أثر الدراسات البينية في المعالجة الآلية للغة العربية

Impact of interface studies on automated processing of Arabic

د/إبراهيم بوشاشية*

جامعة لويسي علي-البليدة 2

تاريخ الوصول.....تاريخ القبول..... تاريخ النشر.....

ملخص:

إنَّ التَّغْيِرَاتِ الْمُعْقَدَةَ وَالسَّرِيعَةَ الَّتِي يَشْهَدُهَا عَالَمُنَا الْيَوْمَ، نَتِيجَةُ حَرَكَةِ التَّطَوُّرَاتِ الْمُسَارِعَةِ الرَّهْبِيَّةِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي كُلِّ لَحْظَةٍ وَحِينٍ، وَالَّتِي مَسَّتْ بِلا شَكِّ كَافَةَ مَنَاجِي الْحَيَاةِ، وَأَرْهَقَتْ الْإِنْسَانَ إِلَى دَرَجَةٍ تَجَاوَزُ قُدْرَةَ التَّحْكُمِ فِيهَا. وَإِنَّ التَّعَايُشَ مَعَ هَذَا الْوَاقِعِ وَقَضَايَاهُ الْمُتْرَاكِمَةَ وَالتَّأَقُّلَ مَعَ مُشْكَلاتِهِ، يَفْرُضُ عَلَيْنَا حَتْمًا ضَرُورَةَ الْاسْتِعَانَةِ بِكُلِّ مَا يَخَفِّفُ عَنَّا عَيْبًا مَا يُثْقِلُ كَاهِلَنَا مِمَّا نَعِيشُهُ، أَوْ مِمَّا يُمَكِّنُ أَنْ يُصَادِفَنَا فِي الْحَيَاةِ، وَكَذَا الْاسْتِعَانَةَ أَيْضًا بِكُلِّ مَا مِنْ شَأْنِهِ أَنْ يُسَهِّلَ وَيُسِّرَ لَنَا سُبُلَ التَّحْكُمِ فِي هَذَا الْوَضْعِ عُمُومًا، وَبِخَاصَّةٍ فِي التَّعَامُلِ مَعَ الظَّاهِرِ الْعِلْمِيَّةِ وَالْقَضَايَا الْاجْتِمَاعِيَّةِ وَمُعَالَجَتِهَا. وَلَا تَخْرُجُ دِرَاسَةُ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ وَسُبُلُ مُعَالَجَةِ ظَوَاهِرِهَا عَنِ هَذَا الْإِطَارِ.

وَنَتِيجَةُ لِدَلكَ تَنَجُّهُ كُلِّ الْجُهُودِ الْفِكْرِيَّةِ؛ الْقَرْدِيَّةِ وَالْمُؤَسَّسَاتِيَّةِ؛ الْحُكُومِيَّةِ مِنْهَا وَالْمَدْنِيَّةِ، وَبِخَاصَّةٍ تِلْكَ الْمُتَعَلِّقَةَ بِتَلْقِيَنِ الْمَعَارِفِ وَالْعُلُومِ، كَالْمُؤَسَّسَاتِ التَّعْلِيمِيَّةِ وَالْمَدَارِسِ وَالْمَعَاهِدِ وَالْجَامِعَاتِ؛ بَلْ حَتَّى فِي تَخْضِيرِ وَتَنْظِيمِ وَتَرْتِيبِ أُمُورِ الْمَنْزِلِ وَالْمَطْبِخِ تَنَجُّهُ إِلَى اسْتِثْمَارِ التَّكْنُولُوجِيَا الْحَدِيثَةِ وَالْاسْتِعَانَةِ بِالْأَجْهِزَةِ الذَّكِيَّةِ فِي تَنْفِيذِ كُلِّ هَذِهِ الْأَعْمَالِ.

وَلَا شَكَّ أَنَّ أَحْدَثَ مَا يُمَثِّلُ هَذِهِ التَّكْنُولُوجِيَا الْيَوْمَ هُوَ الْحَاسِبُ الْآلِي الَّذِي لَا يُمَكِّنُ الْاسْتِعْنَاءَ عَنْهُ لِمَا لَهُ مِنْ قُدْرَةٍ كَبِيرَةٍ فِي تَشْخِيسِ هَذَا الْوَضْعِ وَمُعَالَجَتِهِ وَتَخْلِيصِ الْإِنْسَانَ مِنْ كُلْفَةِ الْجُهْدِ وَالْوَقْتِ، وَتُعَدُّ الْأَنْظُمَةُ الْمَعْلُومَاتِيَّةُ إِحْدَى رَكَائِزِ الْبَحْثِ الْعِلْمِيِّ وَأَدْوَاتِهِ الْأَسَاسِيَّةِ، بِاعْتِبَارِهَا تَقْنِيَّةٌ تَقُومُ مَقَامَ الْإِنْسَانَ فِي تَنْفِيذِ وَإِنْجَازِ مَا يُحِيطُ بِهِ مِنْ قَضَايَا وَأَعْمَالٍ وَحُسْنِ التَّحْكُمِ فِيهَا، وَهُوَ مَا يُبَيِّنُ قِيَمَةَ هَذِهِ التَّقْنِيَّةِ الْآلِيَّةِ وَعَظَمَةَ شَأْنِهَا لِمَا تُقَدِّمُهُ مِنْ خَدَمَاتٍ جَلِيلَةٍ لَيْسَ فَقَطُ فِي تَشْخِيسِ الْوَضْعِ الرَّاهِنِ الَّذِي وَصَلَتْ إِلَيْهِ دِرَاسَةُ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ وَمُعَالَجَةِ ظَوَاهِرِهَا الْأَدْبِيَّةِ وَاللُّغَوِيَّةِ فَحَسَبَ؛ بَلْ فِي كُلِّ مَا تَقَدِّمُهُ مِنْ خَدَمَاتٍ مُعْتَبَرَةٍ وَبِطَرِيقِ الْآلِيَّةِ، ذَلَّلَتْ بِحَقِّ الْعَدِيدِ مِنَ الْعَقَبَاتِ وَسَاهَمَتْ بِشَكْلِ وَاسِعٍ فِي تَنْمِيَةِ وَازْدِهَارِ الْكَثِيرِ مِنَ الْعُلُومِ الْمَعْرِفِيَّةِ.

وَسَعِيًّا نَحْوُ تَرْشِيدِ مَسَارِ الْبَحْثِ فِي هَذِهِ الْعُلُومِ، اَزْدَادَ اِهْتِمَامُ الْعُلَمَاءِ وَاللُّغَوِيِّينَ الْمُحْدَثِينَ إِلَى اقْتِحَامِ مَجَالِ الدِّرَاسَاتِ الْبَيْنِيَّةِ وَالانْفِتَاحِ عَلَى حَبَايَاهَا وَأَسْرَارِهَا، وَمِنْ ثَمَّةِ إِخْضَاعِ الْبَحْثِ اللُّغَوِيِّ إِلَى اعْتِمَادِ مَنَاهِجٍ وَمَبَادِيءٍ هَذَا

د/إبراهيم بوشاشية

المجال المعرفي الجديد(الدراسات البينية). بهدف ترسيخ المعالم الصلبة التي تقوم عليها حوسبة اللغة ومعالجتها، وذلك من أجل النهوض بلغتنا العربية وتطويرها وجعلها صالحة لأن تكون لغة للعلم، خاصة ونحن نعيش اليوم تصارع اللغات أي منها تُسائر التطور والتقدم العلمي. فتكون أحق بذلك؟

الكلمات المفتاحية: الدراسات، البينية، المعالجة، الآلية، اللغة العربية.

Abstract:

The complex and rapid changes that are taking place in our world today are the result of the rapid and terrible developments that are taking place at every moment and time, which have undoubtedly affected all walks of life, and which have strained humankind to the point where it is beyond its control. Living with this reality and its accumulated problems and coping with its problems makes it imperative for us to take advantage of everything that would alleviate the burden of what we live in, or that could lead us to life. It also makes it easier and easier for us to manage this situation in general, especially in dealing with scientific phenomena and social issues and addressing them.

As a result, all intellectual efforts are moving; individual and institutional; Government and civil society, in particular those relating to the indoctrination of knowledge and science, such as educational institutions, schools, institutes and universities; Even in the preparation, organization, and arrangement of household and kitchen things, they tend to invest in modern technology and use smart appliances to carry out all these work. There is no doubt that the most recent form of this technology today is the computer, which is indispensable because of its great ability to diagnose and process this situation and to free people from the cost of effort and time. Information systems are one of the basic pillars of scientific research and its tools. Indeed, in all the important services they provide in automated ways, many obstacles have been seriously overcome and have contributed extensively to the development and prosperity of many cognitive sciences.

In an effort to rationalize the course of research in this science, scientists and linguists have become increasingly interested in entering the field of cross-cutting studies and opening up to their hidden and secret knowledge, and thus subjecting linguistic research to the adoption of the curricula and principles of this new field of knowledge (cross-cutting studies). The aim is to consolidate the solid features underlying the computing and processing of language in order to promote and develop our Arabic language and make it fit to be a language of science. So you're right?

Keywords: Studies, Interface, Processing, Machinery, Arabic .

1. مقدمة:

وإذا كان الأمر كذلك؛ فهذا الكلام يجعل الكثير من التساؤلات تتبادر في ذهن القارئ، وإن أبرزها يتمثل في: كيف تُعالج اللغة آلياً؟ وما هي الوسائل التي يُمكن الاستعانة بها في هذه المعالجة والتي

بإستطاعتها أن تَقُومَ مَقَامُ الْإِنْسَانِ (الباحث) في هذه الدِّراسة؟ ثُمَّ إِنَّ النَّصَّ اللَّغَوِيَّ فِي حَقِيقَةِ الْأَمْرِ جِدُّ مُعْقَدٍ سِوَاءَ أَكَانَ [كَلِمَةً، أَوْ تَرْكِيْبًا] فَكَيْفَ لِهَذِهِ التَّقْنِيَّةُ قُدْرَةَ التَّعَرَّفِ عَلَيْهِ وَتَشْخِيصِهِ وَتَحْلِيلِهِ وَغَيْرَ ذَلِكَ مِنْ أَنْوَاعِ هَذِهِ الدِّرَاسَةِ الْآلِيَّةِ؟ ثُمَّ مَا عِلَاقَةُ الدِّرَاسَاتِ الْبَيْنِيَّةِ بِذَلِكَ، وَفِيْمَا يُتَمَثَّلُ أَثَرُ الدِّرَاسَاتِ الْبَيْنِيَّةِ فِي الْمَعَالِجَةِ الْآلِيَّةِ لِللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ؟ وَمَا هِيَ الثَّمَارُ الَّتِي يُرْجَى جَنْمُهَا مِنْ ذَلِكَ؟

هذه الأسئلة وأخرى سنُجيب عنها إن شاء الله تعالى في فعاليات الملتقى الوطني الذي ستحتضنه جامعة حسيبة بن بوعلي يوم 28 جوان 2021.

01- كَيْفَ نَعَالِجُ اللُّغَةَ الْآلِيَّةَ؟

المَقْصُودُ بِمَعَالِجَةِ اللُّغَةِ الْآلِيَّةِ (traitement Automatique de la Lange): هي دراسة اللُّغة وَظَوَاهِرُهَا دِرَاسَةٌ عِلْمِيَّةٌ مُوْضُوعِيَّةٌ، غَيْرُ أَنَّ هَذِهِ الدِّرَاسَةَ بَدَلًا مِنْ أَنْ يَقُومَ بِهَا الْإِنْسَانُ الْبَشَرِي (طَبْعًا بِوِاسْطَةِ ذَكَائِهِ الطَّبِيعِيِّ)، يَقُومُ بِهَا الْحَاسِبُ الْآلِي (Computer) (طَبْعًا بِوِاسْطَةِ ذَكَائِهِ الْإِصْطِنَاعِيِّ)، وَلَكِنْ لُغَةُ الْحَاسِبِ لَيْسَتْ هِيَ لُغَةُ الْإِنْسَانِ الْبَشَرِي الَّتِي نَعْرِفُهَا عَلَى أَهْلِهَا وَحَدَاتِ لُغَوِيَّةٍ وَغَيْرِ لُغَوِيَّةٍ أَسَاسِيًّا: [حُرُوفٌ، كَلِمَاتٌ، جُمَلٌ، نُصُوصٌ، إِشَارَاتٌ، عِلَامَاتٌ، أَرْقَامٌ... الخ]، يُفَهِّمُهَا الْعَقْلُ الْبَشَرِي وَيَتَعَامَلُ مَعَهَا بِإِعْمَالِ الْفِكْرِ فِيهَا، وَبِالتَّالِي إِجْرَاءَ مُخْتَلَفِ الدِّرَاسَاتِ عَلَيْهَا لِلْوُقُوفِ عَلَى ظَوَاهِرِهَا وَمُكَاشَفَتِهَا. وَهُوَ مَا يُطَلَقُ عَلَيْهَا بِالْمَفْهُومِ الْحَدِيثِ بِاللِّسَانِيَّاتِ.

وَإِذَا عَلِمْنَا أَنَّ اللُّغَةَ جِينَمَا يَتَنَاوَلُهَا الْإِنْسَانُ بِالدِّرَاسَةِ الْعِلْمِيَّةِ وَالتَّحْلِيلِ الْمَنْطِقِيِّ وَذَلِكَ بِتَوْظِيفِ جُمْلَةِ الْقُدْرَاتِ الذَّهْنِيَّةِ وَالْمَنْطِقِيَّةِ الَّتِي تُمَثِّلُ عَقْلَ الْإِنْسَانِ، أَوْ مَا يُسَمَّى بِ: الذِّكَاةِ الطَّبِيعِيِّ الَّذِي مَنَحَهُ اللَّهُ إِيَّاهُ، وَالمَوْجُودِ بِرَأْسِ الْإِنْسَانِ الْبَشَرِيِّ. وَتَحْدِيدًا فِي مَنْطِقَتَيْنِ أَسَاسِيَّتَيْنِ فِي الدِّمَاغِ: مَنْطِقَةُ بَرُوكَا (وَسُمِّيَتْ كَذَلِكَ نَسْبَةً إِلَى مَكْتَشَفِهَا الطَّبِيبِ الْفَرَنْسِيِّ بِيير بُول بَرُوكَا 1 سَنَةِ 1861)، وَمَنْطِقَةُ فِيرْنِيكْ 2 (وَقَدْ سُمِّيَتْ كَذَلِكَ نَسْبَةً إِلَى كَارْل فِيرْنِيكْ طَّبِيبِ الْأَعْصَابِ الْأَلْمَانِيِّ الْجِنْسِيَّةِ، وَتَتَوَاجَدُ فِي الْقِسْمِ الْخَلْفِيِّ مِنَ الْفِصِّ الصَّدْغِيِّ بِالْمَخِّ، وَغَالِبًا مَا تَرْتَبِطُ بِاسْتِيعَابِ اللُّغَةِ؛ أَيْ التَّعَامَلِ الْحَسِّيِّ (Sensory) مَعَ اللُّغَةِ الْوَارِدَةِ إِلَى الدِّمَاغِ سِوَاءَ مَكْتُوبَةٍ كَانَتْ أَوْ مَسْمُوعَةٍ، وَلِذَلِكَ تَعْمَلُ مَنْطِقَةُ فِيرْنِيكْ مَعَ مَنْطِقَةِ بَرُوكَا، حَيْثُ تَتَعَامَلُ مَنْطِقَةُ فِيرْنِيكْ مَعَ الْكَلَامِ "الْوَارِدِ" بَيْنَمَا تَتَعَامَلُ بَرُوكَا مَعَ الْكَلَامِ "الصَادِرِ").

ولاشك أنّ هذا العمل يتطلّب جملة من الإجراءات، فلن يقوم العقل البشري (الذكاء الطبيعي) بدراسة وتحليل اللّغة إلّا إذا وصلته بصورة واضحة وسليمة عن طريق الحواس الخمس باعتبارها مسؤولة عن نقل وإيصال المعلومات أو بالأحرى المعطيات عبر سريّا العصبون البيولوجي الجهازي العصبي إلى الشبكة العصبونية منها إلى الدماغ. فحينها يُمكن للعقل البشري (الذكاء الطبيعي) أوّلًا التّعرّف على هذه المعطيات، ومن ثمّ القيام بمختلف العمليات التحليلية والمنطقية على اللّغة ومُكاشفة ظواهرها. وللإشارة أنّ هذا النوع من الدّراسة يتدرج ضمن فرع اللّسانيّات العصبية. وهنا تتضح لنا بحقّ رؤية العالم الأمريكي "نعوم تشومسكي" التي ترى أنّ اللّغة هي عبارة عن عمليات عقلية تقع في الدماغ.

وإذا كان هذا هو مبدأ عمَل العقل البشري (l'intelligence Natural) عُمومًا، وبصورة مُبسطة في التّعامل مع اللّغة، فكيف هو حال مبدأ عمَل الذكاء الاصطناعي في معالجة اللّغة؟

لاشك أنّ الذكاء الاصطناعي (l'intelligence Artificiel) إنّما هو "مُحاكاة للعقل الطبيعي، و"تقليد" لمُعظّم وظائفه الفكرية، وأنشيطه العلميّة، وإجراءاته العمليّة، ويُمثّل الذكاء الاصطناعي (أو العقل الإلكتروني) العنصر الأساس في الحاسوب، في إدارة وتنفيذ كافة العمليات المطلوبة وبطرق آليّة، ولكن هذا العمل هو الآخر يتطلّب مجموعة من الإجراءات. فلاشك أنّ الحاسب الآلي (Computer) باعتباره جهاز إلكتروني يضمّ أجهزة كهربائية وميكانيكية ومعدات إلكترونية، يتلقى التّعليمات والأوامر من المستخدم، ويقوم بإنجازها، ولا تخرج إجراءات العمليات الحسابية والمنطقية على اللّغة ومُكاشفة ظواهرها عن هذا الإطار، ليقدم مُخرجات يستفيد منها المستخدم (الباحث اللّغوي) كما يُقدّم الحاسوب حلول ونتائج لدعم القرار.

ثمّ إنّ الحاسوب باعتباره جهاز ذكي يُحاكي في قدرته ووظائف الإنسان وقدراته الذهنية في التّعامل مع المعطيات، ومن ذلك تعامله مع اللّغة. ولكن الحاسوب إنّما هو في الأساس آلة (Machine)؛ عتاد (Hard)، وأنظمة (Soft). ولكن وبالرغم ممّا لهُمن قدرة عظيمة في التّعامل، وبسرعة فائقة، مع أعقد العمليات الحسابية وأطولها، فلن يستطيع (الذكاء الاصطناعي) أن يقوم بدراسة وتحليل اللّغة إلّا إذا وصلته بصورة واضحة وسليمة عن طريق مُدخلات خاصة (وسائل إدخال) باعتبارها مسؤولة عن نقل وإيصال المعلومات أو بالأحرى المعطيات عبر لغة الآلة (Langage Machine) وبواسطة برامج أنظمة معلوماتية، وتطبيقات (Logiciel et Système D'applications) ووفق نظام

البناء الخوارزمي، إلى الذاكرة المركزية (Mémoire Central) منها إلى المعالج الآلي (Micro Processeur). فحينها يُمكن للعقل الإلكتروني (الذكاء الاصطناعي) أولاً التَّعَرَّفَ على هذه المعطيات، ومن ثمَّ القيام بمختلف العمليات التحليلية والمنطقية على اللُّغة ومُكاشفة ظواهرها. فمعالجة اللُّغة آلياً تُقوِّمُ إذن على توظيف وسائط لغوية وغير لغوية يَقَعُ تنفيذها في شكل تطبيقات وبرامج مُطوِّرة يُوقِّرها النِّظام المَعْلُومَاتِي، لِئِيْتِمَّ تَنْفِيذُهَا مِنْ طَرَفِ الذِّكَاءِ الاصطناعي (l'intelligence Artificiel).

ونشير هنا إلى أنه "قد توصلت بحوث الذكاء الاصطناعي إلى أن الوظيفة الأساسية للعقل البشري التي تميزه عن العقل الحيواني، هي مَقْدِرَتُهُ على إنتاج الأنظمة الرمزية واستعمالها، وعلى رأسها النظام الرمزي اللُّغوي المستعمل في: التواصل، وتمثيل المعلومة، وتخزين المعرفة، ونقلها، فقامت برامج الحاسوب على هذا الأساس"¹.

وهذه عبارة عن صورة مبسطة تبين مبدأ عمل الحاسوب في التفكير والتعامل مع اللُّغة. وللإشارة أن هذا النوع من الدِّراسة يندرج ضمن فرع اللِّسانِيَّاتِ الحاسوبية.

02- التَّطوُّر التكنولوجي واستثمار وسائله في دراسة اللُّغة ومُعالجتها:

لا نُبَالِغُ إن قُلْنَا أَنَّ التَّقَدَّمَ التِّكْنُولُوجِي قَدْ شَمَلَ جُلَّ مَظَاهِرِ الحَيَاةِ الاجتماعية، ولم يقتصر على ذلك فحسب بل أضح أكثر من ضرورة في اقتحام مجالات الحياة العلمية وبخاصة مع استحداث الحواسِبِ الذكيَّة وانتشار المنهجية الإعلامية في التَّعاملِ مع قضايا التَّعليم والتَّعلم، ولم يعد يقتصر استخدام التكنولوجيا ووسائلها الحديثة في تنمية وتطوير العملية التعليمية في جميع مراحلها وأطوارها؛ الابتدائي والمتوسط والثانوي، والجامعات، بل شمل هذا التَّطوُّر التكنولوجي (الحاسب الآلي) مراكز ومخابر البحث العلمي، فلا يكمن أن نتصوَّرَ مُسايرة البحث العلمي في ضل هذه التطورات السريعة ونحن نعيش بمئى أو بمَعزَلٍ عَن الحاسوب والتَّقَاةِ الحاسوبية وَمِن دون تخطيط حاسوبي وفي إطار الأنظمة المعلوماتية ذلك أَنَّ التَّخْطِيطَ الجيد من أبرز الأهداف التي يسعى المهتمون في الشأن التعليمي لتحقيق الغرض المنشود وتلبية حاجيات المتعلم خاصة ونحن نعيش هذا التطور الهائل والرقمنة التي صارت الكثير من الدول تتبني سياسة تعميمها بمختلف القطاعات والأنشطة الاقتصادية بما في ذلك قطاع التربية والتعليم والبحث العلمي، (هذا التَّطوُّر التكنولوجي) القَائِمُ أساساً على ما يسمى بالذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة والحوسبة **وغير ذلك**.

ويُقصد ويراد بالوسائل والآليات المستخدمة في معالجة اللُّغة وتطويرها، "وجود عنصر التكنولوجيا في العملية التعليمية تطويراً أو إثراء لها وتيسيراً لعملية التعليم والتعليم. ويقصد بذلك استخدام الوسائل التكنولوجية في العملية التعليمية من وسائل صوتية وفيديو وشرائح وحاسبات وغيرها"². وأنَّ أحدثها هو الحاسوب:

02- أ/ مفهوم الحاسوب (Computer):

الحاسوب أو الحاسب الآلي هو عبارة عن "آلة إلكترونية تقوم بمعالجة البيانات وتخزينها واسترجاعها وإجراء العمليات الحسابية والمنطقية بناء طلب المستخدم.... يتكون من مكونين هُما: أ/- المكون المادي (Hard War): وهي عبارة عن القطع والملحقات الملموسة التي يتكون منها جهاز الحاسب.

ب/- المكون المادي (Soft War): وهي المكونات البرمجية غير الملموسة في جهاز الحاسب وهي نظم التشغيل والبرمجيات"³.

02- ب/ خصائص الحاسوب:

يتميّز الحاسوب بجملة من الخصائص تُأهله إلى أن يتولى مُعالجة العديد من المسائل والقضايا التي تَارق حياة الإنسان وتمنحه القدرة على حل مشكلاتها، وإنَّ أبرز هذه الخصائص هي"⁴:

- السعة الكبيرة: وقد مرت بمراحل عديدة حتى صارت بالإمكان تخزين الكم الهائل من المعلومات والبيانات والملفات باختلاف أنواعها على شريحة صغيرة لا يتجاوز حجمها ظفر الإصبع.
- المعالجة السريعة: قد تكون هذه الميزة أهم خصائص الحاسوب وهي التي كان لها الدور الأكبر في التفجر المعرفي ولطالما تفاخر الناس على أقرانهم بتطور هذه الميزة في حواسيم الشخصية.
- الخوارزميات: يعتمد الحاسوب في أداء وظائفه على خوارزميات وعادلات تنظم خطوات تعامله مع الأوامر والبيانات والملفات، وتكون هذه الخوارزميات قد أعدت مسبقاً، ووضعت في نظام الحاسب كما يوجد لكل برنامج خوارزميات خاصة به تتناسب مع المهمة التي أعد لها، لذلك يمكن وصف نظام الحاسوب بأنه نظام رياضي.
- ميزة أخرى: وهناك صفة أخرى للحاسوب ينبغي التنبيه لها كي نتعامل معه بطريقة صحيحة، وهي أنه غبي أو عاجز عن الفهم.

وذلك أنك عندما تعرف الاسم بأنه ما كان مثل رجل فرس حائط فإنَّ الإنسان يقيس عليه كل أسماء العربية التي تعبر عن الموجودات، لكن هيات للحاسوب أن يدرك ذلك، ولا سبيل إلَّ بعملية إحصائية تنص على وصف كل الكلمات الدالة على اسم بأنها اسم وإدراجها في الحاسوب.

كما يتميز الحاسب الآلي ب"⁵:

- القدرة على تخزين المعلومات واسترجاعها في أي وقت تشاء

- إمكانية تنسيق النصوص والخطابات وإجراء العمليات الحسابية والمنطقية
إمكانية تكوين برمجيات خاصة بالمستخدم من خلال لغات البرمجة الحاسوبية.

03- التفكير الحاسوبي:

المقصود بالتفكير الحاسوبي: إجراء عملي تحليلي يحاول من خلاله الباحث إدراك وفهم السلوك البشري الذي يعتمد على المفاهيم الأساسية لعلوم الحاسوب، وهو وسيلة لحل المشكلات وتصميم الأنظمة، ويقتضي الازدهار في علوم اليوم أن يكون التفكير الحاسوبي جزءاً من الطريقة التي يفكر بها الناس ويفهمون بها العالم⁶. فالتفكير الحاسوبي هو "عملية حل مشكلات تتضمن عدد من الخصائص والميول. و[التفكير الحاسوبي] أمر ضروري لتطوير التطبيقات الحاسوبية، ولكن يمكن الاستعانة به أيضاً لحل المشكلات في جميع التخصصات، بما في ذلك العلوم الإنسانية والرياضيات والعلوم"⁷.

وأما من حيث المضمون أو المحتوى، فالتفكير الحاسوبي ينطوي على "دراسة أنماط البيانات وتفكيك المشكلات باستخدام خوارزميات (Algorithmes) وإجراءات والقيام بعمليات المحاكاة والنمذجة الحاسوبية والتفكير المنطقي بشأن أشياء مجردة"⁸. ومن ثمَّ إيجاد حلول لهذه المشكلات في شكل تطبيقات أو برمجيات في علوم الحاسوب. وهو اتجاه يدفعه الانفجار العلمي في البيانات الضخمة وانتشار الأدوات المتطورة لإدارة البيانات وتحليلها وتصورها.

04- الذكاء الاصطناعي (L'intelligence Artificielle):

لقد "ظهر الذكاء الاصطناعي في الخمسينات من القرن الماضي نتيجة الثورة التي حدثت في مجال المعلومات ويهدف إلى تحقيق الوصول إلى فهم عميق للذكاء الإنساني عن طريق محاكاته والاستثمار في أفعال الحاسوب والعقل على استغلال إمكانياته"⁹.

ويُعرّف في أبسط تعريفاته بأنّه: "يتعلّق بمجال المعلوماتية الذي يحرص على بناء برامج تبرز سلوكيات بشرية تعرف بالذكاء مثل: تحليل محيط، حل المسائل واتخاذ القرارات"¹⁰. وهو "مشروع علمي يتميز بالطموح إلى تطوير نموذج كامل عن الإنسان جسداً وفكراً ويبقى هدف هذا العلم... هو فهم العمليات الذهنية المعقدة التي يقوم بها العقل البشري أثناء ممارسة الفكر"¹¹. ولذلك يُطلق علمياً بأنه صناعة المعرفة.

05- مفهومات اللسانيات الحاسوبية (*linguistique informatique*):

إذا كان علم اللغة أو اللسانيات (*linguistiques*) بالمفهوم الحديث تُعرَفُ بأنّها الدِّراسة العلميّة للُّغة¹² وَفَقَ مَنَاهِجَ علميّة بغرض الوصول إلى الحقائق الّتي تتعلّق باللُّغة الإنسانيّة، وذلك عن طريق وصف وفحص لهذه اللُّغة، وإذا كان محور اللّسانيّات يَدور حول دراسة وتقديم تفسير لظواهر اللُّغة والتحقُّق منها وإثباتها، فإنّ الحَاجةَ إلى الحوسبة (حوسبة اللُّغة) أدّت إلى ظُهور اللّسانيّات الحاسوبية الّتي تُحاولُ محاكاة العقل البشري في فهم الظاهرة اللُّغوية تنظيرًا وإنجازًا ومُمارَسةً، ولذلك جَمَعَ هذا الحقل من المعرفة بين اللّسانيّات، والذكاء الاصطناعي والإعلامية والرياضيات والمنطق بهدف نقل الذكاء الاصطناعي والإعلامية والرياضيات والمنطق وبِقصدِ تحليل النِّظام اللُّغوي تحليلًا آليًا ومُتعدّد المستويات وبأسرع وقت مُمكن¹³.

ومن أبرز التّعريفات الّتي قُدمت لتحديد مفهومات اللّسانيّات الحاسوبية ما يلي:
تُعرَفُ اللّسانيّات الحاسوبية بأنّها: "دراسة علمية للغة الطبيعية من منظور حاسوبي، وهذه الدِّراسة لا يمكن أن تتم إلا ببناء برامج حاسوبية لأنظمة اللُّغات البشريّة من خلال تقييس ومحاكاة نظام عمل الدماغ البشري لنظم عمل الحاسب الآلي"¹⁴.
ويُعرَفُ "نهاد الموسى" اللّسانيّات الحاسوبية بأنّها: "الدراسة العلمية للنظام اللُّغوي في سائر مستوياته بمنظار حاسوبي، ويتجلى هدفها في تطبيق النّمادج الحاسوبية على الملكة اللُّغوية"¹⁵. كما يَعتبرها "نظامًا بينيًا بين اللّسانيّات وعلم الحاسوب يُعنى بحوسبة جوانب الملكة اللُّغوية"¹⁶.
وقد حَاولَ الباحث اللّساني السُّوري "طارق عبد الحكيم أمهان" وَضَعَ تَعْرِيفَ دقيق لمفهوم اللسانيّات الحاسوبية قائلاً: "هو فرع من علم اللسانيّات يبحث في الطرق والوسائل، ويضع القواعد الّتي تساعد في جعل الآلة قادرة على معالجة اللغات البشريّة بجميع مستوياتها حتى الوصول إلى نظام حاسوبي يضاهي القدرة البشريّة في معالجة اللغة"¹⁷.

ولذلك عدّ بعض المختصين أنّ اللّسانيّات الحاسوبية فرع بيّني يَنَسِبُ نِصفه إلى اللّسانيّات وموضوعها اللُّغة، ونِصفه الآخر حاسوبي وموضوعه ترجمة اللُّغة إلى رُموزٍ رياضيّة يفهمها الحاسوب ويُعالجها"¹⁸. وهو فرع حديث النّشأة ظهر مُوازياً مع عصر المعلوماتية والرّقمنة الّتي أحدثها التطور التكنولوجي. ويُمثل الحاسوب أحدث مظاهرها.

واستنادًا إلى هذه التعريفات يتبين لنا مسعى اللسانيات الحاسوبية وهدفها الأساس والمتمثل في استغلال كفاءة الحاسوب في التعامل مع اللغة، وجعله **قادرًا** على معالجة ظواهرها وذلك بوضع برامج حاسوبية تحاكي عمل الدماغ البشري.

هذا ويمكن اعتبار التعريف الذي وُصفت به اللسانيات الحاسوبية في المؤتمر الدولي الذي أُقيم بِشأنها في سنة 1965م من أحسن التعريفات تفصيلًا لملاحمها؛ حيث عُرِّفت بِأنها "علمٌ جديدٌ تتقاطع فيه اللسانيات مع جهاز صوري تفرزه العلوم المنطقية الرياضية ويخضع للقيود التي تفرضها الآلات المُعدّة للمعالجة الآلية للمعلومة، ويؤدي البحث في هذا المجال إلى إنشاء نموذج خوارزمي"¹⁹. وبإمعان النظر في هذا التعريف تظهر لنا **الملامح الكبرى** للسانيات الحاسوبية، والمتمثلة في تقاطع **مجال اللسانيات الحديثة المتسارع في النمو والتطور**، و**مجال العلوم المنطقية الرياضية** من منظور المنهج الصوري، بمجال ثالث؛ وهو مجال **تقني بحثه** و **الأخر حديث النشأة** وهو **مجال المعالجة الآلية للمعلومة**، كما يحمل هذا التعريف أيضًا **الهدف العام** من اللسانيات الحاسوبية وهو صياغة نموذج خوارزمي، وهو عبارة عن هيكل تنظيمي عام (Organigramme Général) تُصاغ فيه اللغة على شكل رموز رياضية منطقية قابلة لأن تُشغل وتنفذ في الحاسوب.

05- أ/ مبادئ اللسانيات الحاسوبية:

المقصود بمبادئ اللسانيات الحاسوبية؛ المجالات (أو الفنون) العلمية التي يقوم عليها علم اللسانيات الحاسوبية، ويشمل -في الغالب- ثلاث ميادين أساسية؛ "اللسانيات العامة بجميع مستوياتها التحليلية: الصوتية، والنحوية، والتركيبية والدلالية، ومن علم الحاسبات الإلكترونية، ومن علم الذكاء الاصطناعي، ومن علم المنطق ثم علم الرياضيات"²⁰. وتتألف مبادئ اللسانيات الحاسوبية في نظر **مازن الوعر** من "علم الحاسبات الإلكترونية (الكمبيوتر) ومن علم الذكاء الاصطناعي، وعلم المنطق، ثم علم الرياضيات"²¹.

05- ب/ دعائم ومرتكزات اللسانيات الحاسوبية:

يرى العديد من الباحثين أمثال "نهاد الموسى" أن اللسانيات الحاسوبية تقوم على مركبتين أساسيتين: **مركب نظري لساني**، وآخر **مركب تطبيقي تمائضي**؛ بحيث يمثل المركب الأول **الشقّ التّنظيري** من الدراسة ويتناول قضايا ومسائل اللسانيات النظرية وأبرزها إقامة نظريات صورية للمعرفة اللغوية التي يحتاجها الإنسان لتوليد اللغة وفهمها، كما تطور اللسانيات الحاسوبية نماذج صورية تستجمع وجود الملكة اللغوية الإنسانية وترجمها إلى برامج تقنية حاسوبية"²².

وأما **الشقّ التطبيقي**؛ وهو عبارة عن **تيمّة للدراسة**، فهو في تصوّر نهاد الموسى "يهدف إلى إنتاج برامج ذات معرفة باللغة الإنسانية، وذلك من أجل تحسين التفاعل بين الإنسان والآلة"²³. ويضيف "نهاد الموسى" قائلاً: "أنّه ماتزال برامج اللسانيات الحاسوبية الموجودة بالفعل بعيدة عن بلوغ القدرة

الإنسانية، لكن لها تطبيقات مُمكنة جمة؛ ذلك أنه مهما تكن اللغات التي يفهمها الحاسوب ومجالات خطاها محددة فإن استعمال اللغة الإنسانية يزيد تقبل البرامج وإنتاجية من يستعملونها²⁴.

فدراسة اللسانيات الحاسوبية يَتِمُّ ضَمْنُ جانِبَيْنِ جانب نظري وجانب علمي، "فالجانب النظري يهتم بتوصيف هذا الفرع من اللسانيات ووضع نظريات وقواعد تساهم في تحقيق غاياته التي وجد من أجلها، أما الجانب العلمي فيطبق هذه النظريات والقواعد على اللغة ويربطها بالحاسب ويُظهر مدى اطرادها وانضباطها ويساهم أيضًا في اكتشاف ثغراتها من أجل تطويرها، وتعديلها من أجل الوصول لأفضل النتائج"²⁵.

06- مجالات استخدام اللسانيات الحاسوبية:

إنَّ كونَ مَجَالِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ مُجَالٌ مُنْفَتِحٌ بِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ عَلَى مَجَالَاتٍ مَعْرِفِيَّةٍ عَدِيدَةٍ، وَقَدْ أَدَّى هَذَا الانْفِتَاحَ بِوَقُوعِ بَعْضِ البَاحِثِينَ إِلَى الخَلْطِ والمزج، وعدم التَّمييزِ بين مَوَاضِعِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ وَبَيْنَ مَا هُوَ مِنْ ضَمَنِ مَجَالَاتِ اسْتِخْدَامَاتِهَا حَقًّا، وَبَيْنَ مَا هُوَ لَيْسَ مِنْهَا وَلَا يُمْتَدُّ إِلَيْهَا فِي شَيْءٍ.

وقد نَبَّهَ الدُّكْتُورُ "وحدان محمد صالح كنائي"، في مَقَالٍ لَهُ قَدَّمَهُ فِي المُوْتَمِرِ الدَّوْلِيِّ الثَّانِي لِلُّغَةِ العَرَبِيَّةِ فِي دُبَيِّ سَنَةِ 1434هـ، إِلَى هَذَا الخَلْطِ فِي مَعْرِضِ حَدِيثِهِ عَن مَنَهِجِ وإِطَارِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ، فِي إِشَارَةٍ مِنْهُ إِلَى تَبْيَإْنِ وتوضيحِ بَعْضِ الأُمُورِ الَّتِي يَضُنُّ بَعْضُ الدَّرَاسِيِّينَ أَنَّهَا مِنْ مَوَاضِعِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ، وَهِيَ لَيْسَتْ مِنْهَا. قَائِلًا: "فلا يُعَدُّ مِنْ مَجَالِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ تَعْلِيمُ الحَاسُوبِ بِاللُّغَةِ العَرَبِيَّةِ عَلَى غَرَارِ مَا تَقُومُ بِهِ بَعْضُ مَعَاهِدِ تَعْلِيمِ الحَاسُوبِ فِي الدَّوْلِ العَرَبِيَّةِ سِوَا مَا كَانَتْ المَادَّةُ المَدْرُوسَةُ تَعْنَى بِطَرِيقَةِ اسْتِخْدَامِ بَرَامِجِ الحَاسُوبِ أَوْ تَصْمِيمِ تِلْكَ البَرَامِجِ وَتَعْدِيلِهَا أَوْ صِيَانَةِ الأَجْزَاءِ الصَّلْبَةِ مِنْهَا، حَيْثُ يَكُونُ الحَاسُوبُ عِنْدئِذٍ مَادَّةَ الدَّرْسِ وتكون العربية وسيط التعليم ولغة التخاطب. وَلَا يُعَدُّ مِنْ تَخْصُصِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ مَا بَاتَ يُعْرَفُ بِمِصْطَلَحِ تَعْلِيمِ اللُّغَةِ بِمُسَاعَدَةِ الحَاسُوبِ الَّذِي يَعْنِي بِثَلَاثِ مَجَالَاتٍ هِيَ تَعْلِيمُ اللُّغَةِ الثَّانِيَّةِ بِمُسَاعَدَةِ الحَاسُوبِ وَاسْتِخْدَامَاتِ اللُّغَةِ الثَّانِيَّةِ بِمُسَاعَدَةِ الحَاسُوبِ وَأَبْحَاثُ تَعْلِيمِ اللُّغَةِ الثَّانِيَّةِ بِمُسَاعَدَةِ الحَاسُوبِ؛ حَيْثُ يَعدُّ الحَاسُوبُ فِي هَذَا التَّخْصُصِ وَسِيلَةً مِنْ وَسَائِلِ تَعْلِيمِ اللُّغَةِ الثَّانِيَّةِ شَأْنِ السَّبُورَةِ وَجِهَازِ العَرَضِ فَوْقَ الرَّأْسِيِّ وَالبَطَاقَاتِ وَاللُّوْحَاتِ وَأَشْرَطَةُ التَّسْجِيلِ السَّمْعِيَّةِ وَالبَصْرِيَّةِ، وَيَتَمَيَّزُ الحَاسُوبُ بِقُدْرَتِهِ عَلَى تَوْفِيرِ إمكَانَاتِ كُلِّ تِلْكَ الوَسَائِلِ مُجْتَمِعَةً إِلَى جَانِبِ إمكَانِيَّةِ التَّعْلِيمِ الذَّاتِيِّ الَّذِي لَا يَسْتَعِينُ فِيهِ الطَّالِبُ بِمُعَلِّمٍ.

كَذَلِكَ لَا يُعَدُّ مِنْ صَمِيمِ اللِّسَانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ الأَبْحَاثُ التَّقْنِيَّةِ الَّتِي تَعْنَى بِأَلْيَاتِ تَخْزِينِ المَعْلُومَاتِ فِي وَسَائِلِ التَّخْزِينِ الحَاسُوبِيَّةِ المِخْتَلِفَةِ الَّتِي وَثَبَتْ وَثَبَاتٌ سَرِيعَةٌ لِتَنْتَقِلَ مِنَ القُرْصِ المَرْنِ إِلَى القُرْصِ الصَّلْبِ المَدْمَجِ فِي الذَّاكِرَةِ الضَّوْئِيَّةِ المِتمَيِّزَةِ بِصِغَرِ الحِجْمِ وَضَخَامَةِ السَّعَةِ؛ إِذْ يَعدُّ الحَاسُوبُ

في هذا المجال مجرد وعاء للغة شأن الورقة البيضاء أو سعف النخيل وألواح الخشب بادئ أمر التدوين²⁶.

ومن المختصون، الذين تنبه إلى هذا الخلط "طارق عبد الحكيم أمهان": حيث يقول: "إنّ مجالات استخدام اللسانيات الحاسوبية مُتعدّدة وهي قابلة للتوسع والدخول في مجالات أخرى أما أهم المجالات التي تستخدم فيها اليوم فهي"²⁷:

1. الإحصاء اللُّغوي ويمكن أن يكون للجذور اللغوية والأسماء والأفعال والمشتقات وغير ذلك.
2. التحليل الصرفي الآلي: إنّ هذه المهمة تفيد جداً الباحثين والدارسين في القرآن والمعاجم والكتب اللغوية وذلك في عمليات الإحصاء للجذور ومشتقاتها واستخلاص نتائج دقيقة تصف أداء المؤلف أسلوبياً.
3. الترجمة الآلية: والتي تعتمد على الحاسوب في الترجمة من لغة إلى أخرى، وقد وصلت إلى مستوى متطور في هذه الأيام.
4. الدراسات المقارنة والتقابلية: هي من مناهج الدراسات اللسانية والاستفادة من القدرة التخزينية للحواسيب وسرعة المعالجة تفيد جداً في هذا المجال.
5. التدقيق الإملائي والنحوي: وهي من أصعب العمليات في إكسابها للحاسوب إذ لا يمكن الاعتماد الكامل على الحاسوب في التدقيق اللغوي ولا بد أن يراجع مختص بعد ذلك.
6. تعليم العربية للناطقين بغيرها: إنّ هذا المجال سيفيد كثيراً جداً من نتائج الدِّراسات التقابلية بين اللغات والدِّراسات المقارنة أيضاً مما يجعل تعليم اللغة أبسط وأسرع.
7. تحويل النص إلى كلام والكلام إلى نص: تعد هذه العملية أكثر العمليات نفعاً من تطبيقات اللسانيات الحاسوبية لأنّها ستكون مجالاً للاستخدام من قبل جميع النَّاس بينما يَنْتفع بالعمليات الأخرى بعض الفئات دون البعض.

07- أهداف اللِّسانيَّات الحَاسوبية:

تَسعى اللِّسانيَّات الحَاسوبية كغيرها من فُرُوع عُلُوم اللغة إلى تَحقيق عَدِيد الغَايَات وكُبْرَى المَقاصِد، وبلوغ أئْمَن وأَنْبَل الأَهْداف، والتي قد تَشترك فيها كلٌّ من اللسانيات الحاسوبية والمعالجة الآلية للغة، كما لا يُمكن حَصْر كلِّ ما تُصَبُّو إليها اللسانيات الحاسوبية من غَايَات ومَقاصِد؛ إذ كَلِّمًا يُؤدِّي إلى تَحقيق وإنشاء نَمُوذَج لِساني حَاسُوبي يُحَسَّب لِصالح اللسانيات الحَاسوبية.

وأَمَّا عَن "مُنْتَهَى الغَايَةِ الَّتِي تَجْتَهِدُ اللسانيات الحَاسوبية أن تُحَصِّلَهَا في تصور وليد العناتي: "فهي أن تُبْرِئَ للحَاسُوب كِفَايَةَ لُغوية تُشَبِّهُ ما يكون للإنسان حين يَسْتقبل اللغة ويدركها ثم يعيد إنتاجها على وفق المُطلوب"²⁸.

والكفاية هنا هي المؤدى الضمّني لمفهوم تشومسكي. وهي تتألف على المستوى النَّظري من:

أولاً: استدخال قواعد اللغة في نظامها الصوتي والصرفي وأنماط نظمها الجُمليّة وأنحاء أعرابها، ودلالات ألفاظها، ووجوه استعمالها وأساليبها في البيان وأحكام رسمها الإملائي، وبيان ذلك أنّ لكل لغة نُظْمها الصوتية والصرفية والنحوية، والتي تتأسس على قواعد يكتسبها الناطق باللغة على نحوٍ غير واعٍ، ويؤديها بتلقائية.

ثانياً: إنتاج مالا يتناهى من الأدوات اللغوية الصحيحة؛ إذ أنّه بالرغم من إنباء اللغة على قواعد محدودة إلاّ أننا نستطيع أن نولد من هذه القواعد مالا يتناهى من الأدوات، وهذا ما عرفه العرب بالقياس والتمثيل، وعرفه نَعُومٌ تَشُومسكي باللاتناهي .

ثالثاً: تكوين مرجع للتمييز بين الخطأ والصواب؛ إذ يتشكل من قواعد النظام اللغوي الذي استدخله الناطق باللغة العربية اكتساباً وصقله بالدربة والمران، مع تفسير الخطأ وتصويبه بالعودة إلى القاعدة²⁹.

رابعاً: التّقيب عن العمليات الذهنية المخبوءة في العقل الإنساني وتمكين الحاسوب منها، مع تحري الدقّة والموضوعية.

خامساً: سرعة البحث في برمجة اللغات البشرية ضمن إطار تجريبي بحث³⁰.
وإذا أمعنا النَّظْر في كلام العناتي: الداعي إلى "تهيئة كفاية لغوية للحاسوب تشبه ما يكون للإنسان حين يستقبل اللغة ويدركها ثم يُعيد إنتاجها على وفق المطلوب"³¹. نجد أنّ الغرض العام الذي أقيمت اللسانيّات الحاسوبية من لأجله إنّما هو الوصول إلى تحقيق هذه الكفاية اللغوية الشبيهة بكفاية الإنسان. وأعتقد أنّ الأمر ليس، وإنّ أقلّ ما يتطلبه هو معرفة مبدأ (إجراءات) عمّل عقل الإنسان حتّى يتسنى إسقاط هذا مبدأ (إجراءات) عن طريق المحاكاة والتقليد من حيث التّفكير والأداء، يقول "نهاد الموسى": "وتقوم اللسانيّات الحاسوبية على رؤية منهجية تتخيّل الحاسوب عقلاً بشرياً، ومحاولة كشف حقيقة العمليات العقلية التي يقوم بها العقل البشري لإنتاج اللغة الطبيعية وإدراكها وفهمها، ولكنها تُدرك أنّ الحاسوب جهازاً أصمّ لا يستعمل إلاّ وفق البرامج التي صمّمها الإنسان له، ولذلك ينبغي أن نُوصّف للحاسوب الموادّ اللغويّة توصيفاً دقيقاً يستقصي كلّ الإشكالات التي يستطيع الإنسان إدراكها"³².

ويتبين لنا من خلال هذا القول ملامح منهج دراسة اللسانيّات الحاسوبية والمسارات الكبرى التي يسلكها هذا المنهج في طريقه للظفر بهذه الكفاية اللغويّة، ويُمثل المسار الأولى لهذا المنهج: مسار محاكاة التّفكير الإنساني، والثاني: مسار محاكاة الأداء البشري، بل إنّ هناك من اعتبره هُما الهدفين

الأساسيين اللتين تدور حولهما مواضيع اللسانيات الحاسوبية، يرى كل من: "سنا منعم" و"مصطفى بوعناني" أنّ موضوع اللسانيات الحاسوبية يدور حول مسارين هامين هما³³:

أولاً: محاكاة التفكير الإنساني (Simulation): إنّ الباحثين في هذا الحقل يسعون إلى بناء نظام حاسوبي قادر على فهم اللغة الإنسانية وإنتاجها تماما كما يفعل سائر البشر. فعملية المحاكاة والنمذجة إذن تتطلب نُظم حاسوبية تشتغل بنفس الطريقة التي يشتغل بها دماغ الإنسان في ارتباطه بكافة جوارح الجسم الإنساني وحواسه التي تُنفذ عَبرها المعلومات إلى خلايا الدماغ.

ثانياً: محاكاة الأداء البشري: أمّا هدف المسار الثاني للّسانيّات الحاسوبية فهو محاكاة الأداء البشري في القُدرة على القيام بمهام معيّنة أثناء عمليات استيعاب اللغة وإنتاجها.

وإنّ ما نستخلصه استناداً لهذه المعطيات مايلي:

- أنّ الإنسان بطبعه مُزود بعجم ذهني يُمثّل "ذلك التّظام الذهني الذي يتوفر عليه العقل البشري القائم على ثنائية التخزين والاسترجاع المتعلق بمخزون لغوي ما عبر مستوياته الصوتية، والصرفية، والنحوية، الدلالية، وحتى الأنظمة الأسلوبية التّداولية"³⁴. وهذا المعجم الذهني هو الذي يُعبر عنه بالذكاء البشري، وهو يتصف بمنظومة قائمة على تمثلات وتصورات في الذاكرة، وهو الذي يمنح الإنسان القدرة على الابتكار والتخزين والاستنتاج، وما الذكاء الاصطناعي (الآلي) إلا محاكاة له.

- أنّ الفرق بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي يكمن في "القدرة على استحداث النّمودج، فالإنسان قادر على اختراع وابتكار هذا النّمودج، في حين أنّ النّمودج الحاسوبي هو تمثيل لنموذج سبق استحداثه في ذهن الإنسان"³⁵.

- يمكن اختلال كل أهداف اللسانيات الحاسوبية التي تكلمنا عليها في هذين الهدفين: محاكاة التفكير الإنساني، ومحاكاة الأداء البشري.

08- مفهوم المعالجة الآلية للغة:

المعالجة (Traitement) في مفهومها العام تعني "تحويل شيء ما من صورته الطبيعية إلى صورة أخرى أو تغيير عن نتيجة الاستفادة منها... أي أنّ المعالجة هي تحويل أي شيء من شكله الخام إلى شكل جديد يستفاد منه في حياتنا بشكل عام"³⁶. ومُعالِجة الشيء يعني فحصه، ومعالجة اللغة فحصها من

قبل الدماغ البشري، وتستخدم المعالجة في فحص المعلومات والبيانات والبرامج التي تخزن في الحاسوب.

ومصطلح المعالجة الآلية للغات الطبيعية (**Traitement Automatique de langues Naturelle**) يُمَثَّل "تلك المناهج والبرامج التي تعتمد كمعطيات ومنتجات لغوية، حيث

تأخذ هذه المناهج والبرامج بعين الاعتبار خصوصيات اللغات الطبيعية"³⁷ ولما كانت هذه الدراسة مُعالجة تَتِمُّ ألياً من أجل دراسة وفهم وتوليد اللغات عُمومًا، والعربية خُصُوصًا الطبيعية تَتِمُّ بواسطة أنظمة معلوماتية وبرامج الحاسوب تقتضي ضرورة الاعتماد على شرطين أساسيين هما"³⁸:

الشرط الأول: هو ضرورة الانطلاق من نظرية صورية خوارزمية صارمة وواضحة المعالم.

الشرط الثاني: هو ضرورة بناء قاعدة بيانات للمفردات اللغوية العربية بنوعها البسيطة

والمركبة.

09- بين اللسانيات الحاسوبية المعالجة الآلية للغة:

يُجِيلنا هذا مُصطلح المعالجة الآلية للغة من خلال المُصطلحات التي يتركب منها إلى مَجَالٍ علمي خاصٍ تَرْتَبط (تتَلاق) فيه علوم اللسان بعلوم الحاسوب، كما يَتَجَلَى ذلك من خلال كلام أحد المختصين في معرض حديثه عن اللسانيات الحاسوبية واللغة العربية وهو "عز الدين غازي" في قوله: "إنَّ ممَّا لا شكَّ فيه أنَّ مُعالجة اللُّغة العربيَّة كلغةٍ من اللُّغات الطبيعية تدخلُ في علمٍ مَخْصُوصٍ وليدُ التَّطوراتِ التِّكنولوجيَّة المُتقدِّمة ألاً وهي اللِّسانيات الحاسوبية، مَجَالُهَا البَحْثِي دَقِيق وجديد يُعْرَضُ لآخر النَّظريات والتَّطبيقات الحاسوبية المُجرَّبة على جَمِيع اللُّغات الطبيعية"، ثم يُوسِّع الباحث في التَّفصيل وتبيان علاقة ارتباط هذا التَّخصُّص بمجال تقني يُمَثِّل تكنولوجيا العصر والإعلام الآلي فيقول: "يلتقي فيه الجانب النَّظري اللساني بكل خلفياته المعرفية والمنهجية، والجانب التقني المعلوماتي بكل تطوراتهِ ليصوغ ما اصْطُلِحَ عليه ب: (الهندسة اللِّسانية)، أو (تكنولوجيا اللِّسان)"³⁹.

وإذ كانت المعالجة الآلية للغة تَسْتدعي أن يكون لَهَا مَجَال مَخْصُوص تَرْتَبط فيه هو الآخر علوم اللسان بالعلوم التَّقنية المعلوماتية (على حدِّ تعبير عز الدين غازي)، وهذا الكلام يُشير إلى أنَّ ثَمَّةَ تَدَاخُلٍ بين اللِّسانيات الحاسوبية والمعالجة الآلية للغة: بمعنى هَلْ المقصُود بالمعالجة الآلية للغة هي نَفْسُهَا اللِّسانيات الحاسوبية أم ثَمَّة حُدود تَمَازٍز بينهما؟ وبخاصة إذا علمنا أنَّ الكلَّ مِنْهُمَا يَسعى في نهاية المطاف إلى صياغة أنظمة معلوماتية في شكل برامج تطبيقية باستطاعتها تشخيص وفحص اللُّغة والكشف عن ظواهرها بطرق آلية. وهو ما يُشير إليه "عز الدين غازي" في قوله: "ليصوغ ما اصطلح عليه ب: (الهندسة اللسانية)، أو (تكنولوجيا اللسان)"⁴⁰ أي جعلها في شكل تطبيقات وبرامج. بإمكان الجهاز التكنولوجي (الحاسب الآلي) تنفيذها.

يبدو أنّ إقامة حدود التّمايز بين المعالجة الآلية للغة و اللّسانيّات الحاسوبية أمرٌ ليس بالسهلِ نظرًا لِشِدَّةِ تداخل وترباط بعضهما ببعض. ولذلك ذهب المختصّين إلى اعتبار مصطلح اللسانيّات الحاسوبية "مرادفًا للمعالجة الآلية للغة الطبيعية؛ إذ أنّ أبرز مَهَمَّة اللسانيّات الحاسوبية هو إنشاء برامج حاسوبية من أجل معالجة الكلمات والنصوص في اللغة الطبيعية، وهذه المهمة تتلاقى مع مهمة مجال المعالجة الآلية للغة الطبيعية"⁴¹.

والظّاهر -برأينا- أنّ مجال اللّسانيّات الحاسوبية أوسع بكثير فهو في تصوّر عبد الرحمان حاج صالح: "الميدان الذي تتلاقى فيه علوم الحاسوب وعلوم اللسان، وهو ميدان علمي وتطبيقي واسع جدًا كما هو معروف إذ يشمل التّطبيقات الكثيرة كالترجمة الآلية، والإصلاح الآلي للأخطاء المطبعية، وتعليم اللغات بالحاسوب...."⁴²، ليس هذا فحسب؛ بل إنّ ميدان اللسانيّات الحاسوبية شاسع ليشمل التّحليل اللغوي النظري والآلي للغة في جميع مُستوياتها؛ الصّوتية والصّرفية والتركيبية والدلالية، وإنّ المعالجة الآلية للغة إحدى المهام التي تنطوي في هذا التحليل في جانبه التطبيقي.

ثمّ إنّ منعى اللّسانيّات الحاسوبية كما يرى البعض "منحى لِسَانِي أكثر ممّا هو حاسوبي؛ بمعنى أنّ الباحثين فيها يهتمون بالوصف الصّوري للغة بدلًا من اهتمامهم بالمشاكل الخوارزمية التي يمكن أن تُصادف لدى القيام بعملية الصّورنة، لذلك فإنّ هذه المشاكل مُوكَّلة إلى المعلوماتية حتّى تحلّها. بالإضافة إلى ذلك فإنّ الخوارزميات والبرمجيات المتصلة بها والتكنولوجيات البرمجية يمكن أن تتعدد بحسب الأطر النظرية الحاسوبية وكذا بحسب الجوانب التقنية للألة، في حين أنّ المبادئ اللسانية الأساسية ومناهجها الوصفية هي أكثر ثباتًا"⁴³. وهو ما يُثبِت أنّ المعالجة الآلية للغة جزءًا من اللّسانيّات الحاسوبية ومحتواة في مجالها.

هذا وللسينات الحاسوبية صلة بمصطلحات أخرى من ذلك:

09- أ/: هندسة اللغة (Ingénierie linguistique): وتعني تطبيق تقنية المعلومات كوميوتريًا وإسقاطها على قواعد الصّرف والنحو والدلالة والمُعجم، إلى درجة باتت في مقدورنا التّحدّث على تكنولوجيا اللغة، سعيًا إلى رسم صيغة تنفيذية لعلوم اللسانيّات والعجمات والمدونات الحاسوبية من خلال البرمجيات والأجهزة العلمية المختلفة منها: الترجمة الآلية، والقواميس والموسوعات الالكترونية وبنوك المصطلحات...."⁴⁴. ويجمع الباحثين على أنّ العمل في مجال هندسة اللغة العربية يستوجب ضرورة التّمكّن من نوعين من المعرفة "المعرفة اللسانية العميقة وصفًا وتصنيفًا بمختلف جزئيات

النظام اللغوي على ضوء أحدث النظريات اللسانية المعاصرة وخاصة اللسانيات الصورية، والإلمام بالمعرفة الحاسوبية ذات الصلة بمعالجة اللغات الطبيعية وخاصة في جانبها التطبيقي⁴⁵.

10- إجراءات المعالجة الآلية للغة:

إذا سلمنا أنّ المعالجة الآلية للغة تتمُّ بواسطة الحاسب الآلي (Computer) بدايةً من إدخالها واستقبالها كمعطيات (des donnés) إلى غاية عرضها كنتائج جَاهِزَة عَلَى شَاشَة الحَاسُوب، فلاشك أنّ هذه العملية تتمُّ وفق جُملة من الإجراءات العَمَلِيَّة، وقد سَبَقَ وَأَنَّ عَبرْنَا أو وَظَفْنَا هذه الإجراءات في معرض حَدِيثنا عَن اللِّسَانِيَّات الحَاسُوبِيَّة والمعالجة الآلية للغة في مَجْمُوعَة من المصطلحات الَّتِي تُمَثِّل أو تَرْمِزُ إلى هذه الإجراءات وهي [إجراء التَّعَرُّف الآلي، إجراء التَّرميز، إجراء الخَوَازِمِيَّة، إجراء التَّمْدِجَة، إجراء الصُّورِيَّة، البَرْمِجَة...]، و يُمَكِّنُنَا تَسْلِيْط الضُّوء على هذه الإجراءات ومَعْرِفَة بإيجاز مَاذَا تعني هذه المصطلحات؟.

أولاً: الخوارزمية (Algorithme):

الخوارزمية: هي عبارة عن مجموعة مُحدَّدة من خَطَوَاتٍ منطقيَّةٍ وحِسابِيَّةٍ في شكل سَلْسِلَةٍ من الأفعال والأوامر مُرتبة ترتيبًا منطقيًّا تُحدِّدُ المنهج لِحَلِّ مُشكلة مُعَيَّنَة، وسميَّت بهذه الاسم (الخوارزمية) نسبةً إلى العالم الكبير محمد بن موسى الخوارزمي المتوفى في القرن الثامن الهجري⁴⁶.

ثانياً: البرمجة (La Programmation):

تُعَدُّ البرامج "روح الكومبيوتر والبرمجة (La Programmation) عملية كتابة برنامج لحل مسألة معينة ثمَّ اختياره للتأكد من صوابتيه وإعداد الوثائق الضرورية لدعمه، والاستفادة منه على أفضل وجه، ولغة البرمجة هي مجموعة من التعليمات والأوامر، تكتب وفق مجموعة من القواعد وتستعمل لبناء برامج، والاتصال بالكمبيوتر بغرض تنفيذ المطلوب"⁴⁷.

ثالثاً: البرنامج الحاسوبية (Logiciel):

تجري كتابة البرامج الحاسوبية على شكل تعليمات وتراكيب حسابية ومنطقية، وذلك باستخدام إحدى لغات البرمجة، مثل (C#). وتجري ترجمة هذه التعليمات والتراكيب إلى سلاسل من الرموز الرقمية الثنائية 0.1 التي تعبر عن ترميز يفهمه الحاسوب وتدعى لغة الآلة⁴⁸.

كما "تتضمن عملية البرمجة كتابة مجموعة من التعليمات على نحو متسلسل، بحيث يجري الحصول على النتيجة المطلوبة عند تنفيذ التعليمات المتسلسلة في الحاسوب. ويجري تخزين البرامج على الذاكرة الثانوية (Mémoire auxiliaires) وتحميلها في الذاكرة الرئيسية عند بدء تنفيذ البرامج بعملية التنفيذ.

تكون وحدة المعالجة المركزية (Unité Central) مسؤولة عن معالجة التعليمات باللغة الثنائية 0.1 الناتجة عن عملية ترجمة البرامج، هذه التعليمات هي ما نُسَميه لغة الآلة. يجري التنفيذ من خلال: نقل المعطيات ضمن وحدة المعالجة: أي من وحدة المعالجة إلى الذاكرة أو من الذاكرة إلى وحدة المعالجة، أو من وحدة المعالجة إلى الطرفيات. تنفيذ العمليات الحسابية تنفيذ العمليات المنطقية⁴⁹.

وتمثل المنصة الإلكترونية للغة وهي: "عبارة عن مجموعة من المعلومات والمعطيات، والغرض من قاعدة البيانات يكمن في ما يلي"⁵⁰:

- تخزين البيانات: إذ يصعب على العقل البشري تذكر البيانات وتجميعها بالذاكرة لفترة طويلة
- ترتيب البيانات: كما يصعب.... ترتيب هذا الكم الهائل من البيانات لاستخلاص معلومات معينة.
- استنتاج معلومات جديدة: وهو هدف لا يمكن إغفاله لأن المعلومات تأخذ وقت ومجهود كبيرين لاستنتاجها بالطرق العادية.

وأما الهدف الأساس من القاعدة فهو "بناء موسوعة إلكترونية للغة العربية تُساعد على إخضاعها لمنهجية العلم المضبوط، ومطالب المعالجة الآلية الدقيقة، كما تُساعد على تصميم برامج صحيحة للترجمة الآلية تُراعي خصوصيات اللغة العربية"⁵¹.

11- مشاريع وأهداف المعالجة الآلية للغة العربية:

لا يُمكن حصر أهداف المعالجة الآلية للغة العربية أو اللغة الطبيعية، إذ كل عمل يُقدّم في شكل برامج تطبيقية يصبّ في ترقية اللغات الطبيعية يُعدّ هدفاً ثميناً، وإنّ من أبرز أهداف المعالجة الآلية تتجلى في التطبيقات (Les applications) المتعدّدة والمعدّدة على سبيل المثال ل:⁵²

- تعليم وتعلّم اللغة العربية.
- تعليم اللغة العربية للناطقين بغيرها.
- الترجمة الآلية من وإلى اللغة العربية.
- اكتشاف الأخطاء اللغوية وتصحيحها عن طريق المدقق الصرفي والمدقق الإملائي.
- التعرف الآلي على الكلام البشري.
- القراءة الآلية للنصوص الآلية المكتوبة.
- التحوّل مع الآلة.
- الفهرسة الآلية للنصوص.
- ضغط النصوص وضبطها بالشكل وغيرها".

هذا ومع التّقدم التكنولوجي والتّطور الحاصل في مَجَالِ الرّقمنة قد "استفادت صناعة المعاجم من التّقدم الحاصل في مجال المعلوماتية... فظهرت المعاجم الإلكترونيّة"⁵³، وهنا أيضًا تتجلى أهمية الحاسوب في صناعة المعاجم العربية في أكبر الأهداف من ذلك"⁵⁴:

- التعرف على الحروف والكلمات آليا.
- حفظ المادة المعجمية وفق الترتيب المراد والمبرمج عليه الحاسوب المستخدم.
- استرجاع المادة المعجمية وقت الحاجة بطريقة سهلة وبسيطة.
- تخزين النصوص بأكملها وهذا ما يحيلنا إلى القول بأنّها الطريقة التي يمكننا من خلالها معرفة السياق الذي وردت فيه اللفظة أو المصطلح العلمي وبالتالي تحديد الاستعمال الحقيقي لها .
- هذا ولعلّ أهم استثمار لجوانب المعالجة الآلية للغة العربية في العصر الراهن مَشْرُوع الدَّخِيرَة اللُّغويّة المُحوسّبة للمُجمَع الجزائري للُّغة العربيّة بقيادة عبد الرحمان حاج صالح؛ إذ يُعتبَر الهدف الأسمى المنشود، في كونه المشروع الرائد لمنتجات المعالجة الآلية للُّغة العربية في الأقطار العربية الذي تَفَرَّدَ في خُصُوصيّاته فيما يتعلّق بحوسّبة اللُّغة العربيّة ومعالجتها.

كما يُعدُّ أبرز نَمُودَج حَاسُوبي لما يُوفِّره من خَدَمات جلييلة للُّغة العربيّة، فقد وُصِفَ بمثابة مُحرك البحث العربي (Google عربي). "وهو مَشْرُوع يجعل تحت تصرف أي باحث في أي مكان وأي وقت مدونة تحتوي الاستعمال الحقيقي للعربية قديماً وحديثاً"⁵⁵. فهو عبارة عن "بنك آلي من النصوص... مجموع من النصوص أدمجت على الطريقة الحاسوبية، حتى يتمكن الحاسوب من مسحها كاملة، أو جزئياً، ولها عدد من البرامج الحاسوبية وُضعت خصيصاً لإلقاء أنواع خاصة وكثيرة من الأسئلة على الذخيرة"⁵⁶.

كما تُعرّف الذخيرة بأنّها: "بنك آلي موضوعي موثق من المعاجم، والنصوص، والدراسات القديمة والحديثة، يخض الاستعمال الفعلي للغة العربية عبر العصور والبلدان، عن طريق إنشاء بنية قاعدية موحدة تجمع الإنتاج الأدبي واللغوي والعلمي القديم منه والحديث في شكل بنك معطيات نصية تستقي مما هو موظف فعلاً"⁵⁷ وللحاسوب دور مهم في تخزين هذه المعارف وجعلها ذخيرة يمكن الرجوع إليها متى نشاء. وهي "مُرتكزاً أساسياً اليوم للباحثين في اللغات الطبيعية، فالخزن على الحواسيب جعل جمع وتصنيف وتحليل الذخيرة اللغوية ميسوراً، وهذه الذخيرة تمكن الباحثين من انطلاق الوصف على خصائص اللغة وعلى النحو ودراساتها تاريخياً وتغيرها مع الزمن"⁵⁸.

ولقد عُوِّلَ عَلَيْهِ كَثِيرًا؛ بل وَبُنِيَتْ عَلَيْهِ الكَثِيرُ مِنَ الأَمَالِ وَعُغِّلَتْ عَلَيْهِ أبعاد وآفاق مُستقبل اللُّغة العربيَّة وترقيتها، غير أَنَّهُ وسُرْعانَ مَا أَبْصَرَ النُّورَ حَتَّى أَجْهَضَ لِلأسبابِ نَجْهَلُهَا، غير أَننا نَنْتَظر اليَومَ الَّذي تُقَيِّضُ فِيهِ رَجالًا يَحْمِلُونَ هَمَّ اللُّغة العربيَّة فَيُعَادُ انْبِعاثَها [مشروع الذخيرة] مِن جَديد.

الهوامش:

¹ مهديوي عمر: توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللُّغة العربية -مقاربة لسانية حاسوبية- الجزء الأول، إشراف عبد الغني أبو العزم، جامعة الحسن الثاني -عين الشق- كلية الآداب والعلوم الإنسانية، لدار البيضاء، شعبة اللُّغة العربية وأدائها، وحدة علوم اللُّغة العربية والمعجميات، 2008م، ص. 5-6.

² أحمد حسين اللقائي، علي الجمل: معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس، القاهرة، ص 135.

³ ينظر: عبد الله بن عبد العزيز الموسى: مقدمة في الحاسب والانترنت، كتاب معتمد من الرخصة الدولية لقيادة الحاسب (ICDC, ECDC)، من مكتب اليونسكو بالقاهرة للناطقين بالعربية، ط6، 2010م، ص 11.

⁴ طارق عبد الحكيم أمهان: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية "خطوة تجاه الحل"، شبكة الألوكة، ص 18.

⁵ ينظر: عبد الله بن عبد العزيز الموسى: مقدمة في الحاسب والانترنت، كتاب معتمد من الرخصة الدولية لقيادة الحاسب (ICDC, ECDC)، من مكتب اليونسكو بالقاهرة للناطقين بالعربية، ط6، 2010م، ص 14.

⁶ <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/>

⁷ <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit>

⁸ ينظر: Bocconi et al. 2016. Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. EDULEARN16Proceedings.

[https://library.iated.org/view/BOCCONI2016EXP.33-IATED Academy](https://library.iated.org/view/BOCCONI2016EXP.33-IATED%20Academy), pp. 4725

⁹ سناء منعم ومصطفى بوعناني: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابت النظرية والإجرائية، منشورات مختبر العلوم المعرفية، عالم الكتب الحديث، إبرد، الأردن، ط1، 2015م، ص 85.

¹⁰ جان فرانسوا دورتيه: معجم العلوم الإنسانية، تر: جورج كتورة، مؤسسة مجد، بيروت، لبنان، ط2، 2011م، ص 108.

¹¹ سناء منعم ومصطفى بوعناني: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابت النظرية والإجرائية، منشورات مختبر العلوم المعرفية، عالم الكتب الحديث، إبرد، الأردن، ط1، 2015م، ص 84.

¹² محمد محمد يونس علي: مدخل إلى اللسانيات، دار الكتاب الجديد، بنغازي، ليبيا، ط1، 2004م، ص 9.

¹³ ينظر: خليفة الميساوي: المصطلح اللساني وتأسيس المفهوم، دار الأمان، الرباط، ط1، 20013م، ص 28-31.

¹⁴ مهديوي عمر: توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللُّغة العربية -مقاربة لسانية حاسوبية- الجزء الأول، إشراف عبد الغني أبو العزم، جامعة الحسن الثاني -عين الشق- كلية الآداب والعلوم الإنسانية، لدار البيضاء، شعبة اللُّغة العربية وأدائها، وحدة علوم اللُّغة العربية والمعجميات، 2008م، ص. 17.

¹⁵ نهاد الموسى، اللُّغة العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللِّسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، لبنان، ط. 1، 2000، ص. 53.

¹⁶ نهاد الموسى: «حصاد القرن في اللِّسانيات» "ضمن حصاد القرن": المنجزات العلمية والإنسانية في القرن العشرين، مؤسسة عبد الحميد شومان، الأردن، ج2، ص 47.

¹⁷ طارق عبد الحكيم أمهان: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية "خطوة تجاه الحل"، شبكة الألوكة، ص 10.

¹⁸ ينظر: وليد العناتي وخالد الجبر، دليل الباحث إلى اللِّسانيات الحاسوبية العربية، دار جرير النشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2007م، ص 13.

¹⁹ Léon (Jacqueline), "De la traduction automatique à la linguistique computationnelle. Contribution à une chronologie des années 1959-1965", Traitement Automatique des Langues N° spécial trentenaire, 1992, vol.33, n° 1-2: 25-44.

- ²⁰ علي القاسمي: صناعة المعجم التاريخي للغة العربية، مكتبة لبنان ناشرون، وصائغ، ط1، 2014م، ص 318.
- ²¹ مازن الوعر: قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديثة، دار طلاس، ط1، 1988م، ص 406.
- ²² ينظر: نهاد الموسى، اللُّغة العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللِّسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، لبنان، ط. 1، 2000، ص. 54.
- ²³ نهاد الموسى، اللُّغة العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللِّسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، لبنان، ط. 1، 2000، ص. 54.
- ²⁴ نهاد الموسى، اللُّغة العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللِّسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، لبنان، ط. 1، 2000، ص. 54.
- ²⁵ عبد الرحمن بن حسن العارف: توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية – جهود ونتائج، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، الأردن، العدد 73، 2007م، ص 18.
- ²⁶ وحدان محمد صالح كنائي: اللسانيات الحاسوبية العربية – المنهج والإطار، بحث قدم في المؤتمر الدولي الثاني للغة العربية، في دبي، 1434هـ، ص 8.
- ²⁷ طارق عبد الحكيم أمهان: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية "خطوة تجاه الحل"، شبكة الألوكة، ص 10-11.
- ²⁸ وليد العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، ص 63.
- ²⁹ ينظر: وليد العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، ص 63.
- ³⁰ دنيا باقل: اللسانيات الحاسوبية – مطارحات نظرية، مجلة الدراسات الأكاديمية، المجلد 2، العدد 02، 2020م، ص 13. نقلا عن: وليد العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، ص 63-65.
- ³¹ وليد العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، ص 63.
- ³² نهاد الموسى، اللُّغة العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللِّسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، لبنان، ط. 1، 2000، ص. 53.
- ³³ سناء منعم ومصطفى بوعناني: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابت النظرية والإجرائية، منشورات مختبر العلوم المعرفية، عالم الكتب الحديث، إبرد، الأردن، ط1، 2015م، ص 95.
- ³⁴ أحمد أمطوش: المهجم الذهني، دار الكاتب العالمي، الأردن، ط1، 2014م، ص 8.
- ³⁵ سناء منعم ومصطفى بوعناني: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابت النظرية والإجرائية، منشورات مختبر العلوم المعرفية، عالم الكتب الحديث، إبرد، الأردن، ط1، 2015م، ص 85.
- ³⁶ علي إسماعيل عبد الصمد: مقدمة في الحاسب الآلي، جامعة الملك سعود، كلية الزراعة وعلوم الأغذية، قسم الاقتصاد الزراعي، د ت، دعدد، ص 2.
- ³⁷ Match Cori : Traitement automatique des langues et formalisation en linguistique, Université Paris_ Nanteme, plural, Octobre 2004, P 03.
- ³⁸ المؤتمر الدولي الثاني حول: هندسة العربية وهندسة اللغة، أعمال المؤتمر الدولي الثاني، من تنظيم مركز البحوث العلمية والتقنية لترقية اللغة العربية بالتعاون مع المجمع الجزائري للغة العربية، فندق المرسى، سيدي فرج، الجزائر، أيام 28/27 جوان 2005م، ص 34.
- ³⁹ عز الدين غازي: اللِّسانيات الحاسوبية واللُّغة العربية، مجلة الحوار المتمدن، العدد: 1939، مجلة إلكترونية على الرابط: www.alhewar.org يوم:
- ⁴⁰ عز الدين غازي: اللِّسانيات الحاسوبية واللُّغة العربية، مجلة الحوار المتمدن، العدد: 1939، مجلة إلكترونية على الرابط: www.alhewar.org يوم:
- ⁴¹ رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية – مشكل المصطلح والترجمة، مخبر المعالجة للغة العربية جامعة تلمسان، الجزائر، - ص 05.

- 42 عبد الرحمان حاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات العربية، موفم للنشر، الجزائر، ج1، ص 230.
- 43 رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية -مشكل المصطلح والترجمة، مخبر المعالجة للغة العربية جامعة تلمسان، الجزائر، - ص 06.
- نقلًا عن: Bolshakov (I.) And Gelbukh (A.), Computational linguistics: models, resources, applications, Instituto Politecnico Nacional, Mexico, 2004, p. 25.
- 44 عمر مهديوي: الهندسة اللغوية والترجمة الآلية المفهوم والوظيفة، جامعة مولود مولاي إسماعيل، المغرب، دت، ص 14.
- 45 المؤتمر الدولي الثاني حول: هندسة العربية وهندسة اللغة، أعمال المؤتمر الدولي الثاني، من تنظيم مركز البحوث العلمية والتقنية لترقية اللغة العربية بالتعاون مع المجمع الجزائري للغة العربية، فندق المرسى، سيدي فرج، الجزائر، أيام 28/27/2005م، ص 19.
- 46 ينظر: مجمع اللُّغة العربية: معجم الحسابات، مطبوعات مجمع اللُّغة العربية القاهرة، مصر، ط2، 1995م، ص 7.
- 47 جوزف طانيوس لبس: المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة(الرقم/الحرف)، المؤسسة الحديثة للكتاب، لبنان، ط1، 2012م، ص 158.
- 48 زهير دحروج: مقدمة في البرمجة، منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية، دط، 2018م، ص 18.
- 49 زهير دحروج: مقدمة في البرمجة، منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية، دط، 2018م، ص 18.
- 50 ينظر: أحمد سليمان جوهر، وآخرون: Access 2007، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، ط1، 2009م، ص 10.
- 51 أحمد سليمان جوهر، وآخرون: Access 2007، ص 10.
- 52 ينظر: مروان البوّاب ومحمد الطيان: أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية(الكلمة، الجملة)، استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم وإدارة الثقافة، المؤتمر الثاني حول اللغويات التطبيقية، تونس: 1996م، ص 30.
- موجود في: مقال عبد القادر بوزيان: أهمية المعالجة الآلية في ترقية اللغة العربية، مجلة أمارات، المجلد (03)، العدد 01، مارس 2019م، ص 147.
- 53 عبد المجيد بن حمادو: المدونات العربية المحوسبة دراسة مسحية، نحو معجم تاريخي للغة العربية، ص 267.
- 54 ينظر: سارة لعقد: دور اللسانيات الحاسوبية في ترقى استعمال اللغة العربية -مشروع الذخيرة العربية لعبد الرحمان حاج صالح أنموذجًا-، مجلة البدر، المجلد 10 العدد 09، سنة 2018م، ص 1081.
- 55 عبد الرحمان حاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات الحديثة، منشورات المجمع الجزائري للغة العربية، 2007م، ج2، ص 148.
- 56 عبد الرحمان حاج صالح: مشروع الذخيرة العربية، مجلة المجمع الجزائري للغة العربية العدد الثاني، ديسمبر 2005م، الجزائر، ص 287.
- 57 صالح بلعيد: في الأمن اللغوي، دار هومه للطباعة والنشر والتوزيع، الجزائر، دط، 2010م، ص 176.
- 58 محمد زكي خضر: اللغة العربية والترجمة الآلية، المشاكل والحلول، مؤتمر التعريب الحادي عشر، المنظمة العربية للترجمة والثقافة والعلوم، الجامعة الأردنية، عمان، من 12-16/10/2008م، ص 08.

قائمة المراجع:

- (1) أحمد أمطوش: المهجم الذهني، ط1، الأردن، دار الكاتب العالمي، 2014م.
- (2) أحمد حسين اللقائي، علي الجمل: معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس، القاهرة.
- (3) أحمد سليمان جوهر، وآخرون: Access 2007، ط1، مصر، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، 2009م.
- (4) جان فرانسوا دورتيه: معجم العلوم الإنسانية، تر: جورج كتورة، ط2، بيروت، لبنان، مؤسسة مجد، 2011م.
- (5) جوزف طانيوس لبس: المعلوماتية واللغة والأدب والحضارة(الرقم/الحرف)، ط1، لبنان، المؤسسة الحديثة للكتاب، 2012م.
- (6) خليفة الميساوي: المصطلح اللساني وتأسيس المفهوم، ط1، الرباط، دار الأمان، 20013م.
- (7) دنيا باقل: اللسانيات الحاسوبية -مطارات نظرية-، مجلة الدراسات الأكاديمية، المجلد 2، العدد 02، 2020م.

- (8) رضا بابا أحمد: اللسانيات الحاسوبية - مشكل المصطلح والترجمة، مخبر المعالجة للغة العربية جامعة تلمسان، الجزائر.
- (9) زهير دحروج: مقدمة في البرمجة، منشورات الجامعة الافتراضية السورية، دط، الجمهورية العربية السورية، 2018م.
- (10) سارة لعقد: دور اللسانيات الحاسوبية في ترقى استعمال اللغة العربية - مشروع الذخيرة العربية لعبد الرحمان حاج صالح أنموذجا، مجلة البدر، المجلد 10 العدد 09، سنة 2018م.
- (11) سناء منعم ومصطفى بوعناني: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية بعض الثوابت النظرية والإجرائية، منشورات مختبر العلوم المعرفية، ط1، إبرد، الأردن، عالم الكتب الحديث، 2015م.
- (12) صالح بلعيد: في الأمن اللغوي، دط، الجزائر، دارهومه للطباعة والنشر والتوزيع، 2010م.
- (13) طارق عبد الحكيم أمهان: اللسانيات الحاسوبية ومشكلة حوسبة اللغة العربية "خطوة تجاه الحل"، شبكة الألوكة.
- (14) عبد الرحمان حاج صالح: مشروع الذخيرة العربية، مجلة المجمع الجزائري للغة العربية العدد الثاني، ديسمبر 2005م، الجزائر.
- (15) عبد الرحمان حاج صالح: بحوث ودراسات في اللسانيات الحديثة، منشورات المجمع الجزائري للغة العربية، 2007م.
- (16) عبد الرحمن بن حسن العارف: توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية - جهود ونتائج، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، الأردن، العدد 73، 2007م.
- (17) عبد القادر بوزياني: أهمية المعالجة الآلية في ترقية اللغة العربية، مجلة أمارات، المجلد (03)، العدد 01، مارس 2019م.
- (18) عبد الله بن عبد العزيز موسى: مقدمة في الحاسب والانترنت، كتاب معتمد من الرخصة الدولية لقيادة الحاسب (ICDC, ECDC)، ط6، من مكتب اليونسكو بالقاهرة للناطقين بالعربية، 2010م.
- (19) عبد المجيد بن حمادو: المدونات العربية المحوسبة دراسة مسحية، نحو معجم تاريخي للغة العربية.
- (20) عز الدين غازي: اللسانيات الحاسوبية واللغة العربية، مجلة الحوار المتمدن، العدد: 1939، مجلة إلكترونية على الرابط: www.alhewar.org
- (21) علي إسماعيل عبد الصمد: مقدمة في الحاسب الآلي، جامعة الملك سعود، كلية الزراعة وعلوم الأغذية، قسم الاقتصاد الزراعي، دت، دعدد.
- (22) علي القاسمي: صناعة المعجم التاريخي للغة العربية، ط1، مكتبة لبنان ناشرون، وصائف، 2014م.
- (23) مازن الوعر: قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديثة، ط1، دار طلاس، 1988م.
- (24) مجمع اللغة العربية: معجم الحسابات، ط2، القاهرة، مصر، مطبوعات مجمع اللغة العربية، 1995م.
- (25) محمد زكي خضر: اللغة العربية والترجمة الآلية، المشاكل والحلول، مؤتمر التعريب الحادي عشر، المنظمة العربية للترجمة والثقافة والعلوم، الجامعة الأردنية، عمان، من 12-16/10/2008م.
- (26) محمد محمد يونس علي: مدخل إلى اللسانيات، ط1، بنغازي، ليبيا، دار الكتاب الجديد، 2004م.

- 27) مروان البوّاب ومحمد الطيان: أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية (الكلمة، الجملة). استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم وإدارة الثقافة، المؤتمر الثاني حول اللغويات التطبيقية، تونس، 1996م.
- 28) مهديوي عمر: الهندسة اللغوية والترجمة الآلية المفهوم والوظيفة، جامعة مولود مولاي إسماعيل، المغرب، دت.
- 29) مهديوي عمر: توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللُّغة العربية -مقاربة لسانية حاسوبية- الجزء الأول، إشراف عبد الغني أبو العزم، جامعة الحسن الثاني -عين الشق- كلية الآداب والعلوم الإنسانية، لدار البيضاء، شعبة اللُّغة العربية وآدابها، وحدة علوم اللُّغة العربية والمعجميات، 2008م.
- 30) المؤتمر الدولي الثاني حول: هندسة العربية وهندسة اللغة، أعمال المؤتمر الدولي الثاني، من تنظيم مركز البحوث العلمية والتقنية لترقية اللغة العربية بالتعاون مع المجمع الجزائري للغة العربية، فندق المرسى، سيدي فرج، الجزائر، أيام 27/28/29 جوان 2005م.
- 31) نهاد الموسى: «حصاد القرن في اللِّسانِيَّاتِ» «ضمن حصاد القرن»: المنجزات العلمية والإنسانية في القرن العشرين، مؤسسة عبد الحميد شومان، الأردن.
- 32) نهاد الموسى، اللُّغة العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللِّسانِيَّاتِ الحاسوبية، ط.1، بيروت، لبنان، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، 2000.
- 33) وحدان محمد صالح كنائي: اللسانيات الحاسوبية العربية – المنهج والإطار-، بحث قدم في المؤتمر الدولي الثاني للغة العربية، في دبي، 1434هـ.
- 34) وليد العناتي وخالد الجبر، دليل الباحث إلى اللِّسانِيَّاتِ الحاسوبية العربية، ط.1، عمان، الأردن، دار جريز النشر والتوزيع، 2007م.
- 35) وليد العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع.

36) Bocconi et al. 2016. Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. EDULEARN16Proceedings.

37) Bolshakov (I.) And Gelbukh (A.), Computational linguistics: models, resources, applications, Instituto Politecnico Nacional, Mexico, 2004.

38) <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit>

39) <https://library.iated.org/view/BOCCONI2016EXP.33-IATED> Academy.

40) <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/>

41) Léon (Jacqueline), "De la traduction automatique à la linguistique computationnelle. Contribution à une chronologie des années 1959-1965", Traitement Automatique des Langues N° spécial trentenaire, 1992, vol.33, n° 1-2.

42) Match Cori : Traitement automatique des langues et formalisation en linguistique, Université Paris_ Nanteme, plurital, Octobre 2004, P 03.