

الذكاء الاصطناعي وحوسبة اللغة العربية: الواقع والآفاق Artificial Intelligence and Arabic Language Computing: Reality and Prospects

* أ.د. خليفة بن الهادي الميساوي

المعهد العالي للغات بتونس / كلية الآداب: جامعة الملك فيصل

البريد الإلكتروني: mkhalifatn@yahoo.fr

ملخص البحث

نقدم في هذا البحث قراءة وصفية تحليلية لواقع اللغة العربية الراهن في علاقتها بالذكاء الاصطناعي والحوسبة ومدى استفادتها من هذا المجال العلمي وكذلك الآفاق الممكنة التي ستسهم في حل مشكلاتها وتحدياتها الراهنة. فنقدم في هذا الإطار لمحة تاريخية عن مفهوم الذكاء الاصطناعي وأهم توجهاته البحثية، ثم نقف على مفهوم حوسبة اللغات الطبيعية، وكيف استفادت منه اللغة العربية بذكر أهم التطبيقات التي استخدمت في معالجة مستوياتها وتبيان مدى نجاحها وفشلها، ثم نعرض على أبرز التحديات التي تواجه حوسبة اللغة العربية، فنقترح بعض الحلول التي يمكن أن تسهم في سياسات حوسبة اللغوية في المستقبل.

الكلمات المفتاحية: تطبيقات الذكاء الاصطناعي، حوسبة اللغات، تحديات الحوسبة، سياسات الحوسبة، السياسات اللسانية.

Abstract :

We will represent in this research an analytical and descriptive analysis of the current reality of the Arabic language in relation to the artificial intelligence and computing, and to what extent it benefits from this scientific field. We will introduce also the possible prospects that will contribute to solving its current problems and challenges. In this context, we will represent a historical overview of the concept of 'artificial intelligence' and its most important research directions. After that, we will discuss the concept of 'computerization of natural languages', and how it had benefited from the Arabic language by mentioning the most important applications that were used in addressing its levels and showing

* المؤلف المرسل: أ.د. خليفة بن الهادي الميساوي mkhalifatn@yahoo.fr

the extent of its success and failure. Then, we will represent the most important challenges facing Arabic language computing so that, we will suggest some solutions that could contribute to linguistic computing policies in the future.

Key words: A.I applications, languages computing, computing challenges, computing policies, linguistic policies.

مقدمة

أصبحت الرقمنة واقعا ملموسا منذ النصف الثاني من القرن العشرين، فشملت شتى ميادين الحياة الإنسانية وأحدثت ثورة معرفية كبرى مست جميع المجالات والاختصاصات ولاسيما اللغات باعتبارها الوعاء الحاضن للمعارف والمحافظة عليها. وأمام هذا المعطى المعرفي الجديد أصبحت حوسبة اللغة أمرا لا مفر منه بهدف تطويرها وجعلها تتناسب مع وسائل الاتصال الجديدة أو ما بات يعرف بلغة الآلة (Language Machine). ففكر العلماء في هندسة اللغات وحوسبتها خدمة لهذا الواقع العلمي الجديد الذي يعتمد على صناعة الذكاء وتوظيفه في مساعدة الإنسان على تخطي صعوبات التواصل والتعلم وغيرها من مجالات الفعل الإنساني. فإلى أي حد استفادت اللغة العربية من هذا التحول الرقمي الجديد المبني على الذكاء الاصطناعي في واقعها الراهن؟ وإلى أي مدى يمكن أن تراهن عليه في مستقبلها حتى تلتحق بركب اللغات العالمية الأخرى؟

1. مفهوم الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)

ينقسم الذكاء إلى عدة فروع، منها الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي¹. ويعد الذكاء البشري معطى طبيعيا زود الله به الإنسان ليتمكن من فهم قوانين الحياة والتحكم فيها، بينما يعد الذكاء الاصطناعي نتيجة للذكاء البشري اصطنعه الإنسان نفسه ليحاكي به ذكائه مستخدما التقنيات التي وفرها علم الحاسوب. فصنف الباحثون الذكاء الاصطناعي على أنه فرع من فروع

¹ انظر حول تاريخ الذكاء الاصطناعي:

Buchanan, Bruce, 2005, "A (Very) Brief History of Artificial Intelligence", in *AI Magazine*. V 26, n°4, pp 53-60.

الحوسبة، يقوم موضوعه على حوسبة الأفعال التي يقوم بها الإنسان فكرياً أو يدوياً وجعلها خاضعة للاستخدام الآلي، ويعتمد منهجه على التكنولوجيا الحاسوبية لمعالجة هذه الظواهر. فيمثل الذكاء الاصطناعي في أبسط تعريفاته تحويل القدرات البشرية إلى قدرات آلية وتكنولوجية، ويهدف إلى تعويض الذكاء البشري بالذكاء الآلي مقتحماً شتى ميادين الحياة حيث أصبحت الآلة تعوض الإنسان أو تساعد على قضاء شؤونه.

وقد مرّ الذكاء الاصطناعي منذ نشأته بمراحل تطويرية فلسفية منذ ديكارت Descartes في القرن السابع عشر الذي شبه الحيوان بالآلة باعتباره لا يفكر ولا يعي، والميكانيكي الفرنسي جاك فوكاسون Jacques Vaucanson في القرن الثامن عشر الذي اخترع آلة موسيقية أوتوماتيكية في شكل بطة، والطبيب والفيلسوف الفرنسي دي لاميتري La De Mettrie الذي ألف كتاباً بعنوان "الإنسان الآلة" اعتبر فيه أن الأفعال الإنسانية هي أفعال آلية. فمهدت هذه الفلسفات لظهور فكرة كيف يمكن أن نجعل الآلة تفكر التي انبثق منها علم الذكاء الاصطناعي، ثم بدأ يتطور شيئاً فشيئاً إلى أن أصبح العلم المتحكم في دواليب الحياة البشرية اليوم.

وقد ظهر في أربعينات القرن العشرين علم السيبرنتيك la cybernétique على يد عالم الرياضيات نوربارت فينر Norbert Wiener، وهو علم يهتم بكيفية اشتغال الدماغ البشري بالتركيز على البحث في الخلايا العصبية neurons. وبرزت في هذا الإطار مقاربتان: مقارنة الارتباطية le connexionnisme التي تعنى بكيفية إعادة إنتاج قوانين اشتغال الدماغ البشري بواسطة الآلة، فتم على إثر هذه الفكرة اختراع الخلية العصبية الشكلية بالاعتماد على الرياضيات. ومقاربة العرفانية التي ترى أنه يمكن وصف الفكر وصفا تجريدياً باعتباره يعالج الرموز معالجة دقيقة، بمعزل عن الدعم المادي لهذه المعالجة. وربطت هذه المقاربة الفكر باللغة باعتبارها

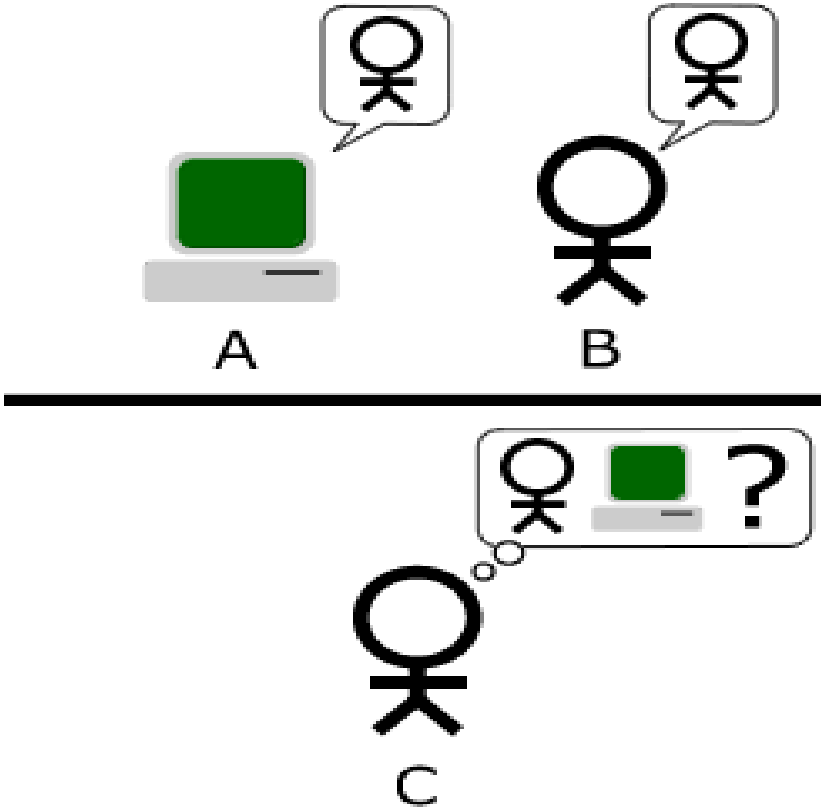
نظاما من الرموز²، وقد مثلت مسارا بحثيا اهتم بمعالجة الفكر باعتباره يحاكي معالجة المعلومات بواسطة الآلة، فارتبط من هذا المنطلق الذكاء الاصطناعي بظهور الحاسوب، وطرح آلن ماثيسون تورينغ Alan Mathison Turing سؤالا مهما مفاده: هل يمكن للآلات أن تفكر؟³ قاده إلى إجراء اختبار على آلة الحاسوب في أكتوبر 1950 تمثل في لعبة تقوم على المحاكاة وتتكون من ثلاثة لاعبين هم: سائل [ت / C] في خانة ولاعبان في خانة يمثلان رجلا [أ / A] وامرأة [ب / B] فتعلقت الأسئلة التي طرحها السائل باختلاف الجنس، وتمثل الهدف من هذه اللعبة بالنسبة إلى السائل في تحديد من هو الرجل ومن هي المرأة في وقت محدد لا يتجاوز خمس دقائق، ثم تمّ تعويض [أ] بالة لإجراء حوار بينهما، وتحديد متى يكون الحاسوب ذكيا؟

² انظر حول هذه المسألة:

Verbeke Lise, 2018, "Aux origines de l'intelligence artificielle", in <https://www.franceculture.fr/numerique/aux-origines-de-lintelligence-artificielle>, 31/3/2018.

³ انظر مقاله:

Turing A. M., 1950, "Computing Machinery and Intelligence", In Mind, n° 49 pp 433-460.



كان لهذا الاختبار الأثر القوي فيما سيأتي بعده من دراسات أسهمت في بلورة مصطلح "الذكاء الاصطناعي" الذي وضعه جون مكارتي John McCarthy لأول مرة سنة 1956 في جامعة دارتموث Dartmouth بالولايات المتحدة الأمريكية. وبعد هذا التاريخ أسس مكارتي وزميله ميرفن منسكي Marvin Minsky مخبرا للذكاء الاصطناعي في المعهد التكنولوجي بماساشوستس (MIT)، ثم أصبح هذا العلم منتشرا في بقية جامعات العالم.

2. اتجاهات الذكاء الاصطناعي

مرت البشرية طيلة قرنين بأربع ثورات تكنولوجية مهمة: بدأت الأولى من 1771 إلى 1850 وتميزت بظهور المصانع والآلة البخارية والسكك الحديدية. وتمت الثانية بين 1870 إلى 1910 وعرفت بظهور الطائرات والسيارات والكهرباء والهاتف. وامتدت الثالثة من 1940 إلى

2000، ظهرت فيها الحواسيب الكبيرة والحواسيب المصغرة والانترنت. ثم تميزت المرحلة الرابعة منذ سنة 2000 إلى اليوم بظهور علم يشمل تكنولوجيا النانو والبيوتكنولوجيا والإعلامية والعلوم العرفانية (NBIC)⁴.

وقد اتجه البحث في الذكاء الاصطناعي اتجاهات متعددة أبرزها:

2.1. الذكاء الاصطناعي المحدود/ الضيق Weak/Narrow AI

يعرف الذكاء الاصطناعي المحدود أو الضيق بأنه اتجاه في البحث في مجال الذكاء الاصطناعي وتطويره، وهو يسعى إلى محاكاة الوظائف الإدراكية التي يتميز بها الإنسان. ويشغل وفق منظومة من القواعد التي يفرضها عليه الإنسان للقيام بوظيفة معينة تتم برمجتها في آلة معينة، مثل برمجة السيارات ذاتية القيادة والأبواب والصراف البنكي والألعاب الذكية وغيرها، ويعد هذا الاتجاه الأكثر شيوعاً في حياة الناس الآن.

2.2. الذكاء الاصطناعي القوي/العام: Strong/General AI

يسعى هذا الاتجاه إلى تجاوز الصنف الأول من الذكاء الذي يقوم على المحاكاة ليصبح قادراً على مساواة الذكاء البشري والقيام بالوظائف التي يقوم بها مثل التفكير والوعي والقدرة على التخطيط والبرمجة وحل المسائل المعقدة والتعلم والتواصل، أي إسناد ما يقوم به الإنسان من مهام إلى الآلة الذكية. ويرى المنظرون في هذا المجال أنّ هذا الذكاء يجب أن يمرّ بمرحلة العقل الطفولي ثم يتطور عن طريق التعلم ليصبح في مرحلة عقل الكهل ويجب أن يكون قادراً على التفاعل مع العالم عن طريق التعلم واكتساب الحس العام واللغة منه. وما يزال هذا الصنف من الذكاء افتراضياً ولا يوجد حوله إجماع إلى حد الآن من العلماء. ويرى بعض الخبراء أنه سيظهر ما بين سنوات 2030

⁴ انظر حول هذه المسألة:

و2045 ويتوقع آخرون أنه سيتم تطويره في القرن القادم، ويرى آخرون أنه قد لا يقع تطويره إطلاقاً.

2.3. الذكاء الاصطناعي الفائق: A. Super. I

يعتبر الذكاء الاصطناعي الفائق (ASI) الطريق إلى المستقبل. ويسعى العلماء إلى الوصول إليه عبر تجاوز الذكاء البشري في كل المجالات تجاوزاً مطلقاً. فيتحقق هذا النوع من الذكاء عندما يصبح أكثر قدرة من الإنسان، ويكون قادراً على الأداء الجيد في مواضيع مثل الفنون واتخاذ القرارات والمسائل العاطفية. وأصبحت هذه الأشياء اليوم جزءاً مما يميز الآلة عن الإنسان. ويتوقع من هذا الصنف من الذكاء أن يتقن بطريقة أفضل من الإنسان القدرة على التعلم الذاتي والتصميم والتفاعل والتواصل الآلي وغير ذلك من القدرات التي ستستبدل الإنسان بالآلة الذكية، بمعنى آخر سيتقن الذكاء الاصطناعي الفائق في المستقبل المسائل التي فشل فيها الإنسان أو عجز عنها إلى حد الآن. ولا يوجد هذا النوع من الذكاء، فهو مشروع افتراضي، ولكن العلماء يتنبؤون بوجوده سنة 2060. وقد طرح هذا الذكاء الفائق جدلاً بين العلماء، فهناك من أيده وهناك من انتقده باعتباره يمثل خطراً على الإنسان وأخلاقيات الحياة باعتبار أنّ الآلة ستعوض الإنسان في كل شيء تقريباً.

3. الذكاء الاصطناعي في واقع اللغة العربية

لا شك في أن اللغة العربية مثل بقية اللغات استفادت من الذكاء الاصطناعي الذي أصبح يحيط بجميع مجالات الحياة. ويندرج مسار الذكاء الاصطناعي الذي يهتم بمعالجة اللغات ضمن ما يسمى بالهندسة اللغوية، وهو علم يهتم بمعالجة اللغات الطبيعية بواسطة الحاسوب، ويشمل العلوم المصطلحية والترجمة الآلية واستكشاف النصوص واستخراج الآراء والاشتغال على المدونات وحوسبتها والاهتمام بمحركات البحث. ويتطلب هذا العلم الجمع بين كفاءتين: كفاءة لسانية

وكفاءة حاسوبية يقوم الباحث من خلالهما بالمعالجة الآلية للغات عن طريق إخضاع الظواهر اللغوية للتفسير الآلي⁵.

وقد عرفت اللغة العربية وكذلك اللغات الأخرى عدة تطبيقات علمية بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي سهّلت التعامل مع عدة مجالات مثل المجالات البنكية التي أصبحت الإجراءات فيها متاحة للجميع في أيّ وقت وفي أيّ مكان سواء باستعمال الحاسوب أو الصراف الآلي. وكذلك استطاعت اللغة العربية أن تدخل مجال التواصل باستخدام تطبيقات عربية على الهواتف الجواله وبرمجتها بحروف عربية. وساعد الذكاء الاصطناعي على تحليل المواقع وتحديدّها ورسم خرائط المدن وتحليلها بالصوت والصورة، وهو ما يساعد على عملية التنقل خاصة داخل المدن الكبرى وبرمجة الأجهزة الناطقة بالعربية في السيارات والقطارات، إلخ. كما شمل الذكاء الاصطناعي الميدان الطبي، إذ تمكنت بعض التطبيقات من تقديم تحليل للأعراض المرضية وكيفية علاجها وإجراء العمليات الجراحية عن بعد... وكذلك الميدان الاقتصادي والتجاري حيث أصبح التسويق الإلكتروني منتشرا عبر صفحات التواصل الاجتماعي يث إعلانات إخبارية ويعرف بالبضاعة باستخدام اللغة العربية.

ومن أبرز المجالات التي تعتمد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي مجال الشبكة/ الانترنت التي أصبحت ضرورة حياتية لا مفر منها. وقد استفادت اللغة العربية من تطبيقاتها في مستويات عديدة، من أهمها: التواصل الاجتماعي⁶ الذي يستخدم فيه الإنسان العربي عدة تطبيقات مثل البريد

⁵ انظر حول المعالجة الآلية للغات:

Lane Hobson, Hapke Hannes, et al, 2019, *Natural Language Processing in Action : Understanding, Analyzing, and Generating Text with Python*, USA Manning Publications.

⁶ انظر حول هذه المسألة: رشوان محسن والسعيد المعتر بالله وآخرين: المعالجة الآلية للنصوص العربية، 2019.

الإلكتروني والفائس بوك والتويتير والسناشات والمسنجر والأيمو والفائير وغيرها. وكذلك يستخدمها الباحثون والمتعلمون في البحث العلمي والتعلم الذاتي والتعليم عن بعد، إلخ. ويبقى الميدان الأبرز الذي استفادت منه اللغة العربية في استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي متمثلاً في مجال المعالجة الآلية للغة في المستويات التالية⁷:

- **مستوى الكتابة الرقمية:** يهتم هذا المستوى بكيفية تحويل الحروف والحركات العربية من مستوى مكتوب إلى مستوى رقمي عن طريق الكتابة الصوتية الرقمية معتمداً على برامج حاسوبية ذكية تمكن من تشكيل الحروف وضبط رموزها وقد تمكنت اللغة العربية من برمجة أنواع خطوطها وتمثيلها رقمياً على جهاز الحاسوب حيث يمكن للمستخدم أن يختار الخط الذي يرغب فيه.
- **مستوى معالجة الأصوات:** يهتم هذا المستوى بمعالجة الأصوات معالجة آلية⁸ قصد التعرف على خصائصها مثل ضبط سرعة الصوت والموجات الصوتية والتردد والشدة والذبذبة والصورة الطيفية وتحويل المكتوب إلى منطوق والتعرف على الكلام، وتتم هذه العمليات بواسطة معالجات حاسوبية تعتمد على الذكاء الاصطناعي، وقد استفادت اللغة العربية من هذه التطبيقات في المعالجة الصوتية.
- **مستوى معالجة النظام الفونولوجي:** يهتم بوظائف الأصوات العربية عند استعمالها داخل الكلمة ويميز بين الحروف بإدخال خصائصها النطقية ومعالجتها معالجة آلية تمكّن من كتابتها كتابة سليمة وتفرق بين خصائصها الكتابية خاصة فيما يتعلق بالحروف المتشابهة في الرسم مثل [ش/س/ص] و [ز/ر] و [ب/ت/ث] و [ت/ط] و [ص/ض/ظ] و [د/ذ] و [ح/ج/خ] و [ع/غ] و [ف/ق] وغيرها من خصائص الحروف الأخرى.

⁷ انظر كذلك حول هذه المستويات: الصانع وليد بن عبد الله، "طرق ومستويات معالجة اللغة في الذكاء الاصطناعي، صص 21-27.

⁸ انظر حول طرق المعالجة الحاسوبية للأصوات العربية: راغب أحمد، "التحليل الصوتي: الدراسة التحليلية للصوت اللغوي في العصر الحديث"، صص 63-89، 2019.

- **مستوى معالجة النظام المعجمي:** يتم فيه ضبط الكلمات وتصنيفها وتوصيف معانيها المعجمية واستفادت اللغة العربية في هذا المستوى من وضع معاجم الكترونية عربية وتحويل المعاجم الورقية القديمة إلى معاجم الكترونية يسهل البحث فيها عن معاني الكلمات وسياقات استعمالها.
- **مستوى معالجة النظام الصرفي:** يعالج هذا المستوى بنية الكلمة العربية بالاعتماد على برامج التحليل الصرفي التي وفرتها الذكاء الاصطناعي، وهي برامج تعنى بتكوين الكلمات العربية وتمييزها من ناحية البناء بإخضاعها لقواعد حاسوبية رياضية تمكّن من ضبط الإمكانيات التي تولّد البنى الصرفية ودلالاتها. وقد نجحت هذه البرامج إلى حد كبير في معالجة النظام الصرفي للغة العربية، ويمكن تطويرها لتشغل بصيغة أفضل.
- **مستوى معالجة النظام النحوي:** يعالج هذا المستوى البنى التركيبية للجملة بالاعتماد على برامج التحليل النحوي تحليلاً آلياً منطلقاً من ضبط القواعد النحوية وتخزين المعلومات النحوية لكل كلمة ثم استغلالها عند التحليل التركيبي للجملة. وهو تحليل يقوم على ضبط المناويل التركيبية للغة العربية ثم تخزينها وفق برامج حاسوبية وربطها ببنى الجمل العربية الممكنة في المعالجة الآلية، وقد نجحت هذه البرامج في معالجة النظام النحوي والتركيب العربي إلى حد كبير مستفيدة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي على معالجة اللغات الطبيعية.
- **مستوى معالجة النظام الدلالي:** يعتمد هذا النظام على محرك البحث الدلالي الذي يساعد على ضبط الكلمات والمصطلحات وفق معانيها وسياقات استعمالها، فيقوم بالبحث عنها في مصادر البحث من خلال معناها والمعاني الموجودة في هذه المصادر، ويقدم المحرك الخيارات المناسبة للكلمات المدخلة ويمكّن الباحث من الاطلاع عليها والاستفادة منها. وتمكنت اللغة

العربية من استخدام محركات بحثية عربية⁹ قائمة على الذكاء الاصطناعي أسهمت في تخزين النصوص والوثائق المكتوبة باللغة العربية واسترجاعها.

- **مستوى معالجة النظام التداولي:** لم تتمكن برامج المعالجة الآلية للغة من التحليل الآلي للمستويات التداولية للغات، ويمكن أن نربط هذا الأمر بتطور الذكاء الاصطناعي في المستقبل، فقد يكون هذا النوع من التحليل ممكناً بوضع برامج تحليل سياقات القول وطبيعة استدلالاته التداولية.

- **مستوى لسانيات المدونة:** ظهر هذا النمط من التحليل الآلي للغات بعد ظهور الحواسيب القادرة على تخزين كم كبير من المفردات والنصوص بالاعتماد على برامج حاسوبية تستطيع تحديد الكلمات وتكرارها في النصوص وضبط جميع سياقات استعمالها بطريقة سهلة وسريعة تمكن الباحثين من استغلالها في البحوث اللغوية، وخاصة إذا تعلق الأمر بالبحث في معطيات لغوية كبيرة أو مدونة نصوص ضخمة قد تستغرق وقتاً طويلاً لفحصها يدوياً. فمكّن الذكاء الاصطناعي من بناء المدونات اللغوية¹⁰ الضخمة وفحصها بطريقة سريعة ودقيقة باستخدام برامج التخزين والاسترجاع الحاسوبية. وقد نجحت عدة لغات مثل الإنجليزية والفرنسية والألمانية في ضبط مدوناتها وتخزينها وفحصها، ولا تزال اللغة العربية متعثرة في هذا المجال رغم المحاولات التي بدأت تظهر أخيراً، إذ يتطلب هذا الأمر عدة باحثين وجهات رسمية داعمة حتى تتمكن اللغة العربية من جمع مدونتها وتخزينها وفحصها آلياً.

- **منصات التعليم الإلكتروني/ التعليم عن بعد:** أسهمت المحركات الحاسوبية الموجهة نحو تعليم اللغات في وضع تطبيقات الذكاء الاصطناعي على ذمة الأفراد والجماعات الراغبين في التعلم الذاتي المباشر أو التعلم عن بعد. وقد تمكن الباحثون في اللغة العربية من وضع برامج تعليمية محوسبة على

⁹ انظر حول هذه المحركات: مجدي وليد وإمام أسامة، "استرجاع المعلومات"، صص 15-56، 2019.

¹⁰ انظر لمزيد من الاطلاع: السعيد المعتز بالله، "المدونات اللغوية"، صص 51-92، 2019.

شبكة الانترنت ليستفيد منها القارئ والرجوع إليها عند الحاجة. فيكفي أن يدخل القارئ الكلمات المفتاحية في الموقع المعني حتى تخرج له المدونات التعليمية الخاصة بموضوع البحث. وتستفيد اليوم من هذه المواقع الرقمية العربية مجموعات كبيرة من المتعلمين والباحثين. أما بالنسبة إلى التعليم عن بعد فأصبح ظاهرة واقعية تستخدمها بعض الجامعات العربية¹¹ لتقديم برامج تعليمية يتلقاها المتعلم عن بعد بالاعتماد على منصات الكترونية أعدت للغرض؛ يستطيع من خلالها الطالب الاطلاع على البرنامج المسجل الكترونياً والمخزن آلياً والاستفادة منه متى شاء، كما يمكن للطالب أن يتحاور عن بعد بالصوت والصورة مع أستاذ المقرر لطرح الأسئلة والإجابة عليها أو الاستفسار عن المحتوى أو مناقشة أفكار المادة المدروسة دون الحاجة إلى الحضور المباشر.

-الإدارة الإلكترونية: تشهد الإدارات في الوطن العربي نقلة نوعية نحو استخدام تطبيقات إجرائية للذكاء الاصطناعي تسهم في تطوير عملها الإداري، فأصبحت الملفات رقمية، ويمكن للمعني بالأمر أن يرسلها ويتابعها من خلال تطبيقات إلكترونية حاسوبية¹² دون الحاجة إلى استخدام الورق أو المتابعة الإدارية الشخصية. كما تجدر الإشارة إلى أن بعض الدول أصبحت تستخدم الروبوتات في بعض الوظائف الإدارية للزيادة في الإنتاج والمحافظة على العمل المستمر، غير أن هذا الأمر مازال محدوداً ومستخدمًا في الدول المتقدمة.

4. الحوسبة في واقع اللغة العربية

تعني حوسبة اللغة نقل اللغة الطبيعية وفهمها آلياً واستخدامها في شتى ميادين الحياة التواصلية والتعليمية والإدارية والعلمية والتجارية. فالعالم أصبح اليوم يعتمد على الوثائق الرقمية وبات الحاسوب آلة ضرورية في حياة الناس ومستقبلهم الحضاري والمعرفي، إذ لا مناص من

¹¹ نذكر من بين هذه الجامعات على سبيل المثال: جامعة الملك فيصل بالأحساء التي تقدم برامج تعليمية في شتى الاختصاصات

عن بعد.

¹² نذكر على سبيل المثال نظام إبشر المستخدم في المملكة العربية السعودية ونظام شارك المستخدم في جامعة الملك فيصل.

استخدامه اليوم ومستقبلا في مختلف الميادين، وأساسه حوسبة اللغة باعتبارها أهم أداة تواصل عرفها الإنسان على مر التاريخ. ولكي لا نشذ عن هذه الضرورة بات لزاما علينا أن نلحق حوسبة اللغة العربية بما توصلت إليه اللغات الأخرى من حوسبة متقدمة وبرامج متطورة عاجلت مجالات تخصصاتها المعرفية معالجة آلية دقيقة. وأمام هذا التطور السريع في الحوسبة وصناعة البرمجيات وتطويرها نتساءل عن واقع اللغة العربية اليوم وآفاقها في ضل هذا التراكم الهائل في هندسة اللغات وحوسبتها وتزويدها ببرامج حاسوبية تساعد المستخدم على الولوج إلى عالم المعلومات الذي أصبح حرا طليقا لا تسكنه قيود ولا موانع خاصة في البحث العلمي وعصرنة الإدارة والاقتصاد الرقمي والتجاري والتعليمي.

1.4. التعريف باللسانيات الحاسوبية

يبني تعريف اللسانيات الحاسوبية على الجمع بين التعريف اللساني والتعريف الحاسوبي، فهي دراسة بينية بين حقلين معرفيين يعنى الأول باللسانيات وهي في أبسط تعريفها الدراسة العلمية للغة في ذاتها ومن أجل ذاتها على حد قول دي سوسير، وأما الحاسوبية فهي صفة مشتقة من الحاسوب وتعني كذلك علم الحوسبة أو الرقمنة التي تركز بدورها على علم ثالث هو الذكاء الاصطناعي. وتجتمع كل هذه التخصصات العلمية من أجل معالجة اللغة الإنسانية معالجة آلية ونمذجة طرق استعمالها¹³. وتخضع هذه النمذجة إلى مسارين: مسار نظري ومسار تطبيقي. يهتم المسار النظري "بقضايا في اللسانيات النظرية؛ وتتناول النظريات الصورية للمعرفة اللغوية التي يحتاج إليها الإنسان لتوليد اللغة وفهمها" (نهاد الموسى، 2000، 54). أو ما سماه تشومسكي بالملكة اللغوية للمتكلم المثالي التي تقوم على التوليد والتحويل¹⁴، وقد استفاد تشومسكي في ذلك من

¹³ انظر حول هذه المسألة: العصيمي عبد الرحمن بن محمد، "نمذجة الكلمة العربية خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل الكلمة العربية لغويا وتوزيعيا"، صص 98-119.

¹⁴ انظر حول هذه المسألة: نعوم تشومسكي، 1957 و1965.

التحليل المنطقية والرياضية التي طبقها على اللغات. فتأثرت اللسانيات الحاسوبية بهذه النظرية في ضبط برامج حاسوبية يمكن تطبيقها على اللغات، وهو ما يوفره المسار الثاني من نموذجة تهدف إلى الممارسة الفعلية على تطويع اللغات إلى الحوسبة ومعالجتها وفق برامج حاسوبية؛ أي حوسبتها وفق اللغة الحاسوبية.

تعود بداية حوسبة اللغة العربية إلى السبعينات من القرن العشرين حينما زار إبراهيم أنيس الجامعة الكويتية وطرح على علي حلمي موسى، وهو متخصص في الفيزياء النظرية¹⁵، فكرة الاستعانة بالحاسوب في إحصاءات الحروف الأصلية لمواد اللغة العربية بغية الوقوف على نسج الكلمة العربية" (عبد الرحمان بن حسن العارف، 2007، 219). وتم إنجاز هذا الإحصاء في كتابين صدرا سنتي 1971 و1972 اهتم فيهما الباحث بإحصاء جذور المفردات العربية الثلاثية وغير الثلاثية في معجم الصحاح للجوهري مستخدما الحاسوب¹⁵ فكانت هذه الدراسة الشرارة الأولى لميلاد علم حوسبة اللغة العربية الذي ركز في بداياته على حوسبة المعاجم الكبرى مثل لسان العرب لابن منظور ومعجم تاج العروس للزبيدي، وكان الجهد في هذه الأعمال مشتركا بين اللسانيين والفيزيائيين تلتها حوسبة القرآن الكريم ثم انفتح الباب على مصراعيه في اتجاه حوسبة اللغة العربية في شتى المجالات والمستويات التحليلية الصوتية والمعجمية والصرفية والنحوية والدلالية، فعقدت عدة مؤتمرات وندوات علمية تبحث في قضايا حوسبة اللغة العربية في شتى أنحاء الوطن العربي من أبرزها أعمال المساق التدريبي الذي عقد في الرباط سنة 1983 ونشرت أعماله في كتاب " اللسانيات العربية التطبيقية والمعالجة الإشارية والمعلوماتية" وأسهم في ذلك المركز القومي للتنسيق والتخطيط للبحث العلمي والتقني في المغرب ومعهد الدراسات والأبحاث للتعريب في المغرب، " وقد عرض الكتاب لمشكلة تنوع الأداء المنطوق كما ألمع إلى الترجمة بمساعدة الحاسوب من جهة ما هي تقنية صعبة ولكنها واعدة - كانت حينذاك" (نهاد الموسى، 2000، 35). ثم

¹⁵ انظر علي حلمي موسى، دراسة إحصائية لجذور معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر، 1973.

عقدت ندوة أخرى في الكويت سنة 1985 حول استخدام اللغة العربية في الحاسب الآلي تطرقت إلى قضايا تمثيل النظام الصوتي بواسطة الحاسوب وكذلك النظام الصرفي وفهم النص وتحليله. ثم عقدت ندوة في الرباط بعنوان " تقدم اللسانيات في الأفطار العربية " سنة 1987 عالج فيها الباحثون مسألة " التوليد من الجذر والوزن ". ثم أقام مركز الدراسات الاجتماعية والاقتصادية بتونس سنة 1987 ملتقى دوليا حول " اللغة العربية والإعلامية "، تناولت البحوث المقدمة فيه أهمية المعالجة الآلية للغة العربية وسبل تجاوز العوائق التي تعترضها وخاصة في فهم الكلام وتأليفه بواسطة الحاسوب.

ثم عقد مؤتمران في الكويت سنة 1989 الأول في مارس والثاني في نوفمبر اهتم الباحثون فيهما بالمعالجة الآلية للصرف وقضايا المعجم الالكتروني و " التوليد والتحليل الصرفيين والتحليل والتركيب النحويين وتحليل الكلام وتركيبه وتعزفه والتطبيقات المستفادة باللسانيات العربية الحاسوبية كفهم العربية المكتوبة غير المشكولة والترجمة الآلية وتعليم النحو " (نهاد الموسى، 2000، 39). ثم نظمت مكتبة الملك عبد العزيز العامة بالرياض سنة 1992 ندوة علمية حول " استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات " عالجت عدة قضايا تخص حوسبة اللغة العربية. وقدم عبد الرحمان الحاج صالح من الجزائر " منطق النحو العربي والعلاج الحاسوبي ما ينطوي عليه مفهوم الباب ومفهوما الأصل والفرع والقياس من تصور منطقي رياضي " (نهاد الموسى، 2000، 39)، وتناولت ندوة اللغويات الحاسوبية العربية التي عقدت في القاهرة 1992 حوسبة اللغة العربية مركزة على خصائص اللغة العربية خاصة النحوية منها وكذلك تناولت ندوة الحاسبات واللغة العربية التي عقدت في العراق سنة 1992 كيفية استخدام الحاسب الآلي في برمجة قواعد اللغة العربية وخاصة عند الخليل وسيبويه. كما اهتم مجمع اللغة العربية بالأردن بحوسبة اللغة العربية سنة 1996، وهكذا استمر عقد

المؤتمرات والندوات المتخصصة في المعالجة الآلية للغة العربية تنظيرا وتطبيقا إلى يومنا هذا¹⁶. هذا فيما يتعلق بأبرز الندوات العلمية أما عن الكتب فنشر نبيل علي كتاب "اللغة العربية والحاسوب" سنة 1988 ونشر عبد ذياب العجيلي كتاب "الحاسوب واللغة العربية" سنة 1996، كما نشرت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بتونس كتاب "استخدام اللغة العربية في المعلوماتية" سنة 1996، ثم نشر نهاد الموسى كتاب "العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية" سنة 2000. ثم تالتت البحوث الجامعية سواء في الماجستير أو في الدكتوراه التي أصبحت تهتم بحوسبة اللغة العربية، وفتحت بعض الجامعات أقساما لها واعتمدتها مادة تدريسية في مقرراتها. وتوسعت دائرة الاهتمام بحوسبة اللغة العربية، فطالت جامعات ومنظمات أجنبية في أوروبا وأمريكا، كما تأسست عدة جمعيات في الوطن العربي تهتم بحوسبة اللغة العربية وهندستها ونشر الثقافة الرقمية¹⁷ في المجتمع بالاشتراك مع الجهات المختصة في الحاسب الآلي مثل المعاهد¹⁸ والكليات التطبيقية المهمة بهذا المجال. وتسهم الشركات الخاصة¹⁹ المهمة بصناعة البرامج الحاسوبية لمعالجة اللغة العربية

¹⁶ انظر المؤتمر الدولي السادس حول المعالجة الآلية للغة العربية الذي عقد بالمدرسة الوطنية للعلوم التطبيقية بجامعة سيدي محمد بن عبد الله بمدينة فاس وذلك يومي 12 و 13 أكتوبر 2017.

- انظر المؤتمر الدولي الثاني للغة العربية الرقمية " اللغة العربية والتقنيات الرقمية" 26-27 ديسمبر 2017. دوز -قنلي الجمهورية التونسية.

¹⁷ انظر جمعية نشر الثقافة الرقمية بولاية صفاقس (تونس) التي بدأت نشاطها سنة 2005.

- انظر جمعية الحاسبات السعودية التي أنشئت سنة 1408 هـ

- انظر الجمعية السعودية لتقنية المعلومات التي تأسست سنة 2008

- انظر الجمعية المصرية لهندسة اللغة التي تأسست سنة 1996.

- انظر الجمعية اللغة العربية الرقمية التي تأسست سنة 2011.

- انظر جمعية هندسة اللغة العربية بالمغرب التي تأسست سنة 2012.

¹⁸ انظر على سبيل المثال: معهد بحوث الحاسب والإلكترونيات بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. ومعهد قطر لبحوث

الحوسبة، والمعهد الأعلى للتوثيق بتونس إلخ، ...

¹⁹ انظر على سبيل المثال: شركة صخر التي أنشئت سنة 1982 بالكويت ثم انتقلت إلى القاهرة، وشركة سيموس التي أنشئت في باريس سنة 1977.

في تطوير البرمجيات الحاسوبية التي تربط اللغة العربية بشتى مجالات الحوسبة الصوتية والصرفية والنحوية والدلالية وكذلك الترجمة الآلية والأنترنت والمكتبات الرقمية ومحركات البحث المفتوحة على كل المجالات الإدارية والاقتصادية والعلمية.

أنشأت هذه الشركات عدة برامج من أجل حوسبة اللغة العربية من أبرزها:

- إنشاء المكنز العربي / المدونة Corpus: يعني بتخزين قواعد المعلومات والنصوص وحصر جميع الفروع المعرفية المتاحة وفق قواعد علمية دقيقة ومعايير منهجية دولية والتمكن من استرجاعها قصد تصنيفها وتحليلها حاسوبيا.
- إنشاء المعاجم الالكترونية: تعنى بضبط الكلمات وتعريفها حاسوبيا
- إنشاء برنامج المحلل الصرفي الآلي: يعنى بتحديد بنية الكلمة العربية وأشكالها الصرفية وسماتها البنيوية
- إنشاء المحلل النحوي الآلي: يعنى بضبط البنى التركيبية لنظام اللغة العربية وحوسبتها وتحليلها، وتصحيح الأخطاء النحوية.
- إنشاء التشكيل والإعراب الآلي: يعنى بضبط قواعد التشكيل في الكلمات العربية وتعاملها حاسوبيا وقد أسهم هذا البرنامج في تشكيل القرآن الكريم والحديث الشريف والنصوص الأدبية.
- إنشاء برنامج المصحح الآلي: يعنى هذا البرنامج بتصحيح الأخطاء التي قد تنجم عن الكتابة الإملائية والصرفية والنحوية.
- إنشاء المصنف الآلي: يعنى بتصنيف النصوص وتوثيقها آليا وتحليل مصادرها المخزنة في قاعدة بيانات ضخمة وتقديم بياناتها الإحصائية.
- إنشاء المفهرس الآلي: يعنى بفهرسة الكتب آليا وفق استخراج الكلمات المفتاحية أو تقديم ملخصات عنها معتمدا على التحليل الإحصائي وقياس نسبة تردها في الوثيقة المحللة.

- إنشاء الملخص الآلي: يعنى بالتلخيص الآلي للوثائق وتقديم الأفكار الرئيسية لمحتوى الوثيقة.
 - إنشاء الرابط الآلي: يعنى بتنظيم المعلومات والحصول عليها داخل الوثيقة الواحدة كأن يتتبع كلمة في بحث أو من عدة وثائق مختلفة عبر الانترنت.
 - إنشاء برنامج البحث الموضوعي: يعنى يربط الكلمات أو المواضيع المبحوث فيها بصورة آلية.
 - إنشاء برنامج القارئ الآلي: يعنى بالتعرف على النصوص العربية وتخزينها وفق صيغ الكتابة الإلكترونية مثل HTML و UNICOM وغيرهما من الصيغ والمسح الضوئي للحروف والصور.
 - إنشاء برنامج الإملاء العربي الآلي: يعنى بالتعرف على الكلام وتسجيله كتابة على شاشة الحاسوب.
 - إنشاء برنامج إدارة الوثائق العربية: يعنى بسهولة التعامل مع الوثائق الإلكترونية بالتعاون مع الإدارات والشركات واستبدال الوثائق الورقية بالإلكترونية؛ مما يسهل احتياجات الإدارات ويسرع التعامل معها.
 - إنشاء نظام الأرشفة والمكتبات الرقمية: يعنى بتخزين الوثائق والصحف والكتب الرقمية وتسهيل البحث الرقمي في المكتبات والاطلاع على محتوياتها ومخزونها من الكتب والمجلات والرسائل.
 - إنشاء برنامج متصفح الانترنت: يعنى بتصنيف المواقع العربية وسهولة الدخول إليها وتصفحها في شتى الميادين.
- وكذلك تعددت برامج الترجمة الآلية²⁰ نذكر من أهمها:

²⁰ انظر حول الترجمة الآلية وتحدياتها الراهنة بالنسبة إلى اللغة العربية: الراجح عبد الله بن صالح، "الترجمة الآلية"، صص 71-90.

- برنامج الناقل العربي وهو أول برنامج تم إنشاؤه في شركة سيموس يعنى بالمعاجم الالكترونية الثنائية خاصة العربية والفرنسية والعربية والانجليزية. كما " يقوم الناقل العربي بترجمة النصوص الفنية في مختلف المجالات مثل التجارة والمالية والمعلوماتية (مستعينا بالقواميس المختصة)، ويقوم البرنامج على المستويات الخمسة التالية:
- قاعدة النصوص المترجمة؛
- مستوى التحليل الصرفي؛
- مستوى التحليل النحوي؛
- مستوى التحليل الدلالي؛
- مستوى التحويل؛" (محمد عز الدين، 2000، 318).
- أنتجت شركة صخر العالمية عدة برامج أهمها: "القارئ الآلي، منسق النصوص، المحلل الصرفي، القاموس العربي المحسوب، وبرمجيات التخاطب مع الحاسوب منها: برنامج سندباد (1) وسندباد (2) وناشر نيت، والإدريسي، والدليل، إلخ" (حسن الشريف، 2000، 178).
- أنتج المعهد الإقليمي لعلوم الإعلام والاتصالات عن بعد بتونس عدة برامج أهمها:
- برنامج "أديب" وهو قاموس محسوب موسع بين اللغات العربية والفرنسية والإنجليزية
- برنامج "ترجمان" يهتم بالترجمة الآلية
- برنامج "القارئ" وهو ماسح الكتروني للتعرف على النصوص العربية المطبوعة.
- برنامج التعرف على الكلام وتوليد الأصوات العربية
- برنامج توطين النصوص حسب اللهجات والعادات.
- مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية/ مركز المعلومات تهتم بإنشاء قواعد البيانات الخاصة بالمصطلح وترجمته والكتب المترجمة والعلمية والمعاجم.

- أنتجت شركة عرب نات Arab Net برنامج عربترانز ليهتم بالترجمة الآلية ورغم سرعته وسعته فهو لم يقدم ترجمة سليمة يتخلص فيها المترجم من صعوبات الترجمة.
- برنامج المترجم العربي للترجمة من اللغة الإنجليزية ATA. يعتمد هذا البرنامج على قواميس عامة ومختصة ويستخدم لإدخال النصوص العربية أو الإنجليزية وترجمتها والمساعدة على مراجعتها.

5. الذكاء الاصطناعي وآفاق اللغة العربية

أصبح من الواضح مما سبق أنّ الذكاء الاصطناعي يمثل ثورة علمية جديدة لا مفر للشعوب من خوضها وفهم آليات استخدامها والاستفادة منها، ولذلك يسهر العلماء والباحثون في الجامعات الغربية المتقدمة على تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي وفق نظرة مستقبلية قد تغير نمط عيش الإنسان ومهامه في الكرة الأرضية، إذ يطمح هذا العلم إلى التغلب على القدرة الإنسانية وتعويضها "بالإنسان الآلي" أي الروبوت. فقد أصبحت صناعة الروبوتات منتشرة في العالم وتأخذ مجراها التطوري بشكل سريع، ولا شك في أنها ستقدم حلولاً للمشكلات المطروحة على الإنسان اليوم في شتى المجالات الطبية والنقلية وعلم الزراعة والبيولوجيا والوقاية من الكوارث والتعليم والإدارة والخدمات وغيرها. وبما أنّ اهتمامنا منصب على استفادة اللغة العربية من الذكاء الاصطناعي؛ فإننا نتوقع أنها ستتجاوز العقبات والتحديات التي ما تزال ماثلة أمامها من خلال تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي الحالية أو بصناعة برامج حاسوبية جديدة تمكنها من تجاوز النواقص الموجودة الآن في جميع المستويات التي ذكرناها سابقاً.

وللقيام بذلك لابد من نشر ثقافة الذكاء الاصطناعي في الوطن العربي والعمل على إنشاء جامعات تدرس الذكاء الاصطناعي باستخدام اللغة العربية. وقد بدأت بعض المدارس تستفيد من هذا العلم باستخدام التكنولوجيا الذكية في برامجها الدراسية؛ إلا أنّ هذا الأمر لا يزال مقتصرًا على فئات قليلة من التلاميذ في المدارس الدولية الخاصة، فيجب تعميم التجربة حتى يتمكن الإنسان

العربي من الانخراط فيما يجري حوله في هذا العالم الذي أصبح مُسيّجا بتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

إنّ الواقع التعليمي والعلمي الذي تعيشه اللغة العربية اليوم لا يزال بعيدا إلى درجة ما عن الثورة العلمية التي أحدثها الذكاء الاصطناعي في النظام التعليمي في الدول المتقدمة. فأصبحت منصات التعليم عن بعد والتعليم التفاعلي النشط مفتوحة في أغلب الجامعات الغربية تنظم دروسا ولقاءات مع كبار المختصين باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي القائم على الروبوتات المصنعة لهذا الغرض، إذا بات بإمكان الطالب أو الباحث أن يخوض في أيّ موضوع بحثي متى شاء وأينما شاء ويستفيد كيفما شاء، وهو ما ينبئ بالتخلي تدريجيا عن دور المدرسة التقليدية، وأنّ معلم الغد مواصفاته تخلف عن مواصفات معلم اليوم، وعلى القائمين على شأن التعليم واللغة العربية في الوطن العربي أن يدركوا هذه الأمور والاستعداد لها وفق رؤية بيداغوجية جديدة تركز على ما يوفره الذكاء الاصطناعي في هذا المجال.

لا شك في أن الذكاء الاصطناعي سيحدث تغييرات مذهلة في أنماط حياتنا وخاصة الجانب التعليمي الذي سيستفيد منه في سرعة التعلم، إذ سيصبح الزمن التعليمي لأيّ اختصاص أقل بكثير من الزمن المدرسي الحالي، فمثلا إذا كان تكوين طبيب مختص يتطلب ما لا يقل عن خمس وعشرين سنة في المدرسة التقليدية، ربما سيستغرق تكوينه باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الموجهة للتعليم بضع سنوات قليلة.

ونلاحظ من خلال واقع حوسبة اللغة العربية أن هناك اهتماما متزايدا بهذا الموضوع سواء من خلال عقد المؤتمرات والندوات الدولية المختصة أو من خلال انتشار الشركات والمؤسسات والمعاهد والكلليات المهمة بشأن حوسبة اللغة العربية في شتى الميادين. ولئن كانت الصورة في ظاهرها جيدة ومقبولة مقارنة بحوسبة اللغات في البلدان المتقدمة؛ فإنّ هناك تحديات أمام حوسبة اللغة العربية لاتزال تؤرق المستخدم العربي، وهو ما يتطلب وضع استراتيجية عربية مشتركة تفتح

الأفق على مزيد من العناية بحوسبة اللغة العربية دعما لانتشارها في العالم. وسنسوق أبرز هذه التحديات التي ما تزال تشكل مجالات دراسة وبحث وتطوير وإعادة نظر.

يكمن التحدي الأول في عدم انتشار اللغة العربية بالصورة الكافية في شبكة الانترنت، وهو ما يحد من أفقها الضيق أصلا أمام الضغط الهائل الذي تتعرض له من دخول لغات أخرى عليها وخاصة في مجال صناعة المصطلح والتعليم والبحث العلمي؛ إذ لا زالت هذه الميادين تعتمد على اللغات الأجنبية خاصة الفرنسية والإنجليزية، فالمستخدم العربي لا يزال يعول على هذه اللغات في تلبية حاجاته البحثية والتعليمية والعلمية. يستدعي هذا الأمر مزيدا من صناعة البرامج الحاسوبية التي تساعد محركات البحث المتصفحة للانترنت باللغة العربية على أن تظهر على نطاق واسع في الميادين المذكورة سابقا.

يكمن التحدي الثاني في تعدد الشركات والمؤسسات المهتمة بحوسبة اللغة العربية وعدم التنسيق بينها ومن أبرزها شركة سيموس بفرنسا والمركز الوطني للإعلامية بتونس وسيستران بفرنسا ومعهد التكنولوجيات التطبيقية بواشنطن وشركة صخر بالقاهرة ومعهد بحوث الالكترونيات والحاسبات بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ومكتب تنسيق التعريب بالرباط ومركز الدراسات والبحوث العلمية والمعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا بسوريا، إلخ.

يكمن التحدي الثالث في البرامج التكوينية والتعليمية المتخصصة في الحوسبة واللسانيات. فالجامعات والمعاهد العربية لا تزال تفصل بين هذين التخصصين؛ بل إن تدريس اللسانيات العامة والتطبيقية لم يأخذ حظه بما فيه الكفاية في التعليم العالي ناهيك عن وجود مؤسسات لا تجمع في تكوينها الأكاديمي بين التخصصين اللساني والحاسوبي باستثناء بعض المؤسسات القليلة جدا في الوطن العربي.

يكمن التحدي الرابع في عجز بعض البرامج على الاستجابة إلى الحوسبة الكلية والدقة المعرفية والعلمية مثل برنامج التشكيل الآلي وبرنامج المصحح الآلي والقارئ الآلي وخاصة برنامج الترجمة الآلية الذي لا يزال يمثل تحديا حقيقيا أمام حوسبة اللغة العربية.

يكمن التحدي الخامس في عدم التمكن من جمع المدونة العربية الضخمة وحوسبتها كليا. ويتطلب هذا الأمر مجهودا عربيا مشتركا تسهم فيه جميع الدول العربية للقيام بمسح مكونات اللغة العربية شفوية ومكتوبة وتحليلها حاسوبيا.

يكمن التحدي السادس في غياب سياسة لغوية واضحة تشترك فيها جميع الدول العربية، إذ هناك بعض الجهود المعزولة لا ترتقي إلى مستوى إيجاد رؤية واضحة تهتم بتطوير اللغة العربية وحوسبتها.

6. خاتمة

إن النظر في واقع اللغة العربية ورهانات مستقبلها بات واضحا أنه مرتبط بالذكاء الاصطناعي وما يقدمه من برمجيات وتطبيقات تعمل على حوسبة اللغة العربية ومعالجة مستوياتها اللغوية بطرق رقمية حديثة، إذ أصبح هذا المسار ضرورة تحتمها مقتضيات الثورة العلمية الرقمية الحديثة القائمة على علوم الذكاء الاصطناعي التي غزت جميع مجالات الحياة. وقد استفادت اللغة العربية من هذا المجال العلمي في حوسبة بعض مستوياتها اللغوية، فنجحت إلى حد ما في بعضها مثل المستوى الكتابي/الخطي والمستوى الصرفي والنحوي والتركيب والدلالي والمعجمي. ولا تزال أمامها أشواط بحثية في مستويات أخرى مثل المستوى التداولي والتحليل النصي وضبط المدونة العربية وحوسبتها وتحسين جودة الترجمة الآلية، وهي مستويات تمثل تحديا حقيقيا يراهن عليه الباحثون في حوسبة اللغة العربية. وقد حاولنا النظر إلى هذه التحديات من زوايا نظر مختلفة تقنية وتعليمية وسياسية، فوقفنا على أهم أسبابها وقدمنا رؤية مستقبلية لها نطمح من خلالها إلى المزيد من

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في حوسبة اللغة العربية ومعالجتها معالجة علمية دقيقة تجعلها في مدار لغات الدول المتقدمة.

قائمة المراجع المعتمدة:

- المراجع العربية

الكتب:

- رشوان محسن والسعيد المعتز بالله وآخرين: المعالجة الآلية للنصوص العربية، الرياض، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، 2019.
- علي نبيل، اللغة العربية والحاسوب، الكويت، منشورات مؤسسة التعريب، 1988.
- مؤسسة الملك عبد العزيز آل سعود للدراسات الإسلامية والعلوم الإنسانية، اللغة العربية والتقنيات المعلوماتية المتقدمة، الدار البيضاء، المغرب، 1993.
- مركز الدراسات والأبحاث الاقتصادية والاجتماعية، اللسانيات العربية والإعلامية، تونس، 1989.
- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بتونس، استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، 1996.
- موسى حلمي علي، دراسة إحصائية لجذور معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر، الكويت، جامعة الكويت، 1973.
- الموسى نهاد، العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، بيروت، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، 2000.

المقالات

- الإدريسي محمد عزالدين المعيار، "تجربة شركة سيموس: نظام الترجمة الآلية المتعدد اللغات من اللغة العربية إلى اللغة الإنكليزية وبالعكس"، ندوة الترجمة في الوطن العربي، (نحو إنشاء مؤسسة عربية للترجمة)، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، لبنان، 2000.
- الراجح عبد الله بن صالح، "الترجمة الآلية"، ضمن كتاب: خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي، الرياض، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، صص 71-90، 2019.
- راغب أحمد، "الدراسة التحليلية للصوت اللغوي في العصر الحديث"، ضمن كتاب: مقدمة في حوسبة اللغة العربية، الرياض، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، صص 63-89، 2019.
- السعيد المعتز بالله، "المدونات اللغوية"، ضمن كتاب: الموارد اللغوية الحاسوبية، الرياض، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، صص 51-92، 2019.
- الشريف حسن، "تقرير المسح عن الترجمة الآلية في الوطن العربي"، ندوة الترجمة في الوطن العربي، (نحو إنشاء مؤسسة عربية للترجمة)، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، لبنان، 2000.
- العارف عبد الرحمان بن حسن، "توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية" جهود ونتائج"، عمان، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، عدد 73، 2007.
- العجيلي عبد ذياب، الحاسوب واللغة العربية، إربد، منشورات جامعة اليرموك، 1996.
- العصيمي عبد الرحمن بن محمد، "نمذجة الكلمة العربية خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل الكلمة العربية لغويا وتوزيعيا"، ضمن كتاب: خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي، صص 98-119، 2019.
- الصانع وليد بن عبد الله، "طرق ومستويات معالجة اللغة في الذكاء الاصطناعي"، ضمن كتاب: خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي، صص 15-44، 2019.

- مجدي وليد وإمام أسامة، "استرجاع المعلومات"، ضمن كتاب: المعالجة الآلية للنصوص العربية، الرياض، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، صص 15-56، 2019.

- المراجع الأجنبية:

- Alexandre Laurent, 2017, *La guerre des intelligences : intelligence artificielle versus intelligence humaine*. Paris, Éditions JCLattès.
- Buchanan, Bruce. (2005). "A (Very) Brief History of Artificial Intelligence", in *AI Magazine*. V 26, n°4, pp 53-60.
- Chomsky Noam, 1957, *Syntactic Structures*. Paris, The Hague: Mouton.
- Chomsky Noam, 1965, *Aspects of the Theory of Syntax*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Lane Hobson, Hapke Hannes, et al, 2019, *Natural Language Processing in Action: Understanding, Analyzing, and Generating Text with Python*, USA Manning Publications.
- Turing A. M., 1950, "Computing Machinery and Intelligence", in *Mind*, n° 49, pp 433-460.
- Verbeke Lise, 2018, "Aux origines de l'intelligence artificielle", in <https://www.franceculture.fr/numerique/aux-origines-de-lintelligence-artificielle>, 31/3/2018.