

إِسْهَامُ لُغَاتِ التَّخْصُّصِ الْمَحْوسَبَةِ فِي حَلِّ مَشْكَلاتِ التَّرْجَمَةِ الْآلِيَّةِ

The contribution of computerized specialty languages in solving machine translation problems

كامل قادري²

kamel-kadri@hotmail.fr

المركز الجامعي سي الحواس بركة

عبيد دريش¹

abirder92@gmail.com

جامعة محمد ملين دباغين سطيف 2

تاريخ النشر: 2023/01/10

تاريخ القبول: 2022/12/13

تاريخ الاستلام: 2022/09/15

ABSTRACT:

ملخص البحث

The languages of specialization play an important role in solving many of the problems of machine translation, because of *their* brevity and accuracy in significance, and this study aims to show the importance of computerized specialty languages in all their aspects, when presenting the idea of processing the special language, and its procedural mechanisms that facilitate the process of machine translation, This is through the latest machine translation applications, neuro-machine translation. The research found that specialty languages are easy and computing-friendly compared to ordinary or public languages, and that lack of interest in specialty languages missed a great opportunity for scientific research in the field of computer linguistics and their fields from dictionary industry to machine translation.

Keywords: language computing; machine translation; statistical machine translation ; neural machine translation

تؤدي لغات التَّخْصُّصِ دورًا مهمًا في حلِّ الكثير من مشكلات التَّرْجَمَةِ الْآلِيَّةِ. بما تمتاز به من إيجاز في القول ودقّة في الدّلالة، وتزوّم هذه الدّراسة الإبانة عن أهميّة لغات التَّخْصُّصِ الْمَحْوسَبَةِ بِكُلِّ جَوَانِبِهَا، حين تُعرَضُ فِكْرَةُ مُعَالَجَةِ اللُّغَةِ الْخَاصَّةِ، وَمَا تُقَدِّمُهُ مِنْ آليات إجرائيّة من شأنها تسهيل عمليّة التَّرْجَمَةِ الْآلِيَّةِ، وذلك بواسطة أخذت تطبيقات التَّرْجَمَةِ الْآلِيَّةِ وهي التَّرْجَمَةُ الْآلِيَّةُ الْعَصَبِيَّةُ. وقد خلص البحث إلى أنّ لغات التَّخْصُّصِ سَهْلَةٌ وَطَبِيعَةٌ لِلْحَوْسَبَةِ مُقَارَنَةً بِاللُّغَةِ الْعَادِيَّةِ أَوْ الْعَامَّةِ، وأنّ قلّة الاهتمام بلغات التَّخْصُّصِ قوّت فُرْصَةً عَظِيمَةً على البَحْثِ الْعِلْمِيِّ فِي مَجَالِ الْإِنْسَانِيَّاتِ الْخَاسُوبِيَّةِ وَمَجَالَاتِهَا مِنْ صِنَاعَةِ الْمَعَاجِمِ إِلَى التَّرْجَمَةِ الْآلِيَّةِ.

الكلمات المفتاحية: حَوْسَبَةُ اللُّغَةِ ; التَّرْجَمَةُ الْآلِيَّةُ ; التَّرْجَمَةُ الْإِحْصَائِيَّةُ ; التَّرْجَمَةُ الْآلِيَّةُ الْعَصَبِيَّةُ

مجلة لغة - كلام / مختبر اللغة والتواصل / جامعة غليزان (الجزائر)

¹المؤلف المرسل : عبيد دريش.

مقدمة:

لقد أفضت الثورة الهائلة في مجال الحواسيب - التي غزت الكثير من المجالات - إلى الاهتمام أكثر بالمعالجة الآلية للغات الطبيعية، ولم تكن اللغة العربية بمنأى عن هذه المعالجة، فقد حظيت بالاهتمام تحت مظلة العلم الجديد - اللسانيات الحاسوبية -، نتج عنه ظهور عدة دراسات في هذا المجال أضافت مفاهيم حديثة. تجلت في مختلف أذرع العوكة ومجالاتها: السياسي والاقتصادي والاجتماعي؛ حتى في المجال اللغوي؛ ومن بين أهم هذه المفاهيم نجد مفهوم: اللغات الخاصة (langues spéciales) أو لغات التخصص (langues de spécialité) أو لغات الأغراض الخاصة (language for special purposes)، وهي لغات ارتبطت بممارسة تقنية أو علمية تخص مجالاً معيناً؛ وقد استفادت اللغات الطبيعية العالمية من وجود هذه اللغات مستثمرة إياها في بناء قواعد البيانات، مما سهل عملية معالجة هذه اللغات آلياً. واللغة العربية كغيرها من اللغات معنية بهذا الأمر، لذلك جاءت هذه الورقة البحثية لتطرح إشكالية معرفية مدارها: كيف تساهم لغات التخصص "المتخصصة" في تيسير حوسبة اللغة العربية؟ وما هي الآلية الإجرائية التي تقدمها هذه الحوسبة (لغات التخصص) في الترجمة الآلية؟

وللإجابة عن هذه الإشكالية لابد من الوقوف على مفهوم لغات التخصص وخصائصها التي تميزها عن اللغة العامة أو العادية.

1. مفهوم لغات التخصص:

قبل الخوض في تعريف هذا المصطلح والتطرق إلى المفاهيم المتعلقة به، وجب علينا الإشارة إلى الاختلاف بين التسميات التي عرضناها في مقدمة هذا البحث، فمصطلح: ("اللغات الخاصة" و"اللغات المتخصصة" أو "لغات الاختصاص أو التخصص"، ومصطلح "لغات الأغراض الخاصة") نستخدم للدلالة على مفهوم واحد، غير أن مصطلح اللغة للأغراض الخاصة قد ارتبط بالتعليم أي أن وظيفته تعليمية بحتة، ويعلق محمد أمطوش على هذا قائلاً: "نلاحظ في المقالات والكتب مصطلحات مختلفة للإشارة إلى هذا المفهوم: لغات تخصص، لغات متخصصة، ولغات ذات استعمال خاص ولغات أخصائيين. وفي بعض الحالات ككوكوريك (1991م) وروندو (1983م) المصطلحات الثلاث هي مترادفة. وبالعكس ساجير ودونورث وماكدونالد (1980م) يرون بأن مصطلح (لغات ذات استعمال خاص) هو ليس من مجال اللسانيات بل من تعليمية اللغات وبالتالي يجب أن نحفظ به إلى هذا المجال)¹، وإن هذا التفريق الذي تحدث عنه بعض العلماء راجع إلى بدايات ونشأة هذا المصطلح؛ والتي كانت بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية بحيث: "تطافرت عدة عوامل قادت الغربيين إلى العناية باللغات في محاولة منهم لفهم نفسيّة شعوب العالم الثالث، تلا ذلك أزمة النفط في السبعينيات، هذه الأزمة التي قادت إلى توظيف رأس المال البشري، وتدفق العمالة الأجنبية المثقفة

الْمُتَعَلِّمَةِ - إِلَى دَوْلِ الْخَلِيجِ - وَالَّتِي تَطْلُبُ وُجُودَهَا ضَرُورَةً تَعْلِيمٍ هَؤُلَاءِ الْوَافِدِينَ اللُّغَةَ الْعَرَبِيَّةَ لِتَجْوِيدِ
أَدَاءِهِمْ الْمُهْنِيَّةَ التَّوَاصُلِيَّةَ مَعَ الْعَرَبِ الَّذِينَ لَا يُجِيدُونَ اللُّغَةَ الْأَجْنَبِيَّةَ".²، وَعَلَيْهِ نَسْتَبْعِدُ مُصْطَلَحَ
تَعْلِيمِ اللُّغَةِ لِأَغْرَاضٍ خَاصَّةٍ مِنْ هَذِهِ الدِّرَاسَةِ لِأَنَّ هَذِهِ الدِّرَاسَةَ لِسَانِيَّةٌ أَكْثَرُ وَنَعْتَمِدُ مُصْطَلَحَ لُغَاتِ
التَّخْصُّصِ.

وَلَقَدْ عَرَفَ مُصْطَلَحَ لُغَاتِ التَّخْصُّصِ عِدَّةَ تَعْرِيفَاتٍ نَذْكُرُ مِنْهَا:

✓ تعريف: بيار لورا (PIERRE LERAT) الَّذِي قَالَ بِأَنَّهَا: "نِظَامٌ لُغَوِيٌّ فَرَعِيٌّ يَسْتَعْمِلُ مُصْطَلَحِيَّةً مَا
وَسَائِطَ لُغَوِيَّةٍ أُخْرَى وَيَسْتَهْدَفُ إِزَالَةَ الْإِثْمَامِ الَّذِي يَشُوبُ التَّوَاصُلَ دَاخِلَ مَيْدَانٍ خَاصٍّ".³

✓ أَمَّا "ككوريك" (KOKOUREK) فيقول أَنَّ: "اللُّغَةُ الْخَاصَّةُ لُغَةٌ فَرَعِيَّةٌ (sous-langue)، عَنْ
اللُّغَةِ الْعَامَّةِ مُزَوَّدَةٌ بِخُطُوطٍ عَمُودِيَّةٍ وَاخْتِرَاطَاتٍ إِصْطِلَاحِيَّةٍ وَرُمُوزًا أَلْفَبَائِيَّةً، يَتِمُّ إِدْمَاجُهَا بِكَيْفِيَّةٍ
مُلائِمَةٍ لِلْقِيُودِ النُّحُوبِيَّةِ لِلُّغَةِ الْعَامَّةِ، تَحْمِلُ مَضْمُونًا مَعْرِفِيًّا خَاصًّا".⁴

وَنَسْتَفِيدُ مِنَ التَّعْرِيفَيْنِ السَّابِقَيْنِ أَنَّ اللُّغَةَ الْخَاصَّةَ مَا هِيَ إِلَّا جُزْءٌ مِنَ اللُّغَةِ الْعَامَّةِ تَخْتَلِفُ فِي
مُصْطَلَحَاتٍ تُوظَّفُ فِي سِيَاقَاتٍ خَاصَّةٍ بِمَيْدَانٍ مُعَيَّنٍ أَوْ مِهْنَةٍ مُعَيَّنَةٍ، فَاِلْمُصْطَلَحَاتُ الَّتِي تُوظَّفُ فِي
مَجَالِ الطِّبِّ تَخْتَلِفُ كَامِلًا لِاخْتِلَافِ عَنْ الْمُصْطَلَحَاتِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي الرِّيَاضِيَّاتِ وَفِي الْأَقْتِصَادِ. وَلَكِنَّهَا
تَسْتَقِي سِيَاقَاتِهَا الْخَاصَّةَ مِنَ اللُّغَةِ الْعَامَّةِ وَبِذَلِكَ فَهِيَ لَيْسَتْ جُزْءًا فَقَطْ بَلْ تَطَوُّرًا عَنْ اللُّغَةِ الْعَامَّةِ
كَمَا يَقُولُ مَانُوِيل سِيلْيُو كُونْسِيَسَاو (Manuel Célio Conceição) - نَقْلًا عَنْ GUIRAUD - مُعَرِّفًا
لُغَةَ التَّخْصُّصِ بِ: "تَطَوُّرَاتٍ عَادِيَّةٍ لِلُّغَةِ الطَّبِيعِيَّةِ وَتُشَكِّلُ أَنْظِمَةً مُسْتَقِلَّةً عَلَى هَامِشِ الْأَخِيرَةِ كَجَوَابٍ
عَلَى تَكْوِينَاتٍ خَاصَّةٍ، وَنُعَارِضُ لُغَةَ التَّخْصُّصِ بِاللُّغَةِ الْعَادِيَّةِ أَوْ اللُّغَةِ الْمُسْتَعْمَلَةِ وَاللُّغَةِ الْيَوْمِيَّةِ أَوْ
اللُّغَةِ الْعَامَّةِ".⁵ وَيَعْنِي بِذَلِكَ أَنَّ لُغَاتِ التَّخْصُّصِ تَخْتَلِفُ عَنْ اللُّغَةِ الْعَامَّةِ فِي أَنْظِمَتِهَا وَخَصَائِصِهَا الَّتِي
تُمَيِّزُهَا عَنْ اللُّغَةِ الْعَامَّةِ؛ وَقَبْلَ التَّطَرُّقِ إِلَى خَصَائِصِ لُغَاتِ التَّخْصُّصِ، نَذْكُرُ نِقَاطَ التَّشَابُهِ بَيْنَهَا وَبَيْنَ
اللُّغَةِ الْعَامَّةِ أَوْ الْمُشْتَرَكَةِ كَمَا يُحِبُّ أَنْ يُسَمِّهَا الْبَعْضُ، وَمِنْ هَذِهِ التَّشَابُهَاتِ نَذْكُرُ مَا قَدَّمْتُهُ "مَارِيَا
تِيريزَا كَابْرِي" بِأَنَّهَا يَشْتَرِكَانِ فِي:

أ. اسْتِعْمَالُ النِّظَامِ الْكِتَابِيِّ نَفْسِهِ وَالْأَبْجَدِيَّةَ نَفْسِهَا (وَتُسْتَعْمَلُ الْعَرَبِيَّةُ لِأَنَّهَا تَسْتَحْدِمُ رُمُوزًا لَا تَبِينِيَّةً أَوْ
أَعْجَمِيَّةً لِبَعْضِ الصِّيَغِ الْعِلْمِيَّةِ).

ب. وُجُودُ نِظَامِ صَوَاتِي بِطَرِيقَةٍ إِذَا جَهَرْنَا بِقِرَاءَةِ النُّصُوصِ سَنَحْصُلُ عَلَى الْوَحَدَاتِ الصَّوْتِيَّةِ نَفْسِهَا فِي
كُلِّ الْحَالَاتِ (مَعَ إِقْصَاءِ كُلِّ مَا هُوَ مَكْتُوبٌ بِلُغَةٍ أَعْجَمِيَّةٍ).

ج. اسْتِعْمَالُ نِظَامِ صَرَفِيٍّ مُوَحَّدٍ فِيمَا يَتَعَلَّقُ بِالْبِنْيَةِ الدَّاخِلِيَّةِ لِلْكَلِمَاتِ الَّتِي هِيَ فِي النَّصِّ.

د. تَطْبِيقُ قَوَاعِدِ التَّوْلِيفِ نَفْسِهَا فِي الْمَقَاطِعِ وَالْخِطَابَاتِ.

ه. اسْتِعْمَالُ أَصْنَافِ الْجُمَلِ نَفْسِهَا.⁶

وتميّز لغات التخصص عن اللغة العامة بعدة سمات يُحدّدها الدكتور علي القاسبي في الآتي:

✓ **الموضوعية:** ويُقصد هنا بالموضوعية: الاستقلالية، لأن النص العلمي مُستقلٌ تمامًا عن ذات الكاتب والإطار التاريخي الذي حرّر فيه.

✓ **الدقة:** بحيث يُعبّر المصطلح الواحد عن المفهوم الواحد في الحقل العلمي الواحد، ولا يُعبّر عن المفهوم الواحد بأكثر من مصطلح واحد في الحقل الواحد. وهذا ما يُطلق عليه بـ "أحادية الدلالة".

✓ **البساطة والوضوح:** تشمل البساطة والوضوح في النص العلمي جميع المستويات اللغوية: المفردانية، والصرفية، والنحوية، والدلالية، والبلاغية، وغيرها.. فالباحث العلمي يحاول إبلاغ رسالته إلى المتلقي بطريقة بسيطة واضحة خالية من التعقيدات أو المحسنات البديعية والبلاغية، لئلا تؤدي تلك الصورة البلاغية إلى الغموض أو اللبس أو تعدد التفسيرات والتأويلات. فهو يتحاشى الحذف، والتلميح، والتقديم والتأخير في التراكيب. (...) فأسلوب اللغة الخاصة يتوخى الدقة العلمية ويتسم بسهولة المفردات وبساطة التراكيب ووضوح المعاني.

✓ **الإيجاز:** تنضوي خصيصه الإيجاز تحت مبدأ الاقتصاد في اللغة، الذي يعني التعبير عن المضامين العلمية بأقل عدد ممكن من الألفاظ من غير الإخلال بالمعنى. ويخضع لخصيصه الإيجاز كل من المصطلح والتعريف والنص.⁷

✓ إن هذه الخصائص التي تمتاز بها لغات التخصص هي ما تحتاجه حوسبة أي لغة طبيعية، وخاصة في مجال الترجمة الآلية التي عرفت صعوبات في كثير من اللغات وأولها اللغة العربية. وعليه سنقوم بعرض بسيط لمفهوم هذه الحوسبة وأساسياتها قبل التطرق إلى الترجمة الآلية.

2. حوسبة لغات التخصص.

يعد علم حوسبة اللغة من العلوم الحديثة، وقد ظهر في مطلع النصف الثاني من القرن العشرين باعتباره علماً بينياً، يُعتمد فيه على الحاسوب لدراسة اللغات الإنسانية وفهم طبيعتها، وتقوم هذه الحوسبة على ثلاثة محاور أساسية هي:⁸

✓ **تقنيات معالجة النصوص (text processing).** ومن أمثلتها: الترجمة الآلية، والتلخيص الآلي، والتنقيب في النصوص.

✓ **تقنيات معالجة الكلام المنطوق (speech processing)،** ومن أمثلتها: التعرف الآلي على الكلام المنطوق، وتحويل النص المكتوب إلى كلام منطوق.

✓ **تقنيات معالجة الصور (image processing)،** ومن أمثلتها: التعرف الآلي على الكتابة (optical character recognition).

وَمَا يَهُمُّ لُغَاتِ التَّخْصُّصِ هُنَا هُوَ الْمَحْوَرُّ الْأَوَّلُ الَّذِي يُعْنَى بِمُعَالَجَةِ النُّصُوصِ، وَذَلِكَ مِنْ خِلَالِ مُعَالَجَةِ مُسْتَوَيَاتِهَا، الْمُمَثِّلَةِ فِي: الْمُسْتَوَى الصَّرْفِيِّ، الدَّلَالِيِّ، النَّحْوِيِّ، وَالْمُعْجَمِيِّ أَيْلًا مِنْ خِلَالِ الْمُحَلَّلَاتِ الصَّرْفِيَّةِ، الدَّلَالِيَّةِ، النَّحْوِيَّةِ التَّرْكِيبِيَّةِ، وَالْمُعْجَمِيَّةِ عَلَى التَّرْتِيبِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى الْمَعَاجِمِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ، وَصِنَاعَةِ الْمُعْجَمِ الْأَلِيِّ الْمُتَخَصِّصِ الَّذِي يَحْتَاجُ تَضَافَرُ كُلِّ هَذِهِ الْمُحَلَّلَاتِ.

وَيَعْتَمِدُ التَّحْلِيلُ الْأَلِيُّ لِأَيِّ لُغَةٍ طَبِيعِيَّةٍ عَلَى تَحْلِيلِ مُسْتَوَيَاتِهَا اللُّغَوِيَّةِ الْعَادِيَّةِ، وَيُرَكِّزُ عَلَى الْمُسْتَوَيَاتِ الْمَهْمَةِ فِي اللُّغَةِ وَهِيَ الصَّرْفُ وَالدَّلَالَةُ وَالنَّحْوُ. وَعَلَيْهِ سَنَعْرِضُ بَعْضَ التَّعْرِيفَاتِ الْبَسِيطَةِ لِكُلِّ مُحَلِّلٍ:

أ. الْمُحَلِّلُ الصَّرْفِيُّ الْأَلِيُّ:

التَّحْلِيلُ الصَّرْفِيُّ هُوَ الْعَمَلِيَّةُ الَّتِي تَحَدِّدُ جَمِيعَ الْأَشْكَالِ الصَّرْفِيَّةِ الْمُمْكِنَةِ لِلْكَلِمَةِ؛ مِمَّا يَنْتُجُ عَنْهُ اخْتِبَارُ أَحَدِ أَقْسَامِ الْكَلَامِ (إِسْمٌ، فِعْلٌ، حَرْفٌ)، وَيَدْخُلُ هَذَا ضَمْنَ مَا يُسَمَّى بِالتَّحْلِيلِ الصَّرْفِيِّ الشَّكْلِيِّ، الَّذِي يَعْنِي بِتَجْدِيعِ الْكَلِمَةِ دُونَ تَقْدِيمِ تَفْسِيرٍ لِلْمُورَفِيمَاتِ الْمُنْفَصِلَةِ وَلَا لِنَوْعِ الْجَذْعِ. أَمَّا التَّحْلِيلُ الصَّرْفِيُّ الْوُظَيْفِيُّ فَهُوَ الَّذِي يُبَيِّنُ وَظِيفَةَ الْمُورَفِيمَاتِ وَأَثَرَهَا فِي السُّلُوكِ الْبِنَائِيِّ وَالْمَعْنَوِيِّ لِلْكَلِمَةِ.⁹

وَأَمَّا الْمُحَلِّلُ الصَّرْفِيُّ الْأَلِيُّ فَهُوَ: "تَطْبِيقُ حَاسُوبِيٍّ يَقُومُ بِاسْتِخْلَاصِ الْعُنَاصِرِ الْأَوَّلِيَّةِ لَبْنِيَّةِ الْكَلِمَةِ فِي اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ، وَيَحَدِّدُ سِمَاتِهَا الصَّرْفِيَّةَ، وَالصَّرْفَ صَوْتِيَّةً، وَالصَّرْفَ نَحْوِيَّةً، فَيَقُومُ الْمُحَلِّلُ الْأَلِيُّ بِالْكَشْفِ عَنْ جَذْرِ الْكَلِمَةِ، وَوُزْنِهَا الصَّرْفِيِّ، وَيُبَيِّنُ مَا يَطْرُقُ عَنْهَا مِنْ تَغْيِيرٍ (...) بِالإِضَافَةِ إِلَى تَقْسِيمِ الْكَلِمَةِ إِلَى إِسْمٍ، أَوْ فِعْلٍ، أَوْ حَرْفٍ، وَتَقْسِيمِ الْإِسْمِ إِلَى جَامِدٍ، أَوْ مُشْتَقٍّ (...) إلخ.. وَيَضُمُّ الْمُحَلِّلُ الصَّرْفِيُّ مَجْمُوعَةً مِنْ قَوَاعِدِ الْمُعْطِيَّاتِ: هِيَ قَوَاعِدُ مُعْطِيَّاتِ مُعْجَمِيَّةٍ لِأَوْزَانِ الْكَلِمَاتِ الْعَرَبِيَّةِ الْمُسْتَعْمَلَةِ، وَقَوَاعِدُ مُعْطِيَّاتِ لِأَسْمَاءِ الْأَعْلَامِ، وَقَوَاعِدُ مُعْطِيَّاتِ لِلْأَخْطَاءِ الْإِمْلائيَّةِ، وَالنَّحْوِيَّةِ الشَّائِعَةِ فِي نُصُوصِ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ".¹⁰

ب. الْمُحَلِّلُ الدَّلَالِيُّ الْأَلِيُّ:

يُعَدُّ التَّحْلِيلُ الدَّلَالِيُّ مِنْ أَهَمِّ جَوَانِبِ مُعَالَجَةِ أَيِّ لُغَةٍ مِنَ اللُّغَاتِ لِلطَّبِيعِيَّةِ، وَيُعْرَفُ بِـ "دِرَاسَةِ مَعْنَى الْكَلِمَاتِ فِي السِّيَاقِ، وَيُمْكِنُ تَقْسِيمَ دِرَاسَةِ الدَّلَالَاتِ إِلَى شَقَيْنِ:

✓ دِرَاسَةُ مَعْنَى الْكَلِمَاتِ مُنْفَرَدَةً؛ وَذَلِكَ بِدِرَاسَةِ الْمُشْتَرَكِ اللَّفْظِيِّ أَوْ الْجِنَاسِ، وَالتَّطَابُقِ اللَّفْظِيِّ، وَالْمُتَضَادَّاتِ.

✓ دِرَاسَةُ الْمَعْنَى الْإِجْمَالِيِّ لِلْكَلِمَاتِ مُجْتَمِعَةً فِي عِبَارَاتٍ أَوْ جَمَلٍ.¹¹

إِنَّ هَذِهِ الْخَصَائِصَ تَجْعَلُ الْمُحَلِّلَ الدَّلَالِيَّ يُسَهِّلُ عَمَلَ الْكَثِيرِ مِنَ التَّطْبِيقَاتِ الْخَاصَّةِ بِالمُعَالَجَةِ الْأَلِيَّةِ، لِأَنَّ السِّمَاتِ الدَّلَالِيَّةَ: "تُؤَثِّرُ فِي اخْتِبَارِ الْحَاسُوبِ لِلْوُظِيفَةِ النَّحْوِيَّةِ الصَّحِيحَةِ، وَعَلَى أَاسَاسِهَا

تُحدّد العلامة الإعرابية الصحيحة، سواءً أصلية أم فرعية؟ كما أنّ الترجمة الآلية تختار بناءً على التحليل الدلالي المعنى المقابل الصحيح للمفردة، والتركيب الصحيح للجُملة في اللغة الهدف.¹² والملاحظ أنّ هذه العناصر تنقص في لغات التخصص.

ج. المحلل النحوي الآلي:

"تفتضي أية عملية تحليل نحوي الاستناد إلى عدة طرق إجرائية متدرجة، تنطلق من تحديد النص الخام ثمّ تفسيمة إلى أجزاء على مستوى الجُملة والوحدات، ووصولاً إلى تعيين المعلومات الابتدائية المُمثلة في التعرف على أنواع الأجزاء الكلامية التي تُساعد بدورها في تعيين العلاقات التركيبية".¹³ ولا يمكن هنا الفصل بين التحليل النحوي والتحليل الصرفي فهما علمان متداخلين نظرياً وتطبيقياً، "فهناك تداخل مشترك مستمر بين الصرف والنحو ينشأ في بداية عملية التحليل الصرفي الآلي للكلمات والجُملة ويستمر حتى نهايتها، فالمستويات اللغوية في اللغة العربية على الرغم من تباينها فهي متداخلة متكاملة دون تفاضل أو تمايز".¹⁴ إذن صناعة المعجم الآلي المتخصص تحتاج تضافر كل هذه الآليات، التي تسمح بالاقتراب من صناعة معجم آلي يشبه المعجم الذهني، كما وصفه يحيى اللبيني بقوله أنه: "يشبه المعجم الذهني، فإنه يتكوّن من عدة مراحل تبدأ بالمحلل الصرفي للتعرف على المفردات وأنواعها وتصنيفها على هذا الأساس في أماكنها الخاصة بها في المعجم، مروراً بالمحلل الدلالي الذي يُقدّم السمات الدلالية لكل مفردة. كما يُقدّم الدور الدلالي لكل عنصر من عناصر التركيب التي يتولّى المحلل النحوي مهمّة التعريف بها وبأنواعها وترتيبها، وكل ذلك يخرج لنا في النهاية منتجات لغوية آلية، وهي الترجمة الآلية والمُعرب الآلي، والمدقق النحوي والإملائي، والبحث اللغوي الآلي، والإحصاء اللساني".¹⁵ إذا فالمعجم الآلي المحوسب هو أساس أي عملية لغوية آلية وبخاصّة الترجمة الآلية والتي هي موضوع بحثنا، وسنعرّض فيما يأتي تفصيلاً عن أسسها وتطورها.

3. الترجمة الآلية.

نُعَدّ الترجمة الآلية من أهمّ مجالات اللسانيات الحاسوبية، وقد تمّ تعريف الترجمة على أنها: "التعبير بلغة الهدف عمّا تمّ التعبير عنه في لغة المصدر، مع الحفاظ على المعادلات الإشاراتيّة والنمطيّة"¹⁶، وأما الترجمة الآلية فقد عرّفها نبيل الزهيري بـ: "استخدام الحاسوب في ترجمة نصّ مكتوب بلغة ما إلى لغة أخرى بواسطة برنامج آلي مخصّص لذلك"¹⁷، وقد علّق عصام محمود على هذا التعريف على أنّه لا يعدّ تعريفاً بقدر ما هو طموح، فما زالت هناك عثرات في الطريق¹⁸، لأنّ الترجمة الآلية الحالية هي عبارة عن ترجمة لكلمات فإنّ عظمت فعبارات فقط، ولم ترق بعد إلى ترجمة نصوص متكاملة، ولكنّ هذه الترجمة تُخدّم الدراسات المُصطلحيّة والنصوص العلميّة والتقنيّة، فهي تسمح "بتوفير كمّ من المُصطلحات الناتجة عن وسائل التوليد والاستحداث ووضعها في خدمة الباحث أو المُترجم. ووفقاً لذلك، فهي تُساعد في ظرفٍ وجيزٍ في توفير الخيارات المُصطلحيّة

الْمُسْتَعْمَلَةِ فِي اللُّغَةِ الْمُنْقُولِ إِلَيْهَا خَاصَّةً، مِنْ خِلَالِ تَجْمِيعِ الْمَكَافَاتِ الْمَفْهُومِيَّةِ وَوَضْعِهَا فِي خِدْمَةِ الْمُسْتَعْمِلِينَ¹⁹، وَيَقْتَرِحُ حُمَيْدِي بْنُ يَوْسُفَ اعْتِمَادَ التَّرْجَمَةِ الْأَلِيَّةِ كَأَرْضِيَّةٍ لِتَوْحِيدِ الْمَنْظُومَاتِ الْمُصْطَلَحِيَّةِ فِي مُخْتَلَفِ الْمَجَالَاتِ الْعِلْمِيَّةِ. لَكِنَّ الْعُلُومَ لَمْ تَعُدْ مُجَرَّدَ قَائِمَةٍ مُصْطَلَحَاتٍ، فَظُهُورُ لُغَاتِ اخْتِصَاصٍ وَالْاهْتِمَامِ بِهَا جَعَلَ لِكُلِّ عِلْمٍ سِيَاقَهُ الْخَاصَّ إِضَافَةً إِلَى مُصْطَلَحَاتِهِ وَرُمُوزِهِ، وَلَمْ تَعُدْ مَشَاكِلُ التَّرْجَمَةِ الْأَلِيَّةِ مَحْصُورَةً فِيمَا قَدَّمَهُ عِصَامٌ مَحْمُودٌ فَقَطْ...

وَقَدْ تَمَثَّلَتْ هَذِهِ الْمَشَاكِلُ فِي الْآتِي:

- ✓ طَبِيعَةُ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ وَتَعْقِيدُهَا وَتَرَاوُهَا بِالْكَثِيرِ مِنَ الْمَفْرَدَاتِ وَالتَّرَاكِبِ اللُّغَوِيَّةِ.
- ✓ حَيَوِيَّةُ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ وَسُهُولَةُ تَطْوِيلِهَا فِي مَجَالِ الدَّرْسِ اللُّغَوِيِّ مِنْ حَيْثُ قُدْرَتُهَا عَلَى تَقْبُلِ لُغَاتٍ أُخْرَى وَاسْتِيعَابِهَا بِالتَّعْرِيبِ وَالدَّخِيلِ وَالْإِشْتِقَاقِ.
- ✓ الْمَشْكَالَاتُ اللُّغَوِيَّةُ التَّقْلِيدِيَّةُ مِثْلُ الْمَشْتَرَكِ اللَّفْظِيِّ وَالتَّضَادِّ وَالتَّرَادُفِ.
- ✓ صُعُوبَةُ تَرْجَمَةِ الْمَجَازَاتِ اللُّغَوِيَّةِ فِي التَّرْجَمَةِ الْبَشَرِيَّةِ فَمَا بَالُكَ لَوْ عُرِضَتْ عَلَى الْحَاسُوبِ.
- ✓ التَّدَاخُلُ الشَّدِيدُ بَيْنَ الْأَسَالِيبِ فِي اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ كَالْتَعَجُّبِ وَالِاسْتِفْهَامِ؛ الَّذِي يَظْهَرُ عَلَى الْمُسْتَوَى الْمَنْطُوقِ.²⁰

رُبَّمَا لَا يُعَدُّ تَرَاءُ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ بِالْكَثِيرِ مِنَ الْمَفْرَدَاتِ وَالْمَعَانِي مُشْكَلاً أَسَاساً فِي التَّرْجَمَةِ إِلَى اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ فَهَنَّاكَ بَعْضُ اللُّغَاتِ تُعَانِي عَجْزاً فِي مُعْجَمِهَا كَاللُّغَةِ الْأَلْمَانِيَّةِ؛ وَهَذَا يُعَدُّ أَكْثَرُ صُعُوبَةٍ مِمَّا ذَكَرَ عِصَامٌ مَحْمُودٌ. وَإِنَّ هَذِهِ الْمَشَاكِلَ السَّابِقَةَ الذِّكْرَ مَوْجُودَةٌ فِي أَغْلَبِ اللُّغَاتِ، وَالْمُشْكِالُ الْأَسَاسُ فِي التَّرْجَمَةِ الْأَلِيَّةِ الْعَرَبِيَّةِ هِيَ قِلَّةُ الْاهْتِمَامِ؛ فَبِمَا تَحْتَاجُ مَشْرُوعاً مُتَكَامِلاً لِلْعَمَلِ عَلَيْهَا، وَالْمُلَاحَظَةُ أَنَّهُ فِي الْوَقْتِ الْحَالِيِّ وَبَعْدَ انْتِشَارِ الْمُعَالَجَةِ الْأَلِيَّةِ لِللُّغَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ وَظُهُورِ مَرَاكِزَ بَحْثِيَّةٍ خَاصَّةٍ بِهَذَا الْمَجَالِ، مِنْهَا مَدِينَةُ الْمَلِكِ عَبْدِ الْعَزِيزِ لِلْعُلُومِ وَالتَّقْنِيَّةِ الَّتِي "عَمِلَتْ حَدِيثاً عَلَى تَجَارِبِ مُكْتَفَةٍ لِبِنَاءِ أَنْظَمَةِ تَرْجَمَةٍ عَصَبِيَّةٍ مِنَ اللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ إِلَى اللُّغَةِ الْإِنْجِلِيزِيَّةِ وَالْعَكْسُ كَذَلِكَ، حَيْثُ إِنَّ مُتَوَسِّطَ جُودَةِ هَذِهِ الْأَنْظَمَةِ قَارِبَ 60 نُقْطَةً بَلُو BLEU، وَمِمَّا يُسَهِّلُ عَلَى الْبَاحِثِينَ وَالْمُطَوِّرِينَ الْأَسْتِفَادَةَ وَالْمُسَاهَمَةَ فِي هَذَا الْمَجَالِ وَجُودُ كَثِيرٍ مِنَ الْأَنْظَمَةِ مَفْتُوحَةِ الْمَصْدَرِ"²¹. الَّتِي تُسَهِّلُ عَلَى الْمُتَمَيِّنِ تَطْوِيرَ هَذَا الْمَجَالِ. وَهُنَاكَ بَعْضُ الْمَوَاقِعِ وَالتَّطْبِيقَاتِ الَّتِي مَا تَزَالُ تُطَوِّرُ هَذَا الْمَجَالِ مِثْلُ:²²

- ✓ نِظَامُ الْمُرْجِمِ الْعَرَبِيِّ الَّذِي طَوَّرْتُهُ شَرِكَةُ ATA²³ فِي لَنْدَنَ، وَبَرْنَامَجًا مُصَغَّرًا أَسَمْتُهُ "الْوَافِي".
- ✓ نِظَامُ النَّاقِلِ الْعَرَبِيِّ الَّذِي طَوَّرْتُهُ شَرِكَةُ سِيْمُوسَ فِي بَارِيسَ لِلتَّرْجَمَةِ بَيْنَ الْعَرَبِيَّةِ وَكُلِّ مِنَ الْإِنْجِلِيزِيَّةِ وَالْفَرَنْسِيَّةِ.
- ✓ نِظَامُ شَرِكَةِ أَبْتَكْ Apptek.

✓ نظام سيستران Sysstran.

✓ موقع المسبار: أنتجته شركة عام 2000م، لترجمة النصوص الطويلة ومواقع الإنترنت وعرضته في موقع خاص لتقديم خدمة الترجمة والقواميس والبريد الإلكتروني. وخلال فترة قصيرة جداً من بدء تشغيل موقع المسبار، أصبح من أشهر المواقع العربية على الشبكة العالمية يزداد من مئات الآلاف من الزوار يومياً من كل مناطق العالم.²⁴

1.4. أنواع الترجمة الآلية.

للترجمة الآلية ثلاثة أنواع متعارف عليها وهي: الترجمة الآلية المبنية على القواعد، والترجمة الآلية الإحصائية، والنظام الهجين بين النوعين، والنوع الحديث وهو الترجمة الآلية العصبية، وسنعرض تعريفاً مختصراً لكل نوع:

أ. الترجمة الآلية المبنية على القواعد: هي تقنية تعتمد على عدد كبير من القواعد اللغوية المضمنة والملايين من القواميس ثنائية اللغة لكل زوج من اللغات، ويقوم هذا النظام بتحليل النص وينشئ تمثيلاً انتقاليًا يتم من خلاله إنشاء النص في اللغة الهدف، وتتطلب هذه العملية معاجم موسعة مع معلومات مورفولوجية ونحوية ودلالية، ويستخدمها مع مجموعة القواعد المعقدة هذه لنقل البنية النحوية للغة المصدر إلى اللغة الهدف.²⁵

ب. الترجمة الآلية الإحصائية: تستخدم هذه الترجمة نماذجاً ناتجة عن تحليل بيانات التدريب أحادية وثنائية اللغة، ويستخدم هذا النهج القدرة الحاسوبية لبناء نماذج بيانات معقدة لترجمة لغة المصدر إلى لغة أخرى، ويعد بناء نماذج الترجمة الآلية الإحصائية عملية سريعة وبسيطة نسبياً، حيث تقوم على تحميل ملفات لتدريب المحرك على زوج معين من اللغات في تخصص محدد، وتعتمد هذه التقنية على مدونات ثنائية اللغة كذاكرات الترجمة والمسارد لتدريبها على تعلم نمط اللغة وتستخدم بيانات أحادية اللغة لتحسين طاقاتها²⁶

ج. النظام الهجين بين النوعين: هو نظام يحاول الجمع بين مزايَا عدة أنظمة.

د. الترجمة الآلية العصبية: وتسمى أيضاً الترجمة الآلية القائمة على التعلم العميق (deep learning)، وتعتمد هذه الطريقة على "تعليم شبكة عصبية متتالية بوضع جمل لغة المصدر كمداخل لهذه الشبكة ووضع ترجمة هذه الجمل بلغة الهدف كمخرجات لها. وتحتاج عملية التعليم هذه إلى قوة حاسوبية عالية. وحال القدرة على تعليم هذه الشبكة العصبية، يتم استخدامها في ترجمة أي جمل أخرى من لغة المصدر".²⁷ وتعتمد الترجمة الآلية العصبية على طريقة عمل جديدة تُعرف بـ "نموذج التشفير وفك التشفير (Encoder - Decoder model)، من خلال بناء

وتدريب شبكة عصبية واحدة كبيرة تحلل الجمل المدخلة كاملة وتترجمها إلى اللغة الهدف بشكل موحد.²⁸

والملاحظ أن أغلب مواقع الترجمة الحالية تعتمد الترجمة الآلية العصبية مثل موقع سيستران (SYSTRAN)، و(ترجمة Google)، و(ترجمة Microsoft)، وقد سجل هذا النظام نجاحا باهرا في كثير من المجالات.

4. إسهام لغات التخصص المحوسبة في الترجمة الآلية.

تتمثل مساهمة لغات التخصص المحوسبة في الترجمة الآلية في عدة نقاط نلخصها في الآتي:

✓ قلة المشترك اللفظي والجناس والتطابق اللفظي: في لغات التخصص نلاحظ قلة وجود هذه العناصر، مما يجعل منها أرضية خصبة للحوسبة والترجمة الآلية، فهي تختصر عمل المحللات الآلية بداية بالمحلل الدلالي نهاية بالمحلل النحوي (حسب الترتيب المقدم سابقا في هذا المقال)؛ لأن المصطلح في لغات التخصص مضبوط ومقيس كما وصفته ماريا تيريزا كابريرا؛ فالدارسون والباحثون في مجال معرفي خاص "يميلون إلى استعمال مصطلحات لا تدع مجالا للشك والتأويل. ويتضح الفرق بين النص العام والمتخصص من خلال المصطلحات المستعملة"²⁹. إذا فأحادية الدلالة هنا تعد حلا لمشكل ثراء اللغة العربية بالمفردات والمترادفات، التي عانت منها الترجمة الآلية إلى اللغة العربية في بدايتها.

✓ المعاجم الآلية المتخصصة ودورها في حصر سياق الترجمة الآلية من وإلى اللغة العربية: لأن الترجمة الآلية من أهم التطبيقات التي تعتمد على المعاجم الآلية؛ فهي "تعتمد على المحلل الصرفي لتعيين نوع المفردة وتعتمد على المحلل الدلالي لمعرفة الحقيقة من المعاني المجازية، وتعتمد على المحلل النحوي لمعرفة نوع التركيب"³⁰ وهي المحللات التي يعتمدها أي معجم آلي، فالمعجم المتخصص يعطي معلومات موثوق بها أكثر، لأن المعجم المختص هو: "ذلك الذي يهتم بضبط المنظومة الاصطلاحية التي يقوم عليها علم من العلوم أو حقل معرفي مخصوص".³¹ فإذا تم ضبط هذه المنظومة آليا سييسل عمل المترجم الآلي.

✓ الترجمة الآلية العصبية شعاع أمل للترجمة الآلية العربية المتخصصة: إن اعتماد وتخصيص معاجم وسياقات ونصوصا متخصصة بطريقة آلية لكل علم؛ يسهل عمل أي ترجمة وبخاصة الترجمة الآلية العصبية، فمن أبرز المشاكل التي تعاني منها هذه الترجمة هي "عدم تطابق المجال بين النظام والنصوص المراد ترجمتها، فالعبارات تختلف ترجمتها من مجال إلى مجال آخر، لذلك من المهم تدريب النظام على نصوص من المجال نفسه".³² فينحصر تعلم هذه الآلية على هذا المجال دون الخلط بين المجالات الأخرى..

5. الخاتمة:

- وفي الختام نقول ما قالتُه الدُّكتورَةُ سلوى حمادة بأنَّ التَّرجمة الآليَّة ستَظلُّ خيارنا الوَحيدَ للخُروجِ مِنْ عَزَلَتِنا وَتَقوُّفِنا الثَّقافيِّ، وَالتَّفاعُلِ وَالتَّحاورِ مَعَ الآخرينَ، بِالإِضافةِ إلى حاجَةِ السُّوقِ العالَميَّةِ لِإنْفِتاحيَّةِ لِتِفنِيَّاتِ التَّرجمةِ الآليَّةِ، وَعَليهِ تَوَصَّلُ البَحْثِ إلى النِّتائِحِ الآتيَّةِ:
- ✓ على الرِّغمِ مِنْ الجُهودِ العَرَبِيَّةِ المُبْدُوْلَةِ في مَجالِ التَّرجمةِ الآليَّةِ إلَّا أنَّها ما تَزالُ تُتَسِمُ بِالفَرديَّةِ وَالْعشوائِيَّةِ.
- ✓ المُشكَلُ الأَساسيُّ في التَّرجمةِ الآليَّةِ إلى اللُّغةِ العَرَبِيَّةِ يَنْحَصِرُ بِالدَّرَجَةِ الأولى في قِلَّةِ الإِهْتِمَامِ بِهَذَا المَجالِ وليس في صَعوبةِ اللُّغةِ العَرَبِيَّةِ.
- ✓ قِلَّةُ الإِهْتِمَامِ بِلُغاتِ التَّخَصُّصِ قَوَّتْ فُرْصَةَ عَظِيْمَةً على البَحْثِ العِلْمِيِّ في مَجالِ اللِّسانِيَّاتِ الحَاسُوبِيَّةِ وَمَجالِياتِها مِنْ صِناعَةِ المُعاجِمِ إلى التَّرجمةِ الآليَّةِ.
- ✓ سُهولَةُ وَطَواعِيَّةُ لُغاتِ التَّخَصُّصِ لِلحَوسَبَةِ مُقارَنَةً بِاللُّغةِ العادِيَّةِ أوِ العَامَّةِ.
- ✓ لِلْمُعاجِمِ الآليَّةِ المُتَخَصِّصَةِ دَوْرُ هامٍّ في مَجالِ التَّرجمةِ الآليَّةِ الحَدِيثَةِ.
- ✓ تَطوُّرُ بَرامِجِ التَّرجمةِ الآليَّةِ مِنْ اللُّغةِ العَرَبِيَّةِ إلى الإنْجِلِيزِيَّةِ وَالْعَكْسِ غَيْرِ صَحِيحٍ، وَذَلِكَ بِسَبَبِ عَشْوائِيَّةِ الدِّرَاساتِ.
- ✓ التَّرجمةُ الآليَّةُ العَصَبِيَّةُ إلى العَرَبِيَّةِ بَوابَةٌ لِحَلِّ مَشاكِلِ التَّرجمةِ الآليَّةِ العَرَبِيَّةِ.
- ✓ تَوْصِيَّاتُ البَحْثِ:
- ✓ حَثُّ البَاحِثِينَ الجُدُدِ على الإِهْتِمَامِ بِدِرَاسَةِ لُغاتِ التَّخَصُّصِ في الأطْوارِ المُخْتَلِفَةِ.
- ✓ ضَرُورَةُ فَصْلِ العُلُومِ في التَّرجمةِ الآليَّةِ وَصِناعَةُ مُساقاتِ خاصَّةٍ بِكُلِّ عِلْمٍ وَرَبَطُها مَعَ قَوامِيسِ وَنُصُوصِ خاصَّةٍ بِهَذَا العِلْمِ فَقَطْ لِتَسْهِيْلِ عَمَلِ الأنْظَمَةِ العَصَبِيَّةِ.
- ✓ إنْشاءُ مَراكِزَ بَحْثِيَّةٍ مُخْتَلِطَةٍ بَيْنَ قِسْمَي اللُّغةِ العَرَبِيَّةِ والإِغْلَامِ الآليِّ تَهْتَمُ بِمَجالِ حَوسَبَةِ اللُّغةِ العَرَبِيَّةِ.
- ✓ دَعْمُ الأنْظَمَةِ العالَميَّةِ المُعْتَمَدَةِ على بَرامِجِ التَّرجمةِ الآليَّةِ العَصَبِيَّةِ وَخِدْمَةُ جَانِبِ التَّرجمةِ الآليَّةِ إلى اللُّغةِ العَرَبِيَّةِ مِثْلَ نِظامِ مايكروسوفتِ.

6. الهوامش:

- ¹ ماريا تيريزا كابري، (2012م)، المصطلحية النظرية والمنهجية والتطبيقات، تر: محمد أمطوش، ط1، عالم الكتب الحديث، الأردن، ص96.
- ² أسامة زكي السيد علي، (2017م)، المرجع في تعليم اللغة العربية لأغراض خاصة، ط1، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لتطوير اللغة العربية، الرياض، ص19.
- ³ يوسف مقران، (عام 2008)، خطاب اللغات المتخصصة (بيير لوراد)، مجلة الخطاب، العدد 3، ص369.
- ⁴ La Langue Française de la technique et de la science, Kokourek,R, p15
- (نقلا عن: الكتاب الطبي الجامعي، علم المصطلح لطلبة العلوم الصحية، (2005م)، ص44)
- ⁵ مانويل سيليو كونسيساو، (2012م)، المفاهيم والمصطلحات وإعادة الصياغة، تر: محمد أمطوش، ط1، عالم الكتب الحديث، الأردن، ص36.
- ⁶ ينظر: ماريا تيريزا كابري، المصطلحية النظرية والمنهجية والتطبيقات، ص120-121.
- ⁷ ينظر: على القاسمي، (2008م)، علم المصطلح أسسه النظرية وتطبيقاته العلمية، ط1، مكتبة لبنان ناشرون، لبنان، ص96 – 97 – 98.
- ⁸ ينظر: محسن رشوان وآخرون، (2019م)، مقدمة في حوسبة اللغة العربية، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية، ص17.
- ⁹ ينظر: يحيى أحمد اللتي، (2019م)، أسس صناعة المعجم المحوسب، ط1، دار كنوز المعرفة، عمان، ص144-145.
- ¹⁰ منصور بن محمد الغامدي وآخرون، (2017م)، مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية، ص51.
- ¹¹ ينظر: المرجع نفسه، ص109.
- ¹² يحيى أحمد اللتي، أسس صناعة المعجم المحوسب، ص253.
- ¹³ منصور بن محمد الغامدي وآخرون، مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، ص88.
- ¹⁴ المرجع نفسه، ص51.
- ¹⁵ يحيى أحمد اللتي، أسس صناعة المعجم المحوسب، ص21.
- ¹⁶ سناء منعم ومصطفى بوعناني، (2015م)، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية - بعض الثوابت النظرية والإجرائية-، ط1، عالم الكتب الحديث، الأردن، ص103.
- ¹⁷ نبيل الزهيري، (2015م)، قاموس مصطلحات المعلوماتية واللغويات الحاسوبية، نقلا عن كتاب: عصام محمود، اللسانيات الحاسوبية العربية، ط1، دار الوفاء لنديا الطباعة والنشر، مصر، ص97.
- ¹⁸ عصام محمود، اللسانيات الحاسوبية العربية، (2015م)، ط1، دار الوفاء لنديا الطباعة والنشر، مصر، ص97.
- ¹⁹ حميدي بن يوسف، مفاهيم وتطبيقات في اللسانيات الحاسوبية، (2019م)، ط1، مركز الكتاب الأكاديمي، الأردن، ص49.
- ²⁰ ينظر: عصام محمود، اللسانيات الحاسوبية العربية، ص98 و99.

- ²¹ وليد بن عبدالله الصانع وآخرون، (2019م)، خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي، ط1، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز لخدمة اللغة العربية، الرياض، ص88-89.
- ²² ينظر: مأمون صبحي الحطاب وآخرون، (2015م)، الحرف العربي والتقنية أبحاث في حوسبة العربية، ط1، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، الرياض، ص231.
- ²³ تأسست شركة (ATA) لتقنية البرمجيات العربية رسمياً في لندن في شهر مايو 1992م وحددت الشركة أهدافها منذ البداية لصناعة برامج الحاسوب العربية في مجال الأعمال وفي مقدمتها برامج الترجمة والقواميس من اللغة الإنجليزية إلى العربية وبالعكس.
- ²⁴ نبذة عن شركة ATA في موقع المسبار عبر الرابط: <http://www.almisbar.com/About.aspx> (الإصدار الحالي من موقع المسبار يعمل بالاشتراكات المجانية بعد أن كانت مدفوعة الثمن. المطلوب من الشخص الذي يريد استخدام الموقع التسجيل فيه واستخدامه مجاناً بشكل دائم).
- ²⁵ ينظر: فرج محمد صوان، الترجمة المتخصصة، (2019م)، ط1، ابن النديم للنشر والتوزيع، الجزائر، ص208.
- ²⁶ ينظر: المرجع نفسه، ص209.
- ²⁷ محسن رشوان وآخرون، (2019م)، المعالجة الآلية للنصوص العربية، ط1، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي للغة العربية، الرياض، ص76.
- ²⁸ مختار بن ونان هاجرون ناصر جيلالي، (2020م)، نحو ترجمة آلية بسمات بشرية للنصوص المتخصصة من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية دراسة مقارنة، مجلة ألف، المجلد 7، (عدد خاص)، ص98.
- ²⁹ هشام بن مختارية، (2021م)، الاقتصاد والفعل الترجمي -دراسة تطبيقية لترجمة مصطلحات الحسابات القومية، ط1، ألفا للوثائق للنشر والتوزيع، الجزائر، ص30.
- ³⁰ ينظر: يحيى أحمد اللتي، أسس صناعة المعجم المحوسب، ص268.
- ³¹ محمد خطابي، (2016م)، المصطلح والمفهوم والمعجم المختص، ط1، دار كنوز المعرفة للنشر والتوزيع، عمان، ص20.
- ³² ينظر: عبد الله بن يحيى الفيافي وآخرون، (2019م)، خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي، ط1، منشورات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي للغة العربية، الرياض، ص89.