمال

[1] ينظر: نبيل علي، اللغة العربيّة والحاسوب، دار تعريب، الرّياض، ١٩٨٨م، ص١٤٤-١٤٥.

[2] محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، مكتبة الملك فهد، المملكة العربية السعودية، الرياض، ١٤٤١هـ-٢٠١٩م، ص١٩.

[3] محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص١٩

إلاّ أنّنا نستطيع اختيار الاحتمال الأكثر مناسبة من خلال السّياق، ويتمّ الاختيار باستخدام الطرق الإحصائية التي تساعد كذلك في تحديد أقسام الكلام (Parts of speech) وما يتعلق بها من توصيفات[1]. أي أنّه تتم الاستعانة بمحلل صرفي يمكنه تحديد أي كلمة عربيّة إلى عناصرها الأساسيّة مع تقديم جميع الاحتمالات الممكنة له، وباستطاعته أيضا تحديد الخصائص الصرفية لبنية الكلمة مثل كلمة(هو) تقدّم لها الخصائص التالية: اسم، ضمير، رفع، غائب، مذكر، مفرد، دون سابقة، دون لاحقة[2].

ج- التحليل النحوي: ويتم في هذا المستوى تعيين وظيفة الكلمة في الجملة من حيث موقعها الإعرابي، وهذا ما يساعد على فهم المعنى (الدلالة) إلاّ أنّ الارتباط القائم بالتّحليل النّحوي والمعنى يزيد الأمر صعوبة في اللغة العربيّة نظرا لمرونتها في ترتيب مكوّنات الجملة كأن يتقدّم الخبر على المبتدأ أو يتأخّر الفاعل عن المفعول به[3]. وللتوضيح أكثر فإنّ هذا النوع من التحليل يهدف إلى تعيين الوظائف النّحوية المباشرة للكلمة وتحديد علاماتها الإعرابيّة دون الدّخول في تفصيلات الإعراب المحلّي للجمل وأشباه الجمل، وهذا المنهج يعدّ خطوة أولى في التّحليل النّحوي الكامل للجملة العربية، ويستعان فيه بأداة يمكنها تحديد البنية الصرفية لكل كلمة واختيار الوظيفة النّحوية التي توافقها وتعيين العلامة الإعرابية المناسبة لها. إذ لا يمكن تجاهل دور المعنى عند التّحليل الصرفي في تحديد الوظيفة النّحوية للكلمة ومثال ذلك كلمة(عامل) فهي من النّاحية الصّرفية (اسم فاعل) من الفعل (عمل) لكنّها تصلح فاعلا أو مفعولا به أو نعتا أو غير ذلك من النّاحية النّحويّة.

د- التّحليل الدّلالي: يعتمد هذا النّظام على محرّك البحث الدّلالي الذي يساعد على ضبط الكلمات والمصطلحات وفق معانيها وسياقات استعمالها فيقوم بالبحث عنها في مصادر البحث من خلال معناها والمعاني الموجودة في هذه المصادر، ويقدّم المحرّك الخيارات المناسبة للكلمات المدخلة، ويمكّن الباحث من الاطّلاع عليها والاستفادة منها.[4]

وقد كان للغة العربيّة نصيب في استخدام محرّكات بحثيّة عربيّة قائمة على الذّكاء الاصطناعي التّي أسهمت في تخزين النّصوص والوثائق المكتوبة باللّغة العربيّة واسترجاعها.

وما يجب أن نشير إليه هو أنّ التّحليل الدّلالي له العديد من الدّرجات الفرعية مثل: -

فك الالتباس الدّلالي للكلمة: ومن ذلك كلمة عين تأتي بمعنى: الجارحة أو بئر الماء أو الجاسوس. أو فك التباس المشترك اللّفظي: ومن ذلك قولنا "أحبّت البنت أختها كثيرا، فلمّا قابلتها جرت إليه" فموضع الالتباس هنا أنّنا نجد صعوبة في معرفة من الذّي جرى إلى من؟ هل البنت أم أختها؟ أم الأخت إلى البنت؟ ويجوز تسميته إزالة التباس الضّمائر. وهناك أيضا ما يسمّى بفكّ الالتباس البلاغي: ومثاله" رأيت أسودا في المعركة" إذ القصد رأيت جنودا شجعانا[5]. وهناك الكثير من الدرجات الفرعية في هذا النوع من التحليل.

ه- التّحليل المعجمي: ويتم فيه ضبط الكلمات وتصنيفها وتوصيف معانيها المعجميّة وقد استفادت اللغة العربيّة في

[1] المرجع السابق، ص١٩.
[2] ينظر: عائشة بنت عزيزان، مدوّنة عائشة بنت عزيزان على شبكة الأنترنت، الجامعة الإسلاميّة الماليزيّة، ٠٩ أفريل ٢٠٢٢م.
[3] ينظر: محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص٢٠

[4] ينظر: خليفة بن الهادي ميساوي، الذّكاء الاصطناعي وحوسبة اللغة العربيّة –الواقع والتّحديات- مجلّة مدارات في اللغة والأدب، تبسة – الجزائر، المجلّد١، العدد٥، ٢٠٢١م، ص١٩.
[5] محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص٢٠.

هذا من وضع معاجم إلكترونيّة عربيّة وتحويل المعاجم الورقية القديمة إلى معاجم إلكترونيّة يسهل فيها البحث عن معاني الكلمات وسياقات استعمالها.[1] ويجمع هذا المستوى بين مستويات التّحليل اللغوي السابقة حيث يُعنى بالتحليل الفونولوجي في معلومات نطق المفردات ولهذا البعد أهميّة كبيرة في المعاجم الموجّهة لغير أبناء اللغة، ويُعنى بالتحليل الصرفي بهدف استخلاص الوحدات الأساسيّة للمعجم (المباني) ويعنى بالتحليل التركيبي في الاستدلال على سياقات المفردات ومعانيها الوظيفيّة، ويعنى كذلك بالتّحليل الدلالي في الاستدلال على المعاني المعجميّة.

أمّا عن التقنيات والبرامج المستخدمة في معالجة مستويات التحليل اللغوي الحاسوبي فهي كثيرة نذكر منها: تقنية التعرف على الكلام المكتوب أو المنطوق، المدقّق الإملائي والنحوي والصّرفي، تقنيّة التعرف على أنماط الكلام، التنقيب في النّصوص، المعاجم الإلكترونية، الملخص الآلي، الفهرسة الآلية، محرّكات البحث بأنواعها.

١- التعرّف على الكلام (توليد الكلام من النّصوص): سواء أكان مكتوبا أو منطوقا، وذلك ان يقرأ الحاسوب النّص المكتوب إذ يتعرّف على الحروف العربيّة متّصلة في كلمات ثمّ في جمل محوّلا إياها إلى نصّ منطوق. ولعلّ آخر ما توصّلت إليه اللّسانيات الحاسوبيّة في هذا المجال تطوير تقنية ذكيّة لمخاطبة الآلة، وقد تمكّن علماء عرب من تطوير برامج راقية للتّخاطب مع الآلة باللّغة العربيّة، ومن ناحية أخرى أصبحت تقنية تحويل الكلام المنطوق إلى مكتوب بالحاسوب أمرا ممكنا[2]. و إذا كان الهدف هو نقل نص مكتوب إلى كلام منطوق بطريقة آلية فأوّل عمليّة يقوم بها الحاسوب هي وضع برنامج يترجم الأحرف العربية (أي الكتابة) إلى ما يقابلها من رموز صوتية، فالنّص المشكول يحوّل إلى سلسلة من الرّموز يمثّل كل واحد منها حرفا أو حركة، وبعدما يتمّ نقل الكلمة المكتوبة إلى رموز صوتيّة يفحص النّظام تركيب المقاطع داخل كلّ كلمة محوّلا كل الرّموز الصّوتية إلى واحد من الرّمزين رمز(C) يمثل الصّوامت (الحروف) ورمز(V) يمثّل الصوائت (الحركات)، فتنقسم كلّ كلمة إلى عدد المقاطع الطّويلة أو القصيرة التّي تكوّنها ومثال ذلك كلمة(كَتَبَ) تنقسم إلى ثلاثة مقاطع كما يلي:-

١- CV-CV-CV[3] ويتمّ التّقطيع بهذه الطّريقة في جميع كلمات النّص. وعليه فإنّ عمليّة تحويل الكتابة إلى مقابلها المنطوق إحدى عمليّات التّحويل الأساسيّة التّي يسعى نظام معالجة اللّغة العربيّة آليا لتحقيقها، والأمر الإيجابي أنّ هناك عدّة محاولات ومبادرات تمت في هذا المجال.

٢- التّدقيق الإملائي والنّحوي والصّرفي: تعدّ هذه البرامج من أهمّ البرامج التّي نجحت فيها الشّركات العربيّة والتّي تمكّن المستخدم من أن يتبيّن الأخطاء الإملائيّة أثناء الكتابة بضبطها (إملائيا ونحويّا وصرفيّا) فالمحلّل الإملائي على ضبط رسم العربيّة كما استقرّ لدى اللّغويين العرب، وعند الكتابة يقارن الرسم بما خزن في الحاسوب، ويشار غالبا إلى الخطإ بلون أخضر أو أحمر، ثم يطرح هذا المدقّق بدائل تصويبه بموضع الخطإ ليستعين بها الكاتب .ويكون هذا

[1] خليفة بن الهادي ميساوي، الذّكاء الاصطناعي وحوسبة اللغة العربيّة، ص٢٠.
[2] ينظر وليد عناتي، اللّسانيات الحاسوبيّة (المفهوم، التطبيقات، الجدوى) مجلة الزرقاء للبحوث والدّراسات، العدد٢، المجلد ٧، ٢٠٠٥م، ص٧٤-٧٥.
[3] ينظر: سالم الغزالي، المعالجة الآليّة للكلام المنطوق-التعرّف والتّأليف استخدام اللّغة العربيّة في المعلوماتيّة، المنظّمة العربيّة للتّربية والثقافة والعلوم، إدارة الثّقافة، تونس ١٩٩٦م، ص٧٠.

المدقق معتمدا على ذخيرة معجمية وقاعدة صرفية ونحويّة، وأمّا التدقيق النّحوي فهو مبني على دراسات في نحو الجملة العربيّة، يتناول أشكال الجملة العربية ومواضع التّقديم والتّأخير[1]. ثمّ إنّ تقنيّة المدقّق الإملائي لا تكتفي فقط بإعطاء الشّكل الصّحيح للكلمة، بل تعطي معلومات عن الخطإ الذّي وقع فيه الكاتب، فإذا كتب مثلا (سُئِلَ) فإنّ المدقّق يعطيه احتمالات (سُئِلَ) أو (سَأَلَ) ثمّ إذا وقف على الكلمة الأولى استخرج منها معلومات لغويّة حول الكلمة منها مثلا: أنّ الهمزة تكتب على النّبرة إذا كانت مكسورة، ومنها أنّ الفعل مبني للمجهول .[2]

وهكذا في كل الكلمات. وبعد أن صار الكاتب أو المستخدم قادرا على كتابة الكلمات ومعرفة معانيها يمكنه حينئذ توجيهه إلى مجال النّحو لتركيب جملة مفيدة لأنّ النّحو يعتمد على الفهم ويحتاج إلى فك اللّبس الدّلالي بين الكلمات لتحديد مواقعها الصّحيحة في الجملة، فالمدقّق النّحوي سيعطي بناء على الكتابة الصّحيحة والضّبط السّليم احتمالات أكثر دقّة للمستخدم، فمثلا إذا كتب عبارة (رأيت المتّهمين) فالتطبيق يعطيه اقتراحات لضبط الميم لتكون بهذا الشّكل (رأيت المتّهمِين) أو (رأيت المتّهمَين) ليفرّق بين المثنّى والجمع، أمّ إذا كتب (رأيت المتّهمون) فإنّ المدقق النحوي في كلّ الأحوال سيفيده أنّ (المتّهمون) خطأ لأنّها مفعول به منصوب وعلامة نصبه الياء لأنّه جمع مذكّر سالم، أو مثنّى حسب التّحديد الذّي سيكون أمامه.[3] وبالمقابل فإنّ المدقق الصرفي يتعامل مع طبيعة الكلمات سواء أكانت مجرّدة أو مرتبطة بزوائد ولواحق باستخلاص العناصر الأوليّة لبنية الكلمة وتحديد سماتها الصّرفية. وهذا ما يبيّن أنّ الحاسوب له من القدرات وتوفر التقنيات ما يجعله يقدّم بيانات ومعلومات عالية الدّقة حول الكلمة وهذا ما يتيح الفرصة للكاتب حتّى يتعرّف أكثر على أشكال كتابة الكلمة.

رابعاً: التّنقيب في النّصوص

وهو مجال متعدّد التّخصصات يعتمد على علوم استرجاع المعلومات والبيانات وعلوم التنقيب في البيانات العدديّة وعلوم الذّكاء الاصطناعي والتّعليم الآلي وعلوم الإحصاء والاحتمالات، وعلوم معالجة اللّغات الطبيعيّة واللّغويات الحاسوبيّة وذلك على النّحو الموضّح في الشكل الآتي[4]:

الشكل٤٠: التخصّصات المشاركة في مجال التنقيب في النّصوص.

خامساً: التّلخيص الآلي

هو أحد التطبيقات اللّسانيّة الحاسوبيّة على النّصوص التّي تهدف إلى اختصار النّصوص الطّويلة المكتوبة إلى موجز يتضمن عددا من الجمل بصورة آلية إذ يقوم على توصيف لغوي لعمل الملخّص بعد استقراء المدوّنة من النّصوص ليقوم الحاسوب لاحقا ببرمجة هذا التوصيف على

[1] وليد أحمد العناتي، اللّسانيات الحاسوبيّة العربيّة، ٧٤.
[2] المعتز بالله السعيد وآخرون، العربيّة والذّكاء الاصطناعي، دار وجوه للنّشر والتّوزيع المملكة العربيّة السّعوديّة الرّياض، ط١، ٢٠١٩م، ص١٩٥.
[3] نعيم محمّد عبد الغني، الذّكاء الاصطناعي وتعليم اللّغة العربيّة، نحو منصّة تعليميّة متكاملة، دار وجوه للنّشر والتّوزيع، المملكة العربيّة السّعوديّة، الرّياض، ط١، ٢٠١٩م، ص١٩٦-١٩٧.
[4] محسن رشوان وآخرون، المعالجة الآليّة للنّصوص العربيّة، مباحث لغويّة، دار وجوه للنّشر والتوزيع، المملكة العربيّة السعوديّة، الرّياض ١٤٤١هـ-٢٠١٩م، ص١٢٤.

صورة خوارزميات، وما يميّز التّلخيص الإنساني عن الآلي هو أنّ الأول يقوم به إنسان يكتب نصّا جديدا بلغته، أمّا الثّاني فيتعوّد على تصورات رقميّة ولغويّة لإنتاج موجز من النّص الأصلي من خلال حذف الجمل المكرّرة، وغيرها ممّا يمكن الاستغناء عنه دون الإخلال بالمعنى العام للنّص[1].

*** محرّكات البحث**

وهي برامج حاسوبيّة مصمّمة للمساعدة في العثور على مستندات مخزّنة على شكل شبكات معلوماتيّة في الشّبكة العنكبوتيّة العالميّة(World Wide Web) وهذه البرامج اللّغويّة الحاسوبيّة المذكورة عبارة عن برامج لتحليل المستويات اللغوية المعنيّة تتميّز بالسّهولة والمرونة والسّرعة في التّعامل مع النّص اللّغوي وإعطاء التّحليل اللّغوي الأدق.

وتعد محركات بحث الشبكة العنكبوتيّة (الويب) أكثر أنواع محرّكات البحث استخداما، حيث يتنوّع مستخدموها في جميع أنحاء العالم، وتعتمد الفكرة الأساسيّة لمحرّكات بحث الويب على نفس فكرة استرجاع المعلومات، ولكنّها تختلف عن محرّكات البحث في عدّة أمور منها: -مجموعة الوثائق وتنوّع أشكالها (وتشمل صفحات الويب والصور والمرئيات والمقالات العلمية والأخبار وغيرها)- تجميع الصفحات والبيانات على الأنترنت — التّحديث المستمر (ذلك أنّ بعض محرّكات الويب تقوم بعمليّة التّحديث للفهرس لبعض الصفحات عدّة مرّات في السّاعة الواحدة لتواكب التّغيّر المستمر في المحتوى للحصول دائما على نتائج بحث مستحدثة[2]. وهناك محرّكات بحث كثيرة لا يسعنا الحديث عنها في هذا المقام.

سادساً: الترجمة الآليّة

هي نقل النّص من لغة إلى أخرى باستخدام الحاسوب بناء على القواعد الموضوعة للغة المصدر ونقلها إلى اللغة الهدف، ومن ثم توليدها في اللغة الهدف بناء على القواعد الموضوعة لها[3]. وبالتالي فإنّ الترجمة الآلية تقتضي نقل النصوص والأعمال والبحوث من اللغات الأصليّة (المصدر) إلى اللغات الفرعيّة (الهدف) واللغة الإنجليزيّة هي اللغة الطبيعيّة الأولى التّي خضعت لهذه العمليّة، وتعد الترجمة الآلية من أهمّ التّقنيات التي تزايد الاهتمام بها خاصّة مع ظهور الأنترنت ما استدعى الحاجة للتواصل بلغات مختلفة والاستفادة من كنوز معرفيّة هائلة ولكن بلغات أخرى وقد ظهرت في السّاحة مدارس عدّة للترجمة الآلية نذكر منها:[4]- ١- مدرسة الترجمة بقواعد وقواميس ثنائيّة اللغة. -مدرسة التّرجمة بالاعتماد على مدوّنة ثنائيّة اللغة حيث يوجد في هذا النّوع من المدوّنات ما يكفي من معلومات لتعليم نماذج رياضيّة، وتعتمد هذه المدرسة طريقتان وهما: طريقة التعلّم من الأمثلة: وتستخدم في حالة إذا ما قلّ حجم المدوّنة الثنائيّة اللغة. وطريقة التّرجمة الإحصائيّة: وهذه تحتاج إلى مدوّنات كبيرة جدّا قد تصل إلى عدّة ملايين من الجمل كي تعطي نتائج ملموسة، وتعد هذه الطريقة هي الأكثر شيوعا بين العاملين في حقل التّرجمة حديثا.

[1] ينظر: إسكندر كسكاس، التّلخيص الآلي للنّصوص العربية بالاعتماد على البنية الخطابيّة المجزّأة، موقع البوابة الأكاديميّة ٢٠١١م، ص٠٢.

[2] ينظر محسن رشوان وآخرون، المعالجة الآليّة للنّصوص العربيّة ، ص٣٨-٣٩.

[3] سلوى حمادة، المعالجة الآليّة للغة العربيّة –المشاكل والحلول، دار غريب للطباعة والنّشر والتوزيع، القاهرة، ط١، ٢٠٠٩م، ص٢٤٢.

[4] محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص٢٠.

٢- مدرسة الترجمة عبر لغة وسيطة، والتي حدث فيها تطور كبير وقدمت إنجازات لا يستهان بها وجديرة بالمراجعة والاستفادة منها.

ولاشك أنّ برامج الترجمة الآليّة أعقد وأصعب من غيرها من البرامج لأنّها تحتاج إلى قاعدة ضخمة من المعطيات اللغويّة وإلى معاجم تتوزّع بين معاجم لغويّة عامة ومعاجم اصطلاحيّة متخصّصة قد يصل عدد مفرداتها إلى مئات الآلاف، ثمّ إنّها تحتاج إلى تحليل صرفيّ عميق يميّز الأبنية الصّرفيّة في كلتا اللغتين، وكلّ ذلك يعتمد على دراسة تقابليّة عميقة ودقيقة بين اللّغات[١]. وقد استخدم علماء هذا التّخصص عدّة وسائل لقياس جودة التّرجمة الآليّة، لعلّ أشهرها ما يعرف بـــمقيّم "بلو"(Bleu score) حيث يسجّل الإنسان إذا قام بالتّرجمة بنفسه أرقاما تصل إلى ٨٠٪ على هذا المقياس، بينما تسجّل أفضل محرّكات الترجمة الآلية من اللغة العربيّة للإنجليزيّة أقلّ من ٥٠٪ ولازال التّقدّم متلاحقا، والاهتمام العلميّ في تزايد لتحقيق هدف البشرية وهو التّواصل بين البشر وتوسعة الاستفادة من معارفهم المختلفة للّغات.

كما تتيح محرّكات الترجمة الآلية الترجمة من وإلى العديد من لغات العالم، وعلى سبيل المثال: يتيح محرّك البحث جوجل Google الترجمة بين أكثر من ستين لغة[٢]. ولقد كانت بدايات الترجمة يسيرة وأشبه ما تكون معجم إلكتروني للمفردات ولكن مع مجيء نعوم تشومسكي بنظرية النّحو التوليدي التّحويلي، أصبحت هناك إمكانيّة لترجمة الجمل والنّصوص المطوّلة حين طرح في نظريّته إمكانية تحليل البنى الأساسيّة العميقة لأيّ لغة بشريّة على المستويات: الصرفي، والمعجمي، والنّحوي والدّلالي، وكذلك إمكانية نقل هذه البنى المتشابهة إلى اللّغات البشريّة المختلفة وفق قواعد ومعادلات منطقية ورياضيّة[٣]. و أيضا هناك مجموعة من العوامل التي تساهم في تحديد المعنى المقصود من الترجمة الآلية من خلال عملية توصيف لغويّة لها وهي: اعتماد معنى كلمة على كلمة أخر في الجملة مثلا كلمة (Old) تترجم بمعنى (قديم) عند ارتباطها بسيارة، وتترجم بمعنى (عجوز) عند اقترانها برجل. واعتماد المعنى على السياقين اللّغوي والدلالي، واعتماد المعنى على ما حذف أو استبدل في البنية العميقة، وأيضا اعتماد المعنى على معلومات غير لغويّة بتحديد المعنى المقصود من علامات الترقيم مثل اللّبس الذي يقع في أسلوبي الاستفهام والتّعجّب[٤]. وتمرّ عمليّة توصيف التّرجمة في اللغة العربيّة أثناء مراحل التّرجمة بخطوات أساسيّة كالتّي يمتلكها الإنسان، وهي كما يلي:[٥]-

١- إعداد النّص قبل الترجمة: وهذا يحتاج إلى نظم آليّة للتدقيق الإملائي والنّحوي ونظم آليّة لمراجعة أسلوب النّص، إضافة إلى وسائل آليّة للتأكد من توصيف النّص.

٢- تحليل نص لغة المصدر: يحتاج تحليل النّص المراد ترجمته إلى نظام آلي لكشف البنية التركيبيّة للجمل وفكّ اللبس الدّلالي، وإلى نظام للتحليل الدّلالي للجملة ولتحليل الهيكل السردي والبلاغي.

٣- توليد نص اللغة الهدف: يحتاج توليد النّص إلى بناء قواعد للتقابلات النّحويّة بين اللغتين المصدر والهدف، إضافة إلى مولّدات صرفيّة ونحويّة.

---

[١] وليد أحمد العناتي، اللسانيات الحاسوبية العربيّة-المفهوم، التطبيقات، الجدوى-مجلة الزّرقاء للبحوث والدراسات، المجلد٧، العدد٢، ٢٠٠٥م، ص٧٥.

[٢] محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص٣٢-٣٣.

[٣] سناء منعم، اللسانيات الحاسوبيّة والتّرجمة الآليّة، عالم الكتب الحديث، إربد، ط١، ٢٠١٥م، ص١٤٢.

[٤] ينظر: داود عبدة، في اللغة والحاسوب-التّرجمة وتدقيق الإملاء بين الإنسان والآلة، دار جرير، عمان، ط١، ٢٠١٠م، ص٣٣-٣٩.

[٥] سناء منعم، اللسانيات الحاسوبيّة والتّرجمة الآليّة، ص١٤٧-١٤٩.

٤- البحث في المعجمات وبنوك المصطلحات.

٥- مراجعة النّص المترجم.

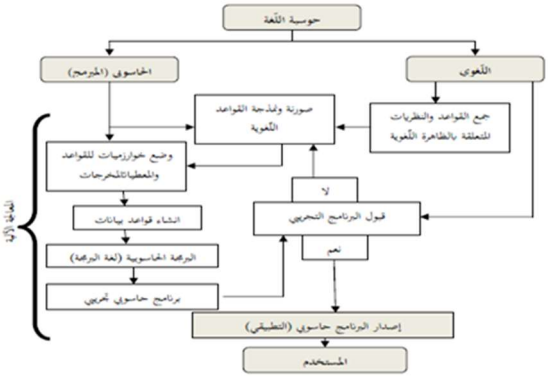
٦- بناء قواعد ذخيرة النصوص متعدّدة اللغات: يحتاج ذلك إلى وسائل آليّة لتصنيف الوثائق وفهرستها، وإلى وسائل للبحث وإقامة حلقات التّرابط النّصي وتحديد التّناص.

وبهذا فقد استطاعت الآلة أن تقدم ترجمة قريبة من الصواب ما يجعل التواصل العلمي والفكري أسهل بين بني البشر خاصة بعد كسر الحواجز اللغوية والقضاء على كثير من الاختلافات، ومن أجل بلوغ الغاية ظهرت العديد من أنظمة التّرجمة في العالم.

كما صدرت دراسة عن جامعتي أكسفورد البريطانيّة ويال الأمريكيّة تصرّح بأنّ" الذّكاء الاصطناعي سيتمكّن من ترجمة اللّغات أفضل من البشر بحلول عام ٢٠٢٤م"[١]. ومع هذا لا ننكر أنّ صعوبة التّرجمة وإيجاد المقابل المناسب راجع إلى الاختلافات الموجودة في منظومة المفردات ومعانيها بالنّسبة لكلّ من اللغة الأجنبيّة واللغة العربيّة، الأمر الذي يستدعي دراسات معمّقة ودقيقة بين اللّغتين، والتّرجمة لاتزال تعتريها كثير من الأخطاء النّاجمة طبعا عن لبس صرفي وتركيبي ودلالي، وهذا ما يفرض ويوجب إثبات الجدارة في ترجمة النّصوص الأدبيّة وما تحمله من معان مجازيّة وبلاغيّة ورمزيّة.

وكإجمال لما سبق الحديث عنه ندرج مخطط حوسبة اللغة المبيّن في الشكل الآتي[٢]:

الشكل ٤: مخطط حوسبة اللغة.



٥- تحدّيات حوسبة اللّغة: تتميّز اللغة العربيّة بسمات تمثّل عناصر قوّة لها، إلاّ أنّها تمثّل في الوقت نفسه عناصر تحدّ لها إذا ما أردنا إخضاعها للحوسبة، وسنعرض في هذا المجال بعض التّحدّيات التّي تواجهنا أثناء المعالجة الآليّة للّغة: -

١- افتقار العربيّة إلى نظريّة أو منهج لساني مكتمل الأبعاد[٣]، وكذا انغماس النّظريات اللّسانية في التّجريد والعموميّة وهو ما يزيد من تعقيد معالجة العربيّة آليّا إذ يتحتّم إدخال إضافات وتعديلات على هذه النّظريّات قصد تطويعها لعمليّة الحوسبة فتصبح قادرة على التّعامل مع الحاسوب.

٢- الالتباس النّاجم عن عدم اعتماد نظام الكتابة العربيّة على الشكل، " فالتشكيل يمثّل جزءا ضروريّا من حقيقة الكلمة العربيّة، والمتمثل في الحركات القصيرة التي عادة ما تكتب في لغات أخرى كالإنجليزية والفرنسيّة ... في تترك للقارئ العربي استنباط ما لم يكتب من هذه الحركات أو التشديد أو التّنوين لبداهته، لكن إذا كان العقل البشري قادرا على الحسم بيسر وسهولة فيما يقارب١٠٠٪ من الحالات فإنّ الحاسوب لا يتأتّى له بنفس السّهولة[٤]. فتتولّد بهذا حالات من الالتباس في أثناء عمليّة التّحليل آليّا لعدد

[١] سكاي نيوز، الروبوت يترجم أفضل من البشر في ٢٠٢٤م، أبو ظبي.

[٢] سي بشيرراشيد وبراهيمي داوود، إجرائية البرمجة الحاسوبيّة للغات الطبيعيّة-حوسبة المقاطع الصّوتية- ص٤٢.

[٣] مازن الوعر، قضايا أساسيّة في علم اللسانيات الحديث، ص٤٣٢.

[٤] ينظر: محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص٢٥.

من الظواهر الصّرفيّة والتّركيبيّة في العربيّة ذلك " أنّ نسبة اللّبس في العربيّة غير المشكّلة تزيد أضعافا مضاعفة إذا ما قورت باللّغة الإنجليزيّة مع العلم أنّ هذا اللّبس يتضاءل جدّا في حالة التّشكيل بل يكاد ينعدم"[١].ما يعني أنّ غياب الحركات يؤدي إلى ظهور أشكال متعدّدة للكلمة الواحدة ممّا يزيد من صعوبة التّحليل. وهناك إشكالات أخرى تدور حول الحرف العربي في حدّ ذاته كاستخراج الجذور ووضع خوارزميّات للّغة وتطبيق الأوزان، وعدم توفر التّطبيقات التّي تلبي حاجة المستخدم بشكل تام[٢].

٣- التعامل مع الواقع العربي، فقد عرفت العربيّة تراجعا كبيرا خلال السّنوات العشرين الأخيرة خاصة بعد انتشار الأنترنت وزيادة نسبة التّعلّم باللّغات الأجنبيّة في مراحل التّعليم قبل الجامعي، ما فتح الباب واسعا أمام ظواهر لغوية خطيرة تهدّد مستقبل العربية من العاميّة والكتابة بالحروف اللاتينية، لذا وجب دق ناقوس الخطر والدّعوة إلى أن تجمعنا الفصحى على الأقل فهما وكتابة[٣]. زيادة على هذا فتعدّد اللّهجات العربيّة المحكيّة صعّب أمر بناء نماذج لغوية شاملة، وهناك إشكالات ثقافية تنشأ نتيجة اختلافات ثقافية بين المجتمعات واللّغة المختلفة ومن الواجب مراعاتها عند تطوير النّماذج والتّطبيقات لتجنّب التّحيّز والتفسير الخاطئ.

٤- تواجه لغتنا العربيّة أيضا تحدّيات عديدة تنطلق من النّشر الإلكتروني وأهميّة تعريبه إلى شموليّة منظومة اللّغة العربيّة بالحاسوب، ذلك أنّ قضيّة الحوسبة متشعّبة الوجوه من نطق وكتابة وصولا إلى الإبداع والابتكار، وكلّها تتعلّق بخصائص اللّغة نفسها وطبيعتها في استخداماتها المعلوماتيّة[٤].

٥- الترجمة الآلية من اللغة العربيّة إلى لغة أجنبيّة أو العكس تشكّل تحديّا كبيرا أمام الكمبيوتر، لأنّها تستدعي الفهم الدّقيق لبنية الجمل والمعاني في لغتين مختلفتين حتى تتم عمليّة تحويل النّص بينهما بشكل صحيح.

٦- عدم اقتناع الشّركات المصنعة للحواسيب بضرورة استنباط نظام تشغيل عربي التصميم والتطوير والإفادة[٥]، فتعريب الحاسوب أمر ضروريّ لتيسير التّعامل معه والاستعانة به في تعليم وتعلّم اللّغة العربيّة وعلومها لغير الناطقين بها.

*** الخاتمة**

تظل اللغة البشريّة جسرا أساسيّا للتواصل والتفاعل في عالم يتسارع فيه تقدم التكنولوجيات بمعدلات لا تصدّق ولا يمكن وصفها، وبفضل هذا التّطور في مجال اللّسانيات الحاسوبيّة تمّ تحويل هذا الجسر إلى طريق أكثر فهما وسلاسة.

ومن خلال مقالنا هذا استكشفنا مفهوم اللّسانيات الحاسوبيّة ونشأتها وكيف صارت جزء لا يتجزّأ من حياتنا، وتعرّفنا على أهميتها في تطوير عمليات التفاعل بين الإنسان والآلة، ومدى قدرتها على استخراج الأفكار وتحليل النّصوص بطريقة لم تكن في السّابق ممكنة من خلال معرفة أبرز مجالات استخدامها .غير أنّ هناك تحديات كبيرة تشكل حجر عثرة أمامها أهمّها وجوب فهم اللّغات

[١] العجماوي علاء الدّين صلاح، المعالجة الآليّة للّغة العربيّة بين الواقع والتّحديات، الموسم الثقافي ١٩، مجمع اللغة العربية الأردني، عمان، ٢٠٠١م، ص٧٣.

[٢] بوهيف عبد الله، مستقبل اللّغة العربيّة، حوسبة المعجم العربي ومشكلاته اللّغويّة والتّقنيّة أنموذجا، مجلّة التّراث العربي، العدد٣٩-٩٤، ٢٠٠٤م، ص٥٥.

[٣] ينظر: محسن رشوان وآخرون، مقدّمة في حوسبة اللغة العربيّة، ص٢٨.

[٤] بوهيف عبد الله، مستقبل اللّغة العربيّة، حوسبة المعجم العربي ومشكلاته اللّغويّة والتّقنيّة أنموذجا، ص٥٥.

[٥] المرجع نفسه: ص٥٥.

الإنسانيّة بشكل أدق وأعمق لتطويع الأنظمة الذّكية حتى تصبح أكثر تطورا واستجابة، وهذا ما يستدعي تضافر الجهود بين العلماء والمهندسين والمستخدمين، ويفرض الاستمرار في تطوير هذا الميدان بشكل مستدام، لأنّه ينبئ بمستقبل أكثر ذكاء وفهما لعالمنا وثقافتنا، فلنستمر نحو تحقيق هذا الهدف.

*** المراجع**

أحمد كشك، من وظائف الصوت اللغوي- محاولة لفهم صرفي ونحوي ودلالي- دار غريب للطباعة والنّشر، القاهرة، مصر، ٢٠٠٦م.

عبده الرّاجحي، علم اللغة التّطبيقي وتعليم العربيّة، لبنان، ط١، ٢٠٠٤م.

عماد الصّباغ، نظم المعلومات- ماهيتها ومكوّناتها- مكتبة دار الثّقافة للنّشر والتّوزيع، عمان، ط١، ٢٠٠٠م.

نهاد الموسى، العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللّسانيات الحاسوبيّة، المؤسسة العربيّة للدّراسات والنّشر، ط١، ٢٠٠٠م.

محسن رشوان وآخرون، مقدمة في حوسبة اللغة العربيّة، دار وجوه للنشر والتوزيع، المملكة العربيّة السعودية، الرياض، ١٤٤١هـ -٢٠١٩م.

علي حلمي موسى، دراسة إحصائيّة لجذور معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر، جامعة الكويت، ١٩٧٣م.

البواب، مروان، والطيان، محمد حسن، أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية (الكلمة- الجملة)، ضمن ندوة استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، تونس، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ١٩٩٦م.

فرغلي علي، الإطار النظري للمعالجة الآلية للغة العربية.المؤتمر الثاني حول اللغويات الحسابية العربية، الكويت، ١٩٨٩م.

الهبايلي، حسين، وبن رحومة، محمد كمال، ميادين تطبيق استخدام اللغة العربية في المعلوماتية (التعليم والتدريب). ندوة استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، ١٩٩٦م.

نبيل علي، اللغة العربيّة والحاسوب، دار تعريب، الرّياض، ١٩٨٨م

إبراهيم الخراشي، المعجم الحاسوبي للغة العربية، ٢٠٢٠م.

سالم الغزالي، المعالجة الآليّة للكلام المنطوق-التعرّف والتّأليف استخدام اللّغة العربيّة في المعلوماتيّة، المنظّمة العربيّة للتّربية والثقافة والعلوم، إدارة الثّقافة، تونس ١٩٩٦م.

المعتز باللّه السعيد وآخرون، العربيّة والذّكاء الاصطناعي، دار وجوه للنّشر والتّوزيع المملكة العربيّة السّعوديّة الرّياض، ط١، ٢٠١٩م.

نعيم محمّد عبد الغني، الذّكاء الاصطناعي وتعليم اللّغة العربيّة، نحو منصّة تعليميّة متكاملة، دار وجوه للنّشر والتّوزيع، المملكة العربيّة السّعوديّة، الرّياض، ط١، ٢٠١٩م.

محسن رشوان وآخرون، المعالجة الآليّة للنّصوص العربيّة، مباحث لغويّة، دار وجوه للنّشر والتوزيع، المملكة العربيّة السعوديّة، الرّياض ١٤٤١هـ-٢٠١٩م.

سلوى حمادة، المعالجة الآليّة للغة العربيّة –المشاكل والحلول، دار غريب للطباعة والنّشر والتوزيع، القاهرة، ط١، ٢٠٠٩م.

سناء منعم، اللسانيات الحاسوبيّة والتّرجمة الآليّة، عالم الكتب الحديث، إربد، ط١، ٢٠١٥م.

داود عبدة، في اللغة والحاسوب–التّرجمة وتدقيق الإملاء بين الإنسان والآلة، دار جرير، عمان، ط١، ٢٠١٠م.

العجماوي علاء الدّين صلاح، المعالجة الآليّة للّغة العربيّة بين الواقع والتّحديات، الموسم الثقافي ١٩، مجمع اللغة العربية الأردني، عمان، ٢٠٠١م

سي بشير راشيد وبراهيمي داوود، إجرائية البرمجة الحاسوبيّة للغات الطبيعيّة–حوسبة المقاطع الصّوتية–مجلّة دراسات معاصرة، جامعة تيسمسيلت، المجلد ٥، العدد٠٢، ٢٠٢١م.

البوني بلقاسم، اللسانيات الحاسوبيّة مفهومها وتطوّرها ومجالات تطبيقاتها، مجلة مكناسة، العدد١٢، ١٩٩٩م.

عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية –جهود ونتائج–مجمع اللغة العربيّة الأردني، ٢٠١٦م.

سعيد فاهم، قراءة في الإسهامات اللسانية الحاسوبية–آفاق ورهانات– مجلة دراسات، العدد٣٦، ٢٠١٥م.

حلمي موسى، استخدام الآلات الحاسبة الإلكترونية في دراسة ألفاظ القرآن الكريم، مجلة عالم الفكر، الكويت، المجلد١٢، العدد٤، ١٩٧٢م.

عبد الحليم عبّاس، دور اللغة العربيّة في نقل المعلومات الرّقميّة والتّبادل الثقافي عبر الشّبكات، صناعة المعجم الآلي أنموذجا، جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات، العدد١٠، نيسان٢٠٠٧م.

حنّا حداد، جهود المعاصرين في خدمة لسان العربيّة وفهرسته، أبحاث اليرموك، المجلد١٣، العدد١، ١٩٩٥م.

وليد عناتي، اللّسانيات الحاسوبيّة (المفهوم، التطبيقات، الجدوى) مجلة الزرقاء للبحوث والدّراسات، العدد٢، المجلد ٧، ٢٠٠٥م

خليفة بن الهادي ميساوي، الذّكاء الاصطناعي وحوسبة اللغة العربيّة –الواقع والتّحديات– مجلّة مدارات في اللغة والأدب، تبسة –الجزائر، المجلّد١، العدد٥، ٢٠٢١م.

بوهيف عبد اللّه، مستقبل اللّغة العربيّة، حوسبة المعجم العربي ومشكلاته اللّغويّة والتّقنيّة أنموذجا، مجلّة التّراث العربي، العدد٣٩–٩٤، ٢٠٠٤م

عيجولي حسين، تصميم طرق معالجة لغويّة لتلخيص النّصوص العربيّة، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في الدّراسات اللغوية، جامعة أبو بكر بالقايد، ٢٠١٧–٢٠١٨م.

سمية حمادي، اللسانيات الحاسوبية العربيّة من خلال أعمال الدكتور نهاد الموسى، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في ميدان اللغة العربيّة وآدابها، تخصص لسانيات عربية، جامعة الحاج لخضر، باتنة، ٢٠١٦–٢٠١٧م.

عائشة بنت عزيزان، مدوّنة عائشة بنت عزيزان على شبكة الأنترنت، الجامعة الإسلاميّة الماليزيّة، ٠٩ أفريل ٢٠٢٢م.

إسكندر كسكاس، التّلخيص الآلي للنّصوص العربية بالاعتماد على البنية الخطابيّة المجزّأة، موقع البوابة الأكاديميّة ٢٠١١م.

سكاي نيوز، الروبوت يترجم أفضل من البشر في ٢٠٢٤م،
أبو ظبي.