



اللسانيات الحاسوبية وأثرها في تطوير علوم اللغة العربية (علم الأصوات اللغوية نموذجاً)

د. عادل حسن أبو عاصي - الكلية الجامعية للعلوم والتكنولوجيا - فلسطين

تاريخ الاستلام: 2016/6/20، تاريخ القبول: 2019/11/13

المخلص:

تُعد دراسة اللغة العربية باستخدام اللسانيات الحاسوبية من أحدث الاتجاهات اللغوية في اللسانيات العربية المعاصرة؛ لأنها جاءت نتيجة للانفجار المعرفي والتطور التقني الحاصل اليوم، واللغة العربية لغة حية تواكب التقدم والرقى الحضاري، حيث تهدف اللسانيات الحاسوبية العربية إلى تحويل مهارات اللغة العربية وعلومها المختلفة من الحيز الورقي التقليدي إلى حيز حاسوبي إلكتروني، ويتناول البحث التعريف باللسانيات الحاسوبية، وواقعها ومستقبلها في خدمة علوم اللغة العربية، وسيتم التطبيق من خلال علم الأصوات اللغوية والنموذج المقترح للمعالجة الحاسوبية هو موضوع (الصوامت والصوائت)، ويهدف هذا البحث بشكل عام إلى بيان أهمية اللسانيات الحاسوبية من خلال توظيفها لخدمة علوم اللغة العربية.

الكلمات المفتاحية: اللسانيات، علم اللغة، اللسانيات الحاسوبية، علم الأصوات.

Abstract

The study of Arabic language using computational linguistics is one of the latest linguistic trends in contemporary Arabic linguistics. It emerged as a result of the current explosion of knowledge and technology. Arabic is a living language that is coping with this development. Arabic Computational Linguistics aims to convert the skills and sciences of Arabic language from traditional paper space to the Computational side. This research defines Computational Linguistics and reality of the Arabic Computational Linguistics and the ways to improve it. The application adopted will be through Phonetics. The suggested model for the

Computational treatment is (consonants and vowels). This research also aims to show the significance of Computational Linguistics to serve Arabic language.

Keywords: Linguistics- Computational Linguistics- phonetics

مقدمة

تُعد دراسة اللغة العربية باستخدام اللسانيات الحاسوبية من أحدث الاتجاهات اللغوية في اللسانيات العربية المعاصرة، وتتبع أهميته من خلال التطورات المتلاحقة التي تشهدها العلوم اليوم، والتي تواكب الانفجار المعرفي والتقني، واللغة العربية هي الوسيلة الأساسية لنقل المعارف واستيعابها وحفظها ونشرها، ولا بد أن تواكب هذا التطور التقني، من خلال اللسانيات الحاسوبية التي تهدف إلى تحويل مهارات اللغة العربية وعلومها المختلفة من الحيز الورقي التقليدي إلى حيز حاسوبي إلكتروني، والبعض يسميها (قاعدة بيانات معلوماتية حاسوبية)، وهذا العمل يوفر الوقت والجهد، ويؤسس لقاعدة ثابتة يتواصل بها المتخصصون من أنحاء العالم العربي .

ومن هذا المنطلق تأتي هذه الدراسة؛ لتلبي حاجة المتخصصين في مجال علم الأصوات اللغوية من خلال استخدام الحاسوب، الذي تنتشر نظمه وبرامجه بشكل كبير.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث في الدرجة الأولى إلى تفعيل دور اللسانيات الحاسوبية في تطوير نظم المعلومات اللسانية في اللغة العربية بمستوياته النحوية والصرفية والصوتية والدلالية والمعجمية من خلال حوسبة اللغة العربية من تطبيق وترجمة، ومعالجة النصوص، وتحليل الكلام ألياً.

كما ويهدف البحث إلى تطويع الأنظمة الحاسوبية؛ لتتواءم مع خصوصية اللغة العربية في جميع مستوياتها اللغوية، من خلال تمثيل الكلام المنطوق وتوليده ألياً، والتحليل الصوتي، والتحليل الصرفي، والتدقيق الإملائي والنحوي، والتعرف الضوئي على النصوص، وصناعة المعاجم الآلية، وإنشاء البنوك المصطلحية، وتقنيات البحث واسترجاع النصوص وتوليد الخطوط العربية ألياً .

مشكلة البحث:

تتمحور مشكلة البحث في الأسئلة الآتية: ما هي اللسانيات الحاسوبية؟ وما هو واقعها عند العرب؟ وما هي آلية توظيفها في علوم اللغة العربية؟ وأثرها على تطور علوم اللغة العربية.

الدراسات السابقة:

يأتي هذا البحث استكمالاً لما سبقه من دراسات حول اللسانيات الحاسوبية، وهي دراسات متعددة، وعلى الرغم من تعدد هذه الدراسات إلا أنَّ الحديث حول هذا الموضوع لم يُستكمل بعد، وكل يوم فيه جديد، والجديد فيه تناول اللسانيات الحاسوبية من خلال علم الأصوات اللغوية، وهو من أهم مستويات اللغة العربية، ومن الدراسات السابقة التي يُمكن الاستفادة منها في هذا الموضوع: " تحديد الخصائص الصرفية للمفردات العربية ألياً " ليحيى محمد الحاج وآخرين، وكذلك جهود معهد بحوث الحاسب والإلكترونيات في

بحوث اللغة العربية في الرياض، ومن أهمها : " النطق الآلي للكلام العربي " ومنها أيضاً: " المحلل الصرفي للكلام العربي " وقواعد البيانات العربية " و كتاب: " معجم محوسب لمعاني الأفعال الثلاثية المجردة في اللغة العربية، لإيمان صبحي دلول، وغيرها من الدراسات التي لا زالت في بدايتها، والموضوع يحتاج لدراسات أكثر عمقاً؛ لتلبي حاجة القارئ العربي، ويستفاد منها في مجال تعليم وتدريب مستويات اللغة العربية.

منهج البحث:

أما بخصوص المنهج المتبع في مثل هذه الدراسات فهو المنهج الوصفي التحليلي الذي يهتم بدراسة الظواهر اللغوية وتحليلها تحليلًا واقعيًا من خلال الجمع بين التطبيق العملي للظاهرة الصوتية، وبيان الأسس النظرية لقضايا الدراسة الصوتية .

خطة البحث :

تتكون خطة البحث من أربعة مباحث تقع بين مقدمة وخاتمة، وفق الترتيب الآتي :

المقدمة.

المبحث الأول : اللسانيات الحاسوبية (المصطلح والمفهوم والنشأة) .

المبحث الثاني : الحاسوب واللغة العربية .

المبحث الثالث : المعالجة الحاسوبية للأصوات العربية (الصوامت والصوائت نموذجاً) .

المبحث الرابع : اللسانيات الحاسوبية العربية، وسبل الارتقاء بها .

الخاتمة.

المبحث الأول : اللسانيات الحاسوبية (المصطلح: المفهوم والنشأة) .

أول ما نبدأ به هذا البحث هو الحديث عن هذا المصطلح الذي يعد مصطلحاً حديثاً، والذي يعد من نتائج الثورة التكنولوجية، ألا وهو (اللسانيات الحاسوبية)، والتي تعالج مجالاً علمياً دقيقاً، ولعل هذا المصطلح الجديد عربياً إذا ما قُورن ببدايته عند الغرب، وهذا المصطلح يتكون من جزأين الأول هو اللسانيات، وهي تمثل الجانب النظري وهي علم دراسة اللغة من حيث مستوياتها اللغوية المختلفة، والجزء الثاني هو (الحاسوبية) نسبة للحاسوب ذلك الجهاز المعقد إلى أطلق عليه الغرب (computer)، والتي عُربت إلى (الحاسوب) وهذا هو الجانب التقني التطبيقي المعلوماتي، وقد نتج عن ذلك ما يسمى باللسانيات الحاسوبية، والتي نتجت عن التقاء الجانب النظري بكل خلفياته المعرفية والمنهجية بالجانب التطبيقي بكل تطوراته التقنية .

أما الجانب النظري للسانيات فإنها " تتناول قضايا النظريات الصورية للمعرفة اللغوية التي يحتاجها الإنسان لتوليد وفهم اللغة، ويهتم الجانب التطبيقي بالنتائج العملية لِنَمْدَجَة الاستعمال الإنساني للغة، ويهدف إلى إنتاج برامج لغوية عن طريق التفاعل بين الإنسان والحاسوب " (الموسى، 22- 23، 2000 AI- Mousa,).

وقبل أن نمخر عباب هذا البحث لأبد من تقرير حقيقة لا شك فيها هي: أن الغرب تقدم علينا في هذا المجال بعشرات السنين، وهذا لا يعني أن ننتقص من حقنا، ولكن ينبغي أن نطبق ما قاله النبي (صلى الله عليه وسلم): " الحكمة ضالة المؤمن، أنى وجدها، فهو أحق الناس بها " (أخرجه ابن ماجه في سننه، كتاب الزهد، باب الحكمة، ح 4169 (2/1395)

Narrated by Ibn Majah in Sunnah, ktab al zohod, bab al (H 4169 (2/1395)

(hkma

لقد أخذوا منا عندما كنا أساتذة الدنيا، وليس عيباً أن نأخذ منهم ما نستفيد منه، ولعل اللسانيات الحاسوبية من العلوم الحديثة التي ينبغي أن نتقنها، فهي من باب مواكبة العصر بما فيه من تقدم، وعلوم اللغة العربية يمكن أن تستفيد من هذا المجال من خلال معالجة هذه الفروع معالجة حاسوبية، وهذا يحتاج إلى وقت وجهد من العلماء والباحثين في الاستفادة قدر الاستطاعة من البرامج الحاسوبية في تعليم اللغة، بتطويع اللغة من جميع جوانبها؛ لتصبح أداة طيعة في يد الحاسوب وبرمجياته وآلياته .

أما تعريف (اللسانيات الحاسوبية) فإن أفضل ما قيل فيها أنها : " فرع من فروع اللسانيات يبحث في كيفية الاستفادة من قدرات الحاسوب في تحليل اللغة وتوصيفها" (الزبيدي، ص6، 1992، Al-Zubaid) وقيل فيها : " هي علم يربط بين اللسانيات (linguistics) وبين علوم الحاسوب (computer sciences) وهو ينتمي إلى مجال الذكاء الاصطناعي، وهو أحد العلوم التي نتجت عن الثورة التكنولوجية المعاصرة، وهو يسعى إلى محاكاة الآلة للغة الطبيعية البشرية، وقد بدت في عدة مسميات منها: الهندسة التكنولوجية للغة الطبيعية وعلم اللغة الحاسوبي (علي، 1988، P15، Ali)، وتنطلق اللسانيات الحاسوبية من خلال توصيف القواعد اللغوية لأغراض البرمجة الحاسوبية فيصبح الحاسوب بذلك محلاً لغوياً بمعنى أن يكون قادراً على معالجة اللغة العربية تحليلاً وتوليداً، والمتخصص في اللسانيات الحاسوبية لابد أن يكون لغوياً بالدرجة الأولى .

إن غاية ما تسعى اللسانيات الحاسوبية إلى كشف النقاب عنه هو وصف العمليات الذهنية التفائنية التي يقوم بها العقل البشري لدى استيعابه التراكيب اللغوية المتباينة، أو عند تلقيه خطاباً لغوياً يحتمل عدة خيارات صحيحة، والعقل البشري يستعين بالقرائن السياقية في تحديد المعنى المراد من خلال استعراض الاحتمالات الممكنة ثم تقليدها بإقصاء معظمها حتى يقرر واحداً منها؛ فإن تلك القرائن السياقية التي يستعين بها العقل البشري هي ما تجهد اللسانيات الحاسوبية في ترجمتها إلى ألفاظ إجرائية يمكن توصيفها لمبرمج الحاسوب لغرض التمثيل الحاسوبي (كنالي، P7، Kanali)

وإذا ما ألقينا نظرة على نشأة هذا العلم نجد أن أولى المحاولات بدأت في قسم اللسانيات بجامعة جورج تاون سنة 1954م، وذلك في حقل الترجمة الآلية من اللغات الأخرى إلى اللغة الانجليزية (الوعر، 1989، 325، Al-Wa'ar)، وتبعتها محاولات أوروبية سنة 1961م في جامعة قوتنبرغ السويدية، ولكن البدايات الحقيقية التي تبلورت عالمياً هي ما قام به مركز التحليل الآلي بمدينة (قالارت) الإيطالية سنة 1962م والذي وضع الدعائم الأولى لاستخدام الحاسوب في دراسة اللغة، ثم توالى المراكز

الحاسوبية لدراسة اللغة مثل: مركز جامعة كمبردج سنة 1964م، والمركز المعجمي بدالايروسكا في

إيطاليا، ومعهد الألسن في كييف بأكرانيا سنة 1964م (ابن عمر، 32-35، 1986، Ibn Omar)

أما متى بدأ الحاسوب في الدراسات اللسانية العربية؟، فلم يُذكر تاريخ محدد لبدء استخدام الحاسوب في دراسة وتحليل اللغة العربية، ولعلنا نجد في زيارة الدكتور إبراهيم أنيس للكويت سنة 1971م بداية لذلك، حيث التقى بالدكتور على حلمي موسى أستاذ الفيزياء النظرية وطرح عليه فكرة الاستعانة بالحاسوب في إحصاءات الحروف الأصلية لمواد اللغة العربية، وقد تشجع الدكتور أنيس لهذه الفكرة، وبدأ بالتخطيط لها وتنفيذها في النصف الأول من سنة 1971م، وكان من ثمرة ذلك صدور الدراسة الإحصائية للجذور الثلاثية وغير الثلاثية لمعجم الصحاح للجوهري، وبعد ذلك فُتح الباب لتسخير الحاسوب في الدراسات اللغوية، حيث قامت الباحثة وفاء محمد كامل في رسالة الماجستير : كعب بن زهير بن أبي سلمى (دراسة لغوية) من الاستعانة بالحاسوب في دراسة شعر هذا الشاعر؛ وذلك للمرة الأولى (العارف، 55، 2007، Arif ,

ثم ألف الدكتور نبيل علي سنة 1988م كتابه (اللغة العربية والحاسوب) حيث تناول فيه موضوع الهندسة الحاسوبية اللسانية العربية بجميع مستوياتها، وفي عام 1998م صدر كتاب الدكتور عبد ذياب العجيلي (الحاسوب واللغة العربية) ويُعد هذا الكتاب محاولة لمعالجة اللغة العربية بواسطة الحاسب باستخدام أساسيات الذكاء الاصطناعي، وفي عام 2000م نشر الدكتور نهاد الموسى كتابه (العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية) وهو أول كتاب حاسوبي يصدر عن متخصص في اللغة العربية، وفي عام 2007 صدر كتاب (الحاسوب وميكنة اللغة العربية) لرأفت الكمار، وقد تعرض المؤلف للغة العربية وكيفية معالجتها حاسوبياً .

وقد تطورت اللسانيات الحاسوبية العربية شيئاً فشيئاً، حتى وصلت إلى ما وصلت إليه اليوم، ولكنها لا تضاهي ما وصلت إليه اللسانيات الحاسوبية عند الغرب، فيمكن القول بأنها حققت إنجازات في مجال حفظ المعلومات، وتوثيقها، وفهرستها، وترتيبها، واسترجاعها، وكذلك ما نجده من الانتقال من النسخ والطباعة اليدوية إلى الطباعة الحاسوبية، وكذلك تطور عمليات الفهرسة الآلية، والانتقال من الكتاب الورقي إلى الكتاب الإلكتروني، ولكن الذي يجب أن يستثمر فيه الباحثون أبحاثهم هو الحوسبة اللسانية من خلال تحليل وتوصيف مستويات اللغة المختلفة، وقد بدأت بعض المحاولات في حوسبة قواعد اللغة العربية، وكذلك حوسبة المعاجم العربية، والمحاولات التي ذكرناها هي فردية، والمطلوب تضافر جميع الجهود؛ للوصول إلى حوسبة لسانية شاملة لكل مستويات اللغة العربية.

المبحث الثاني : الحاسوب واللغة العربية .

بدأت العلاقة بين اللغة العربية والحاسوب منذ الوهلة التي ظهر فيها جهاز الحاسوب، وأخذت هذه العلاقة تتطور أكثر فأكثر، وكان من الطبيعي أن تلتقي اللغة والحاسوب في طريق واحد من خلال أن اللغة نشاط إنساني ذهني يهدف إلى التواصل، والحاسوب يشبه الإنسان في محاكاة بعض وظائف الإنسان الذهنية، وقد اعتمد التقدم بشكل أساس على التقاء اللغة بالحاسوب، من خلال الثورة التي حدثت على مستوى التنظيم

اللغوي الذي صاحبه تكنولوجيا متقدمة على حد قول الدكتور نبيل علي : " لا تقل ثورية في تطبيق أساليب الذكاء الاصطناعي، وعلوم المعرفة وتكنولوجيا الأعصاب، على معالجة اللغات الإنسانية بواسطة الحاسوب، وذلك بهدف إكساب الآلة المهارات اللغوية من اشتقاق، وتصريف، وإعراب، واختصار، واستخلاص، وفهرسة، بل وتأليف للنصوص أيضا " (علي، 1988، P112، Ali)

لقد شكلت الحوسبة تحدياً كبيراً بالنسبة للغة العربية من خلال آليات تطبيقها مثل : العلاقة بين المنطوق والمكتوب، والعلاقة بين الصريح والضمني، وكذلك علاقة اللغة بمفاتيحها الرمزية والرقمية، والعلاقة بين الحوسبة والوحدات اللغوية المختلفة (الصوتية، والمعجمية، والصرفية والنحوية، والدلالية، والتركيبية) وقد تنبه اللغويون العرب إلى ضرورة العناية باللغة العربية، والتنبه للمخاطر المحدقة بها، فيما يفرضه العصر من تحديات، فقد أفتى عدد كبير من كبار الكتاب والأدباء عام 1923 بفتاواهم؛ لصون لغتهم وتطورها " إزاء المدنية الغربية الحديثة وما يجدر به أن يقتبسه منها، إلى غير ذلك من المسائل الخطيرة التي تشغل أذهان المفكرين" (فتاوى كبار الكتاب والأدباء، Fatwa of Senior Authors and Writers, 2003)

فالسانيات الحاسوبية عبارة عن علم يلم الشمل بين علمين، قد تبدو المسافة بينهما بعيدة، وهما علم اللسانيات التي تمثل اللغة العربية بجميع مستوياتها وعلم الحاسوب، وقد سماه البعض: علم اللغة الحاسوبي، الذي يحاول تمثيل النظام اللغوي للغة العربية على نحو يستطيع الحاسوب بمناهجه الرياضية أن يتعامل معه؛ بهدف تمكينه من محاكاة العقل البشري في فهمه للغة وإفهامه إياها (البسومي، 2011، Basoumi) وهناك تسميات متعددة لهذا المجال مثل: تكنولوجيا اللغات أو الهندسة اللسانية أو هندسة اللغة، ومعالجة اللغة العربية حاسوبياً أصبحت ضرورة حتمية، وخاصة أن استثمار الدراسة الحاسوبية والمعلوماتية يحقق نتائج كبيرة للغة العربية، في مجال التعريب، والإحصاء اللغوي، والمعالجة الآلية، وتعلم اللغات، والترجمة الآلية .

ولعل أهم ما يمكن قوله في حوسبة اللغة العربية: استخدام الحاسوب في الإحصاء اللغوي، والترجمة الآلية، وحوسبة المعاجم، وتحليل النصوص وقراءتها، ولكنه يحتاج لمن يخدمه من اللسانيين الذين يقدمون للمبرمج صيغة رسمية لقوانين اللغة الصوتية والصرفية والنحوية والمعجمية وغيرها، والحديث عنها واسع ومتشعب، ولكن أغلب من تناولوا موضوع حوسبة اللغة العربية، تناولوه من جانبين هما :

أولاً : مستويات التركيب اللغوي

اللغة العربية تمتلك مستويات تركيبية لغوية متعددة، وهي المستوى الصوتي والصرفي والنحوي والدلالي، واللغة كما قال ابن جني: " أصوات يعبر بها كل قوم عن أغراضهم " (ابن جني، 33/1، Ibn Jinni) وما دامت اللغة أصوات، فمنها يتكون النظام الصوتي اللغوي من حيث أنواع هذه الأصوات ووظائفها، وقد عُرف الصوت الواحد بـ (الفونيم) وهو أصغر وحدة صوتية غير دالة (شاهين، 1980، 24، Shahin) وهذه الأصوات تتجمع في وحدات تتكون منها الوحدة الصرفية وهي ما عُرفت حديثاً بـ(المورفيم) وهو أصغر وحدة صرفية دالة (حجازي، 1997، 90، Hegazi) وهذا ما نطلق عليه بالنظام الصرفي للغة،

وهذه الوحدات تتجمع في تراكيب وجمل، ومن هنا يتدخل النظام النحوي، وكل هذه المستويات جميعاً تتداخل فيما بينها لينتج المستوى الدلالي الذي يعالج دلالة الكلمة داخل أو خارج السياق من خلال المعاجم اللغوية.

وقد خضعت أغلب هذه المستويات للحوسبة اللغوية، فبالنسبة للمستوى الصوتي يوجد حوسبة برمجية لأصوات اللغة بواسطة تحليل طيف الصوت، وتوليد الكلام منه، وتخزينه، وقد أتضحت فكرة إمكان تحويل الوجود المادي للغة بوصفها تتابعا صوتيا منطوقا مسموعا إلى نظام آخر من التتابعات على أساس البطاقات المثقبة (حجازي، 1994، P70 Hegazi) وهذا ما سنتحدث عنه في بحث كامل.

المستوى الصرفي: حيث يمكن برمجة البنى الصرفية الثابتة، وهي كثيرة، وتحتاج لجهد كبير لحوسبتها، كما تبحث اللسانيات الحاسوبية عن وضع اللغات البشرية في صيغ وأطر رياضية؛ وذلك للاقترب من هذا العلم الذي يبحث في اللغة على أنها ظاهرة حاسوبية معلوماتية يمكن معالجتها في الحاسبات الالكترونية (عبد الجليل، 2002، 36، Abdul Jalil)، وقد تحققت إنجازات في مجال حوسبة نظام لاكتشاف الأخطاء الهجائية، ونظم البحث في النصوص العربية على أساس صرفي، وأول برنامج كان برنامج القرآن الكريم، حيث يؤدي الصرف دوراً أساسياً فيها، ويعد المعالج الصرفي الآلي أساساً في التعامل مع النصوص العربية (الموسى، 2000، P132 Al-Mousa).

المستوى النحوي: وقد بدأت حوسبة بعض القواعد النحوية لأغراض تعليمية، والنحو التوليدي الذي دعا إليه (تشموسكي) هو أقرب للحوسبة، لذلك عمل الخبراء على ربط صور النحو بالنحو التوليدي، وذلك في صورة قواعد رياضية يمكن من خلالها توليد العدد اللانهائي من التعبيرات المسموح بها في اللغة، كما تُولد المتواليات العددية (علي، 2002، P267 Ali) وأغلب المعالجات الحالية انطلقت من اللغة إلى الحاسوب، حيث يتم تحديد الهدف المراد معالجته، ثم يتم تحديد الأسلوب الملائم للمعالجة، وكل قواعد النحو تحتاج إلى قراءة حاسوبية شاملة أي " النحو بعيون حاسوبية " (الكمار، 2006، P34 Al-Kamar).

المستوى المعجمي: وهو يعالج حوسبة المعاجم العربية، فهي مهمة جداً؛ لأن الحاسوب يقدم خدمات كبيرة تساعد في إعداد معجمات المدونات التي تقوم على الإعداد المعجمي لمجموع الكلمات الواردة في نص محدد من خلال التعريف بالحروف آلياً، وتخزين المادة وترتيبها، واسترجاعها، وتعديلها وحذفها، ونقلها، وتجديدها (حجازي، 2002، P18 Hegazi) وهناك جهود لا يمكن إغفالها في هذا المجال مثل: جهود المجمع الجزائري في " حوسبة الذخيرة العربية اللغوية " وكذلك برمجيات عديدة في نظام القرآن الكريم، وألفاظه، وآليات البحث المعجمي المحوسب في ألفاظه، وهناك محاولات لحوسبة الجذور المعجمية الثنائية والثلاثية والرابعة والخماسة من خلال معاجم اللغة، وقد أنجز هذا المشروع خبراء المعلوماتية في سوريا بعنوان " المعجم الحاسوبي " (البواب والطيان، 1996، P28 Al-Bawwab, and Al-Tayan).

(27

المستوى الدلالي: هو مستوى متغير قابل لقانون التطور، وتحمل الدلالة ضمن المعالجة الآلية للغة أهمية كبيرة، فلا يمكن أن تتم معالجات عميقة للنصوص العربية بدون معلومات كافية عن دلالة الألفاظ المكونة

لتلك النصوص، وهذه المعلومات يجب أن تكون مرتبة ومبوبة، وتشمل الألفاظ ودلالاتها المتعددة، والكلمات المقاربة والمضادة، وكل ما يوصل إلى دقة دلالة الكلمة (علي، 1988، P15).

ثانياً : مستويات التحليل اللغوي.

وتختلف مستويات التحليل اللغوي عن مستويات التركيب، فالتحليل يعتمد على استنتاج قواعد التحليل بعيداً عن العشوائية من خلال جمع المادة اللغوية وتصنيفها للخروج بقواعد شاملة، وهذا ما قام به الخليل، وتلميذه سيويه من خلال جهود نحوية وصوتية تعتمد على التحليل والوصف، أما تحليل الجانب التركيبي النحوي فهو من أصعب مستويات التحليل اللغوي؛ لأنه يعتمد على قواعد ثابتة منذ نشأة النحو العربي، وهناك محاولات لتحليل النص القرآني من خلال جواز تعدد الأوجه التحليلية، وقد أطلق عليها حديثاً مصطلح تعدد الأوجه الإعرابية؛ تخلصاً من مصطلح (اختلاف النحاة في إعراب الأداء اللغوي)،

ومما يتعلق بالتحليل اللغوي قضية التعريب، ففي مجال تعريب أنظمة الحاسوب، وبرامجه، ومصطلحاته، نجد أن جهوداً قد بُذلت في ذلك حيث أصبح جهاز الحاسوب قادراً على العمل باللغة العربية بدلاً من الإنجليزية، وقد ألف الباحثون العرب في هذا المجال كتباً باللغة العربية، تعالج الحاسوب، وتقنياته ومصطلحاته، وهذه جهود مشكورة إلا أنها تبقى متواضعة، إذا ما قورنت بالتطور الغربي الهائل في مجال تقنية الحاسوب وبرمجياته (الخطيب، 2009، P 99) وتعريب أنظمة الحاسوب هي مقدمة طبيعية للتعريب بشكل عام، بحيث يصبح التعريب قضية استراتيجية شاملة وعميقة، تتجاوز تعريب المصطلحات إلى التأليف باللغة العربية، وإنتاج العلوم والمعارف باللغة العربية.

ولعلّ أول مجال اهتم به اللسانيون العرب هو مجال الإحصاء اللغوي، وقد استفادت منه اللغة العربية في " معدلات استخدام الحروف، والكلمات، والصيغ الصرفية، والموازين الشعرية، وأنواع الأساليب النحوية، أو التوزيع النسبي للأفعال المعتلة والصحيحة، أو الأفراد والتنثنية والجمع، أو لحالات الإعراب المختلفة " (علي، 1988 P 131).

وتدرس المستويات اللغوية المتعددة: الصوتية، والمعجمية، والصرفية، والنحوية، والدلالية، بقطع النظر عن اختلاف اللغويين في التقسيمات كإنفراد المستوى المعجمي، أو وضعه ضمن المستوى الدلالي، باعتبار أن المستوى الدلالي يشمل المفردات والتراكيب، أو وضع الاشتقاق ضمن المستوى الدلالي أو الصرفي، فإنّ النظر في دلالة الألفاظ المستخدمة، ومرادفاتها، وصيغها فضلاً عن إجراء الموازنات بين الألفاظ المترادفة، أو المتقاربة في المعنى يؤكد مبدأ عدم وجود الترادف في القرآن الكريم وإن وُجد في معجمات اللغة العربية، فكل لفظة هامش دلاليّ يختلف عن غيره ابتداءً بالمستوى (المعجمي) الذي تتغير فيه الأصوات وهو مستوى قريب جداً للمستوى الصوتي باعتبار أن الأصوات أو الفونيمات هي: " أصغر وحدة صوتية تحدث تمييزاً في المعنى " وتبعث اختلافات صرفية ونحوية ومفهومية ودلالية، حرفاً كانت أم حركة، فتكون جزءاً أساسياً من الكلمة المفردة كالباء والتاء والثاء، أو تكون جزءاً من أبسط صيغة لغوية ذات معنى منعزلة عن السياق، ومروراً بالمستوى (الصرفي) من خلال إظهار الفروقات في معاني الصيغ

الصرفية والمشتقات التي تتغير فيها الأصوات زيادة ، أو نقصاناً ، أو تبديلاً (بشر Bisher 1987,P161).

وتأسيساً على ما ورد نرى أنَّ المستوى (الصوتي) هو أكثر المستويات اللغوية تأثراً وتأثيراً في النص اللغوي؛ لأنَّ أيَّ تغييرٍ في أيِّ مستوى من المستويات اللغوية الأخرى لابدَّ أن يؤثر في المستوى الصوتي من خلال تغيير الأصوات عدداً، أو صفه، أو مخرجاً، أو المقطع الصوتي نوعاً، أو كمّاً، كما أنَّ التغيير في الشكل الصوتي قد يؤدي إلى تغيير في الشكل الصرفي، وقد يؤدي إلى تغيير الدور النحوي لها في الجملة، وأنَّ التغيير النحوي سيؤدي إلى تغيير جانبٍ من معنى الكلمة داخل الجملة من جهة، وإلى تغيير الجملة، وقد تمت معالجته آلياً بواسطة تحليل طيف الصوت، وتوليد (إنتاج) الكلام، وتخزين الأنماط الصوتية للشخص المتكلم، وتبعاً لهذا تمَّ تصميم أجهزة تحليل الكلام، وتوليد الكلام المنطوق آلياً بتحويل النصوص المدخلة في جهاز الحاسوب إلى مقابلها الصوتي.

المبحث الثالث: المعالجة الحاسوبية لأصوات اللغة (الصوامت والصوائت نموذجاً)

يُعد علم الأصوات اللغوية من الركائز الأساسية لللسانيات الحديثة، أو ما تُعرف باللغويات (linguistics) ولا تستقيم أي دراسة لغوية بدون الصوتيات، فالأصوات أساس كل لغة؛ لذلك عرف ابن جني اللغة بأنها "أصوات يعبر بها كل قوم عن أغراضهم" (ابن جني، 33/1) وما دامت اللغة أصوات، فمنها يتكون النظام الصوتي اللغوي من حيث أنواع الأصوات ووظائفها، وقد عُرف الصوت الواحد بـ (الفونيم) وهو أصغر وحدة صوتية غير دالة (شاهين، 1980,P24) وآخر ما توصل إليه علماء اللغة المحدثون أن اللغة في أساسها نظام صوتي، فالأصوات هي اللبانات التي تكون المقاطع والكلمات فالجمل، وبدون تحديد اللبانات لا يمكن تحديد البناء، ومن هنا تنبع أهمية دراسة الأصوات اللغوية .

وبظهور الحاسوب برزت اللغة كأساس للعلاقة بين الحاسوب والإنسان، ولعل استخدام الحاسوب في التخاطب قد قوى من الاهتمام بالأصوات التي تعتبر أساس التخاطب بين الإنسان والحاسوب، ولعل التقنيات الحديثة كأجهزة الهواتف النقالة تعتمد على الصوت، مثل ما يسمى ببصمة الصوت التي تستخدم في الاتصالات، كذلك نجد أن كثيراً من ألعاب الأطفال تعتمد في تشغيلها على إصدار الطفل لأصوات معينة، فالمستوى الصوتي تمت معالجته آلياً بواسطة تحليل طيف الصوت، وتخزين الأنماط الصوتية للشخص المتكلم، وتوليد الكلام المنطوق آلياً بتحويل النصوص المدخلة في جهاز الحاسوب إلى مقابلها الصوتي.

ومن ضمن حوسبة الأصوات اللغوية وجود حوسبة برامجية للأصوات المعيارية، وغير المعيارية، وقد اتضح فكرة إمكان تحويل الوجود المادي للغة بوصفها تتابعا صوتيا منطوقا إلى نظام آخر من التتابعات على أساس البطاقات المتقبة (حجازي، 1994,P3) وأنجزت دراسات عدة في هذا المجال، من بينها دراسة الدكتور منصور الغامدي عن الإدراك الآلي للتضعيف (ندوة استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات، 83-90، 1993م) وهي محاولة لكيفية حل مشكلة التفريق بين الأصوات اللغوية الطويلة

والقصيرة في اللغة العربية، قد تعين مبرمجي الحاسوب على الإدراك الآلي للأصوات اللغوية، كما تأتي دراسة الدكتور محمد مرياتي " معالجة الكلام – تطبيق على اللغة العربية" ضمن هذا التوجّه في تمثيل النظام الصوتي للغة العربية آلياً.

(وقائع مختارة من ندوة استخدام اللغة العربية في الحاسب الآلي، 1985، 25-57، Symposium on (the use of Arabic in computers,

وهناك جهود من قبل مؤسسات وجمعيات خاصة بالصوتيات، تجري فيها أبحاث صوتية تعتمد على أجهزة الحاسوب، ويتولى الإشراف عليها أساتذة متخصصون في علم الأصوات، كالدكتور محمد صالح الضالع "جامعة الإسكندرية"، والدكتور سمير استيتية " مدير مركز السمع والنطق بجامعة اليرموك " والدكتور محمد بن عمر " معهد بورقية للغات الحية بتونس " (علي Ali, 1988, P184)

إنّ الأهمية لدراسة الأصوات تكمن اليوم في دراسة الجديد الذي يتناسب مع حجم التطورات العلمية والتقنية، والجديد يتعلق باللغة والحاسوب، والتي تعد من أهم دراسات الذكاء الاصطناعي، وقد كان للسانيات الحاسوبية نصيب من هذا العلم من خلال حوسبة مستويات اللغة المختلفة، ولعلّ المستوى الصوتي من أهم هذه المستويات .

توصيف النظام الصوتي في اللغة العربية

وصف علماء العربية الأصوات اللغوية وصفاً دقيقاً، وأبرزهم الخليل ابن أحمد في معجمه العين من حيث مخارجها وصفاتها، ومما صنع الخليل أنه ربّب معجمه ترتيباً صوتياً مبتدئاً من الحلق ومنتهياً بالشفثين، كما صنف الأصوات إلى صحيحة وصانئة (ابن أحمد، 1988، 47 / 1) (Ibn Ahmed, 1988, 47 / 1) أما تلميذه سيبويه فقد درس في (الكتاب) الأصوات اللغوية ومخارجها وصفاتها، ووصف كل صوت منها وصفاً دقيقاً، وقد أورد دراسته الصوتية أثناء حديثه عن ظاهرة الإدغام (سيبويه، 1983، 431 / 4) (Sibweh, 1983, 431 / 4) وقد خصص ابن جني كتابه (سر صناعة الإعراب) للدراسة الصوتية، وعالج فيه ملامح الصوت اللغوي، بتحديد لمقاطع الصوت، وحدد لكل حرف جرساً، ولكل جرس صوتاً، وحدد ابن جني الأصوات الصانئة بقوله: " أعلم أن الحركات أبعاض حروف المد واللين " (ابن جني، 1983، 1) (Ibn Genie, 1983, 1) .

وقد عرّف ابن سينا الصوت اللغوي، وتكلم عن حدوث الأصوات اللغوية ومخارجها وصفاتها، وميز بين الصامت والصانئة (ابن سينا، 1983، 136) (Ibn Sina, 1983, P136) أما عن تقسيم المحدثين للصوت اللغوي فلا يكاد يختلف عن القدماء إلا في تسمية المصطلحات وتحديد المخرج بدقة والفرق بين الصوامت والصوائت .

الصوامت (consonants) مثل : أ / ب / ت / ث / ج / ... ، وعددها في العربية (28)

الصوائت (vowels) مثل: الفتحة — / الضمة — / الكسرة — / الفتحة الطويلة — / الضمة الطويلة — / الكسرة الطويلة — . وعددها في العربية (6) .

والأصوات الصامتة تحدث عندما ينحبس الهواء أثناء النطق بها في أية منطقة من مناطق النطق انحباساً كلياً أو جزئياً، فالانحباس الكلي في مثل : (التاء) والجزئي في مثل: (السين)، أما الأصوات الصانئة

فتحدث عندما ينطلق الهواء معها انطلاقاً تاماً بحيث لا يعوقه عائق في أي منطقة من مناطق النطق، وهذا خاص بحروف المد، والحركات القصيرة (إبراهيم، 2011، P19).

ويمكن القول أن النظام الصوتي للغة العربية يتكون من (34) فونيماً حسب التسمية الحديثة، (28) منها صامتاً، تتمثل في حروف الأبجدية العربية، و(6) صوائت تمثلها الحركات الثلاث القصيرة، والحركات الثلاث الطويلة حروف المد، ويعنى في الجانب الفوناتيكي بتوصيف تلك الأصوات آحاداً على المستوى الأكوستيكي الفيزيائي؛ بحيث يكون لكل صوت صورة طيفية مرئية ثلاثية الأبعاد: بعد أفقي يمثل الوقت، وبعد عمودي يمثل التردد، وبعد ثالث يمثل درجة الشدة يظهر في شكل سواد على ورق خاص (البعلبيكي، 1990 P456).

وتوصيف الأصوات اللغوية صامتة أو صائتة بشكل منفرد يجعل النتائج أكثر دقة ووضوحاً، ولا تقبل أي لبس، ولعل في هذا التوصيف ما يجعل الناطق باللغة يميز بينها تمييزاً واضحاً، وهذا تمييز فطري، وجهاز الحاسوب لا يستطيع أن يقوم بعملية التمييز؛ لأنه يتعامل مع الصوت اللغوي حسب التوصيف الذي أدخل إلى ذاكرة الحاسوب، وهذا يوجب على المختصين إدخال توصيف رقمي دقيق للنظام الصوتي للغة العربية، ومن ملحقات هذا التوصيف تغيرات الفونيم الواحد، وهذه التغيرات تتحكم فيها قوانين التشكيل الصوتي، فحرف (السين) مثلاً يختلف في كلمة (أسفر) عنه في كلمة (أسدل) فالسين في الأولى ينطق كما هو سين، أما في الثانية فإنه ينطق زائياً، وقد تتطابق السين والصاد في النطق، ولكن يختلفان في الكتابة في كلمتي (سوط، صوت) .

هذا الاختلاف في أداء الفونيمات العربية يتطلب انتبهاً عند حوسبة النظام الصوتي. فيراعى ذلك عند تصميم برنامج حاسوبي يُدخل الحدث الكلامي المنطوق، ويحوّله إلى نص مكتوب، وكذلك التنبيه عند الإدخال إلى ضرورة الضبط والتشكيل للكلمات، وهناك إشكاليات تواجه الحاسوبيين عند إدخال النصوص المطبوعة عبر الماسح الضوئي (scanner)؛ لذلك يلجأ الحاسوبيون إلى تزويد الحاسب بقائمة الحروف رسماً وترتيبها حسب نسبة شيوعها، وكذلك ما يواجه عمليات التصحيح الإملائي من أخطاء، ترجع إلى إشكالات في آليات الإدخال، فينبغي الاعتماد على إحصاء ما لا يتألف من الحروف العربية، وكذلك تصويب الأخطاء الشائعة آلياً، وتطمح اللسانيات الحاسوبية — من خلال توصيف الصوت اللغوي لأغراض البرمجة الحاسوبية — إلى أن يصبح الحاسوب (محللاً لغوياً) قادراً على معالجة الصوت اللغوي تحليلاً وتوليداً.

المعالجة الآلية للصوائت والصوائت

المعالجة الآلية للغة تعني تحليل الكلام، وتمثيله بشكل قابل للتعامل مع الحاسب الآلي؛ ليشبه ما يقوم به القارئ، والإنتاج الآلي للغة يعني إنتاج الكلام بناءً على التمثيل اللغوي داخل الحاسوب، والمعالجة الصوتية للصوائت والصوائت تشمل المظهر النطقي للصوت، والمظهر الرمزي الكتابي له، والمظهر الصوتي يتمثل في ذبذبات لها خصائص فيزيائية، بحيث يكون لكل صوت صورة طيفية مرئية ذات ثلاثة أبعاد: بعد أفقي يمثل الوقت، وبعد عمودي يمثل التردد، وبعد ثالث يمثل درجة الشدة يظهر في شكل سواد على ورق

خاص (البعلبيكي، 1990 P456)؛ وبذلك يكون الصوت ظاهرة فيزيائية اهتزازية تنتشر في الهواء داخل حيز سرعة معينة تظهر على شكل ذبذبات" وينتشر الصوت بسرعة نقل عن سرعة انتشار الضوء بمليون مرة تقريباً " (بيرلمان، 1993, P306) (Perleman, 1993, P306)

أما المظهر الرمزي الكتابي، فكل لغة لها رموزها الاصطلاحية التي تعبر عن الصوت كتابياً وهي تختلف من لغة إلى أخرى، ومن باب المعرفة العالمية، وحتى يتمكن الباحثون واللغويون من جميع العالم، وبلغات مختلفة من التعرف على الأصوات اللغوية وضعت المنظمة العالمية للصوتيات رموزاً لجميع الأصوات في اللغات البشرية، وسُميت (الأبجدية الصوتية الدولية International phonetics alphabet) والمعروفة اختصاراً بـ I.P.A (الغامدي، 2001 P38) (Al-Ghamdi, 2001 P38) كما هو موضح في الشكلين الآتيين :

شكل رقم (1) الصوامت في الكتابة الصوتية الدولية

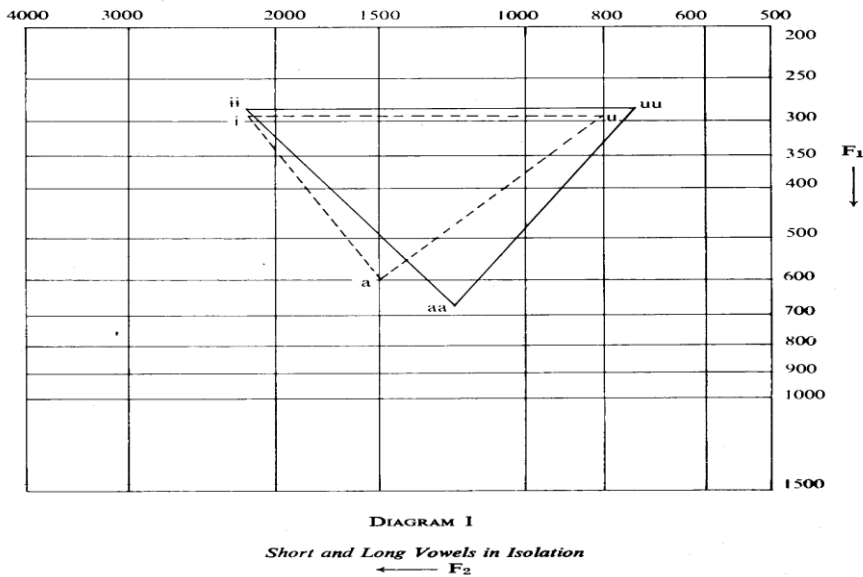
الصوت	رمزه	الصوت	رمزه	الصوت	رمزه	الصوت	رمزه
الباء	(b)	السين	(s)	الضاد	(ð)	الياء	(j)
الواو	(w)	الصاد	(ʃ)	الميم	(m)	الجيم	(g)
الفاء	(f)	الكاف	(k)	الثاء	(.0)	الراء	(r)
الذال	(.)	الخاء	(x)	الدال	(d)	الشين	(Š)
الطاء	(.)	الحاء	(h)	الزاي	(z)	القاف	(q)
التاء	(t)	الهاء	(h)	النون	(n)	الغين	(y)
الطاء	(ṭ)	العين	(ʕ)	اللام	(1)	الهمزة	(.)

شكل رقم (2) الصوائت (الحركات) في الكتابة الصوتية الدولية

الصوت	رمزه	الصوت	رمزه
فتحة قصيرة	(a)	فتحة طويلة	(à)
كسرة قصيرة	(i)	كسرة طويلة	(î)
ضمة قصيرة	(u)	ضمة طويلة	(ù)
كسرة قصيرة مماله	(e)	كسرة طويلة مماله	(é)

وقد اتجهت الدراسات الصوتية الحديثة نحو دراسة وحدات اللغة الصغرى التي تُعرف بالفونيمات، ثم دراسة الوحدات الصوتية الكبرى، والتي تُعرف بالفونيمات التركيبية كالتنغيم وأنماطه والشدة والمدة الزمنية، وقد سماها الدكتور نبيل على الظواهر التطريزية (علي، 2007، P89) وهي تندرج ضمن الدراسة الصوتية كأنماط لنطق ثانوية، أما الفائدة من تحليل الظواهر التطريزية فهو المساعدة في إمكانية توليد هذه الظواهر آلياً من خلال معالجة النص المكتوب عبر برنامج محوسب، وهناك وسائل للمعالجة الآلية اعتمدها علماء الأصوات، وكلها ناتجة عن التقدم التقني الحاصل في هذا المجال ومنها :

* **التمثيل البياني للصوت اللغوي** : من الوسائل الحديثة في معالجة الصوت اللغوي ما يُعرف بالتمثيل البياني، ويكون بتمثيل الكلام عن طريق الرسم البياني الذي يوضح بعض صفات الأصوات، ويمكن فحص الحركات عن طريق رسومات لمواقع اللسان عند نطق كل حركة، حيث وضعت كل حركة قصيرة مع نظيرتها الطويلة على تسجيل واحد حيث يشير الخط المستقيم إلى الحركة الطويلة، والخط المتقطع إلى العلة القصيرة (العاني، 1983، P42) (Al-Ani, 1983, P42) كما هو موضح في الرسم البياني الآتي :



شكل رقم (3) تمثيل بياني يوضح حركة اللسان عند النطق بالحركات .

* **إحصاء الظواهر الصوتية**: قد استخدم الإحصاء في الدراسات اللغوية الحديثة، ويكون عن طريق تقديم كمية من المعلومات التي تساعد في تفسير الظاهرة الصوتية، وهذا يعني الإشارة إلى أهمية المعلومات الإحصائية المقدمة (جان بيرو، 2001، P 26-29) (Jean Piro, 2001, P 26-29)

* **أجهزة أشعة اكس (X-Ray)** استخدمت أشعة إكس لدراسة مواقع أعضاء النطق أثناء سير التيار الكهربائي ورصد حركاتها، وهناك كذلك الصور المتحركة لأشعة X التي تسجل حركات هذه الأعضاء

أثناء النطق (عبد الجليل، 2002، P94)، وتسمى الأشعة السينية أو أشعة " رنتجن" على اسم الفيزيائي الألماني الذي اكتشفها عام 1895 م، ويستعان بها على كشف أحوال الحلق واللسان عند النطق، وقد استعان بها اللغوي دانيال جونز في تأسيس نظرية حد الصائت " (القماطي، Al-Qamati, 1986, 32).

* **رأس الموجة الكيموجراف : (Kymograph)**، وهو عبارة عن " جهاز يتألف من اسطوانة دوارة لتسجيل حركات شبه موجية (Wavelike motions) وتنوعات صوتية (Variations) وتغير نغماته (Modulation) كما في حال الانقباض العضلي، والنبض وغيرها " وقد تحدث الدكتور السعران عن هذا الجهاز قائلاً : " للكيموجراف صور كثيرة ، وأحدث صورة وأدقها، تختلف كثيرا عن أول ما عرف منه، ولا يزال العلماء يدخلون عليه تحسينات وتبسيطات؛ حتى يكون أسهل وأكثر إنتاجا " (السعران، 1997، P109) وقد عرض الدكتور تمام حسان مجموعة من الرسومات للكيموجراف على أشكال مختلفة (حسان، 1990، 80 - 81) وهذا نموذج منها :

KYMOGRAPHY: .MOUTH TRACINGS.



شكل رقم (4) نموذج يوضح شكل الموجات التي يرسمها الكيموجراف .

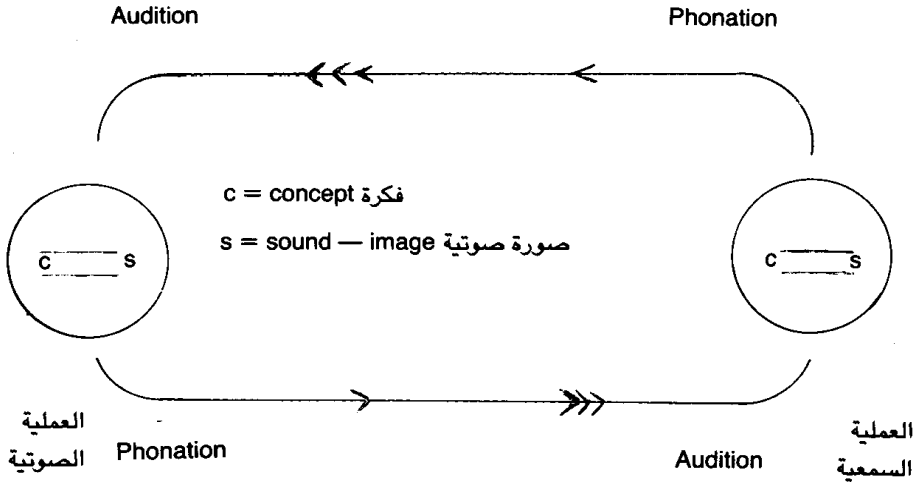
وقد ترجم العرب الكيموجراف إلى الممواج في ترجمة الحواس مسعودي لكتاب جان بيرو " اللسانيات " كان الممواج (Kymograph) هو الجهاز الكلاسيكي الذي يسمح بالنقاط وتسجيل الاهتزازات المطابقة لحركات الأعضاء ولتيار الهواء الفموي والأنفي ولاهتزازات الحنجرة " (جان بيرو، Jean Piro, 2001, P 26).

* **مختبر الكلام المحوسب (Computerized Speech Lab)** يحتوي هذا المختبر على " هاردوير و سوفت وير " صُممت للعمل مع الحاسوب الشخصي (pc) ويشتمل النظام على برمجيات سهلة التطبيق، كما يشتمل على " هاردوير " لاستقبال الإشارة الصوتية، وتحليلها رقمياً ومعالجتها بسرعة فائقة، وقد صمم المهندسون مختبر الكلام المحوسب؛ ليؤدي المهام المتعددة التي يتطلبها عمل كل من أخصائي معالجة مشكلات الصوت وتحليله (العناني، 2008، P145).

تحليل الصوت اللغوي

ترتكز الدراسة الصوتية على ثلاثة جوانب أولها: إنتاج الصوت اللغوي، والقيام بإصداره، وهو يمثل علم الأصوات النطقي، وثانيها: انتقال الصوت من المرسل إلى المستقل، وهو يمثل علم الأصوات الفيزيائي،

والثالث: استقبال الصوت (الأذن)، وهو يمثل علم الأصوات السمعي (دي سوسير، 1985، De Susser, 1985, P30).



شكل رقم (5) يوضح جوانب الدراسة الصوتية

وتتبع أهمية الدراسة الصوتية من خلال التحليل العلمي للغة، ودراسة دلالاتها وتنوعاتها الصوتية، وكذلك دراسة فن النطق أو ما يُعرف بالأداء (diction)، وكذلك المساعدة في بناء الألفبائيات والمعاجم اللغوية، أما عن الفائدة في مجال الدلالة والمعاني " فإن المنطوق لا يكتمل معناه ولا يتم تحديده وتوضيحه، إلا إذا جاء مكسوراً بكسانه المعين من الظواهر الصوتية التي تناسب مقامه، كالنبر، والتنغيم، والفواصل الصوتية " (بشر، 1987، P62, Bishr)

إن فهم الكلام المنطوق أكثر صعوبة من فهم الكلام المكتوب؛ لأن الكلام المنطوق يحتوي على ضجيج لا معنى له، ولا بد من حذفه عند تحليل الكلام، وكذلك اختلاف النطق من شخص إلى آخر، إضافة إلى اتفاق كلمات متعددة في نطق واحد مع اختلاف معناها، وهو ما يُعرف بالمشارك اللفظي مثل كلمة : (العين) ومن معانيها: العين المبصرة، والحسد، والجاسوس، ونجده في الانجليزية مثل: (right - write) (riten)، وبالتالي ينحصر برنامج التحليل الصوتي في وجود مسار نطقي متواصل ومتربط دون تقطعات . وربما من السهل على البرنامج معالجة الكلمات والأصوات المفردة دون المركبة، وخاصة الأصوات الصامتة والصائتة داخل الكلمات المفردة، وعلم الأصوات في طبيعته يعالج كل الظواهر الصوتية التي لا بد أن تُراعى عند التحليل مثل: الأصوات وسياقاتها من إدغام وتقخيم وترقيق، وكذلك الظواهر التطريزية التي سبق الحديث عنها مثل النبر والتنغيم.

ويمكن القول بأن برامج التحليل الصوتي لن تكون أحسن حالاً من برامج تحليل الكتابة؛ لأنها تحتاج إلى إمكانيات وجهود كبيرة، وتواجهها مشاكل وصعوبات فنية، ولكن الحوسبة الصوتية للصوامت والصوائت

خففت من هذه الصعوبات؛ لأن الحاسب الآلي ساعد في حل الرموز الصوتية، وتكاملها مع الأنظمة الحاسوبية؛ مما أدى إلى سهولة التعرف عليها .

ولتحليل الأصوات الصامتة والصائتة لا بد من تسجيلها بواسطة جهاز تسجيل الصوت، ثم نستمع من الجهاز إلى الأصوات بإعادتها أكثر من مرة، أما دور الحاسوب فهو المعالجة الآلية للأصوات اللغوية، أما التحليل فله برنامج خاص يقوم بتحليل الأصوات وعرض النتائج بكل دقة، ويقوم الحاسوب بتخزين المعلومات واسترجاعها وقت الحاجة، ومن أكثر البرامج المستخدمة في ذلك برنامج يُسمى " speech S . A- analysetir " (عبد الجليل، 2002، P352).

وهذا البرنامج الذي هو بمثابة محلل صوتي يعطينا في النهاية صورةً طيفيةً ملونةً تبرز فيها موجات صوتية مصاحبة للأداء الصوتي، وهذه الصورة الطيفية تساعد على معرفة خصائص الصوت اللغوي من حيث تردده وشدته وسرعته، ويبين لنا حالات تغير طيف التركيب الصوتي عبر الزمن، حين نجد اختلافاً للاهتزازات عند النطق بالصوائت والصوامت (أيوب، 1989، P267).

الإشارة الصوتية ومعالجتها

إن الهدف من تحليل الكلام المنطوق هو تمييز الإشارة الصوتية، وتتم هذه العملية ضمن حيز زمني (Time domain) الذي يشمل المقاطع البيانية، والتي من خلالها يتم اختبار مقاطع الكلام القصيرة التي تكون ثابتة في مدة زمنية محددة، ومن خلال تعامل الإنسان مع الحاسب الآلي استطاع بناء دوائر الكترونية دقيقة ذات مساحة صغيرة تمكنت من ترجمة أوامر البشر وفهمها.

وعن طريق تحول الإشارة الصوتية إلى أرقام ثنائية، يمكن التعامل مع الصوت الكلامي عبر الحاسوب، والصوت حركة اهتزازية تنتشر عن طريق جزيئات المادة، ويمكن تمييزها وتحليلها، وهناك عدة عوامل تؤثر في تشويش الإشارة الصوتية عند تسجيل الحرف، ومنها الوسط المحيط، والترددات العالية ضمن الحاسوب، والمصنّات (الميكروفون)، وبطاقة الصوت، والاختلاف الكبير لأصوات الإشارة الصوتية لكل حرف (مطر، 2008، Matar).

البصمة الصوتية (voice print)

هي مجموعة الخصائص الصوتية للمتحدث عن طريق التحليل الفيزيائي للموجات الصوتية؛ بهدف معرفة هوية المتحدث، بحيث تتطابق الخصائص الصوتية لكلام المتحدث مع الخصائص الصوتية المخزنة سلفاً لكلامه، وتستخدم في حالات الدخول إلى أنظمة حاسوبية، أو فتح الأجهزة الذكية من الهاتف المحمول أو فتح أبواب محددة (الغامدي، 1415 p15—14) (Al-Ghamdi) وتقوم مراكز الأدلة الجنائية باستخدام البصمة الصوتية في الكشف عن الجناة عن طريق الخصائص الفيزيائية للموجات الصوتية

المبحث الرابع : واقع اللسانيات الحاسوبية العربية وسبل الارتقاء بها.

يتدخل الحاسوب في جميع مجالات الحياة، ولقد بات من الضرورة أن تحظى اللغة العربية بالتدقيق، والتمحيص في كثير من جوانبها النظرية، والتطبيقية؛ وذلك لتهيئتها للمعالجة الآلية باستخدام الحاسوب، ولا يخفى على أحد منا ما لللسانيات الحاسوبية من دور فاعل، من خلال استخدام التكنولوجيا الآلية المتقدمة

في التعامل مع النصوص عن طريق التحليل والتركيب والتدقيق والتوصيف والإحصاء، والتخزين، والاسترجاع.

وإذا ما نظرنا بعين فاحصة إلى واقع اللسانيات الحاسوبية العربية نجد أنها لا يمكن مقارنتها بالتطور الحاصل في اللغات الأخرى، فأين لغتنا العربية من استخدام اللسانيات الحاسوبية في الأدب وخاصة في المناهج النصية التي تعتبر الإحصاء عاملاً فاعلاً في نقد النص؟ وأين لغتنا العربية من الترجمة الآلية كإحدى الثمرات التطبيقية للمعالجة الحاسوبية للغة؟ وخاصة من خلال الكم الهائل من الكتب، والمراجع، والأبحاث التي تحتاج إلى ترجمة؛ من أجل عرض أنفسنا، وثقافتنا على الثقافات الأخرى؛ لنرى أنفسنا ما لنا، وما علينا في عيون الآخرين.

وإذا ما نظرنا إلى واقع النحو العربي، والجهود المبذولة في حوسبته ومعالجته آلياً نجد أن معظم الدراسات والأبحاث التي أجريت على النحو العربي هي دراسات نظرية، ولكن الذي ينبغي التنبيه إليه أن هناك محاولات متعددة لحوسبة الصرف العربي لما لموضوعات الصرف من قابلية للحوسبة؛ لأن الصرف عبارة عن قوالب لغوية ثابتة يمكن معالجتها وحوسبتها بسهولة، أما حوسبة الأصوات اللغوية فالعمل فيها أقل من القليل، ولعل التحديات القائمة اليوم تزداد أمام اللغة العربية؛ لتقف في صف متقدم بين اللغات في مجال اللسانيات الحاسوبية، ويمكن تقسيم هذه التحديات إلى نوعين خارجية وداخلية، والتحديات الخارجية هي الأكثر تحدياً:

التحديات الخارجية التي تواجه اللغة العربية وهي:

- (1) ظهور الحواسيب فائقة السرعة، والتوسع في نظم الذكاء الاصطناعي الذي تعد آليات التعامل اللغوي من أهم مقوماته.
- (2) بداية ظهور النظم الآلية الجيدة التي تحاكي مهام الخبراء البشريين مثل: الخاصة بتشخيص الأمراض، وتقديم الاستشارات الفنية، وغيرها.
- (3) إمكانية إكساب النظم الآلية الخلفية اللازمة، وذلك باختزال مضمون الخبرة البشرية بكل ما تشمله من معلومات، ومعارف، ومهارات، وأحكام.
- (4) انتشار الحاسب كوسيلة للتعليم وخاصة دخوله في مجال تعليم اللغات.
- (5) تزايد أعداد المستخدمين العرب للحاسوب، واحتياجاتهم للتطبيقات العربية المختلفة.
- (6) التسابق العلمي، والتقني في العالم في مجال الترجمة الآلية. (علي، 1988، P388، Ali).

التحديات الداخلية التي تواجه معالجة اللغة العربية آلياً.

- (1) إسقاط علامات الشكل في معظم النصوص العربية، وهذا يشكل تحدياً للمحلل النحوي في معرفة الحالة الإعرابية للكلمة داخل الجملة.
- (2) تعدد حالات اللبس كاللبس النحوي، مثل (الطلاب والمدرسون المجتهدون) فكلمة المجتهدون يمكن أن تكون صفة للمدرسين أو للطلاب أيضاً، وكذلك اللبس المعجمي بأن يكون للكلمة أكثر من معنى مثل كلمة

(ساق) تأتي فعلاً مثل: ساق الرجل السيارة ، وتأتي اسماً مثل قوله تعالى : ﴿يُكْشَفُ عَنْ سَاقٍ﴾ وكذلك اللبس الصرفي بين الاسمية والوصفية، مثل كلمة (كامل) تأتي اسماً مثل: جاء كامل، وتأتي صفة مثل : هذا بدر كامل (علي، 392 – 401، 1988، Ali) .

(3) وبخصوص المستوى المعجمي فنجد قصور المعجم العربي نحويًا ودلاليًا: إنه يلزم المعجم العربي أن يتضمن المعطيات اللغوية: الصوتية، والصرفية، والنحوية، والدلالية، والتي نحتاجها عند المعالجة الآلية في مختلف المستويات.

(4) أما المستوى الصوتي فمن إشكالياته: نقل الصوت اللغوي من النطق البشري إلى الحاسوب؛ لتعدد اللهجات العامية، وعملية نقل العاميات إلى الحاسوب تواجه مشكلات حقيقية، ولعل البرامج المحوسبة في تحليل الصوت برامج بسيطة وهي في بدايتها لوجود هذه الإشكاليات .

ولا تعنى هذه الإشكاليات والتحديات أن اللغة العربية لغة عقيمة لا تصلح للمعالجة الآلية، وهذه الإشكاليات عادية تواجه كل اللغات، بل إن اللغة العربية مزايا ليست موجودة في غيرها مثل : الميزان الصرفي والاشتقاق والنسب والتصغير وهي : " لغة قليلة الشواذ، ووسطيتها بين اللغات جعلها تأخذ خير اللغات " (مجمع اللغة العربية، الأردن، 1996، P165، Arabic Language Complex, Jordan).

الخاتمة

إن من أهم ما يمكن أن نستخلصه من هذا البحث هو الحقيقة الثابتة التي لا مجال للشك فيها أن اللغة العربية لغة علم وحضارة، تستطيع أن تواكب التطور العلمي التقني، وخاصة في مجال الحاسوب، حيث يمكن تطويع آلياته وأنظمتها لتتواءم مع خصوصية اللغة العربية في جميع مستوياتها اللغوية، صوتية كانت، أم صرفية، أم نحوية، أم معجمية، أم دلالية، ولعلّ في الجهود المبذولة دليلاً على ذلك من خلال تمثيل الكلام المنطوق وتوليده آلياً، والتحليل الصوتي والتحليل الصرفي والتدقيق الإملائي والنحوي، والتعرف الضوئي على النصوص، وصناعة المعاجم الآلية، وإنشاء بنوك المصطلحات العلمية، وتقنيات البحث، واسترجاع النصوص، وتوليد الخطوط العربية آلياً .

وفي ضوء التطور السريع للحاسوب وبرمجياته وأنظمتها، يتطلب من علماء الحاسوب واللغة العرب أن يكونوا على أهبة الاستعداد لكل جديد في هذا المجال، ولعل الباحث في هذه الخاتمة يوجز أهم الاقتراحات والتي ورد الكثير منها في ثنايا البحث :

(1) توحيد الجهود العلمية العربية بين الحاسوبيين، واللغويين في مجال اللسانيات الحاسوبية؛ من أجل الوصول إلى أفضل النتائج في هذا الميدان، وخاصة في ظل التطور التقني المتسارع .

(2) الاهتمام بترجمة كل جديد يتعلق باللسانيات الحاسوبية، وتطبيق ما يمكن تطبيقه على مستويات اللغة العربية المختلفة.

(3) الارتقاء الأكاديمي بإنشاء قسم متخصص في مجال اللسانيات الحاسوبية، وتخصيص مساق خاص باللسانيات الحاسوبية، يُدرس كمتطلب جامعي في أقسام اللغة العربية في كليات الآداب والتربية والعلوم الإنسانية في الجامعات العربية .

(4) مشاركة المراكز اللغوية العربية في تطوير البرمجيات الحاسوبية التي تخدم مستويات اللغة المختلفة، والمساهمة في إنشاء المعاجم الآلية، وبنوك المصطلحات، وصناعة معجم موحد للمصطلحات اللسانية الحاسوبية.

(5) الاستفادة من تجارب رائدة في مجال اللسانيات الحاسوبية مثل تجربة الدكتور نبيل علي في كتابه (اللغة العربية والحاسوب) التي هي بمثابة الانطلاق نحو تأسيس لسانيات حاسوبية عربية .

(6) الارتقاء بحوسبة الأصوات اللغوية العربية، لدورها المؤثر في مستويات اللغة المتعددة، مع العلم بقلّة الأبحاث والدراسات المتعلقة بأصوات اللغة من خلال توصيف وتحليل النظام الصوتي الذي يعتمد على الصوامت والصوائت، وما يحدث فيها من تغيرات في سياقها الوظيفي .

قائمة المصادر والمراجع :

أولاً : الكتب

ابن أحمد، الخليل (1988م) *كتاب العين*، تح: مهدي المخزومي وإبراهيم السامرائي، المؤسسة الإعلامية للمطبوعات، بيروت.

أيوب، عبد الرحمن (1989م) *الكلام إنتاجه وتحليله*، ط1، طباعة ذات السلاسل، جامعة الكويت، الكويت.

بشر، كمال (1987م) *علم اللغة العام، الأصوات اللغوية*، مكتبة الشباب، القاهرة .

البلعبيكي، رمزي (1990م) *معجم المصطلحات اللغوية*، دار العلم للملايين، بيروت .

البواب، مروان والطيان، محمد (1996م) *أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية*، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس.

بيرلمان، باكوف (1993م) *الفيزياء المسلية*، تر: داود سليمان المنير، المكتبة الثقافية، بيروت .

جان بيرو (2001م) *اللسانيات*، تر: الحواسي مسعودي، دار الآفاق، سلسلة العلوم والمعرفة، الجزائر .

عبد الجليل، عبد القادر (2002م) *الأصوات اللغوية*، ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

عبد الجليل، عبد القادر (2002م) *علم اللسانيات الحديثة*، ط1، دار صفاء للنشر، الأردن.

ابن جني، *الخصائص*، ط2، تح: محمد علي النجار، عالم الكتب، بيروت .

ابن جني (1985م) *سر صناعة الإعراب*، ط1، تح: حسن هنداي، دار القلم، دمشق .

حجازي، محمود فهمي (1994م) *البحث اللغوي*، دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة .

حجازي، محمود فهمي (1997م) *مدخل إلى علم اللغة*، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة .

حجازي، محمود فهمي (2002م) *المعجمات العربية وموقعها بين المعجمات العالمية*، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

حسان، تمام (1990م) *مناهج البحث اللغوي*، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

دي سوسير (1985م) *علم اللغة العام*، تر: يويل عزيز، دار آفاق عربية، بغداد.

السعران، محمود (1997م) *علم اللغة مقدمة للقارئ العربي*، ط2، دار الفكر العربي، القاهرة.

سيبويه (1983م) *الكتاب*، تح: عبد السلام هارون، ط1، عالم الكتب، بيروت.

ابن سينا (1983م) *رسالة أسباب حدوث الحروف*، ط1، تح: محمد حسن الطيان ويحيى مير علي، دار الفكر، مطبوعات مجمع اللغة العربية، دمشق، سوريا.

شاهين، عبد الصبور (1980م) *المنهج الصوتي للبنية العربية*، مؤسسة الرسالة، بيروت.

العاني، سلمان حسن (1983م) *التشكيل الصوتي في اللغة العربية " فونولوجيا العربية "* ط1، طبعه ونشره النادي الأدبي الثقافي، جدة، السعودية.

علي، نبيل (2002م) *الثقافة العربية وعصر المعلومات*، سلسلة عالم المعرفة، الكويت.

علي، نبيل (1988م) *اللغة العربية والحاسوب*، مؤسسة تعريب، الكويت.

ابن عمر، محمد صالح (1986م) *الثورة التكنولوجية واللغة*، ط1، دار الشؤون الثقافية العامة، والإعلام، بغداد.

العناني، محمد اسحق (2008م) *مدخل إلى الصوتيات*، ط1، دار وائل للنشر، الأردن.

الغامدي، منصور (2001م) *الصوتيات العربية*، ط1، مكتبة التوبة، الرياض.

فتاوى كبار الكتاب والأدباء في مستقبل اللغة العربية ونهضة الشرق العربي وموقفه إزاء المدنية الغربية، (2003م) سلسلة آفاق ثقافية، الكتاب الشهري، رقم4، وزارة الثقافة، دمشق.

القماطي، محمد منصف (1986م) *الأصوات ووظائفها*، منشورات جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا.

الكمار، رأفت (2006م) *الحاسوب وميكنة اللغة العربية*، دار الكتب العلمية للنشر، القاهرة.

كنالي، وجدان محمد، *اللسانيات الحاسوبية (الإطار والمنهج)*، المعهد الإسلامي للبحوث، أندونيسيا.

إبراهيم، مجدي محمد (2011م) *في أصوات العربية دراسة تطبيقية*، ط1، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.

الموسى، نهاد، (2000م) *العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية*، ط1، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت.

الوعر، مازن (1989م) *دراسات لسانية تطبيقية*، ط1، دار طلاس، دمشق، سوريا.

ثانياً : الرسائل الجامعية

البسومي، حسين محمد (2011م) *اللبس الدلالي في المعالجة الآلية للغة العربية المعاصرة المكتوبة*، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية دار العلوم، جامعة القاهرة.

الزبيدي، فالح (1992م) *تطبيق النظرية التوليدية التحولية على اللغة العربية حاسوبياً*، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، العراق .

ثالثاً : الدورات والمؤتمرات

أحمد، إيمان فتحي ومصطفى، علي بسام (2007م) *التقليل من الضوضاء المتداخلة مع الكلام*، مجلة التربية والعلم، جامعة الموصل، المجلد 19 العدد 2 .

الخطيب، حسام، *العربية في عصر المعلوماتية (تحديات عاصفة ومواجهة متواضعة)*، مجلة التعريب، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر ع 15.

العارف، عبد الرحمن محمد (2007م) *توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية - جهود ونتائج*، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، العدد 73 .

علي، نبيل (2007م) *فجوة العقل اللغوي العربي*، مجلة المعلوماتية واللغة العربية، العدد 16.

الغامدي، منصور (1415هـ) *التعرف على المتحدث من خلال صوته " البصمة الصوتية "* مجلة كلية الملك خالد العسكرية، العدد 54 .

مجمع اللغة العربية (1996م) *الحاسوب والنحو العربي*، الموسم الثقافي الرابع عشر، الأردن .

مطر، سمير (2008م) *تمييز الأصوات العربية آلياً*، مجلة المعلوماتية، العدد 28 .

الخطيب، حسام (2009م) *العربية في عصر المعلوماتية (تحديات عاصفة ومواجهة متواضعة)*، مجلة التعريب، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر ع 15.

References:

- Abdul Jalil, A. (2002). *Linguistic Voices*, V 1, Safa House for Publishing and Distribution, Amman,
- Abdul Jalil, A. (2002). *Modern linguistics*, V1, Safa Publishing House, Jordan.
- Ahmed, I. and Mustapha A. (2007). Reducing Noise Intertwined with Speech, *Journal of Education and Science*, University of Mosul, Issue 2, P 122-137.
- Al-Ani, S. (1983). *Arabic Phonology*, 1, printed and published by the literary club, Jeddah, Saudi Arabia.
- Al-Aref, A. (2007). The use of computer linguistics in the service of Arabic linguistic studies efforts and results, *Journal of the Jordanian Arabic Language Academy*, Issue 73, P 47-96.
- Al-Bawwab M. and Al-Tayan M. (1996). *The Arabic Language in Informatics*, Arab Organization for Education, Culture and Science, Tunisia.
- Al-Ghamdi, M. (2001). *Arabic Phonetics*, V2, Library of repentance, Riyadh.

- Al-Kamar, R. (2006). *Computer and Mechanization of the Arabic Language*, Dar Al-Kuttab Al-Alami for Publishing, Cairo.
- Ali, N. (2007). The gap of the Arabic linguistic mind, *Journal of Informatics and the Arabic language*,. Issue 16, P 1-35.
- Ali, N. (2002). *Arab Culture and the Information Age*, Knowledge World Series, Kuwait
- Ali, N. (1988). *Arabic language and computer*, Arabization Foundation, Kuwait.
- Al-Mousa, N. (2000). *Towards a New Characterization in the Light of Computer Linguistics*, p1, Arab Institute for Studies and Publishing, Beirut.
- Al-Qamati, M. Moncef (1986). *Voices and Functions*, Al-Fateh University, Tripoli, Libya.
- Anani, M. (2008). *Introduction to the audio*, V1, Dar Wael Publishing, Jordan.
- Ayoub, A. (1989). *Speech production and analysis*, V I, print chains, Kuwait University, Kuwait.
- Al-Wa'ar, M. (1989). *Applied Language Studies*, V1, Dar Tlass, Damascus, Syria.
- Al-Zubaidi, F. (1992). *Applied Transformational Theory on Arabic Language*, Master Thesis, University of Baghdad, Iraq.
- Alsaran, M. (1997). *Linguistics Introduction to the Arab reader*, V 2, Dar al-Fik al-Arabi, Cairo
- Al-Khatib, H. (2009). Arabic in the era of Informatics (storm challenges and modest (confrontation), *Arabization magazine*, Arab Center for Arabization, translation, authorship and publication.
- Arabic Language Academy (1996). *Computer and Arabic Grammar*, The Fourteenth Cultural Season, Jordan.
- Al-Ghamdi, M. (1998). The speaker was identified by his voice "The Voice Footprint" *Journal of King Khalid Military College* , Issue 54, P 1-30.
- Baalbeki, R. (1990). *Dictionary of linguistic terms*, Dar al-Ilm for millions, Beirut.
- Basoumi, H . (2011). *Semantic confusion in the automatic processing of the contemporary written Arabic*, unpublished doctoral thesis, Faculty of Dar A Uloom, Cairo University.

- Bisher, K. (1987). *General Linguistics, Language Voices*, Youth Library, Cairo.
- Susser, (1985). *General Linguistics*, Tr: Aziz A. Afaq Arab House, Baghdad. *Fatwa of Senior Authors and Writers in the Future of Arabic Language and the Rise of the Arab East and its Attitude towards Western Civilization*, (2003) Cultural Horizons Series, Monthly Book, No. 4, Ministry of Culture, Damascus.
- Hassan, T. (1990). *Language Research Methods*, The Anglo-Egyptian Library, Cairo.
- Hegazi, M. (1994). *linguistic research*, Dar Gharib for printing, publishing and distribution, Cairo.
- Hegazi, M . (1997). *Introduction to Linguistics*, Dar Koba for Printing Publishing and Distribution, Cairo.
- Hejazi, M. (2002). *The Arab Movements and its location among the World Movements*, National Council for Culture, Arts and Letters, Kuwait.
- Ibn Jinni, (1985). *The Secret of the Industry of Expression*, V1, by: Hasan H. Dar Al-Qalam, Damascus.
- Ibn Jinni, (1955). *Characteristics*, V 2, by: Mohamed Ali Alnajjar, World of Books, Beirut.
- Jean, P. (2001). *Linguistics*, Tr: Al-Hawasi Masoudi, Dar Al-Afaq, Science and Knowledge Series, Algeria.
- Perleman, B. (1993). *The Fascinating Physics*, by: Dawood Sulaiman Al-Munir The Cultural Center, Beirut.
- Samir, S. (2008). Automatic Arabic Voice Recognition, *Journal of Informatics*, Issue 28.
- Shahin, .S. (1980). *The Phonological Approach of the Arab Structure*, Al-Resala Foundation, Beirut.
- Sibweh, (1983). *The Book*, by: Abdel Salam Haroun, V 1, World of Books, Beirut.
- Ibrahim, M . (2011). *in the Voices of Arabic applied study*, V 1, the library of the Egyptian Renaissance, Cairo.

- Ibn Sina,. (1983). *letter of the reasons for the occurrence of the letters*, Inv Mohamed H. and Yahya M , *publications compound Arabic language*, Dar al- Fikr, Damascus, Syria.
- Ibn Ahmad, (1988). *Al-Ain Book*, Inv: Mehdi Makhzoumi and Ibrahim Al-Samarrai, Media Foundation of Publications, Beirut.
- Ibn Omar M. (1986). *Technological Revolution and Language*, V1, House of Public Cultural Affairs, Media, Baghdad.
- Kanali, W. *Computational Linguistics (Framework and Methodology)*, Islamic Research Institute, Indonesia.
- Khatib, H. Arabic in the era of Informatics (storm challenges and modest confrontation), *Arabization magazine*, Arab Center for Arabization, translation, authorship and publication.