مجلّة اللّغة العربيّة المجلّد: 23 العدد: 2 السّنة: الثّلاثيّ الثّانيّ 2021 ص 249- 268

تحدّيات المعالجة الآليّة للغة العربيّة

The difficulties of automatic processing of the Arabic language

أ. رباحي محمّد*

المشرف: أ.د حاكم عماريّة

تاريخ الاستلام: 12- 12- 2019/ تاريخ القبــول: 12- 07- 2020

التعريف الرقمي للمقال: DOI 10.33705/0114-023-002-017

ملخّص: تسعى المعالجة الآليّة للغة العربيّة إلى تحليل النّصوص العربيّة باستخدام الذّكاء الاصطناعي، وتوظيف ذلك في تطبيقات تعمل على تحويل المنطوق إلى مكتوب والعكس، وكذا التّرجمة الآليّة والفوريّة، والتّدقيق الإملائي والنّحوي والتّشكيل الآلي للنصوص، والمحلّلات الصّرفيّة والنّحويّة وغيرها من التّطبيقات، وقد استفادت اللّغة العربيّة من محاكاة أبحاث الحوسبة في اللغات الأخرى، حيث أشرفت جامعات عالميّة في الولايات المتحدة ودول أخرى على كثير من برامج التّرجمة من وإلى اللّغة العربيّة وأيضا في تحليل النّصوص العربيّة ورقمنة الخط العربيّة، ثمّ لحقتها أبحاث أخرى في بعض الأقطار العربيّة، وهكذا تجاوزت المعالجة الآليّة للغة العربيّة كثيرا من التّحدّيات بهذه الأعمال وغيرها، غير أنّه لا تزال أمامها صعوبات أخرى بعضها يتعلّق ببيئة البحث اللغوي العربي وبعضها الآخر يتعلّق بخصوصيّة اللّغة العربيّة، وهكذا فإنّ تذليل تلك التّحديات يُتيح للغة العربيّة التّكيّف ومتطلّبات المعالجة الآليّة للّغات، كما يُتيح لها أيضا توظيف ما يُوفره الذّكاء الاصطناعي من حلول لبعض الإشكالات التي تتصل باستخدام اللّغة العربيّة وتداولها كتوحيد المصطلحات العربيّة بين مختلف الأقطار العربيّة، وكذا إنجاز المعاجم العربيّة وتحيينها وحوسبتها وغير ذلك من المستهدفات.

* ج. الدّكتور مولاي الطّاهر سعيدة، الجزائر، البريد الإلكتروني: rebahi19@yahoo.fr (المؤلّف المرسل)

كلمات مفتاحيّة: المعالجة الآليّة للغة؛ حوسبة اللُّغة العربيّة؛ التّرجمة الآليّة التّحليل الآلي للنصوص.

Abstract: The automatic processing of the Arabic language aims to analyze the Arabic texts using artificial intelligence, and employ that in applications that helps to convert the spoken to written and vice versa, as well as automatic and instant translation, spelling and grammar, automatic formation of texts and morphological and grammatical analyzes, etc. The Arabic language has benefited from Computing research simulation in other languages. International universities in the United States and other countries have supervised many translation programs to, from the Arabic language, and in the analysis of Arabic texts and the digitization of Arabic calligraphy. Thus, the automatic treatment of the Arabic language has exceeded many challenges through these operations , and still have other difficulties, some of which are related to the environment of the Arabic language research and others related to the specificity of the Arabic language, which had to be worked on in order to overcome it, to allow the Arabic language to adapt with the requirements of the computerization of languages and automatic processing, It also allows the latter to employ the solutions provided by artificial intelligence for some problems related to the use and circulation of the Arabic language, such as unifying the Arabic terms between various Arab countries, as well as the accomplishment , updating and computerization of Arabic dictionaries.

keywords: automatic processing of the language; computerization of Arabic language; automatic translation; automatic analysis of the texts.

1. مقدّمة: لم يعدّ التّعامل مع الوفرة الكبيرة من المعلومات والبيانات اللغويّة بالصّورة التّقليديّة التي ترتكز على العامل البشري لوحده كافيا أمام السّرعة التي يوفّرها الذّكاء الاصطناعي من خلال المعالجة الآليّة للغات البشريّة، والذي أنتج برامج تعتمد على خوارزميات حاسوبيّة يمكنها القيام بالتّرجمة الآليّة والتّدقيق الإملائي والنّحوي وتعليميّة اللغات وغيرذلك. ولا يزال السّعي مستمرا للوصول إلى مستويات متقدّمة من المعالجة الآليّة للغات يكون الاعتماد فيها كليّة على الآلة ودون مساعدة من الذّكاء البشري، على الرّغم من الصّعوبات التي تعيق الاندماج التّام بين اللّغة والآلة.

ويتّجه هذا البحث الموسوم ب "تحدّيات المعالجة الآليّة للغة العربيّة" إلى الوقوف على بعض صعوبات المعالجة الآليّة للغة العربيّة، والتي تشترك في بعضها مع كلّ اللغات البشريّة، وتنفرد بتحدّيات أخرى تتعلّق بخصوصيّة اللّغة العربيّة، وهناك تحدّيات تتعلّق ببيئة البحث اللغويّة العربي، وتحدّيات تتعلّق بمحدوديّة الآلة في تعاملها مع الظّاهرة اللغويّة ويمكن مع ما نشهده من تسارع مستمر في تطور الذّكاء الاصطناعي تذليل كثيرمن تلك الصّعوبات وتيسير المعالجة الآليّة للّغة العربيّة.

2. المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة:

2.1. بداية المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة: تعود فكرة المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة إلى مشاريع التّرجمة الآليّة في بداية أربعينيات القرن العشرين، حيث اقترح (ويفير) استخدام تقنيات التّشفيرلفك رموز التّرجمة آليا. وفي عام 1952م عُقد المؤتمر الأول للترجمة الآليّة في معهد ماسشوستس للتقنيّة (Institue Of Massachusetts Technology)[1]. وفي عام 1965م، ظهرت الأنظمة الرّوسيّة التي تُعتبرأكثرتعقيدا، إذ شككت اللجنة الاستشاريّة للمعاجلة الآليّة للغة الطّبيعيّة (Automatic Language Processing Advisory Comittee) في جدوى إجراء المزيد من الأبحاث والدّراسات في هذا المضمار ومن ثمّة دعت إلى التّقليص من الميزانيّة المخصّصة لتمويل المشاريع البحثيّة الموجّهة للترجمة الآليّة الشّيء الذي جعلها تعرف نكوصا وركودا لا نظيرله، استمر إلى بداية عام 1975م، وقد أدى ذلك بدوره إلى هبوط كبيرفي حركة التّرجمة في الولايات المتّحدة الأمريكيّة على الرّغم من أنّ العمل استمر إلى حد ما في أوربا وكندا والاتحاد السّوفياتي[2].

وكانت عمليات التّرجمة الآليّة تلك تنطلق من البحث في قائمة مفردات من لغة لأخرى وتكون مقابلاتها مخزّنة سلفا في ذاكرة الحاسوب، حيث يقوم بالبحث فيها وإعطاء مقابلات للمدخلات بصورة آليّة، وبذلك كان من الممكن معالجة قدر كبير من المواد اللغويّة في وقت وجيز من خلال الإفادة من الذّكاء الاصطناعي. غير أنّه لم تسلم عمليات التّرجمة هذه من كثرة العيوب في مختلف مستويات اللغة دفعت في وقت لاحق للبحث في مفهوم اللّغة وكيفيّة اشتغالها وإنتاجها من طرف الذّكاء البشري، وأسهمت مختلف النّظريات اللغويّة في اقتراح تصورات للغات الطّبيعيّة مكّنت من معالجتها آليا.

كما "أنّ الأنظمة الحاسوبيّة المتطوّرة الجديدة بدأت في الظّهور تباعا في الولايات المتّحدة الأمريكيّة وكندا وفيما بعد فرنسا، ومنذ ذلك الحين، ازدادت الحاجة الملحّة إلى التّرجمة الآليّة وتطبيقاتها الآليّة، لأنّ حاجات التّجمّعات العلميّة والتّكنولوجيّة والحكوميّة والتّجاريّة لنشر المعلومات أصبحت ملحّة ممّا زاد من تعقيد الأدوات الحاسوبيّة، ودفع بعلماء اللغويات الآليّة إلى تطوير الإنتاج بغرض دعم تطبيقات التّرجمة الآليّة والتّرجمة بمساعدة الحاسوب والموجهتين لخدمة الأرصاد الجويّة والكتب العلميّة والتّقنيّة وغيرها"[3].

2.2. مفهوم المعالجة الآليّة للغة: تهدف المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة لتحليل النّصوص ومعالجتها في مستوياتها الصّوتيّة والصّرفيّة والنّحويّة باستخدام الذّكاء الاصطناعي، معتمدة في ذلك على الخوارزميات الحاسوبيّة ومستفيدة من مختلف النّظريات اللغويّة التي تُعنى بالتّحليل الصّوري للغات الطّبيعيّة، و"التّطوّر الهائل في علوم اللسانيات، وخضوع كثير من جوانبها للمعاجلة الرّياضيّة والمنطقيّة والإحصائيّة"[4].

فالمقصود إذن من المعالجة الآليّة للغات الإنسانيّة هو "مجموعة من الطّرق ذات الأساس النّظري والتي تقوم بتمثيل النّصوص والكلام البشري على مستوى واحد أو أكثر من المستويات اللغويّة (مثل مستوى الصّوتيات ومستوى الكلمة ومستوى الجملة) وذلك بهدف معالجة اللّغة بطريقة تشبه معالجة البشر لها في مجموعة من المهام والتّطبيقات"[5]. وفي هذا الاتجاه حاول "العلماء والاختصاصيون في العلاج الآلي للغات الطّبيعيّة عبر العالم أن يجدوا أحسن الطّرق وأخصرها للوصول إلى صيغ وأنماط رياضيّة لغويّة تمكّنهم من استعمال الرّتّاب (الحاسب الإلكتروني) لمعالجة النّصوص اللغويّة بكيفيّة آليّة"[6].

وتشمل المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة تحليل اللُّغة في كُلّ مستوياتها وتتشاركها ثلاثة علوم هي: [7].

أ-علم اللغويات: وهو العلم الذي يُعنى بدراسة اللّغات الطّبيعيّة من منظور علمي، إنّها تسعى إلى صياغة قواعد صوريّة وهيكليّة للغات ومن ثمّ التّوصل إلى بناء قواعد عامة للغات البشريّة.

ب-علوم الحاسوب وتقنياته: يقوم الحاسوب بوظيفة تمثيل القواعد والمعرفة اللُّغويّة في ذاكرته الحاسوبيّة بطريقة تجعله قادرا التّعرف عليها توليدا وتحليلا وتخزينها واسترجاعها ومن ثمّ تقديمها للمستفيد البشري لاستغلالها في تطوير الموارد اللسانيّة للغات الطّبيعيّة.

ت-وعلم النّفس الإدراكي: يضطلع بدور دراسة الفهم البشري للغة.

3. تحديات المعالجة الآليّة للغة العربيّة: مكّن تطوير نظم المعالجة الآليّة اللغويّة من إنتاج تطبيقات قادرة على محاكاة الذّكاء البشري في إنتاج الكلام وتحليله انطلاقا من نصوص مكتوبة أو مقروءة، وكذا تحليل قدر هائل من البيانات اللغويّة في وقت قصير، وأصبح استعمال هذه التّطبيقات ضروريا في ظل ما تتميّز به الحياة المعاصرة من "ظاهرة انفجار المعلومات: إنّ تضخّم المعلومات وتعقّدها يتطلّبان سرعة ودقّة في تجميعها، وتحليلها ومعالجتها، وتوزيعها، واسترجاعها. ولقد عجزت الوسائل البشريّة للتلخيص والفهرسة والاستخلاص، والتّحليل، عن ملاحقة هذا الكم الهائل والمتراكم من المعلومات التي تنهال علينا من مصادر عديدة ومتباينة، تمثّل المعطيات المصاغة لغويا القسم الأكبر من فيض المعلومات، ولذا فإنّ عمليّة السّيطرة عليها لا بد أن ترتكز في جوهرها على أسس لغويّة متينة"[8].

وإن كُنّا قد تحدثنا عن الآفاق والإمكانات الهائلة التي يُتيحها الذّكاء الاصطناعي في سبيل المعالجة الآليّة للّغات وما نتطلع إليه نحن من مستهدفات تتصل بحوسبة اللغة العربيّة، يجب أن نشير أيضا إلى محدوديّة الآلة في تعاملها مع الظّاهرة اللغويّة مقارنة بالذّكاء البشري، في كثير من الجوانب، ممّا يعني أنّ هناك كثير من العقبات لم يصل الذّكاء الاصطناعي بعد إلى تجاوزها في معالجته للغة، فلو أوردنا مثلا الجملة التّاليّة: "ستذهب إلى الجامعة البارحة"

سيدرك العقل البشري أنّ هذا التّركيب غير سليم من خلال توظيفه لبعض القواعد الضّمنيّة التي تضبط إنتاج الكلام، إلى جانب القواعد الصّرفيّة والنّحويّة، إلخ. أمّا إذا عالجنا المثال السّابق حاسوبيا بهدف الوقوف على سلامة التّركيب فإنّ الذّكاء الاصطناعي يقوم بتوظيف خوارزميات باعتماد محلّلات صوتيّة وصرفيّة ونحويّة ودلاليّة تختلف عن تلك التي يوظفها الذّكاء البشري في عمليّة إنتاج اللّغة وتحليلها، وبالتّالي قد لا يصل الذّكاء الاصطناعي إلى العلّة في المثال السّابق، وأيضا في المثال (هل يمكن أن تساعدني من فضلك)، فعلى الرّغم من أنّ هذه التّركيبة اللفظيّة وردت في شكل سؤال غير أنّ متلقيها يُدرك أنّه أمام طلب من خلال انتباهه لوجود قرائن تدلّ على أنّ الغرض منه هو الطّلب وليس الاستفهام، وهذه القرائن قد لا يصل إليها الذّكاء الاصطناعي لعدم امتلاكه لتلك المرونة التي يتميّز بها الذّكاء البشري والتي تُتيح له إدراك سلامة هذه التّعابير ومدلولاتها، وحتى يتمكن الذّكاء الاصطناعي من محاكاة الذّكاء البشري علينا أن نقوم بإدخال عدد كبير من التّراكيب والصّيغ لمختلف الاحتمالات في قاعدة بياناته، مع ذلك قد لا يصل إلى التّقييم السّليم، لاستحالة تزويده بكلّ الاحتمالات، فبعض التّراكيب اللفظيّة على بساطتها ودون أن نضيف لها تعقيدات المجاز والمشترك اللفظي والتّغيرات الدّلاليّة التي ترافق الألفاظ من اختصاص لآخر ومن مجال لآخر ممّا يُستخدم على نطاق واسع وبشكل دائم في لغتنا والتي لا تُشكل أي صعوبة للذكاء البشري في فهمها وإدراك معانيها، نجد أنّها تُشكل تحديا كبيرا أمام الذّكاء الاصطناعي، ممّا يعني أنّ سبيل معالجة اللّغة العربيّة آليا وجعلها ميسرة أمام الآلة يمر عبر تحدّيات كثيرة نفصّل بعضها فيما يلي:

3.1. تحديات تتعلق ببيئة البحث اللغوي العربي:

أ-إذا قلنا أنّ الإنجليزيّة قطعت أشواطا في مجال الحوسبة وقواعد البيانات والتّرجمة الآليّة، وهي "اللغة الأولى في النّشر والعلم والتّكنولوجيا، والتّخزين الحاسوبي ..."[9] وهي بذلك تُشكل قاطرة اللغات الأخرى لما توفّره من مباحث جاهزة أمام اللغات عموما واللاتينيّة خصوصا التي تشترك معها في الحروف والأصوات وكثير من الخصائص الأخرى وحتى في بعض القواعد اللغويّة والصّرفيّة والتّركيبيّة ممّا يُتيح للباحثين في هذه اللغات مواكبة الإنجليزيّة من خلال تحوير ما تتوصّل إليه من ابتكارات في مجال حوسبة اللغة وتخريجها بما يوافق لغاتهم، لكن ليس الأمر كذلك في اللسان العربي الذي يتميز بكثير من

الصّفات والخصائص التي تجعله يتفرّد بنظامه عن باقي الالسّن الأخرى، ممّا يُشكل تحدّيا أمام المشتغلين بالمعالجة الآليّة للغة العربيّة. فاللغة العربيّة تُكتب من اليمين إلى الشّمال بخلاف اللغات ذات الأصل اللاتيني مثلا ولها نظام فونولوجي ومورفولوجي خاص بها من حيث عدد الأصوات ومخارجها وصفاتها ونظام كتابتها، وأيضا من حيث البناء الصّرفي للمونيمات والتّراكيب اللغويّة، كما تتميز العربيّة بخاصيّة الإعجام عند رسم الحروف من خلال الضّبط بالشّكل (الفتحة والكسرة والضّمة والسّكون) وهي تتفرّد بذلك عن معظم الالسّن البشريّة المتداولة، هذا التّفرد (الخصوصيّة) التي يتميّزبها اللسان العربي تطرح صعوبات وتحدّيات لا حصر لها أمام المجمعات اللغويّة العربيّة وأمام الباحثين القائمين على حوسبة اللغة ومعالجتها آليا، ممّا يضطرهم في كثيرمن الأبحاث لإيجاد حلول مبتكرة تتوافق وخصوصيّة اللسان العربي، وفي مرّات أخرى يجب السّيرفي اتجاه تطويع بعض قواعد اللغة حتى تصبح ميسرة أمام الآلة.

ب-التّأخر العلمي والتّكنولوجي: يفرض التّأخر التّكنولوجي والرّقمي العربي عوائق كبيرة أمام الباحثين والهيئات اللغويّة العربيّة، في مقابل ما توصّلت إليه البشريّة من أدوات تقنيّة متقدّمة. فالعمل على حوسبة اللغة عموما يتطلب تكوين باحثين ومتخصّصين في العلوم التّقنيّة والتّكنولوجيّة وكذا علوم اللغويات، ويتطلب توفيرالوسائل والأجهزة التّقنيّة والتي لا تتوفّر عليها معظم الجامعات العربيّة. ويتطلّب إسهام مؤسّسات عملاقة (كميكروسوفت وقوقل وغيرها) من المؤسّسات الرّائدة في مجال الحوسبة. ويمكن أن نضيف إلى ذلك أنّ التّكوين العلمي للطلاب في كثيرمن الدّول العربيّة يتم بإدراج اللغة الإنجليزيّة أو الفرنسيّة مما يُنتج ضعفا لغويا لدى طلاب الشّعب العلميّة، إلى جانب الضّعف التّقني والعلمي لدى طلاب التّخصصات اللغويّة الأدبيّة. وأصبح من الواضح في الجامعات العربيّة "أنّ الحوار بين المهندسين وبين اللغويين صعب جدًا بل قد يتعذّر أحياناً، وربّما أدّى ذلك إلى أن يشتغل المهندس وحده مع ضآلة المعلومات العلميّة التي لديه عن الظّواهر اللغويّة والعكس أيضا حاصل، ولذلك نقترح أن تنظم المؤسّسات حصصا في مستوى الماجستيرفي النّظريات اللسانيّة للمهندسين وفي علوم العلاج الآلي للسانيين الذين يُريدون أن يتخصّصوا في هذا النّوع من البحوث"[10]. واجتماع كل هذه العوامل في بيئة البحث اللغوي العربي يُشكّل تحديا أمام المعالجة الآليّة للغة العربيّة ولا يمكن تذليله إلاّ من خلال عمل منظّم بتوفيرالتّكوين

اللازم للباحثين في الجامعات العربيّة، ومن خلال دفع الشّركات العملاقة التي تسعى إلى تحقيق الأرباح للاستثمار في حوسبة اللغة العربيّة ومعالجتها آليا مع ضمان عائدتها الماديّة وفي جانب آخر العمل على ضمان التّكوين اللغوي الجيد لطلاب التّخصصات العلميّة والتّقنيّة قصد تجاوز هذا النّوع من الصّعوبات.

ج-إشكاليّة المصطلح: يطرح الواقع المصطلحي العربي بصورته الحاليّة واحدا من أهم وأعقد التّحديات أمام حوسبة اللغة العربيّة، خاصّة تلك المصطلحات العلميّة التي يجب أن يتحقّق فيها شرطي الدّقة والوضوح، "فلا يحتاج الباحث لوقت طويل ليلاحظ أنّه لا يوجد أي إجماع حول تسميّة المصطلحات الالسّنيّة التي يتمّ تداولها الآن في الكتابة الالسّنيّة بل يلاحظ تعدّد بإزاء المفهوم الواحد، فتحمل مترادفات عديدة أحيانا كثيرة مفهوما واحدا دالا على ظاهرة واحدة ما أضفى على المصطلح فوضى عارمة"[11] مسببة غموضا لدى المجتمعات العلميّة والمعرفيّة. فالمصطلحات كثيرة وتختلف حسب المناطق الجغرافيّة (المشرق والمغرب) وحسب طرق النّقل والتّرجمة من الإنجليزيّة أو الفرنسيّة وغير ذلك، هذه الفوضى المصطلحيّة إضافة لما تسببّه من وارتباك لدى المجتمعات العلميّة، فهي تُصعّب على المشتغلين في مجال الحوسبة والمعالجة الآليّة للغة العربيّة استيعاب كل ذلك القدر من الإشكالات المصطلحيّة ممّا يطرح صعوبة في كيفيّة التّعامل معها، ويضيف تحديا آخر أمام المعالجة الآليّة للغة العربيّة.

د-قلّة المدونات العربيّة وقواعد البيانات على الانترنت: يشير كثير من الباحثين إلى قلّة المحتويات العربيّة المحوسبة على الأنترنت مقارنة باللغات الأخرى هذه القلّة في المحتوى تُشكل عائقا أمّا الباحث العربي المشتغل على الحوسبة، ممّا يضطره عند طرح أي مشروع يتعلق بحوسبة اللّغة العربيّة أو حوسبة المعاجم إلى بناء قاعدة بيانات تخصه وهذا أمر في غاية الصّعوبة، إذ لا يوجد الكثير من الذّخائر والمدوّنات اللغويّة الجاهزة والمحدّثة بصورة مستمرة حتى يتمكّن الباحث العربي من البناء عليها واستثمارها، بخلاف ما نجده في اللغة الإنجليزيّة مثلا التي توفّر للباحثين في مجال الحوسبة مدوّنات وقواعد بيانات جاهزة يمكن الاشتغال عليها لتحقيق مختلف المشاريع التي تتعلّق بالمعالجة الآليّة للغة.

3.2. تحديات تتعلّق باللغات الطّبيعيّة:

أ-الحقيقة والمجاز: يضمّ هذا الباب كل الكلام المشتمل على ظواهر بلاغيّة كالتّشبيه والاستعارة والكناية وأنواع المجاز وغيرذلك، ويقصد بالمجاز "ما استُعْمل من الكلام في غيرما وُضعَ له أصلا مع وجود علاقة بين المعنى الأصليّ والمعنى المراد، وقرينة تمنع من إرادة المعنى الحقيقيّ، وهو أنواع: المجاز المرسل، المجاز بالاستعارة، المجاز بالحذف، المجاز العقليّ ..."[12] ويضمّ هذا الباب أيضا الكلام المختصر والنّاقص والضّمني وغيرذلك، و"ما يُصاب به الكلام من حذف أو التّقديم أو التّأخير وإرادة معنى آخر غيرالمعنى الموضوع للفظ وهو المجاز إلاّ أنّه يُصبح بهذا العارض غيرمفهوم ولا يُمكن أن يُفهم إلاّ بدلالة الحال الخارجة عن اللفظ"[13] وهذه الظّواهر اللغويّة لا تقتصر على لغة دون أخرى بل نجدها في جل الالسّن البشريّة وبصور متعدّدة ومتفاوتة، ومن الأمثلة في اللغة العربيّة (وَاشْتَعَلَ الرّأسُ شَيْبا)[14]، (فتحرير رقبة مؤمنة)[15]... كلمة (رقبة) مجاز مرسل حيث عبّربالجزء (الرّقبة) وأراد الكل (الإنسان المؤمن)، مثل هذه الصّور عموما وكذا الكلام النّاقص أو المختصر يُدركه الذّكاء البشري، غير أنّه يُشكل تعقيدا كبيرا أمام الذّكاء الاصطناعي ففي المثال السّابق تأخذ الآلة دلالة لفظ (رقبة) على ظاهره، وبالتّالي لا يمكنها الوصول إلى المعنى المقصود من ذلك اللفظ، وبذلك يُشكّل الكلام المُشتمل على ظواهر بلاغيّة صعوبة أمام المعالجة الآليّة للغات عموما.

ب-المشترك اللفظي: ونعني به "دلالة اللفظ على معنيين فأكثر، والتّضاد فرع له فقد ورد في اللغة ألفاظ أخرى يدل الواحد منها على معنيين أيضا، ولكنّهما على التّضاد، واصطلح العلماء على تسميّة هذه الألفاظ الواردة بالأضداد"[16]. وظاهرة الاشتراك اللفظي هذه نجدها في جلّ اللغات وبصور مختلف فتتفق بعض الألفاظ في أصواتها وصورة نطقها مع اختلاف في دلالتّها، كلفظ (الخال) مثلا هو أخ الأم، وهو الشّامة في الوجه، وهو الأكمة الصّغيرة، أي التّل وهو ما دون الجبل، هذا التّغير في دلالة اللفظة الواحدة يشكل صعوبة أمام حوسبة اللغات وبخاصّة أثناء الاستخدام الصّوتي، سواء في مجال التّرجمة الفوريّة أو أثناء تحويل الكلام المنطوق إلى نص مكتوب أو غيرذلك، ويتكرّر الأمر نفسه عند استخدام الألفاظ ذات الصّورة النّطقيّة المتطابقة والتي تفترق في رسمها، فهي تطرح تحديا آخر أمام المعالجة الآليّة للغة حيث نجد أنّ الذّكاء الاصطناعي يرتبك أمام المداخل المعجميّة أو الألفاظ التي تتعدّد دلالتّها أو تتداخل مع غيرها فيصعب تحديد الدّلالة المقصود عند المعالجة الآليّة من بين عدد من

الدّلالات المشتركة، ويدخل في هذا الجانب أيضا ما يسمّى بالدّلالة اللغويّة والاصطلاحيّة وكذا الاستعمال العام والخاص وغيرذلك.

ج-الظّواهر اللغويّة فوق التّقطيع (النّبر): "النّبر في اللّغة معناه البروز والظّهور ومنه (المنبر) وهذا المعنى العام ملحوظ في دلالتّه الاصطلاحيّة؛ إذ هو في الدّرس الصّوتي يعني نطق مقطع من مقاطع الكلمة بصورة أوضح وأجلى نسبيا من بقيّة المقاطع التي تجاوره"[17]. وللنبر قيمة صوتيّة نطقيّة وأخرى فُنولوجيّة وظيفيّة ويكون أثره مرتبطا بالجانب الأدائي النّطقي ولا يكون له أثر في النّصوص المكتوبة ولا يظهر عند القيام بالتّقطيع المزدوج (la double articulation)، وله دور وظيفي في تمييز معنى الكلام ففي الإنجليزيّة مثلا إذا نطقنا كلمة (import) بنبر المقطع الأوّل كانت اسما وإذا وضعنا النّبر على المقطع الثّاني كانت فعلا وكذلك الحال في الكلمات (convert) و (subject) و (present) و (permit) والتي تتغير دلالتّها بحسب توظيف النّبر في كل مقطع منها، هذا يُشكّل التّباسًا أمام المعالجة الآليّة للغة وبخاصّة عند التّعامل مع النّصوص المكتوبة أو أثناء نقلها بالماسحات الضّوئيّة، ولو أتينا إلى اللغة العربيّة نجدها تُصنّف ضمن مجموعة اللغات غير النّبريّة، لأنّ دلالة الألفاظ فيها لا تتغير عند تغيير موضع النّبر، بتغيير الضّغط على مختلف أجزاء الكلمة، لكنّ الأمر يختلف على مستوى التّراكيب، التي تتغير دلالتّها بحسب الضّغط على مختلف أجزائها وينتج عن ذلك التّغير في النّبر عدّة أغراض كالتّحقيق والاستفهام وغيرذلك وتبرز الصّعوبة خاصّة عند تعامل الآلة مع المنطوق كالخطب السّياسيّة أو الدّينيّة والقيام بتدوينها وإعادة استنطاقها، إلخ.

د-المطابقة بين المنطوق والمكتوب: يقول محمود فهمي حجازي: "لو كان القارئ العربي مثلا يقرأ المدونة حرفا حرفا لما استطاع أحد قراءة كلمة عربيّة غير مضبوطة بالحركات، بل لما استطاع الأقدمون قراءة كلمة مدوّنة بحروف دون نقط وفي كل هذه الحالات يكفي الرّمز المكتوب لأن يذكر القارئ بالصّورة الصّوتيّة للكلمة المدونة"[18]، وظاهرة عدم التّطابق هذه بين المنطوق والمكتوب لا تختص باللسان العربي فقط إنّما تشترك فيها كثير من الالسّن، وقد تكون اللّغة العربيّة أقرب اللغات مطابقة بين المنطوق والمكتوب، وبخاصّة عند ارفاق المكتوب بالحركات الإعرابيّة ومن أمثلة ذلك في العربيّة نجد (ال) الشّمسيّة تكتب فيها اللام ولا تنطق، وإذا استثنينا الرّسم العثماني الذي يختص بالقرآن الكريم يمكن القول أنّ اللغة العربيّة من أكثر اللغات انسجاما بين المنطوق والمكتوب، أمّا اللغات ذات الأصول اللاتينيّة فيتضح

فيها عدم الانسجام أكثروفيها الكثير الأمثلة التي توضح ذلك الاختلاف الكبيربين المنطوق والمكتوب، مثلا في الإنجليزيّة (What) يرسم فيها حرف (h) ولا ينطق ونجد كذلك استعمال الحروف المركبة مثل: (ذ - ث th) (ش sh) (s–ce – ci –cy)، وهناك أمثلة أخرى كثيرة من مختلف اللّغات البشريّة. فهذا التّفاوت بين المنطوقات وصور رسمها يعدّ من صعوبات المعالجة الآليّة للغات عموما.

3.3. تحديات تتعلق بخصوصيّة اللغة العربيّة: تشترك اللغات البشريّة في كثيرمن الخصائص والسّمات وبذلك يمكن معالجتها آليًا بنفس القواعد والآليات الحاسوبيّة من خلال البحث في تلك الخصائص المشتركة بين كل اللغات البشريّة وعلى الرّغم من ذلك نجد أنّ "لكل لغة سماتها ومميّزاتها الخاصّة بها، ويستوي في ذلك أن تكون هذه الخواص صوتيّة أو صرفيّة أو نحويّة أو أسلوبيّة أو على مستوى الألفاظ ودلالتّها"[19]، واللّغة العربيّة لها خصائص تتفرّد بها عن باقي الالسّنة، قد يُشكّل بعضها تحدّيا أمام المعالجة الآليّة لها.

أ-النّحو العربي وتيسيره: هذا الباب هو واحد من أهم المباحث اللغويّة المميّزة للّغة العربيّة، فالنّحو يُعرَّف بأنّه "العلم المستخرج بالمقاييس المستنبطة من استقراء كلام العرب الموصلة إلى معرفة أحكام أجزائه التي ائتلف منها"[20]، وبسط النّحاة البحث فيه وتفرّعت مباحثه ومدارسه وأعلامه ومناهجه، ولم يعدّ أساس البحث في النّحو ضابط السّير على نحو كلام العرب، بل اُستحدثت مذاهب وتوجُّهات جعلته يسير إلى الغموض والإبهام بالخوض في كثيرمن المسائل الجدليّة المتشعبة. ممّا يوجب التّفكيرفي تيسيربعض القضايا النّحويّة وتبسيطها، ولعلّ ابن مضاء القرطبي[21] صاحب أبرزدعوة لإصلاح النّحو إذ نادى" بإلغاء بعض القواعد النّحويّة الهامّة واستبدال غيرها بها؛ كنظريّة العامل التي تعتبرمن أسس الإعراب الأولى فهو لا يرى مسوغا لهذه الاختلافات مثلا حول عامل الرّفع في المبتدأ، أهو الابتداء كما يقول البصريون، أم الخبر كما يزعم الكوفيون، وحول عامل الرّفع في الفعل المضارع أهو تجرّده عن النّاصب والجازم كما هو مذهب البصريين أم هو حرف المضارعة كما يرى الكسائي"[22]، يُعطينا هذا صورة عن التّعقيدات والتّحديات التي تحيط بالنّحو العربي وتجعله عصيا على الاستيعاب بصورته الحاليّة سواء أمام الذّكاء البشري أم المعالجة الآليّة التي تعتمد على الذّكاء الاصطناعي، و"تمثّل معالجة النّحو آليا صلب اللسانيات الحاسوبيّة، وتشهد ساحتها أقصى درجات الامتزاج بين اللسانيات والحاسوبيات، بجانب

ذلك فالمعالجة النّحويّة الآليّة هي قنطرة الوصل التي تعبر خلالها مسارات الاقتراض المتبادل بين علوم اللُّغة وعلوم الحاسوب، ويُقصد بذلك اقتراض مصمّمي لغات البرمجة لبعض خصائص اللغات الطّبيعيّة لإكساب اللّغات الاصطناعيّة المرونة والقوّة، واقتراض منظّري اللّغات الطّبيعيّة لبعض الأساليب المنهجيّة والتّحليليّة لعلوم الحاسوب، وذلك لاستخدامها في صياغة النّحو، وتمثيل العلاقات الدّلاليّة وتنظيم المُعجَم، وما شابه "[23]. و"تحتاج صياغة النّحو العربي في صورة رسميّة إلى جهد مضن لفريق من اللغويين وعلماء الحاسوب، وإلى أقصى استغلال لخاصيّة التّوسط النّحوي من خلال الدّراسات المقارنة التّقابليّة وهي حتما عمليّة متدرّجة، فعلينا أوّلا أن نبدأ بتقعيد الظّواهر النّحويّة الأساسيّة لنضيف إليها بعد ذلك الفرعيات باستغلال نظام النّحو الآلي نفسه "[24]. فالنّحو العربيّ بصورته هذه هو من أكثر التّحدّيات التي تعقّد المعالجة الآليّة للغة العربيّة، والتّفكير في تبسيط قواعده حتميّة لجعل اللغة العربيّة طيعة أمام المعالجة الآليّة.

ب-التّشكيل في اللّغة العربيّة أو الاعجام بالحركات: التّشكيل (أو الإعجام بالحركات) في اللغة العربيّة يعدّ من العقبات التي تعقّد المعالجة الآليّة للّغة العربيّة بحيث أنّ هذه الحركات (الفتحة، الكسرة، الضّمة والسّكون) إضافة إلى قواعد النّحو التي تحكمها (فاعل، مفعول به ...) وتجعلها متغيّرة وتُغيّر من دلالة الجمل والتّراكيب، يمكن وصفها بأنّها "أكبر عيب يؤخذ على الكتابات السّاميّة والكتابة العربيّة بالخصوص، هو الإشكال واللبس وعدم الوضوح، وذلك راجع إلى الاختزال والافراط في الاقتصاد "[25]. والكتابة العربيّة تتميّز "بحساسيّة سياقيّة شديدة، إذ يتغيّر شكل الحرف الواحد تبعا للحروف السّابقة، أو اللاحق له، أو كليهما، ولا يقتصر الأمر على الحروف بل يتجاوزها إلى علامات التّشكيل التي تتغير مواضعها الأفقيّة والرّأسيّة والفوقيّة والتّحتيّة بالنّسبة للحروف الحاملة لها، وكذلك تتلون علامات التّشكيل وتدغم عبر الكلمات المتتاليّة حيث تتفاعل نهاية الكلمات أحيانا مع بداية ما يليها "[26] فلفظة (بر) في المثال التّالي: (بر الوالدّين) توضّح كيف تؤثّر الحركات على دلالة الكلمة ومن ثم على دلالة التّركيب، فإذا كانت كلمة (بر) مرفوقة بكسرة دل ذلك على الاحسان للوالدّين ويستقيم المعنى أمّا إذا كانت مرفوقة بضمة فإنّ دلالتّها تنتقل إلى معنى (قمح)، وكذلك الحال إذا كانت مرفوقة بالفتح أين تكون دلالة الكلمة بمعنى اليابسة التي هي في مقابل البحر. فحركات الإعجام تتسم بمرونة وتغير دائم، وكثيرا ما يكون تغيرها وظيفيا

يؤثر على دلالة الألفاظ والتّراكيب، وهذه الخاصيّة ليس لها مقابل في اللغات الأخرى غير السّاميّة، وهي بذلك تعقّد المعالجة الآليّة للغة العربيّة. فهذا الجانب في اللّغة يوجب العمل عليه بوضع تصوّر حاسوبي شامل لهذه الحركات (الفتحة، الكسرة، الضّمة والسّكون) يكفل ضبطها وتحديد دورها الوظيفي. وفي المرحلة الأخيرة ظهرت برامج تعمل على تشكيل النّصوص العربيّة آليا بنسبة صواب جيدة، مثل البرنامج التي طورتها شركة (صخر).

ج-توظيف الضّمائر والسّوابق واللواحق في اللغة العربيّة: اللّغة العربيّة لغة دمجيّة (Holophrastique) و"التّجزئة في العربيّة لا تهم الكلمة البسيطة والكلمة المركّبة بل الكلمات بالعربيّة مركّبة بالقوّة أو قابلة نظريا للتركيب ويحلّ هنا مفهوم الكلمة الجملة"[27] فاللغة العربيّة تتميّز بقدر من المرونة عند توظيف الضّمائر المستترة والمتصلة وإلحاق السّوابق واللواحق بالمفردات فهي توفر سهولة في التّعبير بأقل عدد من التّراكيب محققة نوعا من الاقتصاد اللغويّة، فعبارة (فأَسْقَيْناكُمُوهُ)[28] تتركّب من خمس مونيمات أي خمس وحدات لغويّة دالة وهي: (حرف عطف / فعل ماض / فاعل / مفعول به أول / ومفعول به ثان)، وعندما نأتي إلى معالجتها عن طريق الذّكاء الاصطناعي يكون الأمر مقعدا ممّا يتطلّب إيجاد حلول مبتكرة في سبيل معالجة اللّغة العربيّة حاسوبيا وفي هذا الاتجاه كذلك يمكن أن تؤدّي السّوابق واللواحق إلى ظاهرة الاشتراك اللفظي، فبعض الكلمات عند اتصالها بالسّوابق أو اللواحق تتطابق مع كلمات أخرى رسما ونطقا مع بقاء الاختلاف في الدّلالة، مثل (أَلَمْ) بمعنى الوجع و(أَلَمْ) التي تتشكل من جزأين هما (ألف) الاستفهام وحرف النّفي (لم) كقولنا (أَلَمْ تدرس اليوم؟)، هذا الاشتراك اللفظي يضيف تعقيدا آخر لعمل السّوابق واللواحق في اللغة العربيّة عند معالجتها آليا.

د-طبيعة رسم الخط العربي: يتميّز رسم الحروف العربيّة بكثير من الخصوصيّة التي تصعّب في بعض جوانبها معالجته آليا فمثلا خاصيّة التّنقيط (نقطة نقطتين إلى ثلاث) التي تعمل على التّمييز بين الفونيمات أو بين الصّور الخطيّة للحروف نجدها تتأثر بالحذف أو الزّيادة مُحدثة تغيرا في المعنى، كما أنّ رسم هذه النّقاط يكون بحجم صغير قد لا يظهر أحيانا عندما لا تكون وسائل الطّبع الجودة المطلوبة أو يختفي بعامل الزّمن من المدونات المطبوعة فينتج عن ذلك تداخل في الدّلالة بخاصّة عند استخدام الماسحات الضّوئيّة في حال الاشتغال على النّصوص المكتوبة أو الشّاشات التي تعرض النّصوص والمدوّنات، فمثلا قد لا

تظهر نقطة الحرف (ض) فيتم نقلها على أنّها الحرف (ص) وأيضا (ط.ظ) (د.ذ) (ز.ر) (ع.غ) وبالتّالي تتأثّر دلالة النّصوص ومعانيها بوجود النّقاط وغيابها. ومن بين الخصائص الأخرى التي نشير إليها رسم الهمزات (على الألف، على النّبرة، على الواو وعلى السّطر) فيتغيّر رسمها بحسب الحركات التي تلحقها أو تسبقها. ويمكن أن نشير هنا أيضا إلى أنّ رسم الخط العربي لا يضع أي تمييز للدلالة على أسماء الأعلام والبلدان مثلما نجده في اللغات الأخرى كالفرنسيّة والانجليزيّة مثلا والتي توضّح ذلك عن طريق تفخيم الحرف الأوّل وإجمالا يمكن القول أنّ بعض الخصائص التي يتميّز بها الخط العربي تطرح بعض الإشكالات أثناء معالجته آليا يجب على الباحثين الاشتغال عليها بهدف تذليلها وجعل الخط العربي واضحا وجليا عند معالجته آليًا دون لبس أو غموض.

3.4. تحديات تتعلق بطبيعة الآلة: تحدثنا عمّا يمكن أن تقدّمه الآلة في سبيل حوسبة اللغة من تقنيات وأدوات تفوق قدرات العقل البشري، وما تتميّز به من قدرة على معالجة كم هائل من البيانات والمعلومات اللغويّة في وقت وجيز. لكن علينا أيضا أن نقر بمحدوديّة الذّكاء الاصطناعي على استيعاب كلّ خصائص اللسان البشري، فلو أخذنا مثلا التّرجمة الآليّة أو الفوريّة لوجدنا أنّها لا تزال لصيقة بالذّكاء البشري ولا يمكنها الاستغناء عنه حاليا، حتى بالنّسبة لتلك اللغات التي تعدّ رائدة في مجال الحوسبة اللغويّة، وهناك الكثير من الأمثلة التي يمكن أن نوردها ممّا يدلل على محدوديّة الذّكاء الاصطناعي في التّعامل مع اللسان البشري، ممّا يعني أنّ هناك الكثير من التّحديات تتعلّق بالآلة نفسها تنتظر اقتراح حلول تقنيّة مناسبة لها، حتى يتمكّن الذّكاء الاصطناعي من استيعاب خصائص اللسان البشري. فنحن أمام "قطعيّة الحاسوب وعدم قطعيّة اللُّغة: تعمل آليات الحاسوب بأسلوب قاطع بمعنى ضرورة استقرار هذه الآليات على حالة محدّدة، فلا مكان هنا للحالات المتميعة وأشباه المواقف، وأنصاف الحلول والتّقدير، وعدم اليقين...إلخ، أمّا اللّغات فتستأنس اللبس والتّميّع والغموض، وتتعامل مع ظلال المعاني وجزئياتها، ولا تتحرّج من التّعميم والتّبعيض والتّقدير النّسبي، والظّن والتّخمين وما شابه"[29]. "إنّ كثيرا ممّا يبدو بسيطا بالنّسبة للإنسان هو معقّد بالنّسبة للآلة"[30]، فالذّكاء الاصطناعي على الرّغم من التّطوّر الذي حققّه لايزال يوصف بالمحدوديّة عند تعامله مع الظّاهرة اللغويّة، ولذا ننتظر أن يزوّدنا التّقدم

العلمي بالتّقنيات والوسائل التي تُمكّننا من المعالجة الآليّة للغات البشريّة بالاعتماد على الذّكاء الاصطناعي وحده.

4. **خاتمة:** دفع التّدفق الهائل للمعلومات والبيانات اللغويّة إلى حتميّة معالجة اللغات الطّبيعيّة آليا، وقد أتاح الذّكاء الاصطناعي كثيرا من الوسائل والتّقنيات مكّنت من المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة، وفي مختلف مستوياتها الصّوتيّة والصّرفيّة والنّحويّة والدّلاليّة، كما أمكن توظيف الذّكاء الاصطناعي في التّرجمة الآليّة، والتّدقيق اللغوي، وتعليميّة اللغات إلخ. غير أنّه يعترض تحقيق تلك المستهدفات والتي تتجه إلى الاعتماد التّام على الذّكاء الاصطناعي تحدّيات نفصّلها على النّحو التّالي:

أ- التّحديات التي تتعلق ببيئة البحث اللغوي العربي: وتشمل هذه التّحدّيات التّأخر العلمي والتّكنولوجي، واشكاليّة المصطلح في اللُّغة العربيّة وكذا قلّة المدوّنات العربيّة وقواعد البيانات، وهذا يوجب تنسيق جهود كامل المؤسّسات والمراكز العربيّة المهتمّة بحوسبة اللُّغة العربيّة ومعالجتها آليا، ويكون ذلك التّنسيق مستمرا، وقد يتطلّب أيضا مخصّصات ماليّة تصرف بكيفيّة سليمة في اتجاه تذليل صعوبات بيئة البحث اللغوي العربي بتكوين باحثين مؤهلين ويمتلكون المعرفة اللغويّة والتّقنيّة في سبيل حوسبة اللُّغة العربيّة ومعالجتها آليا.

ب- التّحدّيات التي تتعلّق باللغات الطّبيعيّة: يمكن هنا استثمار الأبحاث في اللّغات الأخرى وما تتوصّل إليه وذلك بالمتابعة المستمرّة لمختلف مراكز البحث العالميّة المشتغلة على المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة.

ج- التّحدّيات التي تتعلّق بخصوصيّة اللُّغة العربيّة: يتطلّب هذا الباب إيجاد حلول مبتكرة تتوافق وخصوصيّة اللُّغة العربيّة، كالعمل على تيسير مباحث النّحو العربي كي تكون ميسّرة الاستخدام أمام المعالجة الآليّة، وكذا التّشكيل بالحركات في اللُّغة العربيّة، يتطلّب جهدا منسّقا كي نصل إلى نتائج جيدة في هذا الباب حيث صار ممكنا ضبط النّصوص العربيّة بصورة آليّة وبنسبة صواب جيدة. فالعمل على تذليل الصّعوبات التي تتعلق بخصوصيّة اللُّغة يعطي مجالا لاندماجها مع متطلّبات الذّكاء الاصطناعي، وهو مؤشّر على مدى قابليّة أي لغة لاستيعاب متطلّبات التّكنولوجيا والتّقنيات الحديثة.

د-التّحديات التي تتعلّق بطبيعة الآليّة: وجب الإقرار في هذا الاتجاه أنّ الذّكاء الاصطناعي لا يزال محدودا في معالجته للظاهرة اللُّغويّة، ولم يصل إلى مستوى محاكاة العقل البشري في إنتاجه وإدراكه وتخزينه للغة، فالذّكاء البشري يوظف خوارزميات تمكّنه من إنتاج تعابير غير محدودة وإدراك دلالتها وسلامتها اللُّغويّة بالقياس إلى قواعد لغويّة تصريحيّة وأخرى ضمنيّة كما يحكم ذلك أيضا المنطق وعلوم الرّياضيات، إلخ. وبذلك فالذّكاء الاصطناعي الذي يتطوّر بصورة متسارعة قد يعطينا لاحقا الوسائل والتّقنيات التي تكفل المعالجة الآليّة للغات الطّبيعيّة.

5-قائمة المراجع:

- القرآن الكريم.

1. أبو سهل الهروي محمّد بن علي بن محمّد: إسفار الفصيح، تحقيق: أحمد بن سعيد بن محمّد قشاش، النّاشر: عمادة البحث العلمي بالجامعة الإسلاميّة، المدينة المنورة المملكة العربيّة السّعوديّة ط1، 1420هـ، ج1، ص179.

2. أحمد مختار عبد الحميد عمر وفريق عمل: معجم اللغة العربيّة المعاصرة، عالم الكتب، ط1 2008م، ج1.

3. شريف عصام: أساسيات الحاسب المعالجة الآليّة للغة العربيّة، كليّة الحاسبات والمعلومات جامعة القاهرة، مصر، 2009م.

4. صالح بلعيد: اللغة العربيّة بين الماضي الاشراقي وتحديات الرّاهن الالكتروني، مقال ضمن أعمال ندوة اللغة العربيّة وتحديات الإدارة الالكترونيّة، منشورات المجلس الأعلى للغة العربيّة الجزائر 2016م.

5. صبحي إبراهيم الصّالح: دراسات في فقه اللغة، دار العلم للملايين، ط1، 1960 ص 134.

6. عبد الرّحمن الحاج صالح: الخطاب والتّخاطب في نظريّة الوضع والاستعمال العربيّة موفم للنشر، الجزائر، دط، 2012م.

7. عبد الرّحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربيّة، موفم للنشر الجزائر، دط 2012م، ج1.

8. عبد الرّزاق بنّور: المدقّق الإملائي العربي إنجاز قاعدة معلومات إملائيّة عربيّة لتوليد مُعجَم مدقق إملائي للنصوص على الحاسوب، مقال: مجلّة المعجميّة، تونس، العدد 9-10، 1994م.

9. عمر مهديوي: اللغويات الحاسوبيّة في المغرب، ضمن كتاب: اللسانيات الحاسوبيّة واللُّغة العربيّة إشكالات وحلول، دار كنوز المعرفة، عمان، الأردن، ط1، 2018م.

10. كمال بشر: دراسات في علم اللُّغة، دار غريب للطباعة والنّشر والتّوزيع، القاهرة مصر، دط 1998م.

11. كمال بشر: علم الأصوات، دار غريب للطباعة والنّشر والتّوزيع، القاهرة، مصر، دط 2000م.

12. محمود فهمي حجازي: مدخل إلى علم اللغة، الدّار المصريّة السّعوديّة، القاهرة ،2006م.

13. ميشال زكريا: إشكاليّة المصطلح الالسّني، ضمن مؤلف: المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق إعداد: منتصر أمين عبد الرّحيم وحافظ إسماعيلي علوي، دار كنوز المعرفة العلميّة، عمان، الأردن ط1، 2014م، ج1.

14. نبيل علي: اللغة العربيّة والحاسوب، دار تعريب، الكويت، دط، 1988م.

15. نور الدّين الأشْموني علي بن محمّد بن عيسى-أبو الحسن: شرح الأشموني على ألفيّة ابن مالك، دار الكتب العلميّة بيروت، لبنان، ط1، 1998، ج1.

هوامش:

(1) عمر مهديوي: اللغويات الحاسوبيّة في المغرب، ضمن كتاب: اللسانيات الحاسوبيّة واللُّغة العربيّة إشكالات وحلول، دار كنوز المعرفة، عمان، الأردن، ط1، 2018م ص25.

(2) نفسه، ص25، 26.

(3) نفسه، ص26.

(4) نبيل علي: اللغة العربيّة والحاسوب، دار تعريب، الكويت، دط، 1988م، ص114.

(5) شريف عصام: أساسيات الحاسب المعالجة الآليّة للغة العربيّة، كليّة الحاسبات والمعلومات جامعة القاهرة، مصر، 2009م، ص9.

(6) عبد الرّحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربيّة، موفم للنشر الجزائر دط، 2012م، ج1 ص84.

(7) عمر مهديوي: اللغويات الحاسوبيّة في المغرب، مرجع سابق، ص29.

(8) نبيل علي: اللغة العربيّة والحاسوب، دار تعريب، الكويت، دط، 1988م، ص5.

(9) صالح بلعيد: اللغة العربيّة بين الماضي الاشراقي وتحديات الرّاهن الالكتروني، مقال ضمن أعمال ندوة اللغة العربيّة وتحديات الإدارة الالكترونيّة، منشورات المجلس الأعلى للغة العربيّة، الجزائر 2016، ص11.

(10) عبد الرّحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربيّة، مرجع سابق ص84.

(11) ميشال زكريا: إشكاليّة المصطلح الالسّني، ضمن مؤلف: المعجميّة العربيّة قضايا وآفاق، إعداد: منتصر أمين عبد الرّحيم و حافظ إسماعيلي علوي، دار كنوز المعرفة العلميّة، عمان، الأردن، ط1، 2014م، ج1 ص166.

(12) أحمد مختار عبد الحميد عمر و فريق عمل: معجم اللغة العربيّة المعاصرة، عالم الكتب، ط1، 2008م ج1 ص421.

(13) عبد الرّحمن الحاج صالح: الخطاب والتّخاطب في نظريّة الوضع والاستعمال العربيّة موفم للنشر الجزائر، دط، 2012م، ص116.

(14) سورة مريم، الاية 4.

(15) سورة النّساء، الاية 92.

[16] أبو سهل الهروي محمّد بن علي بن محمّد: إسفار الفصيح، تحقيق: أحمد بن سعيد بن محمّد قشاش النّاشر: عمادة البحث العلمي بالجامعة الإسلاميّة، المدينة المنورة المملكة العربيّة السّعوديّة، ط1، 1420هـ ج1، ص179.

[17] كمال بشر: علم الأصوات، دار غريب للطباعة والنّشر والتّوزيع، القاهرة، مصر، دط 2000م، ص512.

[18] محمود فهمي حجازي: مدخل إلى علم اللغة، الدّار المصريّة السّعوديّة، القاهرة، 2006م، ص36.

[19] كمال بشر: دراسات في علم اللُّغة، دار غريب للطباعة والنّشر والتّوزيع، القاهرة مصر، دط، 1998م ص193.

[20] نور الدّين الأشْموني علي بن محمّد بن عيسى أبو الحسن: شرح الأشموني على ألفيّة ابن مالك، دار الكتب العلميّة بيروت، لبنان، ط1، 1998، ج1، ص19.

[21] أحمد بن العباس بن محمّد بن مضاء اللخمي، أبو العباس، أصله من قرطبة، وقد تركها إلى إشبيليّة حيث درس كتاب سيبويه على ابن الرّماك، وأخذ الحديث عن القاضي عياض، وكان فوق هذا عارف ا بالطّب والحساب والهندسة, توفي سنة 592هـ.

[22] صبحي إبراهيم الصّالح: دراسات في فقه اللغة، دار العلم للملايين، ط1، 1960 ص134.

[23] نبيل علي: اللغة العربيّة والحاسوب، مرجع سابق، ص388.

[24] نفسه، ص392.

[25] عبد الرّحمن الحاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربيّة، مرجع سابق ص148.

[26] نبيل علي: اللغة العربيّة والحاسوب، مرجع سابق، ص392.

[27] عبد الرّزاق بنّور: المدقّق الإملائي العربي إنجاز قاعدة معلومات إملائيّة عربيّة لتوليد مُعجَم مدقق إملائي للنصوص على الحاسوب، مقال: مجلّة المعجميّة، تونس، العدد 9-10، 1994م، ص162.

[28] وردت في الاية 22 من سورة الحجر "فأنْ زلنا منَ السّمَاء مَاء فأسْقَيْناكُمُوهُ وَمَا أنْ تمْ لهُ بخازنيينَ ".

[29] نبيل علي: اللغة العربيّة والحاسوب، مرجع سابق، ص122.

[30] نفسه، ص142.