المعالجة الآليَّة للغة العربيَّة
في ضوء الفجوة الرقميَّة والانفجار المعرفيِّ

أ.د.م / محمد خليفة محمود
أستاذ النحو والصرف والعروض المساعد
(كلية دار العلوم – جامعة المنيا)

أولًا: الإطار العام:

١- الموضوع:

مع التنامي المتزايد لتطبيقات تكنولوجيا المعلومات في كافة مجالات الحياة للدرجة التي لم يعد هناك مجال من المجالات يخلو من مثل هذه التطبيقات، ومع التزاوج غير المسبوق بين تكنولوجيا المعلومات وتكنولوجيا الاتصالات؛ هذا التزاوج الذي أدى إلى ظهور مصطلح القرية العالمية (The Global Village) الذي أصبح بحق هو سمة العصر، فلم يعد من الممكن لأيِّ أمةٍ أن تقفَ بمعزلٍ عن هذا التطور التكنولوجيِّ الهائل والمتسارع في الآن ذاته، وإلا فقد حكمت على نفسها إمَّا بالتخلُّف عن ركب العصر، أو فقدت لغتها ومن ثَمَّ تراثها، وستجد الأجيال الجديدة نفسها مضطرة إلى استخدام لغة أخرى لا تجعلها بمنأى عن مواكبة ركب التقدم، وإذا كان كلا الأمرين مرفوضًا من أيِّ أمةٍ تعتز بنفسها، وبتراثها، وبهويَّتها؛ فإن الأمة العربية تكون هي الأكثر مسؤوليةً من غيرها من الأمم أمام الله رب العالمين، ثم الحضارة البشرية جمعاء في الحفاظ على لغتها العربية لغة القرآن الكريم.

ولقد تجلَّت حكمة المولى -عزَّ وجل-باختياره، وتشريفه للغة العربية بإنزال القرآن الكريم بلسانٍ عربيٍّ مبين كما في قوله تعالى: "إِنَّا أَنزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا لَّعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ"(١)؛ فالبناء الرياضي (Mathematical Structure) غير المتكرر للغة العربية أتاح لها القدرة على استيعاب العلوم الحديثة، والتطور اللامحدود تبعًا لمقتضيات العصر دون أن تفقد طابعها المميِّز لها، أو سماتها الأساسية. وتعتبر تقنيات المعالجة الآليَّة للغة العربية هي البناء التحتيُّ الأساسيُّ (Basic Infrastructure) الواجب توفيره؛ حيث يعلوها بناء كافة التطبيقات الأخرى، ولا تقف تقنيات المعالجة الآلية -في الوقت الراهن- عند حدِّ إدخال البيانات

والمعلومات واستخراجها (Input / Output)، بل تمتد –أيضًا– إلى التطبيقات اللغويَّة التخصُّصيَّة من تدقيقٍ إملائيٍّ (Spelling Checking)، وتدقيقٍ نحويٍّ (Grammar Checking)، وتحليلٍ صرفيٍّ (Morphological Analysis)، وترجمةٍ آليةٍ (Translation Machine)، وكذلك تقنيات التعرُّف الضوئيّ (Optical Character Recognition) على الكتابات الآليَّة (Type Setting)، واليدويَّة (Hand written) وتمييز الحديث (Voice Recognition)، وقراءة النصوص (Text to Speech)... وما إلى ذلك من تقنيات أساسية.

ولقد قامت عدة مؤسسات، وشركات عربية رائدة بجهودٍ كبيرةٍ لا يمكن إغفالها في مجالات المعالجة الآلية للغة العربية؛ بحيث أصبح من المتاح –الآن– الحصول على العديد من التقنيات الأساسية التي تلبِّي احتياجات المستخدم العربي، إلا أن الطريق ما زال طويلًا في اتجاه المزيد من التقنيات؛ حتى نتمكن من مسايرة المتوافر منها في اللغات العالمية الأخرى.

ويشهد العقد الحالي من القرن الحادي والعشرين تدفقًا سريعًا للغاية لتطبيقات تكنولوجيا المعلومات من نظم تشغيل، وبرامج، وتطبيقات، لا يخفى ما لها من أهمية حيوية، وأثر إيجابي؛ لتطويعها للتعامل مع اللغة العربية، ولا يخفى على المراقب المحايد أن الوقت الذي يمضي بين طرح هذه البرامج بلغتها الأصلية التي –غالبًا ما تكون الإنجليزية– وبين طرحها باللغة العربية–وقت طويل للغاية مقارنةً مع الإصدارات باللغات الأخرى أوربيةً كانت، أو شرق آسيوية، وفي عصر يحسب فيه الزمن بكسور الثانية، وليس بالأيام أو الأسابيع.

وإذا كان حجم السوق العربي الحالي يقف عقبة أمام المزيد من الأبحاث المطلوبة في هذا السبيل؛ حيث إن حجم الطلب ما زال يقل بكثير عن حجم مثيله في الدول الأخرى، ولعل نسبة الحواسيب إلى تعداد السكان هي أكبر دليل على ذلك، فبينما تبلغ هذه النسبة في الولايات المتحدة وكندا نسبة

٤:١، وفى أوروبا ٨:١ تبلغ هذه النسبة في العالم العربي حوالي ٢٠٠:١، كما أن أسلوب الكتابة العربية الحالي قد يمثل عقبة –أيضًا– في الاتجاه نفسه، علاوةً على أنَّ غياب حركات التشكيل في أغلب الكتابات الحديثة، وغلبة الشكل الجماليّ على القيمة العلمية وغيرها يؤثر تأثيرًا سلبيًّا على هذا المجال.

ومعالجة اللغات الطبيعية (بالإنجليزية NLP) هي مجال علوم الحاسوب، واللغويات المعنية بالتفاعلات بين الحاسوب واللغات الطبيعية، والتي بدأت فرعًا من الذكاء الاصطناعي، والتي بدورها متفرعة من المعلوماتية.

جديرٌ بالذكر أنَّ هنالك جدلًا دائرًا حول تقارب، وتباين معالجة اللغة العربيَّة (بالإنجليزية ALP) عن مجال اللغويات الحاسوبية، وقد قامت جمعية اللسانيات الحاسوبية بتوضيح أهمية اللغويات الحاسوبية على أنَّها تركز على الجوانب النظرية والتطبيقية لمعالجة اللغة العربية، وترتكز الخوارزميات الحديثة لمعالجة اللغة العربية على تعلم الآلة، وبخاصة تعلم الآلة الإحصائيّ؛ فالأبحاث الحديثة في خوارزميَّات تعلم الآلة الإحصائيِّ تتطلب فهم عددٍ من المجالات المتباينة، بما في ذلك اللغويات، وعلوم الحاسب، والإحصاء.

تفهم الكثرة الغالبة –من المستخدمين للحاسبات وتكنولوجيا المعلومات–العلاقة بين الحاسب واللغة على أن الحاسب قد قدَّم إمكانات كبرى أعانت –ولا تزال– على دراسة اللغات الإنسانية ولا سيما اللغة العربية، وتحليلها، وتبسيطها وتيسير تعليمها. أما اللغة فكانت وما تزال هي الوعاء، أو الوسيط الذى يتم من خلاله تفاعل الإنسان مع الحاسب، بيد أن العلاقة ليست كذلك بالضبط؛ فالخبراء، والعلماء، والمتخصصون ينظرون إليها نظرة أخرى جليَّة التباين؛ حيث تنطوي على الكثير من التعقيدات، والجوانب الغامضة وغير المفهومة بالنسبة للكثيرين، فهم يرون أن القسم الأعظم من هذه العلاقة يقع تحت نطاق المعالجة الآلية للغة،

وللوهلة الأولى يبدو المصطلح صعبًا، وغير مفهوم على الرغم مما يحمله من تحديات جمَّة، ومخاطر عظيمة الشأن خاصةً على لغة مثل لغتنا العربية التي تواجه – في هذا السباق التكنولوجي– تهديدات لا حصر لها؛ لذلك فإن الخطوة الأولى في فك هذا اللغز هي أن نعرف ماذا تعني المعالجة الآلية للغة سواء للعربية أو غيرها؟

لقد مرت اللغة العربية بتحدٍ كبير عندما دخل الإسلام أممًا غير عربية؛ حيث عكف علماء اللغة العربية على صياغة قوانين النحو، والصرف، وغيرهما من علوم اللغة العربية؛ بغرض الحفاظ على اللغة العربية وتعليمها لغير أهلها.

وفى الوقت الراهن تمر اللغة العربية بتحدٍ آخر؛ وهو الحاجة لتطوير الحاسب الآلي ليصبح قادرًا على فهمها ومعالجتها، والوفاء بمتطلباتها على أعلى مستوى ممكن، ويتطلب ذلك تعاونًا بين علماء اللغة العربية وعلماء الحاسب، وبخاصة علماء المعالجة الآلية للغات الإنسانية.

٢- أسباب اختيار الموضوع:

١. التطور الهائل في علوم اللغة العربية، وخضوعها للمعالجة الرياضية والمنطقية.
٢. التقدم العلمي في تقنيات الحاسب ومكوناته، ولغات برمجته، وأساليب الذكاء الصناعي.
٣. الاستعانة باللغات البشرية في تصميم لغات برمجة راقية تتسم بالقوة والمرونة.
٤. تطلب الانفجار المعرفي استحداث وسائل آلية لتنظيم هذا الكم المتزايد من المعلومات، وتحسين كفاءة تخزينها واسترجاعها وتوظيفها.
٥. انتشار الحواسيب الشخصية والمنزلية كإحدى أهم وسائل التعليم والتعلم، وبخاصة تعليم وتعلم اللغات بشكلٍ يحتِّم ضرورة التعامل معها بلغةٍ طبيعيةٍ كاللغة العربية.

٦. ظهور النظم الآلية الخبيرة التي تستطيع الإحصاء أو تشخيص العلل، وتقديم الاستشارات الفنية والقانونية والنظم الآلية للتعليم الذاتي؛ التي تتطلب قدرة على الحوار مع المستخدم البشري بلغة سهلة مثل لغته الطبيعية، لا سيَّما اللغة العربيَّة.

٣- أهداف الدراسة:

أ) الأهداف طويلة المدى:

١. إفادة اللغة العربية وعلومها من الثورة الإلكترونية الهائلة، والطريق الموصلة إلى ذلك.

٢. التأكيد على أهمية مشاركة علماء اللغة في جهود المعالجة الآلية للغة العربية.

٣. وضع نواة للتفاهم المشترك ما بين علماء اللغة العربية، وعلماء الحاسب العاملين في مجال المعالجة الآلية للغات.

٤. التعرف على المشكلات المختلفة التي تواجه معالجة اللغة العربية آليًّا، ومحاولة إيجاد حلول جذرية لها.

٥. التعرف على إمكانات اللغة العربية في تخزين المعلومات في قواعد البيانات، واسترجاعها، والعمل على ذلك.

ب) الأهداف المباشرة

التعريف بالمعالجة الآلية للغة العربية من حيث:

١. المفاهيم الأساسية.

٢. الفرص والتحديات.

٣. الطرق والتقنيات.

٤. مثال لنظام معالجة آلية للغة العربية.

٤- المنهج والأدوات المتَّبعة:

المنهج المُتَّبَع هو المنهج الوصفيّ القائم على التحليل، الذي يمتاز عن بقية مناهج البحث الأخرى بتتبعه للظاهرة محل الدراسة استناداً إلى المعلومات المتوفرة عنها، ونقوم -من خلال هذا البحث- باتِّباع خطوات منظمة في معالجة الظواهر والقضايا، وهو أحد أنماط التفكير العلمي، وإحدى طرق العمل المعتمدة بهدف تنظيم الدراسة العمليَّة، وتحليلها بغية تحقيق الأهداف المرجوَّة.

٥- الدراسات السابقة:

١- علي، نبيل: "اللغة العربية والحاسوب"، مؤسسة تعريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، ١٩٨٨م.

٢- عبد الستار، سعد، ونعمان، محمد نعمان: "فهم الحاسوب للجمل العربية"، وقائع بحوث المؤتمر الوطني الأول للحاسبات في العراق، بغداد، ١٩٩٢م.

٣- عبد الباقي، سلمى: "معجم عربي معرفي لفهم اللغة العربية"، رسالة دكتوراه، جامعة البصرة، كلية العلوم، علوم الحاسبات، ٢٠٠١م.

٤- خلف، زينب علي: "تطبيق محوسب لمعالجة الجمل العربية بتفسير علاقات الترادف" رسالة ماجستير، جامعة البصرة، كلية العلوم، علوم الحاسبات، ٢٠٠١م.

٥- ضمد، يسرى مالك: "تصميم وبناء معجم دلالي حاسوبي لدعم المعالجة الآلية للغة العربية"، رسالة دكتوراه، جامعة البصرة، كلية العلوم، علوم الحاسبات، ٢٠٠٦م.

٦- مهديوي، عمر: "خوارزميات توليد الأسماء في اللغة العربية"، المغرب، ٢٠٠٦م.

٧- ناصر، ميساء عبد الكريم: "نظام صرفي نحوي دلالي لبعض المفاهيم الأساسية في اللغة العربية"، مجلة بابل، المجلد (الرابع عشر)، العدد الثالث، العراق، ٢٠٠٨م.

ثانيًا: الدراسة النظرية والتطبيقية:

أولًا: علم المعالجة الآلية للغة العربية (تعريفات) [٢]

Natural Language Processing

١) علم معالجة اللغة العربية:

هو أحد فروع علم الحاسب الذي يُعنى بالتفاعل بين الحاسب واللغة العربية، وغالبًا ما يندرج كأحد أقسام علم الذكاء الاصطناعي، ويمكن تعريفه أيضًا بوصفه مجموعة من الطرق ذات الأساس النظري، والتي تقوم بتمثيل النصوص العربية، والكلام البشري على مستوى واحد أو أكثر من المستويات اللغوية؛ وذلك بهدف معالجة اللغة العربية بطريقة تشبه معالجة البشر (أبناء اللغة) لها في إطار مجموعة من المهام والتطبيقات.

٢) إطار علم معالجة اللغة العربية:

تضطلع أنظمة الفهم الآلي بتحويل اللغة البشرية متمثلة في اللغة العربية (موضوع الدراسة) إلى نماذج حسابية يسهل على برامج الحاسب التعامل معها. كما تقوم أنظمة التوليد الآلي بتحويل المعلومات المخزنة في قواعد البيانات داخل الحاسب إلى لغة بشرية مقروءة، أو مسموعة كاللغة العربية.

٣) شرح التعريف:

إنَّ المعالجة الآلية للغة العربية ليست هدفًا في حد ذاتها، ولكنها تستخدم في تطبيقاتٍ مثل: استرجاع واستخلاص المعلومات، والترجمة الآلية، وإجابة الأسئلة بطريقة آلية وغيرها. ولم يحدد التعريف طرقًا معينة للمعالجة الآلية؛ وهذا مقصود لعدم اقتصار المعالجة الآلية للغة العربية على طريقةٍ أو على أمر بعينه، والتي تقوم

بتمثيل النصوص والكلام البشري، وتعبير النصوص، ولعلَّ الكلام البشري لم يحدد لغةً معينةً أو نوعًا معينًا؛ بل إنَّه امتدَّ ليشمل كل النصوص، وكذا الكلام المنتج بواسطة البشر على مستوى واحد أو أكثر من المستويات اللغوية. كما أنَّ تعبير المستويات اللغوية يوحي بأن هناك أكثر من مستوى للتعامل مع اللغة؛ وذلك بهدف معالجة اللغة على الرغم من كون الهدف البعيد لنظم المعالجة الآلية للغة العربية هو فهم اللغة العربية فهمًا يشبه فهم البشر (أبناء اللغة) لها، إلا أن هذا الهدف لم يتم تحقيقه حتى وقتنا هذا؛ لذا فإنَّه قد تفتت إلى أهداف أصغر قابلة للتحقيق بطريقةٍ تشبه معالجة البشر لها، ولعل التعبير بقولنا: (تشبه معالجة البشر). يجعل من المناسب تصنيف علم المعالجة الآلية للغة العربية تحت علم الذكاء الاصطناعي.

٤) أقسام علم المعالجة الآلية للغة العربية[٣]:

أ. المعالجة الآلية للغة العربية: وتعنى بتحليل النصوص أو الكلام باللغة العربية، وتمثيله بشكلٍ قابلٍ للتعامل مع الحاسب؛ ليشبه ما يقوم به القارئ، أو المستمع البشريّ.

ب. الإنتاج الآليّ للغة العربية: ويُعنى بإنتاج نصوص أو كلام باللغة العربية بناءً على التمثيل اللغوي داخل الحاسب؛ ليناظر، ويحاكي دور الكاتب، أو المتحدث البشريّ.

٥) مفاهيم أساسية[٤]:

١- مجموعة الذخيرة اللغوية Corpus .

٢- بنك الأشجار اللغوية Treebank .

٣- علم اللغويات الحاسوبية Computational Linguistics.

٤- تكويد اللغة Language Encoding.

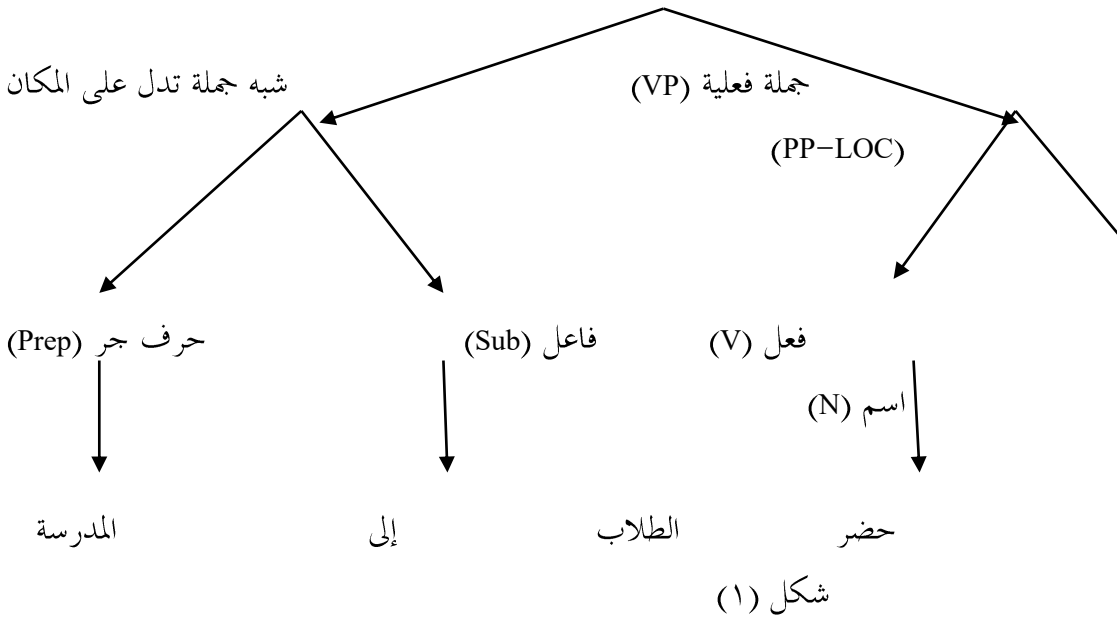
١ – مجموعة الذخيرة اللغوية Corpus :

مجموعة كبيرة مهيكلة من النصوص في صورة إلكترونية تستخدم في:

١. التحليل الإحصائيُّ.
٢. التأكد من صحة الفرضيَّات اللغويَّة.
٣. التأكد من استخدام القواعد اللغويَّة ومن صحتها، وذلك في إطار تطبيقاتٍ أو خلفياتٍ لغويةٍ محددةٍ.

٢ - بنك الأشجار اللغوية Tree bank :

هو عبارة عن مجموعة من الذخيرة اللغوية التي تم إعراب كل جملها على أن يكون إعراب الجملة على شكل شجرة؛ لذا فقد اصطلح على تسميته بـــ (بنك الأشجار) ، فمثلا الجملة: حضر الطلاب إلى المدرسة. يمكن تمثيل بنائها النحويّ بالشجرة التالية:



شكل (١)

ولتحويل هذا البناء الهيكلي إلى ملفٍ يمكن أن يمثل كالتالي:

(جملة فعلية؛ (فعل: كتب، فاعل: الولد))

(شبه جملة؛ (حرف جر: في، اسم: المدرسة))

وهو تمثيل مبسط يمكن فهمه بواسطة البشر –أيضًا–مع مراعاة ترتيب الأقواس.

٣ – علم اللغة العربية الحاسوبيّ:

هو الدراسة العلمية للغة العربية من منظورٍ حاسوبيٍّ؛ حيث يهتم المختصُّون بهذا العلم ببناء نماذج حسابية لمختلف الظواهر اللغوية في اللغة العربية، ويمكننا تقسيمه كما يلي:

أ – تبعًا للوسيط الذي تنقل بواسطته اللغة العربية في إطار معالجتها؛ سواءً أكان نصًّا أو كلامًا منطوقًا.

ب – تبعًا للمهمة التي يجري الاضطلاع بها؛ سواءً أكانت تحليلًا للغة وفهمها، أو توليدًا آليًّا للنصوص والكلام.

الدوافع البحثية:

١– التعقيد الحسابي للغة العربية.

٢– علم الدلالة الحسابي: وهو عبارة عن قواعد منطقية لتمثيل اللغة.

٣– التعامل مع مجموعات الذخيرة اللغوية Corpus بمساعدة الحاسوب.

٤– تصميم المُعرِبات (المُحَلِّلات النحويَّة) الآليَّة.

٥– تصميم الموسِّمات الآلية: توسيم كل عنصر في الجملة بالدور الذي يؤديه فيها.

٦– الترجمة الآلية.

٤ – تكويد اللغة Language Encoding:

يتم عن طريقه استبدال رموز اللغة العربية بأرقام، وذلك تمهيدًا لمعالجتها باستخدام الحاسب الآلي، ويعتبر نظام التكويد أو التشفير الموحد Unicode شاملًا لكلِّ الرموز

اللغوية الخاصة بكافة اللغات، وليست اللغة العربية فحسب.

ثانيًا: نشأة وتطور علم المعالجة الآلية للغة العربية (٥):

ثماره:

١ – شرح تاريخ ونشأة علم المعالجة الآلية الخاصة بها.

٢ – فهم ميزات وعيوب الأجيال المتتابعة للمعالجة الآلية لها.

النشأة في سطور:

جرى الاتصال بين البشر منذ آلاف السنين عبر اللغة الإشارية والمنطوق الكلامي، ثم تلتها الكتابة منذ قرابة ستة آلاف سنة، ثم تطور التواصل بين الشعوب حتى وصل إلى عالم النت، ثم استمر حتى وصل إلى المعالجة الآلية (الثورة الإلكترونية في المعلومات)، وكان ذلك في أربعينيات القرن العشرين وتحديداً في ١٩٤٤م، وكان نصيب اللغة العربية على الانترنت منذ عهد غير بعيد قد وصل فقط إلى ١%، ونصيب اللغة الإنجليزية وصل إلى حوالى ٨٠%، وفي أواخر التسعينيات وصلت الثورة الإلكترونية إلى مرحلة الأقراص المغناطيسية أو أقراص الليزر المدمجة (cd)، أو الأقراص الرقمية المتنوعة (dvd).

وتعد الترجمة الآلية أولى تطبيقات التعامل مع اللغة البشرية باستخدام الحاسوب، وكان الظن بأنها عملية سهلة تعتمد على قواميس للغتين المراد الترجمة بينهما، ولم يأخذ هذا الأسلوب في الترجمة بعين الاعتبار التباس المعاني لبعض الكلمات، وتعدد المعاني لنفس الكلمة؛ لذا فقد أسفر –على الرغم من فوائده– عن نتائج سيئة حفزت علماء اللغة إلى أهمية وضع قواعد لغوية تفرِّق بين المعاني المختلفة، وقد أخذ في الانتعاش عام ١٩٥٧م؛ بابتكار فكرة القواعد اللغوية التوليدية التي اعتمدت على نماذج رياضية تتيح التوليد الآلي –لكل الجمل الصحيحة– للغة، وقد صاحب ذلك انقسام الباحثين إلى قسمين؛ الأول: وذلك الذي عُني بمعالجة الكلام.

أمَّا الآخر: فقد عُني بمعالجة النصوص، وقد سلك الباحثون الطرق الإحصائيَّة في معالجة الكلام، كما نهضوا –أيضًا–في معالجتهم للنصوص على الجوانب النظرية في القواعد اللغوية، وقد توصلوا في السنوات الأخيرة إلى فائدة الدمج بين الطريقة الإحصائية، والطريقة القواعدية الرمزية، كما حدث نمو كبير في هذا العلم؛ نظرًا لاتصال العالم ببعضه البعض على شبكات الإنترنت، والتطور الكبير في قدرات الحاسوب.

أمَّا بالنسبة للمعالجة الآلية للغة العربية فقد بدأت فعليًّا في أواخر القرن العشرين عام ١٩٧٨م، وعلى الرغم من وجود بعض المحاولات في السبعينات، فهذه المحاولات كانت بهدف التحليل المورفولوجي، وتحليل المفردات فحسب. أمَّا حاليًا فباستطاعتنا أن نتكلم عن المعالجة الآلية للغة العربية؛ نظرًا لأنَّ الكتابة بالعربية عن طريق الحاسوب قد أصبحت متوافرة وسهلة؛ مما أدى إلى وجودٍ غزيرٍ للمدونات الرقميَّة، وقد عانت اللغة العربية من مشاكل عدة في ترميزها وكتابتها على الحاسوب؛ إذ إنَّ الحاسوب كان مصمَّمًا للكتابات اللاتينية فحسب، تلك التي تُكتَب من اليسار إلى اليمين. أما اللغة العربية –كما نعلم–فتُكتَب من اليمين إلى اليسار، وهذا في مجال المعلوماتية والكتابة الرقمية ليس بالأمر اليسير بالمقارنة بما يتمُّ –في الوقت الحالي–من عملياتٍ معقَّدة، إلا أنَّه على الرغم من التطور التقني الهائل، فإنَّ نقل بعض النصوص من نظامٍ الى آخر يؤدي في أغلب الأحيان إلى التغير في كتابة الأرقام (من الهنديَّة إلى العربيَّة أو العكس)، كما نجد –أيضًا– صعوبةً في إدخال كلمةٍ بلغةٍ أجنبيةٍ في نصٍّ عربيٍّ؛ وذلك نظرًا لتباين البنى التركيبية من لغةٍ إلى أخرى.

إنَّ المعالجة الآلية للغة العربية لها أهمية استراتيجية كبرى، فهي تُعَدُّ من أكثر اللغات المحكيَّة في العالم، وقد اعتبرتها الأمم المتحدة عام ١٩٧٤م اللغة السادسة في العالم، وكما نعلم فإنَّ البلدان العربية هي سوقٌ عالميٌّ، وقد توصل الصناعيون أخيرًا إلى

أهمية لغة المُشترِي؛ فأصبحوا بحاجةٍ ماسةٍ لأنظمةٍ تساعدهم على حلِّ شتى المسائل اللغوية في اللغة المصدر، واللغة الهدف، ومن هنا كانت أهميتها الصناعية والاقتصادية، ولا شكَّ أنَّ لها –أيضًا– أهمية علمية وتقنية؛ فالمعالجة الآلية للغة العربية –إذن– تساعد على وضع المعلومات الخطية المطبوعة من قبل الحاسوب في شكلٍ مرقمٍ؛ كي تكون في متناول الجميع، كما أنَّها تساعد –أيضًا– على إنشاء برامج للتعليم عن بعد.

وقد ازدادت المعالجة الآلية للغة العربية انتعاشًا وتحقيقًا للأهداف، وتالية للمعالجة الآلية للغات الأخرى، والتي أضحت بدورها جزءًا من علم المعالجة الآلية للغات الإنسانية.

مراحل تطور نظم المعالجة الآلية للغة العربيَّة(٦)

المرحلة الأولى

لقد كانت أولى تطبيقات المعالجة الآلية –بشكلٍ عامٍّ–تتمثل في فكِّ الشفرة التي استخدمها الألمان في الحرب العالمية الثانية، وقد اعتمدت على سرعة الحاسوب في البحث عن معاني الكلمات في اللغة المترجم إليها. كما اعتمدت الترجمة الآلية على استبدال كل كلمة أو عبارة في اللغة المترجم منها إلى نظيرتها في اللغة المترجم إليها، مع إجراء بعض التعديلات البسيطة في ترتيب الكلمات، ومن أهم عيوب هذه الحقبة:

١ – صعوبة الإلمام ببعض القواعد.

٢ – عدم محاولة تقليد الترجمة البشريَّة.

المرحلة الثانية:

اعتمدت هذه المرحلة على مفهوم النقل للهياكل اللغوية من اللغة المترجم منها إلى المترجم إليها، وعن طريق التحليل يتم الوصول إلى الهيكل اللغوي للغة الأولى، ثم

يتم تحويل هذا الهيكل إلى نظيره في اللغة الثانية، وأخيرًا يتم إنشاء تعبيرات لغوية من هذا الهيكل في اللغة الثانية.

ومن أهم مميزاتها:

١ - الاعتماد على المعلومات والقواعد اللغوية في تحليل اللغة المترجم منها وإنتاج اللغة المترجم إليها.

٢ - التركيز على مجالات محددة في الترجمة.

٣ – إحداث تطورات إيجابية في تمثيل القواعد اللغوية على الحاسوب.

ومن أهم عيوب هذه المرحلة:

١ – صعوبة تحصيل المعرفة والقواعد اللغوية من بعض اللغات.

٢ – التباس بعض المعاني وتشابكها؛ مما يؤدى إلى تضخم الاحتماليات الإعرابية للجملة الواحدة.

المرحلة الثالثة:

استخدمت هذه المرحلة الطريقة الإحصائية للمعالجة الآلية للغة العربية التي تعتمد على نظرية الاحتمالات وعلى تدريب الحاسب لبناء نماذج رياضية احتمالية تتميز بقلة اعتمادها على المعلومات اللغوية، علاوةً على سرعة الأنظمة المُستخدِمة لها. كما أنَّها تستفيد من الحجم الكبير للمجموعات اللغوية المتاحة على شبكة الإنترنت وتعتمد الطريقة الإحصائية –في الأساس- على مجموعات الذخيرة اللغوية المتوازية، وقد لا تحتاج إلى معلومات لغوية على الإطلاق في حالة توافر كمٍّ مناسبٍ من مجموعات الذخيرة اللغوية، ولا تحاول هذه الطريقة تقليد الطريقة التي يترجم بها البشر.

من عيوب هذه المرحلة:

١ - سوء النتائج إذا اختلفت المدخلات عمَّا تم تدريب الحاسوب عليه.

٢ - عدم توافر مجموعات لغوية للتدريب في بعض اللغات أو بعض المجالات

التخصصية.

ويستخدم علم المعالجة الآلية للغة العربية عدداً من النظريات والتطبيقات من علوم أخرى، ونظراً لتعدد الباحثين في هذا المجال وتعدد خلفياتهم العلمية؛ فقد صُبغ علم المعالجة الآلية بعدة صبغات نظرية.

وهناك ثلاثة علوم أساسية شاركت في الصياغة النظرية لعلم المعالجة الآلية:

١. علوم اللغة: صياغة قواعد صورية، وهيكلية للغة، والتوصل إلى قواعد عامة لها.

٢. علم الحاسب: تمثيل القواعد والمعرفة اللغوية بطرق تصلح لتعامل الحاسوب معها وتوفير الموارد.

٣. علم النفس الإدراكي: دراسة فهم البشر للغة.

ثم توالت المراحل الأخرى، المرحلة تلو أختها تتفادى أخطاءها حتى وصلت إلى ما وصلنا إليه اليوم.

تطبيقات المعالجة الآلية للغة العربية (التحديات والفرص) :

الثمرة:

١- تشجيع علماء اللغة العربية على الدخول في مجال المعالجة الآلية للغة العربية.

٢- توضيح التحديات التي تواجه اللغة العربية، وكيفية معالجتها آليًّا.

٣- توضيح الفرص التي يمكن اقتناصها عند معالجة اللغة العربية آليًّا.

المعالجة الآلية للغة العربية (التحديات) [٧]:

١- اللغة الإنجليزية هي لغة عالمية، وتكاد تكون اللغة الرسمية على شبكة الإنترنت؛ حيث يتم تبادل البريد الإلكتروني والمحادثات بتلك اللغة حتى بين العرب بعضهم البعض.

٢- أضحى العرب مستهلكين للمعلومات لا منتجين لها، وفي الحين ذاته الذي يتضخم حجم النصوص المنتجة باللغات الغربية عامة.

٣- افتقار الجامعات العربية للبحث العلمي؛ ومن ثمَّ افتقارها للتنظير والابتكار.

٤- ساهمت العولمة بشكلٍ كبيرٍ في تضخيم أثر اللغات الغربية والثقافات الأجنبية على المجتمعات العربية؛ مما أدى إلى قلة الإنتاج العلميّ العربيّ.

هذه التحديات التي تواجه المعالجة الآلية هي للغات الإنسانية عموما، واللغة العربية على وجه الخصوص.

بعض أمثلة على تلك المشكلات:

* الجملتان:

١- أكلت البنت التفاحة لأنَّها طازجة.

٢- أكلت البنت التفاحة لأنَّها جائعة.

- لهما نفس البناء النحوي.

- ولكن الضمير "ـــها" في "لأنها" يشير إلى التفاحة في الجملة الأولى، وإلى البنت في الجملة الثانية.

- لا يمكن معرفة ما يشير إليه الضمير دون معرفةٍ مسبقةٍ لما يتحمله كُلٌّ معنى من خصائص وصفات.

قد تحتمل الجملة -إذن- أكثر من معنى، فالجملة "كتب الولد في المدرسة" قد تحتمل المعاني التالية:

١- كَتَبَ الولد ومكان كتابته هو المدرسة.

٢- الجملة التي كتبها الولد هي "في المدرسة".

٣- الكتب المملوكة للولد مكانها في المدرسة؛ وذلك إذا كانت (كُتُبُ).

ويلاحظ أن اللغة العربية في بعض الأحايين هي أفضل حالًا من اللغة الإنجليزية، ففي مثالٍ كهذا إذا ما تمَّ إعرابه؛ حيث يمكن أنْ تحدِّدَ حركات

الحروف (التشكيل) المعنى المقصود، بينما تفتقر اللغة الإنجليزية للحركات الإعرابية.

وفى العديد من اللغات لا يمكننا –دائمًا– تحديد الموصوف المرتبط بصفة معينة، ففي الجملة "Pretty Little girls' school": صفتان وهما "Pretty" &"Little"، واسمان هما "girls" &"school"، ولا يمكن تحديد أي صفة تنطبق على أىِّ موصوف.

أمَّا في جملة كـ (حضرت الطالبات المجتهدات)، ونظرًا لتميز العربية بتطابق الوصف مع الموصوف؛ فإنَّ حالات اللبس –هاهنا– قد أزيلت تمامًا، خصوصًا بعد استيفاء العمد.

ويحتوي النبر والتنغيم في الكلام المنطوق على معلومات ودلالات تُفقَد عند تحويل الكلام إلى نصٍّ مكتوب؛ فجملة "أنا لم أقل أبدًا إنها سرقت أموالي" لو تم التركيز بتغيير نبرة الصوت أو درجته من حيث القوة أو الضعف: على إحدى هذه الكلمات: "أنا"، "أبدًا"، "أَقُلْ"، "سَرَقَتْ"، "أَمْوَالِي"، أو على الضمائر في "إنَّها"، "أَمْوَالِي" فإنَّ الجملة تعطي معنىً مختلفًا في كلِّ حالة.

هذا واللغة العربية أفضل حالًا من اللغة الإنجليزية وغيرها من اللغات؛ حيث يمكن أنْ تحدِّدَ حركات الحروف، وكذلك حركات الإعراب –المعنى المقصود، بينما تفتقر اللغات الأخرى إلى ذلك.

نخلص من ذلك إلى أن من أهم المشكلات التي يواجهها الفهم الآلي للغة العربية ما يلي:

١– تضخم عدد المعاني المتشابهة للكلمة الواحدة.

٢– تستخدم اللغة العربية علامات التشكيل للنطق بالحروف؛ مما ينتج عنه بعض الصعوبة في النطق الآلي للخط العربيِّ.

٣- يختلف الخط العربي عن نظيره الإنجليزي في عدم وجود حروف يختلف رسمها باختلاف موضعها من الجملة، ففي حين تبدأ الجملة الإنجليزية وكذلك أسماء الأعلام بحرف كبير؛ فإنَّ ذلك غير موجودٍ في اللغة العربية.

٤- احتواؤها على أكثر من عنصر؛ فمثلاً كلمة كـــ " أكلتها" تترجم إلى ثلاث كلمات في اللغة الإنجليزية "I ate it".

٥- رغم وجود (أ، إ، آ، ا) إلا أن الحاسوب لا يهتدي إلى كلِّ ذلك، ولا يعرف إلا الألف المجردة (ا).

٦- قد يؤدى كثرة استخدام الحذف والإيجاز -كالضمائر المستترة وغيرها- إلى تعقيد مهمة المعربات الآلية.

المعالجة الآلية للغة العربية (الفرص)[٨]

استطاعت اللغة العربية الاستمرار كلغة حية إلى أكثر من عشرين قرنًا حيث القحطانيين (العرب العاربة) ومن قبلهم، وحتى المستعربة وإلى يومنا هذا، في حين فشلت اللغات الأخرى في ذلك؛ فهي اللغة التي يؤدي بها أكثر من مليار مسلم صلواتهم يوميًا، وهي لغة ثرية من حيث النظريات اللغوية، وكافية للتعبير عن أفكار واحتياجات الناطقين بها، وهي لغة قادرة على تحديد نفسها ذاتيًا.

كانت اللغة العربية هي لغة العلم في زمانٍ كان فيه العرب والمسلمون منتجين للعلم، وباقي العالم مستهلكًا له. كما أثبت علماء العرب المعاصرون قدرتهم على إنتاج المعرفة، وإن كانت اللغات الغربية هي السائدة على إنتاجهم.

ومنذ ثمانينات القرن العشرين تحول الاقتصاد العالمي من اقتصادٍ صناعيٍّ إلى ما يعرف باقتصاد المعرفة، وذلك نتيجة للاستثمارات الكبيرة في مجالات البحث العلمي والتطبيق؛ وأصبح المنتج الاستراتيجي لأيِّ أمةٍ هو المعرفة (وليس المنتج الصناعي)، كما أصبح السوق هو العالم بأسره؛ مما أدى إلى إنتاج ملايين الوثائق كل دقيقة، وكما يؤدي تضخم المعرفة إلى تضخم فرص التعلم؛ فإنه قد يؤدى —

أيضًا- إلى تضخم الجهل، ولما كانت المعرفة يعبر عنها باللغة البشرية؛ لذا ظهرت الحاجة الشديدة إلى المعالجة الآلية للغة العربية، وقد أدت العولمة إلى الحاجة لتطبيقات متعددة اللغات كالترجمة، كما أصبحت تطبيقات مثل الاسترجاع والاستخلاص الآليين للمعلومات في غاية الأهمية، كذلك أضحت الحاجة لأن يصبح البحث بواسطة الإجابة الآلية عن الأسئلة (بدلًا من الكلمات المحورية)، مع أخذ أهداف وخلفيات السائل (من يقوم بطرح الأسئلة) في الاعتبار.

الاتجاهات المستقبلية للمعالجة الآلية للغة العربية: (٩)

تحتاج القواعد اللغوية لأن تكون أكثر تعبيراً؛ فمثلا التراكيب:

- "مدير الشركة".
- "حاد الذكاء".
- "في المدرسة".

هي كلها إضافة رغم كون:

- الأول يرمز لعبارة تدل على اسم (أيًّا كان اسمه).
- والثاني يرمز لعبارة تدل على صفة (الذكاء).
- والثالث يدل على المكانية (المدرسة).

تحتاج المعالجة الآلية للغة العربية –إذن- إلى وضع قواعد لغوية واضحة للإحالة؛ فمثلاً كلمة "الوزير" في الجملتين ":

- "قال الرجل إن الوزير قد استدعاه".
- " قال الرجل إن الوزير قد أقاله الرئيس"

لها نفس الوضع الإعرابي وهو "اسم إن"، ولكن (الوزير) في حكم الفاعل في الجملة الأولى، وفي حكم المفعول به في الجملة الثانية.

وتحتاج المعالجة الآلية للغة العربية إلى وضع قواعد للضمائر المستترة، وحذف

الفاعل، وقواعد للخطاب، ووضع تعريف واضح للفصحى بين التراث والمعاصرة، ويقع العبء الأكبر في ذلك على عاتق علماء اللغة العربية.

لقد صمدت اللغة العربية –إذن– أمام تحديات الزمن لما يربو عن العشرين قرنًا، وهي قادرة على التعامل مع الحاسب الآلي كمعطى من معطيات العصر. كما يحتاج الأمر لجهود علماء اللغة العربية وعلماء المعالجة الآلية على حدٍّ سواء؛ من أجل تخطى العقبات واقتناص الفرص المتاحة إذا تمت معالجة اللغة العربية آليًا.

كيفية عمل نظم المعالجة الآلية للغة العربية:

وذلك بالمراحل التالية:

١- توضيح كيفية عمل نظم المعالجة الآلية للغة العربية.

٢- توضيح مستويات المعالجة الآلية للغة العربية.

٣- تناول اللغة العربية من وجهة نظر مستويات التعامل مع اللغة داخل العقل البشري.

٤- معالجة العقل البشري للغة تتم على عدة مستويات، مع وجود العديد من التداخلات بينها، وقد كان التصور القديم بأن مستويات المعالجة مرتبة تسلسليًا؛ بحيث لا يتم التفاعل إلا بين المستويات المتتالية فحسب.

مجالات استخدام المعالجة الآلية للغة العربية: (١٠)

١- تصحيح الهجاء لمن يخطئون فيه، أو يريدون تنمية مهاراتهم في هذا الجانب، وكذلك المساعدة على القراءة والكتابة.

٢- تفتيت وتفسير كل أصوات الكلمات، وتوجد ثلاثة أنواع من قواعد تفسير وتحليل الأصوات:

١- قواعد أصوات مقاطع الكلمات.

٢- قواعد اختلاف أصوات الكلمات عند دمج الكلمات والمقاطع ببعضها البعض.

٣- قواعد اختلاف درجة الصوت وحدَّته باختلاف التركيز على الأجزاء المختلفة من الجملة.

وعندما يقوم نظام المعالجة آلياً للغة العربية باستقبال الكلام؛ فإن الموجات الصوتية يتم تحليلها وتكويدها في صورة رقمية، تقبل أن يتعامل معها الحاسب بتطبيق قواعد تحليل وتفسير الأصوات.

وكذلك التجزئة الكلامية وهي ظاهرة التفتيت؛ فلا بد من تفتيت الحرف الواحد، وكذا الكلمة الواحدة، وأيضًا الجملة؛ هذا ولا تفتُّ ظاهرة التفتيت في عضد الحرف، ولا الكلمة، ولا الجملة، ولا يوجد أي توقف بين الكلمات المتعاقبة.

ولا بدَّ أن نعلم أنَّ في بعض اللغات؛ مثل الصينية، واليابانية، والتايلاندية لا تُوجد حدود فاصلة بين الكلمات وبعضها، فمن ثم يصعب التفتيت لعدم وجود فواصل بينيَّة، وفي اللغة العربية قد تختلط بعض المسافات بين أجزاء الكلمة الواحدة، مثل كلمة "نصو صها"؛ لذا أصبحت مهمة تمييز الحدود على مستوى الحرف، والكلمة، والجملة مهمة لازمة بصفة أولية للتحليل النحوي، والإعراب الآلي.

٣- دراسة النبر صوتيًا، وكيفية أدائه، وأسبابه، وأهدافه.

٤- الصرف بمستوياته -المتاحة-، ومعالجة حروف العلة وتمييزها عن الحروف الصحاح، وكذلك معالجة المشتقات والمصادر وإعمال نظرية التحويل والتوليد الصوتيّ، والصرفيّ، والدلاليّ لصيغ المبني للمفعول مثلًا، والاستفادة من نظرية تشومسكي في هذا الشأن، وكذلك في التصاريف الأخرى.

٥- تمييز الأعلام: سواءً كانت أسماء أشخاص أو أماكن داخل النصوص والكلام، ويعتبر أصعب نسبيًّا في اللغة العربية منه في اللغة الإنجليزية؛ وذلك لعدم تغير شكل الحرف الأول من الأعلام كما هو الحال في اللغة الإنجليزية.

٦- مستوى بناء الكلمة الواحدة وفصلها عن اللواصق واللواحق مع تحليل الكل:

ويتعامل هذا المستوى مع الطبيعة البنائية للكلمات؛ حيث تفصح الكلمات عند تقطيعها إلى مقاطع؛ فكلمة مثل كلمة "سأسبقهم" -على سبيل المثال لا الحصر- تتكون من ثلاثة مقاطع:

١- حرف "س" يدل على معنى الحدوث فى المستقبل القريب، والهمزة تفيد المضارعة، وفي نفس الوقت عوض عن الضمير (أنا) دالة عليه جزء منه.

٢- "أسبق" الدال على الاستقبال، المشتق من المصدر (سَبْق)، ويفيد أسبقية وصوله إلى الشيء قبل الآخرين.

٣- اللاحق "هم" ويفيد جماعة الذكور الغائبة.

ويلاحظ أن معنى كل مقطع لا يتغير بتغير الكلمة؛ مما يجعل العقل البشري قادرًا على فهم الكلمات الجديدة بتجزئتها إلى مقاطعها وفهم كل مقطع على حدة، ومن ثَمَّ تجميع معاني المقاطع للوصول إلى معنى الكلمة، ثم الكلمات.

٧- مستوى المعاجم والأغراض والدوال وتطور الدوال في الاستخدام: ويقوم فيه العقل البشري، وكذلك نظام المعالجة الآلية بتحديد معاني الكلمات، وذلك بتوسيم الكلمات بمواضعها من الكلام فعندما يختلف معنى كلمة باختلاف موضعها النحوي في الجملة؛ فإنَّ العقل البشرى ونظام المعالجة الآلية يقومان بتحديد أصوب المعاني، باعتبار أكثر المواضع احتمالًا أن تقع فيه الكلمة بناءً على السياق.

أما إذا كانت الكلمة لا تحتمل إلا معنىً واحدًا فإن نظام المعالجة الآلية يقوم باستبدالها بتمثيلٍ مجردٍ لمعنى الكلمة؛ بناءً على النظرية الدلالية المبني عليها نظام المعالجة الآلية؛ فلتمثيل كلمة (حافلة) باستخدام نظرية الخبريات المنطقية يتم تقسيم الكلمة إلى خصائصها الأساسية على النحو التالي:

- حافلة (مركبة كبيرة تحمل الناس).
- ((النوع/ مركبة) (الخصائص/ كبيرة)).

- ((الغرض /إخبار) (النوع/ حمل) (الموضوع/ الناس)).

ويلاحظ أنه إذا كانت الخصائص الأساسية موحدة بين كل الكلمات؛ فإنَّه يمكن لنظام المعالجة الآلية أن يدمج المعاني، ويقارن بينها، بل وينتج تفسيرات معقدة قريبة من طريقة الفهم عند العقل البشرى.

ثم هو منوط بالتغيير الدلالي، وتطور الدوال من جيل إلى جيل، بل من عصر إلى عصر، ثم هو منوط أيضا بتوسيم أجزاء الكلام لفك التباس المعاني، فكثير من الكلمات لها أكثر من معنى، ويفيد التوسيم -في هذه الحالة- انتقاء المعنى الصحيح الأكثر مواءمة للسياق.

مثال: "كَتَبَ الطُّلَّابُ الدرسَ"، و"كُتُبُ الطلابِ مفيدةٌ".

وهو منوط كذلك بالتعامل مع المدخلات الناقصة، وغير النظامية كالكلمات الأجنبية، واللهجات المحلية، وكذا الأخطاء النحوية والإملائية، بالإضافة إلى المعوقات الكلامية كاللثغات، والأخطاء في عملية التمييز الضوئيّ للرموز.

وعلى ذلك فمن بين استخداماته في هذا المستوى الاعتناء بالغرض والاستخدام المرجُوَّين من النص أو الكلام، فاستخدام سياق قد لا يمكن استنتاجه بالنظر في محتوى النص أو الكلام فحسب، بل يحتاج إلى معلومات عن العالم الخارجي أو نوايا وخطط وأهداف الأطراف البشرية للنص أو الحوار، ويستخدم النظام في هذا المستوى قواعد معلوماتية عن العالم الخارجي ووسائل للاستنتاج المنطقي المبنى على هذه القواعد المعلوماتية.

فمثلًا الجملتان:

١- نصح المعلمون التلاميذ لأنهم يخشون عليهم.

٢- نصح المعلمون التلاميذ لأنهم متأخرون.

تحتويان على الضمير" "هم" في "لأنهم"، ولتحديد علام يعود هذا الضمير؛ فإنَّ

نظام المعالجة الآلية وكذلك العقل البشري بحاجةٍ إلى معلومات عن أهداف المعلِّمين، وغاياتهم مثلًا.

٨- مستوى البناء النحوي: ويتم فيه تحليل الكلمات في الجملة لاكتشاف بناء الجملة النحوي، وذلك بواسطة قواعد نحوية، وأعاريب، ويعتمد اختيار المعرب على نوع القواعد النحوية المستخدمة، وينشأ عن التحليل النحوي التمثيل لعلاقات الكلمات ببعضها البعض، والتي غالبًا ما تكون على صورة شجرة، وكثيرًا ما لا يحتاج نظام المعالجة الآلية إلى إعراب الجملة بأكملها؛ كحروف الجر أوعلاقات الجمل المعطوفة ببعضها البعض، وذلك إذا أردنا تحديد العلاقات داخل كل جملة أو عبارة على حدة، ويؤثر البناء النحوي على المعنى تأثيرا قويا، كما في الجملتين الآتيتَيْن:

١- يحب الأبُ الأبناءَ.

٢- يحب الأبناءُ الأبَ.

كما يراعي مجدَّدًا فك اللبس النحويّ في بعض الجمل التي لها أكثر من إعراب لاعتمادها على معاني الكلمات والسياق، ومن أمثلة ذلك فك اللبس النحوي للفصل بين الأعاريب المختلفة، وتعيين الأكثر دقة.

مثال: مقطع "كتب الطلاب" يحتمل إعرابَيْن على الأقل؛ أولهما "فعل، فاعل" والآخر "مبتدأ، ومضاف إليه"؛ فإذا كانت الجملة " كتب الطلاب الدرس" يكون الإعراب الأول فقط.

٩ - الوقوف على المقارنات اللغوية، وتحديد أبعادها، والإفادة منها.

١٠ - الإفادة منه في العروض، والأوزان الشعرية، والبحور، والقوافي؛ حروفها، وحركاتها، وأنواعها، وعيوبها، وكذلك الدوائر العروضية، ومنه إلى العروض الرقمي.

١١- مستوى الخطاب، والنص، وعلومه، وتمييز أنواع الخطاب: يُعنَى هذا

المستوى بوحدات نصية أطول من الجملة، ويهدف التحليل الخطابي إلى تفسير المعاني الكلية لمجموعة من الجمل معتمداً على معنى كل جملة؛ ومن أمثلة التحليل الخطابي تحديد ما تشير إليه الضمائر، ففي النص: "أكل الولد بعضًا من التفاحة ثم رماها". يقوم المحلل بتحليل، وتحديد كلّ شيءٍ؛ ومنه تحديد ما يشير إليه الضمير "ها" وهو هنا يشير إلى بعض التفاحة.

ويقوم التحليل الخطابي –أيضًا– بتحديد الدور الذي تقوم به كل جملة في بناء النص أو الكلام؛ فمثلًا لتحليل مقال في جريدة يقوم المحلل بتحديد وظيفة الجمل، فهناك جمل افتتاحية، وأخرى تعبر عن الموضوع الرئيس، وثالثةً مقتبسة، ورابعة تعبر عن رأى الكاتب، وخامسة تعبر عن أحداث سابقة... إلخ.

هذا وترتكز نظم المعالجة الآلية للغة العربية –فيما أزعم– على المستويات الأولى للغة، وهي مستويات الصوتيات، وبناء الكلمات ومعانيها، وأعارييها، وبناء الجمل.

كما يعنى هذا الجانب كذلك بتمييز أنواع الخطاب، فكثير ما يقصد المتكلم بكلامه طلب تنفيذ أمر معين، أو الإجابة عن سؤالٍ ما، وقد لا يحتوي البناء النحوي للجملة على معلومات كافية لتمييز ما يطلبه المتكلم، وفي هذه الحالة –أيضًا– يعتمد تحديد المغزى الصحيح للكلام على مستوى السياق، ففي جملة "أحضر الطالب" قد تعني استفهاماً عن حضوره من عدمه، حينئذ يحتاج لعلامة الاستفهام تلك (؟). وإن كان الأمر فيه عجب فيحتاج لعلامة أخرى مع علامة الاستفهام هكذا (؟!)، وقد تعني أمرًا بإحضاره وحينئذ يعرى من علامتيه، وعلى أي من تلك التفسيرات فالجملة طلبية لا تخرج عن ذلك.

وكذلك تعنى هذه المرحلة بالتلخيص الذاتي وتبسيط العلوم؛ حيث يمكن اختزال نص كبير إلى نص أصغر يحتوي على تمثيل مكثف لكل عناصر النص الأصلي.

١٢ – الإفادة منه في مجال المكتبات والتوثيق؛ حيث يمكن بكل سهولة التعرف على الكتب ومحتوياتها وأماكن طبعها، ونشرها، وأزمان ذلك في شتى علوم العربية.

وكذلك التأكد من التوثيقات المختلفة وقد بات ذلك عنصرا مهما اليوم في الحكم على الأبحاث والرسائل وكافة الأعمال العلمية.

١٣ – يستخدم في العلوم الشرعية والوقوف على تلك العلوم، والأحكام المتعلقة بها والفتاوى بطرق يسيرة حديثة، وكذلك استخدامه في النص القرآني.

١٤ – استخدامه في مجال الترميز الوصفي، وما له من قيمة علمية؛ فلكل رمز معناه وصفته، وهو مرحلة راقية حصل عليها برنامج الحاسوب العربي؛ حيث الاختصار والاختزال، والسيمياء بطرق مختلفة.

١٥ – استخدامه في المصطلحات العربية ومحاولة نشرها، وتأثرها بغيرها، والعكس، مع تعريب المصطلحات غير العربية المنقولة من لغات أخرى، مع تقليل وتلافي العيوب قدر المستطاع.

١٦ – معالجة الكتابة والطباعة العربية، ورعاية علامات الترقيم كاملة.

١٧ – استخدامه في الإحصاء والعد للأسماء مثلاً، أو الأفعال، أو الحروف، أو نوع مشتق، أو حركات...إلخ. وهذا النوع قد بات أثره واضحا في ظاهرة التكرار وأهميتها وإيجابيتها وسلبيتها، وأزعم أن هذا النظام قد بات عموداً للدراسات الخاضعة للمنهج الإحصائي، بيد أن له سلبيات لابد أن يراعيها الباحث، وأن يراعي أيضا طريقة الاستخدام الصحيحة.

١٨ – استخدامه كبعد ثقافي واجتماعي واقتصادي لا يستهان به، ولا يمكن الاستغناء عنه.

١٩ – الاستفادة من خوارزميات التعليم التراثي المتفاعلة، وكذلك جهود القلا وغيره.

٢٠ – الترجمة الآلية للغة العربية وهي من أول تطبيقات المعالجة الآلية؛ فقد اضطلعت به أبحاث عدة متشعبة على أغلب المستويات اللغوية بدءًا من مستوى بناء الكلمة وانتهاءً بالمستوى الجملي واللغوي.

٢١ – الوصول إلى استخلاص المعلومات، وحل الأحاجي وتصحيح الإجابات، والمفاضلة بينها، ناهيك عن التصحيح الإملائي واللغوي للأخطاء.

طرق المعالجة الآلية للغة العربية:

الثمرة:

١– معرفة طرق المعالجة الآلية للغة العربية.

٢– فهم مزايا وعيوب كل طريقة.

٣– توضيح أهمية وطرق تقييم نظم المعالجة الآلية للغات الطبيعية.

المعالجة الآلية للغة العربية؛ الطرق[١١] :

هناك أربع طرق رئيسة لكيفية عمل نظم المعالجة الآلية للغة العربية وهي:

١– الطريقة الرمزية.

٢– الطريقة الإحصائية.

٣– الطريقة الترابطية.

٤– الطريقة الهجين.

١– الطريقة الرمزية: تعتمد هذه الطريقة على تمثيل اللغة في صورة قواعد محددة تم وضعها بواسطة خبراء بشريين، وتستخدم هذه القواعد رموزًا محددة أيضا تختلف باختلاف النظرية المستخدمة؛ فالأنظمة المعتمدة على الإخباريات المنطقية –على سبيل المثال لا الحصر– تستخدم قواعد الاستنتاج المنطقي في تحليلها لمستويات اللغة، والأنظمة المعتمدة على القواعد اللغوية تستخدم محركًا استنتاجيًّا يقوم باختيار أقرب القواعد للتطبيق وينفذها، ثم يعاود اختيار قاعدة أخرى، وهناك –

أيضًا- الأنظمة المعتمدة على الشبكات الدلالية؛ والتي تحتوى على مجموعة من العقد والتوصيلات بين هذه العقد؛ حيث تمثل العقد المفاهيم، وتمثل التوصيلات العلاقات بين هذه المفاهيم، وقد استخدمت الطريقة الرمزية لعشرات السنين في عدة تطبيقات مثل استخراج المعلومات، وفك لبس الكلمات، وتصنيف النصوص.

٢ – الطريقة الإحصائية: وتستخدم هذه الطريقة العديد من النظريات الإحصائية كنظرية الاحتمالات، ونظرية المعلومات، ونظرية الجبر الخطي، ونظرية العمليات التقديرية، ولعلَّ أهميتها تظهر عند التعامل مع جمل طويلة ذات لبسٍ نحويٍّ أو معنويٍّ؛ حيث يؤدي التعامل مع هذه الجمل بالقواعد النحوية إلى توليد ملايين من المعاني والتراكيب المحتملة، وغالبًا ما يعتمد إزالة اللبس في هذه الطريقة على مجموعات الذخيرة اللغوية القياسية، ولا تعتمد هذه الطريقة على أيِّ تدخلٍ بشريٍّ في صياغة القواعد والظواهر اللغوية بعد الإدخال الأولي (بعكس الطريقة الرمزية)، ومن أبرز النماذج الرياضية المستخدمة نموذج "ماركوف المخفي"، وقد تم استخدام الطريقة الإحصائية في عدة تطبيقات منها: (التمييز الآلي للكلام – تمييز الكلمات – الإعراب – موسمات مواضع الكلمات – الترجمة الآلية الإحصائية – التعلم الإحصائى الآلي للقواعد اللغوية... وغيرها).

٣- الطريقة الترابطية: وتتكون النماذج الترابطية من مجموعة من العقد والتوصيلات بين هذه العقد، ويؤدي التفاعل الداخلي بين العقد وبعضها البعض إلى قيام النموذج بالعمليات الحسابية، وتتشابه هذه الطريقة مع نظيرتها الإحصائية فيما يلي:

١- عدم اعتمادها على مدخلاتٍ بشريةٍ بعد الإدخال الأولي، وكذا في بنائها للنماذج اللغوية.

٢- عدم استخدامها لنظريات تمثيل المعرفة؛ مما يسمح لها بإجراء عمليات استنتاجية، وتحويلية للنماذج المنشأة.

وهناك نوعان من النماذج الترابطية:

١- النماذج المحلية: وتعبر فيها كل عقدة عن مفهوم، أو معنى واحد.

٢- النماذج الموزعة: وفيها يتم تمثيل المفهوم الواحد عن طريق التفاعل بين أكثر من عقدة.

وقد تم استخدام هذه النماذج في الإعراب، والترجمة الآلية في نطاقٍ تطبيقيٍّ محددٍ، واسترجاع المعلومات بناءً على المحتوى.

٤ - الطريقة الهجين: نظرًا لاختلاف الخصائص بين الطرق؛ الرمزية والإحصائية والترابطية؛ فإن كُلًّا منها له تطبيقاته التي قد تختلف عن تطبيقات الطرق الأخرى، ويلاحظ أن بعض المهمات اللغوية تكون شديدة التعقيد إلى الحد الذي يجعل معرفة الطريقة المناسبة للتعامل معها أمرًا بالغ الصعوبة.

جديرٌ بالذكر أنَّه لا توجد طريقة إحصائية صرفة، فالطريقة الإحصائية تعتمد في الحقيقة ولو بقدرٍ ضئيلٍ على نموذجٍ رمزيٍّ؛ ولذلك يتجه بعض الباحثين لاستخدام هجينٍ من الطريقتين الرمزية والإحصائية بأخذ المزايا وتلافى العيوب، نحو: أخذ مزية تعامل الطريقة الرمزية بفاعلية مع كلِّ المستويات اللغوية، مع مزية مرونة الطريقة الإحصائية.

مقارنة بين طرق المعالجة الآلية للغة العربية

١- خطوات المعالجة الآلية:

مراحل المعالجة الآلية:

١- جمع البيانات.

٢- تحليل البيانات.

٣- بناء النماذج اللغوية.

٤- بناء القواعد.

٥- استخدام هذه القواعد داخل نظام المعالجة الآلية.

وتحتاج الطريقتان الإحصائية والترابطية إلى كمٍّ أكبر من البيانات، وتعتمد الطريقة الرمزية على الخبراء البشريين في تحليل بيانات اللغة وظواهرها واستخلاص القواعد اللغوية، وتعتمد الطريقة الإحصائية على الاختيار البشري لنموذج إحصائي، بينما تعتمد الطريقة الترابطية على بناء نموذج ترابطي.

وفى مرحلة بناء القواعد تعتمد الطريقة الرمزية على القواعد التي وضعها الخبراء البشريون، بينما تقوم الطريقة الإحصائية والطريقة الترابطية على البناء الآلي للقواعد.

٢- النواحي النظامية ونعني بالنواحي النظامية ما يلي:-

١- مصدر البيانات.

٢- النظرية أو النموذج المبني على البيانات.

٣- القواعد المنشأة.

٤- قواعد التقييم.

١- مصدر البيانات: هو فهم العقل البشري للغة في الطريقة الرموزية وهو أمر غير منظور وصعب الإدراك والتوصيف في أغلب الأحيان، وهو مجموعة من الأمثلة للغة تحت الدراسة مجمعة في مجموعات ذخيرة لغوية في حالة الطريقتين الإحصائية والترابطية.

٢- النموذج: هو عبارة عن قواعد لغوية في الطريقة الرمزية، ونموذج إحصائي في الطريقة الإحصائية، ونموذج ترابطي في الطريقة الترابطية.

٣- القواعد المنشأة: وهي التي يبنيها الخبراء اللغويون في الطريقة الرمزية، وتحتوي على قواعد مفصلة. أما في الطريقة الإحصائية فإن شروط تطبيق القواعد تكون في الغالب غير مفصلة، بينما في الطريقة الترابطية فإنه يصعب تحديد قواعد منفصلة.

٦. - قواعد التقييم: تعتمد في الطريقة الرمزية على تحكيم بشري يقوم به

أشخاص ذوو خلفيات مختلفة، كما تقيِّم نظم الطريقة الرمزية –أيضًا– بواسطة مقاييس داخلية تقيس حجم النظام ونموه؛ مثل عدد القواعد المستخدمة. أما الطريقتان الإحصائية والترابطية فيتم تقييمهما بواسطة درجات تحسب عن طريق دالة موضوعية.

٣- قابلية التعامل مع أخطاء ومدخلات غير متوقعة:

وهو الأمر الثالث من أمور المقارنة بين طرق المعالجة الآلية.

إنَّ الطرق الرمزية قد تتلعثم عند تشغيلها على مدخلات غير متوقعة أو غير معتادة، ويمكن التغلب على ذلك بجعل القواعد اللغوية المستخدمة أكثر عمومية، وتعتبر الطريقة الإحصائية أكثر قابلية للتعامل مع مدخلات غير متوقعة، فقط إذا أمكن التأكد من كفاية العينة التدريبية. أما الطريقة الترابطية فيمكنها التعامل مع أخطاء المدخلات وغرابتها؛ لأن القواعد موزعة على الشبكة الترابطية مما يجعل النظام يسوء أداؤه بطريقةٍ تدريجيةٍ.

٤ – المرونة:

وهذا الأمر هو الرابع من أمور المقارنة بين طرق المعالجة الآلية؛ فنظرًا لأن الطريقة الرمزية تستخدم قواعد لغوية يضطلع البشر بصناعتها؛ فإن قدرتها على اكتساب معلومات وقواعد جديدة بطريقة آلية تكون في غاية الصعوبة؛ حيث يجب أن يقوم الخبراء اللغويون بتطوير القواعد أو إضافة قواعد جديدة بطريقة يدوية. أما الطريقة الإحصائية فلأنَّ قواعدها تنتج بطريقة آلية معتمدة على نماذج إحصائية؛ فإن قدرتها تكون أكبر على إضافة وتغيير القواعد بطريقة آلية، أما الطريقة الترابطية فتستطيع تعديل قواعدها أثناء الاستخدام بتغيير أوزان التوصيلات داخل الشبكة الترابطية، ولكن نظرًا لعدم وجود هيكل واضح فإن قدرة الطريقة الترابطية على التعامل مع العلاقات المعنوية المعقدة محدودة؛ ولذلك يندر استخدامها في نظم معالجة آلية

تعمل على مستويات لغوية مجردة.

٥- المهمات المناسبة:

تعتبر الطريقة الرمزية مناسبة للمهمات اللغوية التي تكون فيها الظواهر اللغوية محددة؛ ولذلك لا يقتصر استخدامها على مستوى بعينه في المستويات اللغوية السالف ذكرها. أما الطريقة الإحصائية فقد أثبتت نجاحًا في التعامل مع الظواهر اللغوية المتكررة، والتي يتم تجميعها في مجموعات ذخيرة لغوية نصية، وتتعامل الطريقة الإحصائية بنجاح ليس له نظير إذا لم يكن هناك تحديد أو انتظام معروف للظواهر اللغوية، وتشبه الطريقة الترابطية الطريقة الإحصائية في تعاملها مع الظواهر اللغوية غير المفهومة جيدًا أو غير المنتظمة، ولكن الترابطية تُستخدم أكثر في المهمات اللغوية على مستوى الكلمة أو الجملة، والتي تعتبر أجزاء من مهمات لغوية أكبر.

نخلص مما سبق إلى أنَّ هناك أربع طرق رئيسة للمعالجة الآلية للغة العربية؛ وهي إمَّا إحصائية، أو رمزية، أو ترابطية، أو هجينة، ولكل طريقة ميزاتها، وعيوبها، والمهام المنوطة بها التي تصلح لها دون غيرها، ولتقييم نظم المعالجة الآلية للغة العربية فإنَّه لا بد أن يتم مقارنة نتائجها مع نتائج معيارية أو مرغوب فيها، كما يتم تقييم بنيتها الداخلية.

تمهيد للتطبيقات العملية:

١- الإدخال والعرض.

٢- التدقيق اللغوي والمساندة اللغوية.

٣- طرق التفاعل.

٤- الإدراك والفهم.

١- الإدخال والعرض: تُعرض الحروف من خلاله بتسلسل معين يتبع نمط اللغة، ويتم إظهار التشكيل فوق الحروف، ويحتاج إظهار الحروف في العربية إلى عملية

ربطٍ للحروف؛ فشكل الحرف في بداية الكلمة يختلف عنه في وسطها أو آخرها، ويختلف أيضًا بحسب الحرف الذي قبله أو بعده.

٢- التدقيق اللغوي والمساندة اللغوية: ويشمل ما يلي:

١- الاشتقاق والتصريف.

٢- التشكيل الآلي.

٣- الإعراب.

٤- التصحيح الإملائي.

٥- التصحيح الصرفي والنحوي.

٦- المعجم الحاسوبي والقاموس العربي-الإنجليزي.

٧- التوليد والاشتقاق.

٣- طرق التفاعل: وتشمل ما يلي:

١- قراءة النصوص المكتوبة على الورق.

٢- تحويل الكلام المسموع إلى نص عربي على الحاسب.

٣- تحويل النص العربي على الحاسب إلى صوت مسموع ومفهوم.

٤- الإدراك والفهم: ويشمل ما يلي:

١- توفر الذخيرة اللغوية.

٢- الدلالة وشجرة المعرفة.

٣- الترجمة الآلية للغة العربية.

أهم برامج المعالجة الآلية للغة العربية؛ ومنها [١٢]:

١- برنامج أوفيس IBM.

٢- برنامج الإدريسي.

٣- برنامج أراب دوكس.

٤- برنامج الناشر الصحفي.

٥- برنامج "إن ديزاين".

٦- برنامج نظام الاشتقاق والتصريف.

١- برنامج أوفيس IBM: يُعرَف باسم IBM Lotus Symphony، ونواة تكوينه، وقوائمه عربية ١٠٠% كما يدعم التدقيق الإملائي العربي، وغيره الكثير والكثير من التطبيقات، ويهتم البرنامج بأهم ثلاثة تطبيقات في مجال الأوفيس، وهي:

١- الكتابة.

٢- الجداول الحسابية.

٣- العروض التقديمية بمميزات كبيرة.

٢- برنامج الإدريسي: هو محرك البحث والاسترجاع الذكي للمعلومات على الإنترنت، وهو ثنائي اللغة، ويدعم المستندات وقواعد بيانات الشركات ومواقع الإنترنت، وهو نتاج البحث المتواصل الذي تقوم به شركة (صخر) في مجالات المعالجة الطبيعية للغة العربية وتقنيات البحث والاسترجاع.

٣- برنامج أراب دوكس: يقوم نظام (صخر) على أحدث محركات المعالجة الطبيعية للغات والترجمة الآلية، والتي تقوم بالتحليل الدقيق للنص الأصلي على عدة مستويات لغوية ونحوية، وتحديد سياق النص؛ وذلك للوصول إلى فهم محتوى النص الأصلي وترجمته إلى ما يقابله باللغة الأخرى بشكل صحيح، وتشمل هذه المحركات المحلل الصرفي، والمصحح، والعديد من أدوات فك اللبس اللغوي الأخرى.

٤- برنامج الناشر الصحفي: وهو من إنتاج شركة ديوان، ويتيح التحوّل من الكتابة باللغة العربية إلى الكتابة باللغة اللاتينية والعكس في كتلة النص الواحدة مع المحافظة على القدرة على تصحيح، وتعديل النص دون أن يؤثر ذلك على مواصفات النص، ويقدم إمكانية التدقيق اللغوي عن طريق برامج تدقيق لغوي من

إنتاج شركات أخرى، وباللغة العربية فقط.

٥- برنامج "إن ديزاين": وهو من إنتاج شركة أدوبي، وتتم معالجة النصوص العربية ذاتيًّا من داخل البرنامج، ولا يحتاج إلى ملاحق، كما يتضمن إمكانية تعرف الحركات على الحروف واتخاذ الموقع المناسب لها بشكل صحيح.

٦- برنامج نظام الاشتقاق والتصريف (صرف): وهو من نوعية البرامج مفتوحة المصدر، ويتضمن ما يلي:

١- مجال عمل برنامج "صرف".

٢- مميزات برنامج "صرف".

٣- دليل استعمال برنامج "صرف".

وذلك على التفصيل الآتي:

١- مجال عمل برنامج الاشتقاق والتصريف "صرف": ويقوم باشتقاق (توليد) الأفعال، والأسماء المشتقة، والمصادر، وتصريفها، وذلك انطلاقًا من جذورها الثلاثية أو الرباعية، واعتمادًا على قواعد النحو والصرف، وعلى قواعد المعطيات الخاصة به؛ حيث يقوم هذا البرنامج باشتقاق الأفعال الثلاثية، والرباعية المجردة والمزيدة، والأسماء المشتقة القياسية والسماعية، والمصادر القياسية والسماعية.

كما يقوم البرنامج بتصريف الأفعال عند إسنادها إلى جميع الضمائر في صيغة الماضي، والمضارع المرفوع والمنصوب والمجزوم والمؤكد، والأمر المؤكد وغير المؤكد، والأفعال في حالة بنائها للفاعل والمفعول، والأسماء المشتقة والمصادر في حالة الإفراد والتثنية والجمع، والتذكير والتأنيث، والرفع والنصب والجر، مع مراعاة الاسم من جهة تنكيره، وتعريفه، وإضافته.

٢- مميزات برنامج الاشتقاق والتصريف "صرف":

يمتاز من وجهة نظر مطوريه باستيعابه جميع الأفعال الثلاثية، والرباعية في اللغة

العربية، واستيعابه جميع المصادر السماعية للأفعال الثلاثية، وقدرته على توليد جميع الأسماء المشتقة والمصادر القياسية؛ وذلك اتباعًا لنظرية التباديل والتوافيق، كما يتميز باستغراقه جميع قواعد النحو والصرف المتعلقة باشتقاق وتصريف الأفعال والأسماء والمصادر، وكذلك قواعد التصريف المشترك (الإعلال، والإبدال، والإدغام)، وكذا استغراقه جميع قواعد رسم الهمزة، سواءً أكانت في الأفعال أم في الأسماء، وضبطه التام للكلمات بالشكل (بالحركات).

كذلك يتميز البرنامج بأنه مفتوح المصدر Open Source مما يؤدي إلى سهولة فهمه، وتعديله بواسطة مطورين آخرين، كما يمكن استعماله ضمن نظم معالجة أخرى، ويتميز أيضًا باستقلال قواعد معطياته عن برامجه، وإمكان تحديث قواعد معطياته (إضافةً وحذفًا وتعديلًا)، وأخيرًا سهولة العمل به بفضل اللوحات وقوائم الخيارات.

٣- دليل استعمال برنامج الاشتقاق والتصريف "صرف": ويتضمن ما يلي:

١ - إدخال الجذر.

٢ - تسهيلات إدخال الجذر.

٣ - الأفعال المُشْتَقَّة من الجذر الأصليّ (المُجَرَّدَة، والمزيدة).

٤- تصريف الأفعال والأسماء والمصادر.

١ - إدخال الجذر: عند تشغيل برنامج الاشتقاق والتصريف تظهر لوحة إدخال الجذر، وفي هذه اللوحة يطلب البرنامج إدخال جذر ثلاثي أو رباعي، فإذا أدخلنا الجذر (الثلاثي أو الرباعي) المطلوب، فستظهر (لوحة الأفعال المشتقة) من الجذر المُدخل.

ويجب أن يتحقق في الجذر المُدخَل شرطان: الأول أن يكون الجذر ثلاثيًّا أو رباعيًّا؛ أي يجب أن يكون عدد الحروف المُدخلة ثلاثة أو أربعة. والثاني: أن تنتمي أحرف هذا الجذر إلى مجموعة حروف المعجم (بدءًا من حرف الهمزة وانتهاءً بحرف الياء،

وعددها ٢٨ حرفًا]، فإذا نقص عدد أحرف الجذر المُدخَل عن ثلاثة أو زاد على أربعة فستظهر الرسالة التالية: "عدد أحرف الجذر يجب أن يكون ثلاثة أو أربعة".

وإذا تضمن الجذر المُدخَل رمزًا لا ينتمي إلى حروف المعجم؛ كالتاء المربوطة نحو: (سنة)، أو الألف الممدودة نحو (مآل)، أو إحدى علامات الترقيم نحو علامة التعجب في كلمة (قف!)؛ أعطى البرنامج الرسالة التالية:

"خطأ في أحد أحرف الجذر".

وإذا تضمن الجذر المُدخَل إحدى علامات الشكل، كالفتحة؛ أو الضمة، أو الكسرة، أو السكون، أو الشدة، أو التنوين؛ أعطى البرنامج الرسالة التالية: "علامات الشكل ليست من حروف المعجم".

وإذا كان الجذر لا ينتمي إلى قاعدة المعطيات نحو: (ننص)؛ أعطى البرنامج الرسالة التالية: "هذا الجذر لم يرد في قاعدة المعطيات".

٢ – تسهيلات إدخال الجذر:

١– (الهمزة): إذا كانت صورة الهمزة المُدخَلة تغاير صورتها في قاعدة المعطيات (التي على السطر: ء)، فإن البرنامج يحوِّلها تلقائيًّا إلى صورتها في قاعدة المعطيات.

– مثال ذلك:(سأل) يصبح (سءل)، و(ضؤل)، يصبح (ضءل)، و(وطئ)، يصبح (وطء)، وهكذا.

٢– (الألف): إذا بدأنا الجذر المُدخَل بحرف الألف (ا)؛ نحو: (اجر)، لأعطانا البرنامج الرسالة التالية: "لا يمكن أن يبدأ الجذر بحرف الألف"، وإذا كان الجذر المُدخَل ثلاثيًّا، وكان الحرف الثاني هو الألف (ا)؛ فإن البرنامج يفترض أن هذه الألف منقلبة عن واو أو ياء، ومن ثَمَّ يبحث عن انتماء الجذر في قاعدة المعطيات:

المثال	أصل الجذر	الإجراء
جاع	واويّ	ردُّ الألف إلى أصلها الواويّ

بات	يائيّ	ردُّ الألف إلى أصلها اليائيِّ
غزا	واويّ فقط	ردُّ الألف إلى أصلها الواويّ
بكا	يائيّ فقط	ردُّ الألف إلى أصلها اليائيِّ
نما	له أصلان واويّ ويائيّ	يطلب البرنامج إدخال أحد هذين الجذرين: (نمو)/ (نمي)
هعا	ليس واويّا ولا يائيّا	يعطى البرنامج الرسالة التالية: "هذا الجذر لم يرد في قاعدة المعطيات"

جدول (١)

أمَّا إذا كان الجذر المُدخَل ثلاثيًّا، وكان الحرف الثالث هو الألف اللينة (ى)؛ فإنَّ البرنامج يفترض أنَّ هذه الألف منقلبة عن واو أو ياء، ثم يبحث عن انتماء الجذر في قاعدة المعطيات كما يلي:

المثال	أصل الجذر	الإجراء
عفى	واويّ	ردُّ الألف إلى أصلها الواويّ
رمى	يائيّ	ردُّ الألف إلى أصلها اليائيِّ
خمى	ليس واويّا ولا يائيّا	

جدول (٢)

أمَّا إذا كان الجذر المُدخَل رباعيًّا، وكان الحرف الرابع هو الألف اللينة (ى)؛ فإن البرنامج يفترض أن هذه الألف منقلبة عن ياء، ثم يبحث عن انتماء الجذر في قاعدة المعطيات:

المثال	أصل الجذر	الإجراء

قلسى	يائيّ	ردُّ الألف إلى أصلها اليائيِّ
جفجى	إذا لم يكن يائيّا	يعطى البرنامج الرسالة التالية: "هذا الجذر لم يرد في قاعدة المعطيات"

جدول (٣)

٣- الأفعال المشتقة (المجردة والمزيدة) [١٣]: إذا أدخلنا أحد الجذور الثلاثية في حقل إدخال الجذر "نَهَضَ" -كمثال-، وضغطنا على مفتاح (Enter)؛ فستظهر (لوحة الأفعال المشتقة "المجردة والمزيدة")، وتشتمل هذه اللوحة على أربعة بنود هي:

أ- الأفعال الثلاثيَّة المجرَّدة.

ب- الأفعال الثلاثيَّة المزيدة بحرف.

ج- الأفعال الثلاثيَّة المزيدة بحرفَيْن.

د- الأفعال الثلاثيَّة المزيدة بثلاثة أحرف.

شكل (٢)[١٤]

بَيْدَ أنَّي ألاحظ على الجدول السابق ما يأتي:

١-أنه لم يبدأ بالأفعال من حيث الكثرة؛ أعني أنه لم يبدأ بالأفعال الأكثر تواجدا فقد بدأ بـــ (فَعَلَ- يفعُل) وهو أقلها تواجدًا، وأخَّر (فعَل – يفعَل) وهو أكثر منه تواجدًا، وقدَّم (فعُل- يفعُل) على (فعِل- يفعِل) وهو أقل منه.

٢- في الخانة الخاصة بالأفعال الثلاثيَّة المزيدة بالتضعيف تجاهل (نَهَّض، يُنهِّض) رغم جوازه وكثرته ورغم التمثيل له في جداول أخرى غير هذا الجدول.

٣- في الخانات الخاصة بالأفعال الثلاثية المزيدة بحرفين أسقط التمثيل لـــــــــ (افعلَّ- يَفعلُّ)، وكذلك (تفعَّل – يَتفعَّل)، وتركها خاوية مع جواز تطبيقها على الفعل (نهض) فلم يقل في الأولى: (انهضَّ- ينهضُّ)، ولم يقل في الثانية: (تنهَّض- يتنهَّض) رغم جوازهما معًا، ولم يمثل لـــــ (انفعل – ينفعل)،

ومعه حق في ذلك.

٤- (فَعَلَ) الثلاثي المزيد بثلاثة أحرف –آخر الجدول- تجاهل (انهاضَّ) زنة (افْعالَّ) رغم جواز حصوله، وكذلك تجاهل السابقَيْنِ، ولم يمثِّل إلا للوزن (استفعلَ).

نوع الأفعال	عدد الأوزان	الأمثلة
الثلاثية المجردة	(٦) ستة أوزان	نَهَضَ يَنْهَضُ
الثلاثية المزيدة بحرف	(٣) ثلاثة أوزان	أَنْهَضَ يُنْهِضُ، نَاهَضَ يُنَاهِضُ
الثلاثية المزيدة بحرفين	(٥) خمسة أوزان	انْتَهَضَ يَنْتَهِضُ، تَنَاهَضَ يَتَنَاهَضُ
الثلاثية المزيدة بثلاثة أحرف	(٤) أربعة أوزان	اسْتَنْهَضَ يَسْتَنْهِضُ

جدول (٤)

يلاحظ أن الأمثلة هي مجرد عينات فقط، ولا تعني حصرا للأنواع، ولا للأوزان.

٤- تصريف الأفعال والأسماء والمصادر:

-يتخاطب البرنامج الجزئي للتصريف مع برنامج الاشتقاق، فيأخذ منه المفردات المشتقة بغية تصريفها.

- والواجهات العرض والعمل والاستخدام للبرنامج عنصران أساسيان؛ الأول يعرض تصريف الأفعال، والآخر يعرض تصريف الأسماء والمصادر، وكلاهما يستوعب جميع الحالات، ولا توجد علاقة برمجية ثابتة بين الواجهات، وإنما تُبنى أثناء زمن التنفيذ للتخفيف من الارتباطات الكثيرة بين أجزاء البرنامج.

تم تصميم البرنامج بحيث يكون كل جزء مستقلاً عن الآخر، وبحيث تتخاطب

الأجزاء مع وحدة مركزية توزع العمل والمهام فيما بينها.

- إذا ضغطنا على أحد الأفعال الثلاثية المجردة في (لوحة الأفعال المشتقة)، فستظهر (لوحة تصريف الأفعال والأسماء والمصادر)؛ فإذا ضغطنا على زر (نَهَضَ يَنْهَضُ) في (لوحة الأفعال المشتقة) ستظهر (لوحة تصريف الأفعال والأسماء والمصادر) الآتية:

شكل (٣) [١٥]

وتتضمن لوحة[١٦] تصريف الأفعال والأسماء والمصادر السابقة أربعة أزرار، هي:-

١- الأفعال المبنية للمعلوم (للفاعل).

٢- الأفعال المبنية للمجهول (للمفعول).

٣- الأسماء المشتقة.

٤- المصادر.

١- تصريف الأفعال المبنية للمعلوم (للفاعل): إذا ضغطنا على زر (الأفعال المبنية للمعلوم) في (لوحة تصريف الأفعال والأسماء والمصادر)، ستظهر (لوحة تصريف الأفعال المبنية للمعلوم)، وتبين اللوحة تصريف الفعل (نَهَضَ يَنْهَضُ)

في صيغة الماضي، تصريف الأفعال المبنية للمعلوم، وتحتوي هذه اللوحة على سبعة أزرار، هي: الماضي، والمضارع المرفوع، والمضارع المنصوب، والمضارع المجزوم، والمضارع المؤكد، والأمر، والأمر المؤكد. وبالضغط على أحد هذه الأزرار نحصل على تصريف الفعل الثلاثي المجرد في الصيغة المطلوبة.

شكل (٤) [١٧]

يلاحظ على الجدول السابق ما يلي:

- الاكتفاء بالماضي فقط، و لم يمثل لباقي العناوين الأخرى.
- تصريف الفعل في صيغة الماضي يتضمن ضمائر الرفع على كل المستويات؛ ضمائر المتكلم، المخاطب، الغائب، وإلى جانب كلٍّ منها الفعل الماضي المسند إلى هذا الضمير مضبوطًا بالشكل التام، وللعودة إلى (لوحة تصريف الأفعال

والأسماء والمصادر) نضغط على زر (عودة)، أو على مفتاح المغادرة (Esc) في لوحة المفاتيح، وللعودة إلى (لوحة الأفعال المشتقة) نضغط ثانية على زر (عودة)، أو على مفتاح المغادرة (Esc) في لوحة المفاتيح.

- لم يضع خانة عرضية فوق، يعنون فيها للإسناد للضمائر رغم إيراده لها في كل الأعمدة.
- العناوين غير مطابقة تماماً للأمثلة التي تحتها.
- العمود الثالث الخانة رقم (٣) لأسفل استعمل مصطلح (مذ) اختصارا للمذكر وتنبيها عليه، في الخانة التي بعده (٤) استعمل مصطلح (مؤ) اختصارا للمؤنث وتنبيها عليه، وهو أمر يوحي بالدقة في هذا الشأن.

٢- تصريف الأفعال المبنية للمجهول (للمفعول): إذا ضغطنا على زر (الأفعال المبنية للمجهول) في (لوحة تصريف الأفعال والأسماء والمصادر)، فستظهر (لوحة تصريف الأفعال المبنية للمجهول)، وتحتوي هذه اللوحة على خمسة أزرار للمبني للمفعول هي: الماضي، المضارع المرفوع، المضارع المنصوب، المضارع المجزوم، المضارع المؤكد، وبالضغط على أحد هذه الأزرار نحصل على تصريف الفعل الثلاثي المجرد المبني للمجهول في الصيغة المطلوبة.

ويبين الشكل الآتي تصريف الفعل (رَزَقَ- يَرْزُقُ) في صيغة المضارع المرفوع المبني للمجهول.

شكل (٥) [١٨]

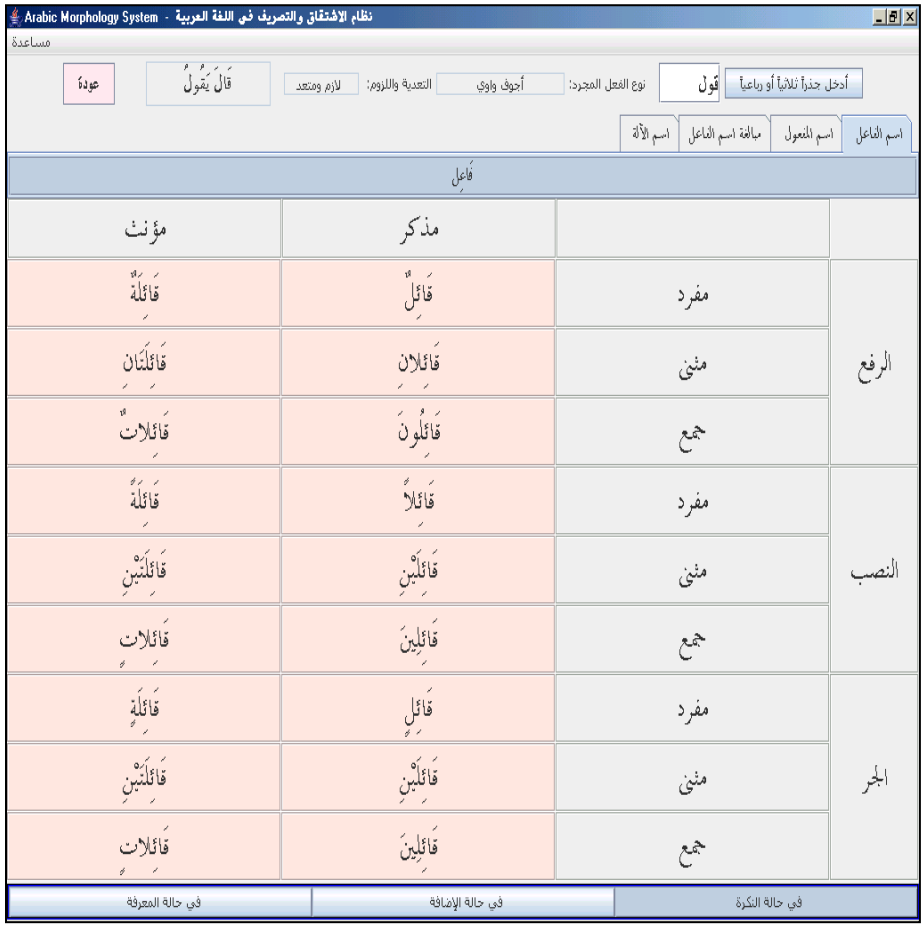
يلاحظ على الجدول السابق نفس الملاحظات التي كانت في الجدول السابق عليه؛ حيث لم يعنون للإسناد للضمائر، رغم إيراده لها، وكذلك العناوين غير مطابقة لما تحتها، ويزيد هذا الجدول ملاحظة ثالثة ألا وهي أنه في عنوان (المضارع المؤكد للمجهول) قد خلت تمامًا من أدوات التوكيد.

كما يلاحظ أنه اكتفى بالماضي المبني للمجهول (للمفعول) كرأس في الجدول، ولكنه لم يورده ضمن الأعمدة المنصوص عليها في الجدول، بل أورد المضارع المرفوع المبني للمجهول (للمفعول)، مع التمثيل لهما بضمائر الرفع على كل المستويات؛ التكلم، الخطاب، الغيبة.

٣- الأسماء المشتقة: إذا ضغطنا على زر (الأسماء المشتقة) في (لوحة تصريف

الأفعال والأسماء والمصادر) فستظهر (لوحة تصريف الأسماء المشتقة)، وتحتوي هذه اللوحة على أزرار الأسماء المشتقة من الأفعال الثلاثية المجردة، وهي: اسم الفاعل، اسم المفعول، مبالغة اسم الفاعل، اسم الآلة، اسما الزمان والمكان، اسم التفضيل، الصفة المشبهة. وبالضغط على أحد هذه الأزرار، نحصل على تصريف الاسم المشتق المطلوب... فمثلًا إذا ضغطنا على زر (اسم الفاعل) في (لوحة تصريف الأسماء المشتقة) فستظهر (لوحة تصريف اسم الفاعل).

ويبين الشكل الآتي تصريف اسم الفاعل للفعل (قَالَ يَقُولُ):



شكل (٦) [١٩]

يتكون جدول تصريف اسم الفاعل من عمودين، وتسعة أسطر؛ أما العمود الأول فنجد فيه تصريف اسم الفاعل في حالة المذكر، وأمَّا العمود الثاني فنجد فيه تصريفه في حالة المؤنث. أما الأسطر التسعة فثلاثة أثلاث: الأول لتصريف اسم الفاعل في حالة الرفع، والثاني في حالة النصب، والثالث في حالة الجر.

وخُصِّص السطر الأول في كلٍّ منها لتصريف اسم الفاعل في حالة المفرد، والثاني في حالة المثنى، والثالث في حالة الجمع، ويوجد أسفل الجدول ثلاثة أزرار في حالات: (النكرة، والإضافة، والمعرفة)، وبالضغط على أحد هذه الأزرار الثلاثة، نحصل على تصريف اسم الفاعل في الحالة المطلوبة.

وهكذا نرى أن هذا الجدول يحتوي على جميع الصور التي يمكن أن يرد فيها اسم الفاعل سواءً كان مذكرًا أو مؤنثًا، مرفوعًا أو منصوبًا أو مجرورًا، مفردًا أو مثنى أو مجموعًا، معرَّفًا أو مضافًا أو نكرةً، وجميع هذه الأسماء مضبوطة بالشكل التام.

وينطبق وصف جدول تصريف اسم الفاعل على جداول تصريف بقية الأسماء المشتقة، وللعودة إلى (لوحة تصريف الأفعال والأسماء والمصادر نضغط على زر (عودة)، أو على مفتاح المغادرة (Esc) في لوحة المفاتيح، وللعودة إلى (لوحة الأفعال المشتقة) نضغط ثانية على زر (عودة) أو على مفتاح المغادرة (Esc) في لوحة المفاتيح.

٤- المصادر: إذا أردت التعرف على أي مصدر للفعل الثلاثي، أو الرباعي، أو الخماسي، أو السداسي، سواء كان أحد هذه الأفعال مجردا أو مزيدا؛ طلبت لوحة المصادر، وكتبت الفعل المراد معرفة مصدره، وافاك البرنامج بالمطلوب على الفور، مع قيامه بكافة التصاريف الأخرى الطارئة على المصدر؛ كالإعلال والإبدال... إلخ.

ولو أردت العكس كأن تطلب فعلا لمصدر بعينه، سواء أكان ثلاثيا أم رباعيا أم

خماسيا أم سداسيا، وافاك على الفور بفعل ذلك المصدر، مع تحلله من كافة التغييرات التي طرأت عليه.

هذا وغالبا ما يكون المطلوب هو النوع الأول؛ وهو أن تطلب مصدرا لفعل، بيد أن البرنامج على استعداد تام وفوري للشيء ونقيضه في هذا الشأن.

قواعد النحو والصرف لبرنامج صرف:

إن الموضوع الأساس لنظام الاشتقاق والتصريف في اللغة العربية هو الصرف، لكن له كذلك أوجه نحوية لا بدَّ لنا من التطرق إليها؛ كبناء الأفعال وإعرابها، وما يعتري الأسماء من تغيُّرٍ في حالاتها الإعرابيَّة من رفعٍ ونصبٍ وجرٍّ، وقد استقى مطوِّرو النظام هذه القواعد من كتب النحو والصرف، والهدف من عرضها هنا توضيح طريقة معالجة القواعد عن طريق الحاسوب، وسوف نعرض بعض قواعد تصريف الأفعال كمثال؛ والتي تعني تحويلها من الماضي إلى المضارع والأمر، ومن المعلوم إلى المجهول، وتحويل إسنادها بحسب فاعلها من ضمير المفرد إلى ضمير المثنى والجمع، ومن ضمير المذكر إلى ضمير المؤنث، ومن ضمير الغائب إلى ضمير المخاطب والمتكلم، وينقسم الفعل إلى: ماضٍ ومضارع وأمر، ومجرد ومزيد.

والمجرد قسمان: ثلاثي ورباعي، والمزيد قسمان: مزيد الثلاثي ومزيد الرباعي، ويتكوَّن الفعل الماضي الثلاثي المجرد من ثلاثة أحرف أصلية، ويُرمز لها بالفاء، والعين، واللام (فَعَلَ)، ويصاغ الفعل المضارع بزيادة أحد أحرف المضارعة الأربعة: (أ، ن، ي، ت) مفتوحًا قبل الفاء.

وللفعل الثلاثي المجرد باعتبار ماضيه ومضارعه ستة أبواب هي:

الباب	الماضي	المضارع	أمثلة
الأول	فعَل	يفعَل	فتَح يفتَح
الثاني	فعَل	يفعِل	ضرَب يضرِب
الثالث	فعَل	يفعُل	نصَر ينصُر

جدول (٥)

الباب	الماضي	المضارع	أمثلة
الرابع	فعِل	يفعَل	فَرِحَ يَفْرَح
الخامس	فعِل	يفعِل	حسِب يَحْسِب
السادس	فعُل	يفعُل	شرُف يشرُف

جدول (٦)

ويصاغ فعل الأمر بحذف حرف المضارعة مع إجراء ما يلي:

١- إذا كان ما بعد حرف المضارعة ساكنًا؛ زِيْد قبل الساكن ألف وصل نحو: (اِعْلَمْ، اُدْعُ، اِرْمِ).

٢- إذا كان ما بعد حرف المضارعة متحركًا، فإنه لا يحتاج إلى همزة وصل؛ نحو: (قُلْ، سِرْ، خَفْ).

أما الفعل الرباعي المجرد فيتألف من أربعة أحرف أصلية؛ وهي الفاء، والعين، واللام الأولى، واللام الثانية: فَعْلَلَ، ويصاغ الفعل المضارع بزيادة أحد أحرف المضارعة الأربعة (أ، ن، ي، ت) مضموماً قبل الفاء، وكسر اللام الأولى.

وللفعل الرباعي المجرد بناءٌ واحد هو: فَعْلَلَ، ومضارعه: يُفَعْلِلُ، كدَحْرَجَ يُدَحْرِج، وزَلْزَلَ يُزَلْزِل.

ويصاغ فعل الأمر بحذف حرف المضارعة، ولا يحتاج إلى همزة وصل، نحو: دَحْرِجْ، وزَلْزِلْ.

وينقسم الفعل الثلاثي المزيد إلى ثلاثة أقسام؛ وهي: ما زيد عليه حرف واحد، وما

زيد عليه حرفان، وما زيد عليه ثلاثة أحرف.

ويبين الجدول الآتي أوزان الأفعال الثلاثية المزيدة؛ في الماضي والمضارع والأمر، مع التمثيل:

	الماضي	المضارع	الأمر	أمثلة
الثلاثي	أَفْعَلَ	يُفْعِلُ	أَفْعِلْ	أَكْرَمَ يُكْرِمُ أَكْرِمْ
المزيد بحرف	فَعَّلَ	يُفَعِّلُ	فَعِّلْ	فَرَّحَ يُفَرِّحُ فَرِّحْ
	فَاعَلَ	يُفَاعِلُ	فَاعِلْ	قَاتَلَ يُقَاتِلُ قَاتِلْ

جدول (٧)

		الماضي	المضارع	الأمر	أمثلة
الثلاثي المزيد بحرفين		انْفَعَلَ	يَنْفَعِلُ	انْفَعِلْ	انْكَسَرَ يَنْكَسِرُ انْكَسِرْ
		افْتَعَلَ	يَفْتَعِلُ	افْتَعِلْ	اجْتَمَعَ يَجْتَمِعُ اجْتَمِعْ
		افْعَلَّ	يَفْعَلُّ	افْعَلَّ	احْمَرَّ يَحْمَرُّ احْمَرَّ
		تَفَاعَلَ	يَتَفَاعَلُ	تَفَاعَلْ	تَبَاعَدَ يَتَبَاعَدُ تَبَاعَدْ
		تَفَعَّلَ	يَتَفَعَّلُ	تَفَعَّلْ	تَعَلَّمَ يَتَعَلَّمُ تَعَلَّمْ

جدول (٨)

	الماضي	المضارع	الأمر	أمثلة

الثلاثي المزيد بثلاثة أحرف	اسْتَفْعَلَ	يَسْتَفْعِلُ	اسْتَفْعِلْ	استخرج يستخرج استخرج
	افْعَوْعَلَ	يَفْعَوْعِلُ	افْعَوْعِلْ	اعْشَوْشَبَ يَعْشَوْشِبُ اعْشَوْشِبْ
	افْعَوَّلَ	يَفْعَوِّلُ	افْعَوِّلْ	اجْلَوَّذَ (=أسرع) يَجْلَوِّذُ اجْلَوِّذْ.
	افْعَالَّ	يَفْعَالُّ	افْعَالَّ	احْمارَّ يَحْمارُّ احْمارَّ.

جدول (٩)

وأخيرا ينقسم الفعل الرباعي المزيد إلى قسمين: المزيد بحرف واحد، والمزيد بحرفين .

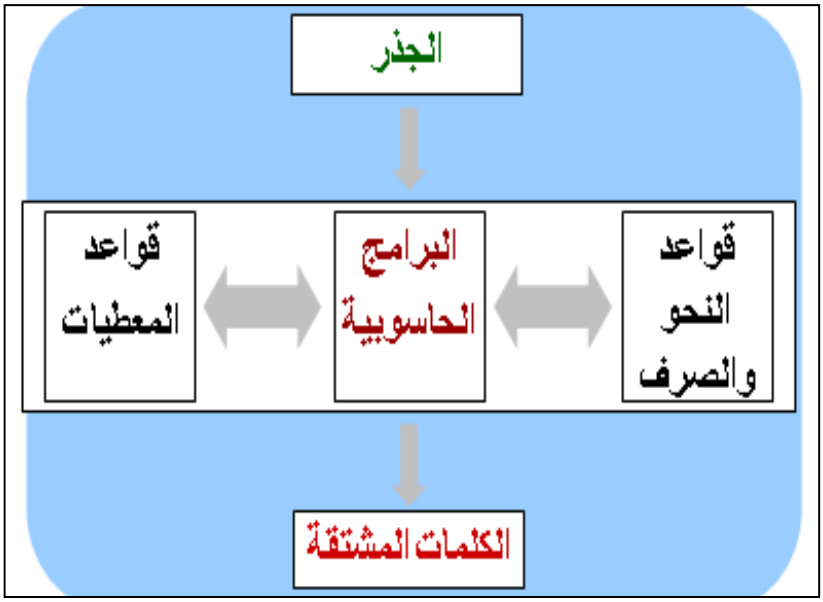
	الماضي	المضارع	الأمر	أمثلة
المزيد بحرف	تَفَعْلَلَ	يَتَفَعْلَلُ	تَفَعْلَلْ	تَدَحْرَجَ يَتَدَحْرَجُ تَدَحْرَجْ.
المزيد بحرفين	افْعَنْلَلَ	يُفْعَنْلِلُ	افْعَنْلِلْ	افْرَنْقَعَ يَفْرَنْقِعُ افْرَنْقِعْ.
	افْعَلَلَّ	يُفْعَلِلُّ	افْعَلِلَّ	اطْمَأَنَّ يَطْمَئِنُّ اطْمَئِنَّ.

جدول (١٠)

الخوارزميات والقوانين لبرنامج صرف: تم عرض الخوارزميات في أشكال ومخططات تبيِّن مكوِّنات هذا النظام ومراحل العمل فيه، كما تم تقسيم القوانين الواردة فيه إلى قسمين؛ قسم يتناول اشتقاق وتصريف الأفعال والأسماء والمصادر، وقسم يتناول معالجة هذه الأفعال والأسماء والمصادر بعد اشتقاقها وتصريفها.

أولًا: الخوارزميات[٢٠] :

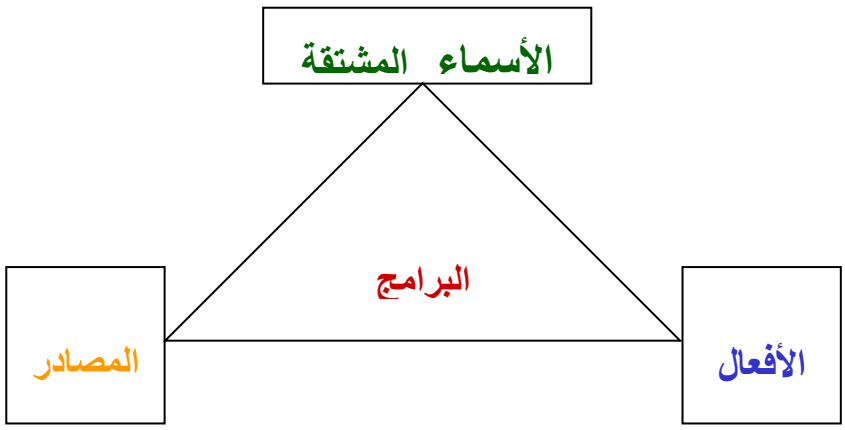
المخطط الصندوقي لنظام الاشتقاق والتصريف



شكل (٧) [٢١]

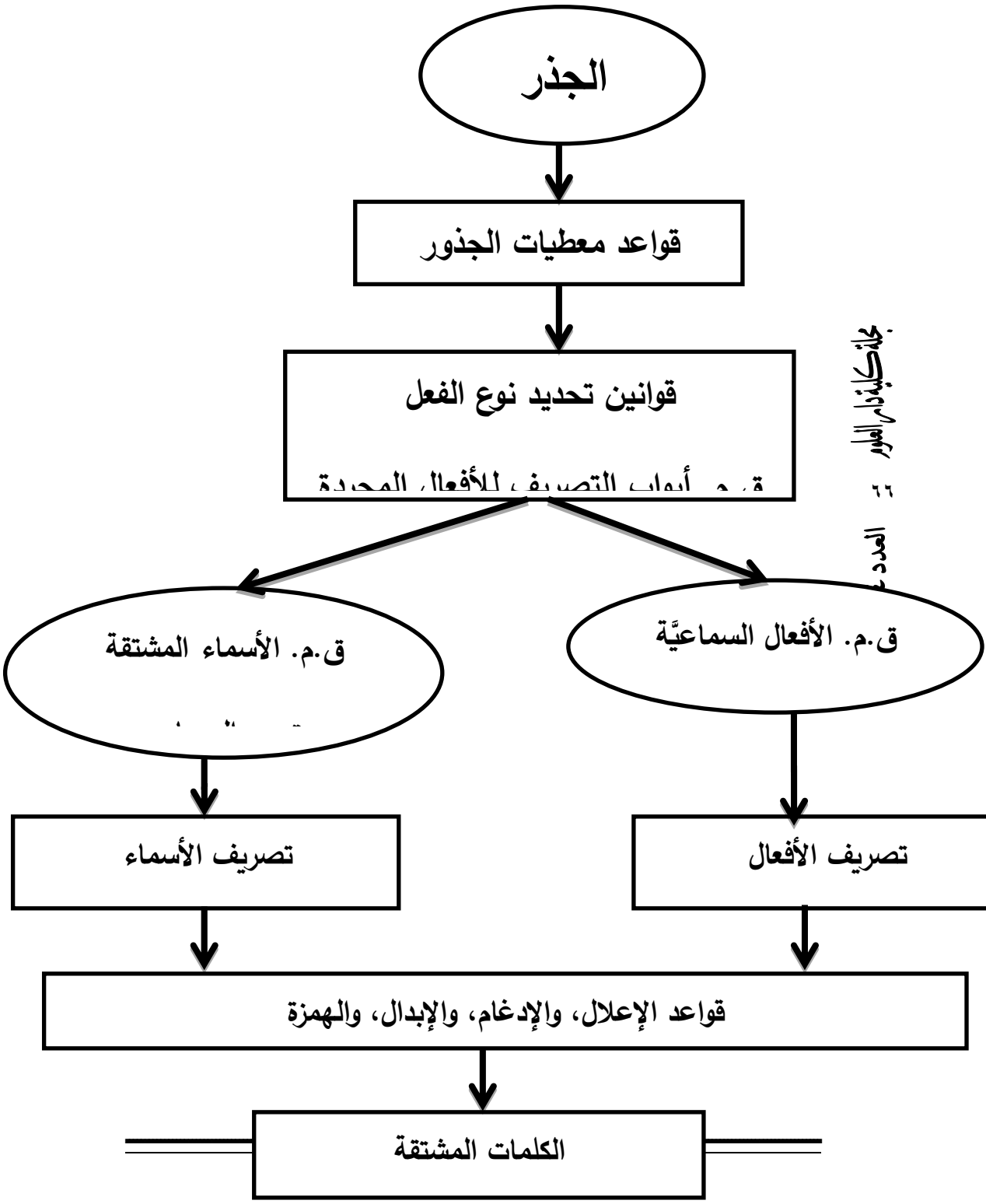
يبين هذا الشكل المخطط العام لنظام الاشتقاق والتصريف، وهو يتكون من: البرامج الحاسوبية، وقواعد النحو والصرف، وقواعد المعطيات. أما دخله: فهو الجذر (الثلاثي أو الرباعي)، وأما خرجه: فهو الكلمات المشتقة (أي: الأفعال والأسماء المشتقة والمصادر).

ثانيًا: المكوّنات الأساسية للبرامج الحاسوبية للنظام:



شكل (٨)

ثالثًا: المراحل الأساسية لنظام الاشتقاق والتصريف :



شكل (٩)

رابعًا: المكونات الأساسية للأسماء المشتقة في نظام الاشتقاق والتصريف:

الأسماء المشتقة:

أ- من الأفعال الثلاثية المجردة:

١- اسم الفاعل.

٢- مبالغة اسم الفاعل.

٣- الصفات المشبهة باسم الفاعل.

٤- اسم المفعول.

٥- اسم التفضيل.

٦- اسما الزمان والمكان.

٧- أسماء الآلة.

ب- من الأفعال فوق الثلاثية:

١- اسم الفاعل.

٢- اسم المفعول.

خامسًا: المراحل المتتابعة لمعالجة الأسماء المشتقة والمصادر:

١ — الإبدال. ٢ — الإدغام. ٣ — الإعلال. ٤ - رسم الهمزة.

٥- اللام ألف. ٦- اللام الشمسية والقمرية.

ثانيًا: القوانين:

بعد الكلام عن (أولا: الخوارزميات) جاء دور الكلام عن (ثانيا: القوانين)؛ وتحتوي على ثلاثة بنود هي:

١- الرموز المستعملة. ٢- قوانين الاشتقاق والتصريف.

٣- قوانين المعالجة.

١- بعض الرموز المستعملة:

١- C١ الحرف الأول من الجذر الثلاثي أو الرباعي.

٢- C٢الحرف الثاني من الجذر الثلاثي أو الرباعي.

٣- C٣الحرف الثالث من الجذر الثلاثي أو الرباعي.

٤- C٤الحرف الرابع من الجذر الرباعي.

٥- VPA٢ (n) حركة الحرف الثاني للفعل الثلاثي المجرد (عين الفعل) في صيغة الماضي، وهي تتبع رقم الباب التصريفي للفعل (n).

٦- VPR٢(n) حركة الحرف الثاني للفعل الثلاثي المجرد (عين الفعل) في صيغة المضارع، وهي تتبع رقم الباب التصريفي للفعل (n). [جدول ١١]

٧- VPA٣(i) حركة الحرف الأخير للفعل الثلاثي المجرد والمزيد في صيغة الماضي، وهي تتبع رقم ضمير الرفع المنفصل (i). [جدول ١٢]

٨- VPA٤(i) حركة الحرف الأخير للفعل الرباعي المجرد والمزيد في صيغة الماضي، وهي تتبع رقم ضمير الرفع المنفصل (i). [جدول ١٢]

٩- ConPro١(i) الحروف وضمائر الرفع المتصلة بالفعل الثلاثي والرباعي في صيغة الماضي، وهي تتبع رقم ضمير الرفع المنفصل (i). [جدول ١٢]

١٠- AL(i) حروف المضارعة (أ ن ي ت) للأفعال الثلاثية والرباعية في صيغة المضارع، وهي تتبع رقم ضمير الرفع المنفصل (i).

١١- NOC الرقم الدال على الباب التصريفي للفعل الثلاثي المجرد (١ = n، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦).

١٢- KOV الرقم الدال على نوع الفعل.

١٣- F وزن الفعل الرباعي المجرد والمزيد. (جدول ١٣)

بعض الجداول:

الجدول ١١: حركة عين الفعل الثلاثي في الماضي والمضارع تَبَعًا للباب التصريفي.

الجدول ١٢: ضمائر الرفع المنفصلة والمتصلة.

الجدول ١٣: أوزان الأفعال الرباعية المجردة والمزيدة.

رقم الباب التصريفي(n)	وزن الفعل	مثال	(VPA٢(n (في الماضي)	(VPR٢(n (في المضارع)
١	فعَل يَفعُل	نصَر يَنصُر	-َ (فتحة)	-ُ (ضمة)
٢	فعَل يَفعِل	جلَس يَجلِس	-َ (فتحة)	-ِ (كسرة)

جدول (١١)

رقم الضمير (i)	الضمير	ي(VPA٣(i (VPA٤(i	(ConPro١(i
١	أنا	-ْ (سكون)	تُ
٢	نحن	-ُ (ضمة)	نَا

جدول (١٢)

	وزن الفعل	F
الرباعي المجرد	فَعْلَلَ – يُفَعْلِلُ	٠
الرباعي المزيد	تَفَعْلَلَ – يَتَفَعْلَلُ	١
	افْعَنْلَلَ – يَفْعَنْلِلُ	٢
	افْعَلَلَّ – يَفْعَلِلُّ	٣

جدول (١٣)

٢- قوانين الاشتقاق والتصريف: صيغت قوانين الاشتقاق والتصريف على شكل معادلة طرفها الأيسر: الفعل (أو الاسم)، وطرفها الأيمن: سلسلة من الحروف والحركات التي يتولَّد منها هذا الفعل (أو الاسم)، وذلك

نحو:

اشتقاق وتصريف الأفعال.

Verb = VPA١+ VPA٢ + VPA٣ + ConPro

يولِّد هذا القانون الأفعال الثلاثية المعلومة في صيغة الماضي مسندة إلى جميع الضمائر؛ فكُلٌّ من الطرفَيْن الأيمن، والأيسر ما هما إلا اجتماع الحروف والحركات الآتية: الحرف الأول للجذر وحركته، ثم الحرف الثاني للجذر وحركته، ثم الحرف الثالث للجذر وحركته، ثم ضمير الرفع المتصل مثلًا؛ فإذا كان الجذر هو (س م ع + تُ) مثلًا، ورقم الباب التصريفي هو الرابع (عِلم يعلَم) (فَعِلَ يَفْعَلُ)، والضمير المسند إليه هو (أنا)، فهذا يعني أن:

س + فتح = VPA١

م + كسر = VPA٢

ع + سكون = ٣VPA

ت + ضم = ConPro

وباجتماع هذه السلسلة نحصُل على:

س + ـَ + م + ـِ + ع + ـْ + ت + ـُ = سَمِعْتُ

مثال على: اشتقاق وتصريف الأسماء:

يولِّد القانون السابق اسم المفعول —على سبيل المثال لا الحصر– من الأفعال الثلاثية المجردة، في جميع حالاته (الإفراد والتثنية والجمع، والتذكير والتأنيث، والتعريف والإضافة والتنكير)؛ فالطرف الأيمن (مَسْمُوعٌ) هو اسم المفعول، والطرف الأيسر: هو اجتماع الحروف والحركات الآتية: حرف الميم، ثم فتح، ثم الحرف الأول للجذر (السين) ، ويمثل فاء الكلمة، ثم سكون، ثم الحرف الثاني للجذر (الميم)، ويمثل عين الكلمة، ثم ضم، ثم الواو، ويمثل واو مفعول، ثم سكون، ثم الحرف

الثالث للجذر (العين)، ويمثل لام الكلمة، ثم حركته والأحرف المتصلة إنْ وُجِدَتْ، ثم حركاتها.

فإذا كان الجذر هو (س م ع) مثلًا، واسم المفعول في حالة المفرد المذكر النكرة، فهذا يعني أن:

س = C١

م= C٢

ع= C٣

وباجتماع هذه السلسلة نحصُل على:

مَسْمُوع = م + ـَ + س + ـْ + م + ـُ + و+ـْ + ع + حركة الإعراب على حسب موقعه من الجملة

٣- قوانين المعالجة:

- جميع قوانين المعالجة هنا تتألف من طرفين بينهما سهم يساري (⟵).
- يتكون كل طرف من عدد من الحروف والحركات يفصل بينها إشارة الجمع (+).

يلي ذلك (مثال أو أكثر) موضوع بين قوسين لما ينطبق عليه هذا القانون.

مثال١ على قوانين المعالجة لحرف العلة (وَ ⟵ يَ):

و + ـَ + ا ⟵ ي + ـَ + ا (هما أدْنَيَا) يتألف الطرف الأول: من حرف الواو – في بنيته التحتية- ثم الفتحة، ثم حرف الألف، ويتألف الطرف البديل – البنية السطحية- من حرف الياء، ثم الفتحة، ثم حرف الألف، وهذا يعني أنه إذا تألّف أحد مقاطع الكلمة المعالَجة من: (وَا)، وجب تبديل حرف الواو في هذا المقطع، ووضع الياء بدلًا منه؛ فيصبح: (يَا)، فالمثال المذكور بين القوسين: (هما أدْنَيَا)، هو مثال على الأفعال التي ينطبق عليها هذا القانون، ⟵: هما أَدْنَوَا ⟵

هما أَدْنَيَا.

مثال٢ على قوانين المعالجة للام الكلمة المعتل المحذوف:

و + -ـَ + ت ⟵ ت (هي أدْنَتْ) أصلها (أدنوت).

هذا القانون يعني أنه إذا تألّف أحد مقاطع الكلمة المعالَجة من: (وَت)، وجب حذف حرف الواو هو وحركة الفتحة؛ فيصبح هذا المقطع بعد الحذف: (ت)، فالمثال (هي أدْنَتْ) هو مثال على الأفعال التي ينطبق عليها هذا القانون، ⟵: هي أَدْنَوَت ⟵ هي أَدْنَتْ.

توصيف قواعد المعطيات وتوصيف البرنامج:

يتضمن ذلك نماذجَ من:

أولًا: توصيف قواعد معطيات البرنامج.

ثانيًا: توصيف البرنامج:

على سبيل المثال:

(أ) – توصيف قاعدة معطيات (ق.م.) الأفعال الثلاثية المجردة.

(ب) – توصيف قاعدة معطيات(ق.م.) الأفعال الثلاثية المزيدة.

تشتمل هذه القاعدة على:

١– الأفعال الثلاثية المجردة.

٢– المصادر الأصلية لهذه الأفعال.

وهي تتكوّن من جدول يتألف من: (٧٨٨٩) تسعة وثمانين وثمانمائة وسبعة آلاف سطر،أما الأعمدة ف ٢١ واحد وعشرون عمودًا.

توصيف (ق.م) الأفعال الثلاثية المجردة:

بالنسبة للأسطر: يختص كل سطر من سطور هذا الجدول بباب تصريفي واحد للفعل، فإذا تعددت أبواب تصريف الفعل تعددت سطوره؛ فالفعل (نصر) يشغل سطرًا واحدًا في الجدول؛ لأنه يتصرّف من باب واحد، والفعل (وزن) يشغل

سطرين.

أمَّا بالنسبة للأعمدة (الواحدة والعشرين)؛ فخمسة للأفعال الثلاثية المجردة:

- الأول (c١) يتضمن الحرف الأول من جذر الفعل.
- الثاني (c٢) يتضمن الحرف الثاني من جذر الفعل.
- الثالث (c٣) يتضمن الحرف الثالث من جذر الفعل.
- الرابع (Noc) يتضمن رقم الباب التصريفي للفعل.
- الخامس (Transitivity) يتضمن الرمز الدال على لزوم الفعل أو تعديته.
- وأما الستة عشر عمودا الباقية فهي لمصادر هذه لأفعال.

توصيف قواعد معطيات البرنامج:

على سبيل المثال:

(أ) – توصيف قاعدة معطيات (ق.م.) الأفعال الثلاثية المجردة

(ب) – توصيف قاعدة معطيات(ق.م.) الأفعال الثلاثية المزيدة

توصيف (ق.م.) الأفعال الثلاثية المزيدة:

تتكوّن قاعدة معطيات الأفعال الثلاثية المزيدة من جدول يتألف من:

- (٤٦٧٧) سبعة وسبعين وستمائة وأربعة آلاف سطر.
- يختص كل سطر من سطور هذا الجدول بأحد الجذور الذي يُشتق منه الأفعال الثلاثية المزيدة
- (١٥) خمسة عشر عموداً: الأعمدة الثلاثة الأولى تتضمن الأحرف الثلاثة لجذر الفعل (الأول فالثاني فالثالث) على الترتيب، ويليها (١٢) اثنا عشر عموداً يختص كلٌّ منها بأحد أوزان الأفعال الثلاثية المزيدة.

يتضمن ذلك نماذجَ من: توصيف قواعد معطيات البرنامج، وتوصيف البرنامج كلغة البرمجة المستعملة جافا Java؛ حيث تمتاز هذه اللغة بمميزات خاصة

مما يجعلها أكثر لغات البرمجة إثارةً؛ ومن تلكم المميزات ما يلي:

أ- غرضية التوجه.

ب- مستقلة عن نظام التشغيل ومنصة العمل.

ج- داعمة وموجِّهة للكيانات.

د- قابلة للنقل والتنفيذ، وإضافة الحركة والصوت إلى صفحات الويب.

هـ- كتابة الألعاب، والبرامج المساعدة.

و- إنشاء برامج ذات واجهة مستخدم رسوميَّة.

وقد روعيت في إعداد البرنامج المعايير والمبادئ المعتمدة عالميًّا ومنها: استخدام مجموعة من القوالب المعتمدة للحالات التي تظهر في التصاميم البرمجية؛ فتعطي القوالب نتائج جيدة في هيكلية تصميم النظم لتسريع عملية الهندسة العكسية؛ وهي تفسير النص البرمجي بمخططات بيانية تعرض المخطط العام داخل النظام فيمكن معرفة البنية الداخلية للبرنامج دون الخوض في تفاصيل النص البرمجي، وقد روعي التوثيق داخل النص بالمعايير العالمية؛ مما يسهِّل عملية تطوير البرنامج.

الإجازات الحاصل عليها برنامج "صرف"(٢٢)

* شهادة مقدمة من د. أحمد بن صالح السديس (عضو هيئة التدريس بكلية اللغة العربية بجامعة الإمام محمد ابن سعود).

شكل (١٠) [٢٣]

* شهادة مقدمة من د. عبد الرحمن بن أحمد كرم الدين (عضو هيئة التدريس بكلية اللغة العربية بجامعة الملك سعود).

بسم الله الرحمن الرحيم

قمت بالإطلاع على عمل الطالبات في قواعد الاشتقاق والتصريف في اللغة العربية لبرنامج

Sarf

The Arabic Morphologizer

بشأن تحويلها إلى خوارزميات فلا أرى مانعاً من ذلك بعد الأخذ بالإشارات والتعديلات التي ذكرتها.

حريرا في ١٤٢٩/١/٤هـ

الموافق ٢٠٠٨/١/١٣م

د. عبدالرحمن أحمد إسماعيل كرم الدين

أستاذ مشارك بقسم اللغة العربية بجامعة الملك سعود

شكل (١١) [٢٤]

كما أن هناك العديد من الأنظمة [٢٥] التي باتت خدماتها واضحة في هذا المجال تضاف إلى حصيلة البرامج السابقة، والتي تَمَّ اعتمادها؛ منها:

١- د/ فخر الدين القلا المدرس بكلية التربية جامعة دمشق، وقد بدأ بتصميم برنامج في التعليم الذاتي؛ لتعليم قواعد اللغة العربية للطلاب غير الناطقين بها منذ عام ١٩٦٥، ثم ما لبث أن نقلها إلى تصميم برنامج تعليم ذاتي في النحو وفق مناهج الصف الخامس الابتدائي في الفترة من ١٩٦٥ إلى ١٩٦٨ وأطلق على تلك المحاولة لقبه العائلي (القلا)، ونشرها في مجلة (المعلم العربي).

٢- محاولة كنعان عام ١٩٨٦م؛ حيث قام من خلالها بتطوير برنامج للتدريب على كتابة الهمزة بجميع أنواعها في الكلم العربي.

٣- محاولة المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا بدمشق من خلال ما قدمه د/ محمد حسان طيان ومروان البواب وزملاؤهما، وذلك بتعليم وتطبيق

قواعد اللغة العربية (قواعد النحو والصرف)، وقد نشرت تلك المحاولة في أقراص ليزرية مدمجة (متراصة) وذلك في أوائل التسعينيات.

٤- تجربة لسان العرب في القاهرة؛ حيث قام متخصصون بإعداد أقراص حاسوبية مدمجة، وقد تم عرض ذلك في مؤتمر عام ١٩٩٨، ومن خلالها تم نشر لسان العرب حاسوبياً.

٥- العالمان محمد الشارخ ونبيل على من دولة الكويت وتأسيس شركة صخر.

٦- العالم هلال من المغرب والتحليل الصرفي الآلي.

٧- العالم Everhard Ditter من هولندا ودراسته للغة العربية الفصحى الحديثة.

٨- نظام الترجمة الآلية Weidnerمن العربية إلى الإنجليزية والعكس في الولايات المتحدة الأمريكية.

٩- المراكز البحثية لشركة IBM في القاهرة والكويت.

١٠- قاعدة البيانات الكلمية Dinar في فرنسا.

١١- نظام Language Weaver للترجمة الآلية بين العربية والإنجليزية بالطريقة الإحصائية.

١٢- نظامSYSTRAN للترجمة الآلية بين العربية والإنجليزية.

١٣- نظام AppTech للترجمة الآلية بين العربية والإنجليزية بالطريقة الهجين من الطريقتين الرمزية والإحصائية.

١٤- بنك الأشجار اللغوية Penn Treeebank في جامعة بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية.

١٥- بنك الأشجار اللغوية بالطريقة المعتمدة على العلاقات في جامعة براغ Prague Dependency Treebank.

١٦- العالم رشوان وتأسيس شركة RDI.

١٧- استخلاص الأعلام من النصوص بواسطة العالم شعلان والعالم زيتوني.

١٨- تمثيل اللهجات العربية ودراستها في جامعة كولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية.

١٩- أ. سريع محمد سريع، نظام ابن النديم في المكتبات/ معهد الإدارة العامة.

٢٠- أ. سعد عبد العزيز المفلح، نظام معلومات الوثائق (نحو)، وهو نظام ببليوجرافي عربي للوثائق الحكومية.

٢١- د. سلوى أحمد الجمل، نظام خبير.

٢٢- د. عبد الرحمن بن عبد العزيز الفاضل/ (باسم) وهو تجربة عربية لتوثيق المصطلحات العلمية، تحت رعاية البنك الآلي السعودي للمصطلحات.

ثالثًا: الخاتمة

توصلت الدراسة إلى نتائج أهمها:

- يُعنى هذا البحث بمعالجة اللغة العربية وعلومها آليا، وهو أحد فروع علم الحاسب الآلي.
- نشأ هذا العلم في أربعينات القرن العشرين وأخذ في الانتعاش عام ١٩٥٧، وفي نهاية القرن العشرين طفا على السطح وظهرت آثاره جلية واضحة.
- طرق الحوسبة: الرمزية، الإحصائية، الترابطية، الهجين.
- برامجها: أوفيس IBM، الإدريسي، أراب دوكس، النشر الصحفي، برنامج نظام الاشتقاق والتصريف، وغيرها.
- اهتماماته: يهتم بكافة المستويات الصوتية والصرفية والنحوية والدلالية، والأشجار والذخيرة اللغويتين، والترجمات...إلخ.
- التعامل مع قواعد المعطيات: حيث يتولى مدير قواعد المعطيات مهمة جلب جميع المعطيات المطلوبة الخاصة بالأفعال والأسماء والمصادر؛ ومن ثم إيصال النتيجة إلى الأجزاء الأخرى لمعالجتها.

- مهامه: من مهامه اشتقاق الأفعال والأسماء والمصادر؛ حيث تُطلَب شجرة الجذور من مدير قواعد المعطيات، ثم يطبق على الجذر المحدد قانون الاشتقاق المناسب، وقد يكون هذا القانون مستمدًا من قواعد المعطيات، أو جاهزًا دون العودة إليها.
- يتم فصل بعض الأجزاء البرامجية وجعلها بنية عمل مركزية تعتمد عليها الأجزاء الأخرى.
- تُحمَّل قواعد التصريف في البرامج حسب الطلب، فلا تُحمَّل جميع القواعد عند إقلاع النظام، وإنما يجري التحميل آلياً، ولهذه التقنية مزايا مهمة في تصميم أجزاء البرامج وصفوفها؛ والتي منها استعمالية النظام، وسرعة كشف الأخطاء، وتصحيحها.

رابعًا: الإحالات

(١) سورة (يوسف)، آية (٢)

(٢) ينظر: د/ نبيل علي: اللغة العربية والحاسوب، ندوة تقنية المعلومات والعلوم الشرعية والعربية، كلية علوم الحاسب والمعلومات، جامعة الإمام محمد بن سعود، الرياض، في يومي ١٦-١٧ صفر ١٤٢٨ه، الموافق ٦-٧ مارس ٢٠٠٧م، ص: ٩-١٠، وبلقاسم اليوبي: اللسانيات الحاسوبية، مفهومها وتطورها ومجال تطبيقاتها (استشراف آفاق جديدة لخدمة اللغة العربية وثقافتها)، مجلة مكناس، ع ١٢، المغرب، ١٩٩٩م، ص: ٤٦.

(٣) ينظر: أحمد بن محمد الضبيب: اللغة العربية في عصر العولمة، ط١، مكتبة العبيكان، الرياض، ٢٠٠١، ص:١٠- ٣٠، أحمد عبد السلام: العولمة الثقافية اللغوية وتبعاتها للغة العربية، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، العدد ٦٠، السنة ٢٥، عمان، ٢٠٠١، ص: ٢٥: ٢٧.

(٤) ينظر: د/ نبيل علي:

١- الثقافة العربية وعصر المعلومات، عالم المعرفة، العدد ٢٦٥، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ٢٠٠١، ص:٣٥: ,٥٠

٢- العرب وعصر المعلومات، عالم المعرفة، العدد ١٨٤، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٩٤، ص: ٢١: ,٤٠

٣- اللغة العربية والحاسوب، مؤسسة تعريب، الكويت، ١٩٨٨، ص: ١٥: ٤٠.

(٥) ينظر: د/ فخر الدين القلا: تعليم اللغة العربية المبرمج بالحاسوب، مجلة التعريب بسوريا، مج ١٦، ع ٣٠، يونيو، جمادى الأولى ٢٠٠٦، ص: ١٥٣. وعبد النبي ذاكر: ترجمة الآلة ومراجعة الإنسان، مجلة علامات، ع ٢٢، مكناس، المغرب، ٢٠٠٤م، ص: ٦٣.

ندوة: استخدام* اللغة العربية في المعلوماتية /المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم/ تونس ١٩٩٦:

د/ محمد بن ساسي: استخدام اللغة العربية في مجال المعلوماتية نبذة تاريخية، ص: ٧-٢٤. ود/سالم الغزالي: المعالجة الآلية للكلام المنطوق- التعرف والتأليف، ص٦٤- ٧٥، ود/ محمد مراياتي: تعامل الأجهزة والمعدات مع الحرف العربي، ص:٧٦ وما بعدها.

عبد القادر الفاسي الفهري: اللسانيات العربية نماذج للحصيلة ونماذج للآفاق، ندوة تقدم اللسانيات في الأقطار العربية/ وقائع ندوة جهوية، الرباط، المغرب،

* في هذه الحالات وأمثالها مما يكثر النشر من خلالها أقدِّم الندوة أو المجلة أو المؤتمر، ثم أُثَنِّي بالمؤلفين ثم مؤلفاتهم؛ حتى لا يتكرر ذكر المجلة أو المؤتمر أو الندوة في الإحالة الواحدة.

أبريل ١٩٨٧م، ط ١، دار الغرب الإسلامي، ص: ١١-٣٩، وصالح الخرفي: اللغة العربية هويتنا القومية، ضمن كتاب: من قضايا اللغة العربية المعاصرة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ١٩٩٠، ص: ٥٦. وصباح رحيمة ومحمد الخفاجي: قواعد المعلومات، دار زهران للطباعة والنشر، عمَّان، ٢٠٠١، ص: ٤٥- ٦٠.

(٦) ينظر: د. وليد أحمد العناتيّ، ود. خالد الجبر: دليل الباحث إلى اللسانيات الحاسوبية العربية، دار جرير للنشر والتوزيع، ط ١، ١٤٢٨هـ- ٢٠٠٧م، عمَّان، ص: ١٦٥، وياسين خليل: اللغة والوجود القومي، مجلة المستقبل العربي، مج ٦، ع ٥٩، لبنان، يناير (كانون الثاني) ١٩٨٤، ص: ٤٥- ٦٧، ومنيب قطيشات: قواعد البيانات، دار وائل للنشر، عمان، ٢٠٠٤م، ص: ١٢ وما بعدها.

(٧) ينظر: كاشف جمال الدين ضياء الحسن، جامعة جواهر لآل نيو دلهي، اللغة العربية وتحديات العصر الحاضر في ظل العولمة، صوت الأمة الهند. مج ٤٨/ ع ١٠/ محرم/ أكتوبر ٢٠١٦، ص: ٥٣.

ونهاد الموسى:

١- الثنائيات في قضايا اللغة العربية من عصر النهضة إلى عصر العولمة، ط١، دار الشروق، عمان، ٢٠٠٣، ص: ٢٦ :٤٩.

٢- العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ط١، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ٢٠٠٠، ص: ٤٠.

٣- مقدمة في تمثيل الكفاية اللغوية للحاسوب، ورقة مقدمة إلى ندوة "الهوية اللغوية والعولمة"، جامعة البترا الأردنية، ٢٠٠٣، ص: ٥٥ وما بعدها.

(٨) ينظر: كمال بشر: اللغة العربية بين الوهم وسوء الفهم، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٩٩م، ص: ٤٥ وما بعدها، وعادل جرار: تدريس الكيمياء

بالعربية في التعليم العالي، محاضرة وقائع ندوة الهوية اللغوية والعولمة، جامعة البترا، الأردن، ٢٦ مايو ٢٠٠٣، ص: ١٣ وما بعدها.

(٩) ينظر: فاروق سيد حسين، الإنترنت... شبكة المعلومات، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مهرجان القراءة للجميع، القاهرة، ٢٠٠٢، ص:٥٦ وما بعدها.

(١٠) ينظر: السابق، ص:٥٦ وما بعدها. وندوة: استخدام اللغة العربية في المعلوماتية: د/ أحمد أبو الهيجاء: المواصفات والمقاييس لتعريب المعلوماتية، ص:١٥٠-١٨٨، مروان البواب ود/ محمد حسان الطيان أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية (الكلمة- الجملة)، ص:٢٥-٦٣، ود/ حسين الهبايلي ود/ محمد كمال بن رحومة: ميادين تطبيق استخدام اللغة العربية في المعلوماتية (التعليم والتعريب)، ص: ٢١١-٢٣٠، د/ راتب مزيد الغوثاني: البحث الثقافي والاجتماعي والاقتصادي لاستعمال اللغة العربية في المعلوماتية، ص:٢٣١-٢٦٨، ود/ جرجس جرجس، سهير مشروب: ميادين استخدام اللغة العربية في المعلوماتية (التوثيق والمكتبات)، ص:١٨٩-٢١٠.

ندوة: تقدم اللسانيات في الأقطار العربية: ود/ محمد فاليم: عن البحث الدلالي العربي،ص:١٠١-١٤٩، ود/ عبد القادر الفهري الفاسي: اللسانيات العربية نماذج للحصيلة ونماذج للآفاق (غير موثق)، ص:١١-٣٩، ود/ إدريس السفروشني: حول الاشتقاق، ص:٨٣ -٩٩، ود/ محمود إسماعيل: اللسانيات التطبيقية في العالم العربي، ص:٢١٧- ٢٤٩، داود عبده: اللسانيات العامة واللسانيات العربية (الدراسات الصوتية في اللغة العربية بين الوصف والتفسير)، ص: ٤٣-٧٣.

ندوة: تقنية المعلومات والعلوم الشرعية والعربية: حسام الخطيب: الترجمة الآلية وقضية تعريب العلوم بحوث مهداة إلى مازن المبارك بمناسبة بلوغه سن السبعين، ص: ١١٧-١٤٢، وإسماعيل أحمد عمايرة: تطبيقات في المناهج اللغوية، ص:

٢٣٥-٢٩٠، ود/ وليد العناتي: اللسانيات التطبيقية وتعليم العربية لغير الناطقين بها، ص: ٥٤-٥٥، نجيب سليمان البخيت: البحث في العنوان في قواعد البيانات العربية، ص:٥٦٩-٥٨٠، وأحمد بو عزي: تعريب المصطلحات المستعملة في الحواسيب الصغروية، ص: ٤٩٣-٥٠٩، ونبيل علي: الثقافة العربية وعصر المعلومات، ص:٢٢٧-٢٢٨، والعرب وعصر المعلومات، ص:٣٤٧-٣٨٠، ونهاد الموسى: من الوصف إلى التوصيف مقاربة في حوسبة العربية، من كتاب الثنائيات في قضايا اللغة العربية المعاصرة، ص: ٢٤٣-٢٦٧.

مجلة التواصل اللساني (مجلة دولية محكمة في اللسانيات العامة- ملحق استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات)، مطبعة النجاح الجديدة، الدار البيضاء، رمضان ١٤١٣هـ، مارس ١٩٩٣: أ.د/ محمود فهمي حجازي: الحاسب الآلي وصناعة المعجم العربي، ص:٦٨-٦٩، و أ/ عويزرات حاج: الدراسة الصوتية للصوامت المطبقة في العربية المعيار، ص:٥٩-٦٠، و د/ محمد بن أحمد وآخرون: التعرف على الحروف العربية عن طريق شبكات الخلايا العصبية الاصطناعية ضمن استراتيجية معالجة الوثائق الكترونياً، ص:١٨١-١٨٣، و أ/ علي خليفة التميمي: تصميم وتعريب جداول الترميز الوصفية، ص:١٤٩-١٥٣، و د/ محمد علي الزركان: اللسانيات وبرمجة اللغة العربية في الحاسوب، ص:٣١-٣٥، و د/ صلاح الدين صالح حسنين: الفعل العربي وطرق معالجته بالحاسوب، ص:٤٠-٤٣، و د/ عبد الرحمن الحاج صالح: منطق النحو العربي والعلاج الحاسوبي، ص:٢٧-٣٠، و د/ محمد دشيش: الكتابة العربية: إصلاح في الطباعة وتنميط في المعلوماتية، ص:٢١٧-٢١٩، و د/ محمد عبد المنعم حشيش: معالجة اللغة العربية بالحاسوب، ص:٤٤-٤٦، و د/ سعيد الحاج بكري و د/ عدنان صديق نوح و د/ محمد سمرقندي: مصطلحات المعلومات واللغة العربية، ص:٨٩-٩٢، و د/ منصور محمد الغامدي: الإدراك الآلي للفونيمات الطويلة والقصيرة في اللغة العربية، ص:٥٦-

٥٨، ود/ محمد غزالي خياط: تمثيل الدلالة الصرفية في النظم الآلية لفهم اللغة العربية، ص:٦١-٦٧، و د/ حازم يوسف عبد العظيم: القراءة الآلية للنص العربي بمساعدة المصحح الهجائي، ص:١٧٨-١٨٠، و د/ محمد رشاد الحمزاوي: في سبيل نظرية مصطلحية عربية ممكنة، ص:٨٥-٨٨، و د/عبد الرحمن خالد الجبري و م/ عبد الله صالح المحمود: تصحيح الأخطاء في النصوص المكتوبة باستخدام الفائض اللغوي، ص:١٨٨-١٩٥، و أ/ عبد الله القفاري: نحو منهجية مدعمة بالحاسب لمعالجة ونشر المصطلح العربي، ص:١٤٠-١٤٢، و أ/ محمود عوض محمود المراكبي: تطويع تقنية المعلومات لخدمة العلوم الشرعية، ص:١٥٨-١٦٣، و أ/ حسام الدين حسن محجوب: نظام تصحيح الهجاء واقتراح البدائل الصحيحة، ص،١٨٤-١٨٧، و د/ محمد الحناش: نظرية حاسوبية لسانية لبناء المعاجم الآلية، ص:١٤٠-١٤٢، و د/ أكرم ضياء العمري: استخدام الحاسب في العلوم الشرعية، ص:١٥٤-١٥٧، و أ/ شافية بن طامة: الاستكشاف الآلي للفظة الاسمية، ص:٥١-٥٥، و د/ مازن عوض الوعر: التوليد الصوتي والنحوي والدلالي لصيغ المبني للمجهول، ص:٣٦-٣٩، و د/ يحيى هلال: نظام علاج واستغلال النص القرآني، ص:١٧١-١٧٧، و عبد الرحمن توفيق العماني: حوسبة نظام الإعراب في اللغة العربية/ إطار نظري ودراسة تطبيقية للفعل والحرف، (مخطوط) رسالة دكتوراه بكلية الدراسات العليا بالجامعة الأردنية، عام ٢٠١٣م، ص:١٠ وما بعدها.

مجلة مجمع اللغة العربية الأردني الموسم الثقافي الرابع عشر/ ١٩٩٦م: إبراهيم بن مراد: المعاجم العلمية العربية المتخصصة ودور الحاسوب، ص: ٣٥-٥٤، وإسحق علي حبيبي: التقنيات الحديثة وآفاقية اللغة العربية، ص:٦٧-١٤١.

مؤتمر الكويت الأول للحاسوب ١٩٨٩: إيمان القيسي وحسن ناصر: استخدام دوال الأرجحية في تمييز الأرقام العربية المكتوبة باليد، ص: ١٠٩-١٢٠، وأحمد أبو الهيجاء: آخر التطورات في مجال تقييس تعريب الحاسوب، ص: ٧٥-٨٩.

العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية، المفهوم، التطبيقات، الجدوى، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، عمادة البحث العلمي بجامعة الزرقاء الأهلية، العدد الثاني، المجلد السابع، الدار البيضاء، المغرب، ٢٠٠٥م، ص:٥٠.

فخر الدين القلا: تعليم اللغة العربية المبرمج بالحاسوب، مجلة التعريب بسوريا مج ١٦، ع ٣٠، جمادى الأولى/ يونيو ٢٠٠٦م، ص:١٥٧، ١٥٩-١٦٠.

العناتي: العربية لغة للمعرفة: نحو بناء مجتمع معرفة باللغة العربية، مجلة البصائر، عمادة البحث العلمي بجامعة البترا، الأردن، المجلد التاسع/ العدد الثاني، ٢٠٠٥م،١٤٢٦هـ، ص:١١-٧٦.

د. عبد الرحمن بن عبد العزيز الفاضل/ (باسم) نظام معلومات الوثائق (نحو) وهو تجربة لنظام ترجمة عربية لتوثيق المصطلحات العلمية، مجلة اللسان العربي؛ مجلة دورية للأبحاث اللغوية ونشاط الترجمة والتعريب في العالم العربي، تصدر عن المكتب الدائم لتنسيق التعريب التابع لجامعة الدول العربية، الرباط/ المغرب، ع ٤٧، يونيو ١٩٩٩م، ١٤٢٠هـ، ص:٧٩- ١٠٥.

(١١) ينظر: نهاد الموسى: العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ط١، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ٢٠٠٠م، ص: ٤٠.

(١٢) ينظر: عبد الله القفاري: بناء قاعدة بيانات شاملة للكتاب العلمي العربي والمعجم المختص مقاربة ميدانية، نحو إنشاء مؤسسة عربية للترجمة، ندوة الترجمة في الوطن العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، فبراير، ٢٠٠٠م، بيروت، لبنان، ص: ٢٥٩-٢٨٥، والعناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية، ص:٢٠- ٥٠، فاروق

سيد حسين: الإنترنت شبكة المعلومات، ص:٧٠، وندوة: تقدم اللسانيات، إدريس السفروشني: حول الاشتقاق، ص:٨٣-٩٩.

(١٣) ينظر: عبد الله القفاري: ص: ٢٥٩-٢٧٥، وندوة: تقدم اللسانيات في اللسانيات العربية، د/ عبد السلام المسدي: حد اللغة في التراث اللساني العربي، ص:٣٧٥-٤١٨.

(١٤) المصدر: /http://www.alukah.net/literature_language/٠/٥٢٣٧

(١٥) المصدر: /http://www.alukah.net/literature_language/٠/٥٢٣٧

(١٦) ينظر: فاروق سيد حسين: الإنترنت شبكة المعلومات، ص: ٥٦ وما بعدها.

(١٧) المصدر: /http://www.alukah.net/literature_language/٠/٥٢٣٧

(١٨) المصدر: /http://www.alukah.net/literature_language/٠/٥٢٣٧

(١٩) المصدر: /http://www.alukah.net/literature_language/٠/٥٢٣٧

(٢٠) ينظر: العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية، ص:٢٠-٥٠.

(٢١) المصدر: https://www.slideserve.com/miya/٤٩٨٠٥٣٨

(٢٢) ينظر: العناتي: اللسانيات الحاسوبية العربية، ص: ٥٦ وما بعدها.

(٢٣) المصدر: https://units.imamu.edu.sa/colleges/ArabicLanguage/Pages/default.aspx

(٢٤) المصدر: https://arts.ksu.edu.sa/ar/arabic-language

(٢٥) ينظر: مجلة التواصل اللساني: أ/ سريع محمد السريع: نظام ابن النديم في مكتبات معهد الإدارة العامة، ص:١٤٣-١٤٥، ود/ سلوى أحمد الجمل: نظام خبير عن اللغة العربية، ص: ٤٧-٥٠، وأ. سعد عبد العزيز المفلح، نظام معلومات الوثائق (نحو)، وهو نظام ببليوجرافي عربي للوثائق الحكومية، ص:١٤٦-١٤٨، و د. عبد الرحمن بن عبد العزيز الفاضل/ تجربة (باسم) نظام معلومات الوثائق (نحو)، مجلة اللسان العربي، ص:٧٩- ١٠٥، و د/ عبد الرحمن أيوب: المقارنات

اللغوية وتاريخ اللغة العربية، ندوة تقدم اللسانيات في الأقطار العربية، ص:١٥١-١٩٧، وأحمد بن محمد الضبيب: اللغة العربية في عصر العولمة، ص: ١٠ وما بعدها.

خامسًا: المصادر والمراجع

أ-الكتب*:

- بشر، كمال بشر:

اللغة العربية بين الوهم وسوء الفهم، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٩٩.

- حسين، فاروق سيد حسين:

الإنترنت شبكة المعلومات، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مهرجان القراءة للجميع، القاهرة، ٢٠٠٢.

* مُرَتَّبَةٌ حسب ألفبائيَّة المؤلِّف.

- الخرفي، صالح الخرفي:

اللغة العربية هويتنا القومية، ضمن كتاب: من قضايا اللغة العربية المعاصرة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ١٩٩٠.

- رحيمة، صباح رحيمة ومحمد الخفاجي:

قواعد المعلومات، دار زهران للطباعة والنشر، عمَّان، ٢٠٠١.

- الضبيب، أحمد بن محمد الضبيب:

اللغة العربية في عصر العولمة، ط١، مكتبة العبيكان، الرياض، ٢٠٠١.

- العناتي، د. وليد العناتي، ود. خالد الجبر:

دليل الباحث إلى اللسانيات الحاسوبية العربية، دار جرير للنشر والتوزيع، ط ١، ١٤٢٨هـ- ٢٠٠٧م، عمَّان.

- قطيشات، منيب قطيشات: قواعد البيانات، ط ٢، دار وائل للنشر والتوزيع، عمَّان، الأردن، ٢٠٠٥م، ١٤٢٥ه.
- الموسى، نهاد الموسى:

١- الثنائيات في قضايا اللغة العربية من عصر النهضة إلى عصر العولمة، ط١، دار الشروق، عمان، ٢٠٠٣.

٢- العربية: نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ط١، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ٢٠٠٠.

ب- المجلات العلمية*:

- الأهرام: بابل، العراق، المجلد (الرابع عشر)، العدد الثالث، ٢٠٠٨م.
- البصائر، عمادة البحث العلمي بجامعة البترا الأردنية الخاصة، المجلد التاسع، العدد الثاني، الأردن، ٢٠٠٥م.
- التعريب، مج ١٦، العدد ٣٠، جمادى، يونيو، سوريا ،٢٠٠٦م.

* مُرَتَّبَةٌ حسب ألفبائيَّة المجلة.

- التواصل اللساني (مجلة دولية محكمة في اللسانيات العامة)، العدد ١٥، مطبعة النجاح الجديدة، الدار البيضاء، رمضان ١٤١٣ه، مارس ١٩٩٣.
- الزرقاء للبحوث والدراسات، عمادة البحث العلمي بجامعة الزرقاء الأهلية، المجلد السابع، العدد الثاني، الدار البيضاء، المغرب ،٢٠٠٥م.
- صوت الأمة، الهند، مج ٤٨، ع ١٠، محرم، أكتوبر ٢٠١٦.
- عالم المعرفة: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت العدد ١٨٤ لسنة ١٩٩٤م. والعدد ٢٦٥، لسنة ٢٠٠١ م.

- علامات: مجلة ثقافية محكمة، تأسست عام ١٩٩٤م، مكناس، المغرب، العدد ٢٢، ٢٠٠٤م.
- اللسان العربي: مجلة اللسان العربي؛ مجلة دورية للأبحاث اللغوية ونشاط الترجمة والتعريب في العالم العربي، تصدر عن المكتب الدائم لتنسيق التعريب التابع لجامعة الدول العربية، الرباط/ المغرب، ع ٤٧، يونيو ١٩٩٩م، ١٤٢٠هـ.
- مجمع اللغة العربية الأردني*:

١- أعمال الموسم الثقافي الرابع عشر، الحاسوب في خدمة اللغة العربية، منشورات المجمع، ط١، عمان، ١٩٩٦.

٢- أعمال الموسم الثقافي التاسع عشر، التحديات التي تواجه اللغة العربية في القرن الحادي والعشرين، منشورات المجمع، ط١، العدد ٦٠، السنة ٢٥، عمان، ٢٠٠١.

٣- أعمال الموسم الثقافي الرابع والعشرين، تيسير العربية ومواكبة العصر، منشورات المجمع، ط١، عمان، ٢٠٠٦.

- المستقبل العربي، مج ٦، ع ٥٩، يناير (كانون الثاني)، لبنان، ١٩٨٤م.
- مكناس: مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة محمد بن عبد الله (مولاي إسماعيل)، المغرب، العدد ١٢، ١٩٩٩م.

ج- أعمال المؤتمرات والندوات**:

* المواسم الخاصة بتلك المجلة مُرتَّبةٌ زمانيًّا.

** مُرتَّبةٌ زمانيًّا.

- ندوة: تقدم اللسانيات في الأقطار العربية/ وقائع ندوة جهوية، الرباط، المغرب، أبريل ١٩٨٧، دار الغرب الإسلامي.

- مؤتمر الكويت الأول للحاسوب / جمعية الحاسب الآلي الكويتية، الكويت ١٩٨٩م.
- ندوة: الحاسبات واللغة العربية، تشرين الثاني، العراق، ١٩٩٢م.
- ندوة: استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والعلوم والثقافة، تونس،١٩٩٢م، و١٩٩٦م.
- ندوة: الترجمة في الوطن العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، فبراير ٢٠٠٠م.
- ندوة: الهوية اللغوية والعولمة، جامعة البترا الأردنية، ٢٦ مايو ٢٠٠٣م.
- ندوة: تقنية المعلومات والعلوم الشرعية والعربية، كلية علوم الحاسب والمعلومات، جامعة الإمام محمد ابن سعود، الرياض، في يومي ١٦-١٧ صفر ١٤٢٨ه الموافق ٦-٧ مارس ٢٠٠٧م.

د- المخطوطات:

-عبد الرحمن توفيق: حوسبة نظام الإعراب/ إطار نظري ودراسة تطبيقية للفعل والحرف، رسالة دكتوراه، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، ٢٠١٣م.

هـ- المواقع الإلكترونية:

/http://www.alukah.net
/https://units.imamu.edu
www.slideserve.com