



تطبيقات هندسة اللغويات العربية واقع وآفاق

دكتور/ أحمد علي علي لقم

أستاذ اللغويات العربية المشارك
في كلية العلوم والدراسات الإنسانية

بحوطة بني تميم

جامعة الأمير سطام بن عبد العزيز
بالمملكة العربية السعودية



تطبيقات هندسة اللغويات العربية: واقع وآفاق

ملخص البحث

ينشدُ هذا البحث توجيه النظر إلى الاستفادة القصوى من (هندسة اللغة) انطلاقاً من ثوابت العربية وإتكاءً على النظريات اللسانية الحديثة، مستفيداً من أحدث التقنيّات والتطبيقات الحاسوبية ليحقق هدفاً مرجحاً نحو تطوير دراسة اللغويات العربية.

وقد عنونته بـ(تطبيقات هندسة اللغويات العربية: واقع وآفاق)، حيث ينطلق من إثارة مشكلة مفهوم الهندسة اللغوية وأثرها، ويحدد ظروف نشأتها وأطوارها، ويقف على أهم ما وصل إليه هذا العلم من تقانة، ثم يقدم المقترحات المرجوة منها في خدمة اللغويات العربية.

وقد جاء هذا البحث في تمهيد، وثلاثة مباحث، وخاتمة: -

التمهيد: وفيه التعرف على أهمية الهندسة اللغوية وطبيعتها.

المبحث الأول: الهندسة اللغوية التعريف والنشأة، وفيه مطلبان: -

المطلب الأول: تعريف الهندسة اللغوية.

المطلب الثاني: نشأة الهندسة اللغوية.

المبحث الثاني: دور الهندسة اللغوية في الحفاظ على العربية وتنميتها.

المبحث الثالث: التطبيقات الهندسية في اللغويات العربية، وفيه أربعة مطالب: -

المطلب الأول: المحلل الصرفي.

المطلب الثاني: المحلل النحوي.

المطلب الثالث: الترجمة الآلية.

المطلب الرابع: مستقبل هندسة اللغويات العربية والتطبيقات المقترحة.

الختامة: وفيها أهم النتائج والتوصيات ومنها: تميز العربية عن مثيلاتها من اللغات العالمية الأخرى بقابليتها للمعالجة الآلية، وحاجة الهندسة اللغوية إلى اتحاد الدالين والنحويين والفزيائيين والرياضيين وعلماء الحاسوب في جو تفاعلي منتج، وأن إغفال المكون الصرفي في معالجة قضايا العربية حاسوبيا عطل آلية الحوار بين الإنسان العربي والحاسوب، والتحليل النحوي الحاسوبي للعربية يفتح بابا واسعا من أبواب تطويرها، وما يتوفر في الأسواق حاليا من برمجيات الترجمة الآلية إلى العربية ما زال محدودا جدا ويحتاج للتطوير، والحاجة ملحة لكثير من التطبيقات الهندسية الحاسوبية الخادمة للعربية.

وقد تمثلت أهم التوصيات في أن تتوجه أقسام اللغويات في الجامعات العربية إلى تدريس مقرر الهندسة اللغوية في المرحلة الجامعية الأولى، وأن تقوم الجامعات اللغوية والجهات المعنية بالإشراف على تنفيذ برامج الهندسة الحاسوبية، وأن تنشط وزارات التعليم باستخدام البرامج الحاسوبية المبتكرة في تعليم الصغار لقواعد العربية، وأن تتعاون وزارة الثقافة مع اللغويين والمبرمجين لإنتاج برنامج ترجمة من وإلى العربية.

دكتور/ أحمد علي علي لقم

أستاذ اللغويات العربية المشارك في جامعة الأمير سطان بن عبد العزيز

Applications of Arabic Linguistics Engineering: Reality and Prospects

Abstract

This paper draws our attention to the utmost importance of implementing '*language engineering*' beginning with the constants of Arabic language and passing through the application of modern linguistic theories. It takes advantage of the latest means of technology and computer applications to achieve the hoped goal of developing the studies of Arabic linguistics. The paper is entitled "Applications of Arabic Linguistics Engineering: Reality and Prospects". It discusses the question related to the concept of linguistic engineering and its impact, identifies its origins and evolution chain, and stands on the latest developments of this science.

It also suggests how to benefit from linguistic engineering in the service of Arabic linguistics. This paper includes an introduction, three chapters and a conclusion:

Introduction: sheds light on the importance and nature of linguistic engineering.

Chapter one: Definition of Linguistic engineering and its evolution. Chapter one branches into two parts:

Part 1: Definition of linguistic engineering

Part 2: Origins of linguistic engineering

Chapter two: The role of language engineering in preserving the Arabic language and developing it.

Chapter three: Engineering Applications in Arabic Linguistics. Chapter three branches into four parts:

Part 1: Morphological analysis

Part 2: Syntactical analysis

Part 3: Machine translation

Part 4: Future of Arabic Linguistics Engineering and its proposed applications.

Conclusion: sums up the most important findings and recommendations of the study.

The Conclusion shows that Arabic language is distinct from other languages by its flexible tendency towards automatic processing (linguistic engineering). Linguistic engineering, in this context, needs the joint implementation of the efforts of specialists of semantics, grammarians, physicists, mathematicians and computer scientists in a productive interactive atmosphere. The conclusion also shows that the negligence of the morphological component in dealing with the issues of Arabic language computer processing has disabled the mechanisms of fruitful interaction between the Arabs and the computer. The computerized analysis of Arabic grammar opens a wide gate towards its development, yet what is currently available in the software market of Arabic machine translation is still very limited and needs to be developed; there is an urgent need for many computer engineering applications that serve Arabic.

This paper recommends that the department of linguistics at the Arab universities is demanded to introduce courses of language engineering in

the undergraduate level. Likewise, the Arabic Language Academies and the relevant associations are expected to supervise the implementation of computer engineering programs. The ministries of education are also demanded to use innovative software in teaching the rules of Arabic to our children. The Ministry of Culture, in the same context, ought to cooperate with linguists and programmers to produce a translation program to and from Arabic.

Dr. Ahmad Ali Ali Loukam

Associate professor of Arabic Linguistics

Prince Sattam Bin Abdul-Aziz University



تمهيد

يشهد العالم الآن ثورة تكنولوجية ومعرفية ألفت بظلالها على سائر العلوم والمعارف، وقد شكلت التكنولوجيا طفرة في مجال المعرفة، وسيطرت على كافة مناحي الحياة، ولم تكن اللغات بمنأى عن هذه العلوم التي ألفت التكنولوجيا عليها بساطها، ومن هنا ظهر ما يسمى الآن بهندسة اللغة، أو علم اللغة الحاسوبي، وهو علم يجمع بين علوم الحاسوب، وعلوم اللغة في نسيج واحد. ^(١) إن الهندسة اللغوية تعني التقاء الجانب اللساني اللغوي بالجانب التقني المعلوماتي ^(٢) ومن هنا نستطيع أن نقول إن هندسة اللغة علم من العلوم البينية التي تعنى باللغات والتكنولوجيا وتتخذ من المزج بينهما موضوعا لها، وأما عن مكونات هذا العلم فهو يتكون من علوم اللغة بكافة فروعها، وعلوم الحاسوب والبرمجة بكافة مجالاتها ^(٣)، ولعل ظهور علم هندسة اللغة كان رهينا بظهور النظرية التوليدية التحويلية للغوي نعوم تشومسكي، الذي حاول جاهدا استخدام البرامج الحاسوبية في تقنين القواعد اللغوية ومعالجتها إحصائيا. ^(٤)

ويعتمد علم الهندسة اللغوية على محورين مهمين: أولاً التنظير: ويتمثل في آلية عمل العقل الإلكتروني، ويعتمد ثانياً على التطبيق: ويتمثل في إنتاج البرامج اللغوية بشكل يحاكي عمل المخ البشري ^(٥) ولا يمكن أن يتقدم علم الهندسة اللغوي في أمتنا

(١) هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي ، Nafiza Nebal Muallem
Ahmed University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa
Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017

(٢) عمر مهديوي، الهندسة اللغوية والترجمة الآلية: المفهوم والوظيفة، بحث مقدم المؤتمر السنوي للمنظمة العربية للترجمة، حول الترجمة والحاسوب.

(٣) مازن الوعر، قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، دمشق، دار طلاس، ١٩٨٨م، ص ٤٠٦

(٤) هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي ، Nafiza Nebal Muallem Ahmed
University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4
(1), 2017.

(٥) الوعر، قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، ص ٤٠٧.

العربية أو غيرها من الأمم على حد سواء دون التمازج بين أحدث النظريات اللغوية وأحدث البرامج التقنية.

وجدير بالذكر أن هناك تشابها بين هندسة اللغة اللسانية وبعض النظريات القديمة والحديثة، مثل نظرية النظم للجرجاني، وكذلك نظرية التوليد والتحويل لتشومسكي^(١) فالتعامل المنظم والمنطقي مع الآلة أو الحاسوب الذي يعمل على منظومة ذات قواعد ثابتة لا تقبل التماثل ولا التأويل يمثل الأساس الذي تعتمد عليه هندسة اللغة العربية^(٢)، ولا بد من التنبيه أن الخلل في أي محور من المحورين (اللغوي، أو الحاسوبي) يعيق مسيرة التقدم في مجال الهندسة اللغوية.^(٣)



^(١) اللسانيات والحاسوب واللغة العربية، صحيفة رؤى الثقافية السورية، ٢٠٠٣ م، ٢٣، العدد ٤، ص ٢٩٦.

^(٢) نبيل علي، اللغة العربية والحاسوب، ٢٧٤.

^(٣) هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي ، Nafiza Nebal Muallem Ahmed ، University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017

المبحث الأول الهندسة اللغوية التعريف والنشأة

المطلب الأول

تعريف الهندسة اللغوية

عرفت الهندسة اللغوية بأنها التخصص البيني الذي يعتنى بالتقنيات التي تتيح التفاعل بين الإنسان والآلة باللغة الطبيعية له^(١) والمدقق يجد أن هذا التعريف ركز على كون هذا العلم بينيا، وأنه ركز أيضا على التفاعل اللغوي بين الإنسان والآلة، ولا يخفى أن هذا التعريف غير مكتمل الأركان أو كما يقول أهل المنطق ليس جامعاً مانعاً، وقد عرفها آخرون بقولهم: هو الجمع بين علمي اللسانيات، والحاسوب.^(٢) وقد ركز هذا التعريف أيضا على موضوع الهندسة اللغوية دون التركيز على المنهج أو الهدف، ولا بد أن يجمع التعريف بين الموضوع والمنهج والهدف، بينما عرفها بعض الباحثين بقوله: العلم الذي يبحث في اللغة البشرية كأداة طيعة لمعالجتها في الآلة.^(٣) وقد زاد هذا التعريف على التعريف السابق التركيز على الهدف من العلم "لمعالجتها في الآلة"، ومن هنا نكون قد حددنا موضوع العلم وهدفه، ولكن بقي منهجه.

ويمكن أن نعرف الهندسة اللغوية من خلال التعريفات السابقة ومن خلال التركيز على أركان العلوم الثلاثة (الموضوع، والمنهج، والهدف) بقولنا: هو علم بيئي يجمع بين علوم اللسانيات وعلوم الحاسوب، ويعالج تلك العلوم بمزيج من المناهج اللغوية والحاسوبية بغرض معالجة اللغة حاسوبيا مما يسهل عمليات التحليل الصرفي والنحوي والترجمة الآلية للنصوص اللغوية. فموضوع العلم حسب تعريفنا: علم بيئي يجمع ما

(١) محمد السكران، الهندسة اللغوية وتنمية العربية، مقالة في الأهرام اليومي الخميس ٢١ من ربيع الآخر

١٤٣٨ هـ ١٩ يناير ٢٠١٧ السنة ١٤١ العدد ٤٧٥٢٦ <http://www.ahram.org.eg>

(٢) عمر مهديوي، الهندسة اللغوية والترجمة الآلية: المفهوم والوظيفة، مرجع سابق ص ١٣ وما بعدها.

(٣) الوعر، قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، ص ٤٠٦.

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية ببيتاى البارود (العدد الحادي والثلاثون)

بين علوم اللغة والحاسوب، ومنهج العلم: مزيج من المناهج اللغوية المختلفة: وصفية، تحليلية، تاريخية... ومناهج الحاسوب والبرمجة بأنواعها المختلفة. وهدف العلم: معالجة اللغة حاسوبيا؛ بغرض الوصول إلى برامج تطبيقية تقوم على كافة جوانب اللغة المختلفة: تحليل نحوي، وتحليل صرفي، وتحليل دلالي، وترجمة آلية، وتعليم إلكتروني، وغير ذلك من تطبيقات تجعل علوم اللغة أسهل وأمتع.



المطلب الثاني

نشأة الهندسة اللغوية

اللغة العربية لغة مرنة، وقد تجلّت هذه المرونة على مر العصور، فنجد من نظريات اللغويين القدماء ما يخدم أحدث التقنيات التكنولوجية الحديثة، فهناك تشابه قوي بين بعض النظريات التراثية كنظرية النظم وعلوم الهندسة اللغوية^(١)، فقد وضع الجرجاني أن الإنسان يجمع المادة اللغوية من محيطه، ثم يخزنها، ويستخرجها وقت الحاجة إليها نصاً أو قياساً عليها،^(٢) ولما كانت القياسات اللغوية غير منتهية فقد تشابه ذلك مع عمل الحاسوب في القياس بالمخ البشري الذي يستطيع توليد قياسات غير محدودة قياساً على نماذج محدودة، وهو من أوجه عبقرية التراثيين.^(٣) وقد كانت ولادة النظرية التوليدية التحويلية للغوي نعوم تشومسكي إرهاباً بميلاد الهندسة اللغوية الحديثة، فمنذ ظهور هذه النظرية تم الربط بين علوم اللغة وعلوم الحاسوب^(٤)، وتقوم طريقة الربط على جانب نظري فيه تأصيل للنظريات اللغوية، وجانب تطبيقي يقوم بتطبيق النظريات اللغوية على البرامج الحاسوبية^(٥)، لقد بدأ الاهتمام بهندسة اللغة العربية، منذ أكثر من عقدين من الزمن، ولكن كانت الجهود فردية، ولم يكن العمل مؤسسياً منظماً، إذ يعمل الباحث وفريق عمله، ويكتب وتُجرى تجاربه ويقدم نتائج مهمة وفعالة، ويأتي الذي بعده ليكمل ما بدأ به؛ لذلك

(١) محمود شاكر، دلائل الإعجاز، عبد القاهر الجرجاني، تعليق، محمود شكر، القاهرة: مكتبة الخانجي، ١٩٩٢، ط. ٣، ص ٨٥.

(٢) هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي ، Nafiza Nebal Muallem Ahmed ، University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017.

(٣) ينظر محمد الداية، وفائز رضوان، دلائل الإعجاز للجرجاني، القاهرة: دار، Nafiza Nebal Muallem Ahmed University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017.

(٤) هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي ، Nafiza Nebal Muallem Ahmed ، University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017.

(٥) الوعر، قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، مرجع سابق، ص ٤٠٧ .

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية ببيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

فالجهد مبشرة، ومكررة، والبناء أفقيًا وليس عاموديًا^(١). وهندسة العربية تأخرت أربعين عامًا، مقارنة بالإنجليزية إلا من بعض الجهود الفردية^(٢)، ومن تلك الجهود الفردية دراسة لإحصاء جذور معجم لسان العرب، معجم تاج العروس^(٣)، وكان هذا أول عمل عربي في مجال الهندسة الحاسوبية للمعاجم، ثم تعاون علماء الإحصاء وعلماء اللغة في عملية إحصاء الكلمات العربية في معظم المعاجم وتم تصنيف هذه الكلمات على أساس الجذور (ثلاثي، رباعي، خماسي) ويعتبر كتاب (نبيل علي) اللغة العربية والحاسوب، من الكتب الأولى التي اعتنت بهندسة اللغة العربية على المستويات الصرفي والنحوي والمعجمي^(٤).

ونخلص من هذا المبحث إلى أن تعريف الهندسة اللغوية المختار: هو علم يبيّن يجمع بين علوم اللسانيات وعلوم الحاسوب، ويعالج تلك العلوم بمزيج من المناهج اللغوية والحاسوبية بغرض معالجة اللغة حاسوبياً؛ مما يسهل عمليات التحليل والترجمة الآلية للنصوص اللغوية، وقد نشأت الهندسة اللغوية في اللغات الغربية حديثاً في نهاية القرن العشرين، وأما في العربية فهناك نظريات تراثية كنظرية النظم مهدت لظهور مثل تلك العلوم والتقنيات الحديثة، وقد استوت هذه النظريات وآتت ثمارها منذ عقدين من الزمان بعد المعالجة الحاسوبية للغة العربية.



(١) هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي ، Nafiza Nebal Muallem Ahmed ، University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017.

(٢) سلوى الرملي، أمين عام الجمعية المصرية لهندسة اللغة العربية، لقاء صحفي، الشرق الأوسط، جريدة العرب الدولية، ٢٠ فبراير، العدد، ٨٨٨، ٢٠١٣.

(٣) http://www.alukah.net/literature_language/0/109521/

(٤) نهاد الموسى، اللغة العربية والحاسوب، نبيل علي، المجلة العربية. ٢٥١، ١٩٩٠، للعلوم الإنسانية، جامعة

الكويت، العدد ٣٨، مج ١٠ نقلاً عن هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف إستراتيجي Nafiza Nebal Muallem Ahmed University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017

المبحث الثاني

دور الهندسة اللغوية في الحفاظ على العربية وتنميتها

اللغة العربية ثروة قومية للأمة العربية، فالحفاظ عليها مطلب شرعي وقومي، ولا نستطيع الحفاظ عليها في عصر السماوات المفتوحة والفضاء إلا من خلال تنميتها هندسيا لتناسب مع أحدث التقنيات، ولعل أبرز طرق تنميتها والحفاظ عليها في عصر التقنية يمكن تلخيصها فيما يأتي:-

أولاً: دراسة العربية دراسة وصفية تستطيع وصف واقع اللغة بشكل دقيق بلهجاتها وتفرعاتها مما يساعد على تشخيص أهم المشكلات اللغوية.

ثانياً: التخطيط اللغوي المحكم الذي يرسم مستقبل اللغة العربية مستخدماً ضمن أدواته الفعالة الهندسة اللغوية.

ثالثاً: وضع المؤسسات اللغوية الكبرى خططاً قريبة المدى وأخرى بعيدة لتنمية اللغة العربية، وتشرف تلك المؤسسات على تنفيذ هذه الخطط.^(١)

رابعاً: الترتيب البليوغرافي للنصوص اللغوية؛ وهو ما يسهل الوصول إلى المعلومة عن طريق ترتيب النصوص وهندستها لغوياً؛ بحيث يسهل الوصول إليها دون جهد أو عناء عند الحاجة إليها،^(٢) ويتم معالجة النصوص إلكترونياً وعمل الفهارس الكاشفة والتوضيحية لها بطريقة عمل المخ البشري.^(٣)

خامساً: القاموس الإلكتروني الذي يقوم بتسهيل عملية البحث عن المفردات والتراكيب المختلفة، ويشتمل أكثر من مصدر؛ فيمكن مثلاً دمج مجموعة من المعاجم المختلفة في قاموس واحد يجمع المعاجم الدلالية واللغوية والحقلية وغيرها ويقوم بربطها ربطاً تشعبياً.^(٤)

^(١) محمد السكران، الهندسة اللغوية وتنمية العربية، مقالة في الأهرام اليومي الخميس ٢١ من ربيع الآخر ١٤٣٨ هـ ١٩ يناير ٢٠١٧ السنة ١٤١ العدد ٤٧٥٢٦..

^(٢) اليوبي، نقلاً عن برجس عزام، وكتابه: مراكز المعلومات، ص ٥٠.

^(٣) عمر مهديوي، توليد الأسماء من الجذور الثلاثية الصحيحة في اللغة العربية، مقارنة لسانية حاسوبية، ص ٢.

^(٤) المصدر السابق، ص ٩٠ وما بعدها.

سادسا: العمل على صكّ المصطلحات العلمية والعملية، وهو ما يخدم المترجمين والمحررين والمتعلمين، ويدعم الترجمة الآلية ويساهم في بناء المعاجم المختصة.^(١)

سابعا: الترجمة الآلية بنقل المادة العلمية من لغة إلى أخرى عن طريق تقنيات محددة مثل استخدام لغة وسيطة أو الترجمة التقابلية،^(٢) ولكي تنجح عملية الترجمة لا بد من مراعاة خصوصية كل لغة.^(٣)

ثامنا: تعليم اللغات إذ يعد مجال علم اللغة التطبيقي من أكثر المجالات اللغوية خصوصية، فمن التحليل الصرفي إلى النحوي إلى تعليم اللغات وغير ذلك، وعلم اللغة الحاسوبي يمهّد لتعليم اللغات بأحدث الطرق عن طريق تقنيات سمعية وبصرية.^(٤)

ونخلص من هذا المبحث إلى أن العربية ثروة قومية للأمة العربية، فالحفاظ عليها مطلب شرعي وقومي، ولا نستطيع الحفاظ عليها في عصر السموات المفتوحة والفضاء إلا من خلال تنميتها هندسيا بدراساتها دارسة وصفية تستطيع وصف واقعها بشكل دقيق، والتخطيط اللغوي المحكم الذي يرسم مستقبلها، ووضع المؤسسات اللغوية الكبرى خططا لتنميتها، والترتيب البليوغرافي للنصوص اللغوية، وتصميم القاموس الإلكتروني، والعمل على صكّ المصطلحات، والترجمة الآلية، وتعليم اللغات.



^(١) مهديوي، اللسانيات الحاسوبية: رقمنة اللغة العربية وهران مجتمع المعرفة ١٦/١١/٢٠١٦ ميلادي -

١٤٣٨/٢/١٥ هجري:

http://www.alukah.net/literature_language/0/109521/#ixzz5PIr8iQKJ

^(٢) بلقاسم البوي: اللسانيات الحاسوبية مفهومها وتطوراتها ومجالات تطبيقاتها، ص ٥٢.

^(٣) مهديوي، اللسانيات الحاسوبية،

http://www.alukah.net/literature_language/0/109521/#ixzz5PIr8iQKJ

^(٤) محمود أحمد السيد، اللسانيات وتعليم اللغة، الطبعة الأولى، دار المعارف للطباعة والنشر، سلسلة الدراسات والبحوث المعنقة، العدد، ٩، سوسة - تونس، ١٩٩٨، ص ١٣٧.

المبحث الثالث

التطبيقات الهندسية في اللغويات العربية

المطلب الأول

المحلل الصرفي

لقد بنى علماء اللسانيات الأوروبيون أصول التفريق بين الاشتقاق والتصريف على أساس خصائص اللغات الهندوأوروبية، وعلى الأخص اللغة الإنجليزية؛^(١) لذلك فمن المنطقي ألا تتوافق بعض آرائهم مع خصائص اللغة العربية وتركيب الكلمة في اللغة السامية عموماً، فاللغة العربية تختلف جذرياً عن اللغات الهندوأوروبية؛ حيث تستند العربية في تكوين كلماتها على التغيرات الداخلية التي تلحق جذر الكلمة.^(٢)

وقد سبقت بعض الدراسات التي مهدت الطريق للدراسات الحاسوبية الصرفية، والدراسات التي عالجت الصرف العربي حاسوبياً في الغالب عبارة عن أوراق بحثية قدمت في مؤتمر أو ندوة، وهي قليلة إلى حد ما، وتتوزع دوافعها بين اللساني والتقني أو بين التنظير والتجريب، وإن كان جلها من عمل الحاسوبيين، مما يترك أثره في لغتها التقنية، ويطبعها بطابع العمومية التي تسير نحو إعداد مشروع أو برنامج بعيد عن التفاصيل التي قد تحمل معها إشكالات لغوية، إضافة إلى البرامج التي يحرص أصحابها على تسويق نوافذها والاحتفاظ بأسرار بنائها،^(٣) ونستطيع أن نوجز الأعمال التي عالجت الصرف العربي حاسوبياً تنقسم فيما يأتي:-

(١) محمد علي النجار، من أجل مفهوم أدق للاشتقاق، مجلة اللسان العربي، عدد ٢٥، ١٩٨٥، ص ١٥-١٦.

(٢) عمر مهدوي، المقاربة الحاسوبية للصرف العربي: قراءة في الحويلة والآفاق، الكلية المتعددة التخصصات، الرشيدية. جامعة مولاي إسماعيل، المغرب، مؤتمر المحتوى العربي في الإنترنت (التحديات والطموح) - السعودية، مج ٢، ٢٠١٠.

<https://content.mandumah.com/download?t=62986e05a6cc9a9170334b80cbf7501a63ba7343&f=S5JBzswUf6kBw3d4i9IKIAE83IQT/1/bRj5Hi3FKT2E=&s=1>

(٣) هدى آل سالم، النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ٢٠٠٥، ص ٢.

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية بآيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

أولاً: أعمال مؤسسية وتمثلها الشركات العربية والأجنبية التي بنت مجالات صرفية للغة العربية، بالإضافة إلى إسهامات المجامع اللغوية ومعاهد التعريب والمنظمات الثقافية، وأهم هذه البرامج:

- نظام الاشتقاق والتصريف في اللغة العربية: ويعتبر هذا البرنامج بمثابة نظام حاسوبي لتوليد المفردات العربية (الفعل، الاسم، الحرف) بتوظيف لغات برمجية مختلفة.

- برنامج الخليل للتحليل الصرفي في اللغة العربية: وهو عبارة عن برمجية خوارزمية لتحليل الكلمات العربية باستخدام تقنيات حاسوبية، وهذان النظامان الحاسوبيان تم إنتاجهما بدعم من المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالتعاون مع شركاء عرب.^(١) ثانياً: أعمال أكاديمية وتمثلها بعض الأعمال والأطروحات والرسائل الجامعية^(٢) التي نوقشت بالجامعات والمعاهد العربية والأجنبية، منها على سبيل الذكر لا الحصر:

- تجربة الدكتور (يحيى هلال) والذي تمكن من تطوير أدوات توليدية وتحليلية للصرف العربي بمختبر المعلومات والمعالجة الآلية للغة العربية بالمدرسة المحمدية للمهندسين بالرباط، وهذه الأدوات الصرفية موجهة لخدمة أغراض تطبيقية كالترجمة الفورية، والتدقيق الإملائي والنحوي.

- تجربة الدكتور (الحناش محمد) إذ يرجع إليه الفضل في استنباط الفكر اللساني الحاسوبي بشعبة اللغة العربية وآدابها، ثم صياغة تصور نظري صوري لبناء قواعد معطيات حاسوبية موجهة لخدمة المعاجم الآلية للغة العربية وتقنياتها.

^(١) هدى سالم آل طه، النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية، الجامعة الأردنية، كانون الثاني،

٢٠٠٥، ورسالة ماجستير التي تقدم بها محمد عطية محمد العربي بعنوان: Large –Scale Computational

Processor of the Arabic Morphology and Applications, by Mohamed Attia

^(٢) المرجع السابق، وانظر موقع البرنامج-alkhalil-ar/programms-ar/oujda-nlp-team.net/http://

morphology-2-ar/

- **تجربة المهندس (نبيل علي)** إذ تعتبر أبحاثه البداية الأولى لميلاد ما يسمى المعالجة الآلية للغة العربية، وهي بمثابة تأسيس معرفي وهندسي لمعالجة منظومة لغة الضاد رقمياً، حيث استطاع في فترة وجيزة بلورة وتطوير مجموعة من البرامج الحاسوبية للغة العربية من قبيل نظام الترجمة الآلية، والمدقق الإملائي والنحوي.
- **الدكتور عماد الصغير والدكتور إبراهيم الخراشي** استطاعا صياغة محلل ومولد صرفي للغة العربية، حظي بتقدير العديد من الدوائر العلمية.
- **الدكتور صلاح الناجم** حيث عمل من خلال بحث أكاديمي على تأسيس مقارنة حاسوبية للصرف العربي مستمدة من التجارب الحاسوبية في اللغات الأجنبية.
- **الدكتور عمر مهديوي** الذي بلور مجموعة من الأبحاث اللسانية الحاسوبية التي تغترف من اللسانيات الصورية والهندسة اللسانية بهدف بناء نظام صرفي حاسوبي للغة العربية اتخذ من المفردة الاسمية منطلقاً في أفق تعميم الدراسة على باقي أقسام الكلم.
- **الدكتور نور الدين شنفور** الذي أنشأ جملة من الأعمال التي تخص التوليد والتحليل الصرفين رفقة زملائه في العمل، وكثيراً ما تم توصيف هذه الأعمال في عدد مهم من المقالات الورقية والإلكترونية.
- **الدكتور عز الدين غازي** فقد تمكن من بناء قاعدة معرفة للصرف العربي^(١) اتخذت من الفعل منطلقاً لها.
- **الباحث محمد عطيات محمد العربي** الذي قدم معالجة صرفية آلية للغة العربية مقرونة بتطبيقات على مباحث الصرف العربي.
- **الباحث محمود مصطفى محمد** الذي طور معجماً حاسوبياً للغة العربية أقل ما يقال عنه إنه مجرد دراسة حاسوبية تتوخى وضع تصور حاسوبي لبنية معجم حاسوبي عربي، حاول في شق منه معالجة المعجم الحاسوبي الصرفي.

^(١) ينظر: عز الدين غازي، نظام قواعد معرفة صرافي صواني للغة العربية: مقارنة الفعل، دكتوراة السلك الثالث، جامعة سيدي محمد بن عبد الله.

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية بآيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

– الدكتور سالم الرامي الذي قام ببلورة نظام لتوليد الصور والكلمات المعجمية في اللغة العربية متخذاً من اللسانيات الحديثة منطلقاً معرفياً لذلك.^(١)

– الدكتورة هدى سالم عبد الله آل طه التي قدمت توصيفاً حاسوبياً لجموع التفسير في اللغة العربية اتخذت من أعمال نهاد الموسى نموذجاً تطبيقياً في هذه الدراسة الجامعية.^(٢)

– الدكتور محمد مراياقي وآخرون الذي وضع نظاماً للاشتقاق والتصريف في اللغة العربية، وهو عبارة نظام حاسوبي لاشتقاق الكلمة في العربية، ينطلق من كتب الصرف العربي القديم في توصيف القواعد الصرفية والنحوية.

ثالثاً: الكتب؛ وفيما يتعلق بالكتب يمكن القول إن كتاب (نبيل علي) اللغة العربية والحاسوب يعد أول عمل عربي يقدم ثمرة مجهود باحث ومهندس عربي في اللغويات الحاسوبية وهندسة اللغة، فقد عرض فيه الرجل جملة من التصورات النظرية التي تؤسس الأرضية لبناء بحث لساني حاسوبي عربي، وقد نلت هذه المحاولة محاولات أخرى.

وانطلاقاً مما تقدم يمكن القول: إن المحاولات التي أنجزت في هذا الشأن استطاعت أن تتغلب على الكثير من المشاكل التطبيقية في الصرف العربي، لكن ما يعاب على بعضها، أنها لا تعتمد في الغالب على نماذج نظرية لسانية صورية متطورة وقادرة على استيعاب مختلف التطبيقات اللغوية.^(٣)



^(١) ينظر: الرامي. سالم، بلورة نسق لتوليد الصور المعجمية والكلمات في اللغة العربية، دكتوراه، جامعة محمد الخامس، الرباط، ٢٠٠٥.

^(٢) ينظر: هدى سالم آل طه، النظام الصرفي للغة العربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية، مثل من جمع التفسير، دكتوراه، الجامعة الأردنية، ٢٠٠٥.

^(٣) تمت مناقشة هذه القضية في، الندوة الدولية الأولى عن الحاسب واللغة العربية، ١٠-١٤، نوفمبر الرياض، ٢٠٠٧. وكانت بعنوان العلاقة الصرفية بين الجذور.

طرق المعالجة الحاسوبية للصرف

* طريقة القوائم المخزنة؛ حيث تخزن جميع الكلمات في قوائم مقرونة بمكوناتها على شكل جدول كبير، وتحلل الكلمة بالبحث عنها في هذا الجدول، ومن ثم معرفة جذرها ببساطة، وهذه الطريقة قابلة للتطبيق على نصوص معينة كالقرآن الكريم.

* الطريقة اللغوية؛ وتطبق هذه العملية على المعطيات بتحويل القواعد الصرفية إلى خوارزميات صرفية، وتنجز هذه العملية عبر محاكاة عمل اللساني عند تصريف المفردة واشتقاقها.

* الطريقة الرياضية؛ أو التأليفية وذلك بتحليل الكلمة بشكل آلي عن طريق مفاهيم التجربة والخطأ والصواب.^(١)

تصور مقترح للمحلل الصرفي للغة العربية

يقوم المحلل الصرفي بتحليل كلمات الجملة المدخلة إلى عناصرها الأساسية، وتحديد بياناتها الصرفية، وذلك بعد المرور عبر المراحل التالية:^(٢)

- تجريد الكلمة من السوابق واللواحق ك(ال) التعريف والضمائر وغيرها.
- استخراج الوزن الصرفي المقابل لكل كلمة.

(١) هدى سالم آل طه، النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية، الجامعة الأردنية، كانون الثاني، ٢٠٠٥، ورسالة ماجستير التي تقدم بها محمد عطية محمد العربي.

(٢) سمر معطي، تصميم وتنفيذ نظام تشغيل صوتي للكيفيين باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، رسالة ماجستير في المعلوماتية جامعة حلب، ٢٠٠٥، ص ١٧٦.

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية ببيتاى البارود (العدد الحادي والثلاثون)

- إيجاد العلاقة الصرفية النحوية بين مركبات الجملة، وذلك طبقاً للقواعد النحوية التي تحدد القالب الصرفي لكل كلمة. وفيما يلي شكل موضح بالخطوات السابقة.^(١)



شكل ١: خوارزميات المحلل الصرفي^(٢)

متطلبات المحلل الصرفي

- ١- قائمة بجميع الجذور اللغوية ثلاثية أم رباعية (قاعدة بيانات الجذور).
- ٢- قائمة بجميع الأوزان الصرفية الأساسية.

^(١) سمر معطي، مرجع سابق، ص ١٧٦.

^(٢) قام بتصميم هذا الشكل الدكتور عمر مهديوي، المقاربة الحاسوبية للصرف العربي: قراءة في الحصيلة والآفاق، الكلية المتعددة التخصصات، الرشيدية جامعة مولاي إسماعيل، المغرب، مؤتمر المحتوى العربي في

الإنترنت (التحديات والطموح) - السعودية، مج ٢ تاريخ: ٢٠١٠.

<https://content.mandumah.com/download?t=3027a9b5ee7650fe1ccf09c3cdd49fdc55258f&df&f=S5JBzswUf6kBw3d4i9IKIAE83IQT/1/bRj5Hi3FKT2E=&s=1>

٣- قائمة بجميع السوابق الممكنة.

٤- قائمة بجميع الكلمات الجامدة.

آلية عمل المحلل الصرفي

يعمل هذا البرنامج من خلال إيجاد مجموعة من التباديل من حروف الكلمة المدخلة، ثم يحاول التأكد من أن الجذر صحيح، ومن ثم التأكد من أن الحروف الباقية حروف زائدة. فمثلاً كلمة (المرتبطون) سيأخذ الحروف، ويجرب تباديلها، حيث سيجد (رتب)، ولكنه (سيجد) من الحروف الباقية حرف الطاء، ولكنه حرف غير زائد، فسيعلم من أن (رتب) ليست الجذر، سيأخذ (ريط) وهي الجذر، وسيجد أن باقي الحروف كلها مزيدة، و(ريط) هي الجذر، لكن ما يعاب على هذه المنهجية أنها مكلفة بالنسبة للبرنامج المستخدم، حيث تثقل كاهله بمهمات متكررة، تستغرق في تنفيذها وقتاً أطول، وتطول المدة أكثر، كلما زاد طول الكلمة عن أربعة أحرف.^(١)

خوارزمية التوليد الصرفي

مدخل ← القناة الصرفية الخوارزمية ← مخرج
قاعدة بيانات الجذور ← القواعد الصرفية والصوتية ← المفردة
إذن، لا بد لكل مولد أي مشتق اسمًا كان أم فعلاً أن يمر عبر القناة الصرفية الخوارزمية، ولا يوجد عنصر لغوي لا يخضع لهذا الشرط التوليدي.
وهكذا تعد المعالجة الصرفية الآلية مقوماً أساساً في تحليل النصوص العربية، واسترجاعها، وكذلك في عمليات الإعراب الآلي للجمل العربية، كما يعد المجال

^(١) عمر مهبوي، المقاربة الحاسوبية للصرف العربي: قراءة في الحسيلة والآفاق، الكلية المتعددة التخصصات، الرشيدية، جامعة مولاي إسماعيل، المغرب، مؤتمر المحتوى العربي في الإنترنت (التحديات والطموح) - السعودية، مج ٢ تاريخ: ٢٠١٠

<https://content.mandumah.com/download?t=3027a9b5ee7650fe1ccf09c3cdd49fdc55258f&f=S5JBzswUf6kBw3d4i9IKIAE83IQT/1/bRj5Hi3FKT2E=&s=1>

نفسه ميدانا خصبا للبحث، يتقاسمه علماء اللسانيات، وعلماء الحاسوب، وعلماء النفس، و علماء الذكاء الاصطناعي.^(١)

ونخلص من هذا المطلب إلى أن علماء اللسانيات أسسوا أصول التفريق بين الاشتقاق والتصريف على أساس خصائص اللغات الهندوأوربية، وبالتالي لم تتوافق بعض آرائهم مع خصائص اللغة العربية، ومن هنا ظهرت بعض الدراسات التي مهدت الطريق للدراسات الحاسوبية الصرفية، وتنوعت أهداف هذه الدراسات بين اللساني والتقني أو بين النظري والتجريبي، وأن الأعمال التي عاجلت الصرف العربي حاسوبيا تنقسم إلى: أعمال مؤسسية، وأعمال أكاديمية، وكتب متخصصة، وتنوعت طرق المعالجة الحاسوبية للصرف ما بين طريقة القوائم المخزنة، الطريقة اللغوية، والطريقة الرياضية، وقدم هذا المطلب تصورا مقترحا للمحلل الصرفي يقوم بتحليل كلمات الجملة المدخلة إلى عناصرها الأساسية، وتحديد بياناتها الصرفية، وذلك بعد المرور عبر مراحل تجريد الكلمة من السوابق واللواحق ك(ال) التعريف والضمائر وغيرها، واستخراج الوزن الصرفي المقابل لكل كلمة، وإيجاد العلاقة الصرفية النحوية بين مركبات الجملة، ويتطلب المحلل الصرفي: قائمة بجميع الجذور اللغوية، وقائمة بجميع الأوزان الصرفية، وقائمة بجميع السوابق الممكنة، وقائمة بجميع الكلمات الجامدة. ووضح هذا المطلب آلية لعمل المحلل الصرفي من خلال إيجاد مجموعة من التباديل من حروف الكلمة المدخلة، ثم يحاول التأكد من أن الجذر صحيح.



^(١) عمر مهديوي، المقاربة الحاسوبية للصرف العربي: قراءة في الخصيلة والآفاق، الكلية المتعددة التخصصات، الرشيدية جامعة مولاي إسماعيل، المغرب، مؤتمر احتوى العربي في الإنترنت (التحديات والطموح) - السعودية، مج ٢ تاريخ: ٢٠١٠.

<https://content.mandumah.com/download?t=3027a9b5ee7650fe1ccf09c3cdd49fdc55258fdf&f=S5JBzswUf6kBw3d4i9IKIAE83IQT/1/bRj5Hi3FKT2E=&s=1>

المطلب الثاني

المحلل النحوي

إن هدف المحلل النحوي يقوم على تقديم القضايا النحوية كالتعدي واللزوم والأفعال الناسخة وما شابه ذلك من قضايا في شكل يسمح لخبراء الحاسب بوضعها في خوارزميات تسمح بالتوليد والتحويل^(١) وقد أصل نعوم تشومسكي لنظرية التوليد والتحويل التي من شأنها أن تضع أسسا للحاسب يستطيع من خلالها توليد كثير من الجمل اعتمادا على القياس على نماذج مخزنة في ذاكرة الحاسب مسبقا^(٢) فالنحو التوليدي التحويلي عند تشومسكي إذن منصب على الجملة كوحدة أساسية في اللغة، وقد وافقه بعض النحويين الذين جعلوا الهدف من النحو هو تشكيل الجملة السليمة.^(٣)

الأسس التراثية للبرمجة النحوية

يذخر التراث العربي بالنظريات التي أسست لهندسة اللغات عموما ولهندسة اللغة العربية خصوصا، فقد سبق علماؤنا بتأسيس مناهج لغوية متكاملة ولم يتحجروا على المنهج الوصفي والذي رأى بعض الباحثين أن رفض تشومسكي^(٤) له باعتباره طريقة ميكانيكية هدفها وصف اللغة لا غير أساسا للحوسبة النحوية، وقد أسس تشومسكي نظريته الشهيرة (التوليدية التحويلية) وبنائها على محورين: أولا: واقع اللغة، أو الأداء الواقعي للغة في المجتمع.^(٥)

(١) نبيل علي، الثقافة العربية وعصر المعلومات، سلسلة عالم المعرفة ٢٦٥، الكويت، ٢٠٠١، ص ٢٦٧.

(٢) مليكة فريحي، النحو الحاسوبي لدى تشومسكي، مجلة عود الند، العدد ٨٢، www.oudnad.net.

(٣) لتواتي بن تواتي، المدارس اللسانية في العصر الحديث ومناهجها في البحث، دار الوعي للنشر والتوزيع، ٢٠٠٨، ص ٥٢.

(٤) تخرج من بجامعة بنسلفانيا ودرس الرياضيات والفلسفة وحصل على الدكتوراه، عين سنة ١٩٥٥ أستاذا في معهد ماسشوست التكنولوجي M.I.T.

(٥) مليكة فريحي، النحو الحاسوبي لدى تشومسكي، ٨٢ www.oudnad.net.

ثانياً: الكفاءة التحتية، وهي البنية العميقة للكلام.^(١)

ويرى بعض الباحثين ضرورة حوسبة النحو العربي بشكل واقعي يخدم حاجة المتعلمين فعلياً بعيداً عن القواعد المهجورة والتقسيمات والتشقيقات النادرة غير الشائعة في الواقع^(٢) وبناء على ذلك تحتاج عملية حوسبة النحو لتضافر جهود من علماء اللغة الوصفيين، والمبرمجين الذين يستطيعون استنباط الأنماط البرمجية من المادة الوصفية المقدمة من اللغويين.^(٣)

ومحاولة توصيف اللغة بهذا الشكل قديمة قدم سيبويه الذي عقد باباً في الاستقامة، وكان يهدف إلى جعل اللغة طيعة تخضع للقوانين المنطقية والرياضية، وقد سهلت هذه المحاولة مهمة حوسبة اللغة، وقد قسم سيبويه الكلام إلى: مستقيم حسن، ومحال، ومستقيم كذب: وهذه أمثله: المستقيم الحسن: أتيتك أمس، وأما المحال: أتيتك غداً، أما المستقيم الكذب: حملت الجبل، وأما المستقيم القبيح: قد زيدا رأيت، وأما المحال: سوف أشرب ماء البحر أمس.^(٤) فالمستقيم الحسن: صحيح قياساً واستعمالاً، والقبيح: ما خالف القياس، مختل المعنى لكنه سليم في القياس والاستعمال.^(٥)

أهمية التحليل النحوي الحاسوبي

تأتي أهمية التحليل النحوي الحاسوبي للغة العربية في كونه يفتح باباً واسعاً من أبواب تطوير اللغة العربية، وتوسيع دائرة الدراسات اللسانية الحديثة، وهو أيضاً دليل

(١) التواتي بن تواتي، المدارس اللسانية في العصر الحديث ومناهجها في البحث، مرجع سابق، ص ٥٤.

(٢) محمد أحمد السيد، من مواضيع تيسير تعليم النحو وحلول مقترحة، مجلة اللغة العربية الجزائر ٩٤، ٢٠٠٣، ص ٧٠.

(٣) مليكة فريجي، النحو الحاسوبي لدى تشومسكي، مجلة عود الند، العدد ٨٢. www.oudnad.net

(٤) التواتي بن تواتي، المدارس اللسانية في العصر الحديث ومناهجها في البحث، ص ٩٤.

(٥) مليكة فريجي، النحو الحاسوبي لدى تشومسكي، مجلة عود الند، العدد ٨٢. www.oudnad.net

واضح على أن اللغة لعربية لديها القدرة الأدبية في إثبات جدارتها؛ بأن ينظر إليها في قمة اللغات العالمية باللغة الأهمية.^(١)

ويضاف إلى هذه الأهمية العامة أمور أخص من ذلك، نجدها محققة في التحليل النحوي الحاسوبي، ذلك أن الحاسوب نفسه يُعد من أحدث التقنيات العصرية في مجال التربية والتعليم والتأليف، لما له من خصائص حيوية يوجب الواقع الاعتراف بها، فهو يوفر الوقت للمتعلم والباحث، ويثير الانتباه، ويجذب رغبة الباحث والدارس، ويتردد الملل لديه، والتحليل النحوي تتحقق فيه جميع هذه الأغراض وإن كانت لا تخصه بعينه، ذلك أن الدراسة النحوية عامة هي محور الدراسات اللغوية، والتحليل النحوي هو الإطار العام والقالب المستوعب لجميع الأعمال اللغوية. العام والقالب المستوعب لجميع الأعمال اللغوية.^(٢)

محاور التحليل النحوي

أولاً: المبرمجون

يعمد مصمم الحاسب إلى تجزئة مبسطة لجهاز الحاسب الآلي، وهي ما يعرف "بالمنذجة" وتعني تقسيم النظام الآلي إلى أجزاء وتكوينات داخلية بطريقة ما، بحيث يكون كل جزء مستقلاً نسبياً، ثم يقوم المبرمج بتصميم نموذج مجرد ومبسط، ثم يطوره شيئاً فشيئاً إلى أن يبني نظاماً تطبيقياً متكاملاً وفق متطلبات التحليل، وذلك على حسب منهج التحليل المتبع، الوظيفي أو الصوتي، أو غير ذلك^(٣)، وهذه الخطوة لا بد فيها من مبرمج خبير لديه معرفة كاملة بخصائص النظام وطرق تصميم البرامج^(٤) وتحديد نوع أنظمة البرمجة المستخدمة في التحليل، وتحديد طرق الربط بينها وكيفية

^(١) عبد الله الأنصاري، التحليل النحوي الحاسوبي،

<http://www.m-a-arabia.com/vb/showthread.php?t=1798>

^(٢) المرجع السابق.

^(٣) المرجع السابق.

^(٤) انظر لمزيد من التفصيل: علم اللغة الحاسوبي للدكتور صلاح الناجم و: اللسانيات الوظيفية والترجمة الآلية نظرية النحو على موقع www.alnajem.com.

التحكم فيها، فالبرمجة مهما كانت ينبغي أن تكون مستوعبة للإشكالات التي قد ترد في التركيب.^(١)

ثانياً: اللغويون

أول أعمال التحليل في الدرس النحوي؛ هو تحليل الجملة لفهم معناها وتحديد أجزائها لمعرفة طبيعتها، وينفذ هذا حاسوبياً بترجمة لغة الجملة المدخلة في الحاسوب إلى أجزاء مجردة دلالية غير مركبة، عن طريق الرمز، وتحويلها إلى لغة مصطنعة من اللغات التي صمم الحاسوب عليها، كاللغة الخاصة بأنظمة إدارة قواعد البيانات، ثم التعرف على الخصائص النحوية والصرفية آلياً^(٢)، وتحديد أنواع الأساليب والتراكيب النحوية المراد تحليلها، وهي بمثابة المادة اللغوية المستهدفة للتحليل، ويجب أن تكون هذه المادة وفق ما هو مشهور ومشاع في أمّهات المصادر العربية فحسب، لأن الحصر متعذر، واختيار طريقة التقعيد النحوي المقصود للمحلل الحاسوبي، فيحدّد لكل تركيب مما سبق سيقاً حساساً يصفه للحاسوب بطريقة متقنة ومحكمة، ويحتاج ذلك إلى حصر السياقات التي يحتمل ورود نوع التركيب عليها، لأجل الدقة والتقليل من احتمالات اللبس والإشكال.^(٣)

مراحل تحليل عناصر الجملة

أولاً: تجريد الوحدات الصوتية الوظيفية (الفونيمات) و (المورفيمات)، وهو ما يعرف بالتحليل الصرفي لجميع كلمات الجمل التي نريد تحليلها نحويًا، وهو أول عمل يجب أن يقوم به المحلل النحوي، فهو يشمل تحديد جذور الكلمات، وأوزانها وصيغها، والسوابق واللاحق، وتخصّص كل وحدة صرفية برمز، ثم توضع في معادلات رياضية

^(١) عبد الله الأنصاري، التحليل النحوي الحاسوبي،

<http://www.m-a-arabia.com/vb/showthread.php?t=1798>

^(٢) يحيى الحاج، وعبدالله الأنصاري، وعماد الصغير، تحديد الخصائص الصرفية للمفردات العربية آلياً اعتماداً على بنية الجملة = سجلات الندوة الدولية الثاني، الذخائر اللغوية العربية وأدوات الحاسوبية، ص :

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية بآيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

يقبلها الحاسب، والوحدات الصرفية شاملة للكلمات الأصول والجذور والزوائد، والوحدات الصرفية، كالضمير المستتر والتأنيث المعنوي، والتثنية المعنوية، والتعريف المعنوي وهو العلم، كما تشمل علامات الترقيم، والوحدات العددية، وهي الأعداد.^(١)

ثانياً: التأليف بين العناصر المتناسبة من جهة المعنى، بضم كل عنصر إلى ما يناسبه من التحليل الصرفي، فهي مرحلة الضبط الصرفي لتشكيل جميع الكلمات بالأوجه المحتملة لكل كلمة، نحو: ذَهَبَ، ذَهَبُ، ذَهَبٌ، ذَهَبٍ، ذَهَبٌ، ذَهَبٌ... وهكذا حتى يأتي على الجذور العربية المستعملة جميعها حسب كتاب العين للخليل، أو غيره، ويصنع لكل مادة لغوية منها ملفاً خاصاً يخزنها فيه بطريقة يسهل بها استدعاؤها متى احتاج إليها.^(٢)

ثالثاً: بناء النظام التركيبي بحسب العلاقات والسمات التوافقية التي ينتظم الكلام بها،^(٣) فيجعل لكل وزن حقلاً خاصاً، ولكل نوع من أنواع صنوف الاسم في اللغة العربية حقلاً خاصاً، ولا ريب أن الإحصاء الكامل متعذر، ولكن يمكن جمع قاعدة بيانات تضم عددًا كثيرًا يعتمد عليه في غالب الأعمال، غير أنه من الممكن كتابة الضابط العام لأكثر الأسماء في اللغة العربية، لا سيما المشتقات، وما يأتي على الأوزان العربية المشهورة ونحو ذلك، ثم يخزن كل نوع في ملف خاص لاستدعائه عند الحاجة، نحو: اسم الفاعل، اسم المفعول، صيغ المبالغة، المنقوص، الممدود، المقصور... إلخ.^(٤)

(١) السابق، ٢٤١.

(٢) عبد الله الأنصاري، التحليل النحوي الحاسوبي،

<http://www.m-a-arabia.com/vb/showthread.php?t=1798>

(٣) انظر لمزيد من المعلومات عن هذه العناصر: تاريخ علم اللغة الحديث لجارهارد، ص ١٥٨.

(٤) عبد الله الأنصاري، التحليل النحوي الحاسوبي،

<http://www.m-a-arabia.com/vb/showthread.php?t=1798>

رابعاً: تجميع ضمائر الرفع وضمائر النصب والضمائر المشتركة كل نوع منها على انفراد.

خامساً: تجميع الأدوات كل نوع على حدة.

سادساً: تجميع الأفعال التي تلزم البناء للمجهول على حدة.

سابعاً: تجميع كل نوع من أنواع علامات الإعراب على حدة.

ثامناً: تجميع كل نوع من أنواع الأسماء على حدة.

تاسعاً: بناء الحقول الدلالية للكلمات، اعتماداً على المعنى المعجمي الأولي، ومن المستحسن الاعتماد على معجم مختصر ومستوعب؛ فالغرض من هذه المرحلة تطبيق سمات التوافق الدلالي في التحليل النحوي، فإنه غير ممكن بدون هذه المرحلة، فنحو: (القلم ضَحِكتُ) كلام غير مستقيم معناه وإن كان مستقيماً تركيبياً، لأن هذا الفعل لا يصح إسناداه لغير عاقل في بناء الكلام المفيد، والمذكر لا يصح أن يعود إليه الضمير مؤنثاً، والاعتماد على الحقول الدلالية يقي من هذه المعضلة، وهذه المرحلة هي نهاية مطاف التحليل الصرفي الكامل الذي ينبغي أن يسبق التحليل النحوي المستوفي لشروط اللغ، وهذا يعنى أنه يشترط للتحليل النحوي الناجح تقديم توصيف نحوي كامل ومستوعب للمفردات والتراكيب اللغوية، مع محاذرة احتمالات وقوع اللبس.^(١)

وهذا هو التوصيف الإفرادي لمواد النحو العربي، المراد به تجهيز الحاسوب به، قبل التوصيف التركيبى، ثم توضع كل مجموعة بإزاء الإعراب الموافق والوظيفة النحوية الموافقة، فالجزم يأتي مع الفعل المضارع فقط، والجر يأتي معه الاسم فقط، وضمائر الرفع لا تأتي إلا في موقع الرفع، والمصادر الملازمة للنصب كسبحان وغفرانك لا تأتي إلا في مجموعة المنصوبات، والأسماء الملازمة للنداء، وضم الإعراب المناسب لكل

(١) المرجع السابق..

كلمة عن طريق المطابقة، والمطابقة مبنية على تحديد الوظيفة النحوية والدلالية ونقل المركبات إلى صورة صوتية ذات وظيفة منطقية معينة.^(١)

وأنسب طرق التقعيد النحوي ملائمة للحاسوب التقعيد المقيد بنوع التركيب في كل سياق، فيحدد لكل سياق تركيب حساس يدخل للحاسوب بأنماط لا يجوز تغييرها، مع محاولة استيعاب الإشكالات التي قد ترد في التركيب.^(٢)

ونخلص من هذا المطلب إلى أن هدف المحلل النحوي هو تقديم القضايا النحوية في شكل يسمح لخبراء الحاسب بوضعها في خوارزميات تسمح بالتوليد والتحويل النحويين، وقد أصل النحو التوليدي حديثاً نعوم تشومسكي وهو منصب على الجملة كوحدة أساسية، وقد سبق الترائيون تشومسكي في محاولة توصيف اللغة بهذا الشكل.

إن ضرورة حوسبة النحو العربي على بشكل واقعي ينبغي أن تخدم حاجة المتعلمين فعلياً بعيداً عن القواعد المهجورة والتقسيمات والتشقيقات النادرة غير الشائعة في الواقع، وترجع أهمية التحليل النحوي الحاسوبي لكونه يفتح باباً واسعاً من أبواب تطوير اللغة العربية، وتوسيع دائرة الدراسات اللسانية الحديثة، وتنقسم محاور التحليل النحوي إلى محورين: المبرمجون، واللغويون، وقد جاءت مراحل تحليل عناصر الجملة في تجريد الوحدات الصوتية الوظيفية، التأليف بين العناصر المتناسبة من جهة المعنى، بناء النظام التركيبي بحسب العلاقات والسمات التوافقية التي ينتظم الكلام بها، وجميع ضمائر الرفع وضمائر النصب والضمائر المشتركة كل نوع منها على انفراد، وجميع الأدوات، وجميع الأفعال التي تلزم البناء للمجهول، وجميع كل نوع من أنواع علامات الإعراب، وجميع كل نوع من أنواع الأسماء، وبناء الحقول الدلالية للكلمات، اعتماداً على المعنى المعجمي الأولي.

(١) نبيل علي، اللغة العربية والحاسوب، ص ١٥.

(٢) نبيل علي، اللغة العربية والحاسوب، ٤٠٥ - ٤٠٦.

وأنسب طرق التقعيد النحوي ملاءمة للحاسوب هي التقعيد المقيد بنوع التركيب في كل سياق، فيحدد لكل سياق تركيب حساس يدخل للحاسوب بأنماط لا يجوز تغييرها، مع محاولة استيعاب الإشكالات التي قد ترد في التركيب.

المطلب الثالث: الترجمة الآلية

الترجمة في اللغة: من ترجم كلامه إذا بيّنه وأوضحه^(١)، وفي الحديث: "مَا مِنْ عَبْدٍ إِلَّا سَيُكَلِّمُهُ اللَّهُ يَوْمَ الْقِيَامَةِ لَيْسَ بَيْنَهُ وَبَيْنَهُ تُرْجُمَانٌ"^(٢). والترجمة اصطلاحاً: هي التعبير عن معنى كلام في لغة بكلام آخر من لغة أخرى؛ مع الوفاء بجميع معانيه ومقاصده.^(٣)

حدود تعريف الترجمة:

وكلمة "معنى" تستبعد الترجمة الحرفية التي هي ترجمة لفظية، وجملة: التعبير بكلام آخر، ينفي عملية تكرار الكلام الأول، وشرطه: لغة أخرى؛ لئلا يعبر عن الكلام بمعنى آخر ولكن بنفس اللغة؛ لأن من معاني التفسير في اللغة: الترجمة، وجملة: مع الوفاء بجميع معانيه ومقاصده. تعني التفريق بين الترجمة التي يشترط فيها الوفاء بالمعنى والتفسير الذي يكفي أحياناً بوجه واحد من وجوه.^(٤)

أنواع الترجمة:

١- الترجمة الحرفية: وهي وضع كلمة مكان كلمة في لغة أخرى بمعنى قد يكون قريباً دون مراعاة السياق والموضوع. والترجمة الحرفية غير جيدة لوجهين:

(١) لسان العرب، ٦٦/١٢ (رجم).

(٢) أخرجه البخاري، باب قول الله تعالى: (وَجُودٌ يُؤْمِنُ نَاصِرَةٌ * إِلَىٰ رَبِّهَا نَاطِرَةٌ) سورة القيامة (٢٢-٢٣)،

(٩/١٣٢)، رقم (٧٤٤٣).

(٣) القاموس الفقهي ص ٤٩.

(٤) مناهل العرفان ٩-٧/٣.

أ- أن الكلمات في اللغات المختلفة يختلف عددها وقوة دلالتها وتأثيرها بالسياق، فإذا تم وضع كلمة مكان كلمة دون مراعاة السياق والدلالة كان المعنى غير مراد وغير مفهوم.

ب- اختلاف الخواص الإسنادية والتركيبية من لغة لأخرى، واختلاف استعمال المجازات.^(١)

٢- ترجمة تفسيرية: وهي التي يعتمد المترجم فيها إلى المعنى الذي يدل عليه تركيب أصل الكلام فيفهمه، ثم يصبه في قالب يؤديه إلى اللغة الأخرى؛ موافقاً لمعنى الأصل المترجم.^(٢)

وحقيقة الترجمة: شرح الكلام وبيان معناه بلغة أخرى، دون تقييد بمراعاة لترتيب كلمات الأصل أو مراعاة نظمها، ولا المحافظة على جميع معانيه المرادة منه، وهذا القسم - وهو الترجمة التفسيرية (المعنوية) - هو ما نعينه هنا في تعريف الترجمة، حيث هو المعنى المقصود من الترجمة، ولعجز اللغات الأخرى عن موازنة العربية في بلاغتها وبيانها ومقاربتها في أساليبها.^(٣)

وبناء على ما سبق فإن الترجمة تعتمد بشكل أساس على تحديد المعنى المراد، وقد بينا أن المعنى المراد لا يمكن تحديده بعيداً عن القواعد الصرفية والنحوية، فأى برنامج من برامج الترجمة الآلية لا يعتمد على علوم الصرف والنحو واللغويات عموماً فهو غير ناجح على الإطلاق.

تعريف الترجمة الآلية:

هي فرع من فروع المعالجة الآلية للغة، تهتم بترجمة اللغة إلى لغات أخرى باستعمال الرقمنة، والهدف منها تسهيل المهام أمام فئة غير الناطقين بها^(٤) وتعرف

(١) التهذيب في أصول التعريب للدكتور أحمد بك عيسى ص ١١٣.

(٢) أحكام الترجمة في الفقه الإسلامي للدكتور محمد بن أحمد علي واصل ٣١/١-٣٣.

(٣) البرهان في علوم القرآن ٤٦٥/١.

(٤) علي حلمي موسى، دراسة إحصائية لجذور اللغة العربية معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر، الهيئة المصرية للكتاب، ١٩٧٨، ص ١١.

بأنها: تدخل الذكاء الاصطناعي لأداء الترجمة عن طريق الأنماط اللغوية بفعل تراكيب يسترجعها الحاسوب.^(١)

تاريخ الترجمة الآلية: مرت الترجمة الآلية بثلاثة أطوار هي:

الطور الأول: بدأت التجربة من سنة ١٩٤٠م إلى سنة ١٩٥٦م، وتميزت بوضع بعض اللبنيات الأساسية لفعل الترجمة، وازدادت أهميتها نظرا للحاجة التي تتطلبها ترجمة الوثائق التي تحصل عليها المخابرات، حيث بلغ الصراع أشده خلال الحرب الباردة، فكانت الولايات المتحدة الأمريكية تركز كل جهودها على الترجمة الفورية من اللغة الروسية،^(٢) واعتمد هذا الطور على:

- القواميس الإلكترونية مزدوجة اللغة.
- ترتيب الجمل بما يتناسب مع قواعد اللغة الهدف.
- الاعتماد على الكلمة كبنية أساسية للغة.
- تهميش دور الجملة كمكون لغوي مهم في عملية الترجمة.
- عدم دراسة تأثير السياق على معاني الكلمات.
- عدم الاهتمام بالتحليل الدلالي في عملية الترجمة.^(٣)

الطور الثاني: بدأ هذا الطور من سنة ١٩٥٦م إلى سنة ١٩٧٥م، فقد حدث في هذه الفترة تطور نسبي على مستوى اللغات الغربية والصينية واليابانية، وقد استطاع هذا الطور التغلب على إشكالية الترجمة الآلية في كيفية اختيار المصطلح الذي يتطلبه السياق، ويتميز هذا الطور بـ:

- تغيير المعنى.
- التجريد من المعنى.

^(١) صالح بلعيد، دروس في اللسانيات التطبيقية، ص ٢٠٢.

^(٢) صالح بلعيد، دروس في اللسانيات التطبيقية، ص ٢٠٣.

^(٣) راضية بن عربية، الترجمة الآلية في اللغة العربية ١٧ مارس، ٢٠١٨ <http://mogadishucenter.com>

الطور الثالث: يبدأ من سنة ١٩٧٥م إلى الآن، وهي المرحلة التي عرفت فيها الترجمة تطورا مدهشا، بدأ من نظام النوافذ (windows) وما أتبعه من برمجيات في مختلف التخصصات، حيث تميز هذا الطور بـ:

-إضافة المصطلحات الجديدة وما يتعلق بها من معلومات، وخاصة في حقول العلوم والتكنولوجيا التي تضيف المئات من الألفاظ إلى اللغة سنويا.

• توفير الوقت والجهد على المترجم والباحث واللغوي من خلال إيجاد قاعدة معلومات شاملة.

• إيجاد وسيلة فعالة فيما يتعلق بتنسيق الجهود لتوحيد المصطلحات.

• إنتاج المعاجم المتخصصة الحديثة بصورة دورية وبجهد أقل.

خطوات الترجمة الآلية: و تتم الترجمة الآلية عبر خطوات: -^(١)

الخطوة الأولى: خطوة الإدخال؛ حيث يتم إدخال النص المراد ترجمته إلى الحاسوب عن طريق الوسائل المعروفة: لوحة المفاتيح أو أسطوانة ممغنطة، أو غير ذلك. ثم يقوم العنصر البشري بعملية مراجعة قبلية للنص المراد ترجمته، مثل تحديد أسماء الأعلام والمصطلحات التي يعجز عن ترجمتها الحاسوب، ثم يأتي دور الحاسوب الذي يقوم بعملية تحليل صرفي للنص ليتعرف على أجزاء الكلمة ومكوناتها وفق برامج التحليل الصرفي التي سبق تثبيتها في الحاسوب، ثم تتم عملية المطابقة المعجمية بين المفردات فكلمة (Schools) لا بد أن تحلل صرفيا، فإذا بحثت عن (Schools) في المنجد لن تجدها لأن الكلمة تتكون من (School+s) بمعنى (مدرسة +علامة الجمع) إذا لابد من التحليل الصرفي قبل النظر في المعجم.

وفي خطوة تطبيقية يقوم الحاسوب بإخراج المفردات التي لا يمكنه ترجمتها؛ ليقوم المترجم البشري بوضع مرادفاتهما في ذاكرة الحاسوب ليتمكن من ترجمة جميع

^(١) الترجمة وعلوم النص -ألبرت نيوبرت- ترجمة: محي الدين الحميدي -الرياض للنشر- الرياض -

المفردات، وأخيرا تتم عملية المعالجة النحوية للنص المترجم ليخرج بصورة نحوية تتطابق أو تقترب من قواعد اللغة المترجم إليها.

الخطوة الثانية: وتشمل خطوتين؛ الأولى: أن يقوم الحاسوب بمقابلة بين مفردات اللغتين ويخرج الكلمات المقابلة للغة الأم من اللغة الهدف^(١) والثانية: يقوم الحاسوب بعملية ترجمة التراكيب؛ مثل المضاف والمضاف إليه، واسم الفاعل والمفعول وغير ذلك^(٢).

الخطوة الثالثة: تأتي هنا مرحلة التركيب أو التوليف، وترجع أهمية هذه المرحلة أنها تراعي خصوصية اللغة الهدف؛ ففي حال الترجمة إلى العربية مثلا يقوم الحاسوب بوضع الفعل في بداية الجملة، وتقدم المضاف على المضاف إليه، ووضع الصفة بعد الموصوف، فهناك كثير من اللغة الحية تعكس هذه الأمور^(٣).

التدخل البشري في الترجمة الآلية: توجد ثلاثة أساليب مختلفة للتدخل البشري في الترجمة الآلية^(٤):

١. الترجمة الآلية مع مراجعة بشرية بعدية.
 ٢. الترجمة الآلية مع مراجعة بشرية قبلية.
 ٣. الترجمة التحوارية وتتم بالتعاون بين الحاسوب وبين المترجم البشري^(٥).
- الترجمة الآلية مع التحرير اللاحق:** وفي هذا النوع من الترجمة يتدخل الإنسان في النص بعد ترجمة الحاسوب ويقوم بإعادة ضبط وتحرير للجمل والكلمات

(١) راضية بن عربية، الترجمة الآلية في اللغة العربية، ١٧ مارس، ٢٠١٨ <http://mogadishucenter.com>

(٢) الترجمة وعلوم النص - ألبرت نيوبرت - ص: ٤٦.

(٣) محمد البقاوي، الترجمة والتعريب - بين اللغة البيانية واللغة الحاسوبية - المركز الثقافي العربي - الدار البيضاء - المغرب، (د، ط)، ٢٠٠٢، ص: ٢٦٠، ٢٦١.

(٤) محمد ديداوي، طرائف الترجمة، مجلة اللسان العربي، مكتب تنسيق التعريب، الرباط، المغرب، العدد ٢٦، ص: ١١١.

(٥) المرجع نفسه، ص: ١١٢.

والتعبيرات والمصطلحات التي لم يستطع الحاسب ترجمتها بشكل يتناسب مع السياق. ^(١)

الترجمة مع التحرير السابق: وتقوم هذه الفكرة على اتباع مصطلحات وتعبيرات معينة يحرر النص بها قبل أن يدخل للحاسوب، وقد اعتمدتها شركات كبرى مثل: (جنرال موتورز) في كندا، وشركة (ماتيل) للألعاب في أمريكا، فهذه الشركات تعطي تعليمات مسبقة لمحرري المحتوى المكتوب يجب عليهم الالتزام به، مما يعطي نسبة نجاح رائعة في برامج الترجمة الآلي. ^(٢)

الترجمة التحوارية: وتقوم فكرة الترجمة التحوارية على التواصل المباشر بين النص المراد ترجمته والحاسوب والمترجم في آن واحد حيث يقوم الحاسوب باستقبال النص المراد ترجمته، ويعرض البدائل المقابلة له في اللغة الهدف، ثم يقوم المترجم باختيار أفضل المرادفات المناسبة للسياق، ولكن يعاب على هذه الطريقة ضرورة تزامن النص المراد ترجمته مع الحاسوب مع المترجم في آن واحد. ^(٣)

برامج الترجمة الموجودة فعليا: على الرغم من تعدد البحوث والدراسات، فإن ما يتوفر في الأسواق حاليا من برمجيات الترجمة الآلية إلى العربية ما زال محدودا جدا، ورغم ذلك هناك برمجيات مساعدة يمكن ذكر بعضها: - ^(٤)

١. **صخر:** تعتبر هذه الشركة من أقدم الشركات العربية العاملة في مجال استخدام اللغة العربية والترجمة الآلية، وهي تستعين في أبحاثها بمجموعة كبيرة من خبراء اللغة، واللسانيات الحاسوبية ومهندسي البرمجيات، وقد أصدرت هذه الشركة المصرية عددا

^(١) راضية بن عربية، الترجمة الآلية في اللغة العربية ١٧ مارس، ٢٠١٨ <http://mogadishucenter.com>

^(٢) المرجع نفسه، ص: ٢٠٢.

^(٣) المرجع نفسه، ص: ٢٠٢.

^(٤) الحاسب الآلي والترجمة، عبد الفتاح أبو السيدة، مجلة السان العربي، مكتب تنسيق التعريف، الرباط،

المغرب، ١٩٨٧م، العدد ٢٨، ص: ٩٧، ٩٨.

من برمجيات التخاطب مع الإنترنت منها برنامج (الدليل)^(١) وتعتمد الشركة في برامج الترجمة الآلية على أسلوب التحويل اللغوي (Transfer)، أي التحليل اللغوي للنص الأصلي، ثم تحويل عناصره إلى العربية، وبعد ذلك توليد النص العربي السليم، كما تعتمد الشركة في التحليل اللغوي - خصوصاً بالنسبة إلى اللغة العربية - على العودة إلى الجذور، ثم توليد المشتقات والتفاعيل^(٢).

٢. مدينة عبد العزيز للعلوم والتقنية - مركز المعلومات:^(٣) يعمل هذا المركز منذ سنوات عدة على بناء وتطوير البنك الآلي للمصطلحات العربية، ويتضمن نشاط البنك فيما يلي:

- قاعدة البيانات للمصطلحات الآلية، وتشمل المصطلح ومصدره وتاريخه والمكان الذي استعمل فيه لأول مرة والمقابل له بعدد من اللغات (الإنجليزية، الفرنسية، الألمانية).
- قاعدة بيانات للكتب العلمية (المؤلفة والمترجمة) الموجودة بالملكة العربية السعودية وخارجها.
- قاعدة بيانات بالمعاجم العربية المحسوبة وغير المحسوبة.^(٤)

٣. برنامج المترجم العربي (ATA) للترجمة من اللغة الإنجليزية: صدر هذا البرنامج لأول مرة عام ١٩٩٦م مع دعم عربي، وهو يتضمن قاموساً عالمياً، ويتضمن عدداً من المعاجم المتخصصة، ويسمح للمستخدمين ببناء قاموس خاص بهم، ويمكن إدخال النص الأصلي بواحد من الأساليب الثلاثة المعروفة. ملف إلكتروني جاهز بواسطة لوحة المفاتيح، أو بواسطة ماسح إلكتروني، ويتضمن البرنامج مدققاً إملائياً

^(١) <http://www.sakhr.com>.

^(٢) راضية بن عربية، الترجمة الآلية في اللغة العربية ١٧ مارس، ٢٠١٨ <http://mogadishucenter.com>

^(٣)

<https://www.kacst.edu.sa/arb/ScientificServices/InformationServices/Pages/ServicesProvided.aspx>

^(٤) الترجمة في الوطن العربي نحو إنشاء مؤسسة عربية للترجمة، بحوث ومناقشات الندوة الفكرية، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، ط١، ٢٠٠٠م، ص: ١٧٨.

للنص الإنجليزي، وتتم الترجمة من خلاله بصورة كلية قبل التدقيق والمراجعة من قبل المستخدم، ويتضمن البرنامج عددا من القواميس خلال عملية الترجمة الآلية.^(١)

٤. دار حوسبة النص بالأردن:^(٢) أصدرت هذه الشركة برنامج القلم الضوئي العربي للتعرف على النص العربي آليا.

وهناك من البرامج العربية الآلية الأخرى التي تثبت واقع اللغة العربية من الترجمة الآلية من خلال الممارسة والتطبيق لمواكبة عصر التكنولوجيا والمعلومات السريعة مع مراعاة الدقة في ذلك.^(٣)

مقترح مترجم إلى العربية: يهدف هذا التصور إلى وضع مقترح لبرنامج ترجمة من الإنجليزية إلى العربية عن طريق أحدث آليات الترجمة المتبعة في الهندسة اللغوية، والمتصور أن تكون النصوص الإنجليزية التي يقبلها البرنامج يجب أن تكون بصيغة نص (texte) ويمكن أن تأتي من مصادر عدة كما هو مبين في المخطط، يبدأ البرنامج بالتعرف على النص الإنجليزي أولا متحققا من كلماته جميعا في القاموس العام للبرنامج، والكلمات التي لا توجد في القاموس يمكن تدقيقها في المدقق الإملائي الإنجليزي لتصحيح الأخطاء الإملائية، وإذا لم يعثر عليها تعرض ضمن النص العربي المترجم كما هي.^(٤)

• مكونات البرنامج:

١. قاموس إنجليزي عربي.
٢. محلل نحوي إنجليزي.
٣. محلل صرفي عربي.

^(١) راضية بن عربية، الترجمة الآلية في اللغة العربية ١٧ مارس، ٢٠١٨ <http://mogadishucenter.com>

^(٢) <http://www.arabo.com/links/199,225,195,209,207,228/212,209,223,199,202/206,207,227,199,202/150328.html>

^(٣) الترجمة في الوطن العربي، الندوة الفكرية، ص ١٧٩.

^(٤) الترجمة في الوطن العربي، الندوة الفكرية، ص ٢٨٩.

٤. محلل نحوي عربي^(١).

ونراعي في القاموس الإنجليزي العربي أن يكون مصنفًا بحيث يتعامل مع الكلمات الإنجليزية المفردة، وكذلك المصطلحات التي تزيد على الكلمة الواحدة مع مقابلاته العربية؛ معطيا جميع المعلومات التي يتطلبها عمل البرنامج في الترجمة، فالأفعال الإنجليزية بكل أزميتها تعطي مقابلاتها بالجذور العربية غير المشكلة مع اعتبار الشدة من ضمن الجذر، فالفعل كتب write = بدون تشكيل، بينما الفعل شد = stress بوضع الشدة على حرف الدال باعتبارها جزءا لا يتجزأ من الفعل.^(٢)

آلية عمل المترجم العربي: تبدأ عملية الترجمة بتحليل الجملة الإنجليزية بالاستعانة بمعلومات القاموس: من اسم وفعل وصفة، والصيغ النحوية من فعل وفاعل ومفعول به... إلخ، لكل كلمة من كلماتها بحسب موقعها في الجملة، ويعطي المحلل الصري الصيغ العربية الكاملة للكلمات العربية،^(٣) بينما يحدد المحلل النحوي العربي - بعد استشارة المعلومات القادمة من المحلل النحوي الإنجليزي - الوظائف النحوية للكلمات العربية وموقعها في الجملة، ويضع الحركات الصحيحة بحسب ذلك، مع طبيعة الجملة العربية كما يسبق الفعل الفاعل والموصوف الصفة بدلا من العكس كما هو الحال في الجملة الإنجليزية^(٤)، وبهذه الطريقة يخرج النص الإنجليزي عربيا فصيحًا بلا خلل.

ونخلص من هذا المطلب إلى أن الترجمة الآلية فرع من فروع المعالجة الآلية للغة، تهتم بترجمة اللغة إلى لغات أخرى باستعمال الرقمنة، وقد مرت بثلاثة أطوار لكل طور منها ما يميزه وتتم الترجمة الآلية عبر خطوات: الإدخال، وأن يقوم الحاسوب بمقابلة بين مفردات اللغتين ويخرج الكلمات المقابلة للغة الأم من اللغة الهدف، وأن يقوم

(١) المرجع السابق ص: ٢٩٠.

(٢) الترجمة الآلية من الإنجليزية إلى العربية - مركز دراسات الوحدة العربية بيروت.

(٣) الترجمة في الوطن العربي - الندوة الفكرية - ص: ٢٩٢.

(٤) الترجمة في الوطن العربي، الندوة الفكرية، ص ٢٩٢.

الحاسوب بعملية ترجمة التراكيب، ثم التوليف، وتوجد ثلاثة أساليب مختلفة في الترجمة الآلية؛ مع مراجعة بشرية بعدية، مع مراجعة بشرية قبلية، الترجمة التحويلية، ومن برامج الترجمة الموجودة فعليا، برنامج صخر، وبرنامج مدينة عبد العزيز للعلوم والتقنية، وبرنامج برنامج المترجم العربي، وبرنامج دار حوسبة النص بالأردن.

ونقترح تنفيذ برنامج يقوم على آليات: قاموس إنجليزي عربي، محلل صرفي، محلل نحوي، ويمكن تصور آلية عمل البرنامج وفق خطوات تبدأ عملية الترجمة بتحليل الجملة الإنجليزية بالاستعانة بمعلومات القاموس لكل كلمة من كلماتها بحسب موقعها في الجملة، و يعطي المحلل الصرفي الصيغ العربية الكاملة للكلمات العربية، بينما يحدد المحلل النحوي العربي — بعد استشارة المعلومات القادمة من المحلل النحوي الإنجليزي — الوظائف النحوية للكلمات العربية وموقعها في الجملة، ويضع الحركات الصحيحة بحسب ذلك.



المطلب الرابع

مستقبل هندسة اللغويات العربية والتطبيقات المقترحة

كل العلوم تنمو كما ينمو الكائن الحي، فتبدأ بسيطة ثم تصل إلى مرحلة النضج والانقسام لتكون عدة علوم أخرى؛ وعلوم الهندسة اللغوية ليست بدعا من العلوم فقد بدأت فكرة بسيطة ثم بدأ تطبيقها بشكل يشوبه كثير من الأخطاء، ثم تطورت بعض الشيء، ومع ذلك لا تزال علوم الهندسة اللغوية في حاجة ماسة للتحسين والتقويم والتخطيط المستقبلي حتى يكون نموها في اتجاهات محددة تخدم اللغات عموما والعربية على وجه الخصوص، فكل تطبيقات الهندسة اللغوية تحتاج إلى تطوير حتى تؤدي مهماتها بسهولة ويسر وتقلل الدور البشري المبذول سواء قبل المعالجة الآلية الحاسوبية أو بعدها، أو إنشاء برامج وتطبيقات جديدة خادمة للغة العربية والناطقين بها وبغيرها، وهذا تصور بأهم تلك التطبيقات المستقبلية.

أولا: تطبيق كتابة المنطوق بدقة عالية

هناك بعض التطبيقات والبرامج التي يمكنها تحويل المنطوق لنصوص مكتوبة قابلة للتحليل في معظم لغات العالم، وقد دخلت هذه التطبيقات لتعمل على اللغة العربية، ففي البداية قدمت الشركة الرائدة في مجال البرمجيات (جوجل) هذه الخدمة لتسهيل عمليات البحث على ذوي الاحتياجات الخاصة، وما لبث بعض المبرمجين أن طوروا هذه الأدوات ولكن لأغراض ربحية، وقد بقيت مشكلة عظمى وهي أن كل هذه البرامج لا تراعي خصوصية اللغة العربية، فهي لا تراعي التباديل الصوتية التي تتميز بها اللغة العربية عن غيرها فعلى سبيل المثال تكتب كلمة (منبر) هكذا (منبر) فلا تراعي تلك التطبيقات الإخفاء الشفوي ولا الانقلاب ولا الإبدال، ولا تراعي القوانين الصوتية للغة العربية عموما.

لذلك لا بد من إضافة قسم في الجامعات اللغوية العربية تكون وظيفته وضع الإطار النظري للبرامج الحاسوبية الخادمة للغة العربية، فعلى سبيل المثال في برنامج كتابة

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية ببيتاى البارود (العدد الحادي والثلاثون)

المنطوق يقوم اللغويون بتقسيم الأصوات العربية في كل كلمة إلى مورفيمات، وتحديد احتمالات الإبدال والإقلاب بين المورفيمات في كل صوت عربي؛ بحيث يتعرف البرنامج على كون أن هذا الصوت حقيقيا أو مبدلا أو منقلبا عن صوت آخر، ثم يرجع الصوت لأصله في عملية الكتابة العربية.

إن هذه الطريقة ستحسن من فاعلية برامج كتابة المنطوق بشكل كبير، لأنها فقط تراعي خصوصية اللغة العربية؛ فالسبب الرئيس في كثرة أخطاء البرامج القائمة بالفعل هو كونها منقولة عن لغات أخرى ليس لها نفس خصائص اللغة العربية.

ثانيا: تطبيق قراءة المکتوب

على العكس من التطبيق السابق يقوم هذا التطبيق بقراءة المنطوق، وقد انطلقت عدة مواقع وبرامج وتطبيقات تحاول القيام بهذه المهمة لأغراض مختلفة، لكن القاسم المشترك بينها هو كونها لا تميز بين كثير من الكلمات المتفقة في الكتابة ومختلفة في تشكيل حروفها، ومن هنا كان لا بد من تشكيل حروف النص المراد قراءته آليا، وهو أمر في غاية الصعوبة ما لم نستعمل برامج الهندسة اللغوية، فتلك البرامج لا تفرق مثلا بين (علامات الإعراب) في (أقواله، وأقواله) وبين الاختلافات الصرفية مثل (المقَدِّم والمقدَّم)، وغيره كثير من هذا.

ولا يمكن أن تكون هذه البرامج ذات فاعلية في اللغة العربية إلا عن طريق إضافة المحلل الصرفي والنحوي والإملائي لها؛ ليكون البرنامج على علم مسبق بتصريف الكلمة وموقعها الإعرابي وبالدلالة العامة للجملة ومن هنا يقوم بقراءتها بشكل يشبه عمل المخ البشري، لا عن طريق كلمات مسجلة مسبقا لا يتعرف البرنامج على تصريفاتها أو مواقعها النحوية، وبالتالي تكون قراءته لها عشوائية.

ثالثا: تطبيق تحويل الصور الضوئية لنصوص محررة

هناك كثير من التطبيقات في اللغات الأوربية تقوم بتحويل صور النصوص المسحوقة ضوئيا إلى نصوص محررة، ومع ذلك تفشل هذه البرامج في تطبيق أعمالها

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية بآيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

على النصوص العربية؛ وذلك لعدة أسباب منها: عدم تعرف البرامج على صور الحروف العربية في البداية والوسط والنهاية، وكذلك عدم تعرفها على أنواع الخطوط العربية المستخدمة حاسوبيا.

ومن هنا كان لا بد أن يشهد مستقبل الهندسة اللغوية برامج تعمل بإتقان على تحويل النصوص المسوَّحة ضوئيا إلى نصوص محررة عن طريق وضع قاعدة بيانات تشمل على:

أولاً: صور الحروف العربية بالخطوط المختلفة (نسخ، رقعة، تعليق، ثلث، كوفي، نستعليق...).

ثانياً: أشكال الحروف العربية المختلفة حسب موقعها في الكلمة (أول الكلمة، وسط الكلمة، آخر الكلمة).

ثالثاً: تزويد الحاسوب بقاعدة المفردات العربية حتى يستطيع التحقق من صحة الكلمة.

رابعاً: تزويد البرنامج بحقول دلالية بحيث يتمكن من اختيار أقرب الألفاظ للحقل الدلالي لموضوع النص المراد تحريره.

رابعاً: المدقق اللغوي الحاسوبي

تعد فكرة المدقق اللغوي الحاسوبي من الأفكار المطروحة الآن على ساحة الهندسة اللغوية للغة العربية، مع ذلك لم يصل اللغويون فيها إلى نتائج مرضية، فهناك بعض البرامج و المواقع على الشبكة العنكبوتية تقوم بعملية التدقيق اللغوي،^(١) وتشمل خدمات: نقل التنوين على الحرف قبل الألف، إزالة النقطة بعد علامات الترقيم، تحويل الفاصلة الأجنبية إلى العربية، لصق علامات الترقيم بالكلمة قبلها، لصق واو العطف بالكلمة التي تليها، لصق الكلام داخل الأقواس بالأقواس، إزالة المسافات

(١) على سبيل المثال، موقع وبرنامج (اكتب صح) <http://www.ektebsa7.com/auto-correct/>

الزائدة بين الكلمات، إزالة الأسطر الفارغة، إزالة الكشيدة، إزالة التشكيل، المدقق الإملائي الأوتوماتيكي.^(١)

ومع ذلك يعتريها كثير من العوار، فهي رغم خياراتها المختلفة إلا أنها تقع في أخطاء لغوية فادحة وذلك لاعتمادها على التحليل الشكلي للكلمة دون التحليل الصرفي والنحوي والدلالي.

ومن هنا يجب أن يتحد المحلل الصرفي للغة العربية على وجهه الأكمل مع المحلل النحوي، مع برامج التدقيق الإملائي، لتكوين مدقق لغوي يتلاشى الأخطاء الموجودة في البرامج الحالية والتي نتجت عن الفصل بين المحلل الصرفي والنحوي.

خامسا: تطبيق تحويل اللهجات المحلية إلى اللغة الفصحى

من التطبيقات غير المطروقة تماما في مجال الهندسة اللغوية للغة العربية تطبيق تحويل اللهجات المحلية إلى اللغة الفصحى، وتتركز الفائدة من هذا التطبيق في مساعدة أهل الأقطار المختلفة في التواصل مع أقطار أخرى ناطقة بغير لهجاتهم مما يجنبهم سوء التفاهم، وكذلك يعمل هذا التطبيق على تعميق تعلم اللغة الفصحى للناطقين باللهجات المحلية، وكذلك يعمم هذا التطبيق الفائدة لكثير من العلوم والمعارف التي كتبت أو سجلت بلهجات محلية.

ونخلص من هذا المطلب إلى أن كل العلوم تنمو كما ينمو الكائن الحي، وعلوم الهندسة اللغوية ليست بدعا من العلوم، فكل تطبيقات الهندسة اللغوية تحتاج إلى تطوير حتى تؤدي مهامها بسهولة ويسر وتقلل الدور البشري المبذول، ومن هنا لابد من إنشاء برامج وتطبيقات جديدة خادمة للغة العربية والناطقين بها وبغيرها مثل تطبيق كتابة المنطوق بدقة عالية، وتطبيق قراءة المكتوب، وتطبيق تحويل الصور الضوئية لنصوص محررة، والمدقق اللغوي الحاسوبي، تطبيق تحويل اللهجات المحلية إلى اللغة الفصحى.

^(١) <http://www.ektebsa7.com/auto-correct>

ولكي تنجح هذه البرامج لا بد أن تشمل على قاعدة بيانات تشمل على صور الحروف العربية بالخطوط المختلفة، وأشكال الحروف العربية المختلفة حسب موقعها في الكلمة، وتزويد الحاسوب بقاعدة المفردات العربية، وتزويد البرنامج بحقول دلالية، ويجب أن يتحدد المحلل الصرفي للغة العربية على وجهه الأكمل مع المحلل النحوي، مع برامج التدقيق الإملائي، لتكوين مدقق لغوي يتلاشى الأخطاء الموجودة في البرامج الحالية والتي نتجت عن الفصل بين المحلل الصرفي والنحوي.



الخاتمة

وفيها أهم النتائج

- بعد هذا التطواف في مباحث ومطالب هذه الدراسة نستطيع أن نستنتج ما يأتي:-
إن عملية حوسبة اللغة لا بد أن يتحد فيها كل من الدلالين والنحويين والفيزيائيين والرياضيين وعلماء الحاسوب في جو تفاعلي منتج، وقد مهد اللغويون القدامى للهندسة اللغوية في مصنفاتهم، فحديث سيبويه في باب الاستقامة كان يهدف إلى جعل اللغة طيعة تخضع للقوانين المنطقية التي فتحت الباب أمام الهندسة اللغوية.
- إن إغفال المكون الصرفي في معالجة قضايا العربية حاسوبيا عطل آلية الحوار بين الإنسان العربي والحاسوب، فيقطة المؤسسات البحثية الآن دليل واضح على وجود فجوة في التطبيقات الهندسية اللغوية المتعلقة بالصرف العربي، فالمكون الصرفي لم يحظ بالعناية اللائقة مقارنة مع مكونات لغوية أخرى.
- تأتي أهمية التحليل النحوي الحاسوبي للغة العربية في كونه يفتح بابا واسعا من أبواب تطوير اللغة العربية.
- الترجمة الآلية هي فرع من فروع المعالجة الآلية للغة، فهي تهتم بترجمة اللغة باستعمال الرقمنة، وتهدف إلى تسهيل المهام أمام فئة غير الناطقين باللغة، وبدأت التجربة الأولى للترجمة الآلية سنة ١٩٤٠ إلى سنة ١٩٦٥، وتميزت بوضع بعض البنات الأساسية في صرح الترجمة الآلية، وكان الطور الثاني من الترجمة الآلية قد ظهر من سنة ١٩٥٦ إلى سنة ١٩٧٥، وقد استطاع هذا الطور التغلب على إشكالية الترجمة الآلية في كيفية اختيار المصطلح الذي يتطلبه السياق، وظهر الطور الثالث من أطوار الترجمة الآلية من سنة ١٩٧٥ إلى الآن، وهي المرحلة التي عرفت فيها الترجمة تطورا مدهشا، بدأ من نظام النوافذ (windows) وما أتبعه من برمجيات في مختلف التخصصات، وعلى الرغم من تعدد البحوث والدراسات، فإن ما يتوفر في الأسواق حاليا من برمجيات الترجمة الآلية إلى اللغة العربية لا زال محدودا جدا، ولا زلنا نحتاج لكثير من التطبيقات الهندسية الحاسوبية الخادمة للغة العربية مثل تطبيقات: قراءة النص، ونطق النص، وتحرير

النصوص المصورة وغيرها، فرقمنة اللغة العربية في الوقت الراهن لم تعد ترفاً فكرياً، بل أصبحت مطلباً ملحا أكثر من أي وقت مضى إن شئنا اللحاق بالركب المعلوماتي الحديث الذي يسير بوتيرة سريعة.

أهم التوصيات:

توصي هذه الدراسة اللغوين بعدة أمور:

أوصي بأن توجه الدراسات الحديثة للغويات العربية بحوثها إلى تطبيقات الهندسة اللغوية، وأن تقوم أقسام اللغويات بتدريس مقرر الهندسة اللغوية، وهو ما سيفتح الباب أمام طلاب الدراسات العليا لتقديم أطروحات تخدم الموضوع بشكل جدي، وأن تقوم الجامعات اللغوية والجهات المعنية بالإشراف على تنفيذ البرامج الحاسوبية التي يتوصل إليها الباحثون في مختلف الجهات البحثية، وتقوم وزارة التعليم باستخدام البرامج الحاسوبية المبتكرة في تعليم الصغار لقواعد اللغة العربية، كذلك يجب أن تتعاون وزارة الثقافة مع اللغويين والمبرمجين لإنتاج برنامج ترجمة من وإلى العربية تصل نسبة الأخطاء فيه لصفر، واستفادة اللغويين من البرامج اللغوية في اللغات الأخرى، وتشكيل فريق من اللغويين يعمل على المقابلة بين اللغة العربية واللغات الأخرى ليبين أوجه الاتفاق والاختلاف؛ مما يساعد في دقة عمل برامج الترجمة الآلية.



أهم مراجع الدراسة

١. إبراهيم مهديوي، اللسانيات الحاسوبية: رقمنة اللغة العربية وهران مجتمع المعرفة ٢٠١٦م
١٤٣٨هـ
http://www.alukah.net/literature_language/0/109521/#ixzz5PIr8iQKJ
٢. ألبيرت نيوبرت - ترجمة: محي الدين الحميدي، الترجمة وعلوم النص - الرياض للنشر -
الرياض ٢٠٠٢.
٣. توائي بن لتوائي، المدارس اللسانية في العصر الحديث ومناهجها في البحث، دار الوعي
للنشر والتوزيع، ٢٠٠٨.
٤. راضية بن عريبة، الترجمة الآلية في اللغة العربية، ١٧ مارس، ٢٠١٨
<http://mogadishucenter.com>
٥. سالم الرامي، بلورة نسق لتوليد الصور المعجمية والكلمات في اللغة العربية، دكتوراه،
جامعة محمد الخامس، الرباط، ٢٠٠٥.
٦. سلوى الرملي، أمين عام الجمعية المصرية لهندسة اللغة العربية، لقاء صحفي، الشرق
الأوسط، جريدة العرب الدولية، ٢٠ فبراير، العدد، ٢٠١٣، ٨٨٨.
٧. سمر معطي، تصميم وتنفيذ نظام تشغيل صوتي للكيفيين باستخدام تقنيات الذكاء
الاصطناعي، رسالة ماجستير في المعلوماتية جامعة حلب، ٢٠٠٥، ص ١٧٦.
٨. سمر معطي، تصميم وتنفيذ نظام تشغيل صوتي للكيفيين باستخدام تقنيات الذكاء؛
الاصطناعي، رسالة ماجستير في المعلوماتية جامعة حلب، ٢٠٠٥.
٩. السيد، محمود أحمد، اللسانيات وتعليم اللغة، الطبعة الأولى، دار المعارف للطباعة والنشر،
سلسلة الدراسات والبحوث المعمقة، العدد، ٩، سوسة - تونس. (١٩٩٨).
١٠. صالح بلعيد، دروس في اللسانيات التطبيقية، دار هومة، الجزائر، دط، ٢٠٠٩.
١١. صلاح الناجم، علم اللغة الحاسوبي واللسانيات الوظيفية، على موقع
www.alnajem.com
١٢. عبد الفتاح أبو السيدة، الحاسب الآلي والترجمة، مجلة اللسان العربي، مكتب تنسيق التعريف،
الرباط، المغرب، ١٩٨٧م.

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية بآيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

١٣. عبد الله الأنصاري، التحليل النحوي الحاسوبي، منتدى مجمع اللغة العربية على الشبكة العالمية <http://www.m-a-arabia.com/vb/showthread.php?t=1798>

١٤. عبد الله بن عبد الرحمن الزامل، العلاقة الصرفية بين الجذور والأوزان، الندوة الدولية الأولى عن الحاسب واللغة العربية، ١٠-١٤، نوفمبر الرياض، ٢٠٠٧.

١٥. علي حلمي موسى، دراسة إحصائية لجذور اللغة العربية معجم الصحاح باستخدام الكمبيوتر، الهيئة المصرية للكتاب، ١٩٧٨.

١٦. عمر مهديوي، التوليد الصوري للأسماء البسيطة في اللغة العربية، أعمال مؤتمر هندسة اللغة العربية، ٢٦-٢٧ يونيو ٢٠٠٥ الجزائر.

١٧. عمر مهديوي، الهندسة اللغوية والترجمة الآلية: المفهوم والوظيفة، بحث مقدم المؤتمر السنوي للمنظمة العربية للترجمة، حول الترجمة والحاسوب، ٢٠١٤.

١٨. عمر مهديوي، المقاربة الحاسوبية للصرف العربي: قراءة في الحصيلة والآفاق، الكلية المتعددة التخصصات، الرشيدية جامعة مولاي إسماعيل، المغرب، مؤتمر المحتوى العربي في الإنترنت (التحديات والطموح) - السعودية، مج ٢ تاريخ: ٢٠١٠.

١٩. غازي عز الدين، نظام قواعد معرفة صرافي صواتي للغة العربية: مقارنة الفعل، دكتوراه؛ السلك الثالث، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، ١٩٩٩.

٢٠. مازن الوعر، قضايا أساسية في علم اللسانيات الحديث، دمشق دارطلاس ١٩٨٨.

٢١. محمد أحمد السيد، من مواضيع تيسير تعليم النحو وحلول مقترحة، مجلة اللغة العربية الجزائر، العدد ٩، ٢٠٠٣.

٢٢. محمد البقاوي، الترجمة والتعريب بين اللغة البيانية واللغة الحاسوبية - المركز الثقافي العربي - الدار البيضاء - المغرب، (د، ط)، ٢٠٠٢.

٢٣. محمد الحناش، المعاجم الآلية للغة العربية، مجلة التواصل اللساني، مج ٤، عدد ١، ١٩٩٢.

٢٤. محمد الداية؛ وفائز رضوان، دلائل الإعجاز للجرجاني، القاهرة: دار الفكر، ٢٠٠٨، ط. ١، رقم الكتاب ٥٦٩.

٢٥. محمد السكران، الهندسة اللغوية وتنمية العربية، مقالة في الأهرام اليومي الخميس ٢١ من ربيع الآخر ١٤٣٨ هـ ١٩ يناير ٢٠١٧ السنة ١٤١ العدد ٤٧٥٢٦.

تطبيقات هندسة اللغويات العربية "واقع وأفاق"

حولية كلية اللغة العربية بآيتاي البارود (العدد الحادي والثلاثون)

٢٦. محمد السوسي، الكتابة العلمية في العربية المعاصرة، منشورات الأكاديمية الملكية المغربية – الرباط – دط-١٩٩٥.

٢٧. محمد ديداوي، طرائف الترجمة، مجلة اللسان العربي، مكتب تنسيق التعريب، الرباط، المغرب العدد ٢٦.

٢٨. محمد عطية محمد العربي، النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية: Large Scale Computational Processor of the Arabic Morphology and Applications, by Mohamed Attia

٢٩. محمد علي النجار، من أجل مفهوم أدق للاشتقاق، مجلة اللسان العربي، العدد ٢٥، ١٩٨٥.

٣٠. محمود شاكِر، دلائل الإعجاز تأليف عبد القاهر الجرجاني، تعليق، محمود شكر، القاهرة: مكتبة الخانجي، ١٩٩٢، ط. ٣.

٣١. مرياتي وآخرون، نظام اشتقاق الكلمة العربية بالحاسوب، ضمن كتاب اللسانيات؛ العربية والإعلامية، تونس.

٣٢. مركز دراسات الوحدة العربية، الترجمة في الوطن العربي نحو إنشاء مؤسسة عربية للترجمة، بحوث ومناقشات الندوة الفكرية، بيروت، لبنان، ط ١، ٢٠٠٠م.

٣٣. مليكة النوي، وآخرون، حوسبة اللغة العربية، استثمار وانتشار. المؤتمر الدولي الثالث للغة العربية. دبي. الإمارات. ٢٠١٤م

٣٤. نبيل علي، الثقافة العربية وعصر المعلومات، سلسلة عالم المعرفة، الكويت.

٣٥. هدى سالم آل طه، النظام الصرفي للغة العربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية، مثل من جمع التكسير، دكتوراه، الجامعة الأردنية، ٢٠٠٥.

٣٦. هندسة اللغة العربية: مطلب قومي وهدف استراتيجي Nafiza Nebal Muallem
Ahmed University of Aleppo, Syria Jurnal Pendidikan
Bahasa Arab dan Kebahasaaraban, 4 (1), 2017

٣٧. يحيى هلال، العلاج الآلي للعربية مع تطبيقات، مجلة التواصل اللساني، مج ٢، العدد ٢، ١٩٩٠.